

泊発電所3号機  
内部溢水影響評価について（その2）  
補足説明資料

平成25年12月24日

北海道電力株式会社

## 補足説明資料一覧

| 分類         | 資料番号 | 資料名称   |
|------------|------|--|
| 《防護対象設備》   | 1    | 防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定について                           |
| 《防護対象設備》   | 2    | 防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について |
| 《地震》       | 3    | 地震時における溢水による没水影響評価について                             |
| 《地震》       | 4    | 耐震B、Cクラス機器の耐震評価について                                |
| 《地震》       | 5    | 使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量評価                            |
| 《地震》       | 6    | 地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について                          |
| 《地震・消火・想定》 | 7    | 循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について                             |
| 《地震・想定》    | 8    | 屋外タンクからの溢水影響について                                   |
| 《地震・想定》    | 9    | 低耐震建屋からの溢水影響について                                   |
| 《地震》       | 10   | 湧水による溢水防護対策について                                    |
| 《地震》       | 11   | 津波による溢水影響について                                      |
| 《消火》       | 12   | 消火活動による放水に伴う溢水影響評価について                             |
| 《想定破損》     | 13   | 高エネルギー配管と低エネルギー配管の分類について                           |
| 《想定破損》     | 14   | 高エネルギー配管からの溢水に伴う没水影響評価について                         |
| 《想定破損》     | 15   | 低エネルギー配管の強度評価について                                  |
| 《想定破損》     | 16   | 高エネルギー配管等の溢水に伴う蒸気影響評価について                          |
| 《想定破損》     | 17   | 想定破損における溢水量算出の考え方と算出結果について                         |
| 《想定破損》     | 18   | 代替屋外給水タンクの想定破損時の影響について                             |
| 《被水》       | 19   | 被水影響評価について   |
| 《その他》      | 20   | 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」に対する適合確認                       |

## 1. 防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定について

### 1. はじめに

- 本資料では、原子力発電所の内部溢水評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）に基づき、溢水防護対象設備を選定すると共に、溢水防護区画の設定について、検討・整理する。

### 2. 溢水防護対象設備の選定に対する考え方

#### (1) 評価ガイドでの要求事項

- 評価ガイドにおいて発電所で発生した溢水に対して防護すべき設備・系統として評価ガイド「1. 1 一般」に以下の記載がある。

➤ 本評価ガイドは、「実用発電用原子炉およびその附属設備に関する技術基準を定める規則」第12条に定める内部溢水防護に関連して、原子力発電所（以下、「発電所」という。）に設置される原子炉施設が、内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能が喪失することのないよう、適切な防護措置が施されているか評価するための手順の一例を示すものである。

- また、評価ガイド「2. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備」及び「3. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備」では以下の記載がある。

➤ 2. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備  
2. 1項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。

➤ 3. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備  
3. 1項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。

- よって、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能を担う設備・系統が溢水防護対象設備として抽出される必要がある。

- また、評価ガイド「1. 4 用語の定義」として以下の記載がある。

➤ (1) 「安全設備」  
「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準」という。）第2条（定義）第2項第9号によるところの安全設備（「安全設備」とは、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを直接又は間接に生じさせる設備であって次に掲げるものをいう。）

- ◇ イ 一次冷却系統に係る設備及びその附属設備
- ◇ ロ 反応度制御系統（「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）第二条第二項第二十七号に規定する反応度制御系統をいう。以下同じ。）に係る設備及びそれらの附属設備
- ◇ ハ 安全保護装置（運転時の異常な過渡変化が発生する場合、地震の発生により発電用原

|   |
|---|
| <p>子炉の運転に支障が生ずる場合及び一次冷却材喪失その他の設計基準事故時に原子炉停止システムを自動的に作動させ、かつ、発電用原子炉内の燃料体の破損又は発電用原子炉の炉心（以下単に「炉心」という。）の損傷による多量の放射性物質の放出のおそれがある場合に、工学的安全施設を自動的に作動させる装置をいう。以下同じ。）、非常用炉心冷却設備（原子炉压力容器内において発生した熱を通常運転時において除去する発電用原子炉施設が設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間にその機能を失った場合に原子炉压力容器内において発生した熱を除去する設備をいう。以下同じ。）その他非常時に発電用原子炉の安全性を確保するために必要な設備及びそれらの附属設備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ ニ 原子炉格納容器及びその隔離弁</li> <li>◇ ホ 非常用電源設備及びその附属設備</li> </ul> <p>➤ (2) 「工学的安全施設」<br/>設置許可基準規則第2条（定義）第2項第10号によるところの工学的安全施設（「工学的安全施設」とは、発電用原子炉施設の損壊又は故障その他の異常による発電用原子炉内の燃料体の著しい損傷又は炉心の著しい損傷により多量の放射性物質の放出のおそれがある場合に、これを抑制し、又は防止するための機能を有する設計基準対象施設をいう。）</p> <p>➤ (5) 「設備」<br/>機器及びシステム機能に必要な機械類（電気・計装を含む）</p> <p>➤ (6) 「安全機能」<br/>設置許可基準規則第2条（定義）第2項第5号によるところの安全機能（「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、次に掲げるものをいう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ イ その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能</li> <li>◇ ロ 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所の外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能</li> </ul> |
|---|

- 上記評価ガイドの用語の定義で記載されている「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準」という。）及びその解釈、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準」という。）及びその解釈を以下の表－1、表－2に記載する。

表－1 設置許可基準及び解釈（抜粋）

| 設置許可基準  | 設置許可基準解釈   |
|---|--|
| <p>(溢水による損傷の防止等)<br/>           第九条 <b>安全施設</b>は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても<b>安全機能を損なわないもの</b>でなければならない。<br/>           2 (省略)</p> | <p>第9条 (溢水による損傷の防止等)<br/>           1 (省略)<br/>           2 (省略)<br/>           3 第1項に規定する「<u>安全機能を損なわないもの</u>」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、<b>原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できること</b>をいう。さらに、<b>使用済燃料貯蔵槽においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できること</b>をいう。</p> |

表－２ 技術基準及び解釈（抜粋）

| 技術基準   | 技術基準解釈  |
|--|---|
| <p>(発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止)<br/>第十二条 設計基準対象施設が発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、<u>防護措置その他の適切な措置</u>を講じなければならない。</p> <p>2 (省略)</p> | <p>第12条 (発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止)</p> <p>1 (省略)</p> <p>2 第1項に規定する「<u>防護措置その他の適切な措置</u>」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、<u>運転状態にある場合は原子炉を高温停止及び、引き続き低温停止することができ、並びに放射性物質の閉じ込め機能を維持できる措置とすること。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる措置をいう。さらに、使用済燃料プール又は使用済燃料ピットにおいては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できる措置をいう。</u></p> |

(2) 評価ガイドに従った溢水防護対象設備の選定

- 前項(1)において、評価ガイドでの要求事項と引用している基準類との関連を整理すると以下の通りとなる。
  - 評価ガイドの要求事項
    - ◇ 重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備
      - 原子炉を高温停止及び低温停止にするために必要な設備
      - 放射性物質の閉じ込め機能維持に必要な設備
    - ◇ 溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備
      - 使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備
- 設置許可基準及び技術基準の解釈
  - まず、設置許可基準第二条第2項八に規定される定義として、  
【「安全施設」とは、設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものをいう。】  
とある。
  - 次に設置許可基準の解釈によれば
    - ◇ 設置許可基準第九条として、「安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない」とあり、その解釈では「安全機能を損なわないもの」として記載される「安全機能」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できること、使用済燃料貯蔵槽においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できることとされている。

➤ 次に技術基準の解釈によれば

◇ 技術基準第十二条として「設計基準対象施設が発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。」とあり、「防護措置その他の適切な措置」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、運転状態にある場合は原子炉を高温停止及び、引き続き低温停止することができ、並びに放射性物質の閉じ込め機能を維持できる措置とすること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる措置をいう。さらに、使用済燃料プール又は使用済燃料ピットにおいては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できる措置をいう。

■ 上記の通りであることから、発電用原子炉施設内における溢水に対して防護が必要な系統（設備）は、

- ① 原子炉を高温停止及び低温停止にするために必要な設備
- ② 放射性物質の閉じ込め機能維持に必要な設備
- ③ 使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備

と整理でき、これらを溢水防護対象設備として選定することで設置許可基準及び技術基準で要求される安全機能の防護を達成できると整理でき、この選定の考え方は評価ガイドに適合するものである。

### 3. 溢水防護区画の設定に対する考え方

#### (1) 評価ガイドでの要求事項

■ 評価ガイド「2. 2. 3 溢水防護区画の設定」及び「3. 2. 3 溢水防護区画の設定」では以下の記載がある。

|   |
|---|
| <p>➤ 2. 2. 3 溢水防護区画の設定<br/>溢水防護に対する評価対象区画は、2. 2. 2項に該当する溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定すること。<br/>全ての防護対象設備が対象となっていることを確認するために、2. 2. 2項に該当する防護対象設備の系統図及び配置図を照合しなければならない。<br/>また、アクセス通路については、図面等により図示されていることを確認する。<br/>なお、同じ部屋であっても、溢水による影響を考慮した堰等で区切られている場合には、区切られた区画を溢水防護区画として取り扱うことができる。</p> <p>➤ 3. 2. 3 溢水防護区画の設定<br/>溢水防護に対する評価対象区画は、3. 2. 2項に該当する溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定すること。<br/>全ての防護対象設備が対象となっていることを確認するために、2. 2. 2項に該当する防護対象設備の系統図及び配置図を照合しなければならない。<br/>また、アクセス通路については、図面等により図示されていることを確認する。<br/>なお、同じ部屋であっても、溢水による影響を考慮した堰等で区切られている場合には、区切られた区画を溢水防護区画として取り扱うことができる。</p> |
|---|

## (2) 評価ガイドに従った溢水防護区画の設定

- 以下のとおり溢水防護区画の設定等を行うこととしており、この内容は評価ガイドに適合するものである。
  - 溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室および現場操作が必要な設備へのアクセスルートに対して溢水防護区画を設定する。
  - 全ての溢水防護対象設備が対象となっていることを、溢水防護対象設備のリスト及び系統図並びに設定した溢水防護区画図により確認する。
- なお、アクセス通路については、補足説明資料 6 「地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について」及び補足説明資料 17 「想定破損における溢水量算出の考え方と算出結果について」にて、溢水防護区画を示している。

## 4. 溢水防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定

- 溢水防護対象設備の選定作業は以下の通り実施した。

### (1) 安全機能を達成するために必要な設備の抽出

- 前項 2. の考え方にに基づき、安全機能を達成するために必要な系統及び設備を系統図等により抽出した。

### (2) 溢水防護対象設備の選定

- (1) で抽出した系統 (設備) のうち、内部溢水により安全機能を損なわない設備の条件を整理し、その条件に該当しない設備を溢水から防護すべき設備として選定した。
- また、溢水により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響 (溢水) を考慮し、以下の設備についても溢水防護対象設備として選定することとした。

#### ④ 溢水に起因する原子炉外乱に対処するために必要な設備

- なお、上記④の設備を選定するにあたっては、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」(平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会)を参考に、運転時の異常な過渡変化及び事故を対象に、溢水により発生する可能性があり、溢水防護上考慮すべき原子炉外乱 (起因事象) を表-3 及び表-4 のとおり抽出した (表-3 及び表-4 で「考慮」欄が○となっている設備 (■))。

表－3 溢水によって発生する起因事象の抽出（運転時の異常な過渡変化）

| 起因事象                  | 考慮 | 考慮不要とする理由   |
|-----------------------|----|---|
| 原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き | ○  | －   |
| 出力運転中の制御棒の異常な引き抜き     | ○  | －   |
| 制御棒の落下及び不整合           | ○  | －   |
| 原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈     | ○  | －   |
| 原子炉冷却材流量の部分喪失         | ○  | －   |
| 原子炉冷却材系の停止ループの誤起動     | －  | 停止ループの低温の冷却材が炉心に注入され、炉心に正の反応度が添加された後の反応度フィードバック効果により原子炉出力は低下し整定する。このように、本事象では対処設備は不要であるため、溢水評価上考慮しない。 |
| 外部電源喪失                | －  | 「主給水流量喪失」及び「原子炉冷却材流量の喪失」に包絡されるため、溢水防護上考慮しない。  |
| 主給水流量喪失               | ○  | －   |
| 蒸気負荷の異常な増加            | －  | 蒸気負荷が増加し、炉心に正の反応度が添加された後の反応度フィードバック効果により原子炉出力は抑制され整定する。このように、本事象では対処設備は不要であるため、溢水評価上考慮しない。            |
| 2次冷却系の異常な減圧           | ○  | －   |
| 蒸気発生器への過剰給水           | ○  | －   |
| 負荷の喪失                 | ○  | －   |
| 原子炉冷却材の異常な減圧          | ○  | －   |
| 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動    | ○  | －   |

表－4 溢水によって発生する起因事象の抽出（事故）

| 起因事象           | 考慮 | 考慮不要とする理由                                  |
|----------------|----|--|
| 原子炉冷却材喪失（LOCA） | ○  | ※1   |
| 原子炉冷却材流量の喪失    | ○  | －  |
| 原子炉冷却材ポンプの軸固着  | －  | 溢水の発生によって原子炉冷却材ポンプの回転軸は固着しないため、溢水評価上考慮しない。 |
| 主給水管破断         | ○  | ※1   |
| 主蒸気管破断         | ○  | ※1   |
| 制御棒飛び出し        | ○  | ※1   |
| 蒸気発生器伝熱管破損     | －  | 溢水の発生によって蒸気発生器の伝熱管は破損しないため、溢水評価上考慮しない。     |

※1 溢水の原因となり得る事象であるため、対象として考慮する。



(3) 溢水防護区画の設定

- (2) で選定した溢水防護対象設備について、壁や扉の敷居部、堰等の障壁を考慮して溢水防護区画を設定した。

5. 安全機能を達成するために必要な設備の抽出

(1) 機能を達成するために必要な系統の抽出

a. 溢水に起因する原子炉外乱に対処するために必要な設備が含まれる系統

表-3 及び表-4 において抽出した起因事象に対処するために必要な系統を表-5 のとおり抽出した。

表－５ 溢水に起因する原子炉外乱に対処するために必要な機能、系統

| 起因事象  | 対処するために必要な機能、系統   | 根拠                                   |
|---|---|--------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き</li> <li>● 出力運転中の制御棒の異常な引き抜き</li> <li>● 制御棒の落下及び不整合</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 原子炉保護系</li> <li>● 原子炉停止系</li> <li>● 補助給水系統</li> </ul>  | 高温停止に必要な系統により原子炉を冷却するため              |
| 原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈 <sup>※2</sup>   |   |                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 原子炉冷却材流量の部分喪失<sup>※3</sup></li> <li>● 原子炉冷却材流量の喪失<sup>※3</sup></li> </ul>            |   |                                      |
| 蒸気発生器への過剰給水 <sup>※4</sup>   |   |                                      |
| 主給水流量喪失 <sup>※5</sup>   |   |                                      |
| 負荷の喪失 <sup>※6</sup>   |   |                                      |
| 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動  |   |                                      |
| 主給水管破断  |   |                                      |
| 2次冷却系の異常な減圧 <sup>※7</sup>   | 上記系統に加え <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全注入系統（高圧注入系）</li> </ul>   | 1次系の圧力低下等を伴うため、高圧注入系が自動で動作する可能性があるため |
| 原子炉冷却材系の異常な減圧 <sup>※8</sup>   |   |                                      |
| 主蒸気管破断  |   |                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 原子炉冷却材喪失（LOCA）</li> <li>● 制御棒飛び出し</li> </ul>   | 上記系統に加え <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全注入系統（蓄圧注入系、低圧注入系）</li> <li>● 格納容器スプレイ系統</li> <li>● 各系統（格納容器隔離弁）</li> <li>● 換気空調系統（アニュラス空気浄化系）</li> </ul> | 炉心の冷却並びに原子炉格納容器の冷却、減圧及び隔離を行うため       |

※2 ほう素濃度制御系異常

※3 1次冷却材ポンプ停止

※4 主給水制御弁開、主給水バイパス制御弁開

※5 主給水ポンプ停止、復水ポンプ停止、主給水制御弁・隔離弁閉

※6 主蒸気隔離弁閉、タービントリップ

※7 タービンバイパス弁開、主蒸気逃がし弁開、タービン蒸気加減弁開

※8 加圧器逃がし弁開、加圧器逃がしスプレイ弁開、加圧器補助スプレイ弁開

b. 原子炉を高温停止及び低温停止にするための必要な設備が含まれる系統

原子炉を低温停止に移行する際のフローを図－1に示す。図－1から、原子炉の高温停止及び低温停止に必要な機能、系統（設備）を表－6のとおり抽出した。

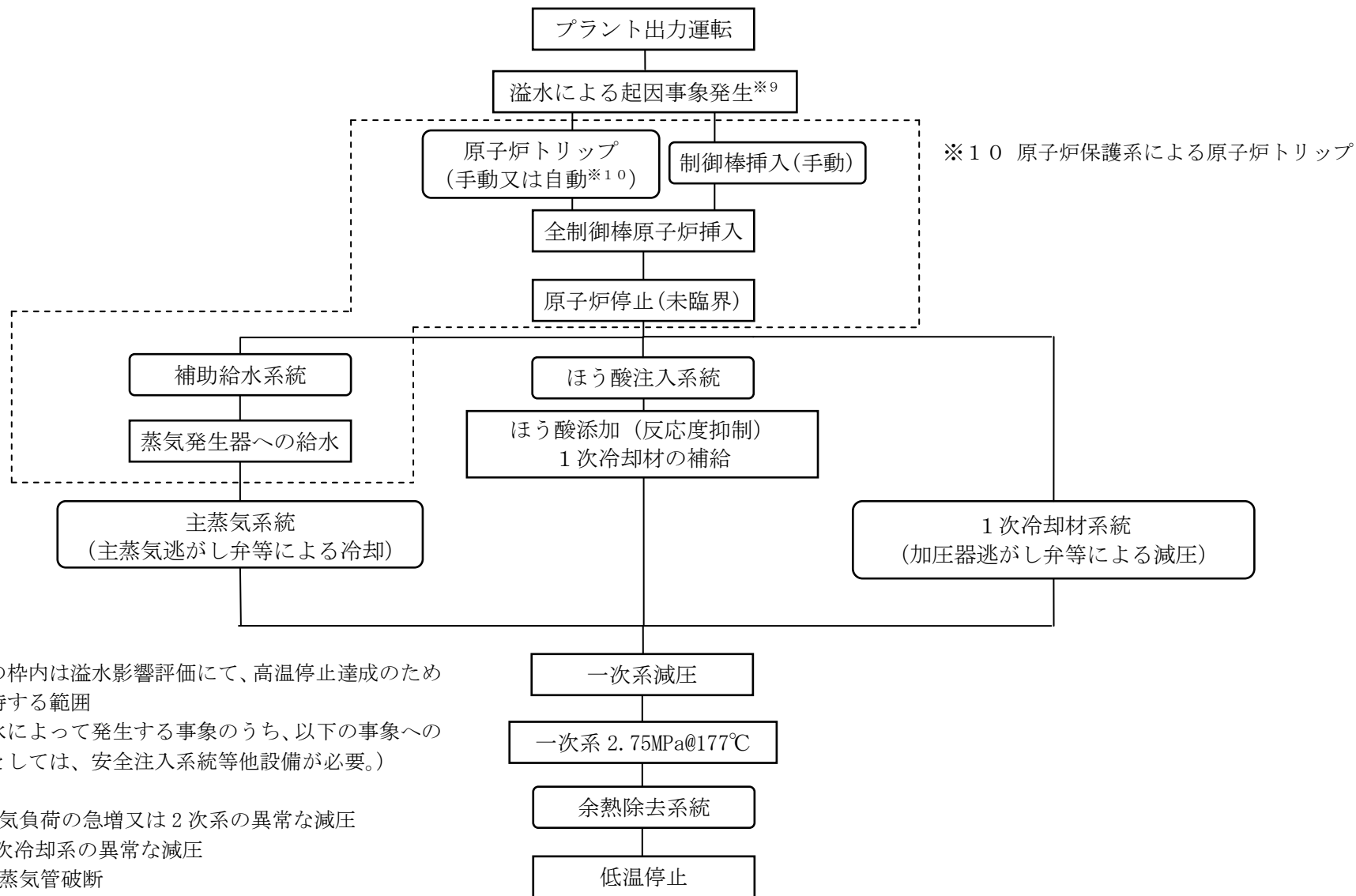


図-1 低温停止への移行フロー

表－6 原子炉の高温停止及び低温停止に必要な機能、系統（設備）

| 必要な機能 | 系統（設備）              |
|-------|---------------------|
| 原子炉停止 | 原子炉停止系（制御棒）         |
| ほう酸添加 | 化学体積制御系統（ほう酸注入機能）   |
| 崩壊熱除去 | 補助給水系統、主蒸気系統、余熱除去系統 |
| 1次系減圧 | 1次冷却材系統（加圧器逃がし弁）    |

c. 放射性物質の閉じ込め機能維持に必要な設備が含まれる系統

放射性物質の閉じ込め機能維持に必要な設備が含まれる系統（設備）として、以下を抽出した。

- 原子炉格納容器
- 各系統の原子炉格納容器隔離弁

d. 使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備が含まれる系統

使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備が含まれる系統として、以下を抽出した。

- 使用済燃料ピット水浄化冷却系統
- 燃料取替用水系統

(2) 機能を達成するために必要な設備の抽出（1－別紙1）

(1) で抽出した系統について、安全機能を達成するために必要な設備を系統図等により抽出した。

また、抽出した設備の動作のために必要な関連系として、冷却水、空気を供給するための系統及び換気を行うための系統を以下のとおり抽出し、安全機能を達成するために必要な設備を系統図等により抽出した。

- 原子炉補機冷却水系統
- 原子炉補機冷却海水系統
- 制御用空気系統
- 換気空調設備系統

さらに、ここで選定した設備の電源・盤関係及び原子炉トリップしゃ断器盤や原子炉安全保護盤等、原子炉停止系・安全保護系の必要設備も抽出した。

溢水防護対象設備を表－7に示す。

表－7 安全機能を達成するために必要な設備

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                     | 機器名称                       | 機器番号   | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|-------------------------|----------------------------|--|------|----------|
| 1次冷却系統                  | 加圧器逃がし弁                    | 3PCV-452A, B   | －    | ②        |
|                         | 加圧器逃がし弁元弁                  | 3V-RC-054A, B  | －    | ①        |
|                         | 加圧器安全弁                     | 3V-RC-055, 056, 057  | －    | ④        |
|                         | 抽出ライン第1(2)止め弁              | 3LCV-451, 452  | －    | ①        |
|                         | 加圧器水位                      | 3LT-451, 452, 453, 454   | －    | ②        |
|                         | 加圧器圧力                      | 3PT-451, 452, 453, 454   | －    | ②        |
|                         | 1次冷却材圧力                    | 3PT-410, 430   | －    | ②        |
|                         | 1次冷却材高温側温度(狭域)             | 3TE-411A, 413A, 415A, 421A, 423A, 425A, 431A, 433A, 435A, 441A, 443A, 445A | －    | ②        |
|                         | 1次冷却材低温側温度(狭域)             | 3TE-411B, 421B, 431B, 441B   | －    | ②        |
|                         | 1次冷却材高温側温度(広域)             | 3TE-410, 420, 430  | －    | ②        |
|                         | 1次冷却材低温側温度(広域)             | 3TE-417, 427, 437  | －    | ②        |
|                         | 1次冷却材流量                    | 3FT-412, 413, 414, 415, 422, 423, 424, 425, 432, 433, 434, 435             | －    | ④        |
|                         | 蒸気発生器                      | 3RCH1A, B, C   | －    | ④        |
|                         | 加圧器逃がしタンク自動ガス分析ラインC/V内側隔離弁 | 3V-RC-077  | －    | ①        |
|                         | 加圧器逃がしタンク自動ガス分析ラインC/V外側隔離弁 | 3V-RC-078  | －    | ①        |
|                         | 加圧器逃がしタンク窒素供給ラインC/V外側隔離弁   | 3V-RC-084  | －    | ①        |
| 加圧器逃がしタンク補給水ラインC/V外側隔離弁 | 3V-RC-093                  | －  | ①    |          |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                     | 機器名称                     | 機器番号                   | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|------|----------|
| 化学体積制御系統                | 充てんポンプ                   | 3CSP1A, B, C           | ○    | －        |
|                         | 充てん流量制御弁                 | 3FCV-138               | －    | ①        |
|                         | 充てんライン流量制御弁補助オリフィスバイパス弁  | 3V-CS-167              | －    | ①        |
|                         | 体積制御タンク出口第1(2)止め弁        | 3LCV-121B, C           | ○    | －        |
|                         | 充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁    | 3LCV-121D, E           | ○    | －        |
|                         | 充てんラインC/V外側止め弁           | 3V-CS-175              | ○    | －        |
|                         | 充てんラインC/V外側隔離弁           | 3V-CS-177              | ○    | －        |
|                         | 充てんライン止め弁                | 3V-CS-191              | －    | ①        |
|                         | ほう酸タンク                   | 3CST5A, B              | －    | ④        |
|                         | ほう酸ポンプ                   | 3CSP2A, B              | ○    | －        |
|                         | ほう酸フィルタ                  | 3CSF4                  | －    | ④        |
|                         | ほう酸タンク出口弁                | 3V-CS-455A, B          | －    | ①        |
|                         | ほう酸ポンプ出口補給ライン切替弁         | 3V-CS-466A, B          | －    | ①        |
|                         | ほう酸フィルタ出口A(B)ほう酸タンク戻り弁   | 3V-CS-474A, B          | －    | ①        |
|                         | 緊急ほう酸注入弁                 | 3V-CS-541              | ○    | －        |
|                         | ほう酸タンク水位                 | 3LT-206, 208           | ○    | －        |
|                         | 抽出オリフィス出口C/V内側隔離弁        | 3V-CS-004A, B, C       | －    | ①        |
|                         | 抽出ライン格納容器外側隔離弁           | 3V-CS-006              | －    | ①        |
|                         | 1次冷却材ポンプ封水注入ラインC/V外側隔離弁  | 3V-CS-224A, B, C       | －    | ③        |
|                         | 1次冷却材ポンプ封水戻りラインC/V内側隔離弁  | 3V-CS-254              | －    | ②        |
| 1次冷却材ポンプ封水戻りラインC/V外側隔離弁 | 3V-CS-255                | －                      | ③    |          |
| 安全注入系統                  | 高圧注入ポンプ                  | 3SIP1A, B              | ○    | －        |
|                         | ほう酸注入タンク                 | 3SIT2                  | －    | ④        |
|                         | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁     | 3V-SI-002A, B          | ○    | －        |
|                         | 高圧注入ポンプ第1(2)ミニフロー弁       | 3V-SI-014A, B, 015A, B | ○    | －        |
|                         | 高圧注入ポンプ出口C/V外側連絡弁        | 3V-SI-020A, B          | ○    | －        |
|                         | ほう酸注入タンク入口弁              | 3V-SI-032A, B          | ○    | －        |
|                         | ほう酸注入タンク出口C/V外側隔離弁       | 3V-SI-036A, B          | ○    | －        |
|                         | 補助高圧注入ラインC/V外側隔離弁        | 3V-SI-051              | ○    | －        |
|                         | 高圧注入ポンプ出口C/V内側隔離弁        | 3V-SI-061A, B          | －    | ②        |
|                         | 高温側高圧注入A(B)ライン止め弁        | 3V-SI-062A, B          | －    | ②        |
|                         | 高圧注入ポンプ再循環サンプ側入口C/V外側隔離弁 | 3V-SI-084A, B          | ○    | －        |
|                         | ほう酸注入タンク循環ライン入口止め弁       | 3V-SI-141              | －    | ①        |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                   | 機器名称                    | 機器番号   | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|-----------------------|-------------------------|--|------|----------|
| 安全注入系統                | ほう酸注入タンク循環ライン出口第1(2)止め弁 | 3V-SI-145, 146   | －    | ①        |
|                       | 格納容器再循環サンプ              | 3CVT2, 3   | －    | ④        |
|                       | 格納容器再循環サンプ水位（広域）        | 3LT-620, 630   | －    | ②        |
|                       | 格納容器再循環サンプ水位（狭域）        | 3LT-621, 631   | －    | ②        |
|                       | 蓄圧タンク                   | 3SIT1A, B, C   | －    | ④        |
|                       | 蓄圧タンク出口弁                | 3V-SI-132A, B, C   | －    | ①        |
|                       | 蓄圧タンクサンプリングラインC/V内側隔離弁  | 3V-SI-123A, B, C   | －    | ①        |
|                       | 蓄圧タンクサンプリングラインC/V外側隔離弁  | 3V-SI-124  | －    | ①        |
|                       | 蓄圧タンク窒素供給ラインC/V外側隔離弁    | 3V-SI-164  | －    | ①        |
|                       | 安全注入逆止弁テストラインC/V内側隔離弁   | 3V-SI-184  | －    | ①        |
|                       | 蓄圧タンク補給ラインC/V外側隔離弁      | 3V-SI-185  | －    | ①        |
| 安全注入逆止弁テストラインC/V外側隔離弁 | 3V-SI-186               | －  | ①    |          |
| 余熱除去系統                | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1A, B  | ○    | －        |
|                       | 余熱除去冷却器                 | 3RHH1A, B  | －    | ④        |
|                       | 余熱除去ポンプミニフロー弁           | 3FCV-601, 611  | ○    | －        |
|                       | 余熱除去ポンプ出口流量             | 3FT-601, 611   | ○    | －        |
|                       | 余熱除去冷却器出口流量調節弁          | 3HCV-603, 613  | －    | ①        |
|                       | 余熱除去A(B)ライン入口止め弁        | 3PCV-410, 430  | －    | ②        |
|                       | 余熱除去ポンプ入口C/V内側隔離弁       | 3V-RH-002A, B  | －    | ②        |
|                       | 余熱除去A(B)ラインC/V外側隔離弁     | 3V-RH-029A, B  | －    | ①        |
|                       | 余熱除去冷却器出口C/V内側隔離弁       | 3V-RH-033A, B  | －    | ②        |
|                       | 高温側低圧注入ライン止め弁           | 3V-RH-034A, B  | －    | ②        |
|                       | 余熱除去ポンプRWSP側入口弁         | 3V-RH-051A, B  | ○    | －        |
|                       | 余熱除去ポンプRWSP/再循環サンプ側入口弁  | 3V-RH-055A, B  | ○    | －        |
|                       | 余熱除去ポンプ再循環サンプ側入口弁       | 3V-RH-058A, B  | ○    | －        |
| 主給水系統                 | 蒸気発生器水位（狭域）             | 3LT-460, 461, 462, 463, 470, 471, 472, 473, 480, 481, 482, 483 | －    | ②        |
|                       | 蒸気発生器水位（広域）             | 3LT-464, 474, 484  | －    | ②        |
|                       | 主給水隔離弁                  | 3V-FW-538A, B, C   | －    | ③        |
| 主蒸気系統                 | 主蒸気バイパス隔離弁              | 3HCV-3616, 3626, 3636  | －    | ①        |
|                       | 主蒸気逃がし弁                 | 3PCV-3610, 3620, 3630  | ○    | －        |
|                       | 主蒸気逃がし弁（付属パネル）          | －  | ○    | －        |
|                       | 主蒸気隔離弁                  | 3V-MS-528A, B, C   | ○    | －        |
|                       | 主蒸気隔離弁（付属パネル）           | －  | ○    | －        |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                 | 機器名称                            | 機器番号   | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|---------------------|---------------------------------|--|------|----------|
| 主蒸気系統               | 主蒸気ライン圧力                        | 3PT-465, 466, 467, 468, 475, 476, 477, 478, 485, 486, 487, 488   | ○    | －        |
|                     | 主蒸気安全弁                          | 3V-MS-521A, B, C, 522A, B, C, 523A, B, C, 524A, B, C, 525A, B, C | －    | ④        |
|                     | タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気入口弁             | 3V-MS-582A, B  | ○    | －        |
|                     | タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気 B (C) 主蒸気ライン元弁 | 3V-MS-575A, B  | －    | ①        |
|                     | 主蒸気逃がし弁元弁                       | 3V-MS-518A, B, C   | －    | ③        |
|                     | 主蒸気隔離弁上流ドレンライン隔離弁               | 3V-MS-601A, B, C   | －    | ③        |
| 補助給水系統              | 補助給水ピット                         | 3FW-P  | －    | ④        |
|                     | タービン動補助給水ポンプ                    | 3FWP1  | ○    | －        |
|                     | 電動補助給水ポンプ                       | 3FWP2A, B  | ○    | －        |
|                     | 補助給水ポンプ出口流量調節弁                  | 3V-FW-582A, B, C   | ○    | －        |
|                     | 補助給水隔離弁                         | 3V-FW-589A, B, C   | ○    | －        |
|                     | 補助給水ライン流量                       | 3FT-3766, 3776, 3786   | ○    | －        |
| 補助給水ピット水位           | 3LT-3750, 3751                  | ○  | －    |          |
| 原子炉格納容器スプレ系統        | よう素除去薬品タンク                      | 3CPT1  | －    | ③        |
|                     | 格納容器スプレポンプ                      | 3CPP1A, B  | －    | ③        |
|                     | 格納容器スプレ冷却器                      | 3CPH1A, B  | －    | ③        |
|                     | 格納容器スプレ冷却器出口 C/V 外側隔離弁          | 3V-CP-013A, B  | －    | ③        |
|                     | よう素除去薬品タンク注入 A (B) ライン止め弁       | 3V-CP-054A, B  | －    | ③        |
|                     | よう素除去薬品タンク注入 A (B) ライン止め弁後弁     | 3V-CP-056A, B  | －    | ①        |
|                     | 格納容器圧力                          | 3PT-590, 591, 592, 593   | －    | ③        |
| 原子炉補機冷却水系統          | 原子炉補機冷却水サージタンク                  | 3CCT1  | －    | ④        |
|                     | 原子炉補機冷却水ポンプ                     | 3CCP1A, B, C, D  | ○    | －        |
|                     | 原子炉補機冷却水冷却器                     | 3CCH1A, B, C, D  | －    | ④        |
|                     | 原子炉補機冷却水戻り母管 A (B) 側連絡弁         | 3V-CC-044A, B  | ○    | －        |
|                     | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却水出口弁             | 3V-CC-054A, B, C, D  | －    | ①        |
|                     | 原子炉補機冷却水供給母管 A (B) 側連絡弁         | 3V-CC-055A, B  | ○    | －        |
|                     | 余熱除去冷却器補機冷却水出口弁                 | 3V-CC-117A, B  | ○    | －        |
|                     | 格納容器スプレ冷却器補機冷却水出口弁              | 3V-CC-177A, B  | ○    | －        |
| 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁 | 3V-CC-151A, B                   | ○  | －    |          |



表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                      | 機器名称                             | 機器番号                | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------|------|----------|
| 原子炉補機冷却水系統               | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁              | 3V-CC-159A, B       | ○    | －        |
|                          | BA, WDおよびLDエバポ補機冷却水戻りライン第1(2)止め弁 | 3V-CC-351, 352      | ○    | －        |
|                          | 原子炉補機冷却水サージタンク水位                 | 3LT-1200, 1201      | ○    | －        |
|                          | C/V再循環ユニット補機冷却水入口 C/V外側隔離弁       | 3V-CC-203A, B       | －    | ③        |
|                          | C/V再循環ユニット補機冷却水出口 C/V外側隔離弁       | 3V-CC-208A, B, C, D | －    | ③        |
|                          | 余剰抽出冷却器等補機冷却水入口 C/V外側隔離弁         | 3V-CC-422           | －    | ③        |
|                          | 余剰抽出冷却器等補機冷却水出口 C/V外側隔離弁         | 3V-CC-430           | －    | ③        |
|                          | 1次冷却材ポンプ補機冷却水入口止め弁               | 3V-CC-501           | －    | ③        |
|                          | 1次冷却材ポンプ補機冷却水入口 C/V外側隔離弁         | 3V-CC-503           | －    | ③        |
|                          | 1次冷却材ポンプ補機冷却水出口 C/V内側隔離弁         | 3V-CC-526           | －    | ②        |
| 1次冷却材ポンプ補機冷却水出口 C/V外側隔離弁 | 3V-CC-528                        | －                   | ③    |          |
| 使用済燃料ピット水浄化冷却系統          | 使用済燃料ピット                         | 3A-SFP, 3B-SFP      | －    | ④        |
|                          | 使用済燃料ピットポンプ                      | 3SFP1A, B           | ○    | －        |
|                          | 使用済燃料ピット冷却器                      | 3SFH1A, B           | －    | ④        |
| 原子炉補機冷却海水系統              | 原子炉補機冷却海水ポンプ                     | 3SWP1A, B, C, D     | ○    | －        |
|                          | 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ              | 3S-SW-01A, B, C, D  | －    | ④        |
|                          | 原子炉補機冷却水冷却器海水入口ストレーナ             | 3S-SW-02A, B, C, D  | －    | ④        |
|                          | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁           | 3V-SW-571A, B, C, D | ○    | －        |
| 液体廃棄物処理系統                | CVDT自動ガス分析ライン C/V内側隔離弁           | 3V-WL-005           | －    | ①        |
|                          | CVDT自動ガス分析ライン C/V外側隔離弁           | 3V-WL-006           | －    | ①        |
|                          | 格納容器冷却材ドレンタンクベントライン C/V内側隔離弁     | 3V-WL-010           | －    | ①        |
|                          | 格納容器冷却材ドレンタンクベントライン C/V外側隔離弁     | 3V-WL-011           | －    | ①        |
|                          | 格納容器冷却材ドレンタンク窒素供給 C/V隔離弁         | 3V-WL-017           | －    | ①        |
|                          | 格納容器冷却材ドレンポンプ出口 C/V内側隔離弁         | 3V-WL-031           | －    | ①        |
|                          | 格納容器冷却材ドレンポンプ出口 C/V外側隔離弁         | 3V-WL-032           | －    | ①        |
|                          | 格納容器サンプポンプ出口 C/V内側隔離弁            | 3V-WL-113           | －    | ①        |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                   | 機器名称                            | 機器番号             | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|------|----------|
| 液体廃棄物処理系統             | 格納容器サンプポンプ出口 C/V 外側隔離弁          | 3V-WL-114        | －    | ①        |
| 試料採取系統                | 加圧器気相部サンプリングライン C/V 内側隔離弁       | 3V-SS-504        | －    | ①        |
|                       | 加圧器液相部サンプリングライン C/V 内側隔離弁       | 3V-SS-509        | －    | ①        |
|                       | B (C) ループ高温側サンプリングライン C/V 内側隔離弁 | 3V-SS-514, 519   | －    | ②        |
|                       | B ループ高温側、加圧器サンプリングライン C/V 外側隔離弁 | 3V-SS-521A       | －    | ①        |
|                       | C ループ高温側サンプリングライン C/V 内側隔離弁     | 3V-SS-521B       | －    | ①        |
|                       | PASS1 次冷却材サンプル戻りライン C/V 外側隔離弁   | 3V-SS-718        | －    | ①        |
| 格納容器減圧設備および格納容器水素制御設備 | 格納容器減圧ライン格納容器内側隔離弁              | 3V-DP-001A, B    | －    | ②        |
|                       | 格納容器減圧ライン格納容器外側隔離弁              | 3V-DP-002A, B    | －    | ①        |
|                       | 格納容器水素パージ給気ライン格納容器外側隔離弁         | 3V-HC-304A, B    | －    | ①        |
| 放射線監視設備<br>空気サンプリング系統 | 格納容器空気サンプル取出し格納容器内側隔離弁          | 3V-RM-001        | －    | ①        |
|                       | 格納容器空気サンプル取出し格納容器外側隔離弁          | 3V-RM-002        | －    | ①        |
|                       | 格納容器空気サンプル戻り格納容器外側隔離弁           | 3V-RM-015        | －    | ①        |
| 蒸気発生器ブローダウン系統         | ブローダウン止め弁                       | 3V-BD-028A, B, C | －    | ①        |
|                       | 蒸気発生器サンプルライン C/V 外側隔離弁          | 3V-BD-008A, B, C | －    | ①        |
|                       | ブローダウン C/V 外側隔離弁                | 3V-BD-026A, B, C | －    | ①        |
| 燃料取替用水系統              | 燃料取替用水ピット                       | 3RF-P            | －    | ④        |
|                       | 燃料取替用水ポンプ                       | 3RFP1A, B        | ○    | －        |
|                       | 燃料取替用水ピット水位                     | 3LT-1400, 1401   | ○    | －        |
| 制御用空気系統               | 制御用空気圧縮機                        | 3IAE1A, B        | ○    | －        |
|                       | 制御用空気 C ヘッド供給弁                  | 3V-IA-501A, B    | ○    | －        |
|                       | 制御用空気主蒸気逃がし弁供給弁                 | 3V-IA-505A, B    | ○    | －        |
|                       | 制御用空気原子炉格納容器内供給弁                | 3V-IA-514A, B    | －    | ②        |
|                       | 制御用空気ヘッド圧力                      | 3PT-1800, 1810   | ○    | －        |
|                       | 制御用空気 C/V 外側隔離弁                 | 3V-IA-510A, B    | －    | ③        |
| 換気空調設備系統              | アニュラス空気浄化ファン                    | 3VSF9A, B        | －    | ③        |
|                       | アニュラス排気ダンパ                      | 3D-VS-101A, B    | －    | ③        |
|                       | 燃料取扱棟事故時排気ライン隔離ダンパ              | 3D-VS-291A, B    | －    | ①        |
|                       | アニュラス戻りダンパ                      | 3PCD-2373, 2393  | －    | ③        |

表-7 安全機能を達成するために必要な設備 (続き)

「対象外とする理由」の丸数字は表-8の丸数字に対応

| 系 統                      | 機器名称                       | 機器番号   | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|--------------------------|----------------------------|--|------|----------|
| 換気空調設備系統                 | アニュラス戻りダンパ流量設定器            | 3HC-2373, 2393                                     | —    | ③        |
|                          | アニュラス空気浄化フィルタユニット          | 3VSU7A, B  | —    | ③        |
|                          | アニュラス全量排気弁                 | 3V-VS-102A, B                                      | —    | ③        |
|                          | アニュラス少量排気弁                 | 3V-VS-103A, B                                      | —    | ③        |
|                          | 排気筒                        | —  | —    | ③        |
|                          | 格納容器給気ライン格納容器外側隔離弁         | 3V-VS-055  | —    | ①        |
|                          | 格納容器給気ライン格納容器内側隔離弁         | 3V-VS-056  | —    | ①        |
|                          | 格納容器排気ライン格納容器内側隔離弁         | 3V-VS-061  | —    | ①        |
|                          | 格納容器排気ライン格納容器外側隔離弁         | 3V-VS-062  | —    | ①        |
|                          | 安全補機室冷却ファン                 | 3VSF70A, B   | ○    | —        |
|                          | 安全補機室冷却ユニット                | 3VSA18A, B   | —    | ④        |
|                          | 安全補機室給気第1隔離ダンパ             | 3D-VS-301A, B                                      | —    | ①        |
|                          | 安全補機室給気第2隔離ダンパ             | 3D-VS-302A, B                                      | —    | ①        |
|                          | 安全補機室排気第1隔離ダンパ             | 3D-VS-303A, B                                      | —    | ①        |
|                          | 安全補機室排気第2隔離ダンパ             | 3D-VS-304A, B                                      | —    | ①        |
|                          | 余熱除去冷却器室室内空気温度             | 3TS-2631, 2632, 2641, 2642                         | ○    | —        |
|                          | 格納容器スプレイ冷却器室室内空気温度         | 3TS-2633, 2634, 2643, 2644                         | —    | ③        |
|                          | ディーゼル発電機室給気ファン             | 3VSF39A, B, C, D                                   | ○    | —        |
|                          | ディーゼル発電機室排気ダンパ             | 3D-VS-402A, B, C, D                                | —    | ①        |
|                          | ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ       | 3HCD-2741, 2742                                    | ○    | —        |
|                          | ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ流量設定器  | 3HC-2741, 2742                                     | ○    | —        |
|                          | ディーゼル発電機室室内空気温度            | 3TS-2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754 | ○    | —        |
|                          | 原子炉建屋給気ガラリ                 | 3VSG2A, B  | —    | ④        |
|                          | 電動補助給水ポンプ室給気ファン            | 3VSF40A, B   | ○    | —        |
|                          | 電動補助給水ポンプ室外気取入風量調節ダンパ      | 3HCD-2670, 2680                                    | ○    | —        |
|                          | 電動補助給水ポンプ室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 | 3HC-2670, 2680                                     | ○    | —        |
|                          | 電動補助給水ポンプ室室内空気温度           | 3TS-2671, 2672, 2681, 2682                         | ○    | —        |
|                          | 制御用空気圧縮機室給気ファン             | 3VSF42A, B   | ○    | —        |
| 制御用空気圧縮機外気取入風量調節ダンパ      | 3HCD-2701, 2711            | ○  | —    |          |
| 制御用空気圧縮機外気取入風量調節ダンパ流量設定器 | 3HC-2701, 2711             | ○  | —    |          |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                        | 機器名称                       | 機器番号                       | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------|----------|
| 換気空調設備系統                   | 制御用空気圧縮機室室内空気温度            | 3TS-2702, 2703, 2712, 2713 | ○    | －        |
|                            | 安全補機開閉器室給気ファン              | 3VSF27A, B                 | ○    | －        |
|                            | 安全補機開閉器室給気ユニット             | 3VSA6A, B                  | －    | ④        |
|                            | 安全系計装盤室室内温度                | 3TS-2790, 2791             | ○    | －        |
|                            | 蓄電池室排気ファン                  | 3VSF31A, B                 | ○    | －        |
|                            | 中央制御室循環ファン                 | 3VSF20A, B                 | ○    | －        |
|                            | 中央制御室給気ファン                 | 3VSF21A, B                 | ○    | －        |
|                            | 中央制御室給気ファン出口ダンパ            | 3D-VS-603A, B              | ○    | －        |
|                            | 中央制御室循環ファン入口ダンパ            | 3D-VS-604A, B              | ○    | －        |
|                            | 中央制御室循環風量調節ダンパ             | 3HCD-2836, 2837            | ○    | －        |
|                            | 中央制御室循環風量調節ダンパ流量設定器        | 3HC-2836, 2837             | ○    | －        |
|                            | 中央制御室室内空気温度                | 3TS-2846, 2847             | ○    | －        |
|                            | 中央制御室給気ユニット                | 3VSA4A, B                  | －    | ④        |
|                            | 中央制御室非常用循環ファン              | 3VSF22A, B                 | －    | ③        |
|                            | 中央制御室外気取入ダンパ               | 3D-VS-601A, B              | －    | ①        |
|                            | 中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ         | 3D-VS-602A, B              | －    | ③        |
|                            | 中央制御室排気第1(2)隔離ダンパ          | 3D-VS-611, 612             | －    | ①        |
|                            | 中央制御室外気取入風量調節ダンパ           | 3HCD-2823, 2824            | －    | ③        |
|                            | 中央制御室外気取入風量調節ダンパ流量設定器      | 3HC-2823, 2824             | －    | ③        |
|                            | 中央制御室排気風量調節ダンパ             | 3HCD-2838, 2839            | －    | ①        |
|                            | 中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ        | 3HCD-2850, 2851            | －    | ③        |
|                            | 中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ流量設定器   | 3HC-2850, 2851             | －    | ③        |
|                            | 中央制御室非常用循環フィルタユニット         | 3VSU8                      | －    | ③        |
|                            | 格納容器給気気密ダンパ                | 3D-VS-053                  | －    | ①        |
|                            | 格納容器排気気密ダンパ                | 3D-VS-064                  | －    | ①        |
|                            | 格納容器排気ファン出口ダンパ             | 3D-VS-065A, B              | －    | ①        |
|                            | 補助建屋排気隔離ダンパ                | 3D-VS-232                  | －    | ①        |
|                            | 補助建屋排気風量制御ダンパ              | 3FCD-2526                  | －    | ①        |
|                            | 試料採取室排気隔離ダンパ               | 3D-VS-653                  | －    | ③        |
|                            | 試料採取室排気風量制御ダンパ             | 3FCD-2905                  | －    | ③        |
|                            | 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ       | 3VSE3A, B                  | ○    | －        |
|                            | 非管理区域空調機器室電気ヒータ            | 3VSE2A, B, C, D            | ○    | －        |
|                            | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ             | 3VSE1A, B                  | ○    | －        |
| 原子炉補機冷却水サージタンク室室内空気温度      | 3TS-2970, 2971, 2980, 2981 | ○                          | －    |          |
| 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ出口空気温度 | 3TS-2973, 2983             | ○                          | －    |          |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統              | 機器名称                      | 機器番号   | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|------------------|---------------------------|--|------|----------|
| 換気空調設備系統         | 非管理区域空調機器室室内空気温度          | 3TS-2930, 2931, 2934, 2935, 2950, 2951, 2954, 2955 | ○    | －        |
|                  | 非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度     | 3TS-2933, 2937, 2953, 2957                         | ○    | －        |
|                  | 制御用空気圧縮機室室内空気温度           | 3TS-2910, 2911, 2920, 2921                         | ○    | －        |
|                  | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ出口空気温度      | 3TS-2913, 2923                                     | ○    | －        |
| 空調用冷水系統          | 空調用冷水膨張タンク                | 3CHT1  | －    | ④        |
|                  | 空調用冷水ポンプ                  | 3CHP1A, B, C, D                                    | ○    | －        |
|                  | 空調用冷凍機                    | 3CHE1A, B, C, D                                    | ○    | －        |
|                  | 安全補機開閉器室給気ユニット冷水温度制御弁     | 3TCV-2774, 2775                                    | ○    | －        |
|                  | 中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁        | 3TCV-2827, 2828                                    | ○    | －        |
|                  | 空調用冷水 A (B, C) 母管入口隔離弁    | 3V-CH-012A, B, C                                   | ○    | －        |
|                  | 空調用冷水 C 母管出口隔離弁           | 3V-CH-013  | ○    | －        |
| 1次系建屋水消火系統       | 消火水 C/V 外側隔離弁             | 3V-FS-504  | －    | ①        |
| 炉内核計装置ガスパージ設備系統  | 炉内核計装置二酸化炭素パーズラインC/V外側隔離弁 | 3V-IG-008  | －    | ①        |
|                  | 炉内核計装置二酸化炭素パーズラインC/V内側隔離弁 | 3V-IG-009  | －    | ①        |
| 原子炉格納容器真空逃がし装置系統 | 真空逃がし装置 C/V 外側隔離弁         | 3V-VR-001A, B                                      | －    | ①        |
| 非常用電源系           | 燃料油貯油槽                    | 3DGT1A, B  | －    | ④        |
|                  | 燃料油サービスタンク                | 3DGT2A, B  | －    | ④        |
|                  | ディーゼル発電機                  | 3DGE2A, B  | ○    | －        |
|                  | ディーゼル機関                   | 3DGE1A, B  | ○    | －        |
|                  | 蓄電池                       | 3BATA, B   | ○    | －        |
| 関連設備             | 充電器盤                      | 3CPA, B  | ○    | －        |
|                  | 制御用空気圧縮機盤                 | 3IAPA, B   | ○    | －        |
|                  | 制御用空気圧縮機容量調節盤             | 3IAWPA, B  | ○    | －        |
|                  | 空調用冷凍機盤                   | 3VCPA, B, C, D                                     | ○    | －        |
|                  | ディーゼル発電機制御盤               | 3EGBA, B   | ○    | －        |
|                  | 補助給水ポンプ出口流量調節弁盤           | 3AFWA, B   | ○    | －        |
|                  | タービン動補助給水ポンプ起動盤           | 3TDF A, B  | ○    | －        |
|                  | 運転コンソール                   | 3MCB   | ○    | －        |
| 共通要因故障対策 EP 盤操作盤 | 3CMFLP                    | ○  | －    |          |

表－7 安全機能を達成するために必要な設備（続き）

「対象外とする理由」の丸数字は表－8の丸数字に対応

| 系 統                  | 機器名称               | 機器番号  | 防護対象 | 対象外とする理由 |
|----------------------|--------------------|---|------|----------|
| 関連設備                 | 共通要因故障対策操作盤        | 3CMFPA, B   | ○    | －        |
|                      | 中央制御室外原子炉停止盤       | 3EPA, B   | ○    | －        |
|                      | 換気空調系集中現場盤         | 3LVPA, B  | ○    | －        |
|                      | 工学的安全施設作動盤         | 3EFA, B   | ○    | －        |
|                      | 1次冷却材ポンプ母線計測盤      | 3RBIA, B, C   | ○    | －        |
|                      | 原子炉トリップしゃ断器盤       | 3RTI, II, III, IV                                   | ○    | －        |
|                      | 原子炉安全保護盤           | 3PI, II, III, IV                                    | ○    | －        |
|                      | 安全系 FDP プロセッサ（保守用） | 3SFMA, B  | ○    | －        |
|                      | 安全系 FDP プロセッサ（運転用） | 3SFOA, B  | ○    | －        |
|                      | 安全系マルチプレクサ         | 3SMCA, B  | ○    | －        |
|                      | 安全系現場制御監視盤         | 3SLCA1, 2, 3,<br>3SLCB1, 2, 3                       | ○    | －        |
|                      | 計装用インバータ           | 3IVA, B, C, D                                       | ○    | －        |
|                      | 計装用交流分電盤           | 3IDPA1, A2, B1, B2,<br>C1, C2, D1, D2               | ○    | －        |
|                      | 計装用交流電源切換器盤        | 3ISPA, B, C, D                                      | ○    | －        |
|                      | 補助建屋直流分電盤          | 3DDPA, B  | ○    | －        |
|                      | ソレノイド分電盤           | 3SDA1, A2, A3, A4,<br>B1, B2, B3, B4                | ○    | －        |
|                      | 直流コントロールセンタ        | 3DCA, B   | ○    | －        |
|                      | ディーゼル発電機コントロールセンタ  | 3GCC-A, B   | ○    | －        |
|                      | 原子炉コントロールセンタ       | 3RCC-A1, A2, B1, B2                                 | ○    | －        |
|                      | パワーコントロールセンタ       | 3PCC-A1, A2, B1, B2                                 | ○    | －        |
|                      | 6.6kV メタクラ         | 3MC-A, B  | ○    | －        |
|                      | 出力領域検出器            | 3NE41A, B,<br>3NE42A, B,<br>3NE43A, B,<br>3NE44A, B | －    | ④        |
|                      | 中性子源領域検出器          | 3NE31, 32   | －    | ②        |
| 格納容器高レンジエリアモニタ（低レンジ） | 3RE-91A, 92A       | －   | ②    |          |
| 格納容器高レンジエリアモニタ（高レンジ） | 3RE-91B, 92B       | －   | ②    |          |

## 6. 溢水防護対象設備の選定

2. に示す評価ガイドの要求事項を踏まえ、内部溢水により安全機能を損なわない設備の条件を整理し、その条件に該当しない設備を溢水から防護すべき設備として選定した。

具体的には、5. で抽出した設備のうち、表－8に示す条件に該当する設備を溢水影響評価の対象外とし、表－8に示す条件に該当しない設備を溢水から防護すべき設備として表－7のとおり選定した（表－7で「防護対象」欄が○となっている設備（□））。

表－8 溢水影響評価の対象外とする設備の条件

| 溢水影響評価の対象外とする設備の条件 |   | 対象外とする設備                  |
|--------------------|---|---------------------------|
| ①                  | 「Fail as is」の状態では安全機能に影響しない電動弁又は「Fail position」の状態では安全機能に影響しない空気作動弁             | 左記条件に該当する弁                |
| ②                  | 原子炉格納容器（以下「C/V」という。）内設置であり、一次冷却材喪失事故（以下「LOCA」という。）発生時における動作を考慮した耐環境仕様の設備（1－別紙2） | 表－9，10に示す設備               |
| ③                  | LOCA（C/V内溢水）発生時の対処にのみ必要なC/V外に設置している設備 <sup>※11</sup>                            | 格納容器スプレイ系統設備、非常用換気空調系統設備等 |
| ④                  | 静的機器等の理由により水の影響を受けないと判断できる設備  | 容器、熱交換器、逆止弁、手動弁等          |

※11 LOCA（C/V内溢水）発生時の対処に使用する設備は耐震Sクラスであり、地震破損を考慮する必要がない。したがって、溢水源の想定にあたっては1次系における単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定していることから、C/V内溢水発生時にC/V外溢水は重畳せず、C/V外設備は健全である。

表－9 C/V 内防護対象設備（耐環境仕様）リスト（弁・ダンパ）

| 系 統                          | 機器名称                            | 機器番号             |
|------------------------------|---------------------------------|------------------|
| 1次冷却材<br>系 統                 | 加圧器逃がし弁                         | 3PCV-452A, B     |
|                              | 加圧器逃がしタンク窒素ガス分析ライン C/V 内側隔離弁    | 3V-RC-077        |
| 化学体積<br>制御系 統                | 抽出ライン第1(2) 止め弁                  | 3LCV-451, 452    |
|                              | 抽出オリフィス出口 C/V 内側隔離弁             | 3V-CS-004A, B, C |
|                              | 1次冷却材ポンプ封水戻りライン C/V 内側隔離弁       | 3V-CS-254        |
| 安全注入<br>系 統                  | 高圧注入ポンプ出口 C/V 内側連絡弁             | 3V-SI-061A, B    |
|                              | 高温側高圧注入ライン止め弁                   | 3V-SI-062A, B    |
|                              | 蓄圧タンク出口弁                        | 3V-SI-132A, B, C |
|                              | 安全注入逆止弁テストライン C/V 内側隔離弁         | 3V-SI-184        |
|                              | 蓄圧タンクサンプリングライン C/V 内側隔離弁        | 3V-SI-123A, B, C |
| 余熱除去<br>系 統                  | A (B) ループ余熱除去系第1 入口弁            | 3PCV-410, 430    |
|                              | A (B) ループ余熱除去系第2 入口弁            | 3V-RH-002A, B    |
|                              | 余熱除去系出口連絡ライン弁                   | 3V-RH-033A, B    |
|                              | 余熱除去ライン A (B) ループ高温側注入弁         | 3V-RH-034A, B    |
| 原子炉補機<br>冷却水系 統              | 1次冷却材ポンプ補機冷却水出口 C/V 隔離弁         | 3V-CC-526        |
| 液体廃棄物<br>処理系 統               | CVDT 自動ガス分析ライン C/V 内側隔離弁        | 3V-WL-005        |
|                              | 格納容器冷却材ドレンタンクベントライン C/V 内側隔離弁   | 3V-WL-010        |
|                              | 格納容器冷却材ドレンポンプ出口ライン C/V 内側隔離弁    | 3V-WL-031        |
|                              | 格納容器サンプポンプ出口 C/V 内側隔離弁          | 3V-WL-113        |
| 試料採取<br>系 統                  | 加圧器気相部サンプリングライン C/V 内側隔離弁       | 3V-SS-504        |
|                              | 加圧器液相部サンプリングライン C/V 内側隔離弁       | 3V-SS-509        |
|                              | B ループ高温側、加圧器サンプリングライン C/V 内側隔離弁 | 3V-SS-514        |
|                              | C ループ高温側サンプリングライン C/V 内側隔離弁     | 3V-SS-519        |
| 格納容器減圧設<br>備及び格納容器<br>水素制御設備 | 格納容器減圧ライン C/V 内側隔離弁             | 3V-DP-001A, B    |
| 放射線監視設備<br>空気サンプリ<br>ング系 統   | 格納容器空気サンプル取出し C/V 内側隔離弁         | 3V-RM-001        |
| 制御用空気<br>系 統                 | 制御用空気ヘッダ隔離弁                     | 3V-IA-514A, B    |
| 換気空調<br>設備系 統                | 格納容器給気ライン C/V 内側隔離弁             | 3V-VS-056        |
|                              | 格納容器排気ライン C/V 内側隔離弁             | 3V-VS-061        |
| 炉内核計装装置<br>ガスバージ設備           | ICIGS CO2 パージライン C/V 内側隔離弁      | 3V-IG-009        |



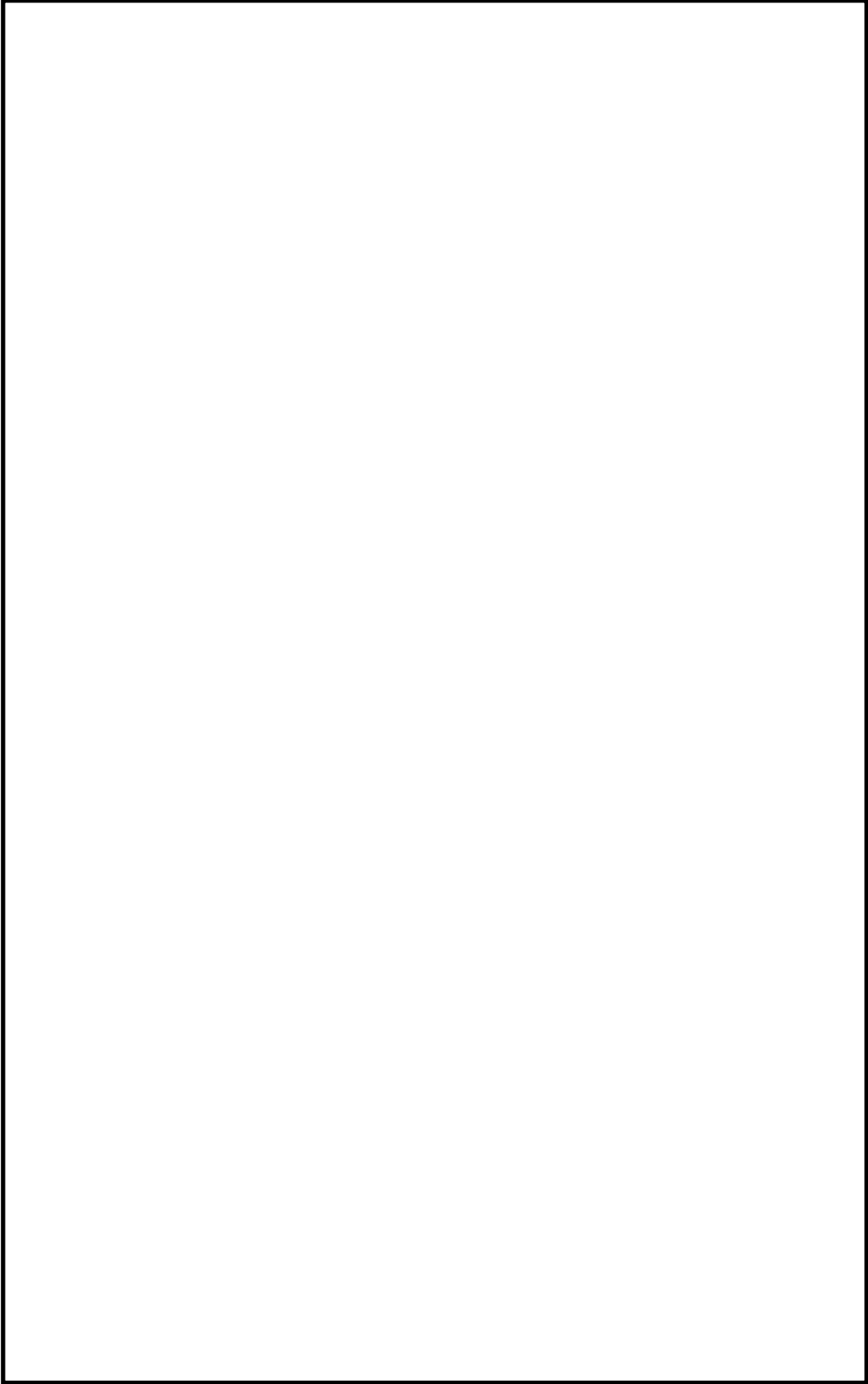
表－１０ C/V内防護対象設備（耐環境仕様）リスト（計器）

| 系 統           | 機器名称                 | 機器番号   |
|---------------|----------------------|--|
| 1次冷却材系統       | 加压器水位                | 3LT-451, 452, 453, 454   |
|               | 加压器圧力                | 3PT-451, 452, 453, 454   |
|               | 1次冷却材圧力              | 3PT-410, 430   |
|               | 1次冷却材高温側温度（狭域）       | 3TE-411A, 413A, 415A, 421A, 423A, 425A, 431A, 433A, 435A, 441A, 443A, 445A |
|               | 1次冷却材低温側温度（狭域）       | 3TE-411B, 421B, 431B, 441B   |
|               | 1次冷却材高温側温度（広域）       | 3TE-410, 420, 430  |
|               | 1次冷却材低温側温度（広域）       | 3TE-417, 427, 437  |
|               | 中性子源領域検出器            | 3NE31, 32  |
|               | 格納容器高レンジエリアモニタ（低レンジ） | 3RE-91A, 92A   |
|               | 格納容器高レンジエリアモニタ（高レンジ） | 3RE-91B, 92B   |
| 安全注入系統        | 格納容器再循環サンプル水位        | 3LT-620, 621, 630, 631   |
| 主蒸気系統         | 蒸気発生器水位（狭域）          | 3LT-460, 461, 462, 463, 470, 471, 472, 473, 480, 481, 482, 483             |
|               | 蒸気発生器水位（広域）          | 3LT-464, 474, 484  |
| 原子炉格納容器スプレイ系統 | 格納容器圧力（広域）           | 3PT-590, 591, 592, 593   |

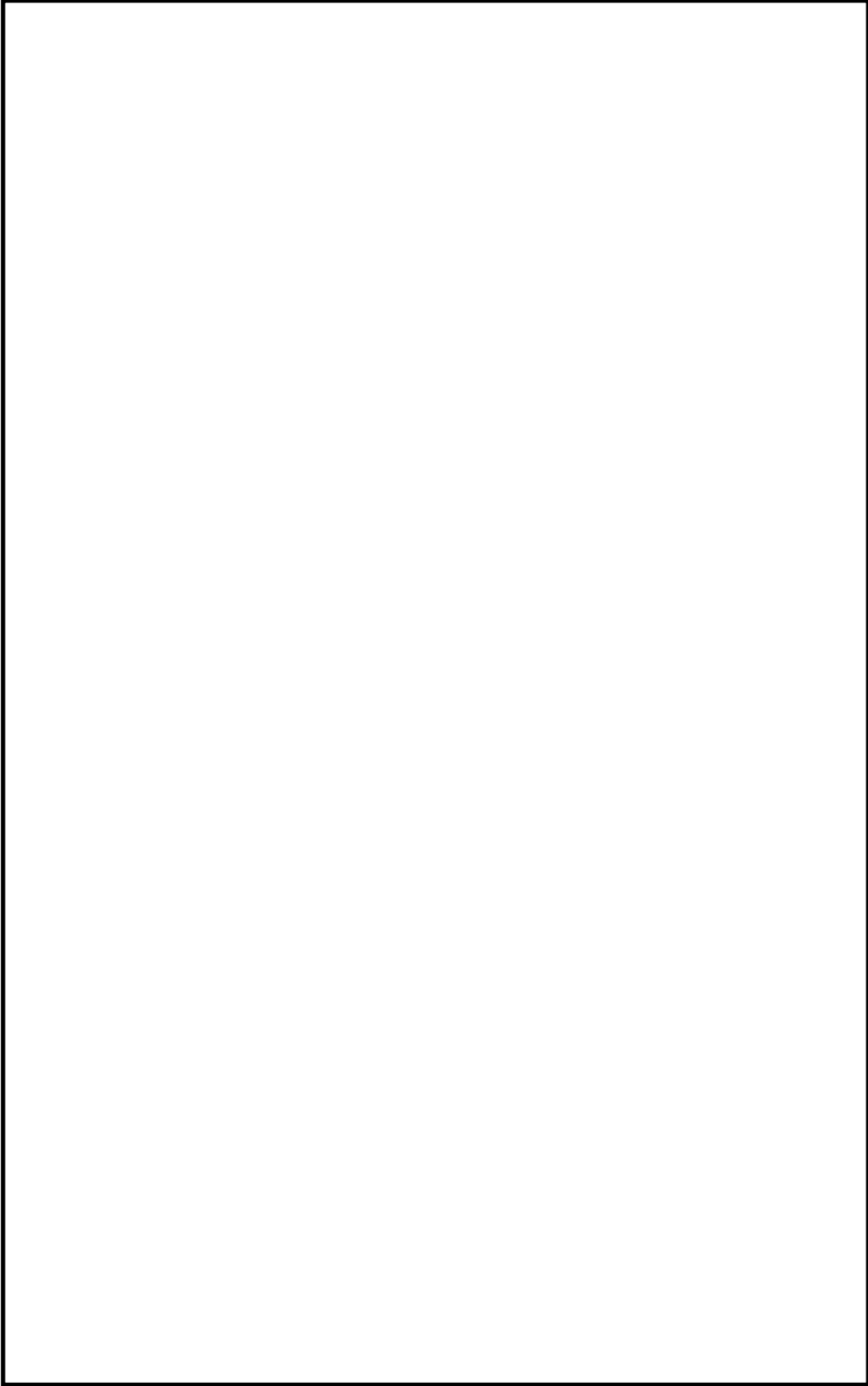
## 7. 溢水防護区画の設定

5. で選定した溢水防護対象設備について、同設備が設置されているフロアを基準として、平坦な床面は同一区画として考え、境界は壁や扉の敷居部、堰等流入の障壁となる段差がある箇所を区画境界とし、図－２～図－１２のとおり溢水防護区画を設定した。

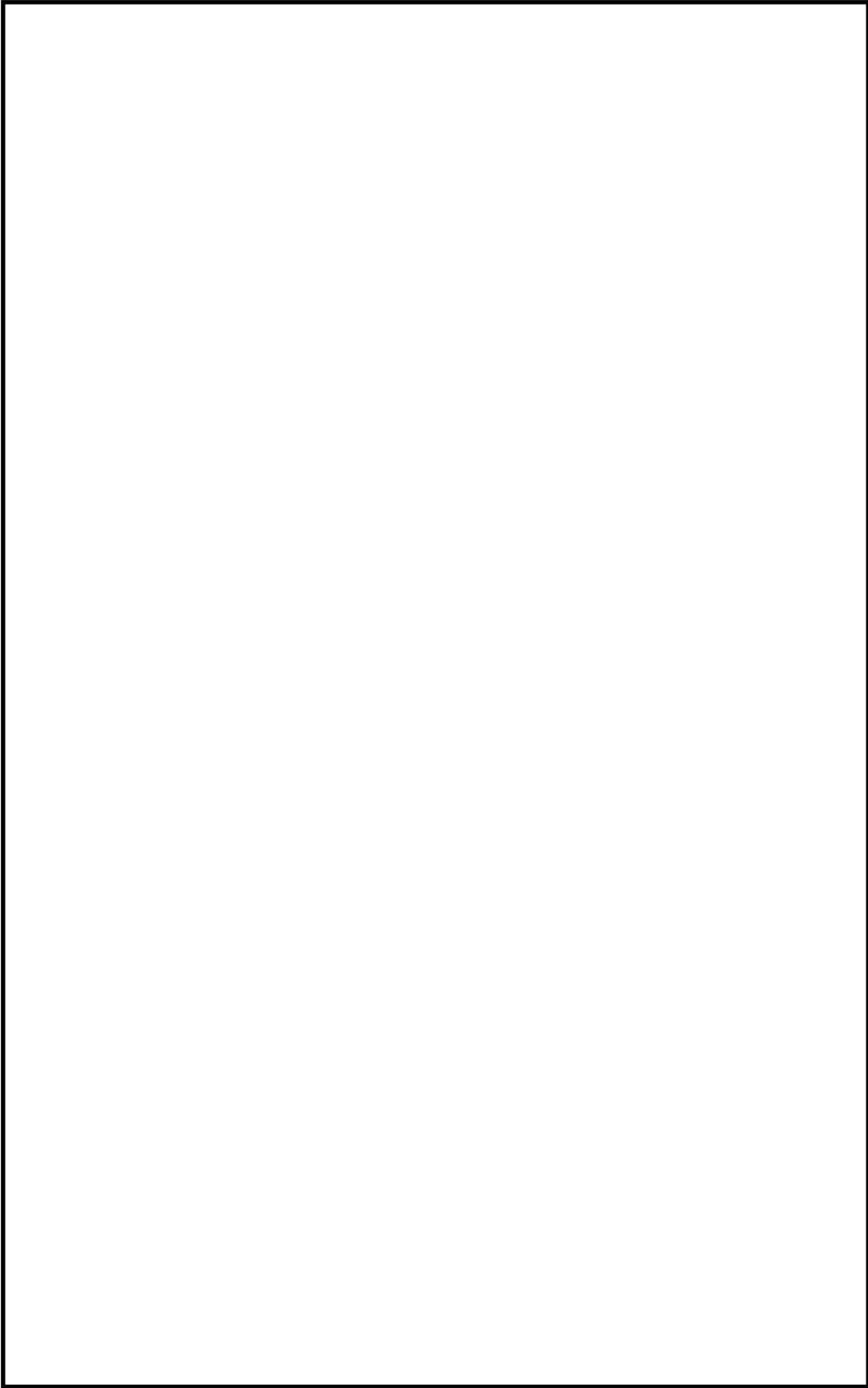
溢水防護対象設備は、全て自動作動又は中央制御室での遠隔操作を行うことから、現場での操作は発生しない。一方、地震や機器の破損が発生した場合には、それらへの対応のための現場操作が発生する。そこで、地震による溢水影響評価及び想定破損による溢水影響評価においては、現場へのアクセスルートについても溢水防護区画を設定した。



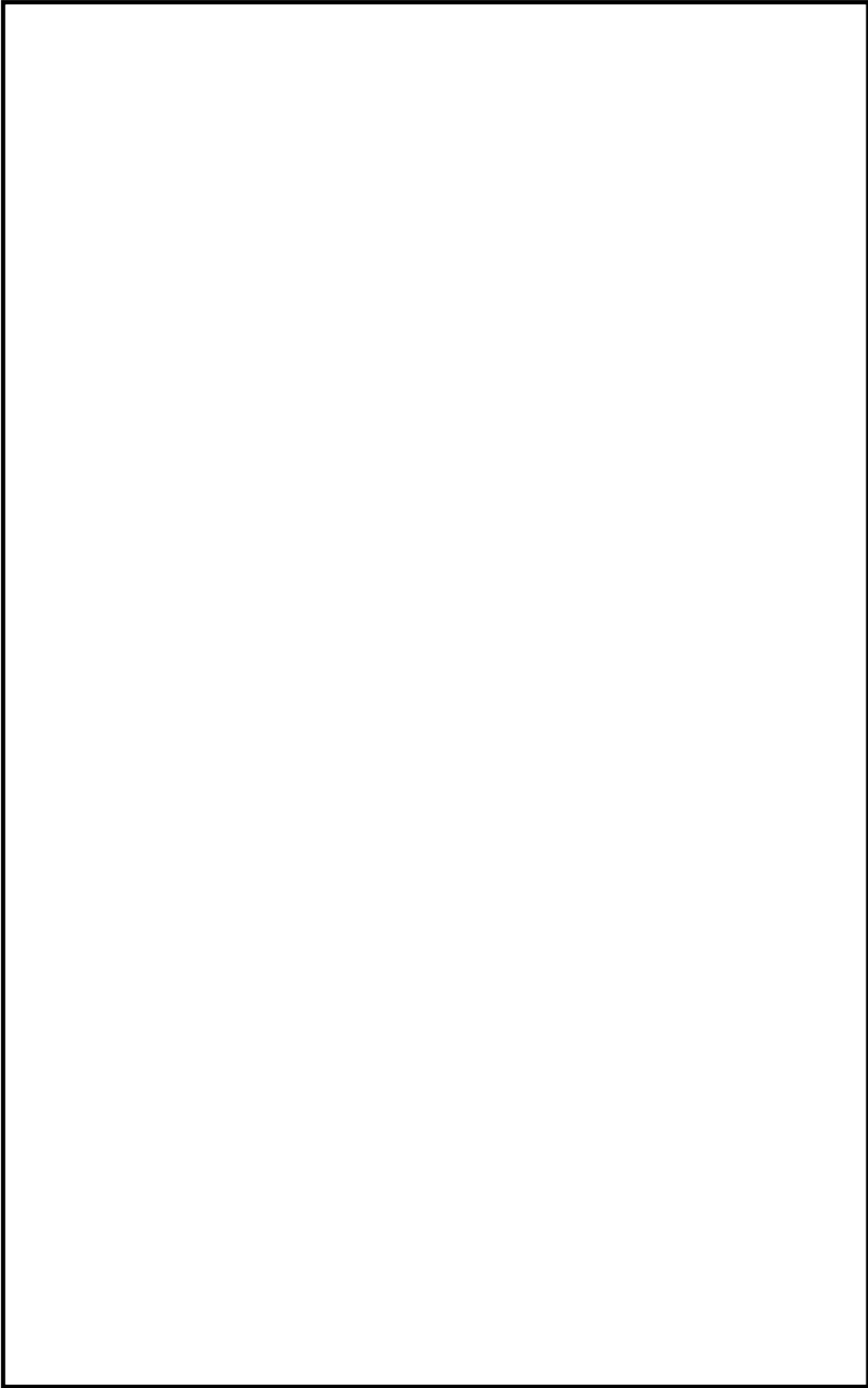
図一 2 溢水防護区画 (T. P. +43. 6m)



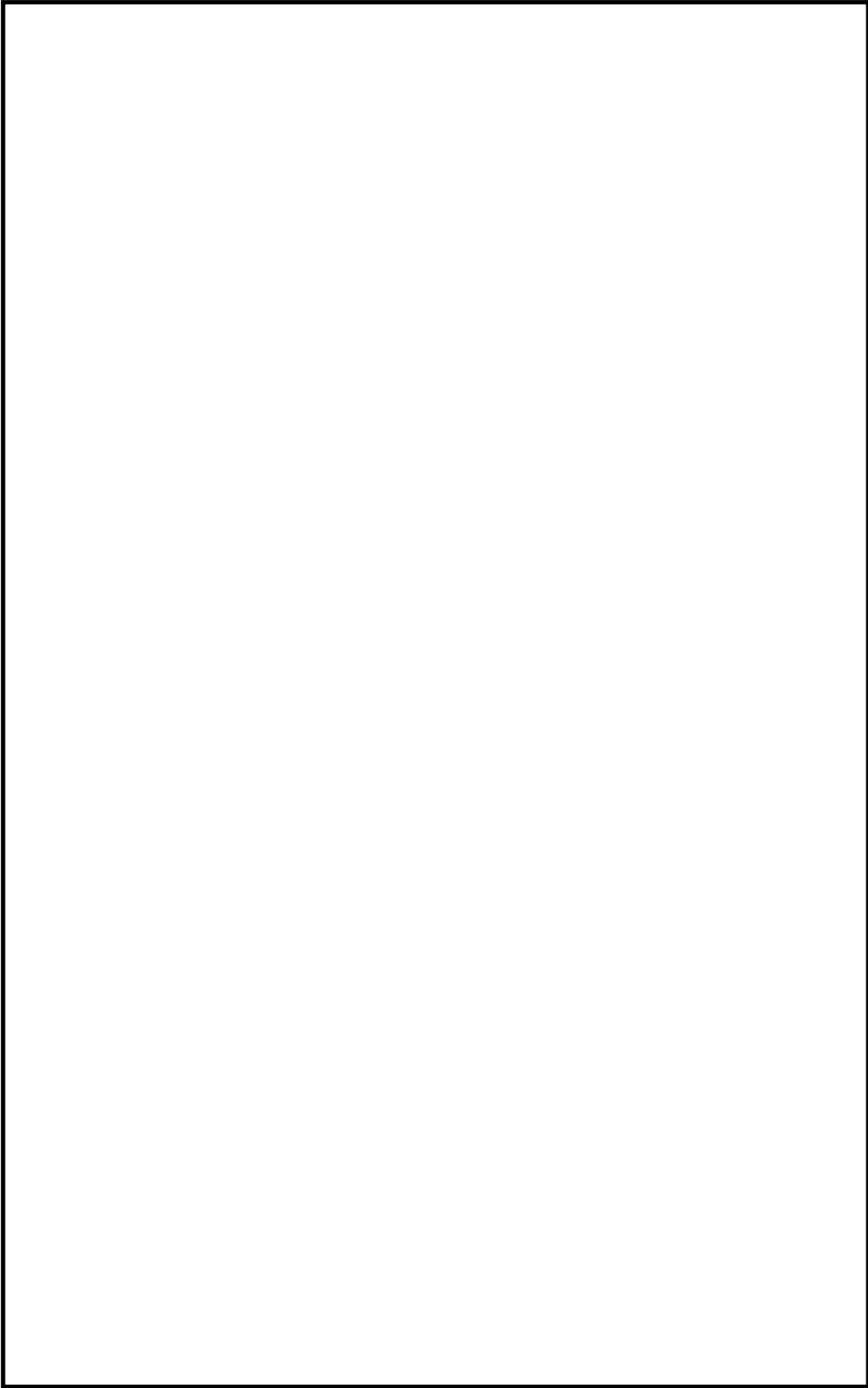
図一3 溢水防護区画 (T.P. +33.1m)



図一4 溢水防護区画 (T.P. +24.8m)



図一5 溢水防護区画 (T.P. +17.8m 中間床)



図一6 溢水防護区画 (T.P. +17.8m)

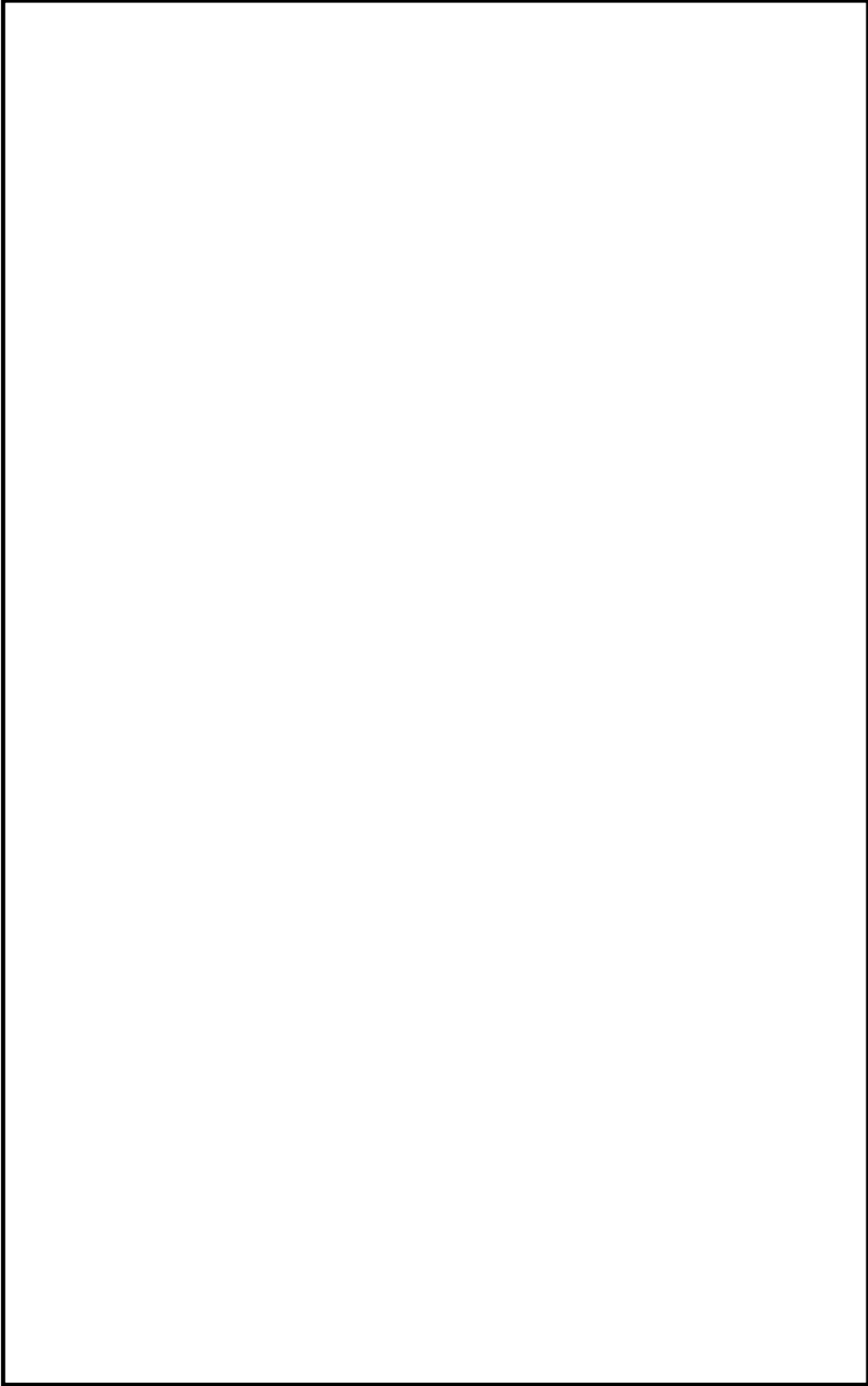
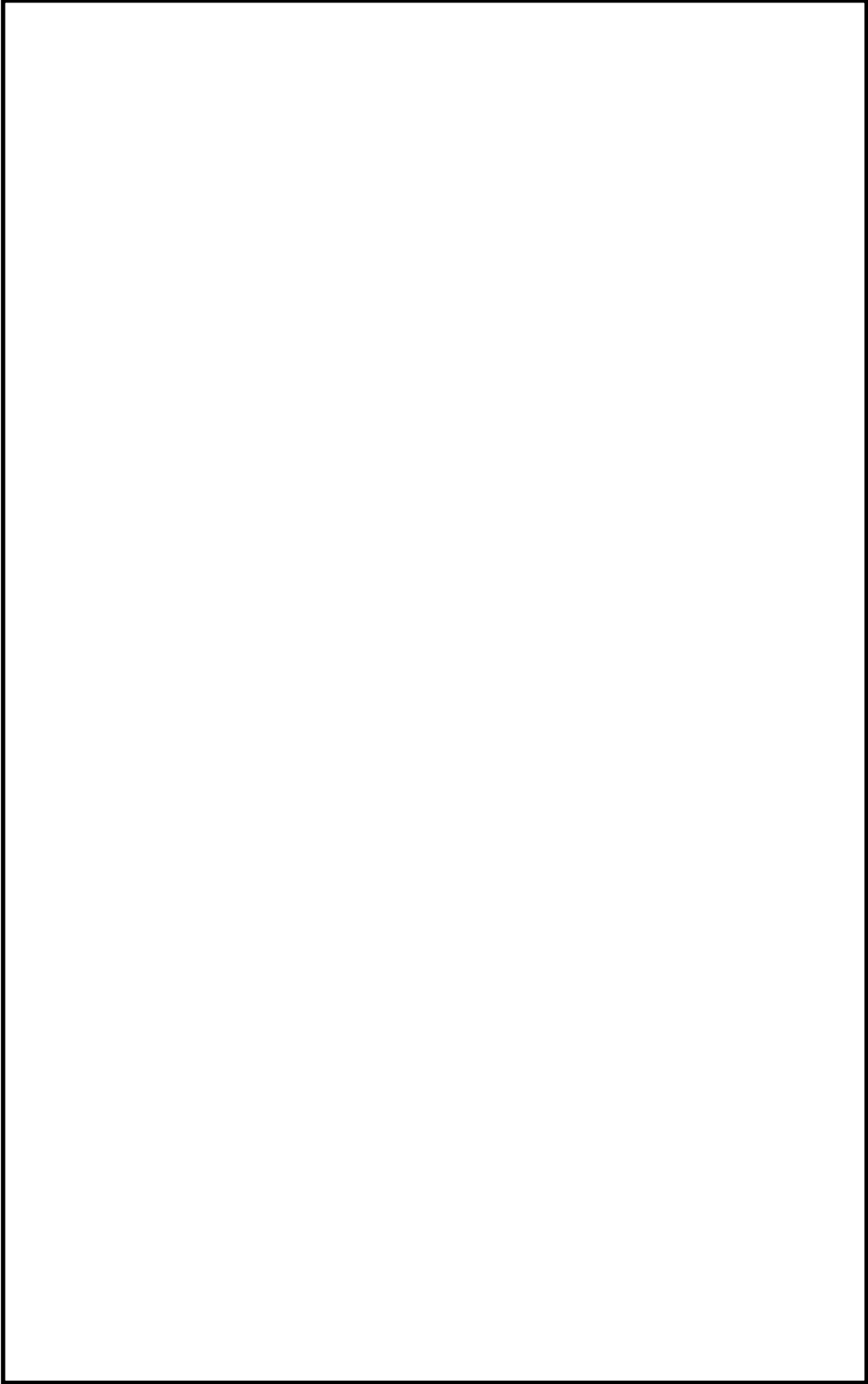


図-7 溢水防護区画 (T.P. +10.3m 中間床)



図一 8 溢水防護区画 (T. P. +10. 3m)



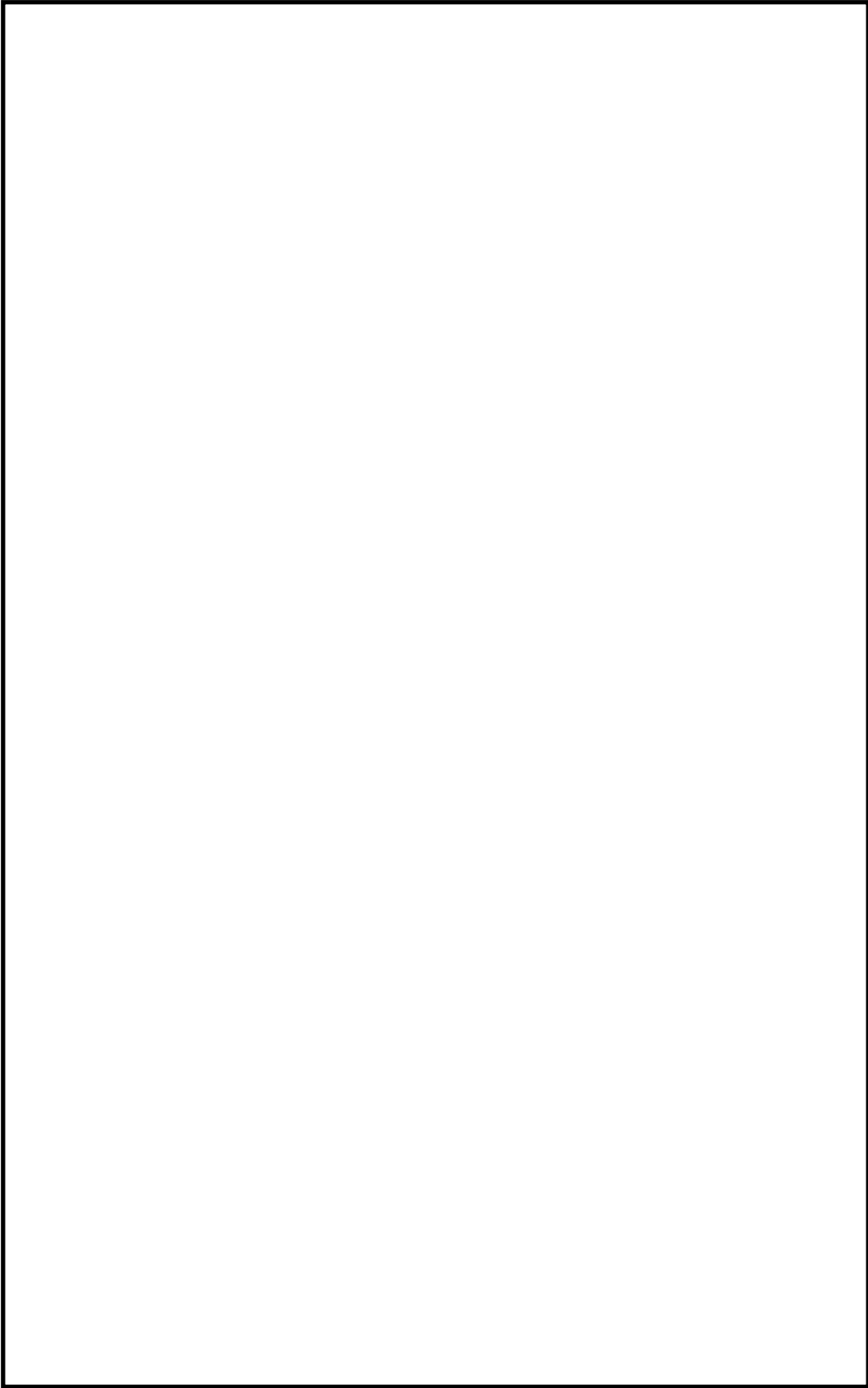


図-9 溢水防護区画 (T.P. +2.3m 中間床)

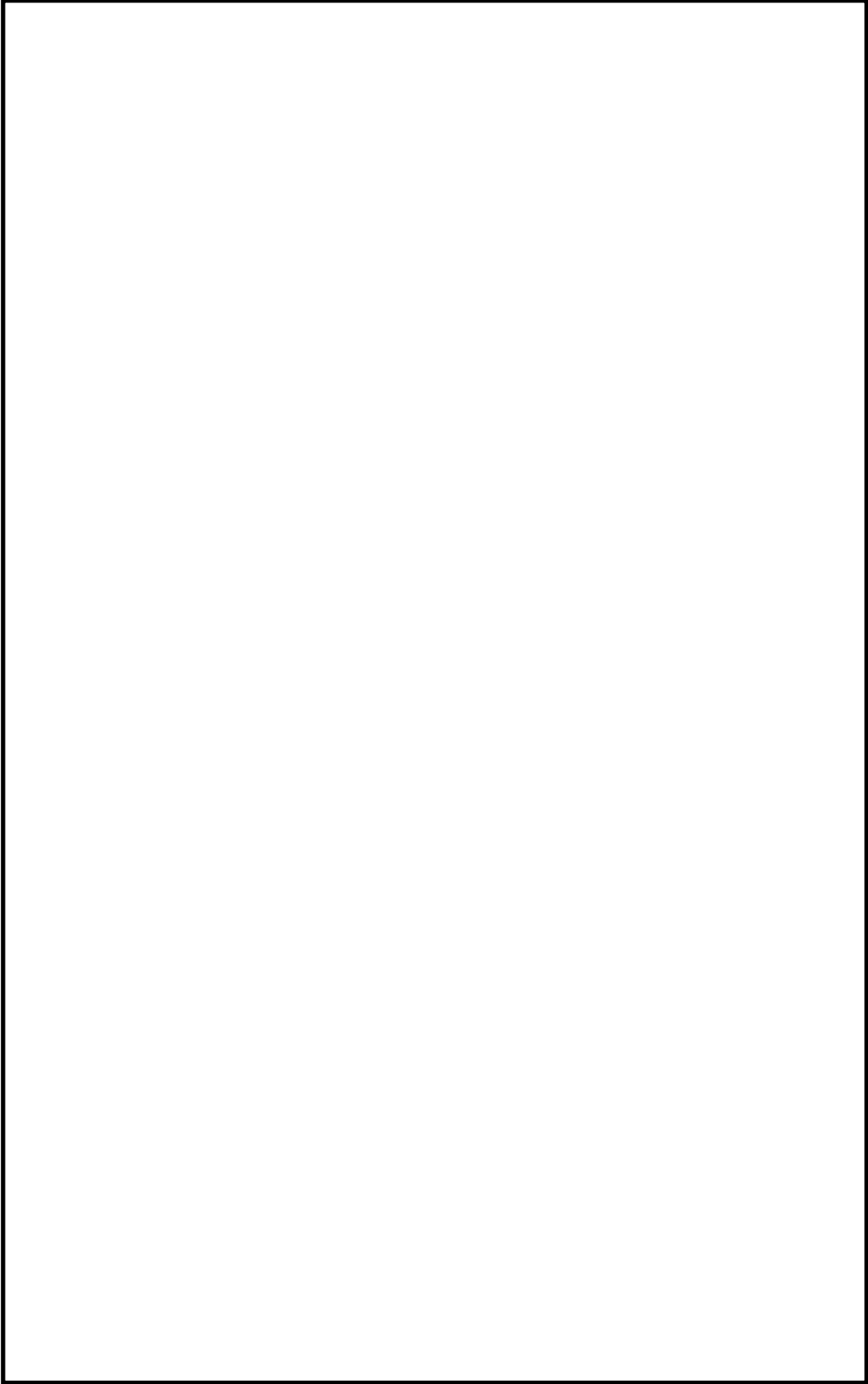


図-10 溢水防護区画 (T.P. +2.3m (R/B)、+2.8m (A/B))

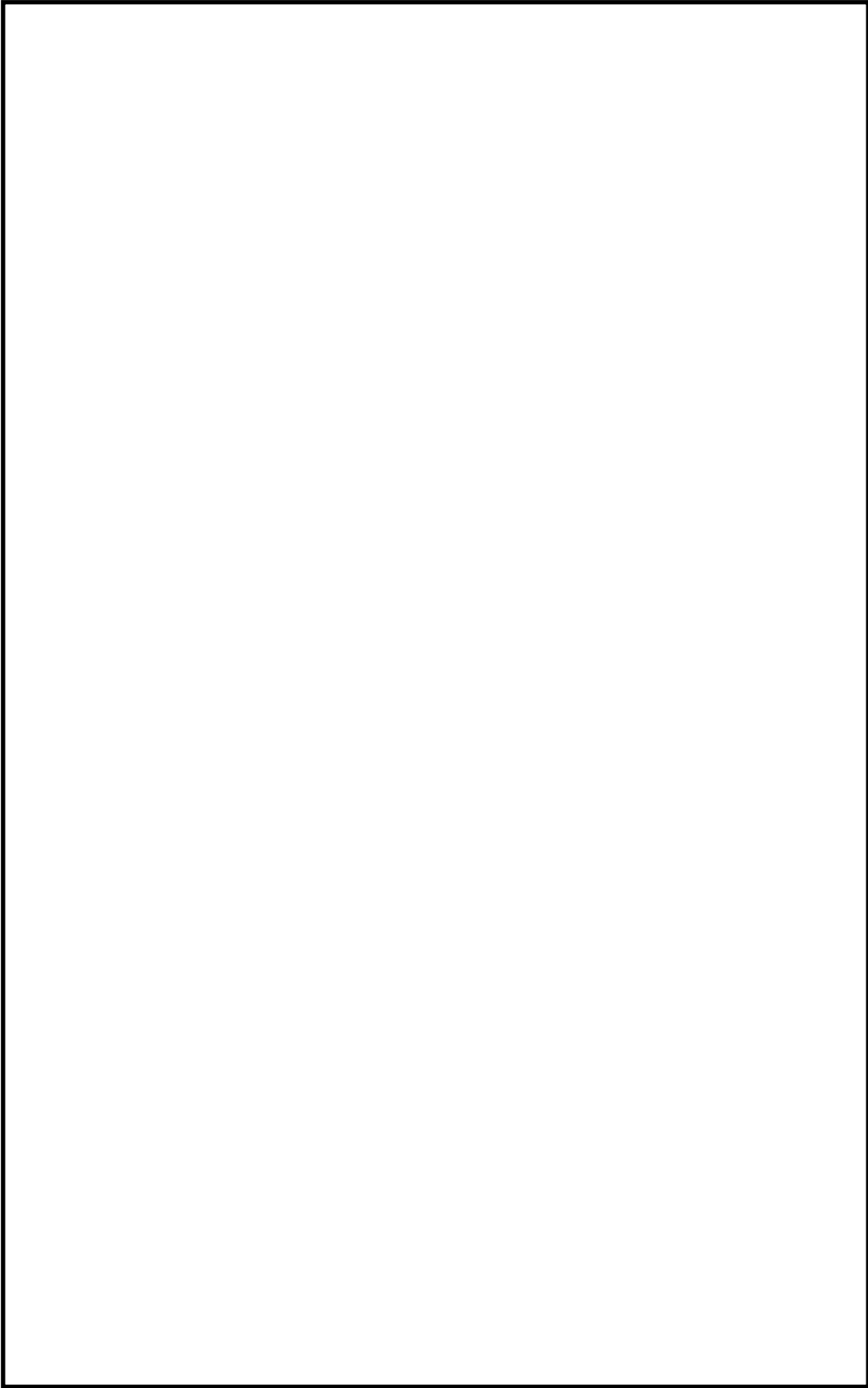


図-1 1 溢水防護区画 (T.P. -1.7m)

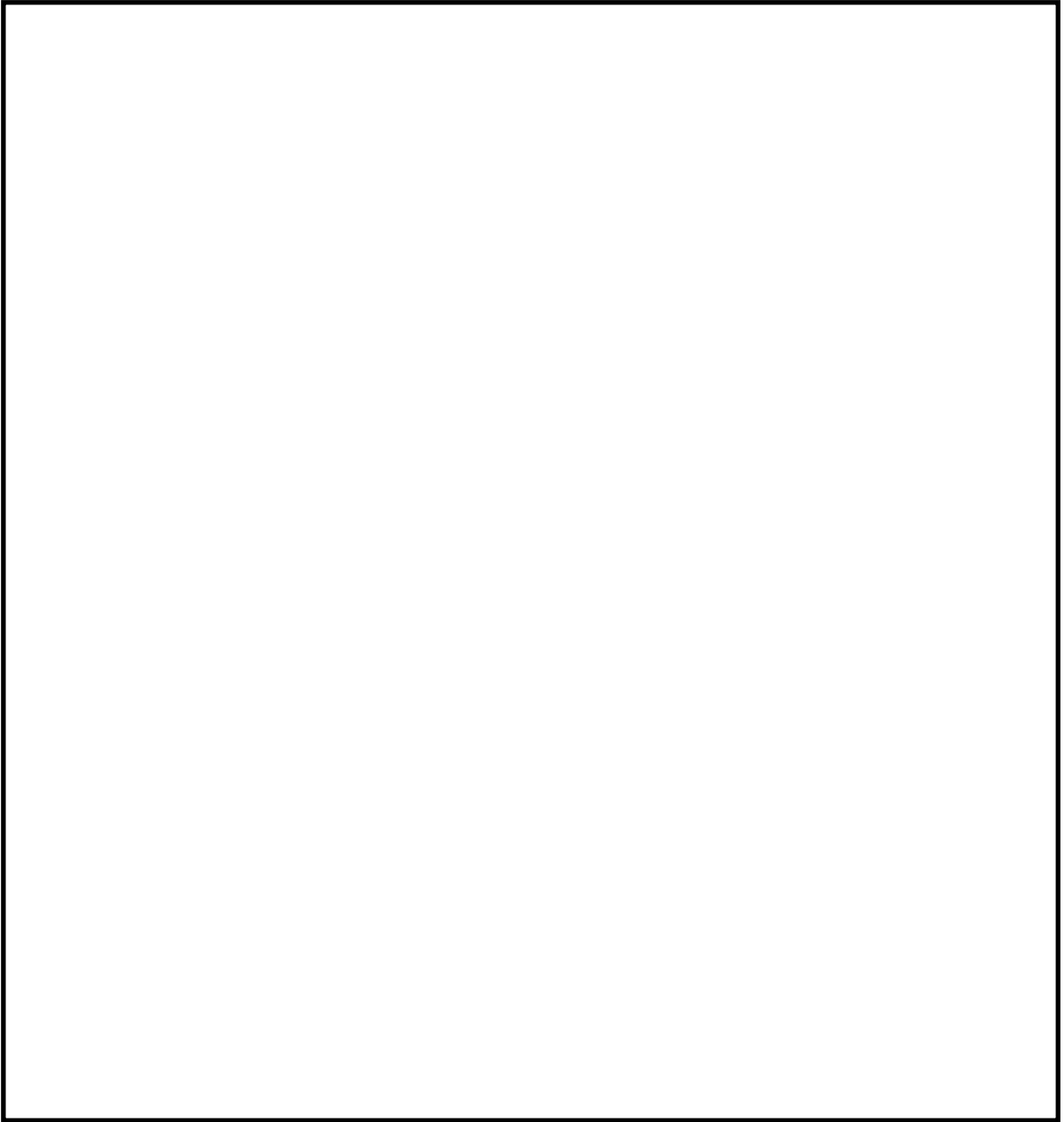






図-12 溢水防護区画図（循環水ポンプ建屋）

## 溢水防護対象設備系統図 記号説明

-  (赤実線) : 目的の機能を果たすための直接的役割をもつライン
-  (緑実線) : 赤実線の枝管(第1閉止弁(溢水防護対象弁、逆止弁およびFail Positionが閉である弁を含む)までの範囲) ※1
-  (赤丸) : 溢水防護対象設備
-  (青丸) : 安全機能を達成するために必要な設備(溢水防護対象設備以外)

※1 以下に該当する場合は枝管の着色を省略した。

- ベント、ドレンライン…通常閉状態であり安全機能に影響しないため。
- 計装ライン…開状態であっても安全機能に影響しないため。
- サンプルライン…通常閉状態であり、必要時に開としても安全機能に影響しないため。
- 制御用空気系統、換気空調設備系統…空気供給を系統全体に行うことから、枝管という概念に合致しない系統のため。

系統図非開示 (1-36~1-81)

原子炉格納容器内設備（耐環境仕様）を溢水影響評価において  
対象外とする考え方について

原子炉格納容器（以下「C/V」という。）内の一部設備は、設計基準事故において最も環境が苛酷な一次冷却材喪失事故（以下「LOCA」という。）に伴う溢水に対し、下記のとおり機能喪失することがないように考慮している。

上記から溢水に対する耐性があるとして溢水影響評価において対象外としている C/V 内防護対象設備を表-1 及び表-2 に示す。

1. 被水評価

LOCA に伴って発生した一次冷却材の蒸気により C/V 内圧力が上昇すると、C/V スプレイが作動し、C/V 内全体に降ったスプレイ水により防護対象設備が被水する。

C/V 内防護対象設備は、スプレイ水による被水に対して機能維持が図れるよう下記のような試験による検証を踏まえて設計している。

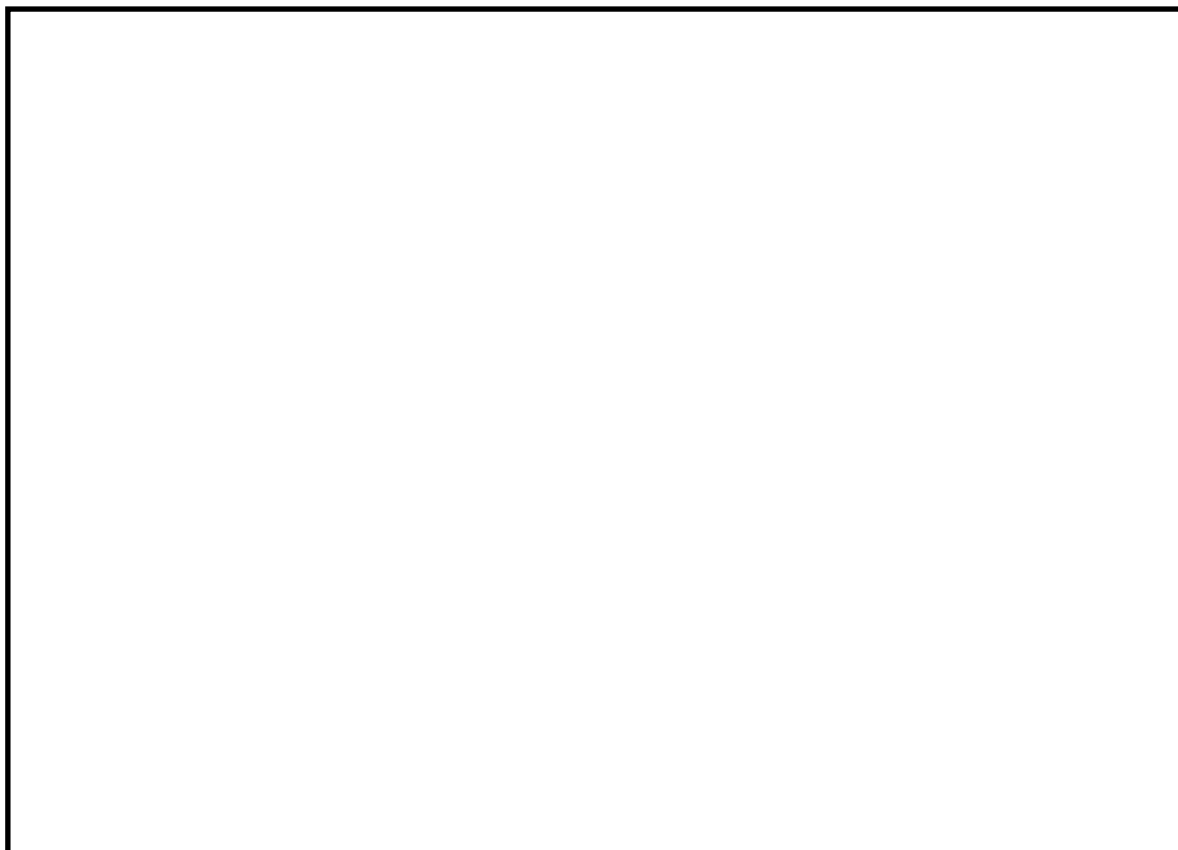


図1 蒸気スプレイ試験構成図

## 2. 蒸気影響評価

LOCA に伴って発生した一次冷却材の蒸気により、C/V 内は全域が高温・高圧の蒸気雰囲気となる。

C/V 内防護対象設備は、安全解析で求められた高温・高圧環境に対して機能維持が図れるよう、設計および試験を実施している。

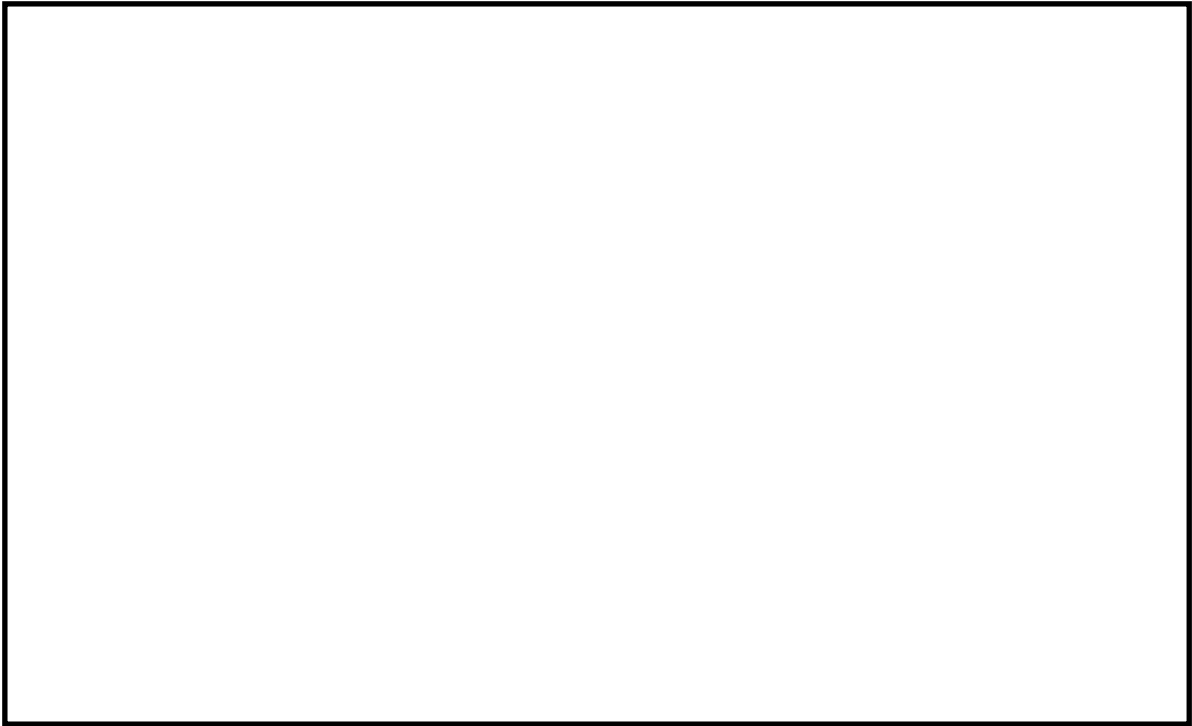


図2 C/V 内環境条件 (LOCA 時)

## 3. 没水評価

耐環境評価としては上記の被水評価および蒸気影響評価が該当するが、C/V 内で LOCA が発生すると、燃料取替用水ピット（以下「RWSP」という。）及び蓄圧タンクの水が炉心注入および C/V スプレイされ、RWSP 水位が低水位となって再循環切替させるまで C/V 内に溜り続けるため、没水によって C/V 内防護対象設備が機能喪失しないことについても確認している。

LOCA による漏えい水も含めた水が全量 C/V 内に溜まった場合、その水位は T.P. +15.1m であるが、C/V 内防護対象設備は全てそれ以上の高さに設置し、機能喪失しないよう考慮している。

また、各設備について定期的に部品または本体を取替えることで耐環境性を維持している。



表－1 C/V 内防護対象設備（耐環境仕様）リスト（弁・ダンパ）

| 系 統                          | 機器名称                                | 機器番号             | 被水<br>評価 | 没水<br>評価 | 機能喪失<br>高さ (TP) | 蒸気<br>評価 | 備考  |
|------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------|----------|-----------------|----------|-----|
| 1 次冷却<br>系統                  | 加圧器逃がし弁                             | 3PCV-452A, B     | ○        | ○        | 39.1m           | ○        |     |
|                              | 加圧器逃がしタンク窒素ガス分析ライン<br>C/V 内側隔離弁     | 3V-RC-077        | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
| 化学体積<br>制御系統                 | 抽出ライン第 1 (2) 止め弁                    | 3LCV-451, 452    | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
|                              | 抽出オリフィス出口 C/V 内側隔離弁                 | 3V-CS-004A, B, C | ○        | ○        | 18.6m           | ○        |     |
|                              | 1 次冷却材ポンプ封水戻りライン C/V 内側<br>隔離弁      | 3V-CS-254        | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
| 安全注入<br>系統                   | 高圧注入ポンプ出口 C/V 内側連絡弁                 | 3V-SI-061A, B    | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
|                              | 高温側高圧注入ライン止め弁                       | 3V-SI-062A, B    | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
|                              | 蓄圧タンク出口弁                            | 3V-SI-132A, B, C | ○        | ○        | 25.4m           | ○        |     |
|                              | 安全注入逆止弁テストライン C/V 内側隔離<br>弁         | 3V-SI-184        | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
|                              | 蓄圧タンクサンプリングライン C/V 内側隔<br>離弁        | 3V-SI-123A, B, C | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
| 余熱除去<br>系統                   | A (B) ループ余熱除去系第 1 入口弁               | 3PCV-410, 430    | ○        | ○        | 20.6m           | ○        |     |
|                              | A (B) ループ余熱除去系第 2 入口弁               | 3V-RH-002A, B    | ○        | ○        | 15.1m           | ○        | ※ 1 |
|                              | 余熱除去系出口連絡ライン弁                       | 3V-RH-033A, B    | ○        | ○        | 18.9m           | ○        |     |
|                              | 余熱除去ライン A (B) ループ高温側注入弁             | 3V-RH-034A, B    | ○        | ○        | 18.8m           | ○        |     |
| 原子炉補機<br>冷却水系統               | 1 次冷却材ポンプ補機冷却水出口 C/V 隔離<br>弁        | 3V-CC-526        | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
| 液体廃棄物<br>処理系統                | CVDT 自動ガス分析ライン C/V 内側隔離弁            | 3V-WL-005        | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
|                              | 格納容器冷却材ドレンタンクベントライン<br>C/V 内側隔離弁    | 3V-WL-010        | ○        | ○        | 21.1m           | ○        |     |
|                              | 格納容器冷却材ドレンポンプ出口ライン<br>C/V 内側隔離弁     | 3V-WL-031        | ○        | ○        | 18.3m           | ○        |     |
|                              | 格納容器サンプポンプ出口 C/V 内側隔離弁              | 3V-WL-113        | ○        | ○        | 21.2m           | ○        |     |
| 試料採取<br>系統                   | 加圧器気相部サンプリングライン C/V 内側<br>隔離弁       | 3V-SS-504        | ○        | ○        | 21.0m           | ○        |     |
|                              | 加圧器液相部サンプリングライン C/V 内側<br>隔離弁       | 3V-SS-509        | ○        | ○        | 21.0m           | ○        |     |
|                              | B ループ高温側、加圧器サンプリングライ<br>ン C/V 内側隔離弁 | 3V-SS-514        | ○        | ○        | 21.0m           | ○        |     |
|                              | C ループ高温側サンプリングライン C/V 内<br>側隔離弁     | 3V-SS-519        | ○        | ○        | 21.0m           | ○        |     |
| 格納容器減圧設<br>備及び格納容器<br>水素制御設備 | 格納容器減圧ライン C/V 内側隔離弁                 | 3V-DP-001A, B    | ○        | ○        | 36.1m           | ○        |     |
| 放射線監視設備<br>空気サンプリン<br>グ系統    | 格納容器空気サンプル取出し C/V 内側隔離<br>弁         | 3V-RM-001        | ○        | ○        | 36.8m           | ○        |     |
| 制御用空気<br>系統                  | 制御用空気ヘッダ隔離弁                         | 3V-IA-514A, B    | ○        | ○        | 18.5m           | ○        |     |
| 換気空調<br>設備系統                 | 格納容器給気ライン C/V 内側隔離弁                 | 3V-VS-056        | ○        | ○        | 37.3m           | ○        |     |
|                              | 格納容器排気ライン C/V 内側隔離弁                 | 3V-VS-061        | ○        | ○        | 37.8m           | ○        |     |
| 炉内核計装装置<br>ガスパーシ設備           | ICIGS CO2 パージライン C/V 内側隔離弁          | 3V-IG-009        | ○        | ○        | 25.3m           | ○        |     |

※ 1 詳細な機能喪失高さは、T.P.+15.151 である。

表－２ C/V 内防護対象設備（耐環境仕様）リスト（計器）

| 系 統                   | 機器名称                      | 機器番号   | 被水<br>評価 | 没水<br>評価 | 機能喪失<br>高さ (TP)         | 蒸気<br>評価 | 備考 |
|-----------------------|---------------------------|--|----------|----------|-------------------------|----------|----|
| 1 次冷却<br>系統           | 加圧器水位                     | 3LT-451, 452, 453, 454   | ○        | ○        | 17.8m                   | ○        |    |
|                       | 加圧器圧力                     | 3PT-451, 452, 453, 454   | ○        | ○        | 24.8m                   | ○        |    |
|                       | 1 次冷却材圧力                  | 3PT-410, 430   | ○        | ○        | 17.8m                   | ○        |    |
|                       | 1 次冷却材高温側温度 (狭域)          | 3TE-411A, 413A, 415A, 421A,<br>423A, 425A, 431A, 433A,<br>435A, 441A, 443A, 445A | ○        | ○        | 21.3m                   | ○        |    |
|                       | 1 次冷却材低温側温度 (狭域)          | 3TE-411B, 421B, 431B, 441B   | ○        | ○        | 21.3m                   | ○        |    |
|                       | 1 次冷却材高温側温度 (広域)          | 3TE-410, 420, 430  | ○        | ○        | 21.3m                   | ○        |    |
|                       | 1 次冷却材低温側温度 (広域)          | 3TE-417, 427, 437  | ○        | ○        | 21.3m                   | ○        |    |
| 安全注入<br>系統            | 格納容器再循環サンプル水位             | 3LT-620, 630<br>3LT-621, 631   | ○        | ○        | 15.2m<br>15.5m          | ○        |    |
| 主蒸気系統                 | 蒸気発生器水位 (狭域)              | 3LT-460, 461, 462, 463,<br>470, 471, 472, 473,<br>480, 481, 482, 483             | ○        | ○        | 17.8m<br>24.8m<br>17.8m | ○        |    |
|                       | 蒸気発生器水位 (広域)              | 3LT-464, 474, 484  | ○        | ○        | 17.8m                   | ○        |    |
| 原子炉格納<br>容器スプレ<br>イ系統 | 格納容器圧力 (広域)               | 3PT-590, 591, 592, 593   | ○        | ○        | 17.8m                   | ○        |    |
| 関連設備                  | 中性子源領域検出器                 | 3NE31, 32  | ○        | ○        | 17.5m                   | ○        |    |
|                       | 格納容器高レンジエリアモニ<br>タ (低レンジ) | 3RE-91A, 92A   | ○        | ○        | 40.2m                   | ○        |    |
|                       | 格納容器高レンジエリアモニ<br>タ (高レンジ) | 3RE-91B, 92B   | ○        | ○        | 40.2m                   | ○        |    |

## 2. 防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において 確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について

### 1. はじめに

- 本資料では、原子力発電所の内部溢水評価ガイド（以下「評価ガイド」という。）に基づき、没水による影響評価を行うにあたり、溢水防護対象設備の機能が喪失する高さ（機能喪失高さ）の設定及び没水評価において確保すべき裕度の考え方について検討・整理する。

### 2. 没水評価を行うにあたっての考え方

#### (1) 評価ガイドでの要求事項

- 評価ガイド「2. 2. 4 溢水影響評価」及び「3. 2. 4 溢水影響評価」では以下の記載がある。

|   |
|---|
| <p>2. 2. 4 溢水影響評価<br/>(3) 影響評価<br/>a. 没水による影響評価<br/>想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2. 2. 2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。<br/>(中略)</p> <p>3. 2. 4 溢水影響評価<br/>(3) 影響評価<br/>原子力発電所で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が、以下に示す没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。確認方法は、2. 2. 4 (3) の原子炉施設の影響評価と同じ。</p> <p>a. 没水による影響評価<br/>(中略)</p> |
|---|

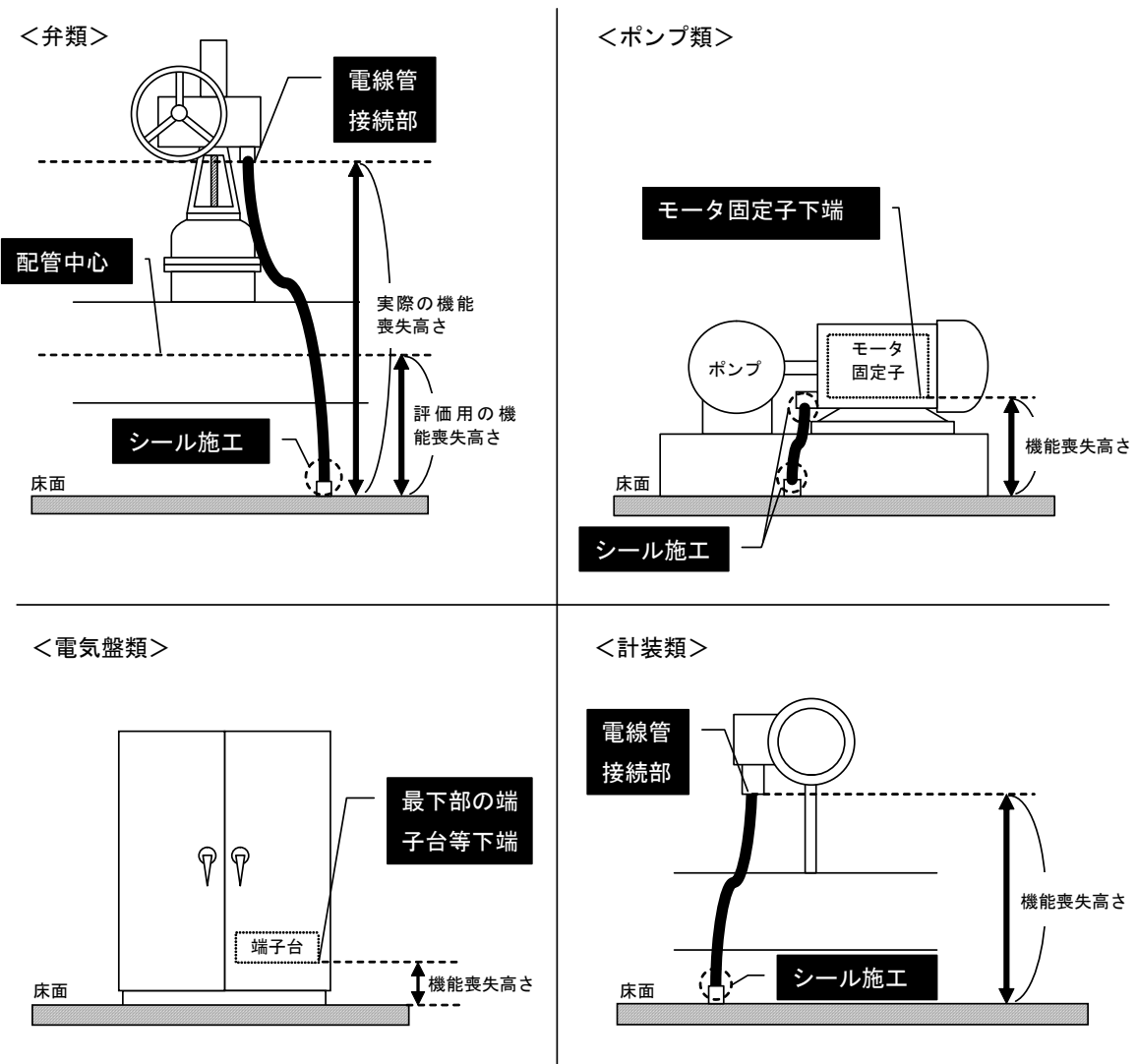
#### (2) 評価ガイドに従った機能喪失高さの設定及び裕度確保

- 以下のとおり機能喪失高さの設定及び裕度確保を行うこととしており、この内容は評価ガイドに適合するものである。
  - 補足説明資料1「防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定について」において選定した溢水防護対象設備に対して、没水した際に機能喪失に至る部位のうち最も低所にある部位を抽出する（評価ガイドの「防護対象設備の設置位置」に対応）。
  - 溢水防護区画の一時的な水位変動により防護対象設備が機能喪失しないよう、適切な裕度を設定する（評価ガイドの「最高水位」に対応）。

### 3. 機能喪失高さの確認手順（2－別紙1，2）

補足説明資料1「防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定について」で選定した溢水防護対象設備に対して、没水した際に機能喪失に至る部位のうち最も低所にある部位を設計図書等の図面から抽出し、床面から当該部位までの高さを機能喪失高さとした。代表的な設備として、弁類、ポンプ類、電気盤類及び計装類の機能喪失高さの一例を図－1に示す。また、実際に現場で床面から図面上で基準となる高さを測定することにより、図面の妥当性を確認した。

なお、図面により機能喪失高さを確認することが難しい設備については、現場における実測値を機能喪失高さとした。現場確認時に使用した計測機器は、JIS 適合品等、十分な精度を有するものである。



図－1 代表的な設備の機能喪失高さ

#### 4. 溢水水位に対する機能喪失高さが確保すべき裕度の考え方

- 評価ガイドの要求事項は、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が防護対象設備の設置位置を超えないこと」である。
- このため、没水影響評価にあたっては、補足説明資料3「地震時における溢水による没水影響評価について」等に示すとおり、評価ガイドの要求に加え評価上の余裕を確保するよう評価条件を設定して溢水水位を算出することとした。その上で、さらに、溢水が流入する流路の幅、溢水源との距離、盤の開閉、人の通行等による一時的な水位変動が生じることも考慮して、溢水水位に対し機能喪失高さが一律5cm以上の裕度を確保していることをもって、防護対象設備が機能喪失に至らないと判定することとした。
- ただし、溢水水位が高い場合、一時的な水位変動も大きくなると考えられることから、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保することとした。

#### 5. 機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- 3. の確認手順に基づき確認した機能喪失高さ並びに補足説明資料3「地震時における溢水による没水影響評価について」、補足説明資料7「循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について」、補足説明資料12「消火活動による放水に伴う溢水影響評価について」及び補足説明資料14「高エネルギー配管からの溢水に伴う没水影響評価について」に示す溢水水位のうち最大となるものを表-1に示す。
- また、4. の考え方に基づく裕度を考慮した場合の機能喪失に至る可能性の判定結果についても表-1に示している。

#### 6. 機能喪失に至る可能性がある場合の対策

- 表-1において、防護対象設備が没水により機能喪失に至る可能性があるとして判定した場合（判定が「×」の場合）、止水板の設置等の対策を行うことにより裕度を確保することとした。
- 防護対象設備ごとの具体的な対策内容を表-2及び図-1～図-3に示す。

表-1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統                      | 溢水防護対象設備              |                           | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失                       |                      | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|                          |                       |                           |                |                  | 部 位                        | ①高さ※2<br>(cm)        |                     |                    |             |             |
| 化学体積<br>制御系統             | 充てんポンプ                | 3CSP1A, B, C              | A/B            | 10.3m            | 油タンクエアブリーザー<br>蓋           | 68                   | 想 51                | 17                 | 10          | ○           |
|                          | 体積制御タンク出口第1(2)止め弁     | 3LCV-121B, C              | A/B            | 14.5m            | 配管中心                       | B : 68<br>C : 67     | 消 31                | 37<br>36           | 10          | ○           |
|                          | 充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁 | 3LCV-121D, E              | A/B            | 14.5m            | 配管中心                       | 56                   | 消 31                | 25                 | 10          | ○           |
|                          | 充てんラインC/V外側止め弁        | 3V-CS-175                 | R/B            | 21.2m            | 配管中心                       | 60                   | 消 40                | 20                 | 10          | ○           |
|                          | 充てんラインC/V外側隔離弁        | 3V-CS-177                 | R/B            | 21.2m            | 配管中心                       | 60                   | 消 40                | 20                 | 10          | ○           |
|                          | ほう酸ポンプ                | 3CSP2A, B                 | A/B            | 17.8m            | モータ外扇ファン下端                 | 59                   | 地 21                | 38                 | 10          | ○           |
|                          | 緊急ほう酸注入弁              | 3V-CS-541                 | A/B            | 14.5m            | 配管中心                       | 50                   | 消 31                | 19                 | 10          | ○           |
| ほう酸タンク水位                 | 3LT-206, 208          | A/B                       | 17.8m          | 電線管接続位置          | 206 : 101※5<br>208 : 100※5 | 地 22                 | 79<br>78            | 10                 | ○           |             |
| 安全注入<br>系統               | 高圧注入ポンプ               | 3SIP1A, B                 | A/B            | -1.7m            | 補助油ポンプモータ外扇<br>ファン下端       | 33                   | 地 29                | 4                  | 10          | ×           |
|                          | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁  | 3V-SI-002A, B             | A/B            | 10.3m            | 配管中心                       | 80                   | 地 18                | 62                 | 5           | ○           |
|                          | 高圧注入ポンプ第1(2)ミニフロー弁    | 3V-SI-014A, B,<br>015A, B | A/B            | 4.1m             | 電線管接続位置                    | 62※5                 | 消 46                | 16                 | 10          | ○           |
|                          | 高圧注入ポンプ出口C/V外側連絡弁     | 3V-SI-020A, B             | A/B            | 2.8m             | 電線管接続位置                    | A : 94※5<br>B : 91※5 | 地 31                | 63<br>60           | 10          | ○           |
|                          | ほう酸注入タンク入口弁           | 3V-SI-032A, B             | A/B            | 17.8m            | 配管中心                       | 45                   | 地 21                | 24                 | 10          | ○           |
|                          | ほう酸注入タンク出口C/V外側隔離弁    | 3V-SI-036A, B             | R/B            | 21.2m            | 配管中心                       | 60                   | 消 40                | 20                 | 10          | ○           |
|                          | 補助高圧注入ラインC/V外側隔離弁     | 3V-SI-051                 | R/B            | 21.2m            | 配管中心                       | 60                   | 消 40                | 20                 | 10          | ○           |
| 高圧注入ポンプ再循環サンプ側入口C/V外側隔離弁 | 3V-SI-084A, B         | R/B                       | 7.2m           | 配管中心             | 290                        | 消 257                | 33                  | 10                 | ○           |             |

表－1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統        | 溢水防護対象設備                |  | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失             |                            | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|------------|-------------------------|--|----------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|            |                         |  |                |                  | 部 位              | ①高さ※2<br>(cm)              |                     |                    |             |             |
| 余熱除去<br>系統 | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1A, B  | A/B            | -1.7m            | モータ固定子下端         | 83                         | 地 35                | 48                 | 10          | ○           |
|            | 余熱除去ポンプミニフロー弁           | 3FCV-601, 611  | A/B            | 2.8m             | 配管中心             | 295                        | 地 31                | 264                | 10          | ○           |
|            | 余熱除去ポンプ出口流量             | 3FT-601, 611   | A/B            | 2.8m             | 電線管接続位置          | 601 : 101※5<br>611 : 100※5 | 地 18                | 83<br>82           | 5           | ○           |
|            | 余熱除去ポンプ RWSP 側入口弁       | 3V-RH-051A, B  | A/B            | 2.8m             | 配管中心             | 70                         | 地 31                | 39                 | 10          | ○           |
|            | 余熱除去ポンプ RWSP/再循環サンプ側入口弁 | 3V-RH-055A, B  | A/B            | 2.8m             | 配管中心             | 70                         | 地 31                | 39                 | 10          | ○           |
|            | 余熱除去ポンプ再循環サンプ側入口弁       | 3V-RH-058A, B  | R/B            | 7.2m             | 配管中心             | 290                        | 消 257               | 33                 | 10          | ○           |
| 主蒸気系統      | 主蒸気逃がし弁                 | 3PCV-3610, 3620,<br>3630   | R/B            | 29.3m            | 配管中心             | 862                        | 想 40                | 822                | 10          | ○           |
|            | 主蒸気逃がし弁（付属パネル）          | —  | R/B            | 29.3m            | 盤下端              | 830                        | 想 40                | 790                | 10          | ○           |
|            | 主蒸気隔離弁                  | 3V-MS-528A, B, C   | R/B            | 29.3m            | 配管中心             | 712                        | 想 40                | 672                | 10          | ○           |
|            | 主蒸気隔離弁（付属パネル）           | —  | R/B            | 33.1m            | 盤下端              | 380                        | 消 25                | 355                | 10          | ○           |
|            | 主蒸気ライン圧力                | 3PT-465, 466, 467, 468,<br>475, 476, 477, 478,<br>485, 486, 487, 488 | R/B            | 33.1m            | 電線管接続位置          | 80※5                       | 消 25                | 55                 | 10          | ○           |
|            | タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気入口弁     | 3V-MS-582A, B  | R/B            | 10.3m            | 配管中心             | 450                        | —                   | —                  | —           | —           |
| 補助給水<br>系統 | タービン動補助給水ポンプ            | 3FWP1  | R/B            | 10.3m            | 油タンクエアブリーザー<br>蓋 | 68                         | —                   | —                  | —           | —           |
|            | 電動補助給水ポンプ               | 3FWP2A, B  | R/B            | 10.3m            | モータ固定子下端         | 68                         | 消 5                 | 63                 | 5           | ○           |
|            | 補助給水ポンプ出口流量調節弁          | 3V-FW-582A, B, C   | R/B            | 10.3m            | 配管中心             | A, B : 435<br>C : 439      | 消 5                 | 430<br>434         | 5           | ○           |

表-1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統                     | 溢水防護対象設備                              |                         | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失                       |  | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|----------------------------|--|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|                         |                                       |                         |                |                  | 部 位                        | ①高さ※2<br>(cm)                                |                     |                    |             |             |
| 補助給水<br>系統              | 補助給水隔離弁                               | 3V-FW-589A, B, C        | R/B            | 29.3m            | 電線管接続位置                    | A : 80※5<br>B : 81※5<br>C : 82※5             | 想 40                | 40<br>41<br>42     | 10          | ○           |
|                         | 補助給水ライン流量                             | 3FT-3766, 3776,<br>3786 | R/B            | 10.3m            | 電線管接続位置                    | 3766 : 101※5<br>3776 : 102※5<br>3786 : 100※5 | 消 6                 | 95<br>96<br>94     | 5           | ○           |
|                         | 補助給水ピット水位                             | 3LT-3750, 3751          | R/B            | 24.8m            | 電線管接続位置                    | 100※5  | 消 16                | 87                 | 5           | ○           |
| 原子炉補機<br>冷却水系統          | 原子炉補機冷却水ポンプ                           | 3CCP1A, B, C, D         | R/B            | 2.3m             | モータ固定子下端                   | 288  | 消 12                | 276                | 5           | ○           |
|                         | 原子炉補機冷却水戻り母管 A (B) 側連絡弁               | 3V-CC-044A, B           | R/B            | 2.3m             | 配管中心                       | 130  | 消 12                | 118                | 5           | ○           |
|                         | 原子炉補機冷却水供給母管 A (B) 側連絡弁               | 3V-CC-055A, B           | R/B            | 2.3m             | 配管中心                       | 265  | 消 12                | 253                | 5           | ○           |
|                         | 余熱除去冷却器補機冷却水出口弁                       | 3V-CC-117A, B           | A/B            | 2.8m             | 配管中心                       | 60   | 地 18                | 42                 | 5           | ○           |
|                         | 格納容器スプレイ冷却器補機冷却水出口弁                   | 3V-CC-177A, B           | A/B            | 2.8m             | 配管中心                       | 60   | 地 18                | 42                 | 5           | ○           |
|                         | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁                   | 3V-CC-151A, B           | R/B            | 10.3m            | 配管中心                       | 55   | 地 19                | 36                 | 5           | ○           |
|                         | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁                   | 3V-CC-159A, B           | R/B            | 10.3m            | 配管中心                       | 55   | 地 19                | 36                 | 5           | ○           |
|                         | BA, WDおよびLDエバポ補機冷却水戻りライン第1<br>(2) 止め弁 | 3V-CC-351, 352          | A/B            | 17.8m            | 配管中心                       | 60   | 地 22                | 38                 | 10          | ○           |
| 原子炉補機冷却水サージタンク水位        | 3LT-1200, 1201                        | R/B                     | 43.6m          | 電線管接続位置          | 1200 : 103<br>1201 : 100※5 | 消 11   | 92<br>89            | 5                  | ○           |             |
| 使用済燃料<br>ピット水浄<br>化冷却系統 | 使用済燃料ピットポンプ                           | 3SFP1A, B               | R/B            | 10.3m            | モータ固定子下端                   | 76   | 消 54                | 22                 | 10          | ○           |



表-1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統                 | 溢水防護対象設備                  |                               | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失       |   | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|---------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------|---|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|                     |                           |                               |                |                  | 部 位        | ①高さ※2<br>(cm)                                       |                     |                    |             |             |
| 原子炉補機<br>冷却海水系<br>統 | 原子炉補機冷却海水ポンプ              | 3SWP1A, B, C, D               | CWP/B          | 2.5m             | モータ下端      | 150   | 地 110               | 40                 | 10          | ○           |
|                     | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁    | 3V-SW-571A, B, C, D           | R/B            | 2.3m             | 配管中心       | 70  | 消 12                | 58                 | 5           | ○           |
| 燃料取替<br>用水系統        | 燃料取替用水ポンプ                 | 3RFP1A, B                     | R/B            | 24.8m            | モータ外扇ファン下端 | 53  | 消 16                | 37                 | 5           | ○           |
|                     | 燃料取替用水ピット水位               | 3LT-1400, 1401                | R/B            | 24.8m            | 電線管接続位置    | 103   | 消 16                | 87                 | 5           | ○           |
| 制御用空気<br>系統         | 制御用空気圧縮機                  | 3IAE1A, B                     | R/B            | 10.3m            | Vベルト下端     | 43  | 消 5                 | 38                 | 5           | ○           |
|                     | 制御用空気Cヘッダ供給弁              | 3V-IA-501A, B                 | R/B            | 10.3m            | 配管中心       | 50  | 消 5                 | 45                 | 5           | ○           |
|                     | 制御用空気主蒸気逃がし弁供給弁           | 3V-IA-505A, B                 | R/B            | 10.3m            | 配管中心       | 50  | 消 5                 | 45                 | 5           | ○           |
|                     | 制御用空気ヘッダ圧力                | 3PT-1800, 1810                | R/B            | 17.8m            | 電線管接続位置    | 101※5   | 地 7                 | 94                 | 5           | ○           |
| 換気空調<br>設備系統        | 安全補機室冷却ファン                | 3VSF70A, B                    | A/B            | 4.1m             | モータ固定子下端   | 97  | 消 46                | 51                 | 10          | ○           |
|                     | 余熱除去冷却器室室内空気温度            | 3TS-2631, 2632,<br>2641, 2642 | A/B            | 4.1m             | 電線管接続位置    | 2631 : 302<br>2632 : 301※5<br>2641, 2642 :<br>300※5 | 消 46                | 256<br>255<br>254  | 10          | ○           |
|                     | ディーゼル発電機室給気ファン            | 3VSF39A, B, C, D              | R/B            | 18.0m            | ダクト下部フランジ部 | A, B : 18※5<br>C, D : 19※5                          | 消 8                 | 10<br>11           | 5           | ○           |
|                     | ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ      | 3HCD-2741, 2742               | R/B            | 18.0m            | アクチュエータ下端  | 380   | 消 8                 | 372                | 5           | ○           |
|                     | ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 | 3HC-2741, 2742                | R/B            | 18.0m            | 電線管接続位置    | 144   | 消 8                 | 136                | 5           | ○           |

表－1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統          | 溢水防護対象設備                       |  | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失      |  | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|--------------|--------------------------------|--|----------------|------------------|-----------|--|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|              |                                |  |                |                  | 部 位       | ①高さ※2<br>(cm)  |                     |                    |             |             |
| 換気空調<br>設備系統 | ディーゼル発電機室室内空気温度                | 3TS-2747, 2748,<br>2749, 2750, 2751,<br>2752, 2753, 2754 | DG/B           | 10.3m            | 電線管接続位置   | 2747, 2748 :<br>572<br>2749, 2750 :<br>517<br>2751, 2752 :<br>522<br>2753, 2754 :<br>442 | —                   | —                  | —           | —           |
|              | 電動補助給水ポンプ室給気ファン                | 3VSF40A, B   | R/B            | 10.3m            | ダクト下端     | 453※5  | 消 5                 | 448                | 5           | ○           |
|              | 電動補助給水ポンプ室外気取入風量調節ダンパ          | 3HCD-2670, 2680  | R/B            | 10.3m            | アクチュエータ下端 | 415  | 消 5                 | 410                | 5           | ○           |
|              | 電動補助給水ポンプ室外気取入風量調節ダンパ<br>流量設定器 | 3HC-2670, 2680   | R/B            | 10.3m            | 電線管接続位置   | 544  | 消 5                 | 539                | 5           | ○           |
|              | 電動補助給水ポンプ室室内空気温度               | 3TS-2671, 2672,<br>2681, 2682                            | R/B            | 14.3m            | 電線管接続位置   | 2671, 2672 :<br>140※5<br>2681, 2682 :<br>142   | 消 5                 | 135<br>137         | 5           | ○           |
|              | 制御用空気圧縮機室給気ファン                 | 3VSF42A, B   | R/B            | 10.3m            | ダクト下端     | A : 464※5<br>B : 463※5   | 消 5                 | 459<br>458         | 5           | ○           |
|              | 制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ           | 3HCD-2701, 2711  | R/B            | 10.3m            | アクチュエータ下端 | 461  | 消 5                 | 456                | 5           | ○           |
|              | 制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ<br>流量設定器  | 3HC-2701, 2711   | R/B            | 10.3m            | 電線管接続位置   | 574  | 消 5                 | 569                | 5           | ○           |

表-1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統                   | 溢水防護対象設備                      |                               | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失       |   | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------|---|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|                       |                               |                               |                |                  | 部 位        | ①高さ※2<br>(cm)   |                     |                    |             |             |
| 換気空調<br>設備系統          | 制御用空気圧縮機室室内空気温度               | 3TS-2702, 2703,<br>2712, 2713 | R/B            | 10.3m            | 電線管接続位置    | 2702 : 141 <sup>※5</sup><br>2703, 2712,<br>2713 : 140 <sup>※5</sup> | 消 5                 | 136<br>135         | 5           | ○           |
|                       | 安全補機開閉器室給気ファン                 | 3VSF27A, B                    | A/B            | 24.8m            | 据付台板上面     | 216   | 消 3                 | 213                | 5           | ○           |
|                       | 安全系計装盤室室内温度                   | 3TS-2790, 2791                | A/B            | 17.8m            | 電線管接続位置    | 129 <sup>※5</sup>   | 消 4                 | 125                | 5           | ○           |
|                       | 蓄電池室排気ファン                     | 3VSF31A, B                    | A/B            | 24.8m            | ダクト下部フランジ部 | A : 157 <sup>※5</sup><br>B : 159 <sup>※5</sup>                      | 消 3                 | 154<br>156         | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室循環ファン                    | 3VSF20A, B                    | A/B            | 28.6m            | ダクト下端      | A : 20 <sup>※5</sup><br>B : 19 <sup>※5</sup>                        | 消 7                 | 13<br>12           | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室給気ファン                    | 3VSF21A, B                    | A/B            | 24.8m            | 据付台板上面     | 112   | 消 3                 | 109                | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室給気ファン出口ダンパ               | 3D-VS-603A, B                 | A/B            | 24.8m            | アクチュエータ下端  | 379   | 消 3                 | 376                | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室循環ファン入口ダンパ               | 3D-VS-604A, B                 | A/B            | 28.6m            | アクチュエータ下端  | 23  | 消 7                 | 16                 | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室循環風量調節ダンパ                | 3HCD-2836, 2837               | A/B            | 28.6m            | アクチュエータ下端  | 23  | 消 7                 | 16                 | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室循環風量調節ダンパ流量設定器           | 3HC-2836, 2837                | A/B            | 24.8m            | 電線管接続位置    | 114   | 消 3                 | 111                | 5           | ○           |
|                       | 中央制御室室内空気温度                   | 3TS-2846, 2847                | A/B            | 17.8m            | 収納箱下端      | 129 <sup>※5</sup>   | 消 3                 | 126                | 5           | ○           |
|                       | 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ          | 3VSE3A, B                     | R/B            | 43.6m            | 電気ヒータ下端    | 250   | 消 11                | 239                | 5           | ○           |
|                       | 非管理区域空調機器室電気ヒータ               | 3VSE2A, B, C, D               | A/B            | 24.8m            | 電気ヒータ下端    | A, C : 250<br>B, D : 257  | 消 3                 | 247<br>254         | 5           | ○           |
|                       | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ                | 3VSE1A, B                     | R/B            | 10.3m            | 電気ヒータ下端    | 280   | 消 5                 | 275                | 5           | ○           |
| 原子炉補機冷却水サージタンク室室内空気温度 | 3TS-2970, 2971,<br>2980, 2981 | R/B                           | 43.6m          | 電線管接続位置          | 142        | 消 11  | 131                 | 5                  | ○           |             |

表-1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統          | 溢水防護対象設備                   |  | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失       |   | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|--------------|----------------------------|--|----------------|------------------|------------|---|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|              |                            |  |                |                  | 部 位        | ①高さ※2<br>(cm)                               |                     |                    |             |             |
| 換気空調<br>設備系統 | 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ出口空気温度 | 3TS-2973, 2983   | R/B            | 43.6m            | 温度制御器下端    | 265   | 消 11                | 254                | 5           | ○           |
|              | 非管理区域空調機器室室内空気温度           | 3TS-2930, 2931,<br>2934, 2935, 2950,<br>2951, 2954, 2955 | A/B            | 24.8m            | 電線管接続位置    | 142   | 消 3                 | 139                | 5           | ○           |
|              | 非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度      | 3TS-2933, 2937,<br>2953, 2957                            | A/B            | 24.8m            | 温度制御器下端    | 2933, 2953 :<br>265<br>2937, 2957 :<br>272  | 消 3                 | 262<br>269         | 5           | ○           |
|              | 制御用空気圧縮機室室内空気温度            | 3TS-2910, 2911,<br>2920, 2921                            | R/B            | 10.3m            | 電線管接続位置    | 2910 : 141※5<br>2911, 2920,<br>2921 : 140※5 | 消 5                 | 136<br>135         | 5           | ○           |
|              | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ出口空気温度       | 3TS-2913, 2923   | R/B            | 10.3m            | 温度制御器下端    | 289   | 消 5                 | 284                | 5           | ○           |
| 空調用冷水<br>系統  | 空調用冷水ポンプ                   | 3CHP1A, B, C, D  | R/B            | 2.3m             | モータ外扇ファン下端 | 246   | 消 12                | 234                | 5           | ○           |
|              | 空調用冷凍機                     | 3CHE1A, B, C, D  | R/B            | 2.3m             | 電動弁最下部     | 227   | 消 12                | 215                | 5           | ○           |
|              | 安全補機開閉器室給気ユニット冷水温度制御弁      | 3TCV-2774, 2775  | A/B            | 24.8m            | 配管中心       | 120   | 消 3                 | 117                | 5           | ○           |
|              | 中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁         | 3TCV-2827, 2828  | A/B            | 24.8m            | 配管中心       | 120   | 消 3                 | 117                | 5           | ○           |
|              | 空調用冷水 A (B, C) 母管入口隔離弁     | 3V-CH-012A, B, C   | R/B            | 2.3m             | 配管中心       | A : 255<br>B, C : 253                       | 消 12                | 243<br>241         | 5           | ○           |
|              | 空調用冷水 C 母管出口隔離弁            | 3V-CH-013  | R/B            | 2.3m             | 配管中心       | 265   | 消 12                | 253                | 5           | ○           |

表－1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統        | 溢水防護対象設備         |                | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失         |  | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|------------|------------------|----------------|----------------|------------------|--------------|--|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|            |                  |                |                |                  | 部 位          | ①高さ※2<br>(cm)                          |                     |                    |             |             |
| 非常用<br>電源系 | ディーゼル発電機         | 3DGE2A, B      | DG/B           | 6.2m             | CT 収納盤 CT 下端 | 38                                     | —                   | —                  | —           | —           |
|            | ディーゼル機関          | 3DGE1A, B      | DG/B           | 6.2m             | 空気圧縮機据付位置    | 20                                     | —                   | —                  | —           | —           |
|            | 蓄電池              | 3BATA, B       | A/B            | 10.3m            | 充電器盤と同じ      | 10                                     | 消 5                 | 5                  | 5           | ○           |
| 関連設備       | 充電器盤             | 3CPA, B        | A/B            | 10.3m            | 変圧器下端        | 10                                     | 消 5                 | 5                  | 5           | ○           |
|            | 制御用空気圧縮機盤        | 3IAPA, B       | R/B            | 10.3m            | 盤下端          | 30                                     | 消 5                 | 25                 | 5           | ○           |
|            | 制御用空気圧縮機容量調節盤    | 3IAWPA, B      | R/B            | 10.3m            | 盤下端          | 80                                     | 消 5                 | 75                 | 5           | ○           |
|            | 空調用冷凍機盤          | 3VCPA, B, C, D | R/B            | 2.3m             | 盤下端          | A : 224※5<br>B : 223※5<br>C, D : 224※5 | 消 12                | 212<br>211<br>212  | 5           | ○           |
|            | ディーゼル発電機制御盤      | 3EGBA, B       | R/B            | 10.3m            | 端子台下端        | 7                                      | 消 5                 | 2                  | 5           | ×           |
|            | 補助給水ポンプ出口流量調節弁盤  | 3AFWA, B       | R/B            | 10.3m            | 端子台下端        | 43                                     | 消 6                 | 37                 | 5           | ○           |
|            | タービン動補助給水ポンプ起動盤  | 3TDFA, B       | R/B            | 10.3m            | リレー下端        | 37                                     | 消 6                 | 31                 | 5           | ○           |
|            | 運転コンソール          | 3MCB           | A/B            | 17.8m            | 端子台下端        | 20                                     | 消 3                 | 17                 | 5           | ○           |
|            | 共通要因故障対策 EP 盤操作盤 | 3CMFLP         |                |                  |              |  |                     |                    | 5           | ○           |
|            | 共通要因故障対策操作盤      | 3CMFPA, B      | A/B            | 17.8m            | 端子台下端        | 33                                     | 消 3                 | 30                 | 5           | ○           |
|            | 中央制御室外原子炉停止盤     | 3EPA, B        |                |                  |              |  |                     |                    | 5           | ○           |
|            | 換気空調系集中現場盤       | 3LVPA, B       |                |                  |              |  |                     |                    | 5           | ○           |
|            | 工学的安全施設作動盤       | 3EFA, B        | A/B            | 17.8m            | ラインフィルタ下端    | 4                                      | 消 4                 | 0                  | 5           | ×           |
|            | 1次冷却材ポンプ母線計測盤    | 3RBIA, B, C    | R/B            | 10.3m            | 盤内ユニット下端     | 4                                      | 消 6                 | -2                 | 5           | ×           |

表-1 防護対象設備の機能喪失高さ、溢水水位及び機能喪失に至る可能性の判定

- ※1 A/B：原子炉補助建屋、R/B：原子炉建屋、DG/B：ディーゼル発電機建屋、CWP/B：循環水ポンプ建屋  
 ※2 少数第1位を切り捨てした値  
 ※3 地震（地）、消火水（消）、想定破損（想）による溢水高さのうちの最大値（少数第1位を切り上げた値）  
 ※4 確保すべき裕度（溢水水位が20cm未満の場合は5cm、20cm以上の場合は10cm）  
 ※5 現場での実測値

| 系 統  | 溢水防護対象設備            |                                       | 設置<br>建屋<br>※1 | 設置<br>高さ<br>(TP) | 機能喪失      |               | ②溢水<br>水位※3<br>(cm) | ③<br>(cm)<br>(①-②) | ④※4<br>(cm) | 判定<br>(③>④) |
|------|---------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------|---------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
|      |                     |                                       |                |                  | 部 位       | ①高さ※2<br>(cm) |                     |                    |             |             |
| 関連設備 | 原子炉トリップしゃ断器盤        | 3RTI, II, III, IV                     | R/B            | 17.8m            | しゃ断器下端    | 6             | 消 8                 | -2                 | 5           | ×           |
|      | 原子炉安全保護盤            | 3PI, II, III, IV                      | A/B            | 17.8m            | ラインフィルタ下端 | 4             | 消 4                 | 0                  | 5           | ×           |
|      | 安全系 FDP プロセッサ (保守用) | 3SFMA, B                              | A/B            | 17.8m            | ラインフィルタ下端 | 4             | 消 4                 | 0                  | 5           | ×           |
|      | 安全系 FDP プロセッサ (運転用) | 3SFOA, B                              | A/B            | 17.8m            | ラインフィルタ下端 | 5             | 消 4                 | 1                  | 5           | ×           |
|      | 安全系マルチプレクサ          | 3SMCA, B                              | A/B            | 17.8m            | ラインフィルタ下端 | 4             | 消 4                 | 0                  | 5           | ×           |
|      | 安全系現場制御監視盤          | 3SLCA1, 2, 3,<br>3SLCB1, 2, 3         | A/B            | 17.8m            | ラインフィルタ下端 | 4             | 消 4                 | 0                  | 5           | ×           |
|      | 計装用インバータ            | 3IVA, B, C, D                         | A/B            | 10.3m            | 変圧器下端     | 10            | 消 5                 | 5                  | 5           | ○           |
|      | 計装用交流分電盤            | 3IDPA1, A2, B1, B2,<br>C1, C2, D1, D2 | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 21            | 消 5                 | 16                 | 5           | ○           |
|      | 計装用交流電源切換器盤         | 3ISPA, B, C, D                        | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 34            | 消 5                 | 29                 | 5           | ○           |
|      | 補助建屋直流分電盤           | 3DDPA, B                              | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 22            | 消 5                 | 17                 | 5           | ○           |
|      | ソレノイド分電盤            | 3SDA1, A2, A3, A4,<br>B1, B2, B3, B4  | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 19            | 消 5                 | 14                 | 5           | ○           |
|      | 直流コントロールセンタ         | 3DCA, B                               | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 10            | 消 5                 | 5                  | 5           | ○           |
|      | ディーゼル発電機コントロールセンタ   | 3GCC-A, B                             | R/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 10            | 消 5                 | 5                  | 5           | ○           |
|      | 原子炉コントロールセンタ        | 3RCC-A1, A2, B1, B2                   | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 10            | 消 5                 | 5                  | 5           | ○           |
|      | パワーコントロールセンタ        | 3PCC-A1, A2, B1, B2                   | A/B            | 10.3m            | 端子台下端     | 6             | 消 5                 | 1                  | 5           | ×           |
|      | 6.6kV メタクラ          | 3MC-A, B                              | A/B            | 10.3m            | 母線下端      | 15            | 消 5                 | 10                 | 5           | ○           |

表-2 没水により機能喪失に至る可能性のある防護対象設備に対する対策

| 系 統    | 防護対象設備              | 対策内容  |
|--------|---------------------|---|
| 安全注入系統 | 高圧注入ポンプ             | 機能喪失高さの設定部位である高圧注入ポンプ補助油ポンプ周囲に止水板を設置する。         |
| 関連設備   | ディーゼル発電機制御盤         | 盤へのコーキングによる止水処理を行う。                             |
|        | 工学的安全施設作動盤          | 盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工による止水処理を行う。 |
|        | 1次冷却材ポンプ母線計測盤       | 室内入口扉に止水板を設置する。                                 |
|        | 原子炉トリップしゃ断器盤        | 室内入口扉に止水板を設置する。                                 |
|        | 原子炉安全保護盤            | 盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工による止水処理を行う。 |
|        | 安全系 FDP プロセッサ (保守用) | 盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工による止水処理を行う。 |
|        | 安全系 FDP プロセッサ (運転用) | 盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工による止水処理を行う。 |
|        | 安全系マルチプレクサ          | 盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工による止水処理を行う。 |
|        | 安全系現場制御監視盤          | 盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工による止水処理を行う。 |
|        | パワーコントロールセンタ        | 室内入口扉に止水板を設置する。                                 |

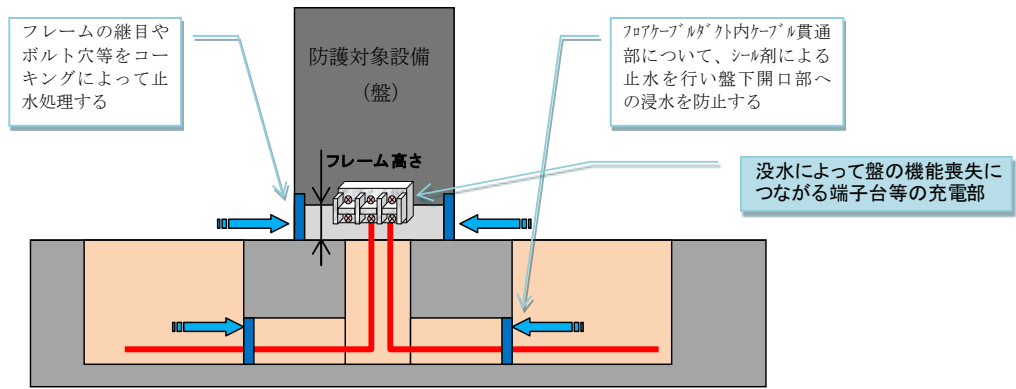


図-1 対策イメージ

(盤へのコーキング及びフロアケーブルダクト内ケーブル貫通部へのシール剤施工)

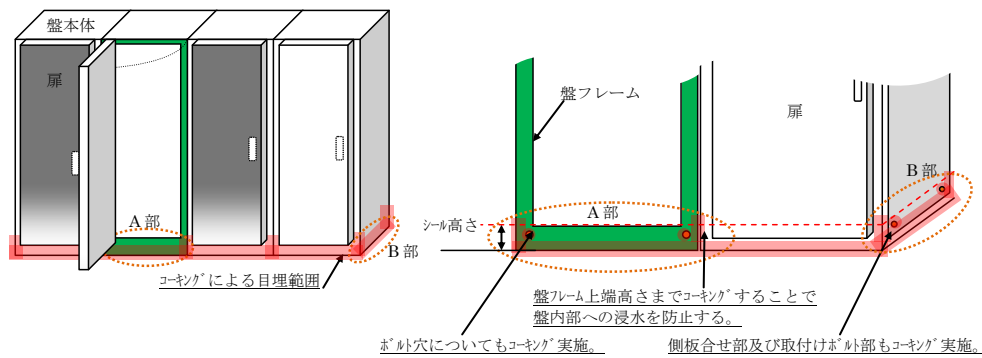


図-2 対策イメージ (盤へのコーキング施工)

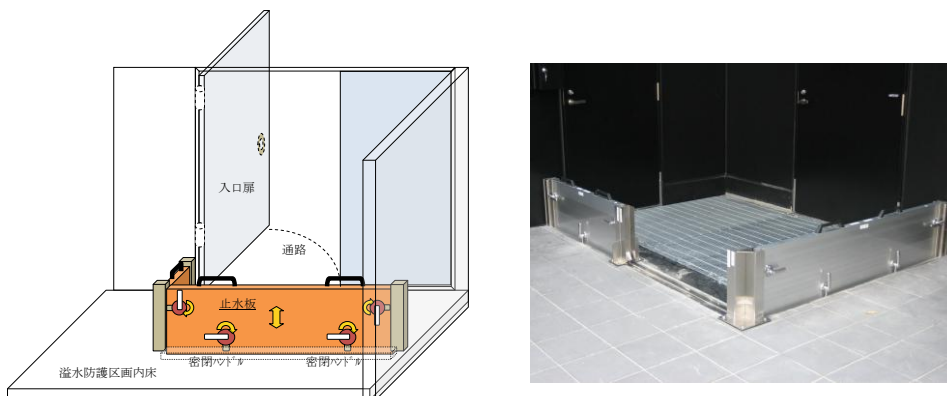
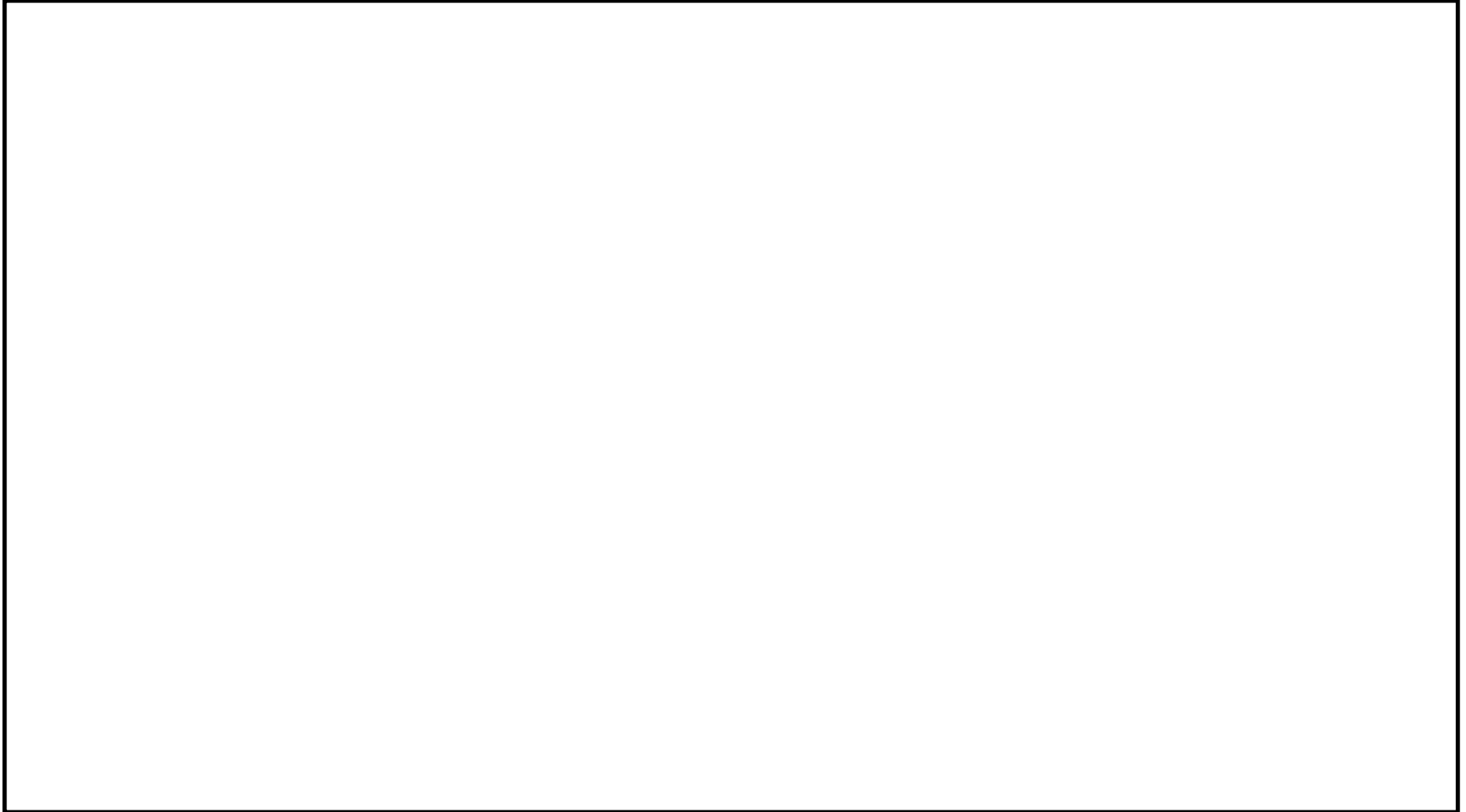


図-3 対策イメージ (入口扉への止水板設置)

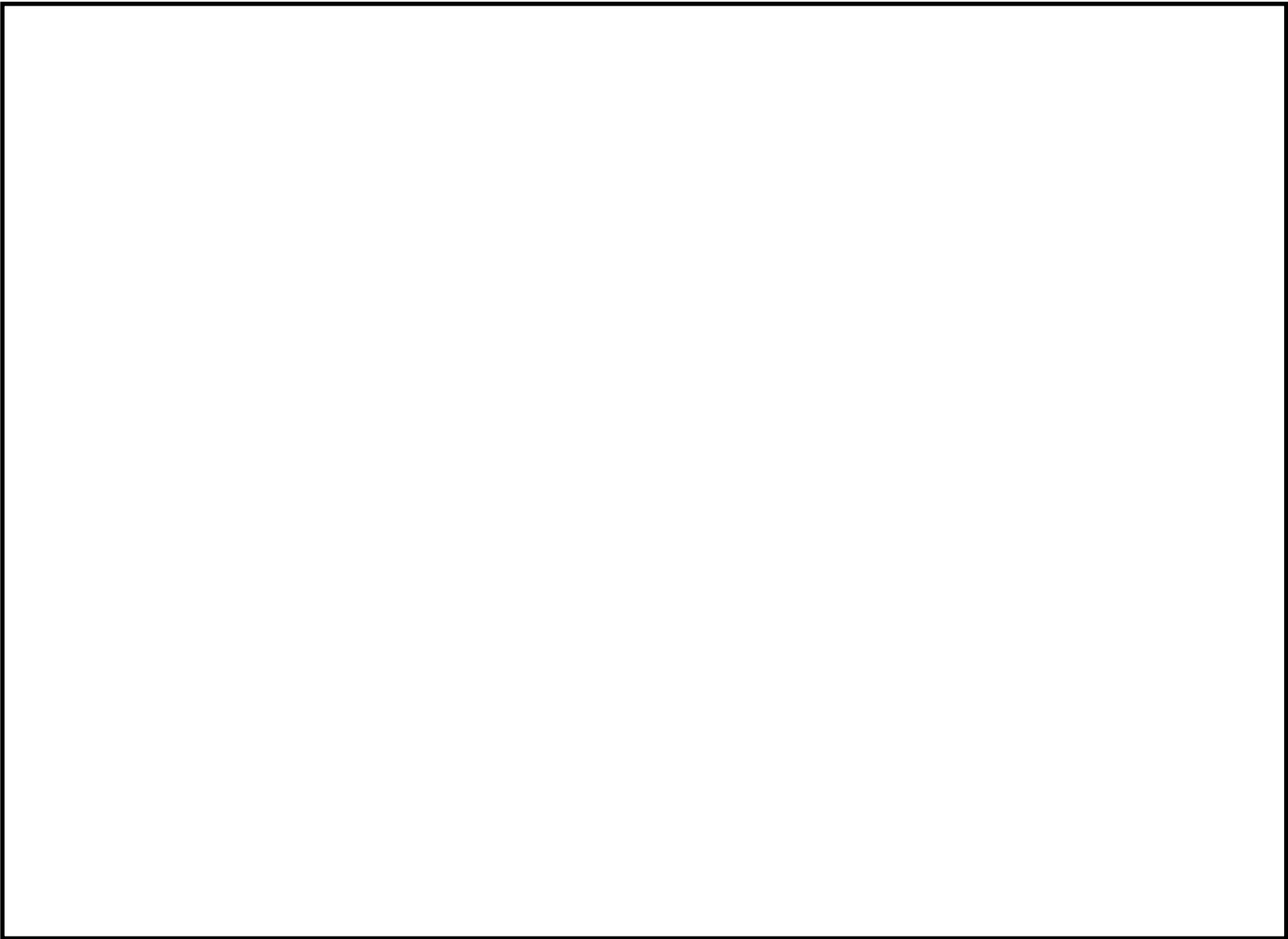


機能喪失高さの確認結果（例）



2-15

図-1 弁類（制御用空気Cヘッド供給弁）



図ー2 ポンプ類 (電動補助給水ポンプ)

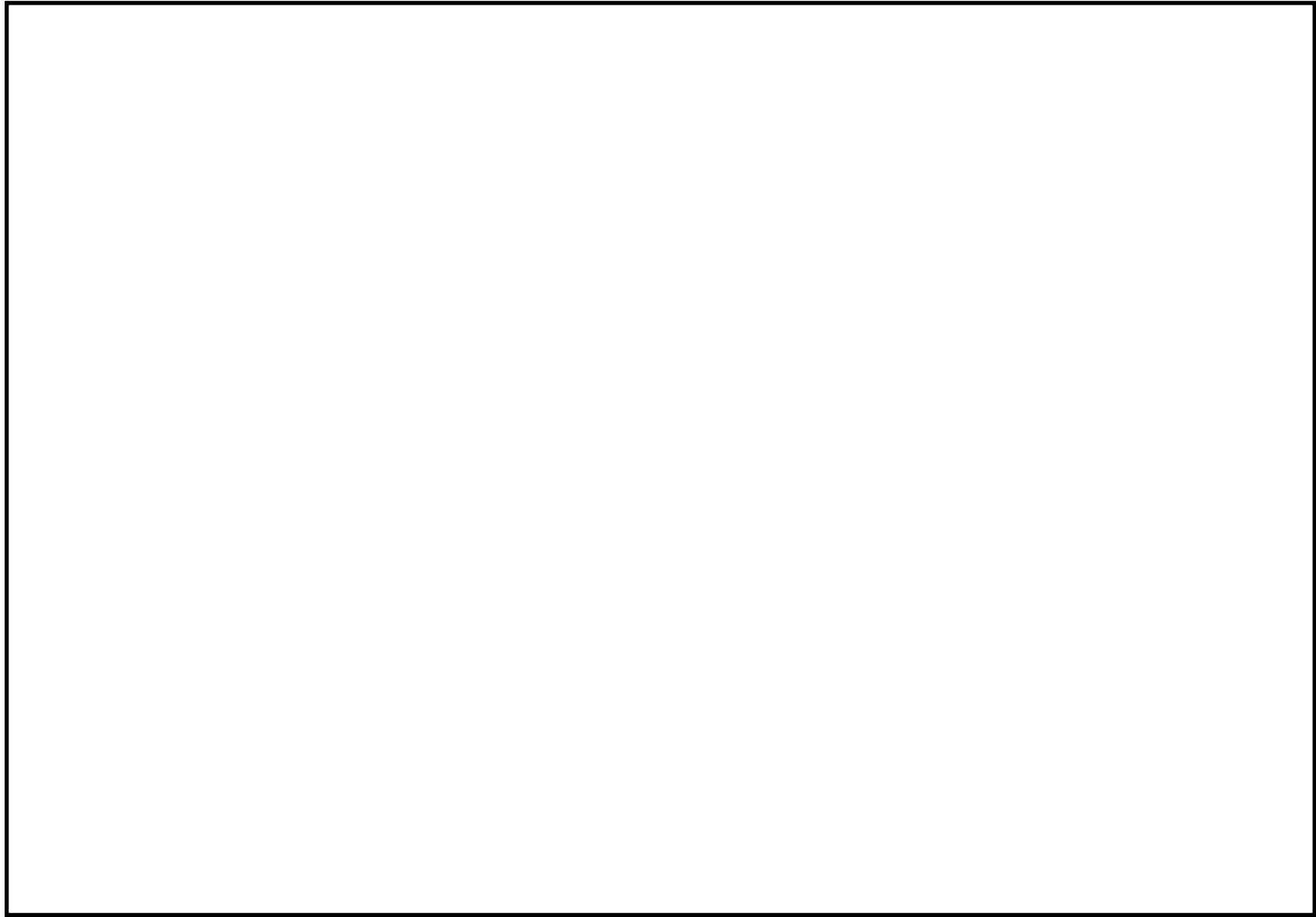
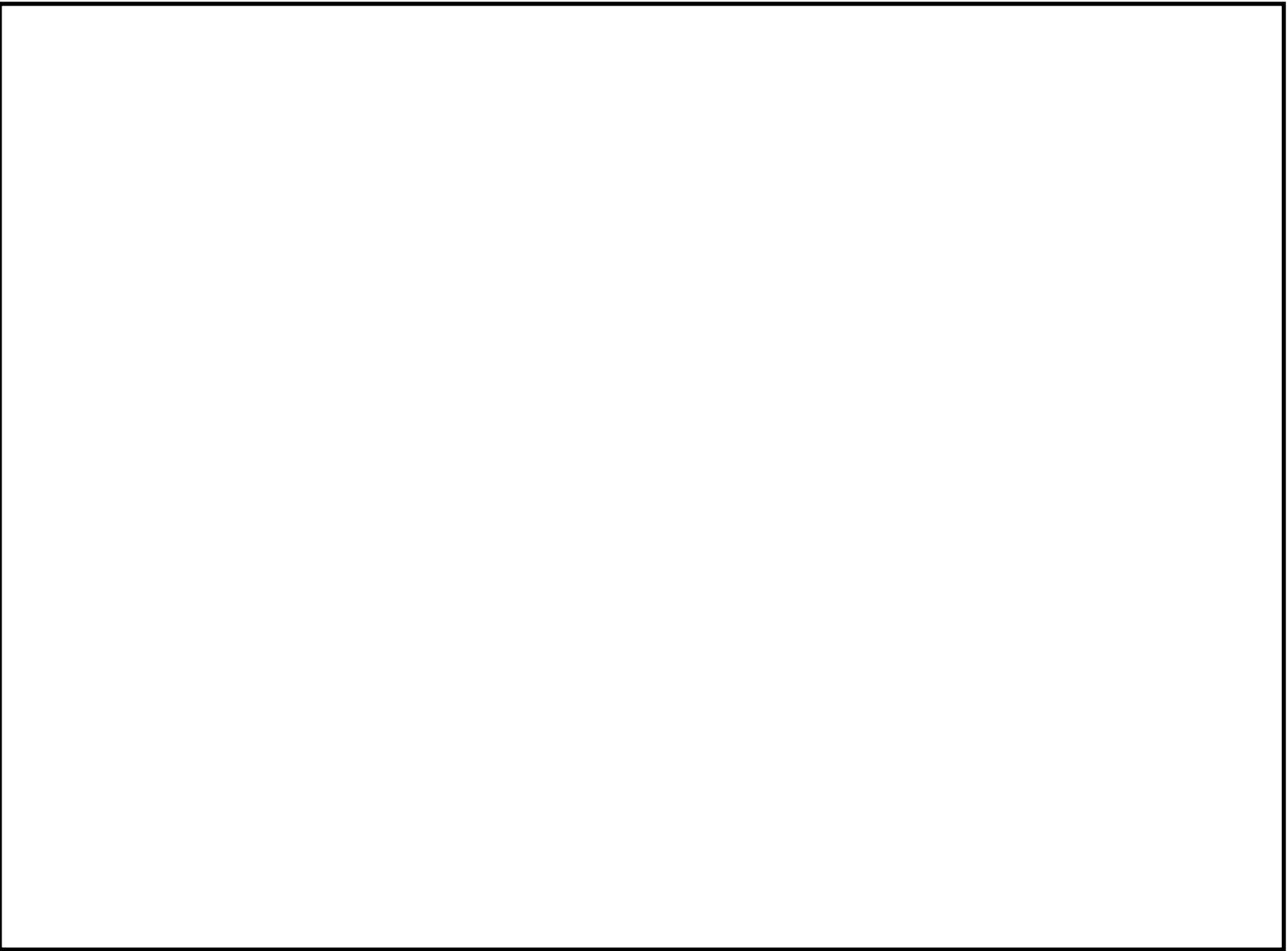


図-3 電気盤類 (パワーコントロールセンタ)



図ー４ 計装類 (原子炉補機冷却水サージタンク水位)

機能喪失高さの現場確認の様子（例）



図-1 弁類（制御用空気Cヘッド供給弁）



図-2 ポンプ類（電動補助給水ポンプ）

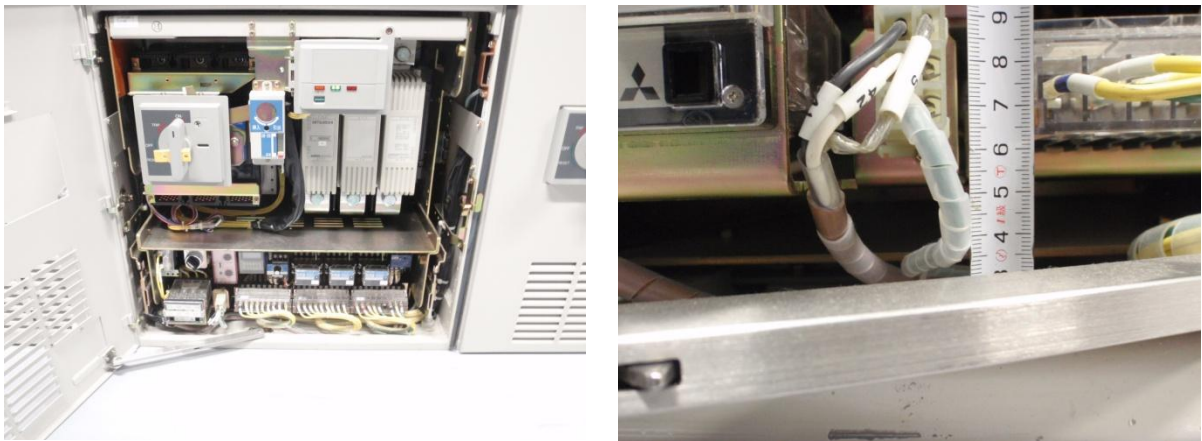


図-3 電気盤類 (パワーコントロールセンタ)



図-4 計装類 (原子炉補機冷却水サージタンク水位)

## 没水評価における過渡的な水位上昇と一時的な水位変化による影響について

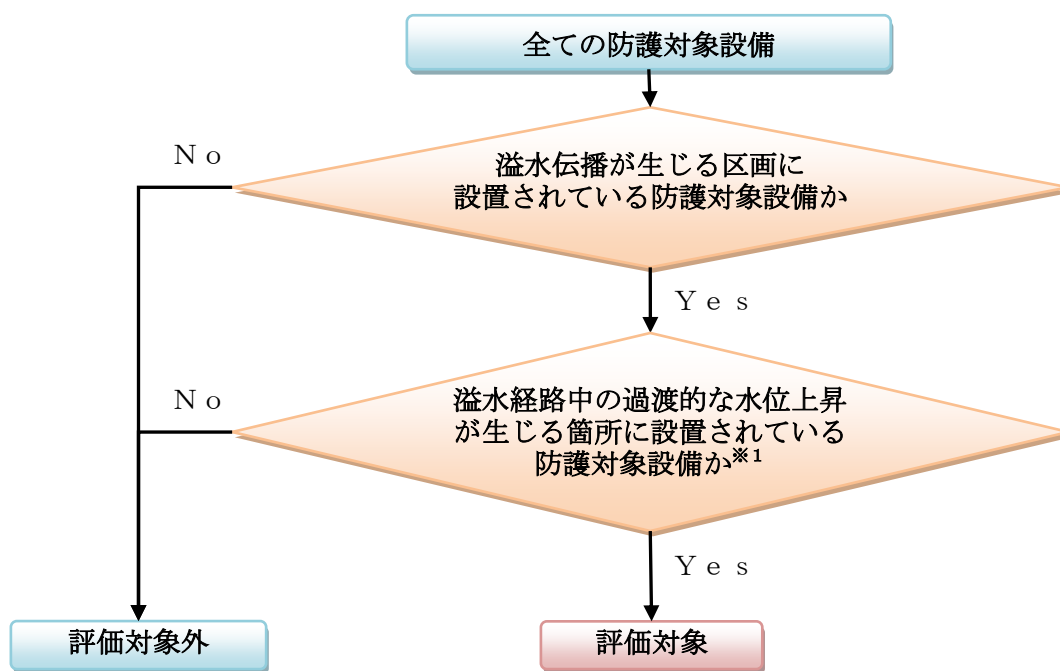
### 1. はじめに

- 溢水影響評価のうち没水評価では、壁・扉・堰等により区切られていない溢水防護区画内においては、局所的な水位が発生することがなく均一に水位が発生するものとして影響を確認している。しかし、狭隘部のある通路などが溢水伝播の妨げとなった場合には、防護対象設備近傍の過渡的な水位上昇の影響を考慮する必要がある。また、没水評価における裕度の小さい箇所では、扉の開閉や歩行に伴う水面の揺らぎが防護対象設備に影響を与える可能性があるため、これらに該当する防護対象設備を抽出して評価を行う。

### 2. 過渡的な水位上昇に対する影響評価

#### (1) 評価対象設備の抽出フロー

- 過渡的な水位上昇を考慮する必要がある防護対象設備を、以下のフローで抽出して没水評価を行う。



評価対象設備の抽出フロー図

- 「過渡的な水位上昇が生じる箇所」は、以下の何れかに該当するものを抽出する。但し、平衡状態での溢水水位が、機能喪失高さの百分の一未満となる防護対象設備は評価対象外としている。

#### イ) 流路が狭くなる箇所

流路幅が狭くなる範囲で溢水源に近い側（上流側）に防護対象設備が設置されている箇所。

ロ) 溢水源と防護対象設備が近接している箇所

溢水源と同一区画で防護対象設備との距離が10m以内である箇所。

但し、上階からの溢水伝播において、上流側で流路狭隘部等により流速が減じられる後の落水は、過渡的な水位上昇は小さいことから除外する。

(2) 評価対象設備の抽出結果

- (1) のフローに従い、評価対象となる防護対象設備を溢水伝播図(添付1)から抽出した結果を記載する。

| 防護対象設備                 | 機能喪失高さ (m) | 通常の没水評価における溢水水位 (m) | 裕度 (m) |
|------------------------|------------|---------------------|--------|
| 3V-CC-351<br>3V-CC-352 | 0.60       | 0.22                | 0.38   |

- 上記3V-CC-351、352(ほう酸回収装置、廃液蒸発装置冷却水戻り側止め弁)の近傍には、溢水源である(1次系薬品タンク)が設置されていること、同エリアには上層階からの溢水の落水経路である機器搬入ハッチがあること、通路幅も変化している箇所の近傍に防護対象設備が設置されていること、防護対象設備設置位置が壁近傍であり、溢水の流出も部分的に妨げられている箇所であることから、溢水経路中の過渡的な水位上昇が生じる箇所に設置されている設備として評価対象に選定したものである。(評価エリア設定及び評価対象設備の配置については添付2参照)

(3) 過渡的な水位上昇を考慮した没水評価結果

- (2) で抽出した防護対象設備について、通常の没水評価では当該防護対象設備が設置されるエリアから周辺通路を介して、溢水が他区画へ伝播したあとの状態で評価を行っている。
- 過渡的な水位上昇を考慮した没水評価では、防護対象設備が設置された通路から他区画への溢水伝播をさせないように、区画を狭めることで、より保守的に評価を行うよう防護対象設備が設置された狭域エリアに全ての溢水が留まるものとして、溢水水位を算出することとした。
- 評価結果は下表のとおりであり、過渡的な水位上昇を考慮し、より保守的な条件で評価した場合においても、溢水水位が機能喪失高さを超えないことを確認した。

| 評価エリア                        | 溢水量 (m <sup>3</sup> ) | 滞留面積 (m <sup>2</sup> ) | 機能喪失高さ (m) | 溢水水位 (m) | 裕度 (m) |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|------------|----------|--------|
| 原子炉補助建屋17.8m<br>エレベーター前通路エリア | 96.9                  | 260.1                  | 0.60       | 0.35     | 0.25   |



### 3. 裕度が小さい防護対象設備の評価

#### (1) 評価対象設備の抽出

- 通常の没水評価において、裕度（溢水水位と機能喪失高さの差）が5 cm未満（溢水水位20 cm未満）又は10 cm未満（溢水水位20 cm以上）となる防護対象設備を抽出し、扉の開閉や歩行に伴う水面の揺らぎによる影響を評価する。

#### (2) 評価対象設備の抽出結果

- 地震時および消火水に対する没水評価結果から、評価対象となる防護対象設備を下表の通り抽出した。

#### イ) 安全系計装盤室

| 防護対象設備                                 | 機能喪失高さ<br>(m)   | 通常の没水評価における溢水水位 (m) | 裕度<br>(m) |
|--|-----------------|---------------------|-----------|
| 安全系現場制御監視盤<br>(3SLCA1, 2, 3, B1, 2, 3) | 0.04            | 0.04                | 0.00      |
| 原子炉安全保護盤<br>(3P-I, II, III, IV)        |                 |                     |           |
| 工学的安全施設作動盤<br>(3EFA, B)                |                 |                     |           |
| 安全系マルチプレクサ<br>(3SMCA, B)               |                 |                     |           |
| 安全系FDPプロセッサ盤<br>(3SFOA, B, SFMA, B)    | 0.05 (3SFOA, B) | 0.04                | 0.01      |
|  | 0.04 (3SFMA, B) |                     | 0.00      |

#### ロ) ディーゼル発電機制御盤室

| 防護対象設備                    | 機能喪失高さ<br>(m) | 通常の没水評価における溢水水位 (m) | 裕度<br>(m) |
|---------------------------|---------------|---------------------|-----------|
| ディーゼル発電機制御盤<br>(3EGBA, B) | 0.07          | 0.05                | 0.02      |

#### ハ) 安全補機開閉機室

| 防護対象設備                              | 機能喪失高さ<br>(m) | 通常の没水評価における溢水水位 (m) | 裕度<br>(m) |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|-----------|
| パワーコントロールセンタ<br>(3PCC-A1, 2, B1, 2) | 0.06          | 0.05                | 0.01      |

#### ニ) 高圧注入ポンプ室

| 防護対象設備                 | 機能喪失高さ<br>(m) | 通常の没水評価における溢水水位 (m) | 裕度<br>(m) |
|------------------------|---------------|---------------------|-----------|
| 高圧注入ポンプ<br>(3SIP1A, B) | 0.33          | 0.29                | 0.04      |

(3) 裕度が小さい防護対象設備の評価結果

イ) 安全系計装盤室内盤

ロ) ディーゼル発電機制御盤室内盤

イ)、ロ) は、対策を実施しなかった場合の機能喪失高さが5 c m程度しかなく、このままでは消火活動に伴い発生する溢水等に対する没水評価により、防護対象設備である盤の裕度が5 c m未満となることは確実である。

防護対象設備が盤の場合には、機能喪失高さが5 c m程度に対し裕度が小さい場合においては溢水水位も数c m程度と非常に低くなるため、溢水が室内に滞留した状態で部屋扉の開閉や歩行に伴う水面の揺らぎが生じた場合でも、盤フレームが隔壁となることで、盤内に設置される機能喪失高さ設定部位まで水面揺らぎが伝播する可能性は極めて小さいと考える。

但し、裕度が5 c m未満の場合においては、盤内部で生じる僅かな水面の揺らぎが設備の機能維持に悪影響を及ぼす可能性を確実に排除するため、溢水伝播経路となる隙間部等に止水対策を施し、全ての盤の裕度を5 c m以上確保することとしている。なお、盤フレーム上端の高さまで止水対策を施した場合には盤内部に溢水水位が生じないため、何らかの原因によって盤内に溢水が浸入しても盤底面が被水する程度であり、直ちに盤内の電氣的露出部が没水するのを防止する効果も期待できる。

以上より、水面揺らぎが原因で一時的に溢水水位が機能喪失高さを超えた場合においても、裕度5 c m以上を確保した止水対策によって、確実に盤の機能喪失を回避することが可能である。

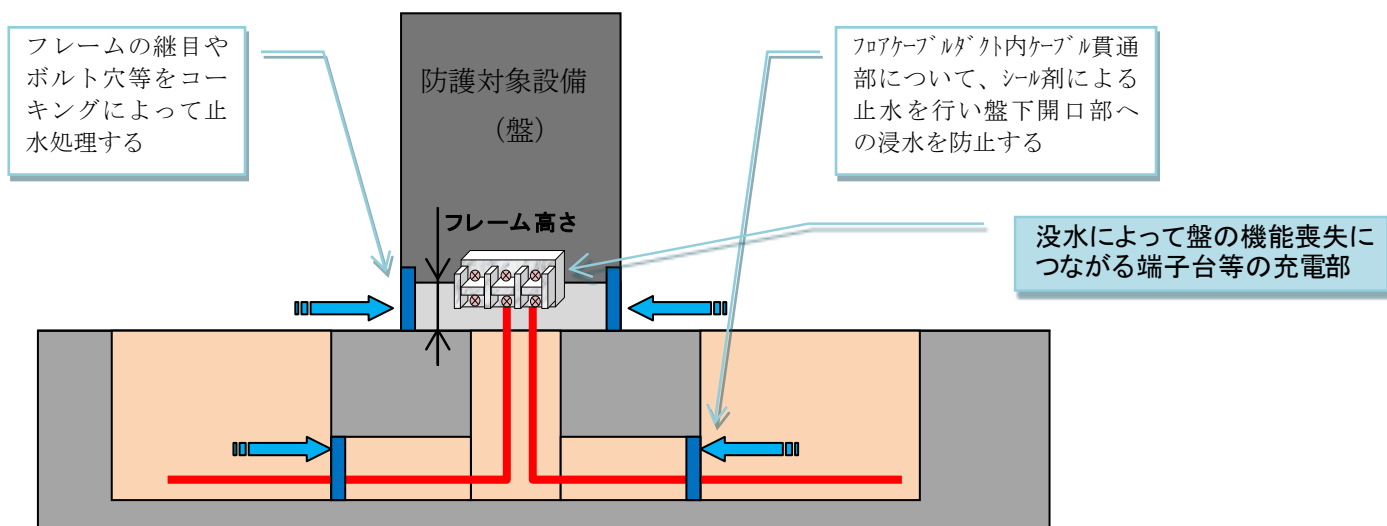


図1. 電気盤等への止水対策イメージ (その1)

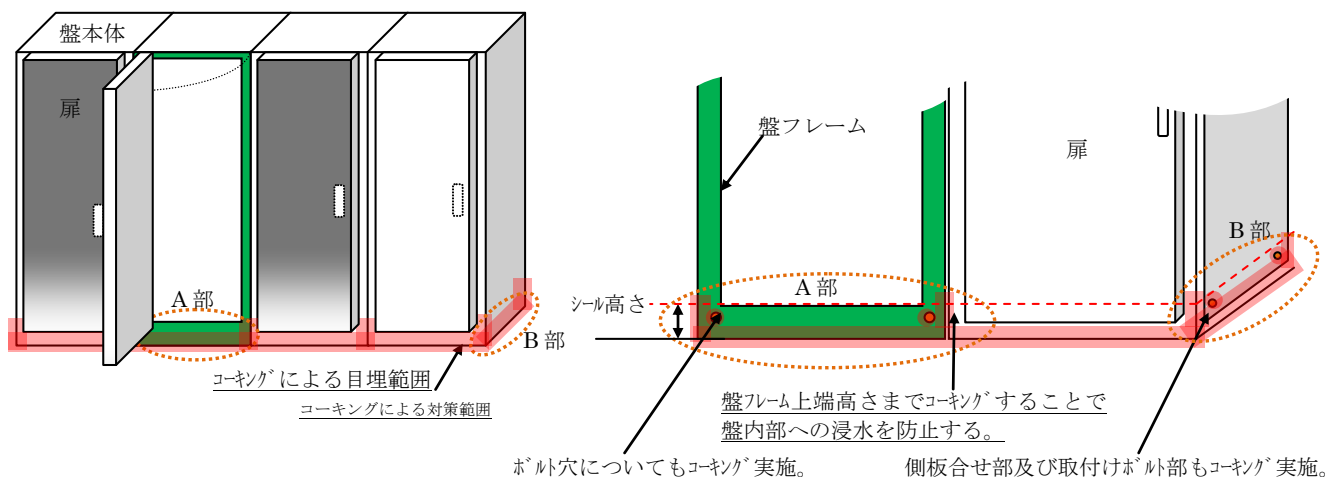


図2. 電気盤等への止水対策イメージ (その2)

#### ハ) 安全補機開閉器室内盤

安全補機開閉器室内の盤についても、機能喪失高さが5 cm程度と低く、消火活動に伴い発生する溢水等に対する裕度が5 cm未満となることは確実であるため、イ)、ロ) で述べたとおり止水対策を施すこととしている。但し、安全補機開閉器室内の盤は、イ)、ロ) の盤と構造が異なることから、盤フレーム側での止水対策が困難であり、当該盤への止水対策としては、室内入口扉に止水板を設置することで同室内への溢水流入防止を図ることとしている。ここで、設置する止水板の高さは床面から24 cmであり、安全補機開閉器室前通路の溢水水位に対して10 cm以上の裕度を確保できるため、水面の揺らぎによる溢水伝播を確実に抑制できる。また、止水板による対策においても、防護されたエリアの床面で溢水を貯留し、予期せぬ溢水水位の変動によって防護対象設備が機能喪失に至ることを防止する効果を期待できる。

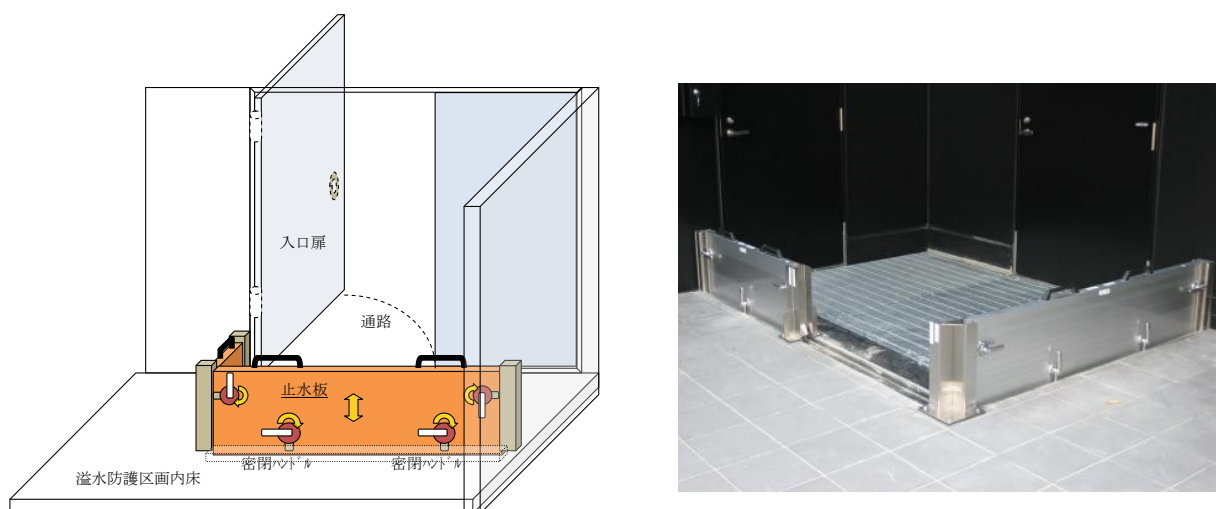


図3. 止水板概要図、イメージ写真

## ニ) 高圧注入ポンプ

高圧注入ポンプは原子炉補助建屋の最下層（T. P - 1. 7 m）に2台設置されており、同フロアには余熱除去ポンプ2台及び格納容器スプレイポンプ2台も設置されている。

高圧注入ポンプ室1室のみに溢水が伝播すると仮定した場合、溢水水位は35 cmとなり、高圧注入ポンプの機能喪失高さ33 cmに対する裕度は確保できないとの評価となった。

次に、高圧注入ポンプ室2室に溢水が伝播すると仮定した場合、溢水水位は29 cmとなり、高圧注入ポンプの機能喪失高さ33 cmに対する裕度は4 cmあるが、確保すべき裕度を満足しないとの評価となった。

さらに、高圧注入ポンプ室2室に余熱除去ポンプ室2室及び格納容器スプレイポンプ室2室を加えたフロア全体に溢水が伝播すると仮定した場合、溢水水位は22 cmとなり、高圧注入ポンプの機能喪失高さ33 cmに対する裕度は11 cmとなり、確保すべき裕度を満足するとの評価となった。

フロア全体に溢水が伝播する場合には確保すべき裕度を満足するとの評価となったが、十分な裕度を確保するべく、高圧注入ポンプの機能喪失部位である補助油ポンプの周囲に止水板を設置し、高圧注入ポンプの機能喪失高さを高くする対策を実施することとした。（添付3、4参照）

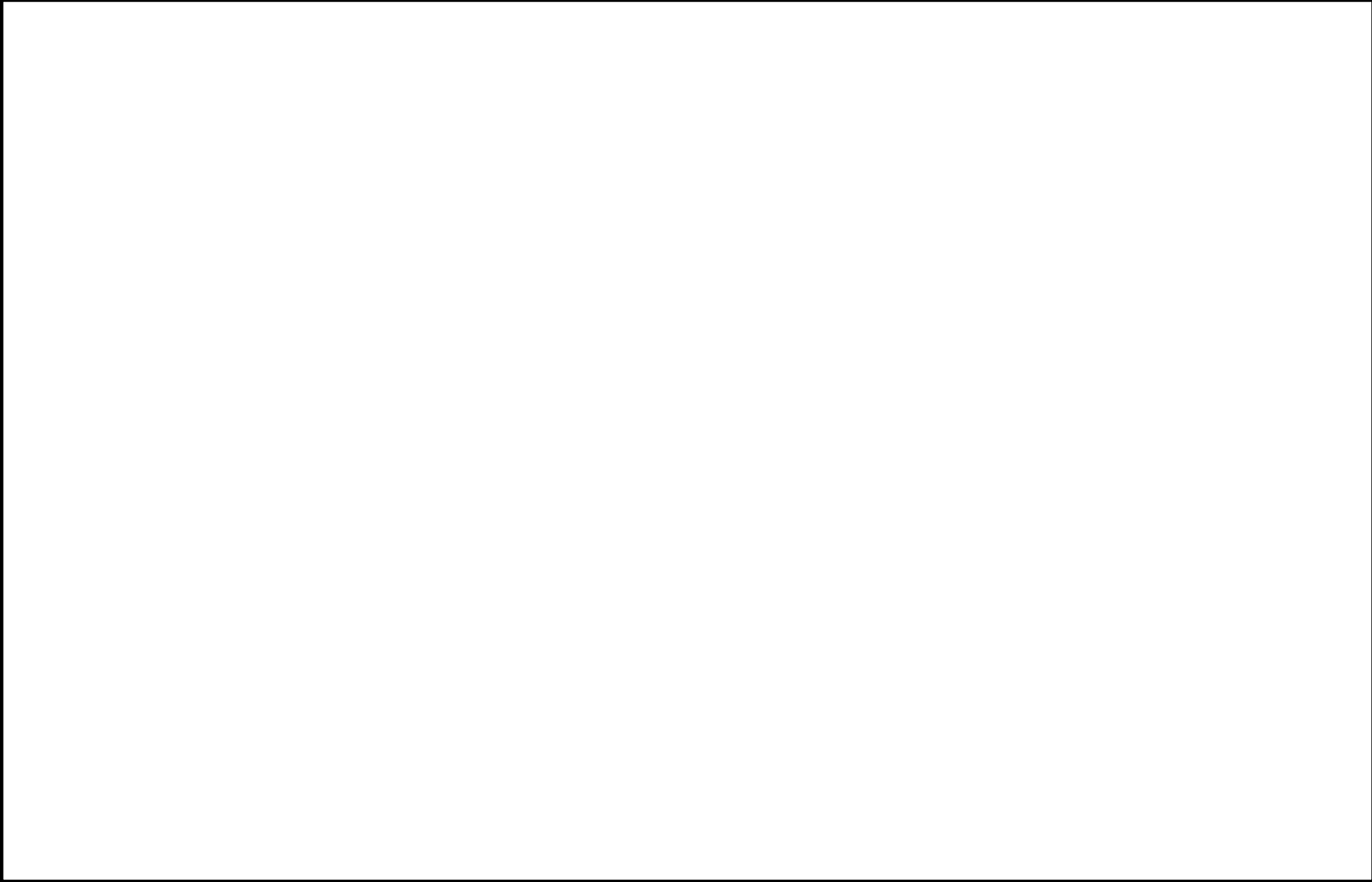
止水板の設置により、高圧注入ポンプ室1室のみに溢水が伝播すると仮定した場合でも10 cm以上の裕度を確保できる。

## (4) 止水対策対象外の防護対象設備について

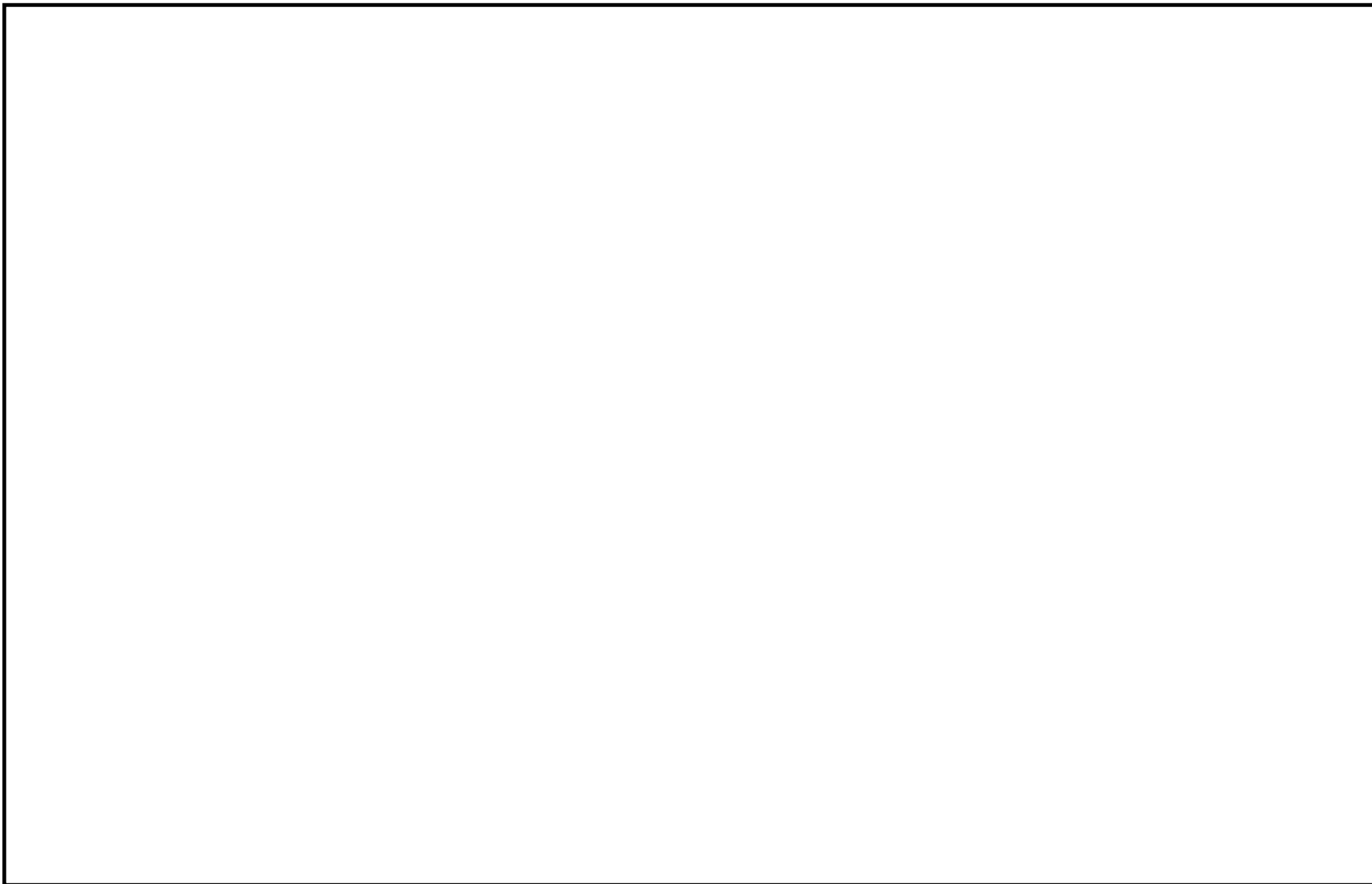
前項の止水対策対象を除いた防護対象設備の没水評価において、裕度が最も小さい設備は以下のとおりであり、没水評価において確保すべき裕度を確保している。

- 溢水水位20 cm未満の溢水防護区画  
ディーゼル発電機コントロールセンタ等：裕度5 cm
- 溢水水位20 cm以上の溢水防護区画  
高圧注入ポンプ第1（2）ミニフロー弁：裕度16 cm

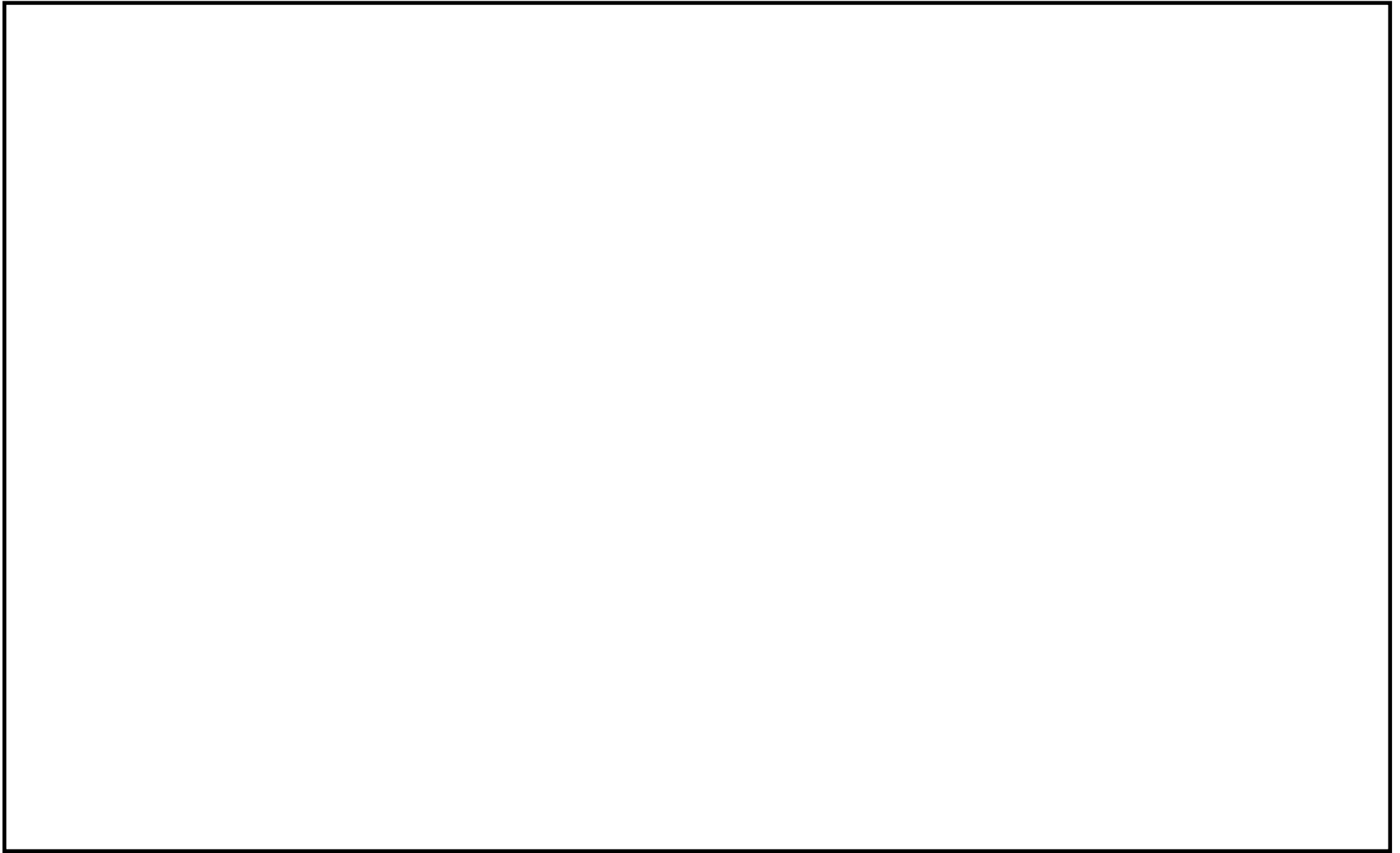
以 上



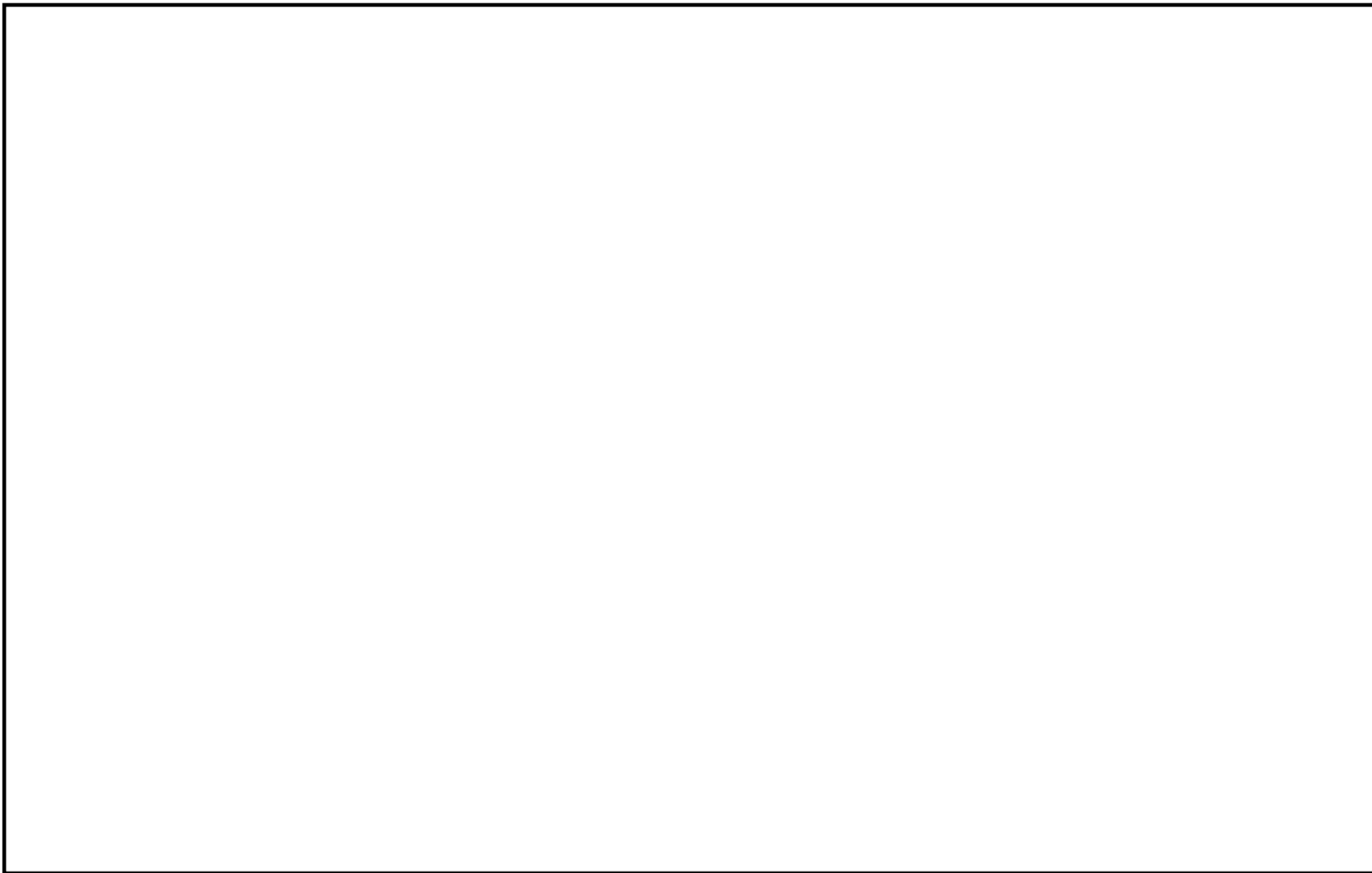
溢水防護区画図 (T.P. +33.1m)



溢水防護区画図 (T. P. +24. 8m)

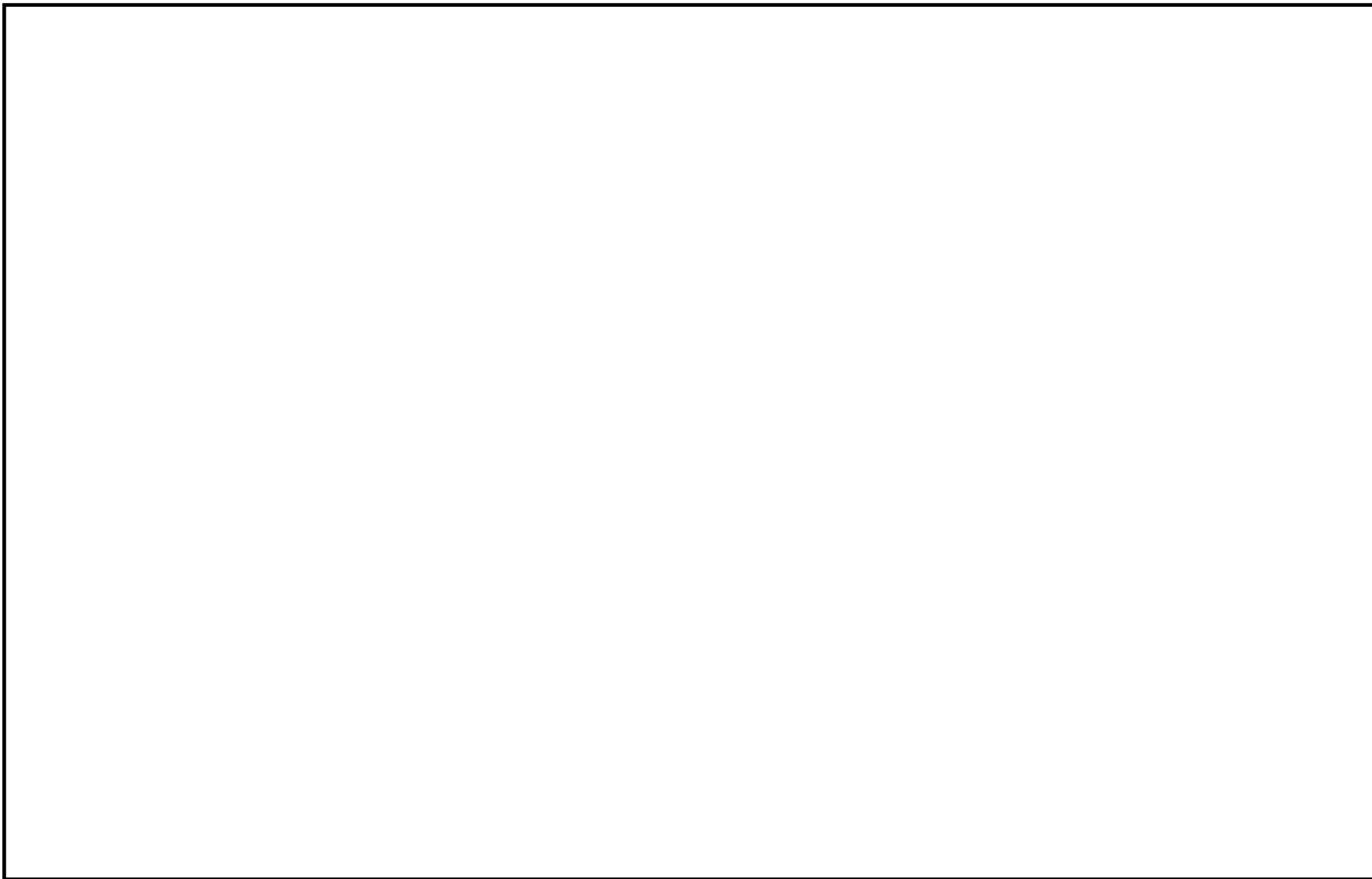


溢水防護区画図 (T. P. +17. 8m)

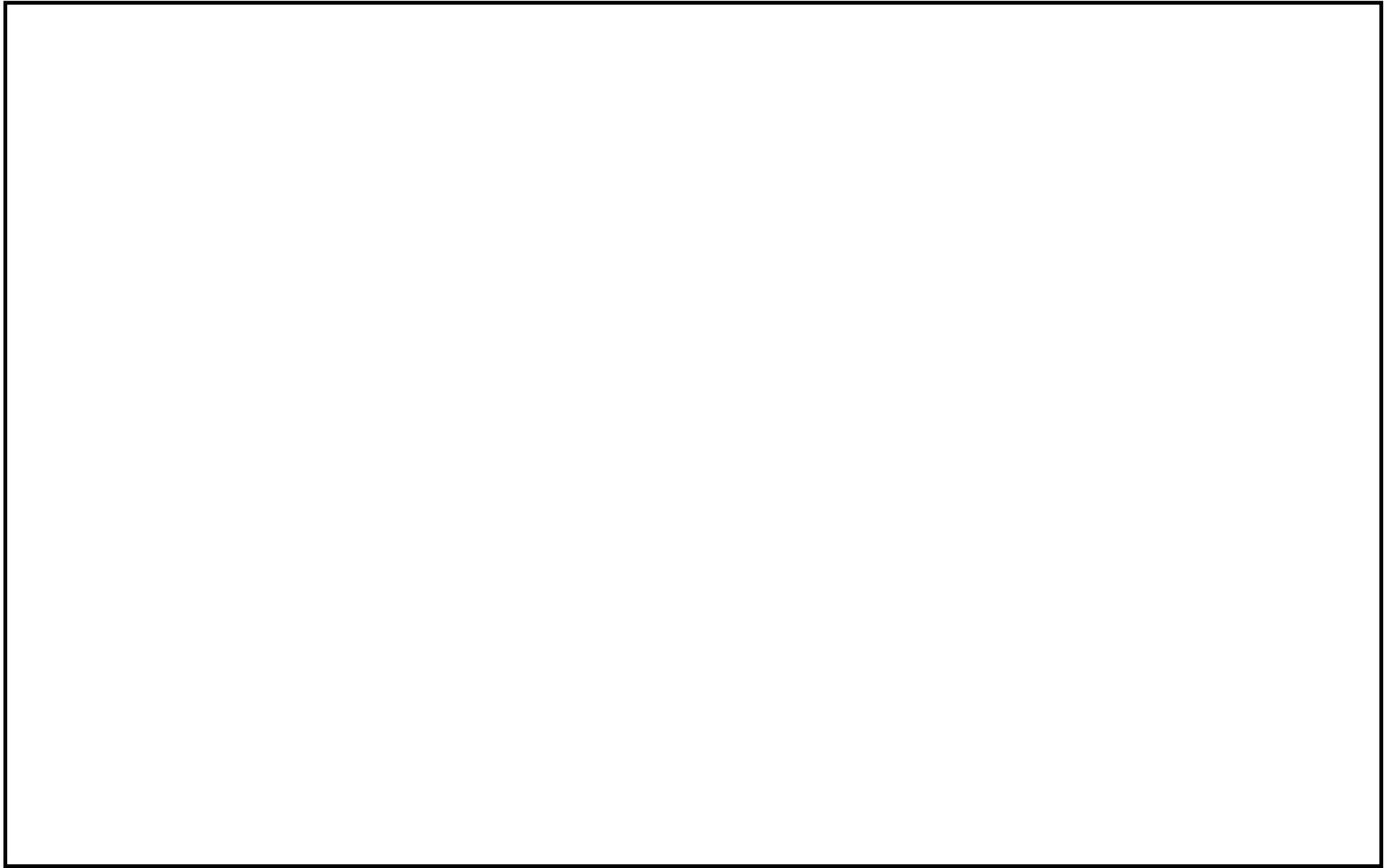


溢水防護区画図 (T.P. +10.3m)

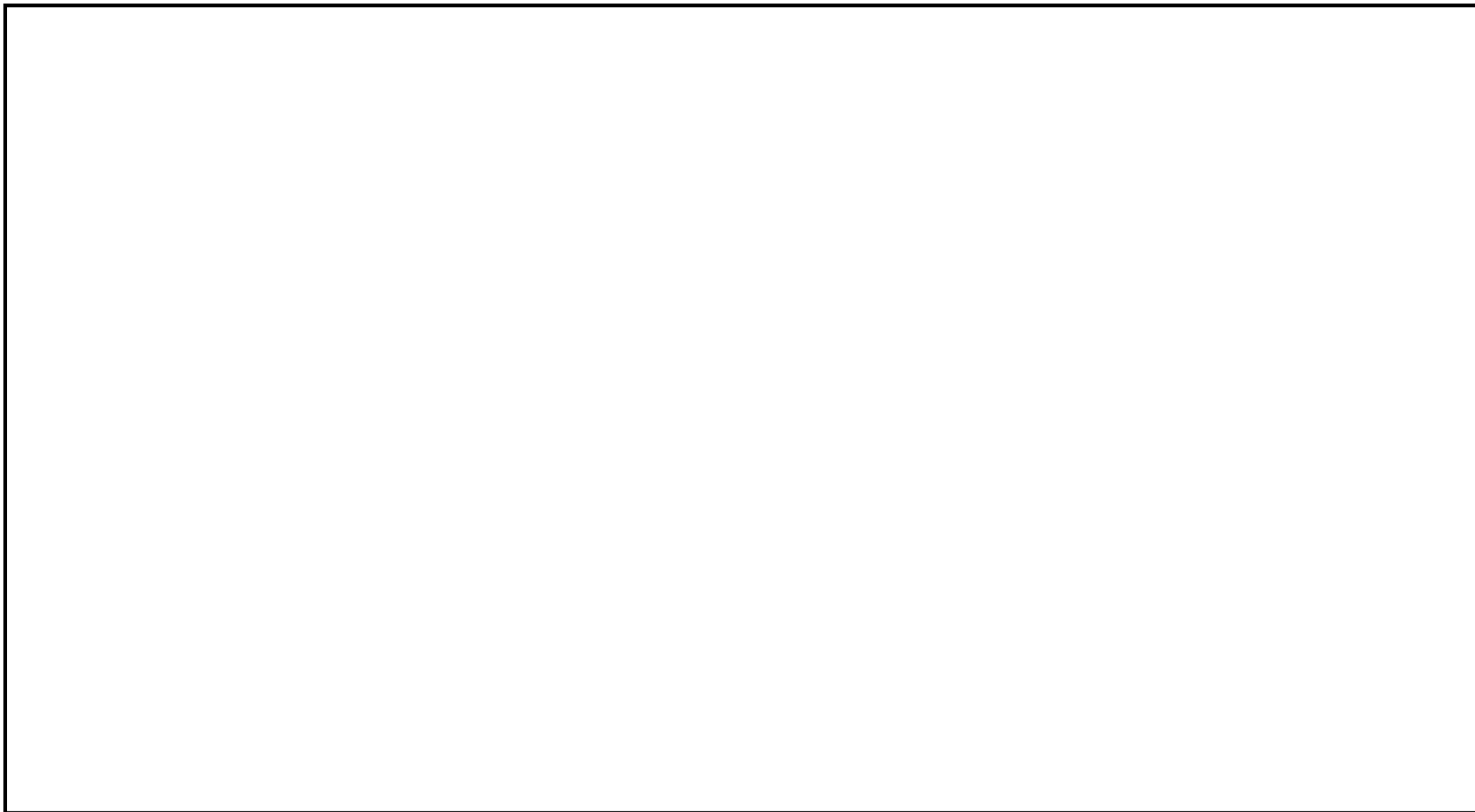




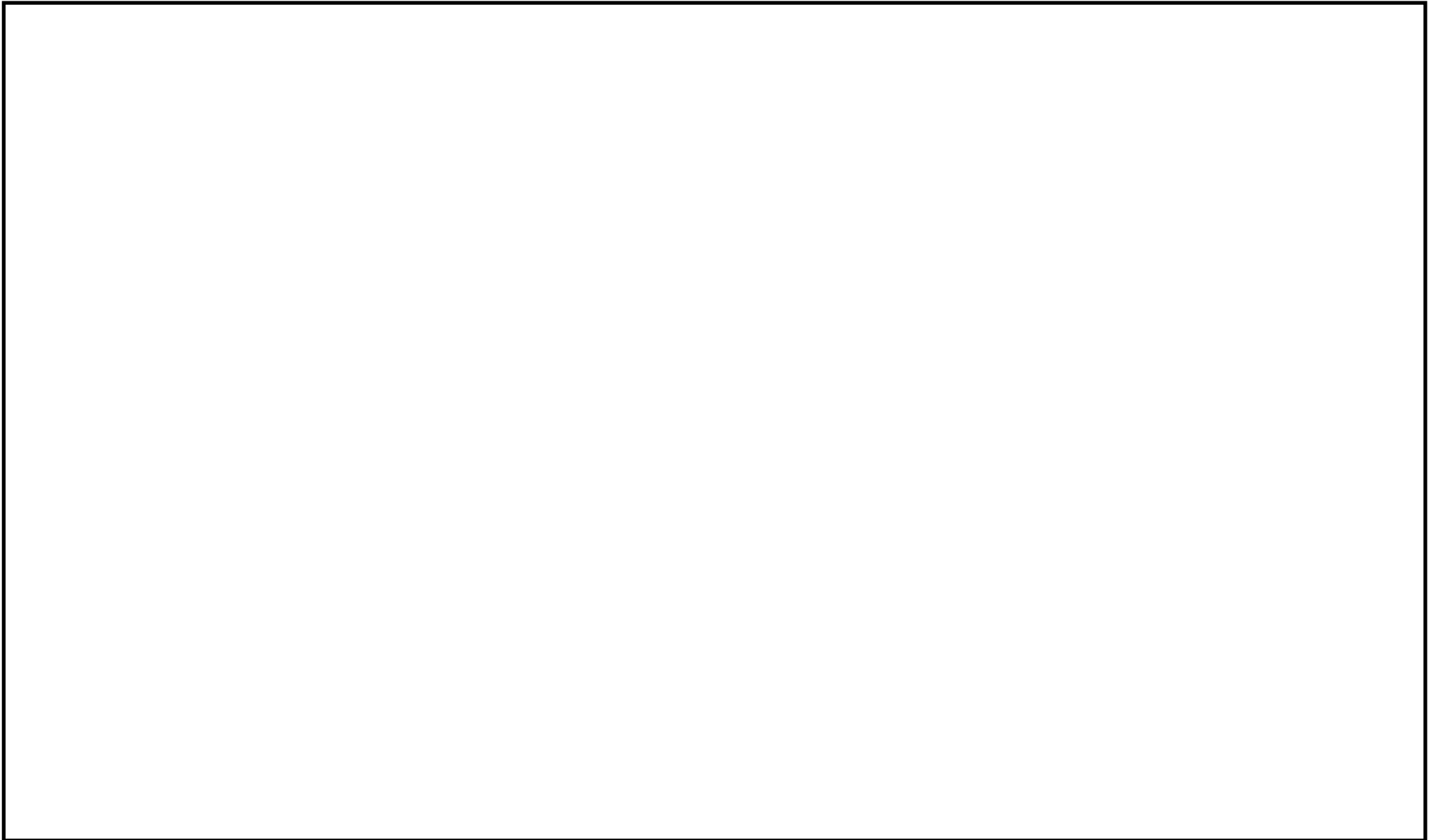
溢水防護区画図 (T. P. +2. 3m(R/B), T. P. +2. 8m(A/B))



溢水防護区画図 (T. P. -1. 7m)



流況を考慮した没水評価エリア設定及び評価対象設備の配置図(3V-CC-351, 352 のケース)



高圧注入ポンプ室のみに溢水が伝播した状態（裕度 4 c m）

フロア全体に溢水が伝播し水位が均一となった状態（裕度 1 1 c m）

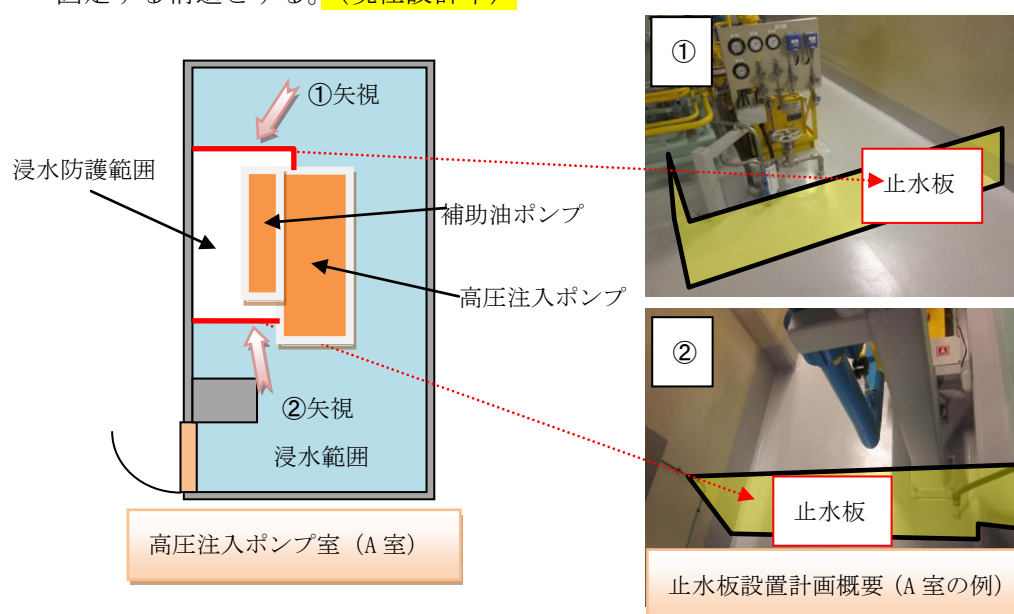
## 高圧注入ポンプに対する浸水防護対策（止水板）について

### 1. はじめに

- 高圧注入ポンプについては、フロア全体に溢水が伝播する場合には確保すべき余裕を満足するとの評価となったが、十分な余裕を確保するべく、高圧注入ポンプの機能喪失部位である補助油ポンプの周囲に止水板を設置することとした。ここでは、浸水防止用の止水板の基本仕様（概要）について記載する。

### 2. 構造

- 止水板は、鋼製フレームと鋼板の組み合わせとし、壁・床に対してアンカーボルト固定する構造とする。**（現在設計中）**



### 3. 耐震性

- 止水板は、設置する建屋レベルの基準地震動（ $S_s$ ）に対する耐震性を有することを確認する。**（現在設計中）**

### 4. 止水機能

- 止水板のシールは、コーキングにより止水機能を確保することとし、構造を剛設計とすることで、コーキング箇所のシール性を確保することとする。**（現在設計中）**

### 5. 運用

- 止水板は常時設置とし、メンテナンスに伴う作業エリア確保時のみ取外す運用とする。
- 上記の運用について、「泊発電所内部溢水対応要領」に規定する。

以 上

### 3. 地震時における溢水による没水影響評価について

#### 1. はじめに

- 原子力発電所の内部溢水評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）では発電所内で発生した溢水に対して、「当該規定に定める内部溢水防護に関連して、原子力発電所（以下、「発電所」という。）に設置される原子炉施設が、内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能が喪失することのないよう、適切な防護措置が施されているか評価するための手順の一例を示すものである。」とされている。
- 本資料では、評価ガイドに基づき、「原子炉建屋」、「原子炉補助建屋」、「ディーゼル発電機建屋」に設置される防護対象設備に対する地震時における没水影響を評価し、同設備の機能維持が図れることを確認している。  
（循環水ポンプ建屋の没水影響評価については、補足説明資料7「循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について」参照）

#### 2. 評価の考え方

評価は以下の考え方に基づいて実施した。なお、各項目の評価ガイドに対する適合性については、4. 項以降に記載する。

##### （1）溢水源の検討

- 流体を内包する耐震B、Cクラス機器（配管、容器）のうち、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して耐震性が確保されていない機器について破損を想定し、溢水源の対象とした。
- 使用済燃料ピット水が基準地震動 $S_s$ による地震力によって生じるスロッシングによってプール外に漏水する溢水についても溢水源の対象とした。

##### （2）溢水量の設定

- 破損を想定する溢水源のうち、配管の場合は、破損形態を「完全全周破断」とし、系統の全保有水が漏えいするものとして溢水量を算定した。  
なお、配管の高さや引き回し等の関係から保有水量の流出範囲が明確に示せる場合は、その範囲の保有水量を放出するものとして溢水量を算出した。
- 破損を想定する溢水源のうち、容器の場合は、容器内保有水は全量流出するものとして溢水量を算出した。但し、水密区画内に設置されている容器は溢水源として考慮しない。
- 使用済燃料ピットのスロッシングにより生じる溢水については、3次元流動解析により溢水量を算出した。

### (3) 溢水防護区画の設定

- 重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備として選定したうえで、同設備が設置されているフロアを基準として、平坦な床面は同一区画として考え、境界は壁や扉の敷居部、堰等流入の障壁となる段差がある箇所で区画境界としている。
- 但し、溢水水位を最も高く評価することを考慮し、敷居のない扉部等の平坦部であっても区画境界として設定している箇所もある。

### (4) 溢水経路の設定

- 原則として、溢水水位が高くなるよう以下の考えで経路を設定した。想定した溢水伝播経路と異なるエリアへ溢水伝播することがないように、床および壁の貫通部のうち、必要な箇所にシール施工している。(3-別紙1参照)
  - 下層階への溢水の落水先を特定したうえで、下層階への落水箇所が複数ある場合で別の溢水防護区画に落水する場合は、それぞれの区画で上層階からの溢水全量を落水させることとした。
  - 溢水防護区画内での漏えい(溢水源が評価区画内にある場合)では、溢水が区画外に流出しないものとして評価を行うこととした。なお、上層階からの落水がある場合は、伝播経路として考慮すべき滞留エリアがないため、これを溢水防護区画内での漏えいと見なして上記と同様に取り扱った。
  - 溢水防護区画外で生じる溢水は、堰や扉の敷居高さを考慮せず、溢水の滞留面積が最小となるように伝播経路を設定し評価を行うこととした。
- 標準評価においては、評価の容易性のため以下の条件にて評価し、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合においては、評価上の余裕を確保しつつ、より実態に即した詳細な評価条件で伝播する溢水量を再設定し、再評価を行うこととした。(以下、「詳細評価」という)

#### <標準評価で用いる評価条件>

- 全ての溢水が下層階に伝播することを想定(水密コンパートメントに貯留される溢水を除き上層階での堰などによる貯留を見込まない)
- 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
- 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。
- 床ドレン配管による溢水の排出には期待せずに溢水水位を算出

(5) 没水評価に用いる水位の算出

- 影響評価に用いる水位：Hの算出は、下式（評価ガイド2. 2. 4 (2) a. 「没水評価に用いる水位の算出方法」を引用）に基づいて算出する。

$$H = Q / A$$

Q：流入量（m<sup>3</sup>）

（2）で想定した溢水量を用いて、（4）の溢水経路の設定に基づき防護対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積（m<sup>2</sup>）

溢水防護区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評価する。

なお、滞留面積は、壁および床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。

(6) 地震に起因する溢水影響評価

- 以下に記載する判定基準で溢水影響評価を実施する。

- 溢水水位<機能喪失高さ(※1)
- 多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと

◇ 評価ガイドの2. 2. 4 (3) a. 「没水による影響評価」では、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2. 2. 2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。」こととしている。

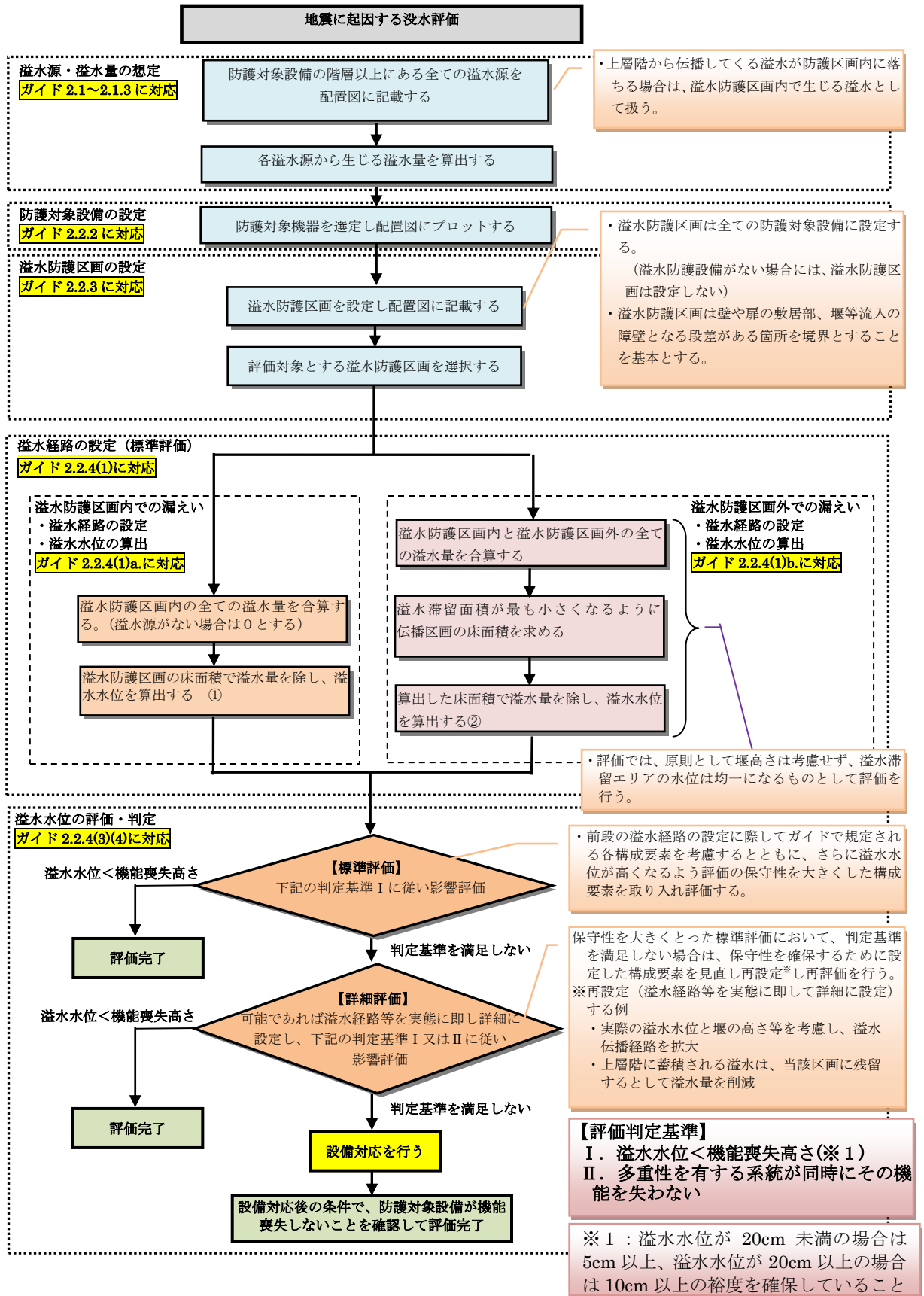
◇ また、2. 2. 1 「安全設備に対する溢水影響評価」では、「溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。」としていることから、上記を判定基準として設定した。

※1：補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」にあるとおり、一時的な水位変動の影響を考慮して、溢水水位が20cm未満の場合は5cm、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保していることをもって機能喪失しないものと判定することとしている。



### 3. 没水影響評価のフローについて

- 没水影響評価のフローを以下に示す。下記フローに従った具体的な評価を次項以降に示す。



#### 4. 溢水源と溢水量の想定

##### (1) 評価対象となる溢水源について

- 没水評価の対象とする溢水源は、流体を内包する耐震B、Cクラス機器（配管、容器）のうち、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して耐震性が確保されていない機器とし、抽出結果を表1に示す。（抽出の詳細説明については、補足説明資料4「耐震B、Cクラス機器の耐震評価について」参照）
- 溢水量算定の基本方針は、評価ガイドの（2. 1. 3（1））に基づき以下のとおりとした。
  - 配管の破損形状は全周破断を想定する。
  - 破断する配管の系統保有水全量が、破断口から漏えいするものとする。但し、基準地震動 $S_s$ に対する耐震性が確認されている逆止弁や常時閉の弁で破断口から隔離される範囲の保有水は流出しないものとする。
  - 破損する容器内保有水の全量流出を想定する。容器内保有水は該当容器の最大容量を想定する。
  - ポンプの運転等により溢水量を算出する系統は、定格運転状態での流出流量にて溢水量を算出することを基本とする。
  - なお、トリチュリの式、ポンプランアウト流量を用いて溢水量を算出する系統については、（補足説明資料6「地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について」で個別に説明を記載する。）
- 使用済燃料ピットのスロッシングにより生じる溢水については、評価ガイドの（2. 1. 3（2））に基づき基準地震動による地震力によって生じるスロッシングを想定することとし、ピット外への溢水量については3次元流動解析により算出した。（算出の詳細説明は、補足説明資料5「使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量評価」参照）
- 算出した溢水量の合計を表2に示す。

表1 溢水源となる可能性のある耐震B,Cクラス機器及び溢水量

| 建屋           | フロア                | 設備                 | カテゴリー | 溢水量(m <sup>3</sup> ) |
|--------------|--------------------|--------------------|-------|----------------------|
| 原子炉建屋        | TP. 43. 6m         | 空調用冷水膨張タンク         | A     | —                    |
|              |                    | 配管                 | A     | —                    |
|              | TP. 33. 1m         | 使用済燃料ピットスロッシング     | B     | 12.6                 |
|              |                    | 飲料水タンク             | A     | —                    |
|              | TP. 28. 7m         | 配管                 | A     | —                    |
|              |                    | 格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器   | E     | —                    |
|              | TP. 24. 8m         | 燃料取替用水加熱器          | A     | —                    |
|              |                    | ブローダウンサンプル冷却器      | E     | —                    |
|              |                    | 配管                 | A     | —                    |
|              | TP. 17. 8m         | 非再生冷却器             | A     | —                    |
|              |                    | サンプル冷却器            | E     | —                    |
|              |                    | ブローダウンタンク          | A     | —                    |
|              |                    | 1次系純水タンク           | C     | —                    |
|              | TP. 10. 3m         | 配管                 | A     | —                    |
|              |                    | ガス圧縮装置             | B     | 0.2                  |
|              |                    | 廃ガス除湿装置            | B     | 0.3                  |
|              |                    | 使用済燃料ピット冷却器        | A     | —                    |
|              |                    | 使用済燃料ピットポンプ        | A     | —                    |
|              |                    | 1次系補給水ポンプ          | A     | —                    |
|              |                    | 配管                 | A     | —                    |
| TP. 2. 3m    | 薬液混合タンク            | B                  | 0.1   |                      |
|              | 空調用冷凍機             | A                  | —     |                      |
|              | 空調用冷水ポンプ           | A                  | —     |                      |
|              | 配管                 | A                  | —     |                      |
| 原子炉補助建屋      | TP. 38. 5m         | 樹脂タンク              | B     | 0.5                  |
|              |                    | 配管                 | A     | —                    |
|              | TP. 33. 5m         | 1次系か性ソーダタンク        | C     | —                    |
|              |                    | 配管                 | A     | —                    |
|              | TP. 27. 8m         | ほう酸補給タンク           | E     | —                    |
|              |                    | 配管                 | A     | —                    |
|              | TP. 24. 8m         | 廃液貯蔵ピットか性ソーダ計量タンク  | B     | 0.3                  |
|              |                    | 廃液蒸発装置             | B     | 18                   |
|              |                    | 洗浄排水蒸発装置           | B     | 7.8                  |
|              |                    | 洗浄排水蒸発装置リン酸ソーダ注入装置 | B     | 0.5                  |
|              |                    | 安全補機閉器室給気ユニット      | A     | —                    |
|              |                    | 中央制御室給気ユニット        | A     | —                    |
|              |                    | 試料採取室給気ユニット        | A     | —                    |
|              |                    | 出入管理室冷却ユニット        | A     | —                    |
|              |                    | 中央制御室加湿器           | A     | —                    |
|              |                    | 計算機室加湿器            | A     | —                    |
|              | TP. 17. 8m         | 配管                 | A     | —                    |
|              |                    | 冷却材混床式脱塩塔          | B     | 44.5                 |
|              |                    | 冷却材陽イオン脱塩塔         | B     |                      |
|              |                    | 冷却材脱塩塔入口フィルタ       | B     |                      |
|              |                    | 冷却材フィルタ            | B     |                      |
|              |                    | 体積制御タンク            | A     |                      |
|              |                    | ほう酸回収装置混床式脱塩塔      | A     | —                    |
|              |                    | ほう酸回収装置陽イオン脱塩塔     | A     | —                    |
|              |                    | ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ     | A     | —                    |
|              |                    | 1次系薬品タンク           | B     | 0.1                  |
|              |                    | 洗浄排水濃縮廃液タンク        | A     | —                    |
|              |                    | 洗浄排水濃縮廃液ポンプ        | A     | —                    |
|              |                    | 濃縮廃液タンク            | C     | —                    |
|              |                    | 濃縮廃液ポンプ            | A     | —                    |
|              |                    | 廃液フィルタ             | A     | —                    |
|              | 廃液蒸留水脱塩塔           | B                  | 18    |                      |
|              | 使用済燃料ピット脱塩塔        | A                  | —     |                      |
| 使用済燃料ピットフィルタ | A                  | —                  |       |                      |
| 配管           | A                  | —                  |       |                      |
| TP. 13. 3m   | 配管                 | A                  | —     |                      |
| TP. 10. 3m   | 封水冷却器              | A                  | —     |                      |
|              | ほう酸回収装置            | B                  | 16.1  |                      |
| TP. 5. 8m    | 重鉛注入装置             | B                  | 0.2   |                      |
|              | 配管                 | A                  | —     |                      |
| TP. 4. 1m    | 酸液ドレンタンクか性ソーダ計量タンク | B                  | 1.1   |                      |
|              | 配管                 | A                  | —     |                      |
| TP. 4. 1m    | 安全補機室冷却ユニット        | A                  | —     |                      |
|              | 配管                 | A                  | —     |                      |

| 建屋              | フロア        | 設備                          | カテゴリー | 溢水量(m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|------------|-----------------------------|-------|----------------------|
| 原子炉補助建屋         | TP. 2. 8m  | 冷却材貯蔵タンク                    | C     | —                    |
|                 |            | 廃液蒸留水タンク                    | A     | —                    |
|                 |            | 廃液蒸留水ポンプ                    | A     | —                    |
|                 |            | 洗浄排水蒸留水タンク                  | A     | —                    |
|                 |            | 洗浄排水蒸留水ポンプ                  | A     | —                    |
|                 |            | 酸液ドレンタンク                    | B     | 1.1                  |
|                 |            | 酸液ドレンポンプ                    | A     | —                    |
|                 |            | 使用済樹脂貯蔵タンク                  | C     | —                    |
|                 |            | ほう酸回収装置給水ポンプ                | A     | —                    |
|                 |            | 廃液給水ポンプ                     | A     | —                    |
|                 |            | 配管                          | A     | —                    |
|                 | TP. -1. 7m | 洗浄排水タンク                     | A     | —                    |
|                 |            | 洗浄排水ポンプ                     | A     | —                    |
|                 |            | 洗浄排水フィルタ                    | A     | —                    |
|                 |            | 補助蒸気復水モニタ冷却器                | A     | —                    |
|                 |            | 配管                          | A     | —                    |
|                 | -          | 乾燥機 (セメント固化装置)              | A     | —                    |
|                 |            | 乾燥機復水器 (セメント固化装置)           | A     | —                    |
|                 |            | 抽気タンク (セメント固化装置)            | A     | —                    |
|                 |            | 濃縮廃液前処理タンクベント冷却器 (セメント固化装置) | A     | —                    |
|                 |            | セメント固化装置 (上記以外の設備)          | B     | 25.2                 |
| 配管 (セメント固化装置関連) | E          | —                           |       |                      |
| 配管              | A          | —                           |       |                      |

- A : 基準地震動 S s による耐震性確認機器  
 B : 溢水源機器  
 C : 水密区画内設置機器  
 D : 原子炉格納容器の機器 (LOCA時の溢水量に包絡される)  
 E : 耐震補強工事により基準地震動 S s による耐震性確認機器

- 流体を内包する耐震B、Cクラス機器 (配管、容器) のうち、基準地震動 S s による地震力に対して耐震性が確保されていない機器から生じる溢水のうち、表1  に記載されるタンクは水密区画内に設置されており、当該区画は同タンクの全保有水量を貯留可能であるため、漏えいの拡大を防止できる溢水源として考慮しない。(3-別紙2参照)

表2 地震に起因する溢水影響評価に用いる溢水量

| 建屋         | ①耐震B、Cクラス機器からの溢水量       | ②使用済燃料ピットスロッシングによる溢水量 |
|------------|-------------------------|-----------------------|
| 原子炉建屋      | 0. 6 m <sup>3</sup>     | 1 2. 6 m <sup>3</sup> |
| 原子炉補助建屋    | 1 1 4. 3 m <sup>3</sup> | —                     |
| ディーゼル発電機建屋 | 0 m <sup>3</sup>        | —                     |
| 合計溢水量      | 1 2 7. 5 m <sup>3</sup> |                       |

## 5. 溢水防護区画の設定

- 溢水防護区画の設定にあたっては、防護対象設備が設置されているフロアを基準として、平坦な床面は同一区画として考え、境界は壁や扉の敷居部、堰等流入の障壁となる段差がある箇所を区画境界とする。
- 溢水防護区画は、評価ガイドの2. 2. 3「溢水防護区画の設定」の要求に従い、溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路に設定する。
- 設定した溢水防護区画は、防護対象設備の配置をプロットした図と合わせて配置図を作成しており、3-別紙6に配置図を記載する。

## 6. 溢水経路の設定

### (1) 破損想定箇所

- 前項4. 表1に記載した配管・容器が損傷した場合に、影響を受ける全ての溢水防護区画に対して没水評価を行う。  
なお、破損想定箇所は、評価ガイドに従い防護対象設備への影響が最も大きくなる位置としている。

### (2) 下層階への伝播

- 没水評価においては、下層階への溢水の落水先を特定したうえで、下層階への落水箇所が複数ある場合で別の溢水防護区画に流入する場合は、それぞれの区画で上層階からの溢水全量を流入させ溢水評価を行っている。

### (3) 溢水防護区画内での漏えい

- 溢水防護区画内での漏えい（溢水源が評価区画内にある場合）は、溢水防護区画内の溢水高さが高くなるよう、区画境界に扉や堰がある場合、溢水を区画外に流出させないように伝播経路を設定し評価を行う。
- 上層階からの流入がある場合は、伝播経路として考慮すべき滞留エリアがないため、これを溢水防護区画内での漏えいに見なして上記と同様に取り扱う。
- 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の設定に当たって、評価ガイドで要求される諸条件の扱いについて以下に記載する。

#### ➤ 【床ドレン】（評価ガイド要求より保守的に評価）

- 評価対象区画に床ドレンが設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他区画への流出は想定しないものとしている。
- また評価ガイドでは、「同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、床ドレン配管における単位時間当たりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。」と記載されており、複数の目皿が同一区画内にある場合は、流出を

想定できることとなるが、泊発電所においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画から目皿による流出は考慮しないこととしている。

- **【床面開口部及び床貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置される場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他区画への流出は、考慮しないものとしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また評価ガイドでは、「明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合に限り評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の床面開口部や床貫通部からの流出は考慮しないこととしている。
  
- **【壁貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され隣との区画の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しないものとしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また評価ガイドでは、「明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合に限り評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の壁貫通部からの流出は考慮しないこととしている。
  
- **【扉】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しないものとしている。
  
- **【排水設備】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないこととしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また、評価ガイドでは「明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮できる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の排水設備による排水は考慮しないこととしている。

#### （4）溢水防護区画外からの漏えい

- 溢水防護区画外で生じる溢水は、堰や扉の敷居高さを考慮せず、評価対象となる溢水防護区画へ流入させるように伝播経路を設定し評価を行うことを基本とする。

- 但し、建設当初から区画内の配管損傷を想定して設定されている主蒸気管室等の耐圧区画については、当該区画外への溢水伝播は考慮しない。
- なお、溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の設定に当って、評価ガイドで要求される諸条件の扱いについて以下に記載する。

➤ 【床ドレン】（評価ガイド要求より保守的に評価）

- 評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であって、他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって発生する流入量を考慮している。
- また評価ガイドでは、「評価対象区画内に設置されている床ドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合は、その効果を考慮することができる」としているが、泊発電所においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際しては逆流防止弁での流入防止は考慮しないこととしている。

➤ 【天井面開口部及び床貫通部】（評価ガイド要求どおりの評価）

- 天井面開口部及び床貫通部については、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとしている。
- また評価ガイドでは、「天井面開口が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画内への流入は考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては評価対象区画上部の貫通部に対してシール対策施されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。
- （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
「なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留すると評価できる場合は、その残留水の流出は考慮しなくてもよい」との記載があり、泊発電所においては水密コンパートメント内に残留する溢水については上記記載を適用し流出は考慮しないこととしているが、その他の溢水経路においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際して他区画に残留すると評価できる場合においても、その効果は考慮しないこととしている。

➤ 【壁貫通部】（評価ガイド要求どおりの評価）

- 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮している。
- また、評価ガイドでは、「評価対象区画の壁貫通部に密封処理等の流出防止

対策が施されている場合は、評価対象区画内への流入は考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては評価対象区画の壁貫通部に対してシール対策施されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。

➤ 【扉】（評価ガイド要求どおりの評価）

- 評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮している。
- また、評価ガイドでは、「当該扉が水密扉である場合は、発生する水圧に対し水密性が確保でき、その水圧に耐えられる強度を有している場合は、流入を考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては、水圧に対して強度を有する水密扉が設置されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。

➤ 【排水設備】（評価ガイド要求どおりの評価）

- 排水設備については、評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないこととしている。
- また、評価ガイドでは「明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮できる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の排水設備による排水は考慮しないこととしている。

## 7. 没水評価に用いる水位の算出

- 影響評価に用いる水位：Hの算出は、下式（評価ガイド2. 2. 4（2）a. 「没水評価に用いる水位の算出方法」を引用）に基づいて算出する。

$$H=Q/A$$

Q：流入量（ $m^3$ ）

4.（3）で想定した溢水量を用いて、6.の溢水経路の設定に基づき防護対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積（ $m^2$ ）

溢水防護区画内と溢水経路に存在する区画（伝播区画）の総面積を滞留面積として評価する。

なお、滞留面積は、壁および床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。



## 8. 地震に起因する没水影響評価方法

### (1) 標準評価

- 6項で記載の通り、標準評価における溢水経路の設定においては、溢水防護区画の水位が最も高くなるように各構成要素の溢水に対して評価ガイドの規定どおり、または評価ガイドよりも保守的な設定としており、評価ガイドに適合するものである。
- また、評価ガイドで規定される事項の他に、以下の構成要素を溢水経路の設定に取り入れることで、防護対象設備が設置される溢水防護区画の水位をより高くし、保守性をより大きくしている。
  - 全ての溢水が下層階に伝播することを想定（水密コンパートメントに貯留される溢水を除き上層階での堰などによる貯留を見込まない）
  - 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
  - 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。
- 上記評価ガイドで規定される事項の他に、標準評価の保守性をより大きくするための設定構成要素の追加はガイドの規定よりさらに保守的に設定するものであり、評価ガイドに適合するものである。

### (2) 詳細評価

- 標準評価による没水評価の結果、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合においては、標準評価で設定した溢水経路の条件のうち、保守的に設定した条件を見直ししたうえで、詳細評価を行う。
  - 標準評価にて評価ガイド要求に対して保守的に設定している条件
    - 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の設定条件
      - ◇ 溢水防護区画から目皿による流出は考慮しないこととしていること。
      - ◇ 溢水防護区画から床面開口等による流出は考慮しないこととしていること。
    - 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の設定条件
      - ◇ 溢水が他区画に残留すると評価できる場合においてもその効果は考慮しないこととしていること。
  - 評価ガイドで規定される事項以外に、保守的に設定している条件
    - ◇ 全ての溢水が下層階に伝播することを想定（水密コンパートメントに貯留される溢水を除き、上層階での堰などによる貯留を見込まない）
    - ◇ 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。

◇ 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。

- 詳細評価においては、評価ガイドで規定される経路の設定に関わる条件を見直すものではなく、あくまでもガイドの要求よりも保守的に設定した条件についての見直しを行うものであり、評価手法として保守性は確保されていることから、評価ガイドに適合するものである。

## 9. 地震に起因する没水影響評価結果

- 以下に記載する判定基準で溢水影響評価を実施する。

- 溢水水位<機能喪失高さ(※1)
- 多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと

◇ 評価ガイドの2.2.4(3)a.「没水による影響評価」では、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2.2.2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。」こととしている。

◇ また、2.2.1「安全設備に対する溢水影響評価」では、「溢水に対する原子炉施設の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと(多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと)を確認する。」としていることから、上記を判定基準として設定した。

※1：補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」にあるとおり、一時的な水位変動の影響を考慮して、溢水水位が20cm未満の場合は5cm、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保していることをもって機能喪失しないものと判定することとしている。

- 地震に起因する溢水に対し、原子炉建屋、原子炉補助建屋及びディーゼル発電機設置建屋の防護対象設備に対する没水評価を実施した結果、以下に記載する機器が標準評価において没水する結果となった。
- 但し詳細評価における溢水経路の設定見直し等により、何れのケースも判定基準である「多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと」を確認している。
  - 高圧注入ポンプに対する評価結果  
原子炉補助建屋の「高圧注入ポンプ」は標準評価において没水する結果となっ

たが、全溢水が一部の高圧注入ポンプ室に滞留する評価条件であるため、残りの1系統が同時に機能喪失することがないことを詳細評価にて確認している。

詳細評価として、標準評価で設定した溢水経路の構成要素のうち評価ガイドの要求事項より保守的に設定した構成要素である（溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出することで溢水高さをより高くなるように配慮）している箇所の見直しを行い、高圧注入ポンプ2室に全溢水量を伝播させた場合及び同フロアにある安全補機室全6部屋へ伝播させた場合の2ケースの詳細評価を行った結果、溢水水位が機能喪失高さに到達しないことを確認している。（3-別紙3参照）

しかしながら、高圧注入ポンプ室2室に溢水が伝播する場合、高圧注入ポンプの機能喪失高さ33cmに対して溢水水位は29cmであり、補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」において確保すべき裕度として設定した10cm以上の裕度を確保していない。

フロア全体に溢水が伝播する場合には確保すべき裕度を満足するとの評価となったが、十分な裕度を確保するべく、高圧注入ポンプの機能喪失部位である補助油ポンプの周囲に止水板を設置することとした。

当該止水板の設置により、高圧注入ポンプ室1室のみに溢水が伝播すると仮定した場合でも10cm以上の裕度を確保できる。（3-別紙4参照）

▶ 電動弁（3V-RH-051A, B及び055A, B）に対する評価結果

原子炉補助建屋の「3V-RH-051A, B（余熱除去ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁）、3V-RH-055A, B（余熱除去ポンプ再循環サンプ燃料取替用水ピット側入口弁）」は、標準評価において水没する結果となったことから、以下の詳細評価を実施した。

詳細評価として、標準評価で設定した溢水経路の構成要素のうち評価ガイドの要求事項より保守的に設定した構成要素である（全ての溢水が下層階に伝播することを想定（水密コンパートメントに貯留される溢水を除き、上層階での堰などによる貯留を見込まない）としている箇所の見直しを行い、確実に溢水防護区画に流入しない量として、上層階の床勾配がないことを考慮した溢水貯水量を計算し、同貯水量を差引いた後の全溢水量が一つの溢水防護区画に流入することで評価した場合に、A、Bトレンそれぞれの部屋の溢水水位が機能喪失高さに到達せず、滞留する溢水水位に対して機能喪失高さの裕度も10cm以上確保できることを確認している。（3-別紙3参照）

- 上記で記載した高圧注入ポンプ及び電動弁（3V-RH-051A, B及び055A, B）以外の防護対象設備については、標準評価によって地震に起因する溢水によって機能喪失に至らないことを確認した。

- 防護対象区画ごとの没水評価結果を 3-別紙 5 に示す。

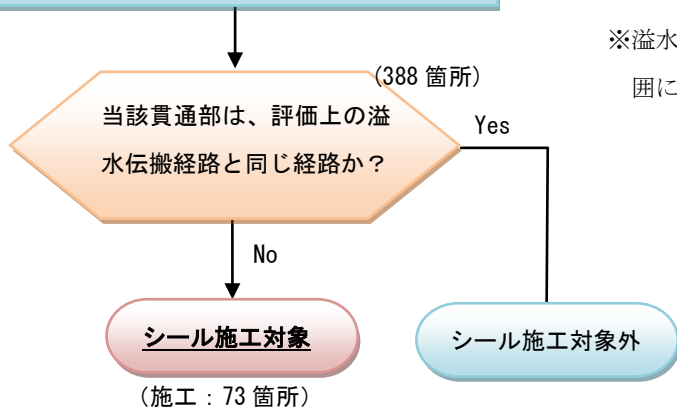
以 上

壁・床貫通部及び電線管へのシール対策

- 溢水伝播経路にある壁・床の貫通部および電線管のうち、溢水評価上の水位以下となる箇所について、以下の考え方に基づきシール対策を実施している。

<①壁・床の貫通部>

<シール施工の考え方>  
 ○溢水が滞留するエリアの全ての壁・床貫通部の現場確認を行い、溢水高さ以下となる貫通部を抽出する\*。  
 ○続いて、以下のフローに基づきシール施工の可否を判断する。



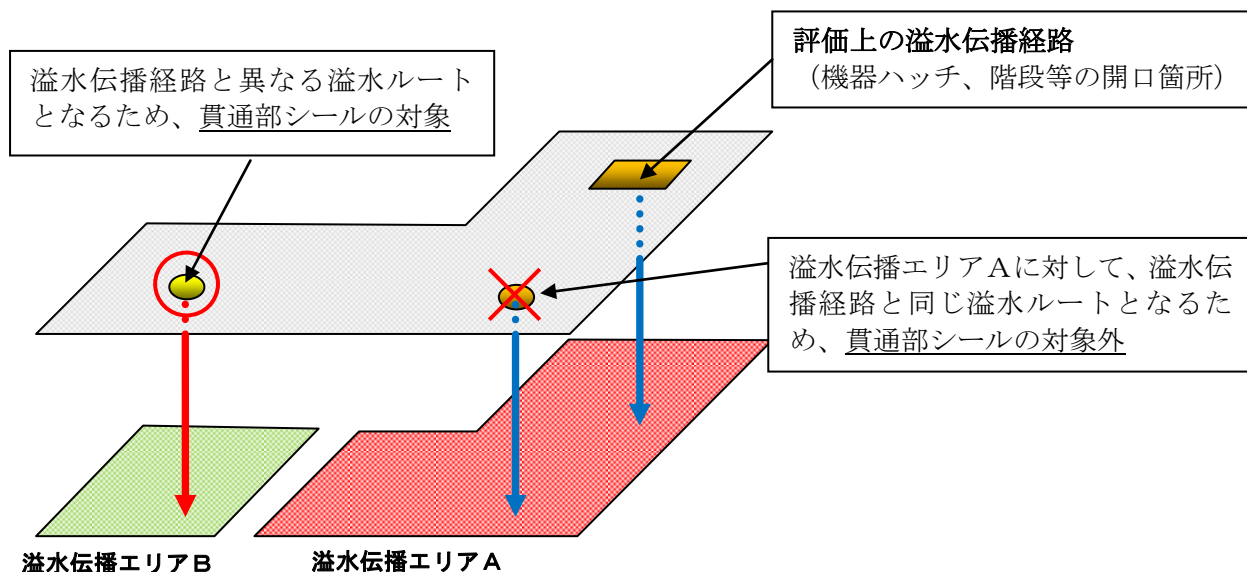
<②電線管>

<シール施工の考え方>  
 ○溢水が滞留するエリアの全ての電線管の現場確認を行い、溢水高さ以下となる電線管を抽出し\*、対象部にシール施工する。

(施工：1304箇所)

\*溢水高さに25%の余裕を見て、溢水高さ×1.25の範囲にある貫通部と電線管を対象として抽出する。

<床貫通部シール施工箇所選定イメージ>



壁・床貫通部及び電線管シール施工の実例

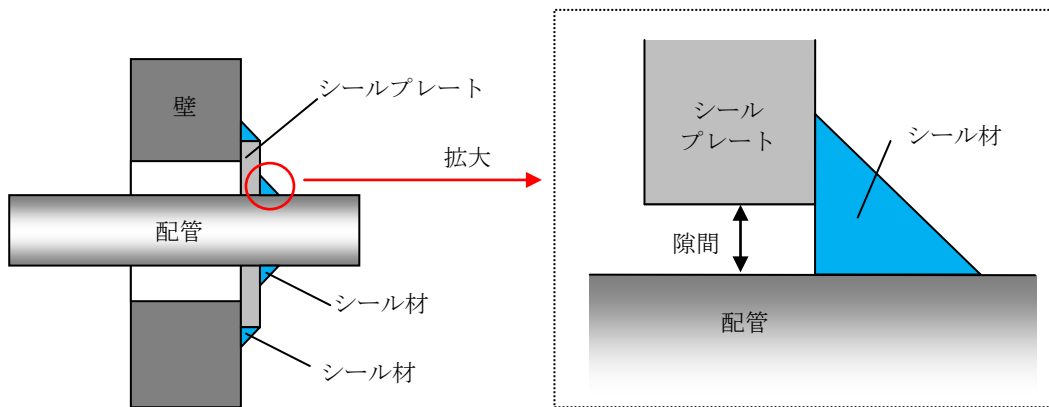
| 施工前写真   | 施工後写真  | 備考     |
|---|--|--------|
|    |    | 配管床貫通部 |
|    |    | 配管壁貫通部 |
|   |   | 配管床貫通部 |
|  |  | 電線管接続部 |

貫通部シールの施工要領を次頁に示す。

### 貫通部シール施工要領

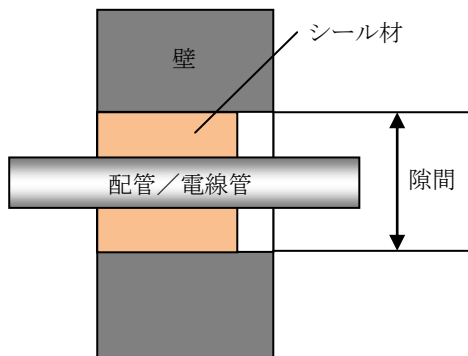
- 貫通部については、シール施工要領に基づき適切に施工管理を行うことにより貫通部のシール機能を確保している。なお、シール施工に際しては、対象となる貫通部に想定される溢水高さで生じる水圧に十分耐えるよう施工している。（シール材の水密性能検証試験結果については3-別紙2参照）

#### <シールプレート+シール材の施工例>



所定の水圧に耐えるよう配管とシールプレート間の隙間部およびシールプレートと壁の接合面をシール材で充てんする

#### <充てんシール材の施工例>



所定の水圧に耐えるよう配管または電線管と壁の隙間部をシール材で充てんする。

## 水密コンパートメントの漏えい拡大防止機能について

## 1. はじめに

- 濃縮廃液タンク、冷却材貯蔵タンク、使用済樹脂貯蔵タンクおよび一次系純水タンクは、水密コンパートメント内に設置されている。ここでは、水密コンパートメントの漏えい拡大防止機能について説明する。

## (1) 堰高さ

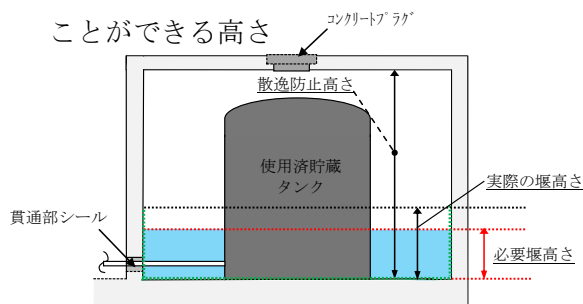
放射性物質濃度が  $37 \text{ kBq} / \text{cm}^3$  以上の流体状放射性廃棄物を内包する容器である、濃縮廃液タンク、冷却材貯蔵タンクおよび使用済樹脂貯蔵タンクは、放射性物質の漏えい拡大防止のために堰が設けられている。また、一次系純水タンクは、防護対象設備の浸水防止のために堰が設けられている。

これらの堰高さは、容器が設置される区画内に容器内の全保有水量を保持するために必要な堰高さ以上であり、漏えいの拡大を防止できる。

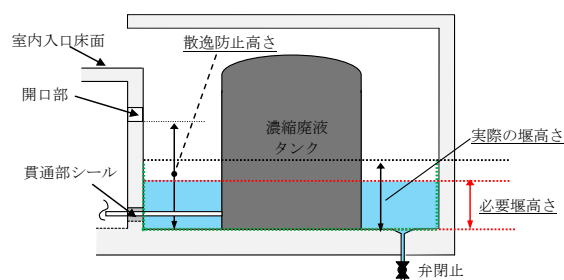
| 容器名称       | 必要堰高さ<br>(cm) | 実際の堰高さ※1<br>(cm) | (参考)<br>散逸防止高さ※2 (cm) |
|------------|---------------|------------------|-----------------------|
| 濃縮廃液タンク    | 134.8         | 約 160            | 約 280                 |
| 冷却材貯蔵タンク   | 558.5         | 約 561            | 約 740                 |
| 使用済樹脂貯蔵タンク | 291.0         | 約 295            | 約 810                 |
| 一次系純水タンク   | 394.7         | 約 395            | 約 690                 |

※1 防水塗装範囲

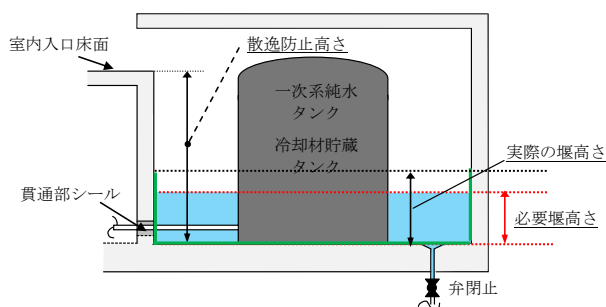
※2 堰高さ以上の範囲は防水塗装されていないが、水密コンパートメント内の水の散逸を防止することができる高さ



堰高さのイメージ図（使用済樹脂貯蔵タンク）



堰高さのイメージ図（濃縮廃液タンク）



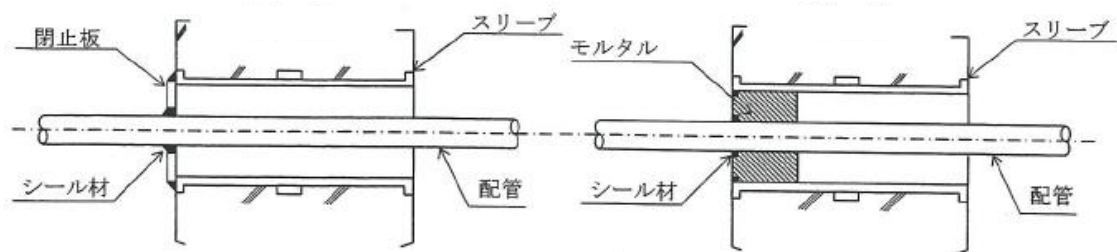
堰高さのイメージ図（一次系純水タンク、冷却材貯蔵タンク）



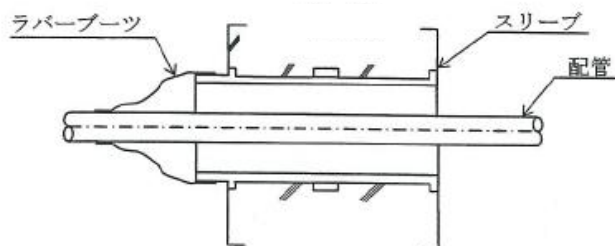
(2) 堰および堰で囲まれた床面部の漏えい拡大防止

■ 漏えいが拡大しないよう以下の設計としている。

- ① 床ドレン配管に止め弁を設け常時閉運用としている。
- ② 床面および壁面には耐水性を有する塗料を塗布する。
- ③ 床の貫通部は、貫通スリーブ部に防水シールを施工する。(次図参照)
- ④ 壁の貫通部は、ラバーブーツ又はモルタル等のシール対策を施す。(次図参照)



(a) 閉止板等による漏えい防止図

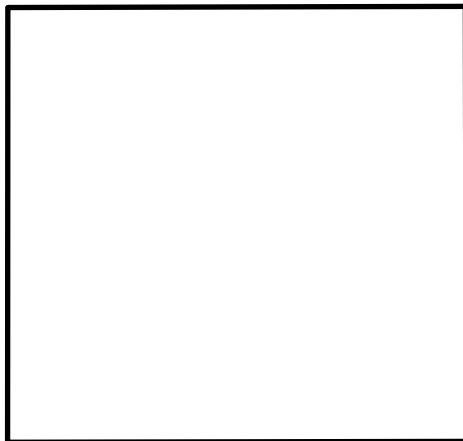


(b) ラバーブーツによる漏えい防止図

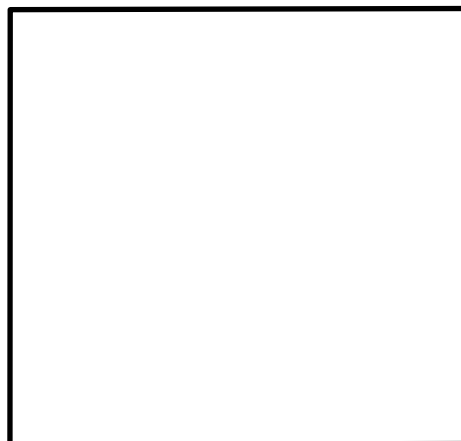
(3) 耐震性

- 水密コンパートメントは、下記の水密コンパートメント設置場所に示すとおり基準地震動  $S_s$  に対する耐震性を有する原子炉建屋または原子炉補助建屋に設置されている。

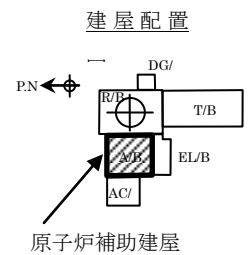
＜水密コンパートメント設置場所＞



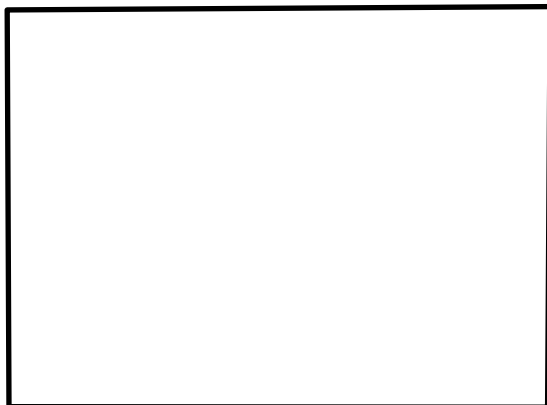
原子炉補助建屋 T.P.17.8m



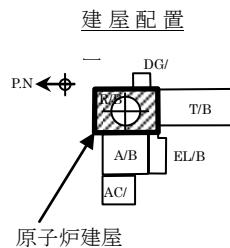
原子炉補助建屋 T.P.2.8m



□ : 建屋境界



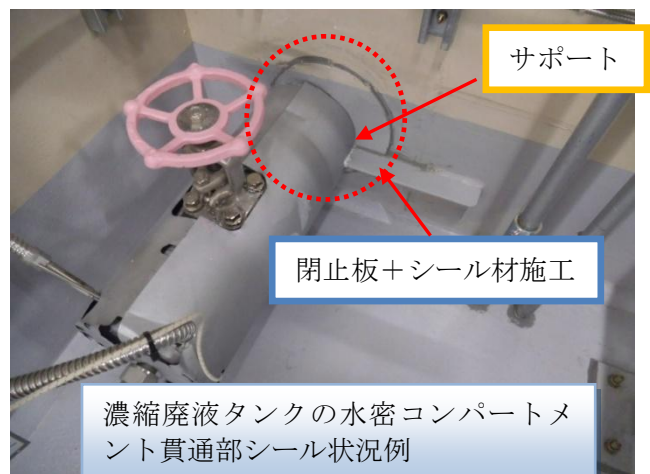
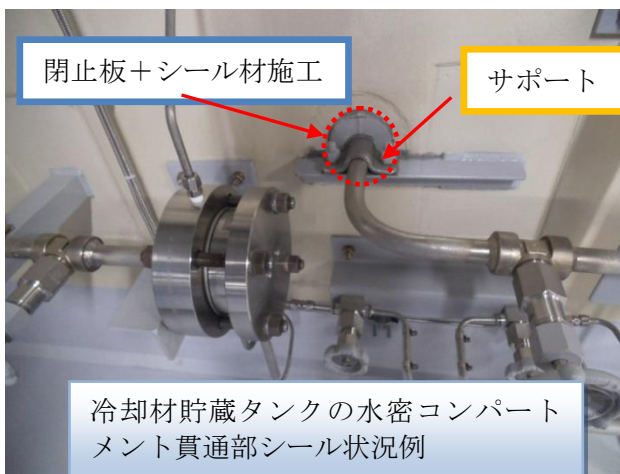
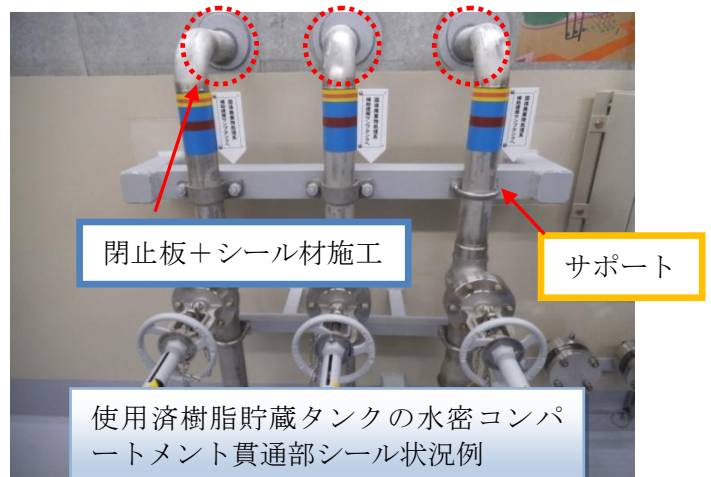
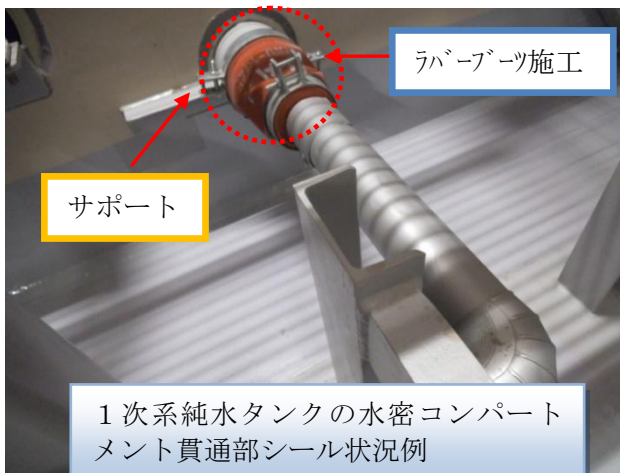
原子炉建屋 T.P.17.8m



□ : 建屋境界

- ▶ 水密コンパートメントの貫通部については、次頁の現地施工状況例に示すとおり、漏えい防止用シールを施工するとともに、地震による貫通部シール機能への影響を防止するため、貫通部近傍の壁にサポートを設置している。
- ▶ このため、地震時は壁と配管系が連動した振動となること、また、水密コンパートメントには隣接する建屋との貫通部はないため地震時に貫通部シール部へ建屋間相対変位が生じる恐れがないことから、地震時においても水密コンパートメントからの漏えい拡大防止機能は維持される。
- ▶ なお、漏えい防止用シール材については、検証試験によりシール性能が確認されたものを適用しており、溢水高さに対して十分な耐水性を有することを確認している。

<現地施工状況例>



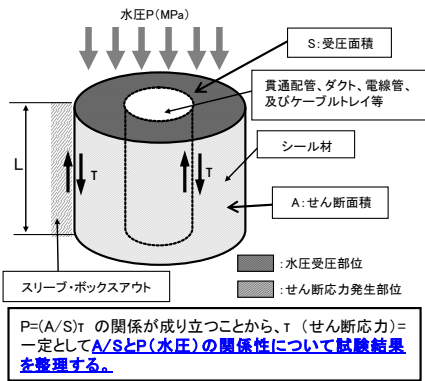
＜貫通部シール材の水密性能検証試験結果について＞

1. 試験対象シール材

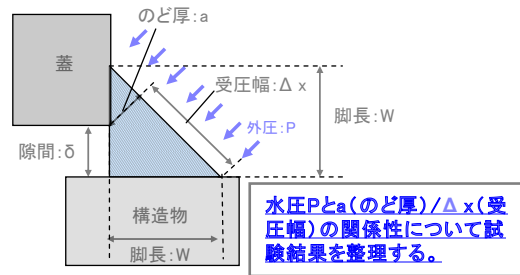
| シールの種類    | 材質     |
|-----------|--------|
| 充てんタイプ    | 発砲シリコン |
|           | シリコンゴム |
|           | ポリウレタン |
|           | ウレタンゴム |
| コーティングタイプ | シリコン   |

2. 試験モデルの考え方

充てんタイプ、コーティングタイプそれぞれの試験モデルを以下に示す。



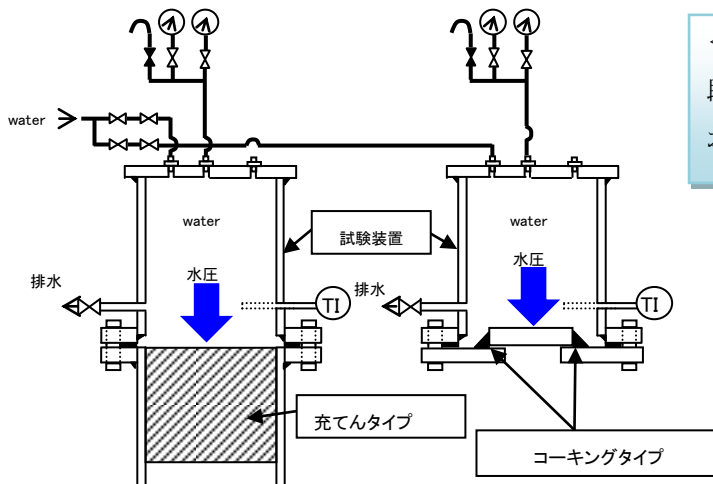
【充てんタイプ】



【コーティングタイプ】

3. 試験要領

本試験の試験装置および試験方法について以下に示す。



＜試験方法＞

段階的に水圧を上昇させ、各段階において漏えい有無を確認する。

#### 4. 試験結果

試験結果は以下のとおり。

| シールの種類    | 材質     | 許容 A/S (充てんタイプ)、<br>a/Δx (コーティングタイプ) 値 | 許容耐水圧     |
|-----------|--------|--|-----------|
| 充てんタイプ    | 発砲シリコン | 6.08 以上                                | 20m 静水圧以上 |
|           | シリコンゴム | 2.67 以上                                | 20m 静水圧以上 |
|           | ポリウレタン | 2.41 以上                                | 20m 静水圧以上 |
|           | ウレタンゴム | 2.41 以上                                | 20m 静水圧以上 |
| コーティングタイプ | シリコン   | 0.131 以上                               | 20m 静水圧以上 |

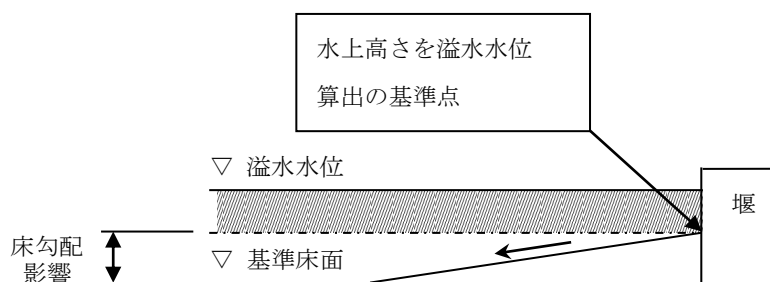
## 没水評価における詳細評価について

### 1. はじめに

- 泊3号機の地震時における原子炉建屋と原子炉補助建屋の没水評価では、3-4 ページの評価フローのとおり、標準評価においては、評価の容易性のため以下の条件にて評価し、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合は、評価上の余裕を確保しつつ、より実際に即した詳細な評価条件で伝播する溢水量を再設定し、再評価を行うこととしている。

＜標準評価で用いる評価条件＞

- ▶ 全ての溢水が下層階に伝播することを想定（上層階での堰などによる貯水を見込まない）
- ▶ 床勾配の水上高さ（最高位置）を評価区画全体の溢水水位に付加
- ▶ 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、そこへの伝播は考慮せずに溢水水位を算出
- ▶ 床ドレン配管による溢水の排出には期待せずに溢水水位を算出



- 本資料では標準評価で機能喪失高さに対して溢水水位が高くなった4箇所について、初回の評価条件から実態に即した詳細な評価条件への変更内容および評価結果についてまとめた。

### 2. 詳細評価

#### (1) 原子炉補助建屋 T. P. 2. 8mのAB-F③、AB-F④の詳細評価

- AB-F③、AB-F④の標準評価では、溢水水位（0.77m）が電動弁の機能喪失水位（0.70m）に至るため、詳細評価を行った。
- 詳細評価：床勾配のない通路エリアでの溢水貯水量を見込んだ評価
  - ▶ 本評価では、上層階における床勾配の影響に関する評価条件を見直して評価を行った。
  - ▶ 原子炉補助建屋 T. P. 10.3mの通路エリア（AB-D②）には床勾配が設けられていないため、「確実に溢水防護区画に流入しない量」として、床

勾配がないことを考慮した溢水貯水量を計算し、同貯水量を全溢水量より差引いた溢水量が一つの溢水防護区画（AB-F④）に流入する条件で評価を実施した。AB-F④は、上層階からの溢水量がAB-F③に比べて大きく、床面積が等しいため、AB-F④の評価で代表する。

| 溢水防護区画 | 溢水量 (m <sup>3</sup> )<br>(A) | 滞留面積 (m <sup>2</sup> )<br>(B) | 暫定水位 (m)<br>(C=A/B) | 床勾配影響 (m)<br>(D) | 溢水水位 (m)<br>(E=C+D) |
|--------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| AB-F④  | 23.9 <sup>※1</sup>           | 92.8 <sup>※2</sup>            | 0.26                | 0.05             | 0.31                |

※1 上層階の溢水量-堰による貯水量=113.2-89.3=23.9m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{貯水量} &= \{(AB-D②\text{滞留面積}) \times (\text{堰高さ})\} + \{(AB-D①⑦\text{滞留面積}) \times (\text{堰高さ}-\text{水上高さ})\} \\ &= (855.2 \times 0.1) + \{75.6 \times (0.1 - 0.05)\} \\ &= 89.3\text{m}^3 \end{aligned}$$

※2 滞留範囲は3-別紙6参照

| 防護対象設備   | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 評価結果 |
|--|----------|------------|------|
| 3V-RH-051B (余熱除去ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁)<br>3V-RH-055B (余熱除去ポンプ再循環サンプ燃料取替用水ピット側入口弁) | 0.31     | 0.70       | ○    |

- 詳細評価を実施した結果、上表のとおり防護対象設備は溢水による機能喪失に至らない。

## (2) 原子炉補助建屋 T. P. - 1. 7mのAB-G②、AB-G⑦の詳細評価

- 原子炉補助建屋 T. P. - 1. 7mの溢水防護区画（安全系補機室）の入口扉は気密仕様であるため、溢水防護区画内への溢水伝播は極少量であると考えられるが、溢水防護区画には強制的な溢水流入を仮定して評価している。標準評価では溢水水位（0.35m）がA（B）高圧注入ポンプの機能喪失水位（0.33m）に至る結果となったため、高圧注入系統の両トレンが同時に機能喪失しないことを確認するためにA・B高圧注入ポンプ室の2区画のみに溢水が流入するケースと、確認のため実際の溢水伝播状況に近いと考えられるT. P. - 1. 7mの全ての溢水防護区画の水位が均一になるケースの、2ケースの詳細評価を行った。

### ■ 詳細評価①：2箇所のみ溢水が流入するとして評価

- 本評価は、全溢水量が一つの溢水防護区画に流入するという評価条件と、標準評価での床勾配の影響に関する評価条件を見直して詳細評価を行った。
- 原子炉補助建屋 T. P. - 1. 7mの通路エリア（AB-G①）の一部には床勾配が設けられていないため、「確実に溢水防護区画に流入しない量」として床勾配がないエリアを考慮し、高圧注入ポンプ両トレンが同時に機能喪失しないことを確認するため、両高圧注入ポンプ室のみを溢水伝播経路とすることとし再評価した。

| 溢水防護区画 | 溢水量 (m <sup>3</sup> )<br>(A) | 滞留面積 (m <sup>2</sup> )<br>(B) | 暫定水位 (m)<br>(C=A/B) | 床勾配影響 (m)<br>(D)   | 溢水水位 (m)<br>(E=C+D) |
|--------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| AB-G②⑦ | 127.5                        | 495.4 <sup>※1</sup>           | 0.26                | 0.03 <sup>※2</sup> | 0.29                |

※1 滞留範囲は3-別紙6参照

※2 床勾配影響=床勾配のあるエリアの床面積×水上高さ/溢水伝播区画の床面積

= (AB-G②⑦の床面積+AB-G①内の洗浄排水タンク室と補助建屋サンプタンク室の床面積) ×水上高さ/溢水伝播区画の床面積

= (120.2+90.8) × 0.05 / 495.4 = 0.03 m

| 防護対象設備                   | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 評価結果            |
|--------------------------|----------|------------|-----------------|
| 3A 高圧注入ポンプ<br>3B 高圧注入ポンプ | 0.29     | 0.33       | ○ <sup>※1</sup> |

※1 溢水水位<機能喪失高さであるが、10cmの裕度は確保していない

■ 詳細評価②：全ての溢水防護区画に同様に流入する評価

➤ 本評価は、全溢水量が一つの溢水防護区画に流入するという評価条件を見直し、原子炉補助建屋 T.P.-1.7mの溢水防護区画 (AB-G②③④⑤⑥⑦) への溢水流入経路となる入口扉は同仕様であるため、6つの溢水防護区画に同様に流入すると想定して詳細評価を行った。

| 溢水防護区画 | 溢水量 (m <sup>3</sup> )<br>(A) | 滞留面積 (m <sup>2</sup> )<br>(B) | 暫定水位 (m)<br>(C=A/B) | 床勾配影響 (m)<br>(D) | 溢水水位 (m)<br>(E=C+D) |
|--------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| AB-G②⑦ | 127.5                        | 752.5 <sup>※1</sup>           | 0.17                | 0.05             | 0.22                |

※1 滞留範囲は3-別紙6参照

| 防護対象設備                   | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 評価結果 |
|--------------------------|----------|------------|------|
| 3A 高圧注入ポンプ<br>3B 高圧注入ポンプ | 0.22     | 0.33       | ○    |

■ 2ケースの詳細評価は、何れも溢水水位が機能喪失高さに至ることがない結果となっているが、詳細評価①では裕度は4cmしかなく、確保すべき裕度 (10cm) を満足していない。

■ 一方、詳細評価②では裕度11cmであり、確保すべき裕度を満足している。

《添付資料》

- 添付-1 詳細評価① 伝播図
- 添付-2 詳細評価② 伝播図
- 添付-3 詳細評価③ 伝播図
- 添付-4 詳細評価関連箇所 現場写真

以上



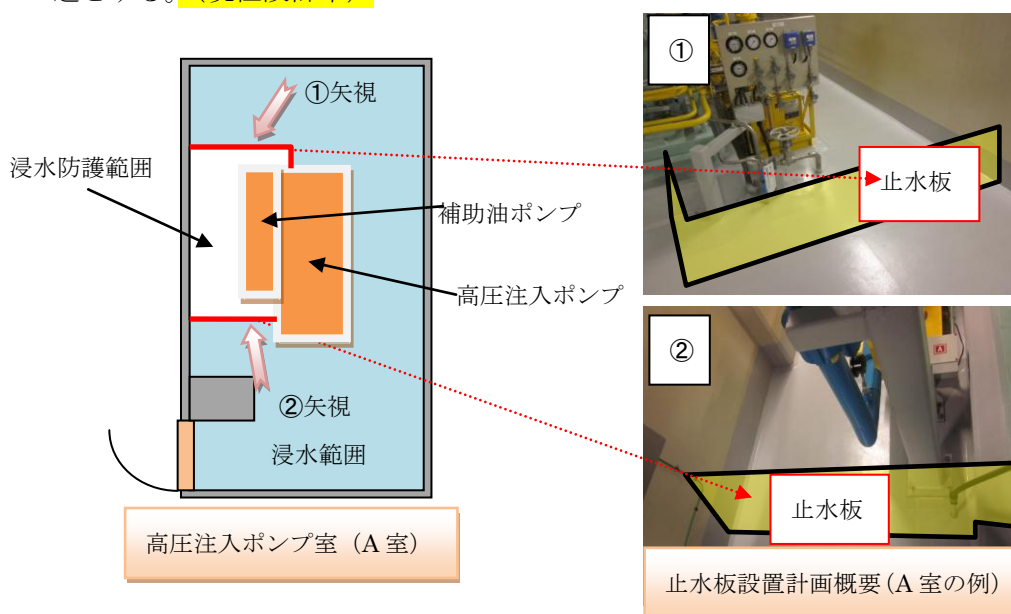
## 高圧注入ポンプに対する浸水防護対策（止水板）について

### 1. はじめに

- 高圧注入ポンプについては、フロア全体に溢水が伝播する場合には確保すべき裕度を満足するとの評価となったが、十分な裕度を確保するべく、高圧注入ポンプの機能喪失部位である補助油ポンプの周囲に止水板を設置することとした。ここでは、浸水防止用の止水板の基本仕様（概要）について記載する。

### 2. 構造

- 止水板は、鋼製フレームと鋼板の組み合わせとし、壁・床に対してアンカーボルト固定する構造とする。**（現在設計中）**



### 3. 耐震性

- 止水板は、設置する建屋レベルの基準地震動（ $S_s$ ）に対する耐震性を有することを確認する。**（現在設計中）**

### 4. 止水機能

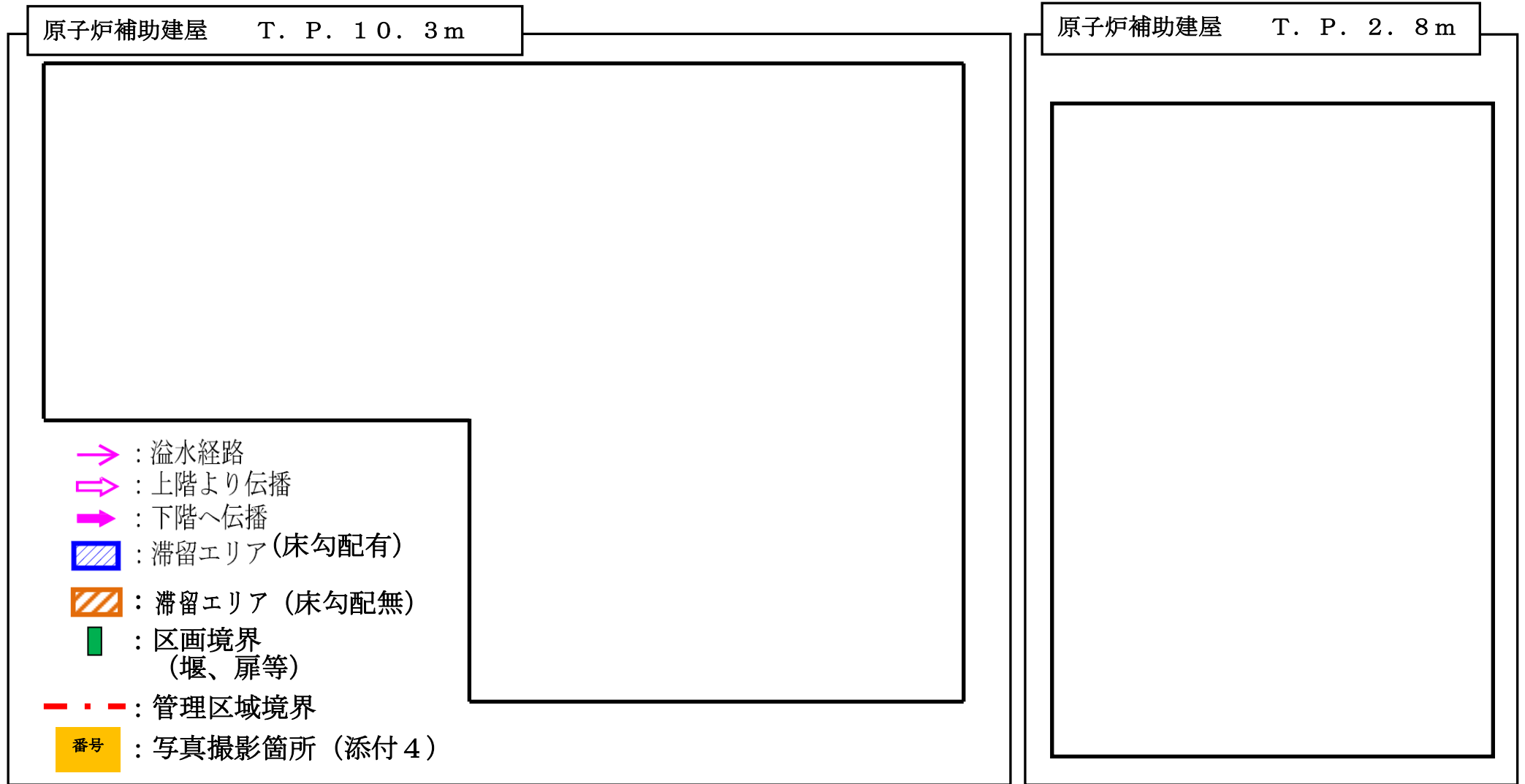
- 止水板のシールは、コーキングにより止水機能を確保することとし、構造を剛設計とすることで、コーキング箇所のシール性を確保することとする。**（現在設計中）**

### 5. 運用

- 止水板は常時設置とし、メンテナンスに伴う作業エリア確保時のみ取外す運用とする。
- 上記の運用について、「泊発電所内部溢水対応要領」に規定する。

以上






詳細評価① 伝播図



原子炉補助建屋 T. P. 10. 3mの通路エリア (AB-D②) には床勾配が設けられていないため、「確実に溢水防護区画に流入しない量」として、床勾配がないことを考慮した溢水貯水量を計算し、貯水量を差引いた後の全溢水量が一つの溢水防護区画 (AB-F④) に流入する条件で評価を実施している。

詳細評価② 伝播図

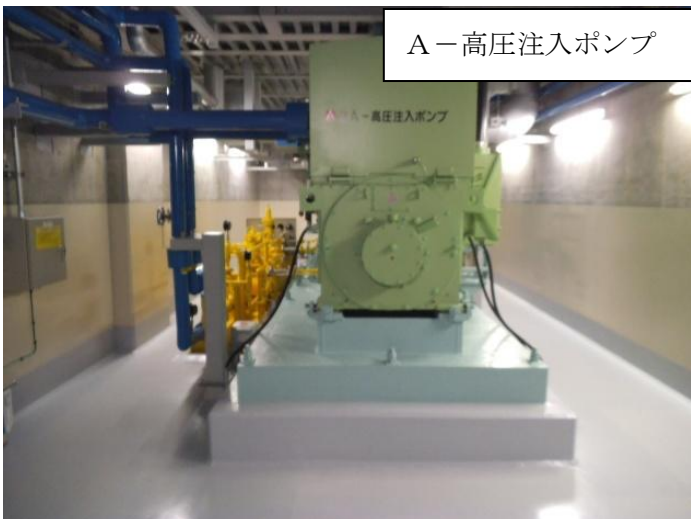
原子炉補助建屋 T. P. - 1. 7 m

-  : 溢水経路
-  : 上階より伝播
-  : 下階へ伝播
-  : 滞留エリア
-  : 区画境界  
(堰、扉等)

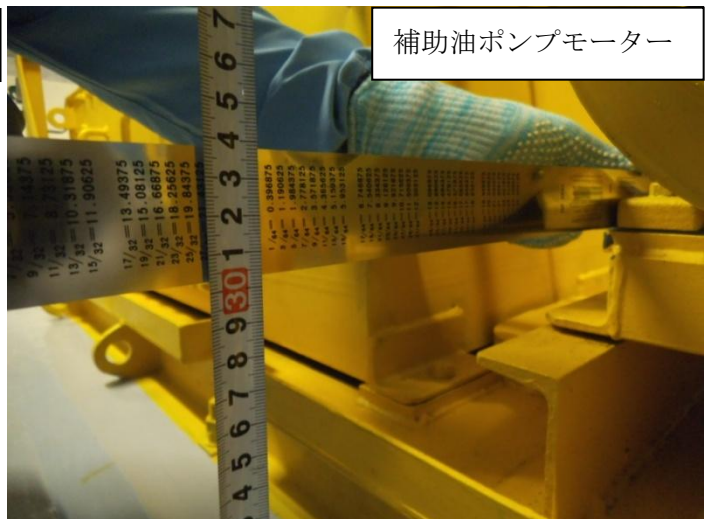
 : 管理区域境界

番号 : 写真撮影箇所 (添付 4)

原子炉補助建屋 T. P. - 1. 7 mの溢水防護区画 (A B - G②③④⑤⑥⑦) への溢水流入経路となる入口扉は同仕様であるため、6つの溢水防護区画の水位が均一になると想定して評価を実施している。

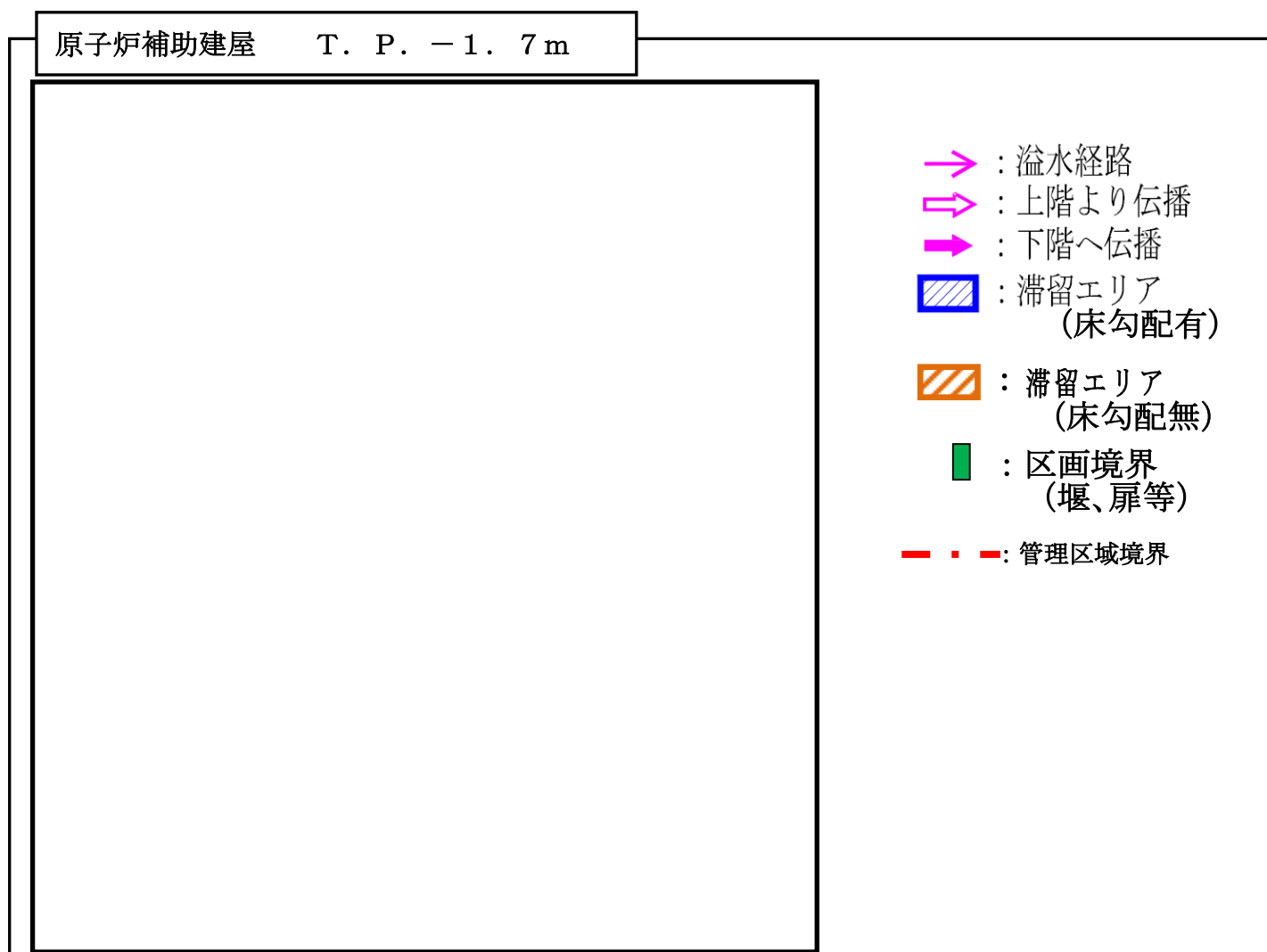


A - 高圧注入ポンプ



補助油ポンプモーター

## 詳細評価③ 伝播図



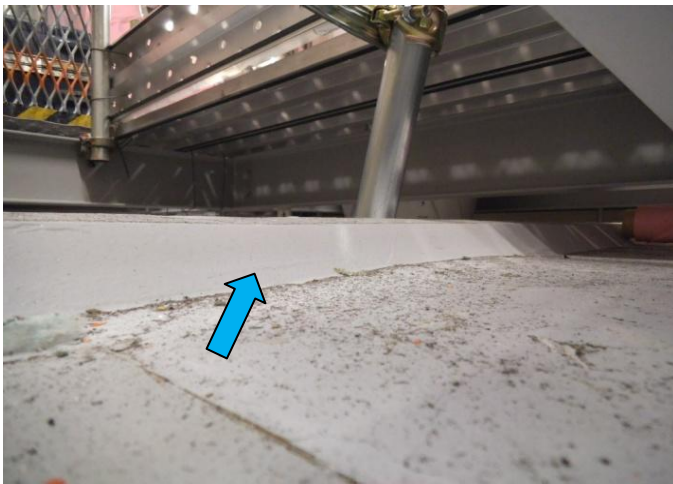
原子炉補助建屋 T. P. - 1. 7 mの通路エリア (A B - G①)の一部には床勾配が設けられていないため、「確実に溢水防護区画に流入しない量」として床勾配がないエリアを考慮し、また、両トレンが同時に機能喪失しないことを確認するため、防護対象設備 (高圧注入ポンプ) のもう片方のトレンのみを溢水伝播経路として再評価している。



(1) B-安全補機配管室扉



(2) B-安全補機配管室内



(3) B-安全補機配管室内の堰



(4) A-高圧注入ポンプ室扉



(5) B-高圧注入ポンプ室扉



(6) A-格納容器スプレイポンプ室扉



(7) B-格納容器スプレイポンプ室扉



(8) A-余熱除去ポンプ室扉



(9) B-余熱除去ポンプ室扉

## 地震時の没水評価結果（1/2）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 3-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1               | エリア※2          | T. P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm)    | 防護対象設備                                 | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm)            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|------------------------|----------------|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|--|---------------------|------------------------|---------------------|----|
| R/B                    | RB-B①          | 24.8         | 52.3                     | 1326.7                    | 9                    | 燃料取替用水ポンプ                              | 3RFP1A, B           | 53                     | 44                  | 5  |
|                        |                |              |                          |                           |                      | 燃料取替用水ピット水位                            | 3LT-1400, 1401      | 103                    | 94                  | 5  |
|                        | RB-C①          | 17.8         | 109.5                    | 1685.9                    | 7                    | 制御用空気ヘッダ圧力                             | 3PT-1800, 1810      | 101                    | 94                  | 5  |
|                        | RB-D①<br>RB-D② | 10.3         | 126.3                    | 1753.4                    | 13                   | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁                    | 3V-CC-151A, B       | 55                     | 42                  | 5  |
|                        |                |              |                          |                           |                      | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁                    | 3V-CC-159A, B       | 55                     | 42                  | 5  |
|                        |                |              |                          |                           |                      | 使用済燃料ピットポンプ                            | 3SFP1A, B           | 76                     | 63                  | 5  |
|                        | RB-E①          | 7.2          | 126.3                    | 87.1                      | 151                  | 高圧注入ポンプ再循環サンプ側入口 C/V 外側隔離弁             | 3V-SI-084A          | 290                    | 139                 | 10 |
|                        |                |              |                          |                           |                      | 余熱除去ポンプ再循環サンプ側入口弁                      | 3V-RH-058A          | 290                    | 139                 | 10 |
|                        | RB-f①          | 2.3          | 0.1                      | 381.0                     | 6                    | 原子炉補機冷却水戻り母管 A 側連絡弁                    | 3V-CC-044A          | 130                    | 124                 | 5  |
| 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁 |                |              |                          |                           |                      | 3V-SW-571A, B                          | 70                  | 64                     | 5                   |    |
| A/B                    | AB-C③          | 17.8         | 96.9                     | 623.4                     | 22                   | ほう酸タンク水位                               | 3LT-206, 208        | 206 : 101<br>208 : 100 | 79<br>78            | 10 |
|                        |                |              |                          |                           |                      | BA, WD および LD エバポ補機冷却水戻りライン第 1 (2) 止め弁 | 3V-CC-351, 352      | 60                     | 38                  | 10 |
|                        | AB-C④          | 17.8         | 96.9                     | 620.1                     | 21                   | ほう酸ポンプ                                 | 3CSP2A, B           | 59                     | 38                  | 10 |
|                        | AB-C⑤          | 17.8         | 96.9                     | 620.1                     | 21                   | ほう酸注入タンク入口弁                            | 3V-SI-032A, B       | 45                     | 24                  | 10 |
|                        | AB-D③          | 10.3         | 113.2                    | 957.3                     | 17                   | 充てんポンプ                                 | 3CSP1A              | 68                     | 51                  | 5  |
|                        | AB-D④          | 10.3         | 113.2                    | 954.9                     | 17                   | 充てんポンプ                                 | 3CSP1B              | 68                     | 51                  | 5  |
|                        | AB-D⑤          | 10.3         | 113.2                    | 956.1                     | 17                   | 充てんポンプ                                 | 3CSP1C              | 68                     | 51                  | 5  |
|                        | AB-D⑥          | 10.3         | 113.2                    | 944.9                     | 17                   | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁                   | 3V-SI-002A          | 80                     | 63                  | 5  |
| AB-D⑦                  | 10.3           | 113.2        | 930.8                    | 18                        | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁 | 3V-SI-002B                             | 80                  | 62                     | 5                   |    |

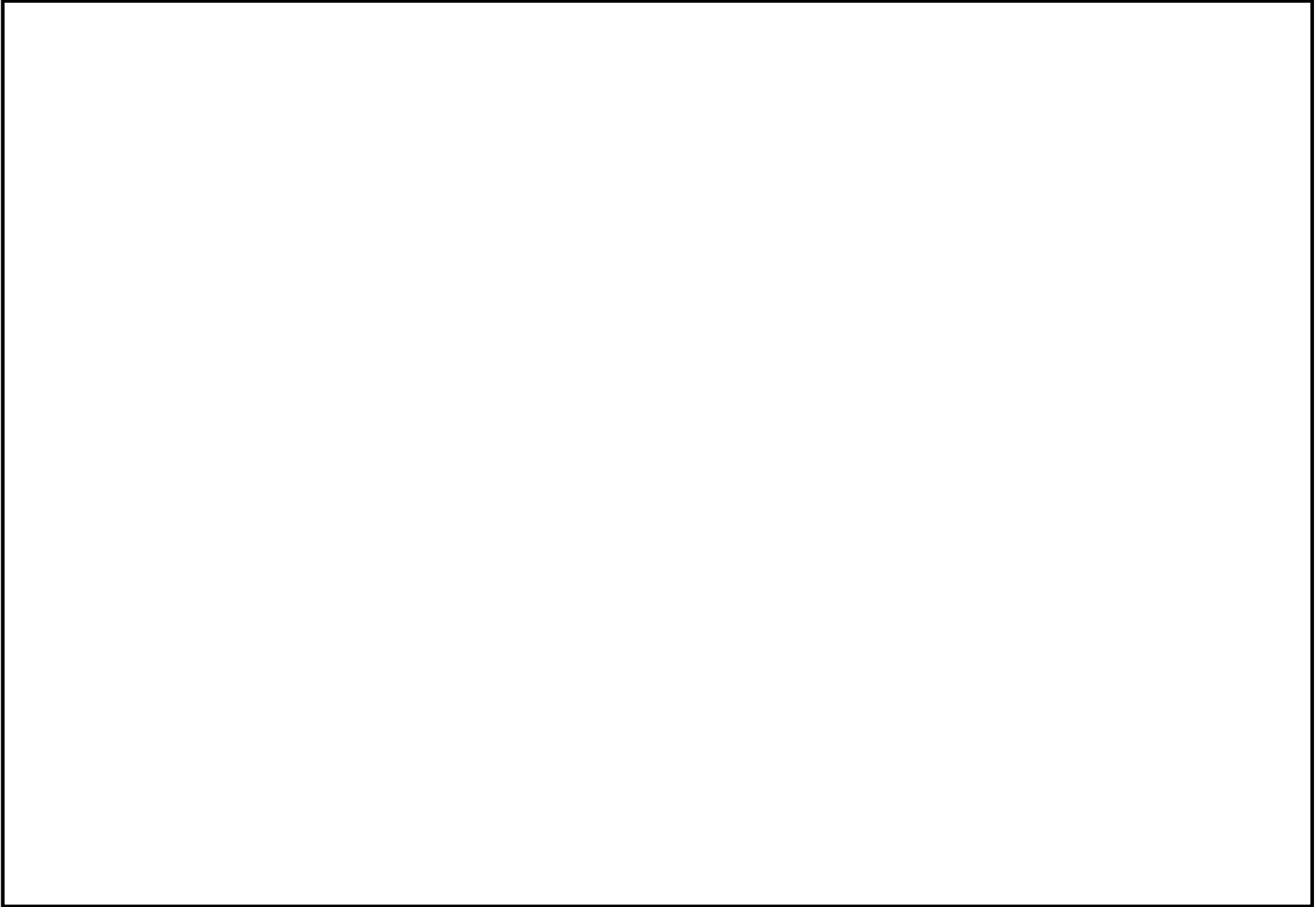
地震時の没水評価結果（2 / 2）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

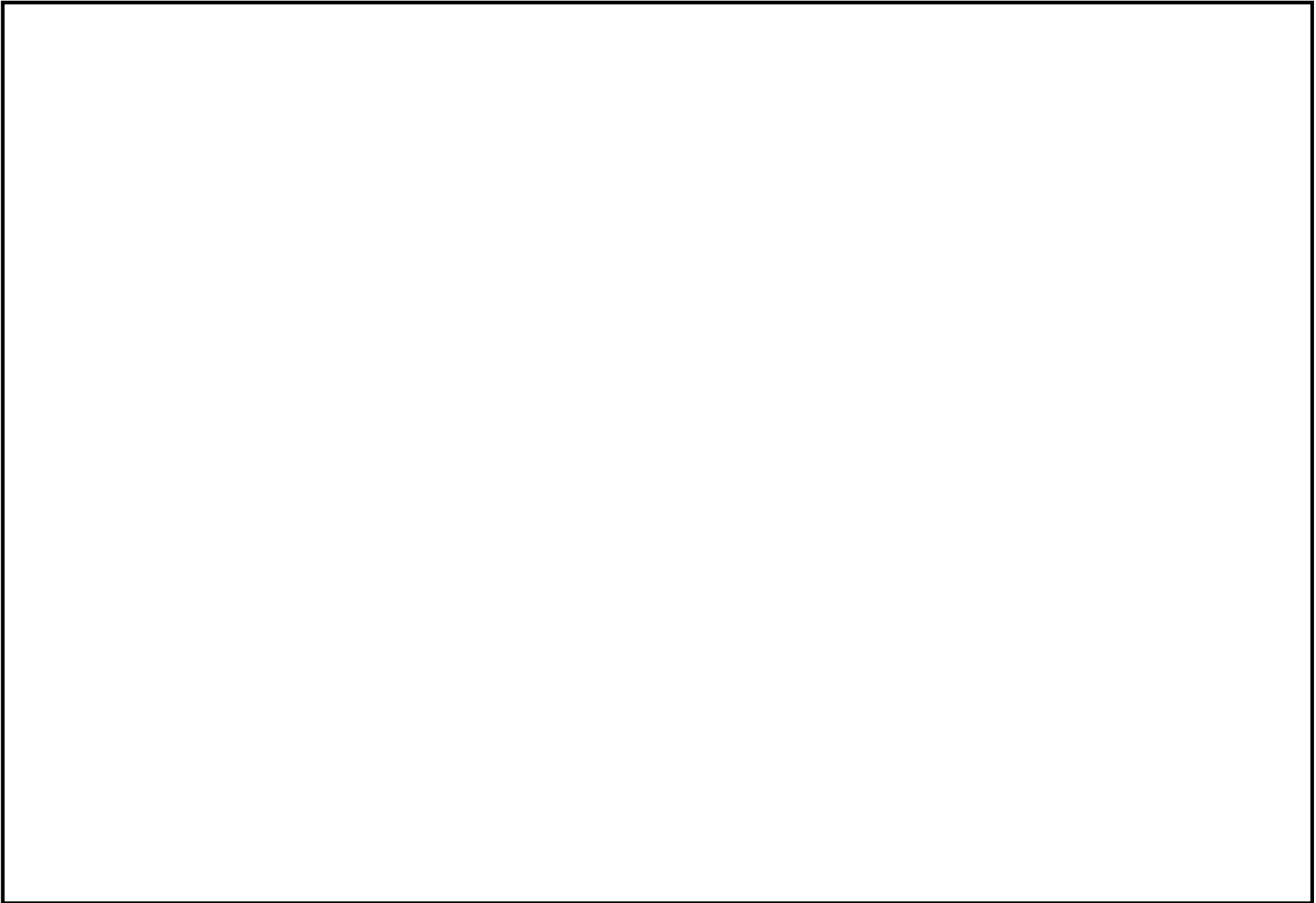
※2 3-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※<br>2 | T. P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                  | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm)            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|----------|-----------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|----|
| A/B      | AB-F②     | 2.8          | 127.5                    | 990.6                     | 18                | 余熱除去ポンプ出口流量             | 3FT-601, 611        | 601 : 101<br>611 : 100 | 83<br>82            | 5  |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去冷却器補機冷却水出口弁         | 3V-CC-117A, B       | 60                     | 42                  | 5  |
|          |           |              |                          |                           |                   | 格納容器スプレイ冷却器補機冷却水出口弁     | 3V-CC-177A, B       | 60                     | 42                  | 5  |
|          | AB-F③     | 2.8          | 23.9                     | 92.9                      | 31                | 高圧注入ポンプ出口 C/V 外側連絡弁     | 3V-SI-020A          | 94                     | 63                  | 10 |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプミニフロー弁           | 3FCV-601            | 295                    | 264                 | 10 |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP 側入口弁       | 3V-RH-051A          | 70                     | 39                  | 10 |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP/再循環サンプ側入口弁 | 3V-RH-055A          | 70                     | 39                  | 10 |
|          | AB-F④     | 2.8          | 23.9                     | 92.9                      | 31                | 高圧注入ポンプ出口 C/V 外側連絡弁     | 3V-SI-020B          | 91                     | 60                  | 10 |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプミニフロー弁           | 3FCV-611            | 295                    | 264                 | 10 |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP 側入口弁       | 3V-RH-051B          | 70                     | 39                  | 10 |
|          |           |              |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP/再循環サンプ側入口弁 | 3V-RH-055B          | 70                     | 39                  | 10 |
|          | AB-G②     | -1.7         | 127.5                    | 495.4                     | 29                | 高圧注入ポンプ                 | 3SIP1A              | 33                     | 4                   | 10 |
|          | AB-G④     | -1.7         | 127.5                    | 439.5                     | 35                | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1A              | 83                     | 48                  | 10 |
|          | AB-G⑤     | -1.7         | 127.5                    | 439.5                     | 35                | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1B              | 83                     | 48                  | 10 |
| AB-G⑦    | -1.7      | 127.5        | 495.4                    | 29                        | 高圧注入ポンプ           | 3SIP1B                  | 33                  | 4                      | 10                  |    |

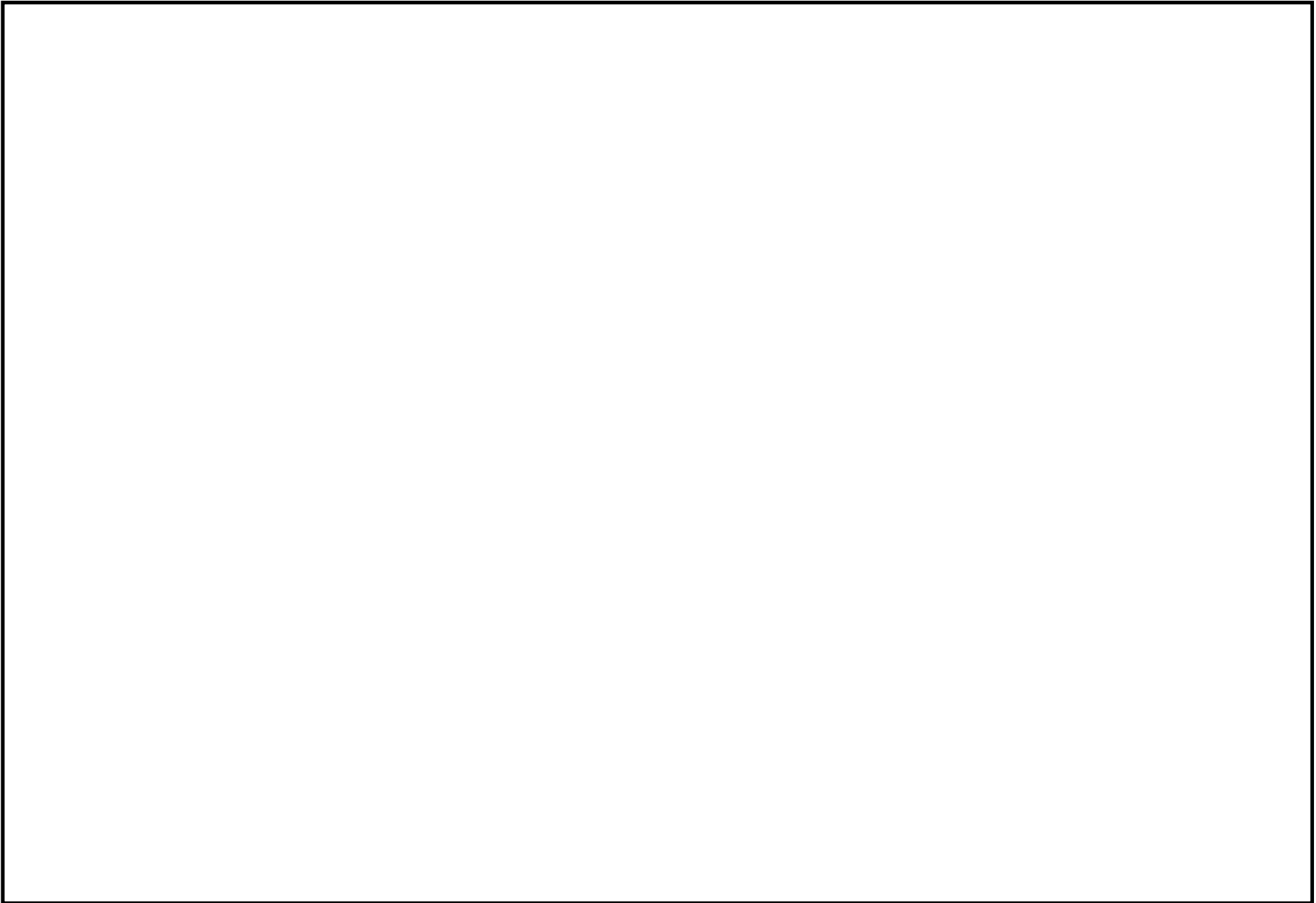




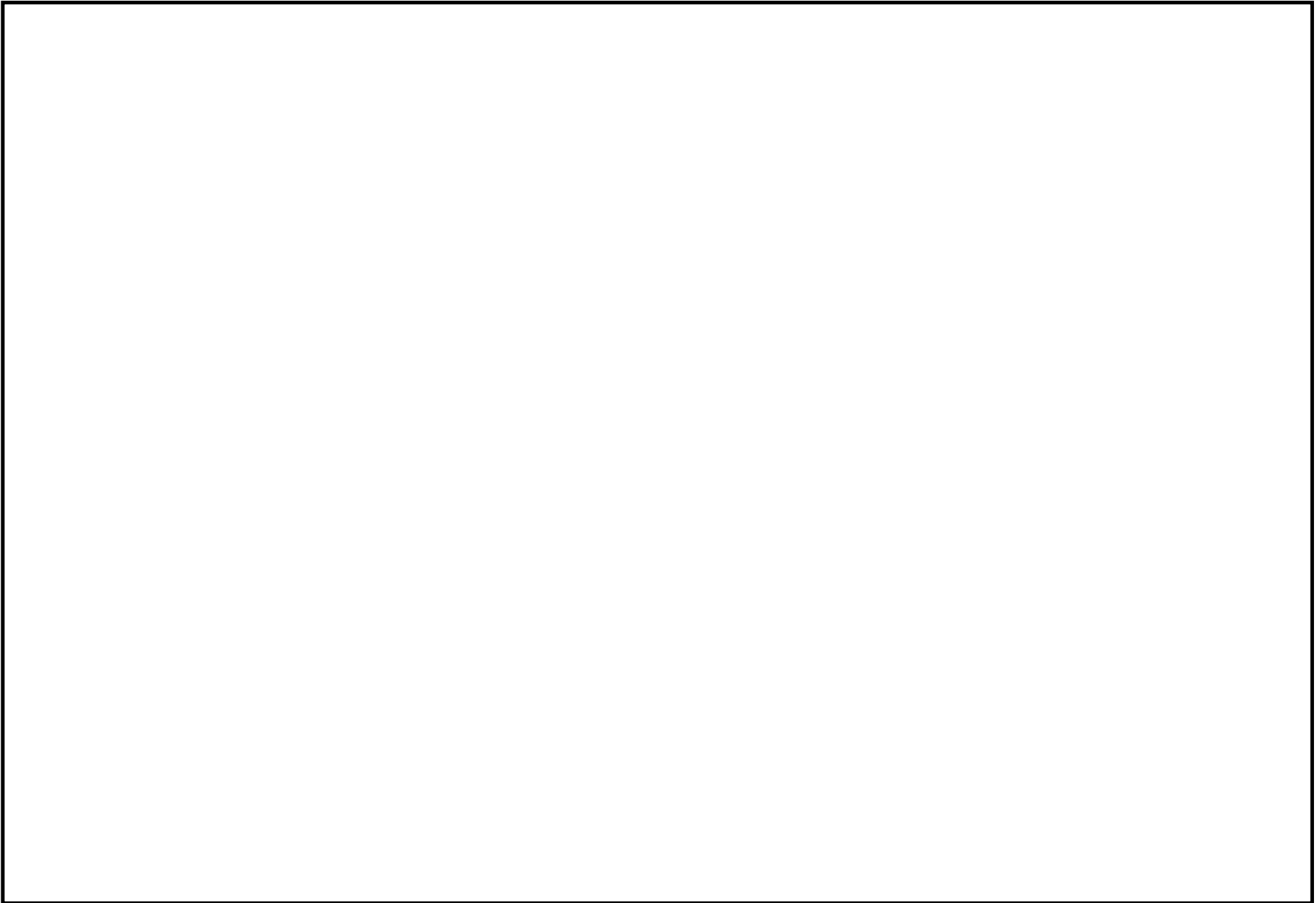
溢水防護区画図 (T.P. 43. 6m)



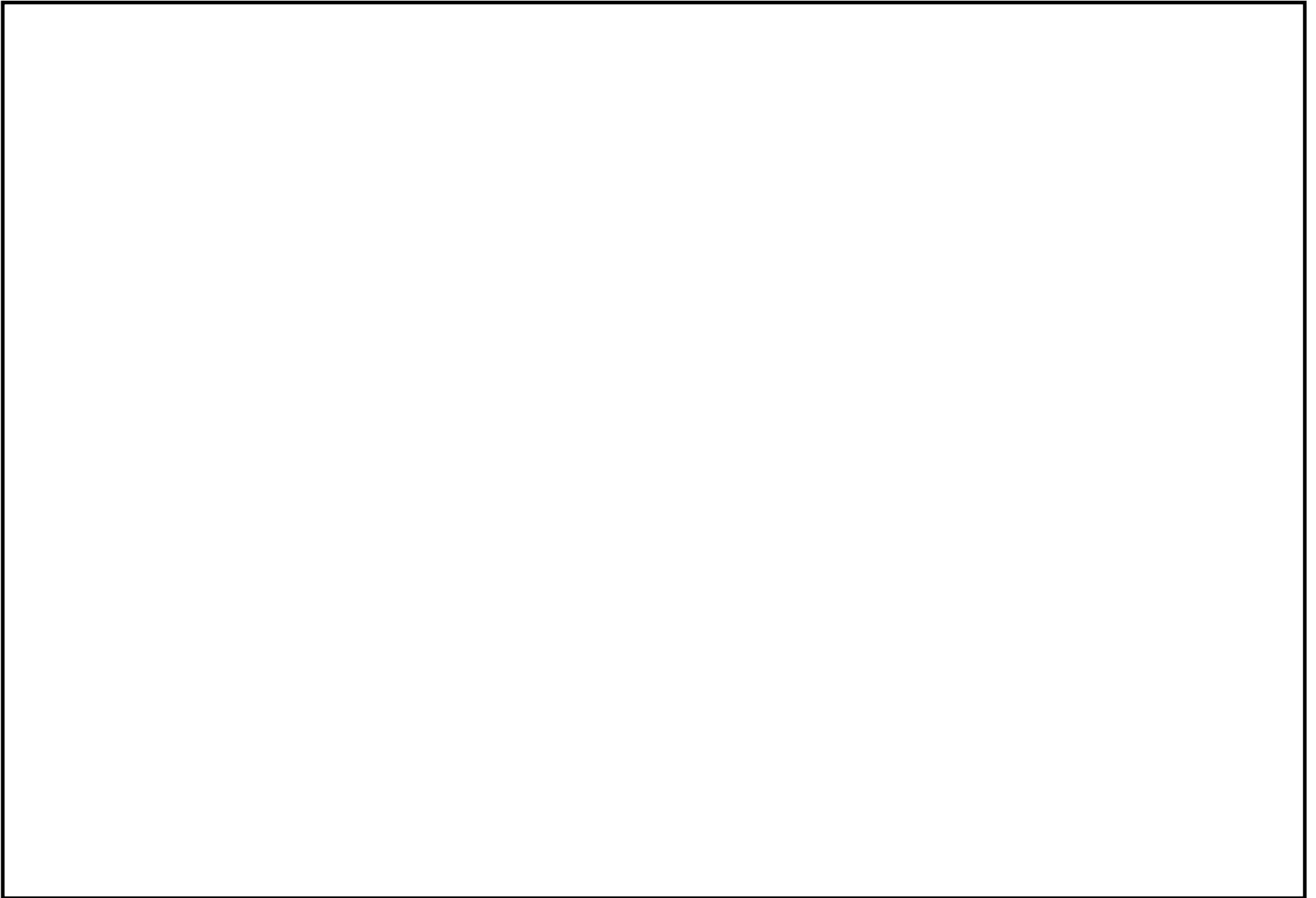
溢水防護区画図 (T.P. 33. 1m)



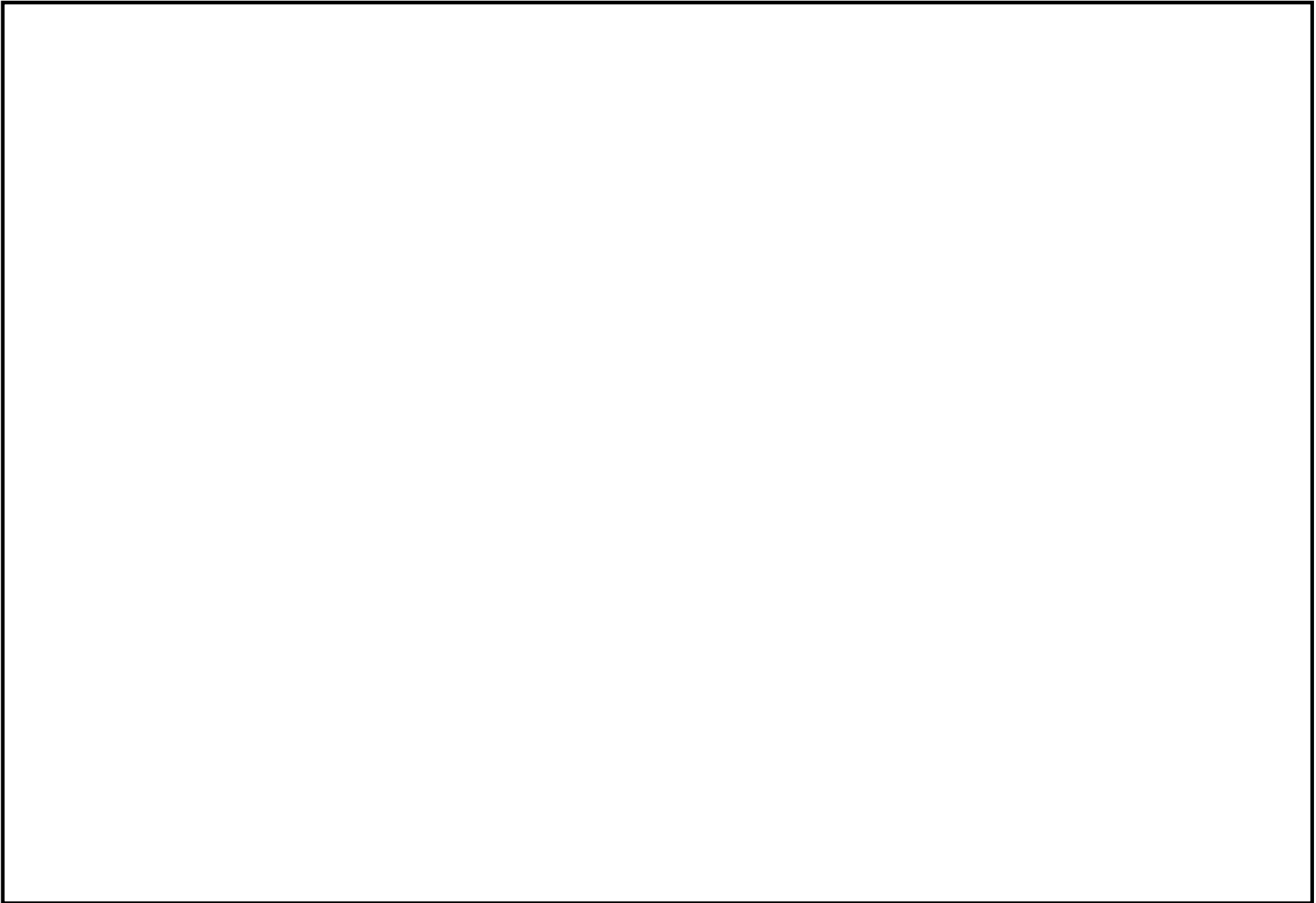
溢水防護区画図 (T. P. 24. 8m)



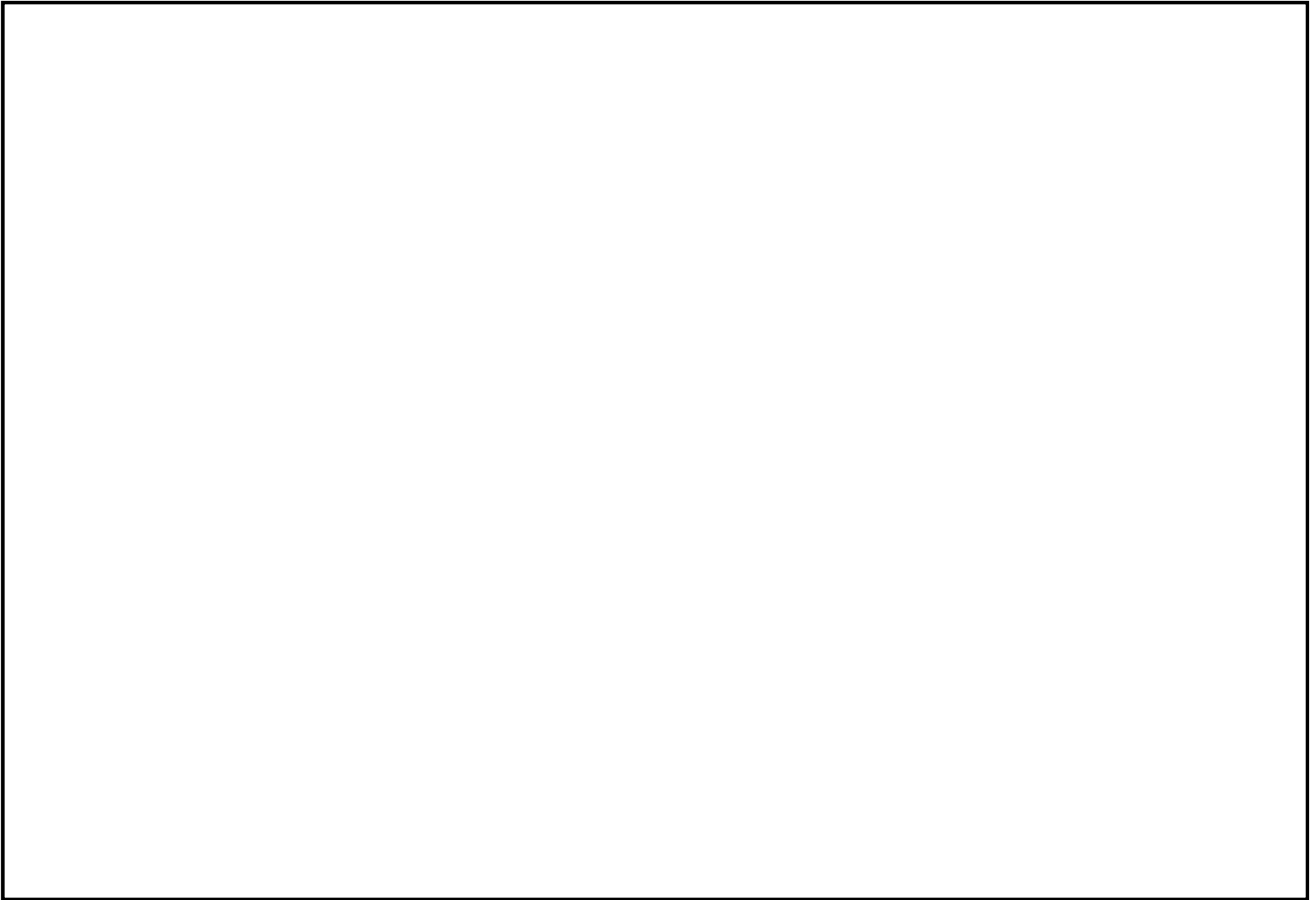
溢水防護区画図 (T.P. 17.8m 中間床)



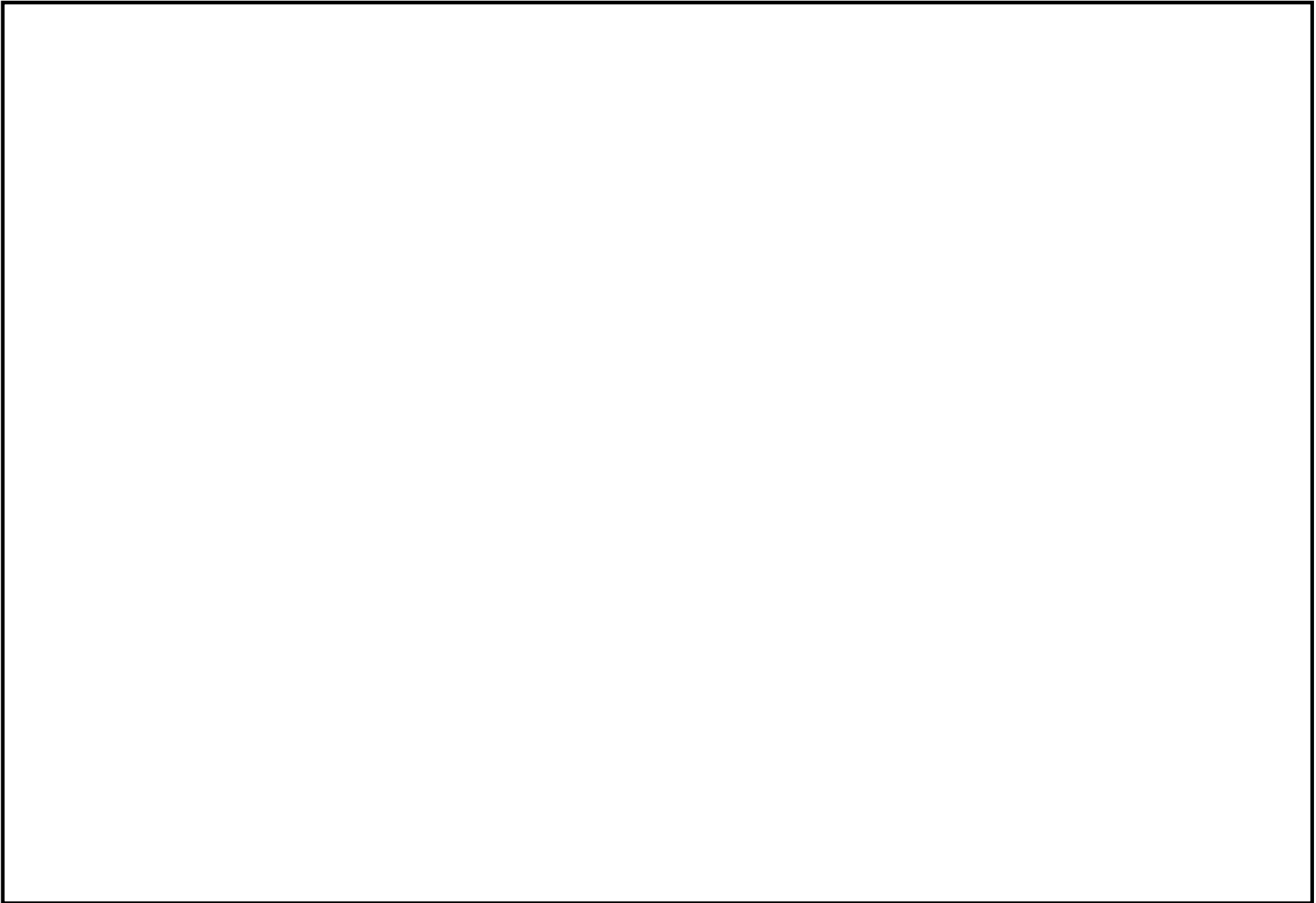
溢水防護区画図 (T. P. 17. 8m)



溢水防護区画図 (T.P. 10.3m 中間床)

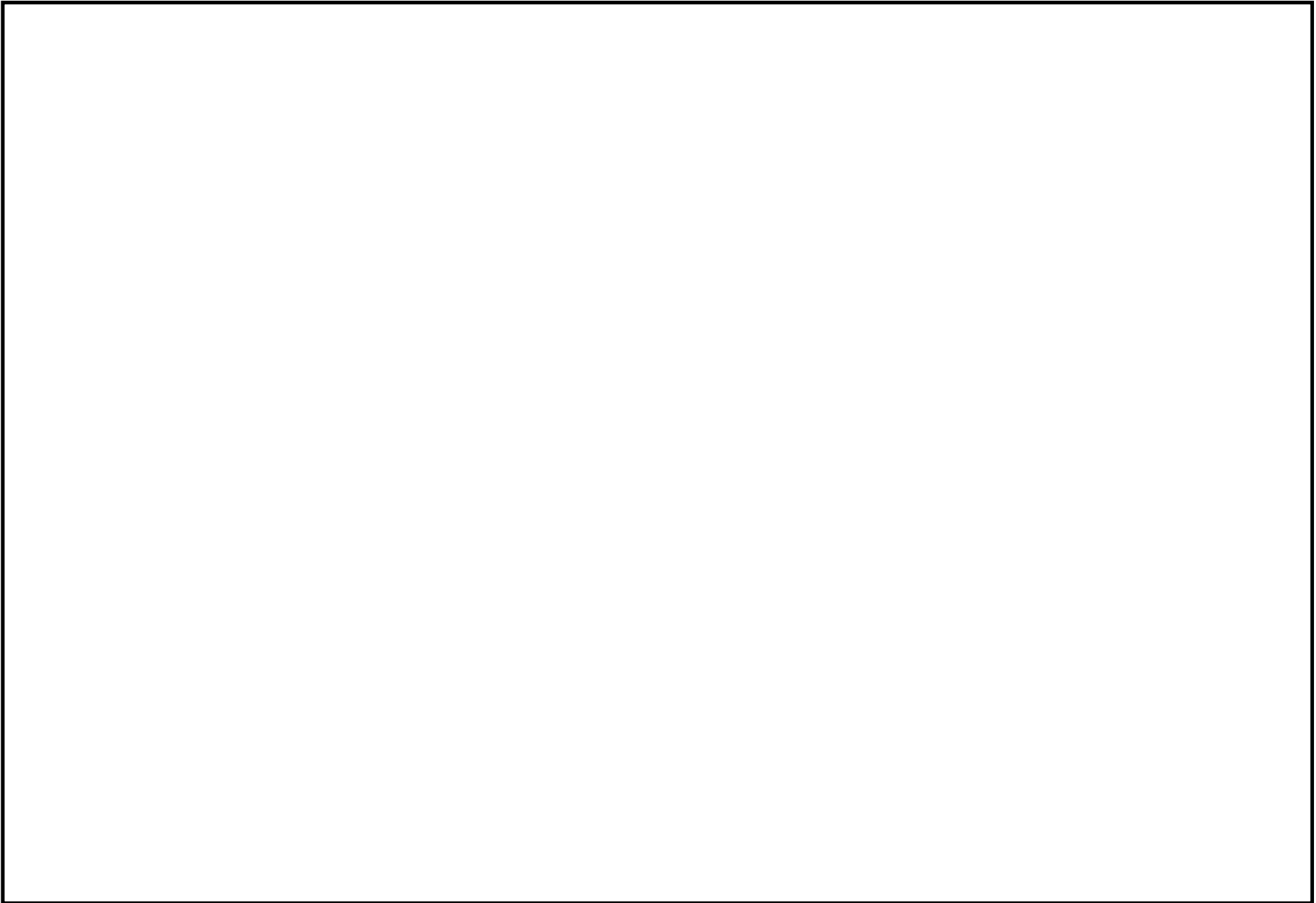


溢水防護区画図 (T.P. 10. 3m)

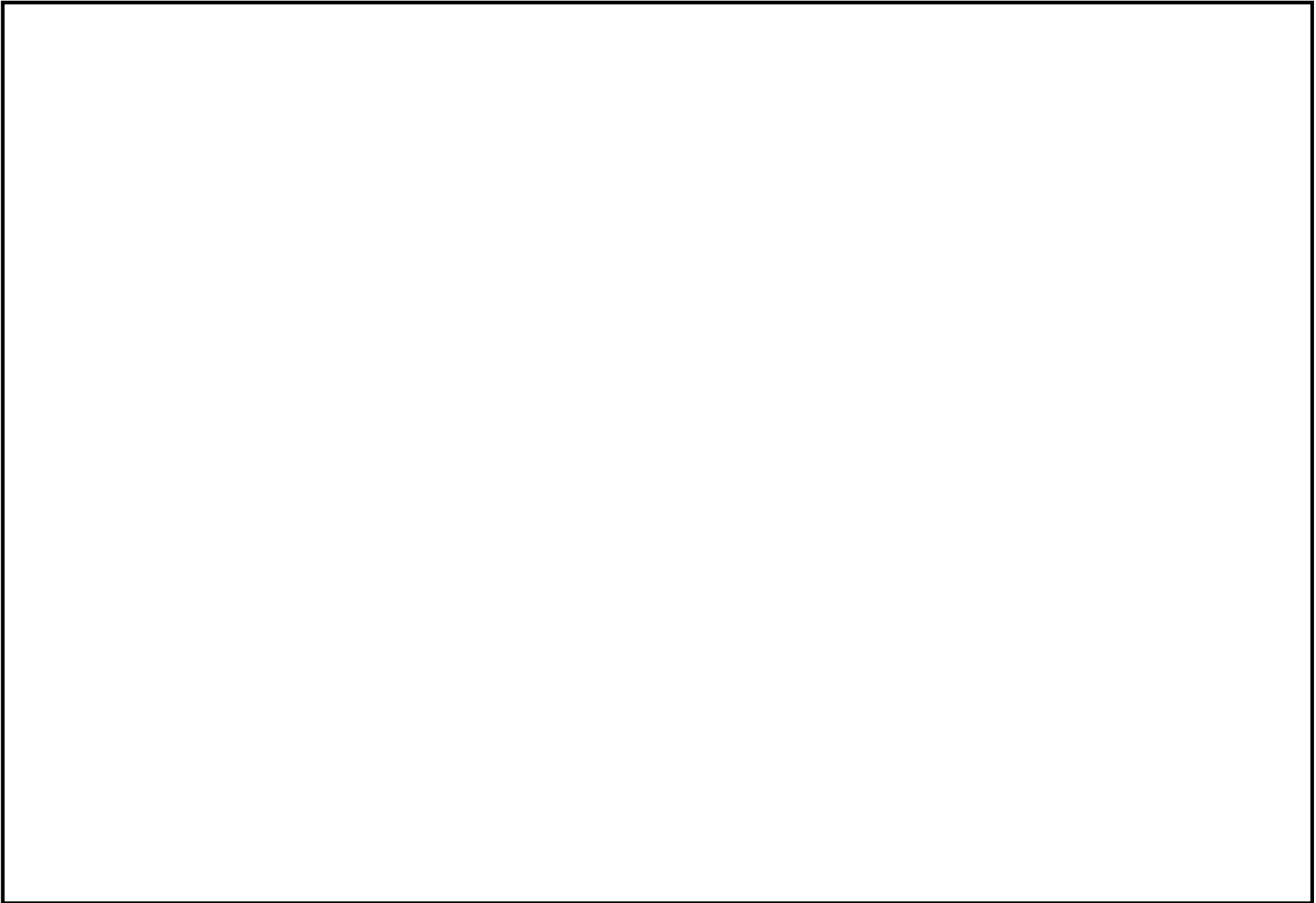


溢水防護区画図 (T.P. 2. 3m 中間床)





溢水防護区画図 (T. P. 2. 3m(R/B), T. P. 2. 8m(A/B))



溢水防護区画図 (T.P. -1.7m)

## 4. 耐震B, Cクラス機器の耐震評価について

### 1. はじめに

- 原子力発電所の内部溢水評価ガイド(以下、「評価ガイド」という。)では「発電所内に設置された機器の破損による漏水流体を内包する機器(配管、容器)のうち、基準地震動による地震力によって破損が生じるとされる機器について、破損を想定する。基準地震動によって破損し漏水が生じる機器とは、基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイドにおいて、耐震設計上の重要度分類B, Cクラスに分類される機器(以下、「B, Cクラス機器」という。)とする。ただし、B, Cクラス機器であっても、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものについては、漏水を考慮しないことができる。」とされている。
- 本資料では、評価ガイドに基づき、地震時に溢水源となる耐震B, Cクラス機器(配管、容器、ポンプ)について、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して耐震性を確認する。

### 2. 評価方針

- 評価に当たっては、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-補1984、1987、1991 追補版」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」等(以下「JEAG 等」という。)に基づき実施する。
- 設計震度については、水平方向、鉛直方向共に、基準地震動  $S_s$  による動的地震力を用いて評価を実施する。

### 3. 評価の考え方

評価は以下の考え方に基づいて実施した。

#### (1) 耐震評価対象機器の抽出

- 原子炉建屋、原子炉補助建屋、循環水ポンプ建屋、ディーゼル発電機建屋等に設置され、地震時に溢水源となる可能性のある機器から耐震評価の対象となる液体を内包する耐震B, Cクラス機器を抽出する。
- なお、容器等に対する耐震評価対象機器の抽出に際しては、溢水による防護対象設備や運転員操作への影響を考慮して保有水量が多いものを選定することとし、保有水量の目安として、機器単体の容量が  $10 \text{ m}^3$  以上となる機器を対象として選定した。

## (2) 機器の耐震評価

- 基準地震動  $S_s$  による地震力に対して耐震評価の対象機器（配管、容器、ポンプ）について耐震性を確認する。
- 対象機器については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動  $S_s$  による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、構造強度評価を実施し、評価基準値 ( $IV_A S$ ) を満足することを確認する。

## 4. 耐震評価対象機器の抽出

- 溢水源から耐震評価対象となる機器の抽出フローを図-1に示す。
- 地震時に溢水源となる可能性のある耐震B, Cクラス機器および溢水源となる機器を表-1に示す。

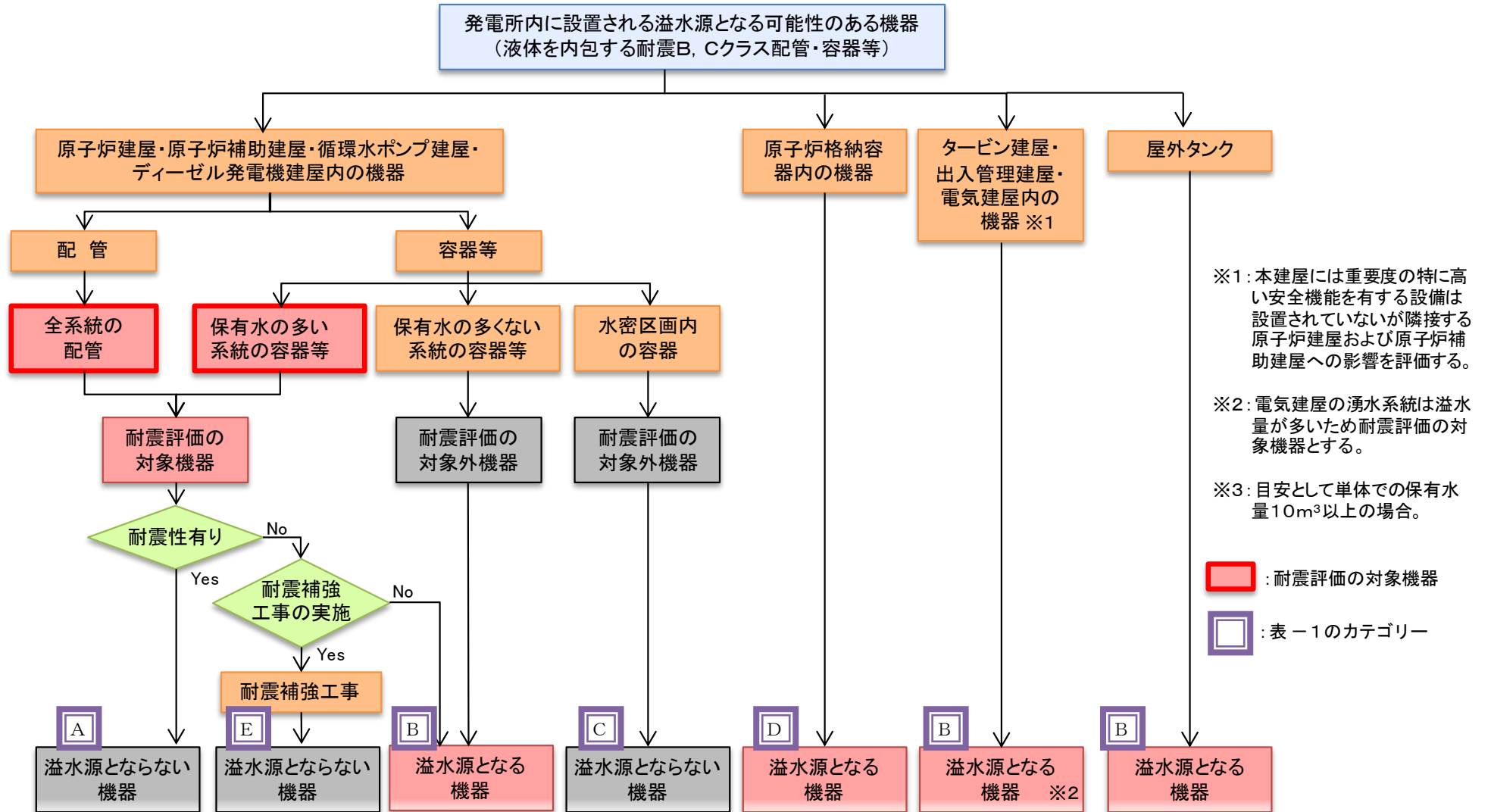


図-1 耐震評価対象機器の抽出

表－1 溢水源となる可能性のある耐震B，Cクラス機器（1／2）

| 建屋                         | フロア           | 設備                 | カテゴリー            | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) |   |
|----------------------------|---------------|--------------------|------------------|--------------------------|---|
| 原子炉建屋                      | TP. 43.6<br>m | 空調用冷水膨張タンク         | A                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 33.1<br>m | 使用済燃料ピットスロッシング     | B                | 12.6                     |   |
|                            |               | 飲料水タンク             | A                | －                        |   |
|                            | TP. 28.7<br>m | 格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器   | E                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 24.8<br>m | 燃料取替用水加熱器          | A                | －                        |   |
|                            |               | ブローダウンサンプル冷却器      | E                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 17.8<br>m | 非再生冷却器             | A                | －                        |   |
|                            |               | サンプル冷却器            | E                | －                        |   |
|                            |               | ブローダウンタンク          | A                | －                        |   |
|                            |               | 1次系純水タンク           | C                | －                        |   |
|                            | TP. 10.3<br>m | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            |               | ガス圧縮装置             | B                | 0.2                      |   |
|                            |               | 廃ガス除湿装置            | B                | 0.3                      |   |
|                            |               | 使用済燃料ピット冷却器        | A                | －                        |   |
|                            |               | 使用済燃料ピットポンプ        | A                | －                        |   |
|                            | TP. 2.3m      | 1次系補給水ポンプ          | A                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            |               | 薬液混合タンク            | B                | 0.1                      |   |
|                            |               | 空調用冷凍機             | A                | －                        |   |
|                            |               |                    | 空調用冷水ポンプ         | A                        | － |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
| 原子炉建屋合計（使用済燃料ピットスロッシングは除く） |               |                    |                  | 0.6                      |   |
| 原子炉補助建屋                    | TP. 38.5<br>m | 樹脂タンク              | B                | 0.5                      |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 33.5<br>m | 1次系か性ソーダタンク        | C                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 27.8<br>m | ほう酸補給タンク           | E                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 24.8<br>m | 廃液貯蔵ピットか性ソーダ計量タンク  | B                | 0.3                      |   |
|                            |               | 廃液蒸発装置             | B                | 18 <sup>*1</sup>         |   |
|                            |               | 洗浄排水蒸発装置           | B                | 7.8                      |   |
|                            |               | 洗浄排水蒸発装置リン酸ソーダ注入装置 | B                | 0.5                      |   |
|                            |               | 安全補機開閉器室給気ユニット     | A                | －                        |   |
|                            |               | 中央制御室給気ユニット        | A                | －                        |   |
|                            |               | 試料採取室給気ユニット        | A                | －                        |   |
|                            |               | 出入管理室冷却ユニット        | A                | －                        |   |
|                            |               | 中央制御室加湿器           | A                | －                        |   |
|                            |               | 計算機室加湿器            | A                | －                        |   |
|                            |               | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 17.8<br>m | 冷却材混床式脱塩塔          | B                | 44.5                     |   |
|                            |               | 冷却材陽イオン脱塩塔         | B                |                          |   |
|                            |               | 冷却材脱塩塔入口フィルタ       | B                |                          |   |
|                            |               | 冷却材フィルタ            | B                |                          |   |
|                            |               | 体積制御タンク            | A                | －                        |   |
|                            |               | ほう酸回収装置混床式脱塩塔      | A                | －                        |   |
|                            |               | ほう酸回収装置陽イオン脱塩塔     | A                | －                        |   |
|                            |               | ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ     | A                | －                        |   |
|                            |               | 1次系薬品タンク           | B                | 0.1                      |   |
|                            |               | 洗浄排水濃縮廃液タンク        | A                | －                        |   |
|                            |               | 洗浄排水濃縮廃液ポンプ        | A                | －                        |   |
|                            |               | 濃縮廃液タンク            | C                | －                        |   |
|                            |               | 濃縮廃液ポンプ            | A                | －                        |   |
|                            |               | 廃液フィルタ             | A                | －                        |   |
|                            | 廃液蒸留水脱塩塔      | B                  | 18 <sup>*1</sup> |                          |   |
|                            | 使用済燃料ピット脱塩塔   | A                  | －                |                          |   |
|                            | 使用済燃料ピットフィルタ  | A                  | －                |                          |   |
|                            | 配管            | A                  | －                |                          |   |
|                            | TP. 13.3<br>m | 配管                 | A                | －                        |   |
|                            | TP. 10.3<br>m | 封水冷却器              | A                | －                        |   |
|                            |               | ほう酸回収装置            | B                | 16.1                     |   |
|                            |               | 亜鉛注入装置             | B                | 0.2                      |   |
|                            |               |                    | 配管               | A                        | － |

※1 同一の溢水源を示す

表－１ 溢水源となる可能性のある耐震B，Cクラス機器（2／2）

| 建屋             | フロア   | 設備   | カテゴリー | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------|---|--|-------|--------------------------|
| 原子炉補助建屋        | TP. 5. 8m   | 酸液ドレンタンクか性ソーダ計量タンク   | B     | 1. 1 <sup>*2</sup>       |
|                |   | 配管   | A     | －                        |
|                | TP. 4. 1m   | 安全補機室冷却ユニット  | A     | －                        |
|                |   | 配管   | A     | －                        |
|                | TP. 2. 8m   | 冷却材貯蔵タンク   | C     | －                        |
|                |   | 廃液蒸留水タンク   | A     | －                        |
|                |   | 廃液蒸留水ポンプ   | A     | －                        |
|                |   | 洗浄排水蒸留水タンク   | A     | －                        |
|                |   | 洗浄排水蒸留水ポンプ   | A     | －                        |
|                |   | 酸液ドレンタンク   | B     | 1. 1 <sup>*2</sup>       |
|                |   | 酸液ドレンポンプ   | A     | －                        |
|                |   | 使用済樹脂貯蔵タンク   | C     | －                        |
|                |   | ほう酸回収装置給水ポンプ   | A     | －                        |
|                |   | 廃液給水ポンプ  | A     | －                        |
|                |   | 配管   | A     | －                        |
|                | TP. -1. 7m  | 洗浄排水タンク  | A     | －                        |
|                |   | 洗浄排水ポンプ  | A     | －                        |
|                |   | 洗浄排水フィルタ   | A     | －                        |
|                |   | 補助蒸気復水モニタ冷却器   | A     | －                        |
|                |   | 補助蒸気ドレンタンク   | A     | －                        |
|                |   | 補助蒸気ドレンポンプ   | A     | －                        |
|                |   | 配管   | A     | －                        |
|                | -   | 乾燥機（セメント固化装置）  | A     | －                        |
|                |   | 乾燥機復水器（セメント固化装置）   | A     | －                        |
|                |   | 抽気タンク（セメント固化装置）  | A     | －                        |
|                |   | 濃縮廃液前処理タンクベント冷却器<br>（セメント固化装置）                                     | A     | －                        |
|                |   | セメント固化装置（上記以外の設備）  | B     | 25. 2                    |
| 配管（セメント固化装置関連） |   | E  | －     |                          |
|                |   | 配管   | A     | －                        |
| 原子炉補助建屋合計      |   |  |       | 114. 3                   |
| 原子炉格納容器        | -   | 原子炉格納容器の機器   | D     | －                        |
| ディーゼル発電機<br>建屋 | -   | 消火配管   | A     | －                        |
| タービン建屋         | -   | タービン建屋の機器  | B     | 9070 <sup>*3</sup>       |
| 出入管理建屋         | -   | 配管（水消火系統、原子炉補給水系統（脱塩水）、飲料<br>水系統）                                  | B     | 720                      |
| 電気建屋           | -   | 配管（湧水系統）   | A     | －                        |
|                | -   | 配管（水消火系統、原子炉補給水系統（脱塩水）、飲料<br>水系統）                                  | B     | 455                      |
| 循環水ポンプ建屋       | -   | 循環水管伸縮継手   | A     | －                        |
|                | TP. 10. 3m  | 海水電解装置   | B     | 2898                     |
|                | -   | 海水淡水化設備  | B     |                          |
|                | -   | 海水ポンプ室外の配管<br>（軸受冷却水系統、所内用水系統、海水電解装置海水供<br>給・注入系統、飲料水系統、海水淡水化設備配管） | B     |                          |
| -              | 海水ポンプ室内の配管<br>（所内用水系統、海水電解装置海水供給・注入系統、海<br>水ストレナ排水系統） | A  | －     |                          |
| 屋外タンク          | -   | ろ過水タンク   | B     | 21000                    |
|                | -   | 純水タンク  | B     |                          |

※ 2 同一の溢水源を示す

※ 3 内訳は別表－1 に示す

（カテゴリーの内訳）

- A：基準地震動 S<sub>s</sub> による耐震性確認機器
- B：溢水源機器
- C：水密区画内設置機器
- D：原子炉格納容器の機器（L O C A 時の溢水量に包絡される）
- E：耐震補強工事により基準地震動 S<sub>s</sub> による耐震性確認機器

別表－1 タービン建屋の機器の溢水量内訳

| 機器名称               | 溢水量(m <sup>3</sup> ) |
|--------------------|----------------------|
| 軸受冷却水スタンドパイプ       | 4.00                 |
| 脱気器                | 420.01               |
| 第3 低圧給水加熱器         | 10.01                |
| 第4 低圧給水加熱器         | 12.01                |
| 湿分分離加熱器            | 80.00                |
| 第6 高圧給水加熱器         | 22.01                |
| 高圧油供給装置            | 1.73                 |
| 脱気器再循環ポンプ          | 0.05                 |
| 低圧給水加熱器ドレンタンク      | 4.20                 |
| SG ブロー熱回収フラッシュタンク  | 1.41                 |
| 湿分分離加熱器ドレンタンク#1    | 2.81                 |
| 湿分分離加熱器ドレンタンク#2    | 1.59                 |
| 湿分分離器ドレンタンク        | 5.18                 |
| 復水器水室空気抜きポンプ       | 0.10                 |
| 復水脱塩塔              | 150.00               |
| 復水ろ過器              | 12.00                |
| レジンキャッチャ           | 0.20                 |
| レジントラップ            | 2.50                 |
| 樹脂混合用空気貯槽          | 20.00                |
| 制御用空気貯槽            | 2.20                 |
| 塩酸貯槽               | 35.00                |
| 塩酸計量槽              | 8.80                 |
| 塩酸スクラバ             | 0.20                 |
| 苛性ソーダ計量槽           | 7.40                 |
| 苛性ソーダ貯槽            | 50.00                |
| ジャッキングオイルポンプユニット   | 0.35                 |
| 復水ブースタポンプ          | 1.50                 |
| タービン動主給水ポンプ        | 1.00                 |
| タービン動主給水ポンプ油タンク    | 20.92                |
| タービン動主給水ポンプ油冷却器    | 0.62                 |
| 電動主給水ポンプ           | 2.00                 |
| 給水ブースタポンプ (タービン動用) | 1.40                 |
| 給水ブースタポンプ (電動用)    | 0.70                 |
| 主油タンク              | 55.00                |
| 油清浄機               | 4.39                 |
| 油清浄機ドレンタンク         | 1.45                 |
| 油冷却器               | 21.99                |



|                 |          |
|-----------------|----------|
| スチームコンバータ給水ポンプ  | 0.03     |
| スチームコンバータ給水タンク  | 21.00    |
| スチームコンバータドレンクーラ | 0.50     |
| スチームコンバータドレンタンク | 1.50     |
| スチームコンバータ       | 8.21     |
| 所内用空気圧縮機        | 2.20     |
| 所内用空気除湿装置       | 3.00     |
| 所内用空気冷却器        | 0.20     |
| S Gブロー復水冷却器     | 5.40     |
| 湿分分離器ドレンポンプ     | 0.40     |
| 復水器真空ポンプ        | 2.00     |
| 低圧給水加熱器ドレンポンプ   | 0.40     |
| 軸受冷却水冷却器        | 69.99    |
| 軸受冷却水ポンプ        | 1.20     |
| アンモニア原液タンク      | 10.00    |
| ヒドラジン原液タンク      | 12.00    |
| ヒドラジントank       | 3.00     |
| アンモニアタンク        | 3.00     |
| 2次系補給水ポンプ       | 0.10     |
| カチオン再生塔         | 31.90    |
| 混合樹脂受入槽         | 26.60    |
| 樹脂補給ホッパ         | 1.70     |
| アニオン再生塔         | 8.30     |
| スクラバ            | 0.20     |
| 復水回収タンク         | 0.94     |
| 復水器             | 1,320.00 |
| 海水ブースタポンプ       | 1.80     |
| 復水ポンプ           | 18.60    |
| タービンブローダウンタンク   | 8.70     |
| 温水排水ポンプ         | 1.00     |
| 海水ピット排水ポンプ      | 0.50     |
| 定常淡水ピット排水ポンプ    | 0.13     |
| 復水管             | 182.39   |
| 海水管             | 68.60    |
| 軸冷却水管           | 67.46    |
| 給水管             | 97.23    |
| 貝取装置管           | 25.13    |
| 循環水管伸縮継手        | 6,100.00 |
| 合計              | 9,070.00 |

## 5. 機器の耐震評価

### (1) 容器およびポンプの耐震評価

#### a. 評価フロー

- 容器およびポンプ（以下、「容器等」という。）の評価フローを図-2に示す。図-2の評価フローに従った具体的な評価は、次項以降に示す。

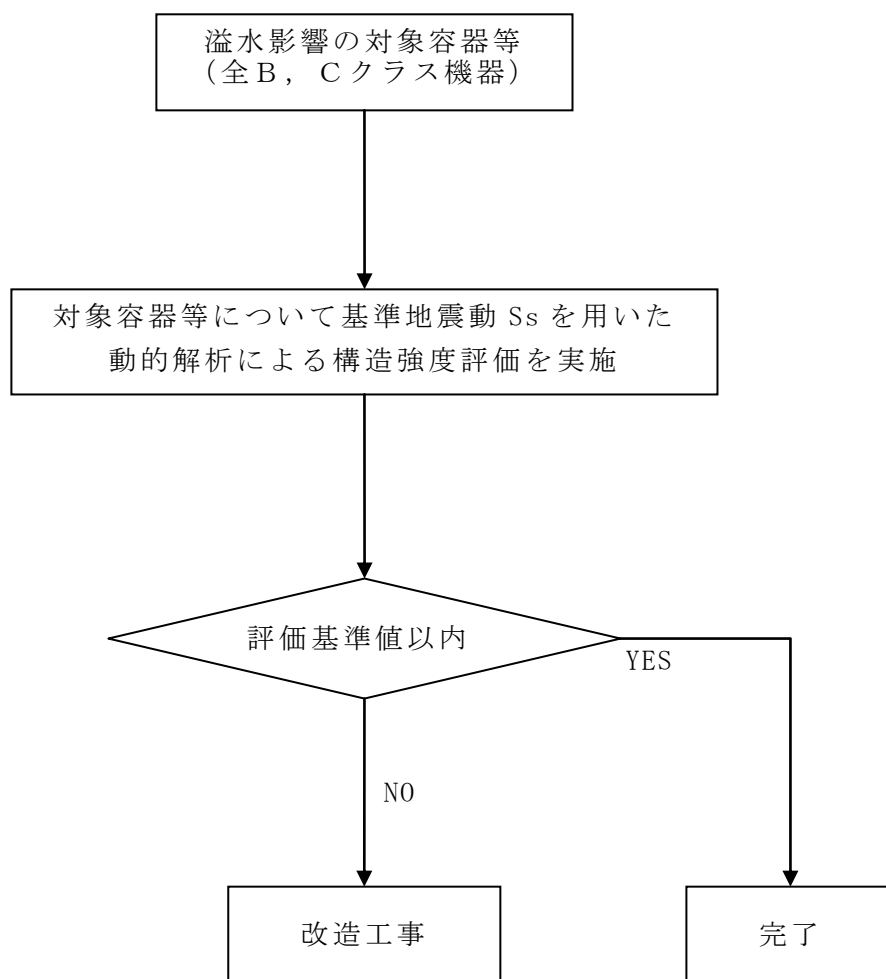


図-2 容器等の評価フロー

#### b. 評価手法

- 構造強度評価は基準地震動  $S_s$  を用いた動的解析によることとし、図－3に示すような各機器の振動特性に応じたモデル化を行い、設計用床応答スペクトル等を用いた地震応答解析（スペクトルモード解析法など）を行う。
- その上で、当該機器の据付床の水平方向および鉛直方向それぞれの床応答を用いて応答解析を行い、それぞれの応答解析結果を適切に組み合わせる。
- 評価手法は、JEAG等の規格基準または必要に応じ試験等で妥当性が確認されたものを用いる。
- 応力評価は、基準地震動  $S_s$  に対する応力発生値と評価基準値を比較することにより行い、評価基準値はJEAG等の規格基準で規定されている値、または必要に応じ試験等で妥当性が確認されている値を用いる。
- 評価結果の記載にあたっては、JEAG等の評価対象部位を元に構造上適切に選定した評価部位すべての評価結果から、最も厳しい部位の値を記載する。

#### c. 評価条件

- 評価対象となる耐震B，Cクラスの容器等の主な解析条件を表－2に示す。

#### d. 評価結果

- 今回適用した評価手法・条件および評価結果について表－3に示す。また、規格基準上の評価手法・条件を比較するため、耐震Sクラス容器等の代表的な評価手法・条件も併せて示す。
- 表－3に示すとおり、最大発生応力がいずれも評価基準値を満足していることを確認した。
- 一部の容器に対しては、溢水防止の観点から4－別紙2に示すとおり耐震性向上工事を実施した。

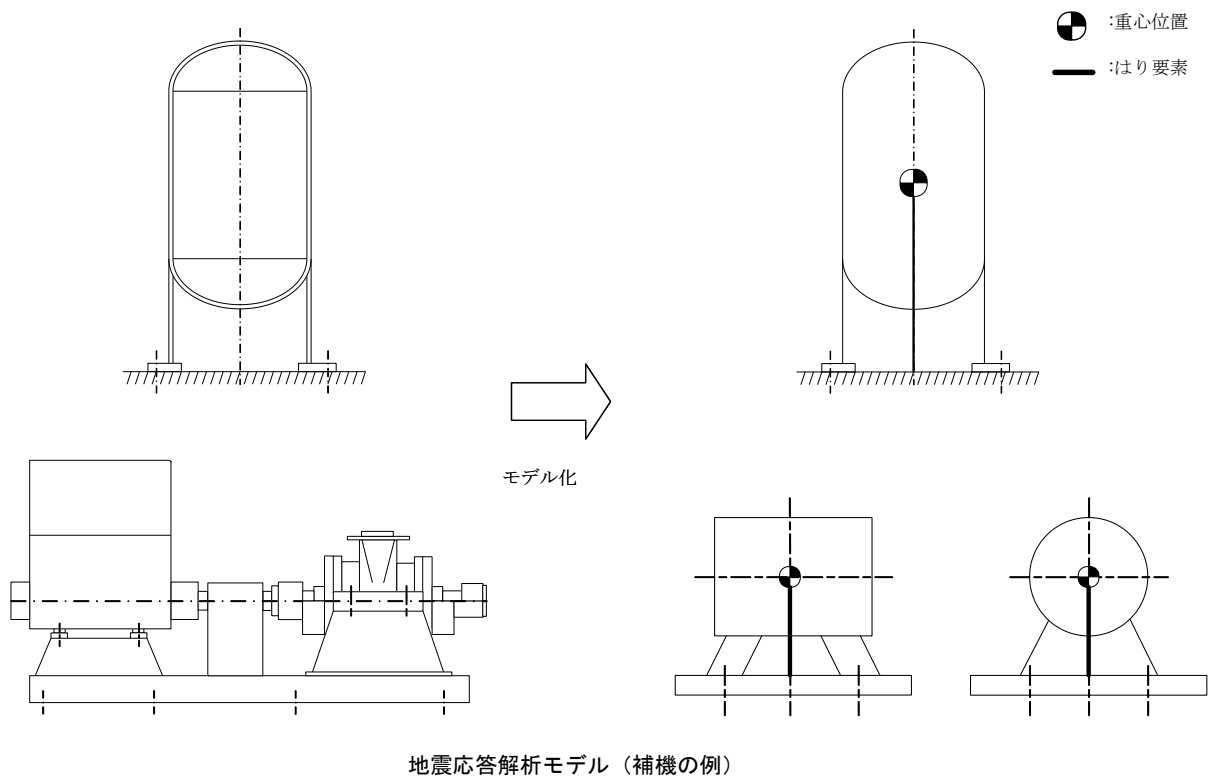


図-3 補機類の地震応答解析モデル（例）

表－２ 容器等の解析条件

|                | B, Cクラス容器等<br>(溢水波及影響評価)                         | 【参考】<br>Sクラス容器等<br>(設計評価)                 |
|----------------|--|---|
| 解析手法           | JEAG等に基づく<br>構造強度評価                              | 同左  |
| 地震波            | 基準地震動 $S_s$<br>(最大加速度)<br>水平：550 ガル<br>鉛直：368 ガル | 基準地震動 $S_s$<br>弾性設計用地震動 $S_d$<br>静的地震力    |
| 床応答曲線<br>(FRS) | ±10% 拡幅  | 同左  |
| 荷重の組合せ         | 絶対値和または<br>二乗和平方根 (SRSS)                         | 同左  |
| 減衰定数           | (水平) 1.0%<br>(鉛直) 1.0%                           | 同左  |
| 許容応力状態         | $IV_A S$   | $S_d$ , 静的： $III_A S$<br>$S_s$ ： $IV_A S$ |
| 温度・圧力条件        | 最高使用圧力<br>最高使用温度                                 | 同左  |
| 板厚条件           | 公称値  | 同左  |
| 水位条件           | 密閉容器：満水状態<br>開放容器：オーバーフロー水位                      | 同左  |
| 評価部位           | JEAG等に基づくSクラス容器等<br>の評価部位<br>例：胴板，支持部，基礎ボルト      | 同左  |

【注】 上記に関する補足

○荷重の組合せについて

水平、鉛直方向の両者がともに動的な地震力であり、両者の生起時間に差があるという実挙動を踏まえ、時間的な概念を取り入れた荷重の組合せ (SRSS) が適用できると考えられる。この考え方は剛機器においても同様であるが、鉛直方向に剛である容器類、ポンプ等については、既工認と同様な手法として絶対値和による評価を実施している。これは絶対値和による確認を実施することで SRSS による荷重を超えることが無いという考え方であり、耐震 S クラス機器においても同様な評価を実施している。

このため、今回評価対象とした耐震 B, C クラスの容器、ポンプ等についても絶対値和することを原則として評価を行ったが、一部機器については SRSS による評価も取り入れた。なお、鉛直方向が剛とはならない配管の評価においては、全て SRSS による評価を実施している。

○減衰定数について

評価に使用する減衰定数は JEAG4601 に規定された値とするが、今回の評価に用いる設計用減衰定数は、振動試験結果等を踏まえて得られている知見を反映した減衰定数を採用した、詳細は 4-別紙 1 に示す。

○板厚条件

耐震計算において「公称値－製作誤差」を採用することは、胴板の応力に対しては安全側の評価となるが、重量が軽くなり地震力が減少するなど、機器全体の応答としては必ずしも安全側の評価とならない。

このため、支持構造物や基礎ボルトに対する、地震時の機器全体の応答を把握する条件として、公称値を採用することは設備設計の基本であり、適切と判断している。そのため、既工認においても同様の条件で評価を実施している。

表-3 耐震評価対象容器等の評価手法・条件および結果整理表（構造強度）（1/4）

| 区分           | 設備名称                | 評価部位               | 応力分類  | 発生値<br>MPa | 評価基準値<br>MPa | JEAG等の規格基準の代表的な評価手法・条件との相違                    |   |                                   |                                   |                      |                      | 備考 |                          |
|--------------|---------------------|--------------------|-------|------------|--------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----|--------------------------|
|              |                     |                    |       |            |              | 解析手法(公式等による評価、<br>スペクトルモーダル解析他)               |   | 解析モデル                             |                                   | 減衰定数                 |                      |    | その他(評価条件<br>(温度、圧力等)の変更) |
|              |                     |                    |       |            |              | ○:同じ<br>●:異なる                                 | 相違内容  | ○:同じ<br>●:異なる                     | 相違内容                              | ○:同じ<br>●:異なる        | 相違内容                 |    | 相違内容                     |
| 容器・タンク・装置    | 耐震Sクラス 容器           | 胴板<br>支持脚<br>基礎ボルト | —     | —          | —            | —   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | —                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | —                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  | 代表的な評価手法・条件              |
|              | サンプル冷却器             | 冷却器<br>(配管本体)      | 一次    | 35         | 396          | ○   | (応答解析)スペクトルモーダル解析<br>(応力解析)公式等による評価           | ○                                 | (応答解析)3次元はり・板要素モデル<br>(応力解析)モデルなし | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  | 耐震補強工事実施。                |
|              | 格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器    | 冷却器<br>(配管本体)      | 一次    | 43         | 396          | ○   | (応答解析)スペクトルモーダル解析<br>(応力解析)公式等による評価           | ○                                 | (応答解析)3次元はり・板要素モデル<br>(応力解析)モデルなし | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  | 耐震補強工事実施。                |
|              | 使用済燃料ピット冷却器         | 胴板                 | 一次応力  | 92         | 334          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 123        | 202          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | 廃ガス除湿装置<br>(廃ガス冷却器) | 冷却コイル              | 一次応力  | 47         | 396          | ○   | (応答解析)スペクトルモーダル解析<br>(応力解析)公式等による評価           | ○                                 | (応答解析)3次元はりモデル<br>(応力解析)モデルなし     | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 冷却コイル              | 一次+二次 | 50         | 290          | ○   | (応答解析)スペクトルモーダル解析<br>(応力解析)公式等による評価           | ○                                 | (応答解析)3次元はりモデル<br>(応力解析)モデルなし     | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | ガス圧縮装置<br>(封水冷却器)   | 胴板                 | 一次応力  | 49         | 400          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 47         | 173          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | 洗浄排水蒸発装置<br>(コンデンサ) | 基礎ボルト              | 引張    | 109        | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 103        | 164          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | 洗浄排水蒸発装置<br>(加熱器)   | ラグ                 | 組合せ   | 147        | 235          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 57         | 209          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | 廃液蒸発装置<br>(コンデンサ)   | 基礎ボルト              | 引張    | 109        | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 103        | 155          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | 廃液蒸発装置<br>(加熱器)     | ラグ                 | 組合せ   | 141        | 235          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 55         | 209          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | ほう酸回収装置<br>(蒸発器)    | 取付ボルト              | 引張    | 151        | 177          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              |                     | 胴板                 | 一次+二次 | 127        | 155          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                                 | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|              | ブローダウンサンプル冷却器       | 冷却器<br>(配管本体)      | 一次    | 46         | 396          | ○   | (応答解析)スペクトルモーダル解析<br>(応力解析)公式等による評価           | ○                                 | (応答解析)3次元はり・板要素モデル<br>(応力解析)モデルなし | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  | 耐震補強工事実施。                |
| 非再生冷却器       | 胴板                  | 一次応力               | 125   | 334        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                                 | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                          |
|              | 胴板                  | 一次+二次              | 116   | 202        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                                 | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                          |
| 補助蒸気復水モータ冷却器 | 冷却器<br>(配管本体)       | 一次                 | 121   | 396        | ○            | (応答解析)スペクトルモーダル解析<br>(応力解析)公式等による評価           | ○   | (応答解析)3次元はり・板要素モデル<br>(応力解析)モデルなし | ○                                 | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                          |
| 封水冷却器        | 基礎ボルト               | 引張                 | 29    | 210        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                                 | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                          |
|              | 胴板                  | 一次+二次              | 35    | 221        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル       | ○                                 | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                          |

表-3 耐震評価対象容器等の評価手法・条件および結果整理表（構造強度）（2/4）

| 区分         | 設備名称           | 評価部位          | 応力分類          | 発生値<br>MPa | 評価基準値<br>MPa | JEAG等の規格基準の代表的な評価手法・条件との相違                    |   |                             |                             |                      |                      | 備考                      |                          |
|------------|----------------|---------------|---------------|------------|--------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
|            |                |               |               |            |              | 解析手法(公式等による評価、<br>スペクトルモーダル解析他)               |   | 解析モデル                       |                             | 減衰定数                 |                      |                         | その他(評価条件<br>(温度、圧力等)の変更) |
|            |                |               |               |            |              | ○:同じ<br>●:異なる                                 | 相違内容  | ○:同じ<br>●:異なる               | 相違内容                        | ○:同じ<br>●:異なる        | 相違内容                 |                         | 相違内容                     |
| 容器・タンク・装置  | 使用済燃料ピット脱塩塔    | 支持脚           | 組合せ           | 89         | 261          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | 支持脚           | 一次+二次<br>(座屈) | 0.34*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | 使用済燃料ピットフィルタ   | 基礎ボルト         | 引張            | 26         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.02*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | 体積制御タンク        | 胴板            | 組合せ一次         | 47         | 267          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.04*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | 燃料取替用水加熱器      | 基礎ボルト         | 引張            | 91         | 168          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | 胴板            | 一次+二次         | 104        | 209          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | 中央制御室加湿器       | ケーシング         | 曲げ            | 27         | 217          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)2.5%<br>(鉛直)2.5% | —                       |                          |
|            | 計算機室加湿器        | ケーシング         | 曲げ            | 36         | 217          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)2.5%<br>(鉛直)2.5% | —                       |                          |
|            | 空調用冷凍機         | 基礎(取付)ボルト     | 引張            | 20         | 193          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | 空調用冷水膨張タンク     | 基礎ボルト         | 引張            | 78         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | 胴板            | 一次+二次         | 43         | 222          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | ほう酸回収装置混床式脱塩塔  | 支持脚           | 組合せ           | 152        | 261          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | 支持脚           | 一次+二次<br>(座屈) | 0.59*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ | 胴板            | 組合せ一次         | 13         | 267          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.02*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | ほう酸回収装置陽イオン脱塩塔 | 支持脚           | 組合せ           | 57         | 261          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            |                | 支持脚           | 一次+二次<br>(座屈) | 0.22*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
|            | 廃液蒸留水タンク       | スカート          | 組合せ           | 30         | 270          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                       |                          |
| スカート       |                | 一次+二次<br>(座屈) | 0.17*         | 1*         | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |                         |                          |
| 洗浄排水タンク    | 胴板             | 一次応力          | 86            | 403        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |                         |                          |
|            | 胴板             | 一次+二次         | 163<br>(0.10) | 151<br>(1) | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    | ( )内は疲労評価における<br>疲労累積係数 |                          |
| 洗浄排水蒸留水タンク | 基礎ボルト          | 引張            | 19            | 210        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |                         |                          |
|            | スカート           | 一次+二次<br>(座屈) | 0.08*         | 1*         | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |                         |                          |

※圧縮と曲げ応力に対する許容値との比率評価のため単位なし。

表-3 耐震評価対象容器等の評価手法・条件および結果整理表（構造強度）（3/4）

| 区分                | 設備名称            | 評価部位          | 応力分類          | 発生値<br>MPa | 評価基準値<br>MPa | JEA等の規格基準の代表的な評価手法・条件との相違                     |   |                             |                             |                      |                      | 備考 |                        |
|-------------------|-----------------|---------------|---------------|------------|--------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----|------------------------|
|                   |                 |               |               |            |              | 解析手法(公式等による評価、<br>スペクトルモーダル解析他)               |   | 解析モデル                       |                             | 減衰定数                 |                      |    | その他(評価条件<br>温度、圧力等の変更) |
|                   |                 |               |               |            |              | ○:同じ<br>●:異なる                                 | 相違内容  | ○:同じ<br>●:異なる               | 相違内容                        | ○:同じ<br>●:異なる        | 相違内容                 |    | 相違内容                   |
| 容器・<br>タンク・<br>装置 | 洗浄排水濃縮廃液タンク     | 基礎ボルト         | 引張            | 28         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   |                 | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.09*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 廃液フィルタ          | 銅板            | 組合せ一次         | 13         | 276          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   |                 | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.02*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 洗浄排水フィルタ        | 基礎ボルト         | 引張            | 17         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   |                 | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.01*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | フローダウンタンク       | 基礎ボルト         | 引張            | 83         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   |                 | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.08*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 中央制御室給気ユニット     | 基礎(取付)ボルト     | 引張            | 98         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 安全補機閉閉器室給気ユニット  | 基礎(取付)ボルト     | 引張            | 40         | 204          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 安全補機室冷却ユニット     | 基礎(取付)ボルト     | 引張            | 11         | 204          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 試料採取室給気ユニット     | 基礎(取付)ボルト     | 引張            | 16         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 出入管理室冷却ユニット     | 基礎(取付)ボルト     | 引張            | 51         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 飲料水タンク          | 基礎ボルト         | 引張            | 46         | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   |                 | スカート          | 一次+二次<br>(座屈) | 0.12*      | 1*           | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | ほう酸補給タンク        | 支持構造物         | 組合せ           | 157        | 261          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  | 耐震補強工事実施。              |
|                   |                 | 銅板            | 一次+二次         | 22         | 173          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | 補助蒸気ドレンタンク      | 銅板            | 組合せ一次         | 6          | 234          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | セメント固化装置 乾燥機    | 取付ボルト         | 引張            | 47         | 148          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
|                   | セメント固化装置 乾燥機復水器 | 銅板            | 一次            | 22         | 207          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                        |
| 銅板                |                 | 一次+二次         | 16            | 174        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                        |
| セメント固化装置 抽気タンク    | 基礎ボルト           | 引張            | 30            | 210        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                        |
|                   | スカート            | 一次+二次<br>(座屈) | 0.05          | 1          | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                        |

※圧縮と曲げ応力に対する許容値との比率評価のため単位なし。



表-3 耐震評価対象容器等の評価手法・条件および結果整理表（構造強度）（4/4）

| 区分        | 設備名称                      | 評価部位           | 応力分類  | 発生値<br>MPa | 評価基準値<br>MPa | JEAG等の規格基準の代表的な評価手法・条件との相違                    |   |                             |                             |                      |                      | 備考 |                          |
|-----------|---------------------------|----------------|-------|------------|--------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----|--------------------------|
|           |                           |                |       |            |              | 解析手法(公式等による評価、<br>スペクトルモーダル解析他)               |   | 解析モデル                       |                             | 減衰定数                 |                      |    | その他(評価条件<br>(温度、圧力等)の変更) |
|           |                           |                |       |            |              | ○:同じ<br>●:異なる                                 | 相違内容  | ○:同じ<br>●:異なる               | 相違内容                        | ○:同じ<br>●:異なる        | 相違内容                 |    | 相違内容                     |
| 容器・装置     | セメント固化装置 濃縮廃液前処理タンクベント冷却器 | ラグ             | 組合せ一次 | 28         | 175          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           |                           | 胴板             | 一次+二次 | 16         | 174          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
| ポンプ       | 耐震Sクラスポンプ                 | 基礎ボルト<br>取付ボルト | —     | —          | —            | —   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | —                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | —                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  | 代表的な評価手法・条件              |
|           | 酸液ドレンポンプ                  | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 5          | 198          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 洗浄排水濃縮廃液ポンプ               | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 11         | 195          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 濃縮廃液ポンプ                   | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 10         | 195          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 使用済燃料ピットポンプ               | 原動機取付ボルト       | 引張    | 8          | 210          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 空調用冷水ポンプ                  | 基礎ボルト          | せん断   | 5          | 160          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | ほう酸回収装置給水ポンプ              | 基礎ボルト          | せん断   | 6          | 160          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 廃液給水ポンプ                   | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 6          | 153          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 廃液蒸留水ポンプ                  | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 6          | 153          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 洗浄排水ポンプ                   | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 5          | 153          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 洗浄排水蒸留水ポンプ                | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 6          | 153          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
|           | 補助蒸気ドレンポンプ                | ポンプ取付ボルト       | 引張    | 7          | 195          | ○   | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○                           | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                    | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —  |                          |
| 1次系補給水ポンプ | 基礎ボルト                     | せん断            | 7     | 160        | ○            | (応答解析)各設備の固有値に基づく応答加速度による評価<br>(応力解析)公式等による評価 | ○   | (応答解析)モデルなし<br>(応力解析)1質点モデル | ○                           | (水平)1.0%<br>(鉛直)1.0% | —                    |    |                          |

(2) 配管の耐震評価

a. 評価フロー

- 配管の評価フローを図-4に示す。図-4の評価フローに従った具体的な評価は、次項以降に示す。
- なお、定ピッチスパン法における標準支持間隔の算出を4-別紙3に、配管支持構造物の設計の考え方を4-別紙4に示す。

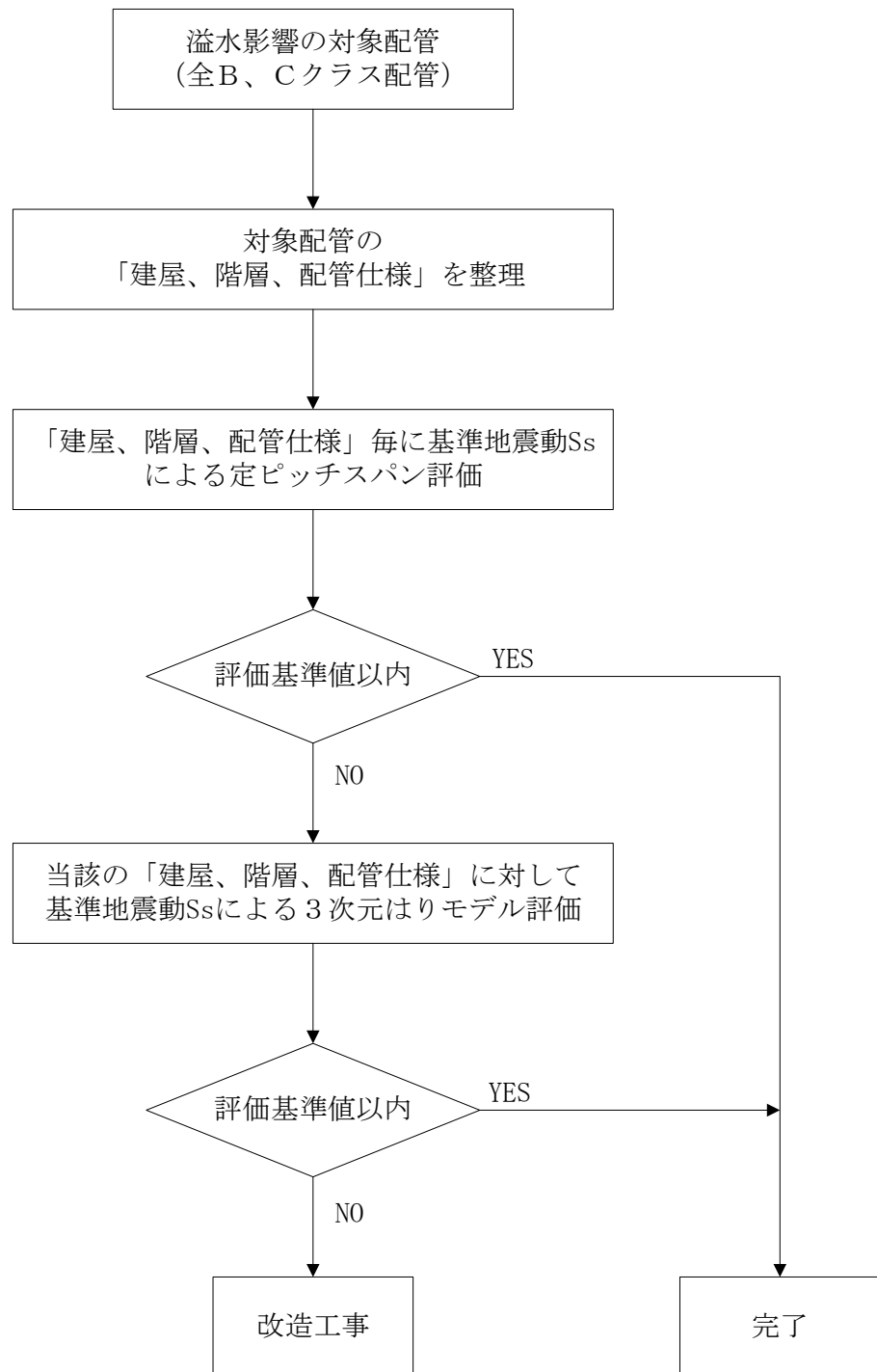
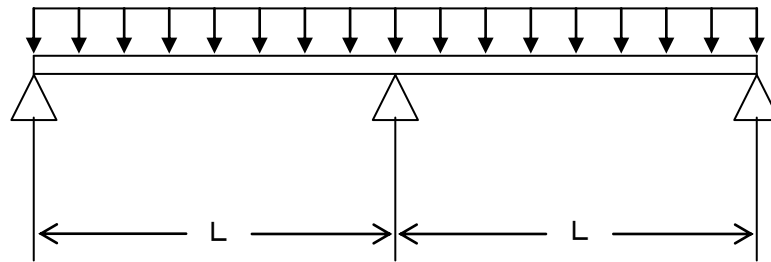


図-4 配管の評価フロー

## b. 評価手法

- 構造強度評価は基準地震動  $S_s$  を用いた動的解析によることとし、図－5 に示すようなモデル化を行い、設計用床応答スペクトル等を用いた地震応答解析（スペクトルモーダル解析法など）を行う。
- その上で、当該機器の据付床の水平方向および鉛直方向それぞれの床応答を用いて応答解析を行い、それぞれの応答解析結果を適切に組み合わせる。
- 評価手法は、JEAG 等の規格基準または必要に応じ試験等で妥当性が確認されたものを用いる。
- 応力評価は、基準地震動  $S_s$  に対する応力発生値と評価基準値を比較することにより行い、評価基準値は JEAG 等の規格基準で規定されている値、または必要に応じ試験等で妥当性が確認されている値を用いる。



3点支持等分布質量連続はりモデル（配管の例）

図－5 配管系の地震応答解析モデル（例）

## c. 評価条件

- 評価対象となる耐震 B，C クラス配管の耐震評価においては、工事計画認可で実績のある 2 スパン 3 点支持モデル（定ピッチスパン法）を用いており、評価のための主要な解析条件を表－4 に示す。

## d. 評価結果

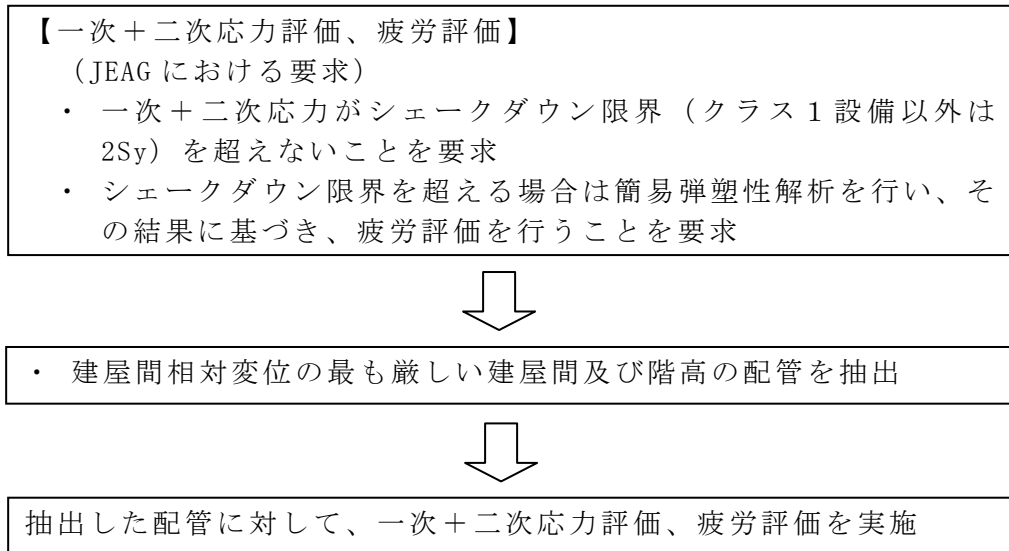
- 各系統の評価結果を表－5 に示す。
- 表－5 に示すとおり、対象配管の実支持スパンが定ピッチスパンによる標準支持間隔を下回っており、最大発生応力がいずれも評価基準値を満足していることを確認した。
- なお、B，C クラス配管のうち、温度 150℃ 超かつ口径 4B 以上の配管のうち熱の影響が大きい配管は、建設時に定ピッチスパンにて耐震設計を行い、3 次元はりモデルにて熱影響評価を実施して

いる。

- 今回対象となる温度 150℃ 超かつ口径 4B 以上の配管についても、実際の施工状況を踏まえ、より精緻に裕度を確保できる 3次元はりモデルによる耐震性評価を進めている。また、配管支持構造物の耐震健全性についても評価を進めている。

e. 建屋間相対変位の影響について

- 建屋間に跨り敷設される配管については、地震による建屋間相対変位の影響により二次応力が発生するため、一次＋二次応力についても評価を行っている。評価フローを図－6に、評価結果を4－別紙5に示す。
- なお、本評価は、最も大きな建屋間相対変位を各配管に一律に想定した厳しい評価により健全性を確認したものとなっているものの、実際の配管施工状況を踏まえた評価にはなっていない。
- このため、評価対象の各配管に対して発生する建屋間相対変位による評価を進めており、1次＋2次応力評価が評価基準値を満足しない場合には、3次元はりモデルによる評価を実施することとしている。



図－6 建屋間相対変位による影響評価の概要

表－４ 配管の解析条件

|                    | B, Cクラス低温配管<br>(溢水波及影響評価)                                 | 【参考】<br>Sクラス低温配管<br>(設計評価)                               |
|--------------------|---|--|
| 解析手法               | 定ピッチスパン法  | 定ピッチスパン法 (*1)  |
| 地震波                | 基準地震動 S <sub>s</sub><br>(最大加速度)<br>水平：550 ガル<br>鉛直：368 ガル | 基準地震動 S <sub>s</sub><br>弾性設計用地震動 S <sub>d</sub><br>静的地震力 |
| 床応答曲線<br>(FRS)     | ±10% 拡幅<br>(個別)   | 同左<br>(包絡)   |
| 荷重の組合せ             | 二乗和平方根 (SRSS)   | 同 左  |
| 減衰定数               | 0.5、1.5、2.0、3.0%  | 同 左  |
| 許容応力状態             | IV <sub>A</sub> S   | 同 左  |
| 温度・圧力条件            | 最高使用圧力<br>最高使用温度  | 同左   |
| 配管肉厚条件             | 公称値   | 同左   |
| 重量条件               | 満水状態  | 同左   |
| 評価項目<br>・応力        | ○   | ○  |
| 地震時相対変位の<br>考慮(*2) | 要   | 要  |

\*1：150℃を超え、4B以上の高温配管は3次元はりモデル解析

\*2：熱応力については建設時の条件を確認

【注】上記に関する補足

○床応答曲線の適用（個別/包絡）について

建設時には配管を壁に敷設する場合も考慮し、設置床に加え上階を包絡した床応答曲線を使用している。これは、設計作業効率化の観点で実施したものである。今回の評価においては、既設配管の評価であることから、実配管が床にのみに敷設されている場合にあつては、必要に応じ、上階を包絡せず配管が設置される床の床応答曲線のみを使用した。

表-5 耐震評価対象配管の配管条件・評価方法および結果整理表

| 系統名              | 材質      | 配管の条件                |             | 評価基準   | 評価結果 | (参考)<br>最大支持<br>間隔値(m)*3 |
|------------------|---------|----------------------|-------------|--|------|--------------------------|
|                  |         | 温度 150℃超<br>口径 4B 以上 | 建屋間<br>相対変位 |  |      |                          |
| 補助蒸気系統           | CS, SUS | ○*1                  | ○*2         | 配管支持間隔<br>が基準地震動<br>S <sub>s</sub> により策定<br>した定ピッチ<br>スパン表にお<br>ける最大支持<br>間隔以下であ<br>ること。 | ○    | 1.7                      |
| 原子炉補機冷却水系統       | CS, SUS | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.6                      |
| 原子炉格納容器スプレイ系統    | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 2.3                      |
| 化学体積制御系統         | SUS     | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.8                      |
| 空調用冷水系統          | CS      | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.8                      |
| 飲料水系統            | CS, SUS | —                    | ○*2         |  | ○    | 2.5                      |
| 機器ドレン系統          | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 3.9                      |
| 原子炉補給水系統 (脱塩水)   | SUS     | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.8                      |
| 床ドレン系統           | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 6.2                      |
| 1次系建屋 水消火系統      | CS      | —                    | ○*2         |  | ○    | 2.2                      |
| 機器ドレン回収系統        | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 3.6                      |
| 主蒸気および給水系統       | CS, SUS | ○*1                  | ○*2         |  | ○    | 2.5                      |
| 原子炉補給水系統 (1次系純水) | SUS     | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.8                      |
| 1次冷却系統           | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 3.5                      |
| 燃料取替用水系統         | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 3.1                      |
| 使用済燃料ピット水浄化冷却系統  | SUS     | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.8                      |
| 蒸気発生器ブローダウン系統    | CS, SUS | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.6                      |
| 安全注入系統           | SUS     | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.7                      |
| 試料採取系統           | SUS     | —                    | ○*2         |  | ○    | 1.7                      |
| 気体廃棄物処理系統        | SUS     | —                    | —           |  | ○    | 3.6                      |
| 液体廃棄物処理系統        | CS, SUS | —                    | ○*2         | ○  | 1.3  |                          |
| 固体廃棄物処理系統        | SUS     | —                    | —           | ○  | 3.6  |                          |
| 地下水排水系統          | CS      | —                    | ○*2         | ○  | 2.7  |                          |
| 原子炉補機冷却海水系統      | CS, SUS | —                    | —           | ○  | 3.5  |                          |

\*1: 建設時、熱の影響が大きい配管は、定ピッチスパンにて耐震設計を行い、3次元はりモデルにて熱影響評価を実施

\*2: 建屋相対変位の影響評価を実施する。

\*3: 各系統の配管仕様における最大支持間隔のうち最小のもの

- 4－別紙 1 機器・配管系の減衰定数について
- 4－別紙 2 耐震B，Cクラス機器耐震補強工事について
- 4－別紙 3 定ピッチスパン法における標準支持間隔の算出について
- 4－別紙 4 配管支持構造物の設計の考え方について
- 4－別紙 5 建屋間相対変位による影響評価

## 機器・配管系の減衰定数について

## 1. 概要

今回実施する耐震性評価は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601」（以下、JEAG4601）に従い実施しているが、機器・配管の設計用減衰定数は水平方向のみ規定されていることなどから、今回の評価に用いる設計用減衰定数は、振動試験結果等を踏まえて得られている知見<sup>1</sup>を反映した減衰定数を採用した。

## 2. 評価に用いる減衰定数

今回の機器・配管系の評価に用いた設計用減衰定数を表 1 および表 2 に示す。

表－1 ポンプ、容器類の設計用減衰定数

| 設備                       | 設計用減衰定数 (%)         |                        |
|--------------------------|---------------------|------------------------|
|                          | JEAG4601            | 今回                     |
| 溶接構造物及び機械装置<br>(ポンプ、容器類) | (水平) 1.0%<br>(鉛直) — | (水平) 1.0%<br>(鉛直) 1.0% |

表－2 配管系の設計用減衰定数

| 配管区分 |  | 設計用減衰定数 (%) |     |          |     |
|------|--|-------------|-----|----------|-----|
|      |  | 保温材無        |     | 保温材有     |     |
|      |  | JEAG4601    | 今回  | JEAG4601 | 今回  |
| I    | 支持具がスナバ及び架構レストレイント主体の配管系で、その数が4個以上のもの  | 2.0         | 同左  | 2.5      | 3.0 |
| II   | スナバ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系でアンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの | 1.0         | 同左  | 1.5      | 2.0 |
| III* | Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上のもの                                    | —           | 2.0 |          | 3.0 |
| IV   | 配管区分I、II及びIIIに属さないもの   | 0.5         | 同左  | 1.0      | 1.5 |

(水平方向及び鉛直方向とも同じ値を適用)

※：区分IIIのUボルトを有する配管系の区分は、新たに設定したものであり、現行JEAG4601では区分IVに含まれている。

: 新たに設定したもの

: JEAG4601 から見直したもの

<sup>1</sup> 電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究(H12～H13)」



### 3. 設計用減衰定数の設定の考え方

#### (1) 機器の設計用減衰定数

##### a. 現行の規定

今回評価対象となる容器類及びポンプについては、JEAG4601において、「溶接構造物」及び「ポンプ・ファン等の機械装置」（以下、溶接構造物等）として分類されており、設計用減衰定数はいずれも1.0%と規定されている。

##### b. 今回評価に用いる設計用減衰定数

溶接構造物等の減衰に寄与する要素には、材料減衰と構造減衰があり、いずれも地震力が作用する方向に対する依存性は小さい。

- ・材料減衰：材料の内部減衰であり方向性依存はない。
- ・構造減衰：溶接構造物等は多数の要素で3次元的に組み立てた構造であることから、構造物全体としては減衰の方向性依存は小さい。

以上のことから、今回の溶接構造物等の評価において用いる設計用減衰定数は、水平方向はJEAG4601に規定されている1.0%を用い、また鉛直方向の設計用減衰定数については、水平方向の設計用減衰定数と同じ1.0%を適用した。

#### (2) 配管系の設計用減衰定数

##### a. 現行の規定

JEAG4601における配管系の水平方向の設計用減衰定数は、配管支持装置の種類や個数によって3区分に分類されており、さらに保温材を設置した場合の設計用減衰定数が規定されている。

##### b. 今回評価に用いる設計用減衰定数

以下、(a)及び(b)に示す項目については、配管系の振動試験の研究成果に基づき、JEAG4601に規定する値を見直し設定した。

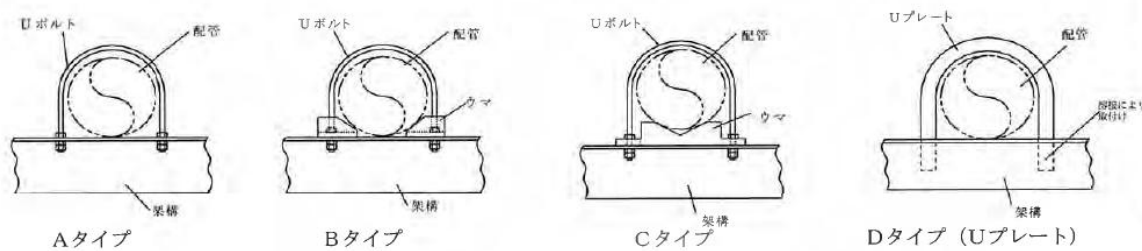
##### (a) Uボルト支持配管系

JEAG4601におけるUボルト支持配管系の設計用減衰定数は0.5%と規定されている。

Uボルト支持配管系の減衰に寄与する要素には、主に配管支持部における摩擦及び衝突があり、架構レストレイントを支持具とする配管系と同程度の減衰を有すると考えられることから、Uボルト支持配管系の振動試験が実施され、減衰定数2.0%が得られた。

振動試験で用いられたUボルトのタイプを図-1に示す。Uボルトのタイプは、原子力発電所で採用されている代表的なものを用いていることから、泊3号機の評価においても振動試験等により得られた減衰定数を適用できると判断し、今回評価対象となるUボルト支持配管系の設計用減衰定数は、振動試験結果から得られた2.0%を用いた。

なお、振動試験結果の概略を参考資料－1に示す。



図－1 試験に用いたUボルトのタイプ

(b) 保温材を設置した配管系

JEAG4601における保温材を設置した配管系の設計用減衰定数は、振動試験の結果に基づき、保温材を設置していない配管系に比べ設計用減衰定数を0.5%付加できることが規定されている。

その後、保温材の有無に関する減衰定数については試験データが拡充され、保温材を設置した場合の付加できる設計用減衰定数を見直すための検討が行われた。

試験に使用された保温材は、原子力発電所で採用されている代表的なものを用いていることから、泊3号機においても適用できると判断し、今回の評価における保温材を設置した配管系の設計用減衰定数は、振動試験等から得られた1.0%を保温材無の場合に比べて付加することとした。

なお、振動試験結果の概略を参考資料－2に示す。

# Uボルト支持配管系の振動試験 (1 / 3)

## Uボルト支持配管系の研究の流れ

### ①要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握



### ②消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、減衰推算法により減衰定数を求める。



### ③要素試験結果との比較

要素試験結果から算定した消散エネルギー評価式について、実規模配管系で保守性を確認。



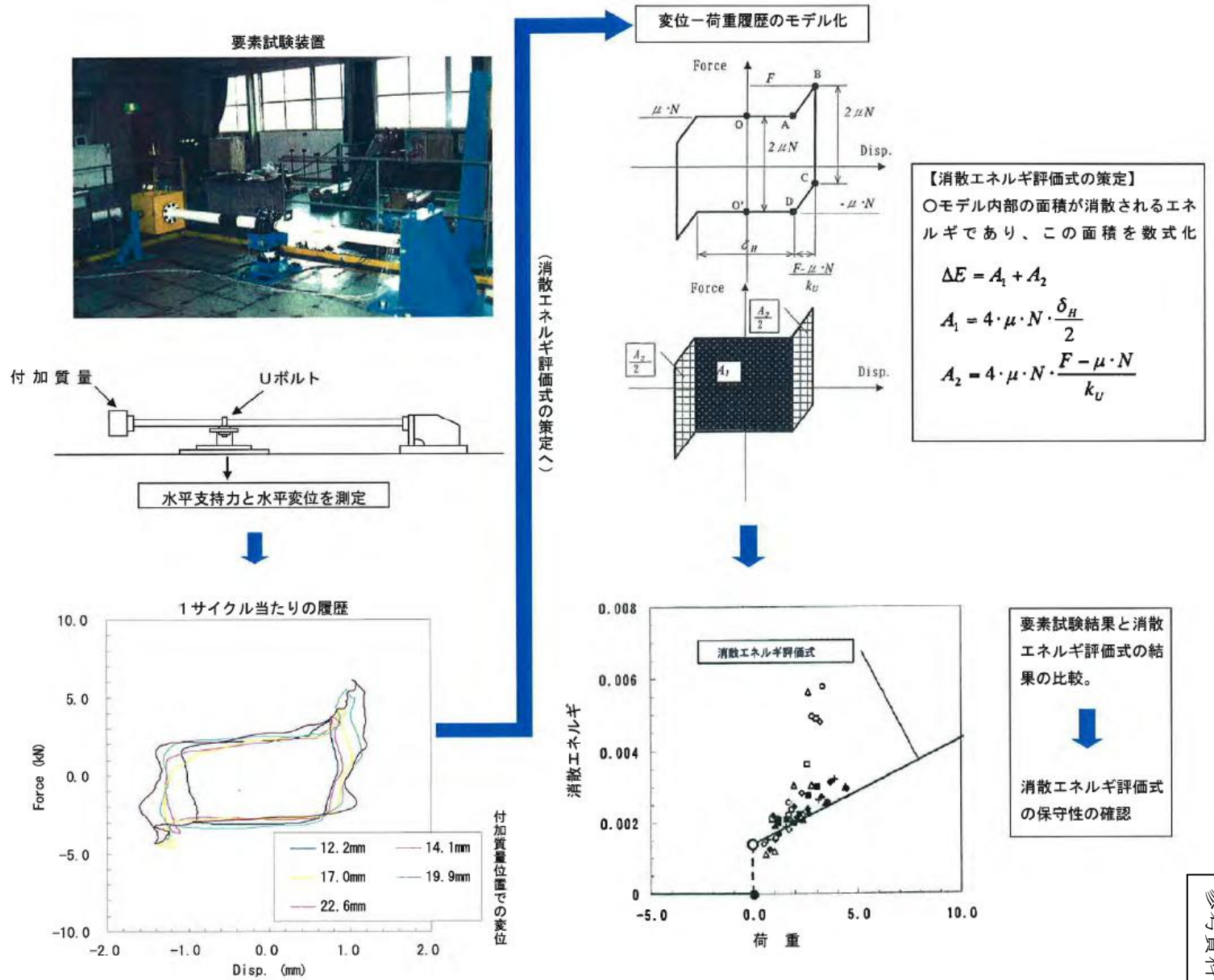
### ④実規模配管試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー評価式の保守性を確認。



### ⑤配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

Uボルト支持部1箇所の減衰特性を把握するため、最も単純な試験体で振動試験を実施。



## Uボルト支持配管系の振動試験（2 / 3）

Uボルト支持配管系の研究の流れ

### ①要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握



### ②消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、減衰推算法により減衰定数を求める。



### ③要素試験結果との比較

要素試験結果から算定した消散エネルギー評価式について、実規模配管系で保守性を確認。



### ④実規模配管試験

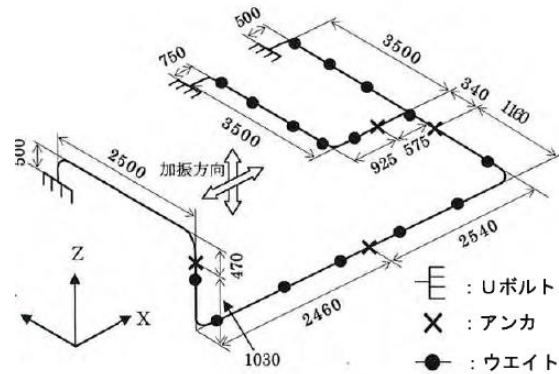
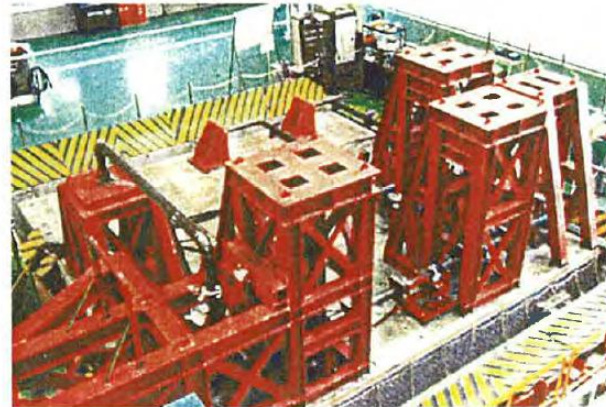
実規模配管系の試験結果と消散エネルギー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー評価式の保守性を確認。



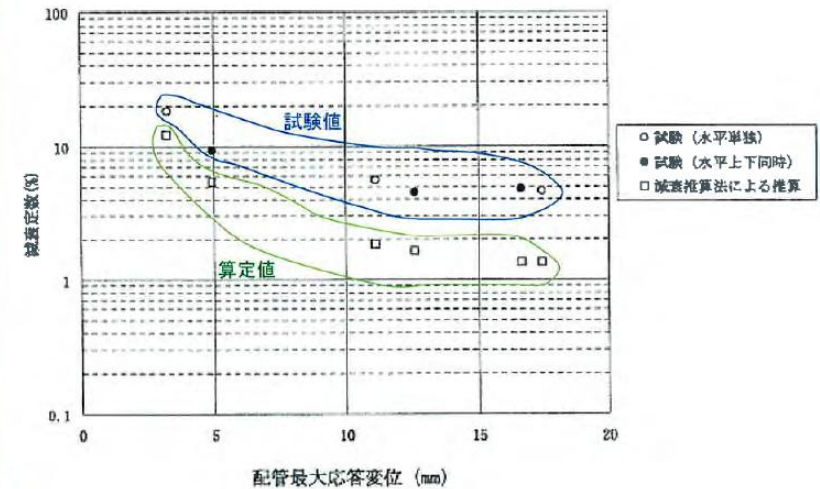
### ⑤配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

要素試験結果に基づき策定した消散エネルギー評価式の実機への適用性確認のため、実規模配管系試験による振動試験を実施し、試験結果より得られる減衰定数と消散エネルギー評価式より得られる減衰定数の比較検討を行った。

実規模配管系試験装置



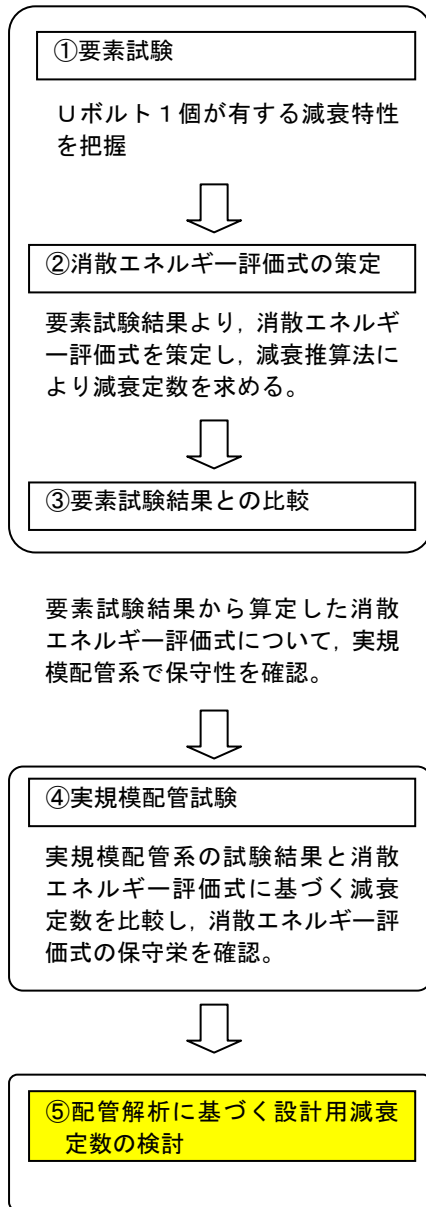
試験結果と消散エネルギー評価式による減衰定数の比較



試験結果と消散エネルギー評価式による減衰定数を比較した結果、消散エネルギー評価式の方が全変位領域で下回っており、消散エネルギー評価式の保守性が確認された。

## Uボルト支持配管系の振動試験（3 / 3）

実機プラントにおいては、配管系の支持箇所やルートは多種多様である。ここでは、実機配管系の計算モデルに対して消散エネルギー評価式を用いて減衰定数を算出し、さらに、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数の検討を行った。



### Uボルト支持配管系(28モデル)に対する解析による検討 (各振動モードが全て一律の変位が生じると仮定)

実規模配管系試験にて消散エネルギー評価式の保守性を確認したが、設計用減衰定数を設定するにあたっては、Uボルト支持具数や配管ルートなど様々な配管系について検討する必要がある。ここでは、消散エネルギー評価式による減衰定数が配管変位に依存するため、配管系の振動モード変位を一定と仮定した状態で減衰定数(変位仮定減衰定数)を算出した。対象はUボルト支持部を有する実機配管系(28モデル)とした。

解析の結果、Uボルト4個以上の配管系において

- ・ 仮定変位 2.5mm の場合、減衰定数 2.0%以上が得られた。
- ・ 仮定変位 5.0mm の場合、減衰定数 1.0%以上が得られた。

### 詳細計算による減衰定数の検討 (モード別減衰定数による検討)

変位仮定減衰モデルは計算結果からも分かるように「仮定する変位」に依存する。そこで変位 2.5mm の減衰定数及び変位 5.0mm の減衰定数のそれぞれ 2% 及び 1% を与える下限値を示した配管モデル(グラフにおいて( )で囲んだ配管系)に対して、より詳細な解析を行い、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を検討した。

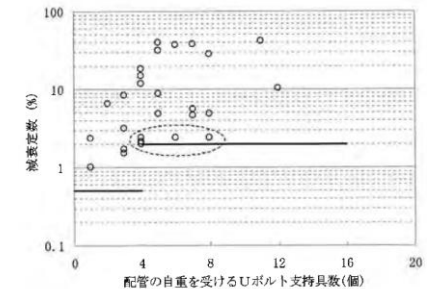
比較検討の結果、詳細計算結果と変位 2.5mm を与えた場合の結果が良く一致していることが分かり、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を 2.0% に設定することとした。

なお、2.0% の適用にあたっては、以下の項目を条件とするとしている。

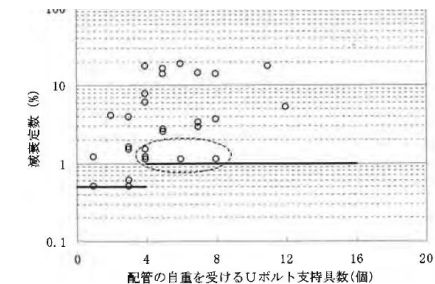
○Uボルトは、運転時に配管とボルト頂部との間に隙間があるよう施工されること。

○今回、検討対象としたUボルトの据付状態であること(水平配管の自重を架構で受けるUボルト)

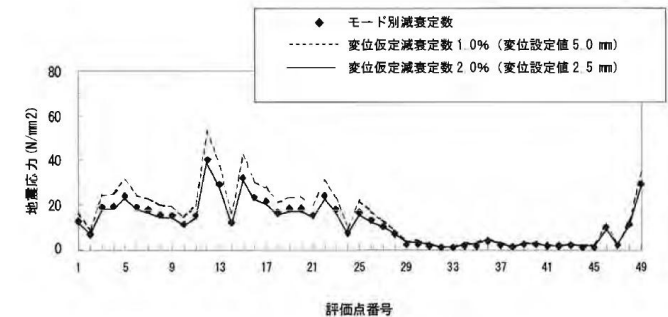
### Uボルト支持配管系の減衰推算結果



(a) 変位設定値 2.5mm



(b) 変位設定値 5.0mm



# 配管系の保温材による付加減衰定数

## 1. 試験体及び試験装置

配管口径 8B, 12B, 20B の試験体を用いて振動試験を実施した。試験装置の概要を図-1に示す。振動試験は、保温材有りとなしの場合について実施した。

試験体は、純粋に保温材の減衰特性に与える影響を把握することができるように単純な形状のものを採用した。

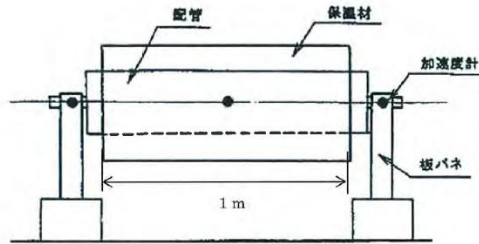
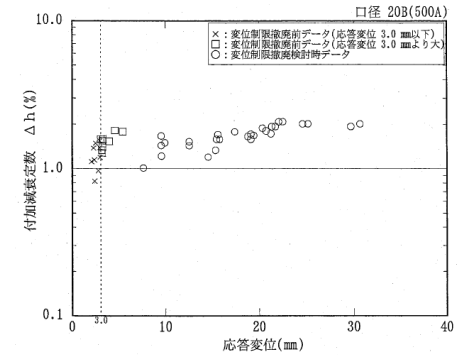
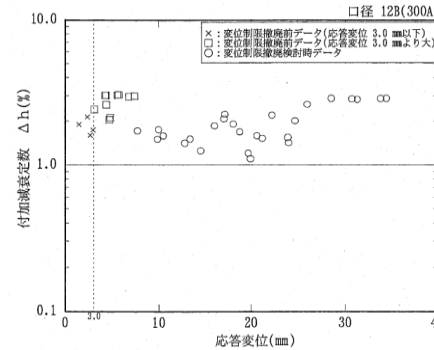
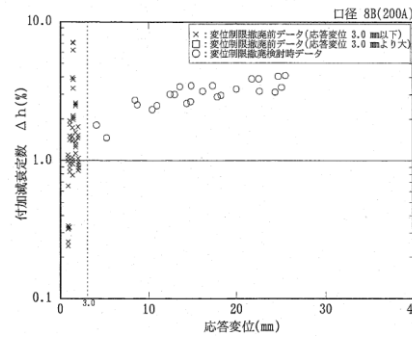


図-1 試験装置の概略図

## 2. 試験結果

保温材有/無の結果を比較し、保温材が有る場合に付加できる減衰定数と変位との関係を示す。



## 3. 設計用減衰定数の設定

### 【試験結果】

試験の結果より、応答変位 3mm 以上の領域において保温材による付加減衰定数は 1.0% 以上であり、応答変位の増大に伴い漸増または一定の値を示す傾向にある。

なお、応答変位が 3mm 以下の領域では減衰データにばらつきがあり、付加減衰定数が 1.0% 以下のデータもあるが、3mm 程度の応答変位では配管強度上問題はないため、付加減衰定数については 3mm 以上のデータを対象とした。

### 【設計用減衰定数の設定】

試験の結果より、保温材による付加減衰定数は 1.0% とする。

ただし、本試験においては、金属保温材が施工されている配管長さは配管全長に対し 40% 以上を超える範囲であったことから、下記を適用条件として設定した。

- ① 金属保温が施工されている配管長さが配管全長に対して 40% 以下の場合・・・1.0% を付加する。
- ② 金属保温が施工されている配管長さが配管全長に対して 40% を超える場合・・・0.5% を付加する。

## 耐震B, Cクラス機器耐震補強工事について

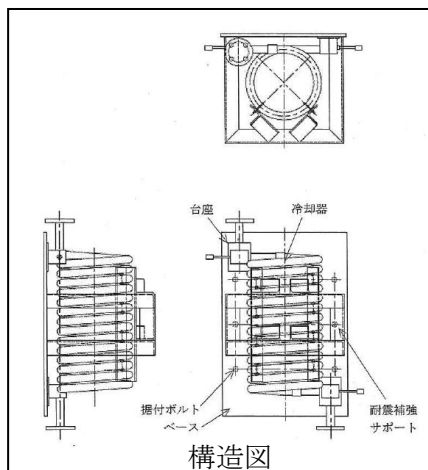
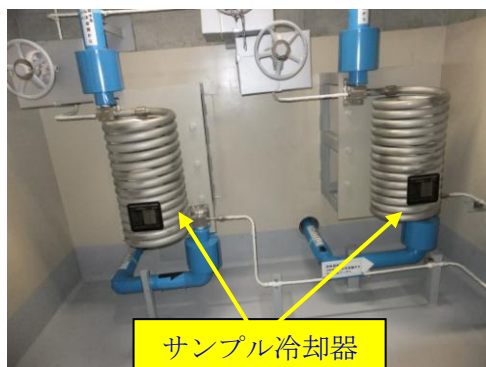
今回の評価対象の耐震B, Cクラス機器のうち, 下記設備について耐震補強工事を実施した。

- ①A, B-サンプル冷却器
- ②格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器
- ③A, B, C-SGブローダウンサンプル冷却器
- ④ほう酸補給タンク

対策前後の状況は以下に示すとおりであり, ①~③は, いずれもコイル状の伝熱管を有する設備であり, この伝熱管の振動を防止するためサポート追設工事を実施した。また, ④については基礎部の補強 (ボルト追設) 工事を実施している。

## ①A, B-サンプル冷却器

【補強前】



【補強後】



## 評価結果

| 評価部位     | 発生値 (MPa) |     | 評価基準値 (MPa) | 裕度 (補強前/補強後) |              |
|----------|-----------|-----|-------------|--------------|--------------|
|          | 補強前       | 補強後 |             |              |              |
| 冷却器 (本体) | 192       | 35  | 396         | 2.06/11.31   |              |
| 台座       | 183       | 18  | 204         | 1.11/11.33   |              |
| ベース      | 111       | 53  | 279         | 2.51/5.26    |              |
| 取付ボルト    | 引張        | 3   | 1           | 210          | 70.00/210.00 |
|          | せん断       | 3   | 2           | 160          | 53.33/80.00  |
|          | 組合せ       | 3   | 1           | 210          | 70.00/210.00 |
| 耐震補強サポート | —         | 15  | 279         | -/18.60      |              |

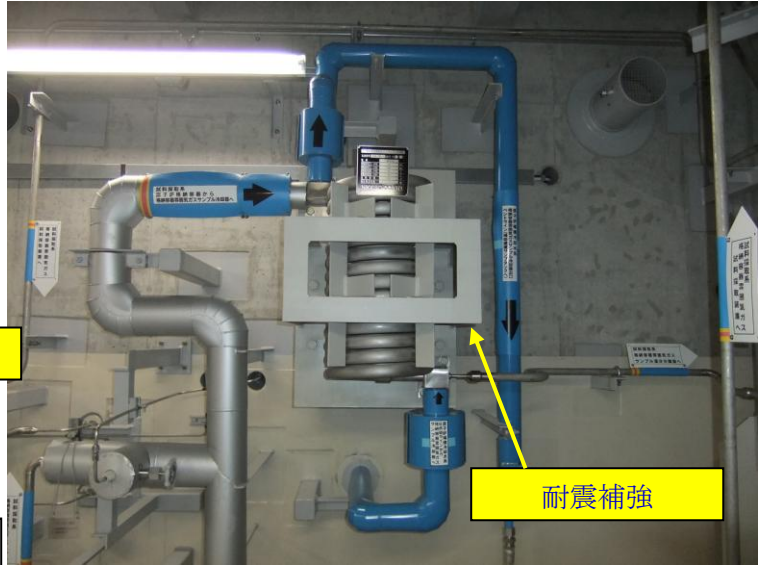
②格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器

【補強前】

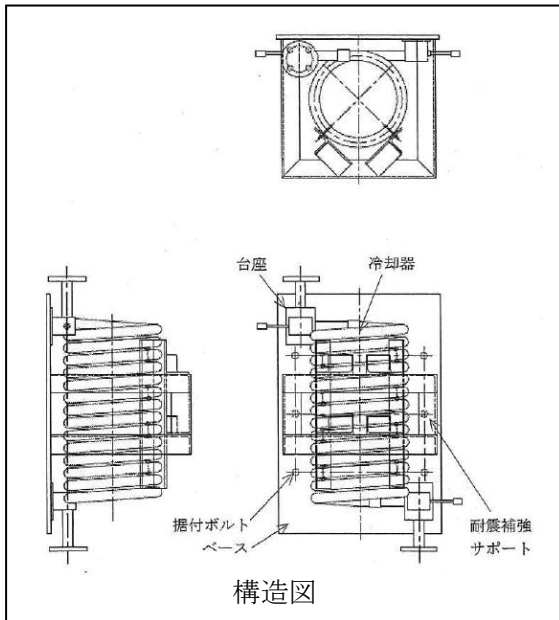


格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器

【補強後】



耐震補強



評価結果

| 評価部位     | 発生値 (MPa) |     | 評価基準値 (MPa) | 裕度 (補強前/補強後) |              |
|----------|-----------|-----|-------------|--------------|--------------|
|          | 補強前       | 補強後 |             |              |              |
| 冷却器 (本体) | 233       | 43  | 396         | 1.69/9.20    |              |
| 台座       | 231       | 21  | 204         | 0.88/9.71    |              |
| ベース      | 140       | 63  | 279         | 1.99/4.42    |              |
| 取付ボルト    | 引張        | 4   | 1           | 210          | 52.50/210.00 |
|          | せん断       | 3   | 2           | 160          | 53.33/80.00  |
|          | 組合せ       | 4   | 1           | 210          | 52.50/210.00 |
| 耐震補強サポート | —         | 17  | 279         | - / 16.41    |              |

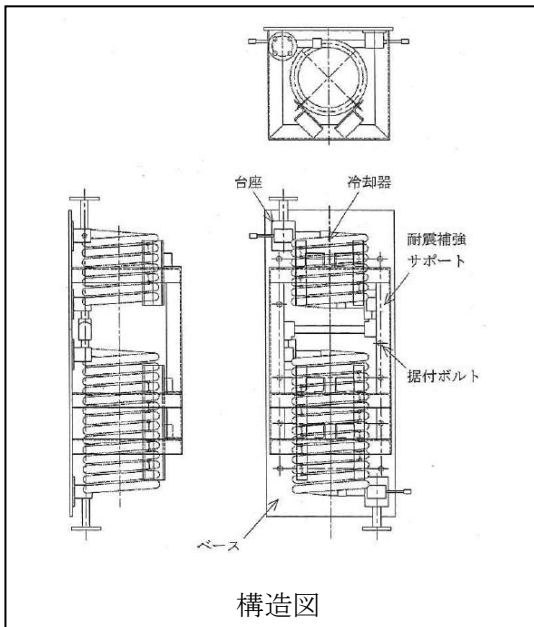
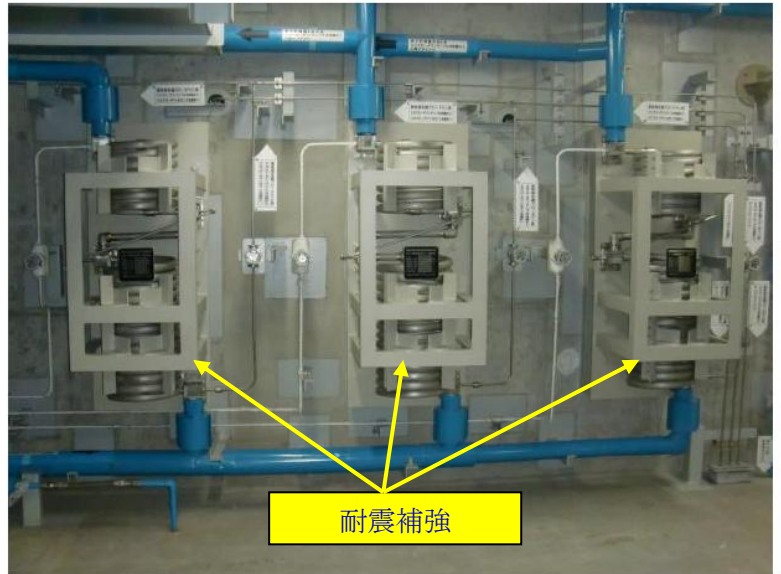


③A, B, C - SGブローダウンサンプル冷却器

【補強前】



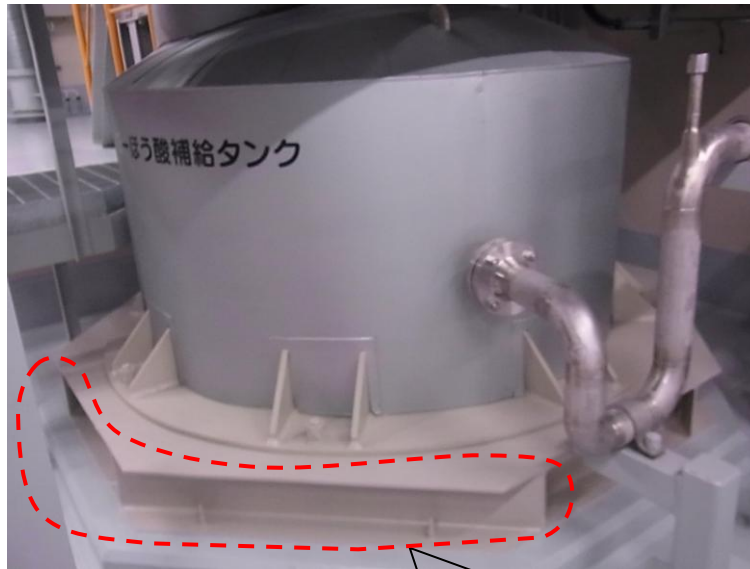
【補強後】



評価結果

| 評価部位     | 発生値 (MPa) |     | 評価基準値 (MPa) | 裕度 (補強前/補強後) |              |
|----------|-----------|-----|-------------|--------------|--------------|
|          | 補強前       | 補強後 |             |              |              |
| 冷却器 (本体) | 297       | 46  | 396         | 1.33/8.60    |              |
| 台座       | 259       | 29  | 204         | 0.78/7.03    |              |
| ベース      | 160       | 56  | 279         | 1.74/4.98    |              |
| 取付ボルト    | 引張        | 5   | 1           | 210          | 42.00/210.00 |
|          | せん断       | 4   | 2           | 160          | 40.00/80.00  |
|          | 組合せ       | 5   | 1           | 210          | 42.00/210.00 |
| 耐震補強サポート | —         | 21  | 279         | - /13.28     |              |

④ほう酸補給タンク（補強工事中）



基礎部補強（ボルト追加）

評価結果

| 評価部位          |       | 発生値 (MPa) |     | 評価基準値 (MPa) | 裕度 (補強前／補強後) |
|---------------|-------|-----------|-----|-------------|--------------|
|               |       | 補強前       | 補強後 |             |              |
| 胴板            | 一次    | —※1       | 34  | 400         | —／11.76      |
|               | 一次＋二次 |           | 22  | 173         | —／7.86       |
| 支持構造物         | 組合せ   | —※1       | 157 | 261         | —／1.66       |
| 取付ボルト         | 引張    | —※1       | 8   | 210         | —／26.25      |
|               | せん断   |           | 54  | 160         | —／2.96       |
|               | 組合せ   |           | 8   | 210         | —／26.25      |
| 基礎ボルト (追設ボルト) | 引張    | 68        | 20  | 210／451     | 3.08／22.55   |
|               | せん断   | 264       | 130 | 160／346     | 0.60／2.66    |
|               | 組合せ   | —※2       | 20  | —／451       | —／22.55      |

※1：基礎ボルト NG のため、その他部位は評価せず。

※2：せん断力 NG のため、評価せず。

## 定ピッチスパン法における標準支持間隔の算出について

## 1. 基本方針

溢水対象配管は耐震B，Cクラスであるが、基準地震動  $S_s$  が作用した場合でも耐震性を有することを確認するために、 $S_s$  地震動に対する定ピッチスパン法による標準支持間隔を算出するものである。なお、標準支持間隔の算出は以下の規準および規格に基づき実施する。

- ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)
- ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG4601・補-1984)
- ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1991 追補版)
- ・日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)

また、標準支持間隔の計算に用いる配管系の設計用減衰定数については、試験等により妥当性が確認されている値<sup>\*</sup>を使用する。

<sup>\*</sup>電源開発株式会社大間原子力発電所 1 号機の工事計画認可申請に係る意見聴取会（機器・配管系）（第2回）意見反映版 資料4「機器・配管系の設計用減衰定数について（改2）」

## 2. 支持間隔算出の方法

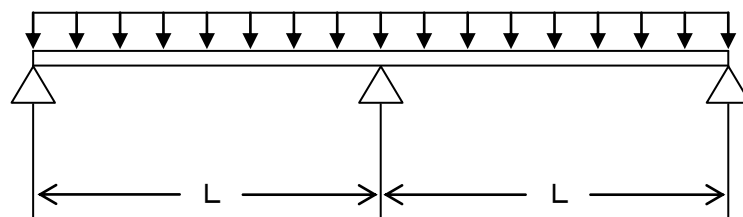
## (1) 概要

標準支持間隔は、床区分ごとに配管系の直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部の各要素の地震応力等が許容値内になるように最大の支持間隔を算出する。

## (2) 直管部の支持間隔

## a. 解析モデル

各種配管を下図のように支持間隔  $L$  で3点支持した等分布質量の連続はりモデル化する。この場合、支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし、軸方向および回転に対しては自由とする。



b. 解析条件及び解析方法

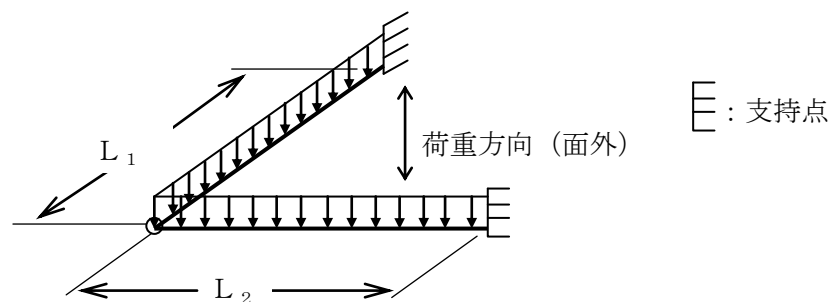
- (a) 各種配管について、設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧および自重の影響を考慮して最大支持間隔を求める。
- (b) 配管の重量は、配管自体の重量と内部流体の重量とを合計した値とする。さらに、保温材のつく配管についてはその重量を考慮する。

(3) 曲がり部支持間隔

曲がり部支持間隔を定めるための直管部標準支持間隔との比を求める解析モデル、解析方法、解析条件、解析結果及び曲がり部の支持方針について次に示す。

a. 解析モデル

配管の曲がり部は、次に示すように、ピン結合両端固定の等分布質量の連続はりにモデル化する。



- $L_1, L_2$  : 曲がり部から支持点までの長さ
- $L_E$  : 曲がり部支持間隔 ( $L_E = L_1 + L_2$ )
- $w$  : 単位長さ当たりの質量
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向
- 面外 : 配管で構成される面に対して直角方向

b. 解析条件及び解析方法

- (a) 固有振動数が、直管部標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (b) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (c) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- (d) a, b 及び c 項の各条件を満足する曲がり部支持間隔比  $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$  の最大値を、

$\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$ の関数として求める。ただし、 $L_0$ は、直管部標準支持間隔を表す。

c. 解析結果及び支持方針

解析結果を、図 - 1 「曲がり部支持間隔グラフ」に示す。

図 - 1 「曲がり部支持間隔グラフ」は、曲がり部支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したものであり、次に示すとおり、曲がり部は、図-1「曲がり部支持間隔グラフ」の許容領域内で支持する。

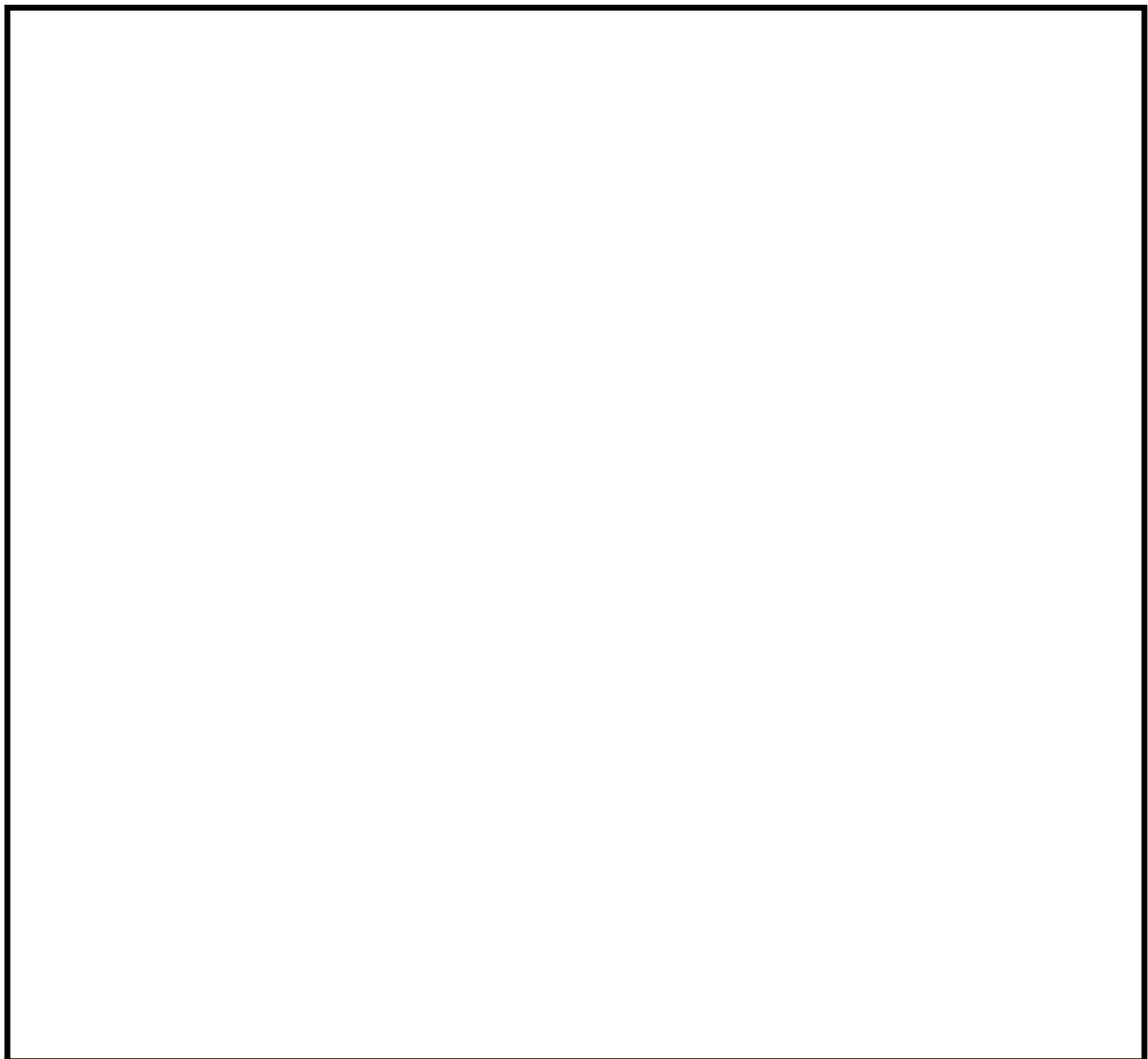


図 - 1 曲がり部支持間隔グラフ

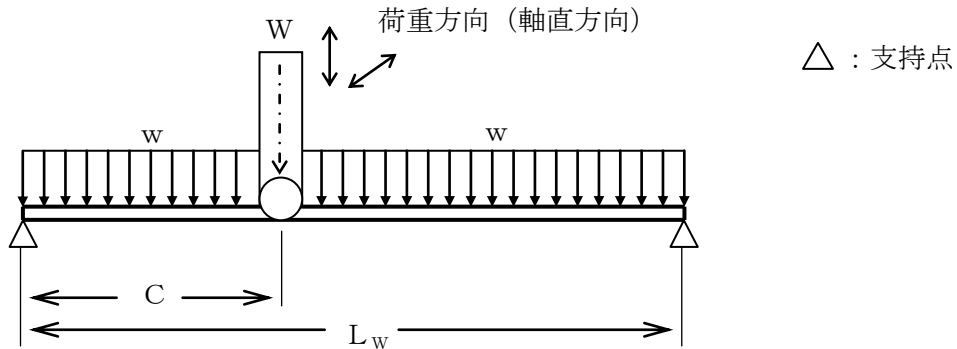
(4) 集中質量部支持間隔

集中質量部支持間隔を定めるための直管部標準支持間隔との比を求める解析モデル、解析方法、解析条件、解析結果及び集中質量部の支持方針について次に

示す。

a. 解析モデル

配管に重量物（弁又はフランジ）が設置される集中質量部は，次のように任意の位置に集中質量を有する両端支持のほりにモデル化する。



$L_w$  : 集中質量部支持間隔

$C$  : 支持点から集中質量点までの長さ

$w$  : 単位長さ当たりの質量

$W$  : 集中質量

荷重方向 : 耐震性の評価方向

b. 解析条件及び解析方法

- (a) 固有振動数が，直管部標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (b) 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが，直管部標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (c) 自重及び鉛直地震力による集中荷重並びに等分布荷重の合計曲げモーメントが，直管部標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

- (d)  $\left(\frac{C}{L_w}\right)$ をパラメータとし，a, b 及び c 項の条件を満足する集中質量部

支持間隔比 $\left(\frac{L_w}{L_0}\right)$ の最大値を， $\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$ の関数として求める。ただし，

$L_0$ は，直管部標準支持間隔を表す。

c. 解析結果及び支持方針

解析結果を，図 - 2 「集中質量部支持間隔グラフ」に示す。

図 - 2 「集中質量部支持間隔グラフ」は，集中質量部支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したものであり，集中質量部は図 - 2 「集中質量部支持間隔グラフ」の許容領域内で支持する。

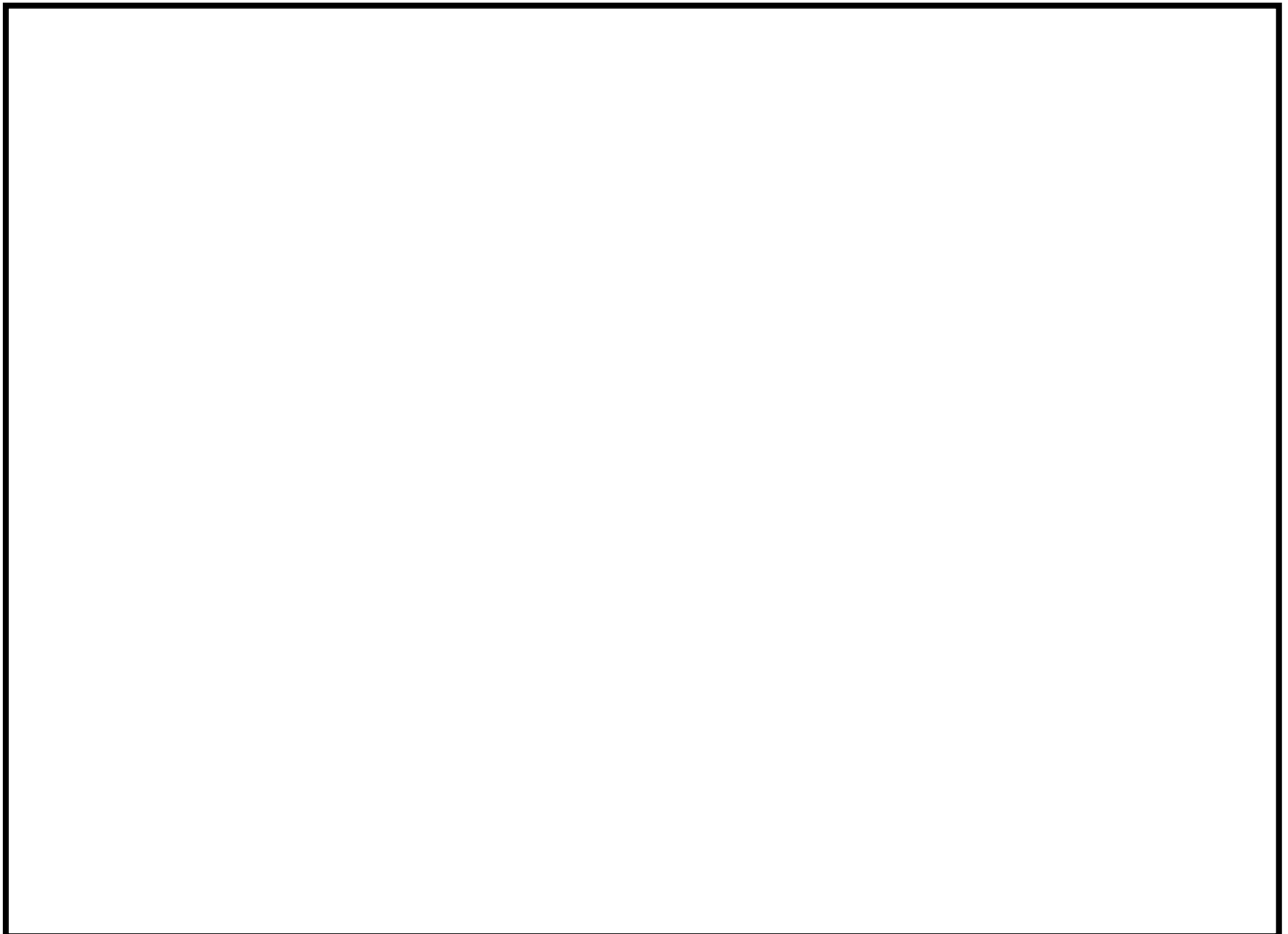


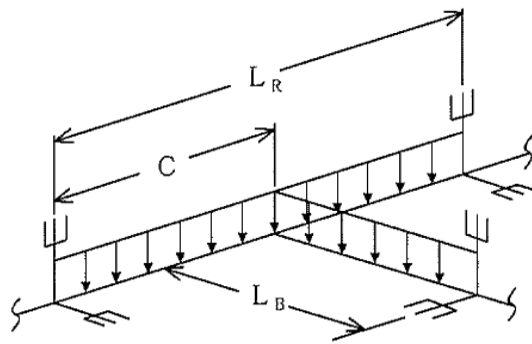
図 - 2 集中質量部支持間隔グラフ

(5) 分岐部支持間隔

分岐部支持間隔を定めるための直管部標準支持間隔との比を求める解析モデル，解析方法，解析条件，解析結果及び分岐部の支持方針について次に示す。

a. 解析モデル

配管の分岐部は，次に示す等分布質量の連続はりにモデル化する。



—/— : 支持点

$L_R$  : 分岐部母管長さ

$L_B$  : 枝管長さ

$L_0$  : 直管部標準支持間隔

$C$  : 母管支持点から枝管取付け点長さ

b, 解析条件及び解析方法

- (a) 固有振動数が，直管部標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (b) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが，直管部標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (c) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが，直管部標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- (d) (a)，(b) 及び (c) 項の条件を満足する分岐部支持間隔比  $\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$  の最大値を，

$\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$  の関数として求める。ただし， $L_0$  は，直管部標準支持間隔を表す。

(2) 解析結果及び支持方針

解析結果を，図 - 3 「分岐部支持間隔グラフ」に示す。

図 - 3 「分岐部支持間隔グラフ」は，分岐部支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したものであり，分岐部は図 - 3 「分岐部支持間隔グラフ」の許容領域内で支持する。



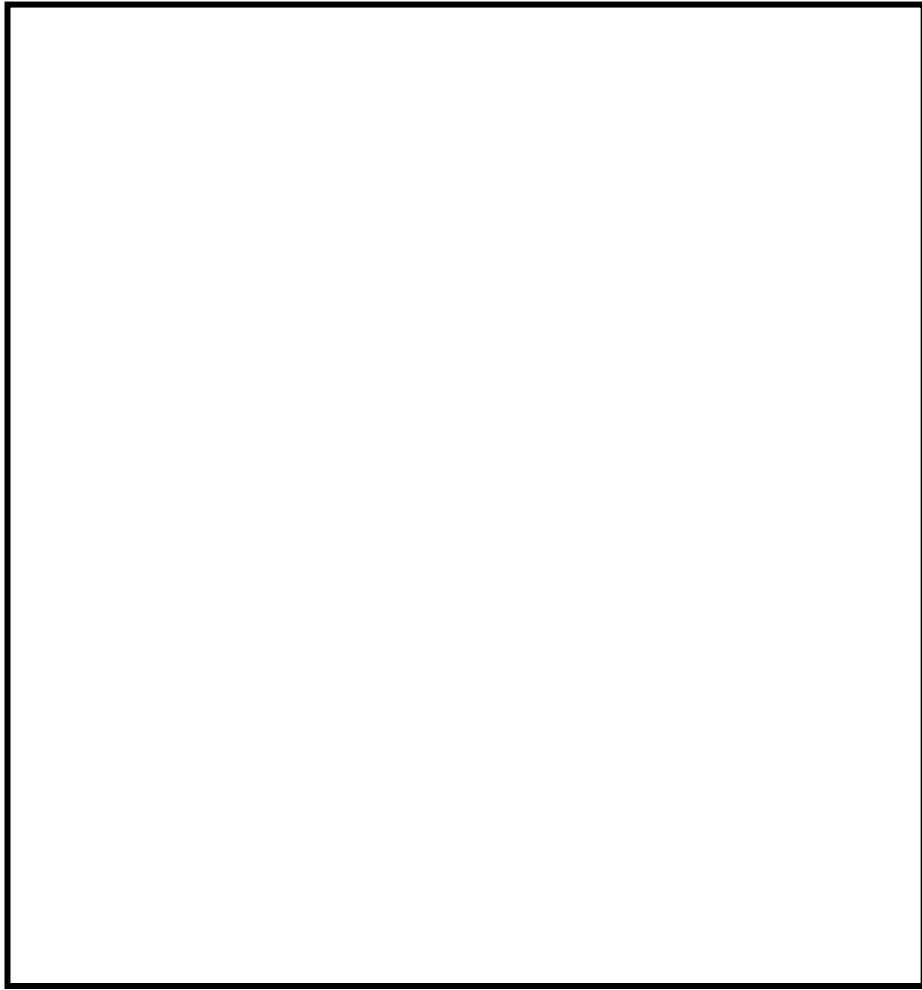


図 - 3 分岐部支持間隔グラフ

### 3. 設計用地震力

解析に使用する設計用地震力は次のとおりである。

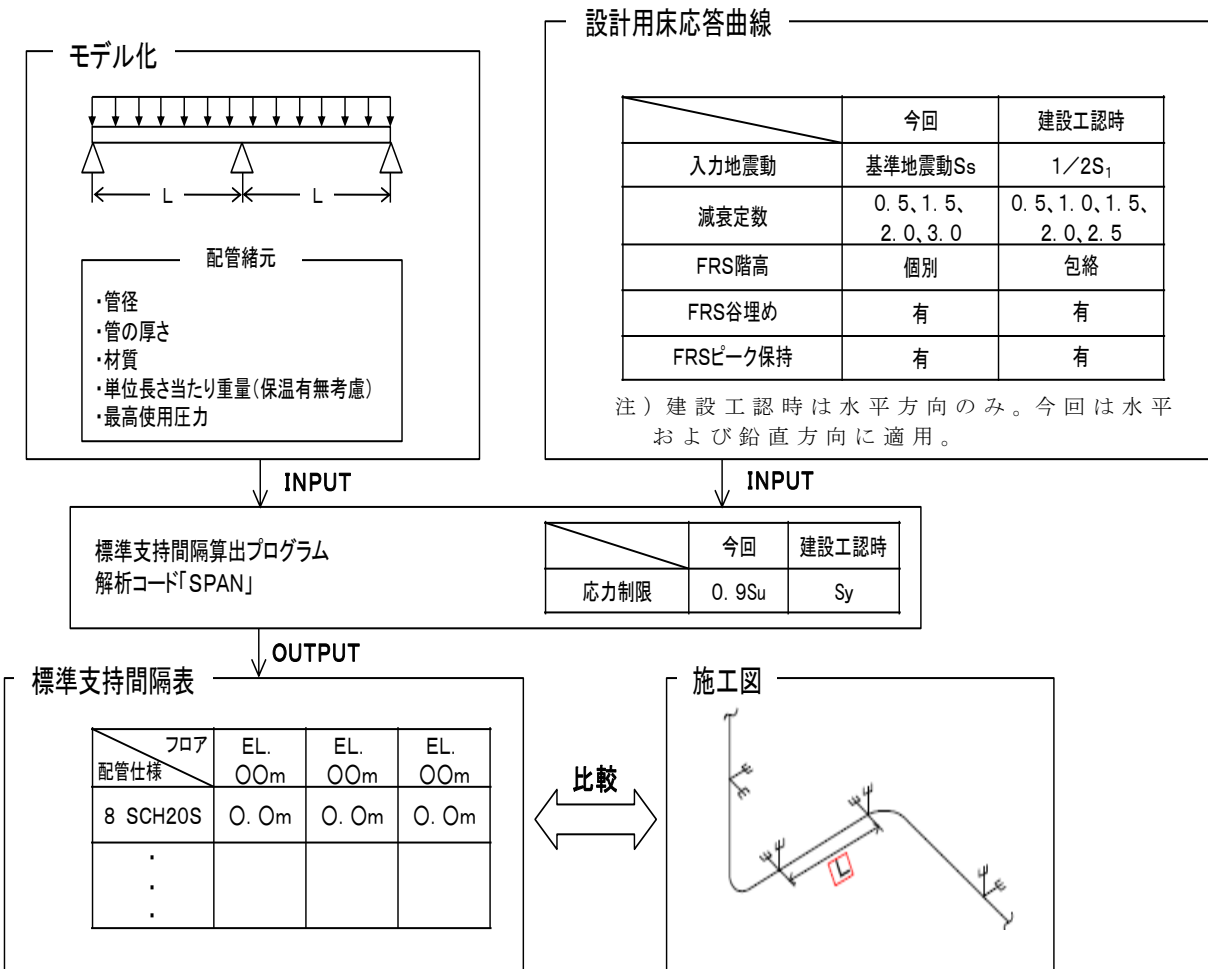
なお、減衰定数の設定において、保温材の効果は考慮している。

表-1 設計用地震力（水平/鉛直方向）の種類

| 建 屋                      | 床応答曲線高さ<br>T.P.(m)   | 減衰定数<br>(%)         |
|--------------------------|--|---------------------|
| 周辺補機棟<br>(RE/B)          | 17.8、24.8、33.1   | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |
| 燃料取扱棟<br>(FH/B)          | 41.0、47.6、55.0   | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |
| 原子炉補助建屋<br>(A/B)         | 10.3、17.8、24.8、<br>33.1、38.1、40.3、<br>42.2、43.3、47.6                                 | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |
| ディーゼル発電<br>機建屋<br>(DG/B) | 10.3、18.8  | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |
| 外部遮へい<br>建屋<br>(O/S)     | 17.0、17.8、24.8、<br>33.1、41.0、47.6、<br>51.9、56.2、60.5、<br>69.15、76.48、81.38、<br>83.10 | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |
| 電気建屋<br>(EL/B)           | 10.3、17.8、21.7   | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |
| 循環水ポンプ<br>建屋             | 10.05  | 0.5、1.5、<br>2.0、3.0 |

#### 4. 具体的な評価手順

定ピッチスパン法を用いた具体的な評価手順を以下の図に示す。



## 配管支持構造物の設計の考え方について

## 1. 支持構造物の種類と選定方針

地震に起因する溢水源評価の対象となる耐震 B, C クラス配管（低温配管）に設置される支持構造物は、主に支持装置、支持架構から構成されており、以下の原則に従って設計している。

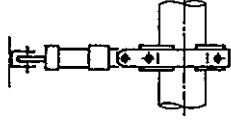
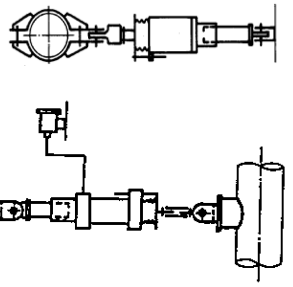
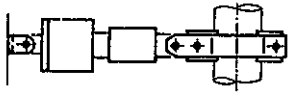
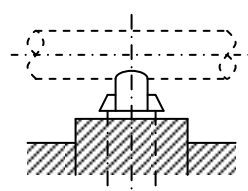
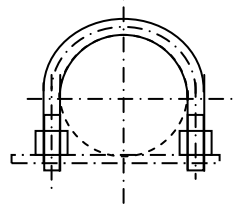
- ①地震荷重、自重による荷重およびそれらの組合せによって支持構造物に生じる応力が許容応力を超えないように設計する。
- ②低温配管の支持構造物は、直管部最大支持間隔における地震時の支持点荷重を用いる。
- ③支持構造物は剛な建屋床、壁等から支持する。
- ④支持構造物は拘束方向の設計荷重に対して十分な強度があり、かつ適切な剛性を有するものを選定する。

低温配管に設置される支持構造物は標準化が図られており、設計段階において標準化された部材選定表や製品から、個々の条件に適合する支持構造物を選定している。以下に低温配管に用いる支持構造物の種類、およびその選定方針について示す。

## (1) 支持装置の種類と選定方針

支持構造物のうち支持装置は、定ピッチスパン法で算出した最大支持間隔において、地震時に支持装置にかかる荷重に耐えられるものを部材選定表や製品から選定する。支持装置の機能と用途を表-1に、また、選定フローを図-1に示す。

表-1 支持装置の機能と用途

| 支持装置名称                                | 概念図   | 機能  | 用途   |
|---------------------------------------|---|---|--|
| ロッド<br>レストレイント<br>(リジットサポート<br>(架構形)) |    | <p>ロッドレストレイントは、取付け方向の配管変位を拘束し、同方向の自重、熱膨張、地震荷重又は機械的荷重を支持する目的で使用する。取付け方向以外は変位可能である。</p> <p>同一機能であるリジットサポート（架構形）は、形鋼を組み合わせて架構として支持する。</p>                            | <p>ロッドレストレイントは、支持点から床、壁面等までの距離があり、支持架構が大掛かりとなる場合に使用する。</p> <p>床、壁面等に接近している場合はリジットサポート（架構形）を使用する。</p> |
| オイルスナバ                                |    | <p>スナバは、熱膨張のような緩慢な動きは拘束せずに、地震力又は機械的荷重の急激な変動荷重が加わった時に配管を拘束する。</p> <p>スナバにはオイルスナバ及びメカニカルスナバがある。</p>   | <p>地震荷重又は機械的荷重による発生応力の低減を目的として使用する。</p>  |
| メカニカルスナバ                              |  | <p>スナバにはオイルスナバ及びメカニカルスナバがある。</p>  | <p>地震荷重又は機械的荷重による発生応力の低減を目的として使用する。</p> <p>保守頻度を低減することができる。</p>                                      |
| アンカサポート<br>(ガイドサポート)                  |  | <p>アンカサポートは、配管に直接溶接されたラグ又は配管固定用クランプと架構部分から構成され、それを建屋側に剛に取り付けることで配管の軸力及び回転を完全に拘束する。</p> <p>ガイドサポートは、アンカサポートとほぼ同形状であるが、一定の方向に熱膨張変位を許容し、支持架構部分がベースプレート上を滑る構造である。</p> | <p>長い直管部の固定用サポートとして使用される他、配管解析範囲の境界サポートとして使用する。</p>  |
| Uボルト<br>(Uバンド)                        |  | <p>Uボルトは、U形状のボルトで配管を固定するもので、配管軸直2方向を拘束するが、配管軸方向の変位及び回転を拘束しない。</p> <p>Uバンドは、Uボルトとほぼ同形状であるが、鋼板で配管を固定するもので、小口径用で、配管軸直2方向及び軸方向を拘束するが、回転を拘束しない。</p>                    | <p>Uバンドは、小口径配管に使用する。</p>   |

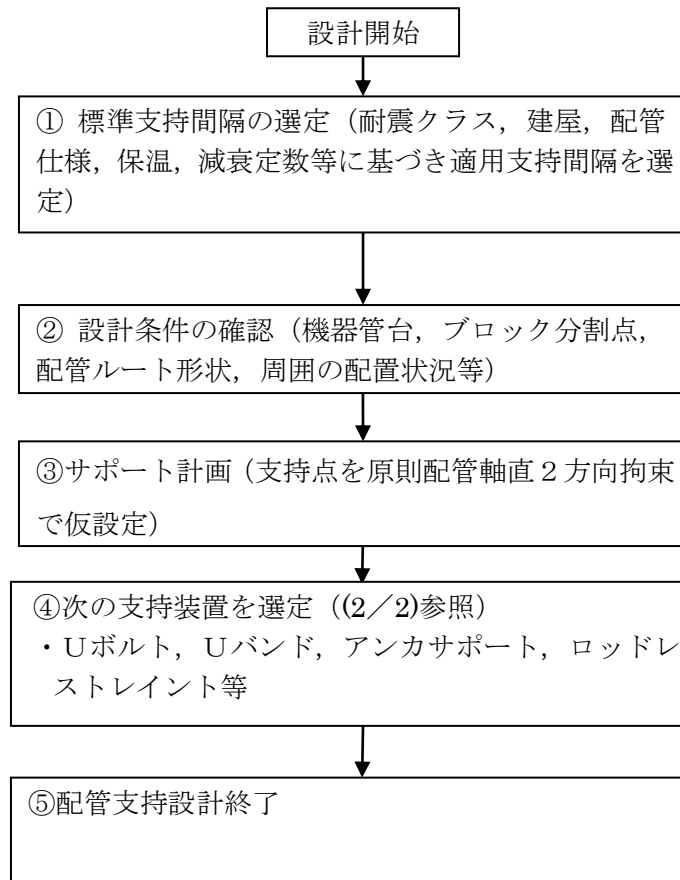


図-1 (1/2) 支持装置の選定フロー

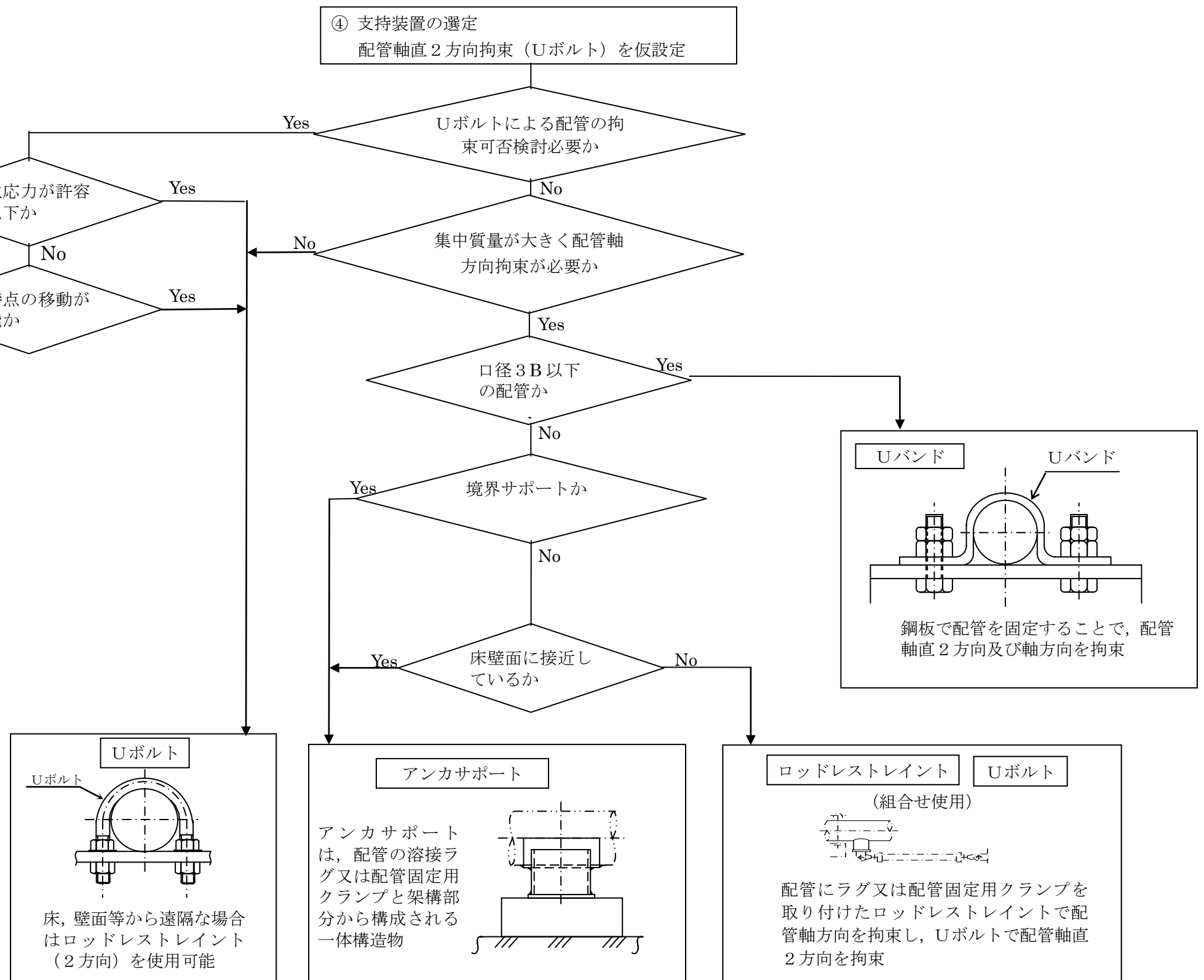
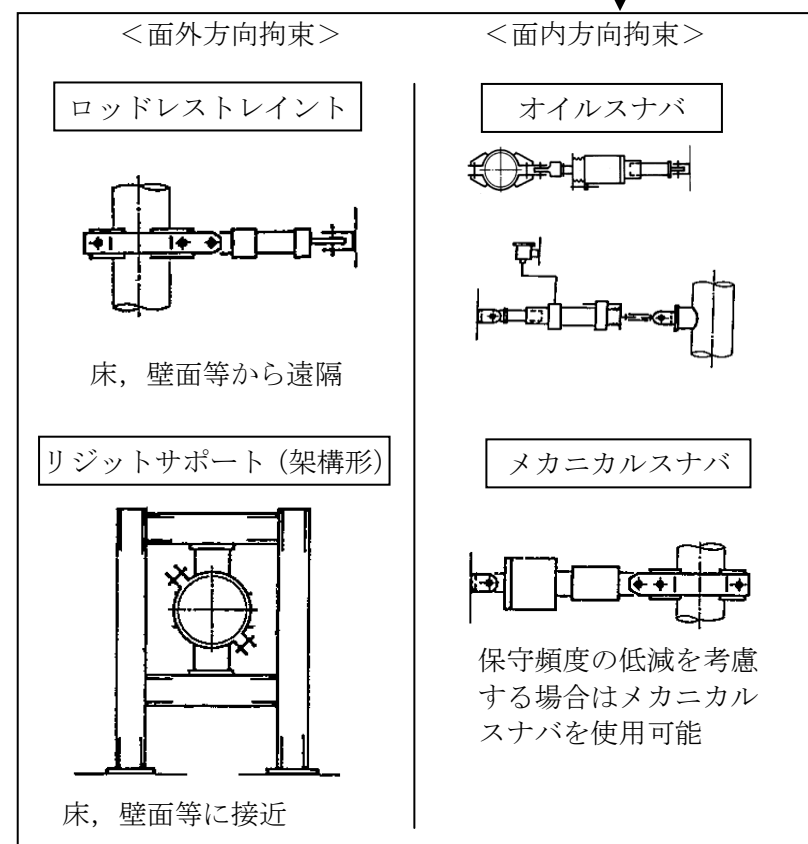
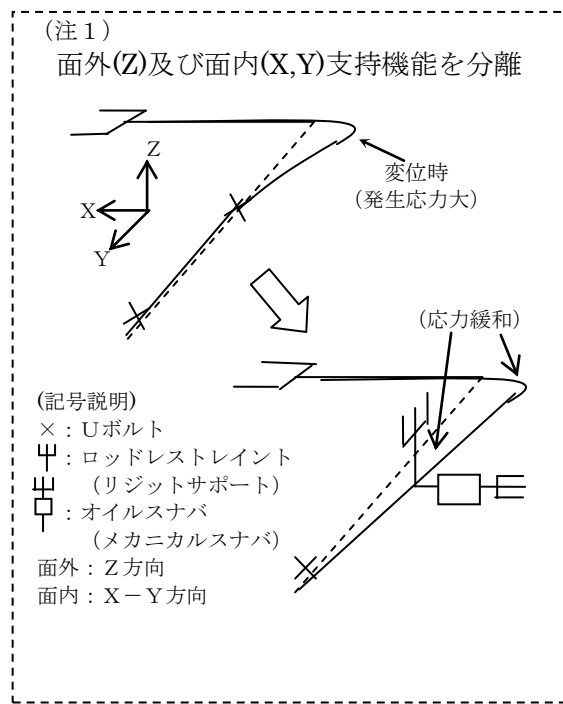


図-1 (2/2) 支持装置の選定フロー

## (2) 支持架構の種類と選定方針

支持装置と同様、定ピッチスパン法で算出した最大支持間隔において、支持架構にかかる荷重に耐えられるものを選定（以下、「応力基準」という。）するとともに、配管系が設置されている建屋との共振を避けることを目的として、支持構造物の剛性にも配慮した選定（以下、「振動数基準」という。）を行う。支持架構には形鋼を用い、配管の支持点と床壁面からの距離および周囲の配置状況といった個々の条件から、適用する形鋼の種類およびサイズを選定する。応力基準により選定したものと、振動数基準により選定したものを比較し、より大きな断面係数および断面二次モーメントを有する支持架構を採用する。支持架構の基本形状例を図-2に、選定フローについて図-3に示す。



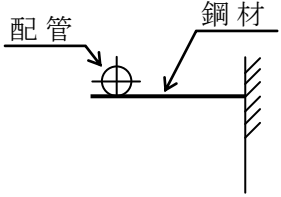
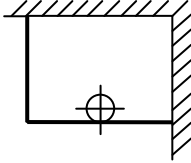
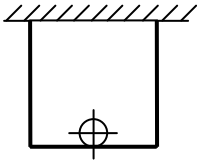
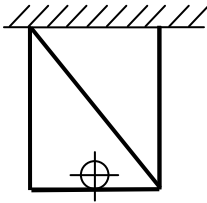
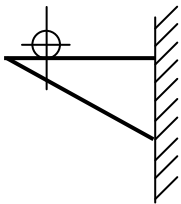
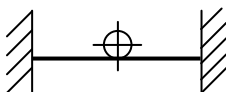
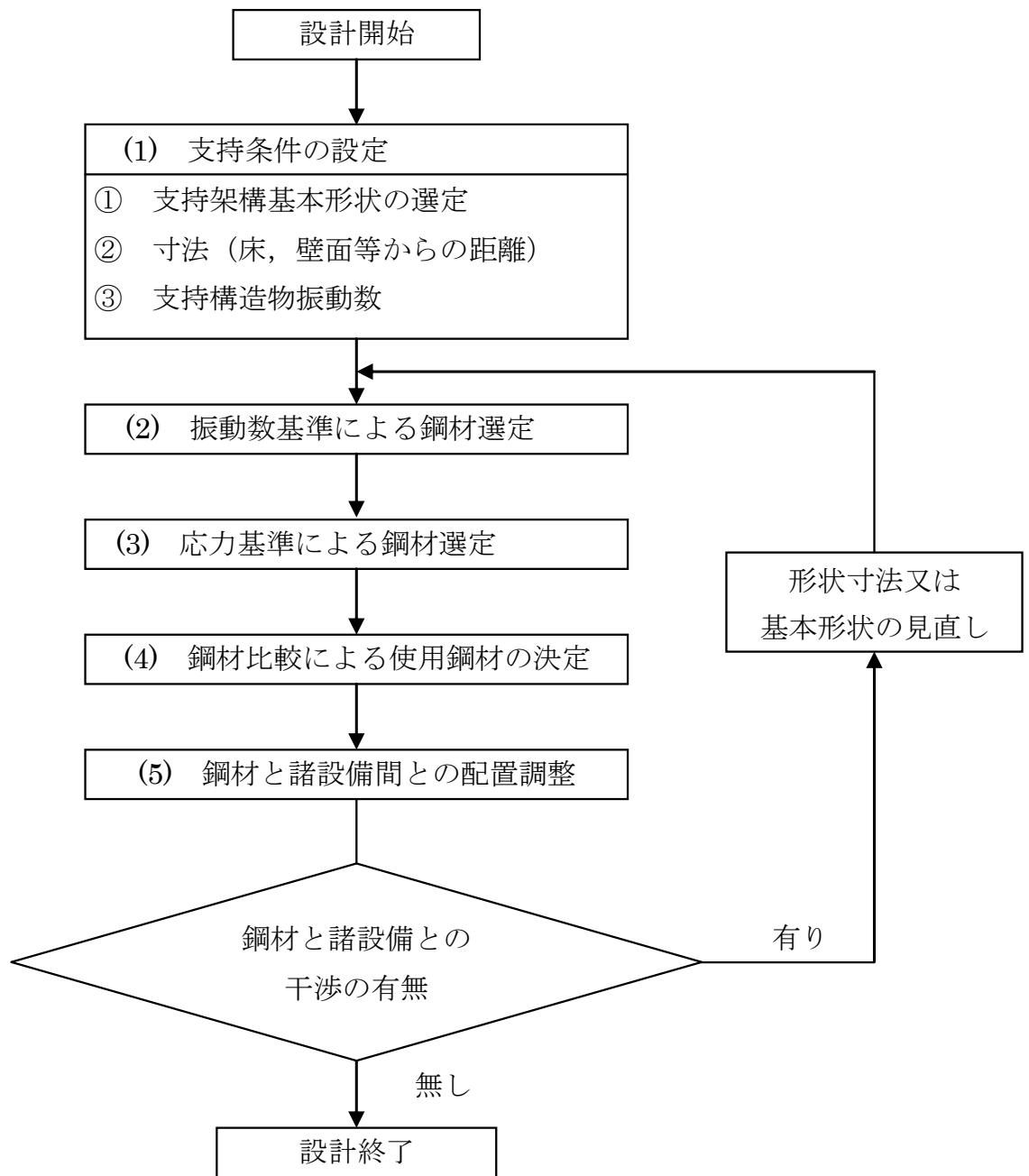
|   |  |
|---|--|
| タイプ - 1   | タイプ - 2  |
|    |    |
| タイプ - 3   | タイプ - 4  |
|    |    |
| タイプ - 5   | タイプ - 6  |
|  |  |

図 - 2 支持架構の基本形状例



図－3 支持架構の設計フロー

### (3) 定着部（埋込金物）の種類と選定方針

埋込金物には、コンクリート打設前に設定してそのまま埋込む直埋形埋込金物とコンクリート打設後コンクリートに穴をあけて打ち込むシンチアンカまたはケミカルアンカがある。直埋形埋込金物は鋼板またはH形鋼にスタッドジベルを溶接したものであり、用途および荷重等により数種類の型式に分類される。シンチアンカおよびケミカルアンカは直埋形埋込金物の設置が困難な場所、あるいはコンクリート打設後に支持構造物の追加取付が必要な場合等に使用する。直埋形埋込金物、シンチアンカ等の金物類は標準化されており、仕様毎に許容荷重が設定されている。埋込金物の例を図－4に示す。

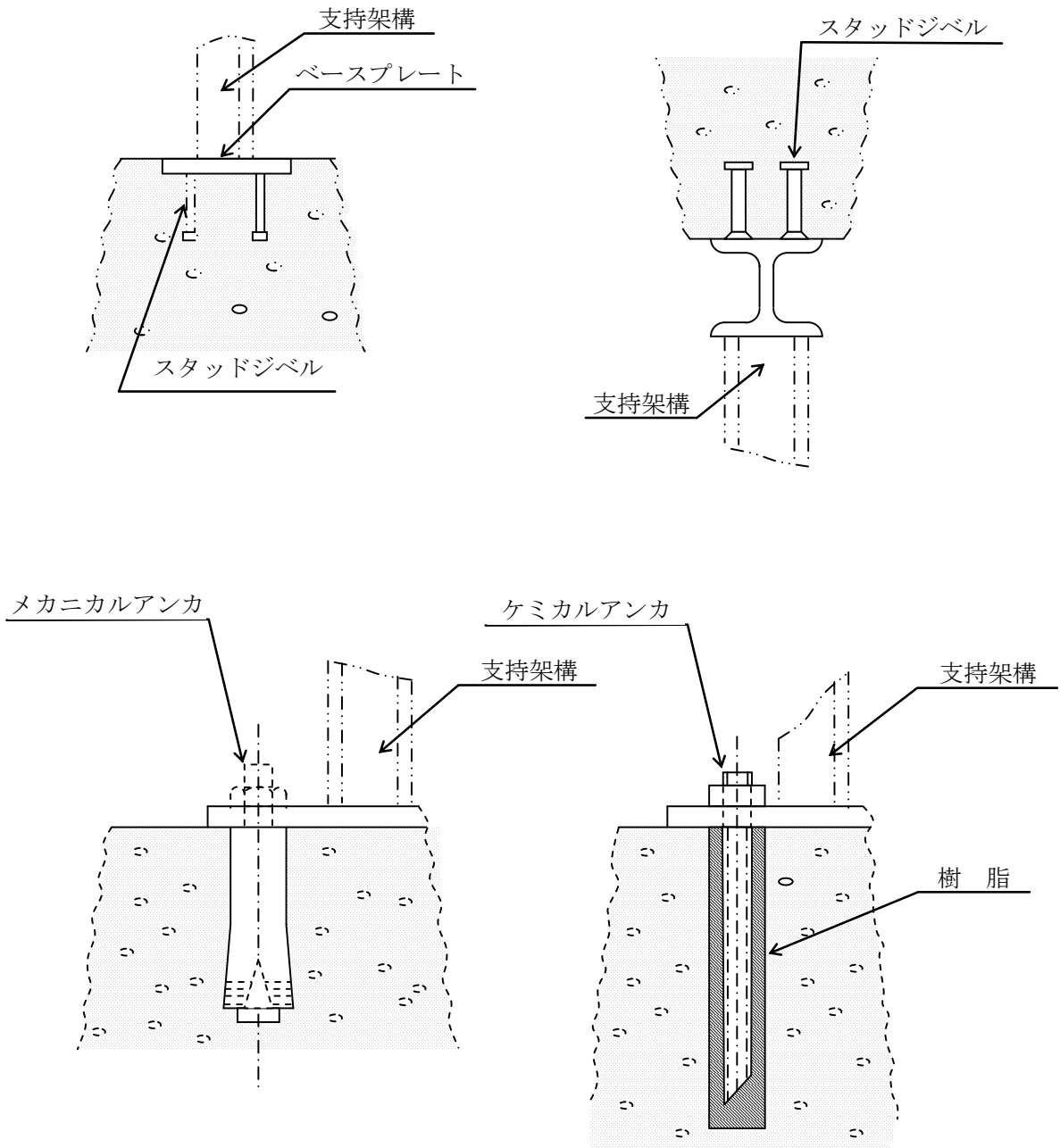


図 - 4 定着部（埋込金物）の例

## 建屋間相対変位による影響評価

## 1. 概 要

配管が異なる建物・構築物間にわたって施工される部分については、建物・構築物間の相対変位を考慮する設計を行っている。

この建屋間相対変位の影響評価は、以下に示す方法にて建屋間相対変位の2次応力を算出し、1次応力（定ピッチスパンによる発生応力）と組み合わせて評価し、問題ないことを確認する。

## 2. 相対変位の影響評価方法

## (1) 相対変位による発生応力

配管が異なる建屋間にわたって施工される部分については、建物・構築物間の相対変位（ $\delta$ ）による発生応力を算出する。

（図-1）

## (2) 評価基準値との比較

相対変位による発生応力と地震による発生応力を足し合わせたものについて、評価基準値との比較を行う。

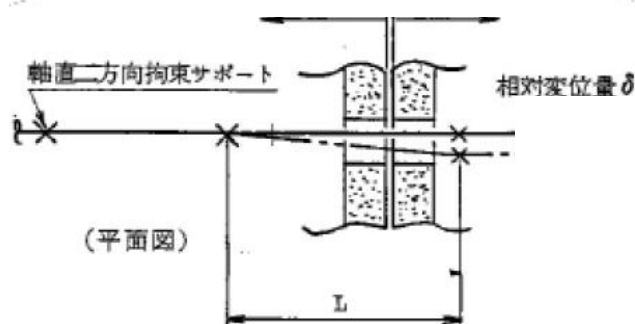


図-1 建屋間の相対変位  $\delta$

## (3) 評価要領について

図-2 に建屋間相対変位の影響評価に関する評価フローを示し、以下に各評価ステップの内容について説明する。

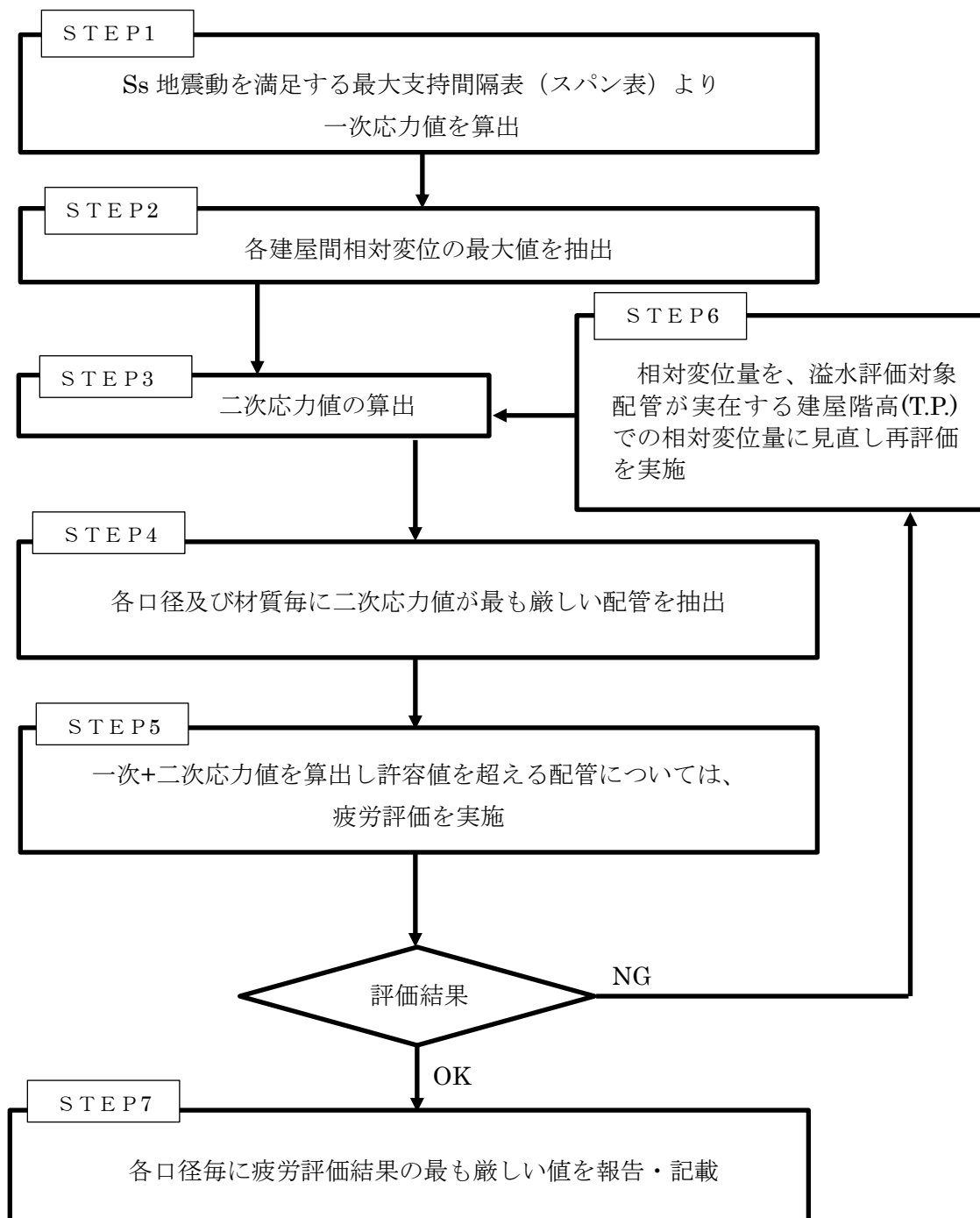


図-2 建屋間相対変位の影響評価フロー

① S T E P 1

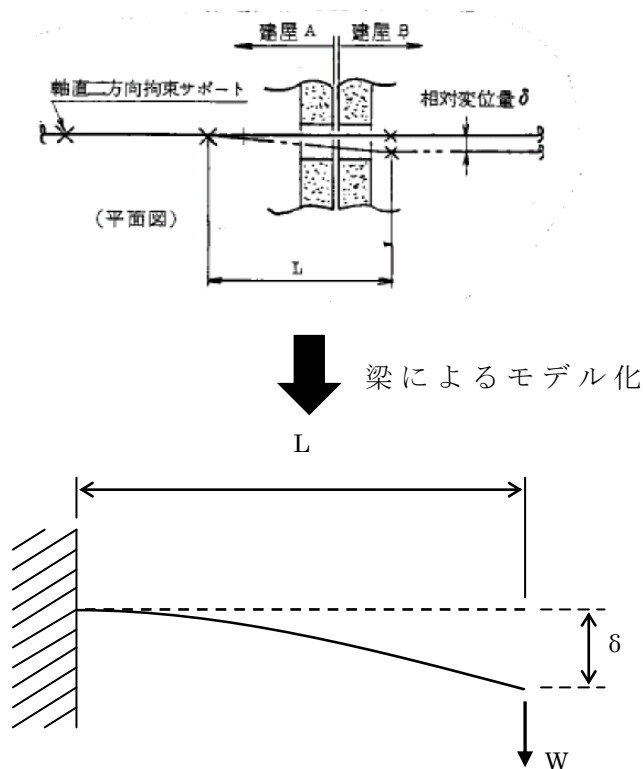
対象となる配管について、建屋間相対変位評価対象建屋に関する最大支持間隔表（S s地震動にて許容値を満足するスパン表）を整備し、対象配管の一次応力値を算出する。

② S T E P 2

評価対象建屋に関し、建屋間相対変位量の最大値を抽出する。（通常各建屋の最上階が最も相対変位量の大きいフロアとなる。）

③ S T E P 3

二次応力値を以下の梁モデルにて算出する。



$L$  : 建屋間を渡る配管の支持間隔

$\delta$  : 建屋間相対変位

$W = \frac{3EI\delta}{L^3}$  : 建屋間相対変位  $\delta$  により生じる荷重

$M = WL$  : 建屋間相対変位  $\delta$  により生じるモーメント

$\sigma = \frac{M}{Z}$  : 2次応力

#### ④ S T E P 4

各口径及び材質毎に二次応力値が最も厳しい配管を抽出する。

#### ⑤ S T E P 5

一次＋二次応力値を算出し、許容応力値を超える配管については、疲労評価を行う。

#### ⑥ S T E P 6

評価する建屋間相対変位量を、各建屋間の最大の相対変位量ではなく、溢水評価対象配管が建屋間を渡る建屋階高(T.P.)での相対変位量に見直し2次応力を算出する。

#### ⑦ S T E P 7

口径毎に評価結果の最も厳しい配管について報告を行う。

### 3. 最大建屋間相対変位について

原子炉格納容器と外部遮へい建屋間、外部遮へい建屋と原子炉周辺建屋（周辺補機棟・燃料取扱棟）間、原子炉周辺建屋（周辺補機棟・燃料取扱棟）と補助建屋間、原子炉周辺建屋（周辺補機棟・燃料取扱棟）とディーゼル発電機建屋間、原子炉周辺建屋（周辺補機棟・燃料取扱棟）と電気建屋間、原子炉補助建屋と電気建屋間のうち建屋相対変位が最も大きい原子炉周辺補機棟と原子炉補助建屋間で、貫通配管のある最上階の T.P.33.1mにある配管の建屋間相対変位（19.11mm）にて評価する。

### 4. 評価結果

JEAGに基づき、基準地震動  $S_s$  に対する一次応力評価および一次＋二次応力評価を実施し、評価基準値（許容応力）を超える場合には疲労評価を実施した。評価結果を表－1に示す。

すべての配管に発生する一次応力は許容応力値以下であるが、一次＋二次応力については許容応力値を超えているため、疲労評価を実施した結果、疲れ累積係数が1.0以下であることを確認した。



地震慣性力の支持間隔は安全側に最大支持間隔（設計スパン）を、地震相対変位の支持間隔は実支持スパンを用いており保守性を持たせた評価を実施している。

なお、溢水評価範囲における建屋間相対変位の影響を受ける実在配管の内、疲労評価結果が最も厳しい配管は、原子炉補助建屋と周辺補機棟の階高 T.P. 33.1m を渡る口径 4B (UF=0.15) 飲料水系統配管であった。

## 5. まとめ

溢水対象配管に関する建屋間相対変位については耐震性を有していることを確認した。

表-1 建屋間の評価結果

( T . P . 3 3 . 1 mでの原子炉周辺補機棟と原子炉補助建屋間の相対変位に基づく評価)

| No. | 口径          | T. P. | 一次応力 (注1) |          |          |            |            | 一次+二次応力 (注2) |            | 簡易弾塑性 (注3) |      |
|-----|-------------|-------|-----------|----------|----------|------------|------------|--------------|------------|------------|------|
|     |             |       | 自重 (MPa)  | 内圧 (MPa) | 地震 (MPa) | 一次合計 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 一次+二次 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 累積係数       | 許容値  |
| 1   | 3/80D       | 33.1m | 22.62     | 24.77    | 234.61   | 282        | 305        | 525          | 208        | 0.08       | 1.00 |
| 2   | 3/4B        | 33.1m | 23.40     | 0.58     | 278.19   | 303        | 305        | 596          | 208        | 0.15       |      |
| 3   | 1B          | 33.1m | 23.27     | 0.55     | 276.58   | 301        | 305        | 593          | 208        | 0.14       |      |
| 4   | 1 1/4B (注4) | 33.1m | 18.23     | 35.95    | 199.89   | 255        | 263        | 442          | 256        | 0.11       |      |
| 5   | 1 1/2B      | 33.1m | 23.29     | 0.78     | 276.90   | 301        | 305        | 595          | 208        | 0.14       |      |
| 6   | 2B          | 33.1m | 23.05     | 0.97     | 270.82   | 295        | 305        | 586          | 208        | 0.14       |      |
| 7   | 2 1/2B      | 33.1m | 22.79     | 5.14     | 270.90   | 299        | 305        | 583          | 208        | 0.13       |      |
| 8   | 3B          | 33.1m | 22.96     | 5.67     | 272.94   | 302        | 305        | 587          | 208        | 0.14       |      |
| 9   | 4B          | 33.1m | 24.78     | 1.71     | 271.81   | 299        | 305        | 596          | 208        | 0.15       |      |
| 10  | 6B          | 33.1m | 24.70     | 2.19     | 259.33   | 287        | 305        | 579          | 208        | 0.13       |      |
| 11  | 8B          | 33.1m | 23.50     | 22.46    | 257.65   | 304        | 305        | 567          | 208        | 0.12       |      |
| 12  | 10B         | 33.1m | 23.94     | 14.40    | 262.53   | 301        | 305        | 582          | 208        | 0.13       |      |
| 13  | 12B         | 33.1m | 22.32     | 17.15    | 265.41   | 305        | 305        | 558          | 208        | 0.11       |      |
| 14  | 16B         | 33.1m | 20.79     | 34.29    | 247.19   | 303        | 305        | 524          | 208        | 0.08       |      |
| 15  | 18B         | 33.1m | 22.80     | 40.50    | 240.68   | 304        | 305        | 537          | 208        | 0.09       |      |
| 16  | 22B         | 33.1m | 26.67     | 24.45    | 242.53   | 294        | 305        | 555          | 208        | 0.11       |      |

注1：内圧、自重および地震による一次応力（曲げ応力含む）原子炉補助建屋の標準支持間隔を適用

注2：地震のみによる一次+二次応力の変動値

注3：一次+二次応力において許容応力を超えたものは、疲労評価を行う。

注4：炭素鋼（それ以外の口径は全てステンレス鋼）

## 5. 使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量評価

### 1. はじめに

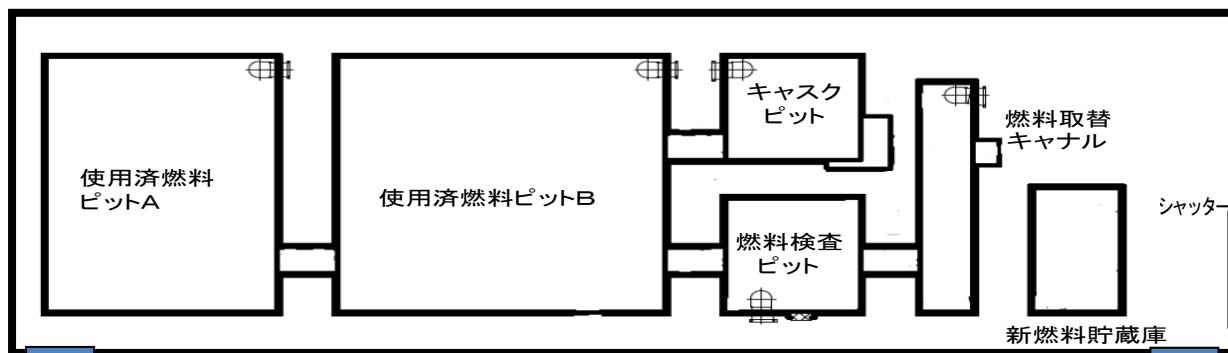
- 本資料では、基準地震動による使用済燃料ピット水のスロッシングについて、以下の2項目を説明する。
  - スロッシングによる溢水量の算定。
  - スロッシングによる溢水により使用済燃料ピットの水位低下が生じた場合であっても、使用済燃料ピットの冷却および燃料の放射線遮へいに必要な水位が確保できること。

### 2. 評価の考え方

- スロッシングによる溢水量の算定
  - 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」(以下、評価ガイドという)、2. 1. 3 (2) 項(使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水)において、「使用済燃料貯蔵プール水が基準地震動による地震力によって生じるスロッシングによってプール外へ漏水する可能性がある場合は、溢水源として想定する。」ことを要求している。
  - 基準地震動 $S_s$ による使用済燃料ピットスロッシングによる溢水量について、使用済燃料ピット等をモデル化し、3次元流動解析により求める。
- 溢水が発生した事による使用済燃料ピットの冷却および遮蔽機能への影響
  - 評価ガイド 3. 2. 1 項(使用済燃料貯蔵プール(使用済燃料ピット)に対する溢水影響評価)において、以下の要求がある。
    - 溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、使用済燃料プール(使用済燃料ピット)設備が、「プール冷却」及び「プールへの給水」ができることを確認する。
  - プールの冷却機能の確認評価方法
    - スロッシングによる溢水後の使用済燃料ピット水位がピット冷却系の運転可能水位を維持していることを確認する。
  - プールへの給水機能の確認方法
    - スロッシングによる溢水後、燃料の放射線遮へいに必要な水位を維持していることを確認する。

### 3. 評価内容

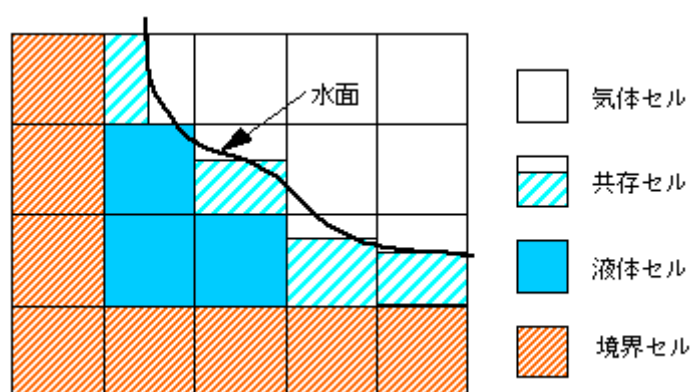
- 3次元流動解析により溢水量を解析するモデル化の範囲は、使用済燃料ピットのある燃料取扱棟とし、使用済燃料ピット、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットの全てが水張りされた状態とする。
- モデル化の範囲およびモデル化の条件については下図および下表参照のこと。



|        |   |
|--------|---|
| モデル化範囲 | 使用済燃料ピットのあるフロアレベル全体（上図参照）   |
| 境界条件   | シャッター位置の出入口からは水が流出するものとする。<br>また、建屋上部は開放とし、他は壁からの跳ね返りを考慮する。   |
| 水位     | T. P. 32.73m<br>(溢水を多めに算出するため高水位警報レベルを初期条件とする。)   |
| 評価用地震波 | 燃料取扱棟 T. P. 33.1mにおける地震波を使用   |
| 解析コード  | FLOW-3D（流体解析ソフトウェア）：3次元流動現象を精度良く計算することの特徴としている。一般産業施設の主要な解析実績としては、液体燃料やLNGタンクのスロッシング解析、インクジェット解析、鑄造湯流れ凝固解析などが挙げられる。検証結果を5-別紙1に示す。 |
| その他    | 使用済燃料ラックは考慮せず、ピット内の水が全て揺動するとした。また、ピット周りに設置されているフェンスは考慮しない。  |

■ FLOW-3Dで採用しているVOF法は、以下のような手順で液面の移動を解析する。

- ① 各計算格子を液体充填率 $F$  (0から1の間の値をとる) 及び周囲のセルの状況により、下図に示すように、気体、共存、液体、境界セルに分類する。
- ② 共存セル内の液体位置を (液体と気体の境界面がいずれかの座標軸に垂直になるように) 決定する。
- ③ 各計算セルの $F$  値を運動方程式等で計算された流速場に従って移流させる。
- ④ 時間を進めて計算を繰り返す。



■ モデル図

▶作成したモデルの諸元を表1に示す。また、モデル図を図1～5に示す。

| 解析領域 |               |
|------|---------------|
| X方向  | -0.5～58.9 [m] |
| Y方向  | -20.5～2.8 [m] |
| Z方向  | 19.9～36.1 [m] |

表1 モデル諸元

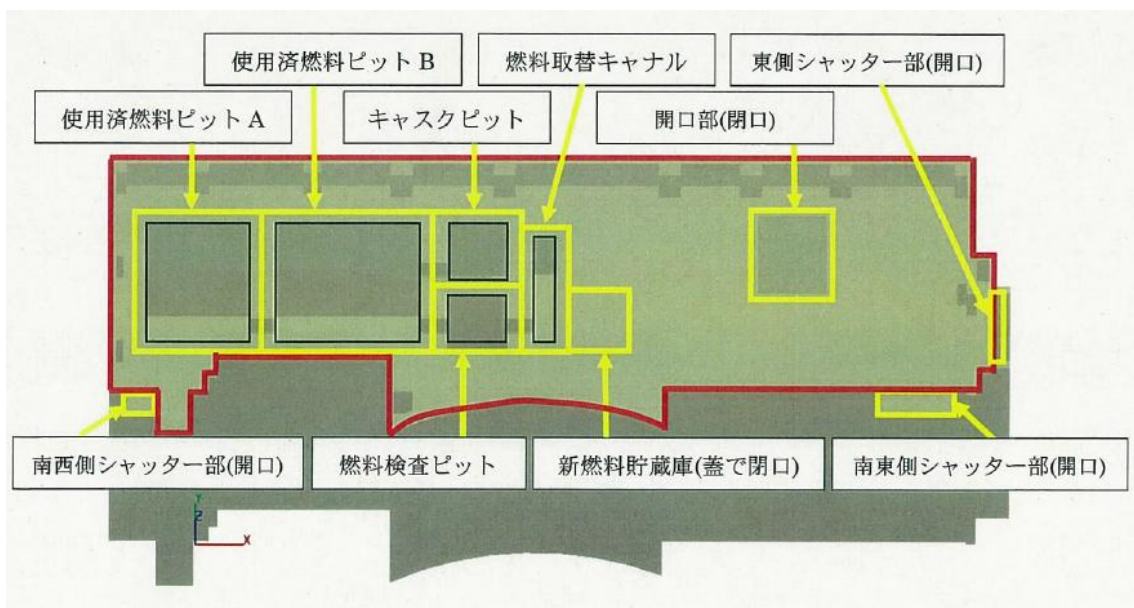
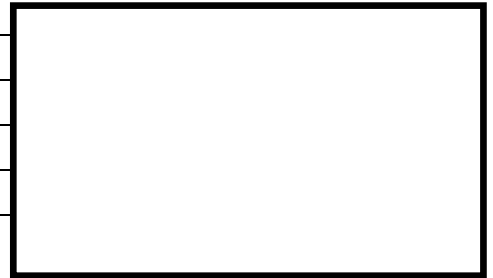


図1 解析領域（赤線）と名称

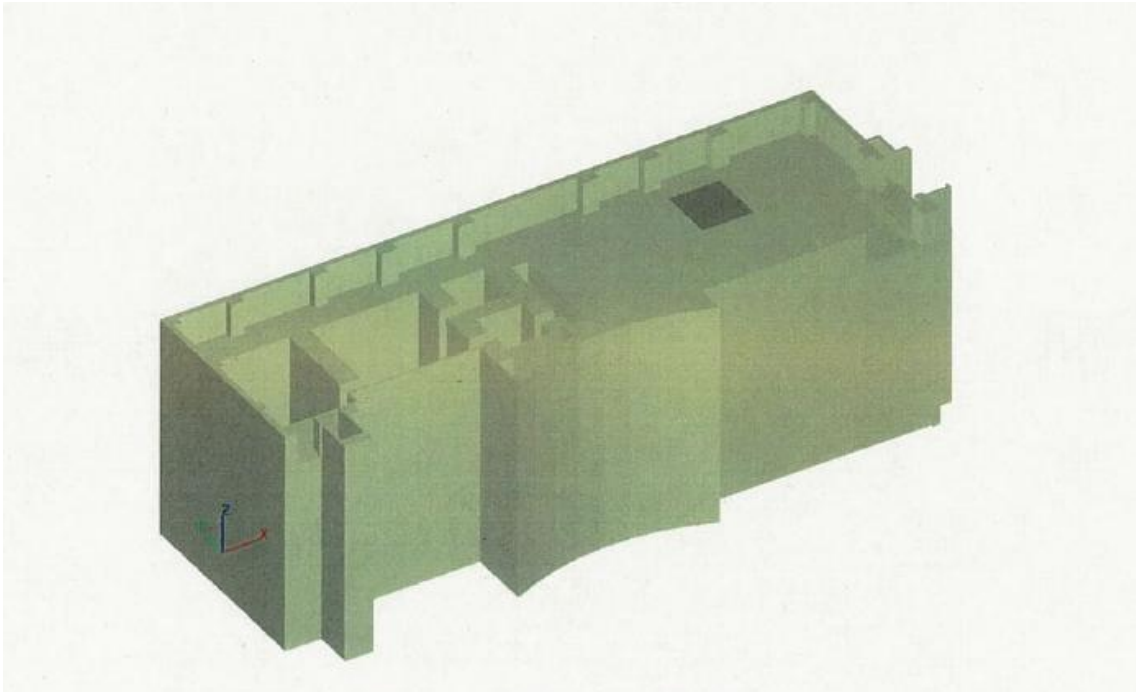


図2 解析モデルの概要図

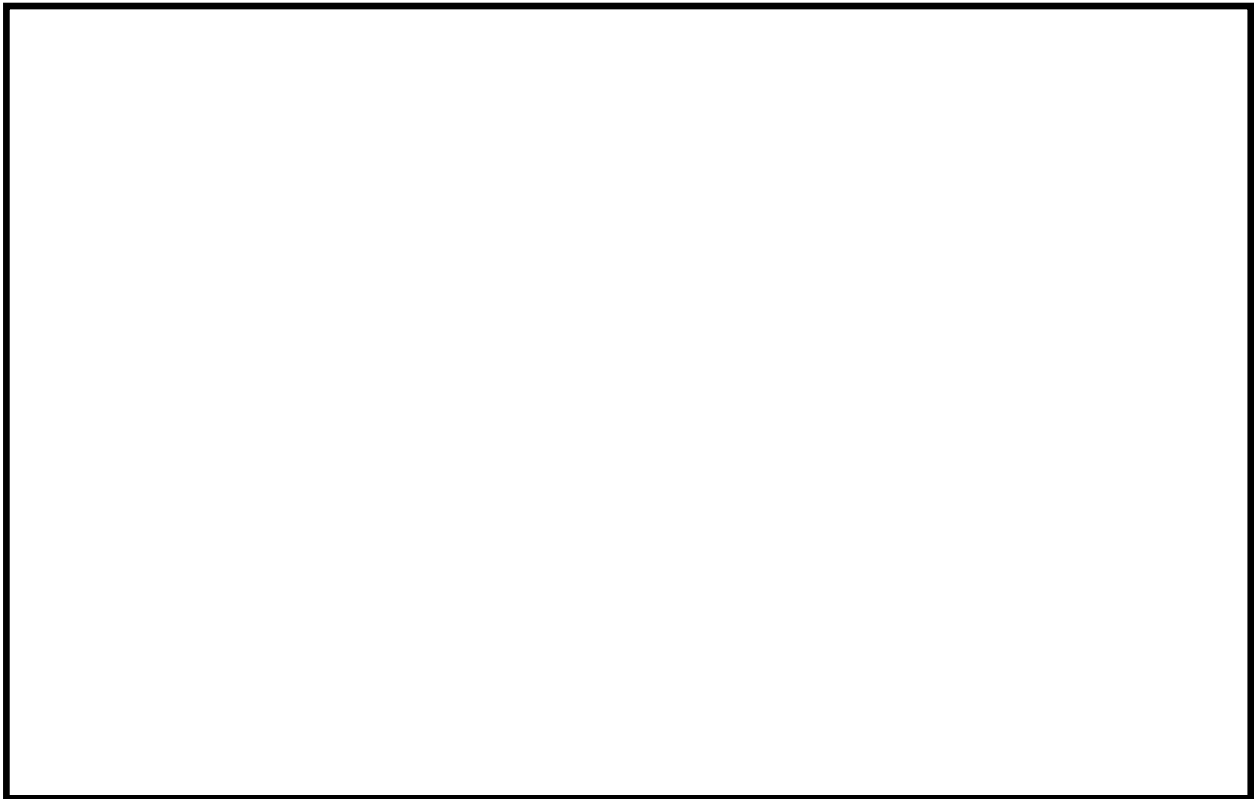


図3 3次元メッシュ図

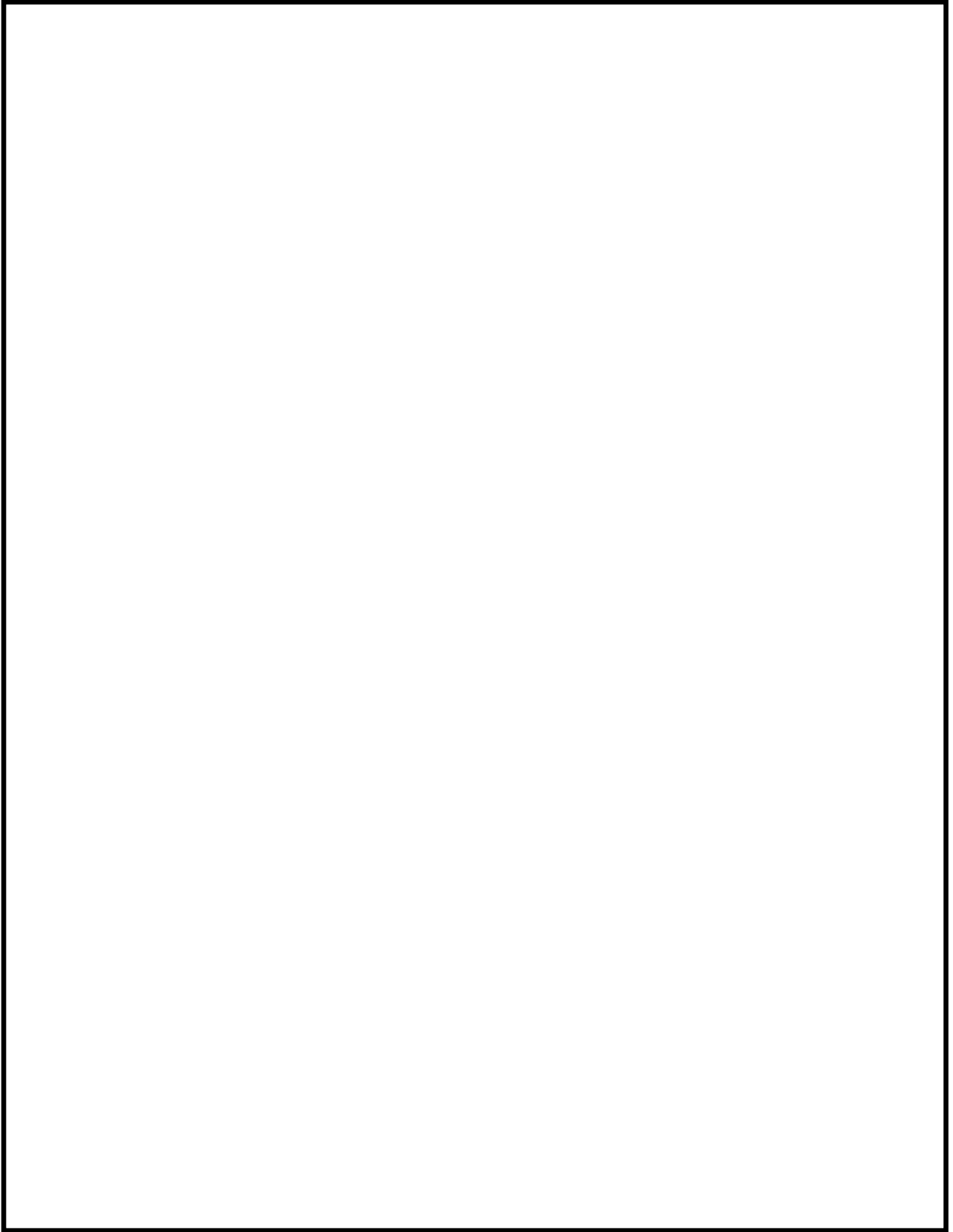


図4 2次元断面と設定されたメッシュ  
(青：流体、灰色：構造物)



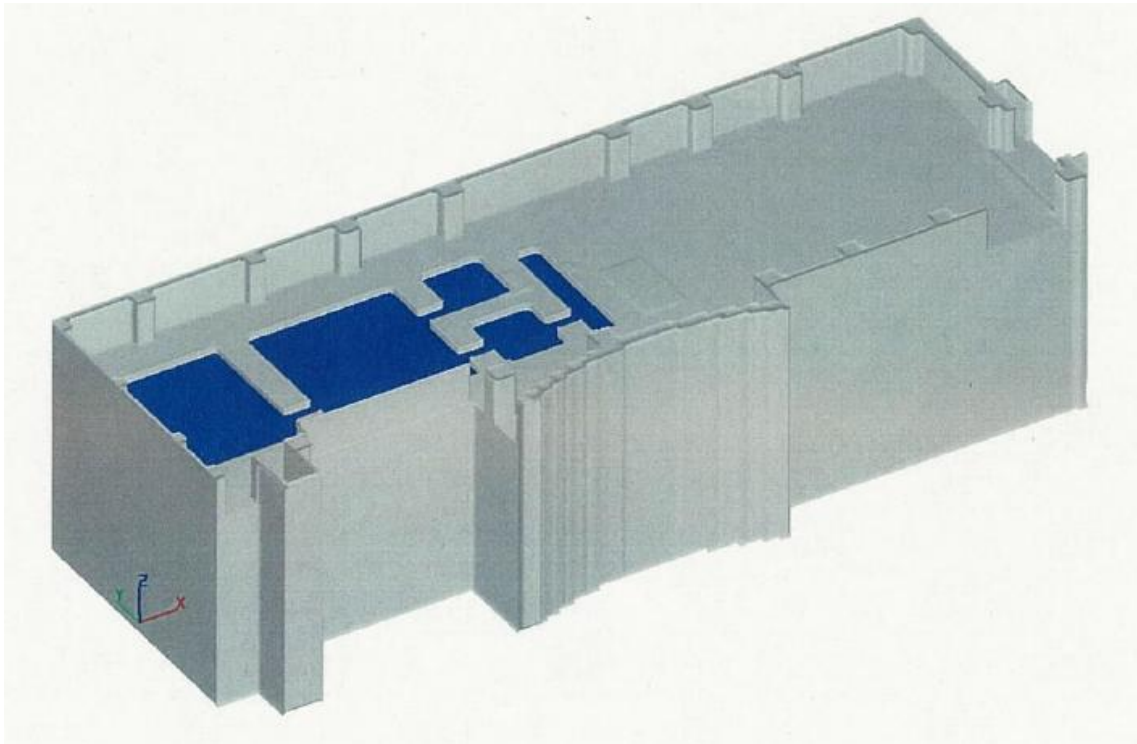


図5 使用済燃料ピットの透視図（青：流体、灰色：構造物）

■ 解析結果

▶評価用地震波は、加振する方向成分で「X方向（EW）、Z方向」をCase 1、「Y方向（NS）、Z方向」をCase 2とし、各Caseにおける使用済燃料ピット内の流体の様子を図6・7に示す。また、流体の最高到達高さを図8に示す。

▶解析終了時点での使用済燃料ピットからの溢水量は下表のとおりである。

使用済燃料ピット

| 解析ケース | 溢水量                   |
|-------|-----------------------|
| Case1 | 7.25[m <sup>3</sup> ] |
| Case2 | 11.1[m <sup>3</sup> ] |

からの溢水量

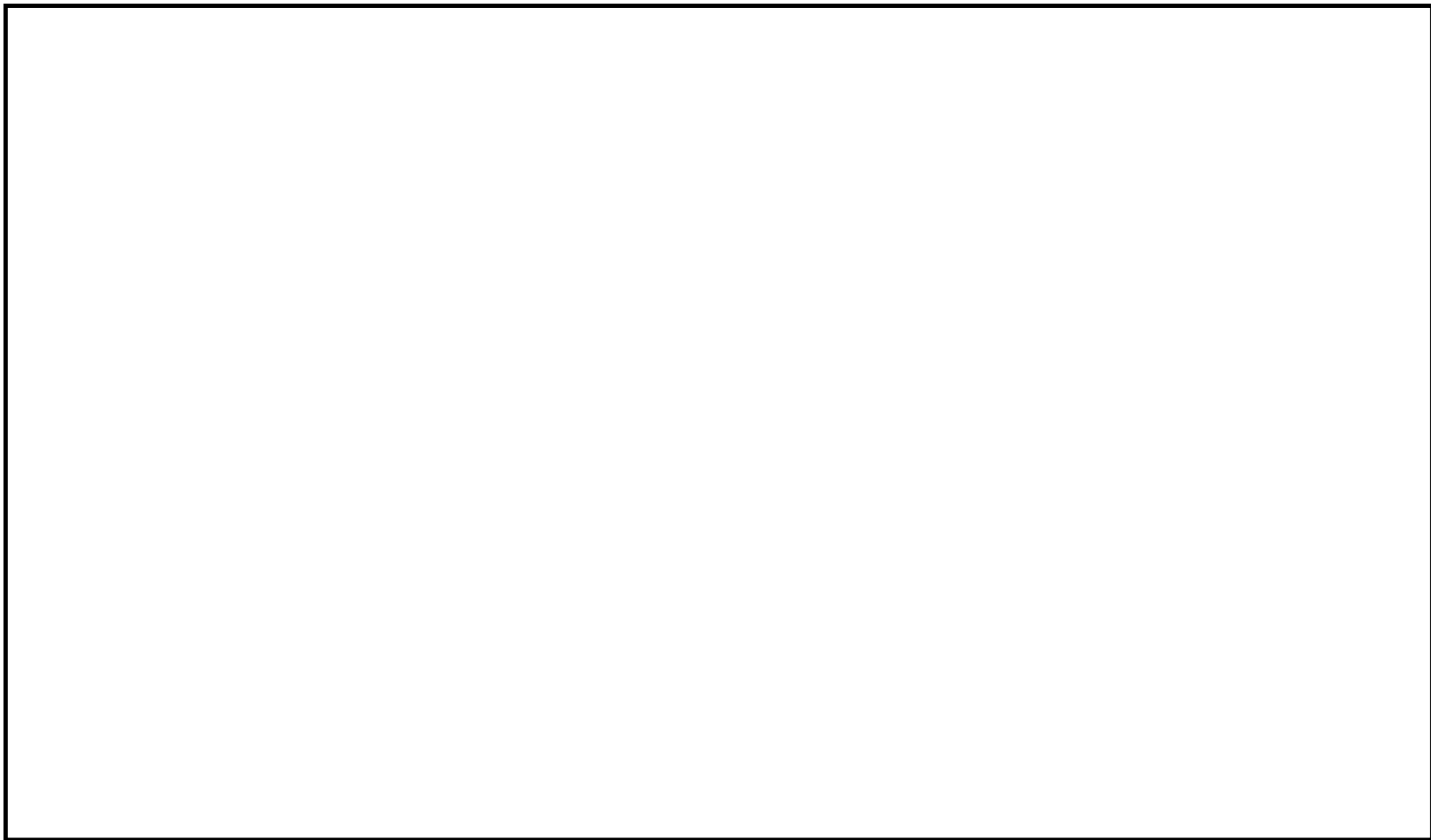


図6 燃料ピットの溢水量[m<sup>3</sup>] : Case1

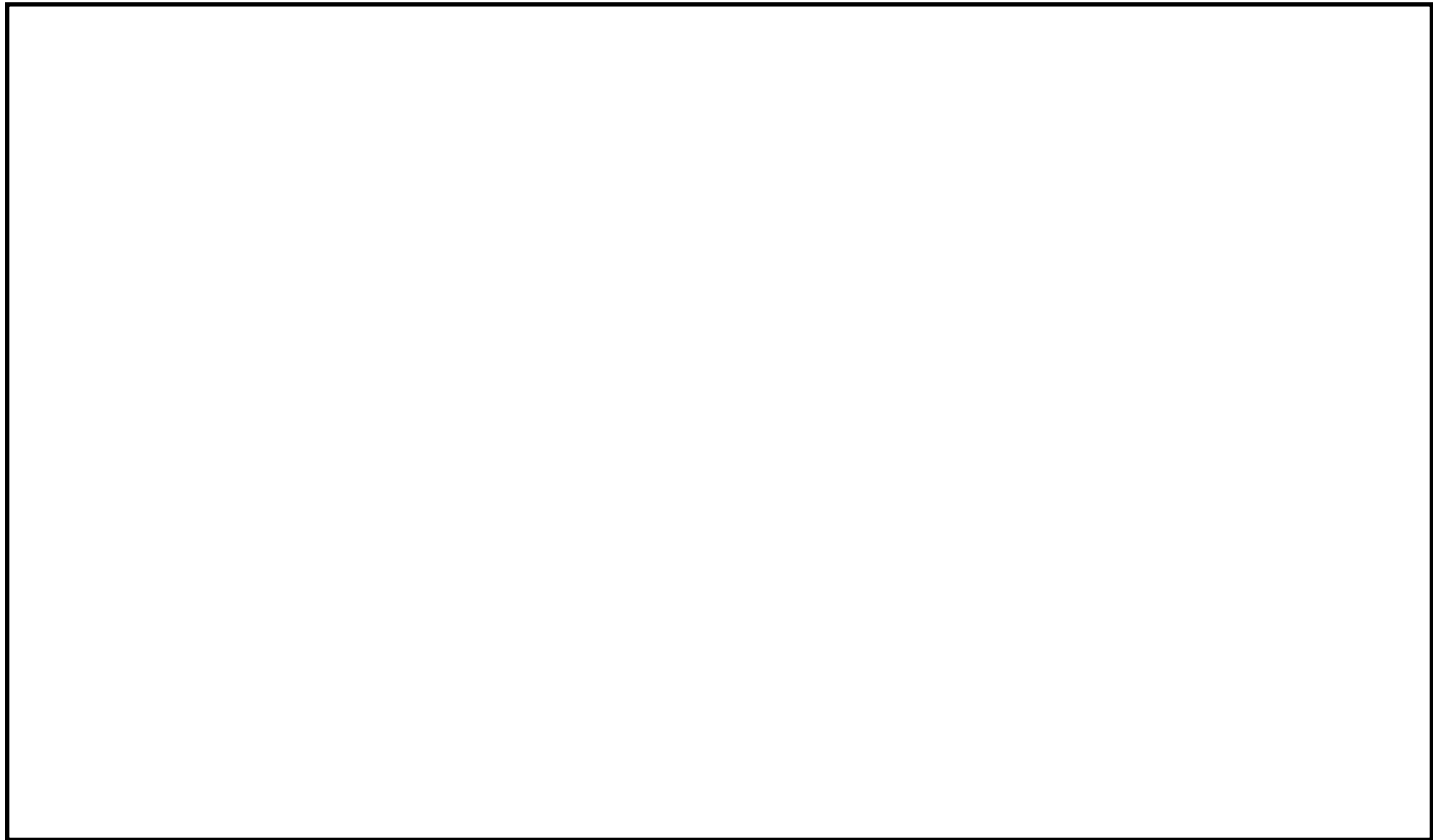


図 7 燃料ピットの溢水量[m<sup>3</sup>] : Case2

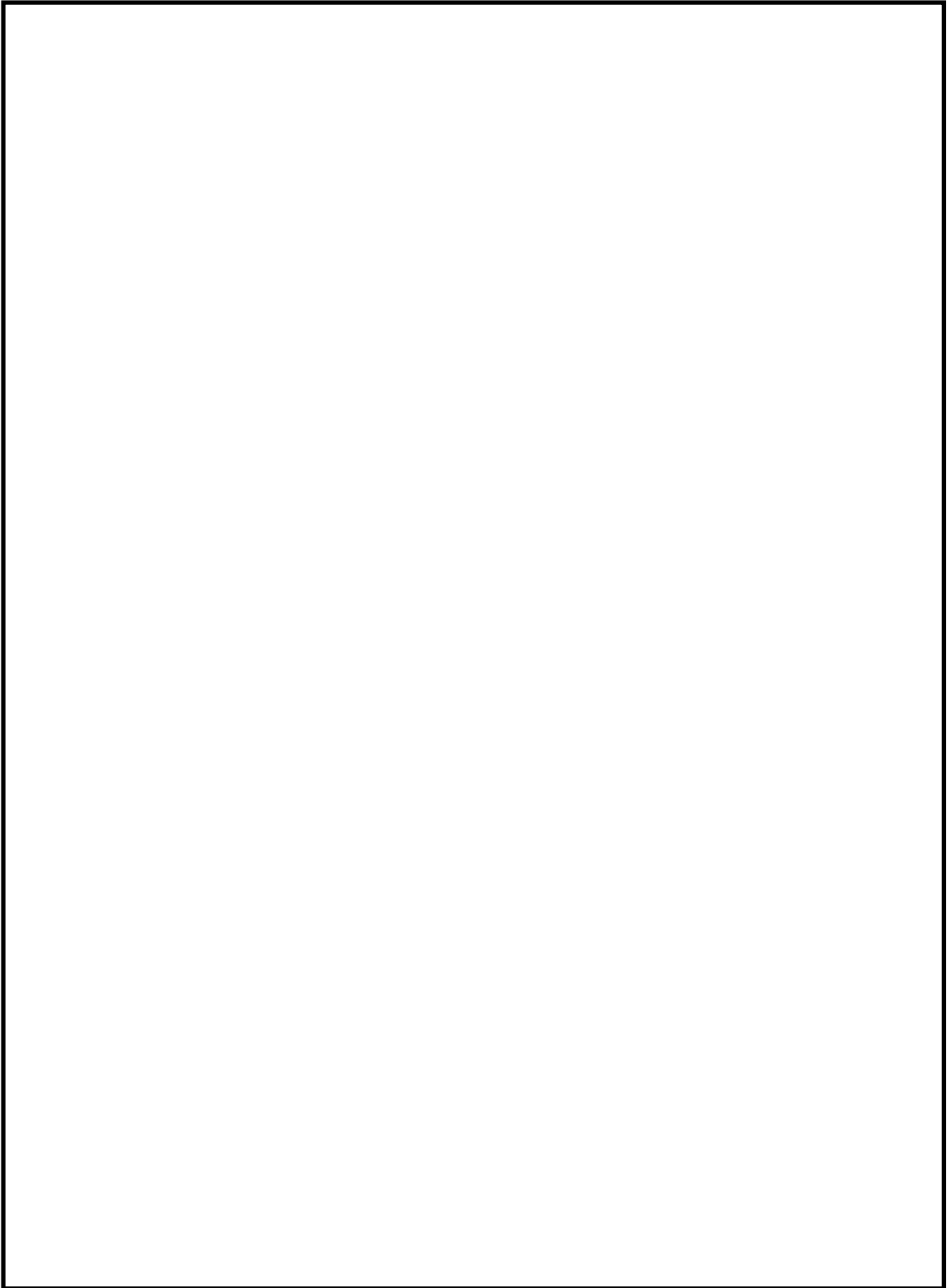


図 8 流体の最高到達高さ [m]

#### 4. 評価結果

##### (1) 溢水源の想定

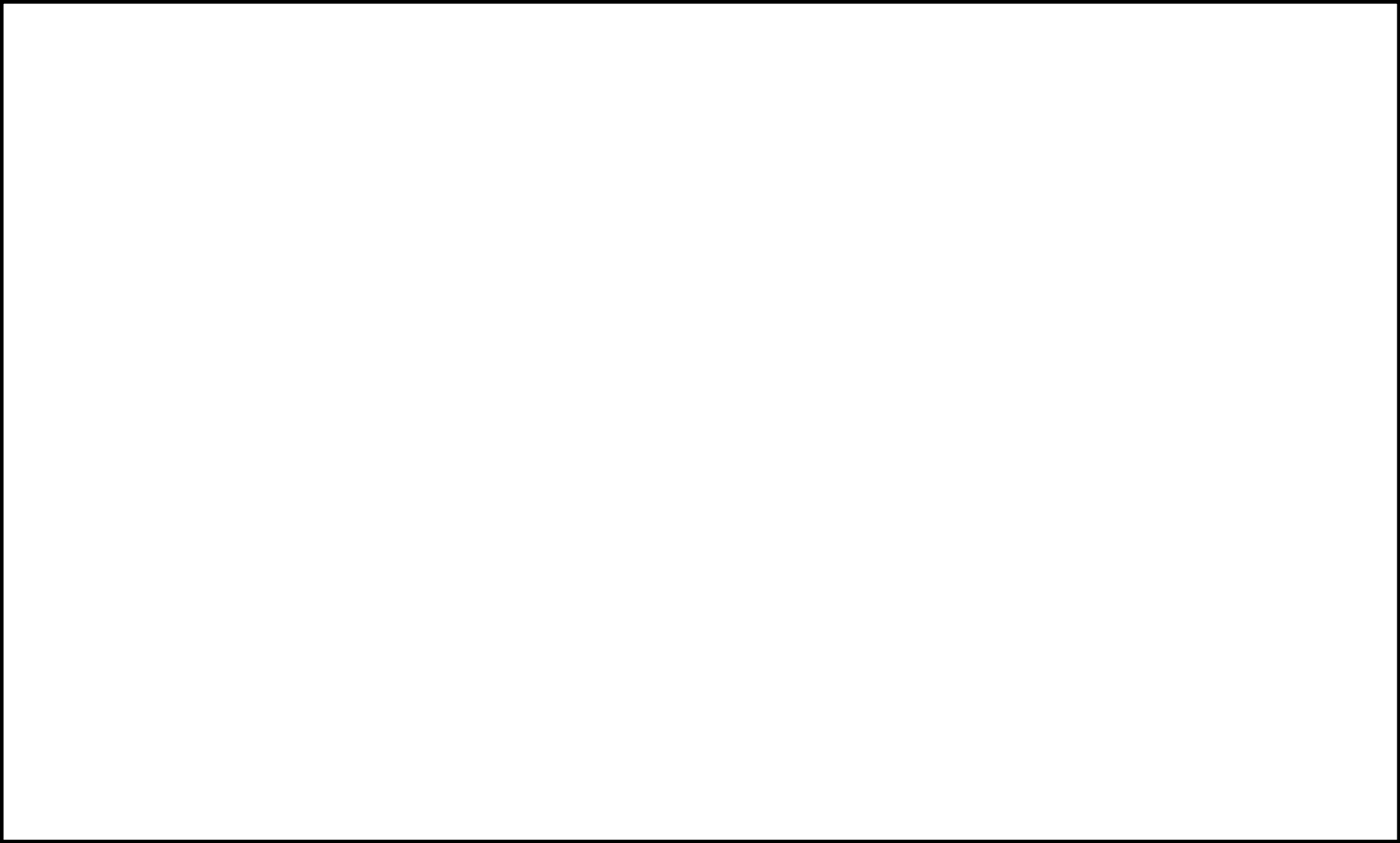
- 3. 項の解析結果から、最大溢水量である C a s e 2 の  $12.6 \text{ m}^3$  を溢水源として想定する。
- 泊発電所 3 号機の基準地震動  $S_s$  の時刻暦波は 120 秒で設定されているのに対し、解析は 60 秒で打ち切っている。解析に際しては、溢水を多めに算出するために下記の考慮を行っていることから、最大溢水量として 60 秒時点の解析値の  $11.1 \text{ m}^3$  を大きく超えるものではないと考えられるが、余裕を見てピーク溢水量を溢水源として想定することとした。
  - ▶高水位警報レベルを初期条件としていること。
  - ▶溢水量を解析するモデル化の範囲として、使用済燃料ピット、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットの全てが水張りされた状態としていること。
  - ▶使用済燃料ピット周りに設置されているフェンスを考慮していないこと。使用済燃料ピット内に設置されている使用済燃料ラックを考慮せず、ピット内の全ての水が遥動する条件としていること。
- 現在、基準地震動  $S_s$  の時刻暦波の時間に余裕を見た長さでの評価を実施し、溢水量の確認を行っており、必要に応じて見直すこととしている。

##### (2) 使用済燃料ピットの冷却および放射線遮へい可能水位の維持確認

- 3. の解析の結果から、流体の最高到達高さは、C a s e 2 の  $1.37 \text{ m}$  を想定する。
- 使用済燃料ピットの堰の上端高さは T. P.  $33.15 \text{ m}$  であることから、この高さから流体の最高到達高さを減じた位置より使用済燃料ピット水位が低ければ、使用済燃料ピット外に水は流出しない。
- 従って、この水位が、冷却系の運転可能水位および遮へいに必要な水位より高ければ、スロッシングによるピットからの溢水により、ピットの冷却機能及び放射線遮へい機能が損なわれることはない。
- 評価の結果は下表のとおりであり、制限値（下限水位）を満足していることから、ピットの冷却機能及び放射線遮へい機能は確保される。

|            | スロッシングによる溢水が生じない上限水位 (T. P.) | 制限値 (T. P.) |
|------------|------------------------------|-------------|
| 冷却系の運転可能水位 | 31.78 m                      | 31.46 m     |
| 遮へいに必要な水位  | (= 33.15 m - 1.37 m)         | 29.74 m     |

以上



## 6. 地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について

### 1. はじめに

地震時の溢水影響評価では、系統隔離による溢水の停止を前提として、評価条件である溢水量を定めている場合がある。ここでは、これまでの溢水影響評価説明の中から、上記の方法で溢水量を定めている系統を抽出し、それぞれの溢水量が原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（以下、評価ガイドという）の要求を満足する適切な手法によって算出されていることを示す。

### 2. 地震時の溢水量の考え方

#### ■ 溢水量算定の基本方針

溢水量算定の基本方針は、評価ガイド2. 1. 3（1）および付録Bの記載に基づき以下のとおり定める。

- ▶ 配管の破損形状は完全全周破断を想定する。
  
- ▶ 破断する配管の系統保有水全量が、破断口から漏えいするものとする。但し、基準地震動 $S_s$ に対する耐震性が確認されている逆止弁や常時閉の弁で破断口から隔離される範囲の保有水は流出しないものとする。
  
- ▶ 破損する容器内保有水の全量流出を想定する。容器内保有水は該当容器の最大容量を想定する。
  
- ▶ ポンプの運転等により溢水量を算出する系統は、定格運転状態での流出流量にて溢水量を算出することを基本とする。なお、トリチュリの式、ポンプランアウト流量を用いて溢水量を算出する系統については、「3. 溢水量算定の根拠」にて個別に説明を記載する。

【評価ガイドP 7、8から抜粋】

2. 1. 3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水

- ①配管の場合は、完全全周破断とし、系統の全保有水量が漏えいするものとする。なお、配管の高さや引き回し等の関係から保有水量の流出範囲が明確に示せる場合は、その範囲の保有水量を放出するものとして溢水量を算出できる。
- ②容器の場合は、容器内保有水の全量流出を想定する。
- ③漏えいを検出する機能が設置され、自動又は手動操作によって、漏えいを停止させることができる場合は、この機能を考慮することができる。  
漏えい停止機能に期待する場合は、停止までの適切な時間を考慮して溢水量を求めることができる（付録B参照）。

【評価ガイドP 29 付録Bから抜粋】

(1) 配管からの溢水量

- ③流出流量は、スリット状のき裂面積から損失係数を考慮した、以下の計算式により求める。
- ④溢水量はこれに流出時間を乗じて算出する。

溢水量の算出式（トリチュリの式）

$$Q = A \times C \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3600$$

Q：流出流量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）

A：断面積（ $\text{m}^2$ ）

C：損失係数

H：水頭（m）

<具体的な溢水量の算出方法例>

[高エネルギー配管]

自動隔離が無い系統（給水系）の場合であっても、ポンプの運転状態を検知しポンプを自動トリップさせる機能を有するものは、ポンプトリップまでは定格運転状態での流出とし、ポンプトリップ後は、配管内の保有水量が全量流出するものとし、溢水量を算出する。



■ 地震時の溢水源について

- 耐震B、Cクラス機器のうち地震時に溢水源となる可能性のある機器について表1に示す。表内の青塗りセルが、系統隔離による溢水の停止を前提とした溢水量である。

表1 溢水源となる可能性のある耐震B、Cクラス機器

| 建屋          | フロア        | 設備                 | カテゴリー | 溢水量(m <sup>3</sup> ) |
|-------------|------------|--------------------|-------|----------------------|
| 原子炉建屋       | TP. 43. 6m | 空調用冷水膨張タンク         | A     | —                    |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             | TP. 33. 1m | 使用済燃料ピット (スロッシング)  | B     | 12. 6                |
|             |            | 飲料水タンク             | A     | —                    |
|             | TP. 28. 7m | 配管                 | A     | —                    |
|             |            | 格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器   | E     | —                    |
|             | TP. 24. 8m | 配管                 | A     | —                    |
|             |            | 燃料取替用水加熱器          | A     | —                    |
|             | TP. 17. 8m | ブローダウンサンプル冷却器      | E     | —                    |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             |            | 非再生冷却器             | A     | —                    |
|             |            | サンプル冷却器            | E     | —                    |
|             | TP. 10. 3m | ブローダウンタンク          | A     | —                    |
|             |            | 1次系純水タンク           | C     | —                    |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             |            | ガス圧縮装置             | B     | 0. 2                 |
|             |            | 廃ガス除湿装置            | B     | 0. 3                 |
|             |            | 使用済燃料ピット冷却器        | A     | —                    |
|             | TP. 2. 3m  | 使用済燃料ピットポンプ        | A     | —                    |
|             |            | 1次系補給水ポンプ          | A     | —                    |
| 配管          |            | A                  | —     |                      |
| 薬液混合タンク     |            | B                  | 0. 1  |                      |
| 空調用冷凍機      |            | A                  | —     |                      |
| 原子炉補助建屋     | TP. 38. 5m | 空調用冷水ポンプ           | A     | —                    |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             | TP. 33. 5m | 樹脂タンク              | B     | 0. 5                 |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             | TP. 27. 8m | 1次系か性ソーダタンク        | C     | —                    |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             | TP. 24. 8m | ほう酸補給タンク           | E     | —                    |
|             |            | 配管                 | A     | —                    |
|             |            | 廃液貯蔵ピットか性ソーダ計量タンク  | B     | 0. 3                 |
|             |            | 廃液蒸発装置             | B     | 18                   |
|             |            | 洗浄排水蒸発装置           | B     | 7. 8                 |
|             |            | 洗浄排水蒸発装置リン酸ソーダ注入装置 | B     | 0. 5                 |
|             |            | 安全補機開閉器室給気ユニット     | A     | —                    |
|             |            | 中央制御室給気ユニット        | A     | —                    |
| 試料採取室給気ユニット |            | A                  | —     |                      |
| 出入管理室冷却ユニット |            | A                  | —     |                      |
| 中央制御室加湿器    | A          | —                  |       |                      |
| 計算機室加湿器     | A          | —                  |       |                      |
| 配管          | A          | —                  |       |                      |

|            |             |  |   |       |
|------------|-------------|--|---|-------|
| 原子炉補助建屋    | TP. 17.8m   | 冷却材混床式脱塩塔  | B | 44.5  |
|            |             | 冷却材陽イオン脱塩塔   | B |       |
|            |             | 冷却材脱塩塔入口フィルタ   | B |       |
|            |             | 冷却材フィルタ  | B |       |
|            |             | 体積制御タンク  | A | -     |
|            |             | ほう酸回収装置混床式脱塩塔  | A | -     |
|            |             | ほう酸回収装置陽イオン脱塩塔   | A | -     |
|            |             | ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ   | A | -     |
|            |             | 1次系薬品タンク   | B | 0.1   |
|            |             | 洗浄排水濃縮廃液タンク  | A | -     |
|            |             | 洗浄排水濃縮廃液ポンプ  | A | -     |
|            |             | 濃縮廃液タンク  | C | -     |
|            |             | 濃縮廃液ポンプ  | A | -     |
|            |             | 廃液フィルタ   | A | -     |
|            |             | 廃液蒸留水脱塩塔   | B | 18    |
|            |             | 使用済燃料ピット脱塩塔  | A | -     |
|            |             | 使用済燃料ピットフィルタ   | A | -     |
|            |             | 配管   | A | -     |
|            | TP. 13.3m   | 配管   | A | -     |
|            | TP. 10.3m   | 封水冷却器  | A | -     |
|            |             | ほう酸回収装置  | B | 16.1  |
|            |             | 垂鉛注入装置   | B | 0.2   |
|            |             | 配管   | A | -     |
|            | TP. 5.8m    | 酸液ドレンタンクか性ソーダ計量タンク   | B | 1.1   |
| 配管         |             | A  | - |       |
| TP. 4.1m   | 安全補機室冷却ユニット | A  | - |       |
|            | 配管          | A  | - |       |
| 原子炉補助建屋    | TP. 2.8m    | 冷却材貯蔵タンク   | C | -     |
|            |             | 廃液蒸留水タンク   | A | -     |
|            |             | 廃液蒸留水ポンプ   | A | -     |
|            |             | 洗浄排水蒸留水タンク   | A | -     |
|            |             | 洗浄排水蒸留水ポンプ   | A | -     |
|            |             | 酸液ドレンタンク   | B | 1.1   |
|            |             | 酸液ドレンポンプ   | A | -     |
|            |             | 使用済樹脂貯蔵タンク   | C | -     |
|            |             | ほう酸回収装置給水ポンプ   | A | -     |
|            |             | 廃液給水ポンプ  | A | -     |
|            | 配管          | A  | - |       |
|            | TP. -1.7m   | 洗浄排水タンク  | A | -     |
|            |             | 洗浄排水ポンプ  | A | -     |
|            |             | 洗浄排水フィルタ   | A | -     |
|            |             | 補助蒸気復水モニタ冷却器   | A | -     |
|            |             | 補助蒸気ドレンタンク   | A | -     |
|            |             | 補助蒸気ドレンポンプ   | A | -     |
|            |             | 配管   | A | -     |
|            | -           | 乾燥機（セメント固化装置）  | A | -     |
|            |             | 乾燥機復水器（セメント固化装置）   | A | -     |
|            |             | 抽気タンク（セメント固化装置）  | A | -     |
|            |             | 濃縮廃液前処理タンクベント冷却器（セメント固化装置）                                 | A | -     |
|            |             | セメント固化装置（上記以外の設備）  | B | 25.2  |
|            |             | 配管（セメント固化装置関連）   | E | -     |
| 配管         | A           | -  |   |       |
| 原子炉格納容器    | -           | 原子炉格納容器の機器   | D | -     |
| ディーゼル発電機建屋 | -           | 消火配管   | A | -     |
| タービン建屋     | -           | タービン建屋の機器（循環水管伸縮継手）  | B | 9070  |
| 出入管理建屋     | -           | 配管（水消火系統、原子炉補給水系統（脱塩水）、飲料水系統）                              | B | 720   |
| 電気建屋       | -           | 配管（湧水系統）   | A | -     |
|            | -           | 配管（水消火系統、原子炉補給水系統（脱塩水）、飲料水系統）                              | B | 455   |
| 循環水ポンプ建屋   | -           | 循環水管伸縮継手   | A | -     |
|            | TP. 10.3m   | 海水電解装置   | B | 4.9   |
|            | -           | 海水淡水化設備  | B | 79    |
|            | -           | 海水ポンプ室外の配管（軸受冷却水系統、所内用水系統、海水電解装置海水供給・注入系統、飲料水系統、海水淡水化設備配管） | B | 2814  |
|            | -           | 海水ポンプ室内の配管（所内用水系統、海水電解装置海水供給・注入系統、海水ストレーナ排水系統）             | A | -     |
| 屋外タンク      | -           | ろ過水タンク   | B | 21000 |
|            | -           | 純水タンク  | B |       |

- A：基準地震動S<sub>s</sub>による耐震性確認機器  
B：溢水源機器  
C：水密区画内設置機器  
D：原子炉格納容器の機器（LOCA時の溢水量に包絡される）  
E：耐震補強工事により基準地震動S<sub>s</sub>による耐震性確認機器

### 3. 溢水量算定の根拠

以下に各建屋における溢水量の算定の根拠を記載する。また、隔離操作までの溢水継続時間の根拠を6-別紙1に示す。

- 原子炉建屋および原子炉補助建屋における溢水（補足説明資料3「地震時における溢水による没水影響評価について」の没水評価に使用）

- ほう酸回収装置、洗浄排水蒸発装置、廃液蒸発装置給水ライン（以下、各蒸発装置という）

図1～図3に各蒸発装置の概略図を示す。

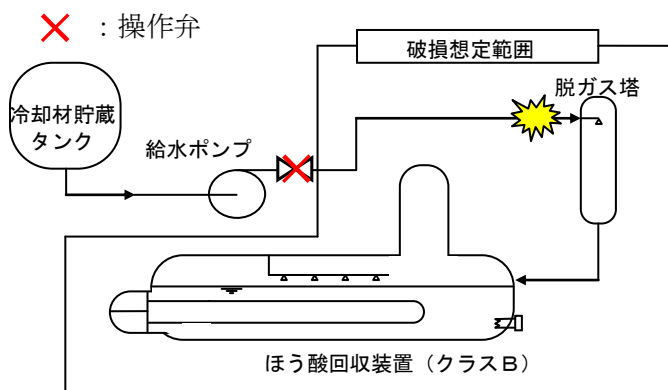


図1 ほう酸回収装置概略図

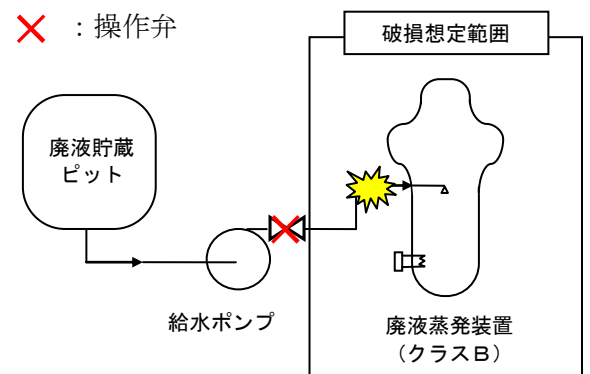


図2 廃液蒸発装置概略図

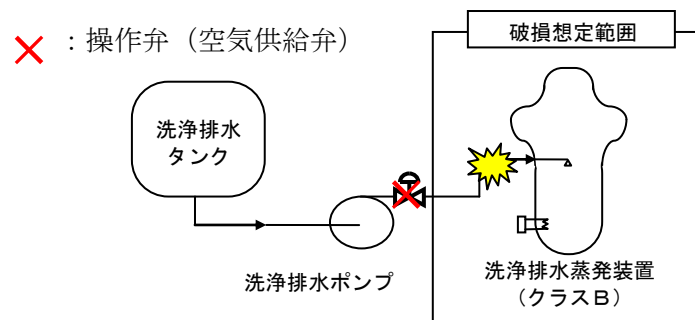


図3 洗浄排水蒸発装置概略図

#### ● 溢水量算定の考え方

各蒸発装置の運転時に地震が発生し、蒸発装置への給水ラインが破損した場合に、給水ポンプ吐出による漏水が継続する想定で溢水量を算定している。なお、給水ラインの破断想定箇所は、基準地震動  $S_s$  に対する耐震性が確保されていない各蒸発装置と給水ラインの取合い部分である。

- 隔離操作について

各蒸発装置の給水配管については、原子炉補助建屋に敷設されており、原子炉補助建屋、原子炉建屋への溢水量を低減させるため、各蒸発装置の給水配管の手動弁、空気作動弁の空気供給弁を閉止することで溢水を停止する。

- 配管・機器類の保有水量について

配管図、構造図等から保有水量を算出した結果としている。なお、廃液蒸発装置給水ラインの配管保有水 11.7 m<sup>3</sup>には、系統が繋がっている洗浄排水蒸発装置給水ラインの配管保有水も含んでいる。

➤ 抽出ライン

図4に化学体積制御系統（抽出ライン）の概略図を示す。

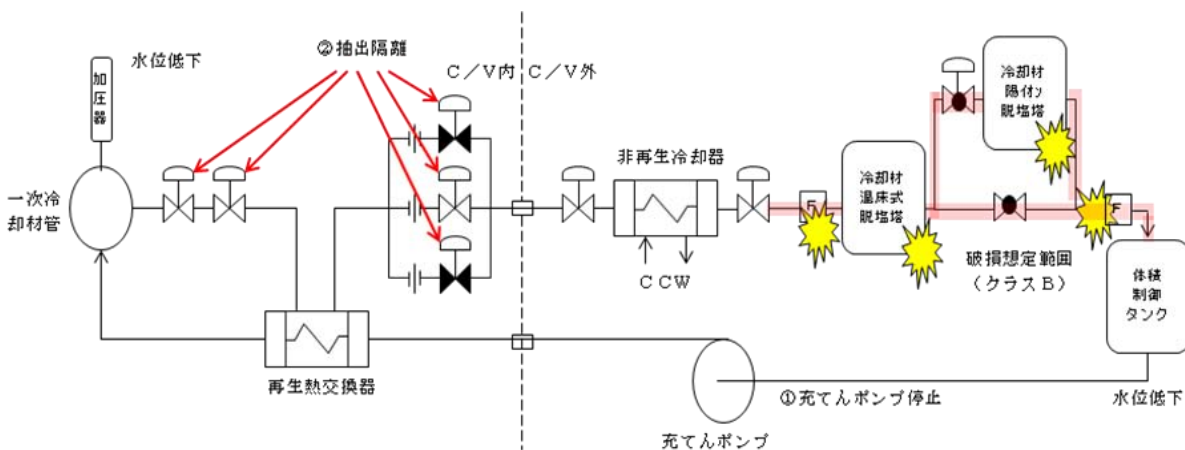


図4 化学体積制御系統（抽出ライン）概略図

- 溢水量算定の考え方

抽出ラインの耐震性を有していない脱塩塔等が破損した場合、体積制御タンクの保有水が低下することにより、充てんポンプが過電流トリップ、加圧器水位が低下して、抽出隔離信号により抽出オリフィス出口C/V内側隔離弁が自動閉止し、溢水が停止するまでの時間から、溢水量を算定している。

- 隔離操作について

運転員の手動操作には期待せず、抽出隔離信号により自動で抽出ラインが隔離されることを想定する。

- 配管・機器類の保有水量について

配管図、構造図等から保有水量を算出した結果としている。

- 循環水ポンプ建屋における溢水（補足説明資料7「循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について」の没水評価に使用）

図5に循環水ポンプ建屋 概略図を示す。

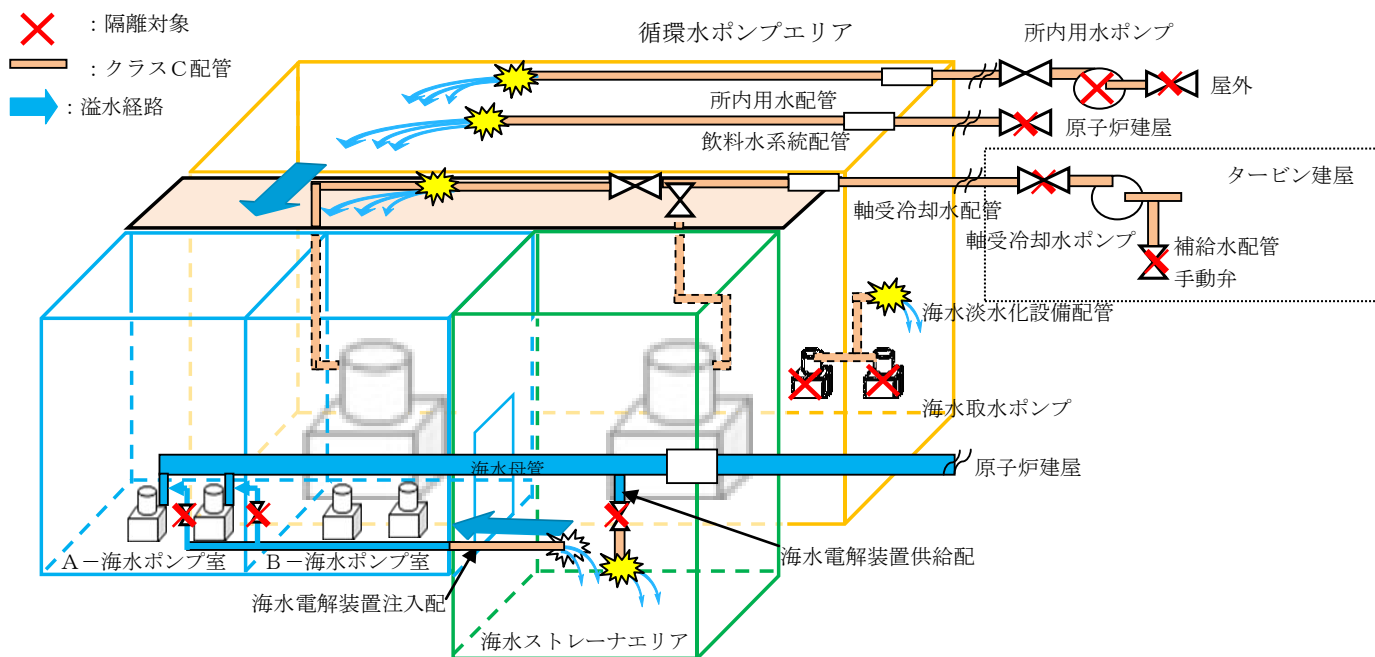


図5 循環水建屋概略図

- 溢水量算定の考え方

地震時に、循環水ポンプ建屋内の基準地震動  $S_s$  に対する耐震性が確保されていない配管が破損した場合に、ポンプ吐出等による破損部位から漏水が発生する想定で溢水量を算定している。

- 隔離操作について

原子炉補機冷却海水ポンプ室（以下「海水ポンプ室」）への溢水伝播を防止するため、循環水ポンプ建屋で溢水源となりうる循環水ポンプ建屋行きの各系統の配管の手動弁の閉止、ポンプの停止操作（現場での電源開放操作）を実施する。

- ◇ 海水淡水化設備系統

海水淡水化設備配管は循環水ポンプエリアに敷設されており、配管の破損箇所からの溢水継続による海水ポンプ室への伝播を防止するため、海水取水ポンプの電源を開放し（海水淡水化設備建屋へアクセス可能な場合）、海水取水ポンプを停止することで、溢水を停止する。また、海水淡水化設備建屋へのアクセスが不可能な場合は、海水取水ポンプ電動機が没水することにより海水取水ポンプは停止する。

#### ◇ 飲料水系統

飲料水系統配管は循環水ポンプエリアに敷設されており、配管の破損箇所からの溢水継続による海水ポンプ室への伝播を防止するため、原子炉建屋に設けられている手動弁を閉止し、溢水を停止する。

#### ◇ 海水電解装置海水供給・注入配管

海水電解装置供給・注入配管は海水ストレーナエリアに敷設されており、配管の破損箇所からの溢水継続による海水ポンプ室への伝播を防止するため、海水ストレーナエリアに設けられている手動弁を閉止し、溢水を停止する。

なお、海水電解装置海水供給・注入配管は海水ポンプ室エリアにも敷設されているが、耐震評価により破損しないことを確認している。

#### ◇ 所内用水系統

所内用水配管は循環水ポンプエリアに敷設されており、配管の破損による海水ポンプ室への伝播を防止するため、所内用水ポンプの電源開放（給排水処理建屋へアクセス可能な場合）、または、屋外に設けられている手動弁を閉止（前記電源開放が不可能な場合）し、溢水を停止する。

#### ◇ 軸受冷却水系統

軸受冷却水配管は循環水ポンプエリアおよび循環水ポンプ建屋オペレーションフロアに敷設されており、配管の破損による海水ポンプ室への伝播を防止するため、タービン建屋に設けられている手動弁を閉止し溢水を停止させる。

#### ● 配管・機器類の保有水量について

配管図、構造図等から保有水量を算出した結果としている。

#### ● 隔離前漏えい量について

##### ◇ 海水電解装置海水供給・注入系統

海水電解装置海水供給・注入系統における隔離前漏えい量の算定では、トリチュリの式から算出した流量（供給側：347.3 m<sup>3</sup>/h、注入側：411.0 m<sup>3</sup>/h）を用いている。これは、海水電解装置海水供給・注入系統が海水母管に対して、小口径の枝管であり、定格運転状態の定格流量が定められていないためである。

##### ◇ 海水淡水化設備系統

海水淡水化設備系統における漏えい量については、低耐震建屋である海水淡水化設備建屋電源室へのアクセスが不可能である場合、海水取水ポンプが循環水ポンプ建屋の循環水ポンプエリア内にあるため、系統からの溢水により海水取水ポンプ電動機自体が没水することにより、海水取水ポンプが停止するまでの溢水量（1711.3 m<sup>3</sup>）としている

- タービン建屋における溢水（補足説明資料 9.「低耐震建屋からの溢水影響について」の没水評価に使用）

図 6 に循環水管概略図を示す。

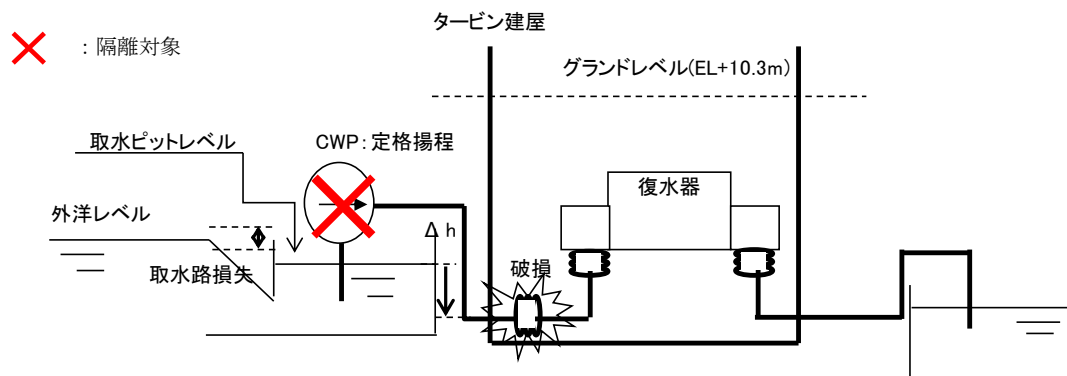


図 6 循環水管概略図

- 溢水量算定の考え方  
地震発生時に循環水管の伸縮継手が破損することを想定し、循環水ポンプ吐出による漏水が発生する想定で溢水量を算定している。
- 隔離操作について  
循環水ポンプは地震加速度大原子炉トリップ信号により、自動停止するインターロックを追加している。  
自動停止インターロック信号の詳細については添付-4「循環水ポンプの自動停止インターロックについて」に記載のとおり。
- 配管・機器類の保有水量について  
配管図、構造図等から保有水量を算出した結果としている。
- 隔離前漏えい量について  
タービン建屋循環水管伸縮継手（リング状破損）における隔離前漏えい量の算定では、トリチュリの式から算出した流量（72,200 m<sup>3</sup>/h）を用いている。

- 電気建屋における溢水（補足説明資料9.「低耐震建屋からの溢水影響について」の没水評価に使用）

図7に電気建屋概略図を示す。

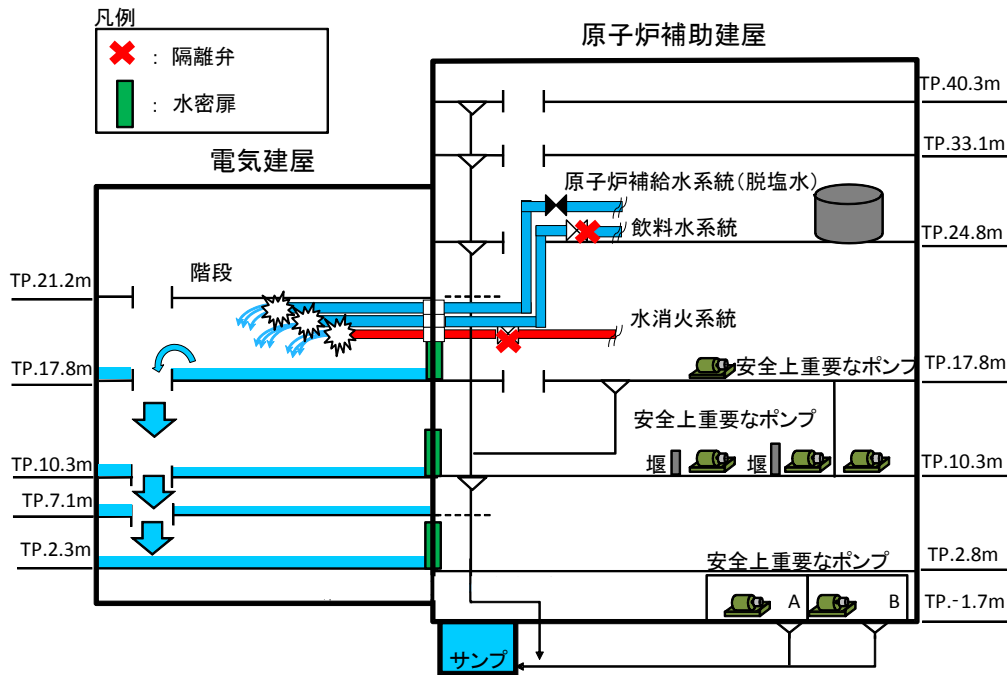


図7 電気建屋概略図

- 溢水量算定の考え方  
地震時に、電気建屋内の基準地震動  $S_s$  に対する耐震性が確保されていない配管が破損した場合に、破断口からポンプ吐出による漏水が発生する想定で溢水量を算定している。
- 隔離操作について  
地震加速度大による原子炉トリップ発生時に、電気建屋での溢水源となり得る各系統の原子炉補助建屋設置の手動弁を閉止することで溢水を停止する。
- 配管・機器類の保有水量について  
配管図、構造図等から保有水量を算出した結果としている。



- 出入管理建屋における溢水（補足説明資料 9. 「低耐震建屋からの溢水影響について」の没水評価に使用）

図 8 に出入管理建屋概略図を示す。

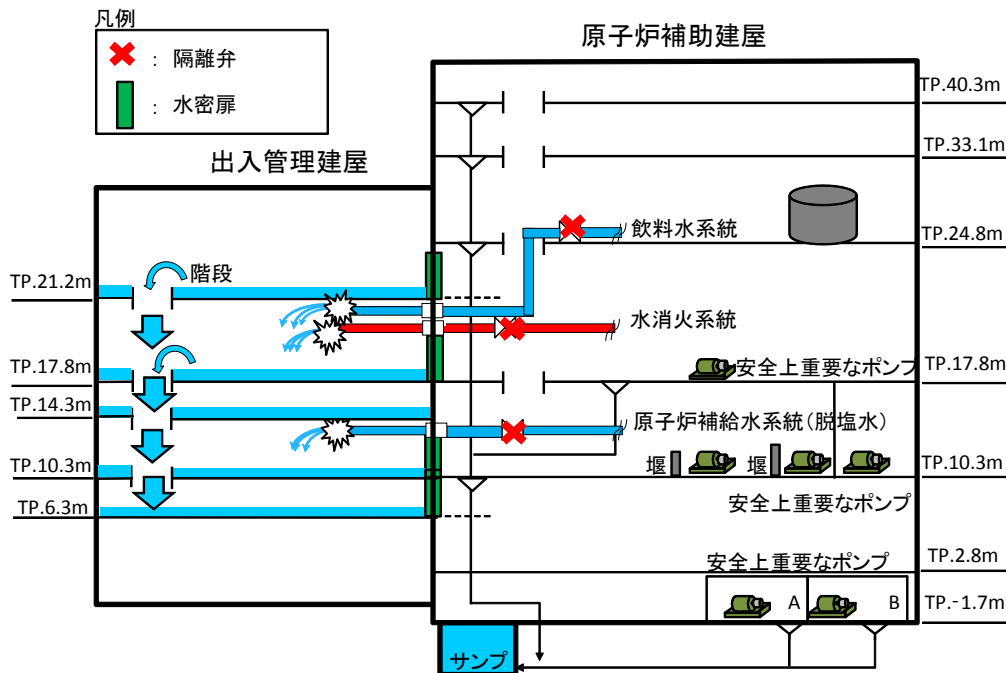


図 8 出入管理建屋概略図

- 溢水量算定の考え方

地震時に、出入管理建屋内の基準地震動  $S_s$  に対する耐震性が確保されていない配管が破損した場合に、破断口からポンプ吐出による漏水が発生する想定で溢水量を算定している。

- 隔離操作について

地震加速度大による原子炉トリップ発生時に、電気建屋での溢水源となり得る各系統原子炉補助建屋設置の手動弁を閉止することで溢水を停止する。

- 配管・機器類の保有水量について

配管図、構造図等から保有水量を算出した結果としている。

#### 4. 溢水量算出結果

算定した各溢水量を表－1にまとめる。

表－1 溢水量算出結果

| 隔離対象系統   | 機器<br>保有水<br>(m <sup>3</sup> )<br>① | 配管<br>保有水<br>(m <sup>3</sup> )<br>② | 隔離前漏えい量                               |                      |   | 溢水量(m <sup>3</sup> )<br>⑥=①+②+⑤ | 別紙6-1<br>時間根拠<br>記載箇所 |                |                |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---|---------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
|          |                                     |                                     | 漏えい<br>流量<br>(m <sup>3</sup> /h)<br>③ | 時間<br>(h)<br>④       | 隔離前<br>漏えい量<br>(m <sup>3</sup> )<br>⑤=③×④ |                                 |                       |                |                |
| 原子炉補助建屋  | 化学体積制御系統<br>ほう酸回収装置給水ライン            | 6.0                                 | 6.7                                   | 3.4 <sup>*1</sup>    | 1.0                                       | 3.4                             | 16.1                  | 頁6-18<br>表-2 ⑧ |                |
|          | 液体廃棄物<br>処理系統                       | 洗浄排水<br>蒸発装置<br>給水ライン               | 5.2                                   | 11.7                 | 1.7 <sup>*1</sup>                         | 1.0                             | 1.7                   | 25.8           | 頁6-18<br>表-2 ⑦ |
|          |                                     | 廃液<br>蒸発装置<br>給水ライン                 | 5.4                                   |                      | 1.7 <sup>*1</sup>                         | 1.0                             | 1.7                   |                | 頁6-18<br>表-2 ⑧ |
|          | 化学体積制御系統<br>(抽出ライン)                 | 7.4                                 | 5.0                                   | 32.1 <sup>*2</sup>   | 1.0                                       | 32.1                            | 44.5                  | 頁6-17<br>表-1 ② |                |
| 循環水ポンプ建屋 | 飲料水系統                               | 14.4                                | 2.6                                   | 18.0                 | 1.0                                       | 18.0                            | 35.0                  | 2897.1         | 頁6-18<br>表-2 ④ |
|          | 海水電解装置海水供給<br>系統                    | 4.4                                 | 0.3                                   | 347.3<br>*3          | 0.42                                      | 144.7                           | 149.4                 |                | 頁6-19<br>表-3 ⑩ |
|          | 海水電解装置海水注入<br>系統                    | —                                   | 0.2                                   | 411.0<br>*3          | 0.42                                      | 171.2                           | 171.4                 |                | —              |
|          | 海水淡水化設備系統<br>(ポンプ電動機が没水)            | 70.8                                | 8.2                                   | —                    | —   | 1632.3 <sup>*4</sup>            | 1711.3                |                | —              |
|          | 所内用水系統                              | —                                   | 24.0                                  | 540.0 <sup>*5</sup>  | 1.34                                      | 720.0                           | 744.0                 |                | 頁6-19<br>表-3 ⑫ |
|          | 軸受冷却水系統                             | —                                   | 80.0                                  | 3.0                  | 2.0                                       | 6.0                             | 86.0                  |                | 頁6-19<br>表-3 ⑬ |
| タービン建屋   | 2次系機器および<br>循環水管                    |                                     | 11,970                                | 72,200 <sup>*3</sup> | 5分  | 6,100                           | 18,070                | 頁6-17<br>表-1 ① |                |
| 電気建屋     | 水消火系統                               | —                                   | 25.0                                  | 390.0                | 1.0                                       | 390.0                           | 415.0                 | 頁6-18<br>表-2 ⑤ |                |
|          | 飲料水系統                               | 14.4                                | 2.6                                   | 18.0                 | 1.0                                       | 18.0                            | 35.0                  | 頁6-18<br>表-2 ⑨ |                |
|          | 原子炉補給水系統(脱塩水)                       | —                                   | 5.0                                   | — <sup>*6</sup>      | —   | —                               | 5.0                   | —              |                |
| 出入管理建屋   | 水消火系統                               | —                                   | 25.0                                  | 390.0                | 1.0                                       | 390.0                           | 415.0                 | 頁6-18<br>表-2 ⑤ |                |
|          | 原子炉補給水系統(脱塩水)                       | —                                   | 5.0                                   | 265.0                | 1.0                                       | 265.0                           | 270.0                 | 頁6-18<br>表-2 ⑥ |                |
|          | 飲料水系統                               | 14.4                                | 2.6                                   | 18.0                 | 1.0                                       | 18.0                            | 35.0                  | 頁6-18<br>表-2 ⑨ |                |

※1：各蒸発装置定格処理流量

※2：抽出オリフィス下流破損のため、オリフィスの制限流量を使用(RCS175kg/cm<sup>2</sup>での大気放出)

※3：トリチウムの式使用

※4：循環水ポンプエリアの溢水水位がT.P5.104m(海水取水ポンプ電動機高さ)に至るまでの溢水量

※5：通常運転時ポンプ2台起動のため、定格運転流量×2(=270m<sup>3</sup>/h×2=540.0m<sup>3</sup>/h)

※6：系統の隔離弁は常時閉のため、ポンプによる継続流出はない。

(参考) 海水取水ポンプ電源が隔離成功した場合の溢水量

| 隔離対象系統                   | 機器<br>保有水<br>(m <sup>3</sup> )<br>① | 配管<br>保有水<br>(m <sup>3</sup> )<br>② | 隔離前漏えい量                               |                |                                       | 溢水量(m <sup>3</sup> )<br>⑥=①+②+⑤ | 別紙6-1<br>時間根拠<br>記載箇所 |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
|                          |                                     |                                     | 漏えい<br>流量<br>(m <sup>3</sup> /h)<br>③ | 時間<br>(h)<br>④ | 隔離前<br>漏えい量(m <sup>3</sup> )<br>⑤=③×④ |                                 |                       |
| 海水淡水化設備系統<br>(隔離操作で溢水停止) | 70.8                                | 8.2                                 | 550.0                                 | 0.75           | 412.5                                 | 491.5                           | 頁6-19<br>表-3 ⑩        |

早期の溢水停止を目的とした系統隔離も試みることから、隔離操作が成功した場合の隔離前漏えい量を参考として上記に示す。海水淡水化設備に海水を供給する海水取水ポンプは循環水ポンプ建屋に配置されており、同建屋で配管の全周破断が生じた場合には、定格運転流量(440.0 m<sup>3</sup>/h)を上回る流量となるため、ポンプランアウト※流量(550.0 m<sup>3</sup>/h)を用いる。

※ ポンプランアウト流量は、ポンプ出口側の圧力損失が減じた場合に、電動機側のサーマル動作によってポンプが停止する直前の最大吐出し流量である。

以 上

## 地震時における自動または手動による漏えい停止時間の内訳について

## 1. 目的

溢水影響評価にて隔離時間から溢水量の算出を実施しているものについて、詳細時間の内訳を本資料にて整理する。内部溢水発生後の対応として、基本となる考え方を以下に示す。

**地震発生後の漏えい停止までの基本的な考え方****【地震加速度大による原子炉トリップ時】**

- ・耐震B，Cクラスの機器のうち、溢水する可能性のある機器のすべてが溢水しているものと想定している。
- ・溢水停止を目的とした系統隔離操作においては、漏えい箇所の特定後に隔離操作を行うのではなく、予め隔離対象機器を運転手順に定め、漏えいの有無に関わらず隔離操作を実施することとする。
- ・事象発生後、10分間は運転員のプラント状況確認、パラメータ確認等を実施することとして、運転操作は行わないこととする。
- ・中央制御室からの運転員の手動操作による常用系補機への停止信号は耐震性が確保されていないことから、中央制御室からの遠隔操作は成功しないものとし（評価上も期待しない）、現場での隔離操作を実施する。
- ・隔離が必要な系統の溢水源となる給水ポンプ等の動的機器は、運転員の現場におけるポンプ停止または弁閉止による隔離操作までは、運転継続している想定とする。

**【地震加速度大による原子炉トリップに至らない場合の対応】**

- ・8Gal以上の地震加速度で溢水源から漏えいしていないことを含め、パトロールにて原子炉施設に異常が無いことを確認することとしている。

## 2. 地震加速度大による原子炉トリップ時における各系統の対応操作について

運転員による隔離操作により溢水を停止させる系統は本文の表1「溢水源となる可能性のある耐震B，Cクラス機器」より、以下の設備が該当する。

| 建屋       | フロア       | 設備   |
|----------|-----------|--|
| 原子炉補助建屋  | T.P.24.8m | 廃液蒸発装置   |
|          | T.P.24.8m | 洗浄排水蒸発装置   |
|          | T.P.17.8m | 冷却材混床式脱塩塔  |
|          | T.P.17.8m | 冷却材陽イオン脱塩塔   |
|          | T.P.17.8m | 冷却材脱塩塔入口フィルタ   |
|          | T.P.17.8m | 冷却材フィルタ  |
|          | T.P.10.3m | ほう酸回収装置  |
| タービン建屋   | —         | 循環水管伸縮継手   |
| 出入管理建屋   | —         | 配管（水消火系統、原子炉補給水系統（脱塩水）、飲料水系統）                              |
| 電気建屋     | —         | 配管（水消火系統、飲料水系統）  |
| 循環水ポンプ建屋 | —         | 海水ポンプ室外の配管（軸受冷却水系統、所内用水系統、海水電解装置海水供給・注入系統、飲料水系統、海水淡水化設備系統） |

### 3. 地震加速度大による原子炉トリップ時における隔離操作手順と対応時間について

内部溢水発生時の対応操作については、「泊発電所保安規定」とその下部規定である「泊発電所内部溢水発生時対応要領」および「泊発電所運転要領」に規定する。

「泊発電所内部溢水発生時対応要領」では、所内の体制ならびに教育訓練、資機材の配備等について規定し、「泊発電所運転要領」では、運転員による溢水停止操作の詳細について規定しており、所内の体制と連携しつつ対応することとしている。

地震加速度大による原子炉トリップ時の運転員による溢水停止操作については、原子炉トリップ対応操作、地震による火災重畳時においても、中央制御室2名（発電課長（当直）含む）、現場操作2名による溢水対応操作が可能である。添付－1「夜間・休日の体制および地震加速度大プラントトリップ（溢水、火災重畳）時の対応要員について」に対応体制を示す。

地震加速度大による原子炉トリップ時においては、溢水源隔離のために運転員が効率よく隔離操作ができるようあらかじめ現場操作における手順を定め、添付－2「3号機 地震破損による内部溢水タイムシーケンス」に示す隔離順序に従い、隔離操作を実施する。

次頁以降に地震加速度大による原子炉トリップ時に自動隔離される系統、手動操作により隔離し溢水を停止させる系統および時間内訳を示す。

隔離操作の時間内訳については、訓練または類似操作による実績時間に基づいた必要作業時間を経過時間に積み上げ、評価に使用する時間を算定している。

表の記載例を以下に示す。

| 操作項目 | 溢水配管                | 対応操作                   | 評価時間 | 経過時間 | 必要作業時間 | 実績時間 |     |
|------|---------------------|------------------------|------|------|--------|------|-----|
|      |                     |                        |      |      |        | 約    | 約   |
| ③    | —                   | 中央制御室による状況把握           | —    | 10分  | 10分    | —    | —   |
| ④    | 循環水ポンプ建屋<br>飲料水系統配管 | 原子炉建屋 T.P. 17.8m への移動  | 60分  | 15分  | 5分     | 約2分  | 約3分 |
|      |                     | 循環水ポンプ建屋行き飲料水ライン手動弁の閉止 |      |      |        | 約1分  |     |

添付－3「地震破損に伴う内部溢水発生時の屋内及び屋外アクセスルート」に記載する現場箇所に対応

地震加速度大による原子炉トリップ発生からの必要作業時間の積算

実績時間に余裕を見込んだ時間

評価時間（溢水量の算出に使用）

訓練、類似操作実績より算出した実測時間

(1) 循環水ポンプ自動停止、抽出ライン自動閉止による溢水停止

地震加速度大による原子炉トリップ時に循環水ポンプの自動停止、抽出オリフィス出口C/V内側隔離弁の自動閉止に係る自動隔離項目は、表-1「地震加速度大による原子炉トリップ時における自動隔離項目表」のとおりである。

表-1 地震加速度大による原子炉トリップ時における自動隔離項目表

| 操作項目 | 溢水系統           | 対応操作  | 評価時間 | 経過時間 | 必要時間             | 実績時間   |
|------|----------------|---|------|------|------------------|--|
| ①    | タービン建屋<br>循環水管 | 循環水ポンプ自動停止                                    | 5分   | 5分   | 5分 <sup>※1</sup> | 約3分  |
| ②    | 抽出ライン          | 体積制御タンク水位低下による充てんポンプ停止<br>(自動補給および水源切替は失敗を想定) | 60分  | 55分  | 55分              | 約10分 <sup>※2</sup><br>$((60\%+5\%)-0\%) \times 0.07809 (\text{m}^3/\%) / 32.1 \text{m}^3/\text{h} \times 60 \text{分} = 10 \text{分}^{\ast 2}$ |
|      |                | 加圧器水位低下による自動抽出隔離 (加圧器水位 17%)                  |      |      |                  | 約45分 <sup>※3</sup><br>$((67\%+5\%)-(17\%-5\%)) \times 39.6 \text{m}^3/100\% / 32.1 \text{m}^3 \times 60 \text{分} = 45 \text{分}^{\ast 3}$     |

※1：循環水ポンプの自動停止インターロック信号は、地震加速度大原子炉原子炉トリップ信号により、循環水ポンプ出口弁閉止の信号と循環水ポンプ停止信号が発信される。循環水ポンプ停止までの時間は、空転時間の約3分に余裕を見込み、5分としている。(添付-4参照)

※2：体積制御タンク(0.07809m<sup>3</sup>/%)の通常運転水位60%(+5%<sup>※</sup>)から0%まで、32.1m<sup>3</sup>/hの漏えい流量にて水位低下するまでの時間(漏えい流量32.1m<sup>3</sup>/hの根拠は6-12ページ参照)

※3：加圧器(39.6m<sup>3</sup>)通常水位67%(+5%<sup>※</sup>)から抽出隔離設定値17%(-5%<sup>※</sup>)までの水位低下時間(漏えい流量32.1m<sup>3</sup>/hの根拠は6-12ページ参照)

(※計装誤差に余裕を考慮した値)

(2) 原子炉建屋および原子炉補助建屋における手動隔離操作

原子炉建屋および原子炉補助建屋における手動隔離操作については、表－2「原子炉建屋、原子炉補助建屋における手動対応操作項目表」のとおりであり、運転員1名が対応する。

原子炉建屋、原子炉補助建屋における隔離操作について、各蒸発装置、電気建屋、出入管理建屋の評価時間は、すべての隔離操作が終了する時間50分に余裕を見込んで評価時間を60分として設定している。

表－2 原子炉建屋、原子炉補助建屋における手動対応操作項目表

| 操作項目 | 溢水系統                                   | 対応操作                               | 評価時間 | 経過時間 | 必要作業時間 | 実績時間        |     |
|------|--|------------------------------------|------|------|--------|-------------|-----|
|      |  |                                    |      |      |        |             |     |
| ③    | —                                      | 中央制御室による状況把握                       | —    | 10分  | 10分    | —           |     |
| ④    | 循環水ポンプ建屋<br>飲料水系統                      | 原子炉建屋 T.P. 17.8mへの移動               | 60分  | 15分  | 5分     | 約2分         | 約3分 |
|      |  | 循環水ポンプ建屋行き飲料水ライン手動弁の閉止             |      |      |        | 約1分         |     |
| ⑤    | 電気建屋、出入管理建屋<br>水消火系統                   | 原子炉補助建屋 T.P. 17.8mへの移動             | 60分  | 20分  | 5分     | 約2分         | 約4分 |
|      |  | 電気建屋行き水消火ライン手動弁の閉止                 |      |      |        | 約2分         |     |
| ⑥    | 出入管理建屋<br>原子炉補給水系統（脱塩水）                | 原子炉補助建屋 T.P. 10.3mへの移動             | 60分  | 30分  | 10分    | 約7分<br>（※1） | 約8分 |
|      |  | 出入管理建屋行き原子炉補給水（脱塩水）ライン手動弁の閉止       |      |      |        | 約1分         |     |
| ⑦    | 原子炉補助建屋<br>洗浄排水蒸発装置<br>給水ライン           | 原子炉補助建屋 T.P. 10.3mへの移動             | 60分  | 35分  | 5分     | 約2分         | 約4分 |
|      |  | 洗浄排水蒸発装置給水ラインの空気作動弁閉止、および空気作動弁の閉確認 |      |      |        | 約2分         |     |
| ⑧    | 原子炉補助建屋<br>ほう酸回収装置給水ライン<br>廃液蒸発装置給水ライン | 原子炉補助建屋 T.P. 17.8mへの移動             | 60分  | 45分  | 10分    | 約3分         | 約6分 |
|      |  | ほう酸回収装置給水ラインの手動弁の閉止                |      |      |        | 約1分         |     |
|      |  | 廃液蒸発装置給水ラインの手動弁の閉止                 |      |      |        | 約2分         |     |
| ⑨    | 電気建屋、出入管理建屋、<br>飲料水系統                  | 原子炉補助建屋 T.P. 24.8mへの移動             | 60分  | 50分  | 5分     | 約2分         | 約4分 |
|      |  | 出入管理建屋、電気建屋行き飲料水ライン手動弁の閉止          |      |      |        | 約2分         |     |

(※1) 防護具類の装備に5分を考慮



(3) 循環水ポンプ建屋溢水対応操作

循環水ポンプ建屋他、屋外操作における手動隔離操作については、表-3「循環水ポンプ建屋溢水対応操作項目表」のとおりであり、運転員1名が対応する。屋外における隔離操作については操作完了までの時間が長く、操作余裕をすべての評価に適用することは合理的でないことから、必要作業時間にて十分な余裕をとることで、評価時間は経過時間と同設定とする。

表-3 循環水ポンプ建屋溢水対応操作項目表

| 操作項目 | 溢水系統                          | 対応操作   | 評価時間        | 経過時間 | 必要作業時間 | 実績時間         |      |
|------|-------------------------------|--|-------------|------|--------|--------------|------|
| ③    | —                             | 中央制御室による状況把握   | —           | 10分  | 10分    | —            |      |
| ⑩    | 循環水ポンプ建屋<br>海水電解装置<br>供給・注入系統 | 循環水ポンプ建屋への移動   | 25分         | 25分  | 15分    | 約6分          | 約9分  |
|      |                               | 海水電解装置供給・注入ライン手動弁の閉止   |             |      |        | 約3分          |      |
| ⑪    | 循環水ポンプ建屋<br>海水淡水化設備系統         | 海水淡水化設備建屋電気室への移動(※1)   | 45分<br>(※1) | 45分  | 20分    | 約11分<br>(※4) | 約13分 |
|      |                               | A, B-海水取水ポンプ電源開放   |             |      |        | 約2分          |      |
| ⑫    | 循環水ポンプ建屋<br>所内用水系統            | ろ過水タンク廻りへの移動(※2)   | 80分         | 80分  | 35分    | 約10分         | 約25分 |
|      |                               | ろ過水タンク出口手動弁<br>(所内用水系統供給配管)の閉止   |             |      |        | 約15分         |      |
| ⑬    | 循環水ポンプ建屋<br>軸受冷却水系統           | タービン建屋への移動   | 120分        | 120分 | 40分    | 約20分<br>(※4) | 約30分 |
|      |                               | 循環水ポンプ建屋行き軸受冷却水配管手動弁を閉止(T.P.2.8m)<br>(アクセスが不能な場合は、軸受冷却水系統への補給ライン手動弁(T.P.24.3m)を閉止)(※3) |             |      |        | 約10分         |      |

(※1) 低耐震建屋である海水淡水化設備建屋電源室へのアクセスが可能な場合には、海水取水ポンプの電源を開放し、海水淡水化設備系統からの溢水を停止させる。

アクセスが不可能である場合には、海水取水ポンプは循環水ポンプ建屋の循環水ポンプエリア内にあるため、系統からの溢水により海水取水ポンプ電動機自体が没水することにより、海水取水ポンプは停止し溢水は停止する。

以上のことから、海水淡水化設備建屋内へアクセスできない場合においても、海水淡水化設備系統からの溢水が伝播し、海水ポンプ室に影響を与えることはない。

(※2) 低耐震建屋である給排水処理建屋へのアクセスが可能な場合には、所内用水ポンプの電源を開放および所内用水ポンプ出口弁を閉止し、所内用水系統からの溢水を停止させる。

アクセスが不可能である場合には、ろ過水タンク出口の所内用水配管手動弁を閉止し、循環水ポンプ建屋内への所内用水系統の溢水を停止させる。

ろ過水タンクの出口弁は基準地震動S<sub>s</sub>に対する耐震性を有しないが、配管が破断している場合には、破断箇所より所内用水系統と隔離されることから溢水は停止する。

隔離時間の算定は隔離までの時間がより長くなる、ろ過水タンク出口弁での隔離時間にて算定する。

(※3) 軸受冷却水系統の隔離弁は、タービン建屋 T.P.2.8mに設置されている。タービン建屋の溢水高さ、タービン建屋内の機器損壊状況等によりアクセス不可能な場合は、T.P.23.4mの軸受冷却水系統への補給水源となる補給水系統手動弁による隔離を実施する。移動時間、操作時間は訓練実績より、どちらの場合も約30分で実施可能である。

(※4) 防護具類の装備に5分を考慮

4. 地震加速度大による原子炉トリップ時における隔離操作場所へのアクセス性について  
添付-3に「地震破損による内部溢水発生時のアクセスルート」を示す。

(1) 原子炉建屋、原子炉補助建屋へのアクセス性

原子炉建屋、原子炉補助建屋の対応操作を実施する運転員は、必要な系統の手動弁の閉止操作を実施する。

原子炉建屋、原子炉補助建屋については、屋内アクセスルートを検討し、プラントウォークダウンにより、地震による影響で常設・仮設資機材の倒壊・落下・移動等によりアクセス性に影響を与えることがないことを確認している。

地震随伴内部溢水発生時のアクセスエリアの最大溢水高さは、下表のとおり膝下を十分下回る高さであり現場歩行の支障となることはない。また、アクセスルートにある扉は水密扉ではないこと、溢水源に近い扉はないことから、扉前後の水頭差も小さく容易に開閉可能な状況と考えている。階段室は溢水伝播経路となるが、上階より伝播してきた溢水は中間階に滞留することはなく更に下階へ流れるため、中間階扉の開閉を妨げることはない。なお、最下階には滞留することとなるが、各建屋共に最下階にアクセスすることはない。

この他、アクセスルートに存在する常設・仮設資機材等については、地震時の転倒防止処置により壁面もしくは床面に固定されていることから、想定した溢水水位での浮遊や移動などにより隔離操作の妨げにはならない。

以下にアクセスルートにおける各 T.P. における溢水最大高さを示す。

| エリア T.P.      | アクセスルート<br>上溢水エリア No | 床上溢水水位<br>(cm) | 通行性<br>評価結果 |
|---------------|----------------------|----------------|-------------|
| 原子炉補助建屋 17.8m | 1                    | 22             | ○           |
| 原子炉補助建屋 10.3m | 2                    | 18             | ○           |

原子炉補助建屋、原子炉建屋アクセスルート上の転倒防止処置状況 (例)



転倒防止処置



転倒防止処置

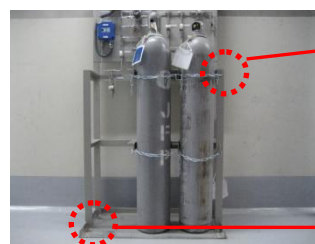


T.P. 17.8m 原子炉補助建屋から原子炉建屋へのアクセス通路

T.P. 17.8m 原子炉補助建屋通路



T.P. 17.8m 原子炉補助建屋へのアクセス通路



T.P. 17.8m 原子炉建屋アクセス通路



## (2) 屋外へのアクセス性、屋外建屋へのアクセス性

屋外へのアクセスについても、地震時の影響で屋外への扉が開かない等の状況を考えられるが、屋外へのアクセスは複数のアクセスマルチがあり、屋外との境界扉についても耐震性を有していることから、屋外への移動に影響を及ぼすことはない。また、溢水停止に必要な海水取水ポンプ、所内用水ポンプの電源がある海水淡水化設備建屋、給排水処理建屋は、低耐震建屋のため、地震時による建屋損壊状況によっては、各ポンプ電源へのアクセスができない可能性があるが、溢水停止手段が3.(3)のとおり複数あることから、現場の状況によって適切な手段を選択し、溢水を停止させることが可能である。

5. 内部溢水対応時における隔離操作時の作業環境について

(1) 放射線環境

地震加速度大による原子炉トリップ時における隔離対応操作時において、管理区域での隔離操作が必要となる。

原子炉補助建屋の管理区域 T. P. 10. 3m および T. P. 17. 8m 通路エリアでの操作が発生することから、当該エリアの被ばく量について評価を実施した。

<被ばく評価条件>

① 1次冷却材の燃料被覆管欠陥率：0. 1%

② 破損が想定される溢水源（表－4 溢水源リスト）からの溢水量すべてが、T. P. 10. 3m および T. P. 17. 8m 各々の通路エリアに滞留するものとし、線源となる気相／液相の核分裂生成物、放射化腐食生成物が空間内に均一に分布すると仮定する。

(2400m<sup>3</sup>：T. P. 10. 3m 通路体積、1300m<sup>3</sup>：T. P. 17. 8m 通路体積)

表－4 溢水源リスト

| 建屋      | フロア        | 設備                 | 溢水量(m <sup>3</sup> ) |
|---------|------------|--------------------|----------------------|
| 原子炉建屋   | TP. 33. 1m | 使用済燃料ピット(スロッシング)   | 12. 6                |
|         | TP. 10. 3m | ガス圧縮装置             | 0. 2                 |
|         |            | 廃ガス除湿装置            | 0. 3                 |
| 原子炉補助建屋 | TP. 24. 8m | 廃液貯蔵ピットか性ソーダ計量タンク  | 0. 3                 |
|         |            | 廃液蒸発装置             | 18                   |
|         |            | 洗浄排水蒸発装置           | 7. 8                 |
|         |            | 洗浄排水蒸発装置リン酸ソーダ注入装置 | 0. 5                 |
|         | TP. 17. 8m | 冷却材混床式脱塩塔          | 44. 5                |
|         |            | 冷却材陽イオン脱塩塔         |                      |
|         |            | 冷却材脱塩塔入口フィルタ       |                      |
|         |            | 冷却材フィルタ            |                      |
|         | TP. 10. 3m | 1次系薬品タンク           | 0. 1                 |
|         |            | ほう酸回収装置            | 16. 1                |
|         | 亜鉛注入装置     | 0. 2               |                      |

③ 作業者は防護服、セルフエアセットを着用し、雰囲気からの呼吸はせず内部被ばくなし

④ 管理区域における内部溢水対応操作に必要な時間は、約25分間

- ・ 管理区域 T. P. 10. 3mにおける移動時間、弁操作時間 約10分
- ・ 管理区域 T. P. 17. 8mにおける移動時間、弁操作時間 約10分
- ・ 管理区域 T. P. 17. 8mから非管理区域までの移動時間 約5分

<評価結果>

- T. P. 10. 3m (空間線量率：約3.4mSv/h) での被ばく量：約6mSv
- T. P. 17. 8m (空間線量率：約5.1mSv/h) での被ばく量：約13mSv
- 合計 約19mSv

なお、実運用上はプラント運転中の1次冷却材の放射能濃度は、上記条件値よりもはるかに低いレベルにあり、実際の被ばく量は十分に小さくなると予想される。

(2) 薬品タンク類の漏えいによる影響

① 薬品取扱設備の抽出

泊発電所3号機にて使用している特定化学物質、毒物および劇物（以下、毒劇物）等を取り扱っている設備は表-5のとおりである。

表-5 特定化学物質・毒劇物等取扱設備一覧表

| 設置建屋      | 薬品取扱設備     | 薬品の種類          |
|-----------|------------|----------------|
| タービン建屋    | 復水脱塩装置     | 塩酸、苛性ソーダ       |
| 給排水処理建屋   | 給水処理装置     | 塩酸、苛性ソーダ       |
|           | 排水処理装置     | 塩酸、苛性ソーダ       |
| 海水淡水化設備建屋 | 海水淡水化設備    | 塩酸、苛性ソーダ       |
| タービン建屋    | 薬液注入装置     | アンモニア、ヒドラジン    |
| 原子炉補助建屋   | 格納容器スプレイ設備 | 苛性ソーダ、ヒドラジン    |
| 原子炉補助建屋   | 液体廃棄物処理設備  | 苛性ソーダ、リン酸ソーダ   |
| 原子炉補助建屋   | セメント固化装置   | 苛性ソーダ、水酸化カルシウム |
| 補助ボイラー建屋  | 補助ボイラー     | ヒドラジン          |

② 影響するタンク類の抽出

表-5の薬品取扱設備のうち、薬品を貯蔵しているタンク類を抽出し、表-6に示す。

対象設備のうち、耐震性がなく溢水する可能性のある設備からアクセスルートに影響するものを抽出し、添付-3「地震破損による内部溢水発生時のアクセスルート」に示す。

表-6 薬品タンク類溢水源リスト

| 設置建屋      | 薬品取扱設備    | 対象設備  |
|-----------|-----------|---|
| タービン建屋    | 復水脱塩装置    | 塩酸貯槽、塩酸スクラバー、塩酸計量槽、カチオン再生塔、苛性ソーダ貯槽、苛性ソーダ計量槽、アニオン再生塔                   |
| 給排水処理建屋   | 給排水処理設備   | 塩酸貯槽、塩酸スクラバー、塩酸計量槽、カチオン塔、混床式ポリッシャー塔、苛性ソーダ貯槽、苛性ソーダ計量槽、アニオン塔、混床式ポリッシャー塔 |
|           |           | 苛性ソーダ貯槽、定常排水 PH 調整槽、非定常排水 PH 調整槽                                      |
| 海水淡水化設備建屋 | 海水淡水化設備   | 塩酸貯槽、塩酸スクラバー、苛性ソーダ貯槽、苛性ソーダ希釈槽   |
| タービン建屋    | 薬液注入設備    | アンモニア原液タンク、アンモニアタンク、ヒドラジン原液タンク、ヒドラジントタンク、スチームコンバータ薬液注入タンク             |
| 原子炉補助建屋   | 液体廃棄物処理設備 | 廃液貯蔵ピット苛性ソーダ計量タンク、リン酸ソーダ注入装置  |
| 原子炉補助建屋   | セメント固化装置  | 中和剤計量管、濃縮廃液前処理タンク、薬剤計量器   |

### ③ アクセスルートへの影響

原子炉補助建屋内の薬品タンク類については、地震随伴内部溢水対応時において、地震により倒壊、損壊の可能性がある。この場合にもあらかじめ、防毒マスク、セルフエアセットおよび耐酸性、耐アルカリ性を有した防護具類を着用後に建屋へ入域することで、万一薬品の溶け込み、有毒ガス発生等の際にも対応が可能である。

給排水処理建屋および海水淡水化設備建屋の薬品タンク等の損壊、堰の損壊によって薬品が流出し床面に広がる等、隔離操作のための所内用水ポンプ、海水取水ポンプ電源へのアクセスができない場合が想定される。給排水処理建屋内の所内用水ポンプの電源を開放できない場合は、他の手段としてろ過水タンク出口手動弁による隔離が実施可能である。また、海水淡水化設備建屋内の海水取水ポンプの電源を開放できない場合は、当該ポンプからの溢水により、海水取水ポンプ自体が没水することにより溢水が停止する。

タービン建屋については、T.P. 2.8 mでの軸受冷却水ライン手動弁の隔離操作が、薬品流出により不可能な場合でも、T.P. 24.3mにて、軸受冷却水ラインへの補給水ラインの手動弁を閉止することで、薬品タンクの近傍に立ち寄ることなく、溢水を停止することが可能である。また、薬品流出による有毒ガスについても、防護マスクを装備することにより、T.P. 24.3 mでの操作には影響はないと考えている。

なお、隔離時間の評価では、上記代替手段まで操作する前提で評価している。

### (3) 溢水温度の影響

地震による破損により溢水源となる可能性のあるすべての機器が溢水した場合における水温を評価する。アクセスルートのうち溢水が滞留するエリアでの隔離操作が必要な箇所は、管理区域の原子炉補助建屋 T.P. 17.8mおよび T.P. 10.3mである。原子炉建屋および非管理区域内のアクセスルート上には、溢水の滞留がないため温度評価は実施しない。

- ・原子炉補助建屋 T.P. 17.8mに滞留した場合

T.P. 17.8m以上からの溢水が T.P. 17.8mのフロアに滞留した場合、水温は約 45℃となる。

- ・原子炉補助建屋 T.P. 10.3mに滞留した場合

T.P. 10.3m以上からの溢水が T.P. 10.3mのフロアに滞留した場合、水温は約 45℃となる。

いずれの場合も溢水の温度は約 45℃となる。溢水は下階層に排出されること、コンクリートへの放熱にも期待できることから、セルフエアセット、防護具類の着用により、現場操作は可能である。

また、換気空調系による温度の緩和も見込むことができるため、作業環境としてはさらに緩和されると考えている。

(4) 防護具類の準備について

内部溢水発生時の対応操作においては原子炉補助建屋から出入管理建屋へのアクセスルート上の水密扉が閉鎖されることから、中央制御室にて防護具類を装備し、中央制御室近傍から直接管理区域へ立入り、対応操作にあたる。なお、防護具類については、中央制御室および各建屋入口にセルフエアセット、中央制御室に防護服、防護マスク、胴長等を配備している。

防護具等を装備して対応をすることから、(1)、(2)、(3)の環境下においても、隔離操作は対応可能である。

以上

夜間・休日の体制および地震加速度大プラントトリップ(溢水、火災重畳)時の対応要員について

●地震加速度大によりプラントがトリップに至る事象においては、溢水および火災が発生する可能性も想定されるが、夜間・休日においてもこれらの事象に対応できる体制を整えており、以下の体制にて各事象に対応する。

●夜間・休日の体制

|        |                        | 夜間・休日の対応可能要員 | 対応要員       |
|--------|------------------------|--------------|------------|
| 運転員    | 3号機中央制御室               | 6名           | 6名         |
| 災害対策要員 | 社員<br>(当番(指揮、通報))      | (1～3号共通)3名   | 3名         |
|        | 社員<br>(運転支援、電源、給水等)    | (3号)3名       | 0名         |
|        | 協力会社<br>(運転支援、電源、給水等)  | (3号)4名       | 0名         |
|        | 協力会社<br>(瓦礫撤去、給油ホース接続) | (1～3号共通)2名   | 0名         |
|        | 協力会社<br>(消防)           | (1～3号共通)8名   | 8名         |
| 小計     |                        | 26名<br>余裕    | 17名<br>11名 |

●以下の体制により、発電課長(当直)指示のもと操作・対応を実施する。

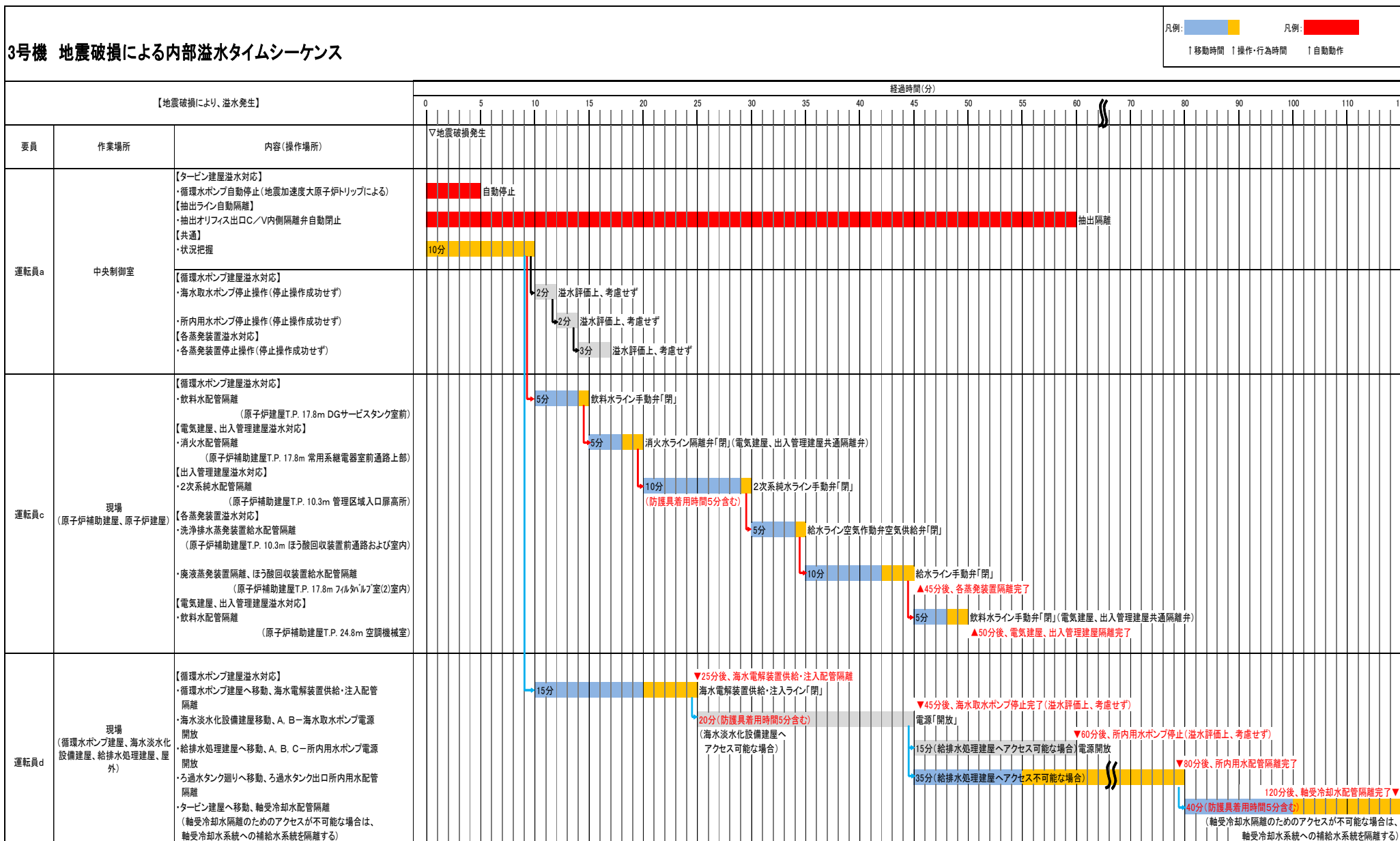
  : 今回説明の内部溢水対応項目

| 対応項目       | 要員 ※1            | 作業場所   | 操作・対応内容   |
|------------|------------------|--|---|
| プラントトリップ対応 | 運転員 a, b         | 中央制御室  | ・プラント停止状態の確認および対応操作   |
|            | 運転員 c, d ※2      | 現場(全域)                                       | ・地震終息後の現場巡視点検   |
| 溢水対応       | 運転員 a            | 中央制御室  | 【タービン建屋溢水対応】<br>・循環水ポンプ停止確認(地震加速度大による)<br>【抽出ライン自動隔離】<br>・抽出オリフィス出口CV内側隔離弁閉止確認<br>【循環水ポンプ建屋溢水対応】<br>・海水取水ポンプ停止操作(想定上、中央制御室操作では停止せず) ※3<br>・所内用水ポンプ停止操作(想定上、中央制御室操作では停止せず) ※3<br>【各蒸発装置溢水対応】<br>・各蒸発装置停止操作(想定上、中央制御室操作では停止せず) ※3 |
|            | 運転員 c            | 現場<br>(原子炉補助建屋、原子炉建屋)                        | 【循環水ポンプ建屋溢水対応】<br>・飲料水配管隔離操作<br>【電気建屋溢水対応】<br>・消火水配管隔離操作 ※4<br>・飲料水配管隔離操作 ※5<br>【各蒸発装置溢水対応】<br>・洗浄排水蒸発装置給水管隔離操作<br>・廃液蒸発装置給水管隔離操作<br>・ほう酸回収装置給水管隔離操作<br>【出入管理建屋溢水対応】<br>・飲料水配管隔離操作 ※5<br>・2次系統水配管隔離<br>・消火水配管隔離操作 ※4            |
|            | 運転員 d            | 現場<br>(循環水ポンプ建屋、海水淡水化設備建屋、給排水処理建屋、屋外、タービン建屋) | 【循環水ポンプ建屋溢水対応】<br>・海水電解装置供給・注入配管隔離操作<br>・A、Bー海水取水ポンプ電源開放操作 ※6<br>・A、B、Cー所内用水ポンプ電源開放およびポンプ出口弁閉止操作 ※6<br>・ろ過水タンク出口所内用水配管隔離操作 ※7<br>・軸受冷却水配管漏えい隔離操作(または軸受冷却水系統補給水配管隔離)   |
| 火災対応       | 副長<br>災害対策要員(消防) | 現場(火災発生エリア)                                  | ・消火または延焼の防止に係る初期消火対応  |

|      |  |
|------|--|
| 要員人数 | 平日昼間に事象が発生した場合に十分な要員数を確保できるのは当然のことながら、夜間・休日においても、事象収束作業に必要な要員が確保できる体制となっている。 |
|------|--|

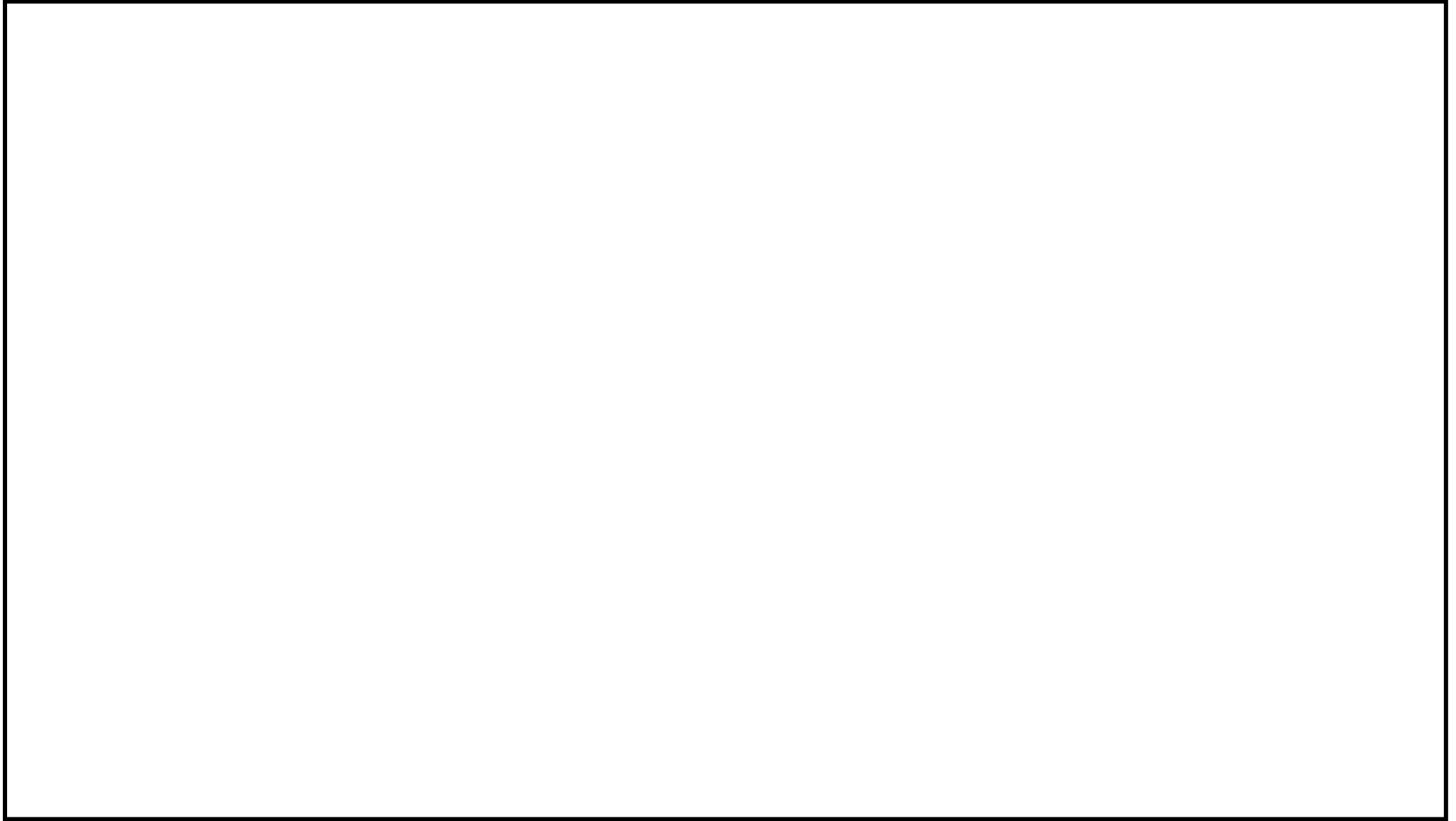
- ※1: 今後、更なる要員の検討により変更となる可能性がある。
- ※2: 運転員c、dは、地震終息後の現場巡視点検を実施する。なお、先立って実施する内部溢水対応中も当該エリアの地震による影響の有無を確認する。
- ※3: 地震加速度大によるプラントトリップ対応に含まれる操作である。
- ※4: 1弁を閉止することで、電気建屋および出入管理建屋の消火水配管の隔離操作が完了する。
- ※5: 1弁を閉止することで、電気建屋および出入管理建屋の飲料水配管の隔離操作が完了する。
- ※6: 海水淡水化設備建屋へのアクセスが可能な場合に実施する。アクセス出来ない場合については、海水取水ポンプが没水し停止することにより溢水が停止する。
- ※7: 給排水処理建屋へのアクセスが可能であれば、A、B、Cー所内用水ポンプ電源開放およびポンプ出口弁閉止操作を実施する。給排水処理建屋へのアクセスが出来ない場合については、ろ過水タンク出口所内用水配管隔離操作により所内用水系統の溢水を停止する。



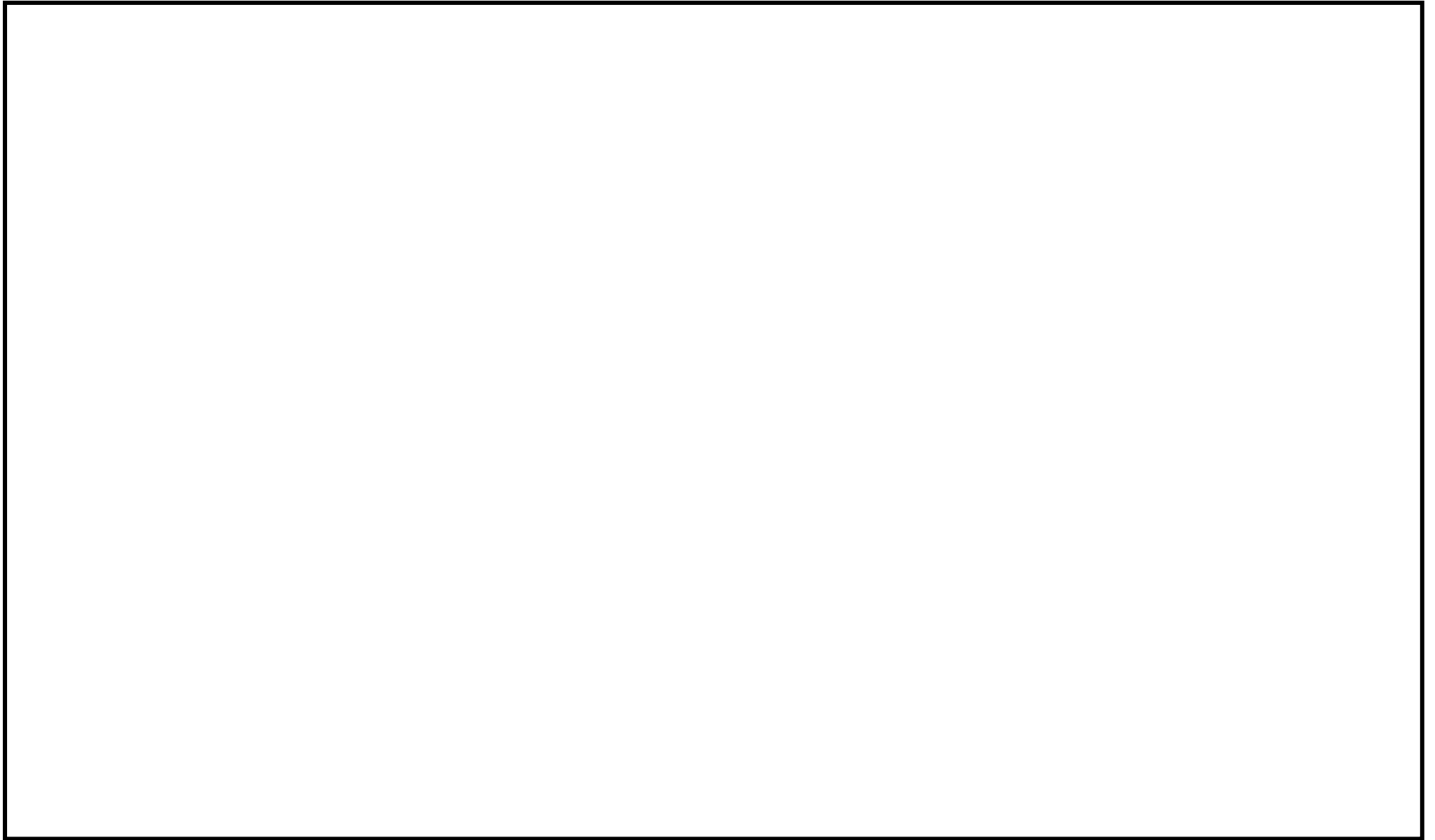


地震破損による内部溢水発生時のアクセスルート

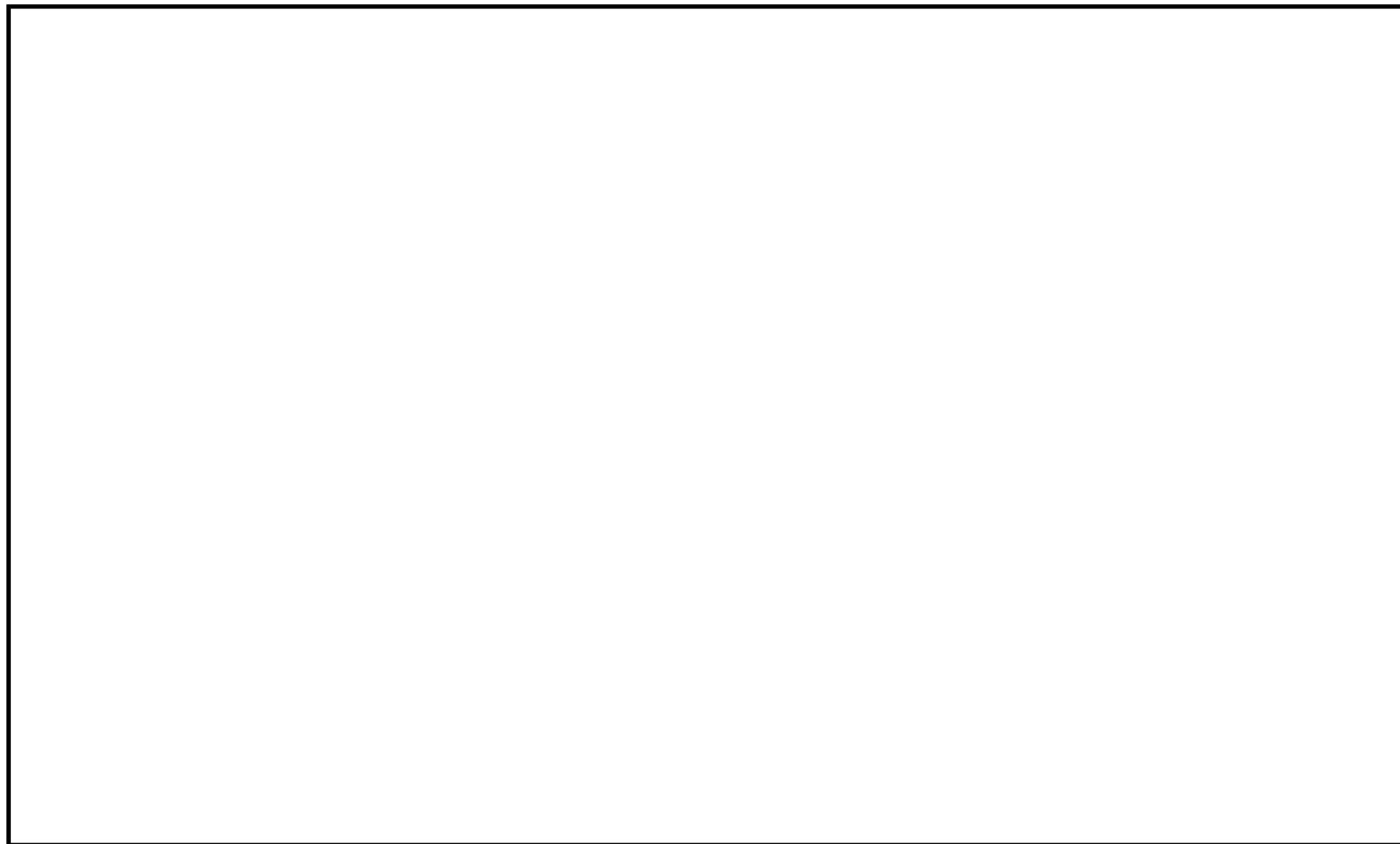
添付-3 (1/11)



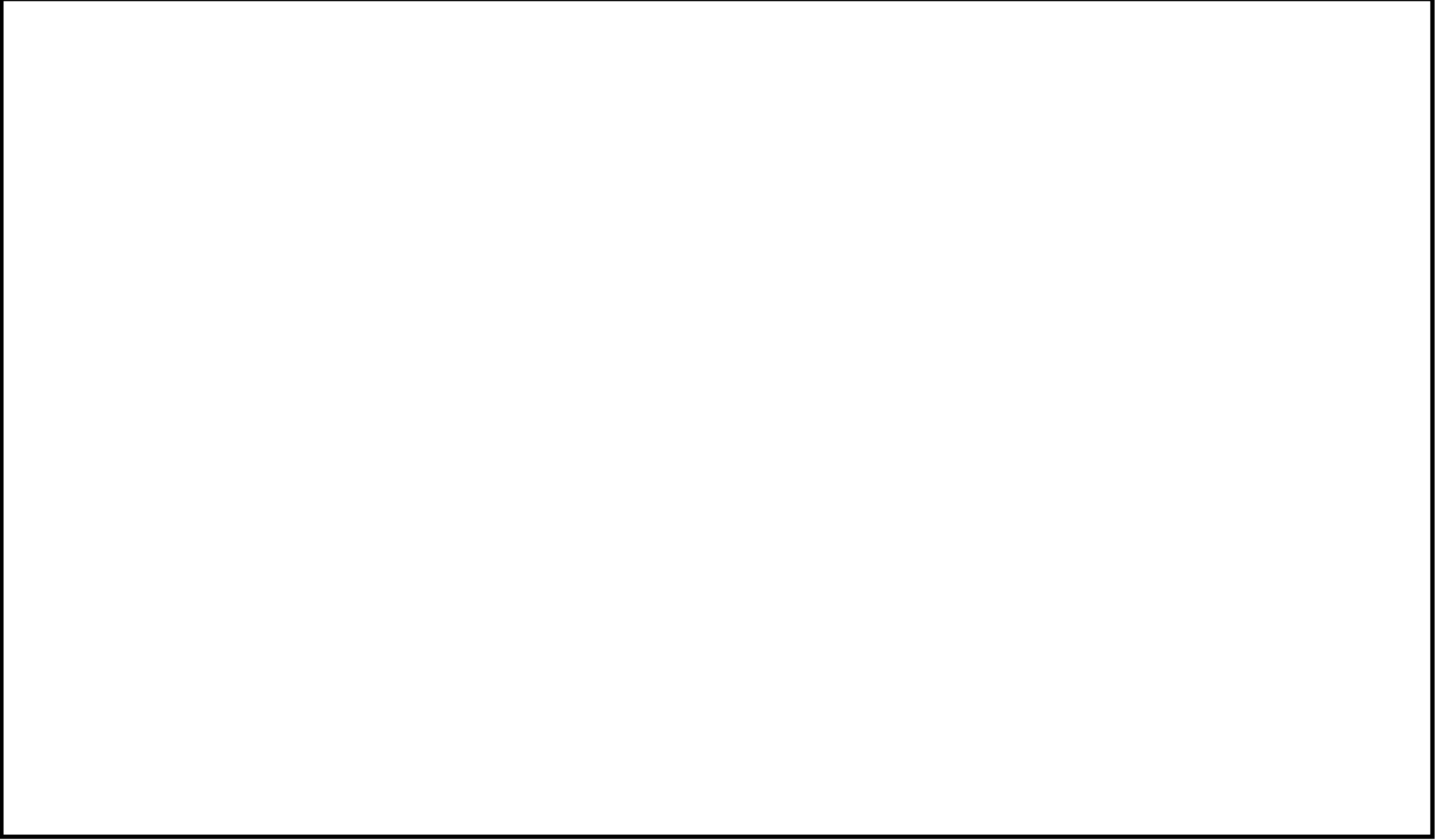
T.P.+17.8m アクセスルート図



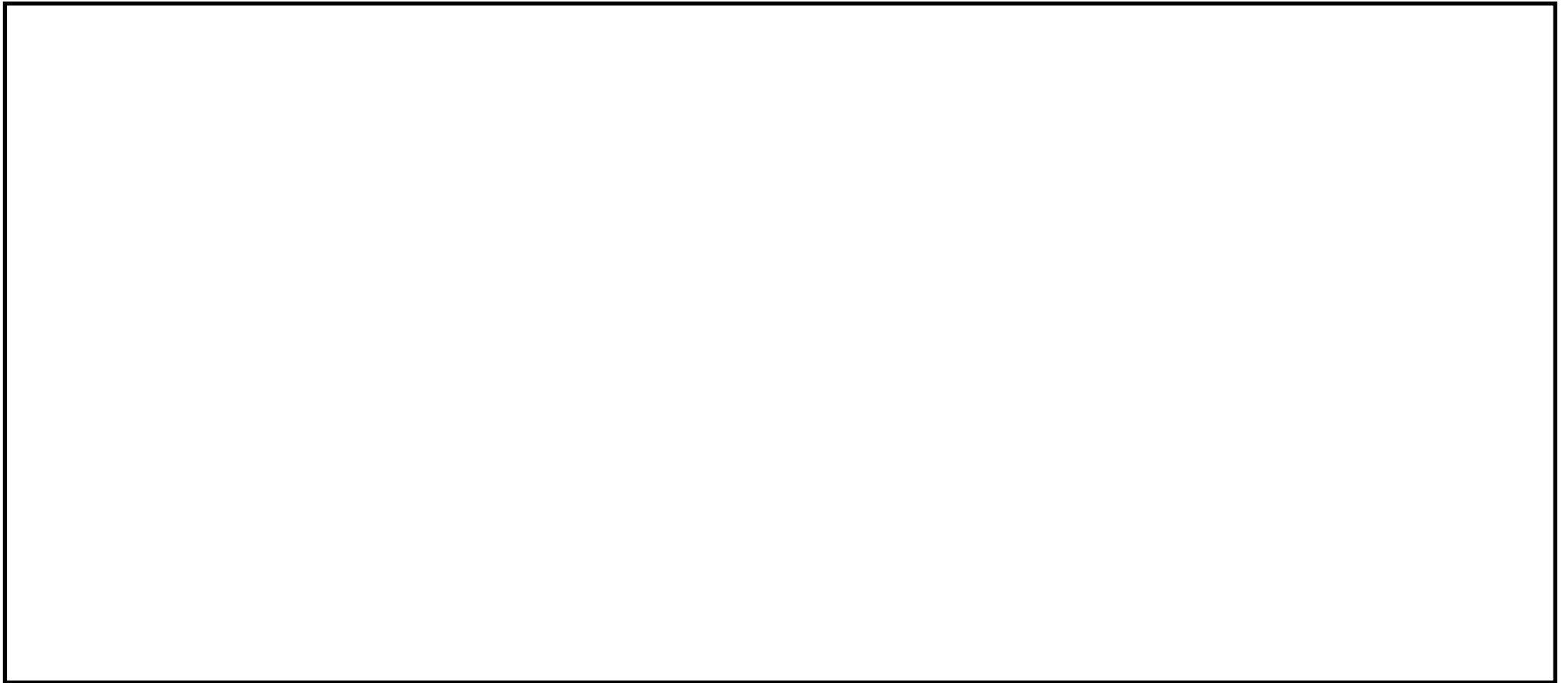
T.P.+10.3m アクセスルート図



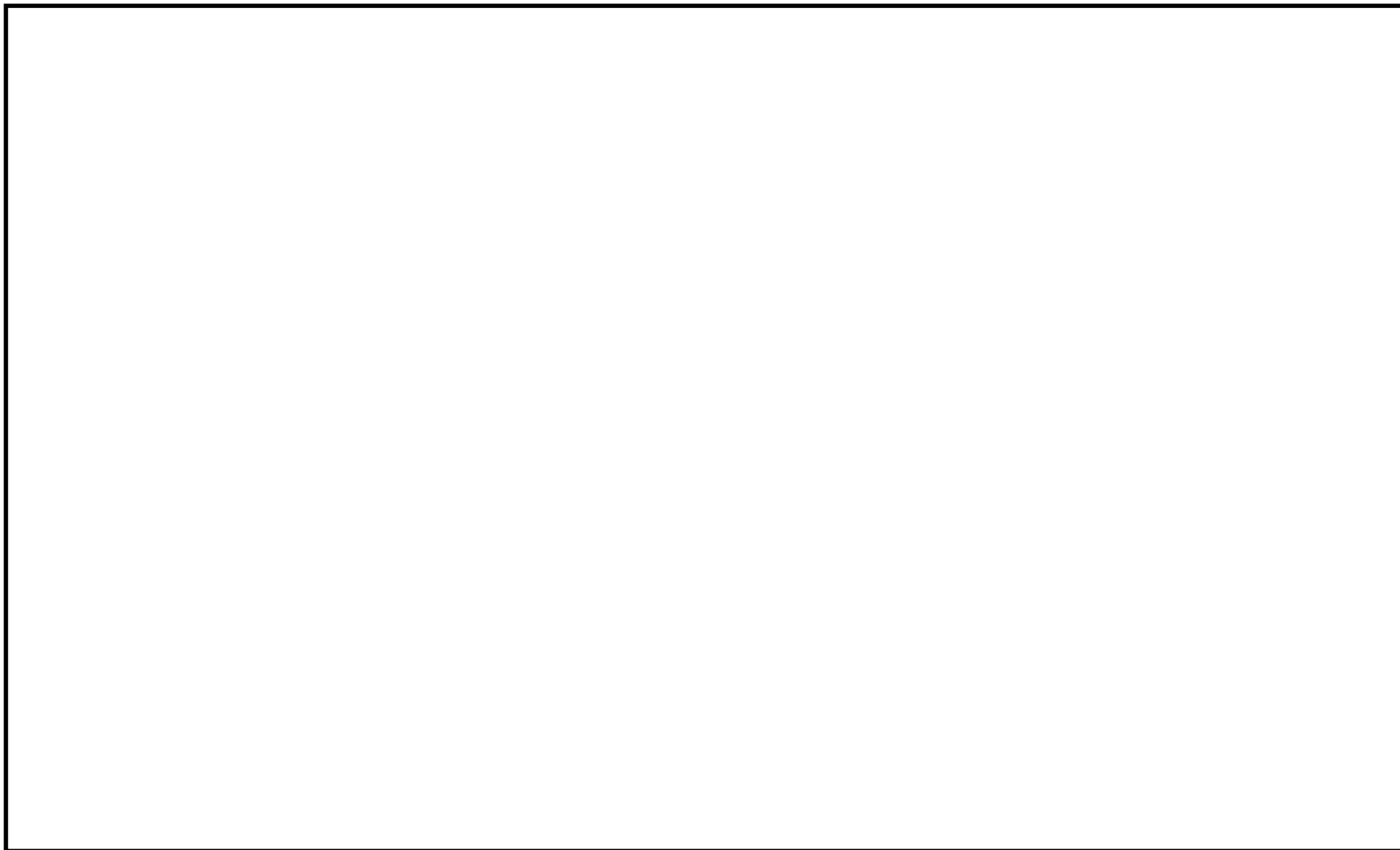
T.P.+24.8m アクセスルート図



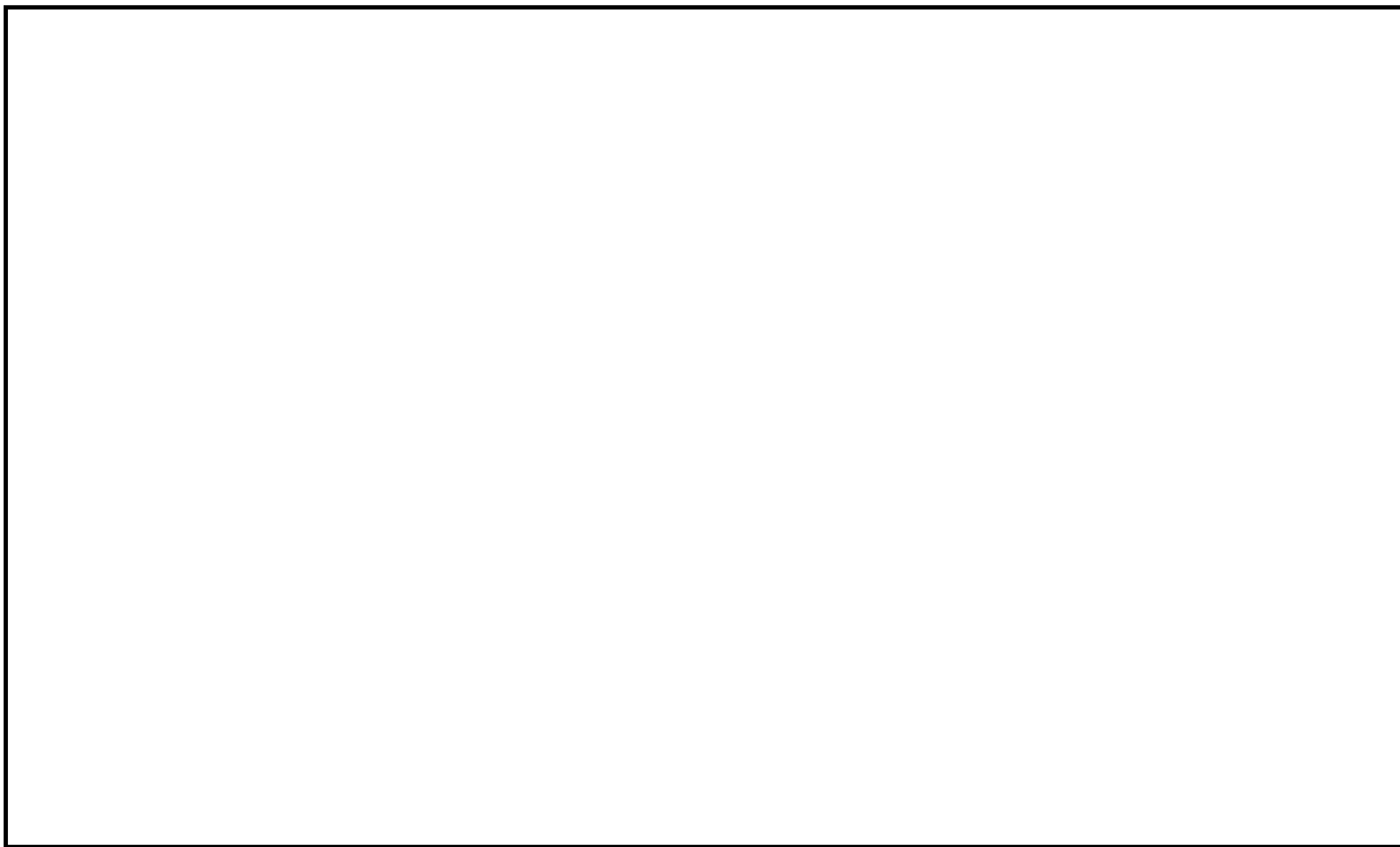
屋外アクセスルート図



循環水ポンプ建屋 アクセスルート図

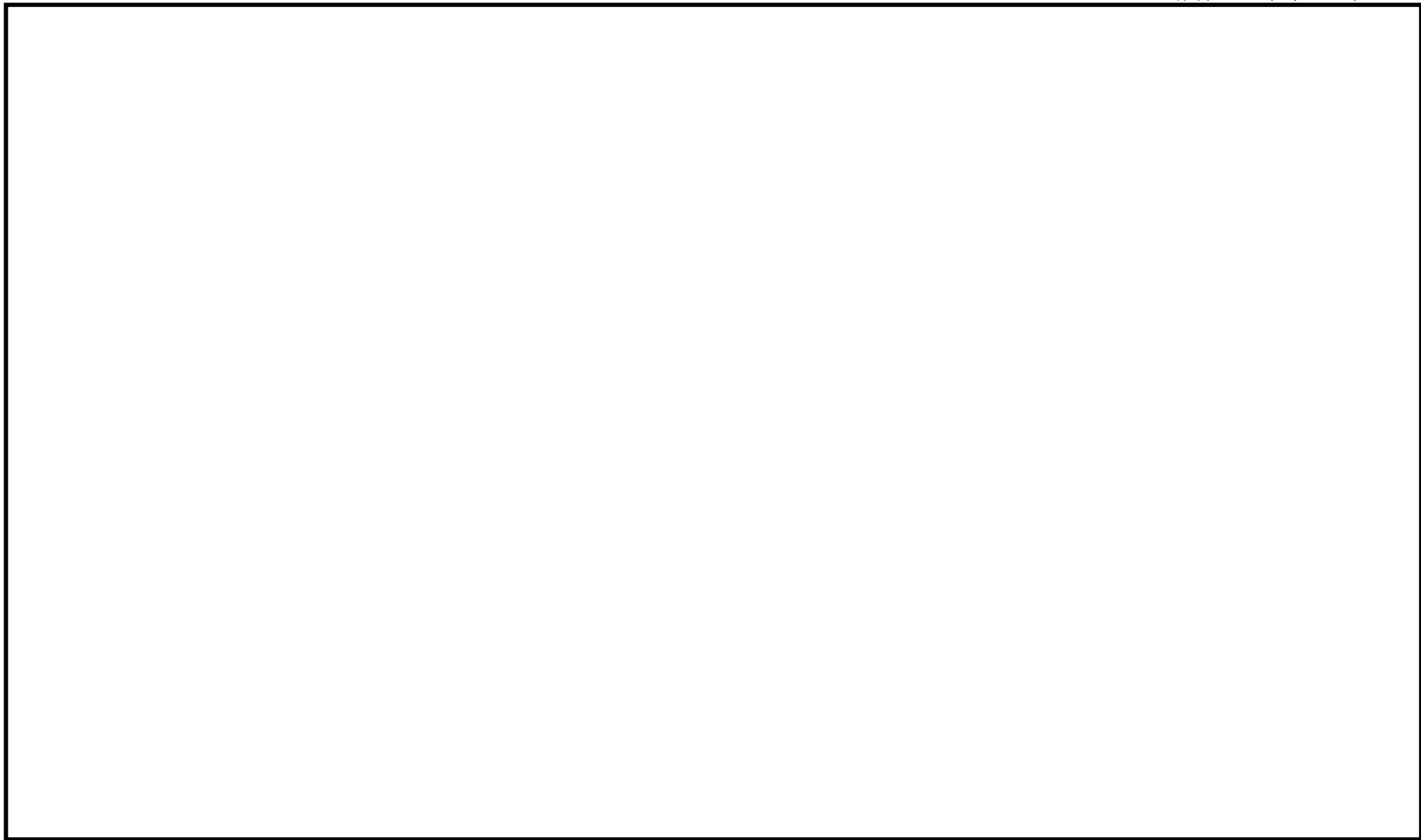


海水淡水化設備建屋 アクセスルート図

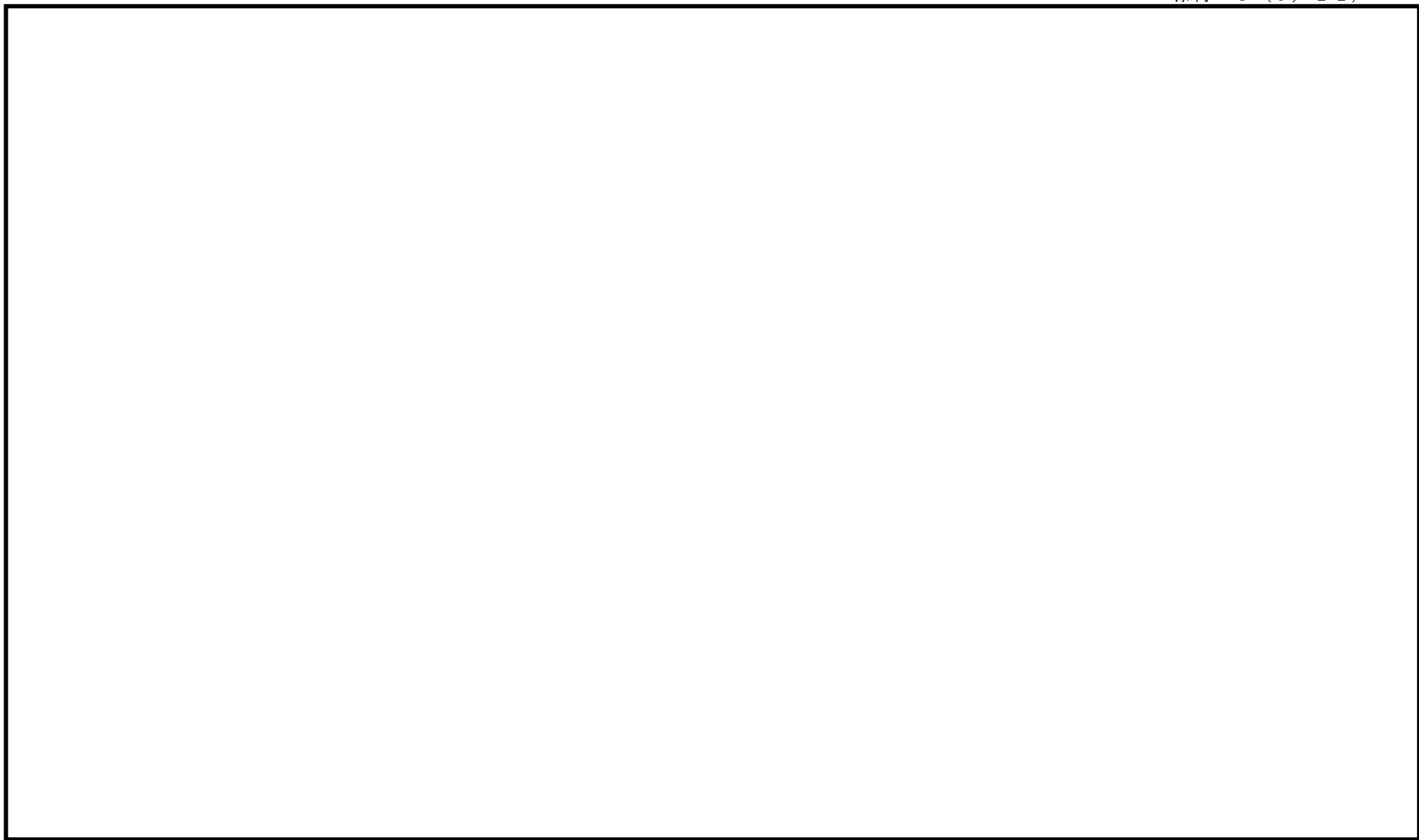


給廃水処理建屋 アクセスルート図

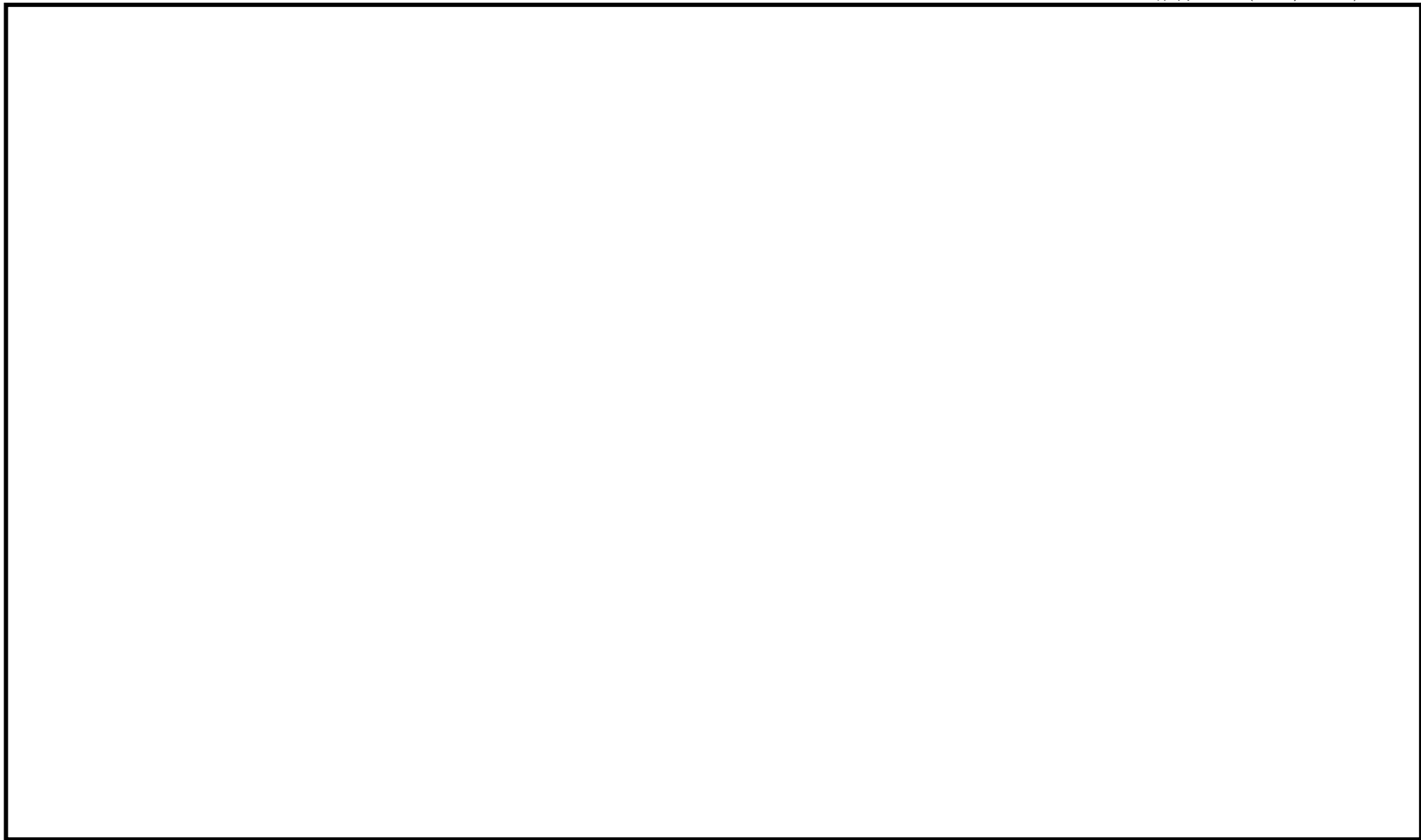




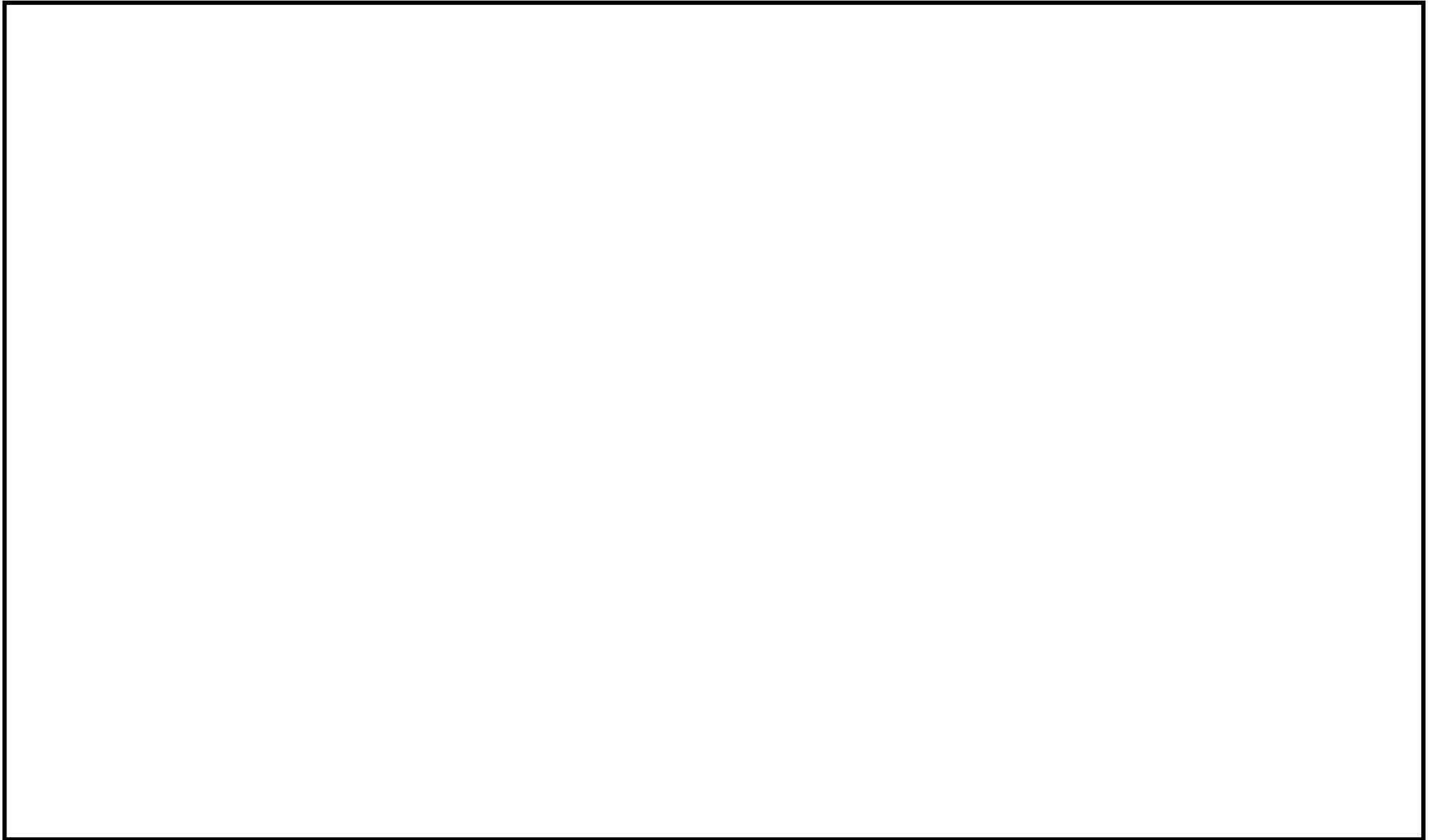
タービン建屋 T.P.10.3m アクセスルート図



タービン建屋 T.P.2.8m アクセスルート図



タービン建屋 T.P.17.8m アクセスルート図



タービン建屋 T.P.24.3m アクセスルート図

## 循環水ポンプの自動停止インターロックについて

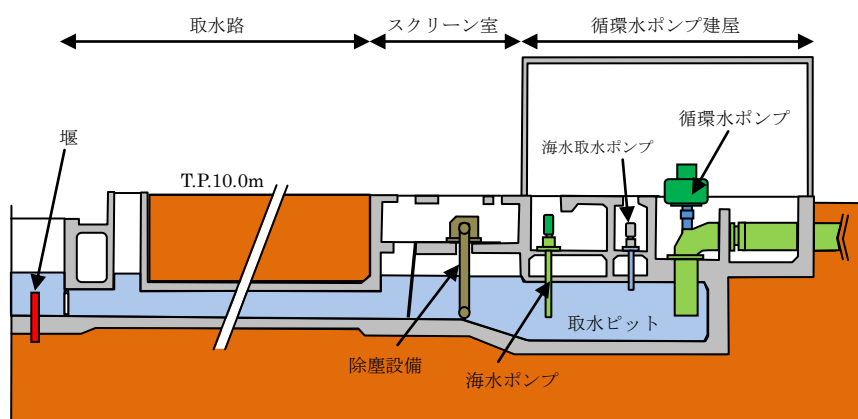
### 1. はじめに

泊3号では、地震加速度大原子炉トリップ信号による循環水ポンプ自動停止インターロックにより循環水ポンプが停止する。

ここでは、地震加速度大原子炉トリップ信号による循環水ポンプの自動停止インターロックの設備構成と信頼性について記載する。

### 2. 設備概要

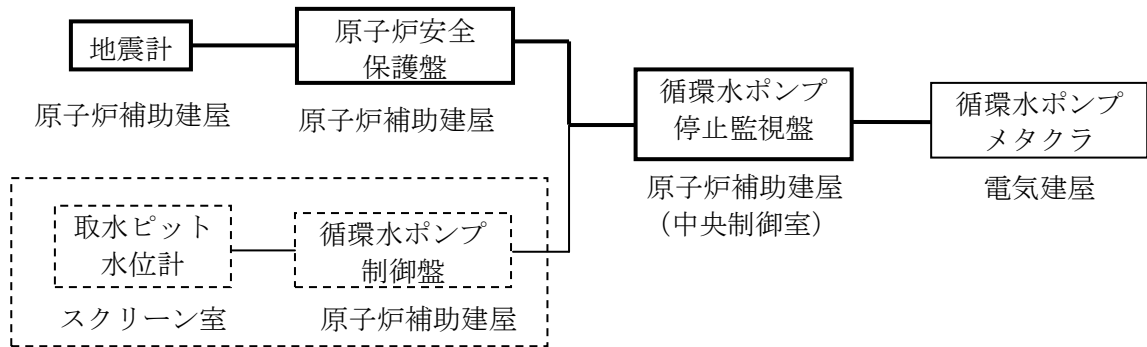
循環水ポンプの自動停止インターロックは、原子炉補機冷却海水ポンプ（以下、海水ポンプ）の引き津波対策（取水口部への堰の設置）として整備したものであり、取水ピットの水位低信号または地震加速度大原子炉トリップ信号により循環水ポンプを自動停止させることにより、海水ポンプの取水機能を確保する設計としている。



### 3. 設備構成

垂直方向加速度大（下部階）の 2 out of 4、または、水平方向加速度大（下部階）の 2 out of 4 により、循環水ポンプトリップ信号を発信し、循環水ポンプを停止させる。（垂直方向加速度大：90 Gal、水平方向加速度大：180 Gal）

循環水ポンプの自動停止インターロックの設備構成を以下に示す。  
 地震加速度大信号発信から循環水ポンプの遮断器開放までの時間は約1秒である。



<循環水ポンプ自動停止インターロックの設備構成図>

#### 4. 信頼性

地震計および原子炉安全保護盤は耐震Sクラスで安全系より給電されており、循環水ポンプ停止監視盤については基準地震動S<sub>s</sub>に対する耐震性を有する設計とするとともに安全系より給電されている。

これにより、循環水ポンプの地震加速度大信号による自動停止インターロックの信頼性を確保している。

## 7. 循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について

### 1. はじめに

- 循環水ポンプ建屋の溢水影響評価としては、以下の3項目の溢水事象を想定する事が必要である。
  - 地震によって配管から生じる溢水
  - 想定破損によって配管から生じる溢水
  - 消火活動による放水に伴う溢水
- 本資料では、循環水ポンプ建屋における上記3項目の溢水が、防護対象設備である原子炉補機冷却海水ポンプの機能へ影響を及ぼさないことを説明する。
  - 図1. に循環水ポンプ建屋配置図、図2. 循環水ポンプ建屋立体図（概念図）を示す。

### 2. 影響評価の考え方

- 影響評価については、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）に基づき確認することとし、具体的には以下の補足説明資料に記載する手法を用いることとする。
  - 地震によって配管から生じる溢水
    - 補足説明資料3「地震時における溢水による没水影響評価について」
  - 想定破損によって配管から生じる溢水
    - 補足説明資料15「低エネルギー配管の強度評価について」
  - 消火活動による放水に伴う溢水
    - 補足説明資料12「消火活動による放水に伴う溢水影響評価について」
- なお、影響評価に用いた上記補足説明資料については、評価手法が評価ガイドを満足していることを確認している。

### 3. 評価条件

- 防護対象設備
  - 3A, B, C, D—原子炉補機冷却海水ポンプ（4台）
  - 機能喪失高さ：床上1.5m（軸受部に水が浸入するモータ下端、7—別紙1参照）
- 溢水防護区画
  - 3A, B—原子炉補機冷却海水ポンプ室
  - 区画面積：溢水水位の算出には、狭いA—原子炉補機冷却海水ポンプ室の区画面積（83m<sup>2</sup>）を用いる。

## ■ 溢水経路

- 溢水影響評価は、循環水ポンプ建屋を原子炉補機冷却海水ポンプ室、循環水ポンプエリア、海水ストレーナエリアに分けて実施する。各エリアの溢水経路の考え方は以下のとおり。（図1、2参照）
- 原子炉補機冷却海水ポンプ室（溢水防護区画内での漏えい）
  - 溢水防護区画である海水ポンプ室内で発生する溢水に対しては、溢水防護区画内の溢水水位が高くなるよう、区画境界の扉や床ドレンから区画外への溢水排出を考慮せずに評価を行う。
- 循環水ポンプエリア（溢水防護区画外での漏えい）
  - 循環水ポンプエリアと原子炉補機冷却海水ポンプ室は扉や開口で接続されておらず、循環水ポンプエリア内で生じた溢水は、循環水ポンプエリアの空間容積である約5,400m<sup>3</sup>までは同エリア内に滞留する。
  - 空間容積を超える量の溢水が発生した場合には、循環水ポンプ建屋のオペレーションフロアを介して、全ての溢水がA又はBの片方の海水ポンプ室に流入し、溢水の排出がない条件で評価を行う。（7-別紙2参照）
- 海水ストレーナエリア（溢水防護区画外での漏えい）
  - 海水ストレーナエリアとB-海水ポンプ室は繋がっているが、海水ストレーナエリアの床面レベルがB-海水ポンプ室と比べて低いため、海水ストレーナエリア内で生じた溢水は、約1,200m<sup>3</sup>までは同エリア内に滞留してB-海水ポンプ室に流入しない。
  - 溢水の流出が継続し、海水ストレーナエリアの溢水水位がB-海水ポンプ室の床面高さまで到達すると、溢水がB-海水ポンプ室に流入し、溢水の排出がない条件で評価を行う。（7-別紙2参照）

## ■ 循環水管

- 泊3号の循環水管については、循環水ポンプ出口弁の急閉止防止対策が採られていることから、低エネルギー配管に分類して評価を行う。（7-別紙3参照）



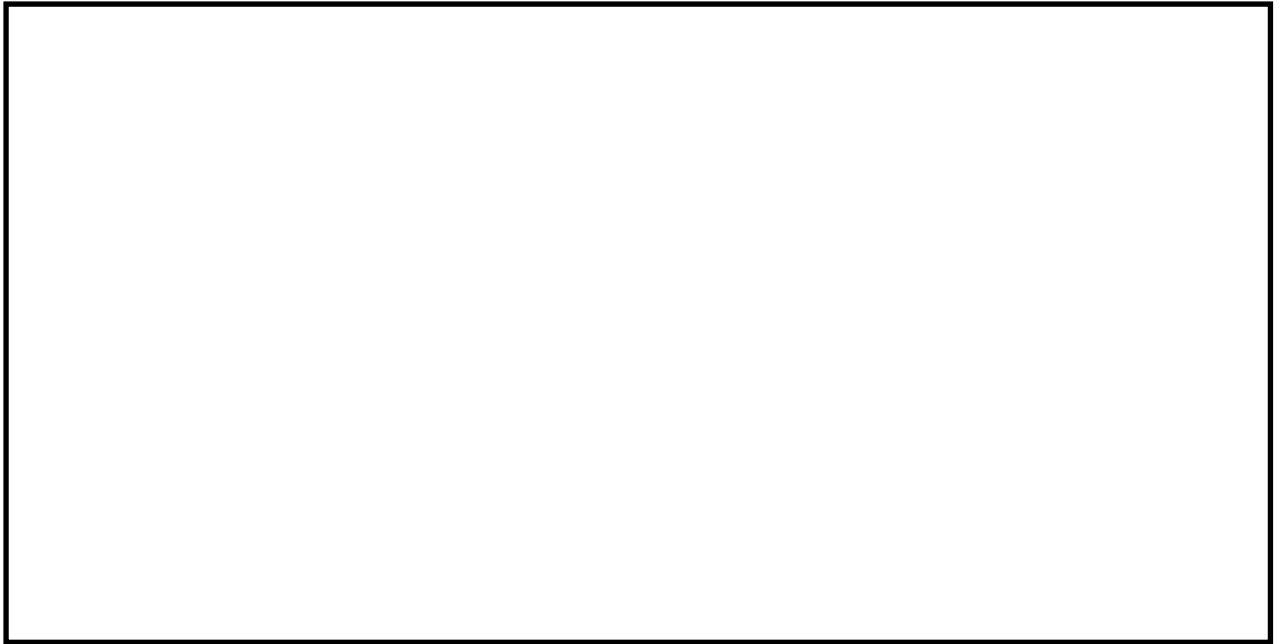


図 1. 循環水ポンプ建屋配置図

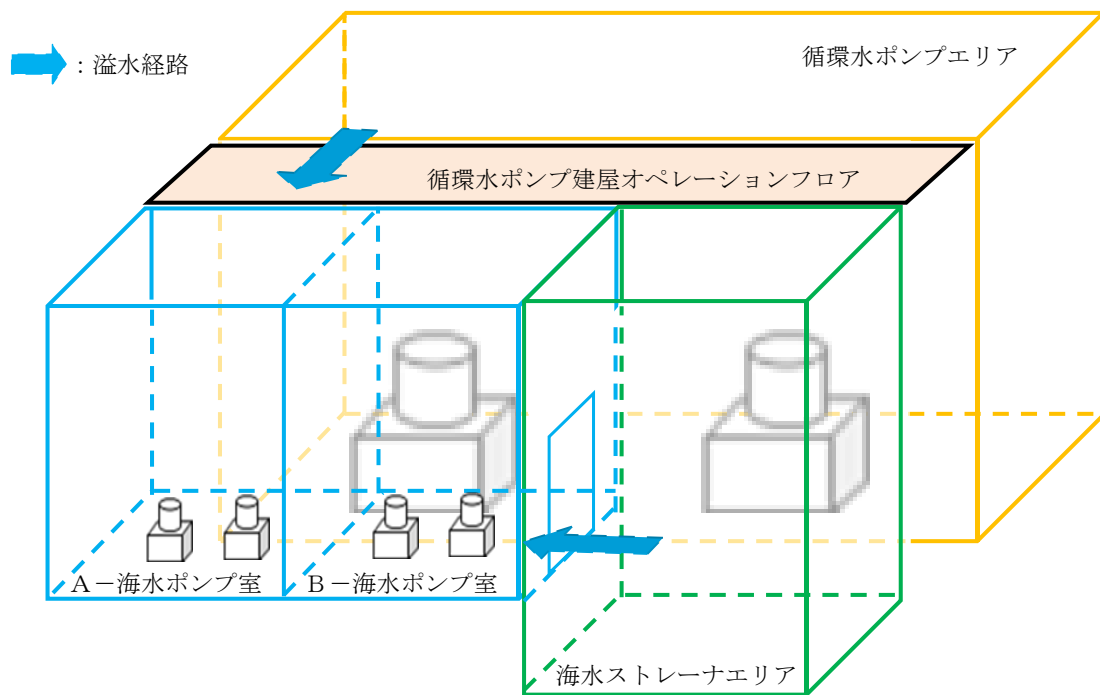


図 2. 循環水ポンプ建屋立体図 (概念図)

#### 4. 溢水影響評価結果

##### (1) 地震による溢水に対する影響評価結果

- 地震による溢水の評価では、評価ガイドに従い耐震性が確保されていない全ての耐震B・Cクラス機器が同時に破損する条件で評価を行う。
- 溢水量
  - 循環水ポンプ建屋には耐震Bクラス機器は存在せず、地震時に溢水源となるのは耐震Cクラス配管だけである。評価ガイドに従い、地震時の配管破損形態を全周破断として、各配管の溢水量を算出した結果を表1.～3.に示す。
  - 表中の隔離時間は、地震発生を起点として実施する系統の隔離操作によって、各系統の溢水流出が停止するまでの時間を表している。(補足説明資料6「地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について」参照)
  - なお、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されている配管および循環水管の伸縮継手については溢水量0m<sup>3</sup>とした。(補足説明資料4「耐震B、Cクラス機器の耐震評価について」および7-別紙4参照)

表1. 原子炉補機冷却海水ポンプ室

|                 | 漏えい発生から<br>隔離までの時間 | 溢水量              | 備考     |
|-----------------|--------------------|------------------|--------|
| 所内用水配管          | —                  | 0m <sup>3</sup>  | 耐震評価実施 |
| 海水電解装置海水供給・注入配管 | —                  | 0m <sup>3</sup>  | 耐震評価実施 |
| 海水ストレーナ排水配管     | —                  | 0m <sup>3</sup>  | 耐震評価実施 |
| 軸受冷却水配管         | 120分               | 86m <sup>3</sup> |        |
| 合計              |                    | 86m <sup>3</sup> |        |

表2. 循環水ポンプエリア

|            | 漏えい発生から<br>隔離までの時間 | 溢水量                 | 備考                  |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 所内用水配管     | 80分                | 744m <sup>3</sup>   |                     |
| 海水淡水化設備配管  | —                  | 1,712m <sup>3</sup> | 海水取水ポンプが<br>没水する溢水量 |
| 軸受冷却水配管    | 120分               | 86m <sup>3</sup>    |                     |
| 飲料水配管      | 60分                | 35m <sup>3</sup>    |                     |
| 循環水管(伸縮継手) | —                  | 0m <sup>3</sup>     | 耐震評価実施              |
| 合計         |                    | 2,577m <sup>3</sup> |                     |

表3. 海水ストレーナエリア

|                 | 漏えい発生から<br>隔離までの時間 | 溢水量               | 備考 |
|-----------------|--------------------|-------------------|----|
| 海水電解装置海水供給・注入配管 | 25分                | 321m <sup>3</sup> |    |
| 合計              |                    | 321m <sup>3</sup> |    |

■ 溢水水位

➤ 原子炉補機冷却海水ポンプ室

- 系統の隔離操作完了後、軸受冷却水配管からの溢水によって海水ポンプ室内の溢水水位は床上1.1m（溢水量86m<sup>3</sup>／床面積83m<sup>2</sup>）となる。

➤ 循環水ポンプエリア

- 海水淡水化設備配管からの漏えい量については、低耐震建屋である海水淡水化設備建屋電源室へのアクセスが不可能である場合、海水取水ポンプが循環水ポンプエリア内にあるため、当該系統からの溢水により海水取水ポンプ電動機自体が没水することにより、海水取水ポンプが停止するまでの溢水量（1,712m<sup>3</sup>）としている。
- 上記の海水取水系統からの溢水量と、その他の系統の隔離操作完了までに循環水ポンプエリアに放出される溢水量の合計は2,577m<sup>3</sup>となる。
- これに対して、循環水ポンプエリアの空間容積は約5,400m<sup>3</sup>であり、地震時に発生した溢水は同エリア内に留まることから、海水ポンプ室に溢水水位を生じさせる要因とはならない。

➤ 海水ストレーナエリア

- 系統の隔離操作完了までに、海水電解装置海水供給・注入配管海水から海水ストレーナエリアに放出される溢水量は321m<sup>3</sup>となる。
- これに対して、海水ストレーナエリアの空間容積は約1,200m<sup>3</sup>であり、地震時に発生した溢水は同エリア内に留まることから、海水ポンプ室に溢水水位を生じさせる要因とはならない。

■ 溢水影響評価結果

- 表4. に示すとおり、想定される溢水水位 床上1.1mに対して、防護対象設備である海水ポンプの機能喪失高さとして設定しているモータの下端高さは床上1.5mであることから、海水ポンプへの溢水の影響はない。

表4. 溢水影響評価結果

| 溢水が生じるエリア  | 海水ポンプ室の溢水水位への影響    | 海水ポンプのモータ下端高さ         |
|------------|--------------------|-----------------------|
| 海水ポンプ室     | 床上1.1m (T. P 3.6m) | 床上1.5m<br>(T. P 4.0m) |
| 循環水ポンプエリア  | 影響なし               |                       |
| 海水ストレーナエリア | 影響なし               |                       |

(2) 想定破損による溢水に対する影響評価

- 想定破損による溢水評価では、評価ガイドに従い一系統における単一の機器の破損を想定する。

また、各配管から発生する溢水を検知する目的で、図3に示す箇所に図4. に示す漏えい検知器を設置する。(7-別紙5参照)

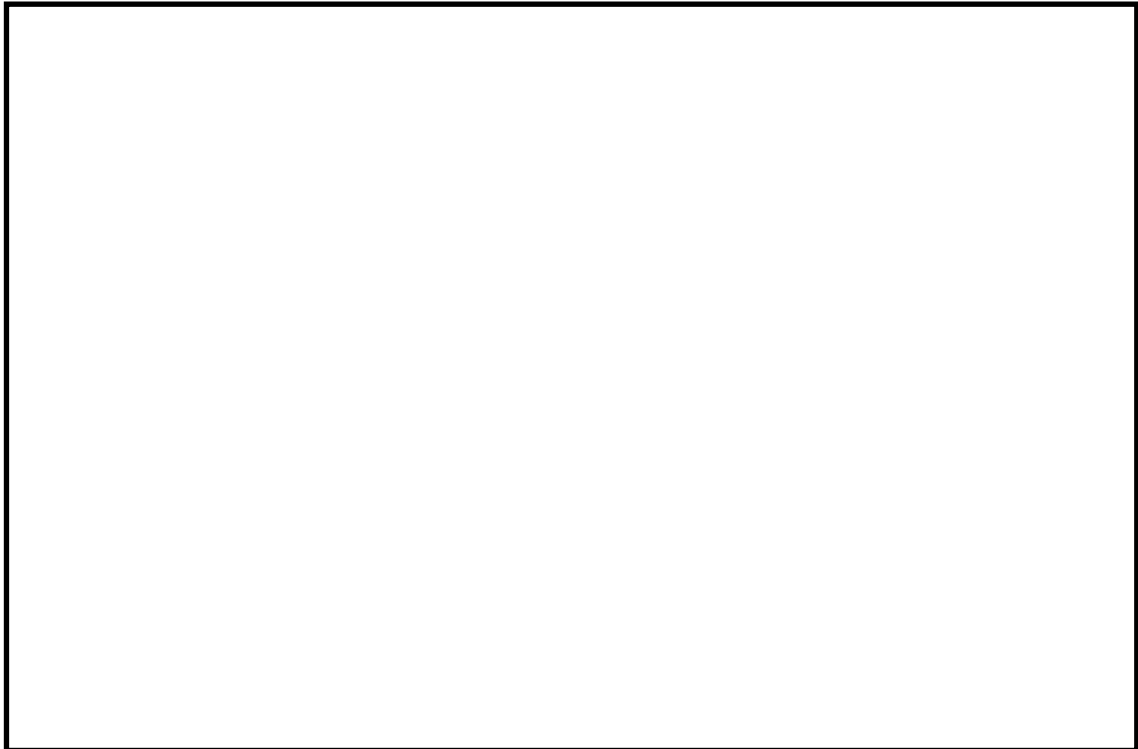


図3. 循環水ポンプ建屋漏えい検知器設置箇所

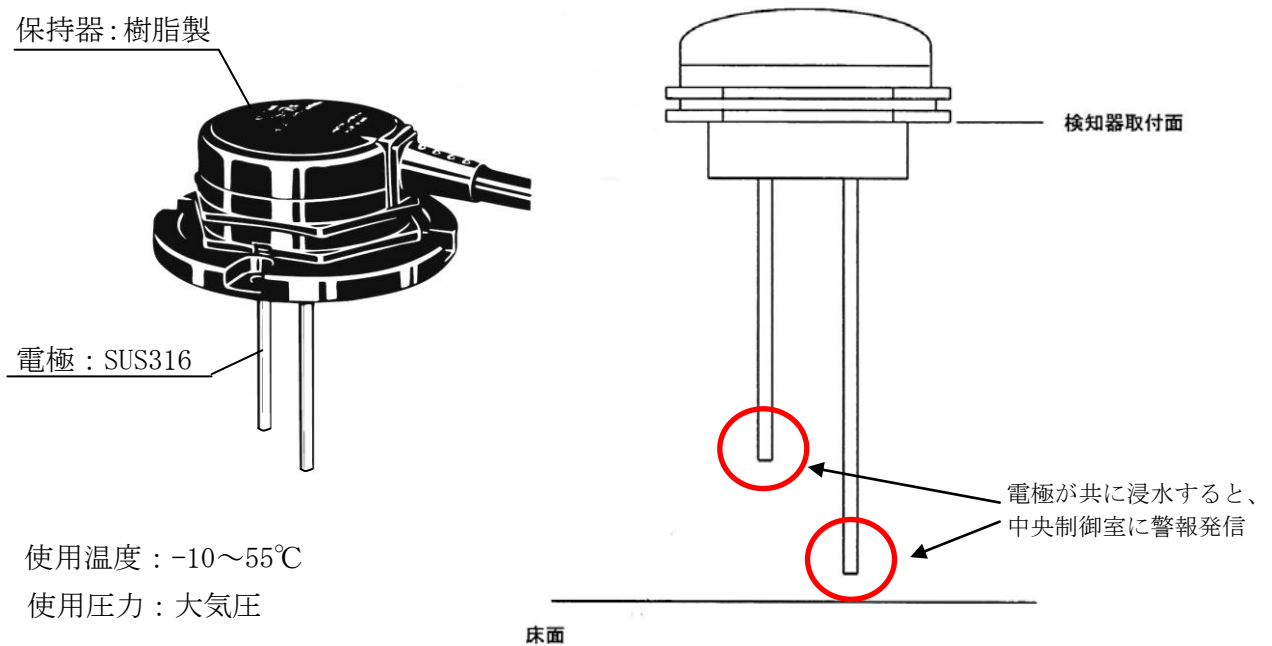


図4. 漏えい検知器

■ 溢水量

- 循環水ポンプ建屋内に敷設されている低エネルギー配管に、評価ガイドで定められた破損形態である、配管内径の1/2の長さと同配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（D t / 4クラック）が生じた場合の溢水量を算出した結果を表5. ～7に示す。
- 表中の隔離時間は、漏えい検知を起点として実施する系統の隔離操作によって、各系統の溢水流出が停止するまでの時間を表している。（補足説明資料17「想定破損における溢水量算出の考え方と算出結果について」参照）
- なお、溢水量の算出においては、貫通クラックから生じる溢水流量と隔離時間を乗じた値に、前項の漏えい検知によって溢水を検知するまでに流出する溢水量を加算しており、その際、溢水を検知する水位は実際の漏えい検知可能水位50mmに余裕を見込んだ100mmを使用し、評価に用いる溢水量が多くなるよう考慮している。
- また、供用状態A、B + 1 / 3 S d地震荷重による一次+二次応力が、許容応力S aの0.4倍以下となることが確認されている配管は溢水量を0m<sup>3</sup>とした。（補足説明資料15「低エネルギー配管の強度評価について」参照）

表5. 原子炉補機冷却海水ポンプ室

|                 | 漏えい発生から<br>隔離までの時間 | 溢水量              | 備考     |
|-----------------|--------------------|------------------|--------|
| 所内用水配管          | —                  | 0m <sup>3</sup>  | 応力評価実施 |
| 海水電解装置海水供給・注入配管 | —                  | 0m <sup>3</sup>  | 応力評価実施 |
| 海水ストレーナ排水配管     | —                  | 0m <sup>3</sup>  | 応力評価実施 |
| 軸受冷却水配管         | 75分                | 25m <sup>3</sup> |        |

表6. 循環水ポンプエリア

|            | 漏えい発生から<br>隔離までの時間 | 溢水量                 | 備考 |
|------------|--------------------|---------------------|----|
| 所内用水配管     | 280分               | 71m <sup>3</sup>    |    |
| 海水淡水化設備配管  | 96分                | 109m <sup>3</sup>   |    |
| 軸受冷却水配管    | 99分                | 82m <sup>3</sup>    |    |
| 循環水管（伸縮継手） | 48分                | 1,034m <sup>3</sup> |    |

表7. 海水ストレーナエリア

|                 | 漏えい発生から<br>隔離までの時間 | 溢水量             | 備考     |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------|
| 海水電解装置海水供給・注入配管 | —                  | 0m <sup>3</sup> | 応力評価実施 |

■ 溢水水位

➤ 原子炉補機冷却海水ポンプ室

- 系統の隔離操作完了後、軸受冷却水配管からの溢水によって原子炉補機冷却海水ポンプ室内の溢水水位は床上0.3m（溢水量25m<sup>3</sup>/床面積83m<sup>2</sup>）となる。

➤ 循環水ポンプエリア

- 系統の隔離操作完了までに、循環水ポンプエリアに放出される溢水量が最大となるのは循環水管（伸縮継手）の1,034m<sup>3</sup>である。
- これに対して、循環水ポンプエリアの空間容積は約5,400m<sup>3</sup>であり、想定破損時に発生した溢水は同エリア内に留まることから、原子炉補機冷却海水ポンプ室に溢水水位を生じさせる要因とはならない。
- また、溢水量が循環水管（伸縮継手）に比べて少ない他の配管についても、想定破損時に発生した溢水は循環水ポンプエリア内に留まることから、原子炉補機冷却海水ポンプ室に溢水水位を生じさせる要因とはならない。

➤ 海水ストレーナエリア

- 海水ストレーナエリアに敷設された海水電解装置海水供給・注入配管は、応力評価により想定破損が生じないことを確認しており、溢水は発生しないことから、原子炉補機冷却海水ポンプ室に溢水影響は生じない。

■ 溢水影響評価結果

- 表8に示すとおり、想定される溢水水位 床上0.3mに対して、防護対象設備である海水ポンプの機能喪失高さとして設定しているモータの下端高さは床上1.5mであることから、原子炉補機冷却海水ポンプへの溢水の影響はない。

表8. 溢水影響評価結果

| 溢水が生じるエリア  | 海水ポンプ室の溢水水位への影響    | 海水ポンプのモータ下端高さ         |
|------------|--------------------|-----------------------|
| 海水ポンプ室     | 床上0.3m (T. P 2.8m) | 床上1.5m<br>(T. P 4.0m) |
| 循環水ポンプエリア  | 影響なし               |                       |
| 海水ストレーナエリア | 影響なし               |                       |

### (3) 消火活動による放水に対する影響評価

#### ■ 溢水量

- ▶ 消火活動による放水によって、各エリアに生じる溢水量を表9. ～11. に示す。
- ▶ 消火栓の放水流量は、消防法施行令第19条に規定される「屋外消火栓設備に関する基準」により、各消火栓からの放水量を350ℓ毎分とし、異なる2箇所の消火栓からの放水を想定して算出した（約42m<sup>3</sup>/h）。
- ▶ 放水時間については、火災荷重が大きいエリアは3時間放水（該当区画なし）、火災荷重が小さいエリアについては日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針(JEAG4607-2010)」解説-4-5(1)に従い、等価火災時間を放水時間として設定した。（補足説明資料12「消火活動による放水に伴う溢水影響評価について」参照）

表9. 原子炉補機冷却海水ポンプ室

|          | 放水時間 | 溢水量              | 備考                           |
|----------|------|------------------|------------------------------|
| 消火栓（2箇所） | 30分  | 21m <sup>3</sup> | 火災荷重：285（MJ/m <sup>2</sup> ） |

表10. 循環水ポンプエリア

|          | 放水時間 | 溢水量              | 備考                             |
|----------|------|------------------|--------------------------------|
| 消火栓（2箇所） | 120分 | 84m <sup>3</sup> | 火災荷重：1,619（MJ/m <sup>2</sup> ） |

表11. 海水ストレーナエリア

|          | 放水時間 | 溢水量              | 備考                           |
|----------|------|------------------|------------------------------|
| 消火栓（2箇所） | 30分  | 21m <sup>3</sup> | 火災荷重：153（MJ/m <sup>2</sup> ） |

#### ■ 溢水水位

- ▶ 原子炉補機冷却海水ポンプ室
  - 海水ポンプ室での等価火災時間30分間で放水される量は21m<sup>3</sup>であり、ポンプ室内の溢水水位は床上0.3m（溢水量21m<sup>3</sup>/床面積83m<sup>2</sup>）となる。
- ▶ 循環水ポンプエリア
  - 循環水ポンプエリアに120分の放水で放出される溢水量は84m<sup>3</sup>である。これに対して、循環水ポンプエリアの空間容積は約5,400m<sup>3</sup>であり、消火活動による放水に伴う溢水は同エリア内に留まることから、海水ポンプ室に溢水水位を生じさせる要因とはならない。
- ▶ 海水ストレーナエリア
  - 海水ストレーナエリアに等価火災時間30分間で放水される量は21m<sup>3</sup>である。これに対して、海水ストレーナエリアの空間容積は約1,200m<sup>3</sup>

であり、消火活動による放水に伴う溢水は同エリア内に留まることから、原子炉補機冷却海水ポンプ室に溢水水位を生じさせる要因とはならない。

■ 溢水影響評価

- ▶ 表 1 2. に示すとおり、想定される溢水水位 床上 0. 3 m に対して、防護対象設備である海水ポンプの機能喪失高さとして設定しているモータの下端高さは床上 1. 5 m であることから、原子炉補機冷却海水ポンプへの溢水の影響はない。

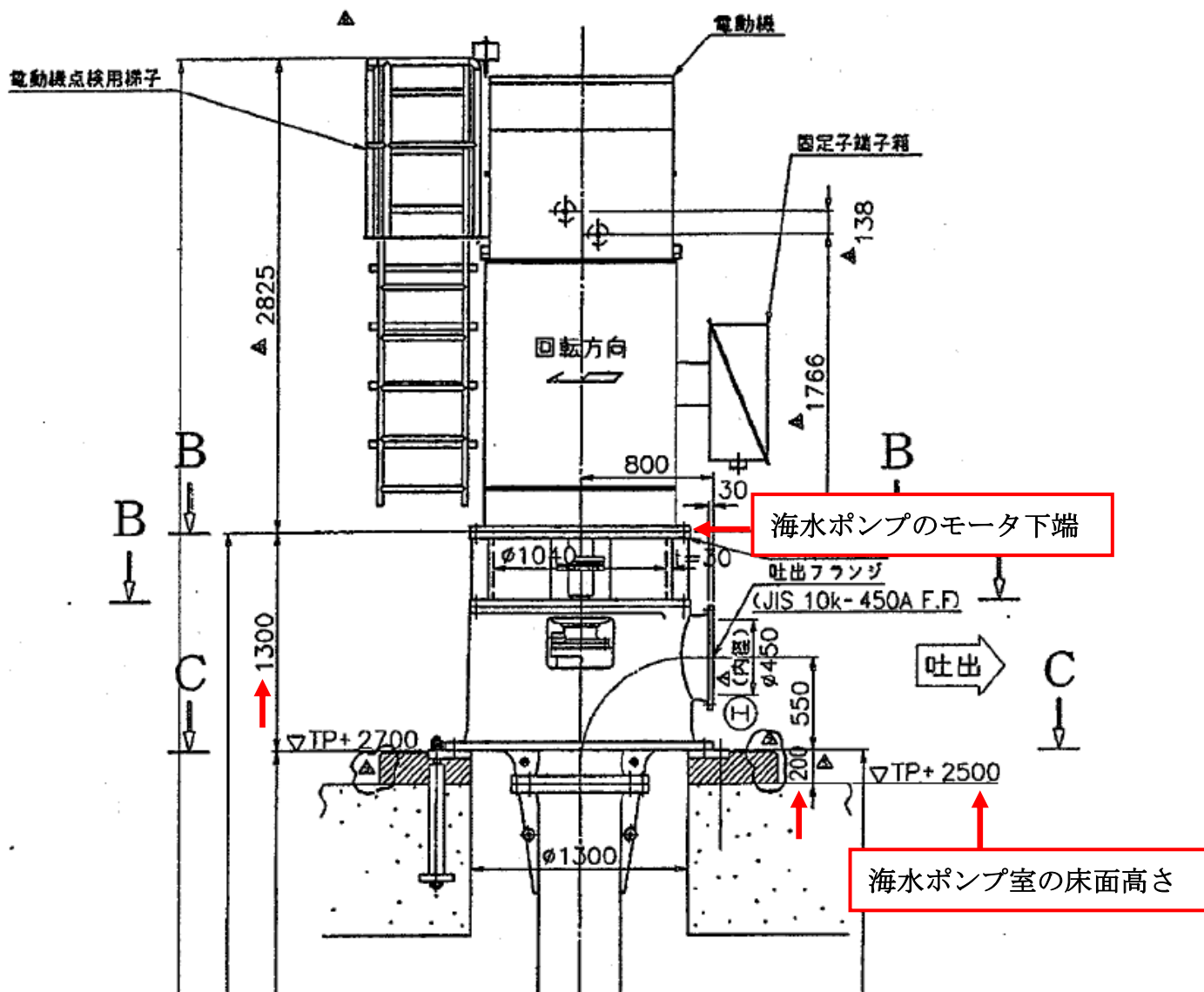
表 1 2. 溢水影響評価結果

| 溢水が生じるエリア | 海水ポンプ室の溢水水位への影響         | 海水ポンプのモータ下端高さ              |
|-----------|-------------------------|----------------------------|
| 海水ポンプ室    | 床上 0. 3 m (T. P 2. 8 m) | 床上 1. 5 m<br>(T. P 4. 0 m) |
| 循環水ポンプエリア | 影響なし                    |                            |
| 海水ストレナエリア | 影響なし                    |                            |

以 上



■原子炉補機冷却海水ポンプの機能喪失高さについて



|                  |
|------------------|
| 北海道電力(株) 泊発電所3号機 |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ ①   |
| MKV45            |
| 据付外形図            |

### ■循環水ポンプエリアの空間容積について

循環水ポンプエリアの空間容積は、開口で繋がっている下図の5区画の容積を合計して算出している。なお、表中の「高さ」は、①～④についてはエリア床面から循環水ポンプ建屋オペレーションフロア（T. P 10. 3m）までのエレベーション差であり、⑤のエリアについては、エリア床面（T. P 6. 2m）とエリア天井（T. P 9. 3m）のエレベーション差である。

| 番号 | 区画名          | 床面積 (m <sup>2</sup> ) | 高さ (m) | 空間容積 (m <sup>3</sup> ) |
|----|--------------|-----------------------|--------|------------------------|
| ①  | 伸縮継手室        | 215                   | 9.3    | 1,999                  |
| ②  | 循環水ポンプ室      | 198                   | 9.3    | 1,841                  |
| ③  | 海水取水ポンプ室     | 93                    | 6.8    | 632                    |
| ④  | 循環水ポンプ分解点検室  | 191                   | 4.1    | 783                    |
| ⑤  | 連絡配管/ケーブルダクト | 303                   | 3.1    | 939                    |
| 合計 |              |                       |        | 6,194                  |

上記の空間容積合計から、機器類の欠損体積<sup>\*</sup>を除いた5,400m<sup>3</sup>を、循環水ポンプエリアの空間容積としている。

※ 欠損体積として循環水管（234m<sup>3</sup>）、循環水ポンプ（129m<sup>3</sup>）、循環水ポンプモーター（144m<sup>3</sup>）等を合算し、空間容積から差引いている。

■海水ストレーナエリアの空間容積について

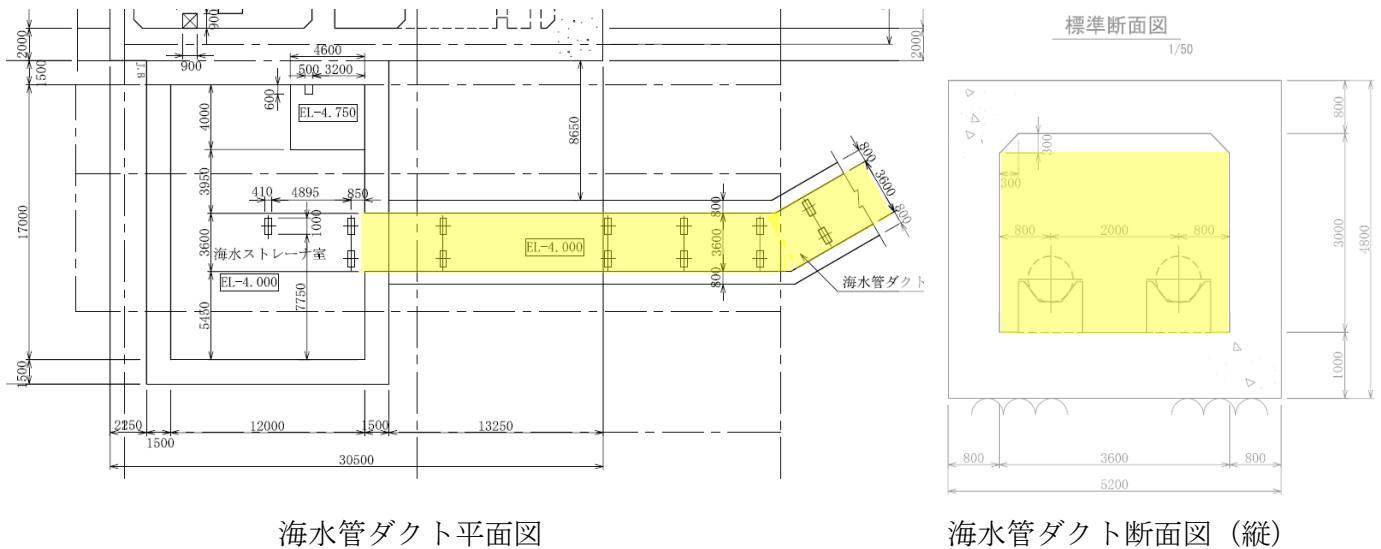
海水ストレーナエリアの空間容積は、開口で繋がっている下図の2区画の容積を合計して算出している。

| 番号 | 区画名      | 床面積 (m <sup>2</sup> ) | 高さ (m) | 空間容積 (m <sup>3</sup> ) |
|----|----------|-----------------------|--------|------------------------|
| ①  | 海水管ダクト   | 205                   | 2.7    | 553                    |
| ②  | 海水ストレーナ室 | 204                   | 3.7    | 754                    |
| 合計 |          |                       |        | 1,307                  |

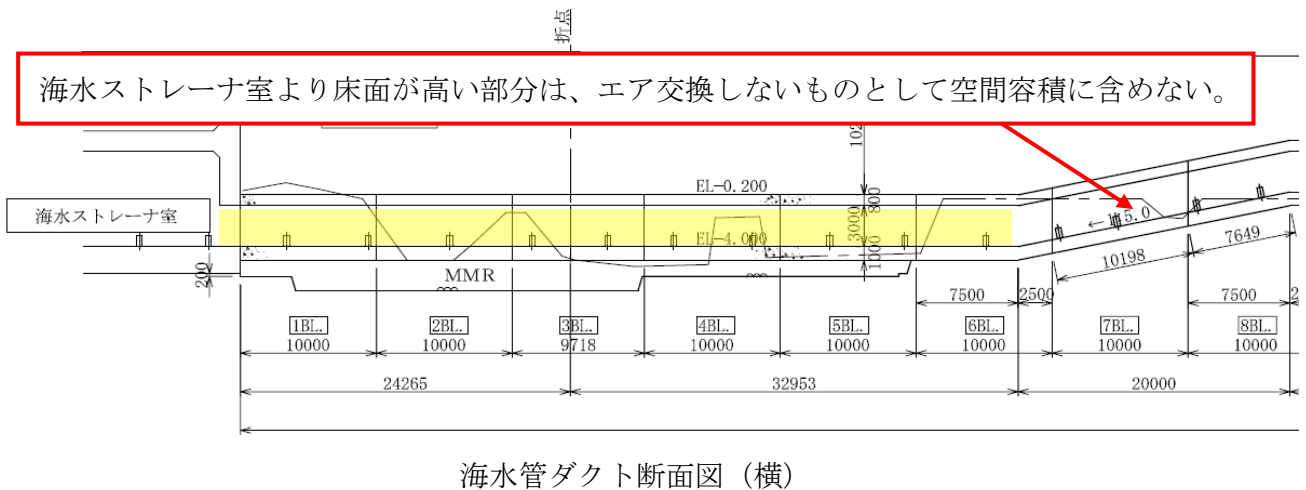
上記の空間容積合計から、機器類の欠損体積\*を除いた1,200 m<sup>3</sup>を、海水ストレーナエリアの空間容積としている。

※ 欠損体積として海水管 (88 m<sup>3</sup>) 等を合算し、空間容積から差引いている。

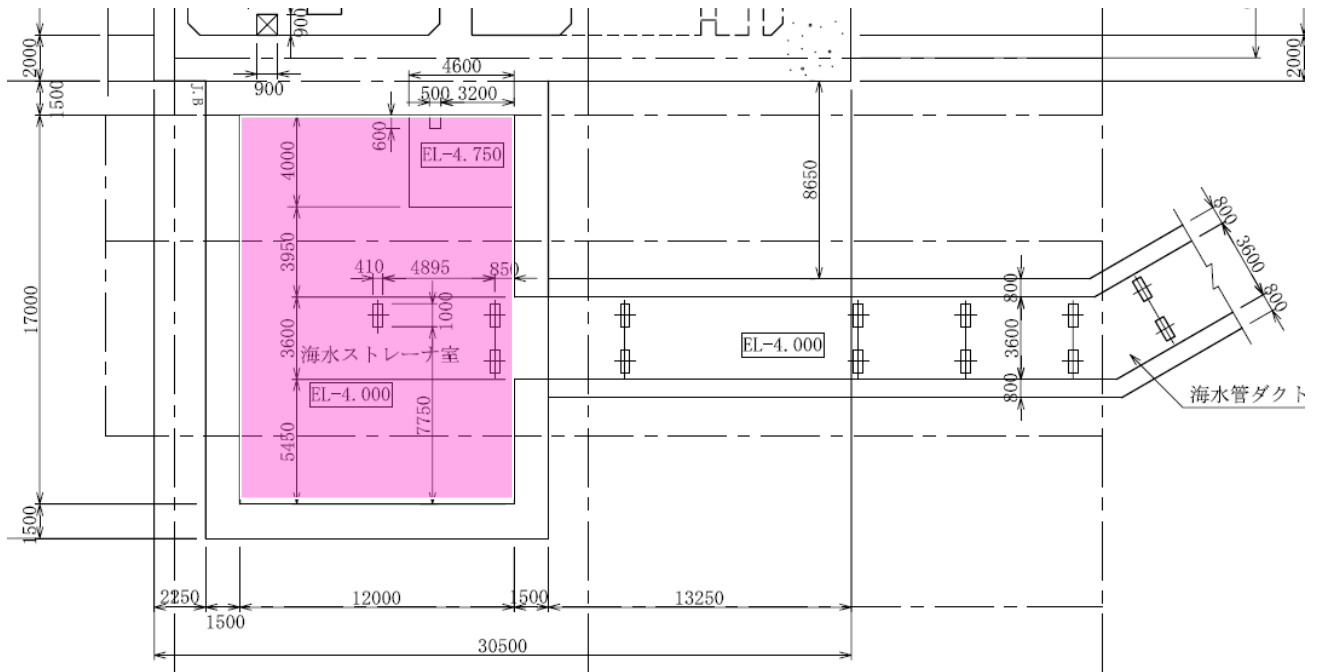
① 海水管ダクトエリア



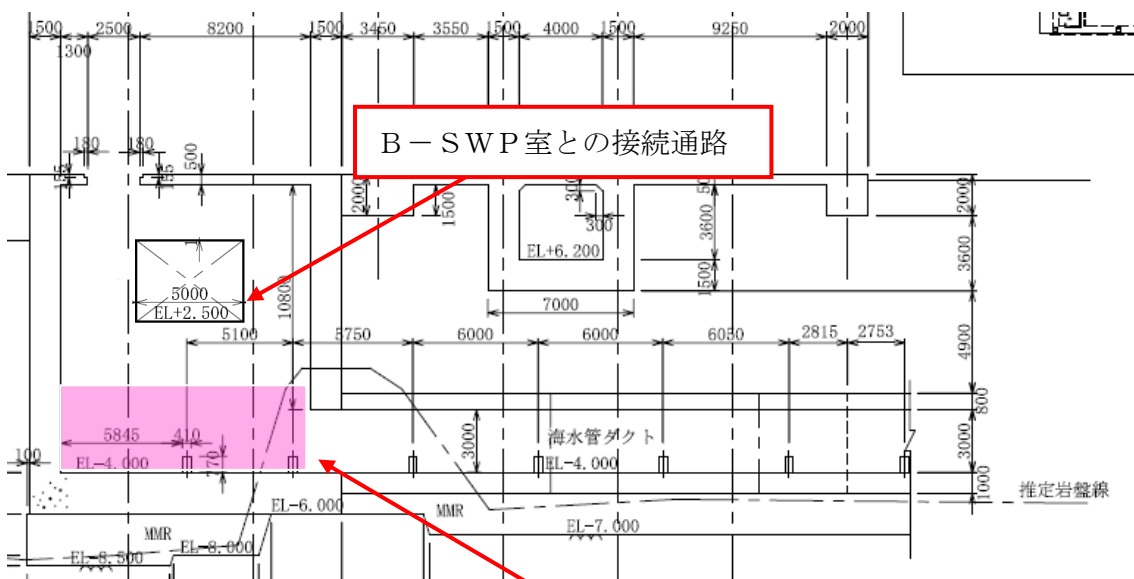
海水ストレーナ室より床面が高い部分は、エア交換しないものとして空間容積に含めない。



② 海水ストレーナ室



海水ストレーナ室平面図



海水ストレーナ室内の最下層の天井高さT. P - 0. 3mを区画高さとした。  
 海水ストレーナ室とB-SWP室は、T. P 2. 5mで繋がっており、保守的な設定である。

海水ストレーナ室断面図

## ■循環水管を低エネルギー配管に分類した根拠について

循環水管の伸縮継手部の破損想定にあたっては、循環水ポンプ出口弁の急閉止防止対策が採られていれば、破損形状は、低エネルギー配管と同様貫通クラック（配管内径の1/2長さと同様配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック）を想定することが出来る。

本書では、上記弁の閉止時間がウォーターハンマー事象（水柱分離）<sup>(注)</sup>を発生させない仕様であることを説明する。

(注) 水柱分離とは、水の満ちている配管内の一部で圧力が低下して飽和水蒸気圧以下になったときに、水が蒸発して空洞部分ができる現象である。配管内の圧力がもとに戻り、再び水柱が結合する際には、激しい水撃圧が生じてウォーターハンマーが発生しやすい。

### 1. 弁の開閉時間について

水柱分離発生有無を確認するために実施した循環水系配管過渡現象解析で用いた弁の開閉時間は下表のとおりで、弁の製作仕様及び実作動時間はこの値以上である。

また、弁本体の点検は毎定検、弁駆動部の点検（弁開閉時間計測含む）は、一般点検は5定検に1回、分解点検を含む本格点検は10定検に1回の頻度で実施している。

| 弁名称       | 解析に使用した開閉時間 | 製作仕様               | 実作動時間（建設時）               |
|-----------|-------------|--------------------|--------------------------|
| 循環水ポンプ出口弁 | 80秒         | 117.04秒<br>～90.44秒 | 101.4秒（A系）<br>100.4秒（B系） |

### 2. 循環水系配管過渡現象解析の結果

循環水系統について、上記の弁開閉時間を入力値として、取水口から放水口までをモデル化し循環水ポンプ2台通常停止時の系統の圧力を解析している。なお、水柱分離の発生が起りやすい条件として、初期潮位水位はT. P. -0.36m（L. W. L）とした。

解析結果は、下表のとおりであり、各部位の最低圧力が飽和圧力を超えているため、水柱分離の発生はない。

|          | 最低圧力      | 飽和圧力      | 水柱分離の有無 |
|----------|-----------|-----------|---------|
| 循環水ポンプ出口 | -8.71 mAq | -9.63 mAq | 無       |
| 復水器水室出口  | -7.07 mAq |           | 無       |
| 放水ピット入口  | -9.52 mAq |           | 無       |

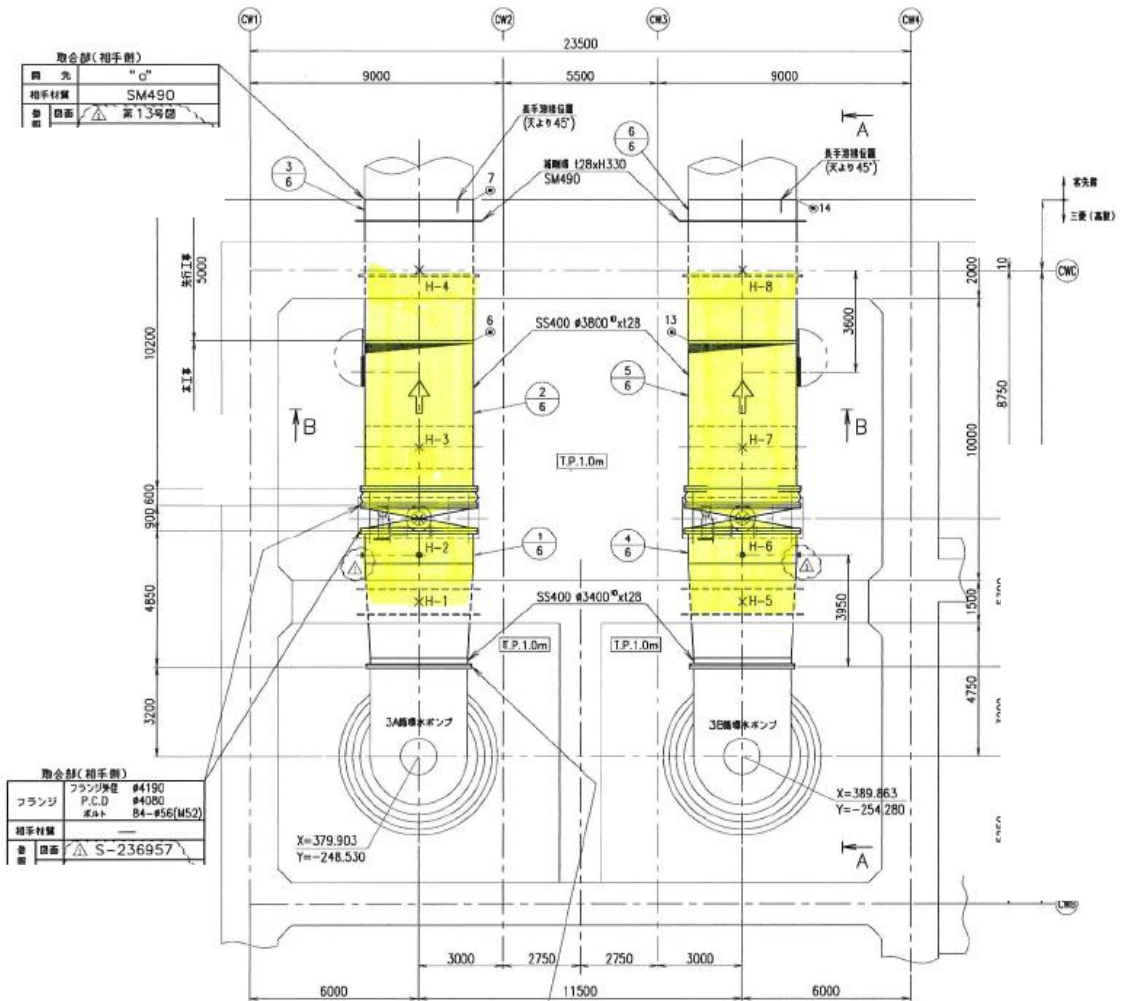
■地震時の循環水管伸縮継手変位の解析結果について

地震時の循環水管伸縮継手変位が許容変位量に収まることを確認するために、3次元梁モデルで循環水管の配管サポート全体系をモデル化し、基準地震動 $S_s$ についてスペクトルモーダル解析法で解析を行った。解析対象配管は、次頁の黄色着色部分である。

解析の結果、伸縮継手変位は下表のとおりであり、発生変位量が許容変位量を満足するため、地震時の伸縮継手の健全性は確保されていることを確認した。

| A伸縮継手<br>(Aポンプ側) | 許容変位量<br>(mm) | 解析結果<br>(mm) | 評価結果 |
|------------------|---------------|--------------|------|
| 圧縮量              | 10            | 0.10         | ○    |
| 伸長量              | 10            | 0.10         | ○    |
| 偏心量              | 15            | 0.12         | ○    |

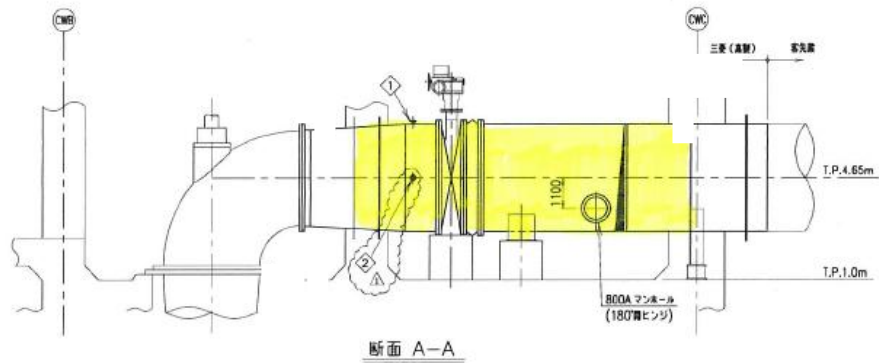
| B伸縮継手<br>(Bポンプ側) | 許容変位量<br>(mm) | 解析結果<br>(mm) | 評価結果 |
|------------------|---------------|--------------|------|
| 圧縮量              | 10            | 0.10         | ○    |
| 伸長量              | 10            | 0.10         | ○    |
| 偏心量              | 15            | 0.12         | ○    |



|          |       |
|----------|-------|
| 取合部(相手側) |       |
| 管先       | "C"   |
| 相手材質     | SM490 |
| 管径       | 第13号管 |

|          |  |
|----------|--|
| 取合部(相手側) |  |
| フランジ     | フランジ外径 #4190<br>P.C.D #4080<br>ボルト 84-#56(M52) |
| 相手材質     |  |
| 管径       | 第13号管 S-236957                                 |

|          |  |
|----------|--|
| 取合部(相手側) |  |
| フランジ     | フランジ外径 #3950<br>P.C.D #3800<br>ボルト 80-#52(M52) |
| 相手材質     |  |
| 管径       | S4-13027                                       |



循環水管の解析範囲図

## 循環水ポンプ建屋に設置する漏えい検知器について

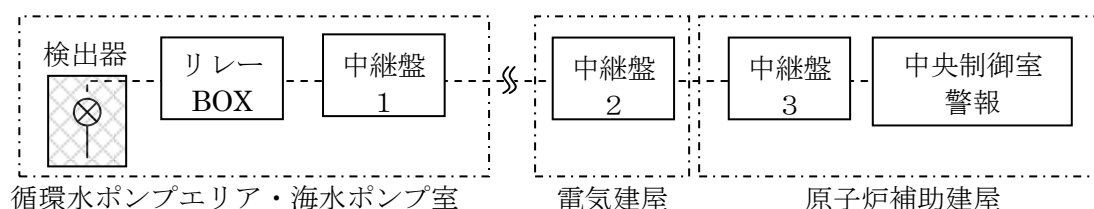
### 1. はじめに

泊3号では、循環水ポンプ建屋の低エネルギー配管に想定破損が生じた場合に、破損した配管を運転操作によって隔離し、溢水を停止することを前提に没水評価を行っている区画が存在する。隔離操作を行うためには、想定破損時の溢水を検知する必要があるため、建屋内に漏えい検知器を設置している。

ここでは、漏えい検知器の基本仕様と信頼性について記載する。

### 2. 設備構成

原子炉補機冷却海水ポンプ室と循環水ポンプエリアに漏えい検知器を設置し、中央制御室に警報を発信する構成とする。



### 3. 設備仕様

漏えい検知器は、リレースイッチ及び検出器（電極保持器＋電極棒）で構成する。以下に主な仕様を示す。

|        | リレースイッチ                     |                           | 検出器（電極保持具） |          | 検出器（電極棒） |        |
|--------|-----------------------------|---------------------------|------------|----------|----------|--------|
|        | 定格電圧                        | AC100V または AC200V 50/60Hz | 材質         | 樹脂製      | 材質       | SUS316 |
| 使用周囲温度 | -10～+55℃                    |                           | 絶縁抵抗       | 100MΩ以上  |          |        |
| 絶縁抵抗   | 100MΩ以上                     |                           | 使用温度       | -10～+70℃ |          |        |
| 耐電圧    | AC2,000V 50/60Hz            |                           | 使用圧力       | 大気圧      |          |        |
| 寿命     | 電氣的 50 万回以上<br>機械的 500 万回以上 |                           |            |          |          |        |

### 4. 設備の信頼性

漏えい検知器の電源は常用系計装交流電源を使用し、検知器の電源喪失・信号断時には、基準地震動（S<sub>s</sub>）に対する耐震性を有する中央制御室の3-循環水ポンプ停止監視盤（安全系より給電）に警報発信するように設定されていることから、検知機能を喪失した場合でも早期の復旧が可能である。

また、定期検査等で定期的に点検を行いつつ、巡視点検で健全性の確認を実施することで、検知機能を健全な状態に維持することが可能である。



## 5. 設備の配置

原子炉補機冷却海水ポンプ室及び循環水ポンプエリアの漏えい検出器の設置位置は、漏えいを確実に検知するため、以下を考慮し決定した。

### ① 区画床面の最も低く、かつ平坦な場所

- ・海水ポンプ室 床面 + 5 c m (T. P 2. 5 5 m)
- ・循環水ポンプエリア 床面 + 5 c m (T. P 1. 0 5 m)

### ② パトロール、運転操作、定検作業等と干渉しない場所

検出器は水没しても機能を維持する。また、検出器のリレーBOX及び中継器は漏えい検知以前に機能喪失しないようにT. P 2. 5 m以上に配置されている。なお、リレーBOX及び中継器が水没した場合は警報を発信する。

## 8. 屋外タンクからの溢水影響について

### 1. はじめに

- T. P. 10. 3mに屋外タンク（純水タンクおよびろ過水タンク）が計8基設置されており（タンクの諸元を表1. に示す。）、S s地震に対して耐震性を有する設計としており、地震破損し無い事を確認している。（8－別紙1参照）
- 一方、タンク接続配管については、地震時、および想定破損を考慮することが必要と考えている。
- 本資料では、タンク接続配管からの地震時および想定破損時の溢水が、防護対象設備が設置されている建屋への影響を及ぼさない事を説明する。

### 2. 影響評価の考え方

- 地震時の破損の考え方
  - 代表配管の健全性が確保されていないことから、保守的に全ての配管が破損してタンク8基の全容量21,000m<sup>3</sup>（オーバーフローレベルでの容量）が破損配管から放出されると想定する。（8－別紙2参照）
- 想定破損の考え方
  - 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）の2.1項「原子力施設の溢水評価（1）溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水の想定にあたり、以下の記載がある。
    - 一系統における単一の機器の破損とし、他の系統および機器は健全なものと仮定する。
  - 評価ガイドを踏まえ、タンクの接続配管の貫通クラック一箇所からの漏洩量としては、最大容量であるろ過水タンク4基分（4基は水運用の観点から連絡配管で繋がっている。）の容量13,800m<sup>3</sup>（オーバーフローレベルでの容量）を想定する。（8－別紙2参照）
- 防護対象設備設置建屋への浸水評価の考え方
  - 屋外タンクの配置状況、防護対象設備が設置されている建屋（原子炉補助建屋、原子炉建屋、ディーゼル発電機建屋、循環水ポンプ建屋）およびこれらに隣接している建屋（出入管理建屋、電気建屋、タービン建屋）との位置関係等は図1、2のとおりであり、赤線部分は各建屋のシャッター等の溢水浸入個所を示す。
  - 破損箇所からの溢水が防護対象設備設置建屋へ浸水する可能性を評価するため、簡易評価モデルによる伝播・浸水評価により建屋浸水量を算出して、溢水伝播防止対策設備の設計条件を満足していることを確認する。
  - また、この方法の適切性を確認することを目的として、地表面における伝播浸水を、数値解析モデルを用いて評価する。（8－別紙3参照）

表1. 屋外タンク諸元

| タンク名称        | 基数 | 内径 (mm) | 高さ (mm) | 容量 (m <sup>3</sup> /基) *1 |
|--------------|----|---------|---------|---------------------------|
| 1、2号機 純水タンク  | 2  | 12,590  | 14,800  | 1,800                     |
| 3号機 純水タンク    | 2  | 12,590  | 14,800  | 3,450                     |
| 1、2号機 ろ過水タンク | 2  | 15,500  | 19,625  | 1,800                     |
| 3号機 ろ過水タンク   | 2  | 15,500  | 19,625  | 3,450                     |

\*1: オーバーフローレベルでの容量

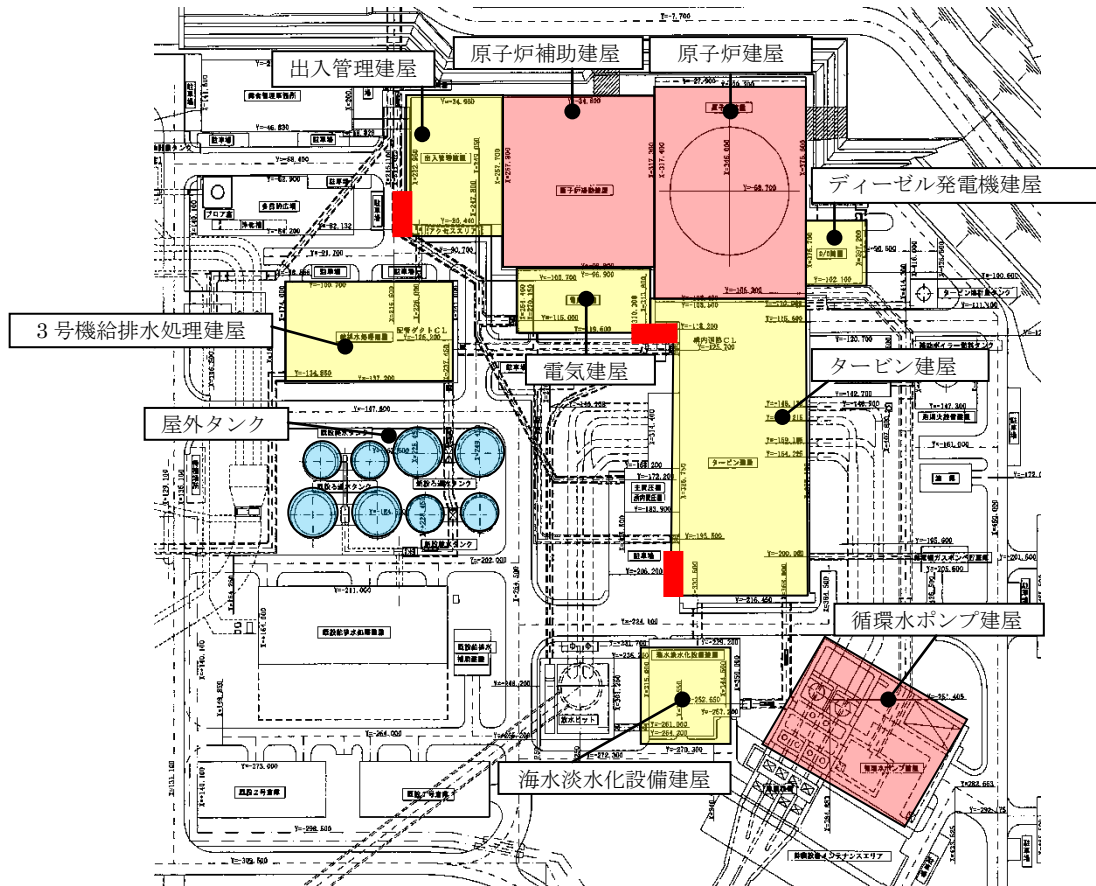


図1 全体配置図

3. 評価のフローについて

- 2. 項「評価の考え方」に基づき、図2. に評価フローを示す。
- 評価フローの考え方は以下のとおり。
  - ①. 屋外タンク8基及び屋外タンクに接続する配管（それぞれ耐震Cクラス）について基準地震動 $S_s$ により健全性を確認する。なお、低エネルギー配管である接続配管について想定破損除外のための応力評価は実施せず、貫通クラックを想定する。
  - ②. ①の健全性確認を踏まえて、破損すると評価された場合は、保守的に全数が破損するものとし、かつ、破損個所を想定する。
  - ③. 破損個所からの漏えい水が建屋に浸水する可能性を評価するため、簡易評価モデルによる伝播・浸水評価の方法により建屋浸水量を算出して、溢水伝播防止対策設備の設計条件を満足していることを確認する。この方法の適切性を確認することを目的に、地表面における伝播浸水を、数値解析モデルを用いて評価する。

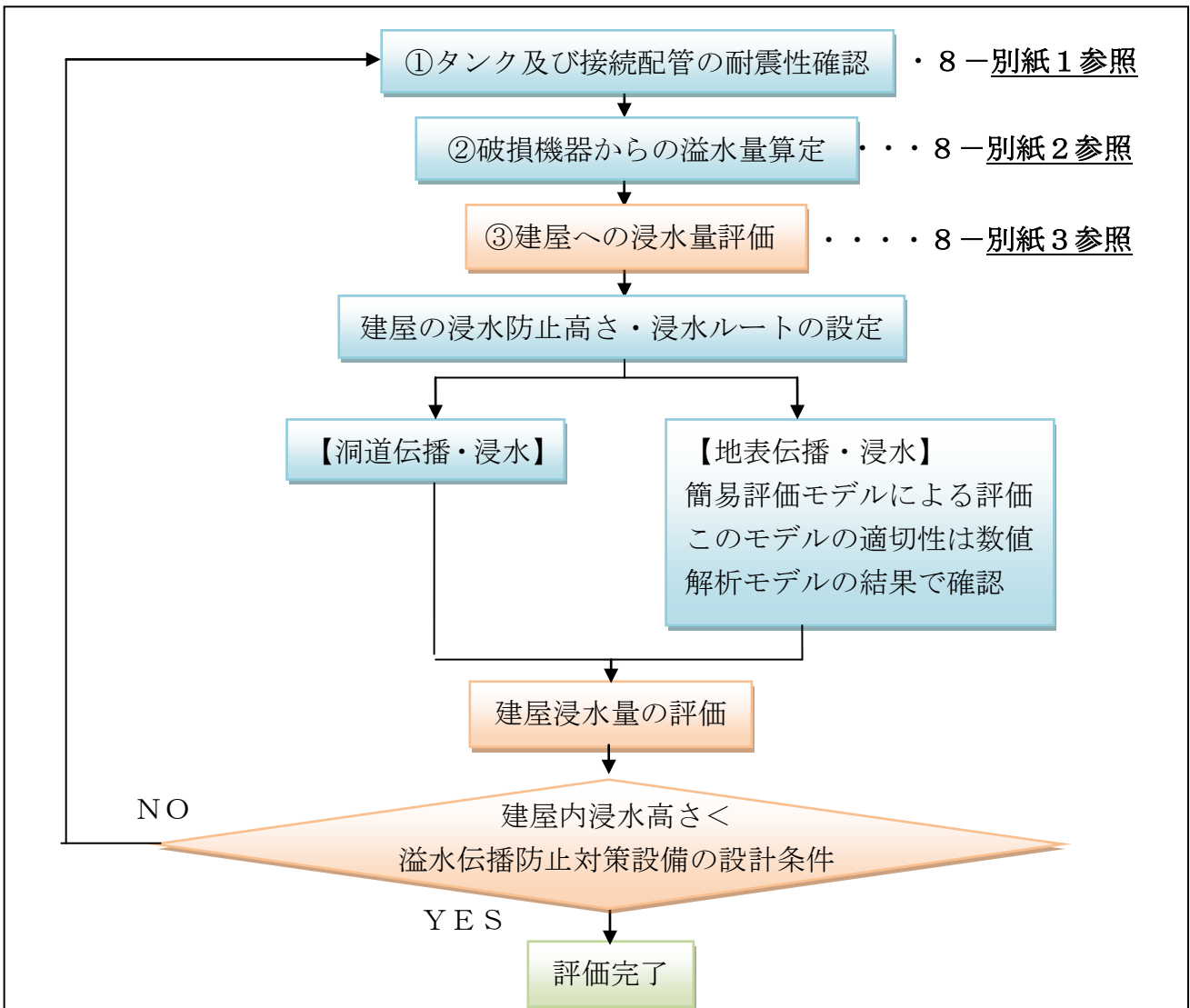


図2 評価フロー

#### 4. 評価結果

- 評価結果詳細については、8-別紙3参照のこと。
- 表2. に地震破損による影響評価結果、表3. 想定破損による影響評価結果を示す。
- 地震および想定破損による溢水影響評価結果は以下のとおり。
  - 地震破損では、出入間建屋および電気建屋への浸水が発生するが、浸水防止高さ以下であることから、浸水による影響はない。
  - 想定破損では、建屋内への浸水は発生しない。

表2 地震破損

| 建屋名称       | 距離<br>(m) | 水位<br>(m) | 浸水防止<br>高さ(m) | 浸水<br>有無 | 円弧<br>(m) | 扉幅<br>(m) | 浸水量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|------------|-----------|-----------|---------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|
| 出入管理建屋     | 90        | 1.75      | 0.3           | 有        | 282       | 3.0       | 224                      |
| 電気建屋       | 110       | 1.11      | 0.3           | 有        | 345       | 4.5       | 274                      |
| 原子炉補助建屋    | 90        | 1.75      | 4.7           | 無        | —         | —         | —                        |
| 原子炉建屋      | 110       | 1.11      | 4.7           | 無        | —         | —         | —                        |
| ディーゼル発電機建屋 | 110       | 1.11      | 4.7           | 無        | —         | —         | —                        |
| 循環水ポンプ建屋   | 170       | 0.47      | 2.5           | 無        | —         | —         | —                        |

表3 想定破損

| 建屋名称       | 距離<br>(m) | 水位<br>(m) | 浸水防止<br>高さ (m) | 浸水<br>有無 | 円弧<br>(m) | 扉幅<br>(m) | 浸水量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|------------|-----------|-----------|----------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|
| 出入管理建屋     | 90        | 1.15      | 0.3            | 有        | 282       | 3.0       | 148                      |
| 電気建屋       | 110       | 0.73      | 0.3            | 有        | 345       | 4.5       | 181                      |
| 原子炉補助建屋    | 90        | 1.15      | 4.7            | 無        | —         | —         | —                        |
| 原子炉建屋      | 110       | 0.73      | 4.7            | 無        | —         | —         | —                        |
| ディーゼル発電機建屋 | 110       | 0.73      | 4.7            | 無        | —         | —         | —                        |
| 循環水ポンプ建屋   | 170       | 0.31      | 2.5            | 無        | —         | —         | —                        |

以上

## 「タンク及び接続配管の耐震性確認」について

## 1. 屋外タンクの耐震性評価について

## (1) 評価方針等

「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-補1984、1987、1991 追補版」(以下、「JEAG4601」と言う。)に従い、基準地震動 $S_s$ における屋外タンクの耐震性評価を実施した。評価対象タンクの諸条件を以下に示す。

|             | 板厚 (mm) | 水位 (mm) (注)   | 総重量 (kN) |
|-------------|---------|---------------|----------|
| 1・2号機純水タンク  | 10      | 10, 510 (76%) | 13, 537  |
| 3号機純水タンク    | 9       | 10, 503 (76%) | 13, 725  |
| 1・2号機ろ過水タンク | 12      | 14, 483 (80%) | 27, 969  |
| 3号機ろ過水タンク   | 14      | 14, 483 (80%) | 28, 095  |

(注) 括弧内の%は最高水位に対する割合。

## (主な解析条件)

- ・減衰定数 : (水平) 1.0%、(鉛直) 1.0%
- ・床応答曲線 :  $\pm 10\%$  拡幅
- ・応力の組合せ : 二乗和平方根 (SRSS)
- ・許容応力状態 :  $IV_A S$
- ・評価項目 : JEAGに基づくSクラス容器の評価項目 (胴板)
- ・板厚条件 : 公称値 (1mm腐れ代考慮)

## (2) 評価結果

結果は次表の通りであり、全ての屋外タンクが地震時に健全であることを確認した。

表1 1、2号機純水タンク

|      | 評価項目          | 評価値    | 許容値    |
|------|---------------|--------|--------|
| 強度評価 | 一次一般膜応力       | 131MPa | 240MPa |
|      | 一次応力 (膜+曲げ)   | 131MPa | 360MPa |
|      | 一次+二次応力の変動値   | 169MPa | 490MPa |
| 座屈評価 | 曲げ圧縮と軸圧縮による座屈 | 0.56   | 1.0    |

表2 3号機純水タンク

| 評価項目 |               | 評価値       | 許容値       |
|------|---------------|-----------|-----------|
| 強度評価 | 一次一般膜応力       | 1 4 8MP a | 2 4 0MP a |
|      | 一次応力 (膜+曲げ)   | 1 4 8MP a | 3 6 0MP a |
|      | 一次+二次応力の変動値   | 1 9 5MP a | 4 9 0MP a |
| 座屈評価 | 曲げ圧縮と軸圧縮による座屈 | 0. 7 9    | 1. 0      |

表3 1、2号機ろ過水タンク

| 評価項目 |               | 評価値       | 許容値       |
|------|---------------|-----------|-----------|
| 強度評価 | 一次一般膜応力       | 1 9 0MP a | 2 4 0MP a |
|      | 一次応力 (膜+曲げ)   | 1 9 0MP a | 3 6 0MP a |
|      | 一次+二次応力の変動値   | 2 5 7MP a | 4 9 0MP a |
| 座屈評価 | 曲げ圧縮と軸圧縮による座屈 | 0. 9 7    | 1. 0      |

表4 3号機ろ過水タンク

| 評価項目 |               | 評価値       | 許容値       |
|------|---------------|-----------|-----------|
| 強度評価 | 一次一般膜応力       | 1 6 1MP a | 2 4 0MP a |
|      | 一次応力 (膜+曲げ)   | 1 6 1MP a | 3 6 0MP a |
|      | 一次+二次応力の変動値   | 2 1 4MP a | 4 9 0MP a |
| 座屈評価 | 曲げ圧縮と軸圧縮による座屈 | 0. 6 7    | 1. 0      |

### (3) タンク水位管理について

タンク水位を管理することにより、タンクの健全性を維持することになるため、この水位を保安規定により管理することとする。なお、具体的な水位管理値については、強度評価等の許容値を満足する範囲でプラント運営上支障の無い管理値を今後、設定することとし、別途報告することとする。

## 2. 接続配管の耐震性評価について

### (1) 接続配管のタンク周辺状況 (地上)

図1の様に、タンクには多数の配管が接続されており、向かい合ったAタンクとBタンクの連絡配管にもなっている。

1,2号機純水タンク接続配管(Aタンク側)



3号機純水タンク接続配管(Aタンク側)



1,2号機ろ過水タンク接続配管(Aタンク側)



3号機ろ過水タンク接続配管(Aタンク側)

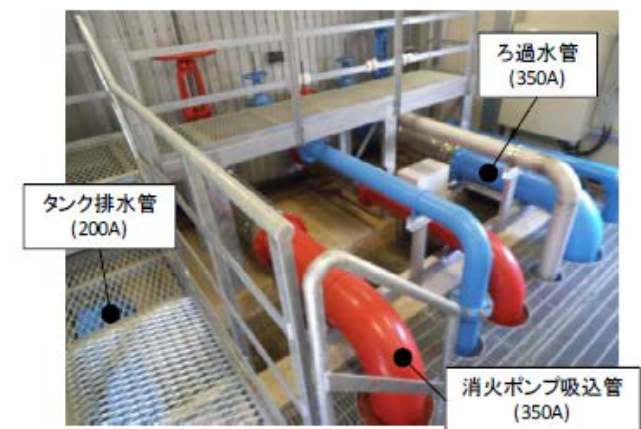


図1 接続配管の状況 (タンク周辺)

## (2) 配管の洞道内状況

タンクからの配管は、図2のとおり、洞道（ピンク色の個所）内を経由して各建屋に接続している。また、図3、4のとおり、洞道の地上開口部（点検口）は扉で閉止されており、タービン建屋との接続箇所も扉で閉止されている。



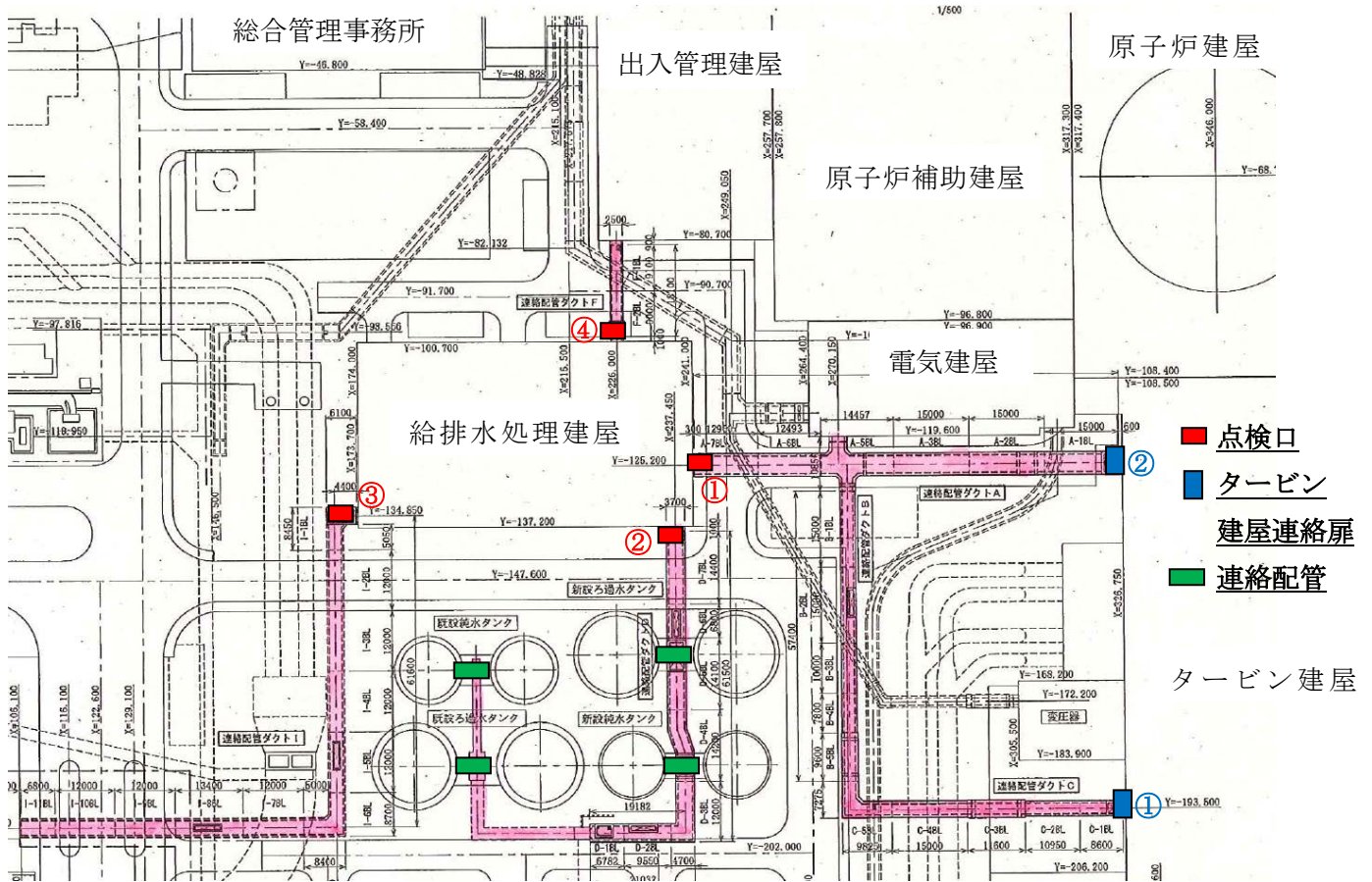


図2 洞道配置状況



図3 点検口①



図4 タービン建屋連絡扉①

(3) 評価対象配管および評価結果について

評価対象配管は、発生応力が最も大きくなると予測される配管を選定することとする。

タンク周辺の接続配管は、地震時のタンク滑りによる強制変位の影響を強く受ける。滑り量が多いタンクは泊3号機ろ過水タンクであり、このタンクの接続配管のうち変位吸収能力(\*)が小さい「ろ過水管」と「タンク排水管・オーバーフロー管」が最も発生応力が大きくなると考えられる。

(\*) 変位吸収能力は、「高圧ガス設備等耐震設計指針」に規定されており、地震方向に直交する平面に対する配管スパンの投影長さに降伏歪と配管外径の比を掛けた値に比例する量である。この値は発生応力に反比例するため、この値により発生応力の程度を予測することが出来る。

以上から、基準地震動S<sub>s</sub>時のタンク滑動量を、これらの配管への強制変位として入力し、配管の耐震性について確認した。(図5、6参照)

配管に設置されているフレキシブルホースについては、軸方向は402.7 N/mm、軸直角方向は99.1 N/mmのバネ定数でモデル化しており、図6に示すとおり、配管分岐部で最大応力が発生している。

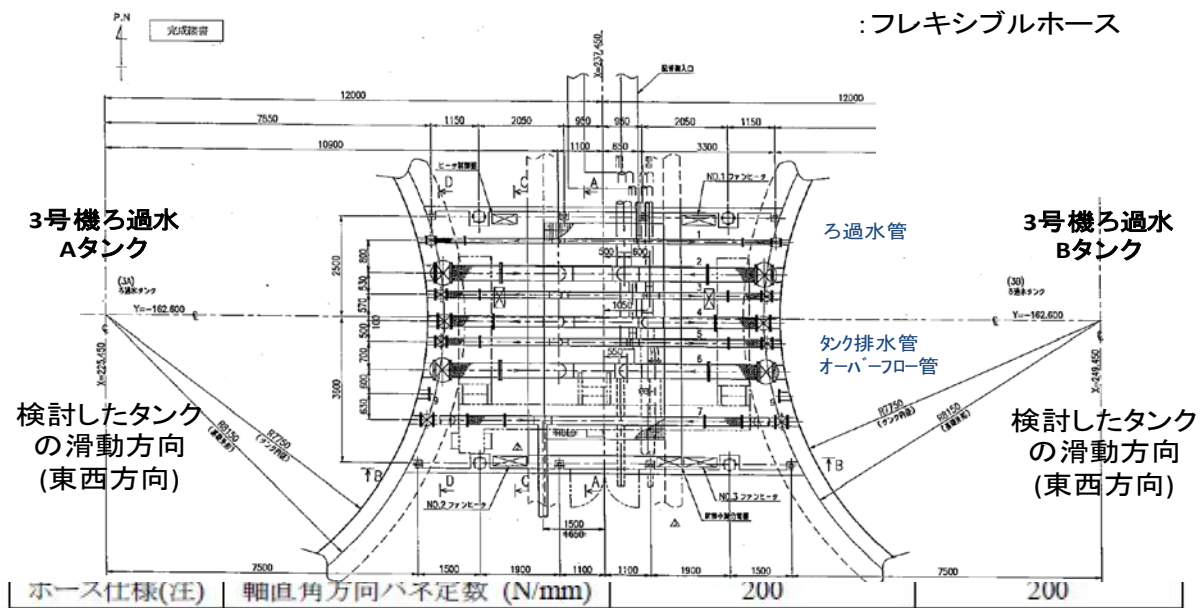
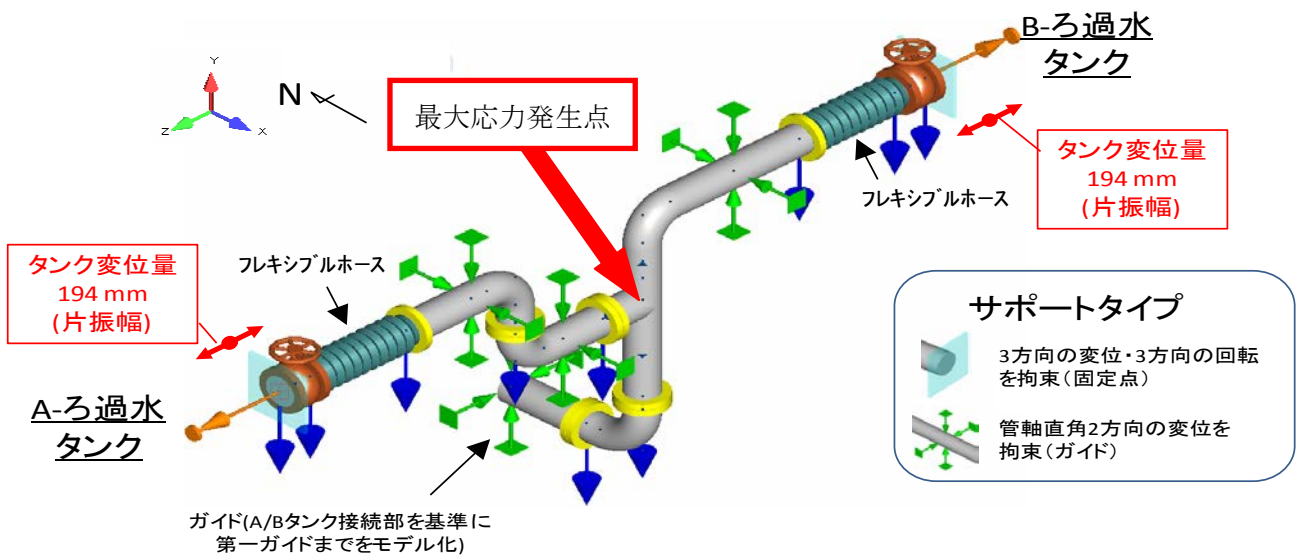
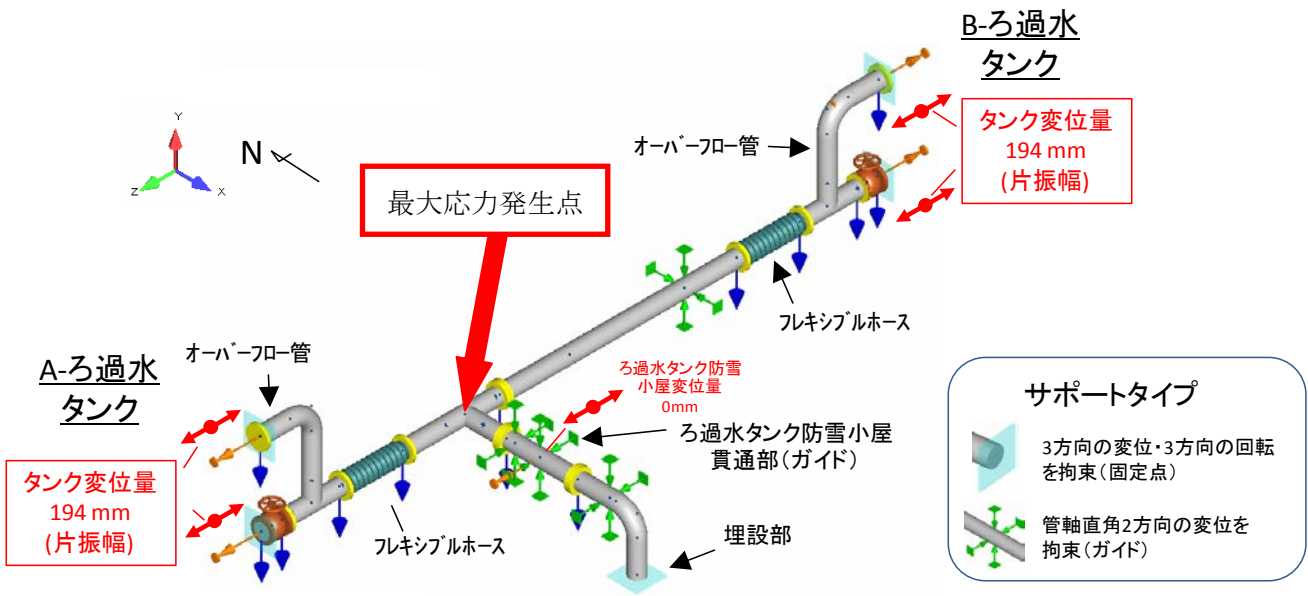


図5 接続配管の評価に採用したタンクの滑動方向、フレキシブルホース設置状況



(a) ろ過水管 (350A)



(b) タンク排水管 (200A) / オーバーフロー管 (200A)

図6 3号機ろ過水タンク接続配管 解析モデル

表5 タンク接続配管の耐震性評価結果 (一次+二次応力)

|                 | 算定応力<br>(MP a) | 許容応力<br>(MP a) | 算定応力<br>/許容応力 |
|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| ろ過水管            | 9 2 4 . 1      | 4 3 0 . 0      | 2 . 1 5       |
| タンク排水管/オーバーフロー管 | 9 4 1 . 2      | 2 9 4 . 0      | 3 . 2 0       |

以上

## 「破損機器からの溢水量算定」について

### 1. 破損を想定する機器について

地震時に屋外タンクの健全性は確保されるため地震時の破損を想定しないが、配管は代表配管の健全性が確保されないことから保守的に全ての配管が地震時に破損すると想定する。

(別紙1参照) また、配管の想定破損については、応力評価を実施していないことから、1箇所の貫通クラックを想定する。

### 2. 想定する溢水量について

地震時は、タンク8基の全容量21,000m<sup>3</sup>(オーバーフローレベルでの容量)が破損配管から放出されると想定する。

想定破損時は、タンクの接続配管の貫通クラック1箇所からの漏えい量として、最大容量であるろ過水タンク4基分(1・2号ろ過水タンク2基と3号ろ過水タンク2基は、互いに水を融通することを目的に連絡配管で繋がっており、配管の貫通クラック1箇所からタンク4基の保有水が放出される。)の容量13,800m<sup>3</sup>(オーバーフローレベルでの容量)を想定する。

### 3. 伝播経路について

配管からの漏えい箇所は、タンク周辺(地上)および洞道内が想定され、この漏えい水の各建屋への伝播経路は、地表伝播および洞道伝播となる。

#### ①タービン建屋(洞道伝播)

評価上最も厳しい条件として、破損配管からの全放出量が洞道伝播によりタービン建屋連絡扉を経由してタービン建屋に全量浸水すると想定する。

#### ②タービン建屋以外の建屋(地表伝播)

タービン建屋以外の建屋は、洞道に連絡扉がないため、洞道伝播による建屋浸水は発生しない。タンク周辺の連絡配管で漏水が発生した場合には、グレーチングから洞道に落下し洞道内伝播する水と地表に放出され地表伝播する水に分けられる。(図1参照) また、洞道内で漏水が発生した場合には、洞道内の地下に蓄えられる水とグレーチング又は点検口から地表に漏れ出て地表伝播していく水に分けられる。

連絡配管及びグレーチングは防雪小屋内にあり、この小屋(薄肉鉄板造り)は点検口(コンクリート造り)に比べると耐震性が劣るため、グレーチングから漏れ出た水の方が、地震で崩壊した防雪小屋から流れ出て地表を伝播しやすいと考えられる。(図2参照) 更に、グレーチング部の面積は点検口より大きいため、この点からもグレーチングからの地表伝播が優勢と考えられる。

ここで、出入管理建屋等に近い点検口(①④)からの溢水伝播の影響を保守的に評価するため、全溢水量の半分が点検口から地表伝播するケースを想定する。もう一つのケースとして、全溢水量が連絡配管から地表伝播(グレーチングへの落下を無視)する場合も想定する。

以上を整理したものを、表1に示す。

表1 評価ケース一覧

| No | 内容                           | 地震時溢水量                        | 想定破損時溢水量                     |
|----|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1  | タービン建屋（洞道伝播）                 | 21,000 m <sup>3</sup>         | 13,800 m <sup>3</sup>        |
| 2  | タービン建屋以外<br>（連絡配管からの地表伝播）    | 21,000 m <sup>3</sup>         | 13,800 m <sup>3</sup>        |
| 3  | タービ建屋以外<br>（連絡配管と点検口からの地表伝播） | 各々から<br>10,500 m <sup>3</sup> | 各々から<br>6,900 m <sup>3</sup> |

3号機ろ過水タンク接続配管(Aタンク側)

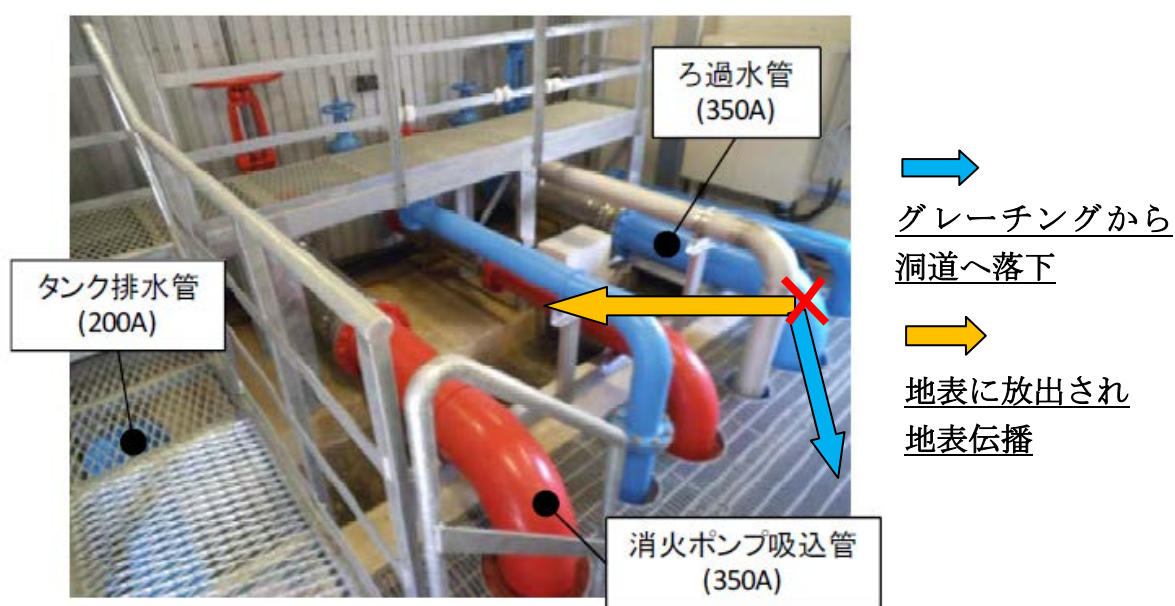


図1 連絡配管（防雪小屋内）から漏えい水の状況



3号ろ過水タンク防雪小屋①  
(同道までの深さ約1.4m)



3号純水タンク防雪小屋②  
(同道までの深さ約1.4m)



1・2号純水タンク防雪小屋③



1・2号ろ過水タンク防雪小屋④



点検口④  
(洞道までの深さ約1.4m)



点検口①  
(洞道までの深さ約1.5m)

図2 タンク防雪小屋及び点検口の状況

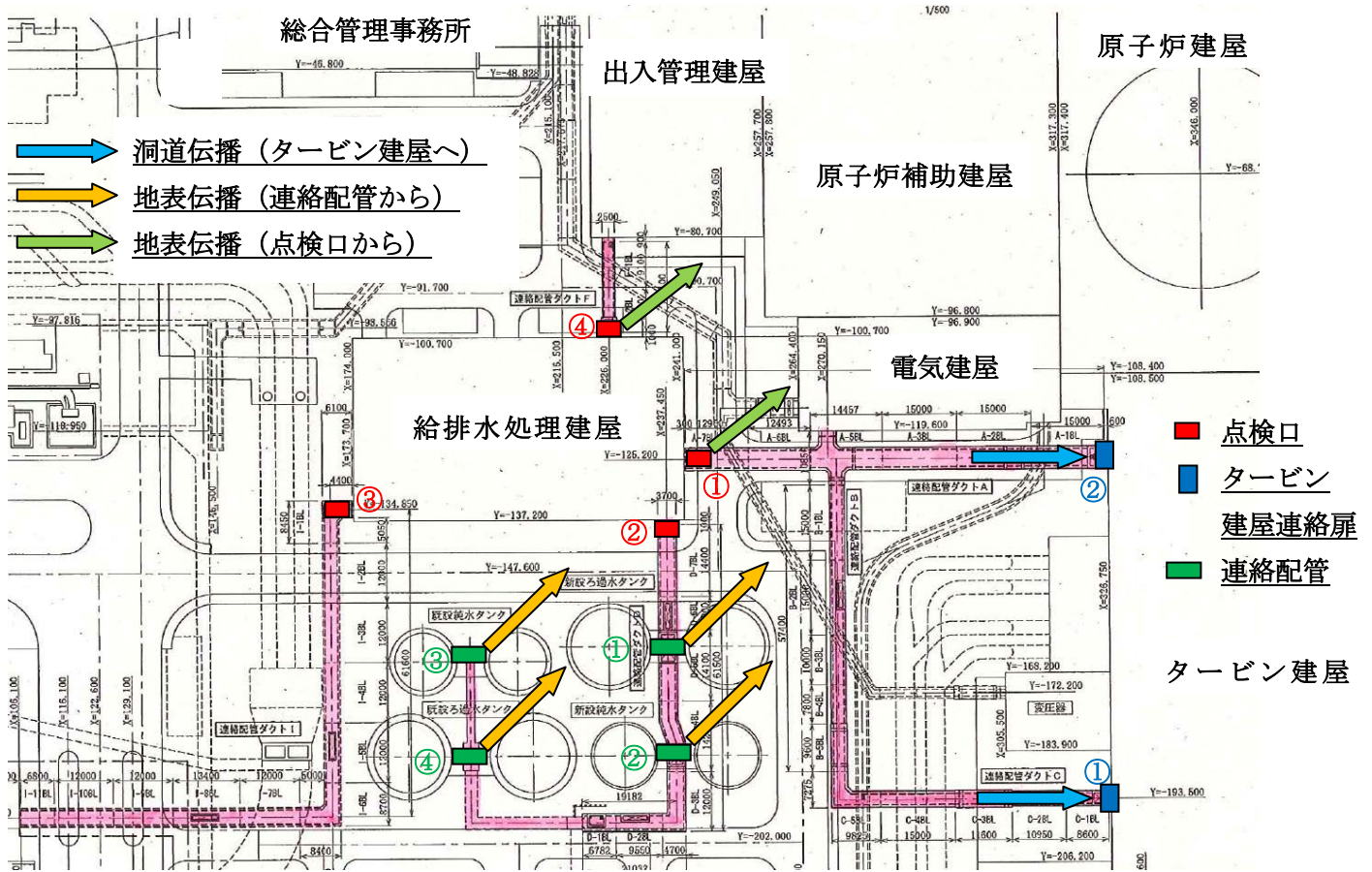


図3 評価する溢水伝播

## 「建屋への浸水量評価」について

## 1. 各建屋の浸水防止高さおよび浸水ルートについて

表1に浸水防止高さと浸水ルートを示す。溢水伝播評価から算出される水位と浸水防止高さを比較することで建屋への浸水有無を確認し、浸水する場合には、浸水ルートからの浸水量を算出する。

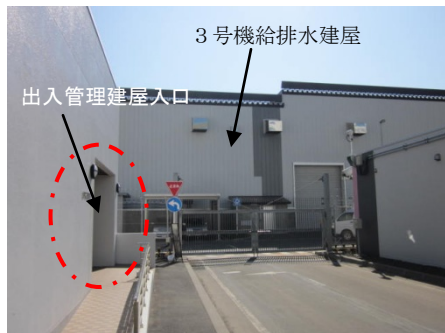
表1 建屋の浸水防止高さ

| 建屋名称       | 浸水防止高さ (m) | 浸水ルート                          |
|------------|------------|--------------------------------|
| 出入管理建屋     | 0.3        | 入口玄関                           |
| 電気建屋       | 0.3        | シャッター                          |
| タービン建屋     | 0.3        | シャッター（水位が2mを超えると腰壁を超えて換気口から浸水） |
| 原子炉補助建屋    | 4.7        | 貫通部等                           |
| 原子炉建屋      | 4.7        | 貫通部等                           |
| ディーゼル発電機建屋 | 4.7        | 貫通部等                           |
| 循環水ポンプ建屋   | 2.5        | 貫通部等                           |

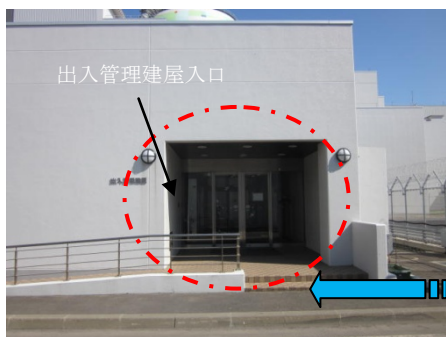
(注) 浸水防止高さはT. P. 10.3mからの高さ

屋外タンクと各建屋の位置関係等を次頁に示す。

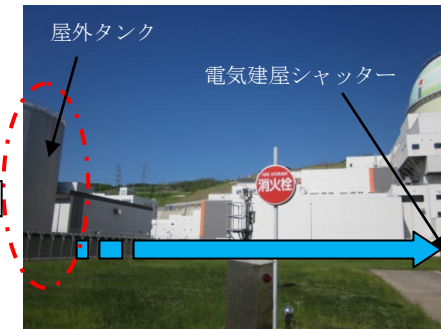
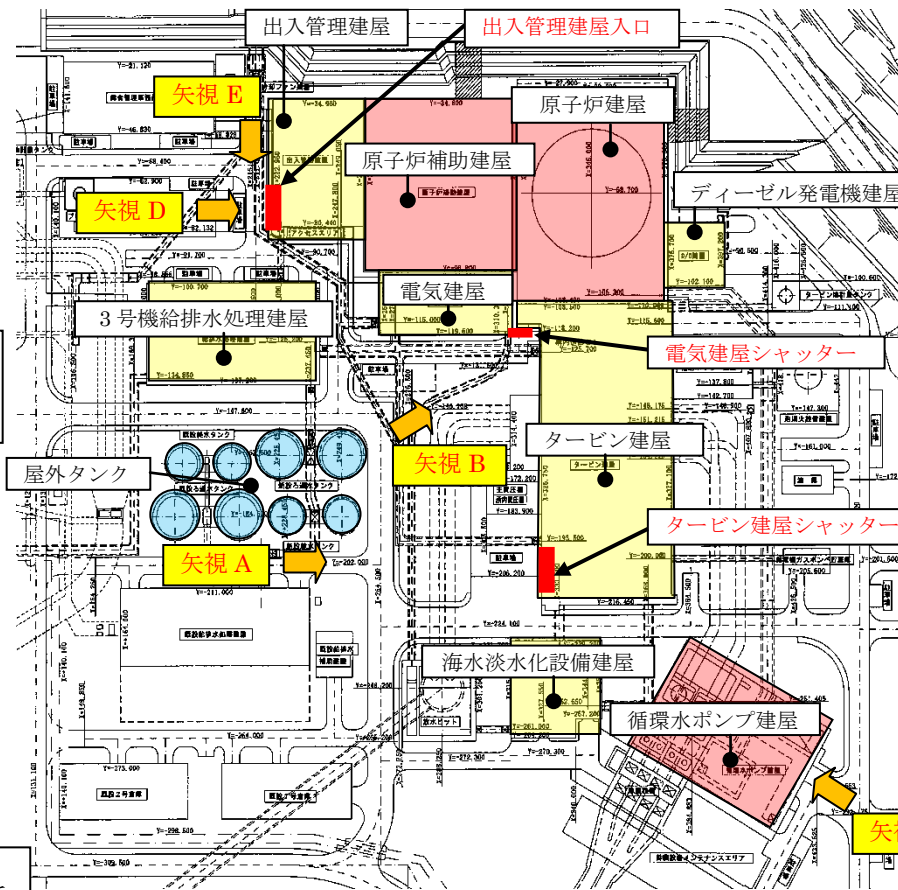
# 屋外タンクと各建屋の位置関係



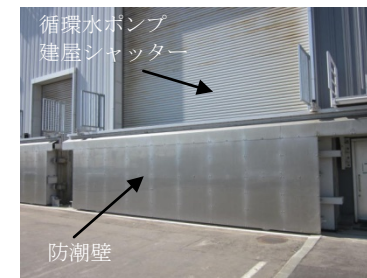
**【矢視 E】**  
 出入管理建屋入口と屋外タンクの位置関係  
 ・この位置から屋外タンクは視認できない。



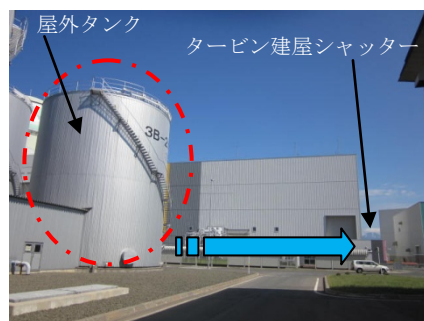
**【矢視 D】**  
 出入管理建屋入口と屋外タンクの位置関係  
 ・障害物（3号機給排水処理建屋）  
 ・離隔距離小さい  
 ・建屋入口は屋外タンクからの溢水伝播方向に直交している。



**【矢視 B】**  
 電気建屋シャッターと屋外タンクの位置関係  
 ・障害物無し  
 ・離隔距離小さい。



**【矢視 C】**  
 循環水ポンプ建屋と屋外タンクの位置関係  
 ・障害物（海水淡水化設備建屋、タービン建屋）  
 ・循環水ポンプ建屋は、搬入シャッターを含めて津波対応として腰壁まで水密化している。



**【矢視 A】**  
 タービン建屋と屋外タンクの位置関係  
 ・障害物なし  
 ・離隔距離少ない。



## 2. タービン建屋（洞道伝播）の影響評価

洞道伝播によりタービン連絡扉経由で、地震時は21,000m<sup>3</sup>、想定破損時は13,800m<sup>3</sup>がタービン建屋に流入するとした場合の影響評価結果は表2のとおりであり、隣接する原子炉建屋の浸水防止高さ位置T. P. 15.0mまで水位は上昇しないため、原子炉建屋への浸水は生じない。

表2 タービン建屋溢水影響評価結果

|      | タービン建屋<br>内循環水管継<br>手からの溢水<br>(m <sup>3</sup> ) | 機器からの<br>溢水(m <sup>3</sup> ) | タンクから<br>の溢水(m <sup>3</sup> ) | 合計溢水<br>(m <sup>3</sup> ) | < T.P. 10.3m 以下<br>の空間容積(m <sup>3</sup> ) |
|------|---|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---|
| 地震   | 6,100   | 2,970                        | 21,000                        | 30,070                    |   |
| 想定破損 | 350   |                              | 13,800                        | 17,120                    |   |
|      |   |                              |                               |                           | 61,500                                    |

(注) 想定破損による溢水は、伸縮継手と各配管の溢水の最大値となるが、本評価では合計溢水で評価した。

## 3. タービン建屋以外の建屋（連絡配管からの地表伝播）の影響評価

### (1) 伝播・浸水評価の方法について

以下のとおり、簡易評価モデルによる伝播・浸水評価方法を検討した。

連絡配管からの溢水の地表伝播は、基本的には屋外タンク位置から同心円状に伝播すると考えられるが、敷地内は平坦であるものの構造物等の影響により指向性を持つ可能性がある。

この影響を保守的に考慮するため、伝播は180°の指向性を持つとして、建屋の浸水量を算出して、これから建屋内水位を算出した。具体的な評価手順（図1参照）は、下記のとおりである。

- ①タンク8基の中心位置と建屋浸水ルートとの距離（または最短距離）を算出し、これを半径とする半円（伝播角度180°に対応）を滞留面積とする。
- ②配管からの漏えい量を滞留面積で割って水位を算出して、建屋の浸水防止高さと比較し、建屋浸水有無を確認する。
- ③浸水有りの場合、半円の弧長さと建屋浸水ルート幅（横幅）の比に漏えい量を乗じた値を、建屋浸水量とする。
- ④建屋浸水量から建屋内水位を算出し、建屋の溢水伝播防止対策設備の設計条件を超えないことを確認する。

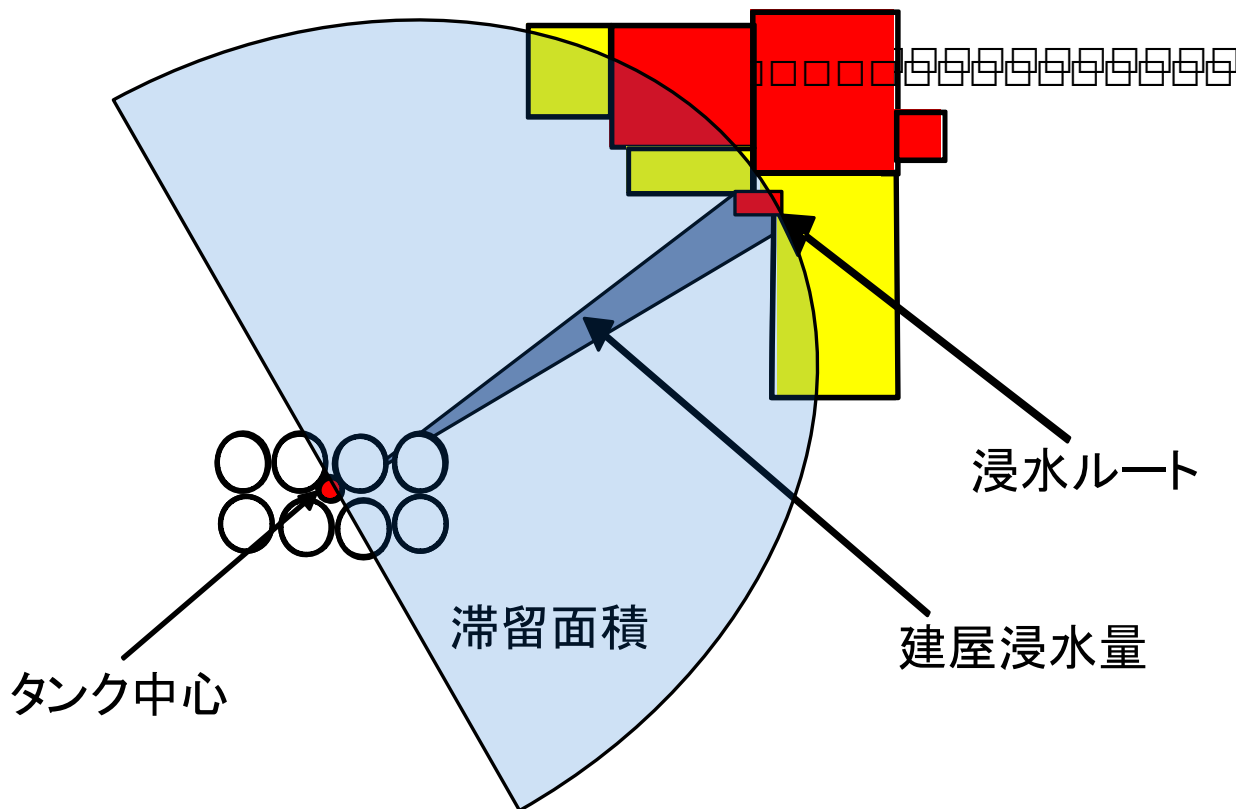


図1 算出手順概念図

(2) 建屋浸水量の算出結果について

(1) で設定した算出手順 (簡易モデル) による、各建屋の浸水有無および建屋浸水量の算出結果は、次表のとおりである。

この算出結果の適切性を確認するために、3次元流動解析コード「Fluent Ver. 14」(以下、「Fluent」と言う。)を用いた数値計算を実施している。この計算では、敷地内の側溝等による排水は考慮せず、道路や芝生等を含む地面は全て滑らかな条件として設定することで保守性を担保させることとした。計算の結果、各建屋への浸水は発生しなかった。(添付1、2参照)

地震時の Fluent の計算が最大水位約0.3mで建屋浸水無しの結果に対して、簡易モデルは保守的な評価結果になっている。

表2 地震破損

| 建屋名称       | 距離 (m) | 水位 (m) | 浸水防止高さ (m) | 浸水有無 | 円弧 (m) | 扉幅 (m) | 浸水量 (m <sup>3</sup> ) |
|------------|--------|--------|------------|------|--------|--------|-----------------------|
| 出入管理建屋     | 90     | 1.75   | 0.3        | 有    | 282    | 3.0    | 224                   |
| 電気建屋       | 110    | 1.11   | 0.3        | 有    | 345    | 4.5    | 274                   |
| 原子炉補助建屋    | 90     | 1.75   | 4.7        | 無    | —      | —      | —                     |
| 原子炉建屋      | 110    | 1.11   | 4.7        | 無    | —      | —      | —                     |
| ディーゼル発電機建屋 | 110    | 1.11   | 4.7        | 無    | —      | —      | —                     |
| 循環水ポンプ建屋   | 170    | 0.47   | 2.5        | 無    | —      | —      | —                     |

表3 想定破損

| 建屋名称       | 距離<br>(m) | 水位<br>(m) | 浸水防止<br>高さ (m) | 浸水<br>有無 | 円弧<br>(m) | 扉幅<br>(m) | 浸水量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|------------|-----------|-----------|----------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|
| 出入管理建屋     | 90        | 1.15      | 0.3            | 有        | 282       | 3.0       | 148                      |
| 電気建屋       | 110       | 0.73      | 0.3            | 有        | 345       | 4.5       | 181                      |
| 原子炉補助建屋    | 90        | 1.15      | 4.7            | 無        | —         | —         | —                        |
| 原子炉建屋      | 110       | 0.73      | 4.7            | 無        | —         | —         | —                        |
| ディーゼル発電機建屋 | 110       | 0.73      | 4.7            | 無        | —         | —         | —                        |
| 循環水ポンプ建屋   | 170       | 0.31      | 2.5            | 無        | —         | —         | —                        |

## (3) 建屋浸水量と溢水伝播防止対策設備の設計条件の比較について

低耐震建屋である出入管理建屋及び電気建屋への屋外タンクからの浸水量は、本浸水量と低耐震建屋内の破損配管からの溢水量により発生する建屋内水位が、防護対象設備設置建屋への溢水伝播を防止する設備（溢水伝播防止対策設備）の設計条件であるT. P. 1.5m以下となるように制限する必要がある。この制限値は下表のとおりであり、(2)の算出値はこの制限値未満であり問題ない。

表4 建屋浸水量の制限値と算出値

|        | 地震破損 (m <sup>3</sup> ) |     | 想定破損 (m <sup>3</sup> ) |     |
|--------|------------------------|-----|------------------------|-----|
|        | 制限値                    | 算出値 | 制限値                    | 評価値 |
| 出入管理建屋 | 850                    | 224 | 1,300                  | 148 |
| 電気建屋   | 2,250                  | 274 | 2,700                  | 181 |

## 4. タービン建屋以外の建屋（点検口および連絡配管からの地表伝播）の影響評価

## (1) 水位または建屋浸水量への影響

全溢水量の半分が点検口から地表伝播する場合、連絡管からの地表伝播に比較して各建屋までの距離が短くなっており、さらに給排水処理建屋がこの方向への溢水伝播を阻害していることから、この給排水処理建屋の影響を簡易評価モデルに取り入れる必要がある。

図2から、連絡配管からの地表伝播で給排水処理建屋による伝播阻害が生じている状況では、滞留面積の合計は、ほぼ半円となっている。そして、この滞留面積が半円という状況を、簡易評価モデルでは取り入れており、この保守性はFluentの計算結果との比較で確認されている。

図3から、点検口からの地表伝播での給排水処理建屋による影響を考えると滞留面積の合計はほぼ1/4円となっている。つまり、簡易評価モデルの半円の半分になっている。

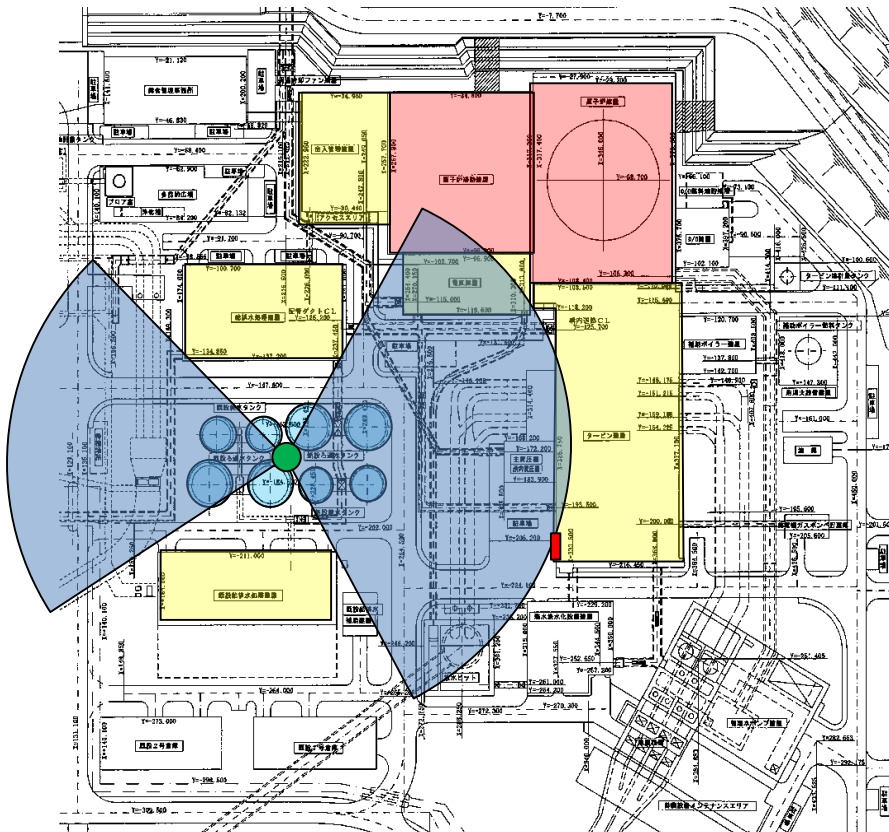
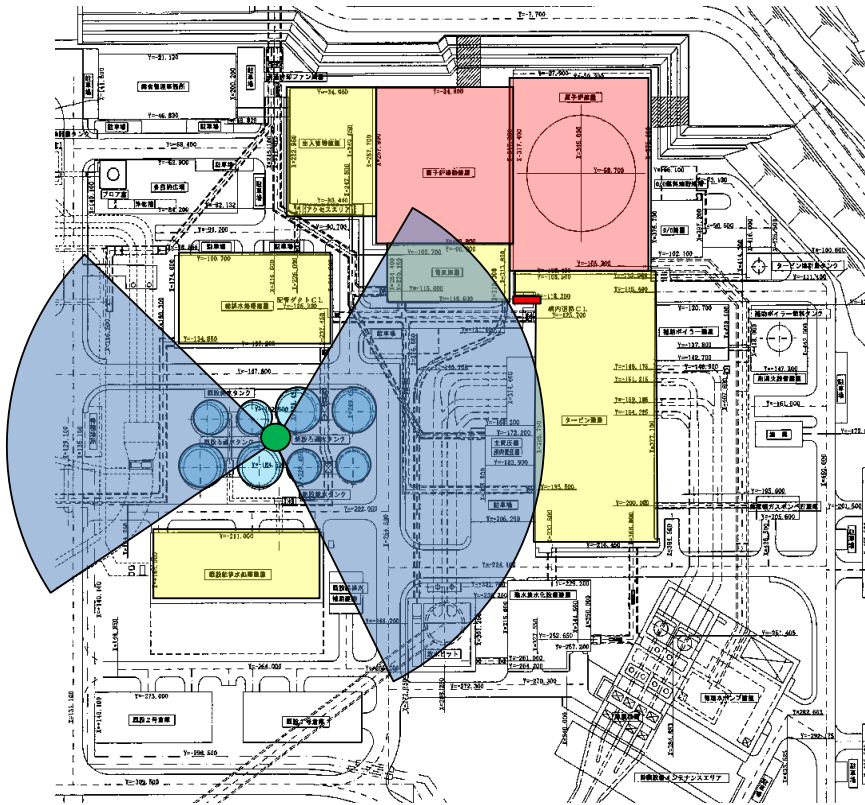


図2 連絡配管からの地表伝播時の滞留状況

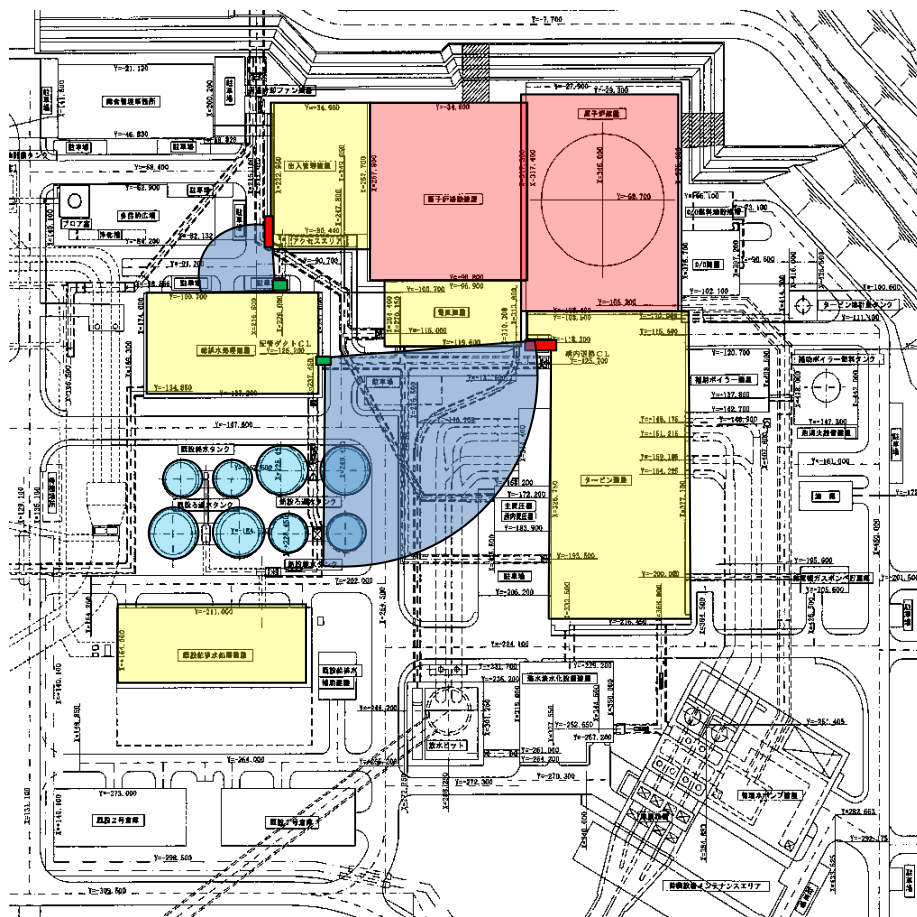


図3 点検口からの地表伝播時の滞留状況

以上から、点検口からの地表伝播の場合は、簡易評価モデルを1/4円伝播に補正することとした。

建屋に浸水がない場合の伝播による水位については、連絡配管からのみの伝播による水位をH、連絡配管と点検口両方からの伝播の場合の連絡配管からの伝播による水位をh1、点検口からの伝播による水位をh2とする。更に、全溢水量をQ、連絡管から浸水ルートまでの距離をR、点検口から浸水ルートまでの距離をrとすると、倍率  $(h1 + h2) / H$  は、以下のように表せる。

- ・連絡配管のみの伝播の場合  $H = Q / (0.5 \pi R^2)$
  - ・両方からの伝播で連絡配管からの伝播  $h1 = 0.5 Q / (0.5 \pi R^2)$
  - ・両方からの伝播で点検口からの伝播  $h2 = 0.5 Q / (0.25 \pi r^2)$
- $$(h1 + h2) / H = 0.5 + (R / r)^2$$

同様に、建屋に浸水がある場合の浸水量についても、倍率  $(w1 + w2) / W$  は、以下のように表せる。ただし、dは浸水ルート幅である。(上図のとおり、浸水ルートとなる扉等は浸水ルートに対して、平行となっているが、評価は垂直であると仮定する。)

- ・連絡配管のみの伝播の場合  $W = Q \times d / (\pi R)$
- ・両方からの伝播で連絡配管からの伝播  $w_1 = 0.5 Q \times d / (\pi R)$
- ・両方からの伝播で点検口からの伝播  $w_2 = 0.5 Q \times d / (0.5 \pi r)$   
 $(w_1 + w_2) / W = 0.5 + (R / r)$

各建屋の倍率を評価すると表5となる。なお、全溢水量の連絡配管からの伝播の時に、建屋浸水のない原子炉補助建屋と原子炉建屋は水位に対する倍率、建屋浸水のある出入管理建屋と電気建屋は建屋浸水量に対する倍率を算出している。

表5 点検口・連絡配管からの地表伝播の場合の倍率

|         | 距離比 (R/r) | 倍率式                       | 倍率  |
|---------|-----------|---------------------------|-----|
| 原子炉補助建屋 | 3.0       | $0.5 + (R/r)^2$<br>(浸水無し) | 9.5 |
| 原子炉建屋   | 1.6       |                           | 3.1 |
| 出入管理建屋  | 4.3       | $0.5 + (R/r)$<br>(浸水有り)   | 4.8 |
| 電気建屋    | 1.6       |                           | 2.1 |

## (2) 影響評価結果

(1) で求めた倍率を用いて、水位または建屋浸水量を求める。この際、基準となる連絡配管からの地表伝播での水位等は、Fluent で算出した水位（最大水位0.3m）をベースとする。つまり、水位は0.3mとし、建屋浸水量は簡易評価モデルの値に（Fluent の水位0.3m/簡易評価モデルの水位）を乗じることとする。

評価結果を表6、7に示すが、原子炉補助建屋と原子炉建屋は浸水しない結果であり、出入管理建屋と電気建屋は浸水量が制限値未満である。

表6 点検口・連絡配管からの地表伝播の評価結果（地震）

|         | 水位または浸水量  | 倍率  | 評価値               | 制限値                |
|---------|---|-----|-------------------|--------------------|
| 原子炉補助建屋 | 0.3m  | 9.5 | 2.85m             | 4.7m               |
| 原子炉建屋   | 0.3m  | 3.1 | 0.93m             | 4.7m               |
| 出入管理建屋  | $224 \text{ m}^3 \times (0.3 \text{ m} / 1.75 \text{ m})$ | 4.8 | $186 \text{ m}^3$ | $850 \text{ m}^3$  |
| 電気建屋    | $274 \text{ m}^3 \times (0.3 \text{ m} / 1.11 \text{ m})$ | 2.1 | $156 \text{ m}^3$ | $2250 \text{ m}^3$ |

表7 点検口・連絡配管からの地表伝播の評価結果（想定破損）

|         | 水位または浸水量  | 倍率  | 評価値               | 制限値                |
|---------|---|-----|-------------------|--------------------|
| 原子炉補助建屋 | 0.3m  | 9.5 | 2.85m             | 4.7m               |
| 原子炉建屋   | 0.3m  | 3.1 | 0.93m             | 4.7m               |
| 出入管理建屋  | $148 \text{ m}^3 \times (0.3 \text{ m} / 1.15 \text{ m})$ | 4.8 | $186 \text{ m}^3$ | $1300 \text{ m}^3$ |
| 電気建屋    | $181 \text{ m}^3 \times (0.3 \text{ m} / 0.73 \text{ m})$ | 2.1 | $156 \text{ m}^3$ | $2700 \text{ m}^3$ |

#### 5. 出入管理建屋の常時開水密扉の閉止について

出入管理建屋のT. P. 10. 3 mの水密扉（原子炉補助建屋の管理区域との境界扉）は、常時開運用であり、タンク配管破損時に出入管理建屋内に溢水が伝播してきた時には、本扉を閉めることで、原子炉補助建屋への浸水を防止することとしている。

本扉を閉めるまでの時間余裕を充分確保するため、出入管理建屋入口に止水性のある扉の新規設置等の浸水防止対策を検討中である。

以上

# 泊発電所 屋外タンク漏えい水の 伝播時刻歴解析結果について



# 1. 解析モデル

## 1.1 解析モデル範囲

- ・重要建屋を含む、約400m x 200m 範囲をモデリング

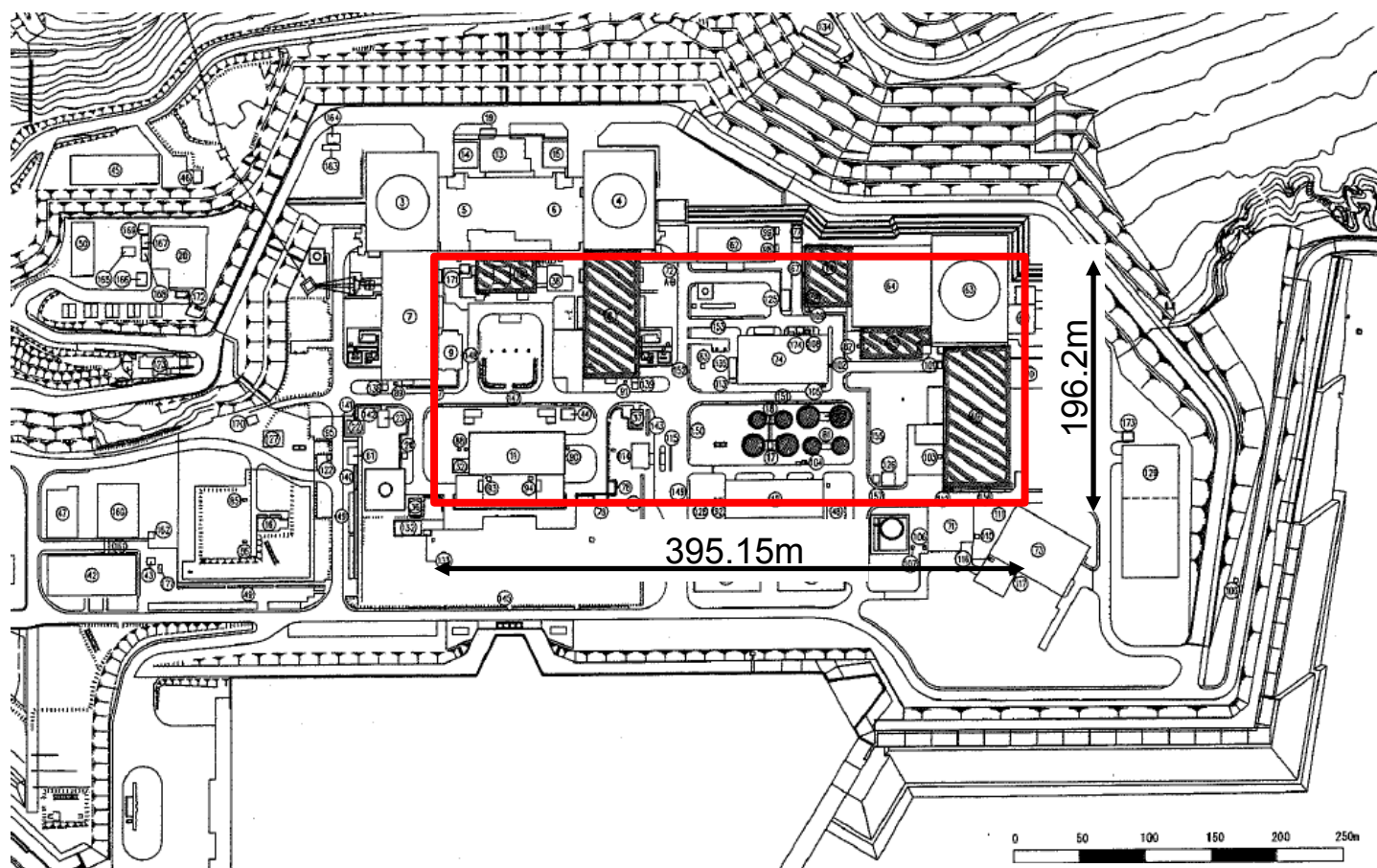


図1.1 解析モデル範囲

## 1.2 解析モデル概要図

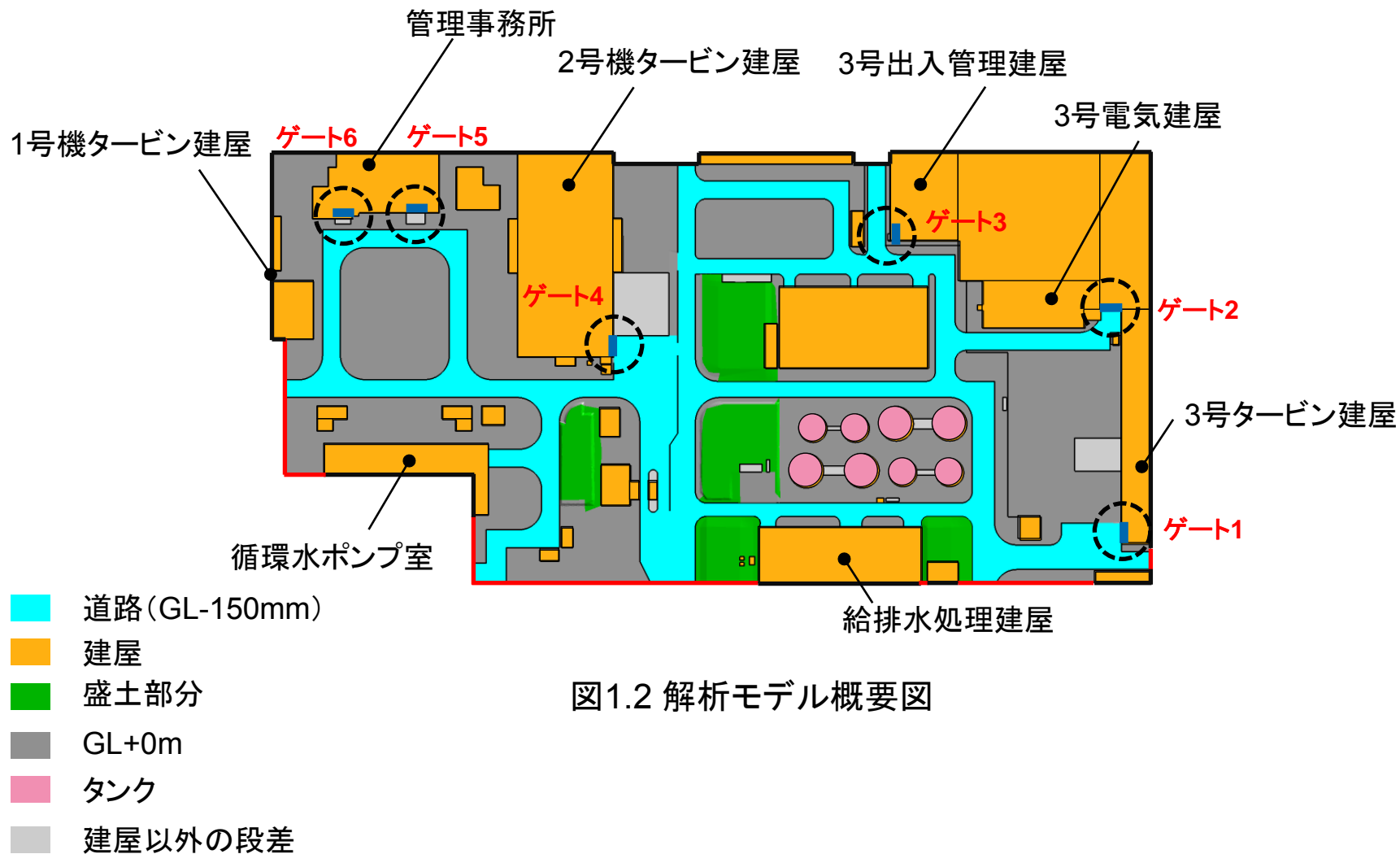


図1.2 解析モデル概要図

### 1.3 モデルへ反映/省略した部分

- ・現地調査により、漏洩水の伝播に大きな影響があると考えられる部分をモデリング
- ・側溝や集水ますによる排水は考慮せず。
- ・道路や芝生等を含む地面は全て滑らかな条件とした。

表1. モデルへ反映/省略した部分

|   | 反映させた部分       | 備考                     |   | 省略した部分        | 備考                 |
|---|---------------|------------------------|---|---------------|--------------------|
| 1 | タンク8基         |                        | 1 | 防雪建屋(タンク間)    | 地震により倒壊する可能性が高いため。 |
| 2 | 建屋(1m以上)      |                        | 2 | 道路の勾配         | 長手、短手の両方向          |
| 3 | 道路            | 勾配付けずフラットで作成           | 3 | 縁石の切欠き部分      | コーナー一部等            |
| 4 | 縁石            | 一律15cmで作成              | 4 | 屋根付き通路上屋      | 地震により倒壊する可能性高いため。  |
| 5 | 盛土部分          | 現場計測値を使用               | 5 | 地面粗さ(盛土部分を含む) |                    |
| 6 | 重要扉           | 6箇所                    | 6 | 側溝            |                    |
| 7 | 重要扉前の勾配やステップ  | 図面または現地調査結果と使用         | 7 | 重要扉以外の開口部     | シャッターなど、閉じている状態を想定 |
| 8 | フェンス基礎        | 現場計測値を使用。<br>※厚みは考慮せず。 |   |               |                    |
| 9 | 構造物(高さ15cm以上) |                        |   |               |                    |

## 1.4 解析モデル1 (境界条件)

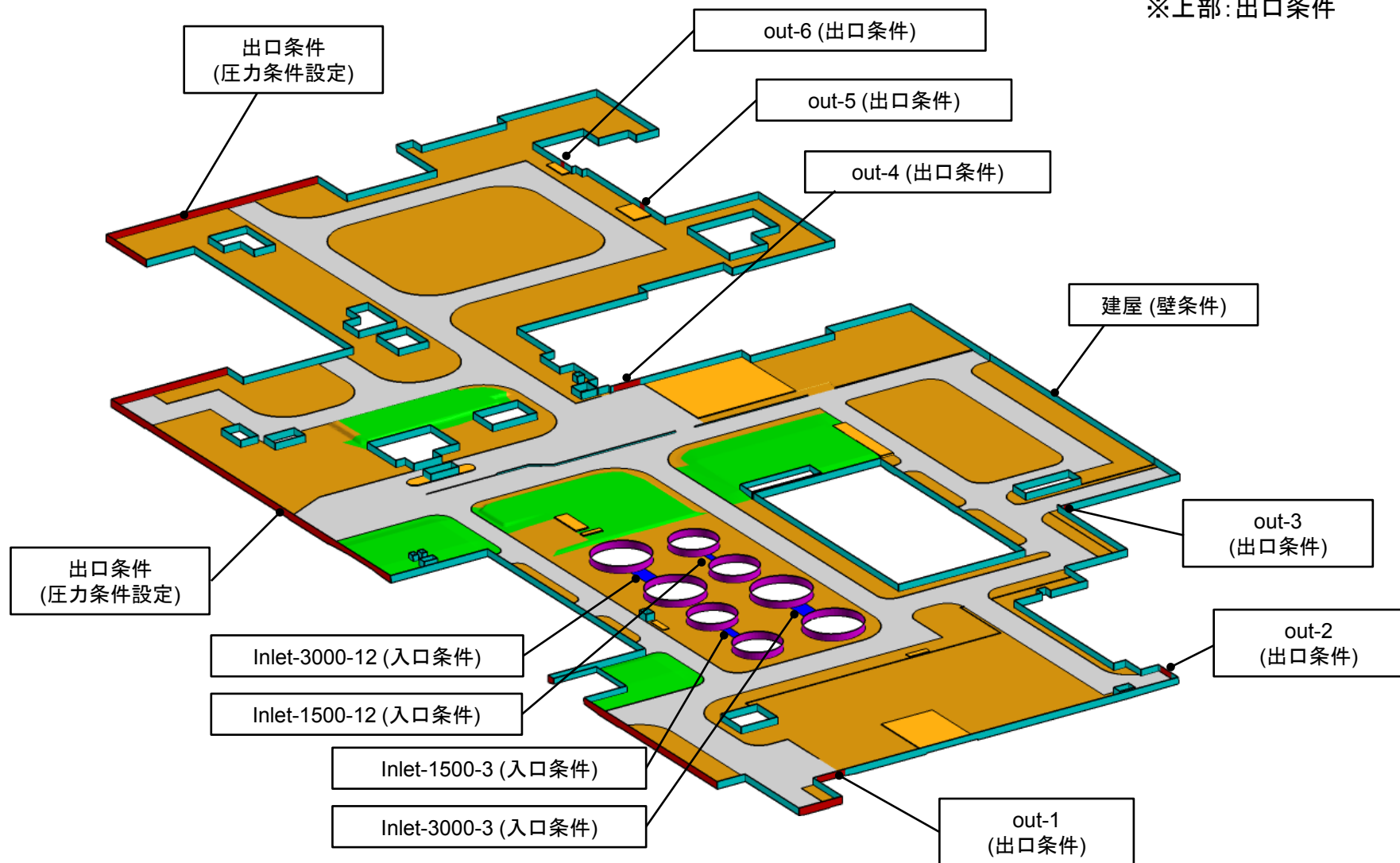


図1.4 解析モデル(境界条件)

## 1.5 解析モデル2(高さ表記)

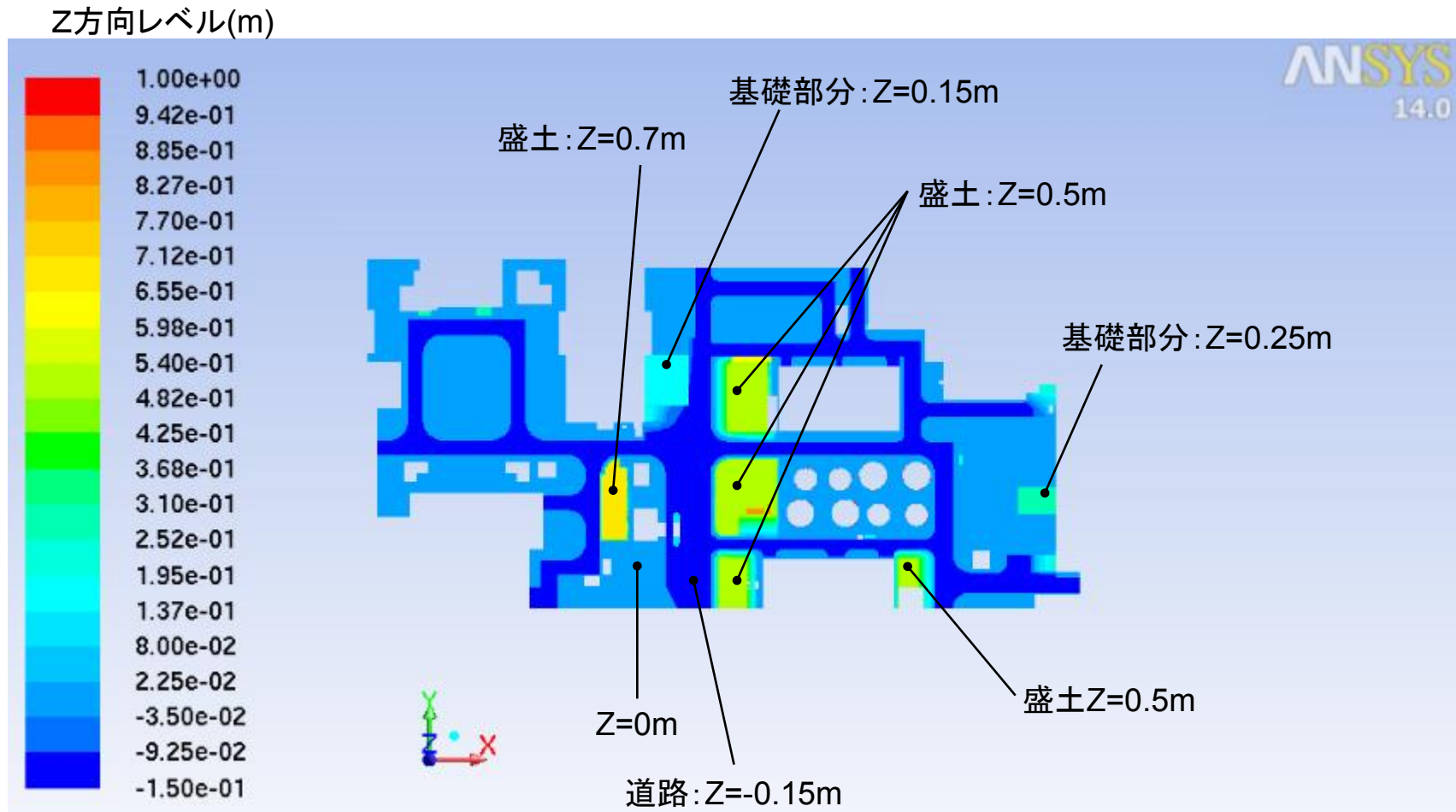


図1.5 解析モデル(高さ表記)

## 2. 入力条件

### 2.1 漏洩量の算出

- ・ 8基タンクの接続配管が全て破損した場合の単位時間当たりの漏洩量を計算
- ・ 全てのタンクが満液時から漏洩すると想定(最も厳しい条件)
- ・ 漏洩量は接続配管位置(各接続配管の最下段の配管高さ)における流速と、破損する接続配管の断面積をかけて漏洩量を算出

■ 流速算出式:  $V(\text{m/s}) = \sqrt{2gh}$        $h=za-zb$

ここで、 $V(\text{m/s})$ :出口流速、 $g(\text{m/s}^2)$ :重力加速度、 $za(\text{m})$ :各時刻での液面高さ、 $zb(\text{m})$ :最下段配管高さ

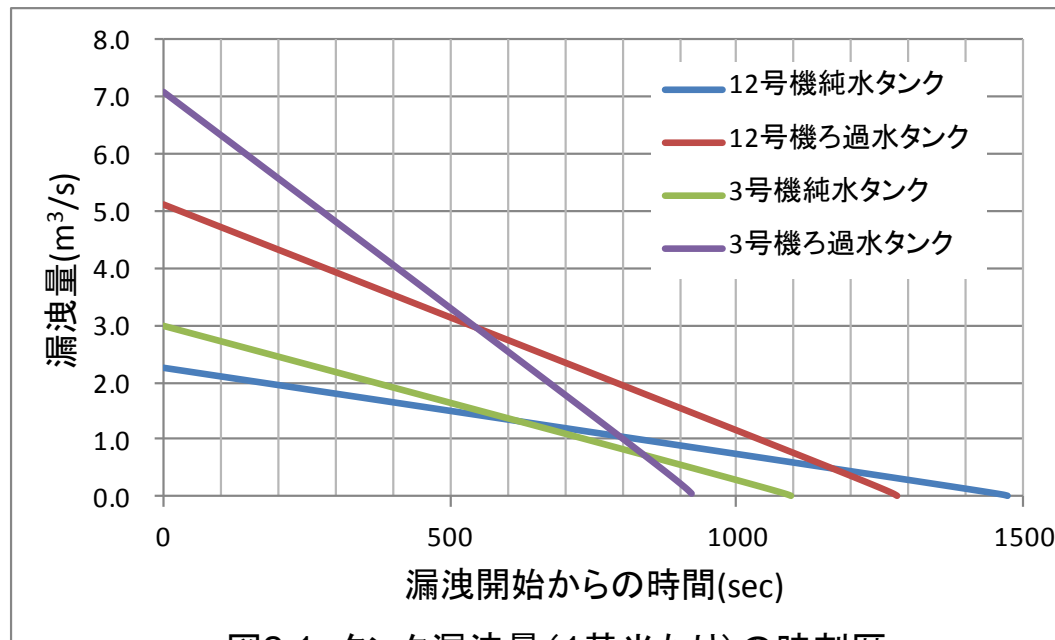
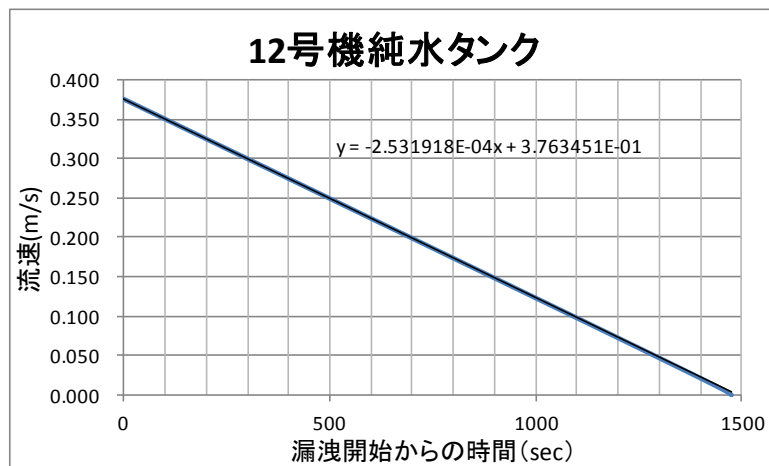
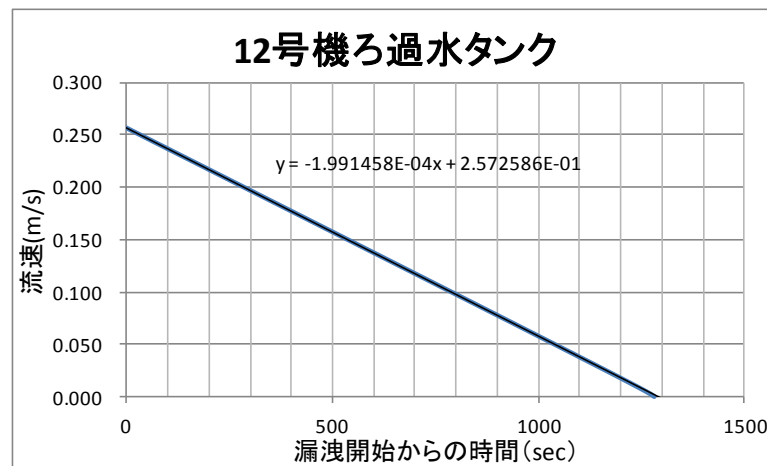


図2.1 タンク漏洩量(1基当たり)の時刻歴

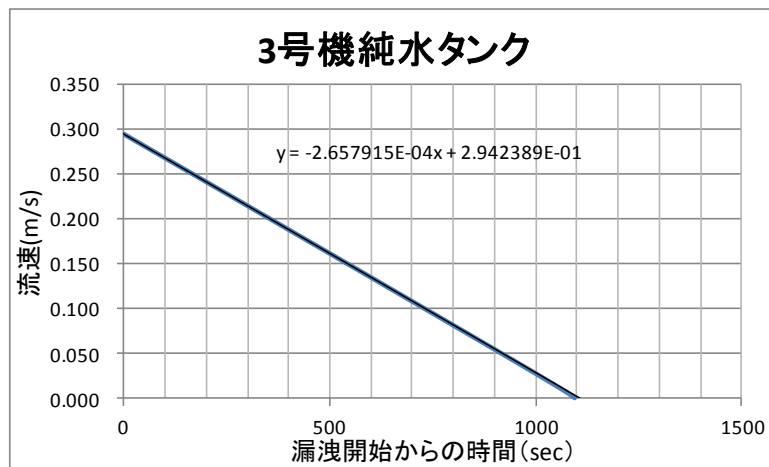
- ・タンク間から湧き出る流速(入力条件値)を図2に示す。  
 ※図中の式は計算結果の近似式を示している。



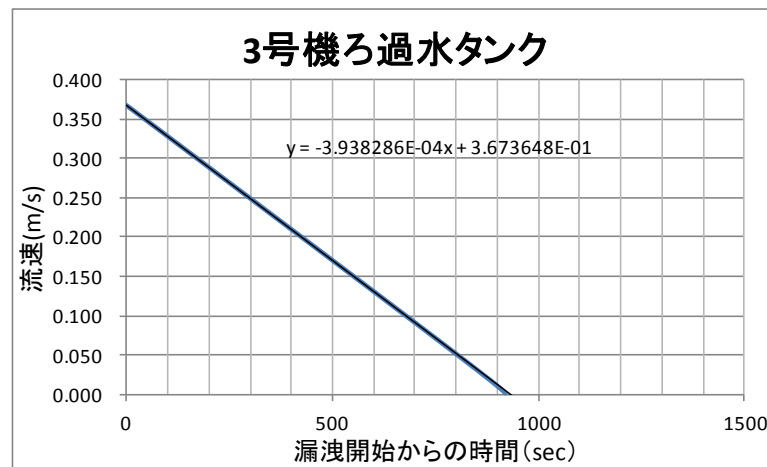
**Inlet-1500-12**



**Inlet-3000-12**



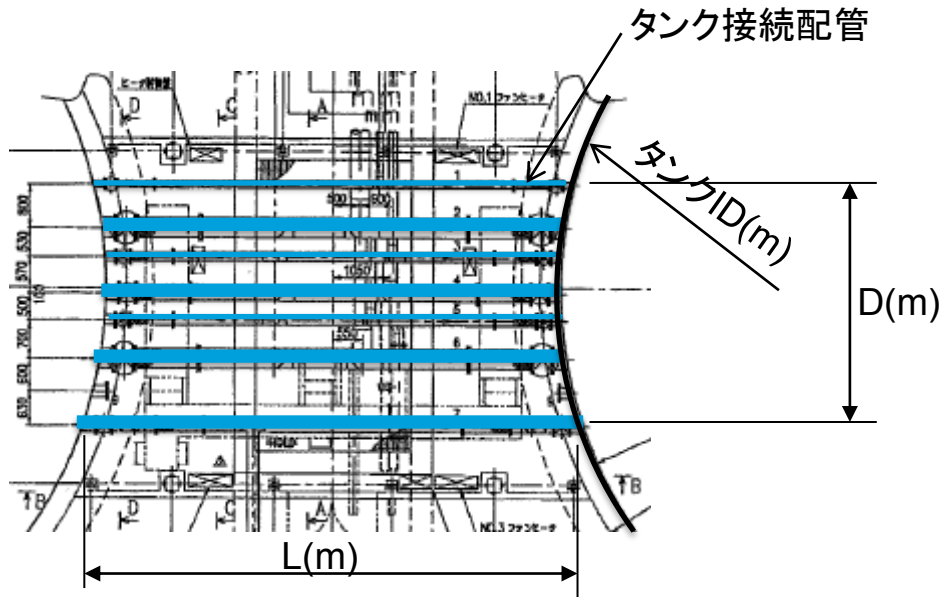
**Inlet-1500-3**



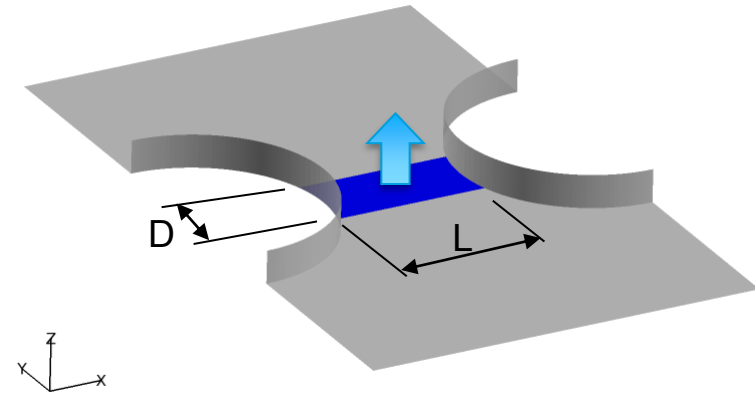
**Inlet-3000-3**

図2.2 各部位の入力条件値

## 2.2 入力境界位置について

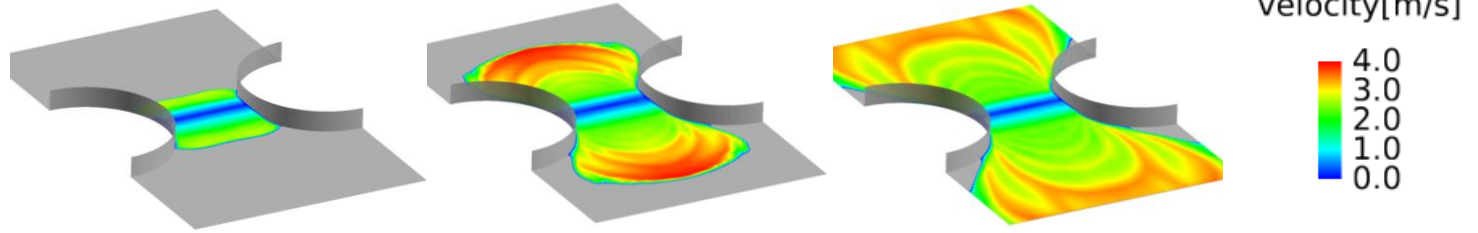


両タンクからの漏洩流量を  
下図青部分から上向きに与える。



解析モデル設定

(例)3号機ろ過水タンク(3000m<sup>3</sup>)



イメージ図

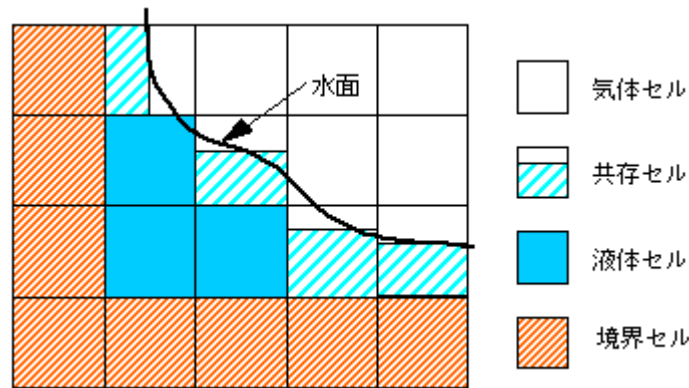


### 3. 解析手法/条件の概要

- ・使用ソフト:Fluent Ver.14
- ・解析手法:VOF法 (Volume of Fluid)
- ・解析条件:3次元非定常解析
- ・メッシュタイプ/数:直方体、9,388,468メッシュ
- ・時間刻み $\Delta t$ : 0.02(sec)

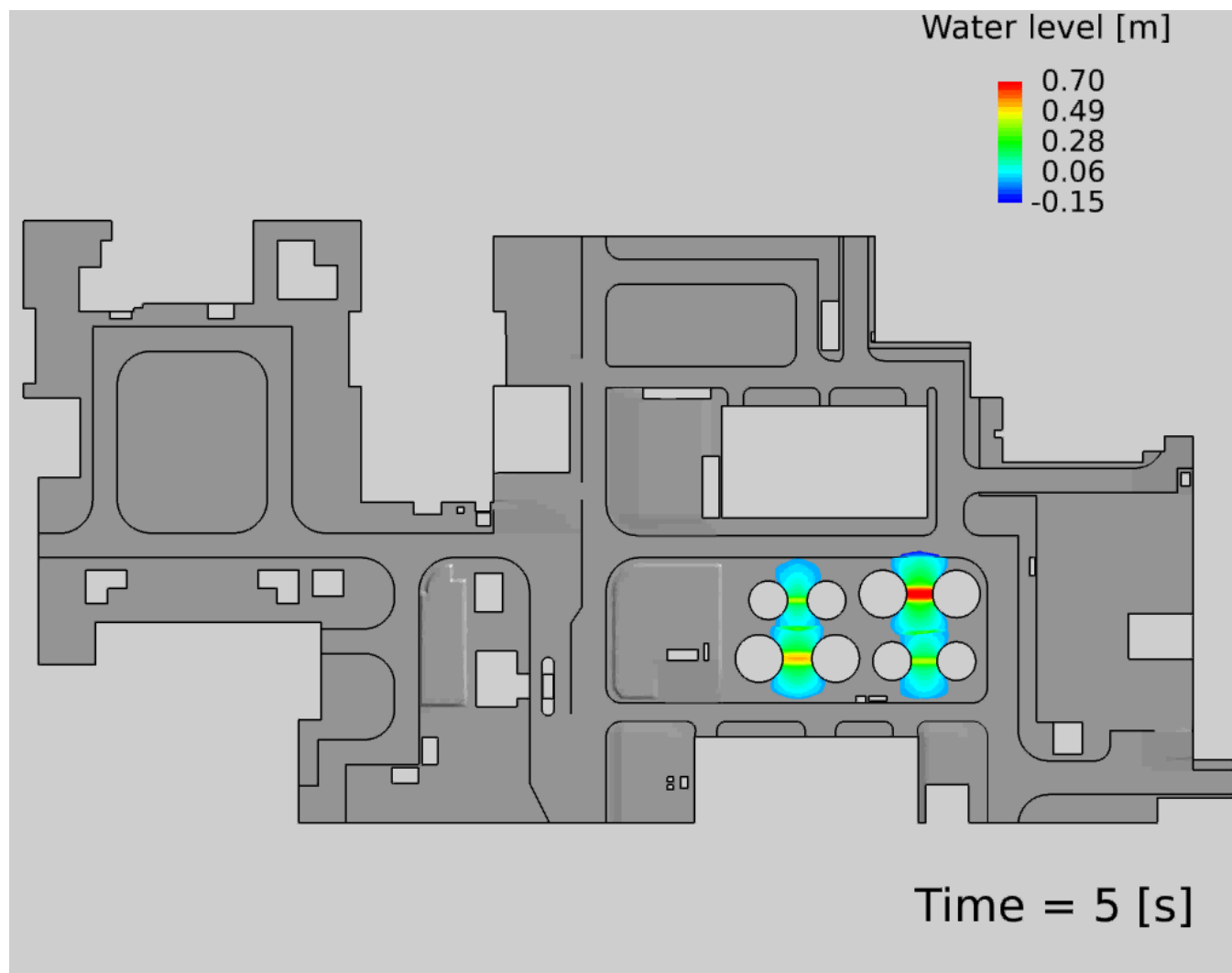
VOF法は、以下のような手順で液面の移動を解析する。

- ①各計算格子を液体充填率F(0から1の間の値をとる)及び周囲のセルの状況により、下図に示すように、気体、共存、液体、境界セルに分類する。
- ②共存セル内の液体位置を(液体と気体の境界面がいずれかの座標軸に垂直になるように)決定する。
- ③各計算セルのF値を運動方程式等で計算された流速場に従って移流させる。
- ④時間を進めて計算を繰り返す。



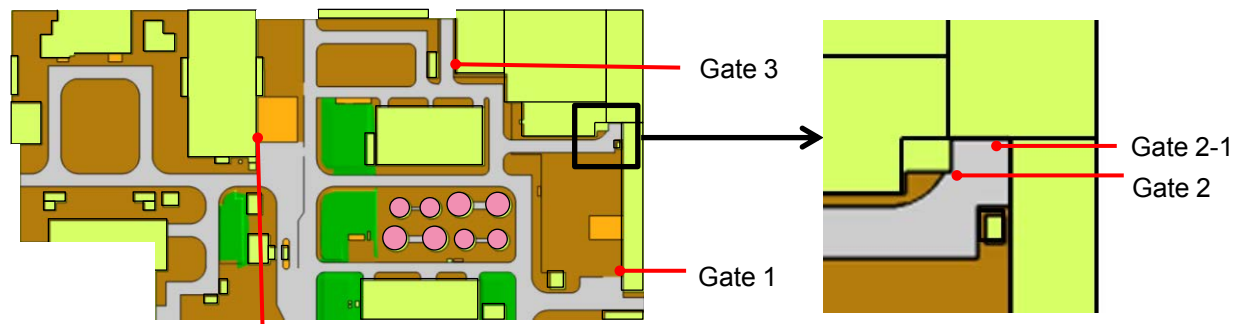
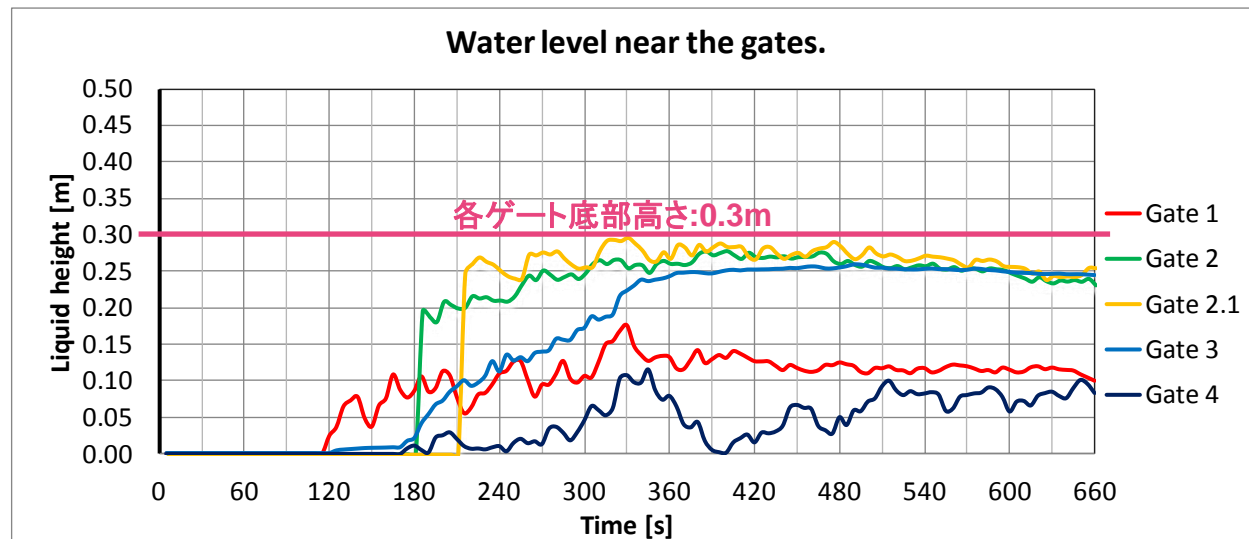
## 4. 解析結果

### 4.1 漏洩水時刻歴状況



## 4.2 モニタリングポイントでの液面高さ

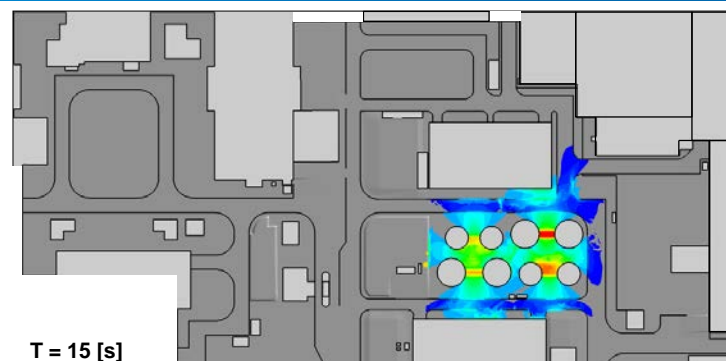
- ・各ゲート近傍にモニタリングポイントを設定し、液面高さの変化状況を確認した。
- ・660秒まで計算を実施し、**漏洩水は流入しない結果**となった。
- ・流入の懸念されるGate2,3では、480秒あたりから水位が低下し始めている。今後の漏洩量も減っていくため、これ以上の水位上昇は無いと考えられ、各重要建屋扉への流入は無いと判断する。



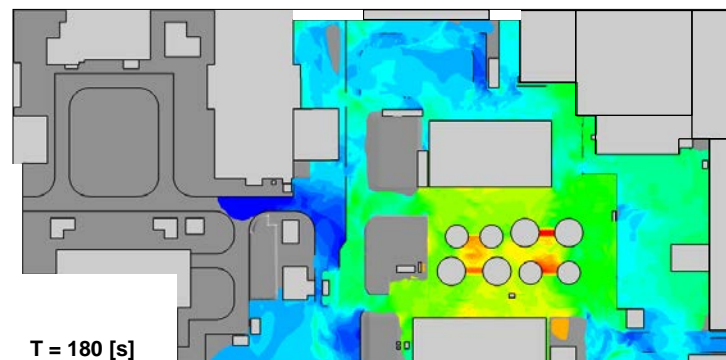
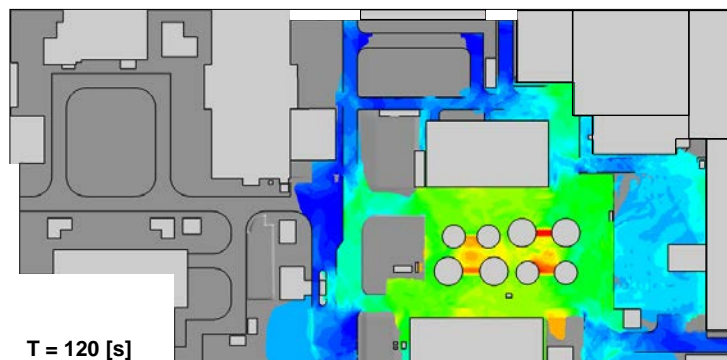
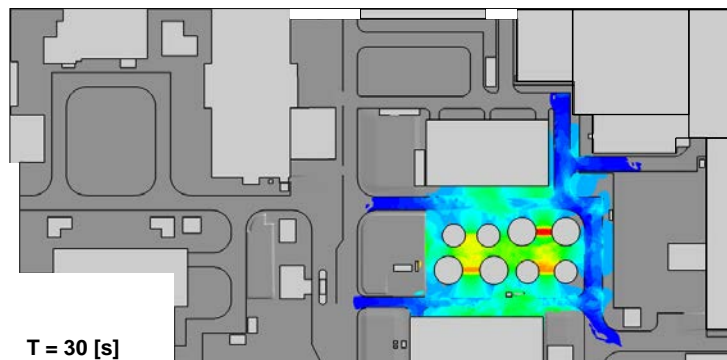
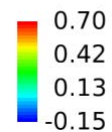
Gate 4

モニタリングポイント

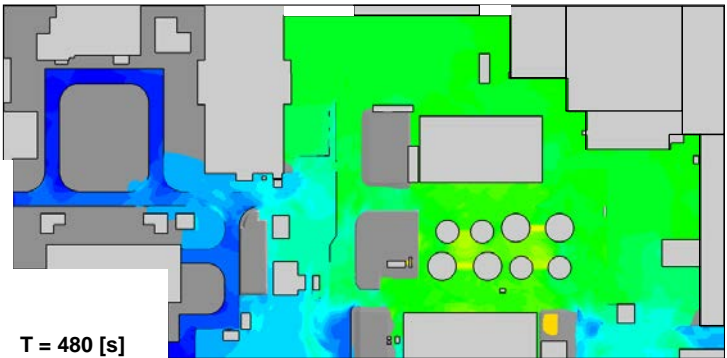
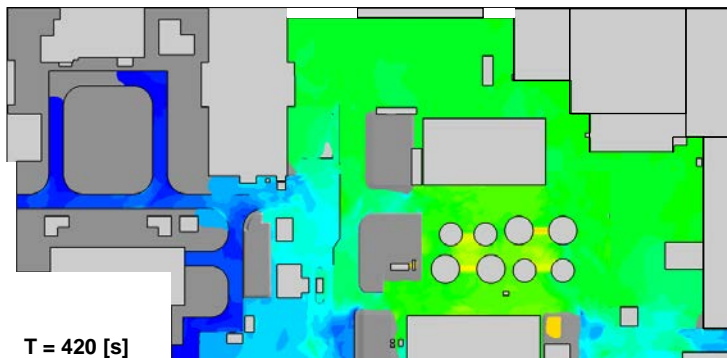
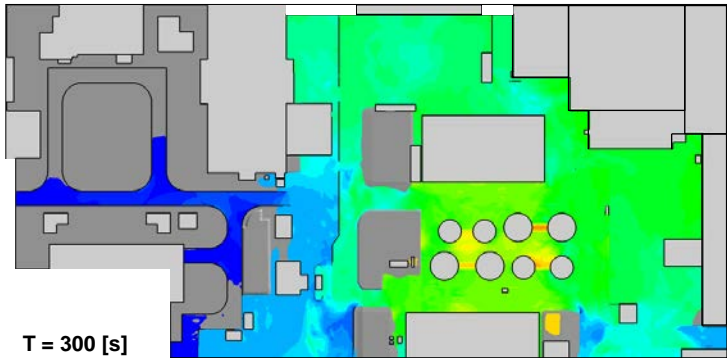
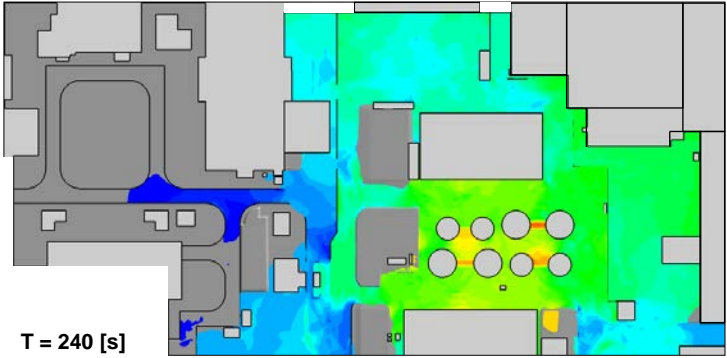
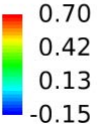
### 4.3 液面高さ分布図



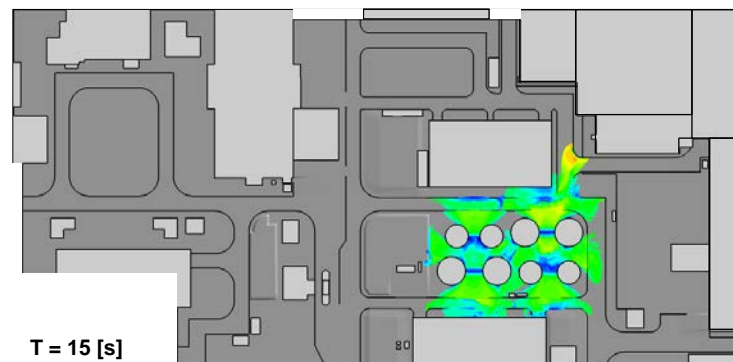
Water level [m]



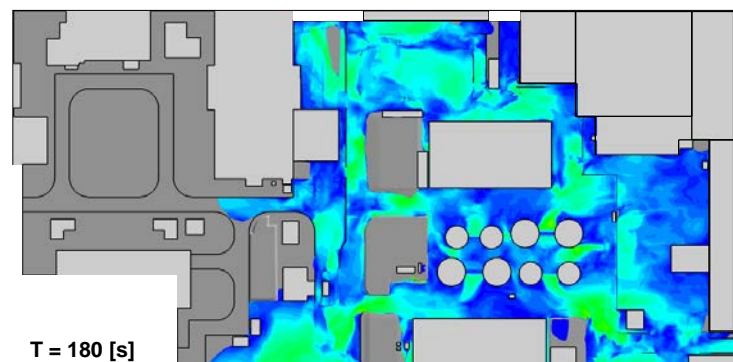
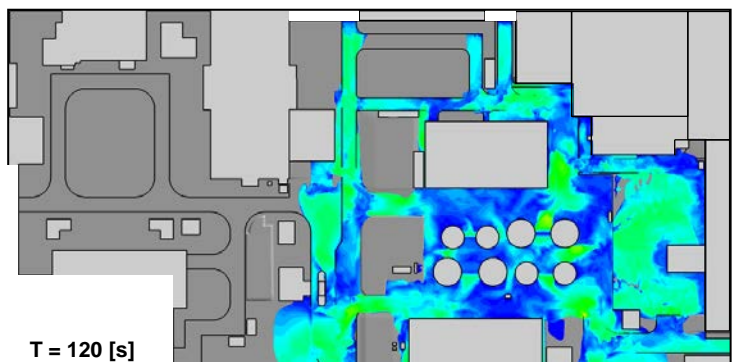
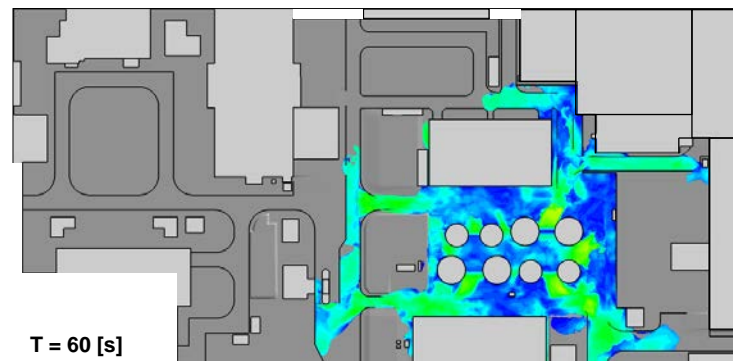
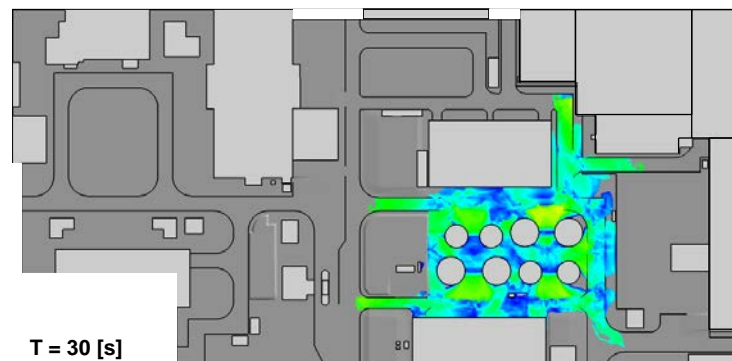
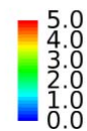
Water level [m]

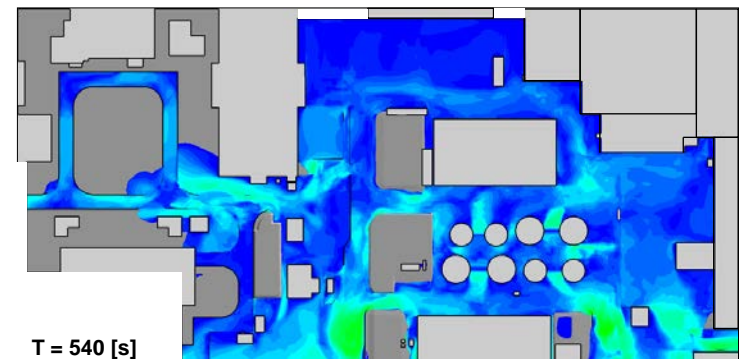
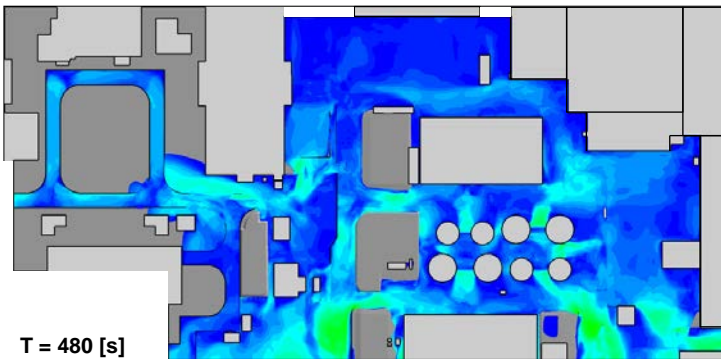
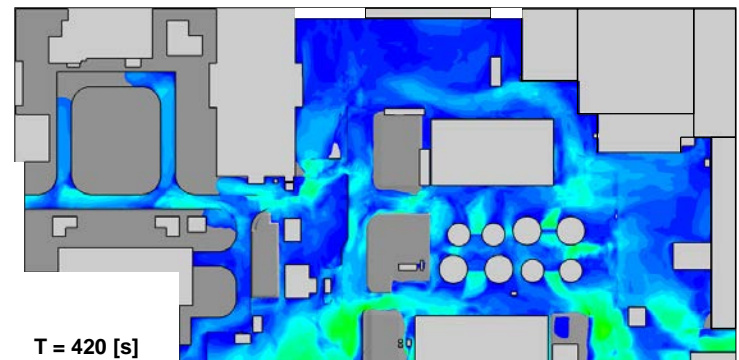
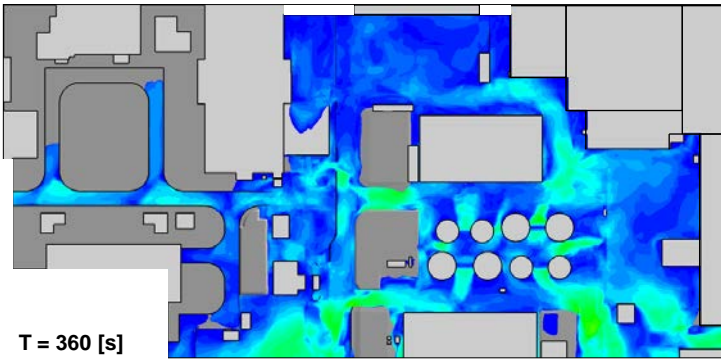
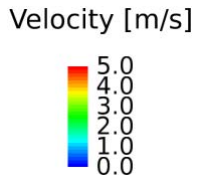
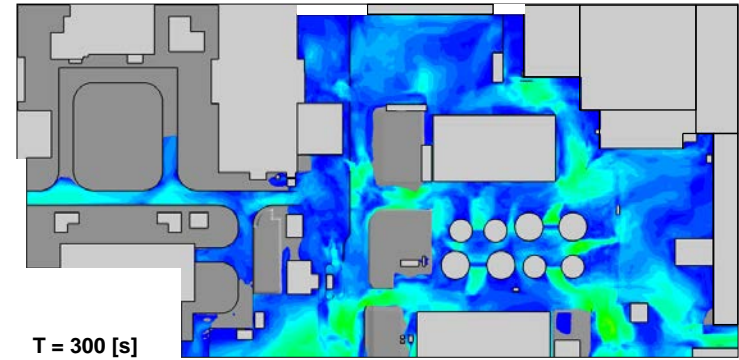
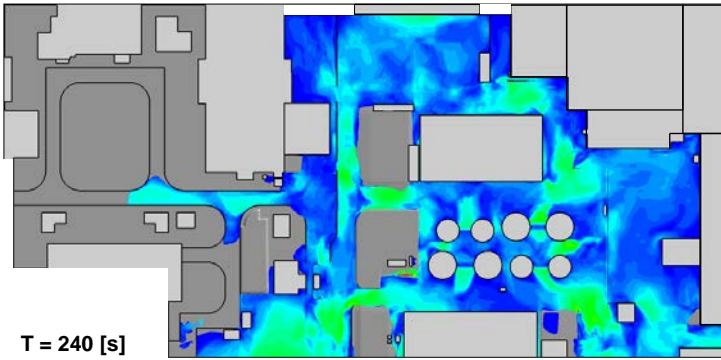


## 4.4 流速分布图



Velocity [m/s]





END

## 溢水伝播解析結果の妥当性について

タンクから漏洩した水が地表面を伝播する現象において支配的な要因は、①主に重力と慣性力が支配する気液界面の変形・挙動と、②液と地表面との摩擦力の2項目である。

液の重力と慣性力が液を伝播させる推進力となり、摩擦力が推進力を散逸させる力であり、推進力と散逸力のバランスで液がどの程度の距離までどのような速度で伝播するかが決まる。すなわち、この二項目を正しく解析できること、あるいは妥当な解析結果を示すことが確認できれば、水の伝播解析結果の妥当性が証明できると考える。

## ① 気液界面の変形・挙動に関する解析結果の妥当性

①の気液界面の変形・挙動に対する解析手法 (VOF) の妥当性、精度については、「ダムブレイク」の実験結果と計算結果の比較により、本検討で使用した汎用熱流体解析ソフト Fluent の VOF が界面挙動の予測に十分な精度を持つことが確認できている。(別添 1 参照)

## ② 液と地表面との摩擦力に関する解析結果の妥当性

本検討のような地表面を水が伝播する解析において、流れる液と地表面との摩擦力に影響する解析パラメータは、乱流モデルの選定とメッシュサイズである。

## 1) 乱流モデルの選定

VOF の計算においても、乱流モデルの選定により液と壁との摩擦力が変化する。本検討では、検討対象と同様の平面上を水が伝播する検証計算を実施し、「層流モデル」と他のいくつかの乱流モデルの比較を行った。その結果、「層流モデル」を用いたときに、乱流モデルを用いた計算より2倍近く遠方まで水が到達する結果となった。以上の検証を踏まえ、漏洩した水が現実より遠くまで到達するような計算とするため、本検討では乱流モデルとして、「層流モデル」を使用した。

## 2) メッシュサイズの選定

メッシュサイズにより水の伝播状況の解析結果が変化する可能性があるため、検討対象と同様の平面上を水が伝播する計算体系を用い、ASME V&V20 の手法によりメッシュサイズが計算結果に及ぼす影響を評価した。その結果、本検討で用いたメッシュサイズによる解の不確かさ (誤差) は 2.3% と評価された。

以上より、水が地表面を伝播する現象における支配的な要因である、①気液界面の変形・挙動と、②液と地表面との摩擦力、の二項目に対し、十分な予測精度を持つこと、あるいは精度検証が困難なものに対しては、より安全側のモデル設定であることが確認された。これらのことから溢水伝播解析結果は工学的に十分妥当な解であると考えられる。

以上



## 計算機プログラム検証計算 VOF モデルによるダム破壊解析 (Fluent Ver. 14)

### 1. はじめに

CFD (Computational Fluid Dynamics) 計算プログラム Fluent Ver. 14 の VOF モデル (Volume of Fraction Model) の解析精度を検証するために、2 次元ダム破壊実験を対象に検証計算を行い、底面における破壊水柱の先端到達位置の時間変化を実験値と比較した。

### 2. 検証計算

#### 2.1 計算対象

図 1 に示す高さ  $2L$ 、幅  $L$  の水が堰きとめられた  $2.2L \times 4L$  の 2 次元ダムを対象に計算を実施し、ダム破壊後のダム底部における水の先端位置の時間変化について Martin and Moyce<sup>(1)</sup>の実験結果と比較した。

(1) J. C. Martin and W. J. Moyce, Philos. Trans. Roy. Soc. London Ser. A 244, 1952, pp. 312.

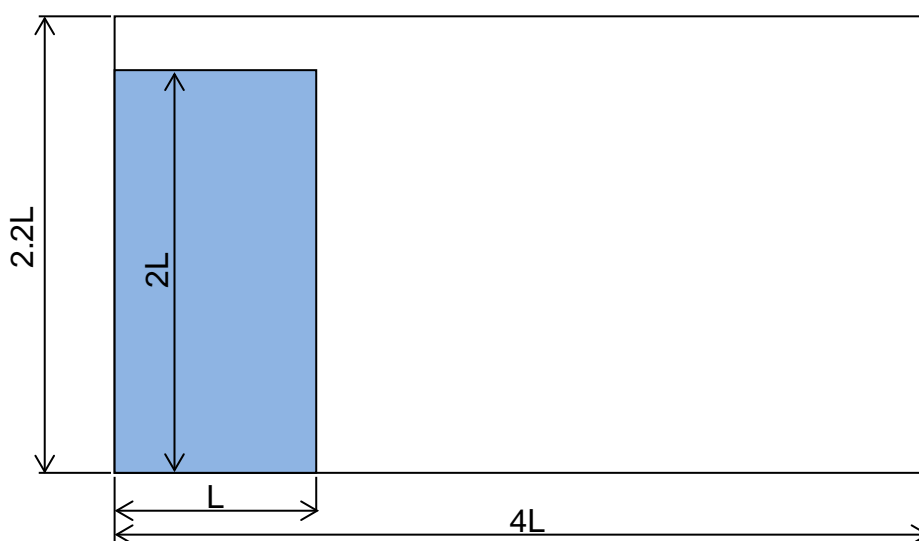


図 1 検証計算対象

#### 2.2 計算方法

検証計算は以下手法を用いて行った。

- (1) 水と空気の二相として、二相間の界面は一流体近似の VOF (Volume Of Fraction) 手法を用いて追跡する。
- (2) 乱流モデルを用いない。
- (3) 空気の圧縮性を考慮し、理想気体とする。

### 2.3 計算モデル形状とメッシュ分割

計算モデル形状は図1と同じであり、図中のLを1[m]とした。座標系として、水平右方向を+X方向とし、垂直上方向を+Y方向とした。図2に示すように、直交格子を用いてメッシュ分割を行った。X方向に等間隔に40メッシュを分割した。ダム底面における水先端位置をよくとらえるために、ダム底面の隣接するY方向の最小メッシュサイズは0.025とし、Y方向に非等間隔で22メッシュを分割した。



図2 メッシュ分割

### 2.4 計算条件

#### 物性値

計算で使われた物性値は表1に示す。

表1. 物性値

| 相  | 密度<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | 粘性<br>[Pa s] | 表面張力<br>[N/m] |
|----|----------------------------|--------------|---------------|
| 空気 | 理想気体<br>@1atm&300K         | 1.7894e-5    | 0.072         |
| 水  | 995.65                     | 0.000828     |               |

#### 境界条件

図1に示す各境界について、表2に境界条件を与えた。

表2. 境界条件

| 境界  | タイプ | 値    |
|-----|-----|------|
| 上面  | 壁面  | 滑り   |
| 他の面 | 壁面  | 滑りなし |

## 初期条件

図1に示すよう水の位置を初期条件とする。また、その際計算領域中の圧力を均一(0 [PaG])に設定し、流速がゼロとした。

## 2.5 計算結果

### 水の体積率の時系列画像

図3に水の体積率の時系列変化を示す。時間の進行に伴い、水柱が破壊し、ダム底に沿って流れ出す様子が見られる。

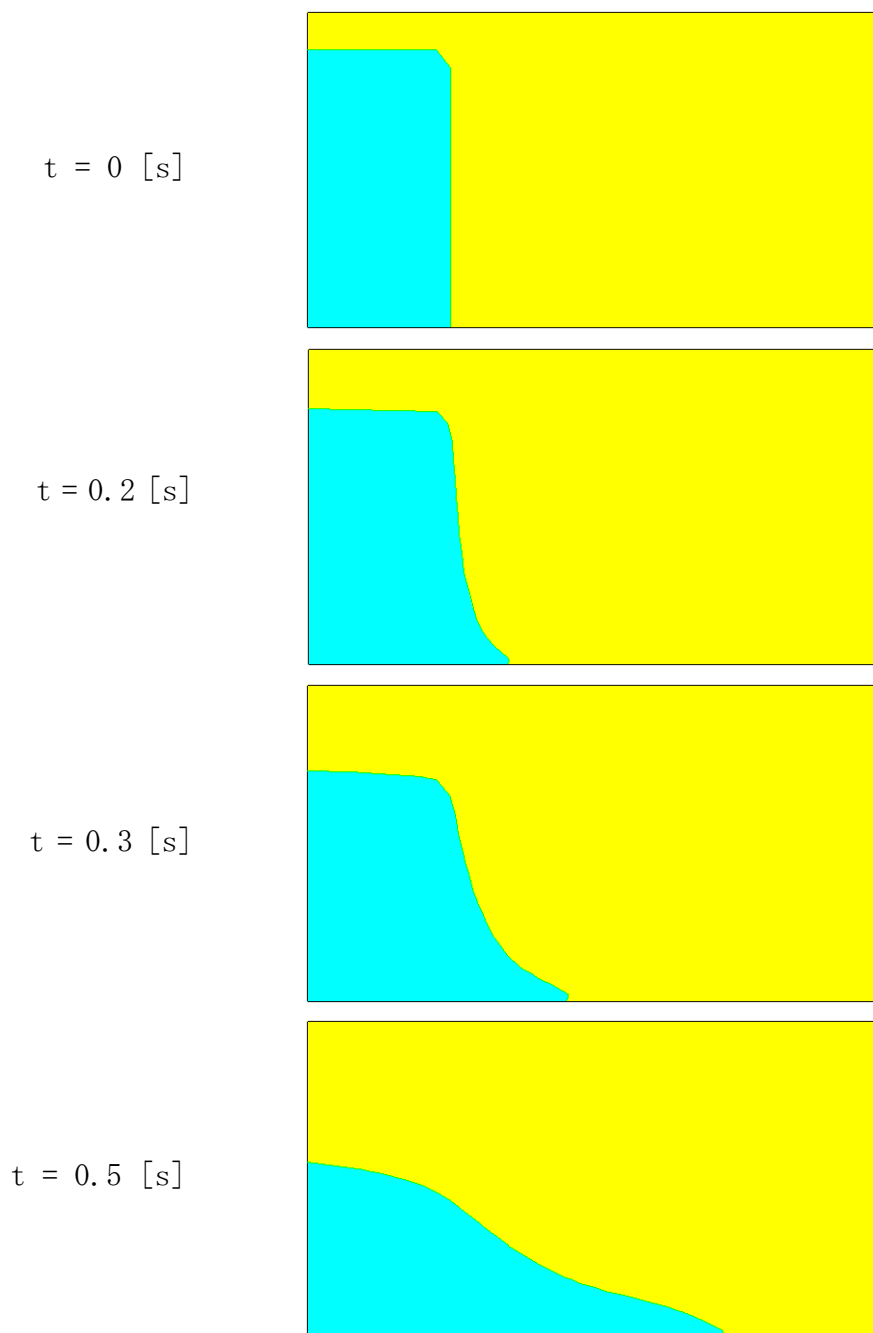


図3 水先端位置の時間変化

## 実験との比較

図4に時間毎に水の先端到達位置の計算結果と Martin and Moyce の実験結果との比較を示す。図より、計算結果は実験結果とよく一致していることが確認出来る。

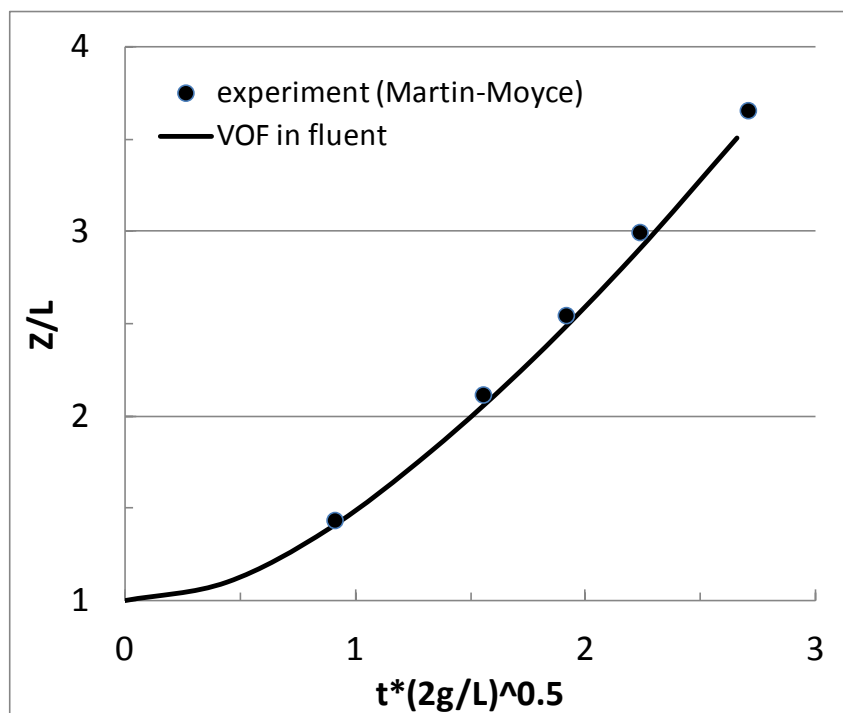


図4 水先端位置比較

### 3. 計算結果

実験結果との比較より、Fluent Ver. 14 の VOF モデルではダム破壊のような大きな相界面が存在する流れを精度よく計算できることがわかった。

以上

## 9. 低耐震建屋からの溢水影響について

### 1. はじめに

- 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）では、地震に起因する機器の破損等による溢水の影響として、耐震設計上の重要度分類 B, C クラスに分類される機器からの溢水により、防護対象設備が機能喪失しないよう求めている。
- 低耐震建屋である、出入管理建屋、電気建屋およびタービン建屋に設置している耐震 C クラス配管が地震時に破損または想定破損して漏えいが発生した場合、この漏えい水が防護対象設備を設置している原子炉補助建屋および原子炉建屋に伝播することにより、防護対象設備への影響が発生する可能性がある。
  - 図 1 に建屋全体は位置図を示す。
- 本資料では、これら低耐震建屋に設置された機器からの溢水による原子炉補助建屋および原子炉建屋に設置された防護対象設備への溢水影響評価について説明する。

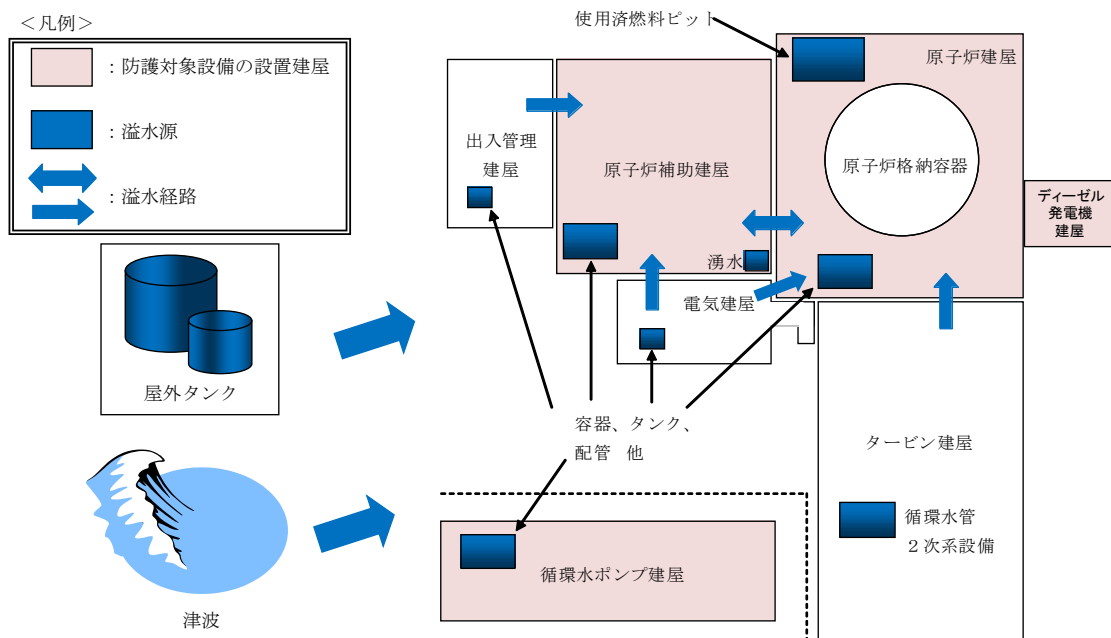


図 1 建屋全体配置図

### 2. 影響評価の考え方

#### (1) 溢水伝播防止対策の確認

- 既に実施されている溢水伝播防止対策の確認を実施する。

#### (2) 出入管理建屋および電気建屋の評価方法

##### ■ 溢水源の抽出

##### ➢ 地震破損

- 地震破損では、各建屋の耐震性の無い機器について基準地震動  $S_s$  での破損を想定する。
- 上記想定は溢水源として基準地震動  $S_s$  で破損する全ての機器を対象として抽出していることから、評価ガイドを満足している。

- 想定破損
  - 想定破損では、放出量が最も大きい配管 1 箇所の破損を想定する。
  - 上記想定は、一系統における単一機器の破損を想定する事を求めている評価ガイドを満足している。

## ■ 溢水量の評価

- 地震破損
  - 地震検知後、運転員が隔離弁により 1 時間で隔離が可能であることとし溢水量を評価した。(補足説明資料 6 「地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について」参照)
  - 各フロアで発生した溢水量の合計値がそれぞれのフロア毎に全量が滞留することを仮定し保守的に評価する。
    - ◇ ただし、上層階で溢水が発生せず、且つ当該フロアで溢水源がない場合は、溢水量はゼロとする。
  - 以上から、溢水量については、浸水高さ評価が保守的になるように想定する。
- 想定破損
  - 想定破損発生後、運転員がパトロールにより漏えいを検知し、隔離弁により 2 4 時間で隔離が可能であることとし溢水量を評価する。
  - 各フロアで発生した溢水量の合計値がそれぞれのフロア毎に全量が滞留することを仮定し保守的に評価する。
    - ◇ ただし、上層階で溢水が発生せず、且つ当該フロアで溢水源がない場合は、溢水量はゼロとする。

## ■ 浸水高さの評価

- 地震破損および想定破損
  - 地震破損と想定破損の溢水量の大きい方を用いて浸水高さを評価する。

## ■ 影響評価

- 浸水高さ評価結果と低耐震建屋と原子炉建屋および原子炉補助建屋の境界に設置した水密扉の設計水頭圧高さを比較することにより影響評価を行う。

### (3) タービン建屋の評価方法

#### ■ 溢水源の抽出

- 地震破損
  - 循環水管の伸縮継手のリング状破損を 2 箇所を想定
- 想定破損
  - 循環水管の伸縮継手の 1 / 4 Dt 貫通クラック 1 箇所を想定

#### ■ 溢水量の評価

- 地震破損
  - 地震により循環水ポンプ自動トリップまでの 5 分間溢水が継続すると仮定。
- 想定破損
  - タービン建屋各ピットの警報による異常把握 (10 分) と循環水ポンプ停止操作 (15 分) の合計 25 分間溢水が継続すると仮定。

- 浸水高さの評価
  - 地震破損および想定破損
    - 地震破損と想定破損の溢水量の大きい方を用いて浸水高さを評価する。
- 影響評価
  - 浸水高さ評価結果とタービン建屋と原子炉建屋および原子炉補助建屋の境界に設置した水密扉の設計水頭圧高さを比較することにより影響評価を行う。

3. 評価フローについて

- 2. 項に記載した考え方に基づいた評価フローを図1. に示す。

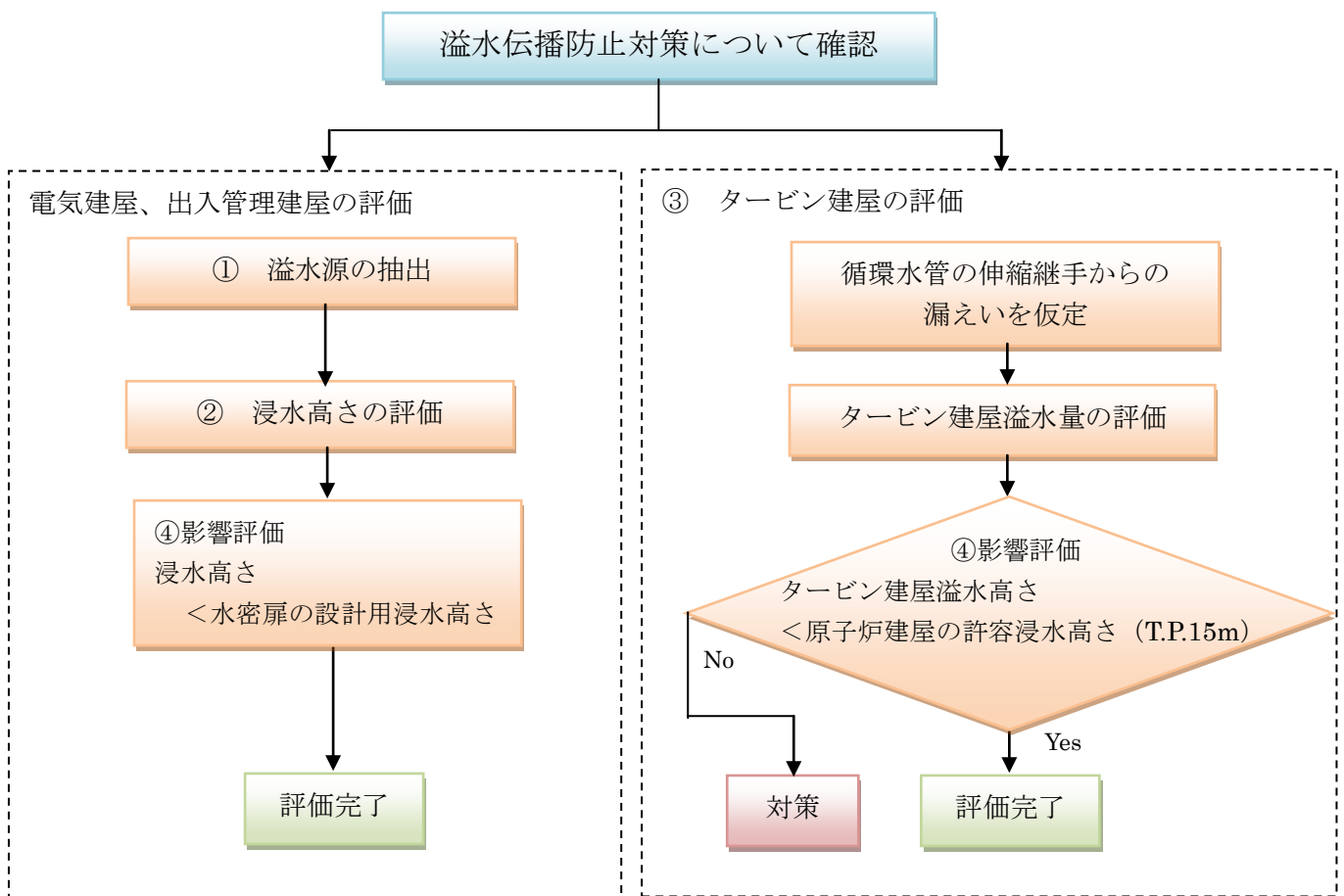


図1. 低耐震建屋からの溢水影響評価フロー

4. 影響評価結果

(1) 電気建屋および出入管理建屋の溢水伝播防止対策について

- 表1および図2、3のとおり、溢水伝播防止対策を実施しており、2. 項および 3. 項に記載したとおり、これらの対策を前提に溢水影響評価を実施している。(9-別紙1 参照)

表1 溢水伝播防止対策表

| 設置建屋          | 溢水伝播防止対策          | 目的   |
|---------------|-------------------|--|
| 原子炉補助建屋       | 水消火系統隔離弁          | 低耐震建屋での溢水量を制限  |
|               | 飲料水系統隔離弁          |  |
|               | 原子炉補給水系統(脱塩水) 隔離弁 |  |
| 原子炉補助建屋、原子炉建屋 | 水密扉               | 低耐震建屋での溢水が耐震建屋に伝播することを防止   |
| 電気建屋、出入管理建屋   | 漏水センサー            | 電気建屋内の敷設配管等の想定破損による漏れいは定期的なパトロールにより検知するが、これの補助的な検知機能として漏水センサーを電気建屋等に設置 |

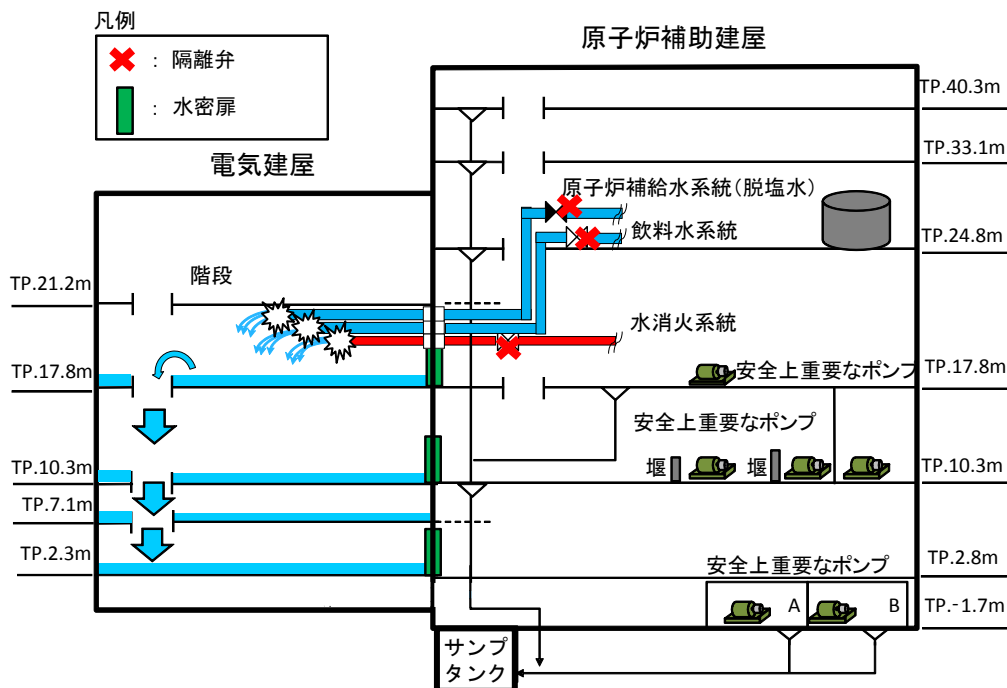


図2 溢水伝播防止対策図 (電気建屋)



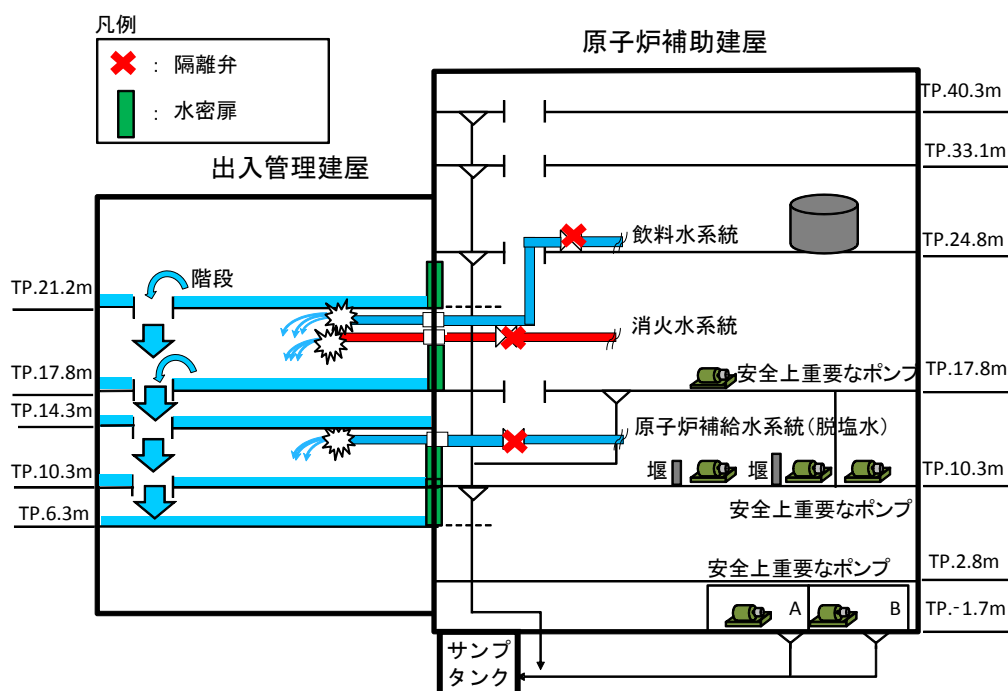


図3 溢水伝播防止対策図（出入管理建屋）

(2) 電気建屋の溢水源について

- 電気建屋の溢水源となりうる耐震Cクラス配管は基準地震動  $S_s$  での破損を想定する。ただし基準地震動  $S_s$  での健全性および想定破損（貫通クラック）の発生がないことの確認を実施している湧水配管（耐震Cクラス）は除く。
- 想定破損については、放出量が最も大きい水消火系統配管1箇所（低エネルギー配管のため  $1/4 D_t$  クラック）を想定する。
- 破損する各系統配管からの放出量は表2、3のとおりである。

表2 電気建屋の溢水源からの放出量（地震）

|                   | 配管貯蔵量の放出           | ポンプによる溢水量<br>(1時間で隔離 <sup>(注1)</sup> ) | 放出量合計              |
|-------------------|--------------------|--|--------------------|
| 水消火系統             | 2.5 m <sup>3</sup> | 390 m <sup>3</sup>                     | 415 m <sup>3</sup> |
| 原子炉補給水<br>系統（脱塩水） | 5 m <sup>3</sup>   | — (注2)                                 | 5 m <sup>3</sup>   |
| 飲料水系統             | 1.7 m <sup>3</sup> | 1.8 m <sup>3</sup>                     | 3.5 m <sup>3</sup> |
|                   |                    |  | 455 m <sup>3</sup> |

(注1) 地震検知後、運転員が隔離弁により系統隔離する。1時間で隔離が可能であることは補足説明資料6「地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について」参照

(注2) 系統の隔離弁は常時閉のため、ポンプによる継続注入はない。

表3 電気建屋の溢水源からの放出量（想定破損）

|       | 配管貯蔵量の放出          | ポンプによる溢水量<br>(24時間で隔離 <sup>(注1)</sup> ) | 放出量合計              |
|-------|-------------------|---|--------------------|
| 水消火系統 | 25 m <sup>3</sup> | 720 m <sup>3</sup>                      | 745 m <sup>3</sup> |

(注1) パトロールによる漏えい検知後、系統隔離する。なお、更なる早期検知のために、電気建屋に漏水センサーを設置する。

(3) 電気建屋の浸水高さについて

- 電気建屋の各フロアの浸水高さは、水密扉の設計条件となるため、最も大きい想定破損時の放出量で浸水高さを評価している。
- なお、実際には、各フロアで配管が破損して漏水が生じ、下階への伝播が生じるが、評価上は、着目しているフロアの浸水高さが高くなるよう算出するため、着目しているフロアの配管のみが破損して当該系統の配管などに内包される水(合計745m<sup>3</sup>)が放出され、下階へ伝播せず、当該フロアに放出されるとする。

表4 電気建屋の浸水高さ

| フロア位置 (T. P.) | 浸水高さ (=放出量/フロア面積)   |
|---------------|---------------------|
| 2. 3 m        | 7. 2 m (=745/103.5) |
| 7. 1 m        | 0. 8 m (=745/947.6) |
| 10. 3 m       | 0. 8 m (=745/900.0) |
| 17. 8 m       | 0. 8 m (=745/977.8) |

(4) 出入管理建屋の溢水源について

- 出入管理建屋の溢水源となりうる耐震Cクラス配管は、基準地震動S<sub>s</sub>での破損を想定する。想定破損については、放出量が最も大きい水消火系統配管1箇所の破損(低エネルギー配管のため1/4Dtクラック)を想定する。
- 破損する各系統配管からの放出量は表5、6のとおりである。

表5 出入管理建屋の溢水源からの放出量（地震）

|               | 配管貯蔵量の放出          | ポンプによる溢水量<br>(1時間で隔離 <sup>(注1)</sup> ) | 放出量合計              |
|---------------|-------------------|--|--------------------|
| 水消火系統         | 25 m <sup>3</sup> | 390 m <sup>3</sup>                     | 415 m <sup>3</sup> |
| 原子炉補給水系統(脱塩水) | 5 m <sup>3</sup>  | 265 m <sup>3</sup>                     | 270 m <sup>3</sup> |
| 飲料水系統         | 17 m <sup>3</sup> | 18 m <sup>3</sup>                      | 35 m <sup>3</sup>  |
|               |                   |  | 720 m <sup>3</sup> |

(注1) 地震検知後、運転員が隔離弁により系統隔離する。1時間で隔離が可能であることは補足説明資料6「地震時における溢水量算出の考え方と算出結果について」参照

表6 出入管理建屋の溢水源からの放出量（想定破損）

|       | 配管貯蔵量の放出          | ポンプによる継続注入量<br>(24時間で隔離 <sup>(注1)</sup> ) | 放出量合計              |
|-------|-------------------|---|--------------------|
| 水消火系統 | 25 m <sup>3</sup> | 720 m <sup>3</sup>                        | 745 m <sup>3</sup> |

(注1) パトロールによる漏えい検知後、系統隔離する。なお、更なる早期検知のために、出入管理建屋に漏水センサーを設置する。

(5) 出入管理建屋の浸水高さについて

- 出入管理建屋の各フロアの浸水高さは、水密扉の設計条件となるため、最も大きい想定破損時の放出量で浸水高さを評価している。評価方法は、電気建屋と同じである。ただし、原子炉補給水系統（脱塩水）はT. P. 14. 3m以上に存在しないことは考慮する。

表7 出入管理建屋の浸水高さ

| フロア位置 (T. P.) | 浸水高さ (=放出量/フロア面積)                 |
|---------------|-----------------------------------|
| 6. 3m         | 2. 2m (=745/345.1)                |
| 10. 3m        | 1. 0m (=745/761.6)                |
| 14. 3m        | 2. 5m (=745/295.8)                |
| 17. 8m        | 4. 1m <sup>(*)</sup> (=745/183.6) |
| 21. 2m        | 13. 0m <sup>(*)</sup> (=745/57.3) |

(\*) 天井高さ以上のため、本フロアは天井高さ（17.8mは2.5m、21.2mは2.7m）で設定する。

(6) タービン建屋溢水評価に使用する循環水管継手漏えい流量の算出について

- 地震時の伸縮継手（リング状破損）2箇所からの流量Qは、下式で算出している。

$$Q = A \times C \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3600 \times 2 = \text{約} 72,200 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/h)

A : 断面積 (= (π × D × w) m<sup>2</sup>)

D : 内径 (= 2,700 mm)

w : 継手幅 (= 70 mm)

C : 損失係数 (= 0.82)

H : 水頭 (= 21.6 m)、次図参照

- また、想定破損時の伸縮継手（1/4 D tクラック）1箇所からの流量Qは、下式で算出している。

$$Q = A \times C \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3600 \times 2 = \text{約} 830 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/h)

A : 断面積 (= (1/4 × D × t) m<sup>2</sup>)

D : 内径 (= 2,700 mm)

t : 板厚 (= 20 mm)

C : 損失係数 (= 0.82)

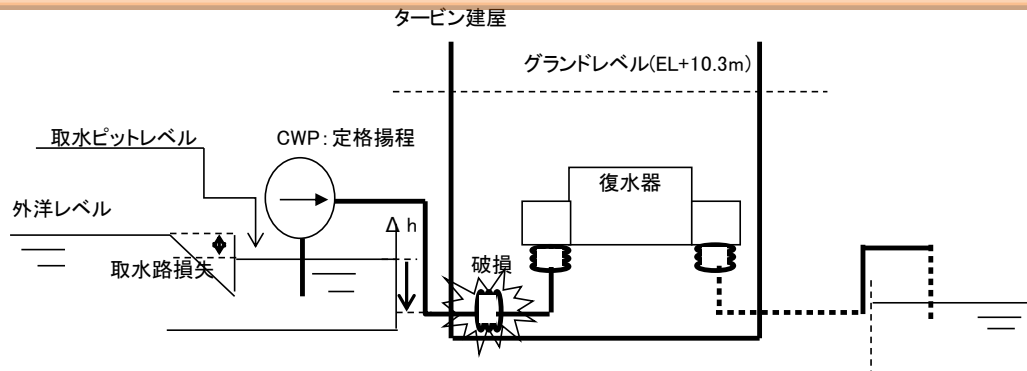
H : 水頭 (= 21.6 m)、次図参照

## H：水頭の考え方

Hは下式で算出している。

$H = \text{循環水ポンプ定格揚程} - \Delta h$ （破損伸縮継手設置レベル－取水ピットレベル）

- ・ 循環水ポンプ定格揚程：15.6m
- ・ 破損伸縮継手設置レベル：復水器入口弁前伸縮継手と想定（EL－6.45m）
- 取水ピットレベルは（外洋レベル－取水路損失）により算出
- ・ 外洋水位：EL+1.0m（設置許可申請書記載値）
- ・ 取水路損失：1.45m



### (7) タービン建屋の空間容積の算出方法について

- 空間容積は、T. P. 10.3m以下のタービン建屋体積から、欠損部体積を差し引いた値であり、欠損部体積を算出した主な設備は以下のとおりである。
  - 建屋構造物：柱基礎、壁、復水器基礎、タービン架台脚部、循環水管基礎等
  - 設備：復水器、ポンプ、タンク、盤等
  - 配管：循環水管、復水管、海水管等

### (8) 循環水ポンプ停止操作に要する時間等について

- タービン建屋の循環水ポンプ伸縮継手からの溢水量は、7. で計算した漏えい流量に表8、9の循環水ポンプ停止時間を乗じて求める。
- この溢水量にタービン建屋内の破損機器からの溢水を合算した合計溢水とT. P. 10.3m以下の空間容積を比較し、溢水水位がT. P. 10.3m（隣接建屋である原子炉建屋の許容浸水高さはT. P. 15m）に達しないことを確認した。（表10参照）

表8. 地震時の溢水継続時間

|                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| ①循環水ポンプ自動トリップ <sup>(注)</sup> | 5分                   |
| 合計（停止時間）                     | 5分                   |
| 伸縮継手からの溢水量                   | 約6,100m <sup>3</sup> |

(注)「地震加速度大」信号による自動トリップ

表9. 想定破損時の溢水継続時間

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| ①タービン建屋各ピットの警報による異常の把握 | 10分                |
| ②循環水ポンプ停止操作            | 15分                |
| 合計（停止時間）               | 25分                |
| 伸縮継手からの溢水量             | 約350m <sup>3</sup> |

表10 タービン建屋溢水影響評価結果

|      | 継手からの溢水<br>(m <sup>3</sup> ) | 機器からの溢水<br>(m <sup>3</sup> ) | 合計溢水<br>(m <sup>3</sup> ) | < | T. P. 10. 3m以下の<br>空間容積(m <sup>3</sup> ) |
|------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---|--|
| 地震   | 6, 100                       | 11, 970                      | 18, 070                   |   | <  |
| 想定破損 | 350                          |                              | 12, 320                   |   |  |

(注) 想定破損による溢水は、伸縮継手と各配管の溢水の最大値となるが、本評価では合計溢水で評価した。

(9) 溢水評価

- 以上の評価から、以下の通り低耐震建屋での溢水が原子炉補助建屋および原子炉建屋の防護対象設備に影響を与えないことを確認した。
- 電気建屋
  - 今回評価した浸水高さから水密扉の設計\*をしており、隣接する原子炉補助建屋の防護対象設備に影響を与えることは無い。
- 出入管理建屋
  - 気建屋と同様に今回評価した浸水高さから水密扉の設計\*をしており、隣接する原子炉補助建屋の防護対象設備に影響を与えることは無い。
- タービン建屋
  - タービン建屋での溢水合計は地震 (18, 070m<sup>3</sup>)、想定破損 (12, 320m<sup>3</sup>) とも、T. P. 10. 3m 以下の空間容積 (61, 500m<sup>3</sup>) よりも小さく、隣接する原子炉建屋の許容浸水高さ T. P. 15m まで到達しないため、タービン建屋での溢水が原子炉建屋の防護対象設備に影響を与えることは無い。

※ T. P. 10. 3m 以下の水密扉については設計水頭圧高さを T. P. 15m としており、T. P. 17. 8m, T. P. 21. 2m については以下の通り

| 建屋     | 設置フロア        | 設計水頭圧高さ   | 浸水高さ           |
|--------|--------------|-----------|----------------|
| 出入管理建屋 | T. P. 17. 8m | フロア+5. 2m | 2. 5m (4. 1m)  |
|        | T. P. 21. 2m | フロア+2. 7m | 2. 7m (13. 0m) |
| 電気建屋   | T. P. 17. 8m | フロア+0. 8m | 0. 8m          |

( ) 内の数値は評価上の浸水高さであるが、当該フロアでは天井高さ以上となるため、天井高さを浸水高さとした。

以上

### 溢水伝播防止対策の基本仕様等について

#### 1. 隔離弁

各隔離弁（手動弁）の仕様等は、下表のとおりである。

| 隔離弁名称            | 構造      | 耐震性               | 止水機能 |
|------------------|---------|-------------------|------|
| 水消火系統隔離弁         | ゲート弁    | 基準地震動 $S_s$ に耐えうる | 無漏えい |
| 飲料水系統隔離弁         | ダイヤフラム弁 |                   |      |
| 原子炉補給水系統（脱塩水）隔離弁 |         |                   |      |

#### 2. 水密扉

##### (1) 構造・配置

水密扉は、鋼製の板材及びそれを支持する主桁等で構成される水密性を有した扉である。水密扉の概略図及び写真を図1及び図2に示す。また、配置図を添付1に示す。



図1 水密扉概略図（上：平面図、下：断面図）

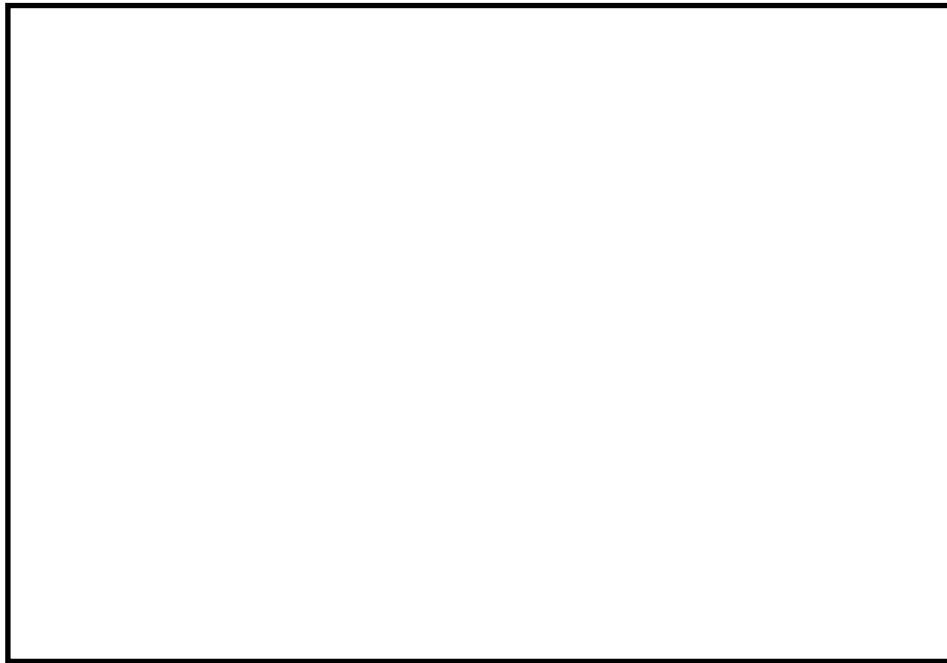


図2 水密扉写真（左：閉鎖時、右：開時）

(2) 強度・耐震性

内部溢水により発生する浸水に対して、十分な強度を有する設計としている。また、設置される建物・構築物の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析から得られる当該設置位置の変形量に対して、浸水防止機能が保持できる設計としている。（添付2参照）

(3) 止水性

水密扉の止水機能は、低耐震建屋の溢水水位が24日間程度下がらない場合を想定しても、水密扉からの漏えいによって、溢水防護区画内の水位が防護対象設備の機能喪失高さに至らないことを確認している。

※ T.P. 10.3m 以下の水密扉については設計水頭圧高さを T.P. 15m としており、T.P. 17.8m, T.P. 21.2m については以下の通り

| 建屋     | 設置フロア      | 設計水頭圧高さ  | 浸水高さ         |
|--------|------------|----------|--------------|
| 出入管理建屋 | T.P. 17.8m | フロア+5.2m | 2.5m (4.1m)  |
|        | T.P. 21.2m | フロア+2.7m | 2.7m (13.0m) |
| 電気建屋   | T.P. 17.8m | フロア+0.8m | 0.8m         |

( ) 内の数値は評価上の浸水高さであるが、当該フロアでは天井高さ以上となるため、天井高さを浸水高さとした。

3. 漏水センサー

- (1) 漏水センサーの電源は電池であり、リチウム電池の場合は約4年、アルカリ電池の場合は約2年の継続使用が可能。
- (2) 漏えい検知信号発信時以外に、漏水センサーから接続状態を確認する信号が定期的には発信される「定期送信機能」があり、定期送信において受信機側が信号を受信できない場合は、警報が発信する仕組み。
- (3) 電池の残量が低下すると、漏えい検知信号送信時や定期送信時に「電池切れ信号」も受信機側に送信される。また、漏水センサー本体でも、表示灯が5秒間隔で点滅する。



漏水センサー送信機

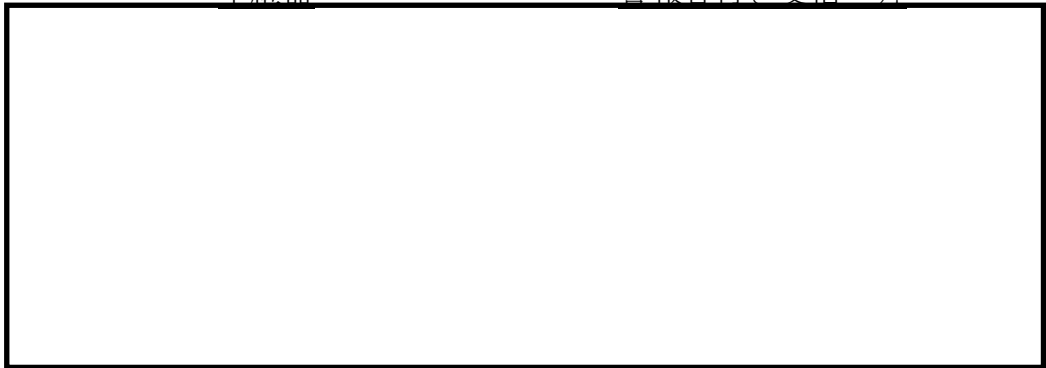


(表)

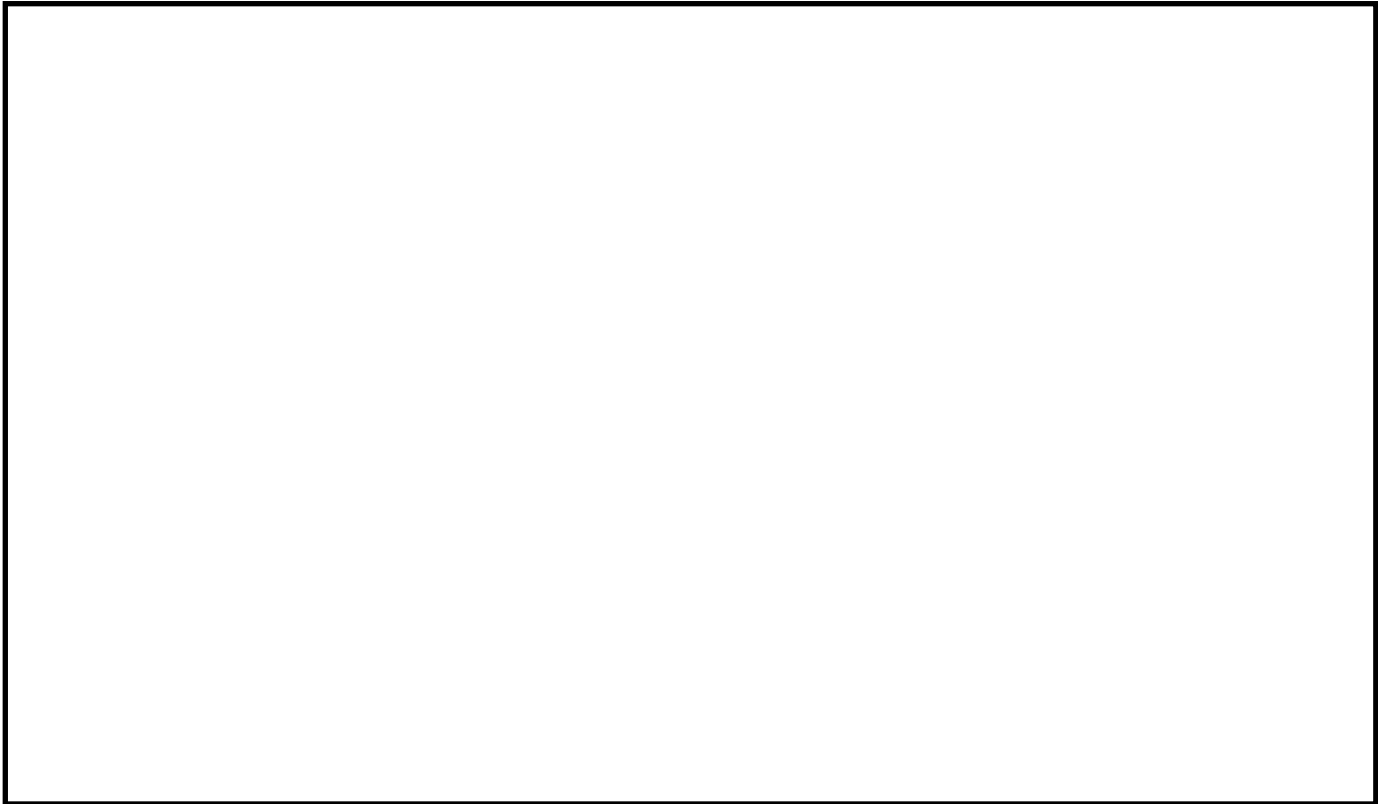
(裏)

中継器

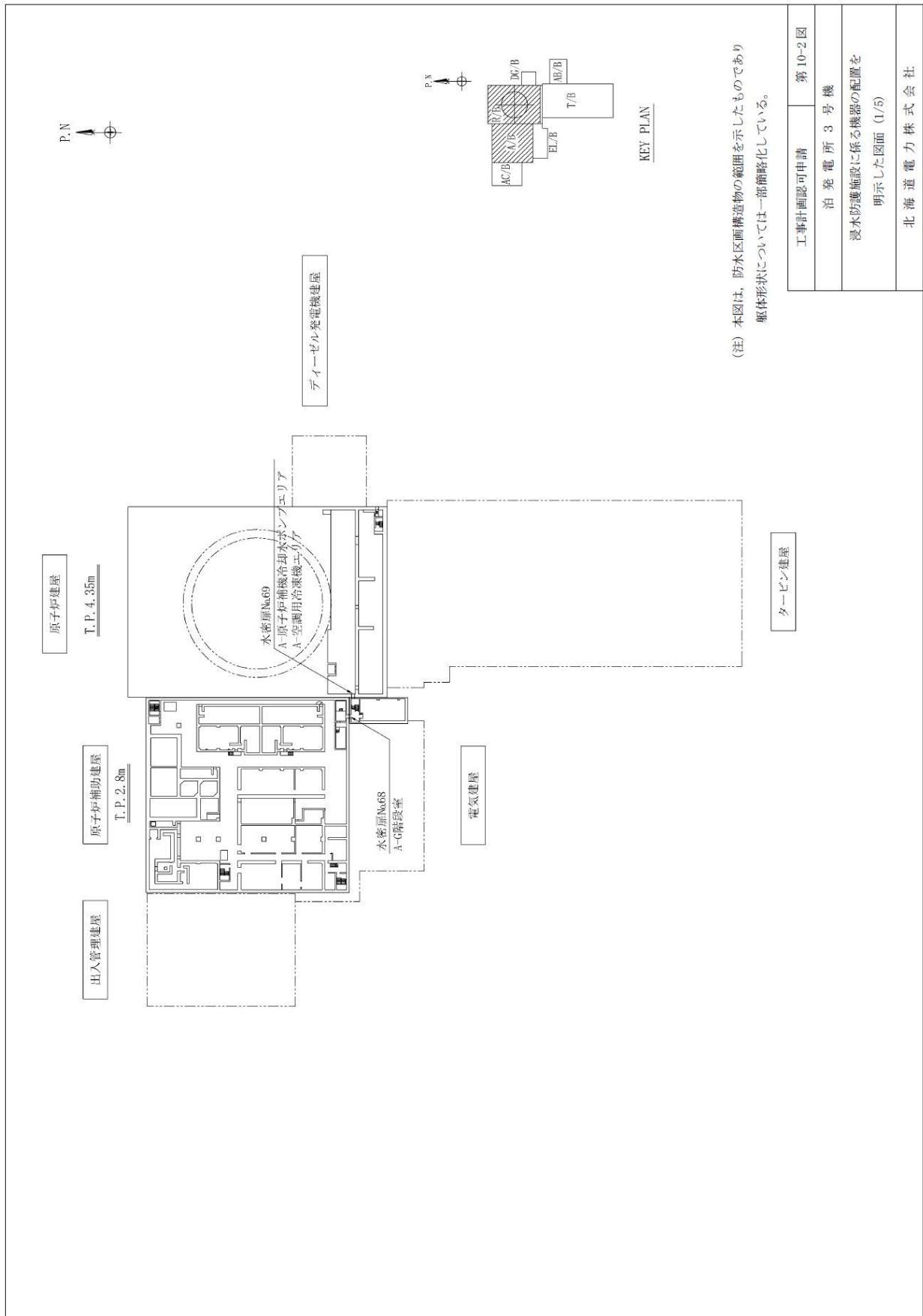
警報音付き受信ユニット







以上

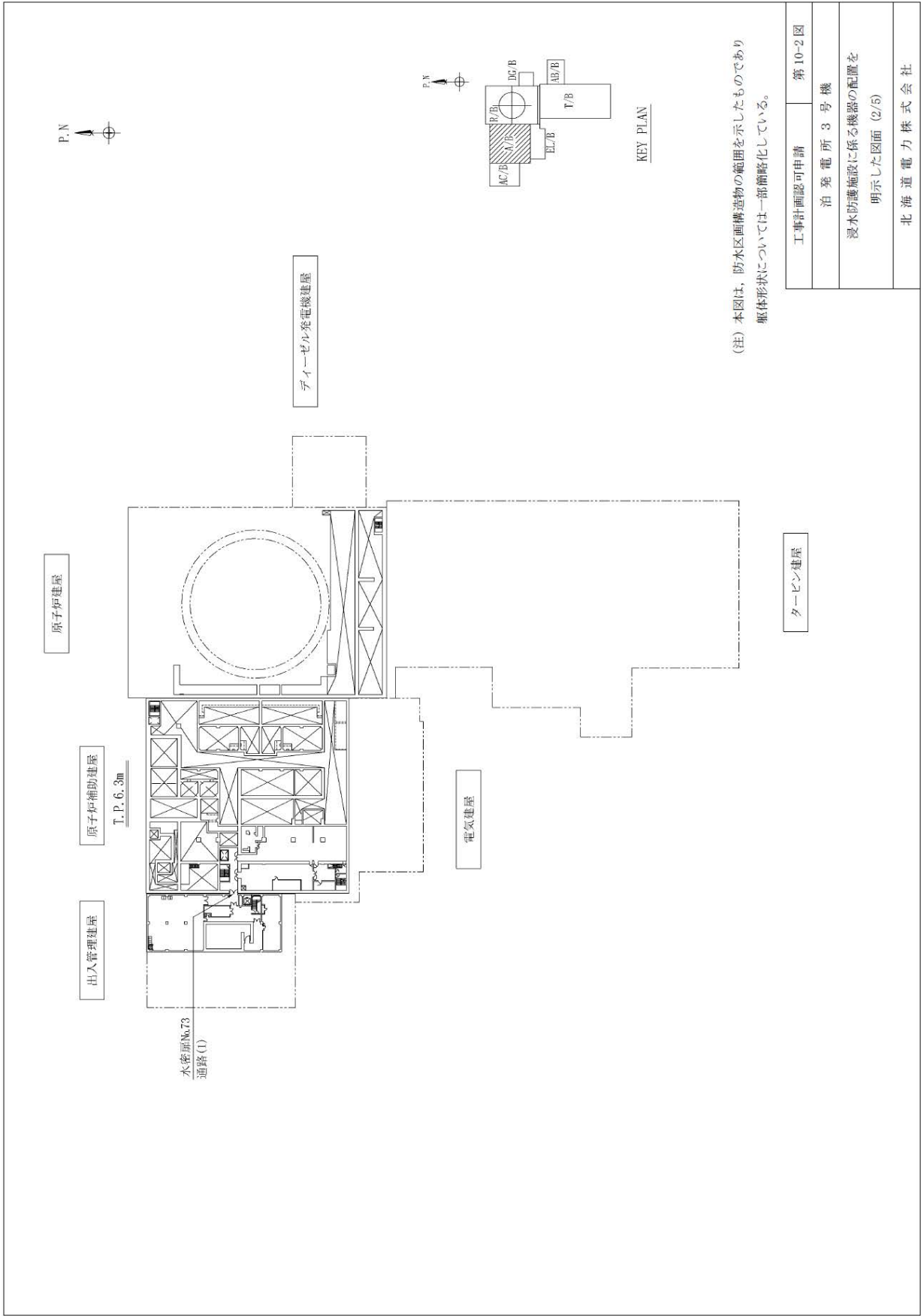


|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 工事計画認可申請                        | 第10-2図 |
| 泊 発電所 3 号機                      |        |
| 浸水防護施設に係る機器の配置を<br>明示した図面 (1/5) |        |
| 北海道電力株式会社                       |        |

Rev. (0)

第 10-2 図

HTN-3 変更工認

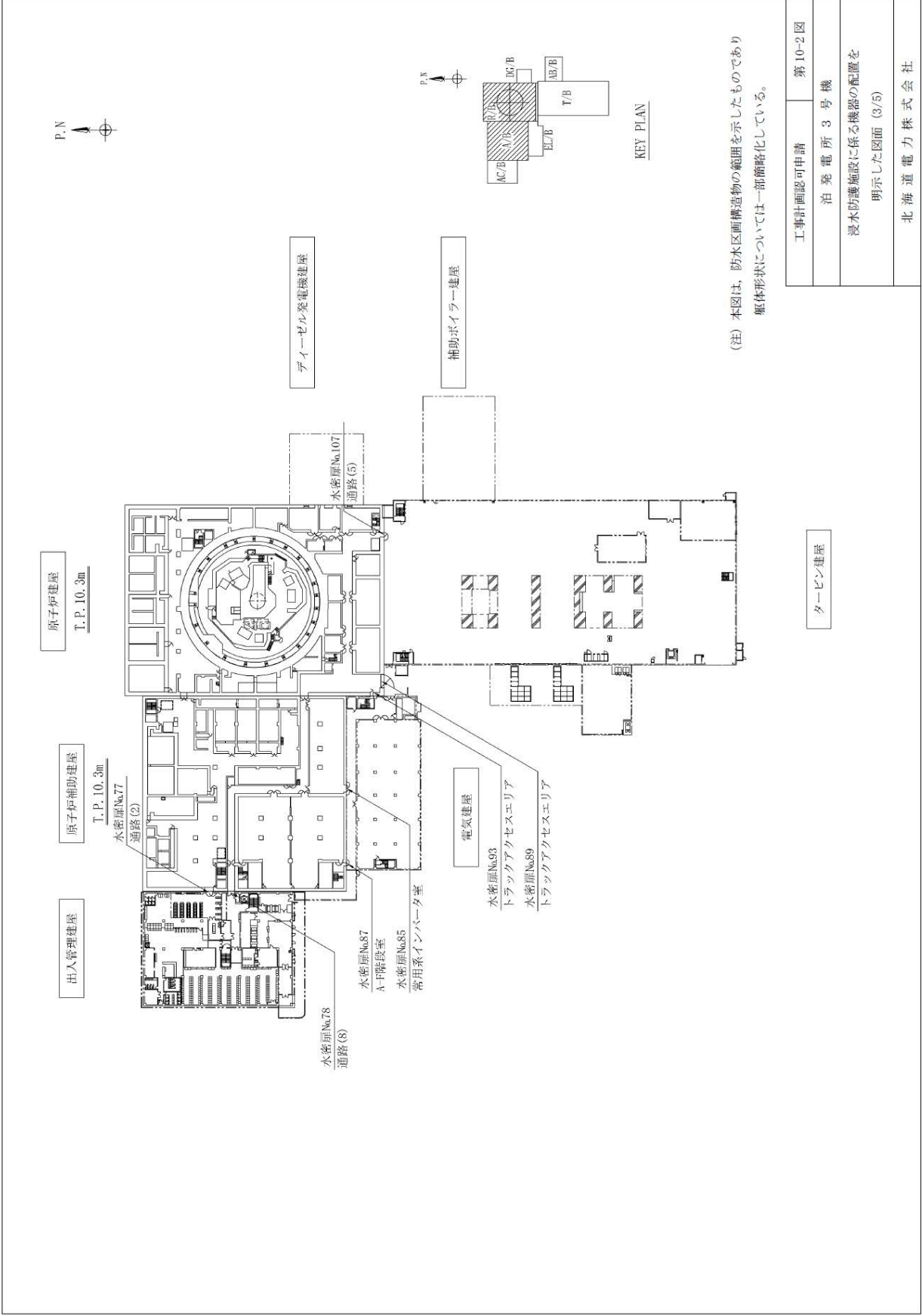


Rev. (0)

第 10-2 図

HTN-3 変更工認

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| 工事計画認可申請                        | 第 10-2 図 |
| 泊 発 電 所 3 号 機                   |          |
| 浸水防護施設に係る機器の配置を<br>明示した図面 (2/5) |          |
| 北 海 道 電 力 株 式 会 社               |          |



(注) 本図は、防水区画構造物の範囲を示したものであり  
 躯体形状については一部簡略化している。

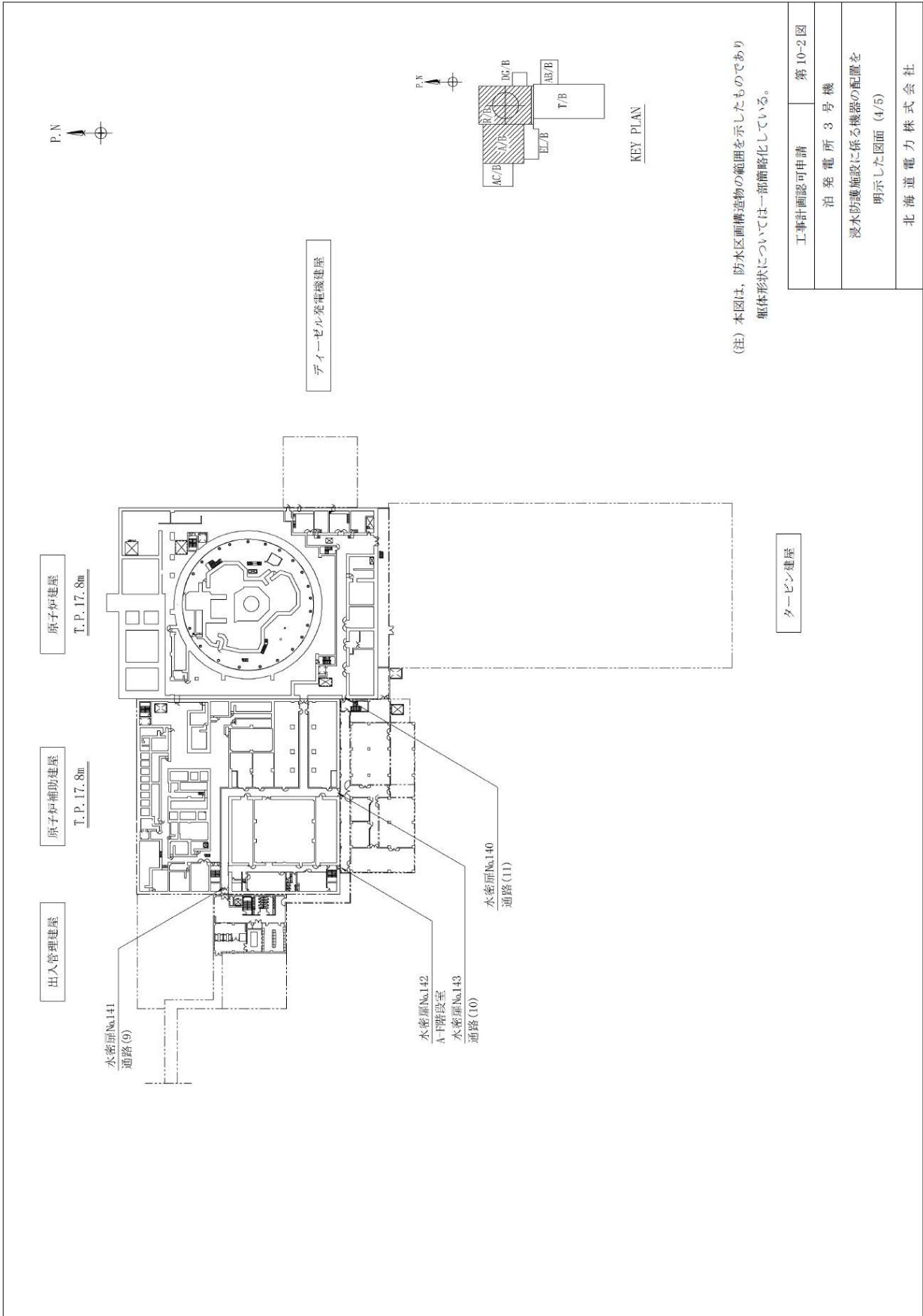
|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 工事計画認可申請                        | 第10-2図 |
| 泊 発電所 3 号機                      |        |
| 浸水防護施設に係る機器の配置を<br>明示した図面 (3/5) |        |
| 北海道電力株式会社                       |        |

タービン建屋

Rev. (0)

第10-2図

HTN-3 変更工図



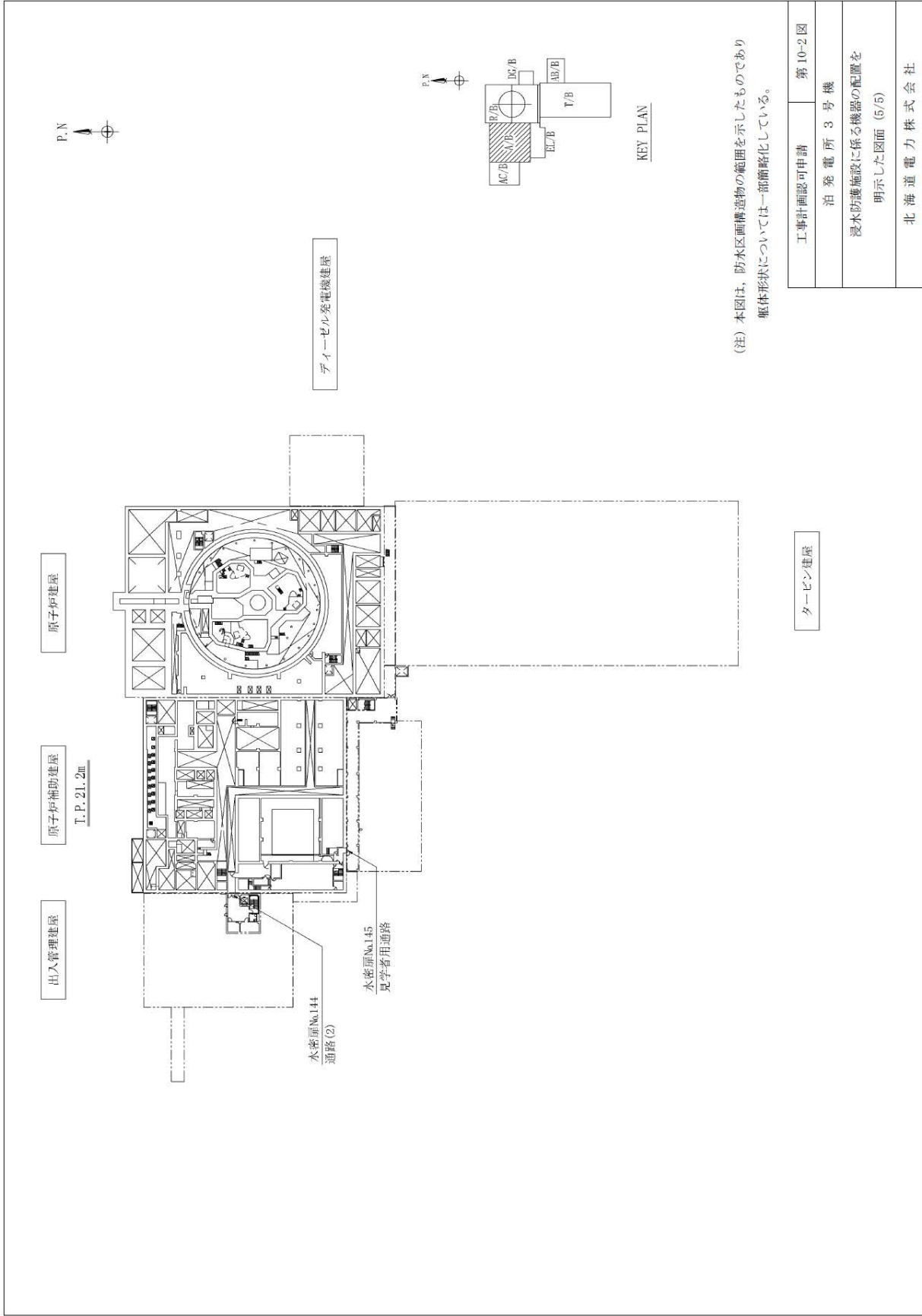
(注) 本図は、防水区画構造物の範囲を示したものであり  
 躯体形状については一部簡略化している。

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 工事計画認可申請                        | 第10-2図 |
| 泊 発 電 所 3 号 機                   |        |
| 浸水防護施設に係る機器の配置を<br>明示した図面 (4/5) |        |
| 北 海 道 電 力 株 式 会 社               |        |

Rev. (0)

第 10-2 図

HTN-3 変更工図



Rev. (0)

第 10-2 図

HTN-3 変更工図

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| 工事計画認可申請                        | 第 10-2 図 |
| 泊 発 電 所 3 号 機                   |          |
| 浸水防護施設に係る機器の配置を<br>明示した図面 (5/5) |          |
| 北 海 道 電 力 株 式 会 社               |          |

## 水密扉の設計方針について

溢水伝播防止対策のうち水密扉の設計方針について以下に示す。(平成25年7月泊発電所工事計画認可申請書より)

## 1. 水密扉の設計方針

## 1.1 水密扉の構成部材

水密扉は、板材及びそれを支持する主桁等で構成される水密性を有した扉である。

## 1.2 設計概要

水密扉の強度設計は、水密扉を構成する主要な構造部材である主桁及び板材に対して実施する。

浸水による水圧荷重は、想定浸水高さに対して三角形分布の静水圧荷重を仮定する。水圧荷重の概念図を図1に示す。

主桁については、部材の最大曲げ応力度が「建築基準法」及び「建築基準法施行令」に定められた許容曲げ応力度以下となるとともに、最大たわみが「水門鉄管技術基準 水門扉編一付解説一」(2007年水門鉄管協会)に定められた許容たわみ以下となるように設計を行う。

板材については、部材の最大曲げ応力度が「建築基準法」及び「建築基準法施行令」に定められた許容曲げ応力度以下となるように設計を行う。

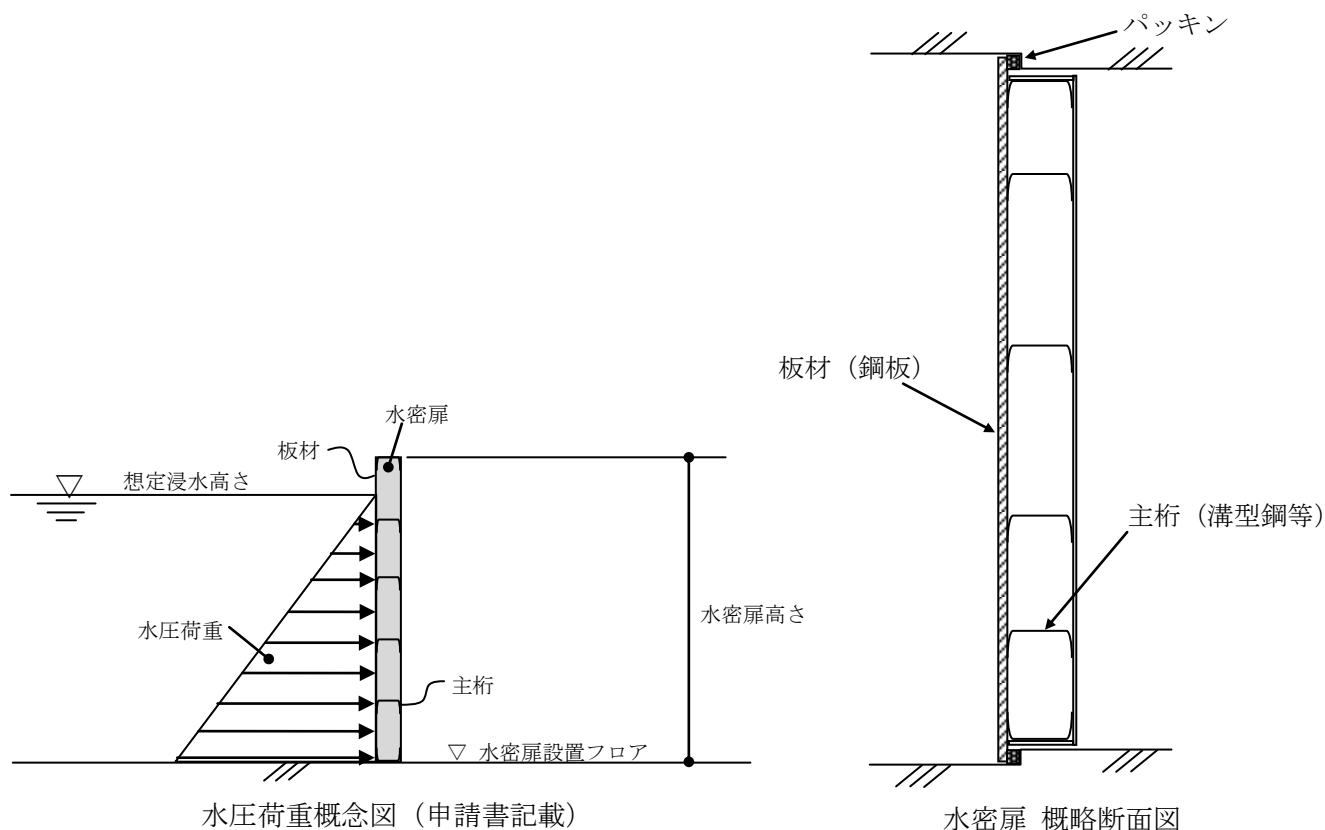


図1 水圧荷重の概念と水密扉断面図

### 1.3 許容値

許容曲げ応力度及び許容たわみを表 1 に示す。

表 1 許容値

|         | 許容値                  | 備 考         |
|---------|----------------------|-------------|
| 許容曲げ応力度 | 235N/mm <sup>2</sup> | SS400 t40以下 |
| 許容たわみ   | 1/800                |             |

## 2. 水密扉の部材設計について

### 2.1 算定概要

#### (1) 主桁

主桁 1 本あたりに作用する荷重に対する最大曲げ応力度及び最大たわみを次式により求める。

最大曲げ応力度

$$\sigma = M/Z$$

$$M = \omega l^2/8$$

ここに、 $\sigma$  : 最大曲げ応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

M : 最大曲げモーメント (N・mm)

Z : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)

$\omega$  : 等分布荷重 (N/mm)

l : 支点間距離 (mm)

最大たわみ

$$\delta = 5\omega l^4/384EI$$

ここに、 $\delta$  : 最大たわみ (mm)

$\omega$  : 等分布荷重 (N/mm)

l : 支点間距離 (mm)

E : ヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

I : 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

#### (2) 板材

板材に作用する荷重に対する最大曲げ応力度は「水門鉄管技術基準 水門扉編一付解説一」(2007年水門鉄管協会)に基づき、次式により求める。

最大曲げ応力度

$$\sigma = 1/100 \times k \times a^2 \times P/t^2$$

ここに、 $\sigma$  : 最大曲げ応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

k : 辺長比 (b/a) による係数

a : 区画の短辺 (mm)

b : 区画の長辺 (mm)

P : 水圧 (N/mm<sup>2</sup>)

t : 板厚 (mm)



## 2.2 算定結果

算定結果の1例として、図2に示す原子炉建屋に設置する水密扉 No. 107 (T.P. 10.3m) の想定浸水高さ (T.P. 15.0m) に対する算定結果を表2に示す。

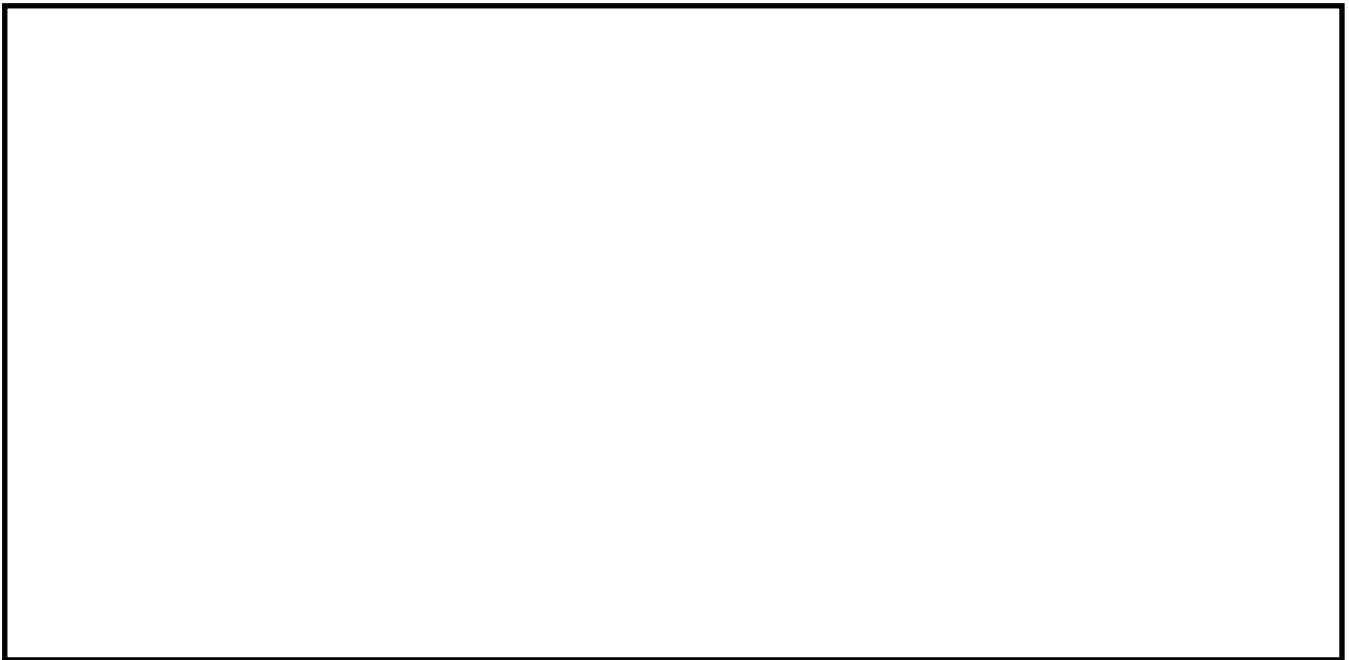


図2 水密扉 No.107 の構造図

表2 算定結果

| 部材 | 鋼材の形状・寸法        | 最大曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |     | 最大たわみ   |       |
|----|-----------------|------------------------------|-----|---------|-------|
|    |                 | 発生値                          | 許容値 | 発生値     | 許容値   |
| 主桁 | [-200×90×8×13.5 | 6.2                          | 235 | 1/33138 | 1/800 |
| 板材 | 厚さ16mm          | 0.2                          | 235 | —       | —     |

## 3. 水密扉の耐震性について

水密扉は、設置される建物・構築物の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析から得られる当該設置位置の変形量に対して、浸水防止機能が保持できる設計とする。

## 10. 湧水による溢水防護対策について

### 1. 湧水設備からの溢水防護の対策方針

- 原子炉補助建屋の最下層に設置されている耐震 B,C クラス機器である湧水設備（排水目皿・床面開口ハッチを含み、以下湧水設備等という）については、地震時及び想定破損における溢水源となり得る。
- よって、湧水ピットポンプが停止し、排水機能が失われた場合または地震により湧水設備等が損傷した場合においても、湧水ピットエリアへ流入した溢水が防護対象設備が設置されているエリアへ伝播することがないように、湧水設備等に対して以下の溢水防護対策を行うことを基本方針とする。
  - ▶ 湧水ピットポンプ、排水配管、床面開口部ハッチ、排水目皿について耐震評価により基準地震動  $S_s$  での耐震性を確保。
  - ▶ また、配管については応力評価を行い、発生する応力が十分低い値であることを確認し低エネルギー配管の想定破損対象から除外。
- 湧水がピットエリアへ浸水するルートとなる、排水目皿及び床面開口部ハッチについては、同エリアへの浸水防止のため、排水目皿にはプラグによる封止措置を実施するとともに、床面開口部ハッチには止水性を有する塞ぎ板を設置し止水性を確保。
- 上記防護対策を行うことにより、湧水ピットポンプが停止し、排水機能が失われた場合においても、湧水ピットエリアは耐震性及び止水性を確保でき、湧水ピットエリアに溢水が流入することはなく、防護対象設備が設置されているエリアへ影響を及ぼすことはない。

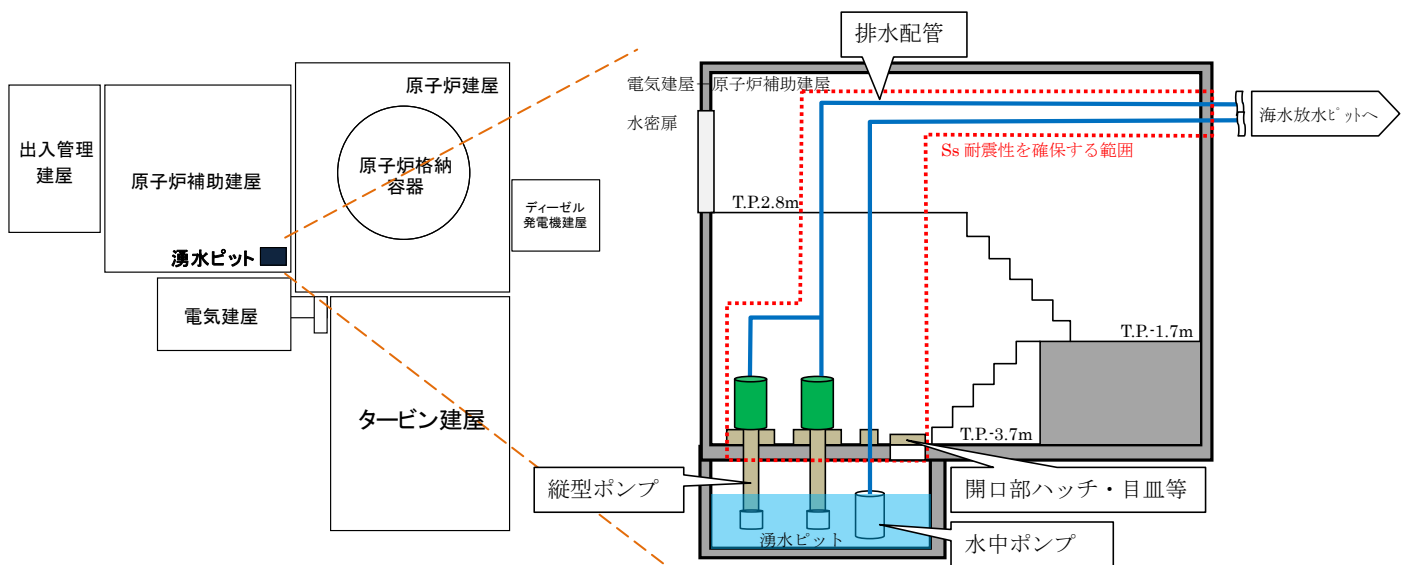


図1. 湧水ピットエリアの配置

図2. 湧水ピットポンプエリア概略

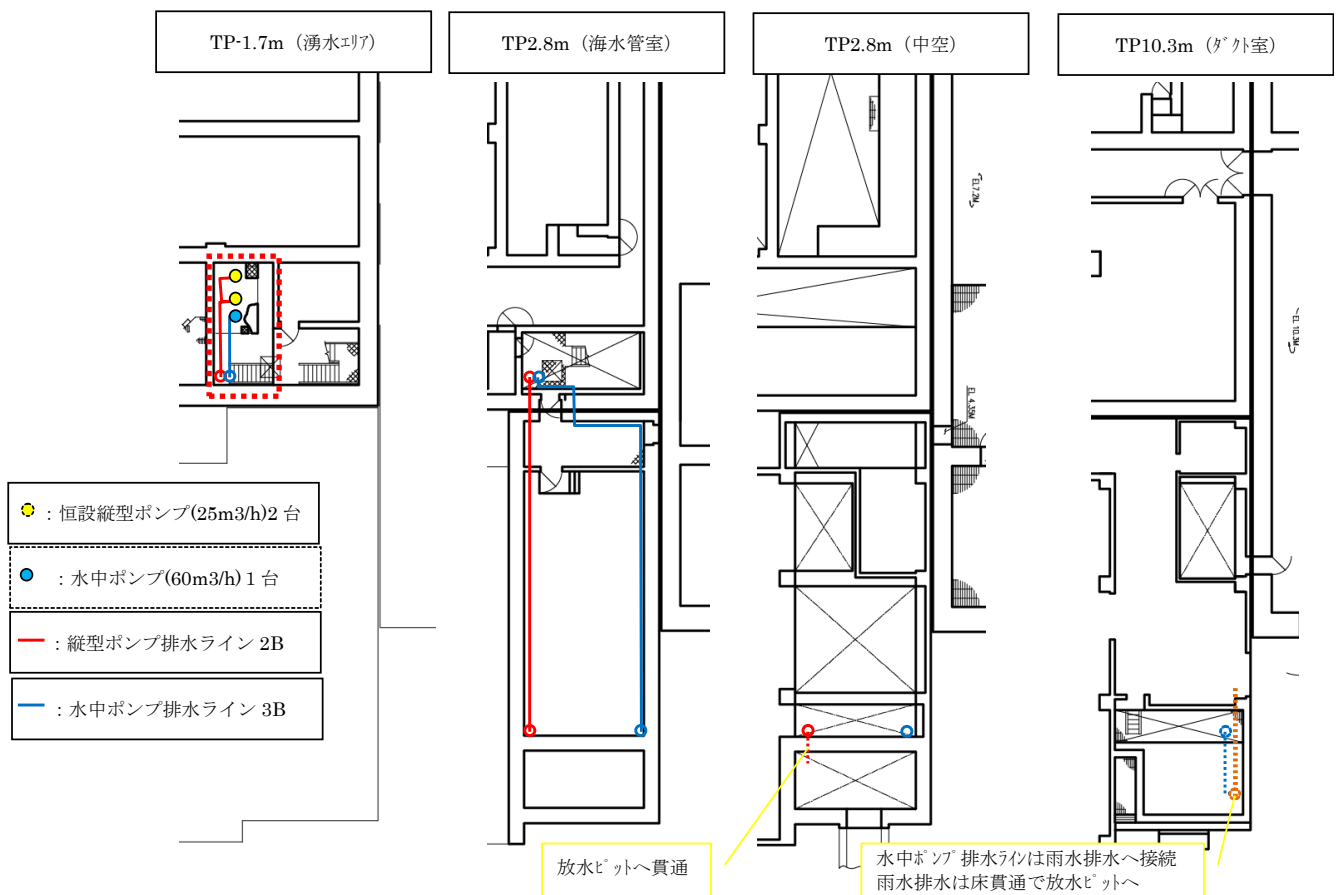
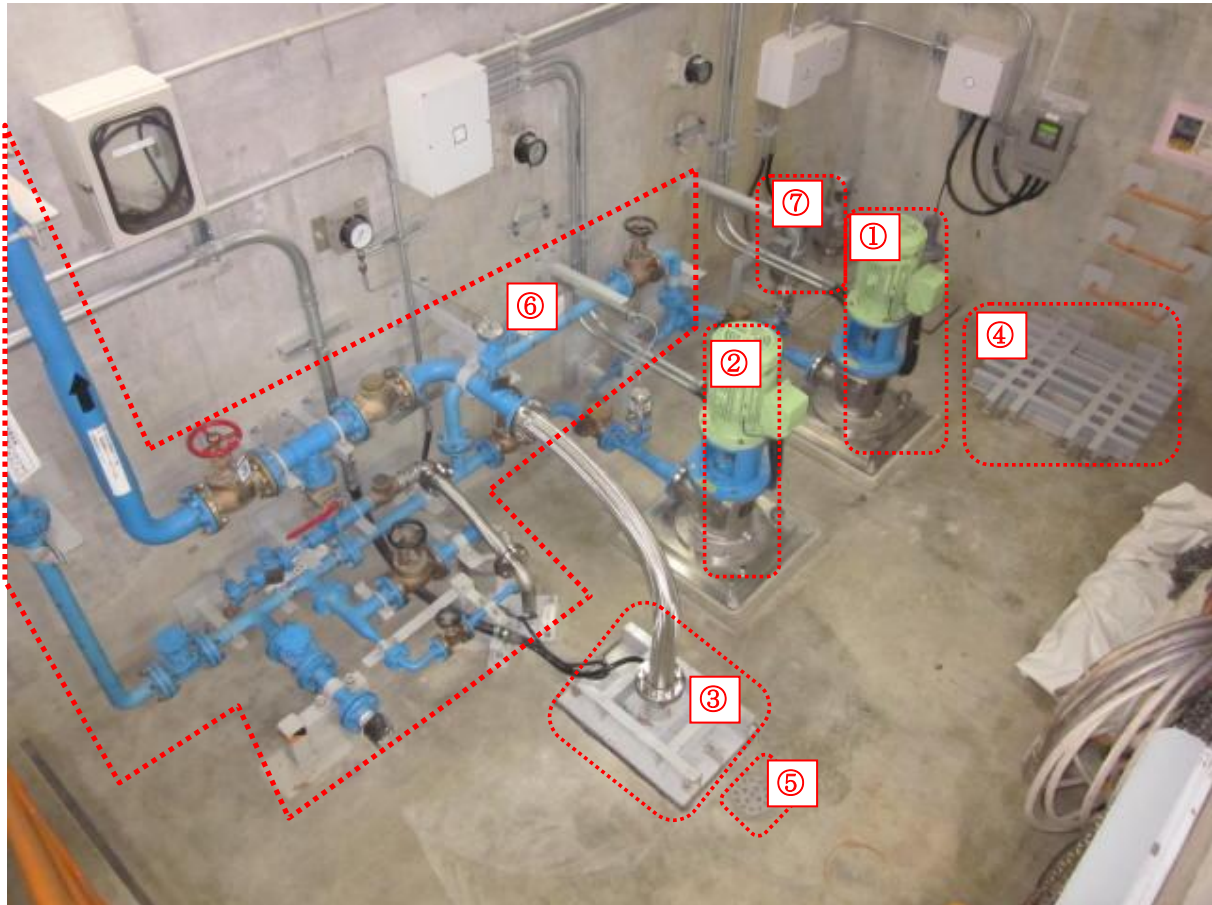


図3. 湧水ピット排水配管の敷設ルート

## 2. 湧水による溢水影響評価について

- 溢水影響評価においては、湧水ピットエリアでの溢水が発生しないことで、防護対象設備が設置されているエリアへの浸水も防止できるとして評価を行った。
- また、平成25年8月27日に発生した「湧水ピット水のオーバーフロー事象（10-別紙1参照）」の再発防止対策も考慮して、評価を行った。
- 以下に記載する対策によって、湧水ピットエリアに溢水は流入しない評価結果となった。
  - 湧水ピットエリアの床面貫通部についてS s耐震性を確認し、止水性を確保した。
  - 流入経路となる排水目皿については、S s耐震性を有するボールチャッキを設置した。
  - 湧水ピットポンプ排水配管についても、S s耐震性を確保するとともに応力評価も行い想定破損対象からも除外できるよう評価を行った。（補足説明資料15「低エネルギー配管の強度評価について」参照）

※ S s耐震性を確保した設備の現場配置を図4に示す。



Ss 耐震性を確保する機器・設備は以下の通り

- ①②縦型ポンプ× 2台
- ③水中ポンプ（取り付け塞ぎ板より上部）
- ④開口部ハッチ（塞ぎ板）
- ⑤排水目皿（ボールチャッキ）
- ⑥排水配管（縦型ポンプ排水、水中ポンプ排水）
- ⑦超音波水位計

※湧水ピットエリア内壁に設置される電線管貫通部についても、シーリング材充填による止水対策を実施している。

図4. 湧水ピットエリア現場写真

## 泊3号機 湧水ピット水のオーバーフロー事象について

## 1. はじめに

- ▶ 泊発電所3号機については、定期検査のためプラント停止中のところ、8月27日19時25分頃、夕方からの豪雨により湧水が増加し、原子炉補助建屋の地下2階にある湧水ピットポンプの排水能力を上回ったことにより、湧水ピット水がオーバーフローする事象が発生した。
- ▶ 本資料では、上記オーバーフロー事象の「原因」と「再発防止対策」について記載する。

## 2. 事象の原因

- ▶ 原子炉建屋周辺の埋戻土置換工事（建設時に整地土として使用したセメント系の改良土を新たな土砂で置き換えを行う今回限りの工事）のための掘削作業中において、夕方からの豪雨により大量の雨水が掘削部分に流入し、湧水ピットエリアへの流入量が急激に増加し湧水ピットポンプの排水能力を上回ったことによりオーバーフローに至ったもの。
- ▶ また、湧水ピットエリアについては、溢水が生じないようにピット床面の開口部を水密シール施工しているエリアとして設定していたが、排水目皿に設置していたプラグの締め付け管理不良により、ポンプ排水能力を超えた流入量となった際に、排水目皿から湧水ピット内水がピットエリアに流入しオーバーフロー事象に至ったもの。
- ▶ ピットエリアに流入した溢水により、管理区域との境界壁を貫通する電線管貫通部の高さまで溢水水位が生じた結果、電線管内を通じて管理区域へ溢水が流入した。

※ 事象の概要図を図1～図3、掘削作業中の写真を図4に示す。

## 3. 再発防止対策

- ▶ 湧水ピットへの流入量が増大した直接の原因である原子炉建屋周辺の埋戻土置換工事の掘削作業については、泊発電所3号機建設時に整地土として使用したセメント系の改良土を新たな土砂で置き換えを行う今回に限っての工事であるが、早急に埋め戻しの作業を行った。
- ▶ また、今回の事象を受け、湧水ピットへ流入する地下水以外に降雨量の増加による影響をより低減するための処置として、埋め戻し後の建屋周辺土壌表面をアスファルト施工し、降雨による影響低減処置を行っている。
- ▶ また、当該エリアへの浸水防止を確実にするために、排水目皿に使用していたプラグをボールチャッキに取り替えた。

- 管理区域への溢水伝播経路となった電線管については、当該エリアに限らず溢水評価において溢水流入を想定しているエリアにおいて、溢水水位以下に設置される電線管全てに対してシール施工を行うこととした。

※ 土壌表面のアスファルト施工後の写真を図5、ボールチャッキ設置と電線管シール施工の状況を図6および図7に示す。

以 上

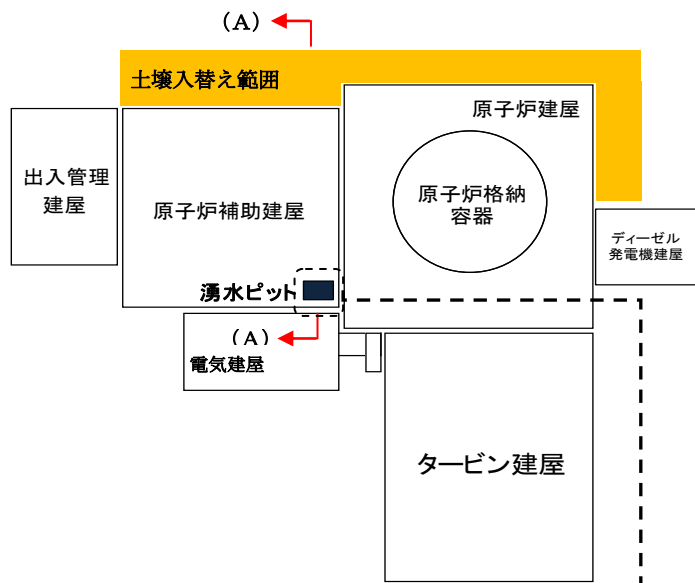


図1 全体配置図

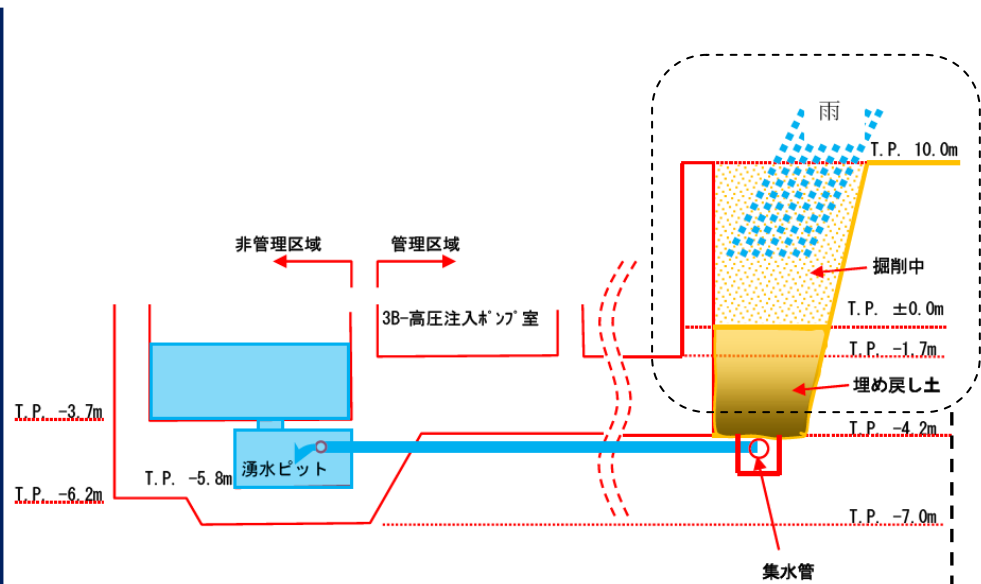


図2 図1のA-A断面図

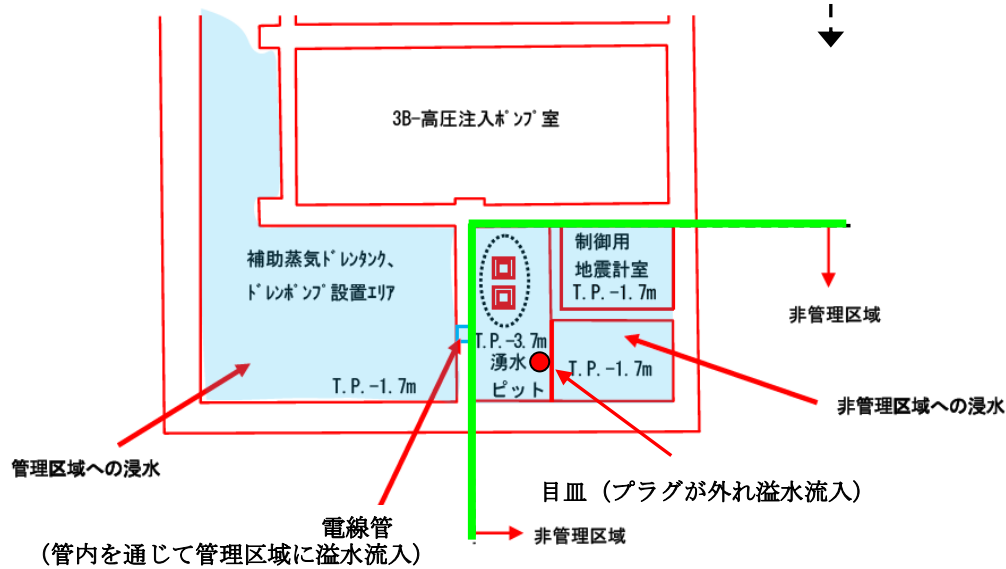
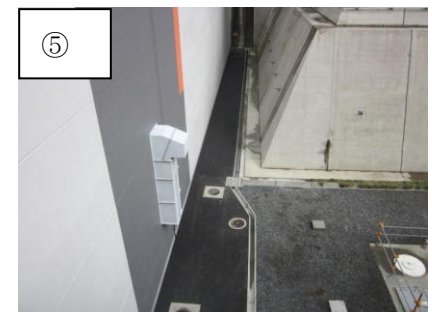
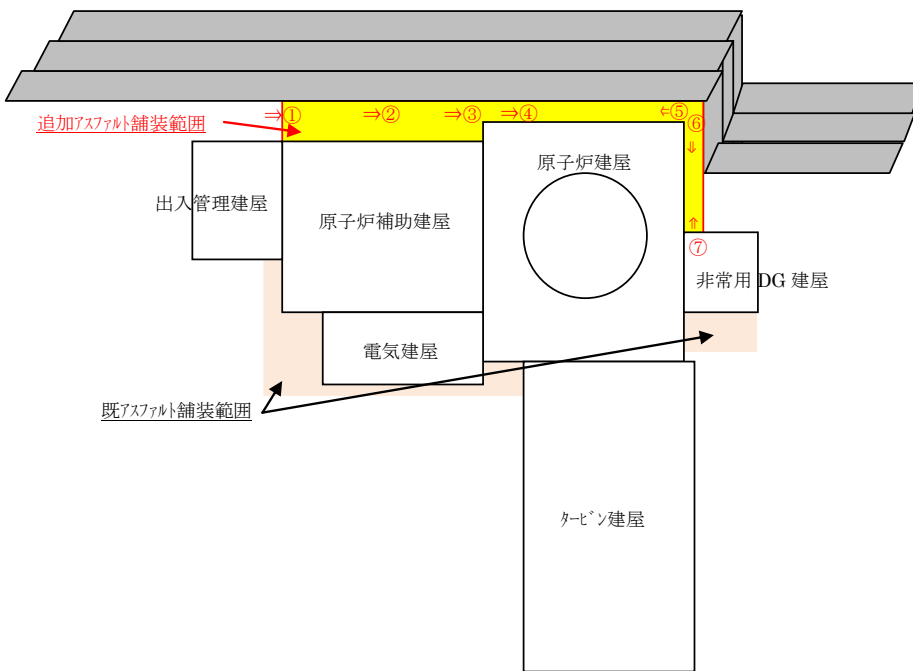
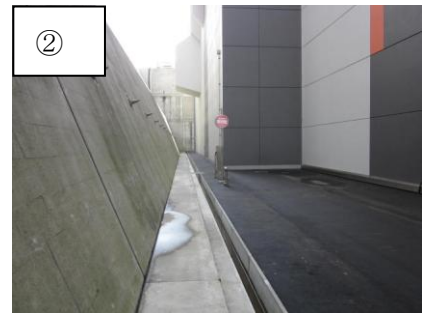
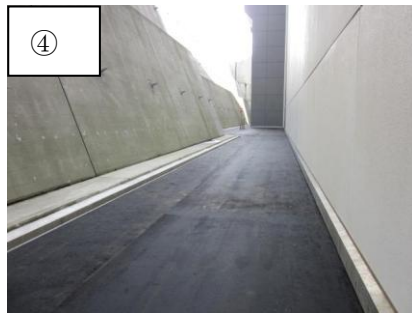


図3 T.P. -3.7m 湧水ピット廻り平面図



図4 土壌入替え時の掘削状況



建屋周辺の土壌埋め戻し後、表面をアスファルト施工することにより、降雨量の増加による湧水流入量への影響低減処置を行っている。

図5 土壌入れ替え完了後のアスファルト舗装状況



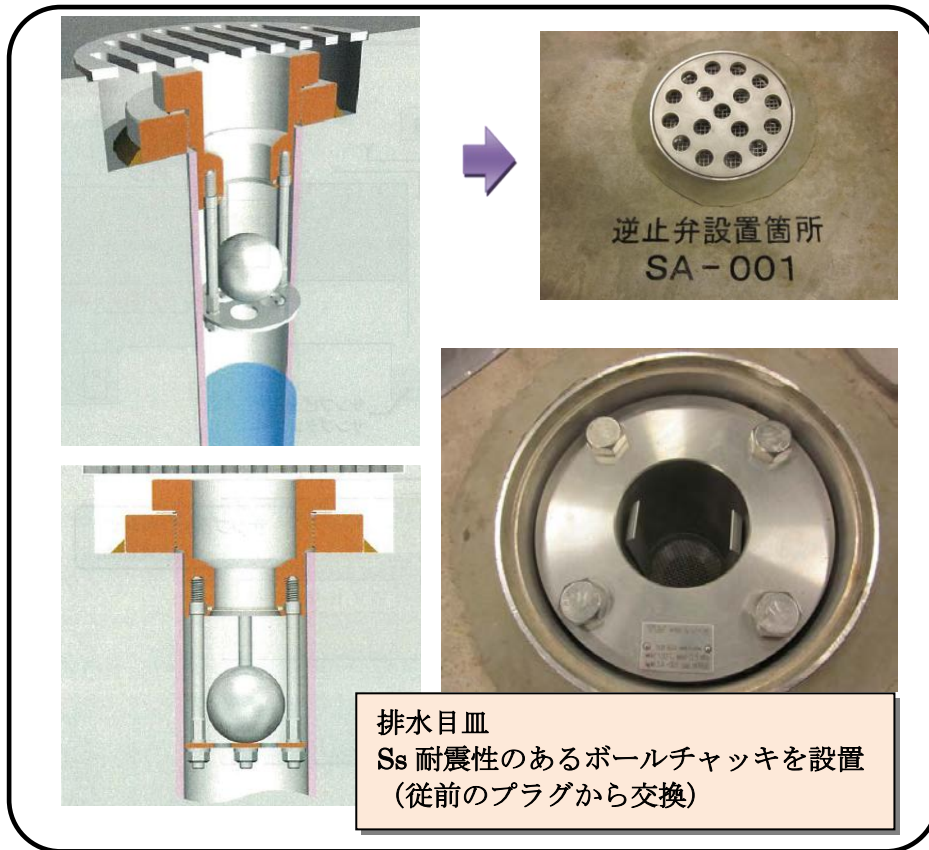


図6 排水目皿の止水性確保対策

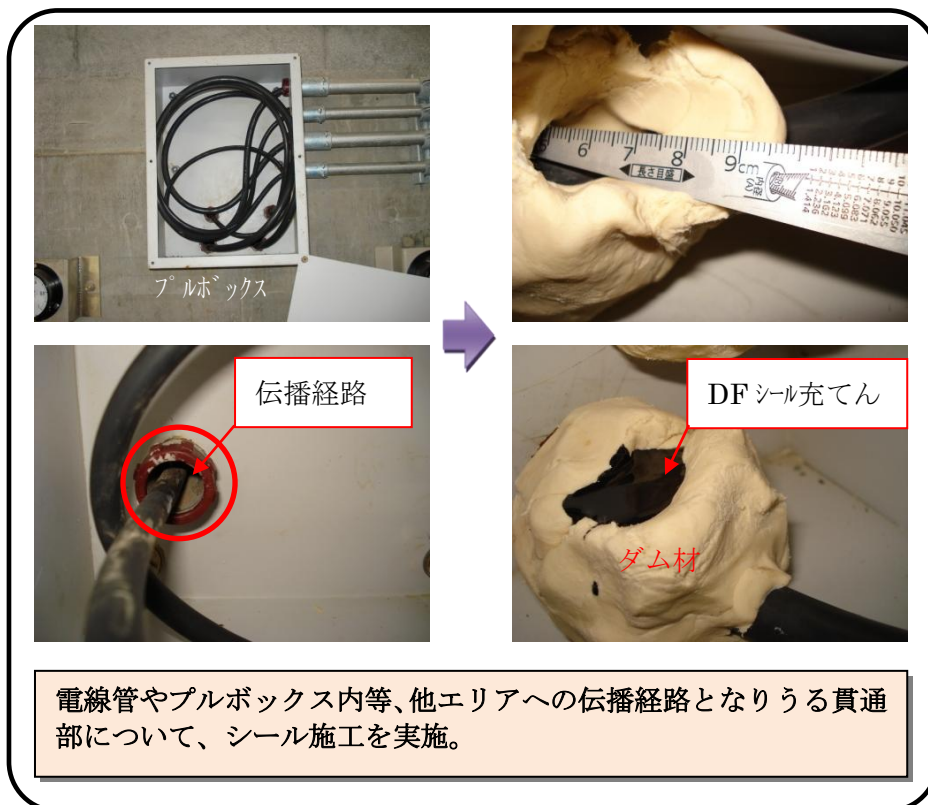


図7 電線管貫通部の伝播防止対策

## 1 1. 津波による溢水影響について

### 1. はじめに

- 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」では、2. 1「溢水源及び溢水量の想定」のうち地震に起因する溢水量の想定において、基準津波によって取水路、排水路等の経路から安全機能を有する設備周辺への浸水が生じる場合には、その浸水量を加味することが求められている。
- 本資料では、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」の要求事項を踏まえた上で、津波による溢水影響の評価方針について説明する。

### 2. 津波による溢水が想定されるエリア

#### (1) 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの要求事項

- 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」では、津波による敷地への浸水防止及び漏水による重要な安全機能への影響防止として以下の要求がある。

#### (a) 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

- 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。
- 基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。

#### (b) 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

- 取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。
- 特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

#### (c) 漏水による重要な安全機能への影響防止

- 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。
- 漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること
- 浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。
- 特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。

(d) 安全機能への影響確認

- 浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。
- 必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。

(e) 重要な安全機能を有する施設の隔離

- 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。
- 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。

(2) 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」に基づく溢水想定

- 現状の基準津波においては、重要な安全機能を有する設備が設置された敷地高さに津波が遡上しないこと、また、取水路、放水路等から津波が直接敷地に流入しないことを確認しているが、本項目については、基準津波が確定した時点であらためて評価を行った上で適切に対処し、遡上波の地上部からの到達、流入の防止、及び取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止が図られることを確認する。
- 漏水による重要な安全機能への影響防止については、現状の基準津波において、循環水ポンプ建屋の地下部において漏水が想定されるため、浸水範囲における浸水量評価が必要である。ただし、浸水量の評価に際しては、基準津波が確定している必要があることから、本項目については、基準津波が確定した時点であらためて評価を行う。
- また、ガイドでは、地震による循環水管の損傷による建屋内への津波の流入を想定する必要があることから、地震時にはタービン建屋内の循環水管の伸縮継手の損傷部位から津波の流入を想定する。

3. 津波による溢水影響の評価方針（まとめ）

- タービン建屋の溢水評価に際しては、地震による循環水系統等の機器等の破損による溢水に加えて、破損部からの津波の流入も考慮した上で溢水影響の評価を行う。

- 循環水ポンプ建屋の溢水評価に際しては、地震や想定破損によって配管から生じる溢水、及び消火活動による放水に伴う溢水に加えて、循環水ポンプ建屋の地下部からの津波の流入も考慮した上で溢水影響の評価を行う。
- なお、津波の流入も考慮した溢水影響の評価については、今後、基準津波が確定した以降に別途説明する。

以 上

## 1 2. 消火活動による放水に伴う溢水影響評価について

### 1. はじめに

- 原子力発電所の内部溢水評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）では発電所内で発生した溢水に対して、「当該規定に定める内部溢水防護に関連して、原子力発電所（以下、「発電所」という。）に設置される原子炉施設が、内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能が喪失することのないう、適切な防護措置が施されているか評価するための手順の一例を示すものである。」とされている。
- 本資料では、評価ガイドに基づき、発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水に伴う防護対象設備に対する没水影響を評価し、同設備の機能維持が図れることを確認している。

### 2. 評価の考え方

評価は以下の考え方に基づいて実施した。なお、各項目の評価ガイドに対する適合性については、4. 項以降に記載する。

#### (1) 溢水源の検討

- 評価ガイド、泊発電所3号機の設計条件を考慮し、消火活動による消火栓からの放水を溢水源として検討した。

#### (2) 放水時間、放水量の設定

- 消火活動に伴う時間や火災荷重に基づく等価時間などから放水時間を設定し、これに消火栓からの時間当たりの放水流量を乗じて、放水量を設定した。

#### (3) 溢水防護区画の設定

- 重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備として選定したうえで、同設備が設置されているフロアを基準として、平坦な床面は同一区画として考え、境界は壁や扉の敷居部、堰等流入の障壁となる段差がある箇所で区画境界としている。
- 但し、溢水水位を最も高く評価することを考慮し、敷居のない扉部等の平坦部であっても区画境界として設定している箇所もある。
- 消火活動によって区画の扉を開放した状態で放水する場合においては、扉を開放した状態での溢水伝播も考慮し防護区画の設定を行っている。

#### (4) 溢水経路の設定

- 原則として溢水水位が高くなるよう、以下の考えで経路を設定した。
  - 消火による放水時の没水評価では、評価区画で想定される溢水量よりも上層階で想定される放水量が多い場合は、評価区画に上層階の溢水量全量を流入させて評価を行う。
  - 区画境界の扉を開放して消火活動を行う場合には、開放扉からの溢水流出を考慮した。
  - 溢水防護区画内の溢水高さが高くなるよう、区画境界に扉や堰がある場合、溢水を区画外に流出させないように伝播経路を設定し評価を行った。
  - 溢水防護区画外の放水に対する没水評価では、評価区画への溢水の伝播経路を特定し、その溢水量を流入させ評価を行った。
  
- 標準評価においては、評価の容易性のため以下の条件にて評価し、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合においては、評価上の余裕を確保しつつ、より実態に即した詳細な評価条件で伝播する溢水量を再設定し、再評価を行うこととした。(以下、「詳細評価」という)

##### <標準評価で用いる評価条件>

- 全ての溢水が下層階に伝播することを想定（上層階での堰などによる貯水を見込まない）
- 床勾配の水上高さ（最高位置）を評価区画全体の溢水水位に付加
- 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、そこへの伝播は考慮せずに溢水水位を算出
- 床ドレン配管による溢水の排出には期待せずに溢水水位を算出

#### (5) 没水評価に用いる水位の算出

- 影響評価に用いる水位：Hの算出は、下式（評価ガイド2. 2. 4 (2) a. 「没水評価に用いる水位の算出方法」を引用）に基づいて算出する。

$$H = Q / A$$

Q：流入量 (m<sup>3</sup>)

(2) で想定した溢水量を用いて、(4) の溢水経路の設定に基づき防護対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積 (m<sup>2</sup>)

溢水防護区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評価する。

なお、滞留面積は、壁および床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。

(6) 消火栓からの放水による溢水影響評価

■ 以下に記載する判定基準で溢水影響評価を実施する。

- 溢水水位<機能喪失高さ(※1)
- 多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと

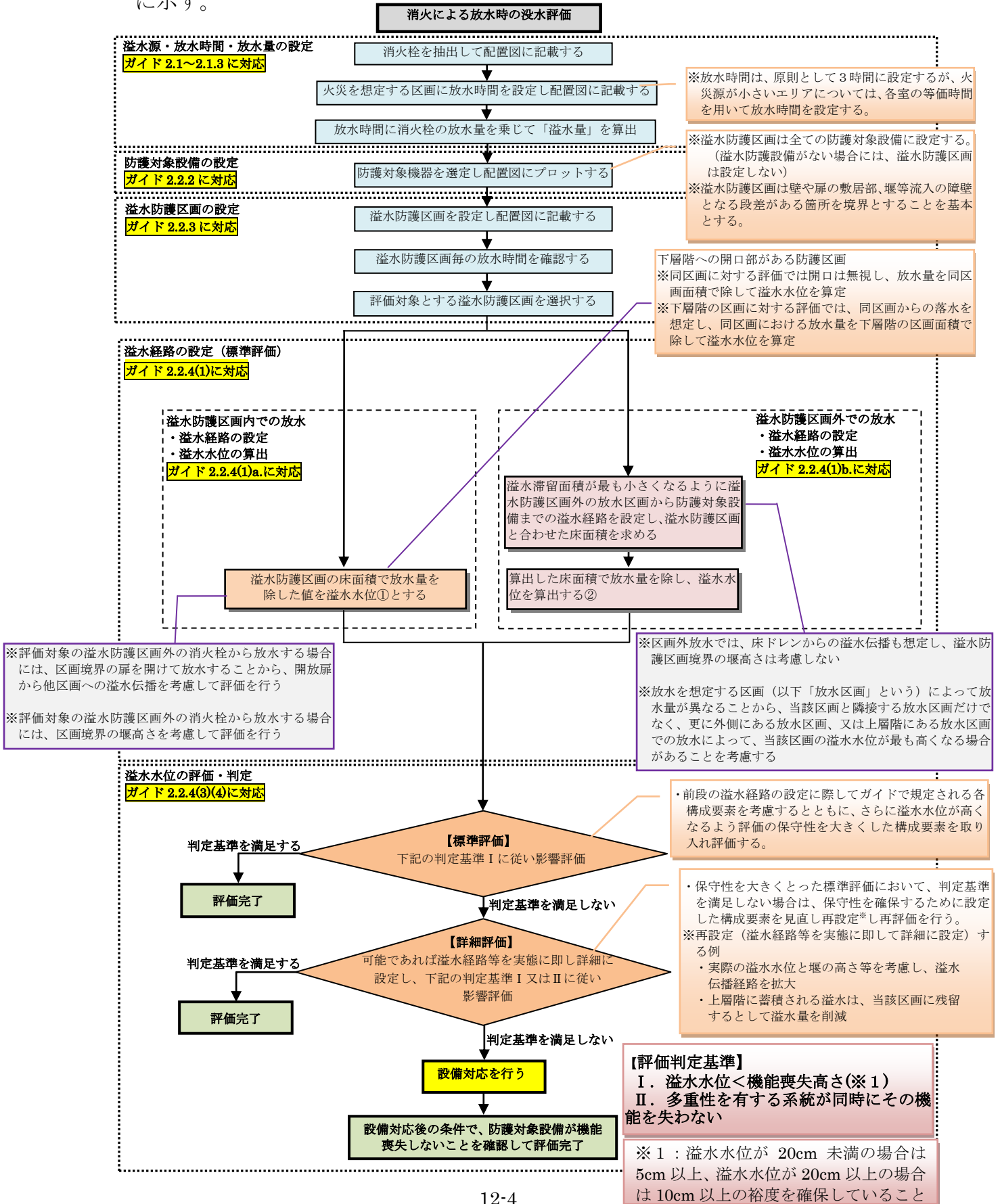
◇ 評価ガイドの2.2.4(3)a.「没水による影響評価」では、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2.2.2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。」こととしている。

◇ また、2.2.1「安全設備に対する溢水影響評価」では、「溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。」としていることから、上記を判定基準として設定した。

※1：補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」にあるとおり、一時的な水位変動の影響を考慮して、溢水水位が20cm未満の場合は5cm、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保していることをもって機能喪失しないものと判定することとしている。

### 3. 没水影響評価のフローについて

- 没水影響評価のフローを以下に示す。下記フローに従った具体的な評価を次項以降に示す。





#### 4. 溢水源の想定

##### (1) 没水影響評価対象となる溢水源

- 評価ガイドの「2. 1 溢水源及び溢水量の想定」では、発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水を想定することになっている。
- 上記の溢水は「火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水」、「高エネルギー配管破損とスプリンクラーからの放水が同時に発生する溢水」、「原子炉格納容器スプレイ系統からの放水による溢水」に分類される。
- 泊3号機では、防護対象設備が設置されている建屋に自動作動するスプリンクラーは設置されていないため、「高エネルギー配管破損とスプリンクラーからの放水が同時に発生する溢水」は評価不要である。
- また、原子炉格納容器スプレイ系統は誤作動が発生しないよう設計上考慮されているため、「原子炉格納容器スプレイ系統からの放水による溢水」も評価は不要である。
- さらに、「火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水」のうち、「自動作動するスプリンクラーからの放水」については、前述のとおり泊3号機では評価不要であるため、結果として「建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水」が評価対象となる。
- なお、火災発生時には単一の機器の破損を想定するため、1箇所の火災源を消火することとし、妨害破壊行為等の想定できない意図的な活動による放水は評価の対象外とする。

##### (2) 放水時間の設定

- 消火活動における放水量については、評価ガイドに従い、消火栓からの放水時間を原則3時間と想定して評価を実施するとともに、火災荷重が小さい区画については等価火災時間により放水時間を設定した。（12-別紙1参照）

##### (3) 放水量の設定

- 溢水量の算定に用いる放水量は、消防法施行令に規定される「屋内消火栓設備に関する基準（第11条）」および「屋外消火栓設備に関する基準（第19条）」により、屋内消火栓からの放水量を1300毎分、屋外消火栓からの放水量を3500毎分とし、放水箇所数は同基準を参考に2箇所を想定した。具体的には「火災荷重」および「等価火災時間」を考慮し、消火栓からの放水量を下記のとおりとした。（12-別紙1参照）

##### ➤ 《屋内消火栓（1号消火栓）》

- ・  $1300\text{毎分}/\text{個} \times 0.5\text{時間} \times 2\text{個} = 7.8\text{m}^3$
- ・  $1300\text{毎分}/\text{個} \times 1.0\text{時間} \times 2\text{個} = 15.6\text{m}^3$
- ・  $1300\text{毎分}/\text{個} \times 1.5\text{時間} \times 2\text{個} = 23.4\text{m}^3$

・  $1300 \text{ 毎分} / \text{個} \times 3 \text{ 時間} \times 2 \text{ 個} = 46.8 \text{ m}^3$

➤ 《屋外消火栓》

・  $3500 \text{ 毎分} / \text{個} \times 0.5 \text{ 時間} \times 2 \text{ 個} = 21.0 \text{ m}^3$

・  $3500 \text{ 毎分} / \text{個} \times 3 \text{ 時間} \times 2 \text{ 個} = 126.0 \text{ m}^3$

## 5. 溢水経路の設定

### (1) 散水想定箇所

- 前項4. 溢水源の想定で抽出された「火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水」として、火災時に消火水を用いて消火活動を行う範囲を全て溢水源とし、影響を受ける全ての溢水防護区画に対して没水評価を行う。  
なお、放水想定箇所は、評価ガイドに従い防護対象設備への影響が最も大きくなる位置としている。

### (2) 下層階への伝播

- 没水評価においては、下層階への溢水の落水先を特定したうえで、下層階への落水箇所が複数ある場合で別の溢水防護区画に流入する場合は、それぞれの区画で上層階からの溢水全量を流入させ溢水評価を行っている。

### (3) 溢水防護区画内での漏えい

- 溢水防護区画内での漏えい（溢水源が評価区画内にある場合）は、溢水防護区画内の溢水高さが高くなるよう、区画境界に扉や堰がある場合、溢水を区画外に流出させないように伝播経路を設定し評価を行う。
- 上層階からの流入がある場合は、伝播経路として考慮すべき滞留エリアがないため、これを溢水防護区画内での漏えいに見なして上記と同様に取り扱う。
- 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の設定に当たって、評価ガイドで要求される諸条件の扱いについて以下に記載する。

➤ 【床ドレン】（評価ガイド要求より保守的に評価）

- 評価対象区画に床ドレンが設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他区画への流出は想定しないものとしている。
- また評価ガイドでは、「同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、床ドレン配管における単位時間当たりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること」と記載されており、複数の目皿が同一区画内にある場合は、流出を想定できることとなるが、泊発電所においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画から目皿による流出は考慮しないこととしている。

- **【床面開口部及び床貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置される場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他区画への流出は、考慮しないものとしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また評価ガイドでは、「明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合に限り評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の床面開口部や床貫通部からの流出は考慮しないこととしている。
  
- **【壁貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され隣の区画の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しないものとしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また評価ガイドでは、「明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合に限り評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の壁貫通部からの流出は考慮しないこととしている。
  
- **【扉】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しないものとしている。
  
- **【排水設備】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないこととしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また、評価ガイドでは「明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮できる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の排水設備による排水は考慮しないこととしている。

#### （４）溢水防護区画外からの漏えい

- 溢水防護区画外で生じる溢水は、堰や扉の敷居高さを考慮せず、評価対象となる溢水防護区画へ流入させるように伝播経路を設定し評価を行うことを基本とする。
- 但し、建設当初から区画内の配管損傷を想定して設定されている主蒸気管室等の耐圧区画については、当該区画外への溢水伝播は考慮しない。
- なお、溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の設定に当たって、評価ガイドで要求される諸条件の扱いについて以下に記載する。

- **【床ドレン】**（評価ガイド要求より保守的に評価）
  - 評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であって、他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって発生する流入量を考慮している。
  - また評価ガイドでは、「評価対象区画内に設置されている床ドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合は、その効果を考慮することができる」としているが、泊発電所においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際しては逆流防止弁での流入防止は考慮しないこととしている。
  
- **【天井面開口部及び床貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 天井面開口部及び床貫通部については、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとしている。
  - また評価ガイドでは、「天井面開口が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画内への流入は考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては評価対象区画上部の貫通部に対してシール対策施されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）

「なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留すると評価できる場合は、その残留水の流出は考慮しなくてもよい」との記載があり、泊発電所においては評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際して他区画に残留すると評価できる場合においても、その効果は考慮しないこととしている。
  
- **【壁貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮している。
  - また、評価ガイドでは、「評価対象区画の壁貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画内への流入は考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては評価対象区画の壁貫通部に対してシール対策施されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。
  
- **【扉】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生す

る流入量を考慮している。

- また、評価ガイドでは、「当該扉が水密扉である場合は、発生する水圧に対し水密性が確保でき、その水圧に耐えられる強度を有している場合は、流入を考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては、水圧に対して強度を有する水密扉が設置されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。

➤ 【排水設備】（評価ガイド要求どおりの評価）

- 排水設備については、評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないこととしている。
- また、評価ガイドでは「明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮できる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の排水設備による排水は考慮しないこととしている。

- 上記で設定した溢水経路の設定以外に消火活動に伴ない、区画の扉を開放して消火を行う必要がある場合も想定されることから、扉開放が必要な区画等を考慮し溢水経路を設定している。（12-別紙2参照）

## 6. 没水評価に用いる水位の算出

- 影響評価に用いる水位：Hの算出は、下式（評価ガイド2. 2. 4（2）a. 「没水評価に用いる水位の算出方法」を引用）に基づいて算出する。

$$H=Q/A$$

Q：流入量（ $m^3$ ）

4.（3）で想定した溢水量を用いて、6.の溢水経路の設定に基づき防護対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積（ $m^2$ ）

溢水防護区画内と溢水経路に存在する区画（伝播区画）の総面積を滞留面積として評価する。

なお、滞留面積は、壁および床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。

## 7. 消火栓からの放水による溢水影響評価方法

### （1）標準評価

- 6項で記載の通り、標準評価における溢水経路の設定においては、溢水防護区画の水位が最も高くなるように各構成要素の溢水に対してガイドの規定どおり、または評価ガイドよりも保守的な設定としており、評価ガイドに適合するものである。
- また、評価ガイドで規定される事項の他に、以下の構成要素を溢水経路の設定に取り入れることで、防護対象設備が設置される溢水防護区画の水位をより高くし、保守性をより大きくしている。
  - 全ての溢水が下層階に伝播することを想定
  - 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
  - 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。
- 上記ガイドで規定される事項の他に、標準評価の保守性をより大きくするための構成要素の追加は評価ガイドの規定よりさらに保守的に設定するものであり、評価ガイドに適合するものである。

## (2) 詳細評価

- 標準評価による没水評価の結果、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合においては、標準評価で設定した溢水経路の条件のうち、保守的に設定した条件を見直ししたうえで、詳細評価を行う。
  - **標準評価にて評価ガイド要求に対して保守的に設定している条件**
    - **溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の設定条件**
      - ◇ 溢水防護区画から目皿による流出は考慮しないこととしていること。
      - ◇ 溢水防護区画から床面開口等による流出は考慮しないこととしていること。
    - **溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の設定条件**
      - ◇ 溢水が他区画に残留すると評価できる場合においてもその効果は考慮しないこととしていること。
  - **評価ガイドで規定される事項以外に、保守的に設定している条件**
    - ◇ 全ての溢水が下層階に伝播することを想定（上層階での堰などによる貯留を見込まない）
    - ◇ 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
    - ◇ 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。

- 詳細評価においては、評価ガイドで規定される経路の設定に関わる条件を見直すものではなく、あくまでも評価ガイドの要求よりも保守的に設定した条件についての見直しを行うものであり、評価手法として保守性は確保されていることから、評価ガイドに適合するものである。

## 8. 消火栓からの放水による溢水影響評価結果

- 以下に記載する判定基準で溢水影響評価を実施する。

- 溢水水位<機能喪失高さ(※1)
- 多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと

◇ 評価ガイドの2.2.4(3)a.「没水による影響評価」では、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2.2.2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。」こととしている。

また、2.2.1「安全設備に対する溢水影響評価」では、「溢水に対する原子炉施設の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと(多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと)を確認する。」としていることから、上記を判定基準として設定した。

※1：補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」にあるとおり、一時的な水位変動の影響を考慮して、溢水水位が20cm未満の場合は5cm、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保していることをもって機能喪失しないものと判定することとしている。

- 発電所内で生じる異常状態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水に対し、原子炉建屋及び原子炉補助建屋の防護対象設備に対する没水評価を実施した結果、以下の設備が標準評価において判定基準を満足しない結果となった。

- ディーゼル発電機制御盤
- 工学的安全施設作動盤
- 1次冷却材ポンプ母線計測盤
- 原子炉トリップしゃ断器盤
- 原子炉安全保護盤

- 安全系FDPプロセッサ（保守用）
  - 安全系FDPプロセッサ（運転用）
  - 安全系マルチプレクサ
  - 安全系現場制御監視盤
  - パワーコントロールセンタ
- 
- 上記設備に対し、盤への止水施工や入口扉への止水板の設置といった対策を行うこととした（12-別紙3，4）。
  - 防護対象区画ごとの没水評価結果を12-別紙5に示す。
  - また、消火栓からの放水による溢水経路図を12-別紙6、各区画の放水時間を記載した放水時間設定エリア図を12-別紙7に示す。

以 上



## 消火活動に係る放水時間、放水量の考え方について

## 1. はじめに

ここでは、消火活動による放水に伴う溢水評価における、放水時間、放水量の考え方を示す。また、溢水影響評価で用いる放水量の算出方法の妥当性について説明する。

## 2. 放水時間について

## (1) 放水時間の設定

消火活動における放水時間については、評価ガイドに従い、消火活動を行う時間を原則3時間と想定して評価を実施するとともに、火災荷重が小さい区画については等価火災時間により放水時間を設定する。

## (2) 放水時間設定の考え方

## ➤ 3時間放水区画

原子炉建屋、原子炉補助建屋の管理区域での消火活動については、評価ガイドに沿って原則として3時間の放水時間を設定する。

## ➤ 火災荷重を用いて評価する区画

原子炉建屋の補助給水ポンプ室、原子炉補助建屋の空調用機械室等、火災荷重が $1,820\text{MJ}/\text{m}^2$ 以下の区画については日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針(JEAG-2010)」解説-4-5(1)に従い、放水時間を設定する。(12-別紙1添付1参照)

上記の考え方にに基づき、各区画に対して放水時間を設定するフローを以下に示す。

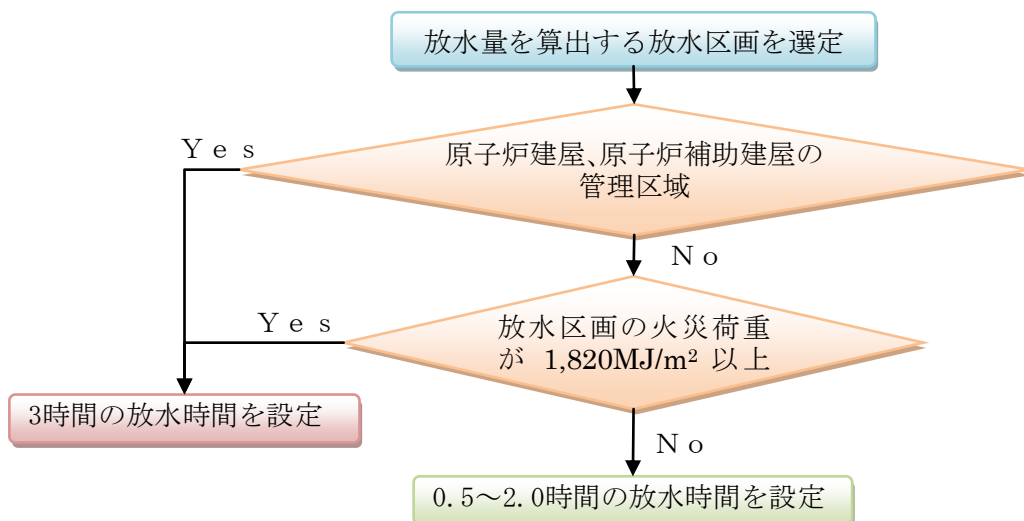


図1. 放水時間の設定フロー

### 3. 放水量について

#### (1) 放水量の算出

消火活動における放水量は、異なる2箇所の消火栓からの放水を想定し、屋内消火栓1基からの放水流量を1300毎分とし、放水時間は原則3時間、火災荷重が1,820MJ/m<sup>2</sup>以下の区画では等価火災時間を用いて算出する。

#### (2) 放水量算出の妥当性

泊3号機の原子炉建屋、原子炉補助建屋に設置される1号消火栓は、放水ノズルに取り付けられた減圧機構によって、放水圧が一定の範囲に収まるよう設計されている。従って、消火栓間で放水能力に著しい差がある設備ではなく、エリア毎に放水量の算出に用いる放水流量を使い分ける必要はない。

また、消防法施行令では、泊3号機に設置している1号消火栓の放水流量を1300毎分以上と規定しており、実機消火栓の放水流量は1300毎分より大きいのが、以下の理由から溢水影響評価で用いる放水量の算出方法は妥当であると考えられる。(12-別紙1添付2参照)

#### 《放水箇所数について》

消防法施行令では、フロア各部分から1箇所の1号消火栓までの水平距離を25m以内にすることが求められ、消火栓に備えている放水用ホースの長さは30mであることから、配置設計上は2箇所の消火栓からの同時放水は想定していない。(12-別紙1添付2参照)

#### 《放水流量について》

放水量の算出に使用している1300毎分は実機消火栓の放水流量と比較して小さいが、床ドレンおよび機器ハッチからの排水を考慮した場合、区画内の溢水純増量は実機消火栓の放水流量より小さくなる。

仮に、1300毎分で2箇所の消火栓から連続的に放水した場合、溢水水位(排水目皿から水面までの高さ)が約5cmに達すると、床ドレン1箇所(3B)の排水流量と放水流量が平衡し、溢水水位の上昇は止まる。(12-別紙1添付3参照)

#### 《放水時間について》

等価火災時間は、区画に存在する可燃性物質に対して消火活動を行わない場合に、可燃性物質が燃焼を継続する時間であり、消火活動を行った場合は等価時間より短い時間で鎮火して放水を停止すると考えられるため、放水時間を等価火災時間と同じ時間に設定することは保守的である。

溢水評価における放水量算出について図2に、実際の消火活動における放水量について図3、図4に示す。

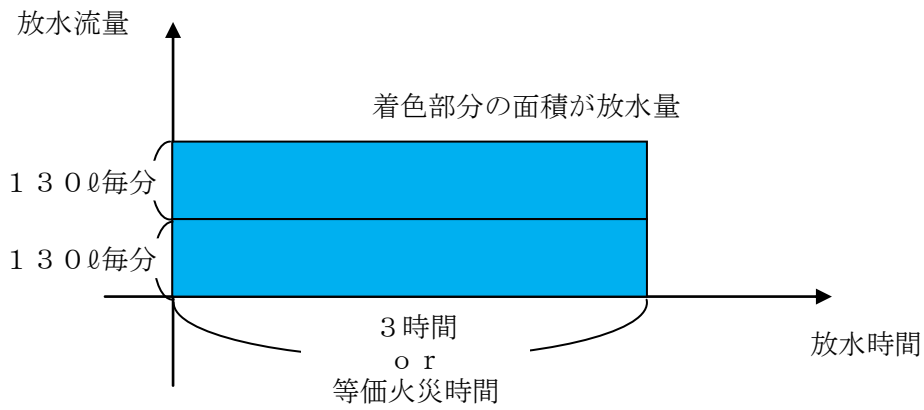


図2. 溢水評価における放水量算出

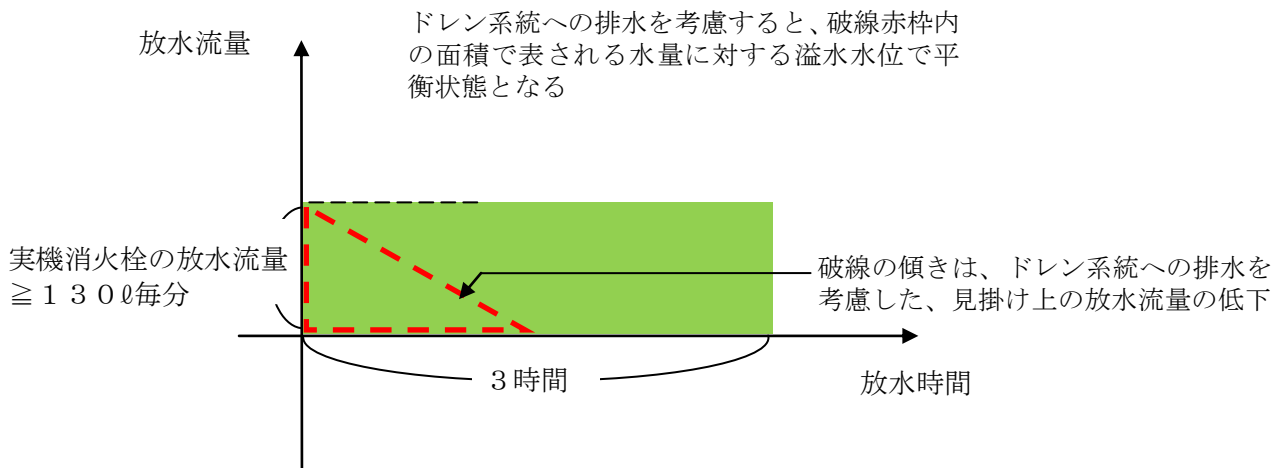


図3. 実際の消火活動における放水量（3時間放水区画）

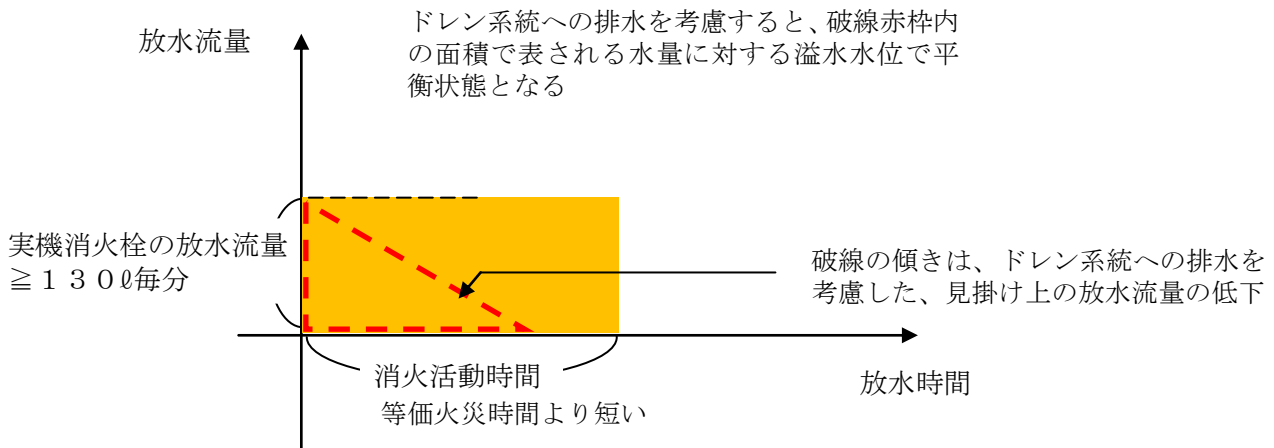


図4. 実際の消火活動における放水量（火災荷重が  $1,820 \text{ MJ/m}^2$  以下の区画）

## 日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針(JEAG-2010)」解説-4-5 (1)

## 【解説-4-5】「耐火壁」

## (1) 評価法

火災に対する耐火壁能力の評価を行い、耐火壁の健全性を確認する。

- a. 耐火壁にて囲まれた区域の可燃物の種類及び量から、全可燃物の燃焼時の発生熱量を求める。
- b. 次式により区域の火災荷重を求める。

$$F_{load} = Q_T / A$$

ここで  $F_{load}$  ; 火災荷重 (MJ/m<sup>2</sup>)

$Q_T$  ; 発生熱量 (MJ)

$A$  ; 区域床面積 (m<sup>2</sup>)

- c. 米国NFPA Handbook (表4-3参照) に示されている火災荷重と等価火災時間より、当該区域の壁が必要とする耐火時間を求める。
- d. 耐火壁の仕様と当該区域の壁が必要とする耐火時間を比較し、耐火壁が必要な耐火時間を満足していることを確認する。

表4-3 火災荷重と等価火災時間について  
(米国NFPA Handbook Twentieth Edition より)

| 火災荷重<br>(MJ /m <sup>2</sup> ) | 等価火災時間<br>(h) |
|-------------------------------|---------------|
| 454                           | 0.5           |
| 909                           | 1.0           |
| 1,360                         | 1.5           |
| 1,820                         | 2.0           |
| 2,730                         | 3.0           |
| 3,640                         | 4.5           |
| 4,320                         | 7.0           |
| 4,910                         | 8.0           |
| 5,680                         | 9.0           |

火災荷重が1,820 MJ/m<sup>2</sup>以下の区画については、当該区画の火災荷重に相応する等価火災時間を放水時間として設定する。

(屋内消火栓設備に関する基準)

第十一条 屋内消火栓設備は、次に掲げる防火対象物又はその部分に設置するものとする。

- 一 別表第一(一)項に掲げる防火対象物で、延べ面積が五百平方メートル以上のもの
- 二 別表第一(二)項から(十)項まで、(十二)項及び(十四)項に掲げる防火対象物で、延べ面積が七百平方メートル以上のもの
- 三 別表第一(十一)項及び(十五)項に掲げる防火対象物で、延べ面積が千平方メートル以上のもの
- 四 別表第一(十六の二)項に掲げる防火対象物で、延べ面積が百五十平方メートル以上のもの
- 五 前各号に掲げるもののほか、別表第一に掲げる建築物その他の工作物で、指定可燃物(可燃性液体類に係るものを除く。)を危険物の規制に関する政令 別表第四で定める数量の七百五十倍以上貯蔵し、又は取り扱うもの
- 六 前各号に掲げる防火対象物以外の別表第一(一)項から(十二)項まで、(十四)項及び(十五)項に掲げる防火対象物の地階、無窓階又は四階以上の階で、床面積が、同表(一)項に掲げる防火対象物にあつては百平方メートル以上、同表(二)項から(十)項まで、(十二)項及び(十四)項に掲げる防火対象物にあつては百五十平方メートル以上、同表(十一)項及び(十五)項に掲げる防火対象物にあつては二百平方メートル以上のもの

2 前項の規定の適用については、同項各号(第五号を除く。)に掲げる防火対象物又はその部分の延べ面積又は床面積の数値は、主要構造部(建築基準法第二条第五号に規定する主要構造部をいう。以下同じ。)を耐火構造とし、かつ、壁及び天井(天井のない場合にあつては、屋根。以下この項において同じ。)の室内に面する部分(回り縁、窓台その他これらに類する部分を除く。以下この項において同じ。)の仕上げを難燃材料(建築基準法施行令第一条第六号に規定する難燃材料をいう。以下この項において同じ。)とした防火対象物にあつては当該数値の三倍の数値(次条第一項第一号に掲げる防火対象物について前項第二号の規定を適用する場合にあつては、千平方メートル)とし、主要構造部を耐火構造としたその他の防火対象物又は建築基準法第二条第九号の三イ若しくはロのいずれかに該当し、かつ、壁及び天井の室内に面する部分の仕上げを難燃材料とした防火対象物にあつては当該数値の二倍の数値(次条第一項第一号に掲げる防火対象物について前項第二号の規定を適用する場合にあつては、千平方メートル)とする。

3 前二項に規定するもののほか、屋内消火栓設備の設置及び維持に関する技術上の基準は、次の各号に掲げる防火対象物又はその部分の区分に応じ、当該各号に定めるとおりとする。

一 第一項第二号及び第六号に掲げる防火対象物又はその部分(別表第一(十二)項イ又は(十四)項に掲げる防火対象物に係るものに限る。)並びに第一項第五号に掲げる防火対象物又はその部分 次に掲げる基準

イ 屋内消火栓は、防火対象物の階ごとに、その階の各部分から一のホース接続口までの水平距離が二十五メートル以下となるように設けること。

ロ 屋内消火栓設備の消防用ホースの長さは、当該屋内消火栓設備のホース接続口からの水平距離が二十五メートルの範囲内の当該階の各部分に有効に放水することができる長さとする。

ハ 水源は、その水量が屋内消火栓の設置個数が最も多い階における当該設置個数(当該設置個数が二を超えるときは、二とする。)に二・六立方メートルを乗じて得た量以上の量となるように設けること。

ニ 屋内消火栓設備は、いずれの階においても、当該階のすべての屋内消火栓(設置個数が二を超えるときは、二個の屋内消火栓とする。)を同時に使用した場合に、それぞれのノズルの先端において、放水圧力が〇・一七メガパスカル以上で、かつ、放水量が百三十リットル毎分以上の性能のものとする。

ホ 水源に連結する加圧送水装置は、点検に便利で、かつ、火災等の災害による被害を受けるおそれが少ない箇所に設けること。

ヘ 屋内消火栓設備には、非常電源を附置すること。

二 第一項各号に掲げる防火対象物又はその部分で、前号に掲げる防火対象物又はその部分以外のもの 同号又は次のイ若しくはロに掲げる基準

イ 次に掲げる基準

(1) 屋内消火栓は、防火対象物の階ごとに、その階の各部分から一のホース接続口までの水平距離が十五メートル以下となるように設けること。

(2) 屋内消火栓設備の消防用ホースの長さは、当該屋内消火栓設備のホース接続口からの水平距離が十五メートルの範囲内の当該階の各部分に有効に放水することができる長さとする。

(3) 屋内消火栓設備の消防用ホースの構造は、一人で操作することができるものとして総務省令で定める基準に適合するものとする。

(4) 水源は、その水量が屋内消火栓の設置個数が最も多い階における当該設置個数(当該設置個数が二を超えるときは、二とする。)に一・二立方メートルを乗じて得た量以上の量となるように設けること。

## 床ドレン排水流量について

床ドレン排水流量  $Q$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]と溢水水位  $H$  [ $\text{m}$ ]の関係は次式で表される。

$$Q = \sqrt{(2g \cdot H / \zeta)} \cdot 3,600 \cdot A$$

ここで、

$$g = 9.8 [\text{m}/\text{s}^2]$$

$$\zeta = 1.56$$

(床ドレン受け口部の損失係数0.56に速度水頭分の損失係数1.0を加えた値：「新版機械工学便覧」(1987年4月日本機械学会編A5-11.3項)より)

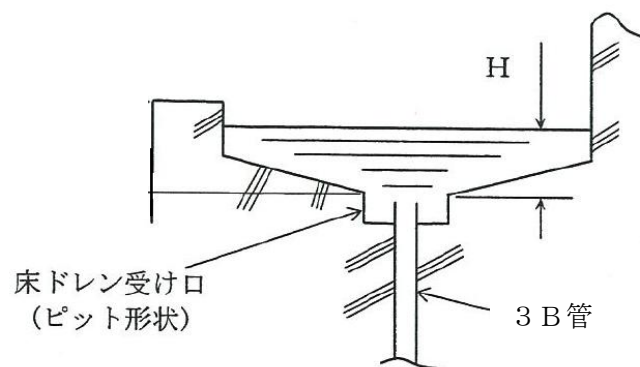
時間単位換算  $3,600$  [ $\text{s}/\text{h}$ ]

$A = 0.0055$  [ $\text{m}^2$ ] (排水管3Bの管内断面積)

1300毎分の消火栓2箇所からの放水流量を床ドレンから排水する場合の溢水水位を求めると、下記のとおり4.9 [ $\text{cm}$ ]となる。

$$Q = 15.6 [\text{m}^3/\text{h}] (= 2600 \text{ 毎分})$$

$$H = \{Q / (3,600 \cdot A)\}^2 \cdot (\zeta / 2g) = 0.049 [\text{m}] = 4.9 [\text{cm}]$$



床ドレン受け口の形状

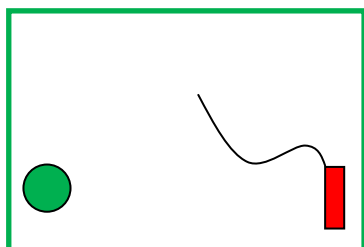
消火による放水時の溢水経路の考え方について

1. はじめに

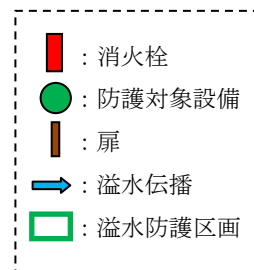
消火による放水時の没水評価における、基本的な評価ケースの分類について簡易図を用いて説明する。

2. 溢水防護区画内での放水

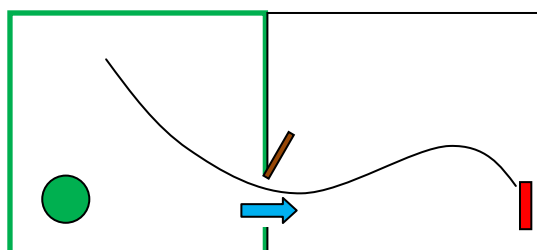
① 溢水防護区画内に消火栓がある場合



$$\text{溢水水位} = \text{放水量} / \text{溢水防護区画面積}$$



② 溢水防護区画外に消火栓がある場合

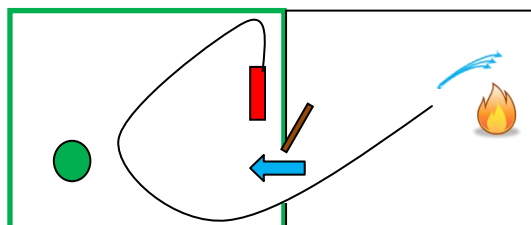


$$\text{溢水水位} = \text{放水量} / (\text{溢水防護区画面積} + \text{消火栓設置区画面積})$$

但し、区画境界に堰があり、算出した溢水水位が堰高さ以下となる場合、溢水水位は保守的に堰高さと同じとする。

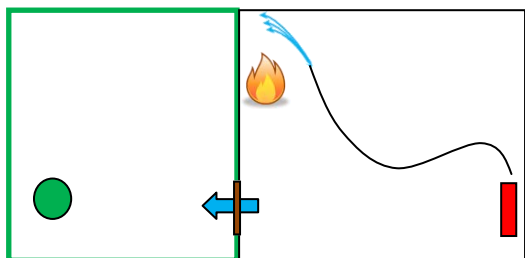
3. 溢水防護区画外での放水

① 溢水防護区画内に消火栓がある場合



$$\text{溢水水位} = \text{放水量} / (\text{溢水防護区画面積} + \text{消火栓設置区画面積})$$

② 溢水防護区画外に消火栓がある場合



区画境界に扉や堰がある場合でも、それらの影響を考慮せず溢水伝播するものとして溢水水位を求める。

また、溢水防護区画と隣接する放水区画だけでなく、更に外側にある放水区画での放水によって、当該区画の溢水水位が最も高くなる場合があることを考慮する。

## 消火時の溢水伝播を防止する止水板について

### 1. はじめに

判定基準を満足しなかった設備のうち、以下の設備について、室内入口扉に止水板を設置する対策を実施することとした。

- 1次冷却材ポンプ母線計測盤
- 原子炉トリップしゃ断器盤
- パワーコントロールセンタ

ここでは、溢水伝播防止用の止水板の基本仕様について記載する。

### 2. 構造

止水板は、着脱可能なアルミ製のパネルを壁と床に固定されたフレームに設置する構造である。止水板の概要図を図1に、サンプル写真を図2に示す。

### 3. 耐震性

止水板は、設置する建屋レベルの基準地震動（ $S_s$ ）に対する耐震性を有することを確認している。

### 4. 止水機能

止水板の止水機能は、放水区画の溢水水位が3日間程度下がらない場合を想定しても、止水板からの漏えいによって、溢水防護区画内の水位が防護対象設備の機能喪失高さに至らないことを確認している。

### 5. 運用

止水板は常時設置とし、メンテナンスに伴う物品運搬等の際は取外す運用とする。また、防護対象盤が設置される区画での消火活動時にも止水板を取外し、区画外への溢水排出を阻害しないよう考慮する。なお、止水板の取付け、取外し訓練を定期的実施することとし、訓練計画を策定する。

上記の運用について、「泊発電所火災防護計画」に規定する。



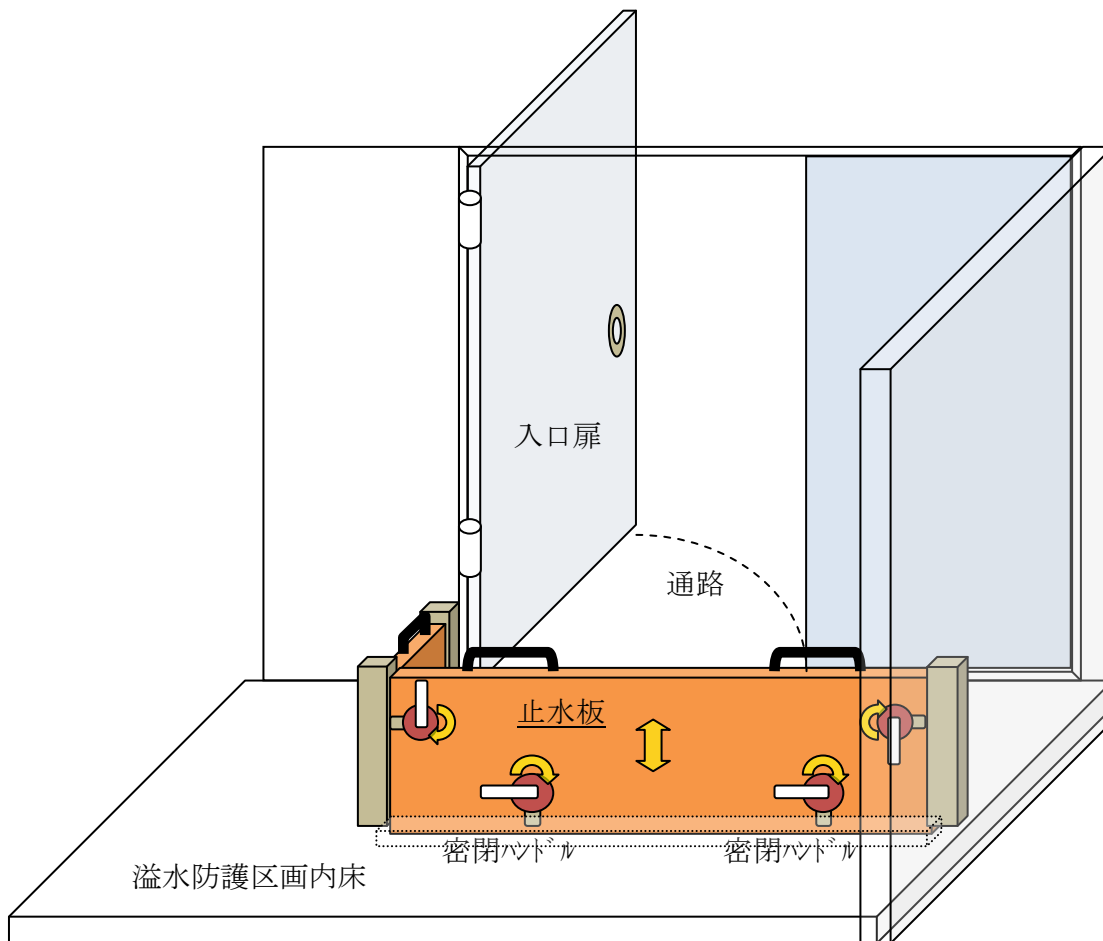


図1 止水板概要図



図2 止水板サンプル写真

## 電気盤フレームに施工する止水対策について

判定基準を満足しない設備のうち、以下の設備について、盤フレームの縫目やボルト穴等にコーキングを施工し止水防止を図ることとした。

また、盤の下にフロアケーブルダクトが存在する場合、フロアケーブルダクト内のケーブル貫通部にシール剤を施工し止水防止を図ることとした。

- ディーゼル発電機制御盤
- 工学的安全施設作動盤
- 原子炉安全保護盤
- 安全系 FDP プロセッサ（保守用）
- 安全系 FDP プロセッサ（運転用）
- 安全系マルチプレクサ
- 安全系現場制御監視盤

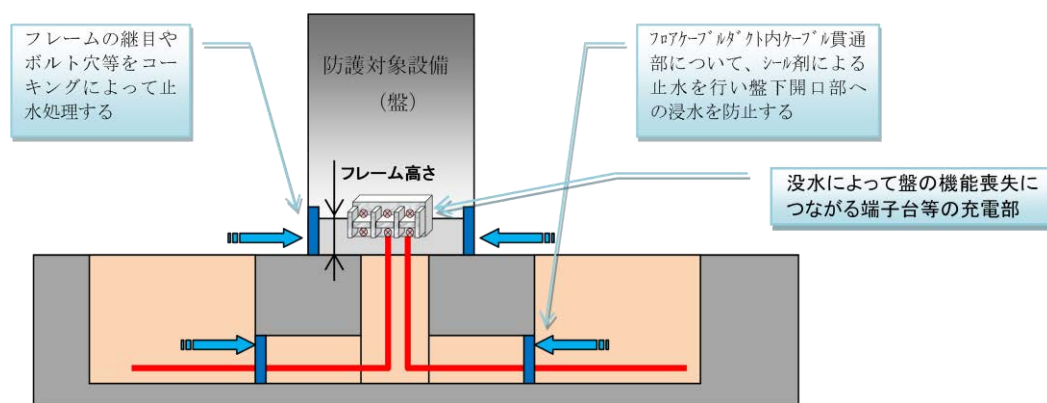


図1. 電気盤等への止水対策イメージ (その1)

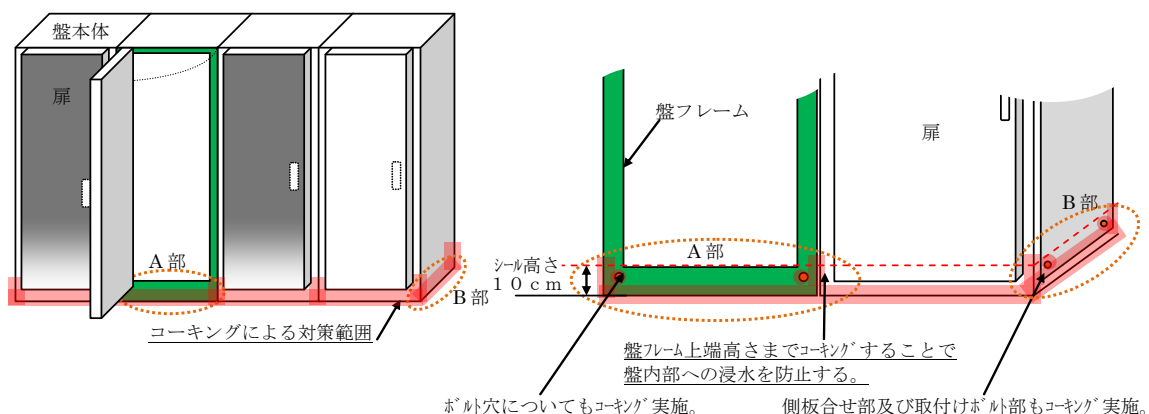


図2. 電気盤等への止水対策イメージ (その2)

## 消火時の放水による没水評価結果（1 / 8）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 12-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア<br>※2 | T. P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面<br>積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                         | ②機能喪失高さ<br>(cm)  | ②-①<br>(cm)                | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm)        |    |
|----------|-----------|--------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----|
| R/B      | 3-10-A    | 43.6         | 7.8                      | 74.5                          | 11                | 原子炉補機冷却水サージタンク水位               | 3LT-1200, 1201   | 1200 : 103<br>1201 : 100   | 92<br>89                   | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ           | 3VSE3A, B  | 250                        | 239                        | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 原子炉補機冷却水サージタンク室室内空気温度          | 3TS-2970, 2971,<br>2980, 2981  | 142                        | 131                        | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ出口<br>空気温度 | 3TS-2973, 2983   | 265                        | 254                        | 5  |
|          | 3-8-B     | 33.1         | 23.4                     | 95.9                          | 25                | 主蒸気ライン圧力                       | 3PT-465, 466, 467, 468,<br>475, 476, 477, 478,<br>485, 486, 487, 488 | 80                         | 55                         | 10 |
|          |           |              |                          |                               |                   | 主蒸気隔離弁（付属パネル）                  | —  | 380                        | 355                        | 10 |
|          | 3-8-C     | 29.3         | 7.8                      | 222.9                         | 4                 | 主蒸気逃がし弁                        | 3PCV-3610, 3620, 3630  | 862                        | 858                        | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 主蒸気逃がし弁（付属パネル）                 | —  | 830                        | 826                        | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 主蒸気隔離弁                         | 3V-MS-528A, B, C   | 712                        | 708                        | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 補助給水隔離弁                        | 3V-FW-589A, B, C   | A : 80<br>B : 81<br>C : 82 | A : 76<br>B : 77<br>C : 78 | 5  |
|          | 3-7-A     | 24.8         | 46.8                     | 446.7                         | 16                | 燃料取替用水ポンプ                      | 3RFP1A, B  | 53                         | 37                         | 5  |
|          |           |              |                          |                               |                   | 燃料取替用水ピット水位                    | 3LT-1400, 1401   | 103                        | 87                         | 5  |
|          | 3-7-G     | 24.8         | 23.4                     | 149.7                         | 16                | 補助給水ピット水位                      | 3LT-3750, 3751   | 100                        | 84                         | 5  |

消火時の放水による没水評価結果（2 / 8）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 1 2 -別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1        | エリア※<br>2      | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                    | ②機能喪失<br>高さ (cm)     | ②-①<br>(cm)                            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|--|---------------------|----|
| R/B             | 3-6-A          | 21.2        | 46.8                     | 135.2                     | 40                | 充てんラインC/V 外側止め弁           | 3V-CS-175            | 60                                     | 20                  | 10 |
|                 |                |             |                          |                           |                   | 充てんラインC/V 外側隔離弁           | 3V-CS-177            | 60                                     | 20                  | 10 |
|                 |                |             |                          |                           |                   | ほう酸注入タンク出口C/V 外側隔離弁       | 3V-SI-036A, B        | 60                                     | 20                  | 10 |
|                 |                |             |                          |                           |                   | 補助高圧注入ラインC/V 外側隔離弁        | 3V-SI-051            | 60                                     | 20                  | 10 |
|                 | 3-5-A          | 17.8        | 46.8                     | 1086.3                    | 5                 | 制御用空気ヘッダ圧力                | 3PT-1800, 1810       | 101                                    | 96                  | 5  |
|                 | 3-5-D<br>3-5-E | 18.0        | 23.4                     | 329.0                     | 8                 | ディーゼル発電機室給気ファン            | 3V-SF39A, BC, D      | A, B : 18<br>C, D : 19                 | 10<br>11            | 5  |
|                 |                |             |                          |                           |                   | ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ      | 3HCD-2741, 2742      | 380                                    | 372                 | 5  |
|                 |                |             |                          |                           |                   | ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 | 3HC-2741, 2742       | 144                                    | 136                 | 5  |
|                 | 3-5-H          | 17.8        | 23.4                     | 302.6                     | 8                 | 原子炉トリップしゃ断器盤              | 3RTI, II, III, IV    | 6                                      | -2                  | 5  |
|                 | 3-3-A          | 10.3        | 46.8                     | 742.6                     | 7                 | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁       | 3V-CC-151A, B        | 55                                     | 48                  | 5  |
|                 |                |             |                          |                           |                   | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁       | 3V-CC-159A, B        | 55                                     | 48                  | 5  |
|                 | 3-3-A1         | 10.3        | 46.8                     | 96.2                      | 54                | 使用済燃料ピットポンプ               | 3SFP1A, B            | 76                                     | 22                  | 10 |
|                 | 3-3-B          | 10.3        | 23.4                     | 461.3                     | 6                 | 補助給水ライン流量                 | 3FT-3766, 3776, 3786 | 3766 : 101<br>3776 : 102<br>3786 : 100 | 95<br>96<br>94      | 5  |
|                 |                |             |                          |                           |                   | 補助給水ポンプ出口流量調節弁盤           | 3AFWA, B             | 43                                     | 37                  | 5  |
|                 |                |             |                          |                           |                   | タービン動補助給水ポンプ起動盤           | 3TDFA, B             | 37                                     | 31                  | 5  |
|                 | 3-3-C<br>3-3-D | 10.3        | 23.4                     | 537.6                     | 5                 | 制御用空気圧縮機                  | 3IAE1A, B            | 43                                     | 38                  | 5  |
| 制御用空気Cヘッダ供給弁    |                |             |                          |                           |                   | 3V-IA-501A, B             | 50                   | 45                                     | 5                   |    |
| 制御用空気主蒸気逃がし弁供給弁 |                |             |                          |                           |                   | 3V-IA-505A, B             | 50                   | 45                                     | 5                   |    |

消火時の放水による没水評価結果（3 / 8）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 1 2 -別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1                   | エリア<br>※2      | T. P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                    | ②機能喪失高<br>さ (cm)              | ②-①<br>(cm)                             | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------------|---|---------------------|---|
| R/B                        | 3-3-C<br>3-3-D | 10.3         | 23.4                     | 537.6                     | 5                 | 制御用空気圧縮機室給気ファン            | 3VSF42A, B                    | A : 464<br>B : 463                      | 459<br>458          | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ      | 3HCD-2701, 2711               | 461                                     | 456                 | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 | 3HC-2701, 2711                | 574                                     | 569                 | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室室内温度             | 3TS-2702, 2703,<br>2712, 2713 | 2702 : 141<br>2703, 2712,<br>2713 : 140 | 136<br>135          | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ            | 3VSE1A, B                     | 280                                     | 275                 | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用圧縮機室室内空気温度             | 3TS-2910, 2911,<br>2920, 2921 | 2910 : 141<br>2911, 2920,<br>2921 : 140 | 136<br>135          | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ出口空気温度      | 3TS-2913, 2923                | 289                                     | 284                 | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機盤                 | 3IAPA, B                      | 30                                      | 25                  | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機容量調節盤             | 3IAWPA, B                     | 80                                      | 75                  | 5 |
|                            | 3-3-F<br>3-3-J | 10.3         | 23.4                     | 509.6                     | 5                 | ディーゼル発電機制御盤               | 3EGBA, B                      | 7                                       | 2                   | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | ディーゼル発電機コントロールセンタ         | 3GCC-A, B                     | 10                                      | 5                   | 5 |
|                            | 3-3-G<br>3-3-H | 10.3         | 23.4                     | 486.9                     | 5                 | 電動補助給水ポンプ                 | 3FWP2A, B                     | 68                                      | 63                  | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 補助給水ポンプ出口流量調節弁            | 3V-FW-582A, C                 | A : 435<br>C : 439                      | 430<br>434          | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 電動補助給水ポンプ室給気ファン           | 3VSF40A, B                    | 453                                     | 448                 | 5 |
|                            |                |              |                          |                           |                   | 電動補助給水ポンプ室外気取入風量調節ダンパ     | 3HCD-2670, 2680               | 415                                     | 410                 | 5 |
| 電動補助給水ポンプ室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 |                |              |                          |                           |                   | 3HC-2670, 2680            | 544                           | 539                                     | 5                   |   |

消火時の放水による没水評価結果（４／８）

※１ R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※２ １２－別紙６のエリア番号に対応

| 建屋<br>※１ | エリア<br>※２      | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                     | ②機能喪失高<br>さ (cm)              | ②－①<br>(cm)                                | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|----------|----------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|--|---------------------|----|
| R/B      | 3-3-G<br>3-3-H | 14.3        | 23.4                     | 486.9                     | 5                 | 電動補助給水ポンプ室室内空気温度           | 3TS-2671, 2672,<br>2681, 2682 | 2671, 2672 :<br>140<br>2681, 2682 :<br>142 | 135<br>137          | 5  |
|          | 3-3-M          | 10.3        | 23.4                     | 461.3                     | 6                 | 1次冷却材ポンプ母線計測盤              | 3RBIA, B, C                   | 4  | -2                  | 5  |
|          | 3-3-N<br>3-3-O | 7.2         | 46.8                     | 18.6                      | 257               | 高圧注入ポンプ再循環サンプ側入口 C/V 外側隔離弁 | 3V-SI-084A, B                 | 290  | 33                  | 10 |
|          |                |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ再循環サンプ側入口弁          | 3V-RH-058A, B                 | 290  | 33                  | 10 |
|          | 3-1-C          | 2.3         | 23.4                     | 360.4                     | 12                | 原子炉補機冷却水ポンプ                | 3CCP1C, D                     | 288  | 276                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 原子炉補機冷却水戻り母管 B 側連絡弁        | 3V-CC-044B                    | 130  | 118                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 原子炉補機冷却水供給母管 B 側連絡弁        | 3V-CC-055B                    | 265  | 253                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁     | 3V-SW-571C, D                 | 70   | 58                  | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 空調用冷水ポンプ                   | 3CHP1C, D                     | 246  | 234                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 空調用冷凍機                     | 3CHE1C, D                     | 227  | 215                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 空調用冷水 B 母管入口隔離弁            | 3V-CH-012B                    | 253  | 241                 | 5  |
|          | 空調用冷凍機盤        | 3VCPC, D    | 224                      | 212                       | 5                 |                            |                               |  |                     |    |
|          | 3-1-D          | 2.3         | 23.4                     | 381.0                     | 12                | 原子炉補機冷却水ポンプ                | 3CCP1A, B                     | 288  | 276                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 原子炉補機冷却水戻り母管 A 側連絡弁        | 3V-CC-044A                    | 130  | 118                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 原子炉補機冷却水供給母管 A 側連絡弁        | 3V-CC-055A                    | 265  | 253                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁     | 3V-SW-571A, B                 | 70   | 58                  | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 空調用冷水ポンプ                   | 3CHP1A, B                     | 246  | 234                 | 5  |

消火時の放水による没水評価結果（5 / 8）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 1 2 -別紙6 のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1        | エリア※<br>2          | T.P.<br>(m)     | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                | ②機能喪失<br>高さ (cm)   | ②-①<br>(cm)              | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|--|--------------------------|---------------------|---|
| R/B             | 3-1-D              | 2.3             | 23.4                     | 381.0                     | 12                | 空調用冷凍機                | 3CHE1A, B  | 227                      | 215                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 空調用冷水 A (C) 母管入口隔離弁   | 3V-CH-012A, C  | A : 255<br>C : 253       | 243<br>241          | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 空調用冷水 C 母管出口隔離弁       | 3V-CH-013  | 265                      | 253                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 空調用冷凍機盤               | 3VCPA, B   | A : 224<br>B : 223       | 212<br>211          | 5 |
| A/B             | 3-7-b              | 24.8            | 23.4                     | 1033.5                    | 3                 | 安全補機開閉器室給気ファン         | 3VSF27A, B   | 216                      | 213                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 蓄電池室排気ファン             | 3VSF31A, B   | A : 157<br>B : 159       | A : 154<br>B : 156  | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 中央制御室給気ファン            | 3VSF21A, B   | 112                      | 109                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 中央制御室給気ファン出口ダンパ       | 3D-VS-603A, B  | 379                      | 376                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 中央制御室循環風量調節ダンパ流量設定器   | 3HC-2836, 2837   | 114                      | 111                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 非管理区域空調機器室電気ヒータ       | 3VSE2A, B, C, D  | A, C : 250<br>B, D : 257 | A : 247<br>B : 254  | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 非管理区域空調機器室室内温度        | 3TS-2930, 2931, 2934,<br>2935, 2950, 2951,<br>2954, 2955 | 142                      | 139                 | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度 | 3TS-2933, 2953<br>3TS-2937, 2957                         | 265<br>272               | 262<br>269          | 5 |
|                 |                    |                 |                          |                           |                   | 安全補機開閉器室給気ユニット冷水温度制御弁 | 3TCV-2774, 2775  | 120                      | 117                 | 5 |
|                 | 中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁 | 3TCV-2827, 2828 | 120                      | 117                       | 5                 |                       |  |                          |                     |   |
|                 | 3-7-c              | 28.6            | 7.8                      | 111.9                     | 7                 | 中央制御室循環ファン            | 3VSF20A, B   | A : 20<br>B : 19         | A : 13<br>B : 12    | 5 |
| 中央制御室循環ファン入口ダンパ |                    |                 |                          |                           |                   | 3D-VS-604A, B         | 23   | 16                       | 5                   |   |

消火時の放水による没水評価結果（6 / 8）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 1 2 -別紙6 のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※<br>2      | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm)     | 防護対象設備                              | ②機能喪失<br>高さ (cm) | ②-①<br>(cm)            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|----------|----------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------|------------------------|---------------------|---|
| A/B      | 3-7-c          | 28.6        | 7.8                      | 111.9                     | 7                     | 中央制御室循環風量調節ダンパ                      | 3HCD-2836, 2837  | 23                     | 16                  | 5 |
|          | 3-5-a          | 17.8        | 46.8                     | 529.8                     | 9                     | ほう酸タンク水位                            | 3LT-206, 208     | 206 : 101<br>208 : 100 | 92<br>91            | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | BA, WD および LD エバポ補機冷却水戻りライン第1(2)止め弁 | 3V-CC-351, 352   | 60                     | 51                  | 5 |
|          | 3-5-b          | 17.8        | 46.8                     | 550.3                     | 14                    | ほう酸注入タンク入口弁                         | 3V-SI-032A, B    | 45                     | 31                  | 5 |
|          | 3-5-c          | 17.8        | 46.8                     | 553.6                     | 14                    | ほう酸ポンプ                              | 3CSP2A, B        | 59                     | 45                  | 5 |
|          | 3-5-d<br>3-5-f | 17.8        | 23.4                     | 617.1                     | 4                     | 安全系計装盤室内温度                          | 3TS-2790, 2791   | 129                    | 125                 | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 工学的安全施設作動盤                          | 3EFA, B          | 4                      | 0                   | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 原子炉安全保護盤                            | 3PI, II, III, IV | 4                      | 0                   | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 安全系 FDP プロセッサ (保守用)                 | 3SFMA, B         | 4                      | 0                   | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 安全系 FDP プロセッサ (運転用)                 | 3SFOA, B         | 5                      | 1                   | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 安全系マルチプレクサ                          | 3SMCA, B         | 4                      | 0                   | 5 |
|          | 3-5-e          | 17.8        | 23.4                     | 819.8                     | 3                     | 中央制御室室内空気温度                         | 3TS-2846, 2847   | 129                    | 126                 | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 運転コンソール                             | 3MCB             | 20                     | 17                  | 5 |
|          |                |             |                          |                           |                       | 共通要因故障対策操作盤                         | 3CMFPA, B        | 33                     | 30                  | 5 |
| 3-4-a    | 14.5           | 46.8        | 181.0                    | 31                        | 体積制御タンク出口第1(2)止め弁     | 3LCV-121B, C                        | B : 68<br>C : 67 | B : 37<br>C : 36       | 10                  |   |
|          |                |             |                          |                           | 充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁 | 3LCV-121D, E                        | 56               | 25                     | 10                  |   |



消火時の放水による没水評価結果（7 / 8）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 1 2 -別紙6のエリア番号に対応

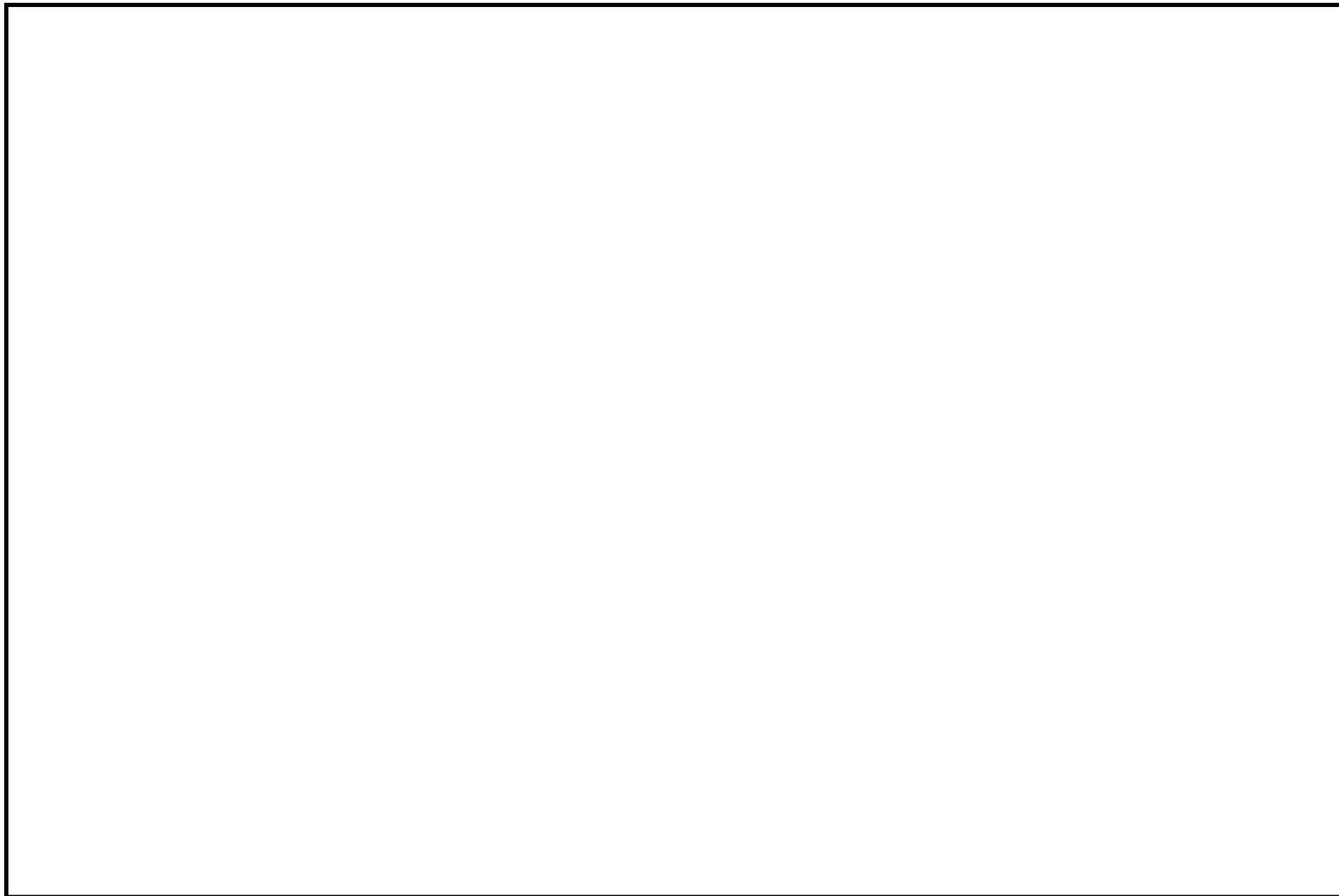
| 建屋<br>※1 | エリア※<br>2               | T.P.<br>(m)         | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備               | ②機能喪失<br>高さ (cm)                      | ②-①<br>(cm) | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|----------|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------|---------------------|----|
| A/B      | 3-4-a                   | 14.5                | 46.8                     | 181.0                     | 31                | 緊急ほう酸注入弁             | 3V-CS-541                             | 50          | 19                  | 10 |
|          | 3-3-b                   | 10.3                | 46.8                     | 885.5                     | 11                | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁 | 3V-SI-002A                            | 80          | 69                  | 5  |
|          | 3-3-c<br>3-3-d<br>3-3-e | 10.3                | 46.8                     | 895.5                     | 11                | 充てんポンプ               | 3CSP1A, B, C                          | 68          | 57                  | 5  |
|          | 3-3-f                   | 10.3                | 46.8                     | 871.4                     | 11                | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁 | 3V-SI-002B                            | 80          | 69                  | 5  |
|          | 3-3-g<br>3-3-j          | 10.3                | 23.4                     | 532.4                     | 5                 | 蓄電池                  | 3BATA, B                              | 10          | 5                   | 5  |
|          | 3-3-h<br>3-3-i          | 10.3                | 23.4                     | 512.5                     | 5                 | 充電器盤                 | 3CPA, B                               | 10          | 5                   | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | 計装用インバータ             | 3IVA, B, C, D                         | 10          | 5                   | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | 計装用交流分電盤             | 3IDPA1, A2, B1, B2,<br>C1, C2, D1, D2 | 21          | 16                  | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | 計装用交流電源切換器盤          | 3ISPA, B, C, D                        | 34          | 29                  | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | 補助建屋直流分電盤            | 3DDPA, B                              | 22          | 17                  | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | ソレノイド分電盤             | 3SDA1, A2, A3, A4,<br>B1, B2, B3, B4  | 19          | 14                  | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | 直流コントロールセンタ          | 3DCA, B                               | 10          | 5                   | 5  |
|          |                         |                     |                          |                           |                   | 原子炉コントロールセンタ         | 3RCC-A1, A2, B1, B2                   | 10          | 5                   | 5  |
|          | パワーコントロールセンタ            | 3PCC-A1, A2, B1, B2 | 6                        | 1                         | 5                 |                      |                                       |             |                     |    |
|          |                         |                     |                          |                           | 6.6kV メタクラ        | 3MC-A, B             | 15                                    | 10          | 5                   |    |
| 3-2-a    | 2.8                     | 46.8                | 867.8                    | 6                         | 余熱除去ポンプ出口流量       | 3FT-601, 611         | 601 : 101<br>611 : 100                | 95<br>94    | 5                   |    |

消火時の放水による没水評価結果（8 / 8）

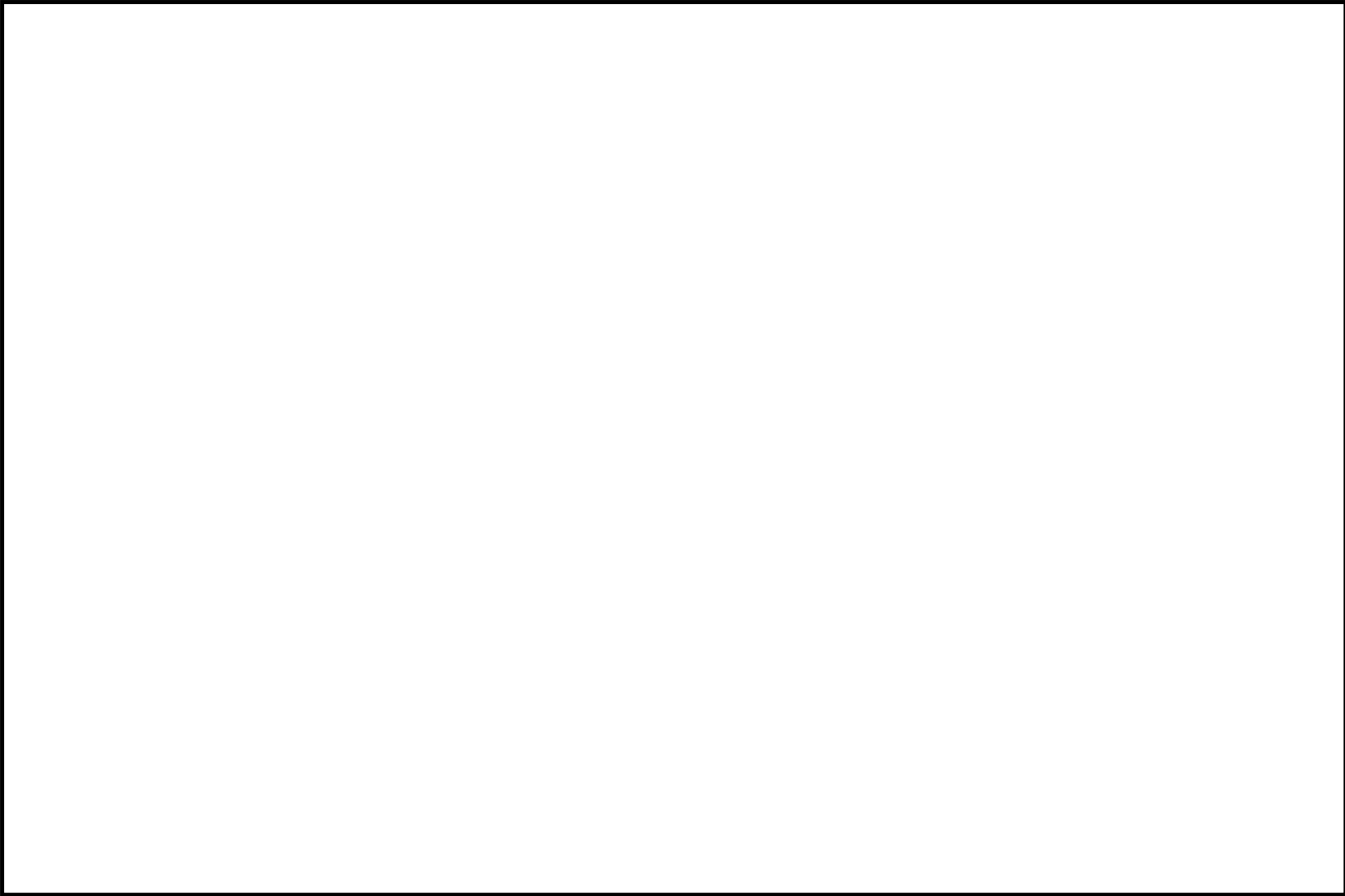
※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 1 2 -別紙6のエリア番号に対応

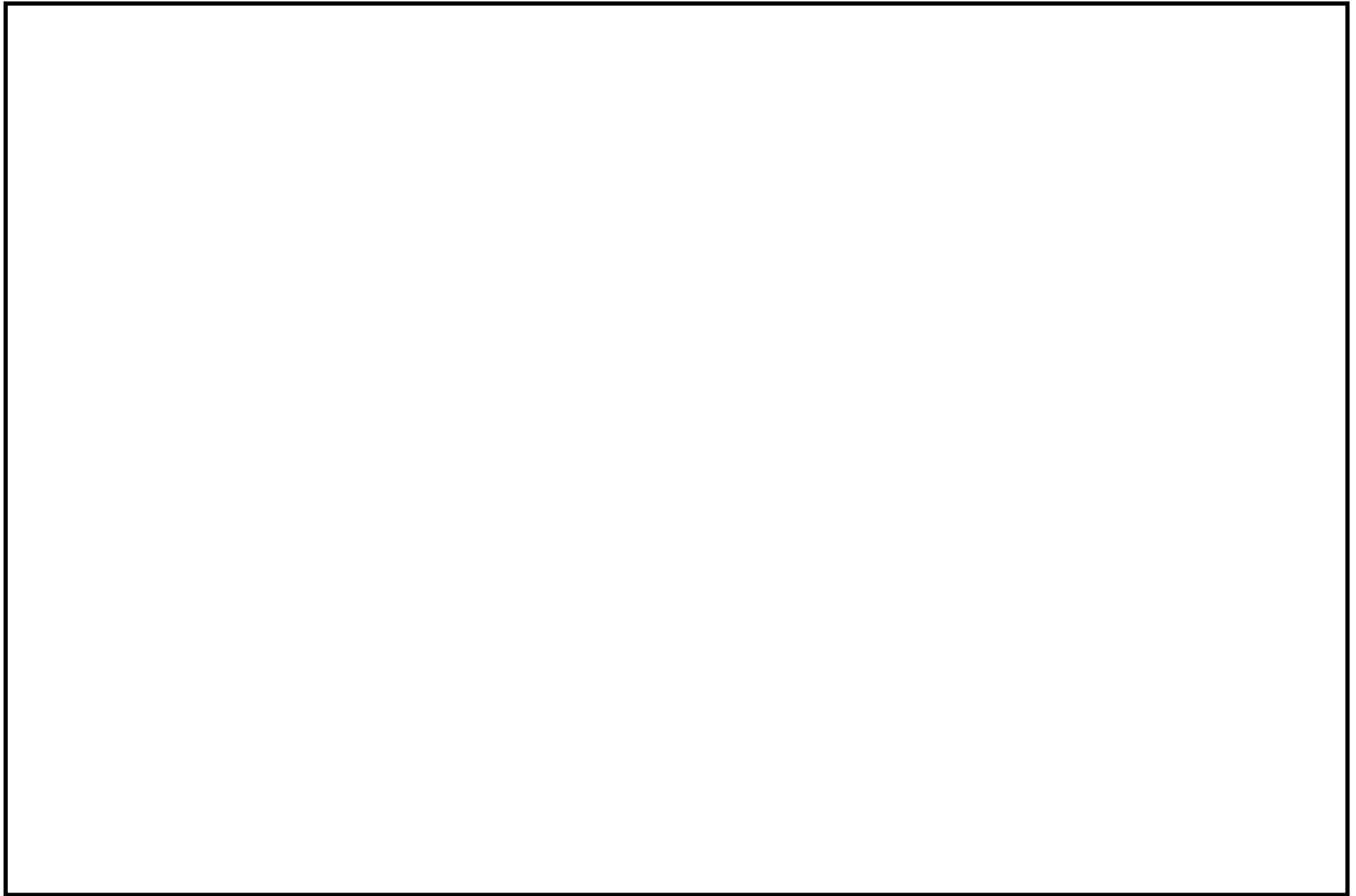
| 建屋<br>※1 | エリア※<br>2      | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                  | ②機能喪失<br>高さ (cm)              | ②-①<br>(cm)  | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm)      |    |
|----------|----------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|--|--------------------------|----|
| A/B      | 3-2-a          | 2.8         | 46.8                     | 867.8                     | 6                 | 余熱除去冷却器補機冷却水出口弁         | 3V-CC-117A, B                 | 60   | 54                       | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 格納容器スプレイ冷却器補機冷却水出口弁     | 3V-CC-177A, B                 | 60   | 54                       | 5  |
|          | 3-2-b<br>3-2-e | 2.8         | 46.8                     | 960.7                     | 10                | 高压注入ポンプ出口 C/V 外側連絡弁     | 3V-SI-020A, B                 | A : 94<br>B : 91                                     | 84<br>81                 | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプミニフロー弁           | 3FCV-601, 611                 | 295  | 285                      | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP 側入口弁       | 3V-RH-051A, B                 | 70   | 60                       | 5  |
|          |                |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP/再循環サンプ側入口弁 | 3V-RH-055A, B                 | 70   | 60                       | 5  |
|          | 3-2-c<br>3-2-d | 4.1         | 46.8                     | 115.7                     | 46                | 高压注入ポンプ第1 (2) ミニフロー弁    | 3V-SI-014A, B,<br>015A, B     | 62   | 16                       | 10 |
|          |                |             |                          |                           |                   | 安全補機室冷却ファン              | 3VSF70A, B                    | 97   | 51                       | 10 |
|          |                |             |                          |                           |                   | 余熱除去冷却器室室内空気温度          | 3TS-2631, 2632,<br>2641, 2642 | 2631 : 302<br>2632 : 301<br>2641 : 300<br>2642 : 300 | 256<br>255<br>254<br>254 | 10 |
|          | 3-1-b<br>3-1-g | -1.7        | 46.8                     | 341.3                     | 19                | 高压注入ポンプ                 | 3SIP1A, B                     | 33   | 14                       | 5  |
|          | 3-1-d<br>3-1-e | -1.7        | 46.8                     | 348.7                     | 19                | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1A, B                     | 83   | 64                       | 5  |



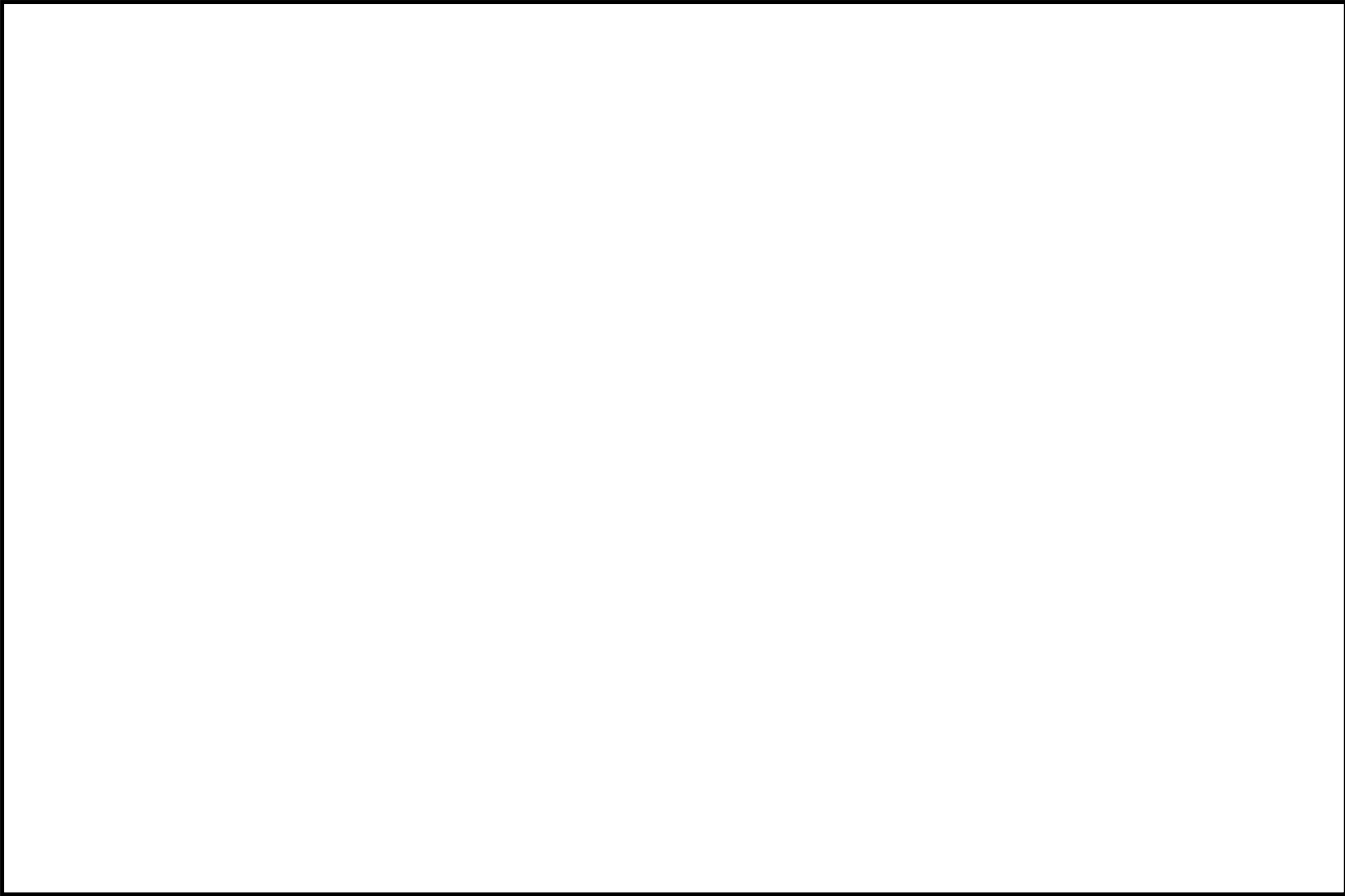
溢水防護区画図 (T. P. 43. 6m)



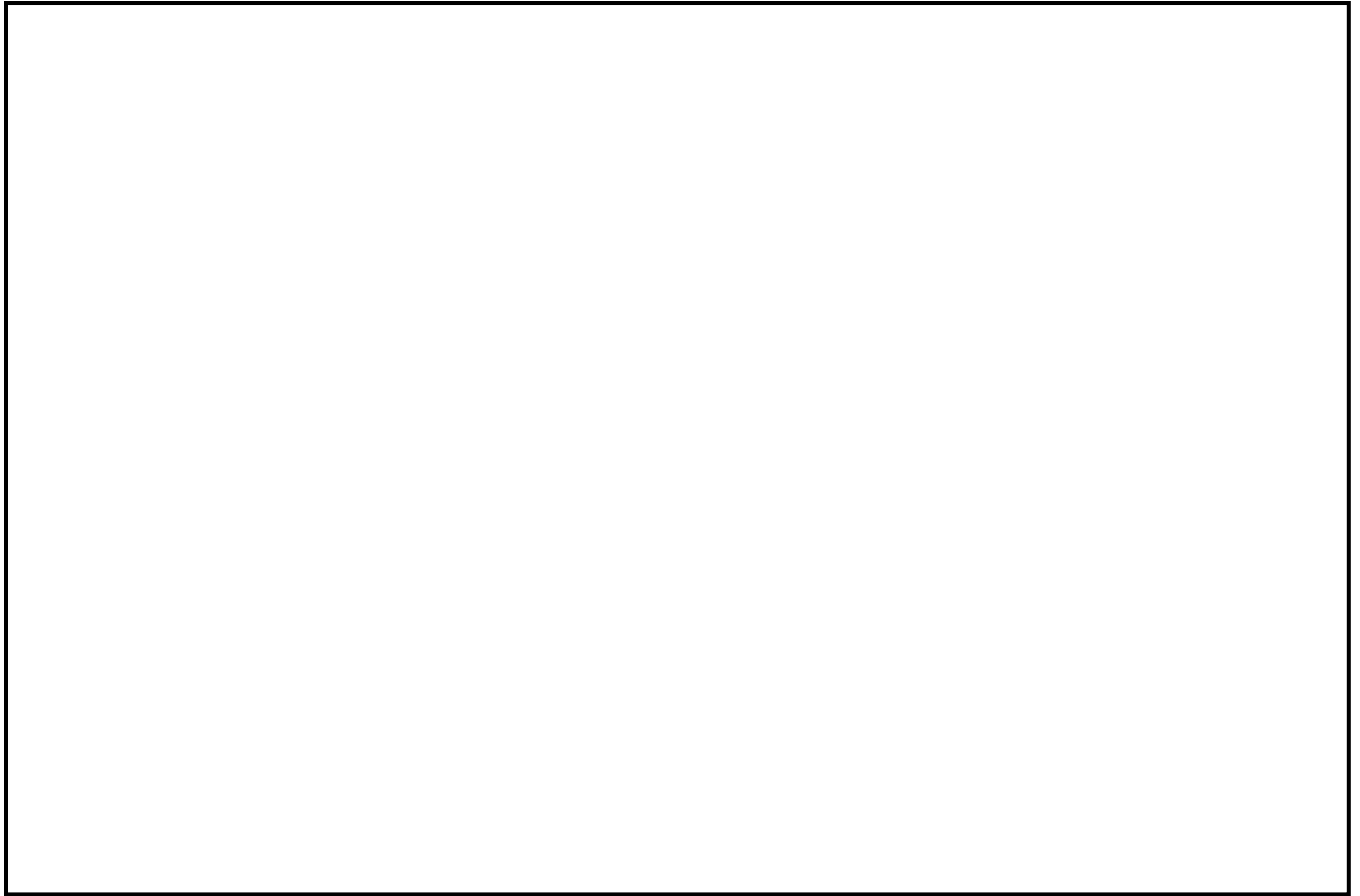
溢水防護区画図 (T. P. 40. 3m)



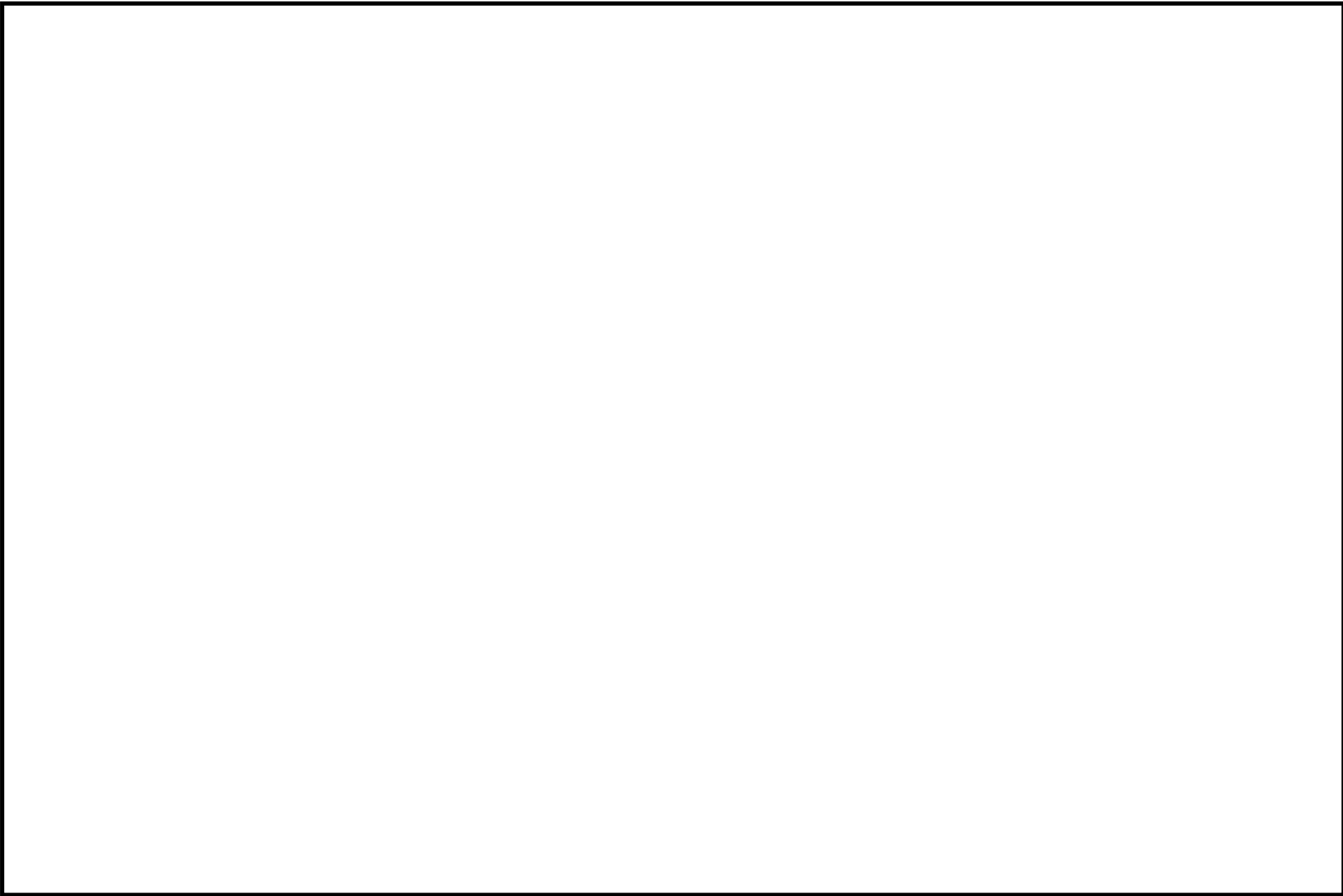
溢水防護区画図 (T. P. 33. 1m)



溢水防護区画図 (T. P. 24. 8m)

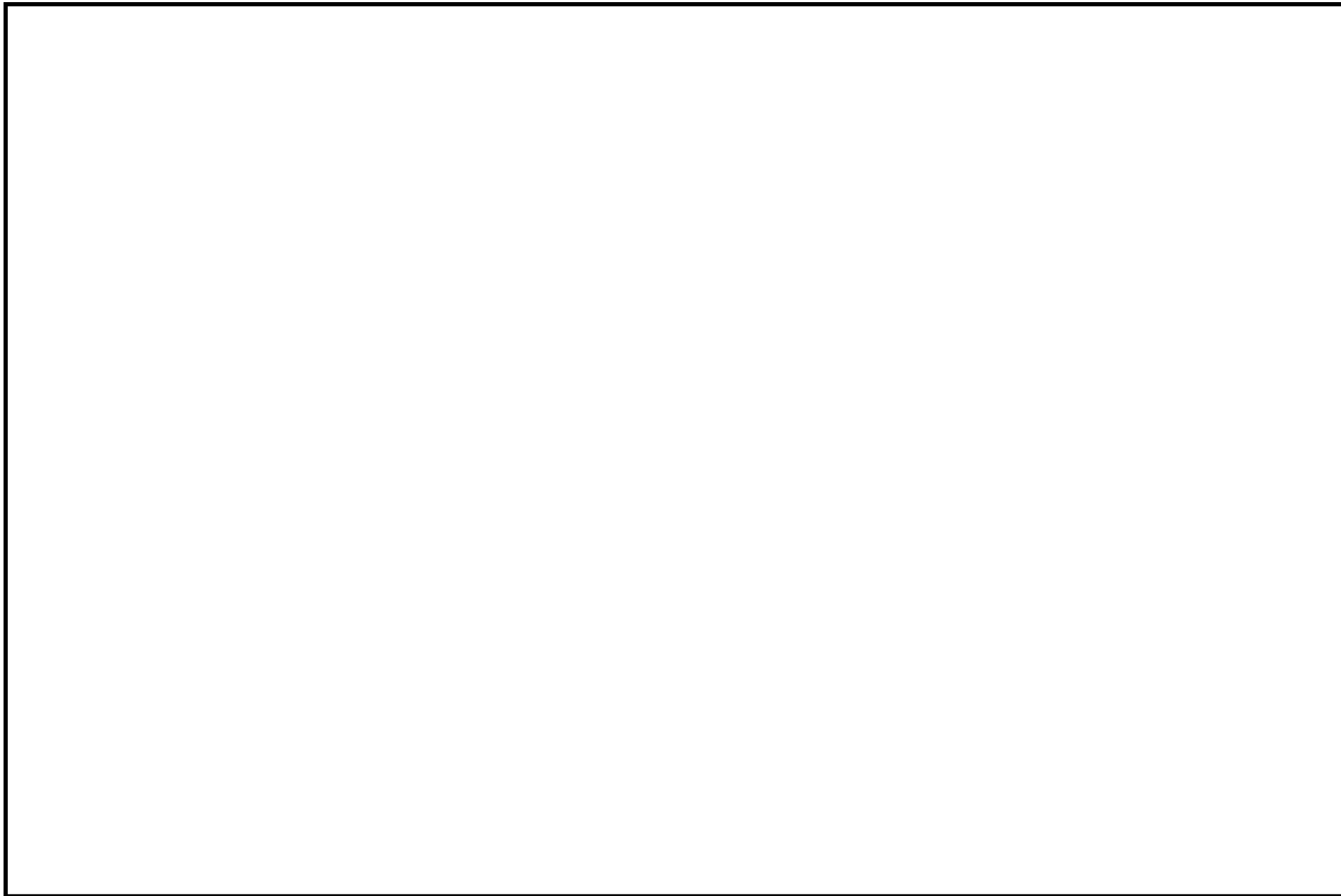


溢水防護区画図 (T.P. 17.8m 中間床)

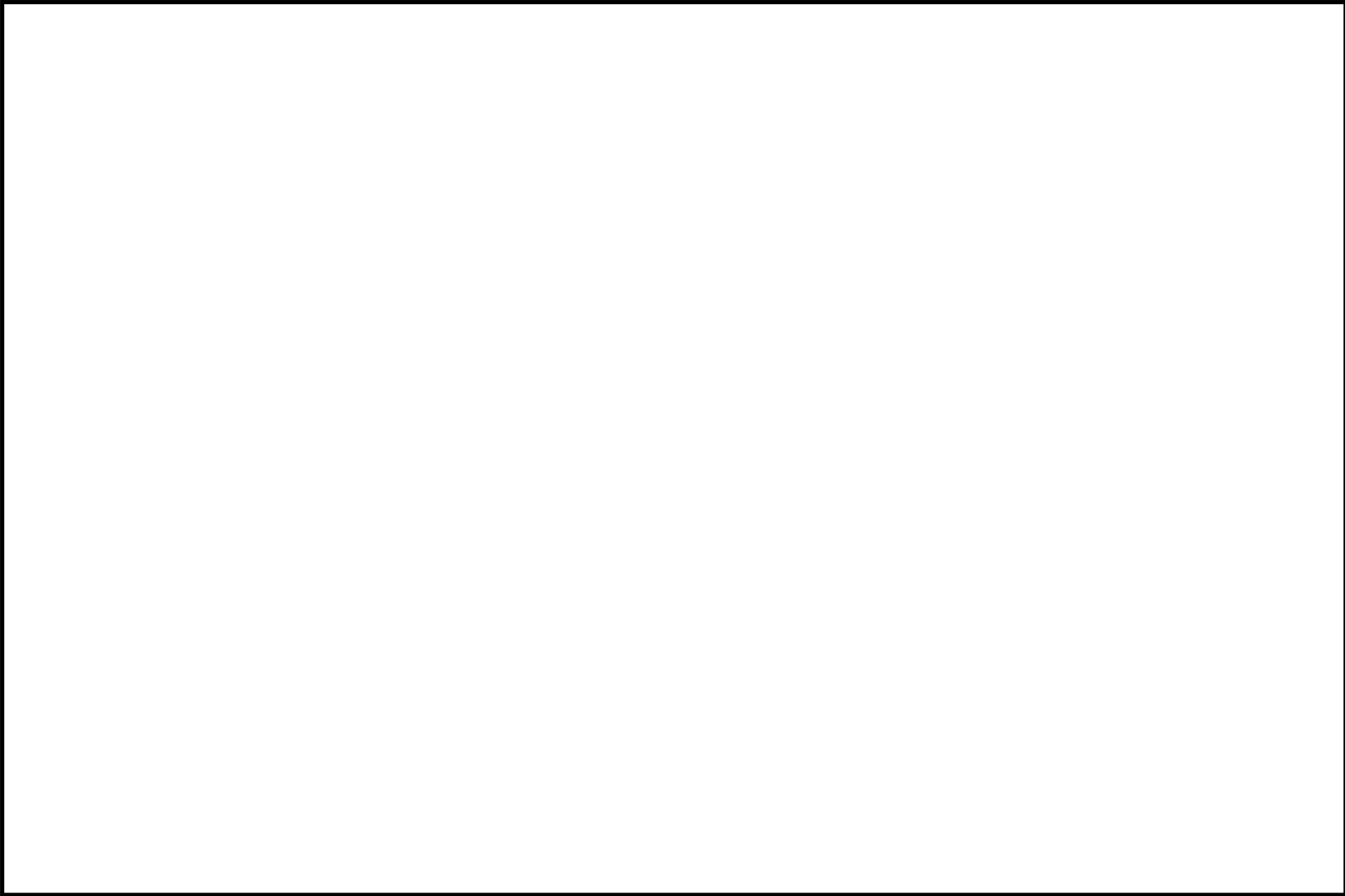


溢水防護区画図 (T. P. 17. 8m)

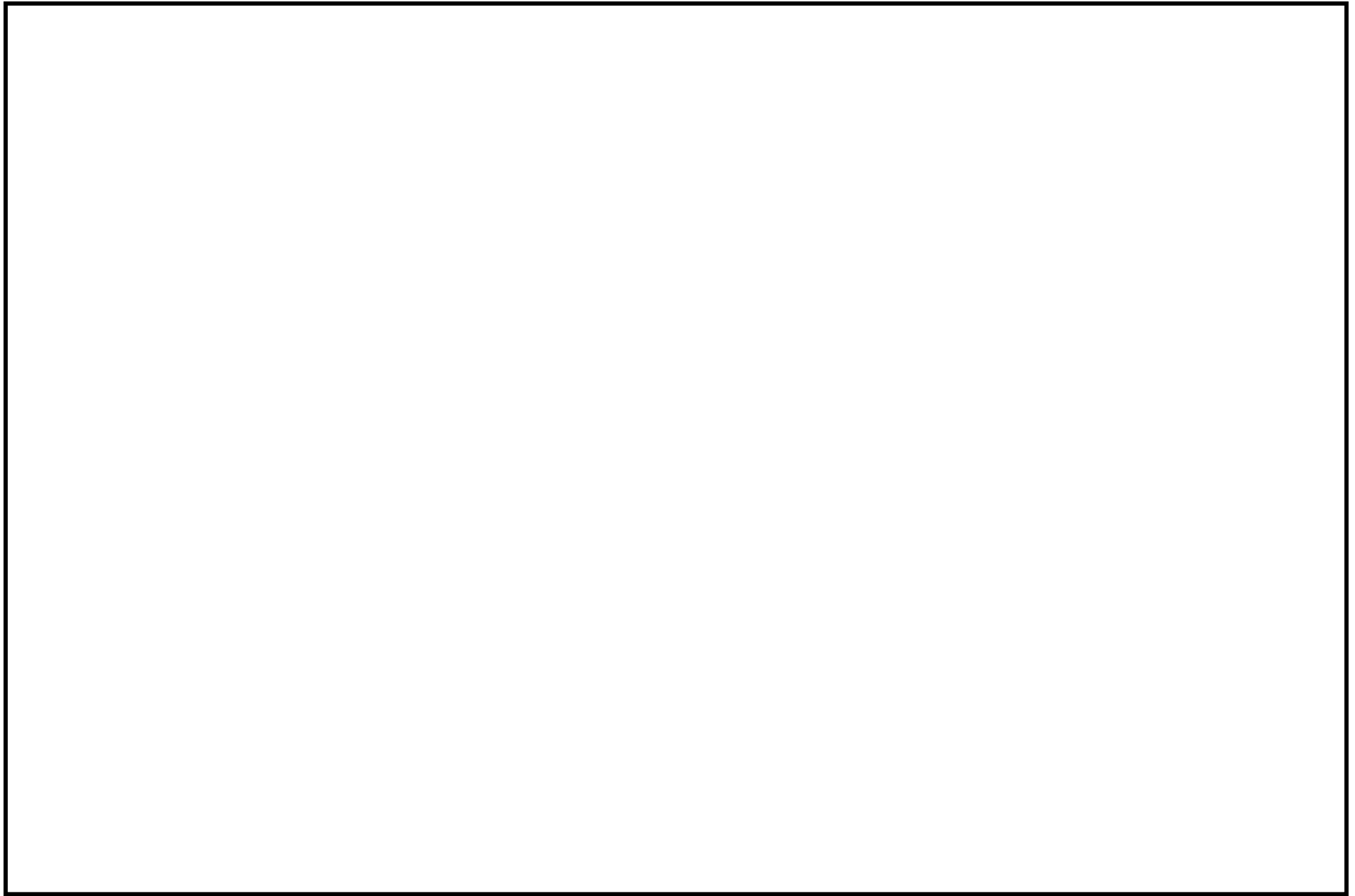




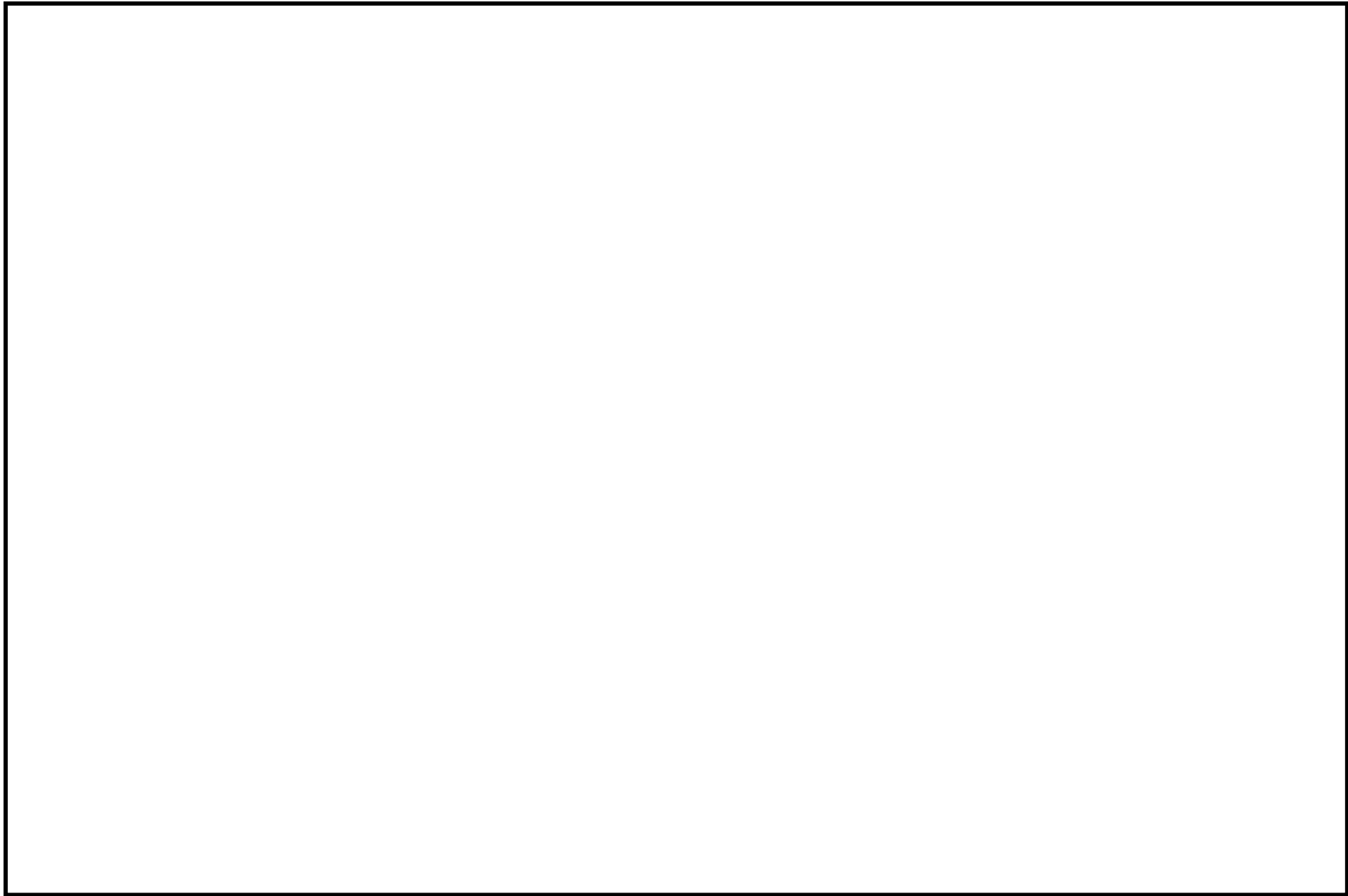
溢水防護区画図 (T.P. 10. 3m 中間床)



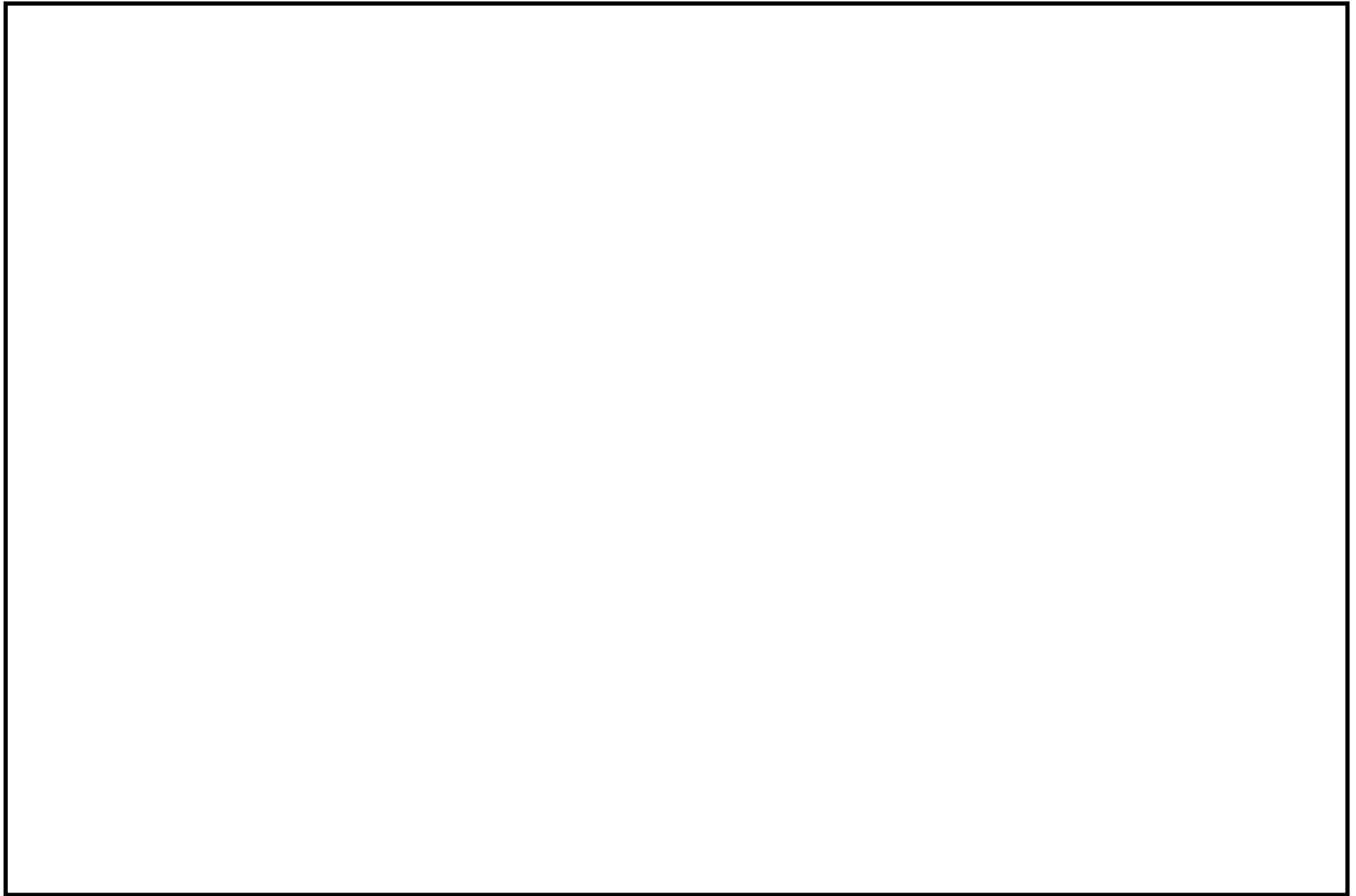
溢水防護区画図 (T. P. 10. 3m)



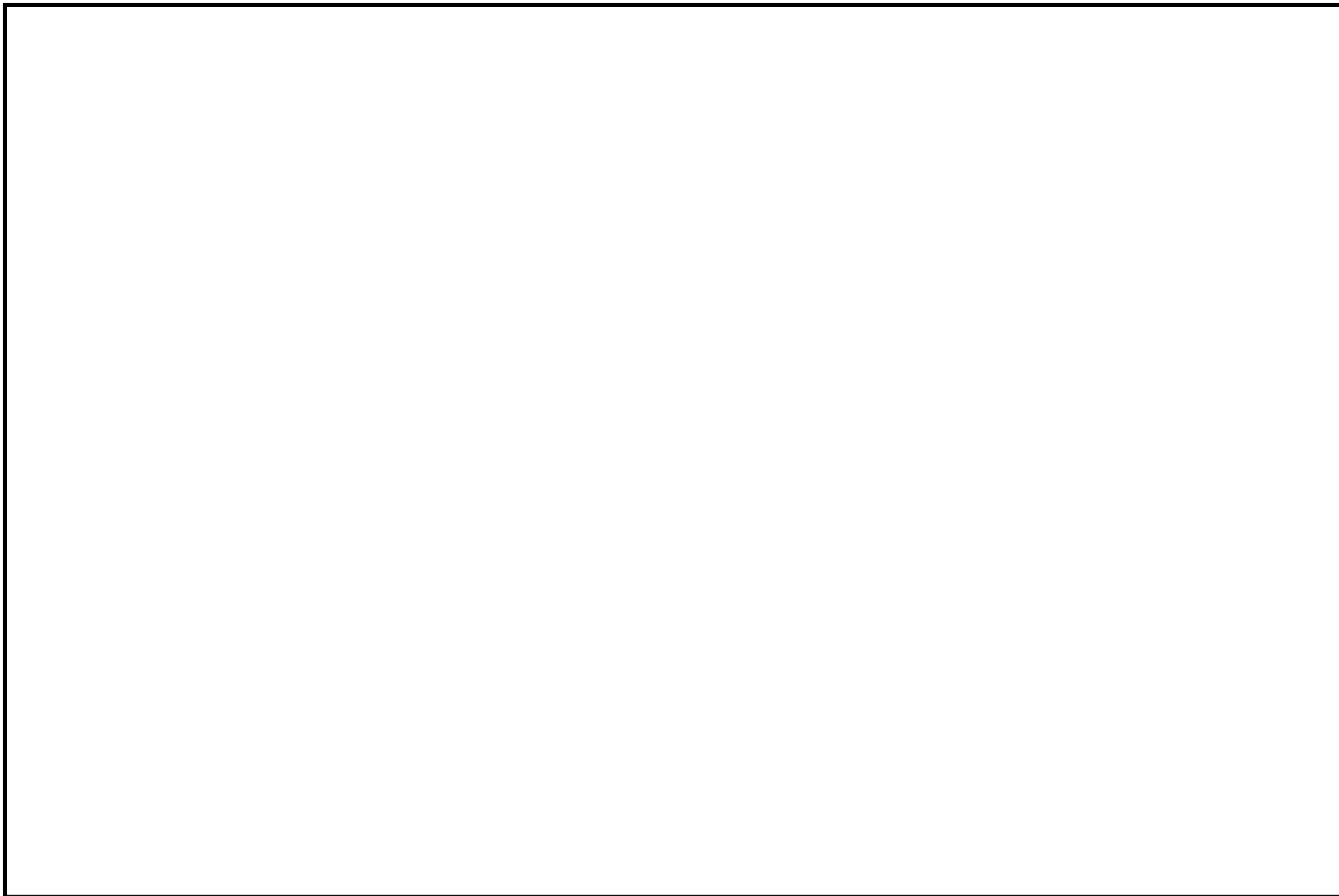
溢水防護区画図 (T. P. 2. 3m 中間床)



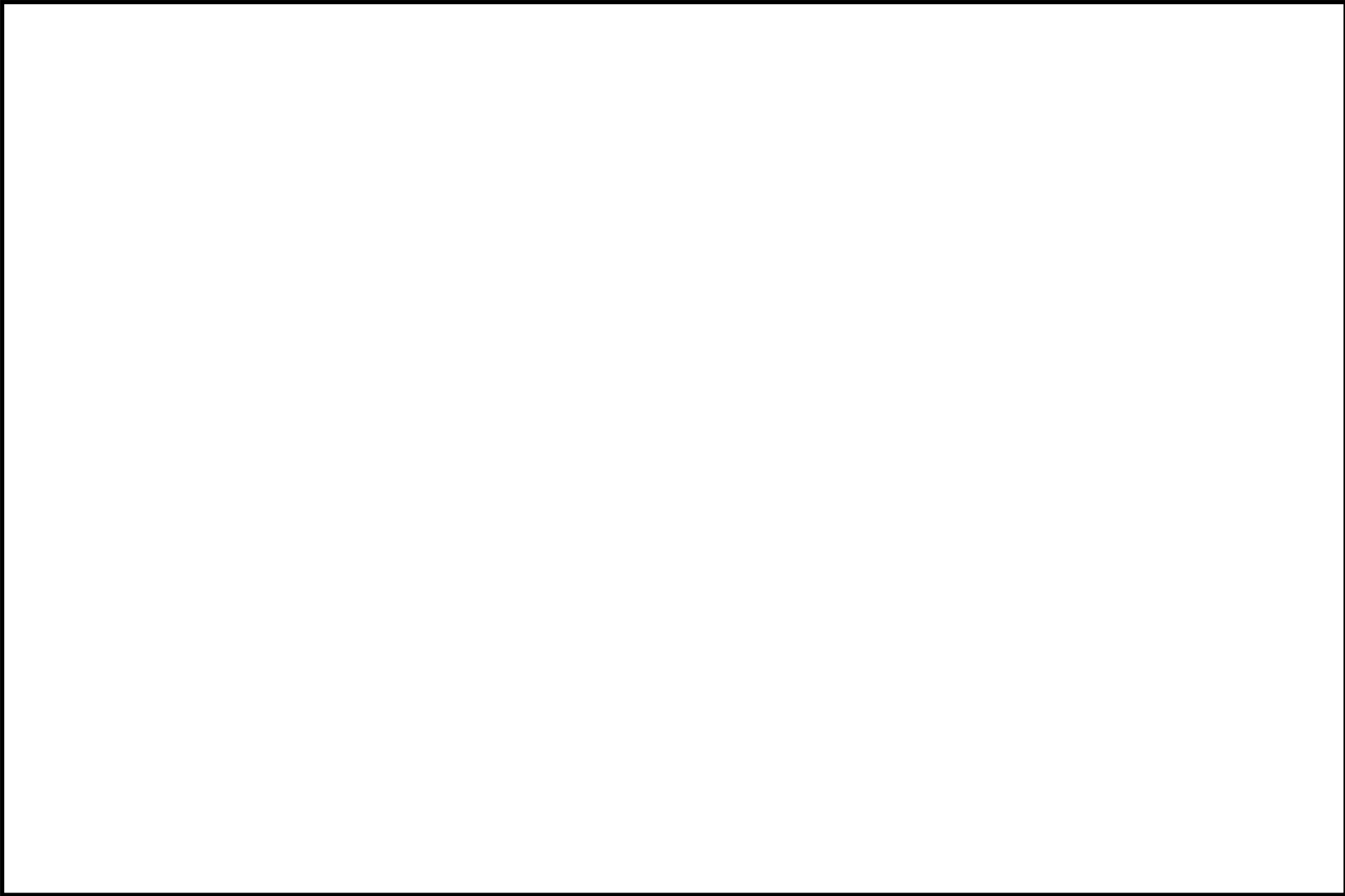
溢水防護区画図 (T. P. 2. 3m (R/B), T. P. 2. 8m (A/B))



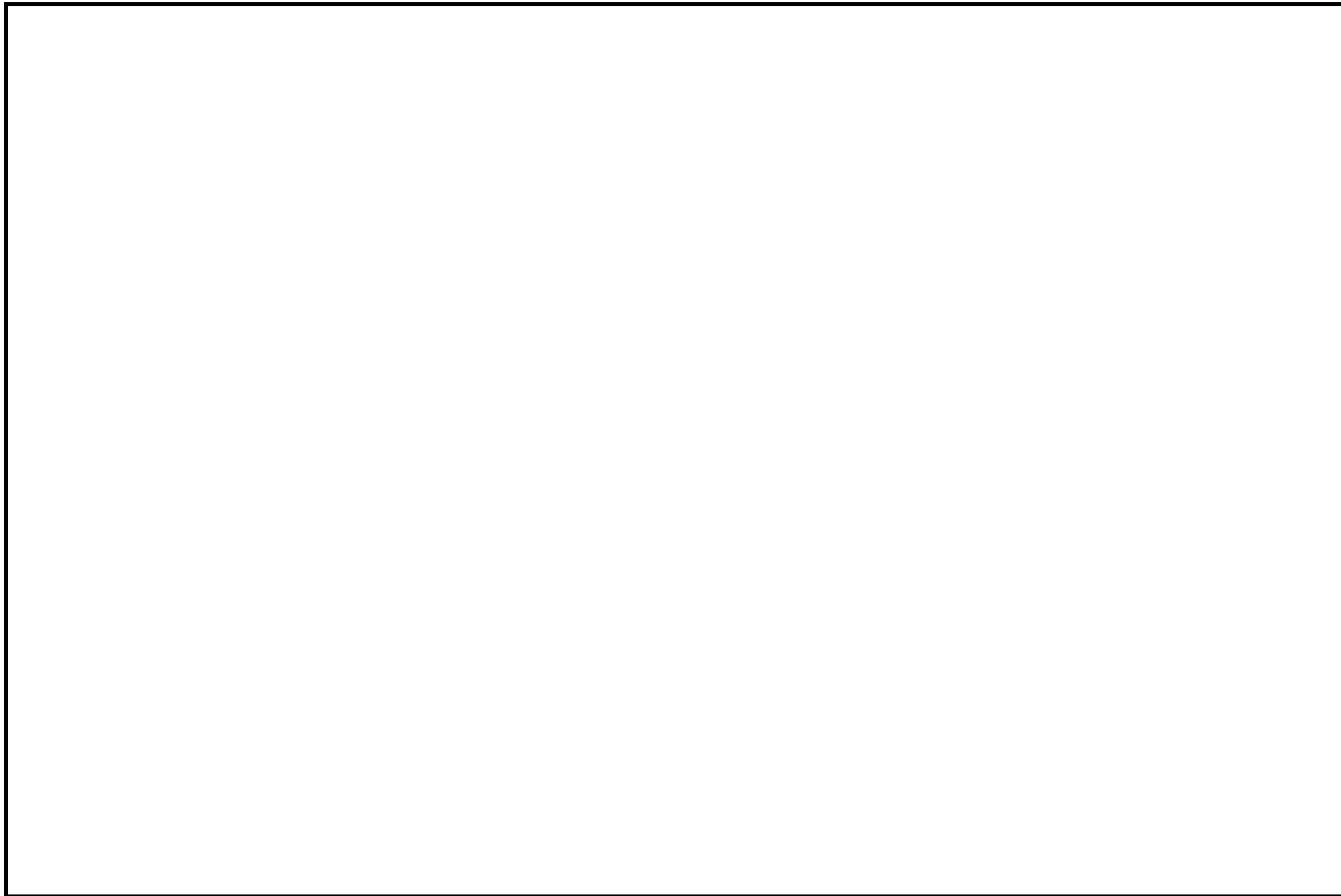
溢水防護区画図 (T. P. -1. 7m)



溢水防護区画図 (T. P. 43. 6m)

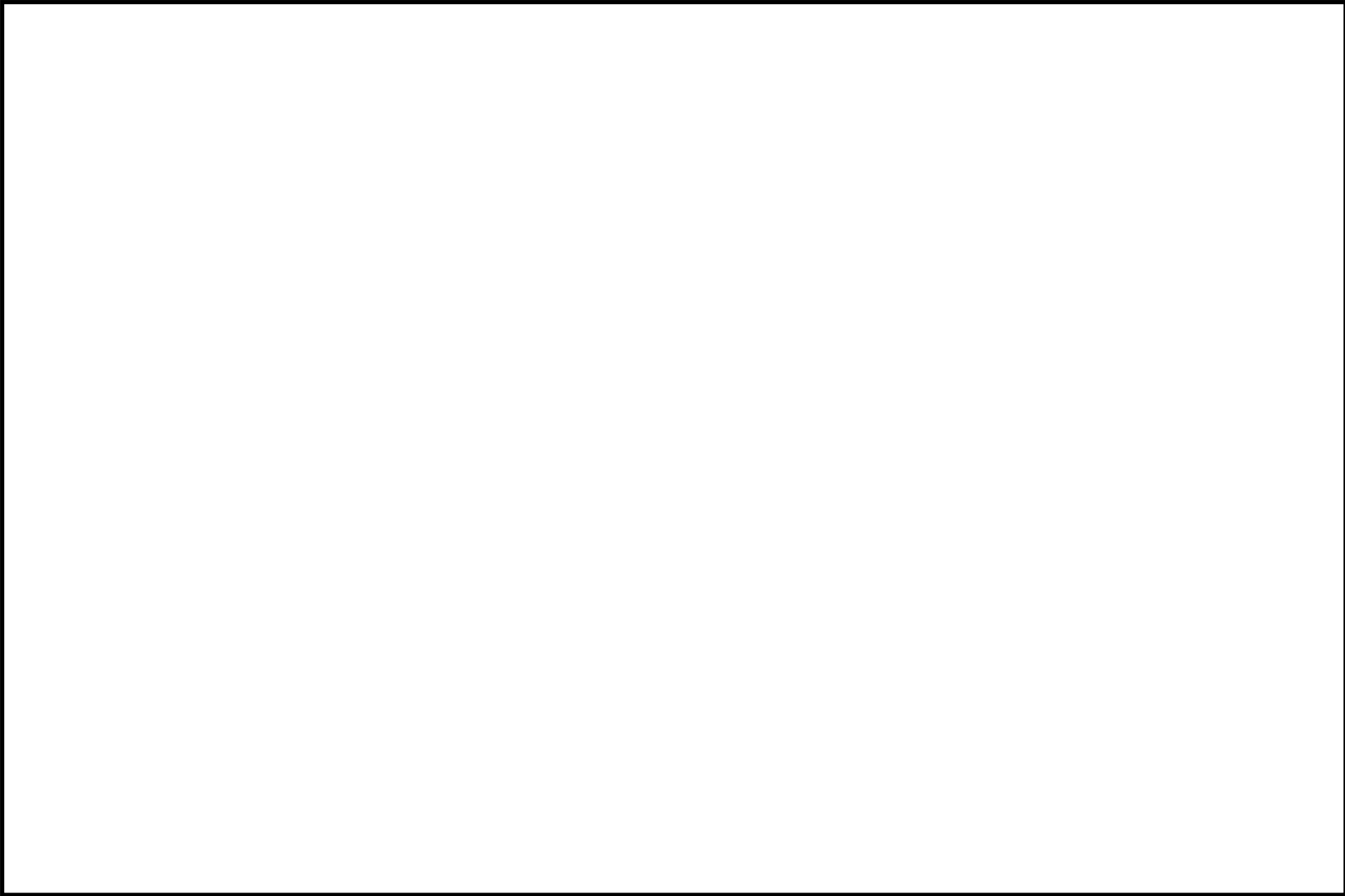


溢水防護区画図 (T. P. 40. 3m)

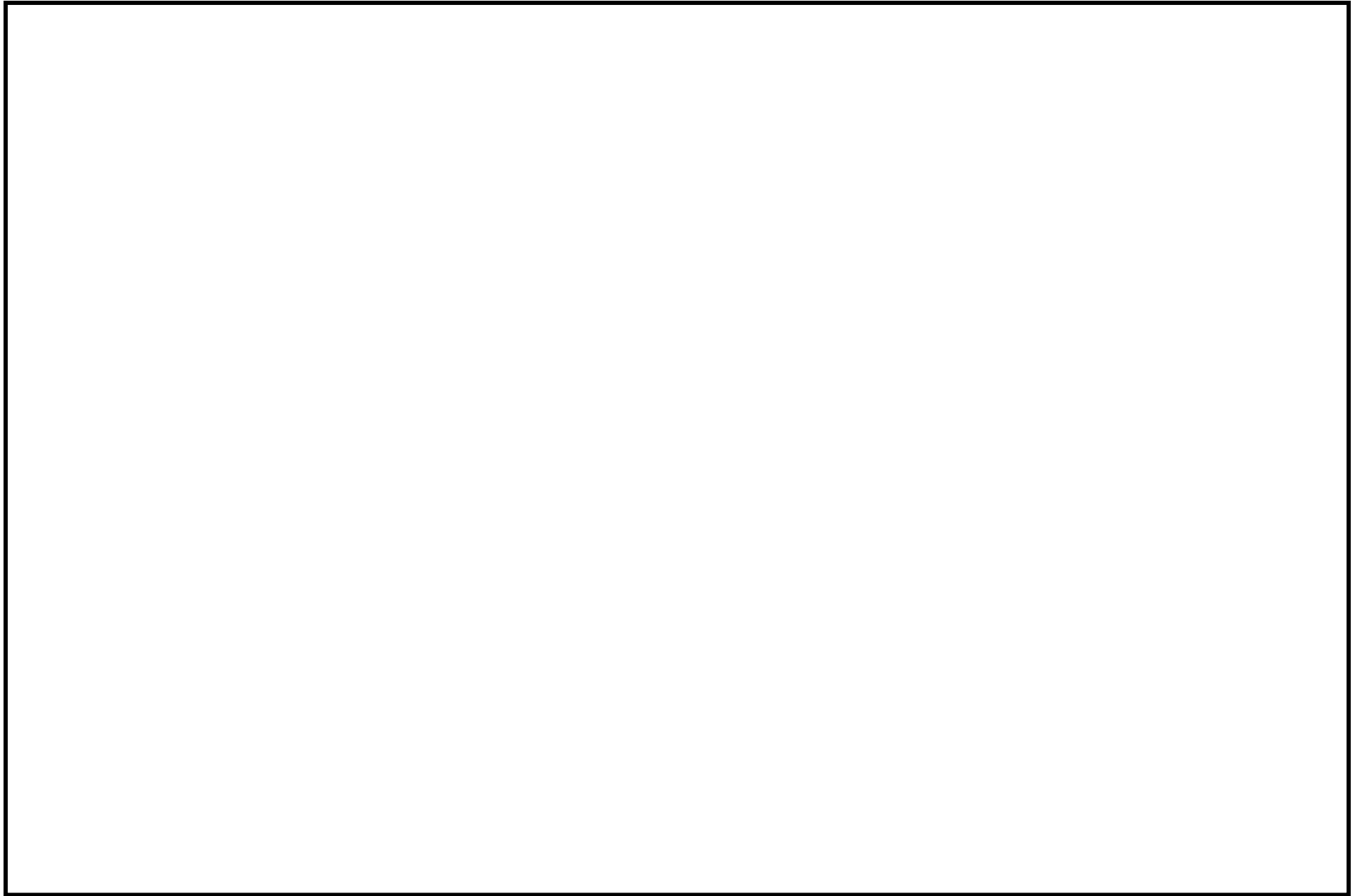


溢水防護区画図 (T. P. 33. 1m)

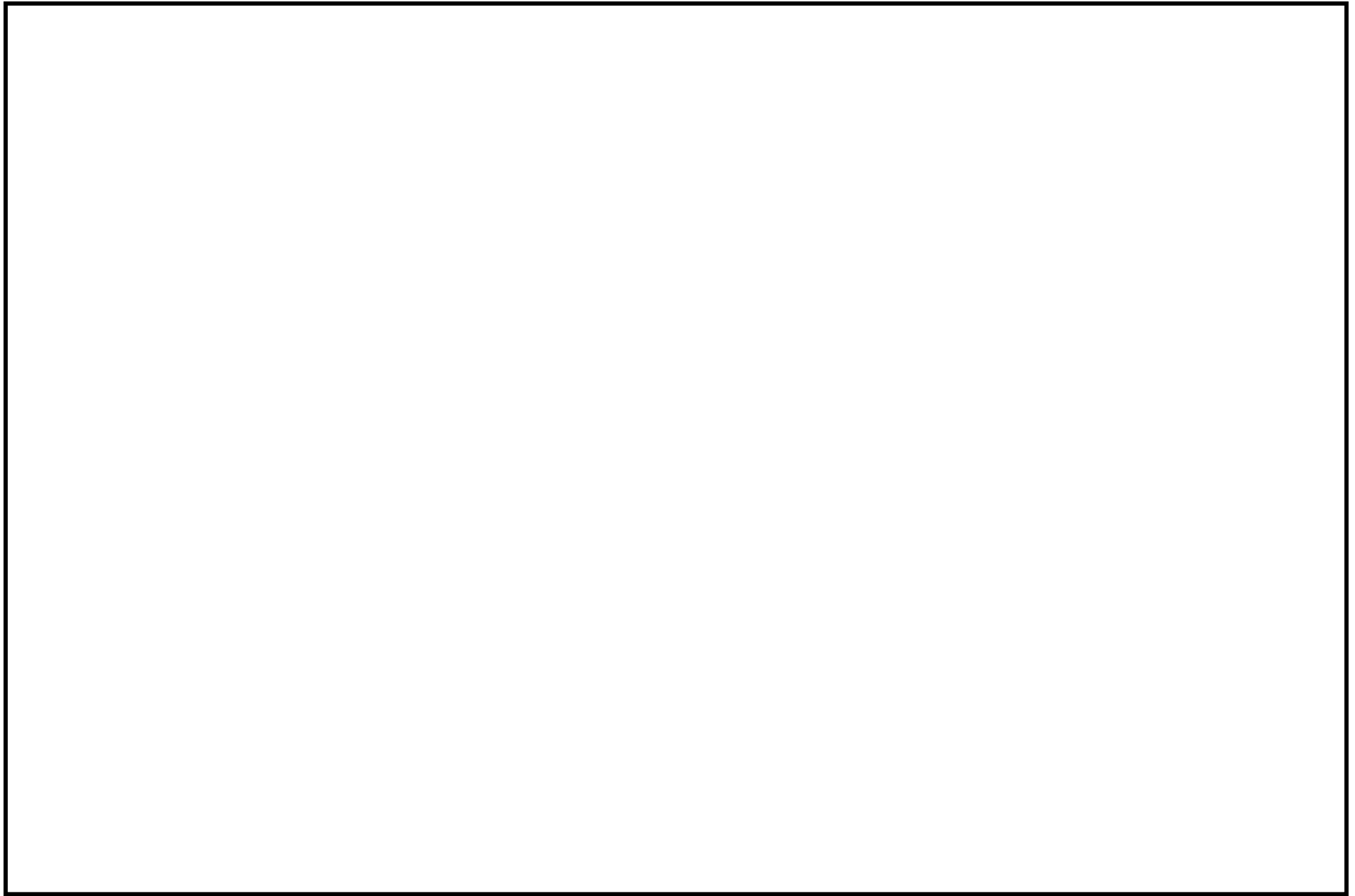




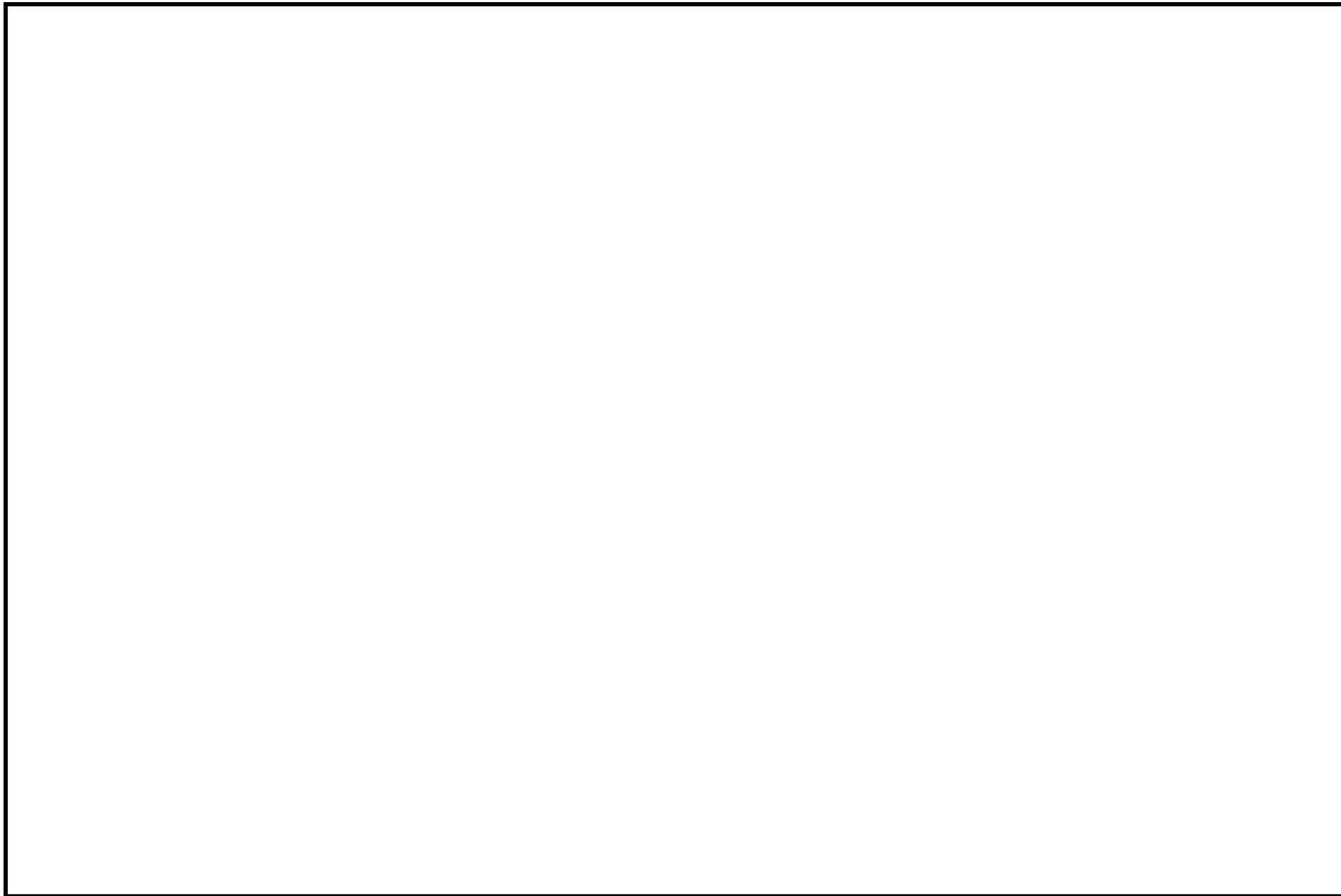
溢水防護区画図 (T. P. 24. 8m)



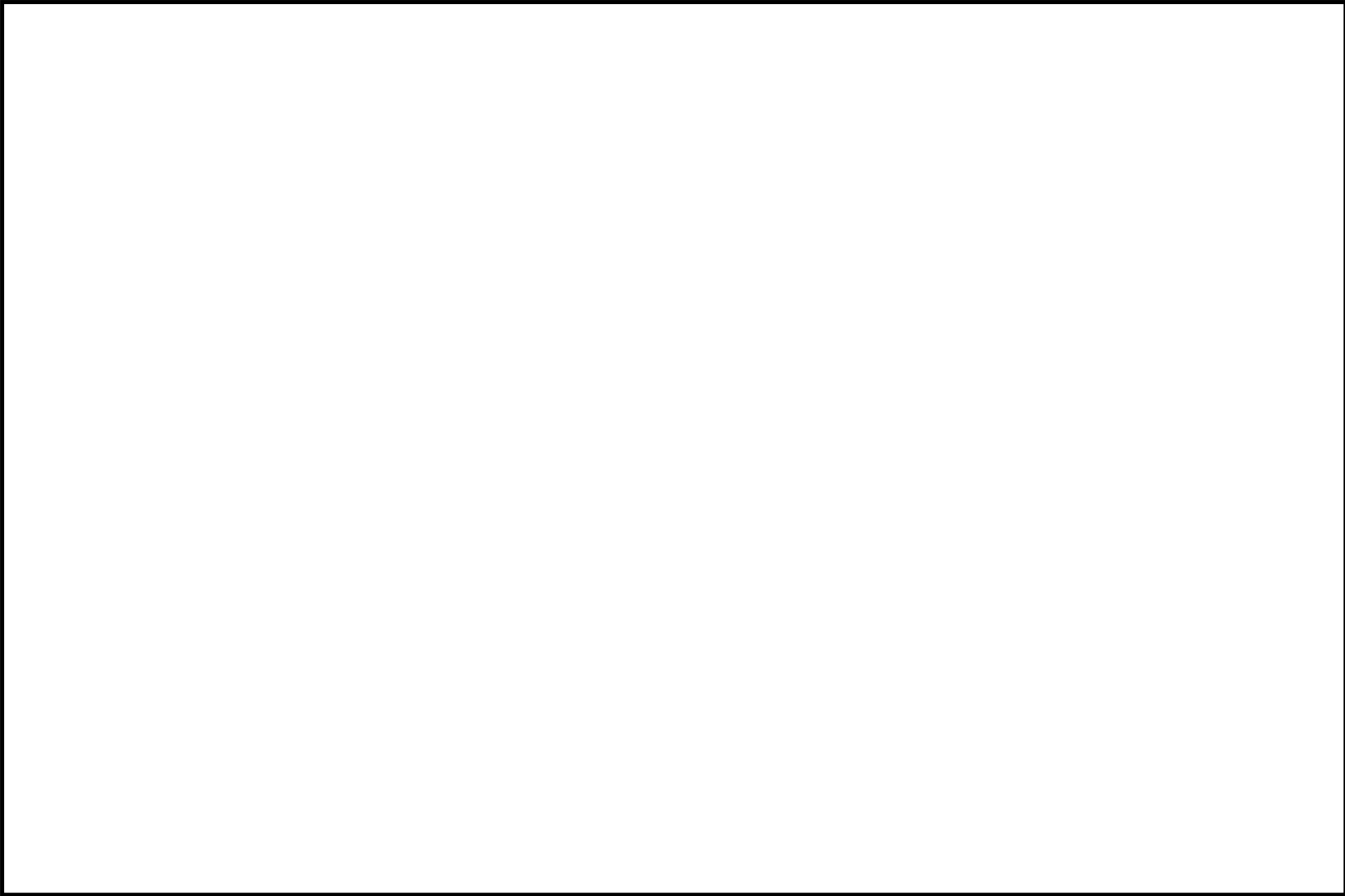
溢水防護区画図 (T.P. 17.8m 中間床)



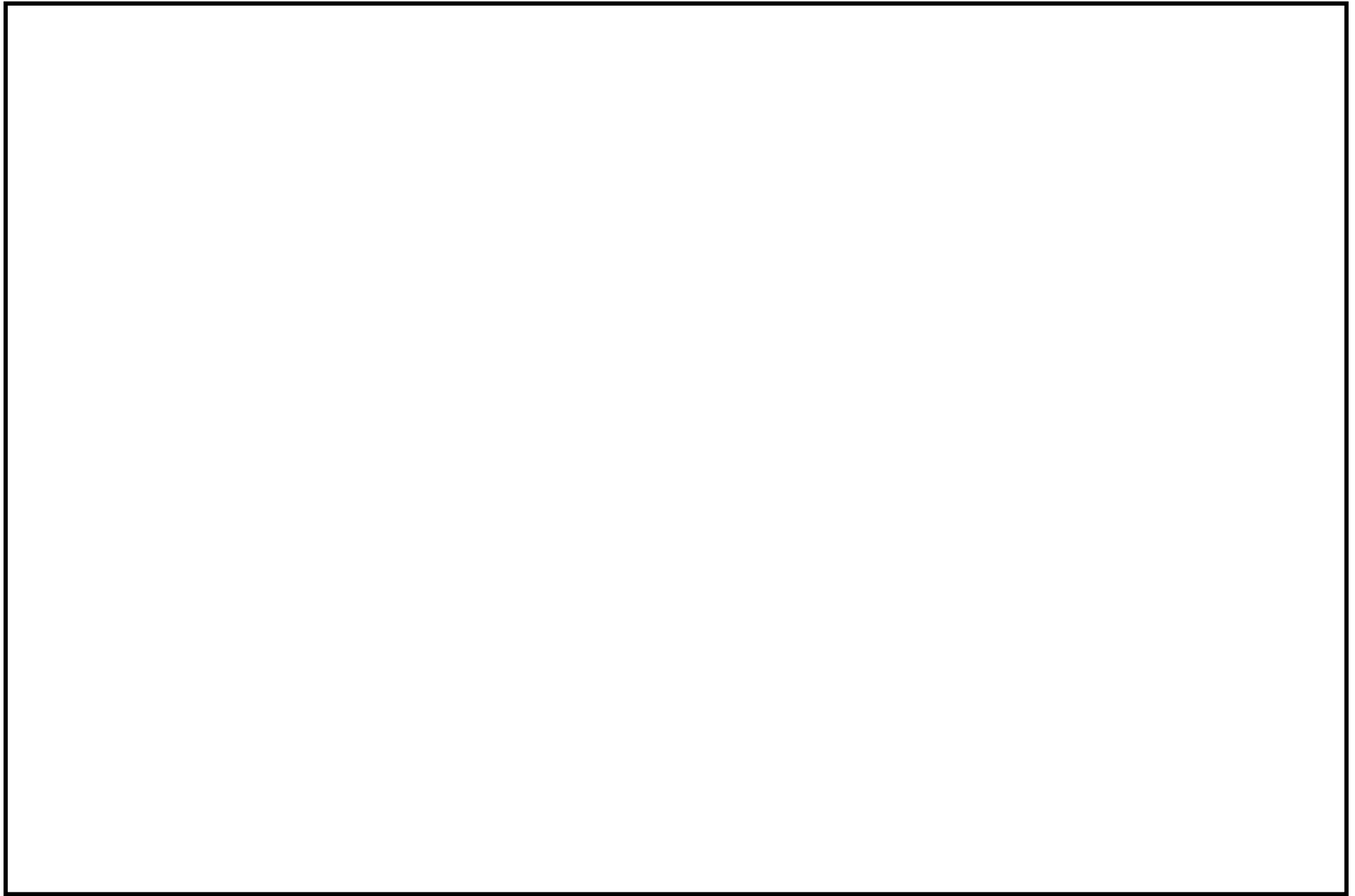
溢水防護区画図 (T. P. 17. 8m)



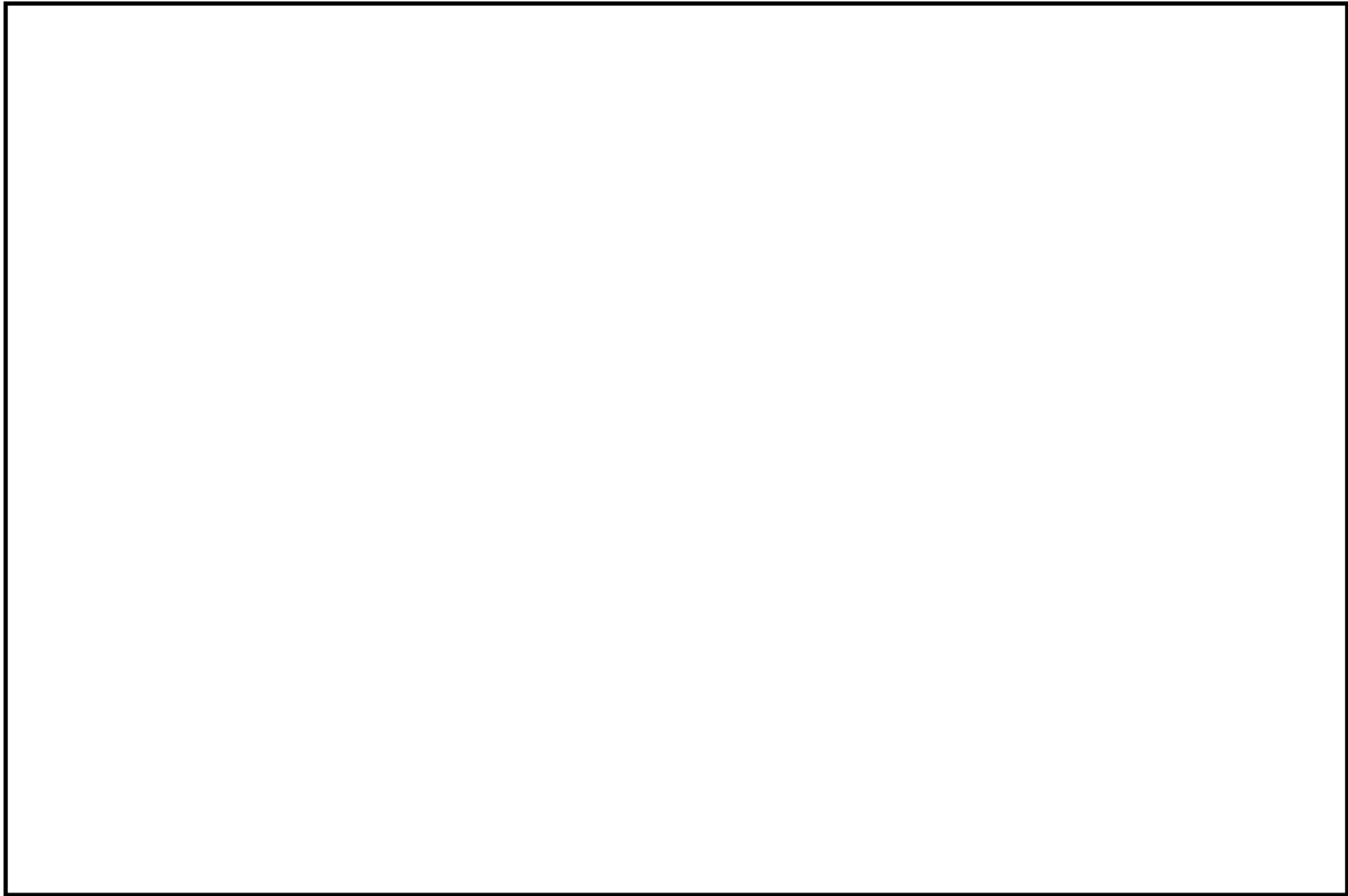
溢水防護区画図 (T.P. 10. 3m 中間床)



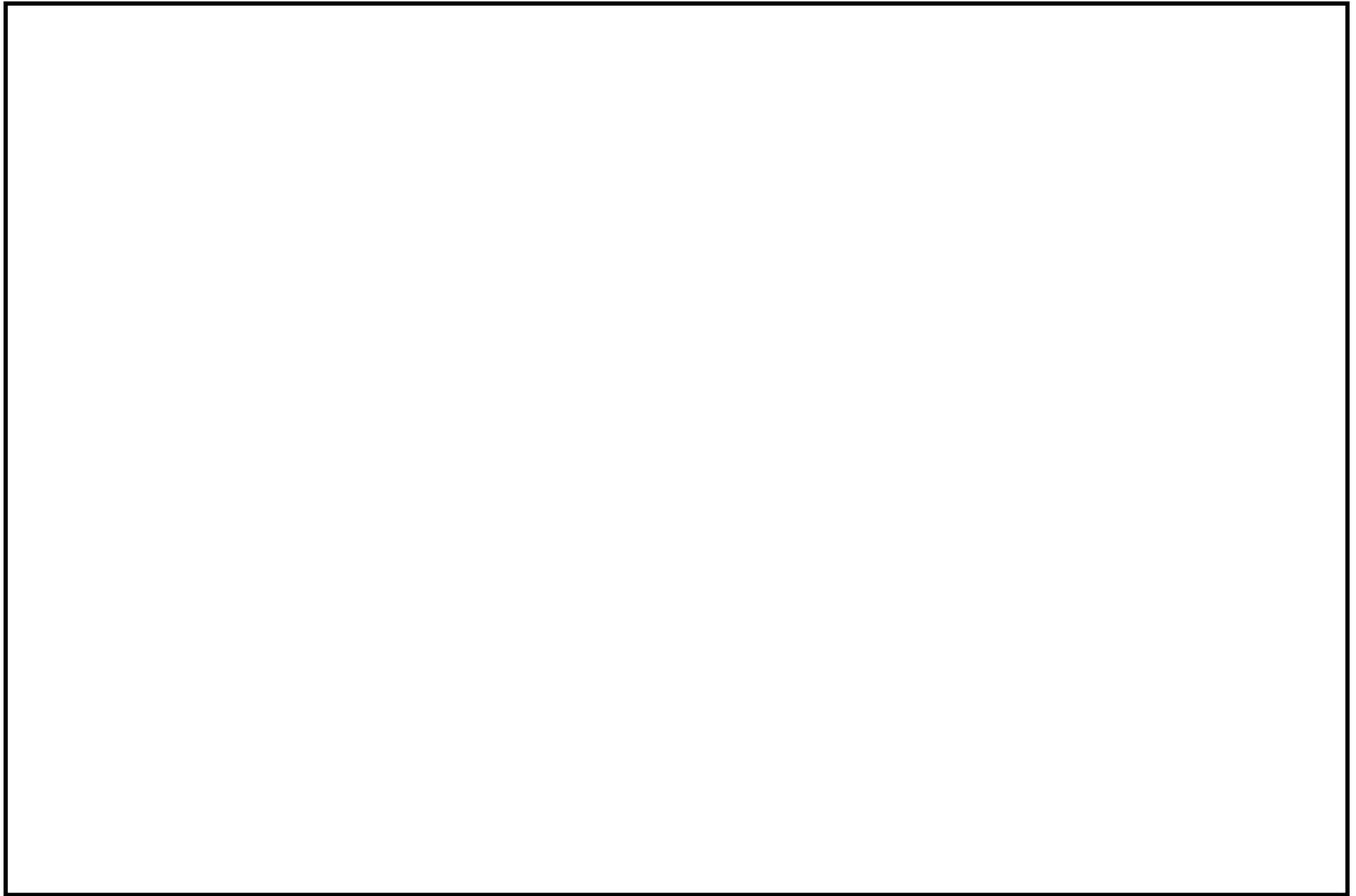
溢水防護区画図 (T. P. 10. 3m)



溢水防護区画図 (T. P. 2. 3m 中間床)



溢水防護区画図 (T.P. 2. 3m(R/B), T.P. 2. 8m(A/B))



溢水防護区画図 (T. P. -1. 7m)



### 1.3. 高エネルギー配管と低エネルギー配管の分類について

#### 1. はじめに

- 本資料では、原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（以下、評価ガイドという）の2.1.1「溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等に生じる溢水」に基づき、溢水源となる配管を「高エネルギー配管」と「低エネルギー配管」に分類する。

#### 2. 高エネルギー配管と低エネルギー配管の抽出の考え方

- 泊3号機において、想定破損による溢水源となる配管を抽出するため、防護対象設備の設置建屋である原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋、循環水ポンプ建屋の配管を系統図から抽出した結果を表1に記載する。
- 原子炉建屋および原子炉補助建屋に溢水影響を及ぼす恐れのある建屋（電気建屋、出入管理建屋、タービン建屋）からの溢水については、地震時及び想定破損時に建屋内の機器から生じる溢水影響を評価しており、評価結果から溢水水位が原子炉建屋および原子炉補助建屋の許容浸水高さを超えないことを確認していることから、評価対象外とする。（補足説明資料9「低耐震建屋からの溢水影響について」参照）
- 高エネルギー配管及び低エネルギー配管については評価ガイド 付録Aにおいて以下のとおり定義されている。
  - 「高エネルギー配管」は、呼び径25A(1B)を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃を超えるか又は運転圧力が1.9MPa[gauge]を超える配管
  - 「低エネルギー配管」は、呼び径25A(1B)を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃以下でかつ運転圧力が1.9MPa[gauge]以下の配管（ただし静水頭圧の配管は除く）
  - 高エネルギー配管であっても高エネルギー状態にある運転期間が短時間<sup>※1</sup>である場合は、低エネルギー配管とすることができる。

※1 高エネルギー状態にある運転期間が短時間である系統の配管とは、高エネルギー配管として運転している時間の割合が当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さければ、低エネルギー配管とすることができる。

表1 分類の対象となる系統一覧

| 系統名             |                  |
|-----------------|------------------|
| 1次冷却系統          | 燃料取替用水系統         |
| 充てん系統           | 補助蒸気系統           |
| 抽出系統            | 原子炉補給水系統（脱塩水）    |
| 化学体積制御系統        | 原子炉補給水系統（純水）     |
| 安全注入系統          | 制御用空気系統          |
| 余熱除去系統          | 所内用空気系統          |
| 主蒸気系統           | 換気空調設備系統         |
| 主給水系統           | 空調用冷水設備系統        |
| 補助給水系統          | ドレン系統（機器および床ドレン） |
| 原子炉格納容器スプレイ系統   | 水消火系統            |
| 原子炉補機冷却水系統      | 地下水排水系統          |
| 使用済燃料ピット水浄化冷却系統 | 飲料水系統            |
| 原子炉補機冷却海水系統     | 所内用水系統           |
| 気体廃棄物処理系統       | 海水電解装置海水供給・注入系統  |
| 液体廃棄物処理系統       | 海水ストレーナ排水系統      |
| 固体廃棄物処理系統       | 循環水系統            |
| 試料採取系統          | 軸受冷却水系統          |
| 蒸気発生器ブローダウン系統   |                  |

### 3. 高エネルギー配管と低エネルギー配管の抽出フロー

- 表1の系統を、評価ガイドの定義に従い高エネルギー配管と低エネルギー配管、および想定破損に伴う溢水影響評価対象外の配管に分類する。具体的には以下のフローに従う。

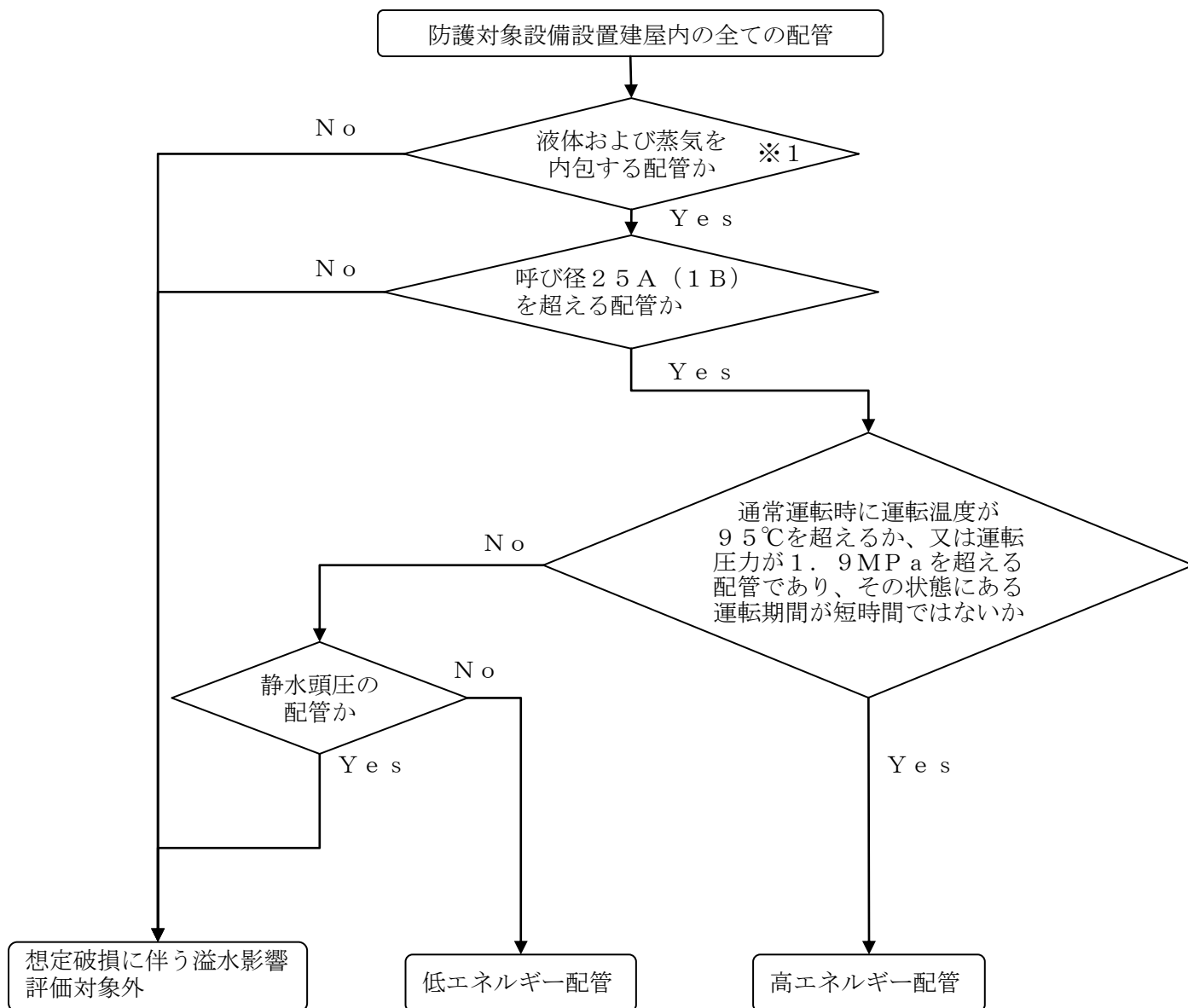


図1. 高エネルギー配管と低エネルギー配管の抽出フロー

※1 評価ガイド1.4「用語の定義」において、「溢水」は滞留水、流水（蒸気を含む）の形態で存在するものと定義されており、空気・ガス系統の配管は対象外とする。

#### 4. 高エネルギー配管および低エネルギー配管の抽出結果

##### (1) 高エネルギー配管の抽出結果

- 2. の考え方に従い、高エネルギー配管を抽出した結果を表2に示す。(13-別紙1に抽出過程を示す)
- 表2の高エネルギー配管を、想定破損時の没水評価で考慮すべき配管とする。(補足説明資料14「高エネルギー配管からの溢水に伴う没水影響評価について」参照)

表2 高エネルギー配管の抽出結果

| 系統名                                | 対象範囲における使用条件                                 |
|------------------------------------|--|
| 1次冷却系統                             | 運転圧力：約 15.4MPa<br>運転温度：約 325℃                |
| 充てん系統<br>(充てんポンプ下流)                | 運転圧力：約 17.5MPa<br>運転温度：約 50℃, 232℃           |
| 抽出系統<br>(抽出ライン非再生冷却器出口<br>圧力制御弁上流) | 運転圧力：約 15.4MPa, 2.2MPa<br>運転温度：約 193℃, 46.1℃ |
| 主蒸気系統                              | 運転圧力：約 5.6MPa<br>運転温度：約 274℃                 |
| 主給水系統                              | 運転圧力：約 5.8MPa<br>運転温度：約 220℃                 |
| 補助給水系統<br>(補助給水逆止弁下流)              | 運転圧力：約 5.8MPa<br>運転温度：約 220℃                 |
| 蒸気発生器ブローダウン系統                      | 運転圧力：約 5.6MPa<br>運転温度：約 274℃                 |
| 補助蒸気系統                             | 運転圧力：約 0.7MPa<br>運転温度：約 170℃                 |

(2) 低エネルギー配管の抽出結果

- 2. の考え方に従い、低エネルギー配管を抽出した結果を表3に示す。なお、充てん系統、抽出系統および補助給水系統については、高エネルギー配管と低エネルギー配管の取合いについて、13-別紙2に記載する。

表3 低エネルギー配管を有する系統の抽出結果

| 系統名                                | 対象範囲における使用条件                    |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 原子炉補機冷却水系統                         | 運転圧力：約 1.1MPa<br>運転温度：約 43℃     |
| 原子炉格納容器スプレイ系統※ <sup>1</sup>        | 運転圧力：約 0.35MPa<br>運転温度：約 40℃    |
| 余熱除去系統※ <sup>1</sup>               | 運転圧力：約 0.35MPa<br>運転温度：約 40℃    |
| 充てん系統（低エネルギー配管該当部分）                | 運転圧力：約 0.11 MPa<br>運転温度：約 46.1℃ |
| 抽出系統（低エネルギー配管該当部分）                 | 運転圧力：約 1.8 MPa<br>運転温度：約 46.1℃  |
| 化学体積制御系統                           | 運転圧力：約 1.1 MPa<br>運転温度：約 77℃    |
| 空調用冷水設備系統                          | 運転圧力：約 1.0MPa<br>運転温度：約 10℃     |
| 地下水排水系統                            | 運転圧力：約 0.47 MPa<br>運転温度：約 40℃   |
| 原子炉補給水系統（脱塩水）                      | 運転圧力：約 1.05 MPa<br>運転温度：約 40℃   |
| 水消火系統                              | 運転圧力：約 1.8 MPa<br>運転温度：約 49℃    |
| 原子炉補給水系統（純水）                       | 運転圧力：約 1.01 MPa<br>運転温度：約 40℃   |
| 飲料水系統                              | 運転圧力：約 0.51 MPa<br>運転温度：約 40℃   |
| 燃料取替用水系統                           | 運転圧力：約 0.87 MPa<br>運転温度：約 40℃   |
| 使用済燃料ピット水浄化冷却系統                    | 運転圧力：約 1.1 MPa<br>運転温度：約 65℃    |
| 補助給水系統（低エネルギー配管該当部分）※ <sup>1</sup> | 運転圧力：約 0.3 MPa<br>運転温度：約 40℃    |

| 系統名                  | 対象範囲における使用条件                   |
|----------------------|--------------------------------|
| 安全注入系統※ <sup>1</sup> | 運転圧力：約 0.3 MPa<br>運転温度：約 40℃   |
| 試料採取系統               | 運転圧力：約 0.7 MPa<br>運転温度：約 46.1℃ |
| 原子炉補機冷却海水系統          | 運転圧力：約 0.61 MPa<br>運転温度：約 26℃  |
| 気体廃棄物処理系統            | 運転圧力：約 1.01 MPa<br>運転温度：約 40℃  |
| 液体廃棄物処理系統            | 運転圧力：約 1.01 MPa<br>運転温度：約 80℃  |
| 固体廃棄物処理系統            | 運転圧力：約 1.01 MPa<br>運転温度：約 40℃  |
| 所内用水系統               | 運転圧力：約 1.08 MPa<br>運転温度：約 20℃  |
| 海水電解装置海水供給・注入系統      | 運転圧力：約 0.61 MPa<br>運転温度：約 26℃  |
| 海水ストレーナ排水系統          | 運転圧力：約 0.61 MPa<br>運転温度：約 26℃  |
| 循環水系統                | 運転圧力：約 0.09 MPa<br>運転温度：約 26℃  |
| 軸受冷却水系統              | 運転圧力：約 0.65 MPa<br>運転温度：約 30℃  |

※1 通常運転時に高エネルギー状態にある運転期間が短時間であるため、低エネルギー配管とした系統

(3) 運転期間の評価により低エネルギー配管に分類した系統

■ 余熱除去系統

- 評価ガイドにある「通常運転時」とは、米国 NRC の Standard Review Plan(SRP) Branch Technical Position(BTP) 3-3「Protection Against Postulated Piping Failures in Fluid Systems Outside Containment」Appendix A Definitionsによると、原子炉起動、出力運転中、温態待機、低温停止状態までの冷却期間」とされ、モード1, 2, 3, 4の期間となる。

《BTP3-3 抜粋「Normal Plant Conditions (BTP3-3-7)」》

Normal Plant Conditions. Plant operating conditions during reactor startup, operation at power, hot standby, or reactor cooldown to cold shutdown condition.

- 余熱除去系統については、モード1, 2, 3, 4の高エネルギー状態にある運転期間の割合は、プラント運転期間に対して泊3号機の実績で0.15%であり、1%より小さいため低エネルギー配管に分類される。

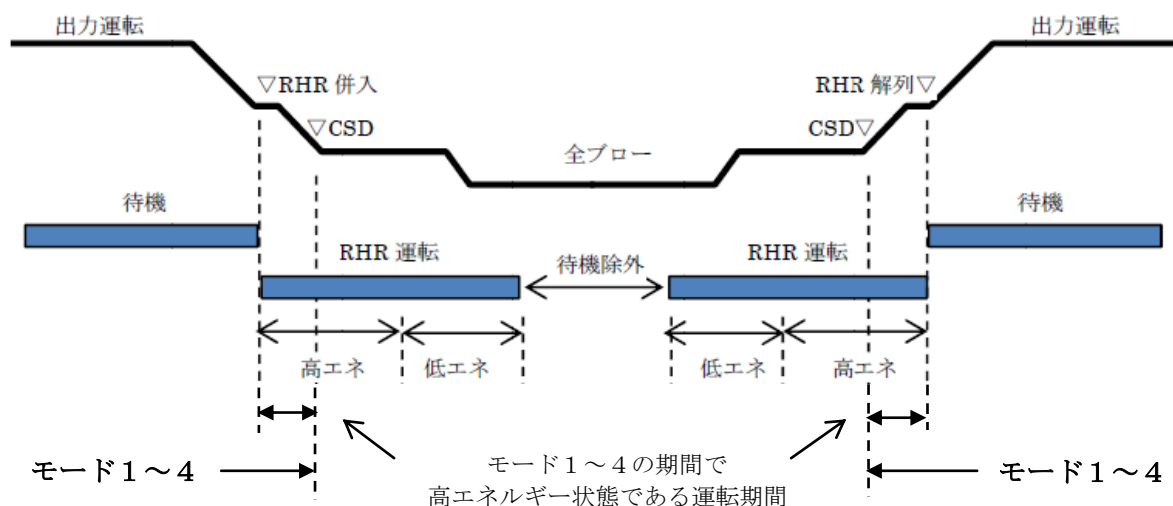


図2. モード1～4の運転期間

■ 原子炉格納容器スプレイ系統、補助給水系統、安全注入系統

- モード1, 2, 3, 4の期間、毎月1回のサーベランスにて高エネルギー状態で1時間運転しているものとして、これまでの実績を評価すると、プラント運転期間に対して約0.1%となり、1%より小さいため低エネルギー配管に分類される。
- なお、評価ガイドには「PWRの原子炉の起動、温態待機、又は停止等の際に運転される補助給水系統配管は、高エネルギー配管に分類される」とあるが、泊3号機では原子炉起動/停止および高温停止中に運転することはないのでこれには該当しない。

(4) 蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等の抽出について

- 評価ガイドの2. 2. 4 (3) c.「蒸気による影響評価」では、高エネルギー配管を溢水源として蒸気影響評価を行うとしており、「蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等」は表2で抽出した高エネルギー配管を対象とする。
- 但し、システムの運転温度が9.5℃以下の低温配管は、想定破損に伴う漏えいによって蒸気影響が生じないことから蒸気影響評価の対象外とする。
- また、評価ガイドの2. 2. 4 (3) c.「蒸気による影響評価」では、配管径に関係なく、蒸気による影響評価を実施するとしており、評価ガイド 付録Aによる「高エネルギー配管」の定義から外れる呼び径2.5 A (1 B) 以下の配管についても「蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等」として抽出する。(補足説明資料1.6「高エネルギー配管等の溢水に伴う蒸気影響評価について」参照)
- 上記から、以下のフローに従い「蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等」を抽出した結果を、表4に示す。

➤ 2. 2. 4 (3) c.「蒸気による影響評価」

(中略) また、溢水源となる高エネルギー配管については、配管径に関係なく、蒸気による影響評価を実施する。

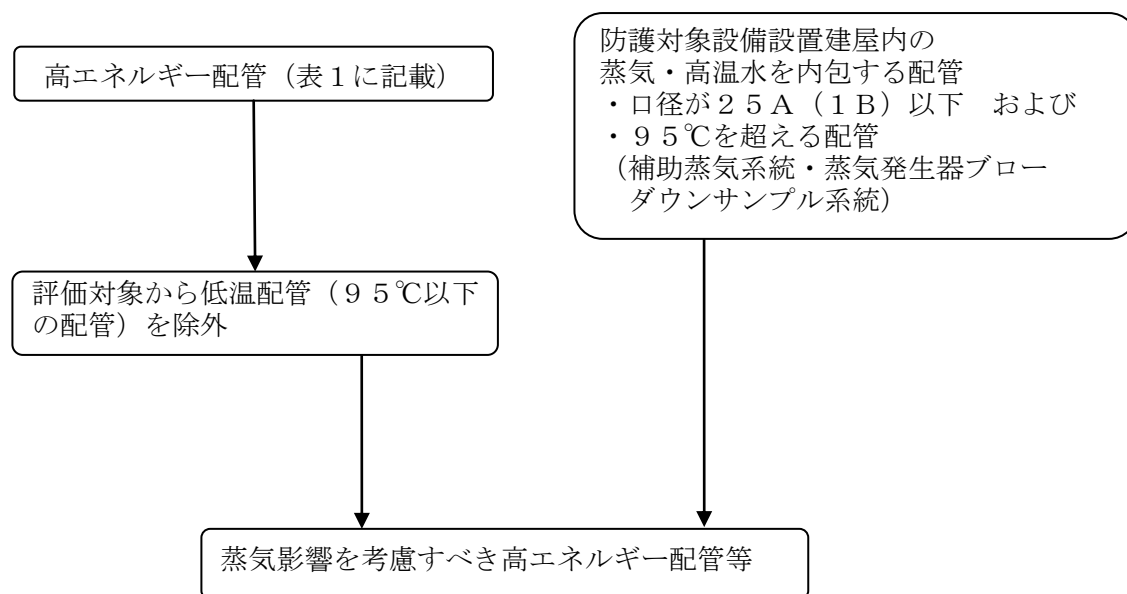


図2. 蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等の抽出フロー

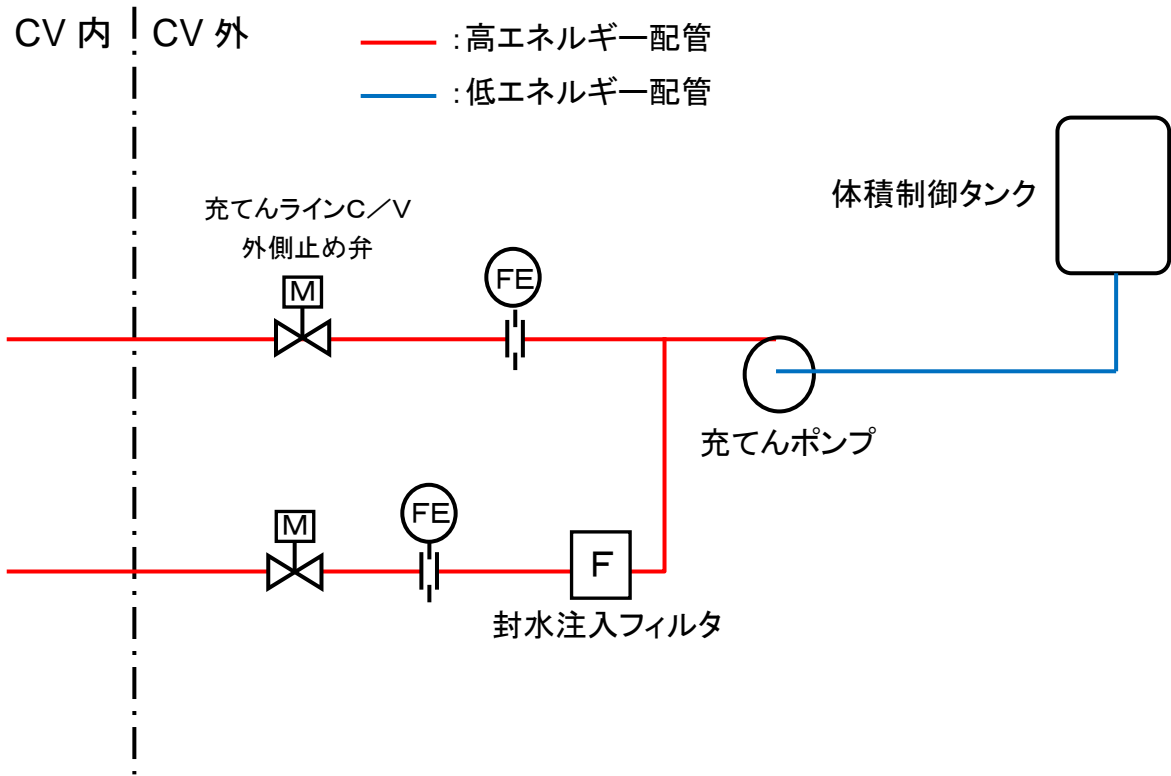


表 4 蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等の抽出結果

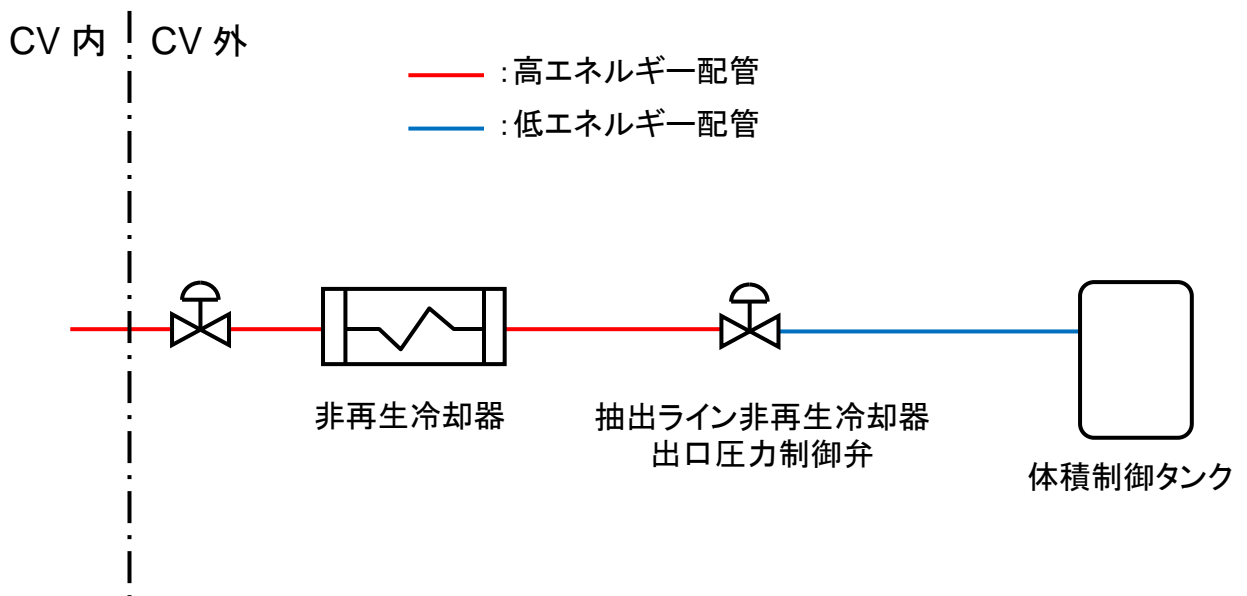
| 系統名               | 対象範囲における使用条件                  |
|-------------------|-------------------------------|
| 1次冷却系統            | 運転圧力：約 15.4MPa<br>運転温度：約 325℃ |
| 充てん系統             | 運転圧力：約 17.5MPa<br>運転温度：約 50℃  |
| 抽出系統              | 運転圧力：約 2.2MPa<br>運転温度：約 193℃  |
| 主蒸気系統             | 運転圧力：約 5.6MPa<br>運転温度：約 274℃  |
| 主給水系統             | 運転圧力：約 5.8MPa<br>運転温度：約 220℃  |
| 補助給水系統            | 運転圧力：約 5.8MPa<br>運転温度：約 220℃  |
| 蒸気発生器ブローダウン系統     | 運転圧力：約 5.6MPa<br>運転温度：約 274℃  |
| 蒸気発生器ブローダウンサンプル系統 | 運転圧力：約 5.6MPa<br>運転温度：約 274℃  |
| 補助蒸気系統            | 運転圧力：約 0.7MPa<br>運転温度：約 170℃  |

- : 通常運転時の運転温度が95℃、運転圧力が1.9MPa [gauge] を超える配管
- : 通常運転時の運転圧力が1.9MPa [gauge] を超える配管

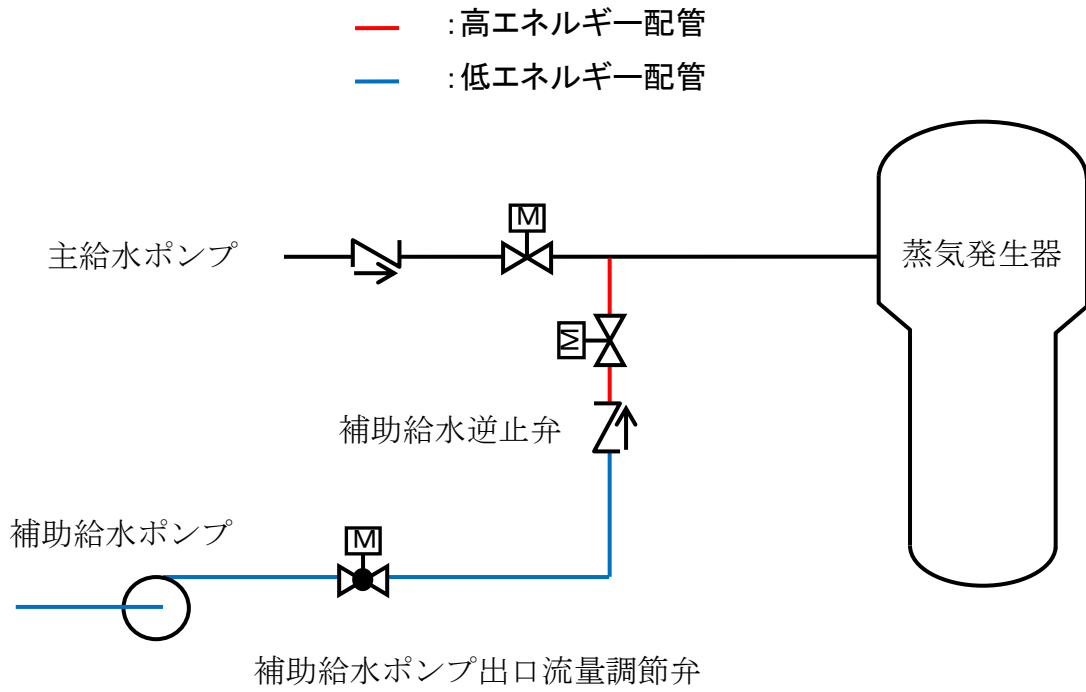
1. 充てん系統



2. 抽出系統



### 3. 補助給水系統



## 1 4. 高エネルギー配管からの溢水に伴う没水影響評価について

### 1. はじめに

- 原子力発電所の内部溢水評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）では発電所内で発生した溢水に対して、「当該規定に定める内部溢水防護に関連して、原子力発電所（以下、「発電所」という。）に設置される原子炉施設が、内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能が喪失することのないよう、適切な防護措置が施されているか評価するための手順の一例を示すものである。」とされている。
- 本資料では、評価ガイドに基づき、高エネルギー配管からの溢水に伴う防護対象設備に対する没水影響を評価し、同設備の機能維持が図れることを確認している。

### 2. 評価の考え方

評価は以下の考え方に基づいて実施した。なお、各項目の評価ガイドに対する適合性については、4. 項以降に記載する。

#### (1) 溢水源の検討

- 評価ガイド、泊発電所3号機の設計条件を考慮し、想定破損に伴う漏水を溢水源として検討した。

#### (2) 溢水量の設定

- 漏えいが発生した場合の自動検知や運転員が事象を判断する際のパラメータ等を整理し、隔離により漏えいを停止するまでの時間の積み上げを行い、漏えい流量を乗じて溢水量を算定した。

#### (3) 溢水防護区画の設定

- 重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備として選定したうえで、同設備が設置されているフロアを基準として、平坦な床面は同一区画として考え、境界は壁や扉の敷居部、堰等流入の障壁となる段差がある箇所区画境界としている。
- 但し、溢水水位を最も高く評価することを考慮し、敷居のない扉部等の平坦部であっても区画境界として設定している箇所もある。

#### (4) 溢水経路の設定

- 原則として、溢水水位が高くなるよう以下の考えで経路を設定した。想定した溢水伝播経路と異なるエリアへ溢水伝播することがないように、床および壁の貫通部のうち、必要な箇所にシール施工している。(補足説明資料3「地震時における溢水による没水影響評価について」参照)
  - 下層階への溢水の落水先を特定したうえで、下層階への落水箇所が複数ある場合で別の溢水防護区画に落水する場合は、それぞれの区画で上層階からの溢水全量を落水させることとした。
  - 溢水防護区画内での漏えい(溢水源が評価区画内にある場合)では、溢水が区画外に流出しないものとして評価を行うこととした。なお、上層階からの落水がある場合は、伝播経路として考慮すべき滞留エリアがないため、これを溢水防護区画内での漏えいに見なして上記と同様に取り扱った。
  - 溢水防護区画外で生じる溢水は、堰や扉の敷居高さを考慮せず、溢水の滞留面積が最小となるように伝播経路を設定し評価を行うこととした。
- 標準評価においては、評価の容易性のため以下の条件にて評価し、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合においては、評価上の余裕を確保しつつ、より実態に即した詳細な評価条件で伝播する溢水量を再設定し、再評価を行うこととした。(以下、「詳細評価」という)

#### <標準評価で用いる評価条件>

- 全ての溢水が下層階に伝播することを想定(上層階での堰などによる貯水を見込まない)
- 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
- 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。
- 床ドレン配管による溢水の排出には期待せずに溢水水位を算出

#### (5) 没水評価に用いる水位の算出

- 影響評価に用いる水位：Hの算出は、下式(評価ガイド2.2.4(2)a.「没水評価に用いる水位の算出方法」を引用)に基づいて算出する。

$$H=Q/A$$

Q：流入量（ $m^3$ ）

（2）で想定した溢水量を用いて、（4）の溢水経路の設定に基づき防護対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積（ $m^2$ ）

溢水防護区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評価する。

なお、滞留面積は、壁および床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。

#### （6）想定破損による溢水影響評価

■ 以下に記載する判定基準で溢水影響評価を実施する。

- 溢水水位<機能喪失高さ(※1)
- 多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと

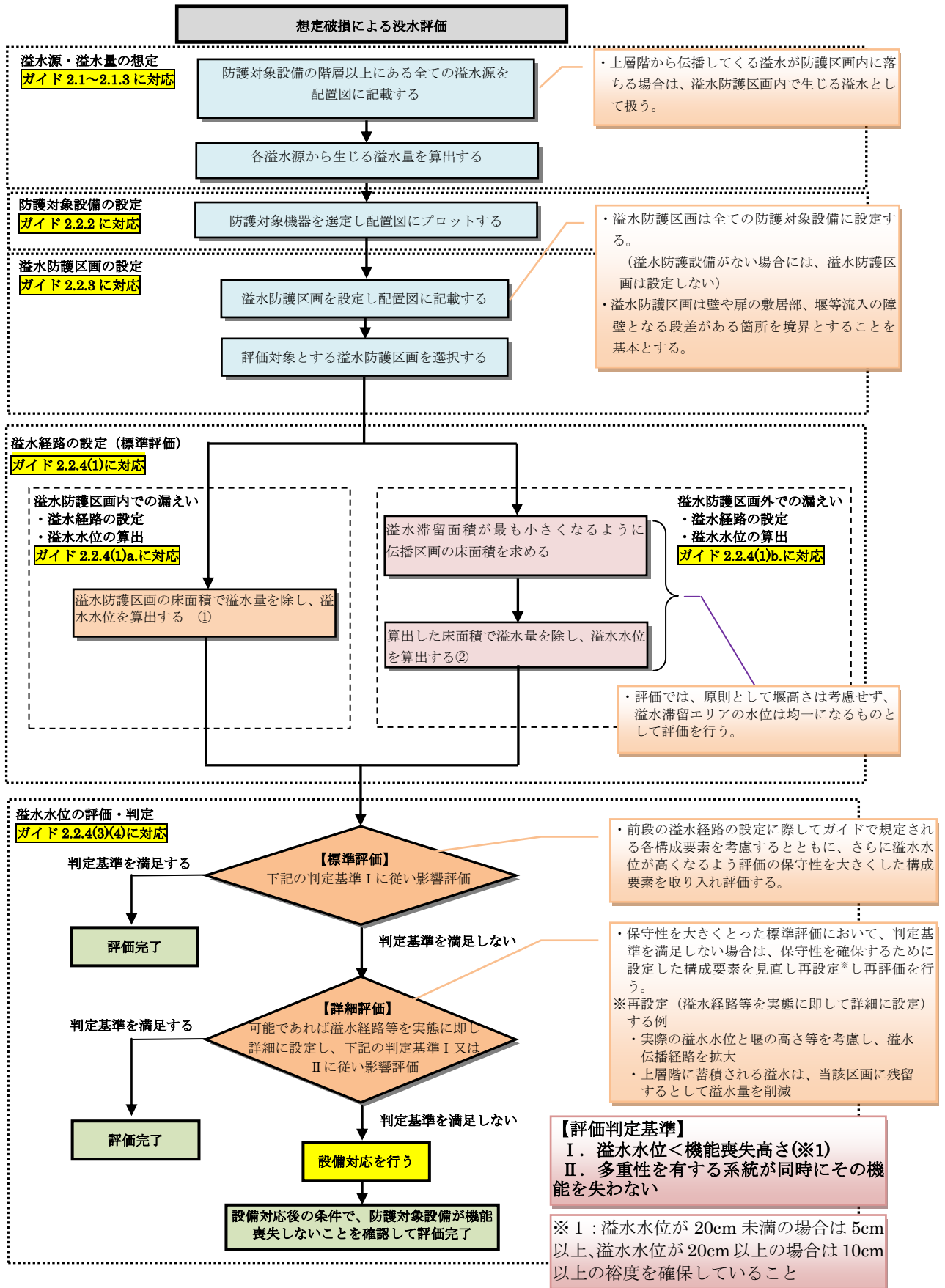
◇ 評価ガイドの2.2.4(3)a.「没水による影響評価」では、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2.2.2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。」こととしている。

◇ また、2.2.1「安全設備に対する溢水影響評価」では、「溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。」としていることから、上記を判定基準として設定した。

※1：補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」にあるとおり、一時的な水位変動の影響を考慮して、溢水水位が20cm未満の場合は5cm、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保していることをもって機能喪失しないものと判定することとしている。

### 3. 没水影響評価のフローについて

- 没水影響評価のフローを以下に示す。下記フローに従った具体的な評価を次項以降に示す。





#### 4. 溢水源の想定

##### (1) 没水影響評価の溢水源となる系統

- 没水影響評価の対象である高エネルギー配管の系統名を表1に示す。(補足説明資料13「高エネルギー配管と低エネルギー配管の分類について」参照)
- 原子炉格納容器内については、設計基準事故において環境が最も厳しくなる1次冷却材喪失事故に伴う没水範囲に、防護対象設備が配置されていないことから没水影響評価が必要な溢水源に含めない。(補足説明資料1「防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定について」参照)
- 上記により、1次冷却材系統および原子炉格納容器内に敷設されている充てん系統、抽出系統については、没水評価対象外とする。

表1 高エネルギー配管リスト

| 系統名           | 配置                      | 没水影響評価対象 |
|---------------|-------------------------|----------|
| 1次冷却材系統       | 原子炉格納容器                 | —        |
| 充てん系統         |                         |          |
| 抽出系統          |                         |          |
| 充てん系統         | 原子炉建屋<br>原子炉補助建屋        | ○        |
| 抽出系統          | 原子炉建屋                   | ○        |
| 主蒸気系統         | 主蒸気管室                   | ○        |
| 主給水系統         |                         |          |
| 補助給水系統        |                         |          |
| 蒸気発生器ブローダウン系統 | 主蒸気管室<br>原子炉建屋 (主蒸気管室外) | ○        |
| 補助蒸気系統        | 原子炉建屋<br>原子炉補助建屋        | ○        |

##### (2) 破損想定について

- 破損形態の整理
  - 配管の破損形態は「完全全周破断」を想定する。
  - ただし、主蒸気管室外の蒸気発生器ブローダウン系統については、配管サポートの改造による配管補強対策を施した上で、評価ガイド附属書A※の規定を用いて破損が生じないことを確認することとする。(現在評価中)  
蒸気発生器ブローダウン系統は、主給水系統、主蒸気系統に準じる高エネルギー配管であり、これらの配管と同様に周囲環境に与える影響を軽減するため、泊3号機においては、原則、主蒸気管室のような耐圧区画に収める設計としている。一部の配管については、配管ルート設計上やむを得ず、耐圧区画の外に設置されることとなったが、JSME S ND1-2002「配管破損防護設計規格」に倣って破損を想定する必要のない配管

強度を確保することとした。

今般策定された内部溢水影響評価ガイドにおいては、破損を想定しなくてよい応力制限値がJ SMEよりも厳しく、現状のままでは破損を想定して防護対象区画への流入や蒸気放出された場合の評価を行うこととなるが、周囲への影響が大きいこのクラスの高エネルギー配管は、上述のとおり耐圧区画に収めるか破損を想定しなくて良いだけの強度を持たせることが本来の設計の考え方であることから、耐圧区画外に設置された蒸気発生器ブローダウン配管については、補強を実施して破損が生じないことを評価する。

※ 評価ガイドの付属書A「流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」

#### 1. 概要

(中略) ただし、配管破損の想定にあたっては、詳細な応力評価を実施することにより、破損位置及び破損形状を特定することとし、以下にその詳細な評価手法を定めることとした。(以下略)

### ■ 減肉破損の取り扱い

- 蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）は、日本機械学会「加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術基準」に基づき超音波厚さ測定による減肉管理を行うことで、配管材料に対する経年影響が小さい状態で管理しているため、減肉破損が生じることはない。（補足説明資料16「高エネルギー配管等の溢水に伴う蒸気影響評価について」16-別紙3参照）
- 従って、評価ガイドの付属書A「流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」2.2 減肉等による破損 において、「(中略) ただし、当該部分の損傷状態を非破壊検査によって定期的に確認している（例えば、減肉対策のため減肉の可能性のある部位の肉厚測定を実施している等）部位については、破損の想定を除外することができる。」との規定に従い、上記配管については減肉破損を考慮しないこととする。

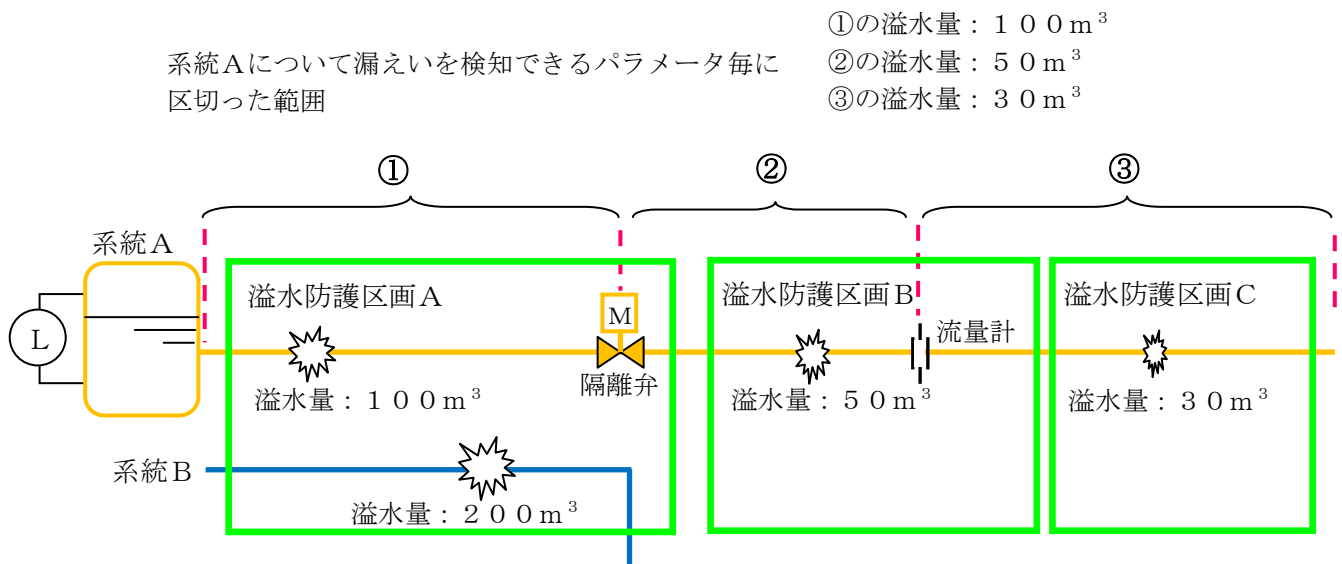
### (3) 溢水量の算出

- 以下の手法により、それぞれの溢水防護区画の評価に用いる溢水量の算定を行う。
  - 系統毎に、漏えいが発生した場合の自動検知や運転員が事象を判断する際のパラメータ等を整理する。
  - 各々のパラメータにより、漏えいを検知できる系統範囲は異なることから、各パラメータの漏えい検知範囲毎に系統を分割する。
  - 分割した系統範囲毎に、漏えい検知後の隔離により漏えいを停止するまでの時間の積み上げを行い、漏えい流量を乗じて溢水量を算定する。\*

- 分割した系統範囲毎の溢水量を比較して最大となる溢水量を、当該系統が存在する全ての溢水防護区画に溢水量として設定する。
- 一つの溢水防護区画に複数の系統がある場合は、他系統も含めた最大の溢水量により、当該区画の没水評価を実施する。

※ 隔離時間および漏えい流量については、補足説明資料 1 7 「想定破損における溢水量算出の考え方と算出結果について」に示す。

- 図 2 に上記手法を概念図で示すとともに、3. 溢水源の想定 表 1 で記載した配管に対する溢水量の算定の条件となる配管の区切り方について、1 4 -別紙 2 に概略系統図を示す。



上図の例の場合、溢水防護区画Aの没水評価は、系統Bから生じる200 m<sup>3</sup>を用いて、系統Aおよび系統Bから生じる溢水に対する影響評価として実施する。溢水防護区画BおよびCの評価は、系統Aで生じる最大の溢水量100 m<sup>3</sup>を用いて実施する。

図 2 没水評価で使用する溢水量の概念図

- 表2は、前項の考え方にに基づき設定した各系統配管の没水評価に用いる溢水量の算出結果を示す。

表2 各系統からの溢水量

| 系統名               | No <sup>※1</sup> | 溢水源を想定する範囲   | 隔離時間 | 溢水量 <sup>※2</sup>                | 溢水エリア            |
|-------------------|------------------|--|------|----------------------------------|------------------|
| 充てん系統             | ①                | 【充てんライン】<br>貫通部～流量計  | 13分  | (15.5 m <sup>3</sup> )           | 原子炉建屋<br>原子炉補助建屋 |
|                   | ②                | 【充てんライン】<br>流量計～充てんポンプ出口                                       | 16分  | 37.6 m <sup>3</sup>              |                  |
|                   | ③                | 【封水注入ライン】<br>貫通部～流量計   | 13分  | (6.8 m <sup>3</sup> )            |                  |
|                   | ④                | 【封水注入ライン】<br>流量計～流量調節弁   | 12分  | (6.7 m <sup>3</sup> )            |                  |
| 抽出系統              | ①                | 【抽出ライン】<br>非再生冷却器上流～下流   | 16分  | 20.5 m <sup>3</sup>              | 原子炉建屋            |
| 主蒸気系統             | ①                | 【主蒸気管】<br>貫通部～主蒸気隔離弁下流   | 13分  | (163.9 m <sup>3</sup> )          | 主蒸気管室            |
|                   | ②                | 【主蒸気逃がしライン】<br>主蒸気管分岐<br>～主蒸気逃がし弁                              | 35分  | ※3<br>(564.3 m <sup>3</sup> )    |                  |
|                   | ③                | 【主蒸気バイパスライン】<br>主蒸気管分岐<br>～主蒸気バイパス隔離弁<br>主蒸気バイパス隔離弁<br>～主蒸気管分岐 |      |                                  |                  |
|                   | ④                | 【タービン動補助給水<br>ポンプ駆動用蒸気ライン】<br>主蒸気管分岐<br>～ターミナルエンド              | 39分  | ※3<br>(156.8 m <sup>3</sup> )    |                  |
|                   | ⑤                | 【主蒸気ドレンライン】<br>主蒸気管分岐<br>～スチームトラップ                             |      |                                  |                  |
| 主給水系統             | ①                | 【主給水管】<br>貫通部～主給水隔離弁   | 13分  | (163.9 m <sup>3</sup> )          | 主蒸気管室            |
|                   | ②                | 【主給水管】<br>主給水隔離弁～逆止弁   | 1分   | (49.9 m <sup>3</sup> )           |                  |
|                   | ③                | 【主給水管】<br>逆止弁～主給水制御弁、主給<br>水バイパス制御弁                            | 13分  | ※3<br>(468.1 m <sup>3</sup> )    |                  |
|                   | ④                | 【主給水管】<br>主給水制御弁、主給水バイパ<br>ス制御弁～T/B貫通部                         | 18分  | ※3<br>642.3 m <sup>3</sup>       |                  |
| 補助給水系統            | ①                | 【補助給水ライン】<br>主給水管分岐～逆止弁  | 35分  | ※3<br>(587.4 m <sup>3</sup> )    | 主蒸気管室            |
| 蒸気発生器<br>ブローダウン系統 | ①                | 【復水器へのライン】<br>貫通部～隔離弁  | 16分  | ※3 ※4<br>(268.2 m <sup>3</sup> ) |                  |
| 補助蒸気系統            | ①                | 【補助蒸気ライン】<br>補助蒸気ライン   | 5分   | 3.7 m <sup>3</sup>               | 原子炉建屋<br>原子炉補助建屋 |

- ※1 概略系統図中の番号を表す。(14-別紙2参照)
- ※2 没水評価に使用していない溢水量は( )付きとしている。
- ※3 主蒸気管室に敷設されている主蒸気系統、主給水系統、補助給水系統、蒸気発生器ブローダウン系統の没水評価は、溢水量が最も大きい主給水系統の評価で代表する。
- ※4 蒸気発生器ブローダウン系統(主蒸気管室外)は評価ガイド付属書A「流体を内包する配管の破損による詳細評価手法について」の規定を用いて評価し、破損が生じないことを確認することで破損想定なしと整理しており、溢水は生じない。(現在評価中)

## 5. 溢水防護区画の設定

- 溢水防護区画の設定にあたっては、防護対象設備が設置されているフロアを基準として、平坦な床面は同一区画として考え、境界は壁や扉の敷居部、堰等流入の障壁となる段差がある箇所で区画境界とする。
- 溢水防護区画は、評価ガイドの2.2.3「溢水防護区画の設定」の要求に従い、溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路に設定する。
- 設定した溢水防護区画は、防護対象設備の配置をプロットした図と合わせて配置図を作成しており、14-別紙6に配置図を記載する。

## 6. 溢水経路の設定

### (1) 破損想定箇所

- 表1に記載した配管が損傷した場合に、影響を受ける全ての溢水防護区画に対して没水評価を行う。  
なお、破損想定箇所は、評価ガイドに従い防護対象設備への影響が最も大きくなる位置としている。

### (2) 下層階への伝播

- 没水評価においては、下層階への溢水の落水先を特定したうえで、下層階への落水箇所が複数ある場合で別の溢水防護区画に流入する場合は、それぞれの区画で上層階からの溢水全量を流入させ溢水評価を行っている。

### (3) 溢水防護区画内での漏えい

- 溢水防護区画内での漏えい(溢水源が評価区画内にある場合)は、溢水防護区画内の溢水高さが高くなるよう、区画境界に扉や堰がある場合、溢水を区画外に流出させないように伝播経路を設定し評価を行う。
- 上層階からの流入がある場合は、伝播経路として考慮すべき滞留エリアがないため、これを溢水防護区画内での漏えいと見なして上記と同様に取り扱う。

- 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の設定に当って、評価ガイドで要求される諸条件の扱いについて以下に記載する。

- **【床ドレン】**（評価ガイド要求より保守的に評価）

- 評価対象区画に床ドレンが設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他区画への流出は想定しないものとしている。
- また評価ガイドでは、「同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、床ドレン配管における単位時間当たりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること」と記載されており、複数の目皿が同一区画内にある場合は、流出を想定できることとなるが、泊発電所においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画から目皿による流出は考慮しないこととしている。

- **【床面開口部及び床貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）

- 評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他区画への流出は、考慮しないものとしている。
- （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また評価ガイドでは、「明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合に限り評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の床面開口部や床貫通部からの流出は考慮しないこととしている。

- **【壁貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）

- 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され隣の区画の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しないものとしている。
- （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）  
また評価ガイドでは、「明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合に限り評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の壁貫通部からの流出は考慮しないこととしている。

- **【扉】**（評価ガイド要求どおりの評価）

- 評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しないものとしている。

- **【排水設備】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないこととしている。
  - （以下は評価ガイド要求より保守的に評価）

また、評価ガイドでは「明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮できる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の排水設備による排水は考慮しないこととしている。

#### （４）溢水防護区画外からの漏えい

- 溢水防護区画外で生じる溢水は、堰や扉の敷居高さを考慮せず、評価対象となる溢水防護区画へ流入させるように伝播経路を設定し評価を行うことを基本とする。
- 但し、建設当初から区画内の配管損傷を想定して設定されている主蒸気管室等の耐圧区画については、当該区画外への溢水伝播は考慮しない。
- なお、溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の設定に当たって、評価ガイドで要求される諸条件の扱いについて以下に記載する。

- **【床ドレン】**（評価ガイド要求より保守的に評価）
  - 評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であって、他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって発生する流入量を考慮している。
  - また評価ガイドでは、「評価対象区画内に設置されている床ドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合は、その効果を考慮することができる」としているが、泊発電所においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際しては逆流防止弁での流入防止は考慮しないこととしている。
- **【天井面開口部及び床貫通部】**（評価ガイド要求どおりの評価）
  - 天井面開口部及び床貫通部については、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとしている。
  - また評価ガイドでは、「天井面開口部が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画内への流入は考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては評価対象区画上部の貫通部に対してシール対策が施されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。

- (以下は評価ガイド要求より保守的に評価)
 

「なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留すると評価できる場合は、その残留水の流出は考慮しなくてもよい」との記載があり、泊発電所においては水密コンパートメント内に残留する溢水については上記記載を適用し流出は考慮しないこととしているが、その他の溢水経路においては、評価の保守性を大きくとる観点から、溢水水位の算出に際して他区画に残留すると評価できる場合においても、その効果は考慮しないこととしている。
- 【壁貫通部】(評価ガイド要求どおりの評価)
  - 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮している。
  - また、評価ガイドでは、「評価対象区画の壁貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画内への流入は考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては評価対象区画の壁貫通部に対してシール対策施されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。
- 【扉】(評価ガイド要求どおりの評価)
  - 評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮している。
  - また、評価ガイドでは、「当該扉が水密扉である場合は、発生する水圧に対し水密性が確保でき、その水圧に耐えられる強度を有している場合は、流入を考慮しないことができる。」としており、泊発電所における溢水水位の算出に際しては、水圧に対して強度を有する水密扉が設置されている場合は、評価ガイドの記載どおり流入しないこととしている。
- 【排水設備】(評価ガイド要求どおりの評価)
  - 排水設備については、評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないこととしている。
  - また、評価ガイドでは「明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮できる」としているが、泊発電所においては、溢水水位の算出に際しては溢水防護区画の排水設備による排水は考慮しないこととしている。

## 7. 没水評価に用いる水位の算出

- 影響評価に用いる水位：Hの算出は、下式(評価ガイド2.2.4(2)a)。「没



水評価に用いる水位の算出方法」を引用)に基づいて算出する。

$$H=Q/A$$

Q：流入量 (m<sup>3</sup>)

4.(3)で想定した溢水量を用いて、6.の溢水経路の設定に基づき防護対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積 (m<sup>2</sup>)

溢水防護区画内と溢水経路に存在する区画(伝播区画)の総面積を滞留面積として評価する。

なお、滞留面積は、壁および床の盛り上がり(コンクリート基礎等)範囲を除く有効面積を滞留面積とする。

## 8. 高エネルギー配管の想定破損による没水影響評価方法

### (1) 標準評価

- 6項で記載の通り、標準評価における溢水経路の設定においては、溢水防護区画の水位が最も高くなるように各構成要素の溢水に対して評価ガイドの規定どおり、または評価ガイドよりも保守的な設定としており、評価ガイドに適合するものである。
- また、評価ガイドで規定される事項の他に、以下の構成要素を溢水経路の設定に取り入れることで、防護対象設備が設置される溢水防護区画の水位をより高くし、保守性をより大きくしている。
  - 全ての溢水が下層階に伝播することを想定(上層階での堰などによる貯留を見込まない)
  - 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
  - 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。
- 上記評価ガイドで規定される事項の他に、標準評価の保守性をより大きくするための構成要素の追加は評価ガイドの規定よりさらに保守的に設定するものであり、評価ガイドに適合するものである。

### (2) 詳細評価

- 標準評価による没水評価の結果、防護対象設備の機能喪失高さに対して溢水水位が高くなる場合においては、標準評価で設定した溢水経路の条件のうち、保

守的に設定した条件を見直ししたうえで、詳細評価を行う。

➤ **標準評価にて評価ガイド要求に対して保守的に設定している条件**

● **溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の設定条件**

- ◇ 溢水防護区画から目皿による流出は考慮しないこととしていること。
- ◇ 溢水防護区画から床面開口等による流出は考慮しないこととしていること。

● **溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の設定条件**

- ◇ 溢水が他区画に残留すると評価できる場合においてもその効果は考慮しないこととしていること。

➤ **評価ガイドで規定される事項以外に、保守的に設定している条件**

- ◇ 全ての溢水が下層階に伝播することを想定（上層階での堰などによる貯留を見込まない）
- ◇ 通路や各室内床面の排水を考慮した床勾配の水上高さの最高位置を評価区画全体の溢水水位に付加することで、溢水水位の嵩上げを実施。
- ◇ 溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出する。

- 詳細評価においては、評価ガイドで規定される経路の設定に関わる条件を見直すものではなく、あくまでも評価ガイドの要求よりも保守的に設定した条件についての見直しを行うものであり、評価手法として保守性は確保されていることから、評価ガイドに適合するものである。

9. 高エネルギー配管の想定破損による没水影響評価結果

- 以下に記載する判定基準で溢水影響評価を実施する。

➤ **溢水水位<機能喪失高さ(※1)**

➤ **多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと**

- ◇ 評価ガイドの2.2.4(3)a.「没水による影響評価」では、「想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2.2.2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。」こととしている。
- ◇ また、2.2.1「安全設備に対する溢水影響評価」では、「溢水に対する原子炉施設の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。」としていることから、上記を判定基準として設定した。

※1：補足説明資料2「防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」にあるとおり、一時的な水位変動の影響を考慮して、溢水水位が20cm未満の場合は5cm、溢水水位が20cm以上の場合は10cm以上の裕度を確保していることをもって機能喪失しないものと判定することとしている。

- 高エネルギー配管の想定破損時に生じる溢水に対し、原子炉建屋と原子炉補助建屋、ディーゼル発電機設置建屋の防護対象設備に対する没水評価を実施した結果、以下の記載する機器が標準評価において没水する結果となった。
- 但し詳細評価における溢水経路の設定見直し等により、何れのケースも判定基準を満足することを確認している。

➤ 充てんポンプに対する評価結果

原子炉補助建屋の「充てんポンプ」は標準評価において没水する結果となったが、全溢水が一部の充てんポンプ室に滞留する評価条件であるため、残りの2系統が同時に機能喪失することがないことを詳細評価にて確認することとした。

詳細評価として、標準評価で設定した溢水経路の構成要素のうち評価ガイドの要求事項より保守的に設定した構成要素（溢水伝播経路上に分岐区画がある場合でも、分岐部からの伝播は考慮せずに狭い区域での溢水水位を算出することで溢水高さをより高くなるように配慮）の見直しを行い、溢水滞留面積が最も狭くなる2部屋に全溢水量を伝播させた場合に、溢水水位に対する機能喪失高さの余裕が判定基準の10cm以上あることを確認している。

（14－別紙3参照）

➤ 補助給水隔離弁（床面開口からの溢水流出を考慮）

主蒸気管室内の「補助給水隔離弁（3V-FW-589A・B・C）」に対する標準評価において、弁が水没する結果となった。

詳細評価として、主蒸気管室床面の開口部からの溢水流出を考慮した結果、補助給水隔離弁の機能喪失高さに至る前に、床面開口からの排水流量が溢水流量を上回るため、補助給水隔離弁は没水しないことが確認できた。（14－別紙4参照）

- 上記で記載した充てんポンプ及び補助給水隔離弁以外の防護対象設備については、標準評価において高エネルギー配管の想定破損時に生じる溢水によって機能喪失に至らないことを確認した。

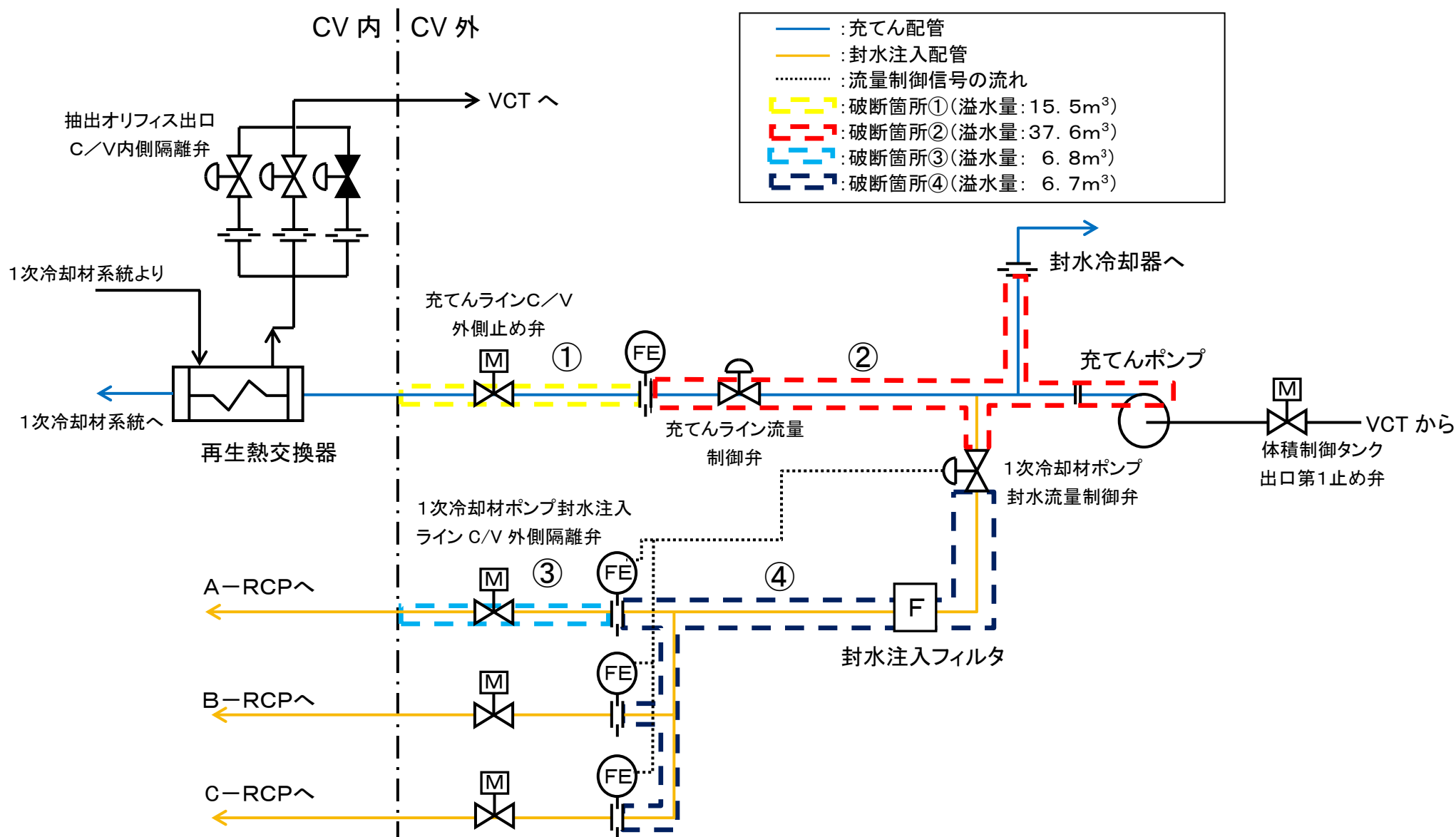
- 防護対象区画ごとの没水評価結果を14-別紙5に示す。

以 上

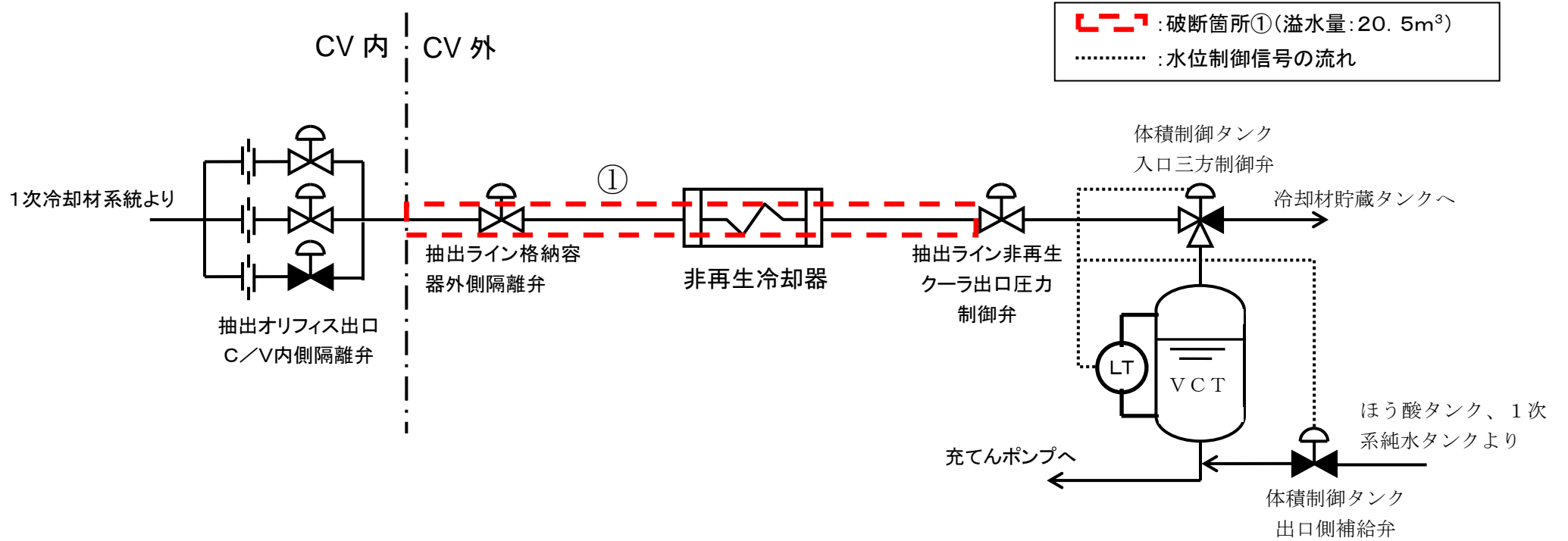
蒸気発生器ブローダウン配管の応力評価について

現在評価中

充てん系統

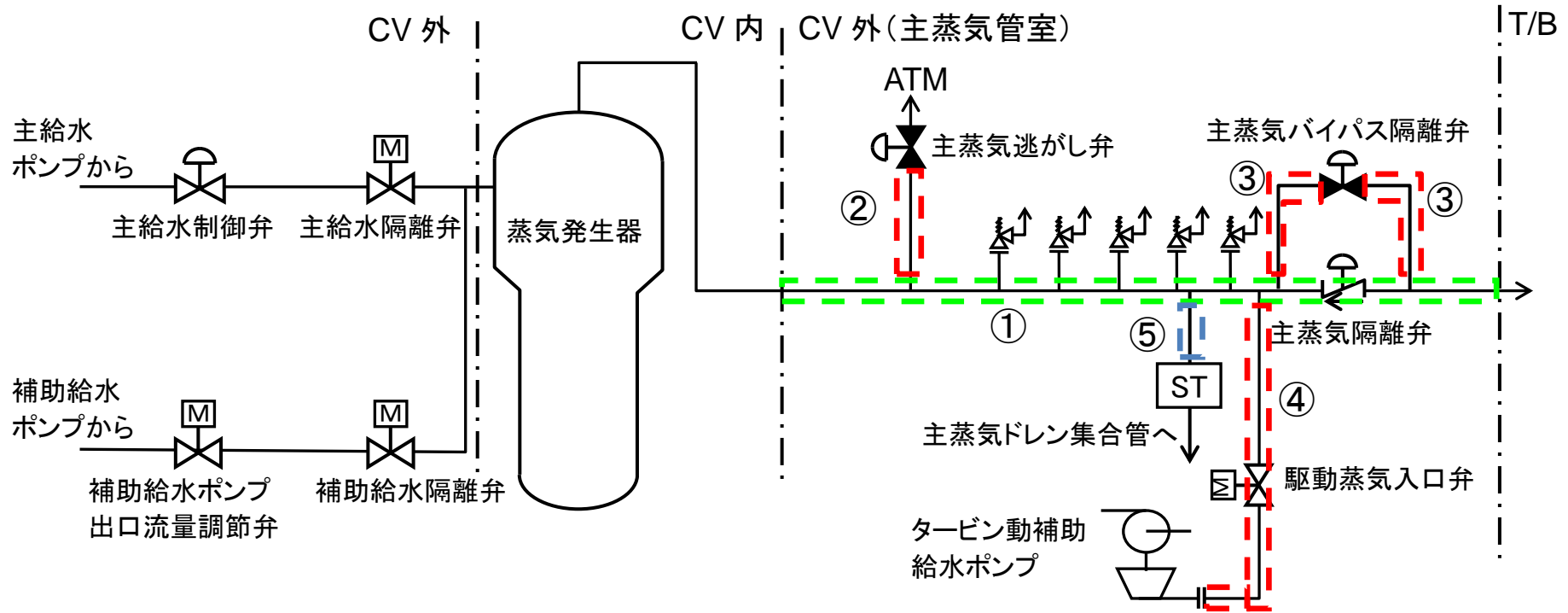


抽出系統



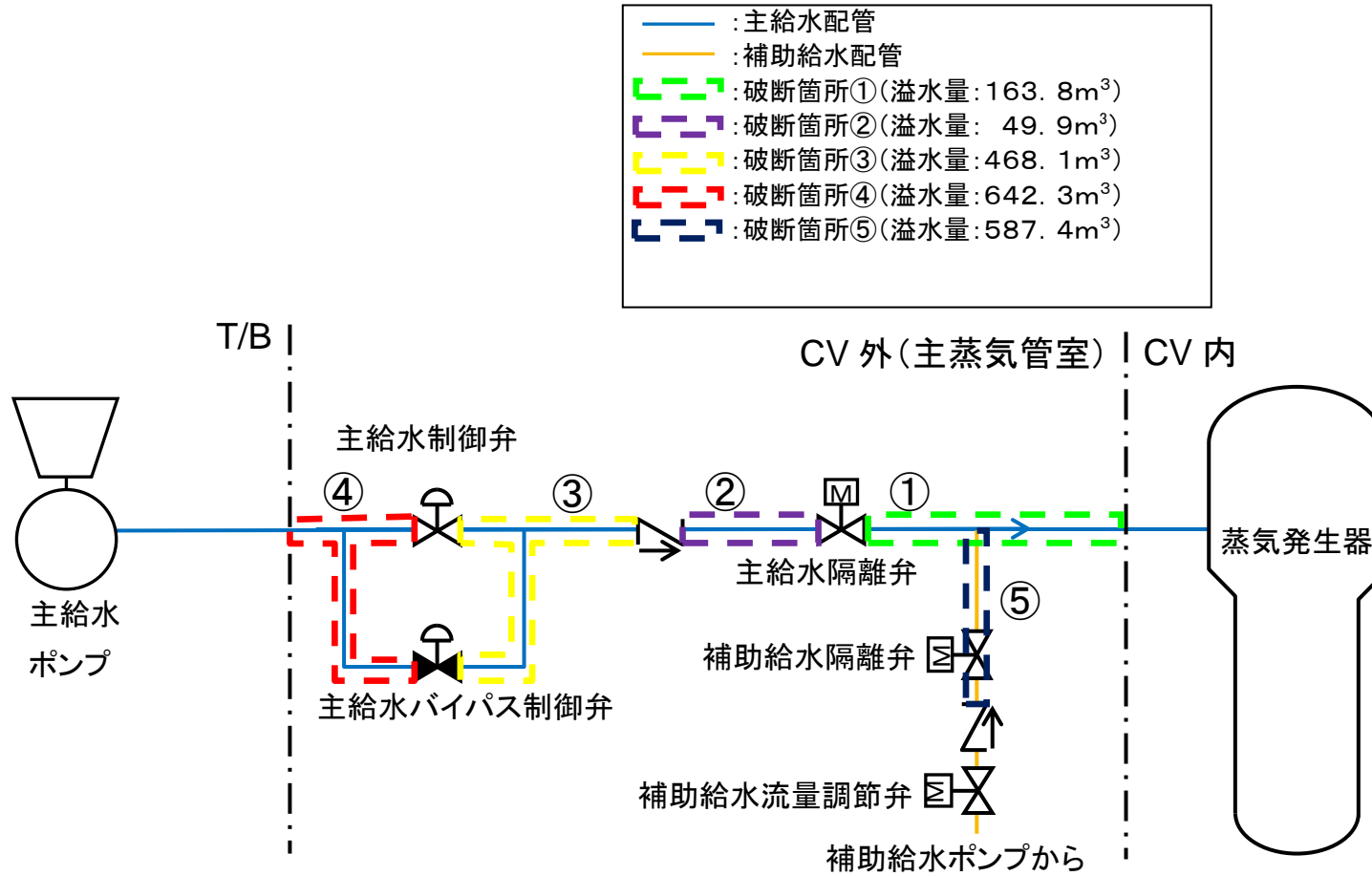
主蒸気系統

┌──┐ : 破断箇所①(溢水量: 163.9m<sup>3</sup>)  
┌──┐ : 破断箇所②③⑤(溢水量: 564.3m<sup>3</sup>)  
┌──┐ : 破断箇所④(溢水量: 156.8m<sup>3</sup>)  
 ※全て主蒸気管室内であり、没水評価に使う溢水量は主給水系統の最大溢水量とする

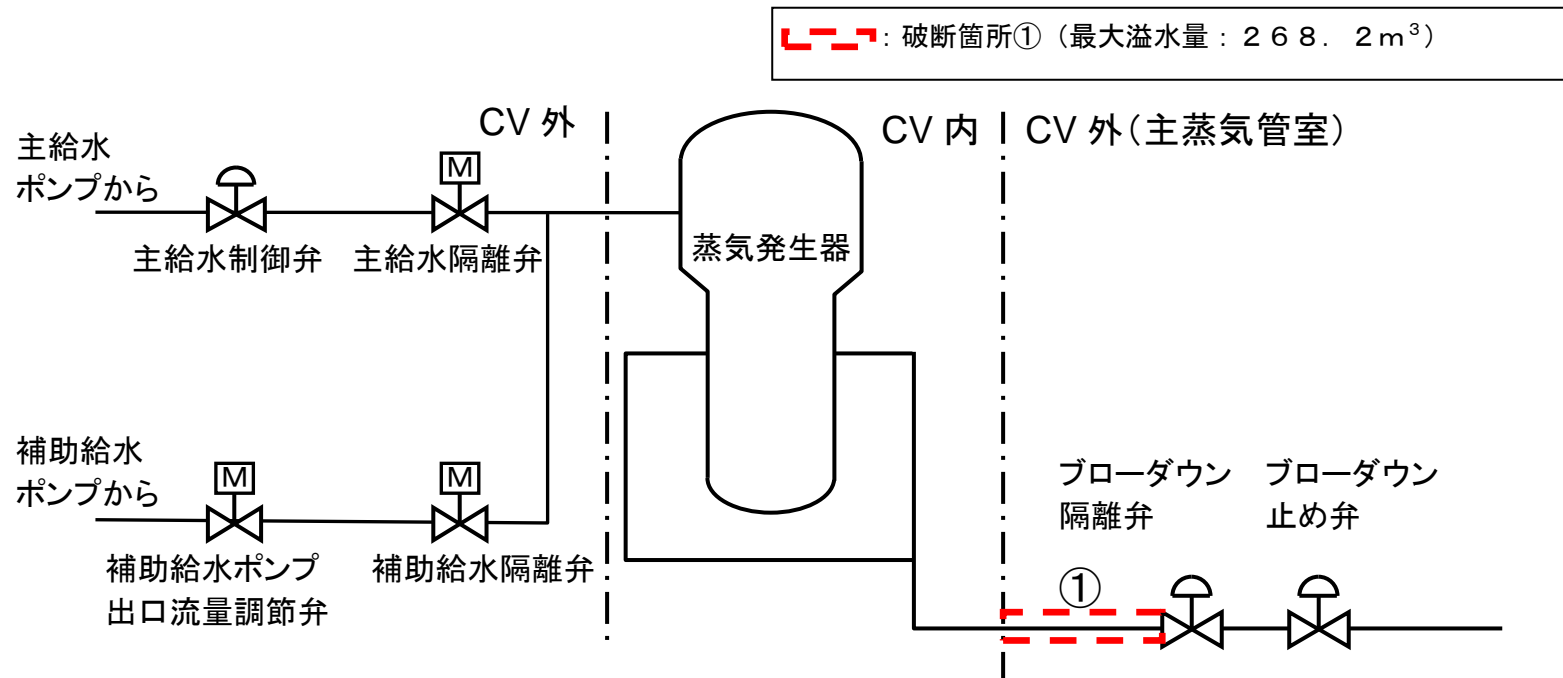




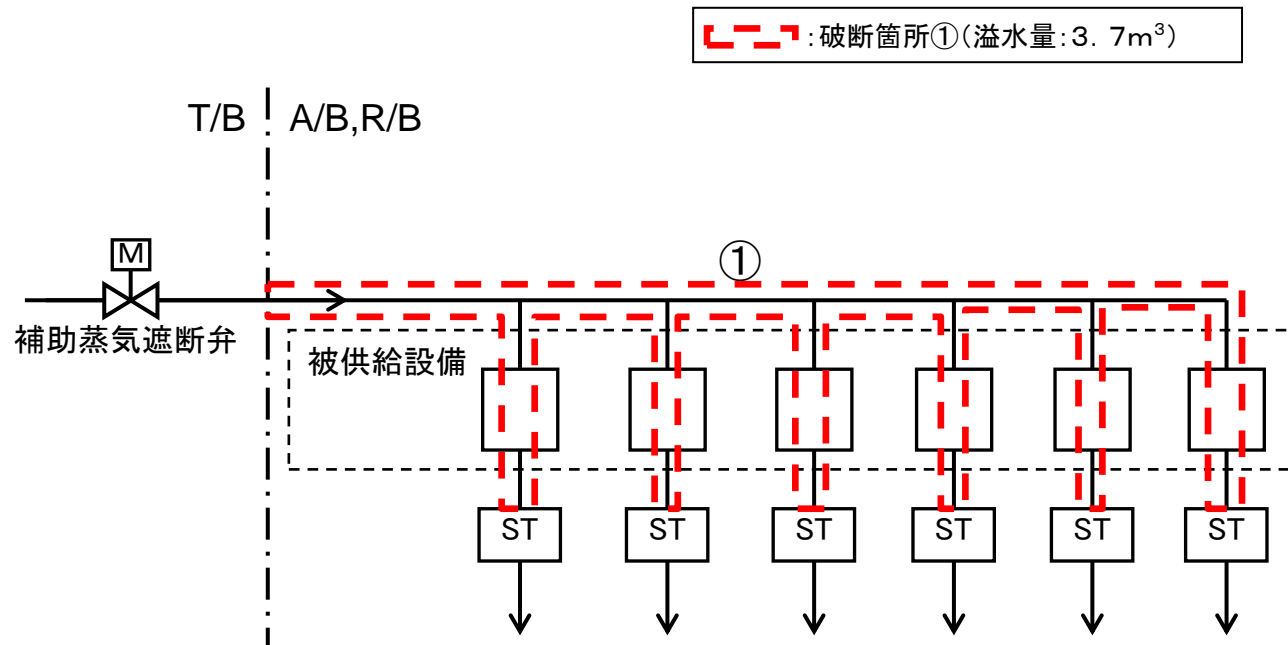
主給水系統・補助給水系統



蒸気発生器ブローダウン系統



補助蒸気系統



## 充てんポンプの没水評価結果について

### 1. はじめに

原子炉建屋 T. P 10.3mの防護対象設備である「充てんポンプ (A・B・C)」は、当該ポンプ出口配管の想定破損による溢水によって没水する評価結果となるが、複数のポンプが同時に機能喪失に至らないことを示す。

### 2. 充てんポンプの没水評価結果

表1：溢水水位の算出緒元と算出結果

| 溢水滞留区画    | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 暫定水位<br>(m) | 床勾配影響<br>(m) | 溢水水位<br>(m) |
|-----------|--------------------------|---------------------------|-------------|--------------|-------------|
| A-充てんポンプ室 | 37.6                     | 42.7                      | 0.89        | 0.05         | 0.94        |
| B-充てんポンプ室 | 37.6                     | 40.3                      | 0.94        | 0.05         | 0.99        |
| C-充てんポンプ室 | 37.6                     | 41.5                      | 0.91        | 0.05         | 0.96        |

表2．防護対象設備の機能喪失高さとの評価結果

| 防護対象設備   | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 評価結果 |
|----------|----------|------------|------|
| A-充てんポンプ | 0.94     | 0.68       | ×    |
| B-充てんポンプ | 0.99     |            | ×    |
| C-充てんポンプ | 0.96     |            | ×    |

原子炉補助建屋 T. P 10.3m通路

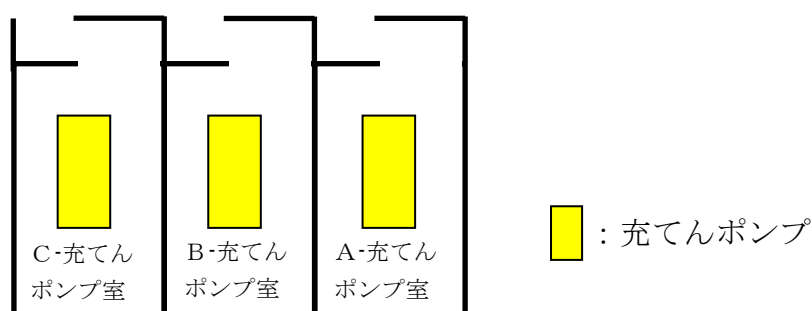


図1 充てんポンプ配置概念図

### 3. 複数ポンプの同時没水について

2部屋の充てんポンプ室のみに全溢水量が伝播した条件で評価を行った結果を表に示す。溢水滞留面積が最も小さくなる充てんポンプ室の組合せはB-充てんポンプ室とC-充てんポンプ室であり、両部屋に全ての溢水が滞留した場合の溢水水位を算出し、没水評価を行った結果、溢水水位に対する充てんポンプの機能喪失高さの余

裕は10cm以上となるため、複数の充てんポンプが同時に機能喪失に至ることはない。

従って、「多重性を有する系統が同時にその機能を失わないこと」という評価ガイドの要求を満足していることを確認した。

表3：溢水水位の算出緒元と算出結果

| 溢水滞留区画      | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 暫定水位<br>(m) | 床勾配影響 (m) | 溢水水位 (m) |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------|-----------|----------|
| B・C-充てんポンプ室 | 37.6                     | 81.8                      | 0.46        | 0.05      | 0.51     |

表4．防護対象設備の機能喪失高さの評価結果

| 防護対象設備     | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 評価結果 |
|------------|----------|------------|------|
| B・C-充てんポンプ | 0.51     | 0.68       | ○    |

以上

## 補助給水隔離弁の没水評価結果について

## 1. はじめに

「補助給水隔離弁（3V-FW-589A・B・C）」の設置された主蒸気管室内の床面には、図2、図4のとおりグレーチングを設置した開口部があるが、標準評価ではこれを無視して評価を行っている。その結果、2. のとおり、溢水水位が弁の機能喪失高さを上回る結果となったことから、評価ガイドで認められている床面開口部からの溢水流出を考慮した詳細評価について検討した。

## 2. 補助給水隔離弁の没水評価結果（標準評価）

表1：溢水水位の算出緒元と算出結果

| 溢水滞留区画 | 溢水量 (m <sup>3</sup> ) | 滞留面積 (m <sup>2</sup> ) | 暫定水位 (m) | 床勾配影響 (m) | 溢水水位 (m) |
|--------|-----------------------|------------------------|----------|-----------|----------|
| 主蒸気管室  | 642.3                 | 222.9                  | 2.89     | 0.00      | 2.89     |

表2：防護対象設備の機能喪失高さの評価結果

| 防護対象設備                  | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 評価結果 |
|-------------------------|----------|------------|------|
| 補助給水隔離弁（3V-FW-589A・B・C） | 2.89     | 0.80       | ×    |

## 3. 主蒸気管室床開口からの溢水流出を考慮した詳細評価

## ① 検討条件（図2～図4参照）

- 主蒸気管室床面の面積は222.9 m<sup>2</sup>
- 主蒸気管室床面の開口部は2箇所
- 1箇所の床面開口部面積は1.96 m<sup>2</sup>
- 床面開口部にはグレーチングが設置されており、グレーチング部の合計面積は開口部1箇所に付き0.20 m<sup>2</sup>
- 床面開口部の下層エリアの空間容積は694.1 m<sup>3</sup>（床面積198.3 m<sup>2</sup> ×高さ3.5 m）

## ② 検討方法

床面開口部からの溢水流出先となる下層エリア（T.P 24.8 m）の空間容積は694.1 m<sup>3</sup>であり、溢水量は642.3 m<sup>3</sup>でこれを下回るため、流出先が満水となって主蒸気管室に水位が立つことはないと考えられる。但し、床面開口部からの溢水流出時、過渡的に主蒸気管室の溢水水位が上昇し、補助給水隔離弁の機能喪失高さに至ることがないことを以下により確認する。

実際の主蒸気管室の床面開口部には堰等はなく、グレーチングのみが抵抗要因となっている。評価では、床面を図1に示すとおり開口部の3辺に壁があるとした、四角堰を通過する流れとみなし、次のフランシスの公式を用いて、排水流量が配管からの漏えい流量に等しくなる水位を算出することとした。

$$Q = 1.838 \times (b - 0.2 \times h) \times h^{1.5} \times 60$$

Q: 流量 (m<sup>3</sup>/min)

b: 水路幅 (m)

h: 水位 (m)

用いたパラメータは以下の通り。

A) 開口数: 1箇所

グレーチングの抵抗効果を見込み、床面開口部2か所のうち1か所からの流出のみ考慮。

B) 水路幅: 1,350 mm

1,350 mm × 1,450 mmの床面開口のうち、短い方の1辺のみからの流出を想定。

C) 配管からの漏えい流量: 2,091 m<sup>3</sup>/h (定格主給水流量)

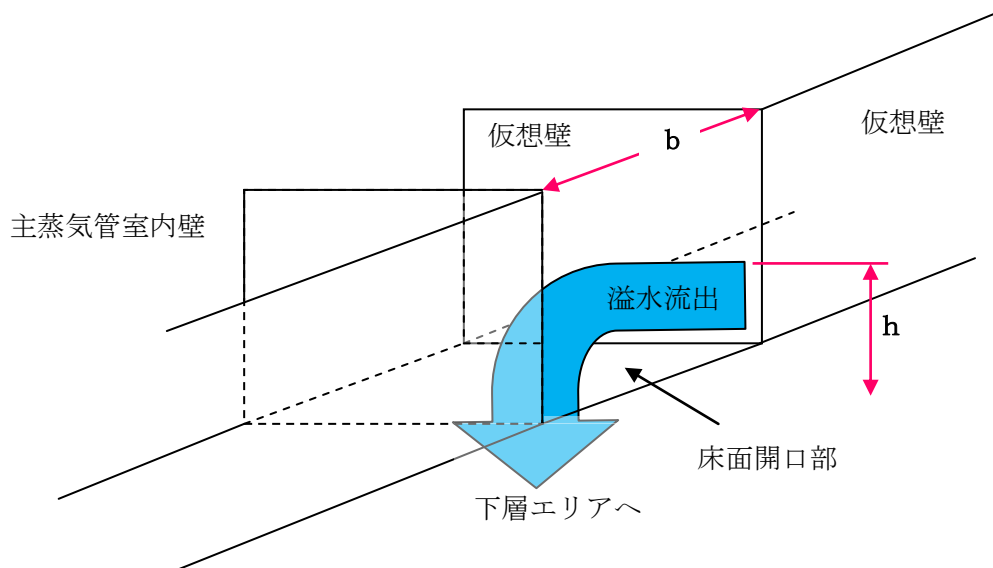
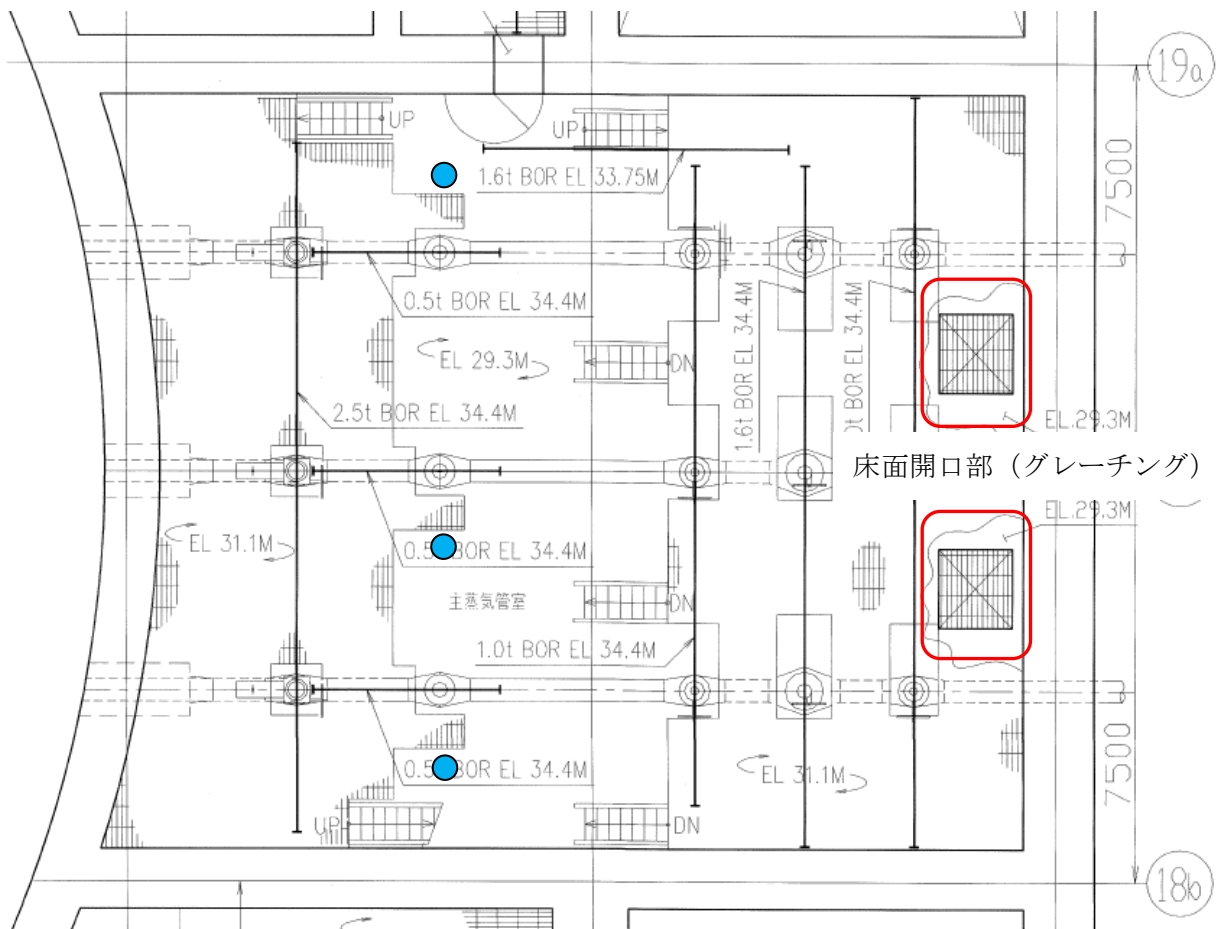


図1. 評価モデル概要図



● : 補助給水隔離弁

図2. 主蒸気管室 T. P 29.3m 配置図



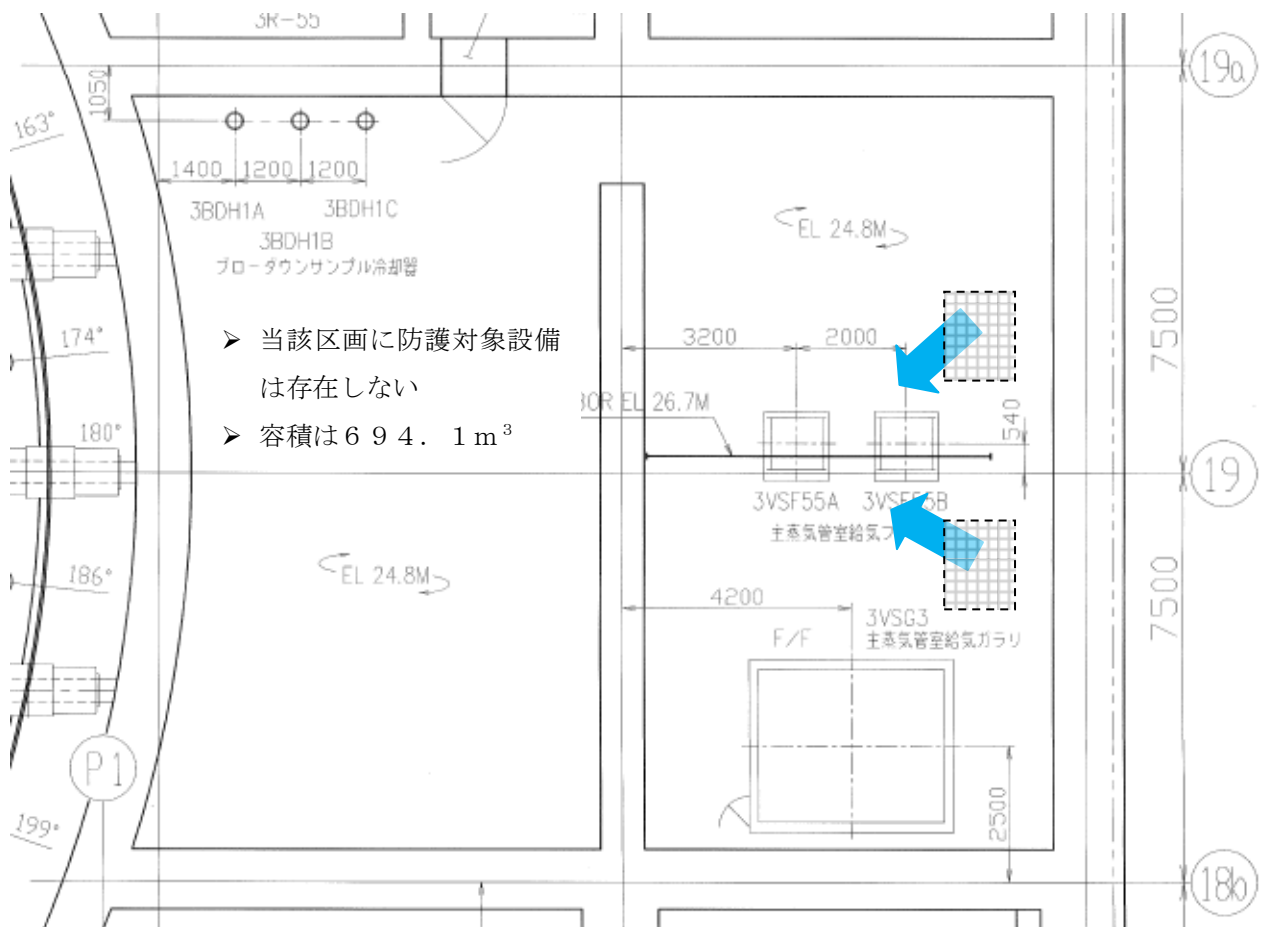


図3. 下層エリア (T. P 24.8 m) 配置図



図4. 主蒸気管室T. P 29. 3 m 床面開口部写真

① 検討結果

表3に示す通り、水位が0.40mに達した段階で、排水流量が配管からの漏えい流量を超えることが分かった。

表3 算出結果

| 水路幅 (b)<br>(m) | 水位 (h)<br>(m) | 排水流量<br>( $\text{m}^3/\text{min}$ ) | 排水流量<br>( $\text{m}^3/\text{h}$ ) |
|----------------|---------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.35           | 0.40          | 34.9                                | 2095.4                            |

② 結論

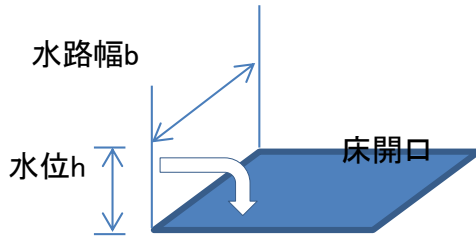
補助給水隔離弁の機能喪失高さは床上0.80mであり、配管からの漏えい流量を流出するのに必要な水位より高い。従って、床面開口からの溢水流出を考慮した条件では、溢水水位は補助給水隔離弁の機能喪失高さに至ることはない。

以上

### 【参考】フランシスの公式

・四角堰としてフランシスの公式を適用

$$Q = 1.838 \times (b - 0.2 \times h) \times h^{1.5} \times 60 \quad (\text{フランシスの公式})$$



|         |   | JIS B8302   |   | JIS K0094  |
|---------|---|---|---|--|
|         |   | 流量式   | 適応範囲  | 流量式  |
| 60度三角せき |   | $Q = 0.577Kh^{5/2}$<br>$K = 83 + (1.978/BR^{1/2})$<br>$R: (B = \text{水路の幅m})$<br>$0.1h(h/\nu)^{1/2}$  | $B = 0.44 \sim 1.0\text{m}$<br>$h = 0.04 \sim 0.12\text{m}$<br>$D = 0.1 \sim 0.13\text{m}$  |  |
| 直角三角せき  |   | $Q = Kh^{5/2}$<br>$K = 81.2 + (0.24/h)$<br>$+ (8.4 + (12/D^{1/2}))$<br>$\times ((h/B) - 0.09)^2$  | $B = 0.5 \sim 1.2\text{m}$<br>$D = 0.1 \sim 0.75\text{m}$<br>$h = 0.07 \sim 0.26\text{m}$<br>$h = B/3$ 以下   | $Q = 1.401 \times h^{5/2} \times 60$<br>トムソンの公式          |
| 四角せき    |   | $Q = Kb^{3/2}$<br>$K = 107.1 + (0.177/h)$<br>$+ 14.2(h/D)$<br>$- 25.7((B-b)h/DB)^{1/2}$<br>$+ 2.04(B/D)^{1/2}$  | $B = 0.5 \sim 6.3\text{m}$<br>$b = 0.15 \sim 5\text{m}$<br>$D = 0.15 \sim 3.5\text{m}$<br>$bD/B^2 \geq 0.06$<br>$h = 0.03 \sim 0.45b^{1/2}\text{m}$ | $Q = 1.838(b - 0.2h)h^{3/2} \times 60$<br>フランシスの公式       |
| 全幅せき    |   | $Q = Kb^{3/2}$<br>$K = 107.1$<br>$+ ((0.177/h) + 14.2(h/D))$<br>$\times (1 + \epsilon)$<br>$D$ が1m以下の場合 $\epsilon = 0$<br>$D$ が1m以上の場合 $\epsilon = 0.55(D - 1)$ | $B \geq 0.5\text{m}$<br>$D = 0.3 \sim 2.5\text{m}$<br>$h = 0.03 \sim D\text{m}$<br>(ただし、 $h$ は0.8m以下でかつ $B/4$ 以下とする)                                | $Q = 1.838 \times B \cdot h^{3/2} \times 60$<br>フランシスの公式 |
| 備考      | Q: 流量( $\text{m}^3/\text{min}$ )<br>h: せきの水位(m)<br>K: 流量係数<br>B: 水路の幅(m)<br>b: 四角せき切欠の幅(m)<br>D: 水路底面よりせき下縁(m)<br>$\nu$ : 動粘性係数= $0.01\text{cm}^2/\text{sec}$ |   |   |  |
|         |   | 設置現場の都合上、JIS B8302の流量公式<br>適応範囲を超えた場合はJIS K0094の流量<br>公式により流量－水位を求める。   |   |  |

## 高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（1/10）

(1) 化学体積制御系統（充てん／封水注入ライン）

(2) 化学体積制御系統（抽出ライン）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※2 | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm)   | 防護対象設備                              | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm)            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|----------|-------|-------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|----|
| R/B      | 3RB-2 | 21.2        | 37.6                     | 135.2                     | 33                  | 充てんラインC/V外側止め弁                      | 3V-CS-175           | 60                     | 27                  | 10 |
|          |       |             |                          |                           |                     | 充てんラインC/V外側隔離弁                      | 3V-CS-177           | 60                     | 27                  | 10 |
|          |       |             |                          |                           |                     | ほう酸注入タンク出口C/V外側隔離弁                  | 3V-SI-036A, B       | 60                     | 27                  | 10 |
|          |       |             |                          |                           |                     | 補助高圧注入ラインC/V外側隔離弁                   | 3V-SI-051           | 60                     | 27                  | 10 |
|          | 3RB-3 | 17.8        | 37.6                     | 1086.3                    | 4                   | 制御用空気ヘッダ圧力                          | 3PT-1800, 1810      | 101                    | 97                  | 5  |
|          | 3RB-5 | 7.2         | 37.6                     | 87.0                      | 49                  | 高圧注入ポンプ再循環サンプ側入口C/V外側隔離弁            | 3V-SI-084A          | 290                    | 241                 | 10 |
|          |       |             |                          |                           |                     | 余熱除去ポンプ再循環サンプ側入口弁                   | 3V-RH-058A          | 290                    | 241                 | 10 |
|          | 3RB-6 | 10.3        | 37.6                     | 838.8                     | 10                  | 使用済燃料ピットポンプ                         | 3SFP1A, B           | 76                     | 66                  | 5  |
| 3RB-7    | 10.3  | 37.6        | 742.6                    | 6                         | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁 | 3V-CC-151A, B                       | 55                  | 49                     | 5                   |    |
|          |       |             |                          |                           | 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁 | 3V-CC-159A, B                       | 55                  | 49                     | 5                   |    |
| A/B      | 3AB-1 | 17.8        | 37.6                     | 549.7                     | 12                  | ほう酸タンク水位                            | 3LT-206, 208        | 206 : 101<br>208 : 100 | 89<br>88            | 5  |
|          |       |             |                          |                           |                     | BA, WD および LD エバポ補機冷却水戻りライン第1(2)止め弁 | 3V-CC-351, 352      | 60                     | 48                  | 5  |
|          | 3AB-6 | 17.8        | 37.6                     | 570.2                     | 12                  | ほう酸注入タンク入口弁                         | 3V-SI-032A, B       | 45                     | 33                  | 5  |
|          | 3AB-7 | 17.8        | 37.6                     | 573.5                     | 12                  | ほう酸ポンプ                              | 3CSP2A, B           | 59                     | 47                  | 5  |

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（2 / 10）

(1) 化学体積制御系統（充てん／封水注入ライン）

(2) 化学体積制御系統（抽出ライン）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1            | エリア※2  | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm)            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|---------------------|--------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|----|
| A/B                 | 3AB-8  | 14.5        | 37.6                     | 181.0                     | 26                | 体積制御タンク出口第1(2) 止め弁    | 3LCV-121B, C        | B : 68<br>C : 67       | 42<br>41            | 10 |
|                     |        |             |                          |                           |                   | 充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁 | 3LCV-121D, E        | 56                     | 30                  | 10 |
|                     |        |             |                          |                           |                   | 緊急ほう酸注入弁              | 3V-CS-541           | 50                     | 24                  | 10 |
|                     | 3AB-11 | 10.3        | 37.6                     | 42.7                      | 94                | 充てんポンプ                | 3CSP1A              | 68                     | -26 <sup>※3</sup>   | 10 |
|                     | 3AB-12 | 10.3        | 37.6                     | 40.3                      | 99                | 充てんポンプ                | 3CSP1B              | 68                     | -31 <sup>※3</sup>   | 10 |
|                     | 3AB-13 | 10.3        | 37.6                     | 41.5                      | 96                | 充てんポンプ                | 3CSP1C              | 68                     | -28 <sup>※3</sup>   | 10 |
|                     | 3AB-14 | 10.3        | 37.6                     | 30.3                      | 10                | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁  | 3V-SI-002A          | 80                     | 70                  | 5  |
|                     | 3AB-15 | 10.3        | 37.6                     | 16.2                      | 10                | 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁  | 3V-SI-002B          | 80                     | 70                  | 5  |
|                     | 3AB-16 | 2.8         | 37.6                     | 867.8                     | 5                 | 余熱除去ポンプ出口流量           | 3FT-601, 611        | 601 : 101<br>611 : 100 | 96<br>95            | 5  |
| 余熱除去冷却器補機冷却水出口弁     |        |             |                          |                           |                   | 3V-CC-117A, B         | 60                  | 55                     | 5                   |    |
| 格納容器スプレイ冷却器補機冷却水出口弁 |        |             |                          |                           |                   | 3V-CC-177A, B         | 60                  | 55                     | 5                   |    |

※3 充てんポンプ室1室のみ溢水が伝播するとした場合の評価結果。充てんポンプ2室に溢水が伝播するとした場合の溢水水位は51cmであり、10cm以上の裕度を確保していることから、充てんポンプ2台が同時に機能喪失することはない。

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（3 / 10）

(1) 化学体積制御系統（充てん／封水注入ライン）

(2) 化学体積制御系統（抽出ライン）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※2            | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                  |               | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm) | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |
|----------|------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|
| A/B      | 3AB-17<br>3AB-18 | 2.8         | 37.6                     | 92.9                      | 46                | 高圧注入ポンプ出口 C/V 外側連絡弁     | 3V-SI-020A, B | A : 94<br>B : 91    | 48<br>45    | 10                  |
|          |                  |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプミニフロー弁           | 3FCV-601, 611 | 295                 | 249         | 10                  |
|          |                  |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP 側入口弁       | 3V-RH-051A, B | 70                  | 24          | 10                  |
|          |                  |             |                          |                           |                   | 余熱除去ポンプ RWSP/再循環サンプ側入口弁 | 3V-RH-055A, B | 70                  | 24          | 10                  |
|          | 3AB-20           | -1.7        | 37.6                     | 341.3                     | 17                | 高圧注入ポンプ                 | 3SIP1A        | 33                  | 16          | 5                   |
|          | 3AB-21           | -1.7        | 37.6                     | 348.7                     | 16                | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1A        | 83                  | 67          | 5                   |
|          | 3AB-22           | -1.7        | 37.6                     | 348.7                     | 16                | 余熱除去ポンプ                 | 3RHP1B        | 83                  | 67          | 5                   |
|          | 3AB-23           | -1.7        | 37.6                     | 341.3                     | 17                | 高圧注入ポンプ                 | 3SIP1B        | 33                  | 16          | 5                   |

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（4 / 10）

(3) 補助蒸気系統

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1      | エリア※2  | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備               | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm)  | ②-①<br>(cm)                      | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|---------------|--------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| R/B           | 3RB-1  | 24.8        | 3.7                      | 446.7                     | 1                 | 燃料取替用水ポンプ            | 3RFP1A, B            | 53                               | 52                  | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 燃料取替用水ピット水位          | 3LT-1400, 1401       | 103                              | 102                 | 5 |
|               | 3RB-N5 | 10.3        | 3.7                      | 496.4                     | 1                 | 電動補助給水ポンプ            | 3FWP2A               | 68                               | 67                  | 5 |
|               | 3RB-N6 | 10.3        | 3.7                      | 486.9                     | 1                 | 電動補助給水ポンプ            | 3FWP2B               | 68                               | 67                  | 5 |
|               | 3RB-N7 | 10.3        | 3.7                      | 461.3                     | 1                 | 補助給水ライン流量            | 3FT-3766, 3776, 3786 | 3766:101<br>3776:102<br>3786:100 | 100<br>101<br>99    | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 補助給水ポンプ出口流量調節弁盤      | 3AFWA, B             | 43                               | 42                  | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | タービン動補助給水ポンプ起動盤      | 3TDFA, B             | 37                               | 36                  | 5 |
|               | 3RB-N8 | 10.3        | 3.7                      | 537.6                     | 1                 | 制御用空気圧縮機             | 3IAE1A               | 43                               | 42                  | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 制御用空気Cヘッド供給弁         | 3V-IA-501A, B        | 50                               | 49                  | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室室内温度        | 3TS-2702, 2703       | 2702:141<br>2703:140             | 140<br>139          | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ       | 3VSE1A               | 280                              | 279                 | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 制御用圧縮機室室内空気温度        | 3TS-2910, 2911       | 2910:141<br>2911:140             | 140<br>139          | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ出口空気温度 | 3TS-2913             | 289                              | 288                 | 5 |
|               |        |             |                          |                           |                   | 制御用空気圧縮機盤            | 3IAPA                | 30                               | 29                  | 5 |
| 制御用空気圧縮機容量調節盤 | 3IAWPA | 80          | 79                       | 5                         |                   |                      |                      |                                  |                     |   |



高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（5 / 10）

(3) 補助蒸気系統

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※2   | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm)      | 防護対象設備                 | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm) | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|----------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|-------------|---------------------|---|
| R/B      | 3RB-N9  | 10.3        | 3.7                      | 541.3                     | 1                      | 制御用空気圧縮機               | 3IAE1B              | 43          | 42                  | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用空気主蒸気逃がし弁供給弁        | 3V-IA-505A, B       | 50          | 49                  | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用空気圧縮機室室内温度          | 3TS-2712, 2713      | 140         | 139                 | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ         | 3VSE1B              | 280         | 279                 | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用圧縮機室室内空気温度          | 3TS-2920, 2921      | 140         | 139                 | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用空気圧縮機室電気ヒータ出口空気温度   | 3TS-2923            | 289         | 288                 | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用空気圧縮機盤              | 3IAPB               | 30          | 29                  | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 制御用空気圧縮機容量調節盤          | 3IAWPB              | 80          | 79                  | 5 |
|          | 3RB-N11 | 10.3        | 3.7                      | 509.6                     | 1                      | ディーゼル発電機制御盤            | 3EGBA               | 7           | 6                   | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | ディーゼル発電機コントロールセンタ      | 3GCC-A              | 10          | 9                   | 5 |
|          | 3RB-N12 | 10.3        | 3.7                      | 515.2                     | 1                      | ディーゼル発電機制御盤            | 3EGBB               | 7           | 6                   | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | ディーゼル発電機コントロールセンタ      | 3GCC-B              | 10          | 9                   | 5 |
|          | 3RB-N13 | 2.3         | 3.7                      | 346.2                     | 2                      | 原子炉補機冷却水戻り母管A側連絡弁      | 3V-CC-044A          | 130         | 128                 | 5 |
|          |         |             |                          |                           |                        | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁 | 3V-SW-571A, B       | 70          | 68                  | 5 |
| 3RB-N14  | 2.3     | 3.7         | 322.0                    | 2                         | 原子炉補機冷却水戻り母管B側連絡弁      | 3V-CC-044B             | 130                 | 128         | 5                   |   |
|          |         |             |                          |                           | 原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁 | 3V-SW-571C, D          | 70                  | 68          | 5                   |   |

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（6 / 10）

(3) 補助蒸気系統

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1              | エリア※2           | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm)                                      | ②-①<br>(cm)              | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|-----------------------|-----------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|--|--------------------------|---------------------|---|
| A/B                   | 3AB-N1          | 28.6        | 3.7                      | 111.9                     | 4                 | 中央制御室循環ファン            | 3VSF20A, B   | A : 20<br>B : 19         | 16<br>15            | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 中央制御室循環ファン入口ダンパ       | 3D-VS-604A, B  | 23                       | 19                  | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 中央制御室循環風量調節ダンパ        | 3HCD-2836, 2837  | 23                       | 19                  | 5 |
|                       | 3AB-N2          | 24.8        | 3.7                      | 958.2                     | 1                 | 安全補機開閉器室給気ファン         | 3VSF27A, B   | 216                      | 215                 | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 蓄電池室排気ファン             | 3VSF31A, B   | A : 157<br>B : 159       | 156<br>158          | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 中央制御室給気ファン            | 3VSF21A, B   | 112                      | 111                 | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 中央制御室給気ファン出口ダンパ       | 3D-VS-603A, B  | 379                      | 378                 | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 中央制御室循環風量調節ダンパ流量設定器   | 3HC-2836, 2837   | 114                      | 113                 | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 非管理区域空調機器室電気ヒータ       | 3VSE2A, B, C, D  | A, C : 250<br>B, D : 257 | 249<br>256          | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 非管理区域空調機器室室内温度        | 3TS-2930, 2931, 2934,<br>2935, 2950, 2951,<br>2954, 2955 | 142                      | 141                 | 5 |
|                       |                 |             |                          |                           |                   | 非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度 | 3TS-2933, 2953<br>3TS-2937, 2957                         | 265<br>272               | 264<br>271          | 5 |
| 安全補機開閉器室給気ユニット冷水温度制御弁 | 3TCV-2774, 2775 | 120         | 119                      | 5                         |                   |                       |  |                          |                     |   |
| 中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁    | 3TCV-2827, 2828 | 120         | 119                      | 5                         |                   |                       |  |                          |                     |   |

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（7 / 10）

(3) 補助蒸気系統

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※2  | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                                   | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm)            | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|----------|--------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--|---------------------|------------------------|---------------------|---|
| A/B      | 3AB-1  | 17.8        | 3.7                      | 529.8                     | 1                 | ほう酸タンク水位                                 | 3LT-206, 208        | 206 : 101<br>208 : 100 | 100<br>99           | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | BA, WD および LD エバポ補機冷却水戻りライン第1<br>(2) 止め弁 | 3V-CC-351, 352      | 60                     | 59                  | 5 |
|          | 3AB-6  | 17.8        | 3.7                      | 550.3                     | 6                 | ほう酸注入タンク入口弁                              | 3V-SI-032A, B       | 45                     | 39                  | 5 |
|          | 3AB-7  | 17.8        | 3.7                      | 553.6                     | 6                 | ほう酸ポンプ                                   | 3CSP2A, B           | 59                     | 53                  | 5 |
|          | 3AB-N4 | 17.8        | 3.7                      | 330.6                     | 2                 | 安全系計装盤室室内温度                              | 3TS-2790            | 129                    | 127                 | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 工学的安全施設作動盤                               | 3EFA                | 4                      | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 原子炉安全保護盤                                 | 3PI, III            | 4                      | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系 FDP プロセッサ (保守用)                      | 3SFMA               | 4                      | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系 FDP プロセッサ (運転用)                      | 3SFOA               | 5                      | 3                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系マルチプレクサ                               | 3SMCA               | 4                      | 2                   | 5 |
|          | 3AB-N5 | 17.8        | 3.7                      | 533.2                     | 1                 | 中央制御室室内空気温度                              | 3TS-2846, 2847      | 129                    | 128                 | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 運転コンソール                                  | 3MCB                | 20                     | 19                  | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 共通要因故障対策操作盤                              | 3CMFPA, B           | 33                     | 32                  | 5 |

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（8 / 10）

(3) 補助蒸気系統

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※2  | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備                | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm)      | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|----------|--------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|---|
| A/B      | 3AB-N6 | 17.8        | 3.7                      | 330.5                     | 2                 | 安全系計装盤室内温度            | 3TS-2791            | 129              | 127                 | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 工学的安全施設作動盤            | 3EFB                | 4                | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 原子炉安全保護盤              | 3PII, IV            | 4                | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系 FDP プロセッサ (保守用)   | 3SFMB               | 4                | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系 FDP プロセッサ (運転用)   | 3SFOB               | 5                | 3                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系マルチプレクサ            | 3SMCB               | 4                | 2                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 安全系現場制御監視盤            | 3SLCBB1, B2, B3     | 4                | 2                   | 5 |
|          | 3AB-8  | 14.5        | 3.7                      | 260.3                     | 7                 | 体積制御タンク出口第1(2)止め弁     | 3LCV-121B, C        | B : 68<br>C : 67 | 61<br>60            | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁 | 3LCV-121D, E        | 56               | 49                  | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 緊急ほう酸注入弁              | 3V-CS-541           | 50               | 43                  | 5 |
|          | 3AB-N8 | 10.3        | 3.7                      | 512.5                     | 1                 | 充電器盤                  | 3CPA                | 10               | 9                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 計装用インバータ              | 3IVA, C             | 10               | 9                   | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 計装用交流分電盤              | 3IDPA1, A2, C1, C2  | 21               | 20                  | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 計装用交流電源切換器盤           | 3ISPA, C            | 34               | 33                  | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 補助建屋直流分電盤             | 3DDPA               | 22               | 21                  | 5 |
|          |        |             |                          |                           |                   | ソレノイド分電盤              | 3SDA1, A2, A3, A4   | 19               | 18                  | 5 |

高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（9 / 10）

(3) 補助蒸気系統

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

※2 14-別紙6のエリア番号に対応

| 建屋<br>※1 | エリア※2        | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備       | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm) | ②-①<br>(cm) | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |   |
|----------|--------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|---|
| A/B      | 3AB-N8       | 10.3        | 3.7                      | 512.5                     | 1                 | 直流コントロールセンタ  | 3DCA                | 10          | 9                   | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 原子炉コントロールセンタ | 3RCC-A1, A2         | 10          | 9                   | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | パワーコントロールセンタ | 3PCC-A1, A2         | 6           | 5                   | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 6.6kV メタクラ   | 3MC-A               | 15          | 14                  | 5 |
|          | 3AB-N9       | 10.3        | 3.7                      | 516.1                     | 1                 | 充電器盤         | 3CPB                | 10          | 9                   | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 計装用インバータ     | 3IVB, D             | 10          | 9                   | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 計装用交流分電盤     | 3IDPB1, B2, D1, D2  | 21          | 20                  | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 計装用交流電源切換器盤  | 3ISPB, D            | 34          | 33                  | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 補助建屋直流分電盤    | 3DDPB               | 22          | 21                  | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | ソレノイド分電盤     | 3SDB1, B2, B3, B4   | 19          | 18                  | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 直流コントロールセンタ  | 3DCB                | 10          | 9                   | 5 |
|          |              |             |                          |                           |                   | 原子炉コントロールセンタ | 3RCC-B1, B2         | 10          | 9                   | 5 |
|          | パワーコントロールセンタ | 3PCC-B1, B2 | 6                        | 5                         | 5                 |              |                     |             |                     |   |
|          | 6.6kV メタクラ   | 3MC-B       | 15                       | 14                        | 5                 |              |                     |             |                     |   |
| 3AB-N10  | 10.3         | 3.7         | 532.4                    | 1                         | 蓄電池               | 3BATA        | 10                  | 9           | 5                   |   |
| 3AB-N11  | 10.3         | 3.7         | 536.0                    | 1                         | 蓄電池               | 3BATB        | 10                  | 9           | 5                   |   |

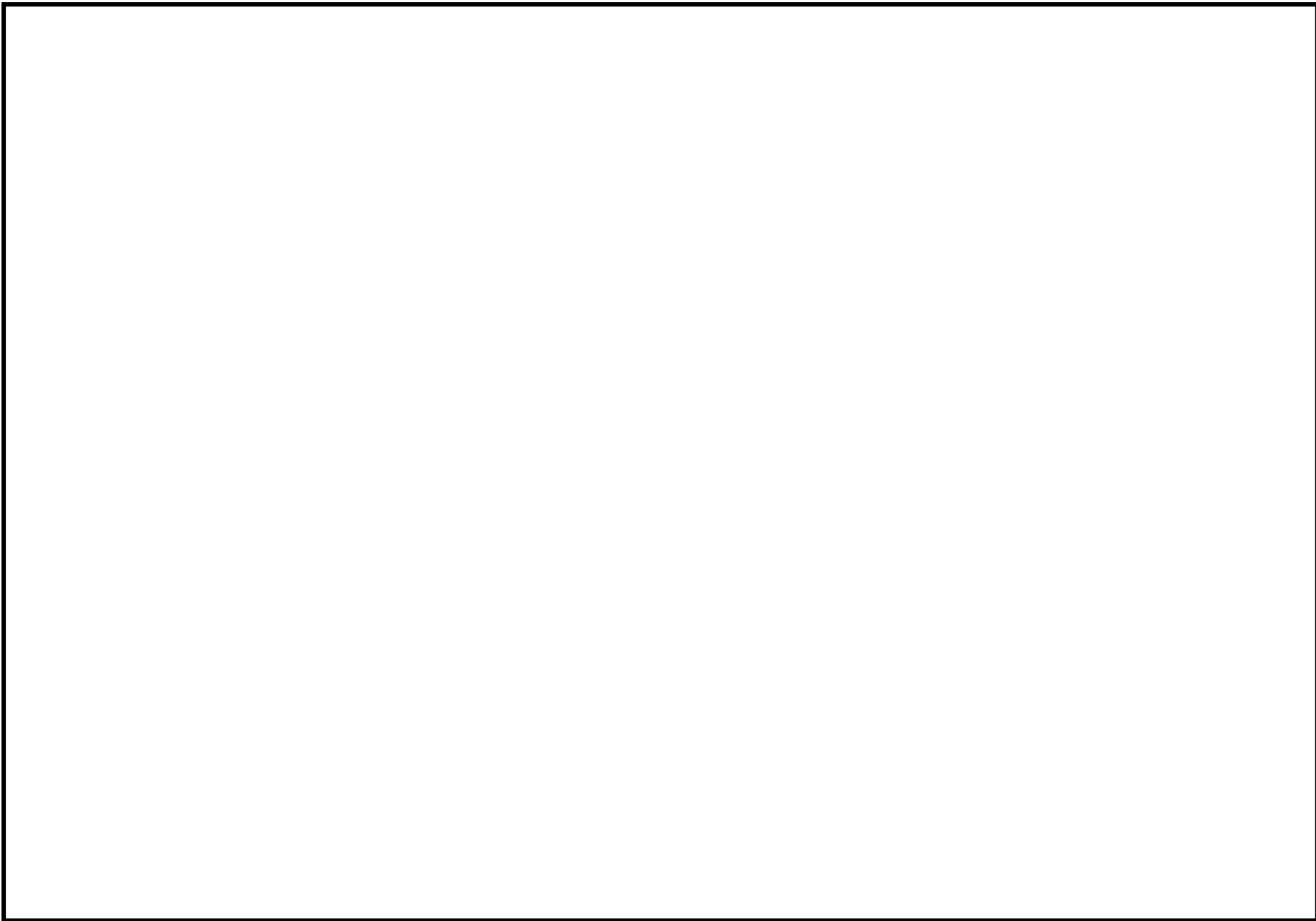
高エネルギー配管の溢水に伴う没水評価結果（10／10）

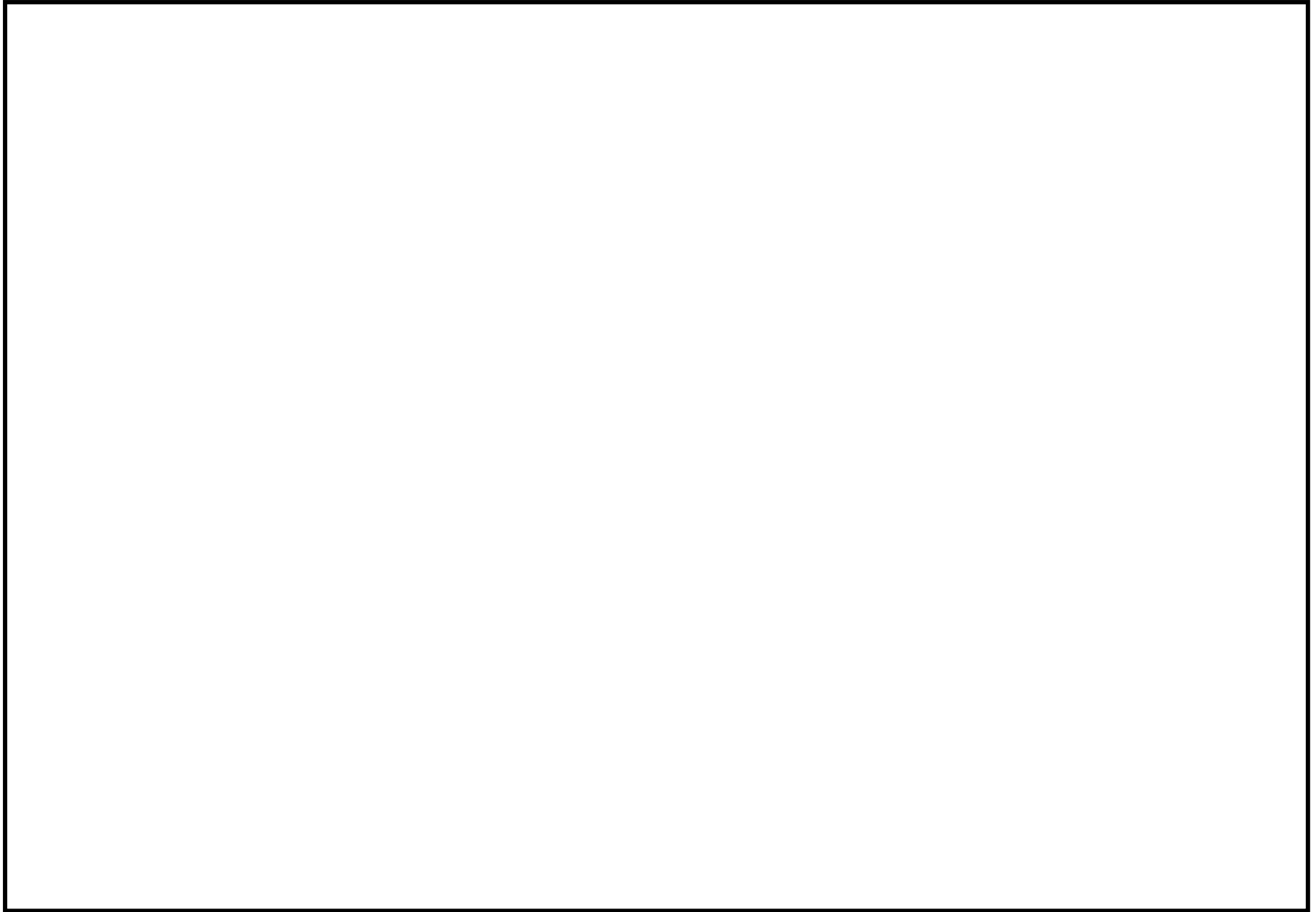
（4）主給水系統（主蒸気系統・補助給水系統・蒸気発生器ブローダウン系統の評価も含む）

※1 R/B：原子炉建屋、A/B：原子炉補助建屋

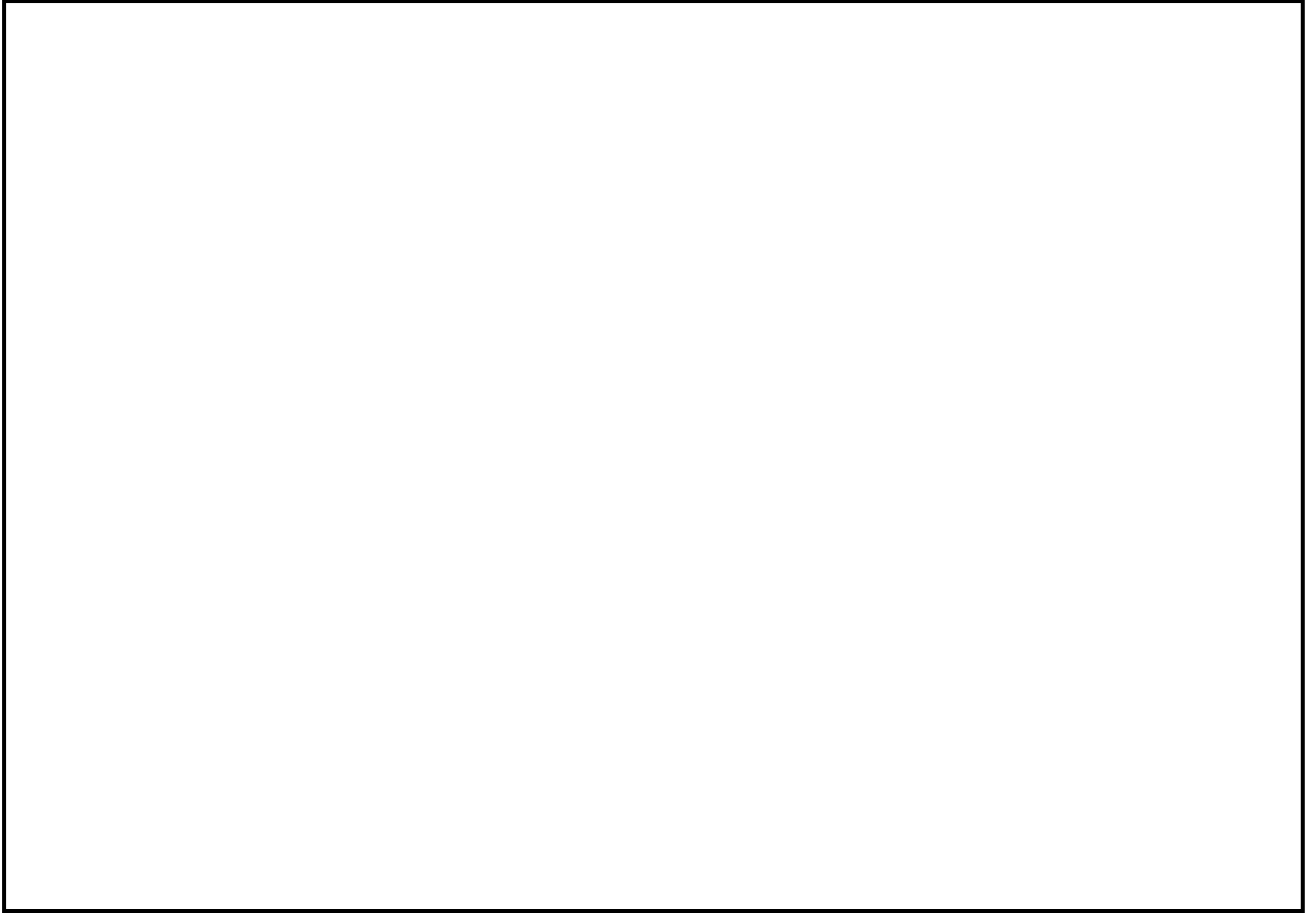
※2 14-別紙6のエリア番号に対応

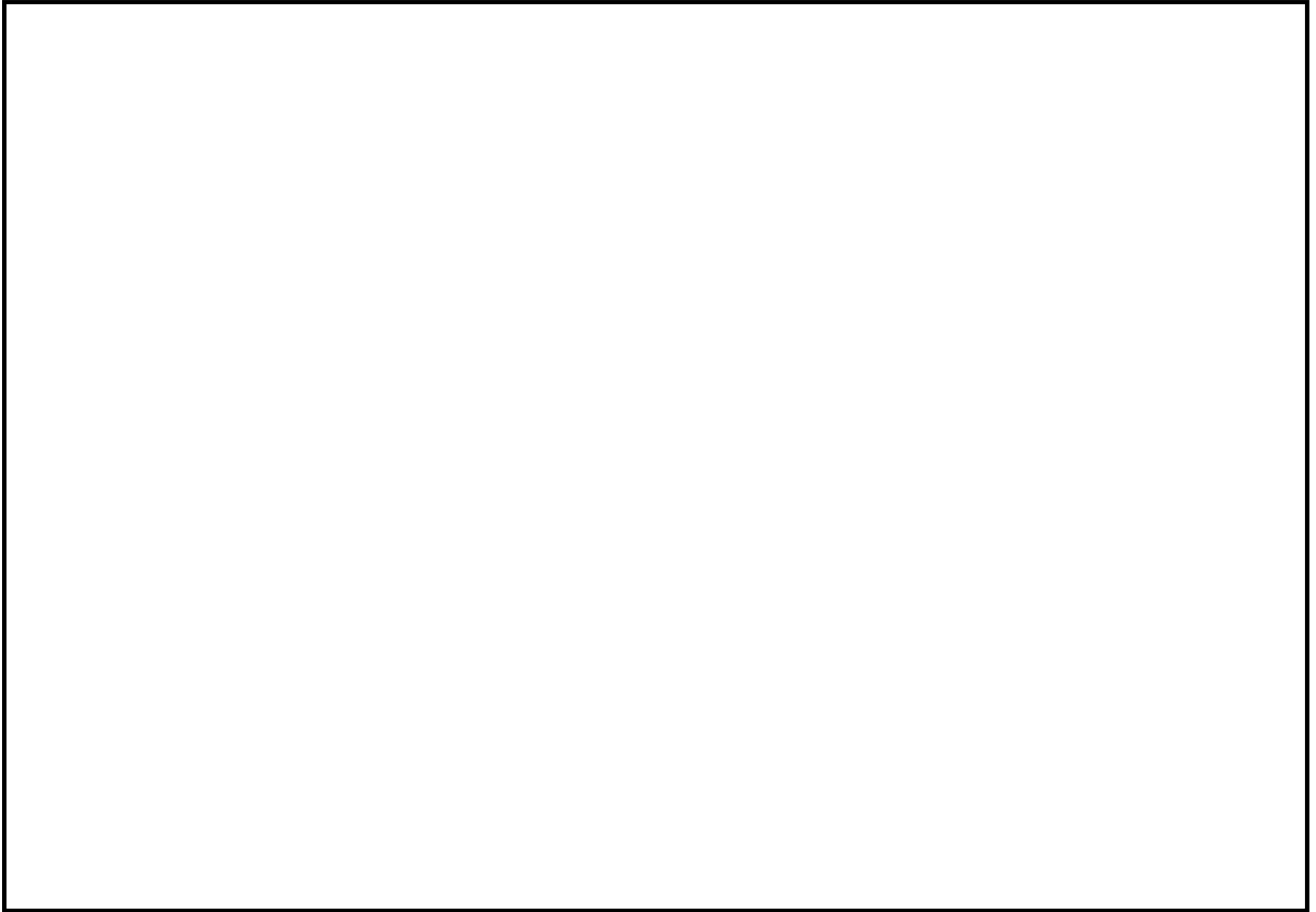
| 建屋<br>※1 | エリア※2  | T.P.<br>(m) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 滞留面積<br>(m <sup>2</sup> ) | ①溢水<br>水位<br>(cm) | 防護対象設備         | ②機能喪<br>失高さ<br>(cm)   | ②-①<br>(cm)                | 確保すべ<br>き裕度<br>(cm) |    |
|----------|--------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|----|
| R/B      | 3RB-N1 | 29.3        | 642.3                    | 222.9                     | 40                | 主蒸気逃がし弁        | 3PCV-3610, 3620, 3630 | 862                        | 822                 | 10 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 主蒸気逃がし弁（付属パネル） | —                     | 830                        | 790                 | 10 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 主蒸気隔離弁         | 3V-MS-528A, B, C      | 712                        | 672                 | 10 |
|          |        |             |                          |                           |                   | 補助給水隔離弁        | 3V-FW-589A, B, C      | A : 80<br>B : 81<br>C : 82 | 40<br>41<br>42      | 10 |

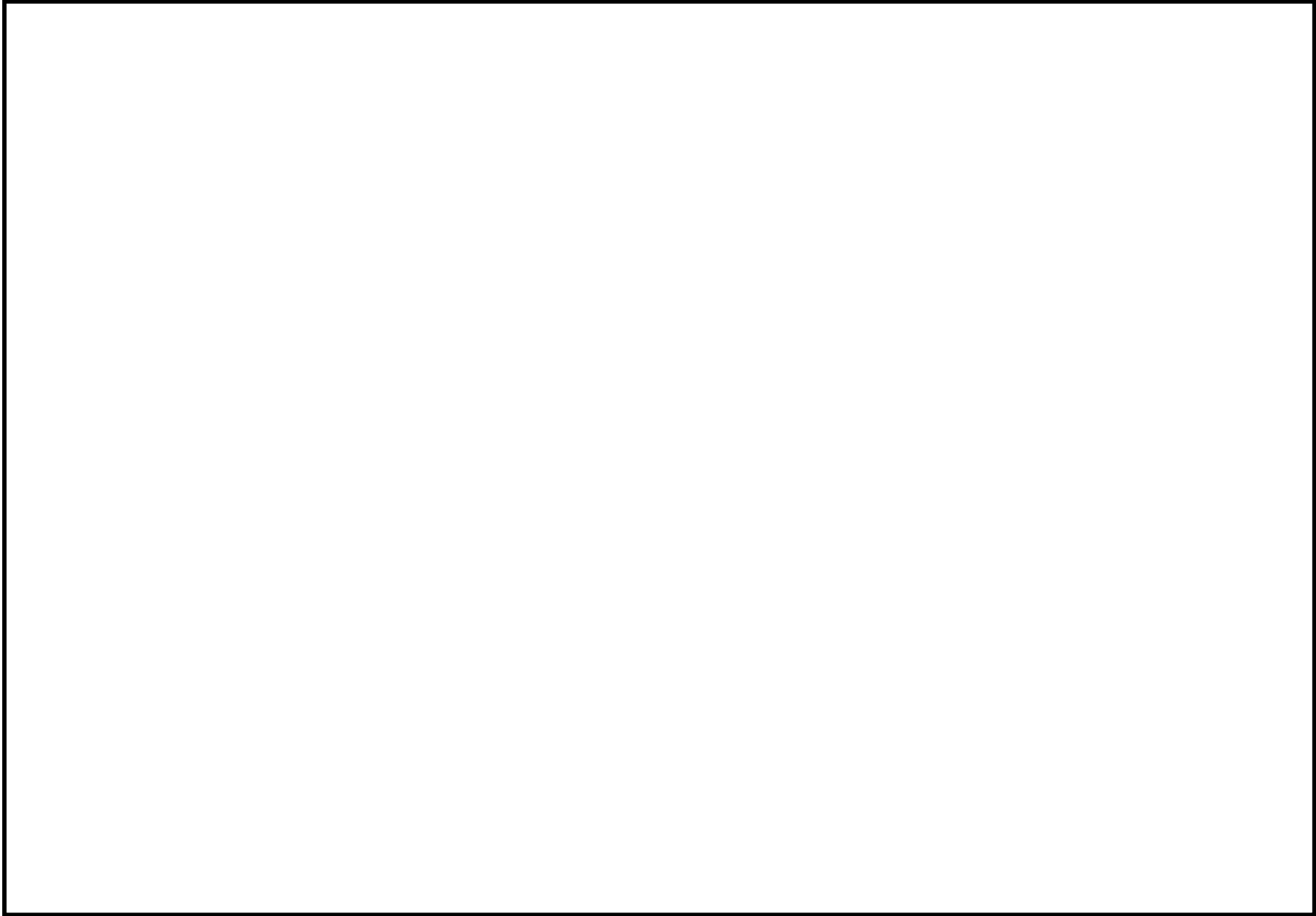


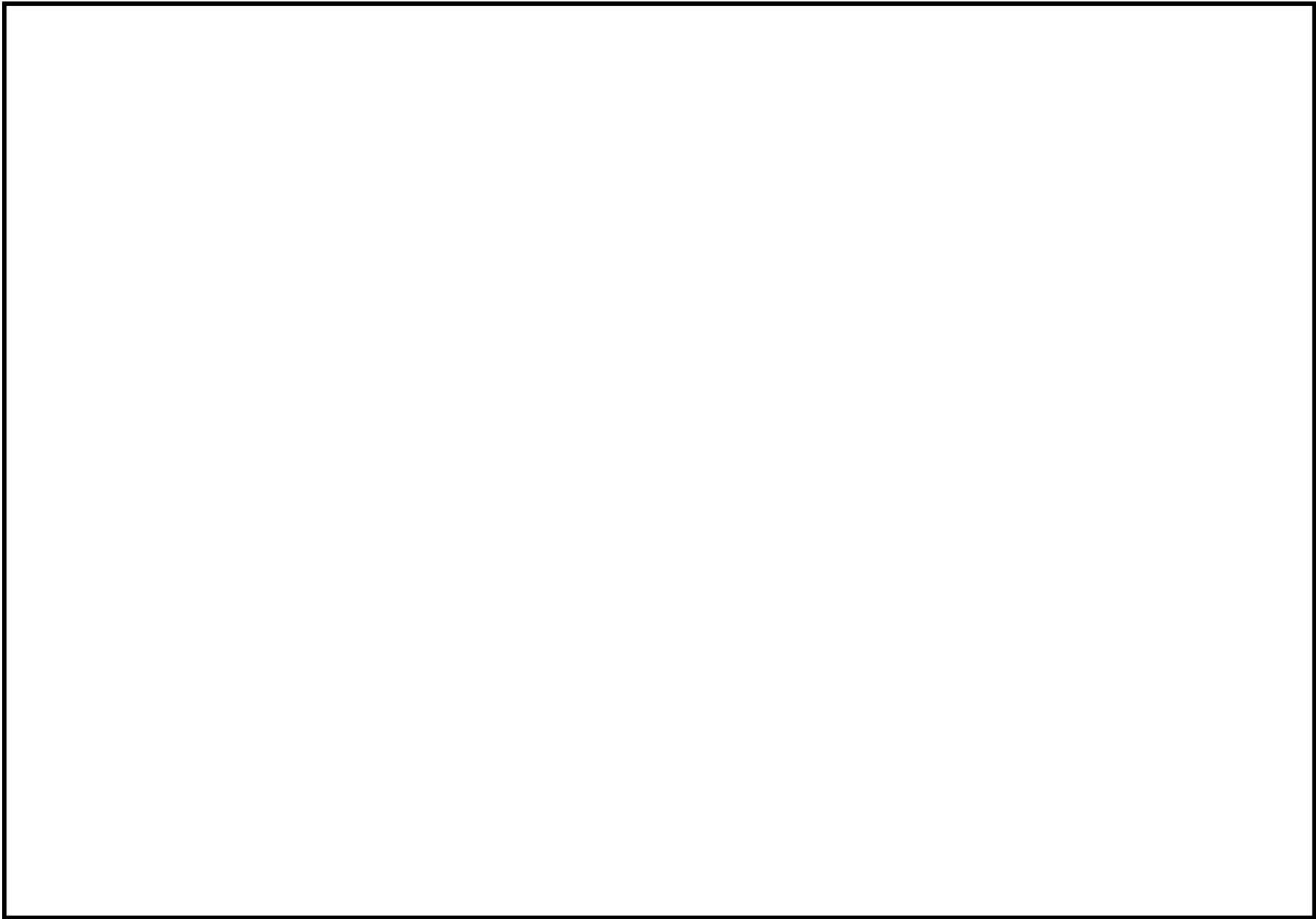


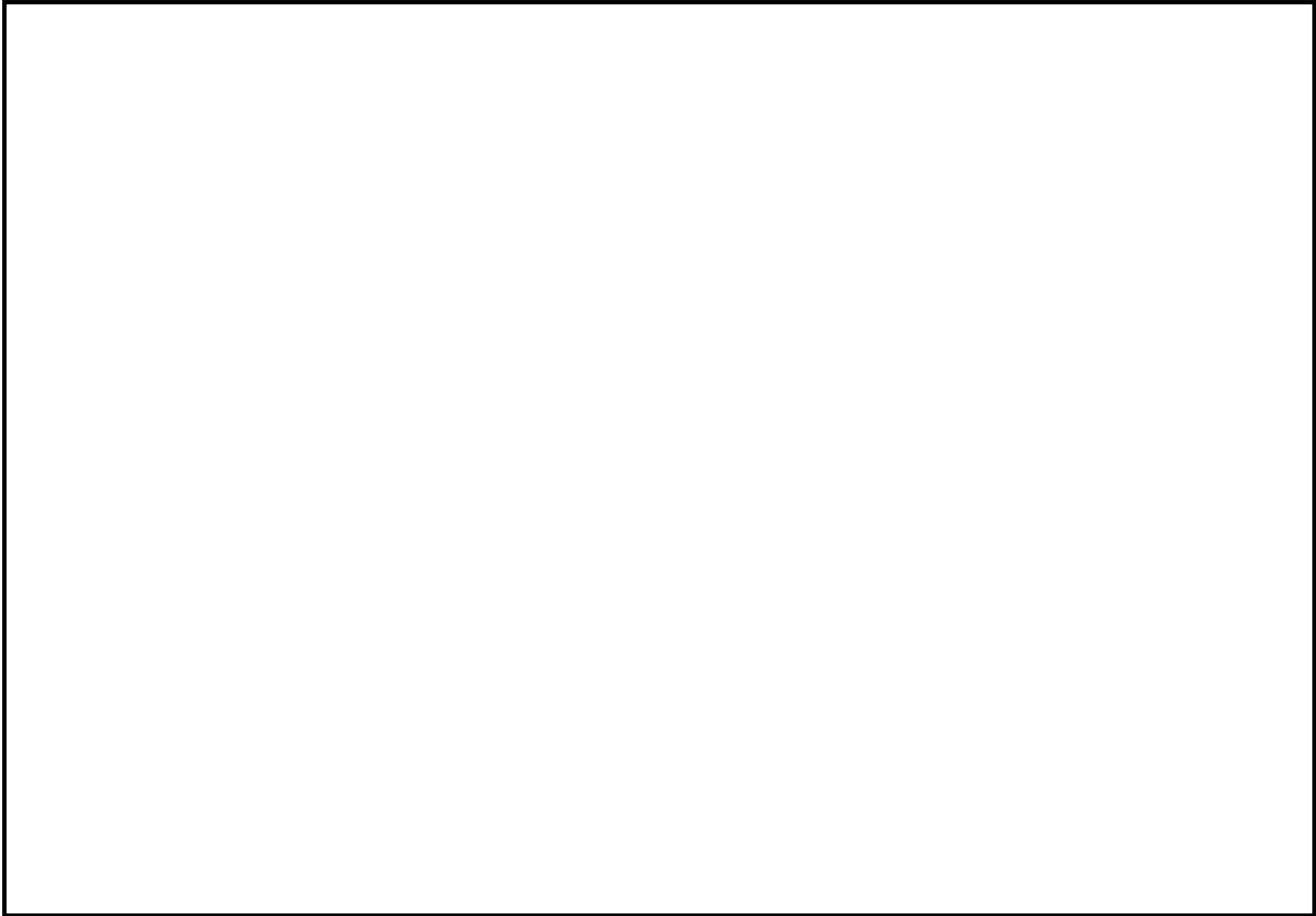


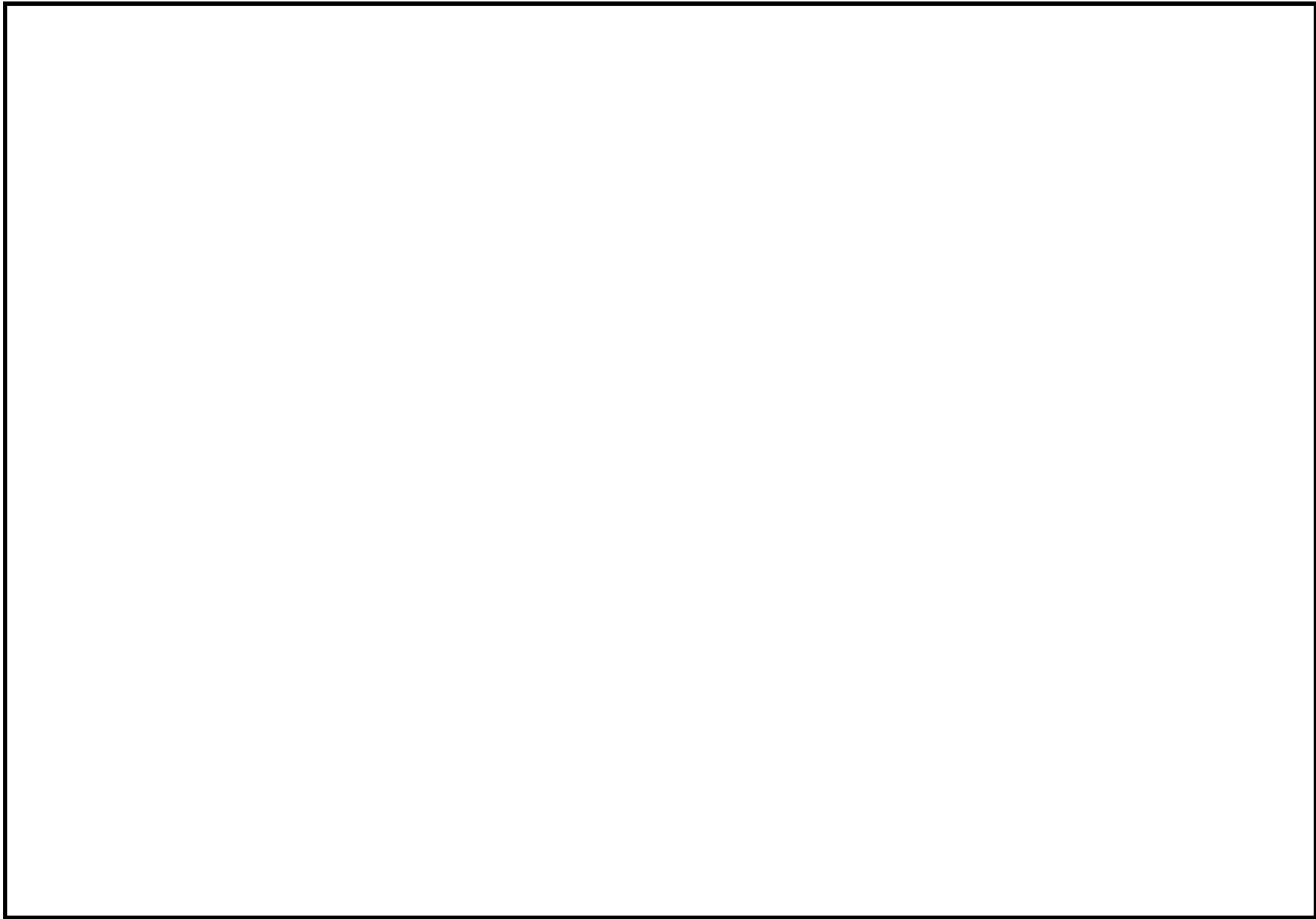


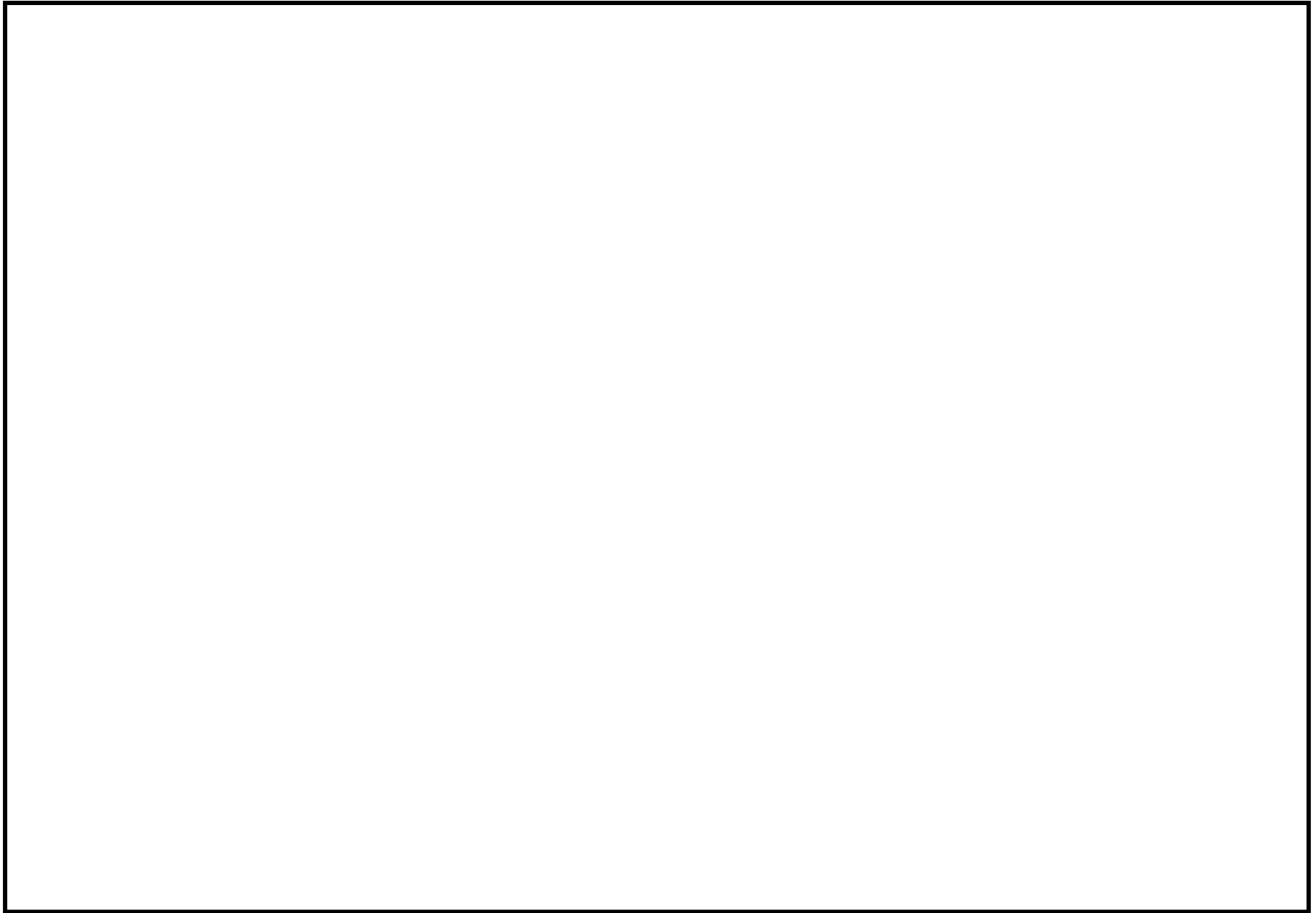


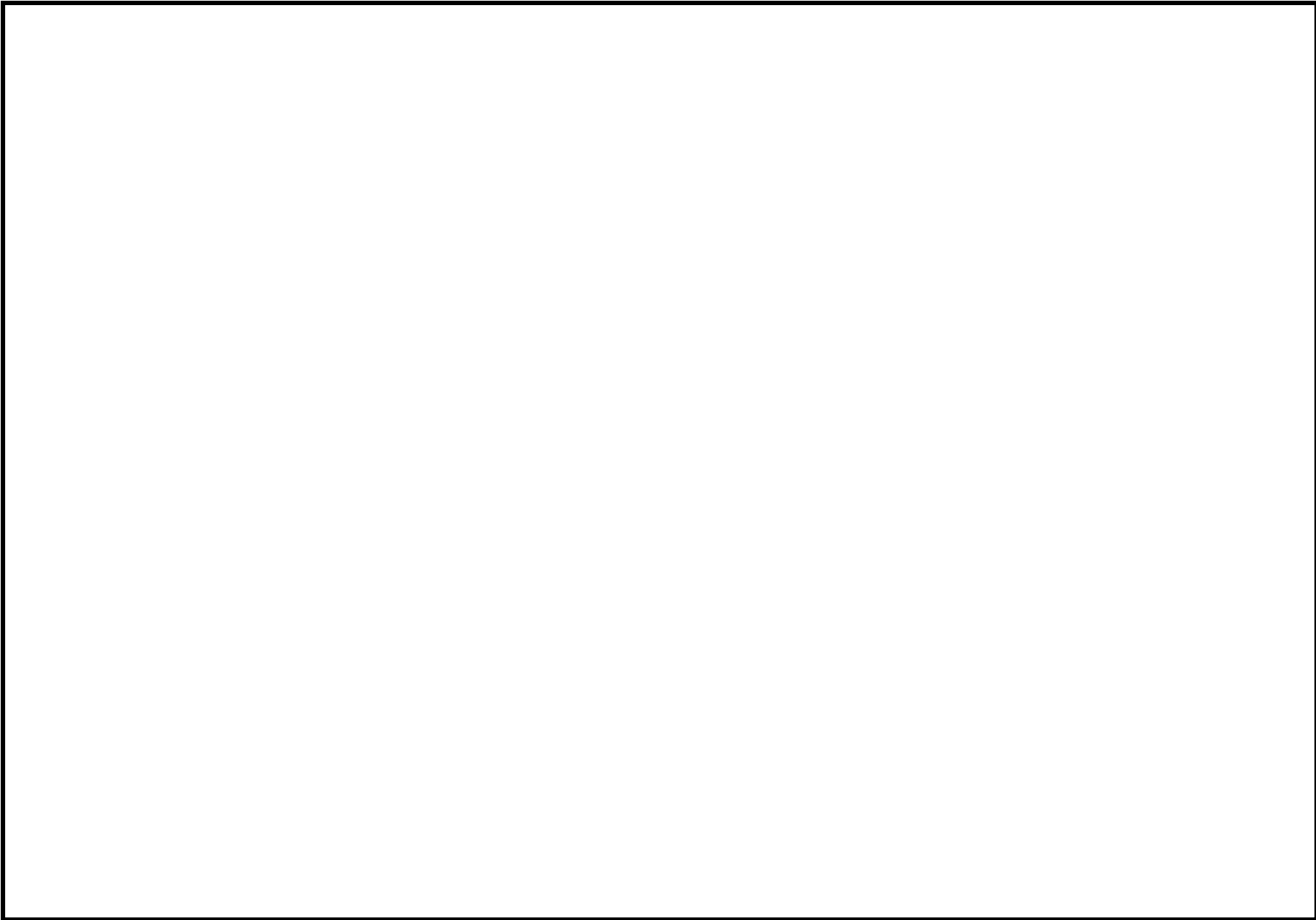




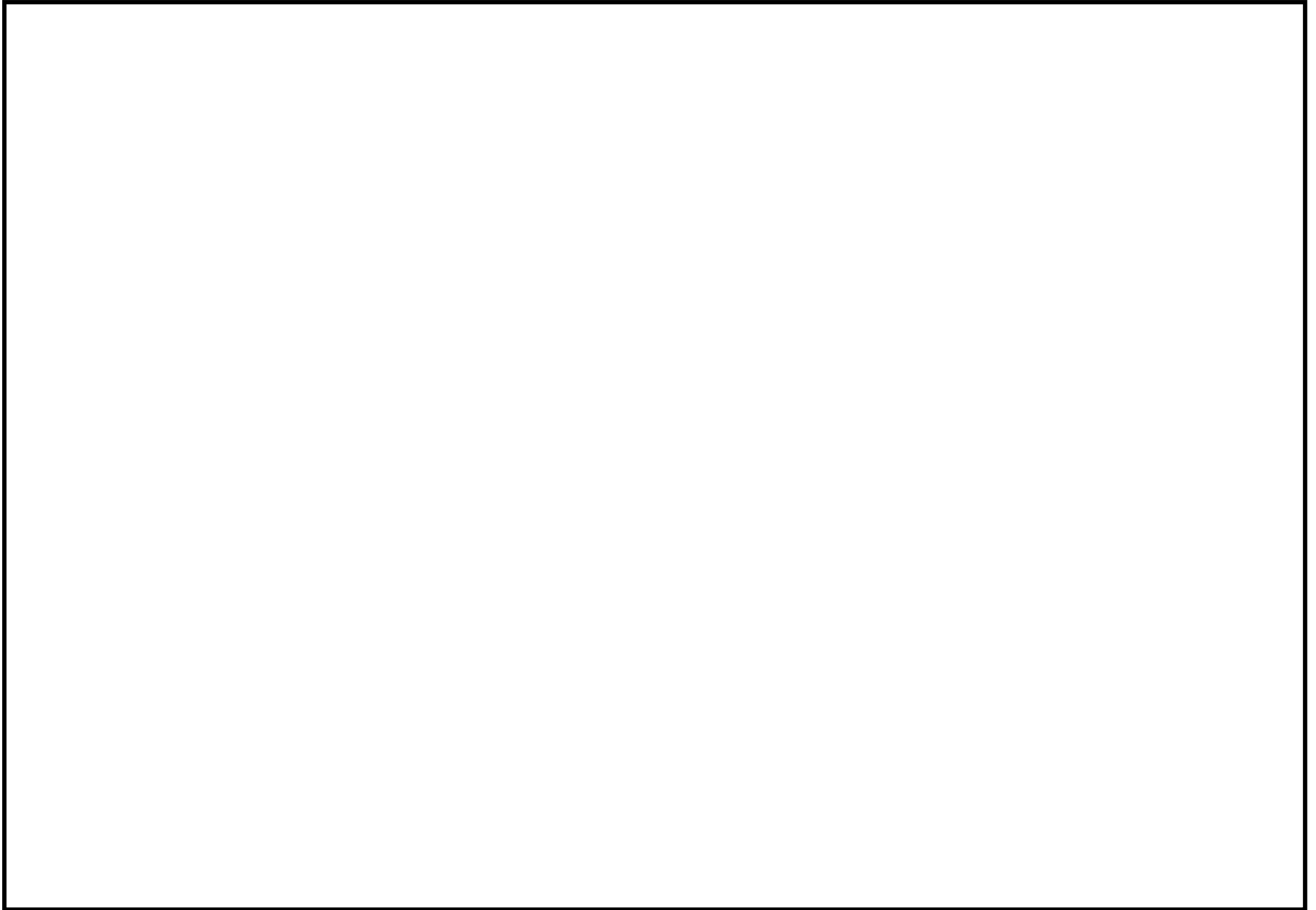


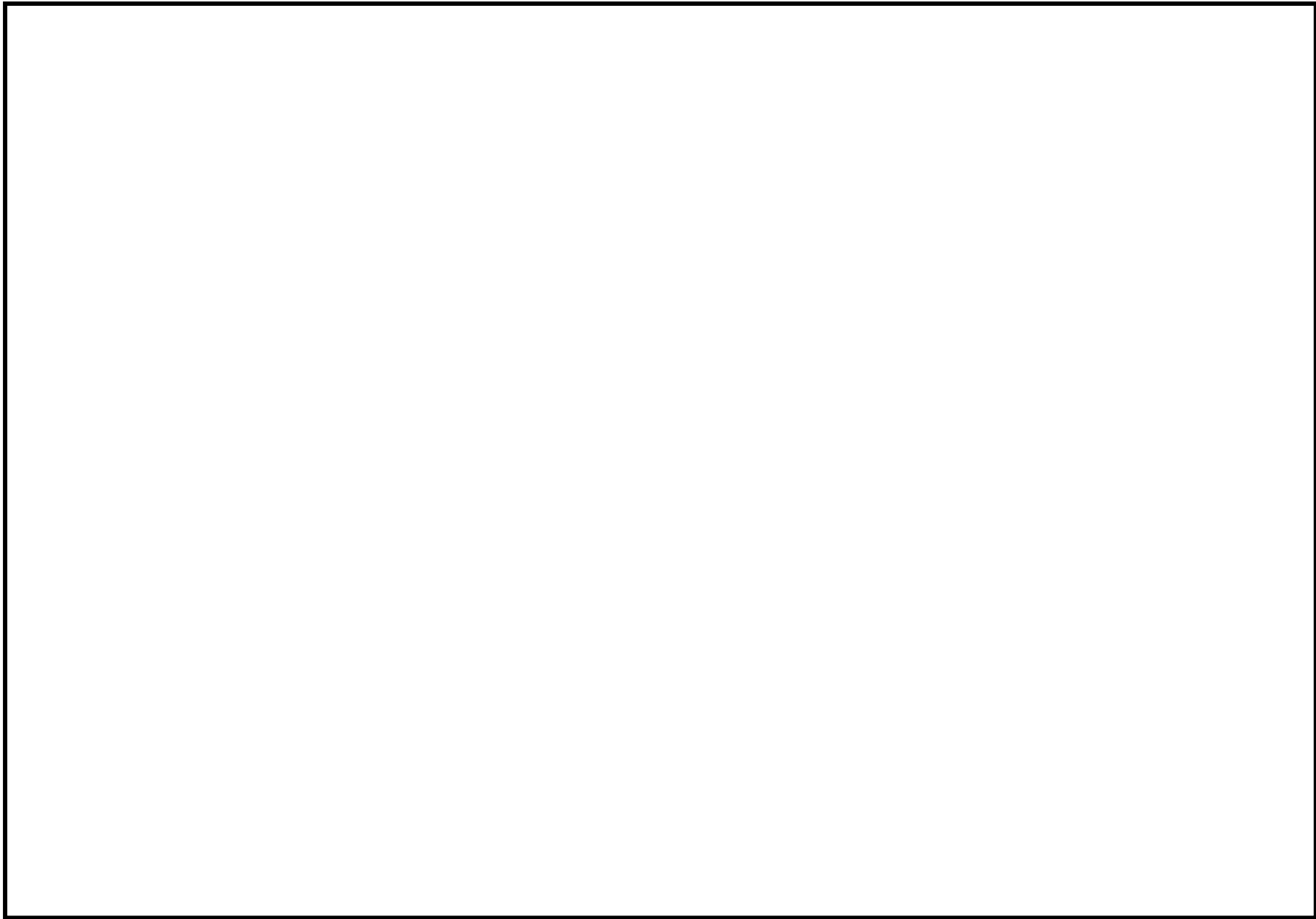


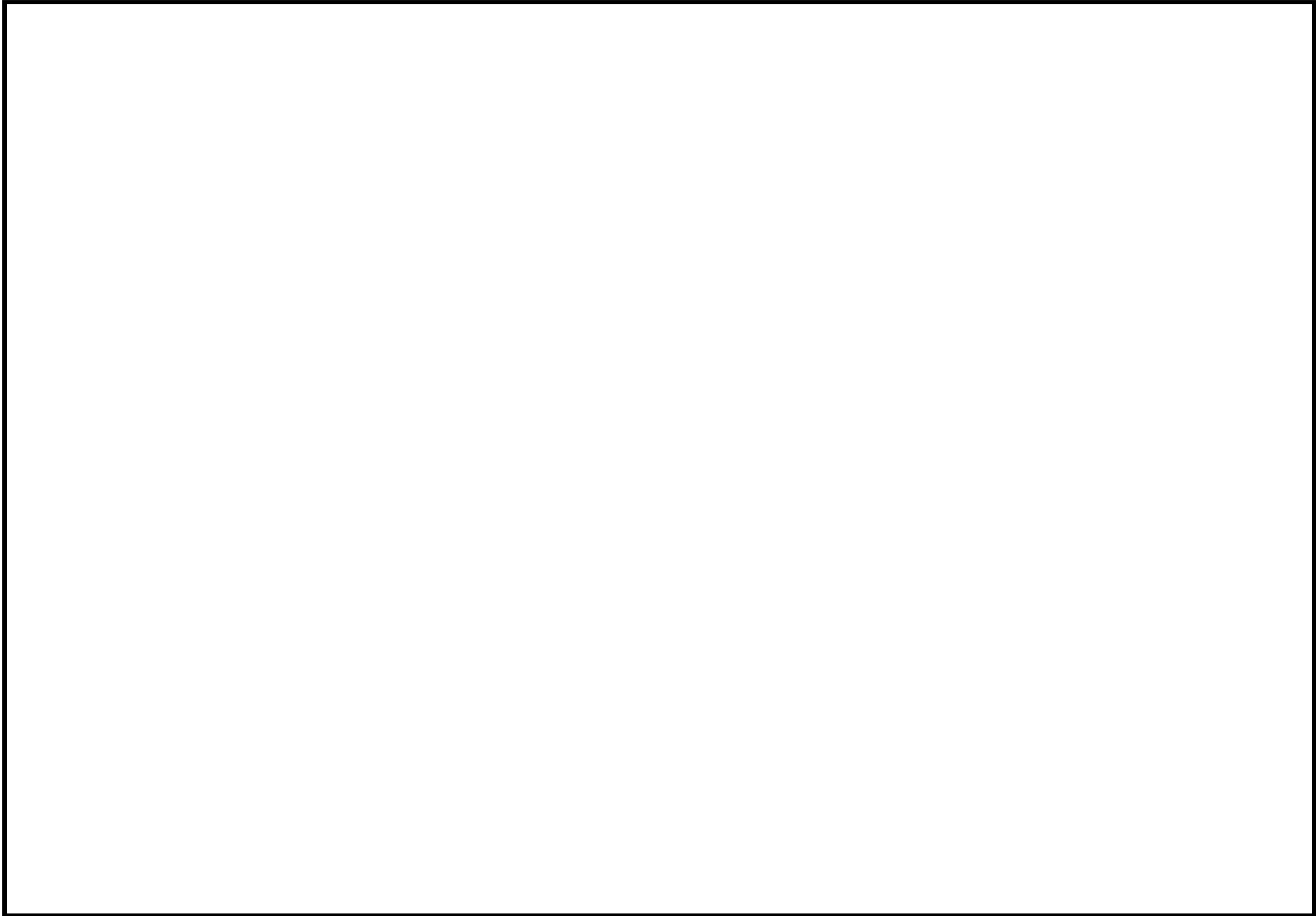


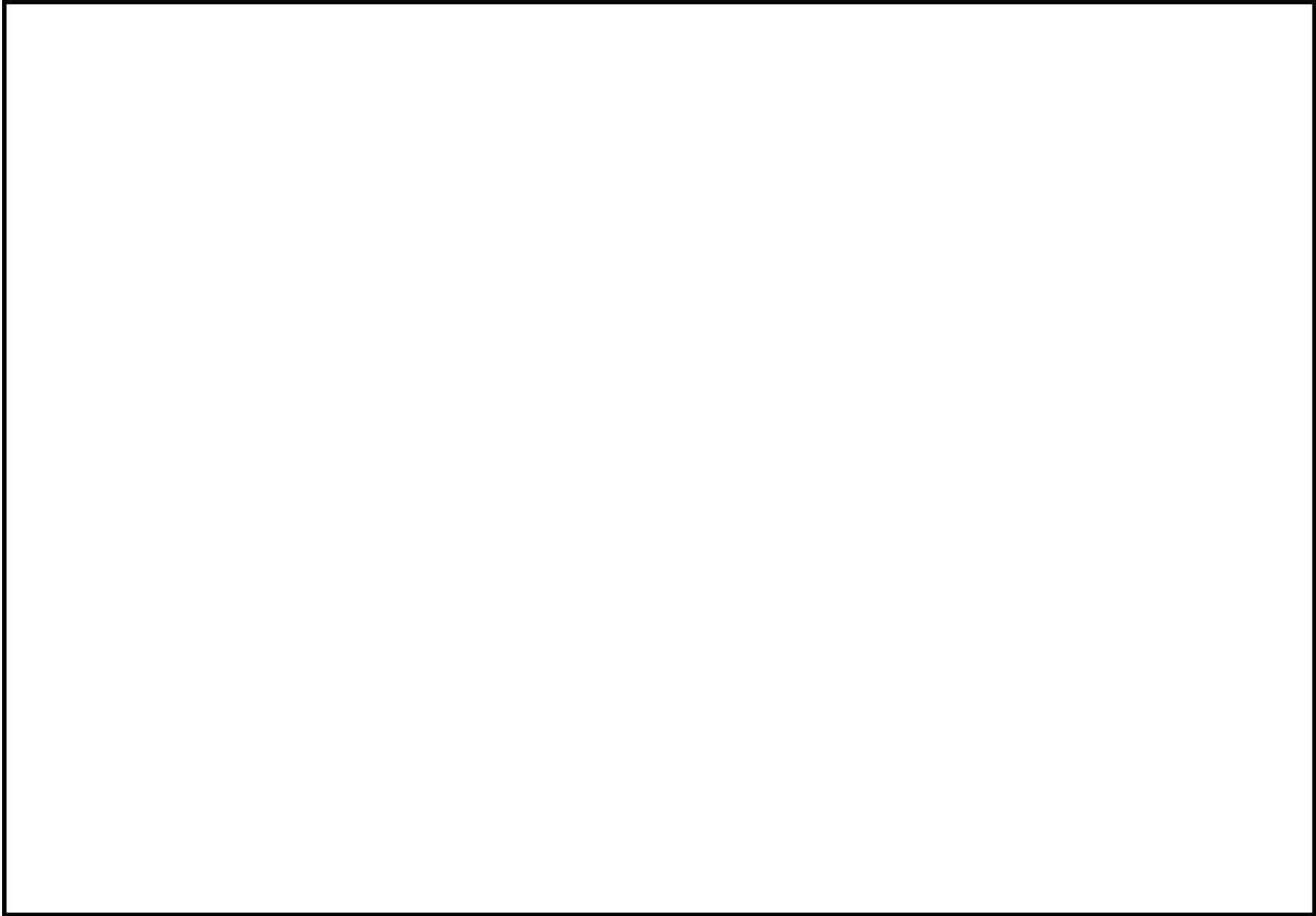


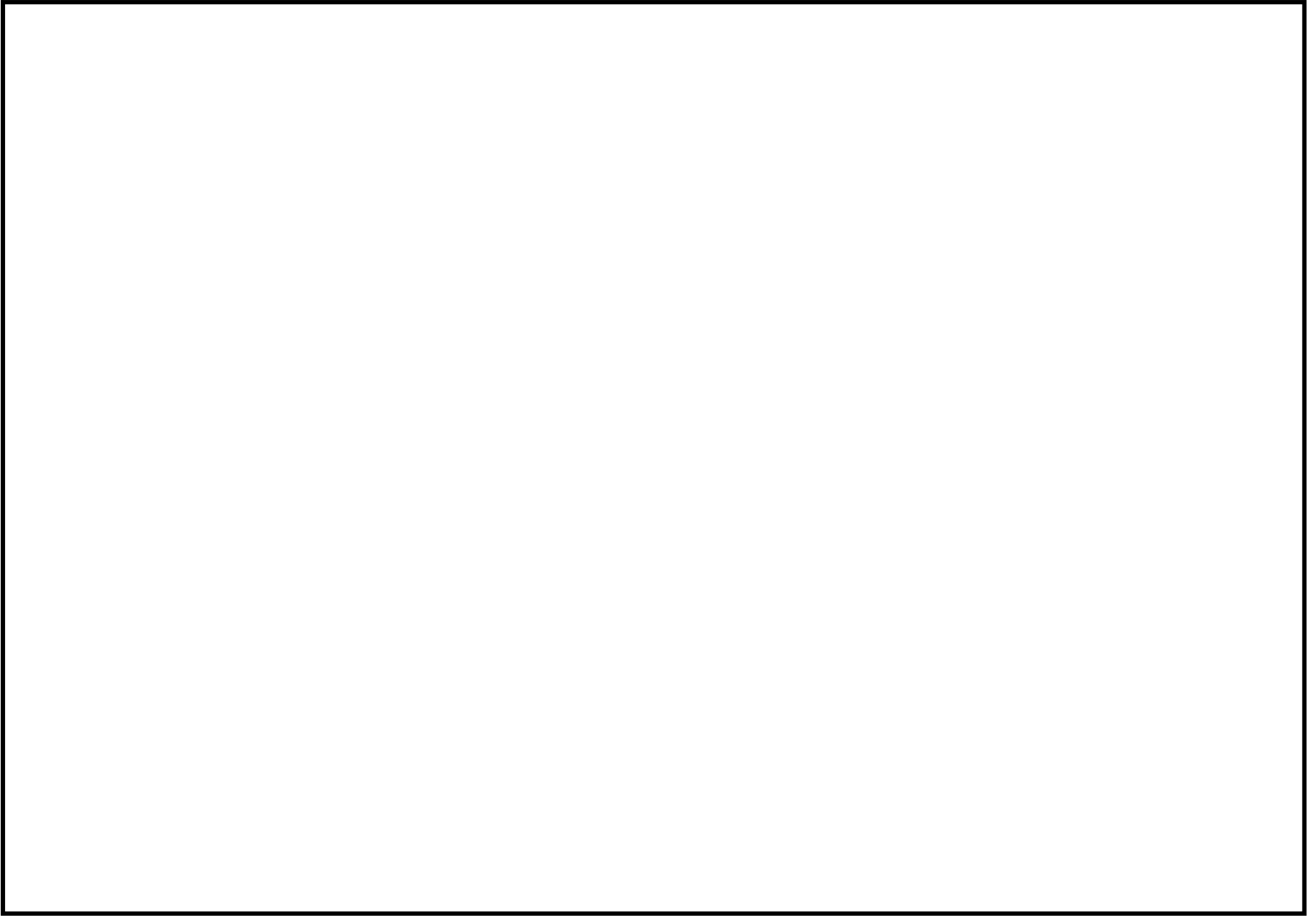


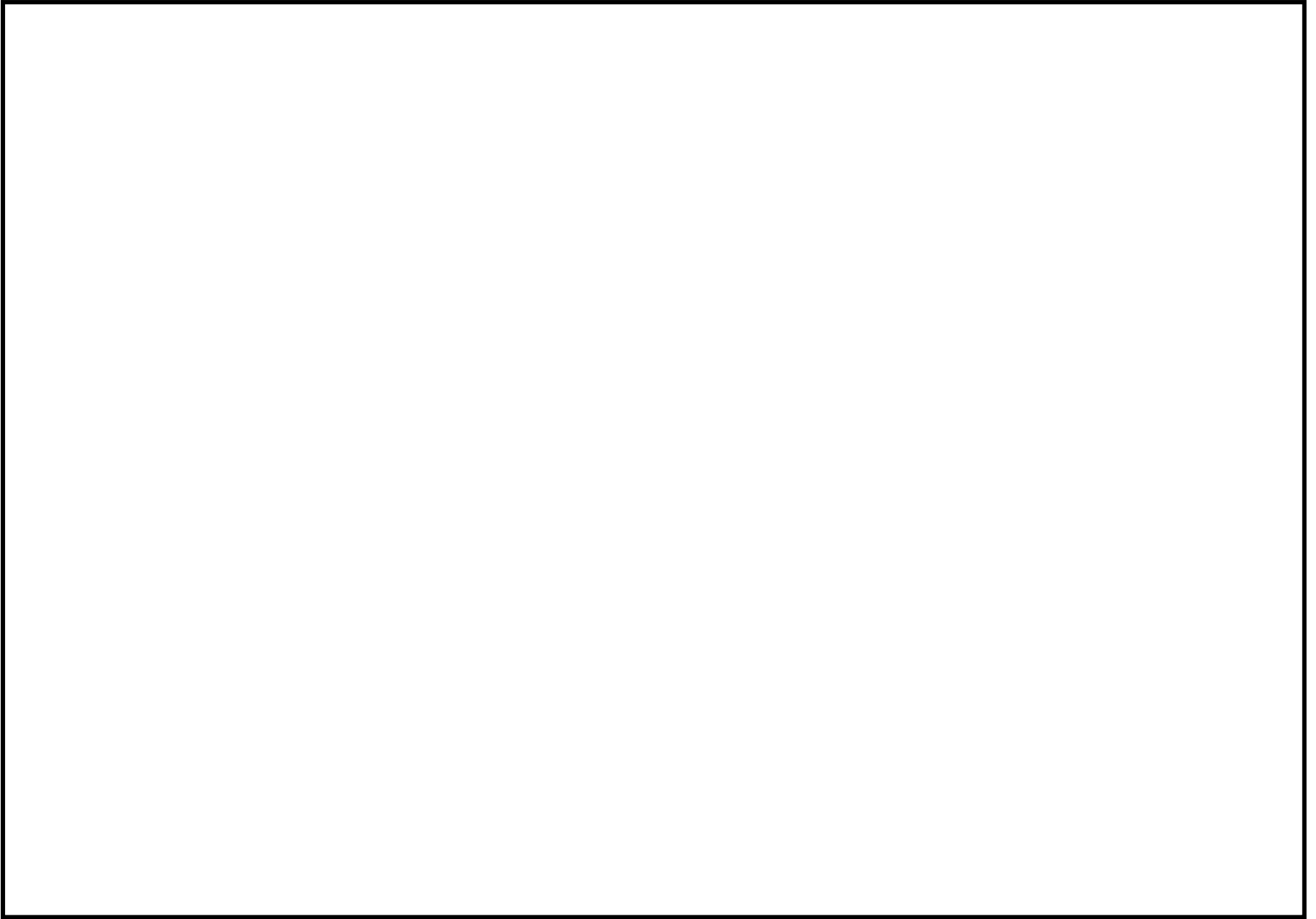












## 15. 低エネルギー配管の強度評価について

### 1. はじめに

- 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）では、低エネルギー配管には貫通クラックを想定することが求められているが、評価により破損を想定しないことも認められている。
- 本資料では、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋の低エネルギー配管の貫通クラックの想定要否に係わる応力評価方法およびその評価結果について説明する。

### 2. 低エネルギー配管の貫通クラック想定要否の考え方

(1) 評価ガイドに基づく評価方法について：3. 項に評価フローを示す。

- 低エネルギー配管\*1の破損については、「評価ガイド 附属書A 流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」（以下「ガイド附属書A」という。）、「2. 1. 2 低エネルギー配管」に記載がある以下の条件のいずれかを満足すれば、貫通クラックを想定する必要はない。
  - 配管径が 25A 以下であること。（ガイド附属書A 2. 1. 2 (a)）
  - クラス 2、3 又は非安全系の配管にあつては、設計・建設規格 PPC-3530 の b. の計算式により計算した供用状態 A、B 及び  $(1/3)S_d$  地震荷重に対して、設計・建設規格 PPC-3530(1)b. の計算式により計算した一次応力 + 二次応力  $S_n$  が同 PPC-3530(1)d. の計算式により求めた許容応力  $S_a$  の 0.4 倍以下であること。（ガイド附属書A 2. 1. 2 (c) (ii)）

(2) 評価ガイドに保守性を持たせた評価方法について：4. 項に評価フローを示す。

- 低エネルギー配管については、建設時に各耐震クラスに応じた標準支持間隔（定ピッチスパン）を用いてサポートを設けている。
- 定ピッチスパンにより敷設した配管の標準支持間隔または実機配管の実際の支持間隔と貫通クラックの想定が不要な支持間隔を比較し、前者の支持間隔が後者より小さい場合には、貫通クラックを想定することは不要と判断することができる。
- 上記手法は、低エネルギー配管の貫通クラック想定要否については、配管の支持間隔を比較評価することにより判断する方法であり、評価ガイドを満足している。

\*1：補足説明資料 1-3 「高エネルギー配管と低エネルギー配管の分類について」参照。

\*2：「設計・建設規格 PPC-3530(1)」抜粋 は次頁のとおり。

$$b. \quad S_n = \frac{P_m D_o}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b) + i_2 M_c}{Z}$$

$S_n$ : 一次応力と二次応力を加えて求めた応力 (MPa)

$i_1, i_2$ : 応力係数

$M_c$ : 管の熱による支持点の変位および熱膨張により生ずるモーメント (N・mm)

$P_m$ : 内面に受ける最高の圧力 (MPa)

$M_b$ : 管の機械的荷重 (逃がし弁または安全弁の吹出し反力その他の短期的荷重に限る) により生ずるモーメント (N・mm)

$D_o$ : 管の外形 (mm)

$T$ : 管の厚さ (mm)

$M_a$ : 管の機械的荷重 (自重その他の長期荷重に限る) により生ずるモーメント (N・mm)

$$d. \quad S_a = 1.25fS_c + (1.2 + 0.25f)S_h$$

$S_a$ : 許容応力 (MPa)

$f$ : 許容応力低減係数

$S_c$ : 室温における材料の許容引張応力 (MPa)

$S_h$ : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

3. 低エネルギー配管の貫通クラックの想定要否判断フローについて

- 2. (1) 項に記載した考え方に基づいた貫通クラックの想定要否判断フローその 1 を図 1. に示す。

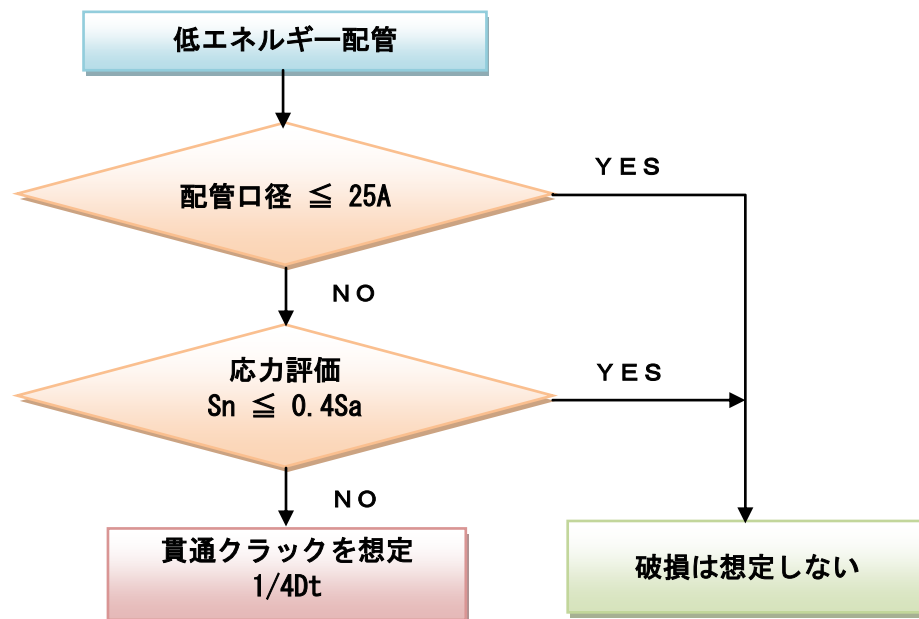


図 1 低エネルギー配管の貫通クラックの想定要否判断フローその 1



4. 定ピッチスパン法に基づく評価フローについて

- 2. (2) 項に記載した考え方にに基づき、各耐震クラスに応じた建設時の標準支持間隔（定ピッチスパン）または実機の実際の支持間隔を用いた、貫通クラックの想定要否判断フローその2を図2に示す。

- ① 建設工認記載の低温配管より、評価対象の低エネルギー配管を抽出。
- ② ①で抽出した低温配管について、建設工認記載の標準支持間隔“ $L_0$ ”を抽出。
- ③ ①で抽出した低温配管について定ピッチスパン法により、供用状態A, Bおよび(1/3)Sd地震荷重に対して $S_a$ の0.4倍以下となる支持間隔“新 $L_0$ ”を新たに算出。
- ④ ③で算出した新 $L_0$ が②で抽出した $L_0$ 以上であれば、当該支持間隔にて設計されている低温配管については、 $S_a$ の0.4倍以下であるため破損は想定しない。
- ⑤ ③で算出した新 $L_0$ が②で抽出した $L_0$ を下回っていた場合には、当該配管の実際の支持間隔  $L_0'$  を施工図により確認し、新 $L_0$ が $L_0'$ 以上であれば $S_a$ の0.4倍以下であるため破損は想定しない。
- ⑥ ⑥⑤で $L_0' \leq$ 新 $L_0$ とならない場合は、3次元はりモデルによる評価を実施する。

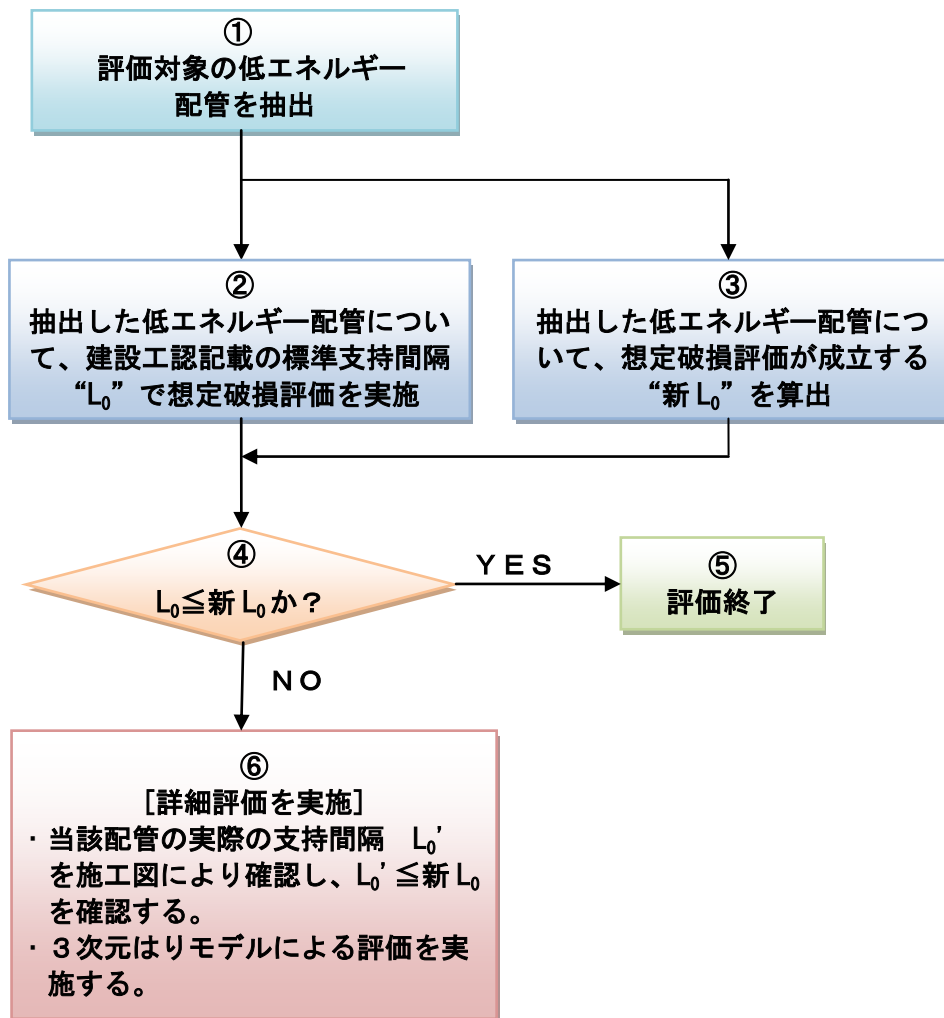


図2 低エネルギー配管の貫通クラックの想定要否判断フローその2

## 5. 評価結果

- 防護対象設備設置建屋（原子炉格納容器内を除く、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋）内の強度評価対象となる低エネルギー配管を15-別紙1に示す。  
また、図2「低エネルギー配管の貫通クラックの想定要否判断フローその2」に基づいた評価結果のアウトプットを15-別紙2に示す。
- 評価結果は以下のとおり。
  - 原子炉建屋、原子炉補助建屋およびディーゼル発電機建屋の低エネルギー配管については、溢水影響評価において貫通クラックの想定は不要であり、3次元はりモデルにより詳細評価を実施した箇所はない。
    - 別紙2の白抜きの対象配管箇所については、「 $L_0 \leq \text{新 } L_0$ 」【建設工認記載値の標準支持間隔 $\leq$ 貫通クラック想定が不要な支持間隔】を確認した。
    - 別紙2の灰色にハッチングした対象配管箇所については、施工図により【 $L_0'$ （当該配管の実際の支持間隔） $\leq$ 新  $L_0$ （貫通クラック想定が不要な支持間隔）】を確認した。
- なお、別紙1に示す循環水ポンプ建屋の低エネルギー配管の破損想定および評価結果については、補足説明資料7「循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について」を参照のこと。

## 6. その他

- ガイド附属書A2.2項に定める減肉等による破損については、配管設計、流体状況等から考えにくいですが、今回、建設時施工の炭素鋼配管のうち代表的な系統について肉厚測定を実施し、有意な減肉がないことを確認しており、減肉等による破損は想定しない。（確認結果については後日御説明）

以 上

表1 低エネルギー配管の強度評価対象系統

| 建屋名                            | 系統名             |
|--------------------------------|-----------------|
| 原子炉建屋<br>原子炉補助建屋<br>ディーゼル発電機建屋 | 原子炉補機冷却水系統      |
|                                | 原子炉格納容器スプレイ系統   |
|                                | 余熱除去系統          |
|                                | 化学体積制御系統        |
|                                | 空調用冷水設備系統       |
|                                | 地下水排水系統         |
|                                | 原子炉補給水系統（脱塩水）   |
|                                | 水消火系統           |
|                                | 原子炉補給水系統（純水）    |
|                                | 飲料水系統           |
|                                | 燃料取替用水系統        |
|                                | 使用済燃料ピット水浄化冷却系統 |
|                                | 安全注入系統          |
|                                | 試料採取系統          |
|                                | 原子炉補機冷却海水系統     |
|                                | 気体廃棄物処理系統       |
| 液体廃棄物処理系統                      |                 |
| 固体廃棄物処理系統                      |                 |
| 循環水ポンプ建屋                       | 所内用水系統          |
|                                | 海水電解装置海水供給・注入系統 |
|                                | 海水ストレナ排水系統      |

表2 評価結果のアウトプット (抜粋)

上段： 支持間隔 [m]  
下段： (自重+内圧+地震応力 [N/mm<sup>2</sup>])

| 材質       | 建屋<br>配管仕様    | 燃料取扱棟            |               |                | 原子炉建屋          |                |                | 原子炉補助建屋        |                |                |               |               |               |               |               |               |
|----------|---------------|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|          |               | 床面高<br>~EL41.00m | ~EL47.60m     | ~EL55.00m      | ~EL17.80m      | ~EL24.80m      | ~EL33.10m      | ~EL10.30m      | ~EL17.80m      | ~EL24.80m      | ~EL33.10m     | ~EL38.10m     | ~EL42.20m     | ~EL40.30m     | ~EL43.30m     | ~EL47.60m     |
| 炭素鋼      | 1. 1/2 SGP    | 4.3<br>( 81 )    | 4.2<br>( 83 ) | 3.1<br>( 68 )  | 4.8<br>( 62 )  | 4.8<br>( 75 )  | 4.8<br>( 84 )  | 4.8<br>( 66 )  | 4.8<br>( 79 )  | 4.8<br>( 78 )  | 4.7<br>( 83 ) | 4.2<br>( 64 ) | 4.2<br>( 71 ) | 4.2<br>( 76 ) | 3.9<br>( 88 ) | 3.4<br>( 77 ) |
|          | 1. 1/2 SCH40  | 3.8<br>( 77 )    | 3.8<br>( 80 ) | 2.9<br>( 78 )  | 4.1<br>( 64 )  | 4.1<br>( 76 )  | 4.1<br>( 84 )  | 4.1<br>( 68 )  | 4.1<br>( 79 )  | 4.1<br>( 78 )  | 4.1<br>( 78 ) | 3.4<br>( 60 ) | 3.4<br>( 66 ) | 3.4<br>( 70 ) | 3.3<br>( 82 ) | 3.1<br>( 75 ) |
|          | 2 SCH20       | 4.2<br>( 85 )    | 4.1<br>( 84 ) | 3.1<br>( 75 )  | 4.4<br>( 67 )  | 4.4<br>( 79 )  | 4.3<br>( 84 )  | 4.4<br>( 70 )  | 4.4<br>( 83 )  | 4.4<br>( 82 )  | 4.4<br>( 80 ) | 4.0<br>( 73 ) | 4.0<br>( 81 ) | 4.0<br>( 82 ) | 3.9<br>( 82 ) | 3.3<br>( 73 ) |
|          | 2 SGP         | 4.8<br>( 85 )    | 4.6<br>( 80 ) | 3.5<br>( 82 )  | 5.3<br>( 63 )  | 5.3<br>( 76 )  | 5.3<br>( 85 )  | 5.3<br>( 67 )  | 5.3<br>( 79 )  | 5.3<br>( 78 )  | 5.2<br>( 85 ) | 4.7<br>( 66 ) | 4.7<br>( 74 ) | 4.7<br>( 79 ) | 4.3<br>( 84 ) | 3.8<br>( 82 ) |
|          | 2 SCH40       | 4.3<br>( 85 )    | 4.1<br>( 79 ) | 3.2<br>( 85 )  | 4.6<br>( 70 )  | 4.6<br>( 82 )  | 4.4<br>( 84 )  | 4.6<br>( 74 )  | 4.5<br>( 83 )  | 4.6<br>( 85 )  | 4.5<br>( 81 ) | 3.8<br>( 64 ) | 3.8<br>( 71 ) | 3.8<br>( 76 ) | 3.6<br>( 85 ) | 3.4<br>( 77 ) |
|          | 2. 1/2 SGP    | 5.3<br>( 82 )    | 5.1<br>( 79 ) | 3.9<br>( 82 )  | 5.9<br>( 63 )  | 5.9<br>( 76 )  | 5.9<br>( 85 )  | 5.9<br>( 67 )  | 5.9<br>( 80 )  | 5.9<br>( 79 )  | 5.8<br>( 85 ) | 5.2<br>( 66 ) | 5.2<br>( 73 ) | 5.2<br>( 79 ) | 4.8<br>( 85 ) | 4.2<br>( 79 ) |
|          | 2. 1/2 SCH20  | 4.9<br>( 82 )    | 4.7<br>( 76 ) | 3.6<br>( 73 )  | 5.3<br>( 67 )  | 5.3<br>( 80 )  | 5.1<br>( 83 )  | 5.3<br>( 71 )  | 5.3<br>( 84 )  | 5.3<br>( 83 )  | 5.2<br>( 81 ) | 4.8<br>( 73 ) | 4.8<br>( 81 ) | 4.7<br>( 84 ) | 4.2<br>( 84 ) | 3.9<br>( 80 ) |
|          | 2. 1/2 SCH40  | 4.9<br>( 80 )    | 4.8<br>( 80 ) | 3.6<br>( 68 )  | 5.4<br>( 69 )  | 5.4<br>( 82 )  | 5.2<br>( 85 )  | 5.4<br>( 73 )  | 5.4<br>( 84 )  | 5.4<br>( 84 )  | 5.3<br>( 83 ) | 4.5<br>( 65 ) | 4.5<br>( 71 ) | 4.5<br>( 76 ) | 4.2<br>( 83 ) | 3.9<br>( 73 ) |
|          | 3 SGP         | 5.6<br>( 80 )    | 5.5<br>( 84 ) | 4.1<br>( 74 )  | 6.2<br>( 63 )  | 6.2<br>( 76 )  | 6.2<br>( 85 )  | 6.2<br>( 67 )  | 6.2<br>( 80 )  | 6.2<br>( 79 )  | 6.1<br>( 85 ) | 5.5<br>( 66 ) | 5.5<br>( 74 ) | 5.5<br>( 80 ) | 5.0<br>( 83 ) | 4.5<br>( 83 ) |
|          | 3 SCH20       | 5.2<br>( 80 )    | 5.1<br>( 80 ) | 3.9<br>( 80 )  | 5.7<br>( 69 )  | 5.7<br>( 81 )  | 5.5<br>( 85 )  | 5.7<br>( 72 )  | 5.7<br>( 85 )  | 5.7<br>( 84 )  | 5.6<br>( 83 ) | 5.1<br>( 73 ) | 5.1<br>( 81 ) | 5.0<br>( 83 ) | 4.5<br>( 85 ) | 4.2<br>( 83 ) |
|          | 3 SCH40       | 5.3<br>( 80 )    | 5.2<br>( 81 ) | 3.9<br>( 69 )  | 5.9<br>( 71 )  | 5.9<br>( 84 )  | 5.6<br>( 85 )  | 5.9<br>( 75 )  | 5.8<br>( 86 )  | 5.8<br>( 84 )  | 5.7<br>( 83 ) | 4.8<br>( 64 ) | 4.8<br>( 70 ) | 4.8<br>( 75 ) | 4.5<br>( 82 ) | 4.2<br>( 71 ) |
|          | 4 SGP         | 6.2<br>( 78 )    | 6.1<br>( 85 ) | 4.5<br>( 80 )  | 6.8<br>( 63 )  | 6.8<br>( 75 )  | 6.8<br>( 85 )  | 6.8<br>( 67 )  | 6.8<br>( 80 )  | 6.8<br>( 79 )  | 6.7<br>( 83 ) | 6.0<br>( 65 ) | 6.0<br>( 73 ) | 6.0<br>( 78 ) | 5.5<br>( 83 ) | 5.0<br>( 84 ) |
|          | 4 SCH20       | 5.9<br>( 82 )    | 5.7<br>( 79 ) | 4.4<br>( 81 )  | 6.4<br>( 69 )  | 6.4<br>( 82 )  | 6.1<br>( 83 )  | 6.4<br>( 73 )  | 6.4<br>( 85 )  | 6.4<br>( 84 )  | 6.3<br>( 84 ) | 5.7<br>( 73 ) | 5.7<br>( 80 ) | 5.6<br>( 83 ) | 5.0<br>( 84 ) | 4.7<br>( 77 ) |
|          | 4 SCH40       | 6.1<br>( 85 )    | 5.9<br>( 81 ) | 4.5<br>( 80 )  | 6.7<br>( 71 )  | 6.7<br>( 84 )  | 6.4<br>( 85 )  | 6.7<br>( 75 )  | 6.6<br>( 86 )  | 6.6<br>( 84 )  | 6.5<br>( 83 ) | 5.9<br>( 73 ) | 5.9<br>( 81 ) | 5.8<br>( 84 ) | 5.2<br>( 85 ) | 4.8<br>( 76 ) |
|          | 5 SGP         | 6.7<br>( 81 )    | 6.5<br>( 81 ) | 4.9<br>( 71 )  | 7.2<br>( 63 )  | 7.2<br>( 75 )  | 7.2<br>( 85 )  | 7.2<br>( 67 )  | 7.2<br>( 80 )  | 7.2<br>( 79 )  | 7.2<br>( 81 ) | 6.4<br>( 66 ) | 6.4<br>( 74 ) | 6.4<br>( 80 ) | 5.9<br>( 85 ) | 5.3<br>( 77 ) |
|          | 5 SCH20       | 6.5<br>( 85 )    | 6.3<br>( 83 ) | 4.8<br>( 79 )  | 6.9<br>( 69 )  | 6.9<br>( 81 )  | 6.6<br>( 83 )  | 6.9<br>( 73 )  | 6.9<br>( 85 )  | 6.9<br>( 84 )  | 6.8<br>( 81 ) | 6.2<br>( 74 ) | 6.2<br>( 81 ) | 6.1<br>( 85 ) | 5.4<br>( 82 ) | 5.1<br>( 74 ) |
|          | 5 SCH40       | 6.7<br>( 83 )    | 6.5<br>( 81 ) | 4.9<br>( 71 )  | 7.3<br>( 70 )  | 7.3<br>( 83 )  | 7.0<br>( 85 )  | 7.3<br>( 74 )  | 7.2<br>( 86 )  | 7.3<br>( 85 )  | 7.2<br>( 85 ) | 6.5<br>( 74 ) | 6.5<br>( 81 ) | 6.4<br>( 85 ) | 5.7<br>( 85 ) | 5.3<br>( 77 ) |
|          | 6 SGP         | 7.2<br>( 80 )    | 7.0<br>( 80 ) | 5.3<br>( 73 )  | 7.7<br>( 63 )  | 7.7<br>( 75 )  | 7.7<br>( 84 )  | 7.7<br>( 66 )  | 7.7<br>( 79 )  | 7.7<br>( 78 )  | 7.7<br>( 80 ) | 6.8<br>( 65 ) | 6.8<br>( 73 ) | 6.8<br>( 78 ) | 6.3<br>( 85 ) | 5.7<br>( 75 ) |
|          | 6 SCH20       | 6.9<br>( 83 )    | 6.8<br>( 84 ) | 5.2<br>( 81 )  | 7.5<br>( 73 )  | 7.5<br>( 83 )  | 7.1<br>( 84 )  | 7.5<br>( 75 )  | 7.4<br>( 85 )  | 7.4<br>( 84 )  | 7.4<br>( 84 ) | 6.7<br>( 75 ) | 6.7<br>( 83 ) | 6.5<br>( 84 ) | 5.8<br>( 81 ) | 5.6<br>( 84 ) |
|          | 6 SCH40       | 7.2<br>( 78 )    | 7.0<br>( 81 ) | 5.3<br>( 71 )  | 7.9<br>( 72 )  | 7.9<br>( 84 )  | 7.5<br>( 85 )  | 7.9<br>( 75 )  | 7.7<br>( 86 )  | 7.8<br>( 84 )  | 7.7<br>( 85 ) | 7.0<br>( 74 ) | 7.0<br>( 82 ) | 6.9<br>( 85 ) | 6.1<br>( 85 ) | 5.7<br>( 75 ) |
| 8 SCH30  | 7.3<br>( 84 ) | 7.7<br>( 84 )    | 5.9<br>( 77 ) | 8.5<br>( 74 )  | 8.5<br>( 85 )  | 8.0<br>( 85 )  | 8.6<br>( 78 )  | 8.3<br>( 85 )  | 8.3<br>( 84 )  | 8.4<br>( 84 )  | 7.6<br>( 77 ) | 7.6<br>( 84 ) | 7.3<br>( 84 ) | 6.6<br>( 81 ) | 6.4<br>( 84 ) |               |
| 8 SCH40  | 8.2<br>( 85 ) | 8.0<br>( 85 )    | 6.1<br>( 82 ) | 9.0<br>( 74 )  | 8.9<br>( 85 )  | 8.4<br>( 85 )  | 9.0<br>( 77 )  | 8.7<br>( 85 )  | 8.7<br>( 84 )  | 8.7<br>( 85 )  | 7.9<br>( 75 ) | 7.9<br>( 83 ) | 7.7<br>( 85 ) | 6.8<br>( 81 ) | 6.5<br>( 78 ) |               |
| 10 SCH30 | 8.4<br>( 84 ) | 8.3<br>( 83 )    | 6.5<br>( 80 ) | 9.4<br>( 76 )  | 9.2<br>( 85 )  | 8.6<br>( 84 )  | 9.4<br>( 80 )  | 8.9<br>( 84 )  | 9.0<br>( 85 )  | 9.1<br>( 83 )  | 8.2<br>( 77 ) | 8.2<br>( 84 ) | 7.9<br>( 85 ) | 7.3<br>( 82 ) | 7.0<br>( 83 ) |               |
| 10 SCH40 | 8.9<br>( 84 ) | 8.8<br>( 85 )    | 6.7<br>( 80 ) | 9.8<br>( 74 )  | 9.7<br>( 85 )  | 9.2<br>( 85 )  | 9.8<br>( 77 )  | 9.5<br>( 85 )  | 9.5<br>( 84 )  | 9.5<br>( 83 )  | 8.7<br>( 77 ) | 8.7<br>( 85 ) | 8.4<br>( 85 ) | 7.5<br>( 82 ) | 7.2<br>( 82 ) |               |
| 12 SCH30 | 9.0<br>( 85 ) | 8.9<br>( 84 )    | 7.0<br>( 82 ) | 10.0<br>( 77 ) | 9.7<br>( 85 )  | 9.2<br>( 85 )  | 10.0<br>( 81 ) | 9.4<br>( 84 )  | 9.5<br>( 85 )  | 9.7<br>( 84 )  | 8.7<br>( 78 ) | 8.7<br>( 85 ) | 8.4<br>( 85 ) | 7.7<br>( 81 ) | 7.5<br>( 83 ) |               |
| 12 SCH40 | 9.9<br>( 85 ) | 9.7<br>( 85 )    | 7.4<br>( 82 ) | 10.9<br>( 75 ) | 10.7<br>( 84 ) | 10.1<br>( 84 ) | 10.9<br>( 78 ) | 10.5<br>( 85 ) | 10.5<br>( 84 ) | 10.5<br>( 84 ) | 9.6<br>( 77 ) | 9.6<br>( 84 ) | 9.3<br>( 85 ) | 8.3<br>( 84 ) | 7.9<br>( 79 ) |               |

## 16. 高エネルギー配管等の溢水に伴う蒸気影響評価について

### 1. はじめに

- 本資料では、原子力発電所の内部溢水評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）に基づき、高エネルギー配管<sup>(注)</sup> および機器（以下、「高エネルギー配管等」という。）の溢水に伴う防護対象設備への蒸気影響を評価し、同設備の機能維持が図れることを検討・確認した。
  - 低温配管（運転温度95℃以下）については、蒸気影響がないことから、評価対象から除外している。
    - 呼び径25A(1B)を超える配管で、プラントの通常運転時に運転温度が95℃を超えるか、または運転圧力が1.9MPa(gage)を超える配管。本資料では、蒸気影響を確認するため、25A(1B)以下の配管についても評価しており、この配管も含めて「蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等」と呼ぶ。
- 2. 項以下に、高エネルギー配管等の溢水に伴う蒸気影響評価結果について記載する。

### 2. 蒸気影響評価のフローについて

- 蒸気影響評価のフローを図1に示す。下記フローに従った具体的な評価を次項以降に示す。

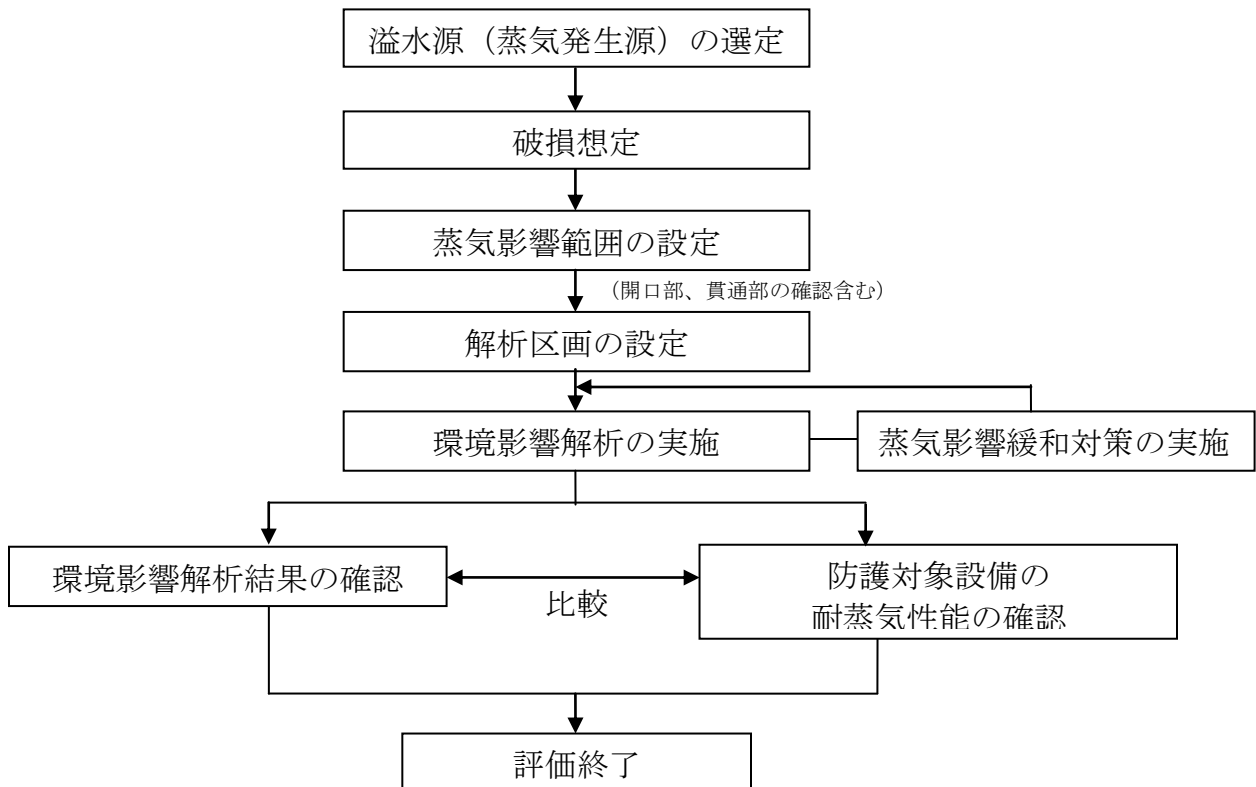


図1 蒸気影響評価フロー

### 3. 「溢水源（蒸気発生源）の選定」について

#### (1) 蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等からの溢水源の抽出について

- 「蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等」は、蒸気影響を確認する呼び径25A(1B)以下の配管（運転温度が95℃を超えるか、または運転圧力が1.9MPa(gage)を超える配管）を含む高エネルギー配管等であり、これを有する系統を表1に示す。（補足説明資料13参照）
- 原子炉格納容器および主蒸気管室に設置されている設備は、設計基準事故において環境が最も厳しくなる一次冷却材喪失事故および主蒸気管破損事故の環境下での耐蒸気性能が確認されていることから、これらに設置されている蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等を有する系統による防護対象設備への蒸気影響はない。このため、これらの系統は評価対象外とする。（別紙1参照）
- また、充てん系統については、系統の運転温度が95℃以下の低温配管であることから、蒸気影響評価対象外である。
- 以上から、蒸気影響を考慮すべき高エネルギー配管等のうち、今回の評価で溢水源（蒸気発生源）として考慮する系統は、原子炉建屋および原子炉補助建屋に設置されている「抽出系統」、「1次系補助蒸気系統」および「蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）」（表1の黄色セル部分）とする。

表1 蒸気影響評価対象選定表

| 蒸気影響を考慮すべき<br>高エネルギー配管等を有する系統     | 設置場所             | 低温<br>配管 | 蒸気影響<br>評価対象      |
|-----------------------------------|------------------|----------|-------------------|
| 1次冷却材系統                           | 原子炉格納容器          | —        | ○                 |
| 充てん系統（封水注入系統含む）                   | 原子炉格納容器          | —        | ○                 |
| 抽出系統                              | 原子炉格納容器          | —        | ○                 |
| 充てん系統（封水注入系統含む）                   | 原子炉補助建屋、原子炉建屋    | ○        | —                 |
| 抽出系統                              | 原子炉建屋            | —        | ○                 |
| 主給水系統（補助給水系統含む）                   | 主蒸気管室            | —        | ○                 |
| 主蒸気系統（ドレン系統含む） <sup>(注1)</sup>    | 主蒸気管室            | —        | ○                 |
| 1次系補助蒸気系統                         | 原子炉補助建屋、原子炉建屋    | —        | ○                 |
| 蒸気発生器ブローダウン系統                     | 主蒸気管室            | —        | ○                 |
|                                   | 原子炉建屋(主蒸気管室外)    | —        | ○                 |
| 蒸気発生器ブローダウンサンプル系統 <sup>(注2)</sup> | 主蒸気管室            | —        | ○                 |
| （2次系高温・高圧系統）                      | タービン建屋（以下、「T/B」） | —        | — <sup>(注3)</sup> |

(注1) タービン動補助給水ポンプ駆動用蒸気配管は、タービン動補助給水ポンプ室にも設置されているが、本配管が破損した場合には、防護対象設備であるタービン動補助給水ポンプの機能が喪失するため、当該ポンプの蒸気影響評価は実施しない。(注2) 蒸気影響を確認する呼び径25A(1B)以下の配管。(注3) 2次系の高エネルギー配管等は、設置されているタービン建屋に防護対象設備がないことから、評価対象外としている。

(2) 具体的な蒸気影響評価対象系統

(1)より、原子炉建屋（以下、「R/B」という。）および原子炉補助建屋（以下、「A/B」という。）における溢水源（蒸気発生源）とする系統は、「抽出系統」、「1次系補助蒸気系統」および「蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）」である。（以下、「蒸気評価配管」という。）

■ 抽出系統

- 「抽出系統」は、通常運転中、非再生冷却器により約50°Cまで冷却されることから、評価対象範囲は「C/V 貫通部～非再生冷却器」の間となる。

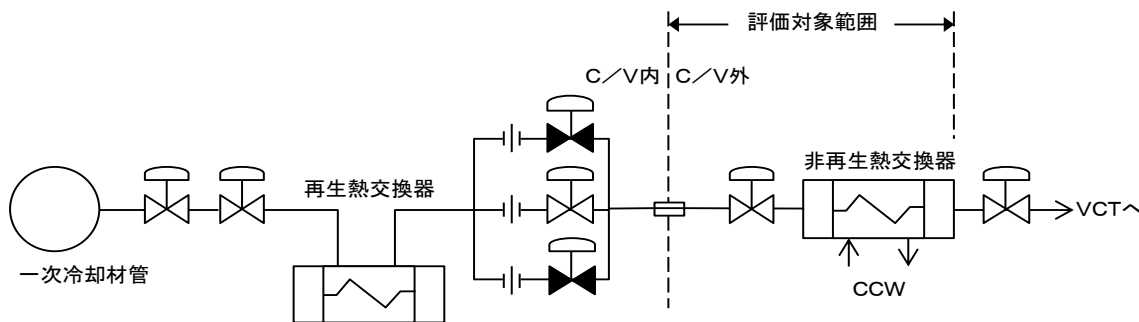


図2 抽出系統概要図

■ 1次系補助蒸気系統概念図 (Primary Auxiliary Steam System Concept Diagram)

- 「1次系補助蒸気系統」は、負荷の下流側に設置されたスチームトラップで完全に復水となり、温度、圧力とも低下して蒸気影響はなくなることから、評価対象範囲は「供給配管～スチームトラップ」の間となる。

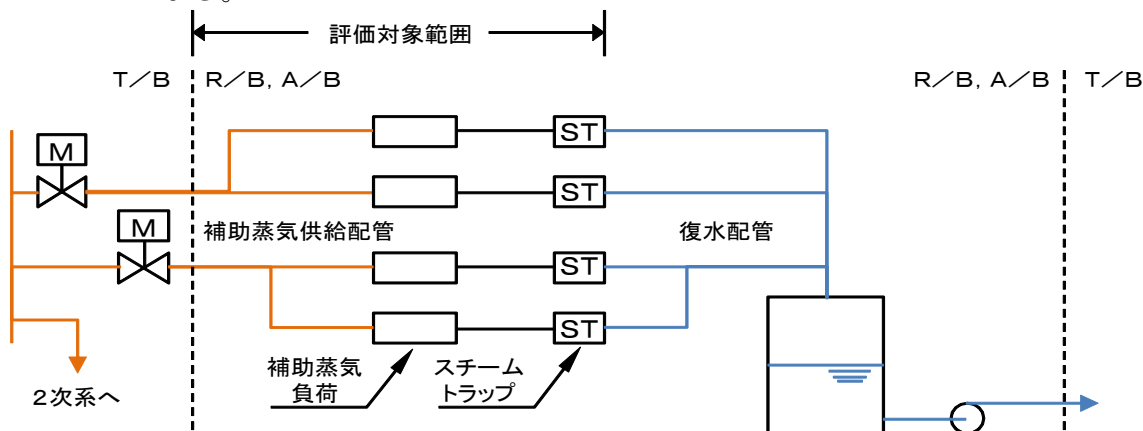


図3 1次系補助蒸気系統概要図

- 蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）
  - ▶ 「蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）」は、蒸気発生器ブローダウンタンクに繋がる系統のうち、C/V外で「主蒸気管室外」に施工されている範囲を評価対象範囲とする。

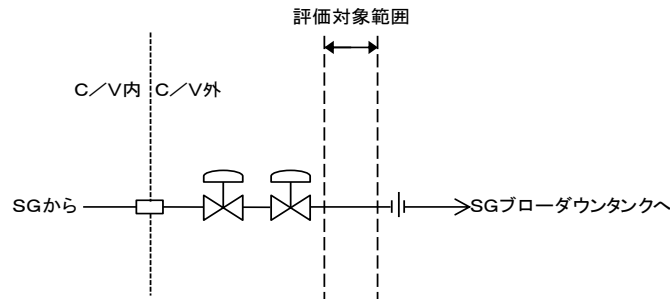


図4 蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）

#### 4. 「破損想定」について

- 3. (2)で選定した蒸気評価配管の評価対象範囲に対し、評価ガイドに従い、下記のとおり破損を想定する。

##### (1)地震に起因する破損

- 「抽出系統」、「1次系補助蒸気系統」および「蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）」の蒸気評価配管は、耐震Cクラスで設置しているが、「耐震B, C クラス機器の耐震評価」において、基準地震動 $S_s$ に対する耐震性を確認していることから、地震に起因する破損は考慮しない。（補足説明資料4参照）

##### (2)想定破損（別紙2参照）

- 蒸気評価配管は、防護対象設備への蒸気影響を評価する上で、原因を特定しない以下の破損を想定する。
 

なお、評価上の破損想定は1ヶ所とし、複数箇所の同時破損は考慮しない。

  - ▶ 1次系補助蒸気系統のうち、25A 超過配管（ターミナルエンド部を除く）は、評価ガイドに基づいた応力評価を行い、1次応力+2次応力 $S_n$ が許容応力 $S_a$ の0.8倍以下であることを確認していることから、破損の大きさは、同様に評価ガイドに基づき、配管内径の1/2の長さと同様に配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラックを想定する。
  - ▶ 蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室外）は、評価ガイドに基づいた応力評価を行い、非破損を想定する。



- その他の配管は、評価ガイドに基づいた応力評価を行わず、完全全周破断を想定する。

(3)減肉破損（別紙3参照）

- 「抽出系統」は、想定破損において、完全全周破断を想定しているため、減肉破損も包絡されている。
- 「補助蒸気系統」および「蒸気発生器ブローダウン系統」は、日本機械学会「加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術基準」に基づき超音波厚さ測定による減肉管理を行うことで、配管材料に対する経年影響が小さい状態で管理しているため、減肉破損は考慮しない。

5. 「蒸気影響範囲の設定」について

- 蒸気評価配管の配置図上の位置関係を確認し、溢水源（蒸気発生源）の特定を行う。溢水源（蒸気発生源）の存在する区画に貫通部があれば、隣接する区画も蒸気影響範囲として考慮する。

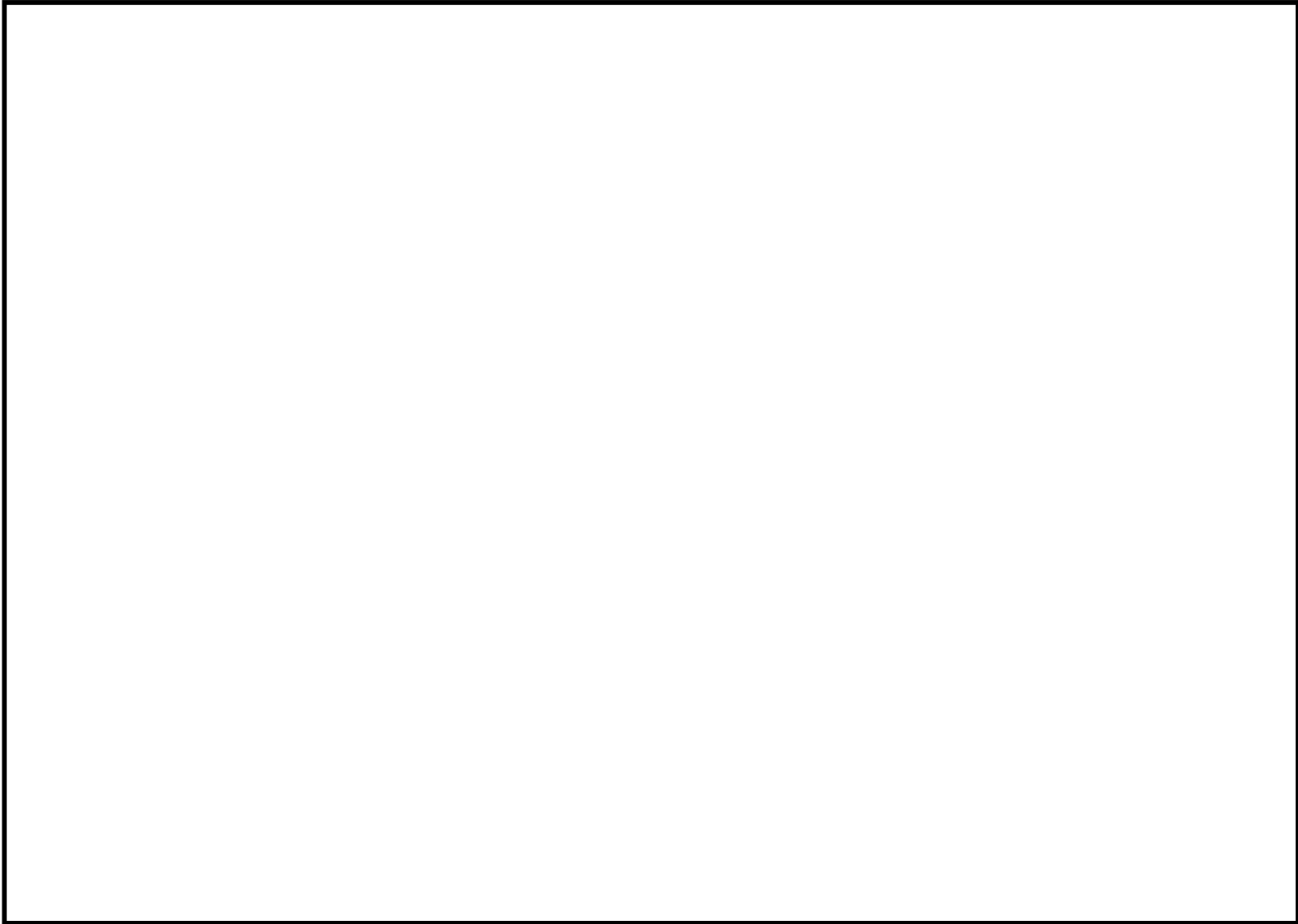


図5 蒸気影響範囲の設定

6. 「解析区画の設定」および「環境影響解析の実施」について（別紙4参照）
  - 蒸気漏えいに伴う環境影響は、汎用解析コード（GOTHIC）を用いて解析している。
  - 防護対象設備の配置、溢水源（蒸気発生源）、空調の流れ（給気および排気）、貫通部・開口部を考慮した解析区画を設定し、境界条件等に基づいて熱流動解析を行い、解析区画ごとの温度、湿度を算出する。



図6 GOTHIC コードによる環境影響解析概要図

7. 「蒸気影響緩和対策の実施」について（別紙5参照）
  - 6. で実施した環境影響解析の結果、蒸気の漏えい時に温度影響の大きな区画に対しては温度検出器（測温抵抗体）を設けるとともに、1次系補助蒸気系統については、供給母管にしゃ断弁を設け、原子炉建屋および原子炉補助建屋の設計最高温度（40℃）から有意に高い温度である、60℃以上の温度でしゃ断弁を自動「閉」とし、影響を緩和させることとしている。
  - 更に、この影響緩和効果について、GOTHIC コードによる環境影響解析で確認している。

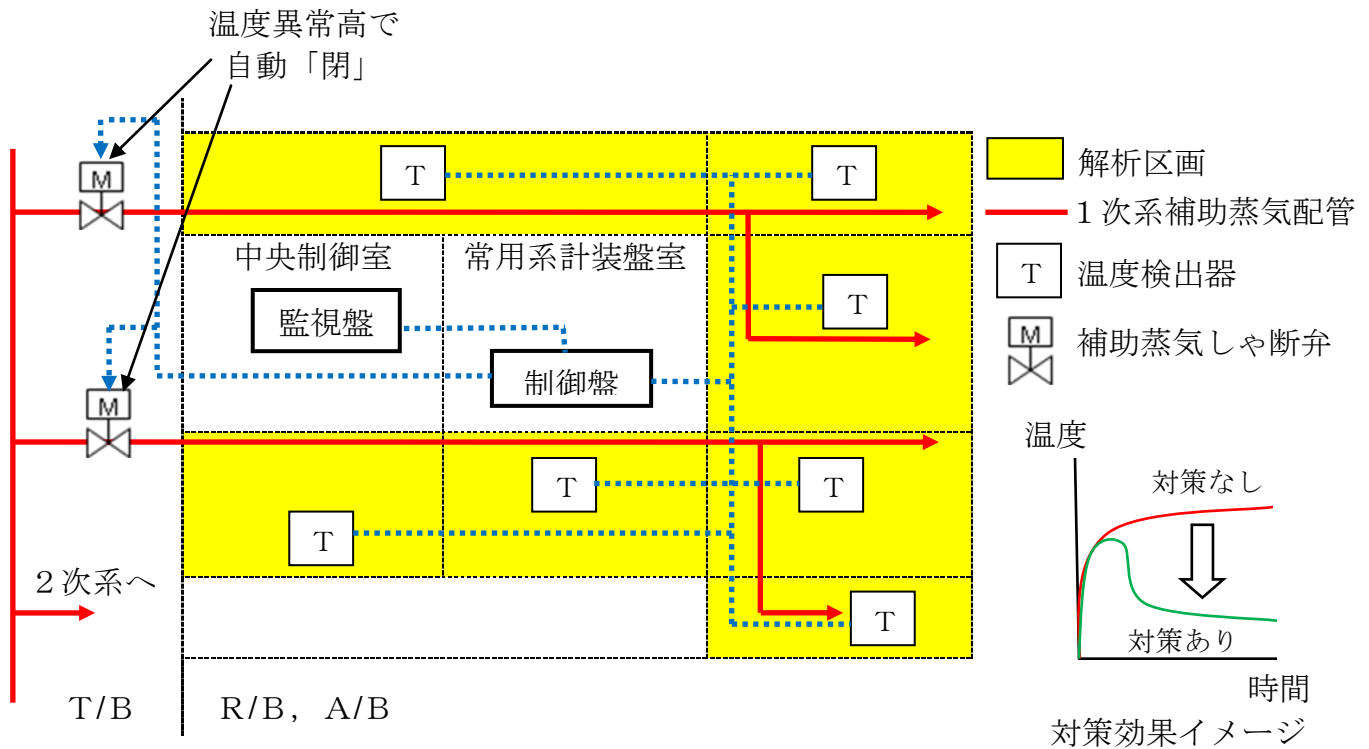


図7 蒸気漏えいの自動検知・隔離 概要図  
(温度検出器、補助蒸気しゃ断弁設置概要)

8. 「環境影響解析結果の確認」について（別紙6参照）
  - 蒸気評価配管の想定破損に伴う蒸気漏えいおよびその緩和対策を考慮した環境への影響は、GOTHIC コードによる環境影響解析の結果、解析区画の温度は約100℃以内となっており、9. に示す防護対象設備の耐蒸気性能に比べて問題のないことを確認している。
9. 「防護対象設備の耐蒸気性能の確認」について（別紙7参照）
  - 防護対象設備のうち、電気計装品については、漏えい蒸気に曝露されることを想定した「耐蒸気性能試験」を実施し、120℃の蒸気環境下に曝された場合においても機能維持することを確認している。
  - また、試験装置に収まらないモータについては、構成部品毎の評価により解析温度での機能維持を確認している。

以上

## 原子炉格納容器および主蒸気管室における蒸気影響について

## 1. 原子炉格納容器

- 原子炉格納容器内の耐環境仕様設備は、設計基準事故において環境が最も厳しくなる 1 次冷却材喪失事故に伴う蒸気影響に対しても機能維持が図れるように設計していることから、高エネルギー配管等の破損による影響は受けない。（補足説明資料 1 参照）

## 2. 主蒸気管室

- 主蒸気管室内の防護対象設備は、設計基準事故において環境が最も厳しくなる主蒸気管破損事故（以下、「MSLB」という。）に伴う蒸気影響に対しても機能維持が図れるよう設計していることから、高エネルギー配管等の破損による影響は受けない。
  - MSLB により、主蒸気管室全域が高温・高圧の蒸気雰囲気となる。主蒸気管室内の防護対象設備は解析で求められた高温・高圧環境に対して機能維持が図れるよう、設計および試験により機能維持ができることを確認している。
    - MSLB時の主蒸気管室の温度変化は下図参照のこと。
      - ◇ 主蒸気管室環境⇒湿度：100%、圧力：0.05MPa



MSLB 時の主蒸気管室内温度変化（環境条件）

## 補助蒸気配管および蒸気発生器ブローダウン配管の強度評価について

## 1. 概要

- 原子炉建屋、原子炉補助建屋に敷設されている補助蒸気配管および蒸気発生器ブローダウン配管（高エネルギー配管）による溢水（蒸気）影響評価においては、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド 附属書A 流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」（以下「ガイド附属書A」という。）に従い配管の応力評価を実施し、その評価結果に基づき想定する破損形状を設定して評価をしている。
- 本資料は、応力評価の手法、結果についてとりまとめたものである。

## 2. 破損形状の設定フロー

- 破損形状の設定フローについて図1に示す。

※1: 補助蒸気配管および蒸気発生器ブローダウン配管以外の高エネルギー配管（抽出系統）については完全全周破断を想定する。

※2: C/V内および主蒸気管室内の防護対象設備は蒸気影響に対して機能維持が図れるよう設計および実証試験を実施。

※3: 配管減肉管理が必要な配管については、肉厚測定結果に基づき、余寿命評価を行い、次回検査時期の設定や必要に応じて取替計画を行うこととしている。

※4: 小口径（25A以下）の配管については、完全全周破断を想定する。

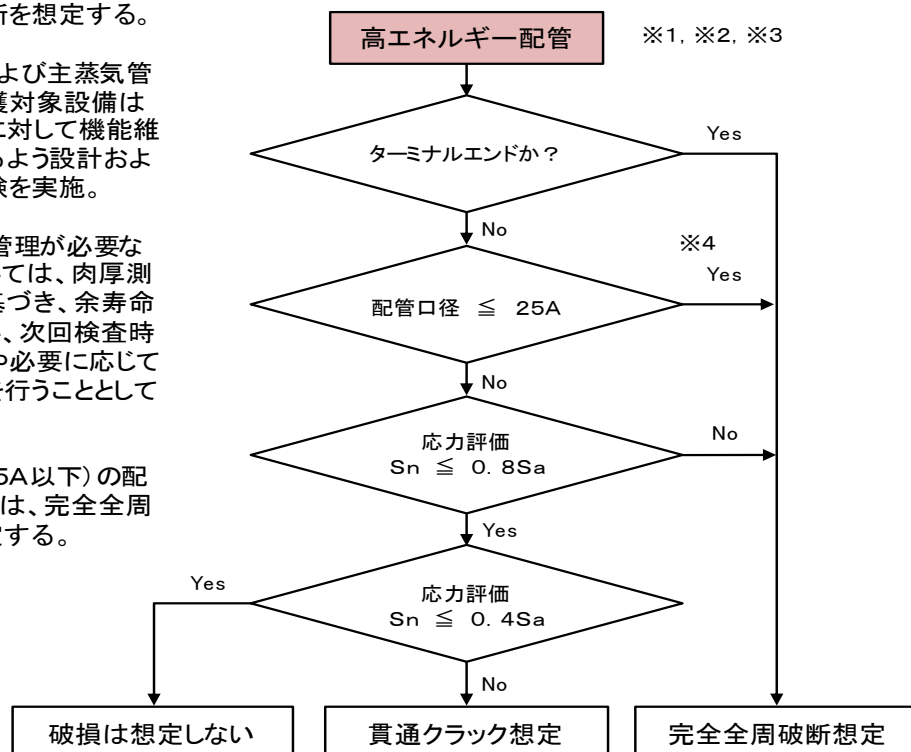


図1 破損形状の設定フロー

### 3. 応力評価

#### (1) 評価方法

- ガイド附属書Aに従い、供用状態A, B及び(1/3)Sd 地震荷重に対して設計・建設規格PPC-3530(1)b. の計算式によりSn (一次応力+二次応力) を算出し、設計・建設規格PPC-3530(1) d. の計算式により求めたSa (許容応力) の0.8倍および0.4倍との比較により破損形状を設定する。
- 一次応力の算出については、基本は、定ピッチスパン法によるものとし、二次応力である熱応力については、保守的な値として建設工認時における限度値の10kg/mm<sup>2</sup>(100MPa)を一律に用いる。

$$b. \quad S_n = \frac{P_m D_0}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b) + i_2 M_c}{Z}$$

Sn: 一次応力と二次応力を加えて求めた応力 (MPa)

$i_1, i_2$ : 応力係数

$M_c$ : 管の熱による支持点の変位および熱膨張により生ずるモーメント (N・mm)

$P_m$ : 内面に受ける最高の圧力 (MPa)

$M_b$ : 管の機械的荷重 (逃がし弁または安全弁の吹出し反力その他の短期的荷重に限る) により生ずるモーメント (N・mm)

$D_0$ : 管の外形 (mm)

T: 管の厚さ (mm)

$M_a$ : 管の機械的荷重 (自重その他の長期荷重に限る) により生ずるモーメント (N・mm)

$$d. \quad S_a = 1.25fS_c + (1.2 + 0.25f) S_h \quad S_a = 1.25fS_c + (1.2 + 0.25f) S_h$$

Sa: 許容応力 (MPa)

f: 許容応力低減係数

$S_c$ : 室温における材料の許容引張応力 (MPa)

$S_h$ : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

設計・建設規格 PPC-3530(1) 抜粋

## (2) 実評価の流れ

- 補助蒸気配管は、耐震Cクラスではあるが、波及影響の観点より建設時よりAsクラスの標準支持間隔を用いた設計がなされており、今回の評価においては、建設時のAsクラスの標準支持間隔（最大スパン長L）等を用いて、以下のとおり評価を実施した。なお、実評価のイメージ図について図2に示す。
  - 配管（蒸気影響評価範囲）の配管仕様（配管口径、板厚、材質）を全て抽出する。
  - 抽出した配管仕様に対応するように、建設工認に記載されたAsクラス配管の標準支持間隔を選出し、定ピッチスパン法により供用状態A, Bおよび1/3Sd地震荷重に対する一次応力を算出する。
  - 算出した応力に熱応力(100MPa)を足しあわせて一次+二次応力を算出する。
    - なお、補助蒸気配管は蒸気配管と復水配管があるため、各々の単位重量は内包流体に応じた配管重量となるよう見直しを実施した。
    - また、曲がり部、集中質量部および分岐部については、当該部の発生モーメントが直管部標準支持間隔での発生モーメント以下になるよう「支持間隔グラフ」の許容領域内で支持していることから、曲がり部等の発生応力は定ピッチスパン法（直管部）で評価した応力以下である。（添付参照）
- 蒸気発生器ブローダウン配管は、供用状態A, Bおよび1/3Sd地震荷重に対する応力を3次元梁モデルで算出し、破損想定が不要である許容値0.4Saと比較する。

## (3) 評価結果

- 表1に蒸気配管および復水配管、表2に蒸気発生器ブローダウン配管の評価結果をそれぞれ示す。
- 表1から、供用状態A, Bおよび1/3Sd地震荷重に対して最大となる発生応力は、許容値0.8Saを下回っており、ターミナルエンド以外の配管口径1B超の補助蒸気配管については、1/4Dt貫通クラック相当の破損形状を想定し防護対象設備に対する蒸気影響評価を実施する。
- 表2から、供用状態A, Bおよび1/3Sd地震荷重に対して最大となる発生応力は、許容値0.4Saを下回っており、蒸気発生器ブローダウン配管については、非破損を想定し防護対象設備に対する蒸気影響評価を実施しない。



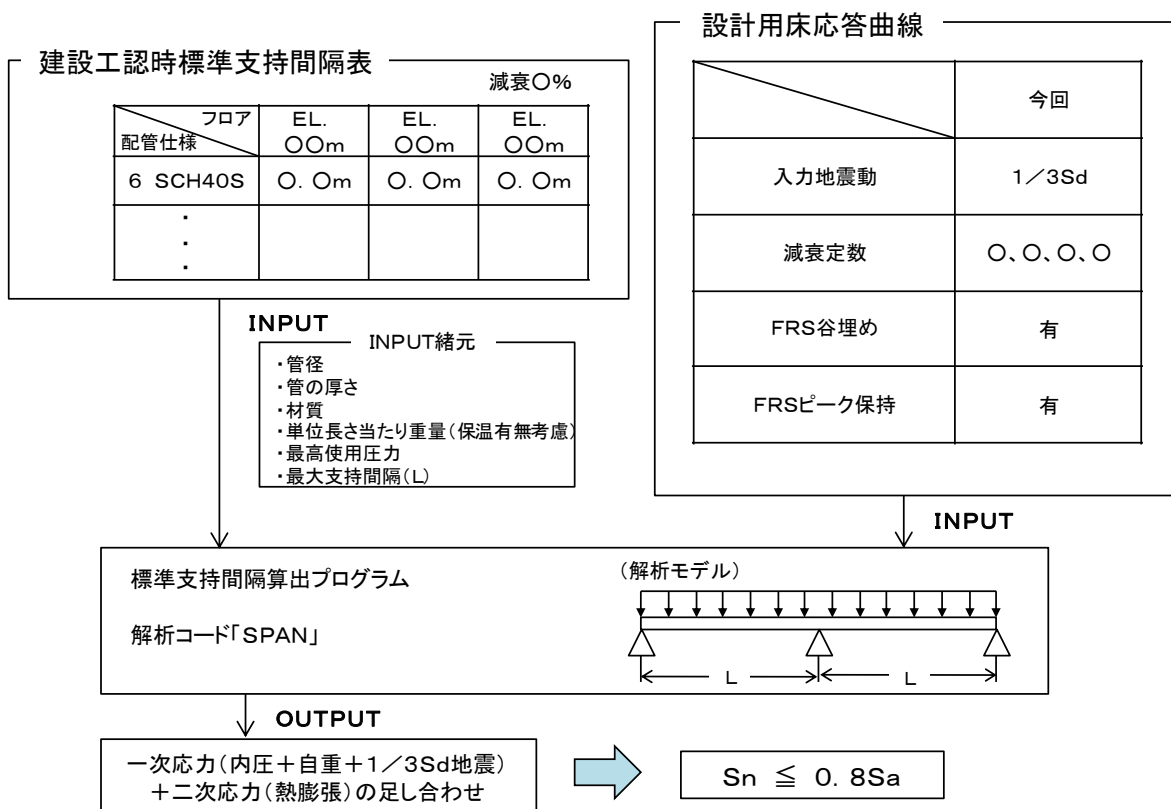


図2 評価イメージ図

**配管・電線管耐震支持間隔  
復水配管**

支持間隔 [m]  
(固有振動数 [Hz] )  
(応力 [N/mm<sup>2</sup>])

| 材質  | 呼称<br>[インチ]  | 建屋階高                  |                       |                       |                       | 許容値<br>0.8Sa(MPa) |
|-----|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
|     |              | TP.10.3~1.1M          | TP.17.8~10.3M         | TP.24.8~17.8M         | TP.33.1~24.8M         |                   |
| 炭素鋼 | 1・1/2B Sch40 | 3.5<br>( 9.8 / 160 )  | 3.1<br>( 12.0 / 156 ) | 3.1<br>( 12.0 / 158 ) | 3.1<br>( 12.0 / 158 ) | 170               |
|     | 2B Sch40     | 3.7<br>( 10.5 / 158 ) | 3.4<br>( 12.0 / 158 ) | 3.4<br>( 12.0 / 160 ) | 3.4<br>( 12.0 / 160 ) | 170               |
|     | 2・1/2B Sch40 | 4.5<br>( 9.8 / 158 )  | 4.0<br>( 11.9 / 155 ) | 4.0<br>( 11.9 / 156 ) | 4.0<br>( 11.9 / 157 ) | 170               |
|     | 3B Sch40     | 4.9<br>( 9.8 / 158 )  | 4.4<br>( 11.7 / 155 ) | 4.4<br>( 11.7 / 157 ) | 4.4<br>( 11.7 / 157 ) | 170               |
|     | 4B Sch40     | 6.1<br>( 8.2 / 170 )  | 5.5<br>( 9.9 / 168 )  | 5.5<br>( 9.9 / 170 )  | 5.5<br>( 9.9 / 171 )  | 170               |
|     | 5B Sch40     | 6.8<br>( 8.2 / 170 )  | 6.1<br>( 9.9 / 168 )  | 6.1<br>( 9.9 / 170 )  | 6.1<br>( 9.9 / 170 )  | 170               |
|     | 6B Sch40     | 7.4<br>( 8.2 / 171 )  | 6.6<br>( 10.0 / 167 ) | 6.6<br>( 10.0 / 169 ) | 6.6<br>( 10.0 / 170 ) | 200               |
|     | 8B Sch40     | 8.4<br>( 8.3 / 171 )  | 7.5<br>( 10.1 / 167 ) | 7.5<br>( 10.1 / 169 ) | 7.5<br>( 10.1 / 170 ) | 200               |

※太枠部分は実在配管

**配管・電線管耐震支持間隔  
蒸気配管**

支持間隔 [m]  
(固有振動数 [Hz] )  
(応力 [N/mm<sup>2</sup>])

| 材質  | 呼称<br>[インチ]  | 建屋階高                  |                       |                       |                       | 許容値<br>0.8Sa(MPa) |
|-----|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
|     |              | TP.10.3~1.1M          | TP.17.8~10.3M         | TP.24.8~17.8M         | TP.33.1~24.8M         |                   |
| 炭素鋼 | 1・1/2B Sch40 | 3.8<br>( 9.2 / 150 )  | 3.4<br>( 11.1 / 146 ) | 3.4<br>( 11.1 / 148 ) | 3.4<br>( 11.1 / 149 ) | 170               |
|     | 2B Sch40     | 4.0<br>( 10.0 / 147 ) | 3.6<br>( 11.8 / 145 ) | 3.6<br>( 11.8 / 146 ) | 3.6<br>( 11.8 / 147 ) | 170               |
|     | 2・1/2B Sch40 | 5.0<br>( 8.9 / 149 )  | 4.5<br>( 10.7 / 146 ) | 4.5<br>( 10.7 / 148 ) | 4.5<br>( 10.7 / 148 ) | 170               |
|     | 3B Sch40     | 5.5<br>( 8.9 / 148 )  | 4.9<br>( 10.8 / 145 ) | 4.9<br>( 10.8 / 146 ) | 4.9<br>( 10.8 / 147 ) | 170               |
|     | 4B Sch40     | 7.0<br>( 7.3 / 158 )  | 6.4<br>( 8.6 / 157 )  | 6.4<br>( 8.6 / 158 )  | 6.4<br>( 8.6 / 159 )  | 170               |
|     | 5B Sch40     | 7.9<br>( 7.3 / 157 )  | 7.3<br>( 8.4 / 157 )  | 7.3<br>( 8.4 / 158 )  | 7.3<br>( 8.4 / 159 )  | 170               |
|     | 6B Sch40     | 8.7<br>( 7.3 / 156 )  | 8.1<br>( 8.3 / 157 )  | 8.1<br>( 8.3 / 158 )  | 8.1<br>( 8.3 / 159 )  | 200               |
|     | 8B Sch40     | 10.1<br>( 7.3 / 155 ) | 9.4<br>( 8.3 / 155 )  | 9.4<br>( 8.3 / 157 )  | 9.4<br>( 8.3 / 158 )  | 200               |

※太枠部分は実在配管

表1(1/2)

**配管・電線管耐震支持間隔**  
蒸気配管

支持間隔 [m]  
(固有振動数 [Hz] )  
(応力 [N/mm<sup>2</sup>])

| 材質  | 建屋           |    | R/B                   | R/B                    | 許容値<br>0.8Sa(MPa) |
|-----|--------------|----|-----------------------|------------------------|-------------------|
|     | 呼称<br>[インチ]  | 階高 | TP.17.8~6.91M         | TP.33.1~17.8M          |                   |
| 炭素鋼 | 1・1/2B Sch40 |    | 3.7<br>{ 9.3<br>145 } | 3.4<br>{ 10.5<br>150 } | 170               |
|     | 2B Sch40     |    | 4.0<br>{ 9.5<br>144 } | 3.7<br>{ 10.7<br>150 } | 170               |
|     | 2・1/2B Sch40 |    | 4.7<br>{ 9.5<br>141 } | 4.4<br>{ 10.5<br>148 } | 170               |
|     | 3B Sch40     |    | 5.2<br>{ 9.4<br>141 } | 4.9<br>{ 10.3<br>148 } | 170               |
|     | 4B Sch40     |    | 6.0<br>{ 9.3<br>142 } | 6.0<br>{ 9.3<br>155 }  | 170               |
|     | 5B Sch40     |    | 6.8<br>{ 9.2<br>142 } | 6.8<br>{ 9.2<br>155 }  | 170               |
|     | 6B Sch40     |    | 7.5<br>{ 9.1<br>142 } | 7.5<br>{ 9.1<br>154 }  | 200               |
|     | 8B Sch40     |    | 8.7<br>{ 9.2<br>141 } | 8.7<br>{ 9.2<br>153 }  | 200               |

※太枠部分は実在配管

**配管・電線管耐震支持間隔**  
復水配管

支持間隔 [m]  
(固有振動数 [Hz] )  
(応力 [N/mm<sup>2</sup>])

| 材質  | 建屋           |    | R/B                   | R/B                    | 許容値<br>0.8Sa(MPa) |
|-----|--------------|----|-----------------------|------------------------|-------------------|
|     | 呼称<br>[インチ]  | 階高 | TP.17.8~6.91M         | TP.33.1~17.8M          |                   |
| 炭素鋼 | 1・1/2B Sch40 |    | 3.5<br>{ 9.4<br>154 } | 3.2<br>{ 10.8<br>161 } | 170               |
|     | 2B Sch40     |    | 3.8<br>{ 9.6<br>153 } | 3.5<br>{ 10.8<br>163 } | 170               |
|     | 2・1/2B Sch40 |    | 4.5<br>{ 9.4<br>154 } | 4.2<br>{ 10.4<br>163 } | 170               |
|     | 3B Sch40     |    | 4.9<br>{ 9.4<br>153 } | 4.5<br>{ 10.7<br>159 } | 170               |
|     | 4B Sch40     |    | 5.6<br>{ 9.2<br>157 } | 5.4<br>{ 9.7<br>172 }  | 170               |
|     | 5B Sch40     |    | 6.2<br>{ 9.3<br>156 } | 6.0<br>{ 9.7<br>172 }  | 170               |
|     | 6B Sch40     |    | 6.8<br>{ 9.1<br>158 } | 6.6<br>{ 9.6<br>174 }  | 200               |
|     | 8B Sch40     |    | 7.7<br>{ 9.3<br>157 } | 7.5<br>{ 9.7<br>174 }  | 200               |

※太枠部分は実在配管

SGブローダウン配管評価中

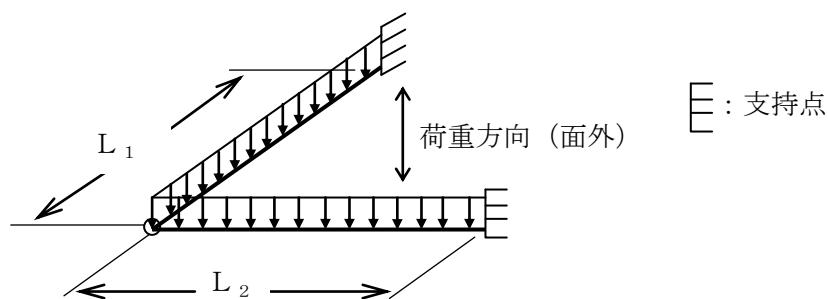
表 2

## (1) 曲がり部支持間隔

曲がり部支持間隔を定めるための直管部標準支持間隔との比を求める解析モデル、解析方法、解析条件、解析結果及び曲がり部の支持方針について次に示す。

## a. 解析モデル

配管の曲がり部は、次に示すように、ピン結合両端固定の等分布質量の連続はりにモデル化する。



- $L_1, L_2$  : 曲がり部から支持点までの長さ  
 $L_E$  : 曲がり部支持間隔 ( $L_E = L_1 + L_2$ )  
 $w$  : 単位長さ当たりの質量  
 荷重方向 : 耐震性の評価方向  
 面外 : 配管で構成される面に対して直角方向

## b. 解析条件及び解析方法

- (a) 固有振動数が、直管部標準支持間隔の固有振動数以上であること。  
 (b) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。  
 (c) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。  
 (d) a, b 及び c 項の各条件を満足する曲がり部支持間隔比  $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$  の最大値を、

$\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$  の関数として求める。ただし、 $L_0$  は、直管部標準支持間隔を表す。

## c. 解析結果及び支持方針

解析結果を、図 - 1 「曲がり部支持間隔グラフ」に示す。

図 - 1 「曲がり部支持間隔グラフ」は、曲がり部支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したものであり、次に示すとおり、曲がり部は、図 - 1 「曲がり部支持間隔グラフ」の許容領域内で支持する。

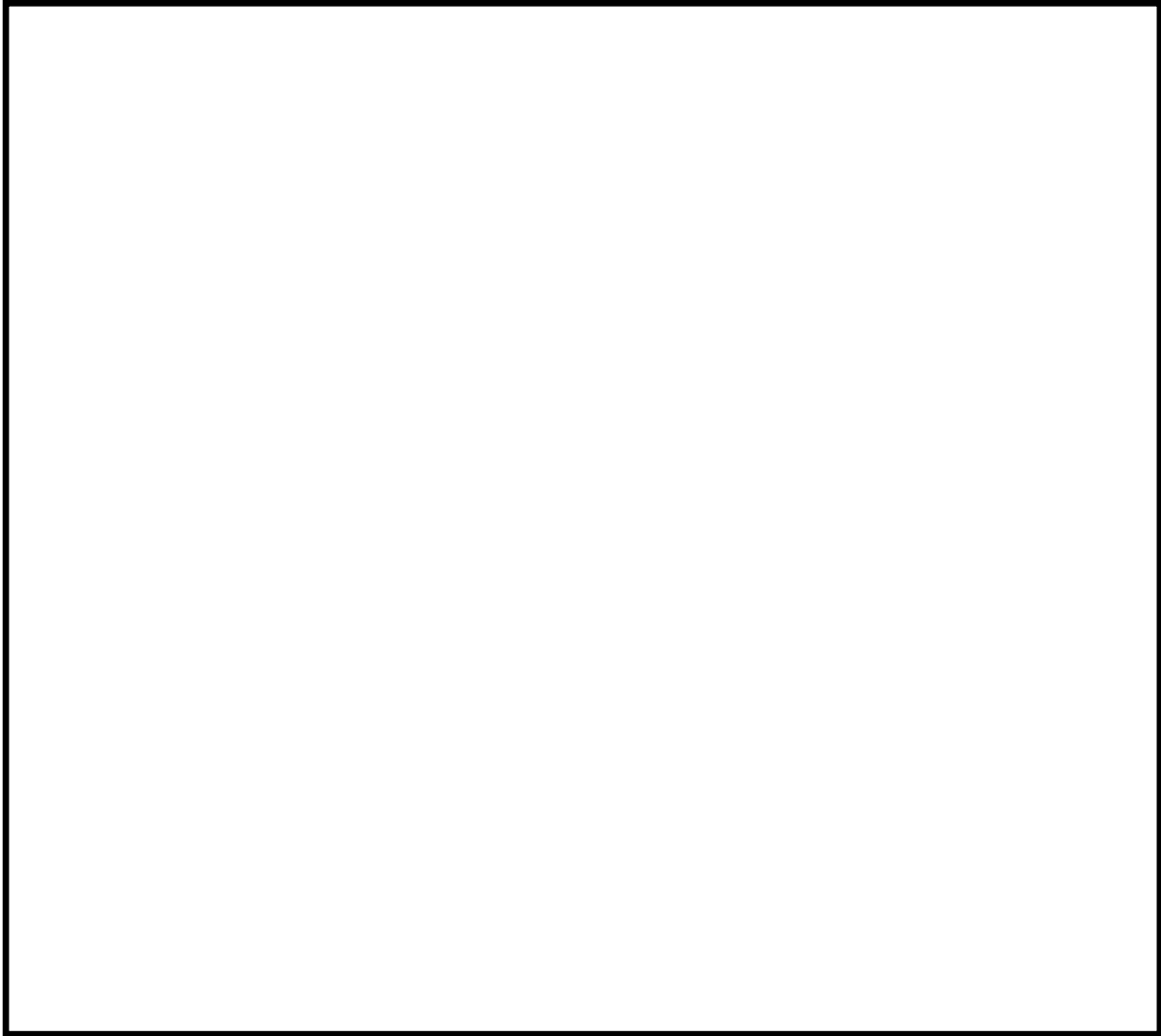


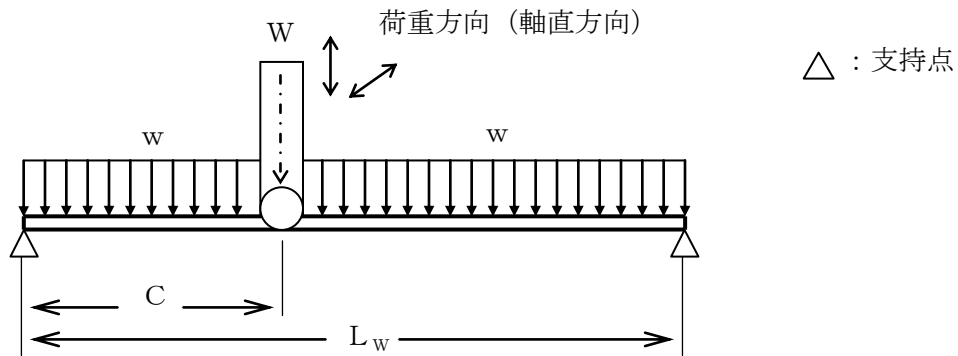
図 - 1 曲がり部支持間隔グラフ

(2) 集中質量部支持間隔

集中質量部支持間隔を定めるための直管部標準支持間隔との比を求める解析モデル、解析方法、解析条件、解析結果及び集中質量部の支持方針について次に示す。

a. 解析モデル

配管に重量物（弁又はフランジ）が設置される集中質量部は、次のように任意の位置に集中質量を有する両端支持のほりにモデル化する。



- $L_w$  : 集中質量部支持間隔  
 $C$  : 支持点から集中質量点までの長さ  
 $w$  : 単位長さ当たりの質量  
 $W$  : 集中質量  
 荷重方向 : 耐震性の評価方向

b. 解析条件及び解析方法

- (a) 固有振動数が、直管部標準支持間隔の固有振動数以上であること。  
 (b) 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。  
 (c) 自重及び鉛直地震力による集中荷重並びに等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

- (d)  $\left(\frac{C}{L_w}\right)$ をパラメータとし、a, b 及び c 項の条件を満足する集中質量部

支持間隔比 $\left(\frac{L_w}{L_0}\right)$ の最大値を、 $\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$ の関数として求める。ただし、

$L_0$ は、直管部標準支持間隔を表す。

c. 解析結果及び支持方針

解析結果を、図 - 2「集中質量部支持間隔グラフ」に示す。

図 - 2「集中質量部支持間隔グラフ」は、集中質量部支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したものであり、集中質量部は図 - 2「集中質量部支持間隔グラフ」の許容領域内で支持する。



図 - 2 集中質量部支持間隔グラフ

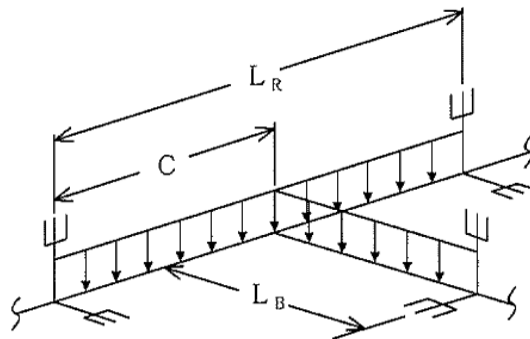
(5) 分岐部支持間隔

分岐部支持間隔を定めるための直管部標準支持間隔との比を求める解析モデル，解析方法，解析条件，解析結果及び分岐部の支持方針について次に示す。

a. 解析モデル

配管の分岐部は，次に示す等分布質量の連続はりにモデル化する。





—|/ : 支持点

$L_R$  : 分岐部母管長さ

$L_B$  : 枝管長さ

$L_0$  : 直管部標準支持間隔

$C$  : 母管支持点から枝管取付け点長さ

b, 解析条件及び解析方法

- (a) 固有振動数が，直管部標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (b) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが，直管部標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (c) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが，直管部標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- (d) (a)，(b) 及び (c) 項の条件を満足する分岐部支持間隔比  $\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$  の

最大値を， $\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$  の関数として求める。ただし， $L_0$  は，直管部標準支持間隔を表す。

(2) 解析結果及び支持方針

解析結果を，図 - 3 「分岐部支持間隔グラフ」に示す。

図 - 3 「分岐部支持間隔グラフ」は，分岐部支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したものであり，分岐部は図 - 3 「分岐部支持間隔グラフ」の許容領域内で支持する。

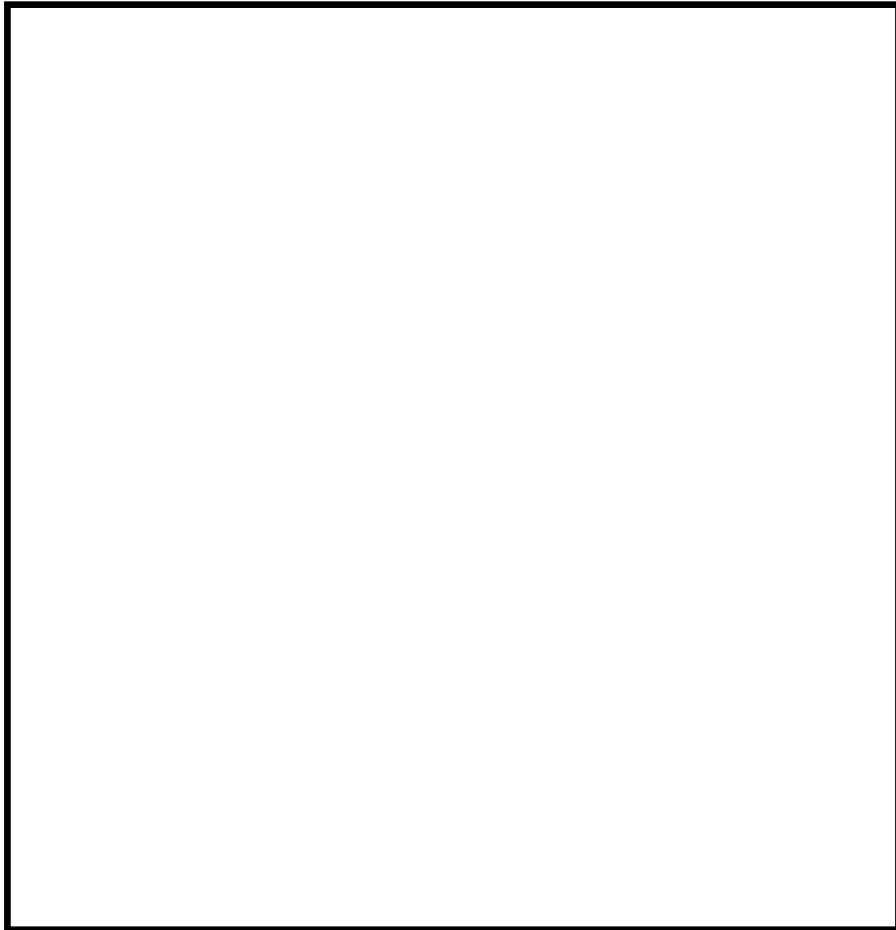


図 - 3 分岐部支持間隔グラフ

## 蒸気発生器ブローダウン系統配管及び補助蒸気系統配管の配管肉厚管理について

## 1. はじめに

泊発電所では、配管肉厚管理については日本機械学会「発電用原子力設備規格 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NG1-2006）」に規定されている配管及び配管減肉管理が必要な配管について、適切かつ円滑な配管の保全管理を行っている。

## 2. 蒸気発生器ブローダウン系統配管及び補助蒸気系統配管の肉厚管理

- 当該配管については、日本機械学会「発電用原子力設備規格 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NG1-2006）」に規定されている配管には該当せず、減肉傾向のない配管となり、その他系統として知見拡充のために肉厚管理を行っている。
- 減肉モードとしては、流れ加速型腐食<sup>※1</sup>（FAC）、液滴衝撃エロージョン<sup>※2</sup>（LDI）が想定される。
- 点検対象部位については、偏流発生部位を点検対象とし、制御弁下流、エルボ、ティー管、レジャーサ、曲げ管の肉厚を測定する。
- 点検対象部位における測定点は、偏流発生部位を始点として、その下流管の配管口径の2倍までの適切な範囲を、全体的な減肉傾向を把握するために、超音波厚さ計にて測定する。
- 点検実施時期については、測定結果を基に余寿命を算出し、余寿命が5年を下回る時期までの適切な時期に次回測定時期を設定し点検する。

※1 流れの影響で配管材料の腐食が加速される現象。

※2 蒸気とともに加速されるなどして高速になった液滴が、配管の壁面などに衝突したときに、局所的に大きな衝撃力を発生させ、それにより配管表面の酸化膜や母材が浸食される現象。

## 3. 点検状況について

| 系統名           | 材質  | 保全項目 |       |
|---------------|-----|------|-------|
|               |     | 肉厚測定 | 余寿命評価 |
| 蒸気発生器ブローダウン系統 | 炭素鋼 | ○    | ○     |
| 補助蒸気系統        | 炭素鋼 | ○    | ○     |

- 蒸気発生器ブローダウン系統配管については、第2回定期検査までの測定結果から必要最小厚さを下回る箇所はない。
- 補助蒸気系統配管については、第4回定期検査で測定する計画であり、供用前検査の測定結果も活用し、適切な管理を実施していく。
- 今後も継続的に肉厚測定を実施することにより、健全性を維持することができる。

以上

## GOTHIC コードによる蒸気拡散解析について

## 1. 概要

- GOTHICコードは、原子力発電プラントの格納システムの事故解析を主目的に、米国NAI社により開発された汎用熱流動解析コードである。
- コードは、質量、エネルギーおよび運動量の3保存則を気相・液相・液滴相の各流体場に適用した過渡解析を行う。
- 空間は解析区画として模擬され、それらはパスにより接続される。
- 蒸気拡散解析では、パスで接続された区画の蒸気拡散を評価する。

## 2. 蒸気拡散解析における主要なインプットデータおよびアウトプットデータ

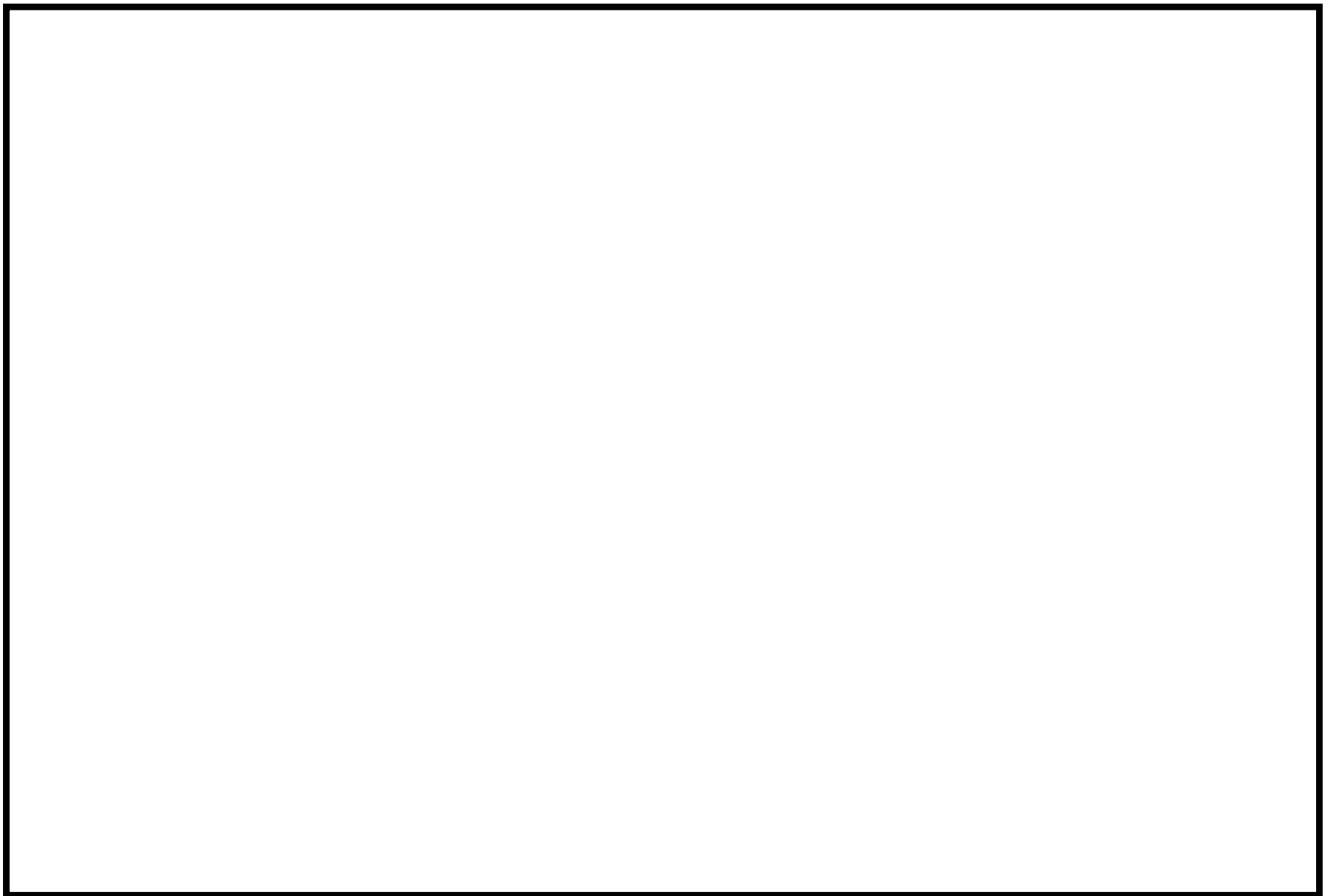


図 1 GOTHIC コードモデル

### 3. モデルの妥当性について

GOTHIC コードは、蒸気拡散解析の妥当性を確認するため、ドイツの廃炉施設を利用したHDR試験で実験解析を実施し、破損想定機器（高エネルギー配管）から放出される蒸気の区画間拡散挙動を適切に再現できることを確認している。

試験設備の概略図を図2に示す。領域23で破断流が放出され、試験中、本領域では、温度は2箇所、圧力は1箇所で計測されている。また、領域8は下部区画、領域34はドーム部であり、それぞれ試験中に温度が計測されている。

試験設備である格納容器は直径20m、高さ60mであり11,300m<sup>3</sup>の自由体積を有する。格納容器内の区画は、区間間の多数の開口部により接続されている。これらを示す接続パス（区画モデル化）を図3に示す。

破断区画である領域23（区画1603）の圧力と雰囲気温度の試験と計算結果の比較を図4に示すが、一致は良好である。また、本領域では、距離的に離れた2箇所（図2 F-F断面のc t 6302およびc t 6305）で温度を計測しているが、この温度がほぼ同じ値であることから、破断区画内での空間的温度分布はほぼ平坦であることが判る。

下部区画である領域8（区画1407）とドーム部である領域34（区画11004、区画1904、区画1905、区画1801、区画1803）の雰囲気温度の試験と計算結果の比較を図5に示す。

領域8では計算結果が試験を包絡しているが、領域34では試験が計算結果を約5℃超えている個所が確認できる。これは、本領域を5区画に分割しているが、計算値である区画内の温度（平均値）と区画内の温度検出点の実測温度との差の可能性があり、ノードを集中定数系としてモデル化したことによる誤差と捉えることもできる。

しかしながら、解析においてヒートシンクを考慮しない、温度上昇目標値を適切に設定すること等の配慮を行うことで、蒸気による環境影響解析に使用することは妥当と考える。

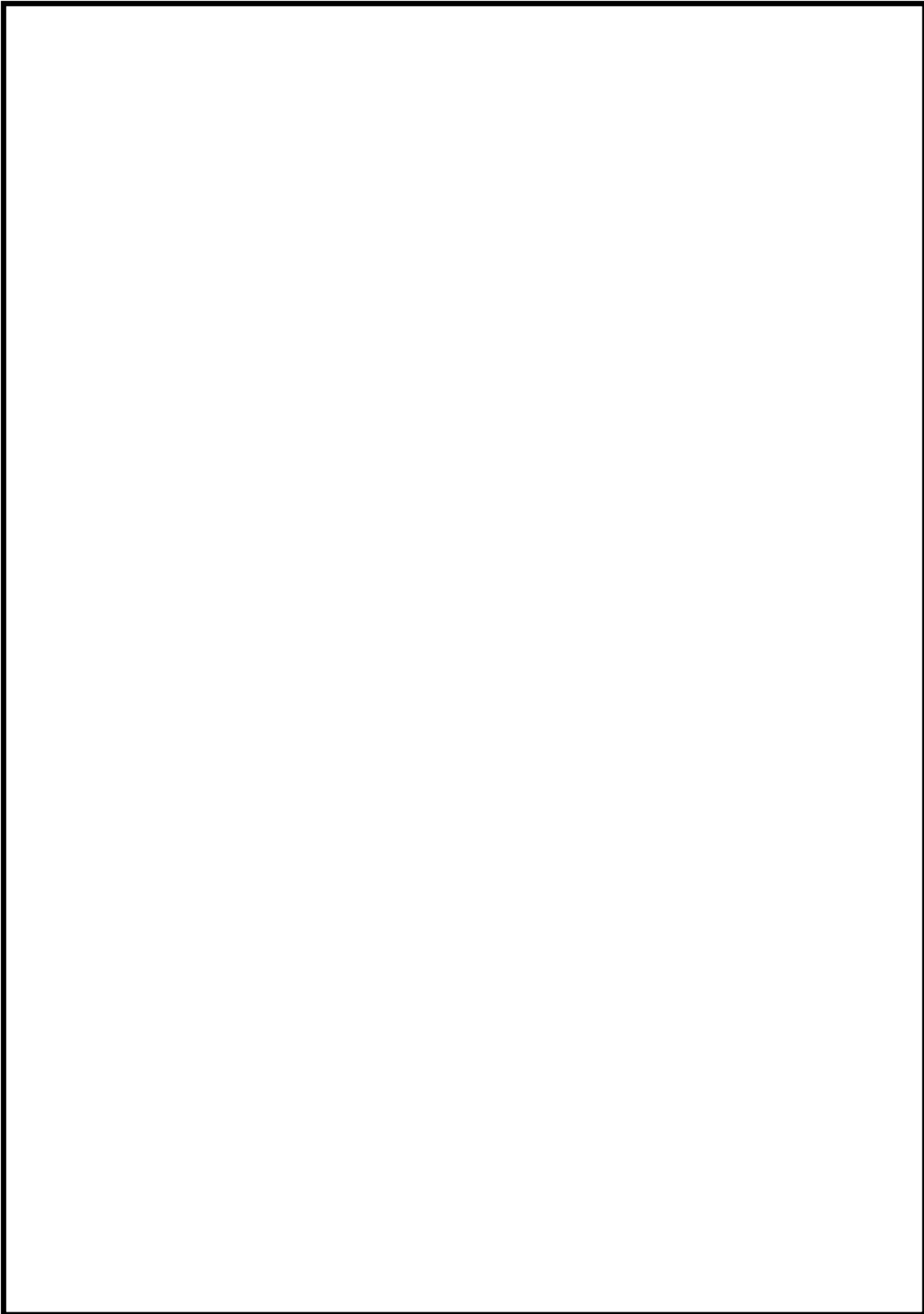


図 2 HDR試験設備の概要

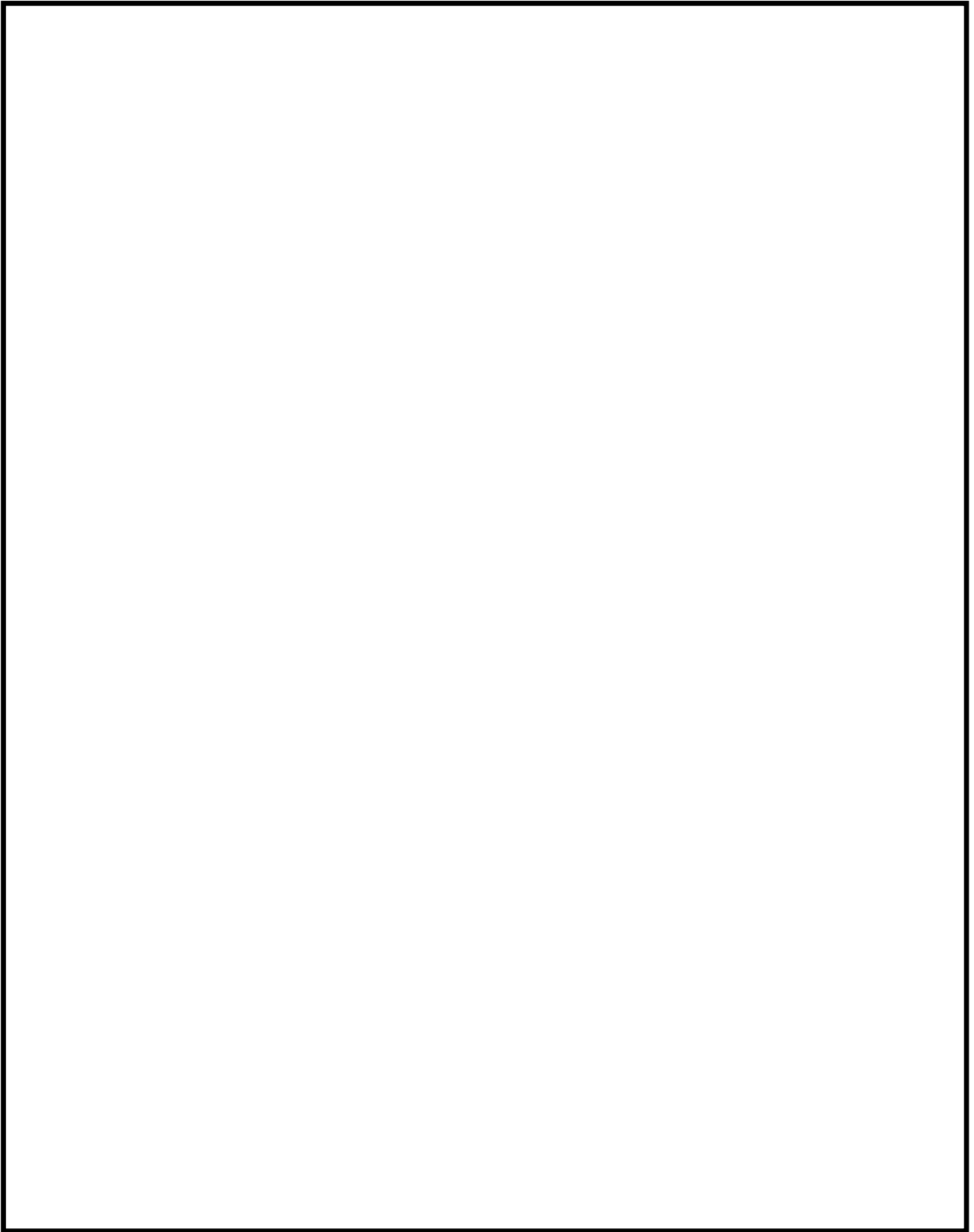


図3 HDR試験 GOTHICによる区画モデル化



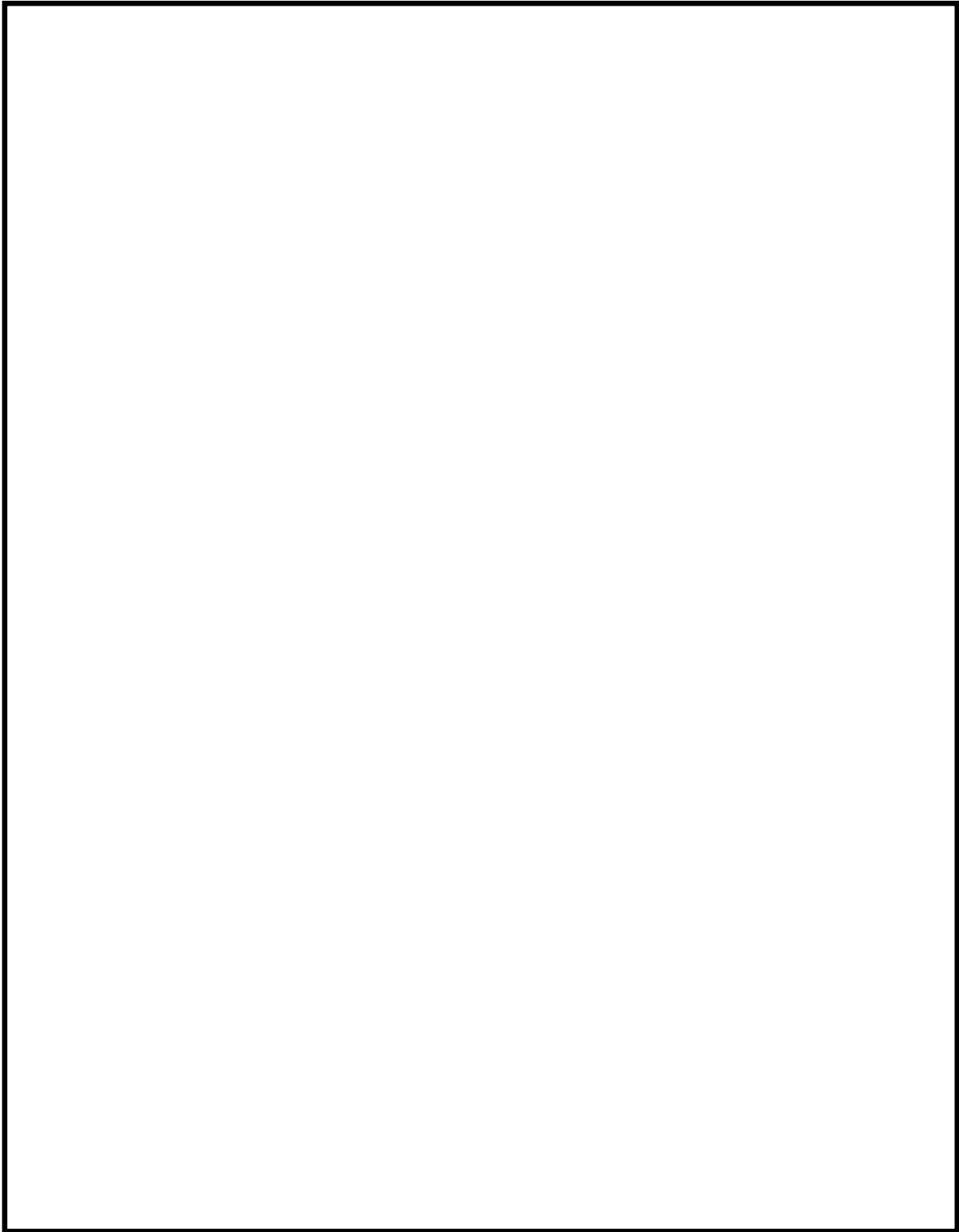


図 4 HDR試験 領域 2 3 (破断区画) での圧力・温度の比較

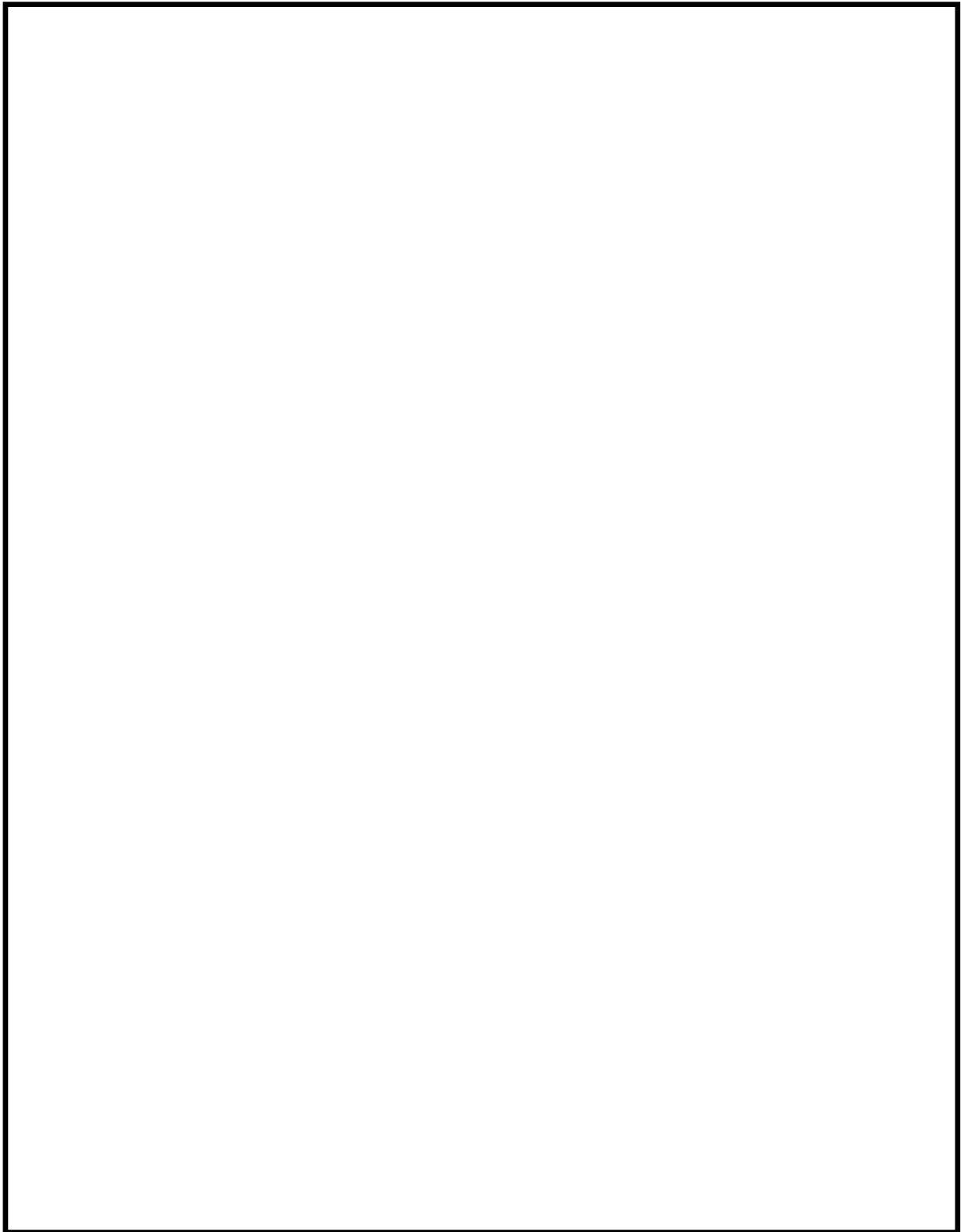


図5 HDR試験 領域8（下部区画）および領域3 4（ドーム部）での温度の比較

4. 蒸気評価配管の破損に伴う環境影響評価への適用について

(1) 蒸気影響範囲の設定

- 蒸気評価配管の配置図上の位置関係を確認し、溢水源（蒸気発生源）の特定を行う。溢水源（蒸気発生源）の存在する区画に貫通部があれば、隣接する区画も蒸気影響範囲として考慮する。

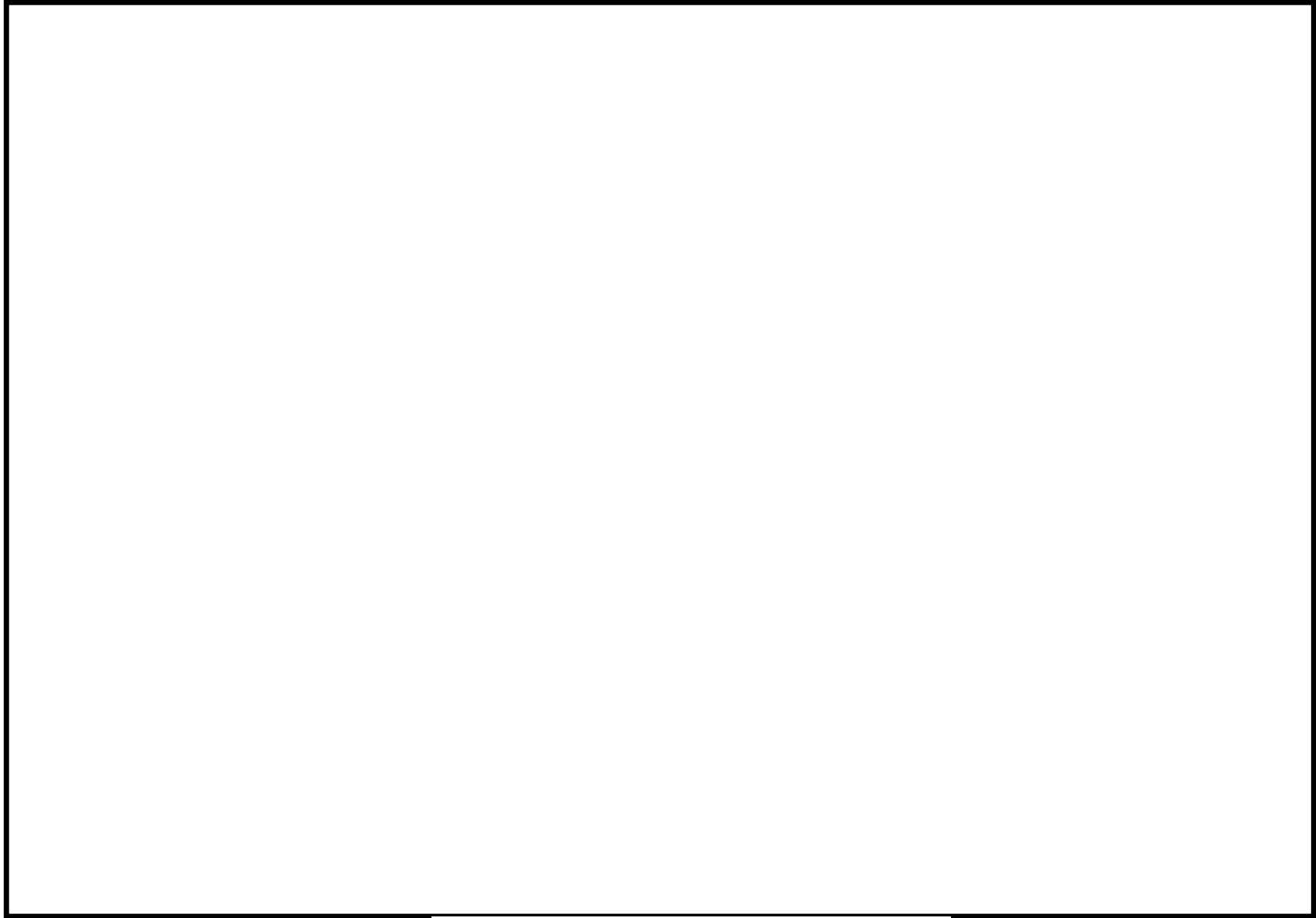


図6 蒸気影響範囲の設定

(2) 解析区画の設定

GOTHIC コードによる蒸気拡散解析では、蒸気影響範囲に対して詳細に区画を分割することで解析モデルを設定する。解析区画は、部屋間の開口部および空調の流れを考慮して区画分割を行う。下図の例では、③、⑤、⑦をそれぞれ別の区画として設定することで、②、④への流入による⑦から①へ至る空調流量の段階的な減少を模擬している。区画間はパスで接続する。



図 7 解析区画の設定方法

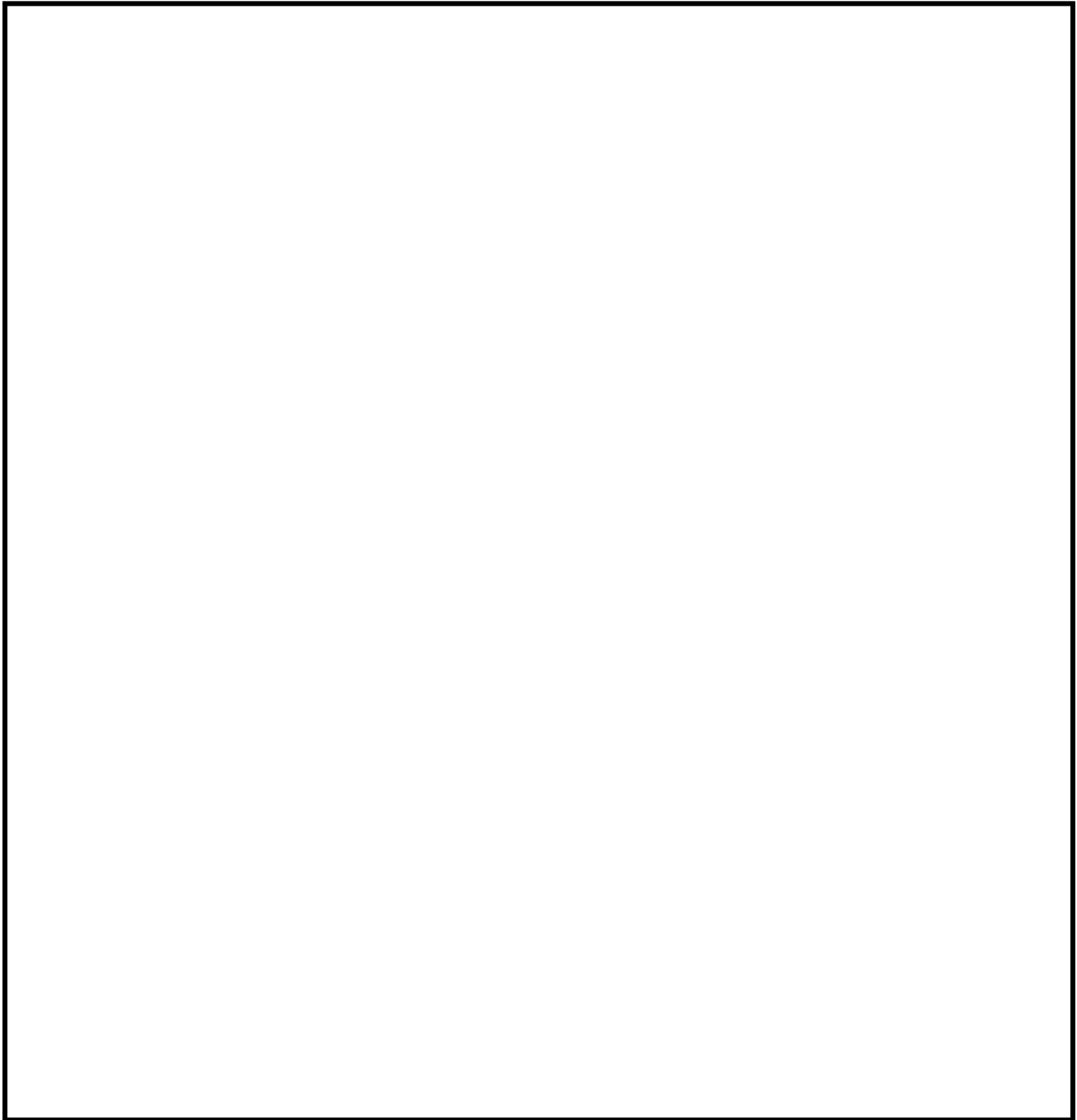


図 8 解析区画の設定

### (3) インプットデータの設定

#### ■ 2. に示す各種インプットデータを設定する。

- ①区画体積
  - 解析区画ごとの空間自由体積を設定
- ②開口面積
  - 区画間の開口部面積を設定
- ③空調条件
  - 通常運転状態とする。
  - 解析区画に、給気口、排気口および風量を設定
- ④初期条件
  - 環境温度、湿度、圧力を設定
- ⑤境界条件
  - 溢水個所の設定
  - 配管サイズ、内部流体の圧力、温度の設定
  - 破損形態、破損個所からの質量流量、エネルギー放出量の設定
  - 放出量は臨界流モデルで算出
  - 溢水源の隔離後は、配管容積分を継続放出して放出停止
  - コンクリート壁等のヒートシンクへの熱伝達は模擬しない

### (4) 放出量の算出について

#### ■ 臨界流モデルについて

- 配管破断口からの放出量の算出に使用する臨界流モデルは、適用する系統の内部流体条件に応じて以下のモデルを使用する。
  - ◇ 蒸気単相臨界流・・・Murdock-Bauman 相関式（補助蒸気）
  - ◇ サブクール臨界流・・・Zaloudeck 相関式（CVCS 抽出、SGBD）
- 蒸気単相臨界流にはMurdock-Bauman相関式を使用する。本式は理論式をベースに圧力、密度の関数として臨界流量を整理したものであり、補助蒸気系統のような蒸気単相放出が想定される系統に適用可能である。
- また、サブクール臨界流として、Zaloudeck相関式を使用する。本モデルは、サブクール水を内包する高圧容器からのオリフィスを介した放出流量を測定し相関式を得たものであり、CVCS抽出系統のようにサブクール水放出が想定される系統に適用可能である。なお、これらはECCS性能評価指針においても妥当性が認められたものである。

- サブクール流体を対象とした臨界流モデルは、サブクール水からの臨界流実験に基づいて整備されたZaloudeckの相関式と、サブクールから飽和・二相流体の実験に基づいて整備されたHenry-Fauskeの相関式がある。これらは、どちらもECCS指針（軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針）でその使用が認められたモデルである。
- Zaloudeckの相関式は、従来の国内許認可解析でLOCA時のプラント応答を解析するSATAN-Mコードで使用しており、国内安全解析における豊富な実績がある。一方Henry-Fauskeの相関式は、米国におけるプラント安全解析や国内新規規制基準対応として実施中のSA解析においてプラント応答を解析するRELAP-5コードで使用している。どちらもその妥当性が十分確認されたモデルである。

#### ■ 放出形態について

- 完全全周破断では、破断点下流からの逆流による蒸気放出の影響も考慮して、配管内面積の2倍を破断面積として設定する。なお、破断点が系統の末端である場合で、この条件による解析結果が防護対象設備耐力を上回る場合には、逆流を考慮しない片側放出による設定とする。

#### ■ 放出流量の考え方について

GOTHICコードに境界条件として設定する放出流量は、臨界流相関式で求まる臨界流量と破損面積の積で算出する。なお、蒸気供給流量を上回る場合や、破損箇所上流にオリフィスが設置されている場合等は、その効果を適切に考慮する。系統毎に具体的な放出流量の設定方法を以下に示す。

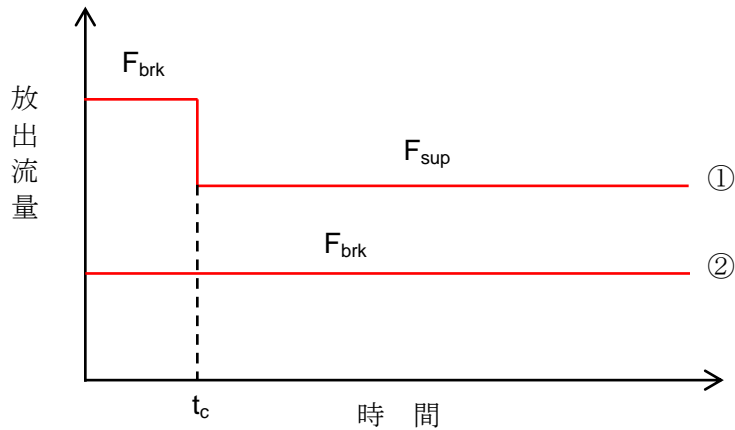
##### a. 補助蒸気配管

###### 【全周破断】

破断点下流からの逆流による蒸気放出も考慮して、配管内面積の2倍を破損面積として設定する。放出流量が蒸気供給流量を上回る場合は、配管内蒸気が放出された後の切り替えを考慮する。次図に放出流量のイメージを示す。

なお、上述の条件による解析結果が防護対象設備耐力を上回る場合には、破断点が系統の末端である箇所限定して片側放出による解析条件の精緻化を行う。なお、泊3号機では①に該当する解析ケースは無い。





<説明>

①  $F_{brk} > F_{sup}$  の場合、配管内蒸気の放出完了後に供給蒸気流量  $F_{sup}$  に切り替える。

切り替え時間  $t_c$  は、 $V_{pipe} \div F_{brk}$  で算出する。

②  $F_{brk} \leq F_{sup}$  の場合、 $F_{brk}$  の一定放出とする。

$F_{brk}$  : 配管内面積の2倍で算出する放出流量

$F_{sup}$  : 補助蒸気供給流量

$t_c$  : 放出流量切り替え時間

$V_{pipe}$  : 配管内蒸気体積

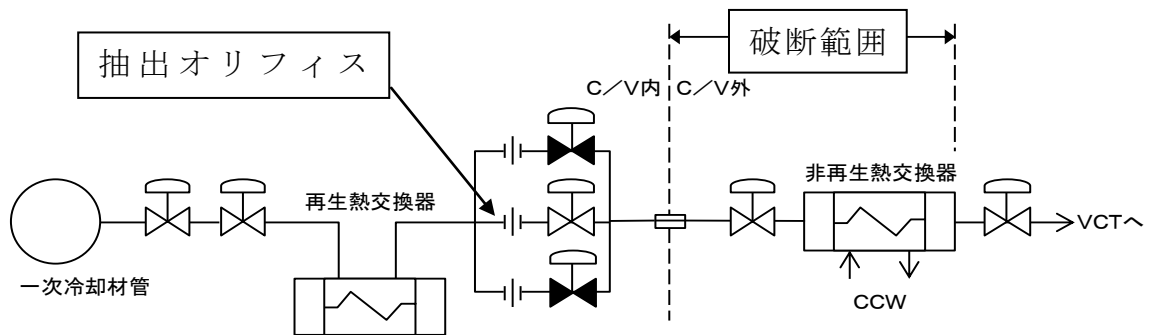
【1/4Dt クラック】

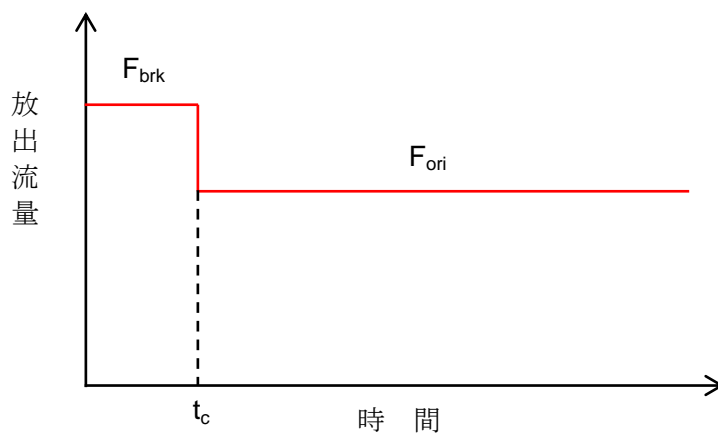
1/4Dt (D: 外径、t: 厚み) の面積を破損面積として放出流量を算出する。

b. CVCS 抽出配管

【全周破断】

破断点下流からの蒸気放出も考慮して、配管内面積の2倍を破損面積として設定する。配管内面積が抽出オリフィスよりも大きい場合、放出流量はオリフィスでの臨界流量に制限されるため、配管内流体放出後の流量変化を考慮する。





<説明>

配管内蒸気の放出完了後に供給蒸気流量  $F_{sup}$  に切り替え、時間  $t_c$  は  $V_{pipe} \div F_{brk}$  で算出する。

$F_{brk}$  : 配管内面積の2倍で算出する放出流量

$F_{ori}$  : オリフィス面積で算出する放出流量

$t_c$  : 放出流量切り替え時間

$V_{pipe}$  : 配管内流体体積

(5) 区画間パスの取扱いについて

■ 解析区画間の蒸気が流れるパスとなる対象は、ドア、通路である。

➤ ドア

- 空調流れを考慮しているドア（格子付きなど）は、開口面積を考慮する。
- シール要求のあるドア（防火扉、負圧管理エリアの扉など）は、全閉として扱う。

➤ 通路

- 区画間の通路面積を考慮する。

(6) 熱流動解析

■ 以上の条件を基に、蒸気拡散の熱流動解析を行い、区画毎の温度と湿度を算出する。

(7) 解析結果により防護対象設備の機能維持を確認することの妥当性について

(3) に記載のとおり、今回の解析では保守性を持たせる観点から、ヒートシンクへの熱伝達を考慮していない。この保守性を確認するために、破損区画で約  $100^{\circ}\text{C}$  となるケースに対し、ヒートシンクを考慮した感度解析により、破損区画の温度は約  $14^{\circ}\text{C}$  の保守性を有することを確認した。（添付参照）

この結果は、ヒートシンクとして天井と壁コンクリートのみを考慮したものであり、配管等の鋼材への伝熱を考慮していない分、実際的にはより大きな保守性が期待できるものである。また、高温となる条件ほど大きなヒートシンク効果に期待できるため、防護対象設備の耐力に対して裕度が小さくなるにしたがって保守性は大きくなる傾向である。

また、温度検知+自動隔離により早期に蒸気漏えいを停止させることで、防護対象設備の存在する解析区画の温度上昇を概ね100℃以内としており、後述の別紙5に記載の通り、120℃での防護対象設備の耐蒸気性能を確認していることから、この点からも評価には余裕を持たせている。

以上から、「3. モデルの妥当性」に記載したようにノードを集中定数系としてモデル化したことに起因する解析誤差と考えられるものが存在するものの、ヒートシンク効果を考慮していないこと及び温度上昇の目標値を約100℃にしていることから、解析結果と防護対象設備の耐蒸気性能を確認した120℃を比較して防護対象設備の機能維持を確認することは妥当と考える。

以上

## ヒートシンクを考慮しないことによる保守性について

## 1. はじめに

本資料は、内部溢水蒸気影響評価の蒸気拡散解析における保守性を確認する目的で、ヒートシンクを考慮した場合の解析を実施しその温度低減効果について纏めたものである。

## 2. ヒートシンクによる除熱効果

高エネルギー配管から放出された蒸気は、建屋内の躯体や機器等のヒートシンクへの熱伝達により冷却される。このヒートシンクによる除熱量  $Q$ (J/s)は、式(1)で示される通り伝熱面積  $A$ ( $m^2$ )と熱伝達係数  $H$ ( $J/m^2/s/K$ )、ヒートシンク表面温度  $T_h$ (K)と気体温度  $T_g$ (K)の差で求められる。よって、ヒートシンクとの伝熱面積が大きいほど効果が大きく、高温雰囲気でも効果が大きくなる。

$$Q = A \cdot H \cdot (T_g - T_h) \quad (1)$$

蒸気の熱伝達様式としては、凝縮、対流、輻射が挙げられ、このうちヒートシンク表面へ蒸気が凝縮することによる冷却（凝縮熱伝達）が最も支配的であるため、蒸気がより豊富な破損区画において効果が大きくなる。また伝熱量はヒートシンクの材質によっても影響し、配管や機器等の鋼材は単位時間当たりの伝熱量がコンクリートに比べ大きくなる。

## 3. 解析条件

A/B EL. 24.8M の解析モデル E を対象に、ヒートシンクによる感度解析を実施する。ヒートシンクとしては天井及び壁コンクリートのみを考慮する。また、区画内には配管等の鋼材も多数存在するが、これらを考慮せずヒートシンク効果を少な目に見込むこととする。表に解析上考慮するヒートシンクの表面積を示す。これらは図面からの読み取りにて算出したものであり、ドア、開口等による欠損を想定して20%を減じたものを使用する。なお、熱伝達係数  $H$  を与える熱伝達モデルには、米国等において実績豊富で保守的なモデルとして知られる DLM モデルを使用した（補足参照）。

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 解析モデル：  | A/B EL. 24.8M 解析モデル[E] |
| ヒートシンク： | 天井及び壁コンクリート（厚さ30cm）のみ  |
| 初期温度：   | 40℃（区画初期温度と同じ）         |

表 解析モデルEのヒートシンク表面積

|  |
|--|
|  |
|--|

#### 4. 解析結果

ケース1（破損区画：E-1、ASS 1B 破断）とケース2（破損区画：E-3、ASS 1B 破断）の結果を次項に示す。

次項の解析モデルに示した給気・排気位置の関係から、E-1、E-4、E-5が空調上流、E-2、E-3が空調下流となる。E-1で破損するケース1では、空調流れに沿ってE-2、E-3へと蒸気が流れやすく、E-1でのヒートシンク効果はピーク温度に対して約7℃である。一方、空調下流となるE-3で破損するケース2では、破損区画に蒸気が滞留しやすいため、ヒートシンク効果はケース1よりも大きく約14℃となった。

ヒートシンク表面積はE-1が約770m<sup>2</sup>、E-3が約330m<sup>2</sup>であり、E-1の方が大きいにもかかわらずE-3の温度低下が大きい理由は、蒸気がより滞留しやすい区画で凝縮による熱伝達が起こりやすく、ヒートシンク効果が大きくなるためである。また、ヒートシンク効果は温度差が付くほど大きくなるため、例えば100℃を超えるような区画に対しては、ケース2で確認された約14℃よりも大きな温度低下に期待できる。

なお、ヒートシンクを考慮した場合、温度上昇が緩慢となるため自動隔離時間が遅れ蒸気の総放出量は増加することとなるが、このことによる温度上昇の効果よりもヒートシンクによる減温効果が勝り、結果的にピーク温度は低下する。

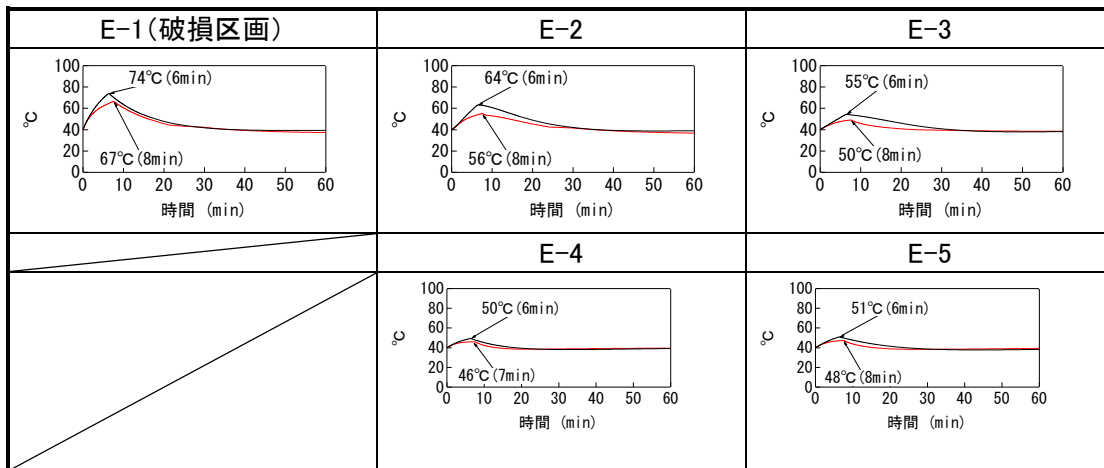
#### 5. まとめ

ヒートシンクを考慮した感度解析により、ヒートシンクが無い場合に約100℃となるケース2の破損区画E-3において約14℃の保守性を有することを確認した。

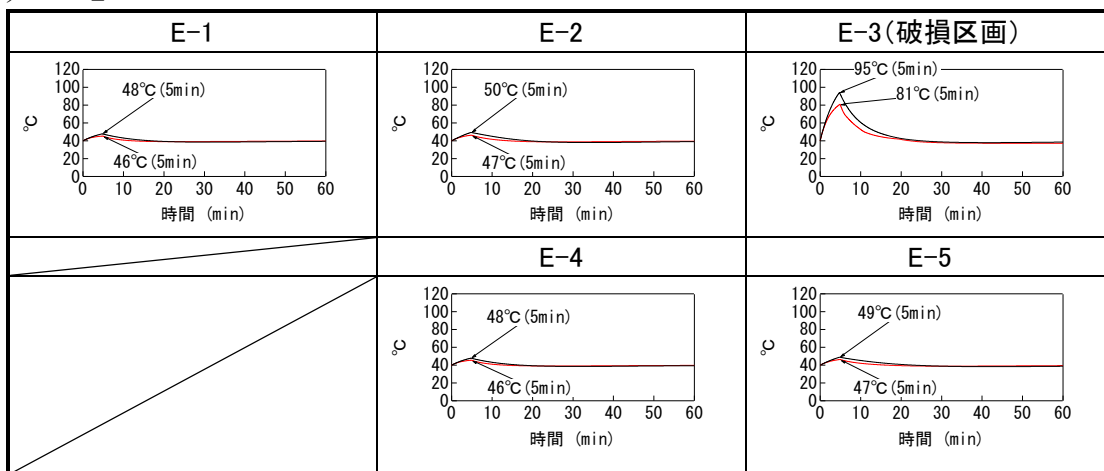
この結果は、ヒートシンクとして天井及び壁コンクリートのみを考慮したものであり、配管・機器等の鋼材への伝熱を考慮していない分、実際的にはより大きな保守性に期待できるものである。また、高温となる条件ほど大きなヒートシンク効果に期待できるため、防護対象設備の耐力に対して裕度が小さくなるにしたがって保守性は大きくなる傾向である。以上示す通り、内部溢水蒸気影響評価は十分保守的な条件で実施されたものである。



◆ ケース 1



◆ ケース 2



(補足) 熱伝達モデルについて

解析においてヒートシンクを考慮する場合、熱伝達係数  $H$  を求めるために熱伝達モデルを使用する。本評価では、適用性が広く保守的なモデルとして知られる DLM モデルを使用した。熱伝達モデルの例を以下に示す。

<熱伝達モデルの例>

DLM モデル

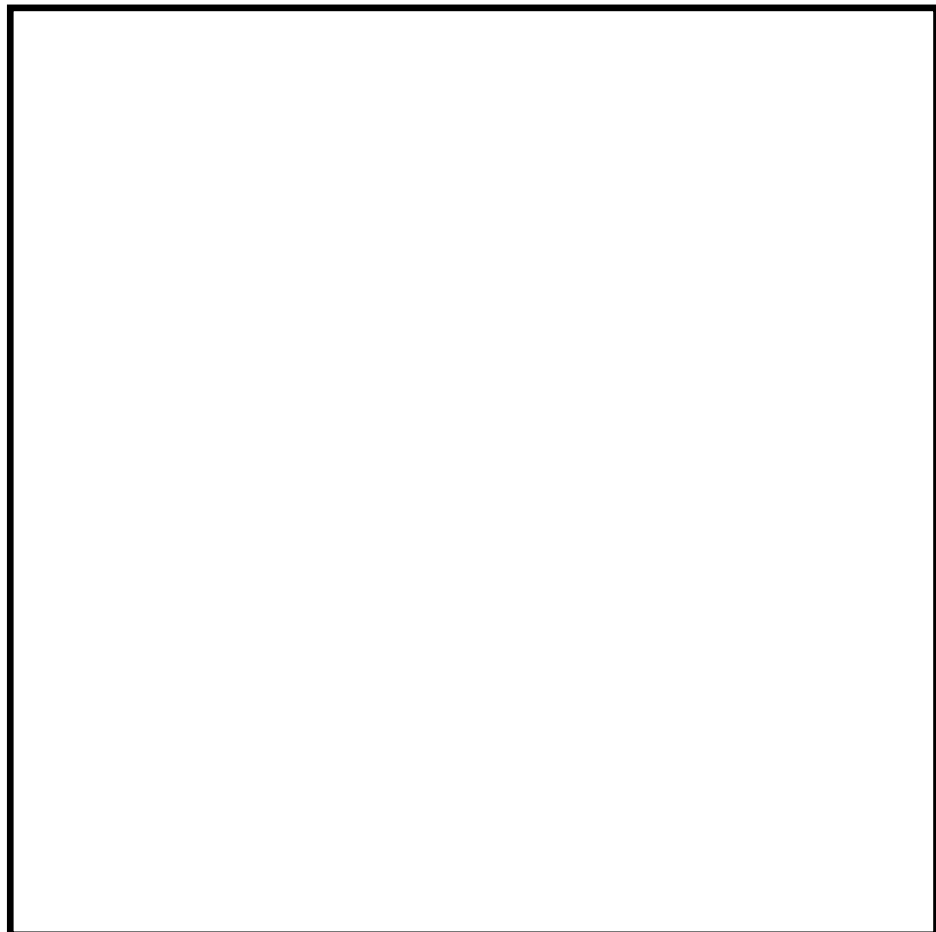
GOthic の開発元である NAI によって整理された理論モデル。各種実験結果を保守的に予測するモデルであり、米国プラント申請において豊富な実績がある。

DLM-FM モデル

DLM モデルの拡張モデルであり、実験結果を良く再現するベストエスティメイトなモデルとして知られる。

<DLM モデル、DLM-FM モデルの再現性>

熱伝達係数の解析結果 (縦軸) に対して実験結果 (横軸) と良く一致する DLM-FM モデルに対して、DLM モデルは実験結果を包絡する保守的なモデルである。



## 蒸気漏えいの自動検知および隔離について

## 1. 概要

- 蒸気漏えい時に防護対象設備への影響を緩和するため、漏えい検知用の温度検出器、1次系補助蒸気を自動隔離するための隔離弁およびこれらを監視制御する盤※を常用系計装盤室および中央制御室に設けている。

※常用系計装盤室：制御盤

中央制御室：監視盤

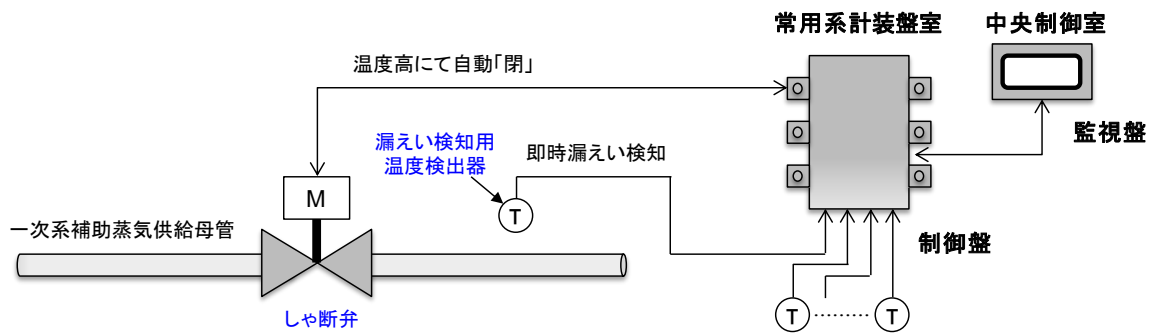


図1 蒸気漏えいの自動検知・隔離 概要図

## 2. 温度検出器の設置について

- 温度検出器は、以下の考え方にに基づき設置している。
  - 原則として、蒸気影響範囲の解析区画ごとに1つの温度検出器を設置する。
  - 蒸気拡散経路の上流側で蒸気漏えいを検知可能な場合は、下流側の区画は温度検出器を設置しない。
  - 防護対象設備が存在しない区画は、温度検出器を設置しない。
  - 蒸気拡散解析の結果、区画の温度上昇が防護対象設備に影響を与えない場合は、温度検出器を設置しない。



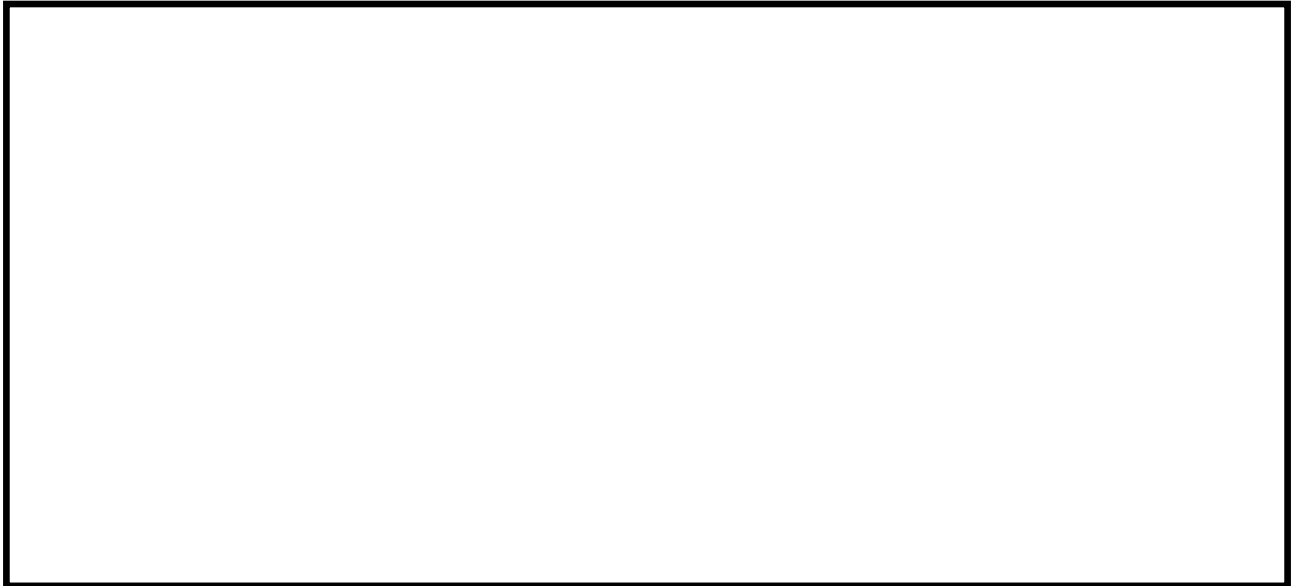


図2 温度検出器設置概念図

3. 温度警報および隔離について

- 漏えい蒸気による環境の温度上昇を検知すると、以下の設定値で監視盤（中央制御室）に警報発信するとともに自動／手動の隔離を実施する。
- 温度異常高：60℃
  - 通常時の原子炉建屋および原子炉補助建屋の設計最高温度（40℃）から有意に高い温度として60℃に設定し、1次系補助蒸気系統破損検知を目的に設置した温度センサの温度異常高の場合は、しゃ断弁2台を自動閉止して1次系補助蒸気系統を隔離し、蒸気漏えいを停止させる。
- 温度高：50℃
  - 蒸気漏えいの兆候や、雰囲気温度の変動等を検知し、運転員に注意を促すために、温度異常高設定（60℃）と建屋設計最高温度（40℃）の中間に設定する。
  - 漏えいが確認されれば、1次系補助蒸気系統、抽出系統等を手動にて隔離を実施し、蒸気漏えいを停止させる。
- 抽出系統漏えい時の手動隔離について
  - 抽出系統の蒸気漏えいは、環境への影響が比較的小さく、対応操作に時間余裕を見込むことができるため、1次系補助蒸気系統のような自動隔離機能は設けず、中央制御室から運転員による手動の隔離にて漏えいを停止させる。

具体的には「温度高」警報発信から隔離まで下記の時間を見込む。

- 中央制御室での漏えい箇所特定時間 :10分
- 現場確認時間 :25分
- 抽出隔離操作(隔離弁の手動閉止) :1分
- 余裕 :4分
- 合計 :40分

4. 温度検出器の仕様および計測設備の精度、応答について

■ 温度検出器の仕様

- 検出方式 : 測温抵抗体
- 最高使用温度 : 185℃
- 最高使用圧力 : 0.2MPa
- 計測範囲 : 0~185℃

■ 計測設備の精度

- 温度検出器から制御盤までの精度として、±2℃の誤差範囲に収める設計としている。



図3 温度検知の計測誤差

- 計測設備の応答遅れおよび解析での取扱いについて
  - 温度検出から制御盤の演算、出力処理では応答の遅れが発生するが、図4のとおり、約9.34秒と評価している。
  - 蒸気拡散解析では、「60℃検知→補助蒸気しゃ断弁閉指令出力」に10秒の遅れを設定し、妥当性を確認している。

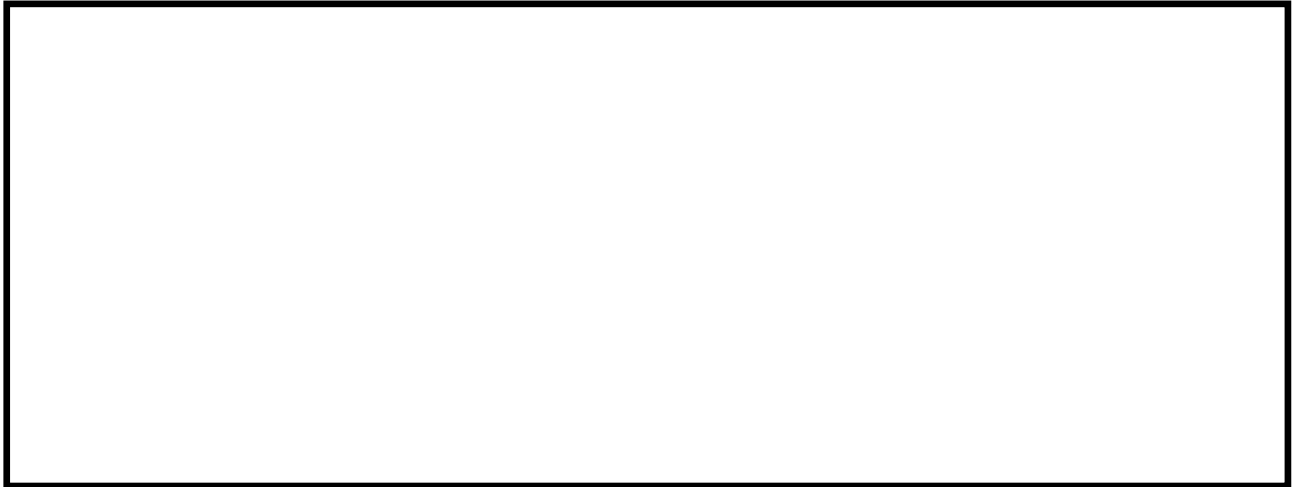


図4 温度検知からしゃ断弁閉指令までの遅れ時間内訳

- また、補助蒸気しゃ断弁の閉止時間についても、解析時間は25秒を考慮するとともに、閉止動作中の放出蒸気流量は減少しないこととしている。
5. 温度検出器の設置場所について
- 温度検出器は、蒸気評価配管の近傍上部に配置設計し、蒸気漏えいをより早期に検知するため、原則、以下を満足させる。
    - (1) 破損区画内に鉛直配管のみある場合は、配管の近傍で区画内の上部に設置する。
    - (2) 破損区画内に水平配管のみある場合は、高所に設置の上、水平配管からの距離の最大値を最小化するおゆに設置する。
    - (3) 破損区画内に鉛直配管と水平配管が混在する場合は、(1)と(2)を考慮した適切な位置に設置する。
    - (4) 想定漏えい個所から温度検出器までの蒸気拡散を阻害する物体のない位置に設置する。

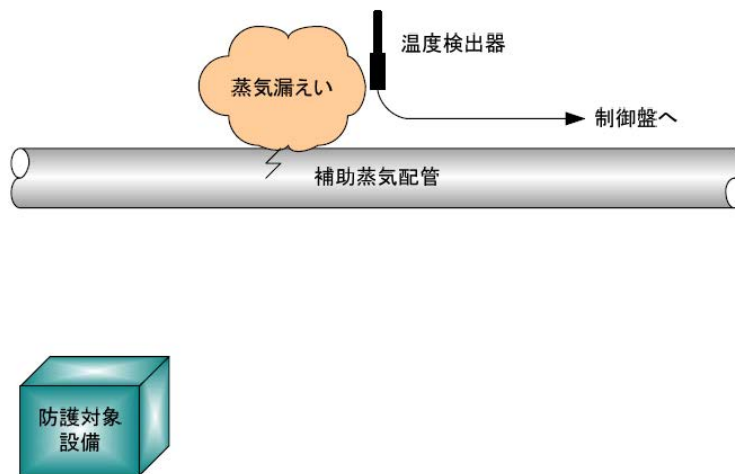


図5 温度検出器設置イメージ図

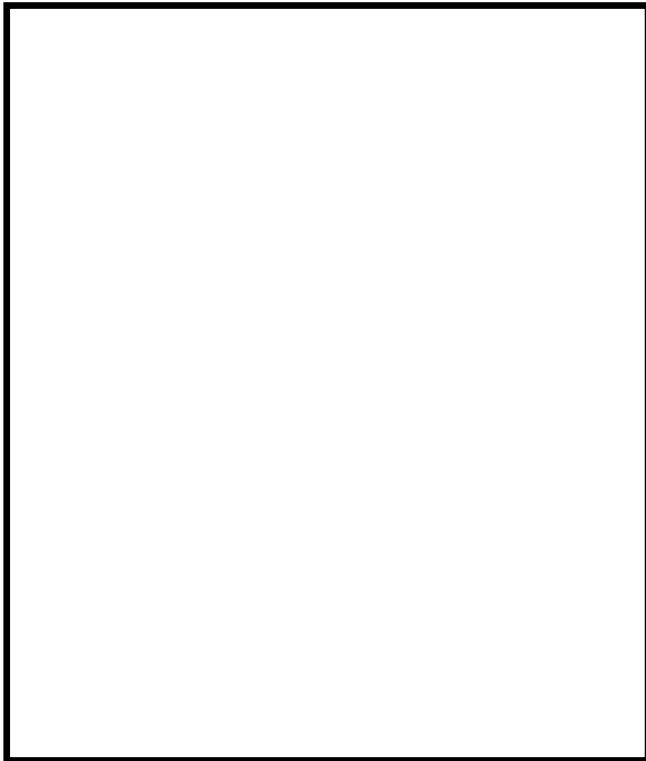
## 6. システムの信頼性について

### (1) 安全機能の重要度および信頼性について

- 抽出配管、1次系補助蒸気配管の蒸気漏えい検知および1次系補助蒸気隔離を行う本システムは、その機能喪失が原子炉施設の運転に直接重大な影響を与えるものではないため、MS-3の「異常状態への対応上必要な構築物、系統及び設備」として位置付け、多重化、多様化等の特に高い信頼性は不要としている。
- しかしながら、本システムの機能喪失と上記配管の破損が重畳した場合には、漏えい蒸気の影響により、重要度の高い防護対象設備の機能が喪失する可能性があることから、本システムの機能喪失は最小限にとどめる必要がある。

### (2) 信頼性に係る設備の特徴および機能維持について

- 温度検出器および検出回路
  - 測温抵抗体は単純構造の静的機器であり、検出部の故障は起こりにくい。
  - 検出回路は、配線接続部の故障モードとして断線が想定されるが、制御盤に断線検知機能<sup>\*</sup>を有しており、早期の保守対応が可能である。



※温度検出回路が断線すると、計測値が計測レンジを逸脱(レンジオーバー)する。このレンジオーバーを検知して、監視盤(中央制御室)に警報発信する。

図 6 測温抵抗体外形図

■ 監視制御回路

- 監視制御機能の主要な回路はデジタル設備で構成され、演算回路の信頼性は高いものとなっている。また、本設備は、入出力カードを含む自己診断機能を有しており、故障検知した際には監視盤(中央制御室)に警報発信し、早期の保守対応が可能である。

■ 出力リレー回路および補助蒸気しゃ断弁(電動弁)

- 本回路は、検出回路や監視制御回路のように状態を監視する機能は設けていないが、配線設備を含めて他の設備にも用いられている機器で構成されており、通常使用において故障することは少なく、基本的に設備固有の信頼性は高いものである。
- 運用面においても、本回路は常時待機状態であるため、磨耗等の劣化要因はなく、設備は建屋内に設置され、雨水、塵埃などの環境影響も小さいため、設備の信頼性を低下させる要因は少ないと考えられる。
- 以上のことから、故障発生は少ないと考えられるため、定期的な作動試験で設備の健全性を確認することとし、系統外乱を回避する観点から、試験は定期検査期間中等の補助蒸気停止時に実施する。

- なお、更なる信頼性向上の観点から、出力リレー回路は2重化を計画しており、同回路の単一故障による機能喪失を防止する。
- また、出力リレーの出力はa接点を使用しており、監視制御回路の電源喪失等により機能喪失した場合においても、しゃ断弁が誤って閉止することはない、誤動作についても考慮した設計としている。

以上のことから、温度検知システムは設備面、運用面をあわせて信頼性を維持可能であり、加えて適切な保全計画を策定、実施することにより、長期の機能維持を図る。

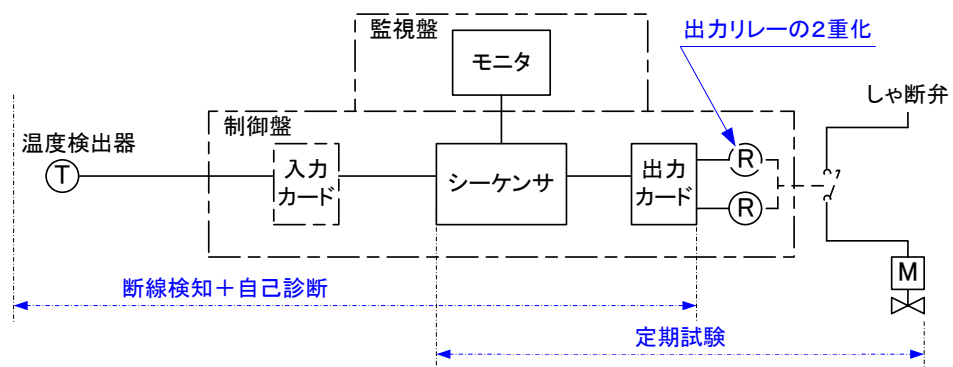
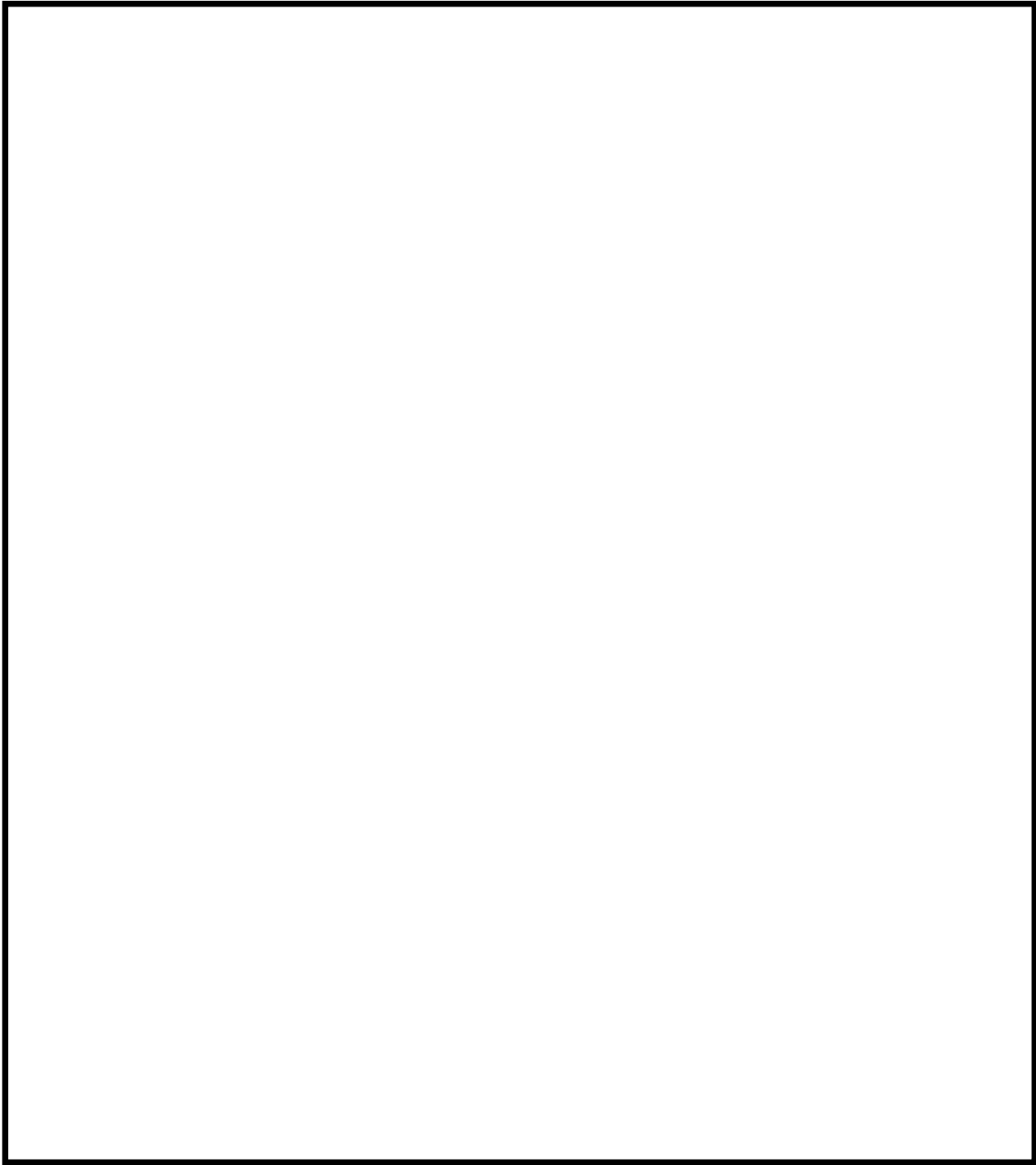


図7 信頼性に係る説明概要図

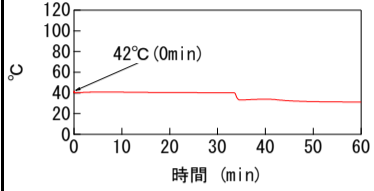
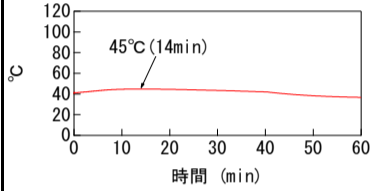
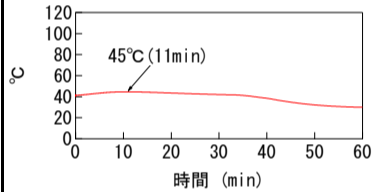
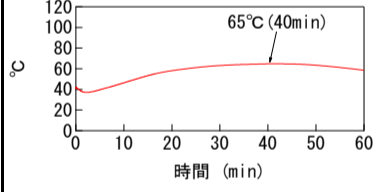
7. 設備設置状況 (参考)



以上

泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統  | 階高                  | 評価<br>区画 | 防護対象設備                      |             | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)   |   |
|---------------|---------------------|----------|-----------------------------|-------------|--------------|---------|---|---|
|               |                     |          | 名称                          | 番号          | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度  |   |
| CVCS<br>抽出ライン | A/B<br>R/B<br>17.8m | C-9      | ほう酸回収装置、廃液蒸発装置冷却<br>水戻り側止め弁 | 3V-CC-351   | 42           | 85      | 溢水源: CVCS 3B<br>非再生冷却器入口管台<br>破損区画: C-24<br>   |   |
|               |                     |          | ほう酸回収装置、廃液蒸発装置冷却<br>水戻り側止め弁 | 3V-CC-352   |              |         |   |   |
|               |                     | C-14     | ほう酸注入タンク入口弁                 | 3V-SI-032A  | 45           | 53      | 溢水源: CVCS 3B<br>非再生冷却器入口管台<br>破損区画: C-24<br>  |   |
|               |                     |          | ほう酸注入タンク入口弁                 | 3V-SI-032B  |              |         |   |   |
|               |                     | C-15     | ほう酸ポンプ                      | 3CSP2A      | 45           | 91      | 溢水源: CVCS 3B<br>非再生冷却器入口管台<br>破損区画: C-24<br> |   |
|               |                     |          | ほう酸ポンプ                      | 3CSP2B      |              |         |   |   |
|               |                     |          | ほう酸タンク水位計                   | 3LT-206     |              |         |   |   |
|               |                     |          | ほう酸タンク水位計                   | 3LT-208     |              |         |   |   |
|               |                     | C-28     |                             | 制御用空気ヘッダ圧力計 | 3PT-1810     | 65      | 100   | 溢水源: CVCS 3B 一般部<br>破損区画: C-31<br> |



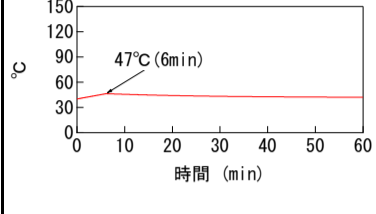
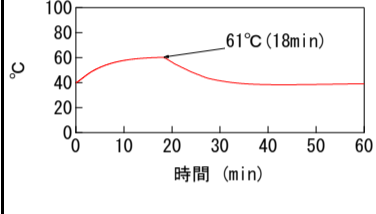
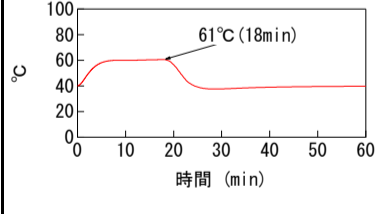
泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統      | 階高                         | 評価<br>区画    | 防護対象設備       |               | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)                        |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------|------------------------------------|
|                   |                            |             | 名称           | 番号            | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度                                 |
| CVCS<br>抽出ライン     | A/B<br>R/B<br>17.8m        | C-30        | 制御用空気ヘッダ圧力計  | 3PT-1800      | 65           | 100     | 溢水源: CVCS 3B 一般部<br>破損区画: C-31<br> |
|                   |                            |             | 充てんライン止め弁    | 3V-CS-175     | 103          | 100     | 溢水源: CVCS 3B 一般部<br>破損区画: C-31<br> |
|                   | 充てんライン隔離弁                  | 3V-CS-177   |              |               |              |         |                                    |
|                   | A/B<br>R/B<br>17.8m<br>中間床 | C-31        | ほう酸注入タンク出口弁  | 3V-SI-036A    | 95           | 100     | 溢水源: CVCS 3B 一般部<br>破損区画: C-31<br> |
|                   |                            |             | ほう酸注入タンク出口弁  | 3V-SI-036B    |              |         |                                    |
|                   |                            |             | 高圧注入ポンプ出口隔離弁 | 3V-SI-051     |              |         |                                    |
|                   | ASS                        | A/B<br>2.3m | A-10         | 余熱除去冷却器冷却水出口弁 | 3V-CC-117A   | 49      | 62                                 |
| 余熱除去冷却器冷却水出口弁     |                            |             |              | 3V-CC-117B    |              |         |                                    |
| 格納容器スプレイ冷却器冷却水出口弁 |                            |             |              | 3V-CC-177A    |              |         |                                    |
| 格納容器スプレイ冷却器冷却水出口弁 |                            |             |              | 3V-CC-177B    |              |         |                                    |

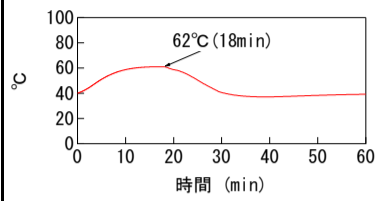
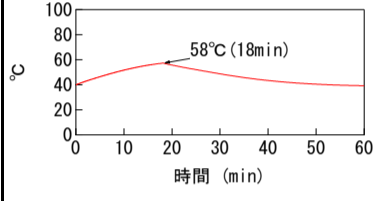
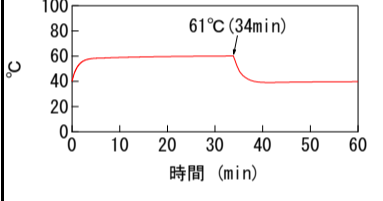
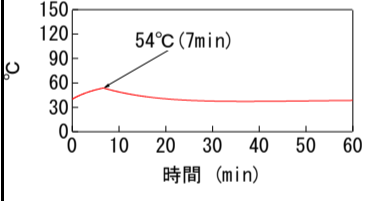
泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統 | 階高                  | 評価<br>区画 | 防護対象設備       |                   | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)   |   |
|--------------|---------------------|----------|--------------|-------------------|--------------|---------|---|---|
|              |                     |          | 名称           | 番号                | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度  |   |
| ASS          | A/B<br>2.3m         | A-11     | 余熱除去ポンプ出口流量計 | 3FT-601           | 47           | 47      | 溢水源：ASS 3/4B 一般部<br>破損区画：A-4<br> |   |
|              |                     |          | 余熱除去ポンプ出口流量計 | 3FT-611           |              |         |   |   |
|              | A/B<br>R/B<br>10.3m | B-9      | B-9          | 充てんポンプ            | 3CSPAA       | 61      | 100   | 溢水源：ASS 1B 一般部<br>破損区画：B-6<br>  |
|              |                     |          |              | 充てんポンプ            | 3CSPAB       |         |   |   |
|              |                     |          |              | 充てんポンプ            | 3CSPAC       |         |   |   |
|              |                     |          |              | 充てんポンプ            | 3CSPAC       |         |   |   |
|              |                     | B-16     | B-16         | 使用済燃料ピットクーラ冷却水入口弁 | 3V-CC-151A   | 61      | 100   | 溢水源：ASS 1B 一般部<br>破損区画：B-6<br> |
|              |                     |          |              | 使用済燃料ピットクーラ冷却水入口弁 | 3V-CC-151B   |         |   |   |
|              |                     |          |              | 使用済燃料ピットクーラ冷却水出口弁 | 3V-CC-159A   |         |   |   |
|              |                     |          |              | 使用済燃料ピットクーラ冷却水出口弁 | 3V-CC-159B   |         |   |   |

泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統 | 階高                  | 評価<br>区画 | 防護対象設備                      |            | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)   |
|--------------|---------------------|----------|-----------------------------|------------|--------------|---------|---|
|              |                     |          | 名称                          | 番号         | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度  |
| ASS          | A/B<br>R/B<br>10.3m | B-18     | 使用済燃料ピットポンプ                 | 3SFP1A     | 62           | 100     | 溢水源: ASS 1B 一般部<br>破損区画: B-6<br>       |
|              |                     |          | 使用済燃料ピットポンプ                 | 3SFP1B     |              |         |   |
|              | A/B<br>10.3m<br>中間床 | B-15     | 体積制御タンク出口弁                  | 3LCV-121B  | 58           | 94      | 溢水源: ASS 1B 一般部<br>破損区画: B-6<br>      |
|              |                     |          | 緊急ほう酸注入弁                    | 3V-CS-541  |              |         |   |
|              |                     |          | 体積制御タンク出口弁                  | 3LCV-121C  |              |         |   |
|              |                     |          | 非常用補給水弁                     | 3LCV-121D  |              |         |   |
|              |                     |          | 非常用補給水弁                     | 3LCV-121E  |              |         |   |
|              | A/B<br>R/B<br>17.8m | C-9      | ほう酸回収装置、廃液蒸発装置冷却<br>水戻り側止め弁 | 3V-CC-351  | 61           | 100     | 溢水源: ASS 3/4B 一般部<br>破損区画: C-9<br>   |
|              |                     |          | ほう酸回収装置、廃液蒸発装置冷却<br>水戻り側止め弁 | 3V-CC-352  |              |         |   |
|              |                     | C-14     | ほう酸注入タンク入口弁                 | 3V-SI-032A | 54           | 51      | 溢水源: ASS 1・1/2B 一般部<br>破損区画: C-1<br> |
| ほう酸注入タンク入口弁  |                     |          | 3V-SI-032B                  |            |              |         |   |

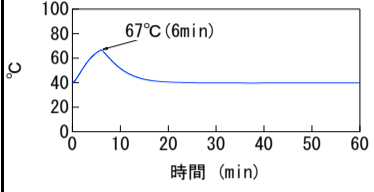
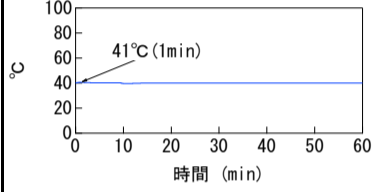
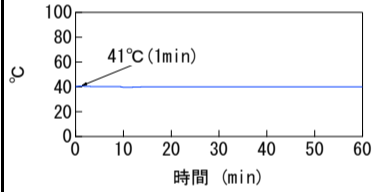
泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統               | 階高                  | 評価<br>区画  | 防護対象設備      |          | 環境解析結果(Max値) |                                  | 環境解析結果(グラフ)                      |    |     |                                  |
|----------------------------|---------------------|-----------|-------------|----------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|----|-----|----------------------------------|
|                            |                     |           | 名称          | 番号       | 温度(°C)       | 湿度(%RH)                          | 温度                               |    |     |                                  |
| ASS                        | A/B<br>R/B<br>17.8m | C-15      | ほう酸ポンプ      | 3CSP2A   | 61           | 100                              | 溢水源:ASS 3/4B 一般部<br>破損区画:C-9<br> |    |     |                                  |
|                            |                     |           | ほう酸ポンプ      | 3CSP2B   |              |                                  |                                  |    |     |                                  |
|                            |                     |           | ほう酸タンク水位計   | 3LT-206  |              |                                  |                                  |    |     |                                  |
|                            |                     |           | ほう酸タンク水位計   | 3LT-208  |              |                                  |                                  |    |     |                                  |
|                            | A/B<br>R/B<br>17.8m | C-28      | 制御用空気ヘッダ圧力計 | 3PT-1810 | 62           | 100                              | 溢水源:ASS 3/4B 一般部<br>破損区画:C-9<br> |    |     |                                  |
|                            |                     |           | 制御用空気ヘッダ圧力計 | 3PT-1800 |              |                                  |                                  | 61 | 100 | 溢水源:ASS 3/4B 一般部<br>破損区画:C-9<br> |
|                            |                     |           |             |          |              |                                  |                                  |    |     |                                  |
| A/B<br>R/B<br>17.8m<br>中間床 | C-31                | 充てんライン止め弁 | 3V-CS-175   | 61       | 100          | 溢水源:ASS 3/4B 一般部<br>破損区画:C-9<br> |                                  |    |     |                                  |
|                            |                     | 充てんライン隔離弁 | 3V-CS-177   |          |              |                                  |                                  |    |     |                                  |

泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統 | 階高                         | 評価<br>区画 | 防護対象設備        |            | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)   |
|--------------|----------------------------|----------|---------------|------------|--------------|---------|---|
|              |                            |          | 名称            | 番号         | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度  |
| ASS          | A/B<br>R/B<br>17.8m<br>中間床 | C-32     | ほう酸注入タンク出口弁   | 3V-SI-036A | 67           | 96      | 溢水源:ASS 8B 一般部<br>破損区画:C-33<br>  |
|              |                            |          | ほう酸注入タンク出口弁   | 3V-SI-036B |              |         |   |
|              |                            |          | 高圧注入ポンプ出口隔離弁  | 3V-SI-051  |              |         |   |
|              | D/G<br>10.3m               | D-9      | ディーゼル発電機      | 3DGE2A     | 41           | 43      | 溢水源:ASS 8B 一般部<br>破損区画:D-1<br>  |
|              |                            |          | 内燃機関(ディーゼル機関) | 3DGE1A     |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2747   |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2748   |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2751   |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2752   |              |         |   |
|              |                            | D-10     | ディーゼル発電機      | 3DGE2B     | 41           | 43      | 溢水源:ASS 8B 一般部<br>破損区画:D-1<br> |
|              |                            |          | 内燃機関(ディーゼル機関) | 3DGE1B     |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2749   |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2750   |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2753   |              |         |   |
|              |                            |          | 温度スイッチ        | 3TS-2754   |              |         |   |

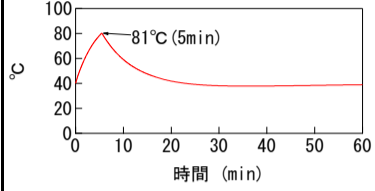
泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統 | 階高           | 評価<br>区画 | 防護対象設備         |           | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)                      |
|--------------|--------------|----------|----------------|-----------|--------------|---------|----------------------------------|
|              |              |          | 名称             | 番号        | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度                               |
| ASS          | R/B<br>17.8m | D-5      | ディーゼル発電機室給気ファン | 3VSF39A   | 51           | 88      | 溢水源: ASS 8B 一般部<br>破損区画: D-1<br> |
|              |              |          | ディーゼル発電機室給気ファン | 3VSF39B   |              |         |                                  |
|              |              |          | 空気作動ダンパ        | 3HCD-2741 |              |         |                                  |
|              |              |          | 流量設定器          | 3HC-2741  |              |         |                                  |
|              |              | D-6      | ディーゼル発電機室給気ファン | 3VSF39C   | 51           | 88      |                                  |
|              |              |          | ディーゼル発電機室給気ファン | 3VSF39D   |              |         |                                  |
|              |              |          | 空気作動ダンパ        | 3HCD-2742 |              |         |                                  |
|              |              |          | 流量設定器          | 3HC-2742  |              |         |                                  |

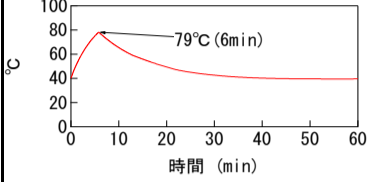
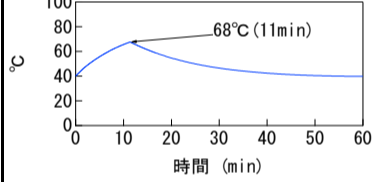
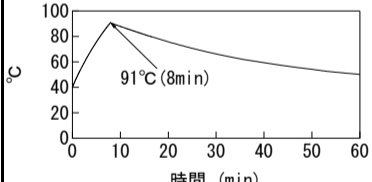
泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統 | 階高         | 評価<br>区画   | 防護対象設備       |            | 環境解析結果(Max値) |         | 環境解析結果(グラフ)   |     |
|--------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|---------|---|-----|
|              |            |            | 名称           | 番号         | 温度(°C)       | 湿度(%RH) | 温度  |     |
| ASS          | E-2        | E-2        | 蓄電池室排気ファン    | 3VSF31A    | 81           | 84      | 溢水源:ASS 1B 一般部<br>破損区画:E-2<br><br> |     |
|              |            |            | 蓄電池室排気ファン    | 3VSF31B    |              |         |   |     |
|              |            |            | 中央制御室給気ファン   | 3VSF21A    |              |         |   |     |
|              |            |            | 中央制御室給気ファン   | 3VSF21B    |              |         |   |     |
|              |            |            | 温度スイッチ       | 3TS-2930   |              |         |   |     |
|              |            |            | 温度スイッチ       | 3TS-2931   |              |         |   |     |
|              |            |            | 温度スイッチ       | 3TS-2934   |              |         |   |     |
|              |            |            | 温度スイッチ       | 3TS-2935   |              |         |   |     |
|              |            |            | 温度スイッチ       | 3TS-2950   |              |         |   |     |
|              |            |            | 空気作動ダンパ      | 3D-VS-603A |              |         |   |     |
|              |            |            | 空気作動ダンパ      | 3D-VS-603B |              |         |   |     |
|              |            |            | A/B<br>24.8m | E-3        |              |         |   | E-3 |
|              | 流量設定器      | 3HC-2837   |              |            |              |         |   |     |
|              | 流量調節弁      | 3TCV-2827  |              |            |              |         |   |     |
|              | 流量調節弁      | 3TCV-2828  |              |            |              |         |   |     |
|              | 中央制御室循環ファン | 3VSF20A    |              |            |              |         |   |     |
|              | 中央制御室循環ファン | 3VSF20B    |              |            |              |         |   |     |
|              | 空気作動ダンパ    | 3D-VS-604A |              |            |              |         |   |     |
|              | 空気作動ダンパ    | 3D-VS-604B |              |            |              |         |   |     |
| 空気作動ダンパ      | 3HCD-2836  |            |              |            |              |         |   |     |
| 空気作動ダンパ      | 3HCD-2837  |            |              |            |              |         |   |     |

泊3号機 想定破損に伴う蒸気影響評価結果

赤実線：全周破断  
 青実線：1/4Dtクラック  
 黒実線：全周破断(片側放出)

| 想定破損箇所<br>系統 | 階高           | 評価<br>区画 | 防護対象設備          |          | 環境解析結果(Max値) |   | 環境解析結果(グラフ)   |
|--------------|--------------|----------|-----------------|----------|--------------|---|---|
|              |              |          | 名称              | 番号       | 温度(°C)       | 湿度(%RH)   | 温度  |
| ASS          | A/B<br>24.8m | E-4      | 温度スイッチ          | 3TS-2933 | 79           | 100   | 溢水源:ASS 1B 一般部<br>破損区画:E-4<br>     |
|              |              |          | 温度スイッチ          | 3TS-2937 |              |   |   |
|              |              |          | 温度スイッチ          | 3TS-2951 |              |   |   |
|              |              |          | 温度スイッチ          | 3TS-2953 |              |   |   |
|              |              |          | 温度スイッチ          | 3TS-2954 |              |   |   |
|              |              |          | 温度スイッチ          | 3TS-2957 |              |   |   |
|              |              |          | 安全補機開閉器室給気ファン   | 3VSF27A  |              |   |   |
|              |              |          | 安全補機開閉器室給気ファン   | 3VSF27B  |              |   |   |
|              |              |          | 非管理区域空調機器室電気ヒータ | 3VSE2A   |              |   |   |
|              |              |          | 非管理区域空調機器室電気ヒータ | 3VSE2B   |              |   |   |
|              |              |          | 非管理区域空調機器室電気ヒータ | 3VSE2C   |              |   |   |
|              |              |          | 非管理区域空調機器室電気ヒータ | 3VSE2D   |              |   |   |
|              | E-5          | 温度スイッチ   | 3TS-2955        | 68       | 95           | 溢水源:ASS 1B 一般部<br>破損区画:E-5<br> |   |
|              |              | 流量調節弁    | 3TCV-2774       |          |              |   |   |
|              |              | 流量調節弁    | 3TCV-2775       |          |              |   |   |
|              | A/B<br>24.8m | F-8      | 燃料取替用水ポンプ       | 3RFP1A   | 91           | 100   | 溢水源:ASS 3/4B 一般部<br>破損区画:F-8<br> |
| 燃料取替用水ポンプ    |              |          | 3RFP1B          |          |              |   |   |
| 燃料取替用水ピット水位計 |              |          | 3LT-1400        |          |              |   |   |
| 燃料取替用水ピット水位計 |              |          | 3LT-1401        |          |              |   |   |



## 防護対象設備の耐蒸気性能について

### 1. はじめに

- 防護対象設備のうち、電気計装品については、漏えい蒸気に曝露されることを想定した「耐蒸気性能試験」を実施し、120℃の蒸気環境下に曝された場合においても機能維持することを確認した。
- また、ファン・ポンプモータは、蒸気曝露試験装置に入らないため、ファン・ポンプモータの機能喪失要因である熱による固定子コイルおよび軸受への影響について、それぞれのファン・ポンプモータごとに評価を行い、GOTHIC コードの解析温度に対し耐蒸気性能を有していることを確認した。

### 2. 耐蒸気性能試験

- 試験条件の考え方
  - 次系補助蒸気の漏えいに対する影響緩和対策では、温度検知＋自動隔離により早期に漏えいを停止させることで、防護対象設備の存在する解析区画の温度上昇は、概ね100℃以内となっている。このことから120℃の耐蒸気性能試験を実施し、蒸気漏えい時においても防護対象設備が機能維持可能であることを確認する。
- 試験概要
  - 図1の試験温度プロファイルで、防護対象設備（供試体）を蒸気曝露させ、試験後に機能維持していることを確認する。
  - 【プロファイルの考え方】
    - 手動隔離も想定して、隔離40分＋隔離後の温度低下20分を考慮し、計60分の上図プロファイルとしている。

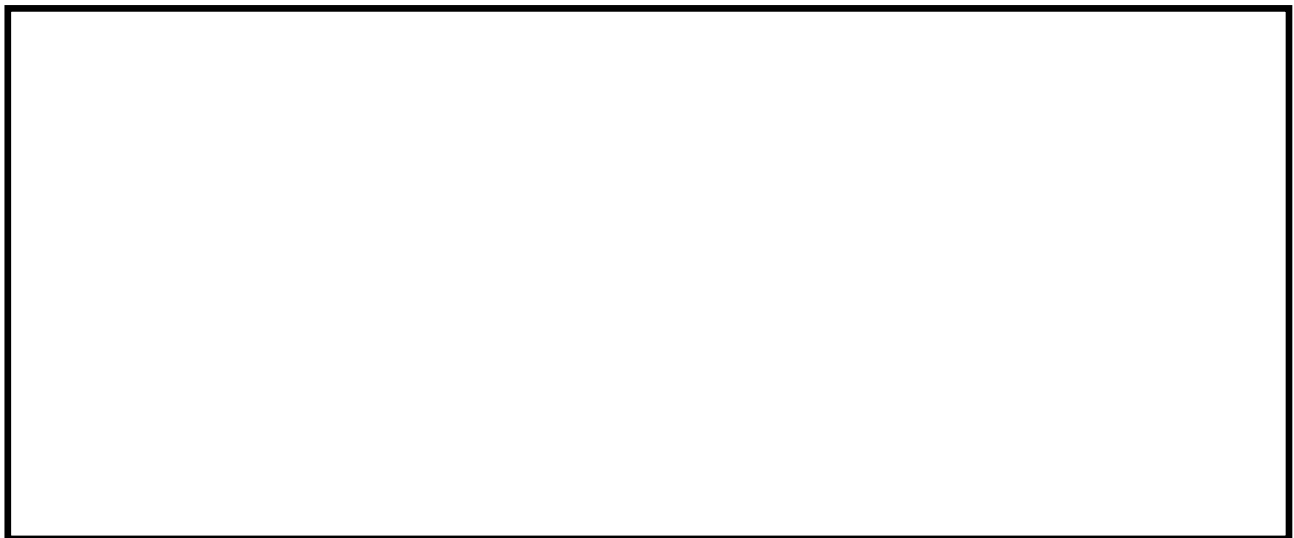


図1 試験温度プロファイル

図2 蒸気曝露試験装置

■ 試験結果

- 蒸気影響のある区画に設置されている評価対象の防護対象設備（電気計装品）について、仕様温度以上の影響を受けるものについて耐蒸気性能試験を実施した結果、耐蒸気性能を有しており、蒸気漏えい時においても機能維持することを確認した。

表1 防護対象設備耐蒸気性能試験 結果一覧表（1／2）

| 防護対象設備 |                | 評価項目  | 試験結果 |
|--------|----------------|---|------|
| 電動弁    | モータおよび駆動部      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 操作通りに作動し、LS接点が多く機能すること。</li> <li>■ 絶縁抵抗値。</li> </ul>                           | ○    |
| 空気作動弁  | リミットスイッチ       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 正しく作動すること。</li> </ul>  | ○    |
|        | 電磁弁            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 本体並びに接続部から漏えいがないこと。</li> <li>■ DC125Vで電磁弁が作動すること。</li> <li>■ 絶縁抵抗値。</li> </ul> | ○    |
|        | 減圧弁            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 本体並びに接続部から漏えいがないこと。</li> <li>■ 設定値に減圧できること。</li> </ul>                         | ○    |
|        | ダイヤフラム         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダイヤフラム膜に割れ、変形がないこと。</li> </ul>   | ○    |
| ダンパ    | ダンパオペレータ、ポジション | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 信号空気圧力とダンパオペレータロッド動作寸法の関係。</li> </ul>  | ○    |
|        | ポジションスイッチ      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ポジションスイッチ軸位置と位置信号の関係。</li> <li>■ 絶縁抵抗値。</li> </ul>                             | ○    |
|        | 電磁弁            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 3方電磁弁が切替ること。</li> </ul>  | ○    |
|        | 減圧弁            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設定出力（圧力）。</li> <li>■ 入出力特性試験にて設定が可能であること。</li> </ul>                           | ○    |

表1 防護対象設備耐蒸気性能試験 結果一覧表 (2/2)

| 防護対象設備     |                | 評価項目  | 試験結果 |
|------------|----------------|---|------|
| 計器         | 伝送器            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ゼロ点 (静圧特性試験)。</li> <li>■最大誤差、ゼロ点、スパン、直線性、ヒステリシス (入出力特性試験)。</li> </ul> | ○    |
|            | 流量設定器          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■設定出力 (圧力)。</li> <li>■入出力特性試験にて設定が可能であること。</li> </ul>                  | ○    |
|            | 温度スイッチ         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■動作、再現性 (入出力特性試験)。</li> </ul>  | ○    |
| 現場盤        | スイッチ、表示灯、端子台など | <ul style="list-style-type: none"> <li>■絶縁健全性。</li> <li>■短絡・地絡。</li> <li>■スイッチ、表示灯の回路健全性。</li> </ul>          | ○    |
| モータケーブル接続部 | 高圧ケーブル接続部      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■絶縁抵抗値。</li> <li>■絶縁健全性。</li> </ul>                                    | ○    |
|            | 低圧ケーブル接続部      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■絶縁抵抗値。</li> <li>■短絡・地絡。</li> </ul>                                    | ○    |
| 中継端子箱      | (端子台)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■絶縁抵抗値。</li> <li>■短絡・地絡。</li> <li>■漏れ電流。</li> </ul>                    | ○    |
| レジ詰端子箱     | (端子台)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■短絡・地絡。</li> <li>■回路健全性。</li> </ul>                                    | ○    |

## 2. ポンプ・ファンモータ評価

- 防護対象設備のうちポンプ・ファンモータについては、外形寸法の大きさから試験による確認が困難であるため、想定される蒸気環境下で機能維持することを個別評価で確認した。
- 評価対象部位は、熱的影響により機能維持に問題が生じる可能性のある以下の部位であり、この部位に対する評価結果は表2～4に示す。
  1. 固定子コイル：熱的影響により絶縁破壊の可能性がある。
  2. 軸受：熱的影響により荷重支持性能を損なう可能性がある。
  3. 潤滑油・グリース：熱的影響により潤滑性能を損なう可能性がある。

- 軸受、潤滑油・グリースの摩擦熱による温度上昇は、実測値（軸受表面温度）に20℃の余裕を見込んだ値を評価に使用している。この20℃は、これまでの工場試験データの軸受表面と軸受内部の最大温度差である約11℃などから決めた値であり、軸受内部温度として実測値（軸受表面温度）に20℃を加算した値で評価している。

表2 固定子コイルの評価

| 名称                | 絶縁種別 | 環境温度<br>(解析値)<br>[°C] | 通電による温度上昇<br>(評価に用いる値)<br>[°C] <sup>※1</sup> | 評価温度<br>[°C]    | 許容温度<br>[°C] <sup>※2</sup> | 判定           |
|-------------------|------|-----------------------|--|-----------------|----------------------------|--------------|
|                   | —    | (A)                   | (B)  | (C) = (A) + (B) | (D)                        | (C) ≤ (D) か? |
| 充てんポンプ            | F種   | 61                    | 100  | 161             | 250                        | ○            |
| 使用済燃料ピットポンプ       | F種   | 62                    | 100  | 162             | 250                        | ○            |
| 安全補機開閉器室給気ファン     | F種   | 79                    | 100  | 179             | 250                        | ○            |
| ほう酸ポンプ            | F種   | 61                    | 100  | 161             | 250                        | ○            |
| ディーゼル発電機室給気ファンモータ | F種   | 86                    | 100  | 186             | 250                        | ○            |
| 蓄電池室排気ファンモータ      | F種   | 81                    | 100  | 181             | 250                        | ○            |
| 中央制御室給気ファンモータ     | F種   | 81                    | 100  | 181             | 250                        | ○            |
| 中央制御室循環ファンモータ     | F種   | 95                    | 100  | 195             | 250                        | ○            |
| 燃料取替用水ポンプモータ      | F種   | 91                    | 100  | 191             | 250                        | ○            |

※1 通電による温度上昇は設計上の温度上昇限度値。

※2 許容値はメーカーの試験により絶縁機能が確認されている短時間耐熱温度。

表3 軸受の評価

| 名称                | 軸受種類  | 環境温度<br>(解析値)<br>[°C] | 摩擦熱による温度上昇<br>(実測値)<br>[°C] <sup>※1</sup> | 摩擦熱による温度上昇<br>(評価に用いる値)<br>[°C] <sup>※1</sup> | 評価温度<br>[°C] | 許容温度<br>[°C] <sup>※2</sup> | 判定          |
|-------------------|-------|-----------------------|---|---|--------------|----------------------------|-------------|
|                   | —     | (A)                   | —   | (B)   | (C)=(A)+(B)  | (D)                        | (C) ≤ (D)か？ |
| 充てんポンプ            | 転がり軸受 | 61                    | 20.3                                      | 40.3  | 101.3        | 150                        | ○           |
| 使用済燃料ピットポンプ       | 転がり軸受 | 62                    | 28  | 48  | 110          | 150                        | ○           |
| 安全補機開閉器室給気ファン     | 転がり軸受 | 79                    | 29  | 49  | 128          | 150                        | ○           |
| ほう酸ポンプ            | 転がり軸受 | 61                    | 28  | 48  | 109          | 150                        | ○           |
| ディーゼル発電機室給気ファンモータ | 転がり軸受 | 86                    | 19  | 39  | 125          | 150                        | ○           |
| 蓄電池室排気ファンモータ      | 転がり軸受 | 81                    | 26  | 46  | 127          | 150                        | ○           |
| 中央制御室給気ファンモータ     | 転がり軸受 | 81                    | 20.5                                      | 40.5  | 121.5        | 150                        | ○           |
| 中央制御室循環ファンモータ     | 転がり軸受 | 95                    | 23.5                                      | 43.5  | 138.5        | 150                        | ○           |
| 燃料取替用水ポンプモータ      | 転がり軸受 | 91                    | 30.5                                      | 50.5  | 141.5        | 150                        | ○           |

※1 摩擦熱による温度上昇は実測値に20°Cの余裕を見込んだ値。

※2 許容値は、基本定格荷重を支持して定格寿命まで使用できるメーカー設計値。

<注1 実測値については工場試験（温度上昇試験）における軸受温度上昇値の最大値を適用した。>

表4 潤滑油・グリースの評価

| 名称                | 種類  | 環境温度<br>(解析値)<br>[°C] | 摩擦熱による温度上昇<br>(実測値)<br>[°C] <sup>※1</sup> | 摩擦熱による温度上昇<br>(評価に用いる値)<br>[°C] <sup>※1</sup> | 評価温度<br>[°C] | 許容温度<br>[°C] <sup>※2</sup> | 判定          |
|-------------------|-----|-----------------------|---|---|--------------|----------------------------|-------------|
|                   | —   | (A)                   | —   | (B)   | (C)=(A)+(B)  | (D)                        | (C) ≤ (D)か？ |
| 充てんポンプ            | 潤滑油 | 61                    | 20.3                                      | 40.3  | 101.3        | 150                        | ○           |
| 使用済燃料ピットポンプ       | グリス | 62                    | 28  | 48  | 110          | 185                        | ○           |
| 安全補機開閉器室給気ファン     | グリス | 79                    | 29  | 49  | 128          | 185                        | ○           |
| ほう酸ポンプ            | グリス | 61                    | 28  | 48  | 109          | 185                        | ○           |
| ディーゼル発電機室給気ファンモータ | グリス | 86                    | 19  | 39  | 125          | 185                        | ○           |
| 蓄電池室排気ファンモータ      | グリス | 81                    | 26  | 46  | 127          | 185                        | ○           |
| 中央制御室給気ファンモータ     | グリス | 81                    | 20.5                                      | 40.5  | 121.5        | 185                        | ○           |
| 中央制御室循環ファンモータ     | グリス | 95                    | 23.5                                      | 43.5  | 138.5        | 185                        | ○           |
| 燃料取替用水ポンプモータ      | グリス | 91                    | 30.5                                      | 50.5  | 141.5        | 185                        | ○           |

※1 摩擦熱による温度上昇は実測値に20°Cの余裕を見込んだ値。

※2 許容温度の考えは以下のとおり。

グリス：粘性を維持できる（グリスが流動状態とならない）温度。  
潤滑油：短時間劣化を生じないことが試験で確認されている温度。

<注1 実測値については工場試験（温度上昇試験）における軸受温度上昇値の最大値を適用した。>

以上

## 1 7. 想定破損における溢水量算出の考え方と算出結果について

### 1. はじめに

高エネルギー配管および低エネルギー配管の想定破損時の没水影響評価については、流出流量および系統隔離までの時間により、没水の評価条件となる溢水量を算出している。以降、『2. 高エネルギー配管（没水影響評価）の対象系統および溢水量の算出について』、『3. 低エネルギー配管（没水影響評価）の対象系統および溢水量の算出について』にて、対象となる系統、溢水量の算出手法および異常の検知から系統隔離までの詳細時間の内訳を示す。

### 2. 高エネルギー配管（没水影響評価）の対象系統および溢水量の算出について

#### (1) 対象系統

対象となる高エネルギー配管を有する系統は、想定破損による漏えい発生時に、自動インターロックまたは中央制御室からの遠隔操作による隔離が可能な系統であることから、運転員による現場での隔離操作を必要としない系統である。対象系統は表1-1のとおり。

表1-1 想定破損の対象となる高エネルギー配管を有する系統

| 系統                      | 隔離方法         |
|-------------------------|--------------|
| ① 化学体積制御系（抽出系統）         | 中央制御室からの遠隔操作 |
| ② 化学体積制御系（充てん系統）        |              |
| ③ 主蒸気系統（主蒸気管室内）         | 自動インターロックおよび |
| ④ 主給水系統、補助給水系統（主蒸気管室内）  | 中央制御室からの遠隔操作 |
| ⑤ 蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室内） | 中央制御室からの遠隔操作 |
| ⑥ 補助蒸気系統                | 自動インターロック    |

#### (2) 溢水量の算出

高エネルギー配管想定破損没水評価に用いる溢水量を以下のとおり算出する。

$$\text{溢水量 (m}^3\text{)} = \text{漏えい時間 (分)} \times \text{流出流量 (m}^3\text{/h)} + \text{配管保有水量 (m}^3\text{)}$$

#### (3) 漏えい時間設定の考え方

漏えい発生から漏えい箇所の隔離完了までは、漏えいが継続するものとして漏えい時間を設定する。なお、隔離完了までの時間設定は『a. 異常の検知時間』、『b. 事象の判断時間』、『c. 漏えい箇所の隔離時間』の3つに区分して考え、トータル時間を漏えい時間として設定する。

##### a. 異常の検知時間の設定について

中央制御室において漏えいを検知する手段としては、圧力、流量、水位、温度等の警報や、体積制御タンク水位が低下した場合に補給が開始されたことを知らせる吹鳴音により異常の検知が可能である。従って異常の検知時間の設定については、漏えい発生から警報発信または吹鳴音までの時間を異常の検知時間とし、秒単位は切上げ、分単位で設定する。

なお、破損の程度が小さい場合、検知時間がより長くなることとなるが、その場合は流出流量も小さくなるため、溢水量評価への影響は非常に小さい。

#### b. 事象の判断時間の設定について

事象の判断及び漏えい箇所の特定に要する時間は、定期的な訓練により短時間で判断可能と考えるが、安全評価で標準的に用いられる10分とする。なお、漏えい箇所の特定については、異常を検知した際の関連パラメータにより総合的に判断する。

#### c. 漏えい箇所の隔離時間の設定について

没水評価の対象となる高エネルギー配管の系統は、インターロックによる自動隔離、または中央制御室からの遠隔操作により隔離することができる。隔離時間は操作時間および弁の動作時間とし、秒単位は切上げ、分単位で設定する。

緊急負荷降下操作については、訓練実績に基づき負荷降下の準備・連絡に3分、緊急負荷降下15分、プラントトリップ状態の確認2分の合計20分として設定する。

### (4) 流出流量の考え方

『原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド』に従い、高エネルギー配管は完全全周破断を前提とし、配管破損箇所において定格運転流量が設定されている場合はその流量が維持されるものとし、枝管等で定格流量が定められていない場合については、以下の考え方により流出流量を算出する。

- a. 主配管からの破断による流出流量はポンプの定格運転流量とする
- b. 主配管から分岐する枝管からの破断による流出流量は臨界流量<sup>※1</sup>とする
- c. 充てんポンプ出口配管の全周破断が生じた場合には、定格運転流量（45.4 m<sup>3</sup>/h）を上回る流量となるため、電動機の過電流動作によってポンプがトリップする直前の最大吐出し流量である、ポンプランアウト流量（120 m<sup>3</sup>/h）を用いる。

#### ※1：臨界流量の算出について

- 主蒸気系統臨界流の計算・・・Murdock-Bauman 相関式
- 主給水系統のうち補助給水ラインの臨界流の計算・・・Henry-Fauske 相関式
- 蒸気発生器ブローダウン系統の臨界流の計算・・・Henry-Fauske 相関式

ここで、Murdock-Bauman 相関式は理論式をベースに圧力、密度の関数として臨界流量を整理したものであり、主蒸気系統のような蒸気単相放出が想定される系統に適用可能である。

また、サブクール臨界流としてはHenry-Fauske 相関式を使用する。本相関式は、加圧水の流出に対して適用されているものであり、主給水系統および蒸気発生器ブローダウン系統のようにサブクール水の放出が想定される系統に適用可能である。

### (5) 配管保有水量の考え方

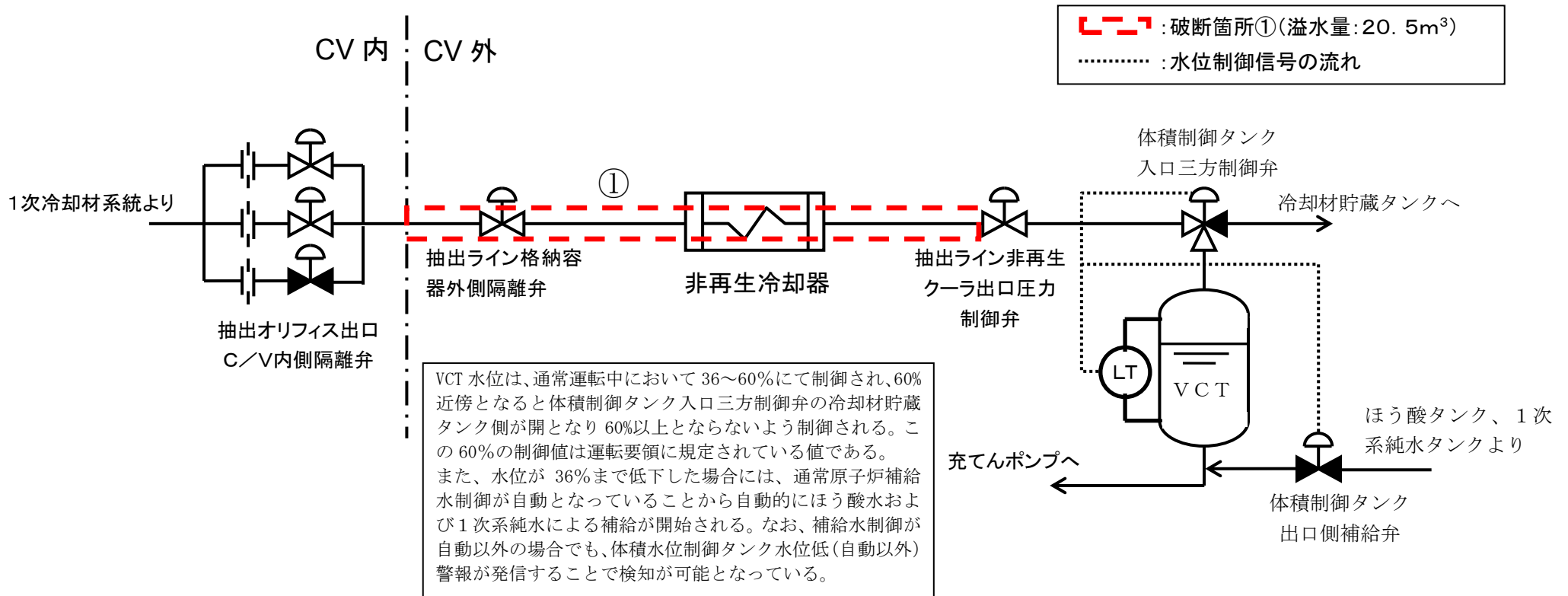
- a. 破断する配管の系統保有水全量が、破断口から漏えいするものとする。但し逆止弁や常時閉止の弁で破断口から隔離される範囲の保有水は流出しないものとする。
- b. 主蒸気系統、主給水系統および蒸気発生器ブローダウン系統の破損においては、当該ループの蒸気発生器保有水が全量流出することを想定する。

次頁以降に各系統の溢水量の算出結果を示す。

① 化学体積制御系統（抽出系統）

| 想定破損範囲                      | 漏えい時間   |   |   | 流出流量 | ④漏えい量   | ⑤保有水量   | 溢水量<br>(④+⑤)       |                    |
|-----------------------------|---|---|---|------|---|---|--------------------|--------------------|
|                             | ①異常の検知時間<br>(異常の検知手段)   | ②事象判断時間<br>(事象判断及び破損箇所特定手段)   | ③破損箇所の隔離時間<br>(破損箇所の隔離手段)                                     |      |   |   |                    | 合計<br>(①+②+③)      |
| 【抽出ライン】<br>①非再生冷却器<br>上流～下流 | 5分<br>配管破損により VCT (0.07809m <sup>3</sup> /%)<br>の保有水が減少し VCT 水位が低下<br>する。VCT 通常水位 (60+5%*) から<br>原子炉補給開始水位 (36-5%*) まで<br>水位が低下し、原子炉補給水制御が<br>自動の場合は自動補給開始音吹鳴、<br>原子炉補給水制御が自動以外の場合<br>は体積制御タンク水位低 (自動以外)<br>(L120) 警報が発信する。<br>0.07809m <sup>3</sup> /% × (65% - 31%) ÷<br>32.1m <sup>3</sup> /h × 60分 = 5分 | 10分<br>以下のパラメータから抽出ライン<br>からの漏えいと判断 10分<br>加圧器水位、VCT 水位、原子炉補助<br>建屋サンプ水位等 | 1分<br>中央制御室において、抽出オリフィス<br>出口 C/V 内側隔離弁を<br>側隔離弁を手動閉止する<br>1分 | 16分  | オリフィス<br>による制限<br>流量<br>32.1m <sup>3</sup> /h | 16分/60分<br>× 32.1m <sup>3</sup> /h<br>= 8.6m <sup>3</sup> | 11.9m <sup>3</sup> | 20.5m <sup>3</sup> |

(※計装誤差に余裕を考慮した値)



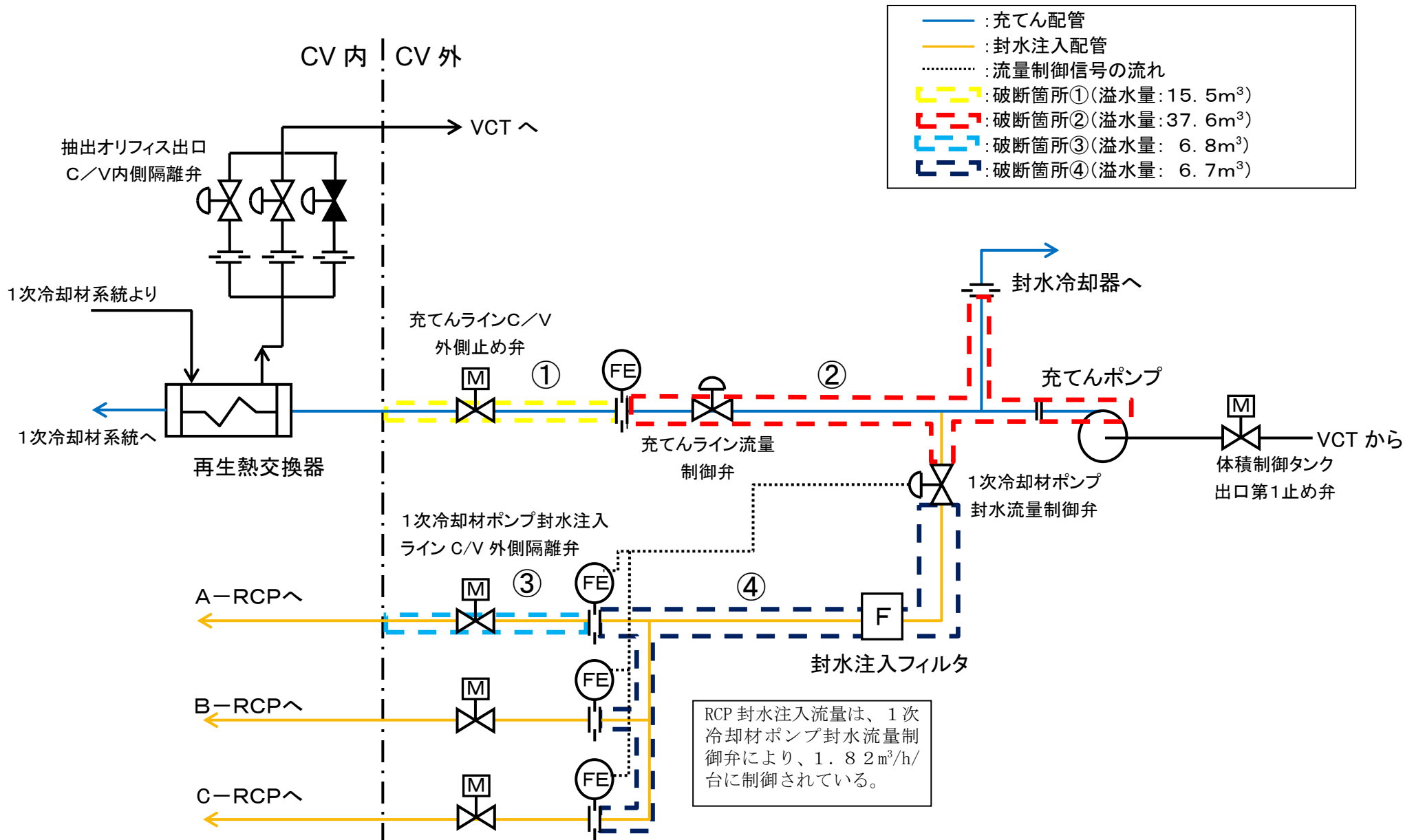


② 化学体積制御系統（充てん系統）

| 想定破損範囲   | 漏えい時間   |  |   |               | 流出流量  | ④漏えい量  | ⑤保有水量             | 溢水量<br>(④+⑤)   |
|--|---|--|---|---------------|---|--|-------------------|--|
|  | ①異常の検知時間<br>(異常の検知手段)   | ②事象判断時間<br>(事象判断及び破損箇所特定手段)  | ③破損箇所の隔離時間<br>(破損箇所の隔離手段)   | 合計<br>(①+②+③) |   |  |                   |  |
| 【充てんライン】<br>①貫通部～流量計                           | 1分<br>配管破損により、充てん流量が上昇し、充てん流量高警報が発信する（通常の充てん流量 23.8m <sup>3</sup> /h に対して高警報 29m <sup>3</sup> /h であるため、当該ラインの破断により速やかに警報が発信する）                                | 10分<br>以下のパラメータから充てんラインからの漏えいと判断 10分<br>VCT 水位、充てん流量、原子炉補助建屋サンプ水位等     | 2分<br>中央制御室において、抽出オリフィス出口 C/V 内側隔離弁を手動閉止する 1分…※1<br>充てん流量制御弁を手動閉止する 1分  | 13分           | 充てんポンプ定格流量<br>45.4 m <sup>3</sup> /h  | 13分/60分<br>× 45.4m <sup>3</sup> /h<br>=9.9m <sup>3</sup> | 5.6m <sup>3</sup> | 15.5m <sup>3</sup>                                       |
| 【充てんライン】<br>②流量計<br>～充てんポンプ出口                  | 1分<br>配管破損により、充てん流量が低下し、充てん流量低警報が発信する（通常の充てん流量 23.8m <sup>3</sup> /h に対して低警報 8m <sup>3</sup> /h であるため、当該ラインの破断により速やかに警報が発信する）                                 |  | 5分<br>中央制御室において、抽出オリフィス出口 C/V 内側隔離弁を手動閉止する 1分…※1<br>充てん流量制御弁を手動閉止する 1分<br>漏えい継続の場合は充てんポンプを停止する 2分（空転含む）<br>体積制御タンク出口第 1 止め弁を閉止する 1分 | 16分           |   |  |                   |  |
| 【封水注入ライン】<br>③貫通部～流量計<br>(A ラインから漏えいした場合を例とする) | 1分<br>配管破損により、破損側 A-封水注入流量が増加するため、健全側 B, C-封水注入流量は低下し、RCP 封水注入ライン流量低警報が発信する（通常の封水注入流量 1.82m <sup>3</sup> /h に対して、低警報は 1.5m <sup>3</sup> /h であるため、速やかに警報が発信する） | 10分<br>以下のパラメータから封水注入流量計下流からの漏えいと判断 10分<br>封水注入流量、封水戻り流量、原子炉補助建屋サンプ水位等 | 2分<br>中央制御室において、A-1次冷却材ポンプ封水注入ライン C/V 外側隔離弁を閉止する 1分…※2<br>漏えい継続の場合は 1次冷却材ポンプ封水注入流量制御弁を手動閉止する 1分                                     | 13分           | 定格封水注入流量<br>5.46m <sup>3</sup> /h<br>(1.82m <sup>3</sup> /h × 3 ループ =<br>5.46m <sup>3</sup> /h) | 13分/60分<br>× 5.46m <sup>3</sup> /h<br>=1.2m <sup>3</sup> |                   | 6.8m <sup>3</sup>  |
| 【封水注入ライン】<br>④流量計<br>～流量調節弁                    | 1分<br>配管破損により、封水注入流量が低下し、RCP 封水注入ライン流量低警報が発信する（通常の封水注入流量 1.82m <sup>3</sup> /h に対して、低警報は 1.5m <sup>3</sup> /h であるため、速やかに警報が発信する）                              | 10分<br>以下のパラメータから封水注入流量計上流からの漏えいと判断 10分<br>封水注入流量、封水戻り流量、原子炉補助建屋サンプ水位等 | 1分<br>中央制御室において、1次冷却材ポンプ封水注入流量制御弁を手動閉止する 1分   | 12分           |   |  |                   | 12分/60分<br>× 5.46m <sup>3</sup> /h<br>=1.1m <sup>3</sup> |

※1：漏えい停止を優先し、充てん流量制御弁を手動閉止することで漏えいを停止させることは可能であるが、再生熱交換器での熱交換が出来なくなることにより、抽出ラインオリフィス下流で減圧沸騰が発生することから、抽出系統を停止した後、充てん系統を隔離する手順としている。

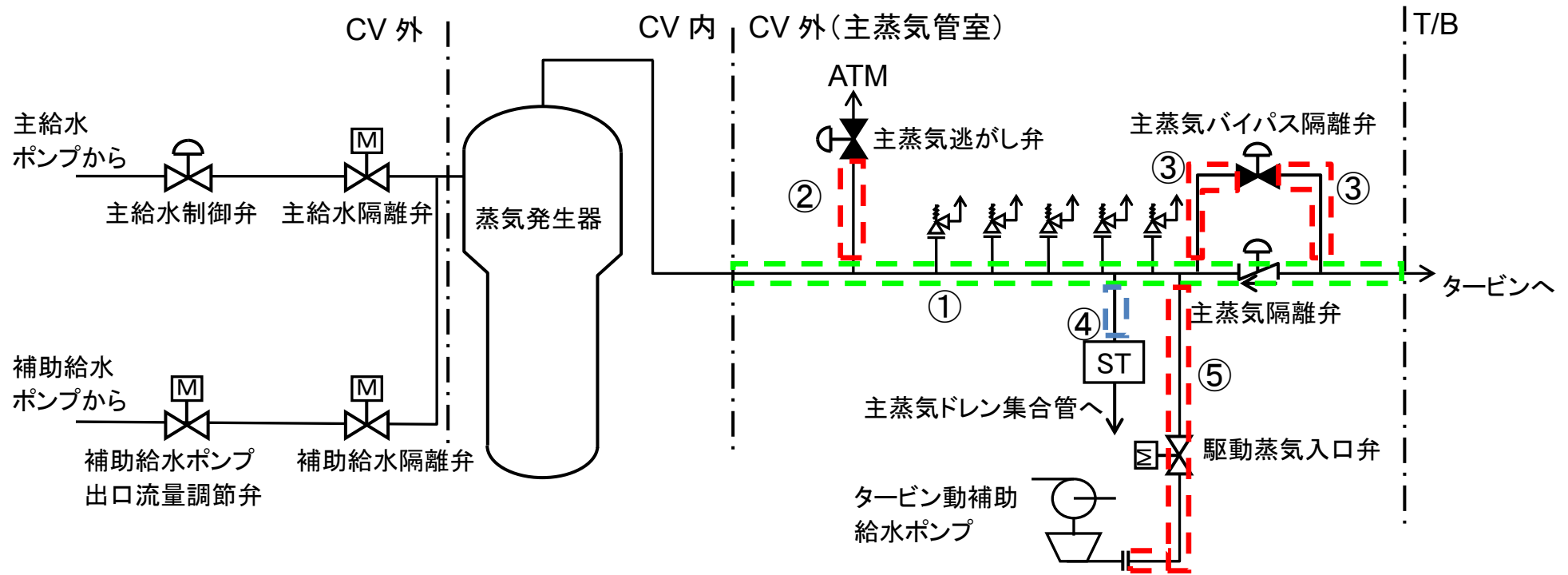
※2：当該弁閉止の目的は、貫通部～当該弁の間が破損した場合、当該弁を閉止することで、他ループ (B,C) の RCP 封水注入を確保することが可能であることから、当該弁を閉止する手順としている。



③ 主蒸気系統（主蒸気管内）

| 想定破損範囲   | 漏えい時間   |  |   |               | 流出流量  | ④漏えい量  | ⑤保有水量  | 溢水量<br>(④+⑤)  |
|--|---|--|---|---------------|---|--|--|---|
|  | ①異常の検知時間<br>(異常の検知手段)   | ②事象判断時間<br>(事象判断及び破損箇所特定手段)                                    | ③破損箇所の隔離時間<br>(破損箇所の隔離手段)   | 合計<br>(①+②+③) |   |  |  |   |
| <b>【主蒸気管】</b><br>①貫通部<br>～主蒸気隔離弁下流                                   | 1分<br>主蒸気ライン圧力低ECCS作動による原子炉トリップ 2秒<br>また、主蒸気ライン圧力低により主給水隔離弁が自動隔離する 9秒 | 10分<br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する<br>SG水位偏差、SG流量偏差、主蒸気ライン圧力低等    | 2分<br>中央制御室において、補助給水隔離弁、補助給水ポンプ出口流量調節弁を手動閉止する 2分  | 13分           | 定格主給水流量<br>2091m <sup>3</sup> /h<br>および<br>定格補助給水流量 240m <sup>3</sup> /h  | 1分/60分<br>× 2091m <sup>3</sup> /h<br>+ 12分/60分<br>× 240m <sup>3</sup> /h<br>= 82.9m <sup>3</sup>                               | 配管<br>保有水量<br>15.0m <sup>3</sup><br><br>SG保有水量<br>66.0m <sup>3</sup> | 163.9m <sup>3</sup>   |
| <b>【主蒸気<br/>逃がしライン】</b><br>②主蒸気管分岐<br>～主蒸気逃がし弁                       | 1分…a<br>主蒸気流量増加に伴う原子炉出力上昇によりPR中性子束高制御棒引抜阻止(C-2)警報が発信する 1分             | 10分…b<br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する<br>主蒸気流量、SG圧力、SG水位偏差、SG流量偏差等 | 24分<br>中央制御室において緊急負荷降下の準備・連絡 3分…c<br>緊急負荷降下 15分…d<br>プラントトリップ状態確認 2分…e<br>主給水制御弁、主給水隔離弁手動閉止 2分…f<br>補助給水隔離弁、補助給水ポンプ出口流量調節弁手動閉止 2分…g | 35分           | 臨界流量<br>835m <sup>3</sup> /h<br>(口径 6B × Sch80、圧力 71.1kg/cm <sup>2</sup> 、温度 286.1℃より)<br>定格補助給水流量 240m <sup>3</sup> /h | 33分 <sup>*1</sup> /60分<br>× 835m <sup>3</sup> /h<br>+ 6分 <sup>*2</sup> /60分<br>× 240m <sup>3</sup> /h<br>= 483.3m <sup>3</sup> |  | 564.3m <sup>3</sup>   |
| <b>【主蒸気<br/>バイパスライン】</b><br>③主蒸気管分岐～主蒸気バイパス隔離弁<br>③主蒸気バイパス隔離弁～主蒸気管分岐 |   |  |   |               |   |  |  | 5分…h<br>主蒸気流量増加に伴うSG熱出力が上昇するため、出力変化によるSG熱出力1分間平均値超過警報が発信する 5分 |
| <b>【タービン動補助給水ポンプ駆動用蒸気ライン】</b><br>⑤主蒸気管分岐<br>～ターミナルエンド                | 1分…a<br>主蒸気流量増加に伴う原子炉出力上昇によりPR中性子束高制御棒引抜阻止(C-2)警報が発信する 1分             |  |   | 35分           | 臨界流量<br>835m <sup>3</sup> /h<br>(口径 6B × Sch80、圧力 71.1kg/cm <sup>2</sup> 温度 286.1℃より)<br>定格補助給水流量 240m <sup>3</sup> /h  | 33分 <sup>*1</sup> /60分<br>× 835m <sup>3</sup> /h<br>+ 6分 <sup>*2</sup> /60分<br>× 240m <sup>3</sup> /h<br>= 483.3m <sup>3</sup> |  | 564.3m <sup>3</sup>   |

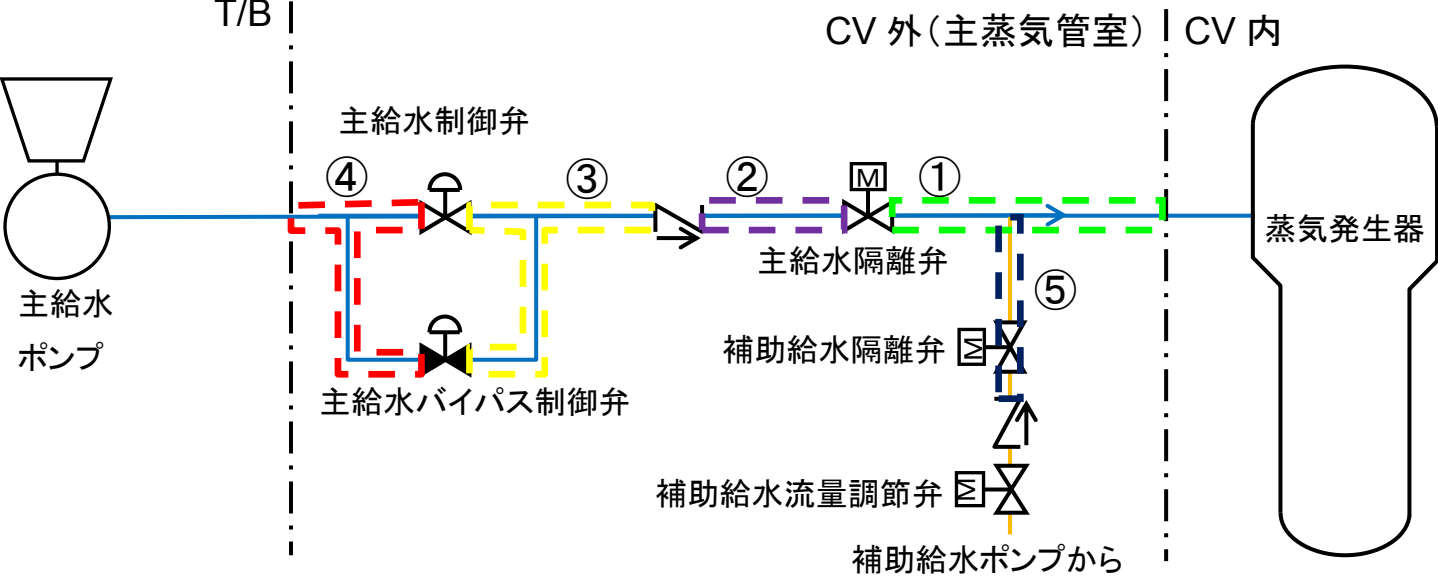
┌───┐ : 破断箇所① (溢水量: 163.9m<sup>3</sup>)  
┌───┐ : 破断箇所②③⑤ (溢水量: 564.3m<sup>3</sup>)  
┌───┐ : 破断箇所④ (溢水量: 156.8m<sup>3</sup>)  
 ※全て主蒸気管室内であり、没水評価に使う溢水量は主給水系統の最大溢水量とする



④ 主給水系統、補助給水系統（主蒸気管内）


| 想定破損範囲                              | 漏えい時間  |  |  |  | 流出流量   | ④漏えい量  | ⑤保有水量  | 溢水量<br>(④+⑤)        |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|
|                                     | ①異常の検知時間<br>(異常の検知手段)  | ②事象判断時間<br>(事象判断及び破損箇所特定手段)  | ③破損箇所の隔離時間<br>(破損箇所の隔離手段)  | 合計<br>(①+②+③)  |  |  |  |                     |
| 【主給水管】<br>①貫通部<br>～主給水隔離弁           | <u>1分</u><br>主蒸気ライン圧力低ECCS作動による原子炉トリップ 7秒<br>また、主蒸気ライン圧力低により、主給水隔離弁自動隔離 14秒                                  | <u>10分</u><br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する 10分<br>SG水位偏差、SG流量偏差、主蒸気ライン圧力低等       | <u>2分</u><br>中央制御室において、補助給水隔離弁、補助給水ポンプ出口流量調節弁を手動閉止する 2分  | 13分  | 定格主給水流量<br>2091m <sup>3</sup> /h<br>定格補助給水流量<br>240m <sup>3</sup> /h   | 1分/60分 × 2091m <sup>3</sup> /h + 12分/60分 × 240m <sup>3</sup> /h = 82.9m <sup>3</sup>                               | 配管保有水量<br>15.0m <sup>3</sup><br>SG保有水量<br>66.0m <sup>3</sup> | 163.9m <sup>3</sup> |
| 【主給水管】<br>②主給水隔離弁<br>～逆止弁           | <u>1分</u><br>主蒸気ライン圧力低ECCS作動による原子炉トリップ 7秒  | <u>10分※</u><br>主給水ライン漏えいと特定する 10分<br>※隔離弁自動閉止のため、事象判断時間は考慮しない                | <u>0分※</u><br>主蒸気ライン圧力低により主給水制御弁、主給水隔離弁自動隔離 7秒<br>※検知時間の1分に包絡されるため考慮しない  | 1分   | 定格主給水流量<br>2091m <sup>3</sup> /h   | 1分/60分 × 2091m <sup>3</sup> /h = 34.9m <sup>3</sup>  |  | 49.9m <sup>3</sup>  |
| 【主給水管】<br>③逆止弁～主給水制御弁、主給水バイパス制御弁    | <u>1分</u><br>SG水位低による原子炉トリップ 39秒   | <u>10分</u><br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する 10分<br>SG水位偏差、SG流量偏差、SG水位低による原子炉トリップ等 | <u>2分</u><br>中央制御室において、主給水制御弁、主給水隔離弁を手動閉止する。2分   | 13分  | 定格主給水流量<br>2091m <sup>3</sup> /h   | 13分/60分 × 2091m <sup>3</sup> /h = 453.1m <sup>3</sup>  | 配管保有水量<br>15.0m <sup>3</sup>                                 | 468.1m <sup>3</sup> |
| 【主給水管】<br>④主給水制御弁、主給水バイパス制御弁～T/B貫通部 | <u>1分</u><br>SG水位低による原子炉トリップ 39秒   | <u>10分</u><br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する 10分<br>SG水位偏差、SG流量偏差、SG水位低による原子炉トリップ等 | <u>7分</u><br>中央制御室において、主給水ポンプ2台を手動停止する 1分(30秒×2台)<br>ポンプ出口弁閉動作時間 6分(3分×2弁)   | 18分  | 定格主給水流量<br>2091m <sup>3</sup> /h   | 18分/60分 × 2091m <sup>3</sup> /h = 627.3m <sup>3</sup>  |  | 642.3m <sup>3</sup> |
| 【補助給水ライン】<br>⑤主給水管分岐<br>～逆止弁        | <u>1分…a</u><br>主給水流量の増加によりSG給水>蒸気流量偏差大警報が発信する<br><br>補足：主給水制御範囲内の漏えいとなりSG水位低による原子炉トリップ、主給水ポンプの過回転トリップには期待しない | <u>10分…b</u><br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する 10分<br>SG水位偏差、SG流量偏差等               | <u>24分</u><br>中央制御室において緊急負荷降下の準備・連絡 3分…c<br>緊急負荷降下 15分…d<br>プラントトリップ状態確認 2分…e<br>主給水制御弁、主給水隔離弁手動閉止 2分…f<br>補助給水隔離弁、補助給水ポンプ出口流量調節弁手動閉止 2分…g | 35分<br>※1 主給水ライン隔離完了までの時間 33分 (a～fの合計)<br>※2 プラントトリップによる補助給水ポンプ起動から補助給水ラインの隔離完了までの時間 6分 (e～gの合計) | 臨界流量<br>877m <sup>3</sup> /h<br>(口径 3B×Sch80、圧力 58.7kg/cm <sup>2</sup> 、温度 220℃より)<br>定格補助給水流量<br>240m <sup>3</sup> /h | 33分 <sup>*1</sup> /60分 × 877m <sup>3</sup> /h + 6分 <sup>*2</sup> /60分 × 240m <sup>3</sup> /h = 506.4m <sup>3</sup> | 配管保有水量<br>15.0m <sup>3</sup><br>SG保有水量<br>66.0m <sup>3</sup> | 587.4m <sup>3</sup> |

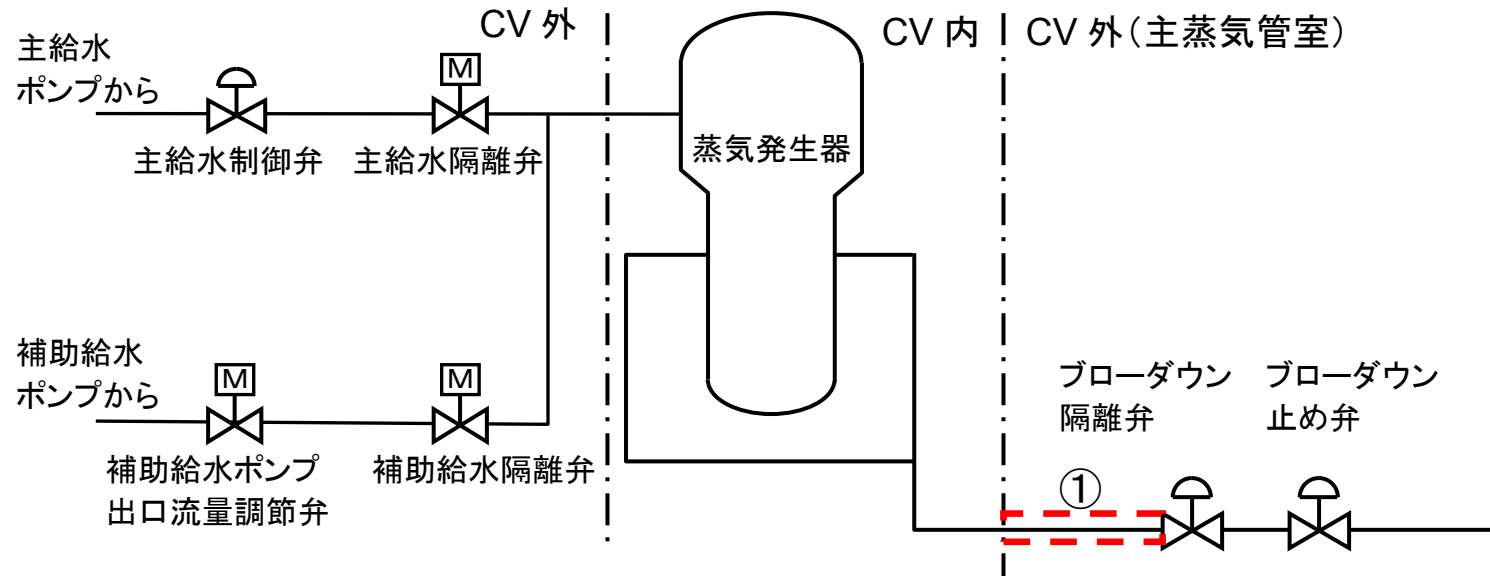
- : 主給水配管
- : 補助給水配管
- : 破断箇所①(溢水量:163.8m<sup>3</sup>)
- : 破断箇所②(溢水量:49.9m<sup>3</sup>)
- : 破断箇所③(溢水量:468.1m<sup>3</sup>)
- : 破断箇所④(溢水量:642.3m<sup>3</sup>)
- : 破断箇所⑤(溢水量:587.4m<sup>3</sup>)



⑤ 蒸気発生器ブローダウン系統（主蒸気管室内）


| 想定破損範囲                        | 漏えい時間                           |  |  | 合計<br>(①+②+③) | 流出流量   | ④漏えい量   | ⑤保有水量  | 溢水量<br>(④+⑤)        |
|-------------------------------|---------------------------------|--|--|---------------|--|---|--|---------------------|
|                               | ①異常の検知時間<br>(異常の検知手段)           | ②事象判断時間<br>(事象判断及び破損箇所特定手段)                                | ③破損箇所の隔離時間<br>(破損箇所の隔離手段)  |               |  |   |  |                     |
| <b>【復水器へのライン】</b><br>①貫通部～隔離弁 | 2分…a<br>SG水位低による原子炉トリップ<br>114秒 | 10分…b<br>以下のパラメータから隔離する蒸気発生器を特定する<br>10分<br>SG水位偏差、SG流量偏差等 | 4分<br>中央制御室において、主給水制御弁、主給水隔離弁を手動閉止する2分…c<br>補助給水隔離弁、補助給水ポンプ出口流量調節弁を手動閉止する2分…d<br>※1主給水ライン隔離完了までの時間14分(a～cまでの合計)<br>※2プラントトリップによる補助給水ポンプ起動から補助給水ライン隔離完了までの時間14分(b～dまでの合計) | 16分           | 臨界流量<br>562m <sup>3</sup> /h<br>(口径 3B×Sch40、圧力 58.7kg/cm <sup>2</sup> 、温度 262℃より)<br>定格補助給水流量<br>240m <sup>3</sup> /h | 14分 <sup>※1</sup> /60分×562m <sup>3</sup> /h<br>+14分 <sup>※2</sup> /60分×240m <sup>3</sup> /h<br>=<br>187.2m <sup>3</sup> | 配管保有水量<br>15.0m <sup>3</sup><br>SG保有水量<br>66.0m <sup>3</sup> | 268.2m <sup>3</sup> |

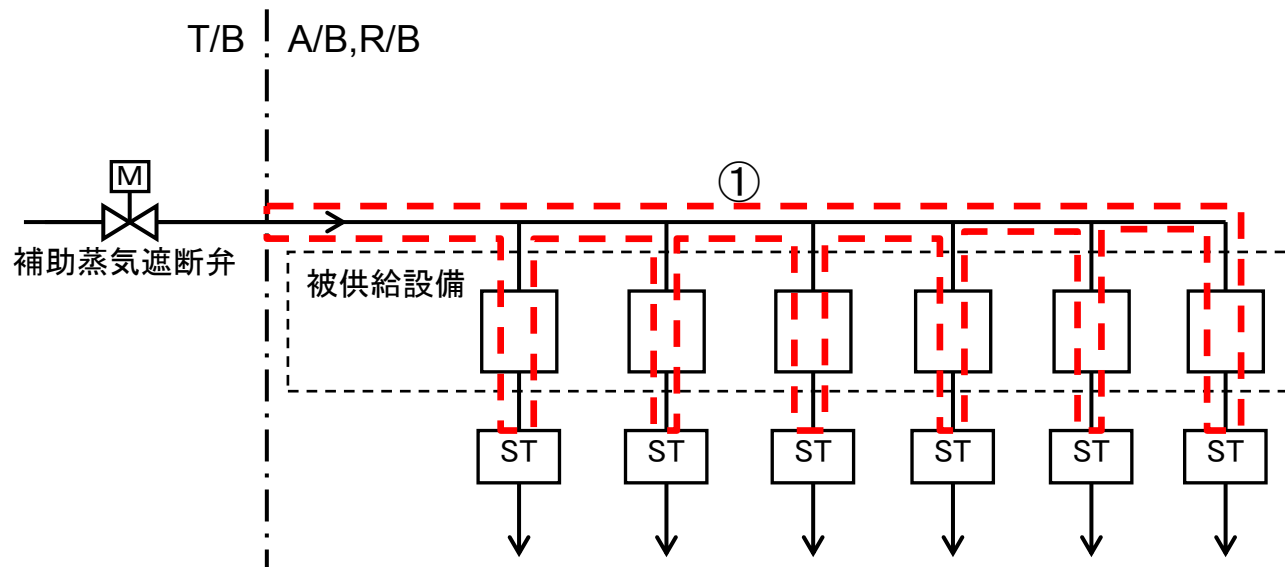
: 破断箇所① (溢水量: 268.2m<sup>3</sup>)



⑥補助蒸気系統

| 想定破損範囲  | 漏えい時間   |  |                                |               | 流出流量   | ④漏えい量  | ⑤保有水量             | 溢水量<br>(④+⑤)      |
|---------|---|--|--------------------------------|---------------|--|--|-------------------|-------------------|
|         | ①異常の検知時間<br>(異常の検知手段)   | ②事象判断時間<br>(事象判断及び破損箇所特定手段)  | ③破損箇所の隔離時間<br>(破損箇所の隔離手段)      | 合計<br>(①+②+③) |  |  |                   |                   |
| 補助蒸気ライン | <b>5分</b><br>測温抵抗体(60℃)の検知により補助蒸気遮断弁が自動閉止5分(測温抵抗体の検知時間は区画に依存する。補助蒸気遮断弁の閉止時間は約25秒、検知遅れ10秒を想定。) | <b>10分※</b><br>温度異常高の警報により、漏えい箇所を特定、判断<br>※隔離弁自動閉止のため、事象判断時間は考慮しない | <b>0分</b><br>自動隔離のため<br>操作時間なし | 5分            | スチームコンバータ容量31.3m <sup>3</sup> /h(定格発生蒸気量30t/hより) | 5分/60分 × 31.3m <sup>3</sup> /h = 2.7m <sup>3</sup> | 1.0m <sup>3</sup> | 3.7m <sup>3</sup> |

 : 破断箇所①(溢水量:3.7m<sup>3</sup>)





### 3. 低エネルギー配管（没水影響評価）の対象系統および溢水量の算出について

#### (1) 対象系統

対象となる低エネルギー配管を有する系統は、想定破損による漏えい発生時に、中央制御室からの遠隔操作による隔離が可能な系統または現場における手動弁による隔離が必要な系統である。

対象系統は表 3-1 のとおり。

表 3-1 想定破損の対象となる低エネルギー配管を有する系統

| 建屋       | 系統            | 隔離方法         |
|----------|---------------|--------------|
| 出入管理建屋   | 水消火系統         | 現場における手動弁閉止  |
|          | 原子炉補給水系統（脱塩水） |              |
|          | 飲料水系統         |              |
| 電気建屋     | 水消火系統         |              |
| タービン建屋   | 循環水管伸縮継手      | 中央制御室からの遠隔操作 |
| 循環水ポンプ建屋 | 海水淡水化設備系統     |              |
|          | 循環水管伸縮継手      |              |
|          | 軸受冷却水系統       | 現場における手動弁閉止  |
|          | 所内用水系統        |              |

#### (2) 溢水量の算出

低エネルギー配管の想定破損没水評価に用いる溢水量を以下のとおり算出する。

$$\text{溢水量 (m}^3\text{)} = \text{漏えい時間 (分)} \times \text{流出流量 (m}^3\text{/h)}$$

#### (3) 漏えい時間設定の考え方

漏えい発生から漏えい箇所の隔離完了までは、漏えいが継続するものとして漏えい時間を設定する。なお、隔離完了までの時間設定は『a. 異常の検知時間』、『b. 事象の判断時間』、『c. 漏えい箇所の隔離時間』の3つに区分して考え、トータル時間を漏えい時間として設定する。

##### a. 異常の検知時間の設定について

漏えいの発生については、中央制御室に発信する警報または現場巡視によって検知が可能である。従って異常の検知時間の設定については、漏えい発生から警報発信または現場巡視による漏えいの発見までの検知時間を各建屋の系統毎に設定する。

##### b. 事象の判断時間の設定について

中央制御室に警報が発信し検知した場合の事象の判断に要する時間は、定期的な訓練により短時間で判断可能と考えるが、安全評価で標準的に用いられる10分とする。

c. 破損箇所の隔離時間の設定について

破損箇所を含む系統の隔離時間は、中央制御室からの遠隔操作によるポンプの停止、または現場における手動弁の閉止までの時間を設定する。

漏えい箇所の特定は、異常を検知した際の関連パラメータや現場の漏えい状況の把握に要する時間として設定する。

現場における隔離時間については、訓練による実績時間に基づいた隔離操作の時間を設定しており、現場への移動時間、漏えい箇所の特定に要する時間、手動弁の閉止に要する時間のトータル時間としている。

- 中央制御室へ警報が発信せず漏えいの検知ができない場合は、通常の1日1回の現場巡視により漏えいを検知するものとし、漏えいの発生から漏えい箇所を含む系統隔離までの時間を24時間として設定する。

(4) 流出流量の考え方

『原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド』に従い、低エネルギー配管は、配管内径の1/2の長さと同配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（以下、「貫通クラック」という）を仮定し、貫通クラックの破損箇所の条件は、各系統の最高使用圧力・最大口径とする。

貫通クラックの破損による流出流量の算出式は以下のとおりである。

$$\text{流出流量 } Q = A \times C \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3600$$

Q：流出流量 (m<sup>3</sup>/h)

A：断面積 (= 1/4 D × t) (m<sup>2</sup>)

C：損失係数

H：水頭 (m)

(5) 低エネルギー配管想定破損時の溢水量の算出結果

a. 出入管理建屋、電気建屋の溢水量について

(a) 異常の検知時間、事象の判断時間、漏えい箇所の隔離時間

➤水消火系統

漏えい発生により水消火系統の圧力が低下し、消火ポンプ起動警報が中央制御室に発信することにより異常の検知が可能である。なお、事象の判断において火災警報が同時に発信していない場合は、中央制御室にて関連パラメータである原子炉補助建屋サンプタンク水位およびタービン建屋各ピット水位を確認し、水位上昇が見られない場合は出入管理建屋あるいは電気建屋における漏えいと容易に判断することが可能であり、事象の判断時間として10分を設定する。また、漏えい箇所の特定については、運転員または警備員の現場巡視により特定する。なお、建屋への移動を5分とし、漏えい箇所の特定については、電気建屋および出入管理建屋内の水消火系統に限定した巡視となるため、漏えい箇所の特定時間は60分として設定する。

運転員による通常巡視の着眼点としては、異音、異臭、振動、漏えい、現場作業環境等、多角的に実施する一方で、漏えいの有無に特化した巡視の場合は、通常巡視に比べ短時間で可能である。

水消火系統の配管は次図のとおり系統識別を実施していることにより、消火配管の認識および漏えい箇所の特定は容易である。

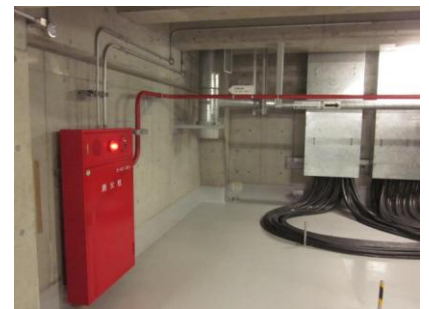
[水消火系統配管：電気建屋]



水消火系 系統識別



電気建屋 T. P. 10. 3m通路

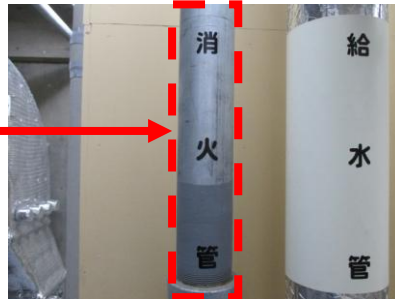


電気建屋 T. P. 7. 1mケーブル処理室

[水消火系統配管：出入管理建屋]



出入管理建屋 T. P. 14. 3m



T. P. 14. 3m配管室



出入管理建屋 T. P. 10. 3m

➤ 出入管理建屋の原子炉補給水系統（脱塩水）、飲料水系統

出入管理建屋は、頻りに発電所員が通行する経路であり警備員による巡視も行っていることから、容易に漏えいを発見できる状況となっている。また、同建屋内の洗濯設備内へ供給している原子炉補給水系統（脱塩水）から漏えいした場合でも、洗濯設備操作員による早期発見が可能である。

なお、漏えいを発見した場合の中央制御室への連絡体制を整備していることから、漏えい発生から系統隔離まで24時間で実施可能と考えている。

[原子炉補給水系統（脱塩水）配管：出入管理建屋]



出入管理建屋 T. P. 10. 3m  
管理区域入口

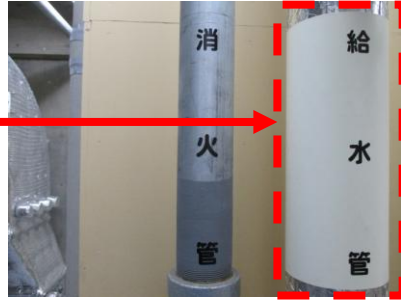


出入管理建屋 T. P. 6. 3m  
洗濯設備室

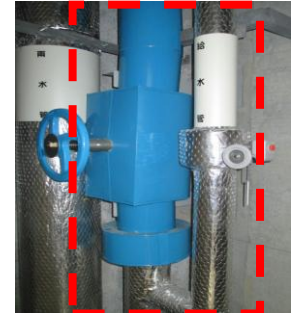
[飲料水系統配管：出入管理建屋]



出入管理建屋 T.P. 14.3m



T.P. 14.3m配管室



T.P. 21.2m配管室  
飲料水出入管理建屋補給弁

出入管理建屋・電気建屋の漏えい発生から隔離完了までの時間を表3-2に示す。

表3-2 出入管理建屋・電気建屋 漏えい発生から隔離完了までの時間

| 系統                          | 対応操作   | ①<br>異常の<br>検知時間 | ②<br>事象の<br>判断時間 | ③漏えい箇所の隔離時間 |               |             | ④合計時間<br>(①+②+③) |
|-----------------------------|--|------------------|------------------|-------------|---------------|-------------|------------------|
|                             |  |                  |                  | 現場移<br>動時間  | 漏えい箇所<br>特定時間 | 隔離操作<br>時間  |                  |
| 水消火系統<br>出入管理建屋<br>電気建屋     | 消火ポンプ起動警報検知<br>による手動弁隔離操作<br>(原子炉補助建屋<br>T.P. 17.8m)         | 1分               | 10分              | 5分          | 60分           | 10分<br>(5分) | 86分              |
| 原子炉補給水<br>系統(脱塩水)<br>出入管理建屋 | 巡視による原子炉補給水<br>系統(脱塩水)<br>手動弁隔離操作<br>(原子炉補助建屋<br>T.P. 10.3m) | 24時間             |                  |             |               |             | 24時間             |
| 飲料水系統<br>出入管理建屋             | 巡視による飲料水系統<br>手動弁隔離操作<br>(原子炉補助建屋<br>T.P. 24.8m)             | 24時間             |                  |             |               |             | 24時間             |

※()内の時間は実績時間

(b) 流出流量・溢水量

流出流量および溢水量について、配管の仕様および漏えい発生から隔離操作までの時間により算出した結果を表3-3に示す。

表3-3 出入管理建屋・電気建屋の流出流量・溢水量

| 系統                      | 直径<br>D[mm] | 肉厚<br>t[mm] | 系統圧力[MPa]<br>または<br>水頭H[m] | ④漏えい<br>発生からの隔<br>離時間 | ⑤流出流量<br>[m³/h] | 溢水量[m³]<br>(④×⑤) |
|-------------------------|-------------|-------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| 水消火系統<br>出入管理建屋・電気建屋    | 114.3       | 6.0         | 1.8[MPa]                   | 86分                   | 30.0            | 43.0             |
| 原子炉補給水系統(脱塩水)<br>出入管理建屋 | 60.5        | 3.5         | 1.4[MPa]                   | 24時間                  | 10.1            | 242.2            |
| 飲料水系統<br>出入管理建屋         | 114.3       | 4.5         | 12.3[m]                    | 24時間                  | 9.8             | 235.2            |

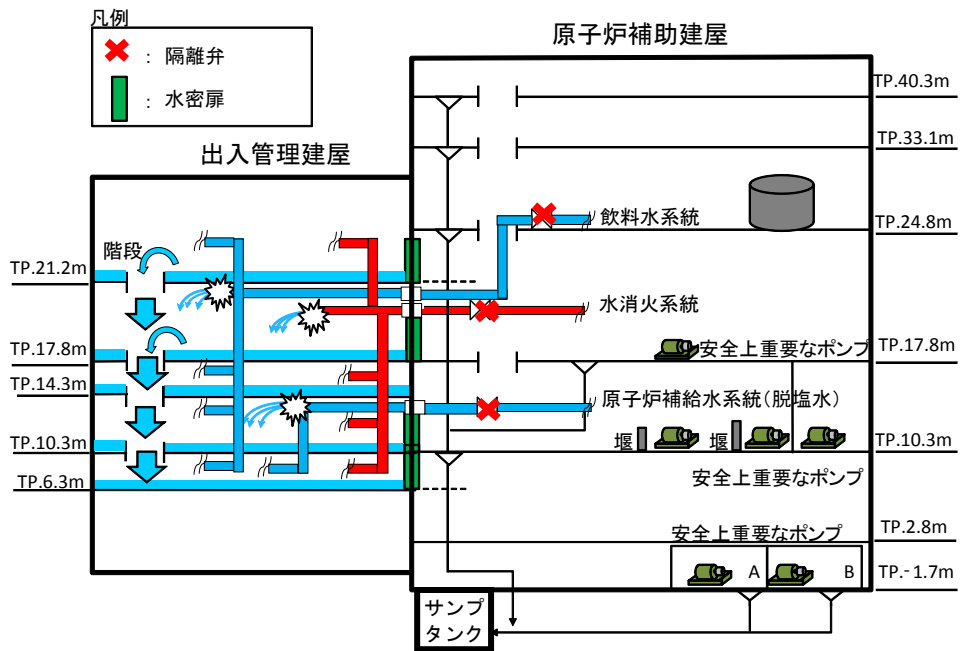


図 3 - 1 出入管理建屋想定破損系統概略図

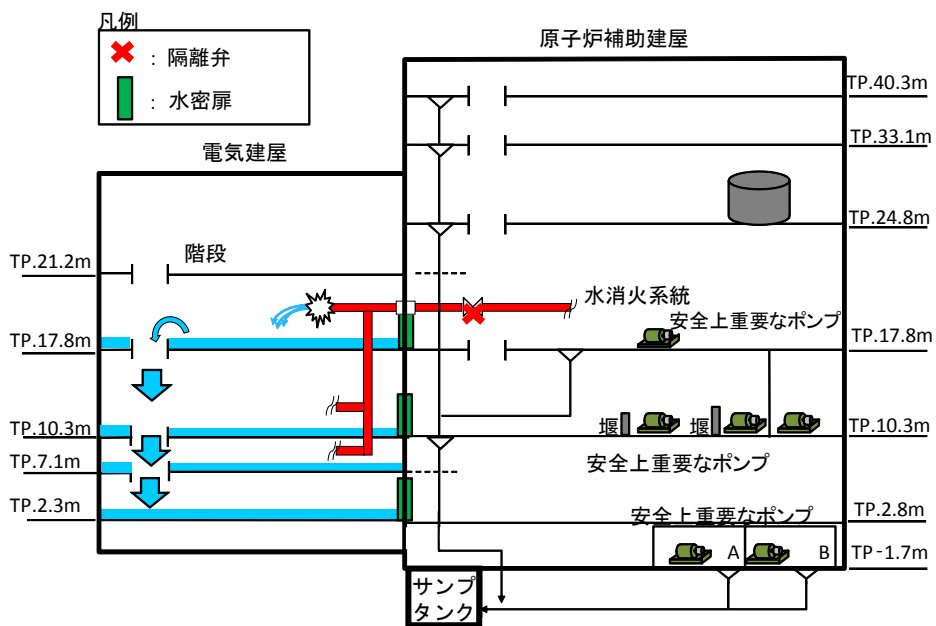


図 3 - 2 電気建屋想定破損系統概略図

b. タービン建屋 循環水管伸縮継手破損による溢水量について

(a) 漏えい検知時間、事象判断時間、隔離時間

漏えいの発生については、中央制御室に発信するタービン建屋の各ピットの水位高警報により異常を検知し、循環水ポンプパラメータおよび復水器パラメータの確認による事象の判断(10分)後、運転員は現場確認のためタービン建屋に移動し、循環水管からの漏えいを特定後に中央制御室から該当の循環水ポンプを停止するまでの時間を15分とする。また、漏えい箇所の特定には、各循環水管伸縮継手からの漏えいの有無を確認する時間として計4分としている。なお、タービン建屋の溢水状況により、漏えい箇所の特定が困難な場合は循環水ポンプ2台を停止することから、2台停止するまでの時間を隔離操作時間として設定する。

検知時間から隔離完了までの時間を表3-4に示す。

表3-4 タービン建屋の検知から隔離完了までの時間

| 系統                     | 対応操作  | ①<br>異常の<br>検知時間 | ②<br>事象の<br>判断時間 | ③漏えい箇所の隔離時間 |               |            | ④<br>合計時間<br>(①+②+③) |
|------------------------|---|------------------|------------------|-------------|---------------|------------|----------------------|
|                        |   |                  |                  | 現場移動時間      | 漏えい箇所<br>特定時間 | 隔離操作時間     |                      |
| 循環水管<br>伸縮継手<br>タービン建屋 | タービン建屋各ピット<br>高警報による検知<br>タービン建屋への移動<br>漏えい箇所特定<br>循環水ポンプ停止操作<br>(遠隔操作) | 10分              |                  | 5分<br>(4分)  | 4分            | 6分<br>(6分) | 25分                  |

※()内の時間は実績時間

(b) 流出流量・溢水量

流出流量および溢水量について、配管の仕様および漏えい発生から隔離操作までの時間により算出した結果を表3-5に示す。

表3-5 タービン建屋循環水管伸縮継手想定破損時の流出流量・溢水量

| 系統                 | 直径 D [mm] | 肉厚 t [mm] | 水頭 H [m] | ⑤流出<br>流量<br>[m <sup>3</sup> /h] | 溢水量 [m <sup>3</sup> ]<br>(④×⑤) |
|--------------------|-----------|-----------|----------|----------------------------------|--------------------------------|
| 循環水管伸縮継手<br>タービン建屋 | 2700.0    | 20.0      | 21.6     | 830                              | 350                            |

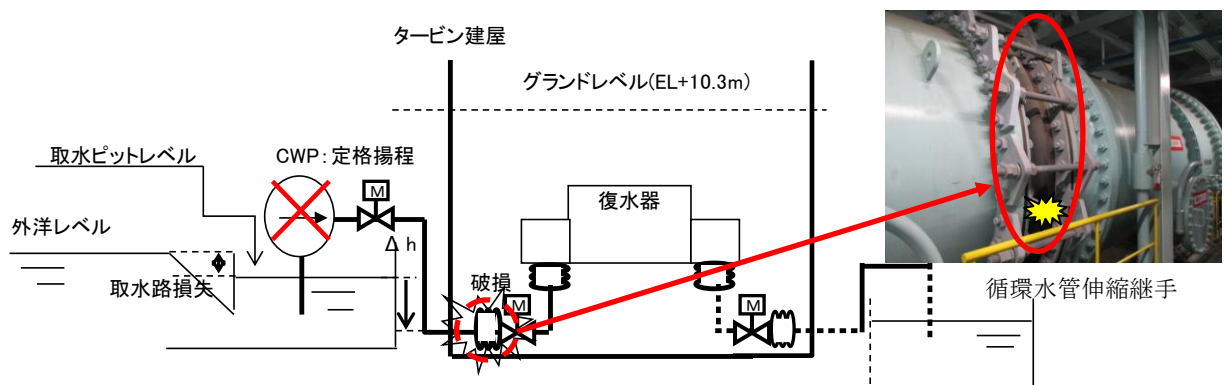


図3-3 タービン建屋 循環水管想定破損概略図

c. 循環水ポンプ建屋の配管破損による溢水量について

(a) 流出流量と漏えい検知時間

➤漏えい検知時間は、漏えい発生から海水ポンプエリアおよび循環水ポンプエリアに設置している漏えい検知器（各床面より+50mmの位置に設置）の動作により、中央制御室に警報が発信するまでの時間を検知時間として設定する。漏えい検知時間の設定にあたっては、配管からの流出流量で床面から漏えい検知器の設置高さまでの容積を除いた値を漏えい検知時間としている。循環水ポンプ建屋の低エネルギー配管から漏えいした場合の漏えい検知時間の具体的な算出方法は以下のとおり。

■算出式

$$\text{漏えい検知時間} = \text{床面から漏えい検知器までの容積}[\text{m}^3] \div \text{流出流量}[\text{m}^3/\text{h}] \times 60[\text{分}]$$

■条件

ポンプ・機器の欠損体積をみこまず、溢水が床面すべてに滞留する想定とする。

➤循環水ポンプエリア

- ・循環水ポンプエリア空間容積 =  $5400\text{ m}^3$ （循環水ポンプエリア高さ  $9.3\text{ m}$ ）
- ・床面から漏えい検知器までの容積： $5400\text{ m}^3 / 9.3\text{ m} \times 0.1\text{ m} = 58.1\text{ m}^3$   
（漏えい検知器設置高さを床面+100mm（漏えいを確実に検知できる高さ）として計算）
- ・漏えい検知時間： $t = 58.1\text{ m}^3 / \text{流出流量}$

➤A-海水ポンプ室エリア

- ・A-海水ポンプ室エリア床面積 =  $83\text{ m}^2$
- ・床面から漏えい検知器までの容積： $83\text{ m}^2 \times 0.1\text{ m} = 8.3\text{ m}^3$   
（漏えい検知器設置高さを床面+100mm（漏えいを確実に検知できる高さ）として計算）
- ・漏えい検知時間： $t = 8.3\text{ m}^3 / \text{流出流量}$
- ・循環水ポンプ建屋オペレーションフロアからの溢水はすべて海水ポンプ室に滞留するものとし、海水ストレナエリアへの伝播は考慮しない。

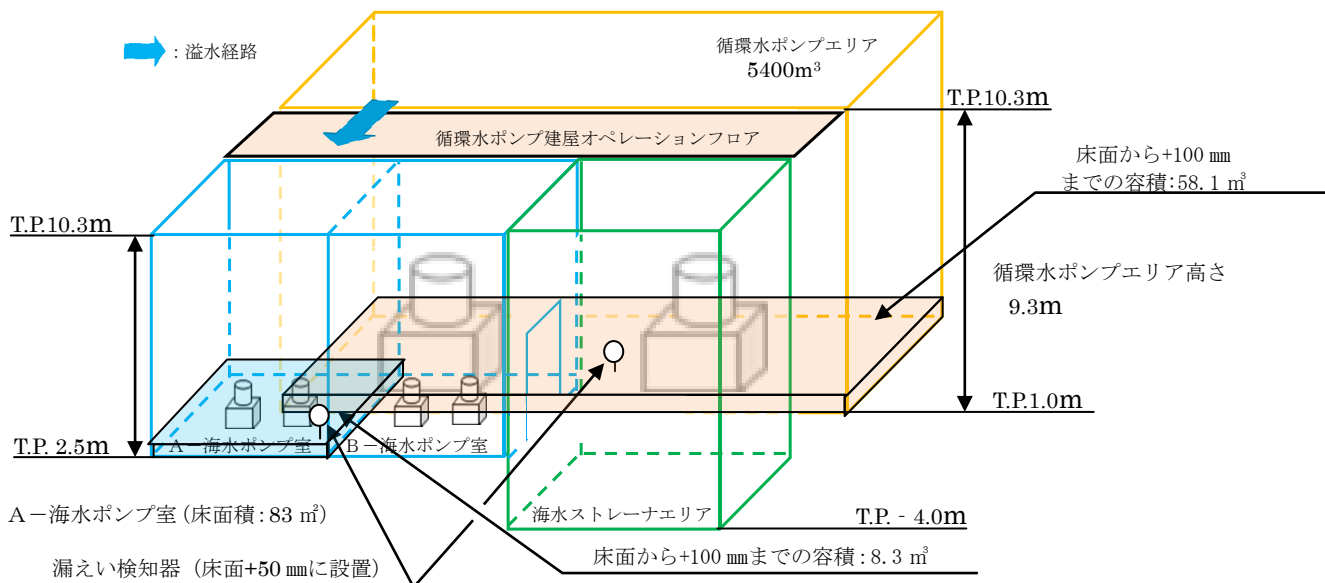


図3-4 循環水ポンプ建屋 漏えい検知器設置高さ容積図

配管の仕様から、流出流量を求めた結果と漏えい検知までの時間を表3-6に示す。

表3-6 循環水ポンプ建屋の流出流量と検知時間

| 系統                        | 直径 D<br>[mm] | 肉厚 t<br>[mm] | 系統圧力<br>[MPa]<br>または<br>水頭[m] | ①流出<br>流量<br>[m <sup>3</sup> /h] | ②漏えい<br>検知器ま<br>での容積<br>[m <sup>3</sup> ] | ③検知時間 [分]<br>(②/①×60[分]) |
|---------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------|
| 海水淡水化設備系統<br>(循環水ポンプエリア内) | 267.4        | 6.6          | 0.91[MPa]                     | 67.8                             | 58.1                                      | 51                       |
| 循環水管伸縮継手<br>(循環水ポンプエリア内)  | 3800.0       | 28.0         | 11.95[m]                      | 1300.0                           | 58.1                                      | 3                        |
| 軸受冷却水系統<br>(A-海水ポンプ室エリア)  | 89.1         | 5.5          | 1.0[MPa]                      | 19.7                             | 8.3                                       | 25                       |
| 軸受冷却水系統<br>(循環水ポンプエリア内)   | 216.3        | 8.2          | 1.0[MPa]                      | 71.4                             | 58.1                                      | 49                       |
| 所内用水系統<br>(循環水ポンプエリア内)    | 114.3        | 3.0          | 1.2[MPa]                      | 15.1                             | 58.1                                      | 230                      |

(b) 漏えい検知から隔離までの時間について

漏えいの発生については、漏えい検知器による中央制御室への警報発信により検知する。事象の判断(10分)後、循環水ポンプ建屋への移動時間に10分を要する。また、漏えい箇所を特定するまでの時間は、循環水ポンプ建屋全域を巡視するものとして20分を設定し、中央制御室からの遠隔操作または手動弁閉止により隔離操作を実施する。

漏えい発生から隔離完了までの時間と溢水量について、表3-7に示す。

表3-7 循環水ポンプ建屋 漏えい発生から隔離完了までの時間と溢水量

| 系統                        | 対応操作   | ③<br>異常<br>の検<br>知時<br>間 | ④<br>事象<br>の判<br>断時<br>間 | ⑤漏えい箇所の隔離時間 |                   |                | ⑥<br>合計<br>時間<br>(③+<br>④+⑤) | 溢水量<br>(m <sup>3</sup> )<br>(⑥×<br>①) |
|---------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------|----------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                           |  |                          |                          | 移動<br>時間    | 漏えい<br>箇所特<br>定時間 | 隔離<br>操作<br>時間 |                              |                                       |
| 海水淡水化設備系統<br>(循環水ポンプエリア内) | 海水取水ポンプ停止<br>(遠隔操作)                                  | 51分                      | 10分                      | 10分<br>(8分) | 20分<br>(16分)      | 5分<br>(2分)     | 96分                          | 108.9                                 |
| 循環水管伸縮継手<br>(循環水ポンプエリア内)  | 循環水ポンプ停止<br>(遠隔操作)                                   | 3分                       |                          |             |                   | 5分<br>(3分)     | 48分                          | 1033.1                                |
| 軸受冷却水系統<br>(A-海水ポンプ室エリア)  | 漏えい箇所により<br>軸受冷却水系統手動弁隔離<br>(循環水ポンプ建屋内<br>またはタービン建屋) | 25分                      |                          |             |                   | 10分<br>(8分)    | 75分                          | 24.7                                  |
| 軸受冷却水系統<br>(循環水ポンプエリア内)   | 漏えい箇所により<br>軸受冷却水系統手動弁隔離<br>(循環水ポンプ建屋内<br>またはタービン建屋) | 49分                      |                          |             |                   | 10分<br>(8分)    | 99分                          | 81.6                                  |
| 所内用水系統<br>(循環水ポンプエリア内)    | 所内用水系統手動弁隔離<br>(タービン建屋)                              | 230分                     |                          |             |                   | 10分<br>(8分)    | 280分                         | 70.7                                  |

※()内の時間は実績時間



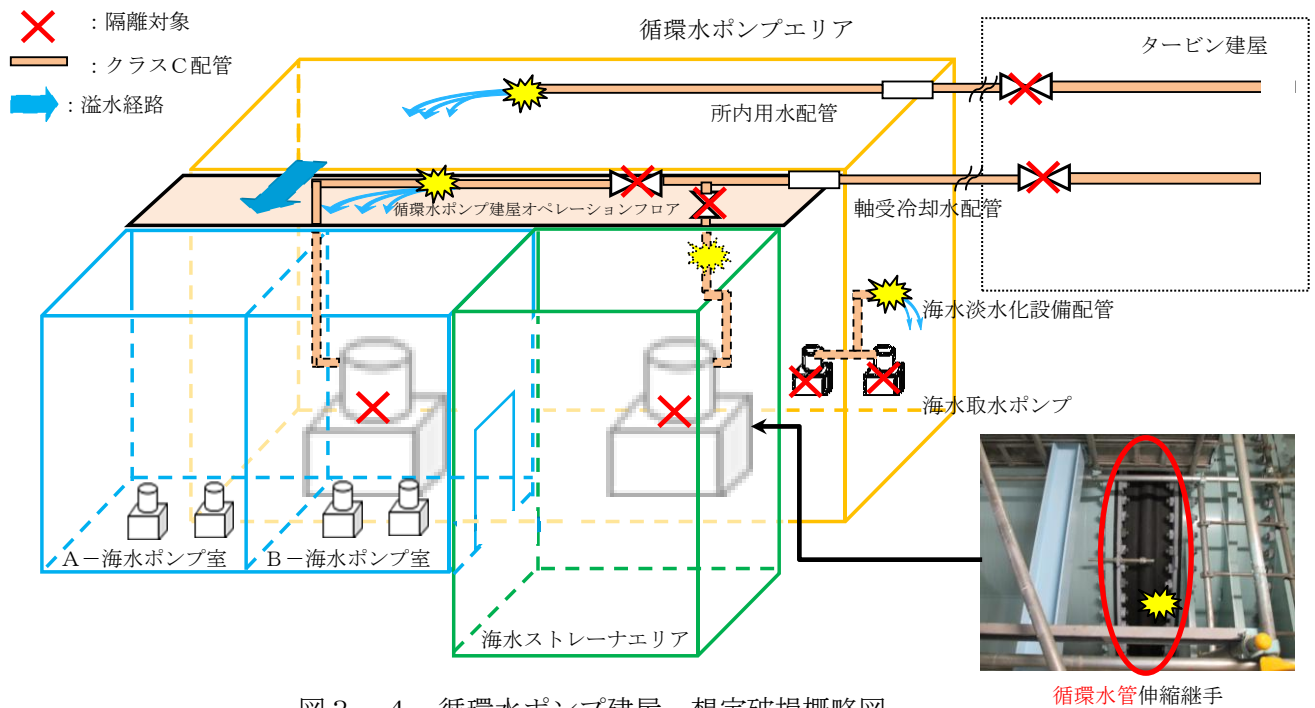


図3-4 循環水ポンプ建屋 想定破損概略図

#### 4. 想定破損発生時の運転員のアクセス性について

想定破損発生時の現場におけるアクセス性について、別紙-1に「想定破損発生時のアクセスルート」に示す。

現場隔離操作のためのアクセスする建屋は、原子炉補助建屋、原子炉建屋、タービン建屋、循環水ポンプ建屋である。

原子炉補助建屋、原子炉建屋については、隣接する電気建屋、出入管理建屋、タービン建屋からの溢水伝播がないことから建屋へのアクセスおよび隔離操作に影響はない。

また、タービン建屋における隔離対象弁は、同建屋での溢水ならびに他建屋からの溢水伝播の影響がないことから、アクセス性に支障はない。

循環水ポンプ建屋のうち、同建屋の最大溢水高さは海水ポンプ室の0.3mであるが、海水ポンプ室エリアでの隔離操作はない。また、循環水ポンプオペレーションフロアおよび循環水ポンプエリアでは軸受冷却水系統漏えい時の隔離操作が必要となるが、アクセスルート上にはアクセスに支障となる資機材等は存在せず、漏えい箇所からの溢水は下層エリアへ伝播していくことから、隔離操作に影響はない。

以上

【凡例】

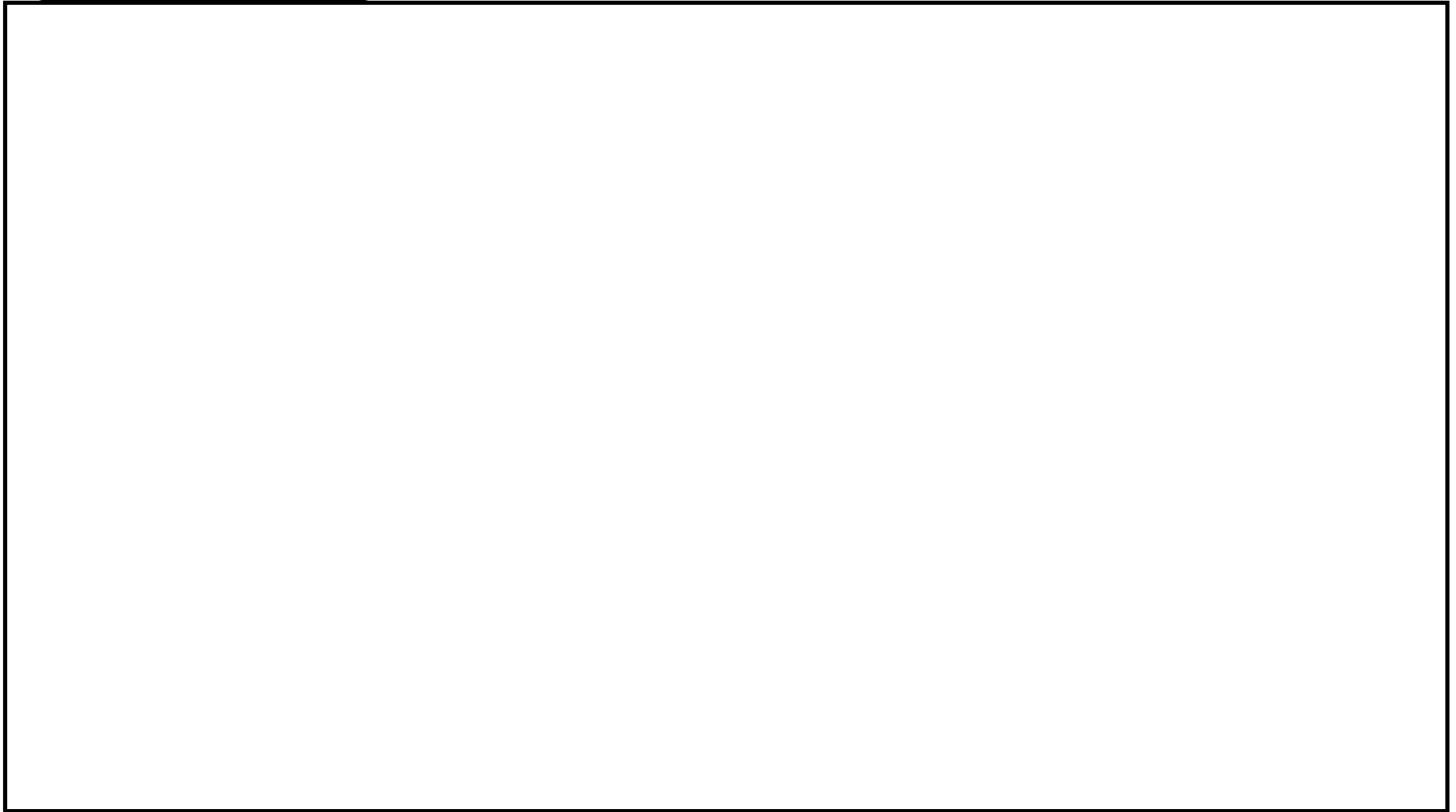
→ : 出入管理建屋・電気建屋隔離ルート

→ : 循環水建屋隔離ルート

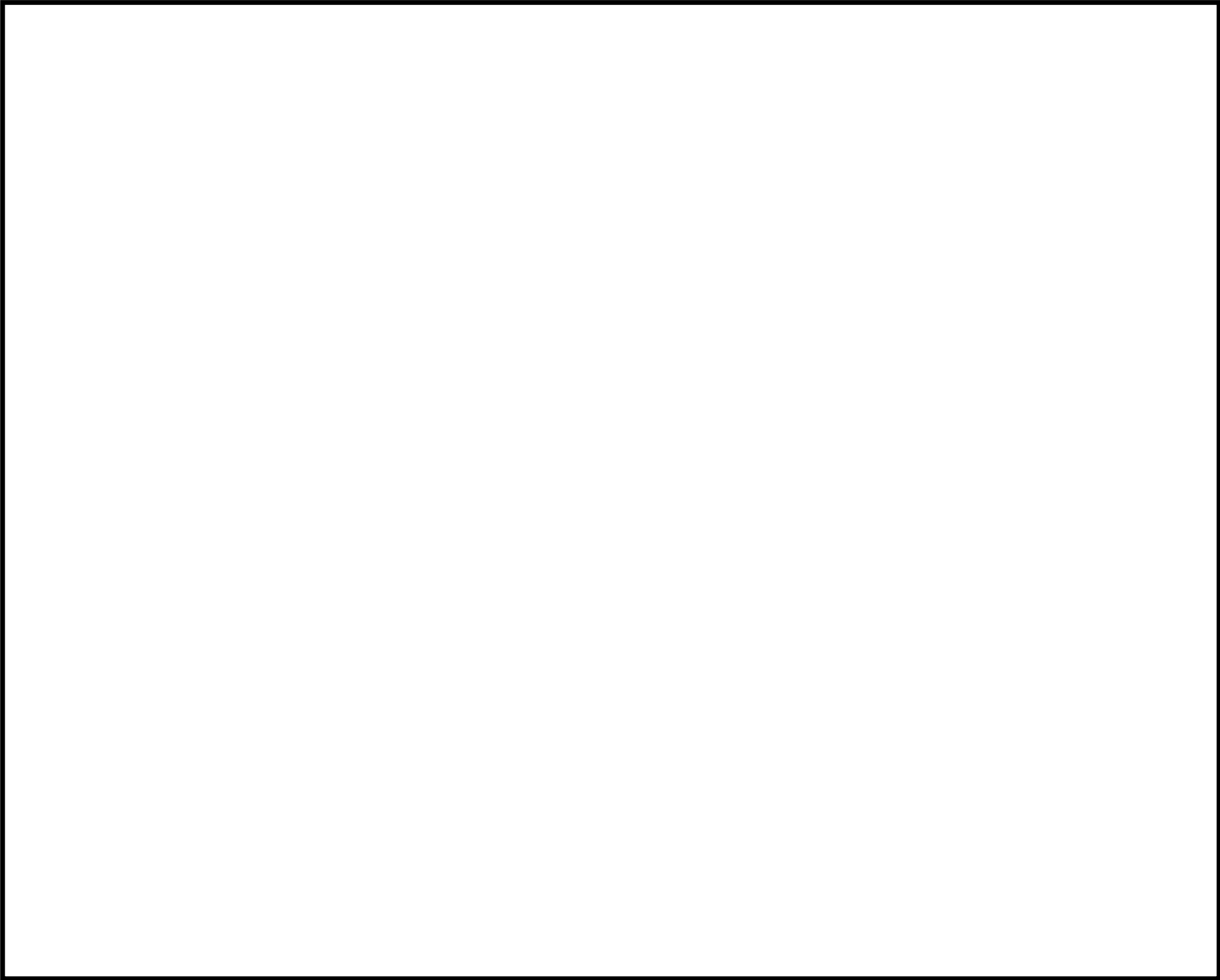
△ : 操作対象

17-別紙1(1/6)

想定破損による内部溢水発生時のアクセスルート



T.P. 17.8m アクセスルート図



【凡例】

- : 出入管理建屋・電気建屋隔離ルート
- △ : 操作対象

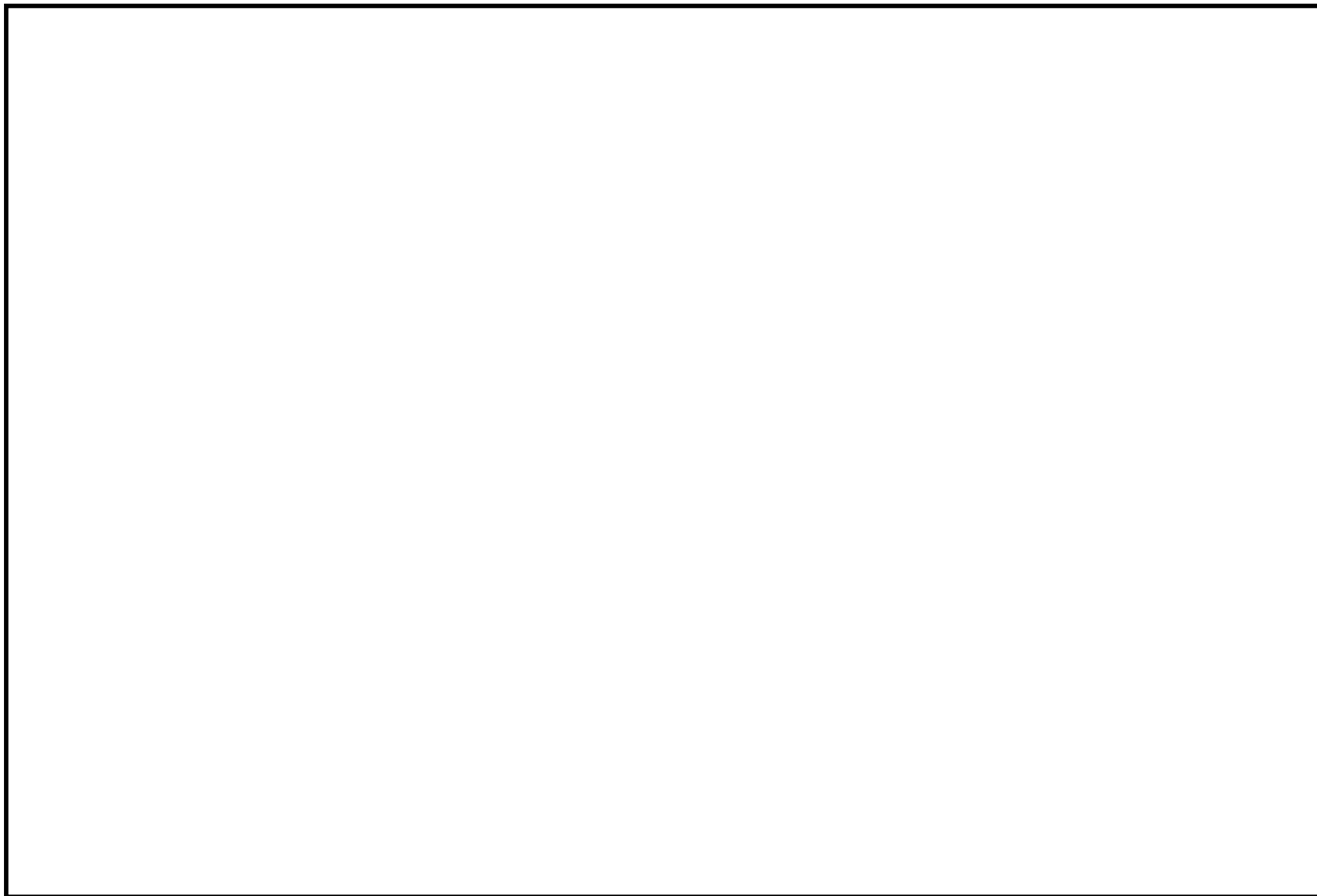
T. P. 24. 8m アクセスルート図

【凡例】

→ : 出入管理建屋・電気建屋隔離ルート

△ : 操作対象

(3 / 6)



T.P. 10. 3m アクセスルート図

【凡例】

→ : 循環水ポンプ建屋隔離ルート

△ : 操作対象

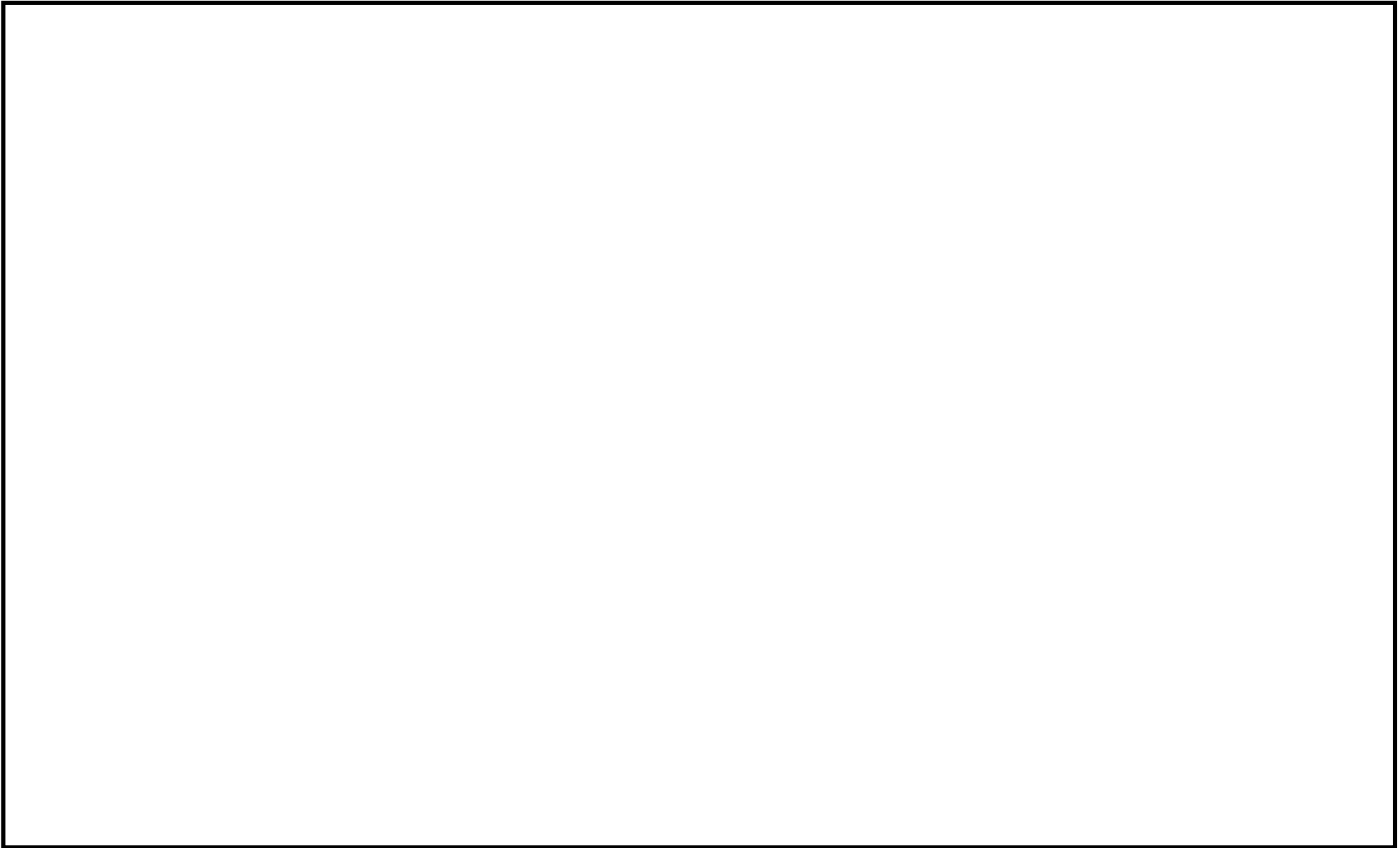
(4 / 6)

タービン建屋 T.P. 2.8m アクセスルート

【凡例】

→ : 循環水ポンプ建屋隔離ルート

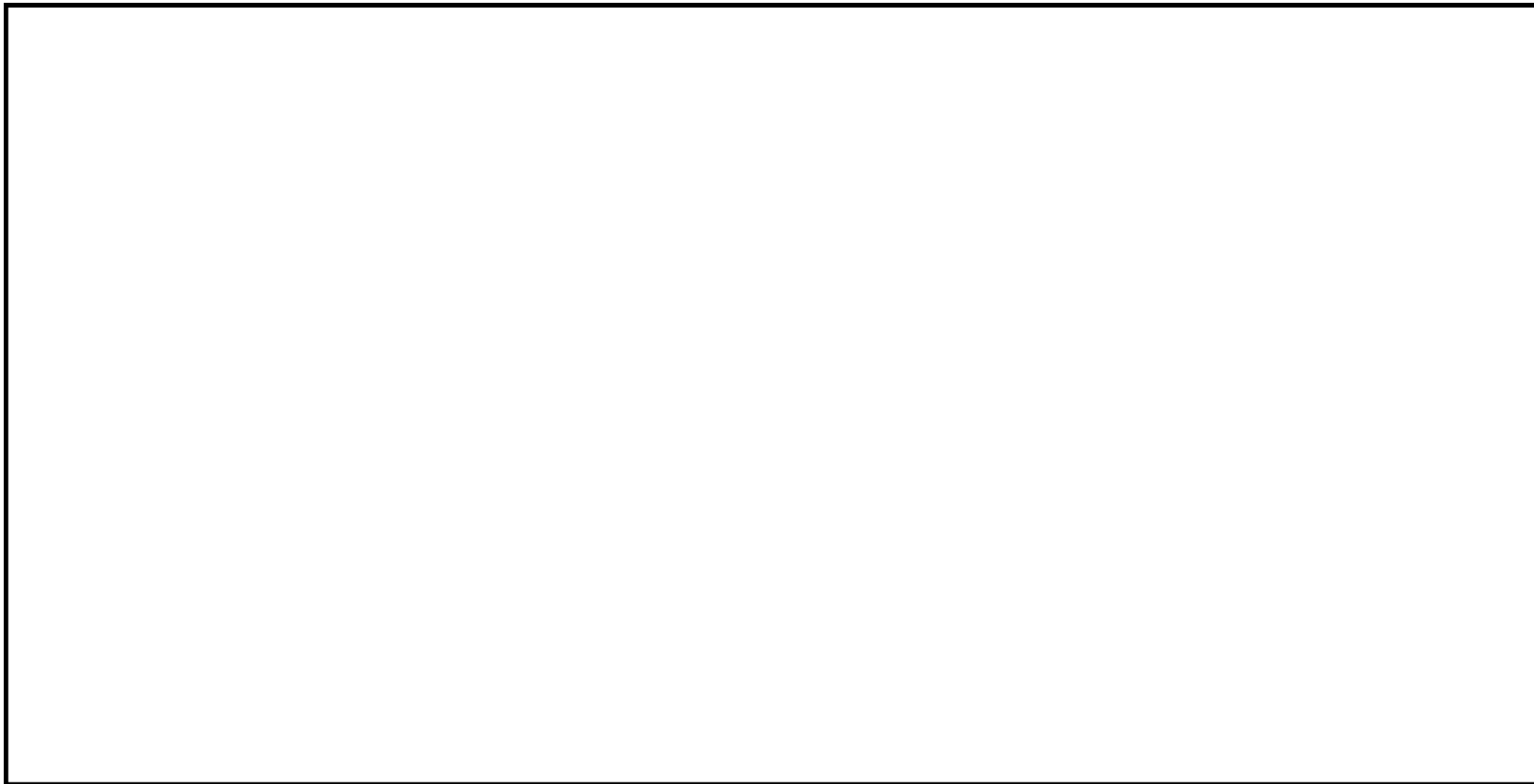
(5 / 6)



【凡例】

→ : 循環水ポンプ建屋隔離ルート

△ : 操作対象



循環水建屋 T.P. 10.3m アクセスルート

## 18. 代替屋外給水タンクの想定破損時の影響について

### 1. はじめに

- T. P. 31mに設置している代替屋外給水タンクは、Ss地震に対して耐震性を有する設計としており、地震破損はしないことを確認している。
- 本資料では、タンク接続配管について、地震随伴ではない想定破損を考慮し、破損時の溢水が、防護対象設備が設置される建屋へ影響を及ぼさないことを説明する。

### 2. 影響評価の考え方

#### ■ 想定破損の考え方

- 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）の2.1項「原子力施設の溢水評価（1）溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水」の想定にあたり、以下の記載がある。
  - 一系統における単一の機器の破損とし、他の系統および機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。
  - ユニット間で共用する建屋及び一体構造の建屋に設置される機器にあつては、共用、非共用機器に係わらずその建屋内で単一の溢水源を想定し、建屋全体の溢水経路を考慮する。
- 上記評価ガイドの記載を踏まえ、評価条件は以下のとおりとする。

#### ■ 評価条件

- 当該タンクは、5基（ $80\text{ m}^3 \times 5\text{基}$ ：総量 $400\text{ m}^3$ ）ある。（図1参照）
- 想定破損箇所は、タンク1基に設置されている、6B管台2本と4B管台2本のうち、破損時の流出断面積が大きくなる6B管台1本が破損すると仮定する。（図2参照）
- 溢水量の算出は、「評価ガイド：付録B 溢水量算出の具体的な考え方について（1）配管からの溢水量」を用いる。
- 低エネルギー配管であるから、貫通クラック（ $1/4Dt$ ）を想定する。（図3参照）
  - 管台の外径（D）は165.2mm、厚さ（t）7.1mm。
- 大気開放タンクのため、静水頭のみ考慮し、保守的に3.0mタンク高さ寸法を水頭（H）とし、タンク内水頭は、流出時間による低下は見込まない。
- 計算式は、 $Q=A \times C \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3600$ を使用する。
  - Q：流出流量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）
  - A：断面積（ $\text{m}^2$ ）
  - C：損失係数（管台損失係数は保守的に圧損無しとし1とする。）
  - H：水頭（m）



### 3. 評価結果

- 評価ガイドに準拠し且つ保守的に算出した当該配管からの流出流量は、約  $8.2 \text{ m}^3/\text{h}$  であり、構内排水路の流下能力（約  $1184.4 \text{ m}^3/\text{h}$  以上）に対して充分小さな値であることから、排水に支障が出ることはない。
- なお、溢水は、代替屋外給水タンク設置エリア（T. P. 31 m）と防護対象設備が設置されている泊3号建屋（T. P. 10.3 m）との離隔距離は十分有り、漏えいしたタンク内包水はT. P. 31 mの敷地を流れて構内排水路に流れ込み、T. P. 10.3 mの構内排水路に導かれ（図4参照）、最終的には浸透枘または湾内へ排水される。（図5参照）



図1 代替屋外給水タンク

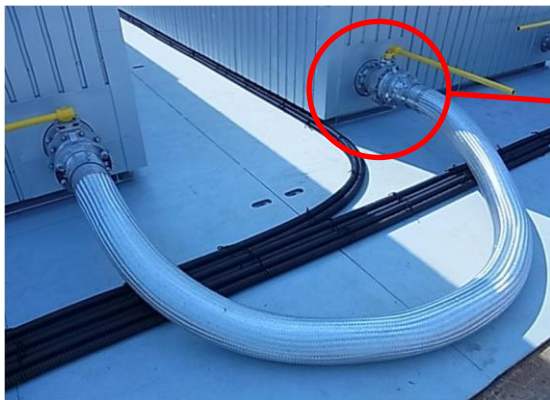


図2 想定破損を考慮する管台

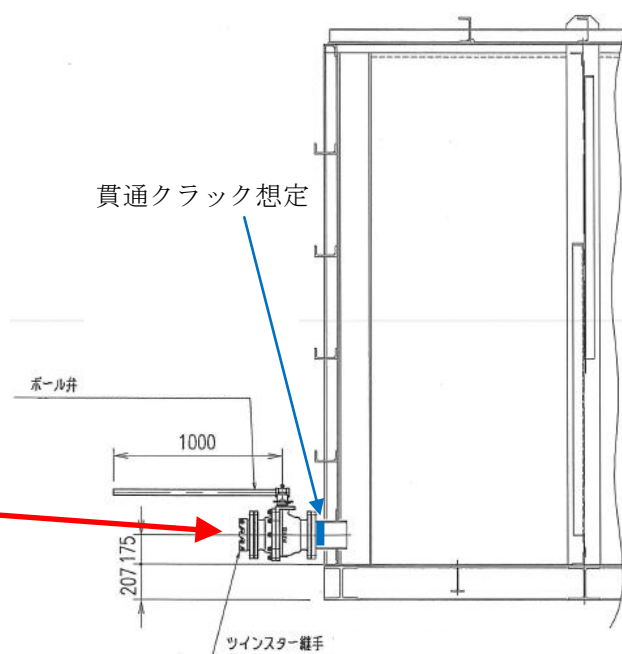


図3 管台の貫通クラック想定個所

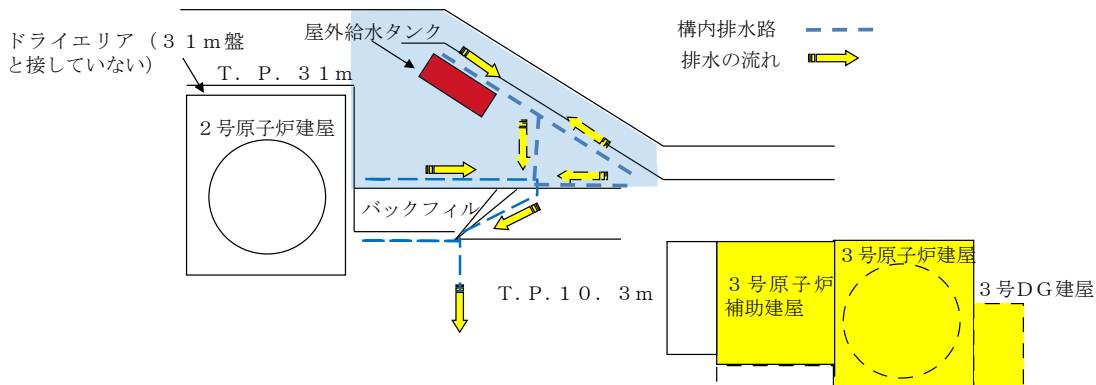


図4 溢水伝播状況図 (T. P. 31 m～バックフィル)

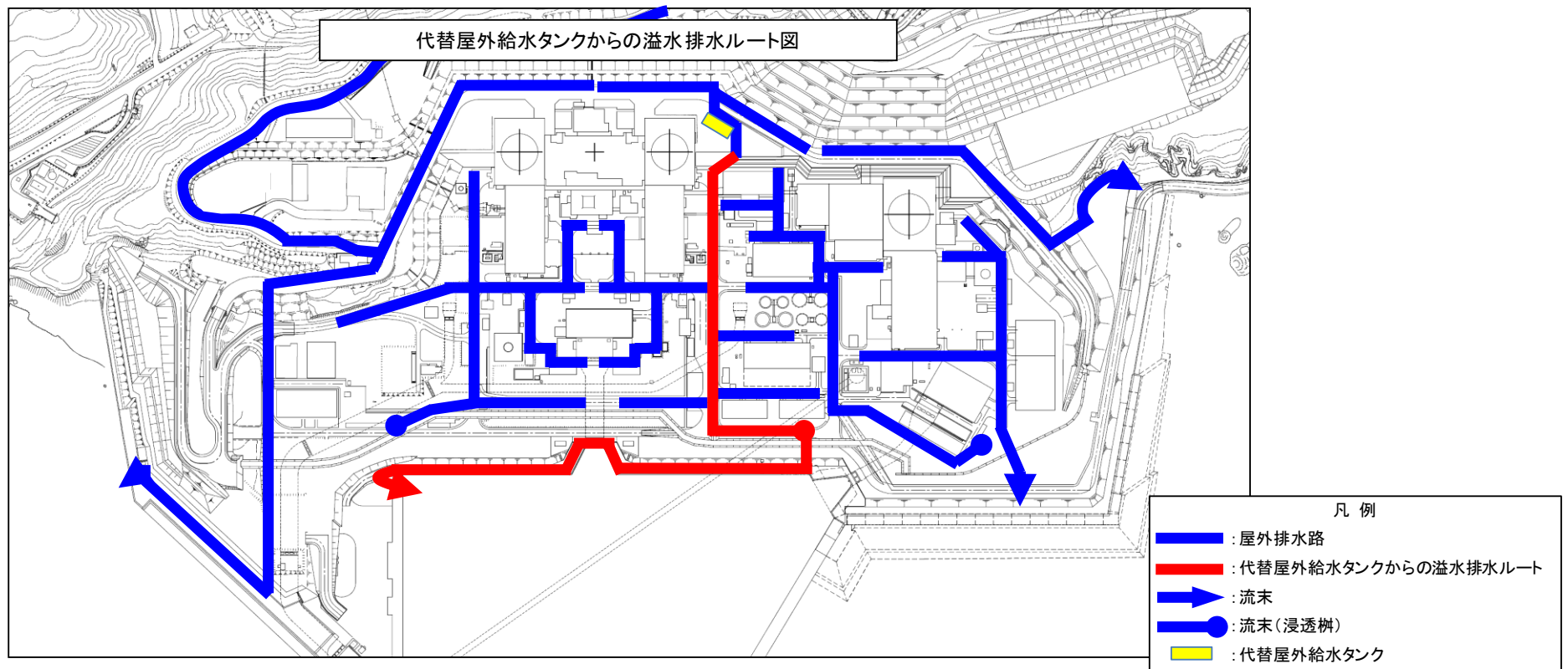


図5 溢水排水ルート図 (バックフィル～浸透柵・湾内)

以上

## 19. 被水影響評価について

### 1. はじめに

- 本資料では、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」（以下、「評価ガイド」という。）に基づき、評価対象区画に設置されている防護対象設備の被水による影響評価を実施し、被水によって機能が喪失する可能性がある設備については、被水防護措置を行う。

### 2. 防護対象設備の被水影響評価の考え方

#### ■ 溢水源

被水影響評価の対象となる溢水源は、以下の通りである。

- 基準地震動に対する耐震性が確保されていないB,Cクラス機器からの溢水  
補足説明資料「3. 地震時における溢水による没水影響評価について」で整理されている溢水源と同様の機器が対象
- 高エネルギー配管からの溢水  
補足説明資料「14. 高エネルギー配管からの溢水に伴う没水影響評価について」で整理されている溢水源と同様の機器が対象
- ピンホール等の経年劣化を想定した溢水  
耐震クラスを問わず流体を内包する機器全てが対象
- 消火活動による消火水の放水  
補足説明資料「12. 消火活動による放水に伴う溢水影響評価について」で整理されている消火活動を行うエリア全てが対象

なお、評価ガイド「2. 1. 2 (1) a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水」には、「溢水防護区画に自動作動するスプリンクラーが設置される場合は、その作動（誤動作を含む）による放水を想定する」とあるが、泊発電所3号機では、自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから評価対象とする溢水源はない。

#### ■ 溢水防護対象設備

評価対象とする溢水防護対象設備は、補足説明資料「1. 防護対象設備の選定及び溢水防護区画の設定について」において選定された設備とする。

### 3. 被水影響評価フロー

- 上記「2. 防護対象設備の機能喪失高さ及び没水評価において確保すべき裕度の考え方を踏まえた評価結果と対策について」に従い、19-別紙1の被水影響評価フローにより評価を実施する。
- 当該評価フロー図は、評価ガイド「2. 2. 4 (3) b. 被水による影響評価」を参考に作成しており、本フロー図による評価を行うことで評価ガイドにも適合した評価を行うことができる。

### 4. 被水対策を行う上で考慮している事項

- 泊発電所3号機における被水防護対策の考え方
  - 想定する溢水は、防護対象機器の設置エリアにある機器・配管からの内包水の飛散、エリア開口部等を通じた流入水による被水の他、消火活動による消火水としている。
  - 消火活動による被水防護を放水側で実施することは、消火活動を制限することになり、困難である。よって、泊発電所3号機では、消火水による溢水のみならず、他の想定溢水に対しても防護対象設備側で被水対策（シール処置等）を行うことを原則とする。
  - 被水影響評価フロー内の各判定（菱形部）は、防護対象設備が設置されるエリア（防護対象設備を含む）全てをウォークダウンし、目視により確認したうえで行っている。
- 原則によらない被水対策の実施（ディーゼル発電機室における溢水源側での飛散防護）
  - ディーゼル発電機室内については、危険物施設に対する消火設備設置要求によりCO<sub>2</sub>消火設備を設置し消火を行う範囲であり、消火活動による消火水の放水は想定していないことから、没水評価を含めて消火活動による放水は溢水源として想定していない。
  - ディーゼル発電機室に消火水配管が敷設されていることから、ピンホール等の経年劣化を想定した溢水を考慮することとした。
  - 防護に当たっては、防護対象設備となるディーゼル発電機他を防護するよりもはるかに小さい範囲の対応で十分な効果を挙げられることから、当該エリア内の消火水配管の外表面に板金保温を施工し溢水源側の飛散防護を行っている。
- 溢水源からの離隔距離による防護措置について  
評価ガイドでは、「被水防護措置」として、被水源から飛散する流体の飛散距離を計算モデルにより評価し、距離による防護が認められている。しかし、泊発電所3号機においては、溢水として消火活動による消火水の放水も考慮し防護対象設備の評価を行うこととしていることから、離隔距離によらず消火水の放水を想定するエリアにある防護対象設備は全て評価対象としている。

## ■ 被水防護の効果を判断する基準

- 泊発電所3号機における被水影響評価においては、評価対象となる防護対象設備の耐被水性を以下の基準をベースに被水耐性有無を確認し、必要なシール処置等を行い耐被水性を確保できれば評価を「○」としている。
- 評価の基準とした「IPX4」（水の飛まつから防護すること）については、溢水源からの水の飛散として、消火水の放水（防護対象機器周辺での放水）による飛散も想定している。防護対象設備自体が延焼している場合は、すでに機能喪失していると考えられることから、当該設備は防護対象とする必要はない。従って、防護対象設備には、消火水の放水が直撃することは想定する必要がなく、周辺での消火活動により飛散してくる水からの防護と考え、この場合の保護等級としてIPX4相当で十分防護できると判断した。
  - 判断基準：JIS C0920「電気機械器具の外郭による保護等級(IPcode)」の IPX4 に準じる（IPX4 と同等以上の耐性を有していることを確認する。）
  - 保護等級【IPX4】の記載（JIS C0920 表3による）
    - ・水の飛まつ（splashing water）に対して保護する。
    - ・定義：あらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を及ぼしてはならない。
- 保護等級が明確でない機器や現地シール施工箇所については、泊発電所にて JIS C0920 表8「水に対する保護の試験装置及び主な試験条件」を準用した試験装置を製作したうえで、JIS で規定される「散水ノズルによる第二特性数字 4 に対する試験」を参考にモックアップ試験を行い、被水耐性を確認している。

表 3 第二特性数字で示される水に対する保護等級

| 第二特性数字 | 保護等級                              |   | 試験条件<br>適用試験箇条 |
|--------|-----------------------------------|---|----------------|
|        | 要約                                | 定義  |                |
| 0      | 無保護                               | —   | —              |
| 1      | 鉛直に落下する水滴に対して保護する。                | 鉛直に落下する水滴によっても有害な影響を及ぼしてはならない。                                    | 14.2.1         |
| 2      | 15 度以内で傾斜しても鉛直に落下する水滴に対して保護する。    | 外郭が鉛直に対して両側に 15 度以内で傾斜したとき、鉛直に落下する水滴によっても有害な影響を及ぼしてはならない。         | 14.2.2         |
| 3      | 散水 (spraying water) に対して保護する。     | 鉛直から両側に 60 度までの角度で噴霧した水によっても有害な影響を及ぼしてはならない。                      | 14.2.3         |
| 4      | 水の飛まつ (splashing water) に対して保護する。 | あらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を及ぼしてはならない。                               | 14.2.4         |
| 5      | 噴流 (water jet) に対して保護する。          | あらゆる方向からのノズルによる噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない。                           | 14.2.5         |
| 6      | 強噴流 (powerful jet) に対して保護する。      | あらゆる方向からのノズルによる強力なジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない。                    | 14.2.6         |
| 7      | 水に浸しても影響がないように保護する。               | 規定の圧力及び時間で外郭を一時的に水中に沈めたとき、有害な影響を生じる量の水の浸入があつてはならない。               | 14.2.7         |
| 8      | 潜水状態での使用に対して保護する。                 | 関係者間で取り決めた数字 7 より厳しい条件下で外郭を継続的に水中に沈めたとき、有害な影響を生じる量の水の浸入があつてはならない。 | 14.2.8         |

表 8 水に対する保護の試験装置及び主な試験条件

| 第二特性数字 | 試験装置   | 降水量又は水の流量  | 試験時間                             | 試験条件<br>適用試験箇条         |
|--------|--|--|----------------------------------|------------------------|
| 0      | 試験せず   | —  | —                                | —                      |
| 1      | 滴水試験装置 (Drip box)<br>付図 3<br>外郭は、回転台の上に置く。   | $1 \pm 0.5$ mm/min   | 10 min                           | 14.2.1                 |
| 2      | 滴水試験装置 (Drip box)<br>付図 3<br>外郭を 15 度傾斜させて固定して、4 位置で行う。  | $3 \pm 0.5$ mm/min   | 各位置で 2.5 min                     | 14.2.2                 |
| 3      | オシレーティングチューブ (Oscillating tube)<br>付図 4<br>鉛直方向に対して ±60 度、全長距離 200 mm の位置からの散水<br>又は<br>散水ノズル (Spray nozzle)<br>付図 5<br>鉛直方向に対して ±60 度の位置からの散水 | 各散水孔当たり 0.07 L/min ± 0.035 L/min とし、孔の数倍とする。<br>10 L/min ± 0.5 L/min | 10 min                           | 14.2.3 a)<br>14.2.3 b) |
| 4      | 特性数字 3 と同様の装置<br>鉛直方向に対して ±180 度の位置からの散水   | 特性数字 3 と同様   | —                                | 14.2.4                 |
| 5      | 放水ノズル (Water jet nozzle)<br>付図 6<br>直径 6.3 mm のノズル<br>距離 2.5 m から 3 m の間   | 12.5 L/min ± 0.625 L/min   | 1 min/m <sup>2</sup><br>最低 3 min | 14.2.5                 |
| 6      | 放水ノズル (Water jet nozzle)<br>付図 6<br>直径 12.5 mm のノズル<br>距離 2.5 ~ 3 m の間   | 100 L/min ± 5 L/min  | 1 min/m <sup>2</sup><br>最低 3 min | 14.2.6                 |
| 7      | タンク (Immersion tank)<br>外郭の上端から水面までの距離は 0.15 m<br>下端から水面までの距離は 1 m   | —  | 30 min                           | 14.2.7                 |
| 8      | タンク (Immersion tank)<br>水位の条件は、協議による。  | —  | 協議による。                           | 14.2.8                 |

表 9 IPX3 及び IPX4 の試験条件における水的全流量  $q_v$

1 散水孔当たりの平均流量  $q_{v1} = 0.07$  L/min

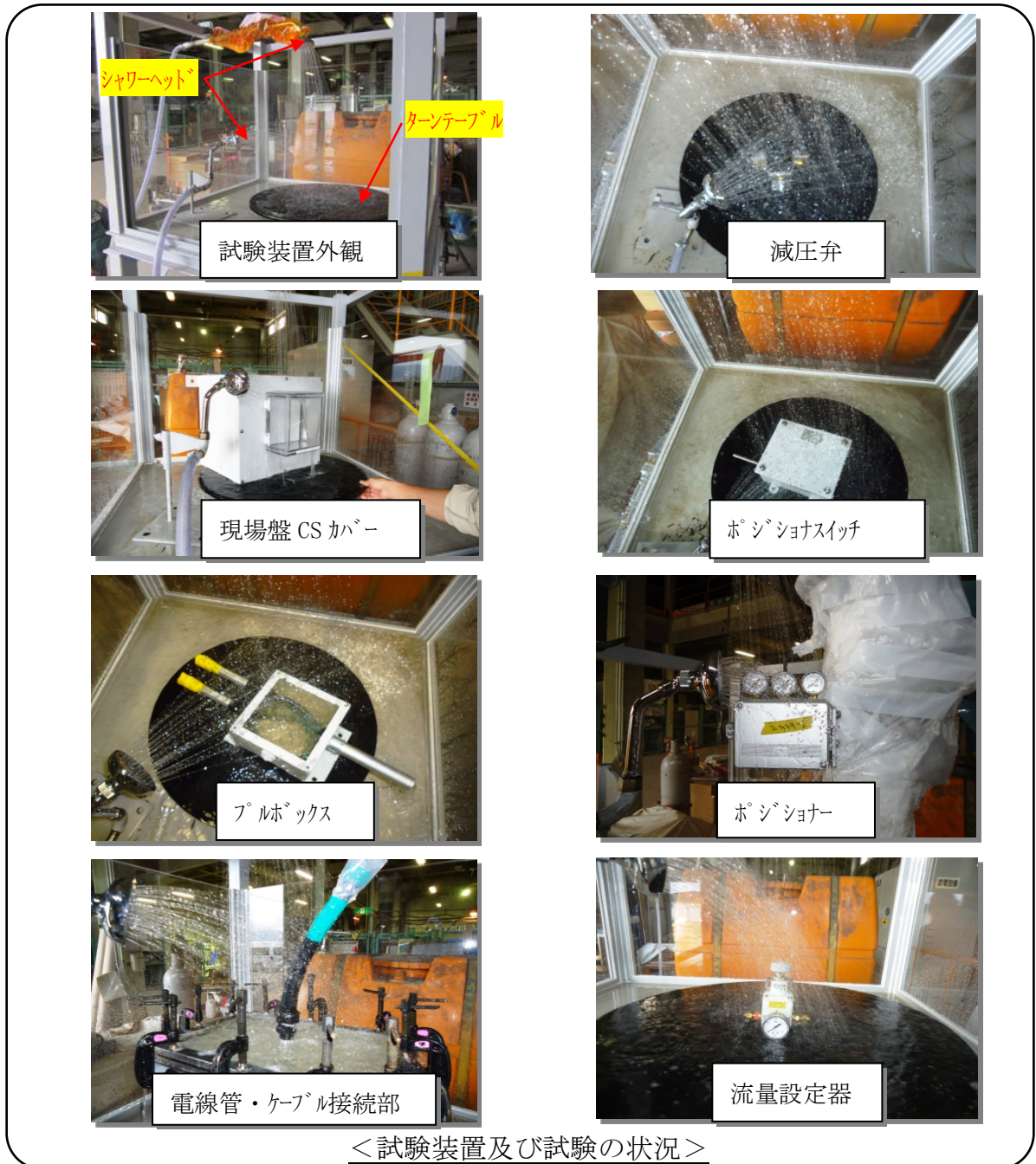
| オシレーティング<br>チューブの半径<br>$R$<br>(mm) | IPX3                        |                         | IPX4                        |                         |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                                    | 散水孔の数 <sup>(*)</sup><br>$N$ | 全流量<br>$q_v$<br>(L/min) | 散水孔の数 <sup>(*)</sup><br>$N$ | 全流量<br>$q_v$<br>(L/min) |
| 200                                | 8                           | 0.56                    | 12                          | 0.84                    |
| 400                                | 16                          | 1.1                     | 25                          | 1.8                     |
| 600                                | 25                          | 1.8                     | 37                          | 2.6                     |
| 800                                | 33                          | 2.3                     | 50                          | 3.5                     |
| 1 000                              | 41                          | 2.9                     | 62                          | 4.3                     |
| 1 200                              | 50                          | 3.5                     | 75                          | 5.3                     |
| 1 400                              | 58                          | 4.1                     | 87                          | 6.1                     |
| 1 600                              | 67                          | 4.7                     | 100                         | 7.0                     |

■ JIS C0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPcode) より関連箇所抜粋

< 泊発電所で実施している散水ノズルによる第二特性数字 4 に対する試験の概要 >

- ・ 試験水：真水
- ・ 試験温度：被試験品と水との温度差は 5℃以内
- ・ 試験装置：JISC0920 付図 5 に示す試験装置を参照し製作
- ・ 散水範囲：現場設置状況を考慮し、水のかかるおそれがある全ての方向から散水
- ・ 散水流量：表 9 に示す流量の最大値 (7L/min) 以上発生するよう 10L/min を目標に散水量を調整

- ・試験時間：15分間とする（JISでは10分間）
- ・被試験品：現場を模擬し「現場盤」、「PBOX」、「ケーブル継ぎ手」等を準備し試験装置に取り付け
- ・シール施工：ケーブル接続部及びPBOX蓋⇒耐熱用シリコンシーラント（シリコンシーラント#30又は相当品）  
現場盤等⇒試験体を製作し扉部等シール施工した状態で試験実施  
PBOX⇒蓋ゴムパッキン施工も考慮し、ゴムパッキン施工した状態で試験実施



- 特に現地シール施工部位については、当該モックアップ試験で被水耐性を確認できている施工要領でシール施工を行い、シール施工完了後に社員立会の目視による確認を行っており、適切な施工が実施されていることを確認している。

■ 被水対策で用いるシール材の選定

被水対策で用いるシール材（シリコンシーラント）については、耐熱性・耐寒性・耐候性・耐水性等に優れたシール材を選定しており、特に耐熱性については150℃まで機能確保できるもの採用することで、溢水源から発生する飛散水の温度やエリアの環境温度が上昇した場合においてもシール性能を維持できるものを採用している。

| シリコンシーラント#30 物理的特性と主な耐性 |  | 選定評価 |
|-------------------------|--|------|
| 外観（硬化後）                 | ゴム弾性体                                  | —    |
| 引張強さ                    | 1.9MPa                                 | —    |
| 伸び                      | 390%                                   | —    |
| 引裂き強さ                   | 5N/mm                                  | —    |
| 硬さ                      | 28Hs                                   | —    |
| 耐熱性                     | 150℃（200℃で7日間連続加熱試験においても物理的特性に有意な変化なし） | ○    |
| 耐候性                     | 3年間の屋外曝露試験においても物理的特性に有意な変化なし           | ○    |
| 耐寒性                     | -40℃で6ヶ月間の連続曝露試験においても物理的特性に有意な変化なし     | ○    |
| 耐薬品性                    | 酸・アルカリ・塩等1週間常温浸漬試験においても有意な体積変化はない      | ○    |
| 耐水性                     | 冷水・温水・沸騰水の浸漬においても吸水率は1%以下であり特性に影響しない。  | ○    |

5. 被水影響評価結果

- 19-別紙2に被水影響評価結果の一覧を示す。
- 評価結果一覧に記載される判定項目については、19-別紙1の被水影響評価フローで用いるフロー図内各判定（菱形部）Noとリンクしている。
- 19-別紙3に泊発電所3号機における被水防護対策の施工実例を示す。
- 施工写真は、被水対策を実施しているカテゴリ毎に整理しており個別機器に対する対策カテゴリNoは19-別紙2表内で記載する。

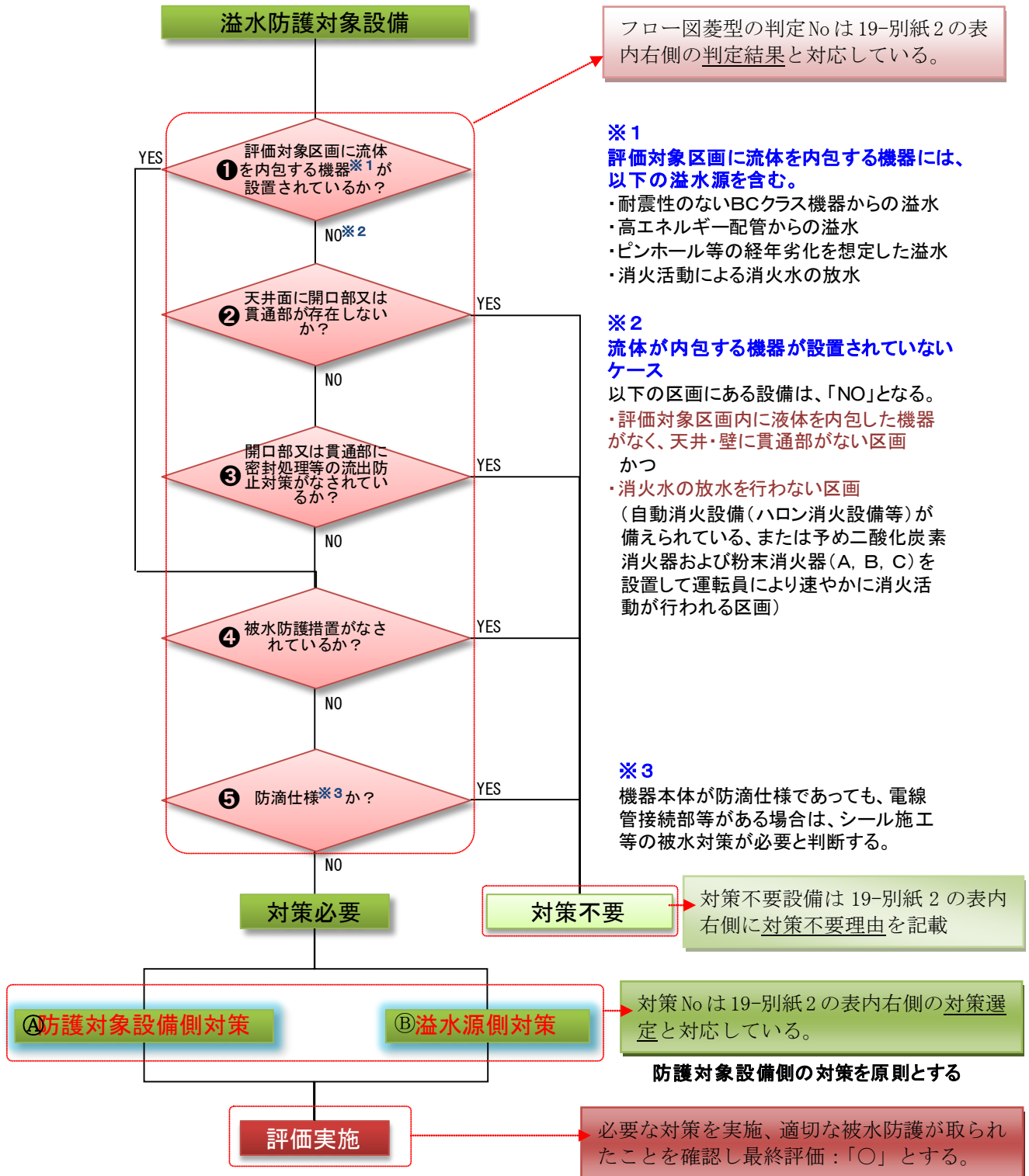
6. 被水防護対策の保全について

被水影響評価に際して被水防護対策を施工した箇所については、経年使用によるシール材の劣化や防護対象設備の点検時のシール材脱着等があることから、今後、保守管理の中で健全性を確認することをマニュアルに定め、継続的に実施することとしている。

以上



# 被水影響評価フロー



ガイドに基づいた被水影響評価フロー

泊3号機 被水影響評価結果一覧表 (1/5)

| 溢水防護対象設備 |           |   |      |                   | フロー図菱形判定結果        |   |   |   |                                  |   |                          |   | 対策選定                   |                            |                             |   |                                       | 評価 | 評価フロー判定及び評価結果の補足  |            |   |
|----------|-----------|---|------|-------------------|-------------------|---|---|---|----------------------------------|---|--------------------------|---|------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----|---|------------|---|
| 番号       | 系統        | 設備  | 設置位置 | 設置高さ<br>(治水基準床高さ) | ①                 |   |   |   | ②                                | ③ | ④                        | ⑤ |                        | 被水対策<br>要否<br>○：必要<br>×：不要 | 被水防護対策カテゴリ                  |   |                                       |    |   | 最終評価<br>結果 |   |
|          |           |   |      |                   | 右欄別で1つでも○の場合は     |   |   |   | ①でYesの場合は「-」とし、②の判定へ             |   |                          |   | 処置前の状況を確認              |                            | IPX4以上か確認                   |   | A: 防護対象設備側<br>B: 被水側                  |    |   |            |   |
|          |           |   |      |                   | ① 溢水源の種類 (現場確認結果) |   |   |   | ② 天井・壁に開口はないか<br>Y: はい<br>N: いいえ |   | ③ 流出防止対策<br>Y: 済<br>N: 未 |   | ④ 防護措置<br>Y: 済<br>N: 未 |                            | ⑤ 防護仕様か(本体)<br>Y: 有<br>N: 無 |   | ⑥ 防護仕様か(ケーブル接続部及び付属品)<br>Y: 有<br>N: 無 |    | A-I: ケーブル接続部等シールド部<br>B-I: 現場設置のシールド対策(シールドシート+パッキン施工)<br>C-I: 溢水源に飛散防止カバー等設置 |            |   |
| 1        | 補助給水系     | タービン動補助給水ポンプ(3FWP1)                           | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 2        | 補助給水系     | 電動補助給水ポンプ(3FWP2A, B)                          | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 3        | 補助給水系     | 3A, B, C-補助給水ポンプ出口流量調節弁(電動弁3V-FW-582A, B, C)  | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 4        | 補助給水系     | T/D補助給水ポンプ蒸気入口弁(電動弁3V-MS-582A, B)             | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 5        | 補助給水系     | 補助給水隔離弁(電動弁3V-FW-589A, B, C)                  | R/B  | T.P. 29.3M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | Y                          | ×                           | - | -                                     | -  | -   | -          | 土蒸気管室内設置機器であり、MSLBにおいても機能を発揮できる仕様であることから、IPX4以上の耐性を有していることから対策不要  |
| 6        | 補助給水系     | 補助給水ビット水位計(31T-3750, 3751)                    | R/B  | T.P. 24.8M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 7        | 補助給水系     | 補助給水ライン流量計(3FT-3766, 3776, 3786)              | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 8        | 補助給水系     | タービン動補助給水ポンプ起動盤(3TDA, B)                      | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | N※                     | N                          | ○                           | A | ○                                     | ○  | -   | ○          | ※盤本体及びケーブル接続部を15m津波対応として設水にも耐えられるシールドを施工しており被水耐性を有している            |
| 9        | 補助給水系     | 電動補助給水ポンプ出口流量調節弁(3AFP, A, B)                  | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | N※                     | N                          | ○                           | A | ○                                     | ○  | -   | ○          | ※盤本体及びケーブル接続部を15m津波対応として設水にも耐えられるシールドを施工しており被水耐性を有している            |
| 10       | ほう酸注入系    | ほう酸ポンプ(3CSP2A, B)                             | A/B  | T.P. 17.8M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 11       | ほう酸注入系    | 充てんポンプ(3CSPA, B, C)                           | A/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする<br>ポンプ付き現場操作箱はモックアップにより被水耐性を確認     |
| 12       | ほう酸注入系    | 体積制御タンク出口弁(電動弁31CV-121B, C)                   | A/B  | T.P. 14.5M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 13       | ほう酸注入系    | 非帯電補助給水弁(電動弁31CV-121D, E)                     | A/B  | T.P. 14.5M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 14       | ほう酸注入系    | 緊急ほう酸注入弁(電動弁3V-CS-541)                        | A/B  | T.P. 14.5M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 15       | ほう酸注入系    | 充てんライン隔離弁(電動弁3V-CS-177)                       | R/B  | T.P. 21.2M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 16       | ほう酸注入系    | 充てんライン止め弁(電動弁3V-CS-175)                       | R/B  | T.P. 21.2M        | Y                 | - | ○ | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 17       | 高圧注入系     | ほう酸タンク水位計(31T-206, 208)                       | A/B  | T.P. 17.8M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 18       | 余熱除去系     | 余熱除去ポンプ(3RHP1A, B)                            | A/B  | T.P.-1.7M         | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 19       | 余熱除去系     | 格納容器再循環サンパ隔離弁(電動弁3V-RH-058A, B)               | R/B  | T.P. 7.2M         | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 20       | 余熱除去系     | 余熱除去ポンプミニマムフロー弁(電動弁3FCV-601, 611)             | A/B  | T.P. 2.8M         | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 21       | 余熱除去系     | 余熱除去ポンプ再循環サンパ、燃料取替用水ビット側入口弁(電動弁3V-RH-055A, B) | A/B  | T.P. 2.8M         | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 22       | 余熱除去系     | 余熱除去ポンプ燃料取替用水タンク側入口弁(電動弁3V-RH-051A, B)        | A/B  | T.P. 2.8M         | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 23       | 余熱除去系     | 余熱除去ポンプ出口流量計(3PT-601, 611)                    | A/B  | T.P. 2.8M         | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 24       | 制御用空気系    | 制御用空気圧縮機(31AFA, B)                            | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 25       | 制御用空気系    | 制御用空気供給ヘッダ連絡管隔離弁(電動弁3V-1A-501A, B)            | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 26       | 制御用空気系    | 制御用空気蒸気逃がし弁供給ライン止め弁(電動弁3V-1A-505A, B)         | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 27       | 制御用空気系    | 制御用空気ヘッダ圧力計(3PT-1800, 1810)                   | R/B  | T.P. 17.8M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 28       | 制御用空気系    | 制御用空気圧縮機(31APA, B)                            | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | N※                     | N                          | ○                           | A | ○                                     | ○  | -   | ○          | ケーブル接続部及び盤本体に対してシールド施工を行うことで被水防護とする<br>※盤のシールドについてはモックアップで被水耐性を確認 |
| 29       | 制御用空気系    | 制御用空気圧縮機容量調節盤(31AWA, B)                       | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | -                                | - | -                        | N | N※                     | N                          | ○                           | A | ○                                     | ○  | -   | ○          | ケーブル接続部及び盤本体に対してシールド施工を行うことで被水防護とする<br>※盤のシールドについてはモックアップで被水耐性を確認 |
| 30       | 原子炉補機冷却水系 | 原子炉補機冷却水ポンプ(3CCPA, B, C, D)                   | R/B  | T.P. 2.3M         | Y                 | ○ | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 31       | 原子炉補機冷却水系 | 使用済燃料ビットクーラ冷却水入口弁(電動弁3V-CC-151A, B)           | R/B  | T.P. 10.3M        | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 32       | 原子炉補機冷却水系 | ほう酸回収装置、焼液蒸発装置冷却水戻り止め弁(電動弁3V-CC-351, 352)     | A/B  | T.P. 17.8M        | Y                 | ○ | ○ | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |
| 33       | 原子炉補機冷却水系 | 格納容器スレイ冷却器冷却水出口弁(電動弁3V-CC-177A, B)            | A/B  | T.P. 2.8M         | Y                 | - | - | ○ | ○                                | - | -                        | N | Y                      | N                          | ○                           | A | ○                                     | -  | -   | ○          | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする                                    |

| 溢水防護対象設備 |           |  |                   | フロー図菱形判定結果                       |   |   |   |                                  |                      |                      |  | 対策選定   |                            |                                   |     | 評価   | 評価フロー判定及び評価結果の補足 |            |   |   |  |
|----------|-----------|--|-------------------|----------------------------------|---|---|---|----------------------------------|----------------------|----------------------|--|--|----------------------------|-----------------------------------|-----|------|------------------|------------|---|---|--|
| 番号       | 系統        | 設備   | 設置高さ<br>(溢水基準床高さ) | ①                                |   |   |   | ②                                | ③                    | ④                    | ⑤  |  | 被水対策<br>要否<br>○：必要<br>×：不要 | 被水防護対策カテゴリ                        |     |      |                  | 最終評価<br>結果 |   |   |  |
|          |           |  |                   | 右類別で1つでも○の場合は<br>溢水源の種類 (現場確認結果) |   |   |   | 天井・壁に開口<br>はないか<br>Y：はい<br>N：いいえ | 流出防止対策<br>Y：済<br>N：未 | 被水防護措置<br>Y：済<br>N：未 | 防滴仕様か<br>(クワパ接続<br>部及び付属<br>品)<br>Y：有<br>N：無 | 防滴仕様か<br>(クワパ接続<br>部及び付属<br>品)<br>Y：有<br>N：無 |                            | 対策選定<br>A: 防護対象<br>設備側<br>B: 被水源側 | ④-I | ④-II | ⑤-I              |            |   |   |  |
| 34       | 原子炉補機冷却水系 | 使用済燃料ピットクレーラ冷却水出口弁<br>(電動弁3V-CC-159A,B)      | R/B               | T.P.10.3M                        | Y | - | - | -                                | ○                    | -                    | -  | N  | Y                          | N                                 | ○   | A    | ○                | -          | - | ○ | ケール接続部に対してケーブル施工を行うことで被水防護とする  |
| 35       | 原子炉補機冷却水系 | 補機冷却水供給母管連絡弁<br>(電動弁3V-CC-055A,B)            | R/B               | T.P.2.3M                         | Y | ○ | - | -                                | ○                    | -                    | -  | N  | Y                          | N                                 | ○   | A    | ○                | -          | - | ○ | ケール接続部に対してケーブル施工を行うことで被水防護とする  |
| 36       | 原子炉補機冷却水系 | 補機冷却水戻り母管連絡弁<br>(電動弁3V-CC-044A,B)            | R/B               | T.P.2.3M                         | Y | ○ | - | -                                | ○                    | -                    | -  | N  | Y                          | N                                 | ○   | A    | ○                | -          | - | ○ | ケール接続部に対してケーブル施工を行うことで被水防護とする  |
| 37       | 原子炉補機冷却水系 | 余熱除去冷却器冷却水出口弁<br>(電動弁3V-CC-117A,B)           | A/B               | T.P.2.8M                         | Y | - | ○ | -                                | ○                    | -                    | -  | N  | Y                          | N                                 | ○   | A    | ○                | -          | - | ○ | ケール接続部に対してケーブル施工を行うことで被水防護とする  |
| 38       | 原子炉補機冷却水系 | 原子炉補機冷却水サージタンク水位計<br>(3LT-1200,1201)         | R/B               | T.P.43.6M                        | Y | - | - | -                                | ○                    | -                    | -  | N  | Y                          | N                                 | ○   | A    | ○                | -          | - | ○ | ケール接続部に対してケーブル施工を行うことで被水防護とする  |
| 39       | 電気盤       | 1次冷却材ポンプ母線計測盤<br>(3RBA, B, C)                | R/B               | T.P.10.3M                        | Y | - | - | -                                | ○                    | Y*                   | Y*   | N  | N                          | N                                 | ×   | -    | -                | -          | - | ○ | 当該設置エリアは水消火エリアとして設定されているが、火災源は盤本体のみである。(その他の溢水源はない)よって、火災発生時には防護対象設備の機能は喪失していることから、被水対策は不要<br>※当該エリアに開口部が無いことも念のため確認済みであること、他区画からの流入についても扉部に止水板を設置することから対策済みである。 |
| 40       | 電気盤       | 6.6kVメタクラ<br>(3MC-A, B)                      | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 41       | 電気盤       | 換気空調系集中現場盤<br>(3LVFA, B)                     |                   |                                  | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 42       | 電気盤       | ソレノイド分電盤<br>(3SDA1, 2, 3, 4, B1, 2, 3, 4)    | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 43       | 電気盤       | パワーコントロールセンタ<br>(3PCC-A1, 2, B1, 2)          | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 44       | 電気盤       | 安全系FOPフロセッサ盤<br>(3SFOA, B, SFMA, B)          | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 45       | 電気盤       | 安全系マルチプレクサ<br>(3SMCA, B)                     | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 46       | 電気盤       | 安全系現制制御監視盤<br>(3SLCA1, 2, 3, B1, 2, 3)       | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 47       | 電気盤       | 運転コンソール<br>(3MCB)                            | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 48       | 電気盤       | 共通要因故障対策EP盤室操作盤<br>(3CMFLP)                  |                   |                                  | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 49       | 電気盤       | 共通要因故障対策操作盤<br>(3CMFPA, B)                   | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 50       | 電気盤       | 計装用インバータ<br>(3IVA, B, C, D)                  | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 51       | 電気盤       | 計装用交流電源切替器盤<br>(3ISPA, B, C, D)              | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 52       | 電気盤       | 計装用交流分電盤<br>(3IDFA1, 2, B1, 2, C1, 2, D1, 2) | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 53       | 電気盤       | 原子炉コントロールセンタ<br>(3RCC-A1, 2, B1, 2)          | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 54       | 電気盤       | 原子炉トリップ遮断器盤<br>(3RT-I, II, III, IV)          | R/B               | T.P.17.8M                        | Y | - | - | -                                | ○                    | Y*                   | Y*   | N  | N                          | N                                 | ×   | -    | -                | -          | - | ○ | 当該設置エリアは水消火エリアとして設定されているが、火災源は盤本体のみである。(その他の溢水源はない)よって、火災発生時には防護対象設備の機能は喪失していることから、被水対策は不要<br>※当該エリアに開口部が無いことも念のため確認済みであること、他区画からの流入についても扉部に止水板を設置することから対策済みである。 |
| 55       | 電気盤       | 原子炉安全保護盤<br>(3P-I, II, III, IV)              | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 56       | 電気盤       | 工学的安全施設作動盤<br>(3EFA, B)                      | A/B               | T.P.17.8M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 57       | 電気盤       | 充電器盤<br>(3CPA, B)                            | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 58       | 電気盤       | 蓄電池<br>(3BATA, B)                            | A/B               | T.P.10.3M                        | N | - | - | -                                | -                    | Y                    | -  | -  | -                          | -                                 | ×   | -    | -                | -          | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源がなく、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |

泊3号機 被水影響評価結果一覧表 (3/5)

19-別紙2

| 溢水防護対象設備 |             |  |          | フロー図菱形判定結果            |                        |                 |      |        |      |                                  |           |           | 対策選定      |                                |  |            | 評価   | 評価フロー判定及び評価結果の補足 |            |   |   |   |  |
|----------|-------------|--|----------|-----------------------|------------------------|-----------------|------|--------|------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|--|------------|------|------------------|------------|---|---|---|--|
| 番号       | 系統          | 設備                                       | 設置<br>施屋 | 設置高さ<br>(溢水基準<br>床高さ) | ①                      |                 |      |        | ②    | ③                                | ④         | ⑤         |           | 被水<br>対策<br>要否<br>○：必要<br>×：不要 | A or B<br>対策選定<br>A：防護対象<br>設備側<br>B：被水側側        | 被水防護対策カテゴリ |      |                  | 最終評価<br>結果 |   |   |   |  |
|          |             |  |          |                       | 右側で1つでも○の場合は           | 溢水源の種類 (現場確認結果) |      |        |      | ②でYesの場合は「-」とし、③の判定へ             | 設置前の状況を確認 | IPX4以上か確認 |           |                                |  | A-I        | A-II | B-I              |            |   |   |   |  |
|          |             |  |          |                       | 流体内包機器設置<br>Y：有<br>N：無 | 破損するBC配管・機器     | 高圧配管 | ヒートレール | 消火散水 | 天井・壁に開口<br>はないか<br>Y：はい<br>N：いいえ | 流出防止対策    | 被水防護措置    | 防護仕様か(本体) | 防護仕様か(ケーブル接続部及び付属品)            | ケーブル接続部等シールドシート対策<br>現場盤のシールド対策(シールドケーブル+パッキン施工) |            |      | 溢水源に飛散防止カバー等設置   |            |   |   |   |  |
| 59       | 電気盤         | 中央制御室外原子炉停止盤(3EPA, B)                    |          |                       | N                      | -               | -    | -      | -    | Y                                | -         | -         | -         | -                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源が無く、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 60       | 電気盤         | 直流コントロールセンタ(3DCA, B)                     | A/B      | T.P.10.3M             | N                      | -               | -    | -      | -    | Y                                | -         | -         | -         | -                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源が無く、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 61       | 電気盤         | 補助建屋直流分電盤(3DDPA, B)                      | A/B      | T.P.10.3M             | N                      | -               | -    | -      | -    | Y                                | -         | -         | -         | -                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 防護対象設備が設置されるエリアに溢水源が無く、天井・壁の開口部がないことから被水対策不要   |
| 62       | 原子炉補機冷却海水系  | 原子炉補機冷却海水ポンプ(3SWF1A, B, C, D)            | 海水ポンプエリア | T.P.2.5M              | Y                      | ○               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 63       | 原子炉補機冷却海水系  | 原子炉補機冷却水冷却器海水出口弁(電動弁3V-SW-571A, B, C, D) | R/B      | T.P.2.3M              | Y                      | ○               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 64       | 非常用電源系      | 非常用ディーゼル発電機(3DGE2A, B)                   | DG/B     | T.P.6.2M              | Y                      | -               | -    | ○      | -    | -                                | -         | N         | N         | N                              | ○  | B          | -    | -                | -          | - | ○ | ○ | DG室内に消火栓・配管があるが、当該エリアはO2消火を想定しており、水消火は想定していない。被水側として消火配管からの飛散を防止できれば防護対策とすることができるため「B」処置とする。                               |
| 65       | 非常用電源系      | 内燃機関(ディーゼル機関)(3DGE1A, B)                 | DG/B     | T.P.6.2M              | Y                      | -               | -    | ○      | -    | -                                | -         | N         | N         | N                              | ○  | B          | -    | -                | -          | - | ○ | ○ | DG室内に消火栓・配管があるが、当該エリアはO2消火を想定しており、水消火は想定していない。被水側として消火配管からの飛散を防止できれば防護対策とすることができるため「B」処置とする。                               |
| 66       | 非常用電源系      | ディーゼル発電機コントロールセンタ(3GCC-A, B)             | R/B      | T.P.10.3M             | Y                      | -               | -    | -      | ○    | Y*                               | -         | N         | N         | N                              | ×  | *          | -    | -                | -          | - | - | - | ※当該設置エリアは水消火エリアとして設定されているが、火災源は盤本体のみである。(その他の溢水源はない)よって、火災発生時には防護対象設備の機能は喪失していることから、被水対策は不要<br>※当該エリアに開口部が無いこと念のため確認済みである。 |
| 67       | 非常用電源系      | ディーゼル発電機制御盤(3EG6A, B)                    | R/B      | T.P.10.3M             | Y                      | -               | -    | -      | ○    | Y*                               | -         | N         | N         | N                              | ×  | *          | -    | -                | -          | - | - | - | ※当該設置エリアは水消火エリアとして設定されているが、火災源は盤本体のみである。(その他の溢水源はない)よって、火災発生時には防護対象設備の機能は喪失していることから、被水対策は不要<br>※当該エリアに開口部が無いこと念のため確認済みである。 |
| 68       | 高圧注入系       | 高圧注入ポンプ(3SIF1A, B)                       | A/B      | T.P.-1.7M             | Y                      | -               | -    | ○      | -    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 69       | 高圧注入系       | 格納容器再循環サブ隔離弁(電動弁3V-SI-084A, B)           | R/B      | T.P.7.2M              | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 70       | 高圧注入系       | ほう酸注入タンク出口弁(電動弁3V-SI-036A, B)            | R/B      | T.P.21.2M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 71       | 高圧注入系       | ほう酸注入タンク入口弁(電動弁3V-SI-032A, B)            | A/B      | T.P.17.8M             | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 72       | 高圧注入系       | 高圧注入ポンプ出口隔離弁(電動弁3V-SI-051)               | R/B      | T.P.21.2M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 73       | 高圧注入系       | 高圧注入ポンプミニフロー第1弁(電動弁3V-SI-014A, B)        | A/B      | T.P.4.1M              | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 74       | 高圧注入系       | 高圧注入ポンプミニフロー第2弁(電動弁3V-SI-015A, B)        | A/B      | T.P.4.1M              | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 75       | 高圧注入系       | 高圧注入ポンプ出口連絡弁(電動弁3V-SI-020A, B)           | A/B      | T.P.2.8M              | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 76       | 高圧注入系       | 高圧注入ポンプ入口弁(電動弁3V-SI-002A, B)             | A/B      | T.P.10.3M             | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 77       | 使用済燃料ピット冷却系 | 使用済燃料ピットポンプ(3SFP1A, B)                   | R/B      | T.P.10.3M             | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 78       | 燃料取替水系      | 燃料取替用水ピット水位計(3LT-1400, 1401)             | R/B      | T.P.24.8M             | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 79       | 燃料取替水系      | 燃料取替用水ポンプ(3RFP1A, B)                     | R/B      | T.P.24.8M             | Y                      | -               | -    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | N                              | ○  | A          | ○    | -                | -          | - | - | ○ | ケーブル接続部に対してシールド施工を行うことで被水防護とする   |
| 80       | 主蒸気系        | 主蒸気隔離弁(電磁弁を含む)(空気作動弁 3V-MS-528A)         | R/B      | T.P.29.3M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | Y                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 主蒸気室内設置機器であり、MSLBにおいても機能発揮できる仕様であることから、IPX4以上の耐性を有していることから対策不要   |
| 81       | 主蒸気系        | 主蒸気隔離弁(電磁弁を含む)(空気作動弁 3V-MS-528B)         | R/B      | T.P.29.3M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | Y                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 主蒸気室内設置機器であり、MSLBにおいても機能発揮できる仕様であることから、IPX4以上の耐性を有していることから対策不要   |
| 82       | 主蒸気系        | 主蒸気隔離弁(電磁弁を含む)(空気作動弁 3V-MS-528C)         | R/B      | T.P.29.3M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | Y                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 主蒸気室内設置機器であり、MSLBにおいても機能発揮できる仕様であることから、IPX4以上の耐性を有していることから対策不要   |
| 83       | 主蒸気系        | 主蒸気逃がし弁(空気作動弁 3PCV-3610)                 | R/B      | T.P.29.3M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | Y                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 主蒸気室内設置機器であり、MSLBにおいても機能発揮できる仕様であることから、IPX4以上の耐性を有していることから対策不要   |
| 84       | 主蒸気系        | 主蒸気逃がし弁(空気作動弁 3PCV-3620)                 | R/B      | T.P.29.3M             | Y                      | -               | ○    | ○      | ○    | -                                | -         | N         | Y         | Y                              | ×  | -          | -    | -                | -          | - | - | - | 主蒸気室内設置機器であり、MSLBにおいても機能発揮できる仕様であることから、IPX4以上の耐性を有していることから対策不要   |



泊3号機 被水影響評価結果一覧表 (5/5)

19-別紙2

| 溢水防護対象設備 |                              |  |          |                       | フロー図菱形判定結果             |   |   |   |                 |   |   |   |                          |   | 対策選定          |           |   |            |                                  | 評価                            | 評価フロー判定及び評価結果の補足  |
|----------|------------------------------|--|----------|-----------------------|------------------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|--------------------------|---|---------------|-----------|---|------------|----------------------------------|-------------------------------|---|
| 番号       | 系統                           | 設備   | 設置<br>建屋 | 設置高さ<br>(注水基準<br>床高さ) | ①                      |   |   |   | ②               | ③ | ④ | ⑤ |                          | 被水<br>対策<br>要否<br>○：必要<br>×：不要<br>○の場合は右<br>邊定欄へ<br>×の場合は右<br>欄は「-」 | 被水防護対策カテゴリ    |           |   | 最終評価<br>結果 |                                  |                               |   |
|          |                              |  |          |                       | 右欄別で1つで<br>も○の場合は<br>- |   |   |   | 溢水原の類別 (現場確認結果) |   |   |   | ②でYesの場合は「-」とし、④の<br>判定へ |   | 処置前の状況<br>を確認 | IPX4以上か確認 |   |            | 対策選定<br>A: 防護対象<br>設備側<br>B: 被水側 | ケーブル接続部<br>等シコンテラント<br>シールド対策 | 現場盤のシールド<br>対策 (シコン<br>テラント+パナソ<br>ニック施工)                           |
| 112      | 換気空調系<br>(ディーゼル発電機室<br>換気系)  | 空気作動ダンパ<br>(3HCD-2741, 2742)   | R/B      | T.P. 18.0M            | Y                      | - | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N※  | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする<br>※付属品はモックアップ試験により被水耐性を確認             |
| 113      | 換気空調系<br>(ディーゼル発電機室<br>換気系)  | 温度スイッチ<br>(3TS-<br>2747, 2748, 2751, 2752, 2749, 2750, 2753,<br>2754)  | DG/B     | T.P. 10.3M            | Y                      | - | - | ○ | -               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 114      | 換気空調系<br>(ディーゼル発電機室<br>換気系)  | 流量設定器<br>(3HC-2741, 2742)  | R/B      | T.P. 18.0M            | Y                      | - | - | ○ | ○               | - | - | N | N※                       | Y   | ×             | -         | - | -          | -                                | ○                             | ※当該流量設定器については、モックアップ試験によりIPX4の被水耐性を有していることを確認済み                     |
| 115      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 原子炉補機冷却水サージタンク室電気<br>ヒータ (3VSE3A, B)                                   | R/B      | T.P. 43.6M            | Y                      | - | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 116      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 非管理区域空調機器室電気ヒータ<br>(3VSE2A, B, C, D)                                   | A/B      | T.P. 24.8M            | Y                      | - | ○ | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 117      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 温度スイッチ<br>(3TS-2913, 2923)   | R/B      | T.P. 10.3M            | Y                      | - | - | ○ | -               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 118      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 温度スイッチ<br>(3TS-2933, 2937, 2953, 2957)                                 | A/B      | T.P. 24.8M            | Y                      | - | ○ | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 119      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 温度スイッチ<br>(3TS-2973, 2983)   | R/B      | T.P. 43.6M            | Y                      | - | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 120      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 温度スイッチ<br>(3TS-2970, 2971, 2980, 2981)                                 | R/B      | T.P. 43.6M            | Y                      | - | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 121      | 換気空調系<br>(安全系電気ヒー<br>タ)      | 温度スイッチ<br>(3TS-<br>2930, 2931, 2950, 2951, 2934, 2935, 2954, 29<br>55) | A/B      | T.P. 24.8M            | Y                      | - | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 122      | 換気空調系<br>(電動補助給水ポン<br>プ室換気系) | 電動補助給水ポンプ室給気ファン<br>(3VSF40A, B)  | R/B      | T.P. 10.3M            | Y                      | - | - | ○ | -               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 123      | 換気空調系<br>(電動補助給水ポン<br>プ室換気系) | 空気作動ダンパ<br>(3HCD-2670, 2680)   | R/B      | T.P. 10.3M            | Y                      | - | - | ○ | -               | - | - | N | Y                        | N※  | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする<br>※付属品はモックアップ試験により被水耐性を確認             |
| 124      | 換気空調系<br>(電動補助給水ポン<br>プ室換気系) | 温度スイッチ<br>(3TS-2671, 2672, 2681, 2682)                                 | R/B      | T.P. 10.3M            | Y                      | - | - | ○ | -               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 125      | 換気空調系<br>(電動補助給水ポン<br>プ室換気系) | 流量設定器<br>(3HC-2670, 2680)  | R/B      | T.P. 10.3M            | Y                      | - | - | ○ | -               | - | - | N | N※                       | Y   | ×             | -         | - | -          | -                                | ○                             | ※当該流量設定器については、モックアップ試験によりIPX4の被水耐性を有していることを確認済み                     |
| 126      | 空調用冷水設備                      | 空調用冷水ポンプ<br>(3CWP1A, B, C, D)  | R/B      | T.P. 2.3M             | Y                      | ○ | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 127      | 空調用冷水設備                      | 空調用冷凍機<br>(3CWP1A, B, C, D)  | R/B      | T.P. 2.3M             | Y                      | ○ | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 128      | 空調用冷水設備                      | 隔離弁<br>(3V-CH-012A, B, C)  | R/B      | T.P. 2.3M             | Y                      | ○ | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 129      | 空調用冷水設備                      | 隔離弁<br>(3V-CH-013)   | R/B      | T.P. 2.3M             | Y                      | ○ | - | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N   | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする  |
| 130      | 空調用冷水設備                      | 流量調節弁<br>(3TCV-2774, 2775)   | A/B      | T.P. 24.8M            | Y                      | - | ○ | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N※  | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする<br>※付属品はモックアップ試験により被水耐性を確認             |
| 131      | 空調用冷水設備                      | 流量調節弁<br>(3TCV-2827, 2828)   | A/B      | T.P. 24.8M            | Y                      | - | ○ | ○ | ○               | - | - | N | Y                        | N※  | ○             | A         | ○ | -          | -                                | ○                             | ケーブル接続部に対してシールドを行うことで被水防護とする<br>※付属品はモックアップ試験により被水耐性を確認             |
| 132      | 空調用冷水設備                      | 空調用冷凍機盤<br>(3VCPA, B, C, D)  | R/B      | T.P. 2.3M             | Y                      | ○ | - | ○ | ○               | - | - | N | N※                       | N   | ○             | A         | ○ | ○          | -                                | ○                             | ケーブル接続部及び盤本体に対してシールドを行うことで被<br>水防護とする<br>※盤のシールドについてはモックアップで被水耐性を確認 |

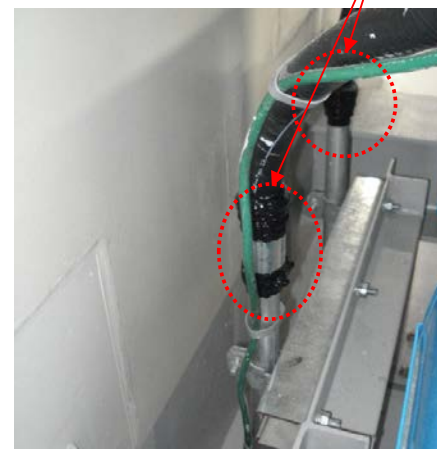
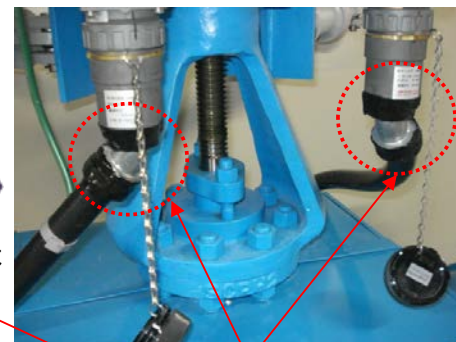
# 被水防護対策（施工実例1）カテゴリ①-I

## ■ 電動弁

< 施工前 >



< 施工後 >

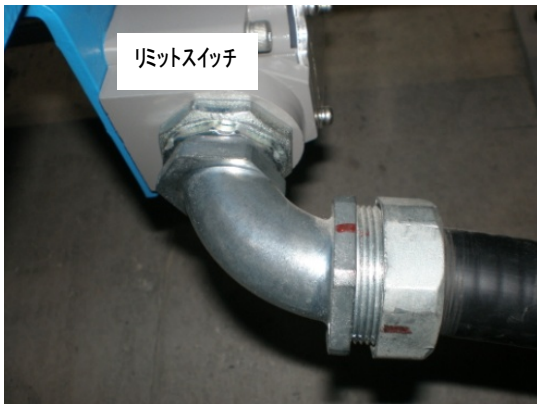
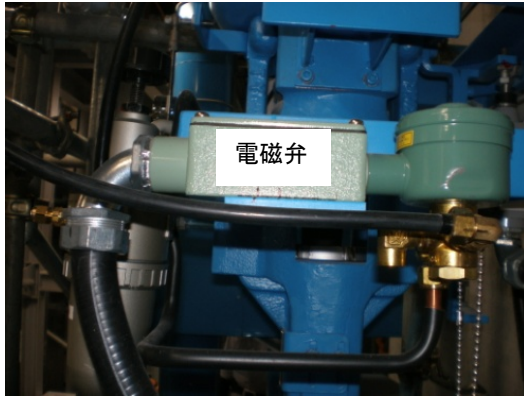


防護対象設備のうち電動弁のケーブル接続部に対してシリコンシーラントによるシール施工を実施

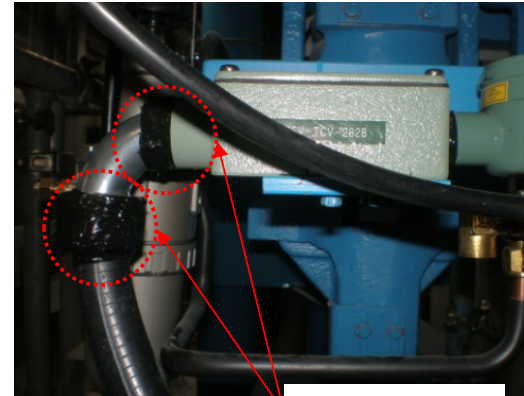
# 被水防護対策（施工実例2）カテゴリ①-I

## ■ 空気作動弁

<施工前>



<施工後>



シール施工箇所

防護対象設備のうち空気作動弁の電磁弁・リミットスイッチケーブル接続部に対してシリコンシーラントによるシール施工を実施



# 被水防護対策（施工実例3）カテゴリ①ーⅠ

## ■ダンパ

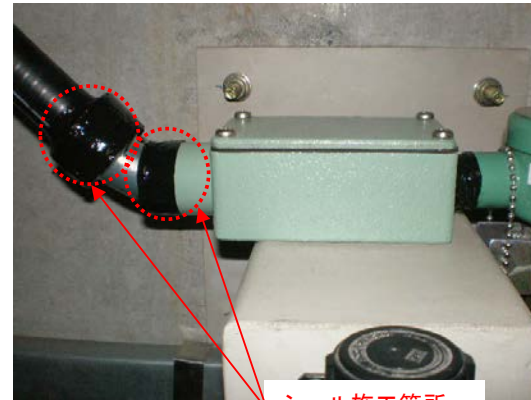
<施工前>



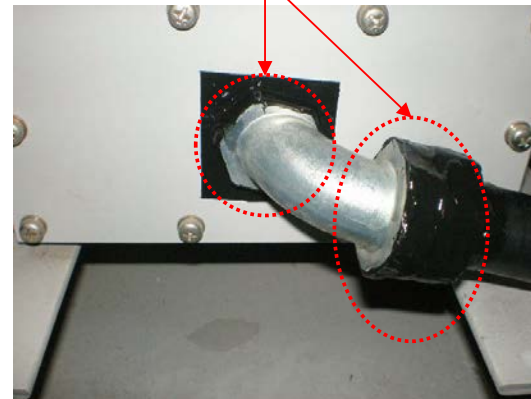
ダンパポジションスイッチ



<施工後>



シール施工箇所



防護対象設備のうちダンパの電磁弁、ポジションスイッチのケーブル接続部に対してシリコンシーラントによるシール施工を実施

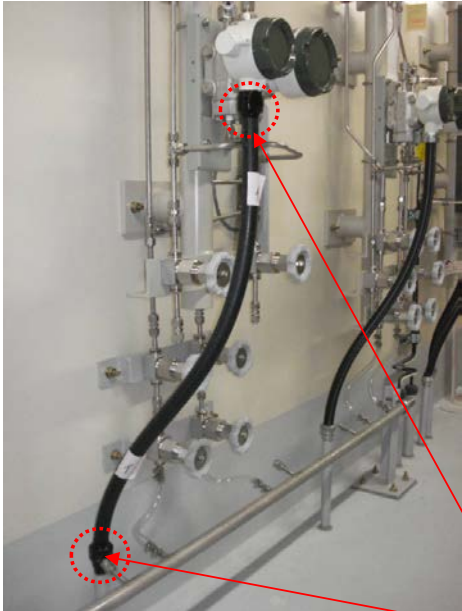
# 被水防護対策（施工事例4）カテゴリ①ーⅠ

## ■現場計器（伝送器）

<施工前>



<施工後>



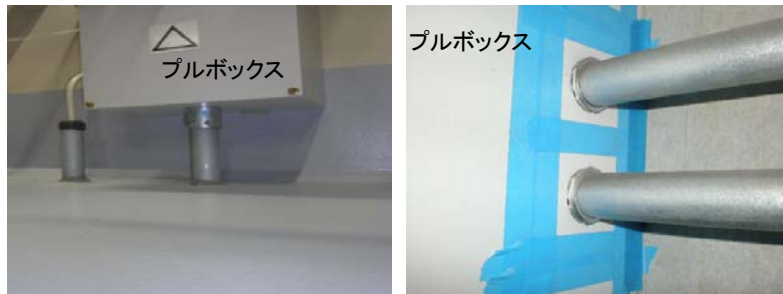
シール施工箇所

防護対象設備のうち現場計器のケーブル接続部に対してシリコンシーラントによるシール施工を実施

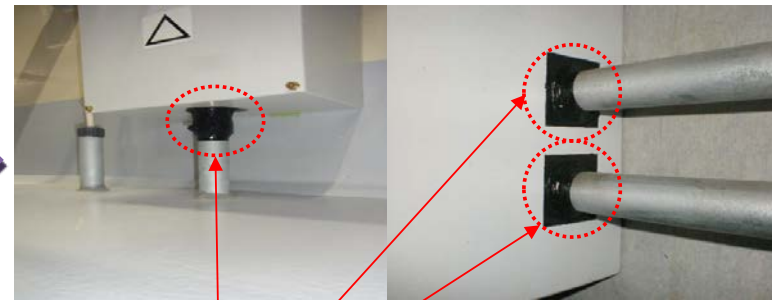
# 被水防護対策（施工実例5）カテゴリ①-I

## ■プルボックス及び電線管

<施工前>

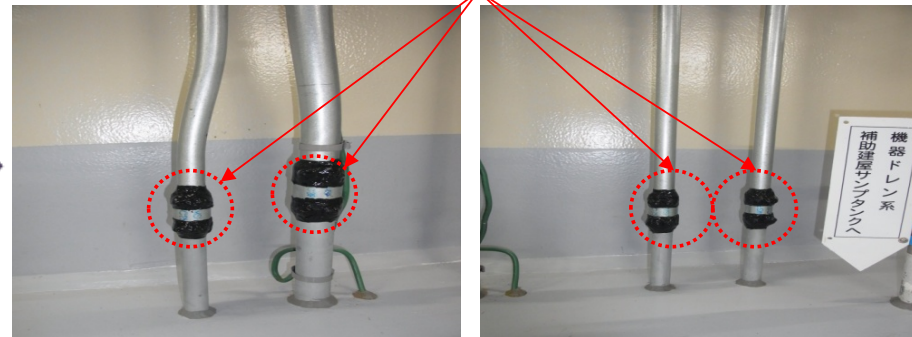
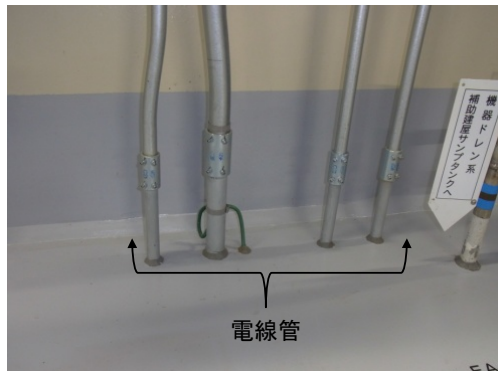


<施工後>



シール施工箇所

防護対象設備のうちプルボックス、電線管接続部に対してシリコンシーラントによるシール施工を実施



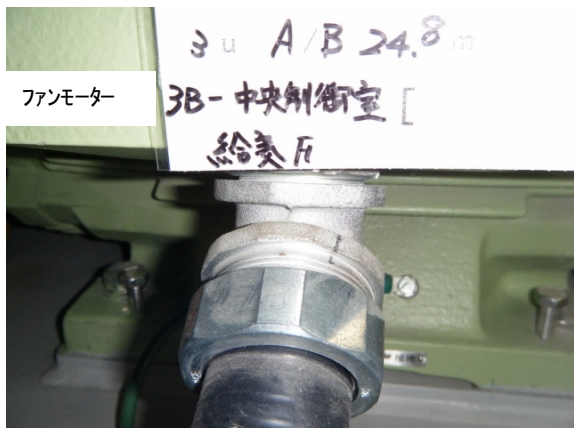
# 被水防護対策（施工実例6）カテゴリ①-I

## ■ポンプ・ファン

<施工前>



<施工後>



防護対象設備のうちポンプ、ファンモーターの動力ケーブル接続部に対してシリコンシーラントによるシール施工を実施

# 被水防護対策（施工実例7）カテゴリ①ーⅡ

## ■現場盤

<施工前>



<施工後>

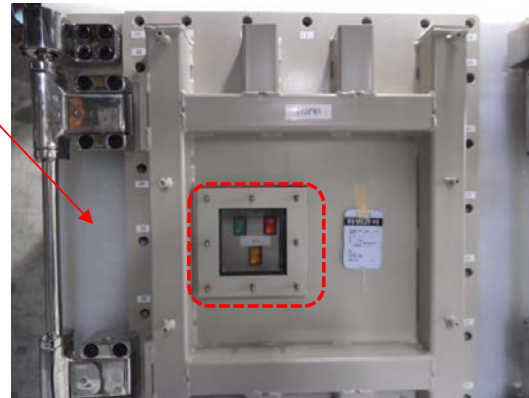


盤シール工事の完成状態(2号機例)



拡大

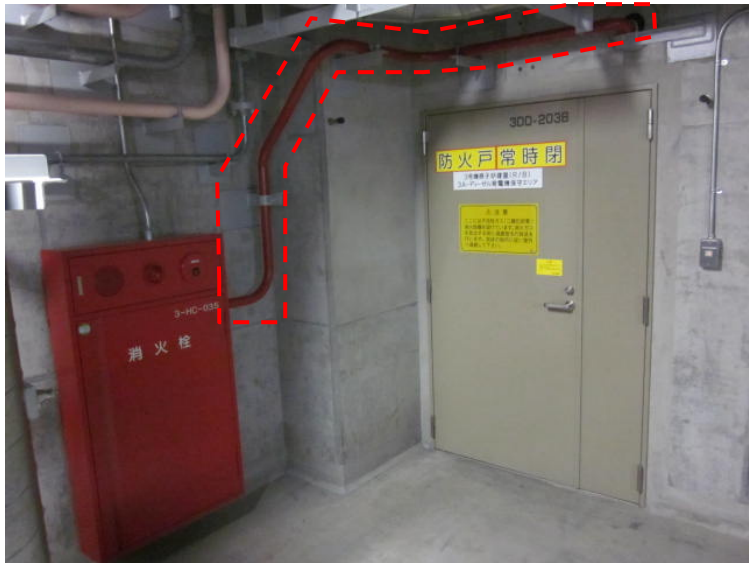
シール施工箇所



防護対象設備のうち現場盤の扉部に対してシリコンシーラント施工、ランプ表示窓部には防護窓+パッキンシール施工、電線管・ケーブル接続部にはDFシール+シリコンシーラント、盤背面は型枠を作りDFシール流し込みによるシール施工を実施

# 被水防護対策（施工実例 8） カテゴリ㊸ー I

< 施工前 >



< 施工後 >



被水源である消火配管（ピンホールを想定）に対して、飛散防止のための板金保温を配管外表面に取り付ける

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊 3 号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>1. 総則</p> <p>原子力発電所における安全上重要な設備は、多重性、多様性を確保するとともに、適切な裕度をもって設計され、適切に維持管理されているなど損傷防止上の配慮がなされている。</p> <p>また、安全上重要な設備は、一般的に床から比較的高い位置に設置されていること、万一漏えいが発生した場合でも建屋最下層に設置されたサンプに集められ、ポンプにより排水するなど、溢水事象に対する配慮がなされた設計としている。</p> <p>本評価ガイドは、原子力発電所内で発生する溢水に対し、原子炉施設の安全性を損なうことのないことを評価するものである。</p> <p>ここで、考慮する溢水源は、原子炉格納容器内、及び原子炉格納容器外での溢水（施設内の配管、機器の破断、火災時の消火散水等）と建屋外での溢水（屋外タンク、貯水池）を対象とする。</p> <p>1.1 一般</p> <p>原子力規制委員会が定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第 1 2 条において、発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止として、設計基準対象施設が、発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならないとしている。本評価ガイドは、当該規定に定める内部溢水防護に関連して、原子力発電所（以下、「発電所」という。）に設置される原子炉施設が、内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能が喪失することのないよう、適切な防護措置が施されているか評価するための手順の一例を示すものである。また、本評価ガイドは、内部溢水影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。</p> <p>本評価ガイドで対象とする溢水源は、発電所内に設置される機器の破損及び消火系統等の作動により発生するものとする。</p> <p>ここでいう「発電所内に設置される機器」とは、発電所内に設置される発電設備及びその関連設備のことをいい、この中には、建屋内に収納される原子炉・タービン及びその附属設備、並びに建屋外に設置される屋外タンク・海水ポンプ及びその周辺設備がある。</p> <p>また、妨害破壊行為等の想定できない意図的な活動による放水や漏水による溢水については評価の対象外とする。</p> | <p>1. 総則</p> <p>泊 3 号機は溢水影響を考慮した設計を実施しており、安全上重要な機器については、区画化による分散配置や堰の設置、基礎高さへの考慮等を実施するとともに、建屋最下層に設置されたサンプに溢水を集積し排水が可能な設計としているが、今回、本評価ガイドに従い、溢水により安全上重要な機器に影響がないことを確認する。</p> <p>1. 1 一般</p> <p>溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を損なわないことを確認することとしており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」では「安全機能を損なわないもの」とは、「発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できることをいう。さらに、使用済燃料ピットにおいてはプール冷却機能及びプールへの給水機能を維持出来ること」とされていることから、以下の設備を溢水の防護対象設備とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 溢水に起因する原子炉外乱に対処するために必要な設備</li> <li>・ 原子炉の高温停止及び低温停止に必要な設備</li> <li>・ 使用済燃料ピットの冷却、給水機能を有する系統</li> </ul> <p>【具体的系統・設備】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①安全保護系</li> <li>②補助給水系統</li> <li>③ほう酸注入系統</li> <li>④余熱除去系統</li> <li>⑤原子炉補機冷却水系統</li> <li>⑥原子炉補機冷却海水系統</li> <li>⑦制御用空気系統</li> <li>⑧非常用換気空調系統</li> <li>⑨非常用電源系統</li> <li>⑩高圧注入系統</li> <li>⑪格納容器スプレー系統</li> <li>⑫主蒸気系統</li> <li>⑬使用済燃料ピット冷却系統</li> <li>⑭燃料取替用水系統</li> </ol> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>1. 2 適用範囲<br/>本評価ガイドは、実用発電用軽水型原子炉施設に適用する。</p> <p>1. 3 関連法規<br/>略</p> <p>1. 4 用語の定義<br/>略</p><br><p>2. 原子炉施設の溢水評価</p> <p>2. 1 溢水源及び溢水量の想定<br/>溢水源としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。</p> <p>(1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(2) 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水</p> <p>(3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>ここで、上記（1）、（2）の溢水源の想定にあたっては、一系統における単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重化された機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。</p> <p>ユニット間で共用する建屋及び一体構造の建屋に設置される機器にあつては、共用、非共用機器に係わらずその建屋内で単一の溢水源を想定し、建屋全体の溢水経路を考慮する。</p> <p>なお、上記（3）の地震に起因する溢水量の想定において、基準津波によって、取水路、排水路の経路から安全機能を有する設備周辺への浸水が生じる場合、又は地震時の排水ポンプの停止によって原子炉施設内への地下水の浸入が生じる場合には、その浸水量を加味すること。</p> | <p>防護対象設備が設置されている建屋の溢水源としては、本評価ガイドにある格納容器外の配管、機器の破断、火災時の消火散水等を対象とする。原子炉格納容器内については誤スプレイの要求事項の中で記載している。</p> <p>また、防護対象設備が設置されている建屋の外から屋内への溢水影響として、タービン建屋に設置されている循環水管（伸縮継手）及び2次系設備からの溢水、電気建屋・出入管理建屋の設備からの溢水並びに屋外タンクからの溢水を対象として抽出している。</p><br><p>2. 原子炉施設の溢水評価</p> <p>2. 1 溢水源及び溢水量の想定<br/>ガイドに従い（1）～（3）の溢水を想定して評価を実施する。（1）、（2）の溢水源の想定にあたっては、単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。</p> <p>（3）の地震に起因する溢水量想定において、基準津波による3号取水口における最大津波高さはT.P.+5.2mと評価しており、地上への遡上はないが、循環水管からタービン建屋及び循環水ポンプ建屋への流入を考慮する。</p> <p>地下水の浸入についても、機器の耐震評価等により防護対象設備への影響がないことを確認する。</p> |    |



| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>2. 1. 1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>破損を想定する機器は、配管（容器の一部であって、配管形状のものを含む。）とする。配管の破損は、内包する流体のエネルギーに応じて①高エネルギー配管及び②低エネルギー配管の2種類に分類し、破損を想定する。分類にあたっては、付録Aによること。（解説－2. 1. 1－1）</p> <p>破損を想定する位置は、安全機能への影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとする。ただし、配管の高さや引き回し等の関係から保有水量の流出範囲が明確に示せる場合は、その範囲の保有水量を放出するものとして溢水量を算出できる。（流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価については附属書Aを参照のこと。）</p> <p>溢水量は、以下を考慮して破損を想定する系統が漏えいするものとして求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高エネルギー配管については、完全全周破断</li> <li>・低エネルギー配管については、配管内径の1/2 の長さと同径の配管肉厚の1/2 の幅を有する貫通クラック（以下、「貫通クラック」という。）（解説－2. 1. 1－2）</li> </ul> <p>なお、循環水管の破損は、過去の事例等を考慮して伸縮継手部に設定すること。（解説－2. 1. 1－3）</p> <p>ただし、漏えいを検出する機能が設置され、自動又は手動操作によって、漏えいを停止させることができる場合は、この機能を考慮することができる。</p> <p>また、漏えい停止機能を期待する場合は、停止までの適切な時間を考慮して溢水量を求めることができる。（付録B参照）</p> <p>漏えい停止を運転員等の手動操作に期待する場合にあたっては、保安規定又はその下位規定にその手順が明確にされていること。</p> <p>解説－2. 1. 1－1 流体を内包する容器の破損による漏水について<br/>容器の破損による溢水については、接続される配管の破損による溢水の評価に代表する。</p> <p>解説－2. 1. 1－2 低エネルギー配管に想定する貫通クラック<br/>本評価ガイドでは、低エネルギー配管について貫通クラックを想定することを原則としている。これは、低エネルギー配管については、配管に破損が生じたとしても、低温低圧で使用されるため配管応力は小さく、また、負荷変動の少ない運転形態のため応力の変動も少なく疲労によるき裂の進展は小さいことから、<math>(1/2)D \times (1/2)t</math> クラックを想定すれば保守的な評価となるという考え方に基づいている。この考え方は、米国 NRC の BTP 3-4 を参考としている。</p> | <p>2. 1. 1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>破損を想定する配管はガイド付録Aに従い、①高エネルギー配管及び②低エネルギー配管の2種類に分類して評価する。</p> <p>高エネルギー配管のターミナルエンドは完全全周破断、一般部は原則として応力評価結果に基づき貫通クラックを想定し、評価を行う。</p> <p>低エネルギー配管は、原則として応力評価を行い、破損が生じないことを確認し溢水源から除外する。</p> <p>低エネルギー配管に分類される循環水管の破損については、伸縮継手部の貫通クラックを想定し、ガイド付録Bに従い、運転操作により循環水ポンプ停止までの時間を考慮して溢水量を算出する。（循環水管の出口弁は急閉止しないように設計上考慮されており、低エネルギー配管に分類される。）</p> <p>運転操作手順については、保安規定の下位規定にて明確にする。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>また、低エネルギー配管に想定する貫通クラックの計算に用いる配管径は、内径としている。</p> <p>これは、技術基準第40条（廃棄物貯蔵設備等）の解釈4において廃棄物貯蔵設備に設置する堰の高さを求める計算において内径寸法を基準としていること、また、米国の配管破損の想定においても内径を使用して貫通クラックの計算を行っていることから、これらとの整合を図ったものである。</p> <p>解説－2. 1. 1－3 「過去の事例等」</p> <p>米国においては、循環水系の弁急閉によるウォーターハンマー事象により伸縮継手部から大漏えいが発生した事例があるが、国内において大漏えいは発生していない。</p> <p>このため、循環水管の伸縮継手部の破損想定にあたっては、循環水系バタフライ弁急閉防止対策等の適切な対策が採られていれば、破損形状は低エネルギー配管と同様貫通クラックを想定することができる。</p> <p>2. 1. 2 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される設備からの放水による溢水</p> <p>(1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水</p> <p>a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水</p> <p>溢水防護区画に自動作動するスプリンクラーが設置される場合は、その作動（誤作動を含む）による放水を想定する。</p> <p>また、溢水防護区画にスプリンクラーが設置されていない場合であっても、溢水防護区画外のスプリンクラーの作動によって、溢水防護区画に消火水が流入する可能性がある場合は、その作動による溢水を考慮する。溢水量は、スプリンクラーの作動時間を考慮して算定する。なお、スプリンクラーの作動による溢水は、複数区画での同時放水が想定される場合には、そのすべての区画での放水を想定する。</p> <p>b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水</p> <p>溢水防護区画での火災発生時に、消火栓による消火活動が想定される場合については、消火活動にともなう放水を想定する。</p> <p>また、溢水防護区画で消火活動が想定されていない場合であっても、溢水防護区画外の消火活動によって影響を受ける場合は、その放水による溢水を考慮する。</p> <p>溢水量は、消火栓による消火活動が連続して実施されることを見込み算定する。（解説－2. 1. 2－1）</p> | <p>2. 1. 2 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置されている設備からの放水による溢水</p> <p>(1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水</p> <p>a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水</p> <p>泊3号機においては、防護対象設備が設置されている建屋に自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから対象外である。</p> <p>b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水</p> <p>建屋内での消火栓による消火活動を想定し、消火活動が連続して実施される時間を見込んで溢水量を算定する。具体的には3時間の消火活動を想定して溢水量を算定する。また、火災源が小さいエリアについては、日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針（JEAG4607-2010）」解説-4-9(1)の規定による「火災荷重」及び「等価時間」で算定する。</p> <p>消火活動においては、扉を開放して実施することから扉からの流出も考慮して評価する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考        |
|---|---|-----------|
| <p>ただし、火災源が小さい場合は、火災荷重に基づく等価時間により算定することができる。(解説-2. 1. 2-1)</p> <p>なお、当該区画にスプリンクラーが設置され、スプリンクラー装置の作動による溢水がある場合は、スプリンクラーからの放水量を溢水量とする。それ以外の場所においては、消火栓からの放水量を溢水量とする。</p> <p>解説-2. 1. 2-1 「消火栓からの溢水量」算出の例</p> <p>消火栓からの溢水量の算定にあたっては、原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010) の解説-4-9「耐火壁」には2時間の耐火性能と記載されているが、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に規定する3時間の耐火性能を基本とすることとし、消火装置が作動する時間を保守的に3時間と想定して溢水量を算出する。火災源が小さい場合は、日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010)」解説-4-9(1)の規定による「火災荷重」及び「等価時間」で算定することができる。また、また、水を使用しない消火手段を組み合わせている場合には、それを考慮して消火栓からの溢水量を算定して良い。</p> <p>(2) 高エネルギー配管破損とスプリンクラーからの放水が同時に発生する溢水</p> <p>溢水防護区画に自動作動するスプリンクラーと高エネルギー配管が存在する場合については、火災を検知して作動するスプリンクラーからの放水と高エネルギー配管破損による溢水を合わせて想定する。なお、火災の検知システム及びスプリンクラーの作動方式から、高エネルギー配管の破損によってもスプリンクラーが作動しないことの根拠と妥当性が示される場合は、高エネルギー配管破断とスプリンクラーからの放水による溢水を合わせて想定しないとしても良い。</p> <p>スプリンクラーの作動による溢水量は、項目(1)に従い算出する。また、高エネルギー配管からの溢水量は、項目2. 1. 1に従い算出する。</p> <p>(3) 原子炉格納容器スプレイ系統からの放水による溢水</p> <p>原子炉格納容器スプレイ系統が機器の動作等 (誤動作も含む) により放出されるスプレイ水を想定する。</p> <p>溢水量は、全ての原子炉格納容器スプレイポンプが作動し定格のスプレイ流量が放出され、運転員がポンプ停止操作を完了するまでの時間に放出される量とする。</p> <p>ただし、誤作動に対しては、原子炉格納容器スプレイ系統において誤作動が発生しないようにインターロック等の対策が講じられていれば、スプレイ水による溢水を考慮しないことができる。</p> | <p>泊3号機での評価方針</p> <p>(2) 高エネルギー配管破損とスプリンクラーからの放水が同時に発生する溢水</p> <p>泊3号機においては、防護対象設備が設置されている建屋に自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから対象外である。</p> <p>(3) 原子炉格納容器スプレイ系統からの放水による溢水</p> <p>原子炉格納容器スプレイ作動 (工学的安全施設作動) のプロセス計装は「2 out of 4」方式の設計としており、1チャンネルが故障しても原子炉格納容器スプレイ作動が可能で安全保護機能が維持されるとともに、1チャンネルの故障による誤作動も防止する設計となっている。</p> <p>また、原子炉格納容器スプレイ作動信号は、中央制御室の4個 (2組) の手動操作スイッチのうち2個 (1組) のスイッチの同時操作によっても作動が可能な設計となっており、運転員の誤操作にも配慮した設計となっている。</p> <p>なお、原子炉格納容器に設置されている重要度の特に高い安全機能を有する機器は、耐環境性仕様となっており、事故時のスプレイ作動により機能喪失することはない。</p> | <p>備考</p> |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>2. 1. 3地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水</p> <p>流体を内包する機器（配管、容器）のうち、基準地震動による地震力によって、破損が生じるとされる機器について、破損を想定する。</p> <p>基準地震動によって破損し漏水が生じる機器とは、基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド又は既設発電用原子炉施設においては旧耐震設計審査指針において、耐震設計上の重要度分類B、Cクラスに分類される機器（以下、「B、Cクラス機器」という。）とする。</p> <p>ただし、B、Cクラス機器であっても、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものについては、漏水を考慮しないことができる。（解説－2. 1. 3－1）</p> <p>漏水が生じるとした機器のうち、防護対象設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとする。</p> <p>溢水量は、以下を考慮して求める。</p> <p>①配管の場合は、完全全周破断とし、系統の全保有水量が漏えいするものとする。なお、配管の高さや引き回し等の関係から保有水量の流出範囲が明確に示せる場合は、その範囲の保有水量を放出するものとして溢水量を算出できる。</p> <p>ただし、循環水管に破損を想定する場合は、循環水管の構造強度を考慮して、伸縮継手部が全円周状に破損するとして溢水量を求めることができる。</p> <p>②容器の場合は、容器内保有水の全量流出を想定する。</p> <p>③漏えいを検出する機能が設置され、自動又は手動操作によって、漏えいを停止させることができる場合は、この機能を考慮することができる。</p> <p>漏えい停止機能に期待する場合は、停止までの適切な時間を考慮して溢水量を求めることができる。（付録B参照）ただし、地震時において漏えいを自動で停止させる場合には、自動で作動する機器、信号などが地震時においても機能喪失しないことが示されていなければならない。また、手動で停止させる場合には、停止までの操作時間が地震時においても妥当であることが示されていなければならない。</p> <p>漏えい停止を運転員等の手動操作に期待する場合にあたっては、保安規定又はその下位規定にその手順が明確にされていなければならない。</p> | <p>2. 1. 3地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水</p> <p>溢水源となる耐震B、Cクラス機器（配管、容器）のうち、溢水源から除外する機器については、機器の破損による漏水防止の観点から、基準地震動<math>S_s</math>による地震力に対して構造強度評価を実施し、バウンダリ機能が確保されることを確認する。</p> <p>なお、構造強度評価にあたっては、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601・補-1984」等の規格基準の評価手法・条件を適用し、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されていることを確認する。</p> <p>評価対象となる耐震B、Cクラス配管は、定ピッチスパン法による建設時からの標準支持スパンでの<math>S_s</math>チェック、<math>S_s</math>用標準スパンと実支持スパンの比較、3次元はりモデルによる詳細評価を順次行い、何れも評価基準値を超える場合は改造を行う。</p> <p>上記の基準地震動<math>S_s</math>に対する構造強度評価の結果、耐震性が確保されている機器については、漏水を考慮していない。</p> <p>漏水が生じるとした機器からの溢水量は、その機器の系統全体の保有水量が漏えいするものとする。</p> <p>①配管は、配管の高さや引き回し等を考慮せず、系統全体の配管保有水量が漏えいするものとする。</p> <p>②容器は、容器内保有水の全量流出を想定する。</p> <p>③自動又は手動隔離により、漏えいを停止させることができる系統について、漏えい停止までの時間を考慮して溢水量を算定する。</p> <p>【隔離で漏えいを停止する系統の例】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・抽出系統</li> <li>・循環水管</li> <li>・ほう酸回収系統</li> <li>・液体廃棄物処理系統</li> </ul> <p>抽出系統（自動隔離）については、自動で作動する機器、信号等の耐震性を考慮する。また、その他の系統については、地震発生から停止までの操作時間を算定し、運転操作手順について保安規定の下位規定にて明確にする。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>解説—2. 1. 3-1 「B, C クラス機器であっても、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるもの」について<br/>基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものとは、製作上の裕度等を考慮することにより、基準地震動による地震力に対して耐震性を有すると評価できるものをいう。</p> <p>(2) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水<br/>使用済燃料貯蔵プール水が基準地震動による地震力によって生じるスロッシングによってプール外へ漏水する可能性がある場合は、溢水源として想定する。</p> <p>2. 2 溢水影響評価<br/>2. 2. 1 安全設備に対する溢水影響評価<br/>溢水に対する原子炉施設の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。</p> <p>溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。</p> <p>溢水により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響(溢水)を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。</p> <p>また、中央制御室及び現場操作が必要な設備については、溢水の影響により接近の可能性が失われないことも評価対象とする。</p> <p>2. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備<br/>2. 1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。</p> <p>2. 2. 3 溢水防護区画の設定<br/>溢水防護に対する評価対象区画は、2. 2. 2 項に該当する溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定すること。<br/>全ての防護対象設備が対象となっていることを確認するために、2. 2. 2 項に該当する防護対象設備の系統図及び配置図を照合しなければならない。また、アクセス通路については、図面に図示されていることを確認する。<br/>なお、同じ部屋であっても、溢水による影響を考慮した堰等で区切られている場合には、区切られた区画を溢水防護区画として取り扱うことができる。</p> | <p>(2) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水<br/>基準地震動 S s による使用済燃料ピットのスロッシング評価を行い、ピットからの溢水量を算定する。</p> <p>2. 2 溢水影響評価<br/>2. 2. 1 安全設備に対する溢水影響評価<br/>溢水の影響評価においては、算定した溢水量により、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、安全機能を損なわないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。</p> <p>2. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備<br/>重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その機能を適切に維持するために必要な設備を抽出し、防護対象設備とする。</p> <p>2. 2. 3 溢水防護区画の設定<br/>溢水防護に対する評価対象区画を設定し、防護対象設備の系統図及び配置図の照合により、全ての防護対象設備が対象となっていることを確認する。<br/>アクセス性については、防護対象設備のうち、運転操作が必要な機器は中央制御室より操作可能であり、現場操作を要する機器がないことを確認する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>2. 2. 4 溢水影響評価</p> <p>溢水影響評価においては、評価対象区画で想定される溢水事象に対し、その防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けずその機能が確保されるか否かを評価する（図-1）。</p> <p>評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象とする。</p> <p>(1) 溢水経路の設定</p> <p>流水経路の設定にあたっては、溢水防護区画内漏えいと溢水防護区画外漏えいの2通りの溢水経路を想定する。</p> <p>a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路</p> <p>溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように当該溢水区画から他区画への流出がないように溢水経路を設定する。</p> <p>評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。</p> <p>(a) 床ドレン</p> <p>評価対象区画に床ドレン配管が設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しないものとする。</p> <p>ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、ドレン配管における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。</p> <p>(b) 床面開口部及び床貫通部</p> <p>評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他の区画への流出は、考慮しないものとする。</p> <p>ただし、以下に掲げる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる。</p> <p>流出を期待する場合は、床開口部及び床貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。</p> <p>①評価対象区画の床貫通部にあっては、貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p> <p>②評価対象区画の床面開口部にあっては、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p> | <p>2. 2. 4 溢水影響評価</p> <p>溢水影響評価においては、防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けずその機能が確保されているか確認する。</p> <p>また、評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象とする。</p> <p>(1) 溢水経路の設定</p> <p>溢水経路は、溢水防護区画内漏えいと溢水防護区画外漏えいの2通りを想定する。</p> <p>a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路</p> <p>溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護区画内の水位が最も高くなるように当該溢水区画から他区画への流出がないように溢水経路を設定する。</p> <p>(a) 床ドレン</p> <p>評価対象区画に床ドレン配管が設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しない。</p> <p>ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、ドレン配管における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価する。</p> <p>(b) 床面開口部及び床貫通部</p> <p>評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他の区画への流出は考慮しない。</p> <p>ただし、以下に掲げる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待する。</p> <p>流出を期待する場合は、床開口部及び床貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価する。</p> <p>①評価対象区画の床貫通部にあっては、貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p> <p>②評価対象区画の床面開口部にあっては、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|---|---|----|
| <p>(c) 壁貫通部<br/>           評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され、隣との区画の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しないものとする。<br/>           ただし、当該壁貫通部を貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、他の区画への流出を考慮することができる。<br/>           流出を期待する場合は、壁貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。</p> <p>(d) 扉<br/>           評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しないものとする。</p> <p>(e) 排水設備<br/>           評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないものとする。ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受ける等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮することができる。</p> <p>b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路<br/>           溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高く（当該溢水区画に流量する水量は多く、排出する流量は少なくなるように設定）なるように溢水経路を設定する。<br/>           評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。</p> <p>(a) 床ドレン<br/>           評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であって、他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって発生する流入量を考慮する。<br/>           ただし、評価対象区画内に設置されているドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合は、その効果を考慮することができる。</p> <p>(b) 天井面開口部及び貫通部<br/>           評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとする。<br/>           ただし、天井面開口部が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しないことができる。<br/>           なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留すると評価できる場合は、その残留水の流出は考慮しなくてもよい。</p> | <p>(c) 壁貫通部<br/>           評価対象区画の境界壁の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しない。<br/>           ただし、当該壁貫通部を貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、他の区画への流出を考慮する。<br/>           流出を期待する場合は、壁貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価する。</p> <p>(d) 扉<br/>           評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しない。</p> <p>(e) 排水設備<br/>           評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。<br/>           ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受ける等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。</p> <p>b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路<br/>           溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように溢水経路を設定する。</p> <p>(a) 床ドレン<br/>           評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合は、水位差による流入量を考慮する。</p> <p>(b) 天井面開口部及び貫通部<br/>           評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとする。<br/>           ただし、天井面開口部が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|---|---|----|
| <p>(c) 壁貫通部<br/>           評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。<br/>           ただし、評価対象区画の境界壁に貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しないことができる。</p> <p>(d) 扉<br/>           評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。<br/>           当該扉が水密扉である場合は、流入を考慮しないことができる。ただし、水密扉は、溢水時に想定される水位により発生する水圧に対し水密性が確保でき、その水圧に耐えられる強度を有している場合に限る。</p> <p>(e) 堰<br/>           溢水が発生している区画に堰が設置されている場合であって、他に流出経路が存在しない場合は、当該区画で発生した溢水は堰の高さまで蓄積されるものとする。</p> <p>(f) 排水設備<br/>           評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないものとする。ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受けている等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮することができる。</p> <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算定<br/>           溢水防護区画の評価で没水、被水評価の対象区画の分類例を図-2に示す。また、溢水防護区画の評価で蒸気評価の対象区画の分類例を図-3に示す。<br/>           各項目の算出方法を以下に示す。</p> | <p>(c) 壁貫通部<br/>           評価対象区画の境界壁の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合は、その貫通部からの流入を考慮する。<br/>           ただし、評価対象区画の境界壁に貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。</p> <p>(d) 扉<br/>           評価対象区画に扉が設置されている場合は、水位差による流入量を考慮する。<br/>           水密扉については、水圧に対する水密性を確保でき、その水位に耐えられる強度を有しており、流入を考慮しない。</p> <p>(e) 堰<br/>           溢水が発生している区画に堰が設置されている場合であって、他に流出経路が存在しない場合は、当該区画で発生した溢水は堰の高さまで蓄積されるものとする。</p> <p>(f) 排水設備<br/>           評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受けている等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。</p> <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算定<br/>           溢水防護区画は本評価ガイドの図-2、図-3の分類例に基づき設定する。</p> |    |



| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|---|---|----|
| <p>a. 没水評価に用いる水位の算出方法<br/>影響評価に用いる水位の算定は、漏えい発生階とその経路上の評価対象区画の全てに対して行う。<br/>水位：Hは、下式に基づいて算出する。</p> $H = Q / A$ <p>ただし、各項目は以下とする。<br/>Q：流入量(m<sup>3</sup>)<br/>「2. 1 溢水源及び溢水量の想定」で想定した溢水量に基づき、「2. 2. 4 (1) 溢水経路の設定」の溢水経路の評価に基づき評価対象区画への流入量を算出する。</p> <p>A：滞留面積(m<sup>2</sup>)<br/>評価対象区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評価する。<br/>なお、滞留面積は、壁及び床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。</p> <p>b. 被水評価に用いる飛散距離の算出方法<br/>被水評価に用いる飛散距離の算出は、防護対象設備が存在する区画を対象に行う。<br/>飛散距離：Xは次式に基づいて算出する。(図-4)</p> $X = \frac{\tan \phi + \sqrt{\tan^2 \phi + (2gH) / (V^2 \cos^2 \phi)}}{g / (V^2 \cos^2 \phi)}$ $V = \sqrt{2gP / \gamma} \quad (\text{トリチュリの定理})$ <p>ただし、各項目は以下とする。<br/>V=噴出速度(m/s)<br/>φ=噴出角度（破損位置や天井への衝突等も考慮し、飛散距離Xが最大となるφを採用する）<br/>H=破損位置の床上高さ(m)<br/>g=重力加速度(m/s<sup>2</sup>)<br/>P=管内圧力(Pa)<br/>γ=水の比重量(kg/m<sup>3</sup>)<br/>なお、上記の式は空気抵抗を考慮していない安全側の評価式であるため、必要に応じて空気抵抗を考慮することができる。この場合、考慮した空気抵抗の値については、使用した値の妥当性を示すこと。</p> | <p>a. 没水評価に用いる水位の算出方法<br/>影響評価に用いる水位の算定は、漏えい発生階とその経路上の評価対象区画の全てに対して行う。<br/>水位：Hは、下式に基づいて算出する。</p> $H = Q / A$ <p>Q：流入量(m<sup>3</sup>)<br/>A：滞留面積(m<sup>2</sup>)</p> <p>滞留面積は、コンクリート基礎等の範囲を除く有効面積を滞留面積として評価する。</p> <p>b. 被水評価に用いる飛散距離の算出方法<br/>被水評価では、溢水源と防護対象設備の距離による分離を期待しないため、飛散距離の算出式は使用しない。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド   | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|--|--|----|
| <p>c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法<br/>蒸気評価に用いる拡散範囲は、適切な評価方法を用いて妥当な評価範囲を設定する。<br/>評価手法を用いて拡散範囲の算出を行わない場合には、保守側に連通した複数の区画全体に蒸気が拡散するものとする。<br/>ただし、評価方法として、汎用3次元流体ソフトウェア等を用いて拡散範囲を算出する場合には、使用した解析コードの蒸気拡散計算への適用性と評価条件を示すこと。</p> <p>(3) 影響評価<br/>原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が以下に示す没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。</p> <p>a. 没水による影響評価<br/>想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2. 2. 2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。<br/>また、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路にあっては、歩行に影響のない水位（階段堰高さ）であること及び必要に応じて環境の温度、放射線量を考慮しても接近の可能性が失われないことを確認する。<br/>上記、設置位置及びアクセス通路の水位が判断基準を超える場合又は環境の温度、放射線量により接近できないと判断される場合は、防護対象設備の機能は期待できないものとする。</p> <p>b. 被水による影響評価<br/>評価対象区画に設置されている防護対象設備の被水による影響については、以下の項目について確認する。<br/>防護対象設備から溢水源となる配管が直視できる場合には、図-5に示す被水による影響評価を実施する。(解説2. 2. 4-2)</p> <p>① 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されている場合は、防護対象設備に対し被水防護措置がなされていることを確認する。<br/>② 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されていない場合は、天井面に開口部又は貫通部が存在しないことを確認する。<br/>③ 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されておらず、かつ、天井面に開口部又は貫通部が存在する場合は、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていることを確認する。<br/>④ 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されておらず、天井面に開口部又は貫通部が存在し、かつ、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていない場合においては、防護対象設備に対し被水防護措置がなされていることを確認する。</p> | <p>c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法<br/>汎用流体解析コードを使用し、蒸気拡散範囲の温度及び相対湿度を算出する。</p> <p>(3) 影響評価<br/>原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。</p> <p>a. 没水による影響評価<br/>溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、防護対象設備の機能喪失高さを超えないことを確認する。<br/>アクセス性については、防護対象設備のうち、運転操作が必要な機器は中央制御室より操作可能であり、現場操作を要する機器がないことを確認する。</p> <p>b. 被水による影響評価<br/>被水については、安全上重要な機器は原則として多重化された系統が同時にその機能を失うことのないように防護対象設備を隔壁等で分離配置している。<br/>また、安全上重要な機器の被水対策としてシール処理等を行う。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>⑤ ①～④を満足しない場合は、防護対象設備が、防滴仕様であることを確認する。</p> <p>⑥ 中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路にあっては、必要に応じて環境の温度、放射線量を考慮しても接近の可能性が失われないことを確認する。</p> <p>上記、①～⑥を満足しない場合は、防護対象設備の機能は期待できないものとする。</p> <p>①項の「被水防護措置」とは、障壁による分離、距離による分離及び防水板等による被水防護等をいい、被水防護措置がなされている場合の例を図-6に示す。</p> <p>解説-2. 2. 4-2<br/>被水による影響評価の対象となる溢水源の考え方は、没水による影響評価における溢水源と同じである。</p> <p>「溢水源となる配管については、配管径に関係なく被水による影響評価を実施する。」としたのは、25A以下の配管においても、破断時の溢水量は、それを超える口径の配管破断時より少ないが、溢水の飛散による防護対象設備への影響を考慮する必要があるからである。</p> <p>c. 蒸気による影響評価<br/>評価対象区画に設置されている防護対象設備の蒸気による影響については、以下の項目について確認する。</p> <p>防護対象設備から溢水源となる同じ区画にある場合には、図-7に示す蒸気の影響評価の考え方に従い確認する。</p> <p>また、溢水源となる高エネルギー配管については、配管径に関係なく、蒸気による影響評価を実施する。(解説2. 2. 4-3)</p> <p>① 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されている場合は、防護対象設備に対し蒸気防護措置がなされていることを確認する。</p> <p>② 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されていない場合は、天井面に開口部又は貫通部が存在しないことを確認する。</p> <p>③ 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されておらず、かつ、天井面に開口部又は貫通部が存在する場合は、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていることを確認する。</p> <p>④ 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されておらず、天井面に開口部又は貫通部が存在し、かつ、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていない場合にあつては、防護対象設備に対し蒸気防護措置がなされていることを確認する。</p> | <p>c. 蒸気による影響評価<br/>蒸気の影響について、高エネルギー配管のターミナルエンドは完全全周破断、一般部は応力評価結果に基づき貫通クラックを想定する等評価を行い、防護対象設備への影響がないことを確認する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|---|---|----|
| <p>⑤ ①～④を満足しない場合は、防護対象設備が、耐蒸気仕様（想定される温度等を考慮した仕様）であることを確認する。</p> <p>⑥ 中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路については、必要に応じて環境の温度、放射線量を考慮しても接近の可能性が失われないことを確認する。</p> <p>上記、①～⑥を満足しない場合は、防護対象設備の機能は期待できないものとする。</p> <p>④の「蒸気防護措置」とは、気流による分離、ケーブル端子箱の密封処理による分離等による蒸気防護処置等をいう。</p> <p>解説－2. 2. 4－3 「蒸気による影響評価」</p> <p>蒸気による影響評価の対象となる溢水源の考え方は、没水による影響評価における溢水源と同じである。</p> <p>「溢水源となる高エネルギー配管については、配管径に関係なく蒸気による影響評価を実施する。」としたのは、25A以下の配管においても、破断時の溢水量は、それを超える口径の配管破断時より少ないが、蒸気の拡散による防護対象設備への影響を考慮する必要があるからである。</p> <p>(4) 溢水による影響評価の判定</p> <p>(3) の影響評価の結果から内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）。内部溢水により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響（溢水）を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。</p> <p>3. 使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の溢水評価</p> <p>3. 1 溢水源及び溢水量の想定</p> <p>溢水源としては、2. 1 項の原子炉施設の溢水源及び溢水量の想定と同じ溢水源と溢水量を想定する。</p> <p>3. 1. 1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>配管の破損は、2. 1. 1 項の原子炉施設と同じように内包する流体のエネルギーに応じて①高エネルギー配管及び②低エネルギー配管の2種類に分類し、破損を想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高エネルギー配管については、完全全周破断</li> <li>・低エネルギー配管については、配管内径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（以下、「貫通クラック」という。）</li> </ul> | <p>(4) 溢水による影響評価の判定</p> <p>内部溢水に対して、防護対象設備が、その安全機能を失わないこと（信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。</p> <p>3. 使用済燃料ピットの溢水評価</p> <p>3. 1 溢水源及び溢水量の想定</p> <p>溢水源としては、2. 1 項により、溢水源と溢水量を想定する。</p> <p>3. 1. 1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>破損を想定する配管はガイド付録Aに従い、①高エネルギー配管及び②低エネルギー配管の2種類に分類して評価する。</p> <p>高エネルギー配管のターミナルエンドは完全全周破断、一般部は原則として応力評価結果に基づき貫通クラックを想定し、評価を行う。</p> <p>低エネルギー配管は、原則として応力評価を行い、破損が生じないことを確認し溢水源から除外する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド   | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|--|---|----|
| <p>3. 1. 2 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置されている設備からの放水による溢水</p> <p>(1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水<br/>火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水は、2. 1. 2 項の原子炉施設と同じように以下の2項目を想定する。</p> <p>a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水</p> <p>b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水</p> <p>3. 1. 3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水<br/>流体を内包する機器（配管、容器）のうち、基準地震動による地震力によって、破損が生じるとされる機器について、2. 1. 3 (1) 項の原子炉施設と同じように破損による溢水を想定する。</p> <p>(2) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水<br/>使用済燃料貯蔵プール水が地震に伴うスロッシングによってプール外へ漏水する可能性がある場合は、2. 1. 3 (2) 項の原子炉施設と同じように破損による溢水を想定する。</p> | <p>3. 1. 2 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置されている設備からの放水による溢水</p> <p>(1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水</p> <p>a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水<br/>泊3号機においては、防護対象設備が設置されている建屋に自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから対象外である。</p> <p>b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水<br/>建屋内での消火栓による消火活動を想定し、消火活動が連続して実施される時間を見込んで溢水量を算定する。具体的には3時間の消火活動を想定して溢水量を算定する。また、火災源が小さいエリアについては、日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針（JEAG4607-2010）」解説-4-9(1)の規定による「火災荷重」及び「等価時間」で算定する。<br/>消火活動においては、扉を開放して実施することから扉からの流出も考慮して評価する。</p> <p>3. 1. 3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水<br/>流体を内包する機器（配管、容器）のうち、溢水源から除外する機器について、2. 1. 3 (1) と同様、基準地震動 <math>S_s</math> に対する構造強度評価を実施した結果、耐震性が確保されている機器については、漏水を考慮しない。</p> <p>(2) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水<br/>基準地震動 <math>S_s</math> による使用済燃料ピットのスロッシング評価を行い、ピットからの溢水量を算定する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針   | 備考 |
|---|--|----|
| <p>3. 2 溢水影響評価</p> <p>3. 2. 1 使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）に対する溢水影響評価</p> <p>溢水に対する使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。</p> <p>溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）設備が「プール冷却」及び「プールへの給水」ができることを確認する。</p> <p>プール冷却に当たっては、想定される溢水により通常運転中の使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）冷却系に外乱が生じ、冷却を維持する必要があるが生じた場合、使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）を保安規定で定めた水温（65℃以下）以下に維持できること。</p> <p>プールへの給水に当たっては、想定される溢水により通常運転中の使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）補給水系に外乱が生じ、給水を維持する必要があるが生じた場合、使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）を燃料の放射線を遮へいするために必要な量の水を維持できること。</p> <p>3. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備</p> <p>3. 1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。</p> <p>3. 2. 3 溢水防護区画の設定</p> <p>溢水防護に対する評価対象区画は、3. 2. 2 項に該当する溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定すること。</p> <p>全ての防護対象設備が対象となっていることを確認するために、3. 2. 2 項に該当する防護対象設備の系統図及び配置図とを照合しなければならない。</p> <p>また、アクセス通路については、図面に図示されていることを確認する。</p> <p>なお、同じ部屋であっても、溢水による影響を考慮した堰等で区切られている場合には、区切られた区画を溢水防護区画として取り扱うことができる。</p> <p>3. 2. 4 溢水影響評価</p> <p>溢水影響評価においては、評価対象区画で想定される溢水事象に対し、その防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けず、その機能が確保されるか否かを評価する。（図-9）</p> <p>評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象とする。</p> <p>溢水影響評価方法は、原子炉施設と同様な方法を用いる。</p> | <p>3. 2 溢水影響評価</p> <p>3. 2. 1 使用済燃料ピットに対する溢水影響評価</p> <p>溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、使用済燃料ピットが「ピット冷却」及び「ピットへの給水」ができることを確認する。</p> <p>ピット冷却に当たっては、想定される溢水により通常運転中の使用済燃料ピット冷却系に外乱が生じ、冷却を維持する必要があるが生じた場合、使用済燃料ピットを保安規定で定めた水温（65℃以下）以下に維持できることを確認する。</p> <p>ピットへの給水に当たっては、想定される溢水により通常運転中の使用済燃料ピット補給水系に外乱が生じ、給水を維持する必要があるが生じた場合、使用済燃料ピットが燃料の放射線を遮へいするために必要な量の水を維持できることを確認する。</p> <p>3. 2. 2 溢水から防護すべき対象設備</p> <p>「ピット冷却」及び「ピットへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を抽出し、防護対象設備とする。</p> <p>3. 2. 3 溢水防護区画の設定</p> <p>溢水防護に対する評価対象区画を設定し、防護対象設備の系統図及び配置図の照合により、全ての防護対象設備が対象となっていることを確認する。</p> <p>アクセス性については、防護対象設備のうち、運転操作が必要な機器は、中央制御室より操作可能であり、現場操作を要する機器がないことを確認する。</p> <p>3. 2. 4 溢水影響評価</p> <p>溢水影響評価においては、防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けずその機能が確保されていることを確認する。</p> <p>評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象とする。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド   | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|--|---|----|
| <p>(1) 溢水経路の設定<br/>           流水経路の設定にあたっては、以下の経路を考慮して設定する。<br/>           流路経路の設定方法は、2. 2. 4 (1) の原子炉施設の流路経路の設定と同じ方法を用いる。</p> <p>a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路<br/>           b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路</p> | <p>(1) 溢水経路の設定<br/>           溢水経路は、溢水防護区画内漏えいと溢水防護区画外漏えいの2通りを想定する。</p> <p>a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路<br/>           溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護区画内の水位が最も高くなるように当該溢水区画から他区画への流出がないように溢水経路を設定する。</p> <p>(a) 床ドレン<br/>           評価対象区画に床ドレン配管が設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しない。<br/>           ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、ドレン配管における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価する。</p> <p>(b) 床面開口部及び床貫通部<br/>           評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他の区画への流出は考慮しない。</p> <p>ただし、以下に掲げる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待する。<br/>           流出を期待する場合は、床開口部及び床貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価する。<br/>           ①評価対象区画の床貫通部にあっては、貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があつて、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合<br/>           ②評価対象区画の床面開口部にあっては、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p> <p>(c) 壁貫通部<br/>           評価対象区画の境界壁の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しない。<br/>           ただし、当該壁貫通部を貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があつて、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、他の区画への流出を考慮する。<br/>           流出を期待する場合は、壁貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価する。</p> |    |

## (d) 扉

評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しない。

## (e) 排水設備

評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。

ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受ける等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する

## b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路

溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように溢水経路を設定する。

## (a) 床ドレン

評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合は、水位差による流入量を考慮する。

ただし、評価対象区画内に設置されているドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合は、その効果を考慮する。

## (b) 天井面開口部及び貫通部

評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとする。

ただし、天井面開口部が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。

## (c) 壁貫通部

評価対象区画の境界壁の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合は、その貫通部からの流入を考慮する。

ただし、評価対象区画の境界壁に貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。



## (d) 扉

評価対象区画に扉が設置されている場合は、水位差による流入量を考慮する。

水密扉については、水圧に対する水密性を確保でき、その水位に耐えられる強度を有しており、流入を考慮しない。

## (e) 堰

溢水が発生している区画に堰が設置されている場合であって、他に流出経路が存在しない場合は、当該区画で発生した溢水は堰の高さまで蓄積されるものとする。

## (f) 排水設備

評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受けている等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|---|---|----|
| <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算出<br/> 溢水防護区画の評価に用いる以下の各項目の算出は、2.2.4(2)の原子炉施設の算出方法と同じ算出方法を用いる。</p> <p>a. 没水評価に用いる水位の算出方法<br/> b. 被水評価に用いる飛散距離の算出方法<br/> c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法</p> | <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算定<br/> 溢水防護区画は本評価ガイドの図-2、図-3の分類例に基づき設定する。</p> <p>a. 没水評価に用いる水位の算出方法<br/> 影響評価に用いる水位の算定は、漏えい発生階とその経路上の評価対象区画の全てに対して行う。<br/> 水位：Hは、下式に基づいて算出する。</p> $H = Q / A$ <p>Q：流入量 (m<sup>3</sup>)<br/> A：滞留面積 (m<sup>2</sup>)</p> <p>滞留面積は、コンクリート基礎等の範囲を除く有効面積を滞留面積として評価する。</p> <p>b. 被水評価に用いる飛散距離の算出方法<br/> 被水評価では、溢水源と防護対象設備の距離による分離を考慮していないため、飛散距離の算出式は使用しない。</p> <p>c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法<br/> 汎用流体解析コードを使用し、蒸気拡散範囲の温度及び相対湿度を算出する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|---|---|----|
| <p>(3) 影響評価<br/>原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が、以下に示す没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。確認方法は、2. 2. 4 (3) の原子炉施設の影響評価と同じ。</p> <p>a. 没水による影響評価<br/>b. 被水による影響評価<br/>c. 蒸気による影響評価</p> <p>(4) 溢水による影響評価の判定<br/>(3) の影響評価の結果から内部溢水に対して、使用済燃料貯蔵プールの冷却及び給水機能が失われないこと。</p> <p>4. 附則<br/>この規定は、平成25年7月8日より施行する。<br/>評価は、本評価ガイドに掲げるもの以外であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その方法を用いることを妨げない。<br/>また、本評価ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直して行くものとする。</p> | <p>(3) 影響評価<br/>原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。</p> <p>a. 没水による影響評価<br/>溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、防護対象設備の機能喪失高さを超えないことを確認する。<br/>アクセス性については、防護対象設備のうち、運転操作が必要な機器は、中央制御室より操作可能であり、現場操作を要する機器がないことを確認する。</p> <p>b. 被水による影響評価<br/>被水については、安全上重要な機器は原則として多重化された系統が同時にその機能を失うことのないように防護対象設備を隔壁等で分離配置している。<br/>また、安全上重要な機器の被水対策として、シール処理等を行う。</p> <p>c. 蒸気による影響評価<br/>蒸気の影響について、高エネルギー配管のターミナルエンドは完全全周破断、一般部は応力評価結果に基づき貫通クラックを想定する等評価を行い、防護対象設備への影響がないことを確認する。</p> <p>(4) 溢水による影響評価の判定<br/>内部溢水に対して、防護対象設備が、その安全機能を失わないこと（信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針              | 備考 |
|---|-------------------------|----|
| <p>付録B<br/>溢水量算出の具体的な考え方について</p> <p>(1) 配管からの溢水量</p> <p>① 高エネルギー配管は完全全周破断を前提とし、破断想定箇所までの配管抵抗と系統圧力とのバランスにより、流出流量を算出する。</p> <p>② 低エネルギー配管は、貫通クラックを仮定し、貫通クラックの破損箇所の条件は、各系統の最大運転圧力又は最高使用圧力・最大口径とする。</p> <p>③ 流出流量は、スリット状のき裂面積から損失係数を考慮した、以下の計算式より求める。</p> <p>④ 溢水量はこれに流出時間を乗じて算出する。</p> $Q = A \times C \sqrt{(2 \times g \times H) \times 3600} \dots \dots B (1)$ <p>Q : 流出流量(m<sup>3</sup>/h)<br/>A : 断面積(m<sup>2</sup>)<br/>C : 損失係数<br/>H : 水頭(m)</p> <p>⑤ 運転員が中央制御室にて隔離操作を実施する場合は、中央制御室にて漏えいを検知した後に、少なくとも10分間の時間余裕を見込んだ後に運転員が操作を開始するとして評価する。</p> <p>⑥ 運転員が現場パトロールにて漏えい箇所を特定し、隔離操作を実施する場合には、現場への移動時間、漏えい箇所特定に要する時間及び隔離操作時間を適切に考慮して評価する。</p> <p>&lt;具体的な溢水量の算出方法例&gt;</p> <p><b>[高エネルギー配管]</b><br/>高エネルギー配管の溢水量は、配管破断を検知（配管流量高や格納容器内雰囲気温度高及び原子炉水位低等）し、隔離弁が自動閉止する時間までの流出量とする。<br/>自動隔離が無い系統（給水系）の場合であっても、ポンプの運転状態を検知しポンプを自動トリップさせる機能を有するものは、ポンプトリップまでは定格運転状態での流出とし、ポンプトリップ後は、配管内の保有水量が全量流出するものとし溢水量を算出する。</p> <p><b>[低エネルギー配管]</b><br/>低エネルギー配管の溢水量の算定にあたっては、漏えい検知器等の設置の有無により以下の①又は②を参考に算定する。<br/>① 中央制御室において低エネルギー配管の系統側の警報で、漏えい検知、漏えい箇所の特定及び漏えい箇所の隔離ができる場合には、貫通クラックの破損箇所からの流出流量は上記B（1）の計算式より求める。</p> | <p>付録Bを基本とし評価を実施する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針 | 備考 |
|---|------------|----|
| <p>           溢水量は、下記(a)～(d)を組合せた隔離時間 ((a)1)+(d)1=漏えい検知後15分)を流出流量に乗じて算出する。<br/>           なお、中央制御室において漏えい箇所の隔離ができない場合は、(b)の現場への移動時間を加算する。<br/>           ただし、個々に運用管理を設定する場合は、個々に時間を設定することができる。         </p> <p>           ② 中央制御室において低エネルギー配管の漏えいが、ドレンサンプの警報で検知される場合には、現場確認で漏えい箇所を特定し、漏えい箇所を隔離するものとし、貫通クラックの破損箇所からの流出流量は上記B(1)の計算式より求める。         </p> <p>           溢水量は、下記(a)～(d)を組合せた隔離時間 ((a)2)+(b)1+(b)2)+(c)2)+(d)2=漏えい検知後70分)を流出流量に乗じて算出する。<br/>           ただし、個々に運用管理を設定する場合は、個々に時間を設定できる。         </p> <p>           &lt;漏えい箇所の隔離に必要な時間例&gt;<br/>           隔離時間は、漏えい検知の有無、漏えい箇所特定及び弁操作等により、下記(a)～(d)の組合せた隔離時間を流出流量に乗じて算出する。         </p> <p> <b>(a) 漏えい発生から漏えい検知までの時間</b><br/>           1) 漏えい検出器有りの場合は、漏えい検知に要する時間を考慮する。……………5分<br/>           2) 漏えい検出器無しの場合は、ドレンサンプの警報によるものとし、漏えい検知に要する時間を考慮する。……………10分         </p> <p> <b>(b) 現場への移動時間</b><br/>           1) 現場への移動速度は約4km/h(人の歩く速度)とし、中央制御室から現場までの距離は最長1kmとする。……………15分<br/>           2) チェンジングスペース等での着替えが必要な場合を考慮し、着替えに要する時間を5分とする。……………5分         </p> <p> <b>(c) 漏えい箇所特定に要する時間</b><br/>           1) 漏えい箇所特定手段が有る場合は、漏えい箇所特定に要する時間を考慮する。……………5分<br/>           2) 漏えい箇所特定手段がない場合は、漏えい箇所特定のためにドレンサンプ流入区画の現場確認を実施し、漏えい箇所の特定に要する時間を30分とする。……………30分         </p> <p> <b>(d) 弁操作時間</b><br/>           1) 中央制御室での弁閉操作に要する時間は、10分とする。……………10分<br/>           2) 現場での漏えい箇所隔離弁の特定に要する時間を10分とし、現場での弁閉操作に要する時間は、10分(5分/弁、2弁)とする。         </p> |            |    |

(e) 循環水ポンプ停止時間

- 1) 循環水ポンプ停止操作（漏えい検知から循環水ポンプ停止操作に要する時間は、10分とする。）……………10分
- 2) 循環水ポンプ停止時間（循環水ポンプ停止操作から循環水ポンプが停止するまでの時間は、5分とする。）……………5分

[循環水管の伸縮継手破損部からの溢水量]

循環水管の伸縮継手破損部からの流出流量の評価は、低エネルギー配管漏水に準じて評価を行う。

ただし、循環水系の弁急閉が発生しないように適切な対策が実施されていない場合には、下図に示す伸縮継手部が全円周状に破損すると仮定して評価を実施する。

溢水量は、漏えい検知の有無、漏えい箇所特定の可否、弁操作場所等より、上記(a)～(d)を組合せて隔離可能と想定した時間を流出流量に乗じて算出する。

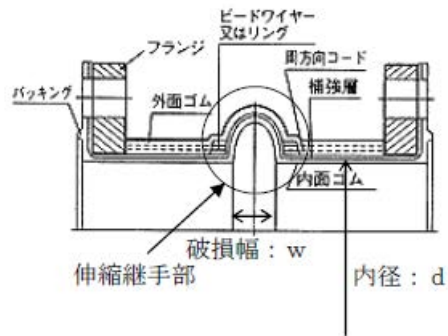


図 伸縮継手の構造 (例)

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド  | 泊3号機での評価方針             | 備考 |
|---|------------------------|----|
| <p>附属書A</p> <p>流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について</p> <p>1. 概要</p> <p>溢水影響評価ガイドの「2. 1. 1 流体を内包する配管の破損による漏水」において溢水量の算定にあたっては、①高エネルギー配管については完全全周破断、②低エネルギー配管については貫通クラック、③循環水管の破損は過去の事例等を考慮して設定することとしている。</p> <p>ただし、配管破損の想定にあたっては、詳細な応力評価を実施することにより、破損位置及び破損形状を特定することとし、以下にその詳細な評価手法を定めることとした。</p> <p>注1) 応力制限の考え方</p> <p>破損を想定しなくてもよい応力制限については、高エネルギー配管、低エネルギー配管とも供用状態A及びBにおける一次+二次応力が設計許容応力の40%以下であれば、十分応力が低い状態にあるため応力的に破損する可能性がないという考え方に基づいている。高エネルギー配管の場合は、これに加え熱膨張等による不測の応力発生を考慮し、ターミナルエンドでないことと累積疲労係数が0.1以下であることとの条件を追加している。</p> <p>また、前述のターミナルエンドを除く高エネルギー配管であって、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管については、当該部の配管が原子炉格納容器並の設計としており設計許容応力の80%を制限としている。</p> <p>本考え方は、米国NRCのStandard Review Plan(SRP) Branch Technical Position(BTP) 3-4 「Postulated Rupture Locations in Fluid System Piping Inside and Outside Containment」、及び日本機械学会発電用原子力設備規格「配管破損防護設計規格 (JSME SND1-2002)」を参考としている。</p> <p>2. 流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価例</p> <p>2. 1 運転中に発生する応力に基づく評価法</p> <p>2. 1. 1 高エネルギー配管</p> <p>評価部位において、以下のいずれかの条件を満足すれば、完全全周破断を想定する必要は無い。ただし、2. 2項に定める減肉、腐食又は疲労による破損想定について別途考慮する。</p> | <p>附属書Aに従い評価を実施する。</p> |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド   | 泊3号機での評価方針 | 備考 |
|--|------------|----|
| <p>(a) 配管径が25A以下であること。<br/> (b) 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管にあつては、以下のとおり。</p> <p>(i) クラス1配管にあつては、以下の①、②及び③の条件を満足すること。<br/> (以下、この附属書で用いる計算式等の記号は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005)」による。)</p> <p>①ターミナルエンドでないこと。<br/> ②供用状態A、B及び(1/3)Sd 地震荷重に対して、設計・建設規格 PPB-3531 の計算式により計算した一次応力+二次応力 <math>S_n</math> が許容応力の0.8倍 (2.4Sm) 以下であること。</p> $S_n = \frac{C_1 P_0 D_0}{2t} + \frac{C_2 M_{is}}{Z_i} + C_3 E_{ab}  \alpha_a T_a - \alpha_b T_b  \leq 2.4 S_m$ <p>③疲れ累積係数は、0.1以下であること。<br/> ただし、上記疲れ累積係数は、供用状態A、Bにおける疲れ累積係数に(1/3)Sd地震による疲れ累積係数を加算したものとする。</p> <p>(ii) クラス2配管にあつては、以下の①及び②の条件を満足すること。<br/> ①ターミナルエンドでないこと。<br/> ②供用状態A、B及び(1/3)Sd 地震荷重に対して設計・建設規格 PPC-3530(1)b. の計算式により計算した一次応力+二次応力 <math>S_n</math> が同PPC-3530(1)d. の計算式により求めた許容応力 <math>S_a</math> の0.8倍以下であること。</p> $S_n = \frac{PD_0}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b) + i_2 M_c}{Z} \leq 0.8 S_a = 0.8(1.25fS_c + (1.2 + 0.25f)S_r)$ <p>(c) (b)以外の配管にあつては、以下のとおり。<br/> (i) クラス1の配管にあつては、以下の①、②及び③の条件を満足すること。<br/> ①ターミナルエンドでないこと。<br/> ②供用状態A、B及び(1/3)Sd 地震荷重に対して、設計・建設規格 PPB-3531 の計算式により計算した一次応力+二次応力 <math>S_n</math> に対して許容応力の0.4倍 (1.2Sm) 以下であること。</p> $S_n = \frac{C_1 P_0 D_0}{2t} + \frac{C_2 M_{is}}{Z_i} + C_3 E_{ab}  \alpha_a T_a - \alpha_b T_b  \leq 1.2 S_m$ <p>ただし、<math>S_n</math>が許容応力の0.8倍以下である場合は、破損形状を貫通クラックとする。</p> |            |    |



| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド   | 泊3号機での評価方針 | 備考 |
|--|------------|----|
| <p>③疲れ累積係数は、0.1 以下であること。<br/>ただし、上記疲れ累積係数は、供用状態 A、B における疲れ累積係数に (1/3) Sd 地震による疲れ累積係数を加算したものとする。</p> <p>( i i ) クラス 2、3 又は非安全系の配管にあつては、以下の①及び②の条件を満足すること。<br/>①ターミナルエンドでないこと。<br/>②設計・建設規格 PPC-3530(1)b.の計算式により計算した供用状態 A、B 及び(1/3)Sd 地震荷重に対して、設計・建設規格 PPC-3530(1)b.の計算式により計算した一次応力+二次応力 S<sub>n</sub> が同 PPC-3530(1) d.の計算式により求めた許容応力 S<sub>a</sub> の 0.4 倍以下であること。</p> $S_n = \frac{PD_0}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b) + i_2M_e}{Z} \leq 0.4S_a = 0.4(1.25fS_c + (1.2 + 0.25f)S_h)$ <p>ただし、S<sub>n</sub>が許容応力 S<sub>a</sub> の 0.8 倍以下である場合は、破損形状を貫通クラックとする。</p> <p>2. 1. 2 低エネルギー配管<br/>評価部位において、以下のいずれかの条件を満足すれば、貫通クラックを想定する必要は無い。ただし、2. 2 項に定める減肉、腐食又は疲労による破損想定について別途考慮する。<br/>( a ) 配管径が 2 5 A 以下であること。<br/>( b ) 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管にあつては、以下の条件を満足すること。<br/>供用状態 A、B 及び(1/3)Sd 地震荷重に対して、設計・建設規格 PPC-3530(1)b.の計算式により計算した一次応力+二次応力 S<sub>n</sub> が同 PPC-3530(1) d.の計算式により求めた許容応力 S<sub>a</sub> の 0.4 倍以下であること。</p> $S_n = \frac{PD_0}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b) + i_2M_e}{Z} \leq 0.4S_a = 0.4(1.25fS_c + (1.2 + 0.25f)S_h)$ <p>( c ) ( b ) 以外の配管にあつては、以下のとおり。<br/>( i ) クラス 1 の配管にあつては、以下の条件を満足すること。(記号は設計・建設規格による。)<br/>供用状態 A、B 及び(1/3)Sd 地震荷重に対して、設計・建設規格 PPB-3531 の計算式により計算した一次応力+二次応力 S<sub>n</sub> に対して許容応力の 0.4 倍 (1.2 S<sub>m</sub>) 以下であること。</p> $S_n = \frac{C_1 P_0 D_0}{2t} + \frac{C_2 M_{1s}}{Z_i} + C_3 E_{ab}  \alpha_a T_a - \alpha_b T_b  \leq 1.2 S_m$ |            |    |

| 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド   | 泊3号機での評価方針  | 備考 |
|--|---|----|
| <p>(i i) クラス2、3又は非安全系の配管にあつては、設計・建設規格 PPC-3530 のb.の計算式により計算した供用状態A、B及び(1/3)Sd 地震荷重に対して、設計・建設規格 PPC-3530(1)b.の計算式により計算した一次応力+二次応力 <math>S_n</math> が同 PPC-3530(1)d.の計算式により求めた許容応力 <math>S_a</math> の0.4倍以下であること。</p> $S_n = \frac{PD_0}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b) + i_2M_c}{Z} \leq 0.4S_a = 0.4(1.25fS_c + (1.2 + 0.25f)S_n)$ <p>2. 2 減肉等による破損</p> <p>上記2. 1. 1及び2. 1. 2に示す条件を満足できる場合は、以下に示す減肉、腐食、又は疲労による破損（以下「減肉等による破損」という。）による破損を別途、想定する。</p> <p>減肉等の破損は、過去の損傷事例等から応力以外の破損要因であつて、配管内部を流れる流体の温度、圧力、配管の材質及び構造等を考慮して破損形状を想定することとし、腐食（SCC（粒界SCC、貫粒SCC）、隙間腐食、孔食、異種金属接触腐食、流れ加型腐食、液滴衝撃エロージョン）及び疲労（低・高サイクル繰返し応力、流体振動、機械振動等による疲労）等を考慮することとする。</p> <p>この場合、破損位置や破損形状は、内部流体の種類、圧力、温度や周辺環境（例えば、腐食の原因となる環境の塩分の含有量）を詳細評価した上で決定することができる。この時、設計(例えば、減肉対策のために低合金鋼を採用する、腐食防止のために配管内面にライニングを施す等)や管理(例えば、応力腐食割れの防止のため水素注入等の水質管理を行う等)を実施しているからという理由で、破損の想定を除外してはならない。ただし、当該部分の損傷状態を非破壊検査によって定期的に確認している（例えば、減肉対策のため減肉の可能性のある部位の肉厚測定を実施している等）部位については、破損の想定を除外することができる。なお、「非破壊検査によって定期的に確認している部位」には、当該配管系において、損傷の可能性のある部位を詳細評価した上で非破壊検査の必要な部位を選定している場合にあつては、非破壊検査を実施していない部位（例えば、減肉管理の場合、減肉の可能性が極めて小さく、他の部位を非破壊検査することによって評価できるとした配管直管部等）も含まれる。</p> <p>注2) 設計や管理と破損の想定について</p> <p>設計や管理の対策を実施することにより、腐食、減肉、疲労等、応力以外の要因による配管破損の可能性は低減されるが、それでもなお過去の損傷事例を考慮し破損による漏えいを想定し溢水影響評価を行う。ただし、減肉対策として当該部分の肉厚の測定を非破壊検査によって定期的に実施している等、当該部位の材料のき裂状況や減肉状況を定期的に実施している等、当該部位の材料のき裂状況を定期的に直接把握している場合は、破損による漏えいを確実に防止できることから、破損を想定しなくてもよい。</p> | <p>2. 2 減肉等による破損</p> <p>現在、原子力発電所における配管減肉管理については、減肉管理を適切に実施するための要求すべき事項を規定した規格として、日本機械学会より「発電用原子力設備規格 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（2006年版）」（以下、技術規格）が発行され、原子力安全・保安院による技術評価を得て規制基準として位置づけられており、当社は、この技術規格にて記載されている試験対象範囲・試験実施時期等の要求内容を反映した社内標準にもとづき、定期的に配管板厚を検査により確認するなどの減肉管理を行っている。</p> <p>なお、技術規格において、配管の必要厚さに対し十分余裕を持った時期に試験実施を行うことが規定されており、当社も定期的に配管の減肉状況を確認し、定期事業者検査にて健全性を確認しているため、破損による漏えいは防止されている。</p> <p>また、ステンレス配管のSCCにおいても、想定される部位についてNISA文書に基づき、予防保全として配管取替工事および定期事業者検査（クラス1機器供用期間中検査，クラス2機器供用期間中検査）を実施しており、健全性が確保されており、損傷防止対策が実施されている。</p> |    |

原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

泊3号機での評価方針

備考

以下に、考慮する破損の例を示す。  
 (湿り蒸気配管、給水配管)  
 減肉の可能性のある部位（オリフィス下流、弁の下流、エルボ部）については、過去の事例以上の破断（開口部面積が配管径の2乗以上）を想定すること。

(高温水配管)  
 高温水配管の貫通クラック発生事例を考慮して保守的なき裂サイズの仮定（想定）を行う。特に熱交換器出口での高温流体と低温流体の混合による繰返し応力による疲労割れや、ポンプ振動や熱交換器等の機器回りでの流体振動による疲労割れ等詳細に評価すること。

(海水配管の例)  
 海水系における減肉等による破損としては、内部流体（海水）による腐食による破損を考慮する。  
 海水による炭素鋼の腐食形態は、局部的に腐食が進行し、それが成長して配管を貫通する孔食によるものであり、ピンホール型の配管損傷となる。  
 ピンホールは、徐々に成長することから、一旦ピンホールの発生による漏えいが発生した場合には、その漏えいを目視により検知することが可能である。  
 なお、評価するにあたっては、損傷事例に対して十分安全側に破損形状を想定する必要がある。

ステンレス配管の熱疲労においても、想定される部位について NISA 文書に基づき、予防保全として配管取替工事および定期事業者検査（クラス1 機器供用期間中検査，クラス2 機器供用期間中検査）を実施しており、健全性が確保されており、損傷防止対策が実施されている。

海水配管についても内部をライニング施工しており、定期検査時には皮膜厚さを管理する非破壊検査を実施していることから、管理された状態にあること、また、ピンホールについては、被水の影響が想定される箇所については、安全上重要な機器は原則として多重化された系統が同時にその機能を失うことのないように防護対象設備を隔壁等で分離配置していることから、影響はないことを確認する。