

消火栓配置図について

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P - 1. 7 m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 2. 3 m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 6. 3 m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 10. 3m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T.P 14.8m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 17. 8m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 21. 2m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 24. 8m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 33. 1m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 40. 3m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

泊3号機 消防設備配置図 本館 T. P 43. 6m

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません

耐火壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパの耐火性能について

「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」には、耐火壁、隔壁等の設計の妥当性が火災耐久試験によって確認されていることが要求されている。

火災区域を構成する、壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパについて、3時間の耐火性能の確認結果を以下に示す。

(1) コンクリート壁の耐火性能について

泊発電所 3 号機におけるコンクリート壁の 3 時間耐火性能に必要な最小壁厚について、国内外の既存の文献より確認した結果を以下に示す。

建築基準法による壁厚さ

火災強度が 2 時間を越えた場合、建築基準法により指定された耐火構造壁はないが、告示※1 により、コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間（遮熱性限界時間）の算定方法が次式のとおり示されており、これにより最小壁厚を算出することが出来る。

※1 2001 年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説（「建設省告示第 1433 号 耐火性能検証法に関する算出方法を定める件」講習会テキスト（国土交通省住宅局建築指導課）

$$t = \left[\frac{460}{\alpha} \right]^{3/2} 0.012 CD D^2$$

ここで、t : 保有耐火時間 [min]

D : 壁の厚さ [mm]

α : 火災温度上昇係数
[460 : 標準加熱曲線] ※2

CD : 遮熱特性係数
[1.0 : 普通コンクリート] ※3

※2 建築基準法の防火規定は 2000 年に国際的な調和を図るため、国際標準の ISO 方式が導入され、標準過熱曲線は IS0834 となり、火災温度係数 α は 460 となる。

※3 普通コンクリート (1.0)

上記計算式から、屋内火災保有耐火時間 180min (3 時間) に必要な壁厚は 123 mm と算出することが出来る。

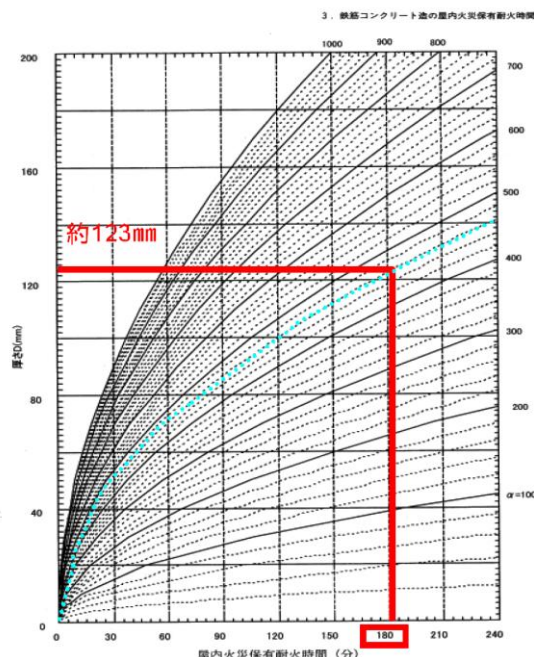
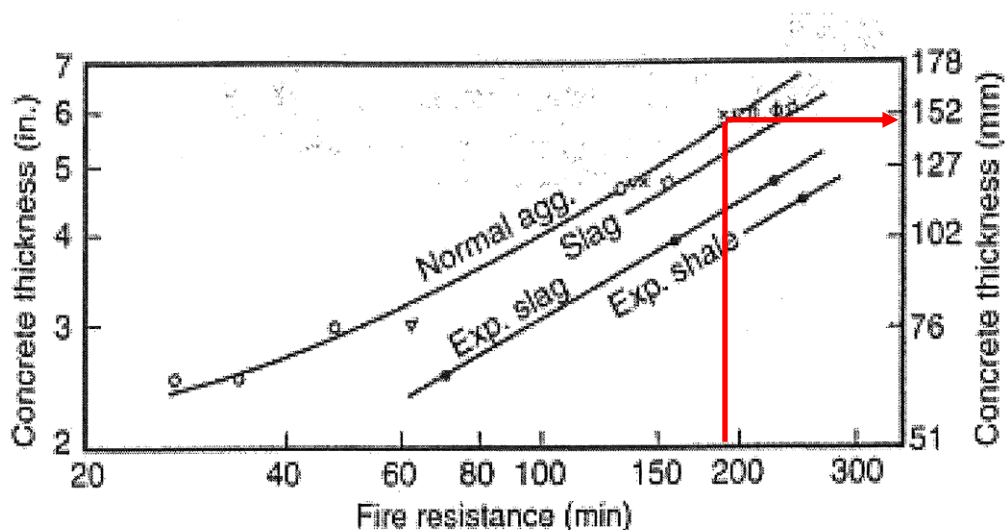


図4.3.24 普通コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間（遮熱性）の算定図（壁厚 D [mm]、火災温度上昇係数 α [°C/min^{1/2}]

海外規定による壁厚さ

コンクリート壁の耐火性を示す規格として、「原子力発電所の火災防護指針 JEAG4607-2010」米国 NFPA (National Fire Protection Association) ハンドブックに記載されるコンクリート厚さと耐火時間の関係グラフ (右グラフ参照) より、3 時間耐火に必要な厚さが約 150mm 程度であることが読み取れる。



- NORMAL AGGREGATE : 普通骨材
- SLAG : スラグ骨材
- EXPANDED SHALE : 膨張頁 (けつ) 岩骨材
- EXPANDED SLAG : 膨張スラグ骨材

図 4-d 耐火壁の厚さと耐火時間の関係

(米国 NFPA Handbook Twentieth Edition より)

Reproduced with permission from NFPA's *Fire Protection Handbook*®,
Copyright©2008, National Fire Protection Association.

以上より、建築基準法及び JEAG4607-2010 の結果から 3 時間耐火性能として必要な最低壁厚は、保守的に 150 mm と設定することが出来る。

なお、泊発電所 3 号機の火災区域境界のコンクリートの壁厚は、最低 180 mm 以上であることから、3 時間耐火能力を有していることを確認した。

(2) 貫通部シール、防火扉及び防火ダンパの耐火性能について

泊発電所 3 号機における火災区域を構成する貫通部シール、防火扉及び防火ダンパについて「3 時間の耐火性能」を有していることを、実証実験により確認した結果を以下に示す。

①試験概要

ア. 加熱温度について

加熱温度としては、建築基準法、J I S 及び N F P A があるが、加熱温度が最も厳しい建築基準法 (ISO 834) の加熱曲線 (図 2 参照) により加熱する。

イ. 判定基準について

建築基準法の規定に基づき、図 2 の加熱曲線で 3 時間加熱した際に表 1 の判定基準を満足するか確認した。

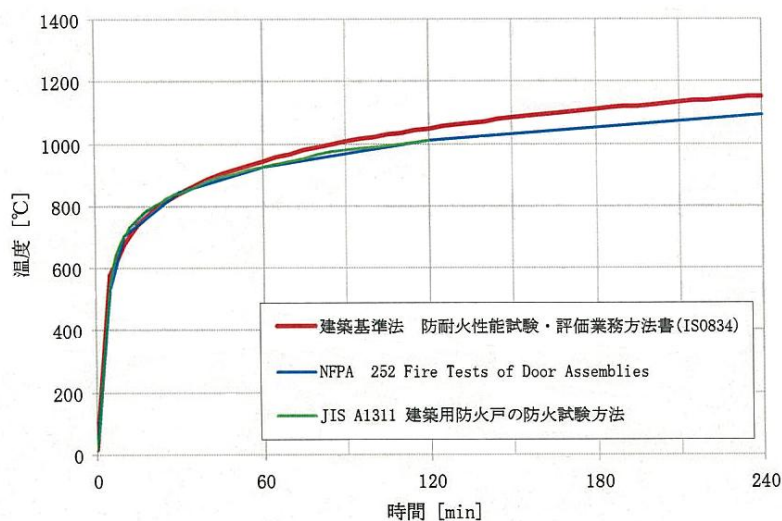


図 2 加熱曲線

表 1 遮炎性の判定基準

| 試験項目 | 遮炎性の確認 |
|------|---|
| 判定基準 | ①非加熱側へ 10 秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。 ②非加熱側へ 10 秒を超えて継続する発炎がないこと。 ③火炎が通るき裂等の損傷を生じないこと。 |

②貫通部シールの耐火性能について

泊発電所3号機における火災区域を構成する貫通部シールについて「3時間の耐火性能」を有していることを、実証試験にて確認した結果を以下に示す。

a. 配管貫通部について

ア. 試験体の選定

試験体の仕様は泊発電所3号機の耐火貫通部の仕様を考慮し選定しており、配管温度については以下の高温配管用（150℃以上）と低温配管用（150℃未満）の貫通部がある。

| 施工方法 | 高温配管用（150℃以上） | 低温配管用（150℃未満） |
|------|---------------|---------------|
| 壁面 | | |
| 床面 | | |

イ. 試験方法（図3参照）

図2で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が表1に示す判定基準を満たすことを確認する。

なお、床面の貫通部は天井面と床面があることから、火災源の位置を図3に示す2種類の方法で実施した。

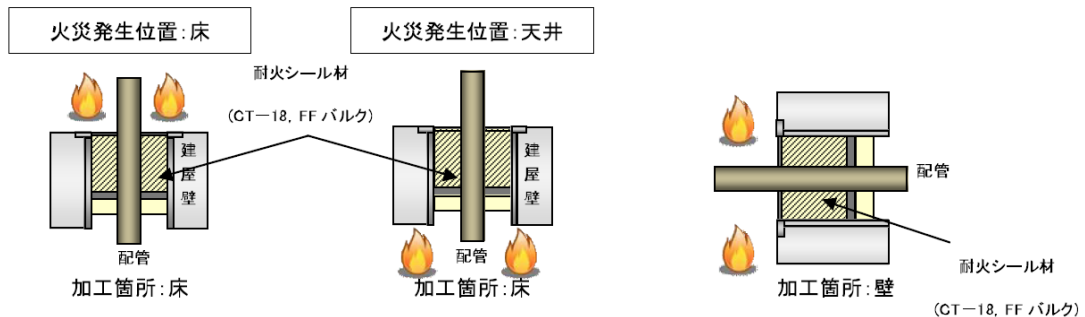


図3 試験概要図

ウ. 試験結果

表 2-1 に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく耐火性能試験の判定基準を満足していることから、配管貫通シール部は3時間の耐火性能を有している。また、試験前後の写真については、別紙1を参照

表 2-1 試験結果

| 施工箇所 | 耐火シール材 | 試験体形状 | | 火災発生場所 | 適用範囲 | 判定 |
|------|-----------------------|-------|-----|--------|------------------|----|
| | | スリーブ径 | 配管径 | | | |
| 床 | CT-18 (トスフォーム 300) | 8 B | 4 B | 床 | 低温配管 (150℃未満) | 良 |
| | | 8 B | 4 B | 天井 | | |
| | FF バルク | 8 B | 4 B | 床 | 高温配管 (150℃以上) | 良 |
| | | 8 B | 4 B | 天井 | | |
| 壁 | CT-18 (トスフォーム 300) | 8 B | 4 B | (注1) | 低温配管 (150℃未満) | 良 |
| | | 8 B | 4 B | | | |
| | FF バルク | 8 B | 4 B | | 高温配管 (150℃以上) | 良 |

(注1) シール材側から加熱

b. ケーブルトレイ及び電線管貫通部シールについて

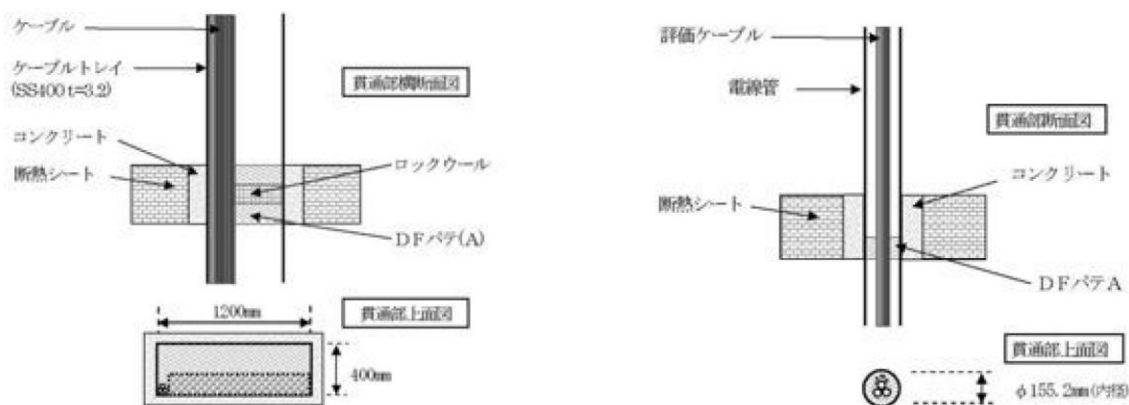
ア. 試験体の仕様

ケーブルトレイ及び電線管貫通部の試験体の仕様は、泊発電所3号機のケーブル貫通部の仕様を考慮し選定しており、以下のケーブルトレイ及び電線管貫通部を選定している。

| 仕様 | ケーブルトレイ | 電線管 |
|---------|------------------------|----------|
| 開口部寸法 | 1,200mm×400mm | Φ155.2mm |
| 貫通部シール材 | DFパテ（両端＋ ロックウール（中間） | DFパテ |
| ケーブル占有率 | 40% | 30% |

イ. 試験方法

図2で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、試験体が表1に示す遮炎性の判定基準を満たすことを確認する。



ケーブルトレイ貫通部

電線管貫通部

ウ. 試験結果

表2-2に結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎のおおる亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく耐火性能試験の判定基準を満足していることからケーブルトレイ及び電線管貫通部シールは耐火性能を有している。

表2-2 試験結果

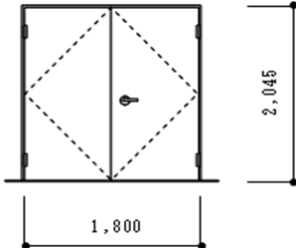
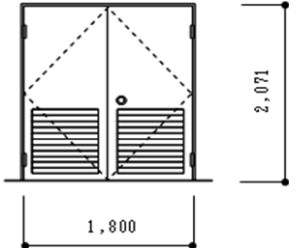
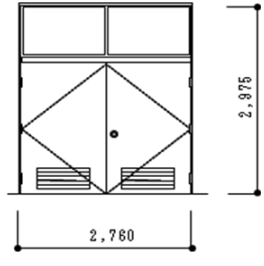
| 試験体 | ケーブルトレイ | 電線管 |
|------|---------|-----|
| 試験結果 | 良 | 良 |

③防火扉の耐火性能について

泊発電所3号機における火災区域を構成する防火扉について「3時間の耐火性能」を有していることを、実証試験にて確認した結果を以下に示す。

ア. 試験体の選定

試験体の仕様は、泊発電所3号機の火災区域境界に用いられる防火扉の仕様を考慮し、以下の通り選定している。

| 扉種別 | 両開き扉(一般) | 両開き扉(ガラリ付) | 両開き扉(欄間パネル付) |
|-----|--|---|--|
| 扉寸法 | W1,800×H2,045 | W1,800×H2,071 | W2,700×H2,975 |
| 板厚 | 1.6 mm | 1.6 mm | 1.6 mm |
| 扉姿図 |  |  |  |

イ. 試験方法

図2で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が表1に示す判定基準を満たすことを確認する。

ウ. 試験結果

表2-3に試験結果を示す。いずれの試験体も非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく耐火性能試験の判定基準を満たしていることから、防火扉は3時間耐火性能を有している。また、試験前後の写真については別紙1を参照。

表2-3 試験結果

| 扉種別 | 両開き扉(一般) | 両開き扉(ガラリ付) | 両開き扉(欄間パネル付) |
|------|----------|------------|--------------|
| 試験結果 | 良 | 良 | 良 |

④防火ダンパの耐火性能について

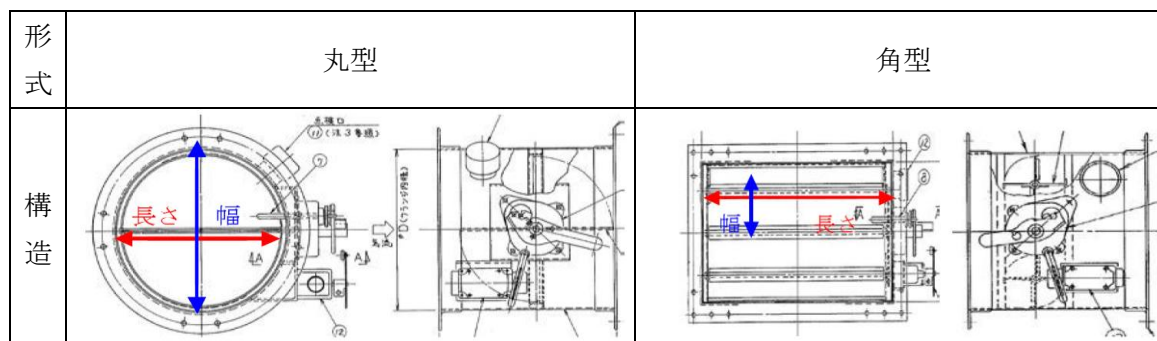
泊発電所3号機における火災区域を構成する防火ダンパについて「3時間の耐火性能」を有していることを、実証試験にて確認した結果を以下に示す。

ア. 試験体の選定

試験体の仕様は、泊発電所3号機に設置される防火ダンパの仕様が包絡できる以下の代表的な防火ダンパを選定している。

| 型式 | 丸型※ | 角型 | 各型式を包絡 |
|--------|-----------------|-----------------------------|----------------|
| 板厚 | 1.6 mm / 2.3 mm | 1.6 mm / 2.3 mm | 当該プラントの防火ダンパ板厚 |
| 羽根長さ | 430 mm | 1,000 mm | 最も剛性の低い最大長 |
| 羽根幅 | 430 mm | 151 mm, 208 mm (混合) | 角型は最大/最小羽根幅を包絡 |
| ダンパサイズ | Φ 455 mm | 2,061 mm × 858 mm (中央分割) | 角型は分割構造を考慮 |

※丸型及び角型ダンパの構造は次の通り。



イ. 試験方法

図2で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が表1に示す判定基準を満たすことを確認する。

ウ. 試験結果





表 2-4 に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく耐火性能試験の判定基準を満足していることから、防火ダンパは 3 時間耐火性能を有している。

また、試験前後の写真については、別紙 1 を参照。

表 2-4 試験結果

| 試験体 | 丸型ダンパ | 角型ダンパ |
|------|-------|-------|
| 試験結果 | 良 | 良 |







耐火試験状況 (試験体：配管貫通部シール)

| 時間 | 試験状況写真 | | |
|------------------|--|--|---|
| | 施工箇所：床 (シール材：CT-18) | 施工箇所：壁 (シール材：FFバルク) | |
| | 天井 | | |
| 開始前 |  |  | |
| 3 時間後 (試験終了時) |  |  | |
| 判定基準 | 隙間、非加熱面側に達する亀裂等が生じない | 良 | 良 |
| | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じない | 良 | 良 |
| | 非加熱面側に10秒を超えて火炎を生じない | 良 | 良 |
| 試験結果 | | 良 | 良 |

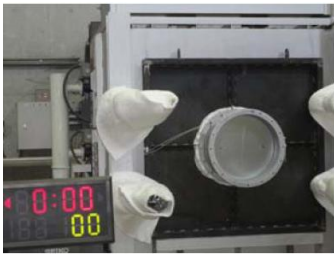

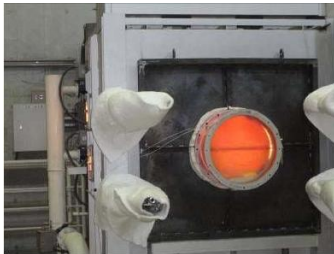
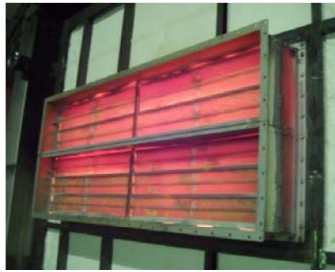
耐火試験状況（試験体：ケーブルトレイ及び電線管貫通部シール）

| 時間 | 試験状況写真 | | |
|------------------|--|---|---|
| | ケーブルトレイ貫通部 | 電線管貫通部 | |
| 開始前 |  |  | |
| 3 時間後 (試験終了時) |  |  | |
| 判定基準 | 隙間、非加熱面側に達する亀裂等が生じない | 良 | 良 |
| | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じない | 良 | 良 |
| | 非加熱面側に10秒を超えて火炎を生じない | 良 | 良 |
| 試験結果 | 良 | 良 | |

耐火試験状況（試験体：防火扉）

| 時間 | 試験状況写真 | | |
|------------------|---|--|---|
| | 試験体 No.① | 試験体 No.② | 試験体 No.③ |
| 開始前 |  |  |  |
| 3 時間後 (試験終了時) |  |  |  |
| 判定基準 | 隙間、非加熱面側に達する亀裂等が生じない | | |
| | 非加熱面側に 10 秒を超えて発炎を生じない | | |
| | 非加熱面側に 10 秒を超えて火炎を生じない | | |
| 試験結果 | 良 | 良 | 良 |

耐火試験状況 (試験体：防火ダンパ)

| 時間 | 試験状況写真 | | |
|------------------|--|---|---|
| | 丸型ダンパ | 角型ダンパ | |
| 開始前 |  |  | |
| 3 時間後 (試験終了時) |  |  | |
| 判定基準 | 隙間、非加熱面側に達する亀裂等が生じない | 良 | 良 |
| | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じない | 良 | 良 |
| | 非加熱面側に10秒を超えて火炎を生じない | 良 | 良 |
| 試験結果 | 良 | 良 | |

隔壁について

「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 2.3.1(2)」の系統分離のために設置する1時間の耐火能力を有するケーブルトレイ、機器間の隔壁についての検討結果を説明する。

1. ケーブル

(1) 隔壁に求められる性能

系統分離のためのケーブル間の1時間の耐火能力を有する隔壁に求められる性能を、炎、熱の対する性能から、表1のとおり整理した。

採用する隔壁は、表1の性能を満たすものを用いる。

表1 ケーブル間の隔壁に求められる性能

| 項目 | 求められる性能 |
|------------|---|
| 炎に対する性能 | ① 建築基準法の1時間耐火性能の仕様規定に適合又は、大臣認定を取得していること。 又は、 ② 試験によって、以下を確認していること。 ・加熱条件：①の耐火試験と同じIS0834の加熱曲線で1時間加熱 ・判定基準：①の耐火試験と同じ（非加熱面に10秒を超える継続する炎の噴出、発煙、火炎が通る亀裂等の損傷がしょうじないこと。） |
| 熱の影響に対する性能 | ① 建築基準法の1時間耐火性能（温度に係る判定基準あり）の仕様規定に適合又は、大臣認定を取得していること。 ただし、耐火試験の判定基準が、防護対象となる機器の機能喪失温度より高い場合は、②又は③を満たすことを要求性能とする。 もしくは、 ② 試験又は計算によって、以下を確認していること。 ・加熱条件：①の耐火試験と同じIS0834の加熱曲線で1時間加熱 ・判定基準：隔壁の非加熱面の温度が、防護対象機器の機能喪失温度（原子力発電所の内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準 205℃）以下であること。 又は、 |

| 項目 | 求められる性能 |
|-------------------|---|
| <p>熱の影響に対する性能</p> | <p>防護対象機器が受ける熱流速が、当該機器の機能喪失熱流速（原子力発電所の内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準 11kW/m²）以下であること。</p> <p>もしくは、</p> <p>③ 試験又は計算によって、以下を確認していること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱条件：隔壁を設置する場所で想定される1時間継続する火災を想定 ・判定基準：隔壁の非加熱面の温度が、防護対象機器の機能喪失温度（原子力発電所の防護対象機器の機能喪失温度（原子力発電所の内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準 205℃）以下であること。 <p>又は、</p> <p>防護対象機器が受ける熱流速が、当該機器の機能喪失熱流速（原子力発電所の内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準 11kW/m²）以下であること</p> |

(2) 発泡性被覆の性能確認

表2に示すとおり、発泡性耐火被覆は、表1の性能を有しており、「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 2.3.1(2)の系統分離のために設置するケーブルの隔壁として使用可能である。

なお、発泡性耐火被覆は、厚さ 0.4mm 以上の鉄板（空気層 2mm 含む）に貼り付けて使用することで、通常の使用状態で損傷しないようにする。貼り付けには、国土交通大臣認定を取得した耐火試験（添付資料5-2-4）で使用した製造メーカー指定の耐火ボンドを使用する。

また、断熱層が形成されると、トレイ内に消火剤が到達しにくくなることから、発泡性耐火被覆を施工するケーブルトレイは、上面を鉄板で覆い消火剤が入る穴を施工するか、チューブ式ハロン消火装置を合わせて施工する。

表2 発泡性耐火被覆の性能

| 項目 | 求められる性能 |
|------------|---|
| 炎に対する性能 | ③ 建築基準法の耐火性能の大臣認定を取得していることを、認定番号で確認している（添付5-2-3）。 |
| 熱の影響に対する性能 | ① 建築基準法の耐火性能の大臣認定を取得していることを、認定番号で確認している（添付5-2-3）が、判定基準が防護対象機器の機能喪失温度（原子力発電所の内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準 205℃）以上であることから、②を併用する。 ② IS0834 の加熱曲線で 1 時間加熱した発泡性耐火被覆を設置した鋼材の温度が 200℃未満で、内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準 205 度以下となることを、シート製造メーカーの試験記録で確認している。 |

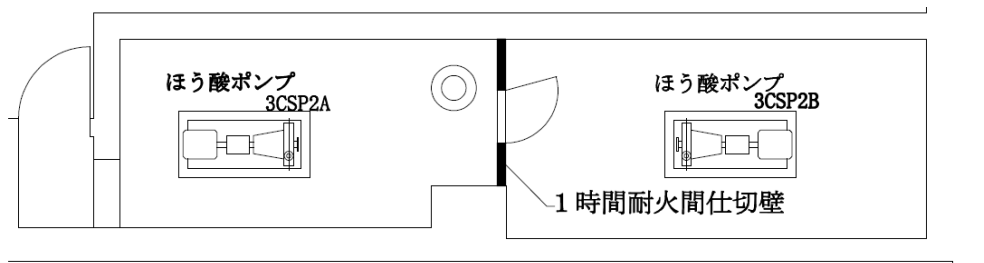
2. 機器

(1) 隔壁検討

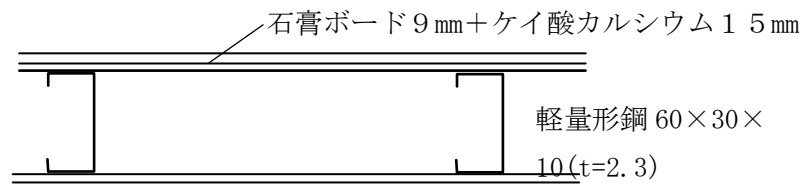
建築基準法の仕様を満足する耐火間仕切壁等を機器間の隔壁材として設置する。

建築基準法施行令第百七条二（耐火性能に関する技術的基準）

壁及び床にあっては、これらに通常の火災による火熱が1時間加えられた場合に、当該加熱面以外の面（屋内に面するものに限る。）の温度が当該面に接する可燃物が燃焼するおそれのある温度として国土交通大臣が定める温度以上に上昇しないものであること。



ほう酸ポンプ室平面図



1時間耐火間仕切壁概要図

- 添付資料 5-2-1 発泡性耐火被覆
- 添付資料 5-2-2 認定書(国住指第 1958 号 平成 24 年 9 月 20 日)
(認定番号 FP120CN-0512)
- 添付資料 5-2-3 品質性能試験報告書
- 添付資料 5-2-4 発泡性耐火被覆、耐火ボンドの経年劣化について

発泡性耐火被覆

発泡性耐火被覆とは、以下に示すように、加熱されると発泡して断熱性を有する層（炭化層）を形成し、所定の時間（1時間又は2時間）の耐久性を発揮するもので、建築基準法に基づく大臣認定を取得している。



通常状態

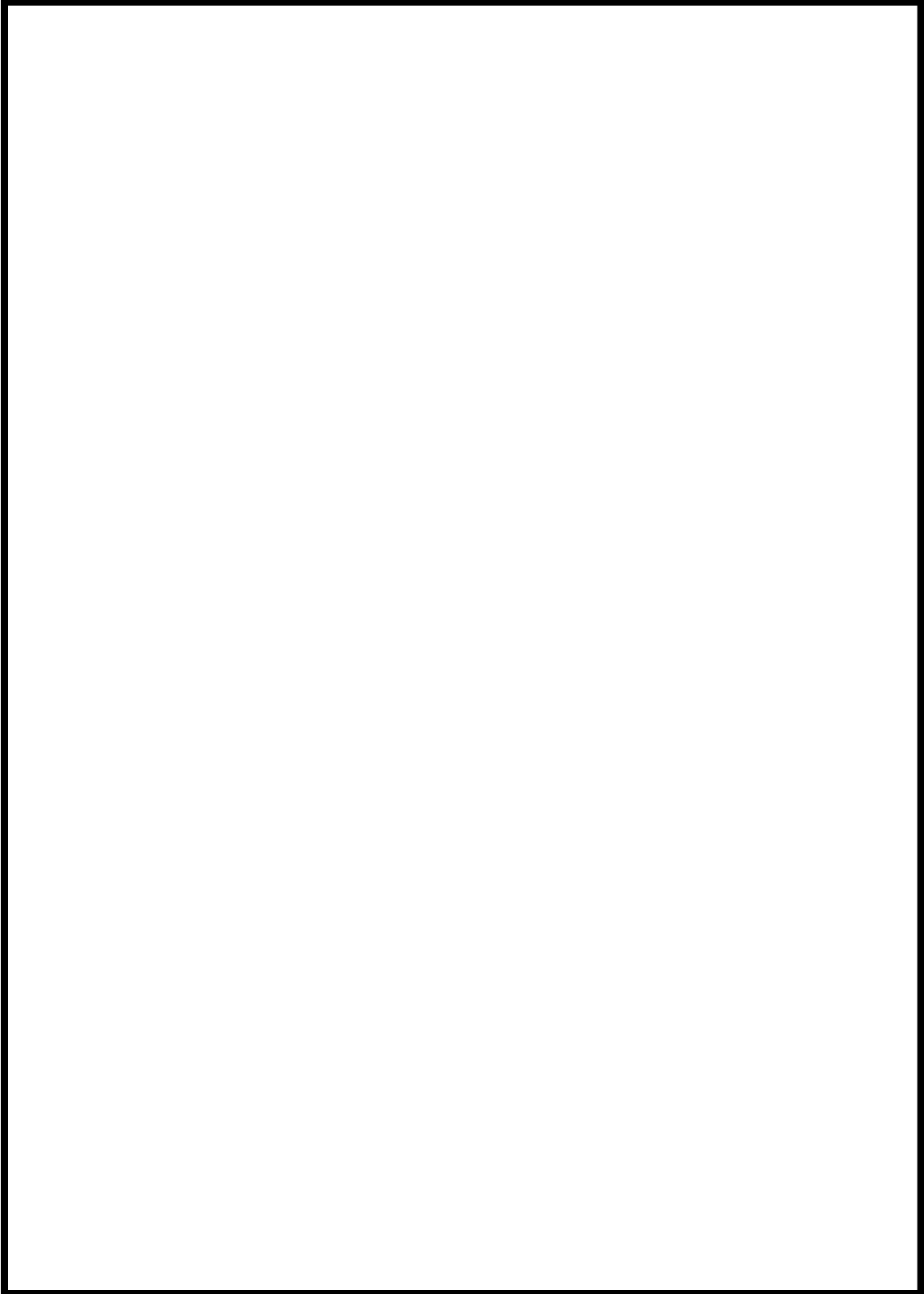


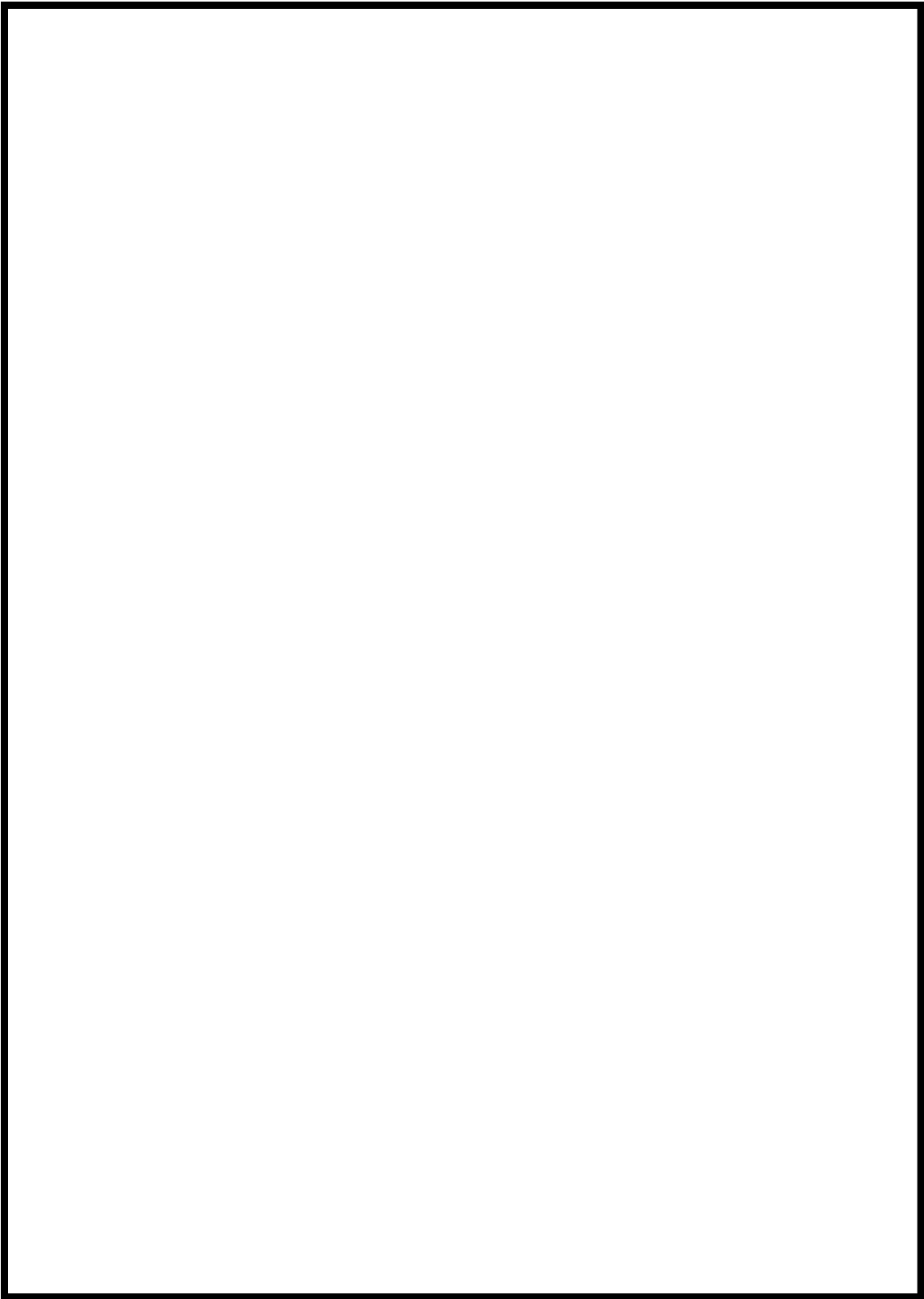
200℃～250℃程度で発泡を開始し、断熱層を形成。
断熱層は、被覆を施工した鋼材表面の温度上昇を抑える

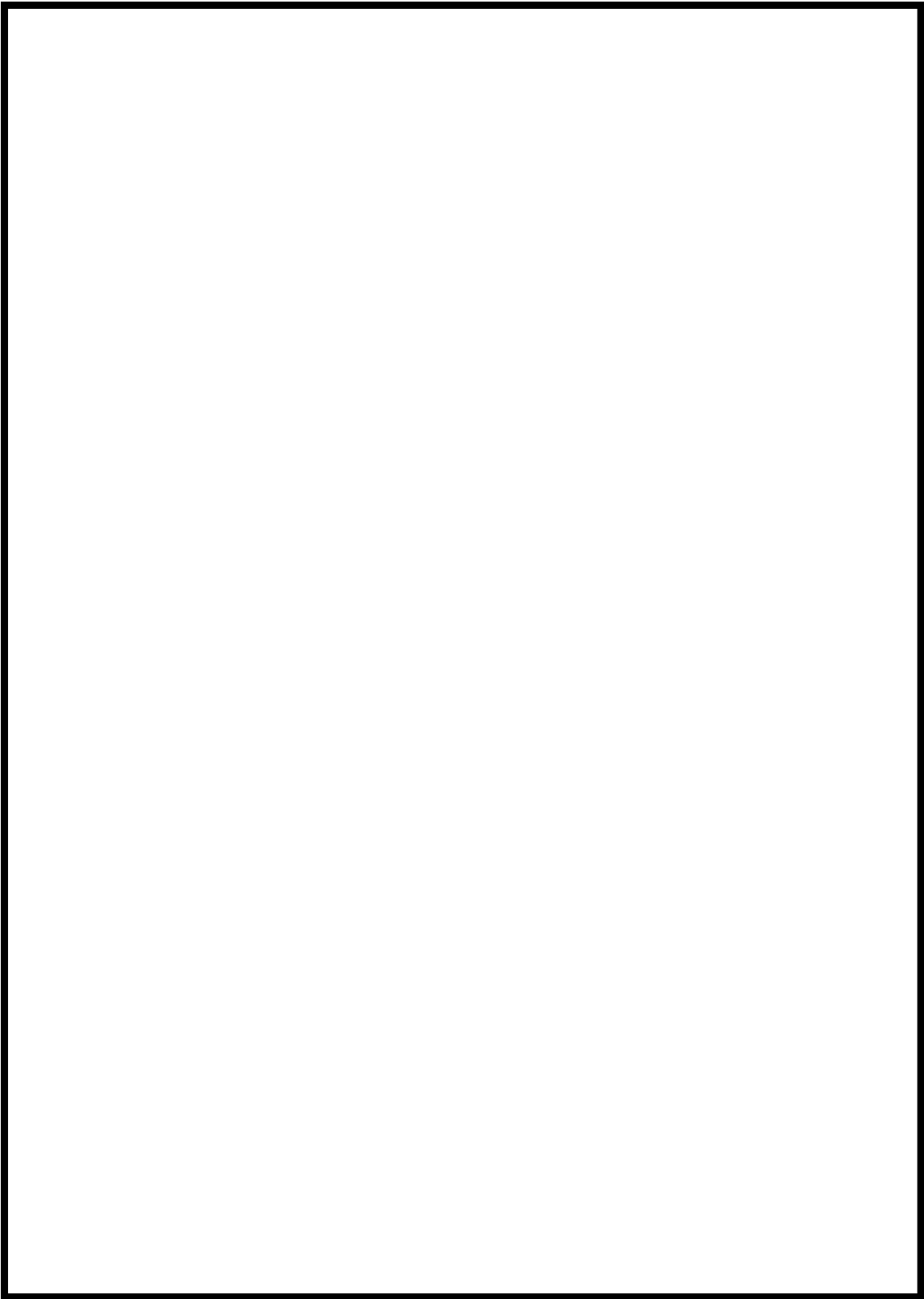


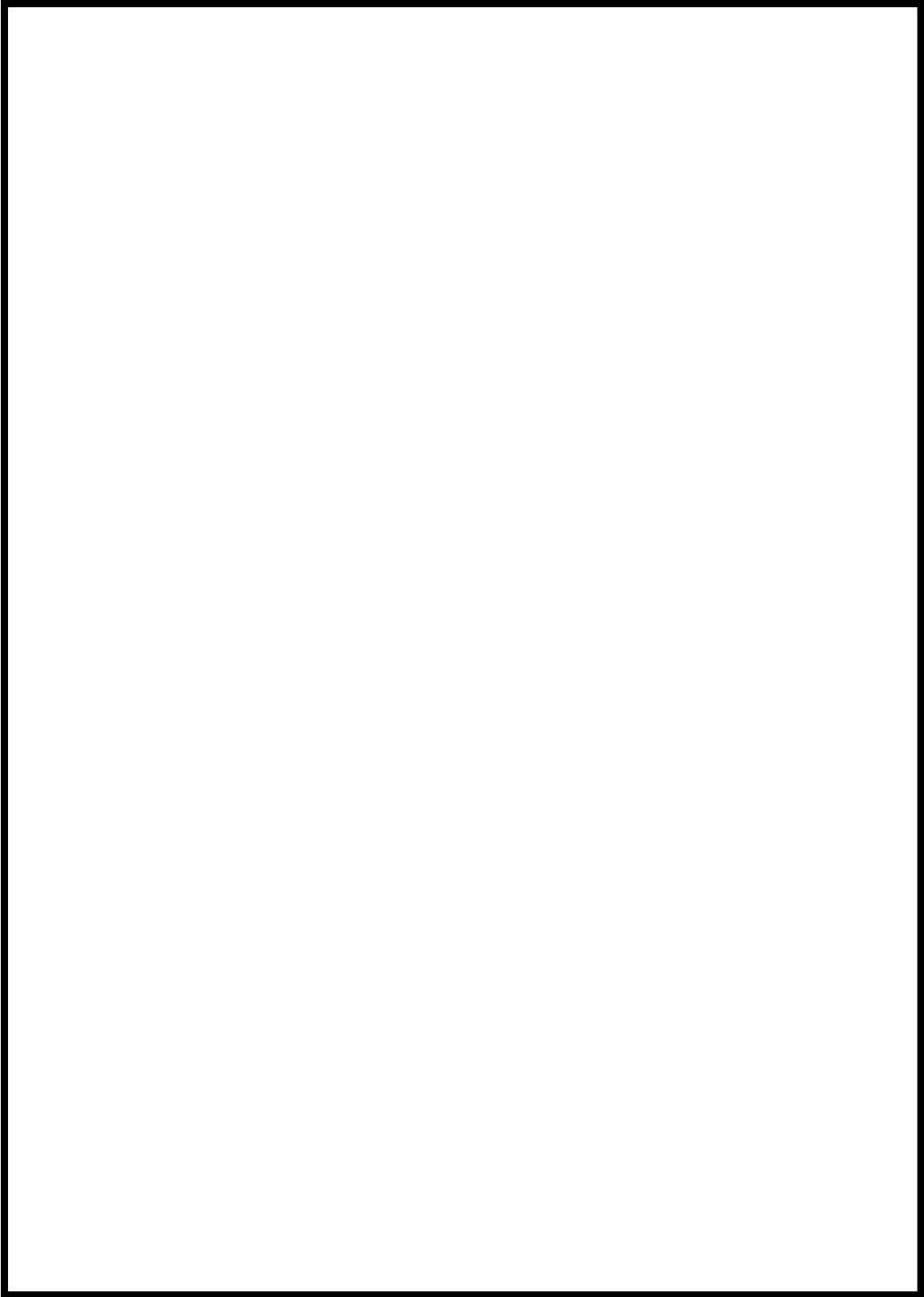
発泡を終了

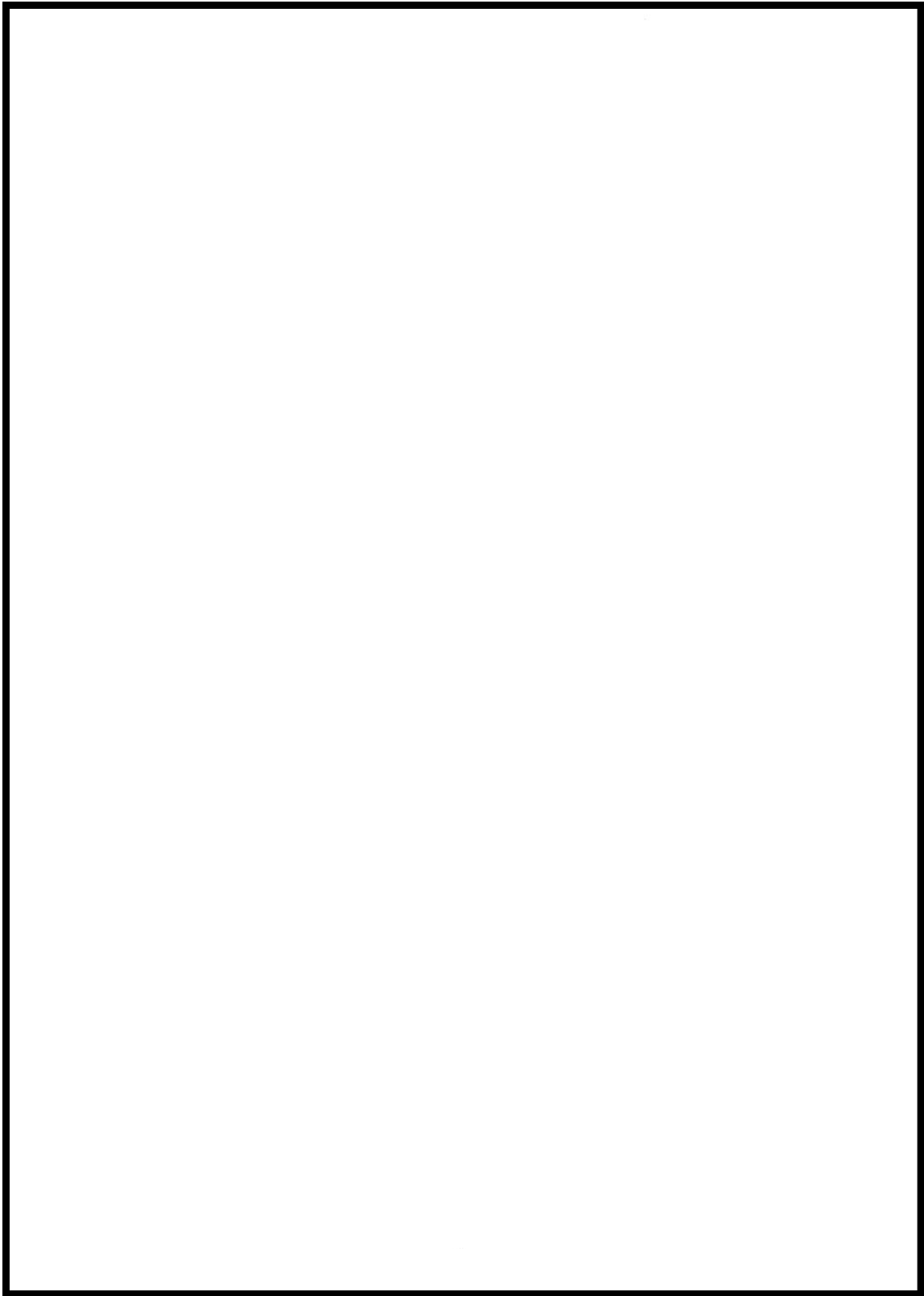
認定書



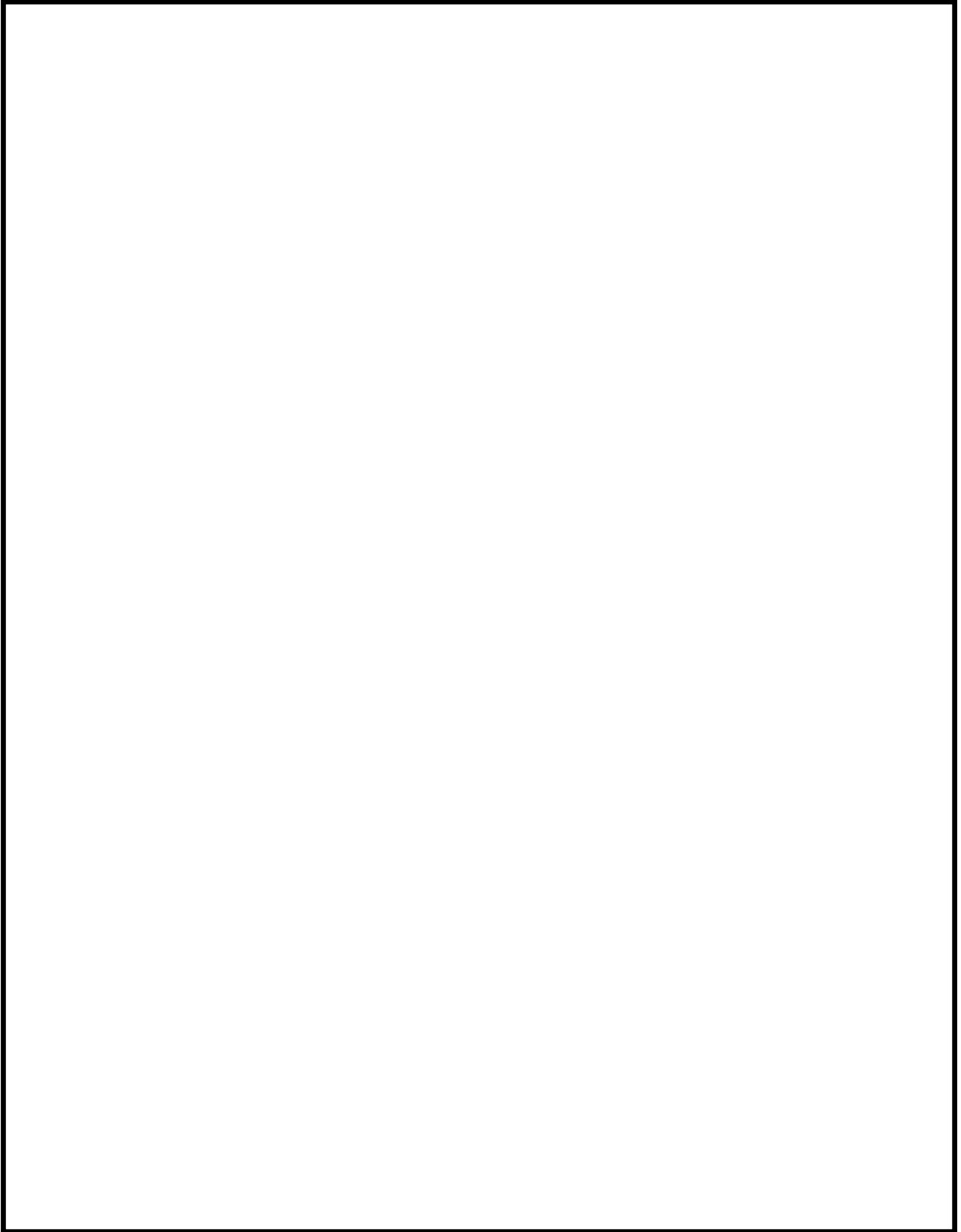






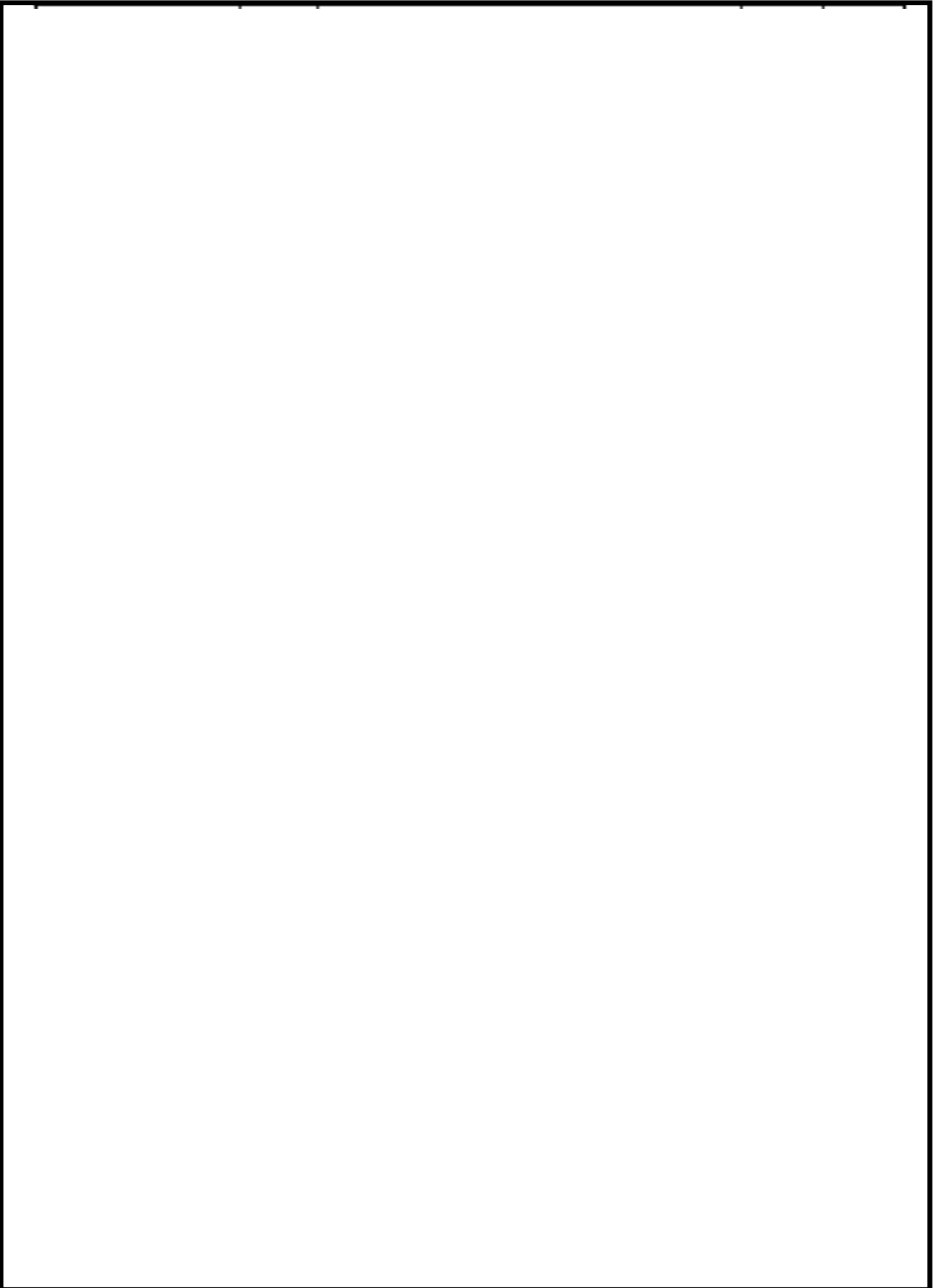


品質性能試験報告書

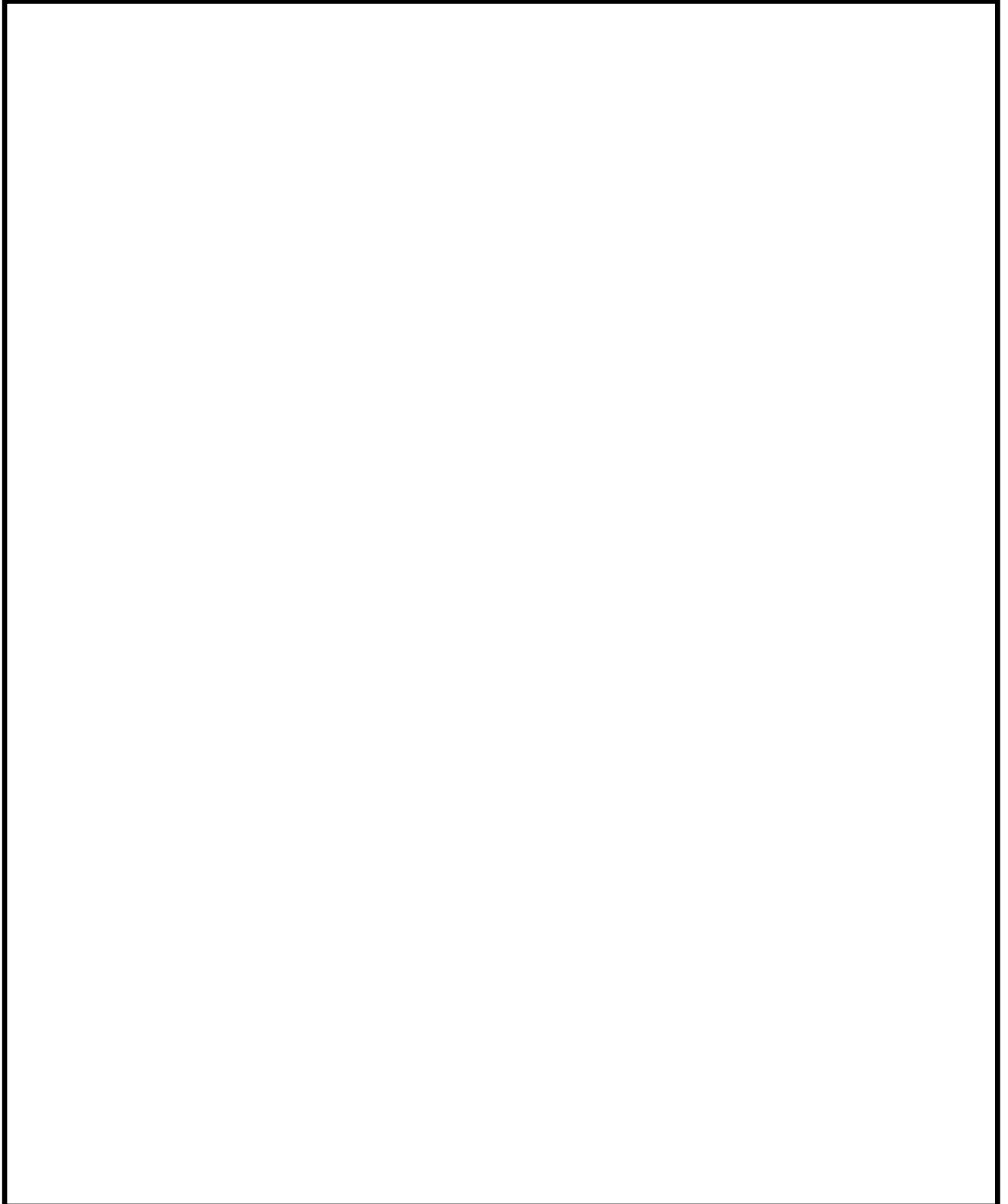


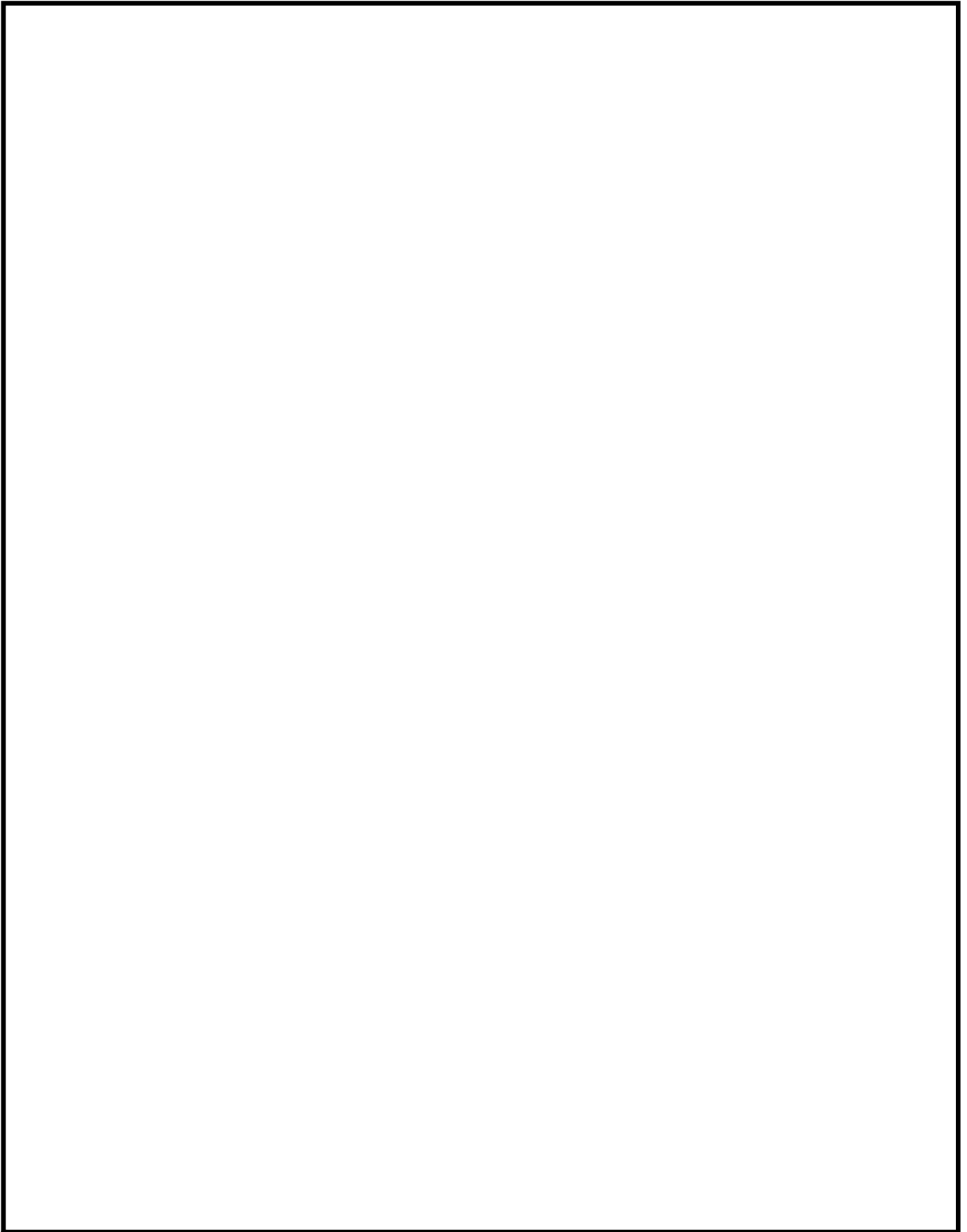






発泡性耐火被覆、耐火ボンドの経年劣化について





3. 耐用年数

発泡性耐火被覆、耐火ボンドは、経年的に性能が変化するものではないが、強いてあげると、高温による樹脂の熱分解が考えられるが、高温を経験した発泡性耐火被覆、耐火ボンドに有意な性能変化がないことは、製造メーカーで行われた上記試験結果（資料5-2-4、5）から確認している。

また、原子力発電所固有の環境条件に、放射線の影響がある。発泡性耐火被覆、耐火ボンドの主成分となっている樹脂（高分子材料）の耐放射線性は、 $1 \times 10^3 \text{Gy}$ 程度と高く、原子炉の安全停止に係る機器、ケーブルを設置している場所の放射線レベルと比較して、数桁高いレベルである。このことから、発泡性耐火被覆、耐火ボンドに放射線による有意な性能変化はないと考えるが、実機にて使用する場合は定期的に状態確認を行い、耐火性能の確認を行う。

中央制御室での火災防護について

中央制御室での火災を想定し、火災発見から消火までの一連の流れに関係する火災感知設備および消火設備の設置状況と対応体制を以下に示す。

1. 中央制御操作盤の系統分離

泊 3 号機は、中央制御室内に高温停止・低温停止維持が可能で、同一機能を有する操作盤（安全系コンソール）を、3 面設置している。各コンソールは鋼製 3.2mm 厚さの独立した筐体で作られており、安全系コンソールは、間に常用系コンソール（幅 570mm）を有することから、十分な分離ができていると考える。

さらに、操作盤内は、IEEE384 に基づき、安全系回路相互間および安全系と非安全系回路間の機器及び配線は、距離による分離を図り、分離距離が維持されない箇所には、分離バリアを設けている。

各機器の盤内分離は、実証試験（添付資料 5-3-1 参照）にて健全性を確認している。

また、中央制御室外原子炉停止盤を有しており、中央制御室外より安全停止可能な設計としている。

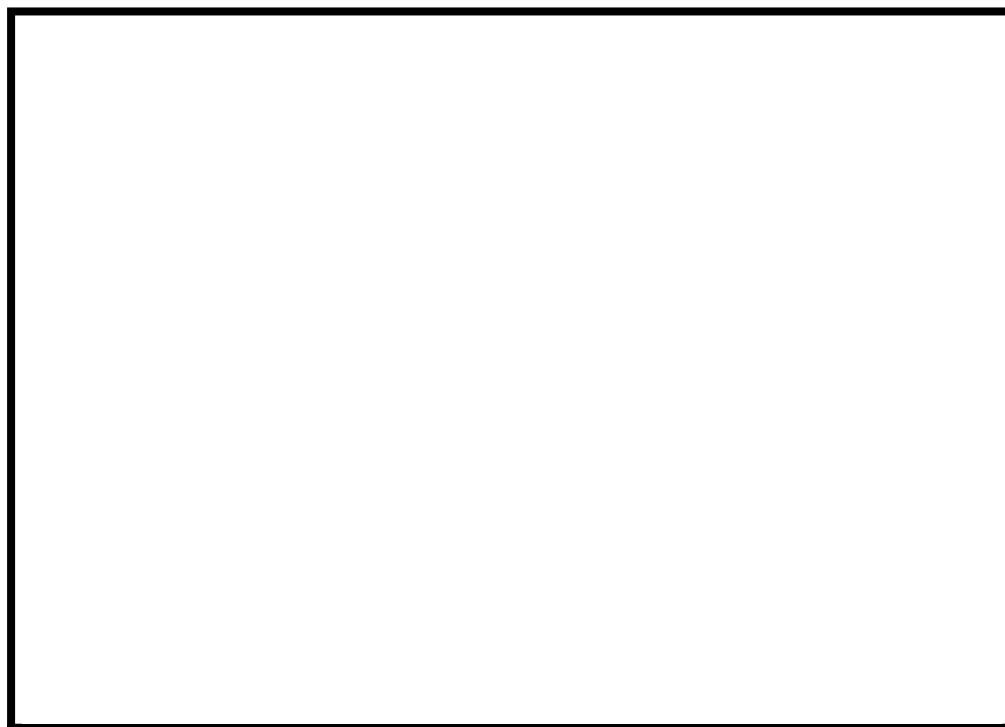


図 1 中央制御室操作盤（安全系コンソール）



図2 中央制御室操作盤（操作スイッチ）

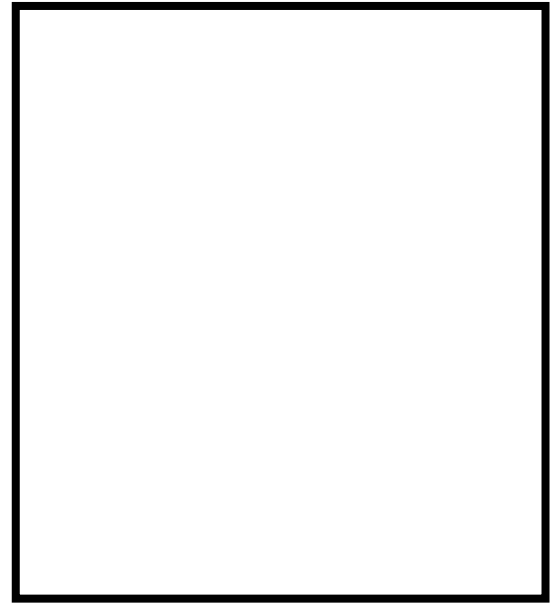


図3 中央制御室操作盤（安全系コンソール内部）

2. 火災感知設備

中央制御室に設置している7個の煙感知器と差動式熱感知器により、早期の火災感知ができるようにしている。

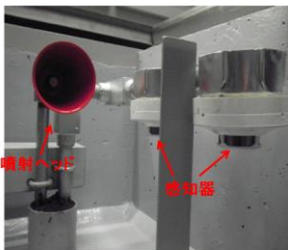
3. 消火設備

中央制御室の火災（電気火災）に対応するため、フロアケーブルダクトにはイナートガス消火設備を設置するとともに、中央制御室内には、二酸化炭素消火器および粉末消火器（ABC）を配置している。

上視野



ダクト内視野



- フロアケーブルダクト
イナートガス消火設備の設置
光ファイバ温度監視設備



- ▲：二酸化炭素消火器 6本
- ：粉末消火器(ABC) 7本

図4 中央制御室 感知器・消火器


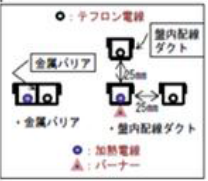
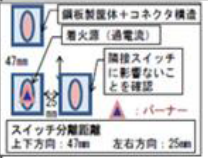
4. 対応体制

中央制御盤内の火災への対応は、消火設備の取扱いおよび消火方法の教育・訓練を受けた運転員で構成された添付資料5-3-3の体制で行う。

以上の対策により、隔離により火災の影響を1つの操作盤にとどめている間に、消火活動を行うことができる状態を確立し、他の2つの操作盤が機能喪失することを防止する。これにより、「審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」で要求する「1時間耐火障壁+火災感知設備+自動消火設備」と同等と考える。

中央制御盤スイッチ等の実証試験

操作盤は、内部機器や操作スイッチ等の構成部品に単一故障を想定しても、近接する他の構成部品に影響が波及しないことを確認した実証試験の知見に基づく分離設計を実施

| | 盤内状況 | 実証試験概要 | 試験結果 |
|------------------|------|---|--|
| 安全系 ソール コン | | フラットディスプレイパネルや外部と通信により接続される機器に接続される外部負荷の抵抗を段階的に減少させ、過電流を発生させ、下流側設備に誤信号を発信しないこと及び隣接機器の機能性能に影響をあたえないことを確認 | ・ 火災発生模擬により、下流側設備が誤動作しないこと、隣接機器の機能・性能に影響をあたえないことを確認 |
| 盤内配線 | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 片トレンの配線に火災が発生しても適切な分離距離を確保、又は特殊シールド付き電線を使用した同一線束を実施している場合近接スイッチに影響がないことを確認 ・ 試験は過電流を印加し、5mmの距離で隔離した隣接間への影響を確認  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 電線を1本又は束にした場合の両トレンが、5mm以上離れていれば、片トレンの火災は他トレンに影響なし ・ テフロン電線を使用した三本並行線に火災が発生しても適切な分離距離を確保した場合は、隣接配線に火災の影響が及ばない ・ 特殊シールド付き電線とテフロン配線を用いた同一束線中の1本に、過電流を流した場合、加熱電線による発火等の現象なし ・ 過電流を流した加熱電線は、温度飽和となるか断線とどまる結果であったことから、1時間以上の過電流が流れても他への影響はないものと判断 |
| 盤内配線ダクト | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 金属バリアにて隔離したダクト内のテフロン電線に過電流を流すことでもう一方のダクト配線への影響を確認 ・ 金属製又はPVC(ビニル)の盤内配線ダクト内のテフロン電線に過電流及びバーナーにて着火することでもう一方のダクト配線への影響を確認  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 金属バリア又は盤内配線ダクト内に設置している片トレンの配線に火災が発生しても、他トレンの配線に火災の影響が及ばないことを確認 ・ 加熱電線に過電流を流した場合、隣接ダクトの温度上昇は飽和されるため、1時間以上の過電流が流れても他への影響はないものと判断 |
| 操作スイッチ | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄板で覆った操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接スイッチに影響がないことを確認 ・ 試験はスイッチをバーナーで着火及び過電流を流し火災を想定して影響を確認  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼板で覆われた操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接する操作スイッチに火災の影響が及ばないことを確認 ・ また、電気着火による火災試験では、過電流を1時間以上通電しても、隣接スイッチへの影響がないことを確認 |

消火器能力

消火対象物に対して消火器の消火能力が上回ることを熱量評価した。

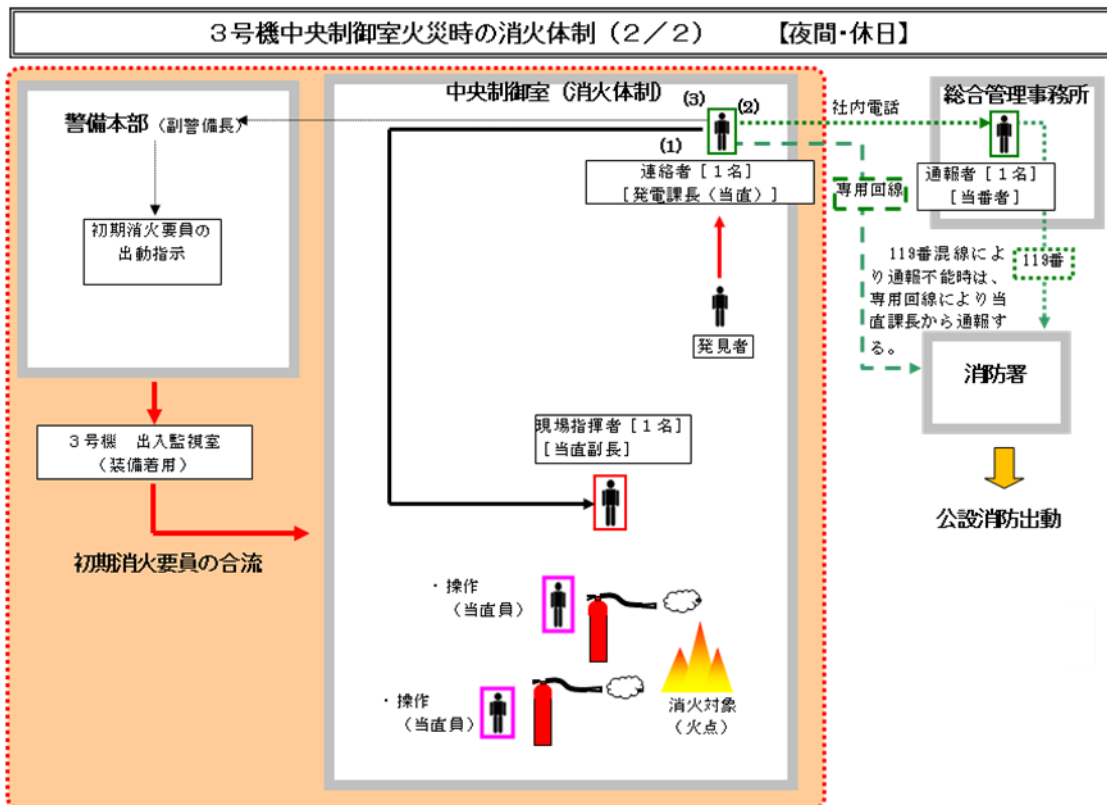
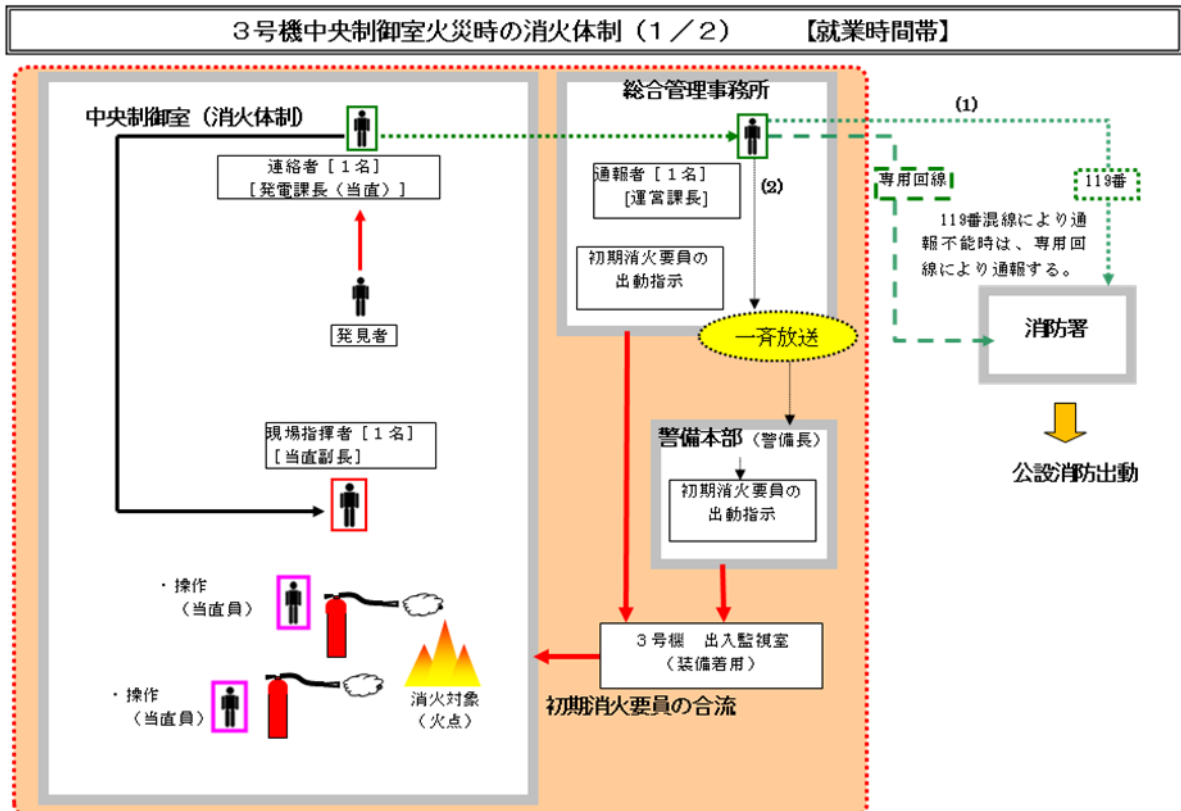
- ・ 運転コンソール 1 面当たりの発熱量 = 116 (MJ)

| 消火器の種類 | | 粉末消火器 (ABC) 10 型消火器 | 二酸化炭素消火器 |
|-----------------|------|------------------------|------------------|
| 能力単位 | | A-3, B-7, C | B-2, C |
| 消火能力 [MJ/本] | A 火災 | 124.8 (=41.6 × 3) | — |
| | B 火災 | 232.4 (=33.2 × 7) | 66.4 (=33.2 × 2) |
| 判定 (消火能力 > 116) | | 消火可能 | 消火可能 (2 本使用) |
| 消火必要本数 [本] | | 1 | 2 |

運転コンソール 1 面に対して、粉末消火器 (ABC) 10 型 1 本又は二酸化炭素消火器 2 本で消火できる。

閉鎖的な空間で炭酸ガス消火器を用いると、CO₂濃度が高くなる可能性がある。

初期消火要員に悪影響が及ばないよう二酸化炭酸消火器および粉末消火器 (ABC) を併用する。



初期消火要員の構成、役割、必要な教育・訓練

| 対 応 者 | 主 な 役 割 | 必要な訓練項目※1 |
|----------|---|---|
| 発電課長（当直） | ・ 通報連絡者 | ・ 通報訓練 |
| 当直副長 | ・ 火災現場の確認および状況報告 ・ 当直員への消火活動指示 ・ 委託警備員（消火担当）への消火活動指示（現場指揮者） | ・ 消防資機材取扱い訓練 （防火服、空気呼吸器、 消火器・消火栓） ・ 実火訓練 |
| 当直員 | ・ 火災現場の確認 ・ 消火活動（消火器） ・ 消火活動の状況報告 | ・ 消防資機材取扱い訓練 （消火器） |

※1：1年に1回以上訓練を行う。訓練実績を以下に示す。

【消防資機材訓練実績】

各直の副長ごとに、消防資機材の取扱い訓練を行っており、訓練実績は以下の通りとなっている

| 訓練実施者 | 消防資機材取扱い訓練実績 | | |
|--------|--------------|-------------|-------------|
| | 防火服 | 空気呼吸器 | 消火器・消火栓 |
| 発電室 A直 | H25. 10. 28 | H25. 10. 28 | H25. 10. 28 |
| 発電室 B直 | H25. 10. 30 | H25. 10. 30 | H25. 10. 30 |
| 発電室 C直 | H25. 11. 1 | H25. 11. 1 | H25. 11. 1 |
| 発電室 D直 | H25. 10. 2 | H25. 10. 2 | H25. 10. 2 |
| 発電室 E直 | H25. 10. 4 | H25. 10. 4 | H25. 10. 4 |

【中央制御盤での初期消火訓練実績】

中央制御盤内からの火災を想定し、消火器による初期消火訓練を各当直員にて行っており、訓練実績は以下の通りとなっている。

| 訓練実施者 | 実施日 |
|--------|-------------------------|
| 発電室 A直 | H25. 12. 9 |
| 発電室 B直 | H25. 12. 3、H25. 12. 24※ |
| 発電室 C直 | H25. 11. 26 |
| 発電室 D直 | H25. 12. 5 |
| 発電室 E直 | H25. 11. 21、H25. 12. 5※ |

※ 直全体での訓練に参加できなかったため、別途調整し訓練を実施した。

火災影響評価について

火災防護対策の有効性を判断するため、原則として、隔壁、自動消火設備を考慮し、単一の火災を想定しても、原子炉の安全停止（高温停止及び低温停止の達成及び維持）が達成できることを評価する。隔壁に開口部がある場合は、隔壁及び自動消火設備の作動を考慮せずに隣接区画への火災の伝播を評価する。

1. 火災影響評価の概要

火災影響評価は、火災区域／火災区画内の火災防護対象機器等の情報を収集の上、火災区画特性表に整理することから始める。火災区画の評価を効率的に進めるために、火災の伝播による隣接火災区画への影響の可能性等の観点から順次スクリーニングを実施する。詳細な伝播評価の対象となるスクリーンアウトされなかった火災区画について、当該火災区画あるいは隣接火災区画において、単一の火災源を想定した場合に、その燃焼による放射やガス温度等による熱影響により、火災防護対象機器の多重化された機能が喪失しないかを確認する。

単一の火災により、原子炉の安全停止の達成、維持のために多重化された系統のうち、少なくとも1系統の機能が確保された場合には、原子炉安全停止成功パスが成立することが確認される。「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（以下、ガイドと言う）を参照して実施した泊発電所3号炉の火災影響評価の確認手順のフローを図1に示す。ガイドとの対比については別添を参照。

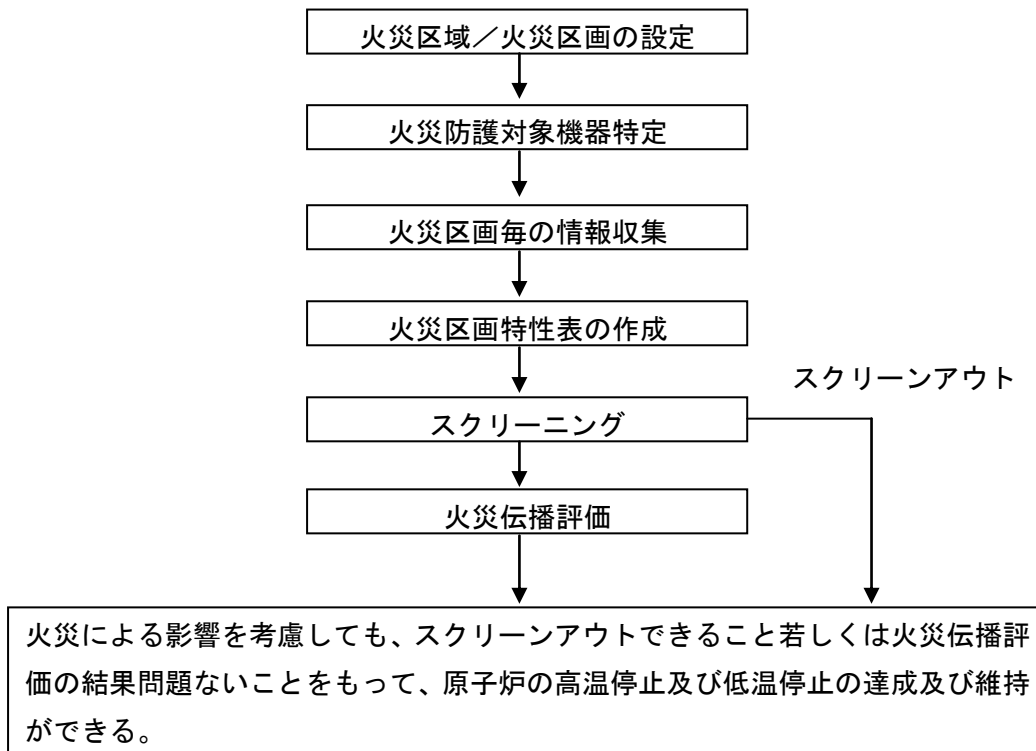


図 1：火災影響評価の手順の概要フロー

2. 火災区域（区画）の設定及び火災防護対象機器の特定について

火災区域（区画）は、添付資料 1－3 「火災区域及び火災区画の設定について」において、建屋の間取り、安全機能を有する設備の設置箇所、耐火壁の能力等を勘案して、設定している。火災区域内において、添付資料 1－1 「火災発生時の高温停止及び低温停止設備の選定について」による火災防護対象機器を対象として、隔壁等の建屋の間取りを目安に細分化し、火災区画を設定しているが、火災影響評価においては、隣接火災区画からの火災の影響を評価することから、火災防護対象機器が設置されていない区画であっても、区域内を細分化して、火災区画として設定している。

3. 火災区画毎の情報収集及び火災区画特性表の作成

火災影響評価における「スクリーニング」及び「火災伝播評価」は、各火災区画に設置される機器等の情報を使用して、評価を実施することから、「スクリーニング」及び「火災伝播評価」に先立ち、以下の手順に従って、情報を収集し、火災区画特性表を作成する。

3. 1 火災区画の説明

「2. 火災区域（区画）の設定」で設定した火災区画毎に、以下の情報を収集し、火災区画特性表に記載する。

- (1) 火災区画
- (2) 建屋名
- (3) 火災区画/区画名
- (4) 床面積

3. 2 火災区画の火災シナリオの説明

火災区画内の火災源及び火災防護対象機器の設置状況を踏まえ、原子炉の安全停止機能に影響を与えるシナリオについて、火災区画特性表に記載する。

3. 3 火災区画にある火災源の特定

火災影響評価における「スクリーニング」及び「火災伝播評価」は、各火災区画内の火災ハザードを考慮して、評価を実施することから、各火災区画内に存在する火災ハザードを調査し、火災区画特性表に記載する。

- (1) 等価火災時間：区画内の総発熱量、床面積及び NFPA ハンドブック記載の燃焼率を用いて、算定したもの
- (2) 火災区画内にある火災源：火災源として想定される機器等を記載する。

3. 4 火災区画にある防火設備

火災区画内の火災の感知・消火手段については、添付資料3-1「火災感知器配置図について」等に記載のとおりであるが、以下の情報を火災区画特性表に記載する。

- (1) 火災感知の手段
- (2) 主要な消火設備
- (3) 消火方法
- (4) 耐火壁の耐火能力

3. 5 火災区画内の伝播評価及び火災区画に隣接する火災区画と火災伝播評価

火災影響評価における「スクリーニング」結果及び「火災伝播評価」に基づき、以下の情報を火災区画特性表に記載する。

- (1) 火災区画内の火災伝播評価
- (2) 火災区画に隣接する火災区画と火災伝播評価

3. 6 火災により影響を受ける火災防護対象設備

火災伝播評価の対象となる、火災区画に設置された火災防護対象設備について以下の情報を火災区画特性表に記載する。

- (1) 機器名称
- (2) 機器タイプ
- (3) 機器番号
- (4) 系統

3. 7 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブル

火災伝播評価の対象となる、火災区画に設置された火災防護対象設備に関連するケーブルについて以下の情報を火災区画特性表に記載する。

- (1) トレイ番号
- (2) ケーブル番号
- (3) 区分^{※1}
- (4) 機器番号^{※2}
- (5) 機器名称^{※2}
- (6) 系統^{※2}

※1：電力ケーブル、計装、制御の種別及びトレンの区分

※2：ケーブルが関連する機器の機器番号、機器名称及び属する系統

3. 8 火災により影響を受ける緩和系

「3.6 火災により影響を受ける火災防護対象設備」及び「3.7 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブル」で挙げた機器の損傷により影響を受ける緩和系を整理し、火災区画特性表に記載する。

3. 9 火災による起回事象と起回事象を引き起こす設備

火災区画内の火災により発生する可能性がある起回事象と、起回事象の発生要因となる損傷機器について整理し、以下の情報を火災区画特性表に記載する。

- (1) 起回事象
- (2) 機器名称
- (3) 機器番号

3. 10 火災区画にある火災源機器数

火災区画内にある火災源機器の数量をガイドの分類に合わせ整理し、火災区画特性表に記載する。

4. スクリーニング

原子炉の安全停止に必要な成功パスが、少なくとも1つは存在する火災区画については、火災伝播評価を効率的に実施するため、5項で実施する火災伝播評価の対象からスクリーンアウトする。火災伝播評価が必要となる火災区画をスクリーニングするためのフローを図2に示す。

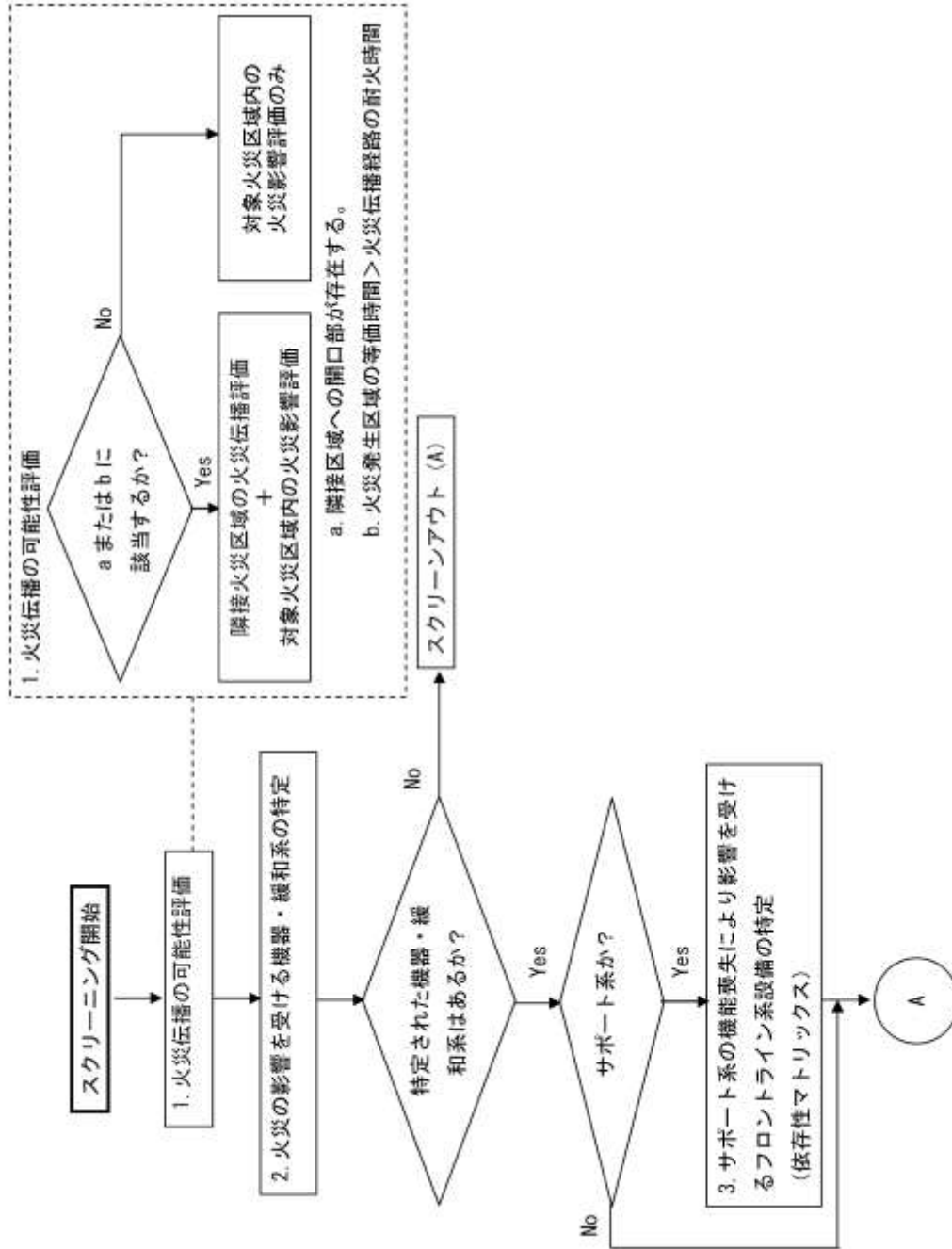


図2 火災区画のスクリーニング手順 (1/2)

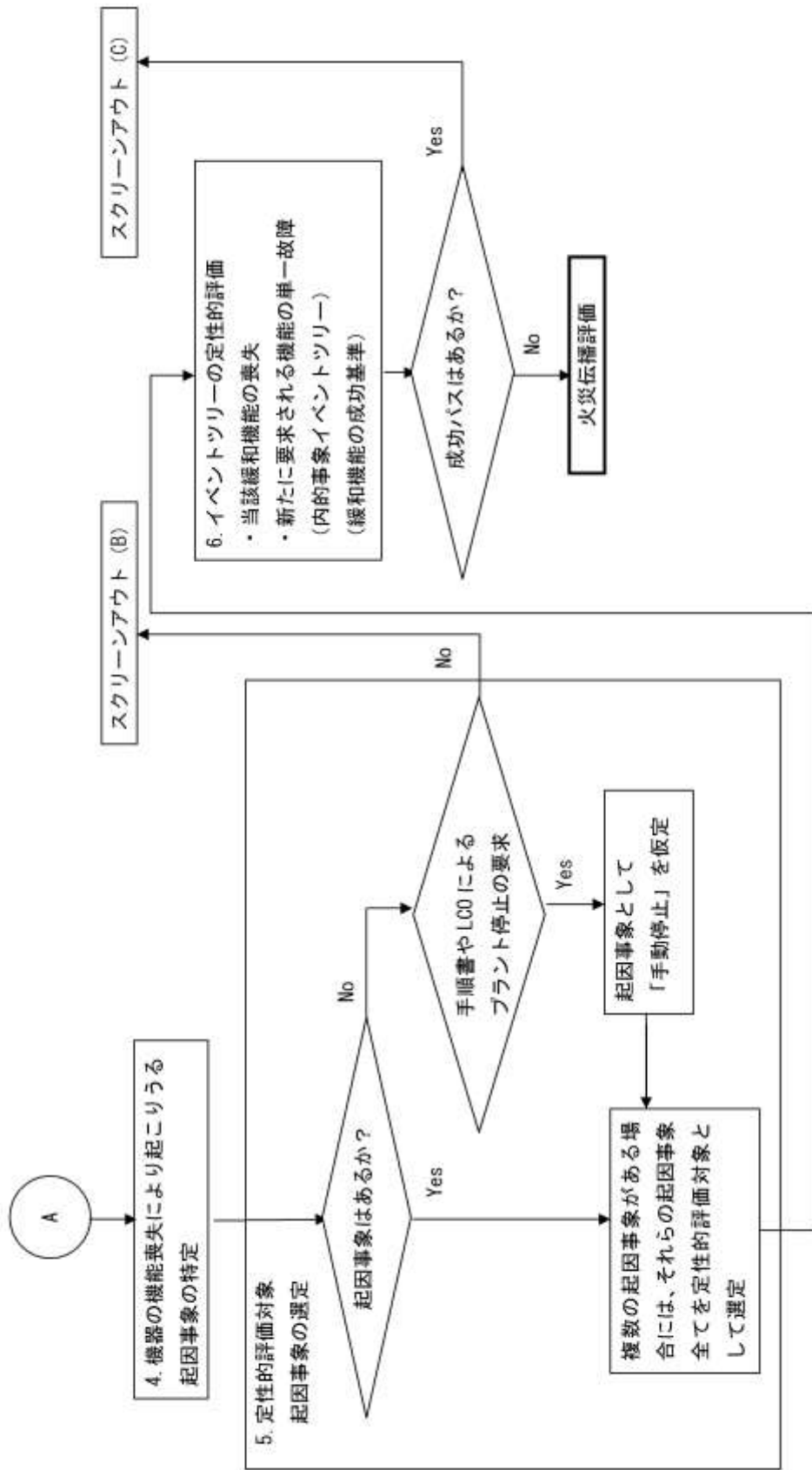


図2 火災区画のスクリーニング手順 (2/2)

4. 1 火災伝播の可能性評価

当該火災区画及び当該火災区画から隣接している火災区画への火災伝播の可能性がある火災区画を(1) 当該火災区画の火災源の有無、(2) 隣接火災区画への開口部の有無、(3) 等価火災時間と耐火時間の比較により特定する。(1)～(3)の組み合わせにより、火災伝播の可能性がないことが確認された火災区画及び火災区画と隣接火災区画の組み合わせは、火災伝播評価の対象からスクリーンアウトする。

4. 1. 1 当該火災区画の火災源の有無

4.1.1において、開口部があったとしても、当該火災区画に火災源がない場合は、当該火災区域及び隣接火災区画に影響を与える可能性はないことから、火災区画特性表により、「火災源」の有無を確認する。

4. 1. 2 隣接火災区画との開口部の有無

当該火災区画と隣接する火災区画との間の壁に開口部がない場合は、当該火災区画での火災が隣接火災区画に与える影響は壁によって限定されることから、火災区画特性表により、当該火災区画と隣接火災区画の間の壁に開口部の有無を確認する。なお、3時間以上の耐火性能を有している耐火壁がある場合は、その情報も整理した。

4. 1. 3 等価火災時間と耐火時間の比較

当該火災区画の火災荷重等から求めた「等価火災時間」が、構成する壁、開口部のシーリング等の「耐火時間」よりも小さければ、隣接火災区画に影響を与える可能性はないことから、火災区画特性表により、「等価火災時間」が「耐火時間」よりも小さいことを確認する。

4. 2 火災の影響を受ける機器・緩和系の特定

4.1において火災伝播の可能性ありと評価された火災区域内について、設置されている火災防護対象機器及び火災防護対象機器に関連するケーブル（他の区画に設置された火災防護対象機器に関連するものも含む）を抽出し、火災の影響を受ける機器・緩和系を特定する。火災の影響を受ける機器・緩和系が設置されていない火災区画は火災伝播評価の対象からスクリーンアウトする。

4. 3 サポート系の機能喪失により影響を受けるフロントライン系設備の特定

4.2で特定された緩和系に含まれるサポート系の機能喪失により、影響を受けるサポート系及びフロントライン系を依存性マトリクスに基づき特定する。

4. 4 機器の機能喪失により起こりうる起因事象の特定

当該火災区域内の全ての機器及びケーブルが機能喪失した場合に起こりうる、起因事象を全て特定する。

4. 5 定性的評価対象起因事象の選定

火災区画毎にイベントツリーによる定性的評価の対象となる起因事象を選定する。「補機冷却水の喪失」等、特定の機器の損傷が要因となる起因事象が発生しない場合でも、手順書や LCO によるプラント停止の要求に合致する場合には「手動停止」の起因事象の発生を仮定する。複数の起因事象が発生する場合には、全ての起因事象を定性的評価の対象として選定する。起因事象が発生しない火災区画は火災伝播評価の対象からスクリーンアウトする。

4. 6 イベントツリーの定性的評価

火災区画毎に 4.5 で選定したイベントツリーの定性評価を行う。定性評価は、イベントツリー、4.3 で特定した火災により影響を受けるサポート系とサポート系及びフロントライン系の依存性並びに成功基準を考慮する。イベントツリーによる定性的評価を行い、少なくとも 1つの成功パスが成立することが確認された火災区画は、火災区画は火災伝播評価の対象からスクリーンアウトする。

5. 火災伝搬評価の実施

火災伝播評価については、ガイドに従い、表 1 に示す要領及び図 3 に示すフローに基づき実施する。

表 1 火災伝播評価における火災源（機器）の考え方

A. 油内包機器が火災源となるケース

| 当該火災区画内での火災影響の考え方 | 隣接火災区画への火災影響の考え方 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 自動消火設備を考慮せずに、FDT^s (Fire Dynamics Tools) で計算する火災発熱速度 (HRR) を用いて、ガス温度並びに放射、プルーム及び火炎高さの影響範囲を求め、火災の影響を評価する。 ガス温度の評価では、火災区画に応じた換気条件を適用する。 計算条件はガイドに基づき設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> ガス温度については、隣接火災区画のガス温度が、保守的に火災が発生した火災区画のガス温度と等しくなるとして、火災の影響を評価する。 放射については、保守的に火災が発生した火災区画の火災源が開口部にあると仮定し、隣接火災区画への影響を評価する。開口部の直上に火災防護対象機器のケーブルが存在する場合には、プルーム及び火炎高さの評価も行う。 |

B. 電気盤が火災源となるケース

| 当該火災区画内での火災影響の考え方 | 隣接火災区画への火災影響の考え方 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 高圧電気盤 (440V 以上) は、FDT^s で計算するガス温度、放射から、火災の影響範囲を求める。 低圧電気盤 (440V 未満) は、ガイドが引用する NUREG/CR-6850 で火災源として扱ってないことに従い、盤内を火災の影響範囲とする。 評価を効率的に実施するため、ガイドに記載された HRR のうち、全ての電気盤を包絡できる、垂直キャビネット (非認定ケーブル、火災は 2 配線束以上、ドア開) のものを適用する。 FDT^s を用いて、ガス温度並びに放射、プルーム及び火炎高さの影響範囲を求め、火災の影響を評価する。 計算条件はガイドに基づき設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> A の隣接火災区画への火災影響の考え方と同じ。 |

C. モーターが火災源となるケース

| 当該火災区画内での火災影響の考え方 | 隣接火災区画への火災影響の考え方 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ガイドの火災源機器の分類に基づき、5HP 以上のモータを対象とする。 FDT^sを用いて、ガス温度並びに放射、プルーム及び火炎高さの影響範囲を求め、火災の影響を評価する。 計算条件はガイドに基づき設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> A の隣接火災区画への火災影響の考え方と同じ。 |

D. ポンプ/空気コンプレッサーが火災源となるケース

| 当該火災区画内での火災影響の考え方 | 隣接火災区画への火災影響の考え方 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ガイドの火災源機器の分類に基づき、3.7kW 以上のモータを対象とする。 FDT^sを用いて、ガス温度並びに放射、プルーム及び火炎高さの影響範囲を求め、火災の影響を評価する。 計算条件はガイドに基づき設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> A の隣接火災区画への火災影響の考え方と同じ。 |

E. ケーブルが火災源となるケース

| 当該火災区画内での火災影響の考え方 | 隣接火災区画への火災影響の考え方 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> FDT^sを用いて、ガス温度並びに放射、プルーム及び火炎高さの影響範囲を求め、火災の影響を評価する。 計算条件はガイドに基づき設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> A の隣接火災区画への火災影響の考え方と同じ。 |

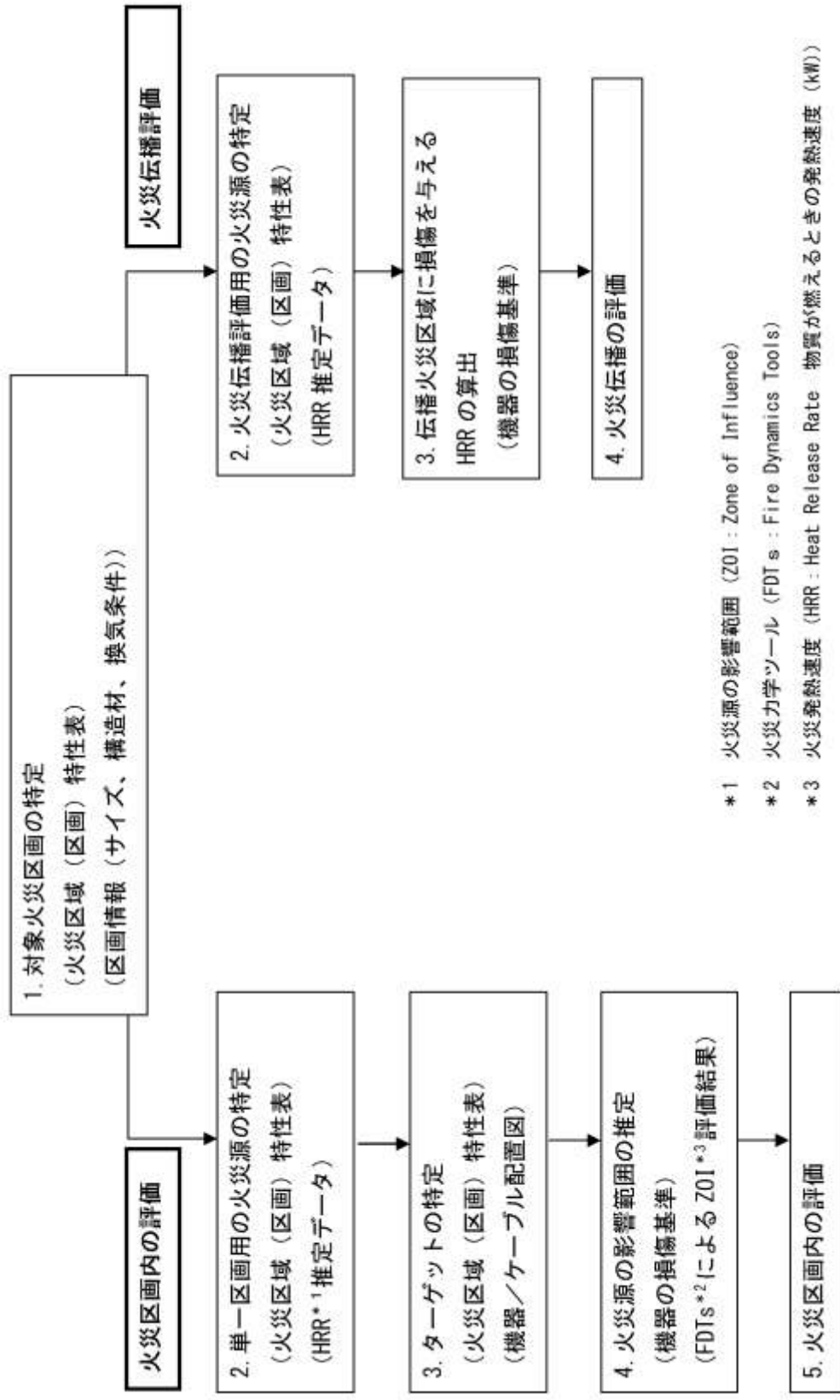


図 3 火災伝播評価のフロー

5. 1 隣接する火災区画への火災伝播評価

4.1の検討の結果、当該火災区画から隣接する火災区画への火災伝播評価が必要となり、4.2～4.6の検討の結果、1つ以上の成功パスが確認できなかった火災区画と隣接火災区画の組み合わせについては、火災伝播評価を実施する。

具体的には、表1に示した考え方により、当該火災区画に設置されている火災源となる機器が火災となった場合について、火災伝播評価を実施する。その際、油内包機器火災及び電気盤火災を想定している場合は、FDT^sの評価結果を示す。

評価の結果、いずれの区画の組み合わせにおいても、当該火災区画の火災源からの影響は限定されており、隣接火災区画への影響はないことを確認した。

5. 2 当該火災区域内の火災伝播評価結果

4.1.1～4.2.3の検討の結果、当該火災区画内の火災伝播評価が必要となり、4.2～4.6の検討の結果、1つ以上の成功パスが確認できなかった火災区画については、火災伝播評価を実施する。具体的には、表1に示した考え方により、当該火災区画に設置されている火災源となる機器が火災となった場合について、火災影響を評価する。その際、油内包機器火災及び電気盤火災を想定している場合は、FDT^sの評価結果を示す。評価の結果、いずれの区画においても、当該火災区画内の火災源からの影響は限定されており、当該火災区画内の影響はないことを確認した。

5. 3 まとめ

以上の結果から、スクリーニングを実施した結果、火災伝播評価を必要とする区画を対象として、火災を想定し、その影響を評価した結果、原子炉を停止するための成功パスについては機能を維持できることから、火災を想定した場合においても原子炉を安全に高温停止、低温停止できることを確認した。

<添付資料>

添付資料5-4-1：火災区画特性表の例

添付資料5-4-2：火災伝播評価（FDT^s）の例

添付資料5-4-3：泊3号機 火災伝播評価結果の例

別添：原子力発電所の火災影響評価ガイドへの対応について

火災区画特性表

火災区画: R/B2-02

1. 火災区画の説明

| | |
|----------------------|----------------|
| 建屋名 | 原子炉建屋 |
| 火災区域/区画名 | B系原子炉補機冷却水ポンプ室 |
| 床面積(m ²) | 429 |

2. 火災区画の火災シナリオの説明

R/B2-02は原子炉建屋内の火災区画である。

本区画には、Bトレン系の原子炉補機冷却水ポンプ、Aトレン及びBトレン系の電力ケーブル、Bトレン系の制御ケーブル、ノントレンの電力/制御/計装ケーブル、空調器、モータ、ポンプ・空気コンプレッサ並びに電気盤が設置されている。また、本区画ではBトレン系の原子炉補機冷却水ポンプ、Aトレン及びBトレン系の電力ケーブル、Bトレン系の制御ケーブル、ノントレンの電力/制御/計装ケーブル、空調器、モータ、ポンプ・空気コンプレッサ並びに電気盤が主な火災源である。

本区画で考えられる火災シナリオとしては、原子炉補機冷却海水系統、原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統並びに補助給水系統の機器が影響を受ける火災シナリオである。

3. 火災区画にある火災源

| 発熱量(kJ) | 火災荷重(kJ/m ²) | 等価火災時間(h)※ |
|------------|--------------------------|------------|
| 96,424,170 | 224,765 | 0.5 |

※: 等価火災時間は0.5h刻みで切り上げ表示した値を示す。

詳細は別紙1参照。

4. 火災区画にある防火設備

| 火災感知の手段 | 主要な消火設備 | 消火方法 | 耐火壁の耐火時間(h) |
|-----------------|---------|------|-------------|
| 煙感知器、熱感知器、光ファイバ | ハロゲン化物 | 自動 | 3 |

5. 火災区画に隣接する火災区画と火災の伝播経路

(1) 火災区画内の火災伝播評価

R/B2-02には、考慮すべき火災源により発生する起因事象に対する成功パスがないため、伝播評価が必要となる。詳細は別紙3参照。

(2) 隣接火災区画への火災伝播評価

隣接火災区画の詳細を別紙2に示す。

隣接する火災区画間の耐火壁等の耐火時間は3h以上であるため、伝播評価は不要となる。

6. 火災により影響を受ける火災防護対象設備

| 機器名称 | 機器タイプ | 機器番号 | 系統 |
|----------------|-------|--------|------------|
| 3C-原子炉補機冷却水ポンプ | 電動ポンプ | 3CCP1C | 原子炉補機冷却水系統 |
| 3D-原子炉補機冷却水ポンプ | 電動ポンプ | 3CCP1D | 原子炉補機冷却水系統 |

7. 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブル

| トレイ番号 | ケーブル番号 | 区分 | 機器番号 | 機器名称 | 系統 |
|-------|--------|-----|--------|-------------------|-------------|
| 1102 | NE0101 | 高圧A | 3SWP1A | 3A-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1150 | NE0101 | 高圧A | 3SWP1A | 3A-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1102 | NE0201 | 高圧A | 3SWP1B | 3B-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1150 | NE0201 | 高圧A | 3SWP1B | 3B-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1401 | NE0301 | 高圧B | 3SWP1C | 3C-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1402 | NE0301 | 高圧B | 3SWP1C | 3C-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1450 | NE0301 | 高圧B | 3SWP1C | 3C-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1401 | NE0401 | 高圧B | 3SWP1D | 3D-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1402 | NE0401 | 高圧B | 3SWP1D | 3D-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1450 | NE0401 | 高圧B | 3SWP1D | 3D-原子炉補機冷却海水ポンプ | 原子炉補機冷却海水系統 |
| 1400 | ND0301 | 高圧B | 3CCP1C | 3C-原子炉補機冷却水ポンプ | 原子炉補機冷却水系統 |
| 1402 | ND0301 | 高圧B | 3CCP1C | 3C-原子炉補機冷却水ポンプ | 原子炉補機冷却水系統 |
| - | ND0301 | 高圧B | 3CCP1C | 3C-原子炉補機冷却水ポンプ | 原子炉補機冷却水系統 |
| 1400 | ND0401 | 高圧B | 3CCP1D | 3D-原子炉補機冷却水ポンプ | 原子炉補機冷却水系統 |
| 1402 | ND0401 | 高圧B | 3CCP1D | 3D-原子炉補機冷却水ポンプ | 原子炉補機冷却水系統 |
| - | ND0401 | 高圧B | 3CCP1D | 3D-原子炉補機冷却水ポンプ | 原子炉補機冷却水系統 |
| 2401 | NK0201 | 低圧B | 3IAE1B | 3B-制御用空気圧縮機 | 制御用空気系統 |
| 2403 | NK0201 | 低圧B | 3IAE1B | 3B-制御用空気圧縮機 | 制御用空気系統 |
| - | NK0201 | 低圧B | 3IAE1B | 3B-制御用空気圧縮機 | 制御用空気系統 |
| 2400 | EA2704 | 低圧B | 3IAE2B | 3B-制御用空気除湿装置 | 制御用空気系統 |
| 2403 | EA2704 | 低圧B | 3IAE2B | 3B-制御用空気除湿装置 | 制御用空気系統 |
| - | EA2704 | 低圧B | 3IAE2B | 3B-制御用空気除湿装置 | 制御用空気系統 |
| 3701 | NL8205 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| 3702 | NL8205 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| - | NL8205 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| 3701 | NL8208 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| 3702 | NL8208 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| - | NL8208 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| 3701 | NM0810 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| 3702 | NM0810 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |
| - | NM0810 | 制御B | 3TAPIP | 3-タービン動補助給水ポンプ計器盤 | 電源盤、制御盤 |

8. 火災により影響を受ける緩和系

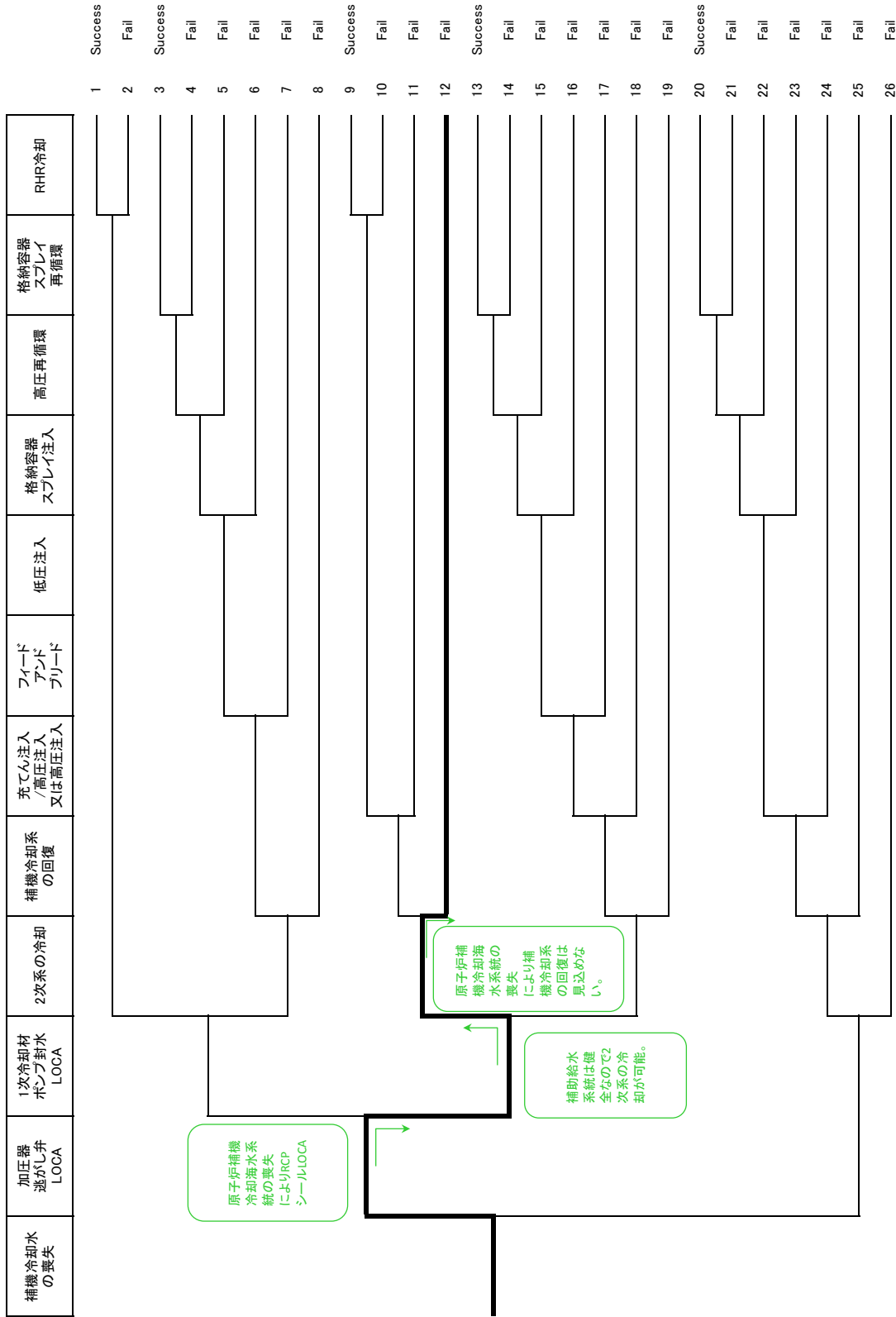
原子炉補機冷却海水系統、原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統、補助給水系統

9. 火災による起因事象と起因事象を引き起こす設備

| 起因事象 | 機器名称 | 機器番号 |
|----------|-----------------|--------|
| 補機冷却水の喪失 | 3A-原子炉補機冷却海水ポンプ | 3SWP1A |
| | 3B-原子炉補機冷却海水ポンプ | 3SWP1B |
| | 3C-原子炉補機冷却海水ポンプ | 3SWP1C |
| | 3D-原子炉補機冷却海水ポンプ | 3SWP1D |

10. 火災区画にある火災源機器数

| 火災源 | 数量 |
|--------------|----|
| バッテリー | 0 |
| バッテリー充電器 | 0 |
| 制御室 | 0 |
| ディーゼル発電機 | 0 |
| 発電機 | 0 |
| 空調器 | 8 |
| 論理キャビネット | 0 |
| モータ | 2 |
| モータコントロールセンタ | 0 |
| 電力ケーブル(高圧) | 有 |
| 電力ケーブル(低圧) | 有 |
| 制御ケーブル | 有 |
| 計装ケーブル | 有 |
| ポンプ・空気コンプレッサ | 4 |
| 開閉器 | 0 |
| 変圧器(4kV)以上 | 0 |
| 電気盤 | 2 |
| その他油内包機器 | 0 |



補機冷却水の喪失 イベントツリー

自区画内の火災伝播評価(1/3)

火災区画: R/B2-02 (B系原子炉補機冷却水ポンプ室)

| 機器 | 火災源 | | ターゲット | | | | ZOI | | | | ターゲットの状態 | | 備考 | | |
|--|-----------|-------------|------------|--------------------------|-------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------------------|---------------|----|-----------------------------------|------------------------------------|
| | HRR kW | 火災等価直径 m | 火災源高さ m | 機器 | 床からの高さ m | 水平 m | 垂直 m | 直線距離 m | 火炎高さ m | フルーム中心温度 m ^{※1} | 火炎による輻射 m ^{※2} | 高温ガス層温度 °C | | ZOI内 ○:はい, ×:いいえ ^{※3} | ターゲット ○:はい, ×:いいえ ^{※3} |
| C-原子炉補機冷却水ポンプモータ 3CCPIC/M (電気火災) | 69.00 | ** | 3.00 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1400 | 6.40 | 0 | 3.40 | 3.40 | 火炎高さ | m | — | — | — | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | — | — | — | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | — | — | — | — | — |
| C-原子炉補機冷却水ポンプ 3CCPIC (油漏洩火災) | 796.19 | 1.04 | 3.00 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1400 | 6.40 | 0 | 3.40 | 3.40 | 火炎高さ | m | 2.77 | x | x | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 4.34 | o | o | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 1.26 | x | x | x | x |
| D-原子炉補機冷却水ポンプモータ 3CCPID/M (電気火災) | 69.00 | ** | 3.00 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | 3.40 | 3.40 | 火炎高さ | m | — | — | — | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | — | — | — | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | — | — | — | — | — |
| D-原子炉補機冷却水ポンプ 3CCPID (油漏洩火災) | 796.19 | 1.04 | 3.00 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | 3.40 | 3.40 | 火炎高さ | m | 2.77 | x | x | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 4.34 | o | o | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 1.26 | x | x | x | x |
| C-空調用冷凍機モータ 3CHEIC/M (電気火災) | 69.00 | ** | 3.41 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | — | — | 火炎高さ | m | — | — | — | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | — | — | — | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | — | — | — | — | — |
| C-空調用冷凍機 3CHEIC (油漏洩火災) | 5697.52 | 2.26 | 3.41 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | 2.99 | 2.99 | 火炎高さ | m | 5.17 | o | o | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 9.57 | o | o | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 3.63 | o | o | x | x |
| C-空調用冷凍機 3CHEIC (油漏洩火災) | 5697.52 | 2.26 | 3.41 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1102 | — | 10.43 | — | — | 火炎高さ | m | 5.17 | — | — | — | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 9.57 | — | — | — | — |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 3.63 | x | x | x | x |

自区画内の火災伝播評価(2/3)

| 機器 | 火災源 | | ターゲット | | | | ZOI | | | | ターゲットの状態 | | 備考 | | |
|--|-----------|-------------|------------|--------------------------|-------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------------------|---------------|----|---------------------|----------|
| | HRR kW | 火災等面直径 m | 火災源高さ m | 機器 | 床からの高さ m | 水平 m | 垂直 m | 直線距離 m | 火炎高さ m | フルーム中心温度 m ^{※1} | 火炎による輻射 m ^{※2} | 高温ガス層温度 °C | | ZOI内 O:はい, X:いいえ | 損傷 ※3 |
| D-空調用冷凍機 モーター 3CHEID/M (電気火災) | 69.00 | ** | 3.41 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | - | - | 火炎高さ | m | - | - | - | - | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | - | - | - | - | - |
| D-空調用冷凍機 3CHEID (油漏洩火災) | 5697.52 | 2.26 | 3.41 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | 2.99 | 2.99 | 火炎高さ | m | 5.17 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 9.57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 3.63 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D-空調用冷凍機 3CHEID/M (電気火災) | 5697.52 | 2.26 | 3.41 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1102 | - | 3.66 | - | - | 火炎高さ | m | 5.17 | - | - | - | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 9.57 | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 3.63 | x | x | x | x |
| C-空調用冷水ポンプ モーター 3CHPIC/M (電気火災) | 69.00 | ** | 2.35 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | - | - | 火炎高さ | m | - | - | - | - | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | - | - | - | - | - |
| C-空調用冷水ポンプ 3CHPIC (油漏洩火災) | 72.27 | 0.44 | 2.35 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.00 | - | - | 火炎高さ | m | 1.52 | - | - | - | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 1.62 | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 0.32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D-空調用冷水ポンプ モーター 3CHPID/M (電気火災) | 69.00 | ** | 2.35 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.15 | 4.05 | 4.05 | 火炎高さ | m | 1.52 | x | x | x | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 1.62 | x | x | x | x |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 0.32 | x | x | x | x |
| D-空調用冷水ポンプ 3CHPID (油漏洩火災) | 72.27 | 0.44 | 2.35 | 高圧動力 ケーブルトレイ #1401 | 6.40 | 0.15 | 4.05 | 4.05 | 火炎高さ | m | 1.52 | x | x | x | |
| | | | | | | | | | フルーム中心温度 | m ^{※1} | 1.62 | x | x | x | x |
| | | | | | | | | | 火炎による輻射 | m ^{※2} | 0.32 | x | x | x | x |

自区画内の火災伝播評価(3/3)

| 火災源 | | ターゲット | | | | ZOI | | | | ターゲットの状態 | | 備考 |
|-----------------------------------|-----------|-------------|------------|------------------------------|-------------|---------|---------|-----------|---|---------------------|-------------------------|--|
| 機器 | HRR kW | 火災等価直径 m | 火災源高さ m | 機器 | 床からの高さ m | 水平 m | 垂直 m | 直線距離 m | 火災高さ m | ZOI内 O:はい, X:いいえ | ターゲットの状態 O:はい, X:いいえ | |
| 3-原子炉補機冷却水戻り母管B側連絡弁 3V-CC-044B | 32.00 | ** | — | 高圧動力ケーブルトレイ トレイB #1400 | — | 5.77 | — | — | 火災高さ ブルーーム中心温度 火災による輻射 高温ガス層温度 | — — X X | — — X X | 高温ガス層温度の評価時刻は3600secとした。 |
| 3-原子炉補機冷却水供給母管B側連絡弁 3V-CC-055B | 32.00 | ** | — | 高圧動力ケーブルトレイ トレイB #1400 | — | 0.46 | — | — | 火災高さ ブルーーム中心温度 火災による輻射 高温ガス層温度 | — — X X | — — X X | 高温ガス層温度の評価時刻は3600secとした。 |
| 3D-空調用冷凍機 3VCPD | 232.00 | 1.24 | — | 高圧動力ケーブルトレイ トレイB #1401 | — | 2.94 | — | — | 火災高さ ブルーーム中心温度 火災による輻射 高温ガス層温度 | — — X X | — — X X | 高温ガス層温度の評価時刻は3600secとした。 |
| 高圧動力ケーブルトレイ トレイB #1401 | 106.02 | 0.71 | — | 高圧動力ケーブルトレイ トレイA #1102 | — | 0.46 | 0.00 | 0.46 | 火災高さ ブルーーム中心温度 火災による輻射 高温ガス層温度 | — — O O | — — O O | 高温ガス層温度の評価時刻は3600secとした。 異トレンのケーブルトレイが輻射のZOI内にあるが、ターゲットとなるケーブルトレイは1時間耐火ボードで覆われており、さらに火災検知設備及び自動消火設備を設置する(審査基準 2.3.1(c)) 項に合致する対策を行うよって、同時に機能喪失することはない。 火災源のトレイ:(海水ポンプC/D(トレンB))に接続される高圧ケーブルが敷設 ターゲットのトレイ:(海水ポンプA/B(トレンA))に接続される高圧ケーブルが敷設 |

※1:熱可塑性ケーブルの損傷基準(205°C)に達する高さ
 ※2:熱可塑性ケーブルの損傷基準(6kW/m²)に達する高さ
 ※3:「—」は評価対象外
 注:その他の電気盤についても、火災による輻射の範囲内にターゲットがないことを確認している

原子力発電所の火災影響評価ガイドへの対応について

| 原子力発電所の火災影響評価ガイド | 火災影響評価における対応 |
|--|--|
| 火災の想定 <ul style="list-style-type: none"> 「原子炉の安全機能に影響を及ぼす可能性がある最も過酷な単一の火災」及び「地震時においても、最も過酷な単一の火災」を想定 | <ul style="list-style-type: none"> 「原子炉の高温停止及び低温停止機能に影響を及ぼす」＝「この機能を有する2トレンの安全システムが火災により機能喪失する」と解釈し、このような可能性がある単一の機器について、火災を想定する。 |
| 火災時の原子炉の安全確保 <ul style="list-style-type: none"> 想定する火災に対して、原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと。 | <ul style="list-style-type: none"> 火災影響評価では、「火災による原子炉施設への影響を考慮しても、高温停止及び低温停止の達成、維持のために多重化された系統のうち少なくとも1系統の機能（成功パス）が確保されること。」を確認する。 |
| 情報及びデータの収集・整理 <ul style="list-style-type: none"> 火災区域、火災区画の設定 機器リストの作成 火災防護対象機器の特定 火災源の識別 等価時間の設定 火災の感知手段の把握 火災の消火手段の把握 原子炉運転への影響の確認 | <ul style="list-style-type: none"> 「実用発電用原子炉及びその付属施設の火災防護に係る審査基準」に従い設定する火災区域／火災区画で、火災防護対象機器を有する区画を対象とし、機器リストを作成する。 火災防護対象機器を抽出 原子炉の安全停止に必要な火災防護対象機器及びケーブルに影響を及ぼす可能性を有する単一の火災を想定。対象となる火災源は①油内包機器、②電気盤、③モータ（5HP超）、④ポンプ/空気コンプレッサ（3.7kW超）、⑤ケーブルに大別される。 火災区画内の全ての可燃物の火災荷重（単位面積あたりの発熱量）を算出し、等価時間への置換を行う。 火災区画内の火災感知設備の型式等や消火手段を確認し、火災区画特性表に記載する。 火災によって原子炉が自動停止となる場合は、外乱の発生により、安全保護系、原子炉停止系の作動が要求される場合を指す。 |
| スクリーニング | <ul style="list-style-type: none"> スクリーニング（本文4項）のとおり。 |
| 火災伝播評価 <ul style="list-style-type: none"> 系統分離対策の確認 | <ul style="list-style-type: none"> 互いに相違する系列の火災防護対象機器、ケーブル間は、「実用発電用原子炉及びその付属施設の火災防護に係る審査基準」に従い実施する影響軽減策により、系統分離する。 火災の伝播評価（影響範囲の確認等）においては、ガイドに基づき、FDT⁵を用いて行う。 |

原子炉停止評価について

「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に従い、火災の影響により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、停止系の作動を要求される事象に対し、安全評価指針に基づき評価を行った結果を示す。

1. 事故

1. 1 火災によって起こり得る事故の抽出

原子炉設置許可申請書添付書類十の各事故が火災によって起こり得るかを検討した。検討結果の集約は、表 1 に示す。

(1) 原子炉冷却材喪失

1次冷却材が喪失する「原子炉冷却材喪失」は、非常用炉心冷却設備（破断口径によって、原子炉の自動停止、格納容器スプレイ）が作動することで収束する事故である。1次冷却材配管の破断または、1次冷却材を系外に放出させる弁（加圧器逃がし弁等）の開により、1次冷却材が系外に流出する。配管は火災の影響によって破断することはないが、加圧器逃がし弁の開信号を発信させる制御盤等での火災を想定すると、加圧器逃がし弁が誤開する可能性がある。加圧器逃がし弁が誤開する事象は、運転時の異常な過渡変化である「原子炉冷却材系の異常な減圧」であるが、1次冷却材が流出する事象として、保守的に、本事故は、火災の影響によって発生する可能性があるとして評価する。

なお、弁、配管等のシール部で使用するパッキン、ガスケットは、外部からの炎によって着火することはない。また、シール部は内部流体と接しているため、火炎により熱せられても、高温になりにくく、万一、漏えいが発生したとしても、充てん系で補給可能な程度の漏えいとどまる。

| 対象弁 | 誤開時の影響 |
|--------------------------------------|---|
| A, B, C-加圧器安全弁 (RC-055, 056, 057) | 本弁は、ばね式の安全弁であり火災の影響により誤開はしないことから、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| A, B-加圧器スプレイ弁 (PCV-451A, B) | 加圧器へスプレイされるため、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 加圧器補助スプレイ弁 (CS-186) | 本弁の上流側 (RCS 側) に逆止弁が設置されていることから、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 加圧器気相部サンプリングライン C/V内側隔離弁 (SS-504) | 本弁の下流側 (サンプル系統側) に、通常運転中開の空気作動弁及び手動弁が設置されており、その下流側 (サンプル系統側) の空気作動弁を中央制御室にて閉止、または現地 (R/B 内) にて手動弁を閉止することが可能であるため原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 加圧器液相部サンプリングライン C/V内側隔離弁 (SS-509) | |
| 抽出ライン第1, 第2止め弁 (LCV-451, 452) | 本弁はプラント通常運転中開にしており、化学体積制御系につながる弁であるため、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 余剰抽出ライン第1, 第2止め弁 (RC-033, 034) | 本弁の下流側 (余剰抽出系統側) に、フェイルクローズの余剰抽出ライン流量調節弁 HCV-190 (通常運転時閉) が設置され、この余剰抽出流量調節弁は、金属製の配管で供給される制御用空気のみで駆動されることから、火災の影響で誤開することはないため本弁の隔離機能が損なわれても、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 充てんライン止め弁 (CS-191) | 本弁の上流側 (RCS 側) に逆止弁が設置されていることから、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 余熱除去Aライン入口止め弁 (PCV-410) | 本弁の下流側 (余熱除去系統側) に、余熱除去ポンプ入口C/V内側隔離弁 (RH-002A, B) が設置され、同弁は、プラント通常運転時において閉弁状態で電源開放されていることから、火災の影響で誤開することはないため、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 余熱除去Bライン入口止め弁 (PCV-430) | |
| Aループ高温側低圧注入ライン止め弁 (RH-034A) | 本弁の上流側 (RCS 側) に逆止弁が設置されていることから、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| Bループ高温側低圧注入ライン止め弁 (RH-034B) | |

| | |
|--|---|
| 高温側高圧注入Aライン止弁 (SI-062A) | 本弁の上流側（RCS側）に逆止弁が設置されていることから、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| 高温側高圧注入Aライン止弁 (SI-062B) | |
| A, B, C-蓄圧タンク出口第1逆止弁 テスト弁 (SI-133A~C) | 本弁の上流側（RCS側）に逆止弁が設置されていることから、原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| A, B, C-蓄圧タンク出口第2逆止弁 テスト弁 (SI-135A~C) | |
| Bループ高温側サンプリングラインC ／V内側隔離弁 (SS-514) | 本弁の下流側（サンプル系統側）に、通常運転中開の空気作動弁及び手動弁が設置されており、その下流側（サンプル系統側）の空気作動弁を中央制御室にて手動閉止、または現地(A/B内)にて手動弁を閉止することが可能であるため原子炉冷却材が流出するおそれはない。 |
| Cループ高温側サンプリングラインC ／V内側隔離弁 (SS-519) | |

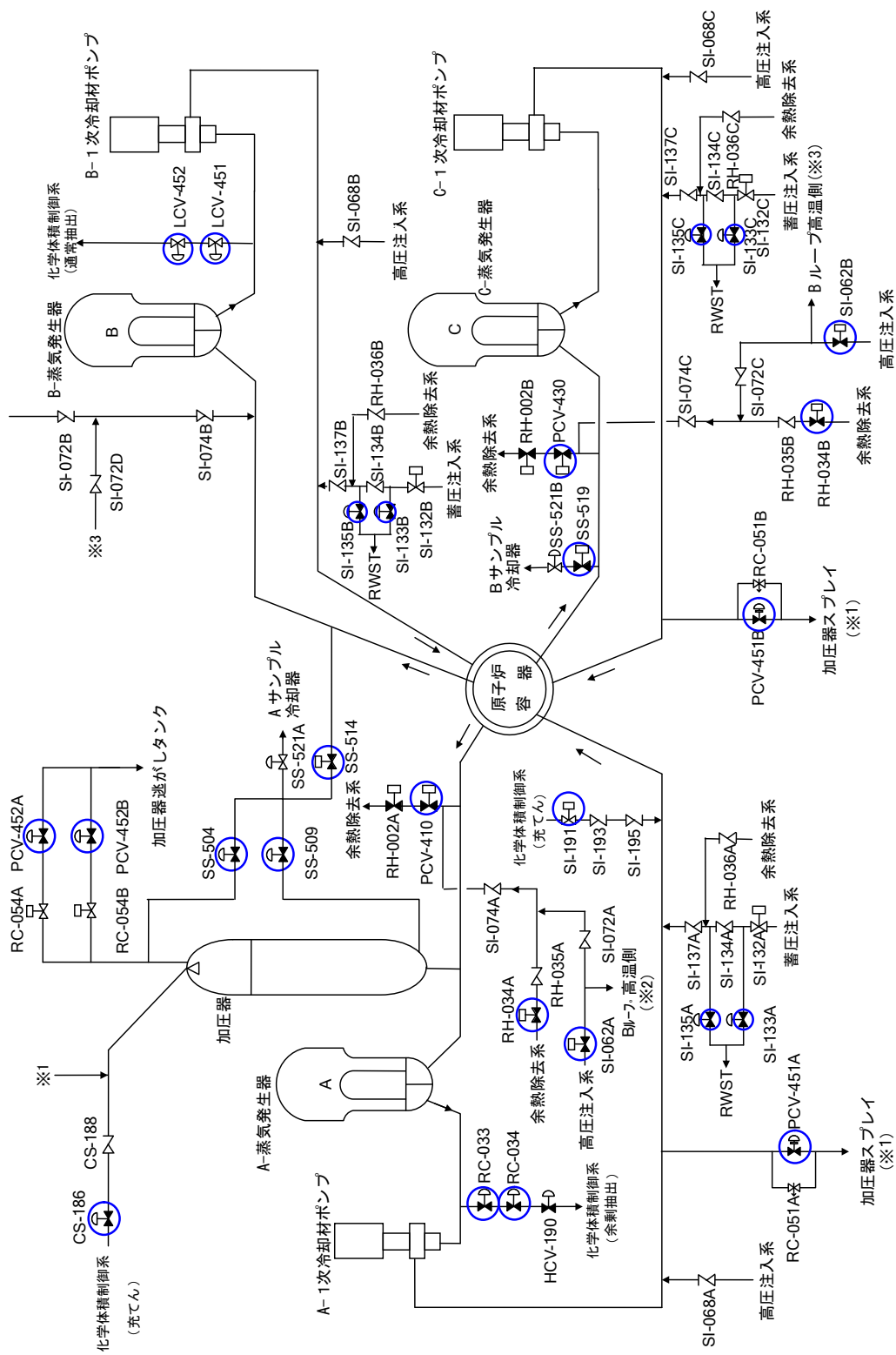


図 1 1 次冷却材系統概略図

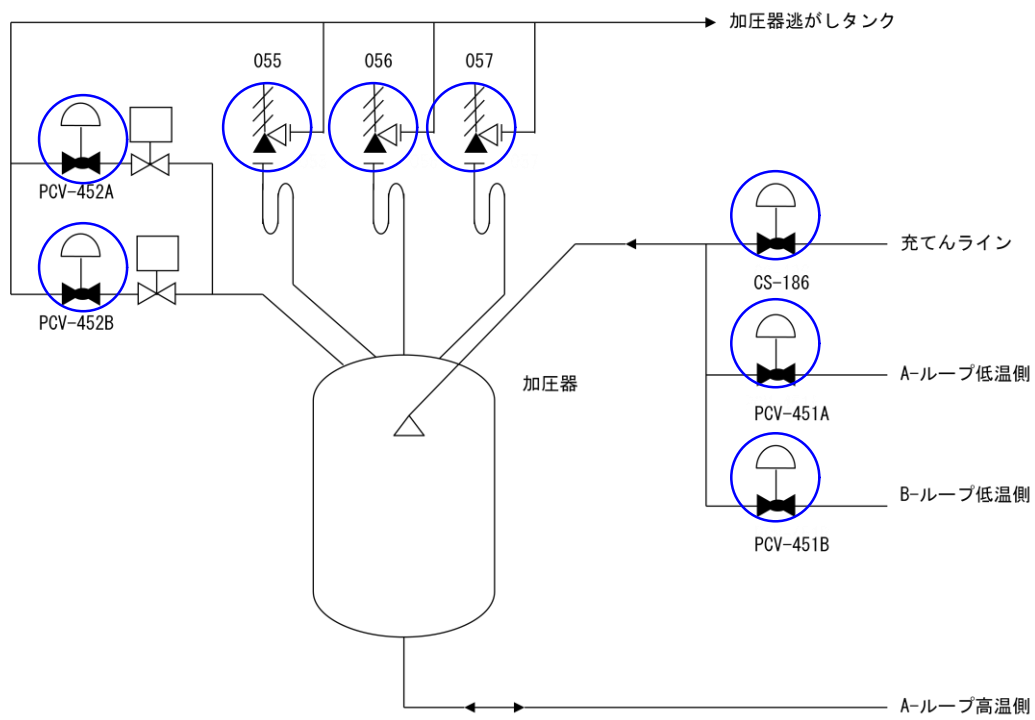


図2 1次冷却材系統加圧器廻り概略図

(2) 原子炉冷却材流量の喪失

1次冷却材の流量が自然循環流量まで低下する「原子炉冷却材流量の喪失」は、原子炉が自動停止することで収束する事故である。1次冷却材ポンプに給電する外部電源が喪失すると、1次冷却材ポンプが全台停止し、1次冷却材の流量が自然循環流量まで低下する。1次冷却材ポンプは、通常、所内変圧器から受電する。所内変圧器から受電する系統が機能喪失した場合は、予備変圧器から受電し、1次冷却材ポンプが全台停止しないようにしているが、1次冷却材ポンプの遮断器は、すべて電気建屋内の常用系補機開閉器室に設置しているため、保守的に、常用系補機開閉器室での火災によって、1次冷却材ポンプに給電する電源がすべて喪失すると仮定し、本事故が発生すると評価する。

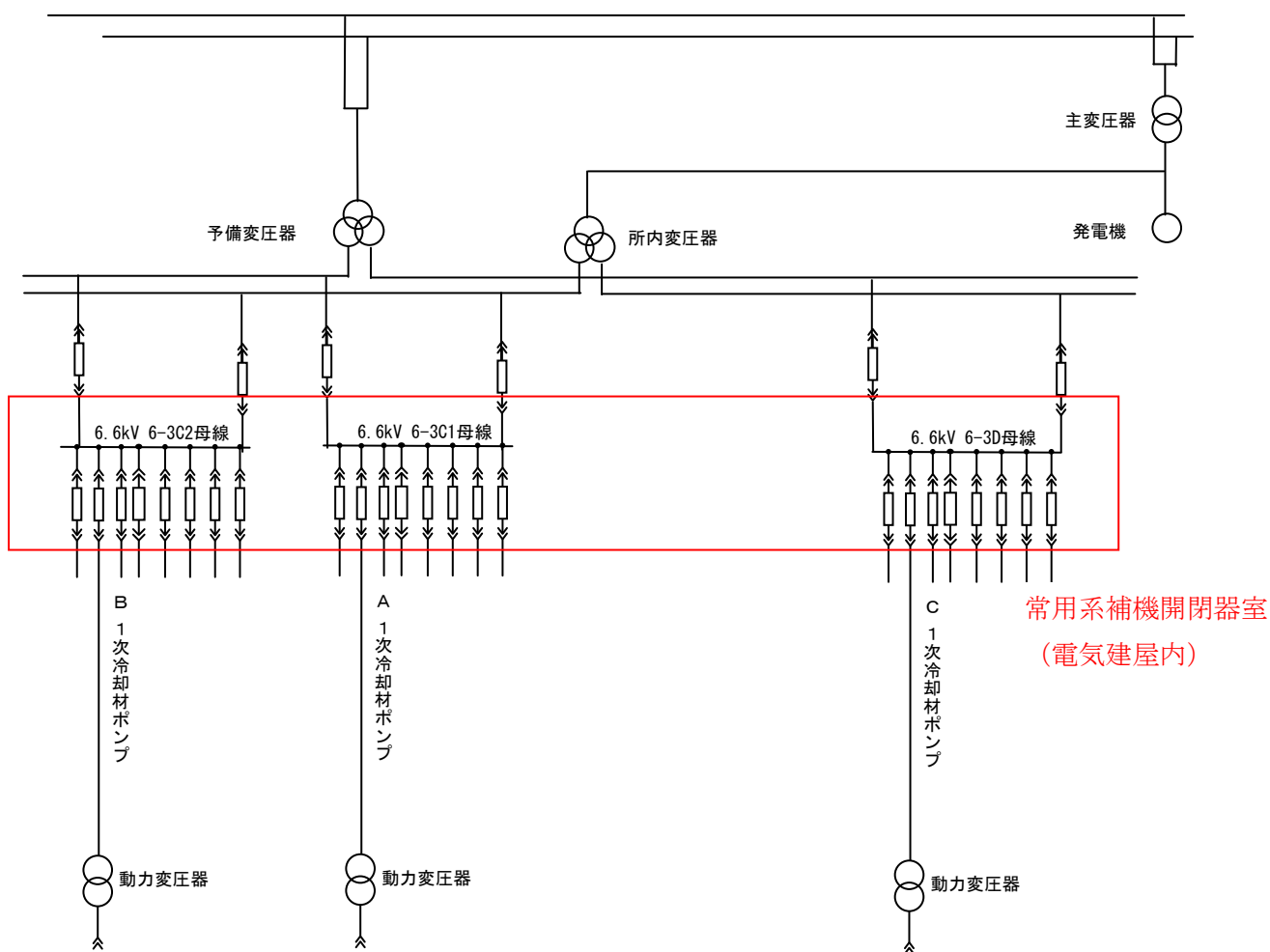


図3 1次冷却材ポンプへの給電系統

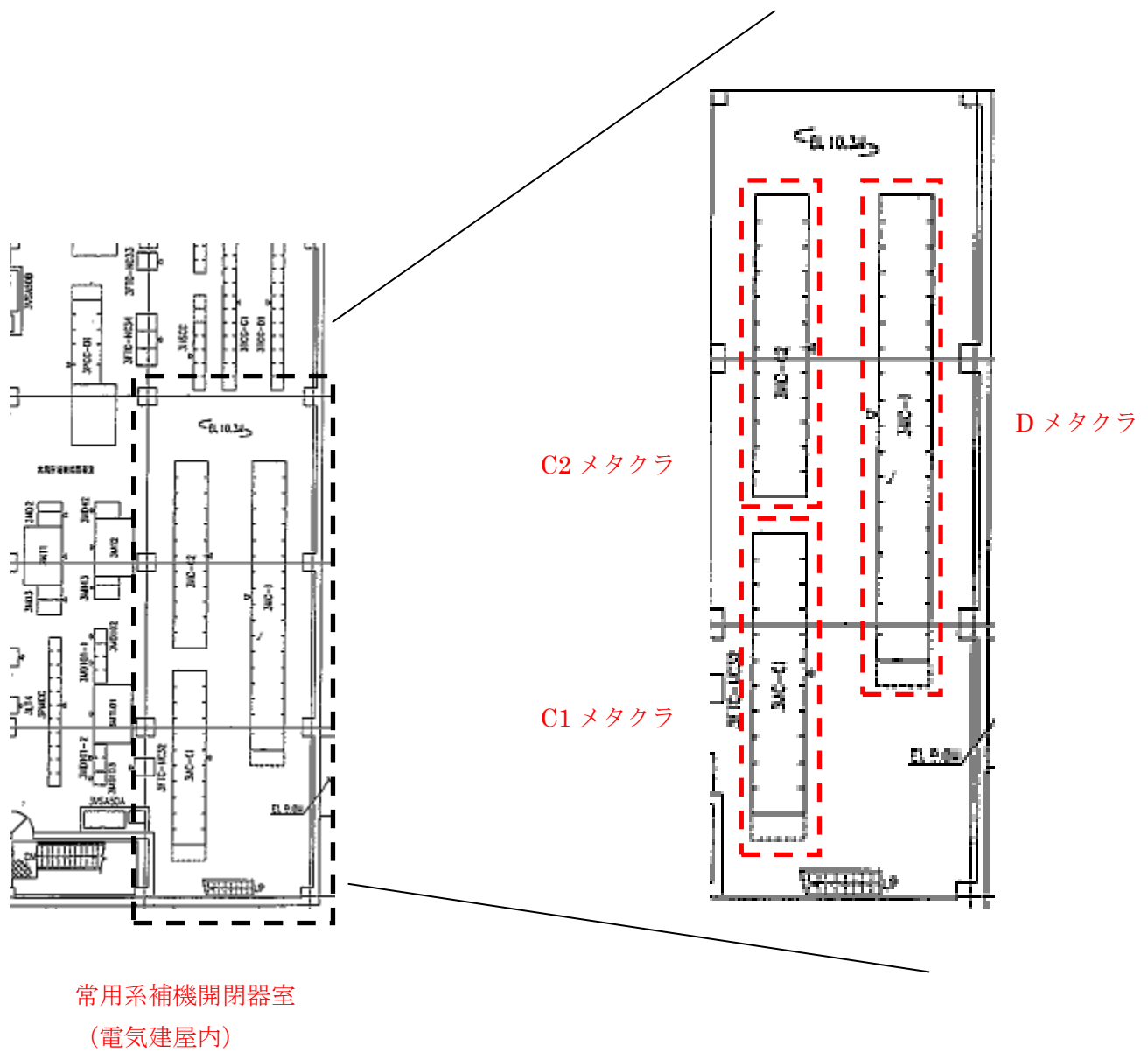


図4 常用系補機開閉器室内の盤の配置

(3) 原子炉冷却材ポンプの軸固着

1ループの1次冷却材流量が急激に減少する「原子炉冷却材ポンプの軸固着」は、原子炉が自動停止することで収束する事故である。1次冷却材ポンプは、フライホイールを設けて慣性を大きくし、ポンプ駆動源（電源）が喪失しても、1次冷却材流量が緩やかに低下するようにしているため、冷却材流量が急激に減少するのは、1次冷却材ポンプの回転軸が機械的に固着する場合となる。1次冷却材ポンプの回転軸は火災の影響によって機械的に固着することはないため、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。

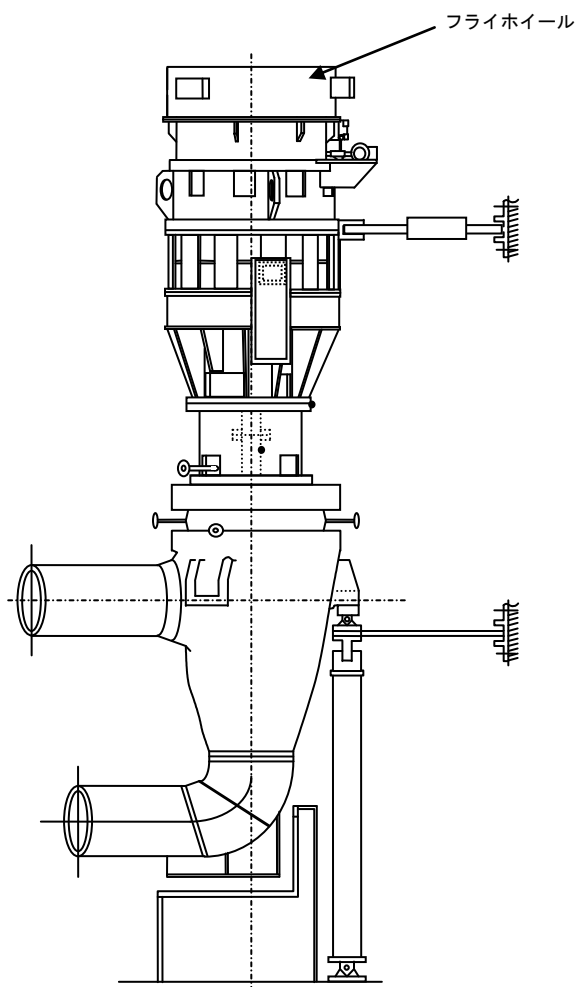


図5 1次冷却材ポンプ外観図

(4) 主給水管破断

2次冷却材が喪失する「主給水管破断」は、原子炉が自動停止し、補助給水系で健全側の蒸気発生器に給水することで収束する事故である。主給水配管の破断または2次冷却材（主給水）を系外に流出させる弁の開放により2次冷却材が流出するが、配管は火災の影響によって破断することはなく、火災の影響による誤動作の可能性がある弁（電動弁、空気作動弁）で、主給水を系外に流出させる弁はないことから、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。

なお、弁、配管等のシール部で使用するパッキン、ガスケットは、外部からの炎によって着火することはない。また、シール部は内部流体と接しているため、火災により熱せられても、高温になりにくく、万一、漏えいが発生したとしても、2次系補給水で補える程度である

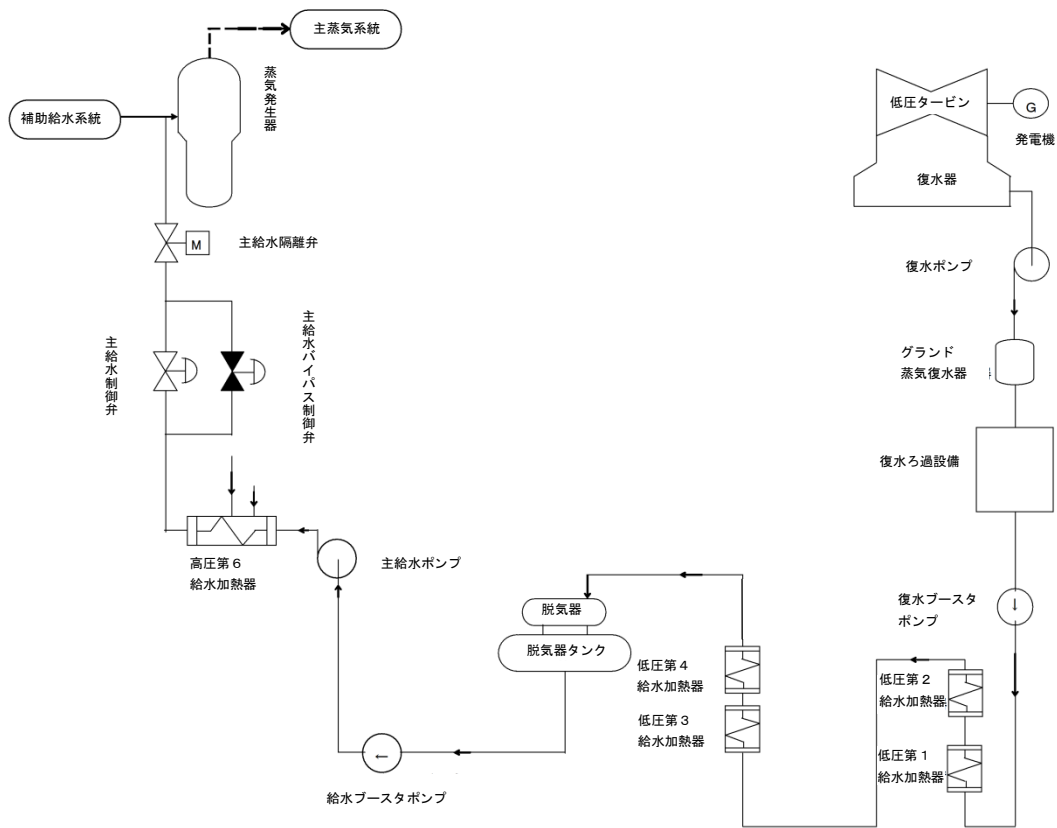


図6 主給水系概略図

(5) 主蒸気管破断

2次系からの過冷却により、原子炉に反応度が添加される「主蒸気管破断」(高温停止状態での発生が厳しい事象)は、非常用炉心冷却設備の作動、破断側の蒸気発生器(2次系)への補助給水停止により、破断側の蒸気発生器がドライアウトすることで冷却が停止し、収束する事故である。配管は、火災の影響によって破断することはないため、本事故は、火災の影響により発生しないと評価する。

タービンバイパス弁、主蒸気逃がし弁等の2次冷却系の弁が火災の影響によって誤開しても、運転時の異常な過渡変化である「2次冷却系の異常な減圧」にとどまる。また、主蒸気安全弁は、ばね式の安全弁であり、火災の影響により誤開することはない。

なお、弁、配管等のシール部で使用するパッキン、ガスケットは、外部からの炎によって着火することはない。また、シール部は内部流体と接しているため、火災により熱せられても、高温になりにくく、万一、漏えいが発生したとしても、2次系の給水で補える程度である

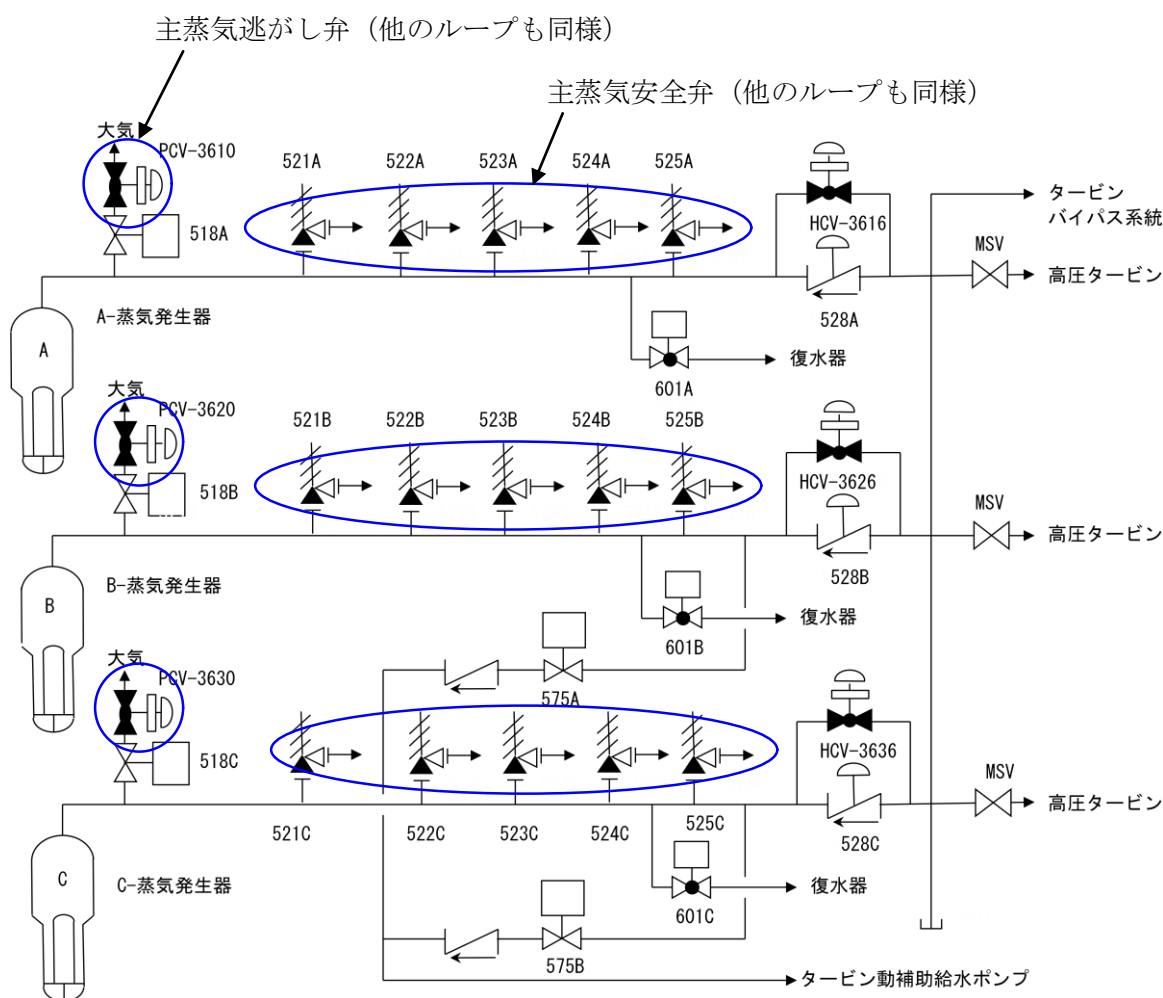


図7 主蒸気系概略図

(6) 制御棒飛び出し

原子炉に反応度が急激に添加される「制御棒飛び出し」は、原子炉が自動停止することで収束する事故である。制御棒駆動系あるいは圧力ハウジングの破損によって制御棒が炉心外に飛び出すと、反応度が急激に添加されるが、制御棒駆動系あるいは圧力ハウジングは火災の影響によって破損することはないため、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。

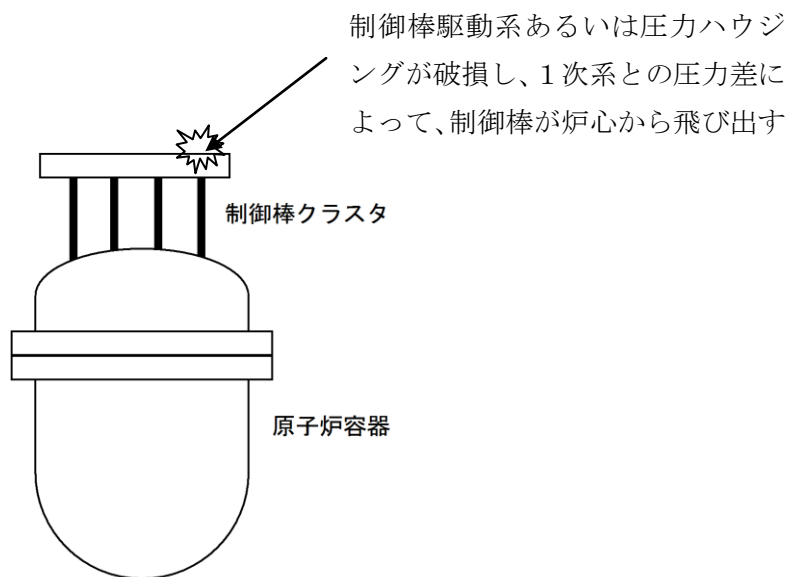


図8 原子炉容器と制御棒クラスタ

(7) 蒸気発生器伝熱管破断

1次冷却材が2次冷却系に流入する「蒸気発生器伝熱管破断」は、原子炉が自動停止し、非常用炉心冷却設備が作動するが、破断側の蒸気発生器を隔離し、1次冷却系と破断側蒸気発生器2次系側の圧力が等しくなることで、1次冷却材の2次冷却系への流入が止まり、収束する事故である。1次冷却材が2次冷却系に流入する原因は蒸気発生器（伝熱管）の破断であるが、蒸気発生器の伝熱管は火災の影響によって破断することはないため、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。

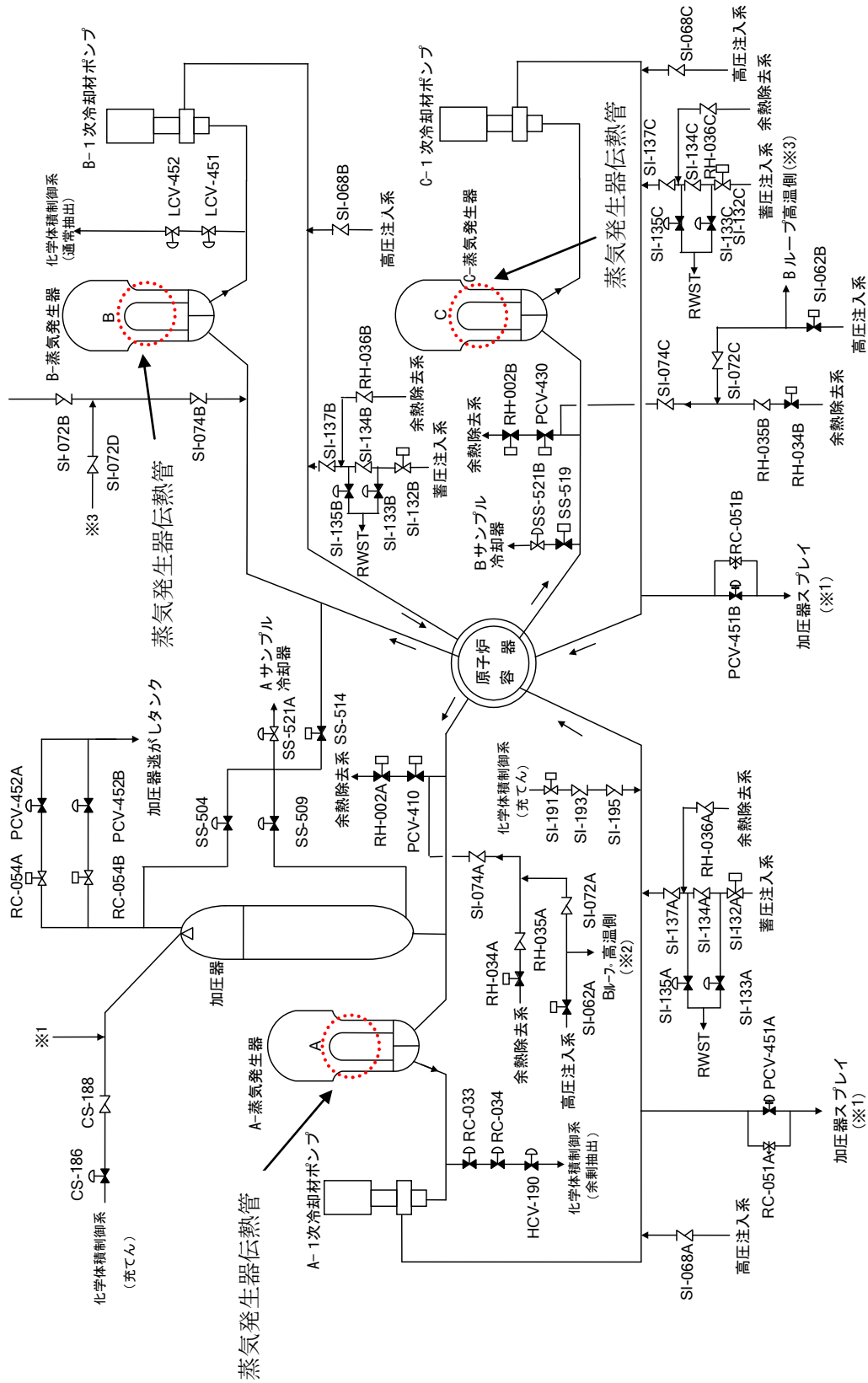


図9 1次冷却材系統概略図

表1 火災により発生しえる事故の抽出結果

| 安全評価審査指針の事故 | 検討結果 |
|-------------------------|--|
| 原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化 | |
| ①原子炉冷却材喪失 | 加圧器逃がし弁の誤開放は、運転時の異常な過渡変化である「原子炉冷却材系の異常な減圧」であるが、1次冷却材が流出する事象として、保守的に、本事故は、火災の影響によって発生する可能性があるとして評価する。 |
| ②原子炉冷却材流量の喪失 | 1次冷却材ポンプの遮断器は、すべて電気建屋内の常用系補機開閉器室に設置しているため、常用系補機開閉器室での火災によって、1次冷却材ポンプに給電する電源がすべて喪失すると保守的に仮定し、本事故が発生すると評価する。 |
| ③原子炉冷却材ポンプの軸固着 | 1次冷却材ポンプの回転軸は火災の影響によって機械的に固着することはないため、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。 |
| ④主給水管破断 | 主給水配管は火災の影響によって破断することはないが、火災の影響による誤動作の可能性がある弁（電動弁、空気作動弁）で、主給水を系外に流出させる弁はないことから、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。 |
| ⑤主蒸気管破断 | 主蒸気配管は、火災の影響によって破断することはないため、本事故は、火災の影響により発生しないと評価する。 |
| 反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化 | |
| ⑥制御棒飛び出し | 制御棒駆動系あるいは圧力ハウジングは火災の影響によって破損することはないため、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。 |
| 環境への放射性物質の異常な放出 | |
| ⑦放射性気体廃棄物処理施設の破損 | 原子炉の運転状態に影響を及ぼす事故ではない。 |
| ⑧蒸気発生器伝熱管破損 | 蒸気発生器の伝熱管は火災の影響によって破断することはないため、本事故は火災の影響により発生しないと評価する。 |
| ⑨燃料集合体の落下 | 原子炉の運転状態に影響を及ぼす事故ではない。 |
| ⑩原子炉冷却材喪失 | ①と同じ |
| ⑪制御棒飛び出し | ⑥と同じ |
| 原子炉格納容器内圧、雰囲気等の異常な変化 | |
| ⑫原子炉冷却材喪失 | ①と同じ |

1. 2 停止評価

(1) 原子炉冷却材喪失（小破断）

本事故では、加圧器逃がし弁の開信号を発信させる制御盤での火災を想定する。加圧器逃がし弁が誤開放すると、加圧器逃がし弁又は加圧器逃がし弁元弁を閉止して、冷却材の流出を停止させる。

加圧器逃がし弁が誤開放し、加圧器逃がし弁又は加圧器逃がし弁元弁を閉止させると、冷却材の流出は停止し、運転時の異常な過渡変化である「原子炉冷却材系の異常な減圧」に類する事象となるため、保守的に、加圧器逃がし弁と加圧器逃がし弁元弁の閉止機能に故障を仮定し、冷却材の流出が継続することを想定する。A系の加圧器逃がし弁が誤開放した場合は、A系とは分離したB系の原子炉停止系で原子炉を停止し、高圧注入系で冷却材を補給して事故を収束させた後、補助給水系、余熱除去系により原子炉を冷却する。一方、B系の加圧器逃がし弁が誤開放した場合は、A系の原子炉停止系、高圧注入系により事故を収束させ、原子炉を停止・冷却する。

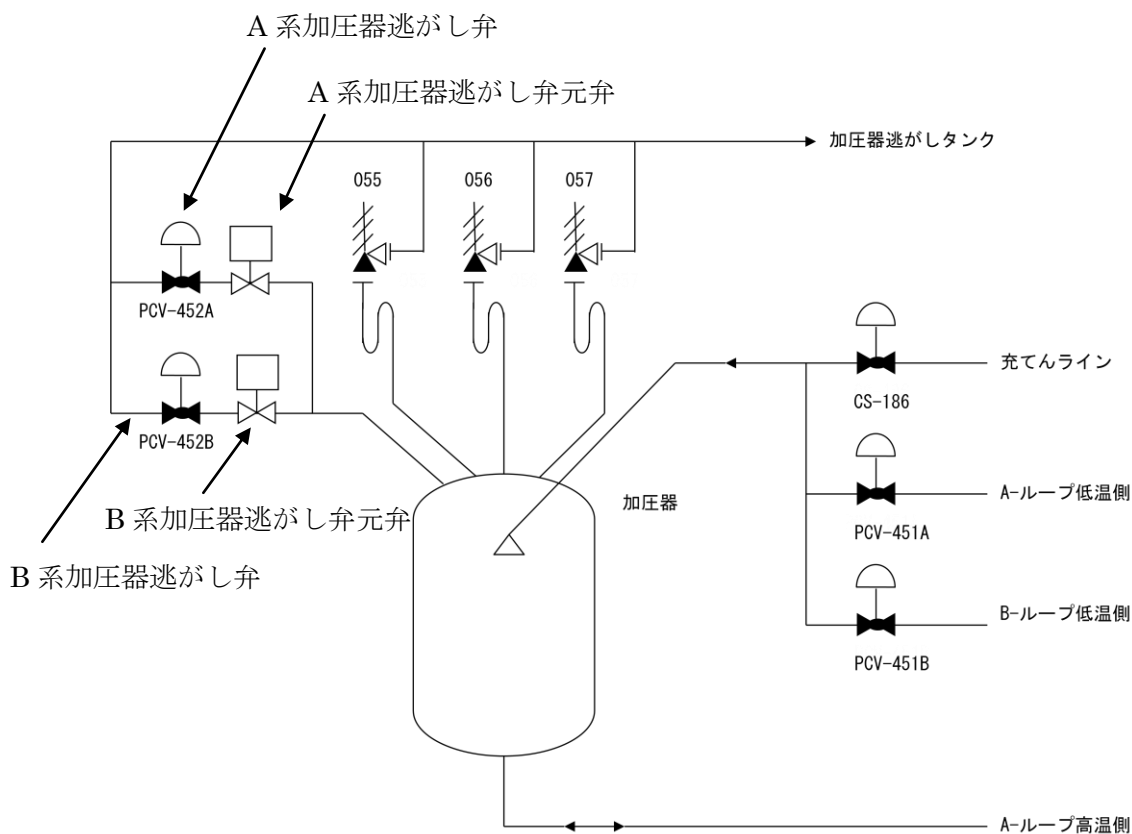


図 1 0 1 次冷却材系統加圧器廻り概略図

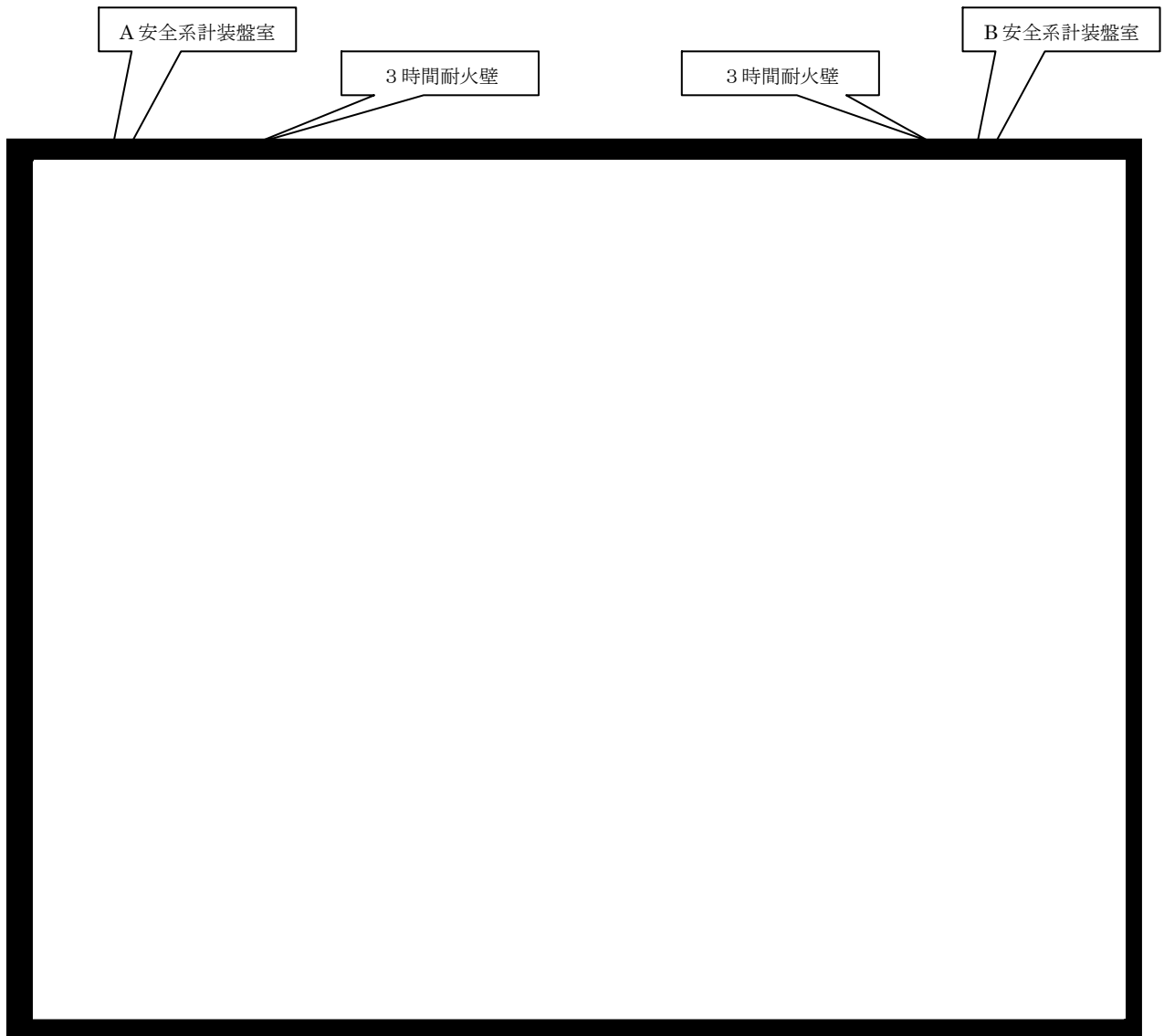
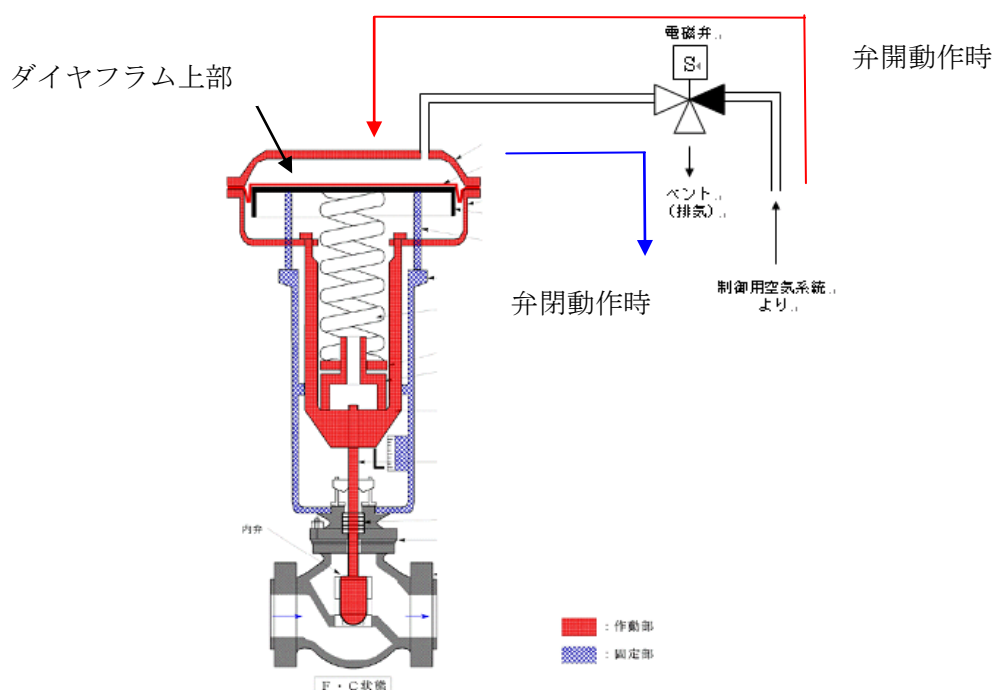


図 1 1 制御盤の分離状況

(参考) 加圧器逃がし弁の概要

電磁弁が開信号を受けると、加圧器逃がし弁のダイヤフラム上部に制御用空気を供給するよう動作し、加圧器逃がし弁は開動作する。また、開信号がなくなると、制御用空気の供給を停止し、ダイヤフラム上部の空気を排気するよう電磁弁が動作し、加圧器逃がし弁は閉止する。電磁弁への開信号がなくなると、ダイヤフラム上部の空気を排気する状態となり、加圧器逃がし弁は閉止する。(フェイルクローズ)

加圧器逃がし弁が誤開して、閉止しない場合は、電磁弁の制御電源の遮断器を開放することで、閉止させることができる。



(2) 原子炉冷却材流量の喪失

本事故では、1次冷却材ポンプへ電源を供給する遮断器をすべて設置している常用系補機開閉器室（電気建屋）での火災を想定する。電気建屋と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器を設置している原子炉建屋、原子炉補助建屋は、3時間耐火壁によって分離しており、電気建屋内の常用系補機開閉器室の火災の影響が、原子炉建屋、原子炉補助建屋に及ばない。電気建屋内で「原子炉冷却材流量の喪失」を引き起こす常用系補機開閉器室での火災を想定しても、原子炉建屋、原子炉補助建屋の火災防護対象機器に影響が及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

2. 運転時の異常な過渡変化

原子炉設置許可申請書添付書類十の各運転時の異常な過渡変化（安全保護系、原子炉停止系が作動するもの）が火災によって起こり得るかを検討し、原子炉を停止・冷却することができるかを確認した。

(1) 原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き

原子炉が高温零出力状態にあるときに、制御棒の連続的な引き抜きにより原子炉出力が上昇する「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」は、原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

制御棒駆動設備の故障等により、制御棒が連続的に引き抜かれると、「中性子束高」信号により、制御棒の引き抜きを停止するインターロックを設置しているが、制御棒駆動設備制御盤の火災によって、制御棒が連続的に引き抜かれると仮定し、本事象が発生すると評価する。

制御棒駆動設備制御盤と、原子炉を停止・冷却する火災防護対象機器は3時間耐火壁により分離しており、制御棒駆動設備制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

(2) 出力運転中の制御棒の異常な引き抜き

出力運転中に、制御棒の連続的な引き抜きにより原子炉出力が上昇する「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」は、原子炉が自動停止することで収束する事象である。

制御棒駆動設備の故障等により、制御棒が連続的に引き抜かれると、「中性子束高」信号、「過大温度 ΔT 高」信号、「過大出力 ΔT 高」信号により、制御棒の異常な引き抜きを停止するインターロックを設置しているが、制御棒駆動設備制御盤の火災によって、制御棒が連続的に引き抜かれると仮定し、本事象が発生すると評価する。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

制御棒駆動設備制御盤と、原子炉を停止・冷却する火災防護対象機器は3時間耐火壁により分離しており、制御棒駆動設備制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

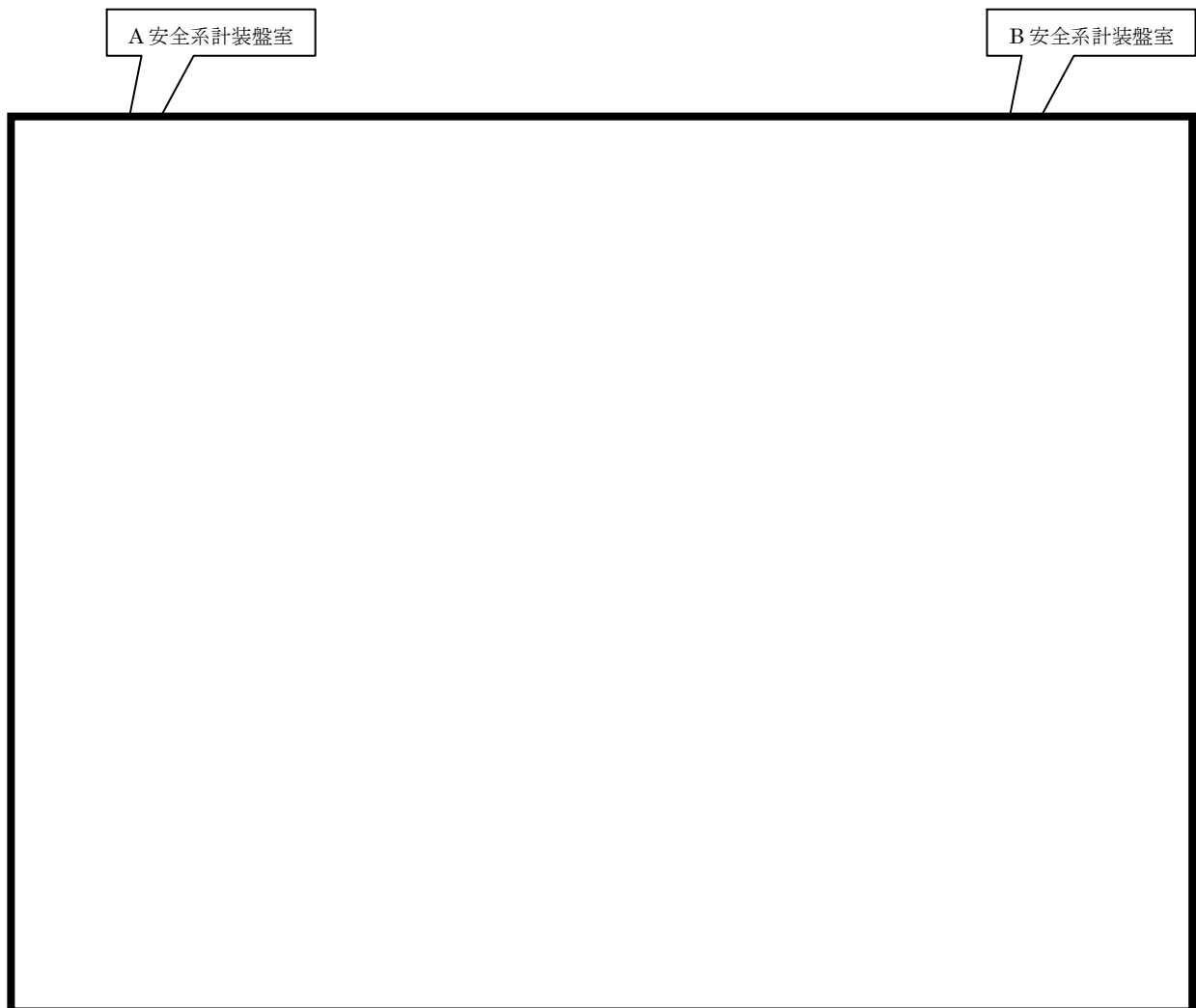
(3) 制御棒の落下及び不整合

1本の制御棒クラスタが炉心内に落下し、炉心内の出力分布が変化する「制御棒の落下」は、他の制御棒によって反応度が補償されない場合、原子炉圧力が低下し、原子炉が自動停止することで収束する。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

制御棒クラスタの落下は、「制御棒位置偏差大」警報、「制御棒落下」警報、制御棒位置指示計により検知されるが、制御棒駆動設備制御盤の火災によって、制御棒クラスタが1本落下し、反応度が補償されない場合は、本事象が発生すると評価する。

制御棒駆動設備制御盤と、原子炉を停止・冷却する火災防護対象機器は3時間耐火壁により分離しており、制御棒駆動設備の制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

なお、他の制御棒によって反応度が補償され場合は、原子炉出力は復帰し、安全保護系、原子炉停止系は動作しない。また、「制御棒の不整合」では原子炉出力等に変化がなく、安全保護系、原子炉停止系は作動しない。





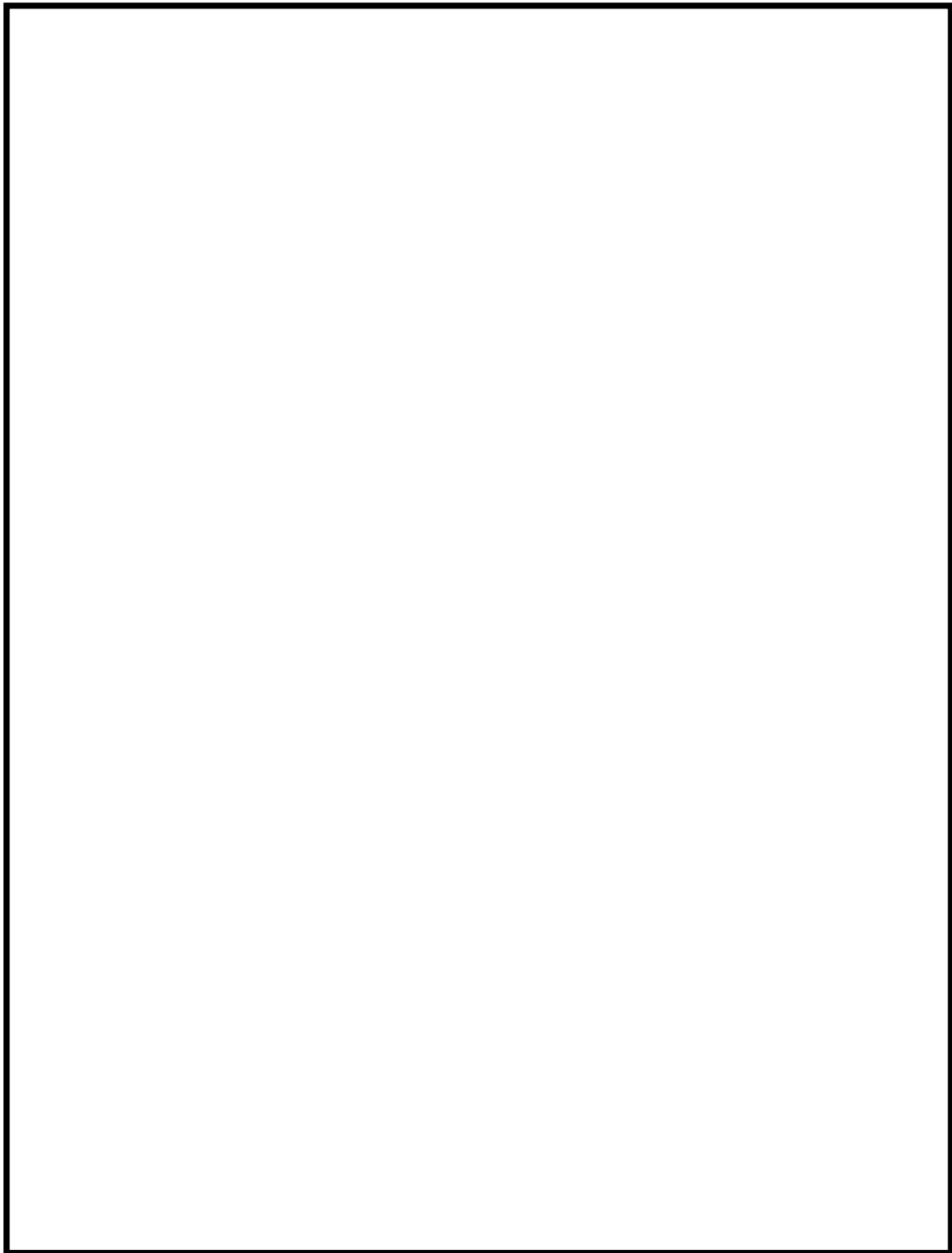
(4) 原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈

1次冷却材中に純水が注入され、反応度が添加される「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」は、出力運転時で制御棒クラスタの手動制御時には、原子炉出力及び1次冷却材温度が上昇し、原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

1次冷却材中に純水を注水する系統は、設定量を注水すると弁が自動停止されるが、補給水の制御盤の火災によって、設定値を超える純水が注水されると仮定し、本事象が発生すると評価する。

補給水の制御盤と、原子炉を停止・冷却する火災防護対象機器は3時間耐火壁により分離しており、補給水の制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

なお、原子炉起動時及び出力運転時で制御棒クラスタの自動制御時のほう素の異常な希釈では、運転員が異常状態を検知し、これを終結させるのに十分な時間があり、安全保護系、原子炉停止系は作動しない。



(5) 原子炉冷却材流量の部分喪失

2 台の 1 次冷却材ポンプの駆動電源が喪失し、炉心の冷却材流量が減少する「原子炉冷却材流量の部分喪失」は、原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

本事象は、「1. 1 (2) 原子炉冷却材流量の喪失」と同様に、1 次冷却材ポンプへ電源を供給する遮断器を設置している常用系補機開閉器室室（電気建屋）での火災によって 1 次冷却材ポンプの駆動電源が喪失すると仮定し、本事象が発生すると評価する。

常用系補機開閉器室（電気建屋）と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器を設置している原子炉建屋、原子炉補助建屋は、3 時間耐火壁によって分離しており、高圧電気室の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1 系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。



(6) 原子炉冷却材系の停止ループの誤起動

1次冷却材ポンプ1台停止状態での部分負荷運転中に、停止していた1次冷却材ポンプが誤起動する「原子炉冷却材系の停止ループの誤起動」は、原子炉が自動停止しない事象である。

また、1次冷却材ポンプを自動起動させる回路はないことから、本事象は、火災によって発生しないと評価する。

(7) 外部電源喪失

送電系統又は主発電設備の故障等により外部電源が喪失する「外部電源喪失」は、原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

主発電設備（発電機、変圧器）の火災によって外部電源が喪失すると仮定し、本事象が発生すると評価する。

発電機（タービン建屋）、変圧器（屋外）と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器を設置している原子炉建屋、原子炉補助建屋は、3時間耐火壁によって分離しており、発電機、変圧器の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

(8) 主給水流量喪失

主給水ポンプ、復水ポンプ、給水制御系の故障等により、すべての蒸気発生器への給水が停止する「主給水流量喪失」は、原子炉が自動停止し、補助給水ポンプが自動起動することで収束する事象である。

主給水ポンプ、復水ポンプには予備機を設け、蒸気発生器ごとに主給水制御系を設置することで、すべての蒸気発生器への給水が同時に停止することを防止しているが、火災によって、すべての主給水ポンプ、復水ポンプ、または給水制御系の制御盤が機能を失うと保守的に仮定し、本事象は発生すると評価する。

主給水ポンプ（タービン建屋）、復水ポンプ（タービン建屋）または給水制御系の制御盤と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器は、3時間耐火壁によって分離しており、主給水ポンプ等の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

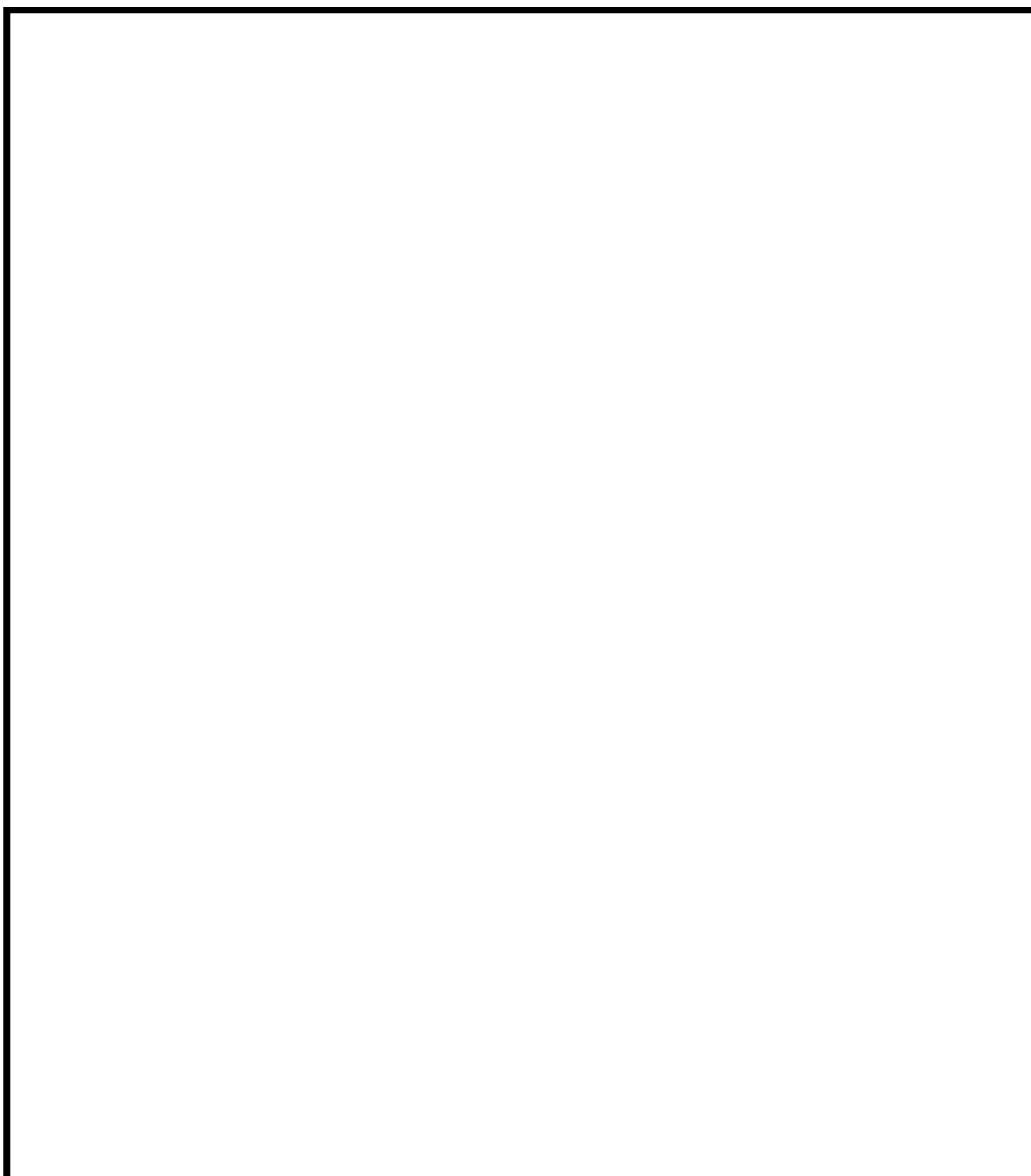
(9) 蒸気負荷の異常な増加

出力運転中に、タービンバイパス弁、蒸気加減弁、または主蒸気逃がし弁の誤開により主蒸気流量が増加する「蒸気負荷の異常な増加」は、安全保護系、原子炉停止系が作動しない事象である。

(10) 2次冷却系の異常な減圧

高温停止中にタービンバイパス弁等の2次系の弁が誤開し、1次冷却材の温度が低下する「2次冷却系の異常な減圧」は、非常用炉心冷却設備が作動することで収束する事象である。なお、事象収束後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

タービンバイパス弁（タービン建屋）等と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器は、3時間耐火壁によって分離しており、タービンバイパス弁、主蒸気逃がし弁等の制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の非常用炉心冷却設備に単一故障を仮定しても、他の系列の非常用炉心冷却設備により、原子炉を停止・冷却することができる。

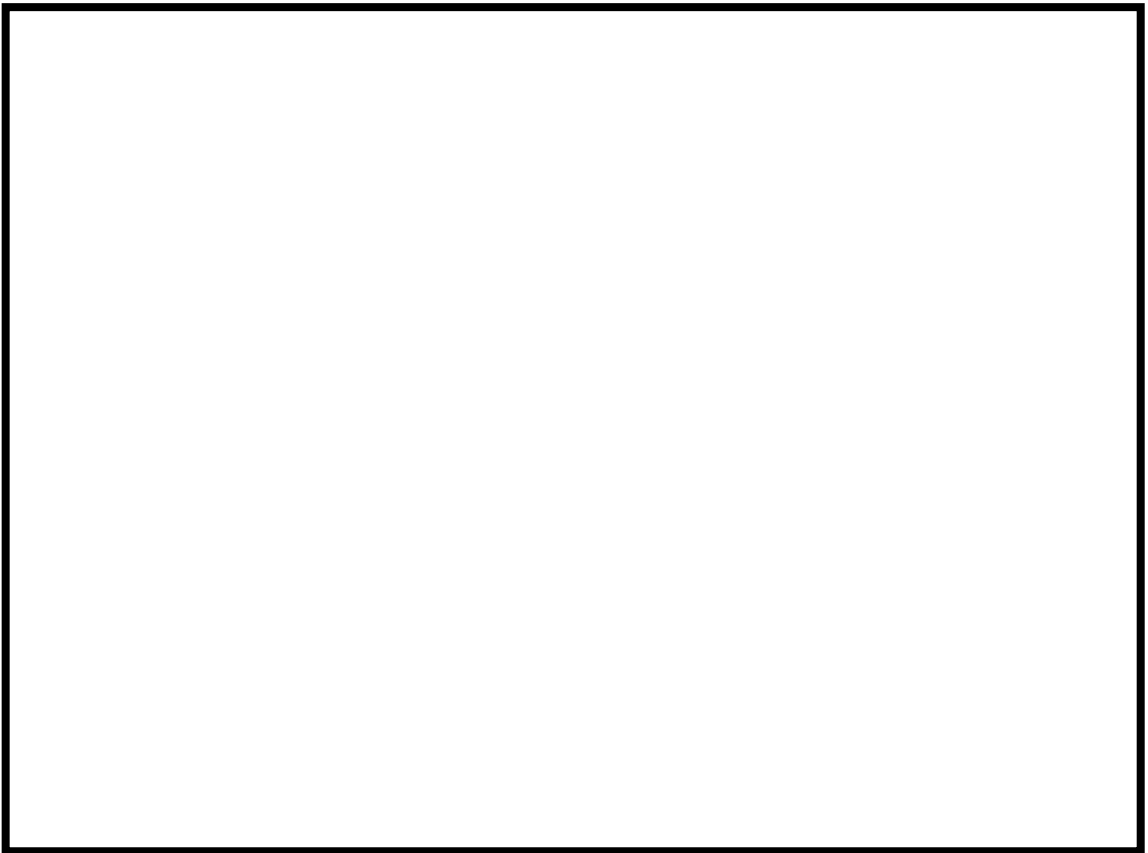


(11) 蒸気発生器への過剰給水

給水制御系の故障等により蒸気発生器への給水が過剰になり、1次冷却材の温度が低下し、反応度が添加される「蒸気発生器への過剰給水」は、原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

給水制御系の制御盤の火災によって、蒸気発生器への給水が過剰になると仮定し、本事象は発生すると評価する。

給水制御系の制御盤と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器は、3時間耐火壁によって分離しており、給水制御系の制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。



(12) 負荷の喪失

送電系統またはタービンの故障等により、タービンへの蒸気流量が急減し、原子炉圧力が上昇する「負荷の喪失」は、原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

タービンの火災によって、タービンが故障し、タービンへの蒸気流量が急減すると仮定し、本事象は発生すると評価する。

タービン（タービン建屋）と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器を設置している原子炉補助建屋は、3時間耐火壁によって分離しており、タービン火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

(13) 原子炉冷却材系の異常な減圧

加圧器逃がし弁1個の誤開放により原子炉圧力が低下する「原子炉冷却材系の異常な減圧」は、原子炉の自動停止により収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

加圧器逃がし弁の制御盤の火災によって、加圧器逃がし弁が誤開放すると仮定し、本事象は発生すると評価する。

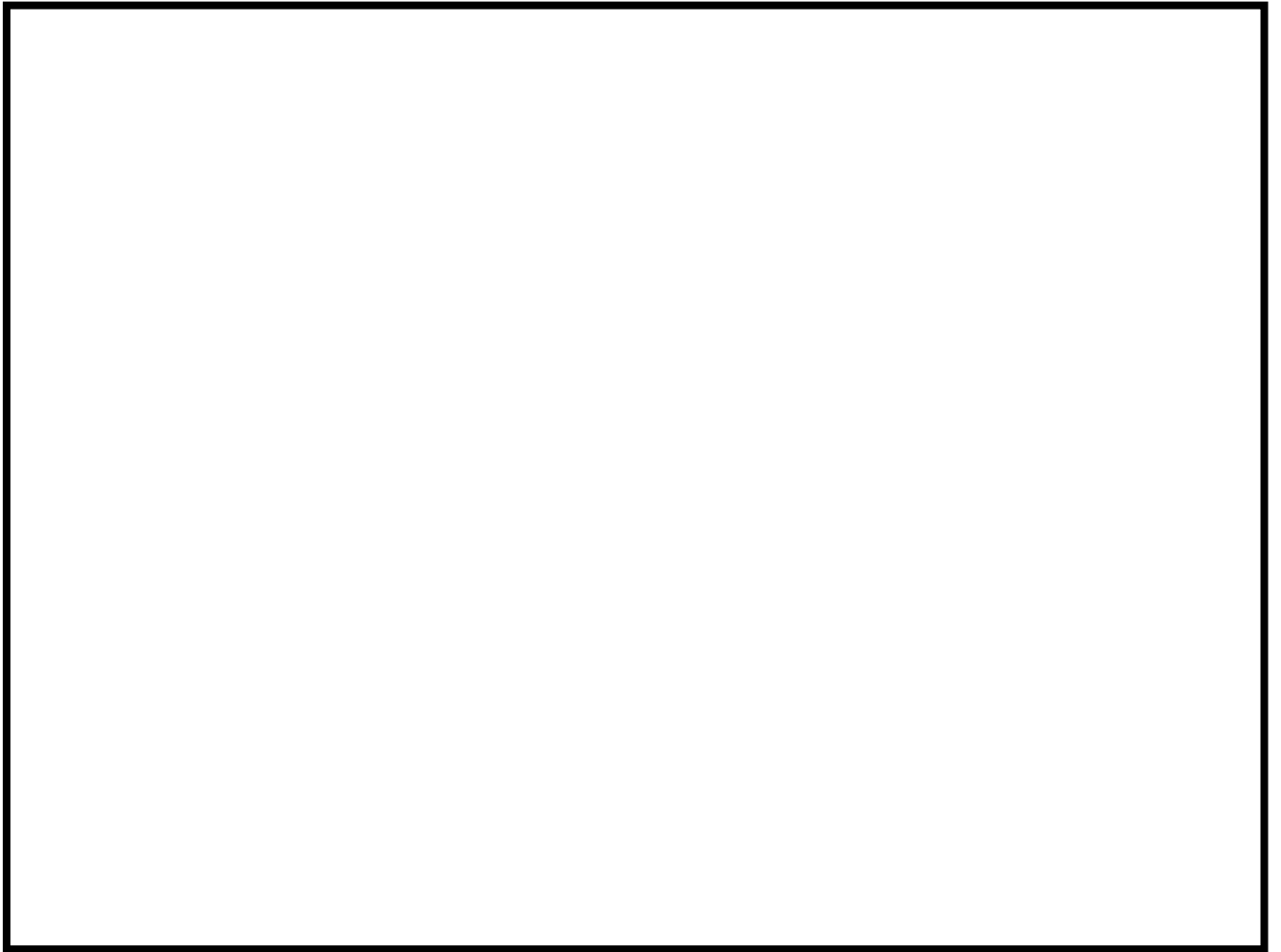
加圧器逃がし弁の制御盤と原子炉を停止・冷却する機能を有する火災防護対象機器は、3時間耐火壁によって分離しており、加圧器逃がし弁の制御盤の火災の影響は、火災防護対象機器に及ばない。火災防護対象機器は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止・冷却することができる。

(14) 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動

非常用炉心冷却設備作動信号は通常原子炉を自動停止させるが、非常用炉心冷却設備のうち高圧注入系の誤起動を想定する「出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動」は、原子炉の自動停止を伴わず非常用炉心冷却設備のうち高圧注入系のみが誤起動する場合でも、原子炉圧力低信号により原子炉が自動停止することで収束する事象である。なお、原子炉自動停止後は、補助給水系により崩壊熱を除去し、原子炉を冷却する。

高圧注入系を作動させる制御盤の火災によって、高圧注入系が誤起動すると仮定し、本事象は発生すると評価する。

高圧注入系を作動させる制御盤とは別に、原子炉を自動停止する制御盤、原子炉を冷却する制御盤があり、高圧注入系を作動させる制御盤の火災の影響は、原子炉を自動停止・冷却する制御盤に及ばない。原子炉停止系等は多重化しており、1系列の原子炉停止系等に単一故障を仮定しても、他の系列の原子炉停止系等により、原子炉を停止することができる。



格納容器内の火災防護について

泊発電所 3号機の格納容器内において、単一の内部火災が発生した場合においても、火災の発生防止、早期感知、確実な消火が可能となっている。以下に火災防護対策について整理した。

1. 格納容器内の火災防護対策

格納容器内は、以下の火災防護対策を実施する。

(1) 火災発生防止

油内包機器の油漏えい対策として1次冷却材ポンプの油回収装置を設置等するとともに、ケーブル・計装品に対しては難燃・不燃材料の使用、鋼製電線管への布設等により火災の発生防止、影響軽減対策としている。

①ケーブル

格納容器内の火災防護対象ケーブルは、全て鋼製電線管内に布設されており、核計装用ケーブルを除き、燃焼試験にて、自己消火性及び延焼性を確認した難燃性ケーブルを使用している。

②核計装用ケーブル

核計装用ケーブルについては、微弱電流・微弱パルスを扱っており、耐ノイズ性を確保するために、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを使用している。

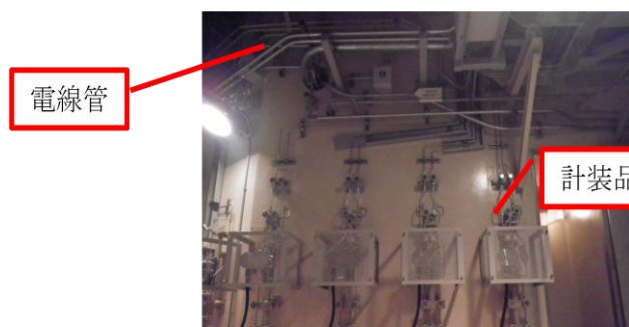
また、核計装ケーブルは、IEEE383 垂直トレイ試験の判定基準「1,800mm 以内」を満たせないことから、I～IVチャンネルを別々の専用電線管に収納するとともに、DFパテを施工した専用電線管に布設することで、最大でも約440mmの延焼に制限できるため、耐延焼性を有する（添付資料6-1-1）。



核計装電線管布設状況

③計装品他

格納容器内の他の火災防護対象機器である計装品などの主要構造材は、金属製である。

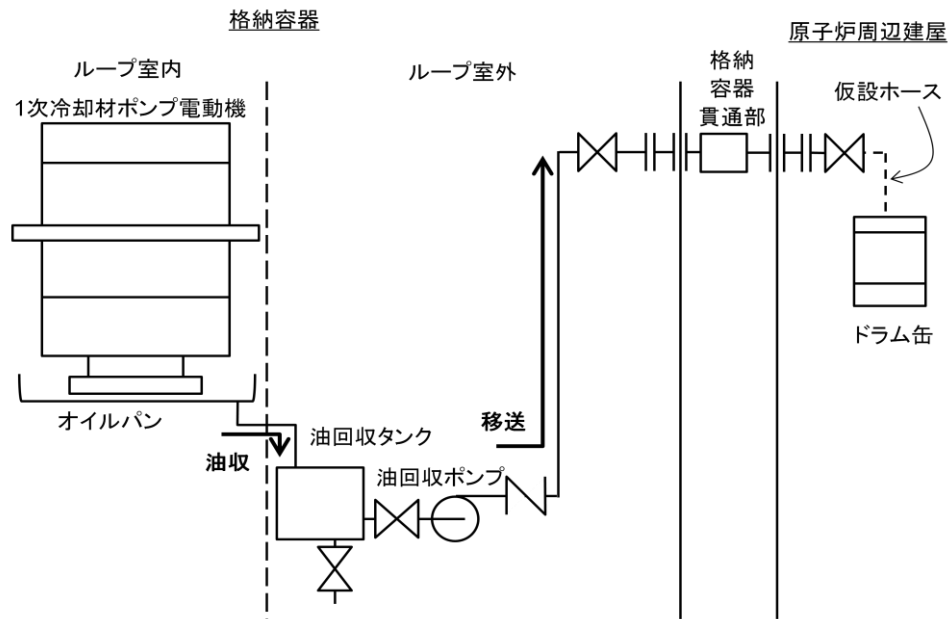


格納容器内計装品・ケーブル布設状況

④油内包機器

格納容器内の油内包機器（ポンプ等）は、漏えい防止対策として、シール構造を採用し、主要構造材は金属であることにより、火災発生防止対策を実施している。

また、1次冷却材ポンプ電動機は、万が一、潤滑油が漏洩した場合を想定し、油回収タンクを設置し、潤滑油が高温配管と接触することによる火災の発生を防止している。



1次冷却材ポンプ電動機油回収系統



【1次冷却材ポンプ電動機油回収タンク】

（電動機1台の全油量1.0m³を全量回収可能な容量1.5m³）

(2) 火災の感知

格納容器内の火災感知設備は、格納容器外と同様に設置しており、火災感知器を設

置する環境条件（周囲の温度、湿度、空気の流れ）を踏まえて設置している。

ループ室・加圧器室には放射能を含むほこり等により、誤動作することのない「熱感知器」を採用している。

既設の光電アナログ式スポット型煙感知器に加え、異なる原理の感知器として熱アナログ式スポット型熱感知器を追加設置することにより、1つずつ火災発生箇所を特定し、過去の状況を監視可能とすると共に、早期感知・誤動作防止としている。

(3) 消火設備

火災を早期消火するため、格納容器内に消火設備を設置している。

また、格納容器には格納容器内の火災の状態により、格納容器スプレーを使用した冷却・消火を行う。

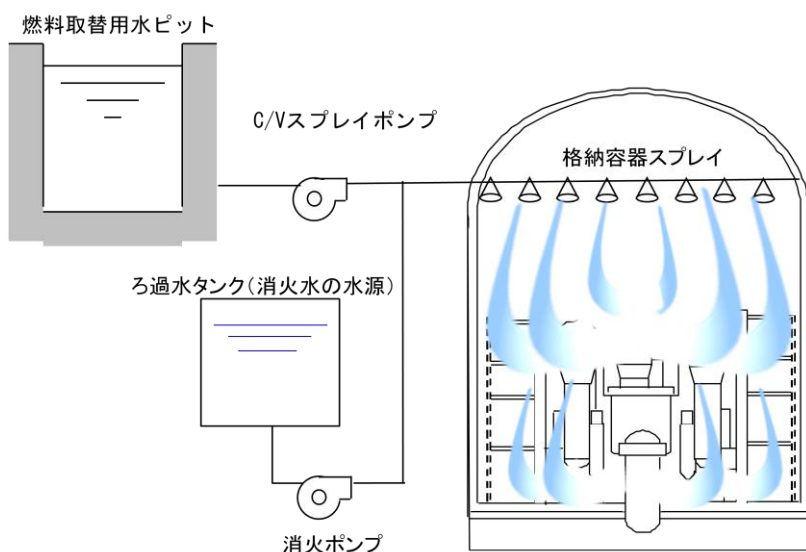
2. 格納容器内での消火活動

(1) 格納容器スプレーを用いた消火

発電課長（当直）は、火災により格納容器内の状態が把握できない場合、又は煙の発生状況、高温により初期消火要員による格納容器内の消火が困難と判断した場合には、格納容器スプレー設備を使用し、消火水を使用した格納容器スプレーによる冷却・消火を行う。これらの判断、運転操作については運転要領に定める。

①格納容器スプレーの火災への有効性

スプレーノズルから噴霧されたスプレー水は、ミスト状に散布されることから、格納容器全体に充満するように拡散され、冷却及び窒息効果による消火が可能と考える。



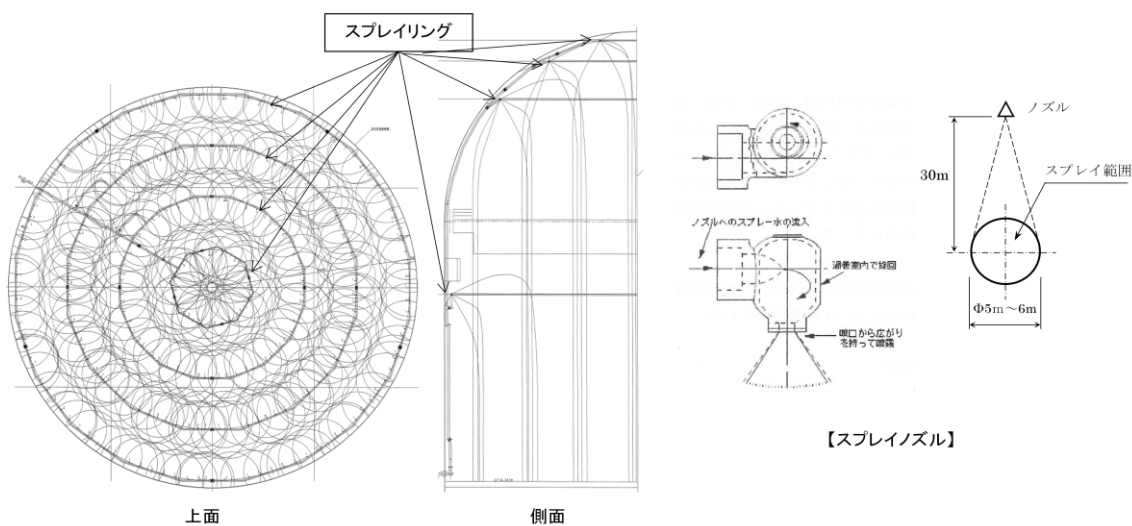
【格納容器スプレーの拡散イメージ】



【スプレー噴霧イメージ】

②格納容器スプレイの噴霧範囲について

格納容器スプレイ系統は、格納容器内に高さを変えて同心円状に4本のスプレイリングを設置し、角度を変えて設置されたスプレイノズルより格納容器全体を覆うように噴霧される。



【格納容器スプレイ噴霧範囲】



③格納容器スプレイの消火性能について

格納容器スプレイによる水噴霧により冷却・消火を行うが、これは、以下に述べる研究報告書の実験で使用するウォーターミスト消火設備と同等の能力（冷却・火災の熱による水蒸気による窒息効果）を有しており、特に水量については長時間の噴霧が可能となっていることから、ウォーターミスト消火設備と同等以上の消火能力を有していると考えられる。（下表参照）

| | ウォーターミスト消火設備 | 格納容器スプレイ |
|-----------|----------------------------|--|
| 流 量 | 3～4ℓ/min/m ² 以上 | 12.4ℓ/min/m ² |
| ザウター平均粒径※ | 約 150μm | 約 680μm |
| 水 量 | 約 20 分放射 | 1,700m ³ (燃料取替用水ピット保有水量) |

※ ザウター平均粒径

粒子の表面積の和と体積の和の比率から求める平均粒径をザウター平均粒径といい、蒸発や燃焼に合理的に関連付けられる平均粒径の求め方である。

$$D_s = \Sigma (n_i \cdot d_i^3) / \Sigma (n_i \cdot d_i^2)$$

D_s : ザウター平均粒径、 n_i : 粒子数、 d_i : 径

格納容器スプレイのザウター平均粒径はウォーターミストと同オーダーであり、スプレイ水には 200μm 以下（図 1 参照）のミスト状の噴霧水が多く含まれることから、ウォーターミスト消火設備と同様の格納容器スプレイにおいても同等の作用が期待でき、スプレイ水が直接当たらない箇所へも拡散し、冷却・消火ができることを以下の文献より確認することができた。

「ウォーターミストの消火機構と有効な適用方法に関する研究報告書 分冊 2」

（独法）消防研究所 より（添付資料 6-1-2）

➤ 6 章 ウォーターミストの粒子特性の測定

ウォーターミスト消火設備の消火性能を確認した研究報告資料。天井部から噴霧されたミストが、散水障害物の下部にも侵入することを確認。

➤ （参考資料）木材クリブ模型を用いた消火実験

（参考資料）n-ヘプタンを用いた消火実験

消防設備メーカーと消防研究所が協同で実施した消火実験。散水障害物の下部に設置した火災模型（木材クリブ、n-ヘプタン）をウォーターミスト消火設備で消火もしくは抑制されることを確認。

以上のことから、格納容器内で火災が発生した場合に格納容器スプレイを動作させることにより、格納容器内の消火を行うことができる。

(2) 初期消火要員による消火活動（消火要員の安全確保が前提）

①定検等のプラント停止時の対応

初期消火要員により、エアロックより格納容器内に進入し、建屋内火災と同様に消火器・消火栓を使用した消火活動を開始する。

②プラント運転中の対応

初期消火要員はエアロック前に到着後、発電課長（当直）に連絡し、推定される火災発生箇所、テレビカメラによる内部の炎、煙の発生状況、及び温度の情報を収集する。

初期消火要員は、耐熱服、空気呼吸器等を装着しエアロックより格納容器内の状況を確認し、消火活動が可能か判断を行う。消火可能と判断した場合は、消火器・消火栓を使用した消火活動を開始する。

(3) 運転中に格納容器内で火災が発生した場合の消火手順（夜間・休日の場合）

①発電課長（当直）は火災報知器あるいは通報により火災発生を確認した場合、警備本部、通報者（当番者）に通報する。また、格納容器内の消火栓供給元弁の「開」操作を行う。

②警備本部（副警備長）は、初期消火要員に活動指示を行う。

③通報者（当番者）は直ちに公設消防に通報する。

④初期消火要員（8名）は、3号機出入監視室に集合後、防火服、空気呼吸器等を装備し火災現場に移動する。（耐熱服を持参する）

⑤初期消火要員はエアロック到着後、発電課長（当直）に火災発生推定箇所、最新の格納容器内の状況（煙の発生、温度）を確認すると共に耐熱服、空気呼吸器を装着し、エアロック内扉^{*}を開とし空気を流入させ閉止後にエアロック外扉を開放し、エアロック内の雰囲気を確認する。著しい温度上昇がないか確認し、格納容器内への入域可否を判断する。（格納容器への入域判断は、添付資料6-1-3参照）

^{*} エアロック扉は内扉と外扉の2枚で構成され、同時に開放することができない構造となっており、内扉（格納容器側）は、エアロック外側（原子炉建屋側）から開放することが可能となっている。

⑥この間に発電課長（当直）は、中央制御室で格納容器内が著しい温度上昇傾向、煙の増加を確認した場合は、初期消火活動を中止すると共に格納容器スプレーによる消火に移行する。

⑦入域可能と判断した場合、現場指揮者、消火担当はエアロック内扉を徐々に開放し、格納容器内の状態を確認し、安全を確保しつつ火災現場に移動する。

⑧火災現場に到着後、直ちに消火器を使った消火活動を開始すると共に、消火栓が使用できる場合には放水準備を行う。

⑨消火器で消火できなかった場合は、消火栓での消火活動を開始する。

(4) アクセスルートの確認と到達時間測定の実施

消火活動の成立性を確認するため、初期消火要員の火災現場へのアクセスルートの確認、火災現場への到達時間の測定等を行った。(夜間・休日での活動を想定)

① 格納容器内火災現場への到達時間の測定

火災源として、エアロックから最も遠い油内包機器(格納容器冷却材ドレンポンプ)からの、漏えい油による火災想定においても15分以内に消火活動を開始できることを確認した。



格納容器冷却材ドレンポンプ

➤ 測定時間結果

| No. | 活動内容 | 経過時間(分) | | | | | | 備考 |
|-----|-----------------------------|---------|----|----|----|----|----|----------------|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| 1 | 発電課長(当直)消火活動指示 | | | | | | | 通報者に連絡 |
| 3 | 初期消火要員出動 3号機出入監視室に集合 | ■ | | | | | | |
| 4 | 初期消火要員 装備装着(防火服、空気呼吸器等) | | ■ | | | | | 火災箇所所周知 |
| 5 | 3号機格納容器エアロック前に到着 | | ■ | | | | | APD装着後管理区域入域 |
| 6 | エアロックより、格納容器内入室 | | | ■ | | | | 役割分担の確認 |
| 7 | 火災現場に到着、消火器による初期消火開始 | | | ■ | | | | 並行して屋内消火栓の準備開始 |
| 8 | 屋内消火栓による消火活動開始(消火器で消火失敗の場合) | | | | ■ | ■ | ■ | |

② 初期消火要員の、格納容器内火災現場へのアクセスルートを確認した。(添付資料6-1-4)

(5) 初期消火活動の成立性について

- 初期消火要員による消火活動の成立性について検証し、15分以内に消火活動を開始できることを確認した。
- 火災発生場所へのアクセスルートを確認した。
- 軸受けから漏えいした油は、オイルパン、堰に留まると共に周囲に可燃物は無いことから、局所的な火災の範囲に限定される。
- 格納容器内の容積(直径約40m、高さ約76m、自由体積 約66,000m³)が大きいこと、部屋等の区切られた空間になっていないこと、及び複数のアクセスルートがあることから、煙により消火活動を妨げられることは考えにくい。

以上のことから、格納容器内での小規模火災に対して消火活動は可能と考える。

3. 火災の影響軽減について

(1) 格納容器内の火災の影響軽減

格納容器内に施工する火災の影響軽減のための隔壁材料、消火設備には以下の制約がある。

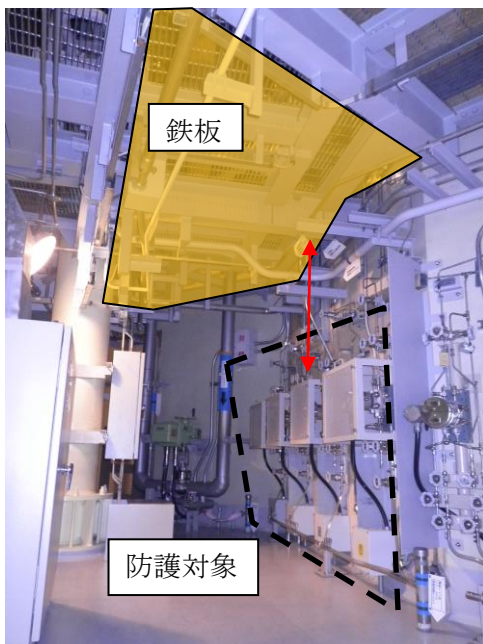
- ① 建屋内で使用する発泡性耐火被覆、断熱材の隔壁は、原子炉冷却材喪失時に破損し、再循環サンプを閉塞させるデブリ源（炉心冷却の阻害要因）となりえるため、設置できない。
- ② ガス消火設備のボンベは、事故時の格納容器環境（温度）で破裂し、他の機器を損傷させるおそれがある。また、事故時の格納容器環境（温度）で熱分解し、水素発生源にならない消火剤を選定する必要がある。

このため、格納容器内の火災の影響軽減は、「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」とは異なる表1に示す代替手段で行う。

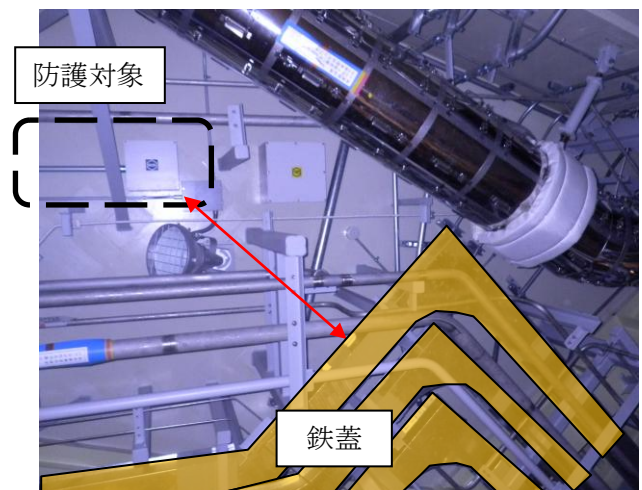
代替手段の基本方針は以下のとおり。

【離隔】

泊3号機の火災防護対象機器は、基本的に離隔して設置し、ケーブルは異なるルートで6m以上離して設置する。火災防護対象ケーブルは、全て電線管内に施工されており、かつ、そのほとんどがコンクリート壁・床内に埋設された電線管であり、延焼の恐れはない。しかしながら、火災防護対象ケーブルが入線している電線管のうち、埋設されていない露出部がケーブルトレイに6m以内に隣接している箇所は、間に1.5mm厚さ以上の鉄板を施工する、ないしは、ケーブルトレイ自体に鉄蓋を設置する。



例 加圧器水位伝送器
(上部グレーチングに鉄板設置
伝送器～上部トレイ 約5.2m 離隔)



例 加圧器水位・A蒸気発生器水位ケーブル
(隣接トレイに鉄蓋設置 電線管～トレイ 約1.6m 離隔)

なお、隣接ケーブルトレイに対する鉄製蓋の設置は、6 mの離隔を有しない範囲に限られることから、当該ケーブルに火災が発生したとしても、ウォータミスト消火設備と同等以上の消火性能を有し、冷却効果もある格納容器スプレイによって、消火、延焼防止は可能である。

【感 知】

格納容器に火災感知設備（煙感知器＋熱感知器）を設置する。

【消火】

格納容器スプレイにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。

【格納容器内の火災防護対象】

炉心の未臨界監視

- ・中性子源領域検出器アセンブリ

炉心のサブクール度監視

- ・1次冷却材温度高温側温度（広域）検出器
- ・1次冷却材温度低温側温度（広域）検出器
- ・1次冷却材圧力伝送器

1次冷却材系統のインベントリ監視

- ・加圧器水位伝送器
- ・加圧器圧力伝送器

2次系からの冷却状態の監視

- ・蒸気発生器水位（広域）伝送器
- ・蒸気発生器水位（狭域）伝送器

表 1 格納容器内の影響軽減対策

| 火災防護対象機器 | 影響軽減の考え方 | 影響軽減方法 |
|---------------------------------|---|--|
| 中性子源領域検出器アセンブリ (2チャンネル/原子炉) | 原子炉停止後、炉内の径方向出力に有意な偏差はなく、いずれのチャンネルでも、炉心の未臨界状態は確認できるため、検出器間を分離する。 | <p>【離隔】 2チャンネルは、原子炉容器を挟んだ対角に設置し、ケーブルは異なるルートで6m以上離して設置する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレイにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |
| 1次冷却材温度高温側温度(広域)検出器(1チャンネル/ループ) | 原子炉停止後、炉内の径方向出力偏差によるループ間の有意な温度差はなく、いずれのループでも、1次冷却材温度は確認できるため、検出器間を分離する。 | <p>【離隔】 温度検出器はループごとに設置し、ケーブルは異なるルートで6m以上離して設置する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレイにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |
| 1次冷却材温度低温側温度(広域)検出器(1チャンネル/ループ) | 原子炉停止後、炉内の径方向出力偏差によるループ間の有意な温度差はなく、いずれのループでも、1次冷却材温度は確認できるため、検出器間を分離する。 | <p>【離隔】 温度検出器はループごとに設置し、ケーブルは異なるルートで6m以上離して設置する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレイにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |
| 1次冷却材圧力伝送器(1チャンネル/A,Cループ) | ループ間に有意な圧力差はなく、いずれのループでも圧力は確認できるため、伝送器間を分離する。 | <p>【離隔】 圧力伝送器は、A,Cループにそれぞれ設置し、ケーブルは異なるルートで6m以上離して設置する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレイにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |

| 火災防護対象機器 | 影響軽減の考え方 | 影響軽減方法 |
|----------------------------------|--|--|
| 加圧器水位伝送器 (4チャンネル) | 加圧器水位は4チャンネルで計測しており、いずれのチャンネルでも水位は確認できるため、チャンネル間を分離する。 | <p>【離隔】 水位伝送器は、4チャンネル設置し、ケーブルは異なるルートで埋設電線管にて分離して設置する。6m以内に近接するトレイとは、グレーチング部に1.5mm以上の鉄板を施工することで分離する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレーにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |
| 加圧器圧力伝送器 (4チャンネル) | 加圧器圧力は4チャンネルで計測しており、いずれのチャンネルでも圧力は確認できるため、チャンネル間を分離する。 | <p>【離隔】 圧力伝送器は、4チャンネル設置し、ケーブルは異なるルートで埋設電線管にて分離して設置する。6m以内に近接するトレイに、鉄蓋を施工することで分離する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレーにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |
| 蒸気発生器水位(広域)伝送器 (1チャンネル/蒸気発生器) | 格納容器外に設置している蒸気発生器への給水機能は、格納容器内の火災の影響を受けない。格納容器内の火災によって、蒸気発生器間に有意な水位偏差は生じず、いずれの蒸気発生器でも水位は確認できるため、伝送器間は分離する。なお、蒸気発生器1基で冷却は可能である。 | <p>【離隔】 水位伝送器は、蒸気発生器ごとに設置し、ケーブルは異なるルートで6m以上離して設置する。6m以内に近接するトレイに、鉄蓋を施工することで分離する。(添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレーにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |

| 火災防護対象機器 | 影響軽減の考え方 | 影響軽減方法 |
|---|--|---|
| 蒸気発生器水位 (狭域) 伝送器 (4チャンネル/蒸 気発生器) | 格納容器外に設置している蒸気発生器への給水機能は、格納容器内の火災の影響を受けない。格納容器内の火災によって、蒸気発生器間に有意な水位偏差は生じず、いずれの蒸気発生器でも水位は確認できるため、伝送器間は分離する。なお、蒸気発生器1基で冷却は可能である。 | <p>【離隔】 水位伝送器は、蒸気発生器ごとに4チャンネル設置し、ケーブルは異なるルートで埋設電線管にて分離して設置する。6m以内に近接するトレイに、鉄蓋を施工することで分離する。添付資料6-1-5参照)</p> <p>【感知】 格納容器に火災感知設備(煙感知器+熱感知器)を設置する。</p> <p>【消火】 格納容器スプレイにて設置している。なお、各チャンネルが扱う信号は低電圧であり、過電流により発火しても、断線により自己消火する。</p> |

(2) 代替手段の同等性

上記(1)で述べた影響軽減対策は、「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」(以下、「審査基準」という。)とは異なる代替手段であるため、審査基準の方法によって達成される安全性と同等の安全性が確保されることを確認する。

審査基準は、互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの延焼を防止するための方法を定めているため、火災防護対象機器の機能が要求される火災発生直後の短時間は、火災防護対象機器及びケーブルの延焼が防止できることを説明する。また、その後は火災防護対象機器が機能を失っても、原子炉の高温停止、低温停止に影響がないことを説明する。

火災発生防止対策の実施状況から、格納容器内では以下の機器の火災を想定する。

- ・ ケーブル
- ・ 電源盤
- ・ 油内包機器

なお、格納容器内の火災によって発生しえる外乱は、以下のとおり、原子炉が停止することで収束し、外乱に対処するための運転操作はない。

| 外乱 | 火災の影響 | プラント収束の手段 |
|-----------------|-------------|------------|
| 原子炉冷却材流量の(部分)喪失 | 1次冷却材ポンプの停止 | 原子炉の自動停止 |
| 原子炉冷却材系の異常な減圧 | 加圧器逃し弁の誤開 | 原子炉の自動停止 |
| 原子炉自動停止 | 制御棒の落下 | (原子炉の自動停止) |

a. 火災発生直後～高温停止達成まで

格納容器内で火災が発生し、煙感知器やテレビカメラ等により火災発生の状況を確認すれば、原子炉を手動停止する。また、格納容器内の火災によって外乱が発生したとしても、原子炉は自動停止し、高温停止状態となる。

また、格納容器内の火災防護対象機器、ケーブルは添付資料6-1-5に示すとおり、6m以上離れているか、コンクリート床・壁内の埋め込み電線管に施工されている。このため一方の火災防護対象機器、ケーブルで火災が発生しても、直ちに他方の火災防護対象機器、ケーブルが延焼する(機能を失う)ことはない。また、火災防護対象機器、ケーブルの間のケーブルトレイがあるが、このケーブルは難燃性の試験(耐延焼性の試験: 垂直に設置したケーブルをバーナーで20分炙ったときの焼損長さは

1800mm以下) に合格しており、ケーブルトレイの火災を想定しても、火災防護対象機器、ケーブルが延焼する（機能を失う）までに、原子炉を高温停止にすることはできる。

表2 原子炉停止操作タイムチャート

| 主要項目 | 0分 | 10分 |
|---|----|-----|
| 原子炉トリップ（自動または手動） ・中性子源領域中性子束による未臨界の確認 | ■ | |
| 蒸気発生器による冷却の確認 ・蒸気発生器水位による冷却の確認 ・主蒸気圧力による冷却の確認 | | ■ |
| 加圧器圧力・水位の整定 ・1次冷却材圧力によるインベントリ、圧力の確認 | | ■ |
| モード3 高温停止確認 | | ■ |
| モード3 高温停止状態維持 | | ■ |

※各項目の確認時間は、めやす時間を示す。

b. 高温停止達成後

格納容器内での火災発生を認識し、原子炉停止操作を開始した後、火災防護対象機器の機能がすべて失われたと仮定し、原子炉の高温停止、低温停止・維持に影響がないことを説明する。

ここでは、安全余裕も示すために、格納容器内の動的機器がすべて火災の影響で運転を停止し、かつ、格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなる等の設計基準事象を超える仮定をする。

(a) 検討条件

- ・火災は格納容器内全域で発生するとし、格納容器外の機器は火災の影響を受けない。
- ・格納容器内の動的機器（ポンプ）は停止し、格納容器内の弁は遠隔操作不能（ただし、フェイル動作）とする。
- ・弁のシート漏れの発生は想定するが、1次系圧力を低下させるようなバウンダリ機能の

喪失は起こらず、1次系は飽和状態を維持する。

- ・火災防護対象機器（監視設備）の機能（監視機能）が失われた状態で、原子炉を高温停止状態で維持できるかを検討する。
- ・高温停止状態に維持している間に消火を行い、消火後、計器復旧、格納容器内の電動弁の手動操作等を行い、低温停止に移行させる。

(b) 検討結果

格納容器内の火災防護対象機器（監視設備）の機能が失われた状態であっても、表3に示す手段により、プラントを高温停止に維持することはできる。なお、表3には、火災発生直後の原子炉停止・高温停止達成手段をあわせて示す。

高温停止状態で安定させている間に、消火、計器復旧、格納容器内の弁の手動操作（余熱除去システムの入口弁開放、蓄圧タンク出口弁閉止）等を行い、格納容器外に設置している余熱除去ポンプ等を使用して、原子炉を低温停止に移行させることができる。

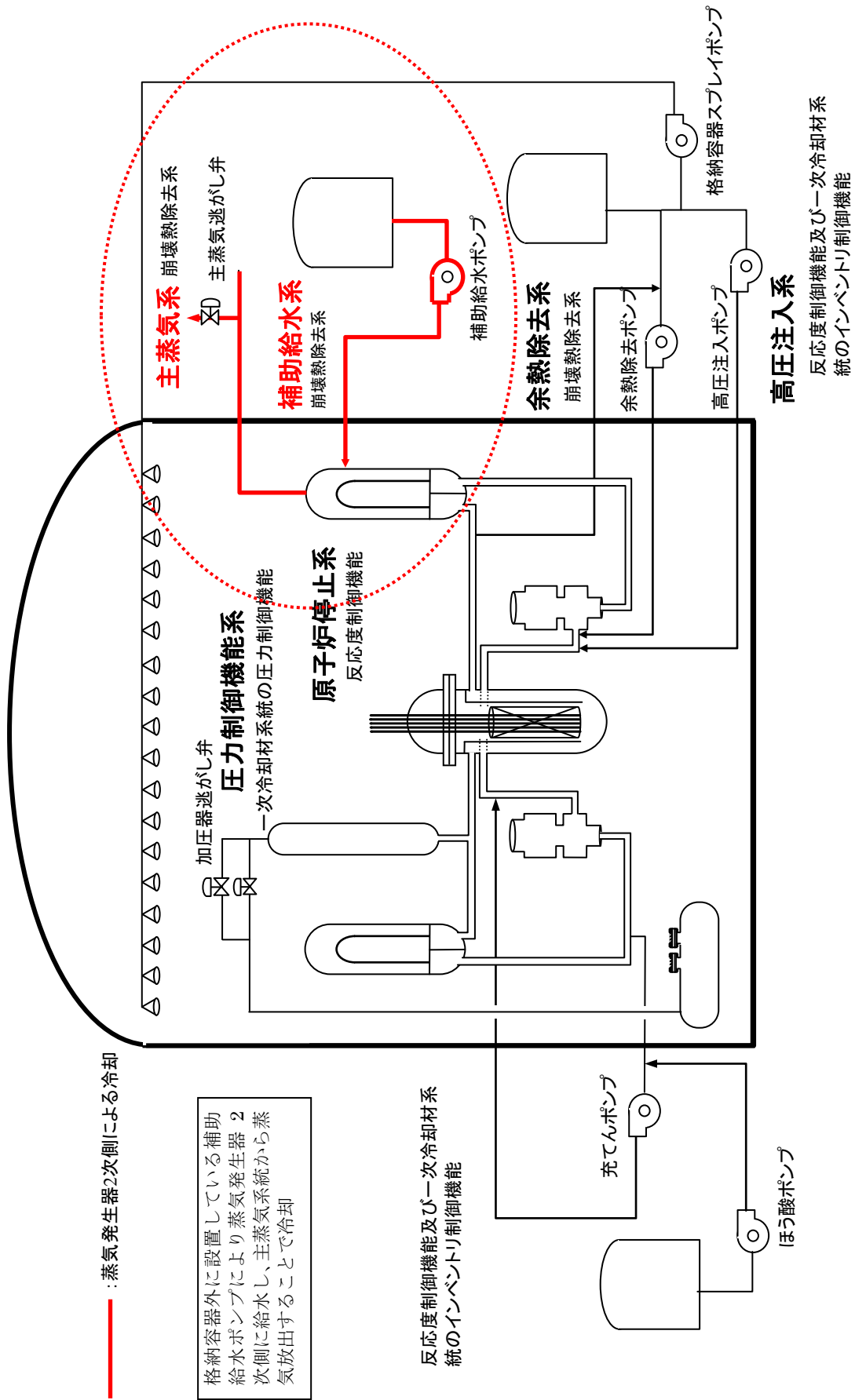
(3) まとめ

以上のとおり、格納容器内の火災防護対象機器は、審査基準と異なる代替手段で火災の影響を軽減し、審査基準の方法によって達成される安全性と同等の安全性を確保する。

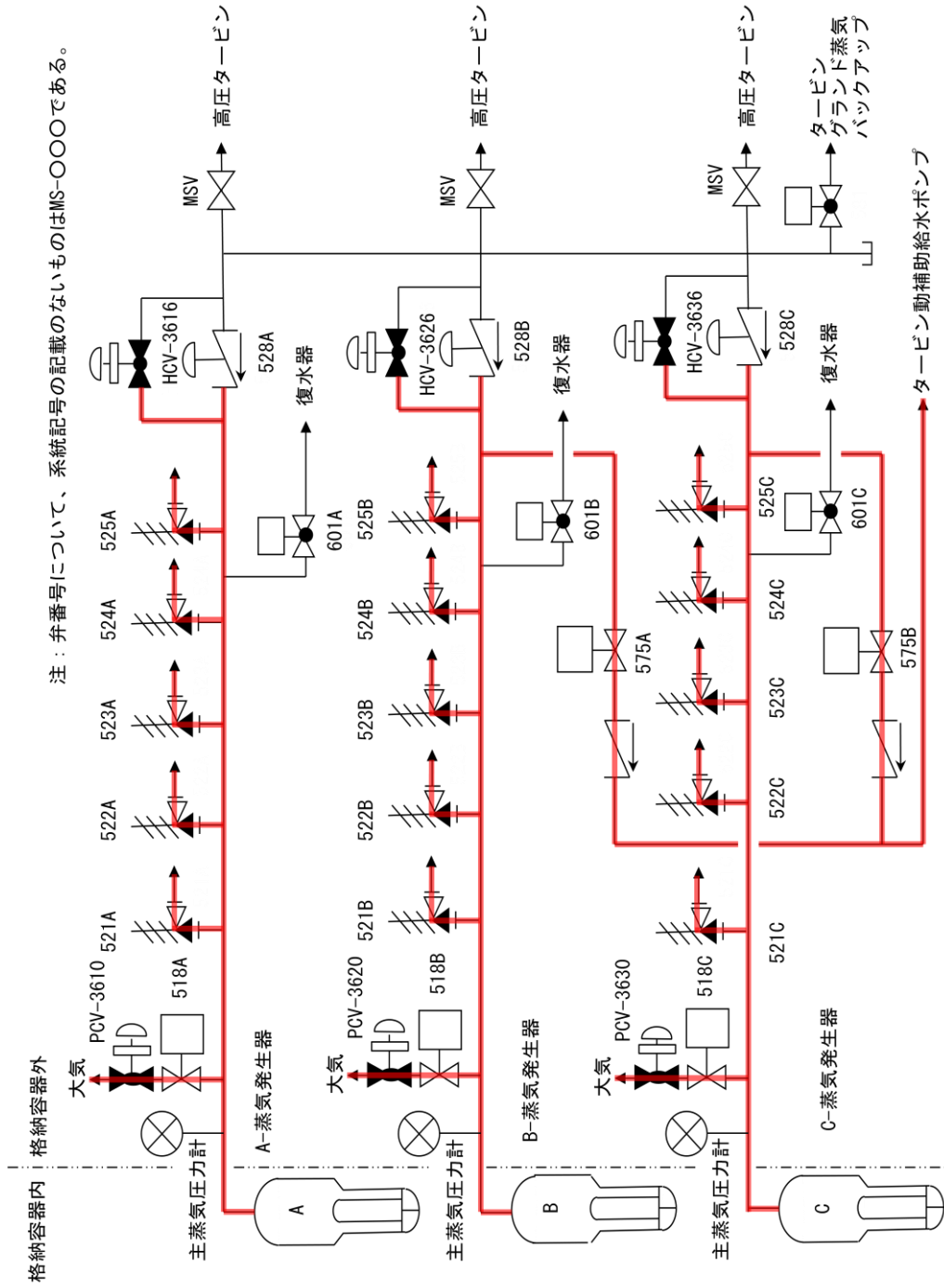
以上

表3 格納容器外からの原子炉停止・冷却手段

| 機能 | 手段 |
|-------------------------|--|
| 原子炉停止（未臨界維持） | <p>制御棒挿入手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉トリップコイルの電源が火災によって喪失すると、制御棒は落下し、原子炉は自動停止。 格納容器外に設置している原子炉トリップ遮断器を開放することによっても、制御棒は挿入可能。 |
| | <p>未臨界状態の確認手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 中性子束検出器（火災発生後、短時間は機能維持）[中性子束低下の確認] 格納容器外の主蒸気圧力 [1次系が過冷却されていないことの代替確認]、抽出流量、充てん流量、体積制御タンクの水位 [1次系が希釈されていないことの代替確認] |
| 冷却（高温停止維持） | <p>冷却手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器外に設置している補助給水ポンプが自動起動して蒸気発生器2次側に給水し、主蒸気逃がし弁（自動制御）から蒸気放出。 補助給水ポンプの手動起動、主蒸気逃がし弁の手動操作、主蒸気安全弁によっても、冷却可能 |
| | <p>冷却状態の確認手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 1次冷却材温度検出器（火災発生後、短時間は機能維持）[温度低下の確認] 格納容器外の主蒸気圧力 [1次冷却材温度（低温側）の飽和圧力で温度維持を代替確認] |
| 1次冷却材システムのインベントリ確保、圧力維持 | <p>インベントリ、圧力の保持手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 1次冷却材システムからの抽出系、充てん系等は、フェイルセーフ動作し、インベントリ、圧力は保持される。 格納容器外の弁操作によっても、インベントリ、圧力の保持は可能。 |
| | <p>インベントリの確認手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 加圧器水位検出器（火災発生後、短時間は機能維持）[インベントリを確認] 格納容器外の充てん流量、体積制御タンク水位等 [インベントリを代替確認] |
| | <p>圧力の確認手段</p> <ul style="list-style-type: none"> 加圧器圧力検出器（火災発生後、短時間は機能維持）[圧力維持を確認] 代替確認するインベントリ、加圧器逃がし弁（フェイル閉止）、加圧器ヒータ（フェイル不動作）[圧力変化させる機器の作動状態から圧力維持を代替確認] |



格納容器廻り概略図



注：弁番号について、系統記号の記載のないものはMS-○○○○である。

(主蒸気系統 概略図)

添付資料 6-1-1 : 核計装用ケーブルの延焼防止性について

添付資料 6-1-2 : ウォーターミストの消火機構と有効な適用方法に関する研究報告書
(抜粋)

添付資料 6-1-3 : 消火活動のための格納容器内への入域判断について

添付資料 6-1-4 : 格納容器内へのアクセスルートの確認

添付資料 6-1-5 : 格納容器内の火災防護対象ケーブルルート図

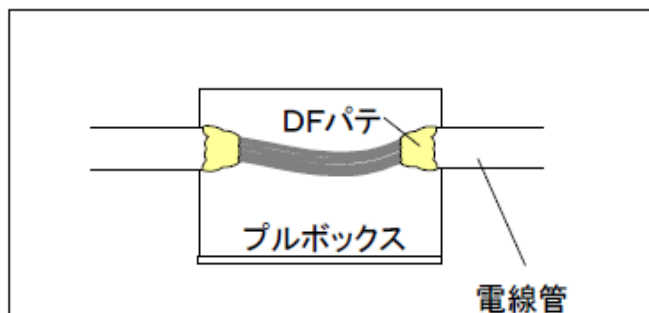
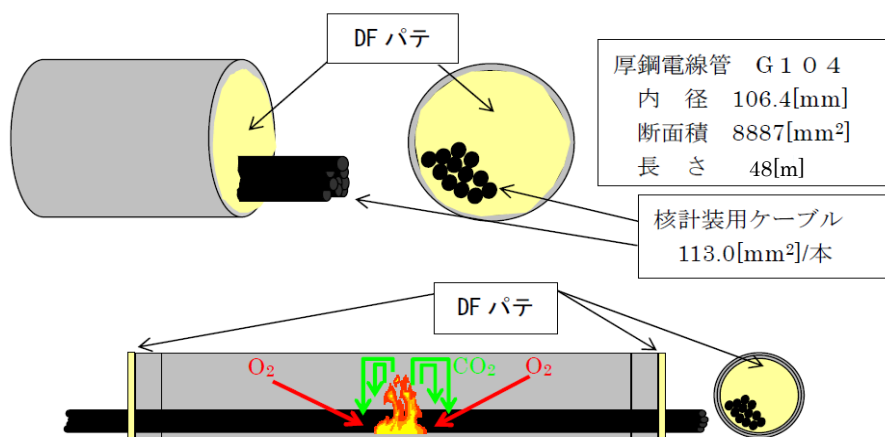
核計装用ケーブルの延焼防止性について

1. 酸素不足による燃焼継続の防止

核計装用ケーブルは、電線管両端に DF パテを施工することで延焼防止を図っている。電線管内のケーブルに、火災が発生した場合、外気から容易に酸素の供給できない閉塞した状態であるため、電線管内の酸素のみでは燃焼が維持できず、ケーブルの延焼は継続できない。

ここで、核計装用ケーブル 1 m あたりを完全燃焼させるために必要な空気量は約 1 m^3 であり、この 1 m^3 が存在する電線管長さが約 110 m であることを考慮すると、格納容器内で最大長さが約 48 m である電線管は、約 440 mm だけ燃焼した後は酸素不足となり、延焼継続は起こらないと判断される。

また、プルボックス内の火災についても、プルボックスの材料が鋼製であり、耐火性の DF パテにより電線管への延焼を防止が図られていることから、ケーブルの延焼はプルボックス内から拡大しないと判断される。



2. DFパテについて

DFパテは耐火性能を有しており、常温では硬化しにくく、亀裂等を起こさず、長時間にわたり適度な軟らかさを維持し、以下の特性を有するものである。

(1) 主成分

炭素成型剤、発泡剤、難燃性脱水剤、鉱油系バイнда、無機質充てん剤、難燃性補強繊維他

(2) 熱伝導率

0.47 W/m・K

(参考) 耐火ボード用 (ケイ酸カルシウム) 0.13 W/m・K

(3) シール性

DFパテは、常温では硬化しにくく、長時間にわたり適度な軟らかさが確保される性質であり、また、火災の影響を受けると加熱発泡により膨張すること、また、DFパテ施工は、以下のとおり実施することから、DFパテは、シール性を有している。

なお、電線管内において火災が発生した場合には、電線管内の温度が上昇するため、電線管内の圧力が電線管外より若干高くなり、電線外から燃焼が計装できる酸素の流入はないと考えられる。

3. 核計装用ケーブル燃焼に必要な空気量について

(1) 核計装用ケーブルにおけるポリエチレン

核計装用ケーブルの材料のうち燃焼するものはポリエチレンであり、核計装用ケーブル各部におけるポリエチレンの量を下記より、1 mあたり 87g である。

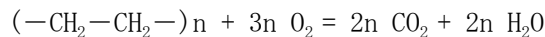
絶縁体 : (架橋) ポリエチレン 38 g / m

内部シース : (架橋) ポリエチレン 16 g / m

外部シース : (架橋) ポリエチレン 33 g / m

(2) 燃焼に必要な空気量

ポリエチレンの燃焼は以下の式で示され、エチレン 1 mol の燃焼には $3n$ mol の酸素が必要である。(分子量 : エチレン : $28n$ (n は重合数)、酸素 : 32)



ポリエチレン 1 g ($1/28n$ mol) に必要な酸素 ($3n/28n$ mol) を含む空気の体積は、標準状態での 1 mol の体積を 0.0224m^3 とすると、以下より 0.0024m^3 である。

$$\frac{1}{28n} [\text{mol}] \times 3n \times 0.0224 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{mol}} \right] = 0.0024 [\text{m}^3]$$

空気中の酸素濃度を 21% とすると、ポリエチレン 1g に必要な空気量は、以下により 0.0114m^3 である。

$$0.0024 [\text{m}^3] \times \frac{100}{21} = 0.0114 [\text{m}^3]$$

核計装用ケーブル 1 m あたりのポリエチレンの重量は 87 g であるから、核計装用ケーブル 1m の燃焼に必要な空気の体積は、以下より約 1 m^3 となる。

$$0.0114 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right] \times 87 [\text{g}] = 0.9918 [\text{m}^3]$$

(3) 1m^3 の空気を有する電線管長

核計装用 内径 106.4mm の電線管において、 1m^3 の空気を有する電線管の長さは、約 110m となる。

$$L = \frac{1 [\text{m}^3]}{\left(\frac{106.4 \times 10^{-3}}{2} \right)^2 \times \pi [\text{m}^2]} = 112.47 [\text{m}]$$

消防研究所研究資料第60号

ウォーターミストの消火機構と有効な適用方法
に関する研究報告書 分冊 2

— 小中規模閉空間におけるウォーターミストの消火性能 —

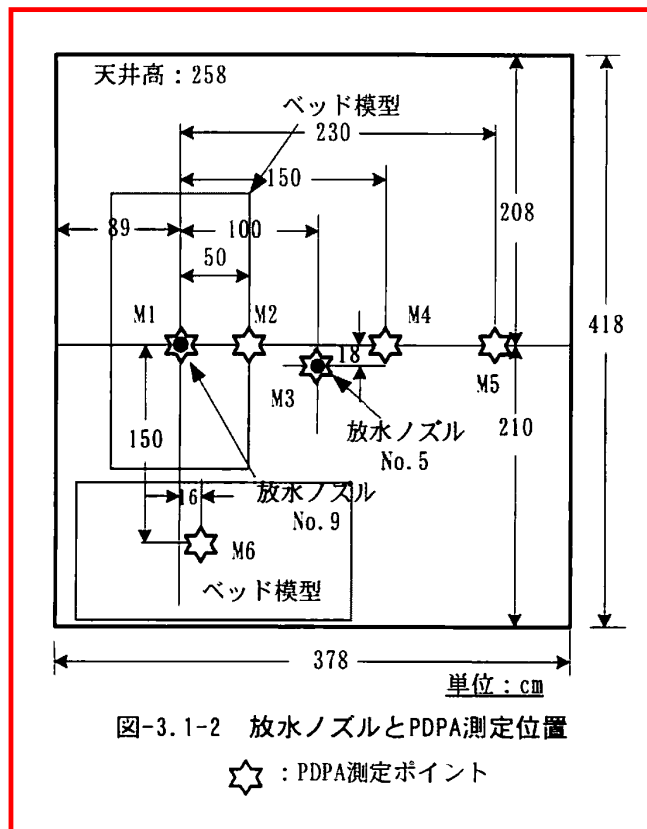
(抜粋)

平成 15 年 3 月

独立行政法人 消防研究所

表-3.1-1 レンズ焦点距離の組合せとビーム間隔の組合せによる粒子測定範囲
(単位：μm)

| トランスミッターレンズ 焦点距離 (mm) | レーザービーム 間隔 (mm) | レシーバレンズ 焦点距離 (mm) | | |
|--------------------------|--------------------|-------------------|--------------|---------------|
| | | 300 | 500 | 1000 |
| 500 | 10 | 2.1 ~ 612 | 3.6 ~ 1019.7 | 7.1 ~ 2040.3 |
| | 20 | 1.1 ~ 306 | 1.8 ~ 510.3 | 3.6 ~ 1019.7 |
| | 40 | 0.5 ~ 153 | 0.9 ~ 254.7 | 1.8 ~ 510.3 |
| 1000 | 10 | 4.3 ~ 1224 | 7.1 ~ 2040.3 | 14.3 ~ 4079.7 |
| | 20 | 2.1 ~ 612 | 3.6 ~ 1019.7 | 7.1 ~ 2040.3 |
| | 40 | 1.1 ~ 306 | 1.8 ~ 510.3 | 3.6 ~ 1019.7 |



●で示される放水ノズルから☆で示されるベッド模型下部の「測定ポイント」でミストが進入していることを確認する試験。

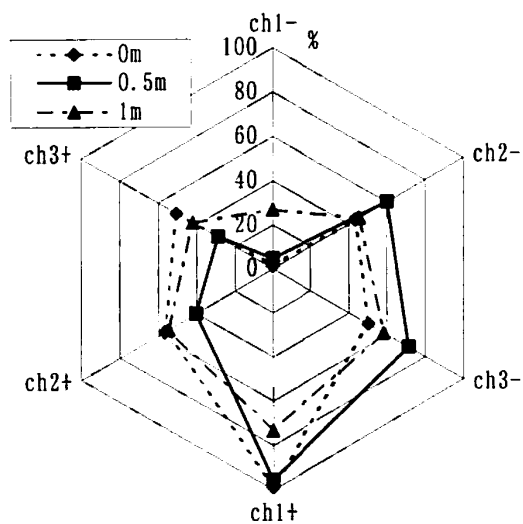
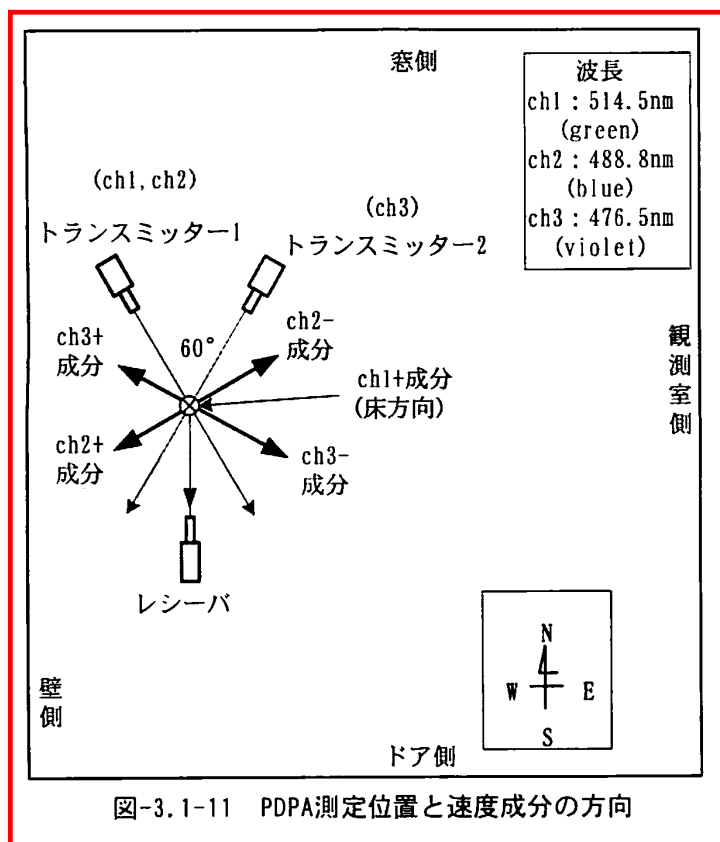
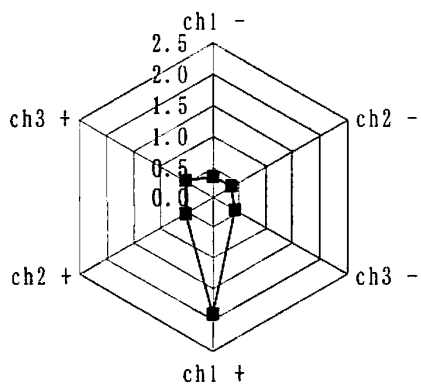
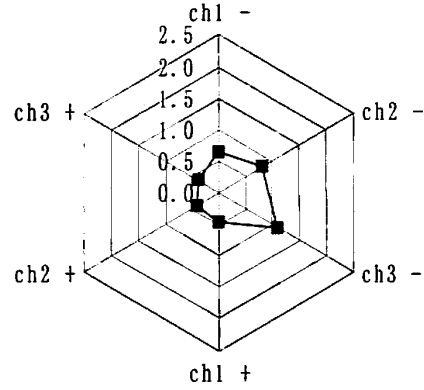


図-3.1-12 ノズル真下からの距離における各方向への粒子の移動比率

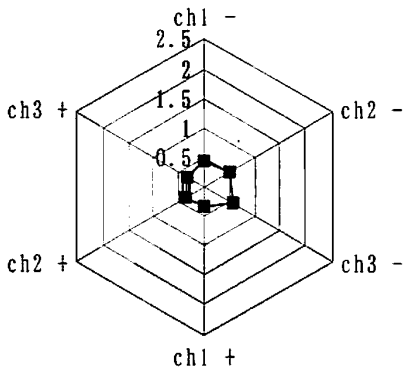
前項の☆で示されるベッド模型下部の「測定ポイント」でのミストの測定方法



(a) ベッド模型：無，仮設床：無



(b) ベッド模型：有，仮設床：有



(c) ベッド模型：無，仮設床：有

ベッド模型下部の「測定ポイント」でのミストの測定結果。

図-3.1-18 ノズル真下におけるベッド模型、仮設床の有無による各方向へのミストの粒子速度

参考資料.2 木材クリブ模型を用いた消火実験

2.1 目的

これまでの国内のウォーターミストに関する研究は、出発点がガス代替品の需要ということもあり、ガス代替を意識したものが多く、一般火災を対象としたものはあまり見られない。そこで、燃焼の再現性の高い木材クリブ模型を用いて、ウォーターミストの特徴を調べるために、散水障害の有無の影響、火源位置と放水ノズルの位置の影響、放水圧力あるいは放水量の違いによる影響、室内容積の違いによる影響等について実験的に検討した。

2.2 実験方法

1) 実験室

実験室は、図-A.2-1 に示すような、ビジネスホテルの客室程度の規模を想定した閉空間で行った。壁の一枚所が移動することで、実験室容積を変更することができるようになっている。

図中に実験室の大きさ及び木材クリブ模型位置、放水ノズル位置等を示す。図表等では床面積が 2.7m×3.6m の小容積の場合を「S」で、床面積が 2.7m×7.2m の大容積の場合を「L」で示す。

2) ノズル

実験には、感熱部にガラスバルブを用いた閉鎖型ノズルを用いた。ガラスバルブの標示温度は 68(℃)、RTI (応答時間指数) は 23(参考資料-1 の試験結果) である。

ノズルには放水チップが 4 個取り付けられており、放水圧力 10 (MPa) 時に標準的なスプリンクラーヘッドの 1/10 の水量である、8(L/min) の放水量が得られる。本報告書中で標準的なノズルとして使用している 8L 型である。

また放水量の違いによる影響を調べるため、10 (MPa) の放水圧力時に 12(L/min) の放水量が得られる 12L 型ノズルも用いた。

図-A.2-2~3 に 8L 型ノズル、12L 型ノズルを示す。

3) 燃焼材

木材クリブ模型は燃焼の再現性が高く、消火器の検定でも使用されている標準的な火災模型である。今回の実験では、図-A.2-4 に示す住宅用スプリンクラー設備の鑑定細則に示されている木材クリブ模型を用いた。

各木材の乾燥条件を揃えるため、温度 40℃、湿度 20%に保った恒温室に 24 時間以上放置した。実験時の平均含水率は 5.6%となった。住宅用スプリンクラー設備の鑑定細則で定められている含水率は、10～15%なので、より燃焼しやすいと考えられ、消火実験としては厳しい条件である。着火源用の火皿はφ120mm で、n-ヘプタン 50mL と水を入れた。

サイズ : 35×30×900mm
本数 : 6 段積み 58 本
平均含水率 : 5.6%
火災荷重 : 20.4～22.1kg/m²

4) 散水障害

物陰の火災も消えることを確認するために、図-A.2-5 に示すように木材クリブ模型の一部が隠れるように散水障害を設けた。散水障害の高さは 2 段ベッドの上段程度で、大きさもベッドサイズ程度である。従って、図表等で使用する記号は「B」とした。

5) 測定項目

測定は、木材クリブ模型重量変化(ロードセル)、木材クリブ温度(熱電対)、放水圧力(圧力トランスミッタ)、天井温度(熱電対)について行った。

また、グラスバルブ作動時間や放水時間、消火に要した時間は、ストップウォッチで測定した。

6) 実験手順

助燃剤に点火後、グラスバルブが作動したら、直ちに手動操作にて弁を開くことで、放水を開始した。放水時間は 20 分を基本とし、放水停止後、実験室の扉を直ちに開け、燃焼状態を確認した。グラスバルブの作動信号は、予め加圧していたグラスバルブの圧力降下で読み取るようにした。

実験で使用した「8L型」ノズルの粒径分布は、格納容器スプレイの水滴粒径と同様に200 μ m以下の水滴が多く分布する。

6章より抜粋

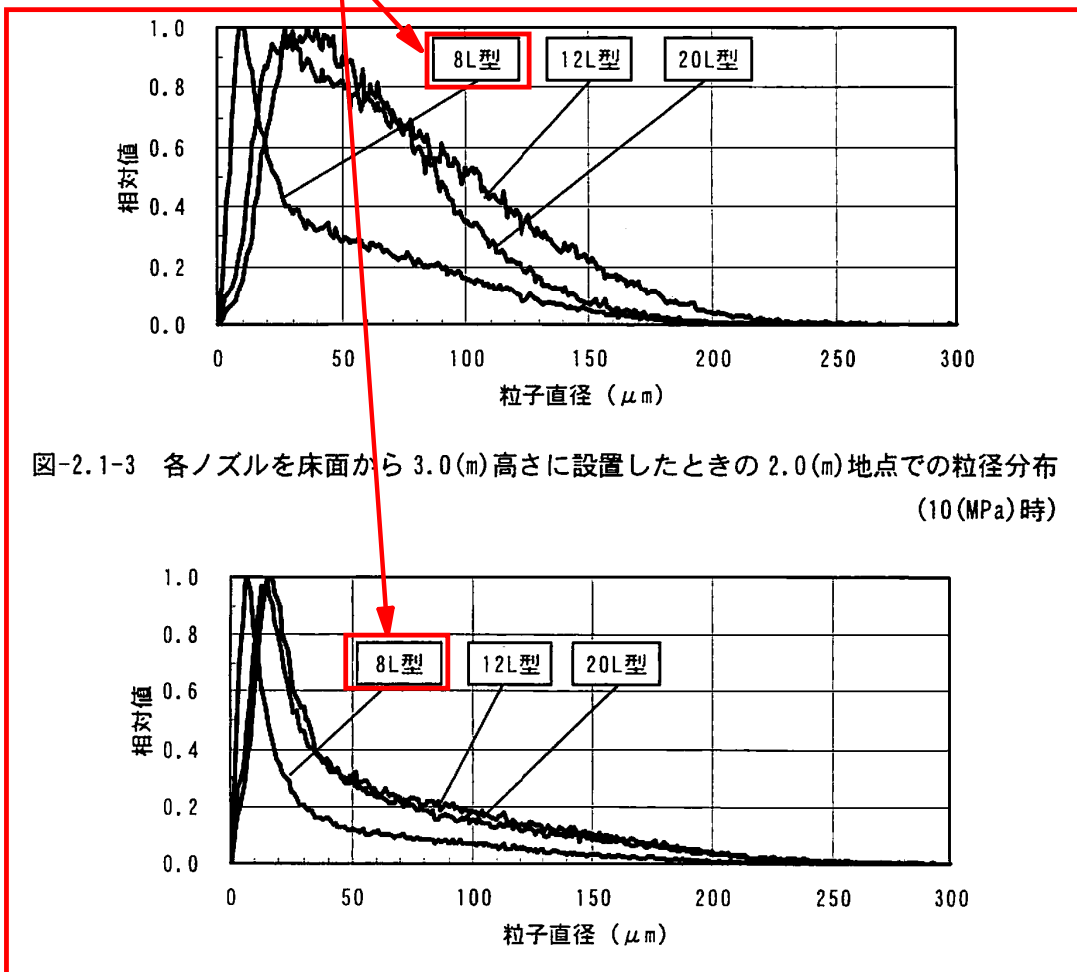


図-2.1-3 各ノズルを床面から3.0(m)高さに設置したときの2.0(m)地点での粒径分布 (10(MPa)時)

図-2.1-4 各ノズルを床面から3.0(m)高さに設置したときの0.5(m)地点での粒径分布 (10(MPa)時)



図-2.1-5 8L型ノズル

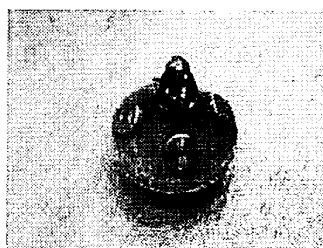


図-2.1-6 12L型ノズル

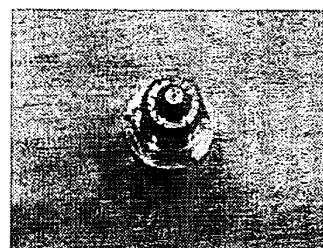


図-2.1-7 20L型ノズル

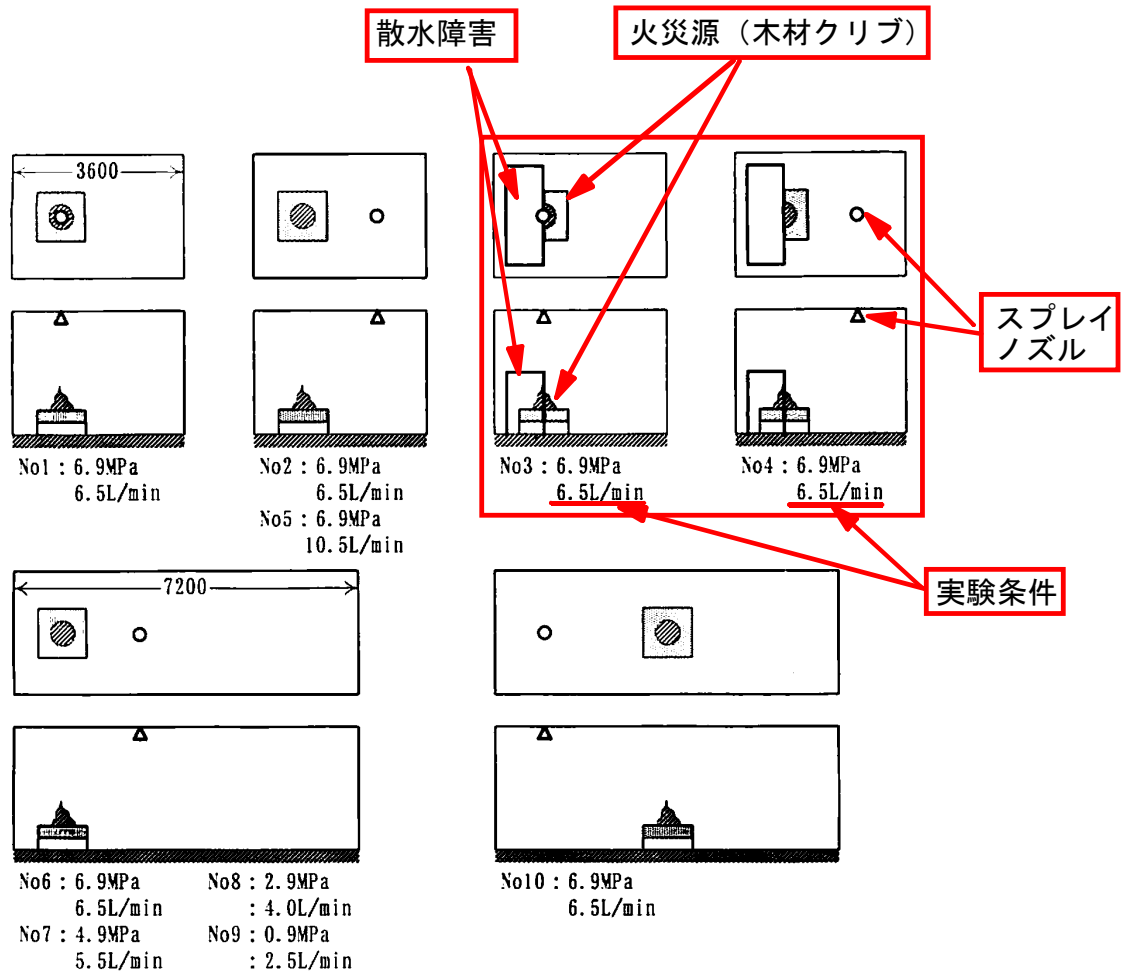


図-A.2-6 実験条件組み合わせ

表-A.2-1 実験結果一覧

| No | 模型位置 | ノズル位置 | 散水障害 | 実験室サイズ | 放水圧力 (MPa) | 放水量 (L/min) | 作動時間 (点火後) | ノズル近傍温度 (°C) | 消炎時間 (放水開始後) | 発炎時間 (放水停止後) | 結果 |
|----|------|-------|------|--------|------------|-------------|------------|--------------|--------------|--------------|----|
| 1 | F1 | N1 | | S | 6.9 | 6.5 | 1分29秒 | 122 | 0分03秒 | なし | 消火 |
| 2 | F1 | N2 | | S | 6.9 | 6.5 | 3分52秒 | 136 | 4分頃 | なし | 抑制 |
| 3 | F1 | N1 | あり | S | 6.9 | 6.5 | 2分23秒 | 115 | 2分06秒 | なし | 抑制 |
| 4 | F1 | N2 | あり | S | 6.9 | 6.5 | 3分20秒 | 109 | 2分頃 | 1分00秒 | 抑制 |
| 5 | F1 | N2 | | S | 6.9 | 10.5 | 2分54秒 | 114 | 2分30秒頃 | 2分08秒 | 抑制 |
| 6 | F1 | N2 | | L | 6.9 | 6.5 | 2分42秒 | 115 | 3分30秒頃 | 0分21秒 | 抑制 |
| 7 | F1 | N2 | | L | 4.9 | 5.5 | 2分16秒 | 103 | 9分頃 | 0分22秒 | 抑制 |
| 8 | F1 | N2 | | L | 2.9 | 4.0 | 2分06秒 | | 7分30秒頃 | 0分27秒 | 抑制 |
| 9 | F1 | N2 | | L | 0.9 | 2.5 | 2分05秒 | 111 | 7分22秒頃 | 0分12秒 | 抑制 |
| 10 | F2 | N1 | | L | 6.9 | 6.5 | 2分47秒 | 115 | 2分頃 | 0分42秒 | 抑制 |

(3) 散水障害の有無の影響

図-A.2-12 に、小容積における散水障害の有無による影響を見るために実施した、実験 No1、2、3、4 の木材クリブ模型の重量変化を示す。横軸は点火後の経過時間、縦軸は木材クリブ模型の重量変化である。また、○△□◇は各実験におけるグラスバルブの作動時間、●▲■◆は各実験における目視確認による消炎時間である。

a) 放水ノズル真下に火源がある場合

放水ノズル N1 の真下の木材クリブ模型 F1 との間に散水障害がない実験 No1 では数秒で消炎し、放水停止後の目視観測により消火が確認された。この時の木材クリブ模型の重量変化を見ると、放水直後から時間の経過と共に木材へのミストの付着量が増えることにより重量は増加している。従って、炭化層へも水が進入して消火できたものと考えられる。

一方、同一条件で放水ノズルと木材クリブ模型の間に散水障害を設けた実験 No3 では、ミストが直接当たる部分は完全に消火できたが、散水障害に隠れる燃焼区域は消炎したものの、熾き火が見られており、煙が立ち上がっていた。この時の木材クリブ模型の重量変化を見ると、No1 と同様に放水直後から重量は増加に転じているが、その増加量は小さい。これは、ミストが木材クリブ模型に直接かかる部分では消火されて No1 と同様に重量増加に転じるが、かからない部分では消炎はしたものの無炎燃焼が続き重量減少が継続しているためと考えられる。

b) 火源が放水ノズル位置から離れている場合

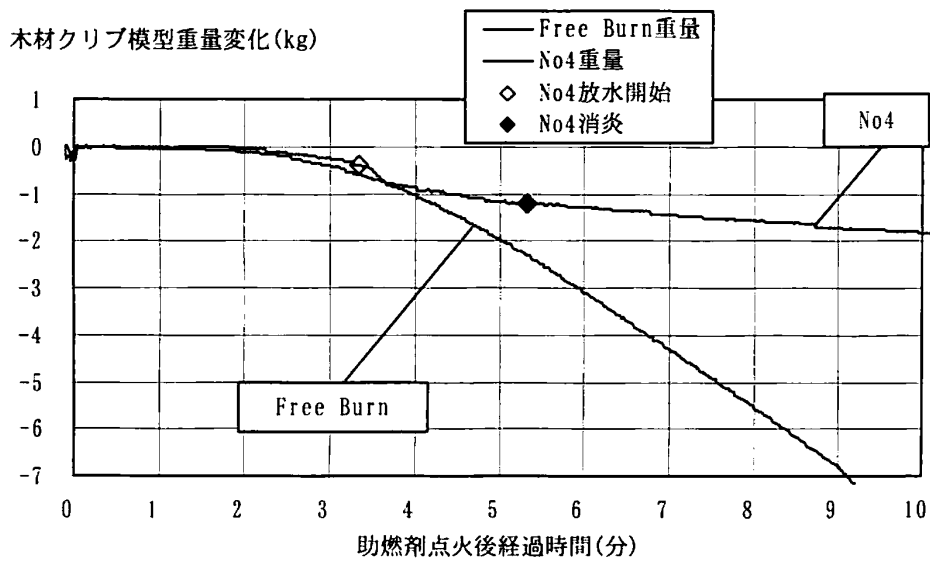
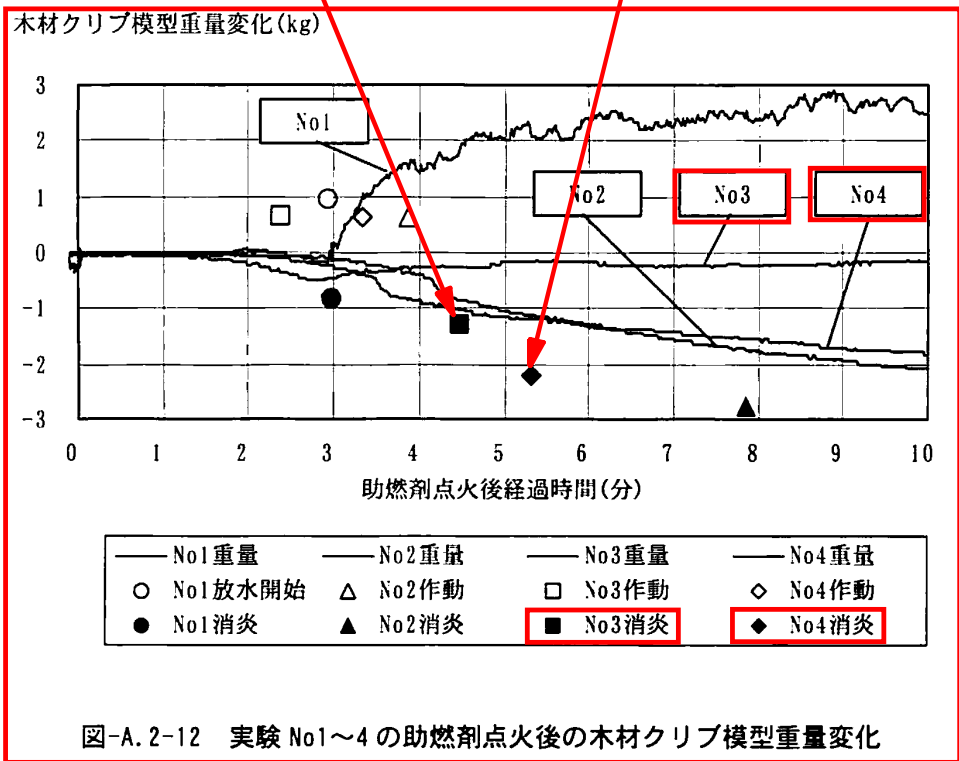
火源、散水障害位置は a) と同じであるが、放水ノズル位置を N2 に変えた No4 の実験でも消炎した。この時の重量変化を散水障害のない場合 (No2) と比較すると、散水障害のある No4 の方が重量の減少の度合いは緩やかである。これは木材クリブ模型と散水障害の下面の間にミストが滞留しやすくなるために抑制効果が大きくなったものと考えられる。

また、図-A.2-13 に、No4 と同一条件で放水せずに木材クリブ模型を燃焼させた場合の重量変化を示す。この曲線と放水した場合の曲線を比較すると、ミストによる火災抑制効果があることが判る。

これらのことから、散水障害があっても物陰の火源を消炎もしくは抑制することが可能であることがわかった。

No. 3: 目視にて消炎を確認。

No. 4: 目視にて消炎を確認。



参考資料.5 n-ヘプタンを用いた消火実験

5.1 目的

参考資料.2 ではビジネスホテルの客室等を想定した閉空間で木材クリブ実験についてウォーターミストの消火能力を調べた。その中で、放水圧力を低くすることによって、燃焼の抑制に時間がかかることを示した。

しかし、傾向を示すにとどまったので、本実験では、再現性の良い n-ヘプタンを用いて、放水圧力の違い、火源との位置関係の違いによる放水ノズルの作動時間や消火時間に対する影響について調べた。

5.2 実験方法

1) 実験室

実験室としては、図-A.5-1 に示すビジネスホテルのツインルームに相当する規模で、容積が約 41m³、床面積が約 16m²の部屋を使用した。

放水圧力の影響については、図-A.5-1 に示す放水ノズル真下の火皿 A の位置で行った。また、ノズル真下からの水平距離による影響については火皿 A~F の位置で行った。

散水障害物としては、参考資料.3 で記載しているパイプベッド模型を用いて、図-A.5-1 に示す位置に置いた。なお、ベニヤ板に相当する部分には不燃材を置いた。

炎の温度は火皿中央に 1mmφK 型シース熱電対を床上約 50cm に設置して測定した。

実験に用いた放水ノズルは、参考資料.2~4 で使用したものと同一である。

2) 火源

実験に用いた火皿は、ISO/TC21/SC3/WG1 で試験火災用として用いられている 33cm 角火皿を用いたが、深さは燃料切れとなる危険性を考慮して、倍の 10cm とした。燃焼材の n-ヘプタンの量は、位置によって消火までの燃焼時間が異なるため、2~3.9 リットル(以下「L」とする)とした。点火時の火皿上端からの油面の距離は 36mm(住宅用スプリンクラー設備の火皿に準拠)とした。これを維持するために、水の量で調整して、水と n-ヘプタンの総量は 6.9L とした。点火は点火棒を用いて行った。

消火の判断は目視観測、実験室内に設置したビデオテープ及び炎温度を総合して決めた。

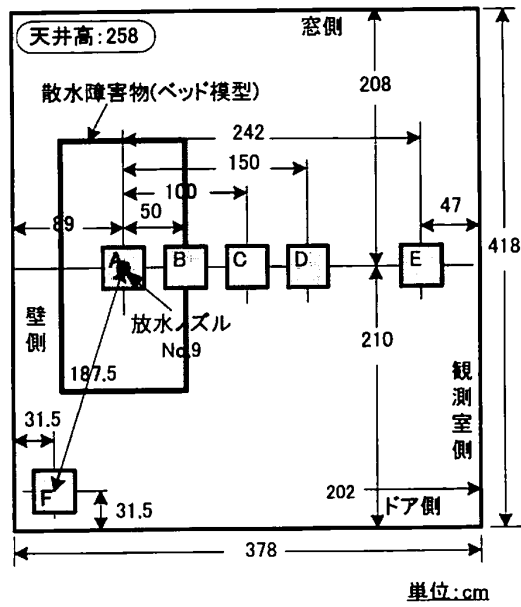
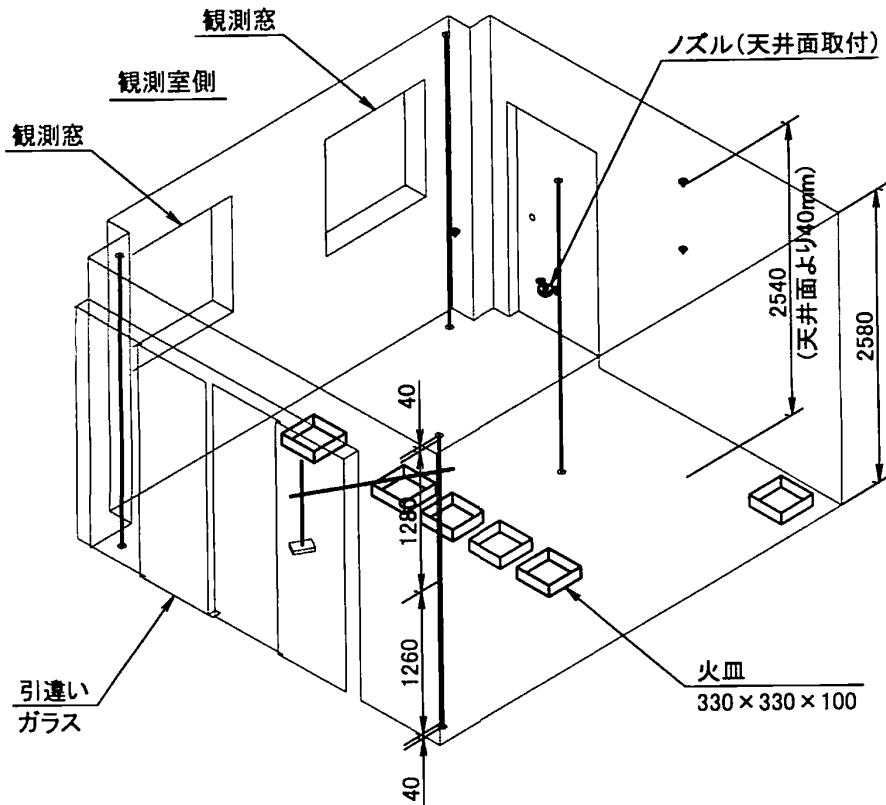


図-A.5-1 放水ノズルと火皿位置

A~F: 火皿位置

5.3 結果及び検討

全ての実験結果を表-A.5-1 に示す。

1) 放水圧力の違いによる影響

図-A.5-2 はヘッド真下の火源の消火時間に対する放水圧力の影響を示す。図から明らかな様に、放水圧力は4~10MPaの範囲で1分以内に消火していることが判る。

放水圧力が3MPa以下からは圧力が低くなる程、消火に時間がかかっている。これはウォーターミスト(以下「ミスト」という)は放水圧力を下げるにしたがって粒子速度が小さくなり、ミストが火勢に負けて炎まで到達していないと推測される。

従って、放水圧力を下げた場合の消火のされ方は放水時間の経過と共にミストが室内に充満し、ミストによる消火理論として言われている次の各効果の総合的な作用によるものと思われる。

- ・冷却効果：ミストが蒸発する際に炎から気化潜熱として熱を奪う。
- ・ O_2 濃度の希釈効果：ミストの蒸発による水蒸気が炎周辺の酸素濃度を希釈すると共に、膨張した水蒸気が炎周辺を覆って、炎と空気間にバリアを形成し、窒息効果が得られる。

しかし、放水圧力を低くすることによって、粒子速度だけでなく、粒径分布、粒子密度も変化しているものと思われるほか、放水量も減少しているため、今後、これらの裏付けデータの測定が必要である。

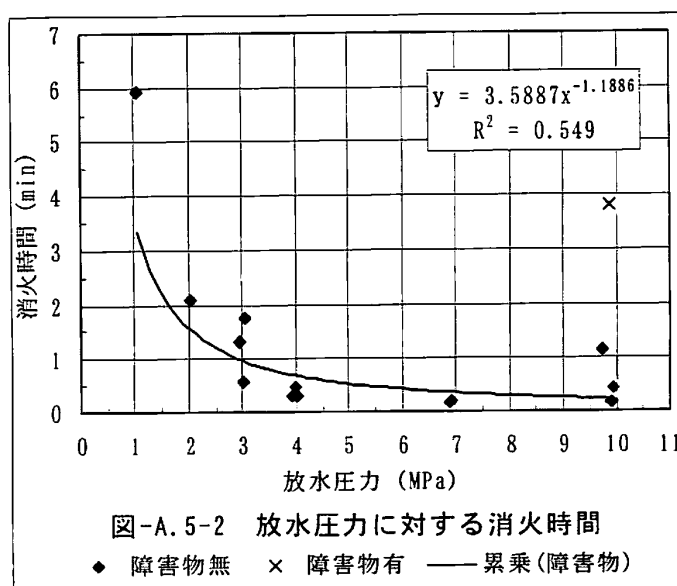
図-A.5-2 に示す記号×は火皿と放水ヘッドの間に図-A.5-1 に示すような散水障害物を設けて放水圧力10MPaで放水した場合のデータである。散水障害があると消火時間は大幅に遅れることが判る。

また、放水圧力が約10MPaで消火時間が1分を越えている事例があるが、この場合にはミストの放出のされ方が偏っていることが目視観測された。実験終了後の放水確認試験で4個の放水チップのうち、1個からの放水が悪かったことが確認された。従って、これが原因で消火時間が遅くなったものと思われる。

表-A.5-1 実験結果一覧表

| 通し 番号 | ヘッド真下からの | | 放水圧力 (MPa) | 作動時間 (sec) | 消火時間 (sec) |
|----------|----------|-----|---------------|---------------|---------------|
| | 距離(m) | 位置 | | | |
| 1 | 0 | A | 6.91 | 37 | 13 |
| 2 | 0 | A | 4.01 | 37 | 28 |
| 3 | 0 | A | 1.06 | 36 | 355 |
| 4 | 0 | A | 9.92 | 40 | 11 |
| 5 | 2.4 | E | 9.94 | 130 | 360 |
| 6 | 0 | A | 9.95 | 50 | 27 |
| 7 | 0 | A | 2.96 | 49 | 79 |
| 8 | 0 | A | 3.95 | 48 | 19 |
| 9 | 0 | A | 6.89 | 48 | 10 |
| 10 | 0 | A | 4.03 | 44 | 19 |
| 11 | 0 | A | 3.03 | 50 | 35 |
| 12 | 0 | A | 3.05 | 46 | 104 |
| 13 | 0 | A | 2.05 | 50 | 125 |
| 14 | 0 | A*1 | 9.89 | 136 | 229 |
| 15 | 1.5 | D | 9.79 | 101 | 220 |
| 16 | 1 | C | 9.79 | 60 | 264 |
| 17 | 0 | A | 9.75 | 55 | 69 |
| 18 | 0.5 | B | 9.84 | 50 | 43 |
| 19 | 1.9 | F | 9.92 | 60 | 208 |

注) *1は放水ヘッドと火皿の間に散水障害物がある。



消火活動のための格納容器内への入域判断について

格納容器内で火災が発生した場合は、現場の状況をテレビカメラ等で確認した上で、「広範囲な火災」と判断した場合は、格納容器スプレイングから消火水を散水して冷却・消火するが、火災の初期段階あるいは局所火災で安全が確保できる場合は、初期消火要員が消火器、消火栓を使用して消火活動を行うことがあるため、格納容器への入域判断の考え方について整理した。

1. 格納容器への入域判断の考え方について、

格納容器内の消火活動を行うためには、まず、消火要員の安全性が脅かされることなく、エアロックを開放し、格納容器へ入域する必要がある。ここでは、消火要員の安全性の確保を前提とした格納容器への入域判断の考え方を、「エアロック開放時」と「エアロック開放後」について以下のように行う。

2. エアロック開放時

エアロック開放時に、消火要員の安全性が脅かされる可能性のある要因には、以下の「バックドラフト」と「高温環境」がある。

① バックドラフト

気密性の高い部屋で火災が発生すると、部屋内に空気（酸素）があるうちは、火災が成長するが、燃焼により部屋内の空気が消費されると、火災は縮小し、可燃性ガスが部屋内に充満する。この状態で、新鮮な空気（酸素）が部屋に流入すると、可燃性ガスが急速に燃焼するバックドラフト現象が発生する可能性がある。

可燃性物質の燃焼には、数パーセント以上の酸素（限界酸素濃度）が必要であり、テレビカメラで、初期段階と判断できる格納容器内の火災は、床面積1260m²、高さ76mの格納容器内の酸素濃度を著しく低下させないため、エアロック内扉を開放した際に、エアロック内の酸素（濃度約20%）が格納容器内に流入したとしても、格納容器内の酸素濃度が急激に上昇し、バックドラフトが発生する可能性はない。

① 高温環境

格納容器の出入口であるエアロックは、EL33.1mとEL24.8mの2箇所ある。また、格納容器内のEL38.8mには、中央制御室から監視できる温度計（測定範囲～120℃）、及び空調装置等の入口温度等により、内部温度の確認が可能となっている。

高温のガスは上部に集まることから、格納容器内温度計の指示が著しく上昇していない場合は、エアロック周辺は高温環境にないと判断し、エアロック開放作業を開始する。

エアロックの内扉（格納容器側の扉）と外扉（原子炉建屋側の扉）は、格納容器の気密性確保のため、同時に開放できない構造であり、また、原子炉建屋側から内扉を開閉することも可能である。エアロック内扉を開放する時、格納容器内の空気はエアロック内に流入することから、初期消火要員は格納容器内の雰囲気を確認しながらエアロックを開放することができる。

この間、格納容器内の温度が著しく上昇していることを中央制御室で確認した場合は、ページング等でその旨を消火要員に伝え、格納容器内への立入りを中止させる。

エアロック内扉開放中又は開放後に、格納容器内が高温で、立入りが困難と判断した場合、格納容器内の温度計の指示が確認できない場合は、格納容器スプレーによる消火に移行する。

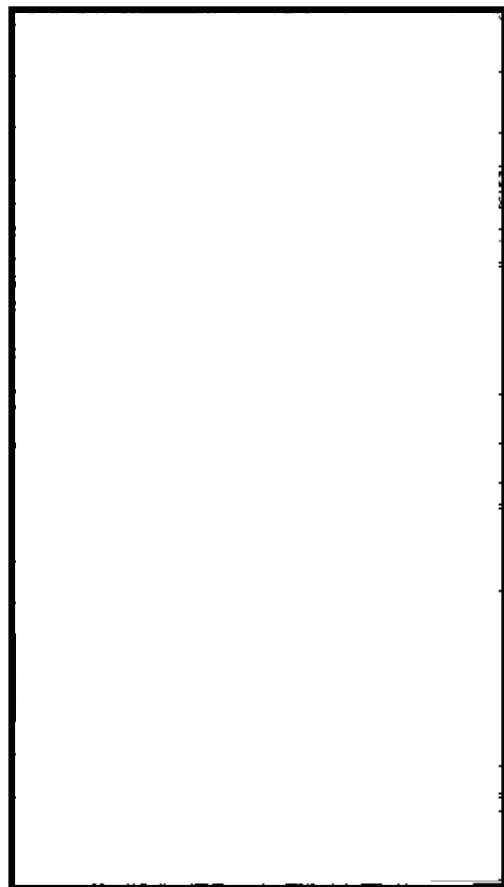
3. エアロック内扉開放後

エアロック内扉開放後、消火要員は、格納容器内の状況を確認し、煙の影響が少なく、消火活動が可能と判断すれば、安全を確保しつつ、消火活動を行う。

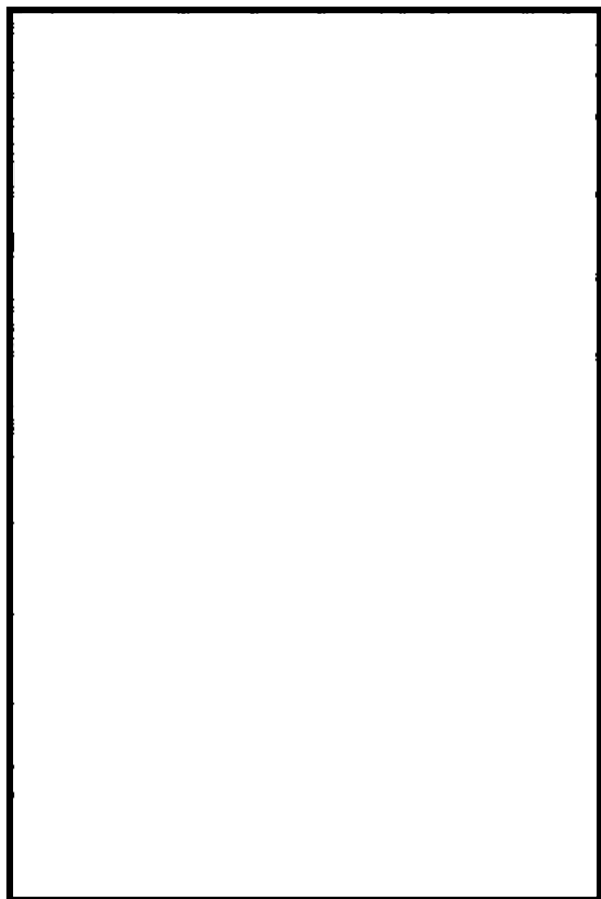
ただし、エアロック内扉開放後に、格納容器内が煙等の影響で消火活動が困難と判断すれば、エアロック内扉を再度閉止し、格納容器スプレーによる消火に移行する。

以上

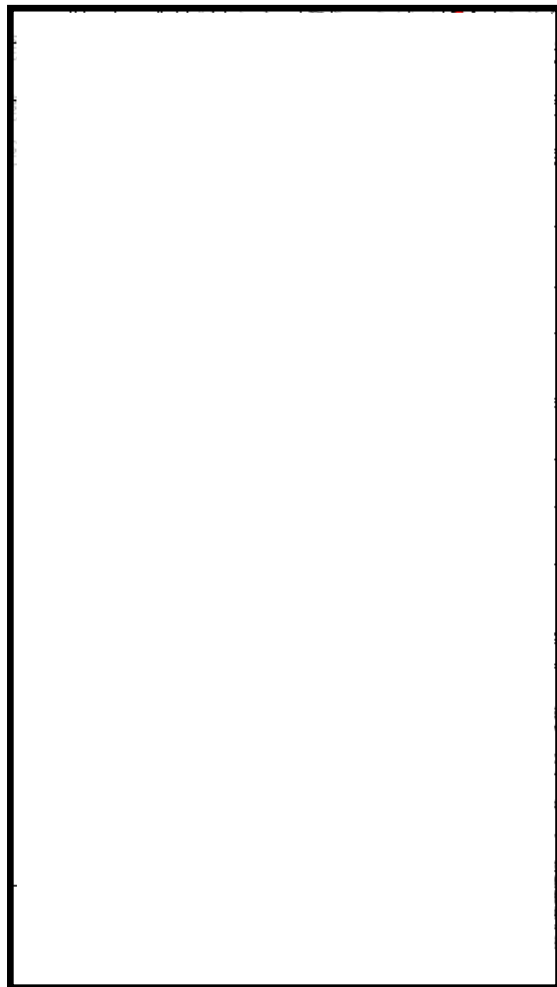
格納容器内へのアクセスルートの確認



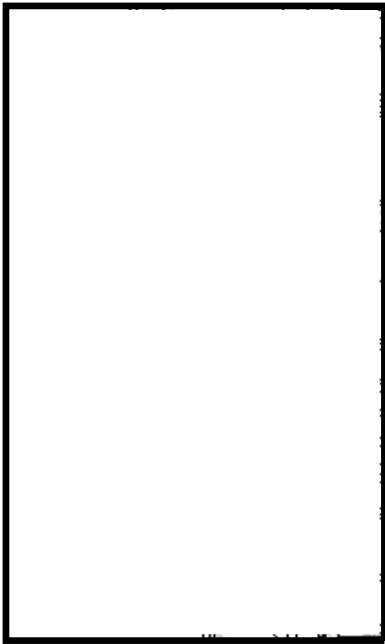
①中央警備所等の詰所から出入管理建屋に移動（委託員）



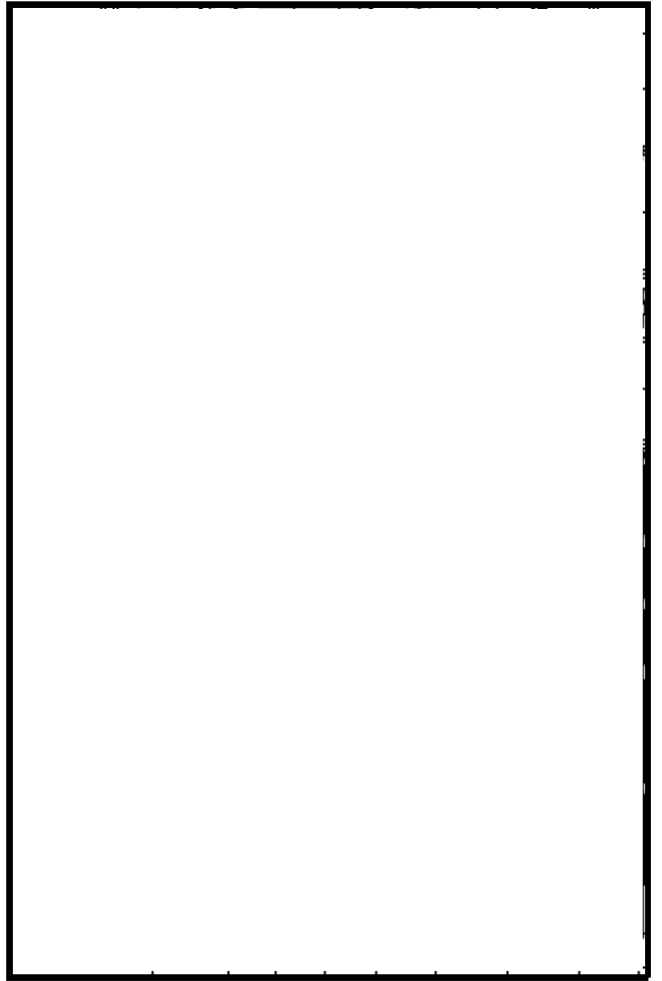
①現場指揮者（当直員）は中央
制御室から出入管理建屋に移動



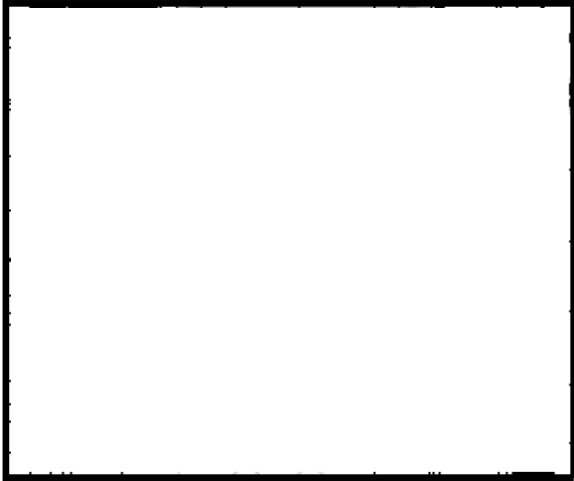
②出入管理建屋で合流後、装備を
着装し格納容器に移動開始



③階段室より上階へ移動



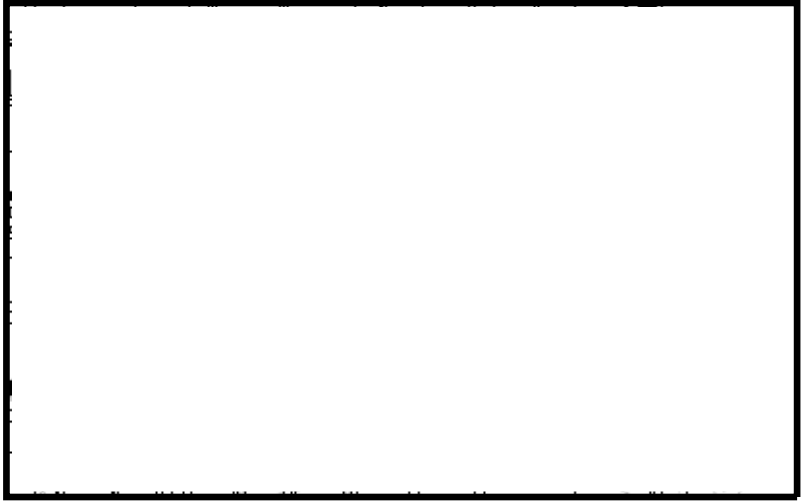
④エアロックより
格納容器内に入域



⑤階段を使用し下階へ移動

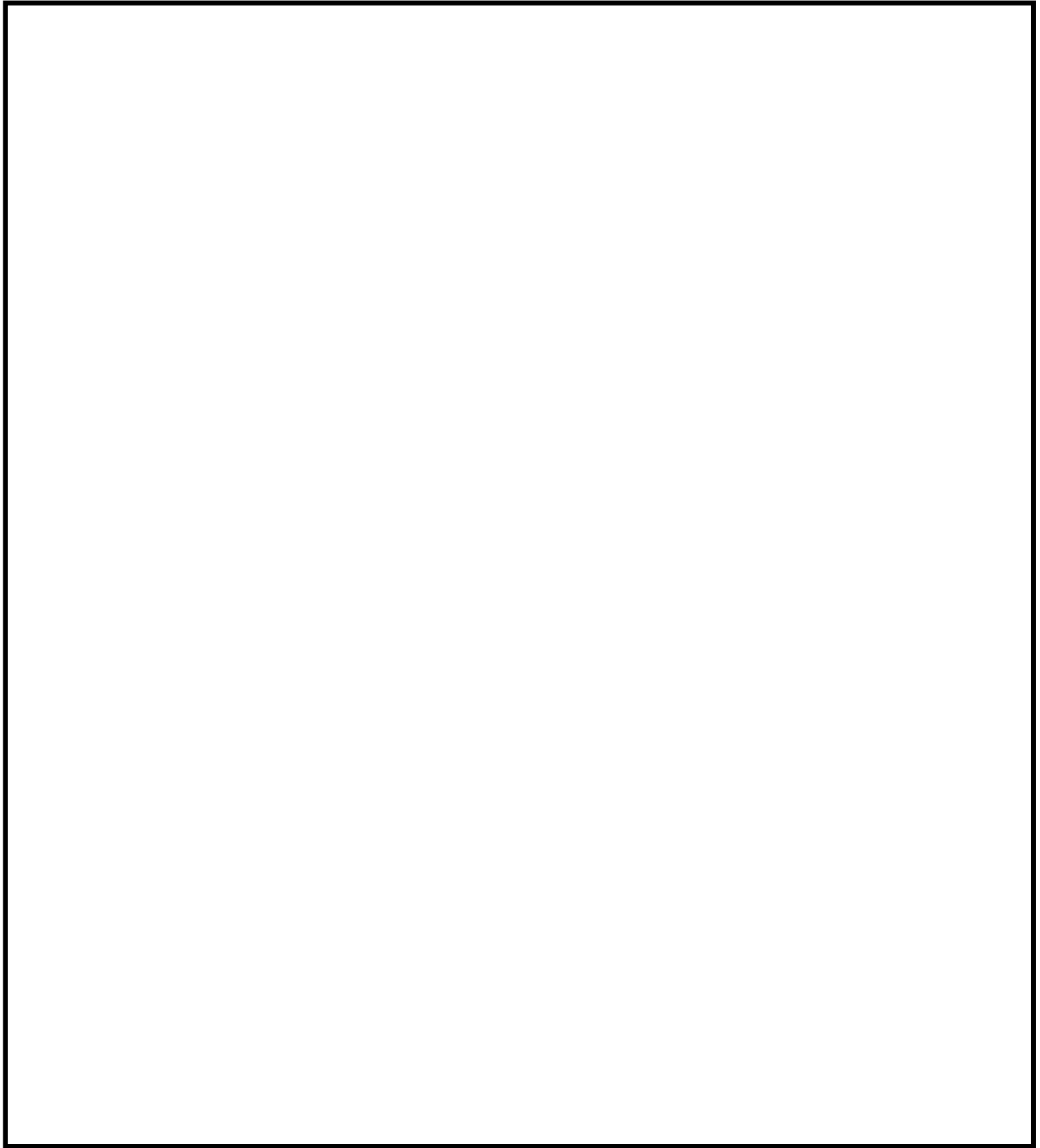











⑥格納容器冷却材ドレンポンプへ

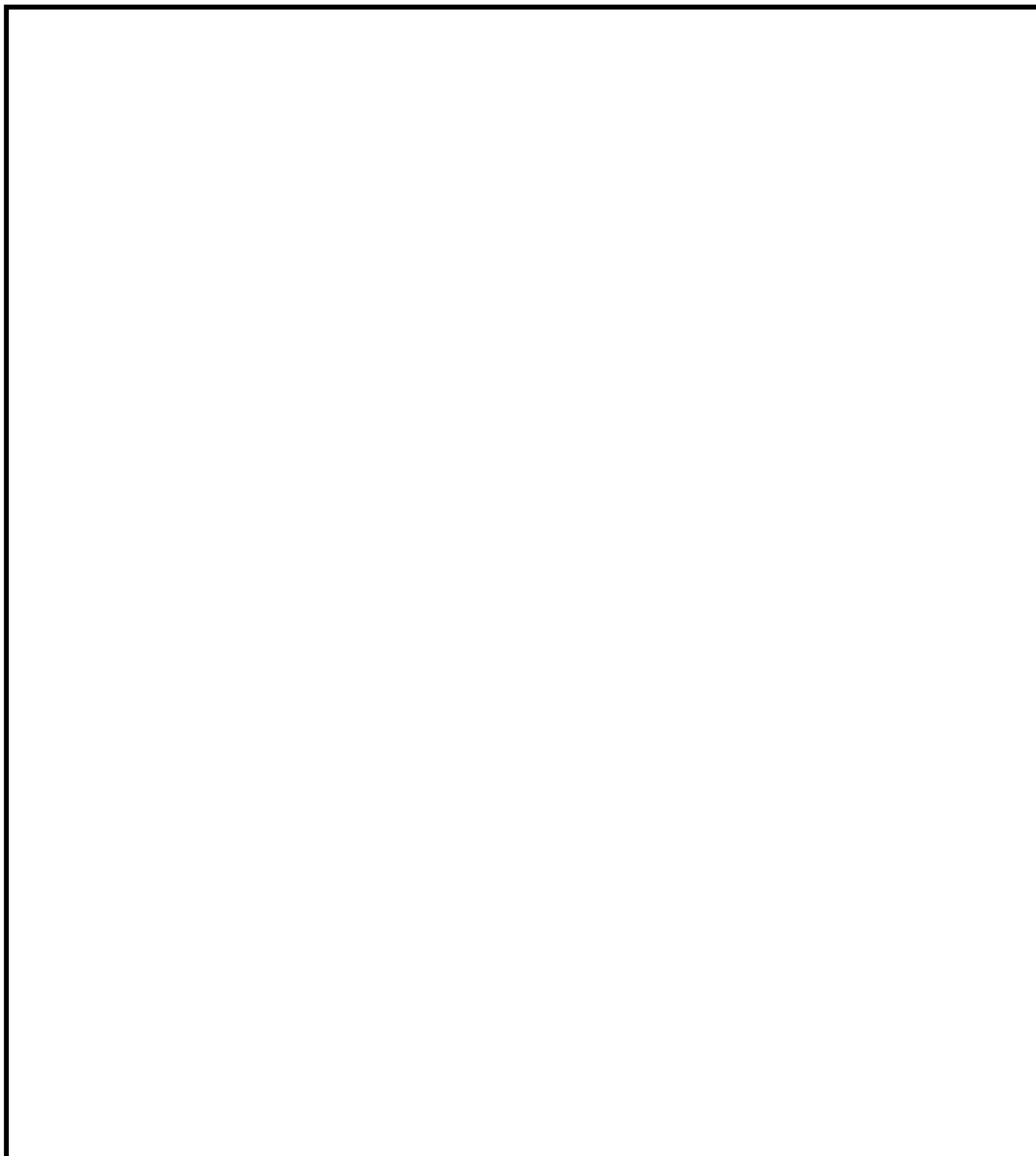










格納容器内の火災防護対象ケーブルルート図

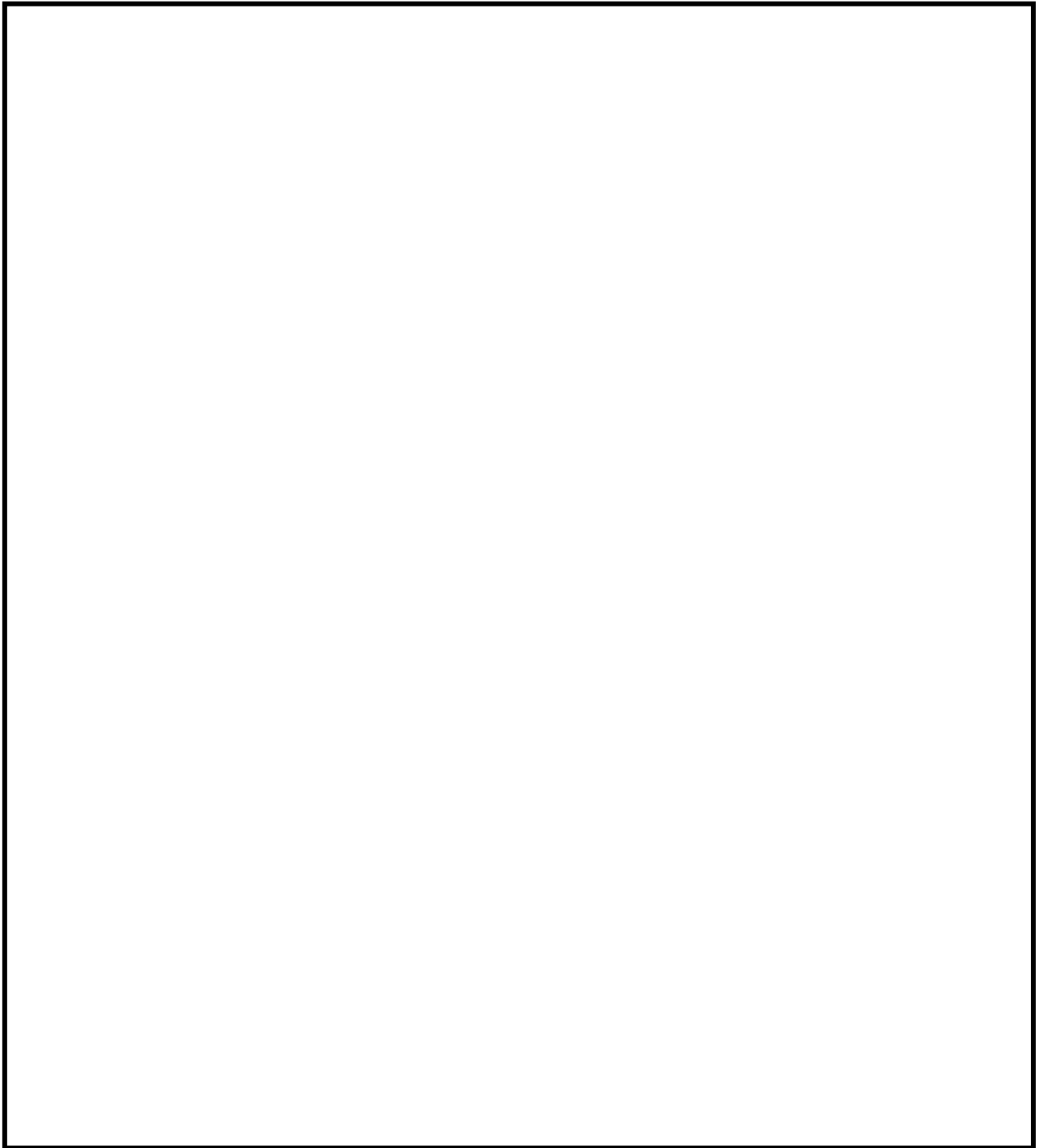
3号機 C/V 24.8m











- | | |
|--|---|
|  : 油内包機器, ファン、電気盤 |  : アナログ式温度感知器 (防水) |
|  : 火災防護対象電線管 |  : アナログ式温度感知器 |
|  : Aトレン安全系トレイ (非防護対象) |  : アナログ式煙感知器 |
|  : Bトレン安全系トレイ (非防護対象) |  : テレビカメラ |
|  : Nトレン トレイ | |



- | | |
|--|--|
|  : 油内包機器, ファン, 電気盤 |  : アナログ式温度感知器 |
|  : 火災防護対象露出電線管 |  : アナログ式煙感知器 |
|  : Aトレン安全系トレイ (非防護対象) |  : テレビカメラ |
|  : Bトレン安全系トレイ (非防護対象) | |
|  : Nトレン トレイ | |



-  : 油内包機器, ファン, 電気盤
-  : 火災防護対象露出電線
-  : Aトレン安全系トレイ (非防護対象)
-  : Bトレン安全系トレイ (非防護対象)
-  : Nトレントレイ
-  : アナログ式温度感知器
-  : アナログ式煙感知器
-  : テレビカメラ

火災防護にかかる審査基準への対応状況

2.1.1(1)①

原子炉施設は、火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。

(1) 発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区画は、以下の事項を考慮した、火災の発生防止対策を講じること。

①漏えいの防止、拡大防止

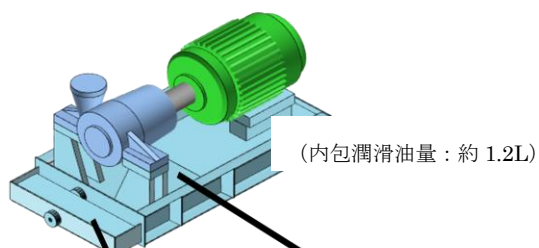
発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策、拡大防止対策を講じること。ただし、雰囲気の不活性化等により、火災が発生するおそれがない場合は、この限りでない。

火災区域内に設置されている機器に内包される発火性又は引火性の液体としては潤滑油、燃料油があり、これらを内包する機器については溶接構造の採用等により漏えいを防止し、また、必要に応じて、堰等を設置し、漏えいした潤滑油等が拡大することを防止している。火災区域内に設置される系統に内包される発火性又は引火性の気体としては水素があり、これらを内包する体積制御タンクまわり、気体廃棄物処理設備まわりでは、溶接構造の採用等により漏えいを防止している。漏えい防止および拡大防止措置は以下のとおり。

【油内包機器】

| 防護対象 | 油内包機器 | 漏えい防止対策 | 拡大防止対策 |
|---------|--------------|---|---|
| 補助給水系統 | タービン動補助給水ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| | 電動補助給水ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| 体積制御系統 | ほう酸ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| | 充てんポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| 余熱除去系統 | 余熱除去ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| 制御用空気系統 | 制御用空気圧縮機 | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |

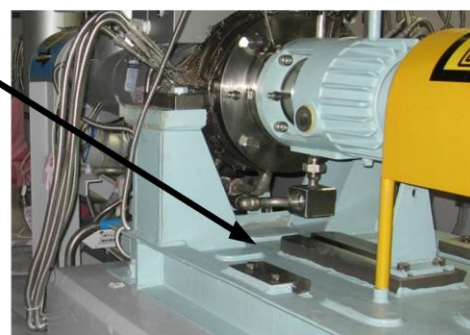
| 防護対象 | 油内包機器 | 漏えい防止対策 | 拡大防止対策 |
|-------------|--------------|--|---|
| 原子炉補機冷却水系統 | 原子炉補機冷却水ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| 非常用電源系統 | 非常用ディーゼル発電機 | <ul style="list-style-type: none"> ・溶接構造 ・シール構造 ・ガスケット挿入 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・巡回点検 |
| 原子炉補機冷却海水系統 | 原子炉補機冷却海水ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・溶接構造 ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・巡回点検 |
| 高圧注入系統 | 高圧注入ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 ・液面監視 | <ul style="list-style-type: none"> ・堰 ・ドレン受け ・巡回点検 |
| 気体廃棄物処理設備 | ガス圧縮装置 | <ul style="list-style-type: none"> ・シール構造 ・ガスケット挿入 | <ul style="list-style-type: none"> ・ドレン受け ・巡回点検 |



堰 (ほう酸ポンプ室出入口)



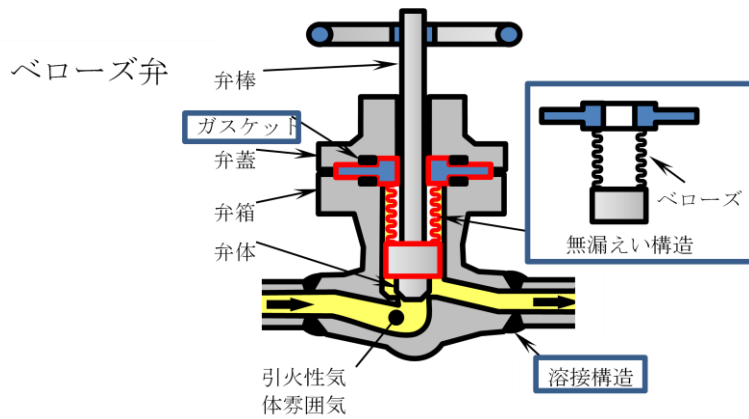
ドレン受け (ドレンポット)



ドレン受け (ドレンパン)

【水素内包系統】

| 系統 | 漏えい防止対策 | 拡大防止対策 |
|--------------|--|---|
| 体積制御タンクまわり | <ul style="list-style-type: none"> 溶接構造 ベローズ弁等 | <ul style="list-style-type: none"> 巡回点検 水素漏えい検知器等 |
| 気体廃棄物処理設備まわり | | |



水素漏えい検知器（蓄電池室）

2.1.1(1)② 配置上の考慮

発火性物質又は引火性物質の火災によって、原子炉施設の安全機能を損なうことがないように配置すること。

発火性又は引火性の物質の火災によって、原子炉施設の安全機能を損なうことがないように分離して配置している。

2.1.1(1)③ 換気

換気ができる設計であること。

発火性又は引火性物質を内包する設備を設置している火災区域は、以下のとおり換気を行っている。

【油内包機器】

| 防護対象 | 油内包機器 | 換気設備 |
|-------------|--------------|--------------------------|
| 補助給水系統 | タービン動補助給水ポンプ | ・タービン動補助給水ポンプ室給気ファン |
| | 電動補助給水ポンプ | ・電動補助給水ポンプ室給気ファン |
| 体積制御系統 | ほう酸ポンプ | ・補助建屋給気ファン ・補助建屋排気ファン |
| | 充てんポンプ | |
| 余熱除去系統 | 余熱除去ポンプ | ・補助建屋給気ファン ・補助建屋排気ファン |
| 制御用空気系統 | 制御用空気圧縮機 | ・制御用空気圧縮機給気ファン |
| 原子炉補機冷却水系統 | 原子炉補機冷却水ポンプ | ・補助建屋給気ファン ・補助建屋排気ファン |
| 非常用電源系統 | 非常用ディーゼル発電機 | ・ディーゼル発電機室給気ファン |
| 原子炉補機冷却海水系統 | 原子炉補機冷却海水ポンプ | ・自然換気 |
| 高圧注入系統 | 高圧注入ポンプ | ・補助建屋給気ファン ・補助建屋排気ファン |

【水素内包系統】

| 系統等 | 換気設備 |
|--------------|--------------------------|
| 体積制御タンクまわり | ・補助建屋給気ファン ・補助建屋排気ファン |
| 気体廃棄物処理設備まわり | ・補助建屋給気ファン ・補助建屋排気ファン |