

資料 1 - 1 - 2

泊発電所 3 号炉 審査資料	
資料番号	DB05 r. 3. 9
提出年月日	令和5年2月2日

泊発電所 3 号炉

設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)

第5条 津波による損傷の防止

令和 5 年 2 月
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第5条：津波による損傷の防止

<目次>

今回提出範囲

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
 - 1.4 設備等（手順等含む）
2. 津波による損傷の防止
（別添資料1）
泊発電所3号炉 耐津波設計方針について
3. 運用，手順説明
（別添資料2）
津波による損傷の防止
4. 現場確認を要するプロセス
（別添資料3）
耐津波設計において現場確認を要するプロセス

泊発電所 3 号炉
耐津波設計方針について

目 次

I. はじめに

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

1. 1 津波防護対象の選定
1. 2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
1. 3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
1. 4 入力津波の設定
1. 5 水位変動・地殻変動の考慮
1. 6 設計又は評価に用いる入力津波

2. 設計基準対象施設の津波防護方針

2. 1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
2. 2 敷地への流入防止（外郭防護1）
2. 3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）
2. 4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
2. 5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
2. 6 津波監視

3. 重大事故等対処施設の津波防護方針

3. 1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
3. 2 敷地への流入防止（外郭防護1）
3. 3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）
3. 4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）
3. 5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止
3. 6 津波監視

4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

4. 1 津波防護施設の設計
4. 2 浸水防止設備の設計
4. 3 津波監視設備の設計
4. 4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

- 添付資料 1 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置
- 添付資料 2 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
- 添付資料 3 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について
- 添付資料 4 港湾内の局所的な海面の励起について
- 添付資料 5 管路解析の詳細について
- 添付資料 6 入力津波に用いる潮位条件について
- 添付資料 7 津波防護対策の設備の位置づけについて
- 添付資料 8 内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲、浸水量について
- 添付資料 9 海水ポンプの水理試験について
- 添付資料10 貯留量の算定について
- 添付資料11 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置、実施範囲及び施工例
- 添付資料12 基準津波に伴う砂移動評価について
- 添付資料13 泊発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
- 添付資料14 海水ポンプの軸受の浮遊砂耐性について
- 添付資料15 津波漂流物の調査要領について
- 添付資料16 漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について
- 添付資料17 津波の流況を踏まえた防波堤の取水口到達の可能性評価について
- 添付資料18 燃料等輸送船の係留索の耐力について
- 添付資料19 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
- 添付資料20 津波監視設備の監視に関する考え方
- 添付資料21 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
- 添付資料22 防潮堤及び貯留堰における津波波力の設定方針について
- 添付資料23 基準類における衝突荷重算定式について
- 添付資料24 耐津波設計において考慮する余震荷重と津波荷重の組合せについて
- 添付資料25 防潮堤の設計方針及び構造成立性評価結果について
- 添付資料26 貯留堰の構造及び仕様について
- 添付資料27 貯留堰継手部の漏水量評価について
- 添付資料28 水密扉の運用管理について
- 添付資料29 屋外排水路に関する設計方針について
- 添付資料30 輸送物及び輸送車両の漂流物評価について
- 添付資料31 1号及び2号炉取水路流路縮小工について
- 添付資料32 3号炉放水ピット流路縮小工について
- 添付資料33 発電所敷地外の車両について
- 添付資料34 発電所周辺における漁船の操業・航行の可能性について
- 添付資料35 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

2. 設計基準対象施設の津波防護方針

2. 1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。

津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅的に明示されていること。

【検討方針】

敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた津波防護の基本方針を敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示する（図 2.1-1）。また、敷地の特性に応じた津波防護（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等）の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）について整理し明示する。

【検討結果】

（1）敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた津波防護の基本方針は以下のとおりとする。

a. 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。下記 c. において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。

また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

b. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）

取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮のうえ、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

c. 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

上記 2 方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離可能な設計とする。

d. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

e. 津波監視

敷地への津波の繰り返しの来襲を察知し、その影響を俯瞰的に把握できる津波監視設備を設置する。

(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要

泊発電所の基準津波の遡上波による敷地及び敷地周辺の最大水位上昇量分布及び最大浸水深分布はそれぞれ図 1.3-1 及び図 1.3-2 に示したとおりである。

また、設計基準対象施設の津波防護対象設備は「1.1 津波防護対象の選定」に示したとおりであり、同設備を内包する建屋及び区画としては原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋、原子炉補機冷却海水ポンプエリア、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室、屋外には、原子炉補機冷却海水管ダクト、ディーゼル発電機燃料油貯油槽タンク室、ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ及び非常用取水設備がある。

以上を踏まえ、前項で示した基本方針に基づき構築した敷地の特性に応じた津波防護の概要を以下に示す。

また、津波防護の概要図を図 2.1-1 に、設置した各津波防護対策の設備分類と目的を表 2.1-1 に、「耐津波設計に係る設工認審査ガイド」に基づく設備分類の考え方を添付資料 7 に示す。

a. 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

基準津波の遡上波による発電所の敷地及び敷地周辺の最大水位上昇量分布に基づき、防潮堤等により津波が到達しない T.P. + 10.0m 以上の敷地に設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画を設置する。これにより、設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画が設置された敷地への基準津波による遡上波の地上部からの到達又は流入に対する外郭防護（外郭防護 1）は、敷地前面への防潮堤設置によって達成する。

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への取水路、放水路等の経路からの流入に対する外郭防護（外郭防護 1）として、3号炉取水ピットスクリーン室に防水壁、1号及び2号炉取水路、3号炉放水ピットに流路縮小工を設置する。

また、3号炉取水ピットスクリーン室防水壁に水密扉及び貫通部止水蓋、1号及び2号炉放水路、屋外排水路に逆流防止設備^{*}を設置する。原子炉補機冷却海水ポンプエリアにドレンライン逆止弁、浸水防止蓋の設置及び貫通部止水処置を実施する。

詳細は「2. 2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」において示す。

※ 1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水システムの通常運転時において、原子炉補機冷却海水ポンプで送水され原子炉補機冷却水冷却器で熱交換した海水は、原子炉補機冷却海水放水路に放出され放水池に流れ込むが、津波来襲時は放水路に設置される1号及び2号炉放水路逆流防止設備が閉動作し原子炉補機冷却海水システムが隔離され、放水できなくなった海水が敷地に溢水する。この溢水の影響については「2. 4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」で説明する。

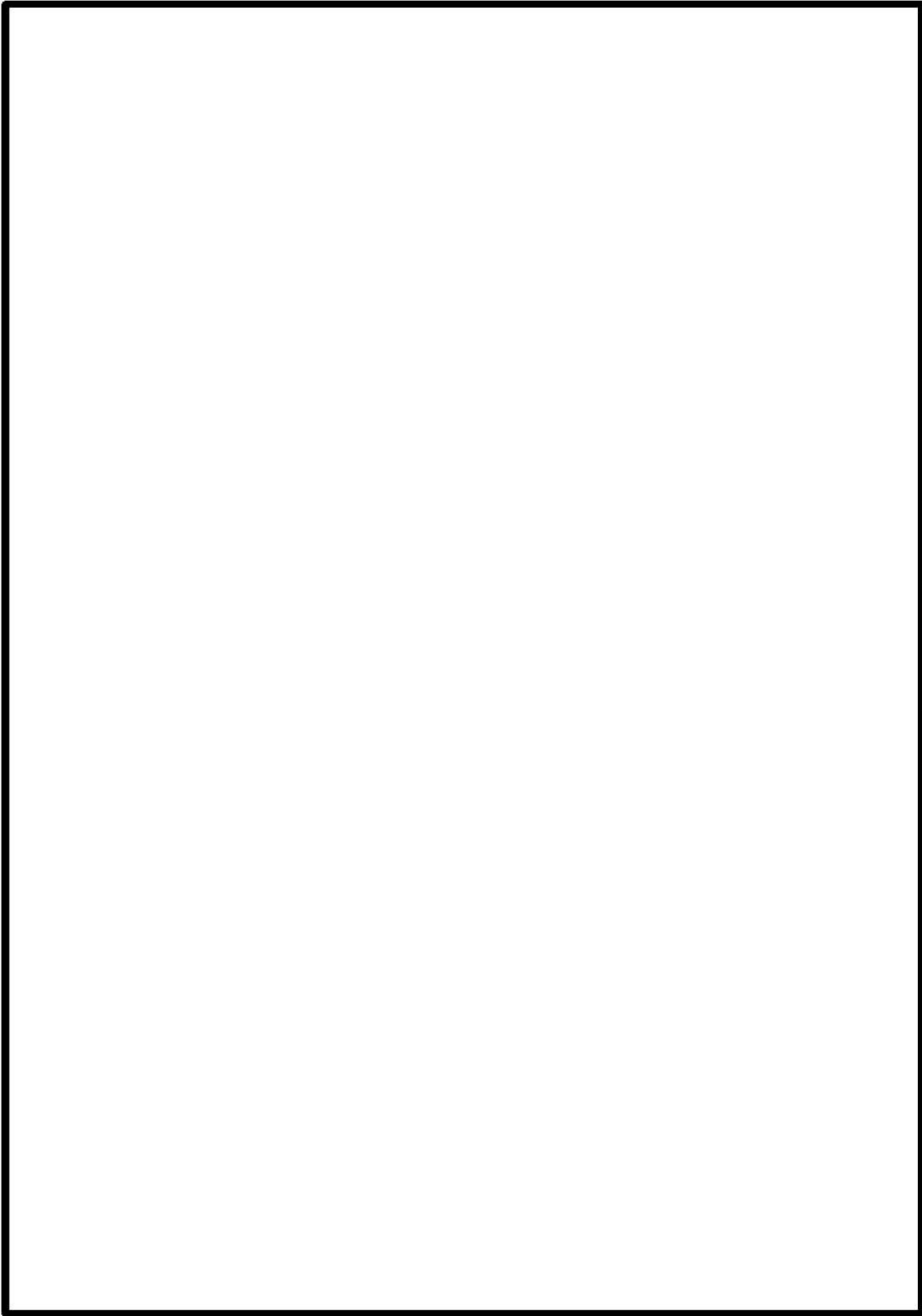


図 2.1-1 敷地の特性に応じた津波防護の概要 (敷地全体)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

b. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）

漏水による重要な安全機能への影響はないと考えられるため、これに対する外郭防護（外郭防護2）の設置は要しない。

詳細は「2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）」において示す。

c. 重要な安全機能を有する施設の離隔（内郭防護）

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画のうち、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋、原子炉補機冷却海水ポンプエリア、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室、原子炉補機冷却海水管ダクト、ディーゼル発電機燃料油貯油槽タンク室及びディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチを敷設する区画を浸水防護重点化範囲として設定する。その上で、地震による損傷等の際に生じる溢水及び津波の影響による浸水に対し、内郭防護として原子炉補機冷却海水ポンプエリアの浸水防護重点化範囲の境界に貫通部止水処置を実施する。また、3号炉原子炉建屋の浸水防護重点化範囲の境界にドレンライン逆止弁及び水密扉の設置及び貫通部止水処置を実施し、3号炉原子炉補助建屋の浸水防護重点化範囲の境界に水密扉の設置及び貫通部止水処置を実施する。

詳細は、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において示す。

d. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

基準津波による水位低下に対して、3号炉の取水口には貯留堰を設置していることから、貯留堰高さを下回る引き波が発生した場合でも、取水ピットポンプ室内に冷却水が貯留される構造となっている。

詳細は「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」において示す。

e. 津波監視

津波監視設備として、3号炉原子炉建屋壁面（T.P. +43.6m）及び防潮堤上部3号炉取水路付近（T.P. +16.5m）に津波監視カメラを、取水ピットスクリーン室内に取水ピット水位計及び潮位計を設置する。

詳細は「2.6 津波監視」において示す。

表 2.1-1 津波防護対策の設備分類と設置目的

津波防護対策		設備分類	設置目的	
防潮堤		津波防護施設	津波による遡上波の地上部から敷地への到達・流入を防止する。	
3号炉取水ピットスクリーン室防水壁			取水路、放水路から津波が設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に到達することを防止する。	
1号及び2号炉取水路流路縮小工				
3号炉放水ピット流路縮小工				
1号及び2号炉放水路逆流防止設備				
貯留堰		引き波時において、原子炉補機冷却海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し、原子炉補機冷却海水ポンプの機能を保持する。		
屋外排水路逆流防止設備		浸水防止設備	屋外排水路からの津波流入により浸水防護重点化範囲に到達することを防止する。	
3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	水密扉		取水路からの流入した津波が浸水防護重点化範囲に到達することを防止する。	
	貫通部止水蓋			
3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリア	ドレンライン逆止弁			
	浸水防止蓋			
	貫通部止水処置			
3号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉補助建屋と電気建屋との境界	水密扉			地震による一次系放水ピットにつながる配管の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介した津波の流入に対し、浸水防護重点化範囲に流入することを防止する。
	貫通部止水処置			
3号炉原子炉建屋と3号炉タービン建屋との境界	ドレンライン逆止弁			地震による海水系機器等の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介した津波の流入に対し、浸水防護重点化範囲に流入することを防止する。
	貫通部止水処置			
3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリアと3号炉循環水ポンプエリアとの境界	貫通部止水処置			
3号炉原子炉補助建屋と3号炉出入管理建屋との境界	水密扉			
	貫通部止水処置			
津波監視カメラ	津波監視設備	敷地への津波の繰り返しの来襲を察知し、その影響を俯瞰的に把握する。		
取水ピット水位計				
潮位計				

2. 2 敷地への流入防止（外郭防護 1）

（1）遡上波の地上部からの到達，流入の防止

【規制基準における要求事項等】

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。

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備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する高さにある場合には，津波防護施設，浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。

具体的には，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画に対して，基準津波による遡上波が地上部から到達，流入しないことを確認する。

【検討結果】

基準津波の遡上解析結果における，発電所敷地及び敷地周辺の標高（図 2.2-1），遡上の状況，浸水深の分布（図 2.2-2）等を踏まえ，以下を確認している。

なお，確認結果の一覧を表 2.2-1 にまとめて示す。

a. 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋，原子炉補機冷却海水ポンプエリア及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室は T.P. +10.0m の敷地に設置している。また，屋外には，T.P. +10.0m の地下にピット構造のディーゼル発電機燃料油貯油槽タンク室及びトレンチ構造のディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチを設置している。なお，原子炉建屋と循環水ポンプ建屋を接続する原子炉補機冷却海水管ダクトは地下に設置している。

これに対して，基準津波による遡上波が直接敷地に到達，流入することを防止できるように，高さ T.P. +16.5m の防潮堤を設置する。防潮堤がつながる周囲の地山は T.P. +16.5m 以上となっている（図 2.2-1）。

追而

（遡上波の到達・流入に係る評価結果について，
入力津波の解析結果を踏まえて記載する）

b. 既存の地山斜面，盛土斜面等の活用

第1章で示したとおり，泊発電所の敷地西側は日本海に面し，背後は積丹半島の山嶺に続く標高 40～130m の地山に囲まれたほぼ半円状の形状となっており，地上部からの津波流入経路としては，敷地前面部からとなる。

敷地の主要面は T.P. +10.0m であり，敷地の前面には津波防護施設として天端高さ T.P. +16.5m の防潮堤を設置しており，防潮堤端部は周囲の地山につながっている。

防潮堤（茶津側）及び防潮堤（堀株側）では，堅固な地山斜面により，遡上波の地上部からの到達，流入を防止する。

c. 津波防護施設の位置・仕様

[防潮堤]

- ・基準津波による遡上波の地上部からの流入防止を目的として，敷地前面に設置するものであり，セメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造である。

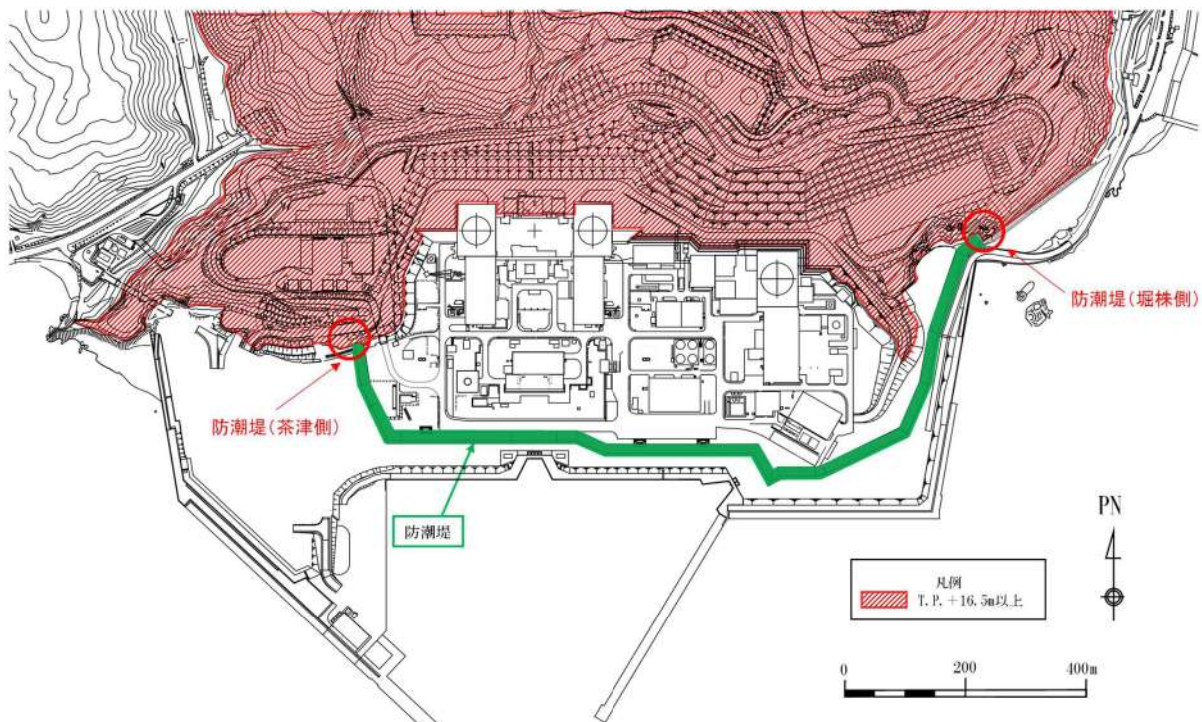


図 2.2-1 敷地周辺の T.P. +16.5m 以上の範囲



図 2.2-2 地上部からの流入経路及び浸水範囲

表 2.2-1 遡上波の地上部からの到達，流入評価結果

評価対象		①入力津波高さ(T.P.)	②許容津波高さ(T.P.)	(②-①)裕度	評価
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画	原子炉建屋	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)	+16.5m ^{※1}	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)	
	原子炉補助建屋				
	ディーゼル発電機建屋				
	原子炉補機冷却海水ポンプエリア				
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室				
屋外の津波防護対象設備	原子炉補機冷却海水管ダクト	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)	+16.5m ^{※1}	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)	
	ディーゼル発電機燃料油貯油槽タンク室				
	ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ				

※1：防潮堤の高さ

(2) 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

取水路，放水路等の経路から，重要な安全機能を有する施設の設置された敷地並びに重要な安全機能を有する設備を内包する建屋及び区画に津波の流入する可能性について検討した上で，流入する可能性のある経路（扉，開口部，貫通口等）を特定すること。

特定した経路に対して流入防止の対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【検討方針】

取水路，放水路等の経路から，重要な安全機能を有する施設の設置された敷地並びに重要な安全機能を有する設備を内包する建屋及び区画に津波の流入する可能性について検討した上で，流入する可能性のある経路（扉，開口部，貫通口等）を特定する。

特定した経路に対して流入防止の対策を施すことにより津波の流入を防止する。

【検討結果】

海域に接続し，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地につながる経路としては，表 2.2-2，図 2.2-3，図 2.2-4，図 2.2-5 のとおり取水路，放水路及び屋外排水路が挙げられる。

これらに繋がる経路からの，上記の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地への津波の流入可能性の検討結果を以降に示す。

なお，検討の結果，経路と入力津波高さの比較や流入対策の実施状況等より，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画を設置する敷地並びに同建屋・区画に流入する経路はないことを確認した。

表 2.2-2 海域と接続する経路

流入経路		流入箇所
取水路	3号炉	海水系・循環水系 取水ピットスクリーン室上端開口部 (T.P. +10.3m)
		海水系 原子炉補機冷却海水ポンプエリア壁面 (スクリーン室側) 配管貫通部 (T.P. +6.85m~+9.0m) 原子炉補機冷却海水ポンプエリア壁面 (循環水ポンプエリア側) 配管貫通部 (T.P. +3.15m~3.35m, T.P. +7.05m~7.75m) 原子炉補機冷却海水ポンプエリア床開口部 (T.P. +2.5m) 原子炉補機冷却海水ポンプ据付部 (T.P. +2.5m)
		循環水系 循環水ポンプ据付部 (T.P. +1.0m) 海水取水ポンプ据付部 (T.P. +2.5m) 循環水ポンプエリア床開口部 (T.P. +1.0m, 2.5m)
	1号及び2号炉	海水系・循環水系 取水ピットスクリーン室上端開口部 (T.P. +10.3m) 取水ピットポンプ室壁面 (スクリーン室側) 配管貫通部 (T.P. +7.0m) 取水ピットポンプ室床開口部 (T.P. +4.5m) 原子炉補機冷却海水ポンプ据付部 (T.P. +4.5m) 循環水ポンプ据付部 (T.P. +3.0m)
放水路	3号炉	海水系・循環水系 放水ピット上端開口部 (T.P. +11.0m)
		海水系 一次系放水ピット上部開口部 (T.P. +10.4m)
	1号炉	海水系 原子炉補機冷却海水配管ラプチャディスク (T.P. +10.7m) 原子炉補機冷却海水放水ピット上端開口部 (T.P. +10.3m)
		排水管 1号炉タービン建屋 温水ピット及び海水ピット排水ライン (T.P. +7.9m)
	2号炉	海水系 原子炉補機冷却海水配管ラプチャディスク (T.P. +10.7m) 原子炉補機冷却海水放水ピット上端開口部 (T.P. +10.3m)
		排水管 1号及び2号炉給排水処理建屋 定常排水処理水ポンプ及び非常排水処理水ポンプ排水ライン (T.P. +5.4m) 2号炉タービン建屋 温水ピット及び海水ピット排水ライン (T.P. +7.8m)
屋外排水路		屋外排水路 (T.P. +9.85~+10.0m)

a. 取水路

3号炉の取水側からの経路は、海域と接続する取水路、取水ピットスクリーン室、取水ピットポンプ室、循環水管を經由し3号炉タービン建屋内に至る経路と、取水ピットポンプ室から原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室を經由して原子炉補機冷却海水管ダクトを通過して3号炉原子炉建屋内に至る経路で構成される（図2.2-3～図2.2-6）。

1号及び2号炉の取水側からの経路は、海域と接続する1号及び2号炉の取水路、取水ピットスクリーン室、取水ピットポンプ室、循環水管を經由し1号及び2号炉タービン建屋内に至る経路と、取水ピットポンプ室から海水管ダクトを經由し1号及び2号炉原子炉補助建屋内に至る経路で構成される（図2.2-3，図2.2-8～図2.2-10）。

これらの経路から敷地地上部への流入及び3号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を表2.2-3にまとめて示す。

(a) 敷地地上部への流入の可能性

取水路に繋がり3号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては、取水ピットスクリーン室の上端開口部が挙げられる。

3号炉の取水ピットスクリーン室はピット構造で敷地地上面で開放されており、外郭防護の裕度評価の参照とする津波高さが敷地高さに到達するため、開口部の周りに十分な高さ及び容量の防水壁を設置し、この経路からの津波の流入を防止する。また、1号及び2号炉の取水ピットスクリーン室上端開口部においては、防潮堤の直下の1号及び2号炉の取水路内に流路縮小工を設置し、流路を縮小することにより、参照する裕度（*.**m）を考慮しても津波高さが敷地高さに到達しないため、敷地地上部に津波は流入しない。したがって、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入することはない（図2.2-4～図2.2-10，表2.2-3）。

なお、3号炉の取水ピットスクリーン室開口部周りに設置する防水壁には、車両が進入するため、人力で**分以内に開閉可能な構造とし、閉止する際に特別な設備（クレーン等）を必要としない水密扉を設置するが、原則閉止運用とすることで津波の流入を防止する。また、防水壁の貫通口へ貫通部止水蓋を設置することで津波の流入を防止する。

(b) 建屋・区画への流入の可能性

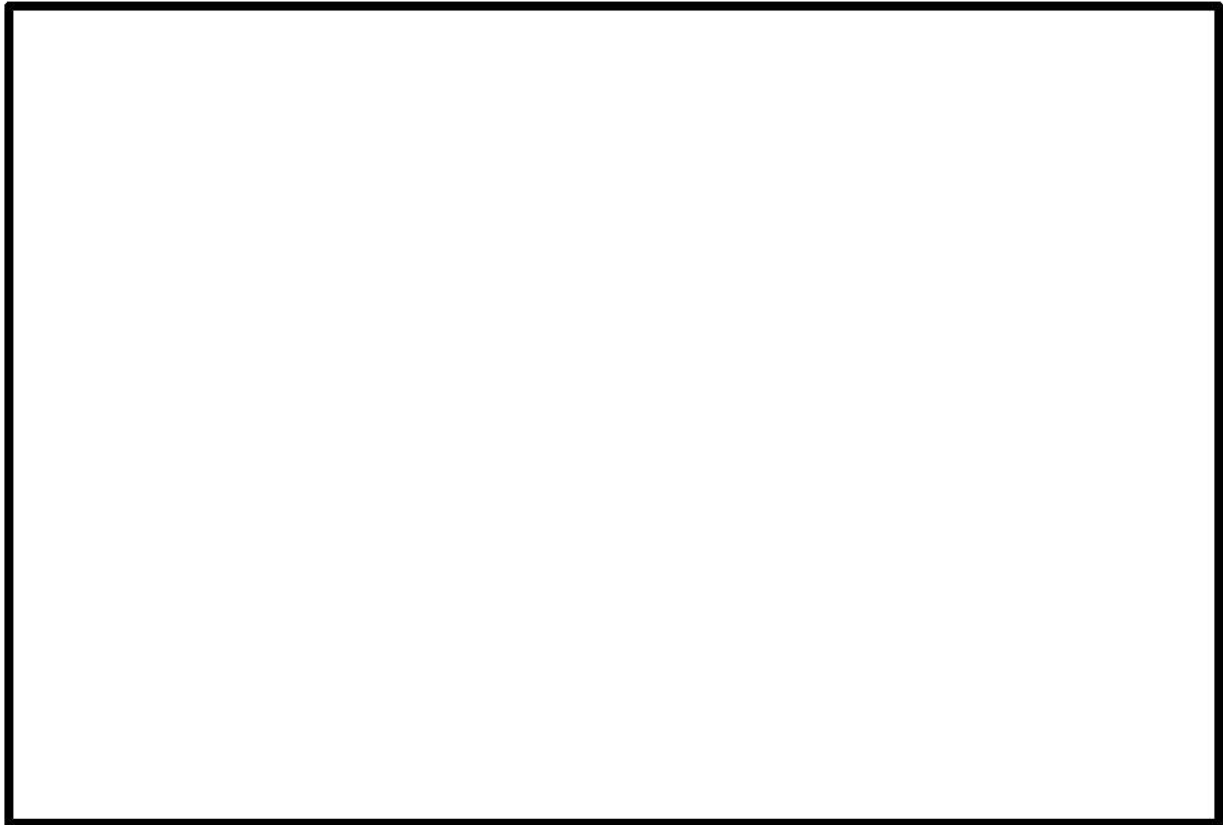
取水路に繋がり 3 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に流入する可能性のある経路としては、取水ピットポンプ室内の原子炉補機冷却海水ポンプ据付エリアである原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面の開口部、循環水ポンプエリア床面の開口部、取水ピットスクリーン室との境界である同エリア壁面の配管貫通部が挙げられる。3 号炉においては、管路解析により得られる取水ピットポンプ室及び取水ピットスクリーン室の入力津波高さが上記の開口部及び配管貫通部の設置高さに到達するため、床面の開口部にはドレンライン逆止弁及び浸水防止蓋を、壁面の配管等貫通部には止水処置を施すことで津波の流入を防止する。

追而

(循環水ポンプエリアからの津波の流入について、
入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

なお、3 号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリアに設置している原子炉補機冷却海水ポンプ、3 号炉循環水ポンプエリアに設置している循環水ポンプ、海水取水ポンプの構造上の隙間部として、ポンプ据付部（ポンプグラウンド部及び付属配管含む）から津波が流入する可能性も考えられるが、これについては、「2. 3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）」において評価する。

同設備の配置を図 2.2-4、図 2.2-5 に、仕様を「4. 2 浸水防止設備の設計」に示す。



※ 図中の矢印は通常時の取水系の流れを示す。

図 2.2-3 取水系平面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 2.2-4 3号炉取水系 流入対策配置図 (平面図)

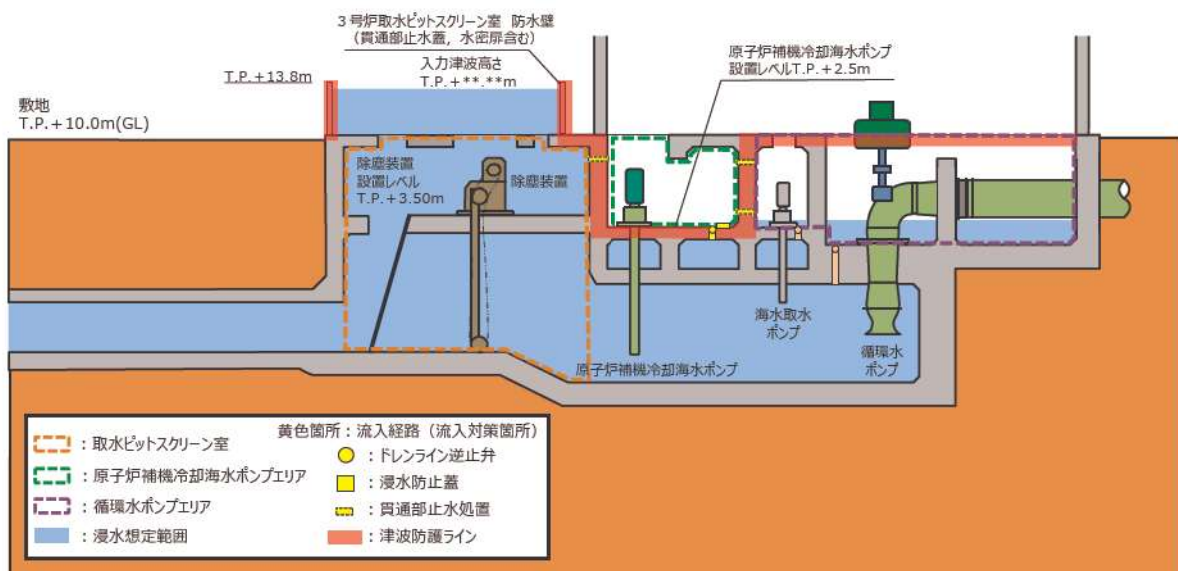


図 2.2-5 3号炉取水系 流入対策配置図 (A-A 断面図)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

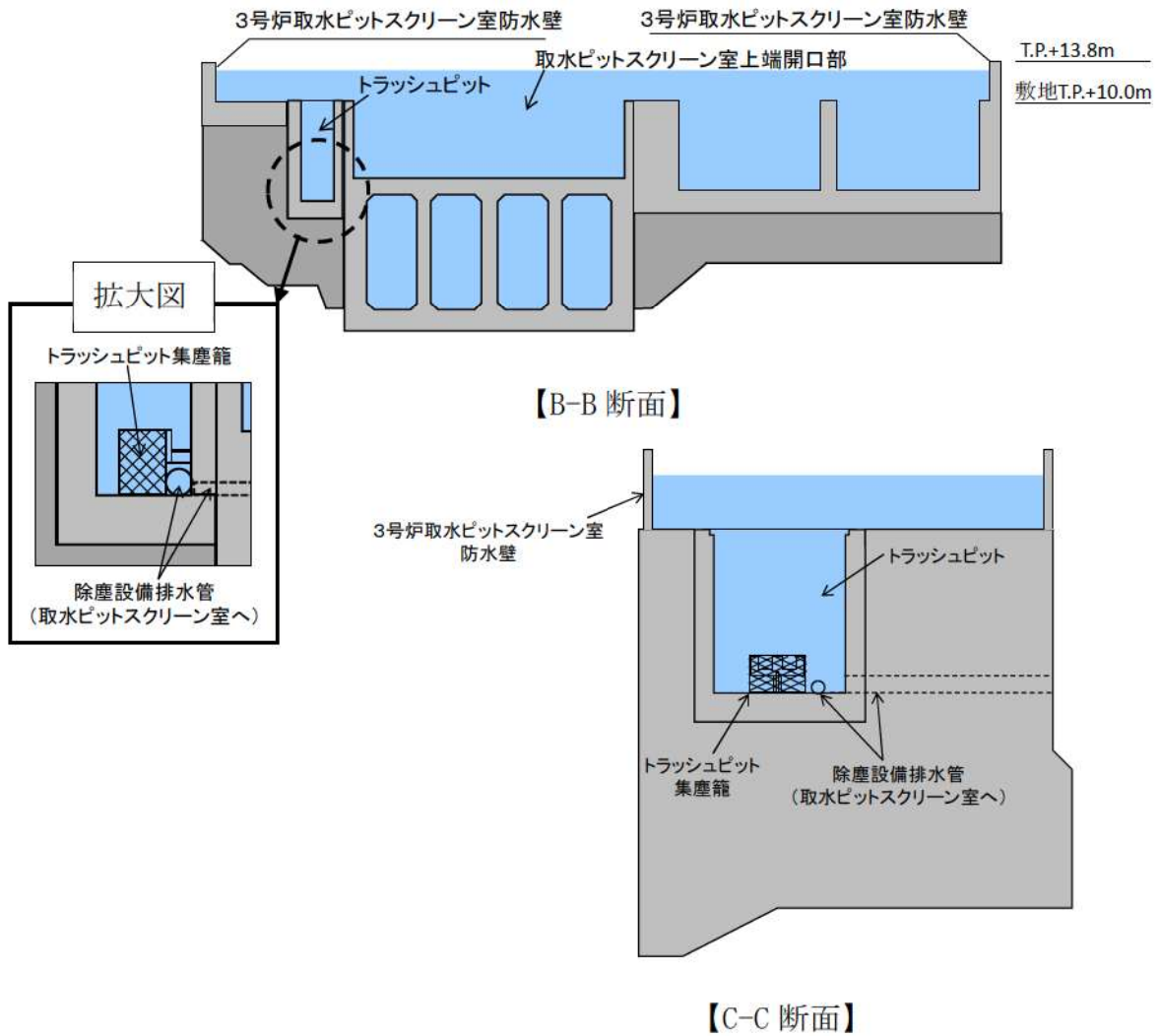


図 2.2-6 3号炉取水系 流入対策配置図 (B-B, C-C 断面)

追而
(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図 2.2-7 3号炉取水ピットスクリーン室 (防水壁) 内水位時刻歴波形

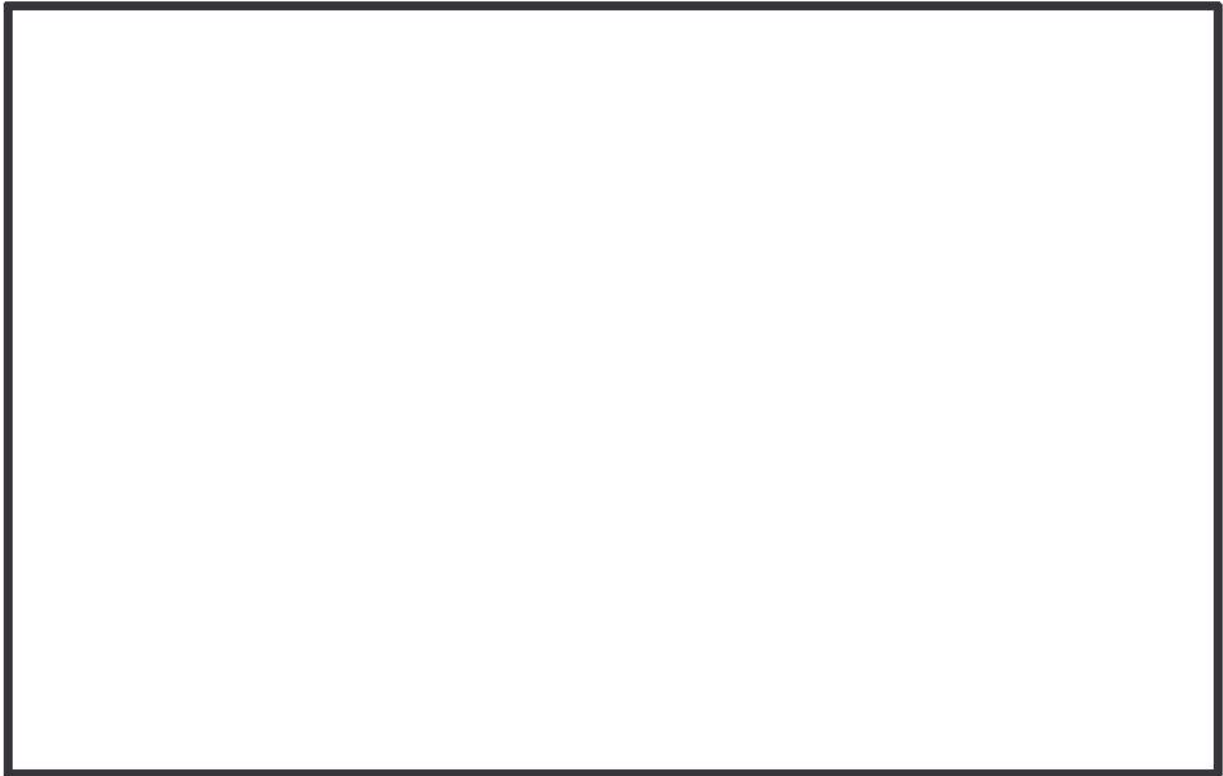


図 2.2-8 1号及び2号炉取水系 流入対策配置図 (平面図)

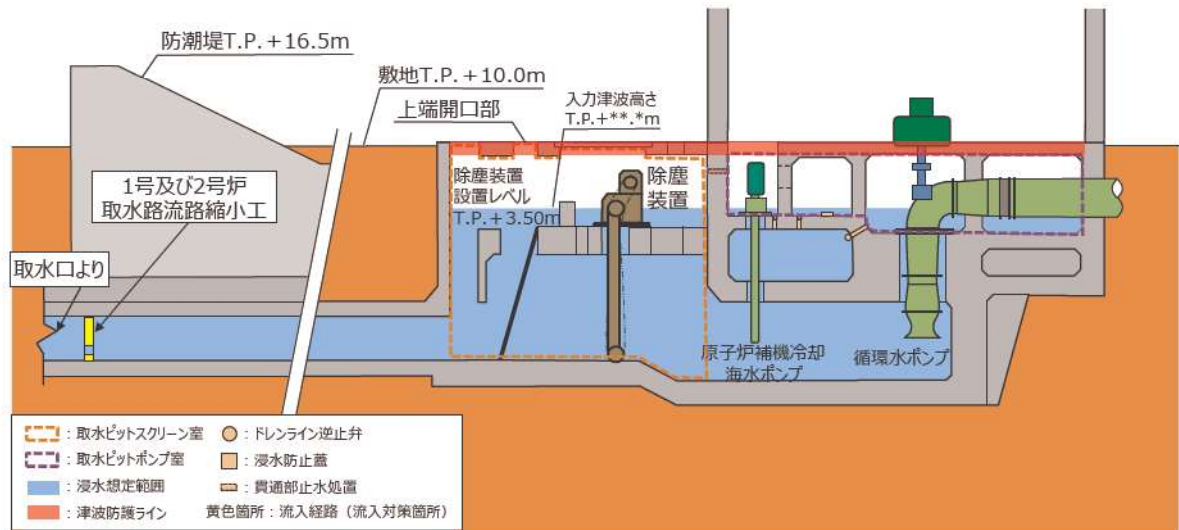
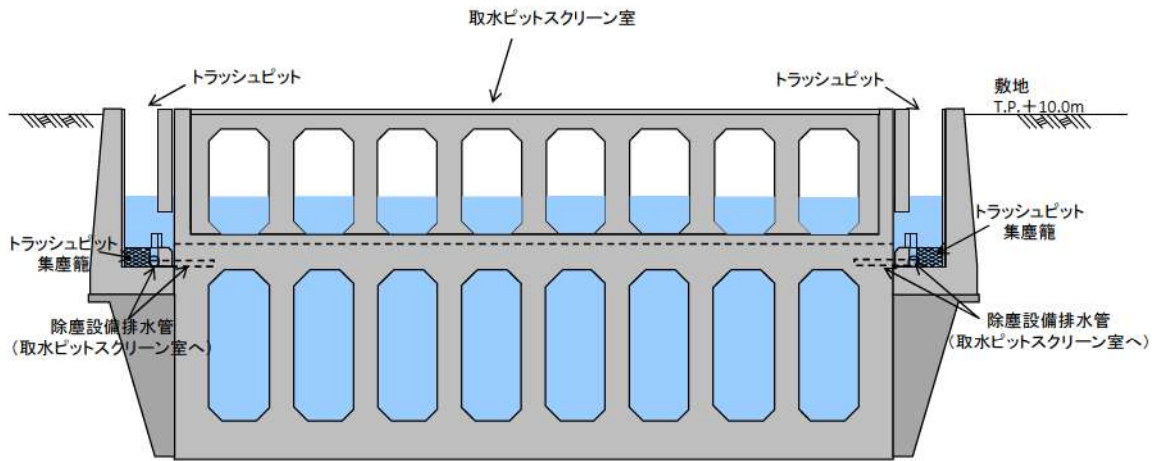
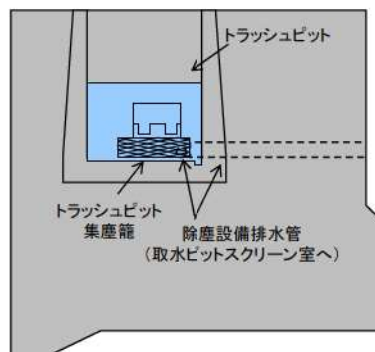


図 2.2-9 1号及び2号炉取水系 流入対策配置図 (A-A 断面図)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



【B-B 断面】



【C-C 断面】

図 2.2-10 1号及び2号炉取水系 流入対策配置図 (B-B, C-C 断面)

追而
(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図 2.2-11 1号及び2号炉取水ピットスクリーン室内水位時刻歴波形

表 2.2-3 取水路からの津波の流入評価結果

流入経路			①入力津波 高さ (T.P.)	②許容津波 高さ (T.P.)	②-① 裕度	評価
3号炉	循環水系	取水ピットスク リーン室 (防水壁)	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)			
	海水系					
1号及 び2号 炉	循環水系	取水ピットスク リーン室				
	海水系					

b. 放水路

3号炉の放水側からの経路は、タービン建屋から循環水管、放水ピット、放水路トンネル及び放水池を経由し放水口から海域に至る経路と、原子炉建屋から電気建屋の一次系放水ピット、原子炉補機冷却海水放水路、放水ピット、放水路トンネル及び放水池を経由し放水口から海域に至る経路で構成される（図 2.2-12，図 2.2-13）。

1号及び2号炉の放水側からの経路は、各々のタービン建屋から循環水管、放水ピット、放水路及び放水池を経由し放水口から海域に至る経路と、各々の原子炉補助建屋から原子炉補機冷却海水放水ピット、原子炉補機冷却海水放水路、放水ピット、放水路及び放水池を経由し放水口から海域に至る経路で構成される（図 2.2-12，図 2.2-19）。

これらの経路から敷地地上部への流入及び3号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を表 2.2-4 にまとめて示す。

(a) 敷地地上部への流入の可能性

放水路に繋がり3号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては、3号炉放水ピット上端開口部、3号炉の一次系放水ピット上部開口部が挙げられる。また、1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水放水ピット上端開口部及び原子炉補機冷却海水配管に設置されたラプチャディスクに加え、1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水放水路に接続された温水ピット及び海水ピット排水ライン、更には2号炉放水路に接続された定常排水処理水ポンプ及び非定常排水処理水ポンプ排水ラインについても、3号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路である。

追而

(3号炉放水ピット上端開口部の津波流入評価結果について、
入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

また、3号炉放水ピットには、温水ピット排水配管、海水ピット排水配管、定常排水処理水管、非定常排水処理水管、定検用軸冷水海水管、濃縮海水排水管及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナーブロー配管が接続されているが、いずれの配管も放水ピット上端開口部以上の高さに敷設されていることから、津波の流入経路にはならない（図 2.2-14，図 2.2-16）。

追而

(3号炉一次系放水ピット上部開口部の津波流入評価結果について、
入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

追而

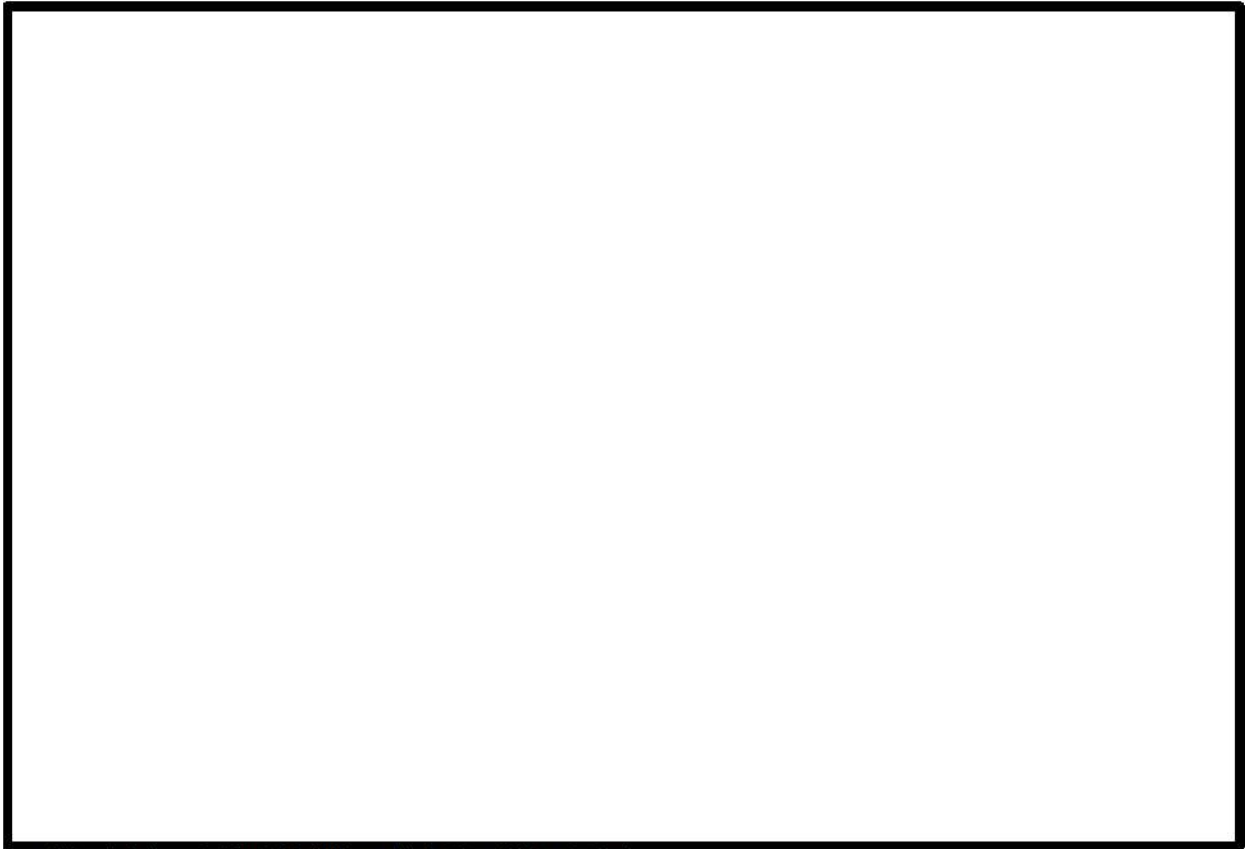
(3号炉一次系放水ピット上部開口部の津波流入評価結果について、
入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

1号及び2号炉の放水ピットには、放水路のトレン分離用ゲート設置のための立坑及び上端開口部がある。1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水放水ピットには、上端開口部があり、さらに原子炉補機冷却海水系統配管が接続されており、1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水放水路を遡上した津波が配管内に流入した場合にはラプチャディスクが作動して敷地へ津波が流入する可能性があるが、防潮堤の直下の1号及び2号炉の放水路に逆流防止設備を設置することから、これらの経路から敷地地上部に津波は流入しない。(図 2.2-19～図 2.2-21)。

また、1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水放水路には、各々のタービン建屋から地下ダクトを通過して温水ピット及び海水ピットの排水ラインが接続されており、2号炉放水路には、給排水処理建屋から地下ダクトを通過して定常排水処理水ポンプ及び非定常排水処理水ポンプの排水ラインが接続されているが、同様の理由により敷地地上部に津波は流入しない。(図 2.2-22～図 2.2-25)


(b) 建屋・区画への流入の可能性

放水路に繋がり3号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に流入する可能性のある経路は存在しない。



※ 図中の矢印は通常時の放水系の流れを示す。

図 2.2-12 放水系平面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



【平面図】



【A-A 断面】



【B-B 断面】

図 2.2-13 3号炉放水系

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

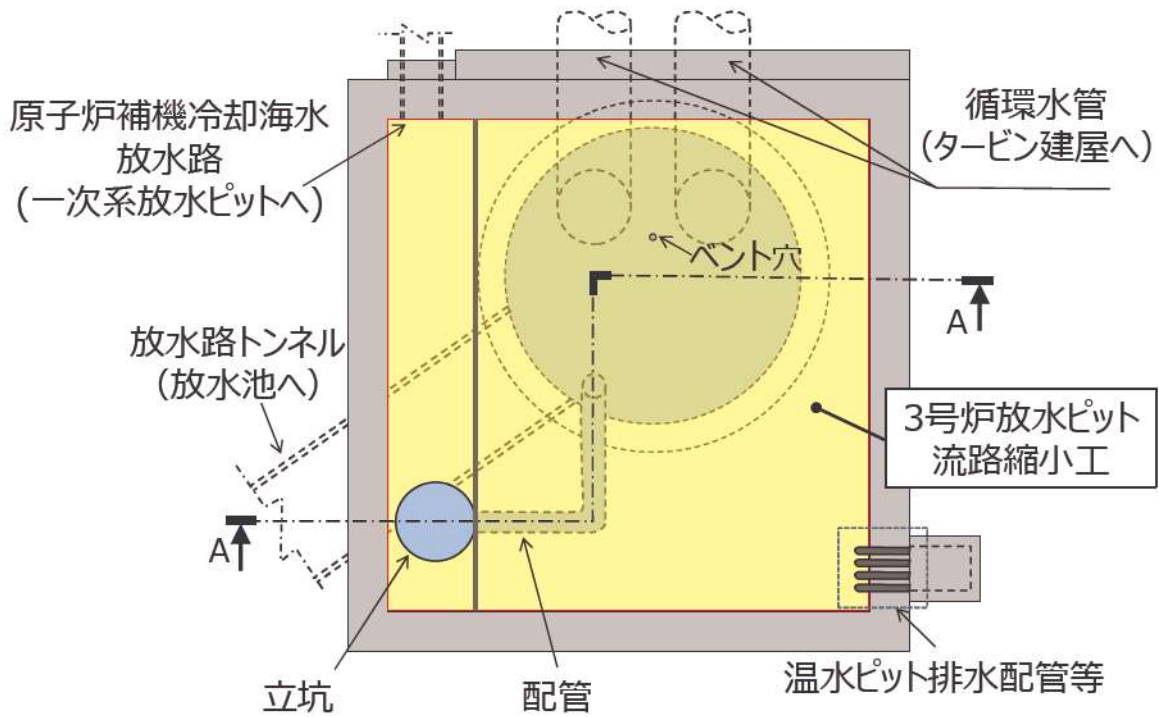


図 2.2-14 3号炉放水ピット平面図

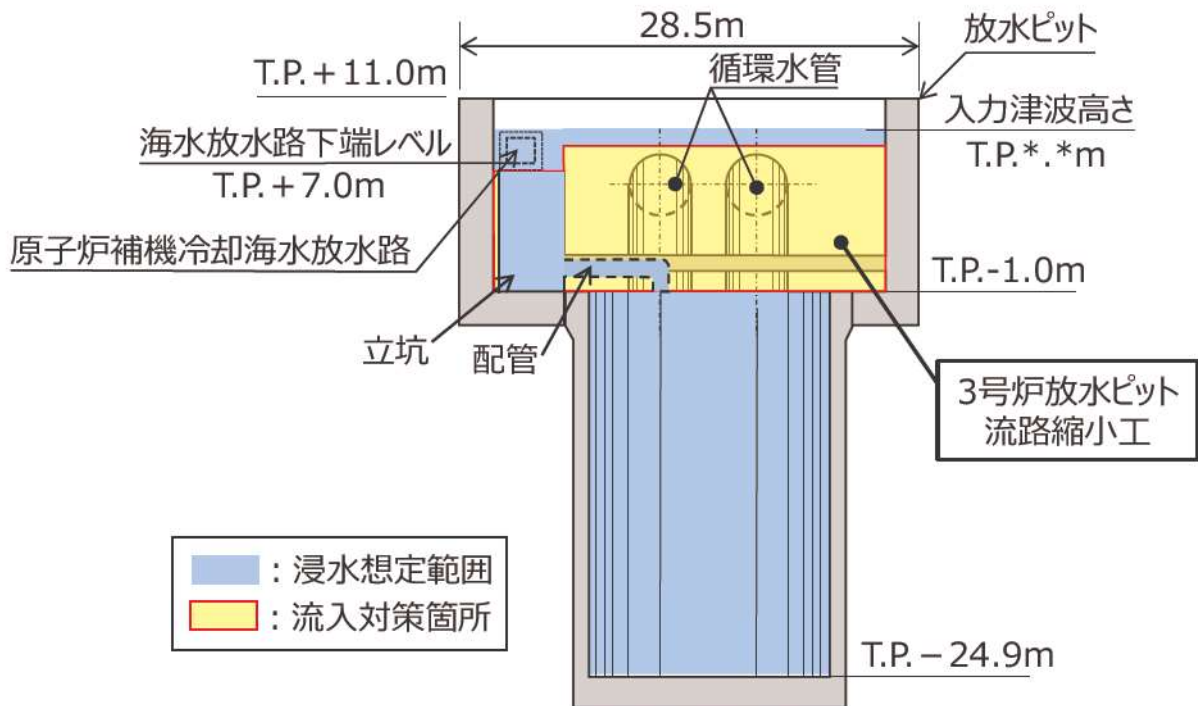
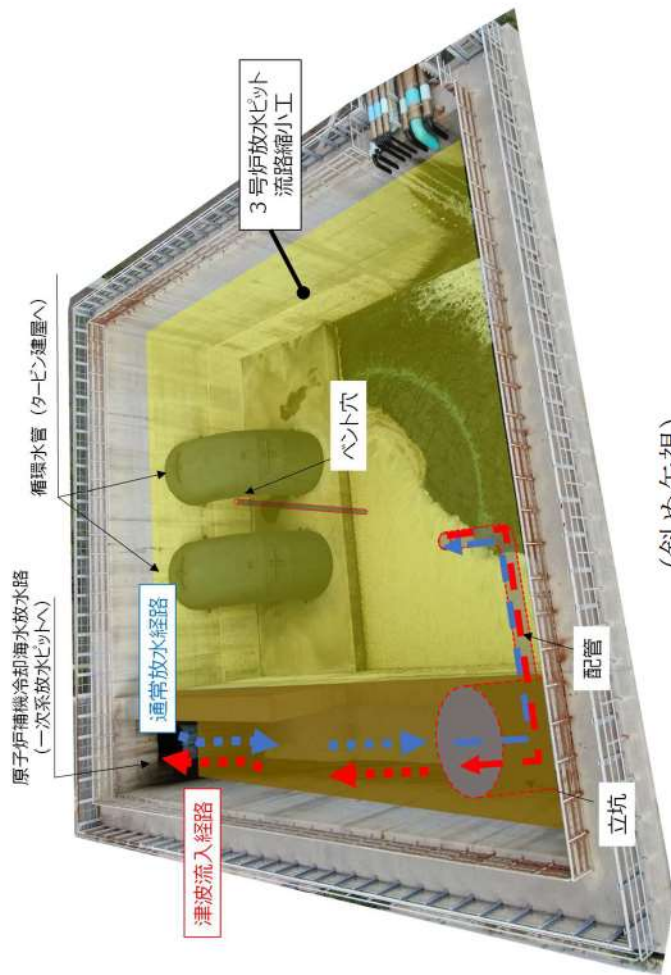


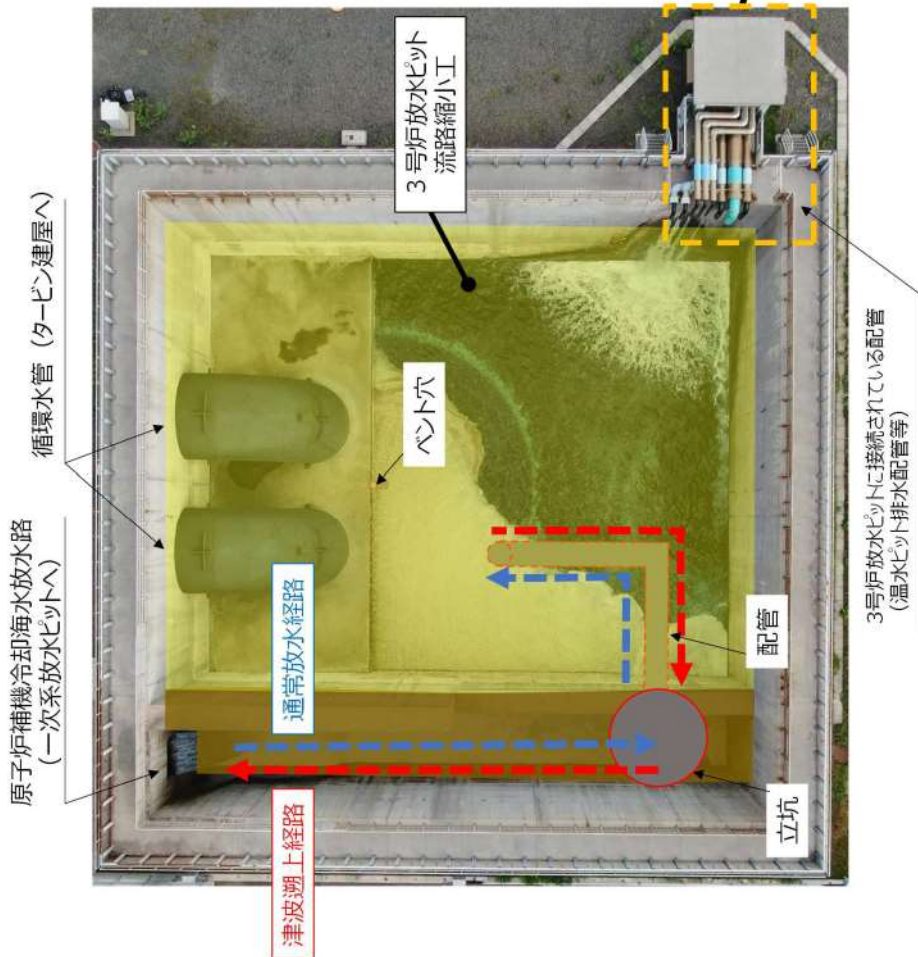
図 2.2-15 3号炉放水ピット断面図 (A-A 断面)



(斜め矢視)



3号炉放水ピットに接続されている配管



(上空からの外観)

図 2.2-16 3号炉放水ピット外観写真

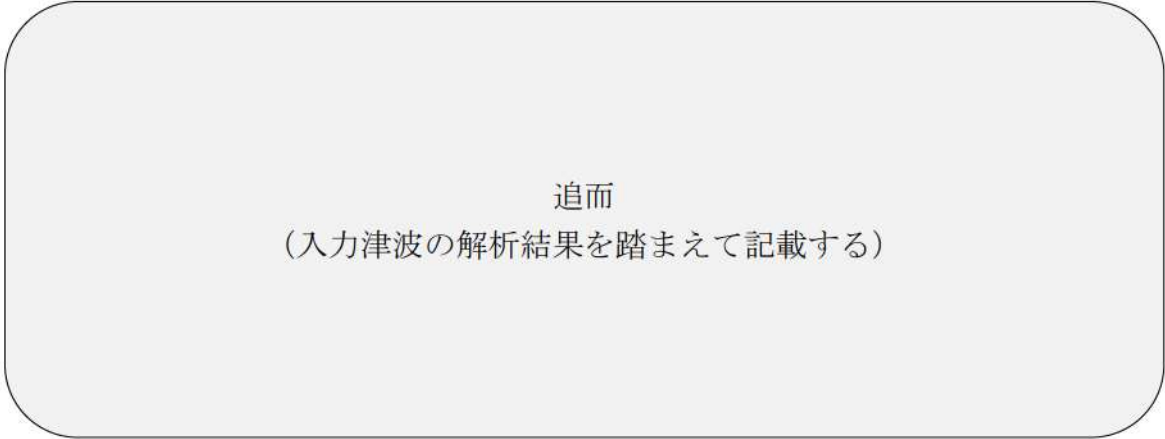


図 2.2-17 3号炉放水ピット内水位時刻歴波形

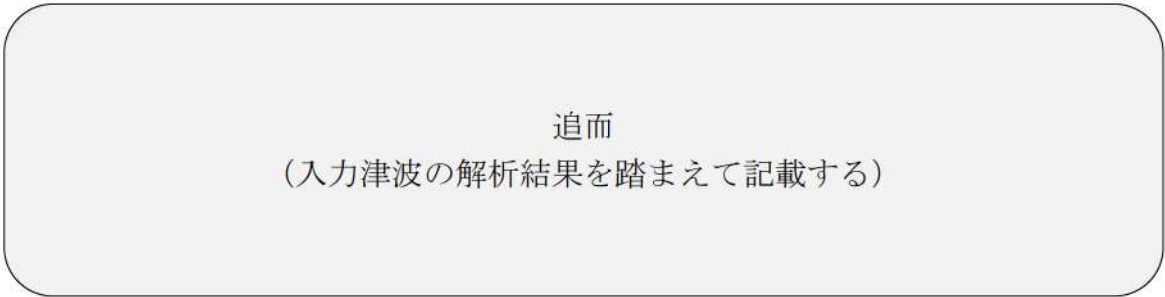
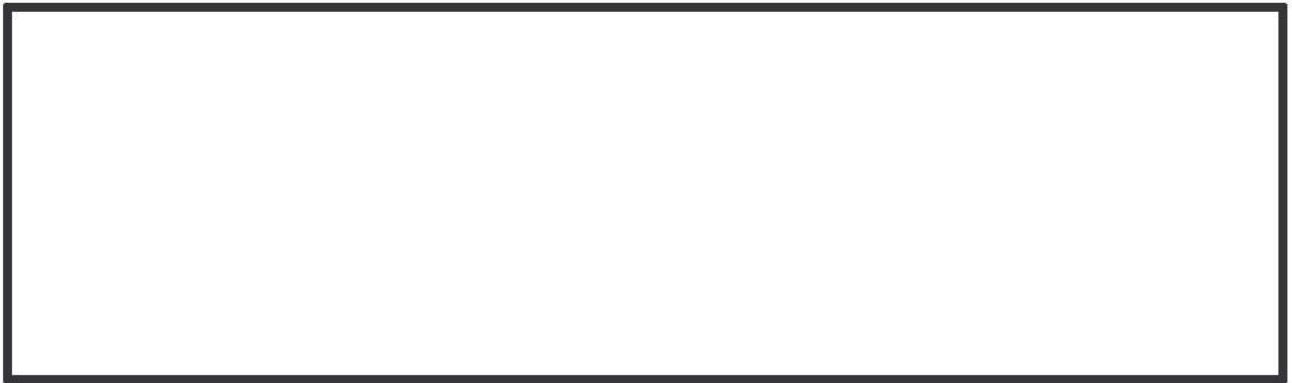


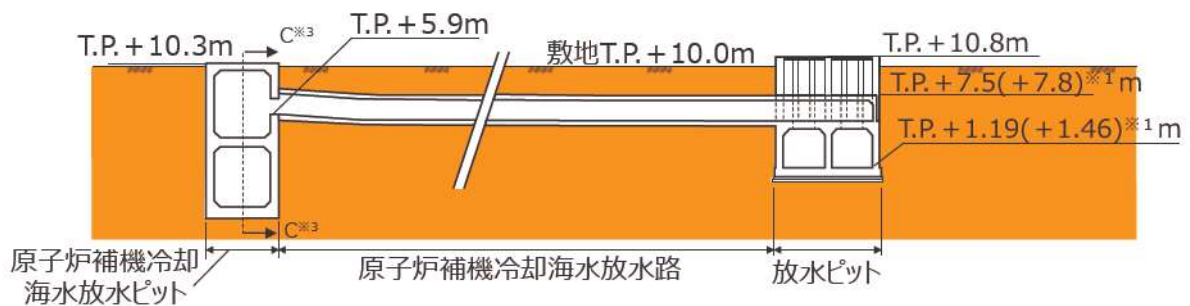
図 2.2-18 3号炉一次系放水ピット内水位時刻歴波形



【平面図】



【A-A断面】



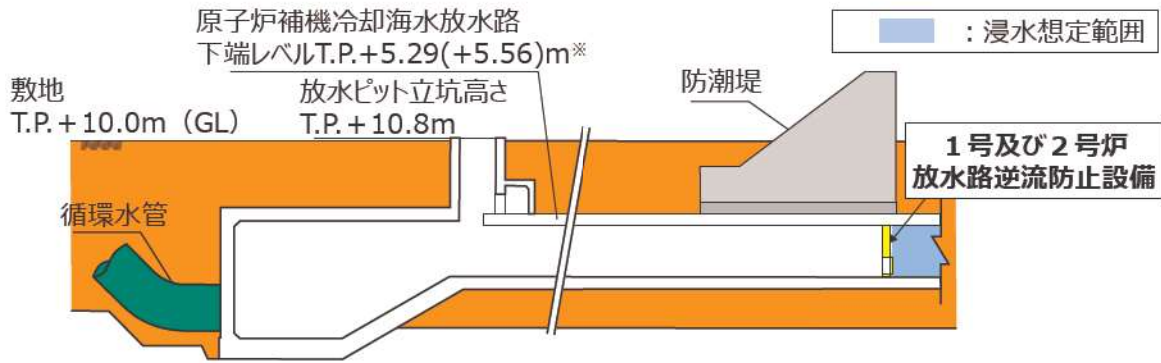
【B-B断面】

- ※1 断面図中の値は1号及び2号炉共通の値であり、カッコ内は2号炉の値を示す。
- ※2 断面図中のa部拡大図を図2.2-20に示す。
- ※3 断面図中のC-C断面は、図2.2-21に示す。

図 2.2-19 1号及び2号炉放水系

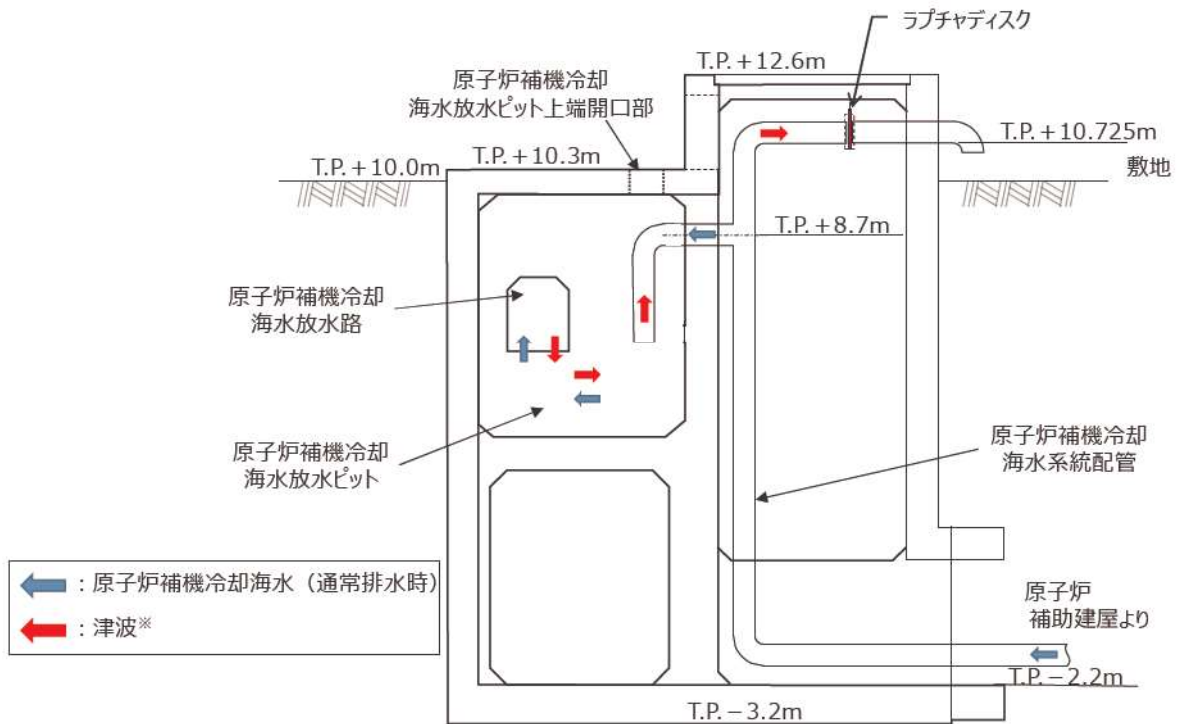
枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条-別添1-II-2-27



※ 断面図中の値は1号及び2号炉共通の値であり、カッコ内は2号炉の値を示す。

図 2.2-20 1号及び2号炉放水ピット断面図



※ 1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置前の津波の遡上経路

図 2.2-21 1号及び2号炉原子炉補機冷却海水放水ピット断面図 (C-C 断面)

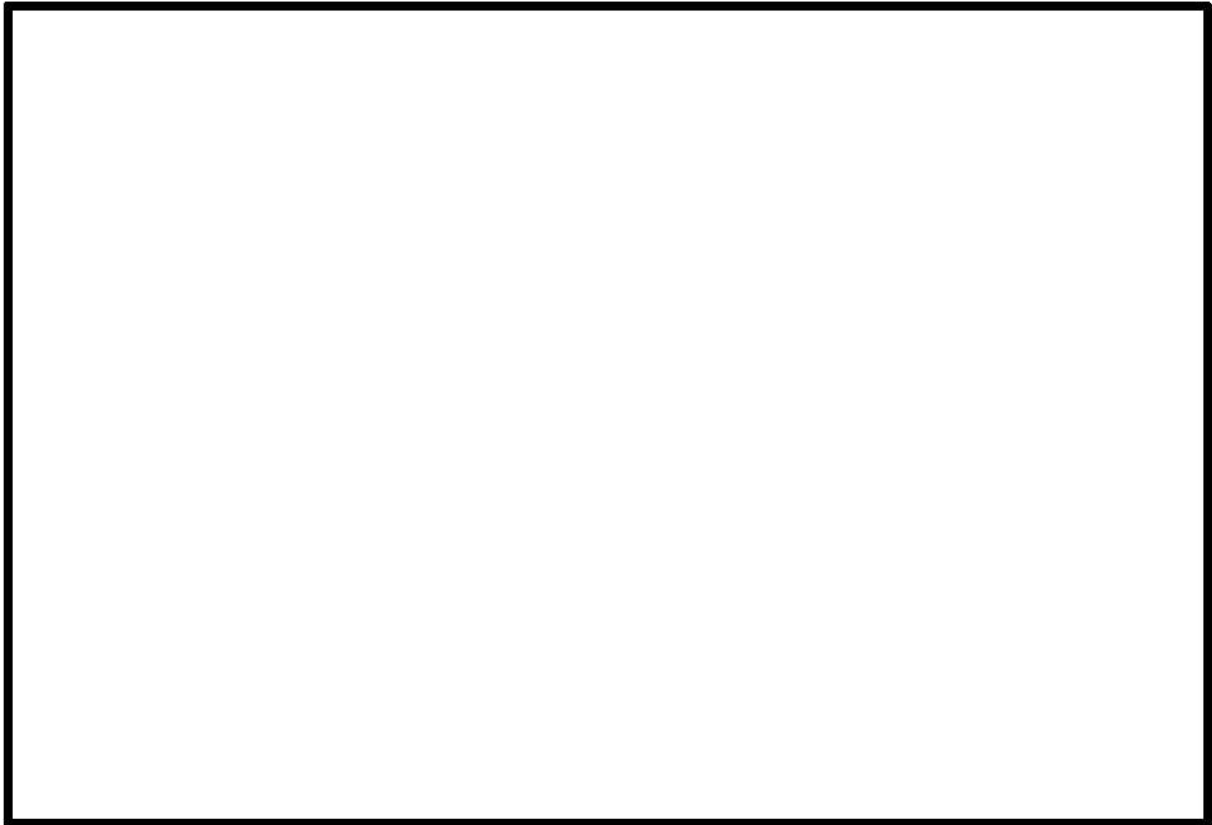


図 2.2-22 温水ピット及び海水ピット排水ライン 位置図

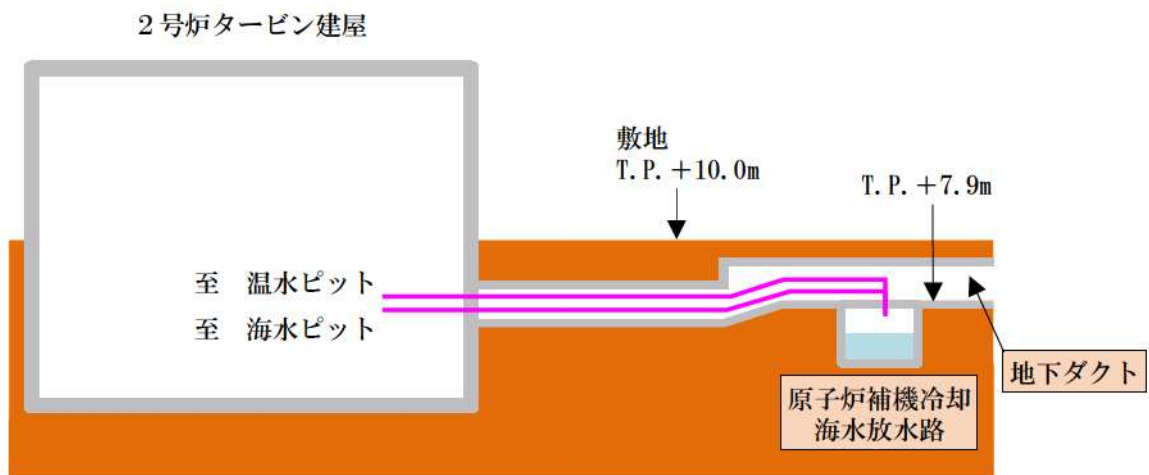


図 2.2-23 温水ピット及び海水ピット排水ライン 概要図 (A-A 断面)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

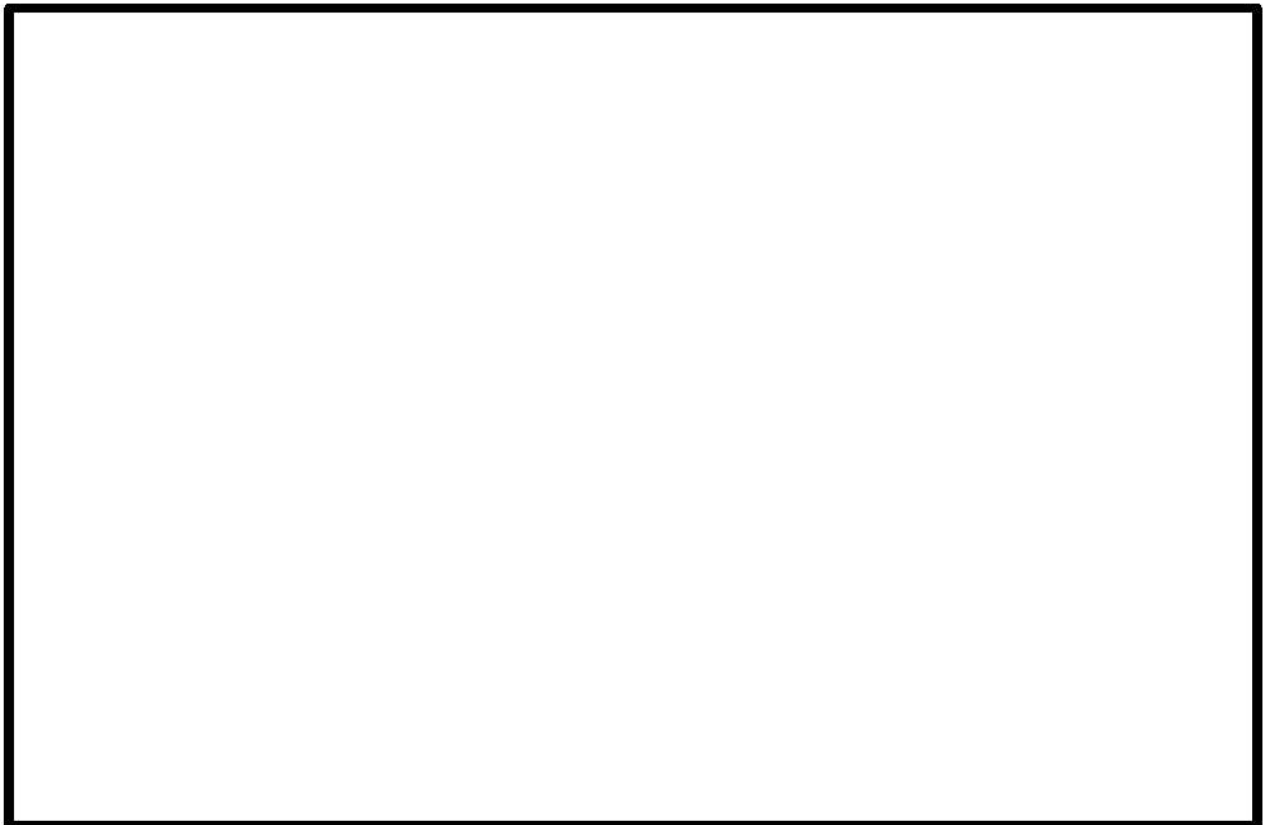


図 2.2-24 定常排水処理水ポンプ及び非定常排水処理水ポンプ排水ライン 位置図

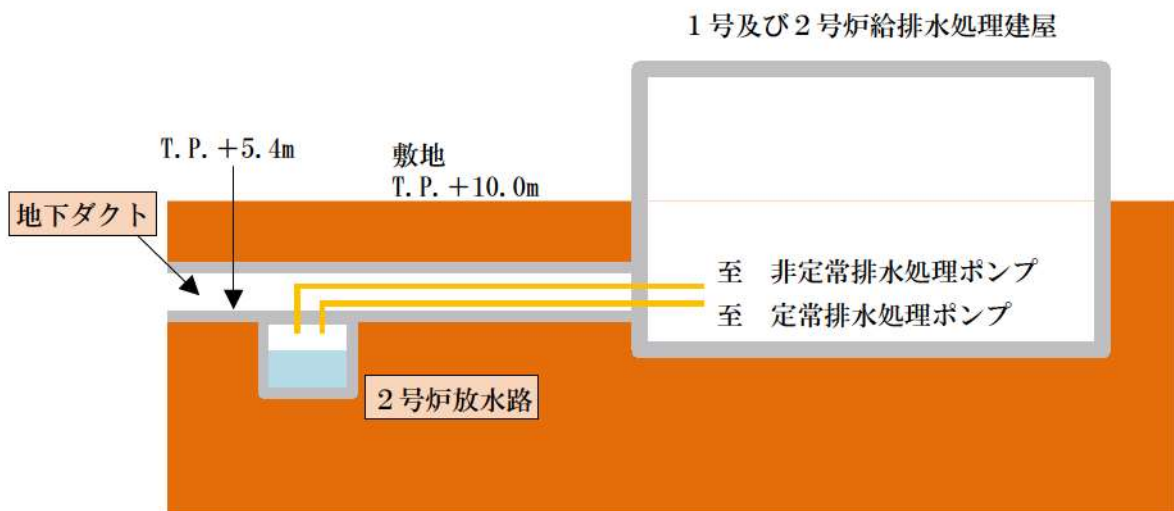


図 2.2-25 定常排水処理水ポンプ及び非定常排水処理水ポンプ排水ライン 概要図
(A-A 断面)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表 2.2-4 放水路からの津波の流入評価結果

流入経路		①入力津波 高さ (T.P.)	②許容津波 高さ (T.P.)	②-① 裕度	評価
3 号 炉	海水系・ 循環水系	追而	+11.0m ^{※1}		追而 (入力津波の解 析結果を踏まえ て記載する)
	海水系		+10.4m ^{※2}		

※1：放水ピット天端高さ

※2：一次系放水ピット上部開口部下端高さ

c. 屋外排水路

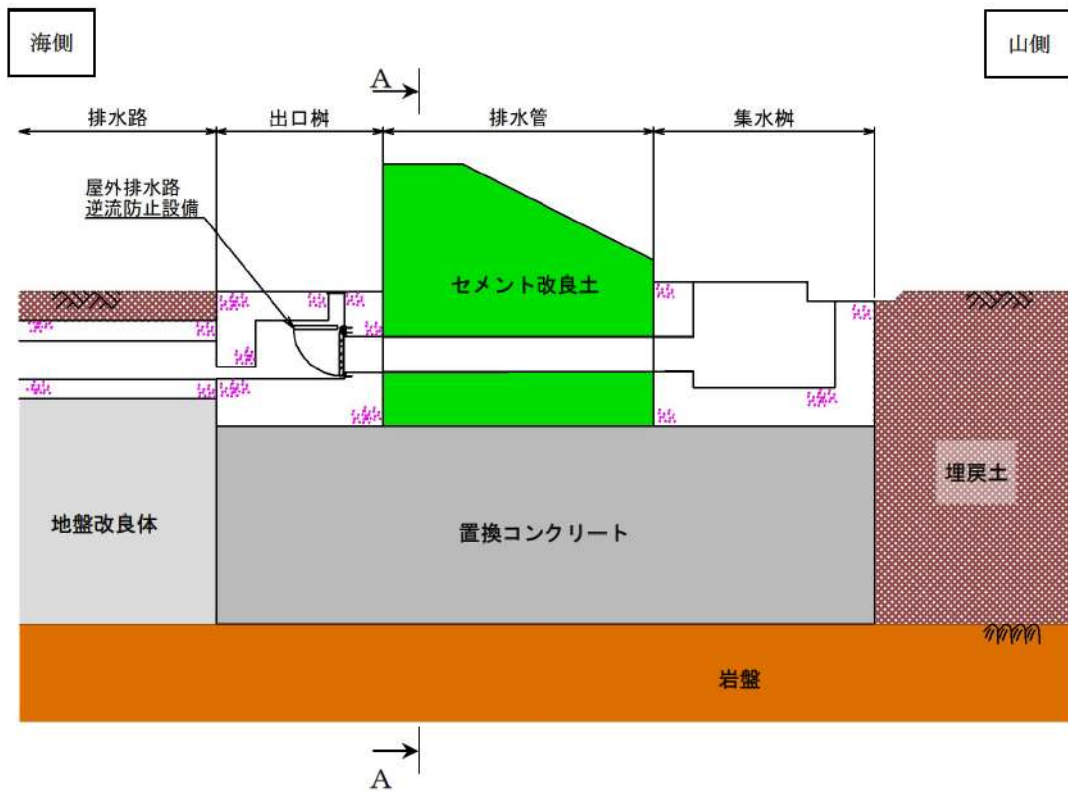
屋外排水路は、敷地内の雨水排水を海域まで自然流下させる排水路であるが、屋外排水路と設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋は直接接続されていない。

屋外排水路は、設計基準対象施設等を設置するエリア（T.P. +10.0m）で3箇所に集水し、防潮堤を横断し、海域に排水する構造となっている。屋外排水路の防潮堤横断部（海側法尻部）には屋外排水路逆流防止設備を設置することから、津波が流入することはない（図 2.2-26, 図 2.2-27）。

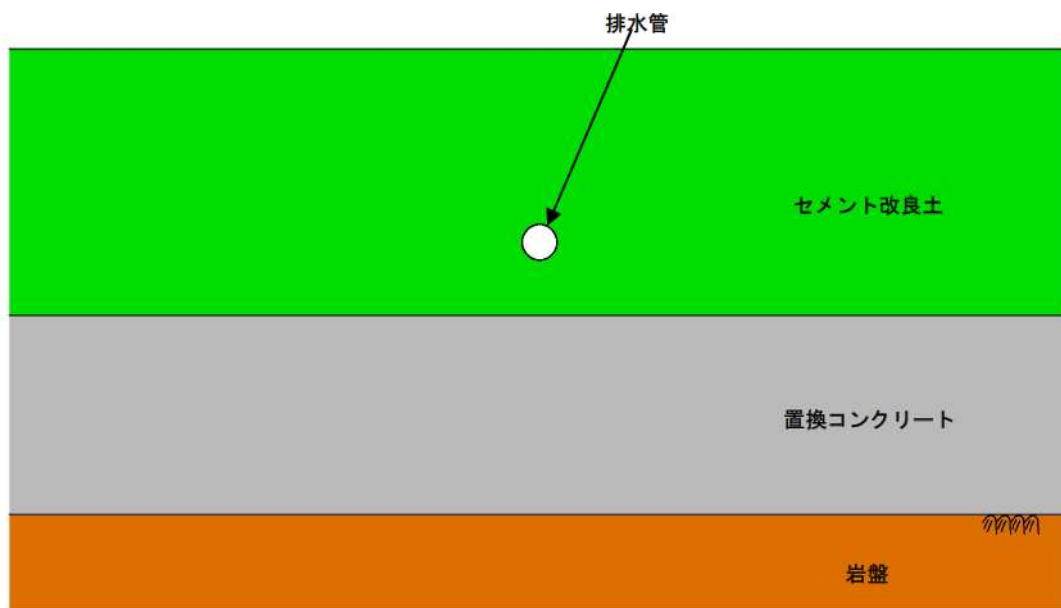


図 2.2-26 屋外排水路状況図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



(A) 縦断面図



(B) 正面図 (A-A 断面)

図 2.2-27 屋外排水路逆流防止設備 概略図

d. 津波防護施設の位置・仕様

[3号炉取水ピットスクリーン室防水壁]

- ・3号炉取水ピットスクリーン室からの津波の流入防止を目的として、3号炉取水ピットスクリーン室上端等に、鋼製及びRC造の防水壁を設置する。

[1号及び2号炉取水路流路縮小工]

- ・1号及び2号炉取水路からの津波の敷地への流入防止を目的として、防潮堤下の取水路内に流路縮小工を設置する。

[1号及び2号炉放水路逆流防止設備]

- ・1号及び2号炉放水路からの津波の敷地への流入防止を目的として、防潮堤下の放水路内に逆流防止設備を設置する。

[3号炉放水ピット流路縮小工]

- ・3号炉放水ピットから敷地への津波の流入防止を目的として設置するもので、コンクリート構造物である。

e. 浸水防止設備の位置・仕様

[屋外排水路逆流防止設備]

- ・敷地前面護岸に接続する屋外排水路からの津波の流入防止を目的として、屋外排水路出口に鋼製のゲートを設置する。

[浸水防止蓋]

- ・原子炉補機冷却海水ポンプエリアについては、浸水想定範囲への浸水の可能性のある経路として、原子炉補機冷却海水ポンプエリアの床面に開口部（中間ピットアクセス用開口部、ドレンライン）が存在するため、浸水防止設備として、原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面に浸水防止蓋を設置する。
- ・既設蓋（開口部縁4辺にゴム板を貼付けて鋼製蓋をし、ボルトで締付固定）に新設鋼製補強材を乗せ、鋼製蓋外縁にアンカーボルトにて固定する構造である。

[水密扉]

- ・3号炉取水ピットスクリーン室防水壁にアクセス用出入口に設置する扉である。

[貫通部止水蓋]

- ・3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の貫通口からの津波の流入防止を目的として、3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の貫通口へ止水用の蓋を設置する。

[ドレンライン逆止弁]

- ・取水路から原子炉補機冷却海水ポンプエリアへの津波の流入防止のため、原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面にドレンライン逆止弁を設置する。

- ・設置床面下部からの流入時に弁体が押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する構造である。

[貫通部止水処置]

- ・取水ピットスクリーン室に津波が流入した場合に、原子炉補機冷却海水ポンプエリアへの津波の浸水防止を目的として、原子炉補機冷却海水ポンプエリア壁面の配管等貫通部には止水処置を実施する。

2. 5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(1) 非常用海水冷却系の取水性

【規制基準における要求事項等】

非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。

- ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。
- ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

また、基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおりとする。

- a. 原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する。
- b. 原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する。
- c. 引き波時に水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる設計となっていることを確認する。なお、取水路又は取水ピットが循環水系と非常用海水冷却系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であることを確認する。

【検討結果】

- a. 取水路の特性を考慮した原子炉補機冷却海水ポンプ取水性の評価水位

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施した。その際、取水口から取水ピットポンプ室に至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦係数を考慮するとともに、貝付着やスクリーン損失及び防波堤の有無を考慮し、潮位のばらつきも考慮した。

追而

(評価水位については、入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図 2.5-1 に取水ピットポンプ室内における基準津波による水位時刻歴波形 (水位下降側) を示す。

追而

(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図 2.5-1 3号炉取水ピットポンプ室における基準津波による水位時刻歴波形 (水位下降側)

b. 原子炉補機冷却海水ポンプ取水性

水理試験により確認した原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位は T. P. m であるため、取水可能水位を下回る時間においても、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が十分可能なよう、取水口前面に海水を貯水する対策として貯留堰を設置し、取水性を確保する設計とする。原子炉補機冷却海水ポンプの定格流量と取水可能水位を表 2.5-1 に示す。水理試験については添付資料 9 参照。

表 2.5-1 海水系ポンプの区分、定格流量と取水可能水位

	区分	定格流量 (m ³ /h/台)	取水可能水位 (m)
原子炉補機冷却海水ポンプ	非常用	1,700	T. P. ※ ¹
循環水ポンプ	常用	114,000	T. P. -6.75 ※ ²
海水取水ポンプ	常用	440	T. P. -3.11 ※ ²

※ 1 : 水理試験にて確認した原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能限界水位

※ 2 : 吸込口下端高さ

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

c. 冷却に必要な海水の確保

泊3号炉の取水口には、貯留堰を設置しており、貯留堰高さを下回る引き波が発生した場合でも、取水槽内に冷却水が貯留される構造となっている(図2.5-2)。

基準津波による3号炉取水口前面における水位時刻歴波形から、貯留堰の天端高さ T.P. -4.0m を下回る時間は、保守的に評価した場合でも最大で**分(地殻変動量+*.**m を考慮済)である。また、貯留堰の天端高さを下回る時間については、保守的な評価となるよう、引き波時における貯留堰天端高さを超える一時的な水位上昇による水位回復を見込まず、貯留堰天端高さを下回る時間を継続時間で評価する。この継続時間は最大**分である(図2.5-3)。

貯留堰高さを下回る引き波が発生した場合、常用海水ポンプである海水取水ポンプについては、取水可能水位を下回っているため、貯留水量に影響はない。また、もう一方の常用海水ポンプである循環水ポンプについては、気象庁から発信される大津波警報をもとに運転員が手動で停止する手順とすることとしている。なお、手動停止前に所定の設定値まで取水ピットスクリーン室水位が低下した場合は、循環水系統の設備保護の観点から自動で循環水ポンプが停止するインターロックとなっている(津波発生時のプラント運用については、添付資料20参照)。

したがって、貯留堰高さを下回る引き波が発生した場合は、手動停止操作又はトリップインターロック動作により貯留堰高さ(T.P. -4.0m)到達前に循環水ポンプは停止しているが、遊転時間分(トリップからポンプ停止までの時間)、循環水ポンプ2台が定格流量で取水するものと仮定した上で、非常用海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが継続して取水可能かを評価した。

(a) 取水槽内に貯留される水量：6,900m³・・・①

貯留堰高さ T.P. -4.0m から原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位 T.P. までの空間容量(添付資料10)

(b) 循環水ポンプが停止するまでに取水する水量：3,800m³・・・②

114,000m³/h ÷ 3,600 × 60 秒 × 2 台 = 3,800m³

(c) 原子炉補機冷却海水ポンプの取水に使用可能な水量：3,100m³・・・③

① - ② = 6,900m³ - 3,800m³ = 3,100m³

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプの取水容量：6,800m³/h・・・④

1,700m³/h × 4 台 = 6,800m³/h

(e) 原子炉補機冷却海水ポンプ運転可能時間：約27分

③ ÷ ④ = 3,100m³ ÷ 6,800m³/h = 0.45 時間 ≒ 27 分

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

原子炉補機冷却海水ポンプの取水量は、表 2.5-2 から 6,800m³/h（4 台運転時）である。一方、取水槽内に貯留される冷却水のうち、原子炉補機冷却海水ポンプの運転に使用可能な水量は 3,100m³であるため、貯留堰高さを下回る引き波が発生した場合でも、約 27 分の間、同ポンプの運転継続が可能である。

すなわち、基準津波時に貯留堰高さを下回る時間、約*分 (**秒) に対し

追而

(貯留堰高さを下回る時間との比較結果については、
入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

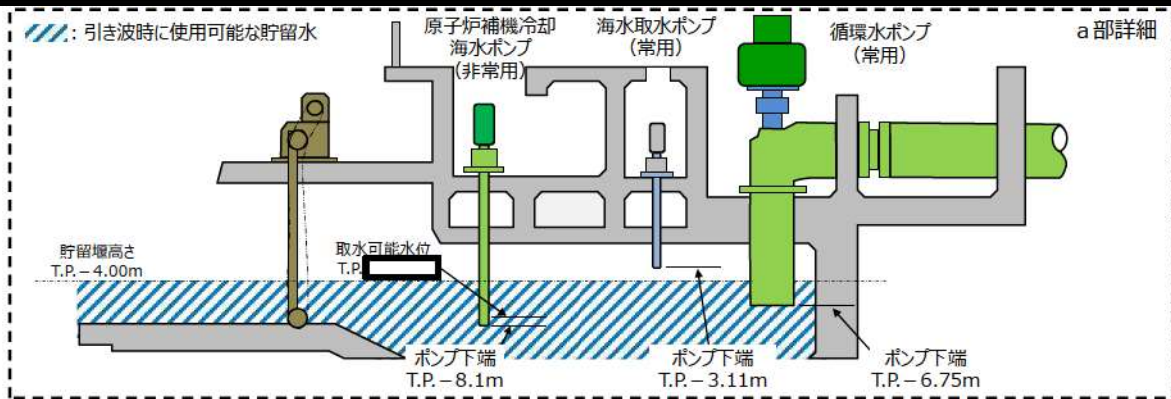


図 2.5-2 取水設備構造概要 (断面図)


表 2.5-2 原子炉補機冷却海水ポンプの取水量

	運転台数	流 量 (m ³ /h)	必要取水量 (m ³ /h)
原子炉補機冷却海水ポンプ	2 台 × 2 系統 [※]	6,800	6,800

※ 最大運転台数を考慮

追而
(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図 2.5-3 3号炉取水口前面 における水位時刻歴波形

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

【検討方針】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価する。その上で、非常用海水冷却系について、基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること，浮遊砂等の混入に対して非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり確認する。

- a. 遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき，砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は，取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し，閉塞しないことを確認する。
- b. 原子炉補機冷却海水ポンプ吸い込み口位置に浮遊砂が堆積し，吸い込み口を塞がないよう，浮遊砂の堆積厚に対して，取水ピットポンプ室床面から原子炉補機冷却海水ポンプ吸い込み口下端まで十分な高さがあることを確認する。
- c. 浮遊砂が混入する可能性を考慮し，原子炉補機冷却海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくいものであることを確認する。
- d. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については，遡上解析結果における岩内港湾等を含めた発電所周辺，発電所取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波・引き波の方向，速度の変化を分析した上で，漂流物の可能性を検討し，漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また，スクリーン自体が漂流物となる可能性が無いか確認する。

【検討結果】

a. 砂移動・堆積に対する通水性確保

3号炉取水口は、取水口底版高さが T.P. -8.0m であり、取水口前の海底面高さ T.P. -10.0m より約 2m 高い位置にある。

取水路は、高さ約 4.2m、幅約 4.2m の 2 連水路構造であり、取水路の呑み口高さは約 4.2m である。

追而

(砂移動・堆積による通水性評価については、
砂移動の解析結果を踏まえて記載する)

なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は添付資料 12 及び「泊発電所 3 号炉 津波評価について」(参考資料 1) において説明する。また、砂の移動・堆積の数値シミュレーションに用いる底質土砂の密度や粒径は、泊発電所周辺海域における底質調査の結果より算定している (添付資料 13)。

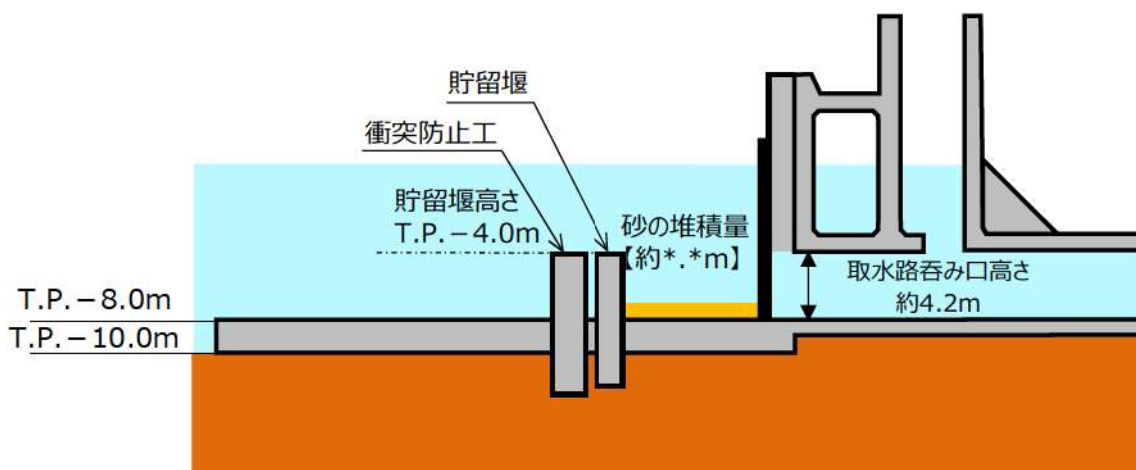


図 2.5-4 3号炉取水口における取水可能性の概念図

表 2.5-3 砂移動解析結果

基準津波	評価手法	浮遊砂濃度 上限値	3号炉取水口における 砂の堆積高さ (m)	取水路 呑み口高さ (m)
水位上昇側	<p style="text-align: center;">追而 (砂移動解析結果を踏まえて記載する)</p>			4.2
水位下降側				

表 2.5-4 津波による砂移動数値シミュレーションの手法及び計算条件

追而
(砂移動解析結果を踏まえて記載する)



图 2.5-5 3号炉取水路断面图

b. 取水ピットポンプ室における砂の堆積厚さ

取水ピットポンプ室底面は T.P. -10.6m であり，原子炉補機冷却海水ポンプ下端は T.P. -8.1m であることから，ポンプ下端は取水ピットポンプ室底面から約 2.5m 高い位置にある。

追而
 (原子炉補機冷却海水ポンプの取水性評価については，
 砂移動解析結果を踏まえて記載する)

取水ピットポンプ室における砂の堆積厚さを表 2.5-5，原子炉補機冷却海水ポンプ高さ位置を図 2.5-6 に示す。

表 2.5-5 取水ピットポンプ室の砂の堆積厚さ

基準津波	原子炉補機冷却海水ポンプ	
	砂の堆積高さ (m)	海水ポンプ室底面からポンプ下端までの高さ (m)
上昇側	追而	2.50
下降側		

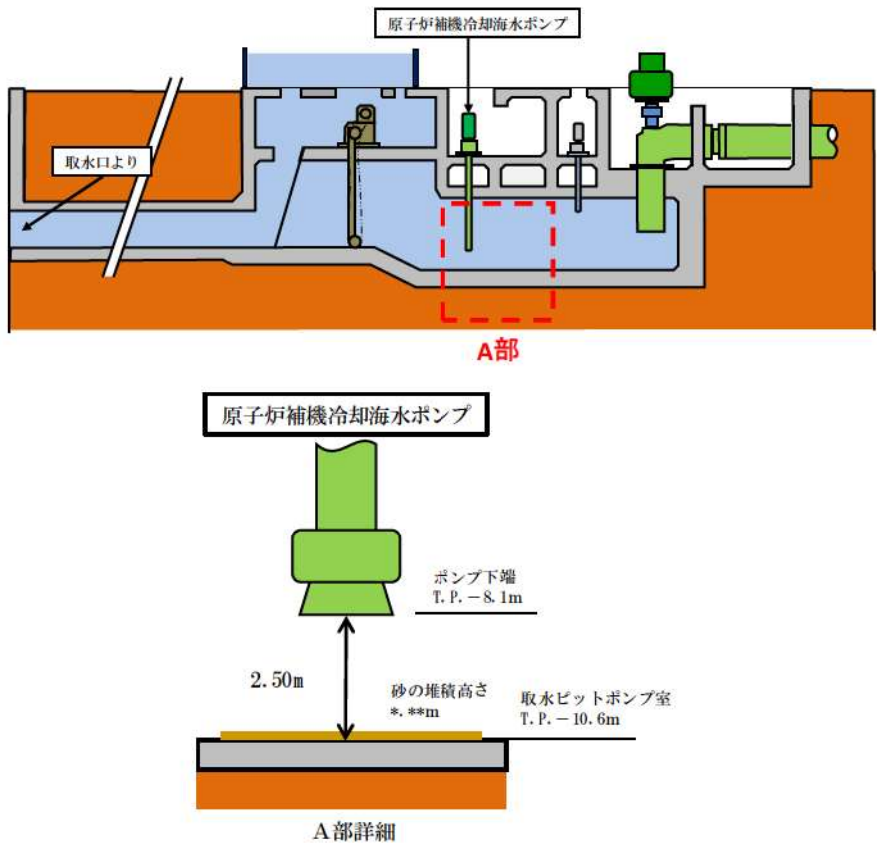


図 2.5-6 原子炉補機冷却海水ポンプ高さ位置

c. 混入した浮遊砂に対する機能保持

基準津波による浮遊砂については、スクリーン等で除去することが困難なため、原子炉補機冷却海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着することなく機能保持できる設計であることを、以下のとおり確認した。

原子炉補機冷却海水ポンプで取水した浮遊砂を含む多くの海水は揚水管内側流路を通過するが、一部の海水はポンプ軸受の潤滑水として軸受摺動面に流入する構造である（図 2.5-7）。

主軸スリーブ外径と軸受内径の差である摺動面隙間に対し、これより粒径の小さい砂が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝に導かれ連続排出される。

一方、発電所周辺の砂の平均粒径は約 0.2mm で、数ミリ以上の粒子はごく僅かであり、粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂は殆ど混入しないと考えられる（添付資料 12, 13）。

【摺動面隙間（許容最大）】

PTFE 軸受： ギム軸受：

【異物逃がし溝】

PTFE 軸受：, ギム軸受：

万が一、摺動面に混入したとしても回転軸の微小なずれから発生する主軸振れ回りにより、摺動面を伝って異物逃がし溝に導かれ排出されることから軸受摺動面や異物逃がし溝が閉塞することはなく、ポンプ軸固着への影響はない。

また、砂混入による軸受耐性の評価として、発電所周辺の砂が軸受に混入した場合の軸受摩耗評価を実施し、基準津波時の浮遊砂が軸受に巻き込まれたとしても、軸受摩耗量は許容隙間寸法以内であり、取水機能は維持されることを確認した。

添付資料 14 に原子炉補機冷却海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について示す。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

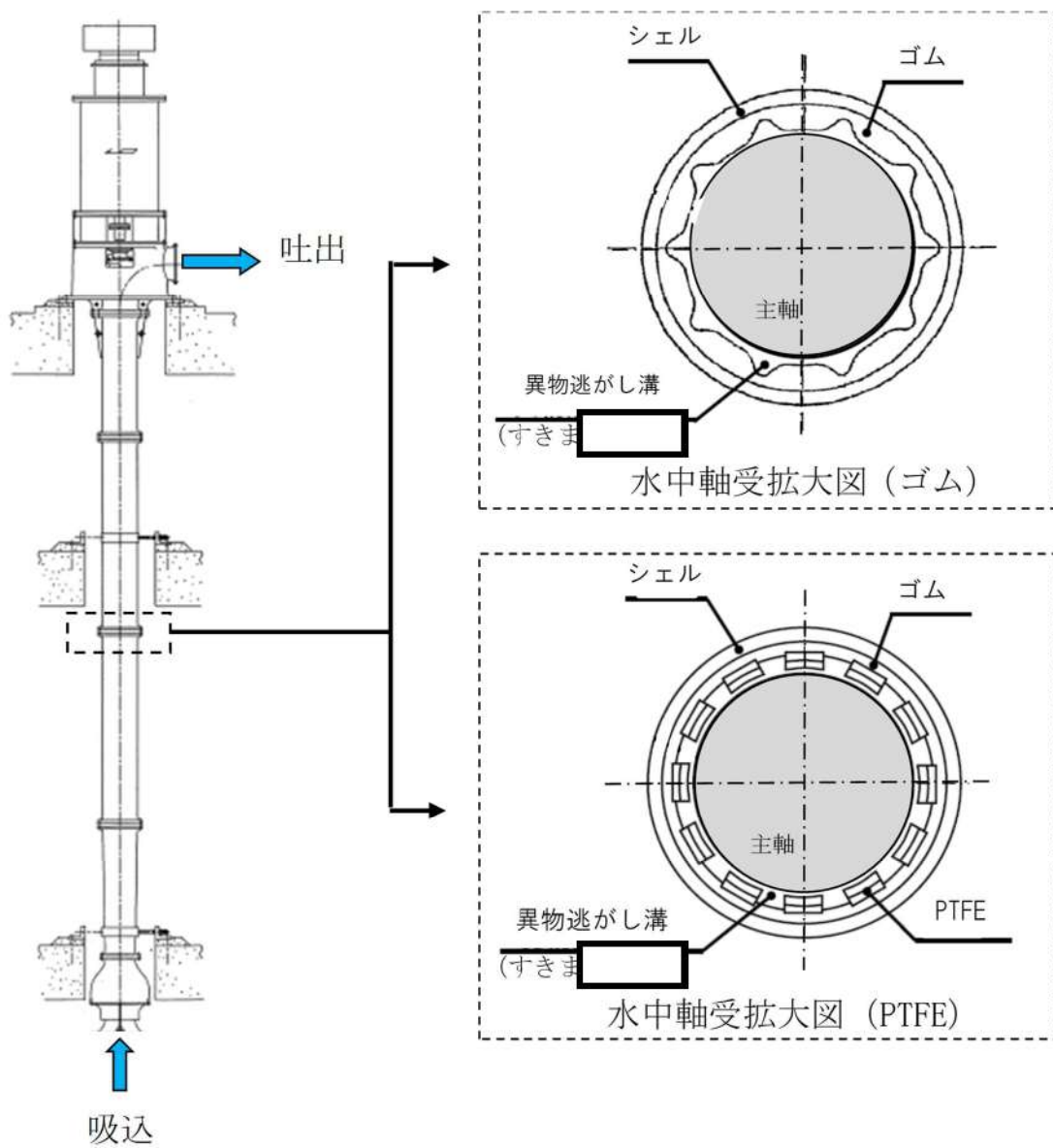


図 2.5-7 原子炉補機冷却海水ポンプ軸受構造図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

d. 混入した浮遊砂に対する取水性確保

海水系統に混入した微小の浮遊砂は、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナを通過し各熱交換器（原子炉補機冷却水冷却器，非常用ディーゼル発電機用各冷却器及び空調用冷凍機）を経て放水ピットへ排出されるが，その間の最小流路幅（各冷却器の伝熱管内径または伝熱板間隙）は [] から [] であり，発電所周辺の砂粒径約 0.2mm に対し十分大きく，閉塞の可能性はないものと考えられるため，原子炉補機冷却海水ポンプの取水機能は維持できる（図 2.5-8，表 2.5-2）。

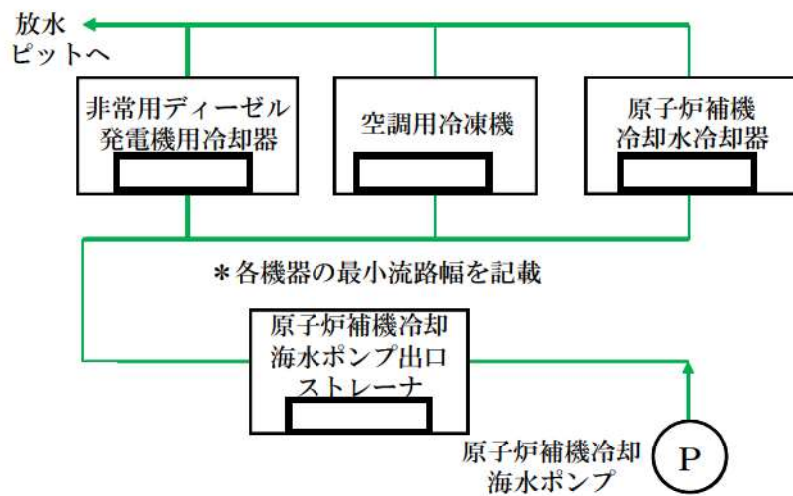


図 2.5-8 海水系統概略図

表 2.5-6 海水系統機器の最小流路幅

機器		最小流路幅*
非常用ディーゼル発電機	潤滑油冷却器	[] (伝熱管内径)
	清水冷却器	[] (伝熱管内径)
	空気冷却器	[] (伝熱管内径)
空調用冷凍機		[] (伝熱管内径)
原子炉補機冷却水冷却器		[] (伝熱板間隙)

※ 砂による閉塞の可能性を評価するため，各機器の最小流路幅である伝熱管内径又は伝熱板間隙を記載

[] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

なお、原子炉補機冷却水冷却器については、他の熱交換器（多管式熱交換器：図 2.5-9）と異なるプレート式熱交換器（図 2.5-10）である。

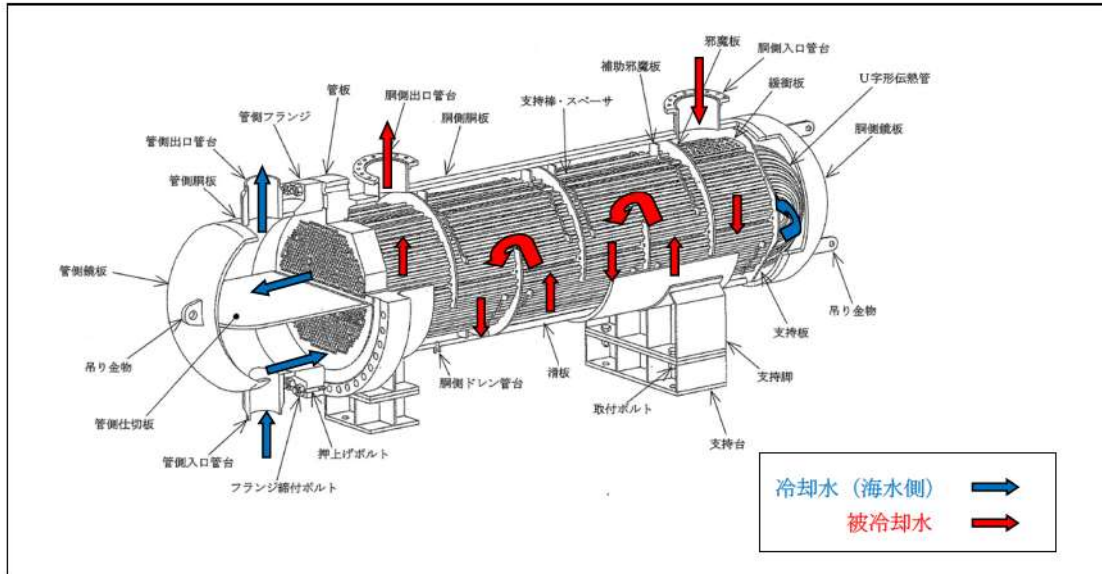


図 2.5-9 多管式熱交換器（U字管式）

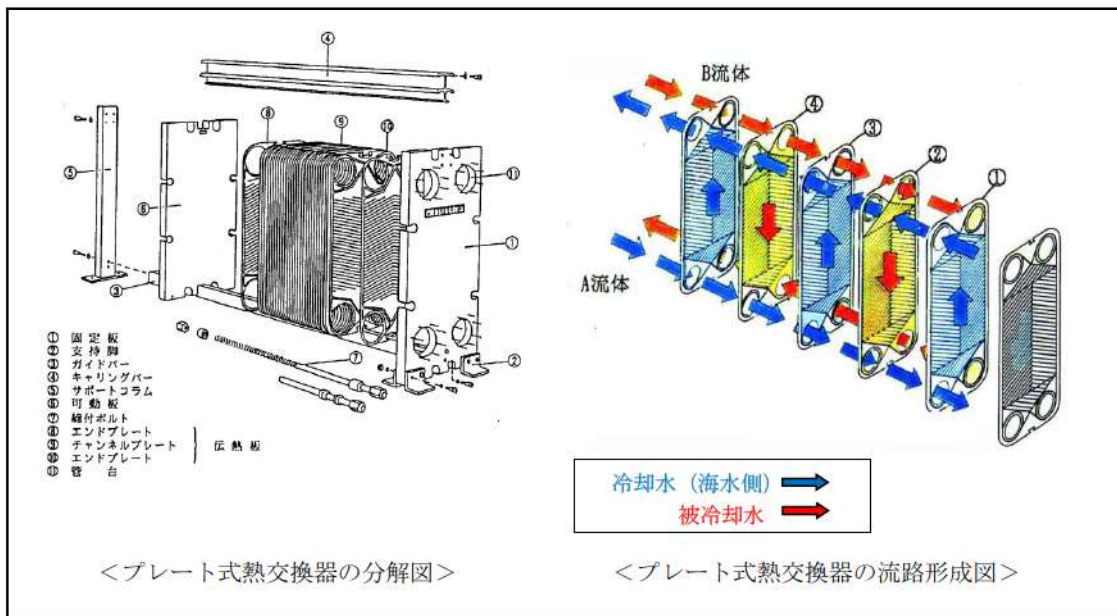


図 2.5-10 プレート式熱交換器

このため、プレート式熱交換器の最小流路幅は、伝熱部を構成する波板状のプレートの間隙となるが、熱交換器の構造は、ガスケットによりシールされた各プレート間の流路を海水と原子炉補機冷却水が交互に流れるこ

とで熱交換を行うシンプルな構造となっており、砂の堆積や閉塞は生じにくい。

また、原子炉補機冷却水冷却器の海水側の系統には逆洗ラインが設けられているため、万が一砂の堆積があったとしても、逆洗操作を実施することにより堆積した砂の除去が可能である。

このため、最小流路幅が小さい原子炉補機冷却水冷却器についても、砂の混入による閉塞の可能性はないと考える。

4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

4. 1 津波防護施設の設計

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設については、その構造に応じ、波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性等にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。

【検討方針】

津波防護施設（防潮堤，1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備，3号炉取水ピットスクリーン室防水壁，3号炉放水ピット流路縮小工及び貯留堰）については、その構造に応じ、波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性等にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。

【検討結果】

津波防護施設である防潮堤，1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備，3号炉取水ピットスクリーン室防水壁，3号炉放水ピット流路縮小工及び貯留堰の設計においては、波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価する。


設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）に対して、基準津波による遡上波が直接到達，流入することを防止できるように防潮堤を設置する。また、海と接続する取水路，放水路から設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）への流入を防止するため、3号炉では、3号炉放水ピットに流路縮小工を設置し、流入経路となる可能性のある取水ピットスクリーン室上端開口部に対して防水壁を設置する。また、1号及び2号炉では、取水路内に流路縮小工，放水路内に逆流防止設備を設置する。引き波時において、3号炉原子炉補機冷却海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し、3号炉原子炉補機冷却海水ポンプの機能を保持するため、3号炉取水口に貯留堰を設置する。

防潮堤，1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備，3号炉取水ピットスクリーン室防水壁，3号炉放水ピット流路縮小工及び貯留堰は、津波荷重や地震荷重等に対して、津波防護機能が十分保持できるように設計する。

防潮堤，1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備，3号炉取水ピットスクリーン室防水壁，3号炉放水ピット流路縮小工及び貯留堰の配置図を図4.1-1に示す。



図 4.1-1 防潮堤・1号及び2号炉取水路流路縮小工・1号及び2号炉放水路逆流防止設備・3号炉取水ピットスクリーン室防水壁・3号炉放水ピット流路縮小工・貯留堰 配置図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

a. 防潮堤

(1) 構造

防潮堤は、敷地前面に設置するものであり、セメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造である。平面図を図 4.1-2 に示す。

セメント改良土及び置換コンクリートは岩盤に支持させる構造とし、防潮堤の幅は、すべり安定性を確保できるように設定する。

防潮堤の正面図を図 4.1-3 に、断面図を図 4.1-4 に示す。

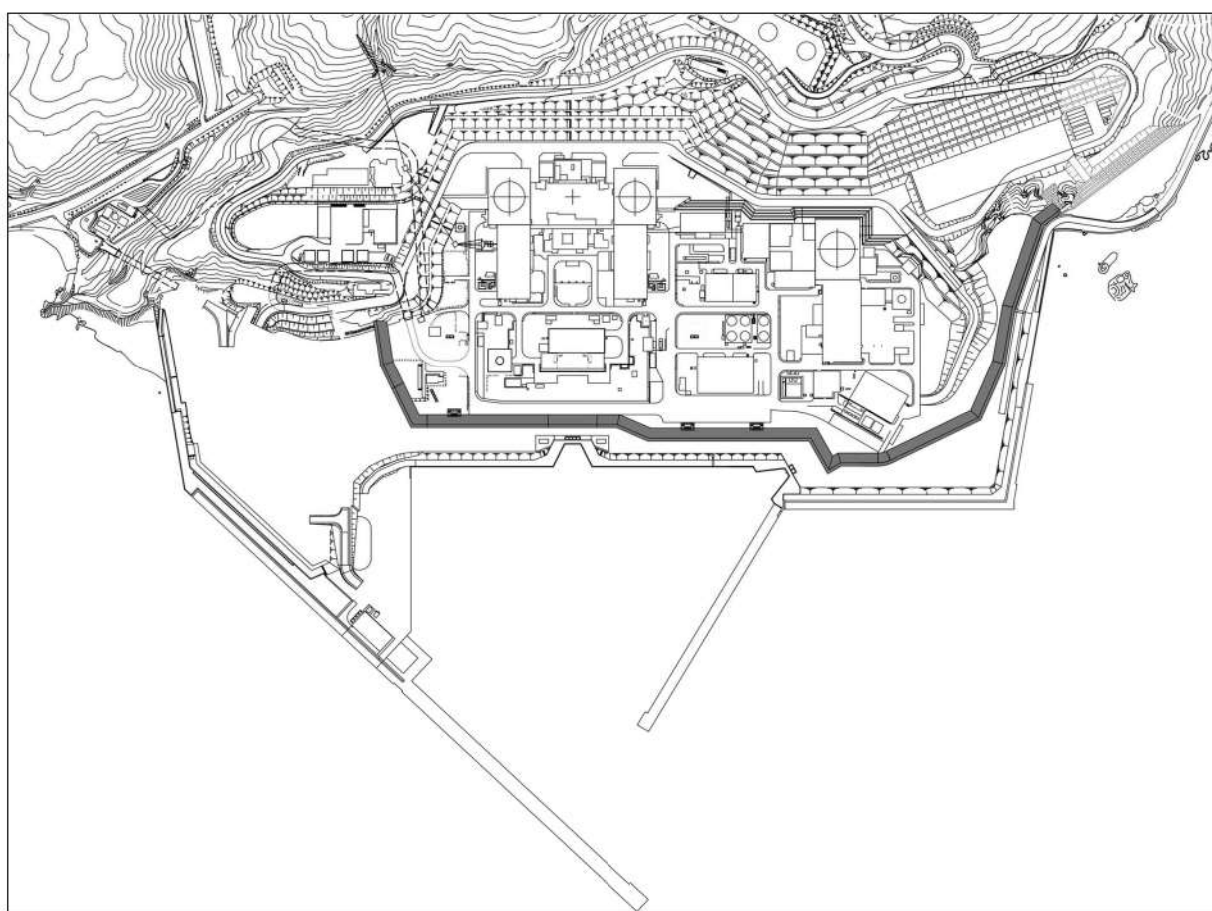


図 4.1-2 防潮堤 平面図

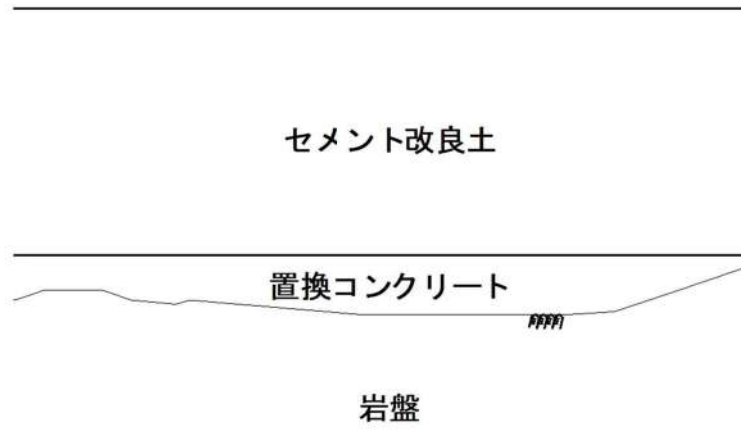


図 4.1-3 防潮堤 正面図

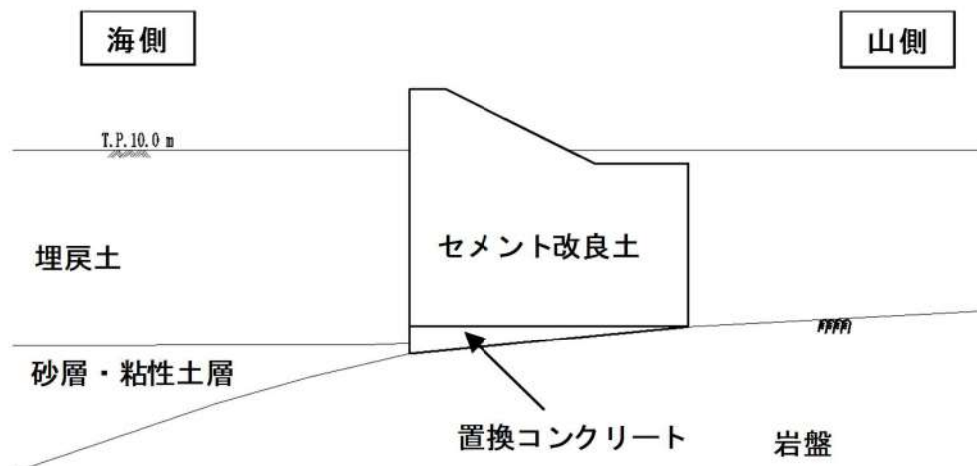


図 4.1-4 防潮堤 断面図

(2) 荷重組合せ

防潮堤の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、漂流物衝突荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。なお、津波荷重については添付資料 22 に、衝突荷重については添付資料 23 に示す。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重
- ④常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料 21 参照）。

(3) 荷重の設定

防潮堤の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

③津波荷重

防潮堤前面での遡上津波高さを適切に考慮する。

④漂流物衝突荷重

対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する。

⑤余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 24 に示す。

(4) 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持していることを確認する。止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

b. 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁

(1) 構造

3号炉取水ピットスクリーン室防水壁は、3号炉取水ピットスクリーン室上端等に設置し、3号炉取水ピットスクリーン室上端開口部高さT.P. + 10.3mを超える津波が来襲した場合に、津波が敷地へ流入することを防止するものであり、鋼製及びRC造の構造物である。また、3号炉取水ピットスクリーン室防水壁には車両が進入するため、人力で確実に開閉可能な鋼製の水密扉を設置する。

3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の概要を表4.1-1に示す。また、防水壁の配置を平面及び断面を図4.1-5～7に示す。

表 4.1-1 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の概要

	設置位置	防水壁高さ
3号炉取水ピットスクリーン室防水壁 (津波防護施設)	3号炉取水 ピットスクリーン室	追而 (入力津波の解析結果を 踏まえて記載する)

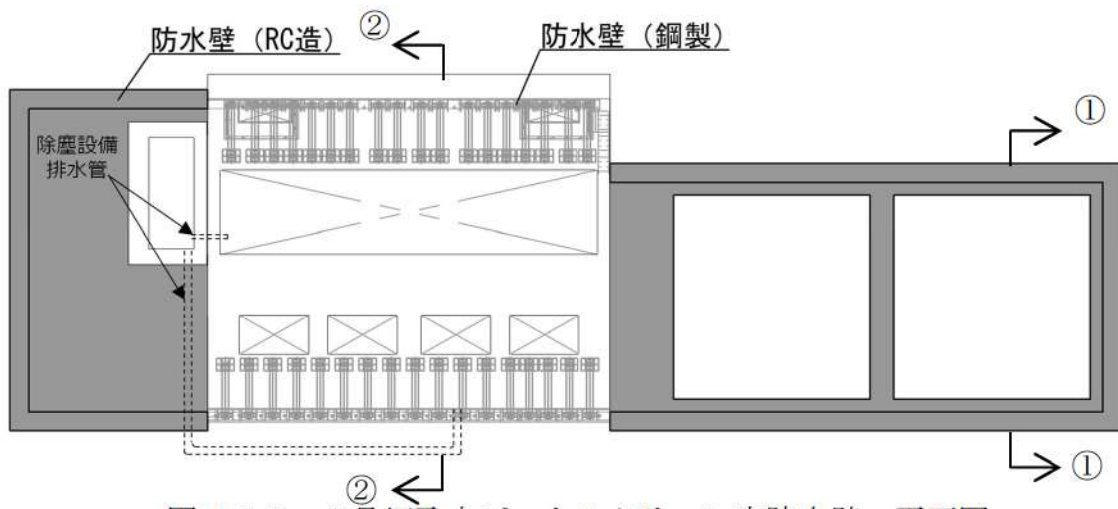


図 4.1-5 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁 平面図

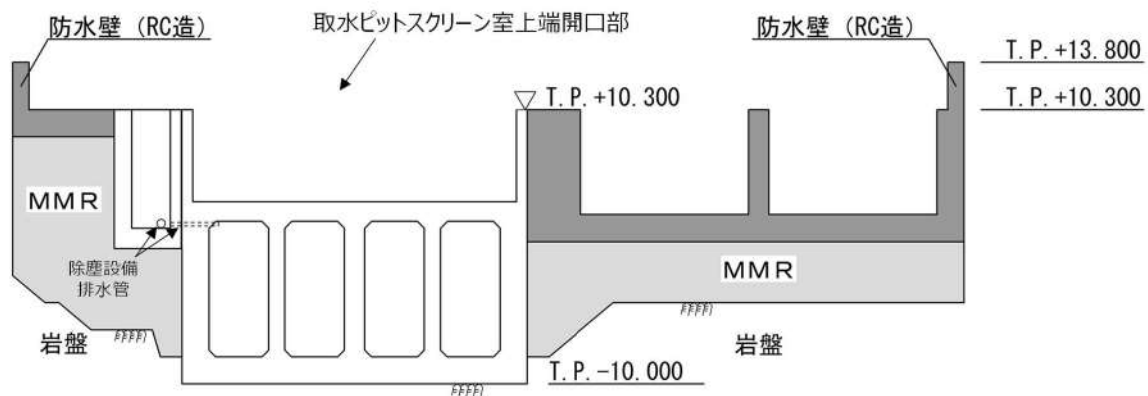
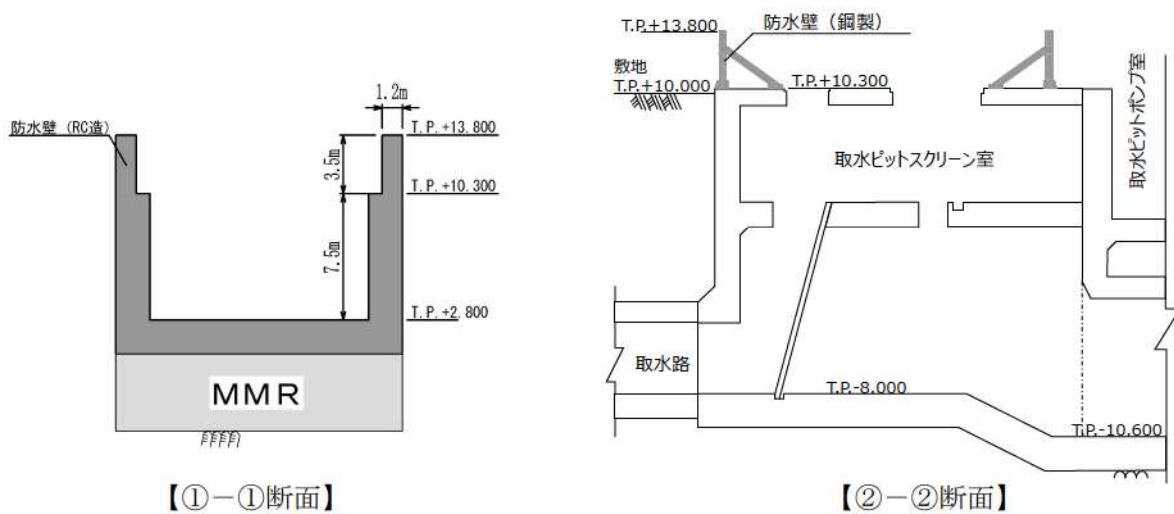


図 4.1-6 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁 断面図



【①-①断面】

【②-②断面】

図 4.1-7 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁 構造概要図

(2) 荷重の組合せ

3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料 21 参照）。

(3) 荷重の設定

3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

③津波荷重

溢水発生時の静水圧及び地震時動水圧を考慮する。

④余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 24 に示す。

(4) 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持していることを確認する。止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

c. 1号及び2号炉取水路流路縮小工

(1) 構造

1号及び2号炉取水路流路縮小工は、津波が1号及び2号炉の取水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止するため、取水路内に設置する構造物であり、それぞれの流路を鋼製部材により縮小するものである。

1号及び2号炉取水路流路縮小工の構造例を図4.1-8に示す。1号及び2号炉取水路流路縮小工は、津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できるように設計する。

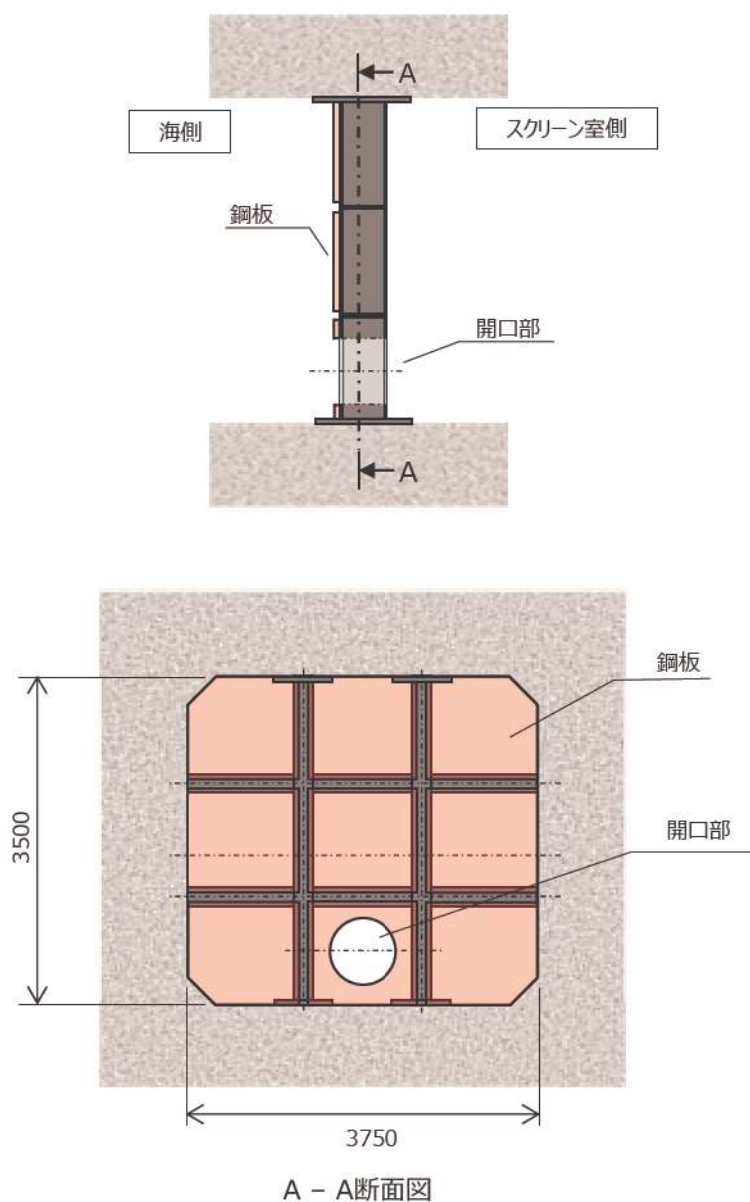


図 4.1-8 1号及び2号炉取水路流路縮小工 構造例

(2) 荷重組合せ

1号及び2号炉取水路流路縮小工の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、1号及び2号炉取水路流路縮小工は水中に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない（添付資料21参照）。

(3) 荷重の設定

1号及び2号炉取水路流路縮小工の設計においては以下の荷重を考慮する。

- ①常時荷重
自重等を考慮する。
- ②地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- ③津波荷重

1号及び2号炉流路縮小工位置における津波荷重を考慮する。

- ④余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料24に示す。

(4) 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認し、津波防護機能を保持していることを確認する。

d. 1号及び2号炉放水路逆流防止設備

(1) 構造

1号及び2号炉放水路逆流防止設備は、津波が1号及び2号炉の放水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止するため、放水路内のそれぞれの流路に設置する構造物であり、鋼板及びフラップゲートで構成し、海側からの水圧作用時の遮水性を有するものである。

1号及び2号炉放水路逆流防止設備の構造例を図4.1-9、図4.1-10に示す。1号及び2号炉放水路逆流防止設備は、津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できるように設計する。

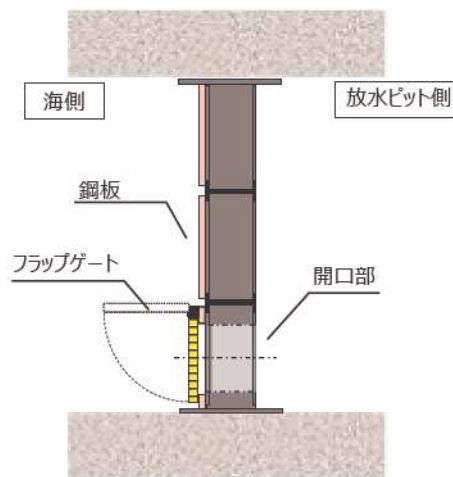


図4.1-9 1号及び2号炉放水路逆流防止設備構造例（側面図）

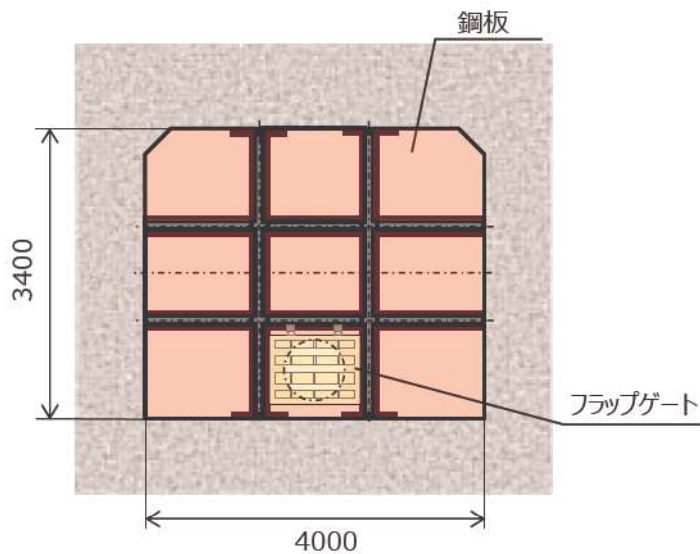


図4.1-10 1号及び2号炉放水路逆流防止設備構造例（正面図）

(2) 荷重組合せ

1号及び2号炉放水路逆流防止設備の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、1号及び2号炉放水路逆流防止設備は水中に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない（添付資料21参照）。

(3) 荷重の設定

1号及び2号炉放水路逆流防止設備の設計においては以下の荷重を考慮する。

- ①常時荷重
自重等を考慮する。
- ②地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- ③津波荷重

1号及び2号炉放水路逆流防止設備位置における津波荷重を考慮する。

- ④余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料24に示す。

(4) 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認し、津波防護機能を保持していることを確認する。

e. 3号炉放水ピット流路縮小工

(1) 構造

3号炉放水ピット流路縮小工は、3号炉放水ピットの上端開口部に設置する構造物であり、3号炉放水ピットからの流路をコンクリート内の配管により縮小するものである。3号炉放水ピット流路縮小工には、3号炉の通常運転時に原子炉補機冷却海水等を放水するために、立坑及び配管による排水路を設ける。

3号炉放水ピット流路縮小工の断面図を図4.1-11に示す。

また、3号炉放水ピット流路縮小工の設置により、3号炉の放水性に影響がないことを確認している（添付資料31）。

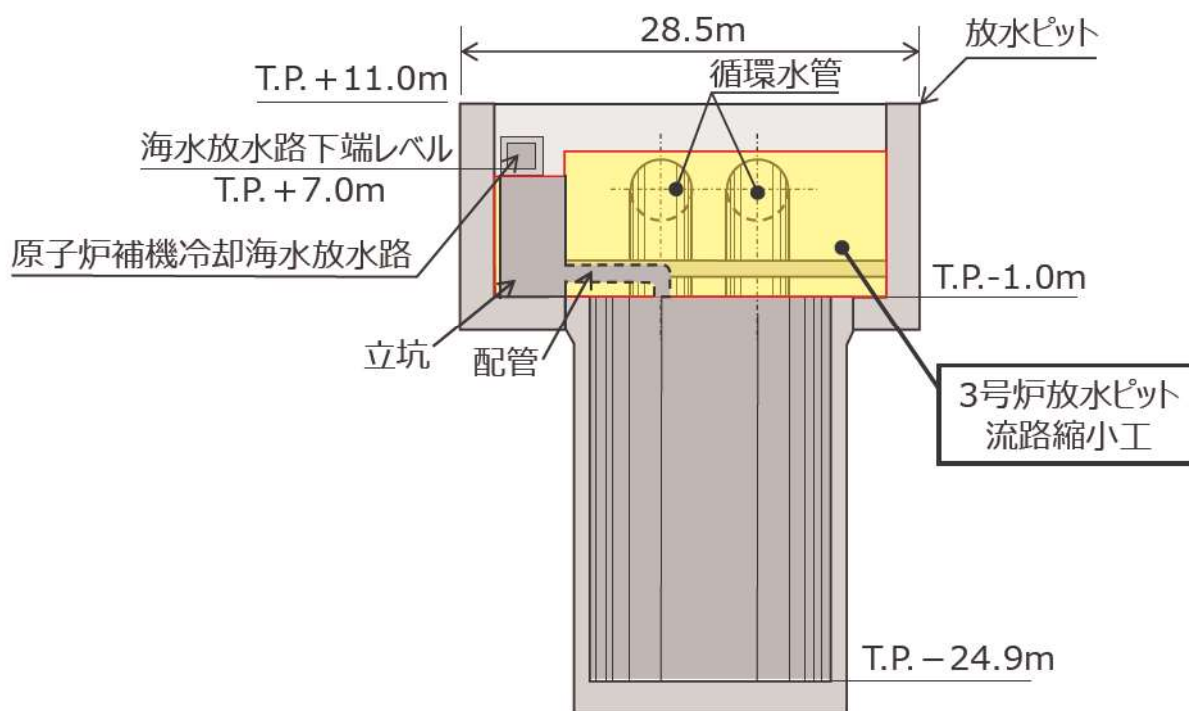


図4.1-11 3号炉放水ピット流路縮小工 断面図

(2) 荷重組合せ

3号炉放水ピット流路縮小工の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料 21 参照）。

(3) 荷重の設定

3号炉放水ピット流路縮小工の設計においては以下の荷重を考慮する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

③津波荷重

3号炉放水ピット流路縮小工位置における津波荷重を考慮する。

④余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 24 に示す。

(4) 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認し、津波防護機能を保持していることを確認する。

f. 貯留堰

(1) 構造

貯留堰は、海中に設置された鋼管矢板構造の構造物である。鋼管矢板は、基礎岩盤上に根入れされており、継手部はモルタルを充填し止水性を確保する構造となっている。詳細を添付資料 26 に示す。

貯留堰の構造を図 4.1-12 に示す。

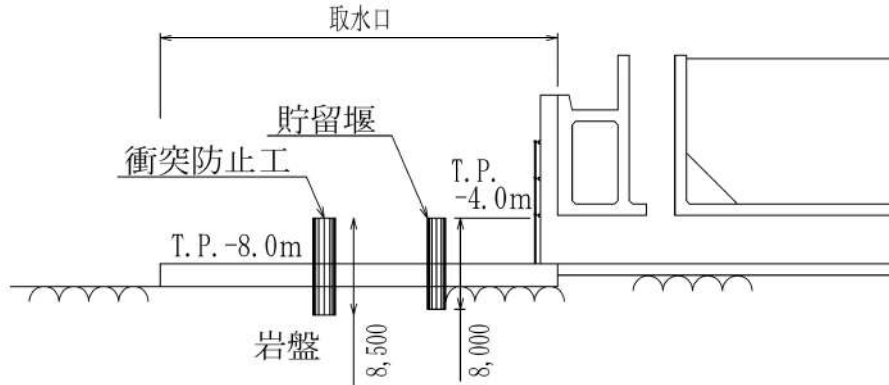


図 4.1-12 貯留堰 構造図

(2) 荷重の組合せ

貯留堰の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、漂流物衝突荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

なお、津波荷重については添付資料 22 に、衝突荷重については添付資料 23 に示す。

- ①常時荷重+地震荷重
- ②常時荷重+津波荷重
- ③常時荷重+津波荷重+漂流物衝突荷重
- ④常時荷重+津波荷重+余震荷重

また、貯留堰は水中に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない（添付資料 21 参照）。

(3) 荷重の設定

貯留堰の設計においては以下の荷重を考慮する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

③津波荷重

貯留堰位置における津波の作用水圧を津波荷重として設定する。

④漂流物衝突荷重

対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する。

⑤余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 23 に示す。

(4) 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を維持していることを確認する。止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

4. 2 浸水防止設備の設計

【規制基準における要求事項等】

浸水防止設備については、浸水想定範囲等における津波や浸水による荷重等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。

【検討方針】

浸水防止設備（屋外排水路逆流防止設備、浸水防止蓋、ドレンライン逆止弁、水密扉、貫通部止水処置、貫通部止水蓋）については、基準地震動 S_s による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、津波や浸水による荷重等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

【検討結果】

浸水防止設備としては、「2. 設計基準対象施設の津波防護の基本方針」に示したとおり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に取水路、放水路等の経路から津波が流入及び漏水することがないよう、屋外排水路に逆流防止設備を、3号炉取水ピットスクリーン室防水壁には水密扉及び重大事故対応における海水取水時に使用する開口部には貫通部止水蓋を設置する。また、浸水防護重点化範囲の境界にある開口部、貫通部、ドレンライン配管に対して、水密扉、浸水防止蓋、貫通部止水処置及びドレンライン逆止弁の設置等の浸水対策を実施する。

浸水防止設備の種類と設置位置を表 4.2-1 に示す。

各浸水防止設備の設計方針を以下に示す。

表 4.2-1 浸水防止設備の種類と設置位置

分類	種類	設備位置		箇所数 (参考)
外郭防護に係る 浸水防止設備	逆流防止設備	屋外排水路		3
	浸水防止蓋	3号炉	原子炉補機冷却 海水ポンプエリア	2
	水密扉	3号炉	取水ピットスクリーン室 防水壁	2
	貫通部止水蓋	3号炉	取水ピットスクリーン室 防水壁	1
	ドレンライン 逆止弁	3号炉	原子炉補機冷却 海水ポンプエリア	2
	貫通部止水処置	3号炉	原子炉補機冷却 海水ポンプエリア (取水ピットスクリーン室側)	一式
内郭防護に係る 浸水防止設備	ドレンライン 逆止弁	3号炉	原子炉建屋と タービン建屋の境界	4※
	水密扉	3号炉	原子炉建屋及び原子炉補助建屋 と電気建屋の境界	2※
	貫通部止水処置	3号炉	原子炉補機冷却海水ポンプエリ ア(循環水ポンプエリア側)、 原子炉建屋とタービン建屋の境 界、原子炉建屋及び原子炉補助 建屋と電気建屋の境界、原子炉 補助建屋と出入管理建屋の境界	一式※

※内部溢水に対する防護設備と兼用

(1) 屋外排水路逆流防止設備

津波が屋外排水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止する浸水防止設備として、屋外排水路に逆流防止設備を設置する。屋外排水路逆流防止設備設置位置を図 4.2-1 に示す。屋外排水路逆流防止設備は、津波荷重や地震荷重等に対して、浸水防止機能が十分保持できるよう以下の方針により設計する。

a. 構造

屋外排水路逆流防止設備は、防潮堤を貫通する屋外排水路に対して設置されており、構造は、スキンプレート、桁等の部材で構成され、海側からの水圧作用時の遮水性を有した設備である。屋外排水路逆流防止設備構造例を図 4.2-2、図 4.2-3 に示す。



図 4.2-1 屋外排水路逆流防止設備設置位置

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

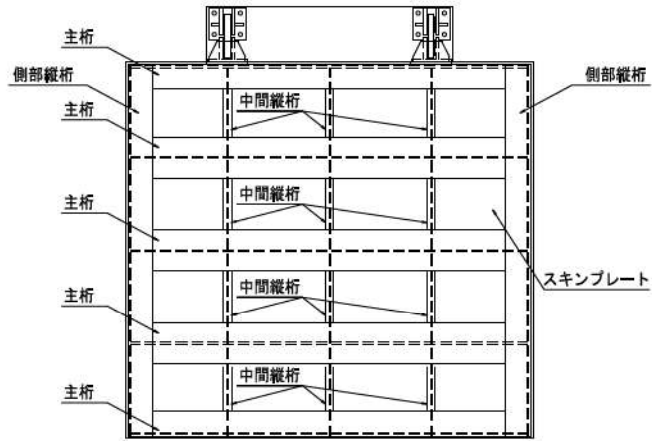


図 4.2-2 屋外排水路逆流防止設備構造例（正面図）

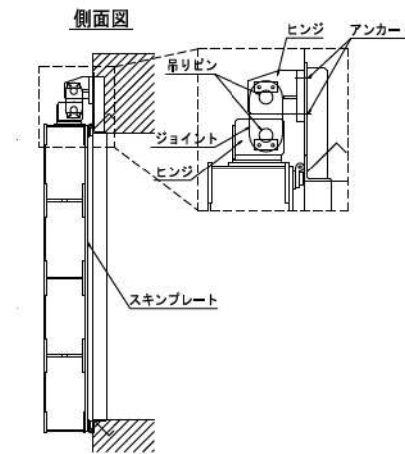


図 4.2-3 屋外排水路逆流防止設備構造例（断面図）

b. 荷重組合せ

屋外排水路逆流防止設備の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料 21 参照）。

c. 荷重の設定

屋外排水路逆流防止設備の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

- ①常時荷重
自重等を考慮する。
- ②地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- ③津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- ④余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 24 に示す。

d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

(2) 水密扉

取水路を流入経路とした津波により浸水する区画と設計基準対象施設の津波防護対象施設を内包する建屋及び区画を接続する経路上に浸水防止設備として水密扉を設置する。設置位置は、3号炉取水ピットスクリーン室防水壁である。

また、地震による海水系機器等の損傷による溢水が3号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉補助建屋に流入することを防止するため、浸水防護重点化範囲の境界に浸水防止設備として水密扉を設置する。水密扉設置位置を図4.2-4に示す。

水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して、浸水防止機能が十分保持できるよう以下の方針により設計する。

なお、水密扉の運用管理については添付資料28に示す。

a. 構造

水密扉は、扉板、補強材、扉枠、カンヌキ、ヒンジ等の鋼製部材により構成し、扉枠はアンカーボルトにより建屋躯体に固定する。また、扉枠にパッキンを取り付けることで浸水を防止する構造とする。構造例を図4.2-5、図4.2-6に示す。

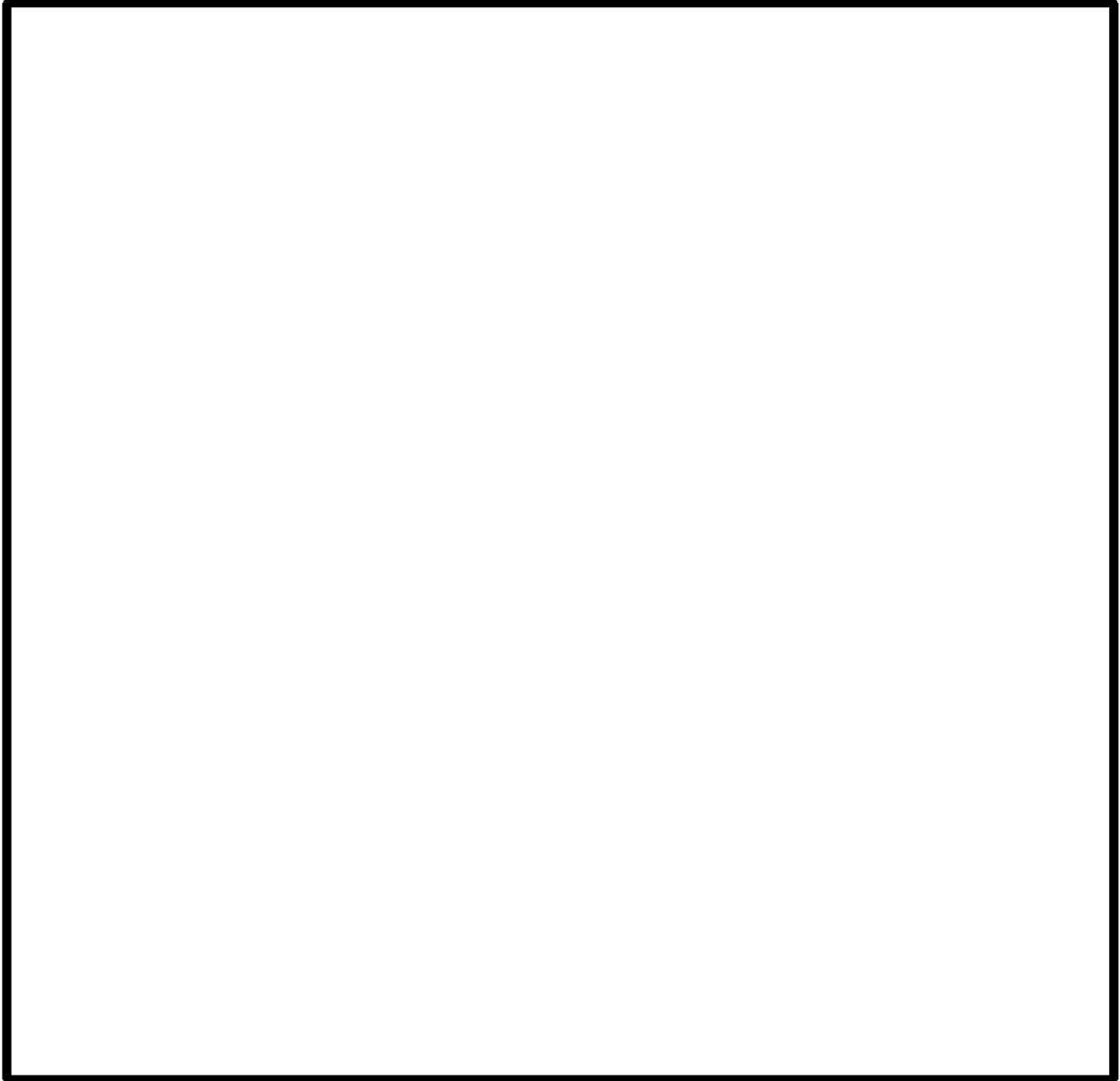



図4.2-4 水密扉設置位置図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

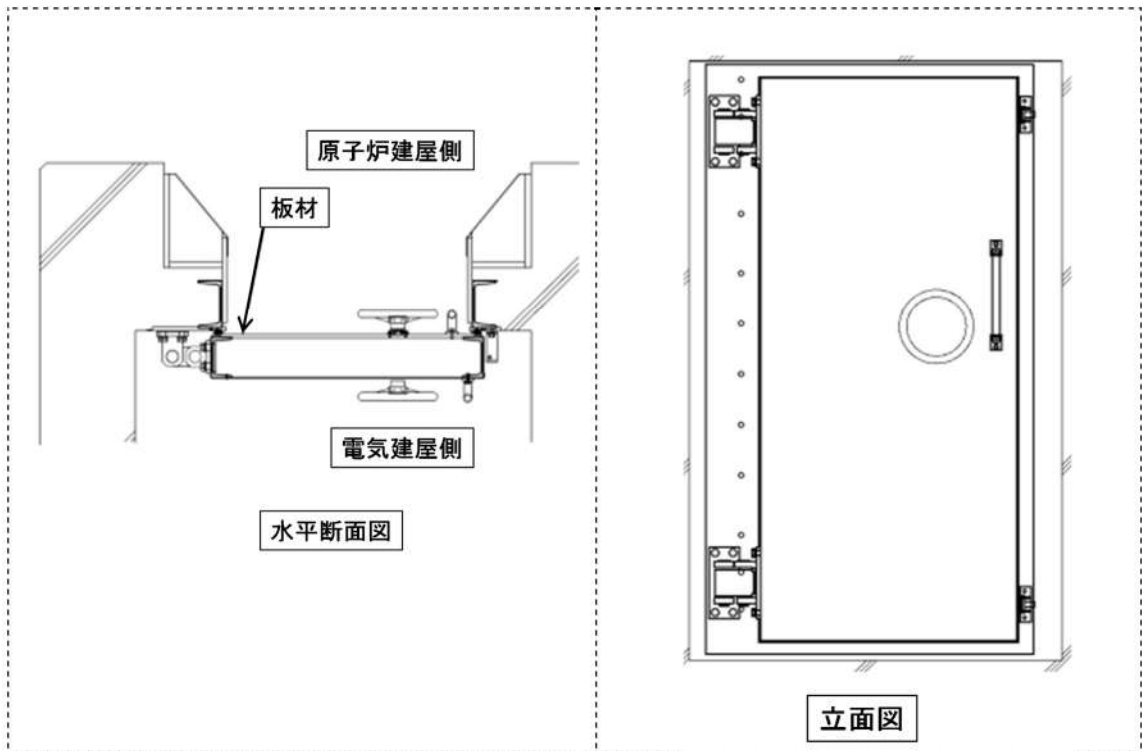


図 4. 2-5 水密扉構造例 (扉 No. 68)

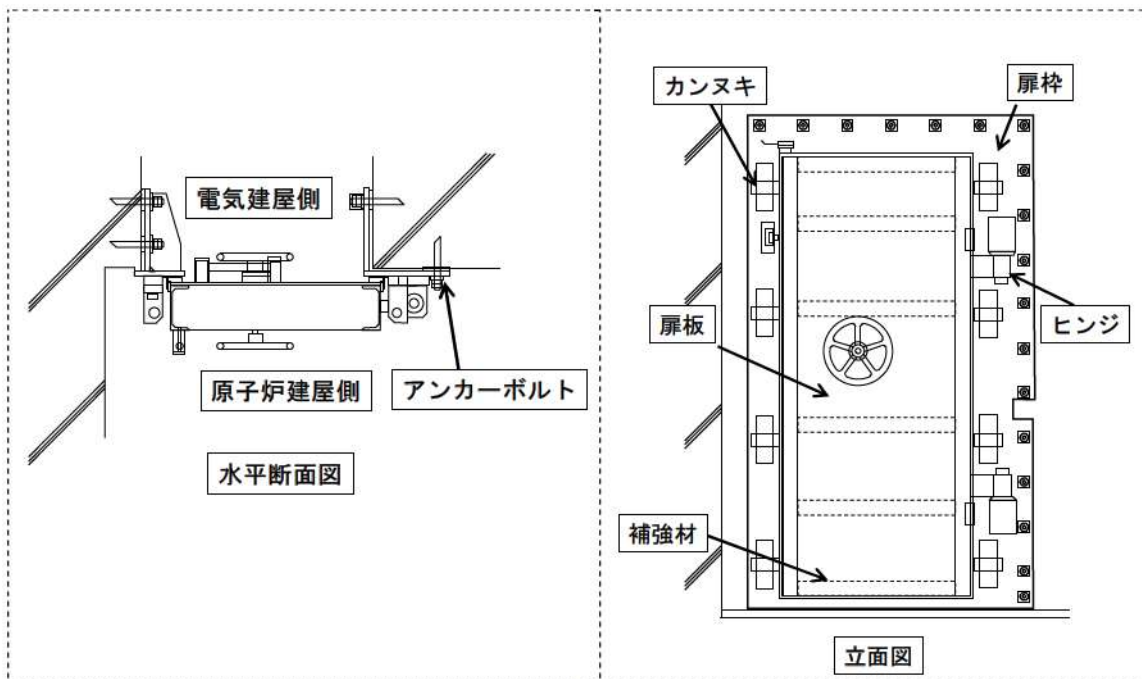


図4. 2-6 水密扉構造例 (扉No. 69)

b. 荷重組合せ

3号炉取水ピットスクリーン室防水壁，3号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉補助建屋と電気建屋の境界，3号炉原子炉補助建屋と3号炉出入管理建屋の境界の水密扉の設計においては以下のとおり，常時荷重，津波荷重，地震荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また，設計に当たっては，地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料 21 参照）。

c. 荷重の設定

水密扉の設計において考慮する荷重は，以下のよう設定する。

- ①常時荷重
自重等を考慮する。
- ②地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

- ③津波荷重
設置位置における，入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

- ④余震荷重
余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 24 に示す。

d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰り返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材が弾性域内に収まることを基本として，浸水防止機能を保持していることを確認する。

なお，止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

(3) 貫通部止水蓋

防水壁の貫通部からの津波の流入防止を目的として、防水壁の貫通部へ浸水防止設備として貫通部止水蓋を設置する。設置位置は、3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の開口部である。貫通部止水蓋設置位置を図4.2-7に示す。

貫通部止水蓋は津波荷重や地震荷重等に対して、浸水防止機能が十分保持できるように以下の方針により設計する。

a. 構造

貫通部止水蓋は、アルミ合金製であり、JIS10K フランジの中央部に消防用結合金具を内外に取付け、浸水を防止する構造とする。構造例を図4.2-8に示す。

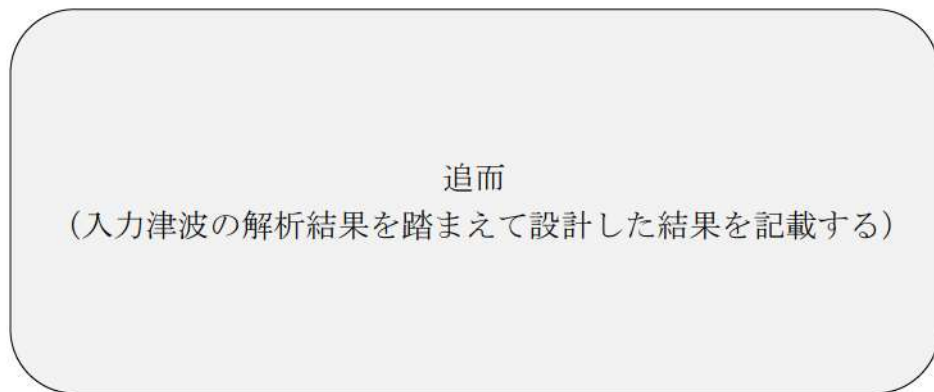


図4.2-7 貫通部止水蓋設置位置図

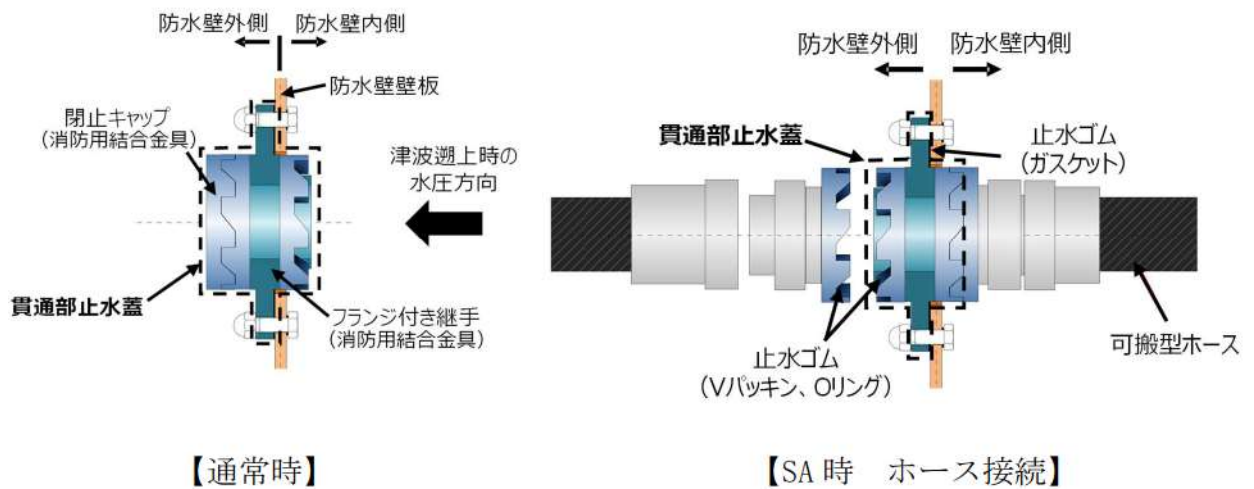


図4.2-8 貫通部止水蓋構造例

b. 荷重組合せ

貫通部止水蓋の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料 21 参照）。

c. 荷重の設定

貫通部止水蓋の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

③津波荷重

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

④余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 24 に示す。

d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

(4) 浸水防止蓋

取放水路を流入経路とした津波により浸水する区画と設計基準対象施設の津波防護対象施設を内包する建屋及び区画とを接続する経路の床面に浸水防止蓋を設置する。設置箇所は、3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面の開口部(2箇所)である。浸水防止蓋設置位置を図4.2-9に示す。

浸水防止蓋は津波荷重や地震荷重等に対して、浸水防止機能が十分保持できるように以下の方針により設計する。

a. 構造

浸水防止蓋は、鋼製蓋とハッチ等から構成され、開口部の上部に取付ボルトにより固定される構造である。また、浸水防止蓋は、通常は閉止状態であり、定検時において原子炉補機冷却海水ポンプの点検で出入する際に開放する。浸水防止蓋構造例を図4.2-10に示す。

b. 荷重組合せ

浸水防止蓋の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重+地震荷重
- ②常時荷重+津波荷重
- ③常時荷重+津波荷重+余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する(添付資料21参照)。

c. 荷重の設定

浸水防止蓋の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

- ①常時荷重
自重等を考慮する。
- ②地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- ③津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- ④余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料24に示す。

d. 許容限界

浸水防止設備に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

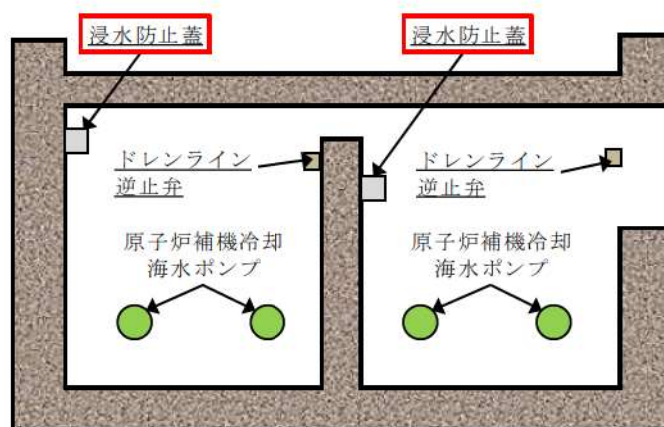
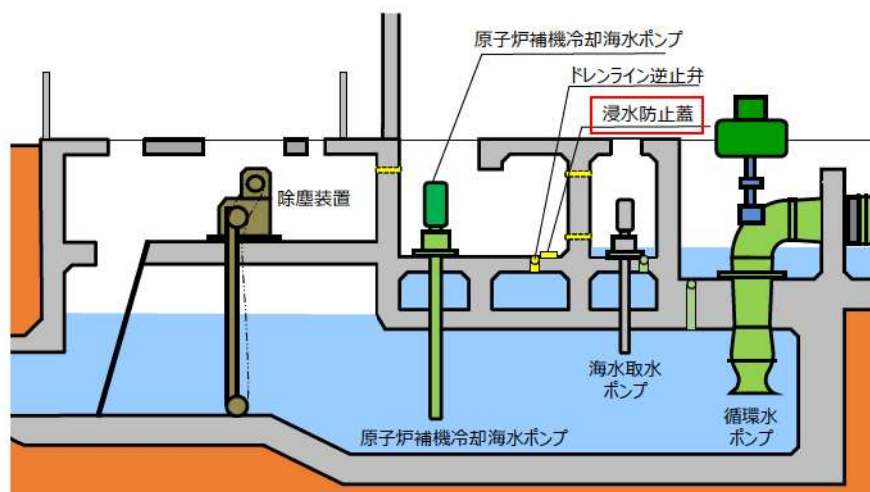
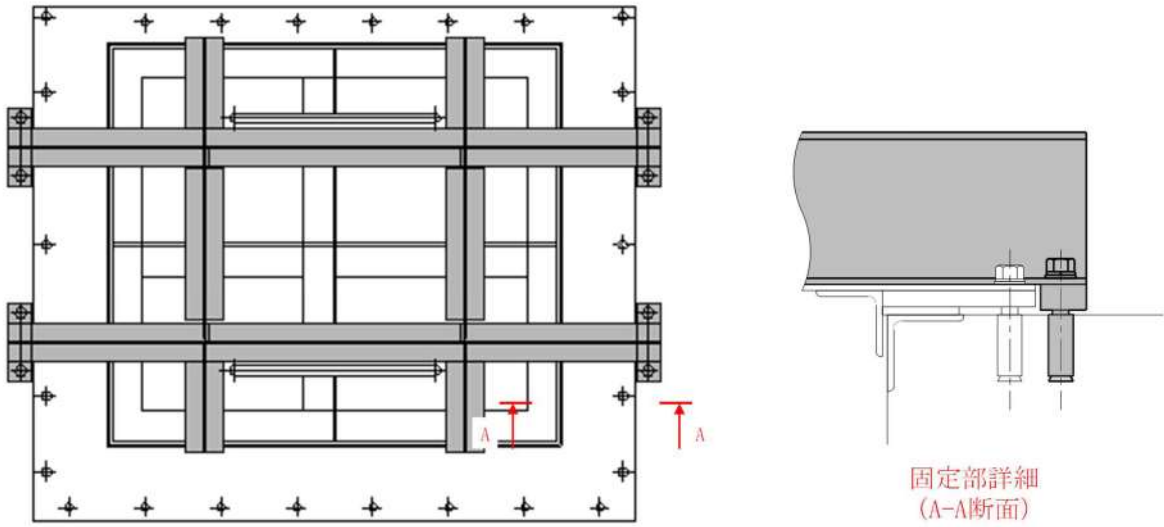


図 4.2-9 浸水防止蓋設置位置 (原子炉補機冷却海水ポンプエリア)



平面図

図 4.2-10 浸水防止蓋構造例

(5) 貫通部止水処置

3号炉取水ピットスクリーン室に津波が流入した場合及び地震による3号炉循環水ポンプエリア内の循環水管等の損傷箇所を介して津波による溢水が発生した場合に、3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリアに津波が流入しないように、3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリアと3号炉取水ピットスクリーン室及び3号炉循環水ポンプエリアの境界に浸水防止設備として貫通部止水処置を実施する。図4.2-11に貫通部止水処置の実施箇所を示す。

また、地震による海水系機器等の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波による溢水が3号炉タービン建屋、電気建屋及び3号炉出入管理建屋で発生した場合に、隣接する3号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉補助建屋に流入することを防止するため、浸水防護重点化範囲の境界に浸水防止設備として貫通部止水処置を実施する。図4.2-12に貫通部止水処置の実施箇所を示す。

貫通部止水処置の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料21参照）。

貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

③津波荷重

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

④余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料24に示す。

また、上記荷重の組合せに対して、各止水構造の浸水防止機能が十分に保持できるよう、それぞれ以下の方針により設計する。

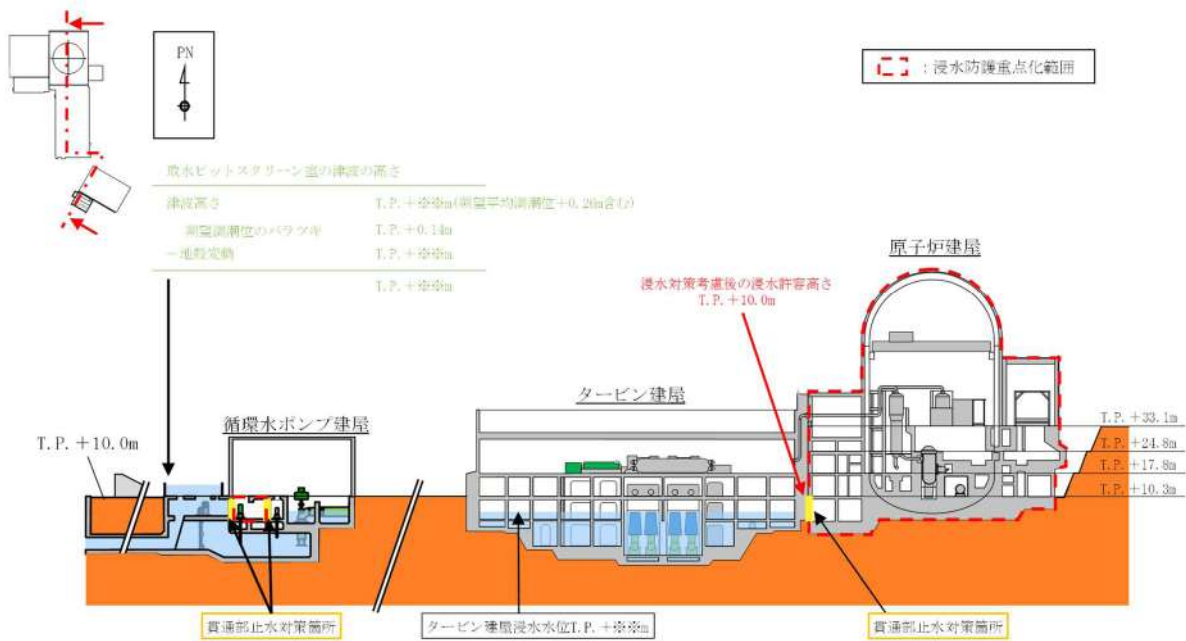


図 4.2-11 3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリア及び3号炉原子炉建屋と3号炉タービン建屋の境界の貫通部止水処置実施箇所

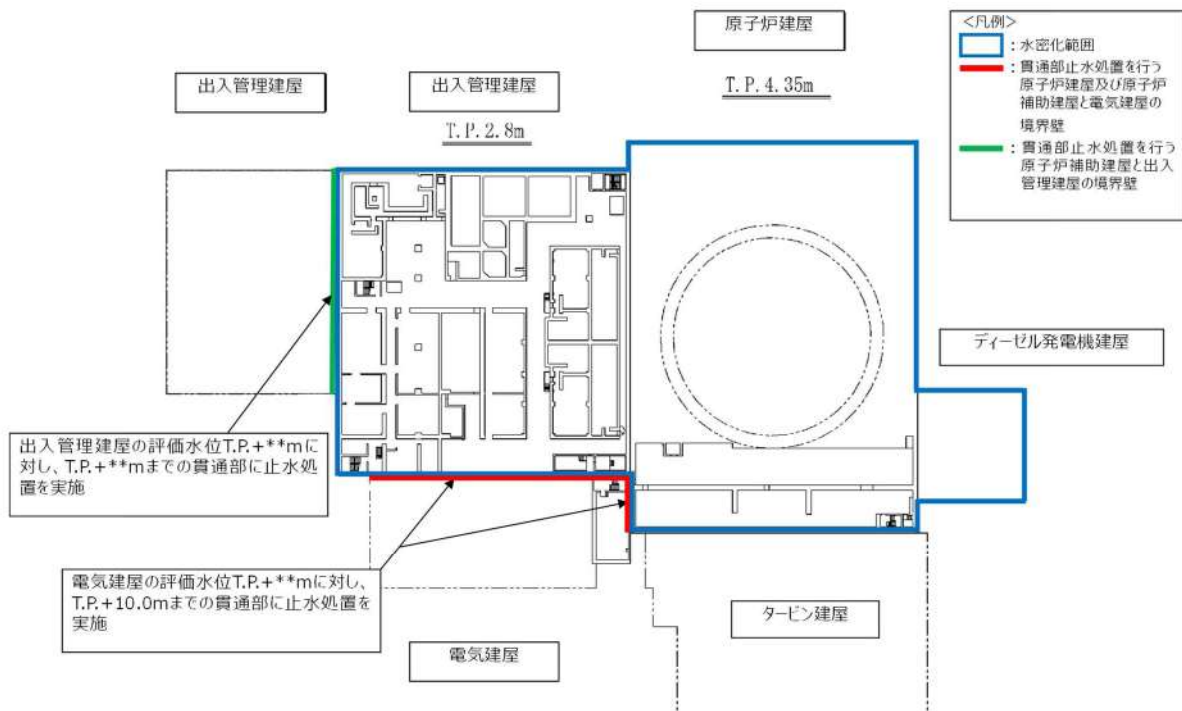


図 4.2-12 3号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉補助建屋と電気建屋の境界の貫通部水処置実施箇所

a. 種類, 構造, 性能

貫通部の止水対策としては, シール材施工 (充てんタイプ, コーキングタイプ), ブーツラバー施工及びモルタル施工を実施することとしており, これらの止水対策が所定の耐水圧性能を有することを確認している。

表 4.2-2 貫通部シール材の種類と構造

構造	材質	備考
充てんタイプ	ウレタンゴム	DF シール、DF ブレーカ
	シリコンゴム	CT-18HH
コーキングタイプ	シリコン	シリコン
ブーツラバー	シリコン	シリコンゴム (高温配管)
モルタル	モルタル	モルタル

①シール材施工 (充てんタイプ, コーキングタイプ)

充てんタイプは貫通口と貫通物の間の隙間にウレタンゴム等を充填することにより止水する構造である。また, コーキングタイプは貫通口に鋼板の閉止板を設けて, シール材とともにボルト等にて取付けることにより止水する構造である。充てんタイプ及びコーキングタイプの耐水圧性能を表 4.2-3, 構造例を図 4.2-13 に示す。

表 4.2-3 充てんタイプ, コーキングタイプの耐水圧性能

シールの種類	材質	許容A/S (充てんタイプ)、 a/Δx (コーティングタイプ) 値	許容耐水圧
充てんタイプ	シリコンゴム	2.67 以上	20m 静水圧以上
	ウレタンゴム	2.41 以上	20m 静水圧以上
コーキングタイプ	シリコン	0.131 以上	20m 静水圧以上

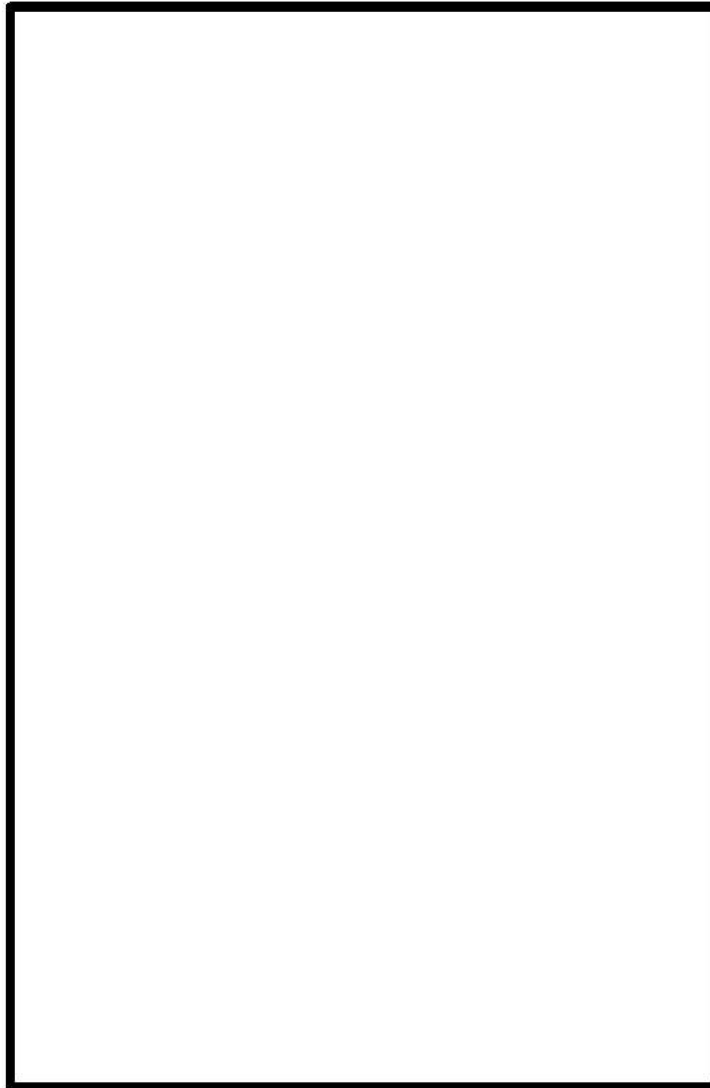


図 4.2-13 充てんタイプ，コーキングタイプの構造例

②ブーツラバー施工

ブーツラバーについては，熱変位のある高温配管（運転温度 95℃を超えるもの）に設置することとしている。ブーツラバーの耐水圧性能を表 4.2-4 構造例を図 4.2-14 に示す。

表 4.2-4 ブーツラバーの耐水圧性能

シールの種類	材質	許容耐水圧
ブーツラバー	シリコン	20m 静水圧以上

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 4.2-14 ブーツラバーの構造例

③モルタル材施工

モルタルは、貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充填することにより止水する構造とし、充填硬化後は、貫通部内面、配管等の外面と一定の付着力によって結合される。

本構造の概要を図 4.2-15 に示す。




図 4.2-15 モルタルの構造例

b. 施工

①水密性

貫通部止水処置を実施している箇所については、直接津波波力(水平力)を受ける位置に設置されていない。このため、静的荷重(静水頭圧)に対する水密性を確保する。

耐水圧性能を確保するため、静的荷重(静水頭圧を想定)を用いた耐水圧試験を実施することにより、想定する浸水に対し、耐水圧性能を有する施工条件の確認を行い、実機施工時にはその結果を踏まえた施工を実施する。なお、ブーツラバーについては、止水性を有する材料を使用すること

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

としている。

○充てんタイプ、コーキングタイプの耐水圧試験について

図 4.2-16, 図 4.2-17 に試験モデル図, 試験装置を示す。

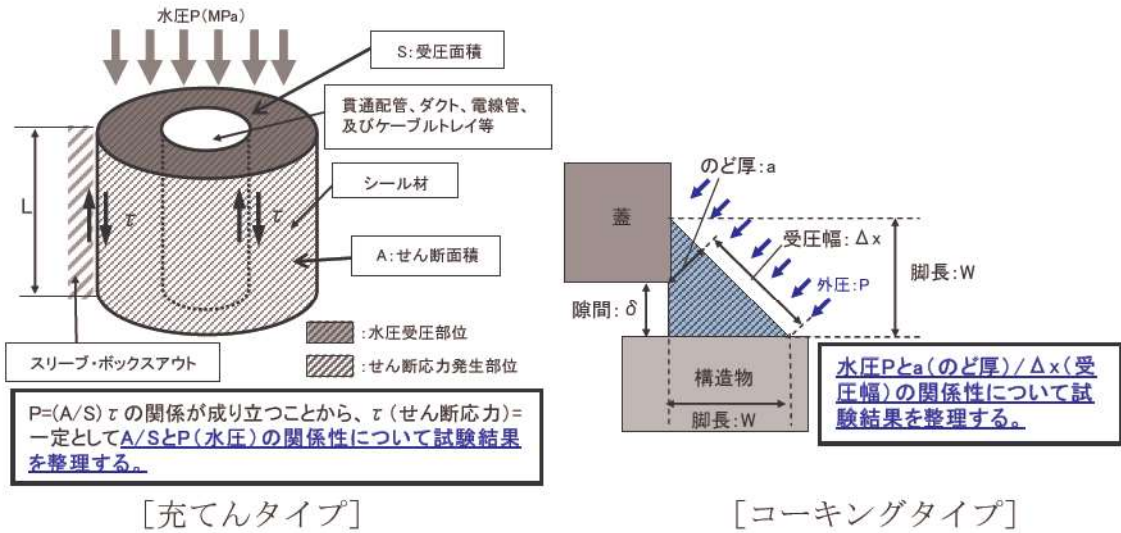


図 4.2-16 試験モデル図

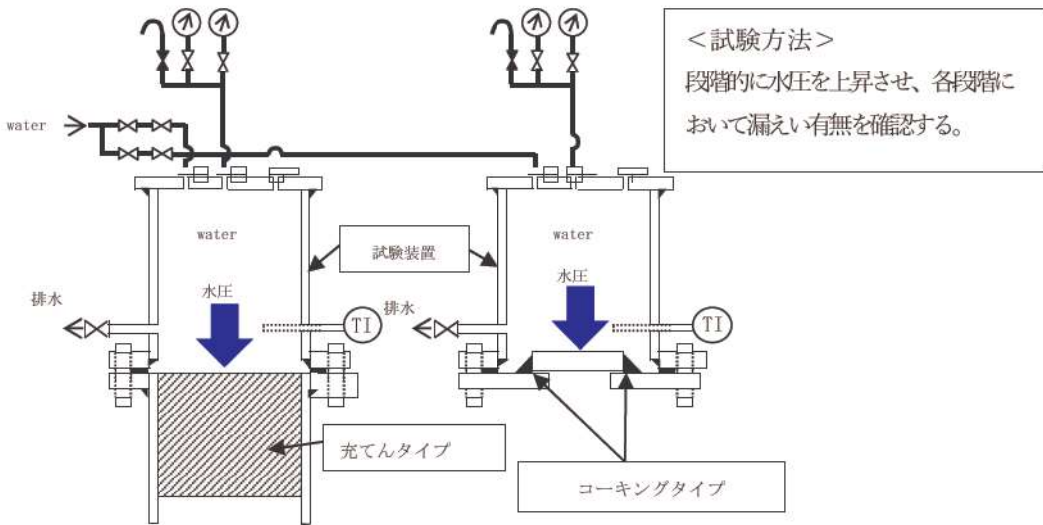


図 4.2-17 試験装置

試験にて得られた、水圧（P）と無次元化した A/S の関係性について整理を行い、試験にて耐圧性能を確認した A/S より算出した施工長さ以上となるようにシール施工を実施する（図 4.2-18）。

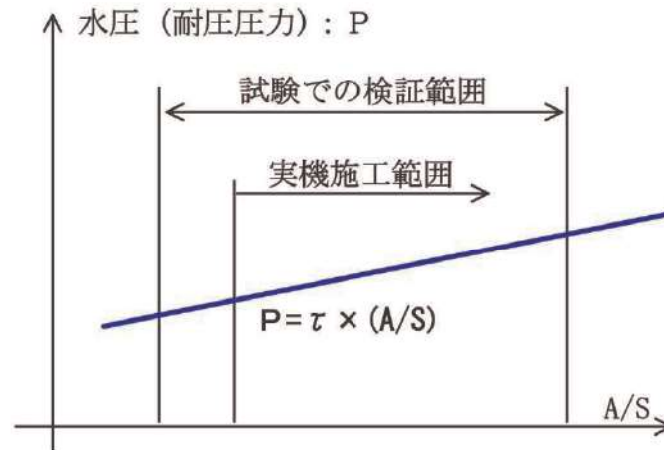


図 4.2-18 試験結果イメージ

○ブーツラバーの耐水圧試験について

伸縮性のあるシールカバーを貫通口と貫通物の隙間に設置することで、耐圧性及び水密性を確保することを基本としており、設置箇所想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できていることを、図 4.2-19 に示す実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

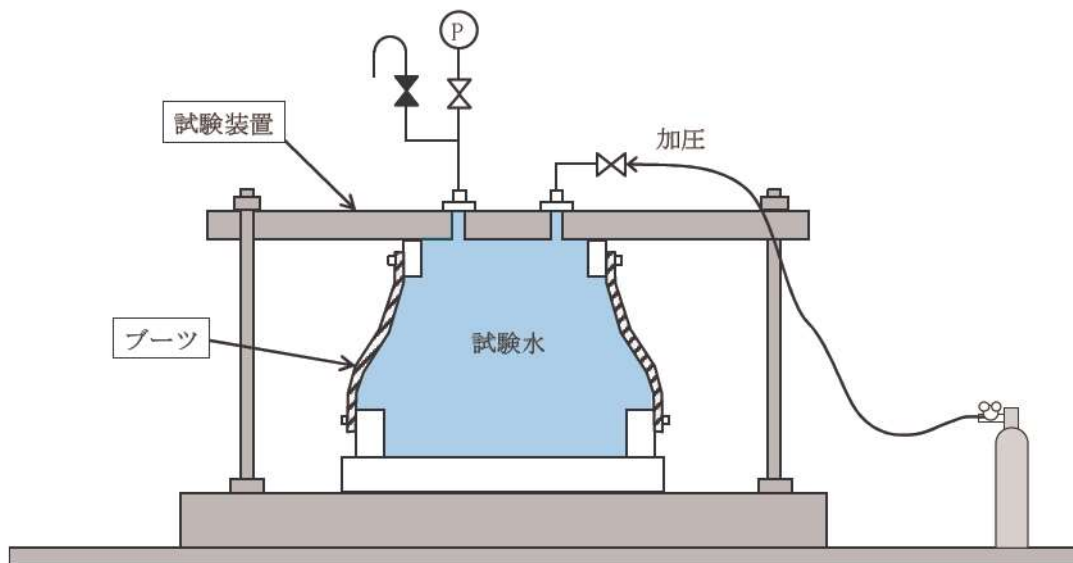


図 4.2-19 ブーツラバーの耐水圧試験概要図（内圧試験の例）

○モルタルの耐水圧性能について

貫通部の止水処置として使用するモルタルについて、性能試験等により、止水性能を確認し、以下のとおり静水圧に対し十分な耐性を有していることを確認している。

【検討条件】

モルタル付着強度は「コンクリート標準示方書（2002年制定）」による。

- ・スリーブ径：14B（355.6mm）
- ・スリーブ長さ：1,300mm
- ・配管径：10B（267.4mm）
- ・モルタル圧縮強度：30N/mm²
- ・モルタル付着強度：1N/mm²
- ・静水圧：0.1N/mm²（10m相当静水圧）

【計算結果】

①モルタル部分に作用する水圧荷重（P1）

静水圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

$$P1 = 0.1\text{N/mm}^2 \times (355.62 \times \pi / 4) = 9.9\text{kN}$$

②モルタルの許容付着荷重（P2）

静水圧がモルタル部分に作用したときに、モルタルが耐える限界の付着荷重は以下のとおり。

$$P2 = 1\text{N/mm}^2 \times (\pi \times (355.6 + 267.4) \times 1,300) = 2,540\text{kN}$$

上式より、10m相当の静水圧が作用した場合においても、モルタル部分に生じる荷重9.9kNは、モルタル許容付着荷重2,540kNに比べて十分小さいため（P1 < P2）、水密性能は十分に確保できる。

②耐震性

壁貫通部を通る配管等の貫通物は、図 4.2-20 のとおり、同一建屋内の支持構造物により拘束されており、地震時は建屋と配管等が連動した振動となることから、シール材への影響は軽微であり、健全性が損なわれることはないと考えている。また、モルタルは基本的に建屋壁と同等の強度を有した構造物であり、圧縮強度は高く、地震に対しては拘束点となるため、耐震性についても問題ない。

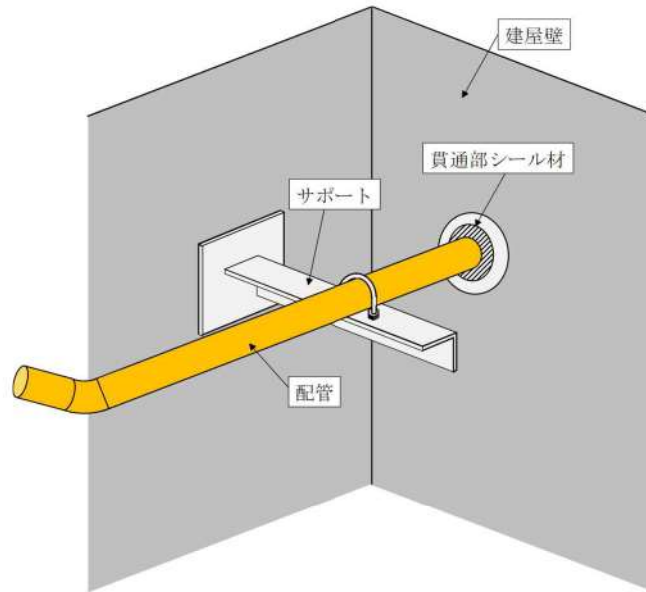


図 4.2-20 貫通部止水処置近傍のサポート設置イメージ

(6) ドレンライン逆止弁

設計基準対象施設の津波防護対象施設の設置エリアである、3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面のドレンライン配管に逆止弁が2箇所、3号炉原子炉建屋と3号炉タービン建屋の境界壁を貫通するドレンライン配管に逆止弁が4箇所ある。(図4.2-21, 図4.2-22)

ドレンライン逆止弁の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ①常時荷重+地震荷重
- ②常時荷重+津波荷重
- ③常時荷重+津波荷重+余震荷重

また、設計に当たっては、地震及び津波以外の自然現象との組合せを適切に考慮する(添付資料21参照)。

ドレンライン逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- ①常時荷重
自重等を考慮する。
- ②地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- ③津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- ④余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_{d1} を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料24に示す。

また、上記荷重の組合せに対して、各止水構造の浸水防止機能が十分に保持できるよう、それぞれ以下の方針により設計する。

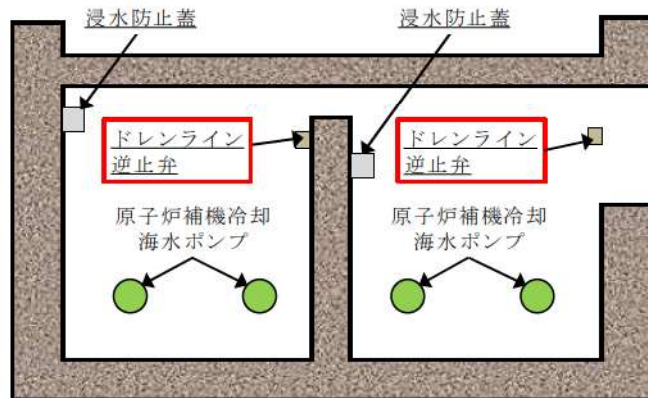
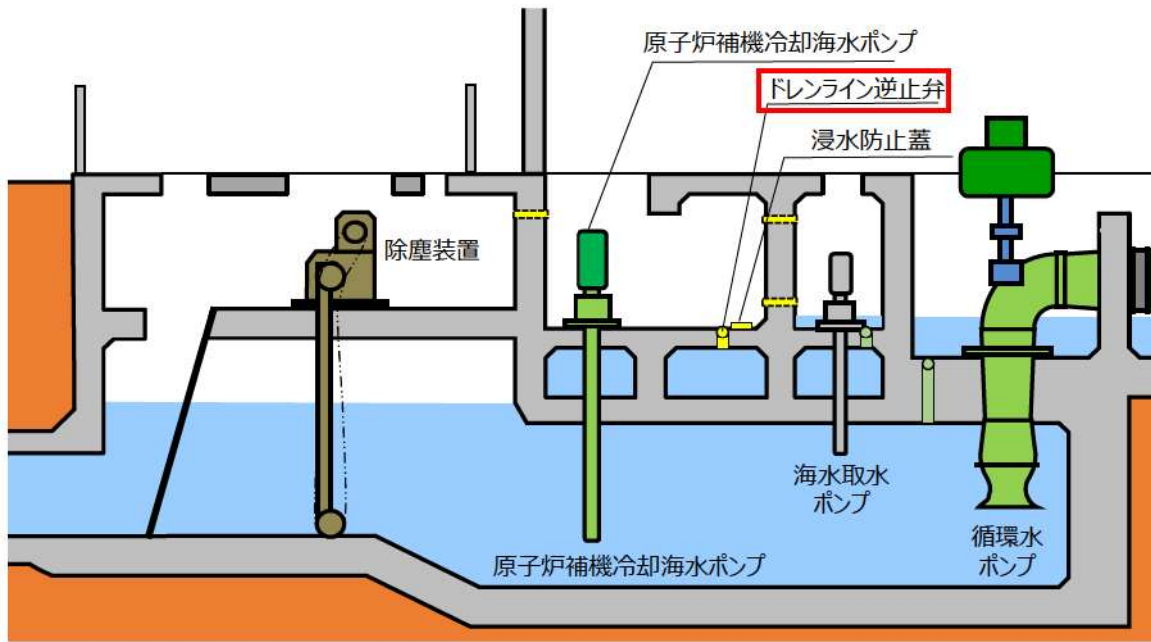


図 4.2-21 3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面に設置するドレンライン逆止弁の配置図

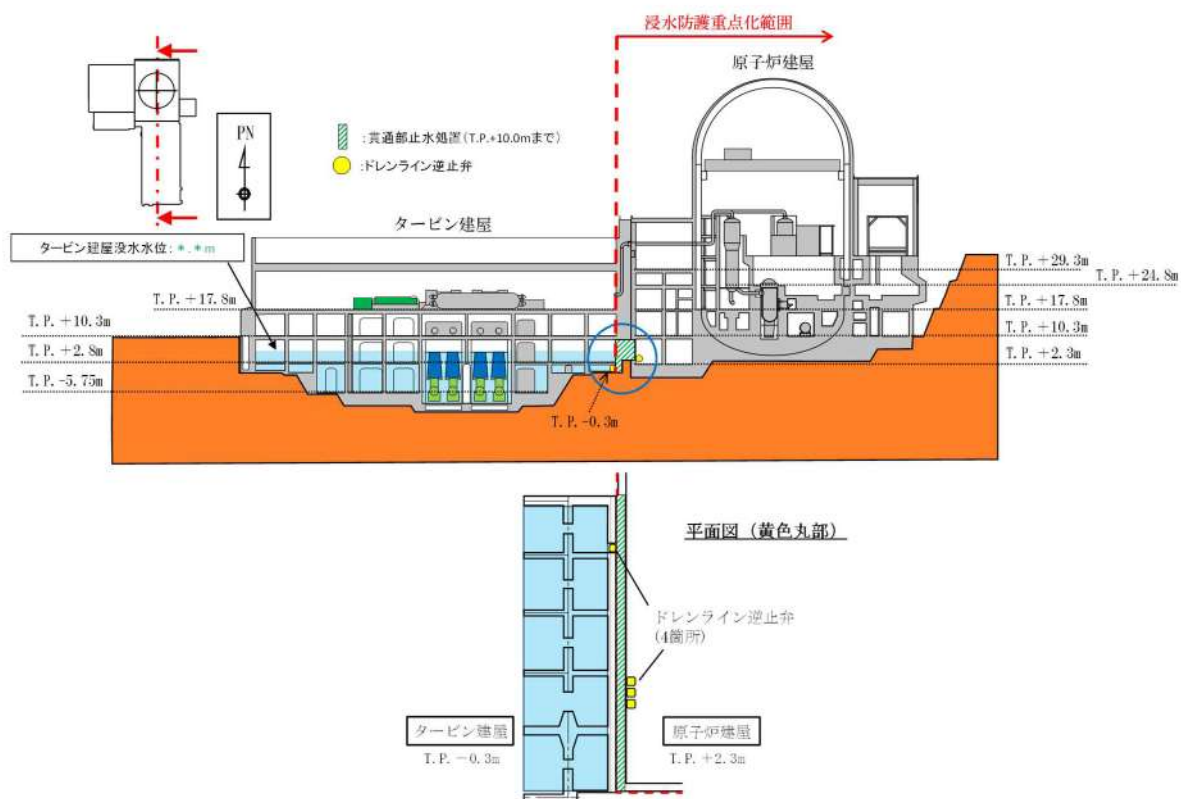


図 4.2-22 3号炉原子炉建屋と3号炉タービン建屋の境界に設置するドレンライン逆止弁の配置図

a. 形状 (寸法), 材質, 構造

ドレンライン逆止弁の構造例を図 4.2-23, 図 4.2-24 に示す。また, ドレンライン逆止弁の仕様を表 4.2-5 に示す。



図 4.2-23 3号炉原子炉補機冷却海水ポンプエリア床面に設置するドレンライン逆止弁の構造例

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 4.2-24 3号炉原子炉建屋と3号炉タービン建屋の境界に設置する
ドレンライン逆止弁の構造例

表 4.2-5 ドレンライン逆止弁の仕様例

名称			フロート式逆止弁	
種類	—		3号炉原子炉補機冷却 海水ポンプエリア床面 ドレンライン逆止弁	3号炉原子炉建屋と 3号炉タービン建屋の境界 ドレンライン逆止弁
主要 寸法	呼び径	mm	200A	80A, 100A
材料	本体	—	SUS316L	SUS303

b. 水密性

床面下部からの流入に対しては弁体が押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

c. 耐震性

基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価または加震試験により確認する。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

管路解析の詳細について

1. はじめに

海洋から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路計算を基準津波●を入力波形として解析を実施した。

2. 管路解析に基づく評価

管路解析を行う上での不確かさの考慮として、表 1 に示す各項目についてパラメータスタディを実施し、入力津波の選定及び津波水位への影響を確認した。

管路解析の計算条件を表 2 に、貝付着を考慮する範囲を図 1 に示す。取水路及び放水路の構造図を図 2 に示す。また、基礎方程式等の数値計算手法は、土木学会(2016)に基づき次頁以降に示すとおりとする。

取・放水経路は開水路区間と管路区間が混在するため、微小区間に分割した水路の各部分が、開水路状態か管路状態かを逐次判定し、管路区間はその上下流端の開水路区間の水位（自由水面の水位）を境界条件として流量計算を行い、開水路区間は、開水路の一次元不定流の式により流量・水位を計算する。また、立坑部等は、水面面積を鉛直方向に積算した水位－容積関係を用いて、立坑部等に接続する水路の流量合計値から水位を算定する。なお、解析には先行審査で実績のある解析コード「SURGE」を使用した。

解析モデルについて、管路は管路延長・管路勾配・管径を考慮したモデル化とし、各管路モデルで摩擦による損失を考慮する。摩擦損失以外の損失は次頁以降の解析モデルに示す各節点において考慮する。また、立坑部等は、面積を鉛直方向の分布に応じて考慮し、次頁以降の解析モデル図に示す池としてモデル化を行うこととする。管路解析モデルを図 3、モデル設定の考え方を表 3 に示す。

管路解析は、取・放水口における水位の時刻歴波形を入力条件、取・放水ピットにおけるポンプ取・放水量を境界条件として実施する。

表 4、5 及び図 4～8 に管路解析モデルに用いた各損失を示す。また、表 6 に各取放水施設の損失水頭表の整理結果、図 9 に損失水頭発生位置を示す。

水位上昇側の評価結果を表 6 に、水位下降側の評価結果を表 8 に示す。また、基準津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図 10 及び図 11 に示す。

表1 条件設定

	計算条件
1	貝付着の有無
2	スクリーン損失の有無※ ※取水施設のみを対象

表2 管路解析における計算条件

項目	計算条件
計算領域	【取水施設】 1号及び2号炉 取水口～取水路～取水ピット※ ¹ 3号炉 取水口～取水路～取水ピット 【放水施設】 1号及び2号炉 放水口～放水路～放水ピット※ ² 3号炉 放水口～放水路～放水ピット～一次系放水ピット
計算時間間隔	0.005 秒
取水ピット側境界条件 (ポンプ取水量)	1号及び2号炉：4.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0m ³ /s) ※ ¹ 3号炉：2.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0m ³ /s)
放水ピット側境界条件 (ポンプ放流量)	1号及び2号炉：4.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0m ³ /s) ※ ² 3号炉：2.0m ³ /s
摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	【取水施設】 (貝付着なし)：0.014m ^{-1/3} ・s※ ³ (貝付着あり)：0.020m ^{-1/3} ・s※ ³ 【放水施設】 (貝付着なし)：0.014m ^{-1/3} ・s※ ³ (貝付着あり)：0.020m ^{-1/3} ・s※ ³
貝の付着代	10cm を考慮※ ³
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版- 千秋(1967)：発電水力演習 土木学会(1999)：水理公式集(平成11年版)による
想定する潮位条件	水位上昇側：朔望平均満潮位 T.P. +0.26m に潮位のばらつき +0.14m を考慮 水位下降側：朔望平均干潮位 T.P. -0.14m に潮位のばらつき -0.19m を考慮
地盤変動条件	追而 (基準津波の審査を踏まえて記載する)
計算時間	地震発生後3時間まで

※1：1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、計算条件は、必要に応じて見直す。

※2：1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、計算条件は、必要に応じて見直す。

※3：電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版-に基づき設定。

※基礎方程式

管路解析では、非定常の開水路及び管路流の連続式・運動方程式を用いた。

【開水路】

- ・運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v|v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v|v}{2g} \right) = 0$$

- ・連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

【管路】

- ・運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v|v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v|v}{2g} \right) = 0$$

- ・連続式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t ：時間、 Q ：流量、 v ：流速、 x ：管底に沿った座標、 A ：流水断面積
 H ：圧力水頭+位置水頭（管路の場合）、位置水頭（開水路の場合）
 z ：管底高、 g ：重力加速度、 n ：マンニングの粗度係数、 R ：径深
 Δx ：水路の流れ方向の長さ、 f ：局所損失係数

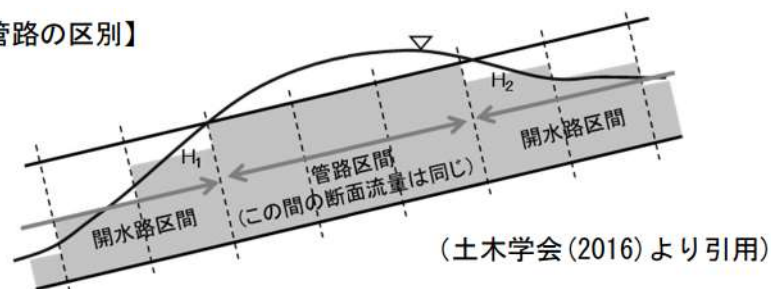
【立坑部等】

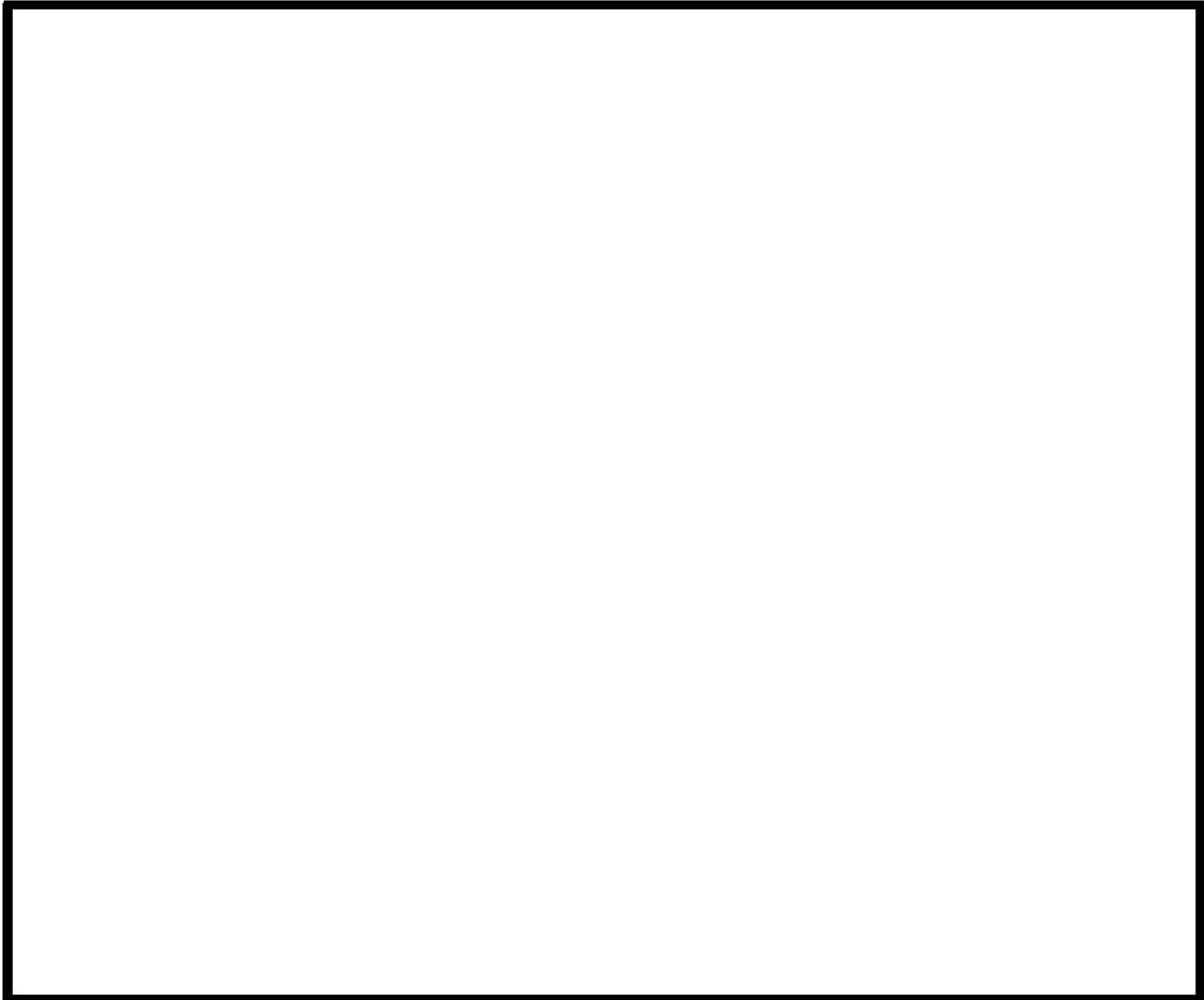
- ・連続式

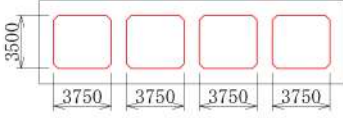
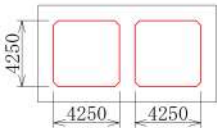
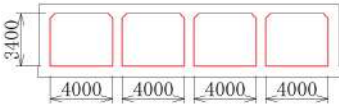
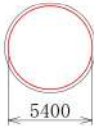
$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p ：水槽の平面積（水位の関数となる）、 H_p ：水槽水位
 Q_s ：水槽へ流入する流量の総和、 t ：時間

【開水路・管路の区別】






1号及び2号炉取水路 A-A断面	
3号炉取水路 B-B断面	
1号及び2号炉放水路 C-C断面	
3号炉放水路 D-D断面	

— 貝付着考慮範囲

※ 1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり，必要に応じて見直す。

図1 貝付着考慮範囲

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条—別添1—添付5—4

追而

(1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、詳細は今後記載する)

図2-1 1号及び2号炉取水施設平面図

追而

(1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、詳細は今後記載する)

図2-2 1号及び2号炉取水施設断面図

追而

(1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、詳細は今後記載する)

図3-1 1号及び2号炉取水施設の管路解析モデル図

表3-1 1号及び2号炉取水施設のモデル設定の考え方

追而

(1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、詳細は今後記載する)



図 2 - 3 3号炉取水施設平面図



図 2 - 4 3号炉取水施設断面図

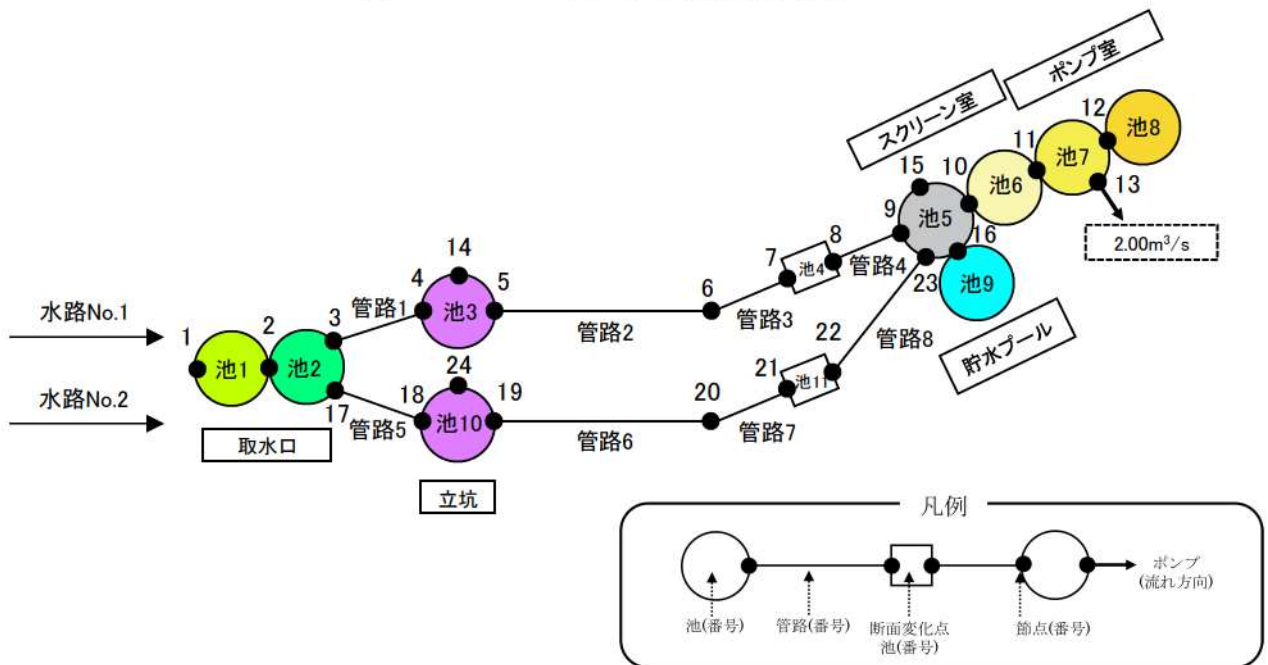


図 3 - 2 3号炉取水施設の管路解析モデル図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条-別添1-添付5-7

表3-2 3号炉取水施設のモデル設定の考え方

箇所		設定の考え方
取水口	池1, 2	貯留堰による水位差を再現するため、池1と池2に分けて設定している。 池1は取水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与えている。
立坑	池3, 10	—
断面変化点	池4, 11	解析上の理由より、池を設定している。
スクリーン室及びポンプ室	池5, 6, 7, 8	スクリーン室及びポンプ室内の各地点の評価を詳細に行うため、池5～池8に分けて設定している。 なお、トラッシュピットは池5の中で考慮している。
貯水プール	池9	スクリーン室（池5）の水位が上昇し、T.P.+10.3mを超えた後、貯水プール（池9）に流入するように設定している。
貯水プールから取水ピットスクリーン室へと繋がる排水管	—	排水管については検討中であるが、取水ピットスクリーン室（池5）の鉛直方向の開口面積と比較して、十分に小さい設計とする。そのため、排水管からの津波の流入の影響は十分に小さく、評価結果に影響しないと考えられるため、排水管はモデル化しない。



追而
(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)

図2-5 1号及び2号炉放水施設平面図



追而
(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)

図2-6 1号及び2号炉放水施設断面図

追而

(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)

図3-3 1号及び2号炉放水施設の管路解析モデル図

表3-3 1号及び2号炉放水施設のモデル設定の考え方

追而

(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)

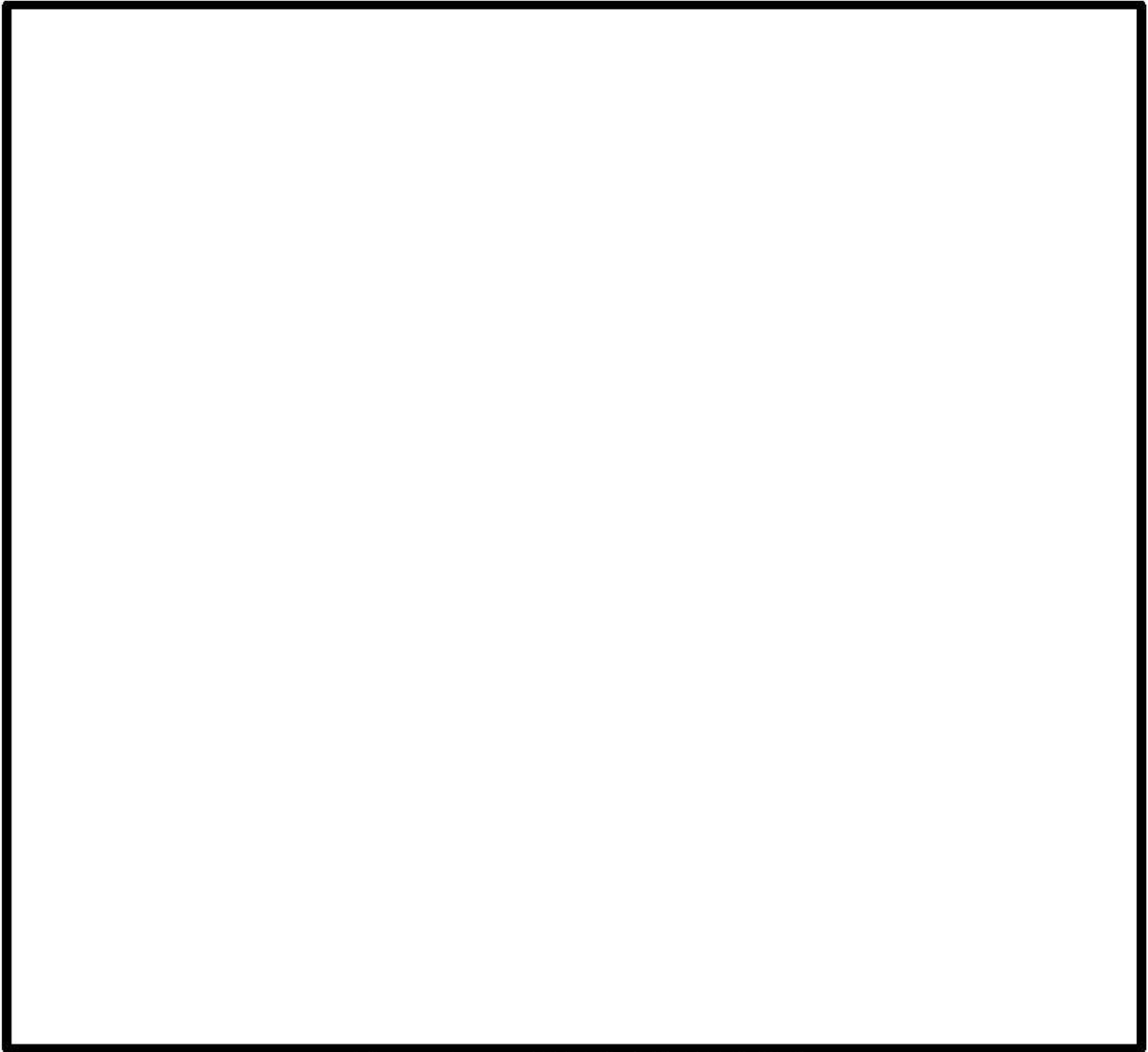
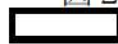


図 2 - 7 3号炉放水施設平面図



図 2 - 8 3号炉放水施設断面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

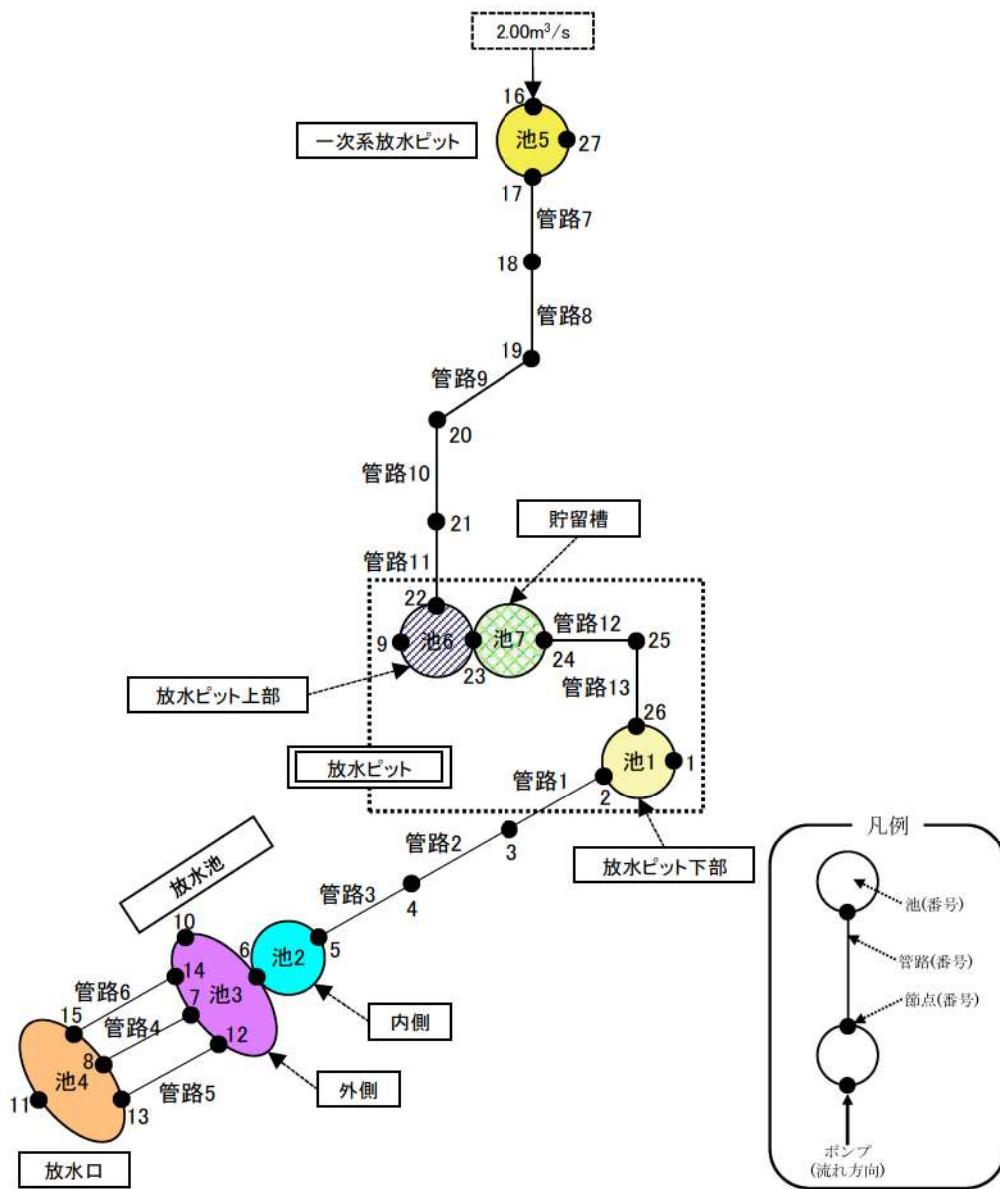


図 3 - 4 3号炉放水施設の管路解析モデル図

表 3-4 3号炉放水施設のモデル設定の考え方

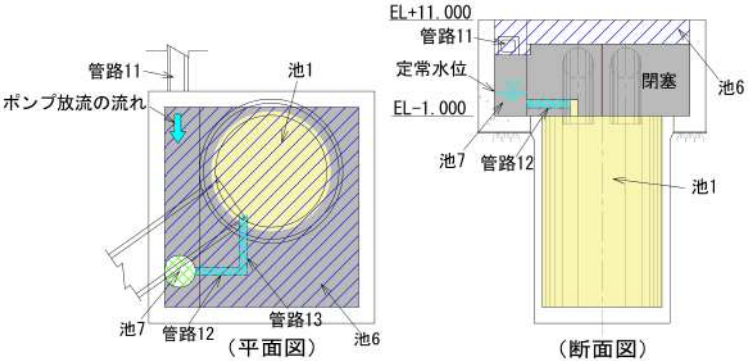
箇所		設定の考え方
放水口	池 4	放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与える。
放水池	池 2, 3	放水池内側と放水池外側の間にある堰による水位差を再現するため、池 2 と池 3 に分けて設定している。
放水ピット (3号炉放水ピット 流路縮小工)	池 1, 6, 7 管路 12, 13	<p>鉛直方向の流れを池 1, 池 6, 池 7, 水平方向の流れを管路 12, 管路 13 で再現するように、それぞれ池・管路を設定している。また、ポンプ放流の流れ(原子炉補機冷却海水放水路(管路 11)から放水ピット上部(池 6)を流れ、貯留槽(池 7)内で定常水位となる)を再現するため、池 6 と池 7 に分けて設定している。</p> 
3号炉放水ピット 流路縮小工における ベント管	—	<p>ベント管は、3号炉放水ピット流路縮小工(池 7, 管路 12, 管路 13)の流路面積と比較して、十分に小さい設計とする。そのため、ベント管からの津波の流入の影響は十分に小さく、評価結果に影響しないと考えられるため、ベント管はモデル化しない。</p>
一次系放水ピット	池 5	—

表3 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	f_e : 流入損失係数 (管路断面による値) V : 管内流速(m/s)	土木学会(1999) p. 374-375 【図4参照】
流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	f_o : 流出損失係数=1.0 V : 管内流速(m/s)	土木学会(1999) p. 375
摩擦損失	$h_f = n^2 \cdot V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	V : 平均流速(m/s) L : 水路の長さ(m) R : 水路の径深(m) n : 粗度係数($m^{-1/3} \cdot s$)	電力土木技術協会 (1995) p. 829
急拡損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	f_{se} : 急拡損失係数 V_1 : 急拡前の平均流速(m/s) A_1 : 急拡前の管断面積(m^2) A_2 : 急拡後の管断面積(m^2)	電力土木技術協会 (1995) p. 829
急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{sc} : 急縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 急縮後の平均流速(m/s)	電力土木技術協会 (1995) p. 829-830 【表5参照】
漸拡損失	$h_{ge} = f_{ge} \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g}$	f_{ge} : 漸拡損失係数 (管路断面による値) A_1 : 漸拡前の管断面積(m^2) A_2 : 漸拡後の管断面積(m^2) V_1 : 漸拡前の平均流速(m/s)	電力土木技術協会 (1995) p. 830 【図5参照】
漸縮損失	$h_{gc} = f_{gc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{gc} : 漸縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 漸縮後の平均流速(m/s)	千秋(1967) p. 83-84 【図6参照】
屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	f_{be} : 屈折損失係数 V : 管内流速(m/s) θ : 屈折角($^\circ$)	千秋(1967) p. 88 【図7参照】
曲がり損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \left(\frac{D}{\rho}\right)^{7/2}$ $f_{b2} = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{1/2}$	f_{b1} : 曲がりの曲率半径 ρ と管径 D との比によって決まる損失係数 (90° の場合) f_{b2} : 任意の曲がり中心角 θ の場合の損失と中心角 90° の場合の損失との比 V : 管内平均流速(m/s) θ : 曲がり中心角($^\circ$)	千秋(1967) p. 86-87 【図8参照】
可動式スクリーン損失	$h_{ec} = f_{ec} \frac{V_0^2}{2g}$	f_{ec} : 管内オリフィスの損失係数 V_0 : オリフィス通過流速(m/s)	電力土木技術協会 (1995) p. 833

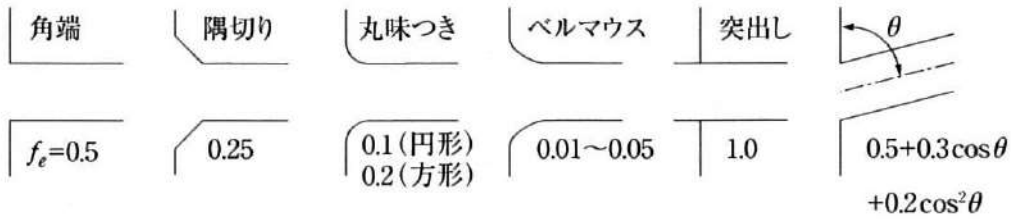


図4 入口形状と損失係数
(土木学会(1999)p. 375 より引用)

表5 急縮損失係数
(電力土木技術協会(1995)p. 830 より引用)

D_2 / D_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f_{sc}	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

D_1, D_2 : 急縮前後の管路の径(m)

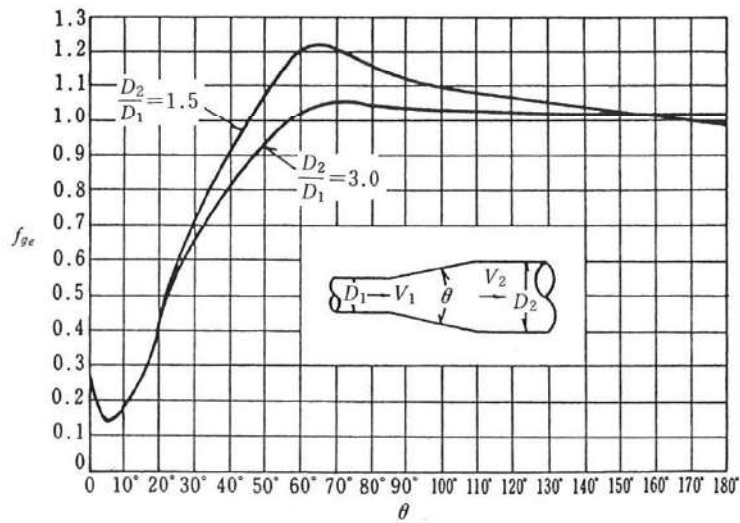


図5 漸拡損失係数
(電力土木技術協会(1995)p. 830 より引用)

D_1, D_2 : 漸拡前後の管径(m), V_1, V_2 : 漸拡前後の平均流速(m/s), θ : 漸拡部の開き (°)
(※本施設では、円形断面管と矩形断面管の漸拡に上記の図による値を適用する。矩形断面管の場合、矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、管径 D_1, D_2 を算出した。)

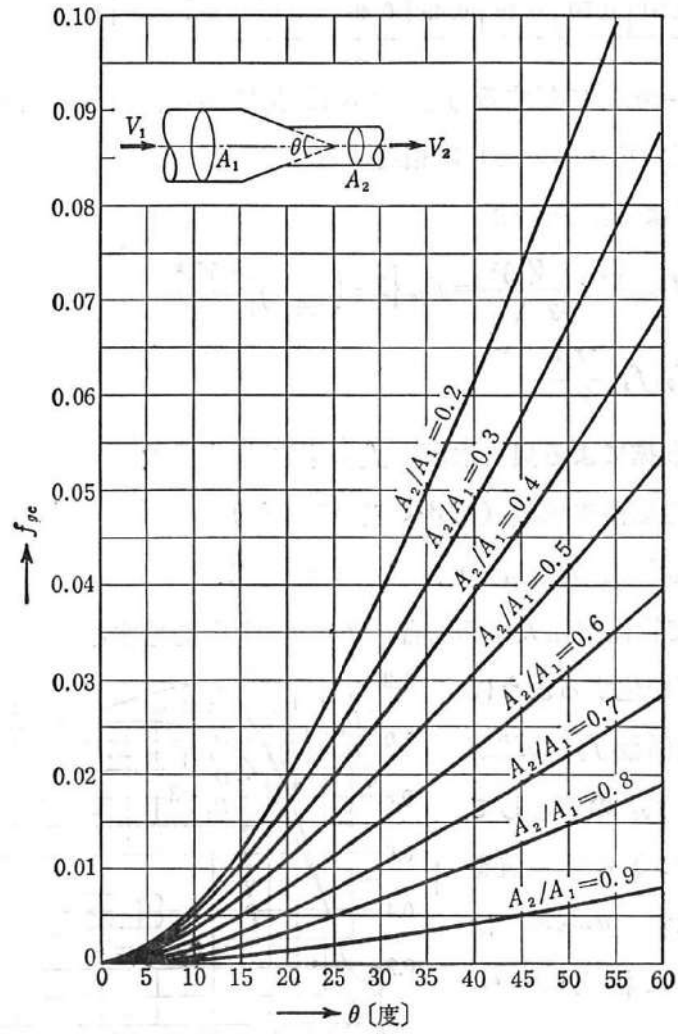


図6 漸縮損失係数
(千秋(1967)p. 84 より引用)

A_1, A_2 : 漸縮前後の管断面積 (m^2), V_1, V_2 : 漸縮前後の平均流速 (m/s) θ : 漸縮部の開き ($^\circ$)
(※本施設では, 円形断面管と矩形断面管の漸縮に上記の図による値を適用する。)

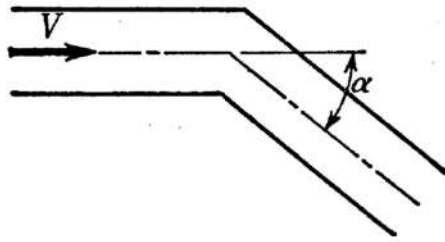


図7 屈折角
 (千秋(1967)p. 88 より引用)

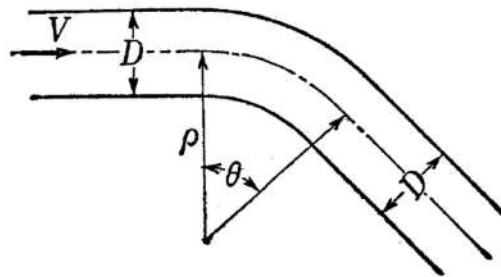


図8 曲がり, 曲率半径
 (千秋(1967)p. 87 より引用)

表6-1 1号及び2号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し, スクリーンによる損失あり)

追而
(1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり, 詳細は今後記載する)

追而
(1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり, 詳細は今後記載する)

図9-1 1号及び2号炉取水施設の損失水頭発生位置

表6-2 3号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し, スクリーンによる損失あり) ※1,2,3

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)	水路No.1		水路No.2		
						損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
貯留堰	2.000	①堰	越流係数	1.550	79.200	0.00004	節点2	0.00004	節点2	
			堰幅(m)	19.800						
			定数γ	2.600						
取水口	1.000	②漸縮 ^{※3}	F	0.063	40.000	0.00000	節点3	0.00000	節点17	
		③急縮 ^{※3}	F	0.262	17.883	0.00004	節点3	0.00004	節点17	
取水路	1.000	④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00000	管路1	0.00000	管路5	
			長さ(m)	6.300						
			径深(m)	1.097						
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00003	管路2	0.00003	管路6	
			長さ(m)	60.458						
			径深(m)	1.097						
		⑥曲がり	F	0.076	17.883	0.00001	節点6	0.00001	節点20	
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014						
			長さ(m)	13.744 (管路3) 16.539 (管路7)						
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00001	管路3	0.00001	管路7	
			長さ(m)	13.744 (管路3) 16.539 (管路7)						
			径深(m)	1.097						
		⑧摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	24.547	0.00001	管路4	0.00001	管路8	
長さ(m)	12.000									
径深(m)	1.263									
⑨摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	31.486	0.00001	管路4	0.00001	管路8			
	長さ(m)	14.500								
	径深(m)	1.030								
⑩漸拡 ^{※3}	F	0.064	17.883	0.00001	節点9	0.00001	節点23			
	⑪急縮 ^{※3}	F	0.062	25.931	0.00000	節点9	0.00000	節点23		
	⑫流出 ^{※3}	F	1.000	37.040	0.00004	節点9	0.00004	節点23		
取水槽	スクリーン	2.000	⑬トラベリン グスクリーン	F	15.608	139.800	0.00016	節点10	0.00016	節点10
	中間 スラブ	— ^{※2}	⑭急縮 ^{※3}	F	0.433	86.208	— ^{※2}	池5	— ^{※2}	池5
	天端 開口部	— ^{※2}	⑮急拡 ^{※3}	F	0.518	93.280	— ^{※2}		— ^{※2}	
		— ^{※2}	⑯急縮 ^{※3}	F	0.319	190.620	— ^{※2}		— ^{※2}	
合計							0.00035	0.00035		

※1：損失水頭は、取水口から取水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：津波襲来時以外（ポンプ流量時等）には、損失水頭は発生しないため、「-」としている。

※3：流入・流出損失、急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では、取水口から取水ピットへ流れる方向を正として整理）。

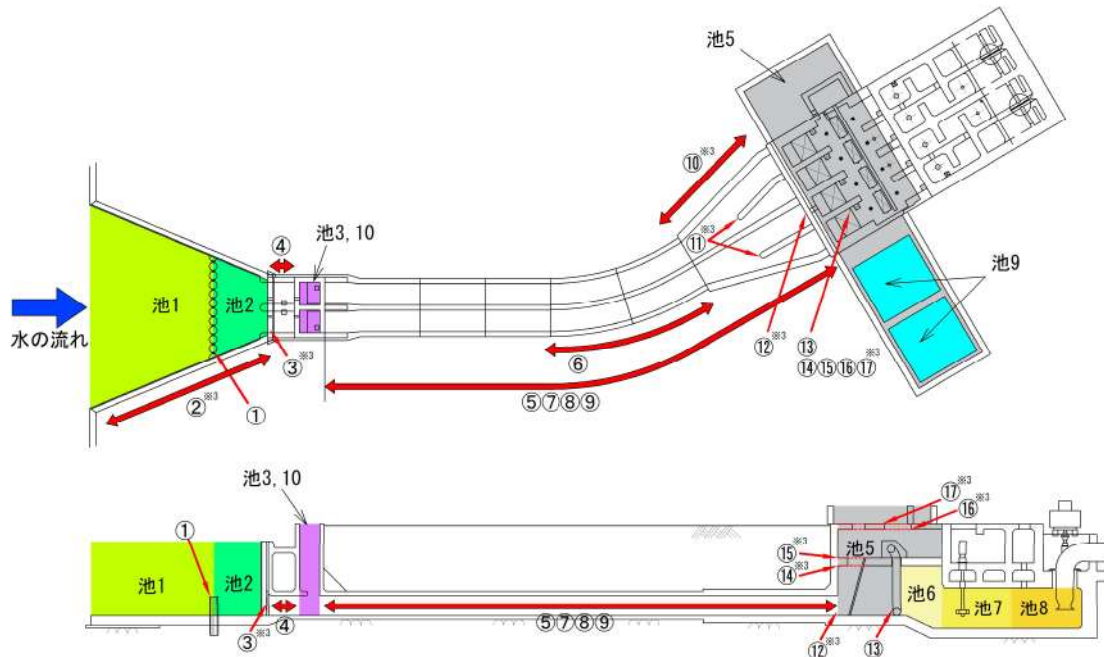


図9-2 3号炉取水施設の損失水頭発生位置（上図：平面図，下図：断面図）

表6-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭表
(貝付着無し)

追而

(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)



追而

(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)

図9-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭発生位置

表6-4 3号炉放水施設の損失水頭表
(貝付着無し) ※1,2,3

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	0.667	①流入 ^{※3}	F	0.558	5.309	0.00045	節点8
		②屈折	F	0.020	5.309	0.00002	(節点13)
		③屈折	F	0.020	5.309	0.00002	(節点15)
		④流出 ^{※3}	F	1.000	5.309	0.00080	節点7 (節点12) (節点14)
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	5.309	0.00011	管路4 (管路5) (管路6)
長さ(m)	20.309						
径深(m)	0.650						
放水池 ～ 放水ピット	2.000	⑥堰	流量係数	1.550	247.755	0.00000	節点6
			定数γ	2.600			
			堰幅(m)	36.442			
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	78.540	0.00000	節点5
			長さ(m)	18.500			
			径深(m)	2.500			
		⑧急縮 ^{※3}	F	0.487	78.540	0.00002	節点5
		⑨急縮 ^{※3}	F	0.410	22.902	0.00016	節点5
		⑩屈折	F	0.986	22.902	0.00038	節点5
		⑪曲がり	F	0.018	22.902	0.00001	節点4
		⑫曲がり	F	0.018	22.902	0.00001	節点3
		⑬急拡 ^{※3}	F	0.758	22.902	0.00029	節点2
		⑭屈折	F	0.986	22.902	0.00038	節点2
		⑮摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00062	管路1 ～3
			長さ(m)	615.100			
径深(m)	1.350						
放水ピット	2.000	⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1
			長さ(m)	18.400			
			径深(m)	3.750			
		⑰摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.785	0.01212	池1
			長さ(m)	1.500			
			径深(m)	0.250			
		⑱急縮 ^{※3}	F	0.500	0.785	0.16559	池1
		⑲摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.785	0.10502	管路12 ～13
			長さ(m)	13.000			
			径深(m)	0.250			
		⑳屈折	F	0.986	0.785	0.32654	節点26
		㉑屈折	F	0.986	0.785	0.32654	節点25
		㉒急拡 ^{※3}	F	0.880	0.785	0.29144	節点24
㉓屈折	F	0.986	0.785	0.32654	節点24		
㉔摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00003	池7		
	長さ(m)	6.500					
	径深(m)	1.000					
㉕急拡 ^{※3}	F	0.733	12.566	0.00095	節点23		
合計						1.55804	

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水ピット ～ 一次系 放水ピット	2.000	㉖流入 ^{※3}	F	0.500	1.299	0.06047	節点22
		㉗屈折	F	0.000	1.299	0.00000	節点21
		㉘曲がり	F	0.115	1.299	0.01391	節点20
		㉙曲がり	F	0.115	1.299	0.01391	節点19
		㉚屈折	F	0.000	1.299	0.00000	節点18
		㉛流出 ^{※3}	F	1.000	1.299	0.12094	節点17
	— ^{※2}	㉜急縮 ^{※3}	F	0.455	3.300	— ^{※2}	池5
	2.000	㉝摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.299	0.20512	管路7 ～11
長さ(m)			141.071				
径深(m)			0.425				
合計						0.41435	

※1：損失水頭は、放水口から一次系放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：津波襲来時以外（ポンプ流量時等）には、損失水頭は発生しないため、「-」としている。

※3：流入・流出損失、急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では、放水口から一次系放水ピットへ流れる方向を正として整理）。

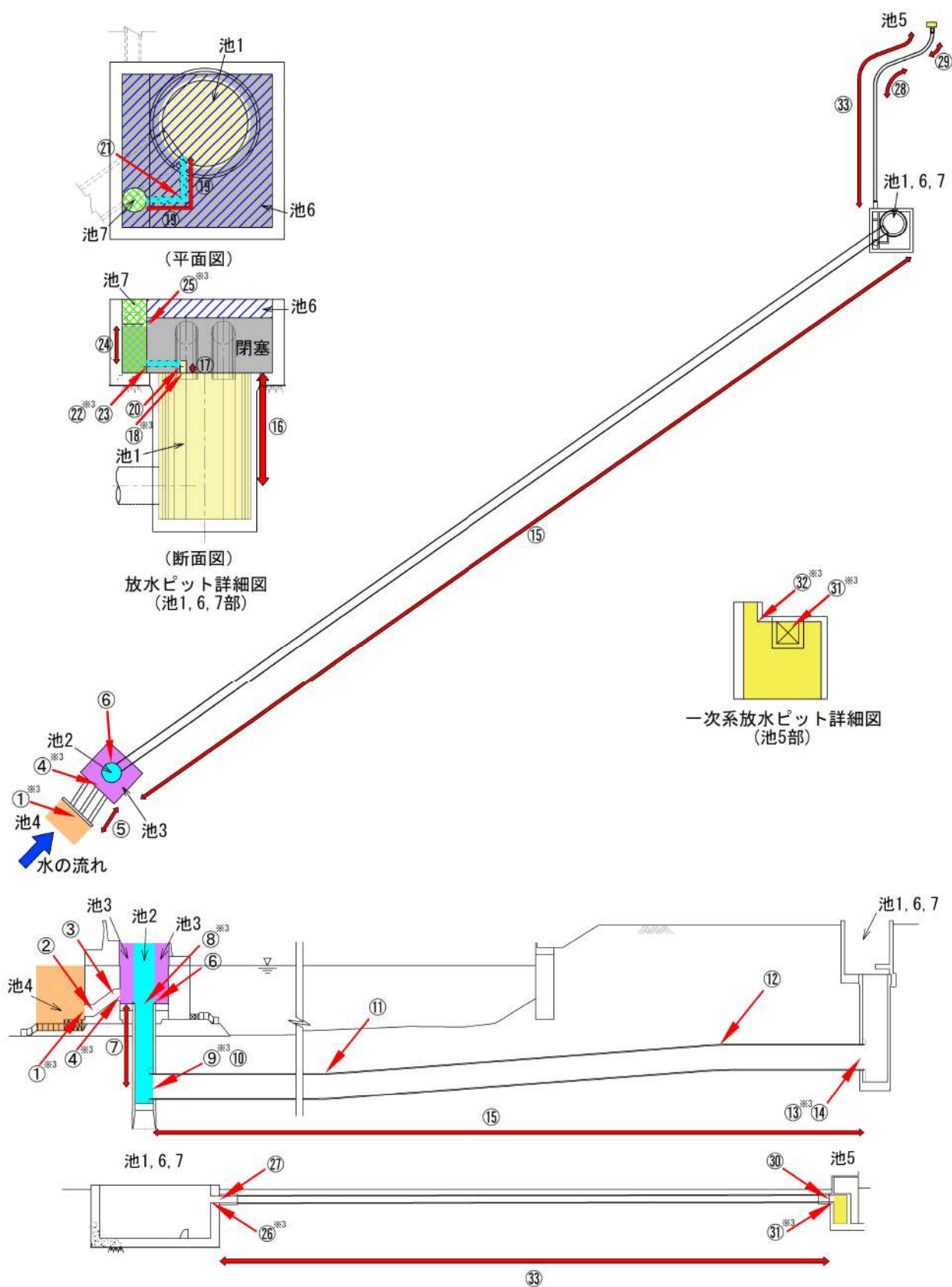


図9-6 3号炉放水施設の損失水頭発生位置
(上図：平面図，中図・下図：断面図)

表7 水位上昇側の評価結果

追而
(解析結果を記載する)

表8 水位下降側の評価結果

追而
(解析結果を記載する)

追而
(解析結果を記載する)

図 10 水位上昇側の時刻歴波形

追而
(解析結果を記載する)

図 11 水位下降側の時刻歴波形

【参考文献】

- 1) 土木学会(2016)：原子力発電所の津波評価技術 2016, 平成 28 年 9 月, 土木学会原子力土木委員会, 津波評価小委員会.
- 2) 電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版-
- 3) 千秋(1967)：発電水力演習
- 4) 土木学会(1999)：水理公式集(平成 11 年版)