

島根原子力発電所 2 号炉 審査資料	
資料番号	EP-066 改 42
提出年月日	令和 2 年 9 月 4 日

島根原子力発電所 2 号炉

津波による損傷の防止

令和 2 年 9 月
中国電力株式会社

第5条：津波による損傷の防止

<目 次>

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)
島根原子力発電所2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)
島根原子力発電所2号炉 耐津波設計における現場確認を要するプロセスについて

下線は, 今回の提出資料を示す。

島根原子力発電所 2 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 設計また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 敷地への浸水防止（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 敷地への浸水防止（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
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
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
4. 日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について
5. 港湾内の局所的な海面の励起について
6. 管路計算の詳細について
7. 入力津波に用いる潮位条件について
8. 入力津波に対する水位分布について
9. 津波防護対策の設備の位置付けについて
10. 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
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
12. 基準津波に伴う砂移動評価について
13. 島根原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
15. 津波漂流物の調査要領について
16. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
17. 燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について
18. 漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について
19. 津波監視設備の監視に関する考え方
20. 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
21. 基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について
22. 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて
23. 水密扉の運用管理について
24. 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）
25. 防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について
26. 防波壁及び防波扉における津波荷重の設定方針について
27. 津波流入防止対策について
28. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について
29. 1号炉取水槽流路縮小工について
30. 取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉の設計方針及び構造成立性の見通しについて
31. 施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速について
32. 海水ポンプの実機性能試験について
33. 海水ポンプの吸込流速が砂の沈降速度を上回る範囲について
34. 水位変動・流向ベクトルについて
35. 荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について
36. 津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性

評価について

37. 津波発生時の運用対応について

38. 地震後の荷揚場の津波による影響評価について

39. 防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設計及び運用対応について

(参考資料)

- － 1 島根原子力発電所における津波評価について
- － 2 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1第9章)
- － 3 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1第10章)
- － 4 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1補足説明資料30)
- － 5 津波防護上の地山範囲における地質調査 柱状図及びコア写真集(第762回審査会合 机上配布資料, 第802回審査会合 机上配布資料, 第841回審査会合 机上配布資料)

下線は, 今回の提出資料を示す。

(2.5については, 2.5.1, 2.5.2(1), (2)を抜粋)

2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

2.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

【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区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

【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物及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

【検討結果】

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。以下、2.4において同じ。）を内包する建物及び区画としては、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）並びに非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設するエリアがある。また、タービン建物については、復水器を設置するエリアから耐震Sクラスの設備を設置するエリアへの浸水対策として、復水器エリア防水壁等を設置し、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）に区画する。各建物内の設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置は添付資料1に示すとおりである。

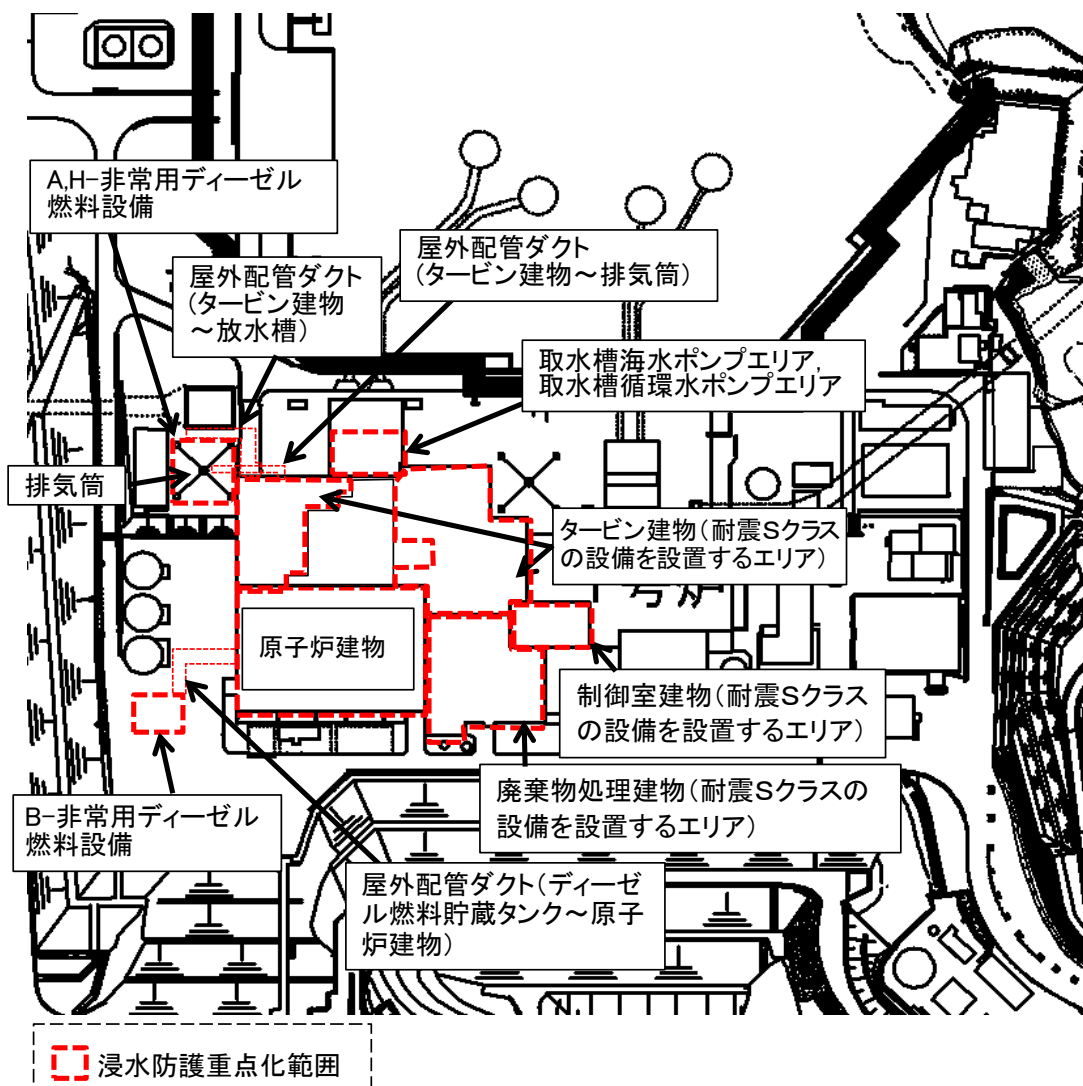
このうち、耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画は、原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）並びに非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設するエリアであるため、これらを浸水防護重点化範囲として設定する。

第2.4-1表、第2.4-1図、第2.4-2図に浸水防護重点化範囲を示す。また、タービン建物地下1階の復水器エリア防水壁と耐震Sクラスの設備の位置関係を第2.4-3図に示す。

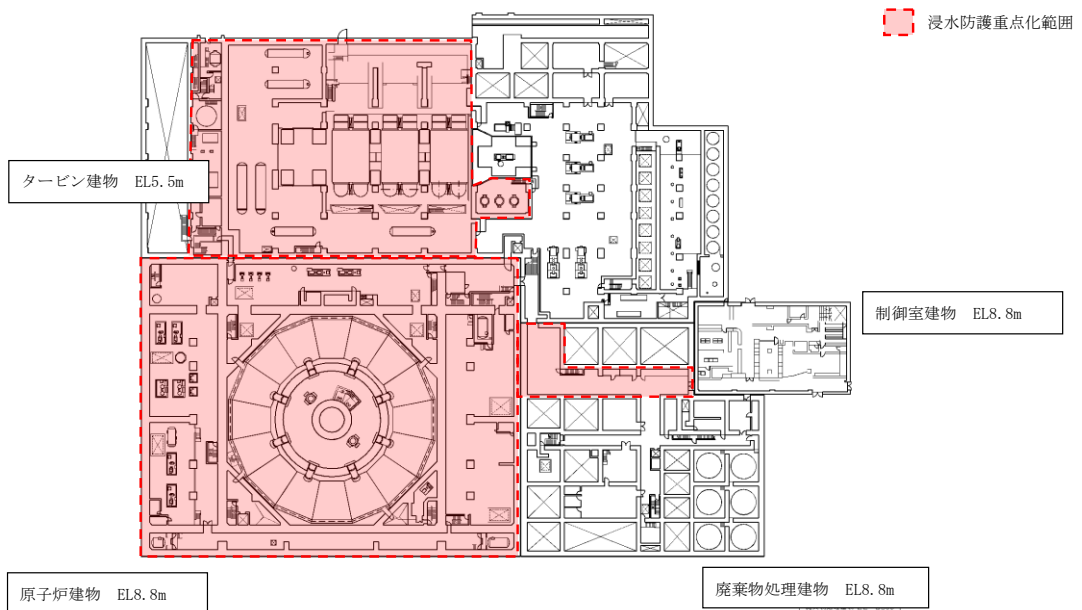
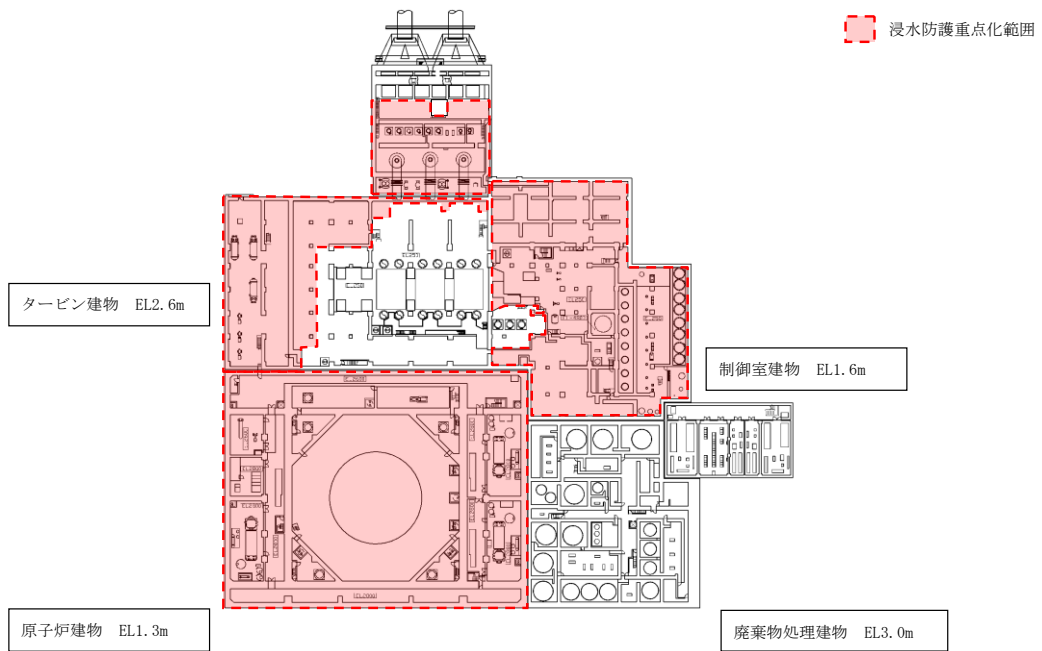
なお、位置が確定していない設備等に対しては、詳細設計段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針である。

第 2.4-1 表 浸水防護重点化範囲

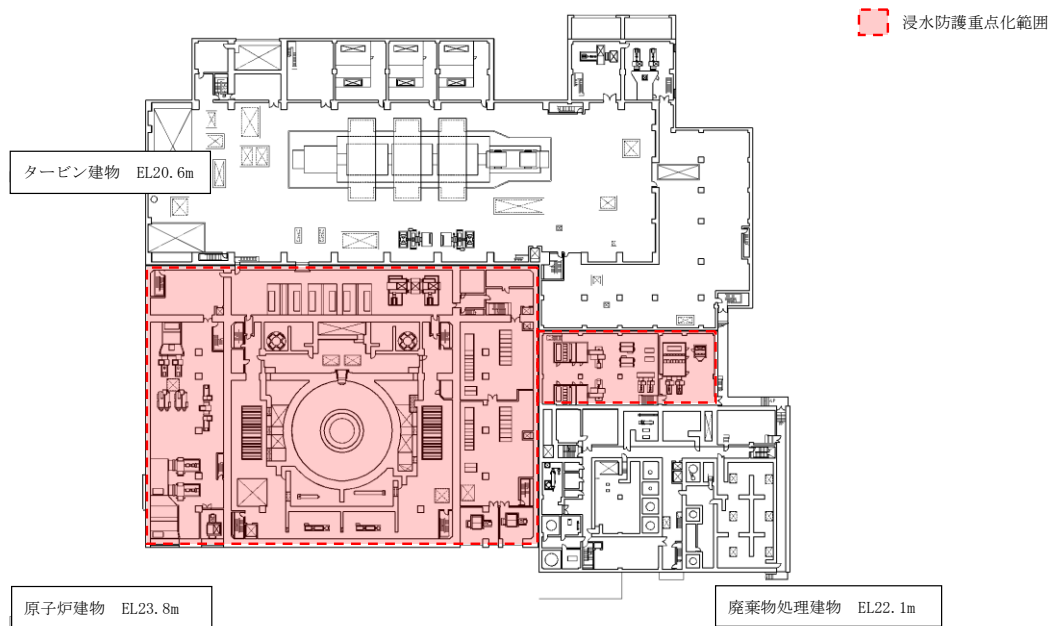
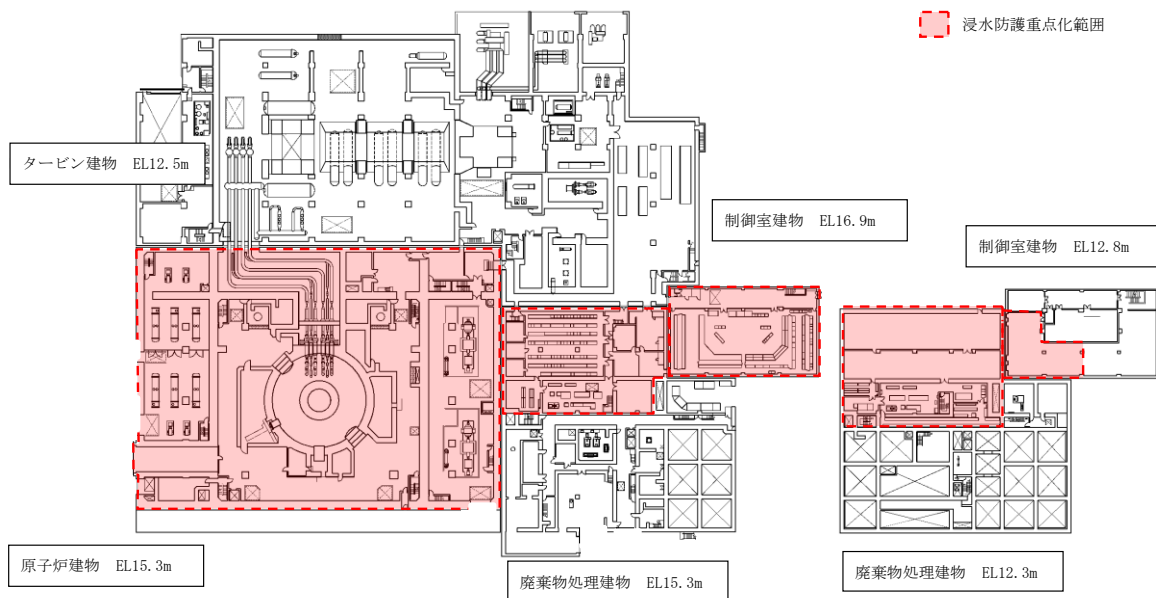
耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア） ・取水槽海水ポンプエリア ・取水槽循環水ポンプエリア ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） ・屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽） ・A、H-非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設するエリア 	EL8.5m
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建物 ・制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア） ・廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア） ・屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物） ・B-非常用ディーゼル燃料設備を敷設するエリア 	EL15.0m



第 2.4-1 図 浸水防護重点化範囲概略図

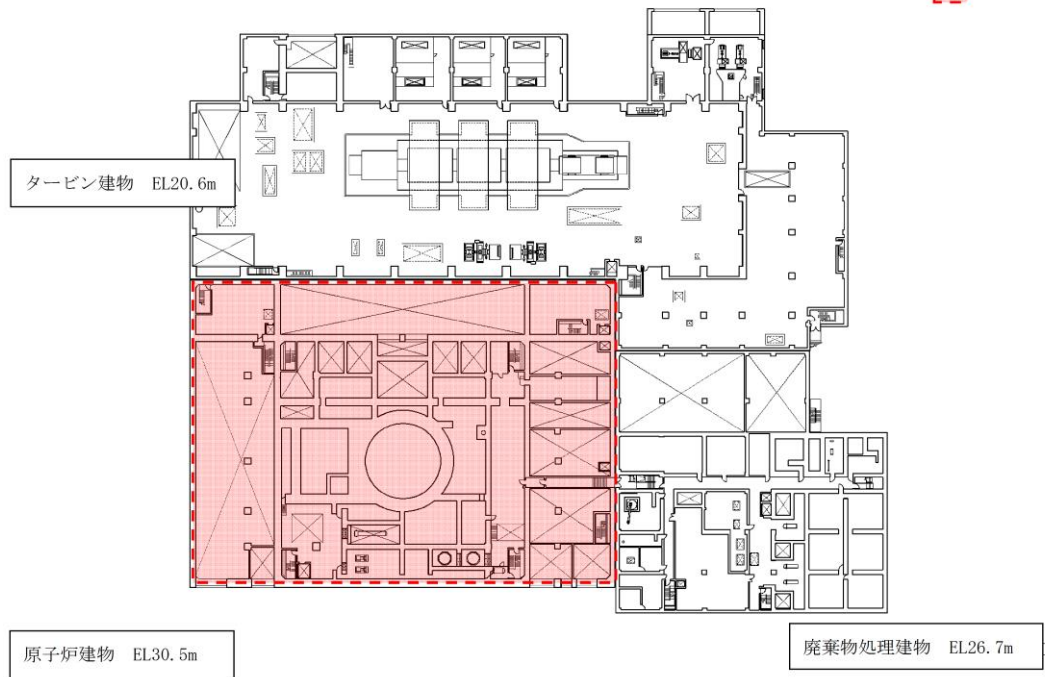


第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（1 / 4）

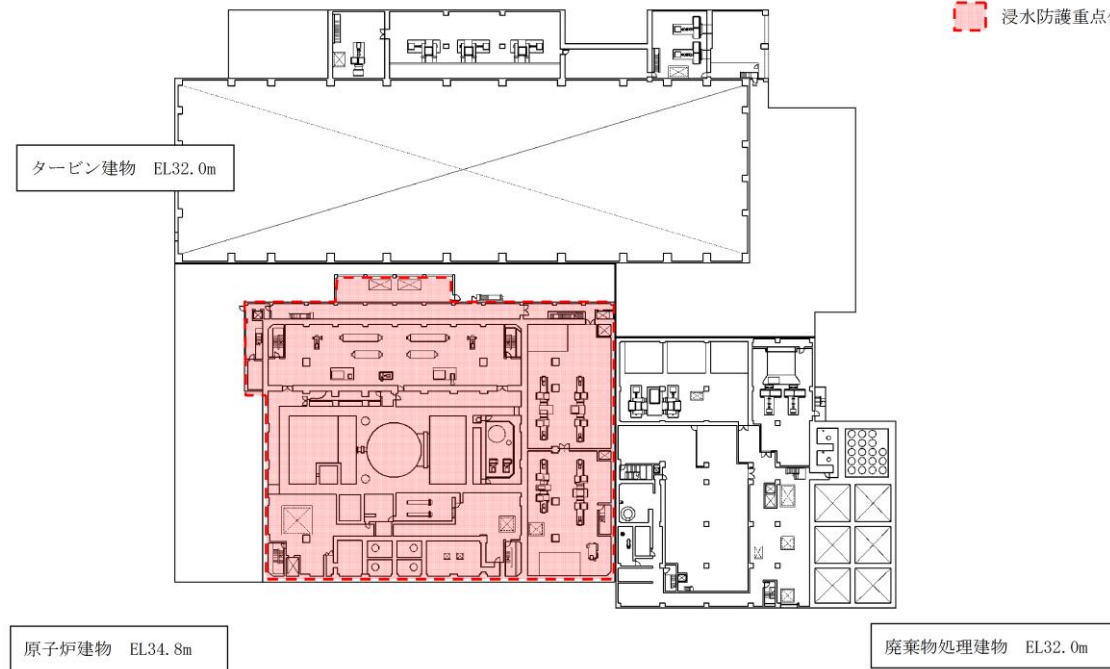


第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（2 / 4）

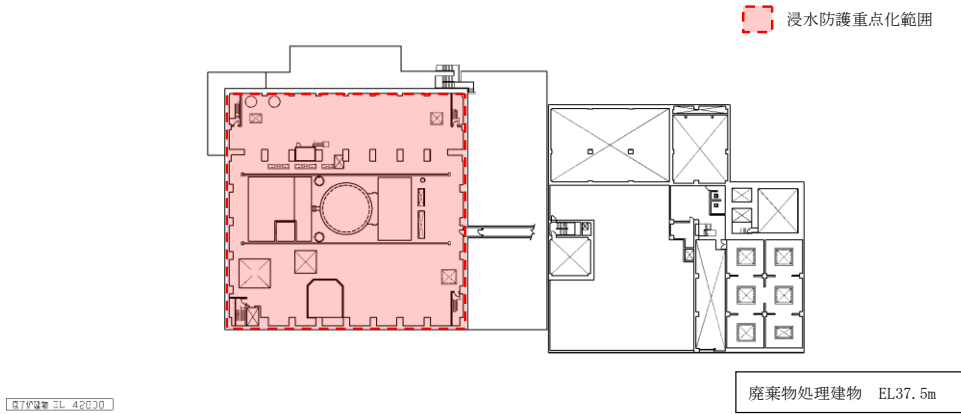
浸水防護重点化範囲



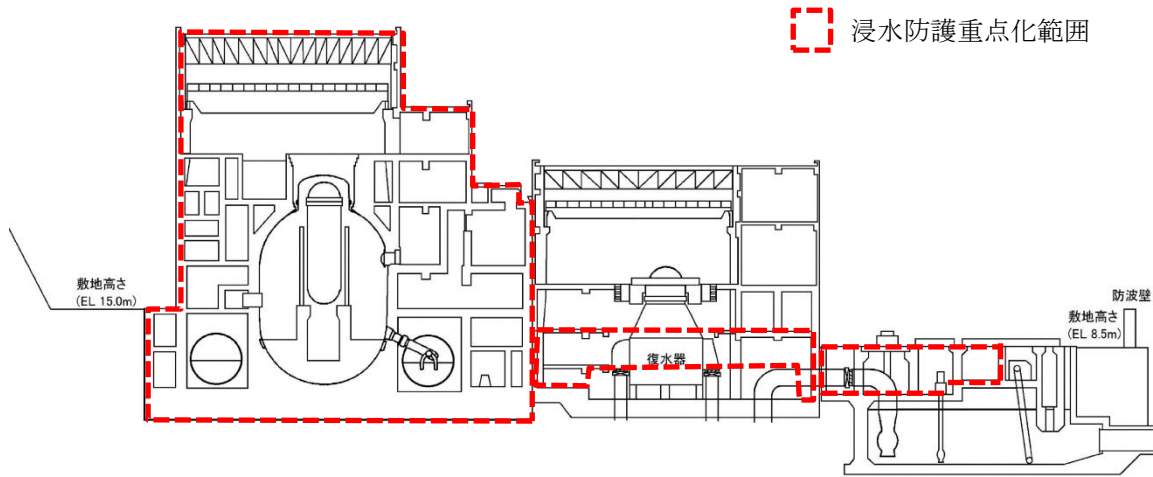
浸水防護重点化範囲



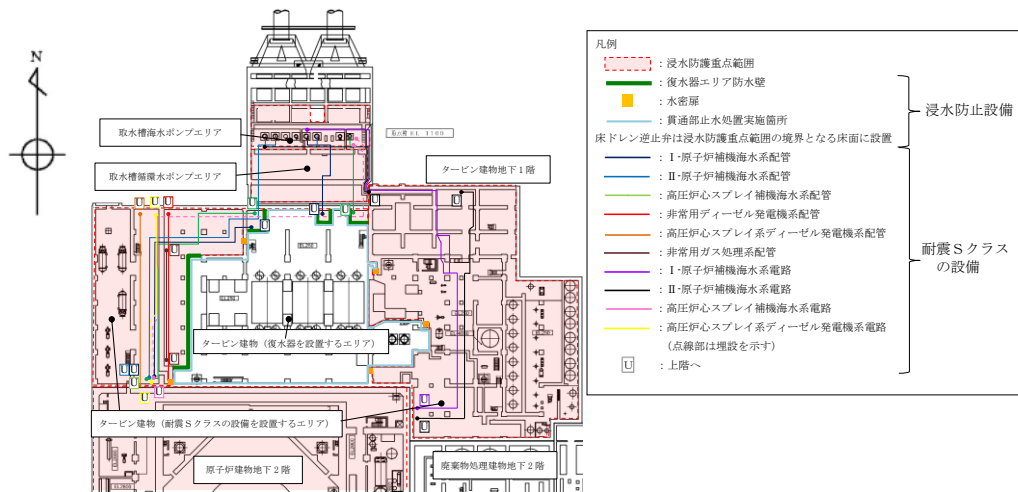
第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲 (平面図) (3 / 4)



第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（4 / 4）



第 2.4-2-2 図 浸水防護重点化範囲（断面図）



第 2.4-3 図 タービン建物地下1階の復水器エリア防水壁等の浸水防止設備と耐震Sクラスの設備の位置

2.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること。
浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を施すこと。

【検討方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定する。浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を実施する。

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量については，地震による溢水の影響も含めて，以下の方針により安全側の想定を実施する。

- ・地震・津波による建物内の循環水系等の機器・配管の損傷による建物内への津波及び系統設備保有水の溢水，下位クラス建物における地震時の地下水排水ポンプの停止による地下水の流入等の事象を考慮する。
- ・地震・津波による屋外循環水配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統保有水の溢水等の事象を考慮する。
- ・循環水系機器・配管等の損傷による津波浸水量については，入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰り返し襲来を考慮する。また，サイフォン効果も考慮する。
- ・機器・配管等の損傷による溢水量については，内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定する。
- ・地下水については，地震時の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。
- ・施設・設備施工上生じ得る隙間部等がある場合には，当該部からの溢水も考慮する。

【検討結果】

前項までに述べたとおり，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画が設置された敷地への津波の地上部からの到達・流入に対する外郭防護及び取水路，放水路等の経路からの流入に対する外郭防護は，津波防護施設，浸水防止設備を設置することにより実現している。これより，津波単独事象に対しては，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路は存在しない。

一方，【検討方針】に示される「地震による溢水の影響」について，2号炉に対して「地震による溢水」を具体化すると次の各事象が挙げられる。これらの概念図を第2.4-4-1図に示す。

(1) 地震による溢水の影響を含めた浸水防護重点化範囲への影響について

a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水

地震に起因するタービン建物（復水器を設置するエリア）に敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス（浸水防止機能を除く）の機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水配管等に流れ込み^{※1}、その損傷箇所を介して、タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入することが考えられる。

このため、タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入した津波により、隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

b. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水

地震に起因するタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に敷設するタービン補機海水系配管を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽からタービン補機海水系配管に流れ込み^{※1}、その損傷箇所を介して、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲（タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア））への影響を評価する。

c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因する取水槽循環水ポンプエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水配管等に流れ込み^{※1}、その損傷箇所を介して、取水槽循環水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲（取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因する取水槽海水ポンプエリアに敷設するタービン補機海水系配管等を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽海水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲（取水槽海水ポンプエリア）への影響を評価する。

※1：取水路と放水路は配管及び復水器を介してつながっており、2号炉の取水槽及び放水槽の水位が高い方から、循環水配管等の損傷箇所との水頭差により海水が流入する。（第2.4-4-2図）

e. 屋外タンク等による屋外における溢水

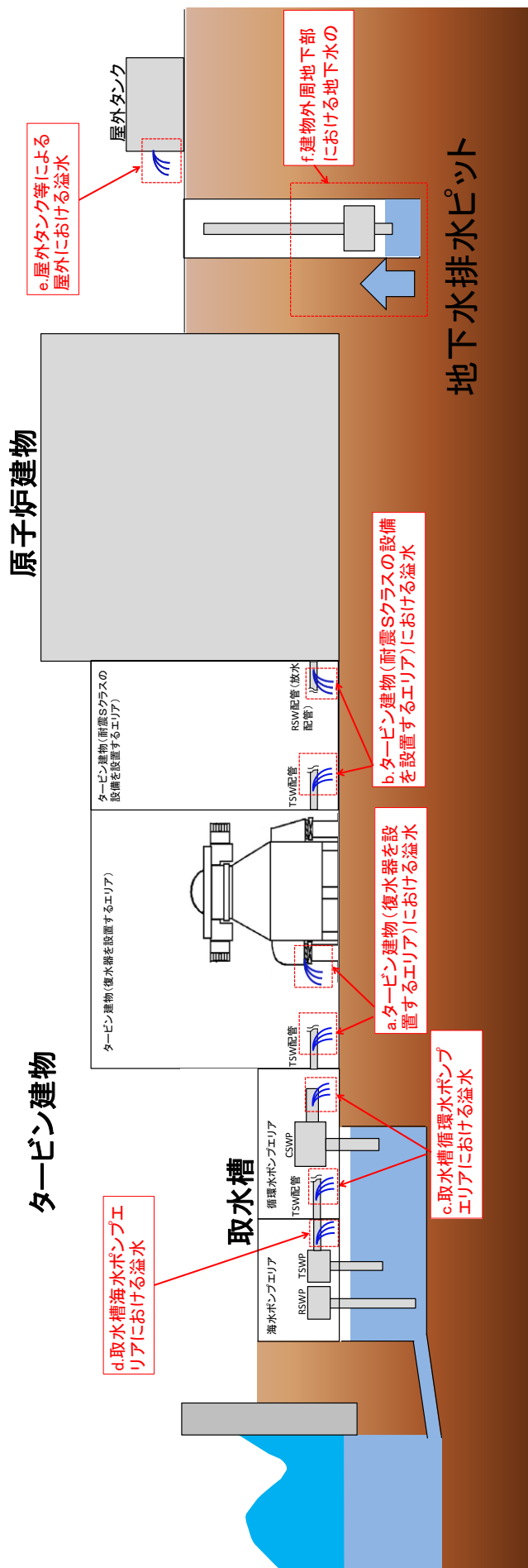
地震により敷地内にある低耐震クラスの機器である屋外タンク等が損傷し、保有水が敷地内に流出する。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

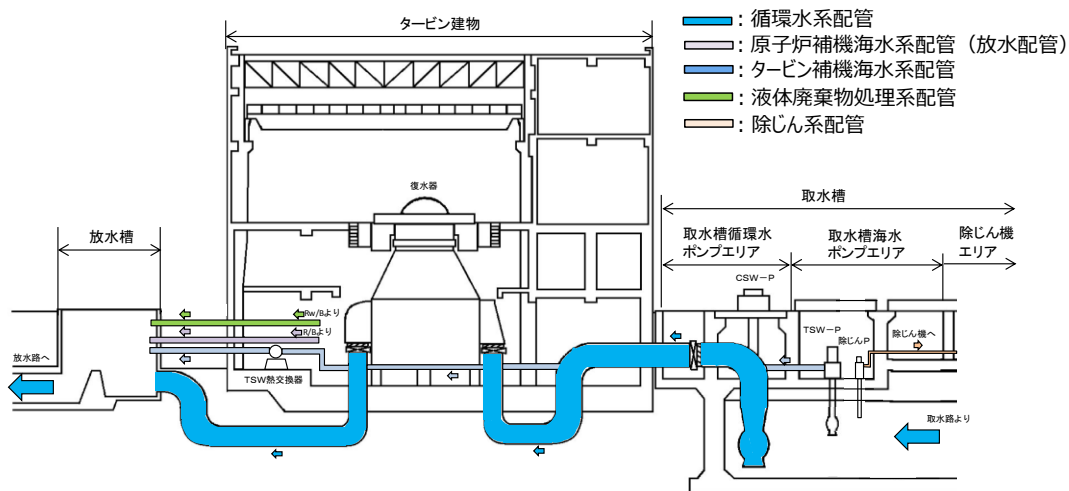
f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

地震により地下水を排出するための排水設備(地下水排水ポンプ)が停止し、建物周辺の地下水位が上昇することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。



第 2.4-4-1 図 地震による溢水の概念図 (低耐震クラスの機器及び配管の損傷)



第 2.4-4-2 図 地震による溢水の概念図
(海域に接続する低耐震クラスの機器及び配管の経路概要)

以上の各事象の中で、「津波による溢水」に該当する事象（津波襲来下において海水が流入する事象）、あるいは「津波による溢水」への影響が考えられる事象（津波による溢水の浸水範囲内で、同時に起こり得る溢水事象）としては、a., b., c., d. が挙げられることから、これらの各事象について、浸水防護重点化範囲への影響を評価した。

上記の「地震による溢水」のうち e., f. については、これらによる影響に対して「設置許可基準規則第 9 条（溢水による損傷の防止等）」への適合のために評価及び対策を行うこととしており、その結果、「津波による溢水」には影響しない地震単独事象となっている。

本内容については、同条に対する適合性（参考資料 2 第 9 章，参考資料 3 第 10 章，参考資料 4 補足説明資料 30）において説明しており、以下ではその概要も合わせて示す。

また、「b. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）における溢水」，「c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水」，d. 「取水槽海水ポンプエリアにおける溢水」は、それらの区画が耐震 S クラスの設備を設置する浸水防護重点化範囲であることから、「津波による溢水」に該当する事象（津波襲来下において海水が流入する事象）を生じさせない対策（低耐震クラスの機器及び配管への津波流入防止対策（添付資料 27 参照））を踏まえ、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

(2) 浸水量評価

a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.1）において「復水機エリアにおける溢水」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示すとおり、本事象による浸水量は第2.4-5図のとおりとなる（「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（第9章9.1）表9-12より転載）。また、浸水イメージは第2.4-6図のとおりとなる。

(2) 地震起因による没水影響評価結果

地震起因による溢水量(5,989m³)は、復水器エリアの貯留可能容積(6,680m³)より小さいことから（溢水水位 EL4.8m）、復水器エリアに貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表9-12に示す。

$$\begin{array}{ccc} 5,989\text{m}^3 & < & 6,680\text{m}^3 \\ \text{(地震起因による溢水量)} & & \text{(復水器エリアの貯留可能容積)} \end{array}$$

表9-12 地震起因による溢水水位算出結果

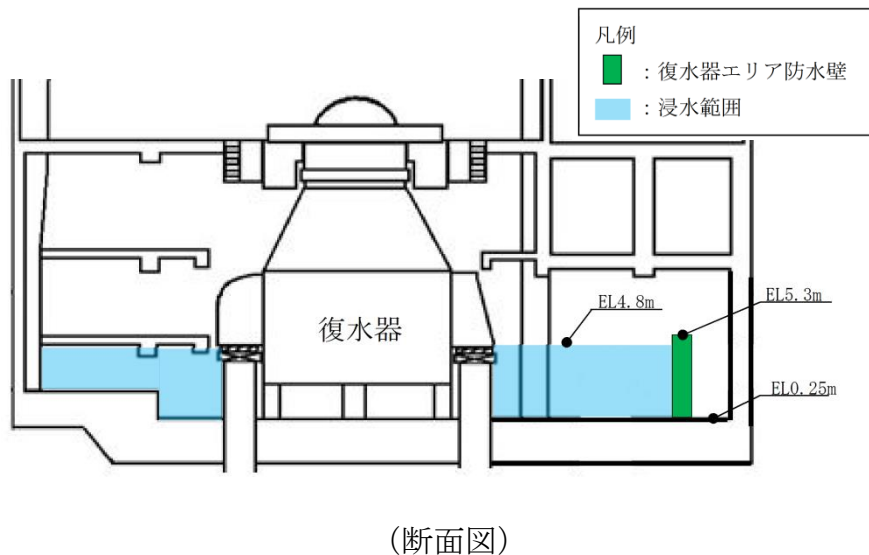
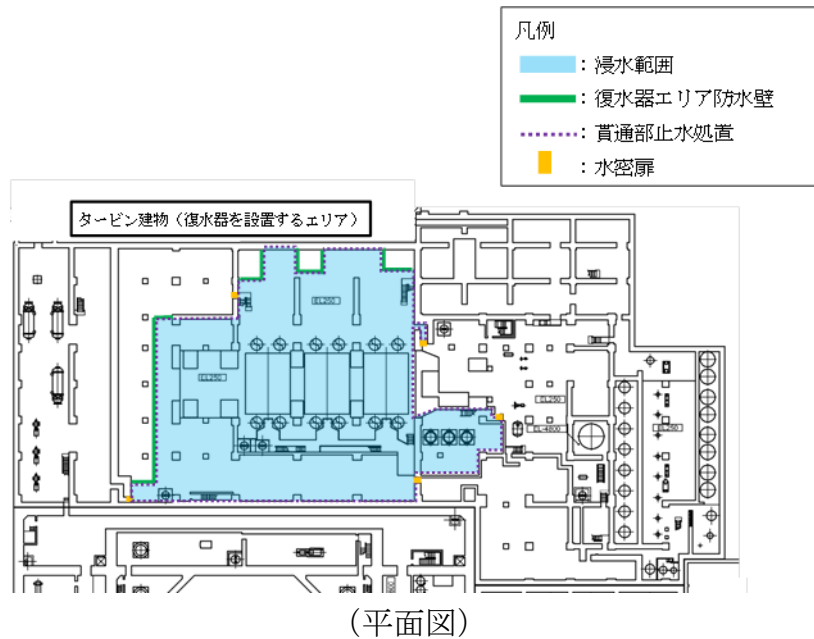
諸元	値
①EL2.0mより上部に滞留する溢水量 ^{※1}	4,162[m ³]
②EL2.0mにおける復水器エリアの滞留面積	1,546[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0mより上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	2.8[m] (EL4.8m)

※1 地震による溢水量(5,989m³)から表9-9におけるEL2.0m以下の空間容積(1,827m³)を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

第2.4-5図 タービン建物（復水器を設置するエリア）における地震起因による溢水評価



第 2.4-6 図 タービン建物（復水器を設置するエリア）における浸水イメージ

また、津波による溢水に対しては、「設置許可基準規則第 9 条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（第 9 章 9.1）における「復水器エリアにおける溢水」の結果から、循環水系に追加設置するインターロック（地震大及びタービン建物の漏えい信号で作動）により、津波襲来前に循環水ポンプの出口弁及び復水器水室出口弁の全閉により自動隔離することから、津波はタービン建物（復水器を設置するエリア）に浸水しない。また、当該弁は津波襲来前に閉止しているため、津波による荷重が作用することから、津波時にも閉止状態を保持できる設計とし、評価方法等については、詳細設計段階で説明する。

これにより、隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建物，タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリア）へ津波は浸水しない。

b. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水

地震に起因し、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の低耐震クラスの配管であるタービン補機海水系配管，原子炉補機海水系配管（放水配管），高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管），液体廃棄物処理系配管の破損により，津波が損傷箇所を介してタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に流入することを防止するため，以下の対策を実施する。対策の詳細は添付資料 27 に示す。

- ・原子炉補機海水系配管（放水配管），高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）の基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水系配管，液体廃棄物処理系配管への逆止弁設置

上記対策により，同区画は「津波による溢水」に該当する事象（津波襲来下において海水が流入する事象）は生じない。

また，タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について，添付資料 28 に示す。

c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因し、取水槽循環水ポンプエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、津波がその損傷箇所を介して、取水槽循環水ポンプエリア内に流入することを防止するため、以下の対策を実施する。対策の詳細は添付資料 27 に示す。

- ・循環水系の機器及び配管の基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水ポンプ出口弁（インターロック動作）

上記対策により、同区画は「津波による溢水」（津波襲来下において海水が流入する事象）に該当する事象は生じない。

また、取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震 S クラスの設備に対する浸水影響について、添付資料 28 に示す。

d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因し、取水槽海水ポンプエリアに敷設するタービン補機海水系配管を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、津波が取水槽海水ポンプエリアに流入することを防止するため、以下の対策を実施する。対策の詳細は添付資料 27 に示す。

- ・タービン補機海水系、除じん系の機器及び配管の基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能保持

上記対策により、同区画は「津波による溢水」（津波襲来下において海水が流入する事象）に該当する事象は生じない。

e. 屋外タンク等による屋外における溢水

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第 9 条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料 3 第 10.1）において「屋外タンクの溢水による影響」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料 10 に抜粋して示す。

添付資料 10 に示されるとおり、本事象による溢水については、溢水源として屋外に設置されたタンク等を挙げた上で、溢水防護区画への影響評価を実施した結果、原子炉建物や廃棄物処理建物の各扉付近の開口部の下端高さが溢水水位より高い位置にあること等により、浸水防護重点化範囲に影響を与えることはないと評価している。

屋外タンクの溢水伝播挙動を第 2.4-7 図に示す。

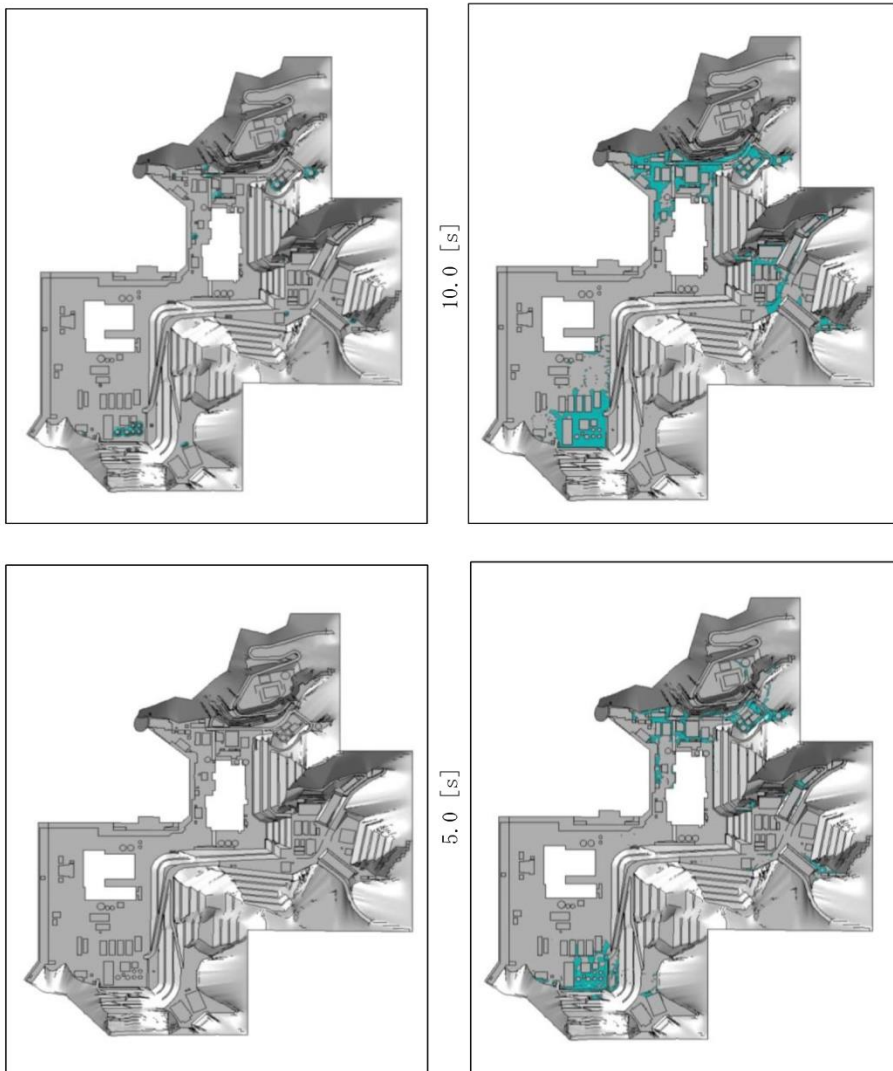


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (1/2)

9条-別添1-10-7

第 2.4-7-1 図 屋外タンクの溢水伝播挙動

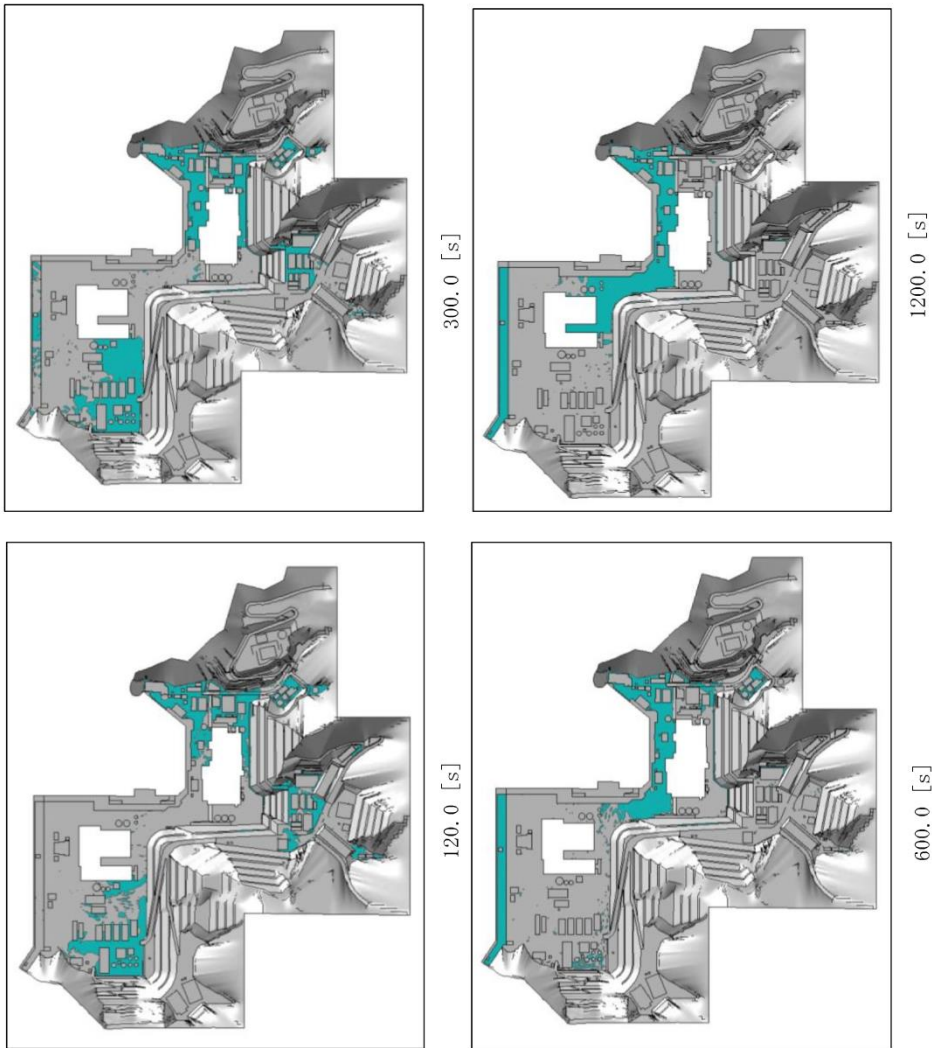


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (2/2)

9条-別添1-10-8

第 2.4-7-2 図 屋外タンクの溢水伝播挙動

f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷防止等）」に対する適合性（参考資料3第10章10.2）において「地下水の溢水による影響」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示されるとおり、本事象による浸水水位（建物周囲の地下水位）については、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することから、建物まで地下水位が上昇することはなく、地下水が溢水防護区画に影響を与えることはないと評価している。

その上で、安全側に地下水位をタービン建物の地表面（EL8.5m）と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評価を実施し、ひび割れの程度に応じた浸水量を仮定する。

第2.4-2表 影響評価一覧表

溢水事象	事象概要	起因事象	想定事象	対策	確認条文
a	タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水	地震	・内部溢水 ・津波による溢水	・インターロックによる循環水系の自動隔離※	設置許可基準規則第5条 第9条
b	タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水	地震		・インターロックによるタービン補機海水系の自動隔離※	
c	取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水	地震		・タービン補機海水系の放水配管等への逆止弁設置※	
d	取水槽海水ポンプエリアにおける溢水	地震		・低耐震クラスの機器及び配管の耐震性評価	
e	屋外タンク等による屋外における溢水	地震	・内部溢水	・取水槽海水ポンプエリアへの防水壁の設置	設置許可基準規則第9条
f	建物外周地下部における地下水位の上昇	地震	・内部溢水	・地下水位低下設備の設置※	設置許可基準規則第9条

※ 隔離範囲については、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能等を保持する設計とする。

(3) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

「(2) 浸水量評価」で示した各事象により想定される浸水範囲、浸水量に対し、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を実施した。なお、浸水の可能性のある経路、浸水口の特定にあたっては、施設・設備施工上生じうる隙間部等として、貫通口における貫通物と貫通口（スリーブ、壁等）との間に生じる隙間部や建物間接合部に生じる隙間部についても考慮した。

浸水対策の実施範囲を第 2.4-8 図に、浸水経路・浸水口に応じた浸水対策の種類を第 2.4-3 表に示す。

各浸水対策の仕様については「4.2 浸水防止設備の設計」、その設置位置、施工範囲については添付資料 11 に示す。

なお、浸水防護重点化範囲のうち、その境界部に安全側に想定した浸水が及ばず、結果として浸水対策が不要であった範囲を建物の階層単位で整理して示すと第 2.4-4 表となる。各津波防護対象設備において、浸水が生じ得る箇所に設置されるものであるか否か（浸水対策が求められる浸水防護重点化範囲内に設置されているか否か）は、同表及び添付資料 1「基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置」により確認される。

a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水

「浸水量評価」に示すとおり本事象による津波の浸水はない。

地震に起因する溢水によるタービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水水位は、EL 約 4.8m となるため、没水水位との関係を考慮した浸水防護重点化範囲の境界に以下における浸水対策を行うことから、浸水防護重点化範囲（原子炉建物、タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリア）へ及ぼす影響はない。

＜タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に対する対策＞

- ・復水器エリア防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁、貫通部止水処置

＜原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリアに対する対策＞

- ・貫通部止水処置

b. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）における溢水

タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）における溢水については、浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことにより、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に津波の浸水はない。詳細は添付資料 27 に示す。

＜タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に対する対策＞

- ・原子炉補機海水系配管（放水配管）、高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）の基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水系配管、液体廃棄物処理系排水配管への逆止弁設置

c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水については、浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことにより、浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアに津波の浸水はない。なお、タービン補機海水ポンプ出口弁に設置するインターロックについては、浸水防護重点化範囲（耐震Sクラスの設備を内包する建物）への津波の流入を防止する重要な設備であり、津波襲来前に確実に閉止するため、多重化・多様化を図る。詳細は添付資料 27 に示す。

＜取水槽循環水ポンプエリアに対する対策＞

- ・循環水ポンプ及び配管の基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水ポンプ出口弁（インターロック動作）

d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

取水槽海水ポンプエリアにおける溢水については、浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことにより、浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアに津波の浸水はない。詳細は添付資料 27 に示す。

＜取水槽海水ポンプエリアに対する対策＞

- ・タービン補機海水ポンプ及び配管，除じんポンプ及び配管の基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能保持

e. 屋外タンク等における溢水

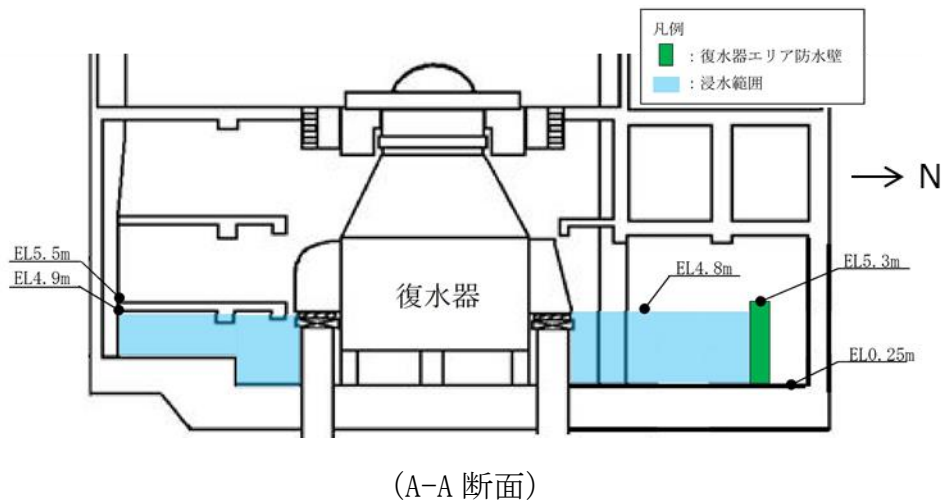
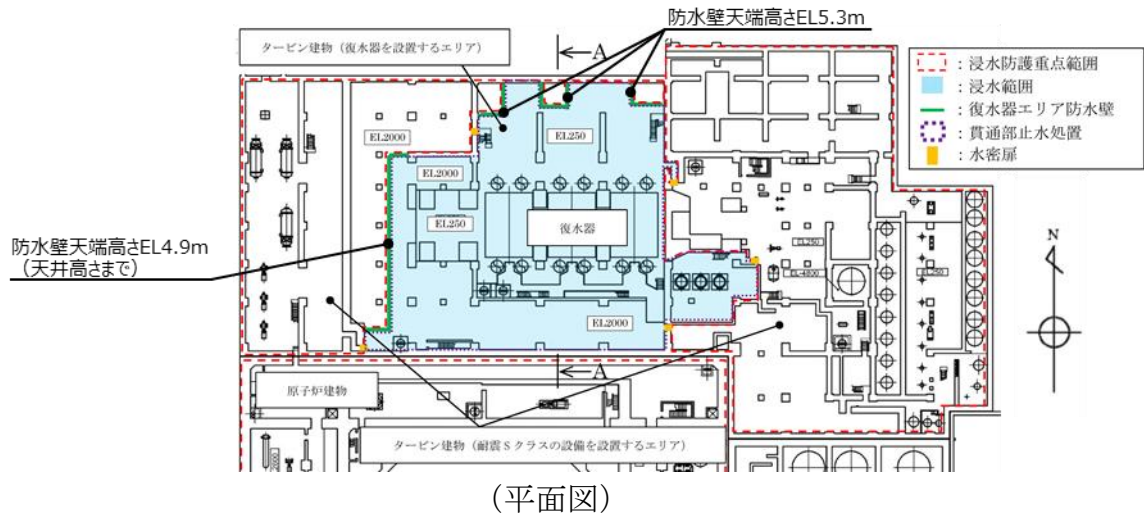
地震時の屋外タンク等による影響評価は、原子炉建物や廃棄物処理建物の各扉付近の開口部の下端高さが溢水水位より高い位置にあること等により、浸水防護重点化範囲に影響を与えることはないと評価している。

f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

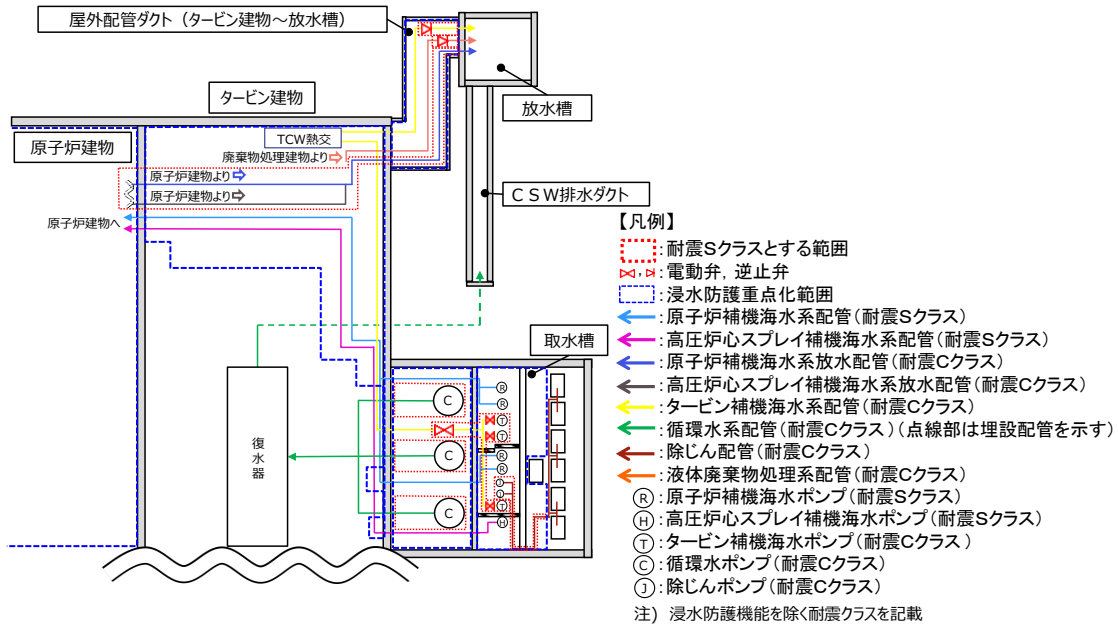
建物外周地下部における地下水位の上昇については、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することによって、地震時及び地震後においても地下水を地上の雨水排水系統へ排水することが可能である。また、地下水位低下設備の電源は、非常用電源系統より供給することから、外部電源喪失時にも排水が可能となっており、水位が上昇し続けることはない（「島根原子力発電所 2 号炉 地震による損傷の防止 別紙-17 地下水位低下設備について」参照）。安全側に地下水位をタービン建物の地表面 (EL8.5m) と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評価を実施し、ひび割れの程度に応じた浸水量を仮定した場合においても、浸水防護重点化範囲に影響を与えないように浸水対策を実施する。

なお、島根 2 号炉の浸水防護重点化範囲であるタービン建物，制御室建物，廃棄物処理建物（それぞれ耐震 S クラスの設備を設置するエリア）は島根 1 号炉タ

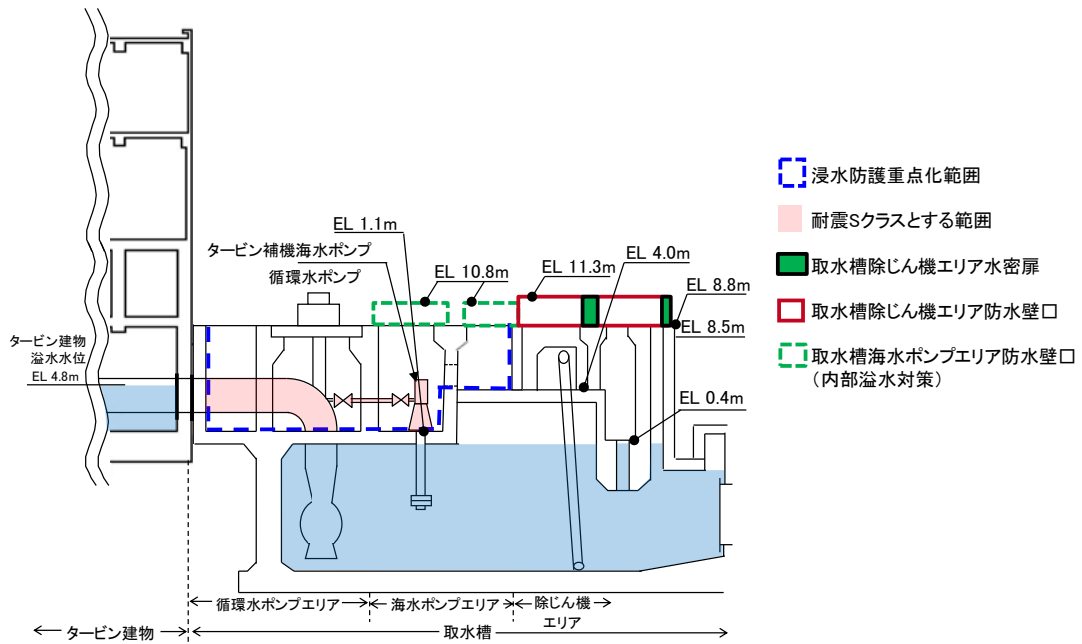
ービン建物等と隣接しているため、島根1号炉にて発生した溢水による島根2号炉の浸水防護重点化範囲への浸水が考えられるが、島根2号炉と島根1号炉の建物境界に対しては、溢水防護の観点から止水対策を実施することから、島根2号炉へ浸水することはない。



第 2.4-8-1 図 浸水対策概要図 (EL5.3m まで)



(平面図)



(断面図)

第 2.4-8-2 図 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管への対策概要図

第 2.4-3 表 浸水経路・浸水口に応じた浸水対策の種類

浸水経路・浸水口		浸水対策	(参考) 対象とする 溢水事象
通路・扉部		・「水密扉」を設置	a
区画		・「防水壁」を設置	a
貫 通 部	配管	・「貫通部止水処置」を実施	a
	電線管		a
	ケーブルトレイ		a
	予備スリーブ		a
	床ドレン	・「逆止弁」を設置	a
低耐震クラスの機器及び配管		・基準地震動 Ss による地震力に対するバ ウンダリ機能保持 ・「電動弁」, 「逆止弁」を設置	b, c, d
建物間接合部		・エキスパンションジョイント	e, f

第 2.4-4 表 浸水防護重点化範囲境界の浸水有無（浸水対策要求有無）

建物	タービン建物（復水器を設置するエリア）における階層 ^{※1}		
	地下1階 (EL2.0m) 浸水あり	地上1階 (EL5.5m) 浸水なし	地上2階 (EL12.5m)以上 浸水なし
原子炉建物	対策要求あり	対策要求なし	対策要求なし
制御室建物	対策要求なし ^{※2}	対策要求なし	
廃棄物処理建物			
タービン建物（耐震 Sクラスの設備を 設置するエリア）	対策要求あり	対策要求なし	対策要求なし
取水槽循環水ポン プエリア	対策要求あり	対策要求なし	対策要求なし

※1 建物によりエレベーションは異なり，ここでは代表でタービン建物のエレベーションを表記

※2 制御室建物及び廃棄物処理建物の浸水防護重点化範囲はそれぞれ EL12.8m, EL8.8m 以上であるため，対策要求はない。(第 2.4-2-1 図(1/4, 2/4) 参照。)

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

2.5.1 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海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機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、以下のとおり実施する。

- ・原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機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。
- ・原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機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、水位低下に対して同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。
- ・引き波時に水位が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、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機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、取水路または取水槽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】

引き波による水位の低下に対して、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプが機能保持でき、かつ、同系による冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

具体的には、引き波による水位低下時においても、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位を下回らないことを確認する。

ここで、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの位置における津波高さの算出にあたっては、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海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ位置の評価水位（取水槽内の津波高さ）を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、取水口から取水槽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損失を考慮し、計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる（「1.4 入力津波の設定」参照）。

以上のことから、管路解析により得られた基準津波による取水槽内の水位下降側の入力津波高さは第 2.5-1-1 図に示すとおり、基準津波 6（循環水ポンプ運転時：EL-8.4m (EL-8.31m)）となる。これに対して、長尺化を実施した原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位は各々 EL-8.32m, EL-8.85m^{*}であり、水位低下に対して裕度がない。そのため、大津波警報が発令された場合は、プラントを停止し、復水器により崩壊熱を除去するが、気象庁より発表される第一波の到達予想時刻の 5 分前までに運転員による手動操作で循環水ポンプを停止し、サブプレッションチェンバを使用した崩壊熱除去に切り替える。循環水ポンプの停止操作については、手順の整備と運転員への教育訓練により確実に実施し、原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系に必要な海水の喪失を防止する。なお、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）は、敷地までの津波の到達時間が短いことから、循環水ポンプ運転条件も考慮する。

以上の結果、基準津波による取水槽内の水位下降側の入力津波高さは第 2.5-1-2 図に示すとおり、基準津波 4（循環水ポンプ運転時：EL-6.5m）となり、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位は、取水槽内の水位下降側の入力津波高さに対し、約 1.8m の余裕がある。なお、実機海水ポンプを用いた試験により、海水ポンプのベルマウス下端(EL-9.3m)付近まで取水が可能であることを確認しており、その内容を参考として添付資料 32 に示す。

また、ポンプ長尺化に伴うベルマウス下端と取水槽下端のクリアランスについては、日本機械学会基準「ポンプの吸込水槽の模型試験法」（JSME S 004-1984）に示されるベルマウス径(750mm)の 1/2 以上のクリアランス(375mm 以上)を満足するよう、500mm としている。なお、長尺化前のクリアランスは 400mm であり、ポンプの取水性に関わる不具合は確認されておらず、また、砂の堆積によるクリアランスへの影響については、「2.5.2 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」に示すとおり、ベルマウス下端近傍に到達する砂はポンプに吸込まれることから、ベルマウス下端近傍に砂の堆積はなく、クリアランスに影響はない。

ポンプ長尺化に伴うベルマウス下端への耐震サポート設置による影響については、実機性能試験等によりポンプ性能に影響を及ぼさないことを確認している（添付資料 32）。

※ 原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレィ補機海水ポンプの取水可能水位
 原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレィ補機海水ポンプの取水可能水位
 は， 日本機械学会基準「ポンプの吸込水槽の模型試験法」(JSME S 004-1984)
 に基づき， 以下の数式によって算出している (参考図参照)。

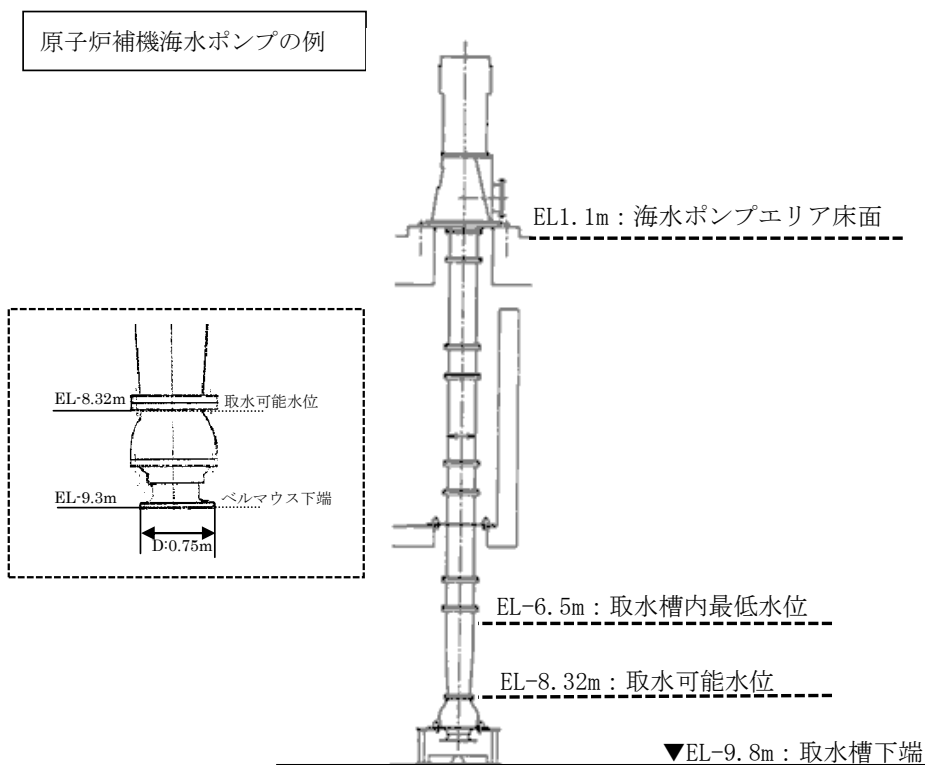
$$H = H_0 + 1.3 \times D_0$$

H : 取水可能水位

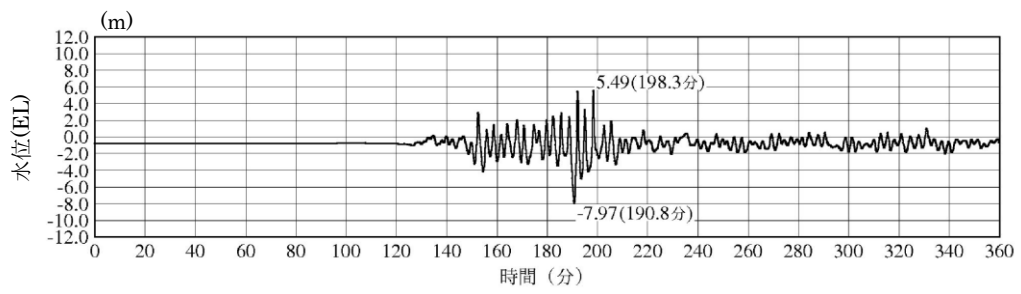
H₀ : ベルマウス下端高さ

D₀ : ポンプ吸込口径 (ベルマウス径)

	ベルマウス 下端高さ H ₀	ポンプ吸込口径 (ベルマウス径) D ₀	取水可能水位 H
原子炉補機海水 ポンプ	EL-9.3m	0.75m	EL-8.32m
高圧炉心スプレィ 補機海水ポンプ	EL-9.3m	0.34m	EL-8.85m

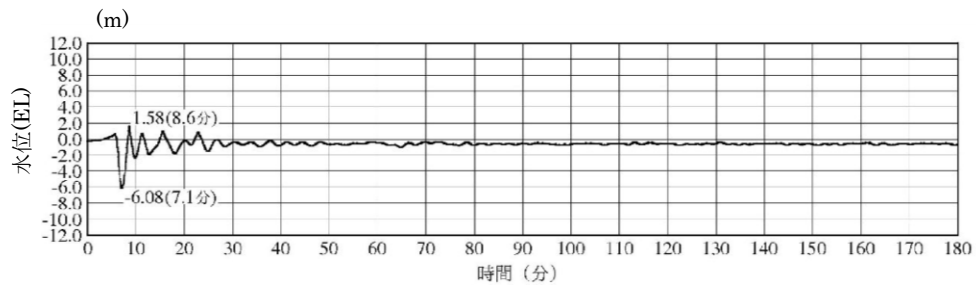


参考図 非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位



※最大水位下降量-7.97m-地殻変動量 0.34m \div EL-8.4m
 2号炉取水槽（入力津波6，防波堤無し，循環水ポンプ運転）

第2.5-1-1図 取水槽内の水位変動



※最大水位下降量-6.08m-地盤変動量 0.34m \div EL-6.5m
 2号炉取水槽（入力津波4，防波堤無し，循環水ポンプ運転）

第2.5-1-2図 取水槽内の水位変動

2.5.2 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2号炉の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2号炉の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海水ポンプ及び高压炉心スプレイ補機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。

- ・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。
- ・混入した浮遊砂は、スクリーン等で除去することが困難なため、原子炉補機海水ポンプ及び高压炉心スプレイ補機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仕様であることを確認する。
- ・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取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向，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】

(1) 砂の移動・堆積に対する通水性確保

2号炉の取水口呑口下端はEL-12.5mであり、海底面(EL-18.0m)より5.5m高い位置にある(第2.5-2図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水口付近の砂の堆積高さは、最大で約0.02m(基準津波1(防波堤有り))であることから、砂の堆積高さは取水口呑口下端に到達しない(第2.5-1表)。

また、非常用海水冷却系の海水ポンプ下端は、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプともに EL-9.3m であり、2号炉の取水槽底面

(EL-9.8m) より 0.5m 高い位置にある (P.5 条-別添 1-II-2-70 参考図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水槽底面における砂の堆積厚さは、大津波警報発令時の循環水ポンプ停止運用を考慮すると最大で 0.001m 未満 (基準津波 1 (防波堤有り, 循環水ポンプ停止)) である (第 2.5-1 表) ことから、砂の堆積厚さは海水ポンプ下端に到達しない。なお、通常運転中の砂移動等により除じん機エリアの一部に堆積物が確認されているが、取水槽下部 (海水ポンプ吸込エリア床面 EL-9.80m) は貯留構造となっており、津波が流入する取水管の下端高さ (EL-7.30m) より 2.5m 深いため、津波の流入による取水槽下部の流速への影響は十分に小さく、除じん機エリアの堆積物が海水ポンプ吸込エリアに移動することはない (第 2.5-3 図)。

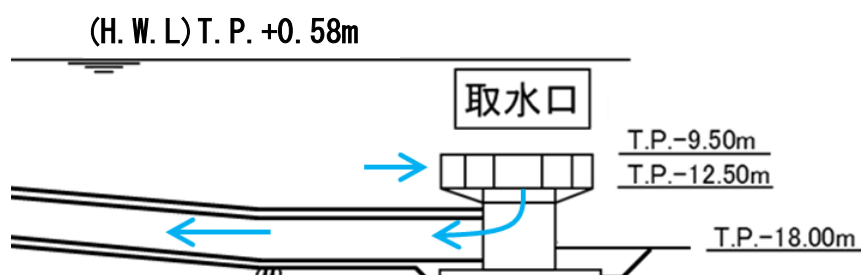
また、ポンプ長尺化に伴う砂の移動・堆積については、以下に示すとおり有意な影響はない。

- ・島根 2 号炉の取水口が設置される輪谷湾の底質土砂は、岩及び砂礫で構成されており、砂の分布はほとんどない (添付資料 13 参照)。
- ・島根 2 号炉の取水口は、取水口呑口が海底面より 5.5m 高い位置にあるため、海底面の砂が取水口に到達しにくい構造である。
- ・非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化に伴う取水口からの取水量に変化はなく、取水口への砂の流入量に変化はない。
- ・取水槽点検において、除じん機上流側および近傍の一部に堆積物が確認されているが、海水ポンプ吸込みエリア底面には、砂等の堆積物は確認されていない (第 2.5-3 図)。
- ・循環水ポンプの定格流量 (約 3370 m^3/min) に対して、長尺化を実施する非常用海水冷却系の海水ポンプの定格流量 (原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ合計: 約 150 m^3/min) は 5% 未満であることから、循環水ポンプの影響が支配的であり、非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化による除じん機エリアの流況の変化は十分小さい。
- ・非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化に伴う除じん機エリアの流況の変化は十分に小さいことから、除じん機エリアで確認された堆積物が当該エリアに流入することはない。
- ・ポンプ長尺化以降は、ポンプ点検にあわせて、周辺部の堆積物の状況を確認し、必要により清掃を行う。
- ・ベルマウス下端近傍の取水槽床面では海水ポンプの吸込流速が砂の沈降速度を上回っており、ベルマウス下端近傍に到達する砂はポンプに吸込まれることから、ベルマウス下端近傍に砂の堆積はない (添付資料 33 参照)。なお、ベルマウス下端近傍に砂の堆積がないことから、ベルマウス下端と取水槽下端のクリアランスへの影響はなく、砂の吸込みによる海水ポンプへの影響については、「(2) 混入した浮遊砂に対する機能保持」に示すとおり、基準津波

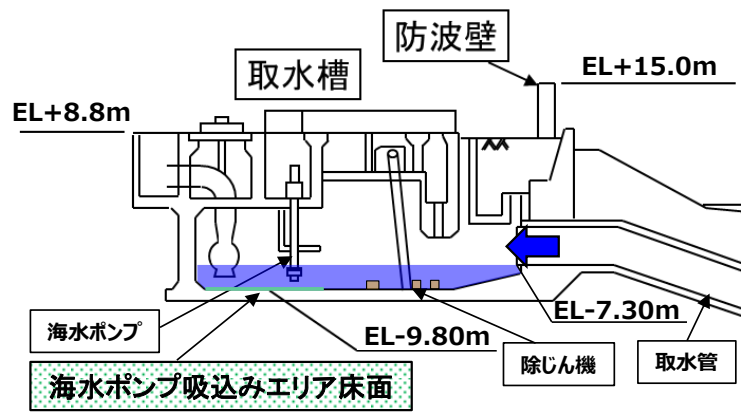
襲来時の砂濃度を上回る濃度において、実機海水ポンプを用いた試験により海水ポンプが機能を保持することを確認している。

以上より、基準津波による砂移動・堆積により取水口及び取水路が閉塞する可能性はないと考えられ、これより、基準津波による砂移動・堆積に対して非常用海水冷却系（原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系）に必要な取水口及び取水路の通水性は確保できるものと評価する。

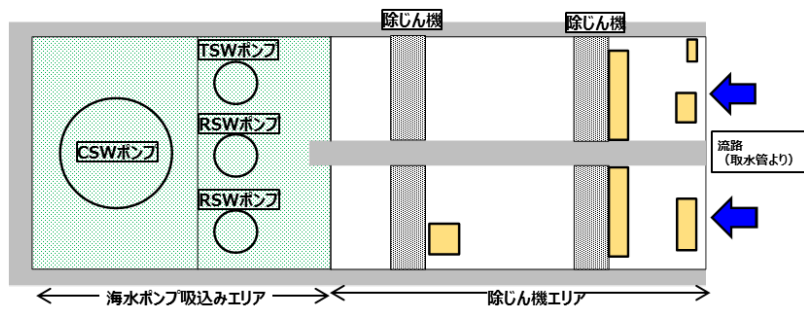
なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は「島根原子力発電所における津波評価」（参考資料1）及び添付資料12において説明する。



第 2.5-2 図 取水口断面図



(断面図)



(平面図)

- : 第17回定期検査 (平成24年1月～) において確認された堆積状況
- : 津波流入経路
- : 貯留構造部

第 2.5-3 図 取水槽点検 (C 水路) における堆積状況確認結果

第 2.5-1 表(1) 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

	藤井ほか(1998)の手法	高橋ほか(1999)の手法
地盤高の連続式	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \alpha \left(\frac{\partial Q}{\partial x} \right) + \frac{E - S}{\sigma(1 - \lambda)} = 0$	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{1 - \lambda} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{E - S}{\sigma} \right) = 0$
浮遊砂濃度連続式	$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial(UC)}{\partial x} - \frac{E - S}{D} = 0$	$\frac{\partial(C_S D)}{\partial t} + \frac{\partial(MC_S)}{\partial x} - \frac{E - S}{\sigma} = 0$
流砂量式	小林ほか(1996)の実験式 $Q = 80\tau_*^{1.5} \sqrt{sgd^3}$	高橋ほか(1999)の実験式 $Q = 21\tau_*^{1.5} \sqrt{sgd^3}$
巻き上げ量の算定式	$E = \frac{(1 - \alpha)Qw^2\sigma(1 - \lambda)}{Uk_z \left[1 - \exp\left\{ \frac{-wD}{k_z} \right\} \right]}$	$E = 0.012\tau_*^2 \sqrt{sgd} \cdot \sigma$
沈降量の算定式	$S = wC_b$	$S = wC_S \cdot \sigma$
摩擦速度の計算式	log-wake則を鉛直方向に積分した式より算出	マニング則より算出 $u_* = \sqrt{gn^2 U^2 / D^{1/3}}$

Z : 水深変化量(m) t : 時間(s) x : 平面座標
 Q : 単位幅, 単位時間当たりの掃流砂量 (m³/s/m) τ* : シールズ数
 σ : 砂の密度(=2.76g/cm³, 自社調査結果より) s : =σ/ρ-1
 d : 砂の粒径(=0.3mm, 自社調査結果より) g : 重力加速度(m/s²)
 U : 流速(m/s) D : 全水深(m) ρ : 海水の密度(=1.03g/cm³, 国立天文台編(2017)より)
 λ : 空隙率(=0.4, 藤井ほか(1998)より) M : 単位幅あたりの流量(m²/s)
 n : Manningの粗度係数(=0.03m^{-1/3}s, 土木学会(2002)より)
 α : 局所的な外力のみに移動を支配される成分が全流砂量に占める比率(=0.1, 藤井ほか(1998)より)
 w : 土粒子の沈降速度(Rubey式より算出)(m/s) z₀ : 粗度高さ(=ks/30)(m)
 k_z : 鉛直拡散係数(=0.2κu_*h, 藤井ほか(1998)より)(m²/s) ks : 相当粗度(=(7.66ng^{1/2})⁶)(m)
 κ : カルマン定数(=0.4, 藤井ほか(1998)より) h : 水深(m)
 C, C_b : 浮遊砂濃度, 底面浮遊砂濃度(藤井ほか(1998)より浮遊砂濃度から算出)(kg/m³)
 C_s : 浮遊砂体積濃度
 log-wake則: 対数則 u_{*}/U = κ/{ln(h/z₀)-1} にwake関数(藤井ほか(1998)より)を付加した式

第 2.5-1 表(2) 取水口及び取水槽底面の砂の堆積高さ

基準津波	取水口		原子炉補機海水ポンプ 及び 高圧炉心スプレー補機海水ポンプ	
	砂の堆積高さの最大(m)	海底面から取水口呑口下端までの高さ(m)	砂の堆積高さの最大(m)	取水槽底面からポンプ下端までの高さ(m)
基準津波 1	0.02	5.5	0.001 未満※	0.5
基準津波 4	0.001 未満		0.001 未満	

※ : 大津波警報時の循環水ポンプ停止運用を考慮した値

(2) 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、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等を行うことが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。

発電所周辺海域での底質土砂を分析した結果、発電所沿岸域のほとんどが岩、礫及び砂礫で構成されており、沖合域の海底地質は砂が分布している。砂の粒径については、各調査地点の50%透過質量百分率粒径のうち、最も細かい粒径となる0.3mmを評価に用いる砂の粒径とする（添付資料13）。

原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機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（第2.5-4図）。

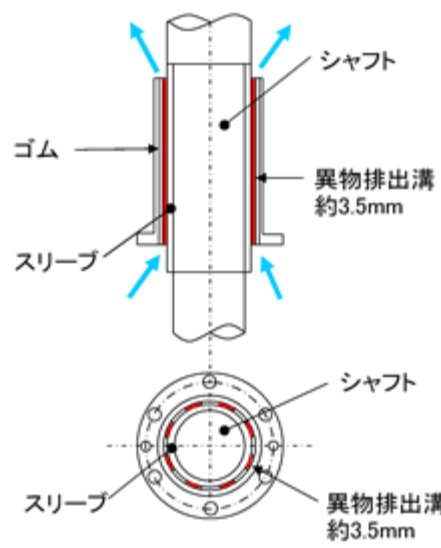
主軸外径と軸受内径の差である摺動面隙間（原子炉補機海水ポンプ：約1.58mm（許容最大）、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約1.41mm（許容最大））に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝（原子炉補機海水ポンプ：約3.5mm、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約3.5mm）に導かれ連続排出される（第2.5-4図）。

一方、摺動面隙間より粒径が大きい2.0mm以上の礫分は浮遊し難いものであることに加え、砂移動に伴う取水槽の砂の最大堆積厚さは、0.001m未満であったことから、摺動面の隙間から混入することは考えにくい。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（歳差運動）により、粉碎もしくは排砂機能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によるポンプ軸固着への影響はない。

また、基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施した結果、取水槽地点における浮遊砂濃度は 0.25×10^{-3} wt%（基準津波1（防波堤有り、循環水ポンプ停止））であった。

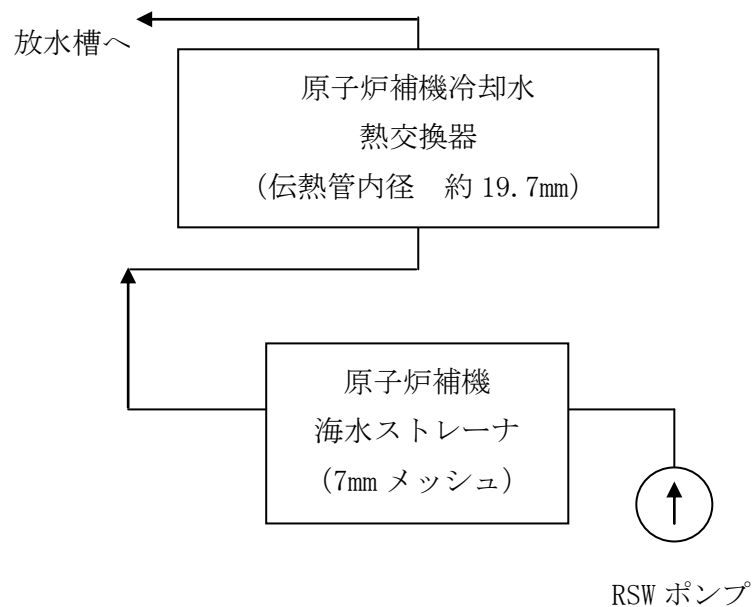
基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響については、取水槽位置の砂濃度を包絡する砂濃度において海水ポンプを用いた試験を実施し、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響がないことを確認した（添付資料14）。

以上により、基準津波の襲来に伴う浮遊砂による海水ポンプ軸受への影響はなく、海水ポンプの取水機能は保持できるものと評価する。



第 2.5-4 図 海水ポンプ軸受構造図

また、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレー補機海水ポンプの揚水管内側流路を通過し、原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレー補機海水系の系統に混入した微小な浮遊砂は、海水系ストレーナを通過し熱交換器を経て放水槽へ排出されるが、ストレーナ通過後の最小流路幅（各熱交換器の伝熱管内径）は原子炉補機海水系で約 19.7mm，高圧炉心スプレー補機海水系で約 16.5mm であり，砂の粒径約 0.3mm に対し十分に大きいことから閉塞の可能性はないと考えられ，原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレー補機海水系の取水機能は維持可能である（第 2.5-5 図）。



第 2.5-5 図 系統概略図（原子炉補機海水系の例）

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、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧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（屋外排水路逆止弁、防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁、ポンプ・配管及び貫通部止水処置）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、浸水時の波圧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、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」及び「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物及び区画に津波を地上部から到達、流入させないよう、また、取水槽、放水槽等の経路から津波が流入及び漏水することがないように、屋外排水路逆止弁、防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示したとおり安全側に想定した浸水範囲に対して、浸水防護重点化範囲内が浸水することがないように、浸水防護重点化範囲の境界にある扉、開口部、貫通口等に、防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁及び隔離弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。さらに、浸水防護重点化範囲内に設置する海域に接続する低耐震クラスのポンプ・配管のうち、破損した場合に津波の流入経路となるポンプ・配管については、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とする。

浸水防止設備の種類と設置位置を整理し、第4.2-1表に示す。各浸水防止設備の設計方針を以下に示す。

第4.2-1表 浸水防止設備の種類と設置位置

種類		設置位置	箇所数 (参考)	
外郭防護に係る浸水防止設備	屋外排水路逆止弁	屋外排水路	一式	
	防水壁	取水槽除じん機エリア	1	
	水密扉	取水槽除じん機エリア	3	
	貫通部止水処置	取水槽除じん機エリア	一式	
	床ドレン逆止弁	取水槽	一式	
内郭防護に係る浸水防止設備	防水壁	タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	1	
	水密扉		5	
	床ドレン逆止弁		一式	
	隔離弁	電動弁	取水路とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	4
		逆止弁	放水路とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	2
	ポンプ・配管		取水槽海水ポンプエリア，取水槽循環水ポンプエリア及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）	一式
	貫通部止水処置		タービン建物（復水器を設置するエリア）と原子炉建物，タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアとの境界	一式

4.2.1 土木・建築構造物

(1) 屋外排水路逆止弁

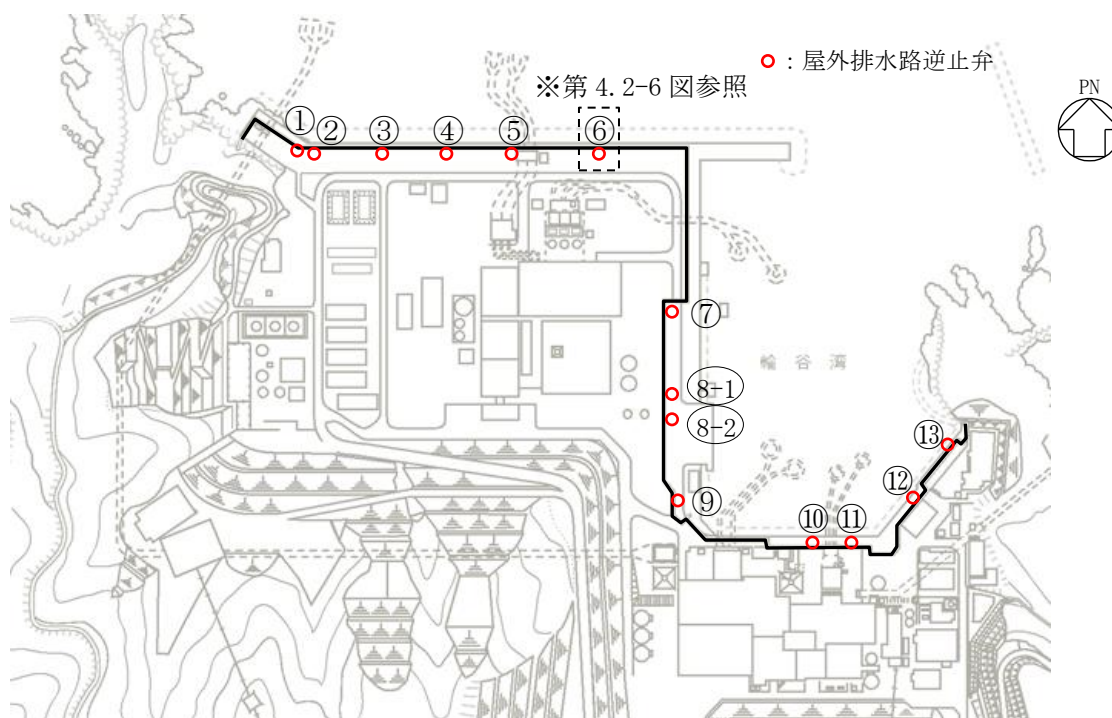
施設護岸における入力津波高さに対して、屋外排水路出口からの敷地への津波の到達、流入を防止するため、屋外排水路出口の排水柵に屋外排水路逆止弁を設置する。

屋外排水路逆止弁は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう以下の方針により設計する。

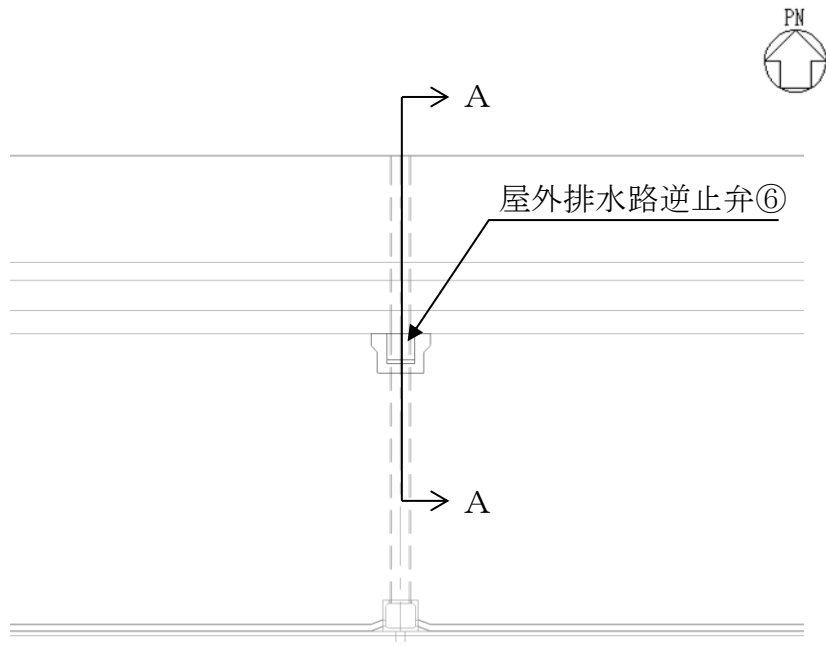
a. 構造

屋外排水路逆止弁は、板材、補強材等の鋼製部材により構成し、排水柵に固定する。

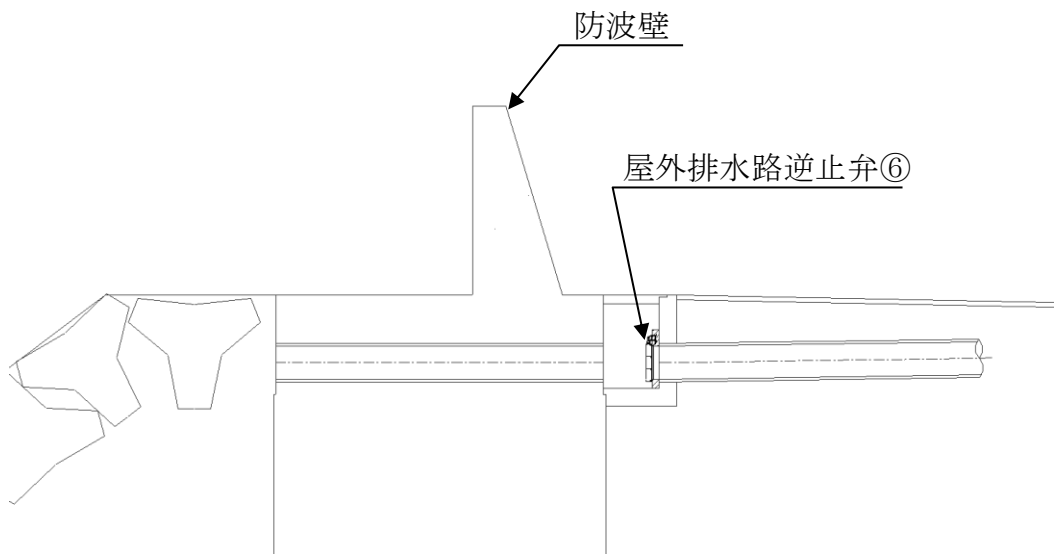
屋外排水路逆止弁の位置図を第4.2-1図に、配置図を第4.2-2図に、構造例を第4.2-3図に示す。



第4.2-1図 屋外排水路逆止弁位置図

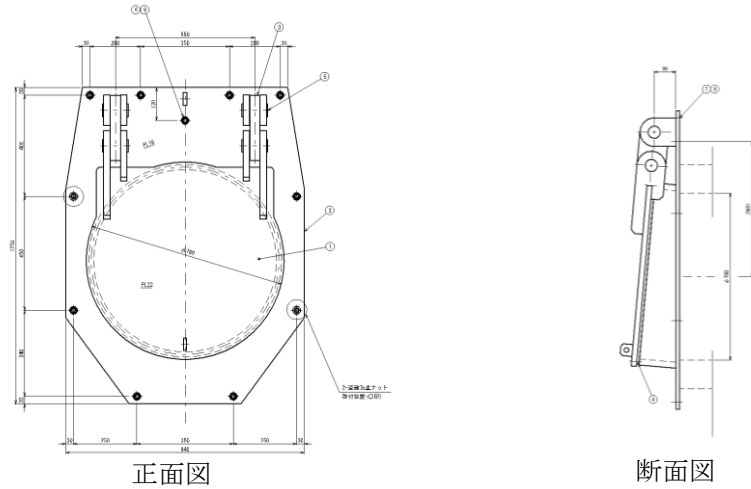


平面图



断面图 (A-A断面)

第4.2-2图 屋外排水路逆止弁⑥配置图



第4.2-3図 屋外排水路逆止弁構造例

b. 荷重組合せ

屋外排水路逆止弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重及び津波荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

c. 荷重の設定

屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 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。

(d) 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_d 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22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) 防水壁

a. 除じん機エリア防水壁

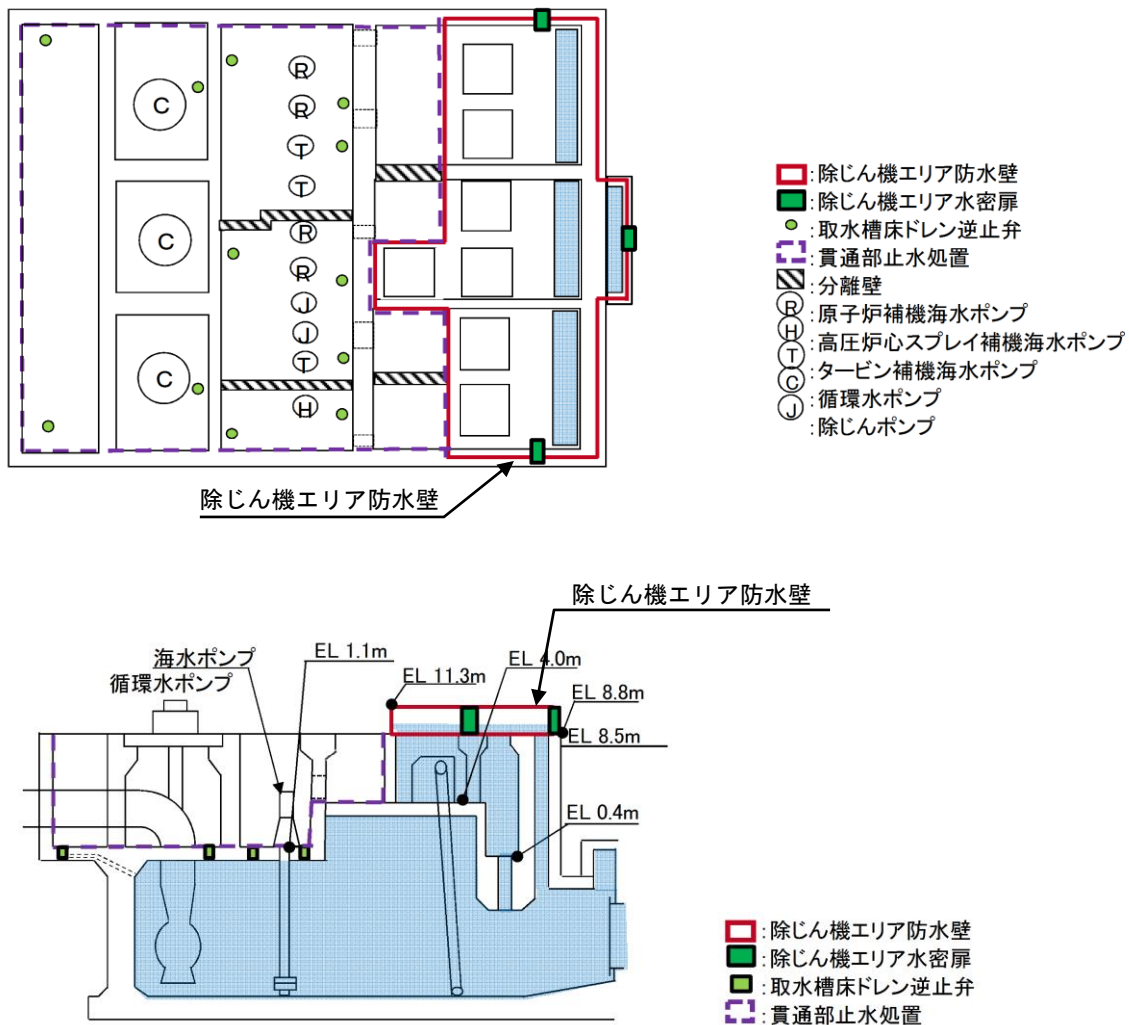
除じん機エリアに設置する防水壁は、2号炉取水槽での入力津波高さに対して、取水路から敷地への津波の到達、流入を防止し、津波防護対象設備が機能喪失しないようにするために2号炉取水槽に設置するものであり、入力津波高さに対して十分な高さを確保している。

除じん機エリア防水壁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以下の方針により設計する。(詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照)

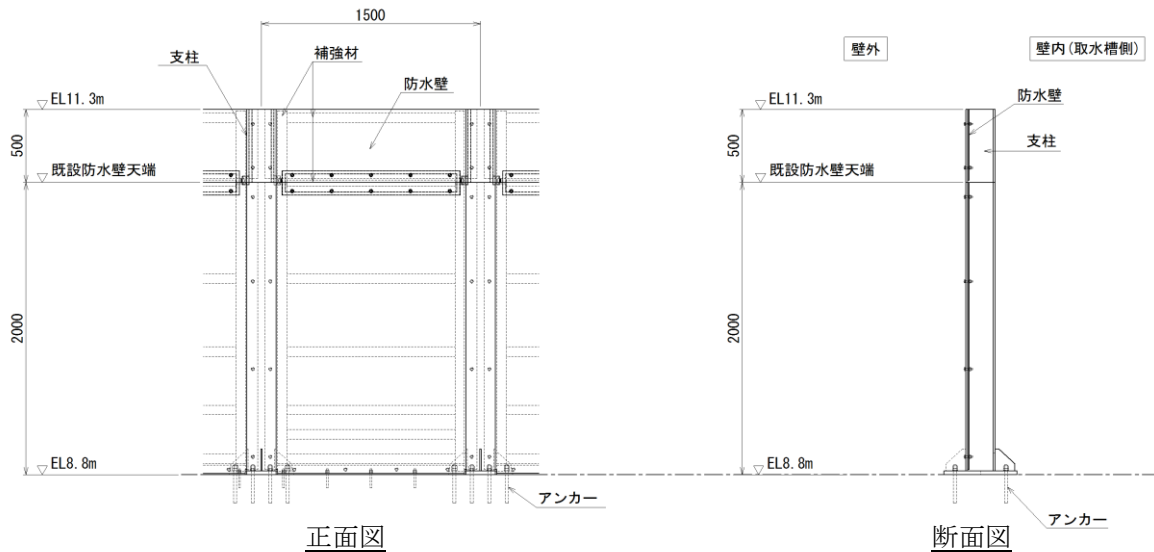
(a) 構造

除じん機エリア防水壁は鋼製壁で構成し、基礎ボルトにより取水槽躯体に固定する。

除じん機エリア防水壁の配置図を第4.2-4図に、構造図を第4.2-5図に示す。



第4.2-4図 除じん機エリア防水壁配置図



第4.2-5図 除じん機エリア防水壁構造図

(b) 荷重組合せ

除じん機エリア防水壁は防波壁内側の敷地にある2号炉取水槽の天端に設置するものであることから、設計においてはその設置状況を考慮し、以下に示す常時荷重、地震荷重、津波荷重の組合せを考慮する。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

除じん機エリア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。

- i 常時荷重
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- iii 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。
- iv 余震荷重
海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない。

(d). 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。

b. 復水器エリア防水壁

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため、タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に復水器エリア防水壁を設置する。

復水器エリア防水壁の設置位置を第4.2-6図に示す。

復水器エリア防水壁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

復水器エリア防水壁は鋼製壁で構成し、アンカーボルトによりタービン建物躯体に固定する。

(b) 荷重組合せ

復水器エリア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合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

なお、復水器エリア防水壁は、建物内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20参照）。

(c) 荷重の設定

復水器エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 津波荷重

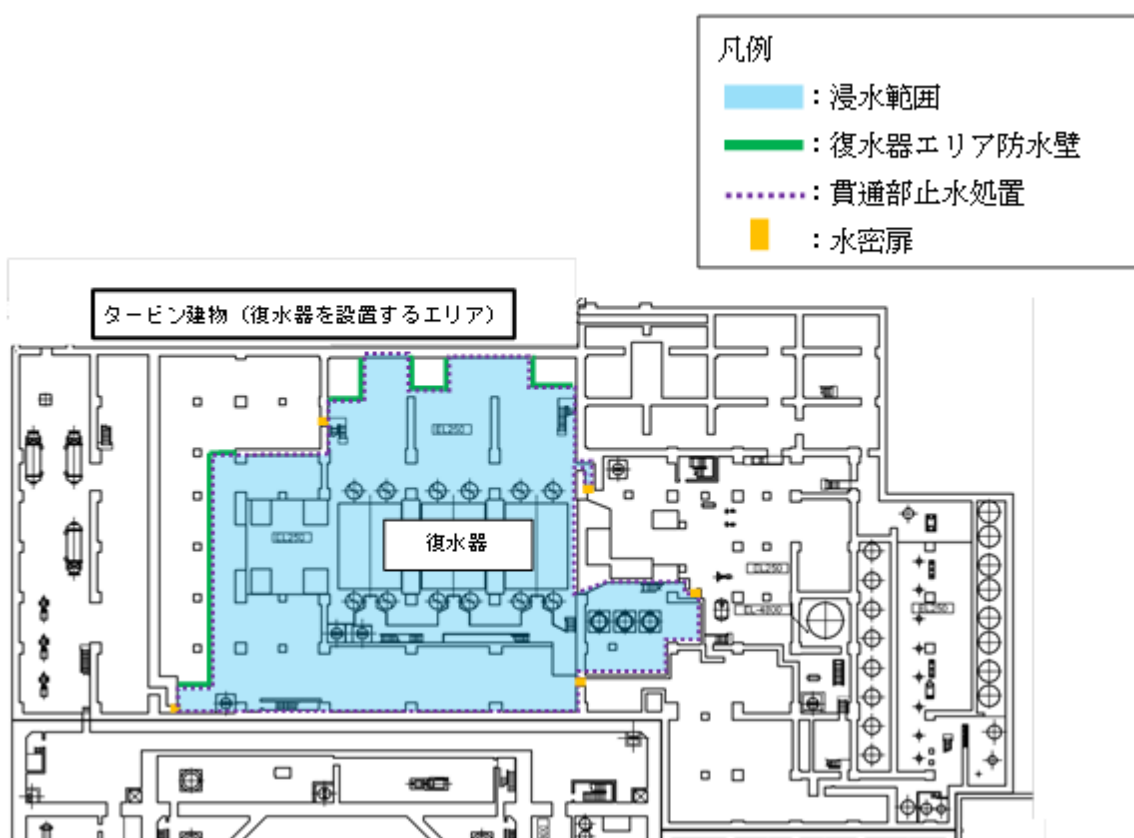
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

iv 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_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22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。



第4.2-6図 復水器エリア防水壁 設置位置

(3) 水密扉

a. 除じん機エリア水密扉

除じん機エリア水密扉は、2号炉取水槽での入力津波高さに対して、敷地への津波の到達、流入を防止するため、2号炉取水槽に設置するものであり、入力津波高さに対して十分な高さを確保している。

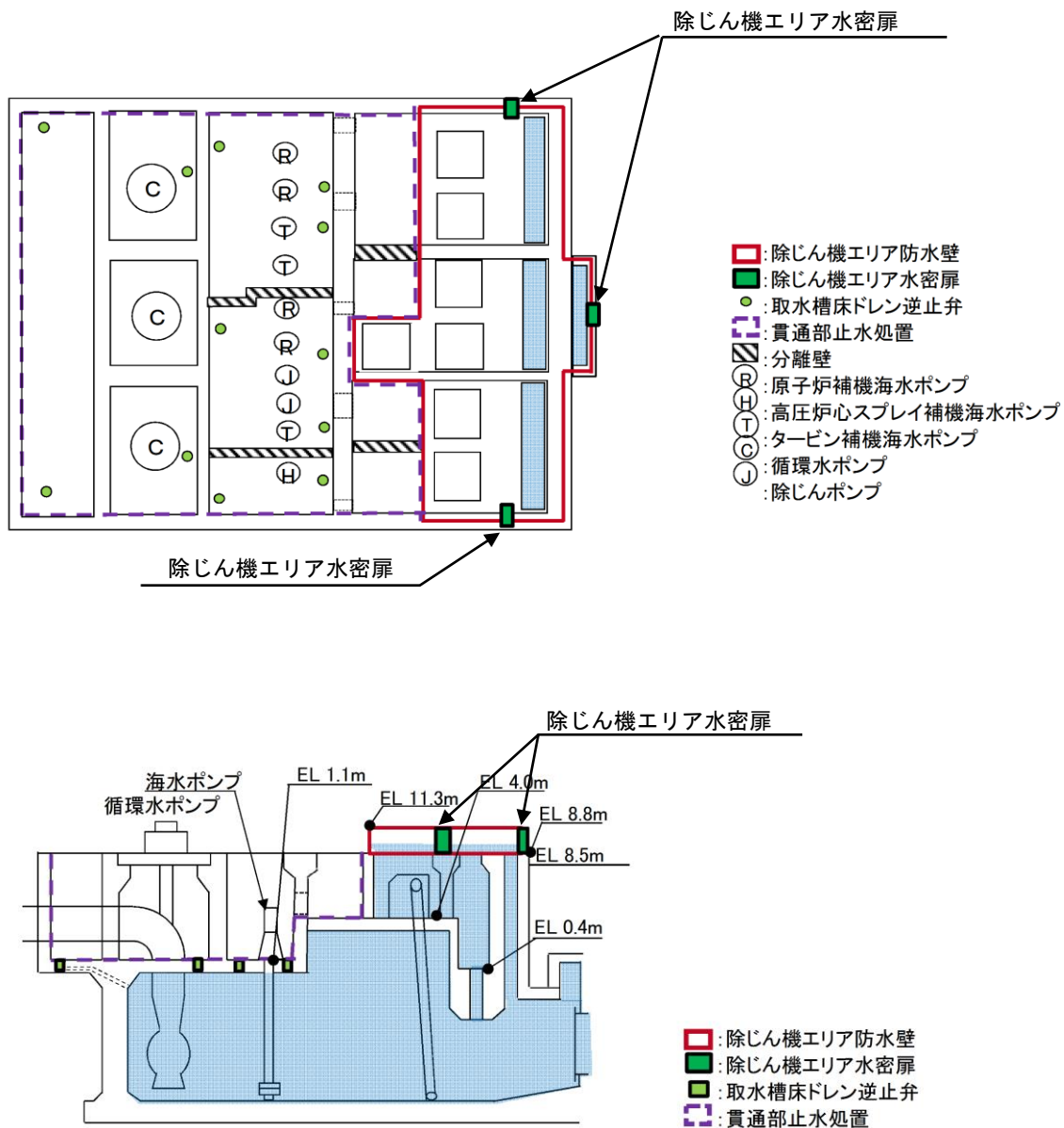
除じん機エリア水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。（詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照）

なお、水密扉の運用管理については添付資料23に示す。

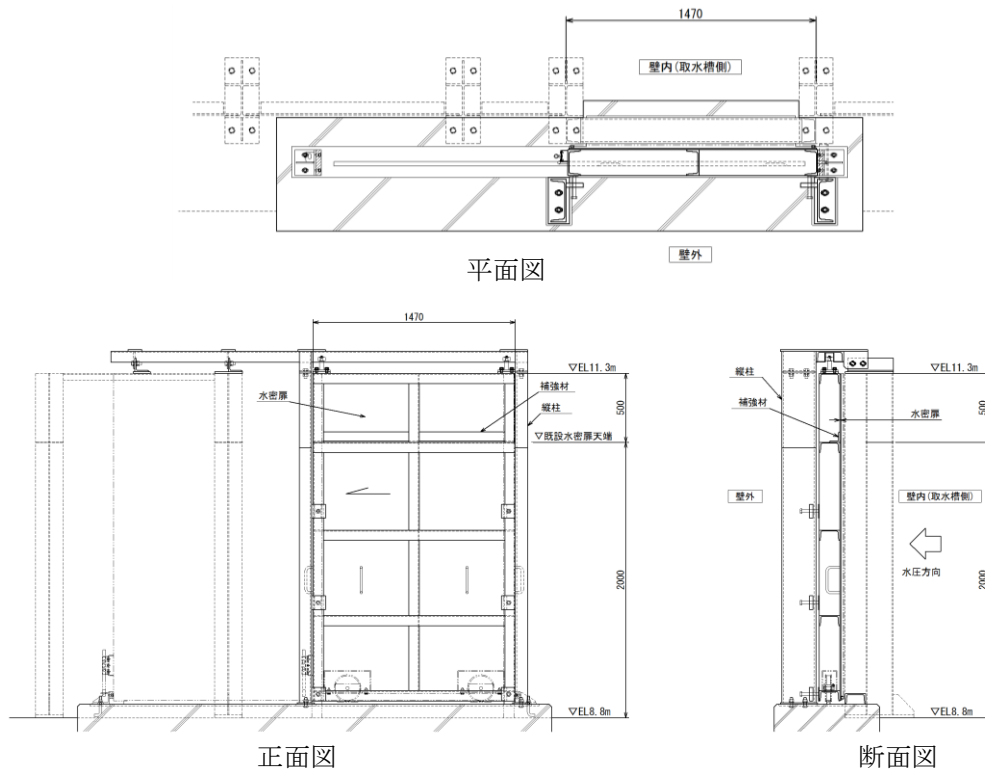
(a) 構造

除じん機エリア水密扉は鋼製部材により構成し、扉枠は基礎ボルトにより取水槽躯体に固定する。また、扉体又は扉枠に止水ゴム等を取り付けることで浸水を防止する構造とする。

除じん機エリア水密扉の配置図を第4.2-7図に、構造例を第4.2-8図に示す。



第4.2-7図 除じん機エリア水密扉配置図



第4.2-8図 除じん機エリア水密扉構造例

(b) 荷重組合せ

除じん機エリア水密扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重及び津波荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する(添付資料20参照)。

(c) 荷重の設定

除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- i 常時荷重
 - 自重等を考慮する。
- ii 地震荷重
 - 基準地震動 S_s を考慮する。
- iii 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。
- iv 余震荷重
 - 海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない。

(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する。

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

b. 復水器エリア水密扉

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため、タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に復水器エリア水密扉を設置する。

復水器エリア水密扉の設置位置を第4.2-9図に示す。

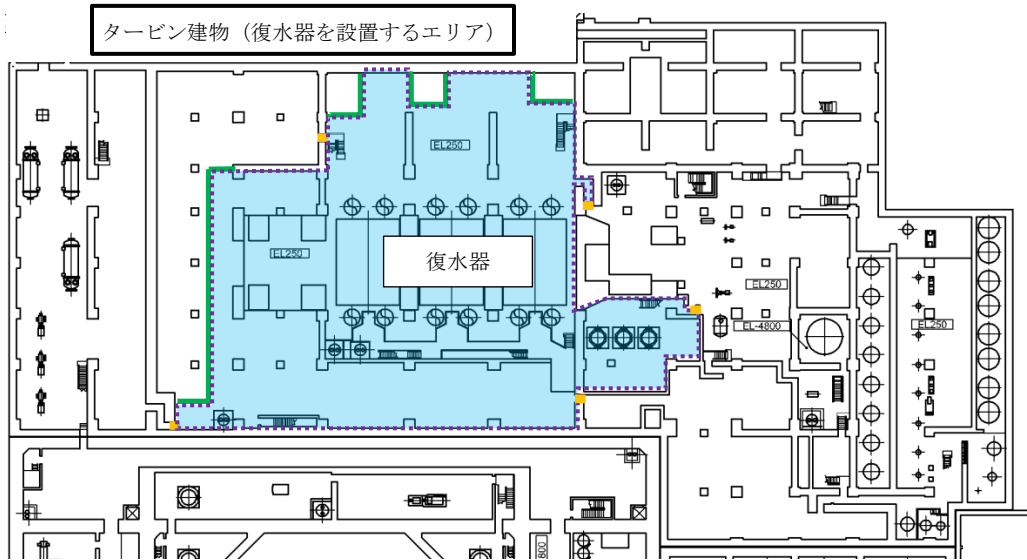
復水器エリア水密扉は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお、水密扉の運用管理については、添付資料23に示す。

(a) 構造

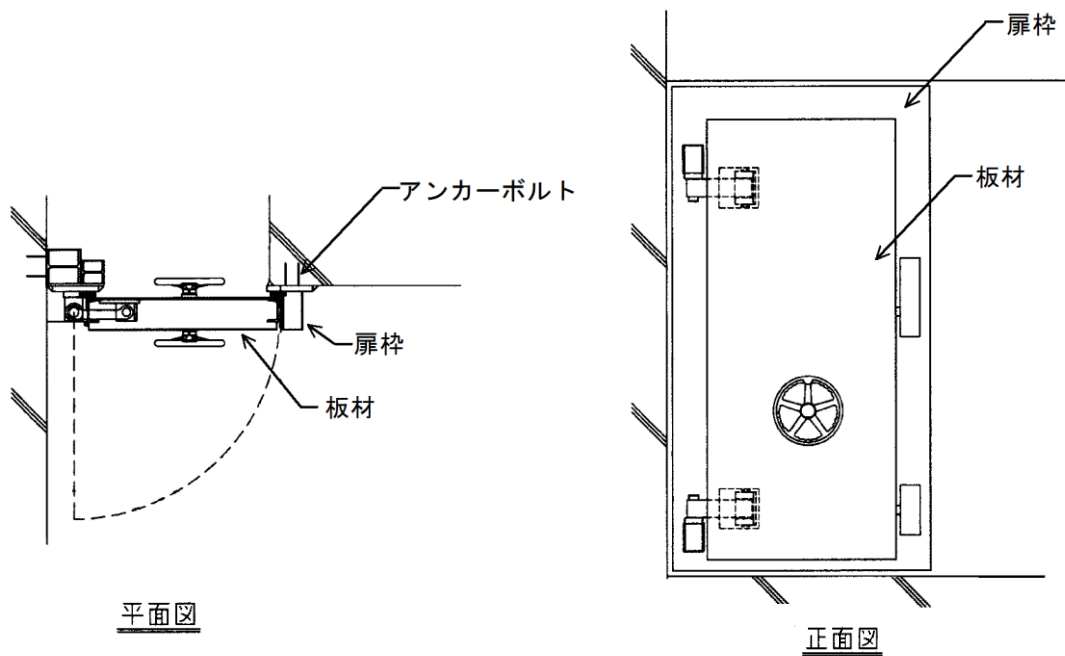
復水器エリア水密扉は板材、補強材、扉枠等の鋼製部材により構成し、扉枠はアンカーボルトにより建物躯体等に固定する。また、扉枠にパッキンを取りつけることで浸水を防止する構造とする。水密扉の構造例を第4.2-10図に示す。

凡例

- : 浸水範囲
- : 復水器エリア防水壁
- : 貫通部止水処置
- : 水密扉



第4.2-9図 復水器エリア水密扉 設置位置



第4.2-10図 水密扉の構造例

(b) 荷重組合せ

復水器エリア水密扉の設計においては、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合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

なお、復水器エリア水密扉は、建物内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20参照)。

(c) 荷重の設定

復水器エリア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。

- i 常時荷重
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- iii 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。
- iv 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_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22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) 床ドレン逆止弁

津波防護対象設備を設置する区画である取水槽の床面高さEL1.1mに対し、取水槽の入力津波高さがEL10.5mであることから、取水槽海水ポンプエリア及び循環水ポンプエリアへの津波の流入を防止するため、浸水防止設備として逆止弁を設置する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、浸水防

護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため、浸水防護重点化範囲への浸水経路、浸水口となり得る床ドレンライン部に対して、浸水防止設備として逆止弁を設置する。

床ドレ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合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計にあたっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 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。

iv 余震荷重

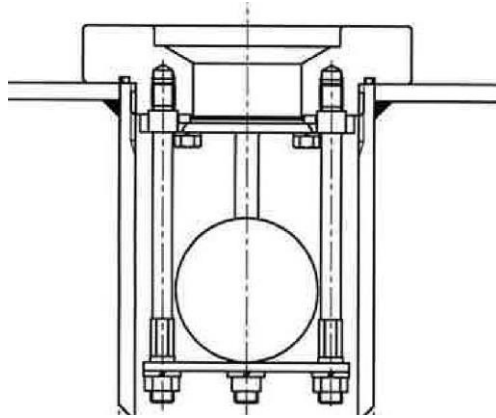
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には、余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22に示す。

また、上記荷重の組合せに対して、床ドレン逆止弁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。

a. 構造

床ドレン逆止弁は、鋼製の構造物であり、フロートが水の浮力により上昇し、開口部を閉鎖することで津波の流入を防止する構造とする。

構造例を第4.2-11図に示す。

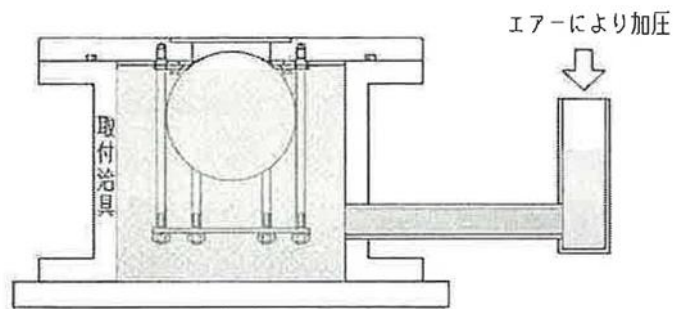


第4.2-11図 床ドレン逆止弁の構造の例

b. 耐圧性及び水密性

床ドレン逆止弁は、床面下部からの流入に対してフロートが押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する。

また、溢水時には溢水を当該エリア外へ排出する。逆止弁が十分な水密性をもっていることを試験で確認する。試験概要を第4-2-12図に示す。



第4.2-12図 逆止弁の試験概要

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振試験により確認する。

加振試験の例を第4.2-13図に示す。



■加振試験条件

- ・水平方向振動周波数：20Hz
- ・水平方向加速度：6.0G
- ・鉛直方向振動周波数：20Hz
- ・鉛直方向加速度：6.0G
- ・加振時間：5分間

第 4. 2-13 図 加振試験例（逆止弁）

4.2.2 機器・配管等の設備

(1) 隔離弁

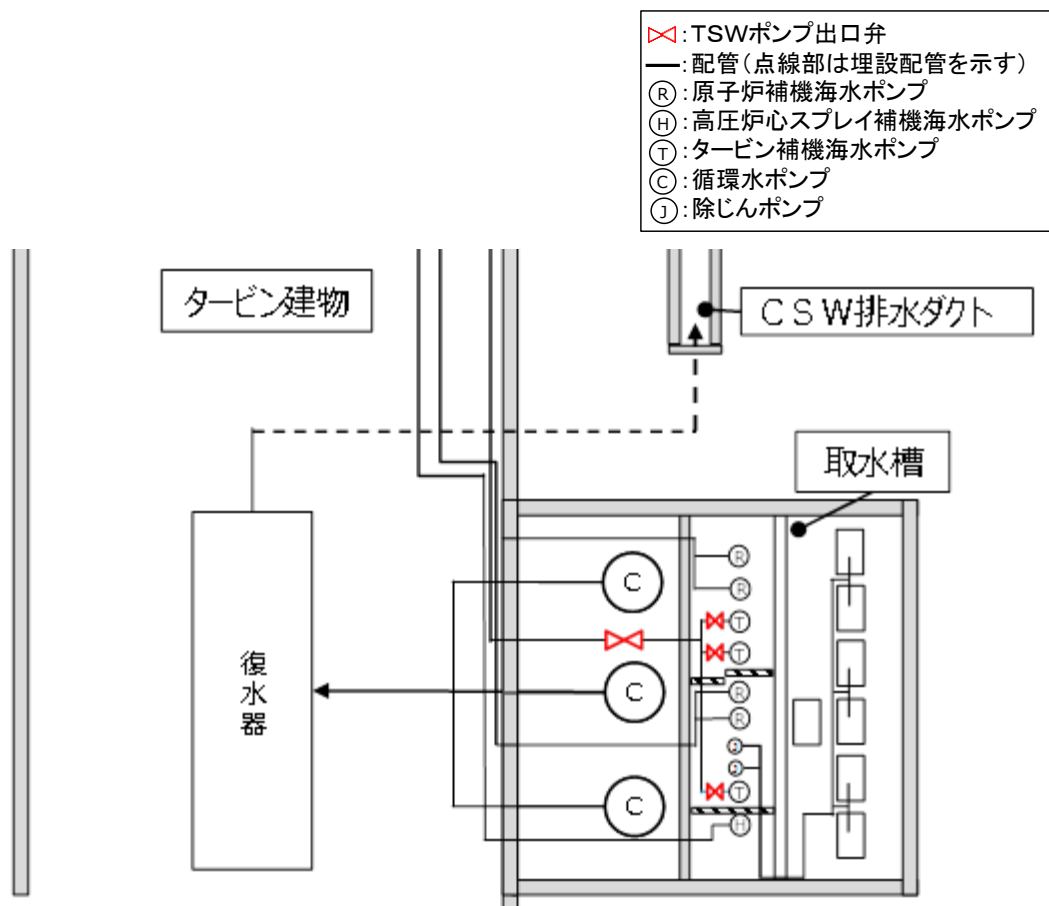
a. 電動弁

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得るタービン補機海水ポンプ出口に電動弁（以下「タービン補機海水ポンプ出口弁」という。）を設置する。電動弁は、インターロックの動作による自動閉とし、インターロックに係る設備は、浸水防護重点化範囲（耐震Sクラスの設備を内包する建物）への津波の流入を防止する重要な設備であり、津波襲来前に確実に閉止するため、多重化・多様化を図る。

タービン補機海水ポンプ出口弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

タービン補機海水ポンプ出口弁は、当該配管損傷後、取水路から浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に津波が浸水することを防止するため、タービン補機海水ポンプ出口に設置する。設置位置を第4.2-14図に示す。



第4.2-14図 タービン補機海水ポンプ出口弁 設置位置

(b) 荷重組合せ

タービン補機海水ポンプ出口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合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

タービン補機海水ポンプ出口弁の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 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。

iv 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_d 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22に示す。

(d) 許容限界

地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の使用性を考慮し、当該設備全体の変形能力に対して十分な裕度を有するよう、塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルにとどまることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。

津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の使用性や、津波の繰返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とし、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。

b. 逆止弁

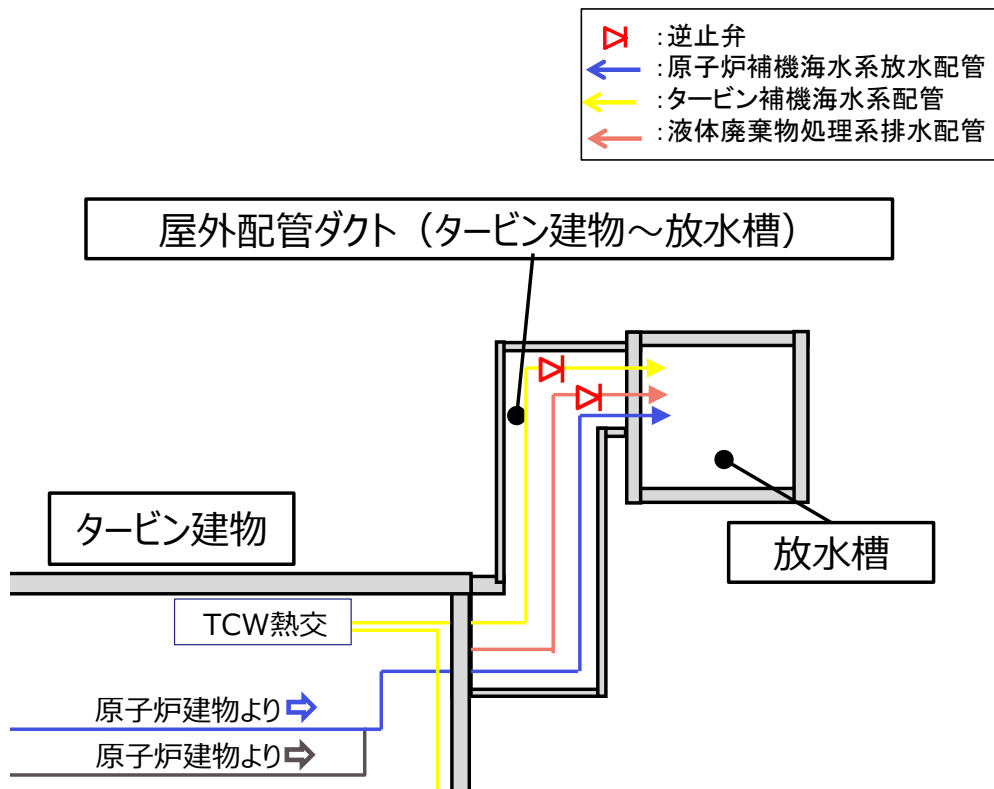
「2.4 重量な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得るタービン補機

系放水配管及び液体廃棄物処理系配管に浸水防止設備として逆止弁を設置する。

タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は、当該配管損傷後、放水路から浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に津波が浸水することを防止するため、タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管に設置する。設置位置を第4.2-15図に示す。



第4.2-15図 タービン補機海水系放水配管逆止弁及び液体廃棄物処理系配管逆止弁 設置位置

(b) 荷重組合せ

タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管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合せて設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 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。

iv 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_d 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22に示す。

(d) 許容限界

地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の使用性を考慮し、塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルにとどまることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。

津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の使用性や、津波の繰返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とし、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。

(2) ポンプ・配管

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得る循環水ポンプ及び配管、タービン補機海水ポンプ及び配管、除じんポンプ及び配管、原子炉補機海水配管（放水配管）及び高圧炉心スプレイ補機海水配管（放水配管）につい

て、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とする。

(a) 荷重組合せ

ポンプ・配管においては、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合せて設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する(添付資料20参照)。

(b) 荷重の設定

ポンプ・配管の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 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。

iv 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_d 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22に示す。

(c) 許容限界

地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の使用性を考慮し、塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルにとどまることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。

津波荷重(余震荷重含む)に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の使用性や、津波の繰返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とし、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) 貫通部止水処置

2号炉取水槽での入力津波高さに対して、敷地への津波の到達、流入を防止するため、津波防護対象設備を設置する区画への浸水経路、浸水口となり得る貫通口部等に対して、浸水防止設備として貫通部止水処置を実施する。

また、「2.4重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路、浸水口となり得る貫通口部等に対して、浸水防止設備として貫通部止水処置を実施する。貫通部止水処置の実施範囲及び実施例は添付資料11に示す。

貫通部止水処置は、第4.2-2表に示す充てん構造（シリコン）、ブーツ構造（ラバーブーツ）、及び充てん構造（モルタル）に分類でき、貫通部の形状等に応じて適切な止水構造を選択し実施する。

これらの止水処置の設計においては、以下に示すとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する。
(添付資料20参照)

ここで、貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 津波荷重

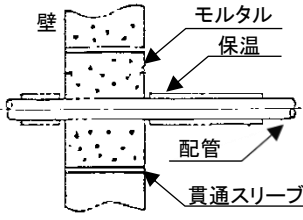
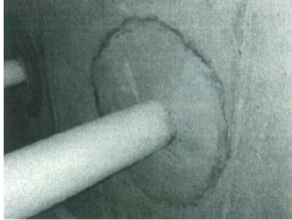
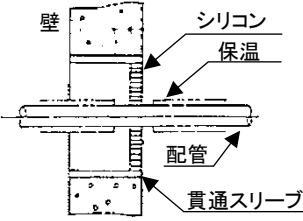

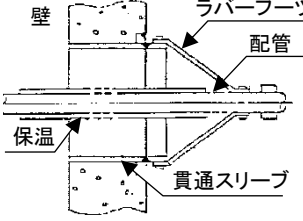

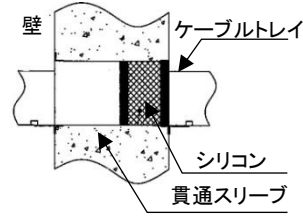

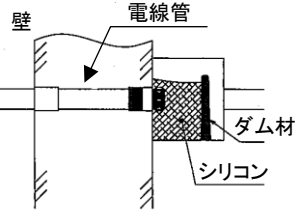

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

(d) 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_d 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22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。

第 4.2-2 表 止水構造

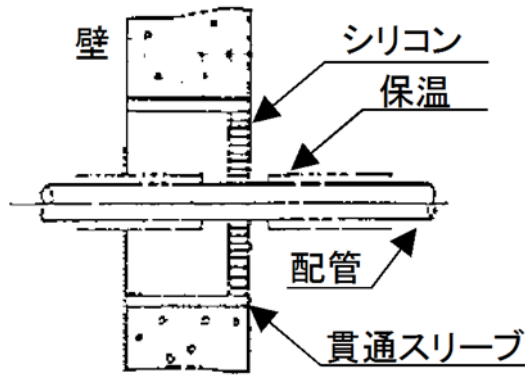
貫通物	止水処理	施工内容		説明
		断面図	写真	
低温配管	モルタル			貫通スリーブと配管の間にモルタルを充填する
	シリコン			貫通スリーブと配管の間にシリコンを充填する
高温配管	ラバーブーツ			貫通スリーブと配管にラバーブーツの端部を固定する
ケーブルトレイ	シリコン			貫通スリーブとケーブルトレイの間、ケーブルトレイ内にシリコンを充填する
電線管				電線管が接続するプルボックス内にシリコンを充填する

a. 充てん構造 (シリコン)

(a) 構造

充てん構造 (シリコン) は貫通口と貫通物の間の隙間に、鋼板による補強板を設けた上でシリコンを充てんすることにより止水する構造である。

本構造の概要を第4.2-16図に示す。

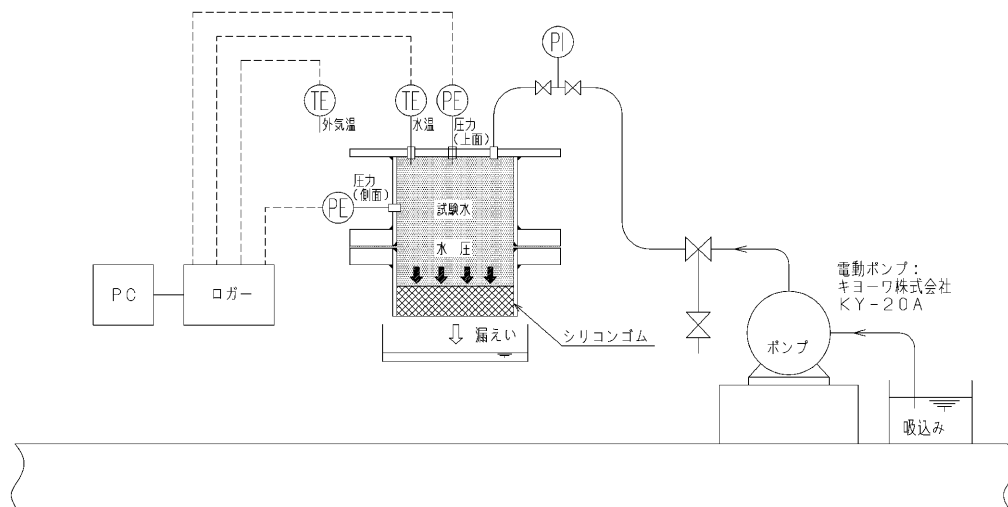


第4.2-16図 充てん構造（シリコン）の概要

(b) 水密性

耐圧性は補強板及びシリコンが担い、シリコンにより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ることを、実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-17図に示す。



【試験体寸法】

スリーブ径 [A] 50, 150, 250

施工幅[mm] 40, 150

【試験体数】

各組合せ6体

【試験方法】

試験装置に注水後、水により加圧

試験圧力 (0.11MPa) , 保持時間15分

第 4.2-17 図 実機模擬試験例

(c) 耐震性

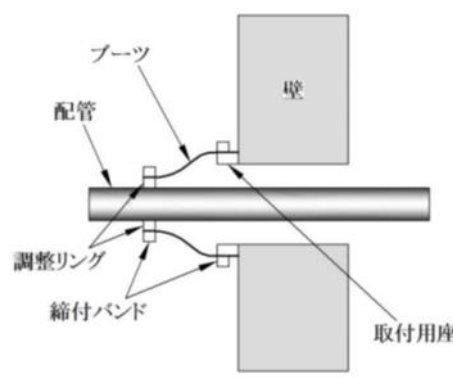
シリコンは伸縮性に優れたシール材であり、配管の貫通部に適用するシール材の耐震性を満足させるために、貫通部近傍に支持構造物を設置することとしており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりシリコンの健全性が損なわれることはない。

b. ブーツ構造（ラバーブーツ）

(a) 構造

ブーツ構造（ラバーブーツ）はブーツと締付バンドにて構成され、高温配管等の熱膨張変位及び地震時の変位を吸収できるよう伸縮性ゴムを用い、壁面に溶接した取付用座と配管に締付バンドにて締結する。

本構造の概要を第4.2-18図に示す。

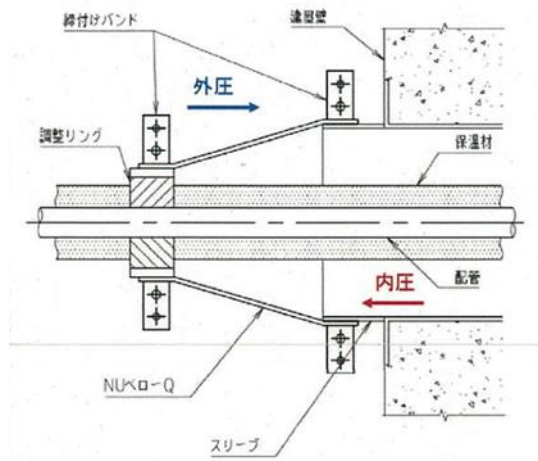


第4.2-18図 ブーツ構造の概要

(b) 水密性

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ることを、第4.2-19図に示す実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-3表、第4.2-4表に示す。



【試験方法】

ラバーブーツ内側・外側から水により加圧

第4.2-19図 実機模擬試験例

第4.2-3表 実機模擬試験（型式1）

No.	呼び寸法		水圧 [MPa]	
	配管径 [A]	スリーブ径 [A]	内圧	外圧
1	400	550	0.04	0.03
2	80	250	0.03	0.02

第4.2-4表 実機模擬試験（型式2）

No.	呼び寸法		水圧 [MPa]	
	配管径 [A]	スリーブ径 [A]	内圧	外圧
1	25	200	0.20	0.20
2	350	650	0.20	0.20
3	750	1000	0.20	-

(c) 耐震性

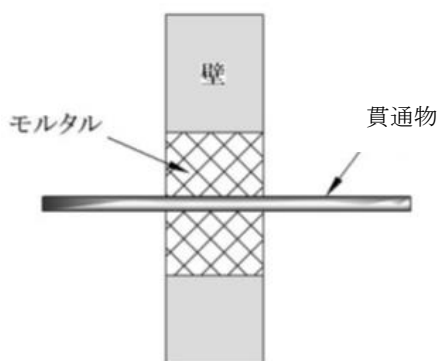
ラバーブーツについては、伸縮性ゴムを使用しており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりラバーブーツの健全性が損なわれることはない。

c. 充てん構造（モルタル）

(a) 構造

モルタルは、貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充てんすることにより止水する構造とし、充てん硬化後は、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。

本構造の概要を第4.2-20図に示す。



第4.2-20図 充てん構造（モルタル）の概要

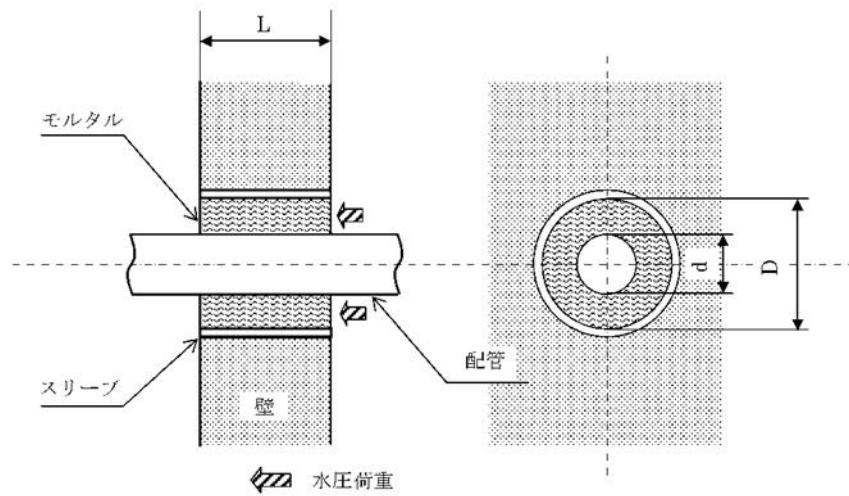
(b) 水密性

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、止水性能を確認した。

貫通部の止水処置に用いるモルタルについては、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。モルタルの評価概要を第4.2-21図に示す。

【検討条件】

- ・スリーブ径：D [mm]
 - ・モルタルの充填深さ：L [mm]
 - ・配管径：d [mm]
 - ・モルタル許容付着強度※：2.0 [N/mm²]
 - ・静水圧：0.2 [N/mm²]（保守的に20m相当の静水圧を想定）
- ※「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説2010」による。



第 4.2-21 図 モルタル評価概要図

○評価方法

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。

$$P1 [N] = 0.2 [N/mm^2] \times (\pi \times (D^2 - d^2) / 4) [mm^2]$$

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。

$$P2 [N] = 2.0 [N/mm^2] \times (\pi \times (D+d) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は，付着面積及び充填深さに比例するため，ここでは，保守的に貫通部に配管がない状態 ($d=0$) を想定し評価を行った。

静水圧に対して止水性能を確保するためには， $P1 \leq P2$ であるため，以下のように整理できる。

$$0.03 \times D [mm] \leq L [mm]$$

上式より、モルタル施工個所が止水性能を発揮するためには、貫通スリーブ径の3%以上の充填深さが必要である。

例えば400mmの貫通スリーブに対して、約12mm以上の充填深さが必要であるが、実機における対象貫通部の最小厚さ200mmに対し、モルタルは壁厚さと同程度の厚さで充填されていることを踏まえると、止水性能は十分に確保できる。

(c) 耐震性

貫通口内に貫通部が存在する構造では、基準地震動 S_s によりモルタル充てん部に発生する配管反力がモルタルの許容圧縮強度及び許容付着強度以下であることを確認する。

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

1. はじめに

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」では，規制基準における要求事項「津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること」に関し，審査ガイドに従い，2号炉で考慮すべき具体的な溢水事象として以下の6事象を挙げている。（図1）

- a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水
- b. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水
- c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水
- d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水
- e. 屋外タンク等による屋外における溢水
- f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

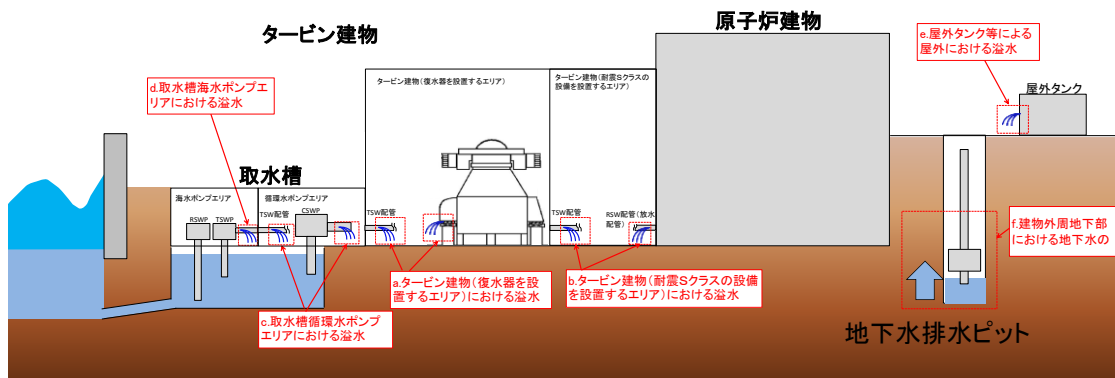


図1 地震による溢水の概念図

これらの各事象による浸水範囲，浸水量については，「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性において説明されており，本書ではその該当箇所を抜粋する形で，その評価条件，評価結果等の具体的な内容を示す。

2. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水（事象 a.）

9.1 復水器エリアにおける溢水

復水器エリアにおける溢水については、想定破損による溢水では循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損を想定し、地震起因による溢水では循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損及びその他の耐震 B, C クラス機器の破損を想定する。また、消火水の放水による溢水を想定する。

9.1.1 評価条件

(1) 評価条件

- ・伸縮継手部からの溢水は、破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間を考慮する。
- ・循環水系配管の破損箇所での溢水の流出圧力は、循環水ポンプ運転時の系統圧力とする。なお、配管の圧損については保守的に考慮しない。
- ・循環水系配管の破損箇所は海水面より高いためサイフォン効果による流入はない。
- ・地震起因による溢水では、破損を想定する耐震 B, C クラス機器の保有水を考慮する。
- ・地震起因による溢水では、地震に伴い津波が襲来するものとし、循環水系配管を含む耐震 B, C クラス機器の破損箇所からの津波の流入を考慮する。
- ・消火水の放水による溢水では、屋内消火栓からの放水流量を考慮する。

(2) 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロックについて

a. 概要

地震時に復水器エリア内の伸縮継手部が破損し、循環水系から大量の海水が流入した場合、溢水防護区画へ海水が伝播し、溢水防護対象設備が機能喪失に至るおそれがある。このため、図 9-3 に示すような地震時に循環水ポンプ停止、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁を閉止するインターロックを設置し、復水器エリア内への海水の流入を低減する。

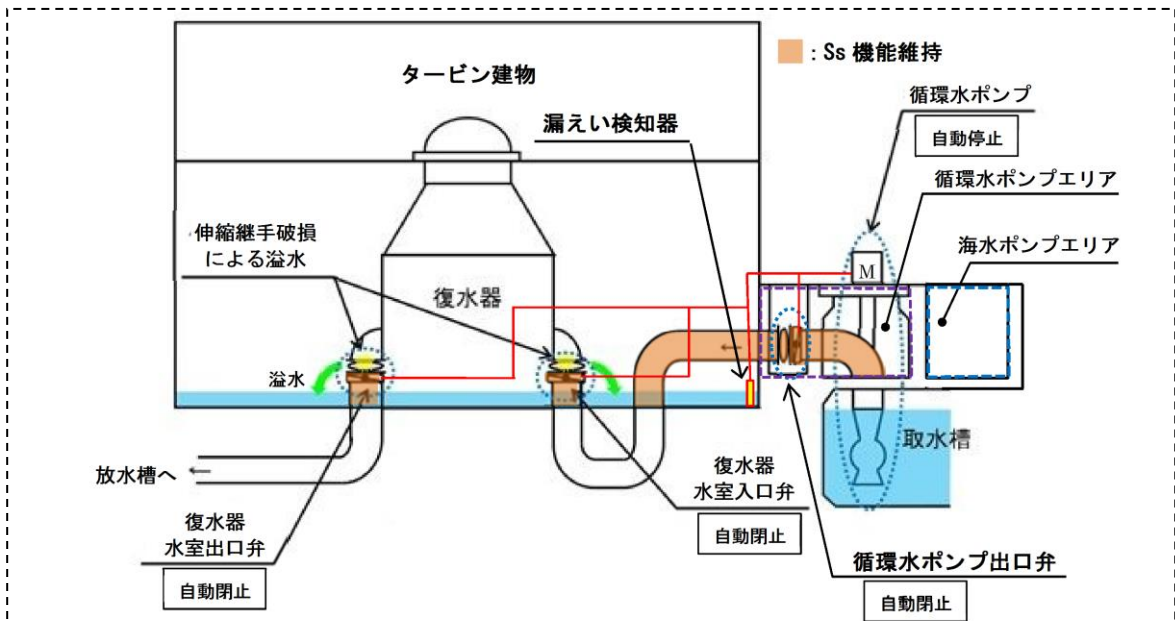


図 9-3 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック設置概要図

b. インターロック動作条件

地震時には、確実に漏えいしたことを検出した上でインターロックを動作させるよう、図 9-4 に示すように地震大信号と漏えい検知器動作の AND 条件とする。インターロック回路、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁は、基準地震動 S_s に対して機能を維持する設計とし、非常用電源へ接続する。漏えい検知は床上 100mm にて検知する設計とする。漏えい検知器の作動原理は、溢水が電極式レベル計の検知レベルに達すると、電極間が導通し、漏えいを検知するものである。漏えい検知器の設置箇所を図 9-5 に、構造及び外観を図 9-6 に示す。

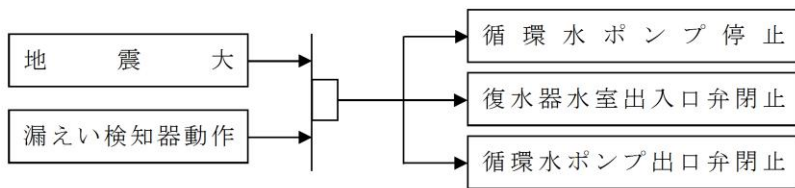


図 9-4 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック

9 条-別添 1-9-5

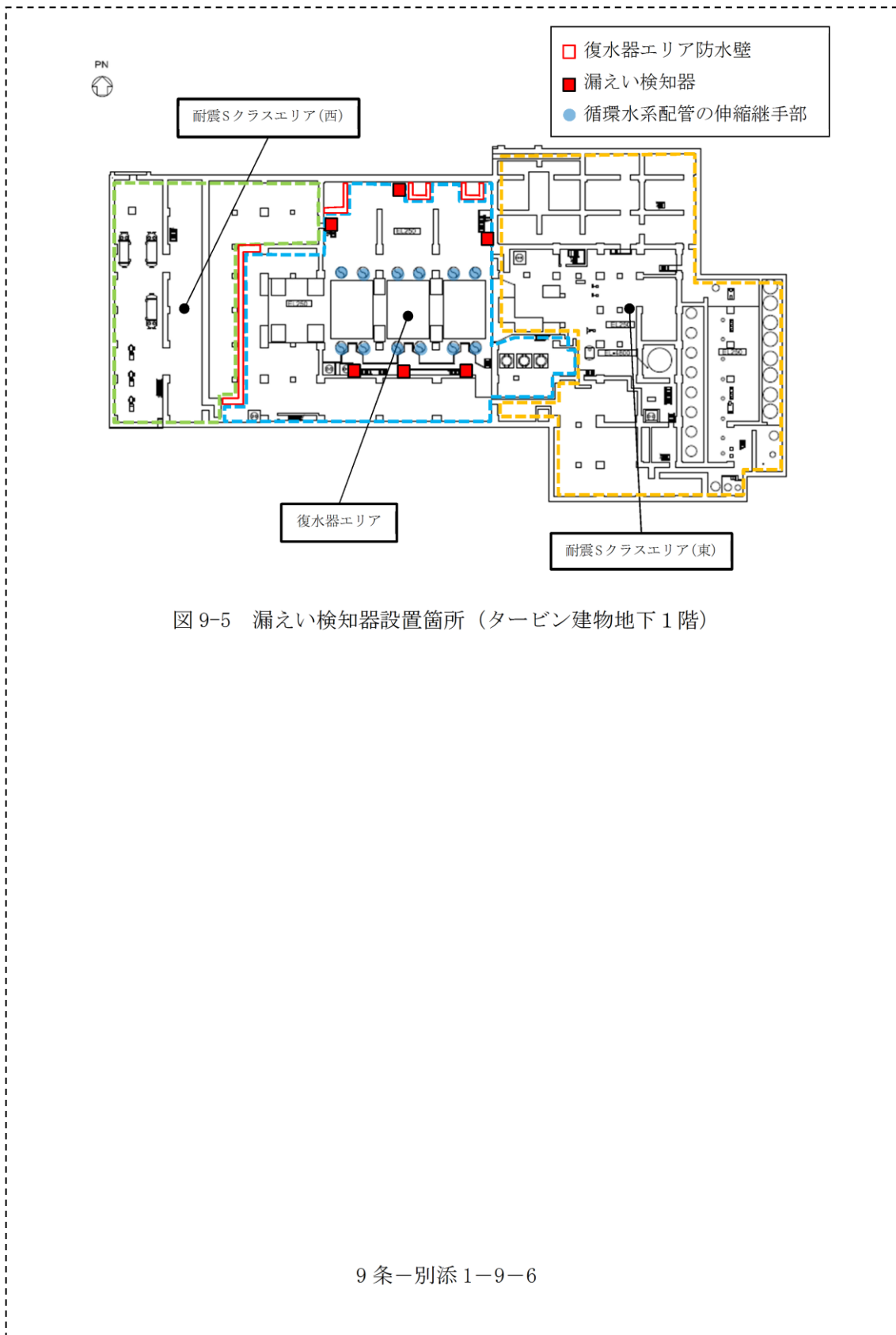


図 9-5 漏えい検知器設置箇所（タービン建物地下1階）

9 条-別添 1-9-6

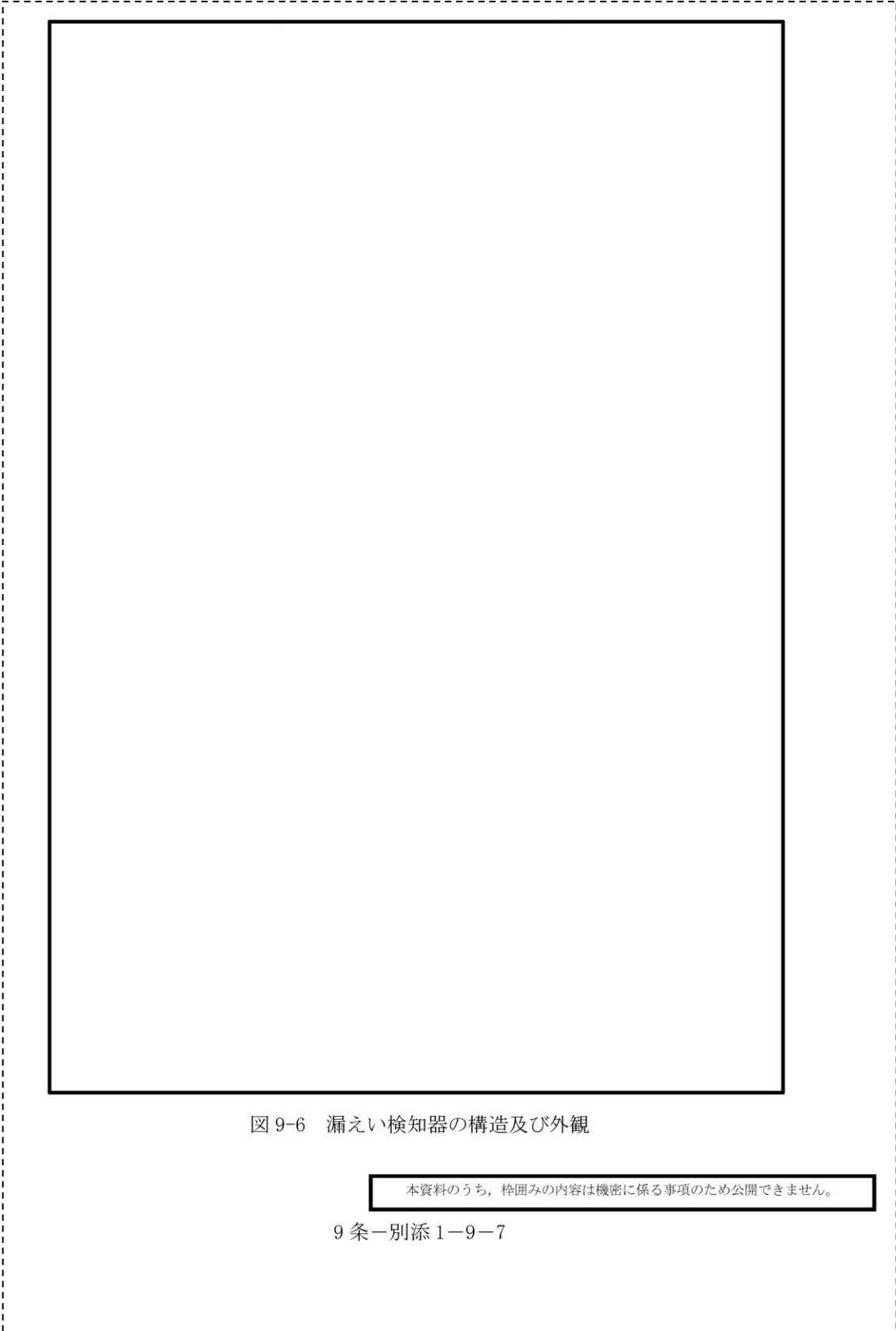


図 9-6 漏えい検知器の構造及び外観

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

9 条-別添 1-9-7

c. インターロック設置の必要性

地震起因による溢水量は、インターロック非設置の場合はタービン建物の貯留可能容積を大きく上回ることから、タービン建物内から原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出が考えられる。

原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物への溢水の流出防止のためインターロックは必要である。

9.1.2 溢水量

(1) 想定破損による溢水量

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量は、溢水流量、隔離時間及び循環水系の保有水量から算出した。隔離時間は、破損から運転員による循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間とした。算出した溢水流量、隔離時間及び溢水量をそれぞれ表 9-2～4 に示す。また、実際に漏えい検知に要する時間は、循環水配管の溢水流量、漏えい検知器動作に必要な溢水量を考慮した結果、表 9-5 に示すとおり 10 秒未満であり、評価に用いた検知時間 5 分は十分に保守的である。

表 9-2 伸縮継手部からの溢水流量

部位	内径[mm]	破損幅[mm]	溢水流量[m ³ /h]
復水器水室出入口部	2,200	50	13,173

表 9-3 伸縮継手部の破損から隔離までの時間

項目	時間[min]
漏えい検知器による漏えい検知までの時間	5
現場への移動時間	20
漏えい箇所特定に要する時間	30
循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止時間	10
合計	65

表 9-4 想定破損による溢水量

項目	溢水量[m ³]
破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	14,271
循環水系の保有水量	181
合計	14,452

表 9-5 伸縮継手部の破損から漏えい検知までの時間評価

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水流量	13,173[m ³ /h]
復水器エリア EL0.25m～EL2.0m の空間容積	1,827[m ³]
漏えい検知方法	漏えい検知器
漏えい検知器設定値	床面+20[mm]
漏えい検知器動作に必要な溢水量	20.9[m ³]
漏えい検知器動作までの時間	5.8[s]

(2) 地震起因による溢水量

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量に加え、タービン建物内の耐震 B, C クラス機器の保有水量から算出した。隔離時間は、地震発生から復水器エリアの漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間とした。算出した溢水流量、隔離時間及び溢水量をそれぞれ表 9-6～8 に示す。

表 9-6 伸縮継手部からの溢水流量

部位	部位数	内径[mm]	破損幅[mm]	溢水流量[m ³ /h]
復水器水室出入口部	12	2,200	50	233,534
復水器水室連絡管部	6	2,100	50	

表 9-7 伸縮継手部の破損から隔離までの時間及び漏えい検知方法

項目	時間[min]
地震発生から漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間	1 [※]
漏えい検知方法	漏えい検知器
漏えい検知器設定値	床面+100[mm]

※ 漏えい検知時間 3.1[sec]+弁閉止時間 55[sec]を切り上げた値

表 9-8 地震起因による溢水量

項目		溢水量[m ³]
循環水系配管の伸縮継手部	地震発生から漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	2,047 [※]
	循環水系の保有水量	1,083
耐震 B, C クラス機器の保有水量		2,859
合計		5,989

※ $233,534[m^3/h] \times 3.1[sec] + 233,534[m^3/h] \times (60 - 3.1)[sec] \div 2 \approx 2,047[m^3]$

(3) 消火水の放水による溢水量

「6.1 溢水量の算定」に基づき、消火水の放水による溢水量の算出に用いる放水流量を130[l/min]とし、この値を2倍して溢水流量とした。放水時間と溢水流量から評価に用いる消火水の放水による溢水量を以下のとおりとした。

$$\cdot 130[\text{l/min/個}] \times 2 \text{倍} \times 3.0[\text{h}] = 46.8[\text{m}^3]$$

9.1.3 復水器エリアにおける溢水影響評価結果

復水器エリアの溢水事象により浸水する範囲について、溢水防護対象設備が設置されている原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物との境界貫通部に対して止水処置を施すことにより、溢水防護対象設備への影響がないことを確認した。各溢水事象における評価結果を以下に示す。

(1) 想定破損による没水影響評価結果

復水器エリアの溢水を貯留できる EL5.3m（復水器エリア防水壁高さ）以下の空間容積を表 9-9 に示す。

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量（14,452m³）は、復水器エリアの貯留可能容積（6,680m³）より大きいことから、タービン建物1階（EL5.5m）を溢水経路として、耐震Sクラスエリア（東）に流出する。溢水の浸水する範囲を図 9-7 に、タービン建物全体（耐震Sクラスエリア（西）を除く）の溢水を貯留できる EL8.8m（タービン建物から原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物への流出高さ）以下の空間容積を表 9-10 に示す。空間容積の算出にあたっては、タービン建物床面積から機器等の設置面積相当分を差し引き、上階の床スラブ厚を差し引いた高さを乗じて算出した。

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量（14,452m³）は、タービン建物全体（耐震Sクラスエリア（西）を除く）の貯留可能容積（24,816m³）より小さいことから（溢水水位 EL5.9m）、タービン建物内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-11 に示す。

14,452m ³	>	6,680m ³
(循環水系配管の伸縮 継手部からの溢水量)		(復水器エリアの貯留可能容積)

14,452m ³	<	24,816m ³
(循環水系配管の伸縮 継手部からの溢水量)		(タービン建物全体（耐震Sクラス エリア（西）を除く）の貯留可能容積)

9条-別添1-9-10

表 9-9 復水器エリアの溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL0.25~EL2.0m	1,827
EL2.0 ~EL5.3m	4,853
合計	6,680

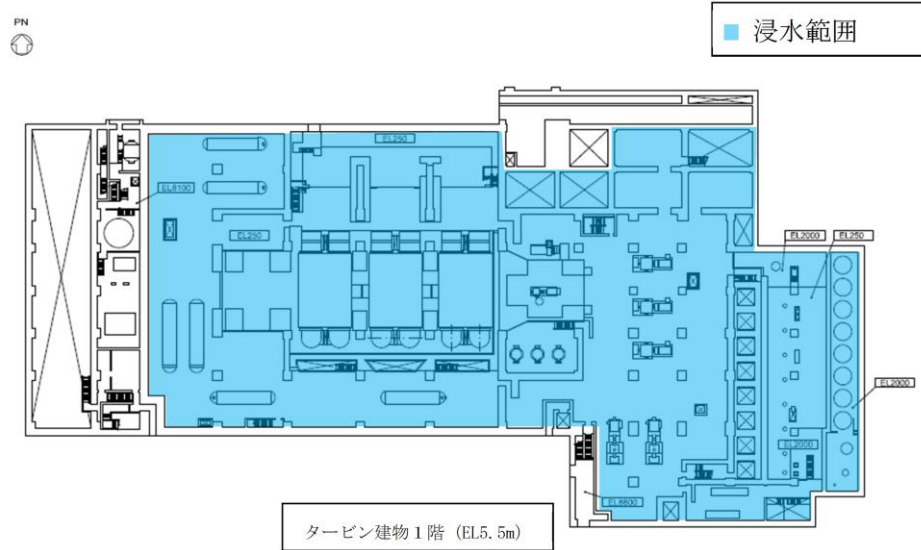
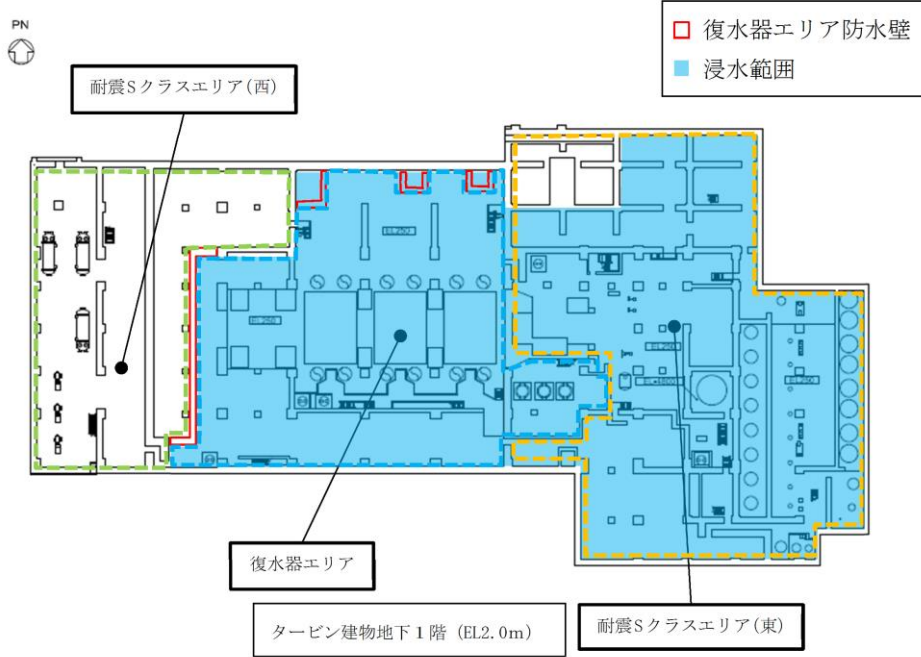


図 9-7 循環水配管の想定破損により溢水の浸水する範囲

9条-別添1-9-11

表 9-10 タービン建物全体（耐震 S クラスエリア（西）を除く）の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL-4.8~EL0.25m	176
EL0.25~EL2.0m	3,236
EL2.0~EL5.5m	10,052
EL5.5~EL8.8m	11,352
合計	24,816

表 9-11 想定破損による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL5.5m より上部に滞留する溢水量 ^{※1}	988[m ³]
②EL5.5m における溢水の浸水する範囲の滞留面積	3,440[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL5.5m より上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	0.4[m] (EL5.9m)

※1 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量（14,452m³）から表 9-10 における EL5.5m 以下の空間容積（13,464m³）を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$④ = ① / ② + ③$$

(2) 地震起因による没水影響評価結果

地震起因による溢水量(5,989m³)は、復水器エリアの貯留可能容積(6,680m³)より小さいことから(溢水水位 EL4.8m)、復水器エリアに貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-12 に示す。

$$5,989\text{m}^3 < 6,680\text{m}^3$$

(地震起因による溢水量) (復水器エリアの貯留可能容積)

表 9-12 地震起因による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0m より上部に滞留する溢水量 ^{※1}	4,162[m ³]
②EL2.0m における復水器エリアの滞留面積	1,546[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0m より上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	2.8[m] (EL4.8m)

※1 地震による溢水量（5,989m³）から表 9-9 における EL2.0m 以下の空間容積（1,827m³）を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$④ = ① / ② + ③$$

9 条-別添 1-9-12

(3) 消火水の放水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水量(46.8m³)は想定破損による溢水量(14,452m³)より小さいことから、想定破損による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

9条-別添1-9-13

3. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水（事象 b.）

9.2 耐震Sクラスエリアにおける溢水

耐震Sクラスエリア（東）及び（西）における溢水について、想定破損による溢水ではエリア内で最も溢水量の大きい復水給水系配管の破損を想定し、地震起因による溢水では耐震B,Cクラス機器の破損を想定する。また、消火水の放水による溢水を想定する。

9.2.1 評価条件

- ・ 想定破損による溢水では、エリア内で最も溢水量の大きい復水給水系配管の破損を考慮する。
- ・ 地震起因による溢水では、破損を想定する耐震B,Cクラス機器の保有水を考慮する。
- ・ 地震起因による溢水では、地震に伴い津波が襲来するものとし、タービン補機海水系配管を含む耐震B,Cクラス機器の破損箇所からの津波の流入を考慮する。
- ・ 消火水の放水による溢水では、屋内消火栓からの放水流量を考慮する。

9.2.2 溢水量

(1) 想定破損による溢水量

エリア内で想定する溢水のうち、最も溢水量の大きい復水給水系(1,646m³)とした。

(2) 地震起因による溢水量

エリア内に設置される耐震B,Cクラス機器の保有水量から算出した。各エリアの溢水量を表9-13に示す。

表 9-13 地震起因による溢水量

エリア	溢水量[m ³]
耐震Sクラスエリア（東）	2,730
耐震Sクラスエリア（西）	1,332

(3) 消火水の放水による溢水量

9.1.2 (2)と同様に、46.8m³とした。

9.2.3 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）における溢水影響評価結果

耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の溢水事象により浸水する範囲について、溢水防護対象設備が設置されている原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物との境界貫通部に対して止水処置を施すことにより、溢水防護対象設備への影響がないことを確認した。各溢水事象における評価結果を以下に示す。

9条-別添1-9-14

(1) 耐震Sクラスエリア（東）

a. 想定破損による没水影響評価結果

想定破損による溢水量（1,646m³）は、地震起因による溢水量（2,730m³）より小さいことから、地震起因による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。地震起因の没水影響評価結果をb.項に示す。

b. 地震起因による没水影響評価結果

耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できるEL4.9m（天井高さ）以下の空間容積を表9-14に示す。

地震起因による溢水量（2,730m³）は、耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積（6,598m³）より小さいことから（溢水水位 EL2.8m）、エリア内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表9-15に示す。

$$\begin{array}{ccc} 2,730\text{m}^3 & < & 6,598\text{m}^3 \\ \text{(地震起因による溢水量)} & & \text{(耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積)} \end{array}$$

表9-14 耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL-4.8～EL0.25m	176
EL0.25～EL2.0m	1,409
EL2.0～EL4.9m	5,013
合計	6,598

表9-15 地震起因による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0mより上部に滞留する溢水量 ^{※1}	1,145[m ³]
②EL2.0mにおける耐震Sクラスエリア（東）の滞留面積	1,731[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0mより上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	0.8[m] (EL2.8m)

※1 地震による溢水量（2,730m³）から表9-14におけるEL2.0m以下の空間容積（1,585m³）を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

c. 消火水の放水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水量 (46.8m³) は地震起因による溢水量(2,730m³) より小さいことから、地震起因による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

(2) 耐震 S クラスエリア (西)

a. 想定破損による没水影響評価結果

耐震 S クラスエリア (西) の溢水を貯留できる EL4.9m (天井高さ) 以下の空間容積を表 9-16 に示す。

想定破損による溢水量 (1,646m³) は、耐震 S クラスエリア (西) の貯留可能容積 (3,131m³) より小さいことから (溢水水位 EL3.6m), エリア内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-17 に示す。

$$1,646\text{m}^3 < 3,131\text{m}^3$$

(想定破損による溢水量) (耐震 S クラスエリア (西) の貯留可能容積)

表 9-16 耐震 S クラスエリア (西) の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL2.0 ~EL4.9m	3,131

表 9-17 想定破損による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0m より上部に滞留する溢水量	1,646 [m ³]
②EL2.0m における耐震 S クラスエリア (西) の滞留面積	1,080 [m ²]
③水上高さ	0.075 [m]
④EL2.0m より上部に滞留する溢水水位 ^{※1}	1.6 [m] (EL3.6m)

※1 以下の式より算出

$$④ = ① / ② + ③$$

b. 地震起因による没水影響評価結果

地震起因による溢水量 (1,332m³) (溢水水位 EL3.4m) は、想定破損による溢水量(1,646m³) より小さいことから、想定破損による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-18 に示す。

表 9-18 地震起因による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0m より上部に滞留する溢水量	1,332[m ³]
②EL2.0m における耐震Sクラスエリア（西）の滞留面積	1,080[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0m より上部に滞留する溢水水位 ^{※1}	1.4[m] (EL3.4m)

※1 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

c. 消火水の放水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水量(46.8m³)は想定破損による溢水量(1,646m³)より小さいことから、想定破損による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

9.3 海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波について

海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波については、図9-8、9-9に示す通り、海域と接続のある耐震B,Cクラス機器のうち、循環水系に加え、タービン補機海水系についてもインターロックによる弁閉止及び出口側配管の逆止弁により津波の流入を防止することから、循環水系配管を含む耐震B,Cクラス機器の破損箇所からタービン建物へ津波の流入はない。タービン補機海水系の対策概要図を図9-10-1,2に示す。

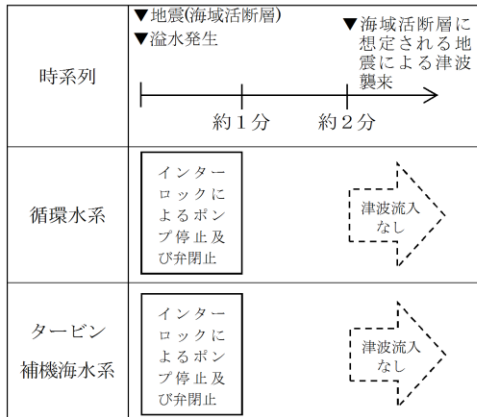


図9-8 海域活断層に想定される地震による津波襲来に係る時系列

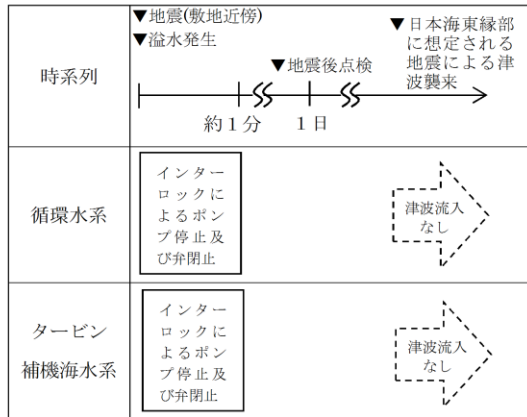


図9-9 日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列

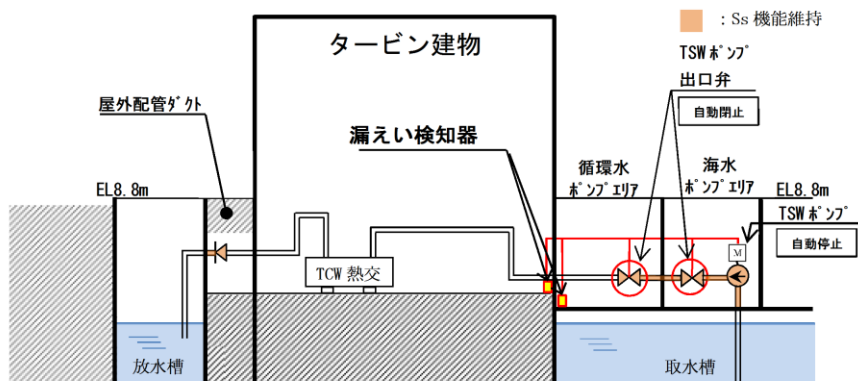


図9-10-1 タービン補機海水系の対策概要 (断面図)

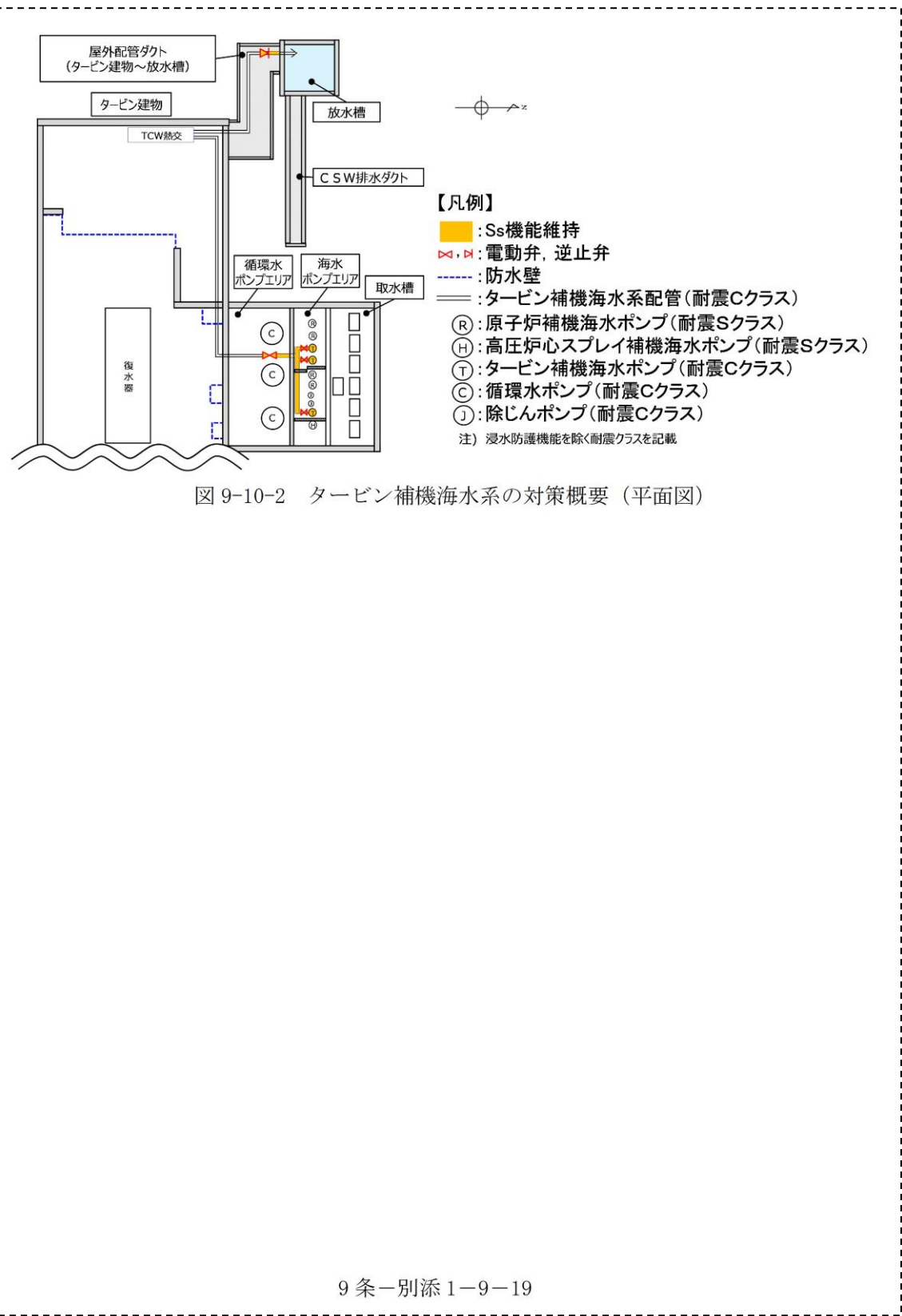


図 9-10-2 タービン補機海水系の対策概要 (平面図)

9 条-別添 1-9-19

4. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水（事象 c. ）

9.5 循環水ポンプエリアにおける溢水

海水ポンプエリアに隣接する循環水ポンプエリアの循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損を想定し、海水ポンプエリアへの溢水影響を評価した。算出した溢水流量を表 9-21 に、溢水影響評価結果を表 9-22 に示す。越流水深の算出にあたっては、Govinda Rao の式（補足説明資料 30 参照）を使用した。

海水ポンプエリアに設置している海水ポンプエリア防水壁（EL10.8m）は、循環水ポンプエリア天端（EL8.8m）より 2.0m 高く設計しており、隣接する循環水ポンプエリアでの想定破損により溢水が発生した場合においても、循環水ポンプエリア天端の越流水深は 0.24m であることから、海水ポンプエリア防水壁を越流して隣接する海水ポンプエリアに流入することはない。循環水系配管破損時の平面図を図 9-12 に、断面図を図 9-13 に示す。

表 9-21 循環水系配管の伸縮継手部の溢水流量

部位	内径[mm]	破損幅[mm]	溢水流量[m ³ /h]
循環水ポンプ出口配管伸縮継手部	2,600	50	15,590

表 9-22 循環水ポンプエリアの溢水影響評価結果

W	循環水ポンプエリア壁の高さ[m]	7.7
B	排出を期待する開口長さ[m]	23.6
L	循環水ポンプエリア壁の幅[m]	1.0
Q	エリア内の溢水流量[m ³ /h]	15,590
h	越流水深[m]	0.24
H	許容越流水深[m]	2.0
評価結果(判定基準：H≥h)		○

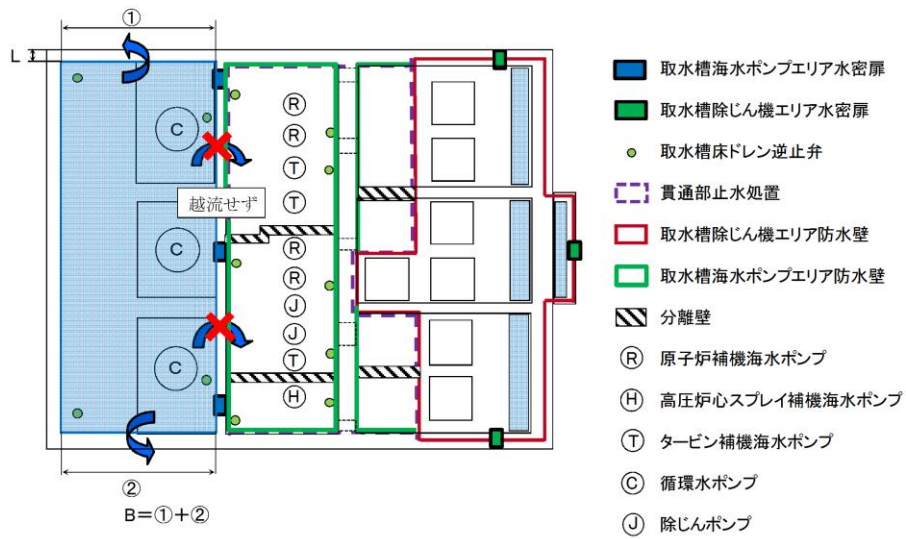


図 9-12 取水槽海水ポンプエリア平面図（循環水系配管破損時）

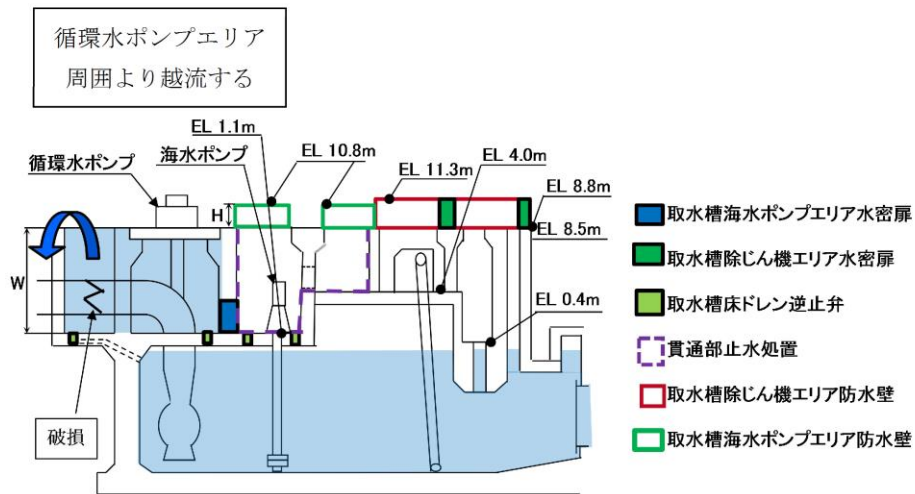


図 9-13 取水槽海水ポンプエリア断面図（循環水系配管破損時）

9 条—別添 1—9—23

5. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水（事象 d.）

補足説明資料 30

海水ポンプエリアの防護について

1. はじめに

溢水防護対象設備のうち海水ポンプは、取水槽に設置されている。

海水ポンプエリアは、エリア外からの浸水を防止する対策として、水密扉及び逆止弁の設置、貫通部止水処置を実施するとともに、海水ポンプエリア上部には防水壁を、海水ポンプエリア内には分離壁を設置している。

ここでは、海水ポンプエリアについて、想定破損、消火水の放水及び地震起因による溢水を評価した。海水ポンプエリアの平面図を図 1-1 に、断面図を図 1-2 に示す。

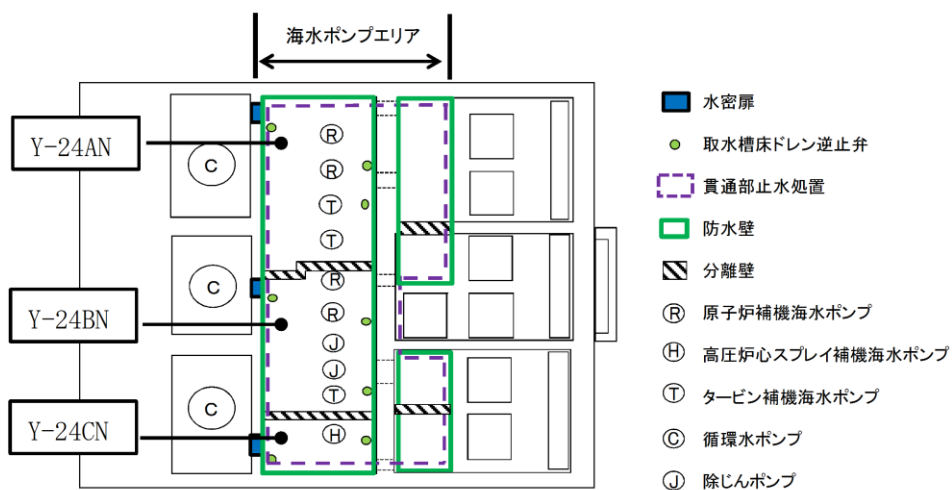


図 1-1 海水ポンプエリア平面図

9 条-別添 1-補足 30-1

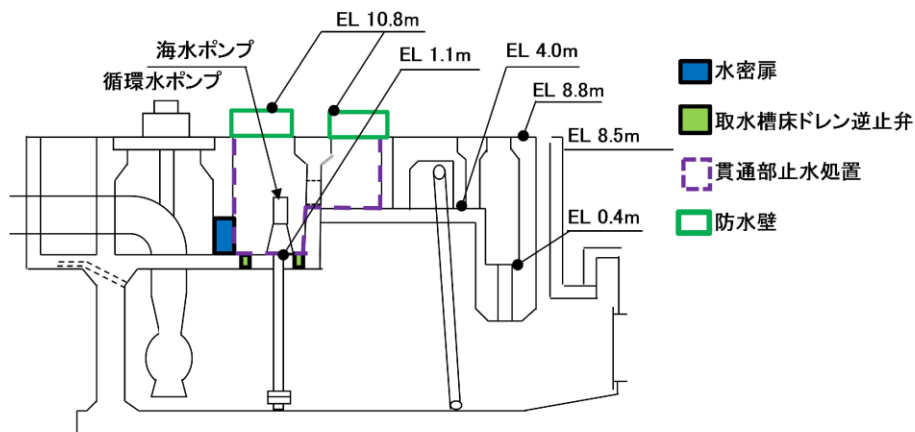


図 1-2 海水ポンプエリア断面

2. 想定破損による溢水影響評価

図 2-2 に示す通り, 海水ポンプエリアに設置している分離壁(高さ 9.9m)は, 防水壁(高さ 9.7m)より 0.2m 高く設計されており, 隣接する海水ポンプエリアでの想定破損により溢水が発生した場合においても, 分離壁を越流して溢水が隣接する海水ポンプエリアに流入することはなく, 多重化された系統が同時に機能喪失することはない。評価結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 想定破損による溢水影響評価結果

評価区画		Y-24AN	Y-24BN	Y-24CN
W	防水壁の高さ[m]	9.7	9.7	9.7
B	排出を期待する開口長さ[m]	33	23	17
L	防水壁の幅[m]	0.074	0.074	0.074
Q	区画内の最大溢水流量[m ³ /h]	216	216	121
h	越流水深[m]	0.02	0.02	0.02
H	許容越流水深[m]	0.2	0.2	0.2
評価結果 (判定基準: $H \geq h$)		○	○	○

また, 評価結果の例を以下に示す。

【区画 Y-24AN での想定破損による溢水影響評価】

区画 Y-24AN での想定破損による溢水が隣接する区画 Y-24BN に流出しないことを確認する。溢水源となる系統及び溢水流量を表 2-2 に示す。

溢水源となる系統のうち、溢水量が最大となるのはⅡ-RSWである。防水壁を越えて外部に排出する際の水位（越流水深）を算出するため、以下の式を使用した。

Govinda Rao の式（参考文献：土木学会 水理公式集（平成 11 年度版））

(a) 越流水深による表示

$$Q = CBh^{3/2} \dots\dots\dots (3-1.5)$$

$$0 < h/L \leq 0.1 ; C = 1.642(h/L)^{0.022} \dots\dots\dots (3-1.5.a)$$

$$0.1 < h/L \leq 0.4 ; C = 1.552 + 0.083(h/L) \dots\dots\dots (3-1.5.b)$$

$$0.4 \leq h/L \leq (1.5 \sim 1.9) ; C = 1.444 + 0.352(h/L) \dots\dots\dots (3-1.5.c)$$

$$(1.5 \sim 1.9) \leq h/L ; C = 1.785 + 0.237(h/W) \dots\dots\dots (3-1.5.d)$$

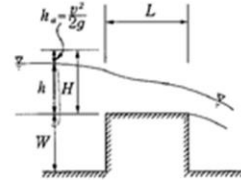


図 3-1.11 長方形せきの諸元

- Q : 越流流量[m³/s]
- B : 排出を期待する開口長さ[m]
- h : 越流水深[m]
- C : 流量係数[-]
- L : 海水ポンプエリア防水壁の幅[m]
- W : 海水ポンプエリア防水壁の高さ[m]

想定破損による溢水が防水壁を越えて外部に排出する際の水位（越流水深）を表に示す。なお、排出を期待する開口長さは区画（Y-24AN）に接する防水壁の長さとし、概略図を図 2-1、図 2-2 に示す。

表 2-3 に示すように溢水の越流水深は防水壁と分離壁の高低差（0.2m）を下回るため、分離壁を越流して溢水が隣接する海水ポンプエリアに流入することはない。多重化された系統が同時に機能を喪失することはない。

表 2-2 溢水源となる系統及び溢水流量（Y-24AN）

系統	溢水流量[m ³ /h]
原子炉補機海水系（Ⅱ-RSW）	216
タービン補機海水系（TSW）	172
補給水系（MUW）	2
消火系（FP）	36

表 2-3 越流水深計算結果

評価対象区画		Y-24AN
W	防水壁の高さ[m]	9.7
B	排出を期待する開口長さ[m]	33
L	海水ポンプエリア防水壁の幅[m]	0.074
Q	越流流量 (II-RSW) [m ³ /h]	216
h	越流水深[m]	0.02

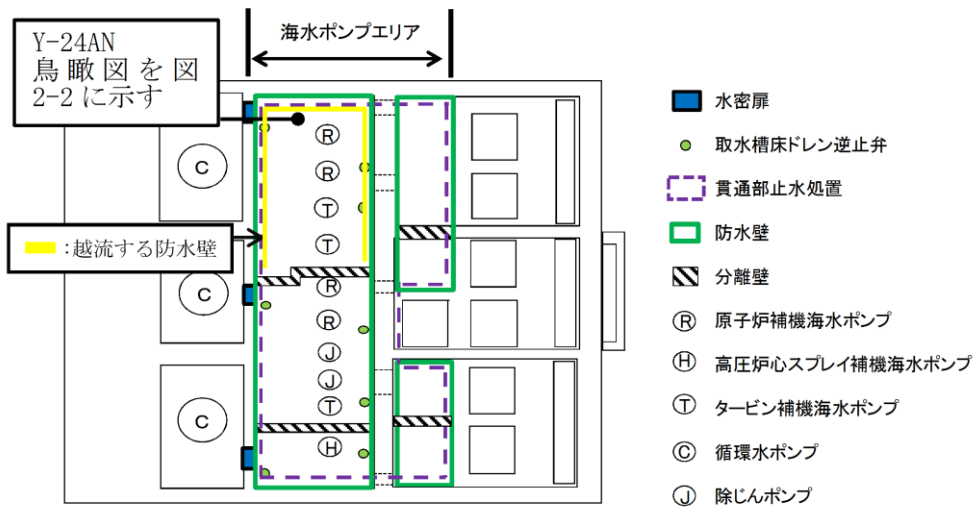


図 2-1 海水ポンプエリア防水壁概略図

9 条-別添 1-補足 30-4

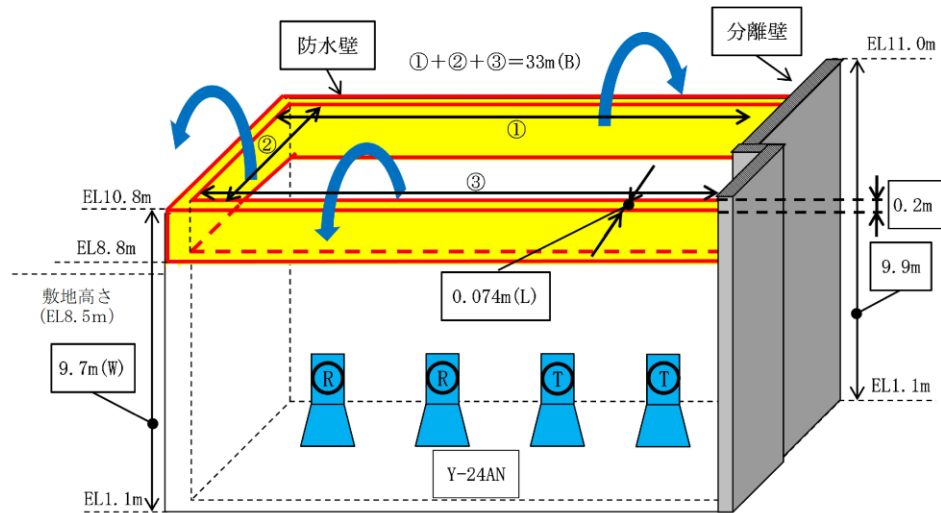


図 2-2 排出を期待する防水壁鳥瞰図 (Y-24AN)

3. 消火水の放水による溢水

海水ポンプエリアの消火活動に使用される設備に屋外の消火栓がある。消火栓からの溢水流量を $350 \text{ l/min} \times 2 \text{ 倍}$ ($42\text{m}^3/\text{h}$) とし、消火活動による放水に伴う溢水流量とする。この溢水流量は、表 3-1 に示す通り想定破損の評価で想定する溢水流量より小さく、消火水の放水による溢水評価は想定破損の評価に含まれるため、多重化された系統が同時に機能喪失することはない。

表 3-1 想定破損及び消火放水による溢水流量の比較

	想定破損		消火放水
	系統	溢水流量 [m^3/h]	溢水流量 [m^3/h]
Y-24AN	原子炉補機海水系 (II-RSW)	216	42
Y-24BN	原子炉補機海水系 (I-RSW)	216	42
Y-24CN	取水槽設備系 (OTC)	121	42

4. 地震起因による溢水

溢水源となりうる機器のうち、基準地震動 S_s による地震力によって破損が生じるおそれのある機器を溢水源として想定した。添付資料 3 に示すとおり、海水ポンプエリアの機器・配管は基準地震動 S_s に対する耐震性を有している

9 条—別添 1—補足 30—5

ことから、重要度の特に高い安全機能、燃料プール冷却機能及び燃料プールへの給水機能が喪失することはない。評価結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 地震起因による溢水影響評価結果

評価区画	Y-24AN	Y-24BN	Y-24CN
溢水量[m ³]	0	0	0
滞留面積[m ²]	54	38	22
溢水水位[m]	0	0	0
機能喪失床上高さ[m]	1.68	1.68	1.25
評価結果	○	○	○

9 条-別添 1-補足 30-6

6. 屋外タンク等による屋外における溢水（事象 e.）

10. 建物外からの溢水影響評価

島根原子力発電所2号炉における溢水防護対象設備を内包する建物の外部にある溢水源としては、海水を除き、屋外タンク及び貯水槽等（以下「屋外タンク等」という。）の保有水並びに地下水が挙げられる。ここでは、これらの溢水が溢水防護対象設備に与える影響を評価する。

なお、海水の溢水に関しては「9. 溢水防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価」及び設置許可基準規則 第五条（津波による損傷の防止）に対する適合性において説明する。また、屋外タンク等は全て大気開放構造であり、最高使用圧力が静水頭圧であるため、想定破損による溢水源として考慮しない。

10.1 屋外タンク等の溢水による影響

(1) 地震起因による屋外タンク等からの溢水影響

屋外タンク等の溢水として、地震による損傷が否定できない屋外タンク等の破損による溢水を考慮する必要がある。

島根原子力発電所の敷地内に設置されている屋外タンク等のうち溢水源とする屋外タンク等を溢水源とする屋外タンク等の選定フロー（図 10-1）により抽出した（詳細を補足説明資料 27 に示す）。結果を表 10-1 に、また抽出された屋外タンク等の配置を図 10-2 に示す。

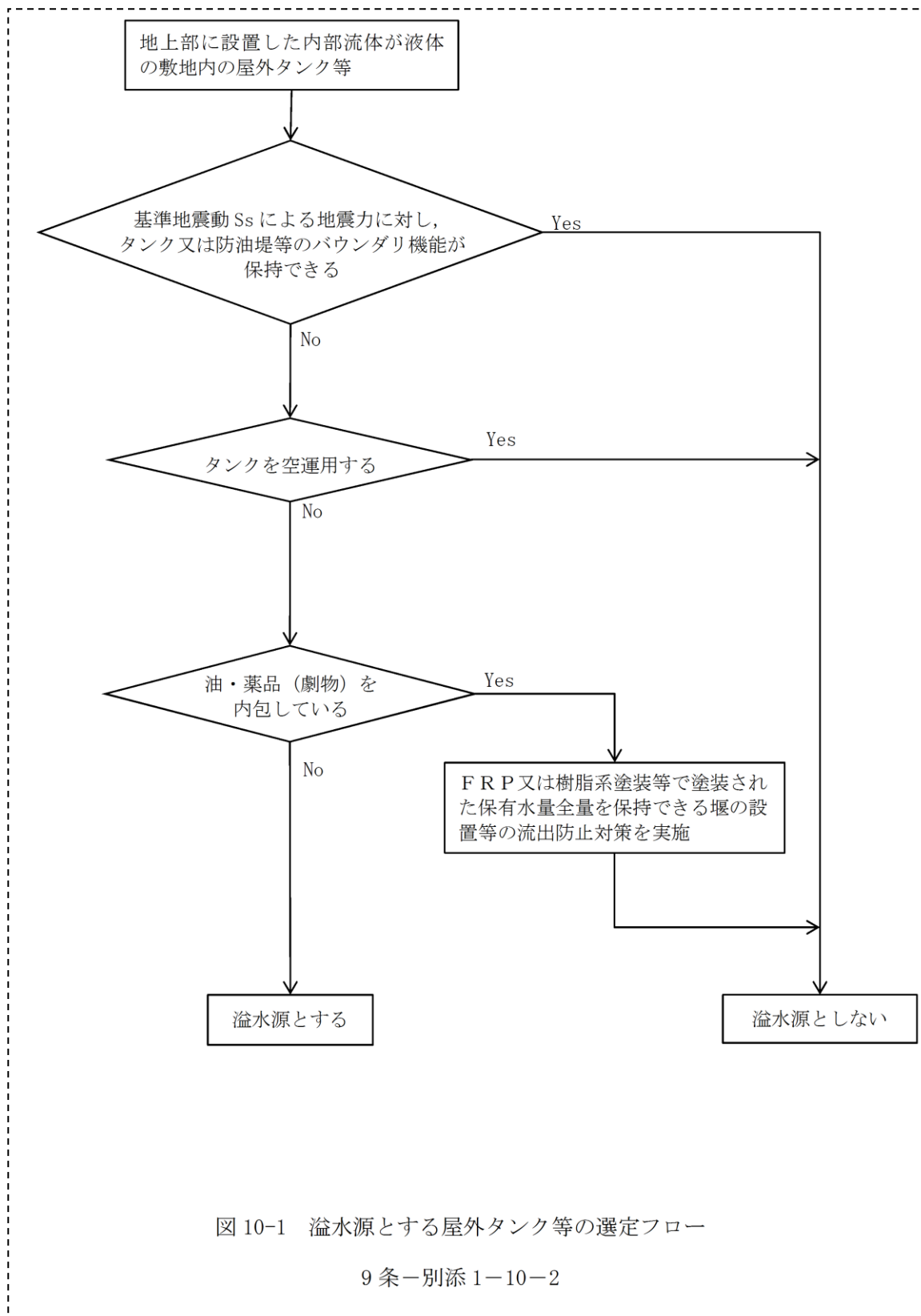


表 10-1 溢水源とする屋外タンク等

No	名称	保有水量 [m ³]	溢水伝播 挙動評価 に用いる 溢水量 [m ³] ^{※3}	配置 No	保有水量20m ³ 以上(山間部 除く)の屋外 タンク等	エリア No	合計 保有水量 [m ³]	溢水伝播 挙動評価 に用いる 合計溢水量 [m ³] ^{※2}
1	雑用水タンク	33	49	25	○	エリア ①	2,832	3,366 (2,994)
2	宇中系統中継水槽(西山水槽)	30	45	26	○			
3	硝子水洗タンク	146	161	22	○			
4	ガス・ヒン発電機用軽油タンク用消火タンク	49	73	23	○			
5	A-44m盤廻り消火設備タンク(南側)	155	171	30	○			
6	B-44m盤廻り消火設備タンク(南側)	155	171	30	○			
7	輪谷貯水槽(東側)沈砂池	260	286	20	○			
8	原水80t水槽	80	120	24	○			
9	仮設水槽-1(2号西側法面付近)	20	30	39	○			
10	仮設水槽-2(2号西側法面付近)	20	30	40	○			
11	仮設水槽-3(2号西側法面付近)	20	30	45	○			
12	輪谷貯水槽(東側)	1,864 ^{※1}	2,200	19	○			
13	消火薬剤貯蔵槽(ガス・ヒン発電機用軽油タンク)	1	—	n-43	—	エリア ②	7,681	8,602 (7,712)
14	山林用防火水槽(スカイライン)	50	—	n-52	—			
15	山林用防火水槽(スカイライン)	50	—	n-52	—			
16	仮設水槽(2号西側法面付近)	2	—	n-59	—			
17	防火水槽	20	—	n-74	—			
18	防火水槽	20	—	n-73	—			
19	鉄イオン溶解タンク(2号)	19	—	n-9	—			
20	純水タンク(A)	600	660	10	○			
21	純水タンク(B)	600	660	10	○			
22	2号ろ過水タンク	3,000	3,300	11	○			
23	1号除だく槽	87	131	12	○			
24	1号ろ過器	62	93	13	○			
25	2号除だく槽	102	113	14	○			
26	2号ろ過器	36	54	15	○			
27	2号濃縮槽	30	45	16	○			
28	1号ろ過水タンク	3,000	3,300	17	○			
29	74m盤受水槽(2槽)	60	90	27	○			
30	純水装置廃液処理設備	42	63	31	○			
31	22m盤受水槽	30	45	37	○			
32	59m盤トイレ用貯槽	32	48	44	○			
33	補助ボイラーロータンク	1	—	n-24	—			
34	補助ボイラー冷却水冷却塔	1	—	n-24	—			
35	C-真空脱気塔	3	—	n-28	—			
36	D-真空脱気塔	3	—	n-28	—			
37	C/D用冷却水回収槽	2	—	n-28	—			
38	A-真空脱気塔	2	—	n-38	—			
39	B-真空脱気塔	2	—	n-38	—			
40	冷却水回収槽	2	—	n-38	—			
41	1号除だく槽排水槽	7	—	n-41	—			
42	トイレ用ろ過水貯槽	8	—	n-41	—			
43	変圧器消火水槽	306	336	4	○			
44	電解液受槽(1号)	22	33	5	○			
45	A-SB廻り消火設備タンク	46	69	18	○			
46	B-SB廻り消火設備タンク	46	69	18	○			
47	管理事務所4号館用消火タンク	21	32	36	○			
48	電解液受槽(2号)	10	—	n-8	—			
49	1号海水電解装置電解槽(循環7号 8槽)	2	—	n-8	—			
50	2号海水電解装置電解槽(非循環7号 12槽)	2	—	n-8	—			
51	3号ろ過水タンク(A)	1,000	1,100	1	○			
52	3号純水タンク(A)	1,000	1,100	2	○			
53	消火用水タンク(A)	1,200	1,320	3	○			
54	消火用水タンク(B)	1,200	1,320	3	○			
55	3号仮設海水淡水化装置(海水受水槽)	25	38	29	○			
56	仮設合併処理槽	31	46	34	○			
57	3号純水タンク(B)	1,000	1,100	32	○			
58	3号ろ過水タンク(B)	1,000	1,100	33	○			
59	A-44m盤廻り消火設備タンク(北側)	155	171	38	○			
60	B-44m盤廻り消火設備タンク(北側)	155	171	38	○			
61	宇中受水槽	24	36	46	○			
62	宇中合併浄化槽(1)	63	94	42	○			
63	宇中合併浄化槽(2)	126	139	43	○			
64	海水電解装置脱気槽	12	—	n-13	—			
65	補助ボイラー排水処理装置 排水pH中和槽	3	—	n-14	—			
66	重油タンク用泡原液差圧調整槽	2	—	n-15	—			
67	補助ボイラー補機冷却水薬液注入貯槽	1	—	n-14	—			
68	ブロータンク	1	—	n-14	—			
69	排水放流槽	1	—	n-14	—			
70	訓練用模擬水槽	4	—	n-58	—			
71	3号仮設海水淡水化装置(R0処理水槽)	15	—	n-76	—			
72	3号仮設海水淡水化装置(仮設純水槽)	5	—	n-77	—			
73	管理事務所1号館東側調整池	1,520	1,672	9	○			
74	A-50m盤廻り消火設備タンク	155	171	28	○			
75	B-50m盤廻り消火設備タンク	155	171	28	○			
76	濁水処理装置	10	—	n-71	—			
合計							20,024	22,256

- ※1 輪谷貯水槽のスロッシング解析値(1,694m³)と実験値の差を踏まえて1.1倍し、切上げた値。
- ※2 ()内はエリア内の溢水源とする屋外タンク等の保有水量の合計を示す。
- ※3 評価に用いる溢水量は保有水量を以下の通り割り増した。
 20m³以上100m³以下の屋外タンク等：1.5倍
 100m³を超える屋外タンク等：1.1倍
 輪谷貯水槽(東側)：1,864m³を上回る2,200m³とした。

9条-別添1-10-3

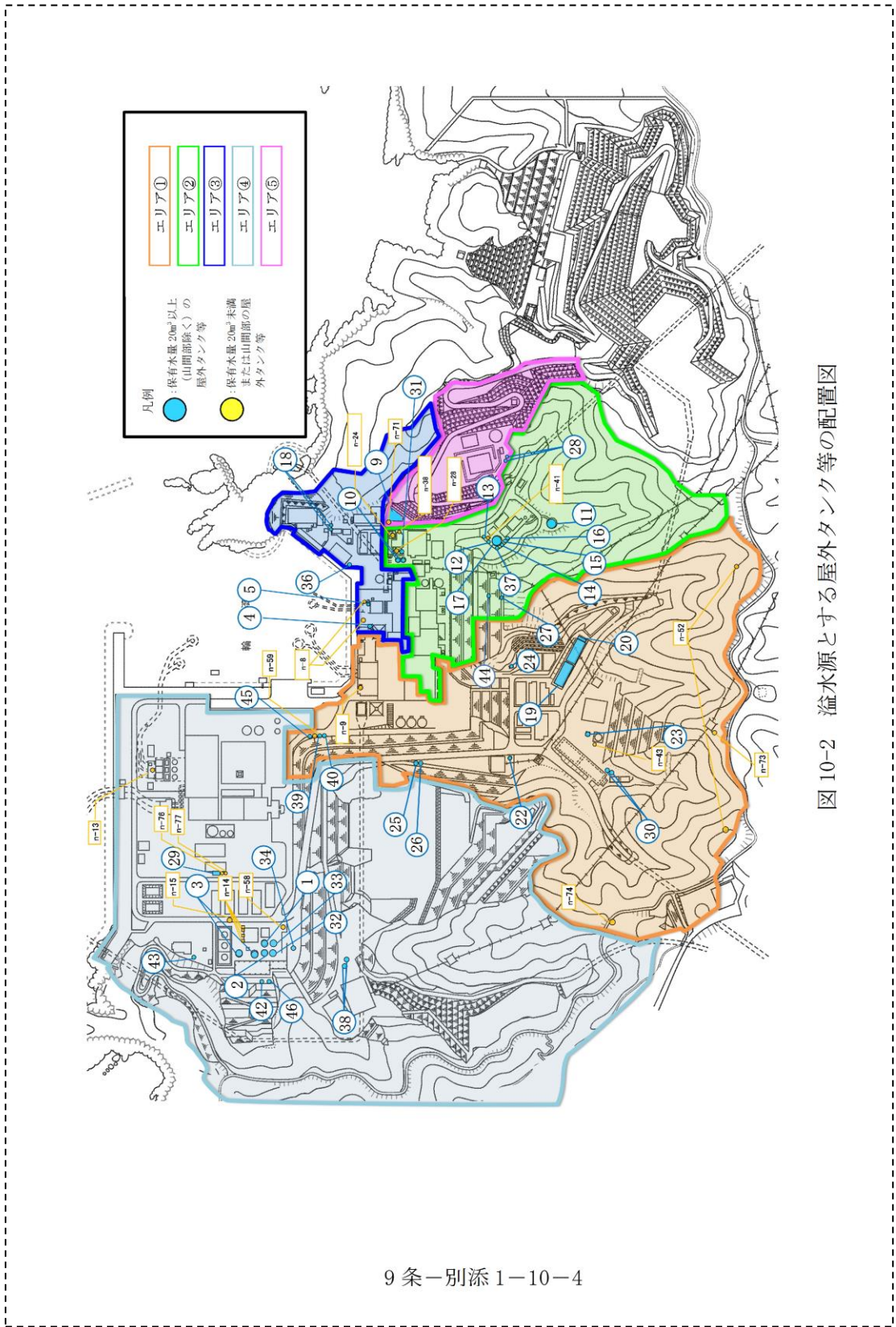


図10-2 溢水源とする屋外タンク等の配置図

a. 屋外タンク等の溢水伝播挙動評価

屋外タンク等の地震による損傷形態としてはタンクの側板基礎部や側板上部の座屈、また接続配管の破断等が考えられる。このため、地震によりタンクに大開口が生じ短時間で大量の水が流出するようなことはないと考えられるが、屋外タンク等の損傷形態及び流出水の伝播に係る条件について、以下に示す保守的な設定を行った上で、溢水伝播挙動評価を行う。

溢水伝播挙動評価は汎用熱流体解析コードFluentを用いて、以下に示す評価モデルにより敷地の水位を算出する。

なお、輪谷貯水槽（東側）は、溢水防護対象設備の設置されている建物より高所に設置しており、溢水防護対象設備の設置されている建物・区画へ流下することが考えられるため、基準地震動 S_s によって生じるスロッシング量を考慮する。

■溢水伝播挙動評価条件

- 溢水源となる屋外タンク等を表現し、地震による損傷をタンク側板が瞬時に消失するとして模擬する。
- 構内排水路による排水機能及び敷地外への排出は期待しない。
- 輪谷貯水槽（東側）は基準地震動 S_s によって生じるスロッシングによる溢水量（時刻歴）を模擬する。

■評価モデル

島根原子力発電所の敷地形状を三次元モデルで模擬する。評価モデルを図 10-3-1 に示す。

溢水源のモデル化にあたっては、敷地形状（尾根、谷、敷地高さ）を踏まえた発電所構内に流入する降水の集水範囲から、屋外タンク等の設置エリアを5箇所エリアに区分する。エリアを区分するうえで考慮した敷地形状を表 10-2 に示す。

表 10-1 に示す保有水量 20m^3 以上（山間部除く）の屋外タンク等はその設置位置でモデル化する。また、分散している溢水源を集中させることで水位が高くなることから、保有水量 20m^3 未満または山間部の屋外タンク等は、その設置位置でモデル化せず、各エリアでモデル化する屋外タンク等の保有水量を割り増すことで考慮する。

区分した各エリアと屋外タンク等の配置を図 10-2 に、各エリア内の屋外タンク等の合計保有水量と溢水伝播挙動評価に用いる溢水量を表 10-1 に示す。

表 10-2 エリア区分で考慮した敷地形状

設置エリア	考慮した主な敷地形状
エリア①/②	尾根
エリア①/③	敷地高さ
エリア①/④	尾根
エリア②/③	敷地高さ
エリア②/⑤	敷地高さ
エリア③/⑤	谷

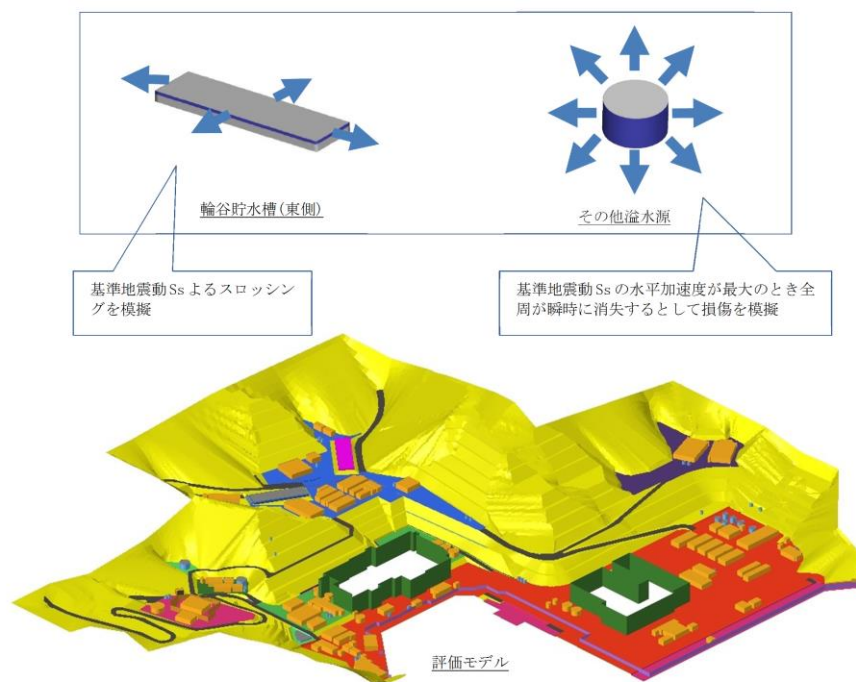
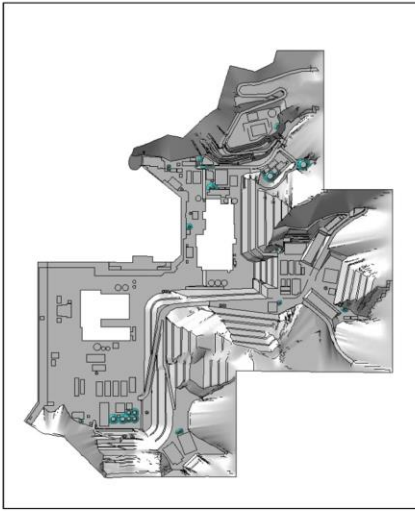


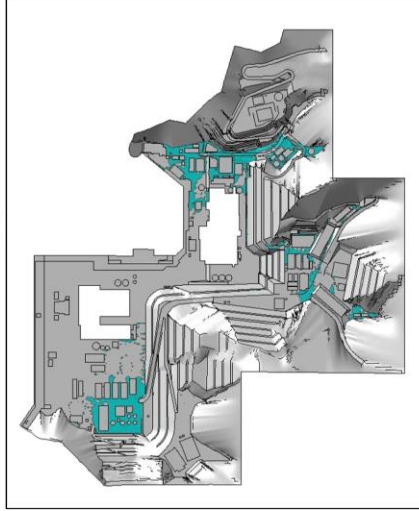
図 10-3-1 溢水伝播挙動の評価モデル

b. 評価結果

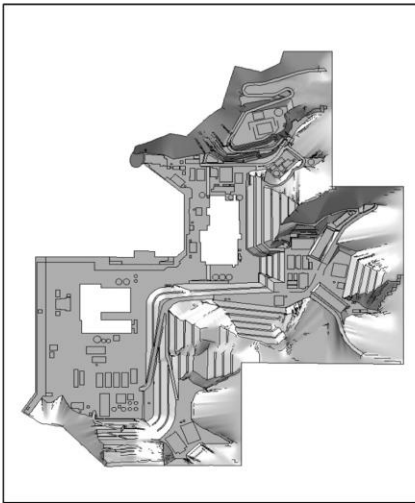
評価の結果として得られた溢水伝播挙動を図 10-3-2 に、代表箇所における浸水深の時刻歴を図 10-3-3 に、最大浸水深を表 10-3 に示す。



10.0 [s]



60.0 [s]



5.0 [s]



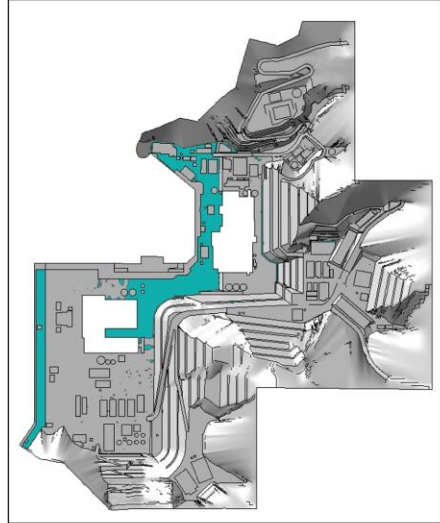
20.0 [s]

図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (1/2)

9 条—別添 1—10—7



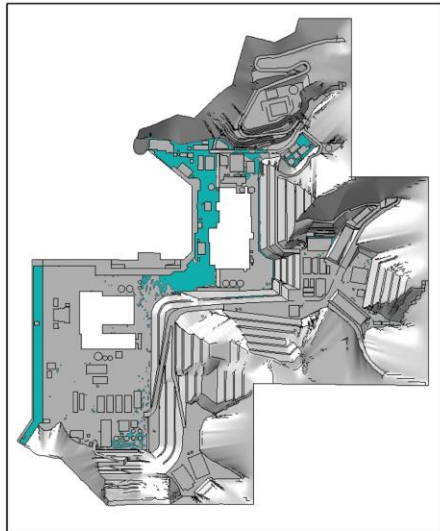
300.0 [s]



1200.0 [s]



120.0 [s]



600.0 [s]

図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (2/2)

9条-別添1-10-8



図 10-3-3 代表箇所における浸水深時刻歴

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

9 条-別添 1-10-9

表 10-3 代表箇所における最大浸水深

代表箇所		基準高さ EL [m]	最大 浸水深 [m]	建物外周扉等 の設置位置 EL [m]
地点 1	原子炉建物南面	15.0	0.05	15.3
地点 2	原子炉建物西面 1	15.0	0.01	15.3
地点 3	原子炉建物西面 2	15.0	0.03	15.3
地点 4	タービン建物南面 1	8.5	0.23	8.8
地点 5	タービン建物南面 2	8.5	0.72	8.9
地点 6	タービン建物南面 3	8.5	0.22	9.1
地点 7	タービン建物南面 4	8.5	0.21	9.26
地点 8	海水ポンプエリア西面	8.5	0.21	10.8
地点 9	海水ポンプエリア東面	8.5	0.36	10.8
地点 10	廃棄物処理建物南面	15.0	0.33	15.35
地点 11	B-非常用ディーゼル発電機燃料 貯蔵タンク格納槽北面	15.0	0.02	15.35

c. 影響評価

屋内に設置される溢水防護対象設備の建物外からの溢水に対する浸水経路としては表 10-4 に示す経路が挙げられる。なお、制御室建物については直接地表面と接する外壁はなく、屋外タンク等の溢水が直接浸水する経路はない。

また、屋外に設置されている溢水防護対象設備としては以下があるが、これらに対する浸水経路は地表部からの直接伝播となる。

- ・ A、H-非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ
- ・ B-非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ
- ・ 原子炉補機海水ポンプ
- ・ 高圧炉心スプレー補機海水ポンプ

以上の各浸水経路のうち、溢水防護区画への浸水経路①～⑤に対する影響評価の結果は次の通りであり、いずれの経路からも溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路①

溢水防護対象設備を設置する原子炉建物及び廃棄物処理建物については、各扉付近の溢水水位より外壁に設置された扉の設置位置（敷地高さ(EL)15.0m から 0.3m 以上）が高いことから溢水防護区画への浸水はない。タービン建物については、外壁にある扉付近の水位が最大で 0.72m であり、扉の設置位置（タービン建物東側開口部下端高さ 0.4m）を超えるが、開口部下端高さを超える水位の継続時間が短く、流入する溢水は約 5 m³ と少量である。タービン建物の

9 条-別添 1-10-10

うち耐震Sクラスエリア（東）内に流入した場合、耐震Sクラスエリア（東）における地震起因による溢水量（約 2,730m³）に含めても、耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できる空間容積（約 6,598m³）より小さく貯留可能であることから溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路②

溢水伝播挙動評価による建物廻りの水位は最大でも 0.8m 程度である。これに対して、地上 1m 以下の貫通部に対してシリコン等の止水措置を実施していない箇所はないため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路③

2号炉建物に隣接する1号炉原子炉建物、タービン建物及び廃棄物処理建物については敷地高さ(EL8.5m及びEL15.0m)から0.3mの高さまで建物扉や貫通部がないことを確認している。屋外タンク等からの溢水が1号炉タービン建物等に流入した場合でも、その水の量は僅かと考えられるが、保守的な想定として1号炉タービン建物近傍に設置する溢水源となるタンク(純水タンク(A)(B))(約1,200m³)が流入したとしても1号炉タービン建物の貯留可能容積は11,170m³であるため、流入水は当該建物内に収容されることから、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路④

地下ダクト等はEL8.5mの地下部に7箇所、EL15.0mの地下部に4箇所あり、屋外とダクト又はダクトと建物境界部に止水処置を実施するため、本経路から溢水防護区画への浸水はない(詳細評価は補足説明資料9に示す)。

浸水経路⑤

建物間接合部にはエキスパンションジョイント止水板等が設置されているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

一方、屋外に設置されるA、H-非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプについては、当該設備を設置する区画に止水性を有した高さ2mの竜巻防護対策設備を設置すること、また、B-非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプについては、当該設備近傍の浸水深は低く(表10-3 地点11 最大浸水深:0.02m)、扉の設置位置(敷地高さ(EL15.0m)から0.35m)の方が高いことから溢水防護区画への浸水はない。

原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプについては、当該設備を設置する取水槽海水ポンプエリアの天端開口部に高さ2mの防水壁を設置することにより、溢水による影響を防止する。

なお、詳細設計の段階において屋外に設置する溢水防護対象設備についても、

本項に示す溢水伝播挙動評価により得られる各設置位置における浸水深に対して対策を講ずることにより、溢水による影響を防止する。

以上より、地震起因による屋外タンク等からの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

表 10-4 溢水防護区画への浸水経路

NO.	浸水経路
①	建物外壁にある扉
②	建物外壁にある隙間部（配管貫通部）
③	1号建物扉 →1号建物扉と溢水防護対象設備を設置された建物の境界における開口部
④	地下ダクト接続箇所
⑤	建物間の接合部

9条-別添1-10-12

溢水影響のある屋外タンク等の選定について

1. はじめに

溢水防護対象設備が設置されている建物等への溢水影響評価において、溢水影響のある屋外タンク等の選定方法を示す。

2. 屋外タンク等の抽出

島根原子力発電所敷地内において、地上部に設置されており、内部流体が液体である屋外タンク、貯水槽、沈砂池及び調整池等を図面又は現場調査により抽出した。

3. 溢水影響のある屋外タンク等の選定

図面又は現場調査により抽出した屋外タンク等を溢水源の選定フローに基づき溢水源とする屋外タンク等又は溢水源としない屋外タンク等に選定する。溢水源の選定フローを図 1 に、選定結果を表 1 に、配置図を図 2 に示す。

宇中貯水槽及び中和沈殿槽、輪谷貯水槽（西側）沈砂池、輪谷 200 t 貯水槽は敷地を掘り込んだ構造となっており、水面が敷地高さより低いため、溢水源とする屋外タンク等の対象から除外した。また、敷地形状から建物側へ流れないことを確認している屋外タンク等は対象から除外した。

なお、輪谷貯水槽（西側）は基準地震動 S_s による地震力に対し機能維持する密閉式貯水槽を設置するため、スロッシングを含め溢水は生じない。

4. 溢水源としない屋外タンク等の対策

溢水源としない屋外タンク等の対策内容を以下に示す。

(1) 区分 A

基準地震動 S_s による地震力に対し、タンク又は防油堤等のバウンダリ機能を保持させる。

(2) 区分 B

タンクを空運用とすることとし、QMS 文書に反映し管理する。

(3) 区分 C

FRP 又は樹脂系塗装等で塗装された保有水量全量を保持できる堰の設置等の流出防止対策を実施する。

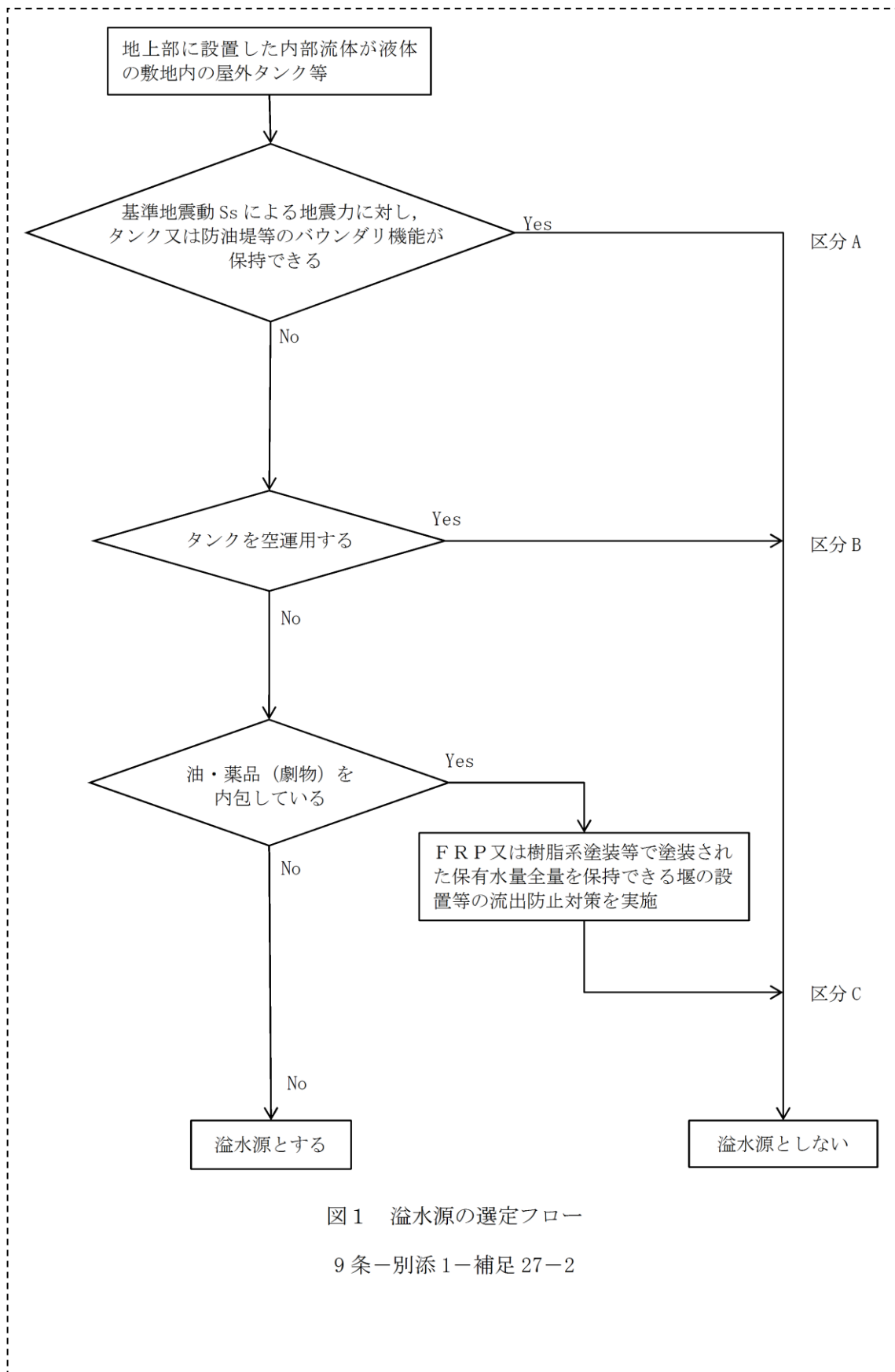


図1 溢水源の選定フロー

9条-別添1-補足27-2

表1 溢水影響のある屋外タンク等の選定結果 (1/2)

No.	名称	内容物	保有水量 [m ³]	選定結果*1	配置図 No	区分
1	タービン油計量タンク	油	47	×	n-3	C
2	No. 3 重油タンク	油	900	×	n-4	A-1
3	No. 2 重油タンク	油	900	×	n-4	A-1
4	No. 1 重油タンク	油	900	×	n-4	A-1
5	地上式淡水タンク(A)	水	560	×	n-7	B
6	地上式淡水タンク(B)	水	560	×	n-7	B
7	電解液受槽 (1号)	薬品 (非劇物)	22	○	5	—
8	電解液受槽 (2号)	薬品 (非劇物)	10	○	n-8	—
9	鉄イオン溶解タンク (2号)	薬品 (非劇物)	19	○	n-9	—
10	硫酸貯蔵タンク	薬品 (劇物)	6	×	n-10-1	C
11	苛性ソーダ貯蔵タンク	薬品 (劇物)	30	×	n-10-1	B
12	1号機主変圧器	油	0	×	n-11	B
13	1号機所内変圧器	油	0	×	n-11	B
14	2号機主変圧器	油	77	×	n-12	C
15	2号機所内変圧器(A)	油	10	×	n-12	C
16	2号機所内変圧器(B)	油	10	×	n-12	C
17	2号機起動変圧器	油	24	×	n-12	C
18	海水電解装置脱気槽	薬品 (非劇物)	12	○	n-13	—
19	補助ボイラー排水処理装置 pH調整用 酸貯槽	薬品 (劇物)	1	×	n-14-1	C
20	補助ボイラー排水処理装置 pH調整用 7#貯槽	薬品 (劇物)	1	×	n-14-1	C
21	補助ボイラー排水処理装置 排水 pH中和槽	水	3	○	n-14	—
22	補助ボイラー補機冷却水薬液注入貯槽	薬品 (非劇物)	1	○	n-14	—
23	重油タンク用洩原液差圧調合槽	薬品 (非劇物)	2	○	n-15	—
24	3号機主変圧器	油	141	×	n-16	C
25	3号機所内変圧器	油	21	×	n-16	C
26	3号機補助変圧器	油	37	×	n-16	C
27	空気分離器	油	2	×	n-17	C
28	500kVケーブル給油装置	油	1	×	n-16	C
29	補助ボイラーサービスタンク	油	2	×	n-14-1	C
30	1号処理水受入タンク	水 (放射性)	2,000	×	n-3	B
31	3号復水貯蔵タンク	水	2,000	×	n-74	A-2
32	3号補助復水貯蔵タンク	水	2,000	×	n-74	A-2
33	代替注水槽	水	2,500	×	n-20	B
34	3号補助消火水槽 (A)	水	200	×	n-75	B
35	3号補助消火水槽 (B)	水	200	×	n-75	B
36	3号ろ過水タンク (A)	水	1,000	○	1	—
37	3号純水タンク (A)	水	1,000	○	2	—
38	消火用水タンク (A)	水	1,200	○	3	—
39	消火用水タンク (B)	水	1,200	○	3	—
40	宇中受水槽	水	24	○	46	—
41	変圧器消火水槽	水	306	○	4	—
42	管理事務所1号館東側調整池	水	1,520	○	9	—
43	3号所内ボイラーサービスタンク	油	2	×	n-24-2	C
44	4号所内ボイラーサービスタンク	油	2	×	n-24-3	C
45	苛性ソーダ貯蔵タンク	薬品 (劇物)	26	×	n-27	C
46	排水中和用塩酸タンク	薬品 (劇物)	1	×	n-27	C
47	排水中和用苛性ソーダタンク	薬品 (劇物)	1	×	n-27	C
48	塩酸貯槽	薬品 (劇物)	3	×	n-28-3	C
49	予備変圧器	油	10	×	n-31	C
50	1号機起動変圧器	油	48	×	n-32	C
51	硫酸貯蔵タンク	薬品 (劇物)	10	×	n-27	C
52	1号復水貯蔵タンク	水 (放射性)	500	×	n-33	A-2
53	1号補助サージタンク	水 (放射性)	500	×	n-34	B
54	純水タンク (A)	水	600	○	10	—
55	純水タンク (B)	水	600	○	10	—
56	2号復水貯蔵タンク	水 (放射性)	2,000	×	n-35	A-2
57	2号補助復水貯蔵タンク	水 (放射性)	2,000	×	n-36	A-2
58	2号トールラス水受入タンク	水 (放射性)	2,000	×	n-37	A-2
59	A-真空脱気塔	水	2	○	n-38	—
60	B-真空脱気塔	水	2	○	n-38-1	—
61	冷却水回収槽	水	2	○	n-38-2	—
62	C-真空脱気塔	水	3	○	n-28	—
63	D-真空脱気塔	水	3	○	n-28-1	—

9条-別添1-補足27-3

表1 溢水影響のある屋外タンク等の選定結果 (2/2)

No.	名称	内容物	保有水量 [m ³]	選定結果※1	配置図 No	区分
64	C/D用冷却水回収槽	水	2	○	n-28-2	—
65	2号ろ過水タンク	水	3,000	○	11	—
66	1号除だく槽	水	87	○	12	—
67	1号ろ過器	水	62	○	13	—
68	2号除だく槽	水	102	○	14	—
69	2号ろ過器	水	36	○	15	—
70	2号濃縮槽	水	30	○	16	—
71	1号除だく槽排水槽	水	7	○	n-41	—
72	22m盤受水槽	水	30	○	37	—
73	1号ろ過水タンク	水	3,000	○	17	—
74	ガスタービン発電機用軽油タンク	油	560	×	n-43-1	A-1
75	泡消火薬剤貯蔵槽 (ガスタービン発電機用軽油タンク)	薬品 (非劇物)	1	○	n-43	—
76	0Fケーブルタンク	油	3	×	n-47	C
77	輪谷貯水槽 (東側)	水	1,864※2	○	19	—
78	輪谷貯水槽 (西側)	水	10,000	×	n-55	A-2
79	輪谷貯水槽 (東側) 沈砂池	水	260	○	20	—
80	砂子水洗タンク	水	146	○	22	—
81	原水80 t 水槽	水	80	○	24	—
82	雑用水タンク	水	33	○	26	—
83	宇中系統中継水槽 (西山水槽)	水	30	○	25	—
84	59m盤トイレ用水貯槽	水	32	○	44	—
85	500kVケーブル給油装置	油	1	×	n-48	C
86	非常用ろ過水タンク	水	2,500	×	n-49	A-2
87	74m盤受水槽 (2槽)	水	60	○	27	—
88	山林用防火水槽 (スカイライン)	水	50	○	n-52	—
89	山林用防火水槽 (スカイライン)	水	50	○	n-52	—
90	A-SB廻り消火設備タンク	水	46	○	18	—
91	B-SB廻り消火設備タンク	水	46	○	18	—
92	A-50m盤廻り消火設備タンク	水	155	○	28	—
93	B-50m盤廻り消火設備タンク	水	155	○	28	—
94	3号仮設海水淡水化装置 (海水受水槽)	水	25	○	29	—
96	3号仮設海水淡水化装置 (RO処理水槽)	水	15	○	n-76	—
97	3号仮設海水淡水化装置 (仮設純水槽)	水	5	○	n-77	—
97	ガスタービン発電機用軽油タンク用消火タンク	水	49	○	23	—
98	仮設合併処理槽	水	31	○	34	—
99	管理事務所4号館用消火タンク	水	21	○	36	—
100	仮設水槽-1 (2号西側法面付近)	水	20	○	39	—
101	仮設水槽-2 (2号西側法面付近)	水	20	○	40	—
103	仮設水槽-3 (2号西側法面付近)	水	20	○	45	—
103	純水装置廃液処理設備	水	42	○	31	—
104	3号純水タンク(B)	水	1,000	○	32	—
105	3号ろ過水タンク(B)	水	1,000	○	33	—
106	A-44m盤廻り消火設備タンク(南側)	水	155	○	30	—
107	B-44m盤廻り消火設備タンク(南側)	水	155	○	30	—
108	A-44m盤廻り消火設備タンク(北側)	水	155	○	38	—
109	B-44m盤廻り消火設備タンク(北側)	水	155	○	38	—
110	宇中合併浄化槽 (1)	水	63	○	42	—
111	宇中合併浄化槽 (2)	水	126	○	43	—
112	ブロータンク	水	1	○	n-14	—
113	排水放流槽	水	1	○	n-14	—
114	訓練用模擬水槽	水	4	○	n-58	—
115	1号海水電解装置電解槽(循環7台 8槽)	薬品 (非劇物)	2	○	n-8	—
116	2号海水電解装置電解槽(非循環7台 12槽)	薬品 (非劇物)	2	○	n-8	—
117	仮設水槽(2号西側法面付近)	水	2	○	n-59	—
118	25MVA緊急用変圧器	油	15	×	n-60	A-1
119	補助ボイラーブロータンク	水	1	○	n-24	—
120	補助ボイラー冷却水冷却塔	水	1	○	n-24-1	—
121	濁水処理装置	水	10	○	n-71	—
122	防火水槽	水	20	○	n-74	—
123	防火水槽	水	20	○	n-73	—
124	トイレ用ろ過水貯槽	水	8	○	n-41	—

※1: 溢水源とする屋外タンク等を「○」、溢水源としない屋外タンク等を「×」とする。

※2: 基準地震動Ssによる地震力に対し耐震性を有しているため、スロッシング量を保有水量とした。
保有水量は、スロッシング解析値 (1,694m³) と実験値の差を踏まえ1.1倍し、切上げた値。

区分A: 基準地震動Ssによる地震力に対し、タンクまたは防油堤等のバウンダリ機能が保持できる。

A-1: SA対応において基準地震動Ssによる地震力に対し、耐震性を確保するもの。

A-2: 溢水影響評価において基準地震動Ssによる地震力に対し、耐震性を確保するもの。

区分B: タンクを空運用する。

区分C: FRP又は樹脂系塗装等で塗装された保有水量全量を保持できる堰を設置し、配管破断等により堰外への流出防止対策を実施する。

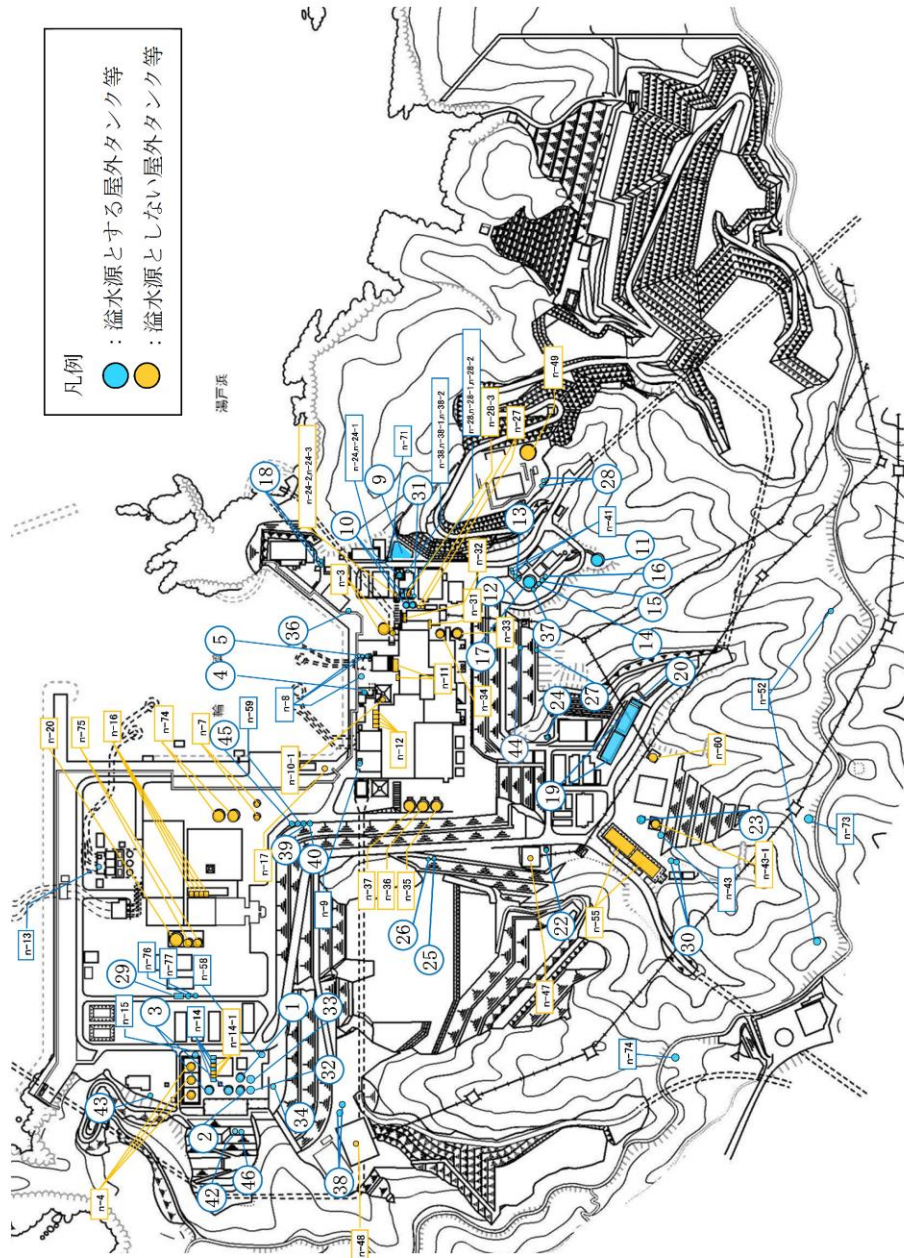


図2 発電所敷地内に地上設置されている屋外タンク等の配置図

9条-別添1-補足27-5

7. 建物外周地下部における地下水位の上昇（事象 f.）

10.2 地下水の溢水による影響

島根原子力発電所2号炉では、溢水防護区画を構成する原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の周辺地下部に、図10-6に示すように地下水位低下設備を設置することとしており、同設備により各建物周辺に流入する地下水の排出を行う。

10.2.1 各建物の地下水位低下設備の設置について

原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の周辺地下部に、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することによって、地震時及び地震後においても地下水を地上の雨水排水系統へ排水することが可能である。また、地下水位低下設備の電源は、非常用電源系統より供給することから、外部電源喪失時にも排水が可能となっており、水位が上昇し続けることはない（「島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止 別紙-17 地下水位低下設備について」参照）。

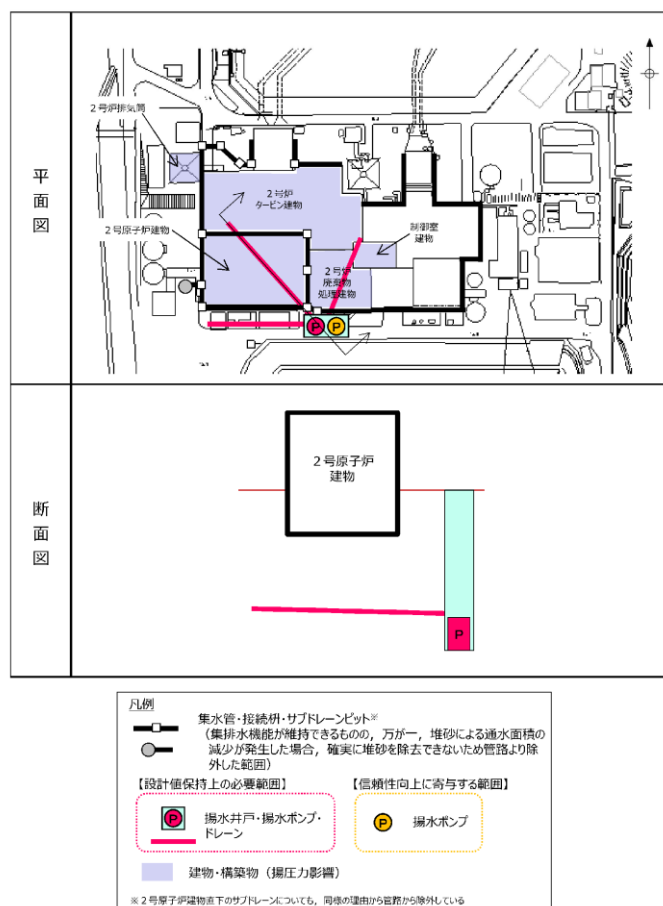


図10-6 地下水位低下設備の構成例

9条-別添1-10-20

10.2.2 影響評価

地下水の溢水防護区画への浸水経路としては地下部における配管等の貫通部の隙間部及び建物間の接合部が考えられるが、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することから、建物まで地下水位が上昇することはない。地下水が溢水防護区画内に浸水することはない。

なお、地下水位をタービン建物の地表面（EL8.5m）と想定し、溢水防護区画への浸水対策として、地下部における配管貫通部等の隙間部には止水措置を行っており、また建物間の接合部にはエキスパンションジョイント止水板を設置している。

以上より、地下水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

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

1. はじめに

浸水防護重点化範囲については，浸水を防止するため浸水防止設備を設置している。

浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア），取水槽海水ポンプエリア，取水槽循環水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備については，内郭防護として整理する。

2. 浸水対策の位置

(1) タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）

タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に対する浸水対策については，タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）との境界における浸水対策及びタービン建物（復水器を設置するエリア）と海域との境界における対策があることから，以下にそれぞれの内容について示す。

a. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）との境界における浸水対策

浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）への浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図 1，表 1）。

⑧は床面に設置

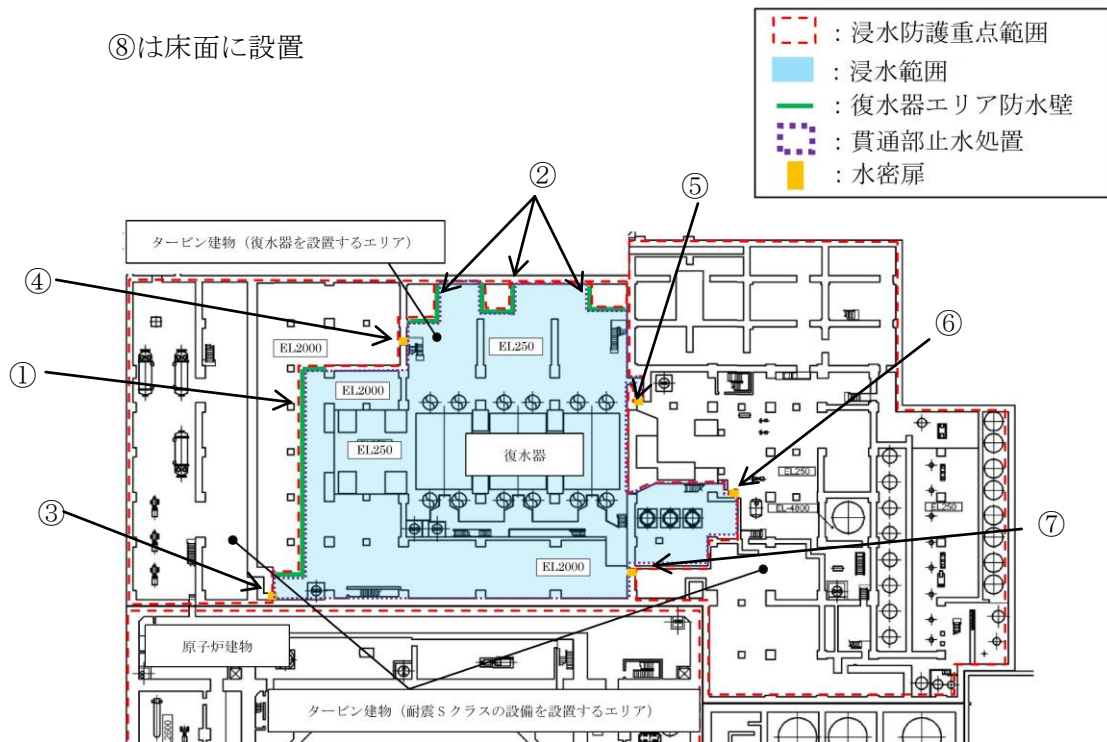


図1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の浸水対策の概要（タービン建物（復水器を設置するエリア）との境界）

表1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の浸水対策設備リスト（タービン建物（復水器を設置するエリア）との境界）

番号	設置高さ	名称	種類	寸法	
				縦	横
①	EL2.0m	復水器エリア防水壁	防水壁	設計中	
②	EL0.25m		防水壁		
③	EL2.0m	復水器エリア水密扉	水密扉		
④	EL2.0m		水密扉		
⑤	EL2.0m		水密扉		
⑥	EL2.0m		水密扉		
⑦	EL2.0m		水密扉		
⑧	EL2.0m		床ドレン逆止弁		

b. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）と海域との境界における浸水対策

浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）への浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図 2，表 2）。

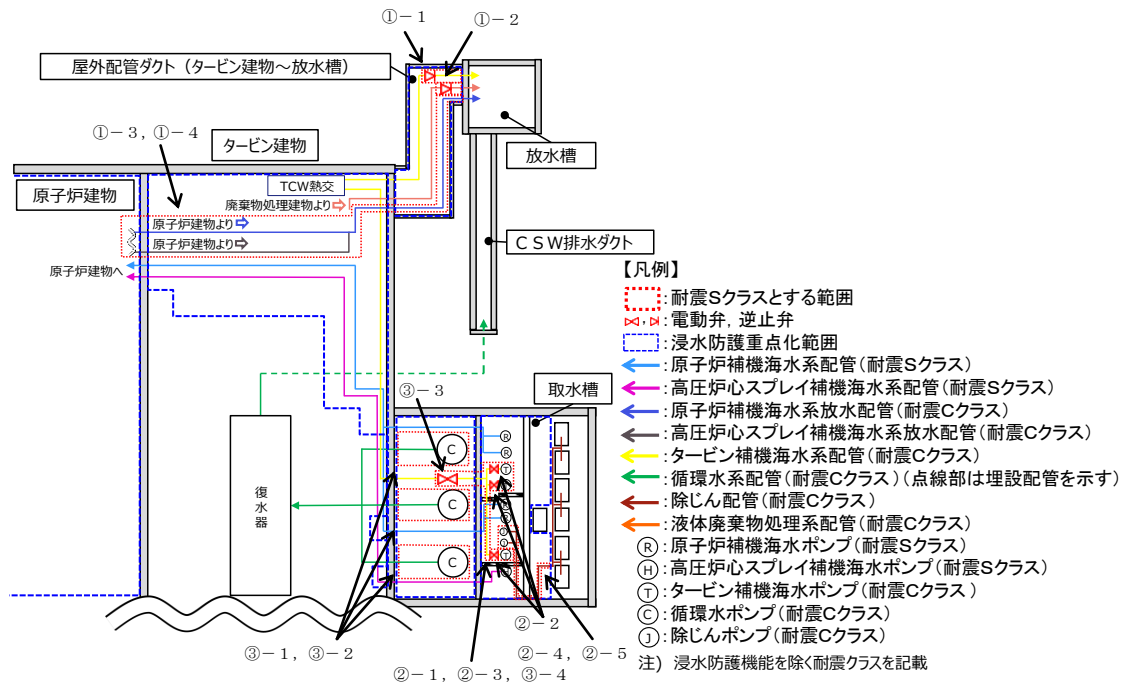


図 2 浸水対策の概要

表 2 タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）の浸水対策設備リスト（海域との境界）

番号	設置高さ※	名称	種類	寸法	
				縦	横
①-1	EL4. 7m (屋外配管ダクト)	タービン補機海水系配管 逆止弁	逆止弁	φ 750	
①-2	EL2. 7m (屋外配管ダクト)	液体廃棄物処理系配管 逆止弁	逆止弁	φ 80	
①-3	—	原子炉補機海水系配管	配管	—	
①-4	—	高圧炉心スプレィ補機 海水系配管	配管	—	

※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「—」を記載する。

(2) 取水槽海水ポンプエリア

浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図2，表3）。

表3 取水槽海水ポンプエリアの浸水対策設備リスト

番号	設置高さ※	名称	種類	寸法	
				縦	横
②-1	EL1.1m	タービン補機海水ポンプ	ポンプ	-	
②-2	EL4.1m	タービン補機海水ポンプ 出口弁	電動弁	φ550	
②-3	-	タービン補機海水系配管	配管	-	
②-4	EL4.0m	除じんポンプ	ポンプ	-	
②-5	-	除じん系配管	配管	-	

※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

(3) 取水槽循環水ポンプエリア

浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図2，表4）。

表4 取水槽海水ポンプエリアの浸水対策設備リスト

番号	設置高さ※	名称	種類	寸法	
				縦	横
③-1	EL1.1m	循環水ポンプ	ポンプ	-	
③-2	-	循環水系配管	配管	-	
③-3	EL4.0m	タービン補機海水系配管 第二出口弁	電動弁	φ750	
③-4	-	タービン補機海水系配管	配管	-	

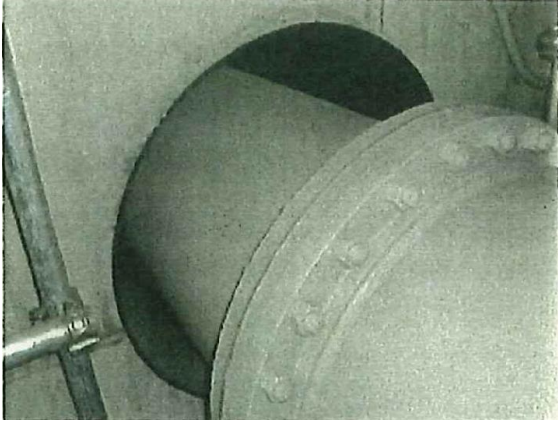
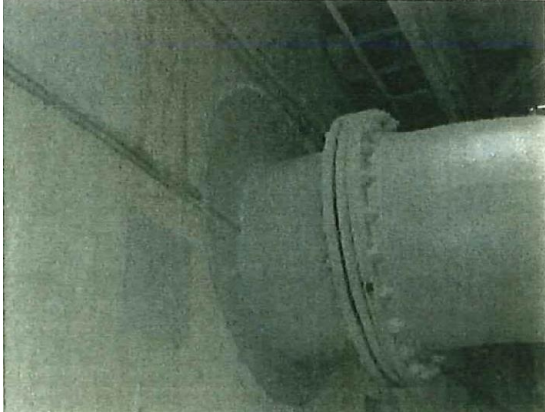
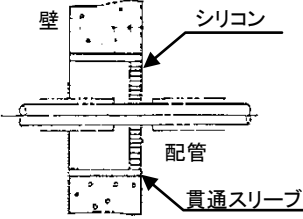
※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

3. 貫通部止水処置の施工例

浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策として実施する貫通部止水処置の施工例を以下に示す。

施工例①

シリコンシール

施工前	
施工後	
施工状況	
	

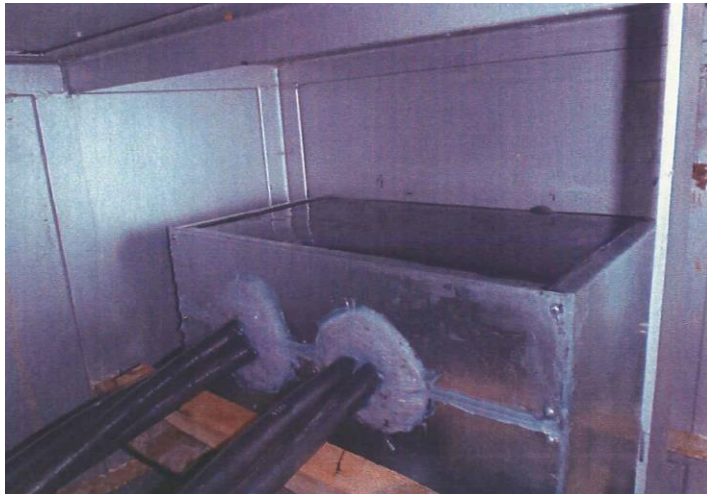
施工例②

シリコンシール

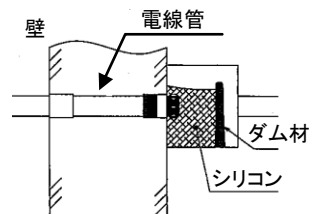
施工前



施工後



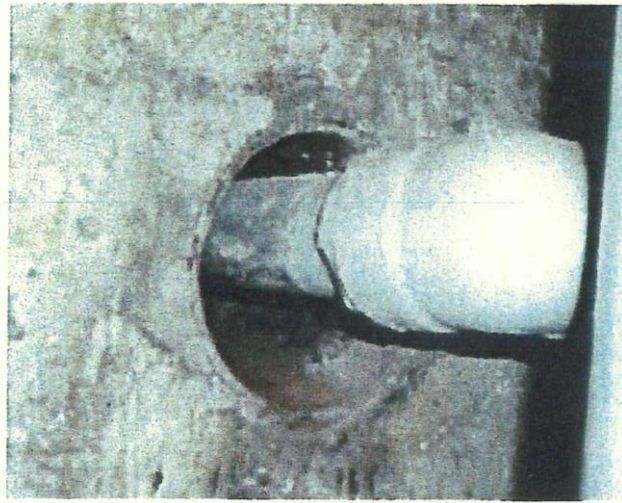
施工状況



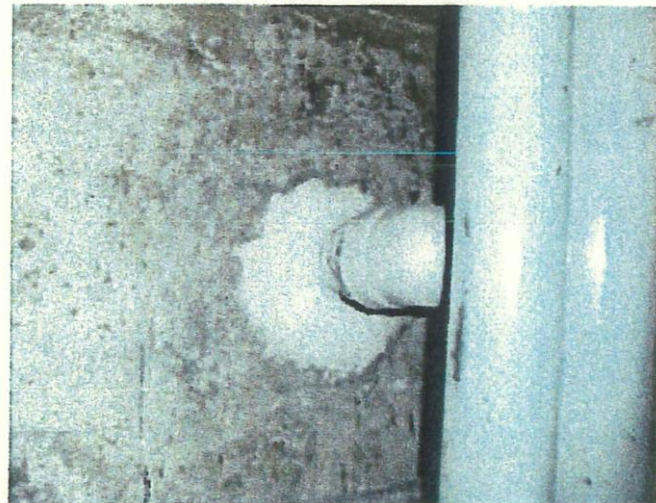
施工例③

モルタル

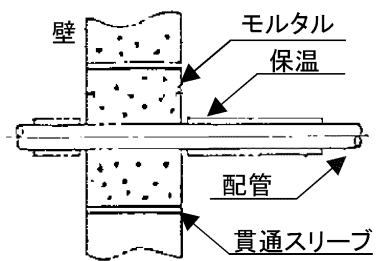
施工前



施工後



施工状況



海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

1. はじめに

海水ポンプは、取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水とともにポンプ軸受に混入したとしても、図1に示すとおり、軸受に設けられた異物排出溝(溝深さ約3.5mm)から連続排出される構造となっているため、取水機能は維持できる設計となっている。これまでの運転実績においても、浮遊砂混入による軸受損傷は発生していないが、ここでは、発電所周辺の細かな砂(粒径0.3mm程度)が軸受に混入した場合の軸受の耐性について評価する。

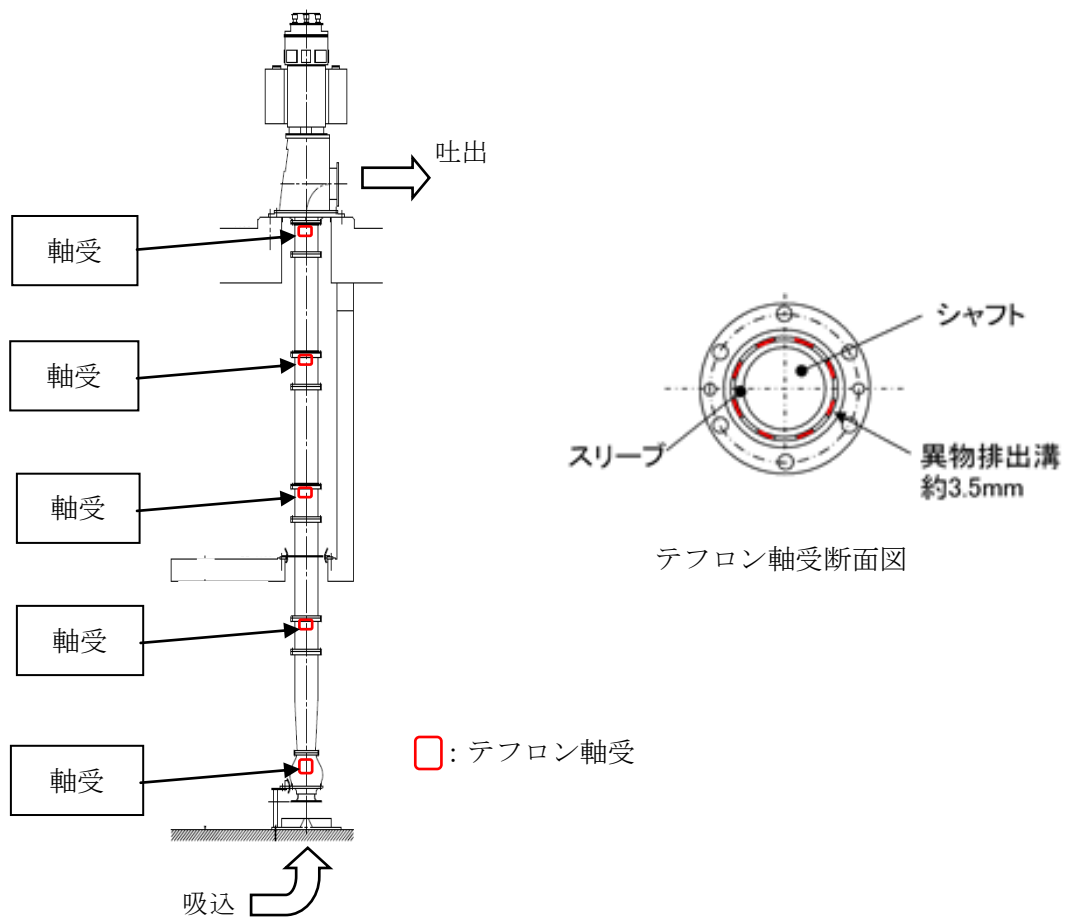


図1 海水ポンプ軸受構造図

2. 軸受摩耗試験

(1) 試験方法

試験ピット内に粒径 0.3mm 程度の砂を入れ、実機海水ポンプを用い軸受の摩耗量を測定した。試験における砂濃度は、島根 2 号炉の取水槽位置における砂濃度を包絡し、また、濃度の違いによる摩耗の傾向を把握するため 2 点設定した。試験条件を表 1 に、海水ポンプ軸受摩耗試験装置の概要を図 2 に示す。

表 1 試験条件

項目	試験条件		備考
砂濃度	1 回目	0.016wt%	島根 2 号炉取水槽位置における砂濃度を包絡し、傾向把握のため 2 点設定。
	2 回目	0.100wt%	
吐出量	2040m ³ /h		ポンプの定格流量。
砂仕様	宇部珪砂 (6 号)		発電所周辺の細かな砂 (粒径 0.3mm 程度) が多く含まれる砂を採用。
試験時間	1 回目	2 時間	試験時間 : 2 時間 2 分 (122 分)
	2 回目	2 時間	試験時間 : 2 時間 22 分 (142 分)

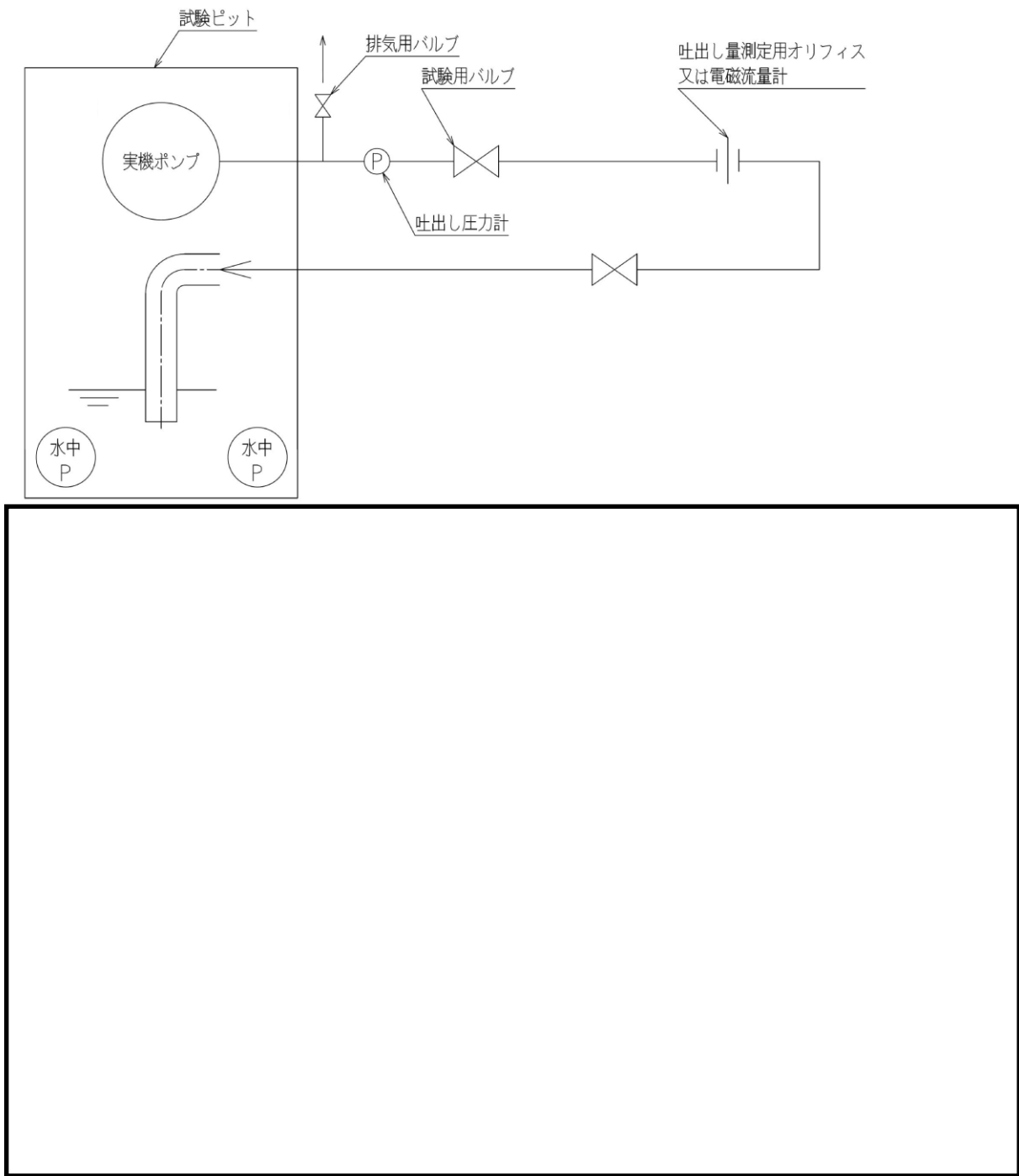


図2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置概要

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(2) 試験結果

砂濃度 0.016wt%及び 0.1wt%における実機海水ポンプの軸受摩耗結果から 1 時間あたりの摩耗量を算出した。試験結果より確認された軸受の 1 時間あたりの摩耗量を表 2 に、濃度と摩耗量の関係を図 3 に示す。

表 2 試験における軸受の摩耗量

--

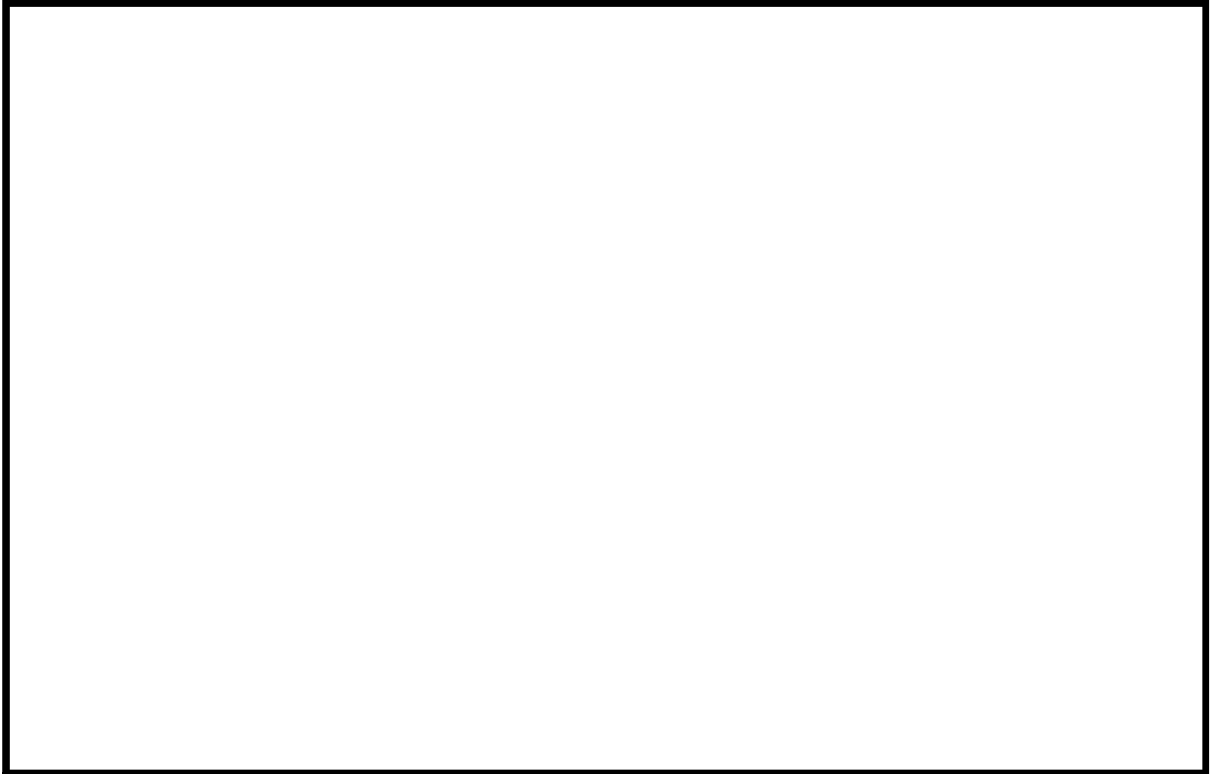


図 3 試験における濃度(wt%)と摩耗量(mm)の関係

3. 砂濃度評価

島根 2 号炉の取水槽位置の砂濃度は表 3 に示す条件にて解析を実施し算出している。取水槽位置での砂濃度は図 4 に示すとおりであり、取水槽で砂濃度の変化が見られる 12000 秒から砂濃度が下降傾向を示す 19800 秒間の平均砂濃度 0.25×10^{-3} wt% を評価に用いることとする。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表3 基準津波による砂移動の解析条件

波源	鳥取県（2012）が日本海東縁部に想定した地震による津波		
砂移動モデル	高橋ほか（1999）の手法による検討結果		
算出点	取水槽位置	浮遊砂体積濃度上限値	1%

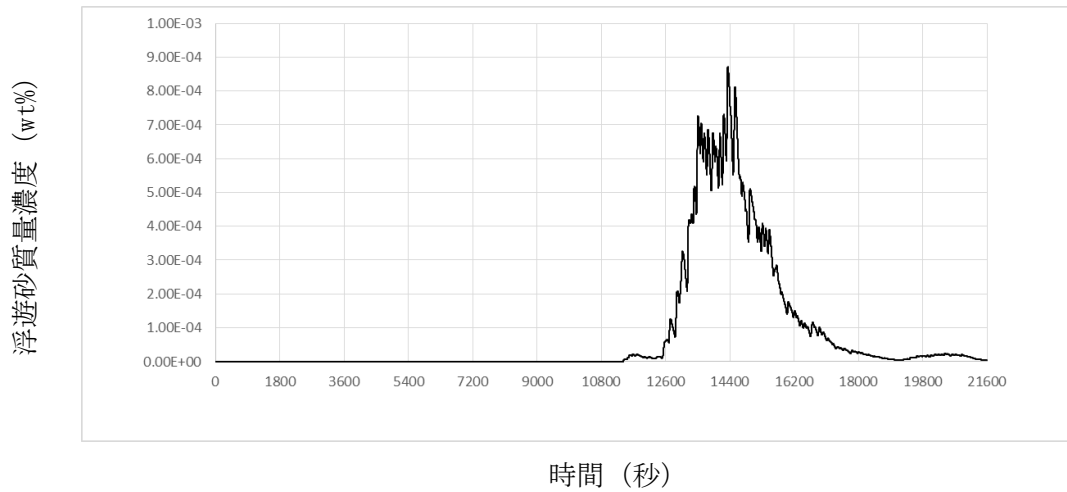


図4 基準津波1（防波堤有り, 循環水ポンプ停止）による砂濃度の評価結果

4. 軸受耐性評価結果

(1) 軸受評価方法

軸受評価の方法については、砂濃度 0.016wt%及び0.1wt%の試験で求められた濃度と摩耗量の関係から、砂濃度が低いときに摩耗量は低くなる傾向にある。島根2号炉の取水槽位置の砂濃度は、 0.25×10^{-3} wt%であるため、砂濃度0.016wt%の試験で確認された摩耗量より低くなると考えられるが、ここでは保守的に、試験結果から得られた0.016wt%の砂濃度における摩耗量 を用いることとする。評価に用いる摩耗量を図5に示す。



図5 評価に用いる摩耗量

(2) 軸受評価結果

隙間管理値に達するまでの許容寸法 に対し、1時間あたりの摩耗量を とすると、運転可能時間は約82時間と評価される。

5. まとめ

津波襲来による浮遊砂濃度が上昇する時間は長くても3時間程度であり、津波襲来時に海水ポンプ軸受部に浮遊砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題はない。

燃料等輸送船の係留索の耐力について

1. 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留することとなる。そのため、ここでは、係留索の耐力について評価を実施する。また、耐津波設計における係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について別紙に示す。

係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。

本書では、輸送船が備えている係留索の係留力、及び津波による流圧力を石油会社国際海事評議会 OCIMF (Oil Companies International Maritime Forum) 刊行 “Mooring Equipment Guidelines” の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。なお、同書は船舶の係留方法・係留設備に関わる要求事項を規定するものであり、流圧力の評価については大型タンカーを主たる適用対象とするものであるが、輸送船は大型タンカーと同じ 1 軸船であり、水線下の形状が類似しているため、同評価を輸送船に適用することは可能と考える。

なお、荷揚場については、岩着構造であり、基準地震動 S_s に対して損傷することはなく、本係留索の耐力評価に影響を及ぼさない（添付資料 38 参照）。

2. 評価

(1) 輸送船、係留索、係船柱及び係船環の仕様

輸送船、係留索、係船柱及び係船環の仕様を表 1 に、輸送船の配置例及び係船柱、係船環の位置を図 1 に示す。

表1 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様

項目		仕様
輸送船	総トン数	約 5,000 トン
	載貨重量トン	約 3,000t
	喫水	約 5m
	全長	100.0m (垂線間長 : 94.4m)
	型幅	16.5m
	形状	(図1参照)
係留索	直径	60mm (ノミナル値)
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf
	係船機ブレーキ力	$28.5\text{tonf} \times 0.7 \approx 20.0\text{tonf}$
係船柱 及び 係船環	形状	(図1参照)
	ビット数, 位置	(図1参照)
	係留状態	(図1参照)
	強度	25t

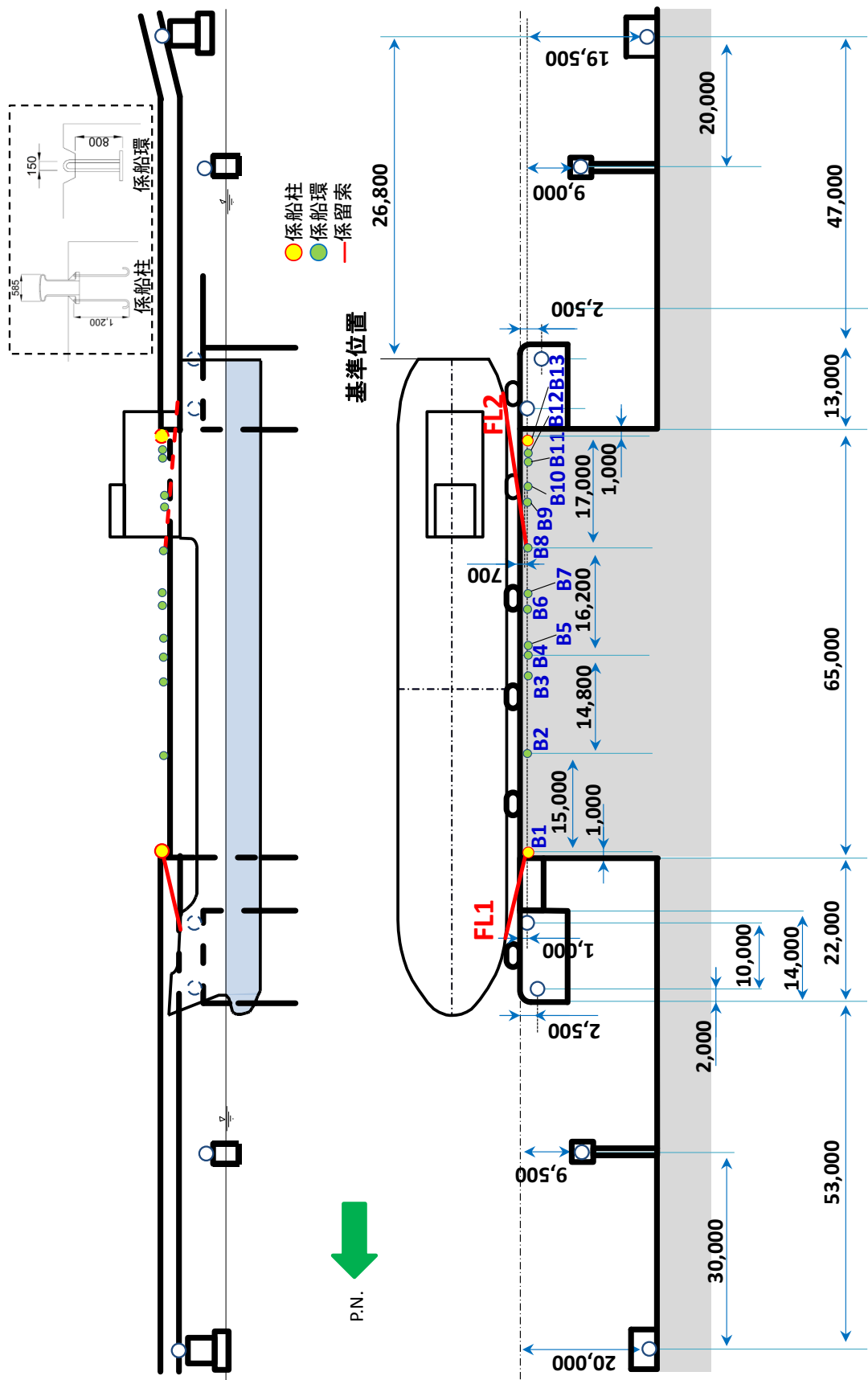
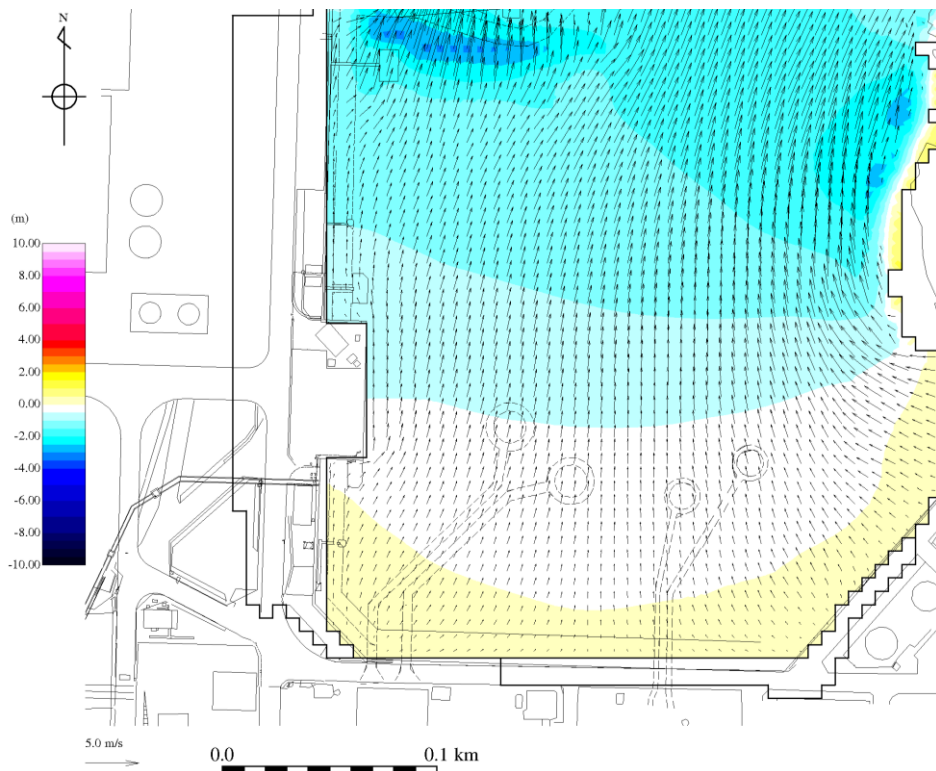


図1 輸送船，係留索，係船柱及び係船環の配置

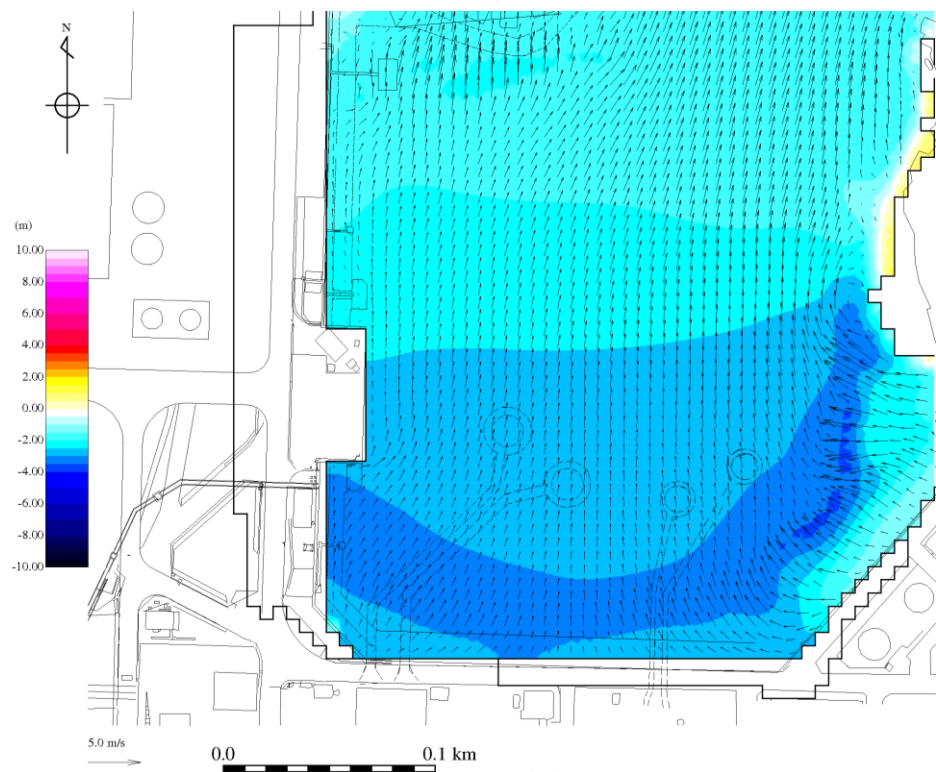
(2) 津波条件（流向，水位，流速）

襲来までに時間的余裕がなく，輸送船を離岸できない海域活断層から想定される地震による津波を評価条件とする。

海域活断層から想定される地震による津波による荷揚場近傍の流向は，図2に例示するとおり，荷揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し，輸送船は荷揚場と平行して接岸されることから，評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。

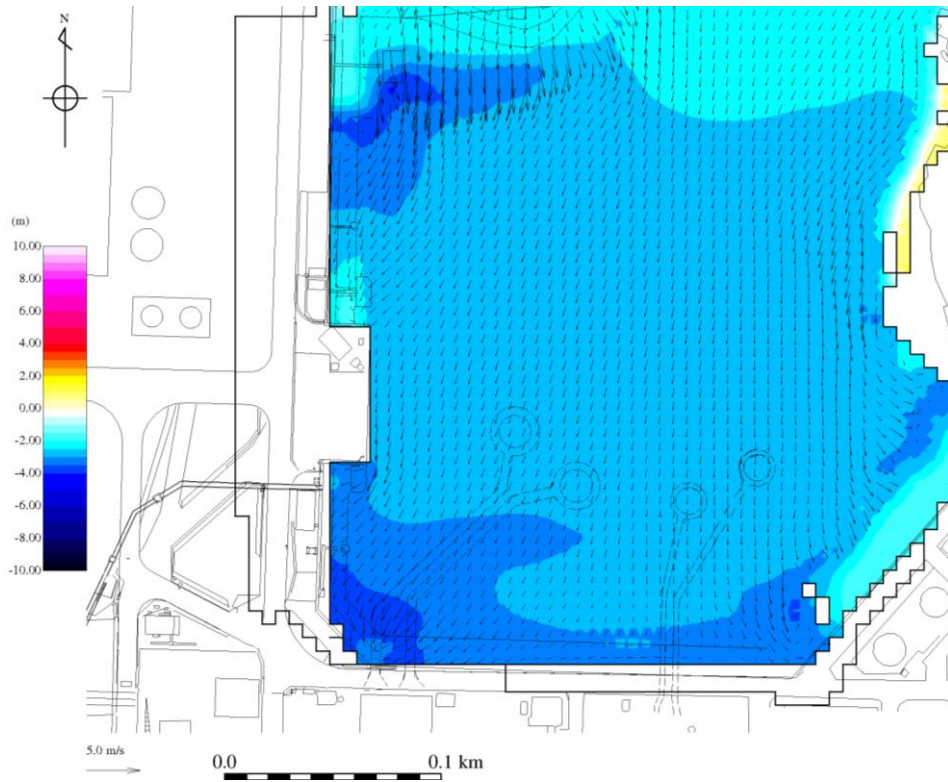


(地震発生後 5 分 50 秒後)



(地震発生後 6 分 10 秒後)

図 2 - 1 基準津波 4 の流向



(地震発生後 6 分 50 秒後)

図 2 - 2 基準津波 4 の流向

一方、海域活断層から想定される地震による津波の荷揚場位置における水位及び接線方向成分の流速は、図3-1のとおりとなる。

図3-1に示すとおり、地震発生後、押し波が5分程度継続した後、引き波に転じ約6分で第一波の最低点に達し、流速は第1波の最低点と同時刻に最大の2.3m/sに達する。

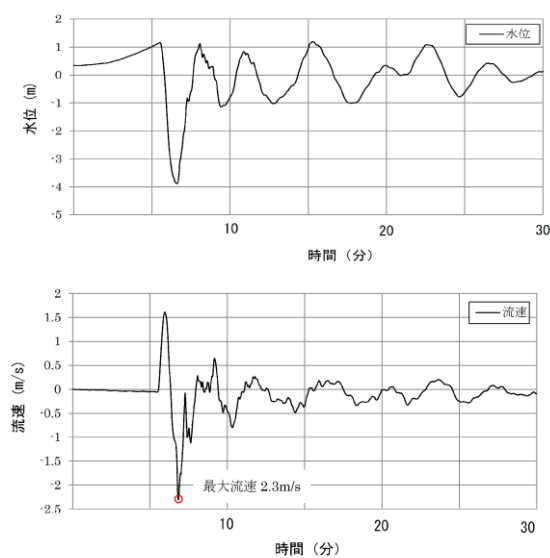


図3-1 基準津波4の流速（荷揚場近傍）

なお、図3-1に示した津波の流速は、防波堤の損傷を想定した場合における流速であり、防波堤の損傷を想定しない場合（防波堤健全の条件）でも、接線方向成分の流速は、図3-2に示すとおり、流速条件は防波堤損傷状態における流速と同程度である。

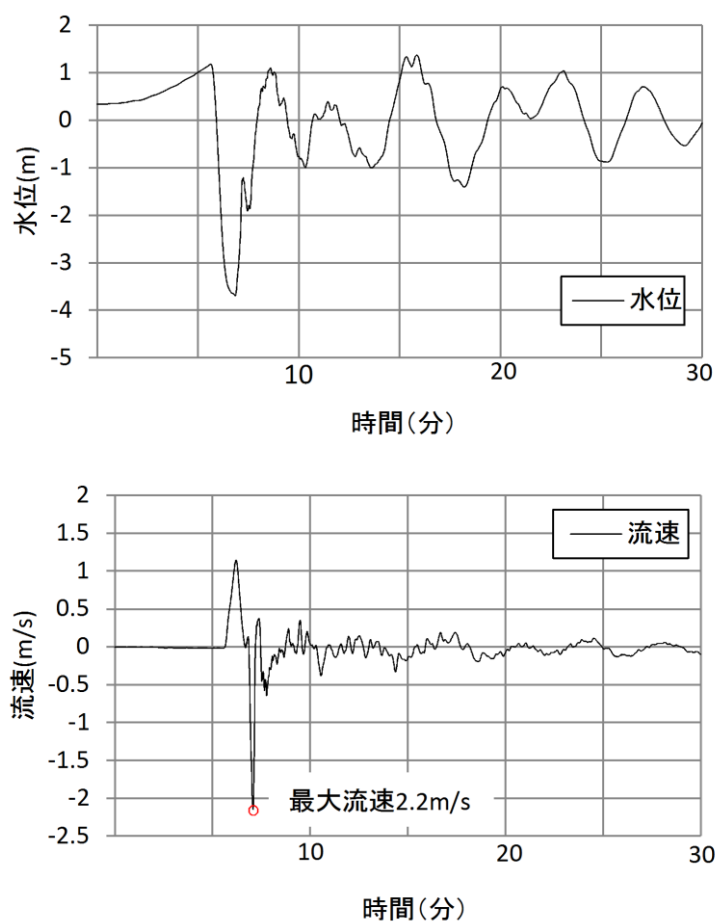


図3-2 防波堤健全時における基準津波4の流速（荷揚場近傍）

(3)係留力

係留力の計算方法を表2に、計算結果を表3、図4、5に示す。

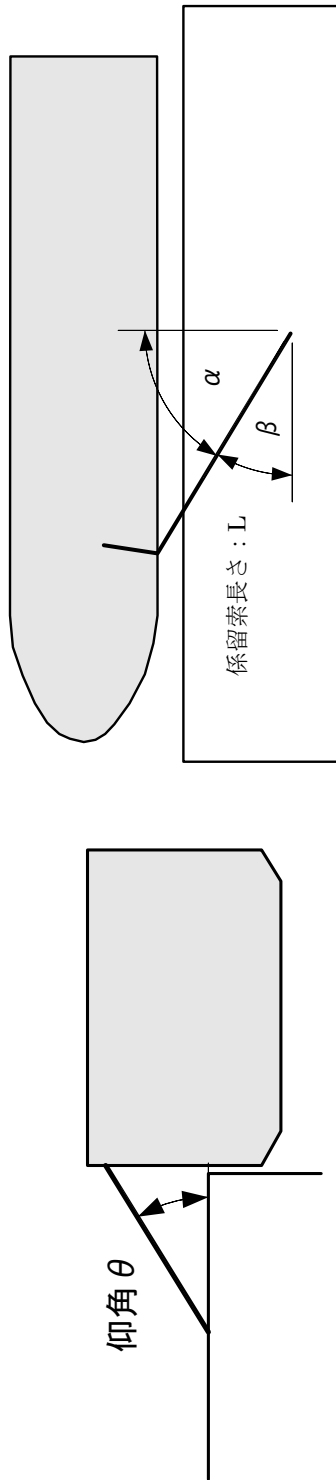
表2 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R_x : 前後係留力[tonf] (前方は添字 f, 後報は添字 a) T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力[tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角[deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 (岸壁平行線となす角度) [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力)</p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

表3 係留力 (図1) の計算結果

フェア リーダー	索種類	係船柱	係留索長さ[m]		係留角		索張力T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance[tonf]		
			船外		θ	β			Bitt Load	合計	係船柱 強度
FL1	Line1	B1	13.1		4.8	-14.5	20.0	19.3	20.0	20.0	25.0
FL2	Line2	B8	21.6		2.4	8.9	20.0	19.7	20.0	20.0	25.0



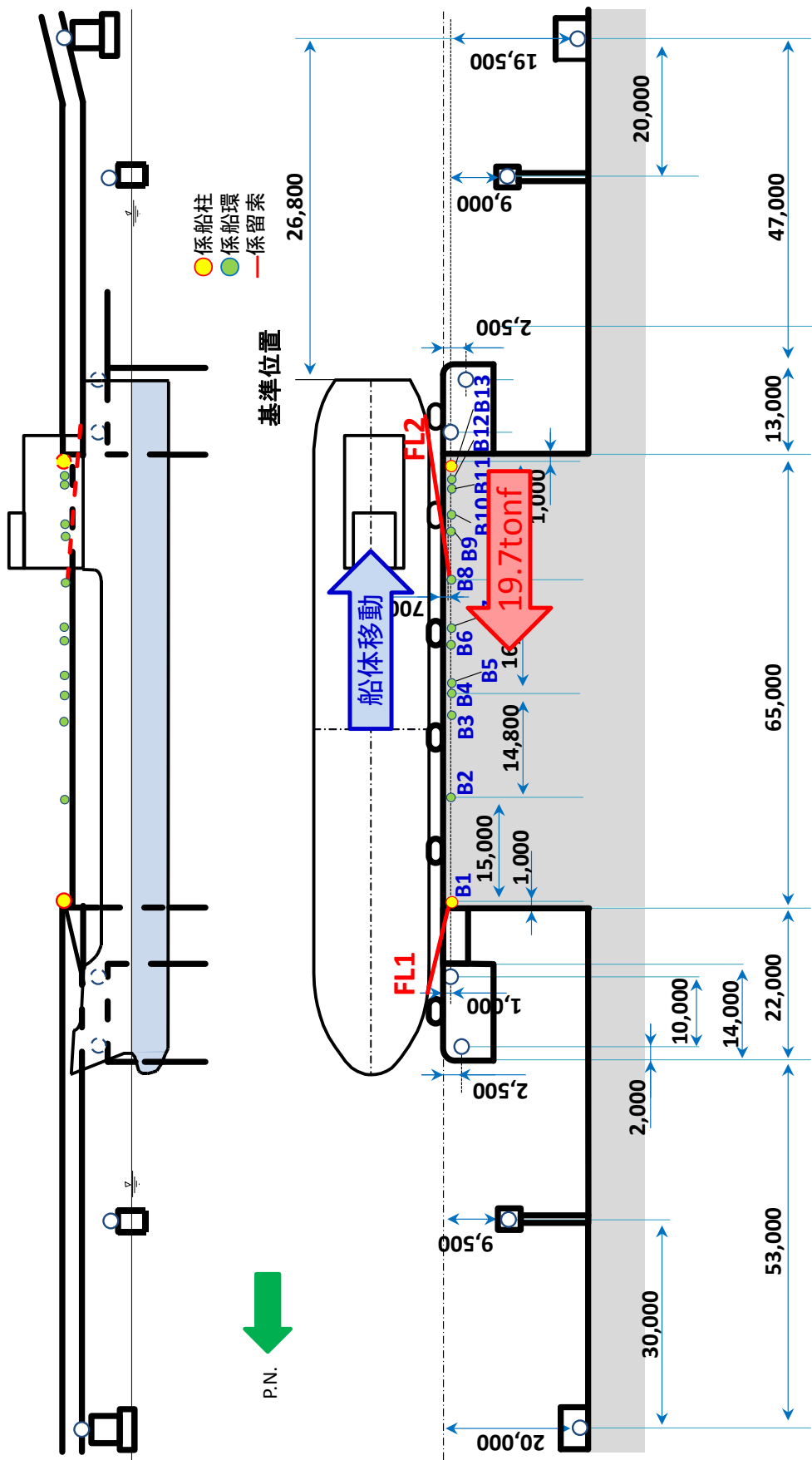


図4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

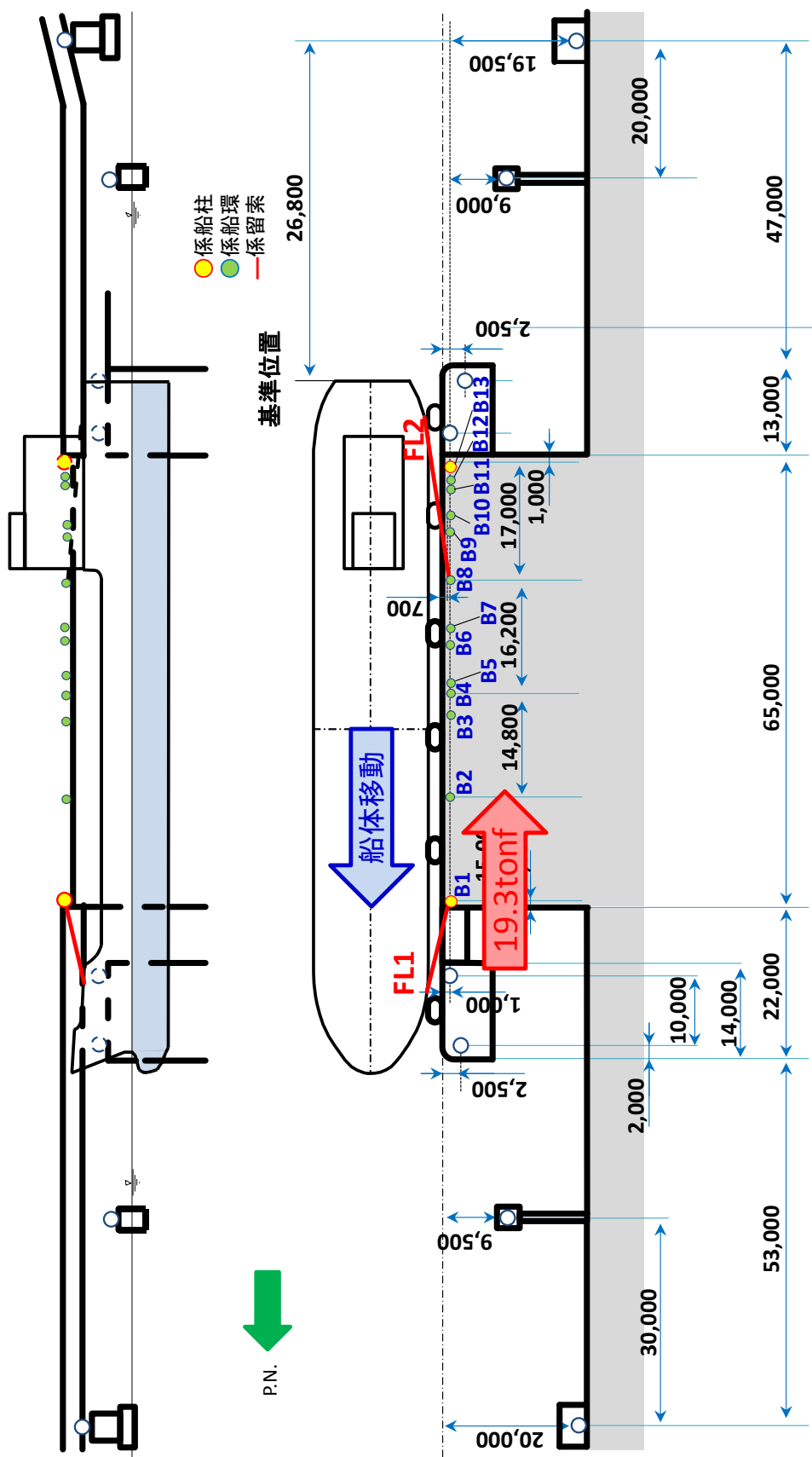


図5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

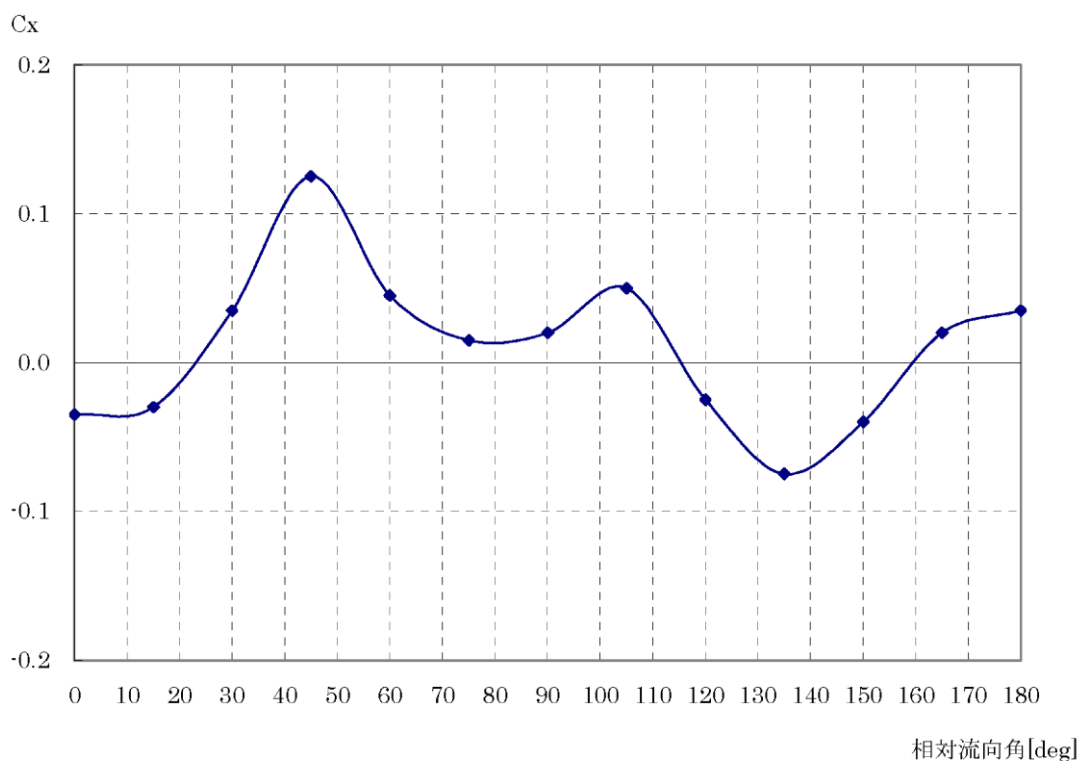
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を表4に示す。計算結果について、前項で求めた係留力との比較結果を図6に示す。

表4 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p>F_{xc} : 縦方向流圧力[kgf]</p> <p>C_{xc} : 縦方向流圧力計数</p> <p>V_c : 流速[m/s]</p> <p>L_{pp} : 垂線間直[m]</p> <p>d : 喫水[m]</p> <p>ρ_c : 水密度[kg・sec²/m⁴] (=104.5 sec²/m⁴)</p>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)



(出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数[Cx]

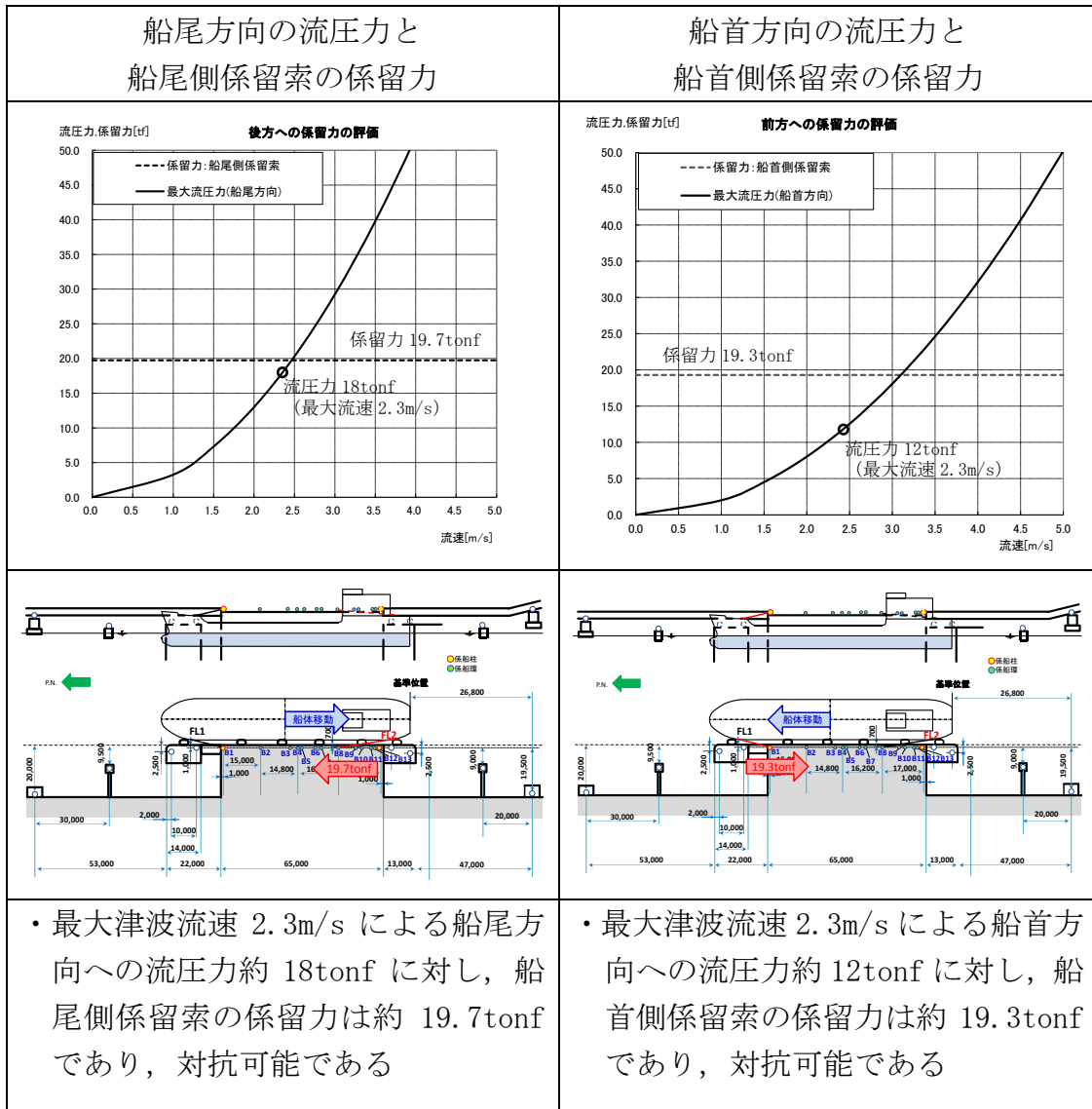


図6 流圧力と係留力の比較

3. 結論

船首側及び船尾側の係留索各1本で評価した場合は、津波(最大流速2.3m/s)による流圧力に対し、係留力(約19.7tonf, 約19.3tonf)が上回ることを確認したが、津波による流圧力に対する係留力の余裕は小さいことから、係留に当たっては、安全率を確保できるように、船首側及び船尾側の係留索を、それぞれ2本以上使用して係留することとする。

耐津波設計における係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について

1. 概要

燃料等輸送船は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留する。

ここでは、係留索が機能しない場合、燃料等輸送船は輪谷湾内を漂流し、取水口へ到達する可能性があるため、取水口への到達可能性評価を踏まえ、係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性等について示す。

2. 係船柱及び係船環の必要性について

燃料等輸送船が係留索がない状態において取水口上部に漂流した場合、基準津波4の取水口における最低水位 EL-4.2m に対して、喫水高さは3m～5mであることから、取水口（上端 EL-9.0m）に到達する可能性がある。

3. 係船柱及び係船環の位置付けについて

係留索を固定する係船柱及び係船環について、漂流防止装置と位置付け設計を行う。

4. 漂流防止装置の評価方針について

海域活断層に想定される地震による津波の襲来に伴い、荷揚場に係留された燃料等輸送船を漂流させないため、荷揚場の係船柱及び係船環を漂流防止装置として設計する。

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合は、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設、浸水防止設備への影響防止措置を施すこと。

係船柱及び係船環の配置を図1に、荷揚護岸の断面図を図2に、構造概要を表1に示す。

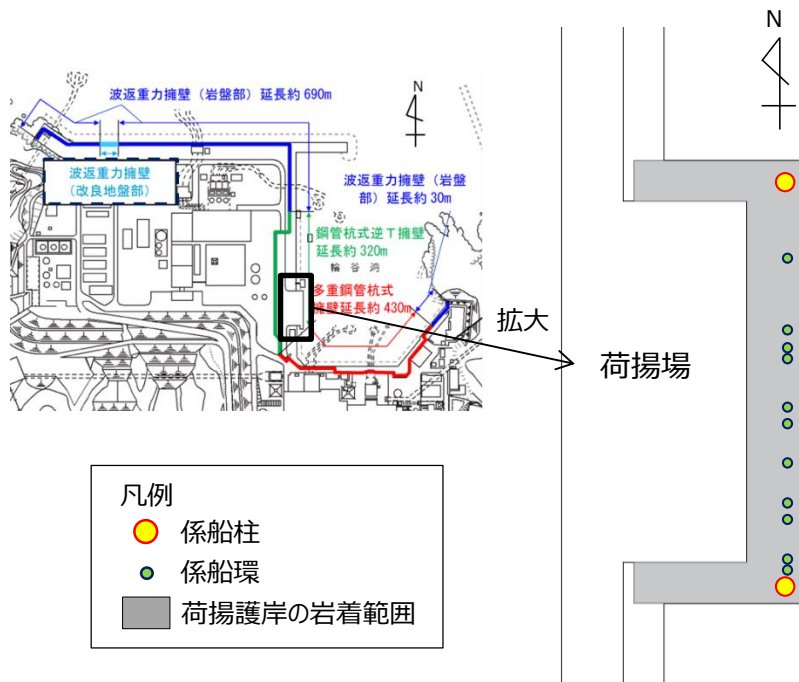


図1 係船柱及び係船環配置図

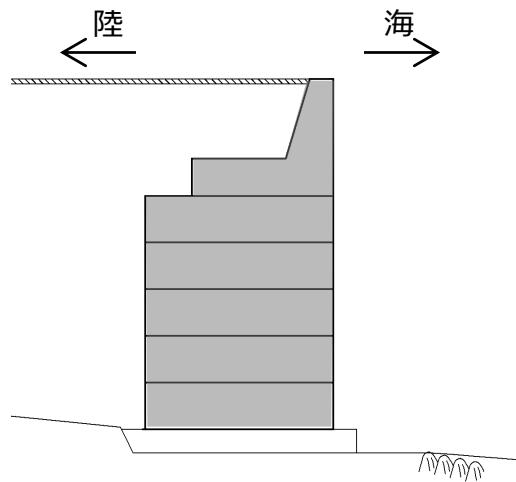


図2 荷揚護岸の断面図

表1 係船柱及び係船環の構造概要

名称	係船柱	係船環
構造		
基数	2基	11基
設計けん引耐力	25t	

漂流防止装置とする係船柱及び係船環は、海域活断層に想定される地震による津波の流れにより作用する燃料等輸送船の係留力に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。また、基準地震動 S_s に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。

係船柱及び係船環の基礎（アンカー）となる荷揚護岸は、係船柱及び係船環の支持機能を損なうおそれのないよう、安定性を確保する。

係船柱、係船環及び荷揚護岸の要求機能と評価方針を表2に示す。

表2 係船柱、係船環及び荷揚護岸の要求機能と評価方針

構造部位	係船柱		係船環		荷揚護岸	
	係留機能				支持機能	
要求機能	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S s に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 ・海域活断層に想定される地震による津波の流れにより作用する燃料等輸送船の引張荷重（係留力）に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 					
性能目標	・終局状態に至らないこと。					
	照査部位	・係船柱本体	・アンカーボルト	・アンカーボルト 定着部	・係船環本体	・係船環定着部
	照査項目	曲げ及び せん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊
	許容限界	・短期許容応力度				残留変形量
	留意事項	・燃料等輸送船の浸水深に応じた浮力、燃料等輸送船の形状及び津波の速度に応じた波圧を荷重として考慮する。				・許容残留変形量
荷重 組合せ	係船柱及び係船環の設計においては、常時荷重、地震荷重及び係留力を適切に組合せて設計を行う。なお、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上しないことから、津波荷重は考慮しない。 荷揚護岸の設計においては、海域活断層に想定される地震による津波が到達する。したがって、津波荷重を考慮する必要があるが、安定性の観点では津波荷重と漂流物衝突荷重は係留力と逆方向に作用するため、考慮しない設計とする。 <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重 + 地震荷重 ・常時荷重 + 係留力 + 余震荷重 					
評価方針						