

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 10 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. 構内海域の漂流物が施設護岸及び取水口へ到達する可能性について

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。

2.4 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。

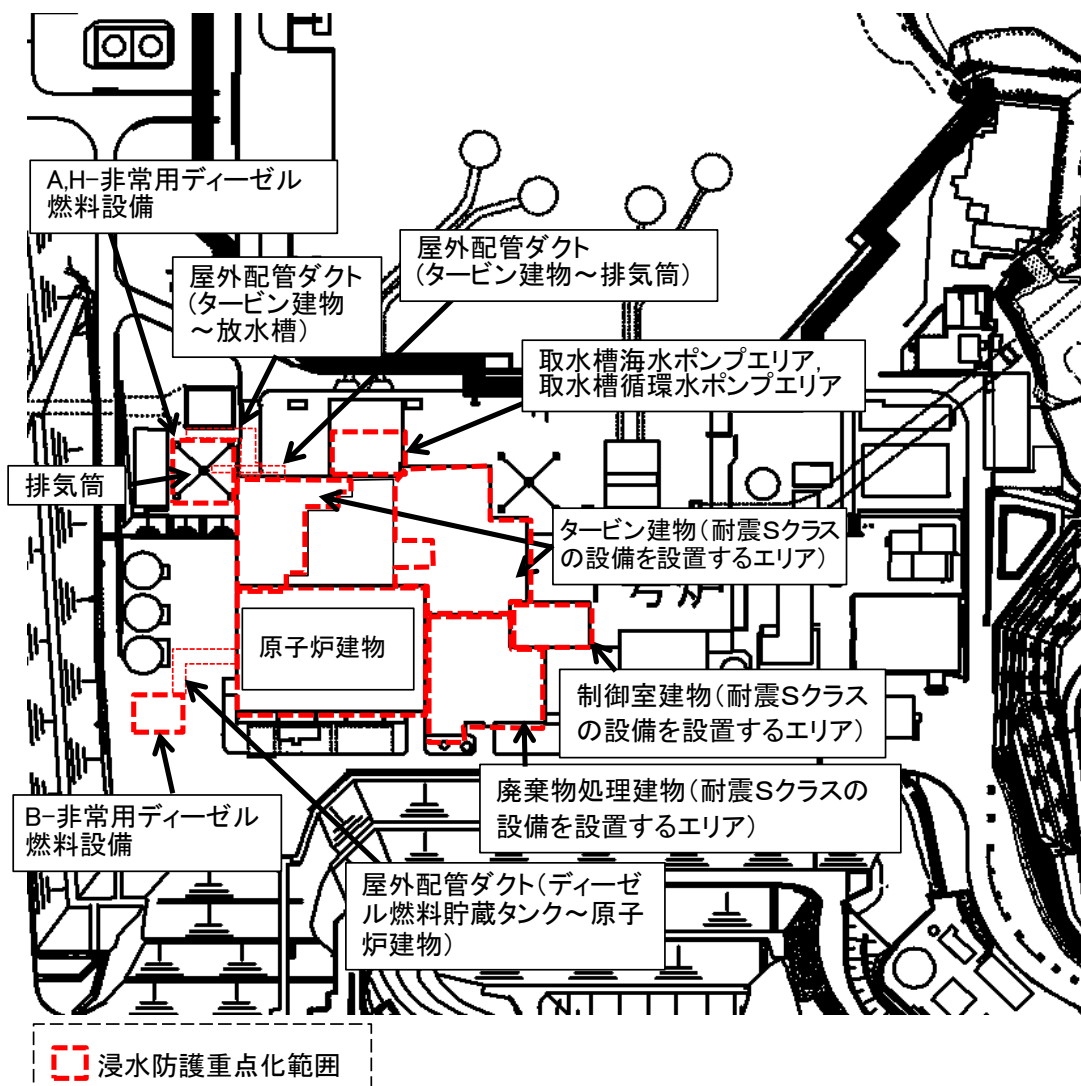
このうち、耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画は、原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）並びに非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設するエリアであるため、これらを浸水防護重点化範囲として設定する。

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。

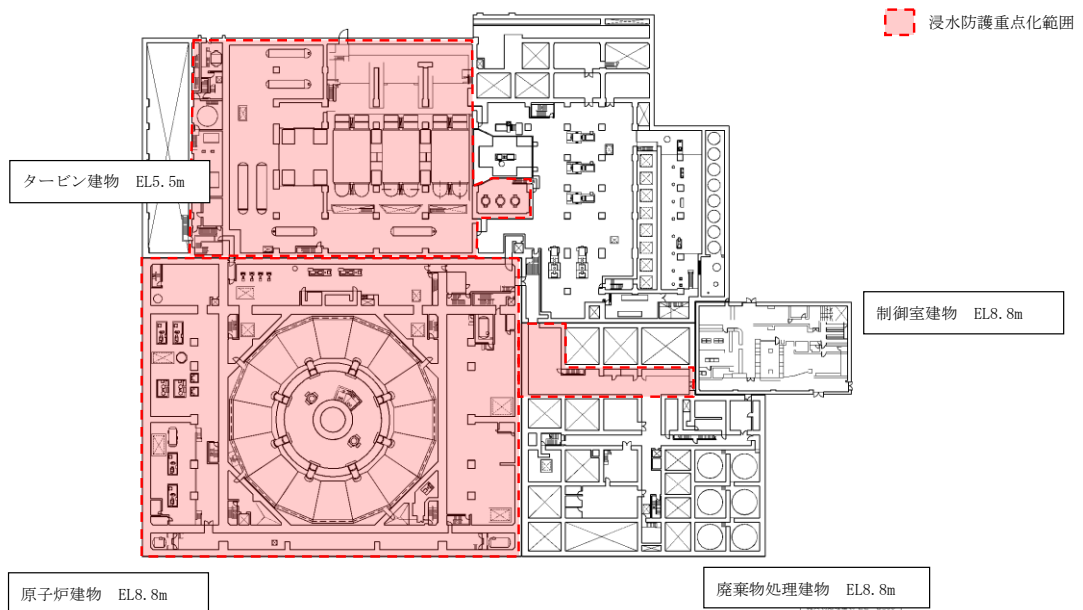
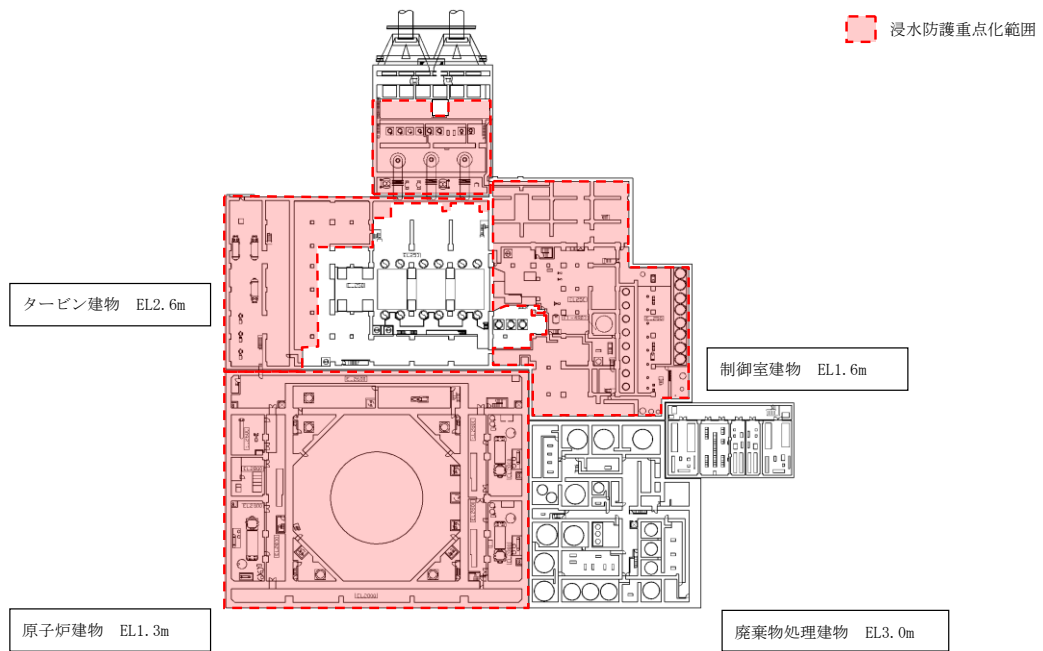
なお、位置が確定していない設備等に対しては、詳細設計段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針である。

第 2.4-1 表 浸水防護重点化範囲

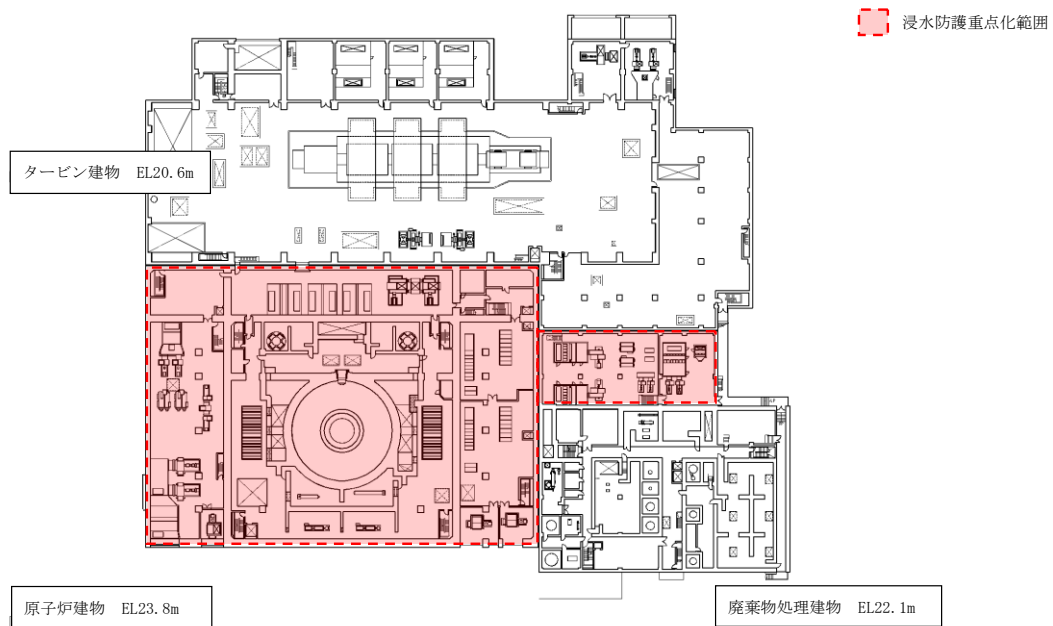
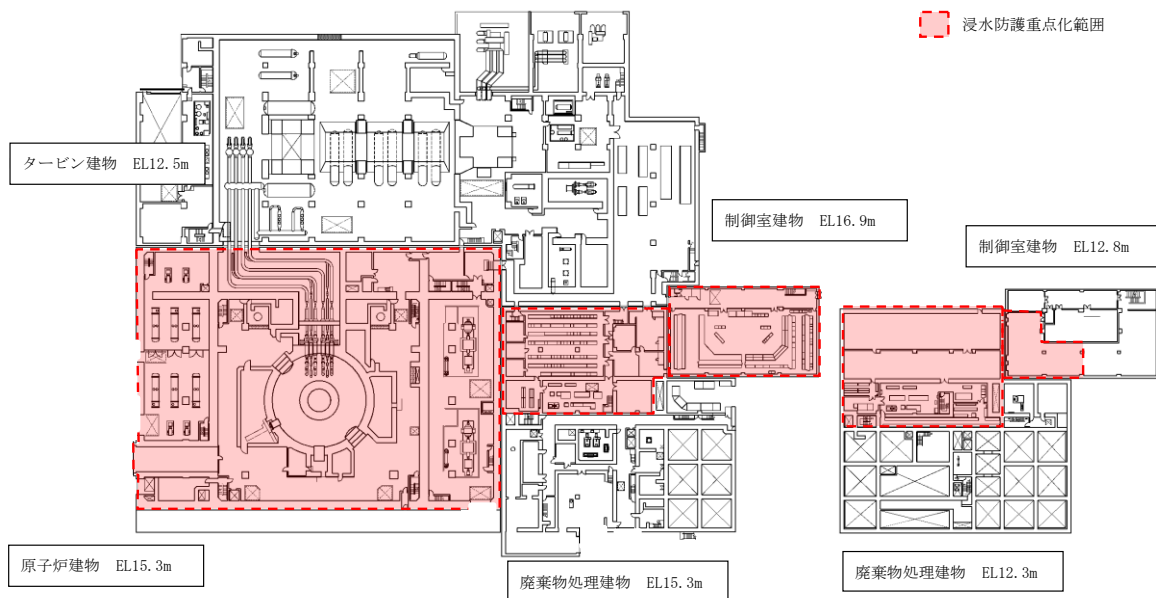
耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア） ・取水槽海水ポンプエリア ・取水槽循環水ポンプエリア ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） ・屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽） ・A、H-非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設するエリア 	EL8.5m
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建物 ・制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア） ・廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア） ・屋外配管ダ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

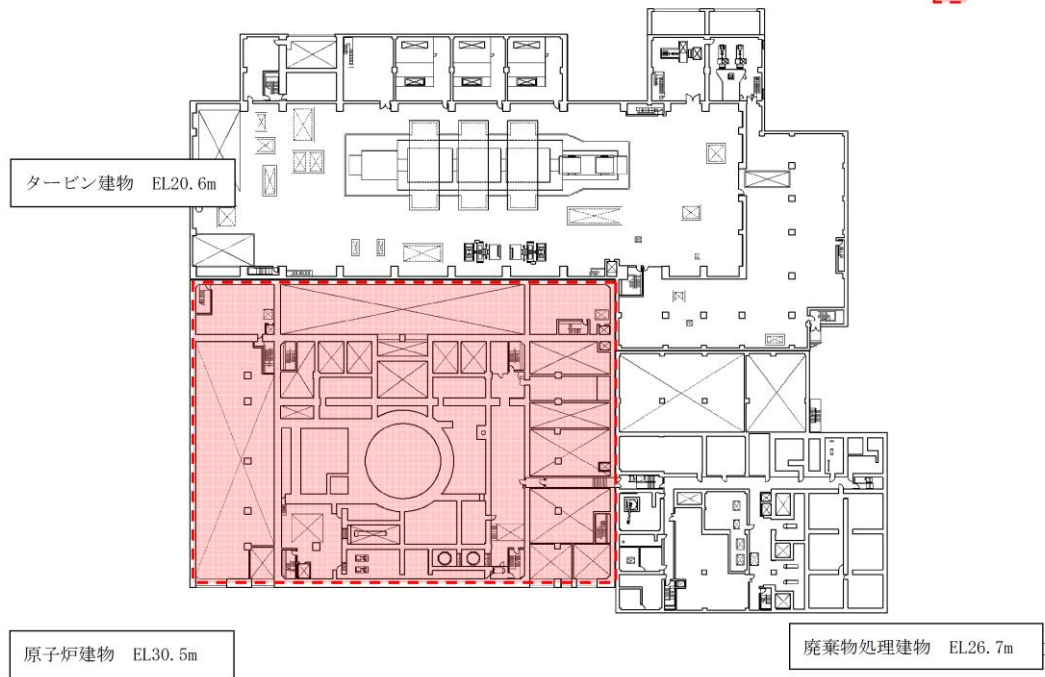


第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（1 / 4）

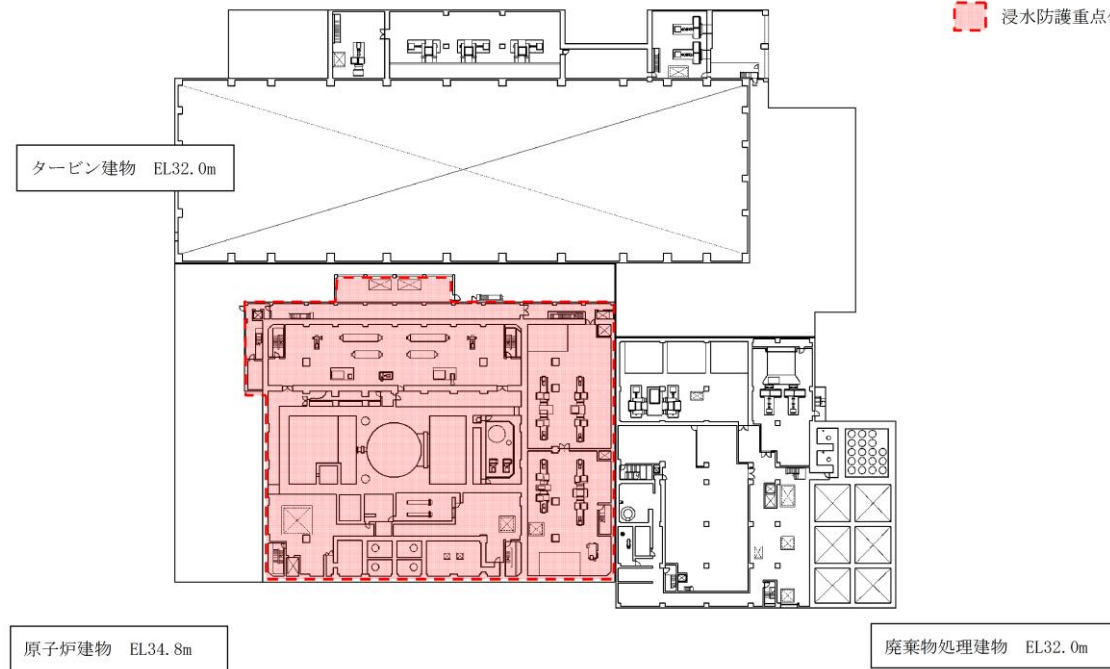


第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（2 / 4）

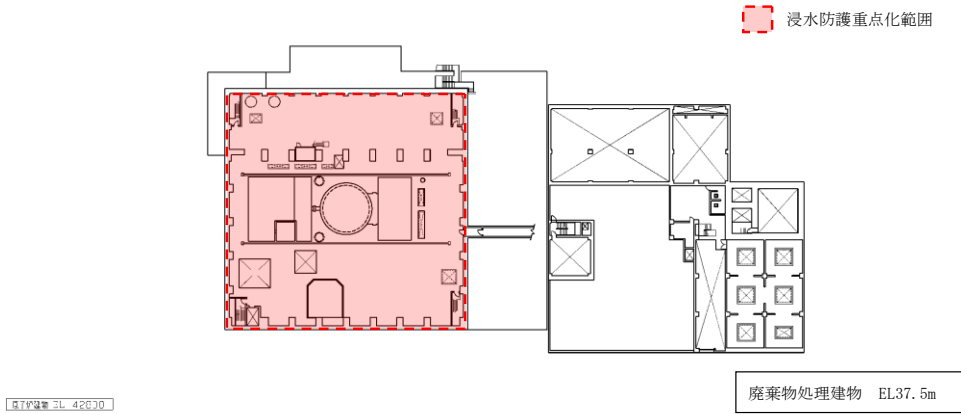
浸水防護重点化範囲



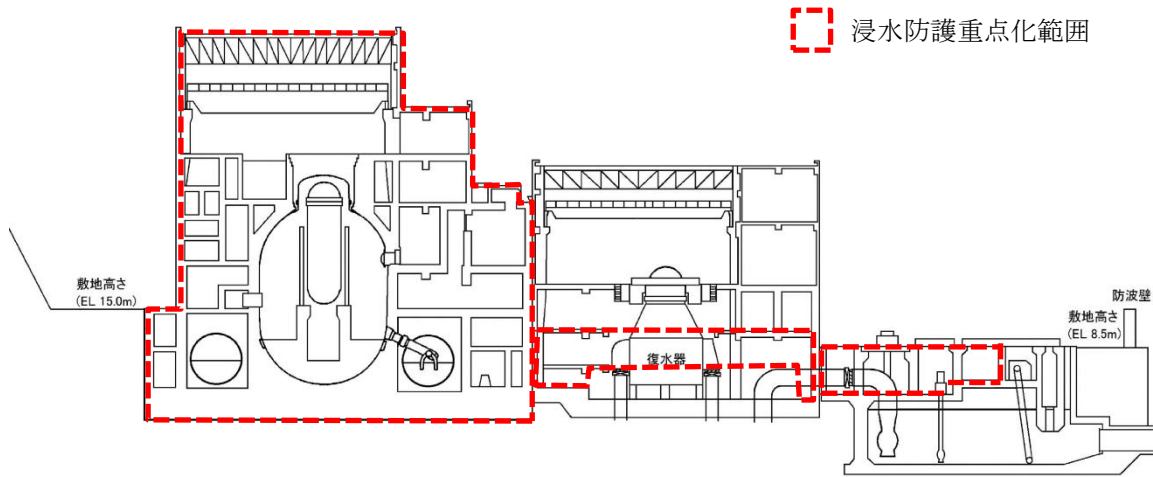
浸水防護重点化範囲



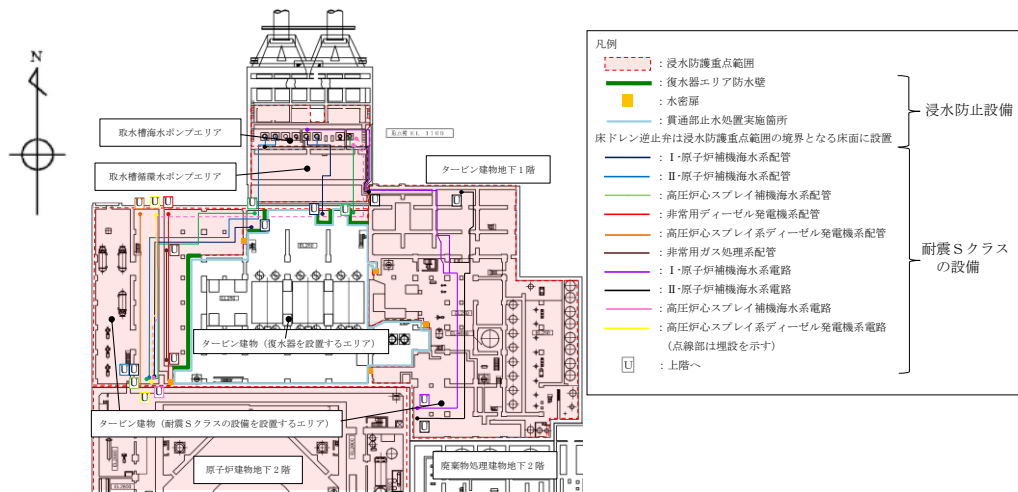
第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（3 / 4）



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

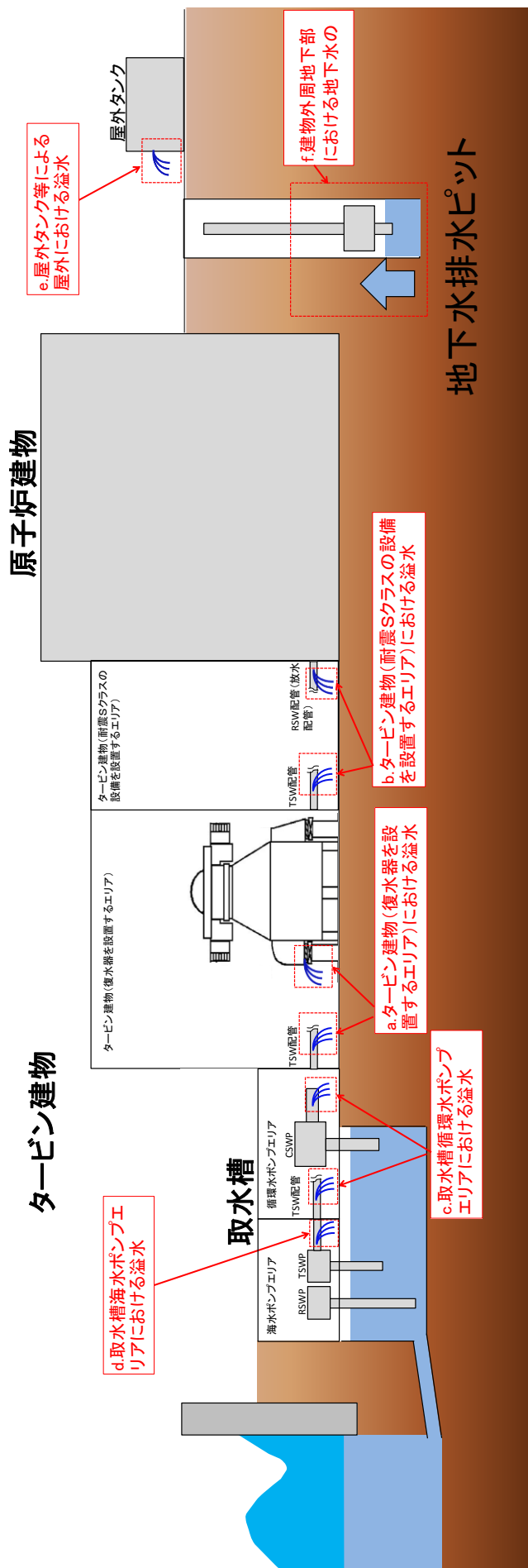
地震により敷地内にある低耐震クラスの機器である屋外タンク等が損傷し、保有水が敷地内に流出する。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

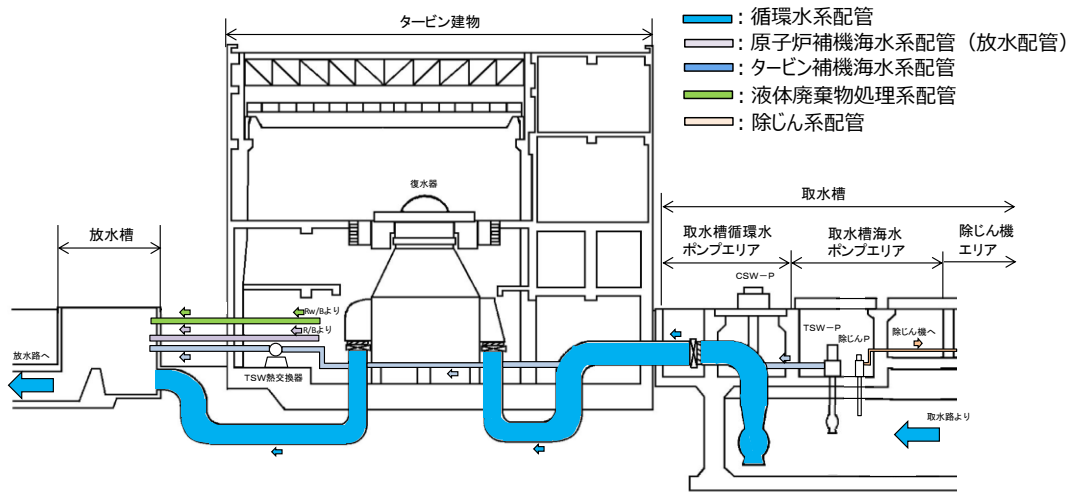
f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

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

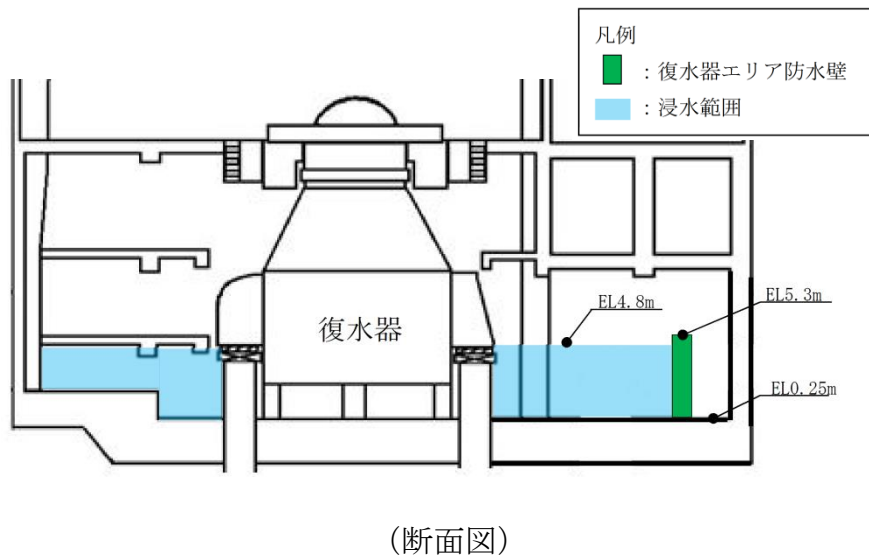
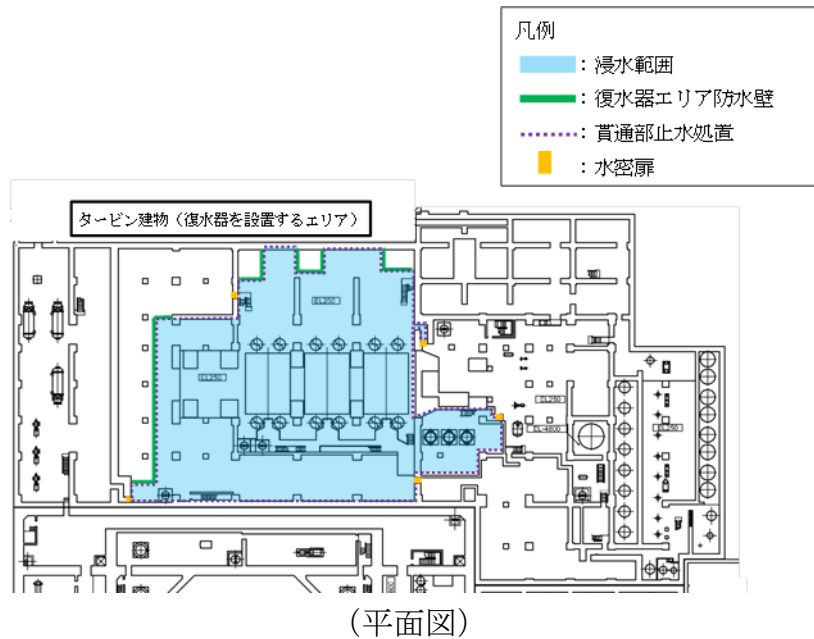
諸元	値
①EL2.0mより上部に滞留する溢水量 ^{※1}	4,162[m ³]
②EL2.0mにおける復水器エリアの滞留面積	1,546[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0mより上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	2.8[m] (EL4.8m)

※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

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

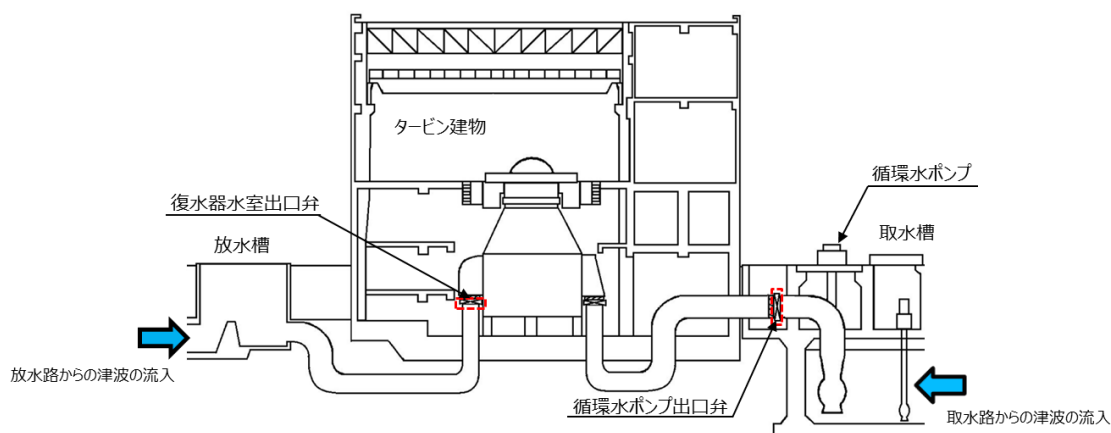
第2.4-5図 タービン建物（復水器を設置するエリア）における地震起因による溢水評価



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。当該設備の設置位置概要を第 2.4-7 図に示す。

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。



第 2.4-7 図 循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出口弁の設置位置概要

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 2.4-8 図に示す。

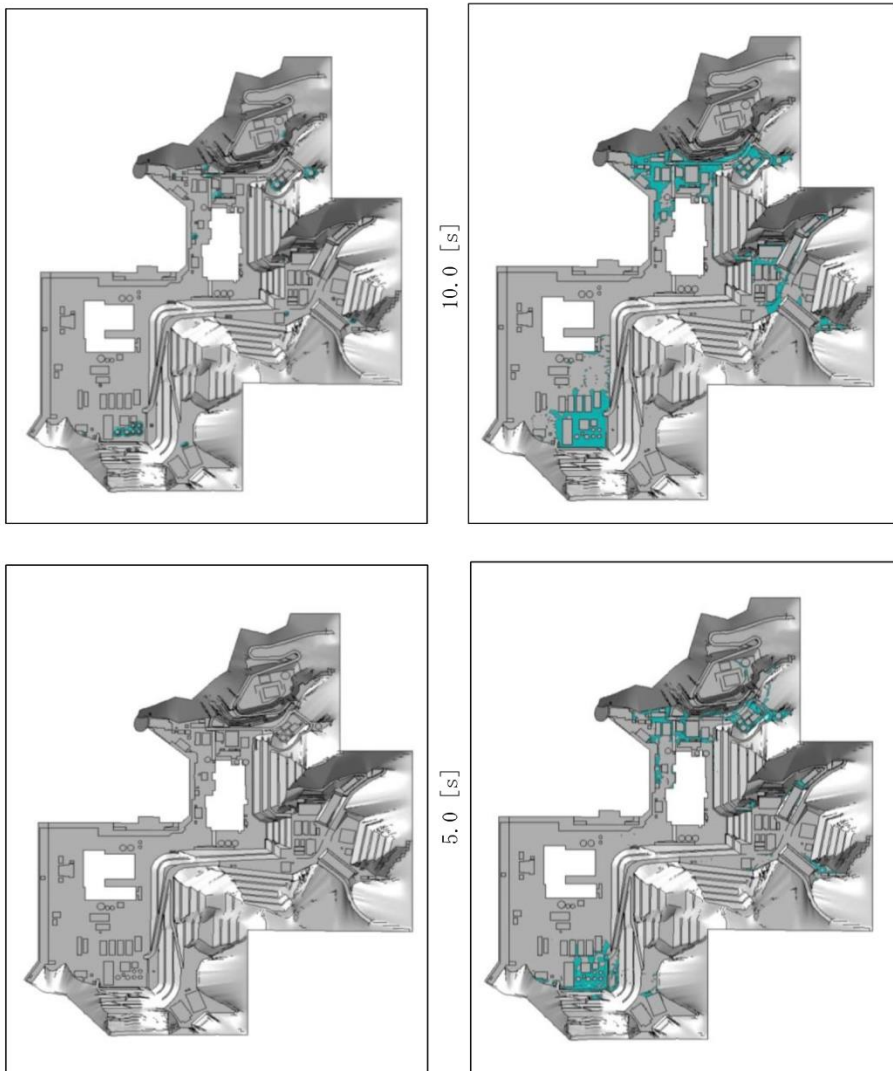


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (1/2)

9条-別添1-10-7

第 2.4-8-1 図 屋外タンクの溢水伝播挙動

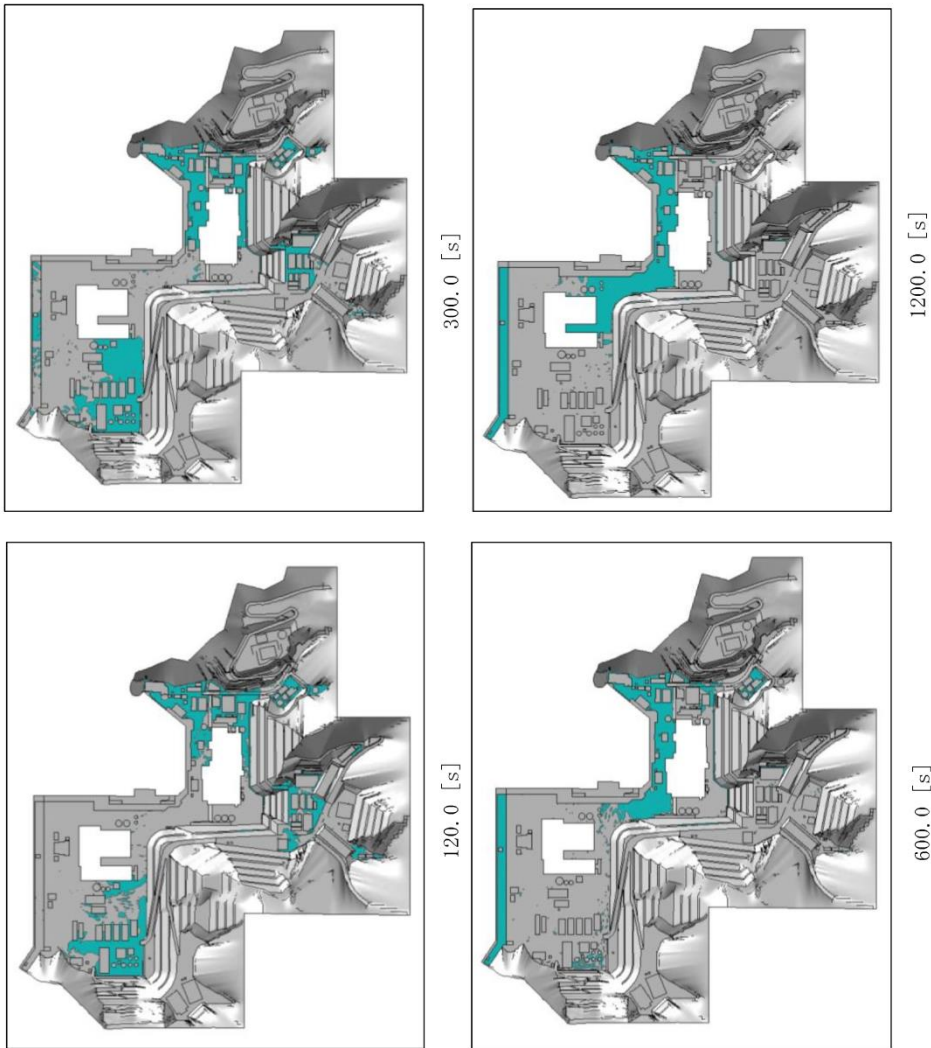


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (2/2)

9条-別添1-10-8

第 2.4-8-2 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して評価している。

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	起回事象	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	<ul style="list-style-type: none"> 内部溢水 津波による溢水 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> インターロックによるタービン補機海水系の自動隔離※ タービン補機海水系の放水配管等への逆止弁設置※ 	
c	取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水	地震		<ul style="list-style-type: none"> 低耐震クラスの機器及び配管の耐震性評価 	
d	取水槽海水ポンプエリアにおける溢水	地震			
e	屋外タンク等による屋外における溢水	地震	<ul style="list-style-type: none"> 内部溢水 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 内部溢水 	<ul style="list-style-type: none"> 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 2.4-9 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

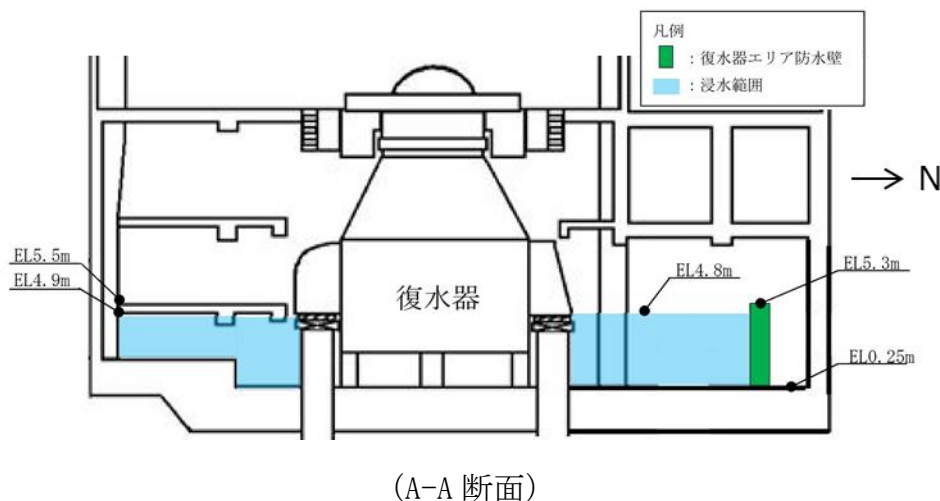
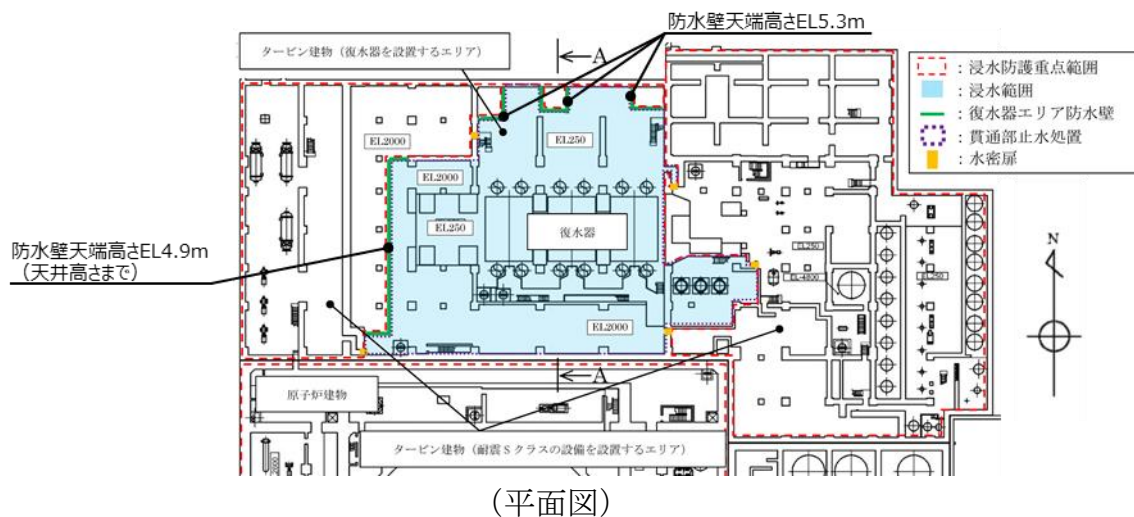
地震時の屋外タンク等による影響評価は、原子炉建物や廃棄物処理建物の各扉付近の開口部の下端高さが溢水水位より高い位置にあること等により、浸水防護重点化範囲に影響を与えることはないと評価している。

f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

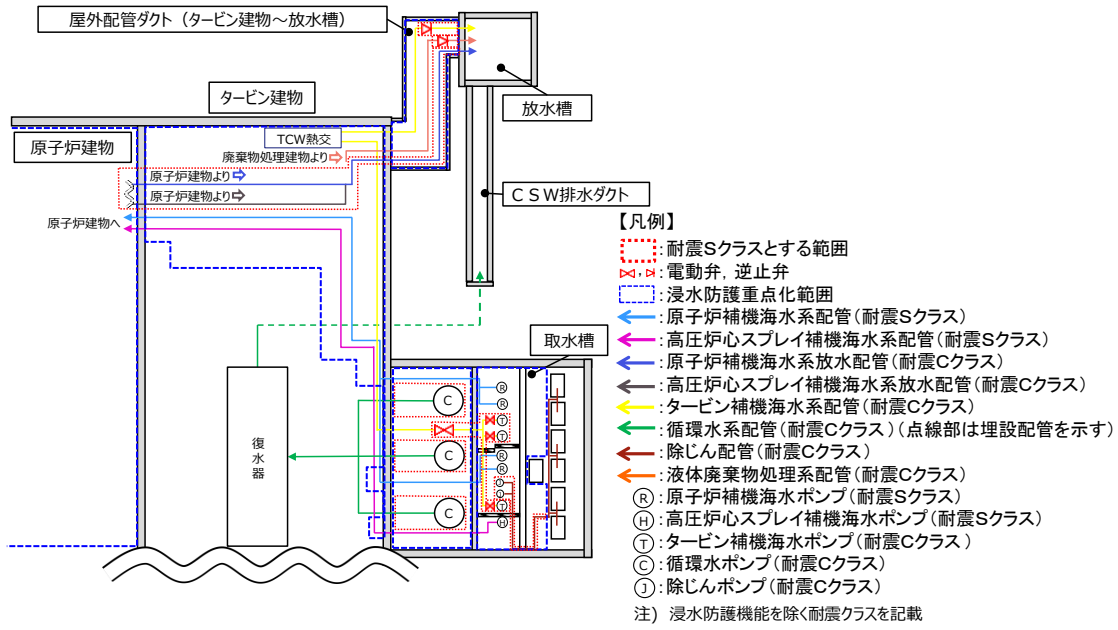
建物外周地下部における地下水位の上昇については、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することによって、地震時及び地震後においても地下水を地上の雨水排水系統へ排水することが可能である。また、地下水位低下設備の電源は、非常用電源系統より供給することから、外部電源喪失時にも排水が可能となっており、水位が上昇し続けることはない（「島根原子力発電所 2 号炉 地震による損傷の防止 別紙-17 地下水位低下設備について」参照）。安全側に地下水位をタービン建物の地表面 (EL8.5m) と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評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

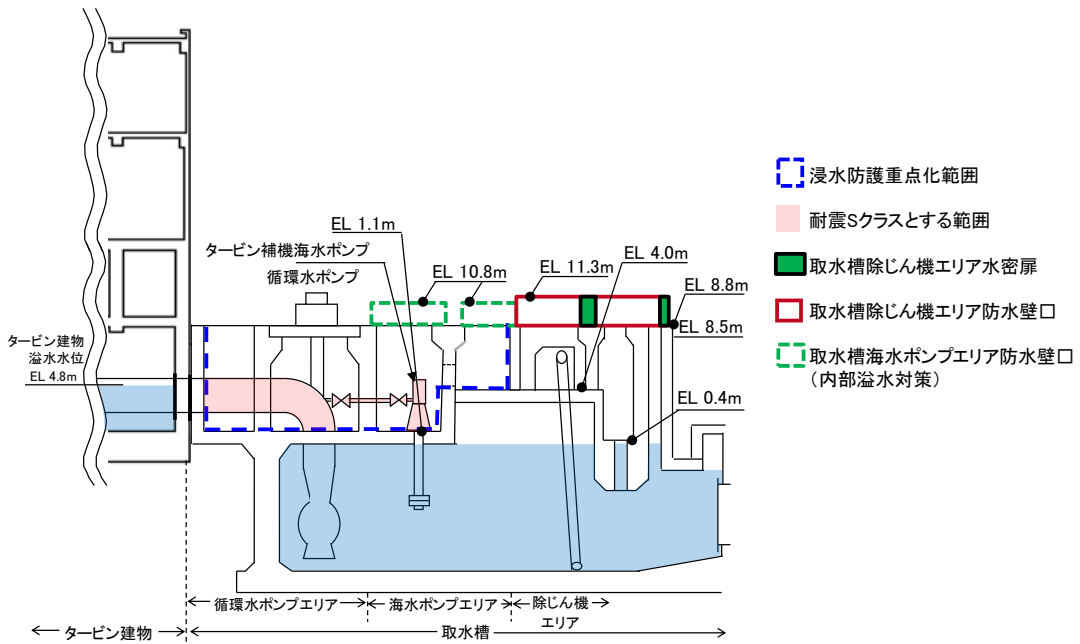
ービン建物等と隣接しているため、島根1号炉にて発生した溢水による島根2号炉の浸水防護重点化範囲への浸水が考えられるが、島根2号炉と島根1号炉の建物境界に対しては、溢水防護の観点から止水対策を実施することから、島根2号炉へ浸水することはない。



第 2.4-9-1 図 浸水対策概要図 (EL5.3m まで)



(平面図)



(断面図)

第 2.4-9-2 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）。

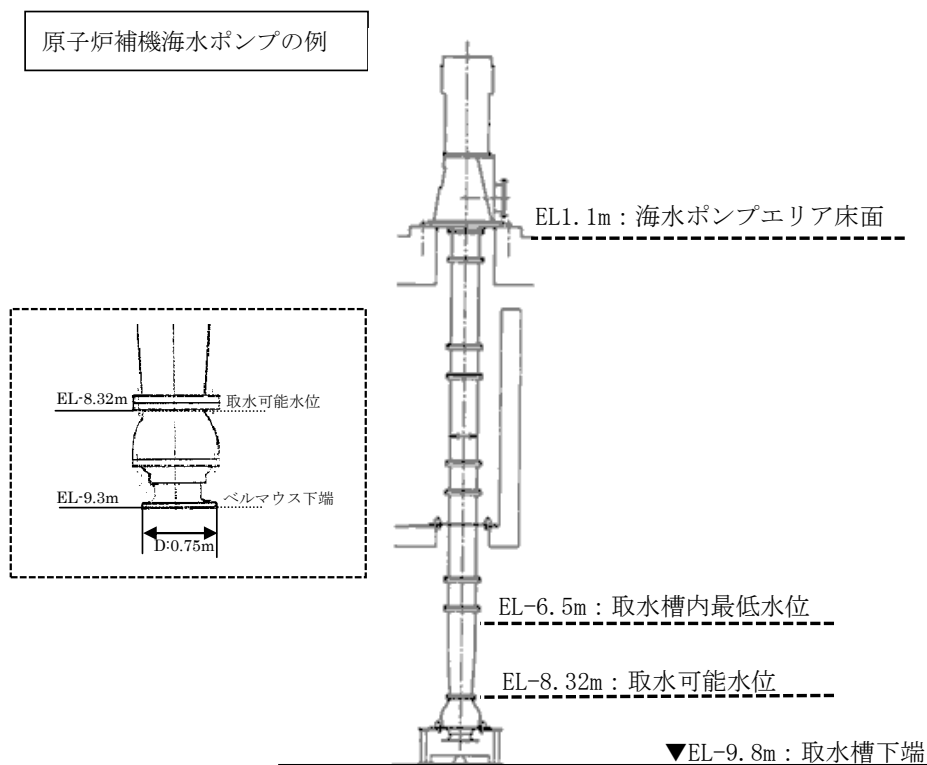
$$H = H_0 + 1.3 \times D_0$$

H : 取水可能水位

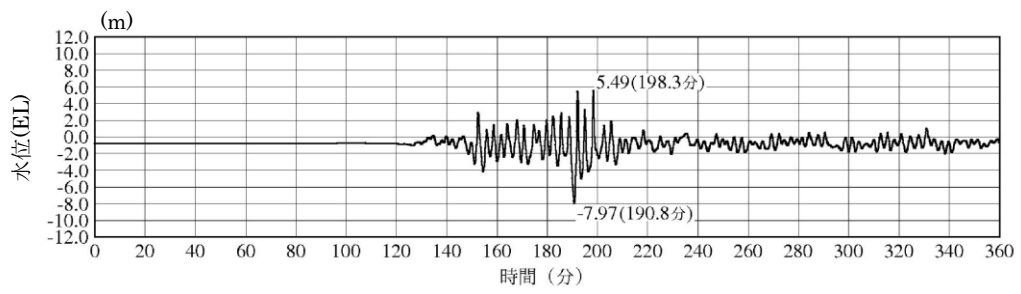
H₀ : ベルマウス下端高さ

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

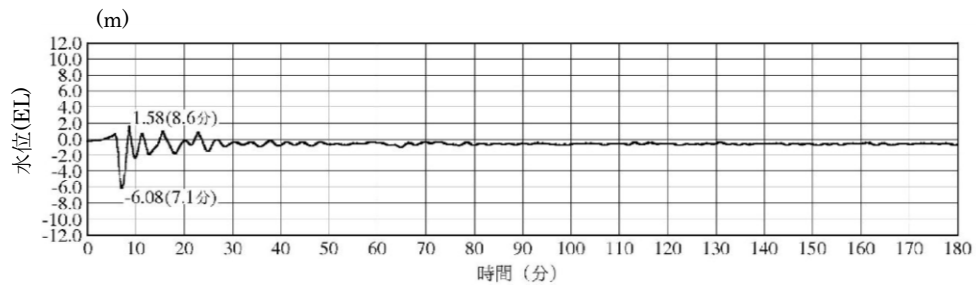


参考図 非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位



※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)。

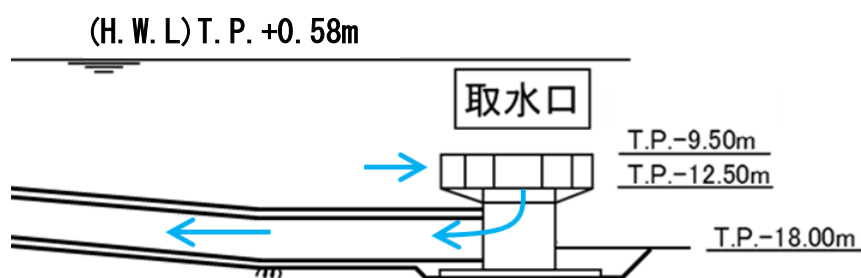
また、ポンプ長尺化に伴う砂の移動・堆積については、以下に示すとおり有意な影響はない。

- ・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、除じん機上流側及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 3370m³/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 150m³/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

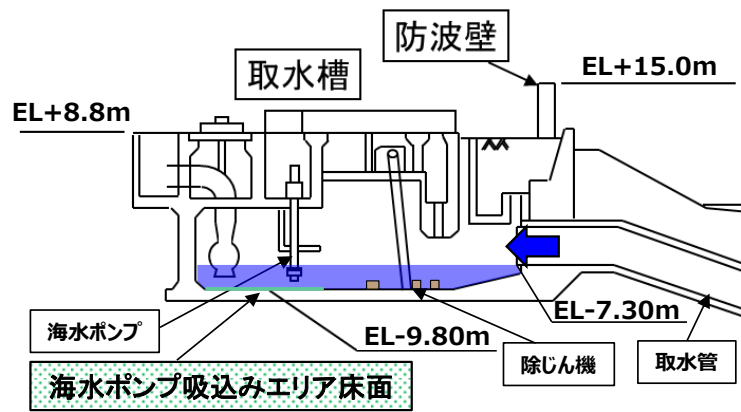
襲来時の砂濃度を上回る濃度において、実機海水ポンプを用いた試験により海水ポンプが機能を保持することを確認している。

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。

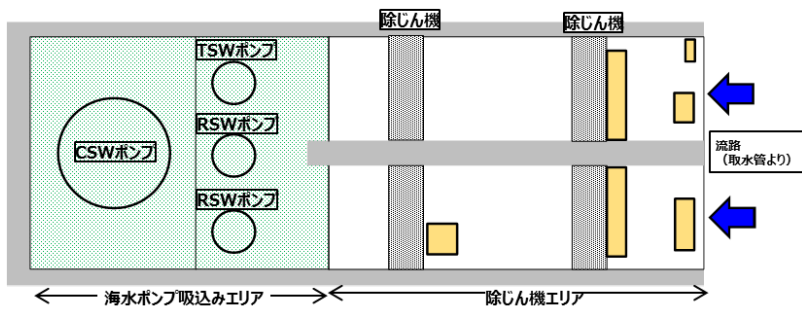
なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は「島根原子力発電所における津波評価」（参考資料1）及び添付資料12において説明する。



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* :シールス数
 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})²) (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 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	
	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）。

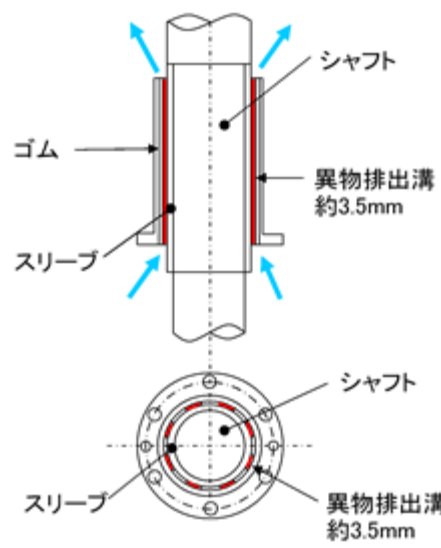
主軸外径と軸受内径の差である摺動面隙間（原子炉補機海水ポンプ：約1.58mm（許容最大）、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約1.41mm（許容最大））に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝（原子炉補機海水ポンプ：約3.5mm、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約3.5mm）に導かれ連続排出される（第2.5-4図）。

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。

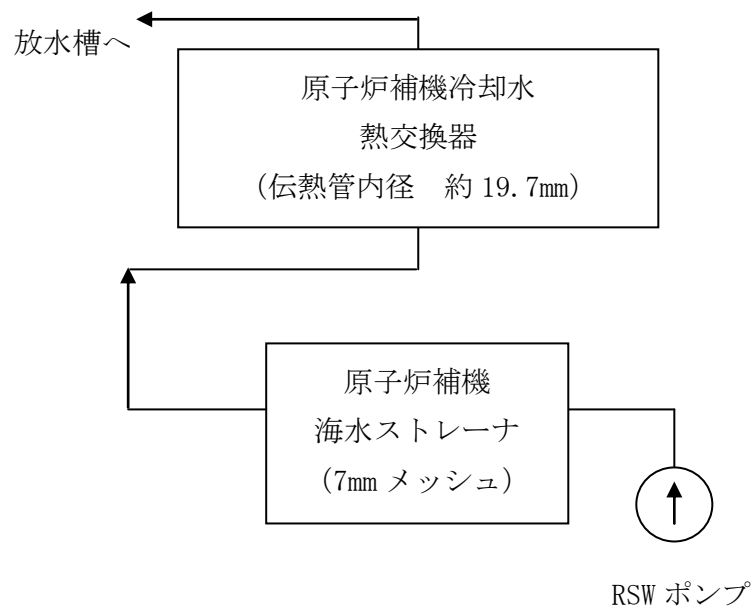
基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響については、取水槽位置の砂濃度を包絡する砂濃度において海水ポンプを用いた試験を実施し、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響がないことを確認した（添付資料14）。

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イ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イ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，高圧炉心スプレイ補機海水系で約 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イ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）

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

2.5.2 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

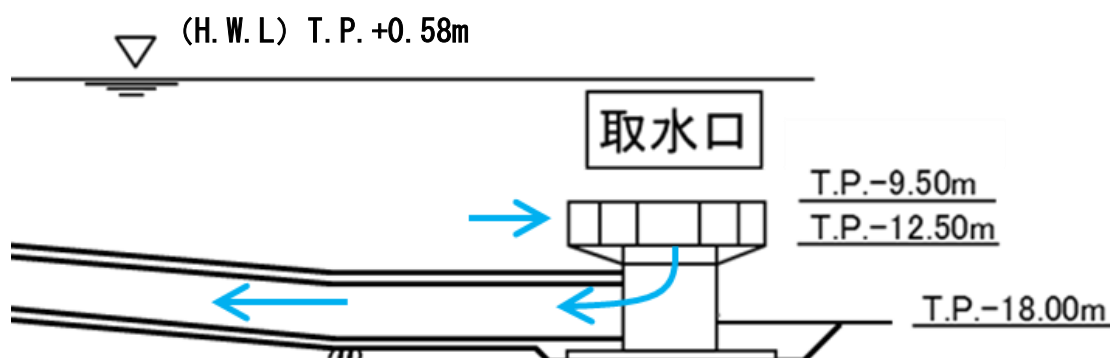
(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保

2号炉の取水口は深層取水方式を採用しており、取水口呑口上端がEL-9.5mと低い位置（第2.5-6図）であることから、漂流物が取水口及び取水路の通水性に影響を与える可能性は小さいが、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が、取水口あるいは取水路を閉塞させ、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）の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。漂流物に対する取水性確保の影響評価については、発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定し、漂流物の検討フローを策定し、抽出した施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性への影響を評価した。

なお、漂流物調査範囲内の人工構造物の位置、形状等に変更が生じた場合は、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、漂流物調査範囲内の人工構造物については、設置状況を定期的に確認するとともに、必要に応じて第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき評価を実施する。

また、発電所の施設・設備の設置・改造等を行う場合においても、都度、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価を実施する。

これらの調査・評価方針については、QMS文書に定め管理する。



第2.5-6図 取水口呑口概要図

a. 検討対象施設・設備の抽出範囲の設定

発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波について、その特徴を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定する。

①発電所周辺地形の把握

島根原子力発電所は、島根半島の中央部で日本海に面した位置に立地している。島根原子力発電所の周辺は、東西及び南側を標高 150m 程度の高さの山に囲まれており、発電所東西の海沿いには漁港がある。島根原子力発電所の周辺地形について、第 2.5-7 図に示す。



第 2.5-7 図 発電所周辺の地形

②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握

基準津波の波源, 断層幅と周期の関係, 海底地形, 最大水位上昇量分布, 最大流速分布をそれぞれ第 2.5-8~12 図に示す。また, 水位変動・流向ベクトルを添付資料 34 に示す。

上記から得られる情報を基に, 敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考察した。

【断層幅と周期の関係 (第 2.5-9 図) から得られる情報】

- ・津波は, 断層運動に伴う地盤変動により水位が変動することにより発生するため, 地盤変動範囲と水深が津波水位変動の波形 (周期) の支配的要因となる。特に, 地盤変動範囲は断層の平面的な幅に影響されることから, 平面的な断層幅が津波周期に大きな影響を与える。
- ・島根原子力発電所で考慮している波源は, 太平洋側で考慮しているプレート間地震と比べ, 平面的な断層幅が狭く, 傾斜角も高角であることから, 津波周期が短くなる傾向にある。

【海底地形 (第 2.5-10 図), 最大水位上昇量分布 (第 2.5-11 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 大和堆を回り込むように南方向に向きを変え伝播する。また, 島根原子力発電所前面に位置する隠岐諸島の影響により, 隠岐諸島を回り込むように津波が伝播し, 東西方向から島根原子力発電所に到達する。

【最大流速分布 (第 2.5-12 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 図中の①~⑥であり, 基準津波 1 (①, ②) は, 他の基準津波 (図中③~⑥) に比べ, 沖合の流速が速い範囲が広域である。また, 沿岸部においても流速が速い箇所が多いことから, 日本海東縁部に想定される地震による津波のうち, 基準津波 1 の流速が速い傾向がある。
- ・海域活断層から想定される地震による津波は, 図中の⑦, ⑧であり, 日本海東縁部に想定される地震による津波 (図中の①~⑥) と比較すると, 沖合・沿岸部共に日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・全ての流速分布において, 流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。

- ・防波堤有無による影響について、①及び②並びに⑦及び⑧を比較した結果、発電所沖合の流速への有意な影響はない。

【水位変動・流向ベクトル（添付資料 34）から得られる情報】

基準津波 1～6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報をそれぞれ第 2.5-2(1)表から第 2.5-2(6)表に示す。また、得られた情報をまとめると以下のとおりとなる。

[日本海東縁部に想定される地震による津波]

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の第 1 波は地震発生後 115 分程度で輪谷湾内に到達するが、到達した際の水位変動は 2m 以下であり、その後、約 1 時間程度、水位変動は最大でも 3m 程度で上昇・下降を繰り返す。
- ・各基準津波の施設護岸又は防波壁での最高水位、2 号炉取水口での最低水位を以下に発生時刻を含めて示す。

【水位上昇側】（潮位 0.58m, 潮位のばらつき+0.14m を考慮）

基準津波 1（防波堤有り）：EL+10.7m（約 192 分）

基準津波 1（防波堤無し）：EL+11.9m（約 193 分）

基準津波 2（防波堤有り）：EL+ 9.0m（約 198 分）

基準津波 5（防波堤無し）：EL+11.5m（約 193 分）

【水位下降側】（潮位 0.09m, 潮位のばらつき-0.17m, 隆起-0.34m を考慮）

基準津波 1（防波堤有り）：EL-5.4m（約 189 分 30 秒）

基準津波 1（防波堤無し）：EL-6.3m（約 189 分）

基準津波 3（防波堤有り）：EL-4.9m（約 190 分 30 秒）

基準津波 6（防波堤無し）：EL-6.4m（約 190 分 30 秒）

- ・輪谷湾内の流向は最大でも 4 分程度で反転している。
- ・発電所沖合において、1m/s を超える流速は確認されない。
- ・発電所港湾部の最大流速は、基準津波 1（防波堤無し）のケースであり、1 号放水連絡通路防波扉前面付近で 9.8m/s（約 193 分）である。

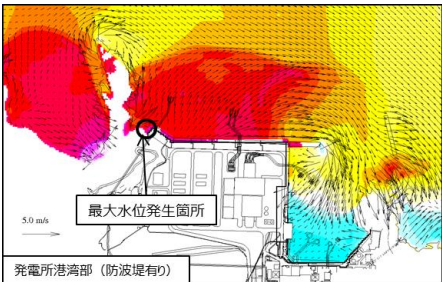
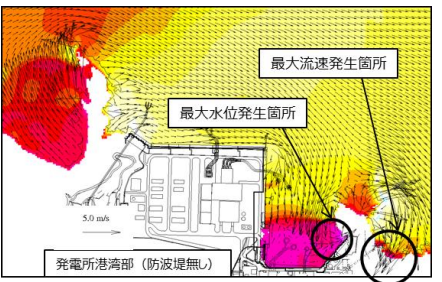
[海域活断層から想定される地震による津波]

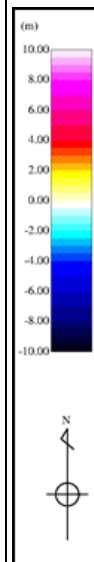
- ・海域活断層から想定される地震による津波の第 1 波は地震発生後約 3 分程度で押し波として襲来し 2 分間水位上昇(1m 程度)する。その後、引き波傾向となり、地震発生後、6 分 30 秒において基準津波 4 の最低水位（2 号炉取水口：EL-4.2m）となる。以降は、水位変動 1m 程度で上昇下降を繰り返す。

第 2.5-2(1)-1 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

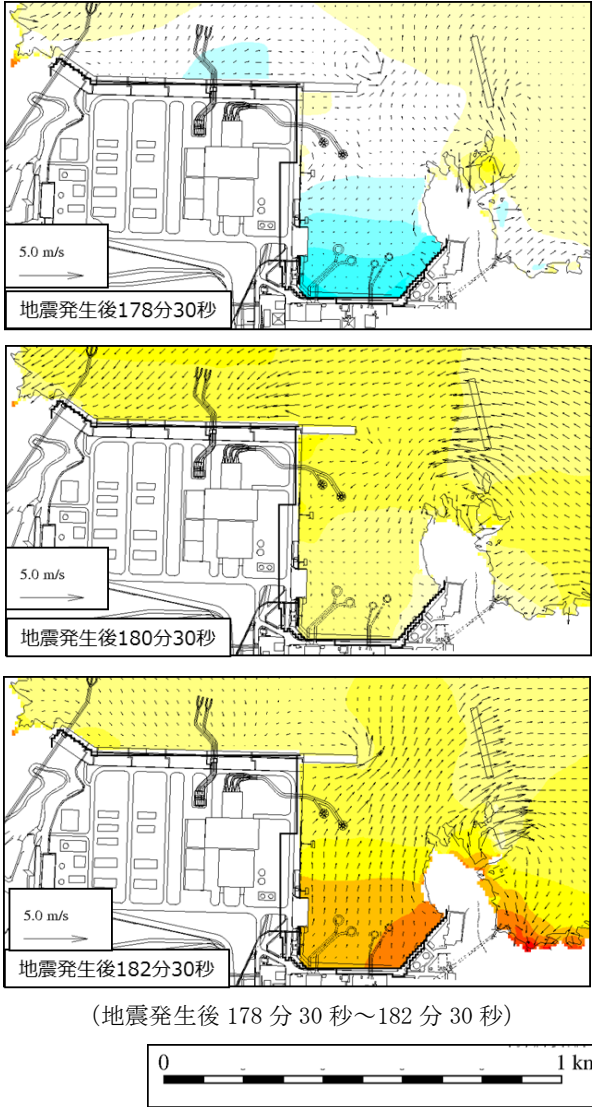
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～ 108分	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
109分	津波の第1波が敷地の東側から襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
114分	東側から襲来する津波は徐々に発電所方向に進行する。 西側からも津波が襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
116分30秒	－	第1波が輪谷湾内に襲来する。水位が1m程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
116分30秒～ 183分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（138分、142分、160分～161分、164分～165分、166分～167分、170分～171分、174分、175分、178分～179分、180分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも4分程度（121分～124分30秒、）である。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
183分～ 184分 30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
186分～ 187分 30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
187分 30秒～ 189分 30秒	－	強い引き波により水位が-6m程度下降する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
189分 30秒～ 190分 30秒	（沖合において）水位変動が3mを超える津波が発電所方向に襲来する。	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/sを超える流速が発生する。押し波時間は1分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。

第 2.5-2(1)-2 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所 周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
192 分 30 秒 ～ 193 分 30 秒	—	<p>西側方向から（沖合において）水位変動が 3m を超える津波が襲来する。 基準津波 1 における最高水位 EL+10.7m が 3号炉北側の防波壁の西端付近で確認される（192 分 30 秒）。 押し波時間は 1 分間程度継続し、その後引き波に転じる。</p>  <p>（地震発生後 192 分 30 秒）</p>	<p>防波堤有りと同様な傾向を示す。 防波堤無しにおいて、最高水位 EL+11.9m が輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約 193 分）。 また、最大流速 9.8m/s が 1号放水連絡通路防波扉前面付近で確認される（約 193 分）。</p>  <p>（地震発生後 193 分）</p>
194 分 以降	<p>発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。</p>	<p>水位変動は最大でも 3m 程度（206 分、207 分～208 分、210 分、214 分、222 分）で、また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも 3 分程度（233 分～236 分）で押し波、引き波を繰り返す。</p>	<p>防波堤有りと同様な傾向を示す。</p>



第 2.5-2(2)表 基準津波 2 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾） 防波堤有り
170分～ 195分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	<p>最大でも 3m 程度（182 分，190 分）の水位変動を繰り返す。また，水位変動の周期は最大でも 4 分（178 分 30 秒～182 分 30 秒）程度である。</p>  <p>（地震発生後 178 分 30 秒～182 分 30 秒）</p> <p>0 1 km</p>
195分～ 196分30秒	—	強い引き波により水位が-5m程度下降する。引き波継続時間は1分30秒程度で，その後，すぐに押し波となる。
197分～ 198分	—	基準津波 2 における最大水位 EL+9.0m が輪谷湾の西側で確認される（約 198 分）。
198分 以降	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも 3m 程度（202 分，207 分）で，押し波，引き波を繰り返す。

第 2.5-2(3)表 基準津波 3 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤有り
170分～ 189分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（178分30秒，181分30秒，182分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期は最大でも4分程度（173分～177分）である。
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL-4.9mが確認される。 引き波時間は1分30秒程度継続し、その後押し波に転じる。
191分以降	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（192分，194分，196分30秒，198分）で、押し波，引き波を繰り返す。

第 2.5-2(4)表 基準津波 5 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

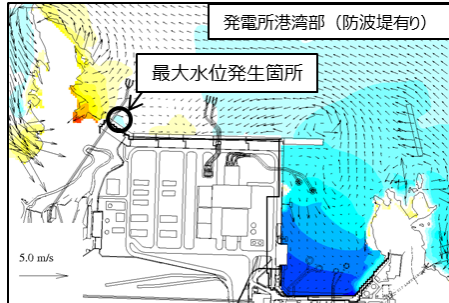
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 190分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（176分30秒，181分，）で、押し波，引き波を繰り返す。
190分～ 192分	—	強い引き波により水位が-6m程度下降する。 引き波継続時間は2分間程度であり、その後押し波に転じる。
192分～ 193分	—	強い押し波により基準津波5における最大水位EL+11.5mが輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約193分）。 押し波時間は1分間程度であり、その後引き波に転じる。
198分～ 199分 30秒	—	押し波時間は1分30秒間程度であり、その後引き波に転じる。

第 2.5-2(5)表 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

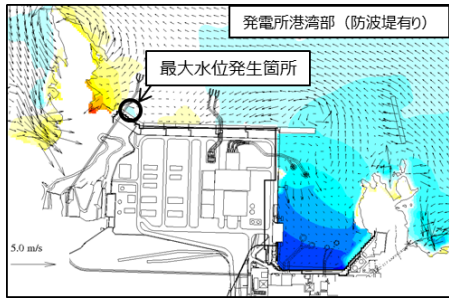
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 188分30 秒	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（182分、185分、188分30秒）
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL-6.4mが確認される。（190分30秒）。引き波時間は1分30秒程度であり、その後押し波に転じる。
190分 30秒 ～ 191分 30秒		強い押し波により水位が6m程度上昇する。
197分 ～ 198分		強い押し波により水位が6m程度上昇する。

第 2.5-2(6)表 基準津波 4 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

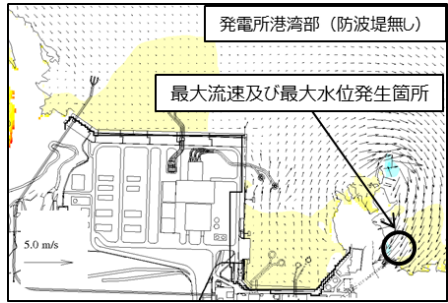
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～2分	水位変動 1m 程度の津波が確認できる。また、その後水位 -2m 程度の津波が確認できる。 1m/s 以上の流速は発生していない。	— (津波が到達していない。)	— (津波が到達していない。)
3分		港湾内に押し波が襲来。水位が 1m 程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向。
6分以降	—	引き波により最低水位 EL-4.0 m が確認される (約 6 分 30 秒)。 最大流速 3.3m/s が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で確認される。(約 6 分) 最高水位 EL+3.0m が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で確認される。(約 6 分 30 秒)	防波堤有りと同様な傾向。 防波堤無しにおいて、最低水位 EL-4.2m が確認される (約 6 分 30 秒)。 最大流速 2.6m/s 及び最高水位 EL+2.7m が 1 号放水連絡通路防波扉前面付近で確認される。(約 9 分)



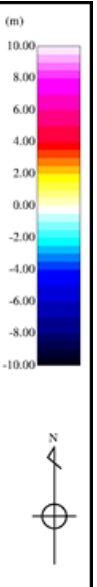
(地震発生後約 6 分)



(地震発生後約 6 分 30 秒)

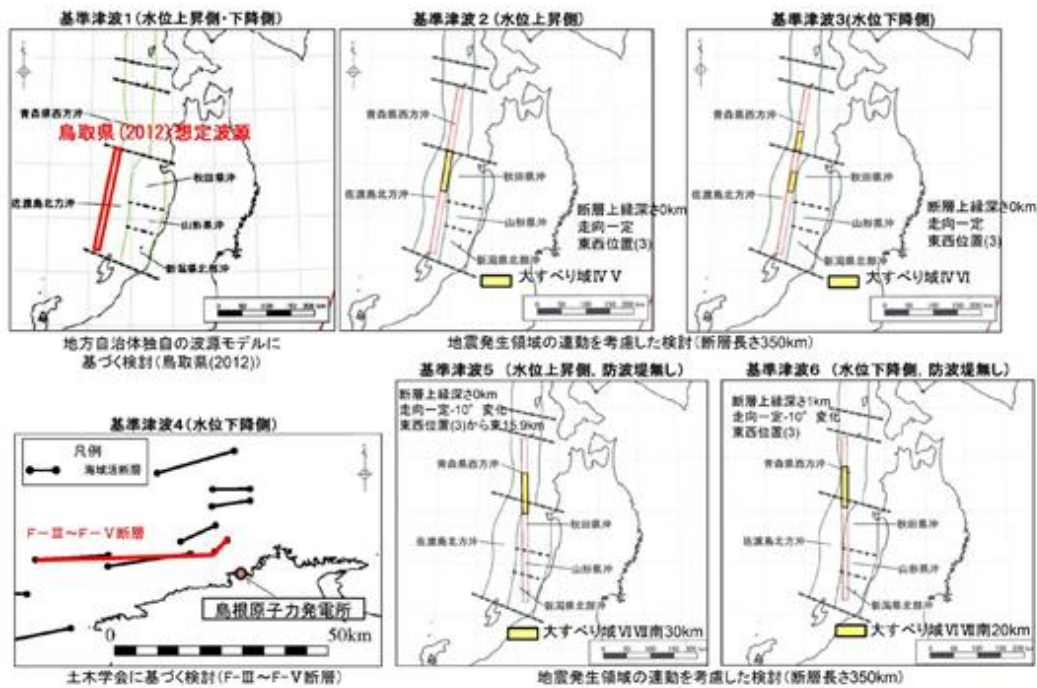


(地震発生後約 9 分)



基準津波の波源，断層幅と周期の関係，海底地形，最大水位上昇量分布，最大流速分布及び水位変動・流向ベクトルを踏まえた敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性に係る考察は以下のとおり。

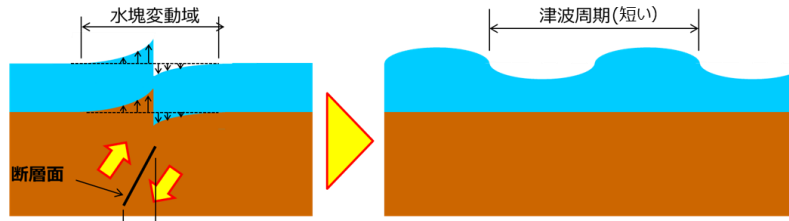
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の周期はプレート間地震による津波に比べ短い傾向にあり，流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は，大和堆，隠岐諸島の海底地形の影響を受け島根原子力発電所に到達する。
- ・海域活断層から想定される地震による津波に対して，日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の中でも基準津波1の流速が比較的速い。
- ・流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。
- ・発電所沖合において，防波堤の有無による流速への有意な影響はない。



第 2.5-8 図 基準津波の波源

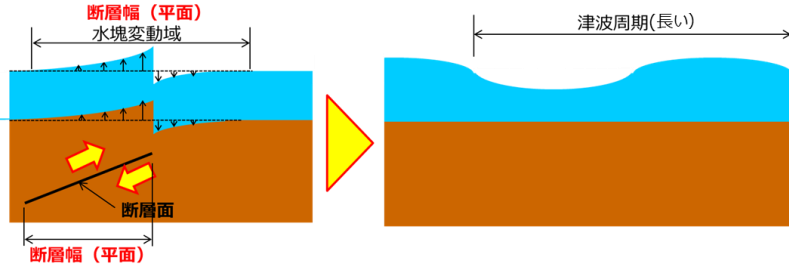
●日本海側（活断層）

- ・傾斜角：高角
- ・断層幅：狭い
- ⇒断層幅（平面）が狭く、水塊変動域が狭くなるため、津波周期が短くなる傾向がある。

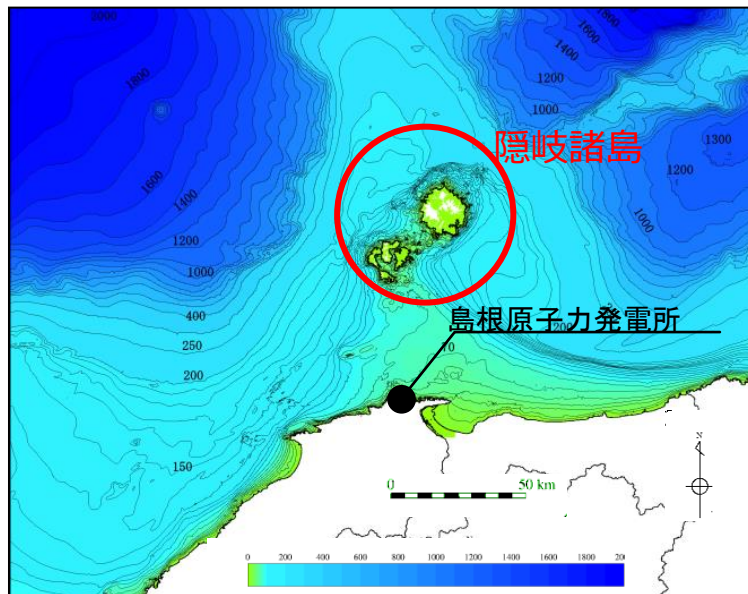
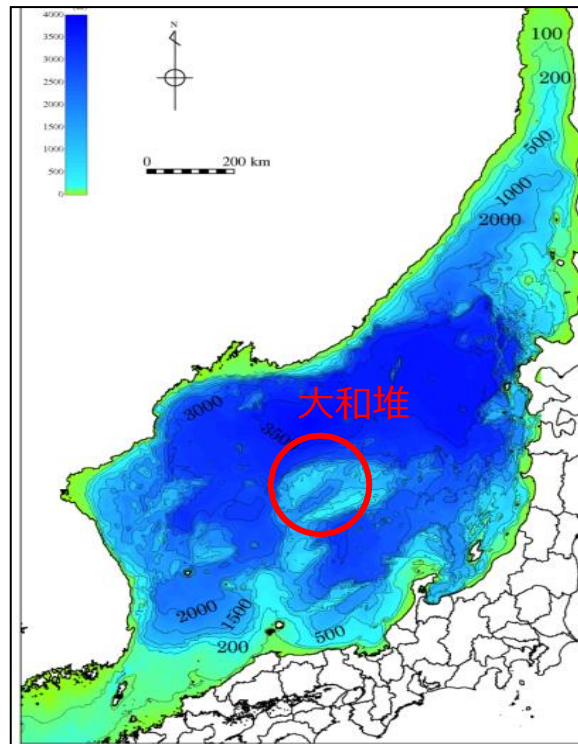


●太平洋側（プレート間地震）

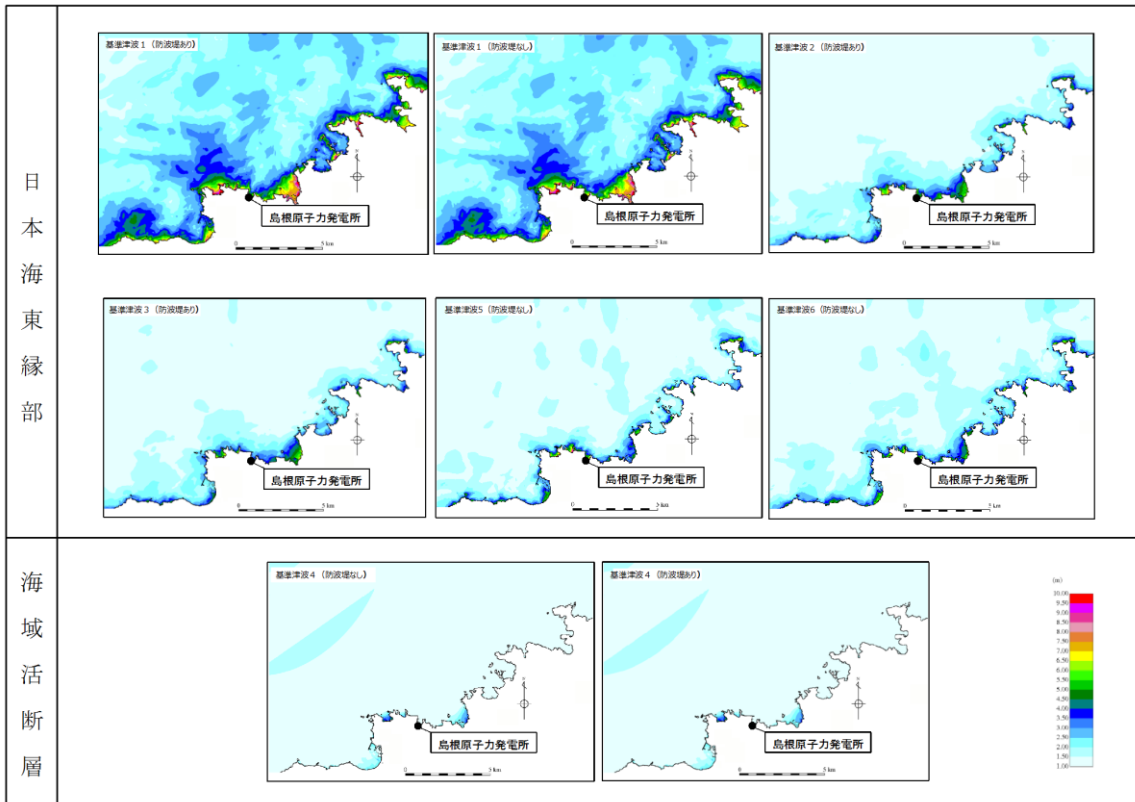
- ・傾斜角：低角
- ・断層幅：広い
- ⇒断層幅（平面）が広く、水塊変動域が広がるため、津波周期が長くなる傾向がある。



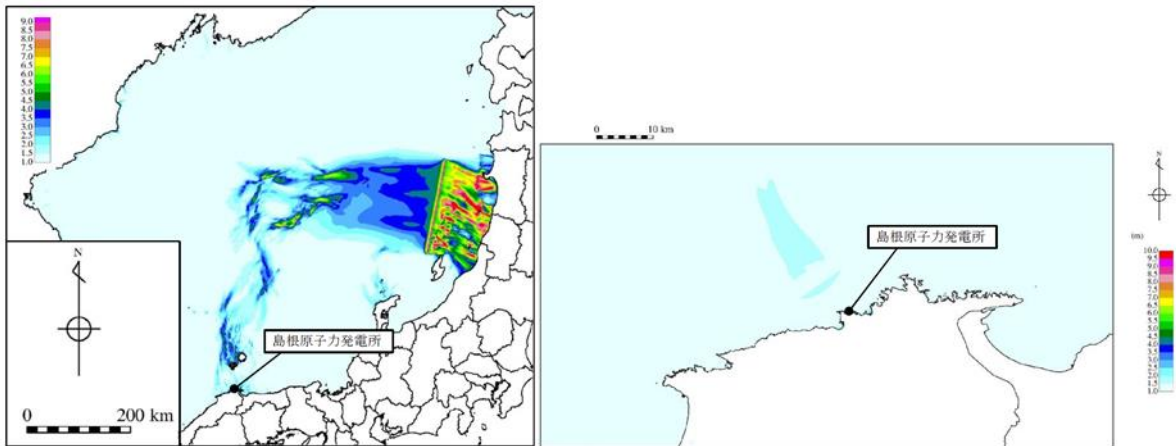
第 2.5-9 図 断層幅と周期の関係



第 2.5-10 図 海底地形



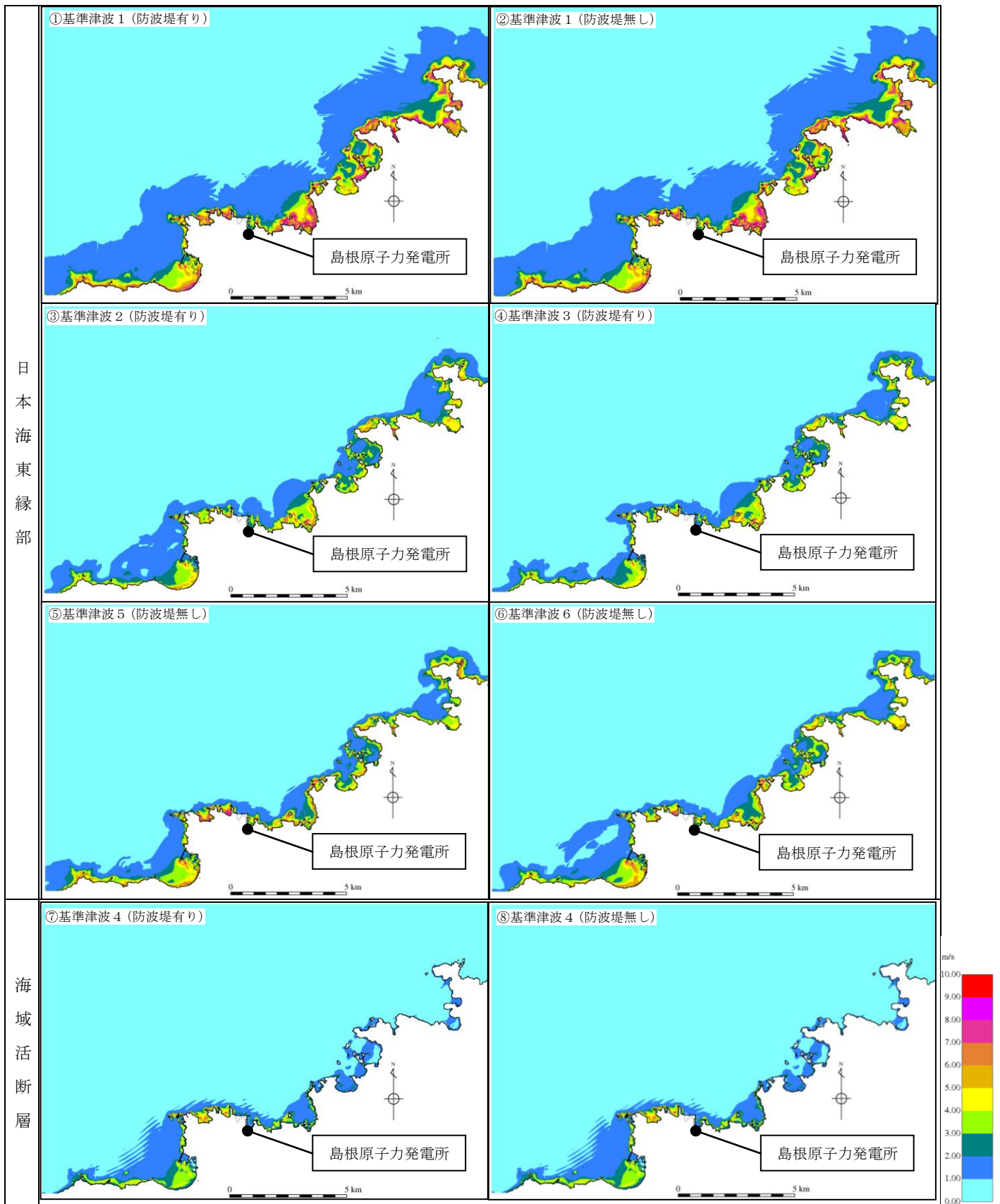
(参考) 波源位置から島根原子力発電所までの最大水位上昇量分布



(日本海東縁部に想定される地震による津波)

(海域活断層に想定される地震による津波)

第 2.5-11 図 最大水位上昇量分布



第 2.5-12 図 最大流速分布

さらに、津波の平面二次元解析から求まる流向及び流速により仮想的な浮遊物が辿る経路を確認することで、より詳細に基準津波の流向及び流速の特徴が把握できるため、仮想的な浮遊物の軌跡解析※を基準津波1～6について実施した。

仮想的な浮遊物の移動開始位置については、日本海側に面している島根原子力発電所の敷地形状を踏まえ、敷地前面の9カ所（地点1～9）に加え、周辺漁港の位置や漁船の航行等を考慮し、4カ所（地点10～13）を設定した。計13カ所の仮想的な浮遊物の移動開始位置を第2.5-13図に示す。

解析時間については、基準津波の解析時間と同様、日本海東縁部に想定される地震による津波は6時間、海域活断層から想定される地震による津波は、3時間とした。基準津波による軌跡解析結果を第2.5-14図に示す。

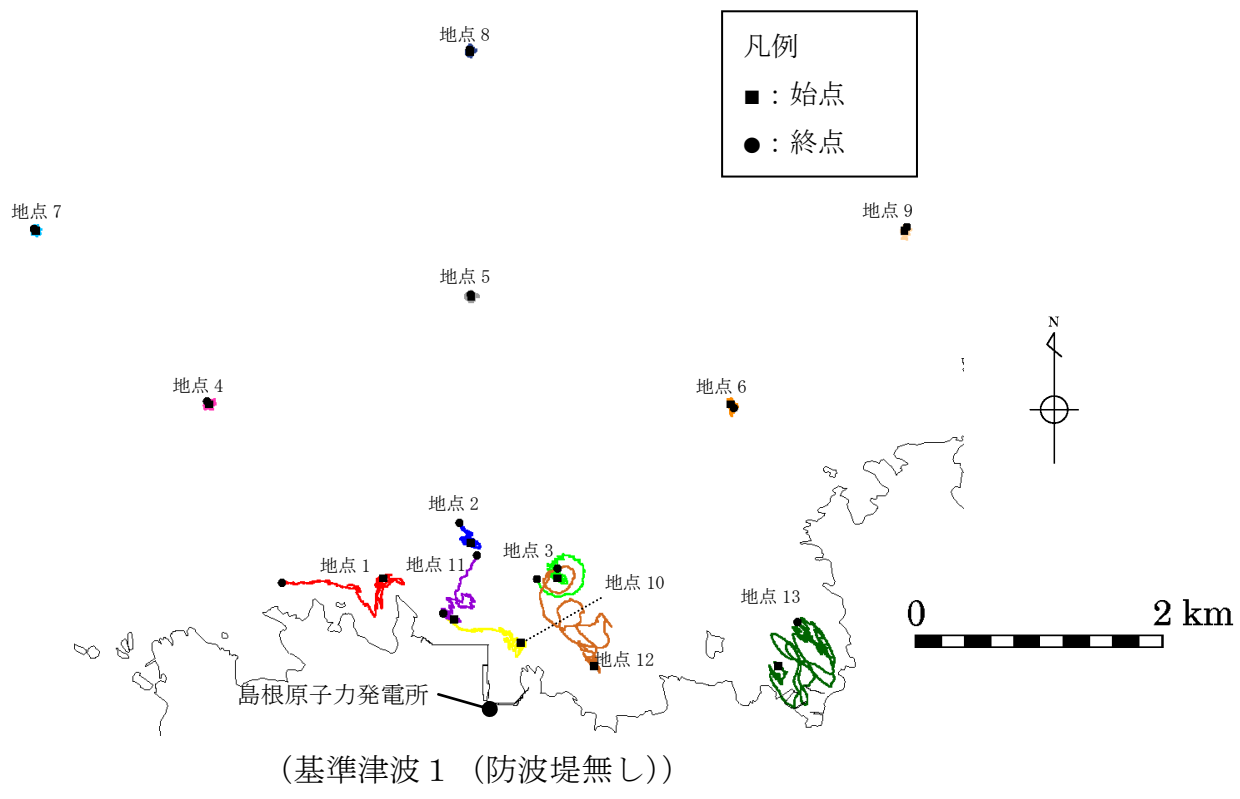
軌跡解析の結果、基準津波の特性で示した特徴と同様、3km及び5kmの地点（地点4～9）において仮想的な浮遊物は、初期位置からほとんど移動しないことが確認された。

なお、軌跡解析は津波の平面二次元解析から求まる流向及び流速により仮想的な浮遊物が移動する経路（軌跡）を示したものであり、漂流物の挙動と仮想的な浮遊物の軌跡が完全に一致するものではないが、仮想的な浮遊物の軌跡は漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の影響を評価する上で重要な漂流物の移動に係る傾向把握の参考情報として用いることができると考える。

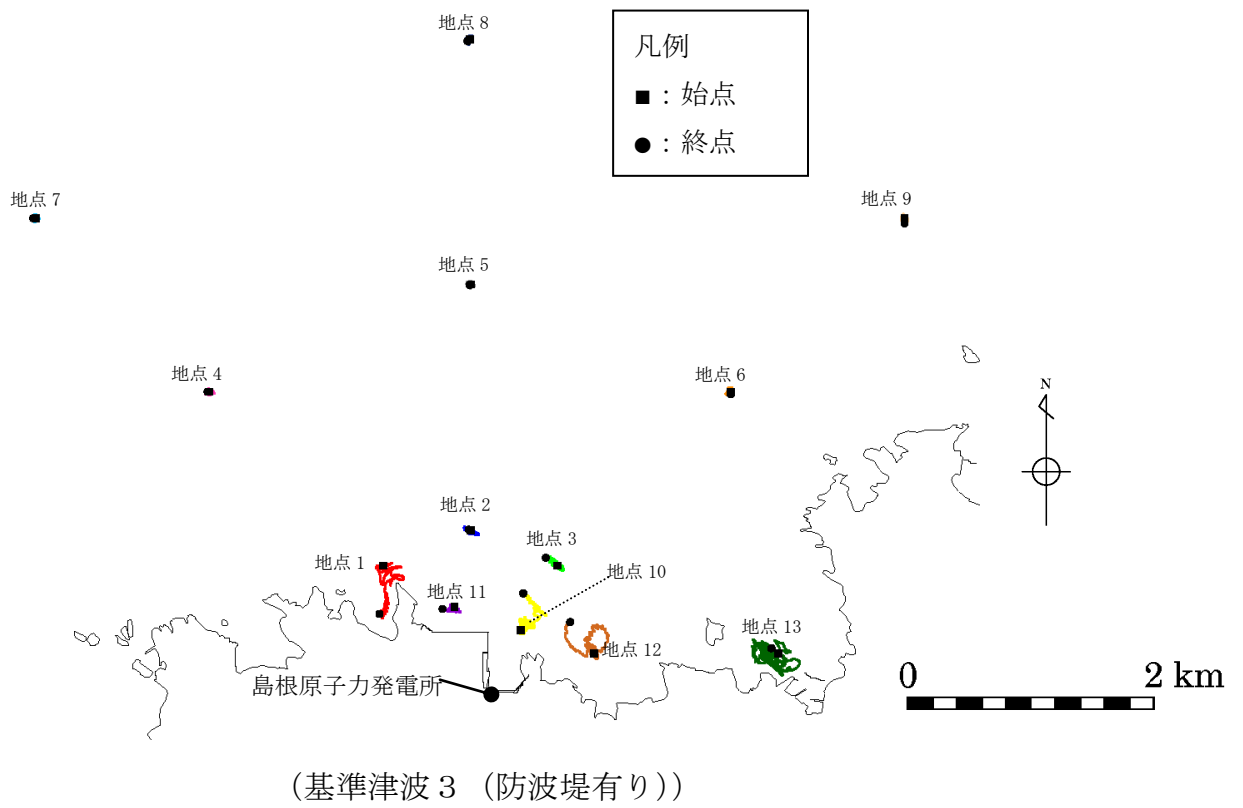
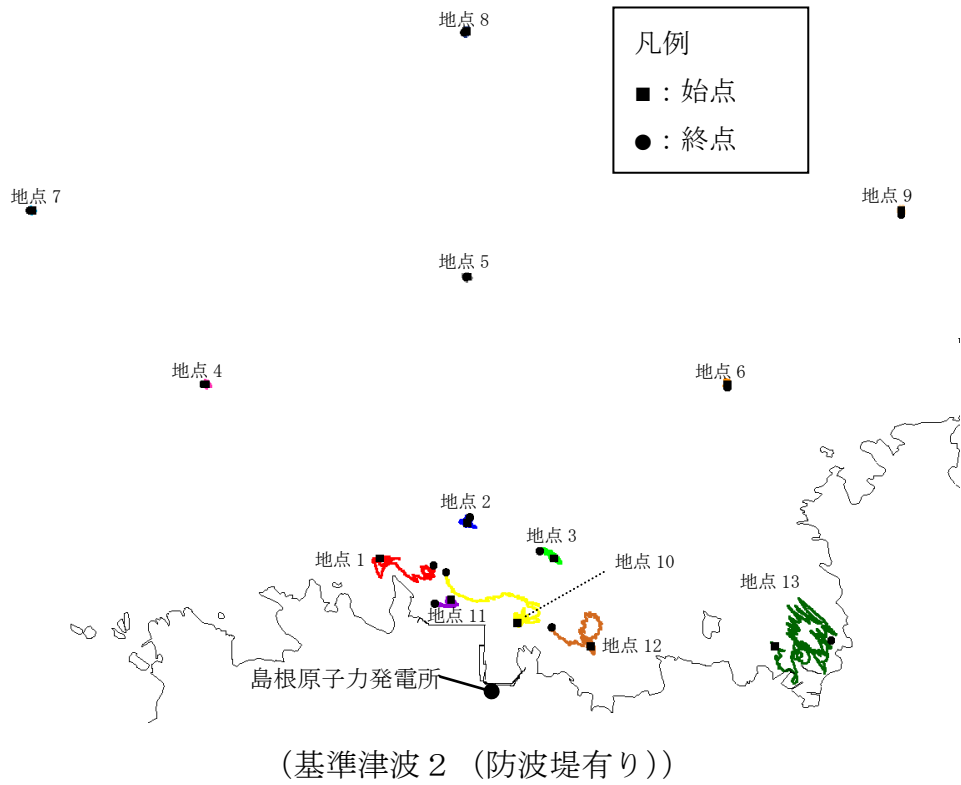


第2.5-13図 仮想的な浮遊物の移動開始位置

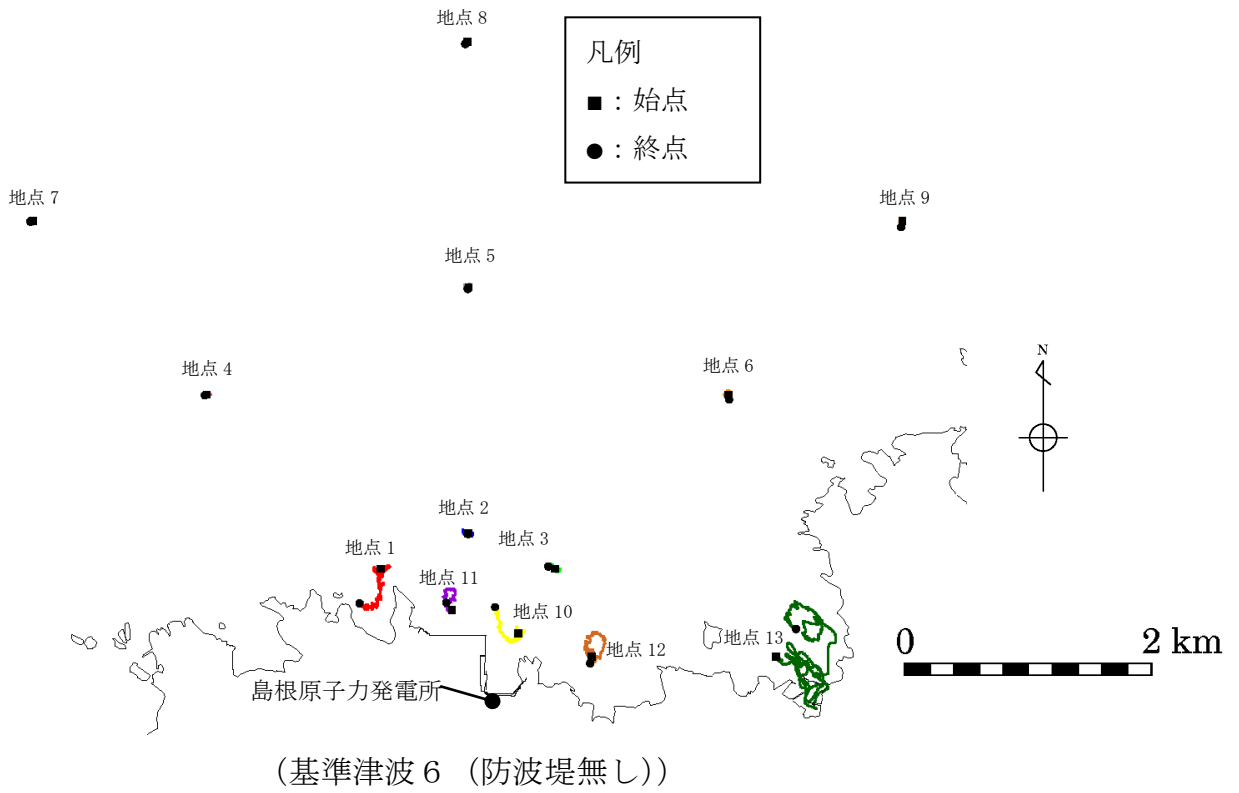
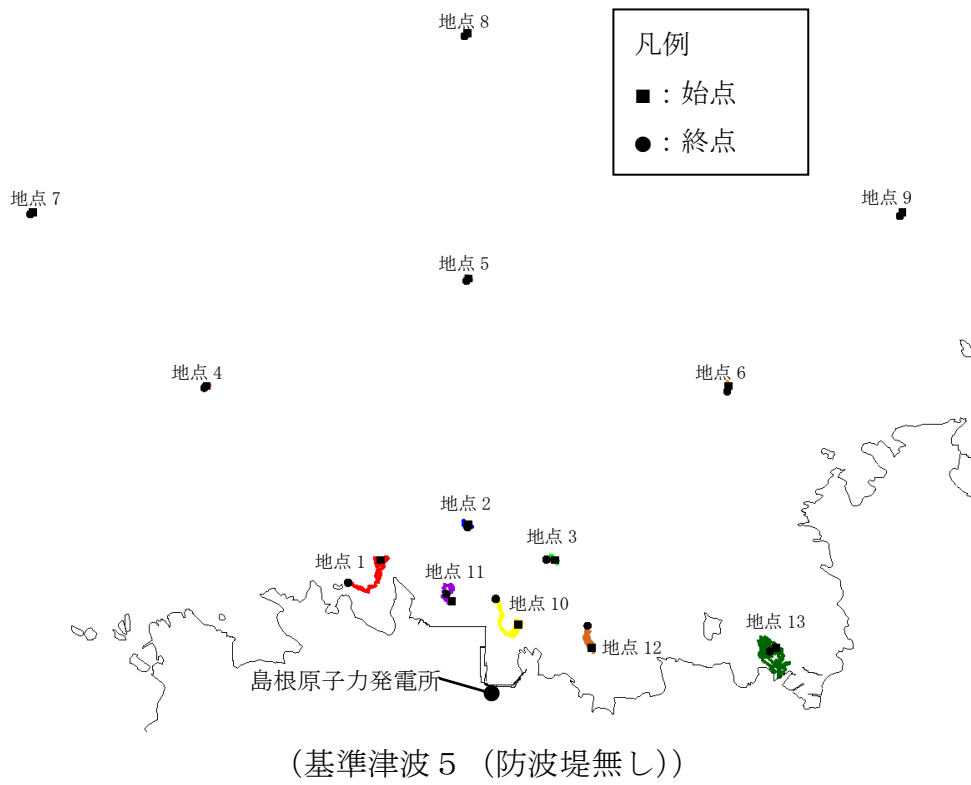
※ 津波解析から求まる流向流速をもとに、質量を持たず、抵抗を考慮しない仮想的な浮遊物が、水面を移動する軌跡を示す解析。



第 2.5-14-1 図 軌跡解析結果



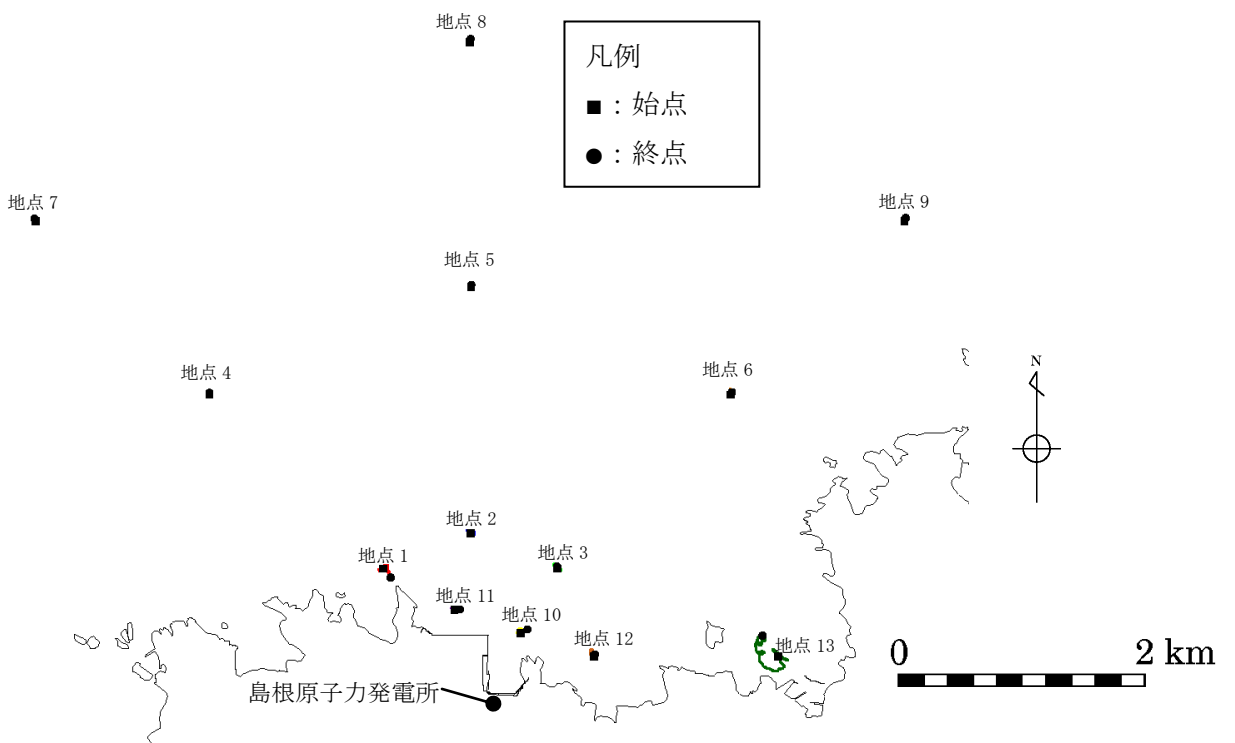
第 2.5-14-2 図 軌跡解析結果



第 2.5-14-3 図 軌跡解析結果



(基準津波 4 (防波堤有り))



(基準津波 4 (防波堤無し))

第 2.5-14-4 図 軌跡解析結果

b. 漂流物調査範囲の設定

漂流物調査の範囲については、前項に示した発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考慮し、基準津波による漂流物の移動量を算出し、調査範囲を設定する。

前項「②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握」における基準津波の特徴を踏まえ、日本海東縁部に想定される地震による津波である基準津波1について、第2.5-13図に示す計13の地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。なお、日本海東縁部に想定される地震による津波は、第4図に示すとおり、地震発生後、約110分程度から水位が上昇し始め、190分程度で最大水位を示し、230分以降は収束傾向(水位1m以下)となることから、100分から260分の範囲を検討対象とした。

津波の流向が発電所へ向かっている時に、漂流物が発電所に接近すると考え、流向が発電所へ向かっている時(地点1～11:南方向, 地点12:南西方向, 地点13:西方向)の最大流速と継続時間より、漂流物の移動量を算出する。

漂流物の移動量の算出に当たっては、発電所へ向かう流向が継続している間にも流速は刻々と変化しているが、保守的に最大流速が継続しているものとして、最大流速と継続時間の積によって移動量を算出する。

また、保守的な想定として引き波による反対方向の流れを考慮せず、寄せ波の2波分が最大流速で一定方向に流れるものとして評価を行った。

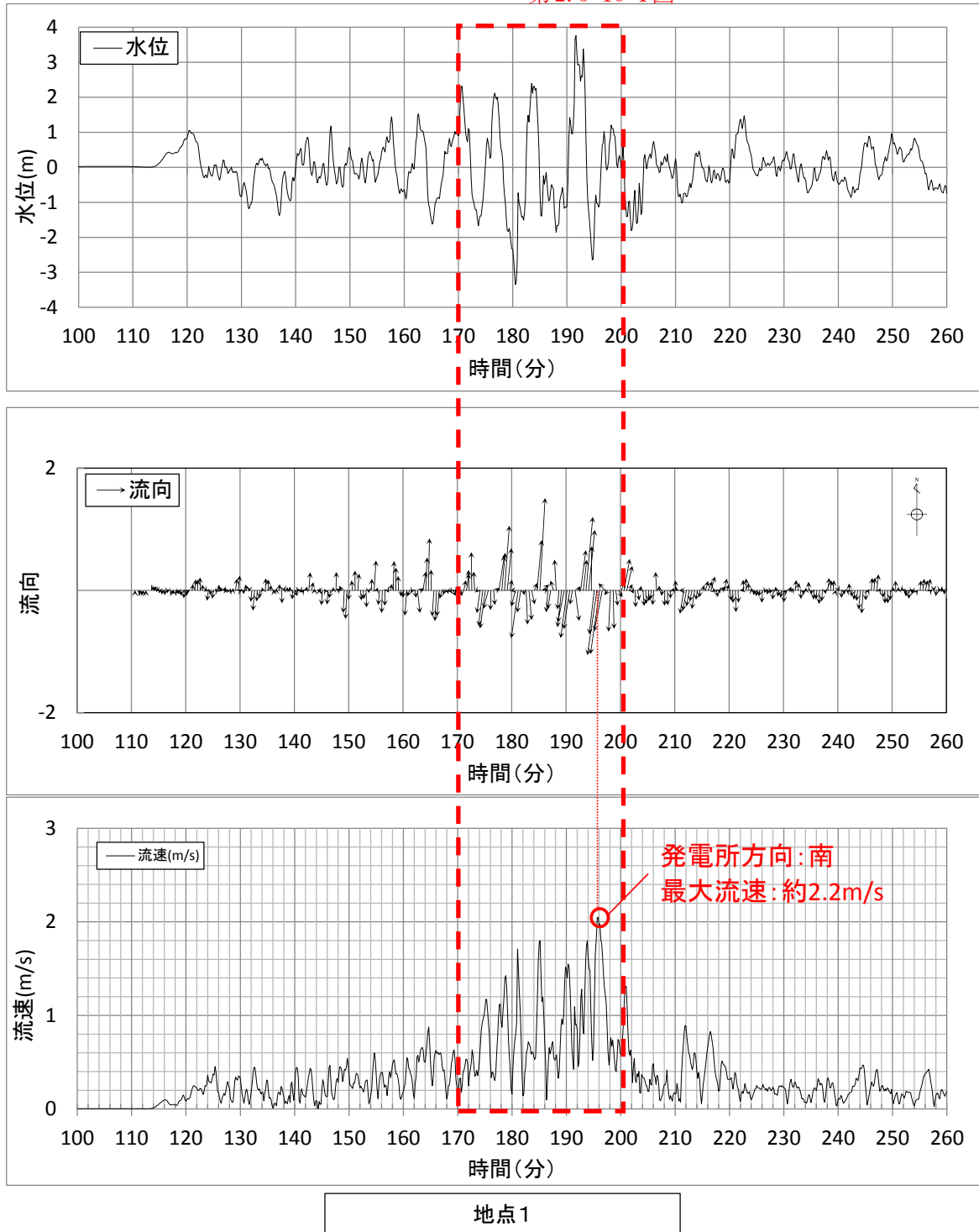
なお、評価においては、その他の基準津波に比べ、基準津波1の流速が比較的速く、また港湾外においては、防波堤有無による有意な影響が見られないこと及び3km, 5km地点(地点4～9)においては、仮想的な浮遊物の軌跡解析の結果からも移動量が小さい傾向が確認されたことから、基準津波1における1km圏内の地点1～3, 周辺漁港等を考慮した地点10～13を抽出し、そのうち発電所方向に向かう流速が最大となる地点1及び地点13を評価対象とした。

基準津波1における水位、流向、流速を第2.5-15図に示す。

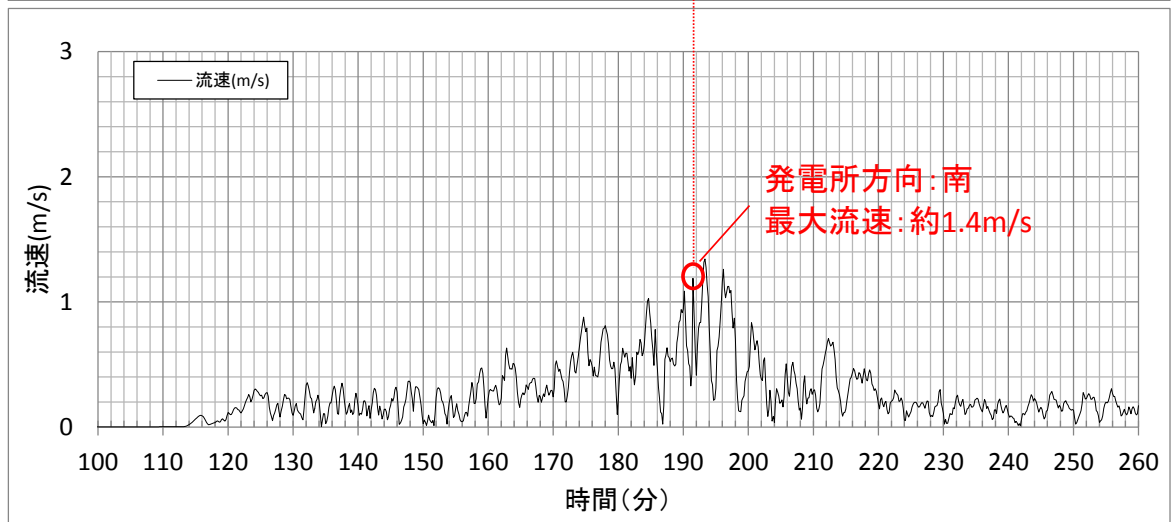
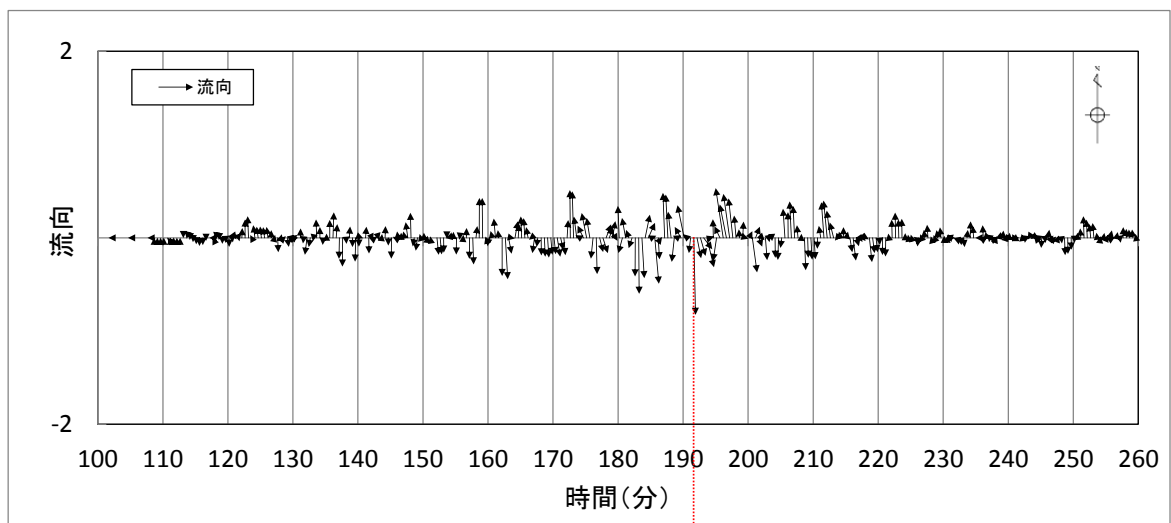
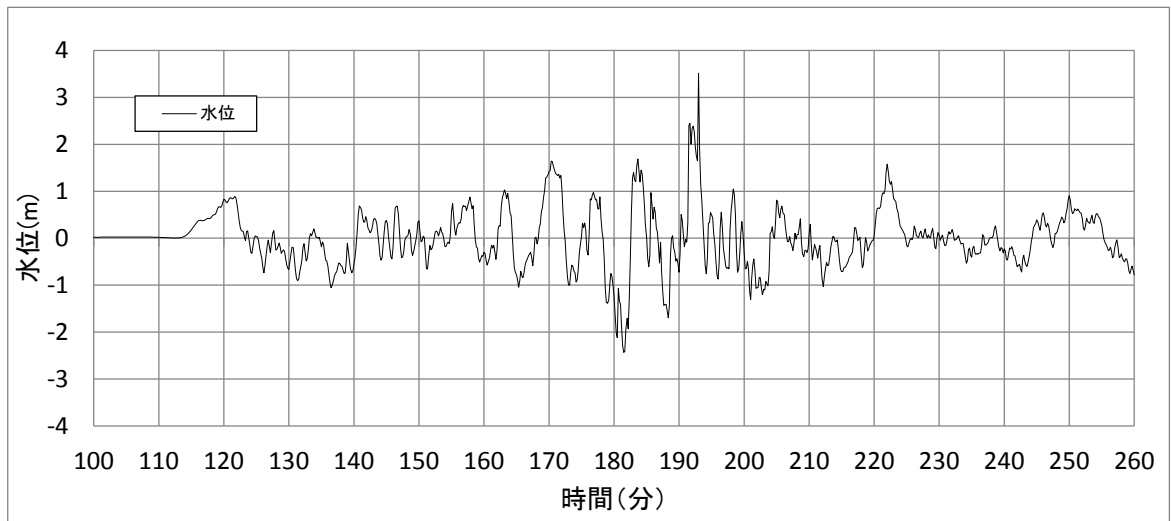
$$\text{移動量} = \text{継続時間} \times 2 \times \text{最大流速}$$

以上の条件において、漂流物の移動量を評価した(第2.5-16図)。評価の結果、抽出地点(地点1)における移動量900mが最大となった。以上により漂流物の移動量が900mとなるが、保守的に半径5kmの範囲を漂流物調査の範囲として設定する。

第2.5-16-1図

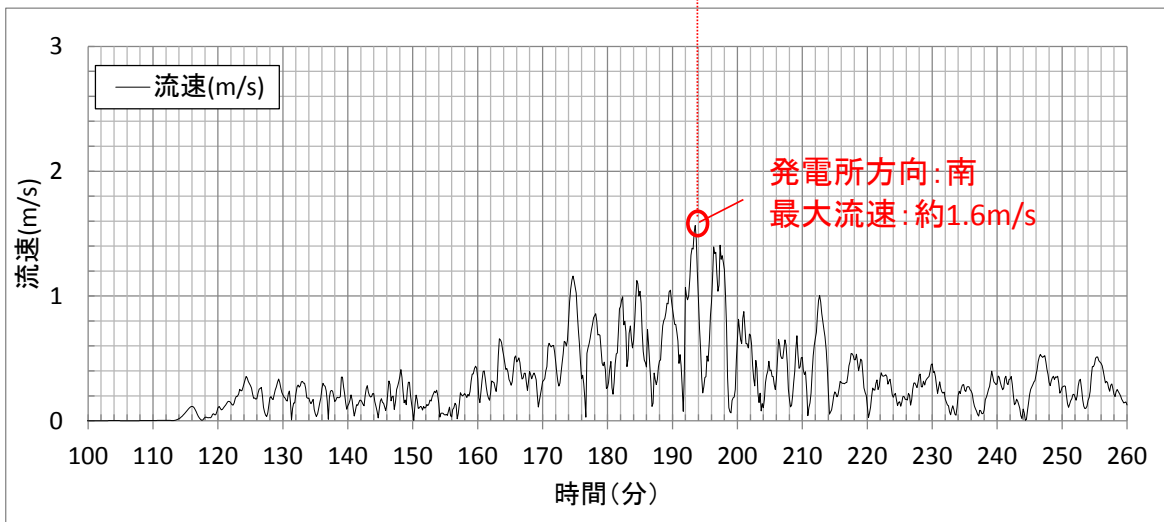
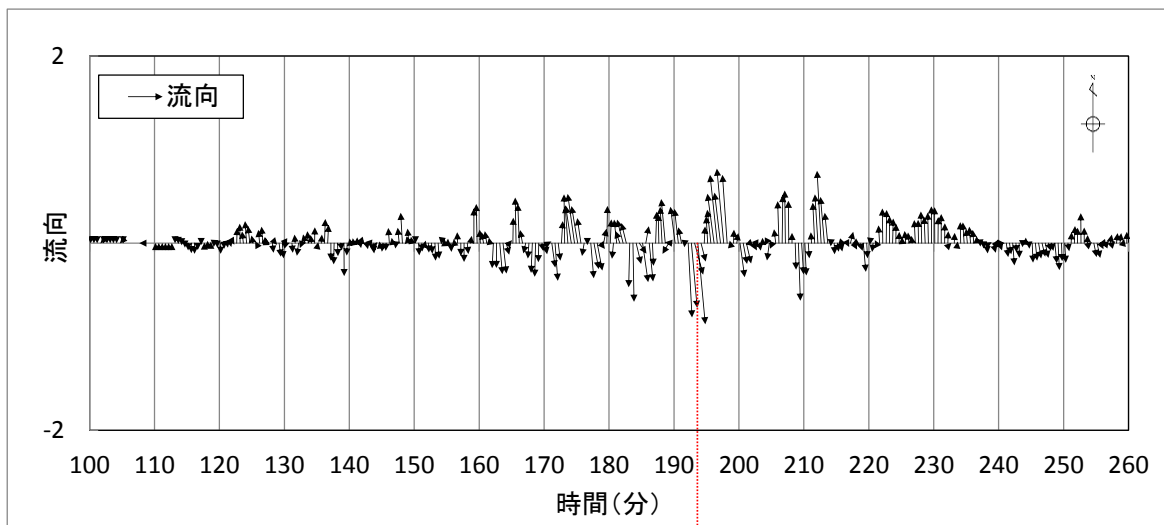
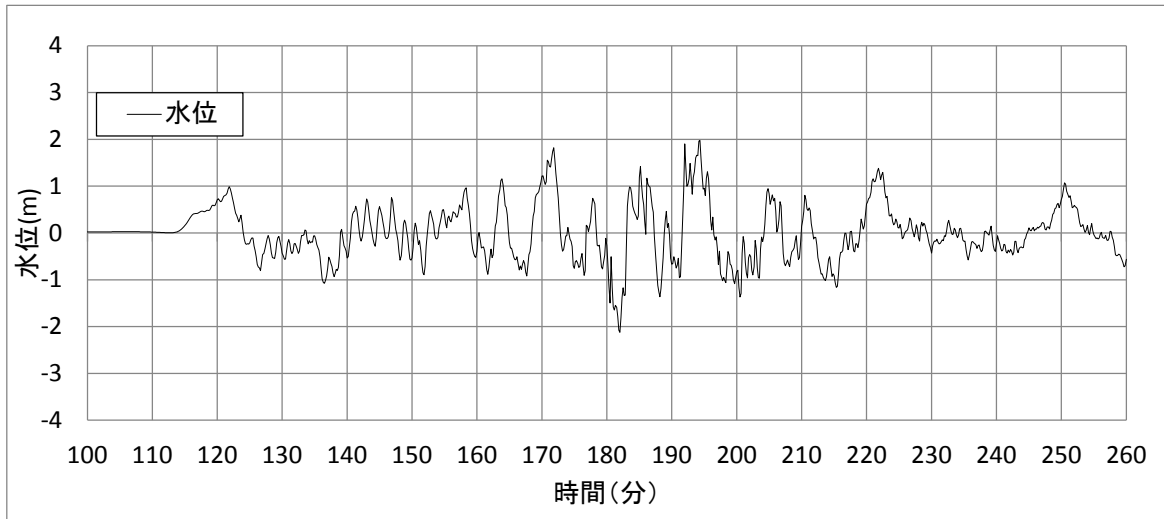


第2.5-15-1図 抽出地点1における水位，流向，流速（基準津波1）



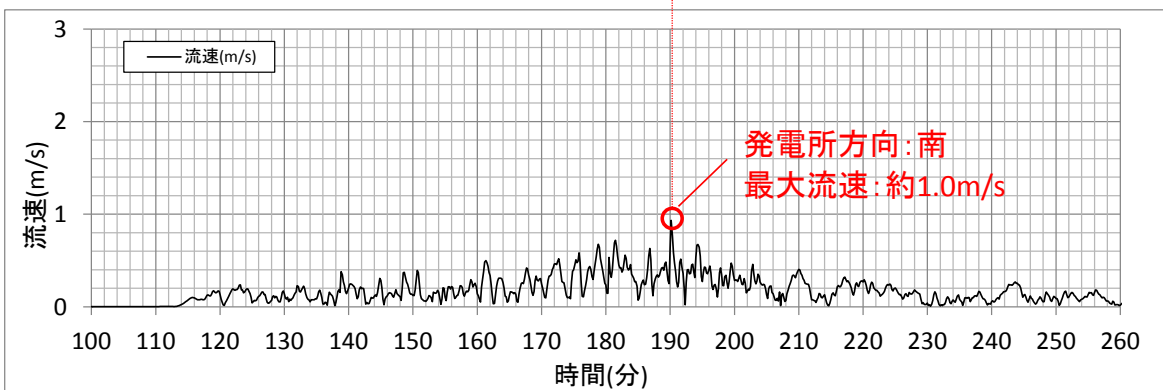
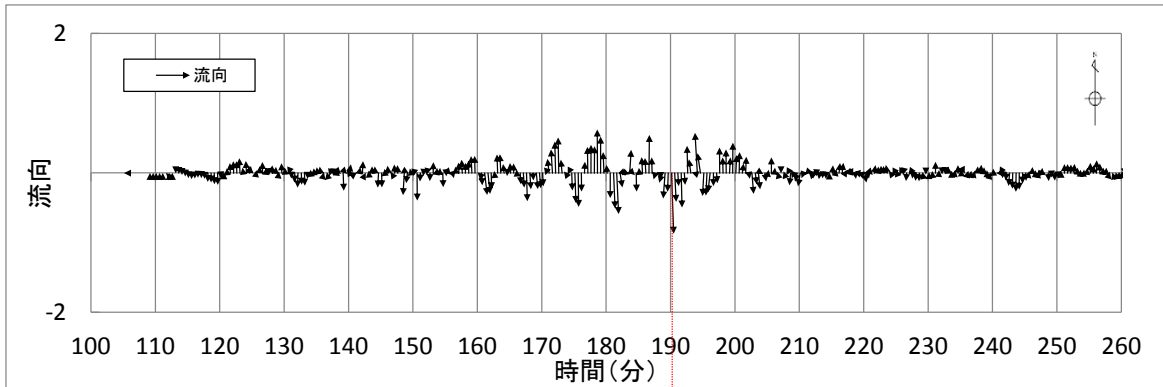
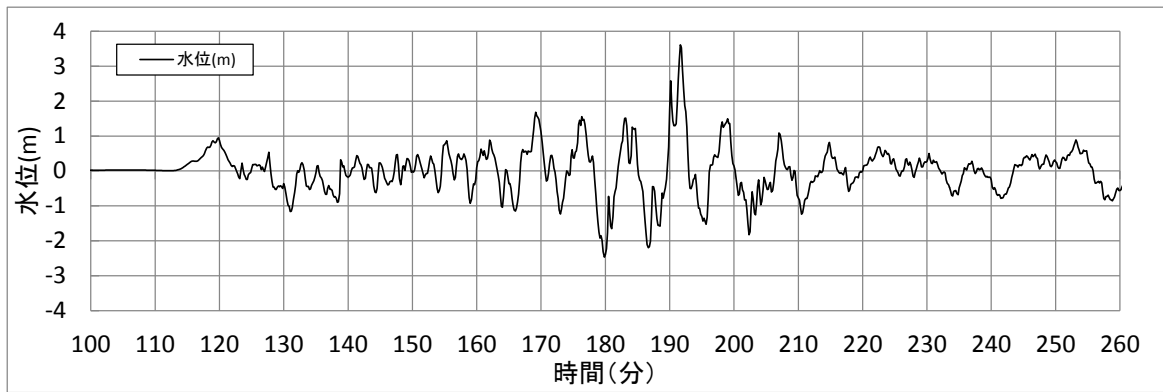
地点2

第 2.5-15-2 図 抽出地点 2 における水位，流向，流速（基準津波 1）



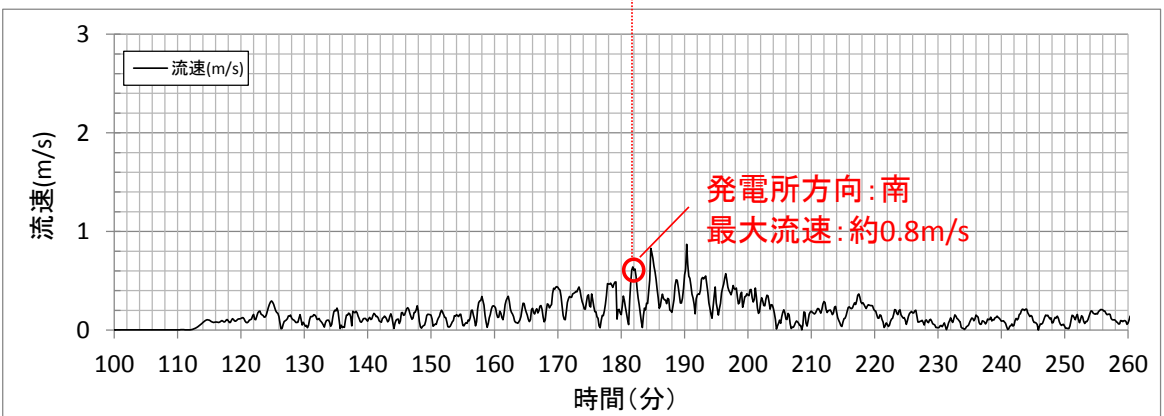
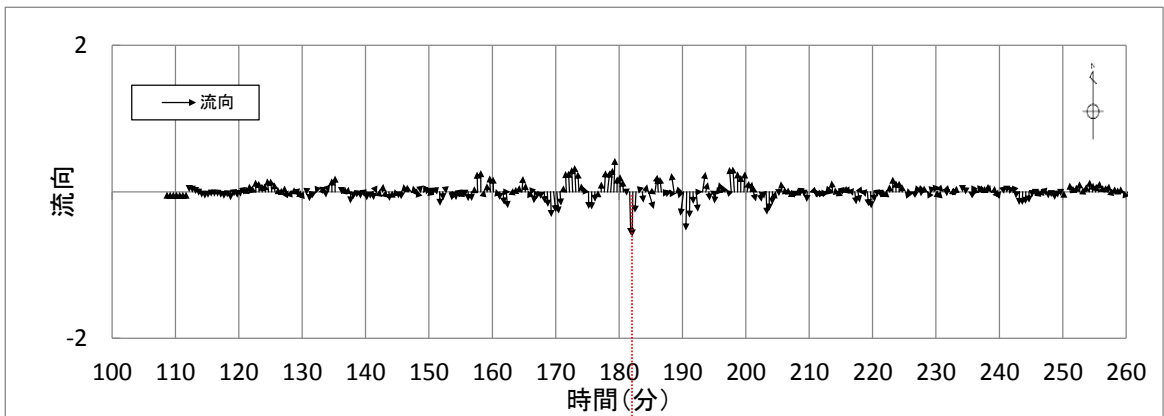
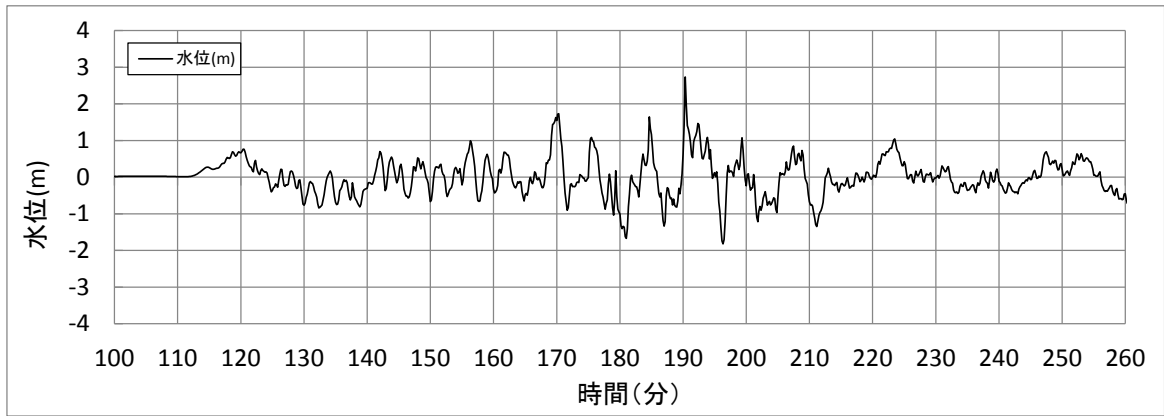
地点3

第 2.5-15-3 図 抽出地点 3 における水位，流向，流速（基準津波 1）



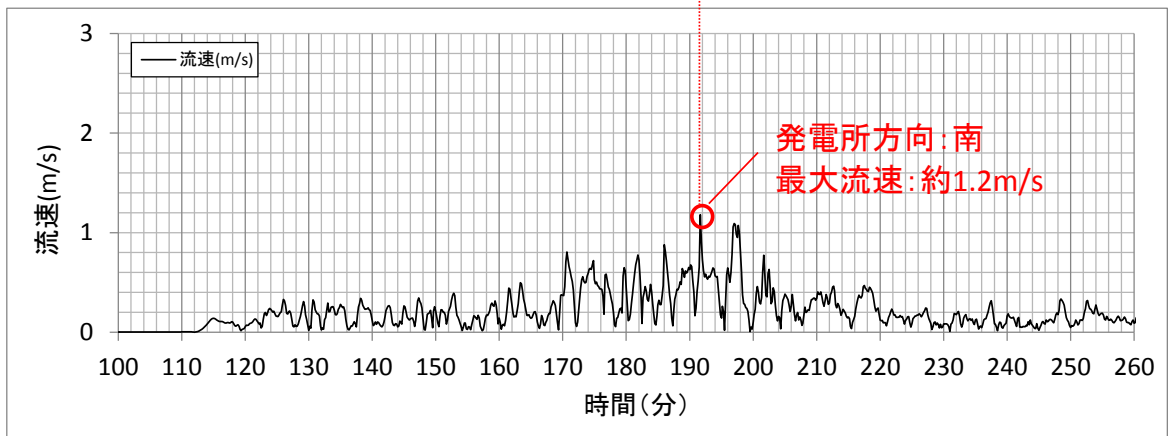
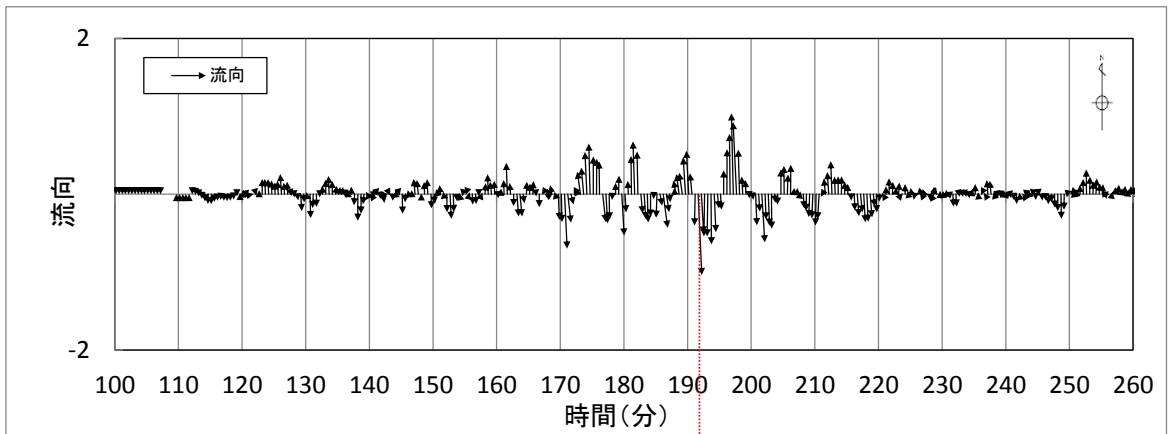
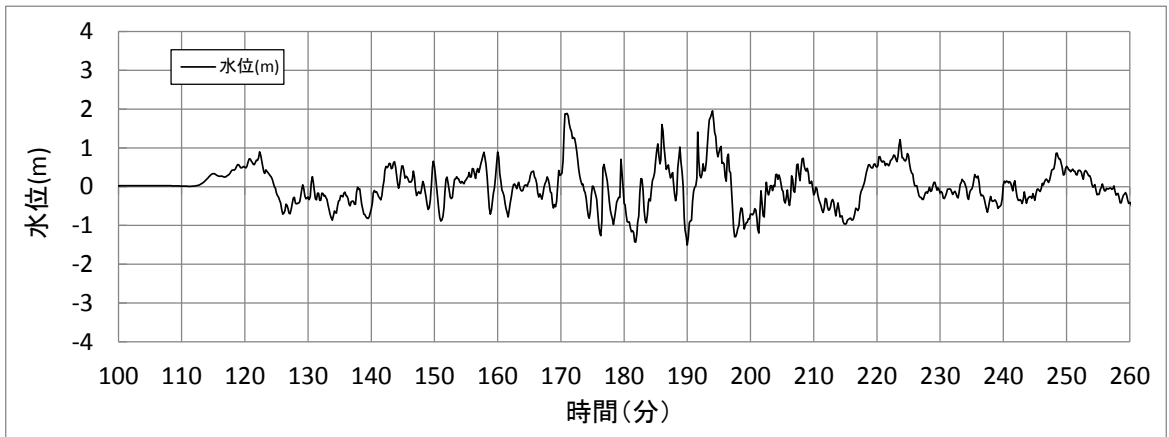
地点4

第 2.5-15-4 図 抽出地点 4 における水位，流向，流速（基準津波 1）



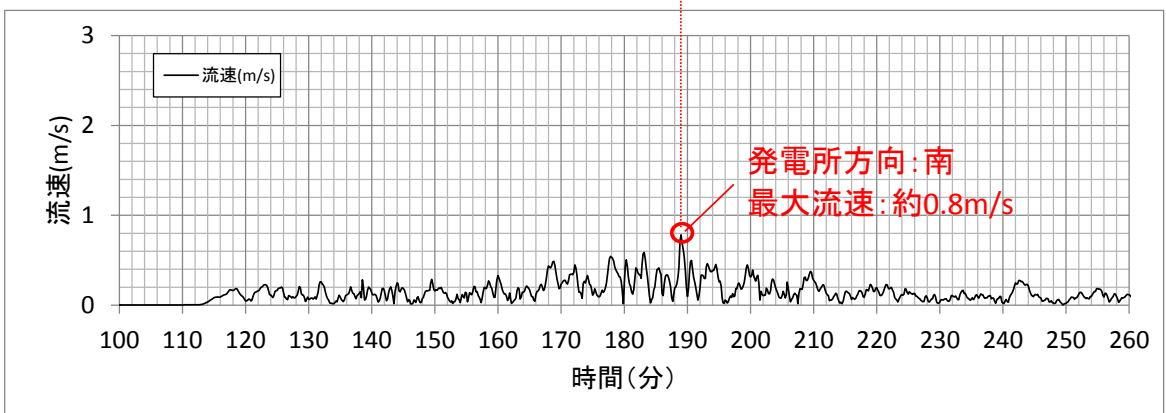
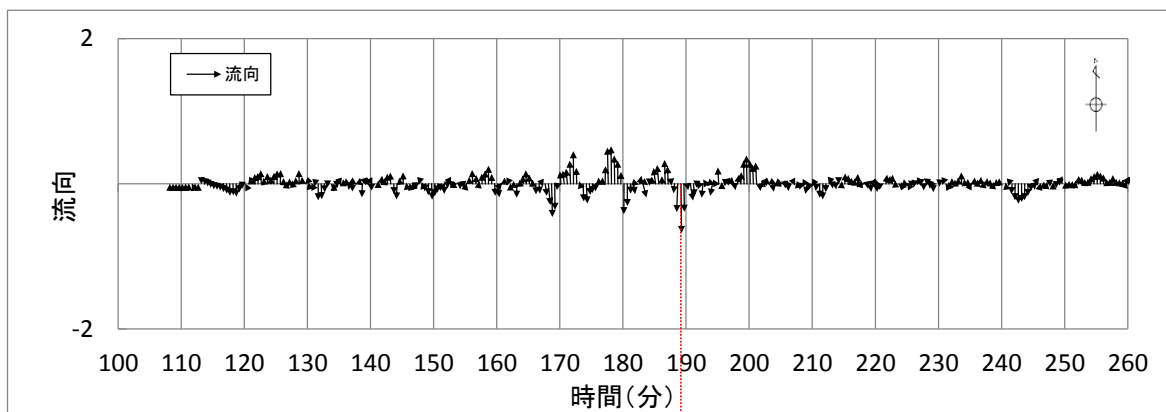
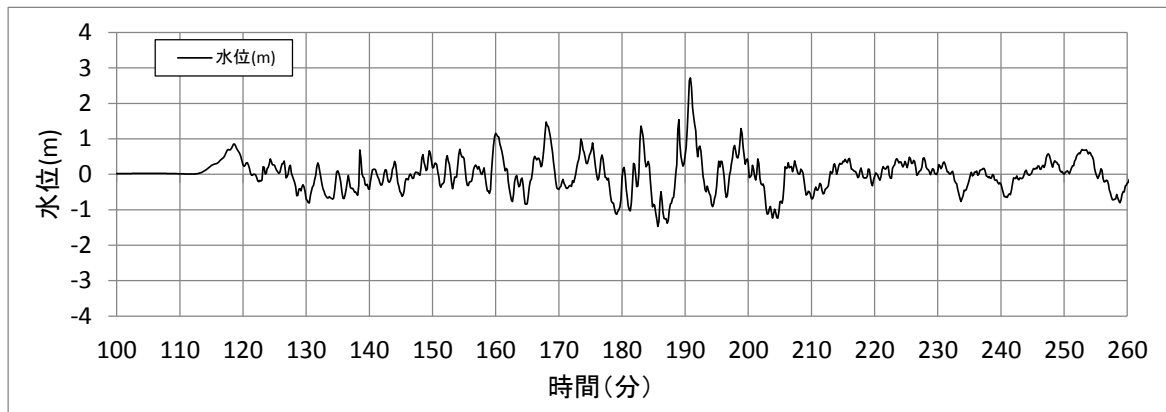
地点5

第 2.5-15-5 図 抽出地点 5 における水位，流向，流速（基準津波 1）



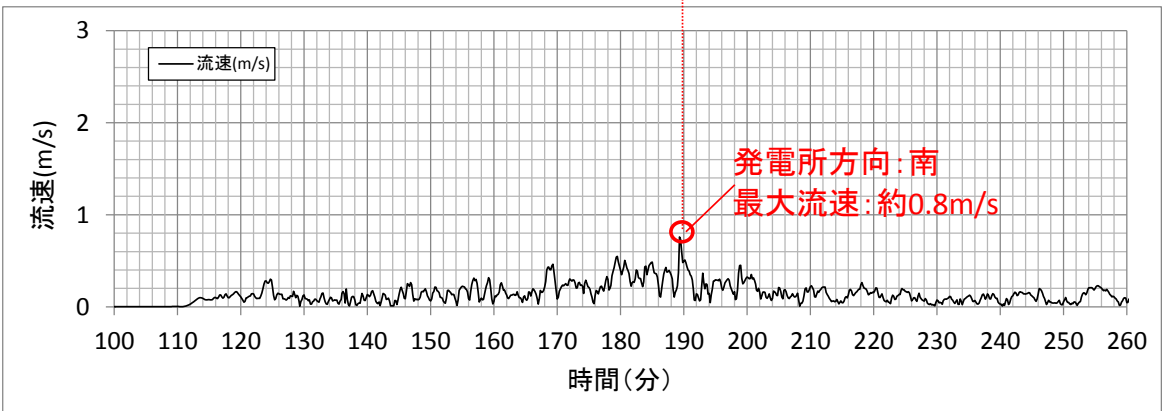
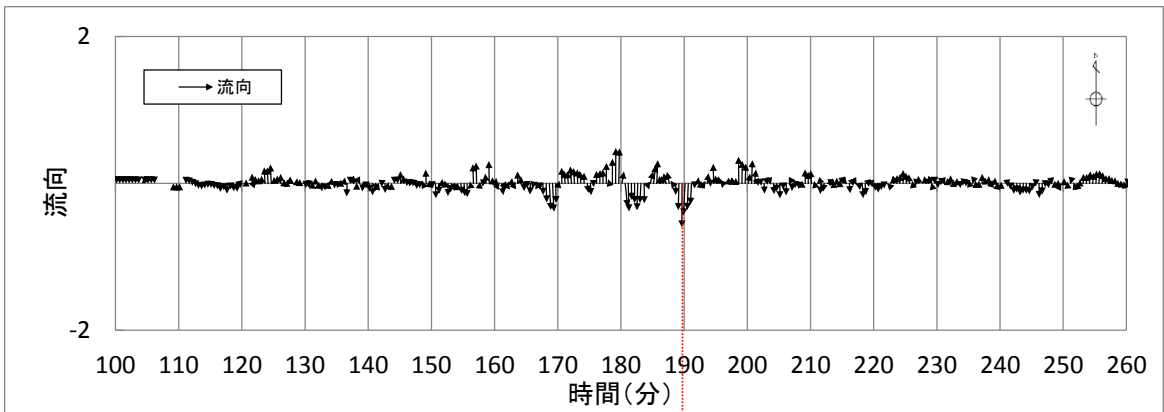
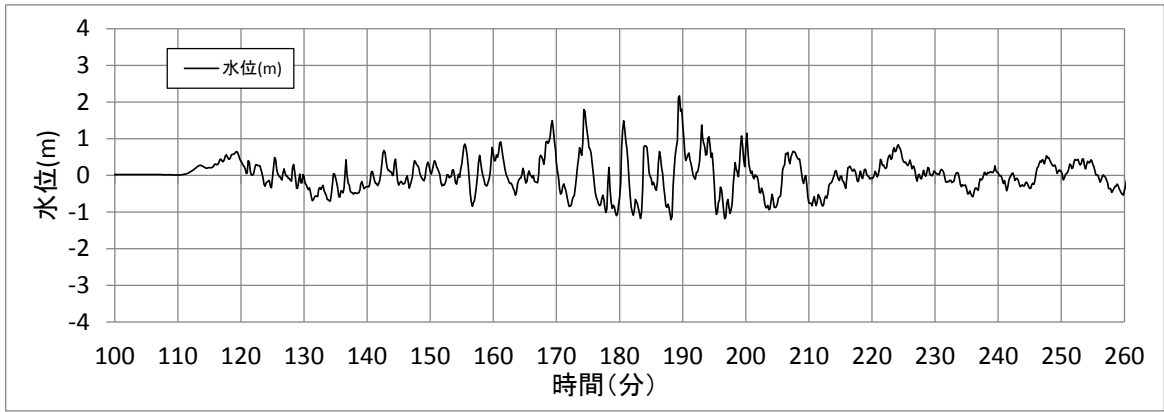
地点6

第 2.5-15-6 図 抽出地点 6 における水位，流向，流速（基準津波 1）



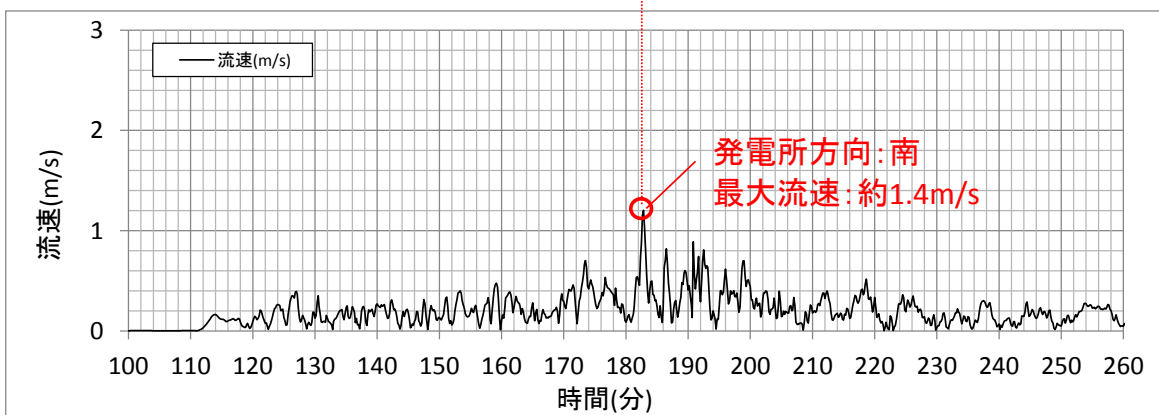
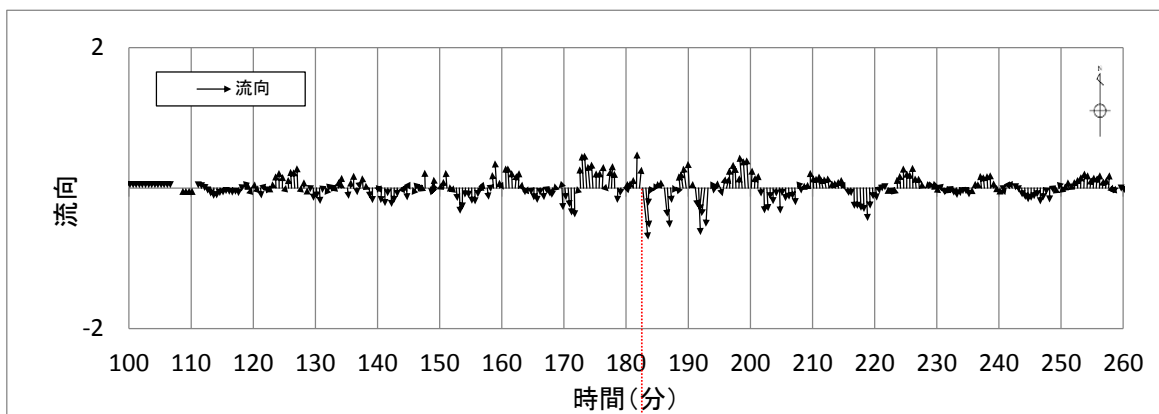
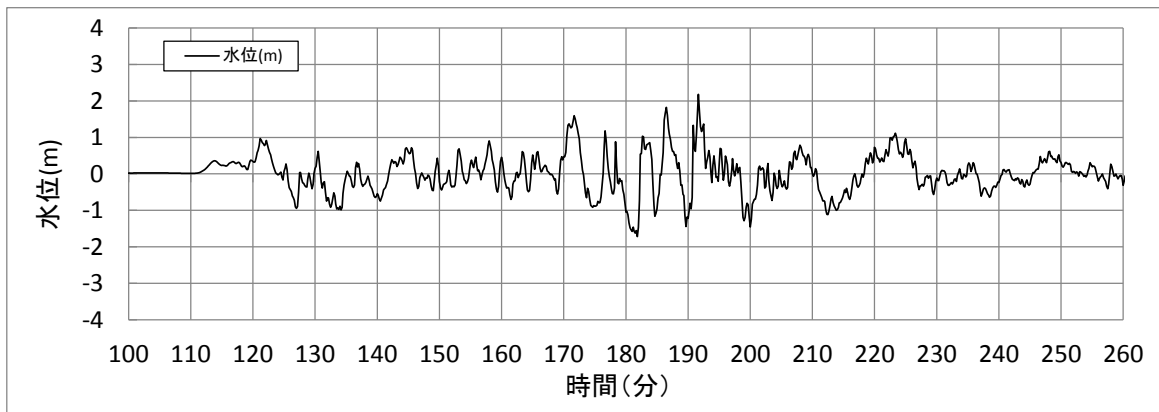
地点7

第 2.5-15-7 図 抽出地点 7 における水位，流向，流速（基準津波 1）



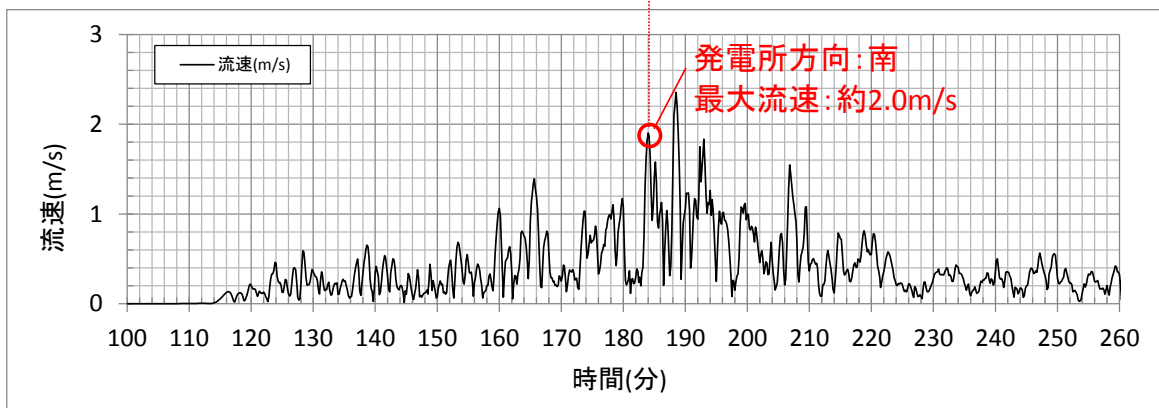
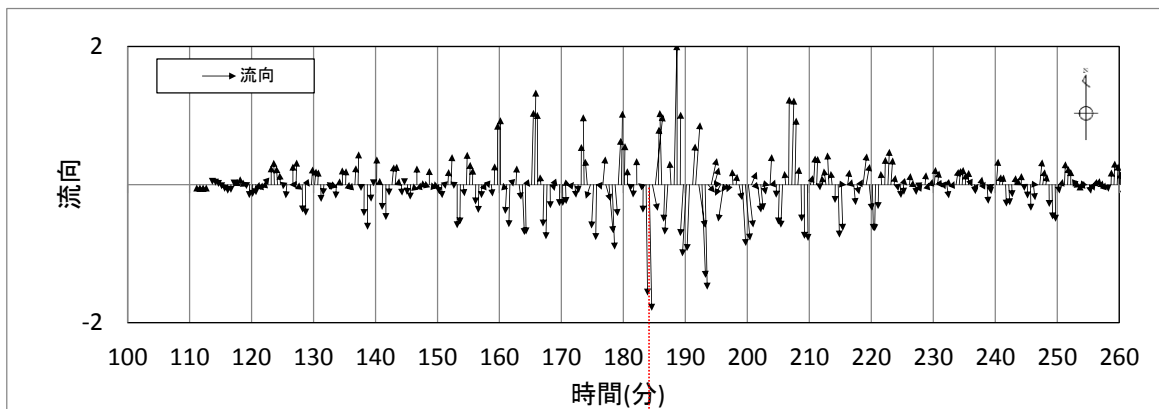
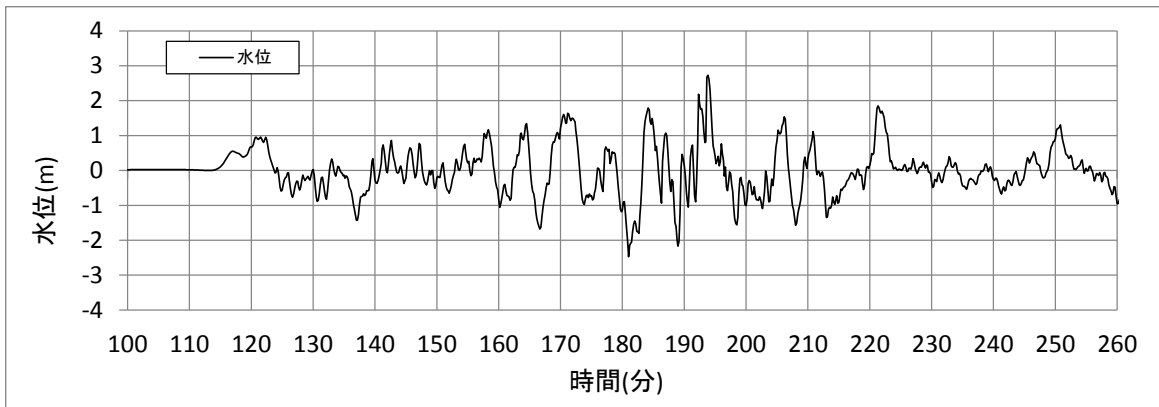
地点8

第 2.5-15-8 図 抽出地点 8 における水位，流向，流速（基準津波 1）



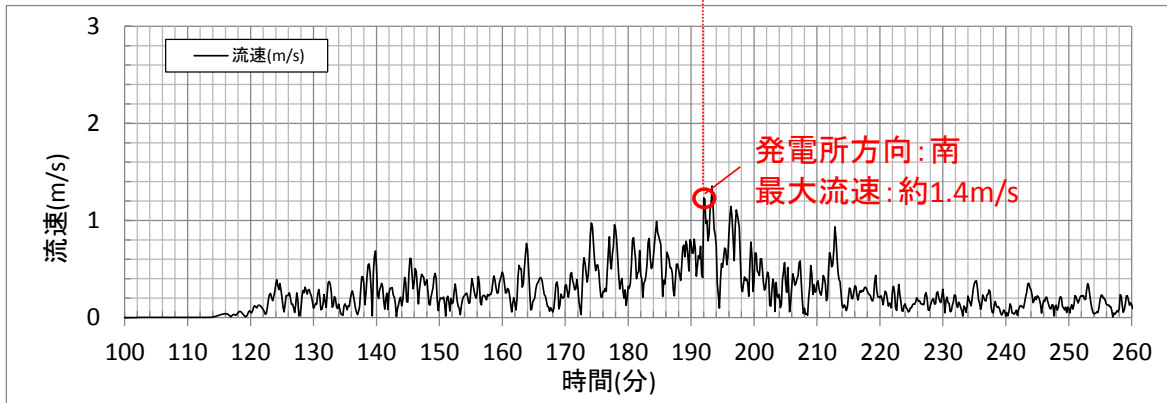
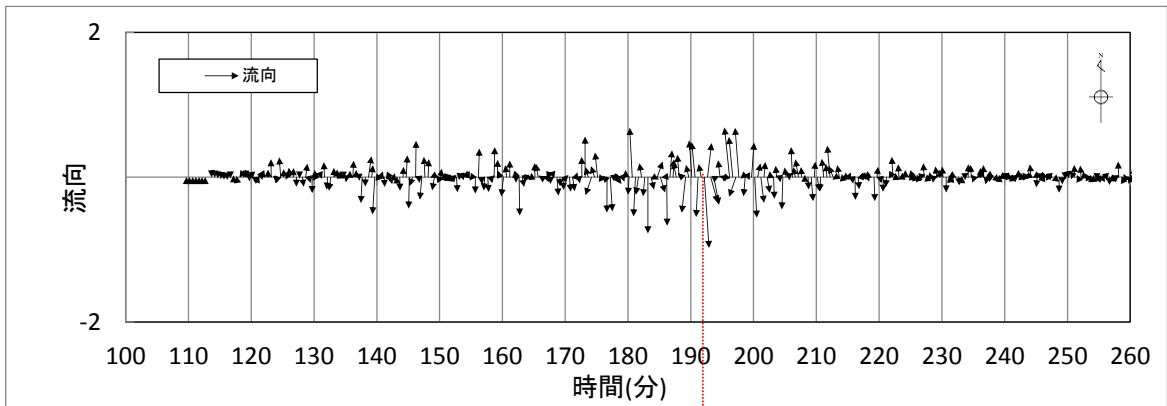
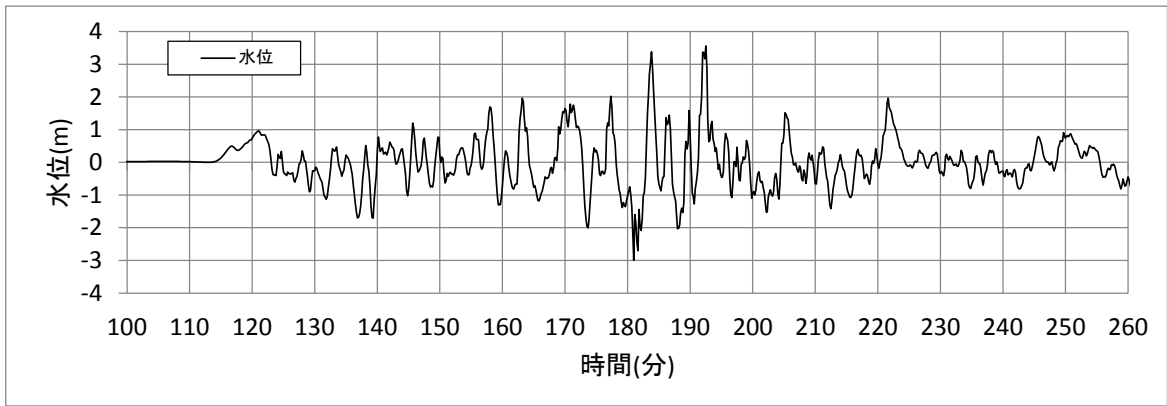
地点9

第 2.5-15-9 図 抽出地点 9 における水位，流向，流速（基準津波 1）



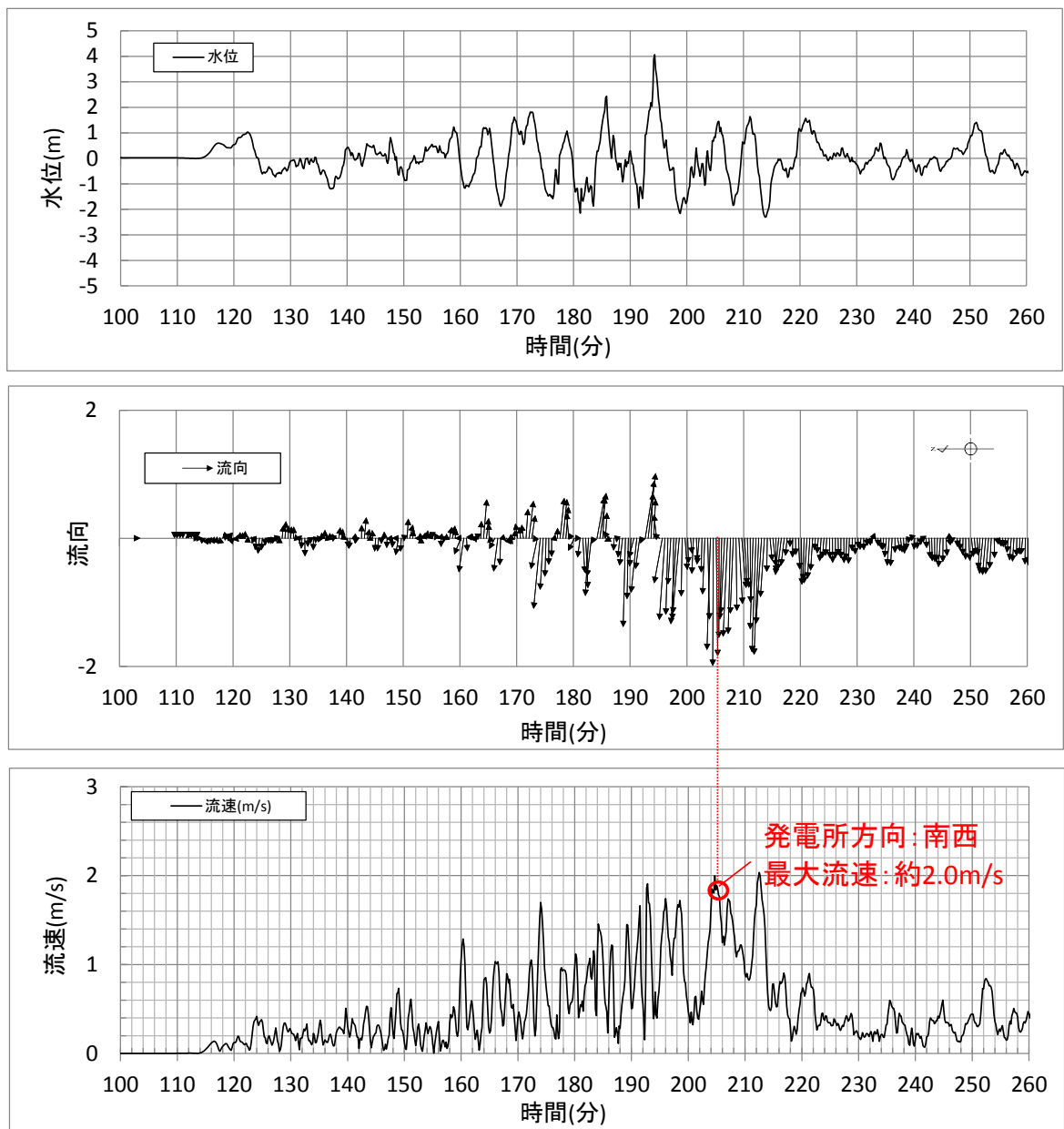
地点10

第 2.5-15-10 図 抽出地点 10 における水位，流向，流速（基準津波 1）



地点11

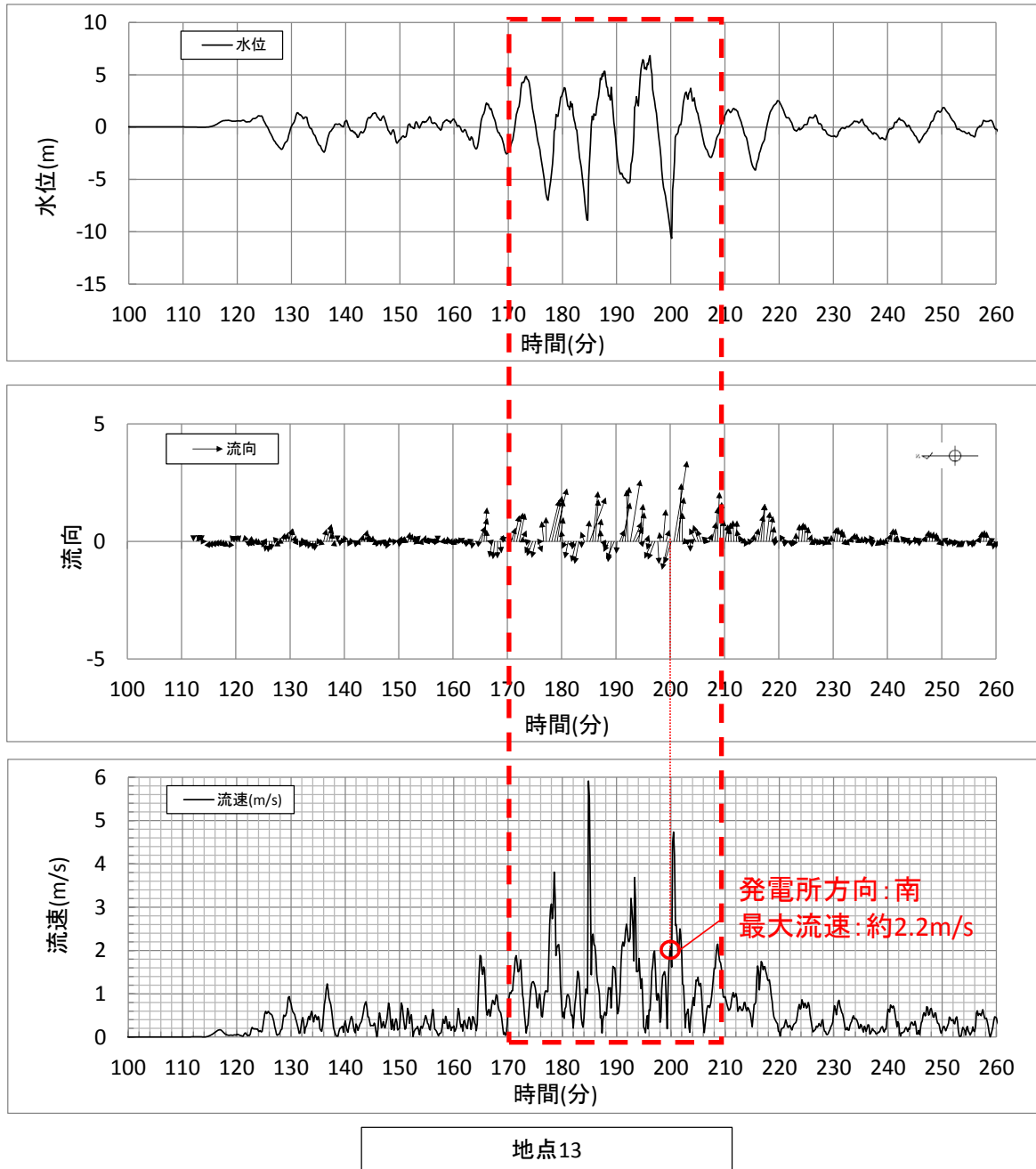
第 2.5-15-11 図 抽出地点 11 における水位，流向，流速（基準津波 1）



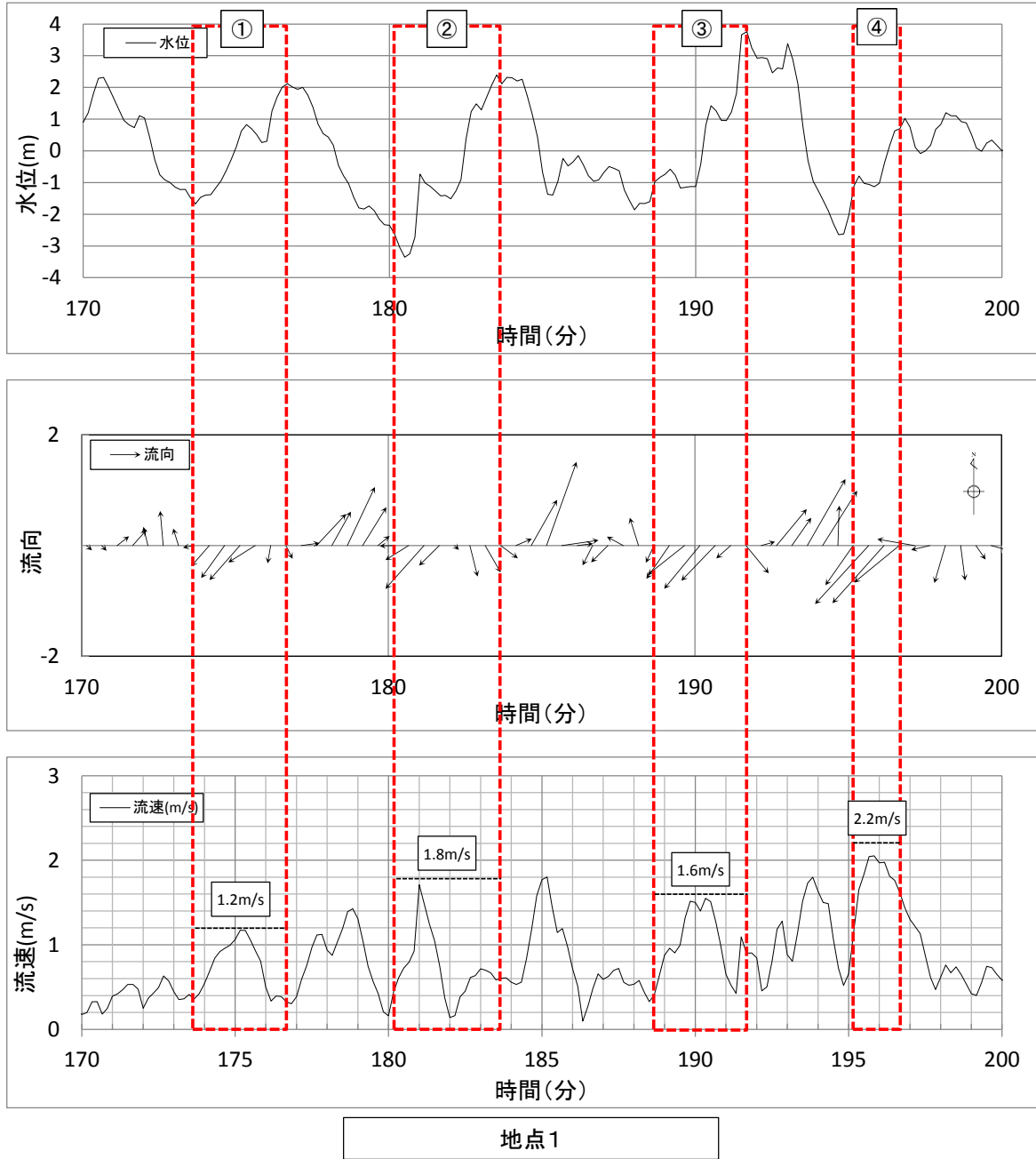
地点12

第 2.5-15-12 図 抽出地点 12 における水位，流向，流速（基準津波 1）

第2.5-16-2図



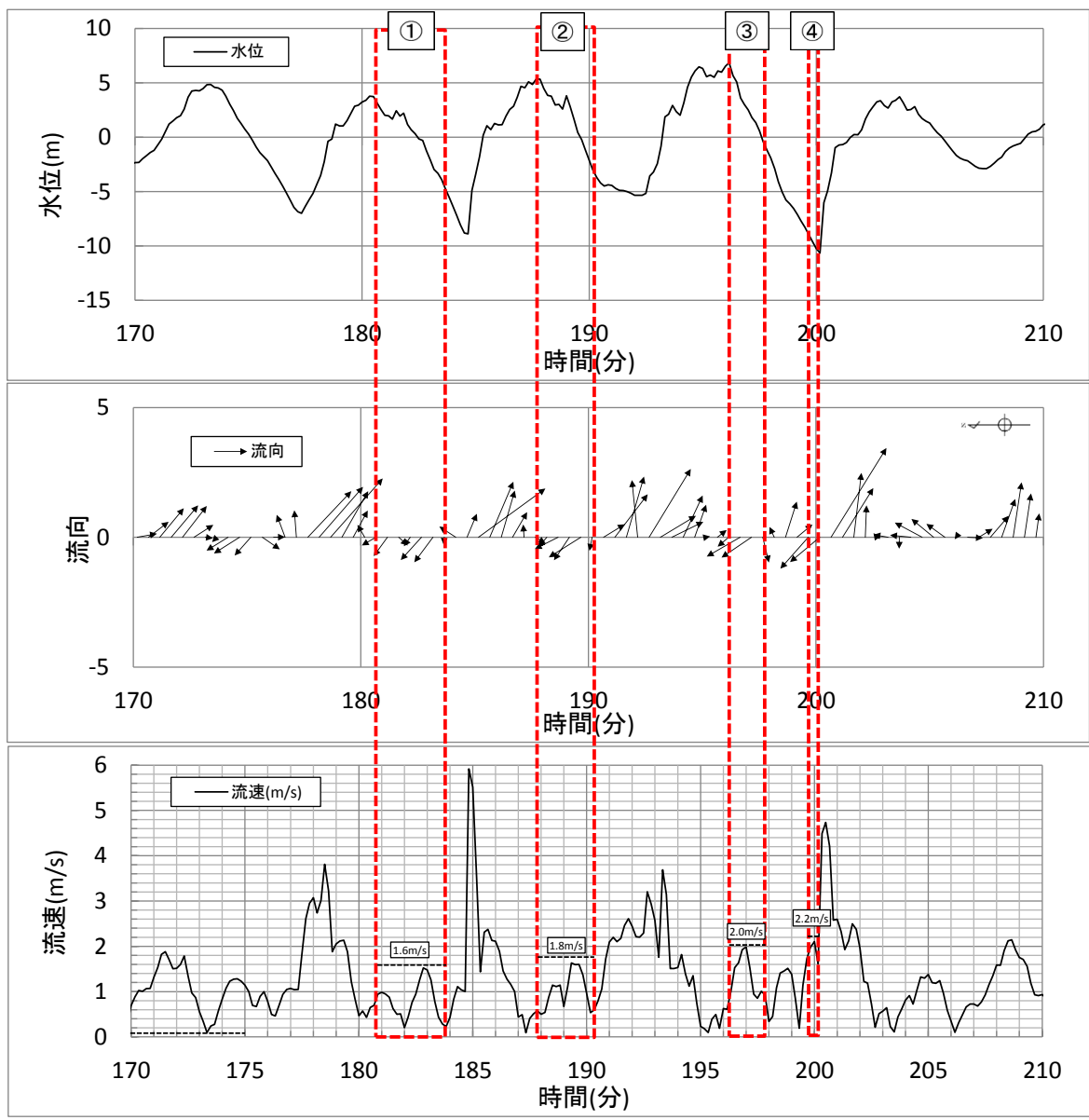
第2.5-15-13図 抽出地点13における水位, 流向, 流速 (基準津波1)



地点 1	①	②	③	④
継続時間 (s)	185	222	193	98
流速 (m/s)	1.2	1.8	1.6	2.2
移動量 (m)	222	400	309	216

※ ②における継続時間を保守的に4分(240秒)とし、移動量を約450mと算定

第 2.5-16-1 図 基準津波による水の移動量(地点1)



地点13

地点13	①	②	③	④
継続時間 (s)	181	150	97	31
流速 (m/s)	1.6	1.8	2.0	2.2
移動量 (m)	290	270	194	69

※ ①における継続時間を保守的に200秒とし、移動量を約320mと算定

第 2.5-16-2 図 基準津波による水の移動量(地点13)

c. 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

設定した漂流物調査範囲を、発電所構内と構外、また海域と陸域に分類し、漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出した。各分類における調査対象、調査方法及び調査実施期間並びに再調査実施期間を第 2.5-2 表に、調査範囲を第 2.5-17-1 図及び第 2.5-17-2 図に示す。また、各調査の具体的な調査要領を添付資料 15 に示す。

調査結果を踏まえ、第 2.5-18 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した。

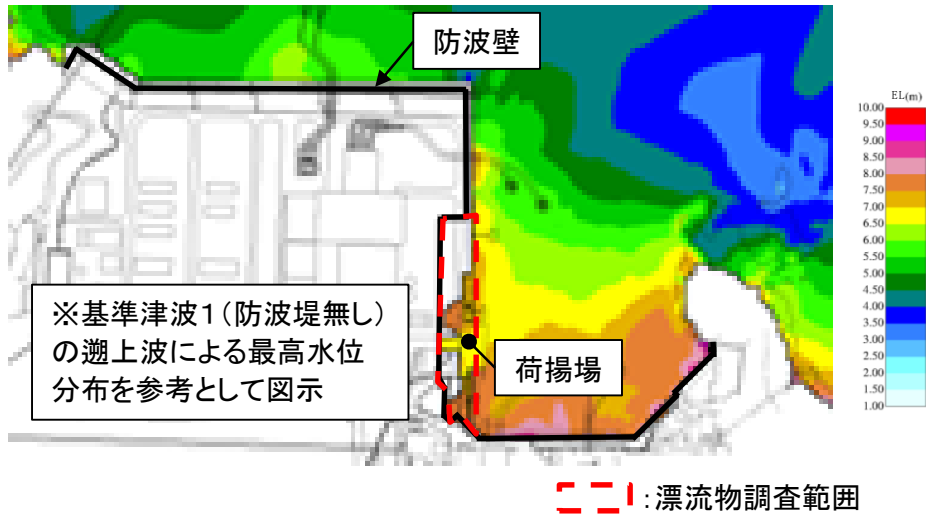
なお、漂流物の影響については、東北太平洋沖地震に伴う津波の被害実績^(注)も踏まえ評価した。

(注) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 国土技術政策総合研究所資料第 674 号 独立行政法人 建築研究所 建築研究資料「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告」

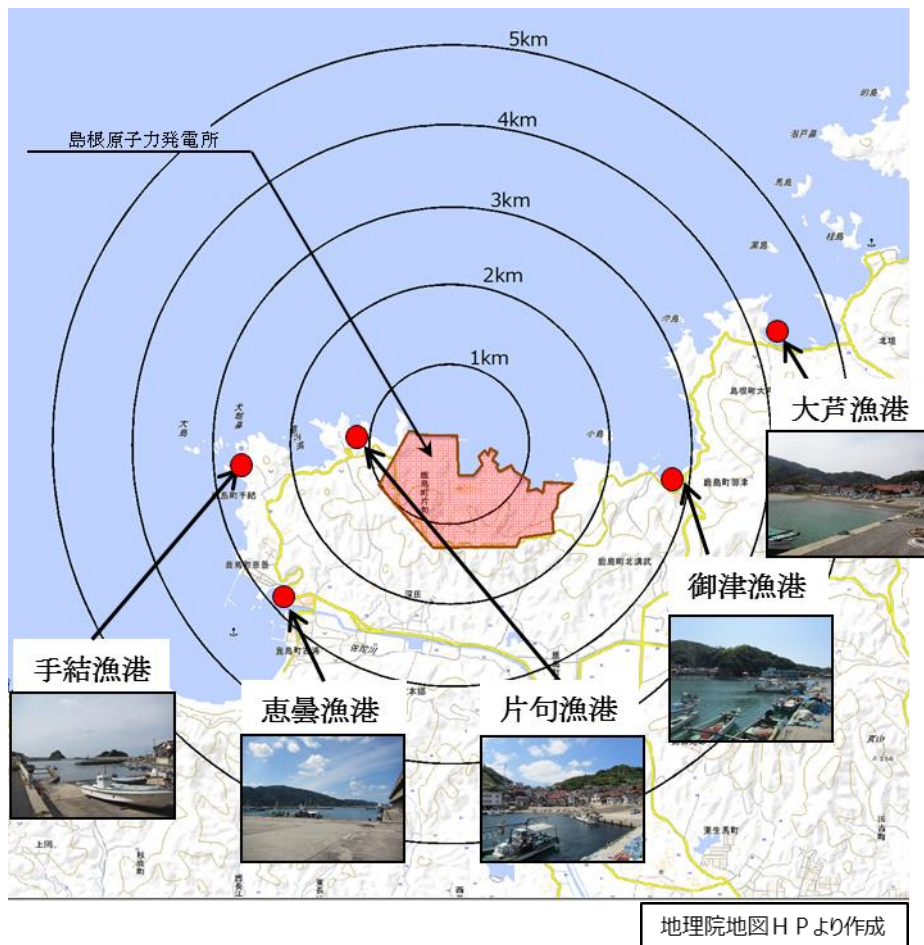
第 2.5-2 表 漂流物の調査方法

調査範囲		調査対象	調査方法	調査実施期間	再調査実施期間
発電所構内・構外	海域・陸域				
発電所構内	海域	船舶等	資料調査	H25.1.25～H25.2.28 H28.4.20～H28.5.13	H31.3.27～ H31.4.12
			聞き取り調査	H25.1.25～H25.2.28 H28.4.20～H28.5.13	
	陸域	人工構造物 車両等	聞き取り調査	H24.8.3～H24.8.24	H31.3.8
			現場調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	
発電所構外 [※]	海域	船舶等	資料調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	H31.3.28
			聞き取り調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	H31.3.22～ H31.3.28, R2.8.6～ R2.8.11 R2.9.8～ R2.9.10
			現場調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	H31.3.27
	陸域	人工構造物 車両等	現場調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	R元.5.10

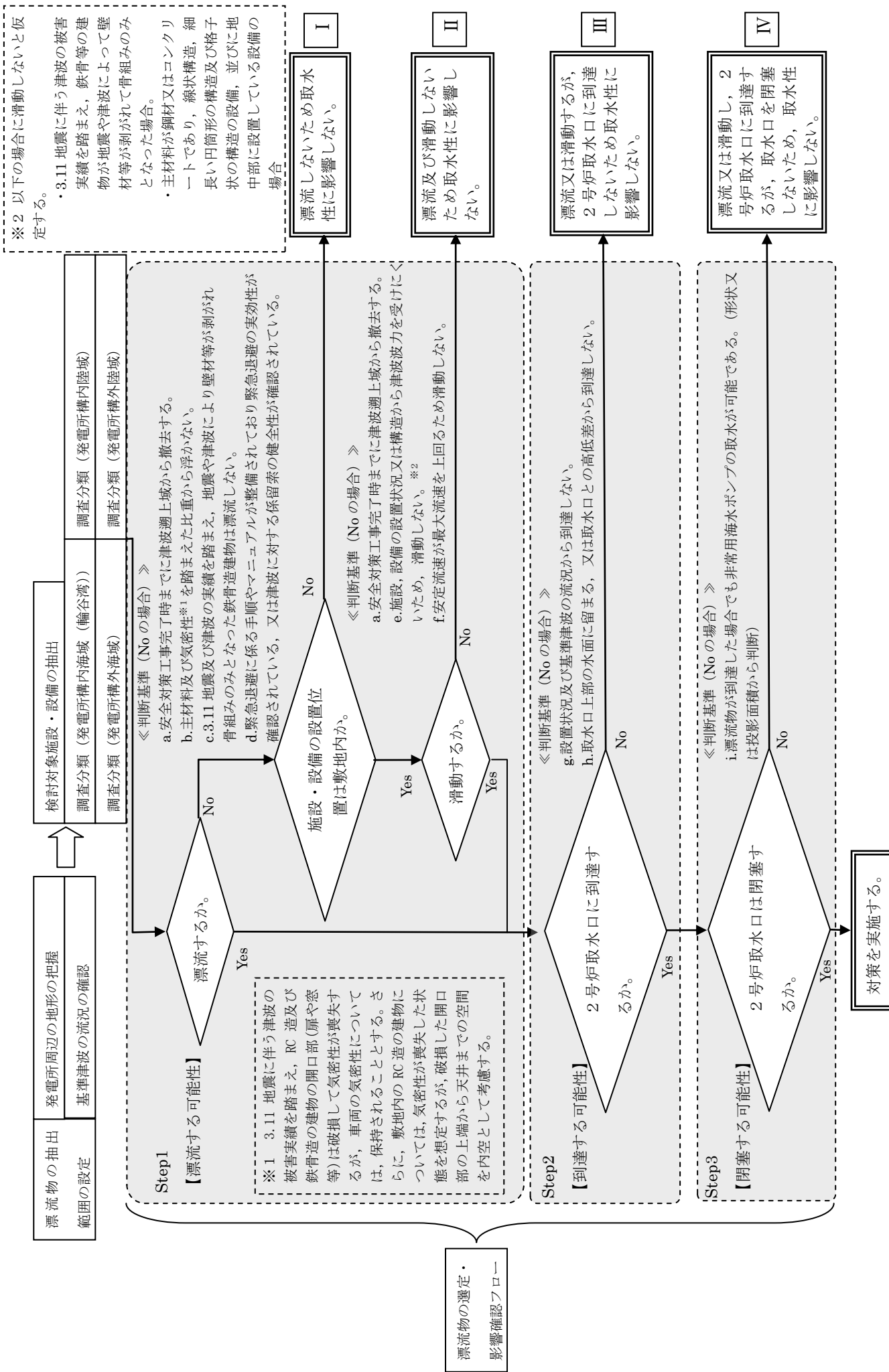
※ 発電所構外については、半径 5km までの調査を実施



第 2.5-17-1 図 漂流物調査範囲（発電所構内陸域）



第 2.5-17-2 図 漂流物調査範囲（発電所構外）



第 2.5-18 図 漂流物の選定・影響確認フロー

d. 取水性に与える影響の評価

(a) 発電所構内における評価

i. 発電所構内海域（輪谷湾）における評価

発電所の構内（港湾内）にある港湾施設としては、2号炉の取水口の西方約60mの位置に荷揚場がある。港湾周辺及び港湾内に定期的に来航する船舶としては、燃料等輸送船（総トン数約5,000トン）が年に数度来航し、荷揚場に停泊する。また、温排水影響調査、環境試料採取等のための作業船（総トン数1トン未満～約10トン）が港湾の周辺及び港湾内に定期的に来航し、年に5回程度、港湾内で漁船が操業する。

これらの他に、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸がある。なお、発電所の港湾内には海上設置物はない。

抽出された以上の船舶等に対して第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸については津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、2号炉の取水口の通水性に影響を及ぼす可能性が考えられる。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、2号炉取水口が港湾内に位置することを踏まえ、発電所近傍の最大流速とする（添付資料18参照）。また、評価にあたっては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会、平成19年7月）」に準じて、イスバッシュ式を用いた。この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗掘を防止するための捨石質量として示したものであり、水の流れに対するマウンド被覆材の安定質量を求めるものであることから、津波襲来時における対象物の滑動可能性評価に適用可能であると考えられる。イスバッシュ式の定数はマウンド被覆材が露出した状態に相当する0.86とする。イスバッシュ式をもとに、対象物が水の流れによって動かない最大流速（以下、「安定流速」という）を算出し、解析による流速が安定流速以下であることを確認する。

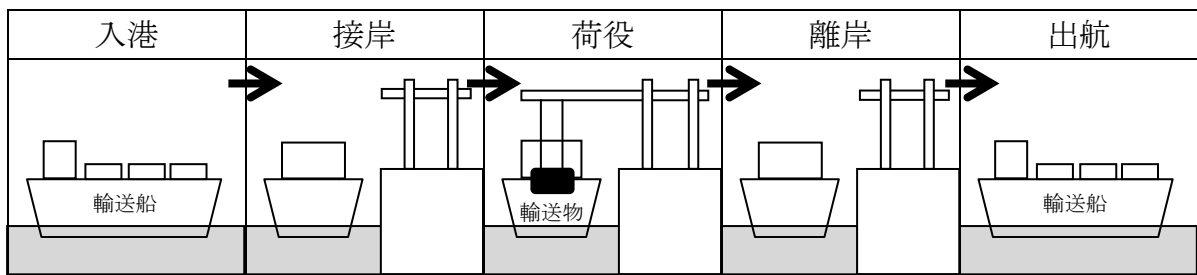
以上を踏まえ、発電所構内海域（輪谷湾）における評価について、以下の項目毎に、評価結果を示す。

- ①燃料等輸送船
- ②その他作業船
- ③漁船
- ④防波堤
- ⑤護岸

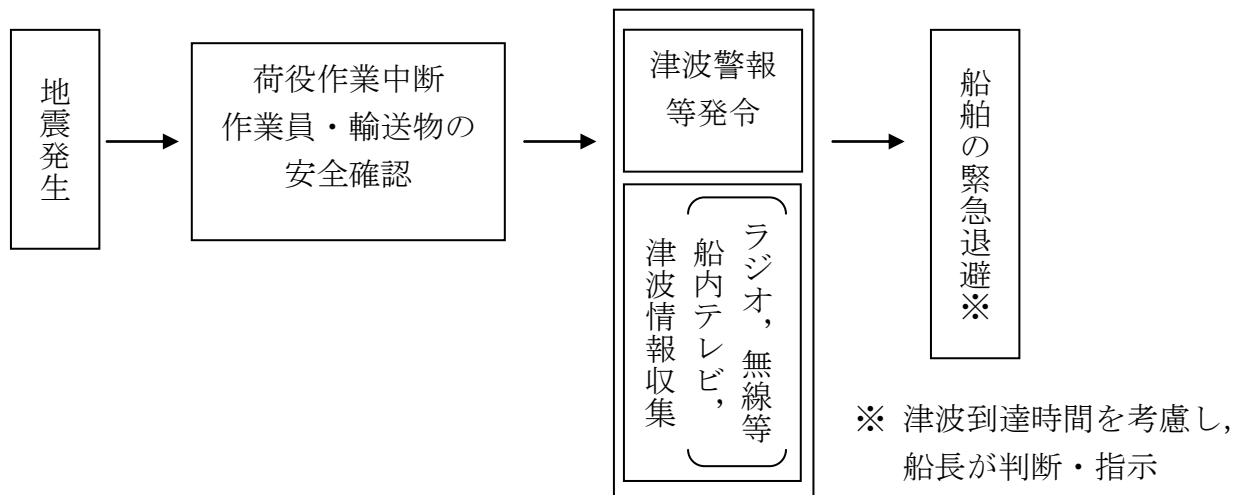
①燃料等輸送船

発電所敷地内の港湾施設として荷揚場があり、燃料等輸送船が停泊する。燃料等輸送船の主な輸送工程を第 2.5-19 図に示す。

津波注意報、津波警報及び大津波警報（以下「津波警報等」という）発令時には、原則、緊急退避（離岸）することとしており、東日本大震災以降に、第 2.5-20 図に示すフローを取り込んだ緊急時対応マニュアルを整備している。



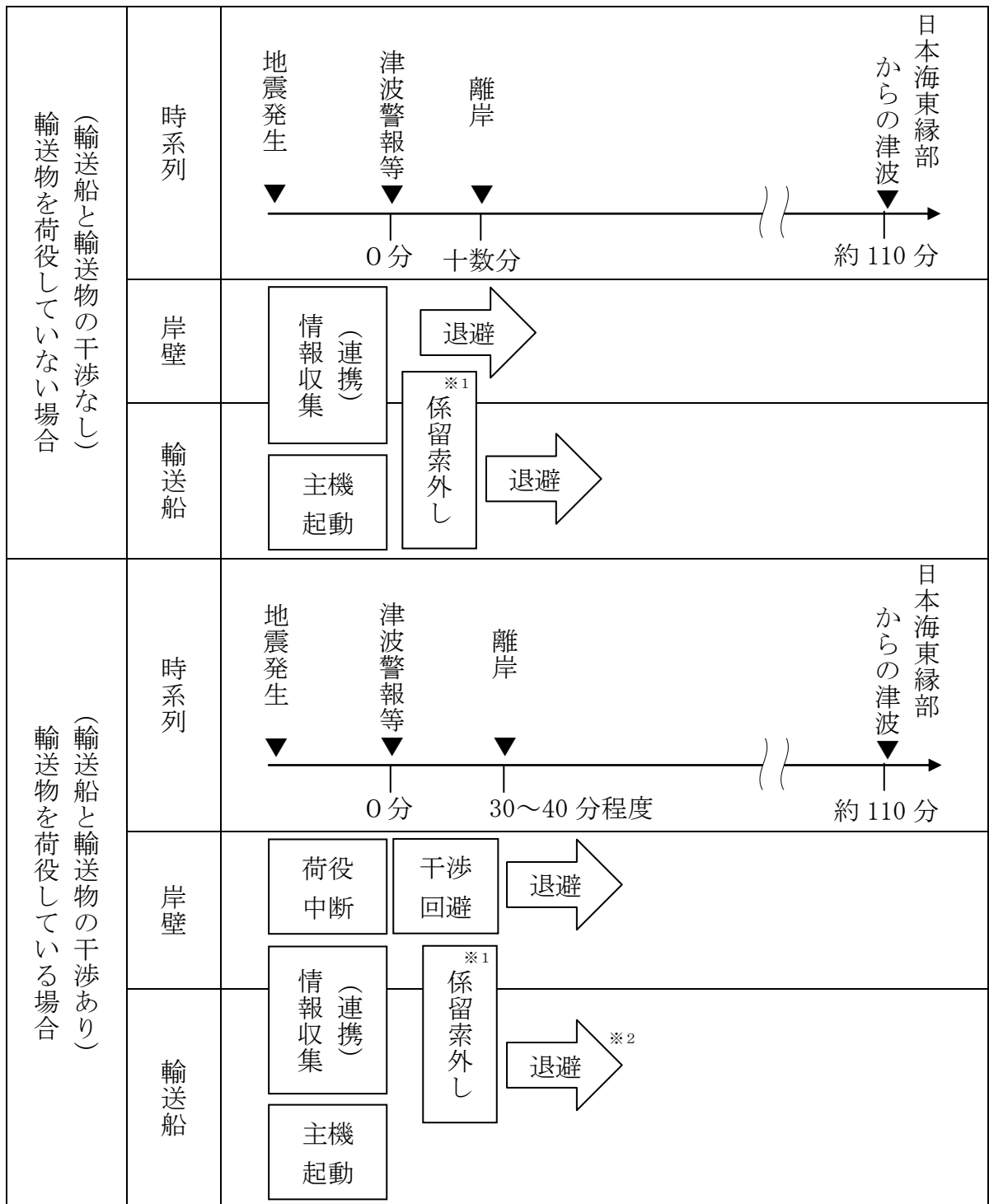
第 2.5-19 図 主な輸送工程



第 2.5-20 図 緊急退避フロー図（例）

このマニュアルに沿って実施した訓練実績では、輸送船と輸送物の干渉がある「荷役」工程において津波警報が発令した場合でも、警報発令後の 30 分程度で退避が可能であることを確認しており、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。

以上を踏まえ、津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと第 2.5-21 図のとおりとなる。



※1 平成24年の訓練実績では10分程度。

※2 平成24年の訓練実績では大津波警報発令から50分程度で2.5km沖合（水深60m以上：船会社が定める安全な海域として設定する水深）の海域まで退避しており、日本海東縁部に想定される地震による津波襲来（約110分）までに退避可能。

第2.5-21 図 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間との関係

第 2.5-21 図より、燃料等輸送船は、島根原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、緊急退避ができない可能性がある。しかしながら、この場合も以下の理由から輸送船は航行不能となることはなく、漂流物になることはないと考えられる。

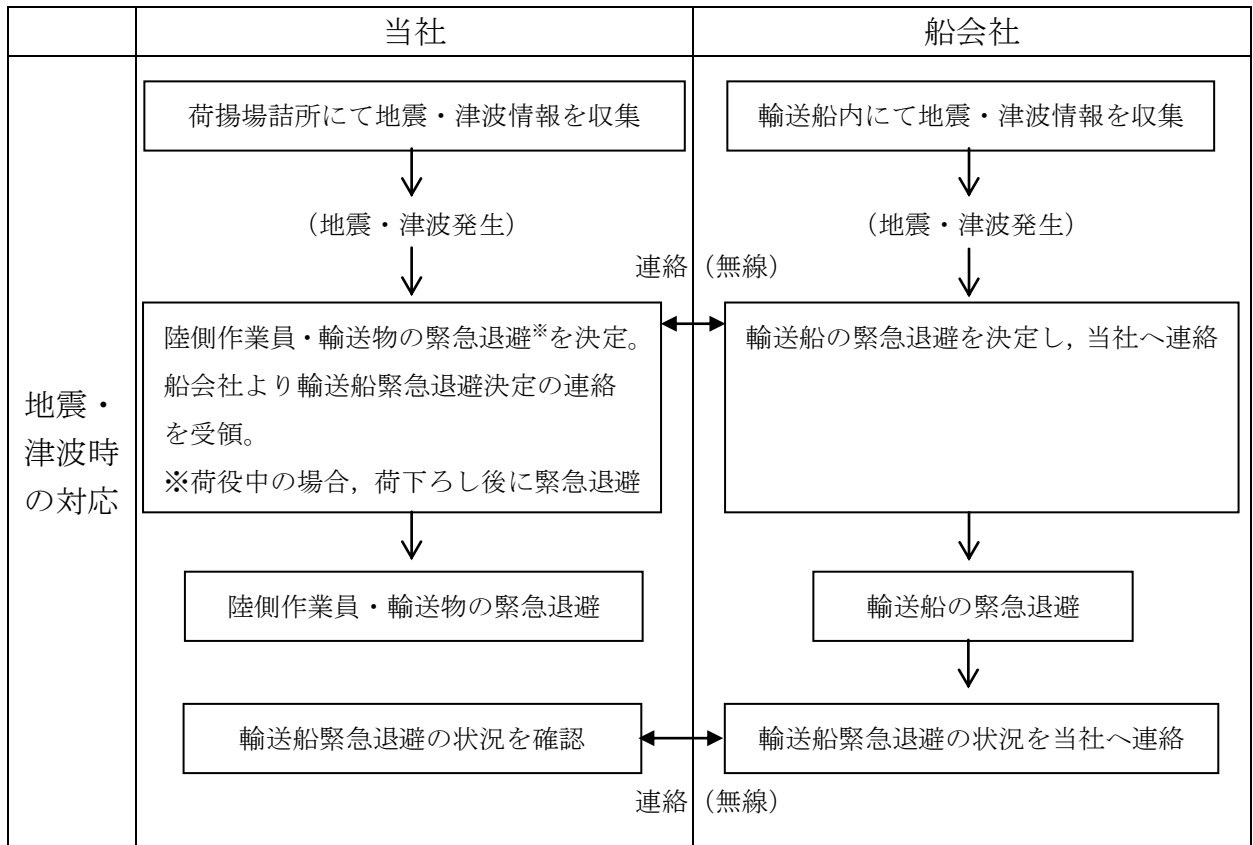
- ・輸送船は荷揚場に係留されている。
- ・津波高さと喫水高さの関係から、輸送船は荷揚場を越えない。
- ・荷揚場に接触しても防げん材を有しており、かつ通達(海査第 520 号：照射済核燃料等運搬船の取扱いについて)に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する。

以上の評価に関わる津波に対する係留索の耐力評価を添付資料 16 に、荷揚場への乗り上げ及び着底に伴う座礁及び転覆の可能性に関わる喫水と津波高さとの関係を添付資料 17 に示す。

以上より、燃料等輸送船は、非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水路の通水性及び津波防護施設に影響を及ぼさないと評価した。

なお、燃料等輸送船の緊急退避は輸送事業者・船会社（以下、船会社）と協働で行うことになるが、その運用における当社と船会社の関係を示すと第 2.5-22 図のとおりとなる。すなわち、地震・津波が発生した場合には、速やかに作業を中断するとともに、船会社及び当社は地震・津波の情報を収集し、船会社が津波襲来までに時間的余裕があると判断した際の船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け、当社にて輸送船と輸送物の干渉回避や係留索取り外し等の陸側の必要な措置を実施し、また陸側作業員・輸送物の退避を決定するなど、両者で互いに連絡を取りながら協調して緊急退避を行う。ここで、電源喪失時にも荷揚場のクレーンを使用して上記の対応ができるように、同クレーンには非常用電源を用意している。

これら一連の対応を行うため、当社では、当社－船会社間の連絡体制を整備するとともに前述の緊急時対応マニュアルを定めており、船会社との間で互いのマニュアルを共有した上で、合同で緊急退避訓練を実施することにより、各々のマニュアルの実効性を確認している。



第 2.5-22 図 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

②その他作業船

港湾の周辺及び港湾内への船舶の来航を伴う作業のうち温排水影響調査、環境試料採取のため1トン未満～約10トンの作業船が港湾内外で作業を実施する。

これらの作業船については、津波警報等発令時には、原則、緊急退避するとともに、これを定めた緊急時対応マニュアルを整備し、緊急退避に係る対応を行うため、当社一協力会社及び関係機関との間で連絡体制を整備する。また、協力会社及び関係機関との間で互いのマニュアルを共有した上で、合同で緊急退避訓練を実施することにより、各々のマニュアルの実効性を確認する。

これにより、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。一方、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、緊急退避ができない可能性があるため、その影響を評価する。

海域活断層から想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ（引き波）はEL-4.3mである。取水口呑口の高さはEL-9.5mであり、十分に低く、作業船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び作業船の寸法か

ら、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

一方、海域活断層から想定される地震による津波の施設護岸又は防波壁位置における入力津波高さは EL4.2m であり、輪谷湾内の津波防護施設の EL4.2m 以下の部位に到達する可能性がある。

定期的に来航する作業船のほか、設備、資機材等の搬出入のための貨物船等が不定期に停泊する。これらの貨物船等については、入港する前までに、津波警報等発令時には、緊急退避する緊急時対応マニュアルを整備することにより、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、来航する貨物船等の喫水高さを確認し、取水口へ到達する可能性がある場合には、取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないよう係留することとする。

〈作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元〉

○取水口呑口断面寸法(第 2.5-23 図)

- ・高さ：3.0m
- ・幅：17m

○非常用海水冷却系必要通水量

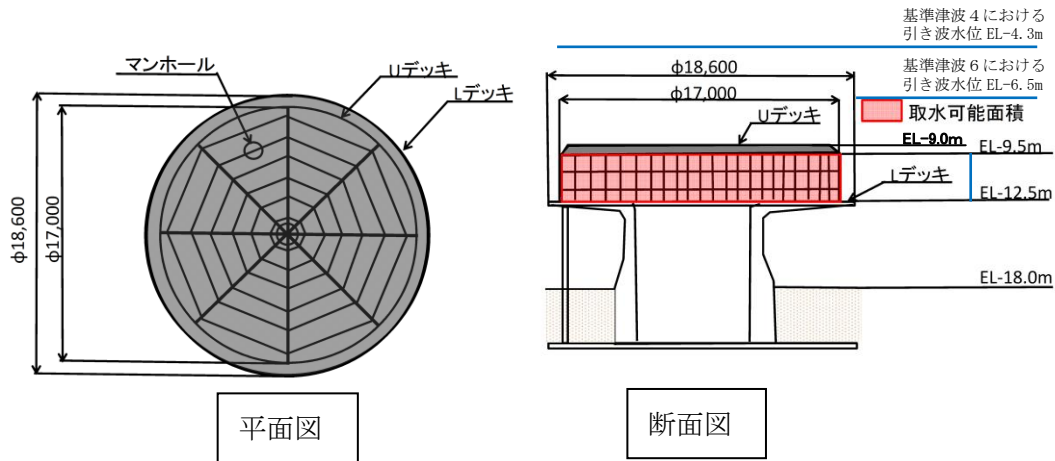
- ・通常時（循環水系）の 5%未満

※循環水系の定格流量約 3370m³/分に対して非常用海水冷却系の定格流量は 150m³/分(ポンプ全台運転)

○作業船寸法(総トン数約 10 トンの作業船代表例)

- ・長さ：約 10m
- ・幅：約 4m
- ・喫水：約 1.5m
- ・水面下断面積：約 15m²（長手方向）

以上より、その他の作業船は非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。



第 2.5-23 図 取水口呑口概要図

③漁船

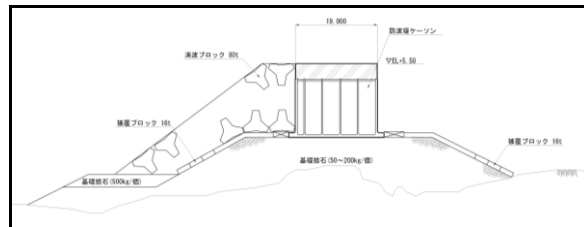
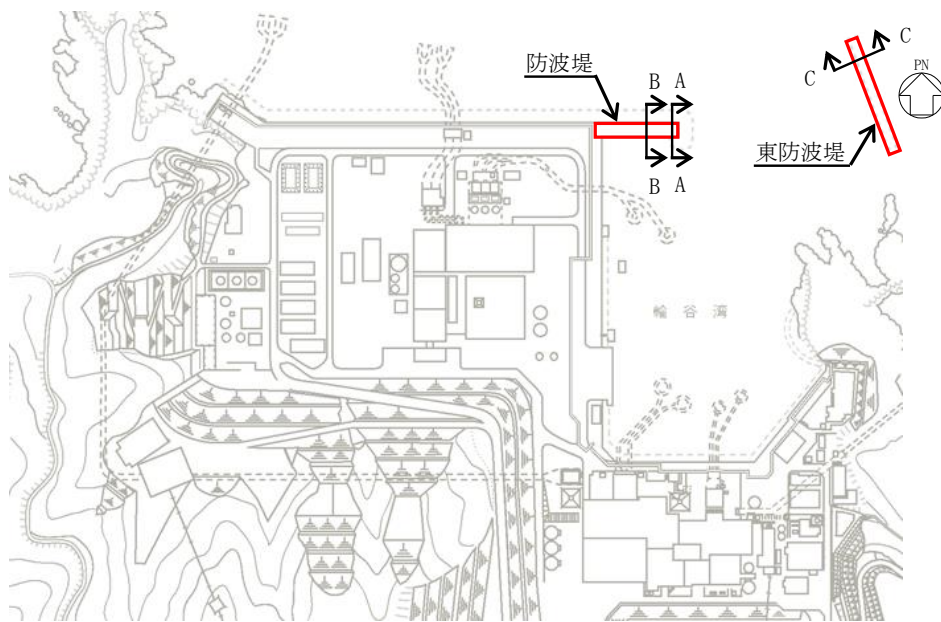
輪谷湾内では、第 2.5-27 図に示す通り、年に 5 回程度、漁船（4 隻、総トン数 0.4～0.7 トン）が操業する。大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成 24 年 3 月））」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合には漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設に到達する可能性がある。ただし、その場合においても、第 2.5-23 図に示すとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ（引き波）は EL-6.5m であり、取水口呑口の高さは EL-9.5m と十分に低く、漁船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

海域活断層から想定される地震による津波に対しては輪谷湾内で漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設の EL4.2m 以下の部分に到達する可能性がある。ただし、漂流した場合においても、日本海東縁部に想定される地震による津波と同様に取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

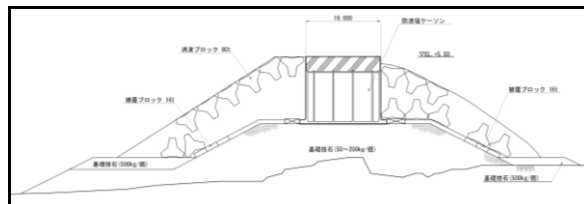
④防波堤

防波堤の配置及び構造概要を第 2.5-24 図に示す。

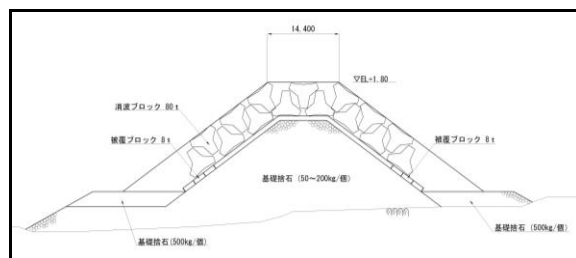
図に示されるとおり，防波堤と東防波堤から成り，ケーソン式混成堤と混成傾斜堤により構成されている。2号炉の取水口との位置関係としては，取水口から最短約 340m の位置に防波堤（ケーソン式混成堤）が配置されている。



防波堤 標準部 (A-A 断面)



防波堤 堤頭部 (B-B 断面)



東防波堤 標準部 (C-C 断面)

第 2.5-24 図 防波堤の配置及び構造概要

防波堤と 2 号炉の取水口との間には最短で約 340m の距離があるが、防波堤は津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力、津波時の越流による洗掘により漂流・滑動する可能性について検討する。

漂流に対する評価として、第 2.5-24 図に示す防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動する可能性が考えられるが、防波堤近傍の津波流速（3m/s）に対して保守的に発電所近傍の最大流速（10m/s）を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約 195t、石材の安定質量は 215t と算定される。これに対し、防波堤ケーソンを除く消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は、安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

滑動すると評価した防波堤構成要素のうち、消波ブロック及び被覆ブロックについては、イスバッシュ式より安定流速がそれぞれ 8.6m/s, 5.8～6.5m/s と算出されており、安定流速を上回る取水口への連続的な流れが発生していないこと、防波堤から 2 号炉取水口との間に距離があることから取水口に到達することはない。

なお、50kg～500kg 程度の基礎捨石については、被覆ブロック等の下層に敷かれていること、2 号炉の取水口との間に距離があること、港湾内に沈んだ場合においても海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さがあることを考えると、津波により滑動、転動し、取水口に到達することはない。

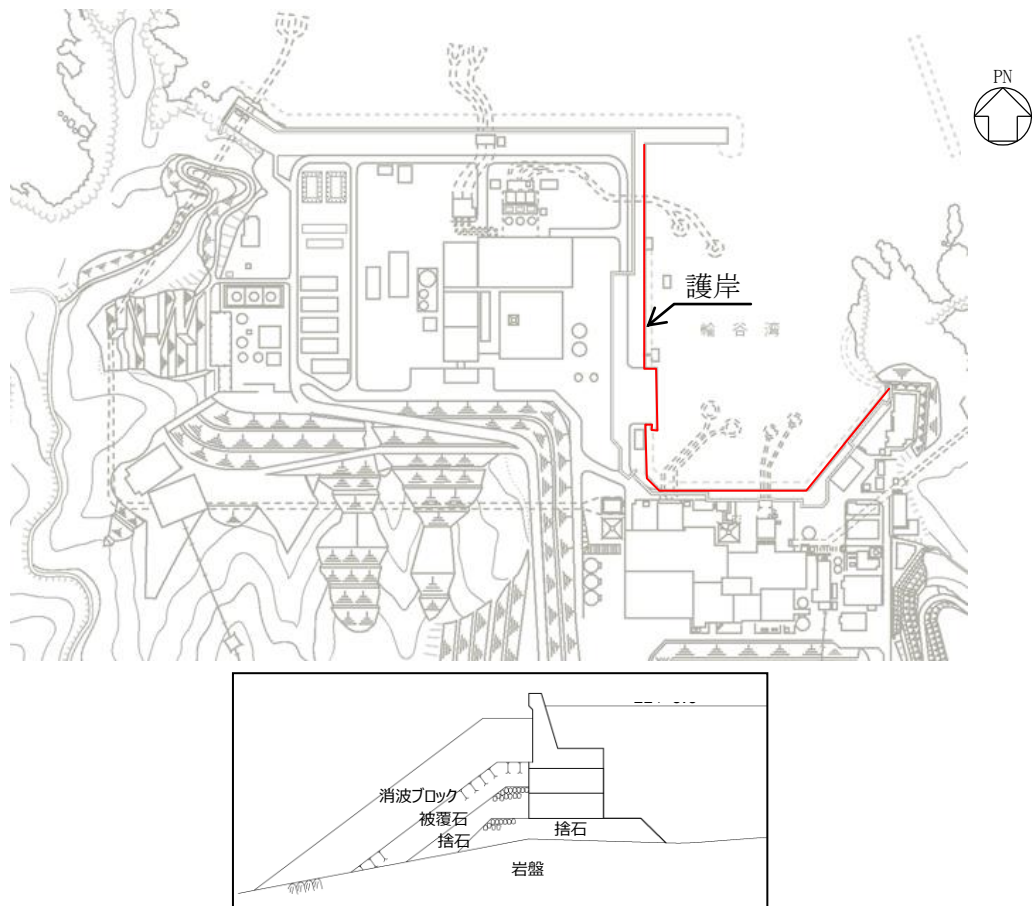
以上より、防波堤は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

⑤護岸

護岸の配置及び構造概要を第 2.5-25 図に示す。

図に示されるとおり、護岸前面は消波ブロック、被覆石及び捨石により構成されている。

2 号炉の取水口との位置関係としては、取水口から最短約 75m の位置に護岸が配置されている。



第 2.5-25 図 護岸の配置及び構造概要

護岸と 2 号炉の取水口との間には最短で約 75m の距離があるが、地震や津波波力により漂流・滑動する可能性が考えられる。

漂流に対する評価として、消波ブロック、被覆石及び捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、護岸近傍の津波流速 (7m/s) に対して保守的に発電所近傍の最大流速 (10m/s) を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約 195t、石材の安定質量は 215t と算定される。護岸の主たる構成要素である消波ブロック、被覆石及び捨石はいずれも安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さがあることから、消波ブロック、被覆石及び捨石が取水口に到達することはないと評価した。また、防波壁東端部付近に落石を確認しているが、落石は消波ブロック (12.5t) より小さく、上記と同様な評価となる。

以上より、護岸は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

これらの評価結果について、第 2.5-3 表にまとめて示す。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、発電所近傍の最大流速の条件(添付資料 18 より最大約 10m/s)における安定質量を算定すると下表の結果となる。

これより、コンクリート塊については質量が 195t 程度、石材については質量が 215t 程度あれば安定することが分かる。

なお、本手法は石を別の石の上に乗せた状態における流圧力と摩擦力の釣り合い式及び流圧力と重力によるモーメントの釣り合い式から導出されている²⁾。津波により損傷した防波堤は本手法の想定状態と類似していると考えられ、本手法を適用できる。

港湾の施設の技術上の基準・同解説 (抜粋)

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

水の流れに対するマウンドの捨石等の被覆材の所要質量は、一般的に、適切な水理模型実験又は次式によって算定することができる。式中において、記号 γ はその添字に関する部分係数であり、添字 k 及び d はそれぞれ特性値及び設計用値を示す。

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^6}{48 g^3 (\gamma_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3} \quad (1.7.18)$$

ここに、

- M : 捨石等の安定質量 (t)
- ρ_r : 捨石等の密度 (t/m^3)
- U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s^2)
- γ : イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあつては 1.20, 露出した石にあつては 0.86)
- S_r : 捨石等の水に対する比重
- θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ($^\circ$)

- 条件：①津波流速 U : 10m/s
 ②重力加速度 g : 9.8m/s²
 ③イスバッシュの定数 γ : 0.86
 ④斜面の勾配: 0.0°

材料	ρ (t/m^3) [*]	S_r ($= \rho / 1.03$)	M (t)
コンクリート	2.34	2.27	195
石材	2.29	2.22	215

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

参考文献

- 1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説 (下巻), pp.561, 2007.
 2) 三井順, 松本朗, 半沢稔：イスバッシュ式の導出過程と防波堤を越流する津波への適用性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. I_1063-I_1068, 2015.

第 2.5-3 表 漂流物評価結果 (発電所構内海域 (輪谷湾))

No.	分類	名称	総トン数	Step1 (漂流する可能性) 検討結果		Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価															
				比重																			
①	燃料等輸送船	燃料等輸送船	約 5,000 トン	【判断基準:d】 日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急回避に係る手順が整備されており緊急回避の実効性を確認した。また、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、荷揚場に係留することから漂流物とならない。	-	-	-	I															
									②	船舶	温排水影響調査作業船 人工リーフ海藻草調査作業船 格子状定線水温測定作業船 港漏油拡散防止業務作業船 環境試料採取作業船 海象計点検作業船 使用済燃料の輸送に伴う作業船 フラッグポイント点検作業船	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急回避に係る手順を整備し、緊急回避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急回避できず、輪谷湾内で漂流する可能性がある。	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	【判断基準:i】 万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、作業船の最大規模は約 10 トン(総トン数)であり、喫水約 1.5m、船体長さ約 10m、幅約 4m であるのに対し、取水口の取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。	III (IV)							
																	③	漁船	大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン (水産庁 (平成 24 年 3 月))」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合を想定し、漂流物となるものとして評価。 海域活断層から想定される地震による津波に対しては、漂流する可能性があるものとして評価。	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	【判断基準:i】 万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、漁船の最大規模は約 0.7 トン (総トン数)であり、大きさは約 10 トンの作業船より小さく、取水口の取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。	III

第 2.5-3 表 漂流物評価結果 (発電所構内海域 (輪谷湾))

No.	分類	名称	質量	Step1 (漂流する可能性)			Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
				漂流		滑動			
				検討結果	比重*				
④	防波堤	防波堤 ケーソン	10,000t 以上	【判断基準:b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.34】	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速は 19.2m/s 以上であることから、滑動しない。	-	II	
					コンクリート比重 【2.34】				【判断基準:g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。
		基礎捨石	50~500kg	【判断基準:b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	石材比重 【2.29】	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することはない。	-	III	
					石材比重 【2.29】				【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することはない。

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

第 2.5-3 表 漂流物評価結果（発電所構内海域（輪谷湾））

No.	分類	名称	質量	Step1（漂流する可能性）		Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価	
				漂流					
				検討結果	比重※				
⑤	護岸	消波ブロック	12.5t	【判断基準:b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならぬ い。	コンクリ ート比重 【2.34】 石材比重 【2.29】 石材比重 【2.29】	発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該 設備の安定流速はそれ ぞれ、6.3m/s、4.3m/s、 2.2m/s 以上であること から、滑動する。	【判断基準 h】 港湾内に沈んだ場合に おいても、海底面から 5.5m の高さがある取水 口に到達することはな い。	-	III
		被覆石	1.5t						
		捨石	30kg 以上						

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

ii. 発電所構内陸域における評価


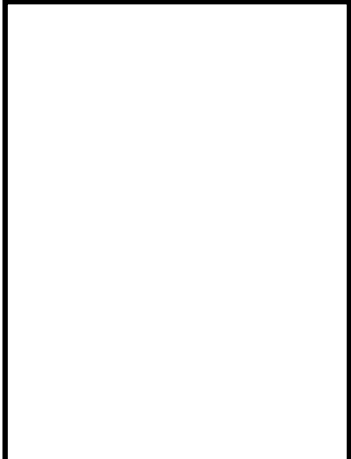





本調査範囲（構内・陸域）は防波壁外側の津波遡上域である荷揚場周辺である。第 2.5-17 図に示した本調査範囲にある漂流物となる可能性のある施設・設備等は、大別すると、第 2.5-4 表のように分類でき、評価はこの施設・設備等の分類ごとに行った。抽出した設備を第 2.5-26 図に示す。なお、荷揚場作業に係る車両・資機材については、添付資料 35 に示すとおり漂流物になることはない。

第 2.5-4 表 荷揚場にある漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

分類		漂流物となる可能性のある施設・設備
No.	種類	
①	鉄骨造建物	荷揚場詰所
		デリッククレーン巻上装置建物
②	機器類	キャスク取扱収納庫
		デリッククレーン
		デリッククレーン荷重試験用品①
		デリッククレーン荷重試験用品②
		デリッククレーン荷重試験用品③
		デリッククレーン荷重試験用ウエイト
		オイルフェンスドラム・オイルフェンス
		変圧器盤・ポンプ制御盤①
		変圧器盤・ポンプ制御盤②
		変圧器盤・ポンプ制御盤③
③	その他 漂流物になり得る物	防舷材（フォーム式）
		防舷材（空気式）
		エアコン室外機
		電柱・電灯
		枕木
		H型鋼
		廃材箱
		フェンス
		案内板



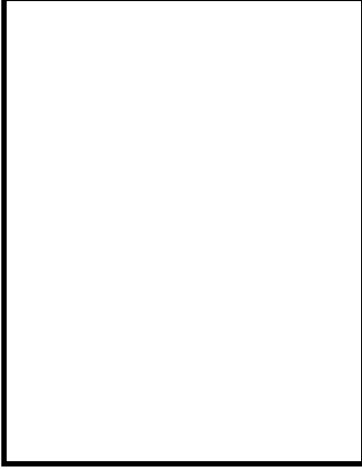


			
<p>荷揚場詰所</p> 	<p>デリッククレーン巻上装置建物</p> 	<p>キャスタク取扱収納庫</p> 	<p>デリッククレーン</p> 
<p>デリッククレーン荷重試験用品 ①</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品 ②</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品 ③</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用ウ エイト</p>

第2.5-26-1 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

 <p>オイルフェンスドラム・ オイルフェンス</p>			
<p>防舷材 (フォーム式)</p>		<p>防舷材 (空気式)</p>	
<p>変圧器盤・ポンプ制御盤①</p>	<p>変圧器盤・ポンプ制御盤②</p>	<p>変圧器盤・ポンプ制御盤③</p> 	<p>電柱・電灯</p>

第2.5-26-2 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

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。

 <p>枕木</p>	 <p>H型鋼</p>	 <p>廢材箱</p>	 <p>フェンス</p>
 <p>案内板</p>			

第 2.5-26-3 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

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。

漂流物となる可能性のある施設・設備等として抽出されたもののうち、第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、調査範囲(発電所構内陸域)については、漂流する可能性(Step1)において、滑動する可能性の検討を実施する。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、荷揚場における最大流速11.9m/sとする(添付資料31参照)。また、評価にあたっては、発電所構内(海域)における評価において示したイスバッシュ式を用いた。

①鉄骨造建物

荷揚場詰所及びデリッククレーン巻上装置建物は、鉄骨造の建物で、扉や窓等の開口部及び壁材は地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入すると考えられる。また、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績から、鉄骨造の建物は津波波力により壁材等が施設本体から分離して漂流物となったが建物自体は漂流していないこと、主材料である鋼材の比重(7.85)が海水の比重(1.03)を上回っていることから、施設本体は漂流物とはならないと評価した。また、施設本体の滑動についても、施設本体が鉄骨であり、津波の波力を受けにくい構造であること、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも鉄骨造の建物本体が漂流していないことから、滑動しないと評価した。一方、施設本体から分離した壁材等については、がれき化して漂流物となる可能性があるが、比重が海水比重を下回る物は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはなく、比重が海水比重を上回る物は、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

②機器類

キャスク取扱収納庫については、定盤部は、重量物であり気密性もなく、コンクリート基礎部にアンカーボルトで固定されていることから漂流物とならないが、カバー部は、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流するものとして評価した。ただし、気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはないと考える。万一、取水口呑口上部で沈降したとしても、取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及びキャスク取扱収納庫の寸法(長さ約8m、高さ約4.5m、幅約4.5m)から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと考えられる。

デリッククレーン及びデリッククレーン荷重試験用品①～③については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

デリッククレーン荷重試験用ウェイトについては、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、荷揚場における最大流速11.9m/sに対し、安定流速が6.9m/sであったことから、滑動すると評価した。ただし、滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることから、本設備の形状（高さ約1.5m×長さ約3m×幅1.25m）を考慮すると取水口に到達することはないと評価した。

オイルフェンスドラム・オイルフェンスについては、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

変圧器盤・ポンプ制御盤①～③については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

③その他漂流物になり得る物品

防舷材（フォーム式及び空気式）については、重量が比較的軽く気密性があるため、漂流物となると評価した。ただし、気密性があり漂流物となるものは、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達することはないと評価した。

エアコン室外機については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

電柱、電灯等については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は細長い

円筒形の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

枕木については、主材料である木の比重（1以下）と海水比重(1.03)を比較した結果、漂流物となると評価した。ただし、漂流物した場合においても、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達することはないと評価した。

H型鋼については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

廃材箱については、上部は開口しているが、気密性を有した形状で漂流物になる可能性があることから、漂流すると評価した。ただし、漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まる場合は取水口に到達せず、港湾内に沈む場合は海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

フェンスについては、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

案内板については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

以上の評価を第2.5-5表にまとめて示す。

第 2.5-5 表 (1) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流	比重	滑動		
						検討結果	比重	設置場所	検討結果	
1	①	鉄骨造 建物	荷揚場 詰所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC 版)	-	【判断基準:b, c】 扉や窓等の開口部及び壁材等が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入する。施設本体については、主材料である鋼材の比重から漂流物とはならない。また、壁材 (スレート) は海水の比重と比較した結果、漂流物とはならない。	《施設本体》 鋼材比重 【7.85】	発電 所敷 地内	【判断基準:e】 施設本体 (鉄骨のみ) は、津波波力を受けにくい構造であるとともに、3.11 地震に伴う津波の実績から滑動しない。	II
2						デリック クレーン 巻上装置 建物	施設本体 (鋼材) 壁材 (スレート)		-	

第 2.5-5 表 (2) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流	発電所敷地内	滑動		
3			キャスク 取扱収納庫	鋼材	カバー部： 約 4.3t 定盤部： 約 7.9t	定盤部は、重量物であり気密性もなく、コンクリート基礎部にアンカーボルトで固定されていることから漂流物とならないが、カバー部は、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流する可能性があるものとして評価。	—	—	Step2 (漂流)	
4	②	機器類	デリック クレーン	鋼材	約 144 t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
5			試験用品①		約 6.2t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
6			試験用品②	鋼材	約 11t					
7	試験用品③		—							
8			試験用 ウエイト	コンクリート	約 22t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 比重 【2.34】	発電所敷地内	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該設備の安定流速は 6.95m/s であることから、滑動する。	Step2 (滑動)

第 2.5-5 表 (3) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
9			オイルフェン・ドラム・オイルフェンス	鋼材	約 3.8t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	発電所敷地内	【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
10		機器類	変圧器・ポンプ制御盤①		約 0.1t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	発電所敷地内		Step2 (滑動)
11			変圧器・ポンプ制御盤②	鋼材	—					
12	③		変圧器・ポンプ制御盤③		約 0.04t					
13		その他漂流物となり得る物	防舷材 (フォーム式)	ゴム	約 1t	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流する可能性があると評価。	—	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)
14			防舷材 (空気式)	ゴム	約 0.5t					

第 2.5-5 表 (4) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
15	③	その他漂流物となり得る物	エアコン室外機	鋼製	約 0.2t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
16			電柱・電灯	コンクリート	約 0.1t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.34】	発電所敷地内	【判断基準:e】 細長い円筒形の構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II
17			枕木	木	約 12kg	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性がある。	木材比重 【1以下】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)
18			H型鋼	鋼製	約 0.4t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
19			廃材箱	鋼製	約 0.9t	気密性を有した形状で漂流物となる可能性があることから、漂流する可能性があるとして評価。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)

第 2.5-5 表 (5) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価
						漂流		滑動	
20	③	その他漂流物となり得る物	フェンス	鋼製	約 10kg	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
						【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 【2.34】	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくい ため、滑動しない。	
21			案内板	コンクリート	約 60 kg	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 【2.34】	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくい ため、滑動しない。	II

第 2.5-5 表 (6) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
2	①	鉄骨造建物	荷揚場 詰所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC 版)	地震又は津波波力により施設本体から分離した海水比重を下回る壁材については、がれきり化して漂流物となる。	【判断基準 h】 想定する壁材については、がれきり化して漂流物となる可能性はあるが、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達しない。	-	III
3	②	機器類	キャスク 取扱収納庫	鋼材	定盤部は、重量物であり気密性もなく、コンクリート基礎部にアンカーボルトで固定されていることから漂流物とならないが、カバー部は、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流する可能性がある。	【判断基準 h】 気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	- 【判断基準 i】 万一、取水口呑口上部で沈降したとしても、取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及びキャスク取扱収納庫の寸法から、その接近により取水口が閉塞しない。	III (IV)
8			デリッククレーン試験用ウエイト	コンクリート	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該設備の安定流速は 6.9m/s であることから、滑動する。	【判断基準 h】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	III

第 2.5-5 表 (7) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
10	②	機器類	変圧器・ポンプ制御盤①	鋼材	軽量であり、滑動するとして評価。	【判断基準:i】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さを有する取水口に到達することはない。	-	III
11			変圧器・ポンプ制御盤②					
12			変圧器・ポンプ制御盤③					
13	③	その他漂流物となり得る物	防舷材 (フォーム式)	ゴム	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流する可能性があるものとして評価。	【判断基準 i】 気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	-	III
14			防舷材 (空気式)	ゴム				
15			エアコン室外機	鋼製				

第 2.5-5 表 (8) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
17			枕木	木	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性があるものとして評価。	<p>【判断基準 i】</p> <p>取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。</p>	—	III
18			H 型钢	鋼製	軽量であり、滑動するものとして評価。	<p>【判断基準 i】</p> <p>滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さを有する取水口に到達することはしない。</p>	—	III
19	③	その他漂流物となり得る物	廢材箱	鋼製	気密性を有した形状で漂流物となる可能性があることから、漂流するものとして評価。	<p>【判断基準 i】</p> <p>気密性を有した状態で漂流する場合は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。</p> <p>また、気密性を有さない状態で滑動し、港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さを有する取水口に到達することはない。</p>	—	III

(b) 発電所構外における評価

i. 発電所構外海域における評価

調査範囲内にある港湾施設としては、発電所西方1 km 程度に片匂漁港^{かたぐ}、発電所西方2 km 程度に手結漁港^{たゆ}、南西2 km 程度に恵曇漁港^{えとも}、東方3 km 及び4 km 程度に御津漁港^{みつ}、大芦漁港^{おわし}があり、漁船が停泊している。

また、発電所から2 km から3 km 程度離れた位置に定置網の設置海域がある。

この他に調査範囲内を航行し得る船舶として発電所から3.5 km 以内に漁船等の総トン数30 トン程度の比較的小型な船舶が、3.5 km 以遠に巡視船、引き船、タンカー、貨物船等の総トン数100 トンを超える比較的大型な船舶が挙げられた。

さらに、(a) i. 発電所構内海域（輪谷湾）における評価で抽出したその他作業船についても、輪谷湾外でも作業を実施することから、ここでも抽出した。

抽出された発電所構外海域の船舶等を第2.5-6表に、周辺漁港への聞き取り調査により確認した発電所沿岸で操業する漁船とその操業エリアを第2.5-7表及び第2.5-27図に、発電所沖合で操業する漁船（総トン数10トン以上）とその位置を第2.5-8表及び第2.5-28図に示す。発電所沿岸で操業する漁船は、以下の理由から施設護岸から約500m以内と以遠の2つに区分した。

- ・水深が深くなるにつれ、流速が小さくなる傾向があり、施設護岸から50m以内（水深20m程度）で比較的速い5m/s程度の流速が確認され、施設護岸から500m程度（水深40m程度）の位置では流速が1m/s程度となっている（添付資料34）。

2号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響を、第2.5-18図に示すフローにより評価した。また、発電所周辺の漁港の船舶については、漁港に停泊する場合、発電所沿岸及び沖合で操業する場合、各々について津波が発生した場合の影響を評価した。

なお、^{くけど}潜戸に観光遊覧船航路があるが、航路上の最も接近する位置でも発電所から5 km 以上の距離があり、調査範囲内を航行するものではない。

第 2.5-6 表 発電所構外海域における漂流物調査結果

No.	名称	種類	設置箇所	発電所からの距離	総トン数
①	船舶 (漁船等)	船舶	片句漁港 (停泊)	西方約 1km	最大約 13 トン
			手結漁港 (停泊)	西方約 2km	最大約 10 トン
			恵曇漁港 (停泊)	南西約 2km	最大約 19 トン
			御津漁港 (停泊)	東方約 3km	最大約 12 トン
			大芦漁港 (停泊)	東方約 4km	最大約 3 トン
②※1	漁船	船舶	前面海域 (航行)	3.5km 以内	約 30 トン※2
	プレジャーボート	船舶			約 30 トン※2
	巡視船	船舶		3.5km 以遠	約 2,000 トン※3
	引き船	船舶			約 200 トン※3
	タンカー	船舶			約 1000~2000 トン※3
	貨物船	船舶			約 500~2500 トン※3
	帆船	船舶			約 100 トン※3
③	定置網	漁具	前面海域	西方約 2km	—
				東方約 3km	—
④	その他作業船※4	船舶	港湾外周辺	—	最大約 10 トン

※1 海上保安庁への聞取調査結果（平成 30 年 1 月～平成 30 年 12 月実績）を含む。

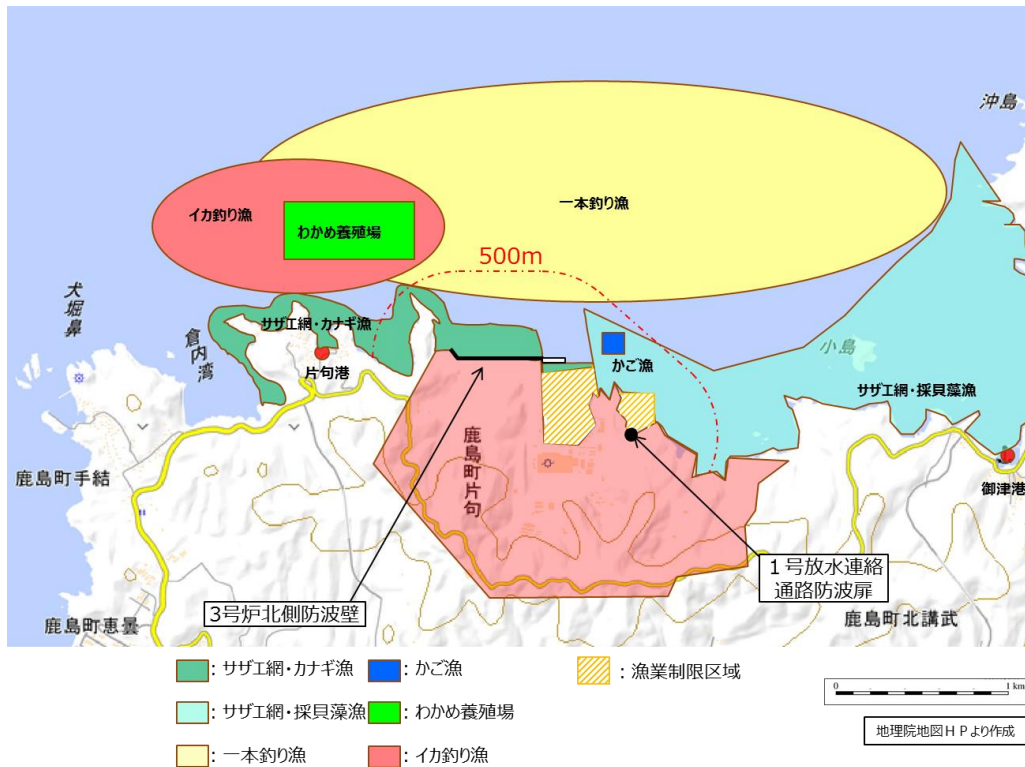
※2 船種・船体長から「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に基づき算定する。
なお，プレジャーボートについては，船体長が不明であることから，同設計図書に示される最大排水トン数とした。

※3 船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定する。

※4 発電所構内海域（輪谷湾）における評価で抽出したその他作業船と同じである。

第 2.5-7 表 発電所沿岸で操業する漁船

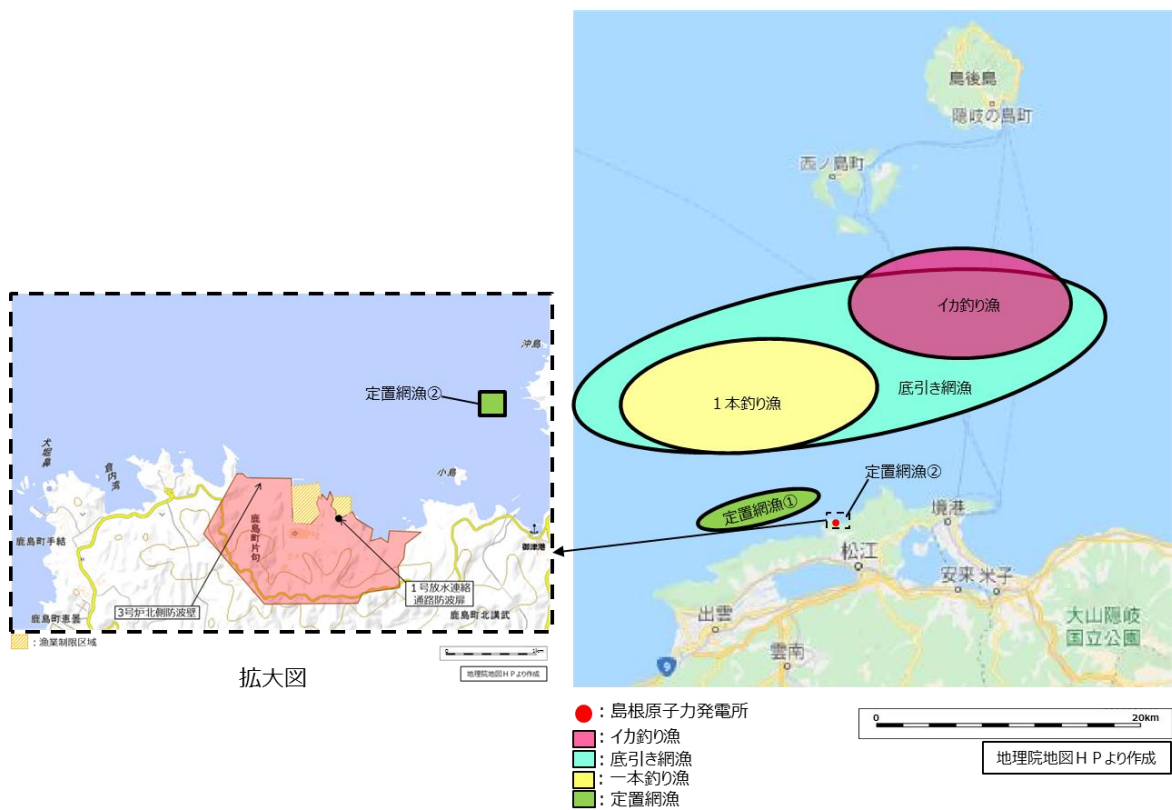
名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数 (質量)	数量 (隻)	備考	
漁船	約 500m 以内	サザエ網・ カナギ漁	片句漁港	1 トン未満 (3t 未満)	13	輪谷湾内で 4 隻 (0.4~0.7 トン (5 回/年)) が操業	
		サザエ網・ 採貝藻漁	御津漁港	1 トン未満 (3t 未満)	18		
				2 トン未満 (6t 未満)	6		
				一本釣り漁	1 トン未満 (3t 未満)		13
				かご漁	3 トン未満 (9t 未満)		1
	約 500m 以遠	わかめ養殖	片句漁港	1 トン未満 (3t 未満)	7		
		イカ釣り漁	5 トン未満 (15t 未満)	7			
			8 トン未満 (24t 未満)	3			
			10 トン未満 (30t 未満)	3			



第 2.5-27 図 発電所沿岸で操業する漁船の操業エリア

第 2.5-8 表 発電所沖合で操業する漁船（総トン数 10 トン以上）

名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)	
漁船	約 13~23km	イカ釣り漁	恵曇漁港	約 10 トン (約 30t)	1	
				約 19 トン (約 57t)	2	
	約 6~25km	底引き網漁	恵曇漁港	約 10 トン (約 30t)	1	
				片句漁港	約 13 トン (約 39t)	1
				恵曇漁港	約 15 トン (約 45t)	2
	約 7~17km	1 本釣り漁	片句漁港	約 10 トン (約 30t)	3	
	約 3km~10km	定置網漁①	恵曇漁港	約 10 トン (約 30t)	1	
約 19 トン (約 57t)				1		
約 2km	定置網漁②	御津漁港	約 12 トン (約 36t)	1		



第 2.5-28 図 発電所沖合で操業する漁船（総トン数 10 トン以上）の操業エリア

①船舶（漁船）

発電所周辺の漁港の船舶は、発電所沿岸及び沖合で操業する場合と漁港に停泊する場合、各々について評価した。

大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、発電所沿岸及び沖合で操業する漁船は、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えられるが、航行不能となり漂流する可能性を考慮し、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波の各々に対して、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性を評価した。その結果を、第2.5-9表に示す。

施設護岸から500m以内で操業する漁船は、添付資料36に示すとおり、施設護岸に到達すると評価した。一方、施設護岸から500m以遠で操業する漁船は、施設護岸に到達しないと評価した。また、輪谷湾に設置する取水口に対する到達可能性については、輪谷湾はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、取水口に到達する可能性はないと評価した。

周辺漁港に停泊する漁船については、発電所から最も近くても1km離れており、上述したとおり施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性はないと評価した。

第 2.5-9 表 発電所沿岸及び沖合で操業する漁船等の発電所への到達可能性

漁船の種類	発電所に到達する可能性	
	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波
周辺漁港で停泊している漁船	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、発電所に到達しない（添付資料 36 参照）。	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、発電所に到達しない（添付資料 36 参照）。
500m 以遠で操業する漁船	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、発電所に到達しない（添付資料 36 参照）。	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、発電所に到達しない（添付資料 36 参照）。
500m 以内で操業する漁船	外海に面する施設護岸に到達する可能性がある（輪谷湾には到達しない）。	入力津波高さは EL4.2m であり、外海に面する津波防護施設の EL4.2m 以下の部位に到達する可能性がある（輪谷湾には到達しない）。

②船舶（発電所前面海域を航行する船舶）

発電所前面海域を航行する船舶としては、発電所から 3.5km 以内において漁船、プレジャーボート（総トン数 30 トン程度の比較的小型の船舶）が、発電所から 3.5km 以遠において巡視船、引き船、タンカー、貨物船、帆船（総トン数 100 トン以上の比較的大型の船舶）が確認された。海上保安庁への聞取調査結果より、発電所から 3.5km 以内を航行する漁船、プレジャーボートについても、発電所から約 2 km 離れた沖合を航行していることを確認した。

基準津波による水位変動は、基準津波の策定位置（発電所沖合 2.5km 程度）において 2 m 程度であり、第 2.5-14-1～4 図に示す 3 km, 5 km の地点 4～9 の軌跡解析の結果からも、3 km 以遠を航行する船舶は、津波によりほぼ移動しないことが確認される。これら航行中の船舶は、津波襲来への対応が可能であり、漂流物にならないと考えられるが、施設護岸及び輪谷湾へ到達する可能性について評価した。基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ評価した結果を、添付資料 36 に示す。発電所沖合から発電所方向への連続的な流れはなく、発電所前面海域を航行中の船舶が、施設護岸及び輪谷湾へ到達することはないと考えられる。

③定置網

基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ評価した上述の結果から、定置網を設置した海域から発電所方向への連続的な流れはなく、定置網が施設護岸及び輪谷湾へ到達することはないと考えられる。

④その他作業船

(a) i. ②その他作業船における評価に示したとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認するが、海域活断層に想定される地震による津波に対しては緊急退避できず漂流する可能性があるため、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性を評価した。①船舶（漁船）に示したとおり、その他作業船は港湾外周辺で作業することから、施設護岸に到達すると評価した。また、輪谷湾に設置する取水口に対する到達可能性については、輪谷湾はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、取水口に到達する可能性はないと評価した。

第 2.5-18 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した結果を第 2.5-10 表に示す。

第 2.5-10 表(1) 漂流物評価結果 (発電所構外海域)

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	船舶	漁船	片岡漁港 (停泊)	漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	-	III
			手結漁港 (停泊)				
			恵曇漁港 (停泊)				
			御津漁港 (停泊)				
			大芦漁港 (停泊)				
			施設護岸から 500m 以内 (操業)				
施設護岸から 500m 以遠 (操業)	海域活断層から想定される地震による津波に対しては、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。						

第 2.5-10 表 (2) 漂流物評価結果 (発電所構外海域)

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
②	船舶	漁船	前面海域 (航行)	海上保安庁への聞取調査結果より発電所から約 2km 以上離れた沖合を航行しており、基準津波の策定位置 (発電所沖合 2.5km 程度) において、2m 程度の水位変動である。 津波襲来への対応が可能であり、漂流物とならないと考えられるが、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ
		プレジャーボート					
		巡視船					
		引き船					
		タンカー					
		貨物船					
帆船							
③	漁具	定置網	前面海域	漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ
		その他作業船	港湾外周辺	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急回避に係る手順を整備し、緊急回避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急回避できず、漂流する可能性があることから、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ

ii. 発電所構外陸域における評価

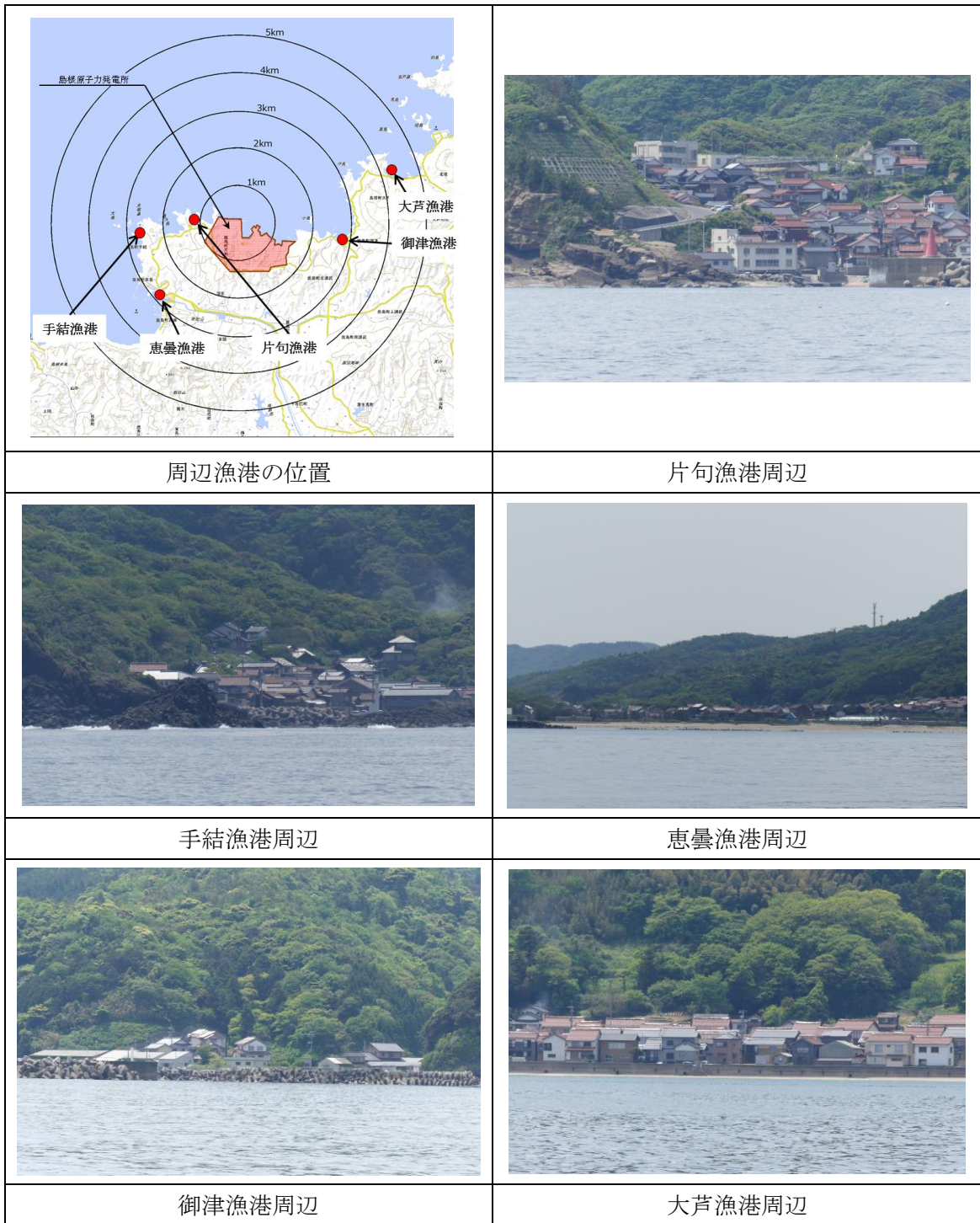
調査範囲内にある港湾施設として挙げられた片句漁港^{かたく}、手結漁港^{たゆ}、恵曇漁港^{えとも}、御津漁港^{みつ}周辺及び大芦漁港^{おわし}に家屋、車両等が確認された。

発電所構外陸域における漂流物調査結果を第 2.5-11 表、第 2.5-29 図に示す。

第 2.5-11 表 漂流物調査結果

漁港周辺	漂流物調査結果※
片句漁港 ^{かたく} 周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：94 戸 ・車両：約 17 台 ・工場
手結漁港 ^{たゆ} 周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：174 戸 ・車両：約 40 台 ・灯台
恵曇漁港 ^{えとも} 周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：525 戸 ・車両：約 241 台 ・灯台 ・工場 ・タンク
御津漁港 ^{みつ} 周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：152 戸 ・車両：約 133 台
大芦漁港 ^{おわし} 周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：271 戸 ・車両：約 215 台

※ 家屋については、世帯数を記載。
 車両については、漁港周辺への駐車可能台数を記載。



第 2.5-29 図 発電所構外陸域における漂流物調査結果

① 家屋・車両等

家屋・車両等は漁港周辺に存在しており、津波が遡上して仮に漂流物となった場合においても、i. 発電所構外海域における評価の①船舶（漁船等）に示したとおり、基準津波の流向・流速を踏まえると、施設護岸及び輪谷湾に到達する漂流物とはならないと評価する（添付資料 36 参照）。

これより、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等について、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を与えることがないことを確認した。第 2.5-12 表に評価結果を示す。

第 2.5-12 表 漂流物評価結果 (発電所構外陸域)

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	家屋・ 車両等	・家屋 ・車両 ・工場	片句漁港 周辺	津波が遡上することを 仮定し、漂流する可能性 があるものとして、施設 護岸及び輪谷湾に到達 する可能性について評 価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方 向への連続的な流れはなく、施設 護岸及び輪谷湾に到達しない。な お、港湾部はその形状から、押し 波後はすぐに引き波に転じること から、発電所の港湾内に設置する 取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ
			手結漁港 周辺				
		・家屋 ・車両 ・灯台 ・工場 ・タンク	恵曇漁港 周辺				
			御津漁港 周辺				
		・家屋 ・車両	大芦漁港 周辺				

(c) 漂流物に対する取水性への影響評価

発電所周辺を含め、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、原子炉補機冷却海水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。

さらに、2号炉の非常用取水設備である取水口は、循環水ポンプの取水路を兼ねており、全体流量に対する非常用海水系ポンプ流量の比（5%未満）から、漂流物により通水面積の約95%以上が閉塞されない限り、取水機能が失われることはない。敷地周辺沿岸域の林木等が中長期的に漂流し輪谷湾に到達した場合を考慮しても、2号炉の取水口は深層取水方式であり、取水口呑口が水面から約9.5m低く、水面上を漂流する林木等は取水口に到達しないため、取水性に影響はない。

なお、津波襲来後、巡視点検等により取水口を設置する輪谷湾内に漂流物が確認される場合には、必要に応じて漂流物を撤去する方針であることから、非常用海水ポンプの取水は可能である。

以上より、漂流物による取水性への影響はなく、検討対象漂流物の漂流防止対策は不要である。

e. 防波壁等に対する漂流物の選定

漂流物による影響としては、取水性への影響の他に「津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響（波及的影響）」があり、2号炉における同影響を考慮すべき津波防護施設としては、基準津波が到達する範囲内に設置される防波壁、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉が挙げられる。

本設備に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物及びその衝突速度は、「d. 通水性に与える影響の評価」における「取水口及び取水路の通水性に与える影響」の評価プロセス、津波の特性、施設・設備の設置位置を踏まえ、それぞれ次のとおり設定する。

・対象漂流物

(a) 日本海東縁部に想定される地震による津波

i. 外海に面する津波防護施設

施設護岸から500m以内で操業する漁船のうち、最大である総トン数3トン（質量：約9t）の漁船を津波防護施設に対する漂流物として考慮す

る。漂流物衝突荷重については、詳細設計段階において漁船の位置や津波の流況等に応じて適切な漂流物衝突荷重の算定式を選定のうえ設定する。

ii. 輪谷湾内に面する津波防護施設

日本海東縁部に想定される地震による津波時に漂流する（滑動を除く）可能性のある荷揚場詰所の壁材（ALC板）、キャスク取扱収納庫、防舷材、枕木、廃材箱及び輪谷湾内で操業する総トン数0.7トンの漁船（質量：約2.1t）を津波防護施設に対する漂流物として考慮する。なお、これらの対象漂流物に係る漂流物衝突荷重については、詳細設計段階において設備及び漁船の位置や津波の流況等に応じて適切な漂流物衝突荷重の算定式を選定のうえ、必要に応じ対策等も踏まえ設定する。

(b) 海域活断層から想定される地震による津波

i. 外海に面する津波防護施設

施設護岸から500m以内で操業する漁船及び作業船のうち、最大である総トン数3トン（質量：約9t）の漁船及び総トン数10トン（質量：約30t）の作業船を津波防護施設に対する漂流物として考慮する。漂流物衝突荷重については、詳細設計段階において漁船及び作業船の位置や津波の流況等に応じて適切な漂流物衝突荷重の算定式を選定のうえ、必要に応じ対策等も踏まえ設定する。

ii. 輪谷湾内に面する津波防護施設

輪谷湾内で作業する作業船のうち、最大である総トン数10トン（質量：約30t）の作業船及び輪谷湾内で操業する総トン数0.7トンの漁船（質量：約2.1t）を津波防護施設に対する漂流物として考慮する。漂流物衝突荷重については、詳細設計段階において作業船及び漁船の位置や津波の流況等に応じて適切な漂流物衝突荷重の算定式を選定のうえ設定する。

・衝突速度

a. 日本海東縁部に想定される地震による津波

津波防護施設及び浸水防止設備の設置位置における津波流速に基づき、施設護岸（港湾外）では9.0m/s、施設護岸（港湾内）では9.0m/s、1号放水連絡通路前では9.8m/sであるため、10.0m/sとする。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速11.9m/sが確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設においては11.9m/sとする（添付資料18参照）。

b. 海域活断層から想定される地震による津波

津波防護施設及び浸水防止設備の設置位置における津波流速に基づき、施設護岸（港湾外）では 3.3m/s、施設護岸（港湾内）では 2.4m/s であるため、4.0m/s とする（添付資料 18 参照）。

(4) 取水スクリーンの破損による通水性への影響

海水中の塵芥を除去するために設置されている除塵装置については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物となる可能性がある。この場合には、破損・分離し漂流物化した構成部材等が取水路を閉塞させることにより、取水路の通水性に影響を与えることが考えられるため、その可能性について確認を行った。また、除塵装置については、低耐震クラス（Cクラス）設備であることから地震により破損した後に、津波により移動した場合、長尺化を実施した非常用海水ポンプへの波及的影響が考えられることから、これらの影響についても合わせて考察を行った。

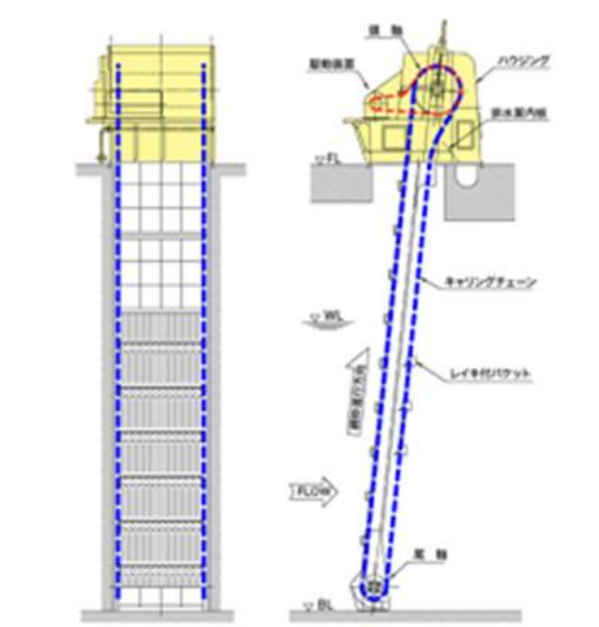
結果は以下に示すとおりであり、除塵装置はいずれの場合においても非常用海水冷却系の取水性に影響を与えるものではないことと評価する。

i. 津波による破損に対する評価

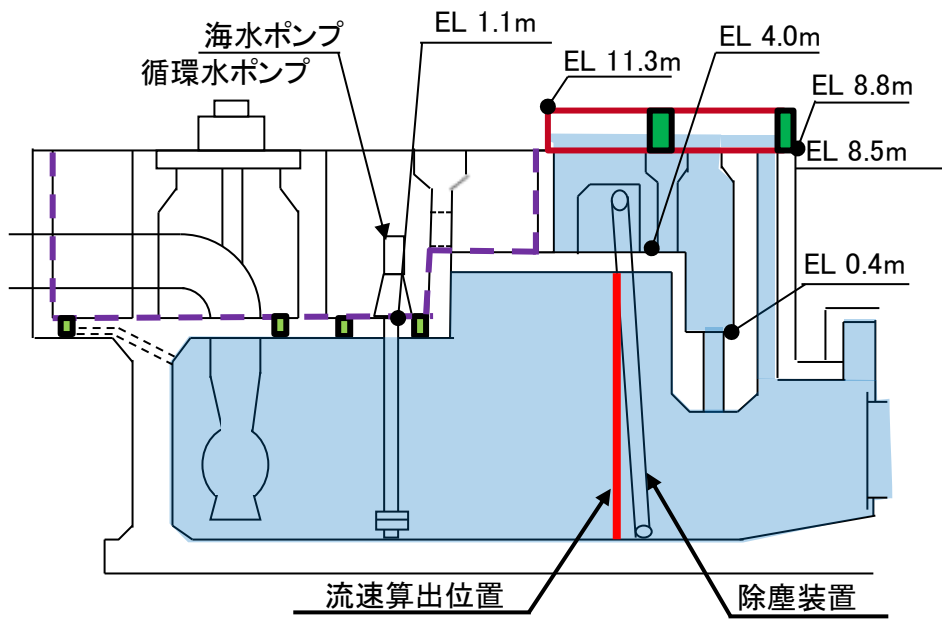
a. 確認方法

除塵装置の概要は第 2.5-30 図に示すとおりであり、除塵装置はいずれも多数のバケットがキャリングチェーンにより接合される構造となっている。このため、入力津波の流速により生じるスクリーン部の水位差（損失水頭）により、キャリングチェーン及びバケットが破損し、バケットが分離して漂流物化する可能性について確認する。

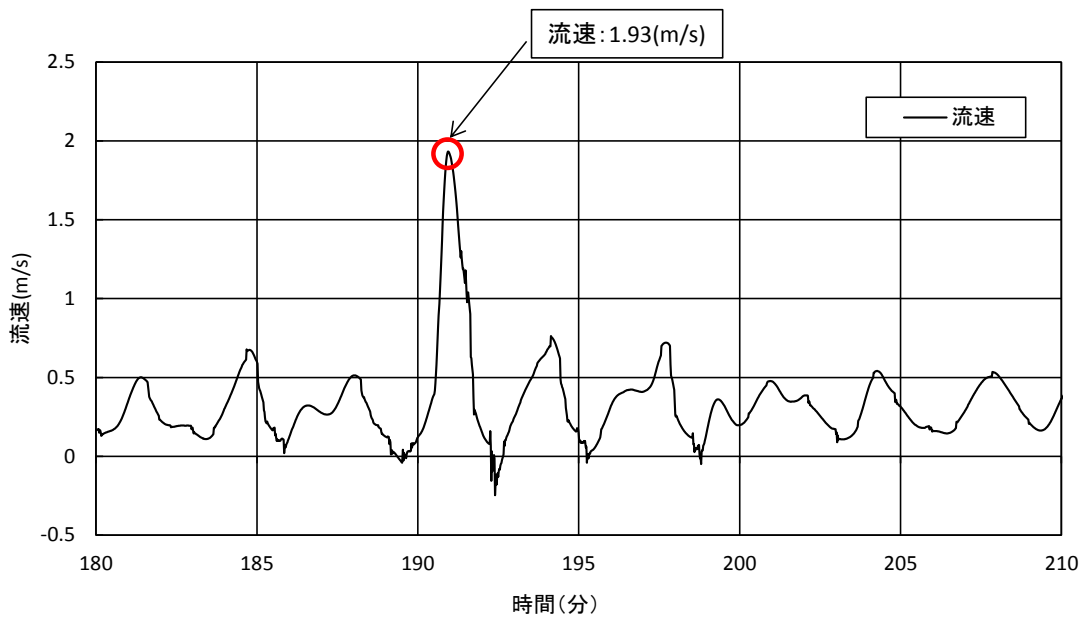
確認条件（津波流速）の算出位置を第 2.5-31 図、算出位置における流速評価結果を第 2.5-32 図に示す。算出位置における最大流速は 1.93m/s となるが、除塵装置が破損しないことは流速 2.4m/s まで確認しており、ここでは、2.4m/s における確認結果を示す。



第 2.5-30 図 除塵装置の概要



第 2.5-31 図 流速算出位置



第 2.5-32 図 流速評価結果 (入力津波 6)

b. 確認結果

津波流速が作用した際の各部材における発生値と許容値の比較結果を第2.5-13表に示す。2.5-13表より、2.4m/s時の発生水位差における各部材に発生する最大応力が許容応力を下回っていることから、設備が漂流物化することではなく、取水性に影響を及ぼすものでないことを確認した。

第2.5-13表 津波流速が作用した際の各部材における発生値と許容値の比較

設備	部材	2.4m/s時の発生水位差	発生水位差における発生値／許容値
除塵機	キャリングチェーン	5.8m	142739 (MPa) / 617000 (MPa) (最大応力／許容応力)
	バケット		225 (MPa) / 246 (MPa) (最大応力／許容応力)

ii. 地震による破損に対する評価

除塵装置（耐震Cクラス）は、基準地震動Ssによる地震力に対して、機器が破損し漂流しない設計とする。

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，ポンプ及び配管並びに貫通部止水処置）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及び配管のうち、破損した場合に津波の流入経路となるポンプ及び配管については、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
	ポンプ及び配管		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

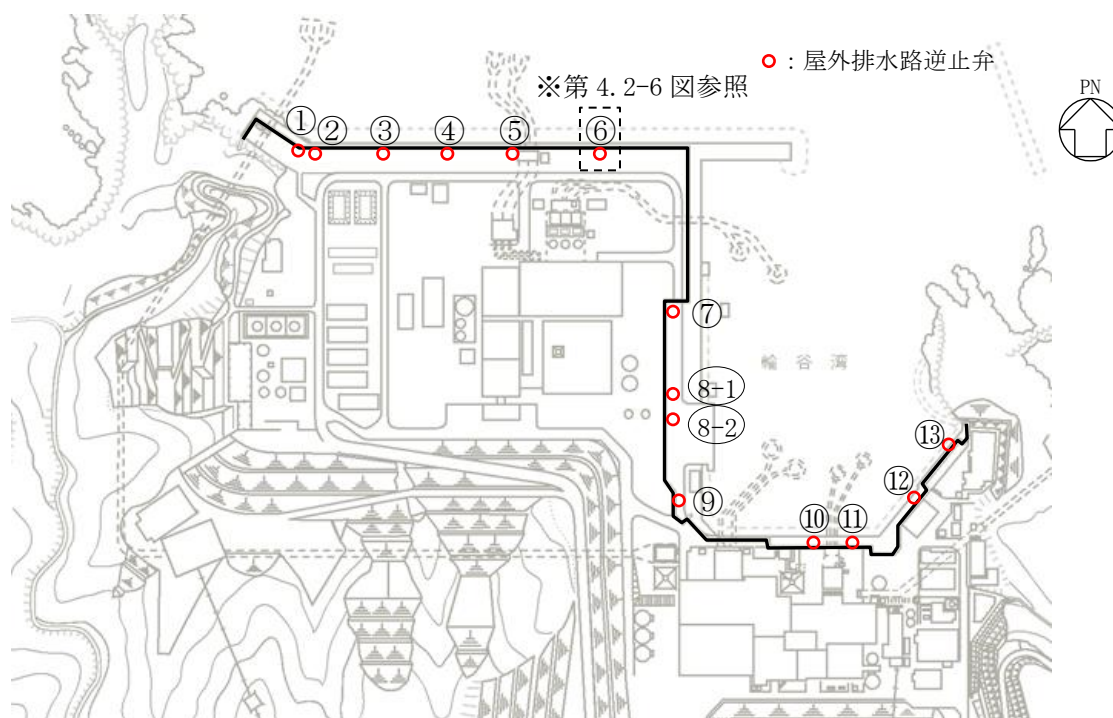
施設護岸における入力津波高さに対して、屋外排水路出口からの敷地への津波の到達、流入を防止するため、屋外排水路出口の排水柵に屋外排水路逆止弁を設置する。

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。

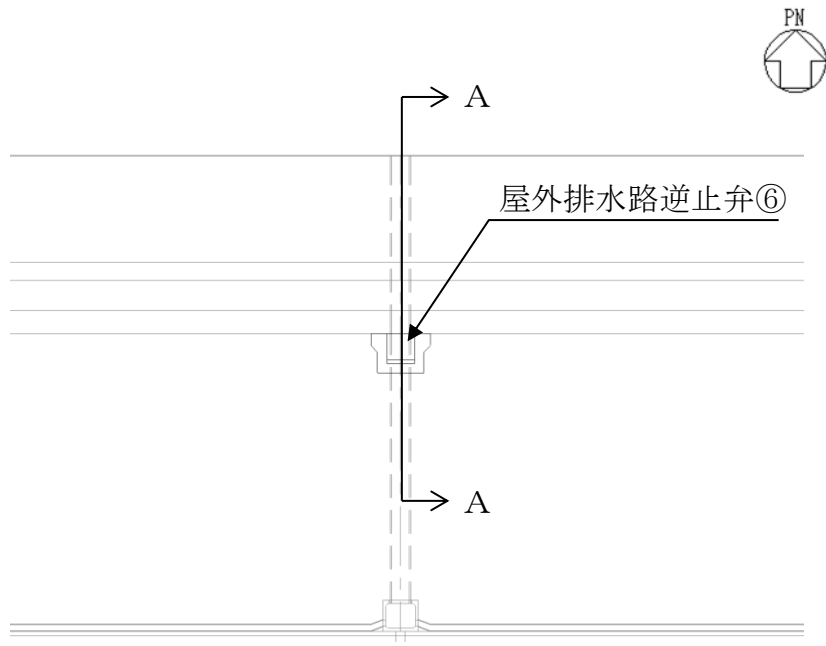
a. 構造

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。

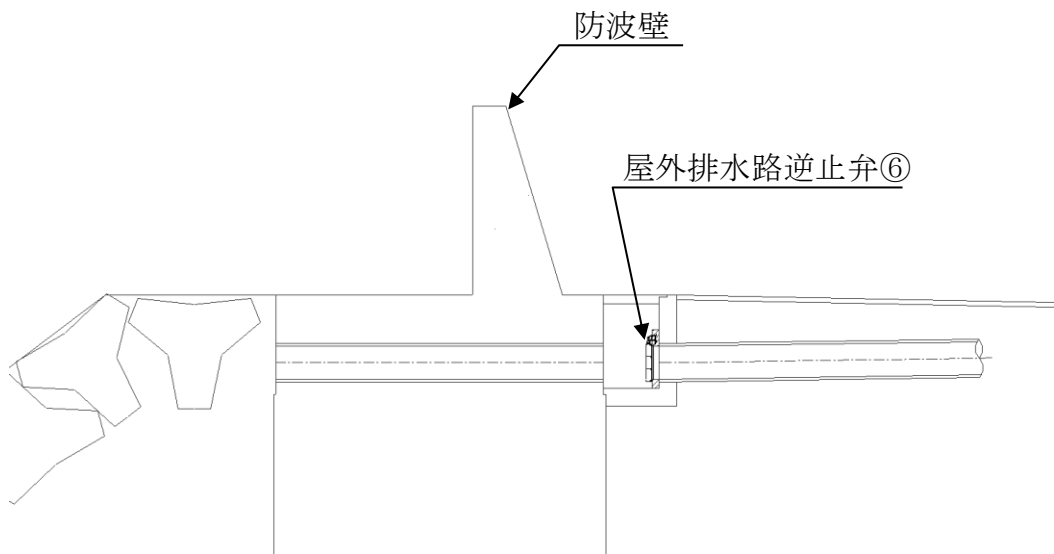
屋外排水路逆止弁の位置図を第4.2-1図に、配置図を第4.2-2図に、構造例を第4.2-3図に示す。



第4.2-1図 屋外排水路逆止弁位置図

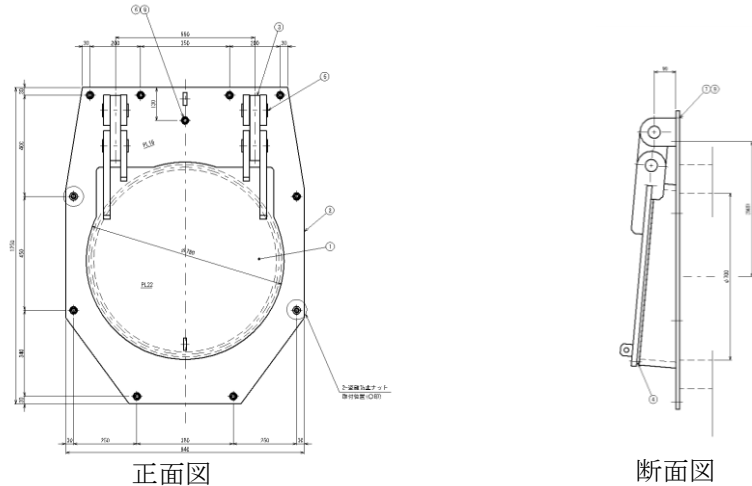


平面图



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、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

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

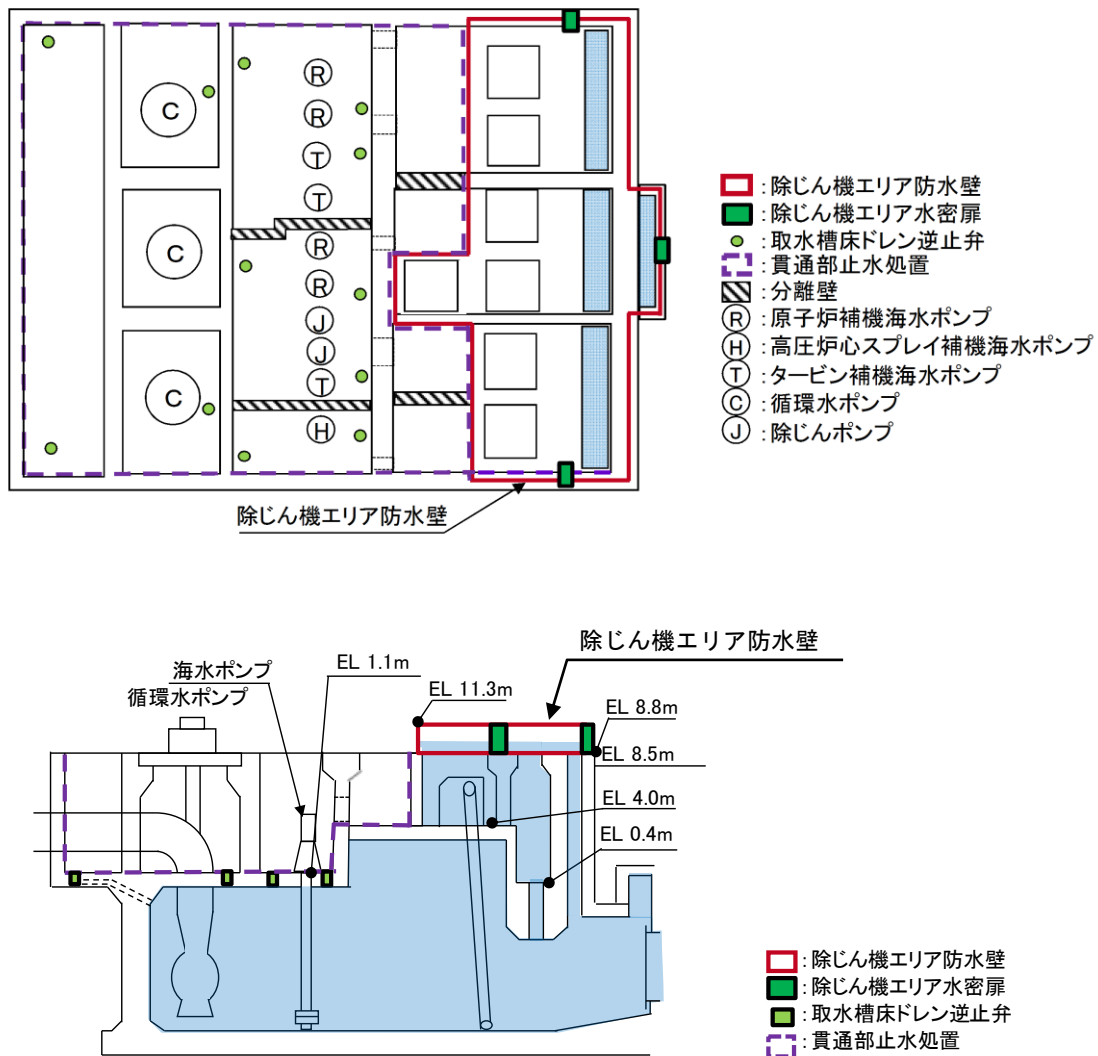
除じん機エリアに設置する防水壁は、2号炉取水槽での入力津波高さに対して、取水路から敷地への津波の到達、流入を防止し、津波防護対象設備が機能喪失しないようにするために2号炉取水槽に設置するものであり、入力津波高さに対して十分な高さを確保している。

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)

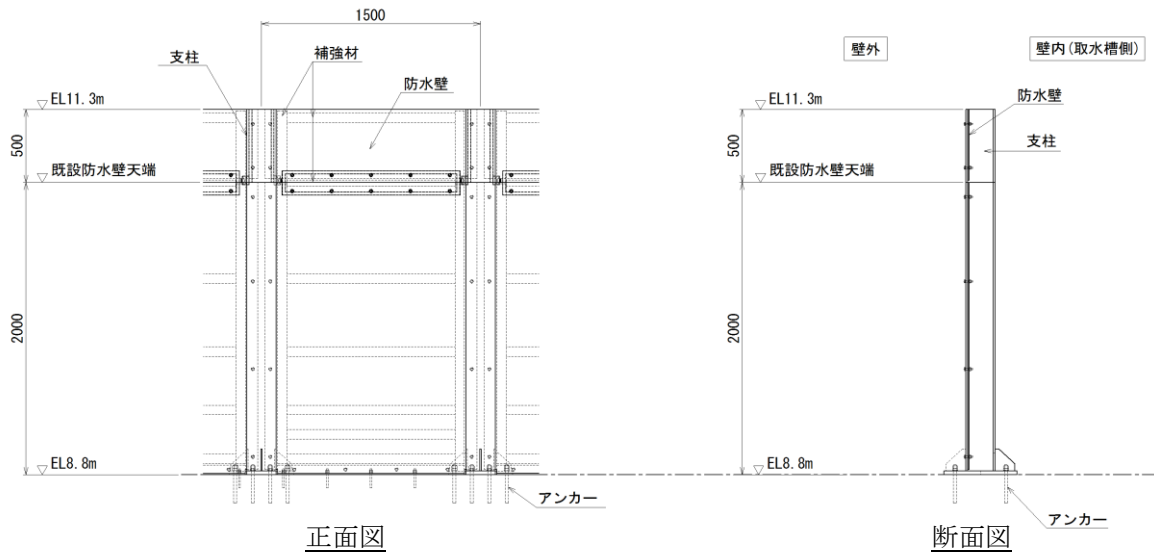
(a) 構造

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。

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

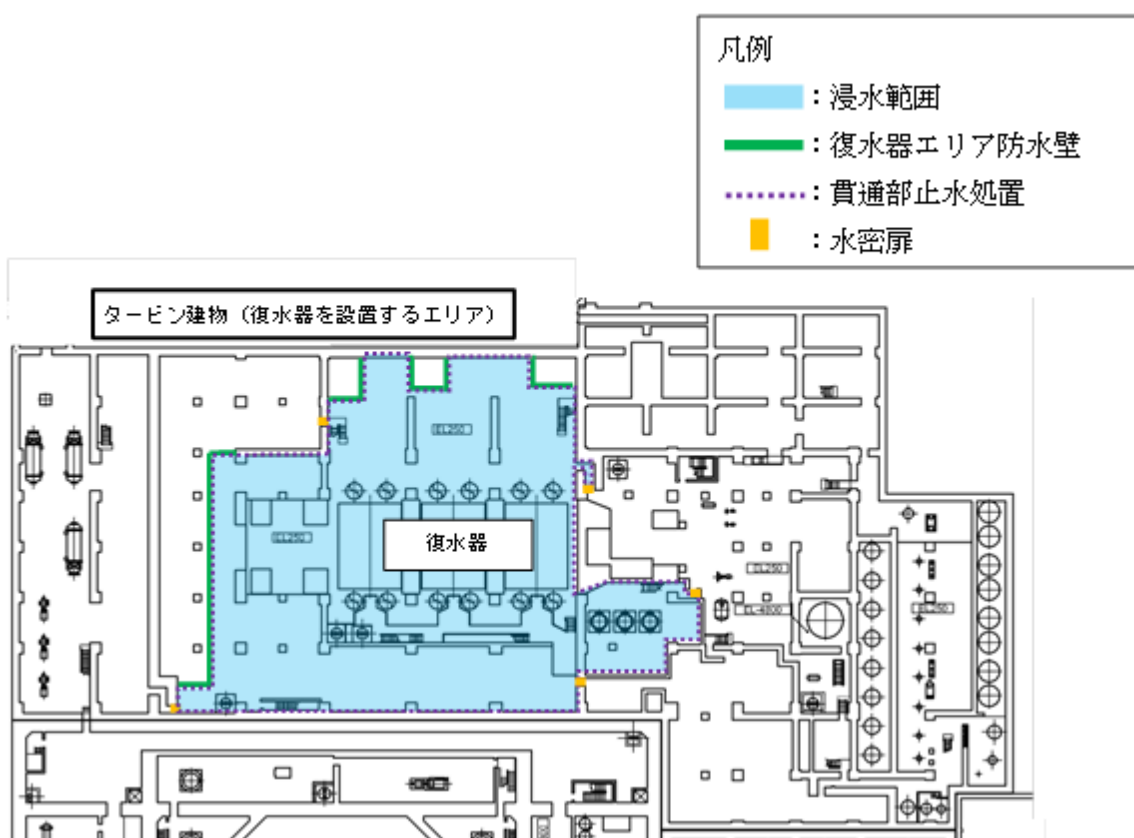
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

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。



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。

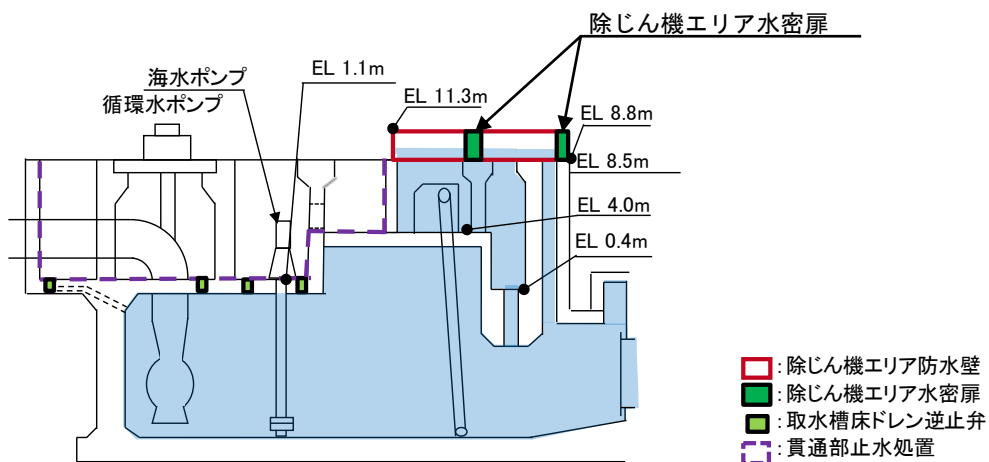
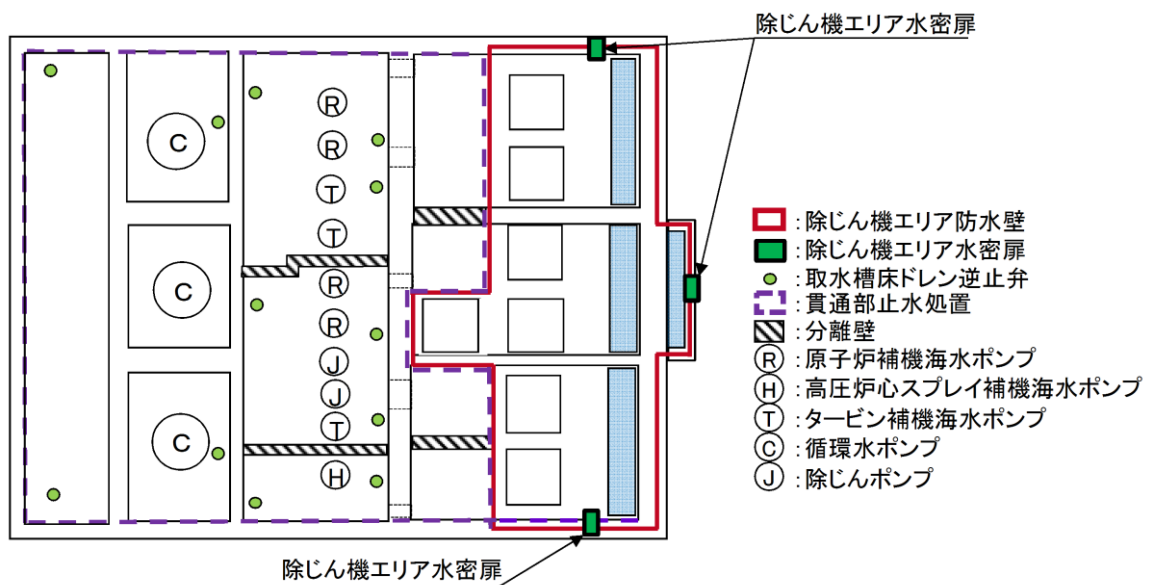
除じん機エリア水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。（詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照）

なお、水密扉の運用管理については添付資料23に示す。

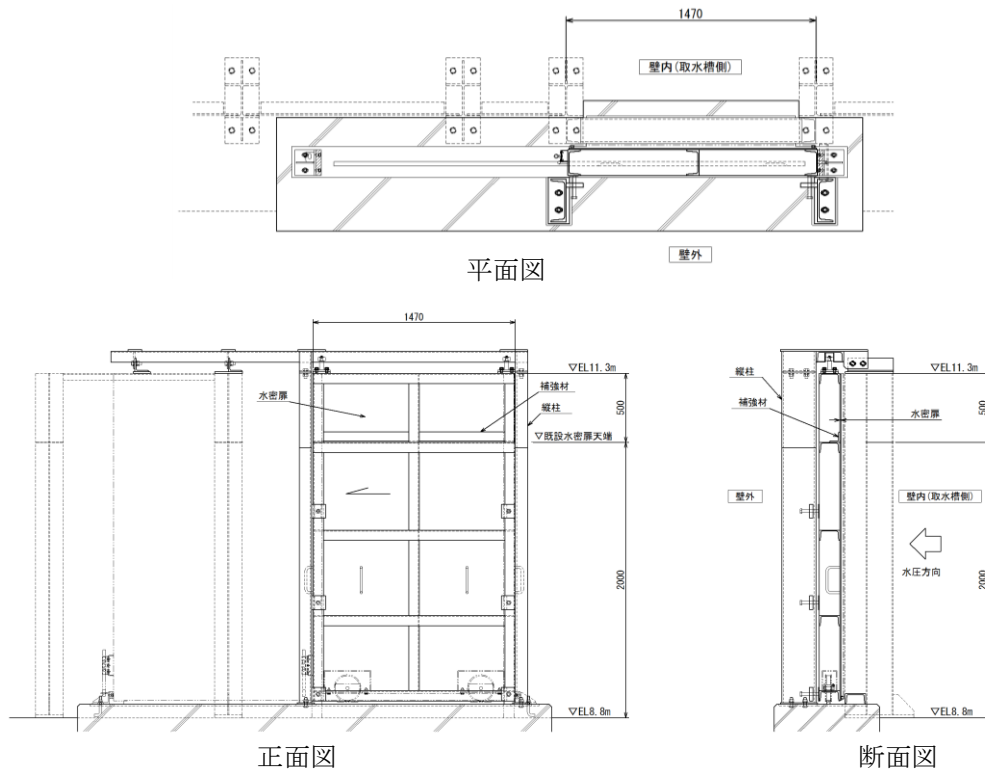
(a) 構造

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。

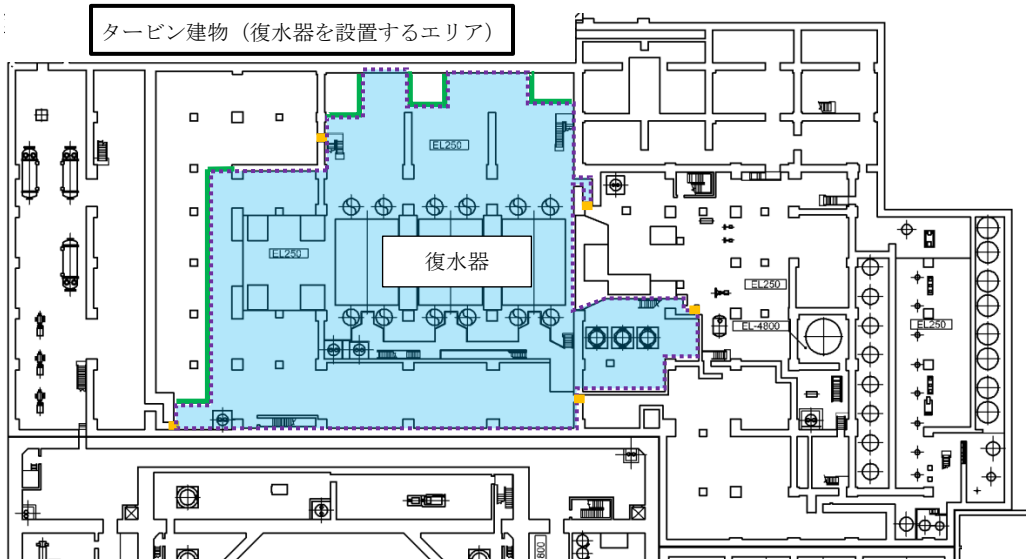
復水器エリア水密扉は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお、水密扉の運用管理については、添付資料23に示す。

(a) 構造

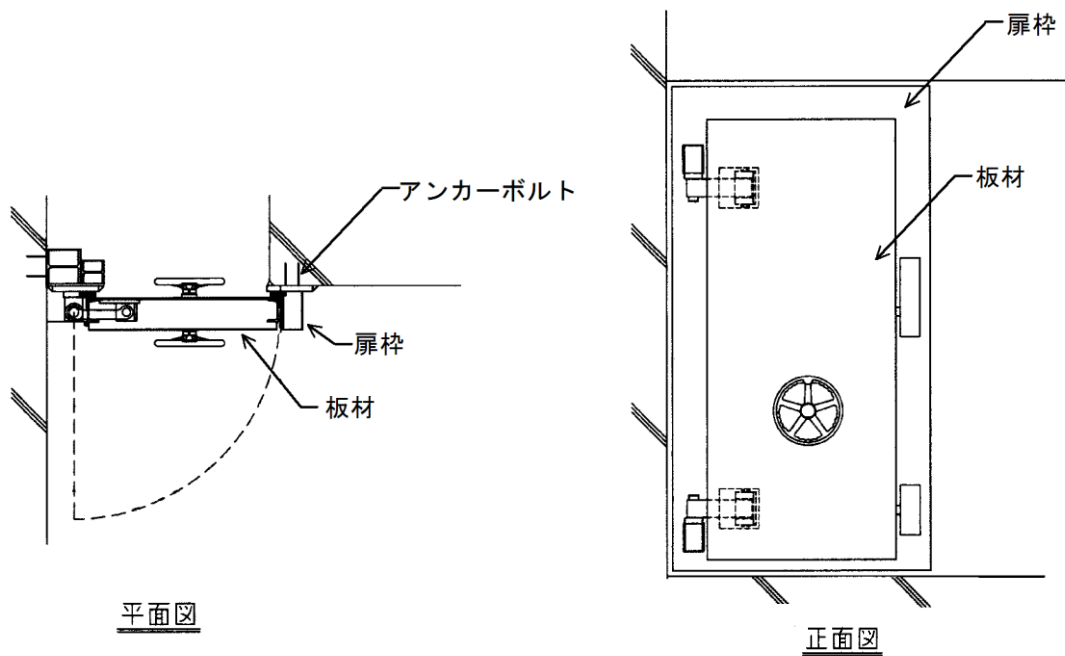
復水器エリア水密扉は板材、補強材、扉枠等の鋼製部材により構成し、扉枠はアンカーボルトにより建物躯体等に固定する。また、扉枠にパッキンを取りつけることで浸水を防止する構造とする。水密扉の構造例を第4.2-10図に示す。

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) 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EL10.6m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

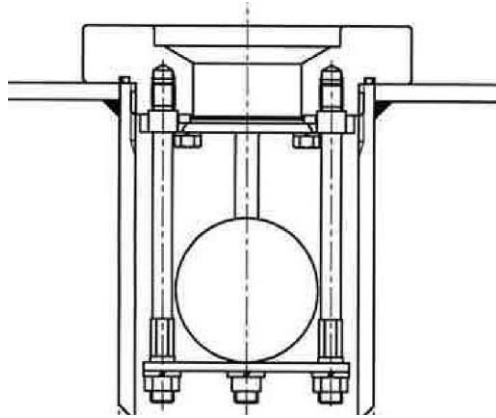
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には、余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22に示す。

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。

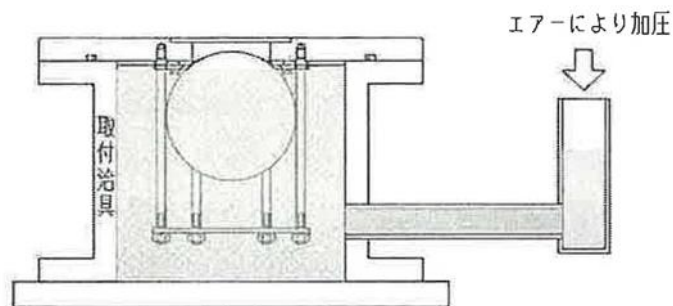


第4.2-11図 床ドレン逆止弁の構造の例

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

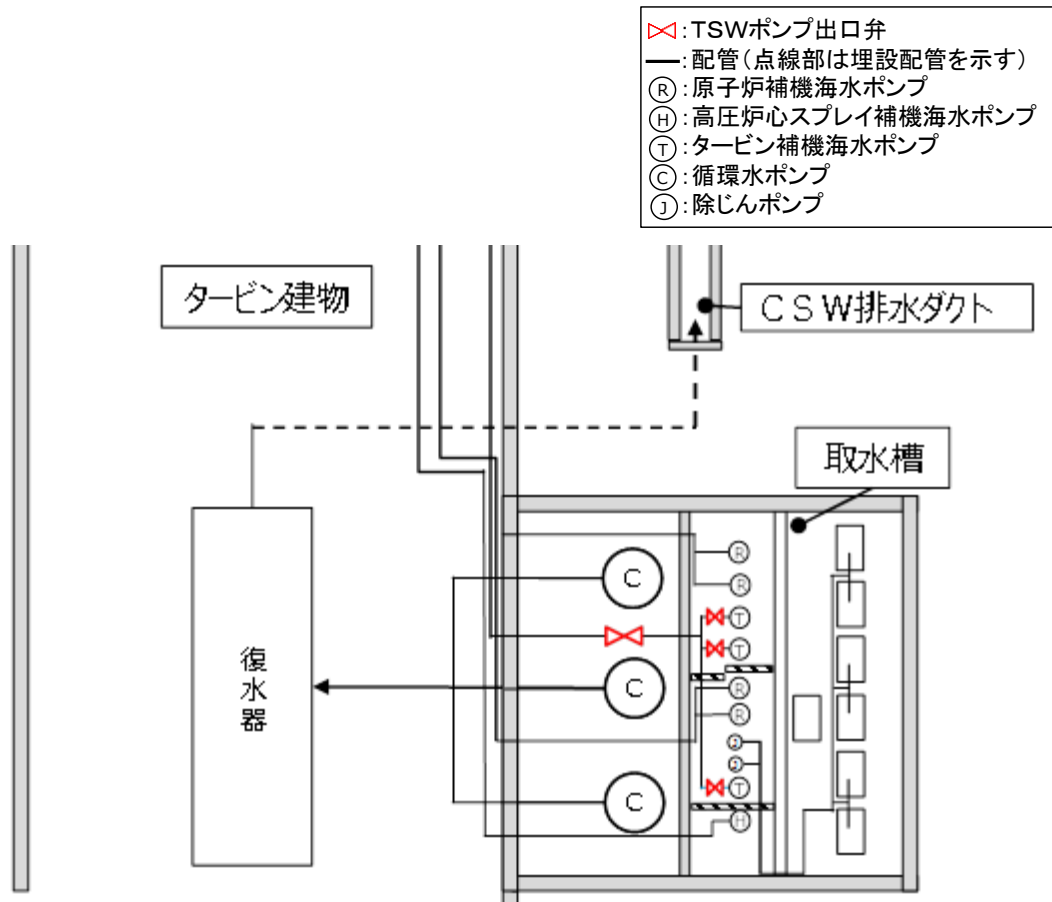
a. 電動弁

「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。

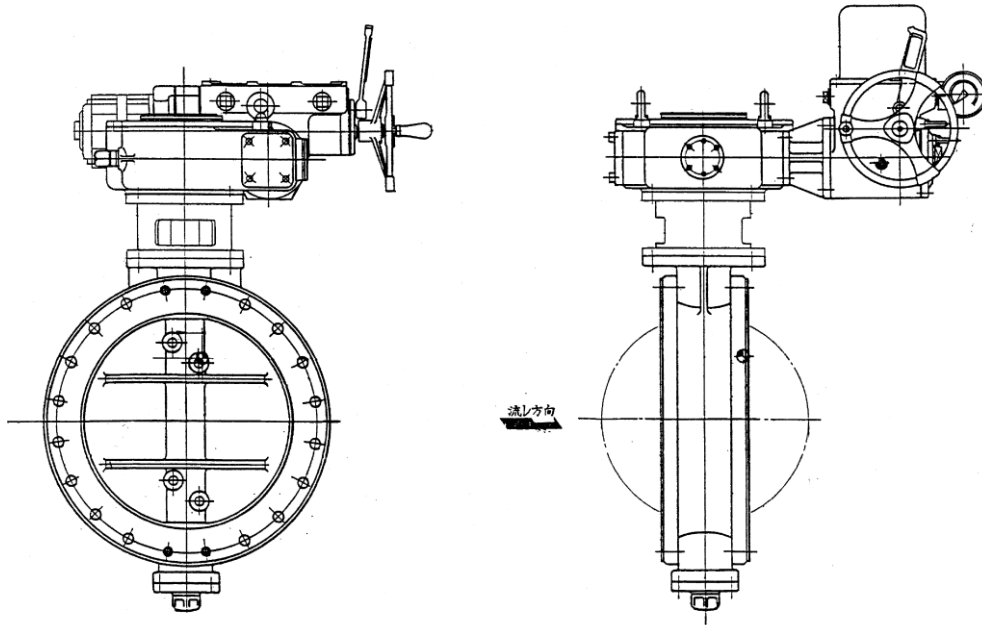
タービン補機海水ポンプ出口弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(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。設置位置及び構造例を第4.2-14図及び第4.2-15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



第4.2-15図 タービン補機海水ポンプ出口弁 構造例

(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、地震後の再使用性を考慮し、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、津波後の再使用性や、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。

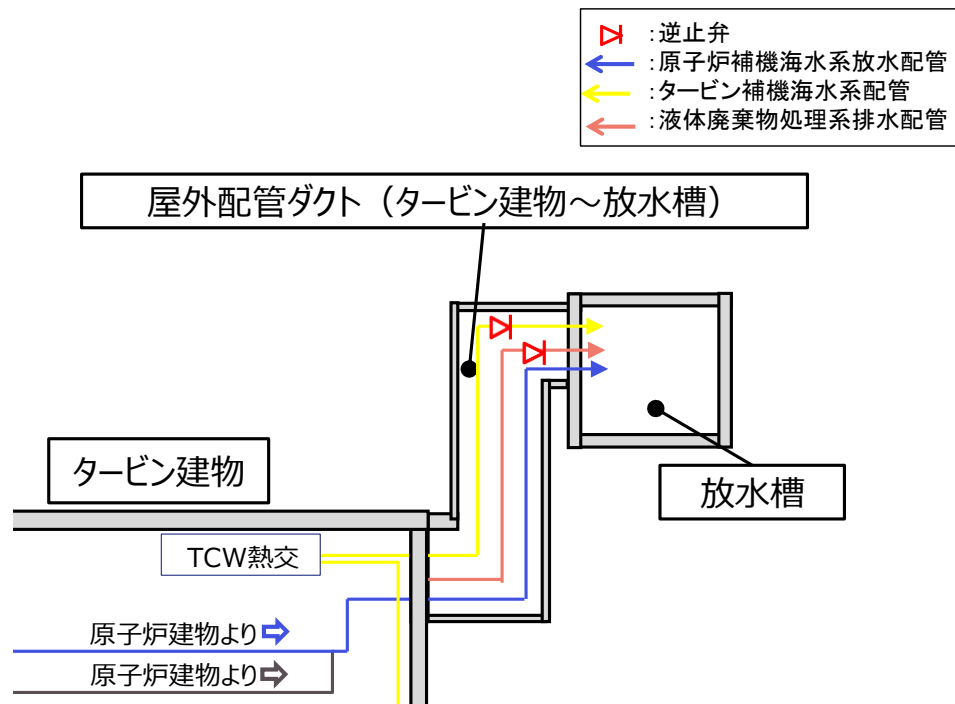
b. 逆止弁

「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。

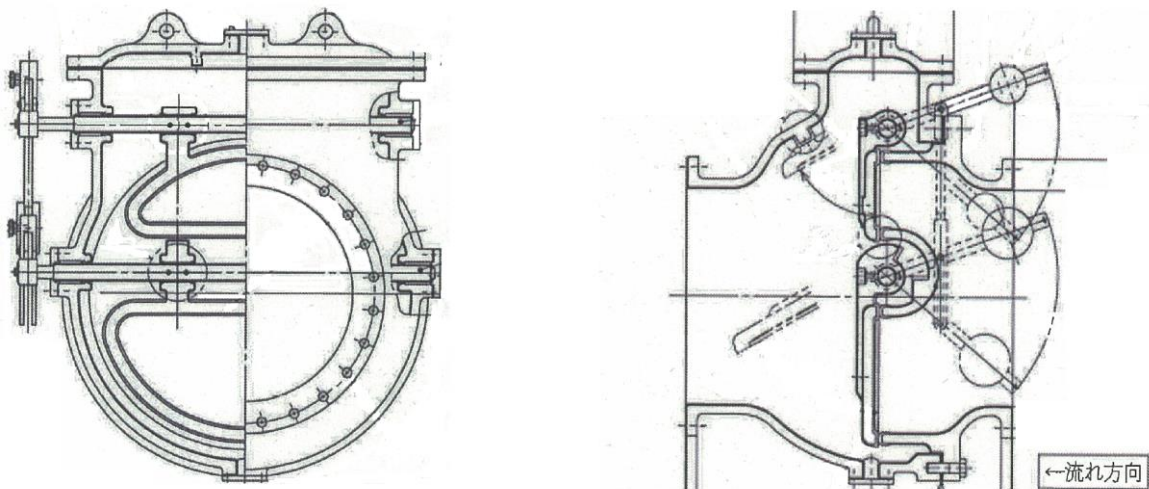
タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(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。設置位置及び構造例を第4.2-16図及び第4.2-17図に示す。



第4.2-16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



第4.2-17図 タービン補機海水系放水配管逆止弁 構造例

(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、地震後の再使用性を考慮し、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、津波後の再使用性や、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) ポンプ及び配管

「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、地震後の再使用性を考慮し、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、津波後の再使用性や、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

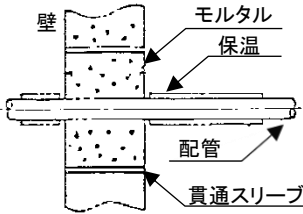
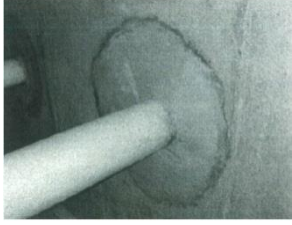
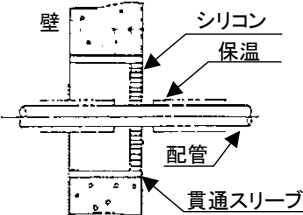

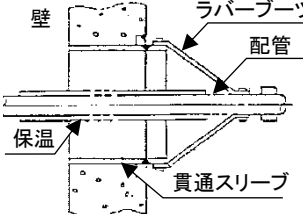

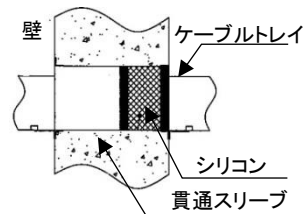

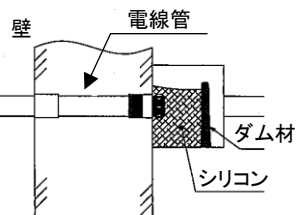

設置位置における，入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

(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

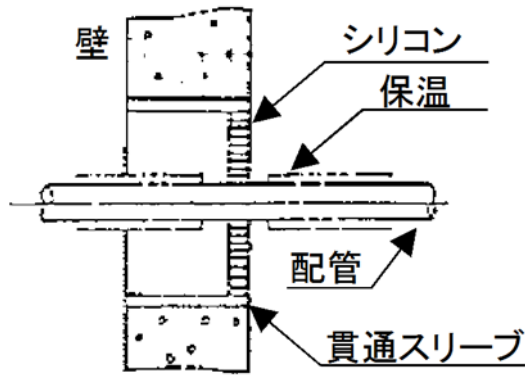
貫通物	止水処理	施工内容		説明
		断面図	写真	
低温配管	モルタル			貫通スリーブと配管の間にモルタルを充填する
	シリコン			貫通スリーブと配管の間にシリコンを充填する
高温配管	ラバーブーツ			貫通スリーブと配管にラバーブーツの端部を固定する
ケーブルトレイ	シリコン			貫通スリーブとケーブルトレイの間、ケーブルトレイ内にシリコンを充填する
電線管				電線管が接続するプルボックス内にシリコンを充填する

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4.2-18図に示す。

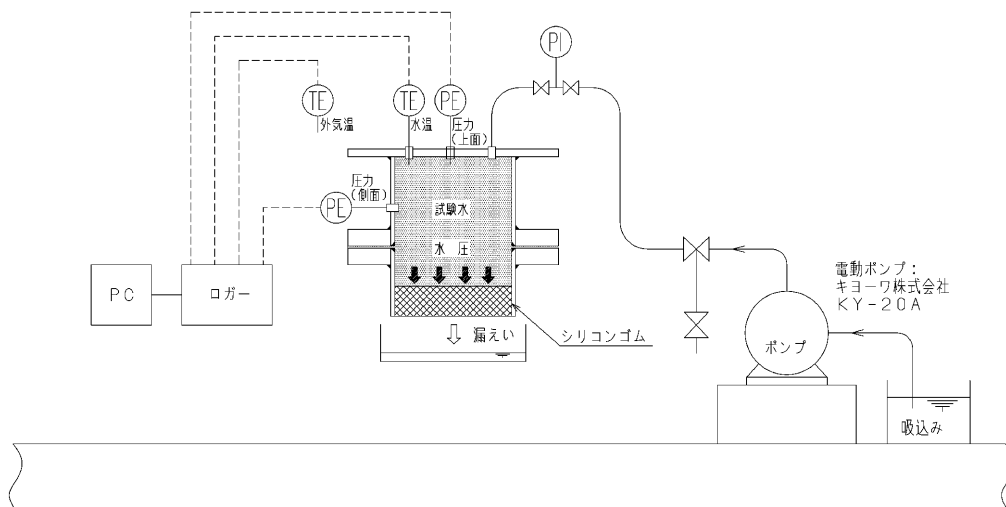


第4.2-18図 充てん構造（シリコン）の概要

(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4.2-19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 4.2-19 図 実機模擬試験例

(c) 耐震性

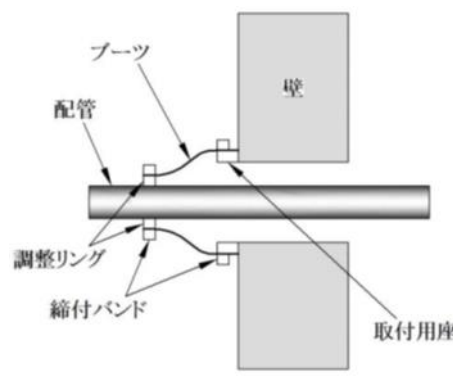
シリコンは伸縮性に優れたシール材であり、配管の貫通部に適用するシール材の耐震性を満足させるために、貫通部近傍に支持構造物を設置することとしており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりシリコンの健全性が損なわれることはない。

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4.2-20図に示す。

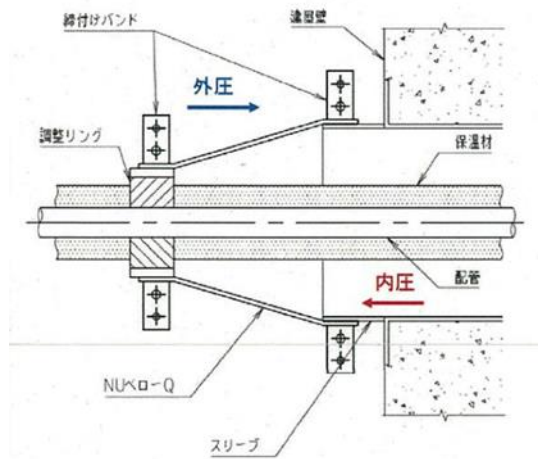


第4.2-20図 ブーツ構造の概要

(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4.2-21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4.2-21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

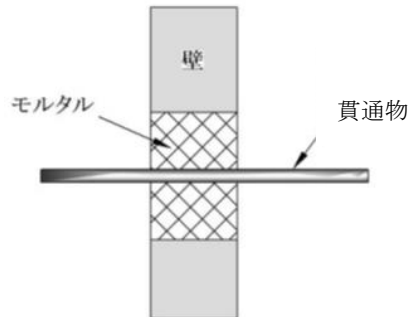
ラバーブーツについては、伸縮性ゴムを使用しており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりラバーブーツの健全性が損なわれることはない。

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4.2-22図に示す。



第4.2-22図 充てん構造（モルタル）の概要

(b) 水密性

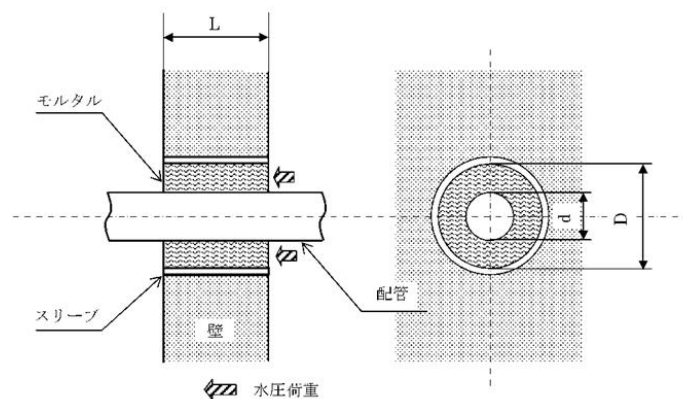
貫通部の止水処置として使用するモルタルについて、性能試験等により、止水性能を確認した。

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4.2-23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/mm^2]
- ・静水圧： 0.2 [N/mm^2]（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4.2-23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

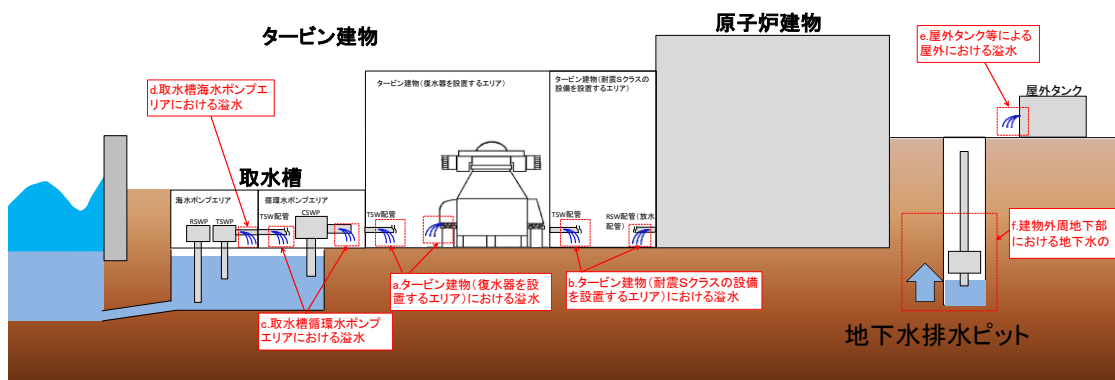


図1 地震による溢水の概念図

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。

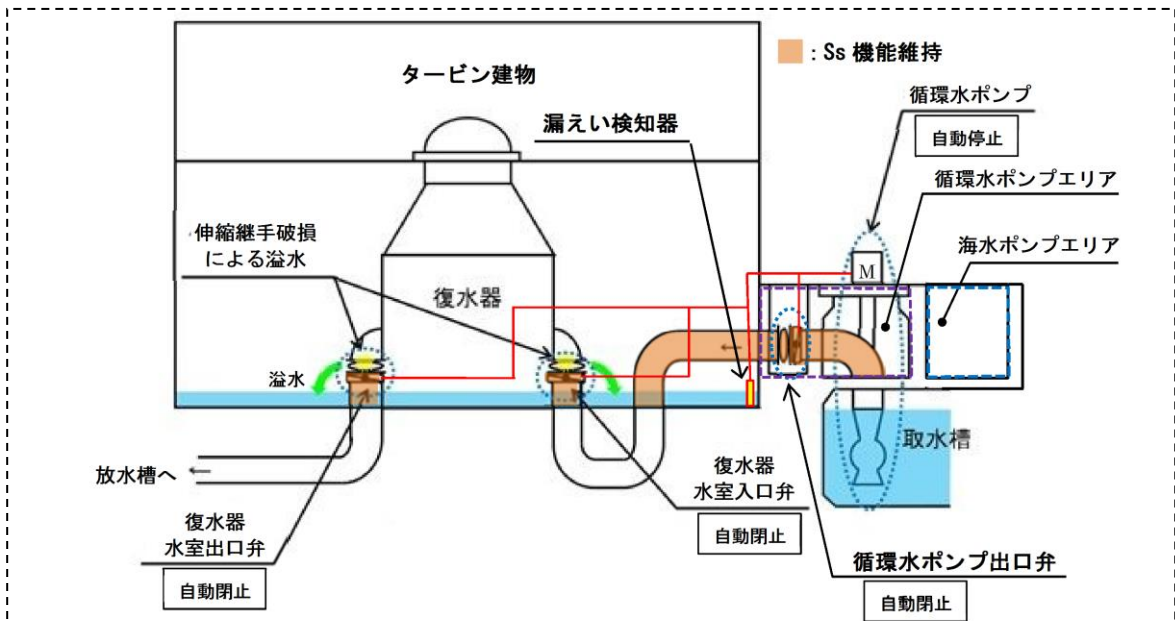


図 9-3 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック設置概要図

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。

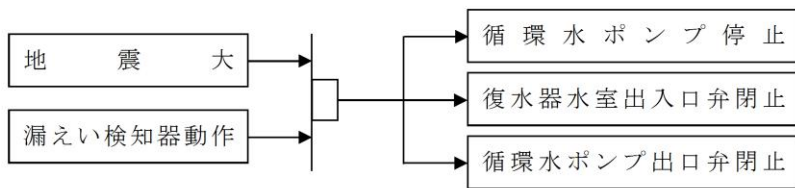


図 9-4 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック

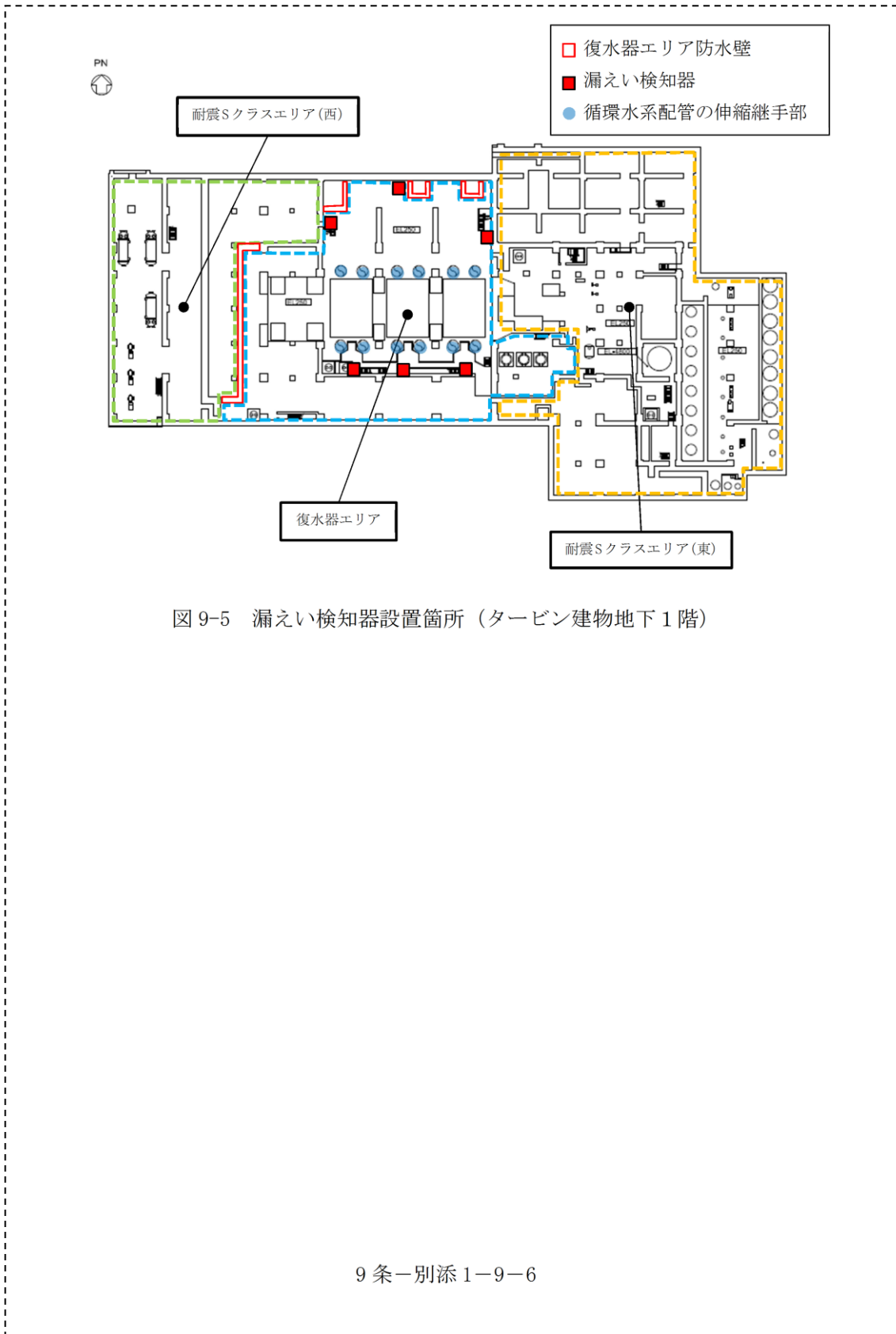


図 9-5 漏えい検知器設置箇所（タービン建物地下1階）

9 条-別添 1-9-6

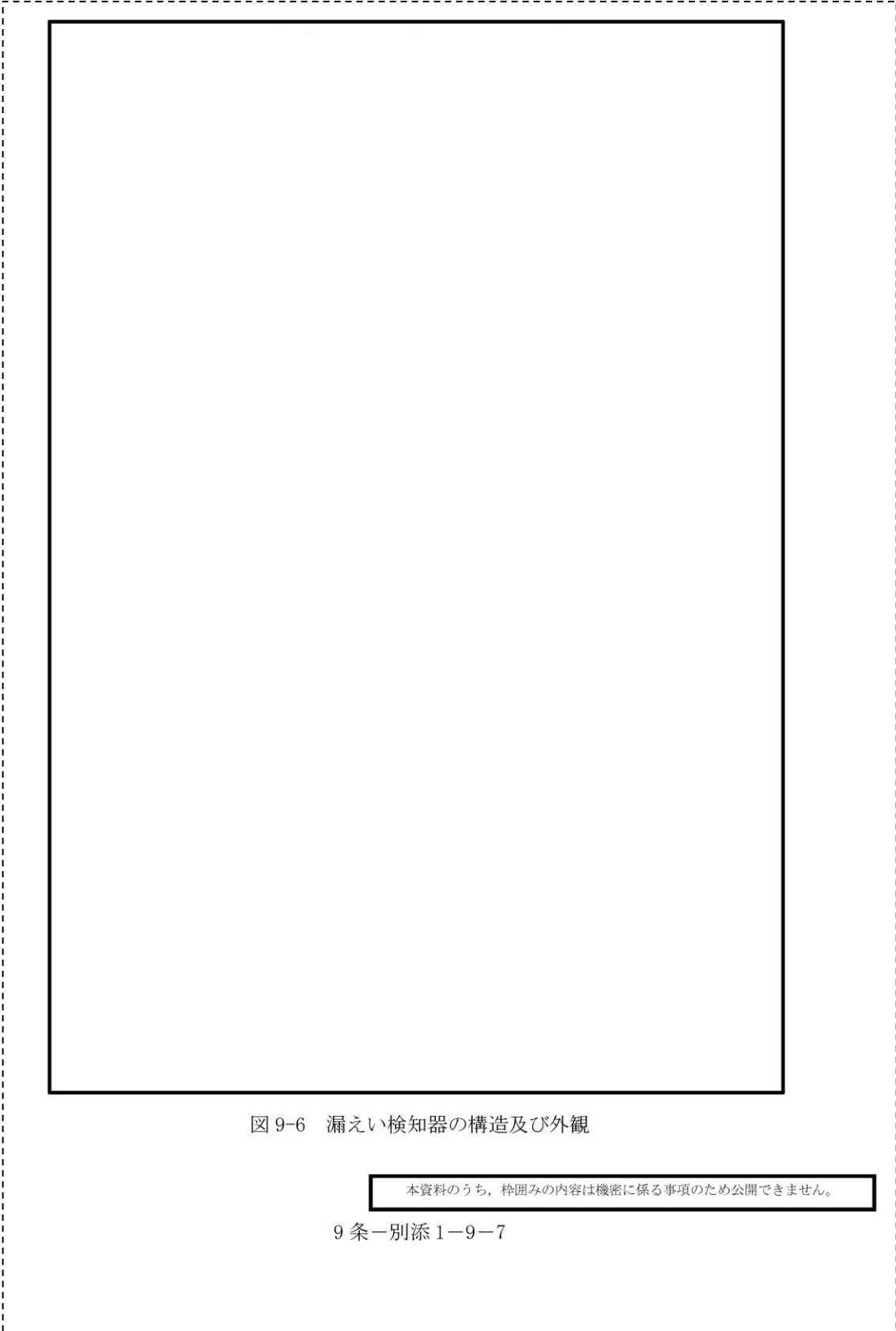


図 9-6 漏えい検知器の構造及び外観

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。

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

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

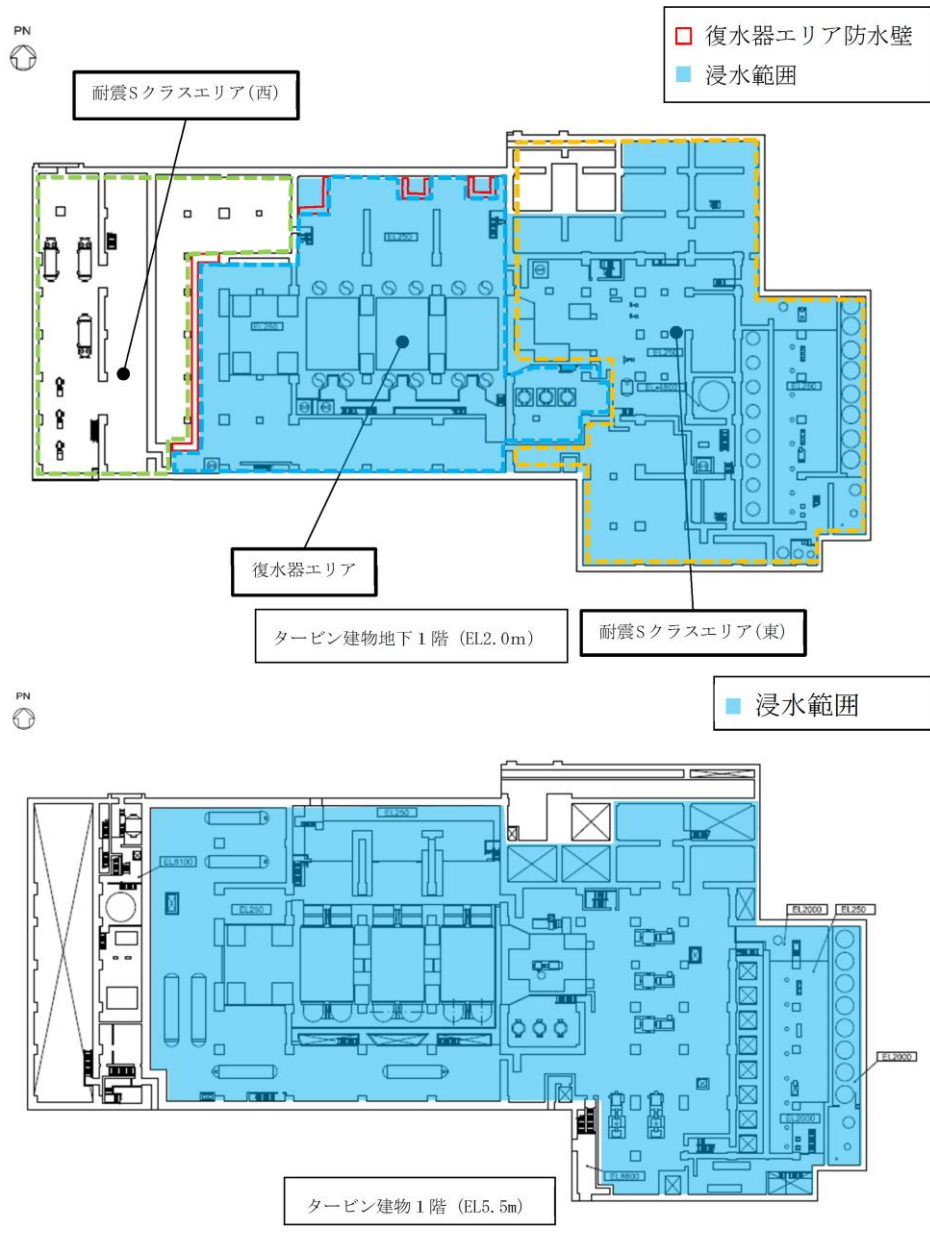


図 9-7 循環水配管の想定破損により溢水の浸水する範囲

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。

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

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

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

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。

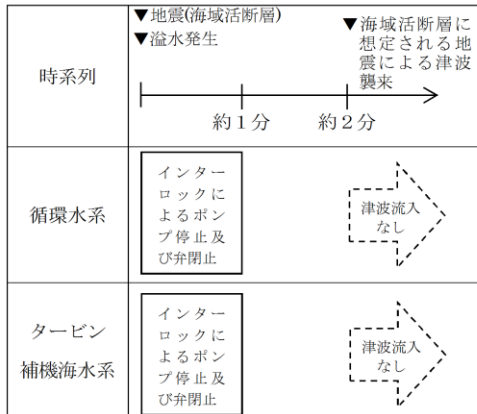


図9-8 海域活断層に想定される地震による津波襲来に係る時系列

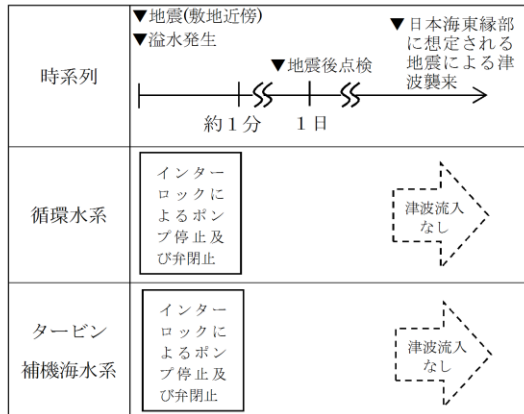


図9-9 日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列

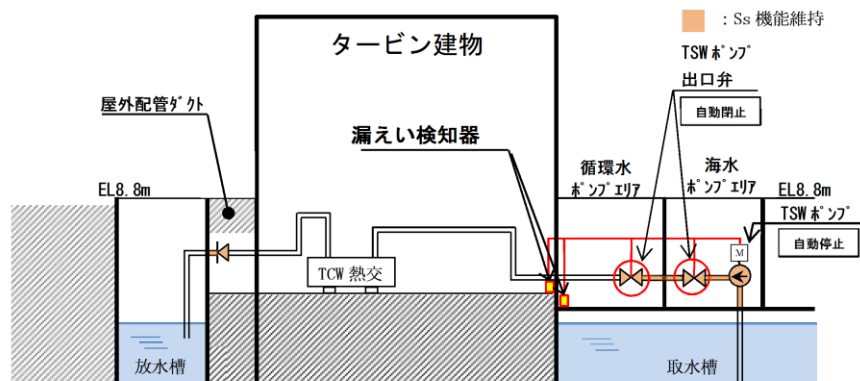


図9-10-1 タービン補機海水系の対策概要 (断面図)

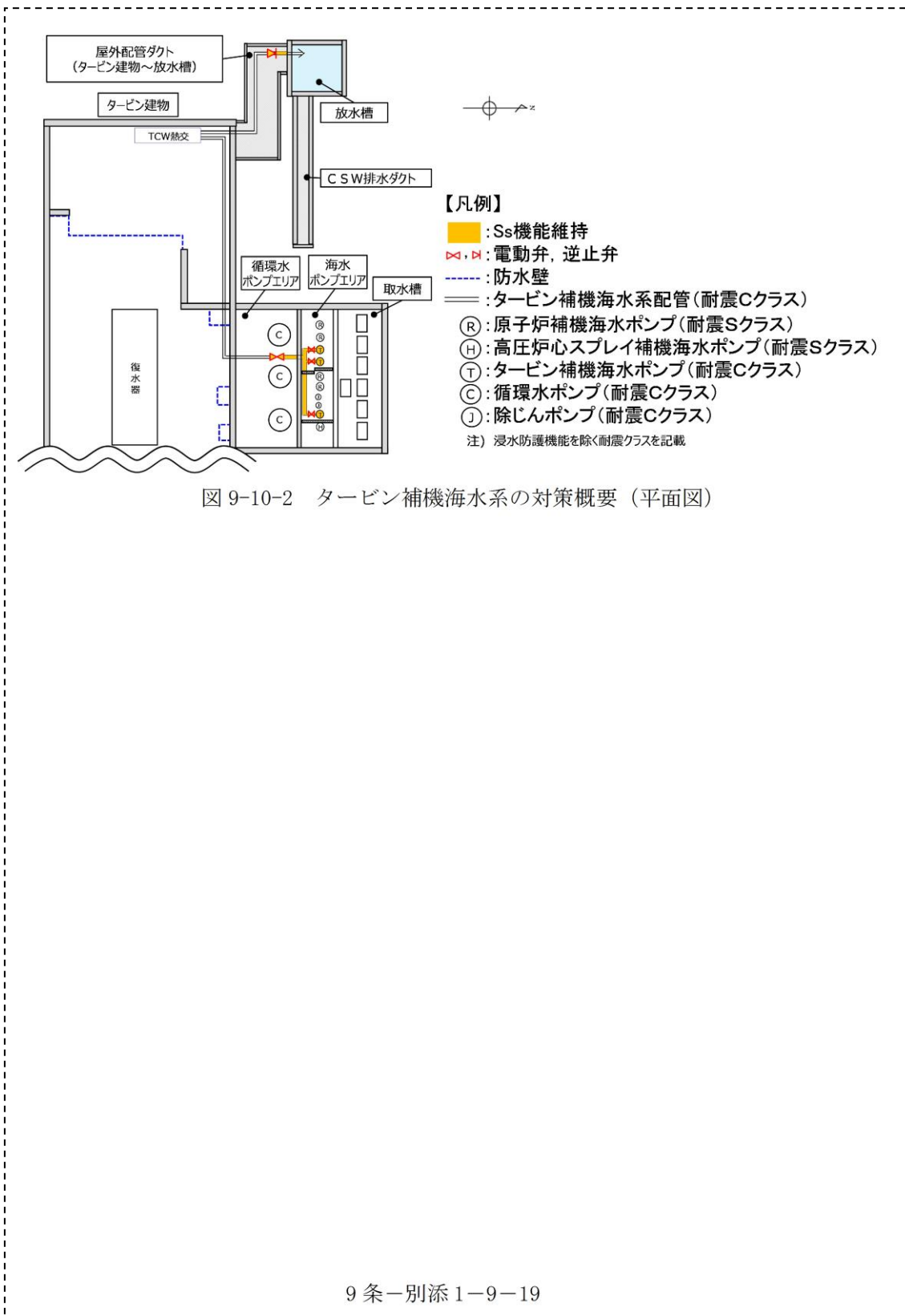


図 9-10-2 タービン補機海水系の対策概要 (平面図)

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)		○

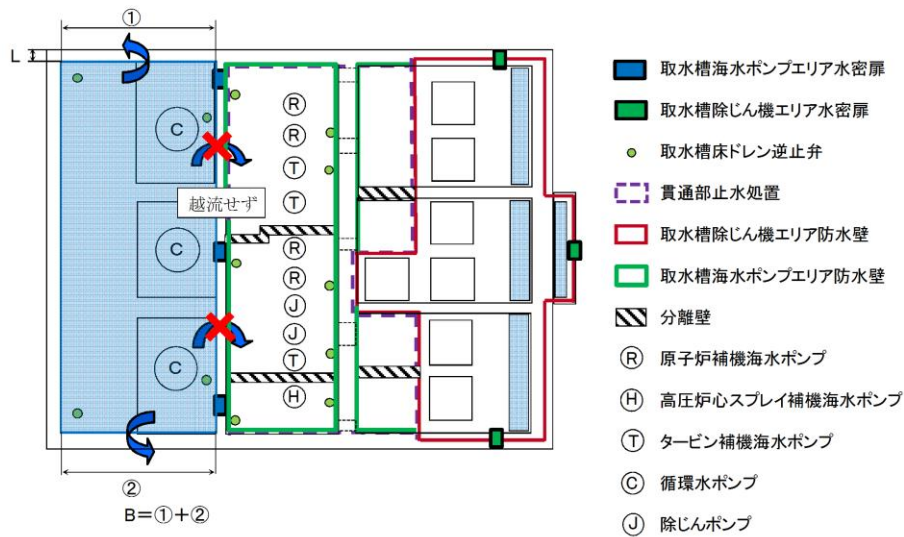


図 9-12 取水槽海水ポンプエリア平面図（循環水系配管破損時）

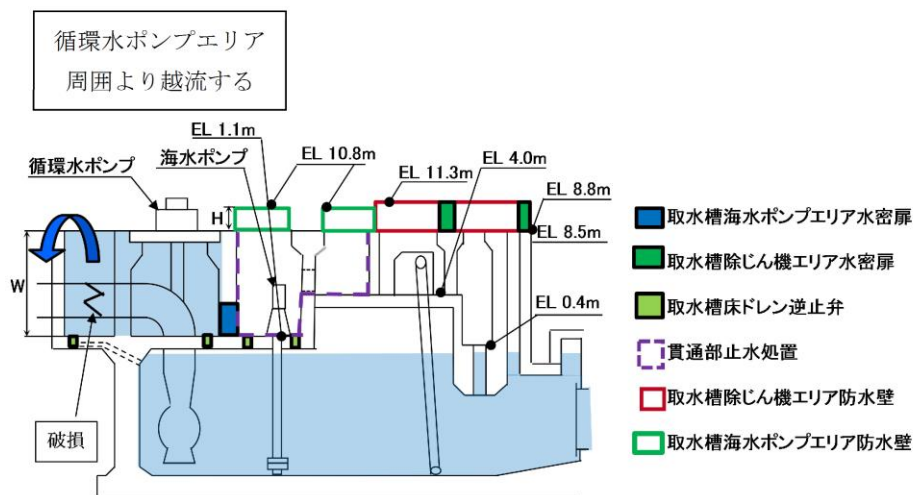


図 9-13 取水槽海水ポンプエリア断面図（循環水系配管破損時）

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。

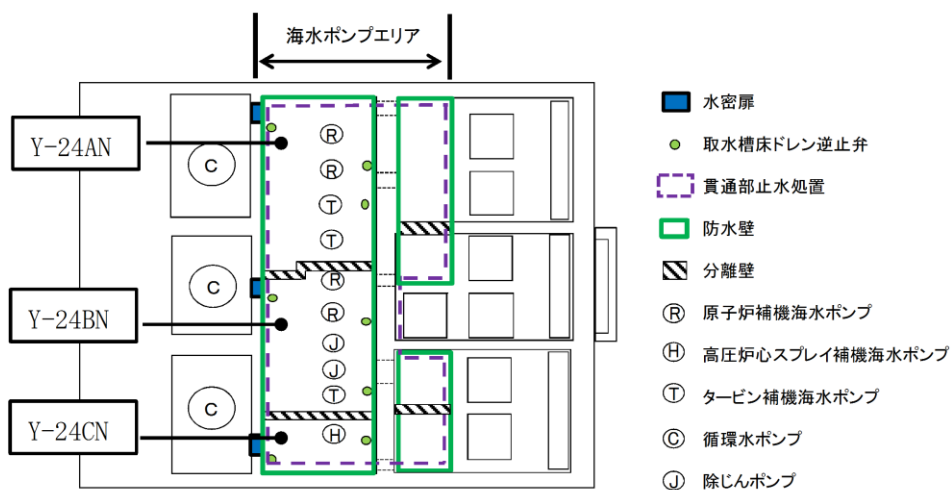


図 1-1 海水ポンプエリア平面図

9 条一別添 1-補足 30-1

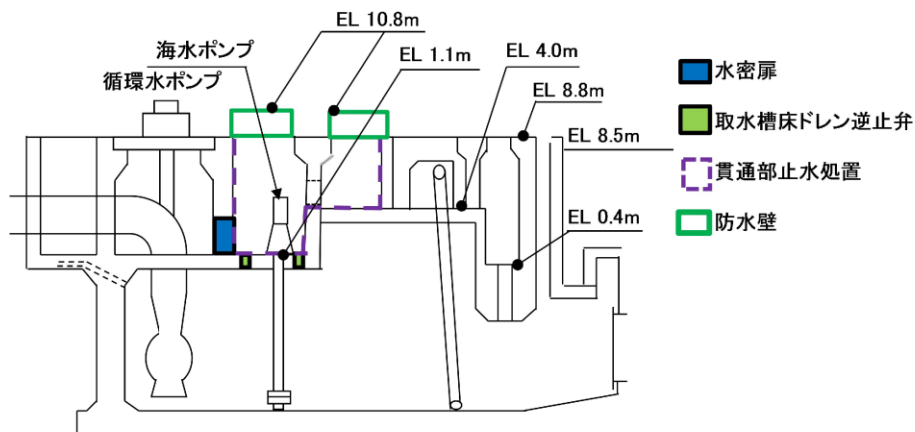


図 1-2 海水ポンプエリア断面

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

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

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

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

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

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

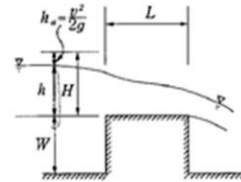


図 3-1.11 長方形せきの諸元

- 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

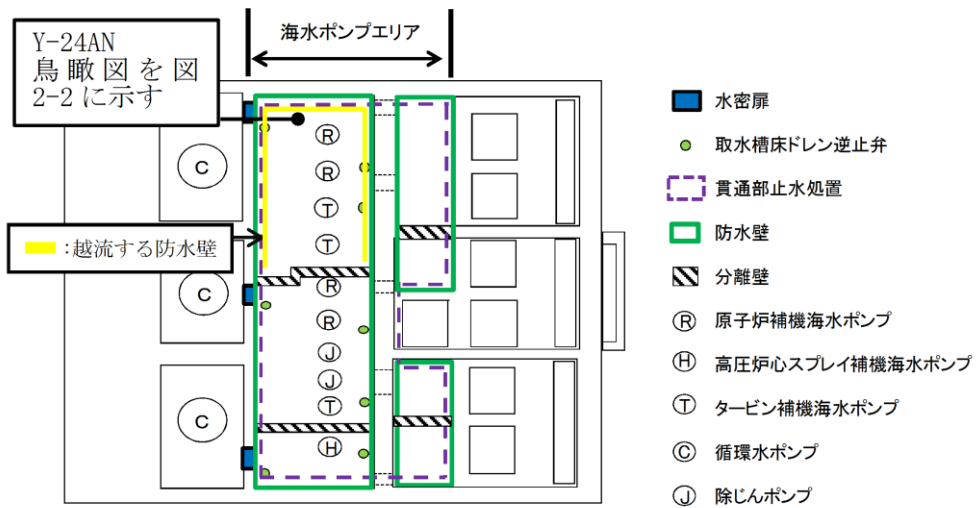


図 2-1 海水ポンプエリア防水壁概略図

9 条-別添 1-補足 30-4

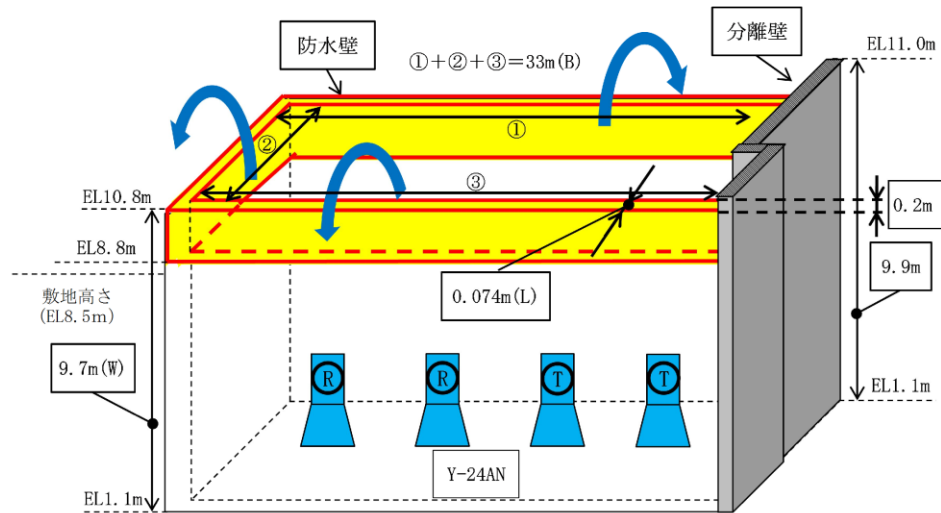


図 2-2 排出を期待する防水壁鳥瞰図 (Y-24AN)

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。

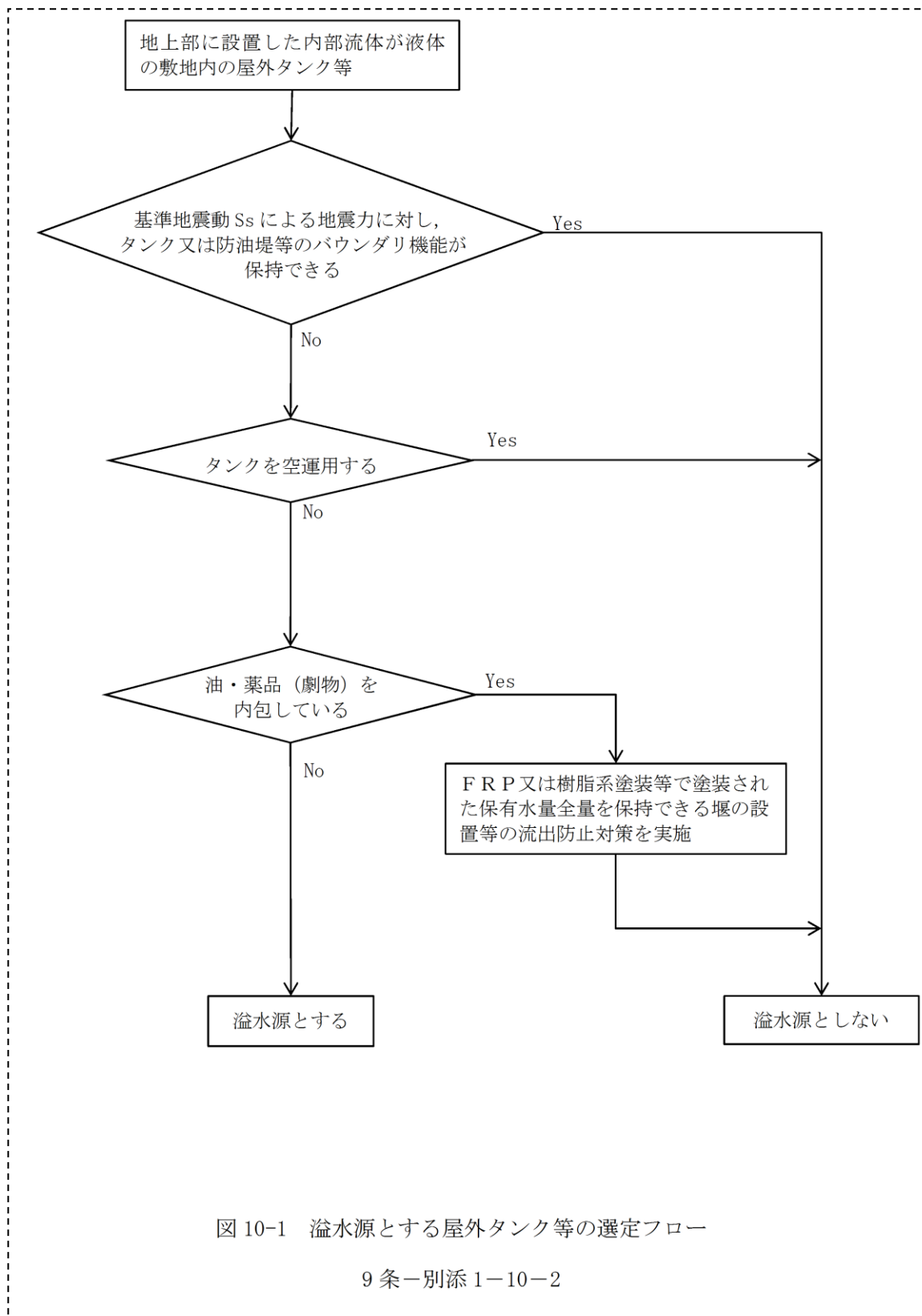


表 10-1 溢水源とする屋外タンク等

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	副練用攪拌水槽	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

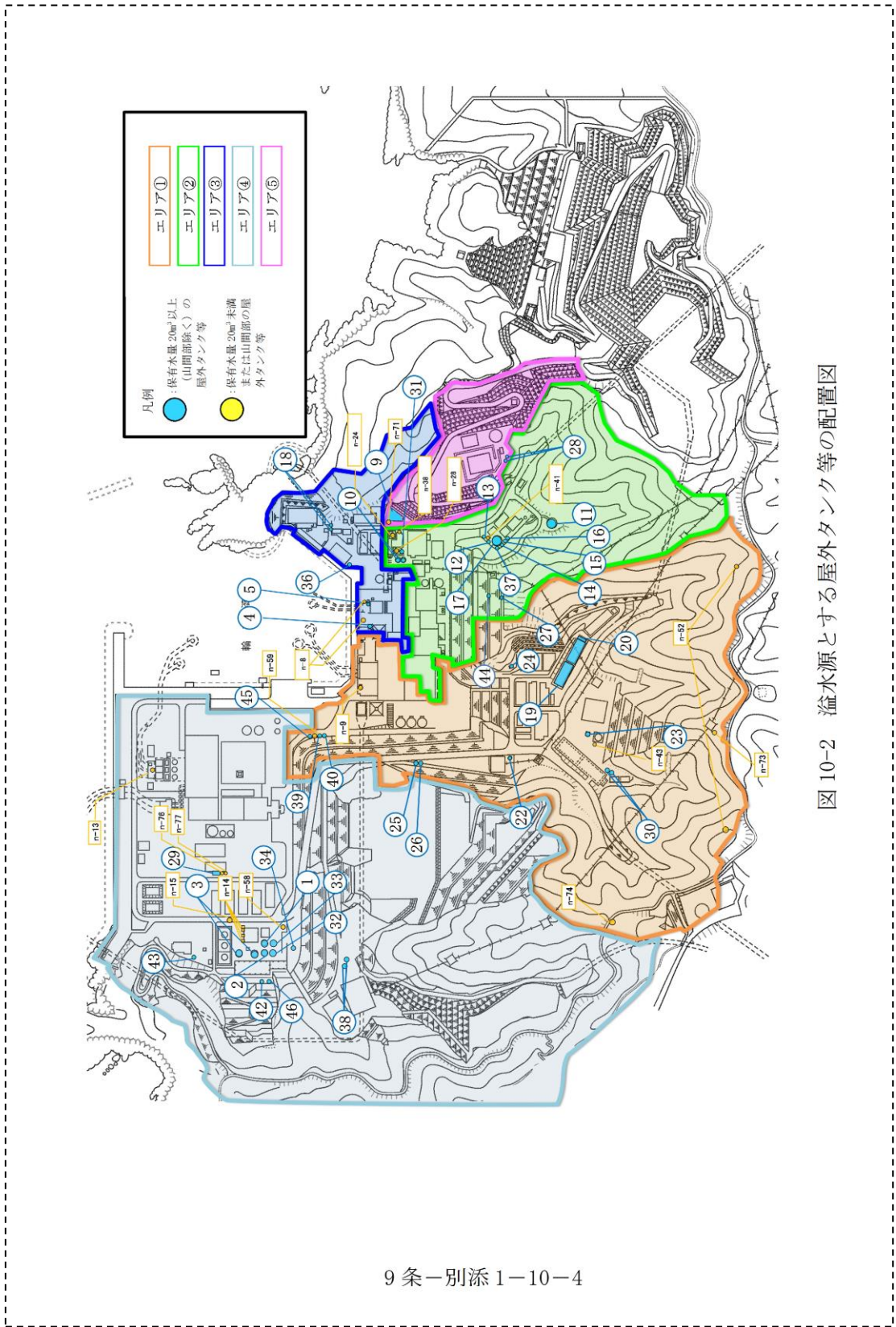


図 10-2 溢水源とする屋外タンク等の配置図

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

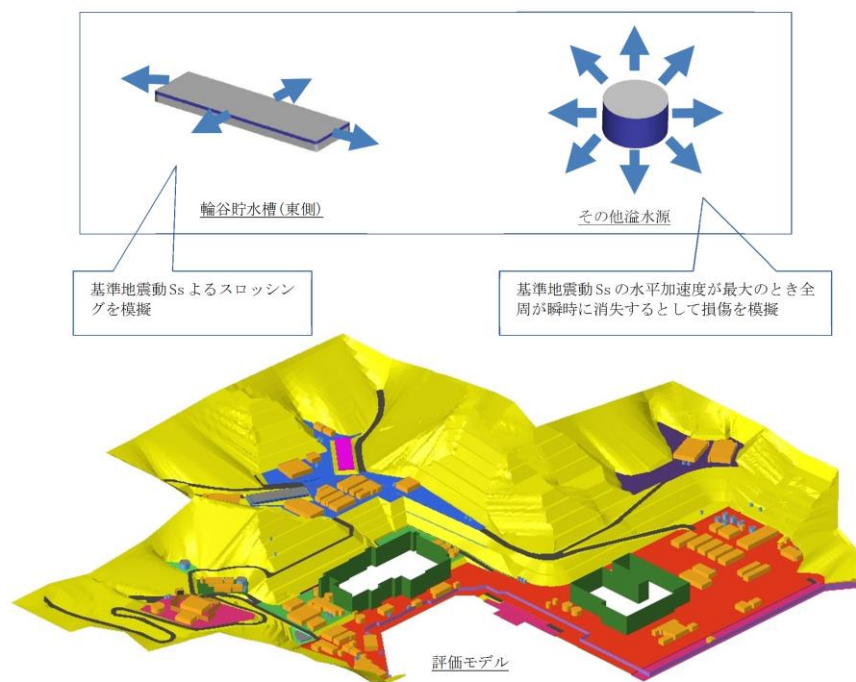
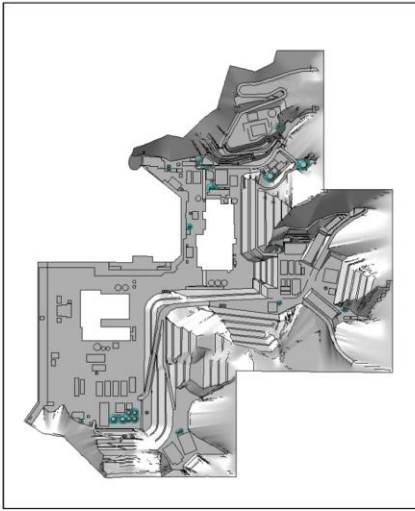


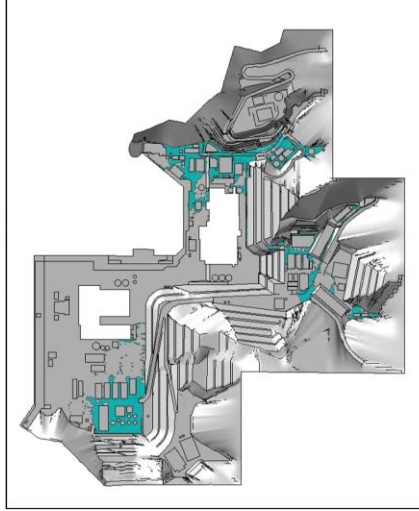
図 10-3-1 溢水伝播挙動の評価モデル

b. 評価結果

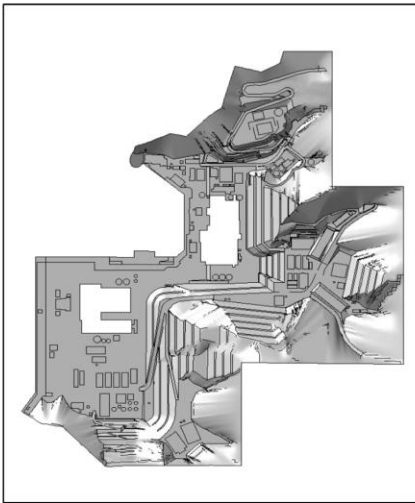
評価の結果として得られた溢水伝播挙動を図 10-3-2 に、代表箇所における浸水深の時刻歴を図 10-3-3 に、最大浸水深を表 10-3 に示す。



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)

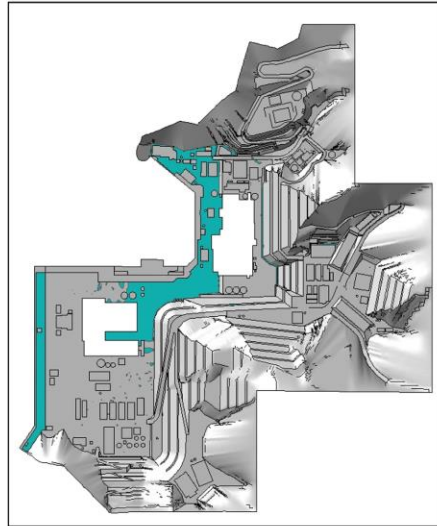
9 条—別添 1—10—7



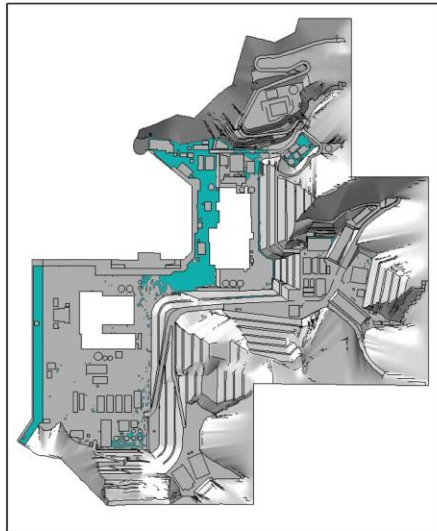
120.0 [s]



300.0 [s]



600.0 [s]



1200.0 [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
- ・ 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ

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(EL15.0m)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200t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。

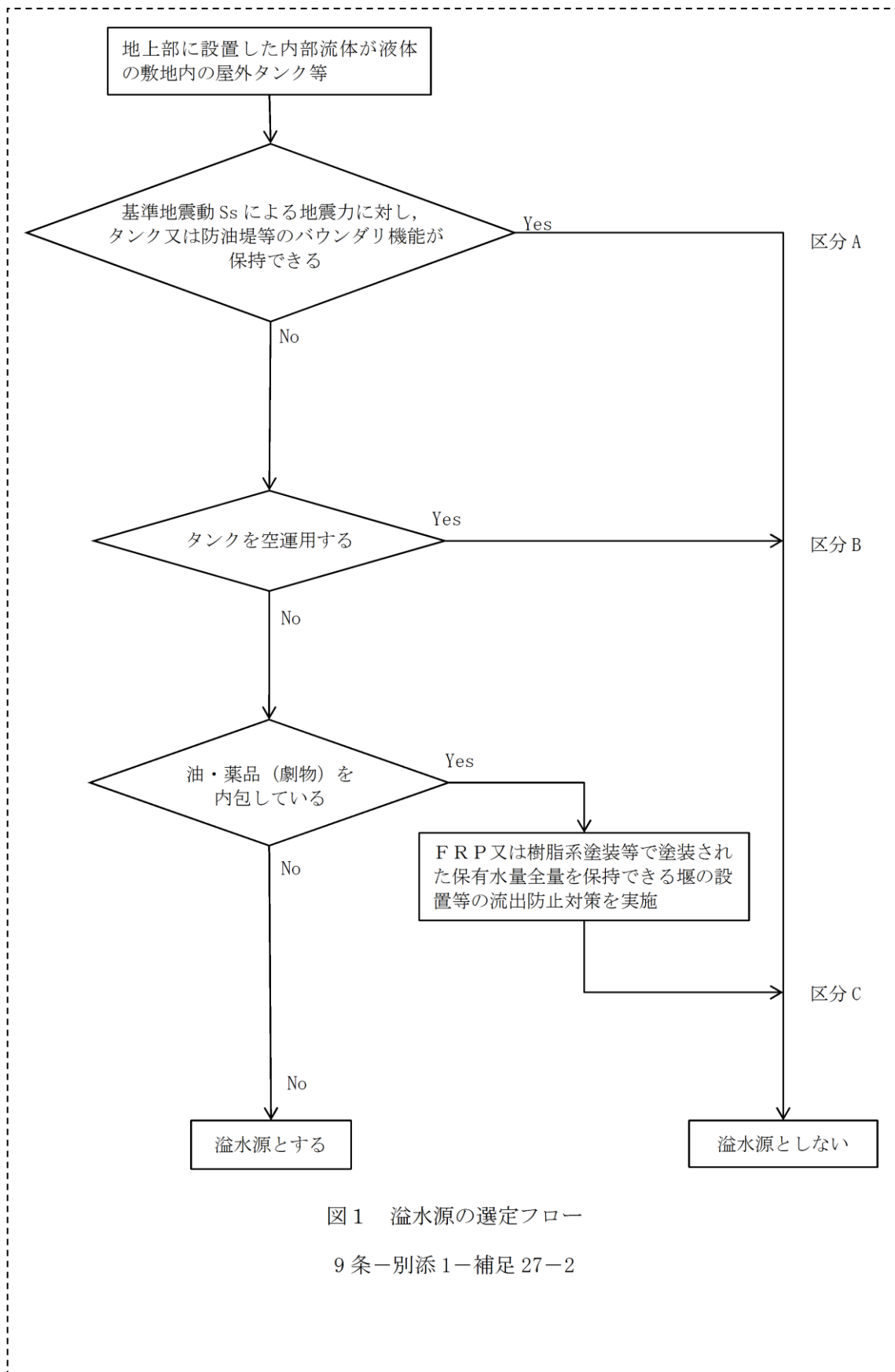


図1 溢水源の選定フロー

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。

9条-別添1-補足27-4

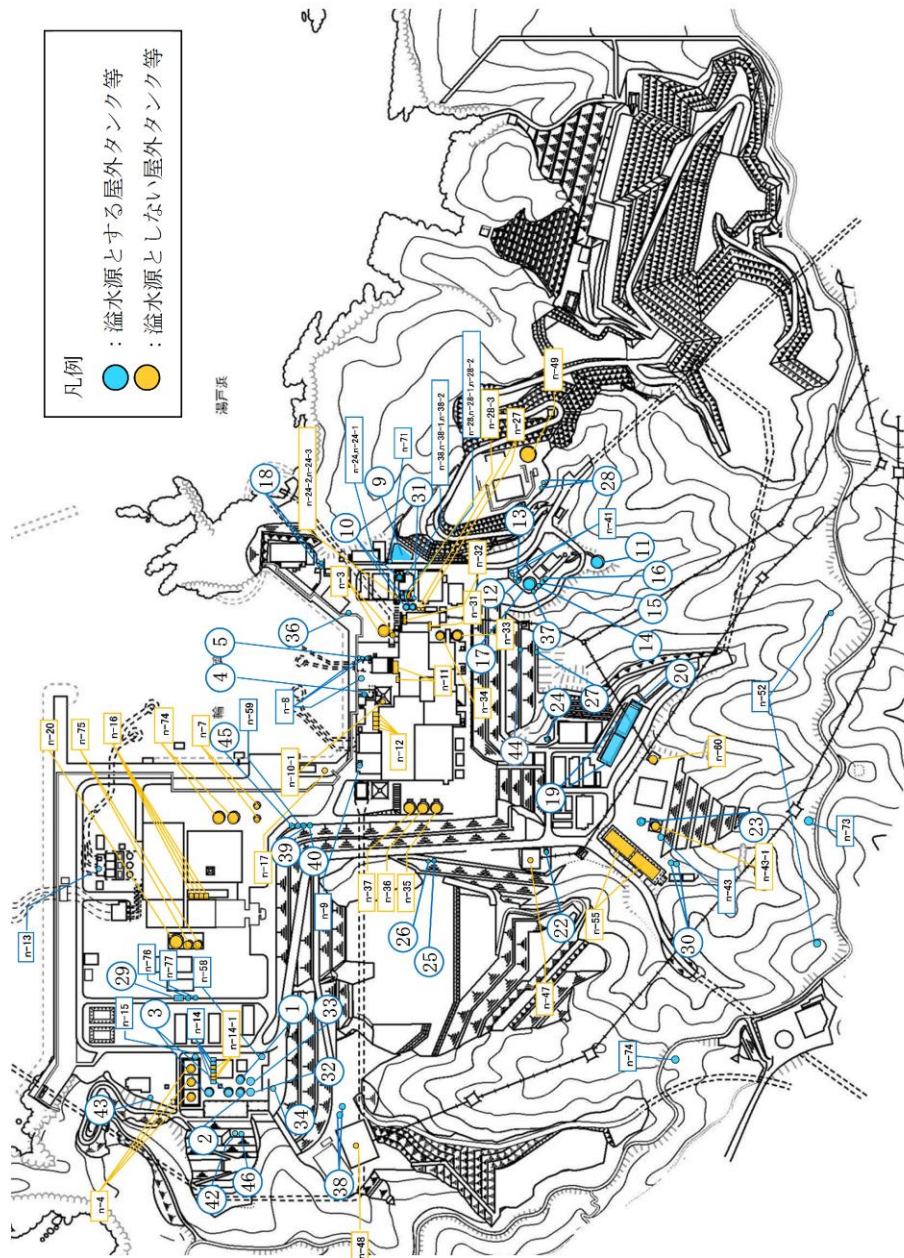


図2 発電所敷地内に地上設置されている屋外タンク等の配置図

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）。

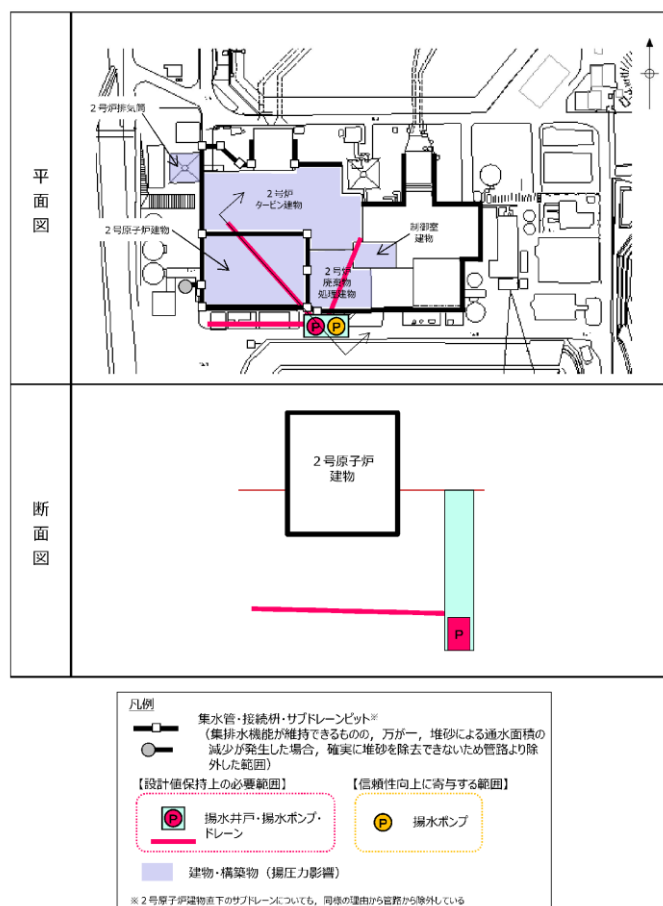


図10-6 地下水位低下設備の構成例

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

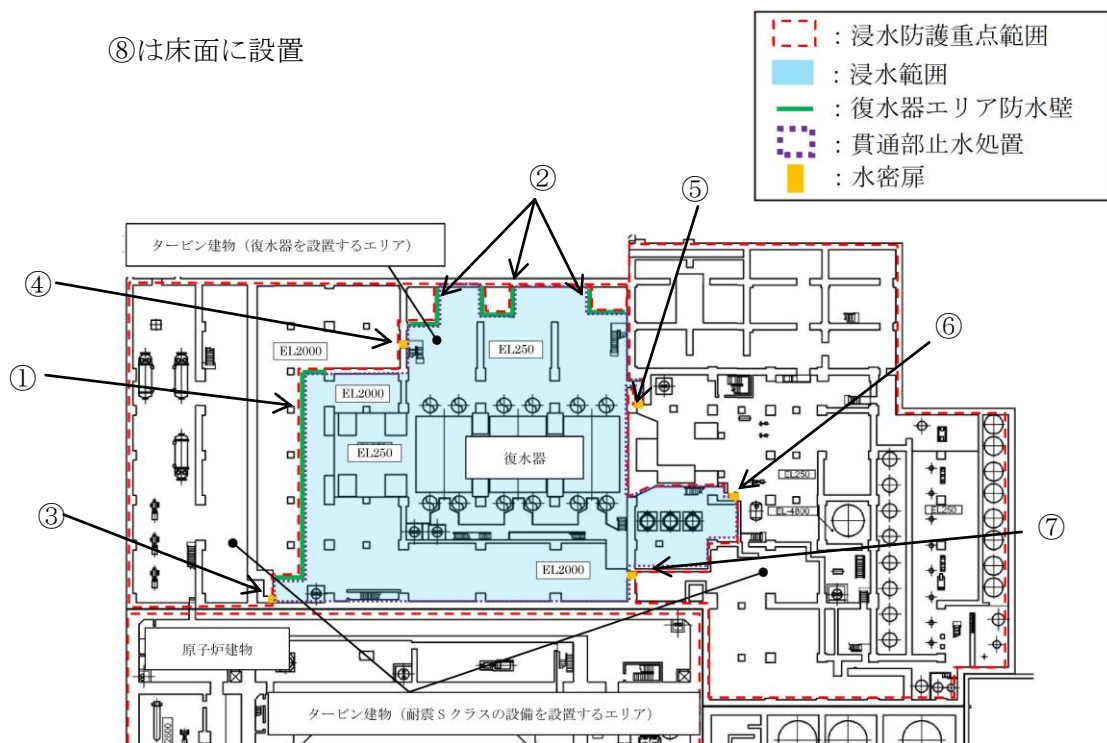


図1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の浸水対策の概要（タービン建物（復水器を設置するエリア）との境界）

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）。

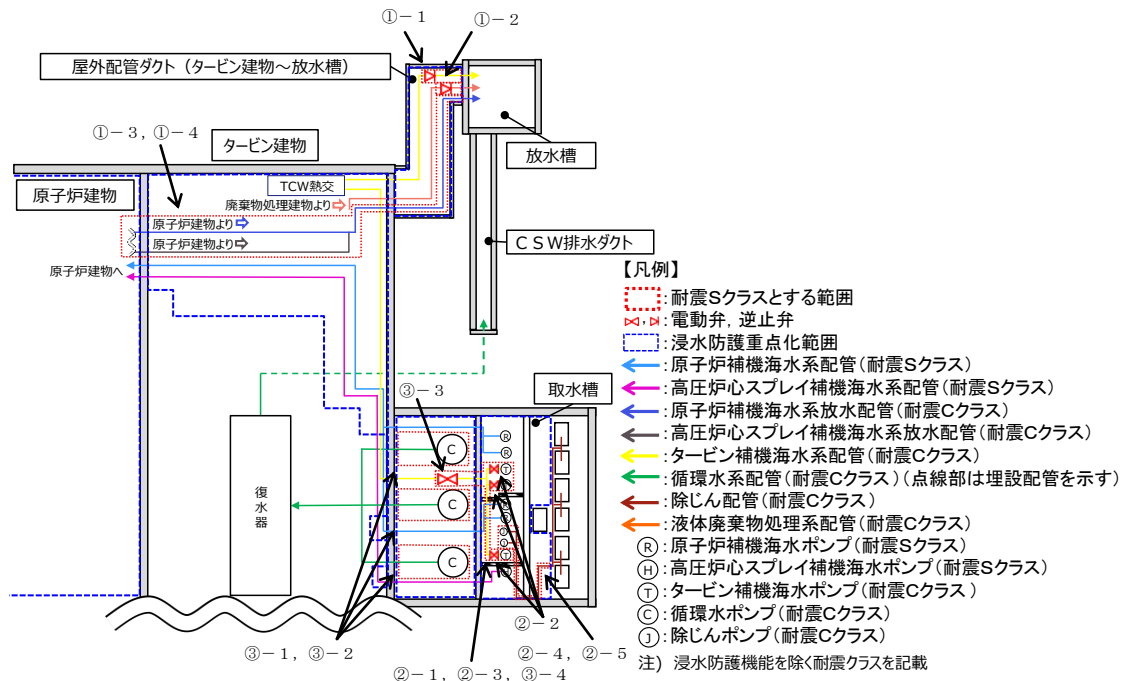


図 2 浸水対策の概要

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	-	

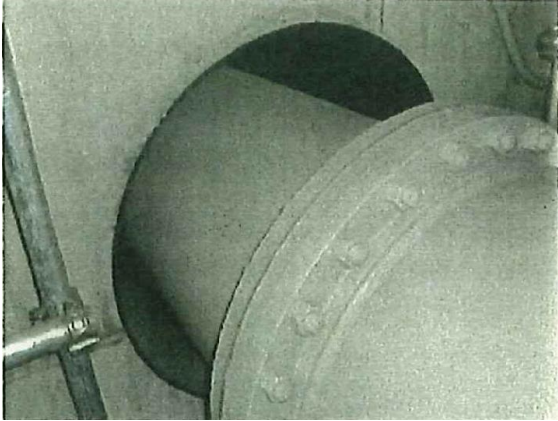
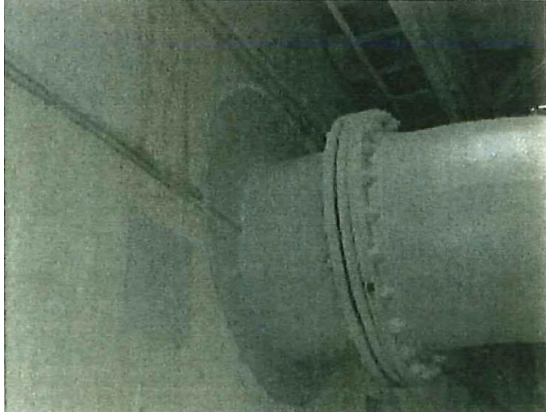
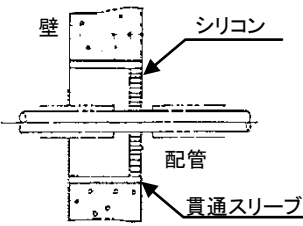
※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

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	
	

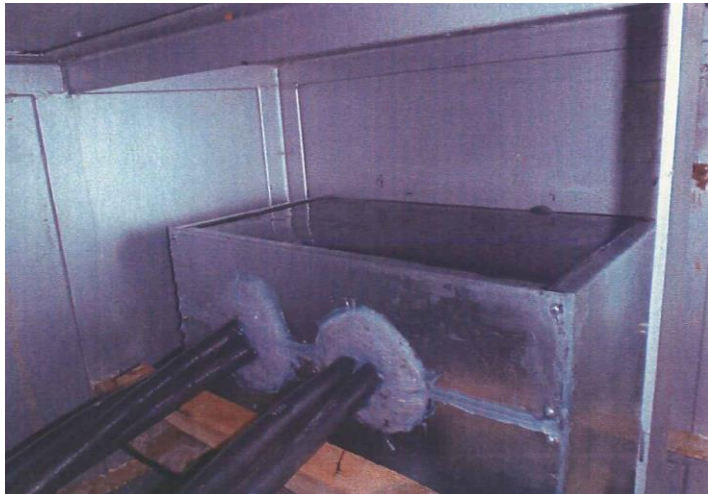
施工例②

シリコンシール

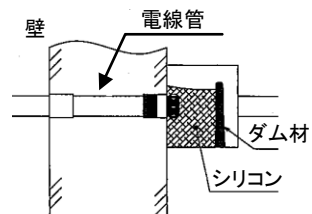
施工前



施工後



施工状況



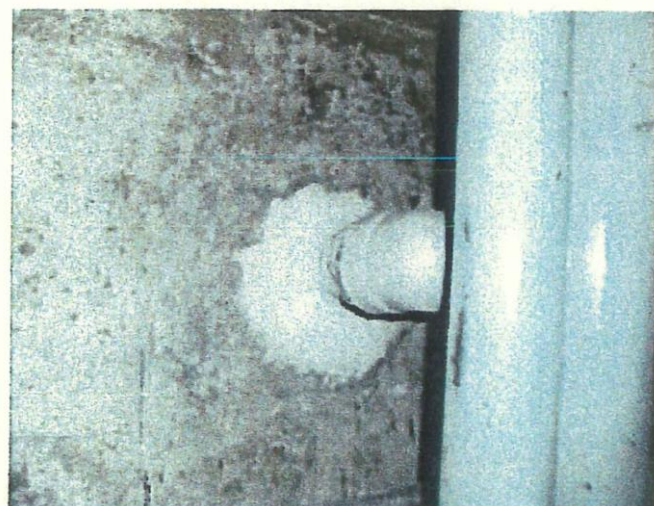
施工例③

モルタル

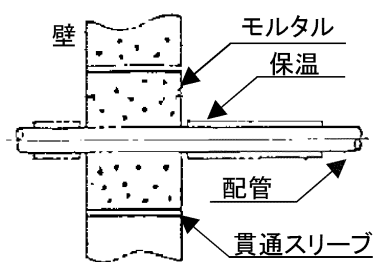
施工前



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。

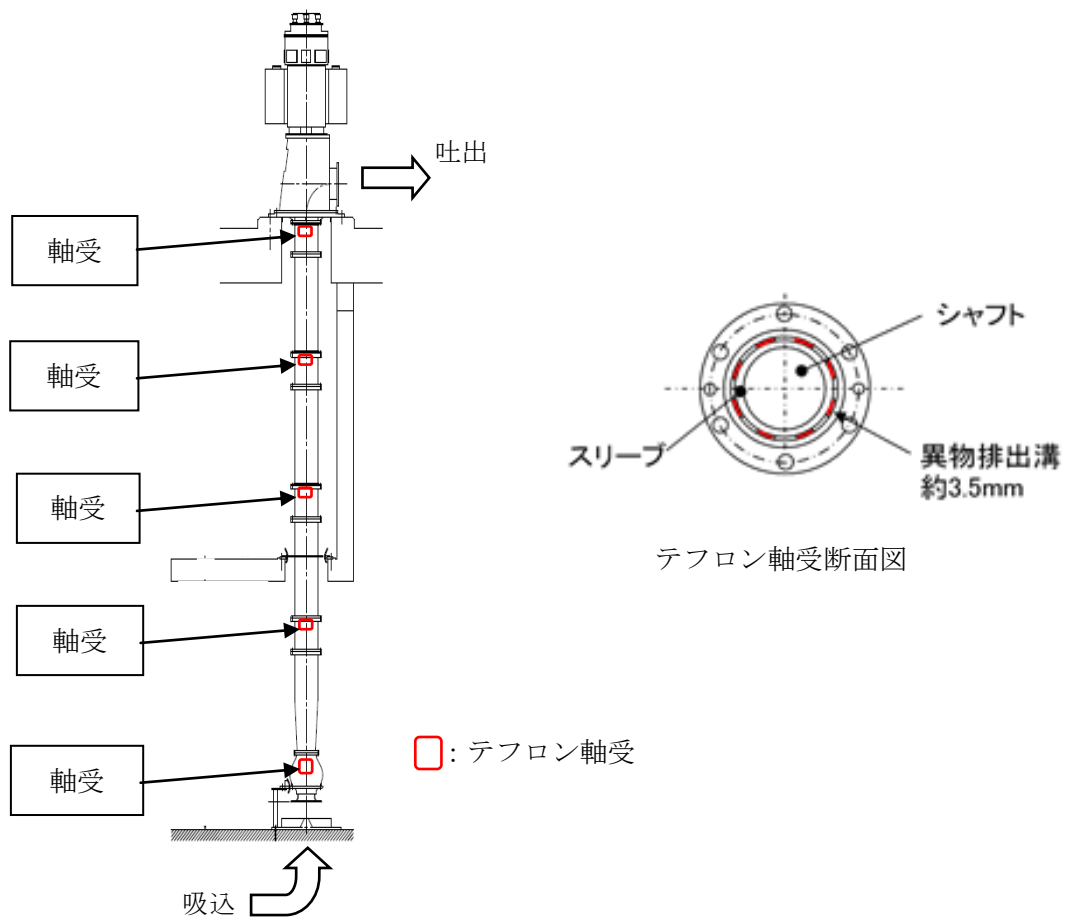


図1 海水ポンプ軸受構造図

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)

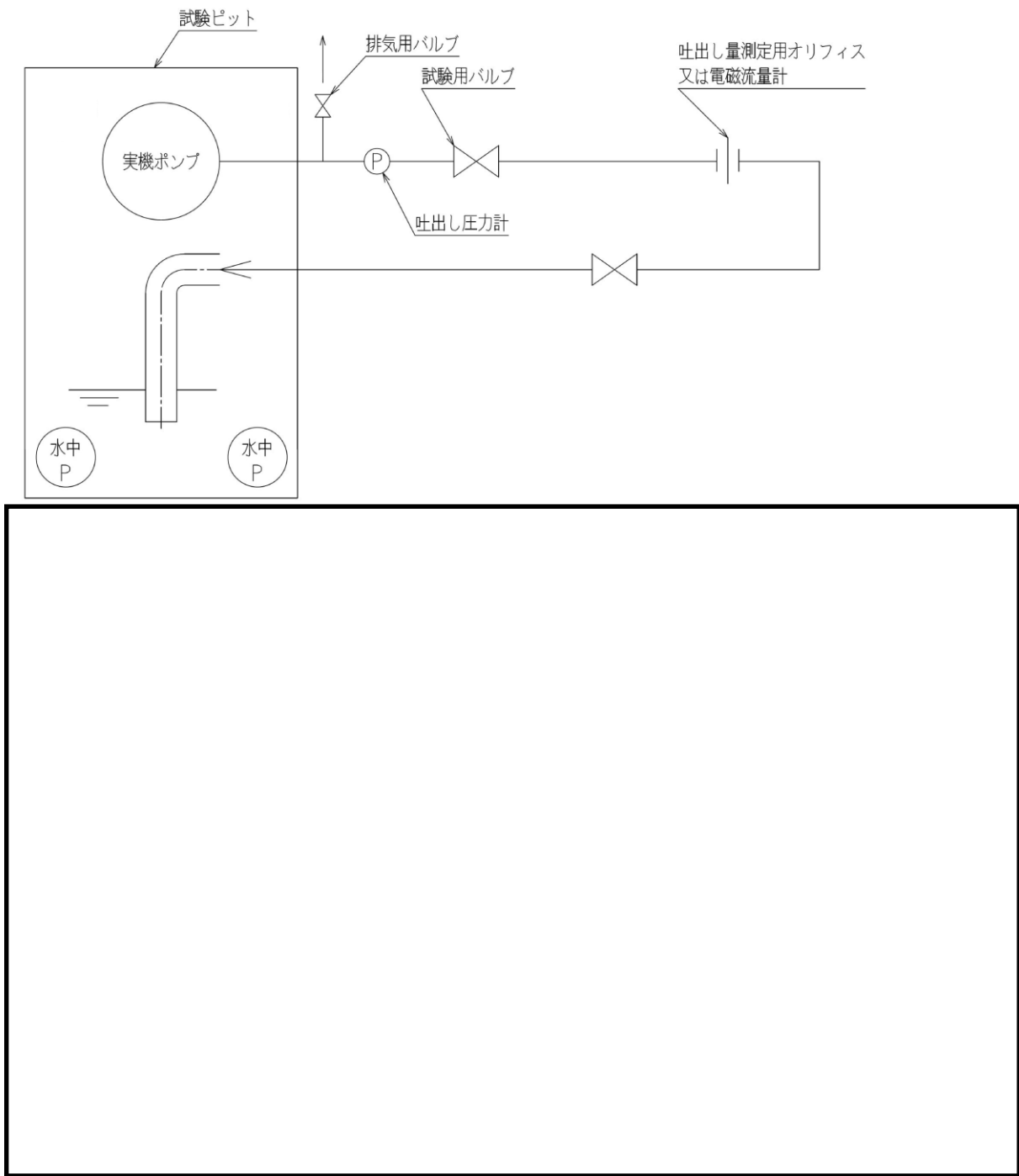


図2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置概要

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

--

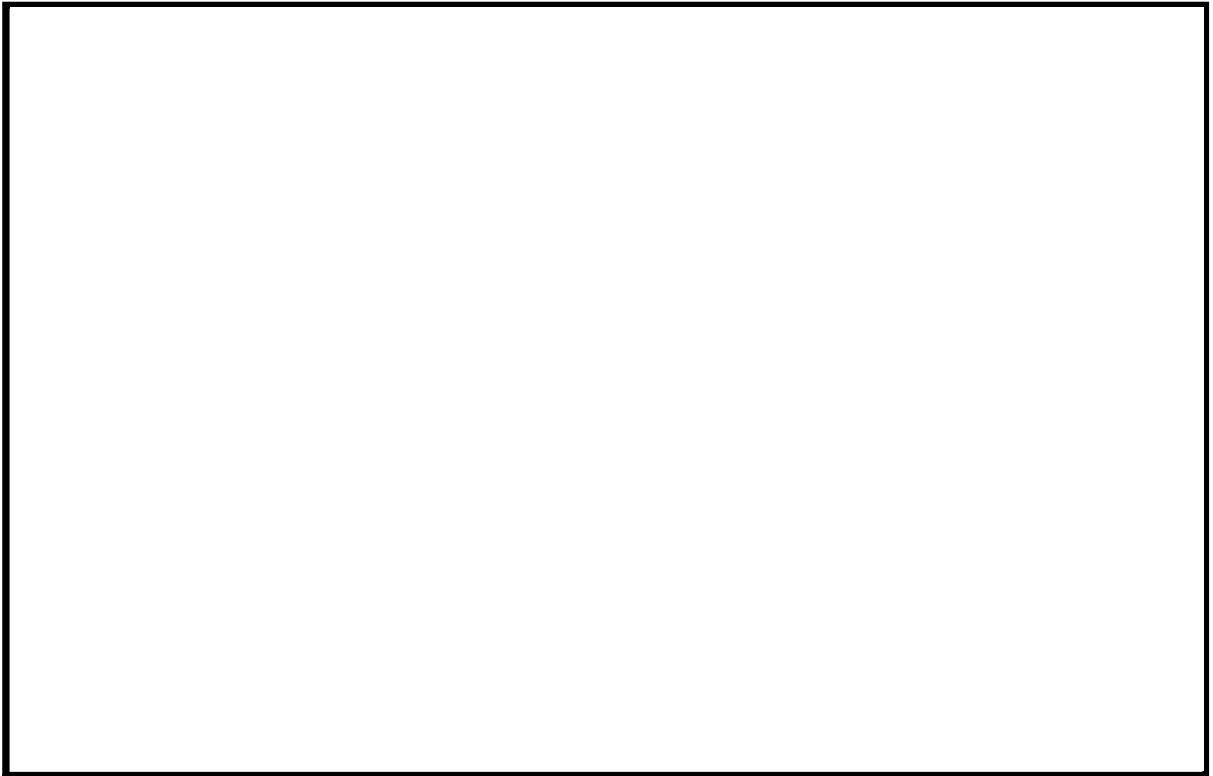


図 3 試験における濃度(wt%)と摩耗量(mm/h)の関係

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%

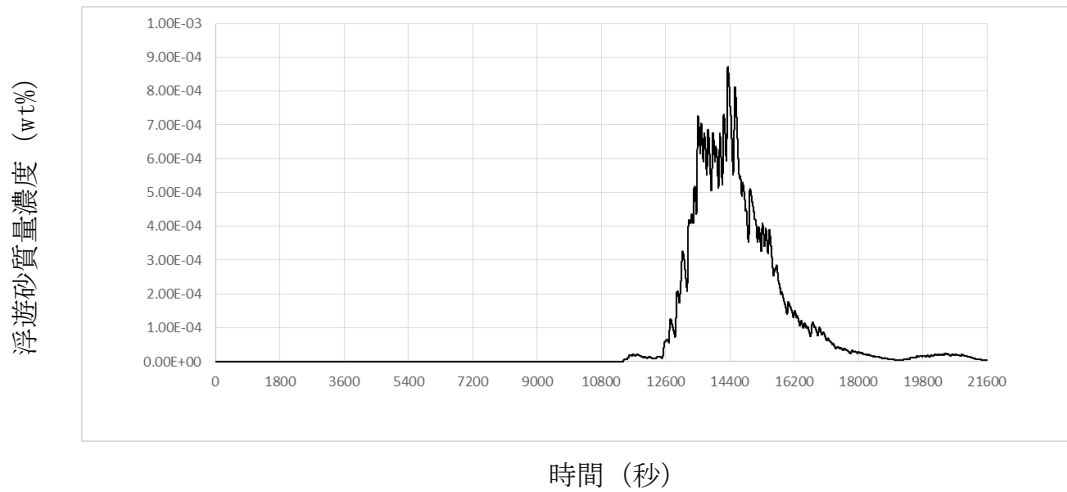


図4 基準津波1（防波堤有り, 循環水ポンプ停止）による砂濃度の評価結果

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。

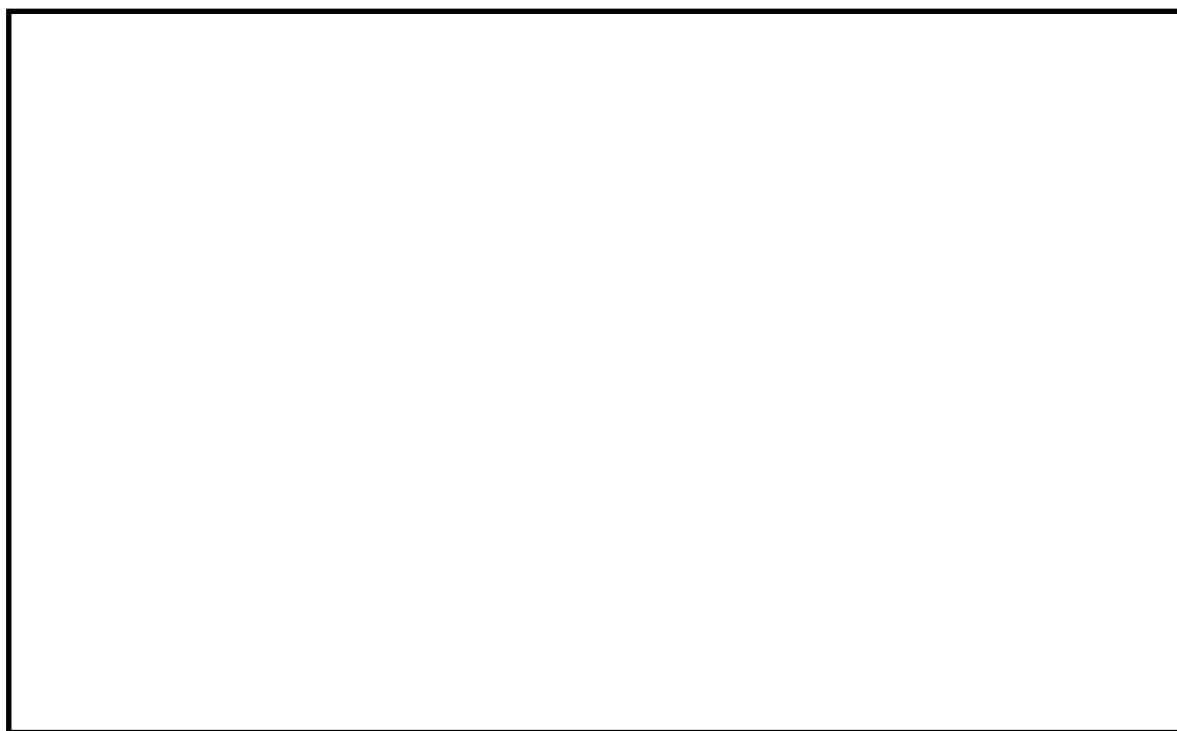


図5 評価に用いる摩耗量

(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。

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。

津波漂流物の調査要領について

1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（平成25年7月8日施行）」の第五条において，基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれるおそれがないことが求められており，同解釈の別記3において，基準津波による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が要求されている。

本書は，同要求に対する適合性を示すに当たり実施した「基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査要領を示すものである。

2. 調査要領

(1) 調査範囲

調査範囲は，発電所構内については，防波壁外側の荷揚場とし，発電所構外については，基準津波の流向及び流速により発電所周辺5km圏内の海岸線に沿った範囲とする。調査範囲の概要を別紙1に示す。

(2) 調査方法

調査は上記の調査範囲を発電所構内・構外，海域・陸域の四つに分類し実施する。分類毎の調査対象，調査方法を表1に示す。

(3) 記録方法

調査結果の記録は，「(2) 調査方法」で示した各調査対象について定義や考え方にに基づき，具体的に記録する。調査方法を別紙2に示す。

表1 漂流物となる可能性がある施設・設備等の調査方法

調査範囲		調査対象	調査方法	
発電所 構内・構外	海域・陸域			
発電所 構内	海域	船舶等	資料調査	船舶証明書を調査し、港湾内に定例業務により来航する船舶を抽出
			聞き取り調査	社内関係者への聞き取り調査により対象を抽出
	陸域	人工構造物 可動・可搬 物品等	聞き取り調査	社内関係者への聞き取り調査により対象を抽出
			現場調査	現場調査（海上，陸上）により対象を抽出
発電所 構外	海域	船舶等	聞き取り調査	漁港，自治体関係者への聞き取り調査
			現場調査	現場調査（海上，陸上）により調査対象を抽出
	陸域	人工構造物 可動・可搬 物品等	現場調査	現場調査（海上，陸上）により対象を抽出

3. 別紙

別紙1：調査範囲の概要

別紙2：調査時の記録方法

調査範囲の概要



図1 漂流物調査範囲概要（発電所構外）

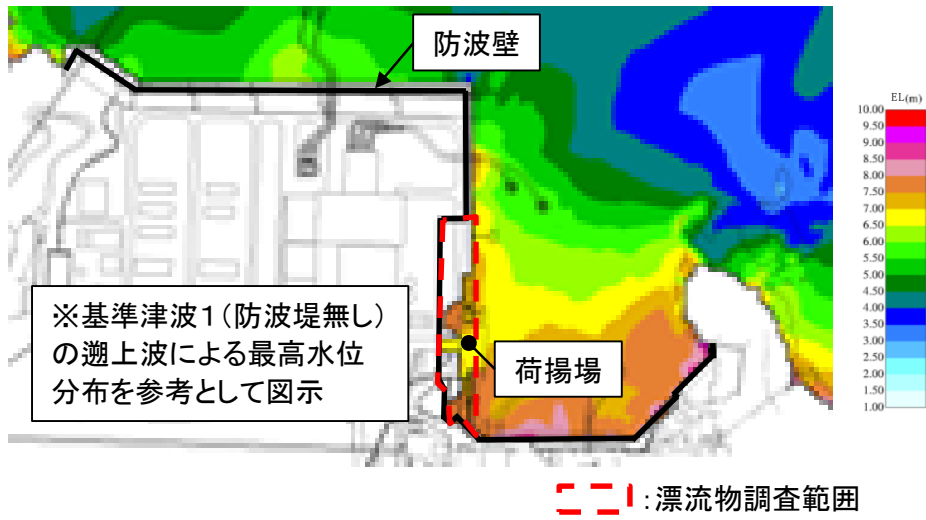


図2 漂流物調査範囲概要 (発電所構内)

調査時の記録方法

調査範囲		調査対象		調査方法	記録方法
発電所 構内/ 構外	海域/ 陸域	項目	具体的な定義, 考え方, 例		
発電所 構内	海域	船舶	—	1)以下の資料を調査し, 港湾内に定例業務により来航する船舶を抽出 ・「船舶証明書」 2)社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出	入溝頻度, 船舶名, 総トン数, 寸法, 状態(係留方法, 位置)
	域陸	建物	土地に定着している建物	1)社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 2)現場調査により上記以外の対象を抽出	名称, 仕様(寸法等), 数量を記録
		機器類	基礎等に据え付けられた本設の機器 <例> ・クレーン ・タンク ・配電盤, 分電盤, 制御盤		
		その他漂流物になり得る物	人工構築物等	現場調査により調査対象を抽出	名称を記載, 仕様(寸法等), 数量を記載
発電所 構外	海域	船舶	—	1)現場調査(海上, 陸上)により調査対象を抽出 2)漁協, 自治体関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出	船舶名, 状態(停泊有無, 停泊場所), 数量, 属性(重量) 操業目的, 操業エリア**を記録
		海上設置物	人工構築物 <例> ・定置網 ・浮筏 ・浮棧橋		名称を記載
	陸域	家屋類	—	1)現場調査(海上, 陸上)により対象を抽出	名称を記載
車両		乗用車, 大型車, 二輪車等			
		その他一般構築物	人工構築物, 植生 <例> ・フェンス ・電柱		

※ 操業目的, 操業エリアについては, 発電所沿岸で操業する漁船及び発電所沖合で操業する漁船(総トン数10トン以上)に対してのみ調査を実施

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。係留に当たっては、輸送船の位置及び係留索の水平角を固定するため、船首側及び船尾側に各 2 本ずつ（計 4 本）で係留索を使用する。なお、上記に伴い、係船柱を 2 本追設するが、追設する係船柱は設計中であり、位置や構造については、詳細設計段階で説明する。

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	28.5tonf × 0.7 ≒ 20.0tonf
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

※ 追設する係船柱については設計中であり, 位置・強度については変更となる可能性があるが, 基準地震動 Ss に対し, 係留機能を損なうおそれのない設計とする。

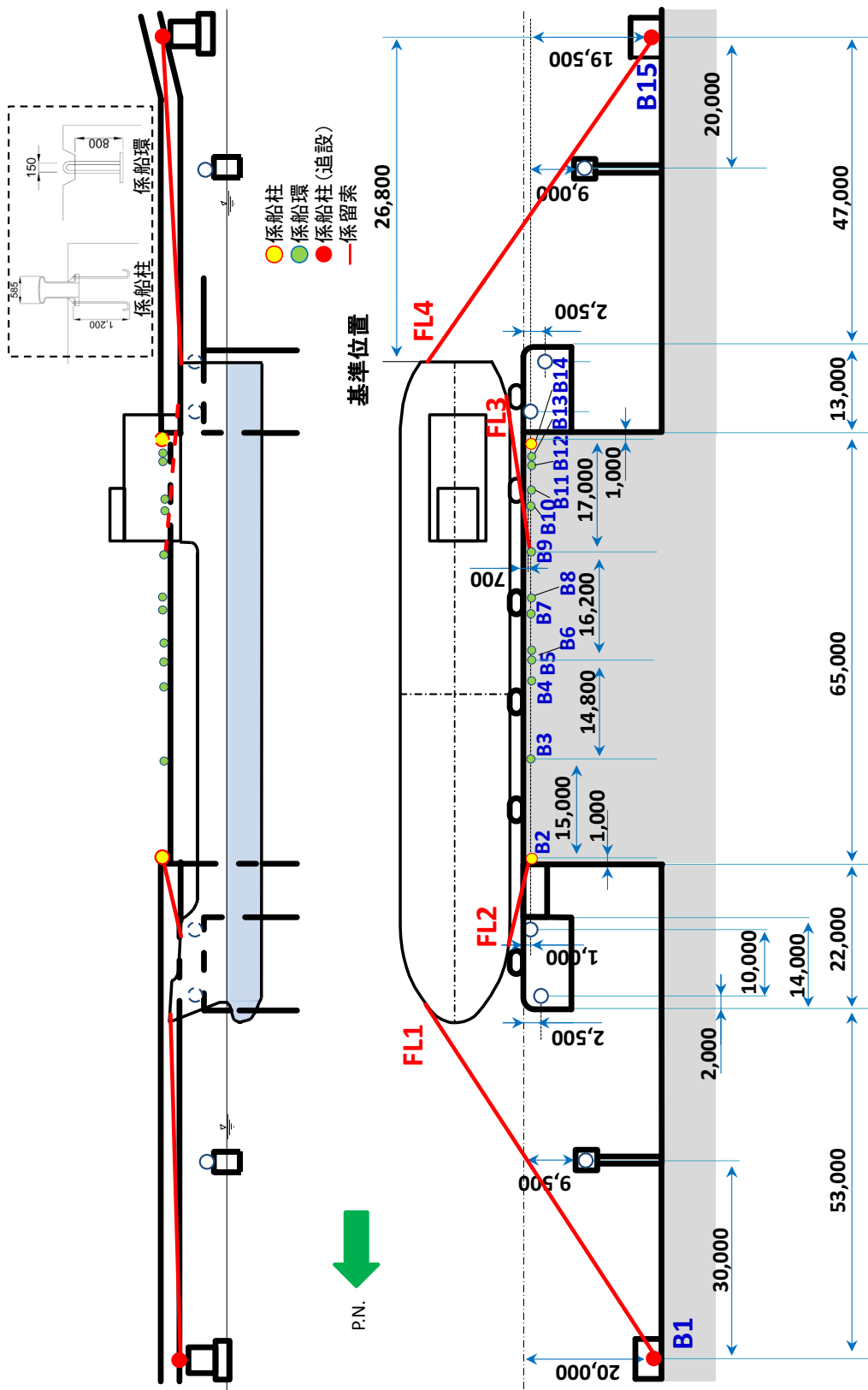


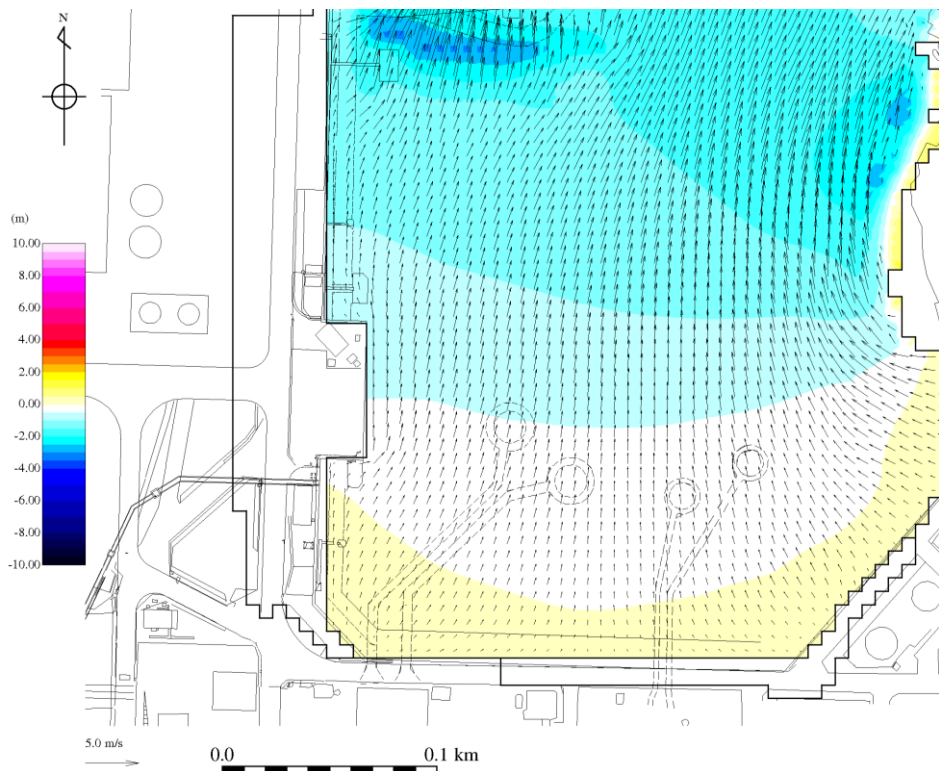
図1 輸送船、係留索、係船柱及び係船環の配置

※ 追設する係船柱(B1,B15)は設計中であり、位置・構造については変更する可能性がある

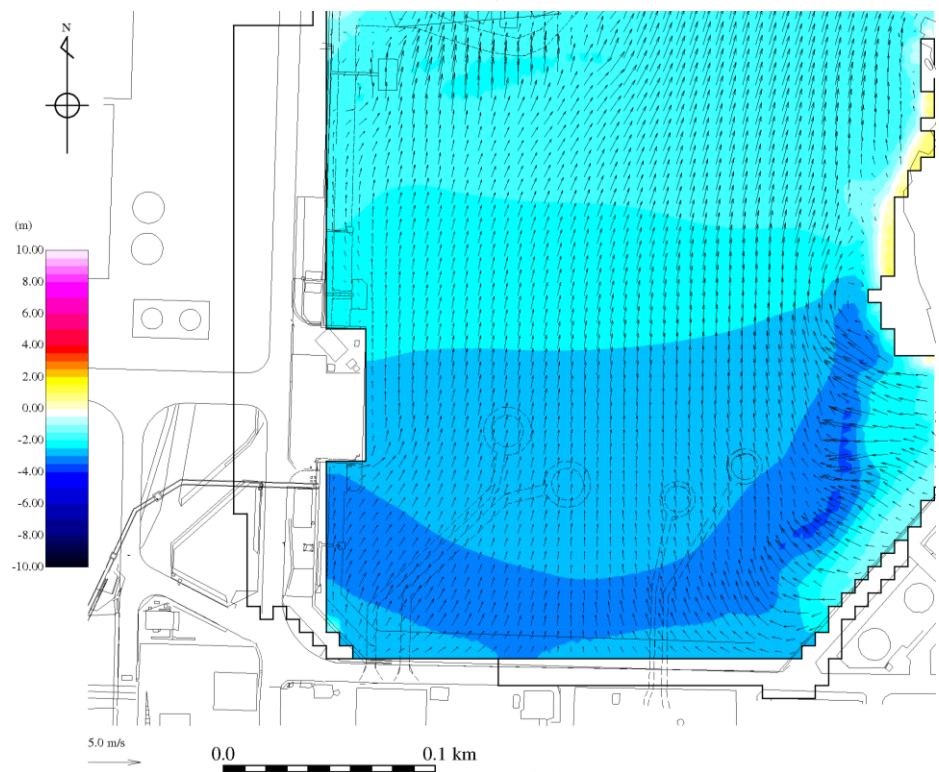
(2) 津波条件（流向，水位，流速）

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。

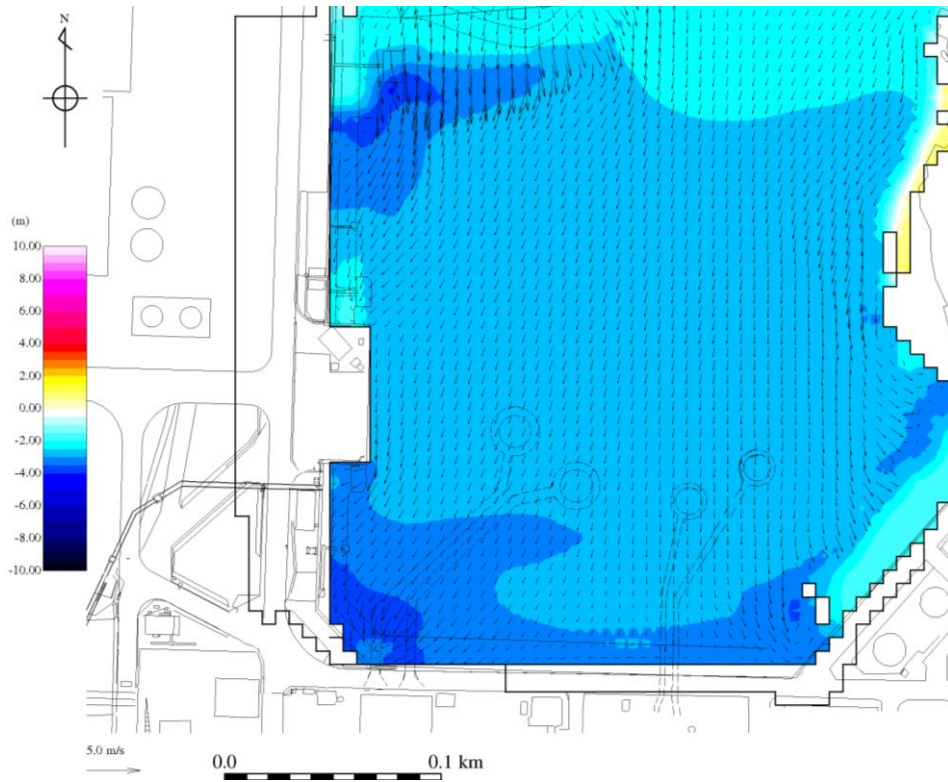


(地震発生後 5 分 50 秒後)



(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。

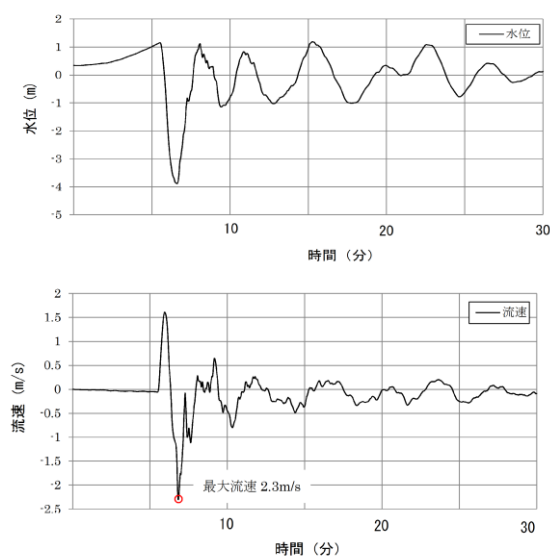


図3-1 基準津波4の流速（荷揚場近傍）

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。

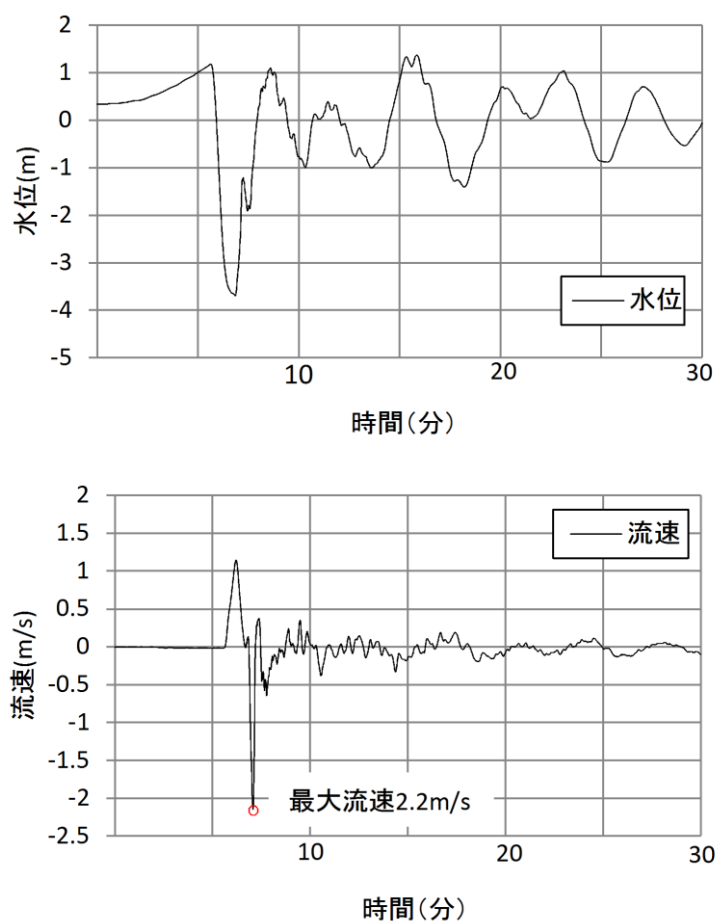


図3-2 防波堤健全時における基準津波4の流速（荷揚場近傍）

(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。

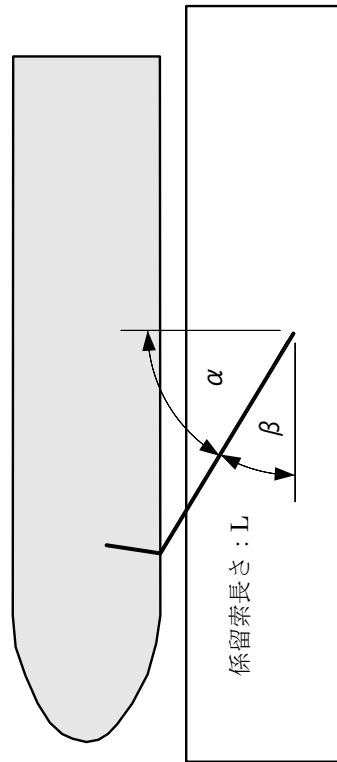
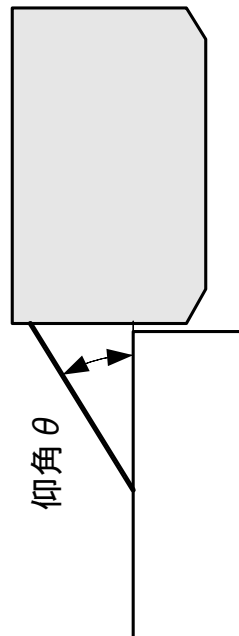
表2 係留力の計算方法

<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 リダー	索種類	係船柱	係留索長さ[m]		係留角[deg]		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	65.2		3.2	32.3	20.0	6.2	20.0	20.0	25.0
FL2	Line2	B2	13.1		4.8	-14.5	20.0	19.3	20.0	20.0	25.0
FL3	Line3	B9	21.6		2.4	8.9	20.0	19.7	20.0	20.0	25.0
FL4	Line4	B15	59.5		0.9	-34.9	20.0	4.2	20.0	20.0	25.0
									船尾方向係留力 25.9		
									船首方向係留力 23.5		



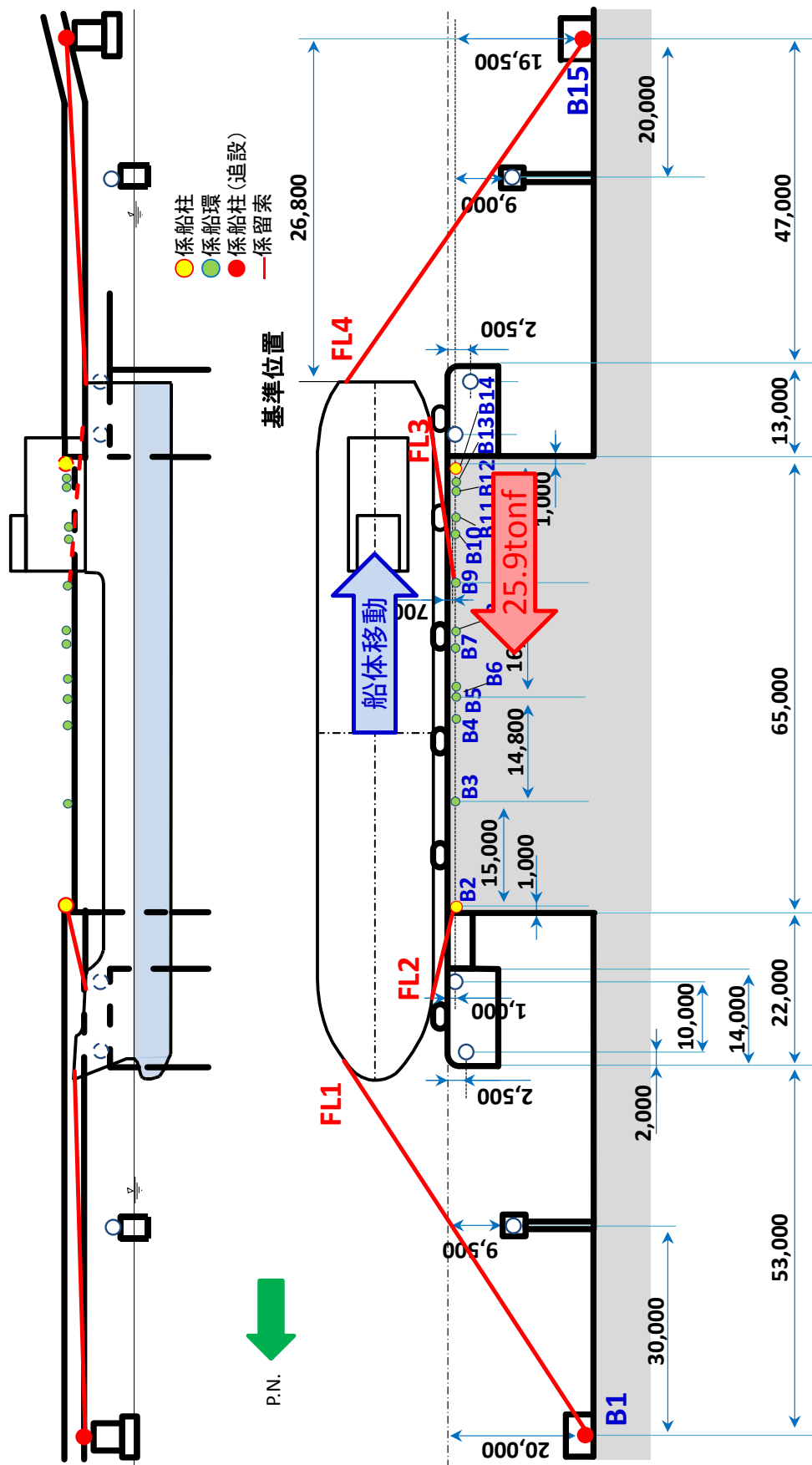


図4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

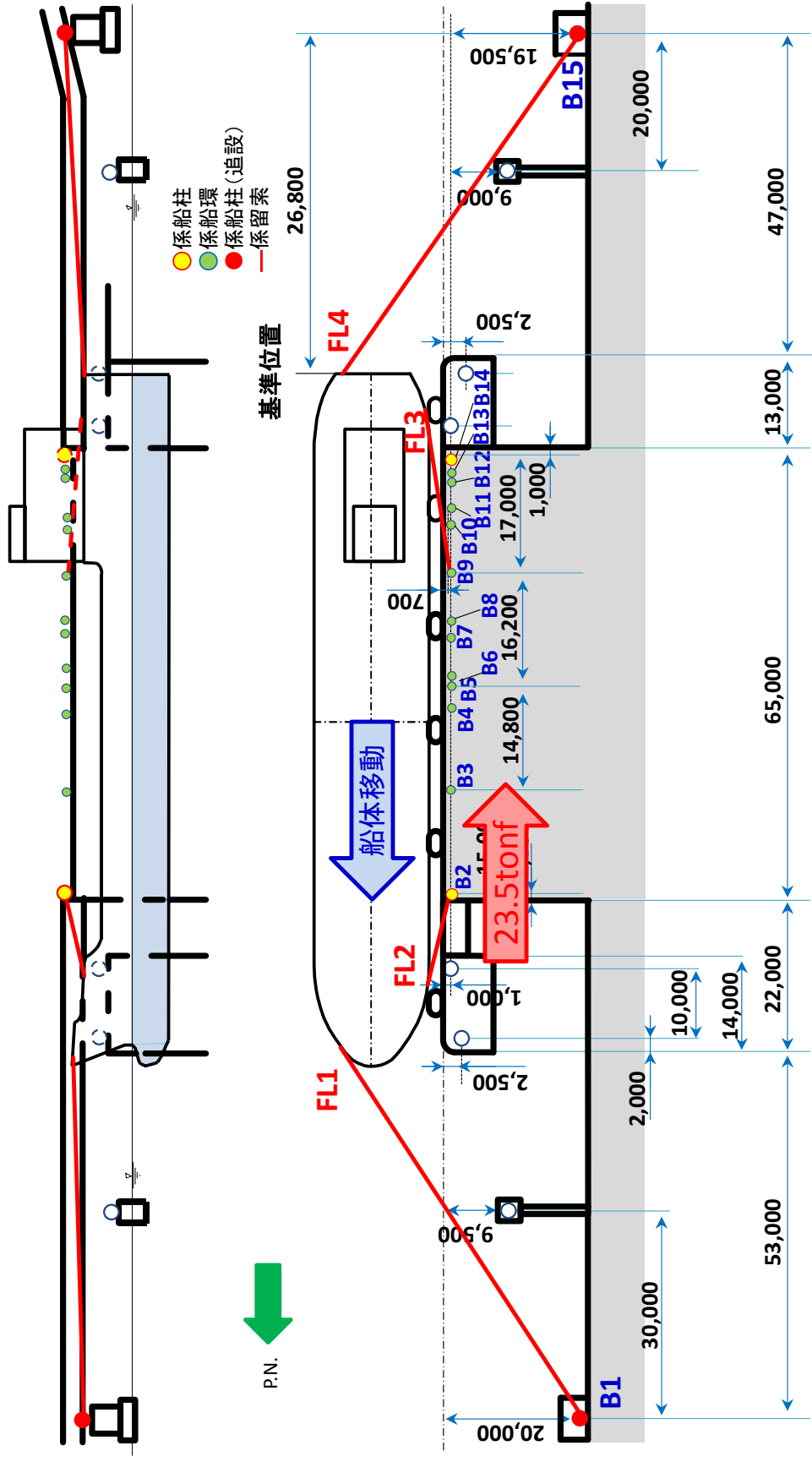


図5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

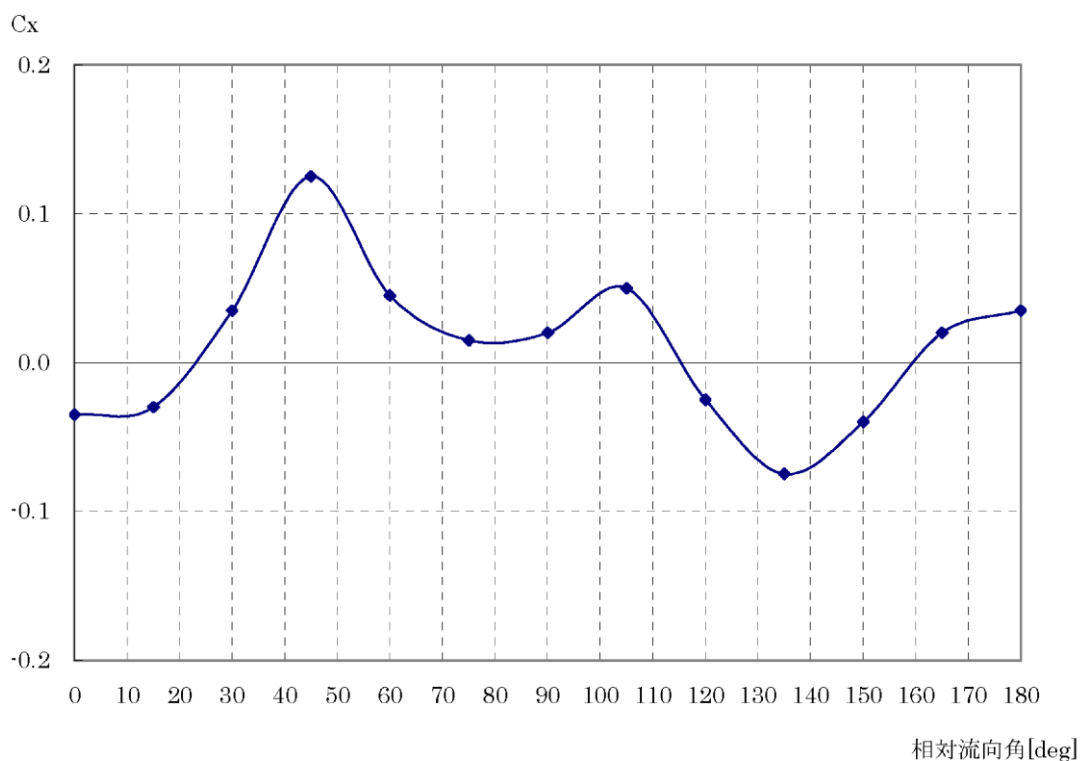
(4) 流圧力

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]

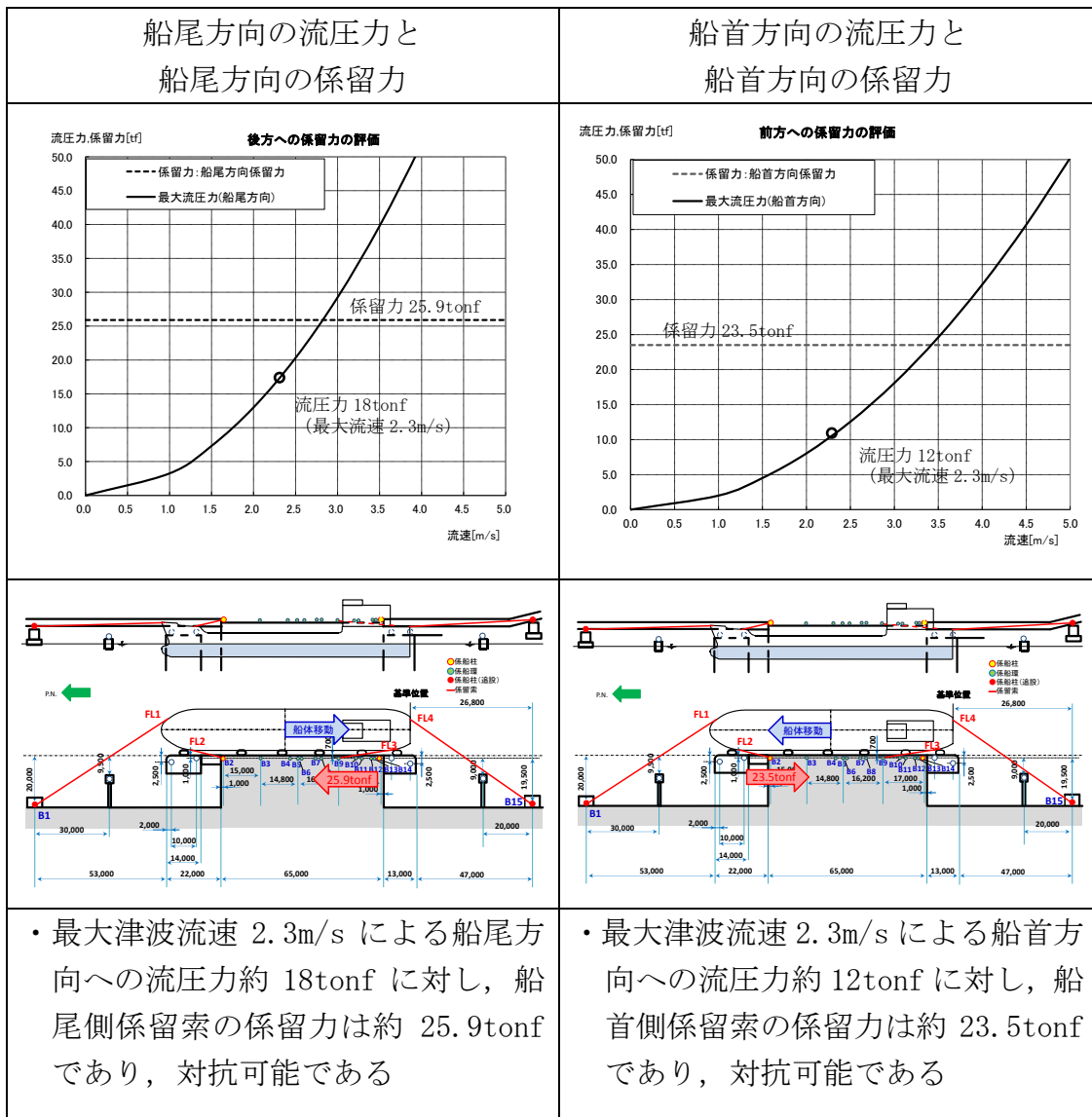


図6 流圧力と係留力の比較

3. 結論

津波（最大流速 2.3m/s）による流圧力に対し、係留力（約 25.9tonf, 約 23.5tonf）が上回ることを確認した。

なお、追設する係船柱の位置によっては、係留索の長さ及び角度が変わることから、係留力は変化するが、追設する係船柱の位置は、その位置における係留索の長さ及び角度を考慮しても、津波による流圧力に対して係留力が上回るように設計する。

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-4.3m 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・係船環、係船柱と係船環の基礎（アンカー）となる荷揚護岸及び追設する係船柱を漂流防止装置として設計する。なお、追設する係船柱は設計中であり、位置や構造については、詳細設計段階で説明する。

【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。

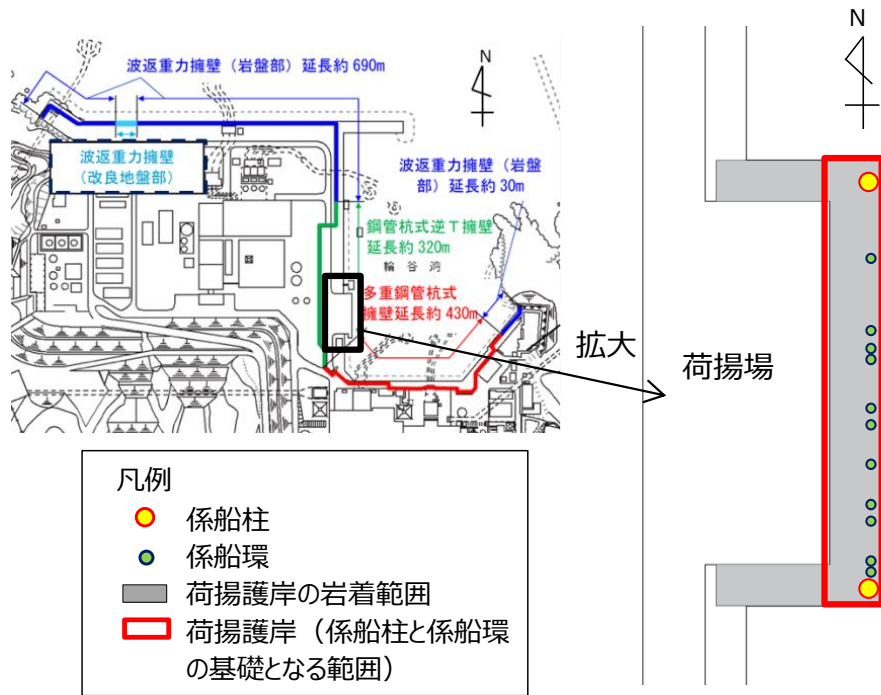


図1 係船柱及び係船環配置図

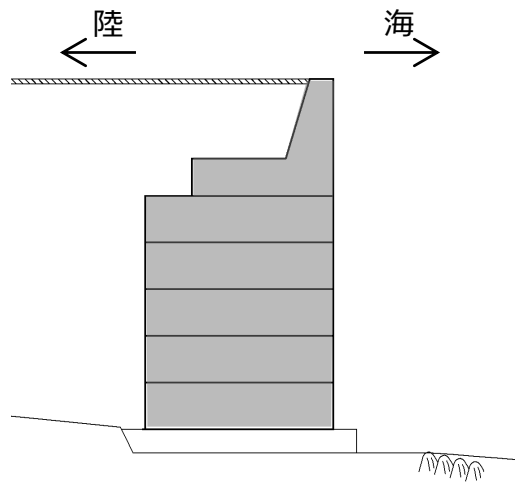


図2 荷揚護岸の断面図

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

装置名	係船柱	係船環	荷揚護岸	
要求機能	係留機能			
	<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	<ul style="list-style-type: none"> ・終局状態に至らないこと。 			
	性能目標	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーボルト定着部 	<ul style="list-style-type: none"> ・係船環定着部 	<ul style="list-style-type: none"> ・係留機能を喪失する変形に至らないこと。 ・荷揚護岸（係船柱と係船環の基礎となる範囲） ・残留変形量
	照査部位	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーボルト 	<ul style="list-style-type: none"> ・係船環本体 	
	照査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・曲げ破壊 ・せん断破壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・曲げ破壊 ・せん断破壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・せん断破壊
	許容限界	<ul style="list-style-type: none"> ・短期許容応力度 		
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 			
荷重組合せ	<p>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湖上しないことから、津波荷重は考慮しない。</p> <p>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。</p> <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

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

1. 設計に用いる遡上波の流速について

津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献^{※1}によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっているが、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。

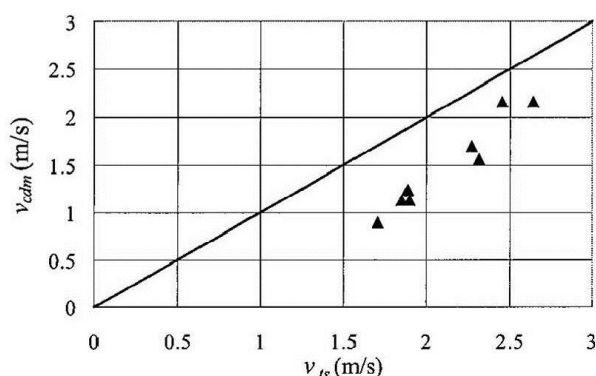


図1 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{cdm} の関係

※1 海岸工学論文集, 第54巻(2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 (有川ほか)

漂流物の衝突速度は、評価対象施設周辺の流速に依存すると考えられるため、評価対象施設周辺の流速により、漂流物の衝突速度を設定する。漂流物が各施設に衝突する際の荷重の大きさは、評価対象施設に対して直交方向の流速に依存すると考えられるため、評価対象施設に対して直交方向の最大流速を抽出し、これに不確かさを考慮して、安全側の評価を実施する。また、防波壁等、広範囲にわたる施設は地点により流速が異なるが、設計に用いる漂流物の衝突荷重として、安全側に評価対象施設全体の最大流速を用いる。

評価対象施設における最大流速分布を図2～10に示す。

結果としては、日本海東縁部に想定される地震による津波における最大流速は施設護岸港湾外で9.0m/s、施設護岸港湾内で9.0m/s、1号炉放水連絡通路前で9.8m/sが抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外、港湾内及び1号炉放水連絡通路前で10.0m/sを、日本海東縁部に想定される地震による津波における津波防護施設及び浸水防止設備の衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速11.9m/sが確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設における漂流物衝突荷重の評価には、流速11.9m/sを用いる。

また、海域活断層から想定される地震による津波における最大流速は施設護岸港湾外で3.3m/s、施設護岸港湾内で2.4m/sが抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外及び港湾内で4.0m/sを、海域活断層から想定される地震による津波における津

波防護施設及び浸水防止設備の衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。

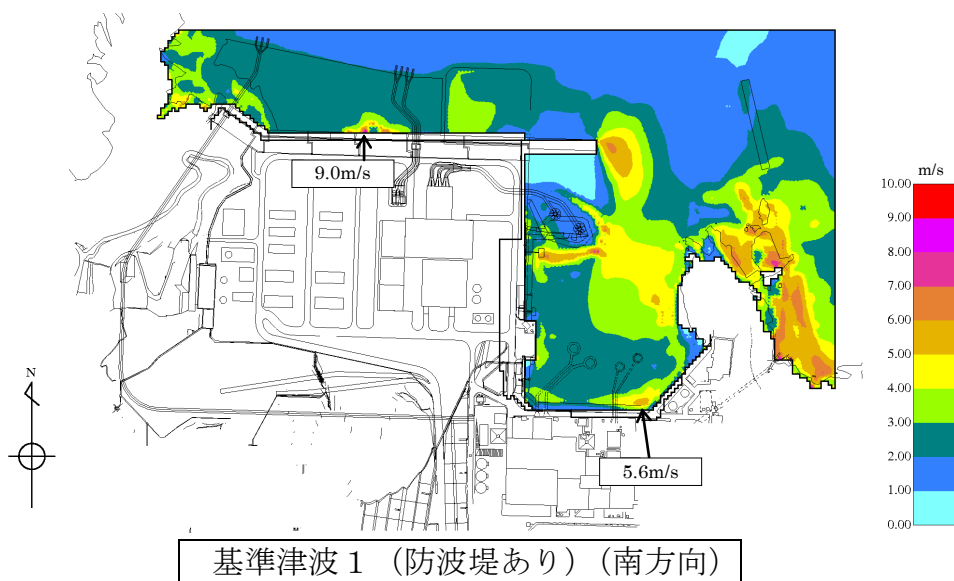
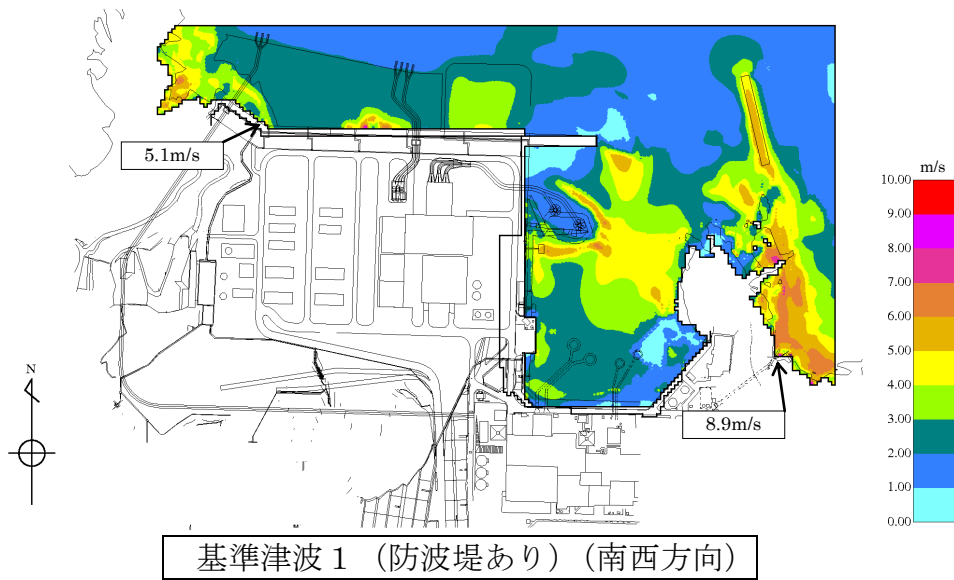
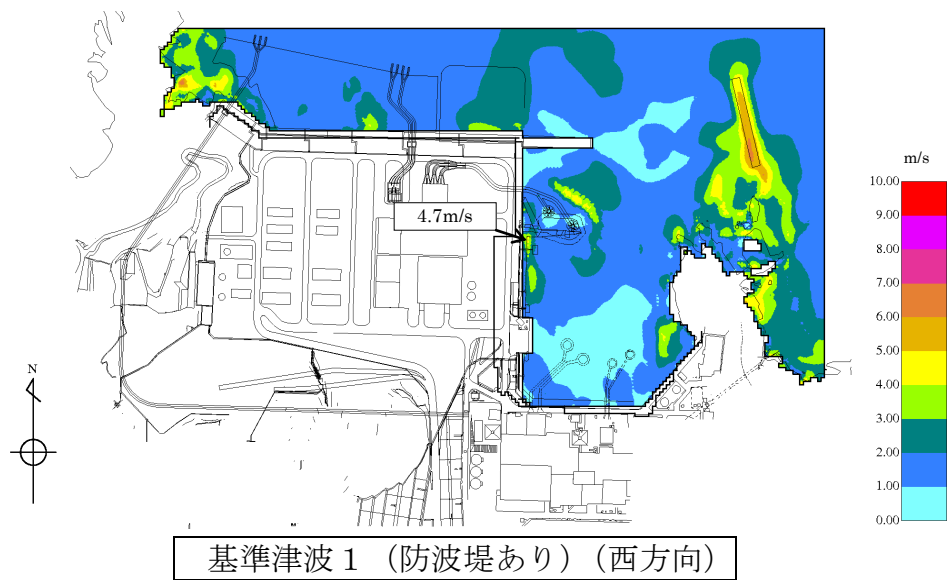


図 2 基準津波 1 (防波堤あり) 最大流速分布 (1 / 2)

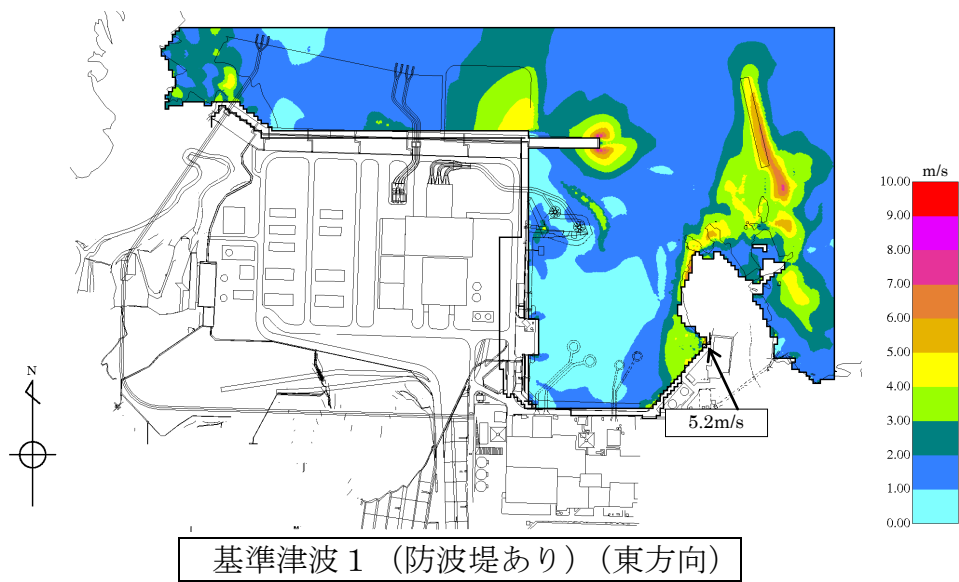
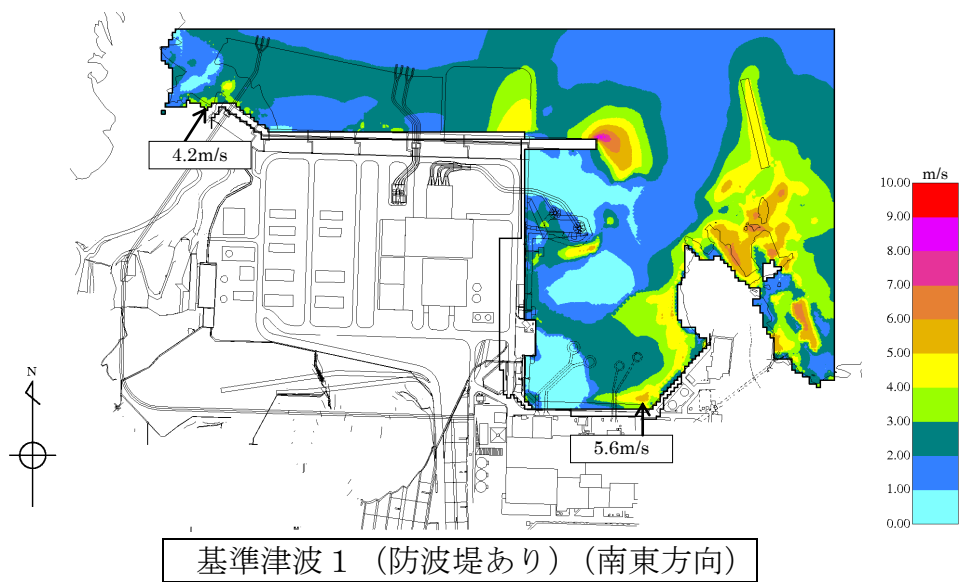


図2 基準津波 1 (防波堤あり) 最大流速分布 (2 / 2)

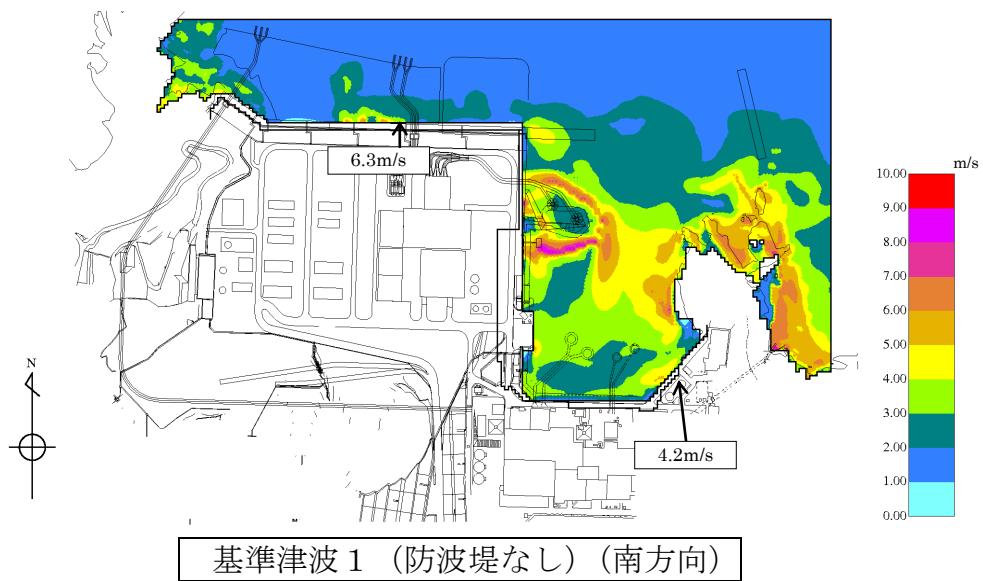
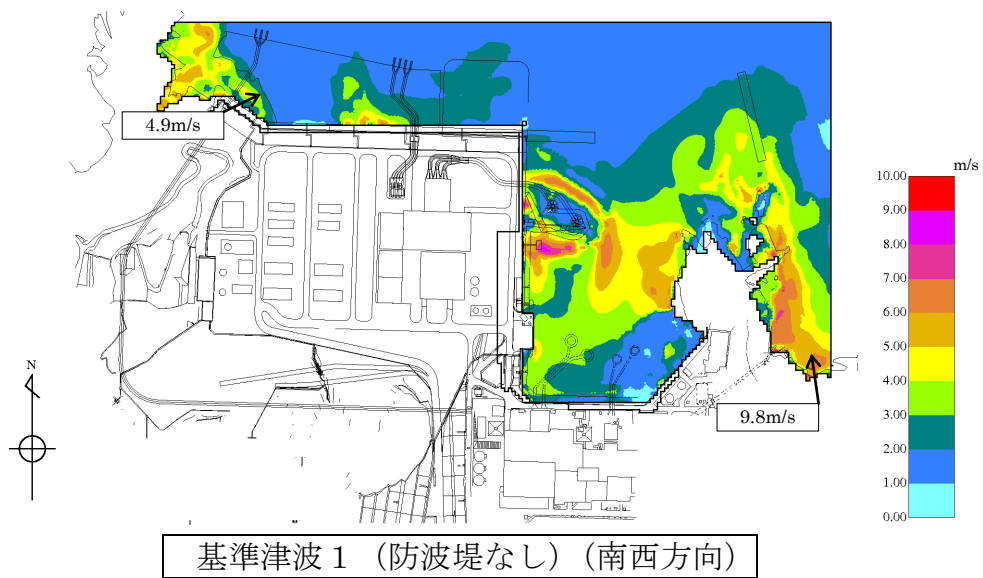
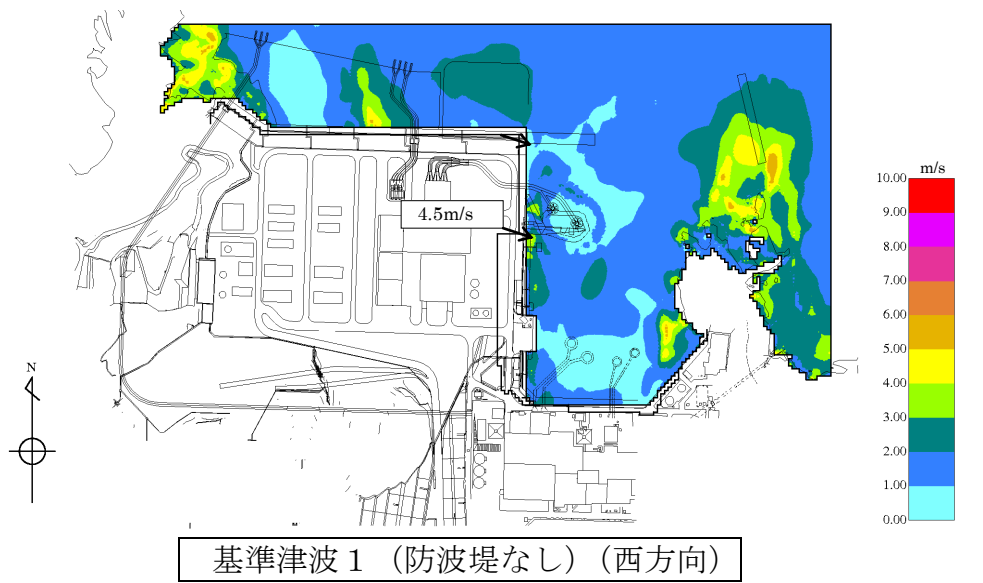


図 3 基準津波 1 (防波堤なし) 最大流速分布 (1 / 2)

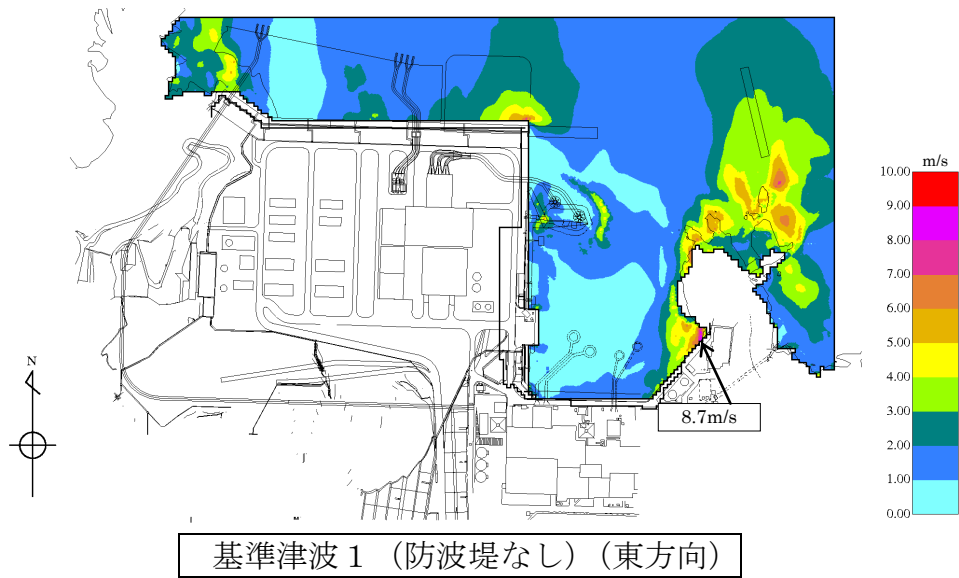
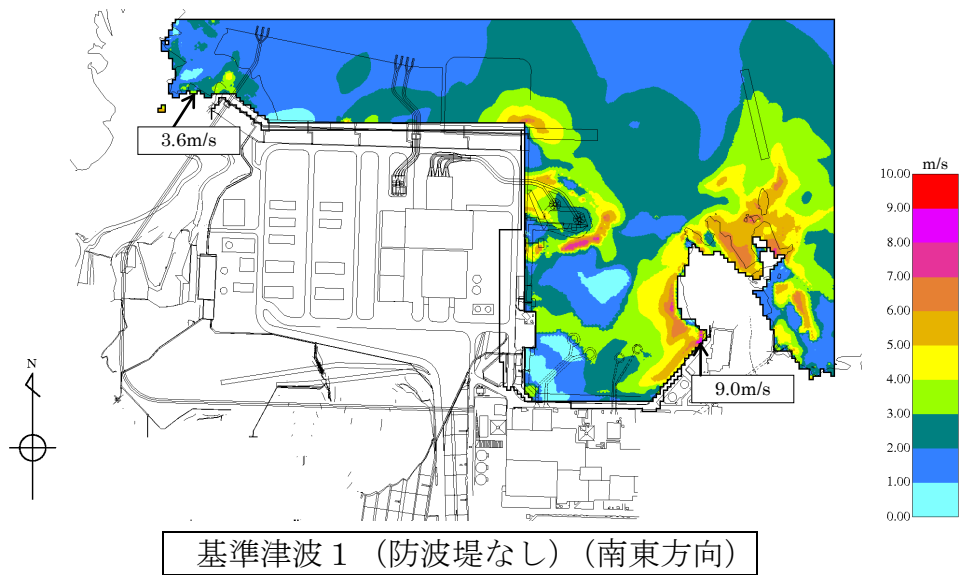


図 3 基準津波 1 (防波堤なし) 最大流速分布 (2 / 2)

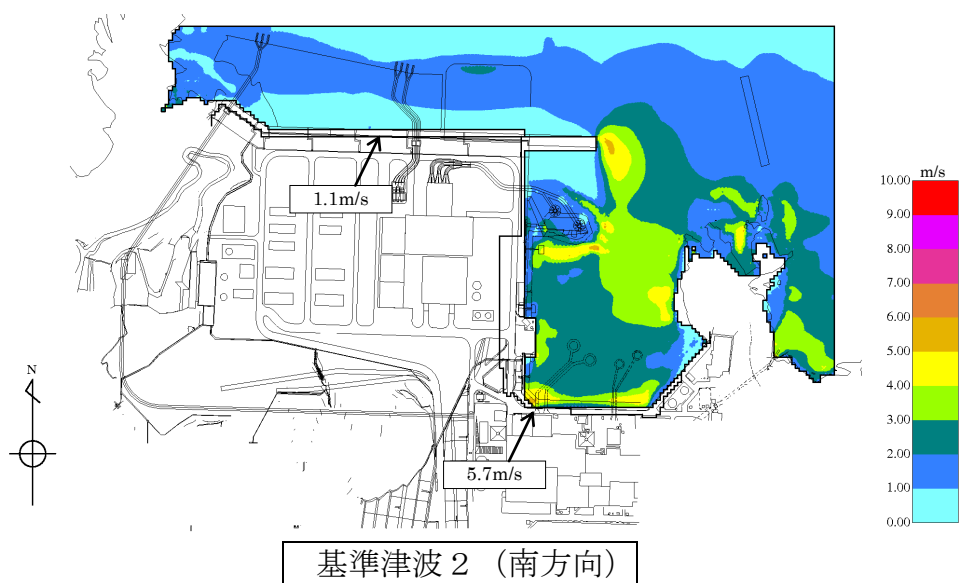
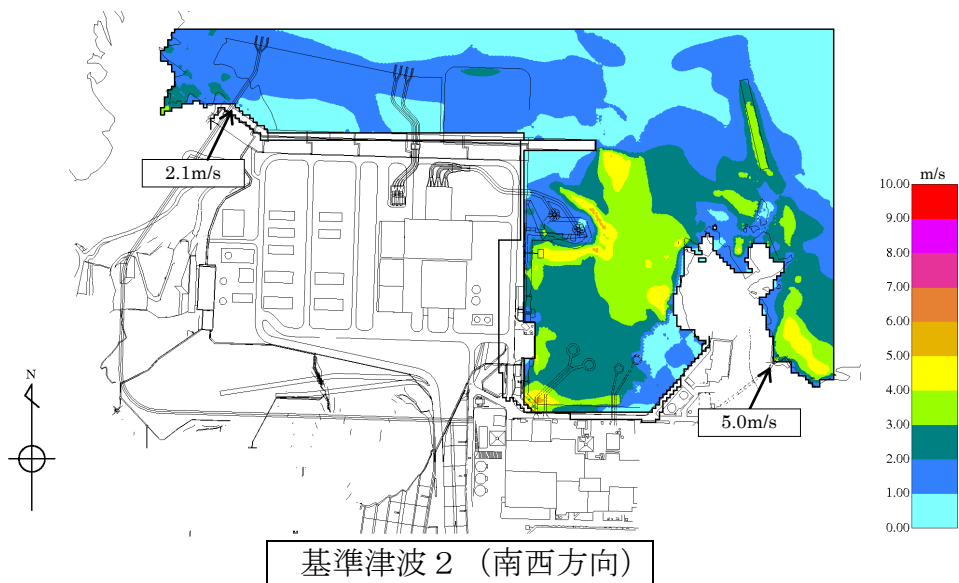
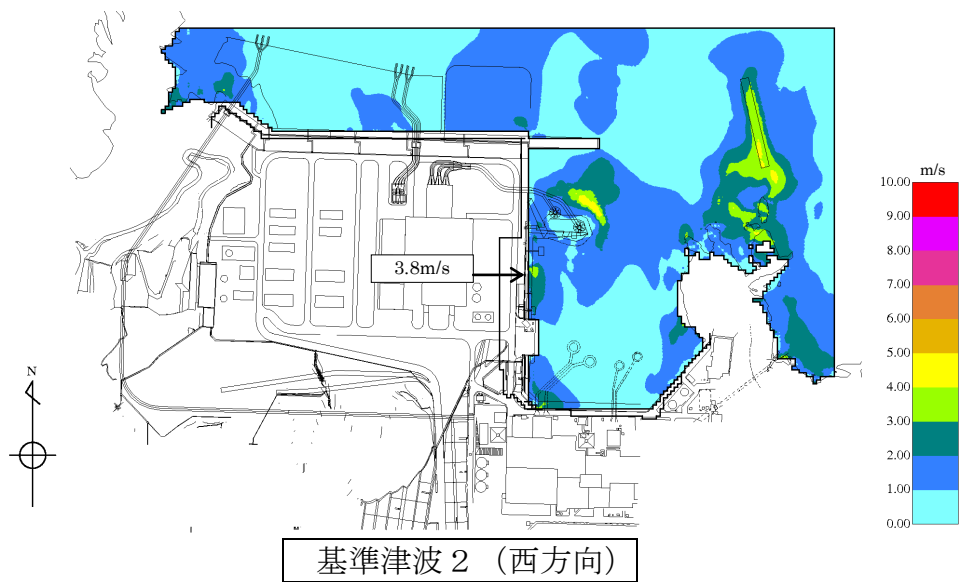


図4 基準津波 2 最大流速分布 (1 / 2)

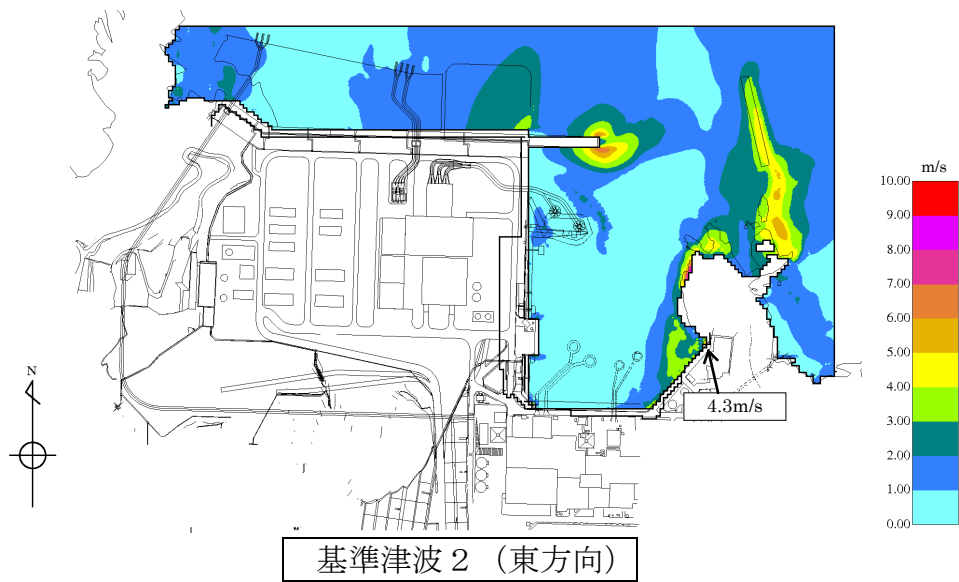
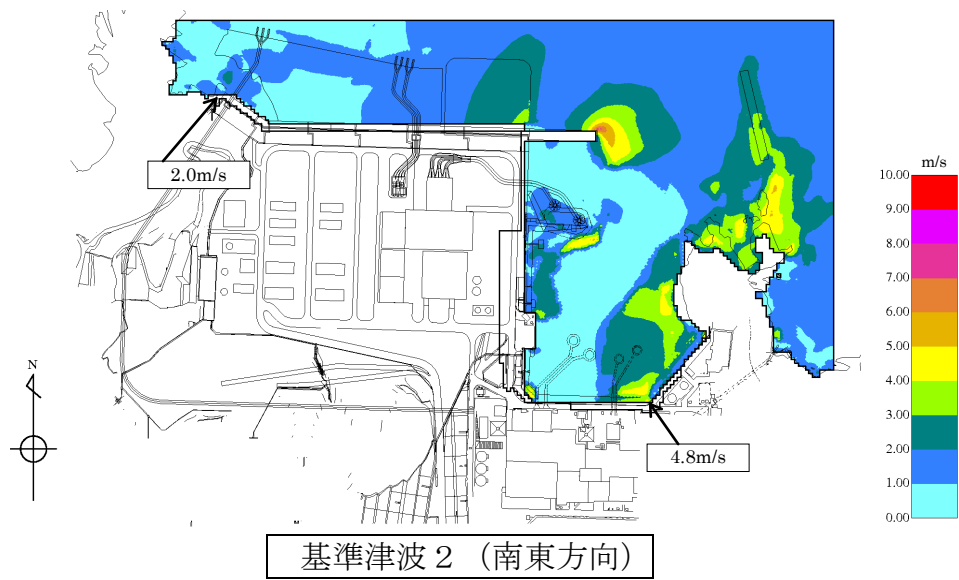


図4 基準津波 2 最大流速分布 (2 / 2)

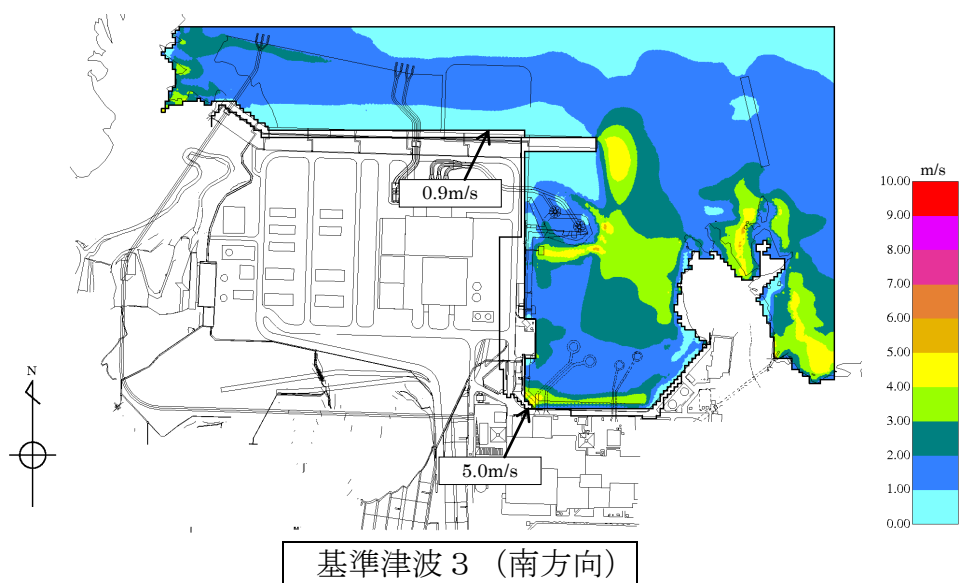
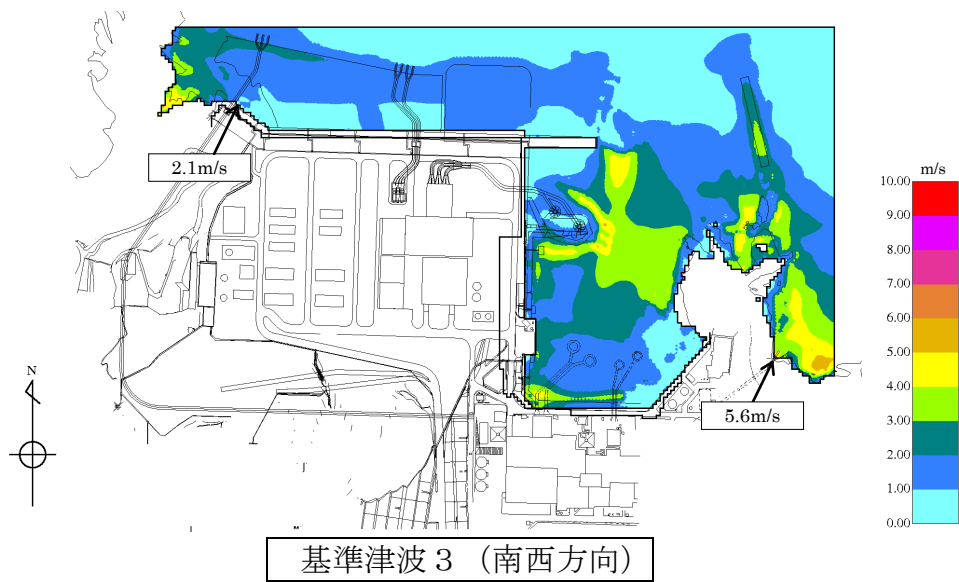
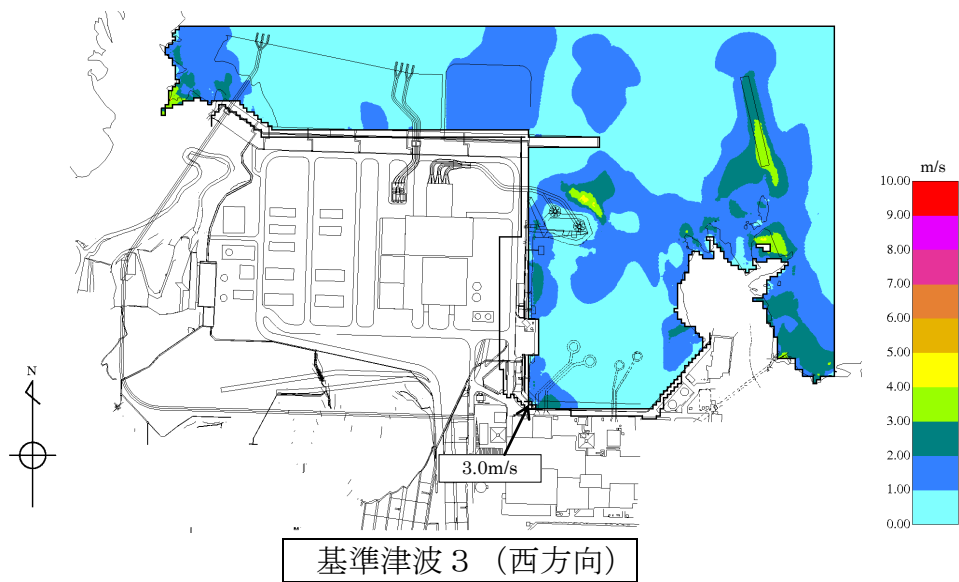


図5 基準津波 3 最大流速分布 (1 / 2)

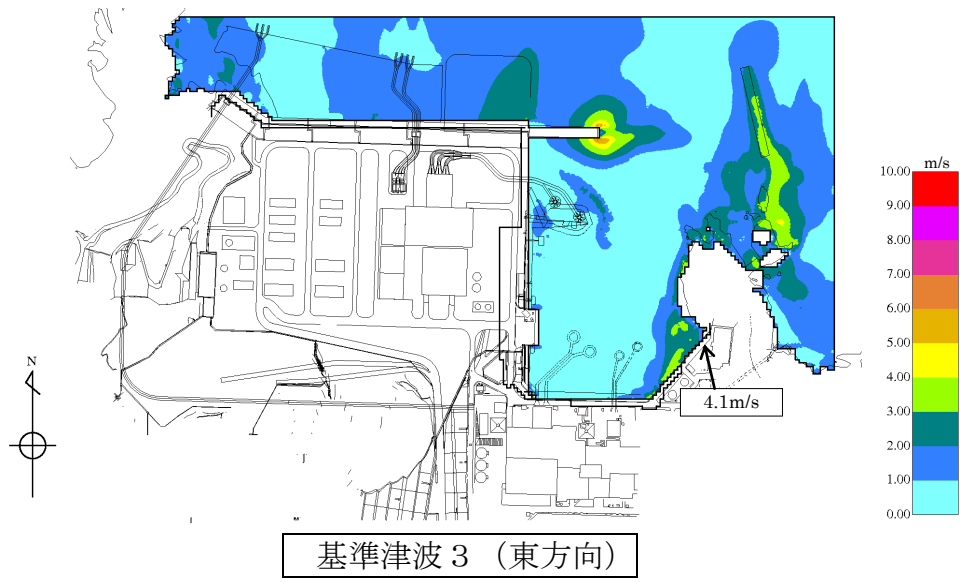
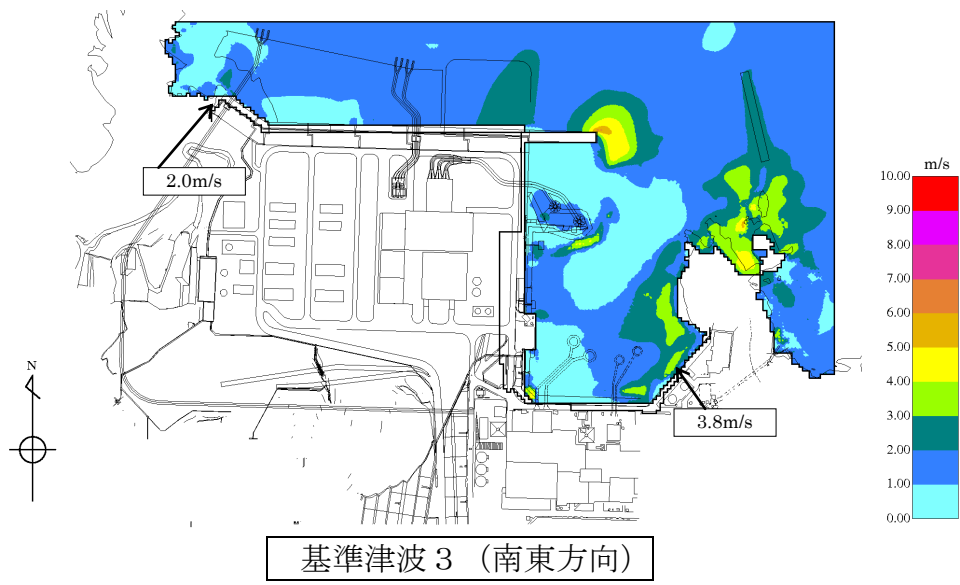


図5 基準津波3 最大流速分布 (2 / 2)

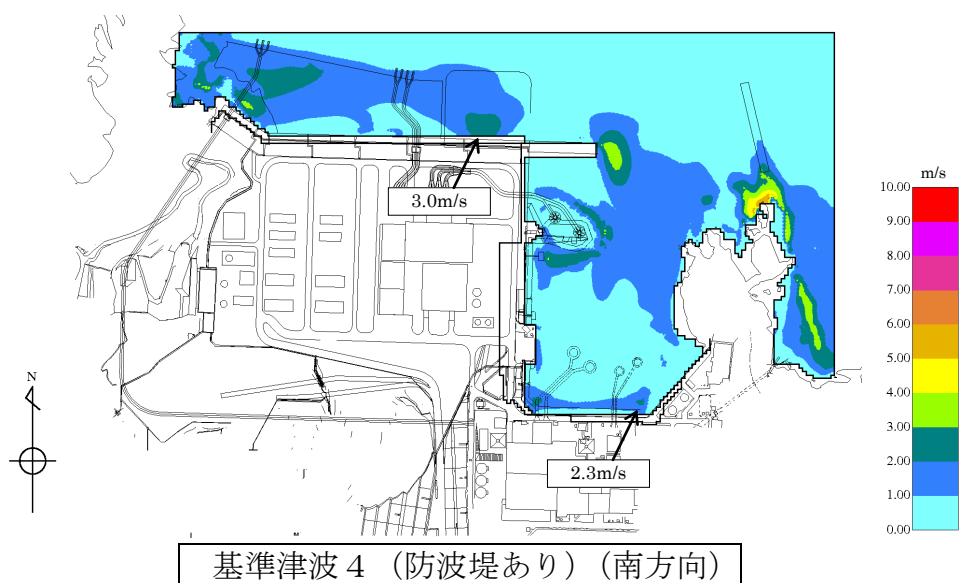
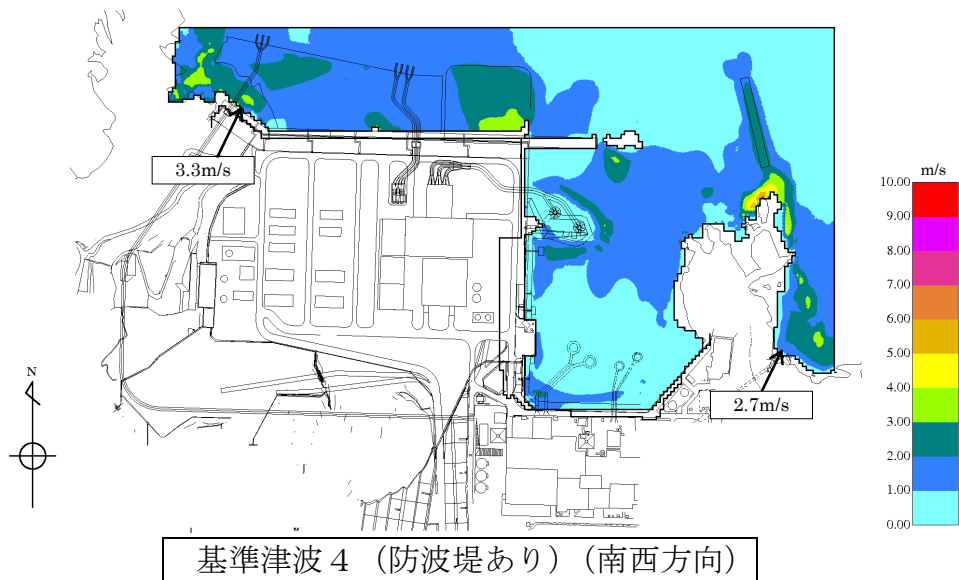
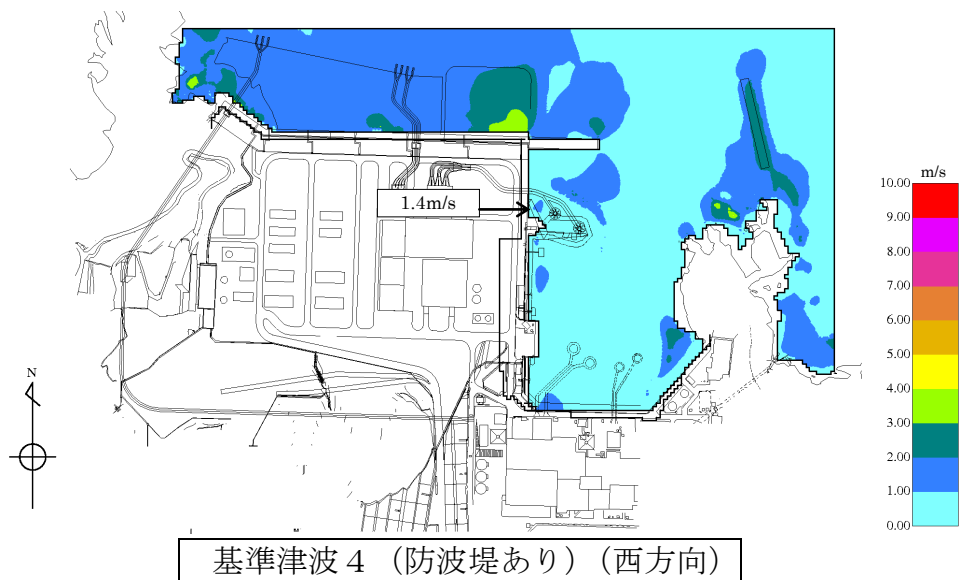


図6 基準津波 4 (防波堤あり) 最大流速分布 (1 / 2)

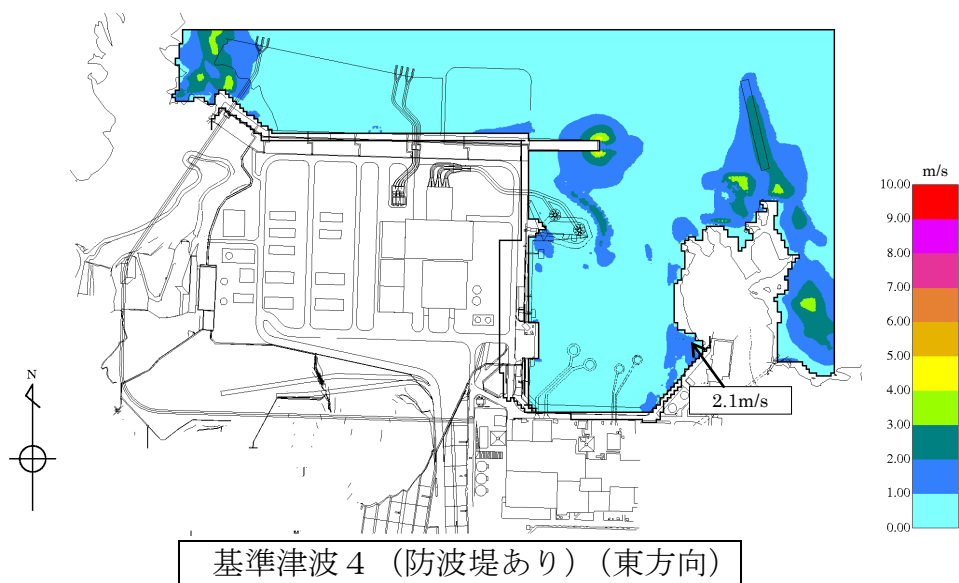
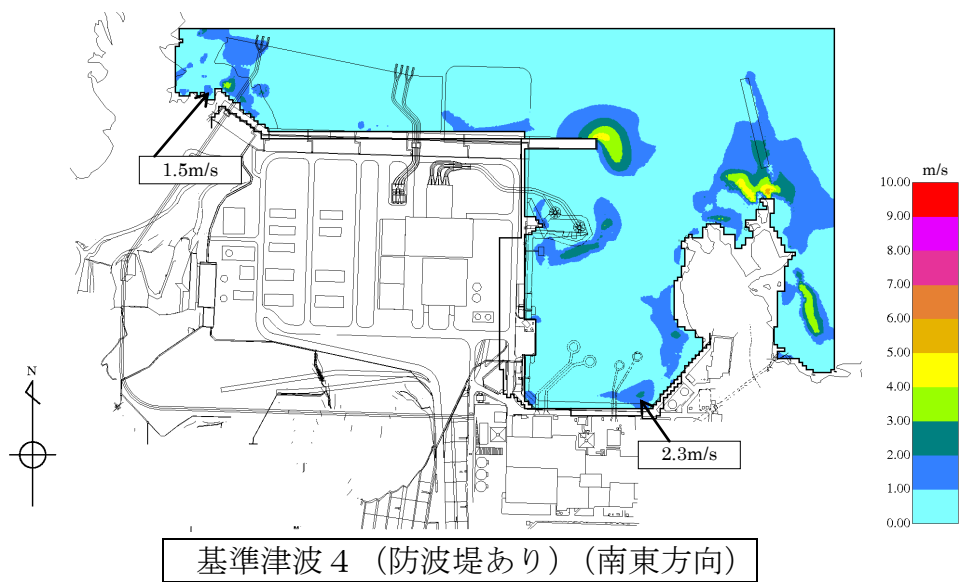


図6 基準津波 4 (防波堤あり) 最大流速分布 (2 / 2)

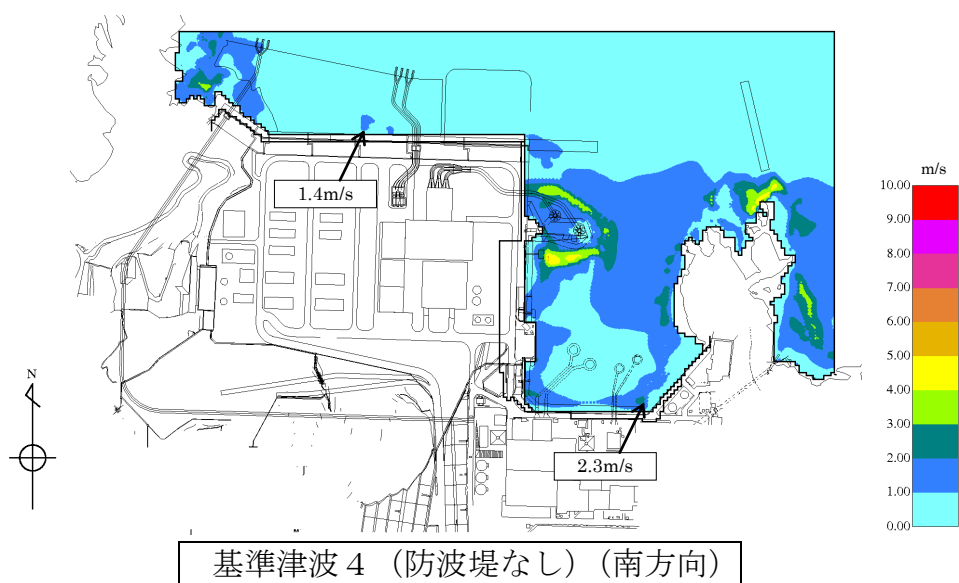
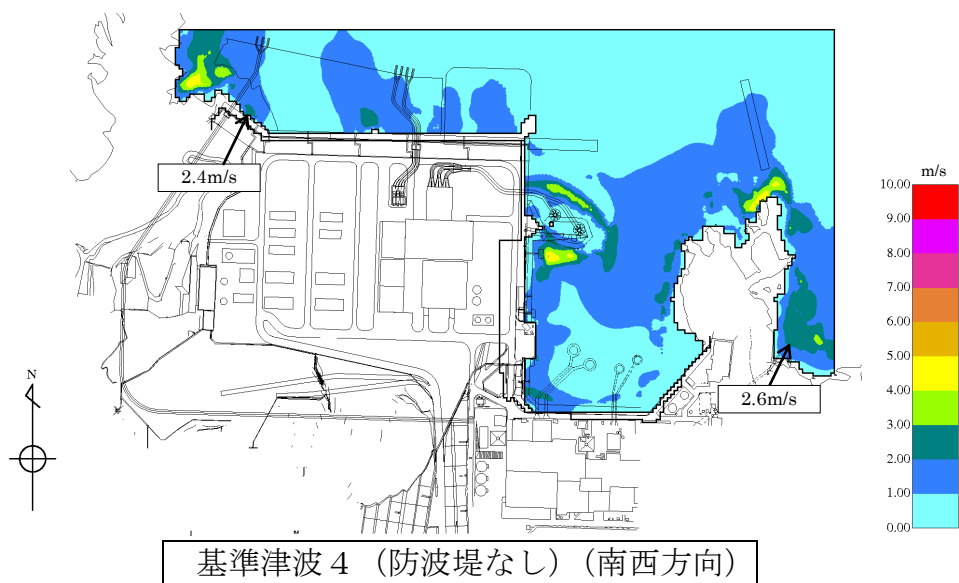
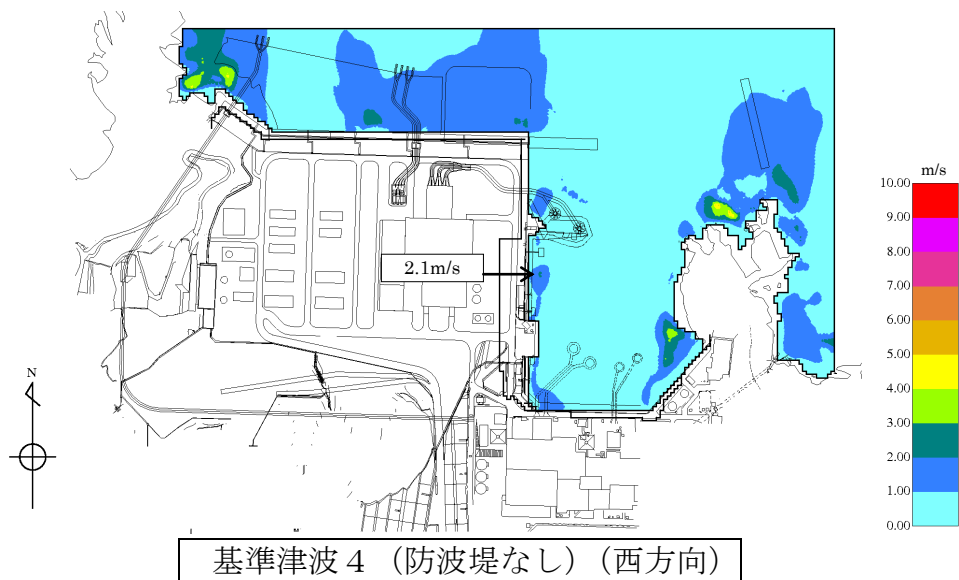


図7 基準津波 4 (防波堤なし) 最大流速分布 (1 / 2)

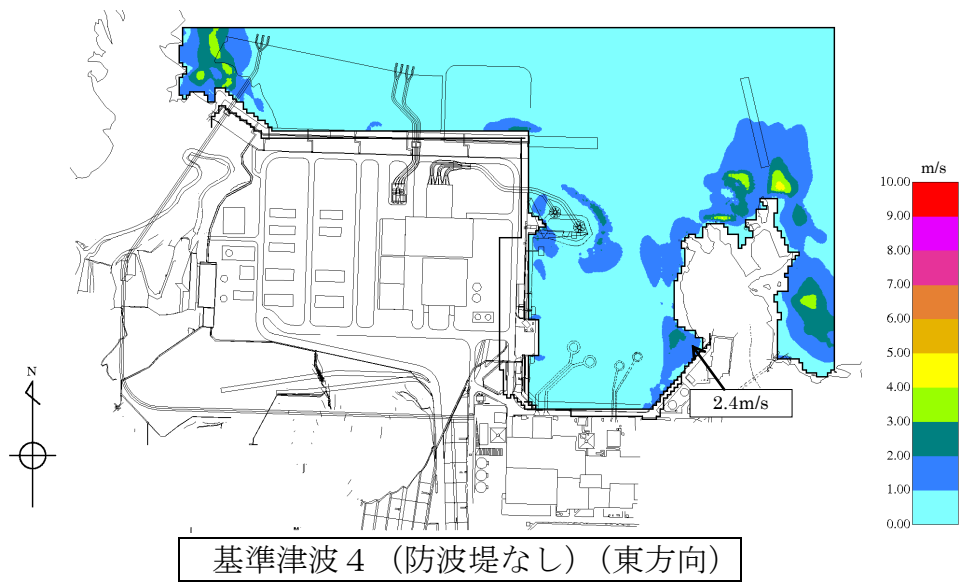
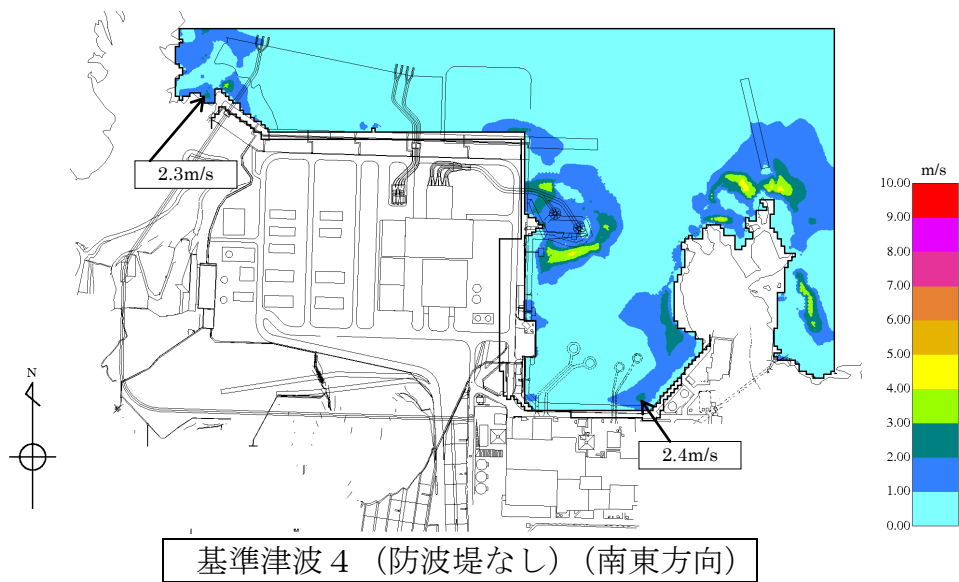


図 7 基準津波 4 (防波堤なし) 最大流速分布 (2 / 2)

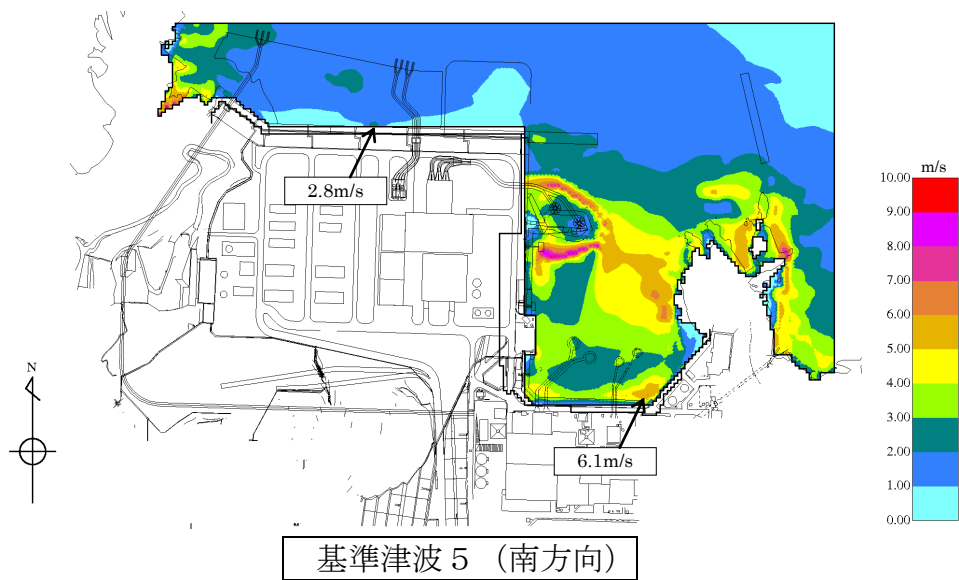
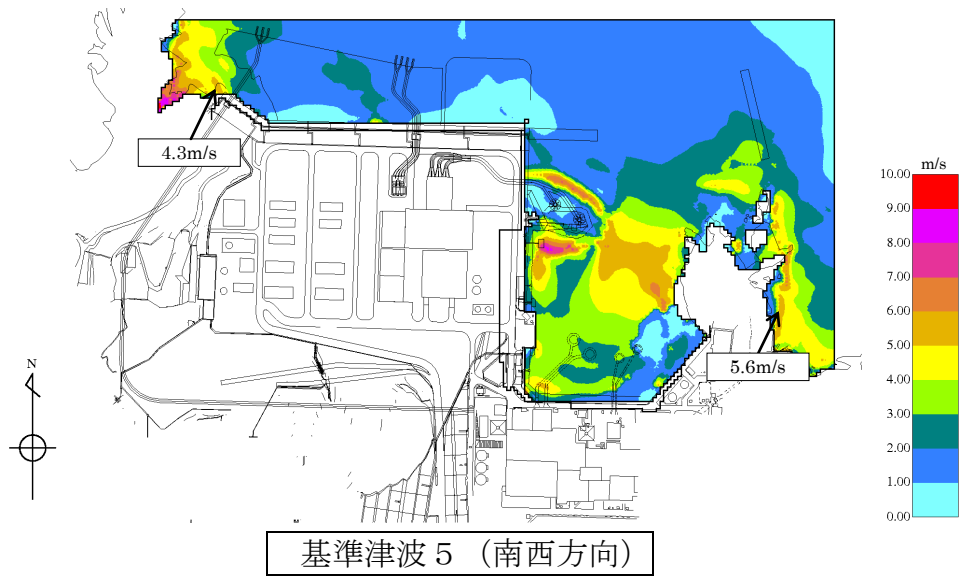
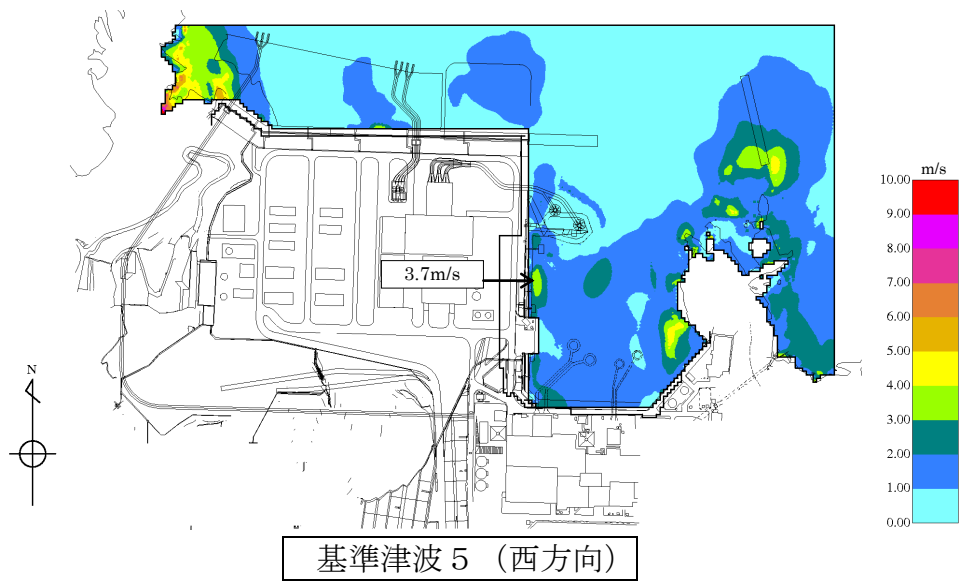


図8 基準津波 5 最大流速分布 (1 / 2)

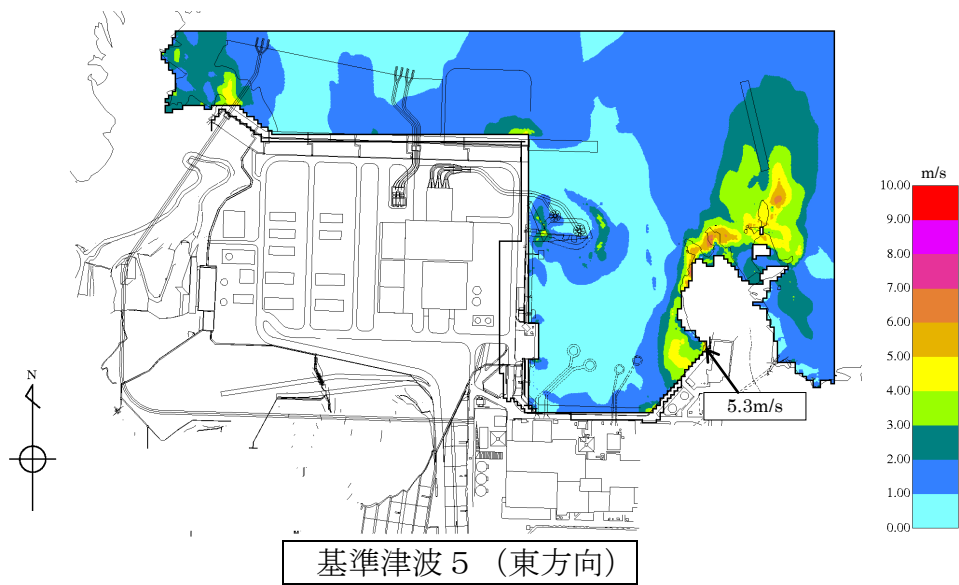
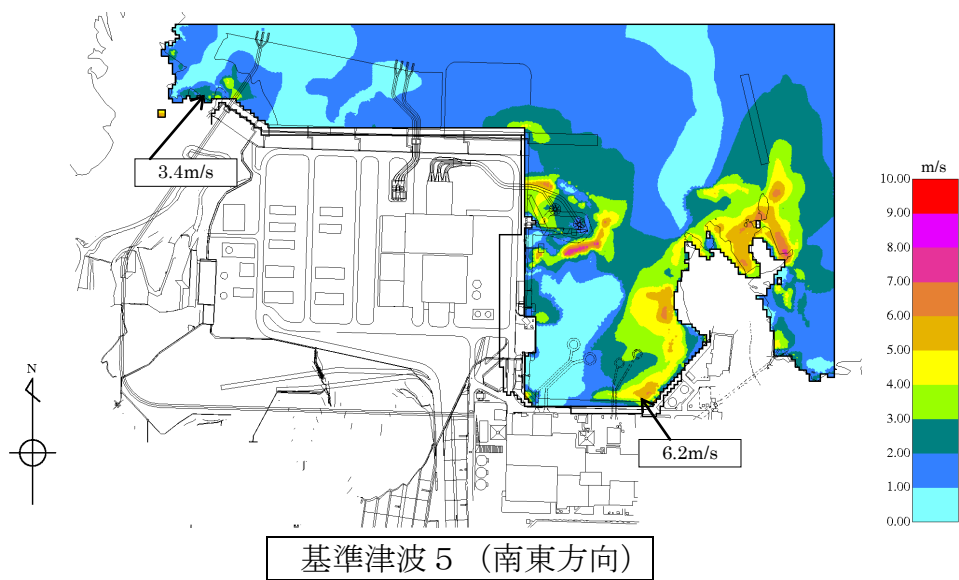


図8 基準津波 5 最大流速分布 (2 / 2)

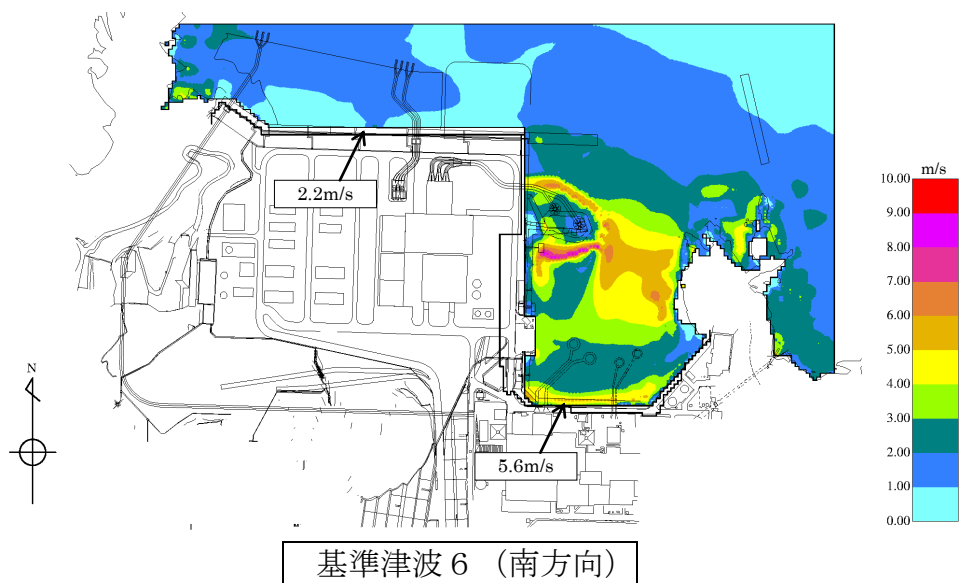
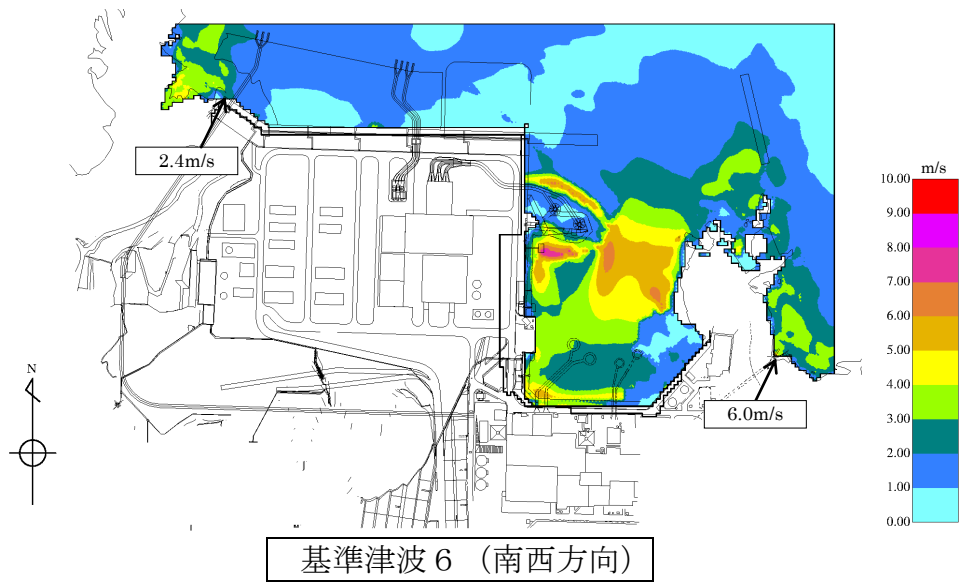
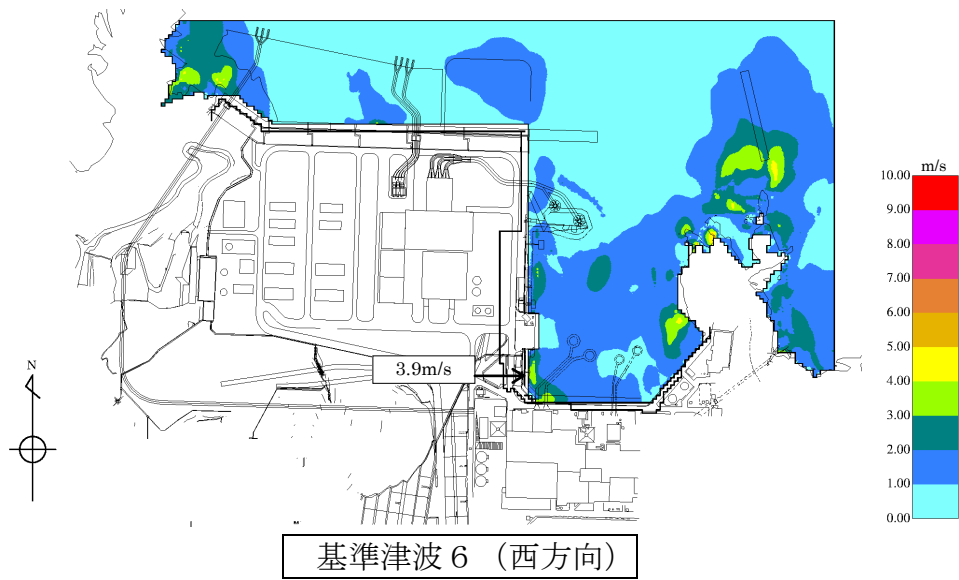


図9 基準津波 6 最大流速分布 (1 / 2)

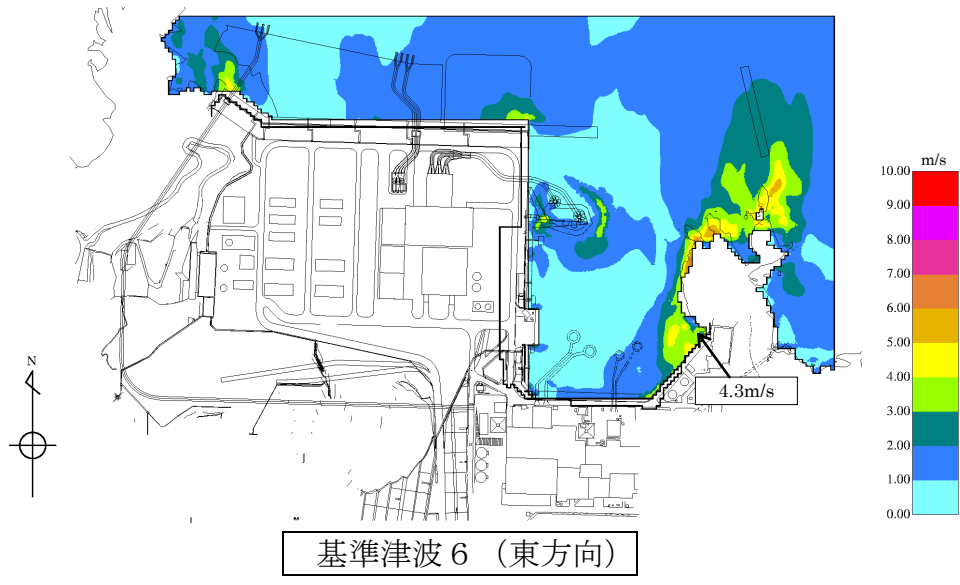
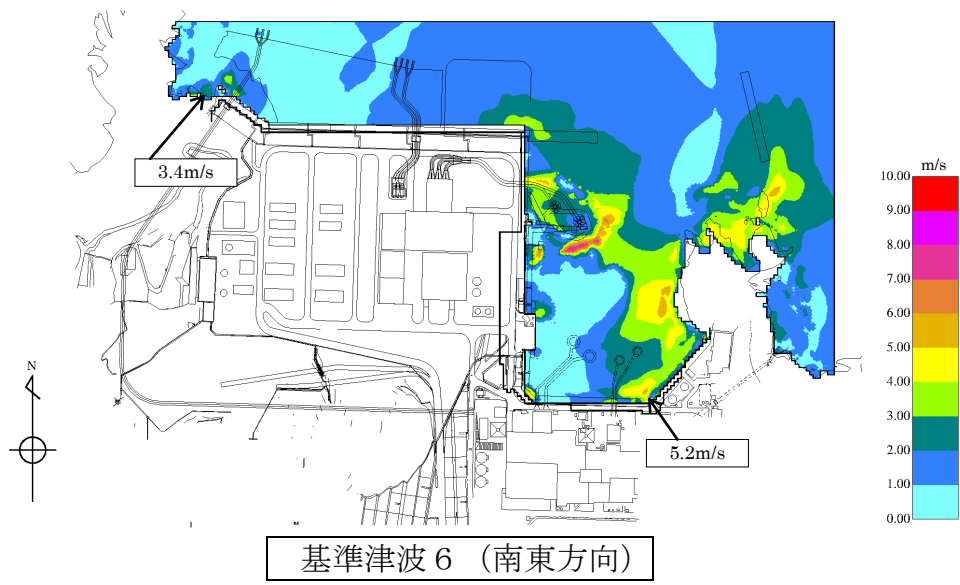
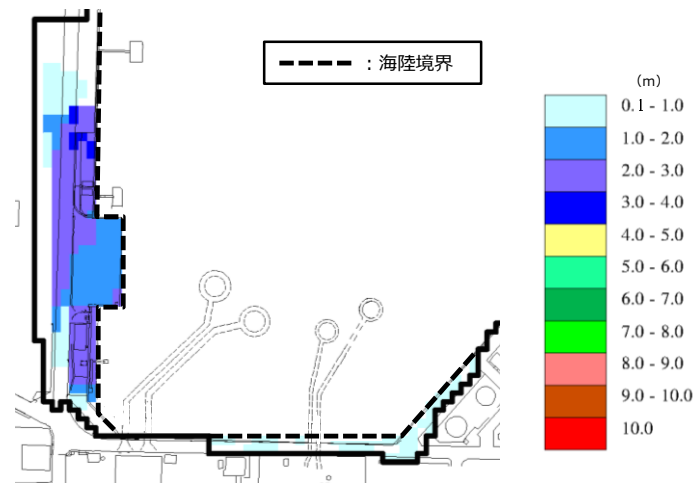


図9 基準津波 6 最大流速分布 (2 / 2)



基準津波 1 (防波堤無し)

各地点の流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ($\sqrt{Vx^2+Vy^2}$)
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3

(切上げの関係で値があわない場合がある)

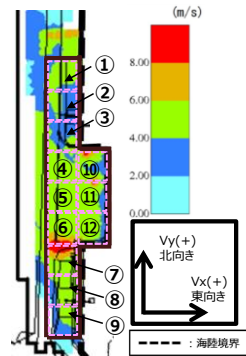


図 10 基準津波 1 (防波堤無し) における荷揚場周辺の最大浸水深分布及び流速

耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて

1. 概要

島根原子力発電所において設置する津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項（表1）を考慮した上で荷重の組合せを設定する。

表1 設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項

	記載箇所	記載内容	考慮する荷重
①	耐震審査ガイド※ ¹ 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。	・ 常時荷重 ・ 地震荷重
②	耐震審査ガイド※ ¹ 6.3.3	荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・ 地震荷重 ・ 津波荷重
③	耐津波審査ガイド※ ² 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。	・ 常時荷重 ・ 津波荷重 ・ 余震荷重
④	耐津波審査ガイド※ ² 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・ 漂流物衝突荷重
⑤	耐津波審査ガイド※ ² 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・ 地震荷重 ・ 風荷重
⑥	設置許可基準規則 第6条	安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。※ ³	・ 積雪荷重等

※1 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※2 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※3 安全施設に対する要求事項であるが、津波防護施設等の設計において準用する。

2. 考慮する荷重について

(1) 常時荷重

常時作用している荷重として、自重、土圧、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。

(2) 地震荷重

基準地震動 S_s による地震力を考慮する。

(3) 余震荷重

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d-D による地震力を考慮する。(添付資料 22 参照) なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合における、施設内滞留水に生じる動水圧荷重(スロッシングによる荷重等)も併せて考慮する。

(4) 静的荷重(静水圧)

津波又は低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水により施設・設備に作用する静的荷重として、静水圧を考慮する。

(5) 動的荷重(波力)

津波により施設・設備に作用する動的荷重として、津波の波力による荷重を考慮する。

(6) 動的荷重(突き上げ)

津波により施設・設備に作用する動的荷重として、突き上げ荷重(経路からの津波が鉛直上向き方向に作用する場合の津波荷重)を考慮する。

(7) 漂流物衝突荷重

漂流物の衝突荷重を考慮する。(添付資料 18 参照)

(8) その他自然現象による荷重(風荷重, 積雪荷重等)

各荷重は「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」に規定する設計基準風速の風荷重, 設計基準積雪量の積雪荷重, 降下火砕物による荷重を考慮する。

3. 荷重の組合せ

3.1 設置状況等に応じて考慮する荷重について

荷重の組合せの設定に当たっては、施設・設備の設置状況や構造（形状）等を考慮し、各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。

(1) 設置場所及び構造（形状）条件

設置場所が屋外の施設・設備については、構造（形状）も踏まえて、その他自然現象による荷重（風荷重及び積雪荷重等）を考慮する。なお、設置場所が屋内、敷地地下及び水路部の施設・設備については、当該箇所における自然現象の影響の有無を整理したうえで、影響の無い自然現象による荷重を考慮不要と整理する。

(2) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設・設備については、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設・設備については、津波荷重として動的荷重を考慮し、経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については、「動的荷重（突き上げ）」を考慮する。それ以外の施設・設備については、「動的荷重（波力）」を考慮する。なお、「動的荷重（波力）」における津波荷重は、敷地高以上は朝倉式に基づき算定し、敷地高以下については谷本式に基づき算定する。

(3) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定される施設・設備については、「漂流物衝突荷重」を考慮する。なお、漂流物衝突荷重は、施設・設備の設置高さに応じて、海域活断層から想定される地震による津波が到達する部位と日本海東縁部に想定される地震による津波が到達する部位とで個別に評価を行う。

(4) 津波の波源の活動の影響

地震に起因する津波の影響を受ける施設・設備について、以下のとおり整理する。

海域活断層から想定される地震による津波の影響を受ける場所に設置する施設・設備について、海域活断層から想定される地震による津波荷重に「余震荷重」を考慮する。

なお、日本海東縁部に想定される地震による津波の影響を受ける場所に設置する施設・設備については、日本海東縁部に想定される地震による「余震荷重」は敷地への影響が明らかに小さいことから、「余震荷重」を考慮しない。（添付資料 22 参照）

ここで、常時荷重及びその他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）の組合せは、施設・設備の設置状況や構造（形状）等の条件を踏まえて、図1の通り分類する。

なお、地震時の検討は、全ての施設・設備において、以下で分類した常時荷重（その他自然現象による荷重含む）に地震荷重（ S_s ）を組み合わせで行う。

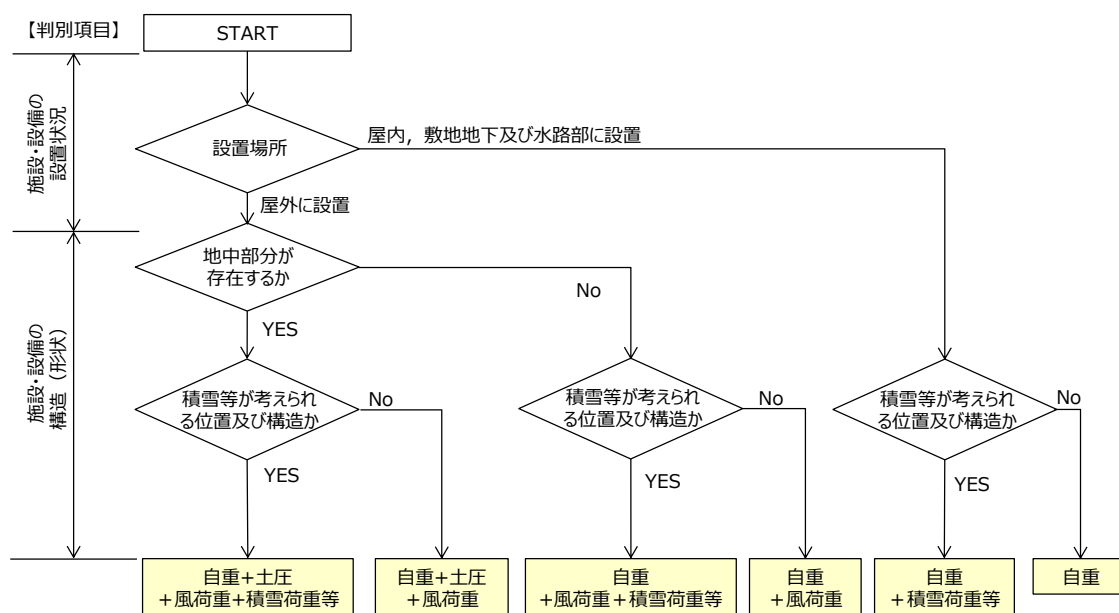


図1 常時荷重及びその他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）の組合せ選定フロー

津波時の検討は、図1で分類した常時荷重及びその他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）に、施設・設備の設置状況、津波波源、津波の作用状態及び漂流物衝突の可能性を踏まえて分類した図2の荷重を組み合わせで行う。ここで、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受ける施設・設備については、その部位毎に当該波源の津波荷重に漂流物衝突荷重を組み合わせた検討又は余震荷重を組み合わせた重畳時の検討を行う。

なお、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受ける施設・設備については、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する。

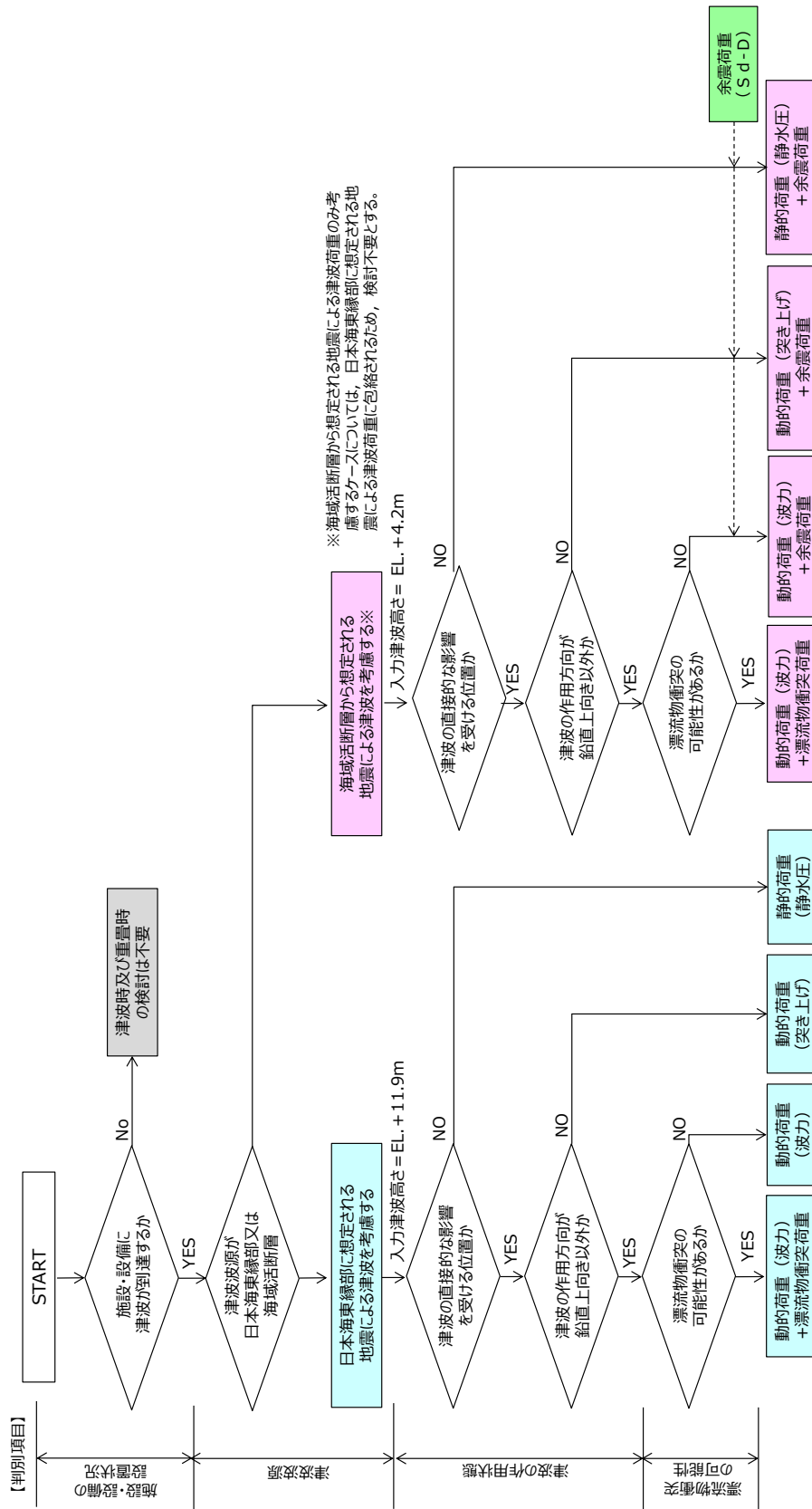


図2 津波時及び重畳時における荷重の組合せ選定フロー

3.2 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ

3.1 に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計に当たって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。

(1) 防波壁

防波壁の設計において考慮する荷重は、防波壁の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」を考慮する。また、地中部に存在する部位については土圧を考慮する。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以深の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。

d. 余震荷重の影響

海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソン部等については海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋漂流物衝突荷重
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋余震荷重

(2) 防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉

防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設計において考慮する荷重は、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。

c. 漂流物の衝突の影響

漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。

d. 余震荷重の影響

海域活断層から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」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋漂流物衝突荷重

(3) 1号炉取水槽流路縮小工

1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、1号炉取水槽流路縮小工の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するが、水路部（1号炉取水管端部）に設置されることから、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。なお、津波荷重（津波波力）は、津波時の静水圧、流水圧及び流水の摩擦による推力を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

1号炉取水槽流路縮小工に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋余震荷重

(4) 屋外排水路逆止弁

屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は，図3～図5に示す屋外排水路逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するが，敷地地下に設置されることから，「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため，津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため，「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

屋外排水路逆止弁に対しては，海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため，「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋津波荷重（静水圧）＋余震荷重

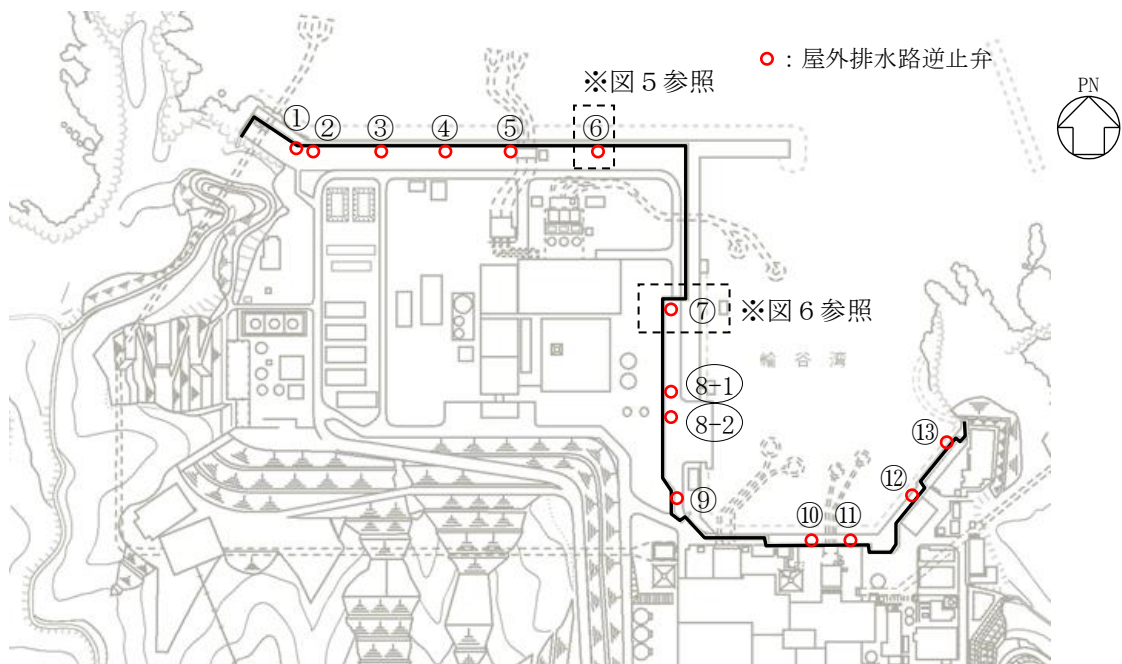


図3 屋外排水路逆止弁位置図

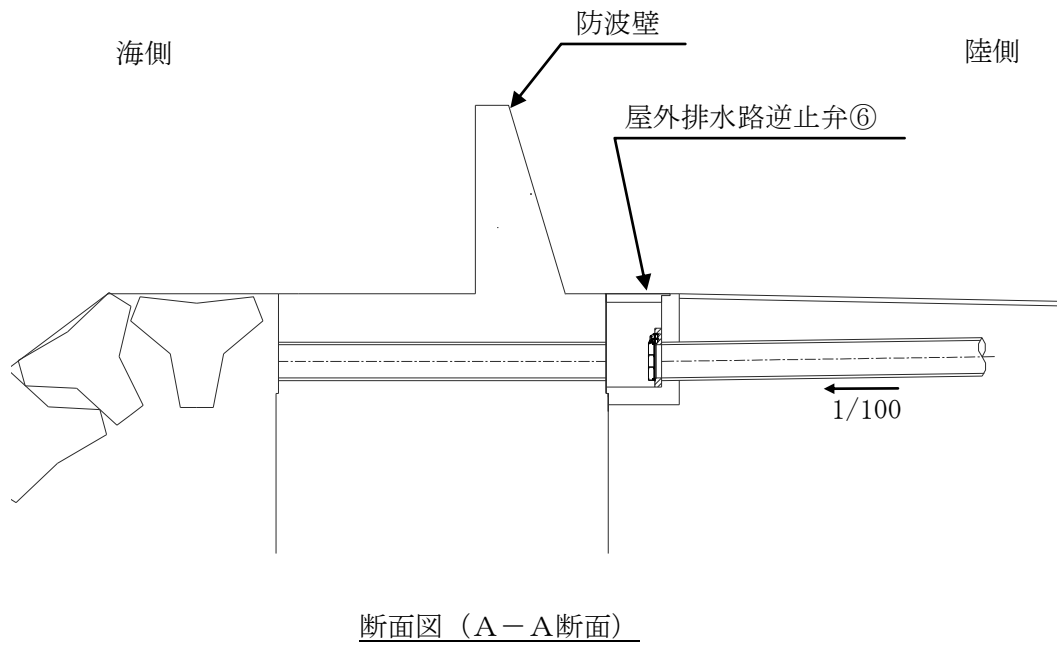
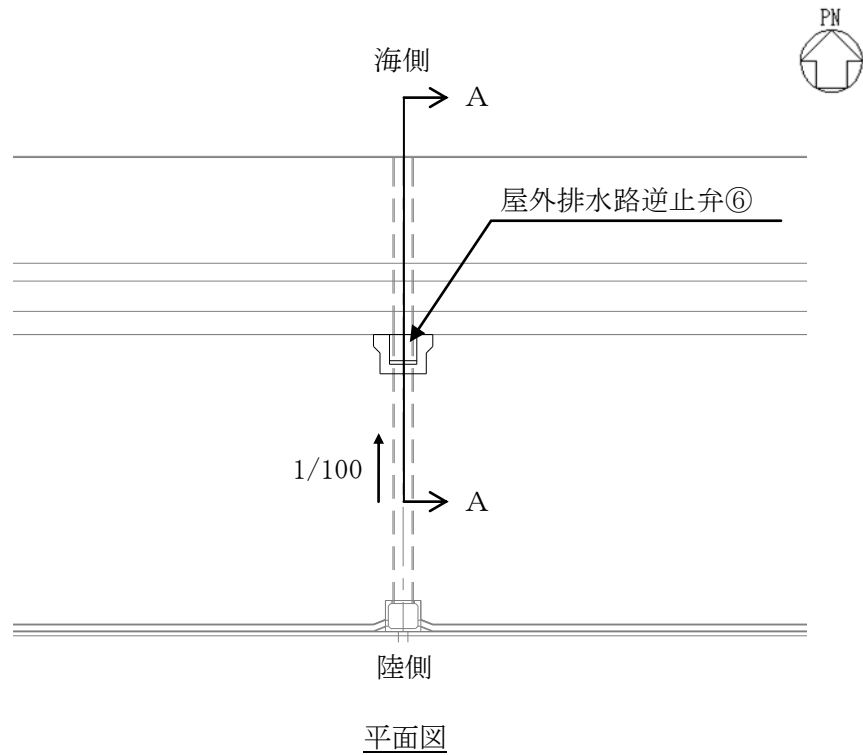
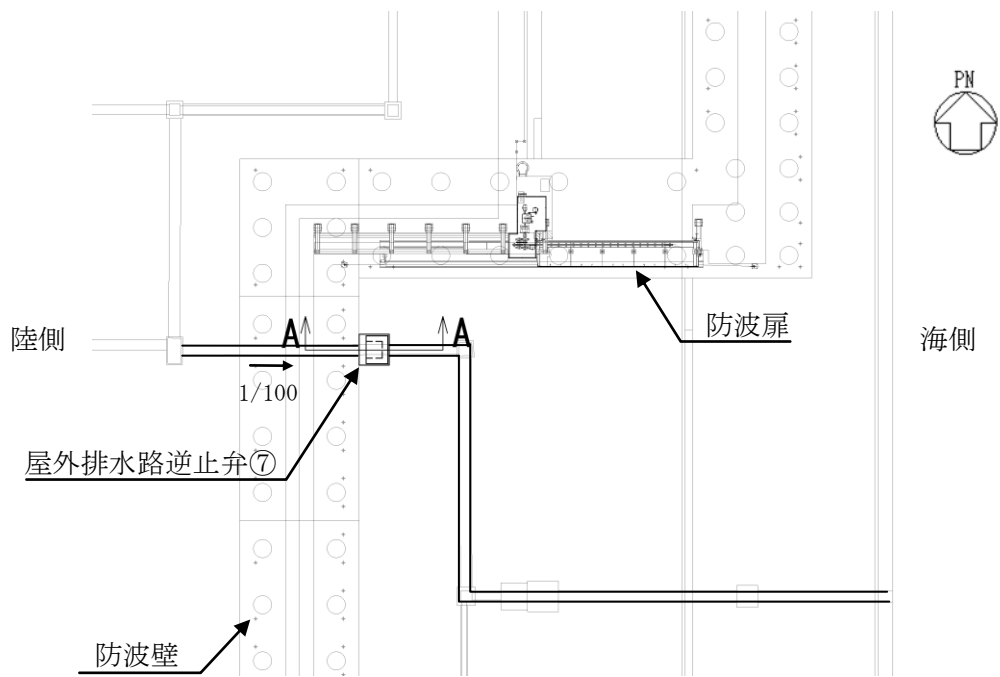
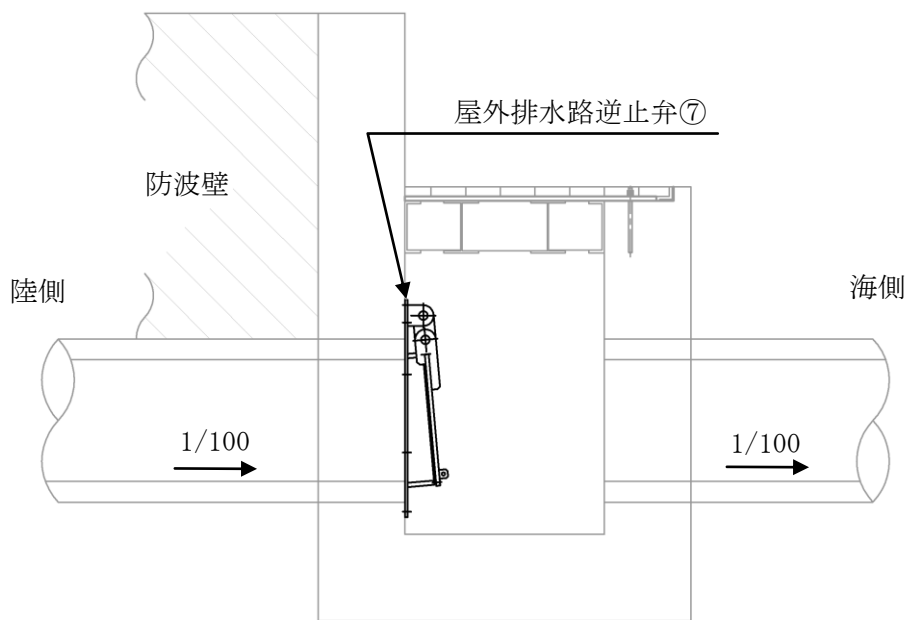


図4 屋外排水路逆止弁⑥配置図



平面図



断面図 (A-A断面)

图 5 屋外排水路逆止弁⑦配置図

(5) 防水壁

a. 除じん機エリア防水壁

除じん機エリアの防水壁の設計において考慮する荷重は、除じん機エリア防水壁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、除じん機エリア防水壁は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

海域活断層から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」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）

b. 復水器エリア防水壁

復水器エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、復水器エリア防水壁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋内に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重等の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

復水器エリア防水壁に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の

影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重+地震荷重 (S s)
- ・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧)
- ・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧) +余震荷重

(6) 水密扉

a. 除じん機エリア水密扉

除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、除じん機エリア水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造 (形状) 条件

屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、除じん機エリア水密扉は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

海域活断層から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」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重+地震荷重 (S s)
- ・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧)

b. 復水器エリア水密扉

復水器エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、復水器エリア水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造 (形状) 条件

屋内に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重等の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器

の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

復水器エリア水密扉に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(7) 床ドレン逆止弁

a. 取水槽床ドレン逆止弁

取水槽床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、取水槽床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、「積雪荷重」は考慮するが、敷地地下に設置されることから、「風荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり、波圧が鉛直上向きに作用する設備であるため、「動的荷重（突き上げ）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

取水槽床ドレン逆止弁に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（突き上げ）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（突き上げ）＋余震荷重

b. タービン建物床ドレン逆止弁

タービン建物床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、タービン建物床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋内に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重等の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

タービン建物床ドレン逆止弁に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(8) 貫通部止水処置

貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、貫通部止水処置の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋内又は屋外に設置するが、屋内に設置する設備は、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。屋外に設置する設備は、敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり、また、積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

屋内に設置する設備は、津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。屋外に設置する設備は、津波の波力の影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

貫通部止水処置に対しては、屋内に設置する設備は、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。屋外に設置する設備は、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(9) 隔離弁、ポンプ及び配管

隔離弁、ポンプ及び配管の設計において考慮する荷重は、隔離弁、ポンプ及び配管の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋内（配管ダクト内）又は屋外に設置するが、屋内に設置するものについては、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。屋外に設置するものについても、敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり、また、積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

海域活断層より想定される地震による津波が到達する部位については「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(10) 津波監視カメラ

津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、津波監視カメラの設置状況により以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」を考慮する。

b. 津波荷重の種別

津波の影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重は考慮不要である。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）

(11) 取水槽水位計

取水槽水位計の設計において考慮する荷重は、取水槽水位計の設置状況により以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するが、敷地地下に設置されることから、「風荷重」は考慮不要であり、積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

取水槽水位計に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋余震荷重

ここで、図6に津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の位置を示し、表2～表5に考慮する荷重及び荷重の組合せを示す。

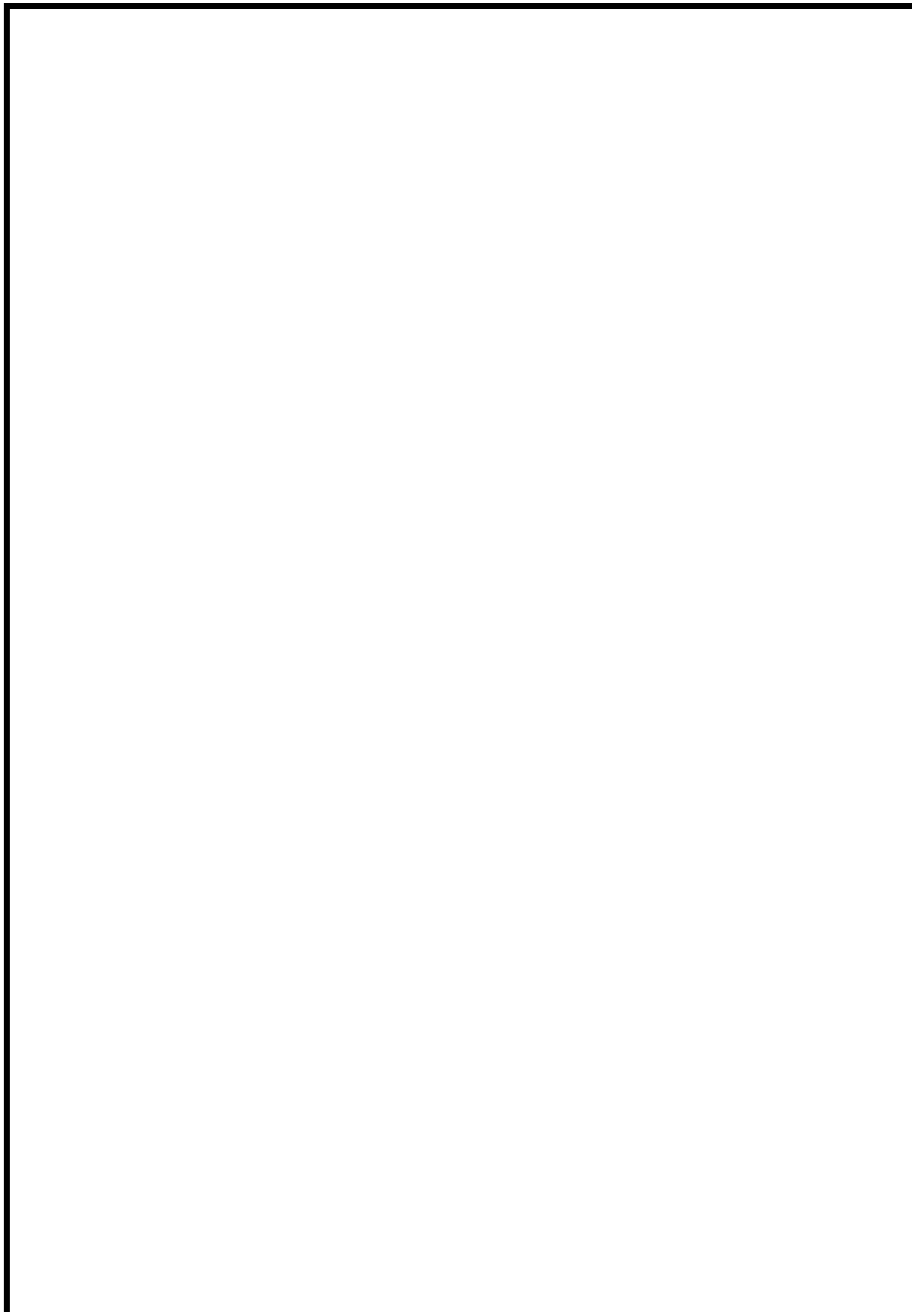
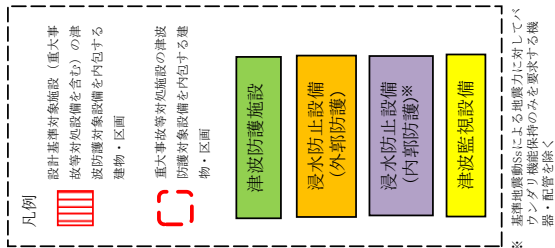


図 6 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の平面図

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 2 津波防護施設で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		その他自然現象による荷重※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※2	津波荷重			備考		
				自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的荷重	動的荷重(波力)	動的荷重(波力)		動的荷重(波力)	静水圧
津波防護施設	防波壁	屋外	常時荷重+地震荷重	○	○	○	○	○	○						
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力))	○	○	○	○			○					
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力)) +漂流物衝突荷重	○	○	○	○					○			
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力)) +漂流物衝突荷重	○	○	○	○					○			
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力)) +余震荷重	○	○	○	○					○			
			常時荷重+地震荷重	○	○	○	○								
	防波扉	屋外	常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力))	○	○	○	○					○			
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力)) +漂流物衝突荷重	○	○	○	○					○			
			常時荷重+地震荷重	○	○	○	○								
			防波壁・防波扉 防波壁通過路 防波扉及び1号 放水連絡通路 防波扉	○	○	○	○								
1号戸取水槽 流路縮小工	屋外 (水路部)	常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力))	○	○	○	○									
		常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力)) +余震荷重	○	○	○	○									

※1 その他自然現象による荷重(風荷重, 積雪荷重等)は設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する
 ※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所で考慮する(【参考】余震荷重の設定」を参照)

表3 浸水防止設備（外郭防護）で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	津波波源	常時		その他自然現象による荷重※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※2	津波荷重			備考	
					自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的荷重	(突き上げ) 動的荷重	静水庄		漂流物衝突荷重
浸水防止設備（外郭防護）	屋外排水路 逆止弁	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	—	○				○						
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄))	日本海 東縁部	○							○			
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄)) +余震荷重	海域 活断層	○							○			
除じん機工了 防水壁	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○					○						
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄))	日本海 東縁部	○								○			
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄)) +余震荷重	海域 活断層	○									○		
除じん機工了 水密扉	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○					○						
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄))	日本海 東縁部	○									○		
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄)) +余震荷重	海域 活断層	○										○	
床ドレン 逆止弁	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	—	○					○						
		常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (突き上げ))	日本海 東縁部	○									○		
		常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (突き上げ)) +余震荷重	海域 活断層	○										○	
貫通部 止水処置	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	—	○					○						
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄))	日本海 東縁部	○									○		
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水庄)) +余震荷重	海域 活断層	○										○	

※1 その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所で考慮する (「参考】余震荷重の設定」を参照)

表 4 浸水防止設備（内郭防護）で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		その他自然現象による荷重※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重※2	津波荷重			備考	
				自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的荷重	(波力)	動的荷重(突上り)		静水圧
浸水防止設備（内郭防護）	復水器エリア 防水壁	屋内	常時荷重+地震荷重	○				○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する	
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○								○		
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○				○
	復水器エリア 水密扉	屋内	常時荷重+地震荷重	○					○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○									○	
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○				
	床トレシ 逆止弁	屋内	常時荷重+地震荷重	○					○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○									○	
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○				
	貫通部 止水処置	屋内	常時荷重+地震荷重	○					○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○									○	
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○				
階離弁, ポンプ及び配管	屋内 (配管タクト内) 又は屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○					○						
		常時荷重+静的荷重（静水圧）	○									○		
		常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○					○

※1 その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する（【参考】余震荷重の設定（参照））

表 5 津波監視設備で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		その他自然現象による荷重 ※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※2	津波荷重			備考
				自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的(波力)荷重	動的(突き上げ)荷重	静水圧	
津波監視設備	津波監視カメラ	屋外	常時荷重+地震荷重	○	○	○	○	○					
	取水槽水位計	屋外 (敷地地下)	常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) + 余震荷重	○	○			○		○	○		

※1 その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する (「参考」余震荷重の設定」を参照)

基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について

1. はじめに

島根原子力発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を平面二次元津波シミュレーションより確認し、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す取水口に対する漂流物の影響の評価プロセスより、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物を抽出するとともに、既往の衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。

2. 基準類における衝突荷重算定式について

耐津波設計に係る工認審査ガイドにおいて挙げられている参考規格・基準類のうち、漂流物の衝突荷重または衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編（平成 14 年 3 月）」と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成 26 年）」であり、それぞれ以下のように適用範囲・考え方、算定式を示している。

①道路橋示方書・同解説 I 共通編（(社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月）

○適用範囲・考え方：

橋（橋脚）に自動車、流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突荷重を算定する式である。

○算定式：

$$\text{衝突力 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここに、P：衝突力（kN）

W：流送物の重量（kN）

v：表面流速（m/s）

②津波漂流物対策施設設計ガイドライン（沿岸技術研究センター，寒地研究センター，平成 26 年）

○適用範囲・考え方：

「漁港・漁場の施設の設計の手引き（全国漁港漁場協会 2003 年版）」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたものであり、漁船の他、車両・流木・コンテナにも適用されるが、支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより漂流物の進入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式である。

○算定式：

$$\text{船舶の衝突エネルギー } E = E_0 = W \times V^2 / (2g)$$

（船の回転により衝突エネルギーが消費される（1/4 点衝突）場合

$$E = E' = W \times V^2 / (4g)$$

ここに、 $W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times (D^2 L \gamma_w)$

W：仮想重量（kN）

W_0 ：排水トン数（kN）

W'：付加重量（kN）

D : 喫水 (m)

L : 横付けの場合は船の長さ, 縦付けの場合は船の幅 (m)

γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³)

これは, 鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤーロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり, 弾性設計には適さないものである。

3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例

安藤ら(2006)^{*1}によれば, 南海地震津波による被害を想定して高知港を対象に, 平面二次元津波数値シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い, 特に漂流物の衝突による構造物の被害, 道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い, 港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって, 漂流物の衝突力を算定しており, 船舶に対しては道路橋示方書を採用している。

※1 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討, 沿岸技術研究センター論文集, No. 6 (2006)

表-1 各施設の許容漂流速度

		選 定 式	対象施設		
			クレーン	水門	倉庫
車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
船舶	小型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超
	大型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s
木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s

4. 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文

道路橋示方書等の基準類以外でも、漂流物による衝突力評価に対する研究が複数存在している。以下に、これらの研究概要を例示するが、木材やコンテナ等を対象とした事例が多く、船舶の衝突を考慮した事例は少ない。

○適用範囲・考え方：

「平成 23 年度建築基準整備促進事業 40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」（東京大学生産技術研究所(2011)）では、「漂流物の衝突による建築物への影響の評価については、研究途上の段階であり、また、被害調査においても、被害をもたらした漂流物の詳細な情報を得ることは難しいため、既往の知見の検証は困難であった」としている。また、津波による漂流物が建築物に衝突する際の衝突力に関する研究を以下に示しているが、「対象としている漂流物は (a), (b), (d), (e)」が流木, (c), (d), (e) がコンテナである ((e) は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。) としている。

島根原子力発電所における漂流物としては、船舶を想定していることから評価式(a)~(e)については、その他の衝突荷重の算定式の適用性も踏まえて今後検討する。

○算定式(a) :

(a) 松富の評価式^{※2}

津波による円柱形上の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_m = 1.6 \cdot C_{MA} \cdot \{ v_{A0} / (gD)^{0.5} \}^{1.2} \cdot (\sigma_f / \gamma L)^{0.4} \cdot (\gamma D^2 L)$$

ここに, F_m : 衝突力

C_{MA} : 見かけの質量係数

(段波・サージでは 1.7, 定常流では 1.9)

v_{A0} : 流木の衝突速度

D : 流木の直径

L : 流木の長さ

σ_f : 流木の降伏応力

γ : 流木の単位体積重量

g : 重力加速度

※2 松富英夫(1999) 流木衝突力の実用的な評価式と変化特性, 土木学会論文集, No621, pp. 111-127

○算定式(b) :

(b) 池野らの評価式^{※3}

円柱以外にも角柱, 球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_H = S \cdot C_{MA} \cdot \{ (V_H / (g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})) \}^{2.5} \cdot (gM)$$

ここに, F_H : 漂流物の衝突力 (kN)

S : 係数 (5.0)

C_{MA} : 見かけの質量係数

(円柱横向き : 2.0 (2次元), 1.5 (3次元),

角柱横向き : 2.0~4.0 (2次元), 1.5 (3次元),

円柱縦向き : 2.0程度, 球 : 0.8程度)

V_H : 段波速度 (m/s)

D : 漂流物の代表高さ (m)

L : 漂流物の代表長さ (m)

M : 漂流物の質量 (t)

g : 重力加速度

※3 池野正明・田中寛好(2003) 陸上遡上波と漂流物の衝突力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 721-725

○算定式(c) :

(c) 水谷らの評価式^{※4}

津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。

$$F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + (WV_x / gdt)$$

ここに, F_m : 漂流衝突力 (kN)

dt : 衝突時間 (s)

η_m : 最大遡上水位 (m)

ρ_w : 水の密度 (t/m^3)

B_c : コンテナ幅 (m)

V_x : コンテナの漂流速度 (m/s)

W : コンテナ重量 (kN)

g : 重力加速度

※4 水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史 (2005) エプロン上のコンテナに作用する津波波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 741-745

○算定式(d) :

(d) 有川らの評価式^{※5}

コンクリート構造物に鋼構造物 (コンテナ等) が漂流衝突する際の衝突力を次式の通り提案している。

$$F = \gamma_p \chi^{2/5} \{ (5/4)m \}^{3/5} v^{6/5}$$

$$\chi = \{ 4\sqrt{a} / 3\pi \} \{ 1 / (k_1 + k_2) \}$$

$$k = (1 - \nu^2) / (\pi E)$$

$$m = (m_1 m_2) / (m_1 + m_2)$$

ここに, F : 衝突力

a : 衝突面半径の 1/2 (コンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4)

E : ヤング率 (コンクリート板)

ν : ポアソン比

m : 質量

v : 衝突速度

γ_p : 塑性によるエネルギー減衰効果 (0.25)

m や k の添え字は衝突体と被衝突体を示す。

※5 有川太郎・大坪大輔・中野史丈・下迫健一郎・石川信隆 (2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp. 846-850

○算定式(e) :

(e) FEMA の評価式^{※6}

漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、以下の式を一例として示している。

$$F_i = 1.3u_{\max}\sqrt{\{km(1+c)\}}$$

ここに、 F_i : 衝突力 (kN)

u_{\max} : 最大流速 (m/s)

m : 漂流物の質量

c : 付加質量係数

k : 漂流物の有効剛性 (kN/m²)

※6 FEMA (2012) Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646.

5. 基準津波の特性(流向・流速)

漂流物の衝突荷重算定に用いる流速は、津波の流速に支配されることから、漂流物の漂流速度として津波の流速を用いる。

平面二次元津波シミュレーション結果より、島根原子力発電所の津波防護施設に対して、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波における津波高さ及び流況（流向・流速）を確認した。

日本海東縁部に想定される地震による津波に対して入力津波高さは EL. +11.9m、海域活断層から想定される地震による津波に対して入力津波高さは EL. +4.2m である。

ここで、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面、並びに 1号放水連絡通路防波扉前面における、最大流速発生時の流況確認結果を表-2に示す。なお、1号放水連絡通路防波扉の設置高さは EL. +5.0m であり、海域活断層から想定される地震による津波は到達しないため、検討から除外する。

表-2 最大流速発生時の流況

	対象箇所 ^{※1}	基準津波 ^{※1}	流向 ^{※1}	最大流速 ^{※1}	発生時刻
日本海東縁部に想定される地震による津波	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波1 (防波堤あり)	南	9.0m/s	181分27.10秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波1 (防波堤なし)	南東	9.0m/s	192分40.85秒
	1号放水連絡通路防波扉前面	基準津波1 (防波堤なし)	南西	9.8m/s	192分55.35秒
海域活断層から想定される地震による津波	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波4 (防波堤あり)	南西	3.3m/s	5分47.25秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波4 (防波堤なし)	東・南東 ^{※2}	2.4m/s	7分22.30秒

※1 5条-別添1-添付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」参照

※2 代表として流向が東のケースについて、水位分布と流向・流速ベクトル図及び流速分布図を示す。

表-2に示す各対象箇所の最大流速発生時刻近傍（最大時刻，最大時刻前後30秒）における水位分布と流向・流速ベクトル図，及び最大流速発生時刻における流速分布図を図-1～20に示す。

【基準津波 1 (防波堤あり)_施設護岸港湾外防波堤前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

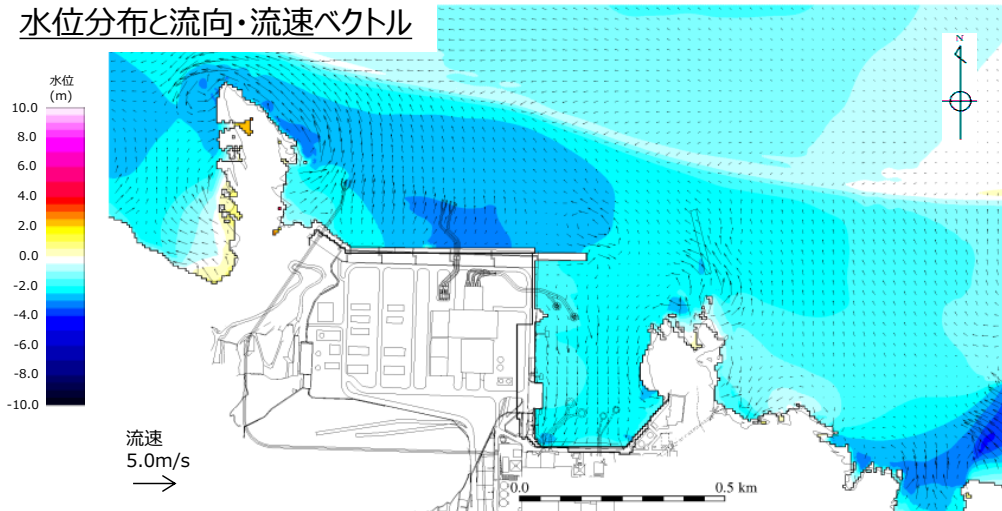


図-1 水位分布と流向・流速ベクトル(180分 57.10秒：最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

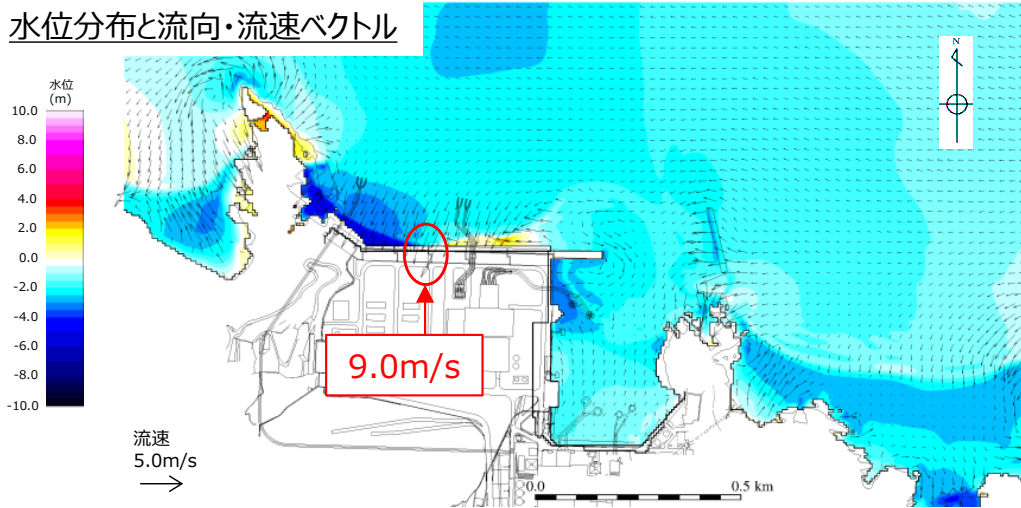


図-2 水位分布と流向・流速ベクトル(181分 27.10秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

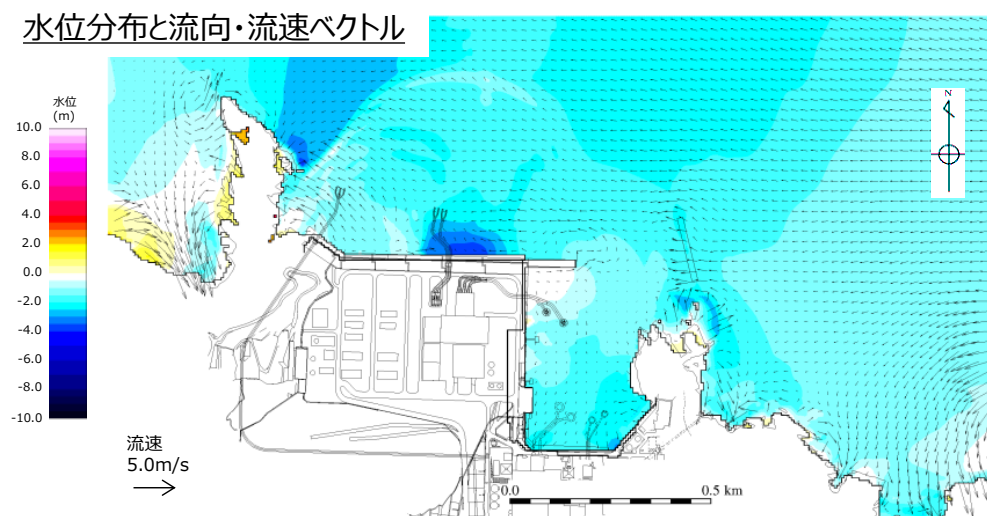


図-3 水位分布と流向・流速ベクトル(181分 57.10秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

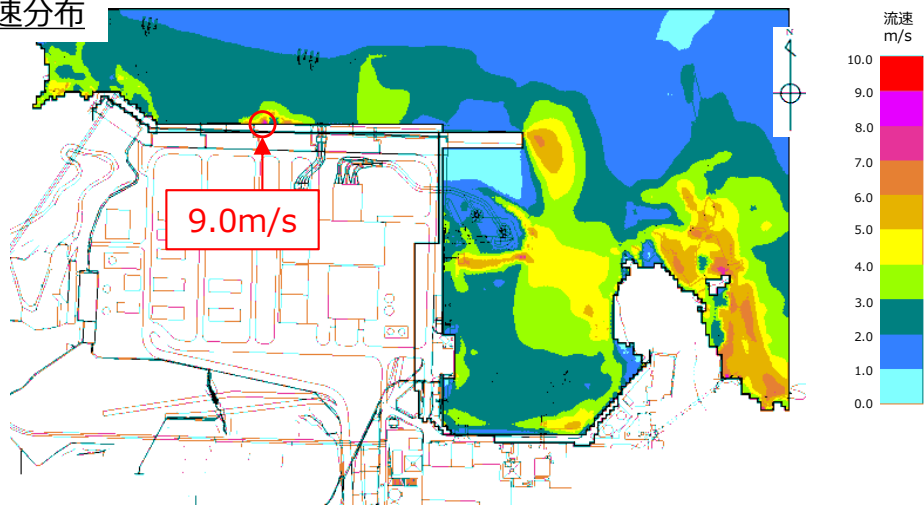


図-4 流速分布_南方向(181分27.10秒:最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

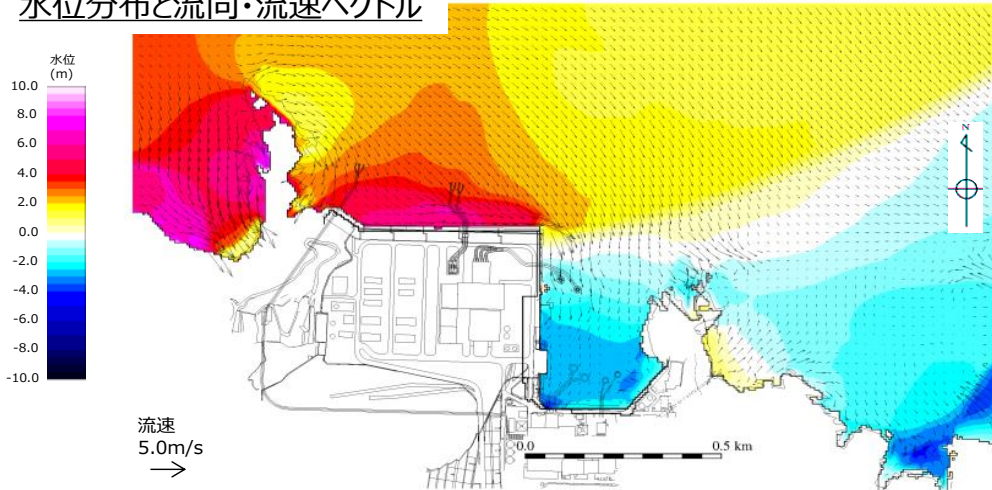


図-5 水位分布と流向・流速ベクトル(192分10.85秒:最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

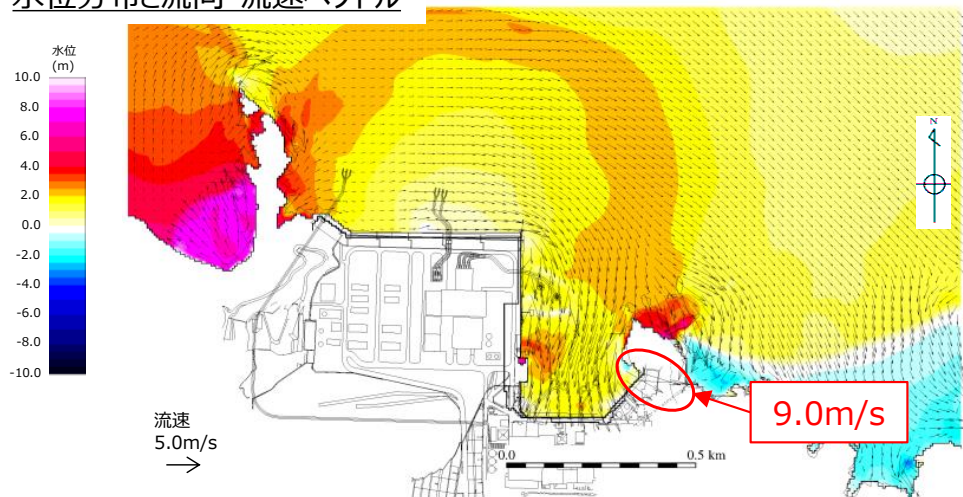


図-6 水位分布と流向・流速ベクトル(192分40.85秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

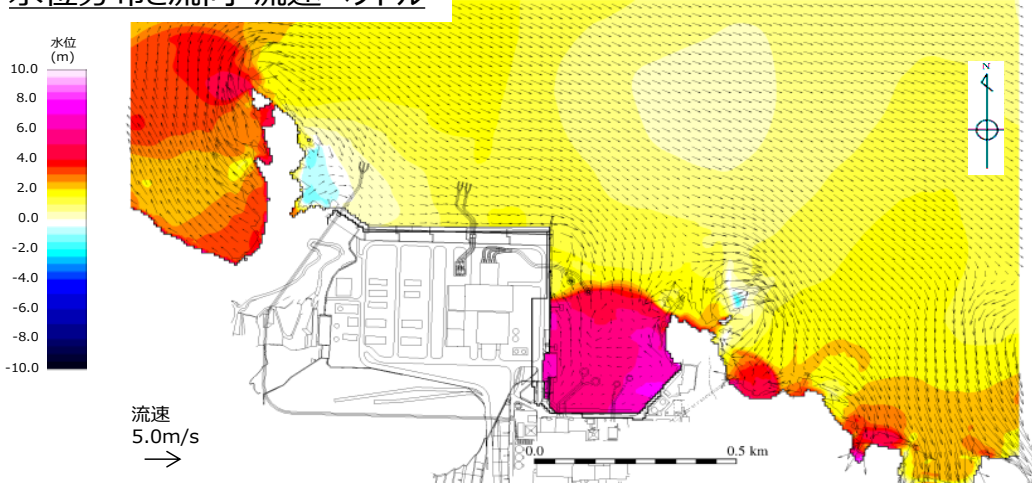


図-7 水位分布と流向・流速ベクトル(193分10.85秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

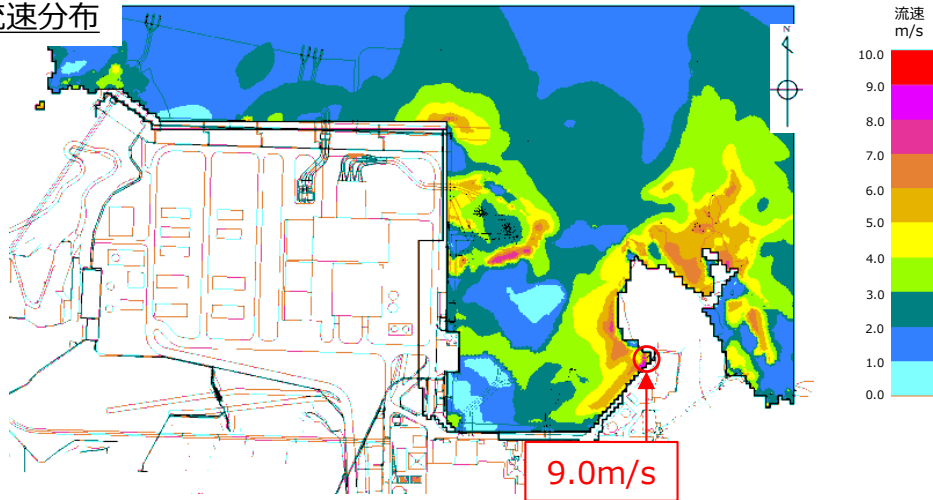


図-8 流速分布_南東方向(192分40.85秒：最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし)_1号放水連絡通路防波扉前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

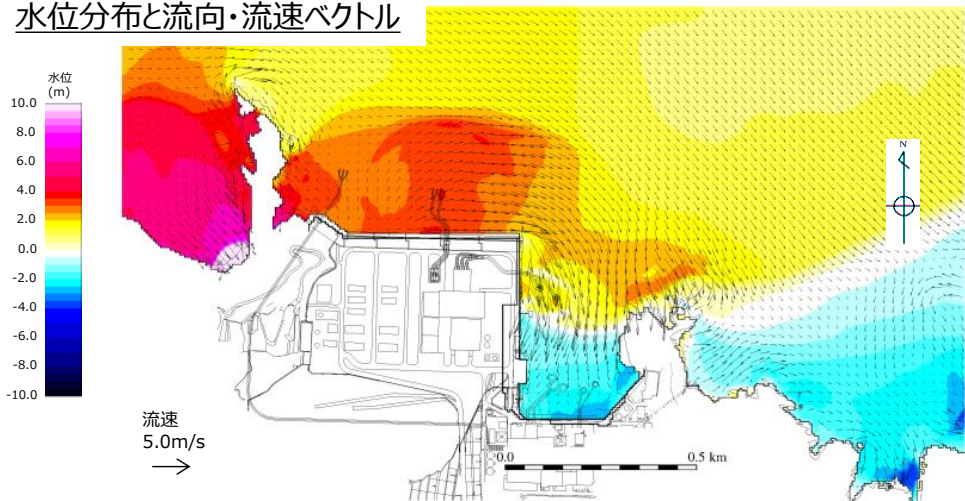


図-9 水位分布と流向・流速ベクトル(192分25.35秒：最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

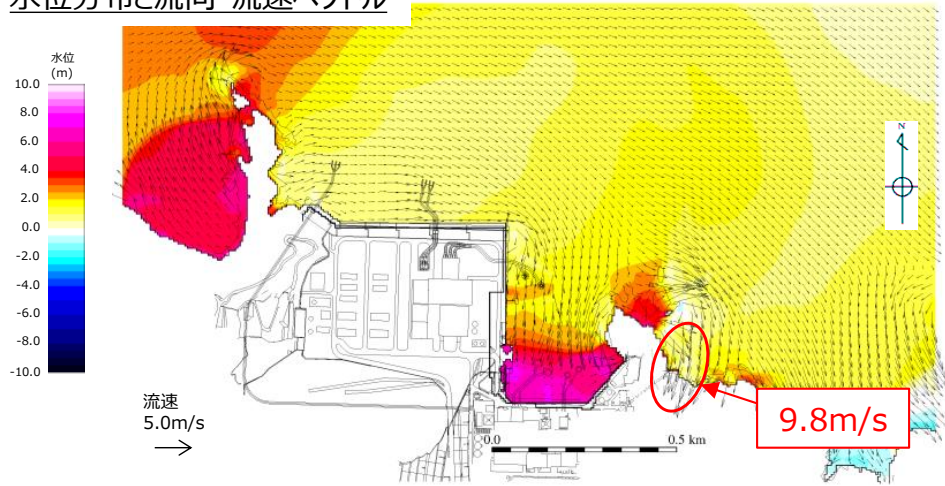


図-10 水位分布と流向・流速ベクトル(192分55.35秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

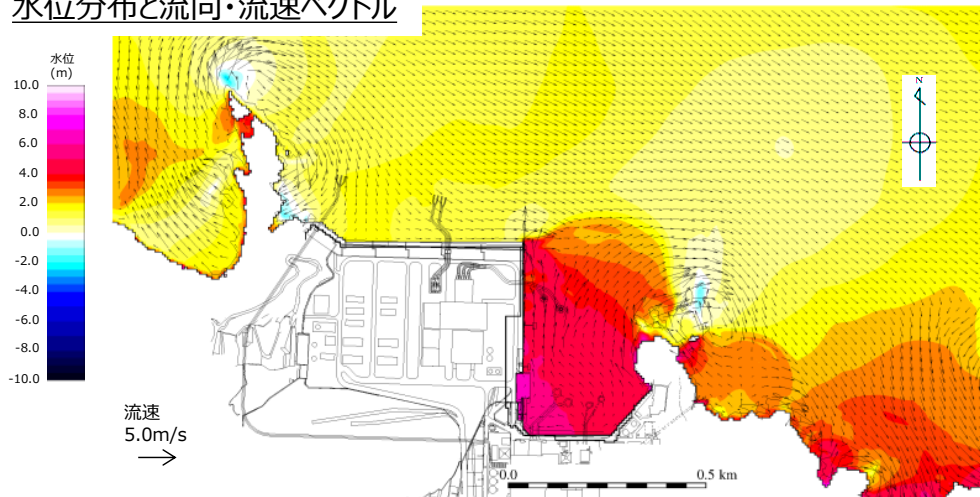


図-11 水位分布と流向・流速ベクトル(193分25.35秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

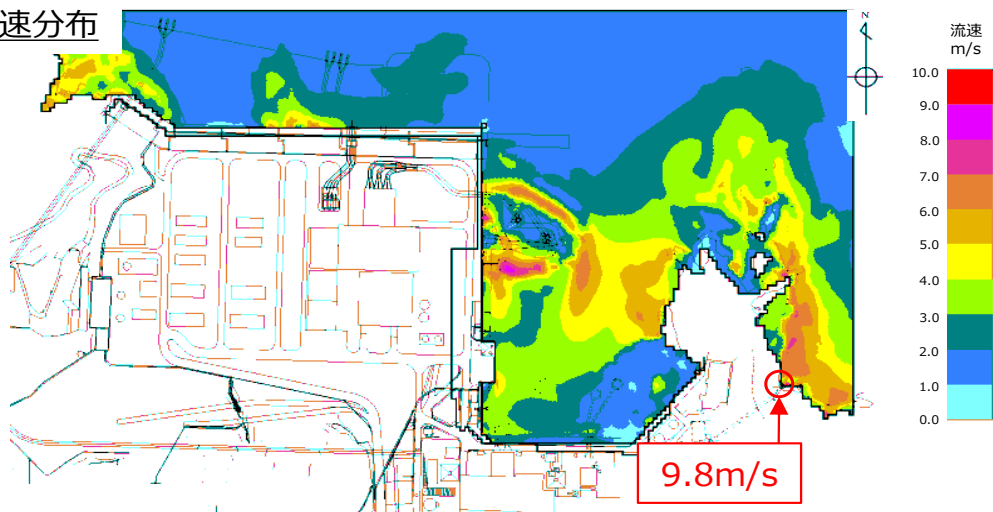


図-12 流速分布_南西方向(192分55.35秒：最大流速発生時刻)

【基準津波 4(防波堤あり)_施設護岸港湾外防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

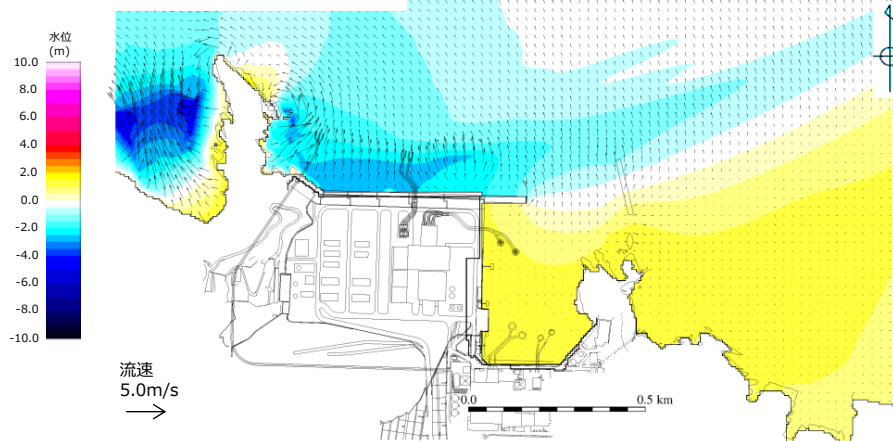


図-1 3 水位分布と流向・流速ベクトル(5分 17.25秒：最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

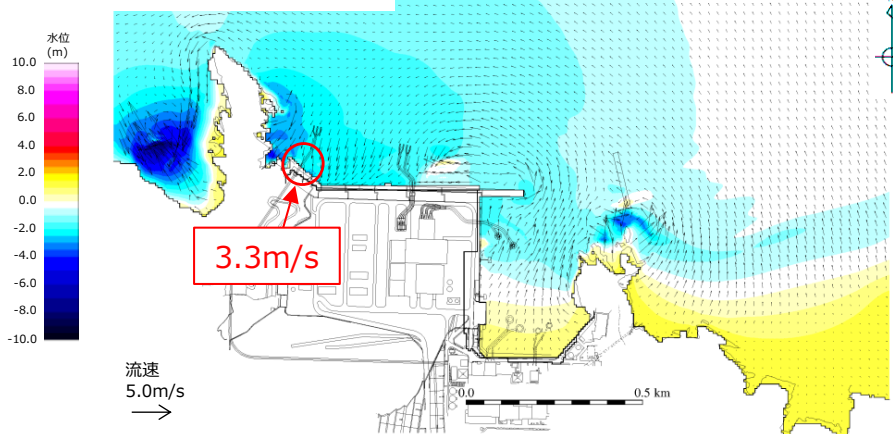


図-1 4 水位分布と流向・流速ベクトル(5分 47.25秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

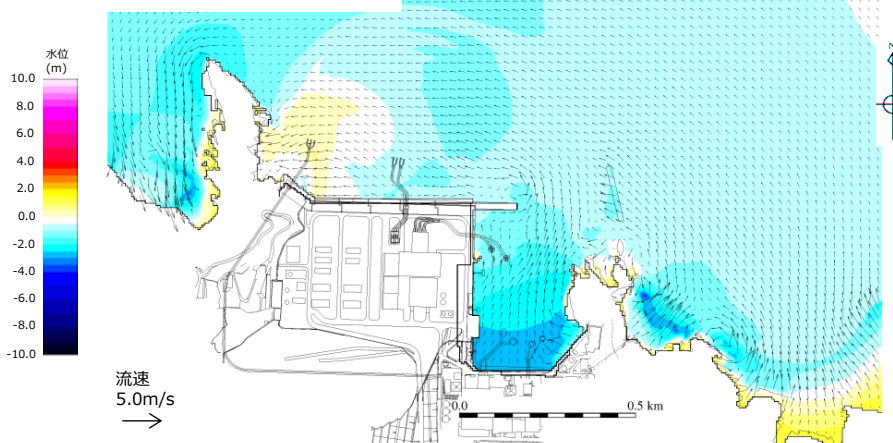


図-1 5 水位分布と流向・流速ベクトル(6分 17.25秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

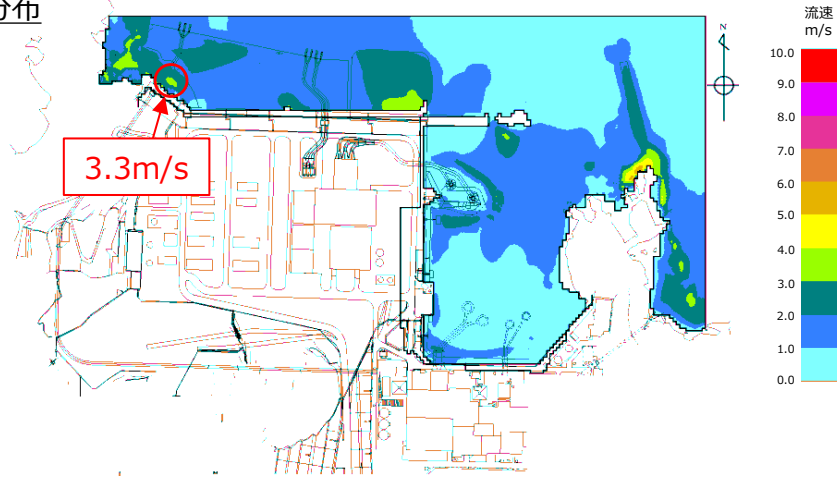


図-16 流速分布_南西方向(5分47.25秒:最大流速発生時刻)

【基準津波4(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

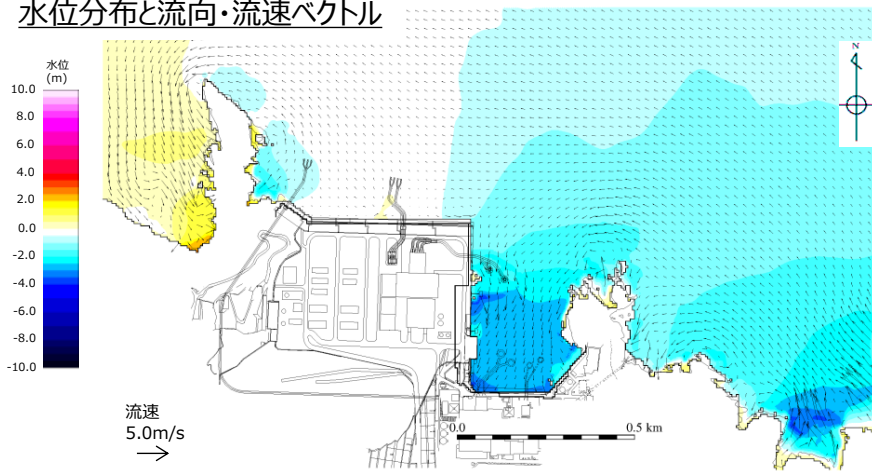


図-17 水位分布と流向・流速ベクトル(6分52.30秒:最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

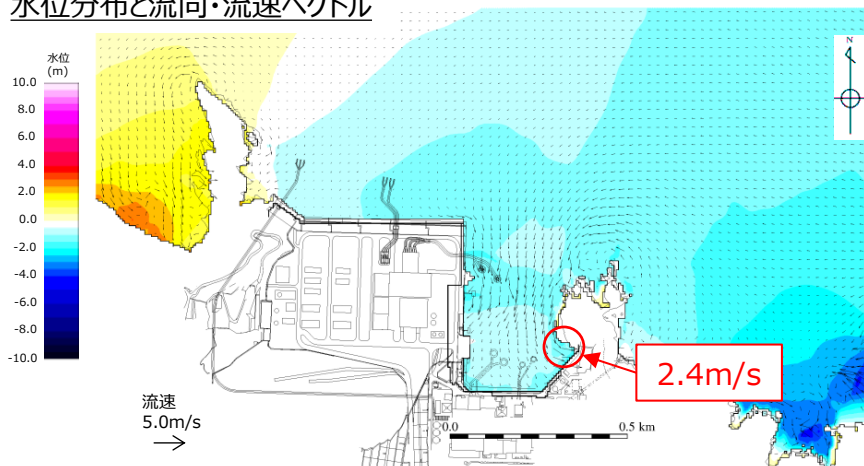


図-18 水位分布と流向・流速ベクトル(7分22.30秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

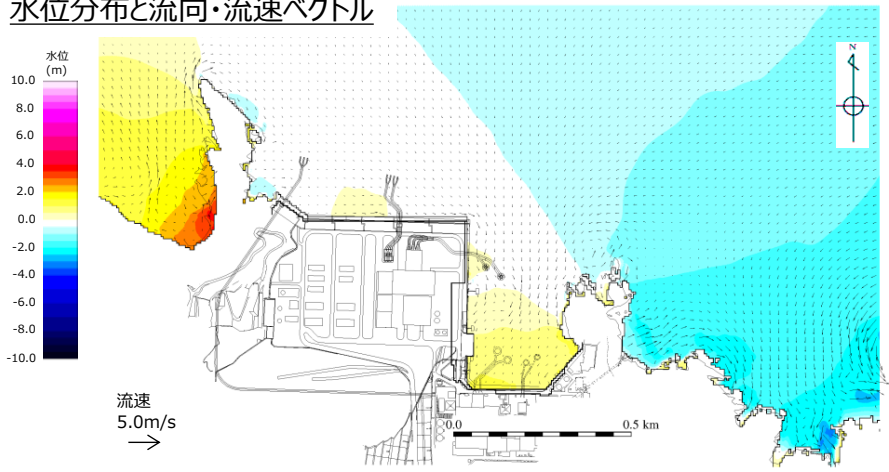


図-19 水位分布と流向・流速ベクトル(7分 52.30 秒：最大流速発生時刻+30 秒)

流速分布

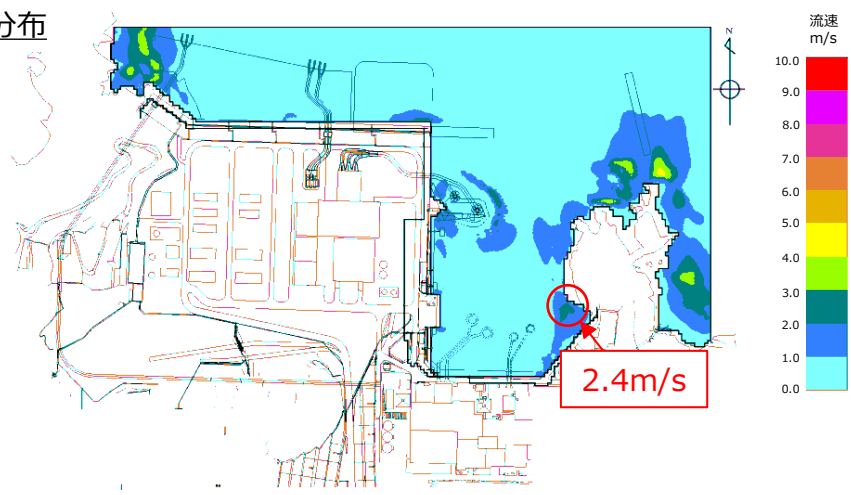
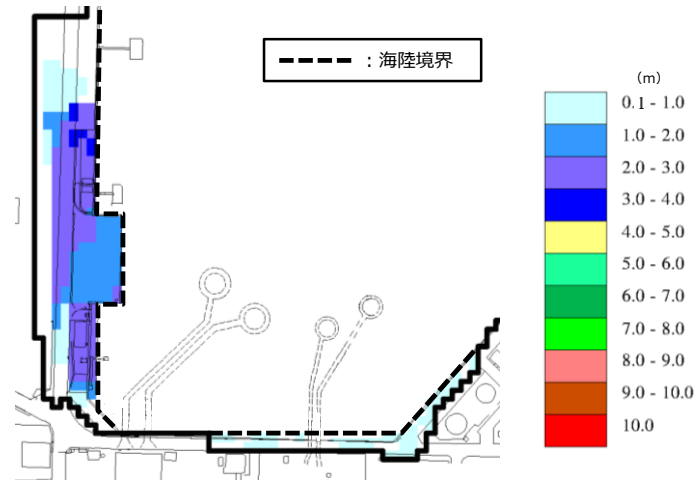


図-20 流速分布_東方向(7分 22.30 秒：最大流速発生時刻)

また、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、保守的に荷揚場周辺を沈下（防波壁前面を一律1m沈下させる）させた場合の荷揚場付近の最大浸水深分布*を図-21に示す。

荷揚場周辺における流速評価結果を表-3に示しており、遡上域における最大流速を示す地点における8.0m/sを超える時間は極めて短い（1秒以下である）が、最大流速は11.9m/s*が確認された。

※5条-別添1-添付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」参照

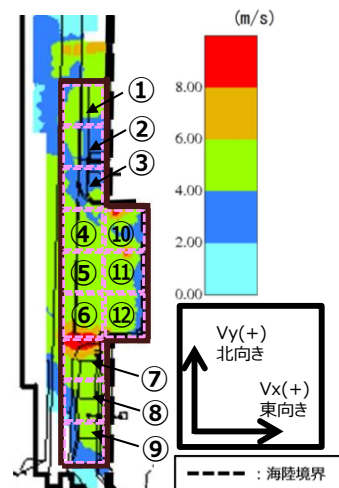


基準津波1（防波堤無し）

図-21 荷揚場付近の最大浸水深分布

表-3 荷揚場周辺における流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ($\sqrt{Vx^2+Vy^2}$)
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3



(切上げの関係で値があわない場合がある)

6. 漂流物の配置位置及び種類等

津波防護施設に考慮する漂流物について、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波、各々について、漂流物の津波防護施設への到達可能性評価を踏まえ選定した対象漂流物及びその設置位置を表-4、図-22及び図-23に示す。また、津波防護施設における漂流物配置を図-24に示す。

漂流物の津波防護施設への到達可能性については、「2.5.2(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」参照。

表-4 抽出した漂流物一覧

津波防護施設	津波波源	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波	備考
輪谷湾内に面する津波防護施設 対象： 波返重力擁壁（輪谷部）、逆T擁壁、多重鋼管杭式擁壁、防波扉		対象：キャスク取扱収納庫*、0.7トン漁船 種類：鋼製構造物（鋼製）、船舶（FRP製） 質量：約4.3t、約2t	対象：10トン作業船*、0.7トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t、約2t	・日本海東縁部に想定される地震による津波については、荷揚場設備のうち、最大であるキャスク取扱収納庫及び漁船を選定した。 ・海域活断層から想定される地震による津波については、輪谷湾内で作業する作業船及び漁船を選定した。
外海に面する津波防護施設 対象： 波返重力擁壁（北側）、1号放水連絡通路防波扉		対象：3トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約9t	対象：10トン作業船*、3トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t、約9t	・日本海東縁部に想定される地震による津波については、発電所から500m以内で操業する漁船のうち、最大である総トン数3トンの漁船を選定した。 ・海域活断層から想定される地震による津波については、作業船及び発電所から500m以内で操業する漁船のうち、最大である総トン数10トンの作業船及び総トン数3トンの漁船を選定した。

※：必要に応じ対策等も踏まえ設定

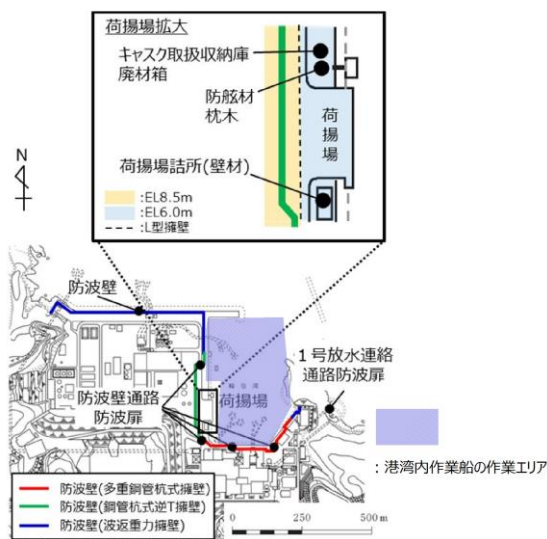


図-22 漂流物の配置（港湾内に面する津波防護施設に考慮する）

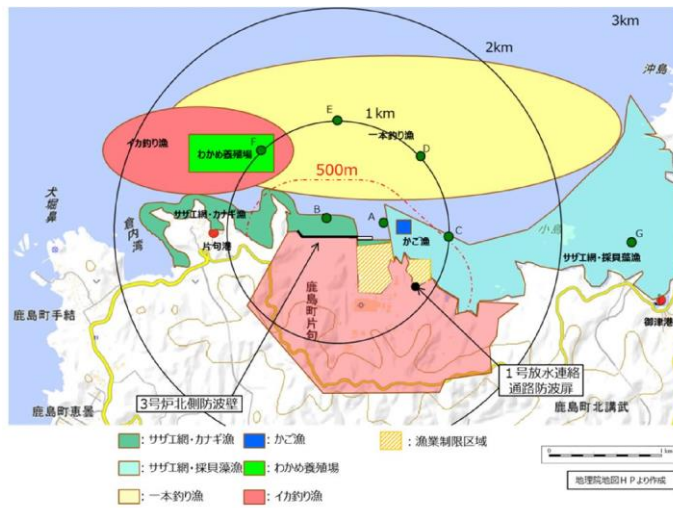
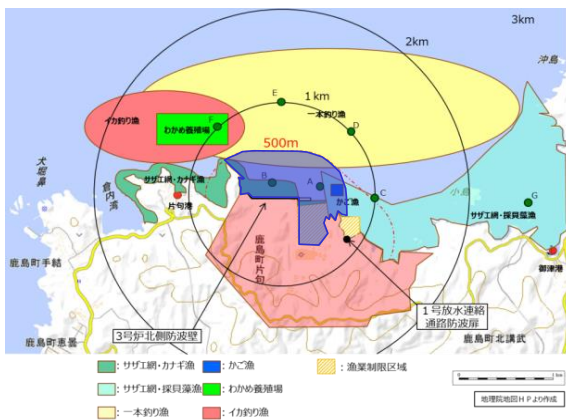
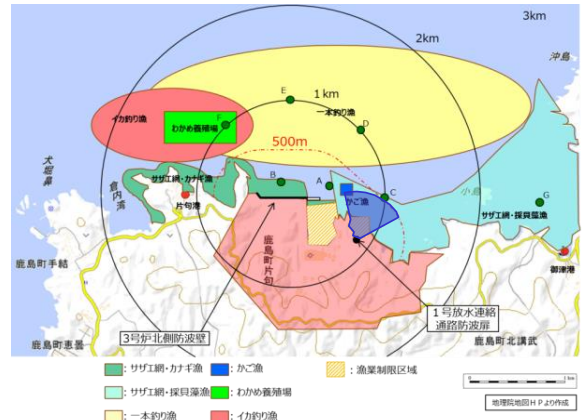


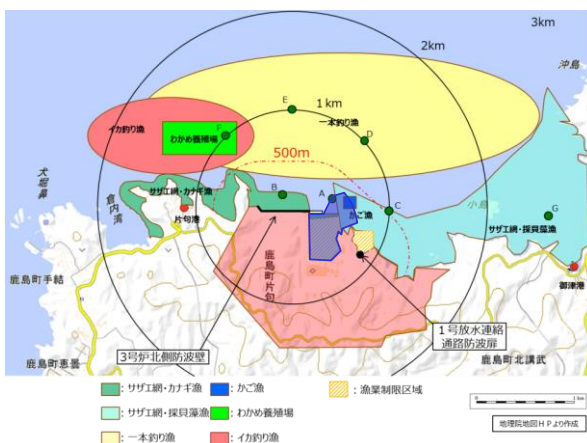
図-23 漂流物の配置 (外海に面する津波防護施設に考慮する)



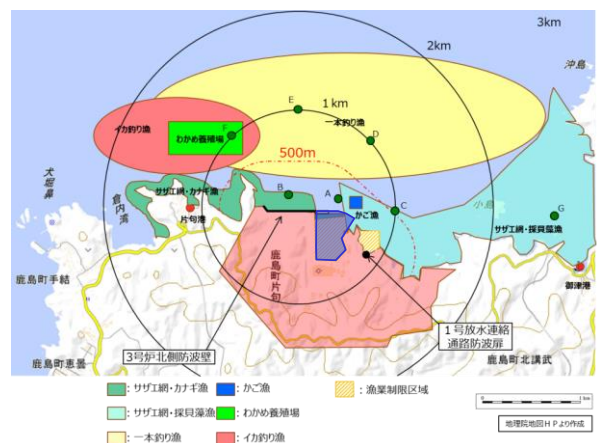
防波壁 (波返重力擁壁)



1号放水連絡通路防波壁



防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)



防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)

■ : 津波防護施設から500mの範囲

図-24 津波防護施設における漂流物配置

7. 既往の漂流物荷重算定式の整理

漂流物荷重算定式は、運動量理論に基づく推定式や実験に基づく推定式等があり、対象漂流物の種類や仕様により適用性が異なるため、既往の荷重算定式を整理した。ここで、表－5に算定式のとまとめ一覧を示す。

表－5 漂流物荷重算定式のとまとめ

	出典	種類	概要	算定式の根拠（実験条件）
①	松富ほか(1999)	流木	津波による流木の衝突力を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験 ・衝突荷重に関する空中での実験 水理模型実験及び空中衝突実験において、流木(植生林ではない丸太)を被衝突体の前面(2.5m以内)に設置した状態で衝突させている。
②	池野・田中(2003)	流木	円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/100の模型実験)受圧板を陸上構造物と想定し、衝突体を受圧板前面80cm(現地換算80m)離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺(1/100)を考慮した場合、現地換算で直径2.6～8mの仮定となる。
③	道路橋示方書(2002)	流木等	橋(橋脚)に自動車、流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突力を定めている。	漂流物が流下(漂流)してきた場合に、表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できる。
④	津波漂流物対策施設設計ガイドライン(2014)	漁船等	漁船の仮想重量と漂流物流速から衝突エネルギーを提案している。	「漁港・漁場の施設の設計の手引」(2003)に記載されている、接岸エネルギーの算定式に対し、接岸速度を漂流物速度とすることで、衝突エネルギーを算定。
⑤	FEMA(2012)	流木・コンテナ	漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、一例として評価式を示している。	「運動方程式に基づく衝突力方程式」非減衰系の振動方程式に基づいており、衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体としている。
⑥	水谷ほか(2005)	コンテナ	津波により漂流するコンテナの衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/75の模型実験)使用コンテナ:長さを20ftと40ft,コンテナ重量:0.2N～1.3N程度遡上流速:1.0m/s以下,材質:アクリル
⑦	有川ほか(2007)	流木・コンテナ	コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を提案している。	「接触理論に基づく推定式」(縮尺1/5の模型実験)使用コンテナ:長さ1.21m,高さ0.52m,幅0.49m衝突速度:1.0～2.5m/s程度,材質:鋼製

8. 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策

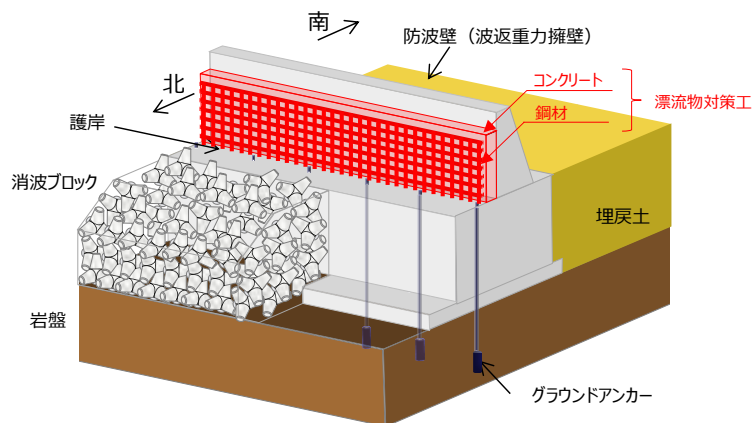
漂流物衝突荷重については、漂流物が津波と遭遇する位置が衝突荷重の大きさに関係することから、詳細設計段階において以下のとおり検討する。

- ・津波防護施設において対象とする漂流物は、漂流物調査結果及び対策等を踏まえて決定する。
- ・漂流物衝突荷重の算定に当たっては、漂流物の位置やソリトン分裂波・砕波の発生の有無等に応じて、漂流物衝突荷重の算定式や試験結果に基づく非線形構造解析を適切に選定する。
- ・漂流物衝突位置は防波壁の設計に用いる津波高さ（入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さ）を基本とするが、海域活断層から想定される地震による津波においては防波壁の設計に用いる津波高さ以下の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。

漂流物衝突荷重の影響により、津波防護施設の各部位の照査の結果、性能目標を維持できない場合は漂流物対策を講じる。

日本海東縁部に想定される地震による津波における漂流物対策として、漂流物衝突荷重を軽減・分散させること、又は漂流物衝突荷重を受け持つこと等が可能な漂流物対策工を設置する。

漂流物対策工は、図－25に示すように津波防護施設の前面にコンクリートや鋼材の設置を検討する（1号放水連絡通路防波扉については、連絡通路の閉塞を含めて検討する）。

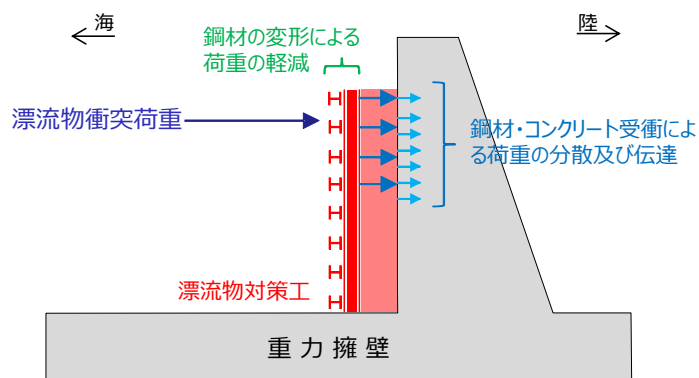


図－25 防波壁（波返重力擁壁）における漂流物対策工のイメージ

漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを表－6，図－26に示す。

表－6 漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズム

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部位（材質）
・漂流物の衝突荷重を軽減する。	・漂流物が衝突した際に，変形することにより衝突エネルギーを吸収する。	鋼材
・漂流物衝突荷重を受け持つ，又は分散して伝達する。	・漂流物衝突荷重を漂流物対策工の各部位が受衝することで，衝突荷重を受け持つ，又は背面部位に分散した荷重を伝達する。	鋼材 コンクリート
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する。	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで，津波防護施設まで到達・貫入しない。	鋼材 コンクリート



図－26 防波壁（波返重力擁壁）の漂流物対策工における荷重図

漂流物対策工の役割及び設計方針概要を以下に示す。

- ・津波防護施設本体の性能目標である「概ね弾性状態に留まること」を確保するため、漂流物対策工に表－6に記載の効果を期待することとし、漂流物対策工を津波防護施設の一部として位置づける。
- ・鋼材の性能目標として鋼材が破断しないこと、またコンクリートの性能目標としてコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。
- ・検討ケースは、荷重の組合せを考慮し、表－7のとおり実施する。

表－7 漂流物対策工の検討ケース

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重＋地震荷重
津波時	常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以深の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波＋余震時)	常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁(波返重力擁壁)のケーソン等については、海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※自然現象による荷重(風荷重及び積雪荷重)は設備の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

- ・詳細設計段階において、津波防護施設本体の性能目標を確保できるよう、漂流物対策工の仕様を決定する。

漂流物対策工は、漂流物衝突荷重の軽減に期待することから、漂流物対策工の構造的特徴に応じた衝突荷重や津波防護施設への影響を精緻に評価するため、3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価を実施する。

漂流物対策工における3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価の適用性について、審査実績を有する先行サイト(伊方3号炉、美浜3号炉)における衝突評価との比較を行った結果、表－8に示すとおり、解析手法及び衝突物の質量等に有意な差異はないことから、適用性があると判断する。

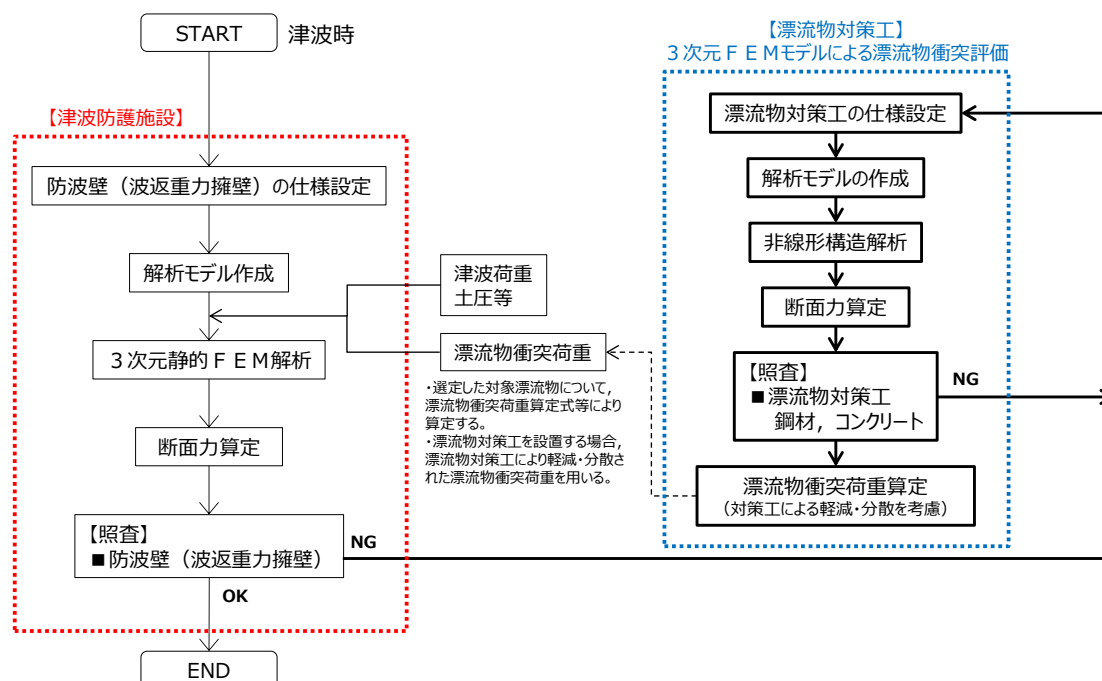
表－8 先行サイトとの比較結果

項目	島根2号炉 漂流物対策工	伊方3号炉 重油タンク	美浜3号炉 海水ポンプエリア 止水壁	先行サイトと島根2号炉との差異 及び島根2号炉への適用性	
				先行サイトと島根2号炉との差異	適用性
対象とする事象	津波時における 漂流物衝突検討	竜巻時における飛来 物衝突検討	地震時における移動 式クレーンブーム折損 による衝突検討	事象は異なるものの、衝突荷重による影響検討の ため、差異はない。	○
解析手法	非線形構造解析	非線形構造解析 (LS-DYNA)	非線形構造解析 (LS-DYNA)	同様な解析手法を用いるため、差異はない。	○
被衝突物	漂流物対策工 (鋼製及びコンクリート)	重油タンク (鋼製)	止水壁架構 (鋼製)	被衝突物の材質が一部異なるものの、使用する 解析手法は、鋼材だけでなくコンクリートにも適用 性があることから、島根2号炉への適用性はあると 判断する。	○
衝突物	船舶 (FRP)	鋼製材 (SS400)	クレーンブーム (WEL- TEN950RE)	衝突物の材質は異なるものの、使用する解析手 法は、鋼材だけでなく樹脂にも適用性があること から、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の質量	9t	135kg	36.2t	審査実績を有する衝突物の質量の範囲内に収 まっており、島根2号炉への適用性はあると判断す る。	○
衝突物の速度	10m/s	57m/s,38m/s	約30m/s	審査実績を有する衝突物の速度の範囲内に収 まっており、島根2号炉への適用性はあると判断す る。	○

※先行サイトの情報に係る記載内容については、会社資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

漂流物対策工を設置する津波防護施設は、3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価から得られた漂流物対策工により軽減・分散された漂流物衝突荷重を用いて、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。防波壁（波返重力擁壁）における漂流物対策工を設置する津波防護施設的设计フロー（例）を図－27に示す。

なお、漂流物対策工は、基準地震動 S_s に対して、構造強度を有することを確認する。



図－27 防波壁（波返重力擁壁）における
漂流物対策工を設置する津波防護施設的设计フロー（例）

9. 漂流物衝突荷重の設定方針の整理

設置変更許可段階においては、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を流況解析結果より確認し、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物を抽出するとともに、道路橋示方書を含む既往の様々な衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。

津波防護施設に対して考慮する漂流物について、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数3トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、入力津波高さを考慮し、荷揚場設備（キャスク取扱収納庫約4.3t）、作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数0.7トン）を選定した。

日本海東縁部に想定される地震による津波の津波特性として施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面で最大流速9.0m/s（流向：南東・南）、1号放水連絡通路防波扉前面で最大流速9.8m/s（流向：南西）となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速10.0m/sを用いる。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速11.9m/sが確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設における漂流物衝突荷重の評価には、流速11.9m/sを用いる。

海域活断層から想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内の防波壁前面で最大流速2.4m/s（流向：東・南東）、港湾外の防波壁前面で最大流速3.3m/s（流向：南西）となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速4.0m/sを用いる。

漂流物衝突荷重について、道路橋示方書を含む既往の算定式とその根拠について整理した。詳細設計段階において、選定した対象漂流物について、漂流物衝突荷重の算定式等の適用性を検討し、必要に応じ対策等も踏まえ漂流物衝突荷重を設定する。

漂流物衝突荷重の影響により、津波防護施設の各部位の照査の結果、性能目標を維持できない場合は漂流物対策工を設置する。漂流物対策工は、その構造的特徴等を踏まえ、3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価を実施し、仕様を決定する。また、漂流物対策工を設置する津波防護施設は、漂流物衝突評価から得られた漂流物対策工により軽減・分散された漂流物衝突荷重を用いて、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。

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

1. 規制基準における要求事項等

- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。

2. 検討方針

余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理し、図1の流れで検討を実施した。

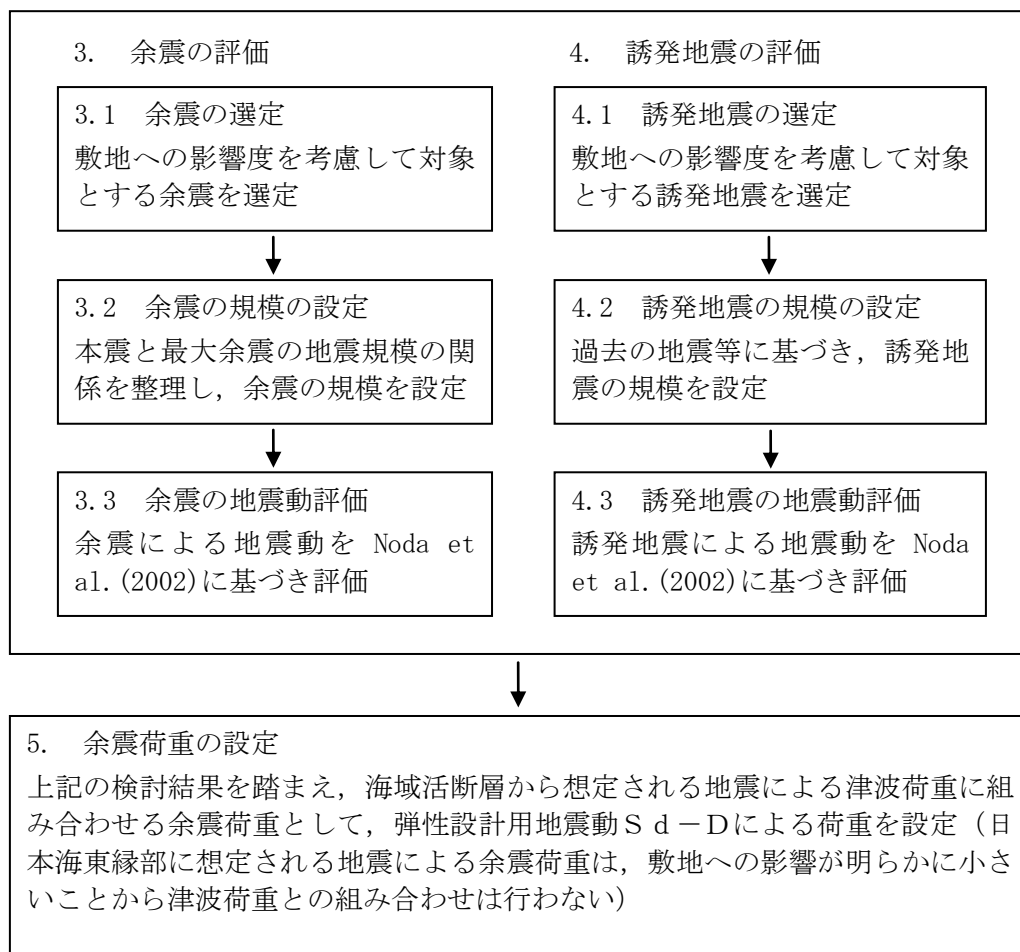


図1 余震荷重の検討フロー

3. 余震の評価

3.1 余震の選定

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする余震を選定する。島根原子力発電所における基準津波は、図2に示す「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」及び「海域活断層から想定される地震による基準津波4」である。このうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源位置は、敷地から600km以上の距離にあり、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が明らかに小さい。一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近く、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が考えられる。

以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う余震を選定する。

3.2 余震の規模の設定

余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、余震を考慮する基準津波4の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約10分以内であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が1時間程度以内の地震とした。対象とした地震の諸元及び震央分布を表1及び図3に示す。地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュード M_0 と最大余震のマグニチュード M_1 の関係から本震と余震のマグニチュードの差 D_1 は、図4のとおり、 $D_1 = M_0 - M_1 = 1.2$ として評価できる。余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し $D_1 = 0.9$ として余震の規模を想定する。

3.3 余震の地震動評価

基準津波4の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価するにあたり、表2及び図5に示す波源の諸元及び震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震の規模を設定した上で、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動 $S_d - D$ の応答スペクトルを比較して図6に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う余震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動 $S_d - D$ を下回っている。

4. 誘発地震の評価

4.1 誘発地震の選定

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする誘発地震を選定する。

過去に発生した誘発地震について、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）を対象に、余震活動の領域内の地震を除いた本震発生後24時間以内に発生したM6.5以上の内陸地殻内地震を確認すると、本震発生から約13時間後に長野県北部の地震（M6.7）が誘発地震として発生しており、それぞれの地震の震央位置は、図7に示すとおり約400km離れた位置関係になっている。

図8に示す国土地理院による2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後（2011年2月下旬～3月下旬）の地殻変動によると、誘発地震の長野県北部の地震（M6.7）の震央位置周辺に比べて、敷地周辺ではほとんど地殻変動は見られない。また、遠田（2011）において、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後の応力変化を検討し、近畿地方の変化量は概ね0.1bar以下と小さく、地震活動に目立った変化は見られないことから、「近畿の活断層への影響はごくわずか」としており、近畿地方よりもさらに西方の敷地周辺の活断層への影響もごくわずかと考えられる。なお、日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードが7.0以上の3地震（1964年新潟地震：本震M7.5 最大余震6.1, 1983年日本海中部地震：本震M7.7 最大余震6.1, 1993年北海道南西沖地震：本震M7.8 最大余震6.0）については、余震を含めたとしてもM6.5未満の地震しか発生していない。

基準津波のうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源は2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）より規模が小さく、その位置は図7に示すとおり敷地から600km以上の距離にあり、2011年東北地方太平洋沖地震とその誘発地震の位置関係よりも更に離れていることから、上記の地殻変動や応力変化を考慮すると、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられない。

一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、図7に示すとおり、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近いことから、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられる。

以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う誘発地震を選定する。

4.2 誘発地震の規模の設定

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では誘発地震の長野県北部の地震(M6.7)が発生したのは本震発生から約13時間後である。誘発地震を考慮する基準津波4の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯(最大でも地震発生から約10分以内)においてM6.8以上の誘発地震が発生することは考えにくい。保守的に基準地震動の評価において検討用地震に選定されなかった孤立した短い活断層による地震を対象とし、誘発地震の規模をM6.8に設定する。

4.3 誘発地震の地震動評価

基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震について、表3及び図9に示す孤立した短い活断層による地震を対象にM6.8の震源モデルを設定し、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動S_d-Dの応答スペクトルを比較して図10に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動S_d-Dを下回っている。

5. 余震荷重の設定

以上の検討結果から、基準津波1, 2, 3, 5及び6の波源である「日本海東縁部に想定される地震」については、その余震及び誘発地震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重に組み合わせる余震荷重を設定しない。また、基準津波4の波源である「海域活断層から想定される地震」については、その余震及び誘発地震の地震動評価結果を、全ての周期帯において弾性設計用地震動S_d-Dが十分に上回ることから、保守的にS_d-Dによる荷重を海域活断層から想定される地震による津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。

【参考文献】

- Noda, S. • K. Yashiro • K. Takahashi • M. Takemura • S. Ohno • M. Tohdo • T. Watanabe
(2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON
ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations Between Seismological
DATA and Seismic Engineering, Oct.16-18 Istanbul, pp.399-408
- 地震調査研究推進本部 (2016) : 大地震後の地震活動の見通しに関する情報
のあり方, 平成 28 年 8 月 19 日
- 国土地理院 (2011) : 平成 23 年 3 月の地殻変動について
- 遠田晋次 (2011) : 東北地方太平洋沖地震にともなう静的応力変化,
<http://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/events/110311tohoku/toda/index.html>
- 活断層研究会編 (1991) : [新編] 日本の活断層分布図と資料, 東京大学出版会

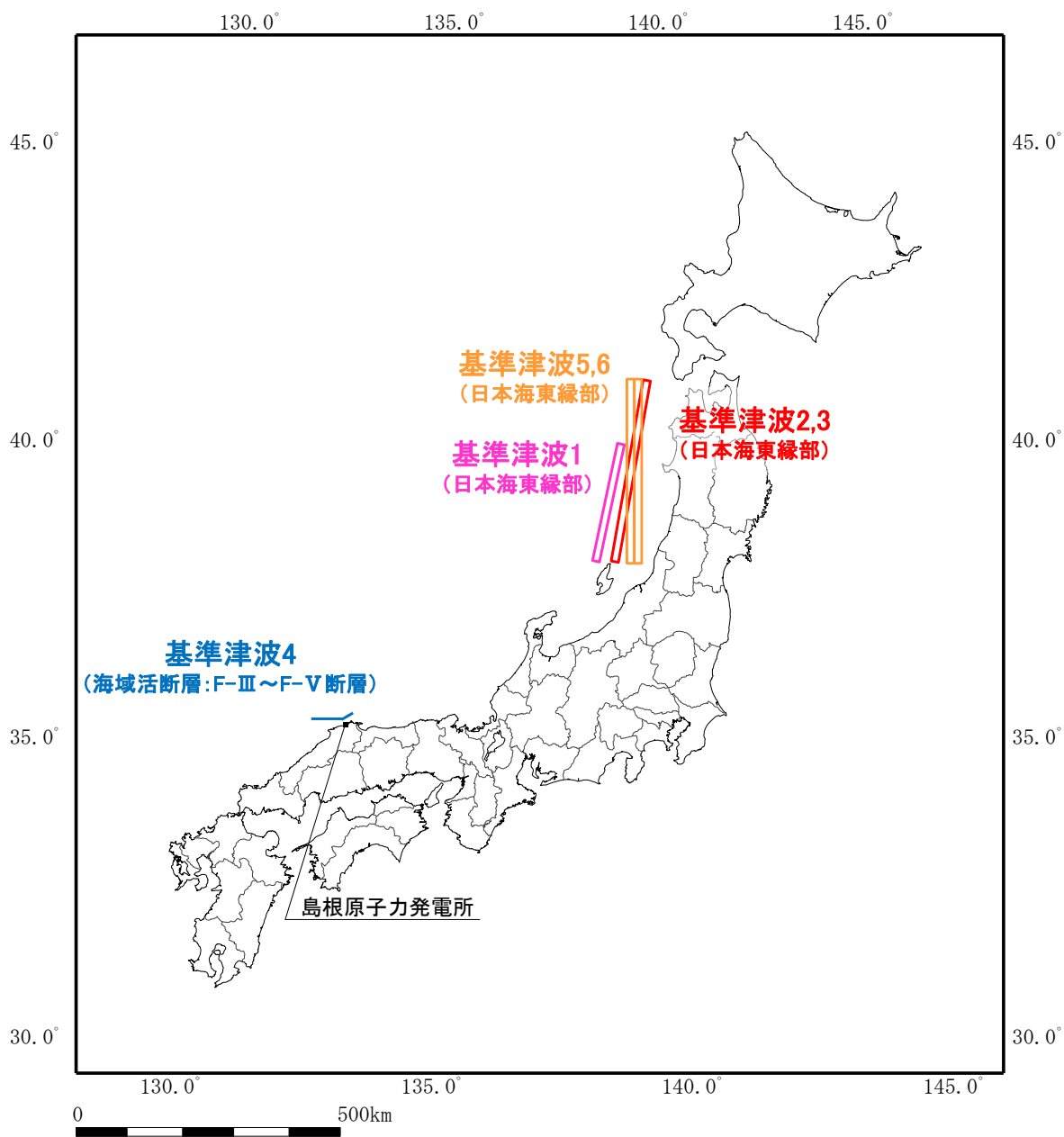


図2 島根原子力発電所と基準津波の波源

表1 過去の地震における本震と最大余震の関係 (M7.0 以上)

No.	発生年月日	震源	最大余震		
			本震 マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との 時間間隔
1	2003/9/26	十勝沖	8.0	7.1	1:18
2	2004/11/29	釧路沖	7.1	6.0	0:04
3	2006/11/15	千島列島東方	7.9	6.7 ^{※1}	1:12
4	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	0:37
5	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	0:12
6	2011/3/11	東北地方太平洋沖地震	9.0	7.6 ^{※1}	0:29
7	2012/12/7	三陸沖	7.3	6.6	0:13
8	2016/4/16	熊本地震	7.3	5.9	0:21

※1：気象庁による最新の震源情報を参照

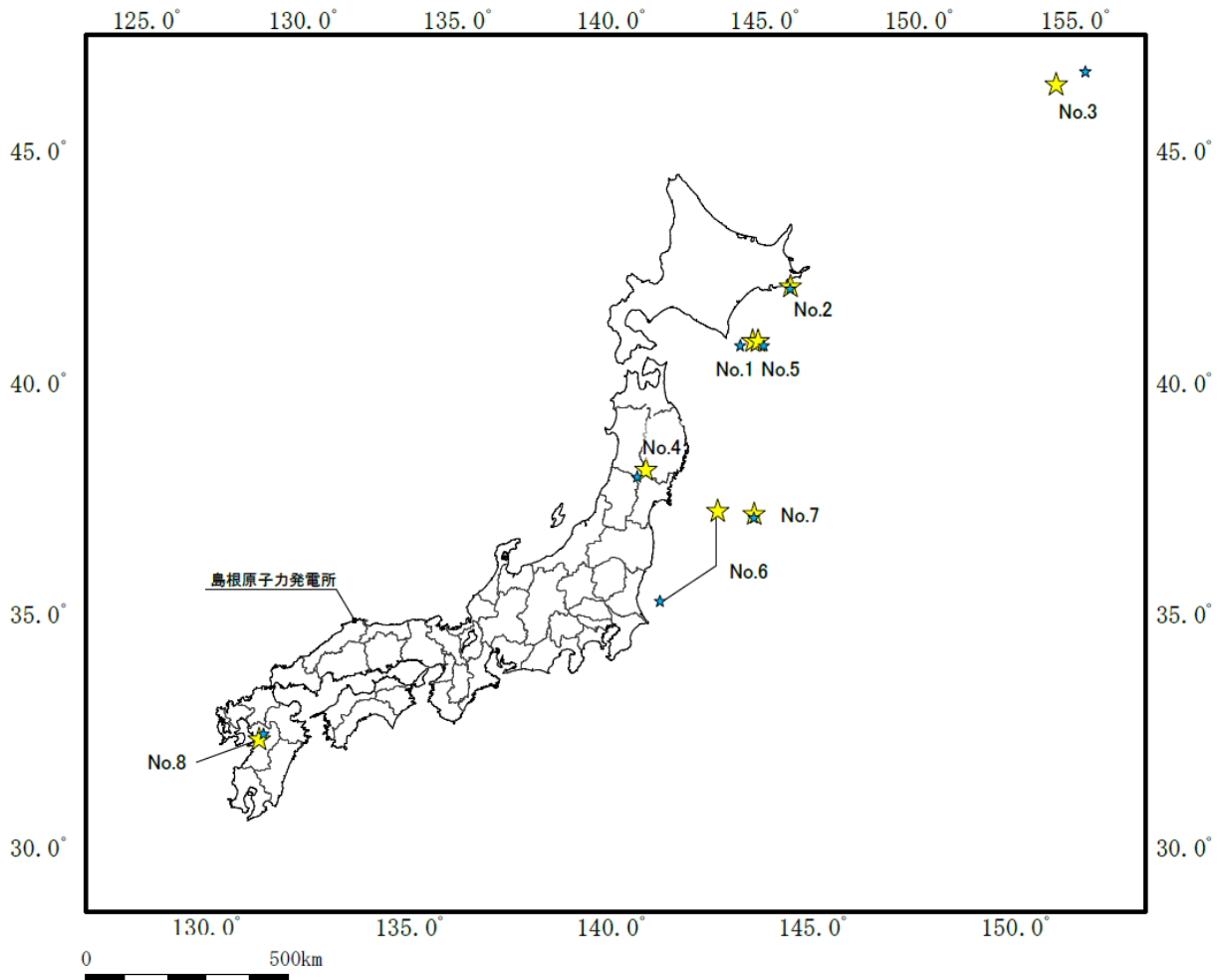


図3 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布 [本震 (★), 余震 (★)]

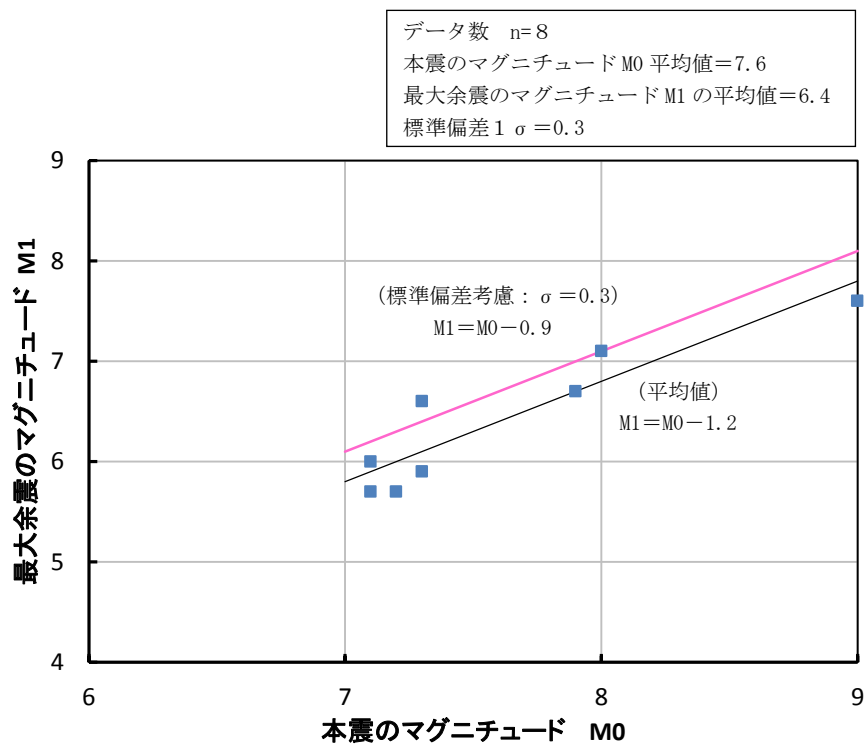


図4 本震と最大余震の地震規模の関係 (M7.0 以上)

表2 設定した余震の震源諸元

項目	設定値
本震のマグニチュード	7.6
余震のマグニチュード ^{※1}	6.7
等価震源距離 ^{※2} (km)	17.3

※1：本震と余震のマグニチュードの差D1を0.9として、余震のマグニチュードを評価
 ※2：図5に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002)に基づき等価震源距離を評価

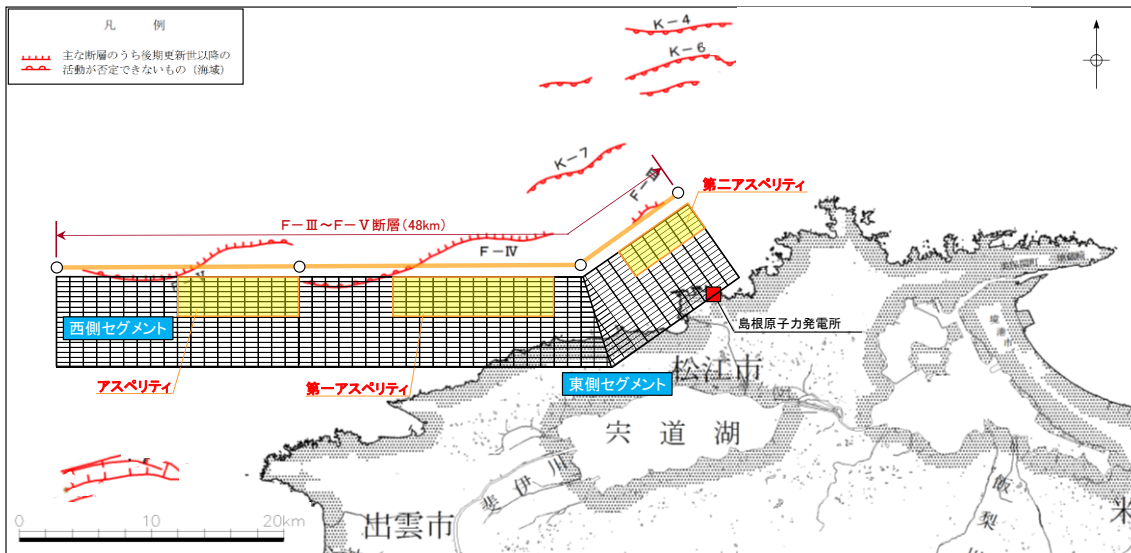


図5 基準津波4の波源に対する震源モデル

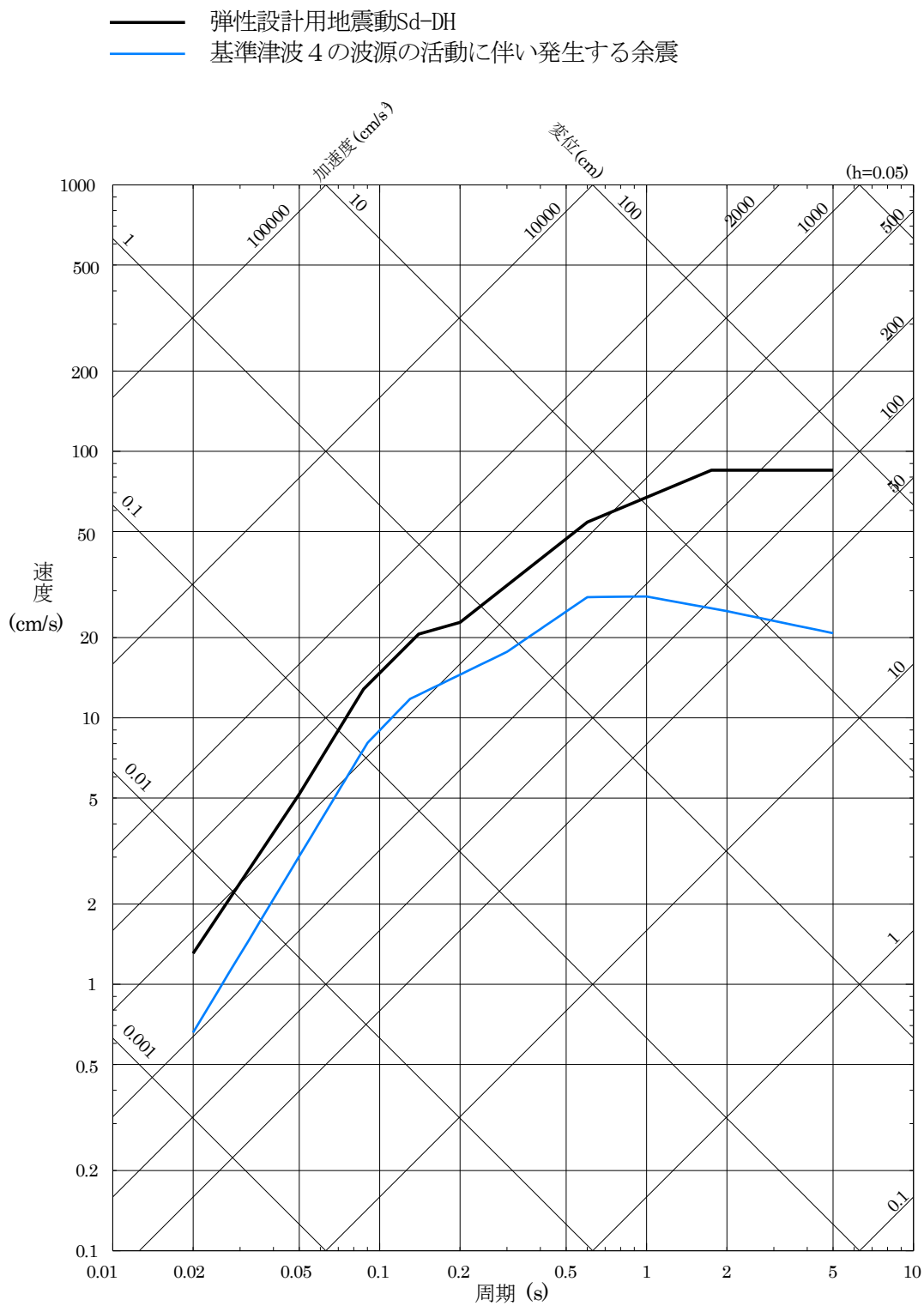


図6 (1) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較 (水平方向)

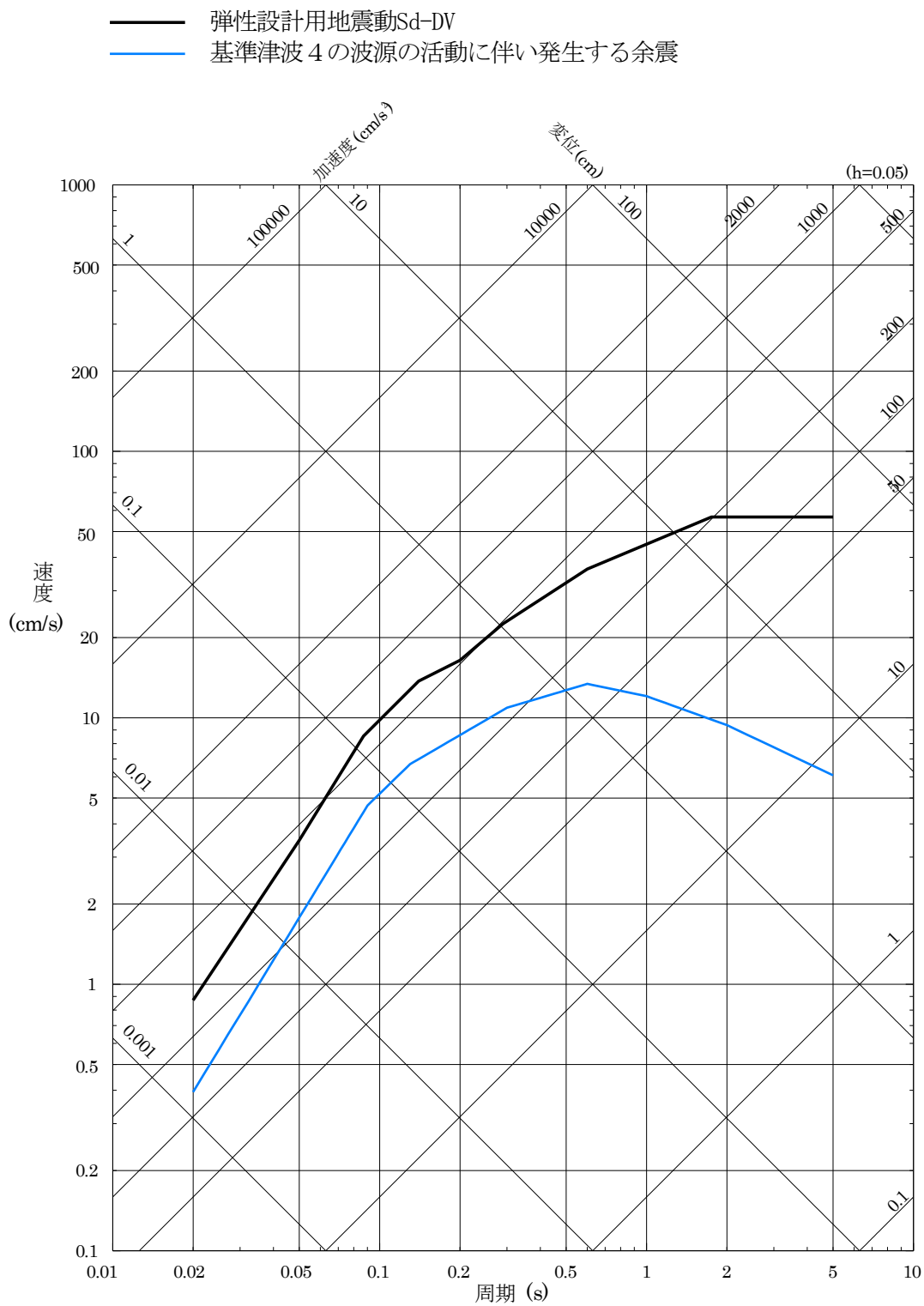


図6 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較 (鉛直方向)

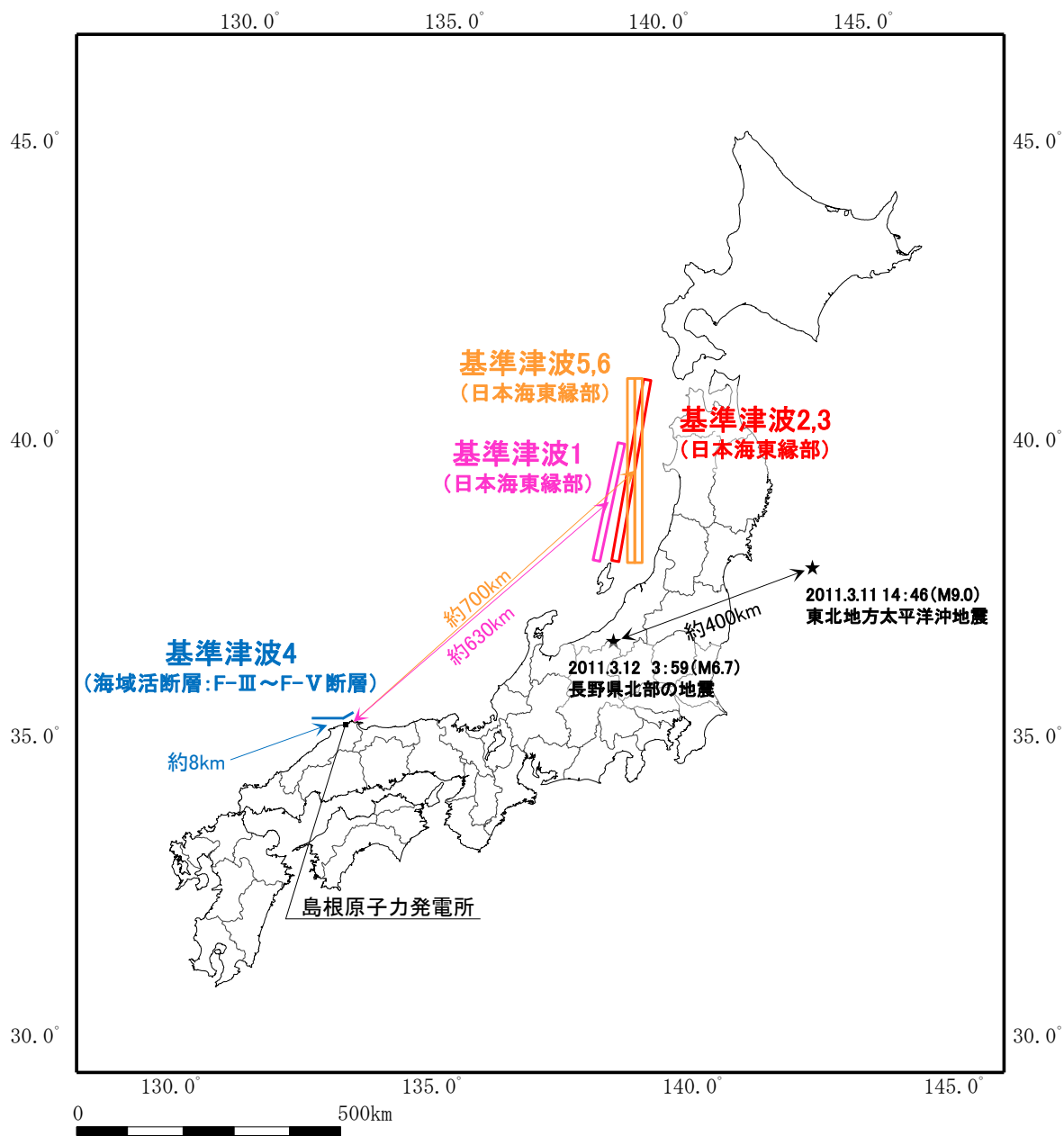
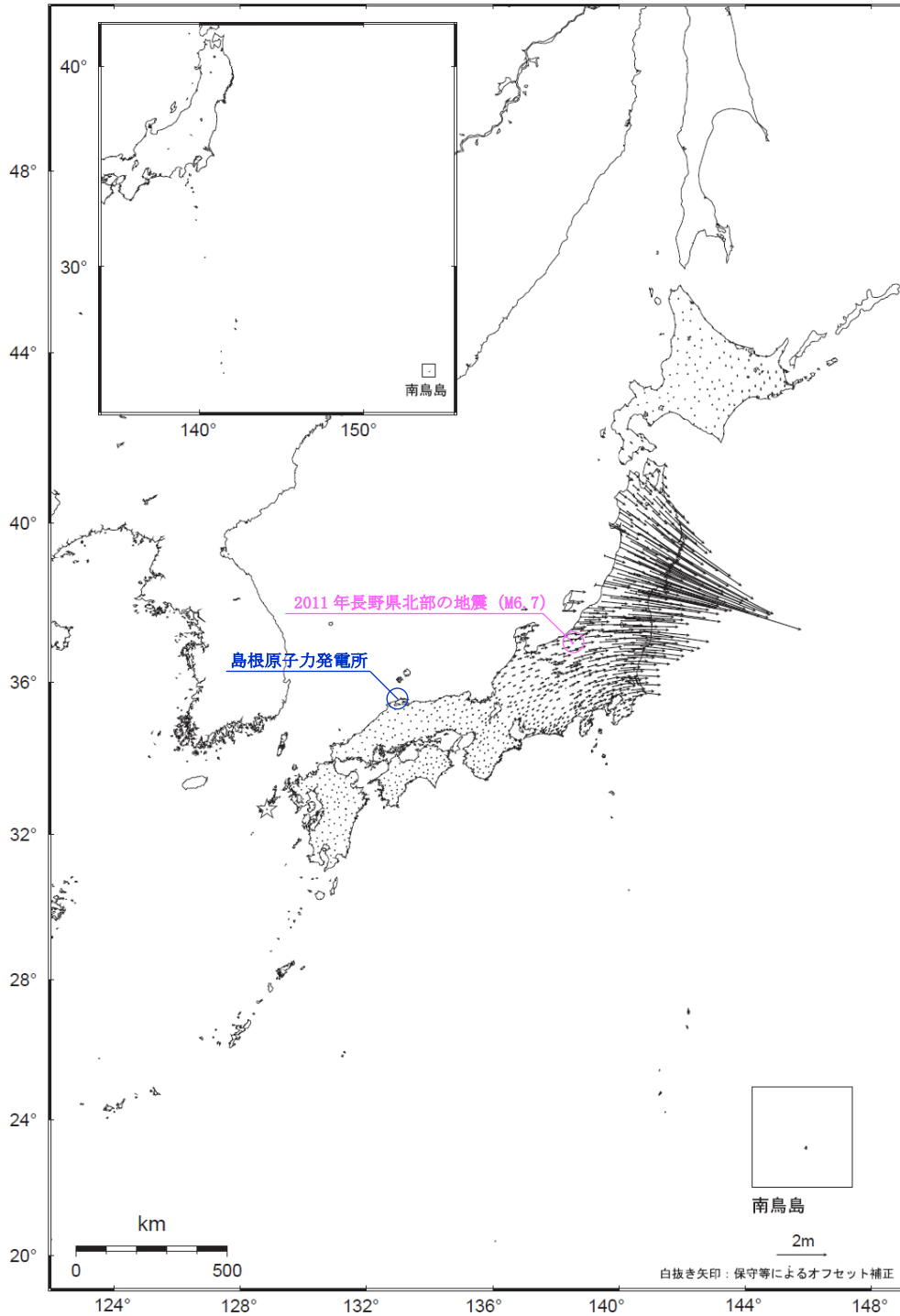


図7 2011年東北地方太平洋沖地震と2011年長野県北部の地震の震源位置及び島根原子力発電所と基準津波の波源の位置関係

全国の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011.02.22～2011.02.28 [F3：最終解]

比較期間：2011.03.25～2011.03.31 [R3：速報解]



☆ 固定局：福江 (950462)

・3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動が見られます。

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1 (92110) が変動したため、2011/3/11以降のQ3, R3解析においては固定点を与論 (950495) へ変更している。

[国土地理院 (2011) に一部加筆]

図8 2011年2月下旬から2011年3月下旬の1ヶ月間の地殻変動

表3 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq (km)
1	た と 田の戸断層	6.8	16.0
2	おおふなやまひがし 大船山東断層	6.8	16.1
3	ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	6.8	26.2
4	ひがしまち しんたばた 東来待-新田畑断層	6.8	20.2
5	やない 柳井断層	6.8	18.3
6	みとやきた 三刀屋北断層	6.8	32.1
7	はんば いしはら 半場-石原断層	6.8	25.7
8	ふべ 布部断層	6.8	32.1
9	ひがしいんべ 東忌部断層	6.8	17.3
10	さんのうじ 山王寺断層	6.8	22.2
11	おおい 大井断層	6.8	16.0

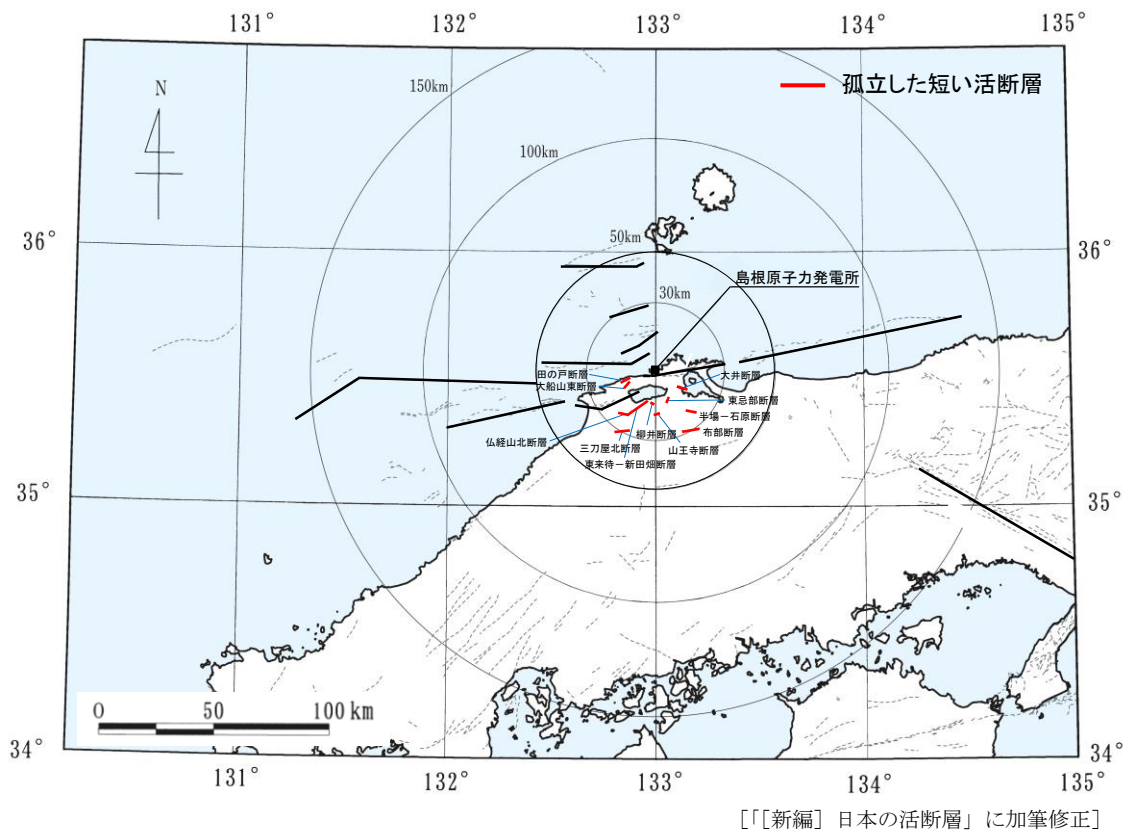


図9 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布

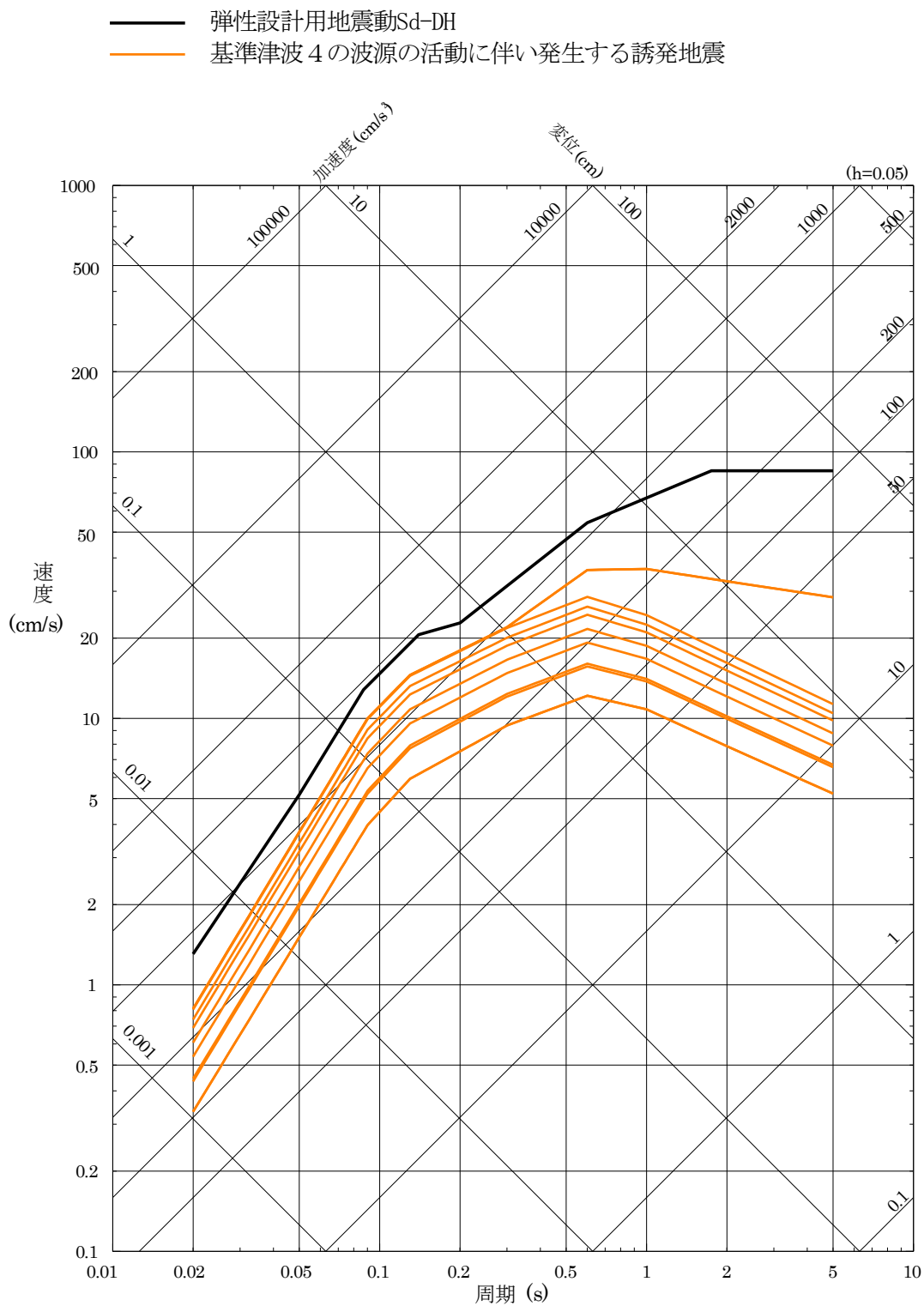


図 10 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

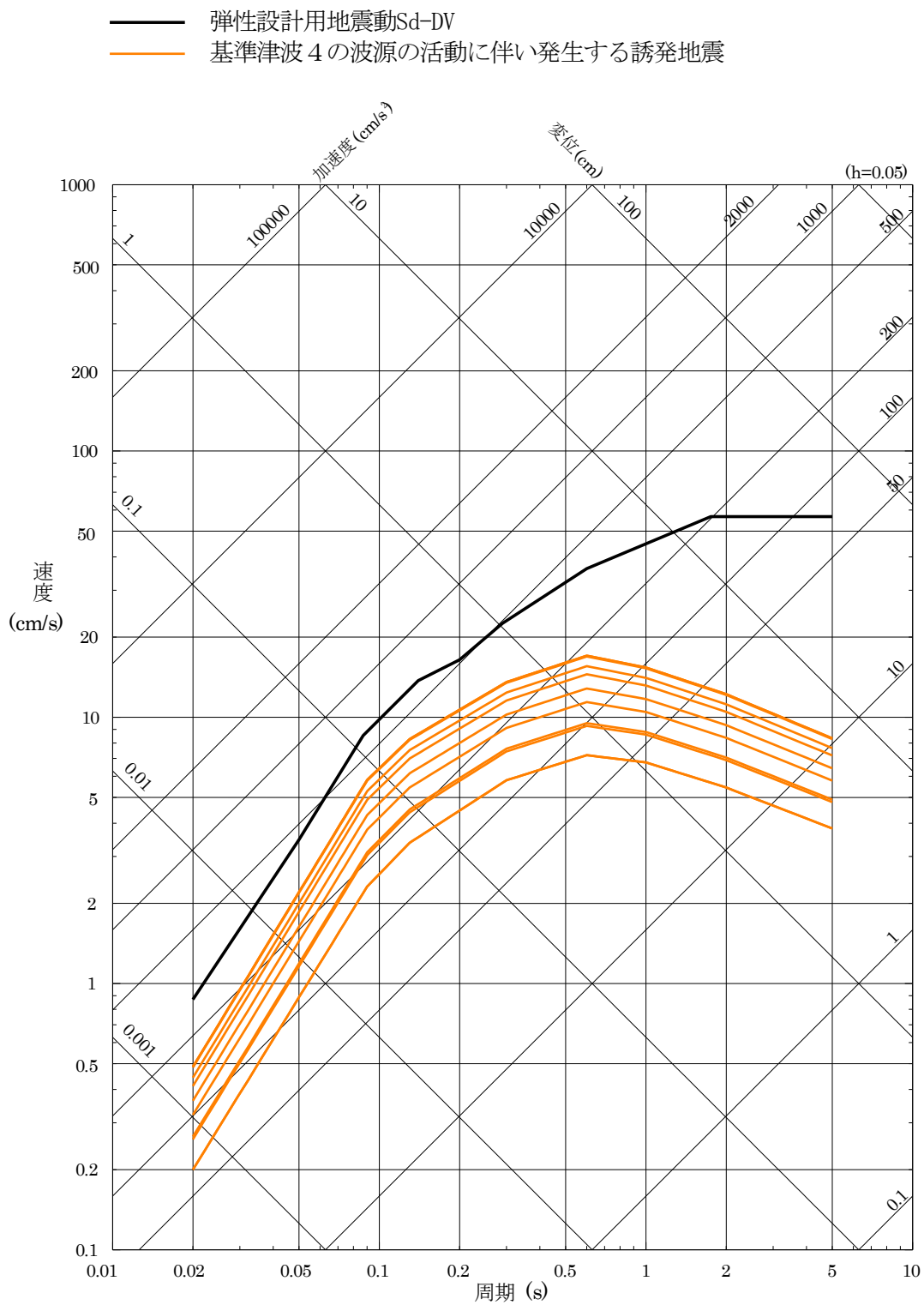


図 10 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (鉛直方向)

荷重の組合せに関する津波と地震の組合せの方針について

1. 津波と地震の組合せについて

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）において自然現象の組合せは、発生頻度及び最大荷重の継続時間を考慮して検討するとしており、基準津波と基準地震動を独立事象として扱う場合は、それぞれの発生頻度が十分小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。それ以外の組合せについて、以下に示す。

2. 基準津波と地震の組合せについて

基準津波と当該津波の波源を震源とする本震は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないため、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する必要はない。

基準津波（海域活断層）と当該津波の波源を震源とする余震は、同時に敷地に到達することを想定し、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する。

一方、基準津波（日本海東縁部）と当該津波の波源を震源とする余震については、当該津波の波源が敷地から遠く、余震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。さらに、当該津波については、仮に余震以外のその他の地震として、頻度が高く年に1回程度発生する地震動レベルの小さい地震を独立事象として想定したとしても、当該津波の発生頻度及び最大荷重継続時間（120分と設定：別紙2参照）を踏まえると、当該津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度は、表1のとおり、 2.3×10^{-8} / 年であり十分小さい*ことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。

また、基準津波以外の津波は、阿部（1989）の予測式に基づく津波の予測高さによると、表2に示すとおり、基準津波（海域活断層）の波源の断層であるF-Ⅲ～F-Ⅴ断層に比べて水位が低く敷地に与える影響は小さいため、余震荷重との組合せを考慮しない。

*JEAG4601において組み合わせるべき荷重としては、事象の発生確率、継続時間、地震動の発生確率を踏まえ、その確率が 10^{-7} / 炉年以下となるものは組合せが不要と記載されている

3. 基準地震動と津波の組合せについて

基準地震動の震源（海域活断層）からの本震と当該本震に伴う津波は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。

基準地震動の震源については、他の海域の活断層よりも敷地に近い位置に存在し、仮に誘発地震に伴う津波の発生を考慮した場合においても、基準地震動が敷地に到達すると同時に当該津波が敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。

【参考文献】

- ・阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測，東京大学地震研究所彙報，Vol. 64，pp. 51-69
- ・国土交通省・内閣府・文部科学省（2014）：日本海における大規模地震に関する調査検討会，最終報告書（H26. 9）

表1 地震及び津波の最大荷重継続時間と発生頻度

荷重の種類	最大荷重 継続時間 (年)	発生頻度 (/年)
地震 (基準地震動)	10^{-5}※1	$5 \times 10^{-4} \text{※3}$
津波 (基準津波)	$2.3 \times 10^{-4} \text{※2}$	$10^{-4} \sim 10^{-5} \text{※4}$

※1 $10^{-5} = 5 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出

※2 $2.3 \times 10^{-4} = 120 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出
(別紙2参照)

※3 JEAG4601に記載されている基準地震動 S_2 の発生確率を読み替えて適用

※4 ハザード評価結果

(基準津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度)

基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)
$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$
$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$				

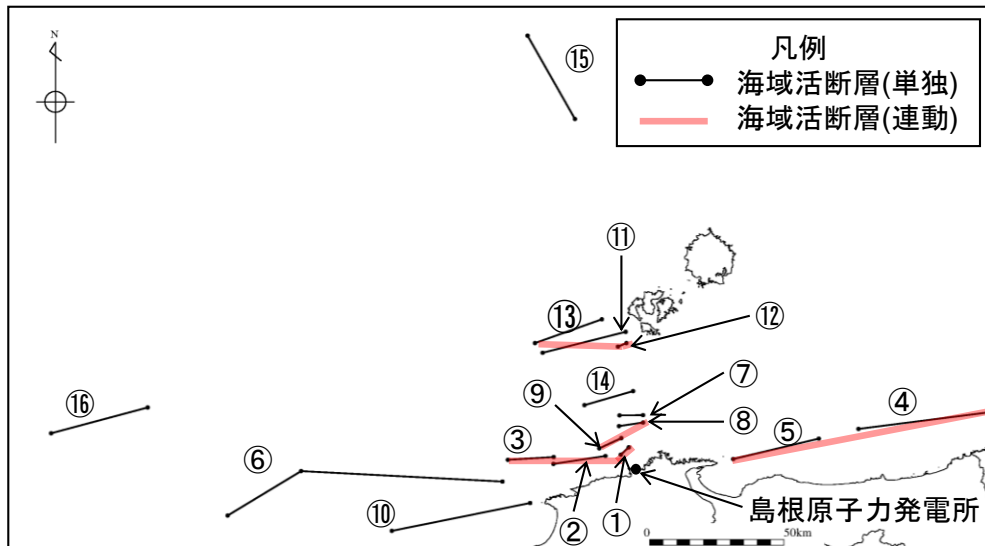


図1 敷地周辺海域の主な活断層の分布

表2 阿部(1989)の予測式に基づく敷地周辺海域の
主な活断層による津波の予測高^{※1}

No.	断層(図1の番号) ^{※2}	断層長さ L(km)	津波の 伝播距離 Δ(km)	Mw	予測高 H(m)
1	F-Ⅲ~F-Ⅴ断層 (①+②+③) [基準津波の波源の断層]	48.0	24	7.3	3.6
2	鳥取沖東部断層~ 鳥取沖西部断層(④+⑤)	98	84	7.7	2.7
3	F57断層(⑥)	108	103	7.7	2.2
4	K-4~K-7撓曲 (⑦+⑧+⑨)	19.0	12.9	6.7	1.8
5	大田沖断層(⑩)	53	67	7.3	1.4
6	K-1撓曲+K-2撓曲 +F _{K0} 断層(⑪+⑫+⑬)	36	50	7.1	1.2
7	F _{k-1} 断層(⑭)	19.0	28.4	6.7	0.8
8	隠岐北西方北部断層(⑮)	36	149	7.1	0.4
9	見島北方沖西部断層(⑯)	38	201	7.1	0.3

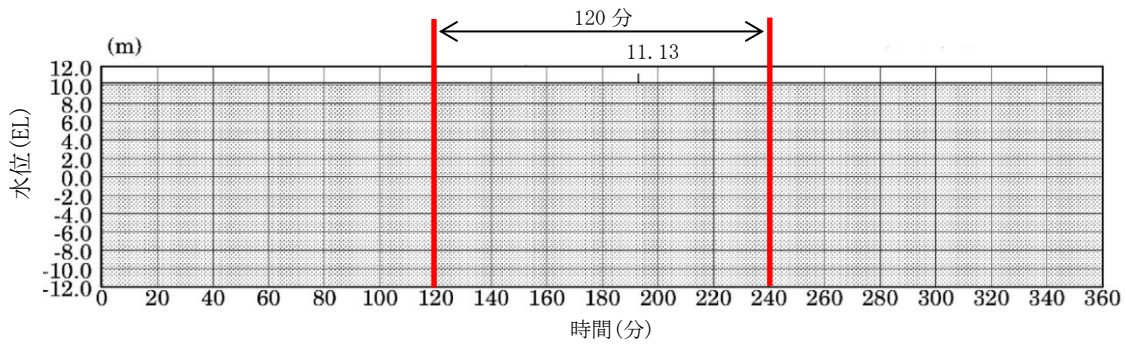
※1 数値は、第771回審査会合資料1-2 44頁から引用

※2 日本海の九州から北海道までの津波波源のうち、日本海東縁部の断層以外で国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)により島根県に与える影響が大きいとされている断層(上表のNo.1~3)及びその他の敷地周辺海域の活断層(上表のNo.4~9)について評価

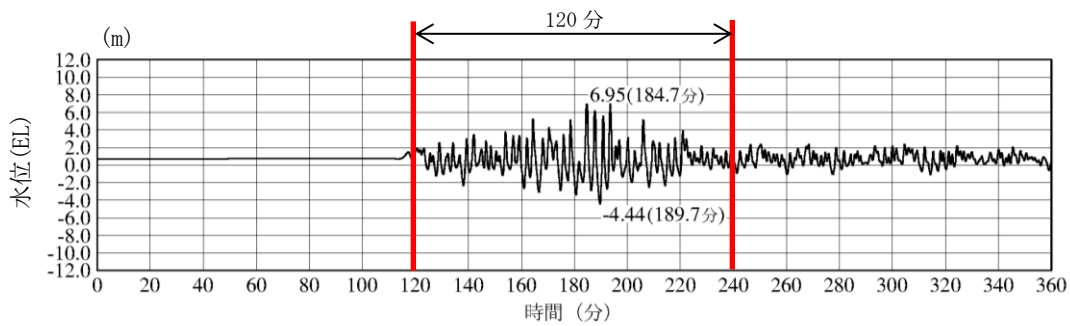
基準津波の最大荷重継続時間について

「1.6 設計または評価に用いる入力津波」において確認している、各施設に対する入力津波の時刻歴波形を図1に示す。なお、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」は、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」と比べ、その津波の継続時間が短いことから、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の時刻歴波形のうち、各施設に対して最も水位が高くなる入力津波の時刻歴波形を示している。

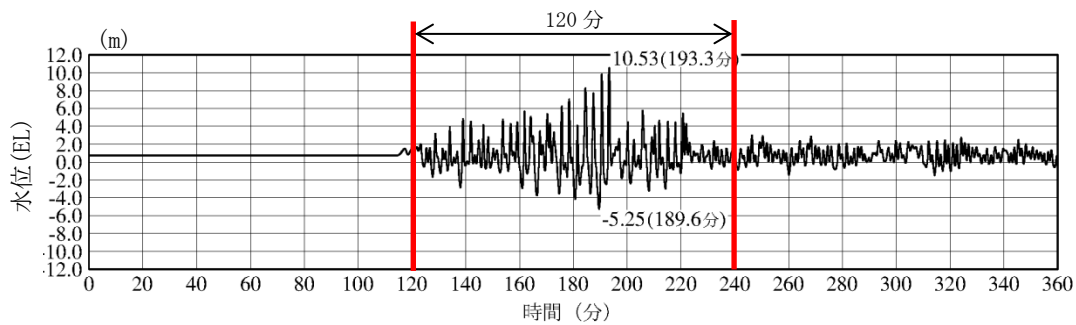
図1のとおり、入力津波が最大水位となるのは短時間であることから、津波による最大荷重継続時間も短時間となる。ただし、最大ではないものの比較的高い水位が発生していることから、高い水位が発生する範囲を余裕を持って包含する時間として、津波の最大荷重継続時間を120分と設定している。



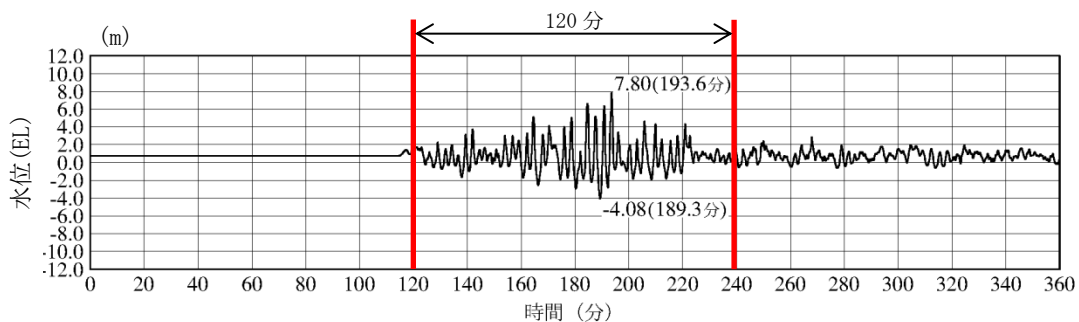
※最大水位上昇量 11.13m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m \div EL+11.9m
 施設護岸又は防波壁 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

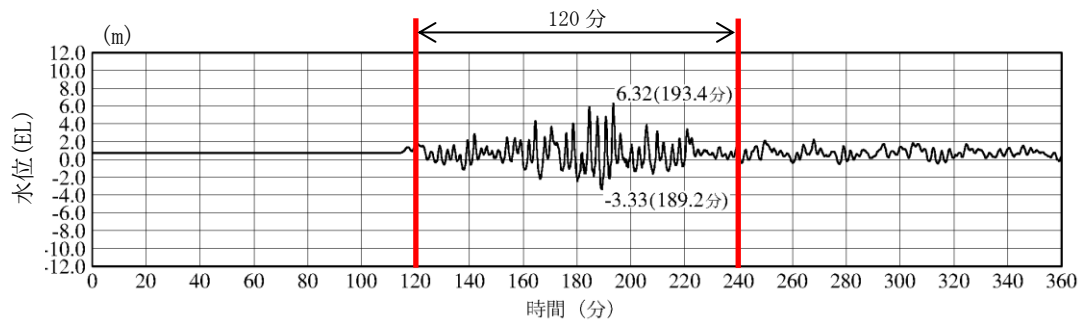


2号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

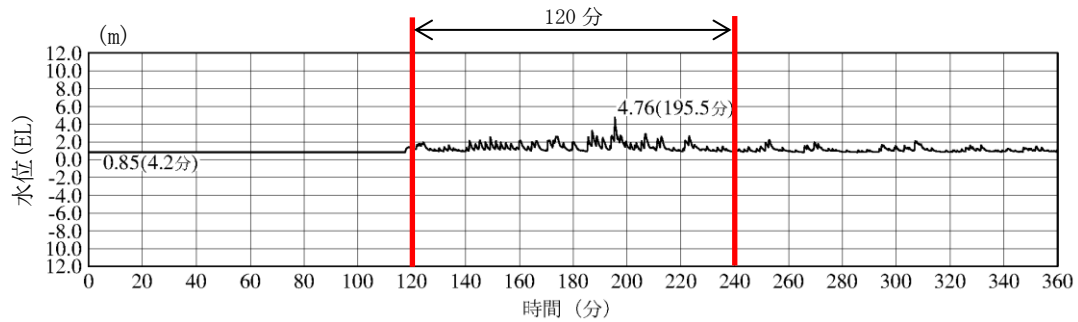


3号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

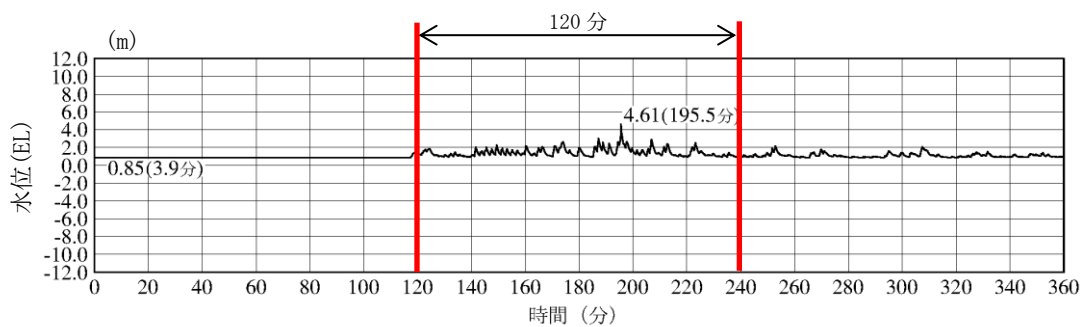
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (1 / 4)



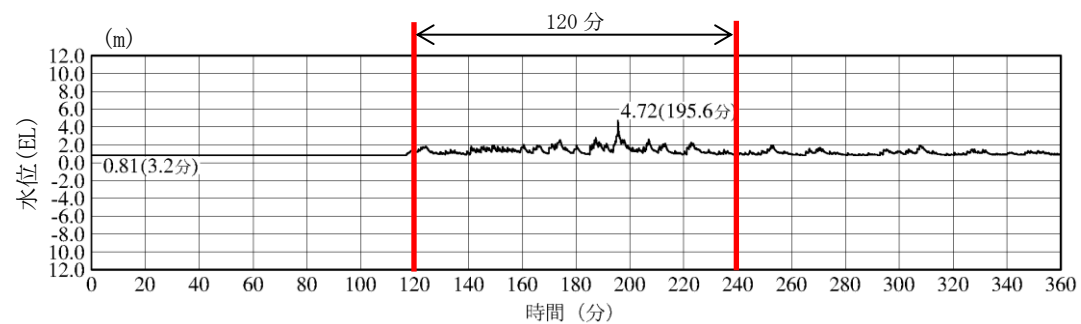
3号炉取水路点検口 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

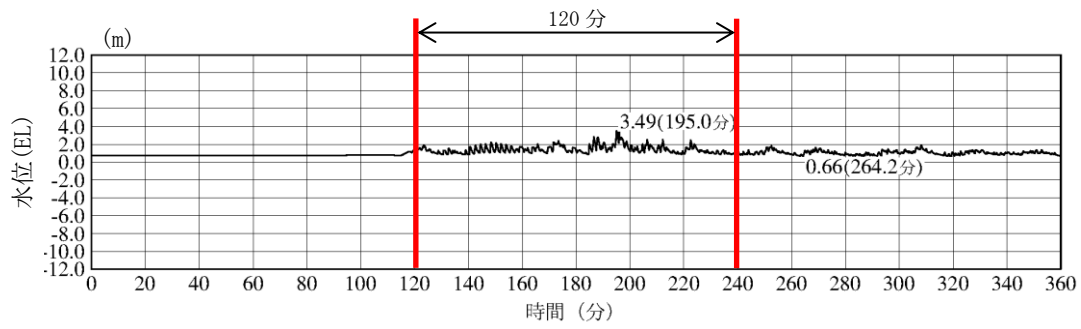


1号炉冷却水排水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

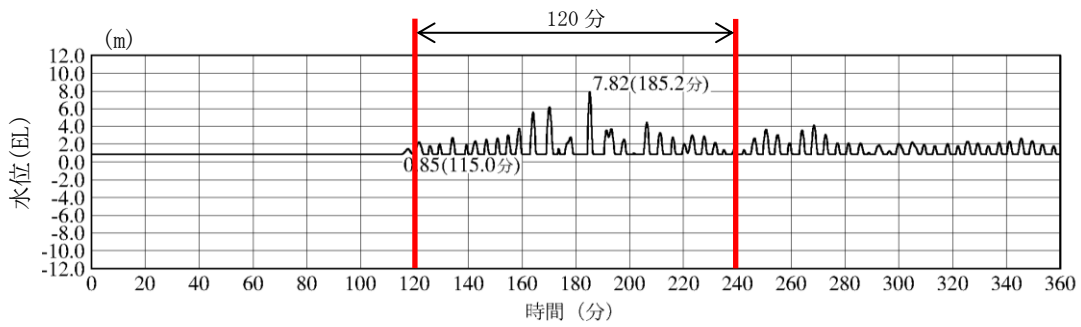


1号炉マンホール (入力津波 1, 防波堤有り)

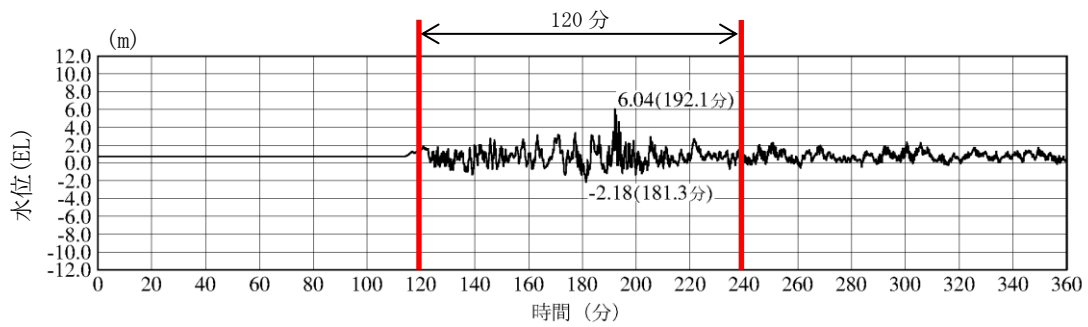
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (2 / 4)



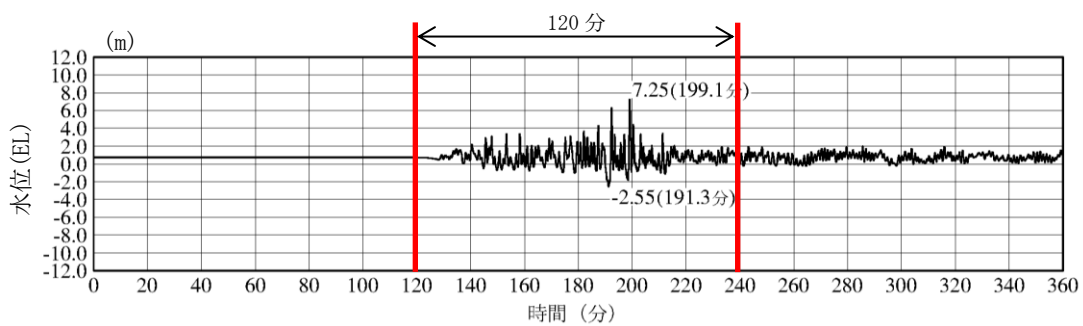
1号炉放水接合槽 (入力津波 1, 防波堤有り)



2号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

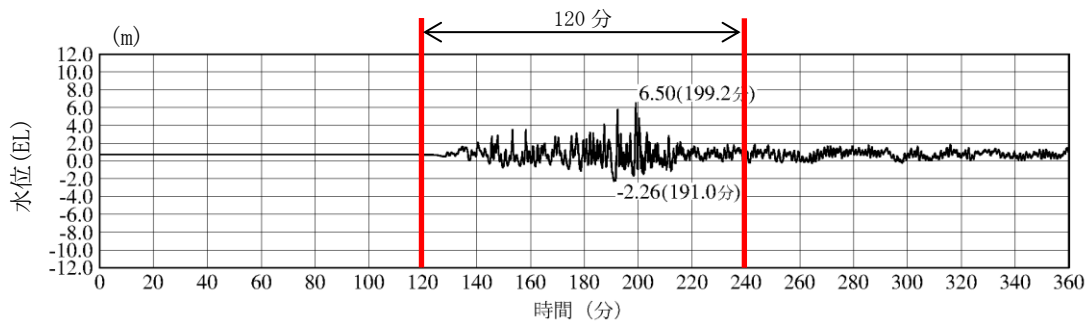


2号炉放水接合槽 (入力津波 1, 防波堤無し)



3号炉放水槽 (入力津波 5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (3 / 4)



3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)