

【検討結果】

① 1号炉及び2号炉

漏水の可能性の検討として、海水取水設備については海水ポンプ周辺地盤及び前面壁の高さがT. P. +3. 5mであり、津波は地上部から到達、流入はしない。1号及び2号炉海水ポンプの据付エリアの床面高さはT. P. +3. 0mであり、1号及び2号炉海水ポンプ室前の入力津波高さはT. P. +2. 6mであるが、保守的に高潮との重畳を考慮した場合、海水ポンプエリア開口部が津波の浸水経路となる可能性がある。また、海水ポンプ室に隣接する循環水ポンプ室は、1号炉循環水ポンプの据付エリアの床面高さがT. P. +0. 6m、2号炉循環水ポンプの据付エリアの床面高さがT. P. +0. 5mであり、基準津波が流入する可能性があるため、これらの範囲を漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」）として想定する。

浸水想定範囲への浸水の可能性のある経路として、海水ポンプエリア及び循環水ポンプ室床面に貫通箇所が存在するため、浸水防止設備として海水ポンプ室浸水防止蓋及び循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。（図-2-3-1～6、表-2-3-1）

また、海水ポンプのグランド部高さはT. P. +3. 9mであり、一方、循環水ポンプのグランド部高さは1号炉についてはT. P. +4. 9m、2号炉についてはT. P. +4. 8mであり、海水ポンプ室前面の津波高さT. P. +2. 6mより高い位置にあることから、浸水の可能性のある経路とはならない。（図-2-3-7, 8）

浸水防止設備の仕様については、ステンレス製の蓋であり、蓋と床面の間にゴム板を挿入、蓋と床面はボルトにて締め付け固定することで漏水を防止する。

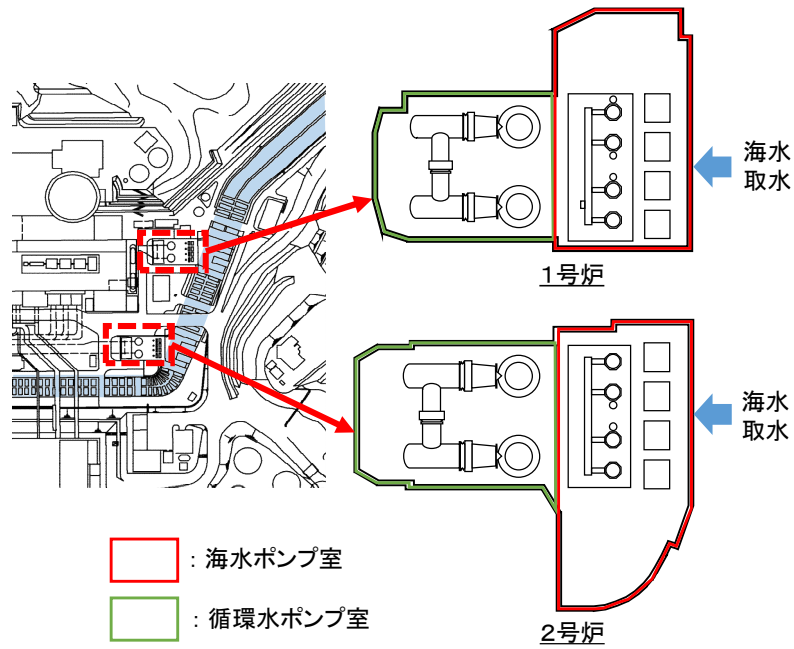


図-2-3-1 1号及び2号炉海水取水設備（平面図）

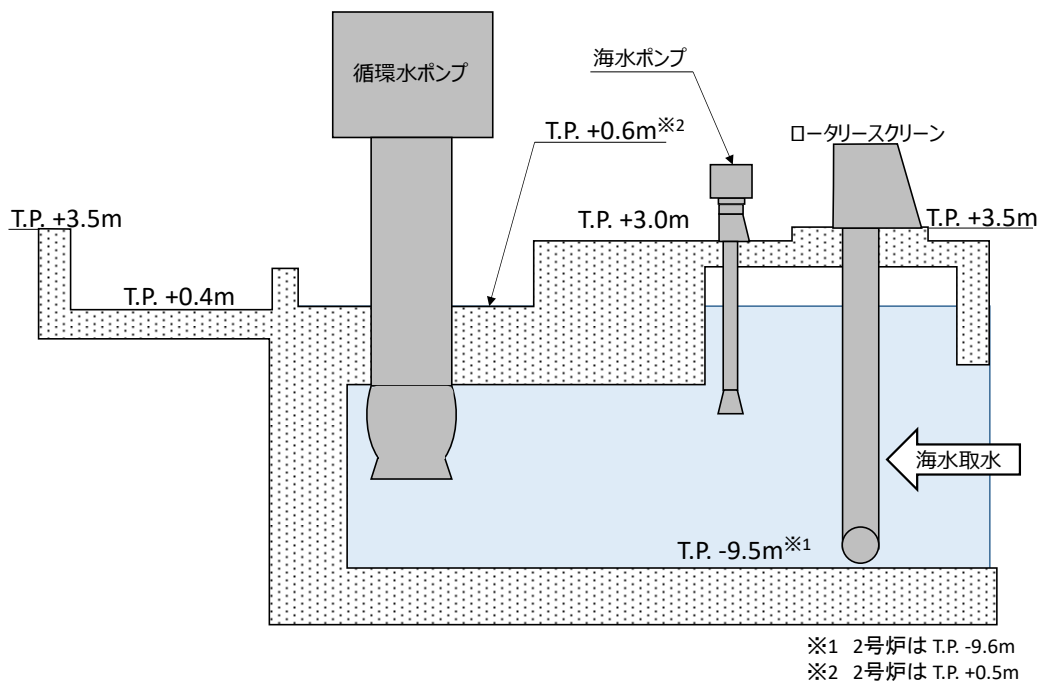


図-2-3-2 1号及び2号炉海水取水設備（断面図）

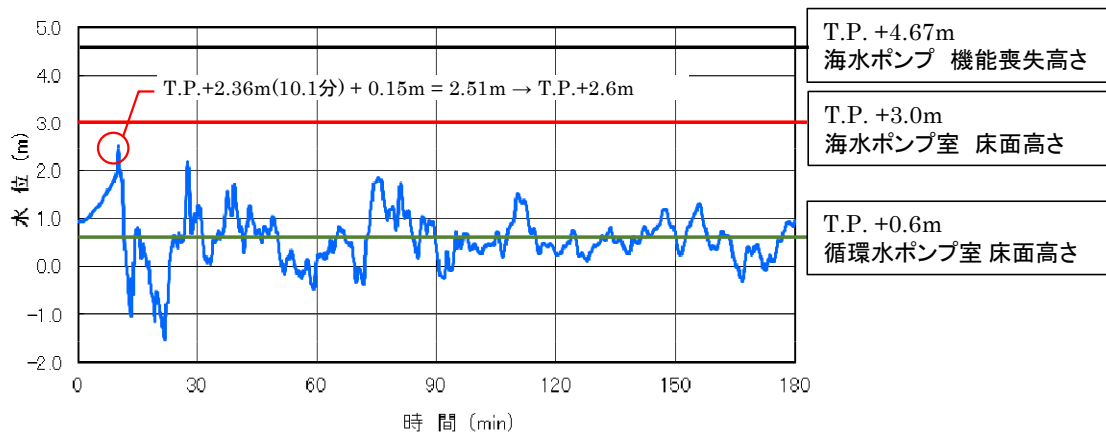


図-2-3-3 1号炉海水ポンプ室前津波波形

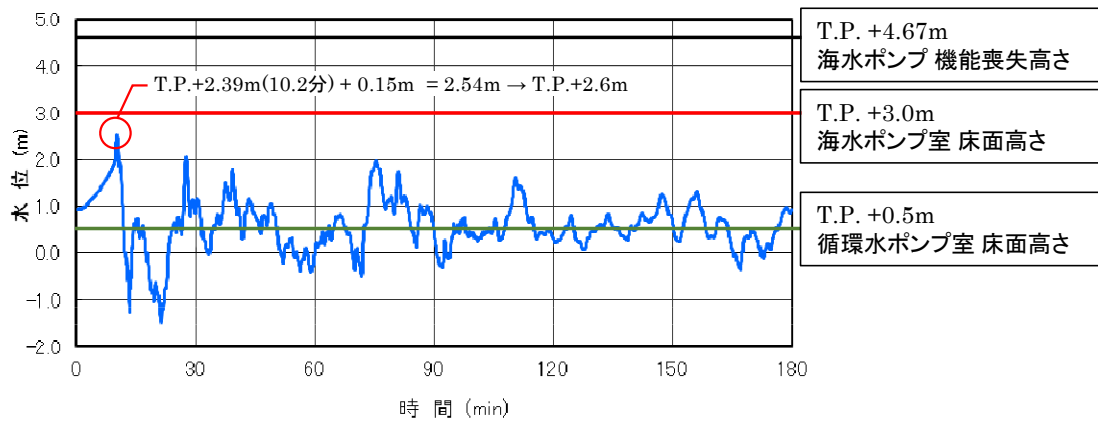


図-2-3-4 2号炉海水ポンプ室前津波波形

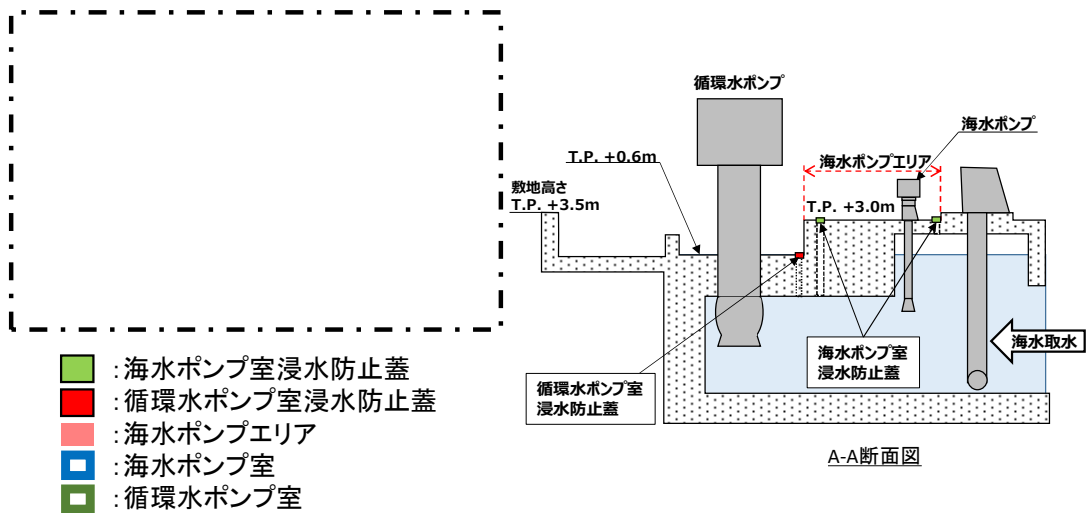


図-2-3-5 1号炉海水ポンプ室周辺エリア浸水対策箇所

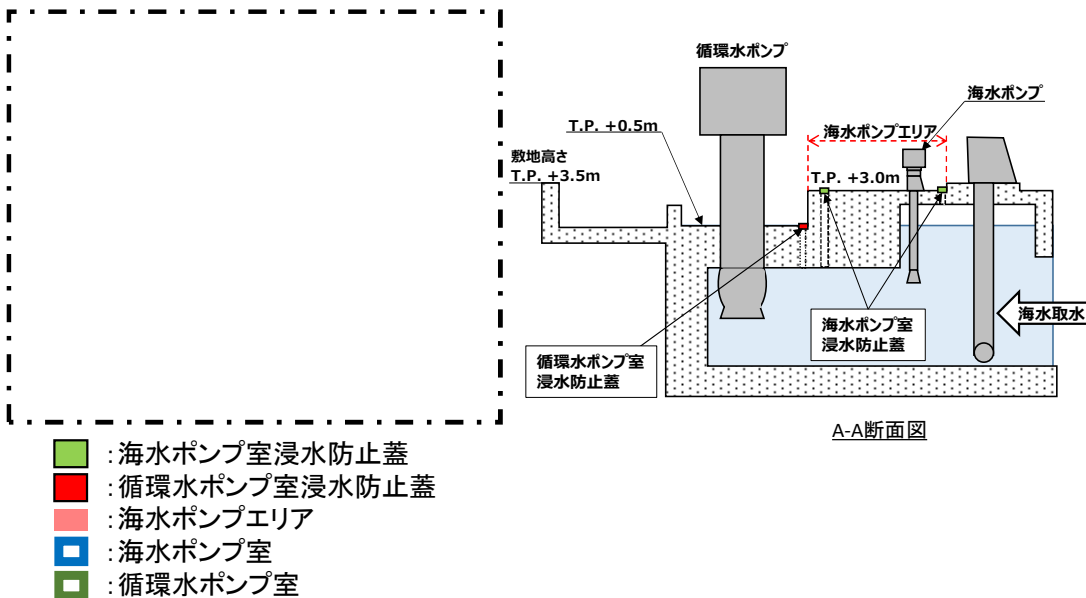


図-2-3-6 2号炉海水ポンプ室周辺エリア浸水対策箇所

表-2-3-1 海水ポンプ室周辺エリア浸水対策箇所

名称	ユニット	
	1号	2号
海水ポンプ室浸水防止蓋	14	15
循環水ポンプ室浸水防止蓋	5	2
合計	19	17

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

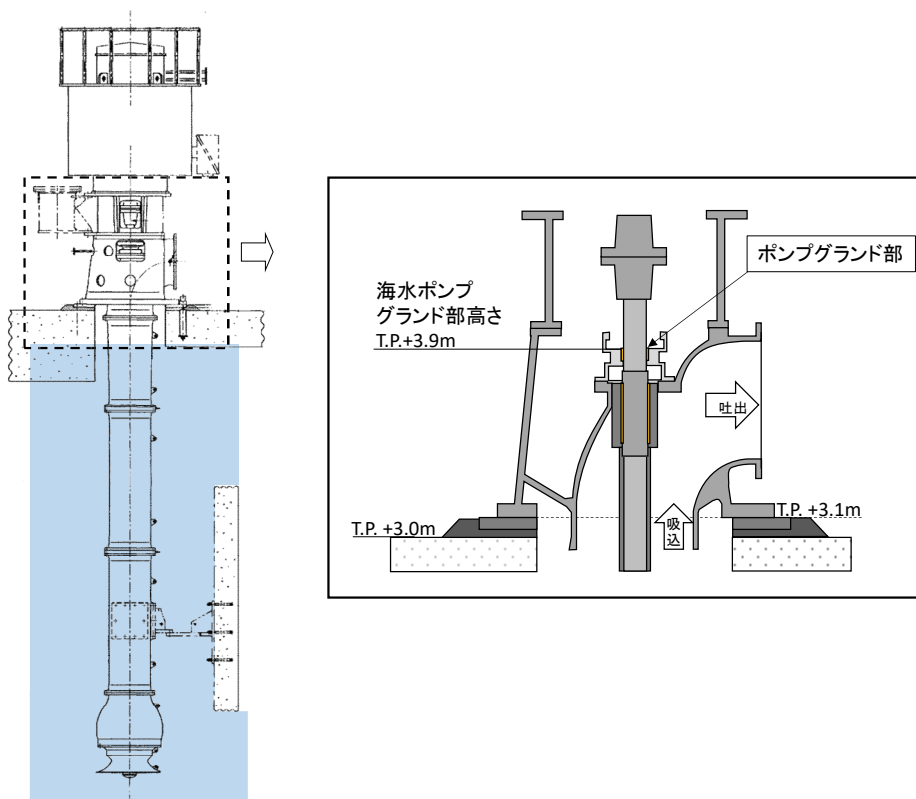


図-2-3-7 1号及び2号炉海水ポンプグランド部

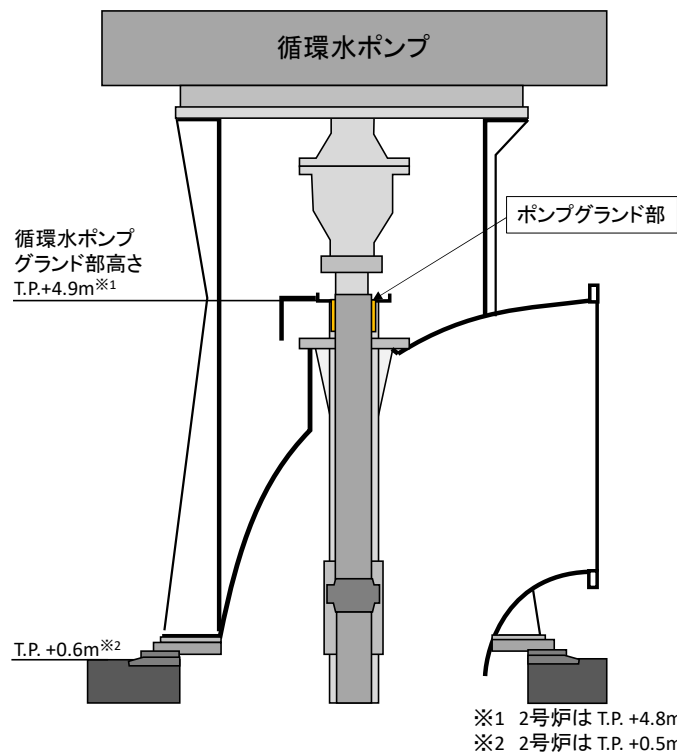


図-2-3-8 1号及び2号炉循環水ポンプグランド部

② 3号炉及び4号炉

漏水の可能性の検討として、海水取水設備については海水ポンプ周辺地盤及び前面壁の高さがT.P. +3.5mであり、津波は地上部から到達、流入しないが、海水ポンプの据付エリアの床面高さは、T.P. +1.55mであり、3,4号炉海水ポンプ室の入力津波高さT.P. +2.9mである。海水ポンプ室については、基準津波が取水路から流入する可能性があるため、漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」）として想定する。

浸水想定範囲への浸水の可能性のある経路として、海水ポンプエリアの床面に貫通部が存在するため、浸水防止設備として海水ポンプ室床面に浸水防止蓋を設置する。（図-2-3-9～12, 表-2-3-2）

また、海水ポンプのグランド dren は逆止弁を設置する浸水防止蓋を通じて排水されるため、浸水の可能性のある経路とはならないが、安全機能の影響確認として、保守的に逆止弁の許容漏洩量があった場合の浸水量を評価する（図-2-3-13）。

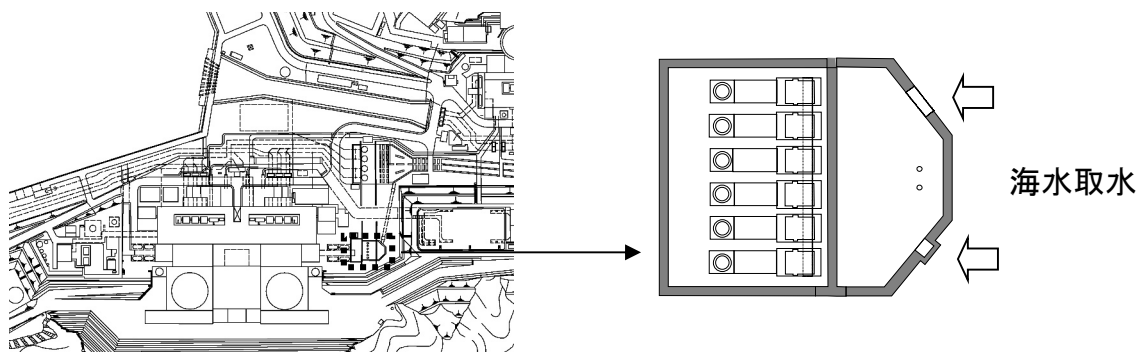


図-2-3-9 3,4号炉海水取水設備（平面図）

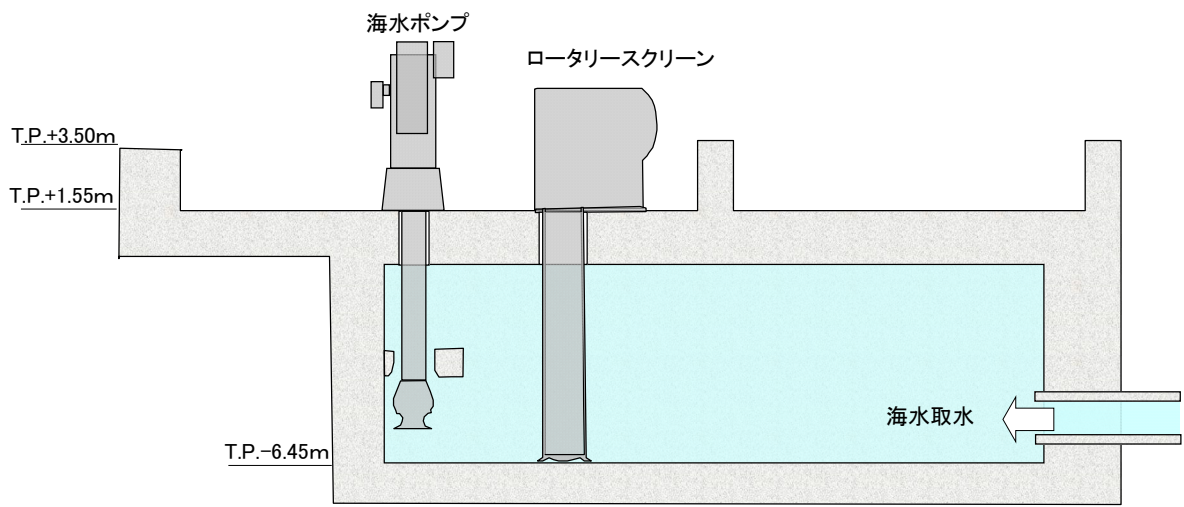


図-2-3-10 3, 4号炉海水取水設備 (断面図)

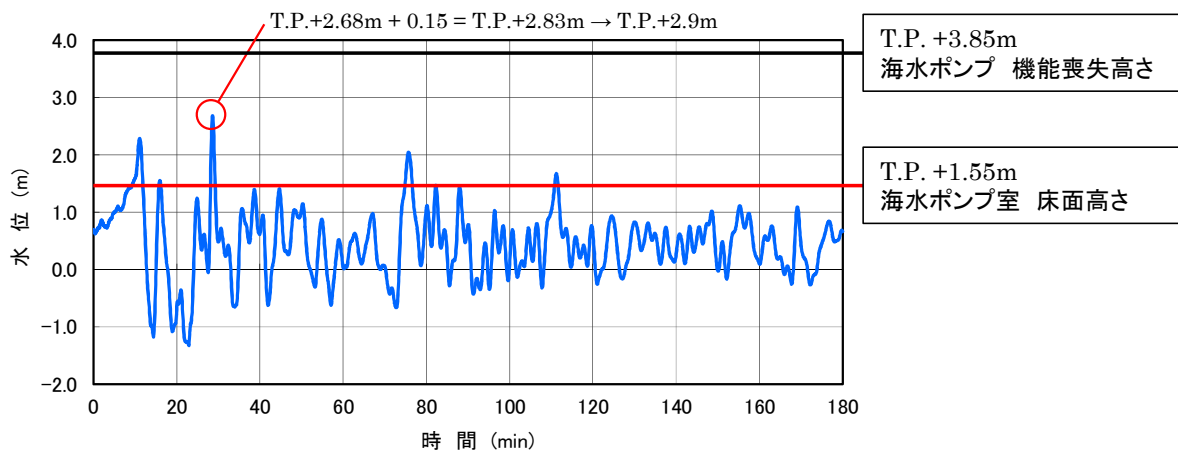


図-2-3-11 3, 4号炉海水ポンプ室前津波波形

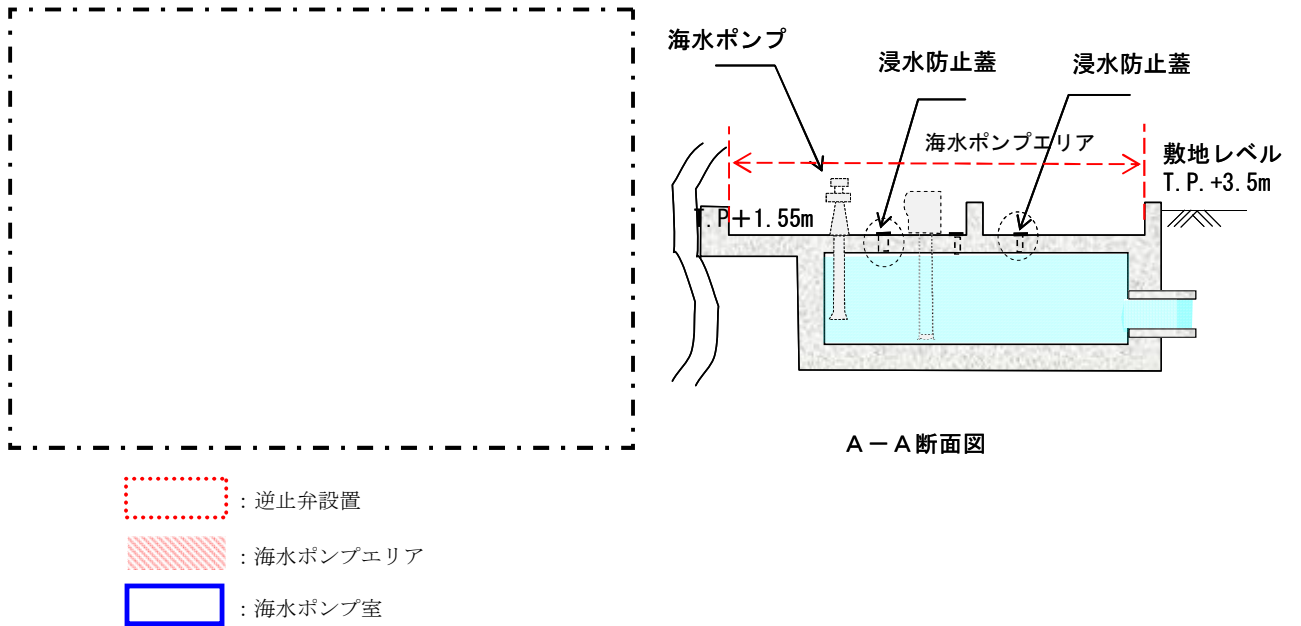


図-2-3-12 3,4号炉海水ポンプ室漏水対策箇所

表-2-3-2 3,4号炉海水ポンプ室漏水対策リスト

名称	数量
マンホール	14
水位検出器用蓋	14
電気防食電極ボックス用蓋	30
塵芥排出トラフ用蓋	6
角落とし用蓋	13
機器搬入用蓋	3
合計	80

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

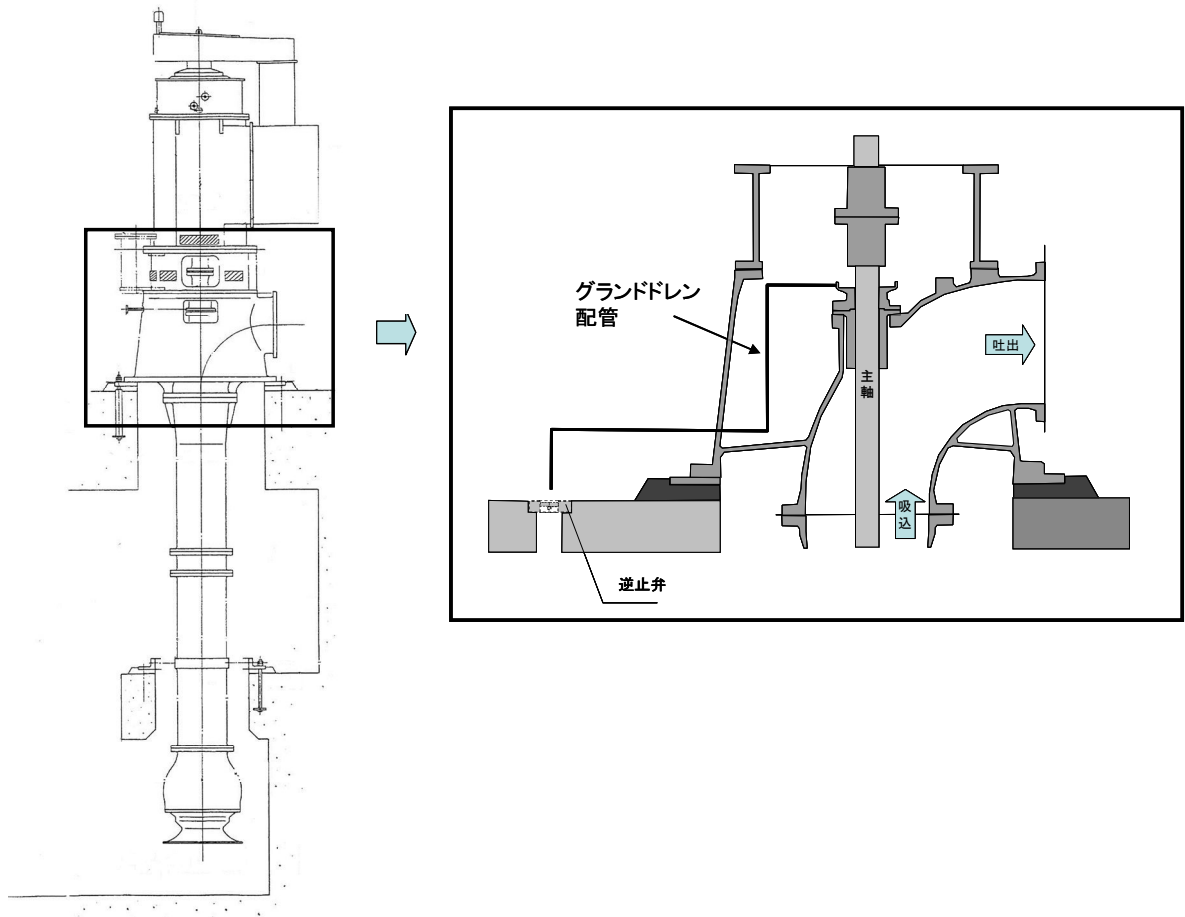


図-2-3-13 3,4号炉海水ポンプグランド dren 配管ルート

(2) 安全機能への影響確認

【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。

必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。

【検討方針】

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

【検討結果】

① 1号炉及び2号炉

a. 機能喪失高さの設定

浸水想定範囲である循環水ポンプ室の周辺には、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプが設置されているため、海水ポンプ室を防水区画化する。

海水ポンプの安全機能に対しては、モータ本体、電源ケーブル、現場操作箱及び電源からの影響が考えられる。

電源ケーブルは端子台高さがモータ下端より約0.24m高く、また現場操作箱下端高さは、1号炉がT.P.+5.32m、2号炉がT.P.+5.18mであるため、機能を維持できる水位としては、モータ下端高さT.P.+4.67mとなる。さらに、電源については常用電源回路と分離しており、地絡影響は回避できる系統となっている（図-2-3-14，表-2-3-3）。

なお、海水ポンプモータについては、予備品（1,2号炉で2台）を確保しており、津波の影響を受けないT.P.+10.0mに保管している。

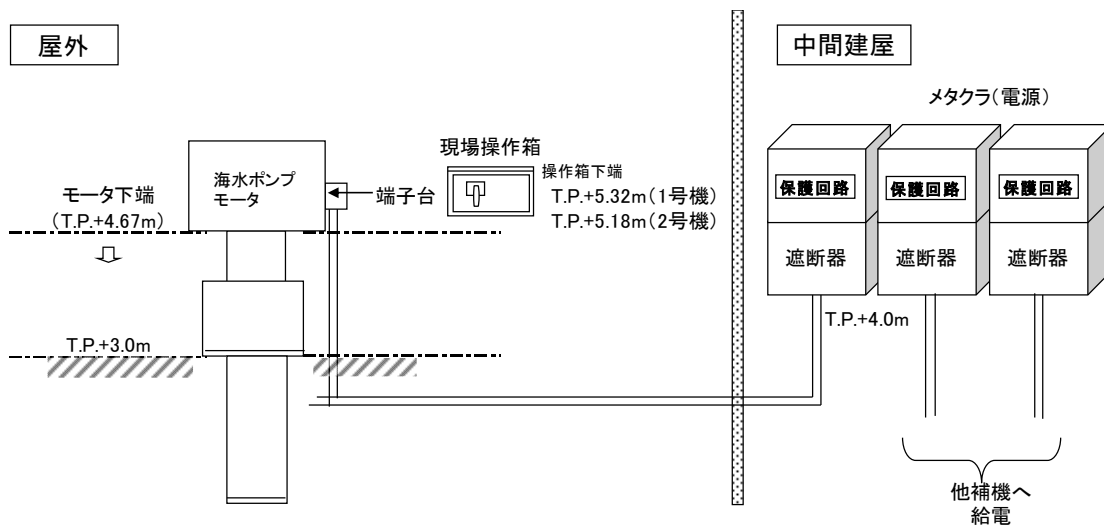


図-2-3-14 海水ポンプ関連設備の位置関係

表-2-3-3 海水ポンプの安全機能影響評価結果

確認項目		結果	機能維持水位
モータ 本体	浸水 影響	モータ下端高さ T.P. +4.67m	T.P. +4.67m
電源 ケーブル		端子台位置はモータ下端より約 0.24m 上部、ケーブルは中間接続なしで中間 建屋まで布設	
現場 操作箱		操作箱下端 T.P. +5.32m (1号炉)、 T.P. +5.18m (2号炉)	
電源	地絡 影響	常用系電源回路は安全系(海水ポンプ モータ)と分離	

② 3号炉及び4号炉

a. 機能喪失高さの設定

浸水想定範囲である海水ポンプエリアには、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプが設置されているため、当該エリアを防水区画化する。

海水ポンプの安全機能に対しては、モータ本体、電源ケーブル、現場操作箱及び電源からの影響が考えられる。

電源ケーブルは端子台高さがモータ下端より約 1m 高く、また現場操作箱は、下端高さが 3 号炉及び 4 号炉 T.P. +4.7m であるため、機能を維持できる水位としては、モータ下端高さ T.P. +3.85m となる。さらに、電源については常用電源回路と分離しており、地絡影響は回避できる系統となっている（図-2-3-15, 表-2-3-4）。

なお、海水ポンプモータについては、予備品（3, 4 号炉で 2 台）を確保しており、津波の影響を受けない T.P. +10.0m に保管している。

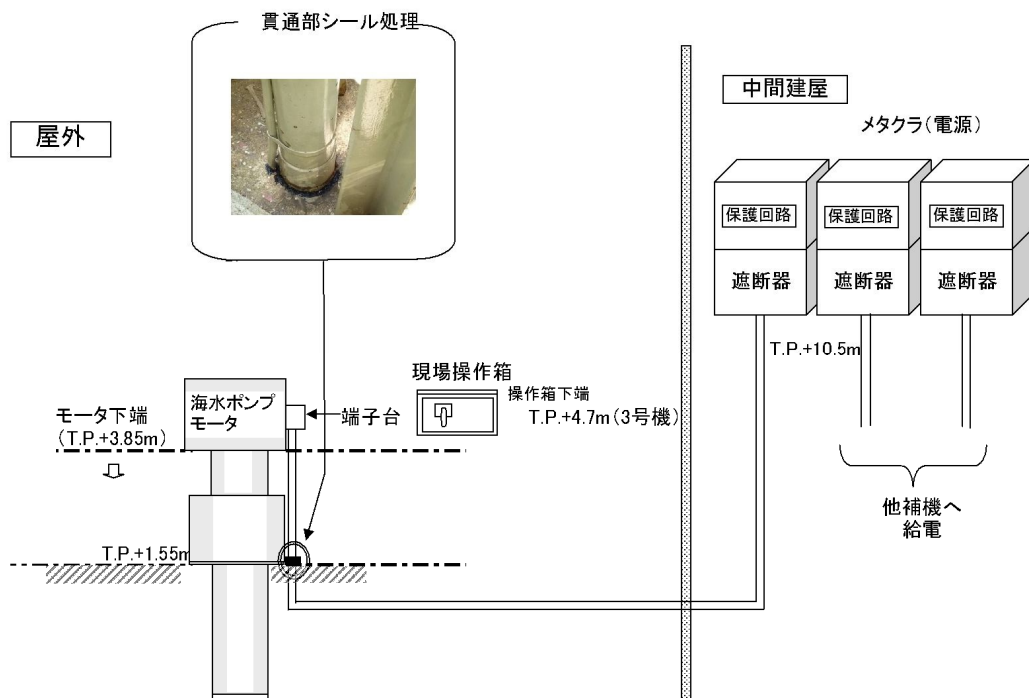


図-2-3-15 海水ポンプ関連設備の位置関係

表-2-3-4 海水ポンプの安全機能影響評価結果

確認項目		結果	機能維持水位
モータ 本体	浸水 影響	モータ下端高さ T. P. +3. 85m	T. P. +3. 85m
電源 ケーブル		端子台位置はモータ下端より約 1. 0m 上部、ケーブルは中間接続なしで中間 建屋まで布設	
現場 操作箱		操作箱下端 T. P. +4. 7m (3号炉)、 T. P. +4. 7m (4号炉)	
電源	地絡 影響	常用系電源回路は安全系(海水ポンプ モータ)と分離	

b. 浸水量評価

2.3(1)②で述べたように海水ポンプ室床面には、浸水防止設備として浸水防止蓋を設置するため、床面からの浸水はない設計としており、ドレンラインに設置している逆止弁についても試験で漏洩の無いことを確認しているが、ここでは保守的に逆止弁の許容漏洩量32mL/hの漏洩があった場合の浸水量を評価する。逆止弁の設置位置を超える時間において、許容漏洩量が漏れたとしても漏洩量は約0.5L程度と僅かであり、漏水の影響はない(図-2-3-16)。

万一、この機能が喪失した場合を仮定しても、浸水高さが海水ポンプの機能喪失高さを下回るため、海水ポンプの機能に影響は無い(表-2-3-5)。

表-2-3-5 浸水量評価結果 (参考)

評価区画	浸水高さ※	機能喪失高さ	裕度
3, 4号炉海水ポンプ	T.P. +3.4m	T.P. +3.85m	0.45m

※漏水対策を考慮しない場合

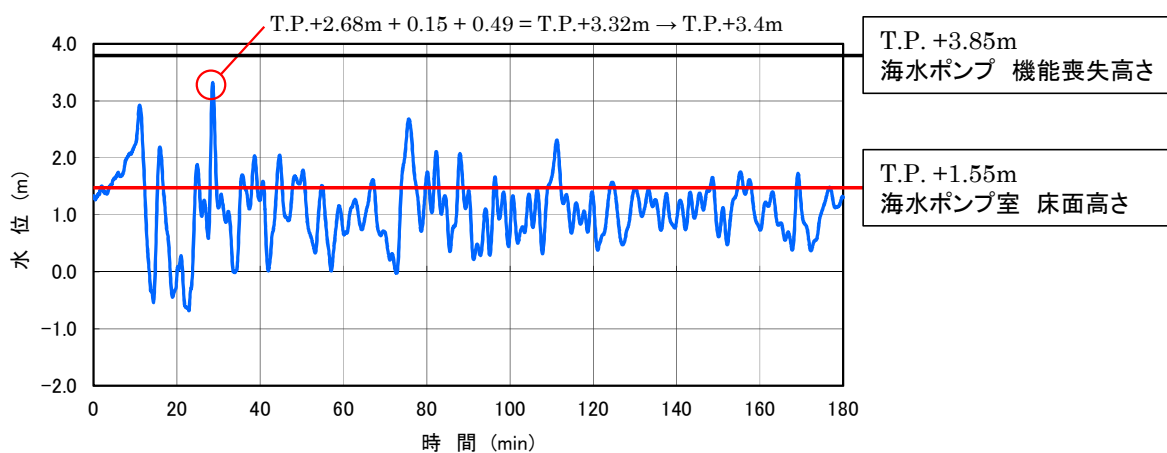


図-2-3-16 海水ポンプ浸水量評価波形

(3) 排水設備設置の検討

【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。

【確認内容】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。

【検討結果】

重要な安全機能を有する設備等内包する建屋及び区画のうち、最も津波が接近すると考えられる1号及び2号炉海水ポンプエリアにおいても、浸水する可能性はないことから、排水設備は不要である。また、3号炉及び4号炉海水ポンプエリアにおいても、上記(2)②b. 浸水量評価で示すとおり、浸水はごく僅かであり、長期間の冠水が想定される箇所はないため、排水設備は不要である。

なお、上記の内容については、既提出資料から変更がないため、既提出資料のうち「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）」に同じ。

2.4. 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

(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】

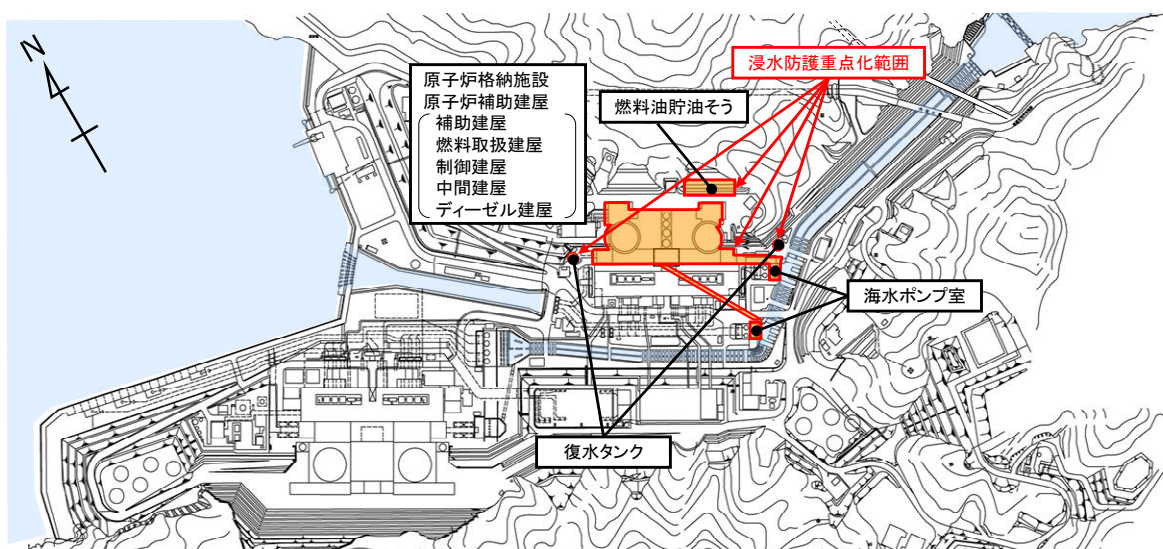
重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）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。

【検討結果】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は、図-2-4-1～8 に示すとおりであり、これらを浸水防護重点化範囲として設定する。位置が確定していない設備等に対しては、工認段階で浸水防護重点化範囲として再設定する方針である。



設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画	周辺敷地高さ
・原子炉格納施設	T. P. +3. 5m
・原子炉補助建屋（補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）	
・海水ポンプ室	T. P. +3. 5m
・復水タンク	T. P. +5. 2m
・燃料油貯油そう	T. P. +24. 9m

図-2-4-1 高浜 1, 2 号炉 浸水防護重点化範囲

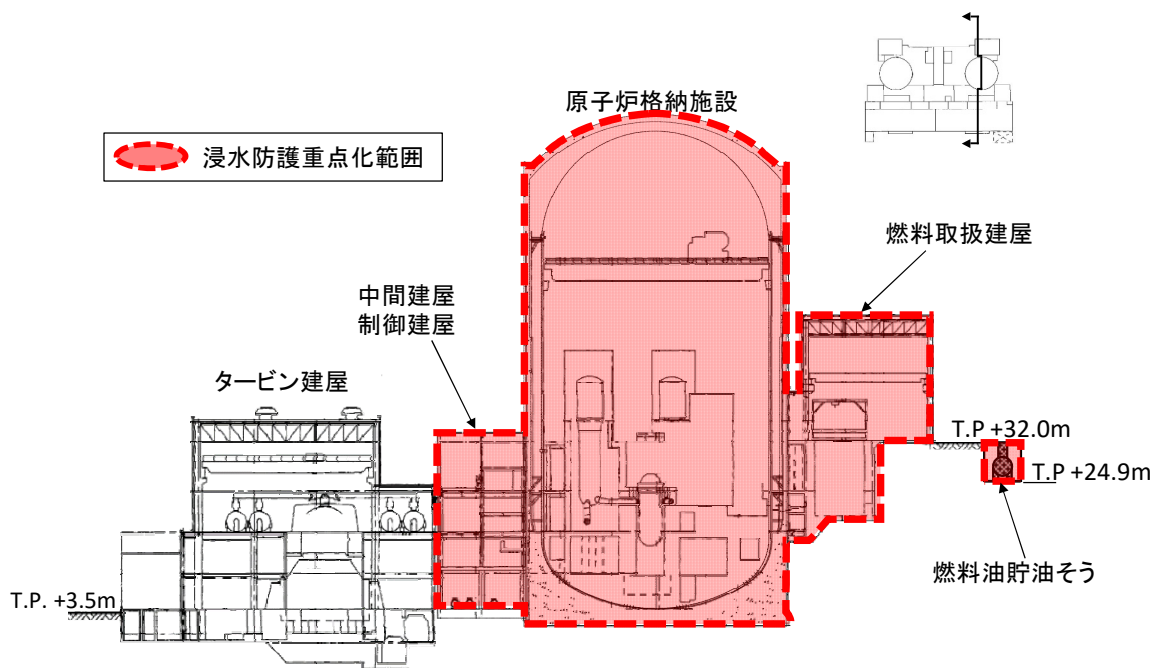


図-2-4-2 高浜 1号炉建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（南北方向）

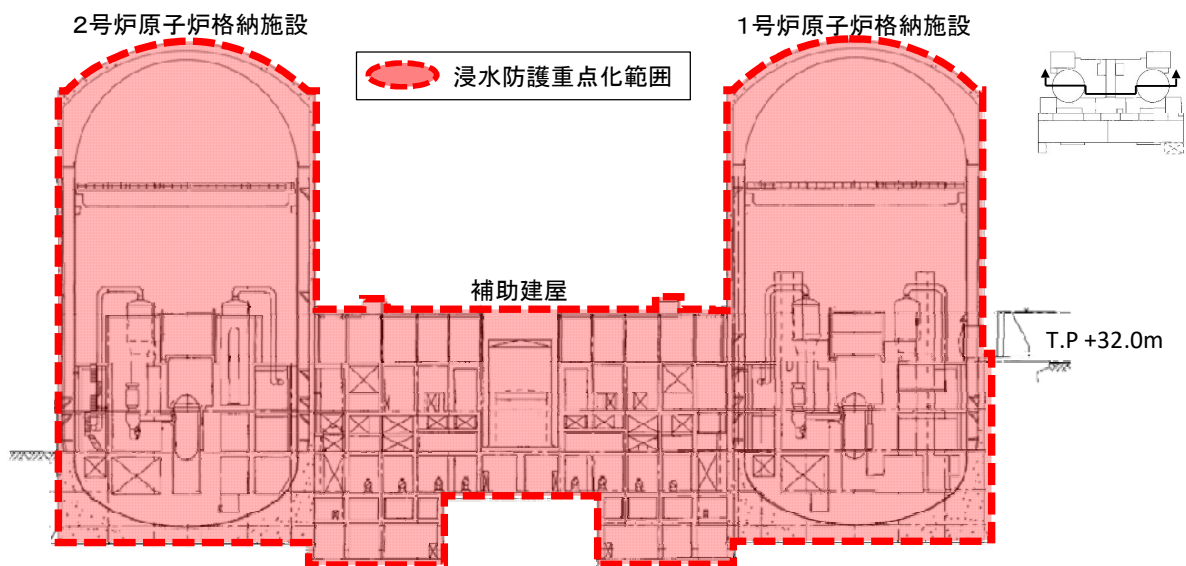


図-2-4-3 高浜 1,2号炉建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（東西方向）

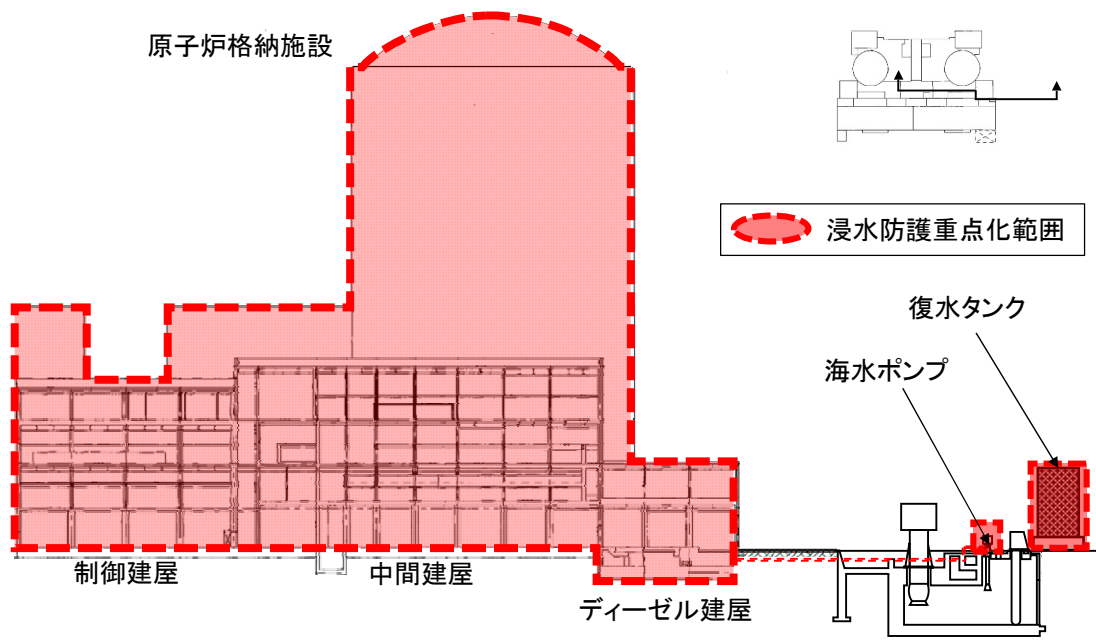
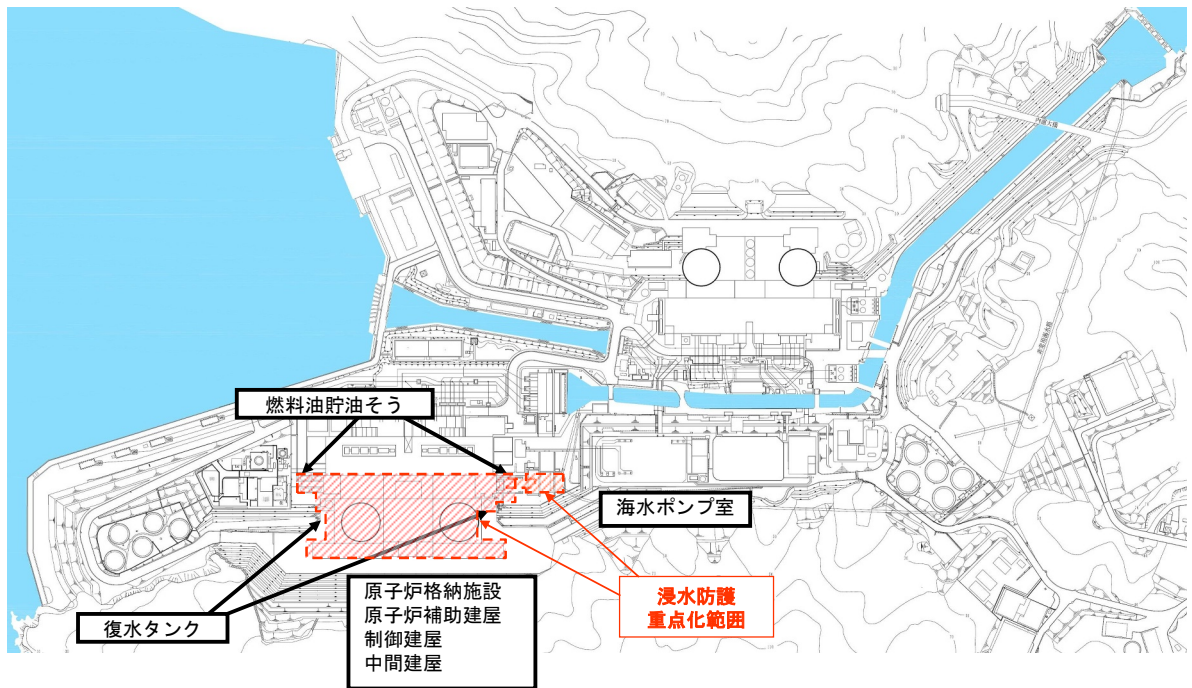


図-2-4-4 高浜1号炉建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（東西方向）



設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉格納施設 ・ 原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋 	T. P. +3. 5m
<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料油貯油そう ・ 海水ポンプエリア ・ 復水タンク 	T. P. +3. 5m T. P. +3. 5m T. P. +15. 0m

図-2-4-5 高浜 3, 4 号炉 浸水防護重点化範囲

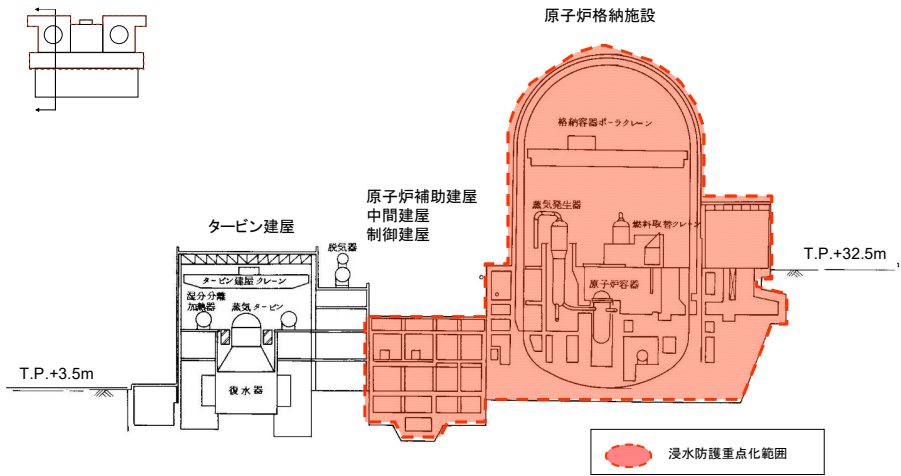


図-2-4-6 高浜 3号炉建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（南北方向）

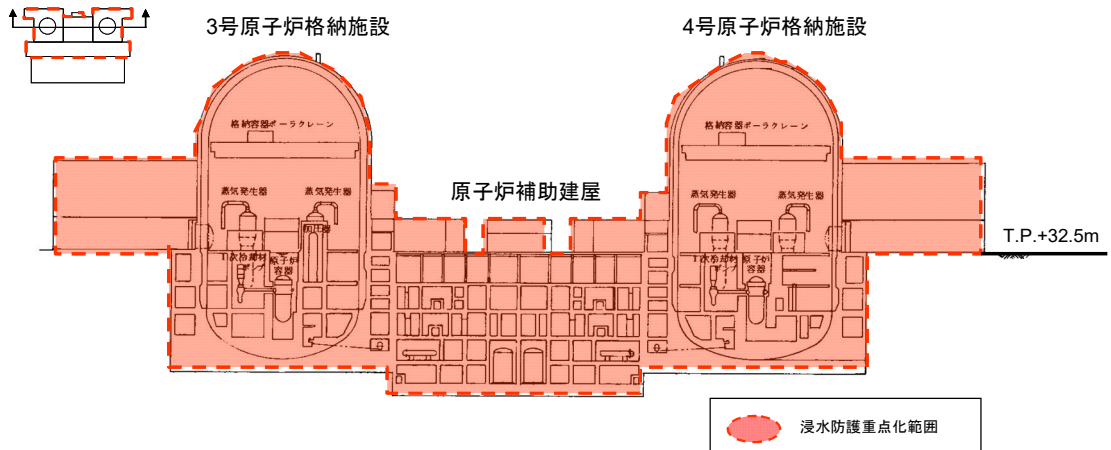


図-2-4-7 高浜 3, 4号炉建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（東西方向）

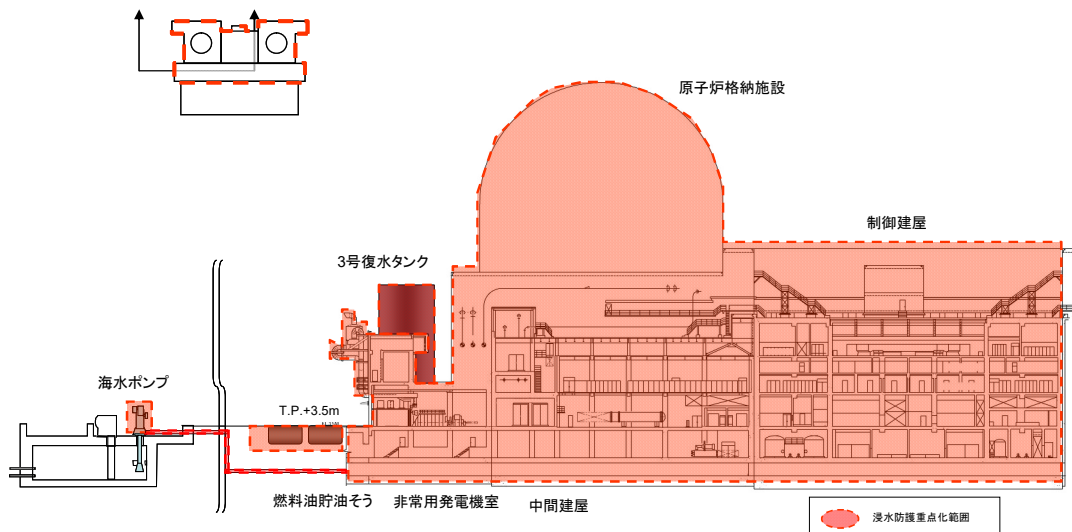


図-2-4-8 高浜 3号炉建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（東西方向）

(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）を設定し、それらに対して浸水対策を施すこと。

【検討方針】

① 1号炉及び2号炉

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（貫通口等）はないことを確認している。

具体的には、以下について検討する。

- ・地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象について検討する。なお、循環水配管の損傷箇所を介して、津波の流入を評価する際には、サイフォン効果も考慮して実施する。ただし、津波に関連しないものについては内部溢水にて取扱う。（検討結果①参照）。
- ・地震・津波による屋外循環水系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想定する。ただし、津波に関連しないものについては内部溢水にて取扱う。（検討結果①参照）
- ・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。（検討結果①参照）
- ・循環水系機器・配管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。（検討結果①参照）
- ・浸水範囲に施設、設備施工上生じうる隙間を有する場合は、止水処理を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。
- ・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。

② 3号炉及び4号炉

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（貫通口等）はないことを確認している。

具体的には、以下について検討する。

- ・地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の破損により、津波が循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、サイフォン効果によりタービン建屋内に流入することが考えられる。このため、タービン建屋内に流入した津波により、タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉補助建屋、制御建屋及び中間建屋）への影響を評価する。
- ・地下水は、湧水サンプへ流入する。このため、地震後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。
- ・浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部に対して、T. P. +10. 8mまでの浸水対策を実施している。
- ・浸水範囲に施設、設備施工上生じうる隙間を有する場合は止水処理を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。

【検討結果】

次項以降に示す。

(3) 1号炉及び2号炉の浸水評価

①浸水防護重点化範囲隣接建屋における浸水量評価

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプ室については、基準津波に対して敷地高さが高く、外郭防護が達成されており、津波単独事象によって浸水防護重点化範囲の境界に浸水が達することはない。

地震後の津波による影響としては、以下の①、②事象が考えられることから、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

(影響評価方針)

a. 屋内の溢水

地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の他、2次系海水管及び1次系海水戻り配管の破損、耐震性の低い2次系機器及び屋外タンク等の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が取水ピット側及び放水ピット側から循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、タービン建屋に流入することが考えられる。

タービン建屋での溢水若しくはタービン建屋への津波の流入により、隣接する浸水防護重点化範囲への影響が考えられるため、以下に、それらを保守的に想定した場合のタービン建屋の浸水量、浸水範囲を評価した結果を示す。

b. 屋外の溢水

地震に起因する循環水ポンプ室の循環水管伸縮継手の損傷により、津波が循環水管を流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、循環水ポンプ室内に流入することが考えられる。このため、循環水ポンプ室内に流入した津波により、隣接する浸水防護重点化範囲（海水ポンプ室）への影響を評価する。評価内容及び結果を示す。

なお、屋外タンク等の損傷による溢水は、津波の影響がないため、別途実施する内部溢水の影響評価において実施する。

(影響評価結果)

a. 屋内の溢水

(a) タービン建屋の浸水量、浸水範囲の評価方針

7. タービン建屋と浸水防護重点化範囲との境界については、浸水対策を実施しているが、タービン建屋に浸水が生じた場合におい

て、隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことが考えられるため、浸水量及び浸水範囲の評価を実施する。

- イ. タービン建屋における溢水については、循環水管の伸縮継手の全円周状の破損及び地震に起因する2次系機器及び屋外タンク等の破損を想定し、循環水ポンプを停止するまでの間に生じる溢水量と2次系機器及び屋外タンクの保有水による溢水量及び循環水管の損傷箇所からの津波の流入量を合算した溢水量が、タービン建屋空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。
- ウ. 循環水管の損傷箇所が、津波や2次系機器の保有水の溢水により水没した場合、サイフォン効果を考慮すると、取水ピット及び放水ピット内の水位が循環水管下端高さよりも低い場合でも、損傷箇所を介して継続して海水が流入してくる可能性がある。このため、最終的なタービン建屋の溢水量を算出する際は、サイフォン効果を考慮して評価する。なお、循環水管の鋼管部が全周破断することはないことから、循環水ポンプ運転中はサイフォン効果による溢水は想定しない。

(b) 評価条件

- ア. 循環水管損傷箇所での浸水の流出圧力は、循環水ポンプ運転中は循環水ポンプの吐出圧力に損傷箇所までの静水頭差を考慮した圧力とする。なお、配管圧損は保守的に考慮しない。
- イ. 循環水ポンプ停止中の浸水の流出圧力は、取水ピット水位又は放水ピット水位とタービン建屋の溢水水位の水位差とする。なお、配管圧損については、海水流入しやすくするため保守的に考慮しない。また、循環水ポンプ停止中はポンプ出口弁が閉弁するが、地震により破損して閉止することができないものとする。
- ウ. タービン建屋の浸水水位は、津波の流入を考慮して、津波の流入の都度上昇するものとして計算する。
- エ. タービン建屋に流入した水については、取水ピット及び放水ピット水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものは流入経路を通じてタービン建屋外へ流出しないものとして評価する。
- オ. 地震発生後の事象進展を、以下のとおりとして評価する。
 - ・地震により循環水管及び2次系海水管、1次系海水戻り配管、2次系機器の損傷が発生し、タービン建屋に浸水が生じる。

- ・ 2次系機器損傷による浸水は瞬時に発生し、循環水管損傷による浸水は、ポンプ停止までの地震発生 23 分後まで生じる。

また 2 次系海水管破損による溢水は、隔離弁閉止までの地震発生 13 分後まで生じる。

- ・ それ以降については、津波襲来時も含めピット内水位とタービン建屋水位を比較し、ピット内水位が高い場合は、サイフォン効果により流入する。

(c) 浸水量評価

地震発生後の事象進展を考慮して、以下のように段階を分けて浸水量を評価した。なお、7. からウ. の評価の詳細については、別途実施する内部溢水の影響評価において示す。

7. 地震発生から循環水ポンプ停止まで(津波による流入量を含む)

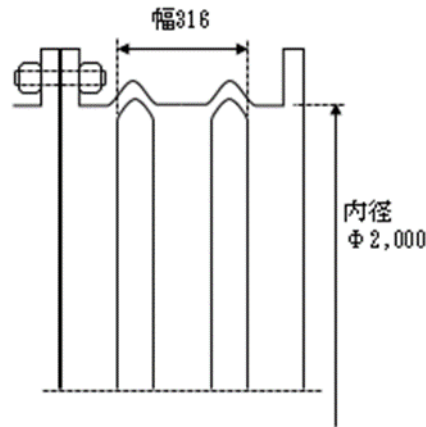
(ア) 循環水管伸縮継手部からの溢水

循環水管の伸縮継手部からの破損については、伸縮継手部の全円周状の破損を考慮する。算出した浸水流量は表-2-4-1のとおりである。

循環水管伸縮継手部からの溢水流量については、内部溢水ガイドを引用し、図-2-4-5 のとおり算出している。

表-2-4-1 循環水管の伸縮継手部の溢水流量

内径 (mm) D	継手幅 (mm) w	溢水流量 (m ³ /h) Q/2 ユニット
2,000	316	約 87,000



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

Q : 溢水流量 (m^3/h)
 A : 断面積 (m^2)
 ($\pi \times D \times w$) にて算出
 C : 損失係数 (=0.82)
 H : 水頭 (m)

図-2-4-9 循環水管伸縮継手部断面図

(イ) 2次系海水管からの溢水

2次系海水管からの溢水については、溢水流量が最も多くなる海水ポンプ4台運転及び配管の全円周状の破損を考慮する。算出した溢水流量は表2-4-2のとおりである。

表-2-4-2 2次系海水管からの溢水流量

溢水流量 (m^3/h) /2 ユニット
約 26,000

(ロ) 1次系海水戻り配管からの溢水

1次系海水戻り配管からの溢水については、1次系海水戻り配管健全時の最大流量及び配管の全円周状の破損を考慮する。算出した溢水流量は表-2-4-3のとおりである。

表-2-4-3 1次系海水戻り配管からの溢水流量

溢水流量 (m^3/h) /2 ユニット
約 14,000

(ハ) 2次系機器からの溢水

2次系機器の保有水量を算出した主な機器は以下のとおりである。

容器：復水器、主油タンク、低圧給水加熱器、高圧給水加熱器、脱気器タンク、タービン建屋周辺タンク等

配管：給水管、復水管、海水管等

(オ) タービン建屋からの溢水

地震発生から循環水ポンプ停止まで及び循環水ポンプ停止以降の溢水流量を以下のとおり算出する。

地震発生から循環水ポンプ停止までの溢水流量

87,000	+	26,000	+	14,000	=	127,000m ³ /h
(循環水管の 縮継手部 の溢水流量)		(2次系海水 管の溢水流量)		(1次系海水 戻り配管の 溢水流量)		(溢水流量伸 縮継手の 合計)

循環水ポンプ停止以降の溢水流量

14,000 m³/h (1次系海水戻り配管の溢水流量/2ユニット)

(カ) タービン建屋の溢水水位

タービン建屋からの溢水流量に対する排出について以下のとおり考慮する。

循環水管伸縮継手、2次系海水管及び1次系海水戻り配管からの溢水は、タービン建屋外壁にはガラリ等の隙間があり、タービン建屋に溢水が滞留し続けることはなく屋外へ排出される。

なお、ガラリ以外にもタービン建屋の開口はあるが、保守的に常時開口面積が確保されることが明確なガラリのみを開口として扱い、ガラリ以外からの流出は考慮しないこととする。

ガラリの閉塞による減損については、現場ウォークダウンによりガラリを直接閉塞させる機器等がなく、タービン建屋内の溢水はガラリにて建屋外へ流出する経路を確保できることを確認しているが、保守的にガラリについても閉塞を考慮することとする。

本閉塞の考え方は、溢水ガイドにおける溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の考え方を参考にすると、最大ガラリ1枚(全体の開口断面積約10%相当からの流出を期待しないことを見込めば良いと考えるが、ここではさらに余裕を見込んでガラリ全体の50%の減損(開口率50%)^{※1}を考慮する。

以上からガラリ開口率50%を想定した場合における溢水流量とタービン建屋の隙間から流出する流量が同じになるター

ビン建屋溢水水位を溢水流量条件の最も厳しい循環水ポンプ伸縮継手部、2次系海水管及び1次系海水戻り配管からの溢水があるケースで算出した結果は表-2-4-4、タービン建屋溢水水位イメージを図-2-4-10のとおり示す。

表-2-4-4 タービン建屋の溢水水位

タービン建屋の溢水水位
T. P. +8.5 (m) ※2

- ※1 周囲にガラリーを直接閉塞させる機器等がなく、また、ガラリーがタービン建屋の東側と西側にバランスよく配置されていることから、50% (半分) の減損は十分に保守的であると考ええる。
- ※2 タービン建屋の溢水流量 (「オ.タービン建屋からの溢水」参照：循環水ポンプ伸縮継手部、2次系海水管及び1次系海水戻り配管からの溢水流量 127,000m³/h) とガラリー開口率 50%における開口断面積 (11.775m²) からの流出流量が同じになるタービン建屋溢水水位

タービン建屋溢水水位 (m) = ガラリー中心レベル E. L. +6.15m + ガラリーを通過する際の圧損 0.970m ^{※3} + 溢水流量相当がタービン建屋から流出する流出経路の形状変化による圧損 1.3m ^{※4}

- ※3 ガラリーを通過する際の圧損 (m) = $\zeta_1 \times v^2 / 2g + \zeta_2 \times v^2 / 2g$
 ζ_1 : ガラリー入口部の損失係数 (=1.2)
 ζ_2 : ガラリー中央部の損失係数 (=0.79)
(出典: I. E. Idelchik, Handbook of Hydraulic Resistance, Hemisphere Publishing Corporation)
v: 通過流速 m/s
g: 重力加速度 m/s²)
- ※4 溢水流量相当がタービン建屋から流出する流出経路の形状変化による圧損 (m) = $Q^2 / (2g \times A^2 \times C^2)$
A: ガラリー開口率 50%の開口断面積 (m²)
Q: 流出流量 (m³/s)
g: 重力加速度 (m/s²)
C: 開口部流出の流量係数 (=0.611)
(出典: 物部水理学、岩波書店)

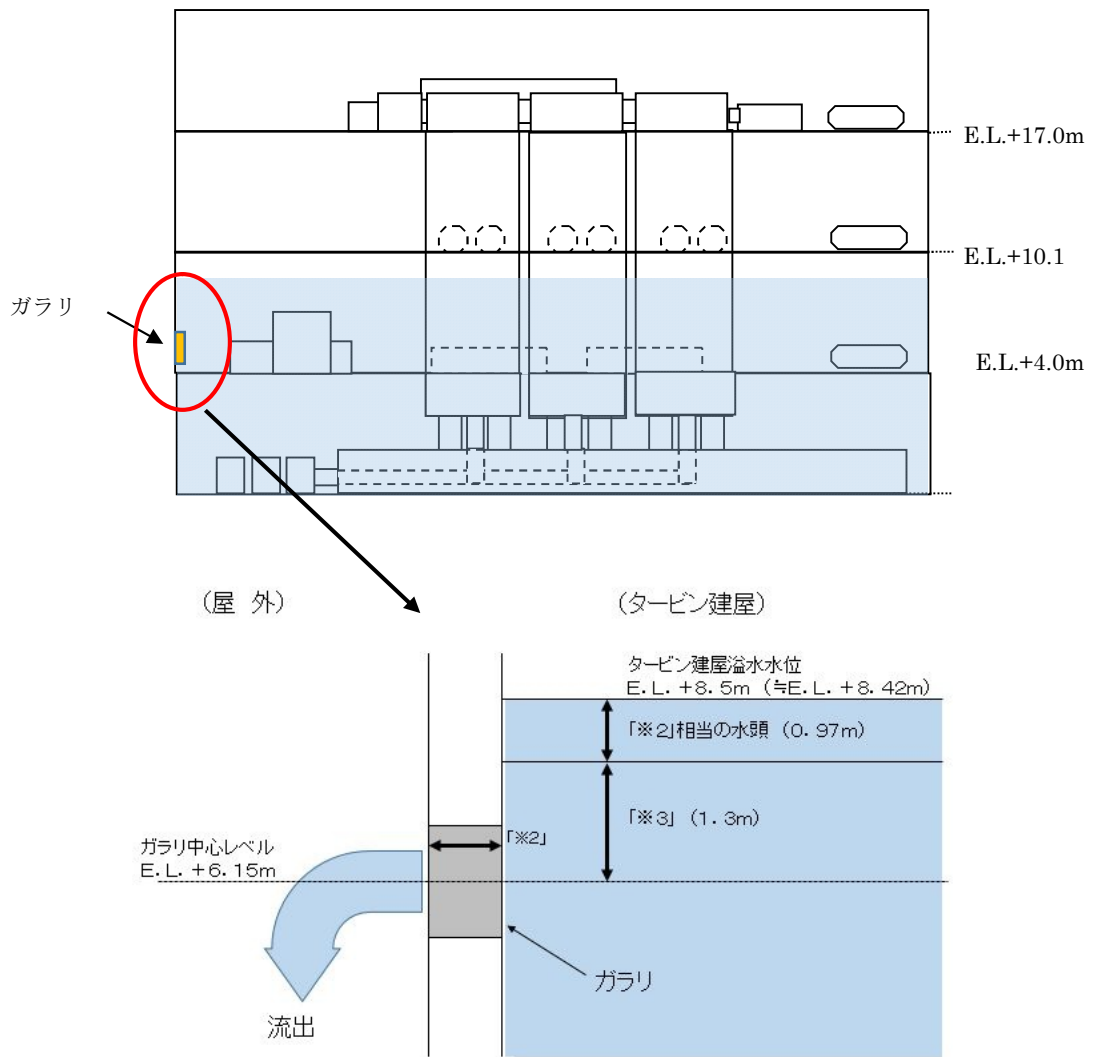


図-2-4-10 タービン建屋溢水水位イメージ

イ. 循環水ポンプ停止から津波襲来前まで

朔望平均満潮位 T. P. +0.49m に潮位のばらつき (0.15m) を考慮しても、タービン建屋の浸水水位の方が高いことから、この期間にサイフォン効果による流入はない。

取水側及び放水ピット側の朔望平均満潮位とタービン建屋の浸水水位との比較は表 2-4-5 のとおりである。

表-2-4-5 朔望平均満潮位とタービン建屋の浸水水位との比較

潮位	<	タービン建屋の浸水水位
T. P. +0.64m		T. P. 約+8.5m

ウ. 津波襲来時（重畳津波、循環水ポンプ停止中）

津波高さ及各設備の設置高さの概略図を図-2-4-11 に示す。

取水側の最高水位については、1号及び2号炉海水ポンプ室前面の最高水位 T. P. +2.6m とした。放水路の水位については、放水路（奥）の最高水位 T. P. +6.7m とした。

津波襲来前までの期間にタービン建屋には T. P. 約+8.5m まで浸水しているのに対して、破損箇所である循環水管伸縮継手の高さが T. P. +0.5m と低く水没しているため、取水側及び放水ピット側の水位がタービン建屋の浸水水位より高い場合には、サイフォン効果が続くものとして、評価した。なお、循環水ポンプ出口弁は、地震により破損して閉止することができないものとして評価した。

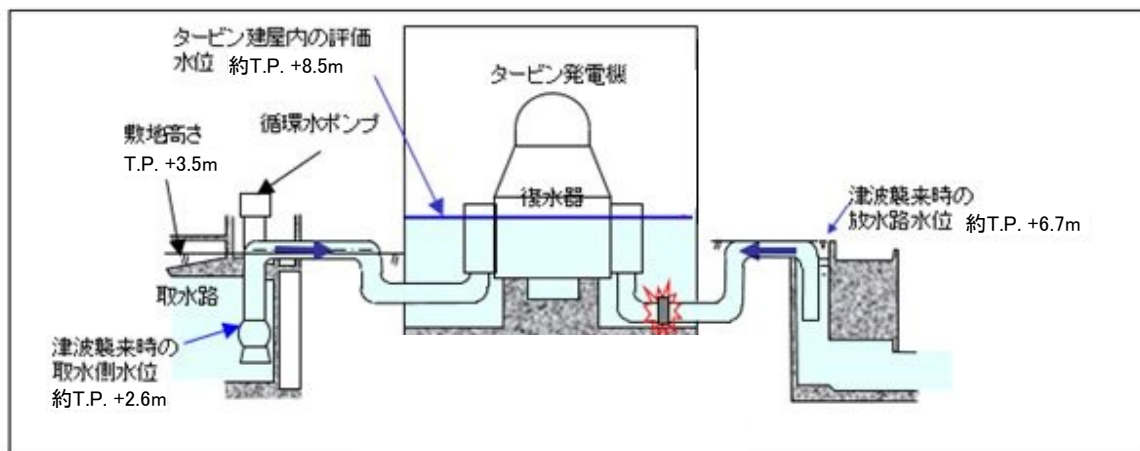


図-2-4-11 タービン建屋内の評価水位と取水側水位及び放水ピット側水位の概略図

損傷箇所を介してタービン建屋へ津波が流入することを評価するために、津波による取水側の波形及び放水ピット側の波形を図-2-4-12～13に示す。

流入量を算出する際には、この水位波形から取水側及び放水ピット側の水位がタービン建屋の溢水水位よりも高い状態のときを合計する。なお、取水側からの流入量については、2号炉海水ポンプ室前面の方が1号炉海水ポンプ室前面と比べ、津波高さが高いことから、保守的に2号炉海水ポンプ室前面波形を代表とした。

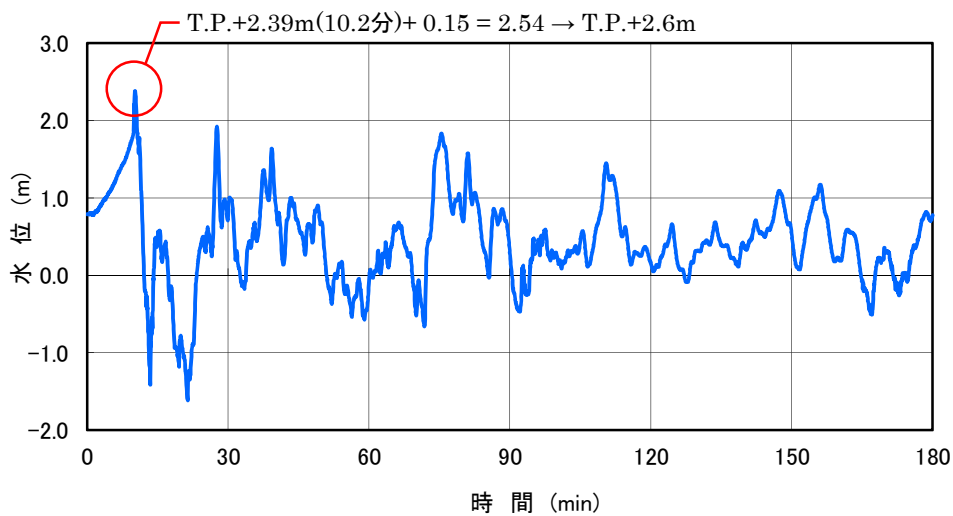


図-2-4-12 津波による取水側の水位波形（2号炉海水ポンプ室前面）

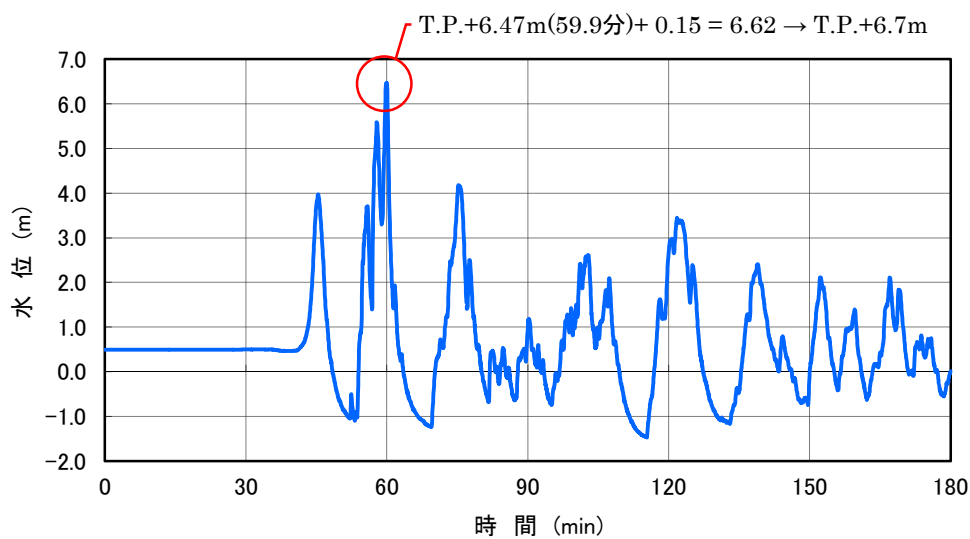


図-2-4-13 津波による放水ピット側の水位波形

図-2-4-14 のとおり、ピット内の水位が津波襲来前のタービン建屋の浸水水位を超えた時点のデータを評価開始点（図の ΔH_1 の点）とする。放水ピット水位 ΔH_1 の時間変化毎にタービン建屋への流入量 Q を算出し、浸水量として合計した。算定式は以下のとおり。

$$Q = \int \{ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_1} + A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_2} \} dt \quad [m^3/s]$$

Q : 流入量 $[m^3/s]$

A : 継手部分の断面積 $[m^2]$ C : 流出係数 (0.82)

ΔH_1 : 放水ピット側水位 - タービン建屋内水位 $[m]$

ΔH_2 : 取水側水位 - タービン建屋内水位 $[m]$

※放水ピットおよび取水口側の時刻歴水位を活用

※タービン建屋内水位はタービン建屋内空間容積と累積流入量から算出する。

タービン建屋の空間容積は、タービン建屋の体積から機器・架台・柱および基礎等の欠損部体積を差し引くことにより算出する。

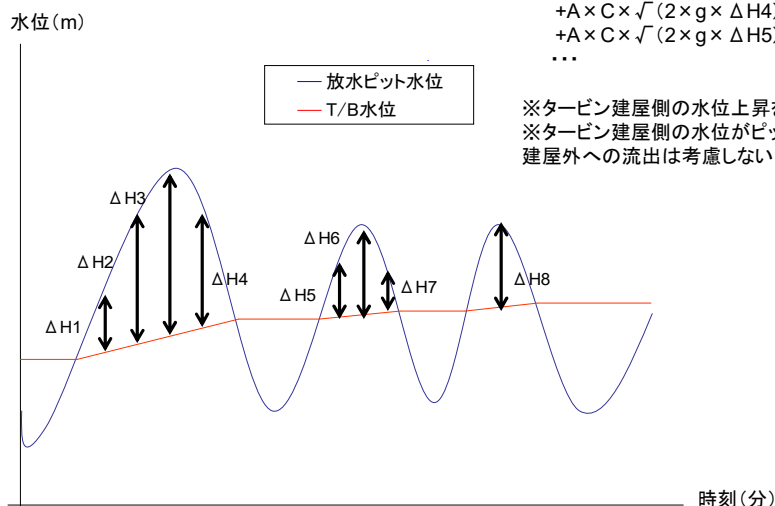
$$A = \pi \times D \times w \quad [m^2]$$

D : 伸縮継手内径 (=2,000mm)

w : 継手幅 (=316mm)

$$Q = \int A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H} dt \quad [m^3/s]$$

$$\begin{aligned} &= A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_1} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_2} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_3} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_4} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_5} \\ &\dots \end{aligned}$$



※タービン建屋側の水位上昇を時刻変化毎に計算する。
 ※タービン建屋側の水位がピット側より上昇する場合の建屋外への流出は考慮しない。

図-2-4-14 津波流入量計算イメージ

算出されたサイフォン効果を考慮した、津波襲来に伴うタービン建屋への流入量は表-2-4-6 のとおりである。循環水ポンプ運転中のタービン建屋の浸水水位より津波による取水側及び放水ピット側の水位が低いため、循環水ポンプ停止後の津波襲来時にタービン建屋への流入はない。

表-2-4-6 津波襲来に伴うタービン建屋への流入量

津波に伴う流入量		
放水ピット側からの流入	取水側からの流入※	合計
約 0m ³	約 0m ³	約 0m ³

※循環水ポンプ出口弁は、地震により破損して閉止することができないものとして評価した。

(d) 評価結果

循環水ポンプを停止するまでの間に生じる浸水量と2次系機器及びタービン建屋周辺タンクの保有水の浸水量及び循環水管の損傷箇所からの津波の流入量を合算して浸水量を求めた結果、地震発生後から津波襲来後までのタービン建屋の浸水水位は T.P. 約 +8.5m であり、浸水防護重点化範囲へ連絡する経路の高さ T.P. +4.0m を上回ることが確認された(図-2-4-15)。また、ドライエリアも浸水すると考えられ、浸水防護重点化範囲の境界壁には貫通部が存在する。

しかし、浸水防護重点化範囲の境界部は、次頁「(e) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策」に示すとおり、水密扉の設置、配管貫通部の浸水防止施工等を実施しており、保守的に浸水量を評価しても、設計基準対象施設の津波防護対象設備の機能に影響はない。

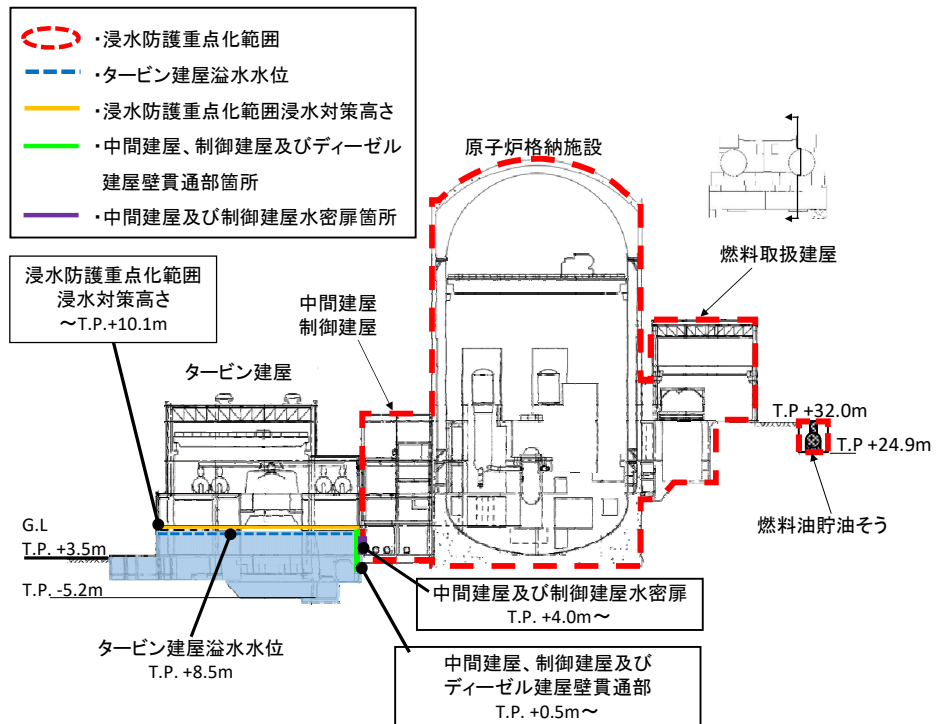


図-2-4-15 津波襲来後のタービン建屋溢水イメージ

(e) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

(d) の評価結果より、T. P. +10.1m までのタービン建屋と浸水防護重点化範囲の境界の扉及び貫通部の止水処置については、浸水防止設備（内郭防護）として整理し、対策位置を図-2-4-16～18に示す。



図-2-4-16 水密扉の位置 (I/B, C/B T. P. +4.0m)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。



図-2-4-17 貫通部対策の位置 (I/B, C/B, D/G T. P. +4.0m)



図-2-4-18 貫通部対策の位置 (I/B T. P. +0.55m, D/G T. P. +1.0m)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。 !!

b. 屋外の溢水について

屋外の溢水影響評価においては、海水ポンプ室は循環水ポンプが設置されている循環水ポンプ室と隣接していることから、循環水管の伸縮継手部の全周破断による溢水を考慮する。

<循環水管の伸縮継手部の地震による溢水影響評価>

地震発生時に循環水管の伸縮継手部が全周破断した場合、循環水ポンプが停止するまでの間、溢水が継続する。循環水管の伸縮継手部が設置されている循環水ポンプ室は、防護対象設備である海水ポンプが設置されている海水ポンプ室と隣設している。地震による循環水管の伸縮継手部からの全周破断による溢水を考慮して、溢水流量を算出した結果は表-2-4-7のとおりである。

表-2-4-7 循環水管の伸縮継手部の溢水流量

内径 : D (mm)	継手幅 : w (mm)	溢水流量 : Q/ユニット (m ³ /h)
3,500	400	約 106,200

$$\text{溢水流量 } Q = A \times C \times \sqrt{2gH} \times 3600$$

Q : 溢水流量 [m³/h]

A : 断面積 [m²] (= $\pi \times D \times w$) にて算出

C : 損失係数 (=0.82)

H : 水頭 [m]

発生した溢水は、循環水ポンプ室から防護対象設備である海水ポンプが設置されている海水ポンプ室へ流入するが、海水ポンプの機能喪失高さ（T.P.+4.67m）より低い位置に設置されている海水ポンプ室周辺エリアの堰（T.P.+4.00m）を越流するため、海水ポンプは機能喪失に陥ることはない。海水ポンプ室周辺エリア断面図を図-2-4-19、溢水水位を表-2-4-8に示す。

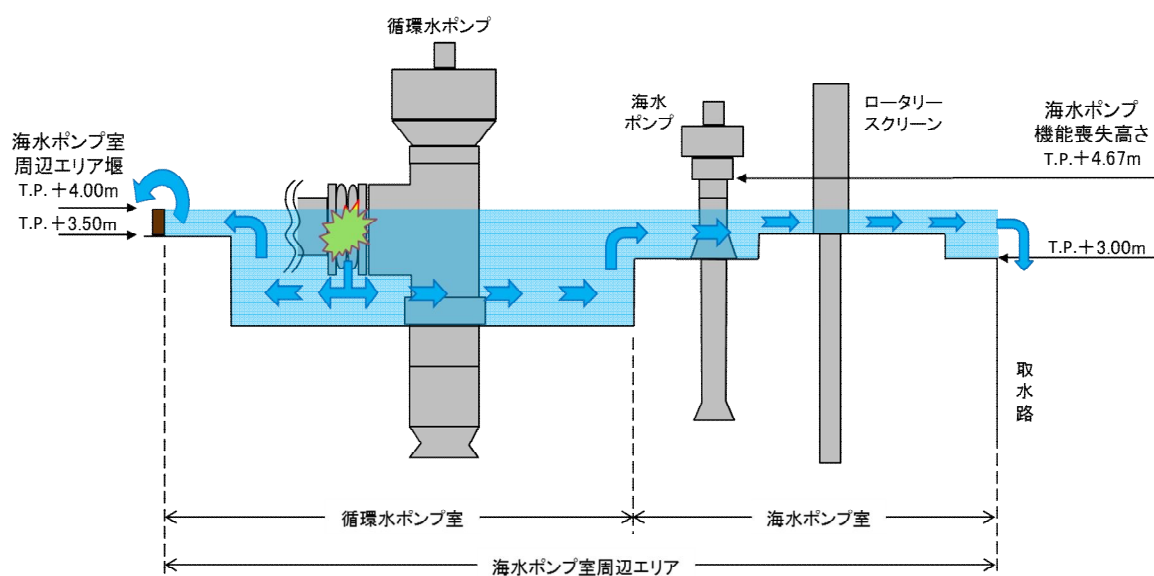


図-2-4-19 海水ポンプ室周辺エリア 断面図

表 2-4-8 循環水管伸縮継手部破損時の海水ポンプ室周辺エリアの溢水水位

	海水ポンプ室周辺 エリア溢水水位 (m)	海水ポンプ 機能喪失高さ (m)	判定
1号炉	1.00m (T.P.+4.00m)	T.P.+4.67m	○
2号炉	1.00m (T.P.+4.00m)	T.P.+4.67m	○

以上により、地震による循環水管の伸縮継手部の全周破断による海水ポンプ室の溢水水位は、1号及び2号炉とも1.00m (T. P. +4.00m) となることから、海水ポンプ室外からの地震による溢水においても、防護対象設備である海水ポンプ（機能喪失高さ：T. P. +4.67m）は影響を受けない。

②地下水による浸水防護重点化範囲への影響について

地震によるタービン建屋地下部外壁からの地下水の流入については、タービン建屋付近の地下水位を考慮しても、表-2-4-4タービン建屋の溢水水位 T. P. +8.5m に包絡されるため、地下水による浸水防護重点化範囲への影響はない。

③建屋間の施工上生じうる隙間部について

溢水により浸水を想定するタービン建屋において、施工上生じうる建屋間の隙間部に対して、溢水水位が到達しないことを確認する。

図-2-4-20 に1号炉及び2号炉のタービン建屋と中間建屋の断面図を示す。浸水によるタービン建屋の水位は T. P. +8.5m であるのに対して、タービン建屋及び中間建屋、制御建屋またはディーゼル建屋は一体の壁となっており、浸水部分に建屋間の隙間部は存在しない構造となっている。

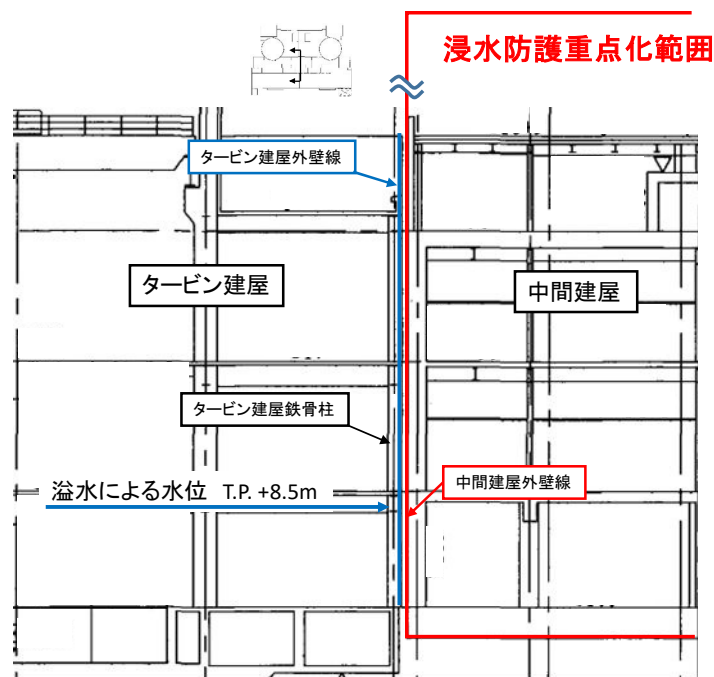


図-2-4-20 タービン建屋と中間建屋の断面図

(4) 3号炉及び4号炉の浸水評価

①浸水防護重点化範囲隣接建屋における浸水量評価

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプ室については、基準津波に対して敷地高さが十分高く、外郭防護が達成されており、津波単独事象によって浸水防護重点化範囲の境界に浸水が達することはない。

地震後の津波による影響としては、以下 a.、b.、c. の事象が考えられ、各事象に関して浸水防護重点化範囲への影響を評価した。

a. 屋内の溢水

地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の破損により、津波が循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、タービン建屋内に流入することが考えられる。

このため、タービン建屋内に流入した津波により、タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（制御建屋及び中間建屋）への影響を評価する。評価内容及び結果を a. (a)～(d) 項に示す。

なお、耐震性の低い2次系機器の損傷による保有水の溢水については、内部溢水評価で考慮する。

b. 屋外の溢水

地震に起因する循環水ポンプ室の循環水管伸縮継手の破損により、津波が循環水管を流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、循環水ピット内に流入することが考えられる。このため、取水ピット内に流入した津波により、隣接する浸水防護重点化範囲（海水ポンプエリア）への影響を評価する。評価内容及び結果を b. (a), (b) 項に示す。

なお、屋外タンク等の損傷による溢水は、津波の影響がないため、別途実施する内部溢水の影響評価において実施する。

c. 地下水の溢水

地下水は、湧水ピットへ流入する。このため、地震後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。その評価内容及び結果を c. (a) (b) 項に示す。

(影響評価結果)

a. 屋内の溢水

(a) タービン建屋内への津波流入量評価

- ・ 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋については、2.1, 2.2 で述べたとおり、敷地高さによって外郭防護が達成されており、津波単独事象によって当該範囲の境界に浸水が達することはない。
- ・ 一方、地震後における津波による影響として、循環水管が地震によってタービン建屋内で破断した際に放水・取水ピット側からの津波流入の可能性があるため（図-2-4-21）、浸水防護重点化範囲に隣接するタービン建屋内で浸水した際の水位について評価を行った。

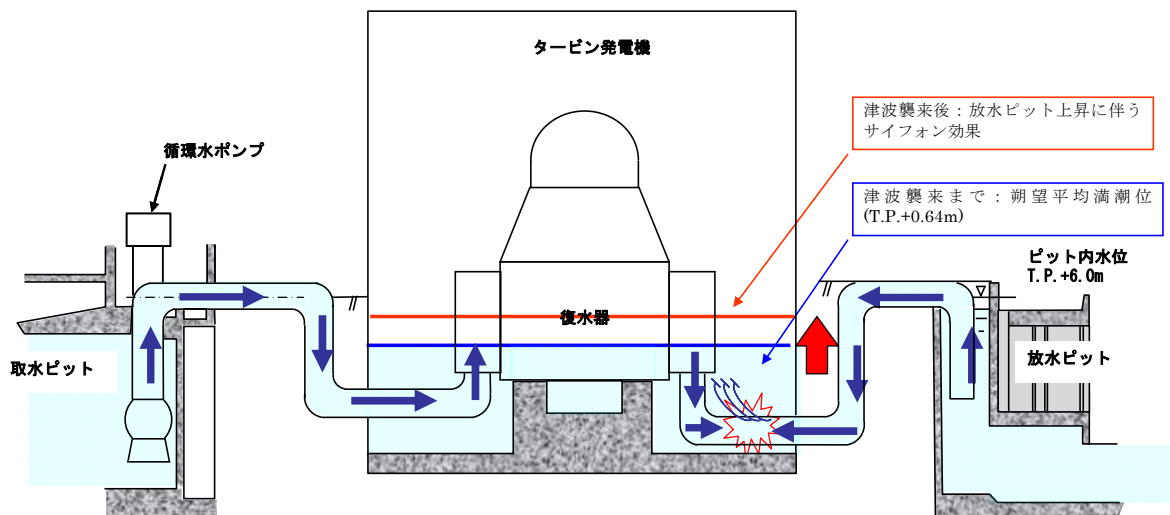


図-2-4-21 津波の流入イメージ

(b) 評価条件

- ・ 地震発生直後から循環水配管継ぎ手部分が破断し浸水が発生するものとする。
- ・ サイフォンブレイクは考慮しない。
- ・ 配管の圧力損失については、保守的に考慮しない。
- ・ 放水ピット水位および取水ピット水位がタービン建屋水位より高い場合、サイフォン効果によりタービン建屋に流入する。タービン建屋からピット等外部への流出は保守的に考慮しない。（図-2-4-22）
- ・ 本計算では、循環水ポンプ停止時とする。循環水ポンプ稼働時については、内部溢水評価にて考慮する。
- ・ 循環水ポンプ出口弁が閉止しない状態を想定する。

- ・ 津波襲来までのピットの水位は朔望平均満潮位に標準偏差を加えた T.P. +0.64m とする。
- ・ 高浜発電所 3, 4 号炉のタービン建屋は建屋内部で繋がっていることから、あわせて評価する。
- ・ 入力波形として、放水口側：若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり単体組み合わせ計算、取水側：FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりを採用する。
- ・ 内部溢水ガイドにより海水流入量を算定する。算定式は以下の通り。

$$Q = \int A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_1} + A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_2} dt \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Q : 流入量 [m³/s]

A : 継手部分の断面積 [m²] C: 流出係数 (0.82)

ΔH_1 : 放水口前水位 - タービン建屋内水位 [m]

ΔH_2 : 取水ピット水位 - タービン建屋内水位 [m]

※放水ピットおよび取水口側の時刻歴水位を活用

※タービン建屋内水位はタービン建屋内空間容積と累積流入量から算出する。

タービン建屋の空間容積は、タービン建屋の体積から機器・架台・柱および基礎等の欠損部体積を差し引くことにより算出する。

$$A = \pi \times D \times w \quad [\text{m}^2]$$

D : 伸縮継手内径 (=3,901mm)

w : 継手幅 (=100mm)

$$Q = \int A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H} dt \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\begin{aligned} &= A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_1} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_2} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_3} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_4} \\ &+ A \times C \times \sqrt{2 \times g \times \Delta H_5} \\ &\dots \end{aligned}$$

※タービン建屋側の水位上昇を時刻変化毎に計算する。
※タービン建屋側の水位がピット側より上昇する場合の建屋外への流出は考慮しない。

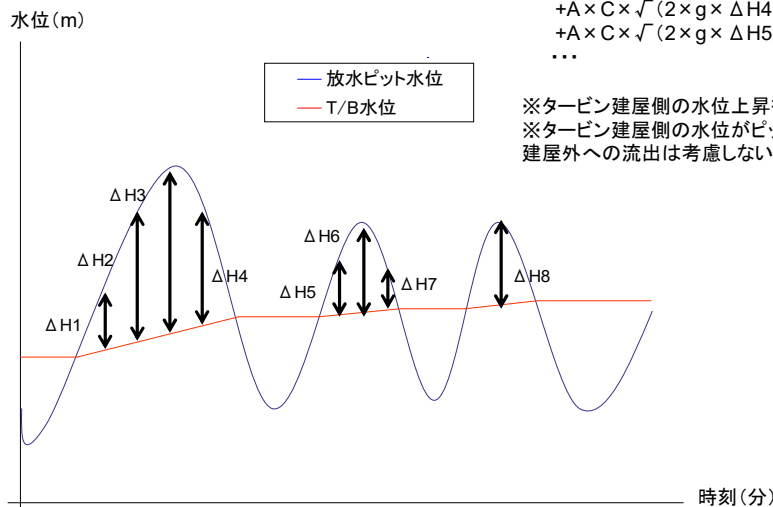


図-2-4-22 津波流入量計算イメージ

(c) 計算結果

タービン建屋内地下部での循環水管からの津波流入による水位は T. P. +2.7m (流入量 43,400m³) となる。入力津波の時刻歴波形を考慮したタービン建屋内での浸水水位を図-2-4-23 に示すとともに、海水流入後のイメージを図-2-4-24 に示す。敷地へ流出するまでの地下水位は T. P. +3.8m(地下空間容積 51,400m³) であるが、この空間内に納まる水量となっているため、タービン建屋外部へ流出することはない。また、浸水防護重点化範囲の中間建屋および制御建屋の連絡通路とは T. P. +4.0m で隣接しているが、この高さ以下には浸水の可能性のある経路、浸水口 (扉、開口部、貫通口等) はない。

以上のことから、入力津波に対して、重要な安全機能を有する設備は津波による影響から隔離できているといえる。

なお、タービン建屋近傍の地下水位を保守的に想定しても、T. P. +3.5m であり、万一この水位が流入しても、敷地への流出もなく、浸水防護重点化範囲への影響もない。

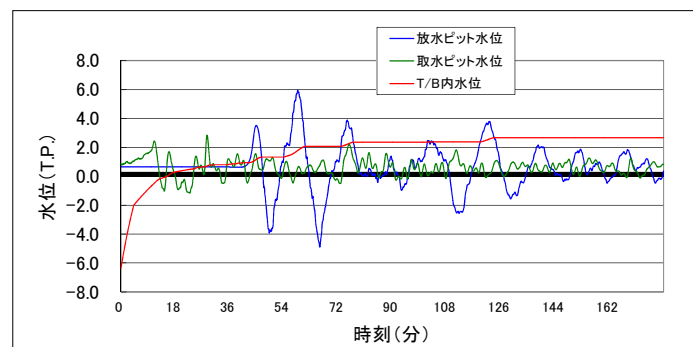


図-2-4-23 津波流入量計算結果

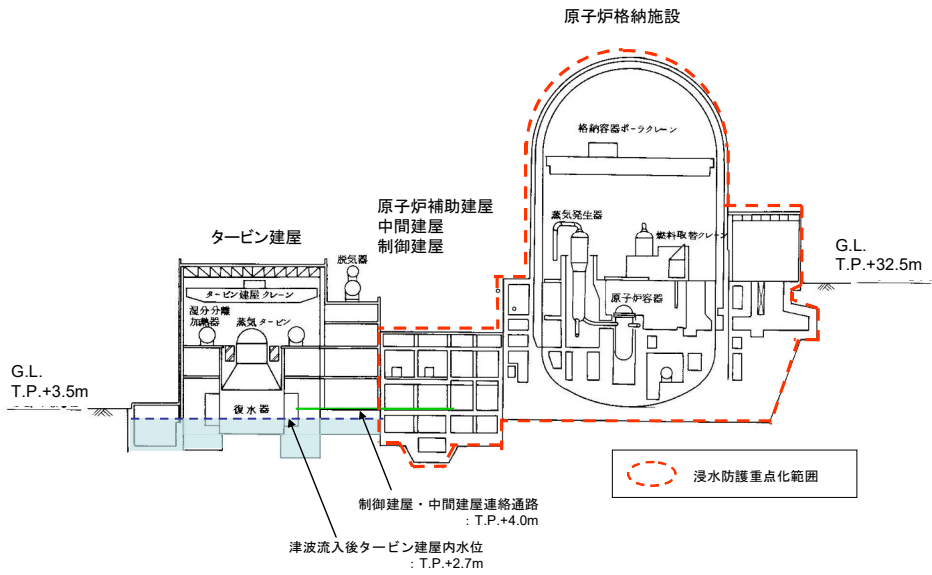


図-2-4-24 タービン建屋浸水時断面イメージ

b. 屋外の溢水

(a) 循環水管地盤改良部と配管破損の影響について

循環水配管の伸縮継手は、図-2-4-25 に示すとおりタービン建屋外の循環水ポンプ室にも設置されていることから、地震時には最も弱い伸縮継手で破損すると想定し、浸水防護重点化範囲への浸水について評価した。

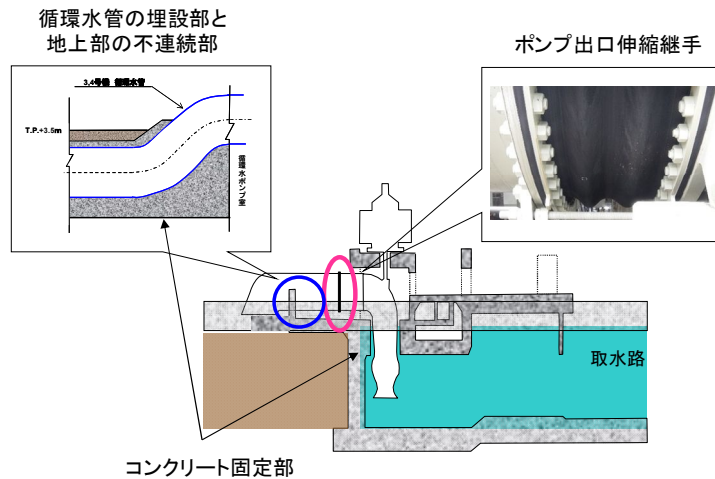


図-2-4-25 循環水ポンプ出口配管断面

(b) 評価結果

評価した結果、循環水ポンプは耐震Cクラス機器であり、地震時にはポンプ出口に設置されている伸縮継手部が破損し、送水機能も喪失しているものと考えられるが、万一、ポンプが健全で送水を続けた場合の経路としては、この付近で最もエレベーションの低い循環水ポンプの取水路に流入するため、内部溢水への影響はない。

フランシスの公式を用いて、循環水管伸縮継手部からの流出流量が取水路に流入可能であることを確認している。

循環水管伸縮継手部 からの流出流量	<	取水路への流入量
1852 (m ³ /min)		1882 (m ³ /min)

循環水管伸縮継手部からの溢水流量 1852 (m³/min) については、内部溢水ガイドを引用し、以下の通り算出している (図-2-4-26)。

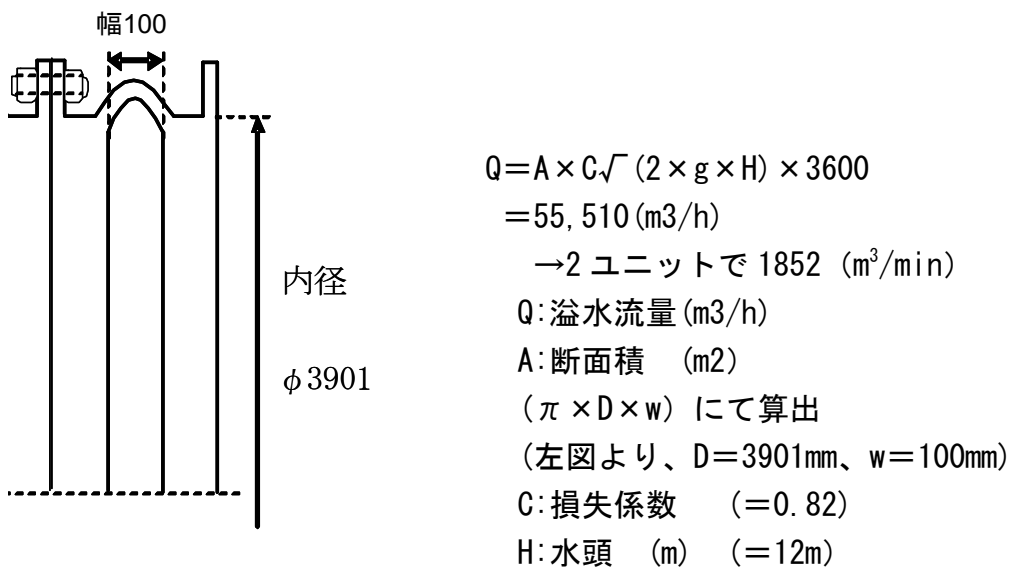
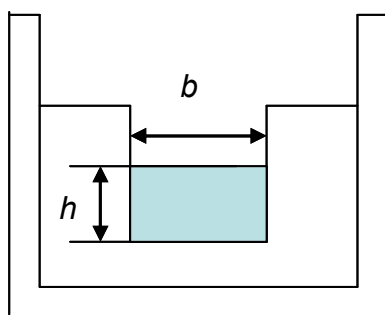


図-2-4-26 循環水ポンプ出口配管断面

取水路への流入量については、フランシスの公式を用いて、四角堰から溢れる流量として算出する (図-2-4-27)。



b: 測定用四角せきの切欠き下縁の幅 (m)
h: せきをあふれる水の水頭 (m)

図-2-4-27 四角堰モデル

フランシスの公式

$$Q = 1.838 (b - 0.2h) h^{3/2} \times 60 \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Q: 流入量 (m³/min)

b: 取水路の長さ 160 (m)

h: 溢水水位 0.225 (m)

上記の数字フランシスの公式に代入すると流入量は $Q = 1882$ (m³/min) となり、循環水管伸縮継手からの溢水量 1852 (m³/min) を取水路に流入できる。(図-2-4-28) なお、循環水ポンプ停止時は、循環水ポンプ室前面の入力津波高さは T. P. +2.9m であり、敷地高さ T. P. +3.5m より低いため、敷地への流入はない。

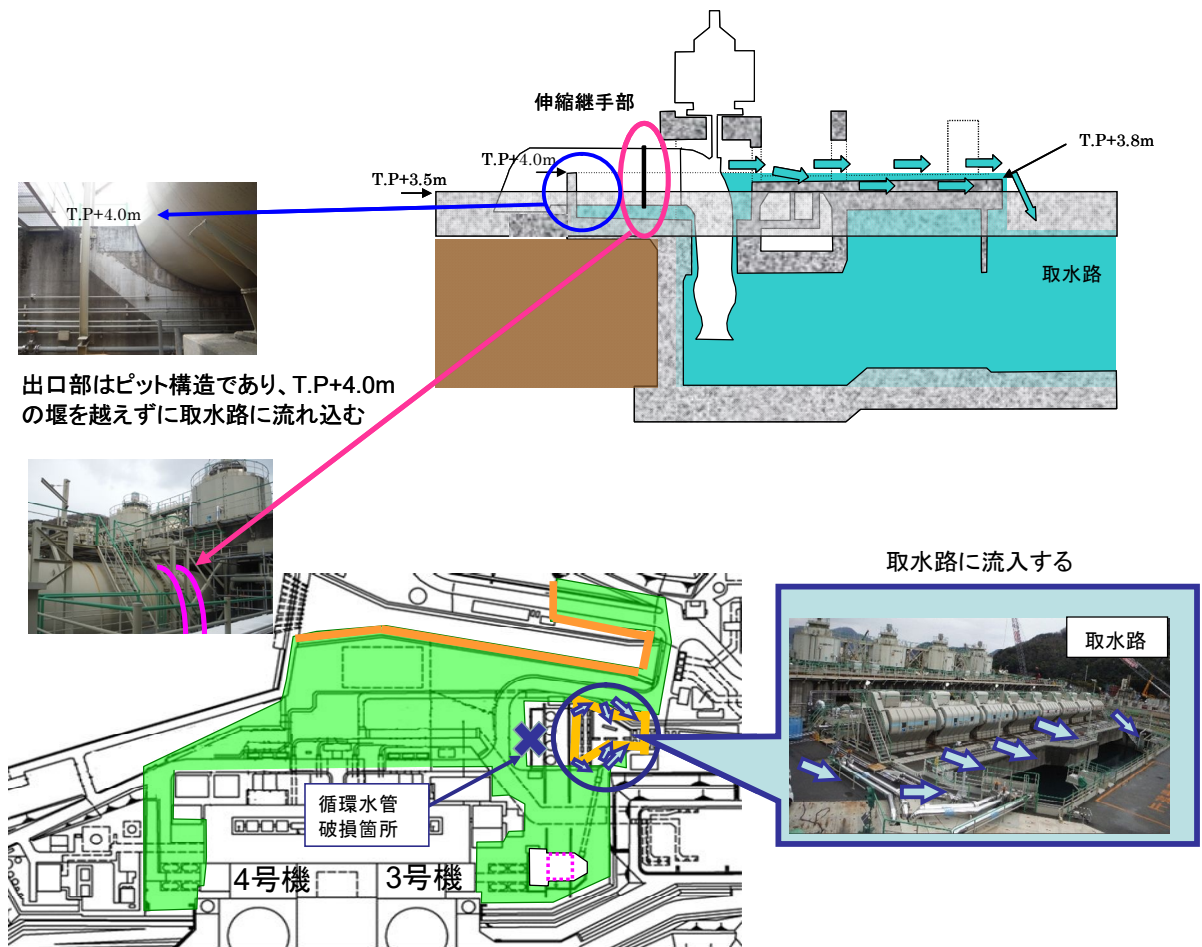


図-2-4-28 循環水ポンプ出口配管破断評価結果

c. 地下水の溢水

地下水は、湧水ピットへ流入する。このため、地震後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。その評価内容及び結果を②-1～2項に示す。

(a) 地下水の流入経路の確認

外周建屋及び中間建屋周辺の地下水は、中間建屋の最下層に設置された湧水サンプへ集水される。

このため、地下水の流入による浸水防護重点化範囲への影響を検討するために、湧水サンプポンプ、湧水サンプポンプ電源及び排出ラインについて、地震時においても機能維持できることを確認する。



図-2-4-29 建屋配置概念図

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

(b) 評価結果

湧水サンプルに集水された地下水は、耐震性を有する 2 台の湧水サンプポンプにて、信号による自動起動、停止により海水管を経由して海へ排水することが可能である。また、湧水サンプポンプの電源は、安全系の電源系統から供給されていることから、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。

地下水の流入については、1日当たりの湧水（地下水）の排水量の実績値に対して、湧水サンプポンプの排出量は大きく上回ること、また、湧水サンプポンプは耐震性を有することから、外部の支援を期待することなく排水可能である。

仮に湧水サンプポンプが機能しないと仮定した場合は、湧水の流入により湧水サンプが満水になるが、湧水サンプ上階の海水管トレンチ室は約 2,000m³貯水可能であること、当該海水管トレンチ室の配管、電線管等の貫通部は、止水性能を有するシール材により貫通部の処置を実施していることから、他エリアからの溢水の流入はない。なお、湧水サンプ室は剛性の高い基礎盤（地下構造物）の一部であり、十分な耐震性を有している。（高浜 3 号炉及び 4 号炉内部溢水の影響評価より抜粋）

また、湧水サンプからの排出経路には逆止弁が設置されており、外部から湧水サンプへ逆流することはない。

従って、湧水が浸水防護重点化範囲の設計基準対象施設の津波防護対象範囲へ影響を及ぼすことはない。

(湧水サンプポンプ仕様)

流量：30m³/hr 揚程：40m 台数：2台（1ユニット当り）

(参考 年間運転実績)

3号機 年間排出量：約46,000m³ 平均排出量：約130m³/d 最大排出量：約240m³/d

4号機 年間排出量：約15,000m³ 平均排出量：約40m³/d 最大排出量：約380m³/d

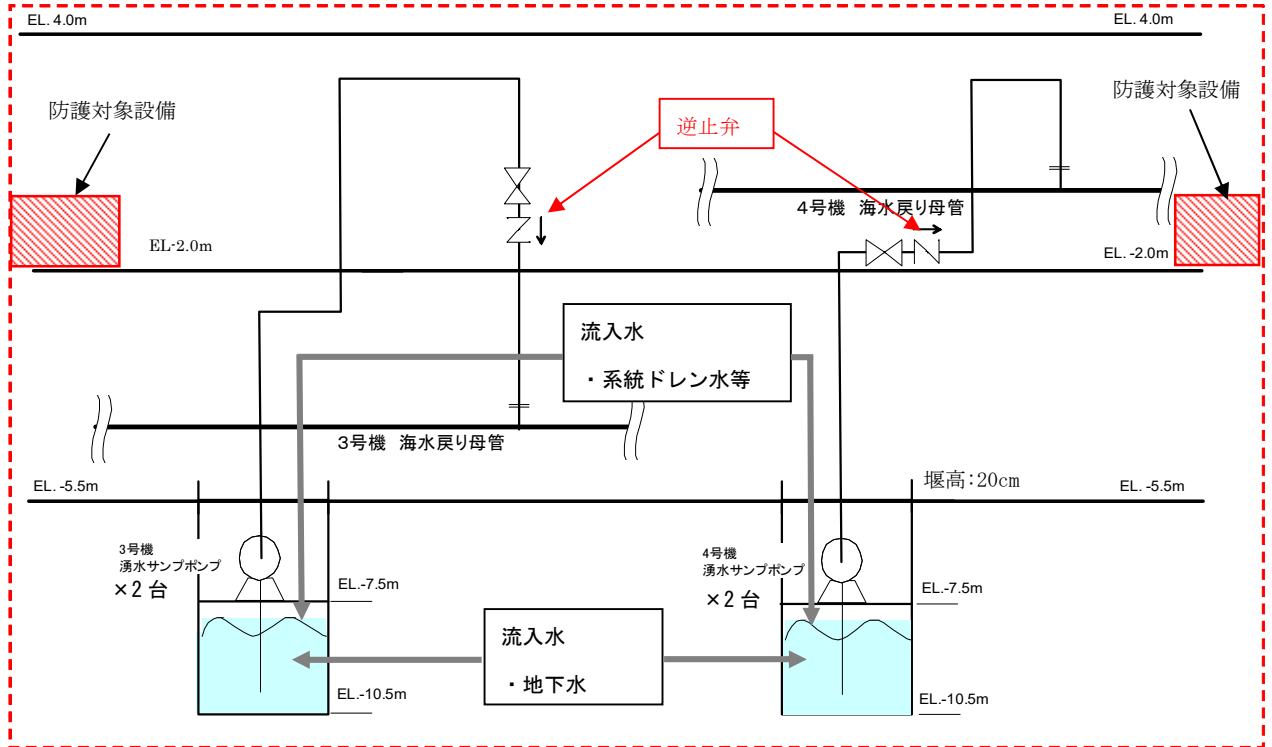


図-2-4-30 湧水サンプ周り概略図

②建屋間の施工上生じうる隙間部について

図-2-4-31 に3号炉及び4号炉のタービン建屋と中間建屋の断面図を示す。① a. (c)で津波流入によるタービン建屋の水位はT.P.+2.7mであるのに対して、タービン建屋地下部分は一体の壁となっており、浸水部分に建屋間の隙間部は存在しない構造となっている。

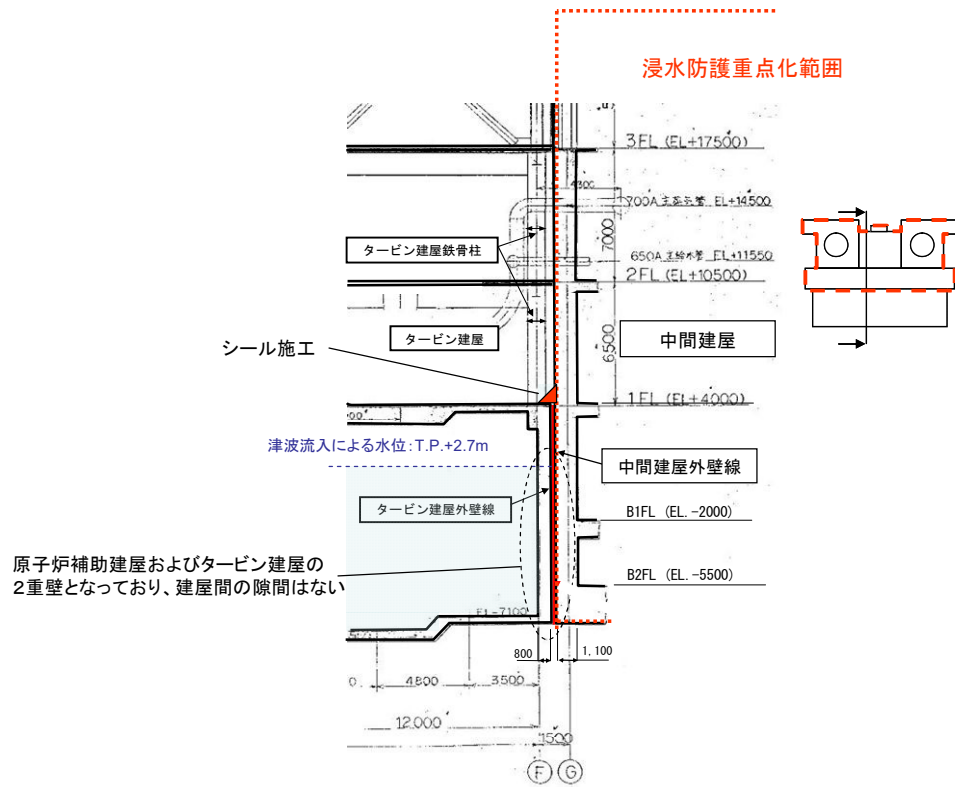


図-2-4-31 タービン建屋と中間建屋の断面図

③浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

①②より、入力津波に対して重要な安全機能を有する設備は津波による影響から隔離できていることを確認した。しかし、津波に対する信頼性向上の観点から、浸水防護重点化範囲の境界の扉、貫通部に対し、T.P. +10.8m まで浸水対策を実施している。対策位置を図-2-4-32～36 に示す。



図-2-4-32 水密扉の位置 (I/B, C/B T.P. +10.5m)



図-2-4-33 水密扉の位置 (I/B, C/B T.P. +4.0m)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。



図-2-4-34 貫通部対策の位置 (I/B, C/B T. P. +4. 0m)



図-2-4-35 貫通部対策の位置 (I/B, C/B T. P. -2. 0m)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。



図-2-4-36 貫通部対策の位置 (I/B, C/B T. P. -5.5m)



図-2-4-37 水密扉、貫通部対策の代表例

なお、上記の内容については、既提出資料から変更がないため、既提出資料のうち「2.4. 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に同じ。

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(1) 海水ポンプの取水性

【規制基準における要求事項等】

海水ポンプ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海水ポンプが機能保持できる設計とするため、取水路に取水路防潮ゲートを設置し、大津波警報が発表された場合には、原則、循環水ポンプ（プラント停止）を停止する。また、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合、引き波時における海水ポンプの取水量を確保するため、原則、循環水ポンプ（プラント停止）を停止し、取水路防潮ゲートを閉止する。

【検討結果】

基準津波による水位の低下に伴う、取水路等の水理特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため、津波シミュレーションにおいて管路部分に仮想スロットモデルによる一次元不定流の連続式及び運動方程式を組み込んだ詳細数値計算モデルにより管路解析を併せて合わせて実施する。また、その際、取水口から海水ポンプ室に至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに、貝付着やスクリーンの有無を考慮し、計算結果に潮位のバラツキの加算や安全側に評価した値を用いるなど、計算結果の不確実性を考慮した評価を実施する。

引き波時の水位低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を下回らないように取水路防潮ゲートを設置する。また、津波警報等が発表されない可能性のある津波は、第1波の引き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ものの、海水ポンプ室前面において第1波より第2波以降の水位変動量が大きいため、第2波以降の引き波が海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性がある。そのため、津波防護施設として、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握するために潮位計を設置する。

この評価の結果、1号炉及び2号炉海水ポンプ室前の基準津波による下降側の入力津波高さは、T.P.-2.3mであり、1号炉及び2号炉海水ポン

プの取水可能水位 T. P. -3. 21m（地盤変動量 0. 30m 隆起を考慮した場合、T. P. -2. 91m）を上回ることから、水位低下によっても海水ポンプは機能保持できる。また、3, 4号炉海水ポンプ室前の基準津波による下降側の入力津波高さは、T. P. -3. 3mであり、3, 4号炉海水ポンプの設計取水可能水位 T. P. -3. 52m（地盤変動量は考慮しない）を上回ることから、水位低下によっても海水ポンプは機能保持できる（図-2-5-2）。

なお、循環水ポンプ室及び海水ポンプ室は水路によって連絡されているため、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、引き波時における海水ポンプの取水量を確保するため、原則、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する手順に基づき、取水路防潮ゲートは地震発生から約 13 分後に遠隔閉止し、地震発生から約 24 分後に発電所に襲来する津波に対する対応措置が実施できる。

万一、遠隔閉止操作に失敗した場合に備え、現地での閉止操作が可能なよう、運転員が現地に移動し高台にて待機しておき、現地閉止する。

また、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合には、原則、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する手順に基づき、防潮ゲートは潮位計水位が判断基準に達してから約 6 分後に遠隔閉止することから、津波に対する対応措置が実施できる。

さらに、可能な限り早期に津波に対応するため、発電所構外において、敷地への遡上のおそれのある潮位を観測し、その後、潮位計のうち 2 台の観測潮位が 10 分以内に 0. 5m 以上下降すること、又は 10 分以内に 0. 5m 以上上昇することを把握した場合に、原則、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する手順に基づき、津波に対して可能な限り早期に対応措置が実施できる。



図-2-5-1(1/2) 海水ポンプ取水可能水位
(1号炉及び2号炉)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。



図-2-5-1(2/2) 海水ポンプ取水可能水位
(3号炉及び4号炉)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

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

【検討方針】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価し、取水口及び取水路の通水性が確保されることを確認する。

また、非常用海水冷却系については、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は確保できることを確認し、浮遊砂等の混入に対して海水ポンプは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。

- ・ 取水口付近の砂の堆積状況に基づき評価した砂の堆積高さにより取水口開口部が閉塞しないことを確認する。(検討結果 a)
- ・ 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、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。(検討結果 b、c)
- ・ 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放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 d、e、f 参照)
- ・ なお、津波警報等により退避する運用としていた燃料等輸送船については、警報が発表されない津波が襲来した際に漂流物とならないことを確認する。また、高浜発電所の設置(変更)許可以降に許可となった他プラントの知見を踏まえ、既往の漂流物の選定・評価結果の一部見直しを行う。さらに、燃料等輸送船の停泊時に存在する燃料輸送容器及び車両、LLW 輸送容器及び車両について、漂流物とならないものの可能な範囲で退避する方針とする。(検討結果 d 参照)

- ・放水口側の一般車両については、既許可では津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できないものとして整理していた。しかし、上記のとおり、モバイル性を有する燃料等輸送車両が可能な限り退避する運用を定めていることから、一般車両についても同様に、津波の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない方針とする。(検討結果 d) 参照)

【検討結果】

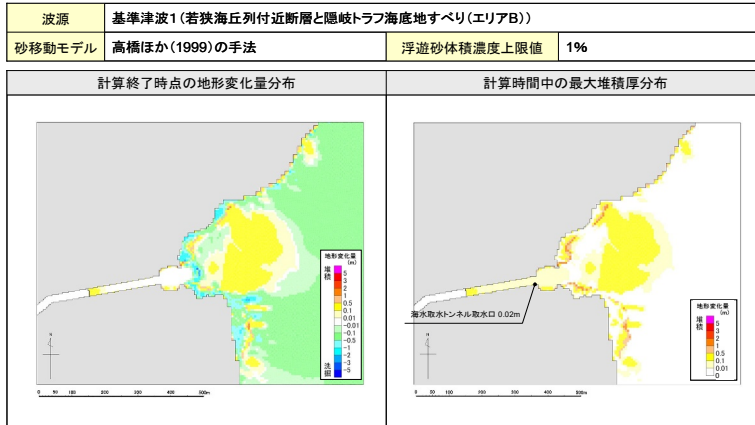
a. 砂移動による取水口の堆積状況の確認

1号炉及び2号炉の取水口は、非常用海水路呑み口底面がT.P. -5.0mであり、取水口底版T.P. -6.2mより約1.2m高い位置にある。また、非常用海水路の高さは約2.0m、幅は約2.0mである。1号炉及び2号炉の海水ポンプ室は、海水ポンプ下端から床面まで1号炉は約5.95m、2号炉は6.05mとなっている。

3号炉及び4号炉の取水口は、海水取水トンネル呑み口底面がT.P. -5.2mであり、取水口底版T.P. -6.2mより約1m高い位置にある。また、海水取水トンネルの内径は約2.6m、3, 4号炉海水ポンプ室は、海水ポンプ下端から床面まで約1.25mとなっている。

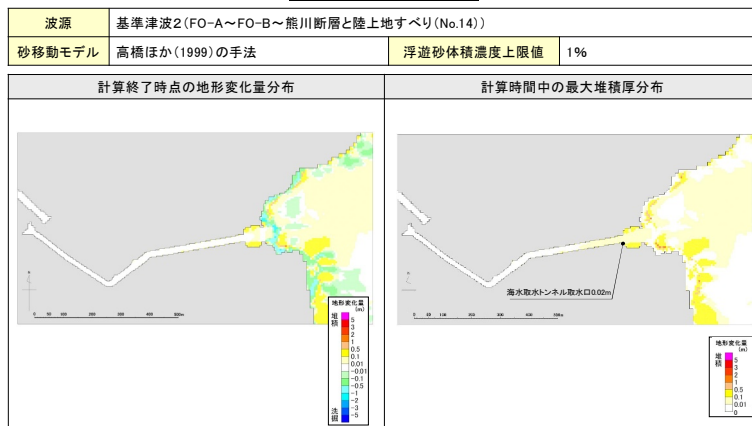
砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、基準津波による砂移動に伴う砂堆積量は、非常用海水路において約0.03m、1号炉及び2号炉海水ポンプ室において約0.15m、海水取水トンネル呑み口において約0.02m、3, 4号炉海水ポンプ室において約0.32mであり、砂の堆積に伴って、非常用海水路から海水ポンプ下端までの海水取水経路並びに海水取水トンネル呑み口から海水ポンプ下端までの海水取水経路が閉塞することはない(図-2-5-2)。

計算結果 基準津波1



評価点付近における堆積は、0.02m程度である

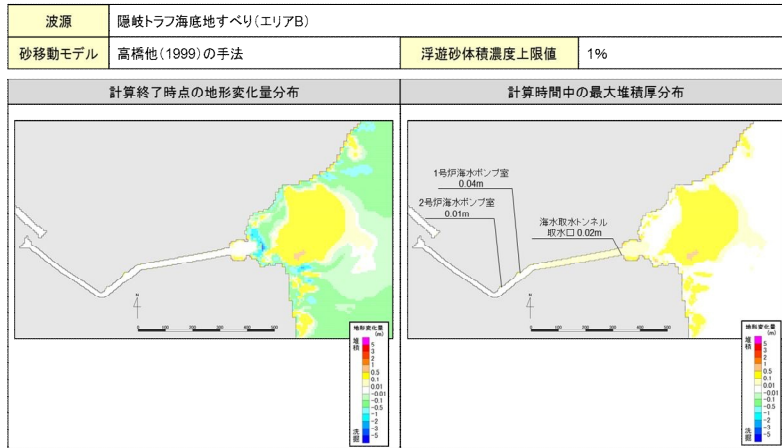
計算結果 基準津波2



評価点付近における堆積は、0.02m程度である

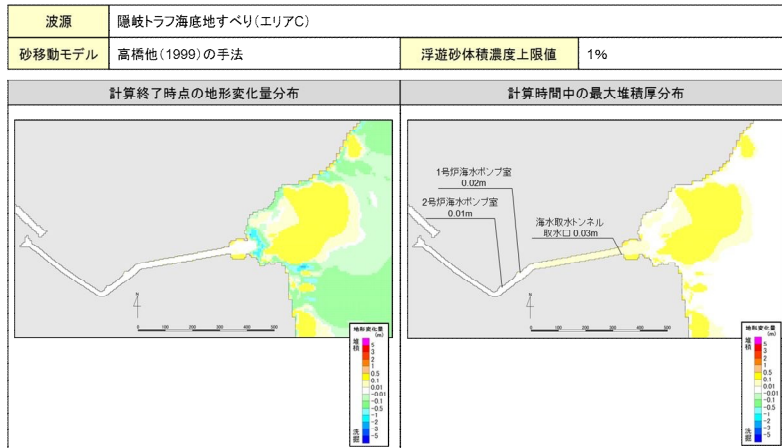
(a-1) 砂の最大堆積厚さの分布 (堆積量最大ケース)

計算結果 基準津波3



評価点付近の最大堆積厚は0.04m程度である。

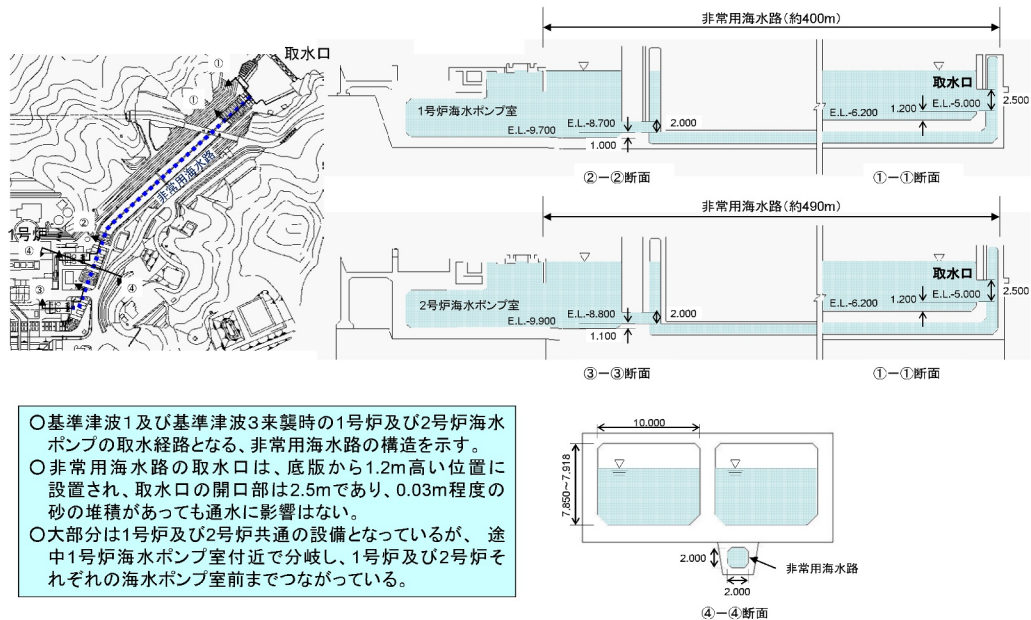
計算結果 基準津波4



評価点付近の最大堆積厚は0.03m程度である。

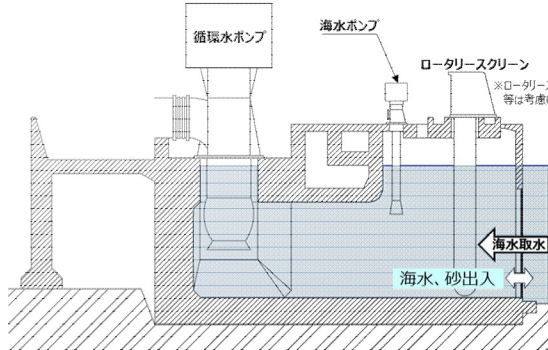
(a-2) 砂の最大堆積厚さの分布 (堆積量最大ケース)

非常用海水路の構造



- 基準津波1及び基準津波3来襲時の1号炉及び2号炉海水ポンプの取水経路となる、非常用海水路の構造を示す。
- 非常用海水路の取水口は、底版から1.2m高い位置に設置され、取水口の開口部は2.5mであり、0.03m程度の砂の堆積があっても通水に影響はない。
- 大部分は1号炉及び2号炉共通の設備となっているが、途中1号炉海水ポンプ室付近で分岐し、1号炉及び2号炉それぞれの海水ポンプ室前までつながっている。

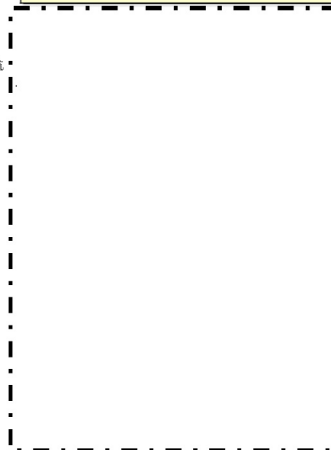
海水ポンプ位置の砂の堆積厚



1号炉及び2号炉海水ポンプ室断面図

1号炉及び2号炉海水ポンプ位置での堆積厚	
基準津波1	0.15m

海水ポンプと1号炉及び2号炉海水ポンプ室底版の高さ

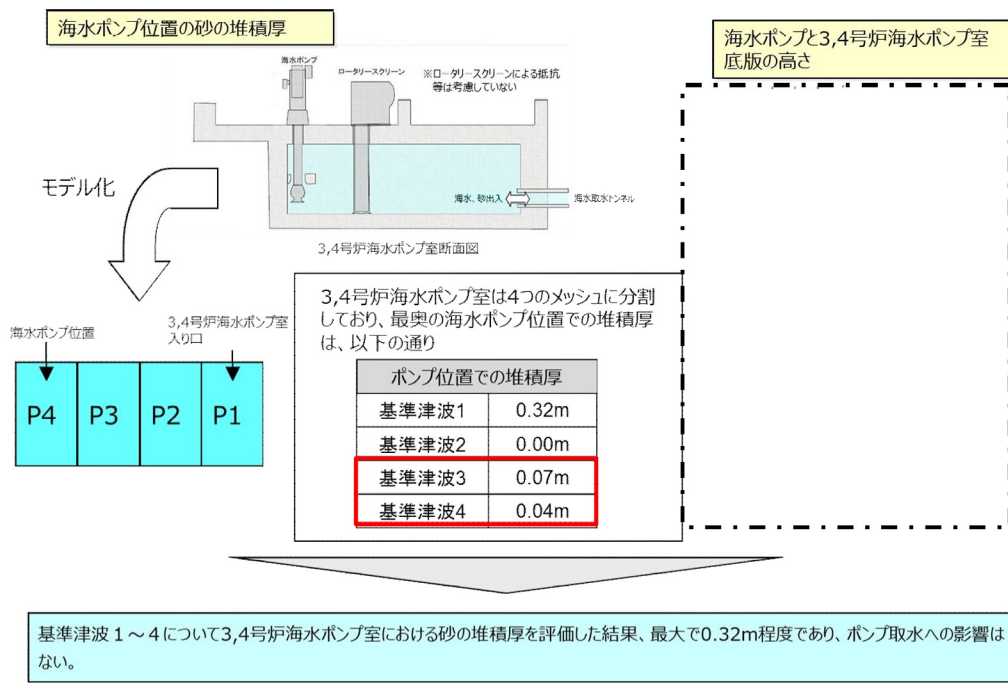
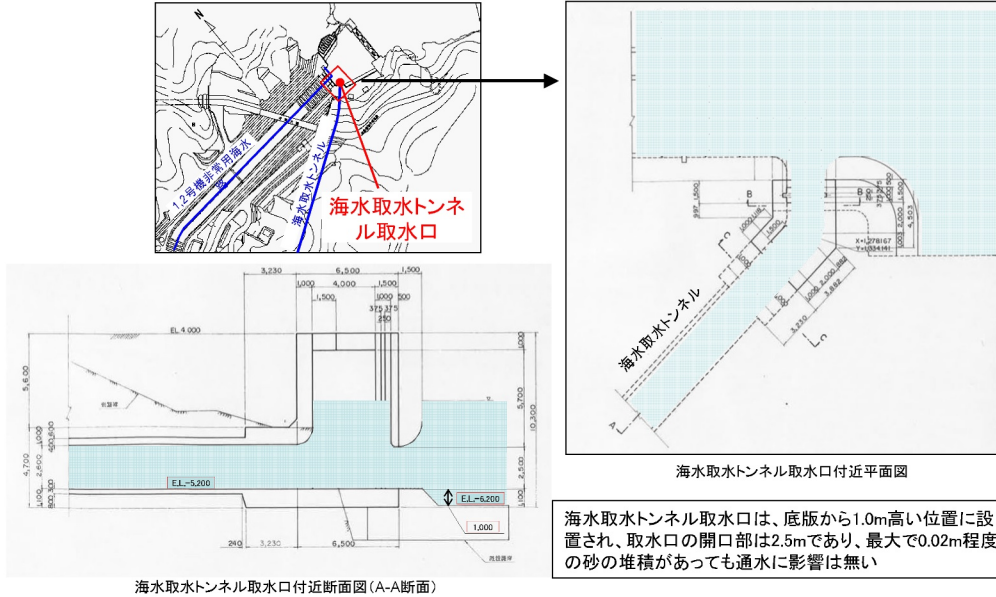


基準津波1について1号炉及び2号炉海水ポンプ室における砂の堆積厚を評価した結果、最大で0.15m程度であり、ポンプ取水への影響はない。

(b) 砂の堆積厚さ (1号炉及び2号炉海水ポンプ)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

海水取水トンネル取水口付近の構造



(c) 砂の堆積厚さ (3号炉及び4号炉海水ポンプ)

図-2-5-2 砂移動評価結果

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

b. 砂混入時の海水ポンプ取水機能維持の確認

基準津波による浮遊砂については、海水ポンプからの取水時にその一部が軸受潤滑水として、ポンプ軸受に混入する可能性が考えられるが、仮に浮遊砂が混入した場合においても、海水ポンプの軸受に設けられた異物逃がし溝（1号炉及び2号炉は上部および中間、下部軸受：約 $4 \pm 0.3\text{mm}$ 、吸込みベル部軸受：約 $5 \pm 0.5\text{mm}$ 、3号炉及び4号炉はゴム軸受：約 5.5mm 、テフロン軸受：約 4.2mm ）から連続排出されるため、海水ポンプの取水機能は維持できる（図-2-5-3）。

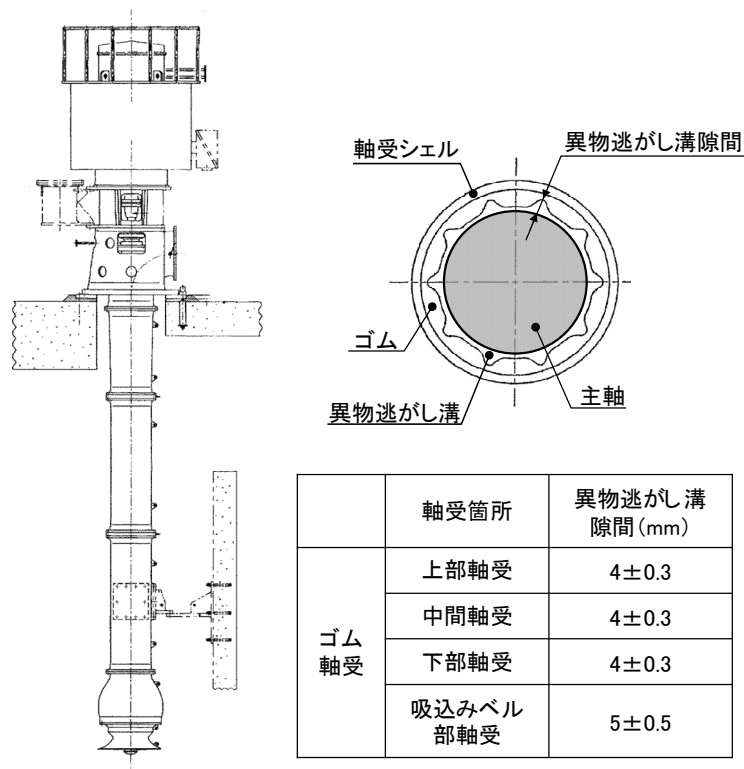


図-2-5-3(1/2) 海水ポンプ軸受構造図
(1号炉及び2号炉)

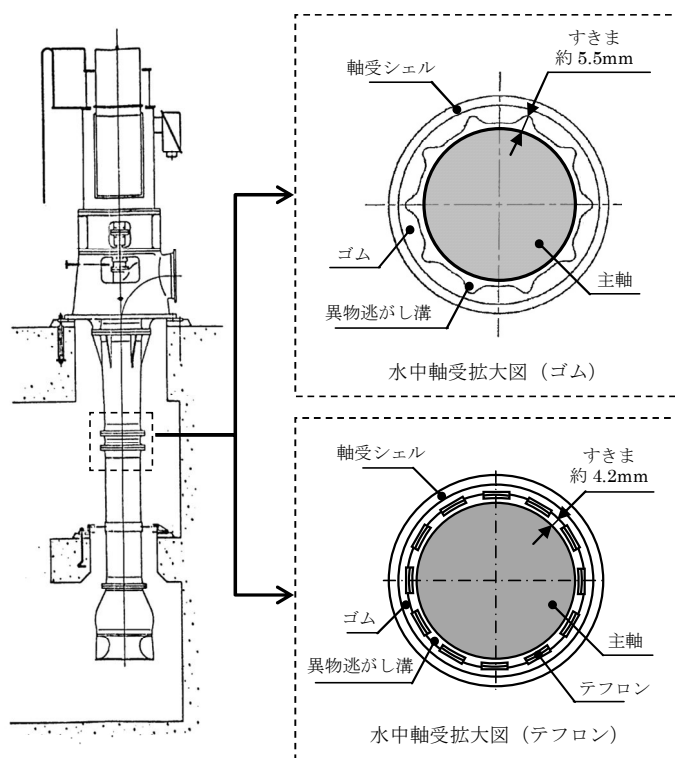


図-2-5-3 (2/2) 海水ポンプ軸受構造図
(3号炉及び4号炉)

これに対して、発電所周辺の砂の平均粒径は約0.2mmで、数ミリ以上の粒子は僅かであり、そもそも粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂は殆ど混入しないと考えられ、砂混入に対して海水ポンプの取水機能は維持できる。周辺海域の底質土砂の粒度分布及び粒径加積曲線を図-2-5-4～8、表-2-5-1に示す。

なお、上記の内容については、既提出資料から変更がないため、既提出資料のうち「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に同じ。

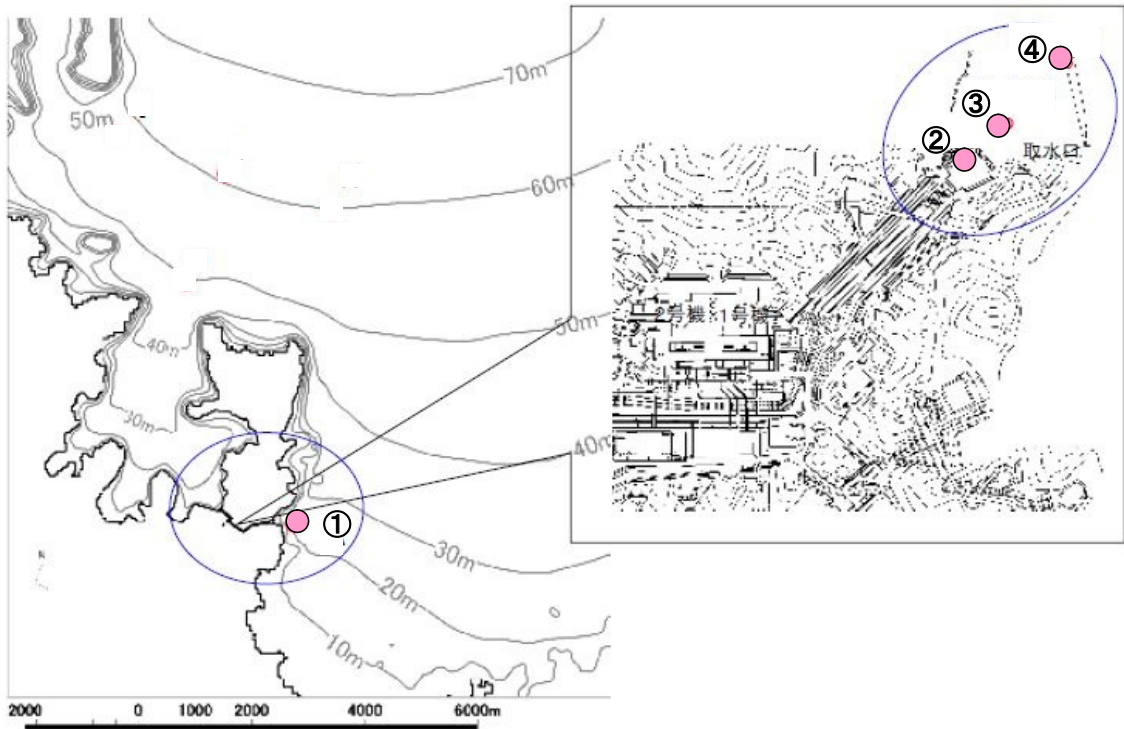


図-2-5-4 調査位置図

表-2-5-1 海底砂の粒度分布調査結果（表層 1m 部分、データ数 n = 6）

調査点		中央粒径 D50 (mm)	土質		粒度分布(%)				
					礫 2mm以上	粗砂 2~ 0.42mm	細砂 0.42~ 0.074mm	シルト 0.074~ 0.005mm	粘土 0.005mm 以下
			記号	分類名					
環境影響評価時 (S48,49,50年)	①-1	0.163	SF	細粒分 混じり砂	0.0	14.0	66.0	20.0	0.0
	①-2	0.079	SF	細粒分 混じり砂	0.0	2.0	50.0	40.0	8.0
	①-3	0.164	S	砂	0.0	6.0	81.0	13.0	0.0
地形調査時 (S44年)	②	0.190	S	砂	0.0	90.0		10.0	
	③	0.220	SF	細粒分 混じり砂	21.0	63.0		16.0	
	④	0.120	SF	細粒分 混じり砂	0.0	62.0		25.0	13.0

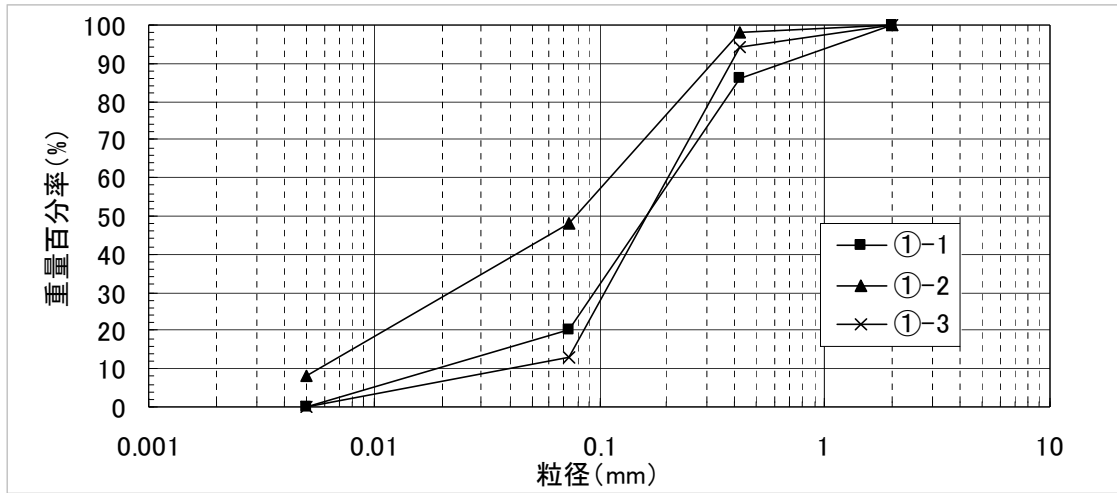


図-2-5-5 粒径加積曲線 (調査地点①-1~3)

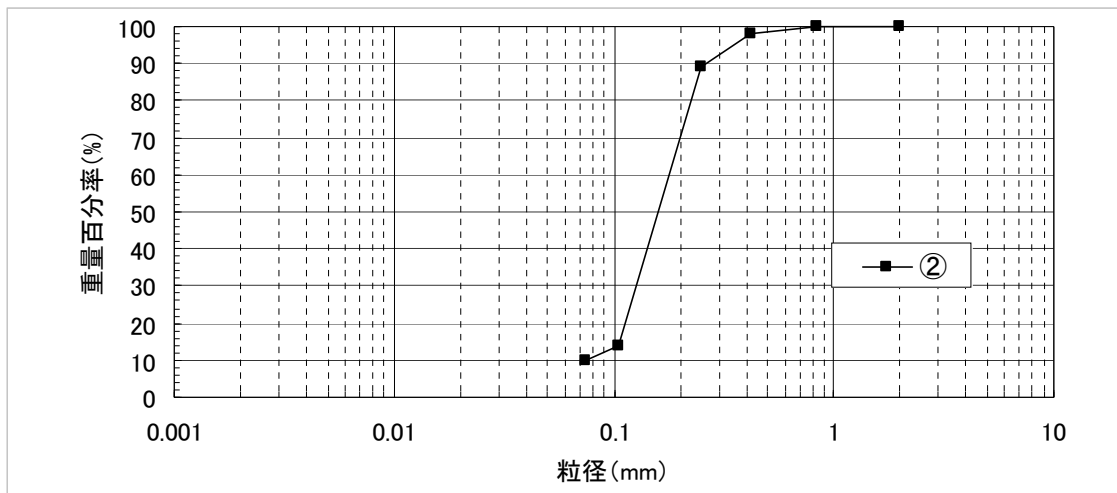


図-2-5-6 粒径加積曲線 (調査地点②)

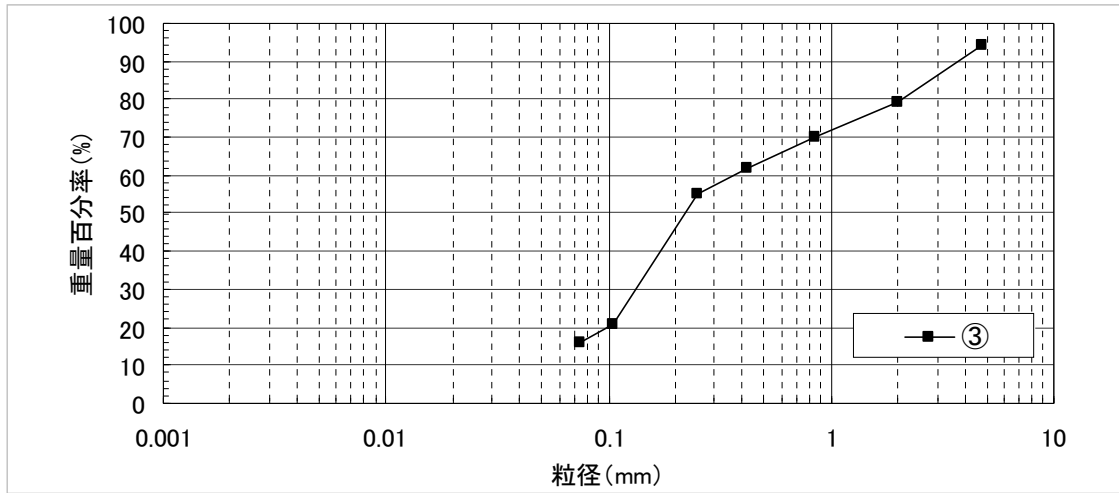


図-2-5-7 粒径加積曲線 (調査地点③)

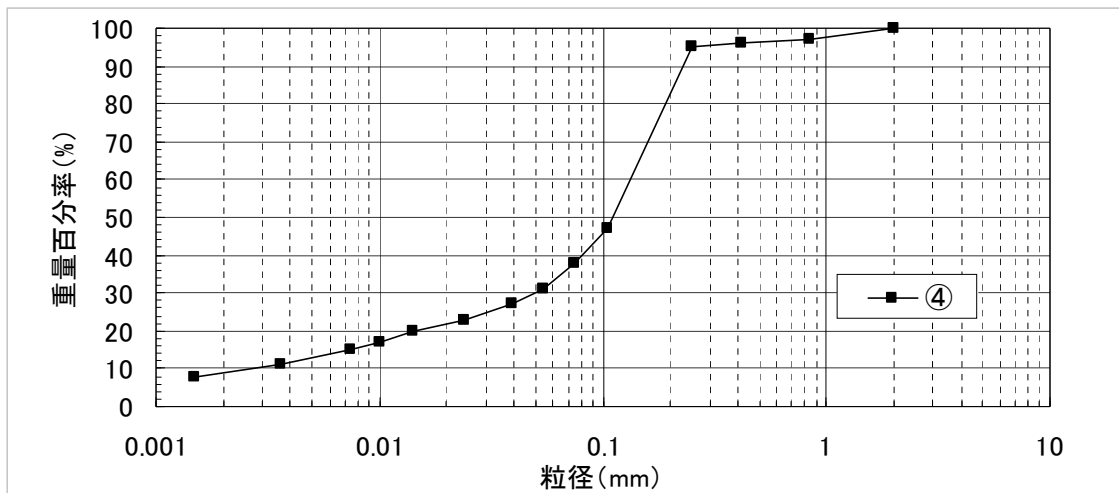


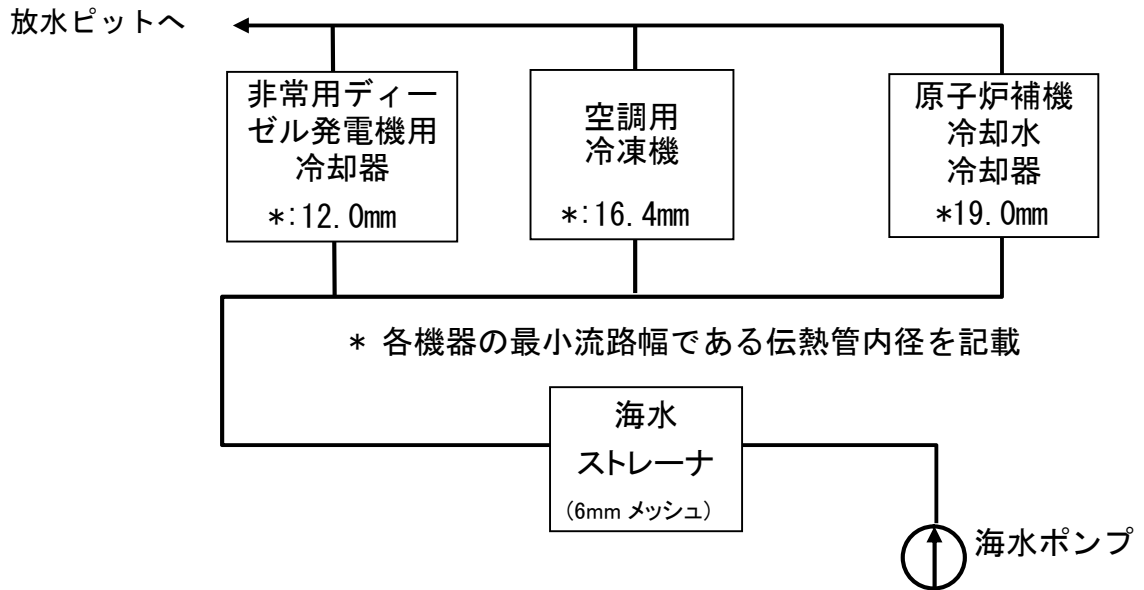
図-2-5-8 粒径加積曲線 (調査地点④)

c. 混入した浮遊砂に対する取水性確保

海水系統に混入した微小の浮遊砂は、海水ストレーナを通過し各熱交換器（原子炉補機冷却水冷却器、非常用ディーゼル発電機用各冷却器及び空調用冷凍機）を経て放水ピットへ排出されるが、その間の最小流路幅（各冷却器の伝熱管内径）は、1号炉及び2号炉については約12.0mmから約19.0mm、3号炉及び4号炉については約10.4mmから約16.6mmであり、砂粒径約0.2mmに対し十分大きく、閉塞の可能性はないものと考えられるため、海水ポンプの取水機能は維持できる（図-2-5-9, 表-2-5-2）。

なお、上記の内容については、既提出資料から変更がないため、既提出資料のうち「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に同じ。

(1号炉及び2号炉)



(3号炉及び4号炉)

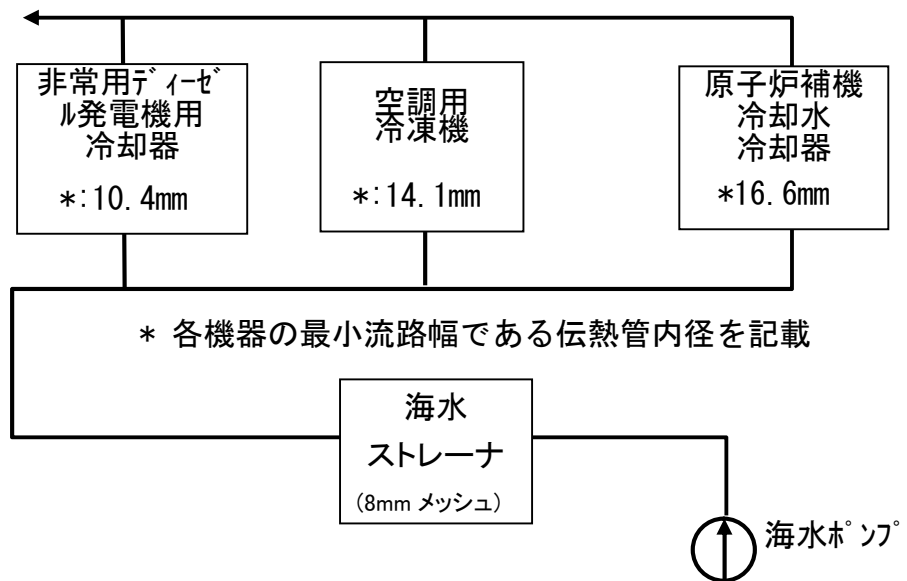


図-2-5-9 海水系統概略図

表-2-5-2 海水系統機器の伝熱管内径

(1号炉及び2号炉)

機器		伝熱管内径 (mm) ^{※1}
非常用 ディーゼル 発電機	潤滑油冷却器	16.0
	清水冷却器	16.0
	燃料弁冷却水冷却器	16.0
	空気冷却器	12.0
空調用冷凍機		16.4
原子炉補機冷却水冷却器		19.0

※1：砂による閉塞の可能性を評価するため、各機器の最小流路幅である伝熱管内径を記載

(3号炉及び4号炉)

機器		伝熱管内径 (mm) ^{※1}
非常用 ディーゼル 発電機	潤滑油冷却器	15.0
	清水冷却器	15.0
	燃料弁冷却水冷却器	15.0
	空気冷却器	10.4
空調用冷凍機		14.1
原子炉補機冷却水冷却器		16.6

※1：砂による閉塞の可能性を評価するため、各機器の最小流路幅である伝熱管内径を記載

d. 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

基準津波の津波シミュレーション結果によると、基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状や潮位のばらつきを考慮した場合、取水路付近及び放水口付近の低地に津波が遡上する。基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が海水ポンプの取水性確保に影響を及ぼさないことを、以下の漂流物抽出フロー及び漂流物評価フローに基づき発電所構外と発電所構内で区分けして整理する（図-2-5-10～12）。

発電所構外

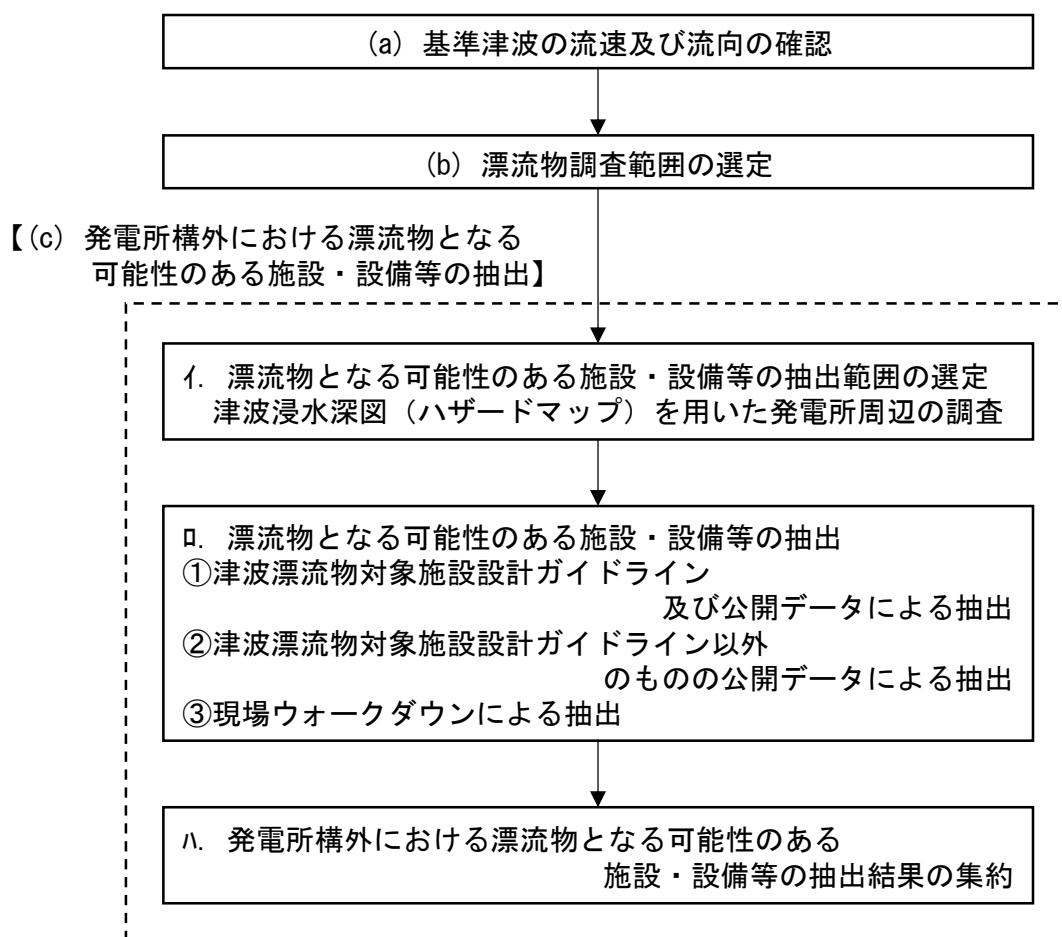


図-2-5-10 発電所構外漂流物抽出フロー

発電所構内

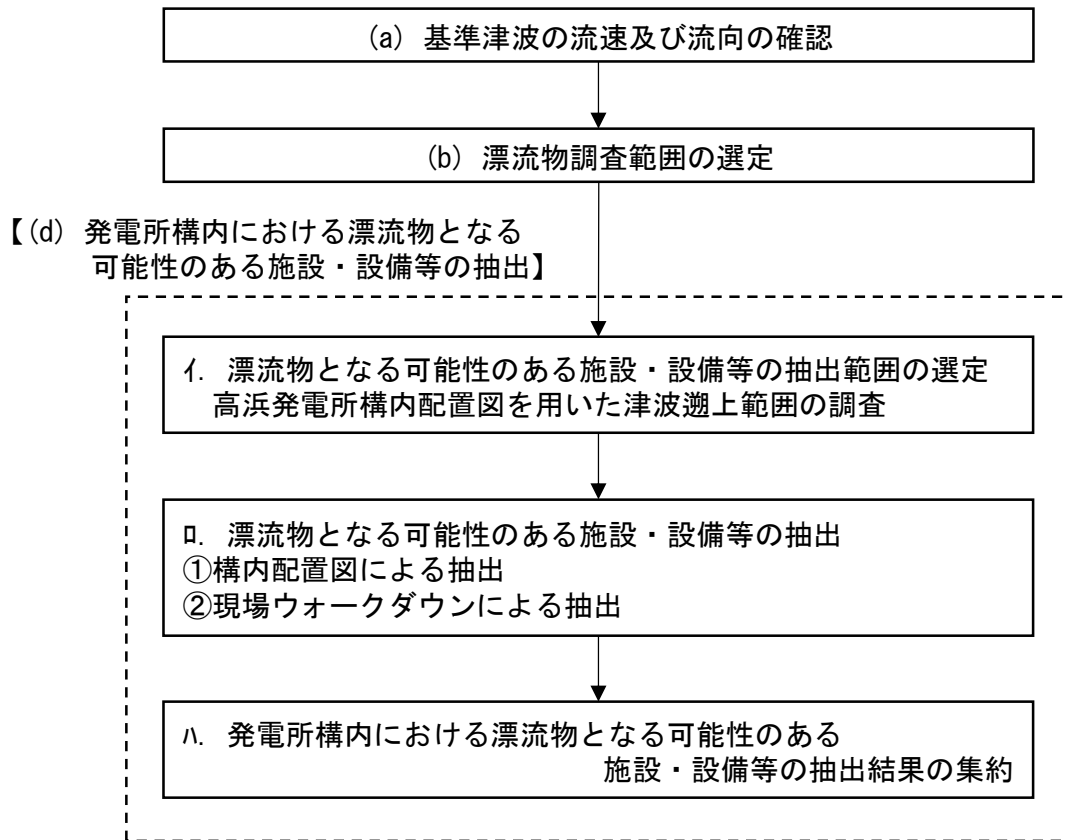


図-2-5-11 発電所構内漂流物抽出フロー

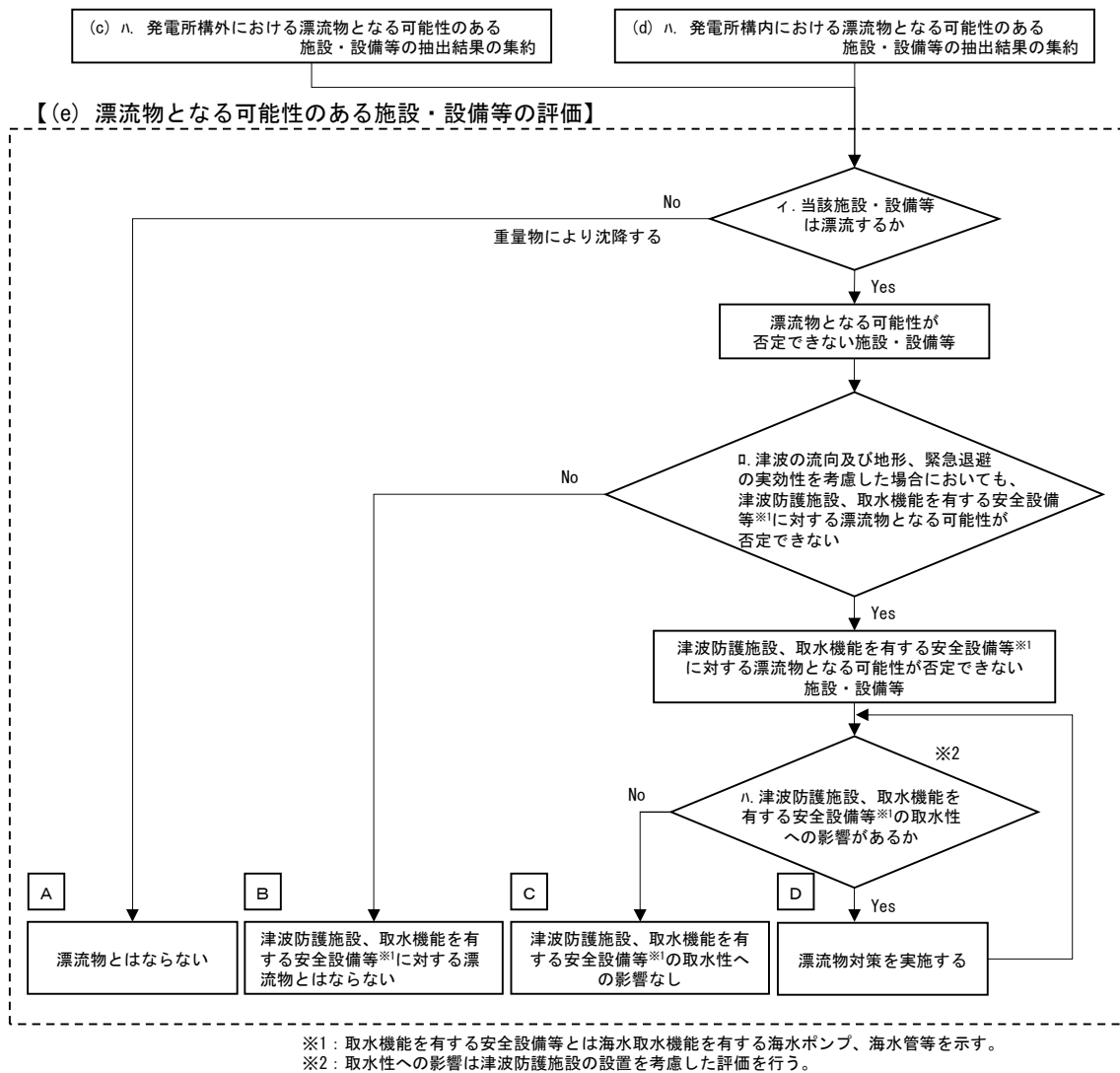


図-2-5-12 発電所構外及び構内漂流物評価フロー

(a) 基準津波の流速および流向の確認

基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一体計算) の津波は北東から約 40 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 43 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

基準津波 2 (F0-A~F0-B~熊川断層と陸上地すべり (No. 14) の一体計算) の津波は北東から約 5 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 9 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべりエリア B) の津波 (押し波) は北東から約 50 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 52 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

基準津波 4 (隠岐トラフ海底地すべりエリア C) の津波 (押し波) は北東から約 58 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 60 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

(図-2-5-13, 14)

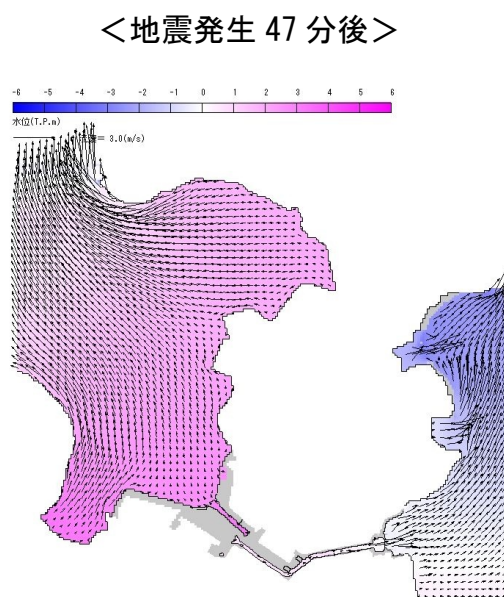
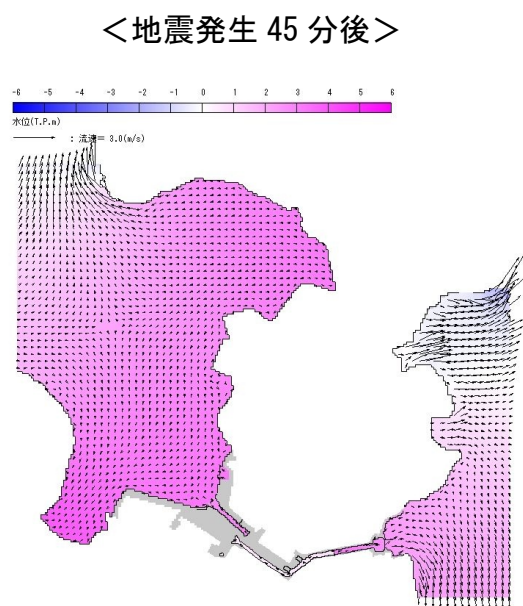
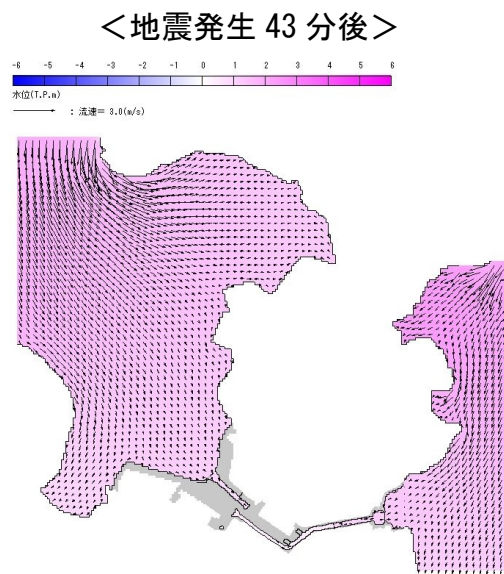
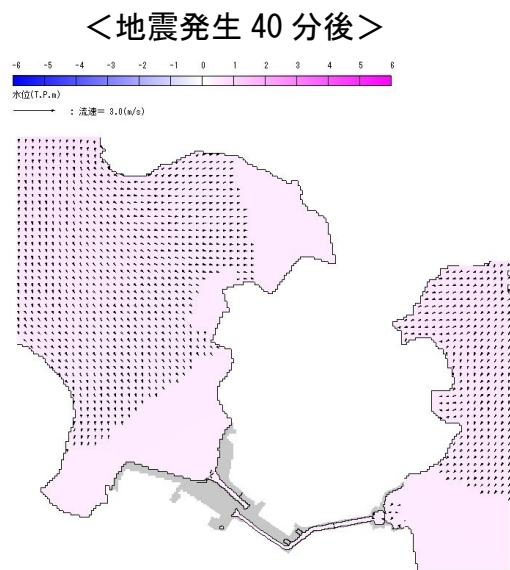


- 基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B)
- 基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべりエリア B)
- 基準津波 4 (隠岐トラフ海底地すべりエリア C)



- 基準津波 2 (F0-A~F0-B~熊川断層と陸上地すべり (No. 14))

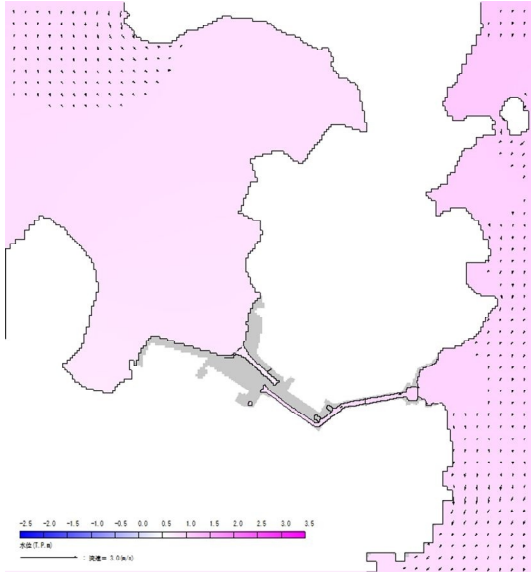
図-2-5-13 基準津波 波源位置



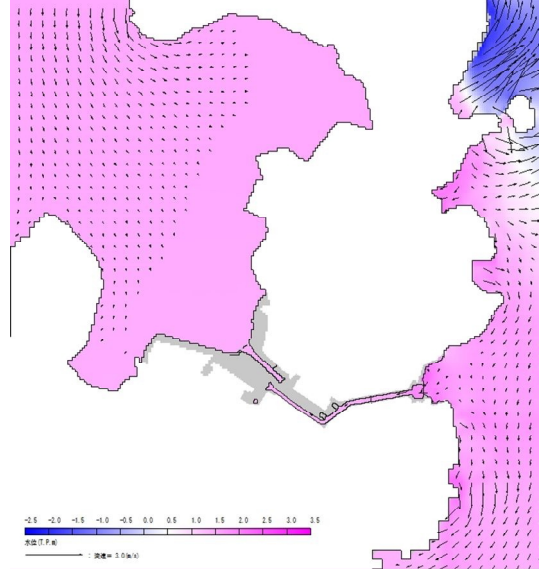
若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一体計算

図-2-5-14 (1/4) 基準津波の流向ベクトル

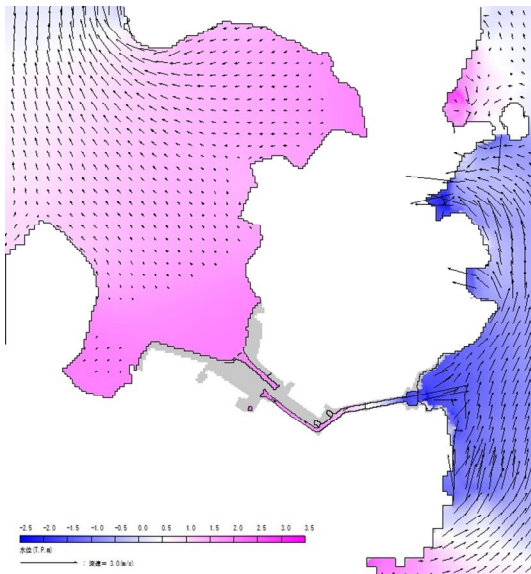
<地震発生 5 分後>



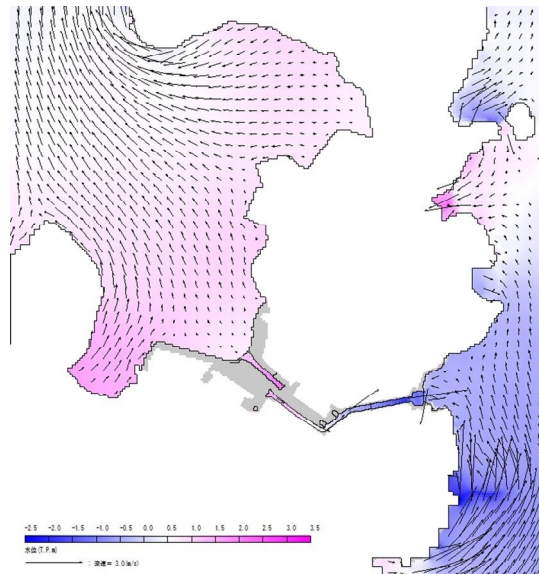
<地震発生 9 分後>



<地震発生 11 分後>



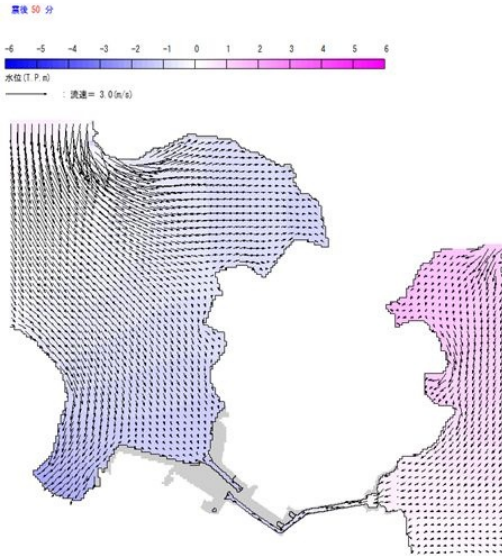
<地震発生 12 分後>



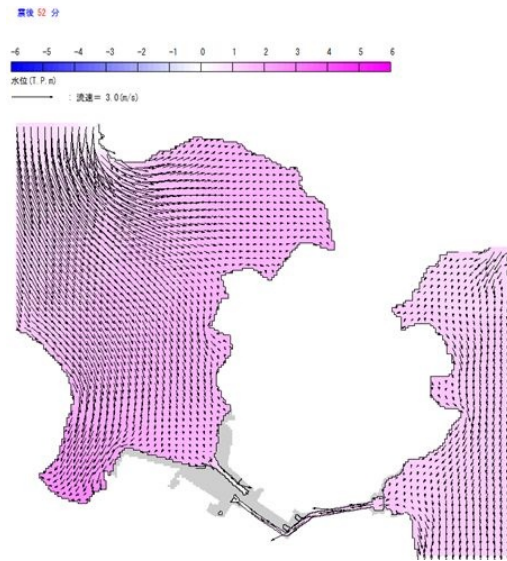
F0-A~F0-B~熊川断層と陸上地すべり (No. 14) の一体計算

図-2-5-14 (2/4) 基準津波の流向ベクトル

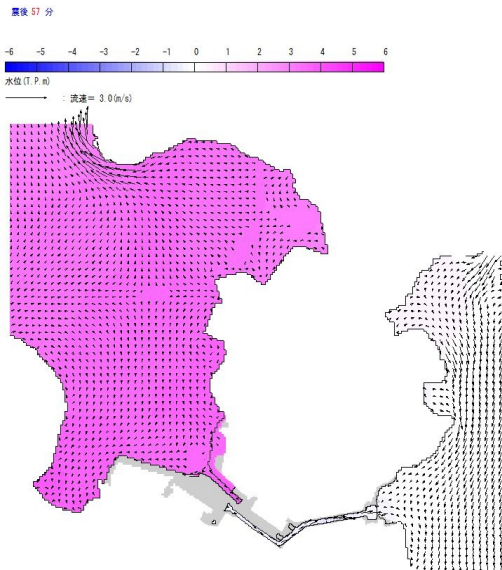
<地震発生 50 分後>



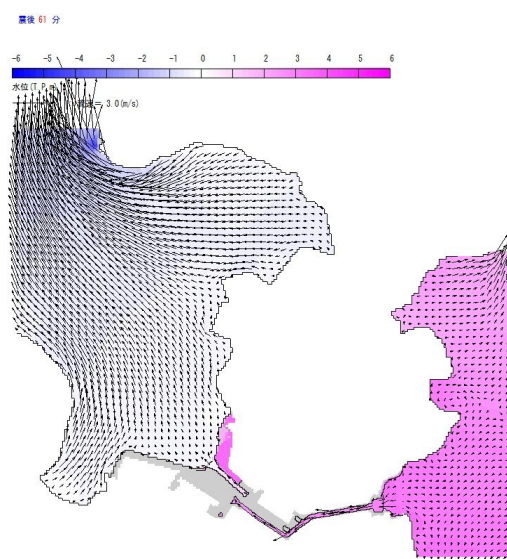
<地震発生 52 分後>



<地震発生 57 分後>



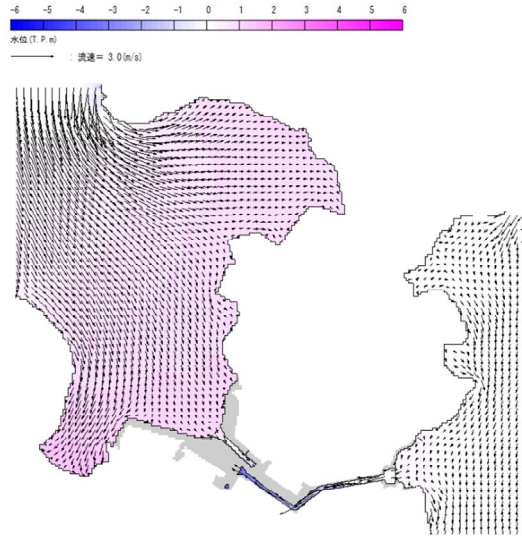
<地震発生 61 分後>



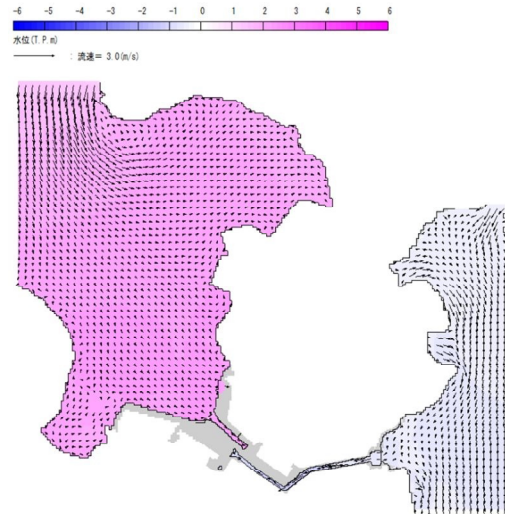
隠岐トラフ海底地すべりエリア B の計算

図-2-5-14 (3/4) 基準津波の流向ベクトル

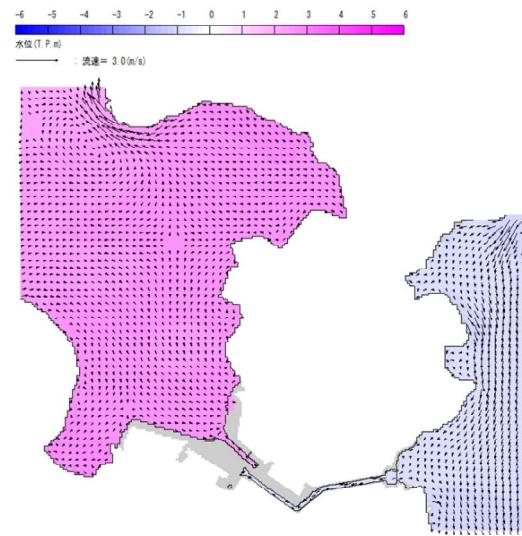
<海底地すべり発生 58 分後>



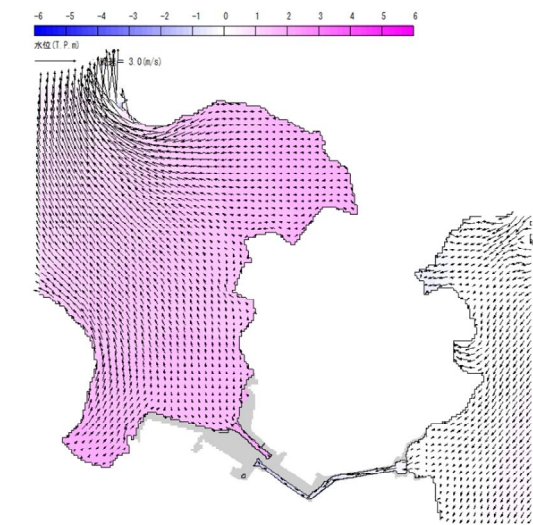
<海底地すべり発生 60 分後>



<海底地すべり発生 62 分後>



<海底地すべり発生 65 分後>



隠岐トラフ海底地すべりエリア C の計算

図-2-5-14 (4/4) 基準津波の流向ベクトル

(b) 漂流物調査範囲の選定

漂流物調査範囲の選定のため、基準津波 1（若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一定計算）における沿岸域の 12 地点における水位、流向の時系列データを抽出した。抽出結果は、図-2-5-15 及び図-2-5-16 に示すとおりであるが、津波流速については、4.0m/s 以下となっている。

漂流物に対する津波の影響は第 1 波、第 2 波によるものが大きいと考えられるため、2 波分の移動量を考慮すると、津波による移動量は約 3.0km となるが、保守的に発電所周辺約 5km の範囲を漂流物調査範囲とした。（図-2-5-17, 18）

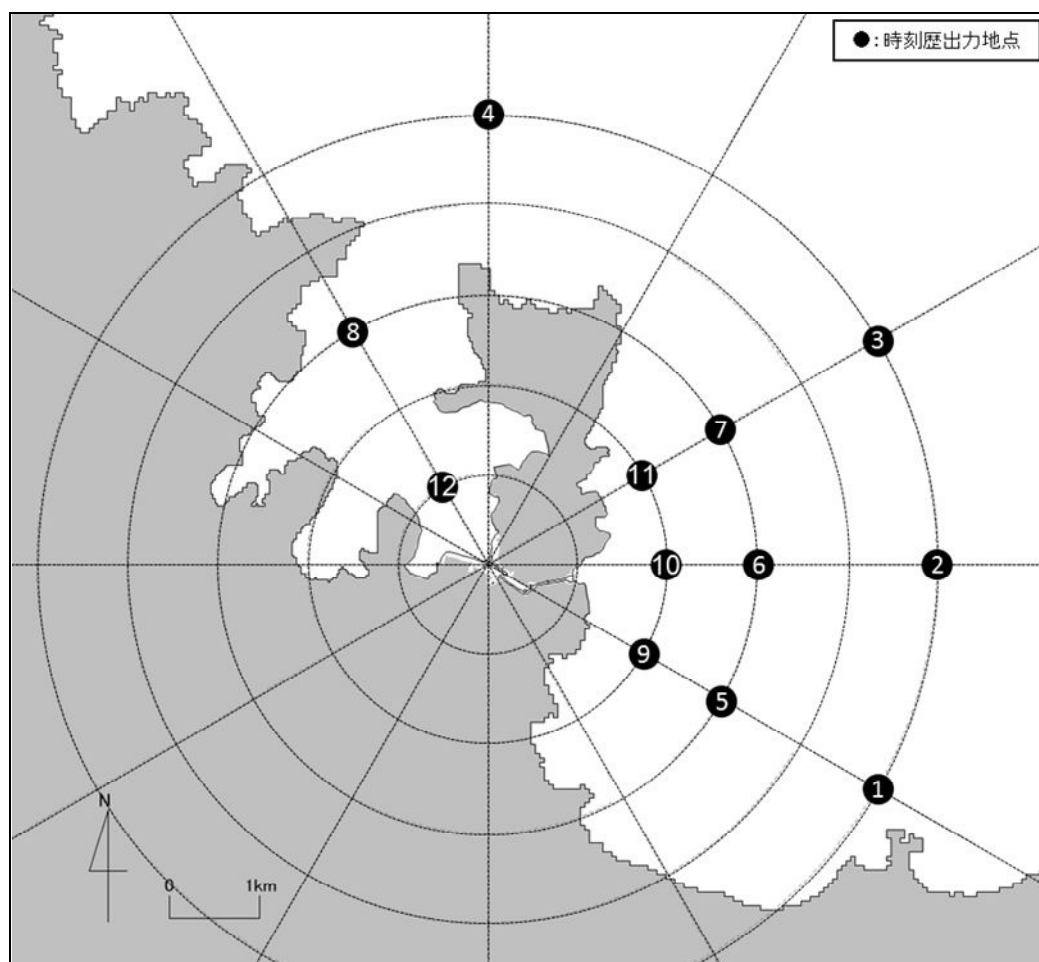
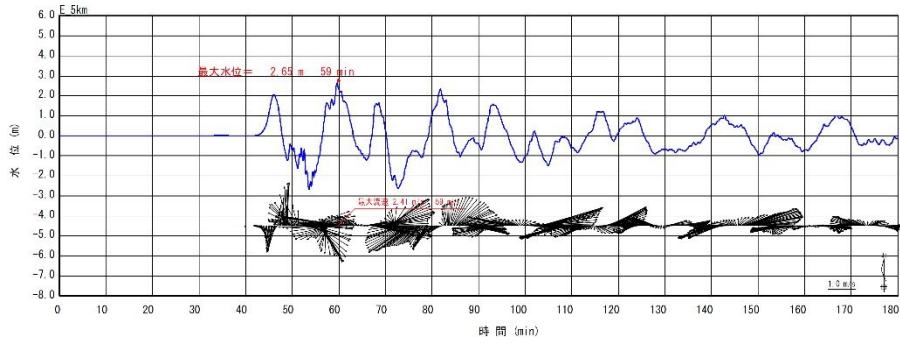
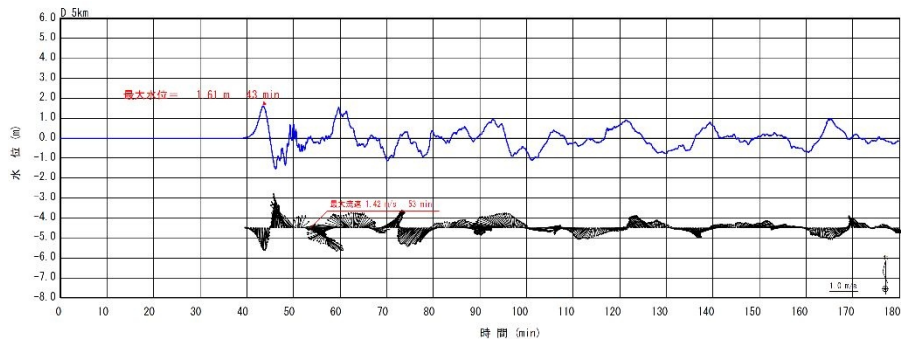


図-2-5-15 水位・流向・流速の抽出地点

地点 1
 (最大水位 : 2.65m 最大流速 : 2.41m/s)



地点 2
 (最大水位 : 1.61m 最大流速 : 1.42m/s)



地点 3
 (最大水位 : 1.57m 最大流速 : 0.50m/s)

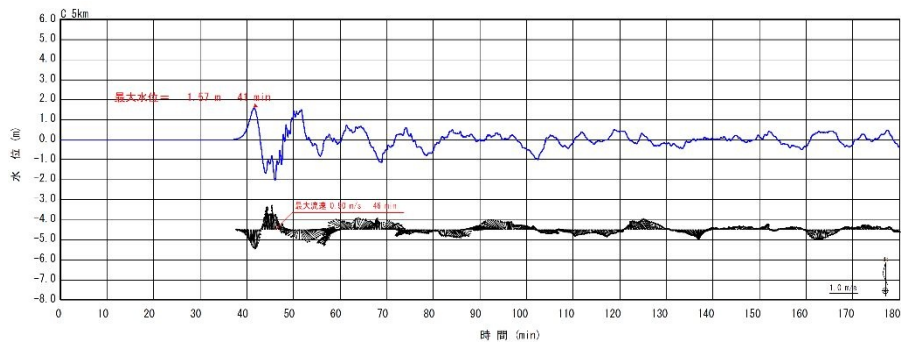
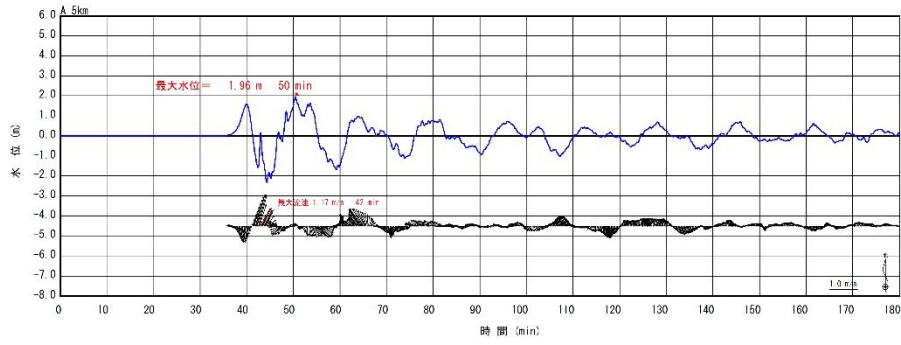
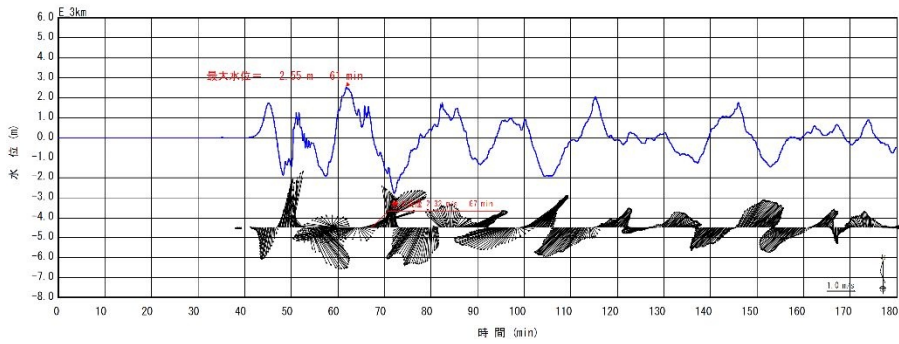


図-2-5-16 (1/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 4
 (最大水位 : 1.96m 最大流速 : 1.17m/s)



地点 5
 (最大水位 : 2.55m 最大流速 : 2.32m/s)



地点 6
 (最大水位 : 2.24m 最大流速 : 1.26m/s)

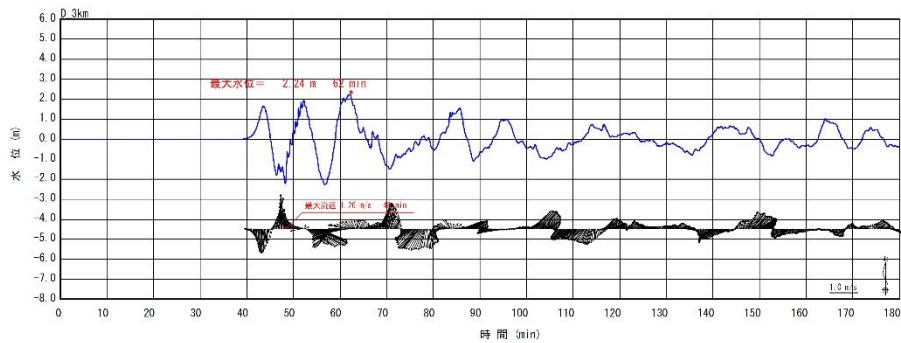
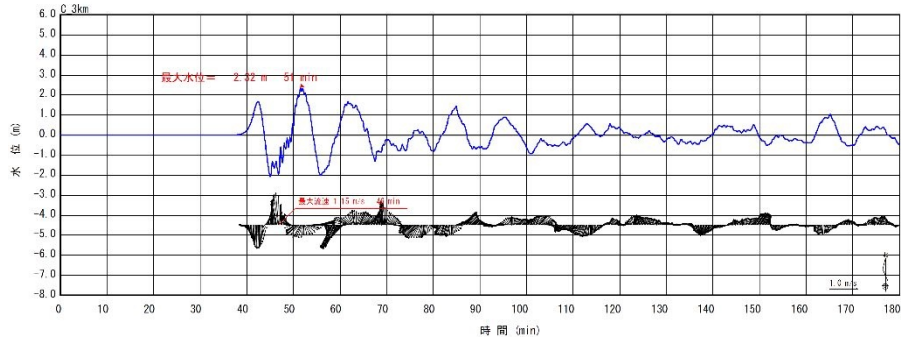
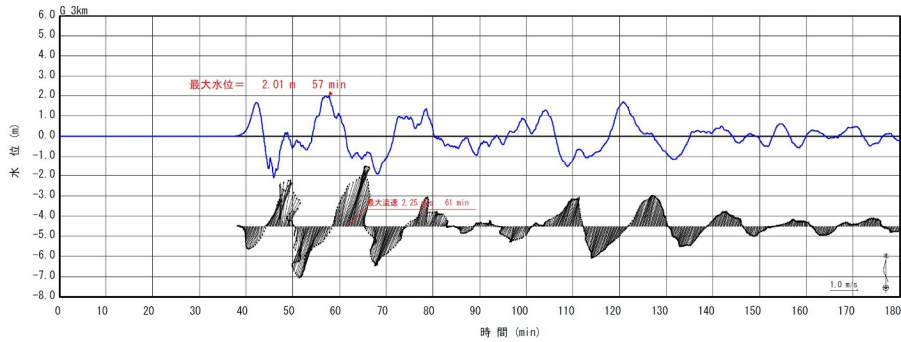


図-2-5-16 (2/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 7
 (最大水位 : 2.32m 最大流速 : 1.15m/s)



地点 8
 (最大水位 : 2.01m 最大流速 : 2.25m/s)



地点 9
 (最大水位 : 3.58m 最大流速 : 2.38m/s)

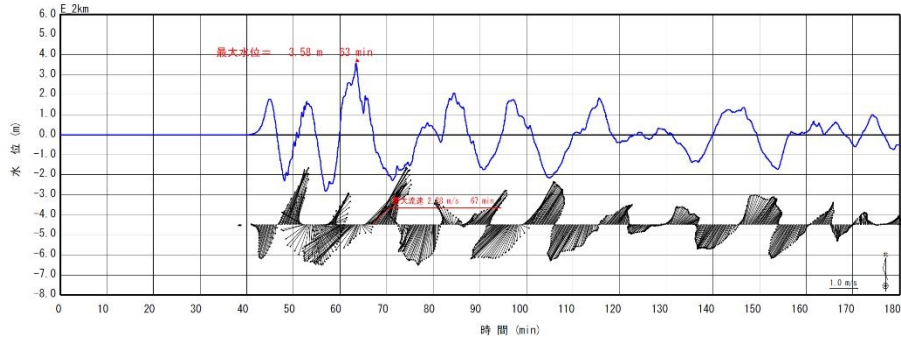
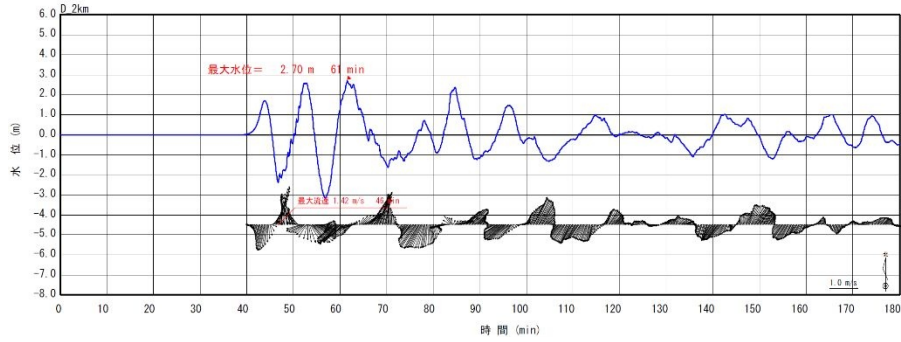
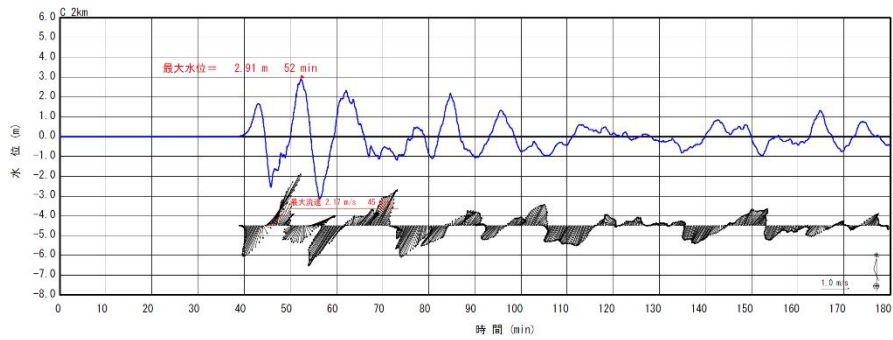


図-2-5-16 (3/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 10
 (最大水位 : 2.70m 最大流速 : 1.42m/s)



地点 11
 (最大水位 : 2.91m 最大流速 : 2.17m/s)



地点 12
 (最大水位 : 3.87m 最大流速 : 1.37m/s)

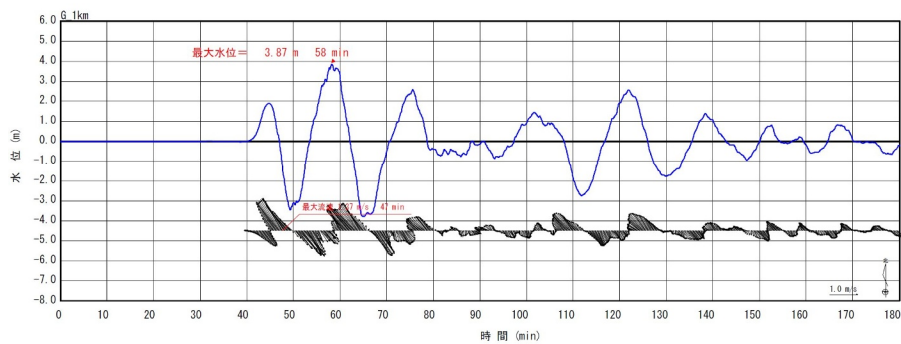


図-2-5-16 (4/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

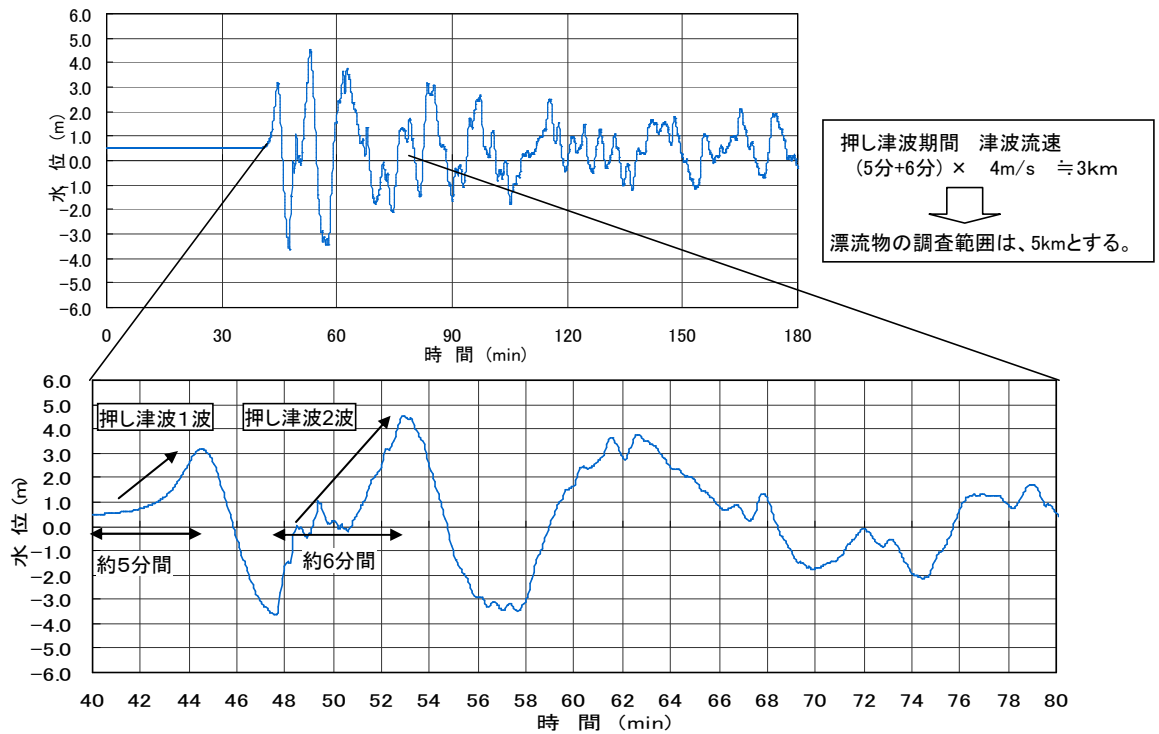


図-2-5-17 漂流物調査範囲の考え方について

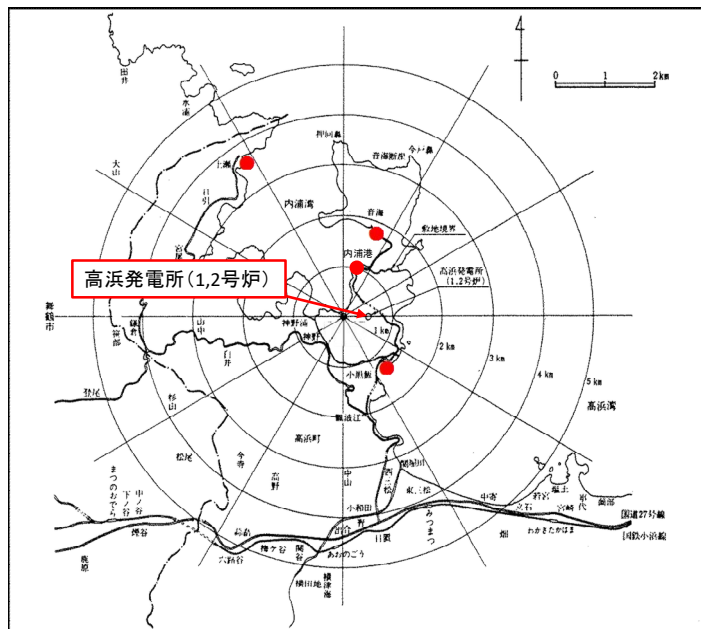


図-2-5-18 高浜発電所敷地付近地図（港湾施設及び漁港の位置）

(c) 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

1. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出範囲の選定

発電所周辺約5kmの範囲（図-2-5-19）について、「福井県における津波シミュレーション結果について 津波最大浸水深図（高浜町別図）平成24年9月3日」（以下「高浜町津波ハザードマップ」という。）により示される浸水域に、施設・設備等の有無を考慮して抽出範囲を赤枠で示した。赤枠で示した範囲内について漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出する。網羅的に調査した結果を漂流の可能性のある施設・設備として取り纏めた（図-2-5-20～図-2-5-21, 表-2-5-3～表-2-5-5）。

なお、高浜町津波ハザードマップと同じ波源（若狭海丘列付近断層）である高浜発電所津波シミュレーション結果から、音海地区における最高津波水位はT.P.+4.5m～5.0m程度となり、音海地区の敷地高さがT.P.+1.7m程度であることを考慮すると、音海地区の津波浸水深さは2.8m～3.3m程度と想定できる。これは、高浜町津波ハザードマップにて示される津波浸水深さとほぼ同等の結果であることから、抽出範囲として妥当と考える。

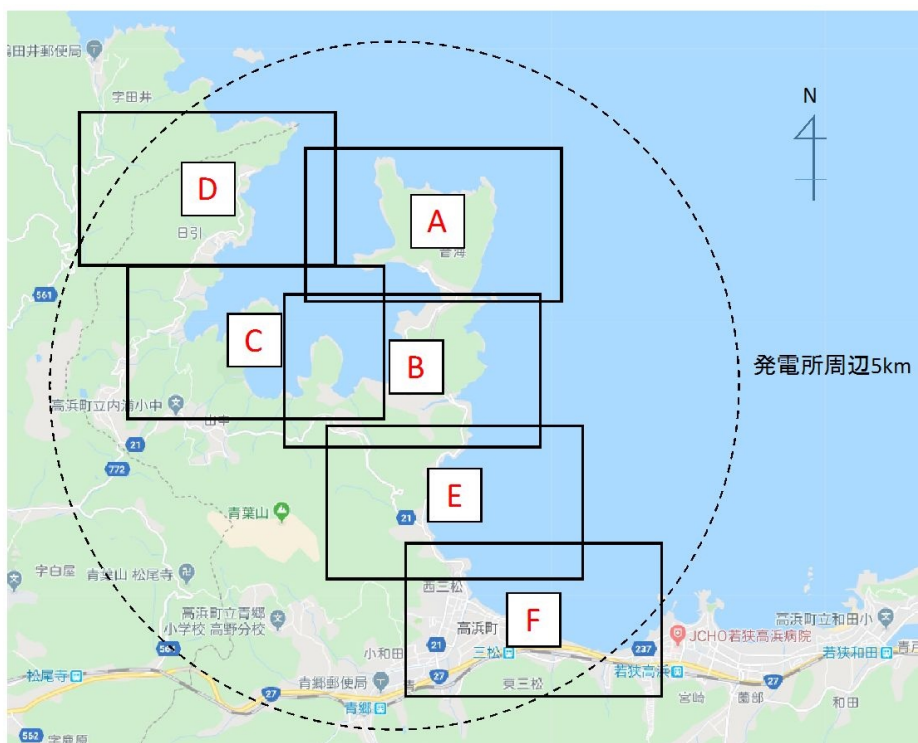
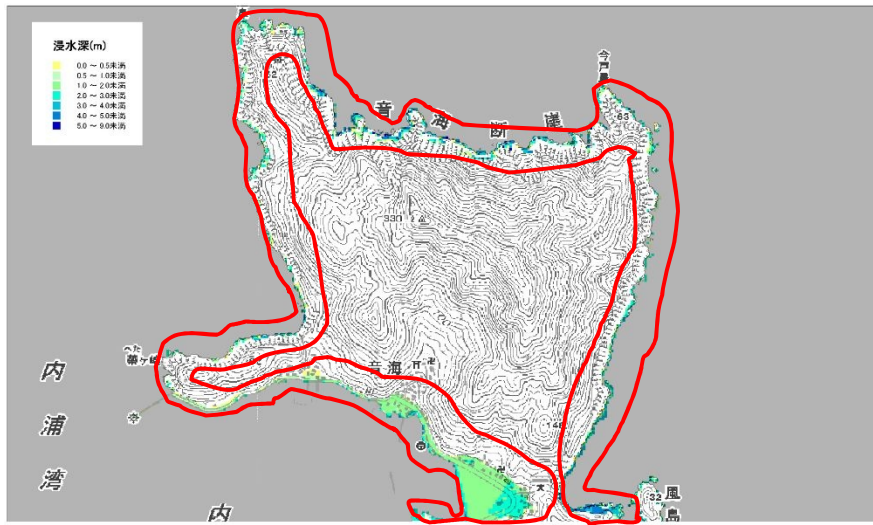
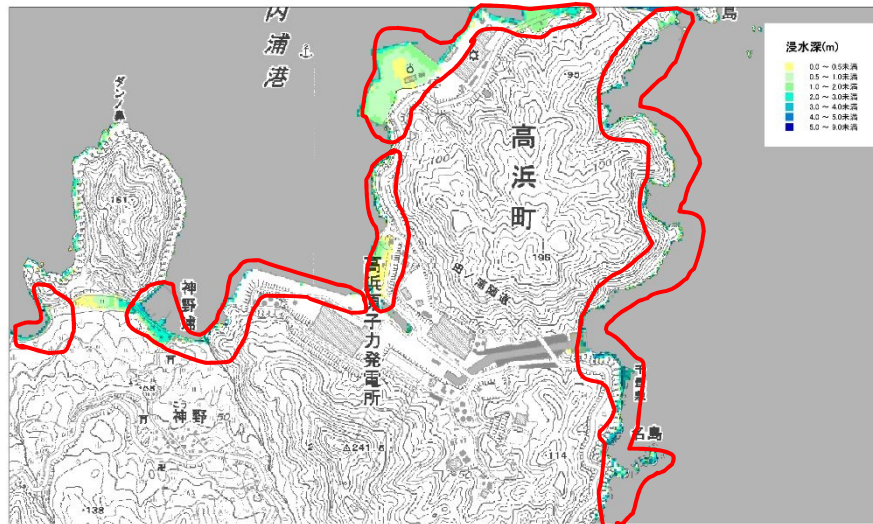


図-2-5-19 発電所周辺約5kmの範囲

A



B



C

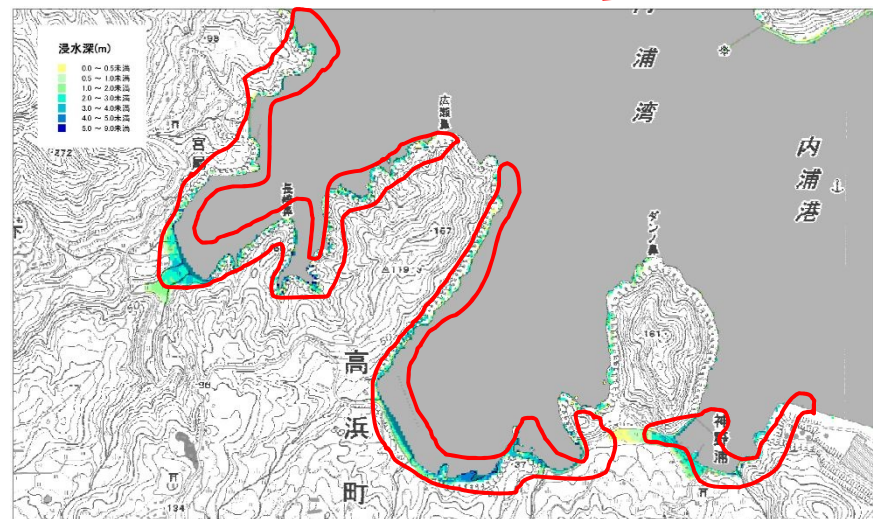
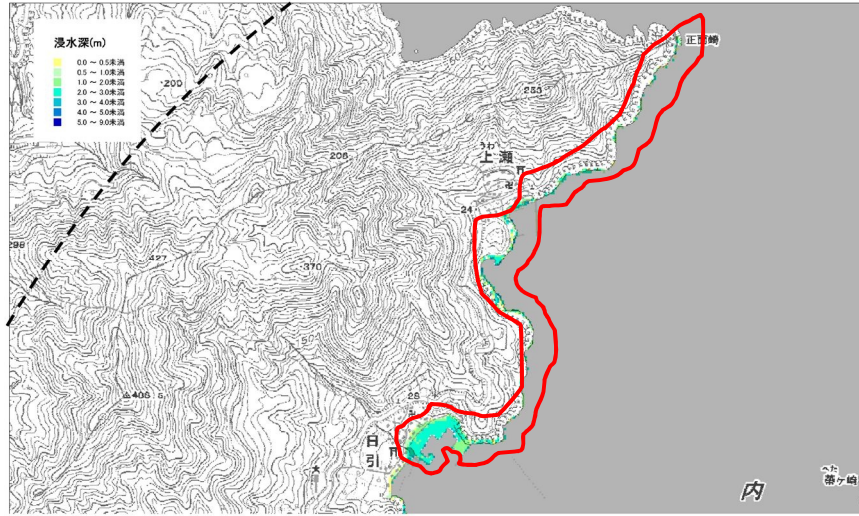
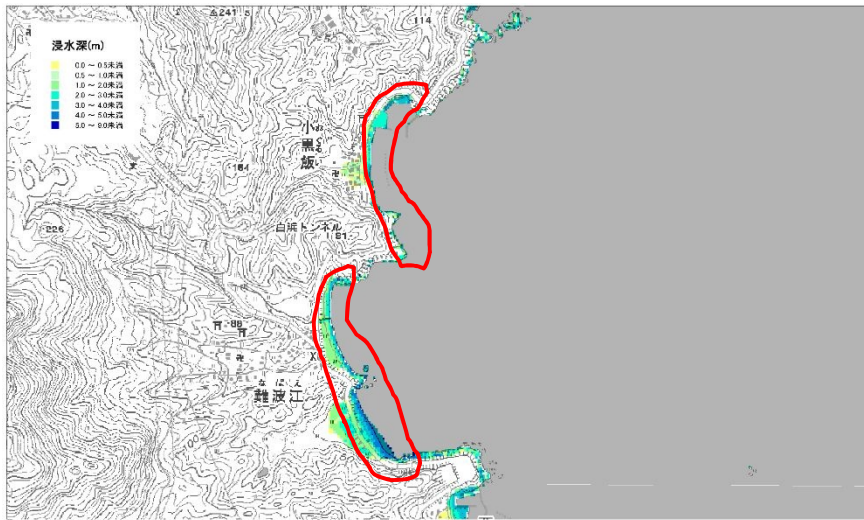


図-2-5-20 (1/2) 高浜町津波ハザードマップ

D



E



F

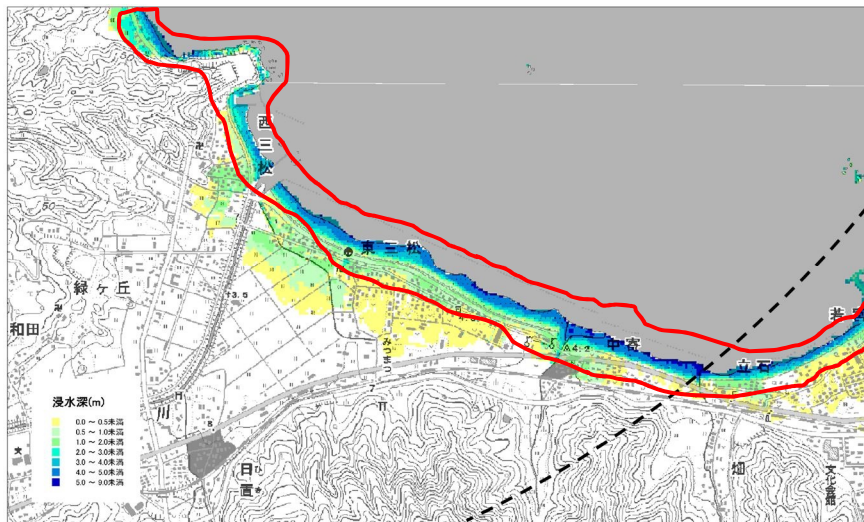
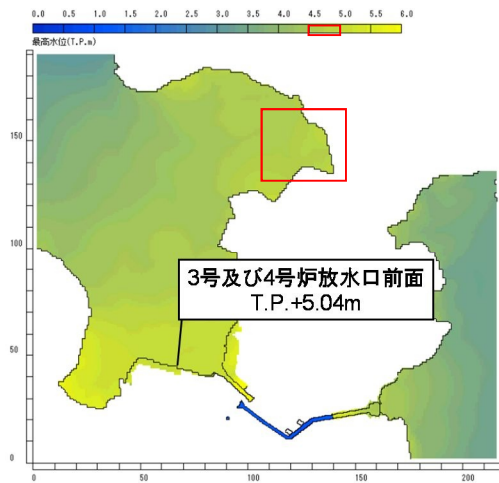


図-2-5-20(2/2) 高浜町津波ハザードマップ



【波源】

断層: 若狭海丘列付近断層(福井県)
 海底地すべり: エリアB(Kinematic)
 地すべり開始時間t: 78秒

【計算条件】

周辺陸域: 完全反射条件
 計算潮位: 上昇側T.P.+0.49m
 評価潮位: 上昇側T.P.+0.49m
 取水路防潮ゲート: 両系列 閉

図-2-5-21 高浜発電所津波シミュレーション結果

ロ. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

漂流物としては主に、津波漂流物対象施設設計ガイドライン（以下「漂流物ガイドライン」という。）にて示される船舶、車両、コンテナ及び木材が考えられる。これらを対象漂流物として、公開データを確認するとともに、漂流物ガイドラインにて示される漂流物以外のものについても公開データを確認する。なお、定期的実施する津波漂流物の確認を踏まえ、公開データにより抽出した施設・設備等の現場確認を行うとともに、それ以外の漂流物となる可能性のある施設・設備等を整理する。

① 漂流物ガイドラインにて示される施設・設備等の公開データによる抽出

漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物である船舶、車両、コンテナ、木材を抽出項目として設定し、公開データを確認した（表-2-5-3）。

表-2-5-3 漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物の確認結果

抽出項目	公開データ	確認結果
船舶（漁船）	市町村基本データ	高浜町に動力船、船外機付船、無動力船の存在が確認される
車両	人口統計ラボ	車両が存在すると想定される
コンテナ	市町村基本データ	高浜町にはコンテナを多数扱う施設はないことから、多数のコンテナは存在しないと想定される。
木材	市町村基本データ	高浜町には木材を多数扱う製材所等が無いことから、多数の木材は存在しないと想定される

②漂流物ガイドラインにて示される施設・設備等以外の公開データによる抽出

漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物以外についても公開データより網羅的に抽出を行い、施設・設備等を抽出した（表-2-5-4）。

表-2-5-4 漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物以外の確認結果

公開データ	公開データにて抽出した施設・設備等	確認結果
市町村基本データ	音海漁港 上瀬漁港 神野浦漁港 小黑飯漁港	高浜町には漁港が存在することから、漁具、魚網の存在が想定される
人口統計ラボ	家屋	家屋が存在すると想定される

③現場ウォークダウンによる抽出結果

現場ウォークダウンにより、①②にて抽出した施設・設備等の現場確認を行うとともに、それ以外の漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出した（表-2-5-5）。

表-2-5-5 現場ウォークダウンによる抽出結果

現場ウォークダウンにて抽出した施設・設備等	抽出した位置	数量
船舶 ・ 漁船 ・ 輸送船	内浦湾 内浦湾以外 内浦港	1 隻 (10t) 約 120 隻 (10t) 15 隻 (10t) 1 隻 (5000t)
車両 (一般車両)	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	多数
家屋、建物	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	多数
その他 ・ 浮き筏 ・ 防波堤	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	165 床 (1t) 多数

ハ. 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果の集約

抽出結果を以下の通り集約した以下の通り集約した(表-2-5-6、図-2-5-22)。なお、施設・設備等については、ウォークダウンを実施し漂流物の評価への影響がないことを確認している。

表-2-5-6 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果

施設・設備等	種類	状況	場所	数量	重量 (概数)	備考
漁船	船舶	停泊・航行	内浦港	1 隻	10t	
				約 120 隻	10t	
			小黒飯地区	約 15 隻	10t	
輸送船			内浦港	1 隻	5000t 未満	
家屋 (建物)	木造建屋	設置	音海地区	多数	—	
家屋 (建物)	鉄筋コンクリート造建屋		神野浦地区	多数	—	
防波堤	防波堤		日引地区	多数	—	
車両	車両		上瀬地区 内浦港	多数	—	
浮き筏	その他	設置	内浦港	約 165 床	約 1t	

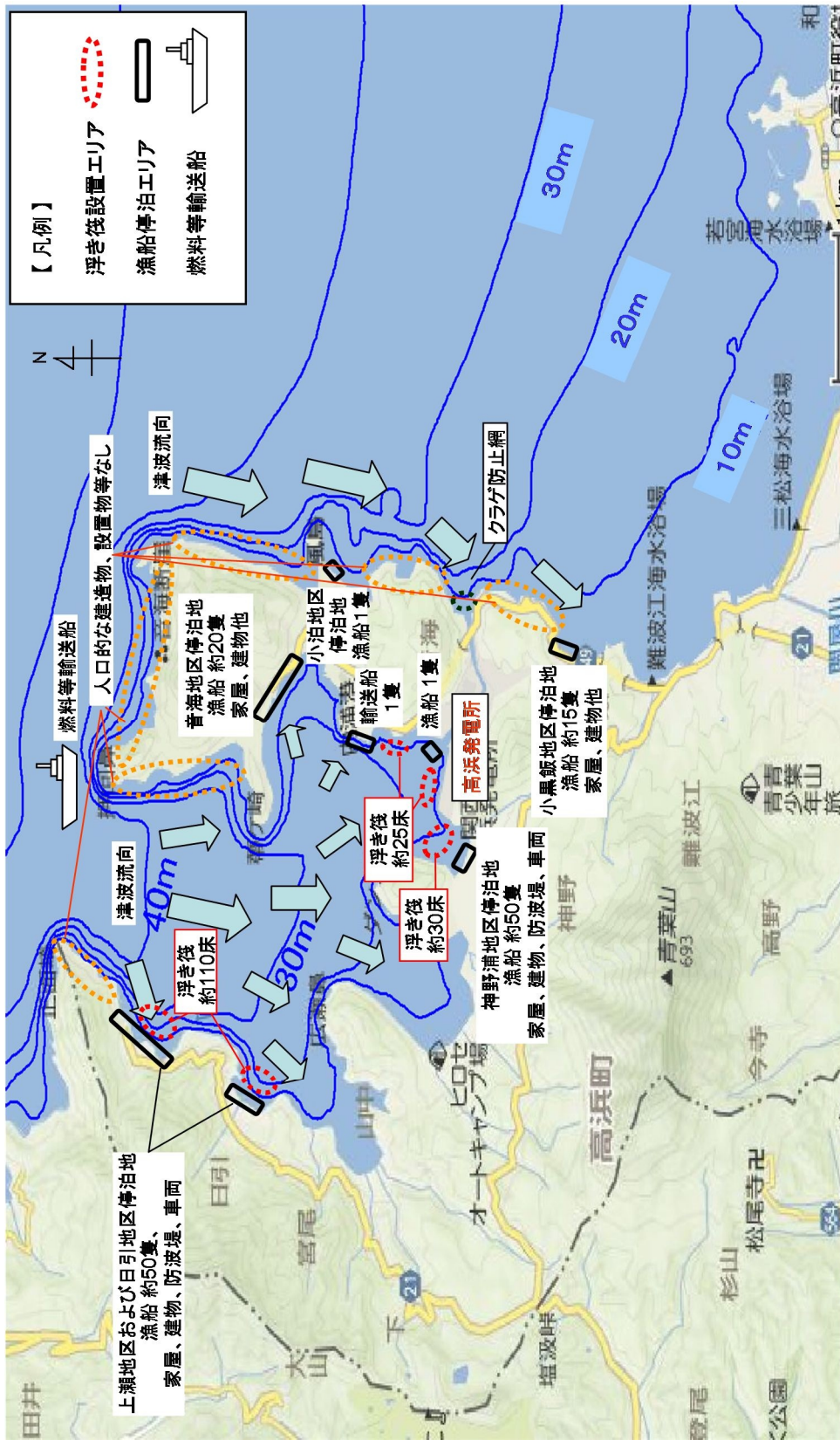


図-2-5-22 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果

(d) 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

1. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出範囲の選定

発電所構内の敷地において、津波シミュレーション結果から浸水する範囲を抽出範囲として選定する（図-2-5-23～図-2-5-24）。

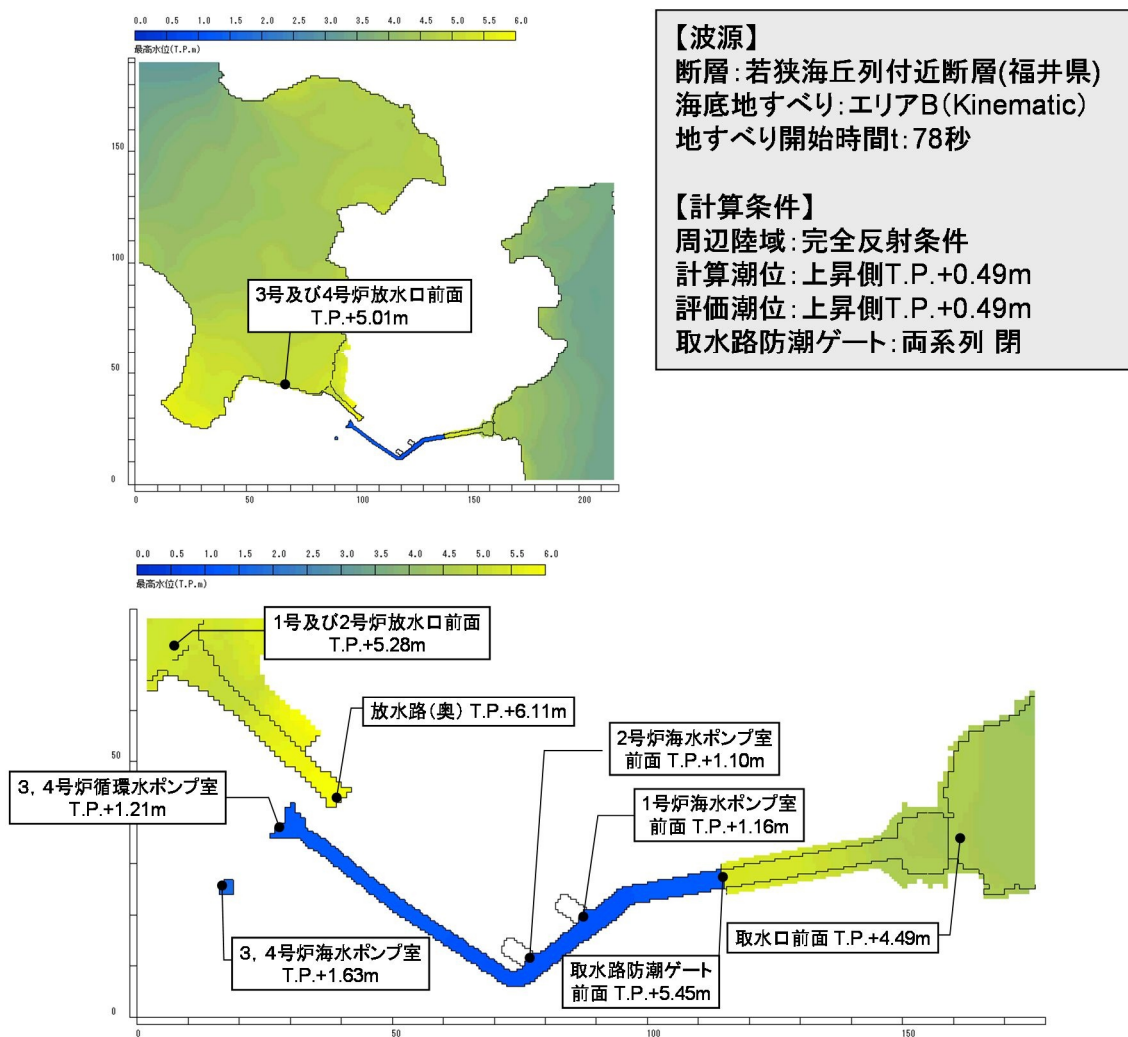


図-2-5-23 発電所構内の敷地において、津波シミュレーション結果から浸水する範囲

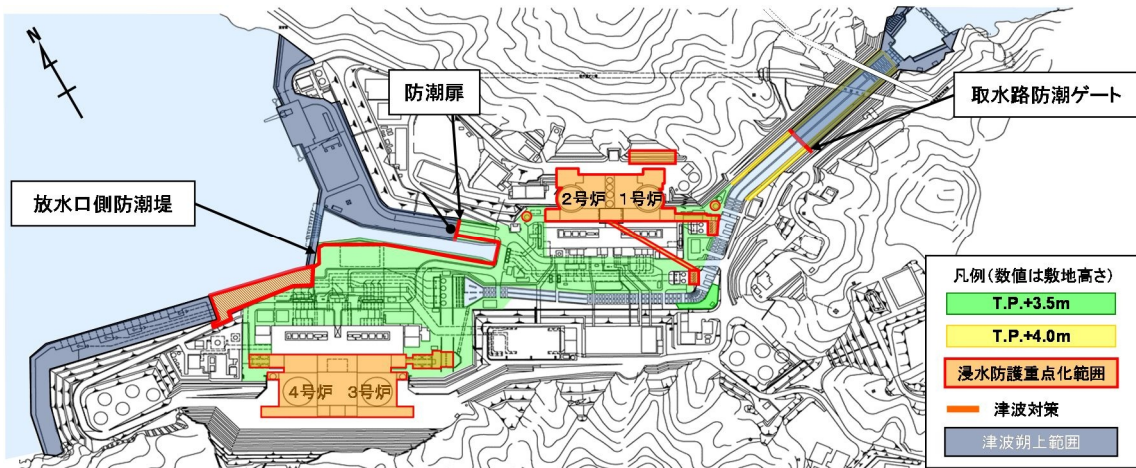


図-2-5-24 高浜発電所 津波遡上範囲

ロ. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出範囲の抽出

構内配置図により、津波シミュレーション結果から浸水する範囲において漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出する。また、構内配置図では確認できない施設・設備等については現場ウォークダウンにより抽出する。

①構内配置図による抽出

構内配置図に赤枠で示した津波遡上範囲に対して、漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出した。

②現場ウォークダウンによる抽出

現場ウォークダウンにより、①にて抽出した施設・設備等について現場確認を行うと共に、構内配置図上では確認できない漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出した。

また、物揚岸壁に停泊する可能性のある燃料等輸送船については、漂流物となる可能性のある船舶として整理した（図-2-5-25～図-2-5-28）。

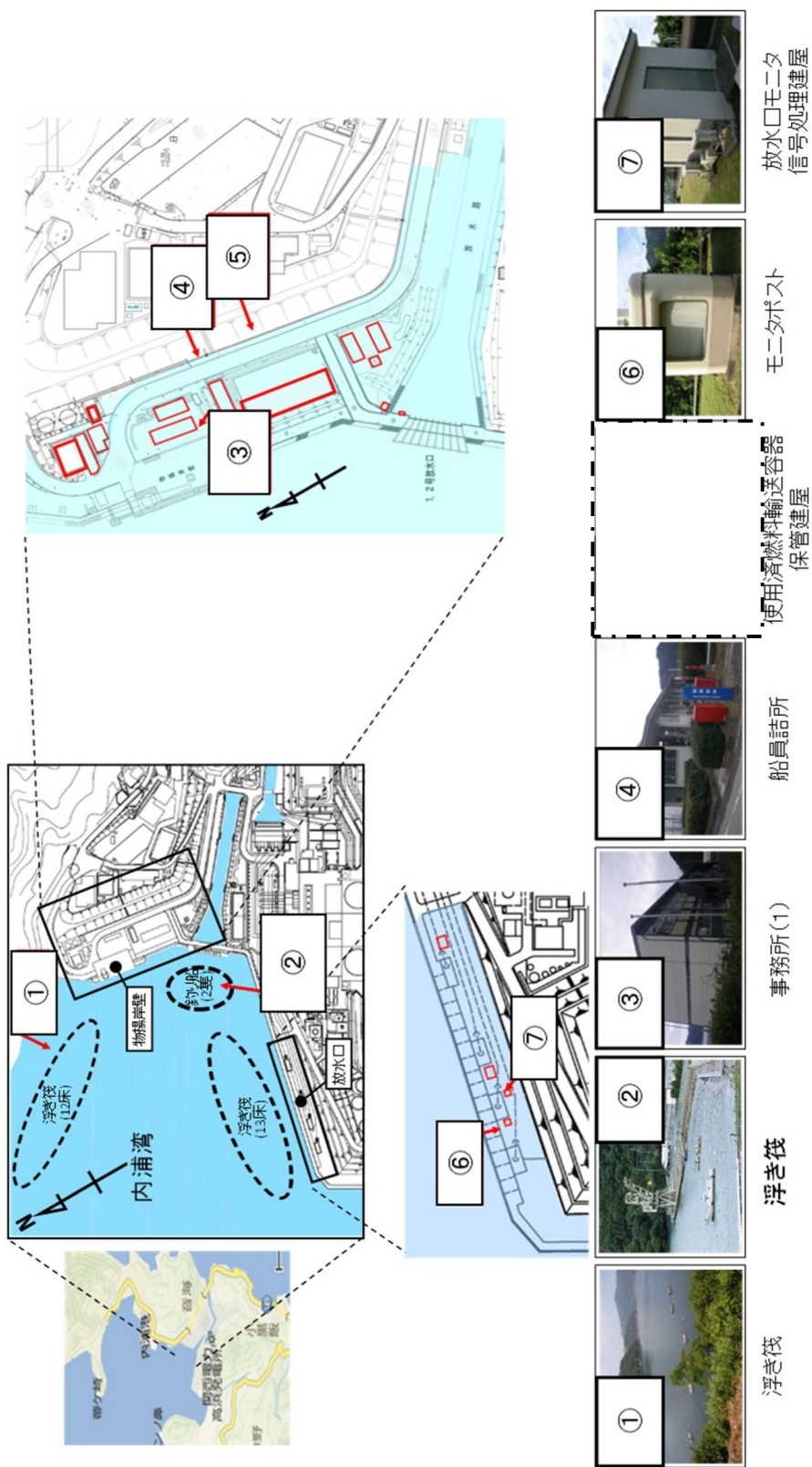


図-2-5-25 放水口側（物揚岸壁付近）の協力会社事務所等構築物

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

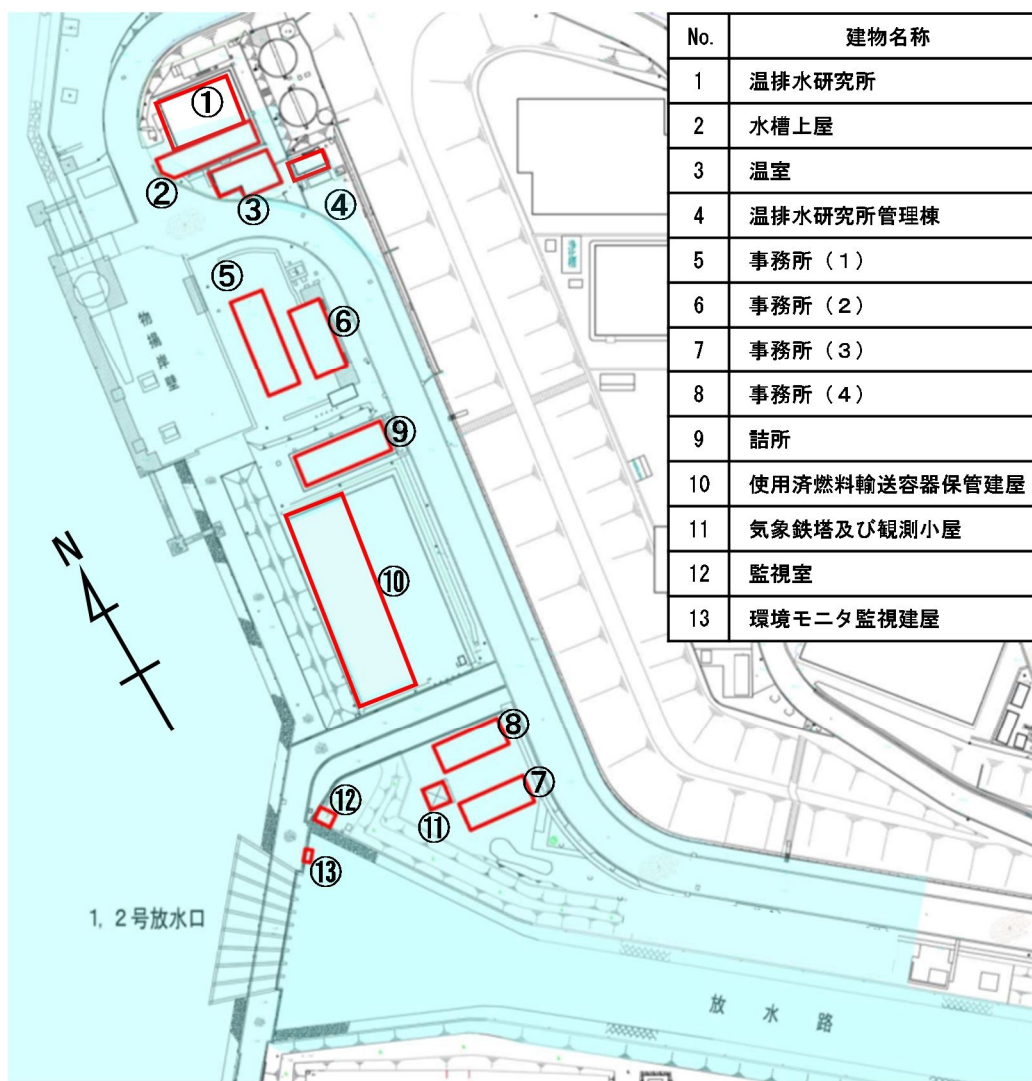


図-2-5-26 放水口側（物揚岸壁付近）の協力会社事務所等構築物

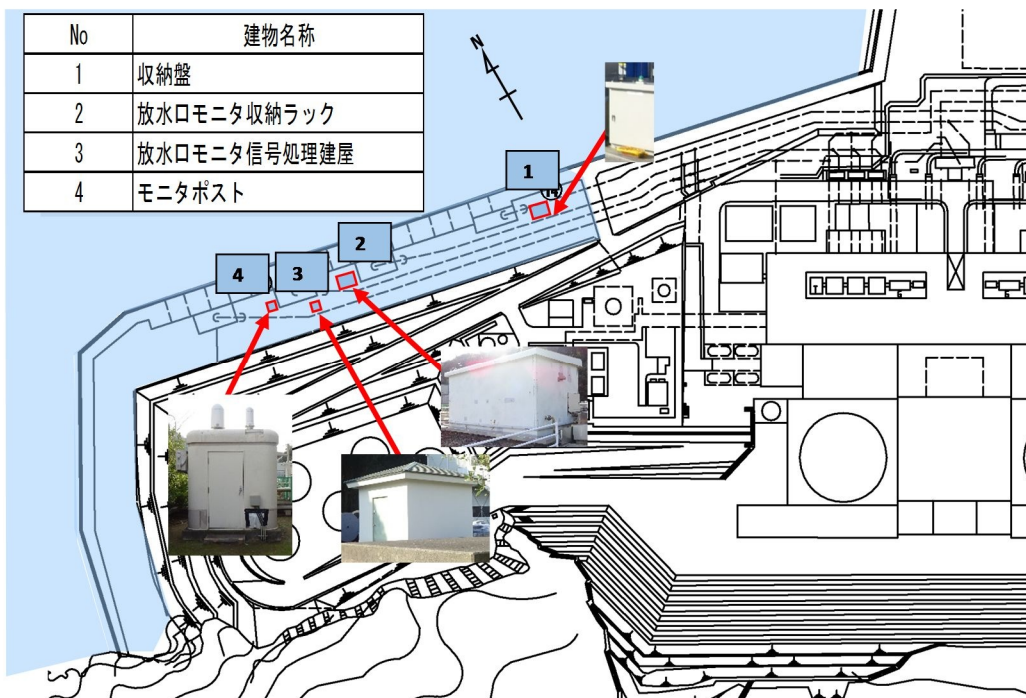
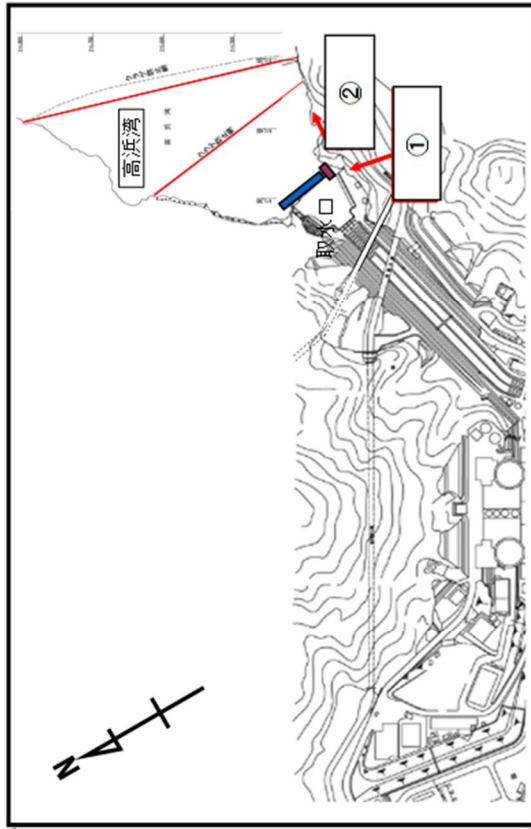


図-2-5-27 放水口側（3号及び4号炉放水口付近）の協力会社事務所等構築物

平成26年8月時点



クラゲ防止網



門型クレーン
ロータリーレーキ

図-2-5-28 敷地周辺の漂流物調査結果（発電所敷地内及び取水口近傍）

ハ. 発電所構内における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果の集約

抽出結果を以下の通り集約した以下の通り集約した(表-2-5-7)。なお、施設・設備等については、ウォークダウンを実施し漂流物の評価への影響がないことを確認している。

表-2-5-7 発電所構内における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果

場所	No	構内配置図及び現場ウォークダウンにて抽出した施設・設備等	種類	数量	重量	備考	
放水口側	1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t未満		
	2	岸壁クレーン	鉄骨構造	1	約400t		
	3	気象鉄塔及び観測小屋	鉄骨構造	1	約7t		
	4	使用済燃料輸送容器保管建屋	鉄筋コンクリート造	1	約9000t		
	5	協力会社事務所等	協力会社事務所	鉄骨造もしくは軽量鉄骨構造	4	約650t	
	6		温排水研究所		1	約3t	
	7		水槽上屋		1	約100t	
	8		温室、温排水研究所管理棟		1	約120t	
	9		詰所		1	約100t	
	10		監視室		1	約5t	
	11		環境モニタ監視建		1	約5t	
	12		その他構築物等		外灯	その他	
	13	ポール(消防ホース用)		その他	多数	約1t	
	14	PPフェンス		その他	多数	約1t	
	15	PPゲート		その他	多数	約1t	
	16	植林		その他	多数	約1t	
	17	燃料輸送容器		その他	一式	約100t	
	18	LLW輸送容器	その他	一式	約1.2t		
	19	車両等	一般車両	車両	多数	約1~2t	
	20		仮設資材	その他	多数	約1t	
	21		燃料輸送車両	車両	一式	約43t	
	22		LLW輸送車両	車両	一式	約10.8t	
	23		LLW輸送車両(輸送容器含む)	車両	一式	約13.2t(+ウェイト)	
3.4号炉放水口付近	1	3.4号放水口モニタ信号処理建屋	鉄筋コンクリート造	1	約26t		
	2	モニタポスト	鉄骨造	1	約7t		
	3	1.2号放水口モニタ収納ラック等	放水口モニタ収納ラック	軽量鉄骨構造	1	約5t	
	4		収納盤	軽量鉄骨構造	1	約1t	
取水口側	1	取水口門型クレーン	鉄骨構造	1	約70t		
	2	取水口ロータリーレーキ	鉄骨構造	9	約9t		
	3	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	一式	約30t	
	4		クラゲ防止網	定置網等	2		
	5		固定ブロック	定置網等	一式		約3.5t

(e) 漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価

(c)、(d) にて抽出した漂流物となる可能性のある施設・設備に対して、以下の通り個別に評価を実施した。

イ. 当該施設・設備等の漂流物となる可能性の評価

重量物であり沈降するか、または漂流物となるかの評価を実施した。

① 発電所構外における評価（表-2-5-8）

①-1 船舶（漁船、輸送船）

漁船、輸送船については大きな浮力を有していることから、漂流物となる可能性は否定できない。

①-2 木造建屋

地震または津波の波力で壊れる可能性があり、破壊された構造物（木材）は漂流物となる可能性は否定できない。

①-3 鉄筋コンクリート造建屋

地震により仮に破損したとしても、構造物本体（鉄骨、コンクリート）は重量物であり漂流物とはならない。

①-4 防波堤

地震により仮に破損したとしても、重量物であり漂流物とはならない。

①-5 車両

内部に空気層があるため、浮遊を考慮した場合、漂流物となる可能性は否定できない。

①-6 その他（浮き筏）

比較的軽量の漁具等については、漂流物となる可能性は否定できない。

② 発電所構内における評価（表-2-5-9）

②-1 船舶（燃料等輸送船）

燃料等輸送船については大きな浮力を有していることから、漂流物となる可能性は否定できない。

②-2 機器類（岸壁クレーン、気象鉄塔、取水口門型レーキ、取水口ロータリーレーキ等）

地震により仮に破損したとしても、構造物本体（金属類）は重量物であり漂流物とはならない。

②-3 鉄筋コンクリート造建屋

地震により仮に破損したとしても、構造物本体（鉄骨、コン

クリート)は重量物であり漂流物とはならない。

②-4 鉄骨造建屋

地震または津波の波力で壊れる可能性があり、破壊された構造物(外装材、軽量な建屋保管物)は漂流物となる可能性は否定できない。

②-5 車両(一般車両、仮設資材、燃料輸送車両、LLW輸送車両、LLW輸送車両(輸送容器含む))

一般車両及び仮設資材は、内部に空気層があるため、浮遊を考慮した場合、漂流物となる可能性は否定できない。

燃料輸送車両及びLLW輸送車両は、重量物であり漂流物とはならない。また、LLW輸送車両(輸送容器含む)については、浮力を上回るようウェイトを積載する対策を実施することで重量物とすることから漂流物とはならない(補足資料)。なお、燃料輸送車両及びLLW輸送車両は漂流物とならないものの、可能な範囲で、津波が到達しない場所へ退避する方針とする。
(補足資料)

②-6 定置網等

定置網等を固定する金属類、固定ブロック、ワイヤー及び碇は重量物であり、漂流物とはならない。また、ブイ・ロープ及び網については、切断され漂流物となる可能性は否定できない。

②-7 その他(外灯、ポール、PPフェンス、PPゲート、植林、燃料輸送容器、LLW輸送容器)

外灯、ポール、PPフェンス、PPゲート等を構成する部材は比較的軽量であり、また切断され漂流物となる可能性は否定できない。

植林は、海水より比重が小さいことから漂流物となる可能性は否定できない。

燃料輸送容器は、重量物であり漂流物とはならない(補足資料)。

LLW輸送容器はLLW輸送車両に固縛されており、LLW輸送車両(輸送容器含む)に浮力を上回るようウェイトを積載する対策を実施することで重量物とすることから、漂流物とはならない(補足資料)。

なお、燃料輸送容器及びLLW輸送容器は、輸送車両に積載されている場合は、輸送車両退避の方針に準ずる。(補足資料)

表-2-5-8 当該施設・設備等の漂流物となる可能性の評価結果

発電所構外

評価 番号	施設・設備等	種類	状況	場所	数量	重量 (概数)	評価	フロー 結果
①-1	漁船	船舶	停泊・航行	内浦港	1隻	10t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外
					約120隻	10t		
	小黒飯地区			約15隻	10t			
	内浦港			1隻	5000t未満			
①-2	家屋(建物)	木造建屋	設置	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	多数	—	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外
①-3	家屋(建物)	鉄筋コンクリート造建屋			多数	—	重量物であり漂流物とならない	A
①-4	防波堤	防波堤			多数	—	重量物であり漂流物とならない	A
①-5	車両	車両			駐車・走行	多数	—	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する
①-6	浮き筏	その他	設置	内浦港	約165床	約1t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外

表-2-5-9 当該施設・設備等の漂流物となる可能性の評価結果

発電所構内

評価番号	場所	No	施設・設備等	種類	数量	重量	評価	フロー結果	
②-1	放水口側	1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t 未満	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外	
②-2		2	岸壁クレーン	鉄骨構造	1	約400t	重量物であり漂流物とならない	A	
②-3		3	気象鉄塔及び観測小屋	鉄骨構造	1	約7t			
②-3		4	使用済燃料輸送容器保管建屋	鉄筋コンクリート造	1	約9000t	重量物であり漂流物とならない	A	
②-4		5	協力会社事務所等	協力会社事務所	鉄骨造もしくは軽量鉄骨構造	4	約650t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外
		6		温排水研究所		1	約3t		
		7		水槽上屋		1	約100t		
		8		温室、温排水研究所管理棟		1	約120t		
		9		詰所		1	約100t		
		10		監視室		1	約5t		
		11		環境モニタ監視建		1	約5t		
②-7		12	その他構築物等	外灯	その他	多数	約1t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外
		13		ポール(消防ホース用)	その他	多数	約1t		
		14		PP フェンス	その他	多数	約1t		
		15		PP ゲート	その他	多数	約1t		
		16		植林	その他	多数	約1t		
		17		燃料輸送容器 ^{※1}	その他	一式	約100t		
18		LLW 輸送容器 ^{※1}	その他	一式	約1.2t	重量物であり漂流物とならない。			
②-5	19	車両等	一般車両	車両	多数	約1~2t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外	
	20		仮設資材	その他	多数	約1t			
	21		燃料輸送車両 ^{※2}	車両	一式	約43t			
	22		LLW 輸送車両 ^{※2}	車両	一式	約10.8t	重量物であり漂流物とならない	A	
	23		LLW 輸送車両 ^{※2} (輸送容器含む)	車両	一式	約13.2t(+ウエイト)			
②-3	3.4号炉放水口付近	1	3.4号放水口モニタ信号処理建屋	鉄筋コンクリート造建屋	1	約26t	重量物であり漂流物とならない	A	
②-4		2	モニタポスト	鉄骨造	1	約7t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外	
		3	1.2号放水口モニタ収納ラック	軽量鉄骨構造	1	約5t			
		4	等 収納盤	軽量鉄骨構造	1	約1t			
②-2	取水口側	1	取水口門型クレーン	機器類(鉄骨構造)	1	約70t	重量物であり漂流物とならない	A	
②-2		2	取水口ロータリーレーキ	機器類(鉄骨構造)	9	約9t			
②-6		3	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	一式	約30t	漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	A以外
		4		クラゲ防止網	定置網等	2			
		5		固定ブロック	定置網等	一式			

※1：輸送車両に積載されている場合は、輸送車両退避の方針に準ずる

※2：漂流物とならないものの、可能な範囲で敷地内の津波が到達しない場所へ避難する方針

ロ. 当該施設・設備等の津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性の評価

イ. により漂流物となる可能性が否定できないと評価されたものについて、津波の流況及び地形、設置状況、緊急退避の実効性を考慮し、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となるかの評価を実施した。

① 発電所構外における評価

①-1 船舶（漁船）

敷地周辺に停泊する小型の漁船については、内浦湾内に放水口前1隻、放水口前以外に約120隻存在する。停泊中の船舶は、津波の流向及び設置状況から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

なお、取水口側について、航行中に発電所取水口近傍で万一航行不能となり漂流する場合を想定し検討した（図-2-5-23）。

(ア) (震後53分): 取水庭内の最大水位は、震後53.05分に T.P. +4.64m 程度となり、更に高潮との重畳 (+0.49m) を考慮すると、漂流物（漁船喫水 1.9m）は、取水口ケーソン天端（T.P. +3.0m）を越えて取水路内に浸入する可能性があり、取水路に沿って取水路防潮ゲートに向かう。

(イ) (震後56分): 取水路内ではほぼ取水路に平行に流速は推移し、取水庭部の最大流速は引き波時に 4.0m/s 程度となる。

(ウ) (震後58分): 取水庭内の最低水位は震後58.20分に T.P. -3.71m となるが、非常用海水路呑み口前の水深は T.P. -6.2m であることから、漁船（喫水 1.9m）は座礁する可能性はなく、非常用海水路呑み口前に留まることはない。

(エ) (震後60分): その後（震後58.20分以後）は水位の上昇に伴い再度漂流し、それ以降も座礁することはない。

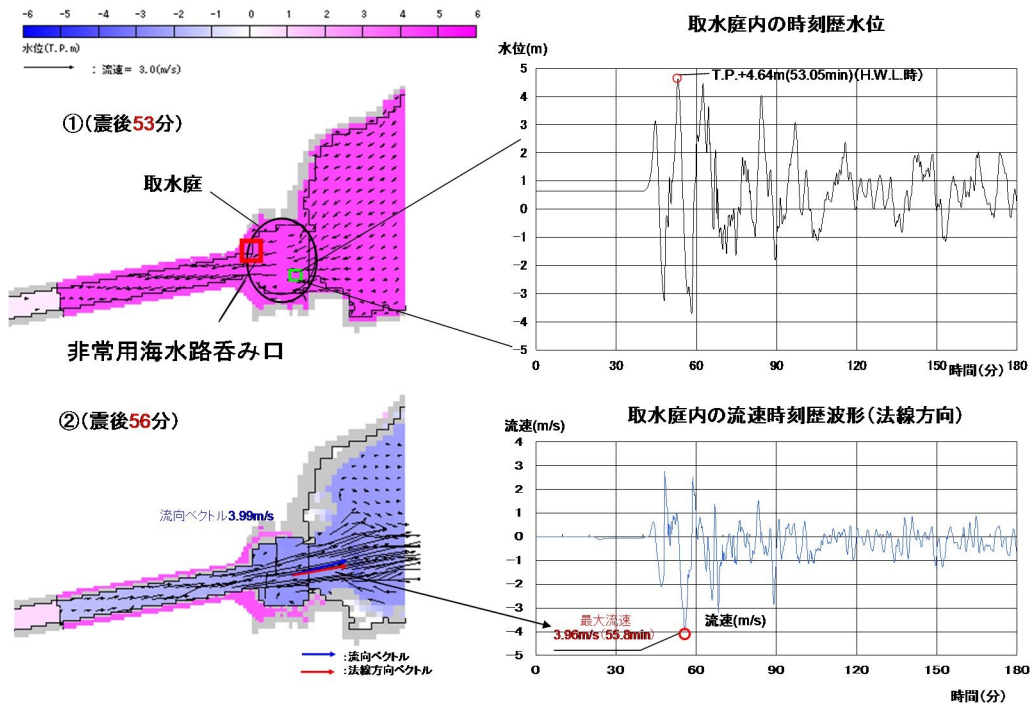


図-2-5-29 取水口付近の流速ベクトル及び時刻歴水位・時刻歴流速 (震後 53 分および震後 56 分)

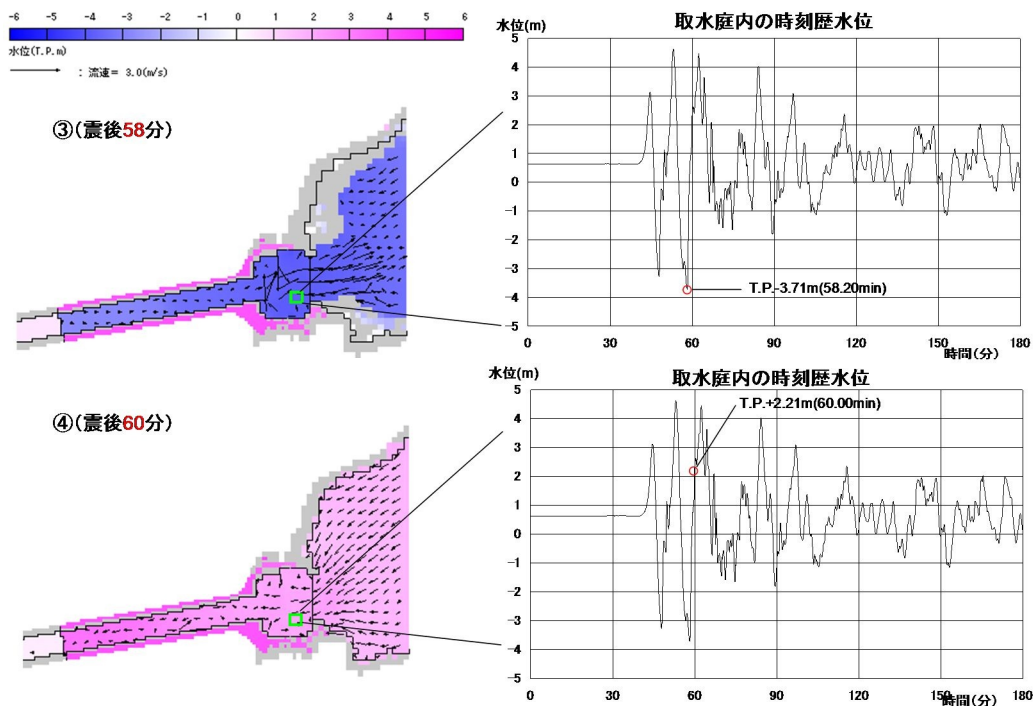


図-2-5-30 取水口付近の流速ベクトル及び時刻歴水位・時刻歴流速 (震後 53 分および震後 56 分)

以上より、航行中の漁船については、津波襲来時は沖合に退避または係留地点に戻ることを基本としているものの、万一、発電所近傍で航行不能となった場合を想定すると、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性は否定できない。

①-2 船舶（輸送船）

取水路から 1km 以上離れて位置する内浦港に、輸送船が停泊する場合があるが、以下理由から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

- ・津波の流向及び発電所周辺地形から取水路への漂流が考えにくい
- ・漂流物を積載した輸送船は、津波警報等発表時には、緊急退避（離岸）または係留強化することとしている。

①-3 木造建屋

音海地区、神野浦地区、日引地区、上瀬地区、小黒飯地区、内浦港の海岸線上には人工構造物として家屋、建物があるが、津波の流向及び設置状況から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

①-4 車両

車両については、浮遊を考慮した場合においても津波の流向から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

①-5 その他（浮き筏）

発電所敷地周辺の浮き筏については放水口前に 13 床及び物揚岸壁付近に 12 床存在するが、津波の流向を考慮すると、放水口前にある浮き筏が津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性は否定できない。

また、津波流向により漂流物とならないとしているものに対して、津波襲来時における水粒子の軌跡解析を実施することにより、発電所に対する影響の有無を以下の通り確認した。

高浜発電所周辺に停泊中の漁船・家屋・建物等が漂流物となった場合を想定し、津波襲来時における挙動をシミュレーションした。波源及び計算条件を表-2-5-10 に、想定した漂流物の初期位置を図-2-5-31、津波襲来時における挙動の軌跡を図-2-5-32 に示す。

漂流物の挙動は、水粒子の軌跡と完全に一致するものではな

いが、水粒子の軌跡のほうが漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の発電所への影響を評価する上で重要な項目である流向については、十分に把握できると考えられる。また、図-2-5-32 に示す通り、水粒子の軌跡は押し波・引き波を交互に受けて、ある一定の範囲内を移動する挙動を示しており、移動の方向についても発電所に向かうような傾向を示していないことから、漂流物に作用する慣性力の影響を考慮したとしても、漂流物が発電所に影響を及ぼすような挙動を示す恐れはない。

表-2-5-10 漂流物軌跡解析の波源及び計算条件

波源	基準津波 1 (若狭海丘列付近断層+隠岐トラフ海底地すべり (エリア B) (Kinematic モデル;78 秒ずれ))
発電所構内	遡上条件
地盤変状	なし
計算時間	地震発生後の 0 分~180 分

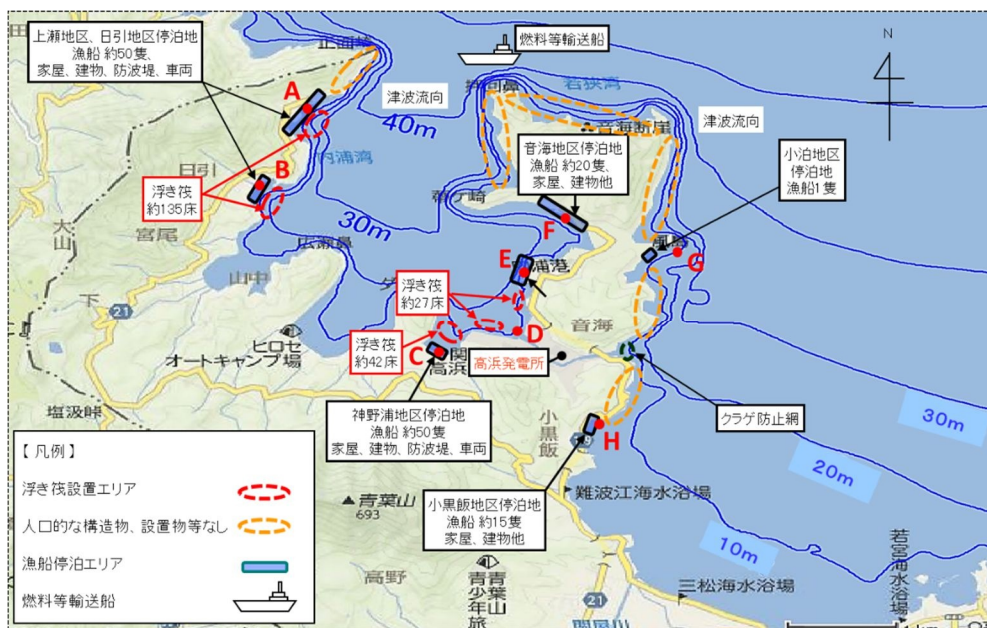


図-2-5-31 想定した漂流物の初期位置

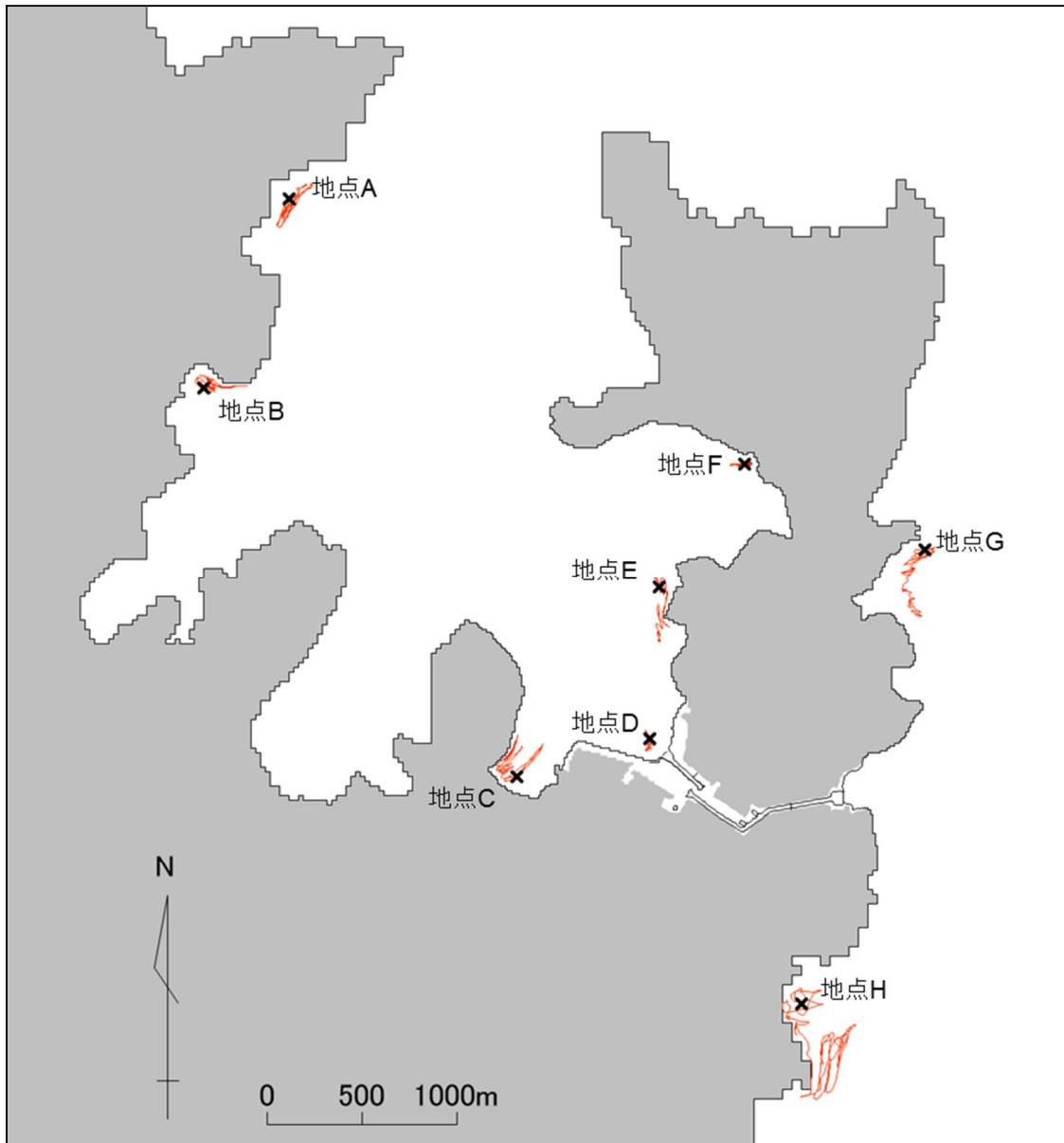


図-2-5-32 基準津波による漂流物の軌跡

② 発電所構内における評価

②-1 船舶（燃料等輸送船）

取水路から 1km 以上離れて位置する物揚岸壁には、燃料等輸送船が停泊するが、以下理由から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。(図-2-5-33, 34)

- ・津波流向・発電所周辺地形から取水路への漂流が考えにくい経路
- ・輸送船は岸壁に係留されている

- ・岸壁には防げん材が設置されており、かつ輸送船は法令（危険物船舶運送及び貯蔵規則）に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する
- ・輸送物を積載した輸送船は津波警報等発表時若しくは、荷役中以外に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合には、緊急退避（離岸）することとしており、震災以降、輸送に先立ち、緊急離岸マニュアルを整備し訓練を行い、その実効性を確認している。なお、津波の襲来情報等を確認した場合、岸壁側の陸側作業員・輸送物は、原子燃料課長（燃料輸送の場合）又は放射線管理課長（LLW輸送の場合）の判断で、また、輸送船側は輸送船の船長の判断で緊急退避を実施する。

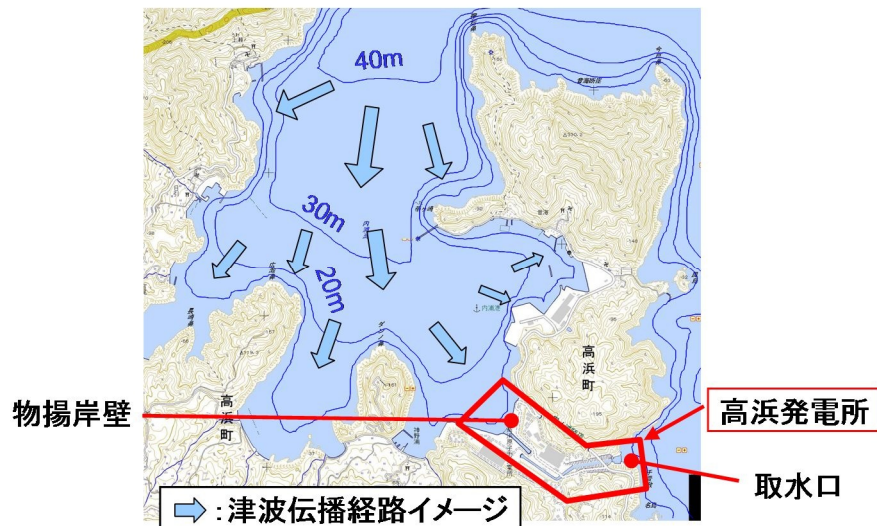
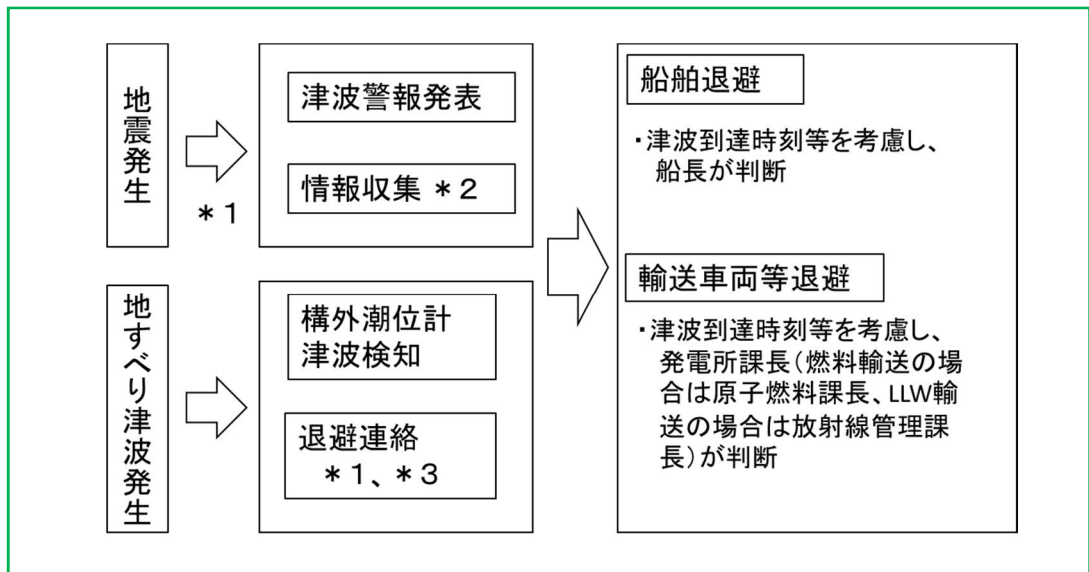


図-2-5-33 津波流向と発電所の位置関係



- * 1 荷役中の場合、作業を中断。作業員・輸送物の安全を確認。
- * 2 津波警報には第一波の到達予想時刻が含まれる。1号及び2号炉中央制御室の当直課長又は3号及び4号炉中央制御室の当直課長から所内ページングで周知されるほか、テレビ、ラジオ、無線にて津波情報を収集。
- * 3 構外潮位計にて津波が検知された場合、1号及び2号炉中央制御室当直課長又は3号及び4号炉中央制御室の当直課長から所内ページングで周知される。

図-2-5-34 緊急退避フロー図

○燃料等輸送船の緊急退避

輸送物を積載した燃料等輸送船の主な輸送行程は、「物揚岸壁への接岸」～「荷役」～「物揚岸壁からの離岸」である。

輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程は、輸送行程の大部分を占めており、津波警報等発表若しくは、発電所構外において、津波と想定される潮位を観測してから数分で緊急退避が可能である。

輸送船と輸送物が干渉しうる「荷役」行程は、これよりも退避までに時間を要するが、輸送行程の中で極めて短時間であること、輸送船とクレーンの干渉回避前から係留索を取り外すなどの時間短縮により5分程度で退避可能であること、また、設備維持の観点から実施した訓練実績より積み上げた場合、20分程度で退避可能であることから、物揚岸壁に接岸中の輸送船はほとんどの場合において短時間で緊

急退避が可能である（図-2-5-35, 36）。

ただし、津波警報等が発表されず、かつ、荷役中に津波が襲来した場合は燃料等輸送船が緊急退避できない可能性があることから、荷役中に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合は緊急退避せず、係留強化することとする。荷役中でなければ、輸送船は数分で離岸できるため、緊急退避を行う。（図-2-5-37）

なお、数分で津波が襲来する場合、「荷役」行程では、離岸のための荷下ろし作業中となることもあるが、以下理由から輸送船は航行不能となるとは考えられず、漂流物とはならない。

- ・ 輸送船は岸壁に係留されている
- ・ 津波高さと喫水高さの関係から輸送船は岸壁を越えず留まる
- ・ 岸壁には防げん材が設置されており、かつ輸送船は法令（危険物船舶運送及び貯蔵規則）に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する

また、接岸時や離岸の準備中等の係留時以外の状況であったとしても、以下理由から輸送船は航行不能となるとは考えられず、漂流物とはならないことは同様だが、発電所構外で津波と想定される潮位を観測した場合は、より安全性を高めるために緊急退避する。

- ・ 岸壁付近での輸送船が着底した場合においても転覆に至ることはない
- ・ 岸壁には防げん材が設置されており、かつ輸送船は法令（危険物船舶運送及び貯蔵規則）に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する
- ・ 輸送船は津波の最大流速に対して十分な性能を有する

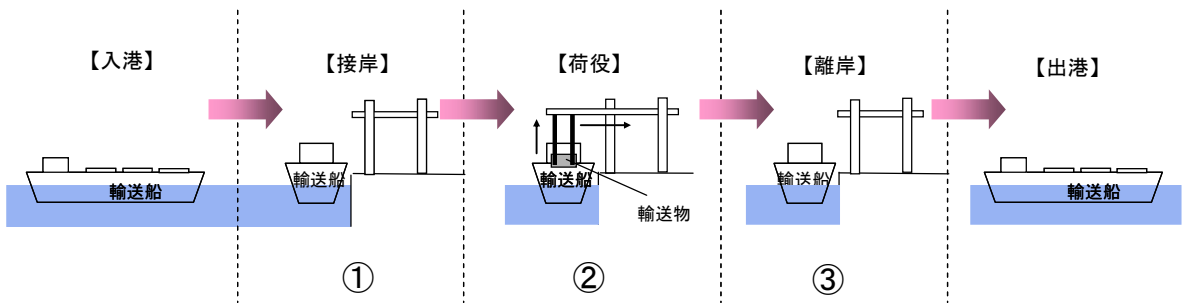


図-2-5-35 輸送行程・緊急退避のイメージ

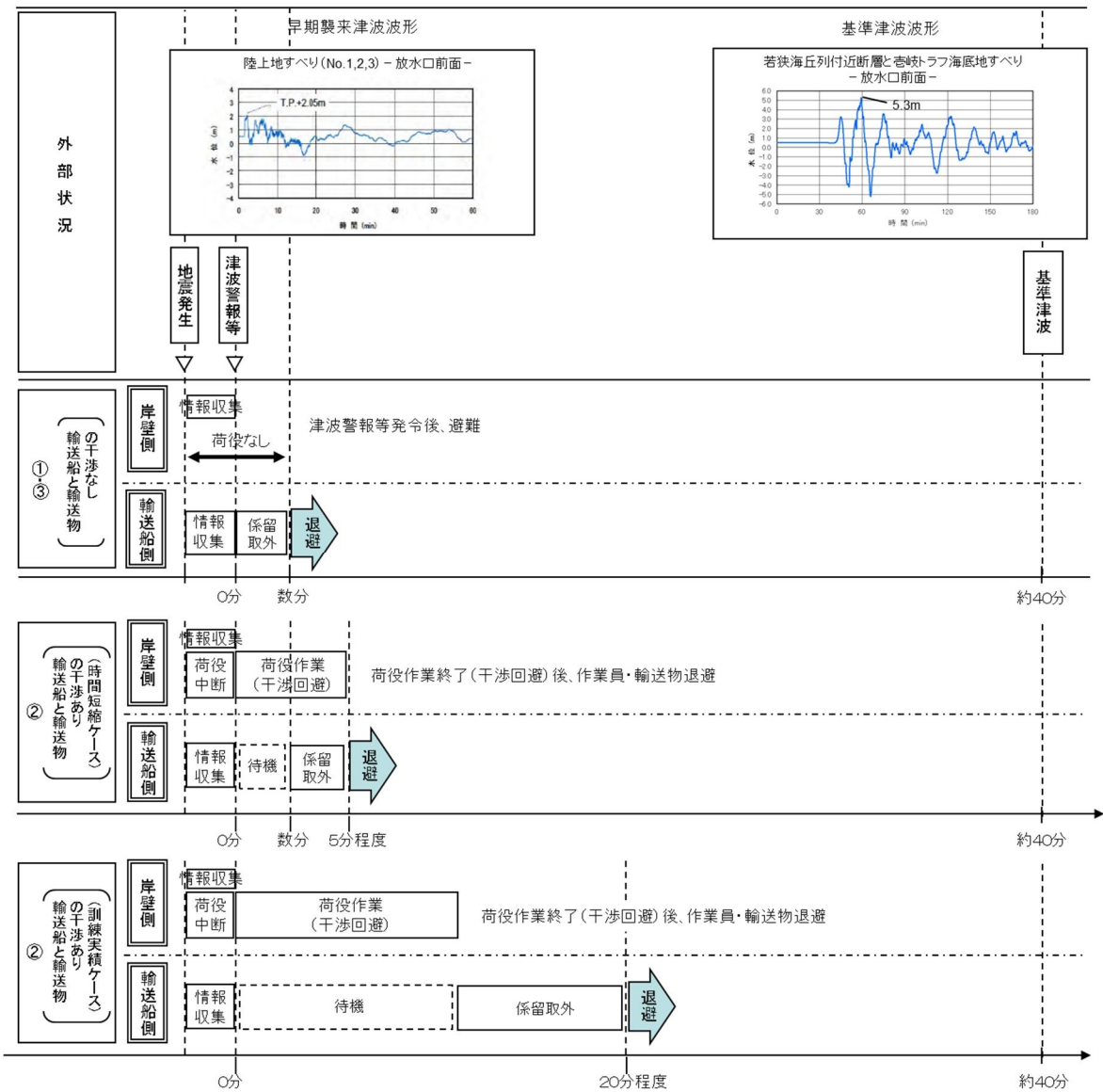


図-2-5-36 津波襲来と緊急退避時間イメージ

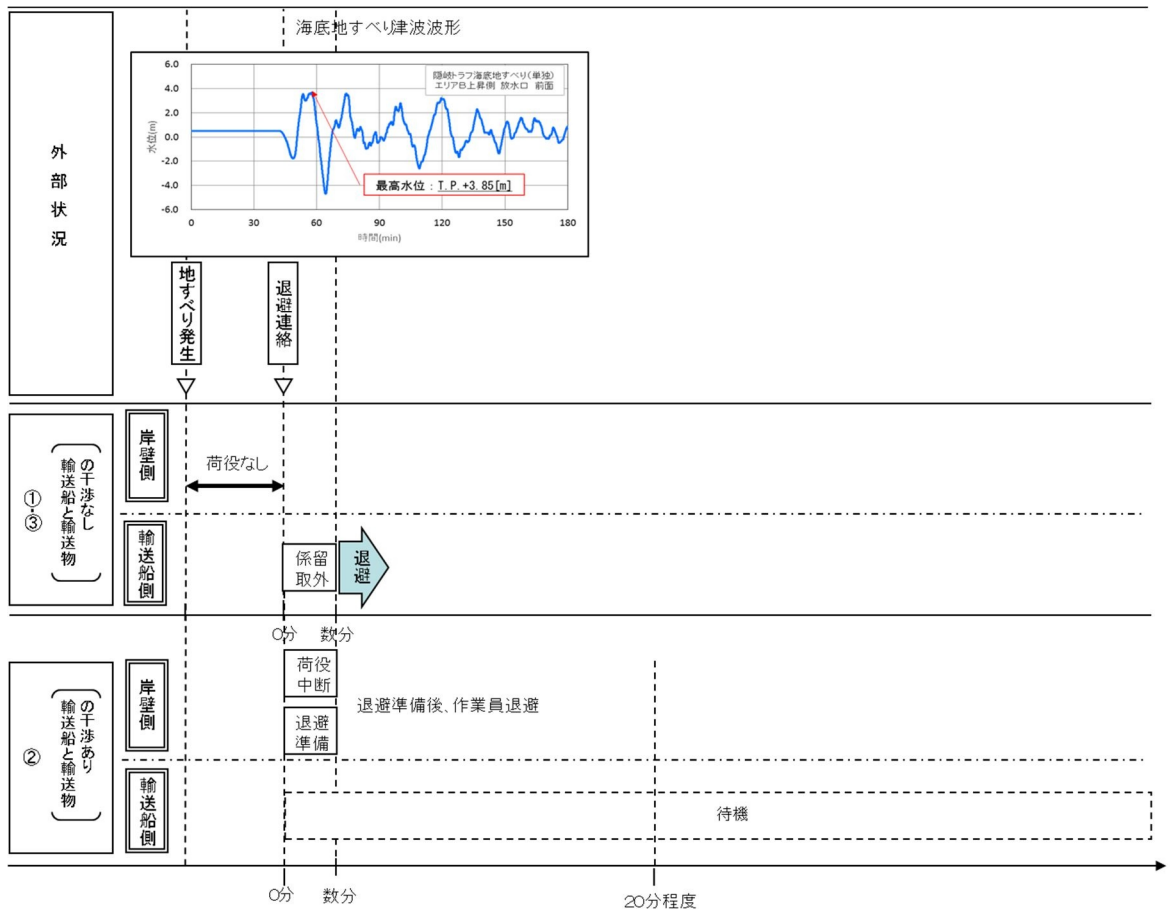


図-2-5-37 津波襲来と緊急退避時間イメージ
(発電所構外において、津波と想定される潮位を観測した場合)

○燃料等輸送船の緊急退避への当社の関わり

燃料等輸送船の緊急退避は船社が実施するため、当社は、輸送にかかる契約にて、緊急退避の措置の状況を、監査や訓練結果報告書等にて確認している。

また、燃料等輸送船の緊急退避についての当社と船社の運用の関係性は図-2-5-38 のとおりであり、これら一連の対応を行うため当社は、当社－船社間の連絡体制を整備するとともに、地震・津波時の緊急時対応マニュアルを定め、緊急退避訓練を実施し、マニュアルの実効性を確認している。また、電源喪失時にも岸壁クレーン操作できるよう非常用電源を設置している。

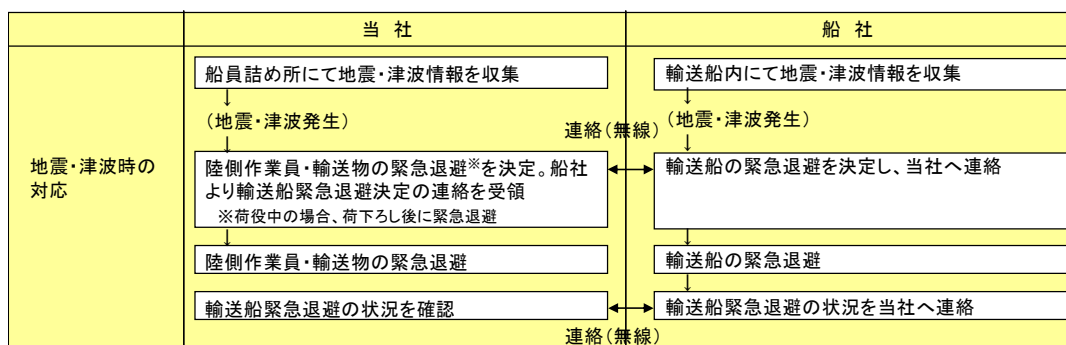


図-2-5-38 輸送船緊急退避時の当社と船社の運用の関係性

②-2 鉄骨造建屋

放水口側または 3,4 号炉放水口付近の鉄骨造建屋の構造物については、押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できない。

②-3 車両（一般車両、仮設資材）

放水口側の仮設資材については、押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できない。

放水口側の一般車両については、既許可では津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できないものとして整理していた。しかし、モバイル性を有する燃料等輸送車両が可能な限り退避する運用を定めていることから、一般車両についても同様に、津波の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない

方針とする。(補足資料)

②-4 定置網等

取水口側のブイ・ロープ及び網については、押し波により津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性は否定できない。

②-5 その他(外灯、ポール、PPフェンス、PPゲート、植林)

放水口側の外灯、ポール、PPフェンス、PPゲート及び植林については、押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できない。

表-2-5-11 当該施設・設備等の津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性の評価結果(発電所構外)

評価番号	施設・設備等	種類	状況	場所	数量	重量(概数)	評価	フロー結果
①-1	漁船			内浦港	1隻	10t	航行中の船舶は津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	B以外
					約120隻	10t		
				小黒飯地区	約15隻	10t		
①-2	輸送船	船舶	停泊・航行	内浦港	1隻	5000t未満	取水路から十分離れて位置する内浦港に、輸送船が停泊する場合があるが、以下理由から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない ・津波の流向及び発電所周辺地形から取水路への漂流が考えにくい。 ・漂流物を積載した輸送船は、津波警報等発表時には、緊急退避(離岸)または係留強化することとしている	B
①-3	家屋(建物)	木造建屋	設置	音海地区 神野浦地区	多数	—	津波の流向及び設置状況から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない	B
①-4	車両等	車両	駐車・走行	日引地区 上瀬地区 内浦港	多数	—	車両については、浮遊を考慮した場合においても津波の流向から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。	B
①-5	浮き筏	その他	設置	内浦港	約165床	約1t	津波防護施設に対する漂流物となる可能性が否定できないため、次フローで評価する	B以外

表-2-5-12 当該施設・設備等の津波防護施設、取水機能を有する安全設備等
に対する漂流物となる可能性の評価結果（発電所構内）

評価 番号	場所	No	施設・設備等	種類	数量	重量	評価	フロー 結果	
②-1		1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t未満	取水路から1km以上離れて位置する物揚岸壁には、燃料等輸送船が停泊するが、以下理由から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。 ・津波流向・発電所周辺地形から取水路への漂流が考えにくい経路 ・輸送船の岸壁への係留 ・岸壁には防げん材が設置されており、かつ輸送船は法令（危険物船舶運送及び貯蔵規則）に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する ・輸送物を積載した輸送船は津波警報等発表時若しくは、荷役中以外に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合には、緊急退避（離岸）することとしており、震災以降、輸送に先立ち、緊急離岸マニュアルを整備し訓練を行い、その実効性を確認する	B	
②-2	放水口側	7	協会社事務所等	協会社事務所	鉄骨造もしくは 軽量鉄骨構造	4	約650t	押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できないため、次フローで評価する	B以外
		8		温排水研究所		1	約3t		
		9		水槽上屋		1	約100t		
		10		温室、温排水研究所管理棟		1	約120t		
		11		詰所		1	約100t		
		12		監視室		1	約5t		
		13		環境モニタ監視建	1	約5t			
②-5		14	その他構築物等	外灯	その他	多数	約1t	押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できないため、次フローで評価する	B以外
		15		ボール(消防ホース用)	その他	多数	約1t		
		16		PPフェンス	その他	多数	約1t		
		17		PPゲート	その他	多数	約1t		
		18		植林	その他	多数	約1t		
②-3		19	車両等	一般車両	車両	多数	約1~2t	津波の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない方針とする。	B*
		20		仮設資材	その他	多数	約1t	押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できないため、次フローで評価する	B以外
②-2	3,4号炉 放水口付近	2	モニタポスト		鉄骨造	1	約7t	押し波により津波防護施設に対する漂流物となる可能性は否定できないため、次フローで評価する	B以外
		3	1,2号放水口モニタ収納ラック等	放水口モニタ収納ラック	軽量鉄骨構造	1	約5t		
		4		収納盤	軽量鉄骨構造	1	約1t		
②-4	取水口側	3	クラゲ防止網	フイ	定置網等	一式	約30t	押し波により津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性は否定できないため、次フローで評価する	B以外
		4		クラゲ防止網	定置網等	2			
		5		固定ブロック	定置網等	一式	約3.5t		

※津波防護施設への影響及び必要に応じ定める運用の成り立ちについては、詳細設計段階で確認する。

ハ. 津波防護施設、取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価

津波防護施設への影響については、「3. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件」にて、 \square により漂流物となる可能性が否定できないと評価されたもののうち、最大級の漂流物である総トン数 10t 級（排水トン数 30t）の小型漁船の衝突荷重に対して津波防護施設の機能が十分保持できるよう設計していることから、漂流物による津波防護施設への影響はない。

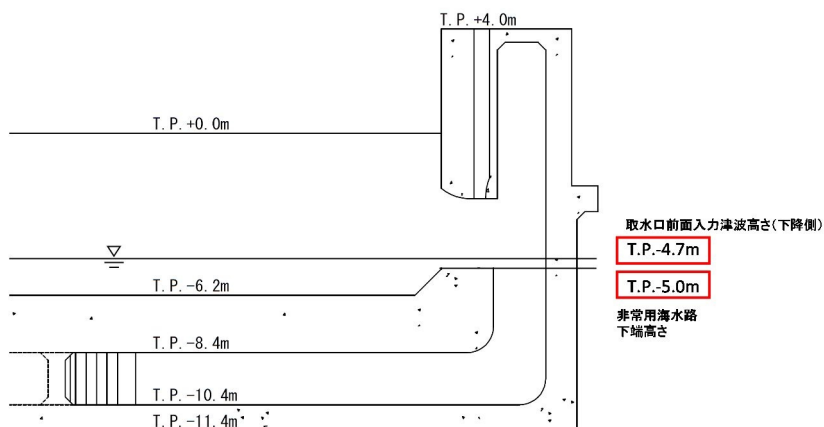
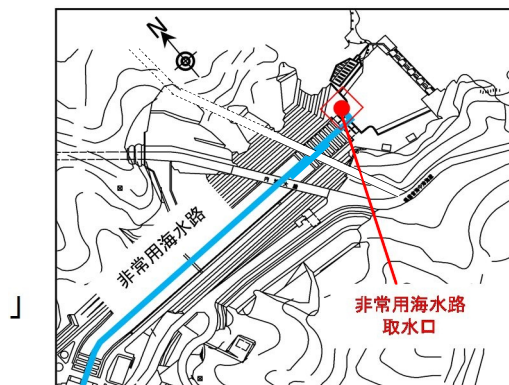
取水性への影響については、 \square により漂流物となる可能性が否定できないと評価されたものについて、取水機能を有する安全設備等の取水性への影響を考慮し、漂流物対策の要否について評価を実施した。（表-2-5-13、表-2-5-14）

① 発電所構外における評価

①-1 船舶（漁船）

航行中に発電所取水口近傍で万一航行不能となり漂流する場合、津波の流向及び地形により漂流した場合においても、高さ T. P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉並びに T. P. +8.5m の取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。また、非常用海水路呑み口前面及び海水取水トンネル前面に閉塞防止措置を設置することから、漂流物により非常用海水路呑み口及び海水取水トンネル呑み口が閉塞することはない。（図-2-5-39～41）なお、閉塞防止措置については、非常用海水路の通水機能に影響のない設計とすることとし、総トン数 10t 級（排水トン数 30t）の小型漁船の衝突力、津波波力、基準地震動 S_s に対する機能維持を各々考慮した設計とする。

(非常用海水路)



(海水取水トンネル)

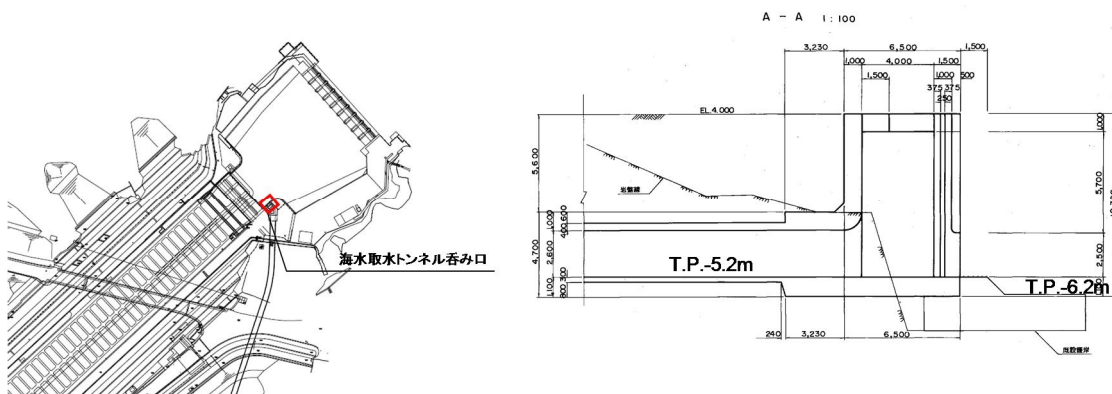
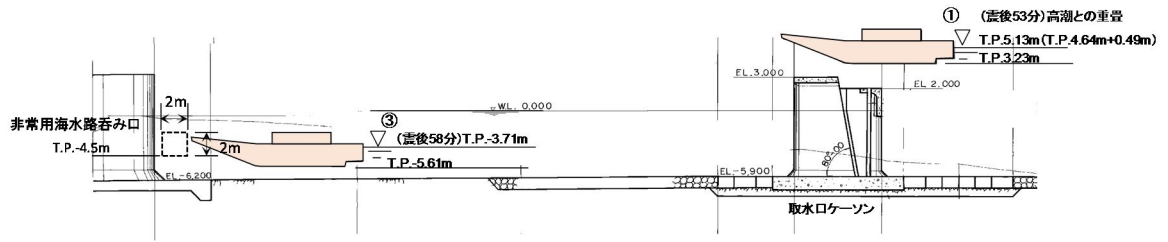


図-2-5-39 非常用開水路呑み口及び海水取水トンネル呑み口
 平面図・断面図

(非常用海水路)



(海水取水トンネル)

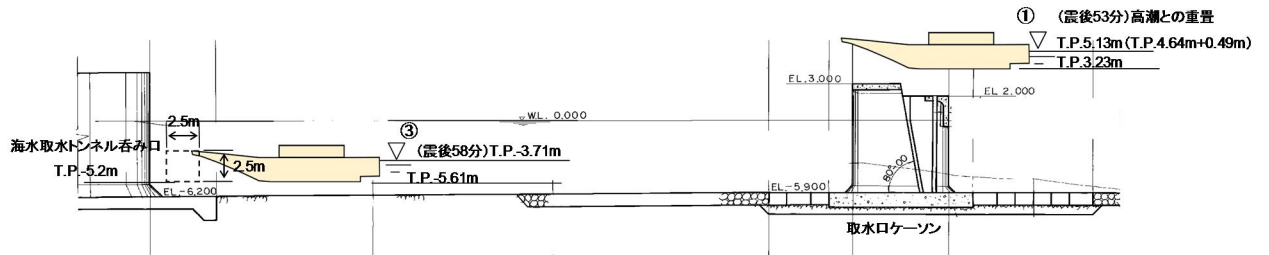
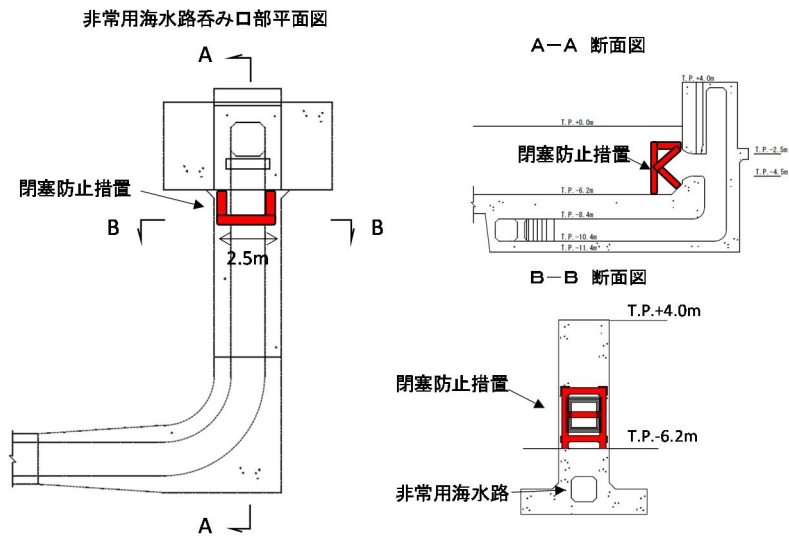


図-2-5-40 取水口付近での漁船の漂流
(震後 53 分および震後 58 分)

(非常用海水路)



(海水取水トンネル)

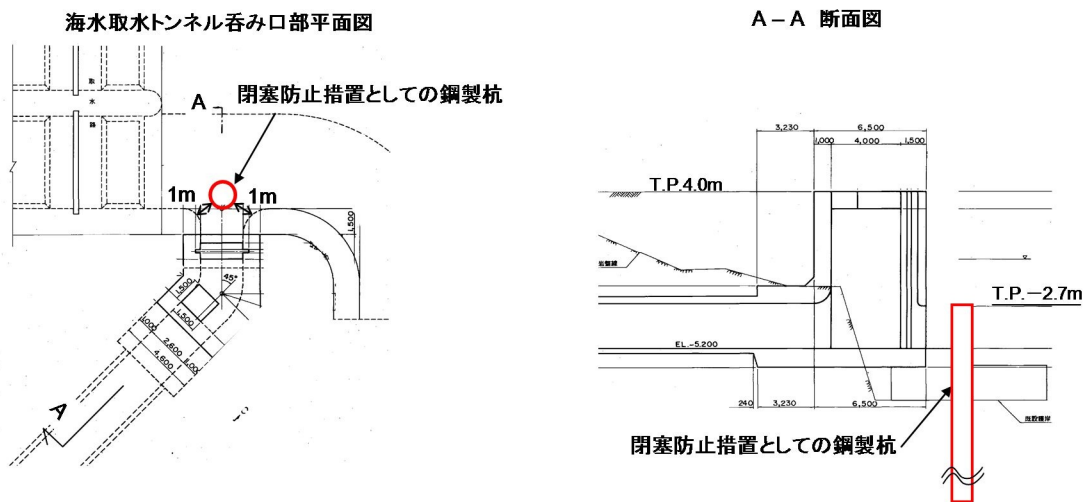


図-2-5-41 漂流物による閉塞防止措置

閉塞防止措置を設置した場合、非常用海水路呑み口及び海水取水トンネル呑み口付近での通水性への影響が懸念されるため、その影響について評価した。

<非常用海水路>

非常用海水路呑み口付近から閉塞防止措置を通り抜けるところで、①断面急縮による損失が発生し、その後、非常用海水路呑み口に流入する時に②断面急縮による損失が発生すると仮定すると、損失 hf は、以下の式で表される。

$$hf = hf_1 + hf_2$$

$$hf_1 = \zeta_{\text{①急縮}} \times v_1^2 \div (2g)$$

$$hf_2 = \zeta_{\text{②急縮}} \times v_2^2 \div (2g)$$

ここに、 v_1 ：閉塞防止措置を通り抜ける時の流速

v_2 ：非常用海水路呑み口を通り抜ける時の流速

1号炉及び2号炉海水ポンプの取水能力 $3,200\text{m}^3/\text{hr} \times 2$ 台であることから、閉塞防止措置を通り抜ける時の断面積 A を幅 $2.5\text{m} \times$ 両側 $2 \times$ 高さ 1.4m (閉塞防止措置の開口高さ) より $A=7\text{m}^2$ とすると、 $v_1=0.26\text{m/s}$ となる。また、非常用海水路呑み口断面積 $A1$ を幅 $2\text{m} \times$ 高さ 2m (矩形) より $A1=4\text{m}^2$ とすると、 $v_2=0.45\text{m/s}$ となる。

損失係数 $\zeta_{\text{①急縮}}$ および $\zeta_{\text{②急縮}}$ については日本機械学会、管路ダクトの流体抵抗(1979年版)より設定する。

$$\zeta_{\text{①急縮}} = 1/2 \times (1 - A/A0) = 0.48$$

$$\zeta_{\text{②急縮}} = 1/2 \times (1 - A1/A) = 0.22$$

ここに、 $A0$ ：常用取水路通水断面積で約 140m^2

$$hf = hf_1 + hf_2$$

$$= 0.48 \times 0.26^2 \div (2 \times 9.8) + 0.22 \times 0.45^2 \div (2 \times 9.8)$$

$$= 0.0040\text{m}$$

→ 1cm 以下と非常に軽微であり、非常用海水路の通水性に影響はない。

<海水取水トンネル>

海水取水トンネル呑み口付近の常用取水路から鋼製杭の両脇をすり抜けるところで、①断面急縮による損失が発生し、鋼製杭の両脇をすり抜けた後に②断面急拡による損失が発生すると仮定すると、鋼製杭による損失 hf は、以下の式で表される。

$$hf = (\zeta_{\text{①急縮}} + \zeta_{\text{②急拡}}) \times v^2 \div (2g)$$

ここに、 v ：鋼製杭をすり抜ける時の流速で海水ポンプの取水能力 $5,100\text{m}^3/\text{hr} \times 2$ 台

鋼製杭の両脇をすり抜ける時の断面積 A を幅 $1\text{m} \times$ 両側 $2 \times$ 高さ 2.5m (海水取水トンネル開口高さ) より $A=5\text{m}^2$ とすると $v=0.57\text{m/s}$ となる。

損失係数 $\zeta_{\text{①急縮}}$ および $\zeta_{\text{②急拡}}$ については日本機械学会、管路ダクトの流体抵抗(1979年版)より設定する

$$\zeta_{\text{①急縮}} = 1/2 \times (1 - A/A0) = 0.48$$

$$\zeta_{\text{②急拡}} = (1 - A/A1)^2 = 0.04$$

ここに、A0：常用取水路通水断面積で約 140 m²

A1 は海水取水トンネル呑み口断面で 2.5m×2.5m（矩形）＝6.25 m²とする。

$$hf = (0.48 + 0.04) \times 0.57^2 \div (2 \times 9.8) = 0.0086\text{m}$$

→1cm 以下と非常に軽微であり、海水取水トンネルの通水性に影響はない。

また、放水口側については、放水口側防潮堤および防潮扉により漂流物の浸入を防ぐ設計とする。

①-2 浮き筏

発電所放水口側に位置する浮き筏については、津波の流向及び地形により漂流した場合においても、高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。

② 発電所構内における評価

②-1 鉄骨造建屋

放水口側または 3, 4 号炉放水口付近の鉄骨造建屋の構造物については、津波の流向及び地形により漂流した場合においても、高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。

②-2 仮設資材

放水口側の仮設資材については、津波の流向及び地形により漂流した場合においても、高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。

②-3 定置網等

取水口側のブイ・ロープ及び網については、津波の流向及び地形により漂流した場合においても、高さ T.P. +8.5m の取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。

②-4 その他（外灯、ポール、PP フェンス、PP ゲート、植林）

放水口側の外灯、ポール、PP フェンス、PP ゲート及び植林については、津波の流向及び地形により漂流した場合においても、高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。

表-2-5-13 津波防護施設、取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価結果（発電所構外）

評価番号	施設・設備等	種類	状況	場所	数量	重量(概数)	評価	フロー結果
①-1	漁船	船舶	停泊・航行	内浦港	1隻	10t	航行中の漁船については、漂流した場合においても、高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉並びに T.P. +8.5m の取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。また、非常用海水路呑み口前面に閉塞防止措置を設置することから、漂流物により非常用海水路呑み口が閉塞することはない。	C
					約120隻	10t		
				小黒飯地区	約15隻	10t		
①-2	浮き筏	その他	設置	内浦港	約165床	約1t	高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。	C

表-2-5-14 津波防護施設、取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価結果（発電所構内）

評価番号	場所	No	施設・設備等	種類	数量	重量	評価	フロー結果	
②-1	放水口側	5	協会社事務所等	協会社事務所	鉄骨造もしくは軽量鉄骨構造	4	約650t	高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない	C
		6		温排水研究所		1	約3t		
		7		水槽上屋		1	約100t		
		8		温室、温排水研究所管理棟		1	約120t		
		9		詰所		1	約100t		
		10		監視室		1	約5t		
		11		環境モニタ監視建		1	約5t		
②-4	放水口側	12	その他構築物等	外灯	その他	多数	約1t	高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない	C
		13		ボール(消防ホース用)	その他	多数	約1t		
		14		PP フェンス	その他	多数	約1t		
		15		PP ゲート	その他	多数	約1t		
16	植林	その他	多数	約1t					
②-2	放水口側	18	車両等	仮設資材	その他	多数	約1t	高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない	C
②-1	3,4号炉放水口付近	2	モニタポスト	鉄骨造	1	約7t	高さ T.P. +8.0m の放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない	C	
		3	1,2号放水口モニタ収納ラック	放水口モニタ収納ラック	軽量鉄骨構造	1			約5t
		4	等	収納盤	軽量鉄骨構造	1			約1t
②-3	取水口側	3	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	一式	約30t	高さ T.P. +8.5m の取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない	C
		4		クラゲ防止網	定置網等	2			
		5		固定ブロック	定置網等	一式			

e. 漂流物に対するまとめ

基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が取水機能を有する安全設備の取水性確保に影響を及ぼさないことを、発電所構外と発電所構内で分けして整理した。(表-2-5-15、表-2-5-16)

表-2-5-15 漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果
(発電所構外)

施設・設備等	種類	状況	場所	数量	重量 (概数)	フロー 結果
漁船	船舶	停泊・航行	内浦港	1隻	10t	B
				約120隻	10t	C
			小黒飯地区	約15隻	10t	B
			内浦港	1隻	5000t未滿	C
輸送船						B
家屋(建物)	木造建屋	設置	音海地区	多数	—	
家屋(建物)	鉄筋コンクリート造建屋		神野浦地区	多数	—	
防波堤	防波堤		日引地区	多数	—	
車両	車両	駐車・走行	上瀬地区 内浦港	多数	—	B
浮き筏	その他	設置	内浦港	約165床	約1t	C

フロー結果	評価
A	重量物であり漂流物とはならない。
B	津波の流向及び設置状況から、発電所に対する漂流物とはならない。
C	航行中の漁船は漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉並びにT.P.+8.5mの取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。また、浮き筏は漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。
D	漂流物となる可能性があり、津波防護施設、取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与える。

表-2-5-16 漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果
(発電所構内)

場所	No	施設・設備等	種類	数量	重量	フロー結果	
放水口側	1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t未満	B	
	2	岸壁クレーン	鉄骨構造	1	約400t	A	
	3	気象鉄塔及び観測小屋	鉄骨構造	1	約7t		
	4	使用済燃料輸送容器保管建屋	鉄筋コンクリート造	1	約9000t		
	5	協力会社事務所等	協力会社事務所	鉄骨造もしくは 軽量鉄骨構造	4	約650t	C
	6		温排水研究所		1	約3t	
	7		水槽上屋		1	約100t	
	8		温室、温排水研究所管理棟		1	約120t	
	9		詰所		1	約100t	
	10		監視室		1	約5t	
	11		環境モニタ監視建		1	約5t	
	12	その他構築物等	外灯	その他	多数	約1t	C
	13		ポール(消防ホース用)	その他	多数	約1t	
	14		PPフェンス	その他	多数	約1t	
	15		PPゲート	その他	多数	約1t	
	16		植林	その他	多数	約1t	
	17		燃料輸送容器	その他	一式	約100t	
	18	LLW輸送容器	その他	一式	約1.2t		
	19	車両等	一般車両	車両	多数	約1~2t	B*
	20		仮設資材	その他	多数	約1t	C
	21		燃料輸送車両	車両	一式	約43t	A
	22		LLW輸送車両	車両	一式	約11t	
	23		LLW輸送車両(輸送容器含む)	車両	一式	約13.2t(+ ウエイト)	
3,4号炉放水口付近	1	3,4号放水口モニタ信号処理建屋	鉄筋コンクリート造	1	約26t	A	
	2	モニタポスト	鉄骨造	1	約7t	C	
	3	1,2号放水口モニタ収納ラック等	放水口モニタ収納ラック	設置	1		約5t
	4		収納盤	軽量鉄骨構造	1		約1t
取水口側	1	取水口門型クレーン	鉄骨構造	1	約70t	A	
	2	取水口ロータリーレーキ	鉄骨構造	9	約9t		
	3	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	一式	約30t	C
	4		クラゲ防止網	定置網等	2		
	5		固定ブロック	定置網等	一式		

※津波防護施設への影響及び必要に応じ定める運用の成立性については、詳細設計段階で確認する。

フロー結果	評価
A	重量物であり漂流物とはならない。
B	燃料等輸送船については、緊急退避の実効性を考慮した場合、発電所に対する漂流物とはならない。なお、放水口側の一般車両については、津波の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない方針とする。
C	漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉並びにT.P.+8.0mの取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。
D	漂流物となる可能性があり、津波防護施設、取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与える。