東海第二発電所

耐津波設計方針について

平成29年8月31日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち，枠囲みの内容は商業機密又は防護情報の観点から公開できません。

目　次

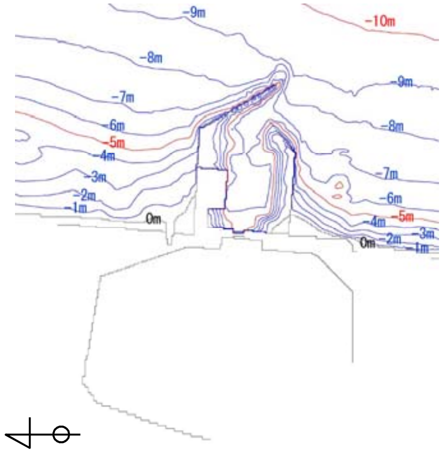
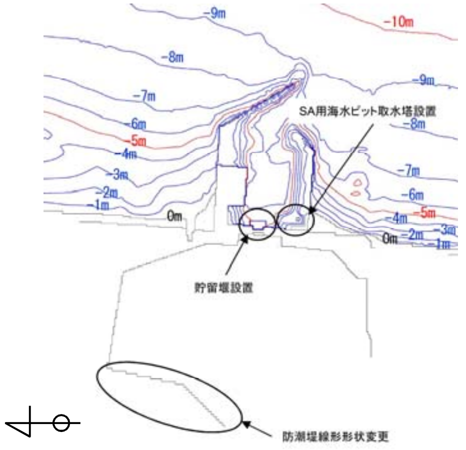
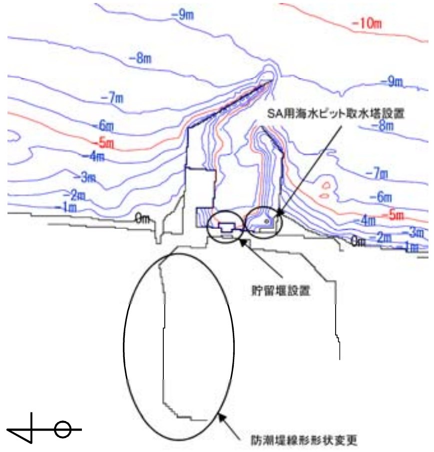
留意事項・・ 3
1．東海第二発電所の耐津波設計方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
2．津波防護対象の選定・・ 8
3．敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
（1）敷地の特徴・・ 9
（2）施設の配置状況・・・ 12
（3）敷地の地質分布・・・ 13
（4）敷地周辺の主な人工構造物・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
4．基準津波の策定・・ 15
5．入力津波の設定・・ 19
（1）入力津波の設計因子と設定位置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
（2）入力津波の設定・・・ 22
6．敷地の特性に応じた津波防護の基本方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
7．敷地の特性に応じた津波防護の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32
8．敷地への浸水防止（外郭防護1）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
（1）遡上波の地上部からの到達，流入防止・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
（2）取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
9．漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
10．重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
（1）浸水防護重点化範囲の設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
（2）浸水防護重点化範囲における浸水対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50
11．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・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
（1）非常用海水冷却系の取水性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
（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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 54
12．漂流物衝突荷重の設定・・・ 64
13．津波監視設備・・・ 65

【留意事項】

◆基準津波の遡上波の地上部から敷地への到達，流入を防止するために設置する防潮堤については，平成27年7月13日審査会合（第486回）において，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造を摩擦杭から岩着支持杭に変更すること及び敷地北側の防潮堤設置ルートを変更※することを説明した。
◆防潮堤設置ルートの変更を踏まえた津波遡上解析の結果，下表に示すとおり，敷地前面東側及び敷地側面南側の防潮堤前面の最高水位に変化はなく，敷地側面北側の防潮堤前面の最高水位は低下することを確認した。
◆このため，耐津波設計方針において用いる施設の設計・評価のための入力津波についても，既往の解析結果を上回ることはないと考えられるが，保守的に既往の解析結果を使用している。

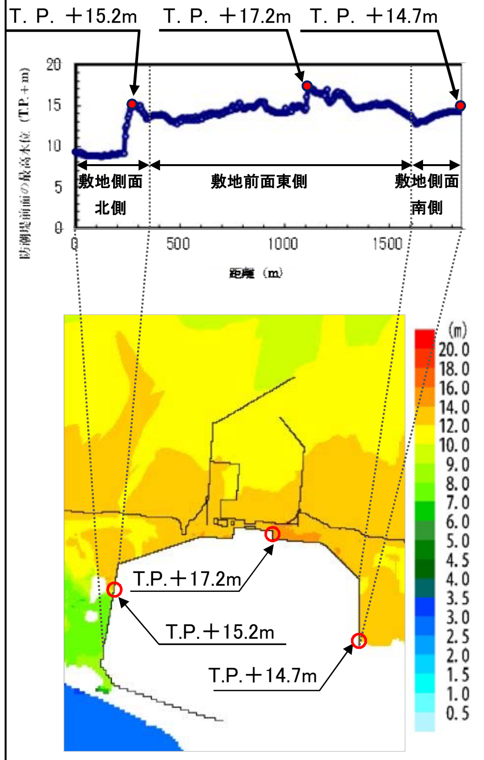
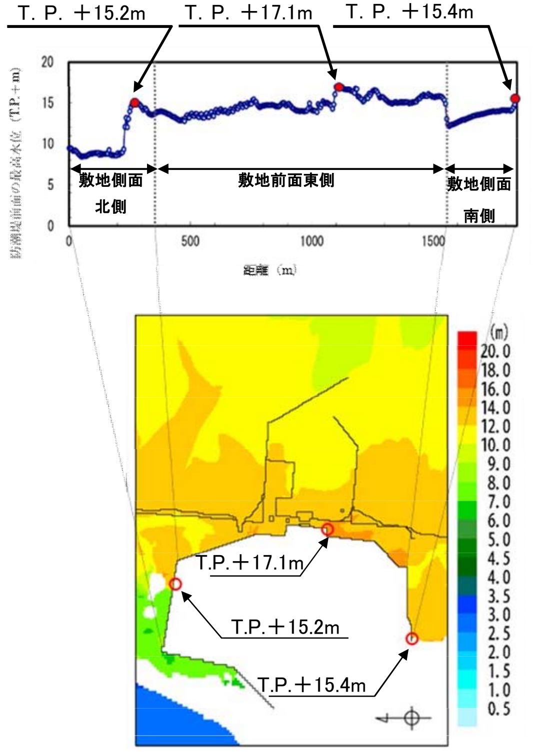
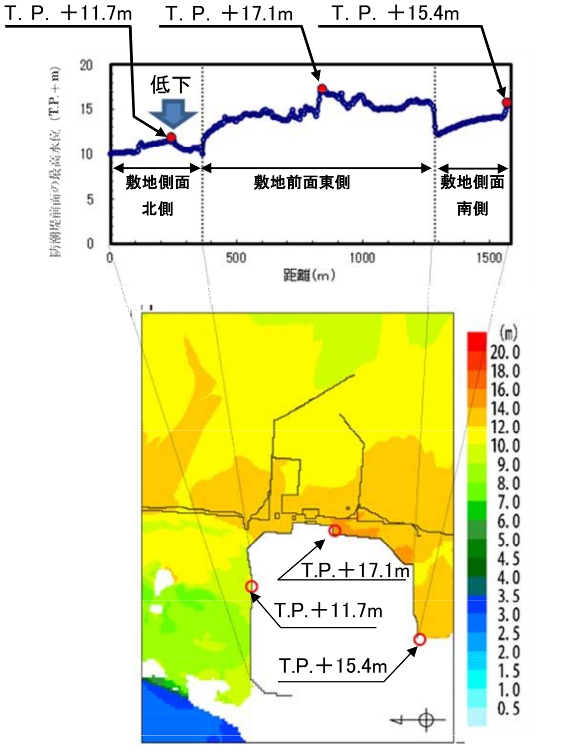
※:「低レベル放射性廃棄物埋設事業所廃棄物処理施設（L3事業所）」及び他事業所施設の地下水流況に影響を及ぼす可能性を考慮し，防潮堤ルートを変更

【防潮堤設置ルート変更に伴う防潮堤前面における津波水位（1／2）】

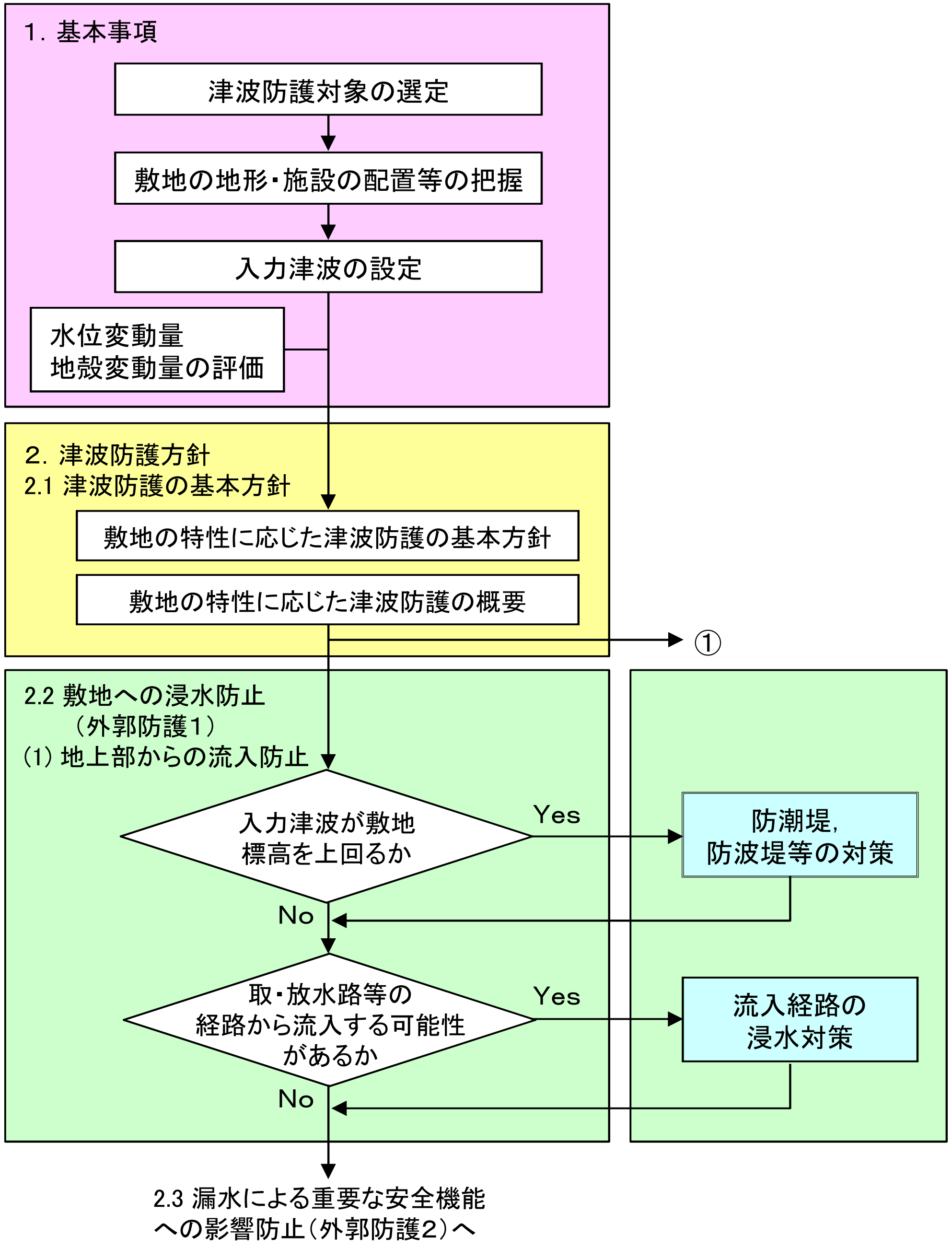
項目		設置変更許可申請時モデル	設備形状を反映したモデル（既往解析）	最終設備形状を反映したモデル
評価モデル				
変更事項		－	・貯留堰の設置 ・SA用海水ピット取水塔の設置 ・敷地西側防潮堤設置ルートの変更	・敷地北側防潮堤設置ルートの変更
防潮堤前面最高水位	敷地側面北側	T.P.＋15.2m	T.P.＋15.2m	T.P.＋11.7m
	敷地前面東側	T.P.＋17.2m	T.P.＋17.1m	T.P.＋17.1m
	敷地側面南側	T.P.＋14.7m	T.P.＋15.4m	T.P.＋15.4m
備　　考		防潮堤設置ルート変更後における敷地前面東側及び敷地側面南側の防潮堤前面の最高水位に変化はなく，敷地側面北側の防潮堤前面の最高水位は低下することを確認したが，耐津波設計で用いる入力津波については，保守的に既往の解析結果を使用		

【留意事項】

【防潮堤設置ルート変更に伴う防潮堤前面における津波水位（2／2）】

<table>
<tr><th>項目</th><th>設置変更許可申請時モデル</th><th>設備形状を反映したモデル（既往解析）</th><th>最終設備形状を反映したモデル</th></tr>
<tr><td>上昇量コンター</td>
<td>
</td>
<td>
</td>
<td>
</td></tr>
</table>

1. 東海第二発電所の耐津波設計方針（1／3）



【基本事項】

◆津波防護対象の選定

P8　● 津波防護対象の選定

◆基準津波の選定（平成28年8月19日第390回審査会合説明済）

P15～18　● 基準津波の選定（津波評価の概要）

◆入力津波の設定

P19～30　● 入力津波の設定

【津波防護方針】

◆敷地の特性に応じた津波防護の基本方針の設定

◆津波防護対策の概要

<津波防護施設>

防潮堤・防潮扉，構内排水路逆流防止設備，放水路ゲート，貯留堰

<浸水防止設備>

取水路，放水路及び緊急用海水ポンプピットの点検用開口部並びにSA用海水ピットの上部開口部に設置する浸水防止蓋，海水ポンプ及び緊急用海水ポンプのグランドドレン排出口，緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口，取水ピット空気抜き配管に設置する逆止弁，貫通部止水措置，海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

<津波監視設備>

津波監視カメラ，取水ピット水位計，潮位計

P31　● 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

P32　● 敷地の特性に応じた津波防護の概要

【外郭防護1】

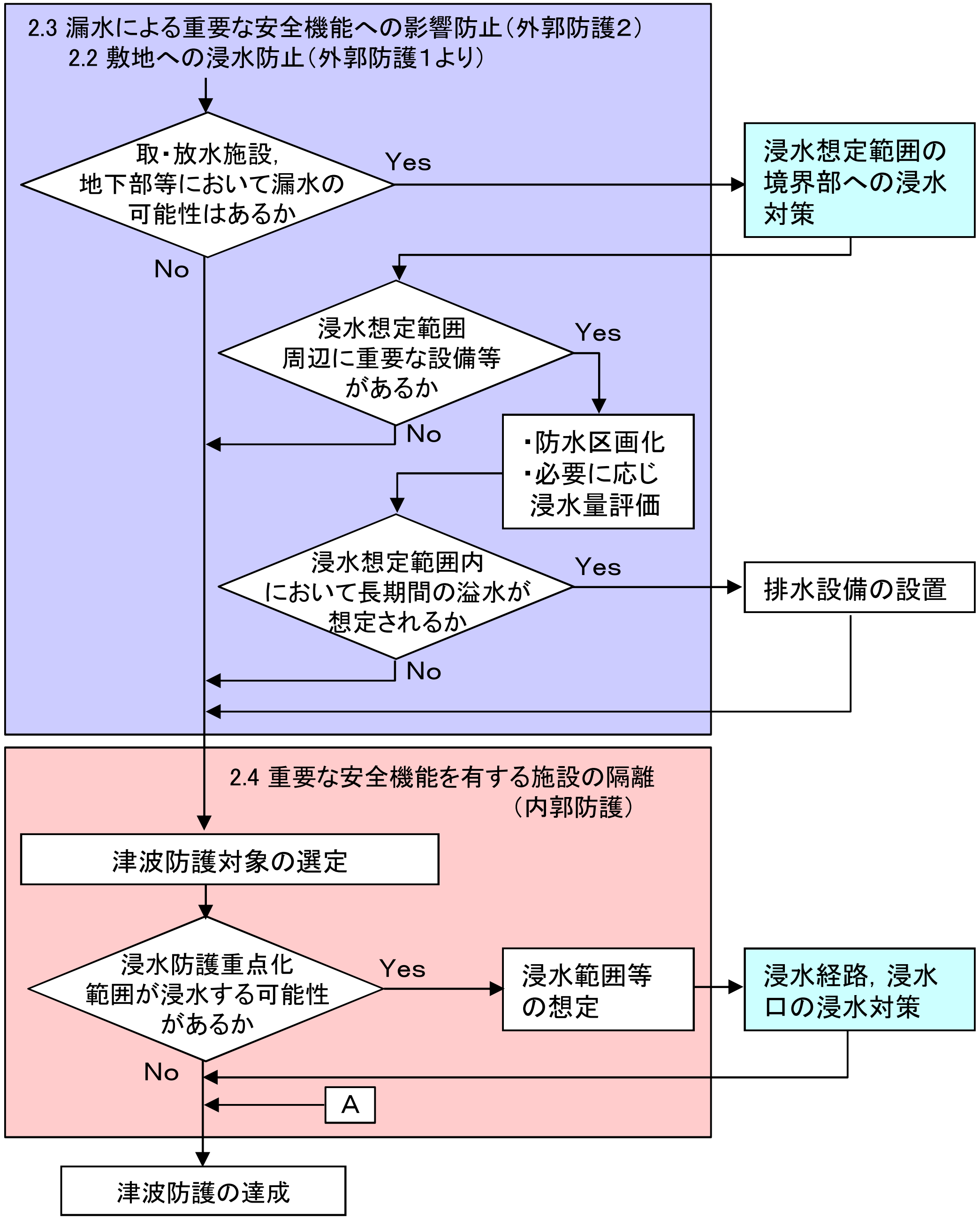
◆入力津波に基づき，地上部からの遡上波が到達又は流入しないこと，取・放水路等の経路から流入しないことを確認

⇒防潮堤・防潮扉，放水路ゲート，構内排水路逆流防止設備，貯留堰，取水路，放水路及び緊急用海水ポンプピットの点検用開口部並びにSA用海水ピットの上部開口部に設置する浸水防止蓋，海水ポンプ及び緊急用海水ポンプのグランドドレン排出口，緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口，取水ピット空気抜き配管に設置する逆止弁，貫通部止水措置

P33～38　● 地上部からの津波の到達又は流入防止

P39～46　● 取・放水路等からの津波の流入防止

1. 東海第二発電所の耐津波設計方針(2／3)



【外郭防護2】

◆外郭防護1により, 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の設置された敷地に遡上波が到達・流入しないことを確認

漏水は発生しないことを確認

保守的な仮定のもと, 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の機能喪失を想定し, 海水ポンプ室を浸水想定範囲に設定し, 漏水の影響を評価

⇒安全機能に影響がないことを確認

P47～48 ● 漏水による重要な安全機能への影響防止

【内郭防護】

◆漏水事象として以下を設定し, 浸水対策を実施

・循環水管破断に伴う海水流入(タービン建屋及び循環水ポンプ室)

・低耐震クラス機器・配管破損に伴う流入(屋外タンク等の損傷を含む)

＜浸水対策＞

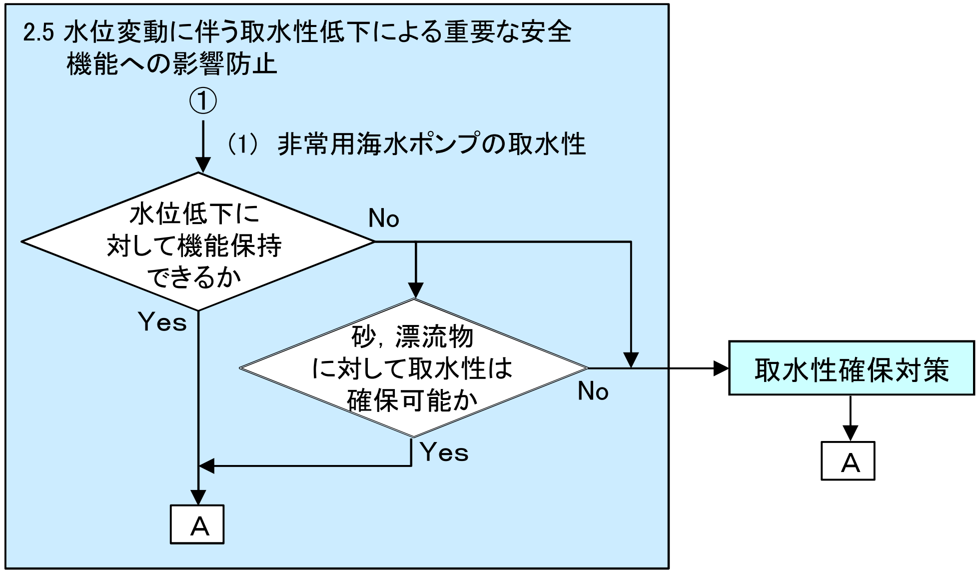
・漏洩検知器による循環水ポンプ停止, 循環水管隔離弁閉止インターロックの設置

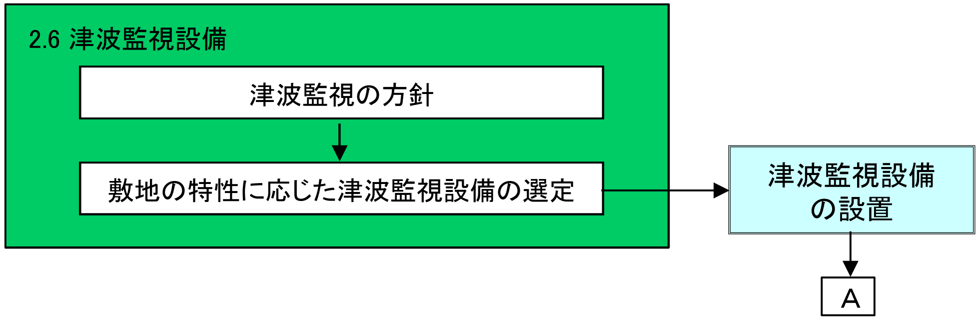
・循環水管伸縮継手の仕様変更

・貫通部止水処置

P49～51 ● 重要な安全機能を有する施設の隔離

1. 東海第二発電所の耐津波設計方針(3／3)





【取水性】

◆入力津波に基づき，引き波時における非常用海水ポンプの取水性を確認
　⇒貯留堰の設置
　⇒水位低下及び砂混入に対して，非常用海水ポンプの取水性に影響なし

P52～53　● 非常用海水ポンプの取水性
P54　● 津波の二次的な影響による非常用海水系の機能保持

◆漂流物等による非常用海水ポンプ取水性への影響を評価
　⇒漂流物等による取水性に影響なし

P55～63　● 津波の二次的な影響による非常用海水系の機能保持

【津波監視】

◆入力津波に基づき，津波監視設備の設置場所及び測定範囲を評価
　⇒津波監視カメラ，取水ピット水位計，潮位計の設置

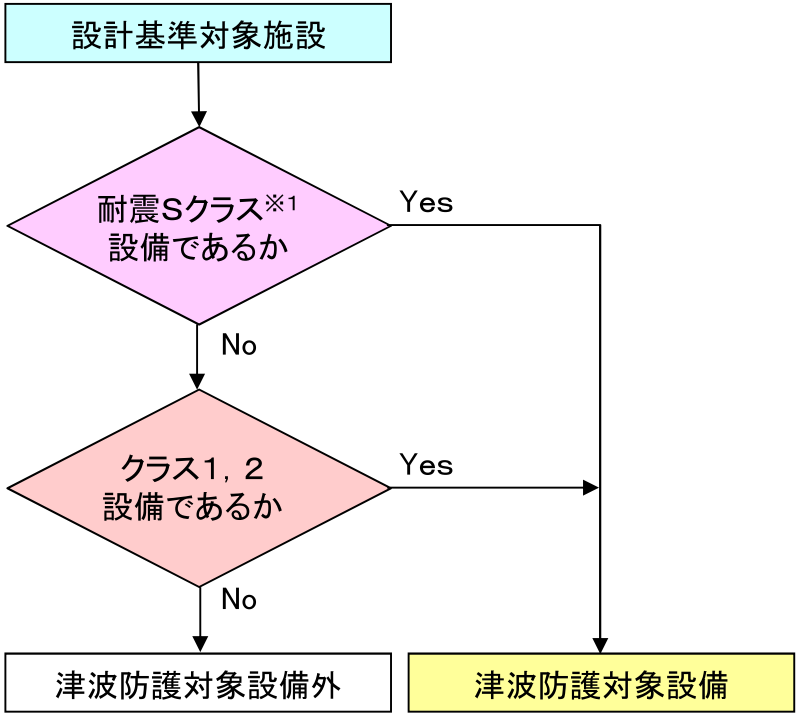
P65　● 津波監視設備

＊　以上の設計方針は，設置許可基準規則第5条(津波による損傷の防止)の規定に適合するために設計基準対象施設の耐津波設計方針を示しているが，第40条(津波による損傷の防止)の規定に適合するために重大事故等対処施設の耐津波設計方針にも準用する。

2. 津波防護対象の選定

◆　新規制基準（第5条及び別記3）の要求事項を踏まえた対応方針

- ✔ 第5条では安全機能を有する設備の安全機能を損なわれる恐れがないこと，また，別記3では津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Sクラスに属する設備の防護が要求されている。
- ✔ 上記要求を踏まえ，津波から防護する設備は，安全機能の重要度分類のクラス1，2，3に属する設備が該当するが，このうち，クラス3に属する設備については，原則，損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。



※1：津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。

【設計基準対象施設の津波防護対象設備の選定フロー】

- ✔ 第40条では，基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないことが要求されている。
- ✔ 上記要求を踏まえ，重大事故等対処設備を津波から防護する設備とする。

【主な設計基準対象施設の津波防護対象設備リスト】

1．原子炉本体	
2．核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	
3．原子炉冷却材系統施設	(1) 原子炉再循環設備
	(2) 原子炉冷却材の循環設備
	(3) 残留熱除去設備
	(4) 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備
	(5) 原子炉冷却材補給系
	(6) 原子炉冷却材浄化設備
4．計測制御系統施設	(1) 制御棒
	(2) 制御棒駆動装置
	(3) ほう酸水注入設備
	(4) 計測装置
5．放射性廃棄物の廃棄設備	
6．放射線管理設備	(1) 放射線管理用計測装置
	(2) 換気装置
	(3) 生体遮蔽装置
7．原子炉格納施設	(1) 原子炉格納容器
	(2) 原子炉建屋
	(3) 圧力抑制設備その他安全設備
8．その他発電用原子炉の付属施設	(1) 非常用電源設備
9．その他	

3. 敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）

（1） 敷地の特徴（1／3）

◆ 東海第二発電所は，審査が完了又は進行している先行プラントと比較して，以下の特徴がある。

【東海第二発電所の特徴】

項 目	東海第二の特徴
敷地の特徴	① 敷地前面の東側の敷地は，太平洋に面しており，海岸線の方向に広がりを有している。 ② 敷地及び敷地周辺の地形は比較的なだらかで，敷地前面に津波の浸入に対して障壁となるような斜面等がない。 ③ 敷地の地質には，砂丘層，沖積層が分布し，液状化検討対象層が存在する。 ④ 津波防護上重要な施設である海水ポンプ室がT.P.＋3m，原子炉建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置格納槽，緊急用海水ポンプピット等がT.P.＋8m，軽油タンク，常設代替高圧電源装置置場がT.P.＋11m，緊急時対策所及び可搬型重大事故等対処設備置場（西側）がT.P.＋23m，可搬型重大事故等対処設備置場（南側）がT.P.＋25mの敷地に設置されている。 ⑤ 都市部近郊に立地しているため，敷地周辺には多くの施設が存在する。
津波評価	① 基準津波（日本海溝沿いのプレート間地震）による敷地に到達する津波の上昇側最高水位は，設置を計画している防潮堤前面でT.P.＋17.1m，取水口前面でT.P.＋14.3mであり，敷地の標高を大きく上回る。 ② 基準津波の第1波は，地震発生後約37分後に到達する。

【東海第二発電所の位置】

【東海第二発電所の全景写真】

3. 敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）

（1）敷地の特徴（2／3）

げんでん

T.P.＋3.0m～T.P.＋8.0m
T.P.＋8.0m～T.P.＋11.0m
T.P.＋11.0m以上
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

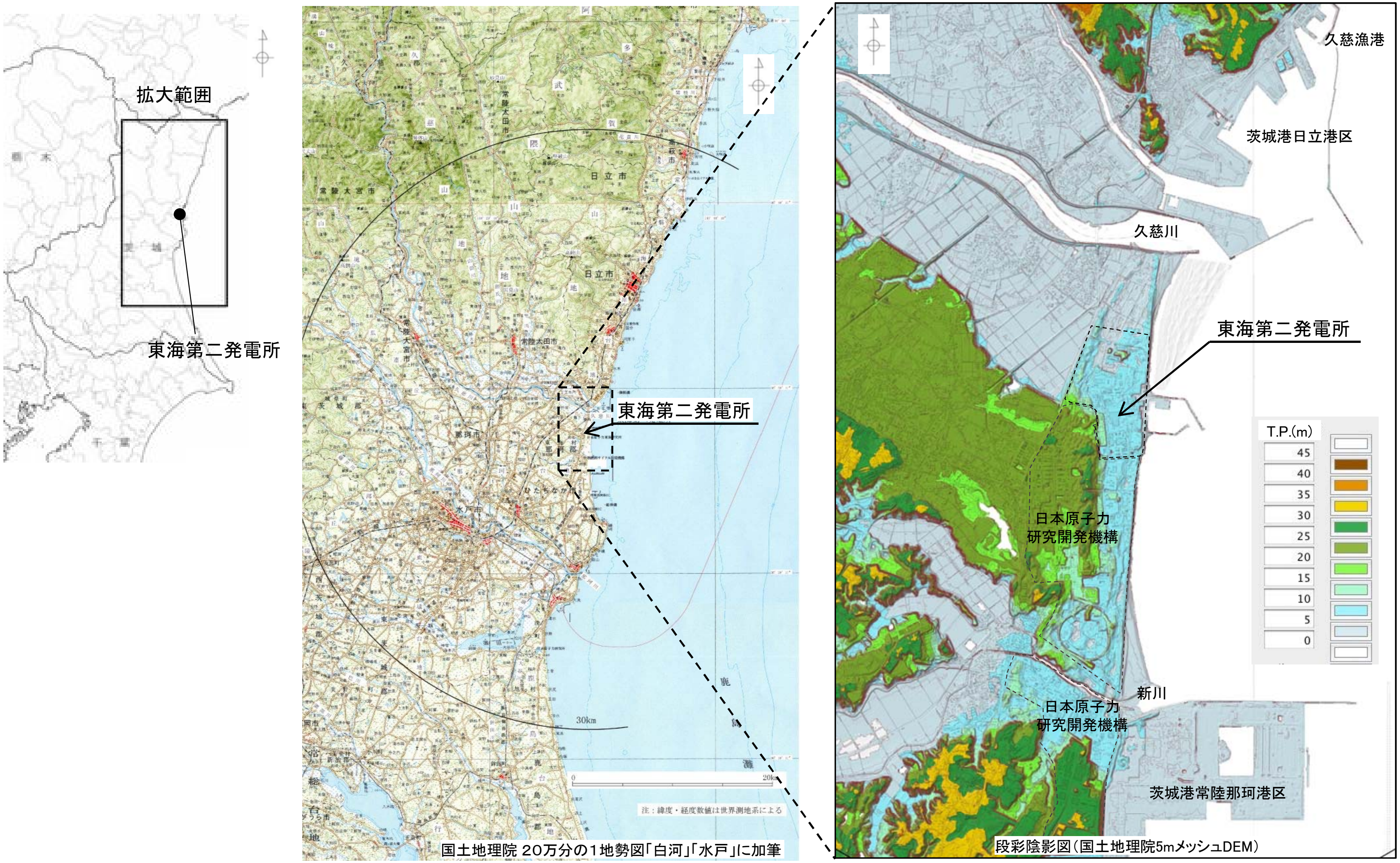
設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画	設計基準対象施設	重大事故等対処施設
原子炉建屋	○	○
タービン建屋	○	
海水ポンプ室	○	○
非常用海水系配管	○	○
排気筒	○	○
使用済燃料乾式貯蔵建屋	○	
軽油貯蔵タンク	○	○
常設代替高圧電源装置置場		○
緊急用海水ポンプピット		○
格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置格納槽		○
常設低圧代替注水系格納槽		○
SA用海水ピット		○
常設代替高圧電源装置用カルバート		○
東側接続口		○
西側接続口（地下格納槽）		○
高所接続口（東側及び西側）		○
緊急時対策所		○
可搬型重大事故等対処設備保管場所		○

【設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の配置及び敷地の標高】

3. 敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）

（1）敷地の特徴（3／3）



【東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の地形・標高】

3. 敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）

（2）施設の配置状況

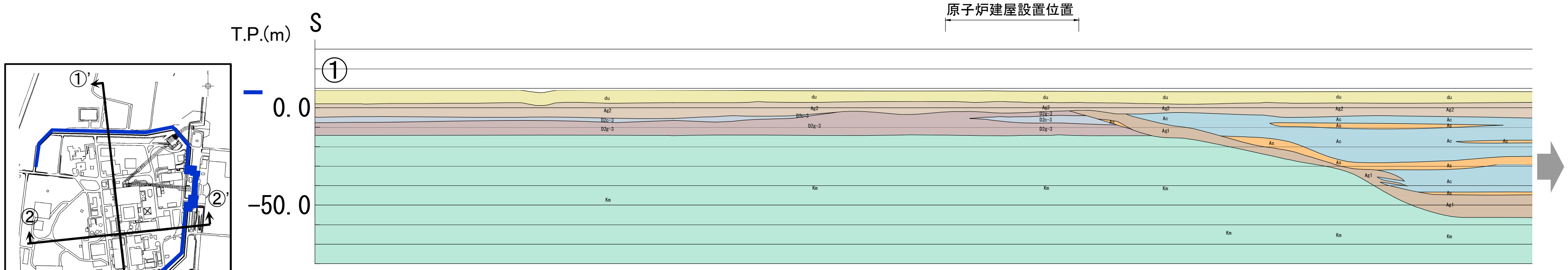
：防潮堤

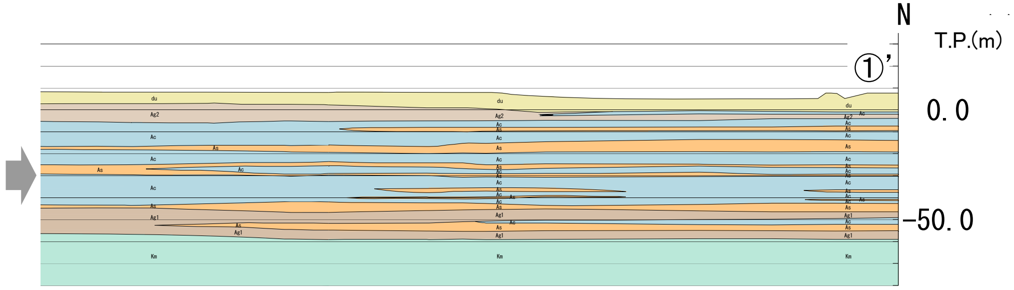
【東海第二発電所敷地図】

3. 敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）

（3）敷地の地質分布

- ◆ 敷地には，新第三系鮮新統の久米層が広く分布している。本層は，原子炉建屋等の基礎地盤である。久米層は，敷地南部ではT.P.約－15m付近に分布し，原子炉建屋北方付近を境として旧久慈川の河食崖として徐々に深くなり，敷地北部ではT.P.約－60mに高度を減じている。
- ◆ 久米層の上部には，液状化検討対象層である砂層及び砂礫層がある。

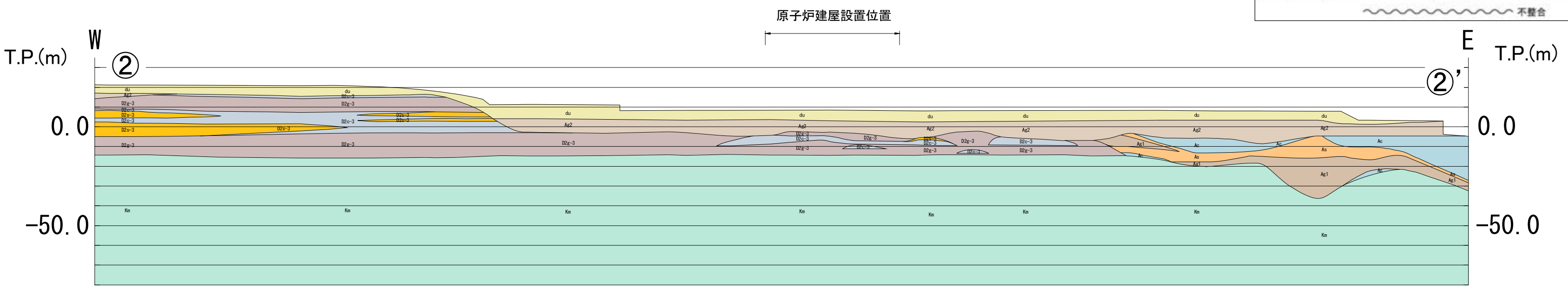




地質構成表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積低地堆積層	久慈川堆積層	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	低位段丘Ⅰ堆積層	段丘堆積層2	D2c-3	シルト	敷地南部に埋没段丘として分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
		中位段丘堆積層	段丘堆積層1	lm	ローム	敷地の南西部に分布し，いわゆる額田段丘面を構成する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

〜〜〜 不整合



【東海第二発電所敷地の地質分布図】

0　50　100m

3. 敷地の地形・施設の配置等の把握（敷地の特徴）

（4）敷地周辺の主な人工構造物

- 敷地の南側には国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が隣接する。また，北方約3kmに茨城港日立港区，南方約4kmに茨城港常陸那珂港区があり，多くの施設が存在する。
- このため，上記施設の設備，建物・構築物等の調査，漂流可能性評価，評価結果に基づく重要な安全機能及び津波防護施設等への影響評価を行うとともに，設計上考慮する漂流物への対応が新規制基準への適合性において重要と考える。

:調査範囲（基準津波の遡上域を包絡した範囲）

【漂流物調査範囲図】

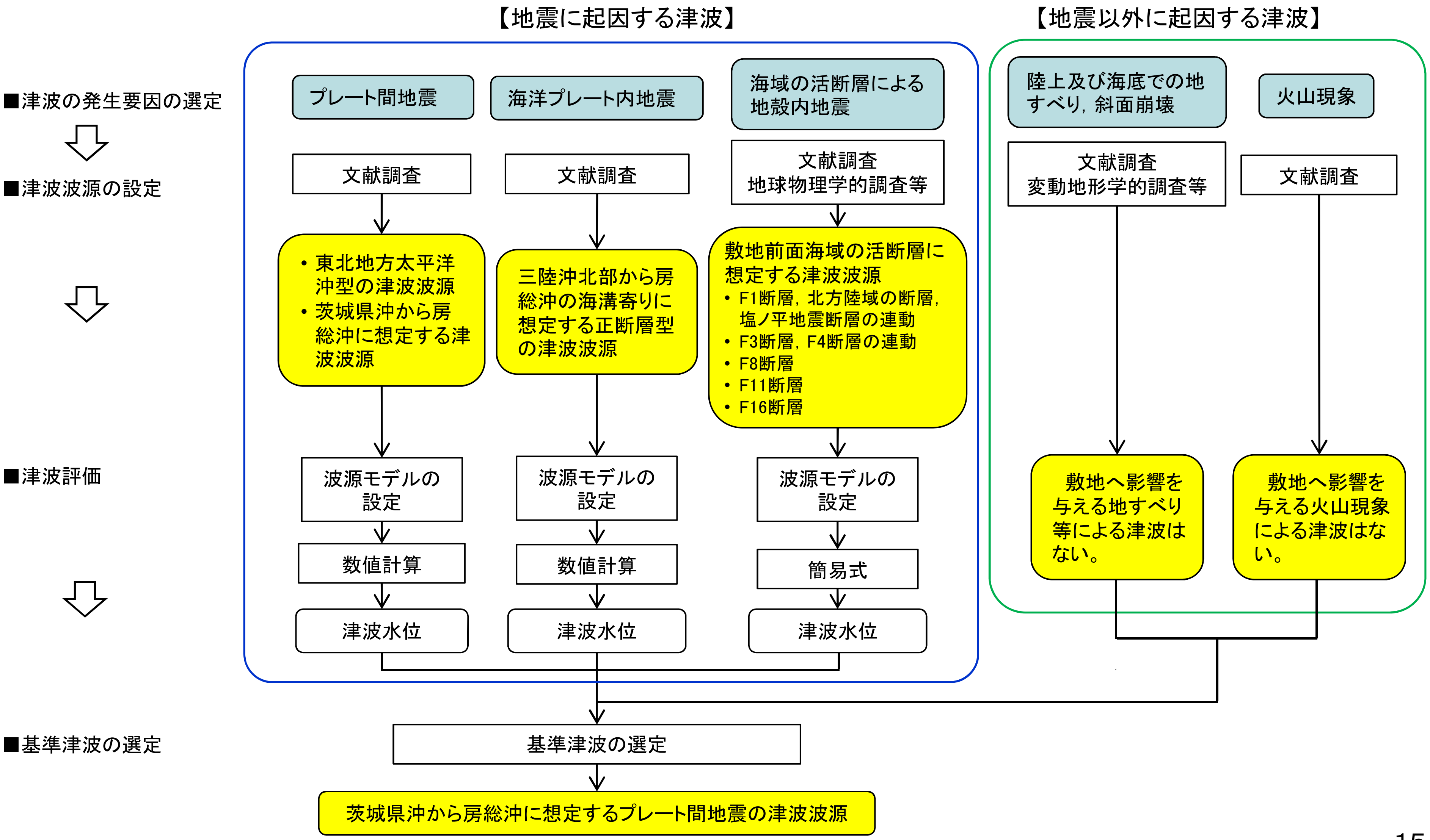
:敷地周辺の比較的大型の人工構造物がある箇所を示す。

【敷地周辺の主な人工構造物】

4. 基準津波の策定(1／4)

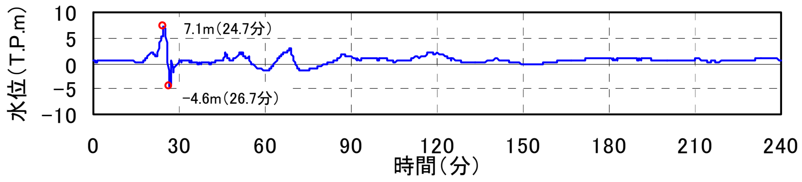
◆ 基準津波の選定に当たっては，地震に起因する津波，地震以外に起因する津波及びこれらの組合せによる津波を対象に，津波の発生要因毎に波源の選定を行い，波源モデルを設定した上で数値計算により津波水位を評価した。

◆ その結果，東海第二における基準津波の波源を，茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震の津波波源に設定した。



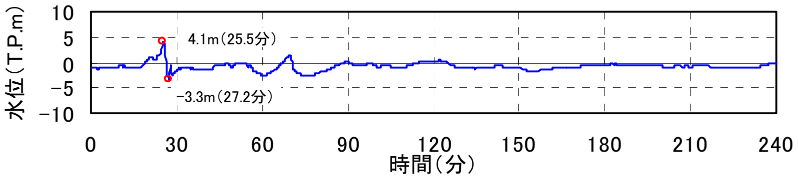
4. 基準津波の策定（2／4）

◆ 基準津波は，時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう，敷地前面の沖合約19km（水深100m地点）の位置で策定した。



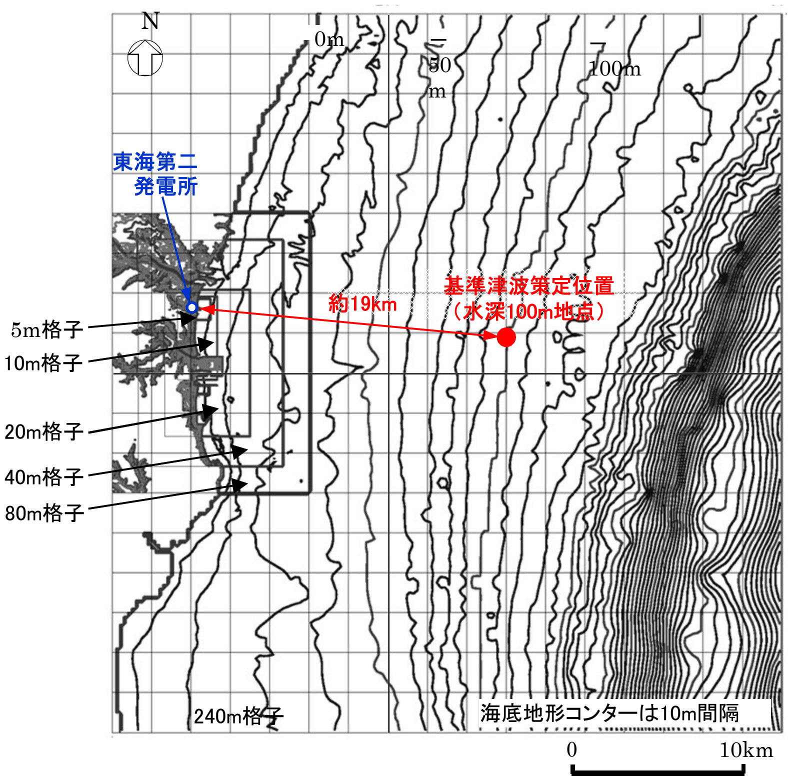
【基準津波策定位置における時刻歴波形】
（上昇側最大※1）

※1 大すべりの位置：波源モデルの北限から南へ20km移動(A−3)，
破壊開始点⑥，破壊伝播速度3.0km/s，立ち上がり時間30秒

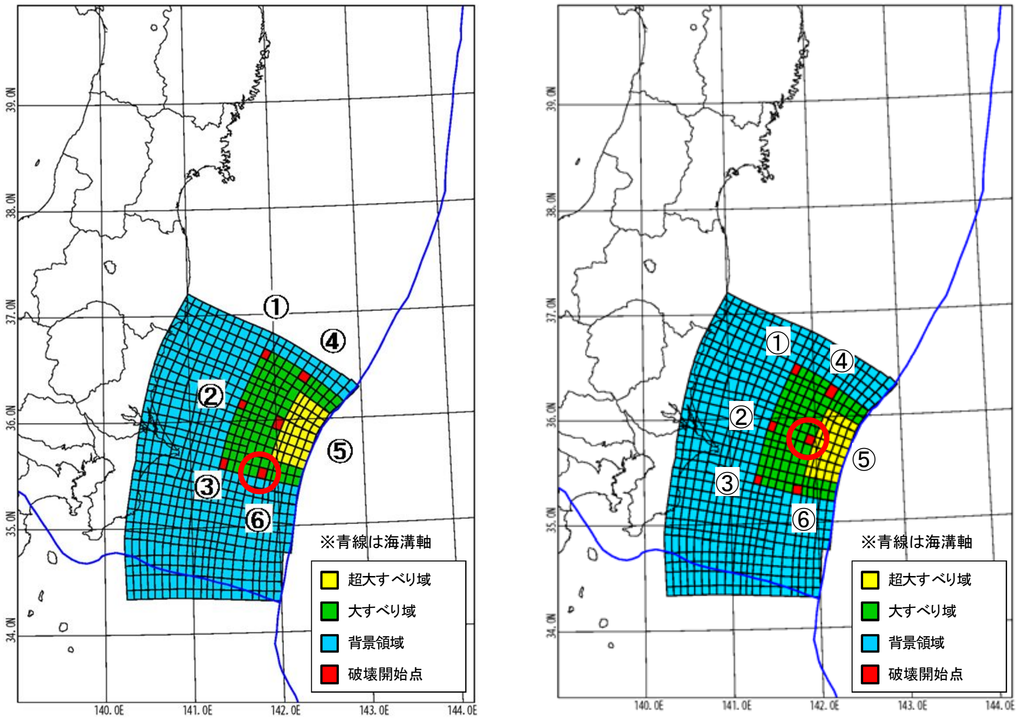


【基準津波策定位置における時刻歴波形】
（下降側最大※2）

※2 大すべりの位置：波源モデルの北限から南へ40km移動（A−5），
破壊開始点⑤，破壊伝播速度1.0km/s，立ち上がり時間30秒



【基準津波策定位置図】



【水位上昇側】 【水位下降側】

【破壊開始点位置図】

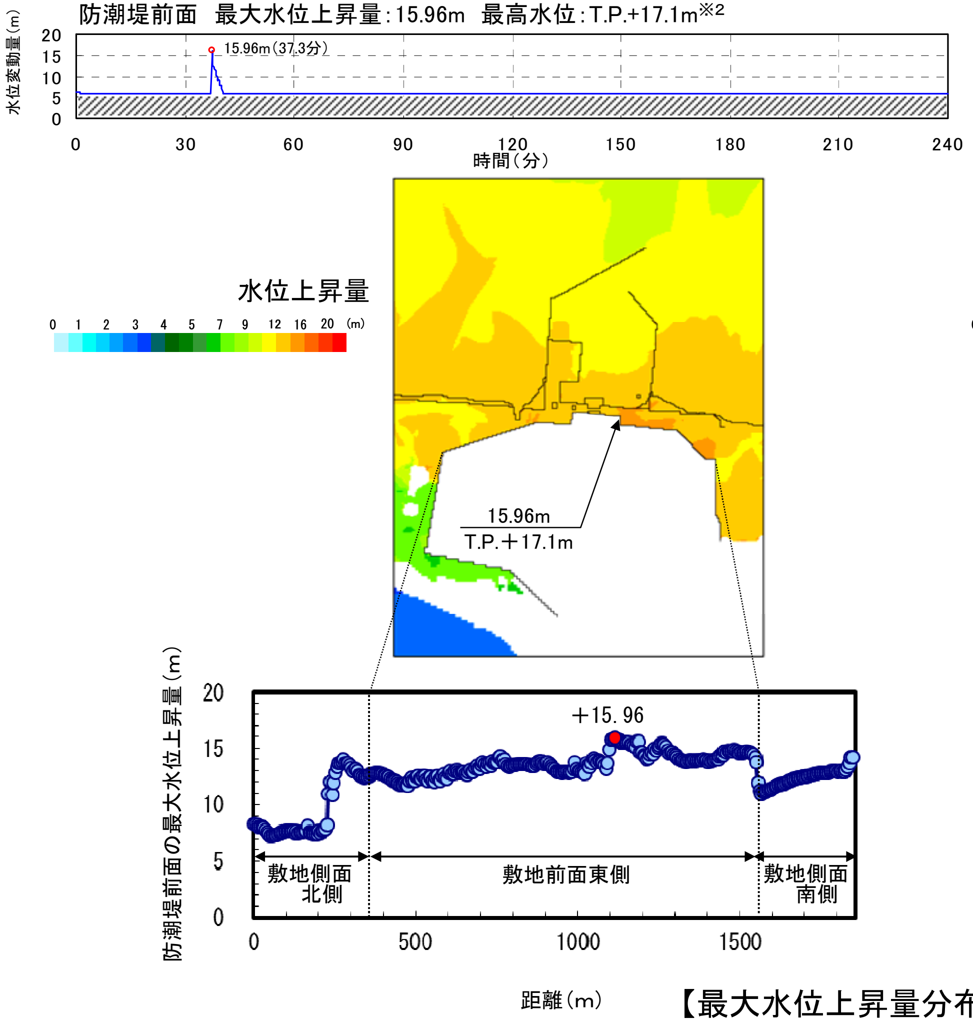
◆ 変更前モデルに対して，敷地北側の防潮堤設置ルート変更を反映したモデルにより防潮堤前面における最高水位を評価した。

①防波堤あり

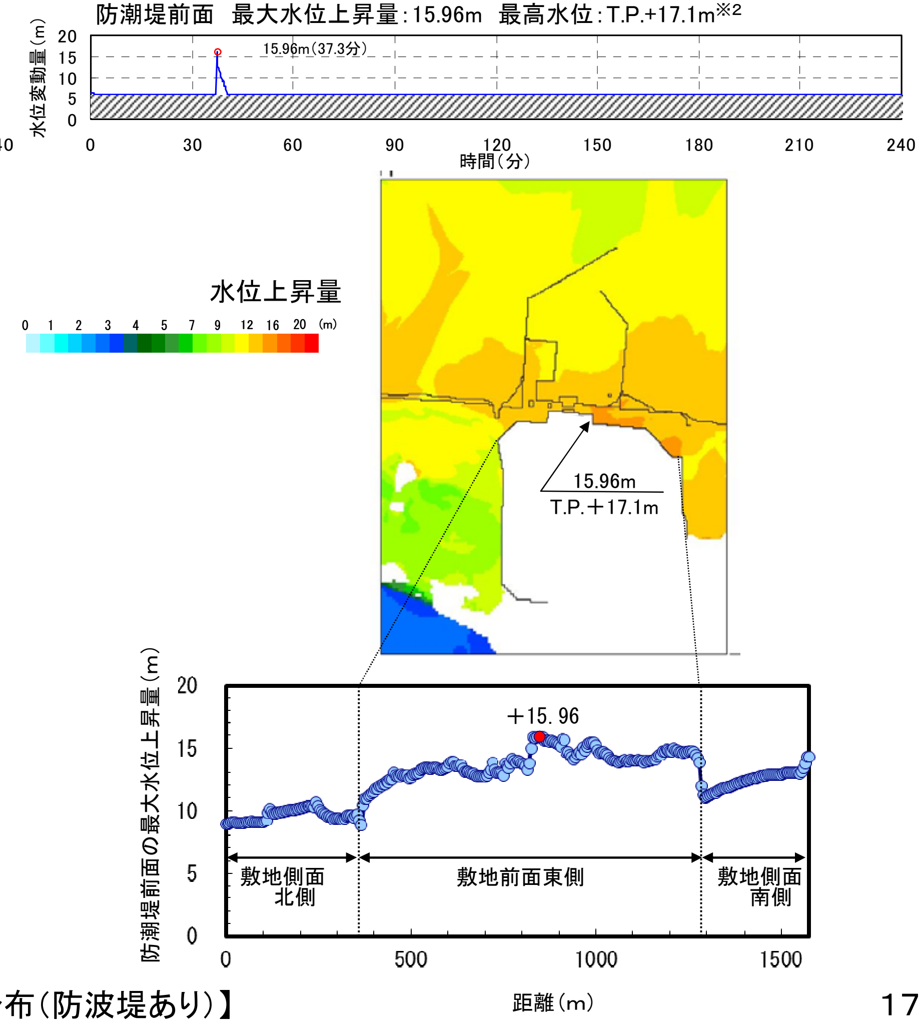
評価の結果，T.P.＋17.1m※（最大水位上昇量15.96m）であり，変更前と比較して差異が生じなかった。なお，延長整備計画のある茨城港日立港区及び常陸那珂港区の沖防波堤については，整備計画に基づき防波堤をモデル化し，津波高さに影響を及ぼさないことを遡上解析にて確認する。

※：朔望平均満潮位，2011年東北地方太平洋沖地震及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）を考慮

（変更前モデル）



（敷地北側の防潮堤設置ルート変更を反映したモデル）



【最大水位上昇量分布（防波堤あり）】

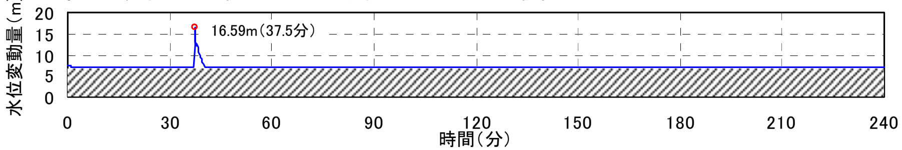
②防波堤なし(東海港，茨城港日立港区及び常陸那珂港区における防波堤が無い条件)

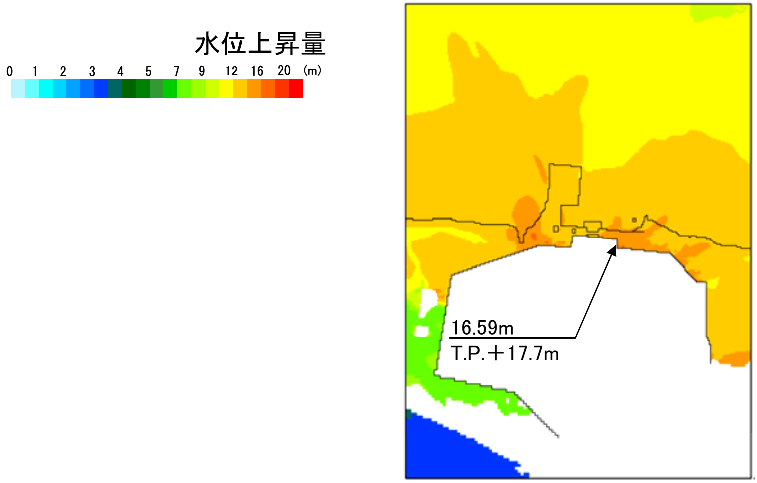
評価の結果，T.P.＋17.7m※（最大水位上昇量16.6m)であり，変更前と比較して有意な差異が無いことを確認した。

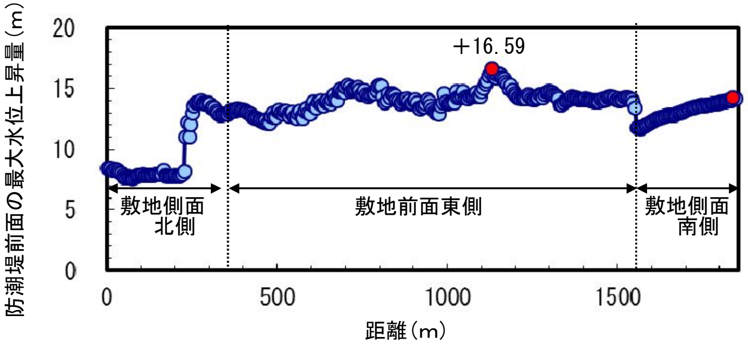
※：朔望平均満潮位，2011年東北地方太平洋沖地震及び津波波源モデルの活動による地殻変動量(沈降)を考慮

（変更前モデル）

防潮堤前面　最大水位上昇量：16.59m　最高水位※：T.P.+17.7m

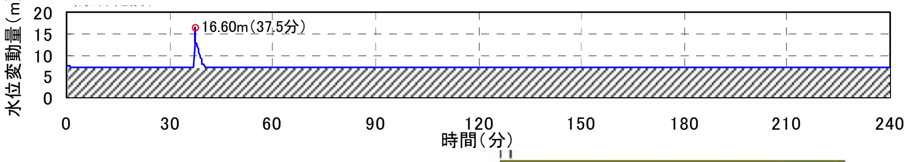


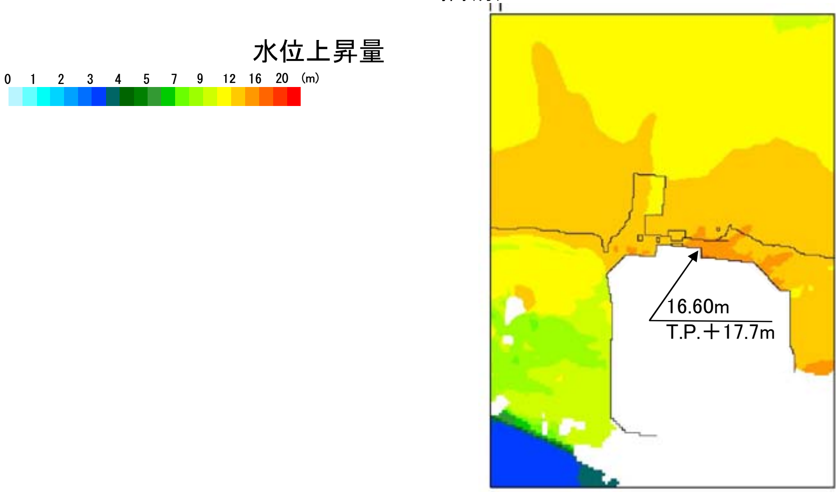


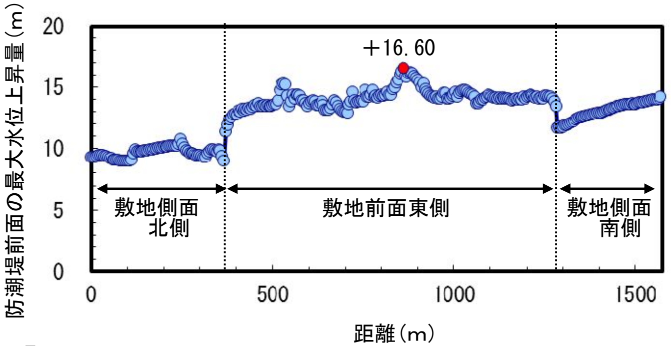


（敷地北側の防潮堤設置ルート変更を反映したモデル）

防潮堤前面　最大水位上昇量：16.6m　最高水位※：T.P.+17.7m







【最大水位上昇量分布(防波堤なし)】

5. 入力津波の設定

（1）入力津波の設計因子と設定位置（1／3）

◆ 基準津波の評価結果を踏まえ，津波防護施設，浸水防止設備の設計・評価に用いる入力津波については，以下の考え方に基づき設定した。

✔ 入力津波の設定に当たっては，津波防護の基本方針に基づき，設計・評価項目を定め，東海第二発電所の敷地の特徴を考慮し，着目すべき因子ごとに保守的になるケースを想定する。

水位・浸水深の因子
水位・浸水深以外の因子

【入力津波の設計因子・設定位置】

設計・評価項目 （耐津波設計方針に係る審査ガイド）	設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波	
		因子（評価荷重）	設定位置
4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）			
遡上波の敷地への地上部からの到達，流入の防止	・重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置し，基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，防潮堤等の津波防護施設，浸水防止設備を設置する。	①水位（津波高さ） ②遡上域	防潮堤前面
取水路・放水路等の経路からの津波の流入の防止	・取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定し，特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。	①水位（津波高さ）	取水ピット
			放水路ゲート設置箇所
			SA用海水ピット
			緊急用海水ポンプピット
			構内排水路逆流防止設備設置箇所廻り
4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）			
安全機能への影響評価	・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，防水区画化し，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。	①水位（津波高さ）	取水ピット

5. 入力津波の設定

（1）入力津波の設計因子と設定位置（2／3）

水位・浸水深の因子
水位・浸水深以外の因子

【入力津波の設計因子・設定位置】

設計・評価項目（耐津波設計方針に係る審査ガイド）		設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波 因子（評価荷重）	設定すべき主たる入力津波 設定位置	
4.5 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					
基準津波による水位の低下に対する海水ポンプの機能保持，海水確保		・引き波による水位低下・継続時間に対して，海水ポンプの継続運転が可能となる十分な貯水量を確保できるよう設計する。	①水位・継続時間（津波高さ・継続時間）	取水路	取水口前面
					取水ピット
砂の移動・堆積に対する通水性確保		・堆積した砂が取水口及び取水路を閉塞させないことを確認する。 ・評価手法・砂濃度，防波堤の有無等をパラメータとした取水口前面の砂堆積厚さを評価し，最大堆積厚さが通水性に与える影響を評価する。	①流向・流速（砂堆積高さ）	取水口前面	
混入した浮遊砂に対する海水ポンプの機能保持		・浮遊砂に対して海水ポンプが軸受固着，摩耗等により機能喪失しないことを確認する。 ・「砂移動・堆積に対する通水性確保」にて考慮した条件にて取水ピット内の砂の堆積厚さを評価し，最大堆積厚さが海水ポンプの機能保持に与える影響を評価する。	①砂濃度	取水ピット	
漂流物に対する通水性確保		・敷地内及び敷地外の設備等の漂流可能性を検討し，抽出された漂流物により，取水口が閉塞しないことを評価する。	①流向・流速（漂流物堆積量） ②水位（浮力）	海域・陸域（遡上域）	
5.1 施設・設備の設計の方針及び条件（津波防護施設）					
津波防護施設の設計	防潮堤及び防潮扉	・波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安全性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。 ・敷地外と敷地内漂流物の可能性を検討し，抽出された漂流物が，津波防護施設に影響を与えないことを評価する。また，押し波及び引き波による洗掘の影響を評価する。	①流向・流速（漂流物衝突力、洗掘） ②漂流物重量（漂流物衝突力） ③浸水深（波力）	防潮堤前面	
	放水路ゲート		①浸水深 ②水位（津波高さ）	放水路ゲート設置箇所	
	構内排水路逆流防止設備		①浸水深（波力）	構内排水路逆流防止設備設置箇所廻り	
	貯留堰		①流速（漂流物衝突力、洗掘）	貯留堰設置箇所廻り	
			②浸水深（波力）	取水口前面	

5. 入力津波の設定

（1） 入力津波の設計因子と設定位置（3／3）

水位・浸水深の因子
水位・浸水深以外の因子

【入力津波の設計因子・設定位置】

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">設計・評価項目
（耐津波設計方針に係る審査ガイド）</th><th rowspan="2">設計・評価方針</th><th colspan="2">設定すべき主たる入力津波</th></tr>
<tr><th>因子（評価荷重）</th><th>設定位置</th></tr>
<tr><td colspan="5">5.2 施設・設備の設計の方針及び条件（浸水防止設備）</td></tr>
<tr><td rowspan="10">浸水防止設備の設計</td><td>取水路点検用開口部浸水防止蓋</td><td rowspan="10">浸水想定範囲における浸水時及び冠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，入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。</td><td rowspan="9">①水位（津波高さ）</td><td rowspan="3">取水ピット</td></tr>
<tr><td>海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁</td></tr>
<tr><td>取水ピット空気抜き配管逆止弁</td></tr>
<tr><td>放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋</td><td>放水路ゲート設置箇所</td></tr>
<tr><td>SA用海水ピット点検用開口部浸水防止蓋</td><td>SA用海水ピット</td></tr>
<tr><td>緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋</td><td rowspan="3">緊急用海水ポンプピット</td></tr>
<tr><td>緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁</td></tr>
<tr><td>緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁</td></tr>
<tr><td rowspan="2">貫通部止水処置</td><td>取水ピット</td></tr>
<tr><td>①浸水深（波力）</td><td>防潮堤前面</td></tr>
</table>

5. 入力津波の設定

（2） 入力津波の設定（1／9）（防潮堤前面における設定）

◆ ここでは，基準津波の遡上波の地上部からの到達・流入防止対策として設置する防潮堤（外郭防護１）の設計・評価のために用いる入力津波のうち，入力津波高さの設定結果について示す。

①基準津波による最高水位の確認

↓

②防波堤の有無による最高水位の確認

- 防波堤ありモデルによる遡上解析※
- 防波堤なしモデルによる遡上解析※

↓

上昇側水位の比較
（敷地側面北側
敷地前面東側
敷地側面南側）

↓

モデルの選定

※朔望平均潮位及び地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量を含む）を考慮

↓ ← ③地盤の変状の想定

④潮位のばらつきの評価

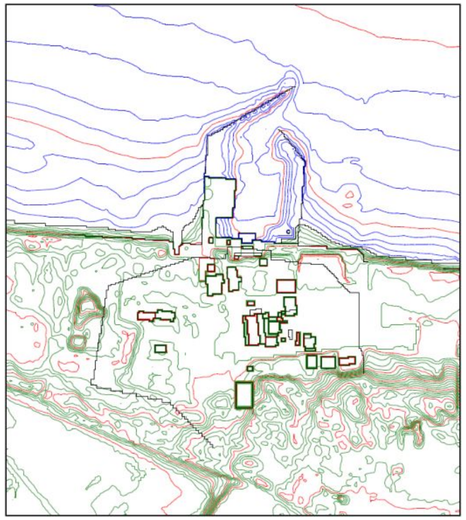
↓

⑤入力津波高さの設定

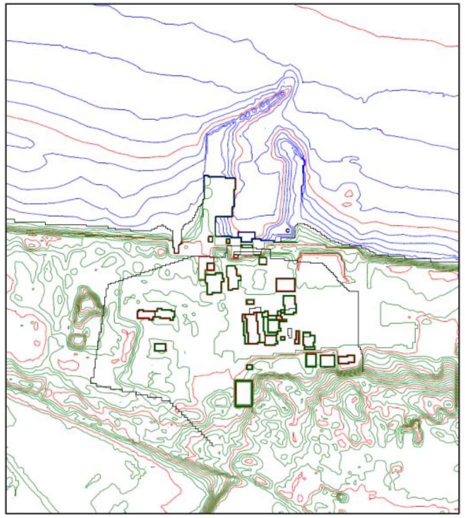
↓ ← ⑧高潮の重畳の検討（再現期間100年対する期待値）（入力津波高さに対する防潮堤高さの裕度の中に収まっていることを確認（参照する裕度））

⑥防潮堤高さの設定（⑦裕度の確認）

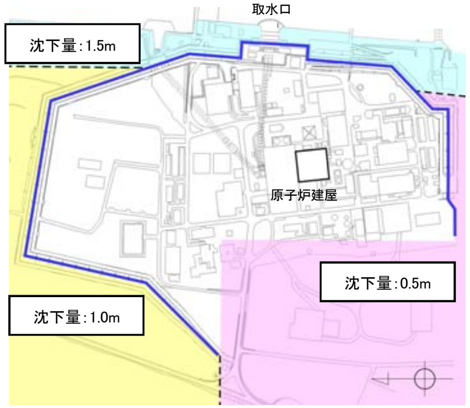
【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー】



防波堤ありモデル



防波堤なしモデル



地盤の変状の沈下量

地盤の変状による沈下量については，敷地前面東側，敷地側面北側，敷地側面南側における液状化検討対象層の地層厚と当該層の沈下率をもとに設定

5. 入力津波の設定

(2) 入力津波の設定(2／9)(防潮堤前面における設定②)

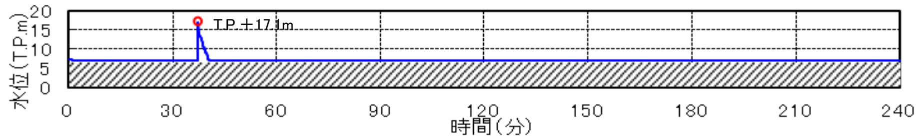
◆ 防波堤は，基準地震動Ssや基準津波の襲来時に機能(形状)を維持することは困難と考えられるため，防波堤の有無による水位への影響を評価している。評価の結果，防波堤がない条件における水位が高くなることを確認した。

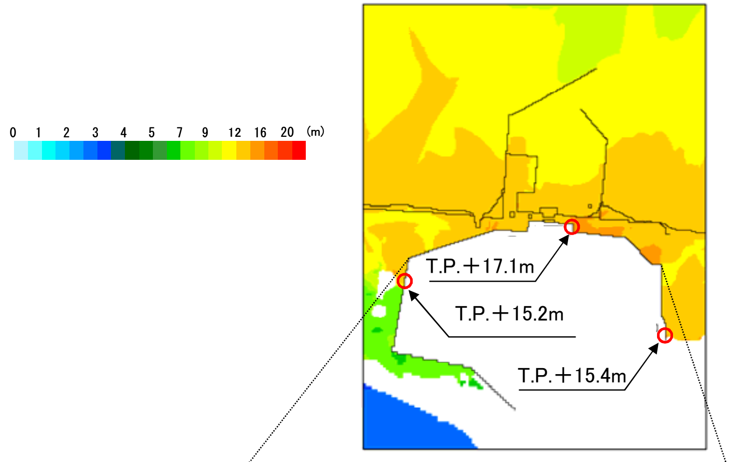
◆ 防潮堤高さを決定するための入力津波については，後段の地盤変状による影響も考慮した上で設定した。

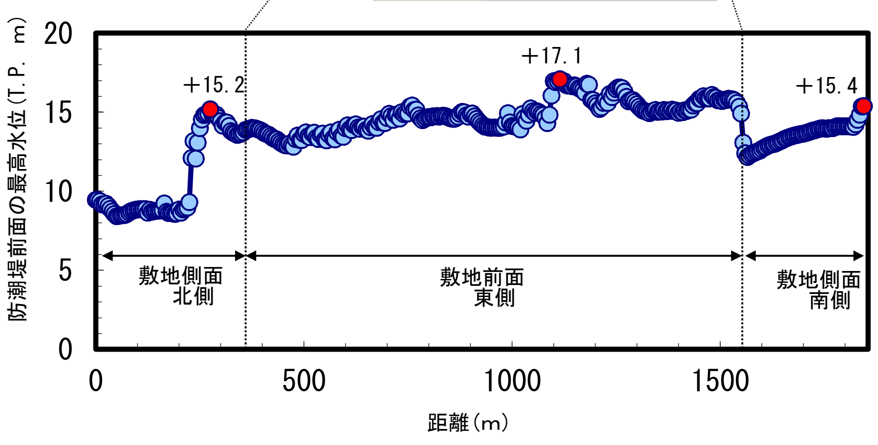
※防潮堤ルート変更後においても既往の解析データを上回らなかったが，保守的に既往の解析データを使用

【防波堤ありモデルによる最高水位】

防潮堤前面　最高水位※：T.P.+17.1m

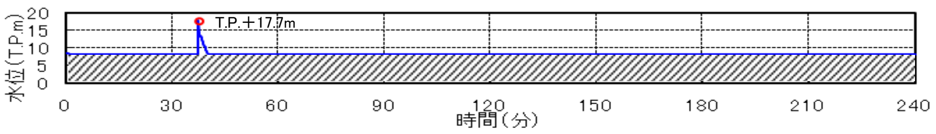




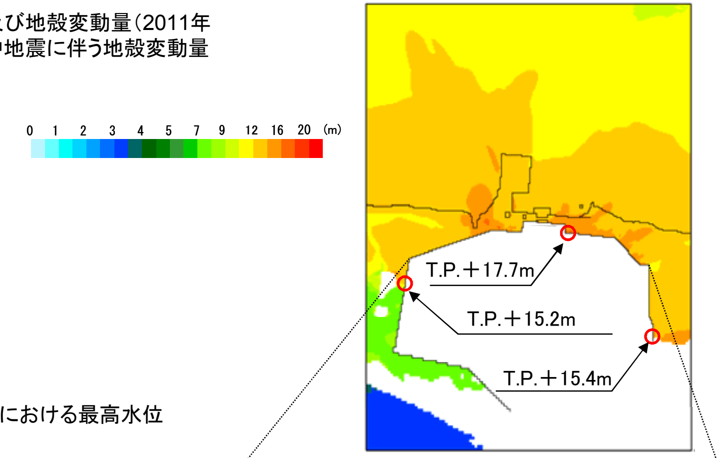


【防波堤なしモデルによる最高水位】)

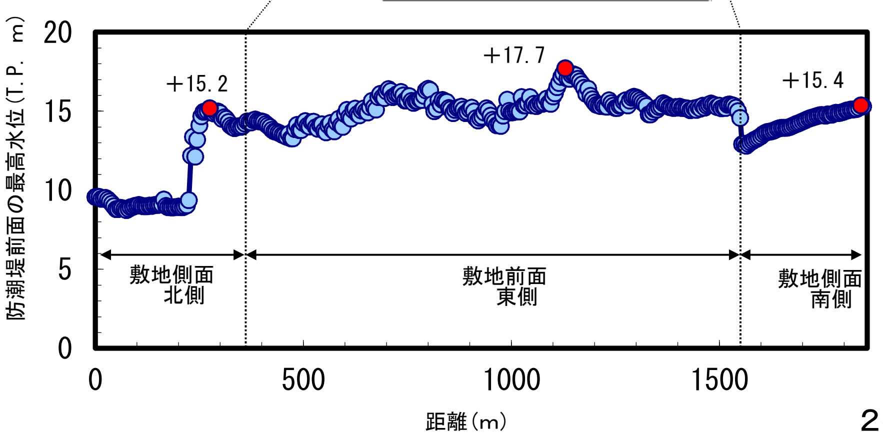
防潮堤前面　最高水位※：T.P.+17.7m



※　朔望平均満潮位及び地殻変動量(2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量も含む)を考慮



●：各敷地区分における最高水位



5. 入力津波の設定

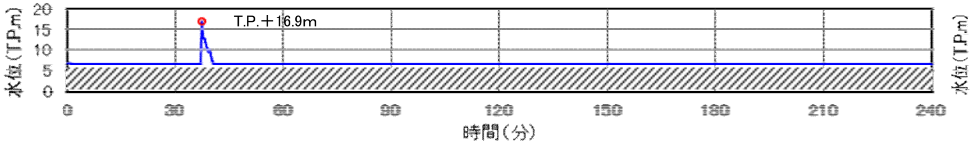
（2） 入力津波の設定（3／9）（防潮堤前面における設定③）

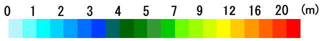
- 基準地震動Ssに伴う地盤の変状により，防潮堤設置位置における地盤沈下が起こる可能性があるため，地盤沈下を想定した水位への影響評価を実施している。評価の結果，敷地前面東側及び敷地側面北側においては地盤変状がない条件における水位が高くなり，敷地側面南側においては地盤変状がある条件における水位が高くなることを確認した。
- 防潮堤高さを決定するための入力津波については，敷地前面東側及び敷地側面北側においては地盤変状がない条件をもとに設定し，敷地側面南側においては地盤変状がある条件をもとに設定した。

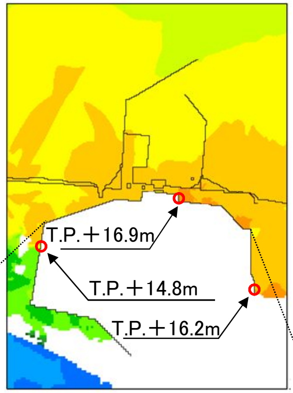
※防潮堤ルート変更後においても既往の解析データを上回らなかったが，保守的に既往の解析データを使用

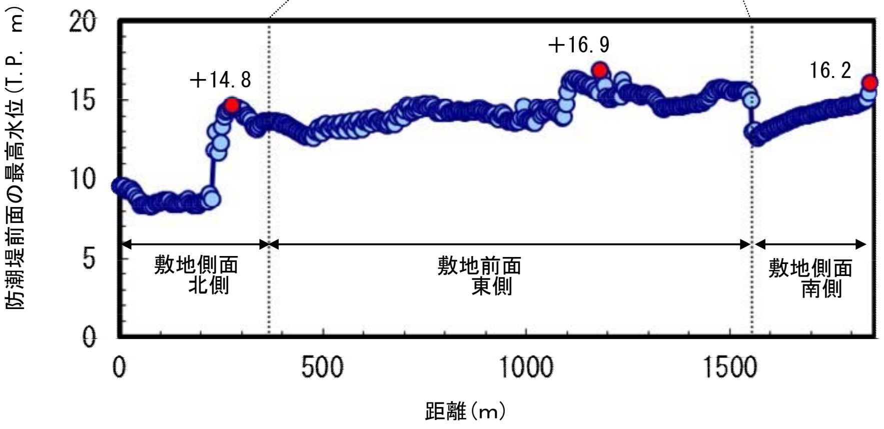
【地盤変状あり（防波堤あり）モデルによる最高水位】

防潮堤前面　最高水位※：T.P.+16.9m



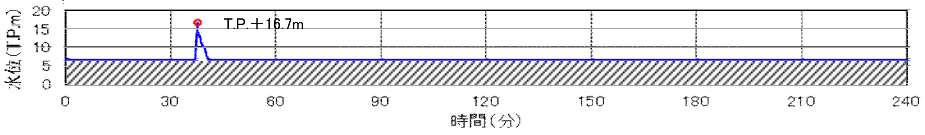


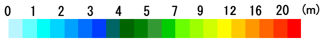


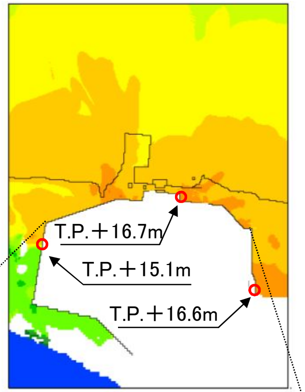


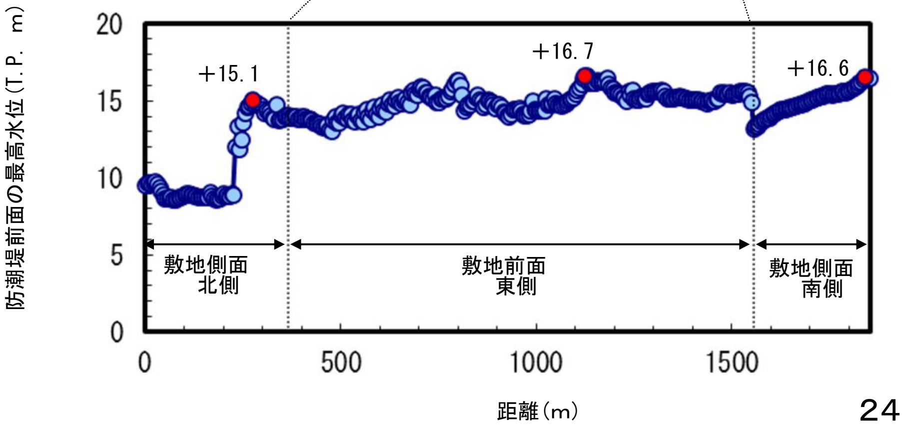
【地盤変状あり（防波堤なし）モデルによる最高水位】

防潮堤前面　最高水位※：T.P.+16.7m









※ 朔望平均満潮位及び地殻変動量（2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量も含む）を考慮

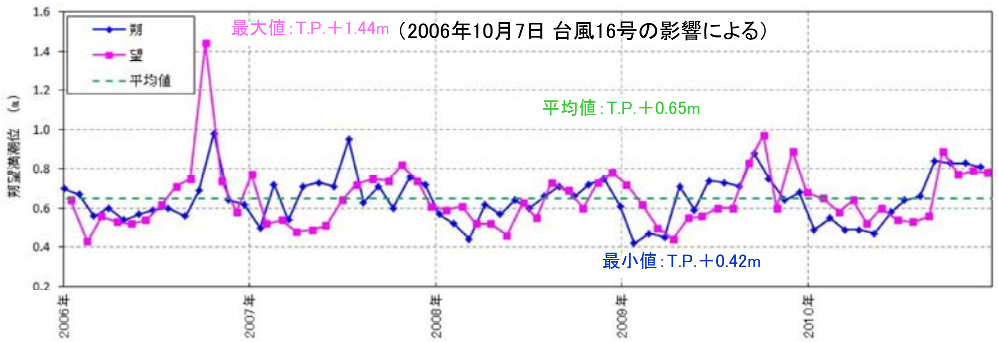
●：各敷地区分における最高水位

5. 入力津波の設定

（2）入力津波の設定（4／9）（防潮堤前面における設定④）

- 茨城港常陸那珂港区（日立港区）の潮位表（2004年～2009年）を用いて，津波計算（基準津波による上昇側最高水位の評価）においては朔望平均満潮位をT.P.＋0.61mに設定
- 最新の潮位観測記録（国土交通省関東地方整備局鹿島港・空港整備局より受領）データ（2006年～2010年）を用いて，朔望平均満潮位のばらつきを0.14mと評価
- また，最新の潮位観測記録データ用いた朔望平均満潮位と津波計算における朔望平均満潮位に比べると，最新の潮位観測記録データの方が0.04m高いため，この差分を考慮して安全側に上昇側の潮位のばらつきを0.18mに設定

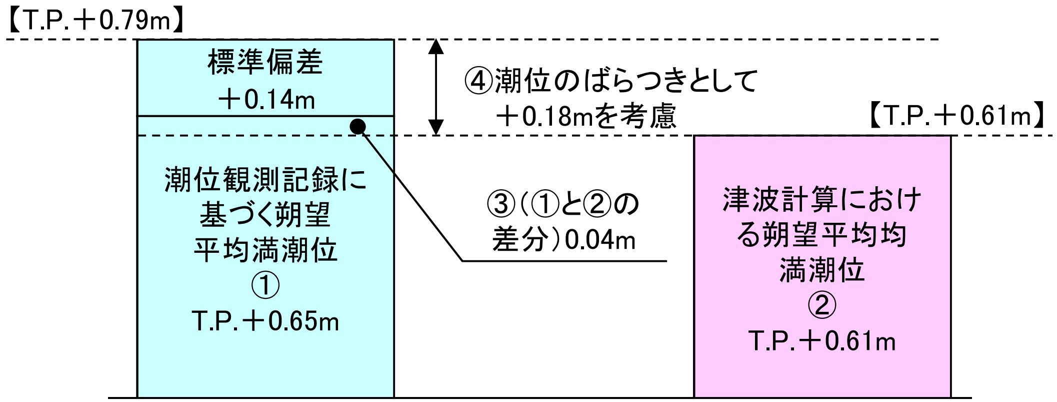
【各月の朔望平均潮位の水位(満潮位)】



【潮位のばらつきの設定】

	最新の潮位観測記録データに基づく評価（2006年～2010年）①	津波計算による上昇側最高水位評価時（2004年～2009年）②	差分③（①－②）
最大値	T.P.＋1.44m	－	－
平均値	T.P.＋0.65m	T.P.＋0.61m	0.04m
最小値	T.P.＋0.42m	－	－
標準偏差	0.14m	－	－

④潮位のばらつき：＋0.18m
（①の標準偏差0.14m＋③の差分0.04m）



【潮位のばらつきに対する考慮方法】

5. 入力津波の設定

（2）入力津波の設定（5／9）（防潮堤前面における設定⑤，⑥，⑦）

- 高潮の重畳については，再現期間100年に対する期待値を考慮し，防潮堤高さの設計裕度内に収まることを確認した。
- 入力津波にかかる事項であるため，既往のデータを示す。

【高潮の重畳を考慮した防潮堤高さの設計裕度の確認】

	敷地側面北側	敷地前面東側	敷地側面南側
①基準津波による防潮堤前面の最高水位	T.P.＋15.2m	T.P.＋17.1m	T.P.＋15.4m
②防波堤の有無による最高水位の確認	T.P.＋15.2m	T.P.＋17.7m	T.P.＋15.4m
③地盤の変状の考慮	T.P.＋15.2m	T.P.＋17.7m	T.P.＋16.6m
④潮位のばらつき	＋0.18m		
⑤入力津波高さ（③＋④）	T.P.＋15.4m（T.P.＋15.38m）	T.P.＋17.9m（T.P.＋17.88m）	T.P.＋16.8m（T.P.＋16.78m）

⇩

⑥防潮堤高さの設定	T.P.＋18.0m	T.P.＋20.0m	T.P.＋18.0m
⑦防潮堤高さの設計裕度（⑥－⑤）	2.6m	2.1m	1.2m

⬇

⑧高潮の重畳（参照する裕度）	0.65m（⑧参照する裕度＜⑦設計裕度）

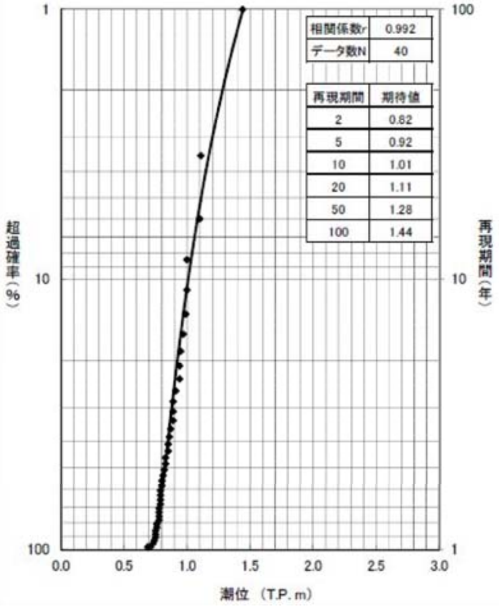
⬇

⑥防潮堤高さの設定	T.P.＋18.0m	T.P.＋20.0m	T.P.＋18.0m
⑦’ 設計裕度 （⑦－⑧）	1.95m	1.45m	0.55m

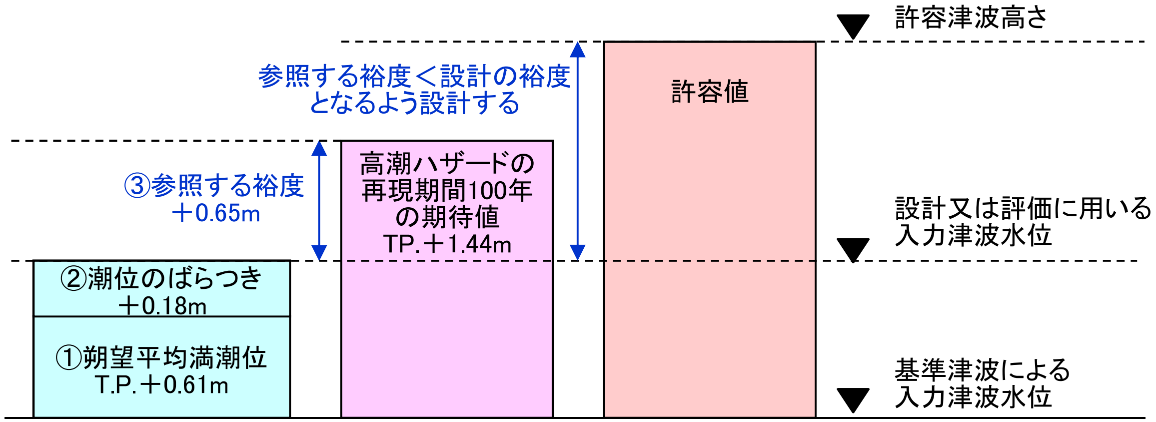
- 基準津波による最高水位の年超過確率は10^{-4}程度であり，独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いが，安全側に高潮の重畳を考慮する。
- プラント運転期間を超える再現期間100年に対する期待値T.P.＋1.44mと入力津波で考慮する朔望平均満潮位T.P.＋0.61m及び潮位のばらつきとして考慮した＋0.18mの合計であるT.P.＋0.79mとの差である＋0.65mを防潮堤の裕度評価において参照する。

【年最高潮位（茨城港日立港区）】

年	年最高潮位 月	年最高潮位 日	年最高潮位 潮位(m)	順位	発生要因
1971	9	1	0.89		
1972	11	21	0.80		
1973	10	28	0.73		
1974	1	10	0.85		
1975	9	8	0.76		
1976	9	28	0.83		
1977	9	19	0.86		
1978	9	17	0.79		
1979	10	7	1.00	4	台風18号から温帯低気圧へ
1980	12	24	1.11	2	二つ玉低気圧通過
1981	10	2	0.78		
1982	10	20	0.80		
1983	9	9	0.75		
1984	10	27	0.79		
1985	8	31	0.87		
	11	14	0.87		
1986	10	8	0.94	9	台風第18号通過
1987	9	17	0.74		
	2	4	0.74		
1988	9	16	0.94	9	台風第18号通過
1989	8	6	0.99	6	台風第13号通過
1990	10	8	0.89		
1991	10	13	1.00	4	台風第21号通過
1992	9	11	0.85		
1993	11	14	0.69		
1994	10	22	0.78		
1995	11	24	0.75		
1996	9	22	0.79		
1997	9	19	0.91		
1998	11	17	0.75		
1999	10	27	0.83		
2000	9	4	0.76		
	12	11	0.76		
2001	8	22	0.79		
2002	10	1	1.10	3	台風第21号通過
2003	10	26	0.81		
2004	9	30	0.78		
2005	12	5	0.82		
2006	10	7	1.44	1	台風16号から温帯低気圧へ
2007	7	16	0.95	8	台風4号から温帯低気圧へ
2008	12	14	0.78		
2009	10	8	0.97	7	台風第18号通過
2010	9	25	0.89		



【茨城港日立港区における最高潮位の超過発生確率】



【潮位のばらつきに対する考慮方法】

5. 入力津波の設定

（2）入力津波の設定（7／9）

◆ 入力津波の設定における影響要因を踏まえて，防潮堤を含む津波防護対策設備の設計・評価に用いる入力津波高さを整理して以下に示す。

◆ 入力津波の設定に関わる事項のため，既往のデータを示す。

【入力津波高さ一覧表】

区分	評価点		基準津波水位	入力津波水位		適用施設・設備
				影響因子を考慮	潮位のばらつき等を考慮	
上昇側水位	防潮堤位置前面（敷地側面北側）		T.P.＋15.2m※1	T.P.＋15.2m※2	T.P.＋15.4m※5	敷地側面北側防潮堤
	防潮堤位置前面（敷地前面東側）		T.P.＋17.1m※1	T.P.＋17.7m※2	T.P.＋17.9m※5	敷地前面東側防潮堤
	防潮堤位置前面（敷地側面南側）		T.P.＋15.4m※1	T.P.＋16.6m※2	T.P.＋16.8m※5	敷地側面南側防潮堤
	取水ピット		－	T.P.＋19.19m※3	T.P.＋19.3m※6	床ドレン逆止弁等
	放水路		－	T.P.＋19.01m※3	T.P.＋19.1m※6	放水路ゲート等
	SA用海水ピット		－	T.P.＋8.89m※3	T.P.＋9.0m※6	上部開口部浸水防止蓋
	緊急用海水ポンプピット		－	T.P.＋9.29m※3	T.P.＋9.4m※6	床ドレン逆止弁等
	構内排水路逆流防止設備	敷地側面北側部	－	T.P.＋15.2m※2	T.P.＋15.4m※5	逆流防止設備
		敷地前面東側部	－	T.P.＋17.7m※2	T.P.＋17.9m※5	逆流防止設備
下降側水位	取水ピット		－	T.P.－5.03m※4	T.P.－5.1m※6	非常用海水ポンプ

※1：基準津波として，「朔望平均満潮位＋0.61m」，「2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m」及び「津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m」を考慮した値【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー①】

※2：※1の値に対して，影響因子として「防波堤の有無」及び「地盤の変状の有無」を考慮し，最大となる値を選択【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー②，③】

※3：「朔望平均満潮位＋0.61m」，「2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m」及び「津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m」を考慮した入力津波に「潮位のばらつき＋0.18m」を考慮した値を境界条件として管路解析により算出した値。更に，影響因子として「防波堤の有無」及び「地盤の変状の有無」を考慮し，最大となる値を選択【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー②，③，④】

※4：「朔望平均干潮位－0.81m」，「2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m」を考慮した入力津波に「潮位のばらつき－0.16m」を考慮した値を境界条件として管路解析により算出した値。更に，影響因子として「防波堤の有無」及び「地盤の変状の有無」を考慮し，最大となる値を選択【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー②，③，④】

※5：※2の値に対して，「潮位のばらつき＋0.18m」及び「数値計算上のばらつき」を考慮した値【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー④，⑤】

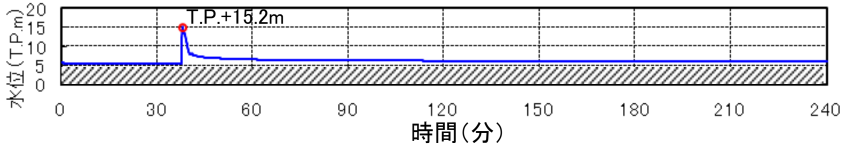
※6：※3又は※4の値に対して，「数値計算上のばらつき」を考慮した値【防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フロー⑤】

(2) 入力津波の設定(8／9)

※防潮堤ルート変更後においても既往の解析データを上回らなかったが，保守的に既往の解析データを使用

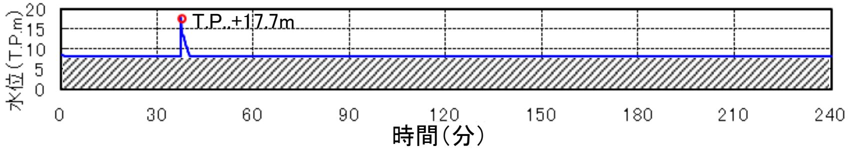
敷地側面北側【上昇側】
入力津波高さ:T.P.＋15.4m

[T.P.＋15.2m] ＋ [T.P.+0.18m] ＝ [T.P.＋15.38m] ＜ [T.P.＋15.4m]



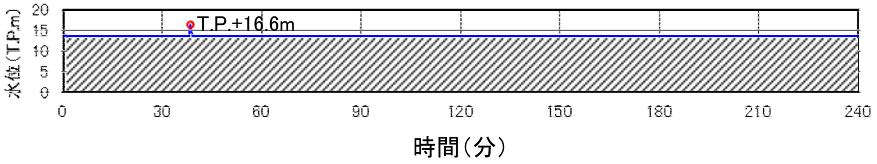
敷地前面東側【上昇側】
入力津波高さ:T.P.＋17.9m

[T.P.＋17.7m] ＋ [T.P.+0.18m] ＝ [T.P.＋17.88m] ＜ [T.P.＋17.9m]



敷地側面南側【上昇側】
入力津波高さ:T.P.＋15.6m

[T.P.＋16.6m] ＋ [T.P.+0.18m] ＝ [T.P.＋16.78m] ＜ [T.P.＋16.8m]



□ 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

【入力津波高さの設定位置及び時刻歴波形】

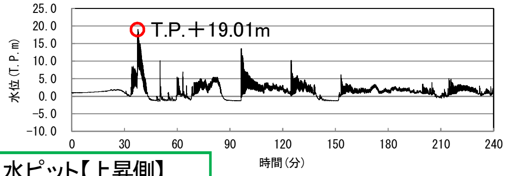
5. 入力津波の設定

（2）入力津波の設定（9／9）

※防潮堤ルート変更後においても既往の解析データを
上回らなかったが，保守的に既往の解析データを使用

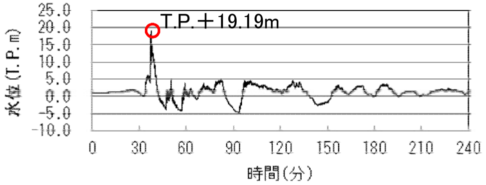
放水路ゲート設置箇所【上昇側】
入力津波高さ:T.P.+19.1m

［T.P.＋19.01m］＜［T.P.＋19.1m］



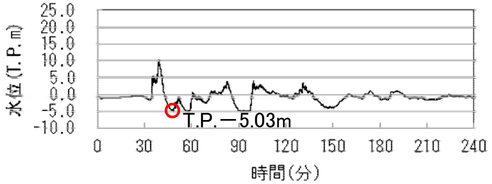
取水ピット【上昇側】
入力津波高さ:T.P.+19.3m

［T.P.＋19.19m］＜［T.P.＋19.3m］



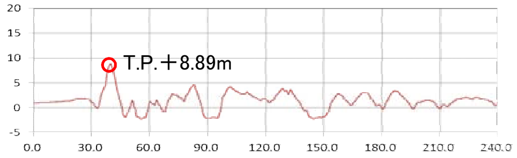
取水ピット【下降側】
入力津波高さ:T.P.−5.1m

［T.P.－5.03m］＜［T.P.－5.1m］



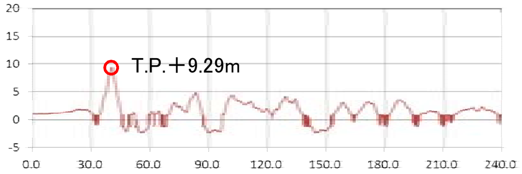
SA用海水ピット【上昇側】
入力津波高さ:T.P.+8.89m

［T.P.＋8.89m］＜［T.P.＋9.0m］



緊急用海水ポンプピット【上昇側】
入力津波高さ: T.P.+9.29m

［T.P.＋9.29m］＜［T.P.＋9.4m］



□ 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

【入力津波高さの設定位置及び時刻歴波形】

6. 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

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

【津波防護の基本方針】

項　目	津波防護の防護方針
津波の敷地への流入防止 （外郭防護1）	設計基準対象施設及び重大事故等対処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の設置された敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。 また，取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。
漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）	取水・放水施設，地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。
重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）	上記2方針のほか，設計基準対象施設及び重大事故等対処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，浸水防護をすることにより，津波による影響等から隔離可能な設計とする。
水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止	水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。
津波監視	津波監視設備については，入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

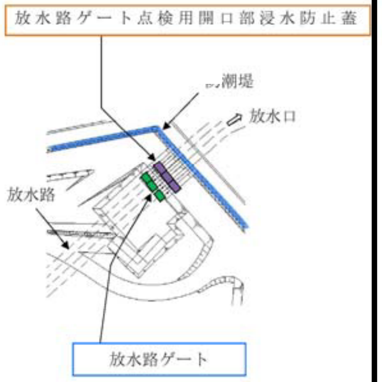
7. 敷地の特性に応じた津波防護の概要

◆ 浸水防護対策設備の配置

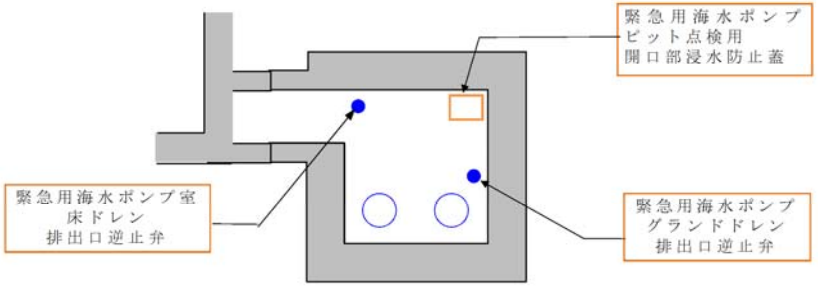
【凡例】
- T. P. ＋3. 0m～T. P. ＋8. 0m
- T. P. ＋8. 0m～T. P. ＋11. 0m
- T. P. ＋11. 0m 以上

- 津波防護施設
- 浸水防止設備
- 津波監視設備
- 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

【凡例】
- 津波防護施設
- 浸水防止設備
- 津波監視設備
- 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画



図❶（放水口周辺拡大図）



図❸（緊急用海水ポンプエリア周辺拡大図）

【敷地の特性に応じた津波防護対策設備の配置図】

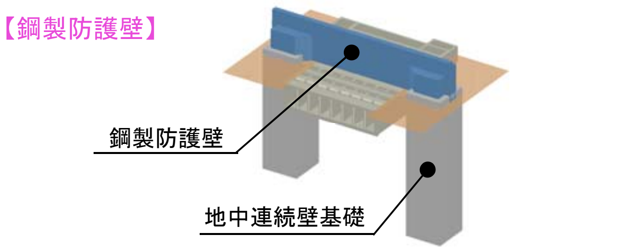
8. 敷地への浸水防止（外郭防護1）

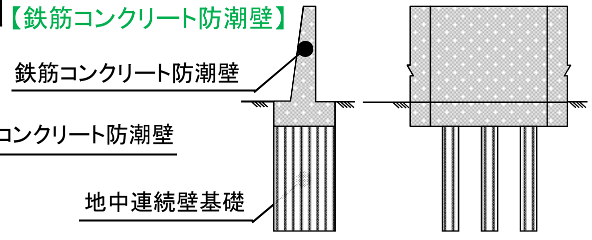
（1）遡上波の地上部からの到達，流入防止（1／6）

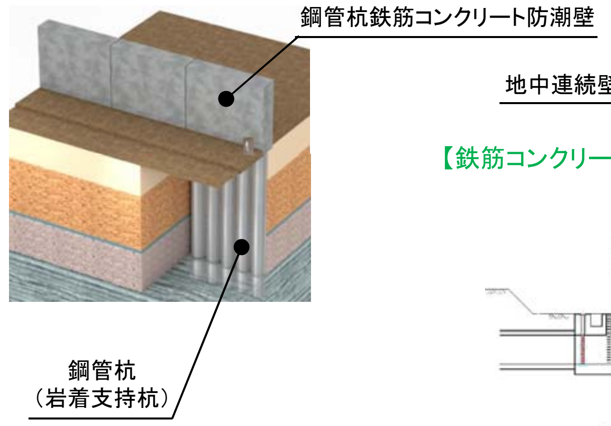
- ◆ 基準津波による遡上波が設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の設置された敷地に到達することから，これを防止するため，敷地を取り囲むよう防潮堤（防潮扉含む。）を設置する。また，基準地震動S_Sによる地盤変状（沈降）による回り込みを含めて，基準津波の遡上波の流入・到達を防止する。
- ◆ 防潮堤は4つの構造形式からなり，海水ポンプエリアは鋼製防護壁及び鉄筋コンクリート壁，その他の敷地周辺エリアは鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁である。

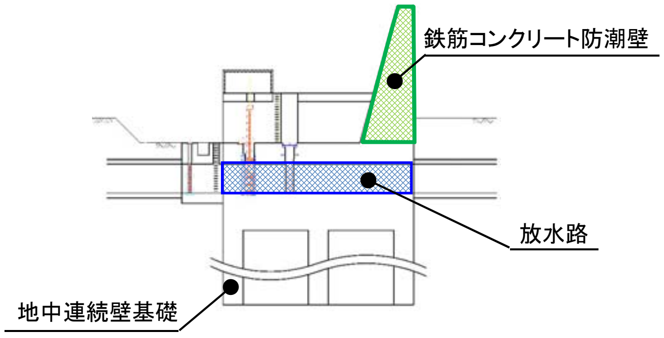
【防潮堤の構造形式】

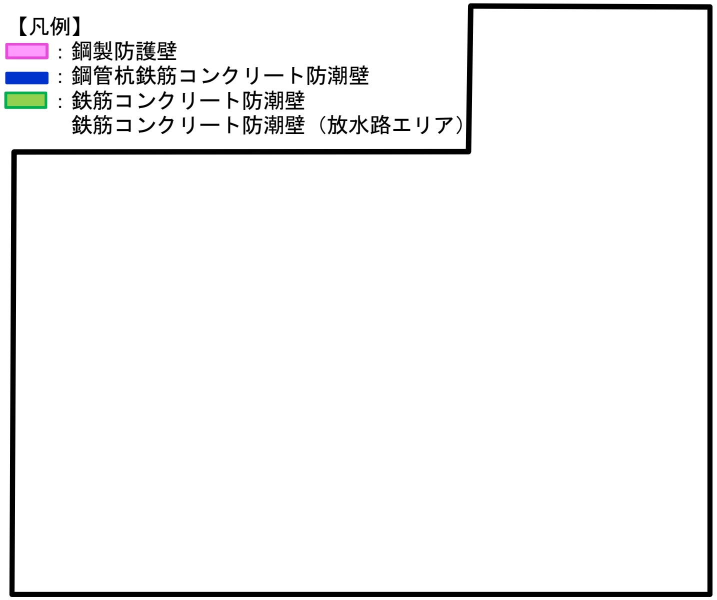
敷地区分	エリア区分	構造形式 上部工	構造形式 下部工	天端高さ（T．P．＋m）	構造形式概要
敷地前面東側	a.海水ポンプエリア	鋼製防護壁	地中連続壁基礎	20．0	
敷地前面東側	a.海水ポンプエリア	鉄筋コンクリート防潮壁	地中連続壁基礎	20．0	
敷地前面東側	b.敷地周辺エリア	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）	地中連続壁基礎	20．0	
敷地前面東側	b.敷地周辺エリア	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	鋼管杭	20．0	
敷地側面北側	b.敷地周辺エリア	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	鋼管杭	18．0	
敷地側面南側	b.敷地周辺エリア	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	鋼管杭	18．0	









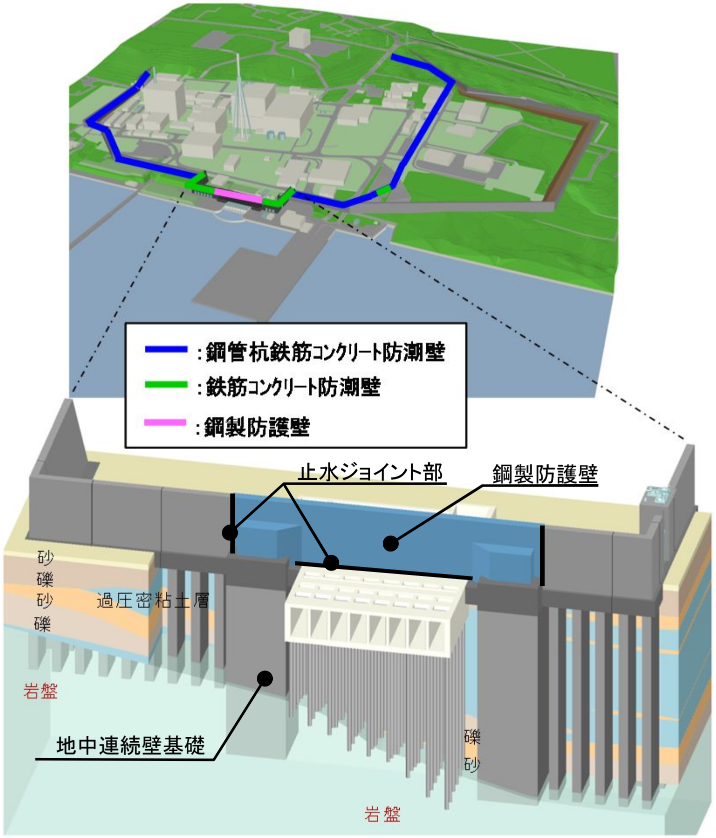


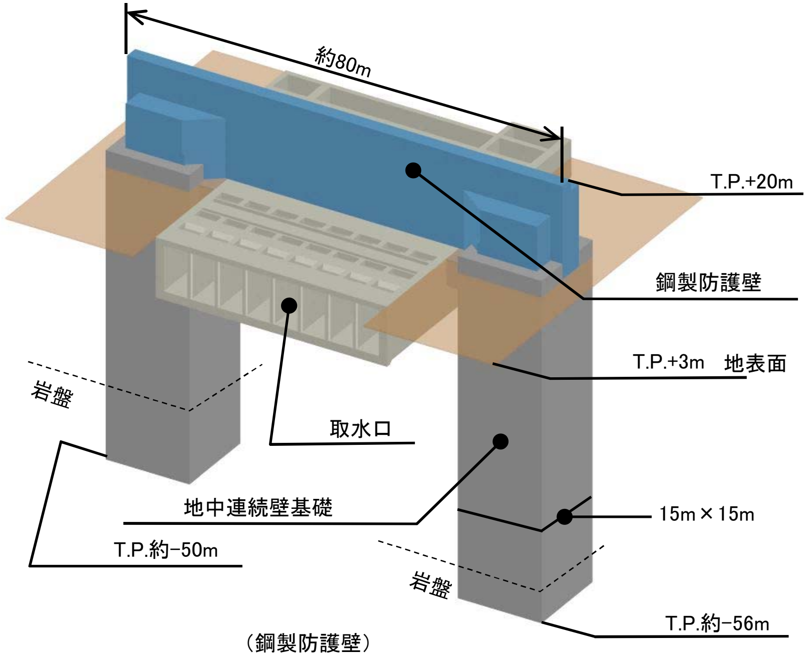
8. 敷地への浸水防止（外郭防護1）

（1）遡上波の地上部からの到達，流入防止（2／6）

■ 防潮堤に求められる要求機能は，繰返しの襲来を想定した遡上波に対して浸水を防止すること，基準地震動Ssに対して要求される機能を損なう恐れがないよう，構造物全体としての変形能力に対し，十分な構造強度を有することである。

防潮堤鳥瞰図





（鋼製防護壁）

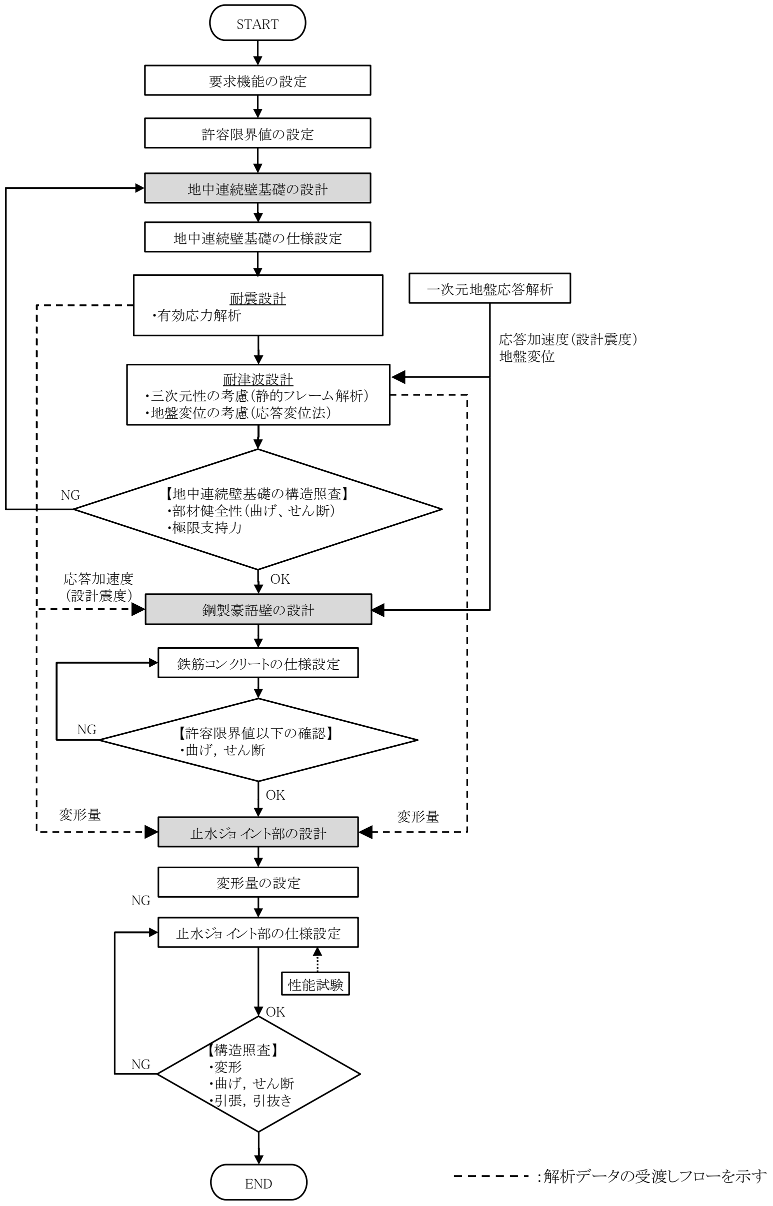
注）仕様については今後の検討により変更の可能性がある。

鋼製防護壁全体の構造図

評価対象部位		役割
上部工	鋼製防護壁	津波・地震荷重に耐える構造躯体止水機能を保持
	止水ジョイント部	異種構造物間の止水機能
下部工	地中連続壁基礎	津波・地震荷重に耐える構造躯体

8. 敷地への浸水防止（外郭防護1）

（1）遡上波の地上部からの到達，流入防止（3／6）



設計検討フロー

8. 敷地への浸水防止（外郭防護1）

（1）遡上波の地上部からの到達，流入防止（4／6）

1. 設計方針

止水機構は，基準津波による遡上波が鋼製防護壁と取水路の隙間から浸水を防止することを目的に鋼製防護壁の下部に設置する。止水機構は止水板に水密ゴムを設置することで浸水を防ぐ構造としている。水密ゴムはダム，水門等において十分に実績のあるものを採用しているが，基準津波を考慮して漏水試験にて性能を確認している。

2. 止水機構の設計条件

◆津波荷重 ： 基準津波　◆地震荷重 ： 基準地震動Ss
◆許容可動範囲 ： 海側へ700mm，陸側へ500mm，上下±50mm
◆適用規格 ： 道路橋示方書・同解説 Ⅱ鉄鋼編
水門鉄管技術基準 （水門扉編），ダム・堰施設技術基準（案）

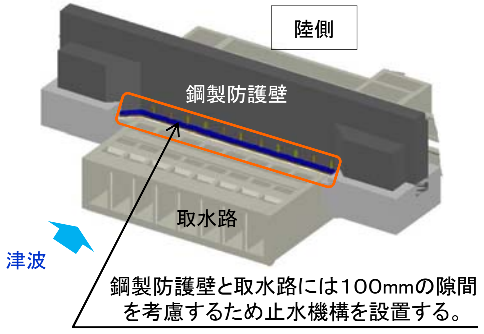
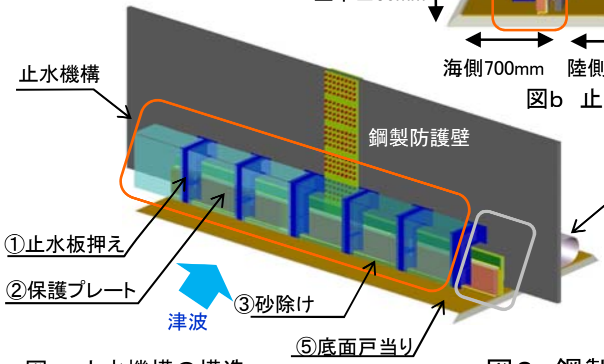
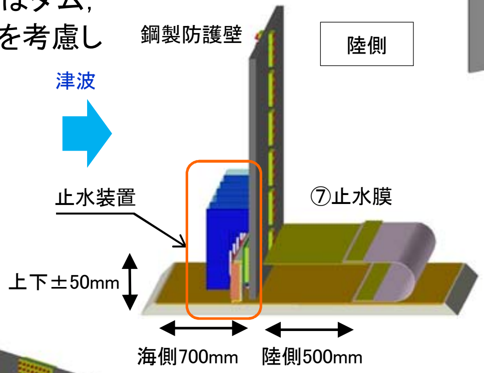


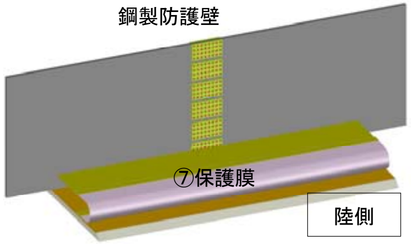
図1 鋼製防潮壁の構造



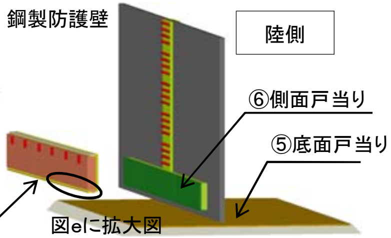
図a 止水機構の構造



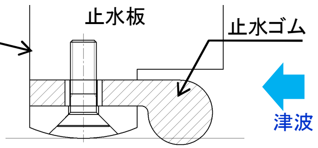
図b 止水機構断面図



図d 止水機構 背面の構造



図c 止水板の構造



図e 止水ゴムの構造（底面断面図）
側面も同様に止水ゴムを設置

図2 鋼製防護壁 止水機構の構造

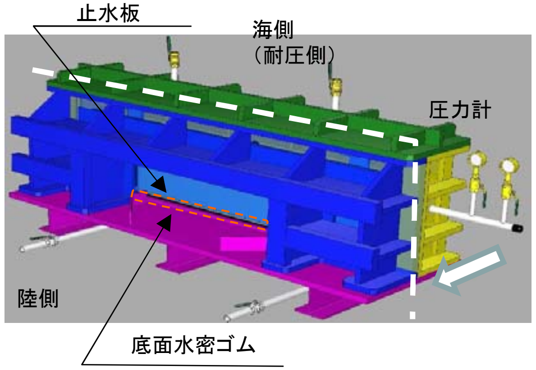


図3 水密ゴムの漏水試験装置概要

表1 止水機構の用途

	名　称	用　途	材　料
止水装置	①止水板押え	・止水板を支持する。　・漂流物等から止水板を防護する。	鋼製
	②保護プレート	・漂流物等から止水板を防護する。　・止水板への異物混入を防止する。	鋼製
	③砂除け	・底面戸当り面への砂等の異物混入を防止する。	ナイロン
	④止水板	・止水機構の扉体の機能。　・底面及び側面の戸当りに面する部位に水密ゴムを設置し浸水を防止する。	鋼製＋合成ゴム
	⑤底面戸当り	・止水板の底面水密ゴムとのシール性を確保する。　・床部より100mm嵩上げし異物混入を防止する	ステンレス
	⑥側面戸当り	・止水板の側面水密ゴムとのシール性を確保する。	ステンレス
	⑦止水膜	・水密ゴムからの微少な漏えいを保持する。　・陸側からの異物混入を防止する。	膜材

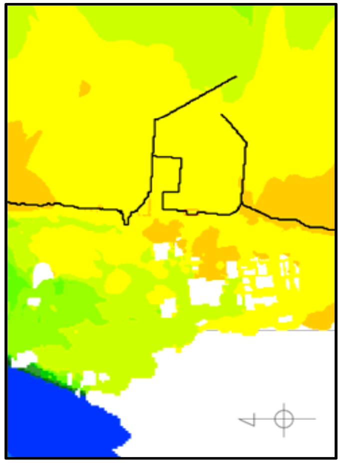
8．敷地への浸水防止（外郭防護１）

（1）遡上波の地上部からの到達，流入防止（5／6）

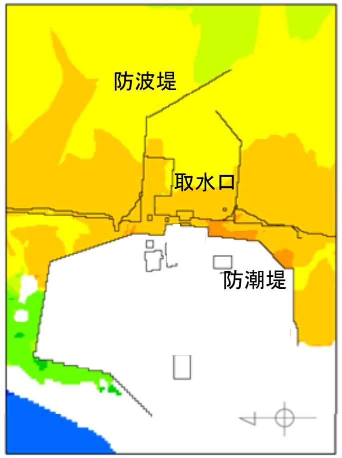
◆　入力津波が設計基準対象施設の津波防護対象設備が設置される敷地に到達又は流入しないことを確認した。

【入力津波の敷地への到達・流入評価結果】

区分	津波防護対象設備	設置高さ	入力津波高さ	状況	評価
重要な安全機能を有する設備を内包する建屋	原子炉建屋	T.P.＋8m	敷地区分毎の防潮堤前面における入力津波高さ T.P.＋15.4m （敷地側面北側） T.P.＋17.9m （敷地前面東側） T.P.＋16.8m （敷地側面南側）	敷地区分毎に天端高さT.P.＋18m～T.P.＋20mの防潮堤を設置する。 T.P.＋18.0m （敷地側面北側） T.P.＋20.0m （敷地前面東側） T.P.＋18.0m （敷地側面南側）	到達・流入しない
	タービン建屋	T.P.＋8m			
	使用済燃料乾式貯蔵建屋	T.P.＋8m			
重要な安全機能を有する屋外設備	海水ポンプ室	T.P.＋3m			
	非常用海水系配管	T.P.＋3m～8m			
	排気筒	T.P.＋8m			
	軽油貯蔵タンク	T.P.＋11m			



【防潮堤なしの遡上域】



【防潮堤ありの遡上域】

【津波防護対象設備の位置と標高】

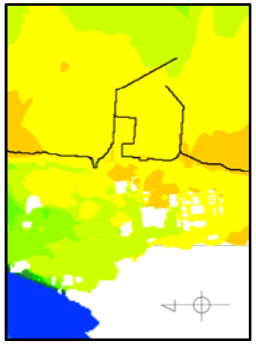
8. 敷地への浸水防止（外郭防護1）

（1） 遡上波の地上部からの到達，流入防止（6／6）

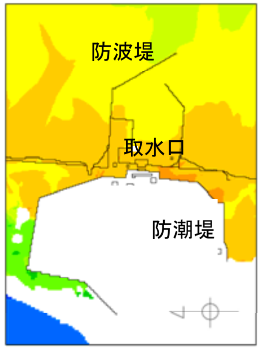
◆ 入力津波が重大事故等対処施設の津波防護対象設備が設置される敷地に到達又は流入しないことを確認した。

【入力津波の敷地への到達・流入評価結果】

津波防護対象設備	設置高さ	入力津波高さ	状況	評価
原子炉建屋	T.P.＋8m	敷地区分毎の防潮堤前面における入力津波高さ T.P.＋15.4m （敷地側面北側） T.P.＋17.9m （敷地前面東側） T.P.＋16.8m （敷地側面南側）	敷地区分毎に天端高さT.P.＋18m～T.P.＋20mの防潮堤を設置する。 T.P.＋18.0m （敷地側面北側） T.P.＋20.0m （敷地前面東側） T.P.＋18.0m （敷地側面南側）	到達・流入しない
海水ポンプ室	T.P.＋3m			
非常用海水系配管	T.P.＋3m～8m			
排気筒	T.P.＋8m			
軽油貯蔵タンク	T.P.＋11m			
常設代替高圧電源装置置場	T.P.＋11m			
緊急用海水ポンプピット	T.P.＋8m			
格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置格納槽	T.P.＋8m			
常設低圧代替注水系格納槽	T.P.＋8m			
SA用海水ピット	T.P.＋8m			
東側接続口	T.P.＋8m			
西側接続口（地下格納槽）	T.P.＋8m			
高所接続口（東側及び西側）	T.P.＋11m			
緊急時対策所	T.P.＋23m		遡上波が到達しない十分高い場所に設置する。	
可搬型重大事故等対処設備保管場所	T.P.＋23m,T.P.＋25m			



【防潮堤なしの遡上域】



【防潮堤ありの遡上域】

【津波防護対象設備の位置と標高】

８．敷地への浸水防止（外郭防護１）
（２）取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止（1／8）

◆ 取水路及び放水路等の経路からの津波の流入を防止するため，流入経路に対して，以下の浸水防止設備を設置する。
◆ 以下に，代表的な津波防護施設及び津波防護設備の概要を示す。

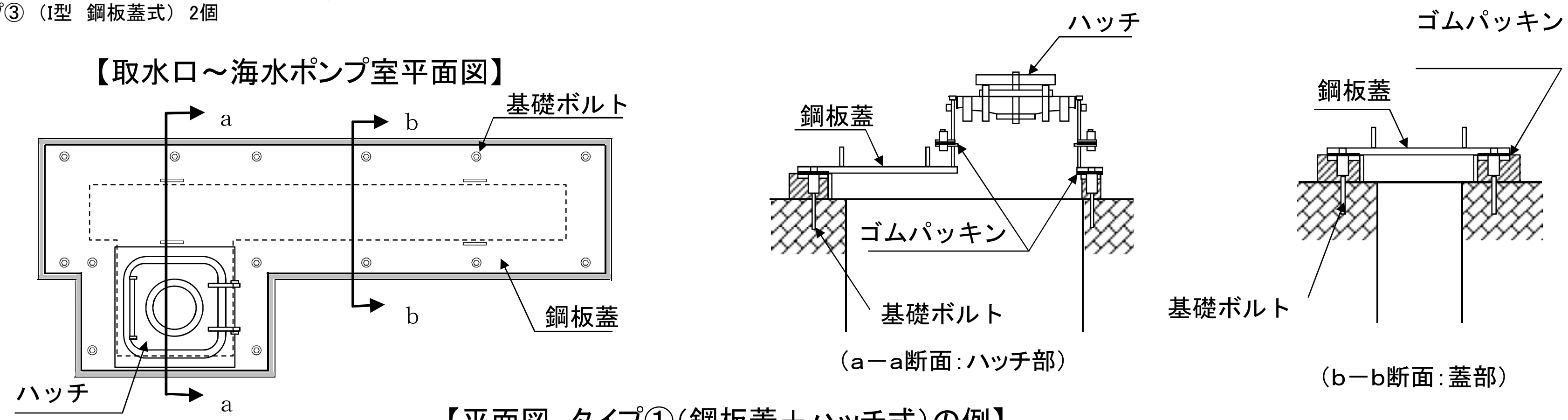
流入経路	津波防護施設又は浸水防止設備	個数	主要な対策の概要説明
取水路	・取水路点検用開口部浸水防止蓋	10	40ページ
	・海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	2	41ページ
	・取水ピット空気抜き配管逆止弁	3	―
放水路	・放水路ゲート	3	42ページ
	・放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	3	―
SA用海水ピット	・SA用海水ピット開口部浸水防止蓋	6	43ページ
緊急用海水ポンプピット	・緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	1	44ページ
	・緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	1	44ページ
	・緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	1	44ページ
構内排水路	・構内排水路逆流防止設備	9	45ページ
貫通部	・防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置	一式	―

上記のほか，東海発電所（廃止措置中）の取水路及び放水路については，コンクリートを充填し閉鎖する。

◆ 取水路から流入する津波が，防潮堤内側の取水路点検用開口部から流入し，海水ポンプ室に到達することを防止するため，点検用開口部に対して浸水防止蓋を設置する。

:タイプ① (L型 鋼板蓋＋ハッチ式) 3個　:タイプ② (L型 鋼板蓋式) 5個
:タイプ③ (I型 鋼板蓋式) 2個

【取水口～海水ポンプ室平面図】



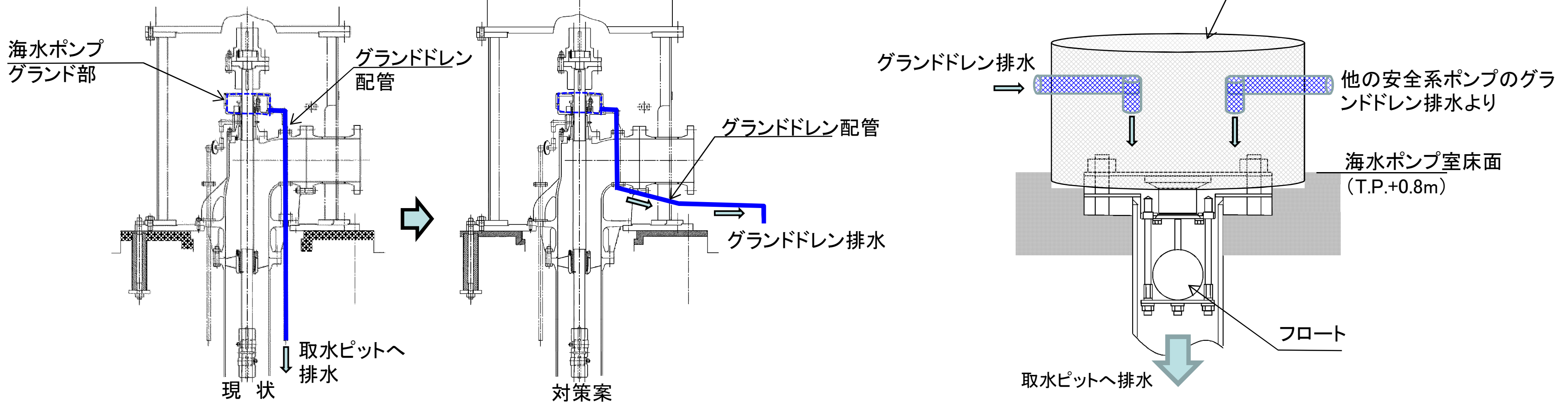
【平面図 タイプ①(鋼板蓋＋ハッチ式)の例】

- ◆ 取水路から流入する津波が，海水ポンプのグランドドレンの排水先である取水ピットからグランドドレン配管を経由して，海水ポンプ室に到達する可能性がある。
- ◆ このため，グランドドレン排出先を取水ピットから海水ポンプグランドドレン排出口に変更し、逆止弁を設置することで流入防止を図る。

【グランドドレン排水口逆止弁仕様】
- ・型式：フロート式逆止弁
- ・口径：80A
- ・設置場所：海水ポンプ室床面
- ・設置台数：2台（北側・南側各1台）
- ・流　体　：海　水

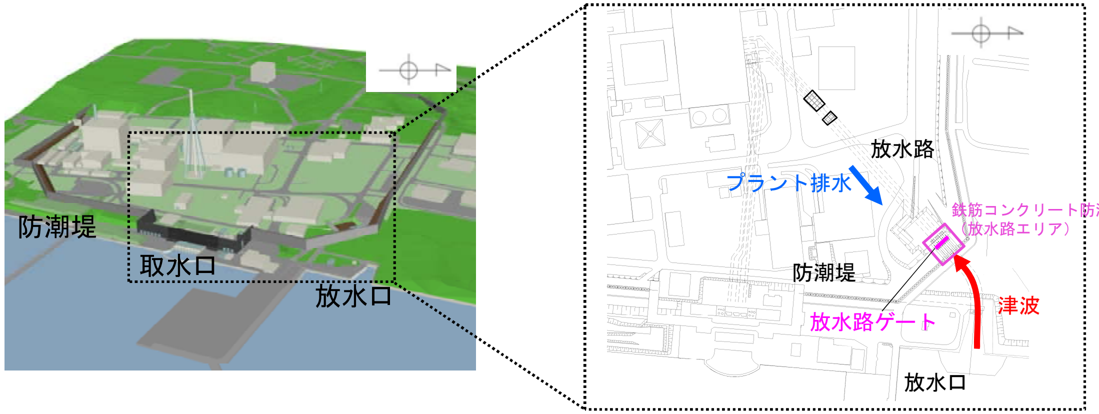
●：残留熱除去系海水ポンプ（RHRSポンプ）
●：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（HPCS DGSWポンプ）
●：非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（DGSWポンプ）
●：補機冷却用海水ポンプ（ASWポンプ）
●：海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

【海水ポンプ及び海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁配置図】



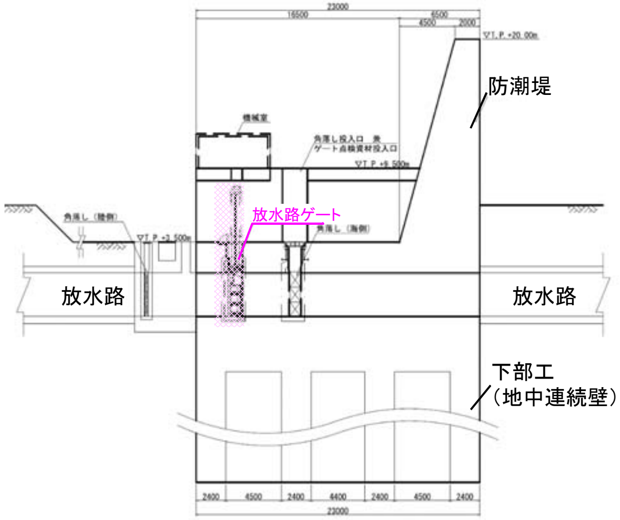
【海水ポンプグランドドレン配管からの浸水防止対策概要（海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設置）】

◆ 放水路から流入する津波が放水ピットの開口部から設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の設置された敷地に流入することを防止するため，放水路に放水路ゲートを設置する。また，放水路ゲート設置に伴い，点検用開口部を設けるため，点検用開口部に浸水防止蓋を設置する。

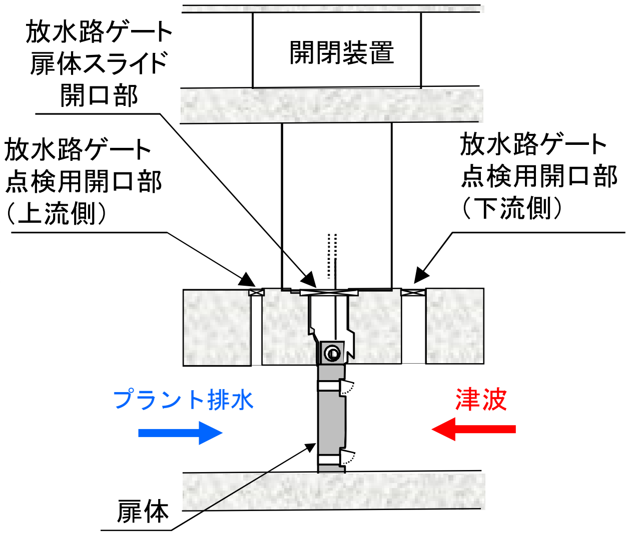


【放水路ゲート設置　エリア】

【放水路ゲート設計方針】
- ◆ 放水路ゲートは，敷地への遡上のおそれのある津波の襲来前に遠隔閉止を確実に実施するため，重要安全施設（MS－1）として設計する。
- ◆ 重要安全施設として，設置許可基準規則第12条に基づき，機器の単一故障が発生し，外部電源が利用できない場合においても機能できるように，多重性又は多様性を確保し，及び独立性を確保する設計とする。
- ◆ 放水路ゲートが閉止している状態においても，非常用海水ポンプの運転が可能な設計とする。
- ◆ また，誤操作を防止し，確実な操作が可能な設計とする。



【鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）】



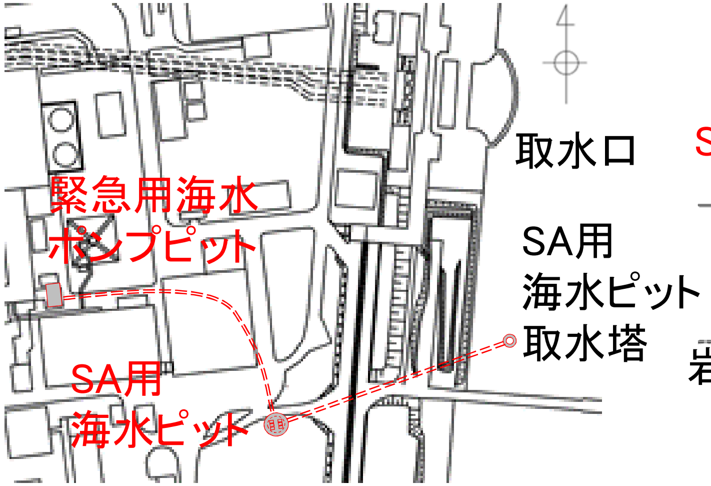
【放水路ゲート部拡大】

【放水路ゲート主要仕様】
- ◆ 主要材料
  - ・基　礎：鉄筋コンクリート製
  - ・扉　体 ： 鋼　製
- ◆ 台　数 ： 3台（各放水路1台）
- ◆ 駆動方式 ： 電動駆動式，機械式

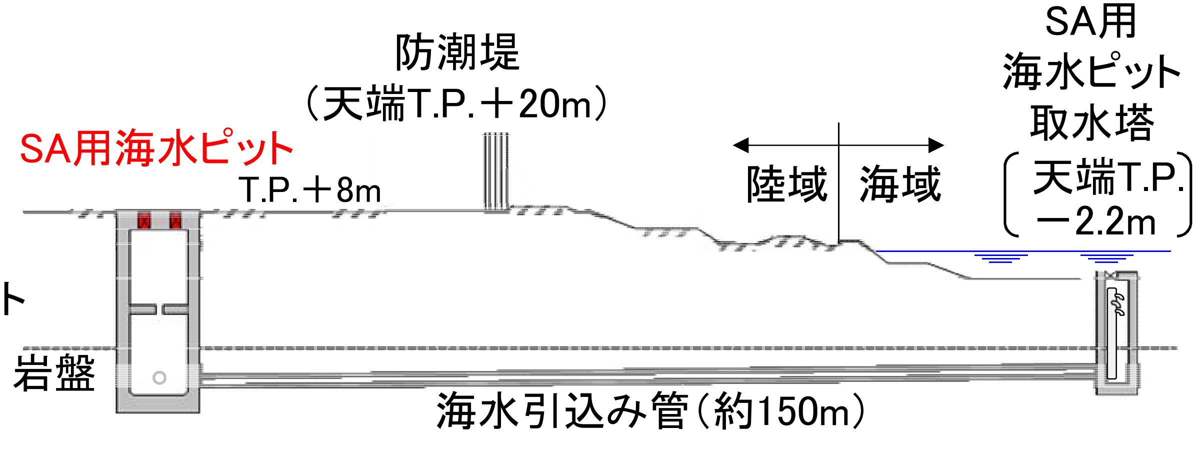
8. 敷地への浸水防止(外郭防護1)

(2) 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止(5／8)

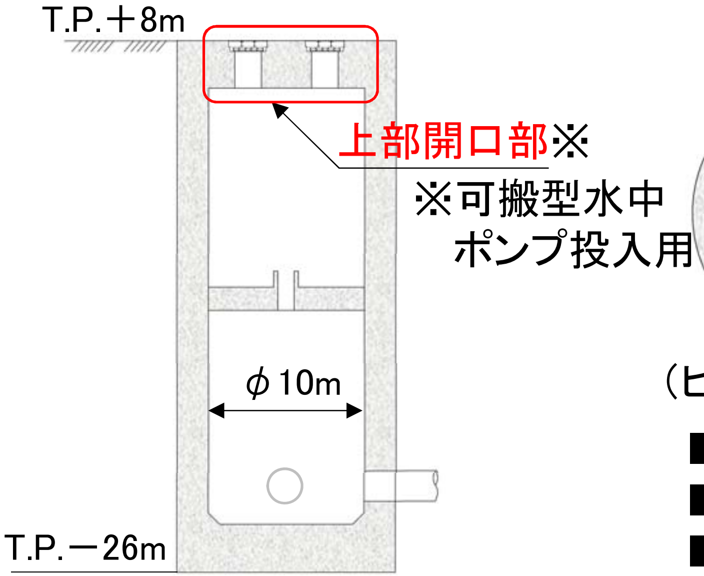
◆可搬型重大事故等対処設備の海水取水源として設置するSA用海水ピットの上部開口部からの津波の流入を防止するため,上部開口部に浸水防止蓋を設置する。

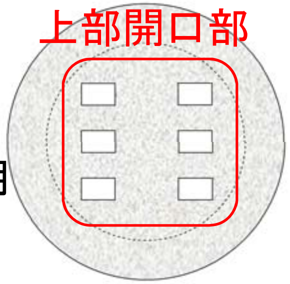


【配置計画図】

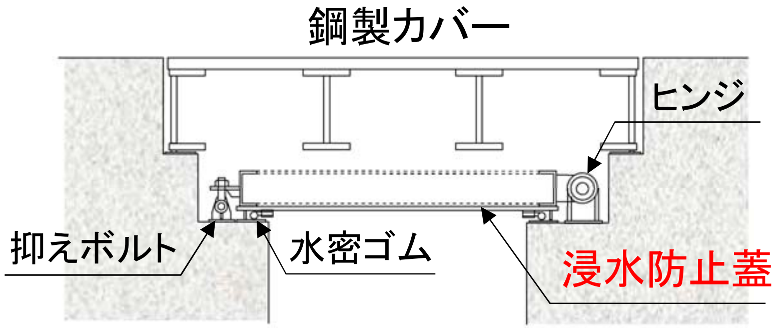


【取水塔～SA用海水ピット断面図】





(ピット上部平面図)



(ピット上部平面図)

■型式:鋼製蓋
■個数:6
■材質:炭素鋼

■主要寸法
長さ　約2.0m，幅　約1.5m，高さ　約0.2m
■耐震重要度分類:Sクラス

【SA用海水ピット上部開口部浸水防止蓋構造概要図】

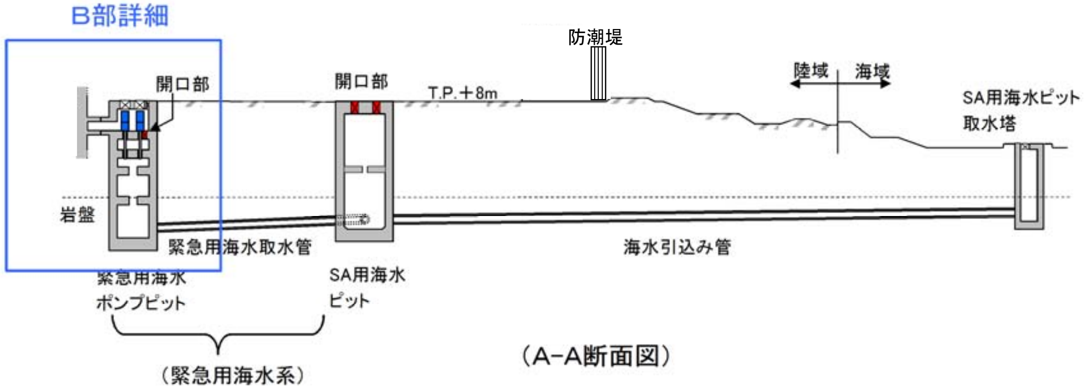
8．敷地への浸水防止（外郭防護１）

（2）取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止（6／8）

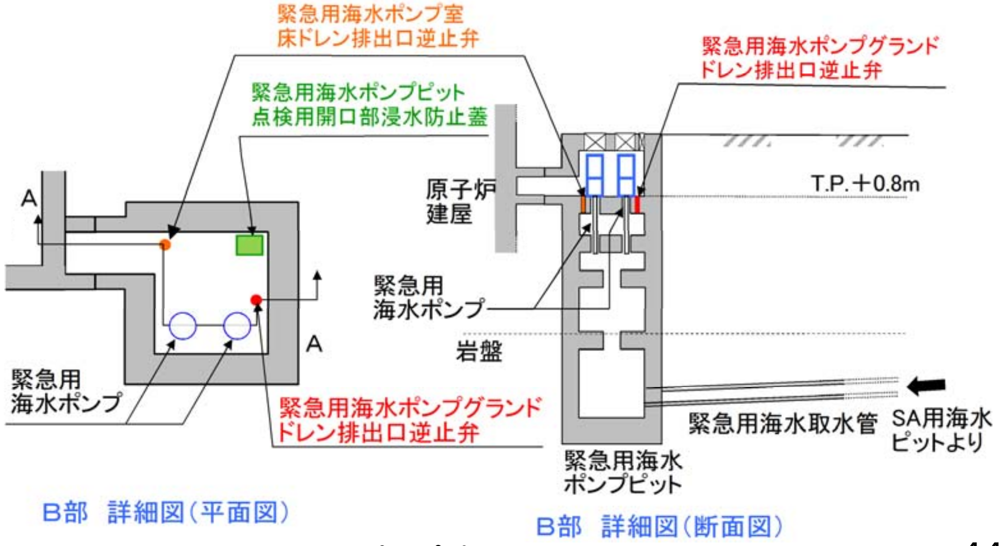
◆ 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備として，緊急用海水ポンプピットを設置する（第48条）。

◆ 上記に伴い，SA用海水ピットから接続される非常用海水取水管を経由した津波が，緊急用海水ポンプピットに流入し，設計基準対象施設が設置された建屋及び区画への流入の防止及び重大事故等対処施設の設置された建屋及び区画への流入を防止するため，点検用開口部に浸水防止蓋，ポンプグランドドレン排水口及び床ドレン排出口に逆止弁を設置する。

【緊急用海水ポンプピット配置図】



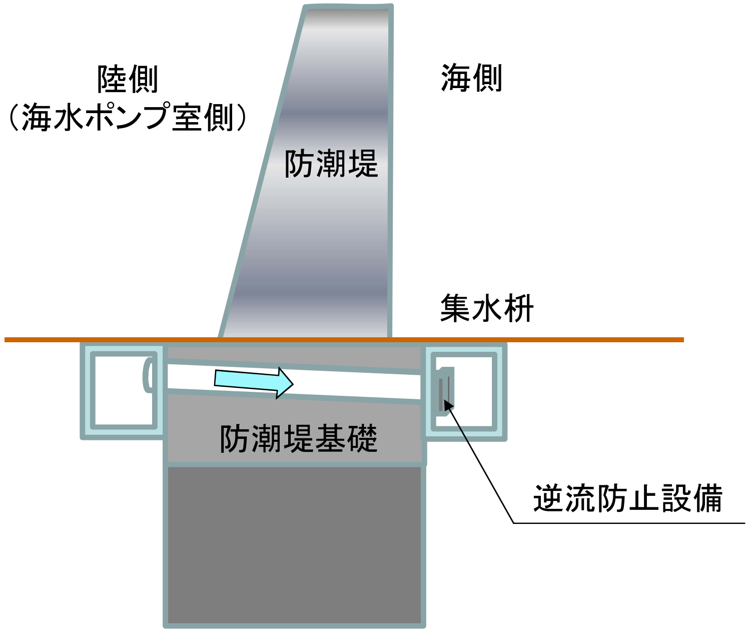
【SA用海水ピット取水塔～緊急用海水ポンプピット断面図】



【緊急用海水ポンプピット浸水対策箇所】

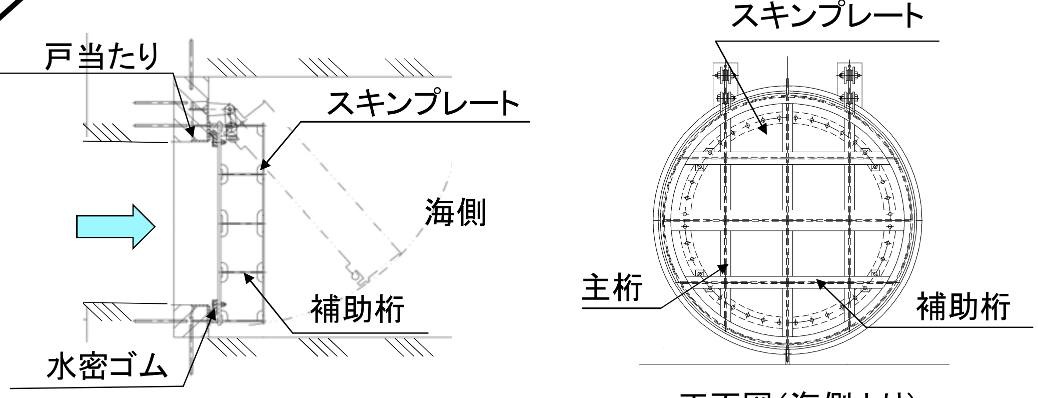
8. 敷地への浸水防止（外郭防護1）
（2） 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止（7／8）

◆ 防潮堤下部を貫通し，海と連接する構内排水路 全9箇所に対して，逆流防止設備を設置する。



A部詳細 （断面図）

【構内排水路配置図】



断面図

正面図（海側より）

【逆流防止設備概略構造図】

8．敷地への浸水防止（外郭防護1）

（2）取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止（8／8）

◆ 取水路，放水路等の経路から設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備が設置される敷地に流入しないことを確認した。

【取水路，放水路等からの流入評価結果】

経　路	流入対策	解析での入力値＊	入力津波高さ	許容津波高さ	設計の裕度	参照する裕度	評価		結果
取水路	取水路点検用開口部浸水防止蓋	T.P.＋14.9m	T.P.＋19.3m	T.P.＋22.0m	＋2.7m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度	設計の裕度が参照する裕度より十分に大きい値とすることにより，入力津波高さ又は高潮に対して止水性を維持できる構造とし，取水路，放水路等からの流入を防止する設計とする。	流入しない
	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁				＋2.7m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
	取水ピット空気抜き配管逆止弁				＋2.7m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
放水路	放水路ゲート	T.P.＋15.6	T.P.＋19.1m	T.P.＋22.0m	＋2.9m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋				＋2.9m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
SA用海水ピット	SA用海水ピット開口部浸水防止蓋	T.P.＋14.7	T.P.＋9.0m	T.P.＋12.0m	＋3.0m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
緊急用海水ポンプピット	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	T.P.＋14.7	T.P.＋9.4m	T.P.＋12.0m	＋2.6m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁				＋2.6m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口浸水防止蓋				＋2.6m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
構内排水路	構内排水路逆流防止設備（敷地側面北側）	－	T.P.＋15.4m	T.P.＋18.0m	＋2.6m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		
	構内排水路逆流防止設備（敷地前面東側）	－	T.P.＋17.9m	T.P.＋20.0m	＋2.1m	＋0.65m	設計の裕度 ＞参照する裕度		

＊　管路解析において境界条件となる基準津波による津波高さの最大値

9. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）（1／2）

【浸水対策】

- ◆ 外郭防護1で示したとおり，特定した取水路，放水路等の津波の流入の可能性のある経路に対し，浸水対策を講じることにより，津波の流入防止は可能と考える。
- ◆ しかし，重要な安全機能を有する非常用海水ポンプの設置されている海水ポンプ室は，津波の直接の流入経路となる海水ポンプグランドドレン排出口が存在するため，漏水が継続することによる浸水想定範囲を設定し，防水区画化する。

【海水ポンプ室配置図（防水区画化範囲）】

<海水ポンプ室凡例>

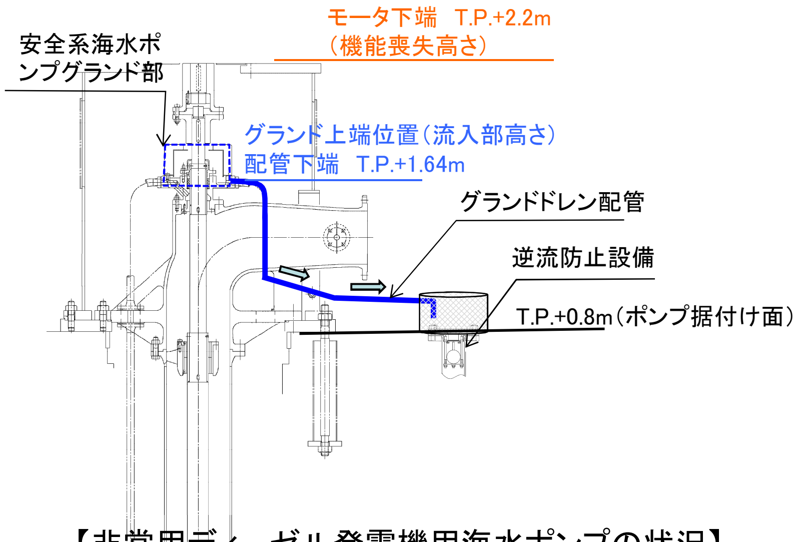
- ● ：残留熱除去系海水ポンプ（4台）（RHRSポンプ）
- ● ：非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（2台）（DGSWポンプ）
- ● ：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（1台）（HPCS　DGSWポンプ）
- □ ：防水区画化範囲（海水ポンプ室）

【評価条件】

- ◆ 防水区画化に設定した海水ポンプ室の非常用海水ポンプグランドドレン排水口逆止弁からの漏水を想定した浸水量評価の条件は，以下のとおり。
  - ・流　入　高　さ：グランドドレン配管下端　T.P.＋16.4m（配管下端レベルの低い非常用ディーゼル発電機用海水ポンプを選定）
  - ・逆止弁漏水条件：完全開固着を想定
  - ・海水ポンプ室有効区画面積：北側39.2m²，南側55.6m²
  - ・機能喪失高さ：モータ下端高さ：T.P.＋2.2m・・・①
  - ・海水ポンプ室床面高さ：T.P.＋0.8m・・・②
  - ・許容浸水高さ：1.4m・・・①－②

【評価方法】

- ◆ 取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形から，水位がグランドドレン配管下端レベルを上回る継続時間を保守的に設定した上で，海水ポンプ室への漏水量及び浸水高さを算出し，許容浸水高さと比較する。



【非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの状況】

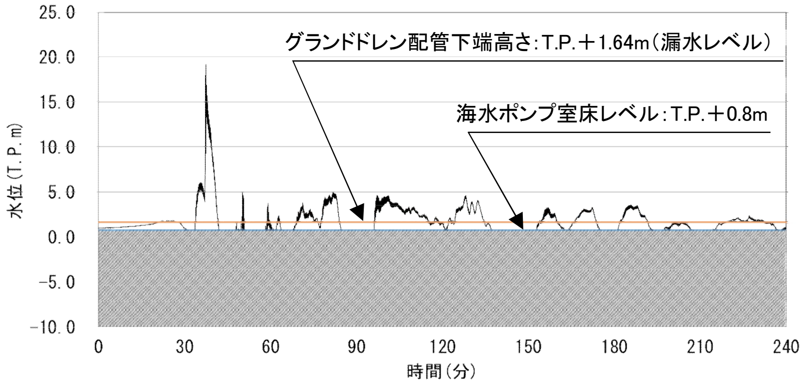
9. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）（2／2）

【評価結果】

◆ 非常用海水ポンプグランドドレン排水口逆止弁からの漏水量を評価した結果，海水ポンプ室内の浸水高さは，海水ポンプ室北側が高く0.33mとなったが，許容津波高さに対して十分な余裕があることを確認した。

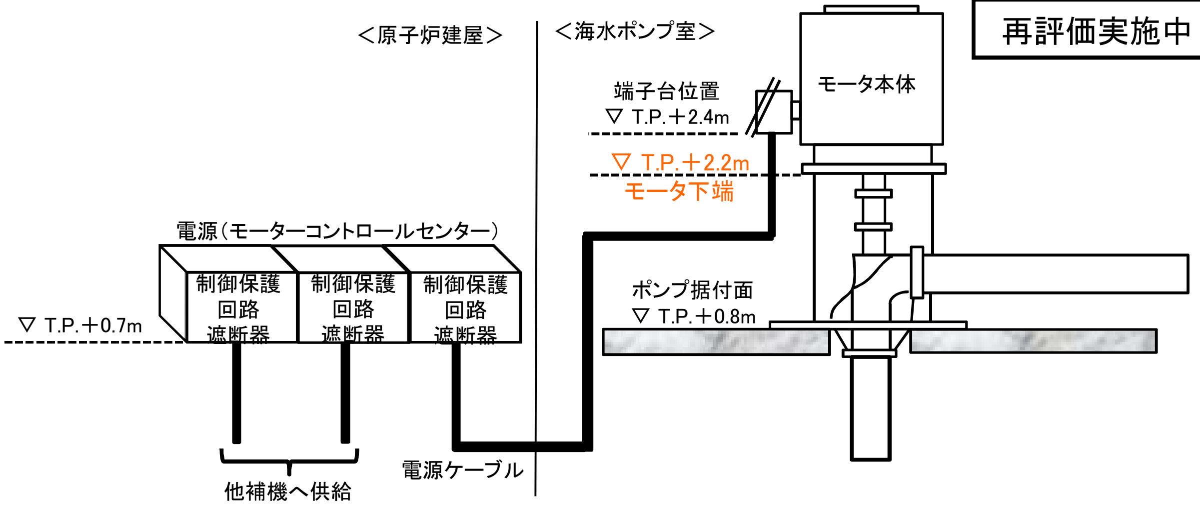
【漏水量評価結果概要】

	海水ポンプ室（北側）	海水ポンプ室（南側）
①漏水量	12．9m³	12．9m³
②有効区画面積	39．2m²	55．6m²
③浸水深さ（①／②）	0．33m	0．24m
④浸水高さ	1．13m	1．04m
⑤機能喪失高さ	T.P.＋2．2m（モータ下端高さ）	
⑥裕度（⑤－④）	1．07m	1．16m
評価結果	○	○



【取水ピットにおける上昇側水位の時刻歴波形】

再評価実施中



【非常用海水ポンプの位置関係図（非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ）】

＊なお，重大事故等対処設備の津波防護対象設備の評価では，緊急用海水ポンプピットでの緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁又は緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁からの漏水を考慮して評価を行う。

【排水設備の必要性】

◆ 非常用海水ポンプグランドドレン排出配管逆止弁からの漏水を考慮しても，安全機能は阻害されないため，排水設備は不要と判断した。

◆ 浸水想定範囲である海水ポンプ室において，長期間冠水することが想定される場合は，排水設備を設置する。

10. 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

【凡例】

T.P.＋3.0m～ T.P. ＋8.0m

T.P. ＋8.0m～ T.P. ＋11.0m

T.P. ＋11.0m以上

設計基準対象施設の津波防護対象
設備を内包する建屋及び区画

浸水防護重点化範囲（内郭防護）

【設計基準対象施設の浸水防護重点化範囲】

【凡例】

T.P.＋3.0m～ T.P. ＋8.0m

T.P. ＋8.0m～ T.P. ＋11.0m

T.P. ＋11.0m以上

重大事故等対処施設の津波防護対象
設備を内包する建屋及び区画

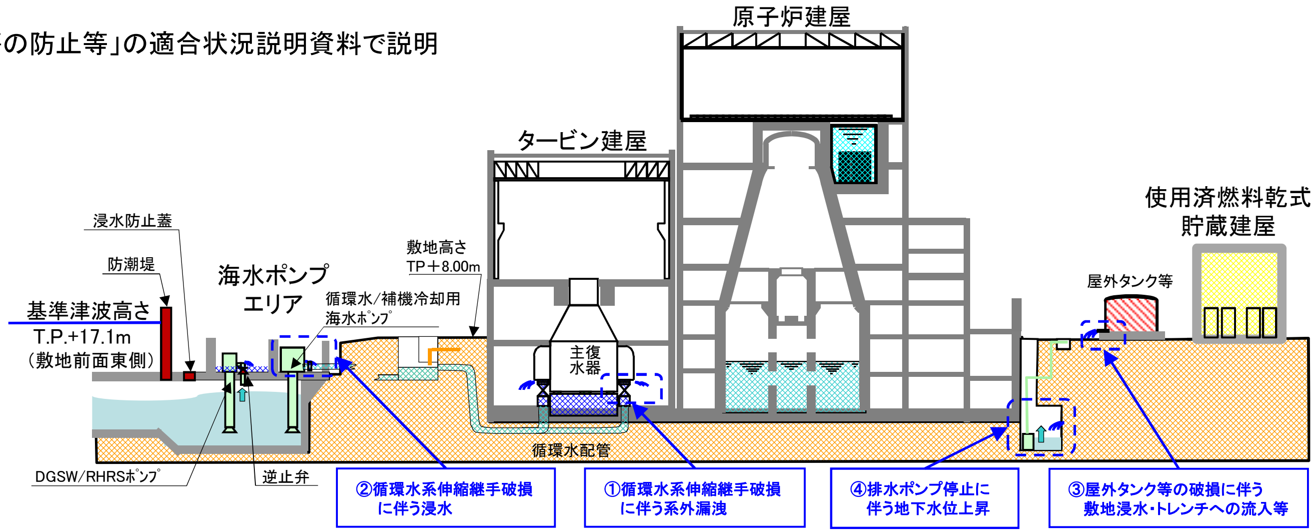
浸水防護重点化範囲（内郭防護）

【重大事故等対処施設の浸水防護重点化範囲】

10. 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
（2）浸水防護重点化範囲における浸水対策（1／2）

◆ **屋内の溢水**

※ 溢水量評価の詳細は第9条「溢水による損傷の防止等」の適合状況説明資料で説明



①循環水系伸縮継手破損に伴う系外漏洩

◆溢水量評価

・破損部からの流入（※）と耐震B，Cクラス機器の破損による溢水を考慮

※漏洩検知器による循環水ポンプ停止と隔離弁閉インターロックを設ける。ポンプ停止までの流入量を浸水量評価により算定。

地震起因による溢水量

項目		溢水量（㎥）
循環水系配管の伸縮継手部	地震発生から漏洩検知インターロックによる循環水ポンプ停止および復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	約11,900
耐震B，Cクラス機器の保有水量		約9,010
合計		約20,910

タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積

タービン建屋階層	空間容積（㎥）
T.P.−4.00～T.P.－1.60m	約2,784
T.P.−1.60～T.P. +5.50m	約17,326
T.P.+5.50～T.P. +8.20m	約6,589
合計	約26,699

⇒タービン建屋の地下部に貯留可能であり，他区画への流出がないことを確認。
約20,910㎥（地震起因による溢水量）＜約26,699㎥（タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積）

貫通部止水対策は，裕度を見込みT.P.+8.2mまで実施

（2）浸水防護重点化範囲における浸水対策（2／2）

◆ 屋外の溢水

※ 溢水量評価の詳細は第9条「溢水による損傷の防止等」の適合状況説明資料で説明

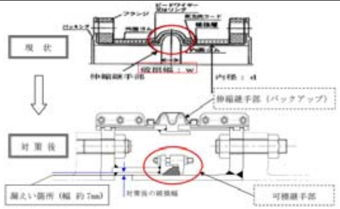
②循環水系伸縮継手破損に伴う浸水

◆溢水量評価

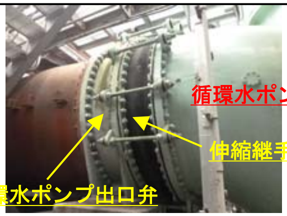
・破損部からの海水の流入（※）を考慮

※漏洩検知器による循環水ポンプ停止と隔離弁閉インターロックを設ける。ポンプ停止までの流入量を浸水量評価により算定。

循環水系伸縮継手をゴム製伸縮継手からメカニカル式クローザージョイントに取替実施
⇒現状の伸縮継手からのリング破損による溢水量を大幅に低減



循環水ポンプ出口弁と伸縮継手配置変更
⇒流入を遮断し津波浸水を防ぐ



⇒循環水ポンプエリア内で貯留可能であり，他区画への流出がないことを確認。

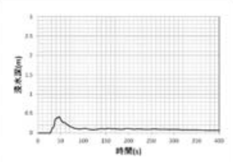
貫通部止水対策は，海水ポンプ室の浸水防護重点化範囲を全て実施

③屋外タンク等の損傷に伴う保有水流出

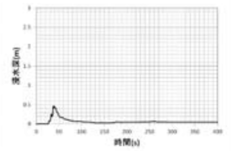
◆溢水量評価

・溢水伝播挙動解析により，浸水防護重点化範囲の境界における浸水水位を評価

水位測定箇所



❶原子炉建屋（機器搬入口前）



❷使用済燃料乾式貯蔵建屋（機器搬入口前）

水位測定箇所における浸水深

原子炉建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋等について，防護対象設備への溢水影響がないことを確認。

④排水ポンプ停止に伴う地下水位上昇

◆溢水量評価

・保守的に地下部がすべて浸水すると想定しても影響なし

浸水水位

浸水水位(T.P.＋m)
8.0m(敷地地下部)

地下部には止水処置を実施しており，防護区画内に浸水することはない

11．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(1/2)

（1）非常用海水冷却系の取水性（1／2）

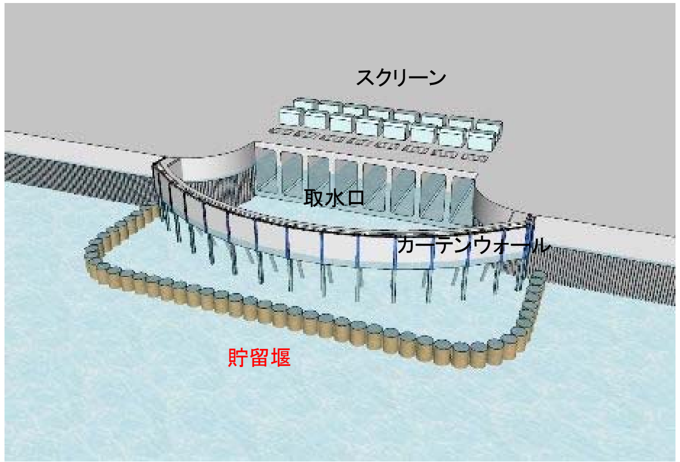
◆基準津波による取水ピットにおける下降側水位の評価結果を踏まえ，取水口前面の海中に貯留堰を設置し，非常用海水ポンプの取水性を確保する。

【引き波時の非常用海水ポンプの取水性評価】

非常用海水ポンプ	取水ピット水位（T.P.m）	評価用水位※1（T.P.m）	取水可能水位（T.P.m）	機能保持
残留熱除去系海水ポンプ（4台）	－5.64	－6.0	－5.66※2	不可※3
非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（2台）			－6.08	可能
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（1台）			－6.08	可能

※1：取水ピットにおける下降側水位に潮位のばらつき，数値計算上のばらつきを考慮した値
※2：実機ポンプを用いた水理実験結果に基づく取水可能水位
※3：引き波時の評価用水位がポンプの取水可能水位を下回るため，取水口前面の海中に貯留堰を設置する。

【貯留堰概要】



【貯留堰設置イメージ】

11．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（2/2）
（1）非常用海水冷却系の取水性（2／2）

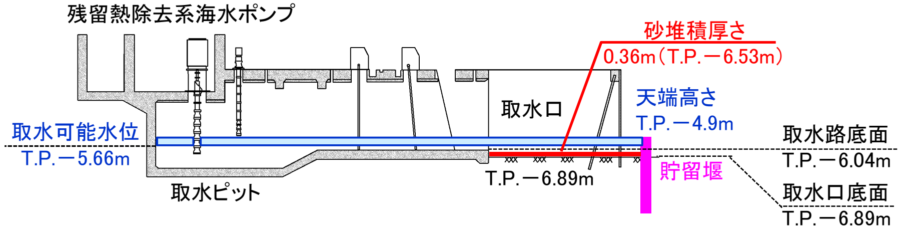
◆貯留堰の有効貯留容量に対して，基準津波による砂堆積及びスロッシングによる影響を評価した。

＜砂の堆積による影響評価＞

✔取水口前面における砂の堆積厚さは最大で0.36mと評価された。
✔取水口前面の地盤標高はT.P.－6.89mであるため，取水口前面に一様に砂が堆積したと仮定した場合，地盤標高はT.P.－ 6.53mとなる。
✔非常用海水ポンプの取水可能水位はT.P.－5.66mであることから，堆積した砂は貯留堰の有効の算定に影響しない。

【基準津波のよる貯留堰内の砂の堆積厚さ】
（高橋他(1999)，浮遊砂上限濃度1%）

評価部位（貯留堰内）	防波堤あり	防波堤なし
取水口前面	0.33m	0.36m



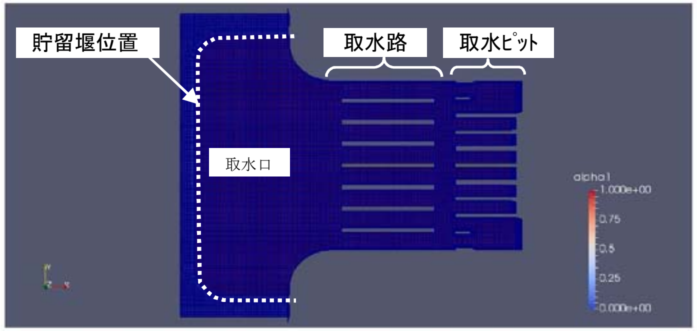
【砂堆積厚さと取水可能水位との関係】

＜スロッシングによる影響評価＞

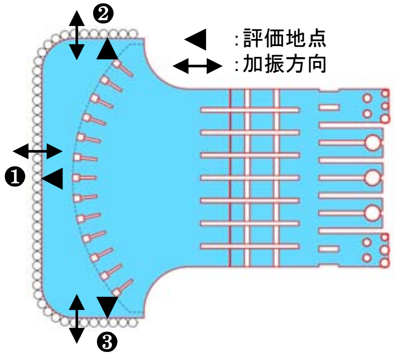
✔引き波時に余震の発生を想定した貯留堰のスロッシングによる溢水量を評価した結果，有効貯留容量約2,370m³に対し，約249m³と評価された。
✔この溢水量は，非常用海水ポンプの運転時間（全7台運転条件）として約3.5分に相当する量であり，非常用海水ポンプの運転継続に影響しない。

【解析条件】

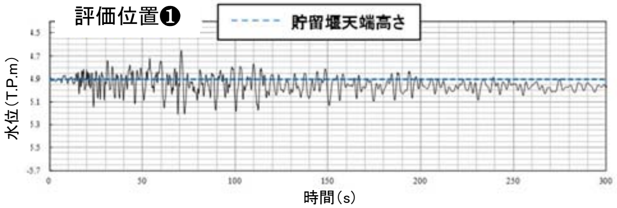
項目	解析条件
地震動	余震（Sd－D1）
初期水位	貯留堰満水状態 （天端：T.P.－4.9m）
ポンプ運転状態	非常用海水ポンプ 全7台運転（4,323m³／h）
解析コード	OpenFORM（ver2.2.0）

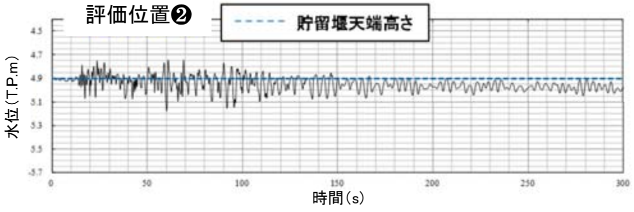


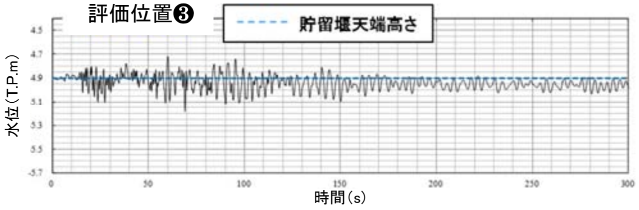
【解析モデル】



【貯留堰内水面波形抽出位置】





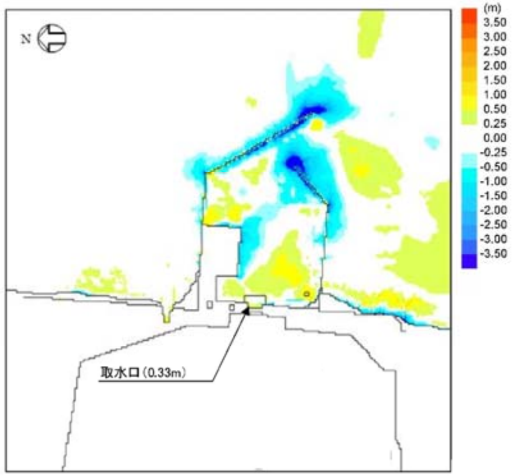


【貯留堰内水位時刻歴波形】

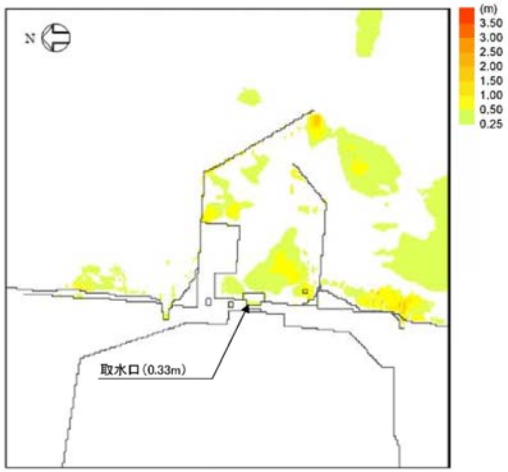
（2）津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認（1／10）

◆ 砂移動及び浮遊砂に対する非常用海水系の取水性確保

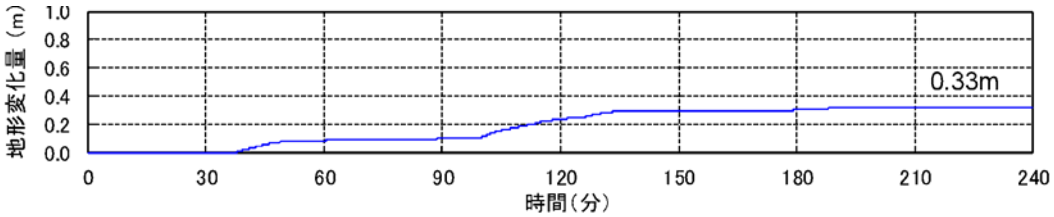
- ✔ 取水口前面における砂堆積厚さは，防波堤ありの条件において最大0.33m，防波堤なしの条件で0.36m（高橋他1999，浮遊砂上限濃度1%）であり，非常用海水ポンプの取水性に影響がないことを確認した。
- ✔ 敷地前面海域における底質調査の結果，砂の中央粒径は0.15mm（底質調査）と微小であり，仮に海水ポンプ軸受に混入した場合においても，異物逃し溝（約3.7mm）から連続排出されるため，海水ポンプは機能保持できることを確認した。



地形変化量分布（地震発生4時間後）

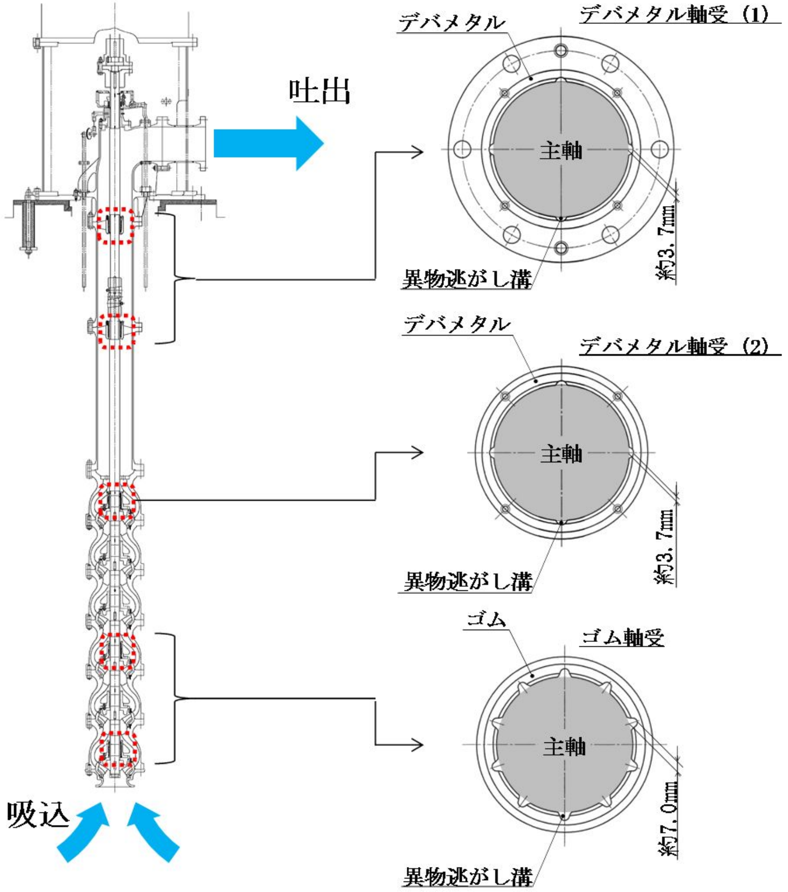


最大堆積量分布



※防潮堤線形形状変更に伴う再解析を実施し，解析結果を反映する。

【砂移動解析結果（上降側，高橋他1999，浮遊砂上限濃度1%）】



【残留熱除去系海水ポンプ　軸受構造】

（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（2／10）

げんでん

- ◆ 漂流物評価フローにより，漂流物となる可能性のある設備，建物・構築物等を抽出するとともに，漂流の可能性について評価を行い，非常用海水ポンプの取水性への影響について確認する。
- ◆ また，抽出された漂流物については，津波防護施設，浸水防止設備への波及的影響を評価する。

基準津波の流速及び流向の確認

↓

漂流物調査範囲の設定

↓

漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

↓

漂流物となる可能性のある施設・設備の評価

漂流物となるか。※1
- No → 漂流物とはならない
- Yes：漂流物となる可能性が否定できない施設・設備 ↓

※1　重量，設置状況，緊急退避の実効性を考慮して評価する。

津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に到達する漂流物となるか。※2
- No → 津波防護施設等，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
- Yes：津波防護施設等，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設備，建物・構築物等 ↓

※2　津波の流向及び地形を考慮して評価する。

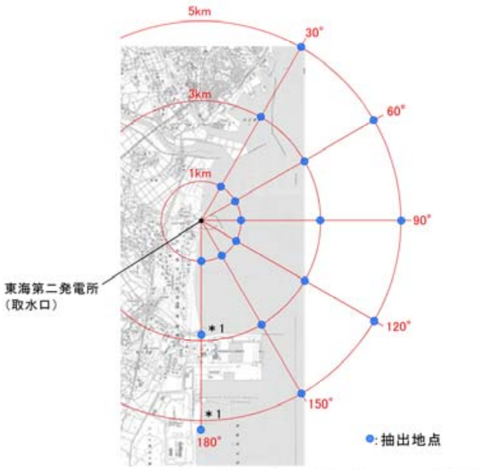
津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等の取水性への影響があるか。
- No → 津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等の取水性への影響なし
- Yes → 漂流物対策を実施する

【漂流物評価フロー（東海港防波堤を除く）】

◆ 基準津波による漂流物の移動量算出に基づく漂流物の調査範囲の設定

✔ 漂流物の調査範囲の設定に先立ち，基準津波の水位，流向及び流速を考慮し，漂流物の移動量を算出した結果，防波堤がある条件において約3.6kmが最大となったため，調査範囲を取水口から5kmに設定した。

【敷地周辺における水位，流向，流速の抽出地点】



＊1（3km,180°）及び（5km,180°）の抽出地点については，陸域となるため，海域となるように位置を調整した。

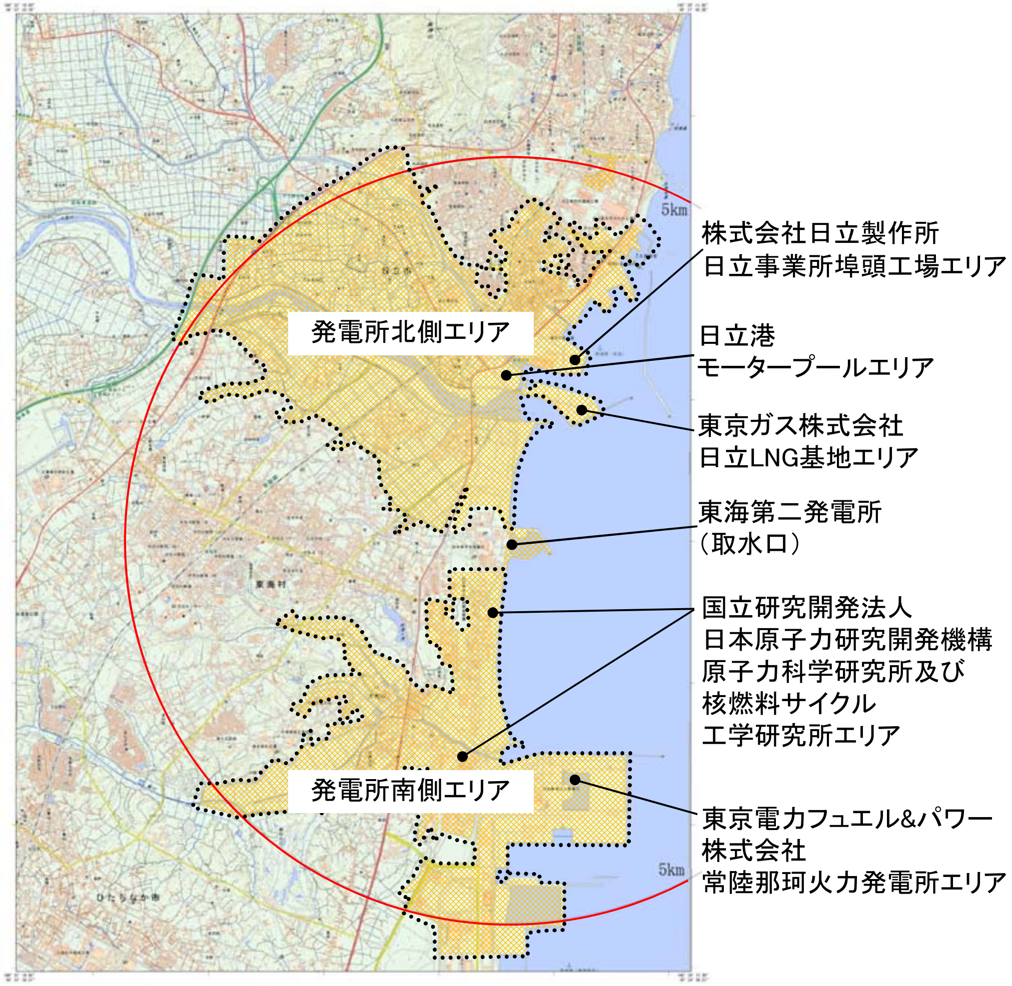
（防波堤あり条件における漂流物の移動量算出結果）

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	206m	510m	3572m	1275m	2099m	2278m
3km	170m	1131m	1772m	22m	1014m	1512m
5km	429m	572m	1575m	644m	610m	1422m

（防波堤なし条件における漂流物の移動量算出結果）

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	461m	792m	1449m	1268m	1155m	1710m
3km	445m	857m	1772m	1556m	3089m	10m
5km	1232m	1063m	1575m	1575m	1470m	1617m

算出した移動量を包絡する範囲として漂流物の調査範囲を5kmに設定



：調査範囲
（遡上解析結果を参考に，実際の調査にあたって広めに設定した範囲）

【漂流物の調査範囲】

◆ 漂流物調査結果概要

✔ 漂流物調査結果に基づく，敷地及び敷地周辺の主な人工構造物の調査結果の概要を以下に示す。

【敷地（防潮堤外側）及び敷地周辺の主な人工構造物】

発電所敷地内 （防潮堤外側）	発電所敷地周辺			
	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構	茨城港日立港区	茨城港常陸那珂港区	久慈漁港
◆船舶 ▸ 燃料等輸送船 ▸ 作業台船 ◆建物類等 ▸ プラント設備の建屋（鉄筋コンクリート造） ▸ メンテナンスセンター（鉄骨造） ▸ 輸送本部建屋（鉄骨造） ▸ その他建物（鉄筋コンクリート造） ▸ その他建物（東海発電所）（鉄筋コンクリート造） ◆設備類等 ▸ プラント設備（配管・弁，盤等） ▸ プラント設備（東海発電所） ▸ 工事用資材（クレーンウエイト，冶具等） ▸ クレーン ▸ 灯台 ▸ 標識ブイ ▸ 植生（防砂林）				◆船舶 ▸ 漁船 ◆建物類等 ▸ 倉庫（鉄骨造）

（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（5／10）

◆ 敷地周辺の漁港の船舶及び敷地前面海域を通過する定期船の調査結果

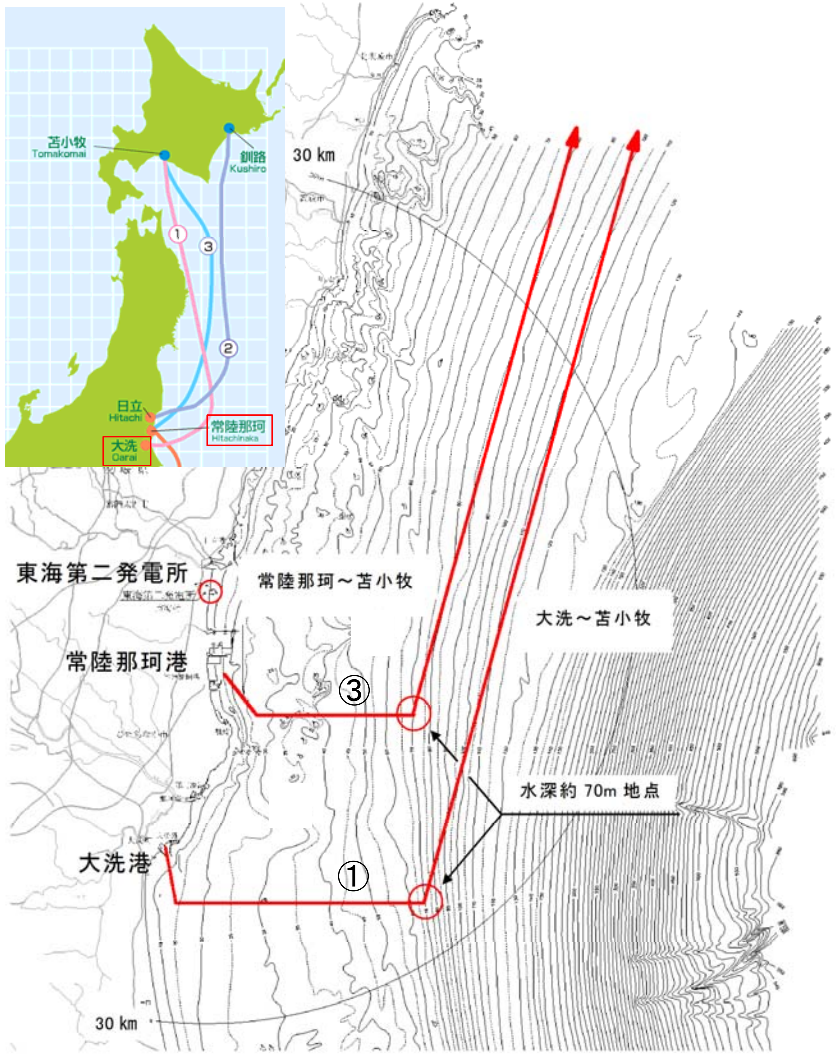
✔ 漁協への聞き取り調査の結果，発電所敷地前面海域において5トン未満の漁船が操業する可能性があることが分かった。また，船会社への聞き取り調査の結果，日立那珂港及び大洗港から苫小牧港を結ぶ定期航路があることを確認した。

【敷地周辺漁港（久慈漁港）の船舶の種類・数量】
（平成29年3月現在）

トン数	隻数	操業範囲
5トン未満	35	自港及び発電所周辺で操業
5トン～20トン	7	自港周辺にて操業

【敷地周辺における漁港】

【久慈漁港状況】



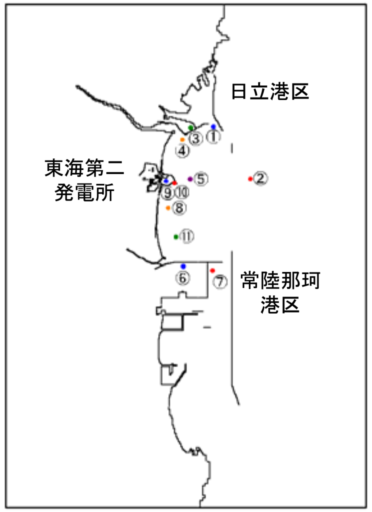
【敷地前面海域を通過する定期船の航行ルート】
（船会社への聞き取り結果に基づき作成）

11．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

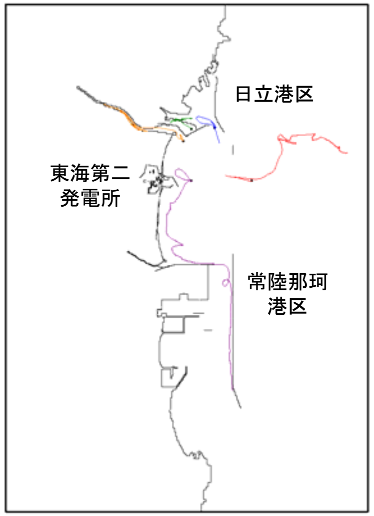
（2）津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認（6／10）

◆漂流物の軌跡解析

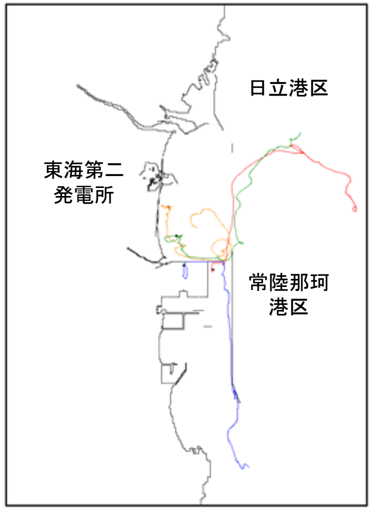
✔ 防波堤あり条件及び防波堤なし条件にて，敷地前面海域11地点に漂流物を想定した軌跡解析を実施した結果，漂流物は取水口を含む敷地に到達しないことを確認した。



漂流物軌跡解析の初期配置図



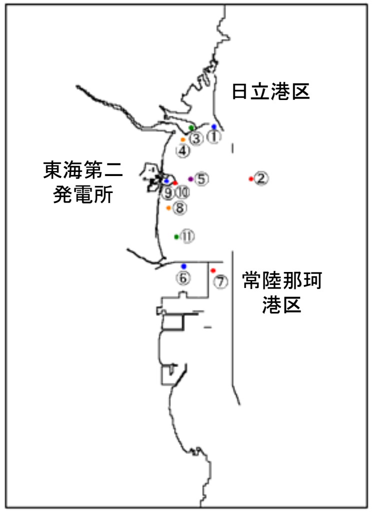
①～⑤の軌跡



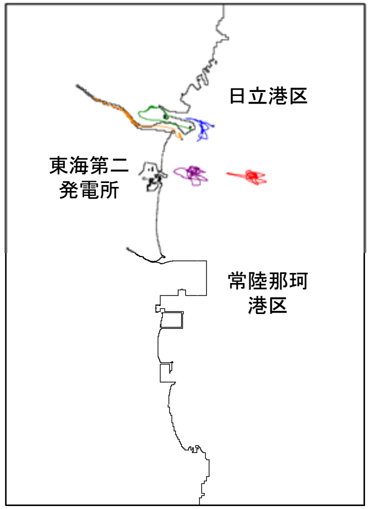
⑥～⑧，⑪の軌跡

⑨，⑩の軌跡

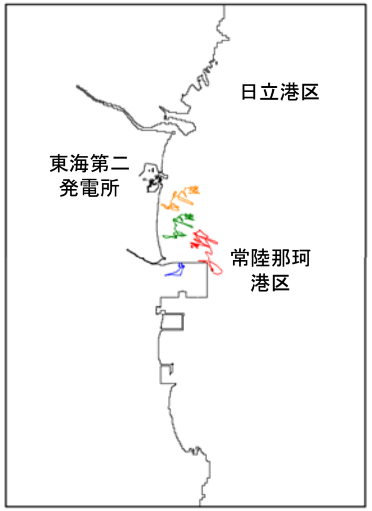
【漂流物の軌跡解析（防波堤あり条件）】



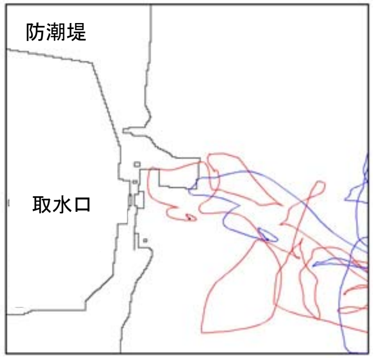
漂流物軌跡解析の初期配置図



①～⑤の軌跡



⑥～⑧，⑪の軌跡



⑨，⑩の軌跡

＜評価条件＞
- 漂流開始条件：浸水深10cm
- 評価時間：地震発生から240分

【漂流物の軌跡解析（防波堤なし条件）】

11. 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）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（7／10）

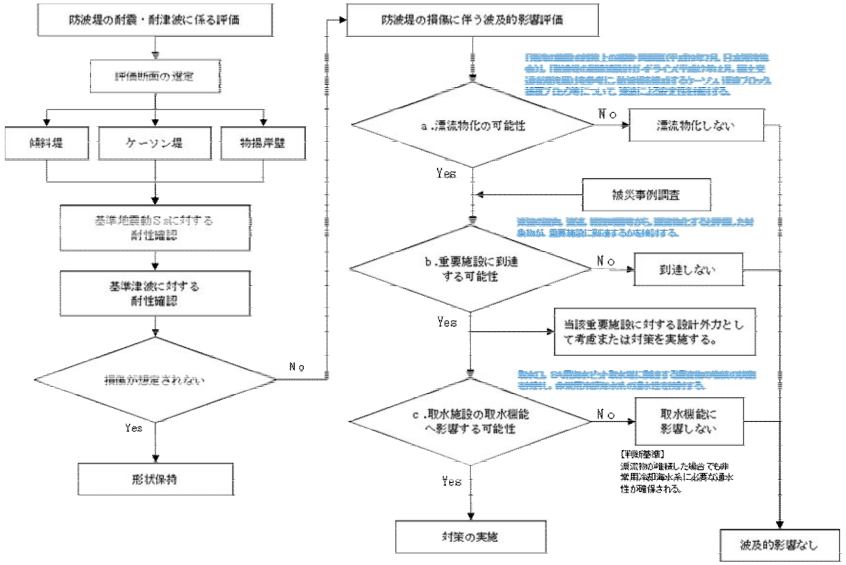
◆ 漂流物検討対象の選定
調査にて抽出された対象物について，漂流物評価フローに基づく評価を実施した。

発電所敷地内	発電所敷地外	
	発電所北側エリア	発電所南側エリア
✔ 鉄筋コンクリート造建物等の建物類は，地震又は波力により部分的に損壊する可能性があるが，本来の形状を有したまま漂流物とはならない。 ✔ クレーン等の機器は地震又は波力により損壊するおそれがあるが，重量物であり，気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。 ✔ クレーン荷重試験用ウェイト等は重量物であるため漂流物とはならない。 ✔ 燃料等輸送船は緊急退避の実効性が確認されていることから漂流物とはならない。 ✔ コンクリート片等のがれき，鉄骨造建物の外装板，フェンス，空調室外機，車両，浚渫用作業台船等は漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。	✔ 鉄筋コンクリート造建物等の建物類は，地震又は波力により部分的に損壊する可能性があるが，本来の形状を有したまま漂流物とはならない。 ✔ [redacted]等の機器は地震又は波力により損壊するおそれがあるが，重量物であり，気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。 ✔ [redacted]等は重量物であるため漂流物とはならない。 ✔ 日立港区に寄港する船舶は津波発生時には荷役・作業を中止し，緊急退避又は係留避泊を実施するため漂流物とはならない。 ✔ 発電所近郊の海上で操業する漁船は漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。 ✔ [redacted]等の機器は地震又は波力により倒壊するおそれがあるが，設置位置及び流況を考慮すると非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。 ✔ その他の施設・設備についても設置位置及び流況を考慮すると非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	✔ 鉄筋コンクリート造建物等の建物類については，部分的に損壊する可能性があるが，本来の形状を有したまま漂流物とはならない。 ✔ [redacted]等の機器は地震又は波力により損壊するおそれがあるが，重量物であり，気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。 ✔ 常陸那珂港区に寄港する船舶は津波発生時には荷役・作業を中止し，緊急退避又は係留避泊を実施するため漂流物とはならない。 ✔ [redacted]，[redacted]，フェンス，街灯等は漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。 ✔ 車両については漂流物となる可能性があるが，漂流の過程で沈降すると考えられることから非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。 ✔ 防砂林については津波により倒木して漂流物となる可能性があり，漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。

■ 防波堤の基準地震動Ss及び基準津波による耐性を確認するとともに，防波堤を構成する部材の漂流物化の可能性，取水施設への到着の有無，取水施設に期待される機能への影響を確認する。

波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

波及的影響検討対象施設	損傷モード
1. 取水口	・ 漂流物による閉塞 ・ 漂流物の体積による取水量の減少
2. 貯留堰	・ 漂流物の衝突による損傷 ・ 漂流物の堆積による貯留容量の減少
3. SA用海水ピット取水塔	・ 漂流物の衝突による損傷 ・ 漂流物による閉塞 ・ 漂流物の堆積による取水量の減少



防波堤の漂流物化による波及的影響検討フロー

(1)ケーソン堤，傾斜堤，物揚岸壁に対する基準地震動Ssによる評価

①ケーソン堤は，水平残留変位量約30cm，鉛直残留変位量約26cmとなるが，ほぼ当初の位置，高さを確保している。

②傾斜堤は，水平残留変位量約43cm，鉛直残留変位量は堤外側約97cmとなり，天端高さとしては約1m低い状態にある。

③物揚岸壁は，前面鋼管矢板が，水平残留変位量約63cm，鉛直残留変位量約2cmとなり､曲げモーメントが降伏モーメントを超過する。また，タイロッドは降伏時の伸びを，控え工鋼管杭(斜杭)は降伏モーメントを超過する。物揚岸壁は地盤改良，控え工の増設等による耐震対策と前面鋼管矢板背後地盤の洗掘防止対策を検討し，物揚岸壁の健全な状態を維持する設計方針とする。

■ 基準地震動Ssが防波堤に及ぼす影響としては，地震後の残留変位量から大規模な損傷には至らないものと考えられ，大型船舶の緊急離岸に関しては，問題はないものと判断される。

(2)津波に対する防波堤の安定性評価

①傾斜堤(被覆材・ブロック類)

傾斜堤は，「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て限界流速を算定し，防波堤範囲における最大流速約7.0m/sに対して評価した結果，2t被覆ブロック以下の重量のマウンド被覆材の安定性が確保されずに漂流物化するものと考えられるが，取水施設付近での最大流速が限界流速を下回ることから，重要施設へ到達する可能性は低いものと考えられる。

波及的影響検討対象施設図

11. 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）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（9／10）

②ケーソン堤

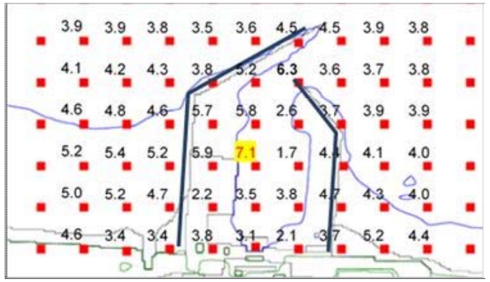
ケーソン堤は津波波力を「防波堤の耐津波設計ガイドライン（国土交通省，平成27年12月）」の式を用いて算定し，「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会，平成19年7月）」に準じて評価した結果，滑動，転倒共に安定性は確保されない結果となった。しかし，ケーソン堤は，5,000t級の重量構造物であり，取水施設まで十分な離隔距離があることから，漂流物として取水施設までの到達の可能性は低いものと考えられる。

③物揚岸壁は，耐震性を確保する対策工及び岸壁背後地の洗掘防止対策工を実施することから，漂流物化はないものと考えられる。

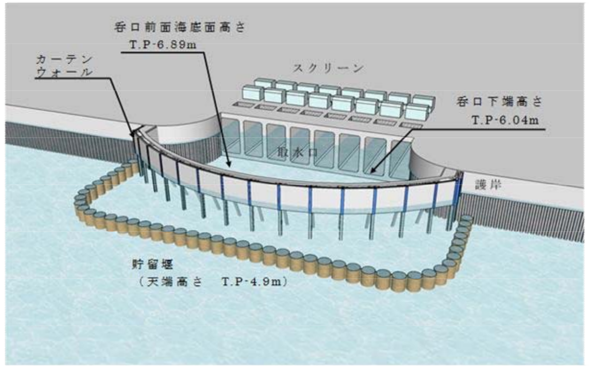
■ したがって，大型船舶の緊急離岸に影響を及ぼすことはないものと考える。

被覆材等の安定性に係る限界流速（y=1.20）

部位	規格	限界流速 (イスバッシュ式より算定)
~~上部工~~	~~600t/基(傾斜堤部)~~	~~16.8m/s~~
被覆ブロック	32t根固め方塊ブロック	10.1m/s
	30t被覆ブロック	10.0m/s
	8tガンマエル	8.0m/s
	5tガンマエル	7.4m/s
	2tガンマエル	6.4m/s
消波ブロック	16tテトラポット	8.9m/s
	25tテトラポット	9.6m/s
石類	~~基礎割石100kg/個以下~~	3.6m/s
	~~基礎栗石1000kg/個~~	6.2m/s
	~~被覆石500～1000kg/個~~	5.5m/s
	~~グラベルマット等100～500kg/個~~	4.1m/s



前面海域における最大流速分布図（防波堤あり）



取水口周りの概念図

（3）取水施設における取水機能の成立性について

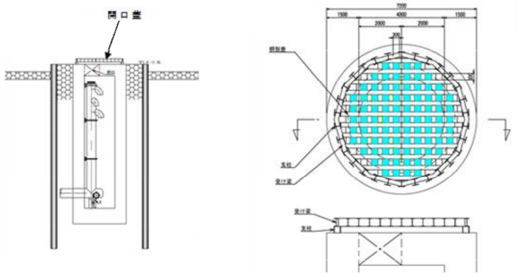
マウンドの被覆材が漂流物化し，取水施設に到達する可能性は低いが，保守的に到達したものとして各取水施設の取水機能，貯留機能への影響評価結果を以下に示す。

①取水口においては，堆積したマウンド被覆材の通水量約14m^3/sが，非常用ポンプ7台の必要取水量1.2m^3/sを上回るため，取水口の取水機能を満足する。

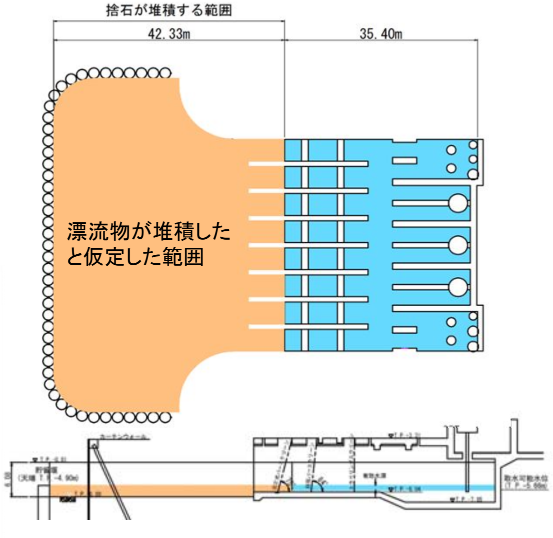
②貯留堰においては，スクリーン内部の貯留量が約517m^{3}であり，引き波時間約3分間の非常用ポンプ必要取水量約220m^{3}を確保でき，引き波時の取水機能を満足する。

③SA用海水ピット取水塔において，堆積したマウンド被覆材の通水量約1.5m^3/sが，SA用海水ピット取水塔の必要取水量0.75m^3/sを上回るため，SA用海水ピット取水塔の取水機能を満足する。

■防波堤損壊により漂流物化したマウンドの被覆材が取水施設に仮に到達したとしても，取水施設が取水機能を失うことはないものと判断する。



SA用海水ピット取水塔断面図（案）



有効容量平面図、断面図

11．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）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（10／10）

◆非常用海水ポンプの取水性評価

✔ 漂流物検討対象の選定の結果，基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備として， 以下のものを抽出した。
発電所敷地内：コンクリート片，外装板，車両，浚渫台船等
発電所敷地外（発電所北側エリア）：5t級漁船
発電所敷地外（発電所南側エリア）：コンクリート片，外装板，[redacted]，[redacted]，防砂林等

✔ 漂流物が取水口前面に到達した場合における通水性に与える影響は，取水口を閉塞させるおそれのある面積に依存して大きくなることか ら，最も大きな面積を有するメンテナンスセンターの外装板を選定し漂流物による取水口の閉塞を想定した通水性評価を実施した。評価の結果，取水口が完全に閉塞することはなく非常用海水ポンプの取水が可能であることを確認した。

✔ 津波の襲来によりカーテンウォールが損傷した場合，取水口前面に堆積することから，取水口前面にカーテンウォールの部材が堆積した場合を想定した取水性評価を実施し，非常用海水ポンプの取水が可能であることを確認した。

【漂流物による取水口の閉塞を想定した取水性評価】

対象	想定閉塞面積（m^2）	取水口呑口面積（m^2）	取水の可否
メンテナンスセンター外装板	234 ※1	[redacted] ※2	可

※1：外装板を長さ34m，高さ11mの長方形として扱い，外装板に閉塞されうる取水口呑口面積を算出

※2：取水口呑口部構造図に示す内部寸法から，1口当たりの有効面積を幅[redacted]m，高さ[redacted]mの長方形の面積とし，8口分の面積として算出

【取水路断面図】

【取水口呑口部構造図】

◆非常用海水ポンプの継続運転評価

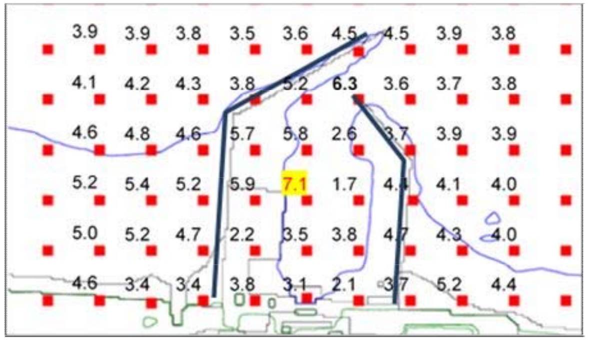
✔ 漂流物が貯留堰内に堆積し，有効貯留容量が低減した場合を想定しても非常用海水ポンプの運転継続が可能であることを確認した。

◆対象漂流物の選定

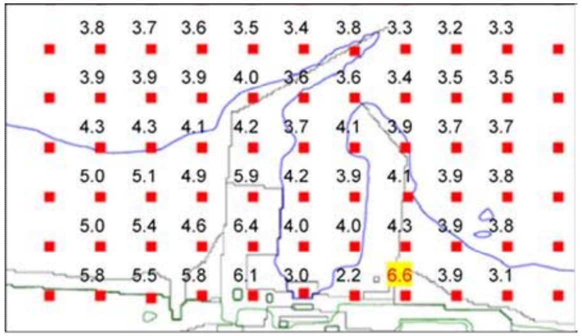
✔ 取水口に到達しうると評価されたもののうち，もっとも重量の大きい44tの浚渫船（台船）を対象とし，重量50tの漂流物を衝突荷重の設定に考慮した。

12. 漂流物衝突荷重の設定

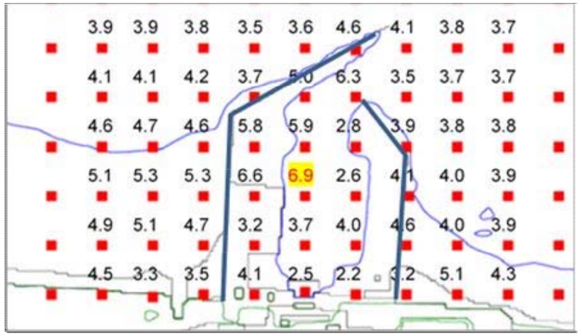
◆ 基準津波の速度ベクトル分析により表面流速を確認し，選定された漂流物による衝突荷重を設定した。
- ✔ 敷地前面海域の流速
  - ・基準津波に対して，防波堤がある場合，防波堤がない場合及び防波堤の耐震評価結果から防波堤を1m沈下させた場合の3ケースについての津波シミュレーションを実施し流速を確認した。
  - ・防波堤範囲における最大流速は，防波堤がある場合の約7.0m/sであるが，安全側に表面流速を10.0m/sとした。
- ✔「道路橋示方書・同解説　Ⅳ下部構造編」の衝突荷重算定式に従い衝突荷重を500kNと設定した。



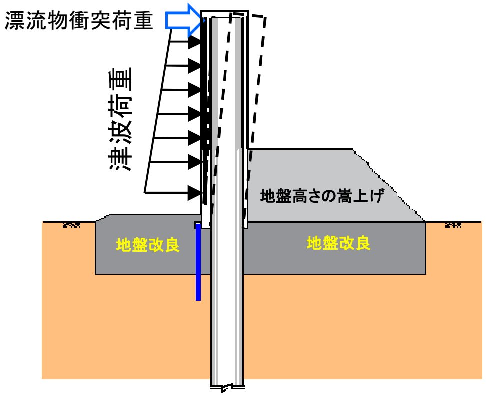
前面海域における最大流速分布図（防波堤あり）



前面海域における最大流速分布図（防波堤なし）



前面海域における最大流速分布図（防波堤1m沈下）



防潮堤に係る漂流物の流速は，保守的に10.0m/sとする。

漂流物衝突荷重は，「道路橋示方書・同解説　Ⅳ下部構造編」に従い，
P＝0．1×W×ｖ
ここで，P：衝突荷重（kN）　W：流送物の重量（kN）　ｖ：表面流速（m/s）

漂流物の重量を50t（44tの浚渫船（台船）より設定），
表面流速を10.0m/sとするため，
衝突荷重P=0.1×500×10.0=500（kN）

13. 津波監視設備

- ◆ 津波の襲来状況を監視するため，津波監視設備として，津波監視カメラ，取水ピット水位計，潮位計を設置する。
- ◆ 津波監視設備は，中央制御室及び緊急時対策所に設置し，昼夜にわたり監視可能な設計とする。

【津波監視カメラ配置図】

● 津波監視カメラ（当初計画）　● 津波監視カメラ（追加分）

【津波監視設備の基本仕様】

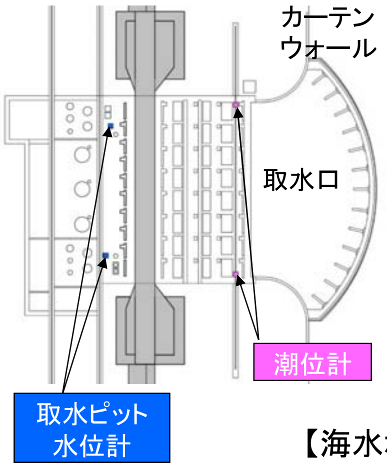
項目	基本仕様
名称	津波監視カメラ
耐震クラス	S
設置場所	原子炉建屋屋上 防潮堤上部
監視場所	中央制御室 緊急時対策所
個数	7
夜間監視手段	赤外線
遠隔操作	可能（上下左右）
電源	所内常設直流電源

項目	基本仕様	
名称	取水ピット水位計	潮位計
耐震クラス	S	S
設置場所	取水ピット	取水路
監視場所	中央制御室 緊急時対策所	中央制御室 緊急時対策所
個数	2	2
計測範囲	T.P.－7.8m ～T.P.＋2.3m	T.P.－5.0m ～T.P.＋20.0m
検出器の種類	電波式	圧力式
電源	所内常設直流電源	所内常設直流電源

＜津波監視カメラの設置台数の見直し＞

✔当初：敷地前面からの津波の襲来状況を把握するため，原子炉建屋屋上（T.P.＋約64m）に1台設置することで計画

✔変更後：防潮堤外側の漂流物や堆積物，取水口・放水口，防潮堤等の施設，防潮堤内の敷地の状況が監視可能なよう，原子炉建屋屋上に3台，防潮堤上部に4台，合計7台設置



【海水ポンプエリア周辺拡大図】