

東海第二発電所

敷地の特徴を踏まえた耐津波設計方針について

(参考資料)

平成29年4月4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。

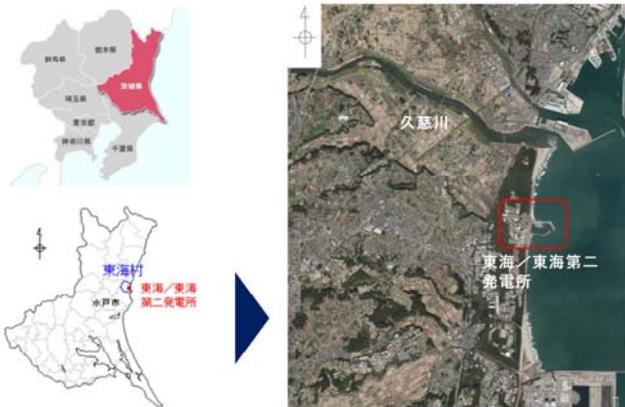
1 東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の地形, 標高	1
2 東海第二発電所の主要な設備の設置位置	3
3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等	5
4 敷地周辺漁港における船舶の種類, 数量等	14
5 基準津波の概要	15
(1) 基準津波の波源の選定フロー	15
(2) 最大水位上昇量の保守的設定	16
(3) 申請時モデルによる最高水位及び最低水位	17
(4) 最新設備形状反映モデルによる最高水位及び最低水位	18
(5) 基準津波策定位置における時刻歴波形	21
6 東海第二発電所の特徴と耐津波設計上のポイント	22
7 耐津波設計の基本フロー	23
8 津波防護対象の選定	26
9 入力津波の設定	27
(1) 入力津波における影響要因	27
(2) 防潮堤の設計・評価に用いる入力津波の設定フロー	28
(3) 防波堤の有無による最高水位の確認	29
(4) 潮位のばらつきの評価	31
(5) 地盤の変状の評価	32
(6) 影響要因のまとめ	34
(7) 高潮の重畳の評価(再現期間100年に対する期待値)	35
(8) 入力津波の設定	36

10 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針	40
(1) 津波防護の基本方針	40
(2) 津波防護の概要	41
11 遡上波の地上部からの到達又は流入防止	43
12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止	48
13 漏水評価及び浸水対策	56
14 安全機能への影響確認	57
15 浸水防護重点化範囲の設定	58
16 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策	59
17 非常用海水冷却系の取水性	63
18 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	65
19 津波監視設備	76

1 東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の地形、標高(1/2)



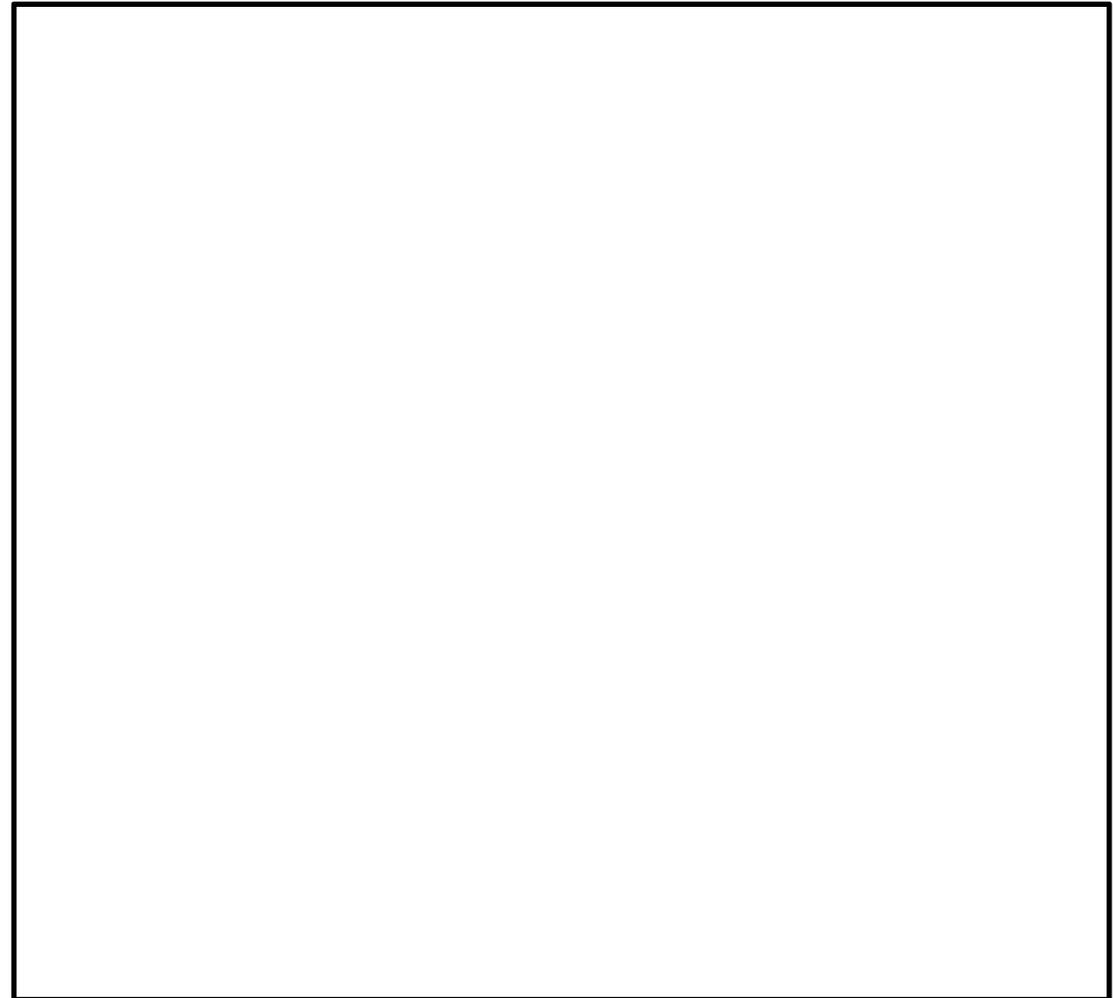
- ◆ 東海第二発電所は、東京の北方約130km、水戸市の北東約15kmに位置しており、その面積は約50万m²である。
- ◆ 敷地の標高は、主に海岸側からEL.+3m, EL.+8m, EL.+11m, EL.+23m, EL.+25mの高さに分かれている。
- ◆ 敷地内を流れる河川はなく、近傍の河川としては、敷地の北方約2kmに久慈川(一級河川)がある。



【東海第二発電所の位置】



【東海第二発電所の全景写真】



【東海第二発電所の敷地標高】

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1 東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の地形、標高(2/2)



◆ 敷地周辺の地形・標高図を以下に示す。



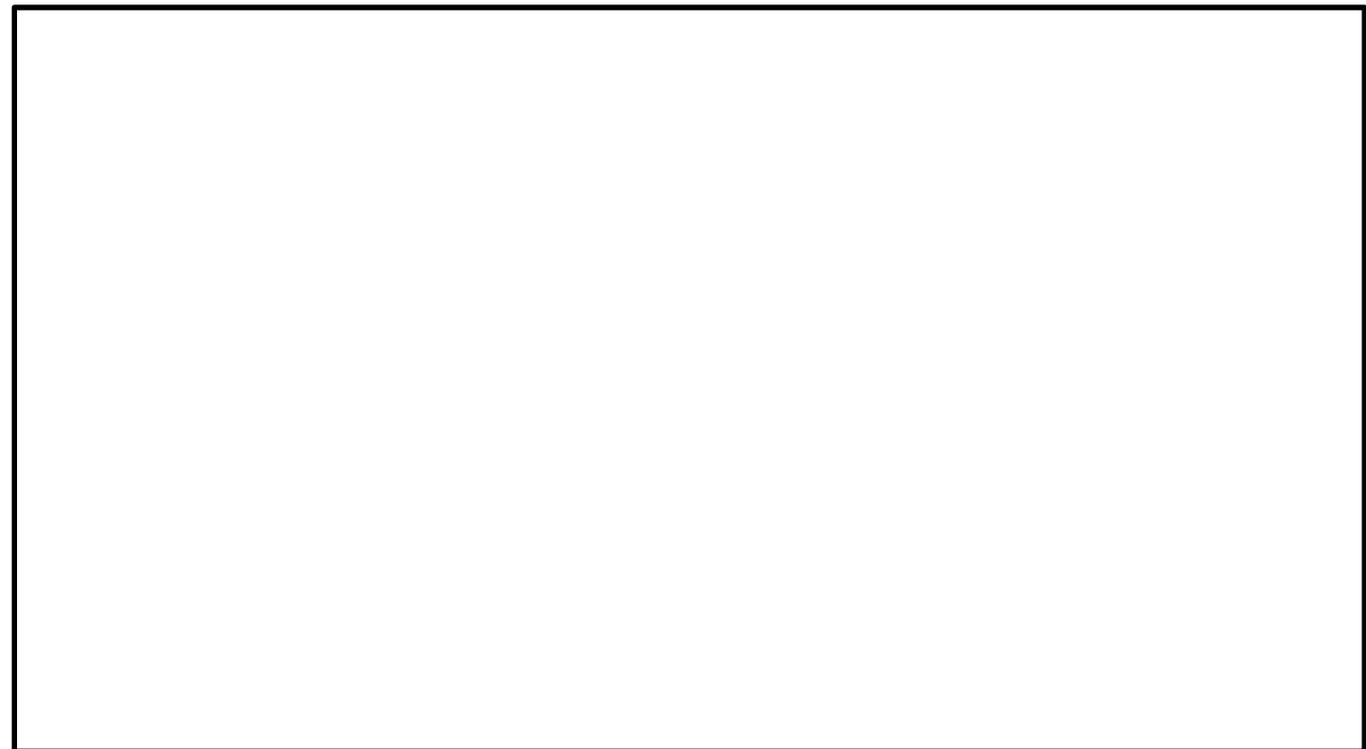
2 東海第二発電所の主要な設備の設置位置(1/2)



- ◆ 東海第二発電所は、東海発電所(廃止措置中)の北側に位置し、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原子力科学研究所が隣接する。
- ◆ 復水器冷却水及び非常用海水系の取水口は敷地東側の北防波堤及び南防波堤の内側、放水口は北防波堤の外側にある。
- ◆ 発電所の主要施設としては、EL.+3mの敷地に海水ポンプ室、EL.+8mの敷地に原子炉建屋、タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋、排気筒、EL.+3mの敷地の海水ポンプ室からEL.+8mの敷地の原子炉建屋にかけて非常用海水系配管を設置している。また、EL.+11mの敷地に軽油貯蔵タンク、EL.+23mの敷地に緊急時対策所を設置する計画である。
- ◆ 基準津波の遡上波の地上部からの到達・流入を防止するため、敷地を取り囲むように天端高さT.P.+20m～T.P.+18mの防潮堤、取水路・放水路等の経路からの津波の流入を防止するため浸水防止設備、非常用海水ポンプの取水性を確保するため取水口前面の海中に貯留堰を設置する。これらの津波対策の概要については9項において記載する。
- ◆ 防潮堤の外側の敷地の建物・構築物等としては、EL.+3mの敷地に海水電解装置建屋、メンテナンスセンター、燃料輸送本部建屋、防砂林等がある。

【主要設備(DB)の設置標高】

標高 (EL.m)	主要施設
3m	海水ポンプ室
8m	原子炉建屋 タービン建屋 使用済燃料乾式貯蔵 建屋 排気筒
3m～8m	非常用海水系配管
11m	軽油貯蔵タンク
23m	緊急時対策所



は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

【主要設備(DB)の設置配置図(概要)】

2 東海第二発電所の主要な設備の設置位置(2/2)



【東海第二発電所敷地図】

は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(1/9)

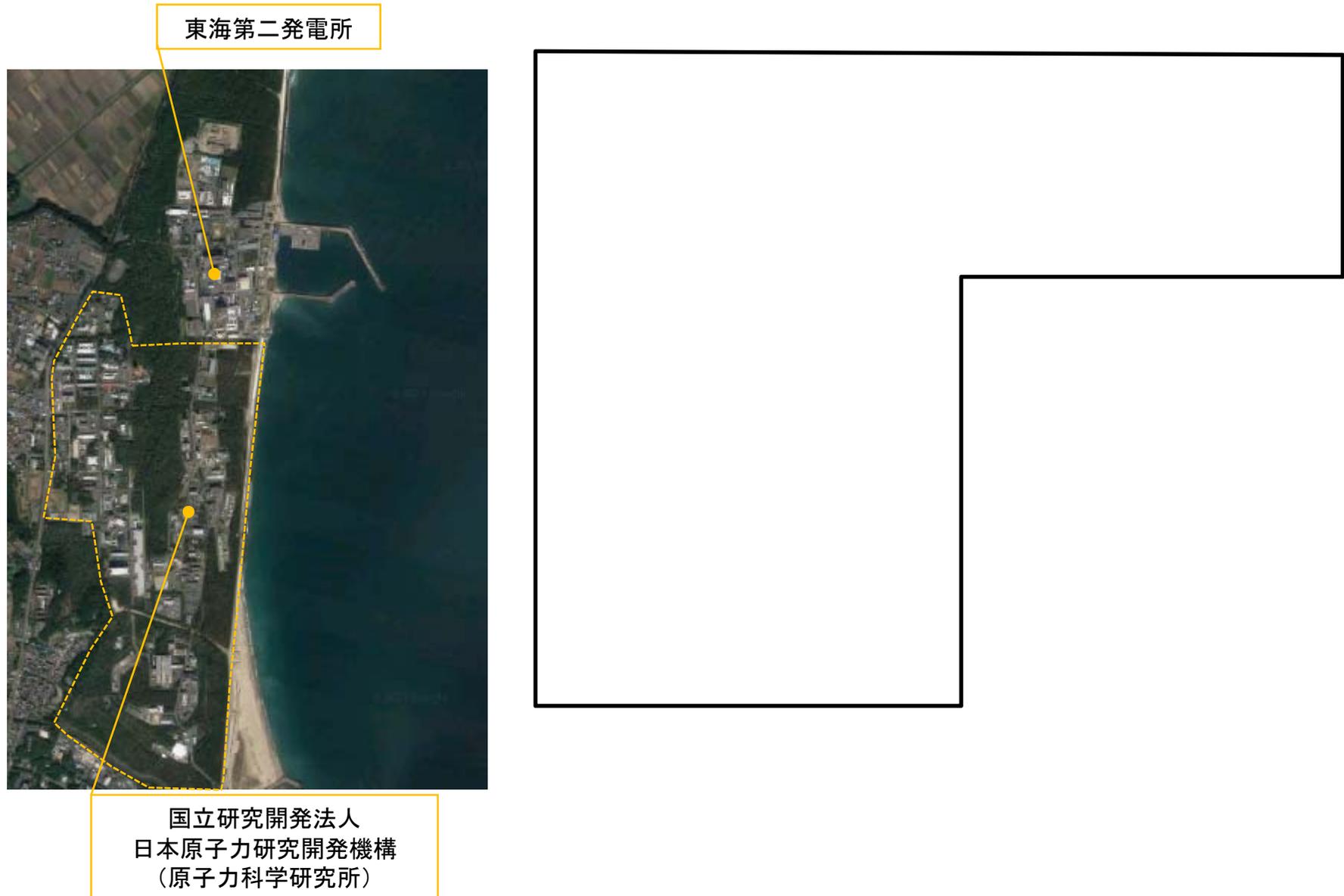
- ◆ 防潮堤の外側に位置する設備・構築物等を示す。
なお、これら設備・構築物等の詳細は、12項(2)において示す。



発電所敷地内(防潮堤外側)	
船舶	設備類
▶ 燃料等輸送船	▶ プラント設備(配管・弁、盤等)
▶ 作業台船	▶ プラント設備(東海発電所)
建物類	▶ 工事用資材(クレーンウエイト、治具等)
	▶ クレーン
	▶ 灯台
	▶ 標識ブイ
▶ プラント設備の建屋(鉄筋コンクリート造)	▶ 植生(防砂林)
▶ メンテナンスセンター、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)	

【東海第二発電所敷地図(防潮堤外側の人工構築物)】

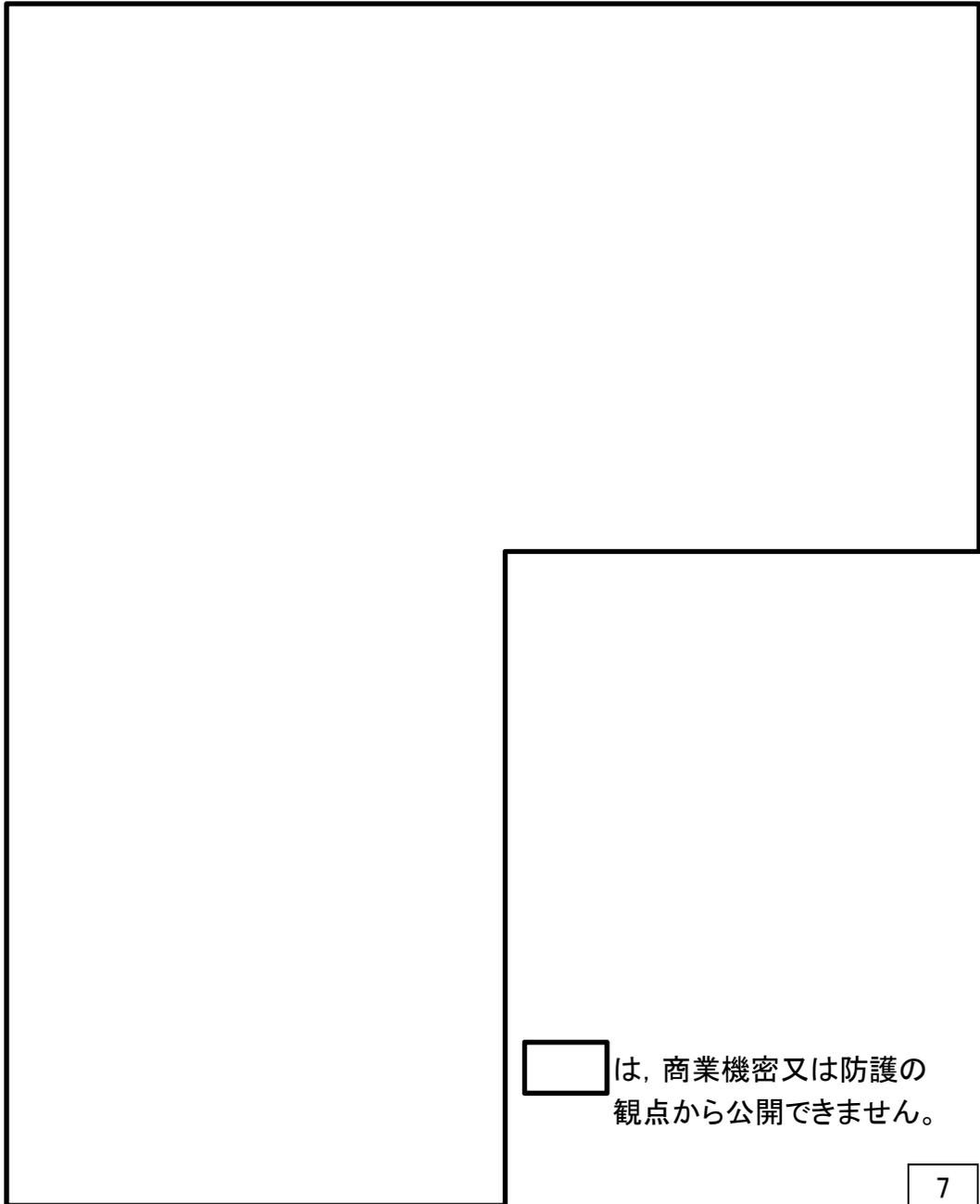
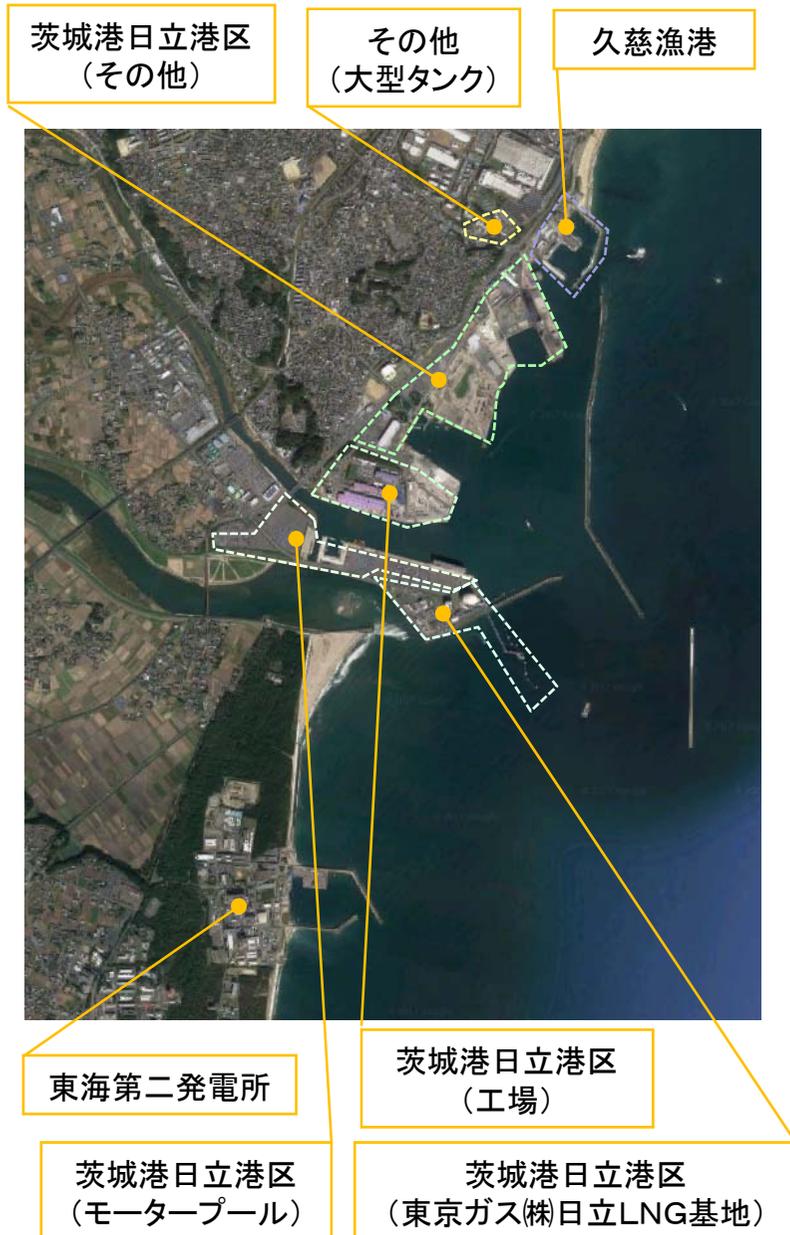
3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(2/9)



【図5 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(原子力科学研究所)における主要な建物・構築物】

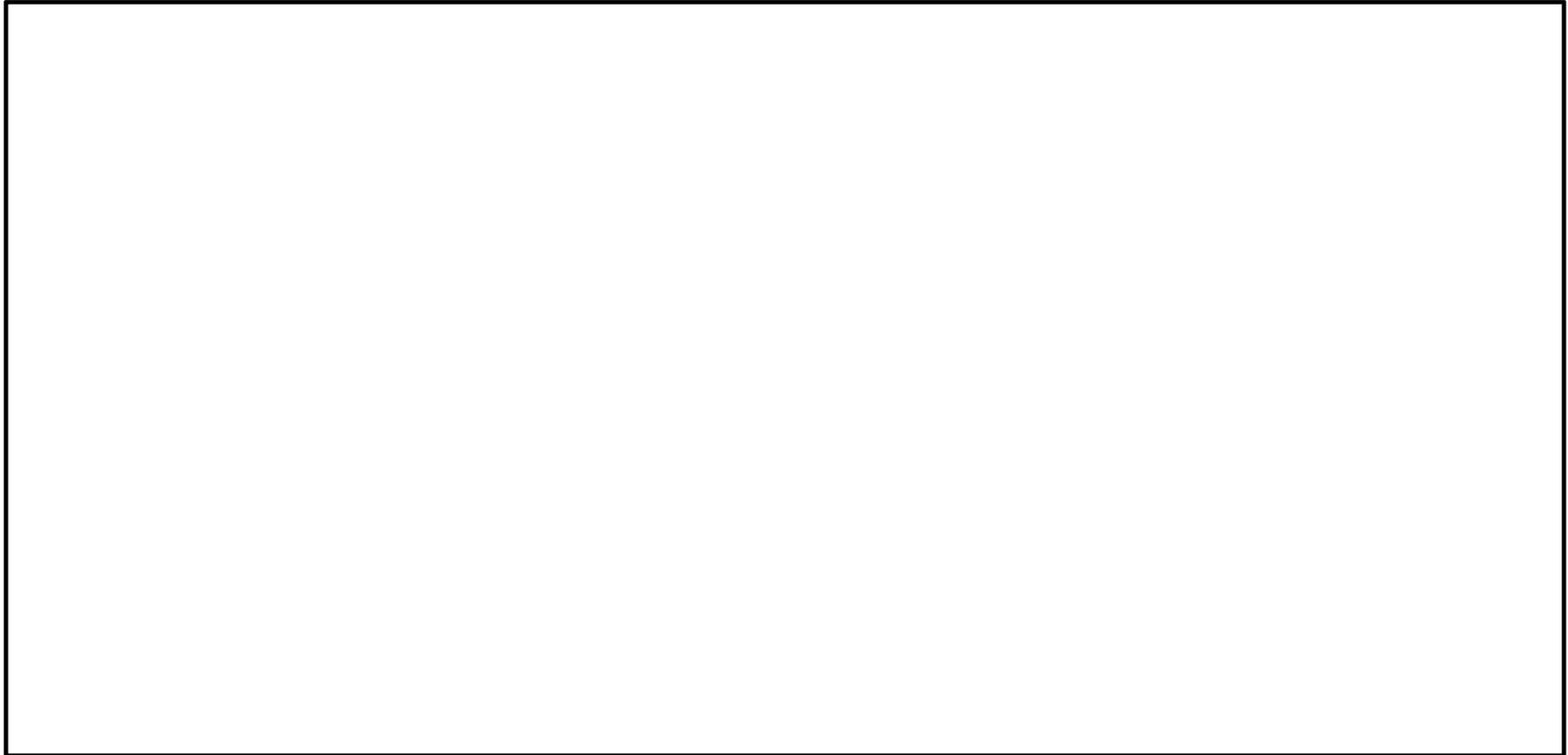
□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(3/9)



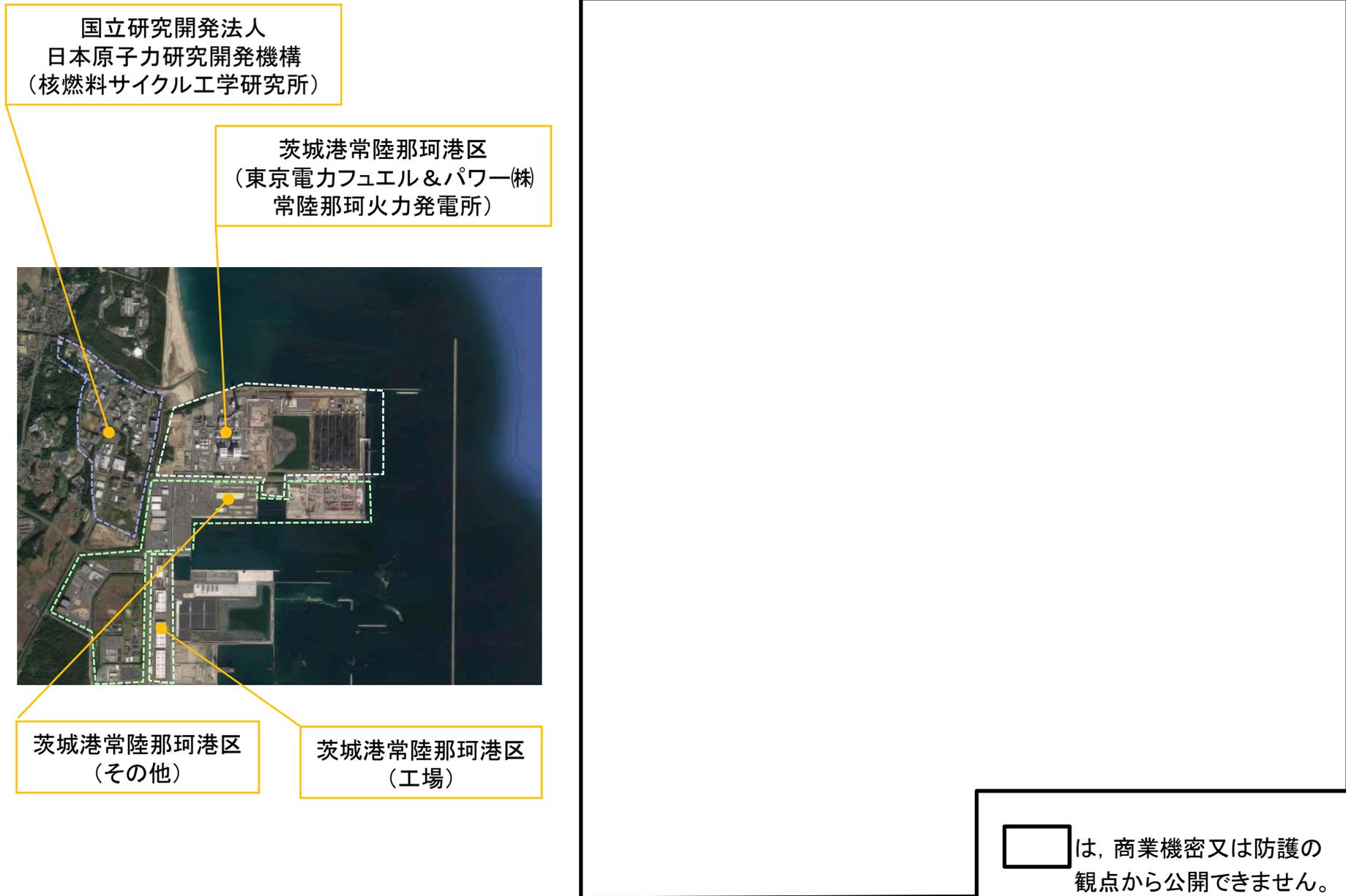
□ は、商業機密又は防護の観点から公開できません。

【図6 茨城港日立港区における主要な建物・構築物(1/2)】



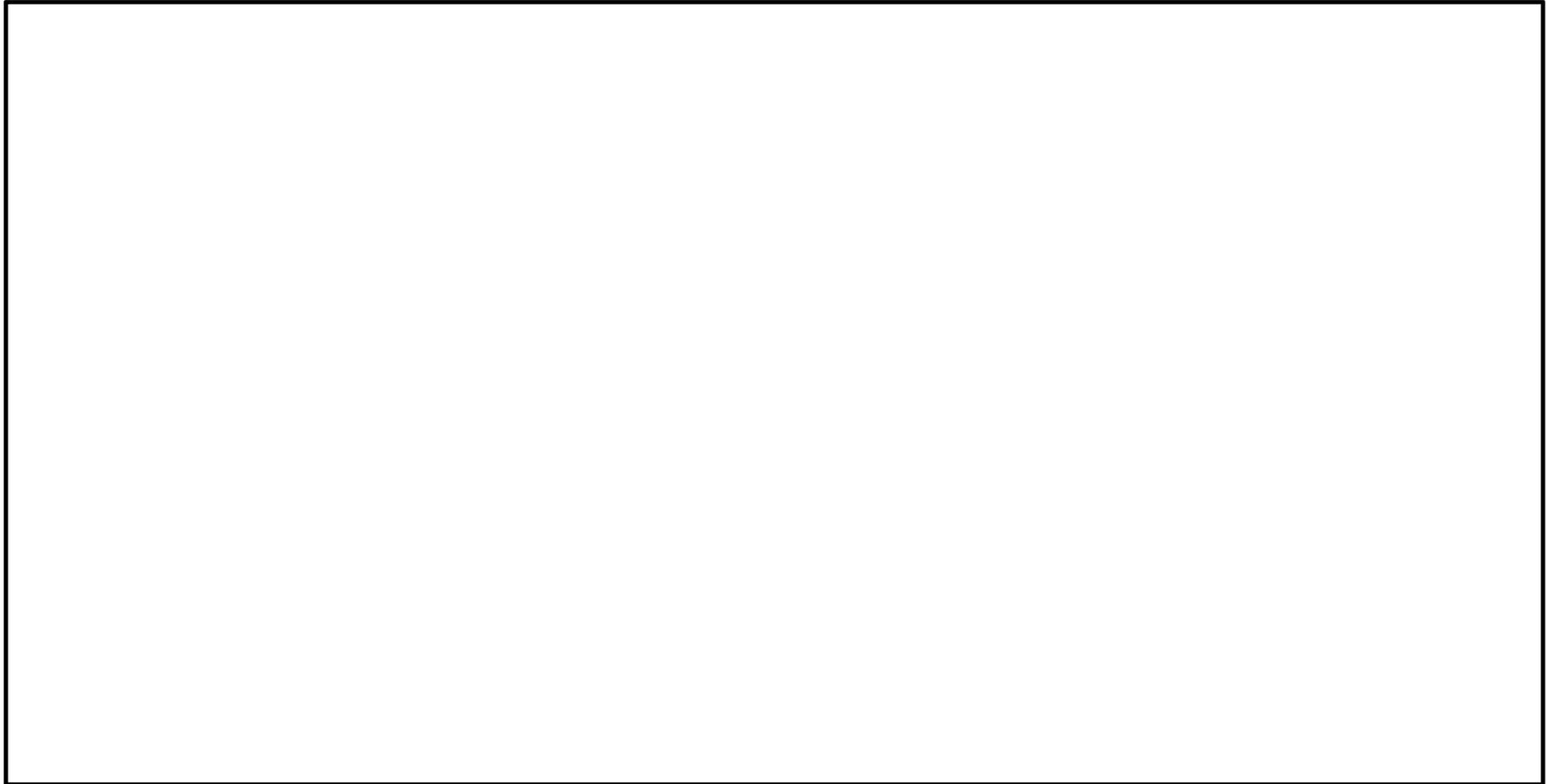
【図6 茨城港日立港区における主要な建物・構築物(2/2)】
(東京ガス(株)日立LNG基地)

3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(5/9)



【図7 茨城港常陸那珂港区における主要な建物・構築物(1/2)】

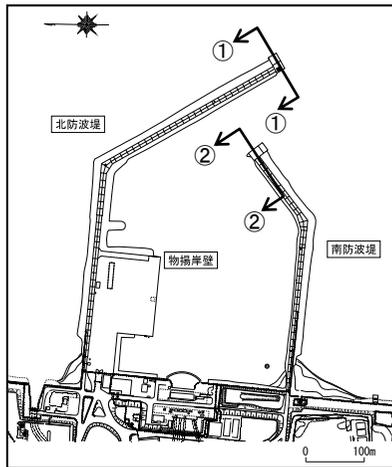
3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(6/9)



【図7 茨城港常陸那珂港区における主要な建物・構築物(2/2)】
(東京電力フュエル&パワー(株)常陸那珂火力発電所)

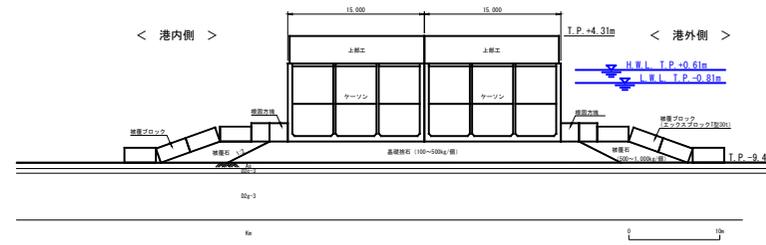
 は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(7/9)



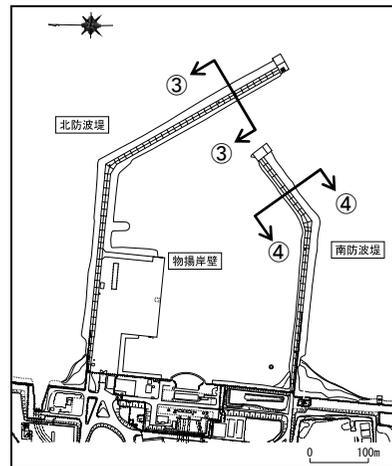
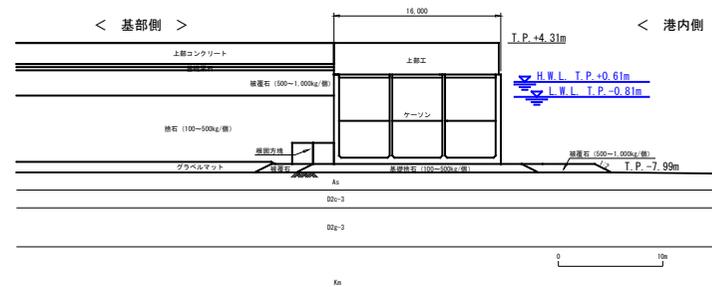
港湾施設 平面図

ケーソン堤断面図(①断面)



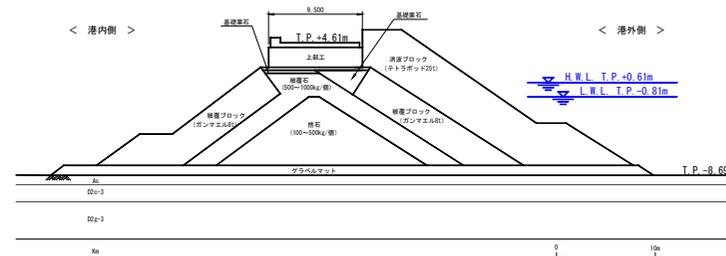
- 地層の凡例
- f1: 埋立土
 - Ag2: 沖積砂礫層
 - As: 沖積砂層
 - Ac: 沖積粘土層
 - Ag1: 沖積砂礫層
 - D2c-3: 洪積シルト層
 - D2g-3: 洪積砂礫層
 - Km: 久米層(砂質泥岩)

ケーソン堤断面図(②断面)

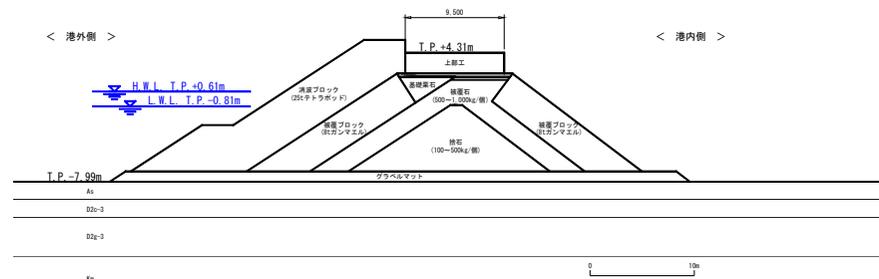


港湾施設 平面図

傾斜堤断面図(③断面)

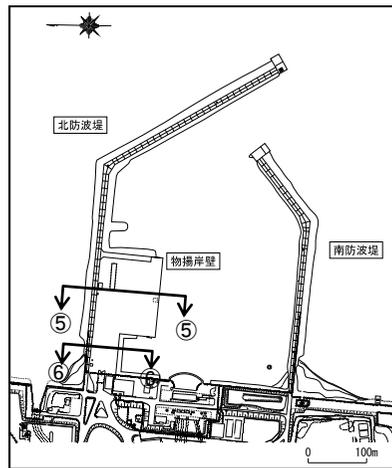


傾斜堤断面図(④断面)

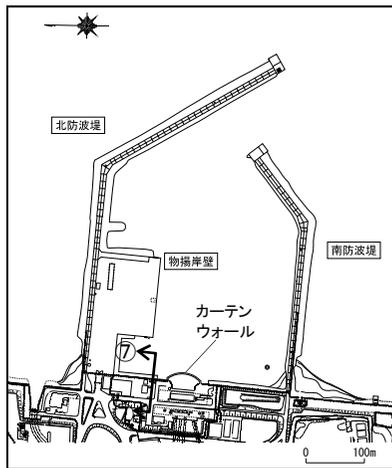


【図2 敷地付近図(港湾施設及び漁港の位置(1/2))】

3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等(8/9)

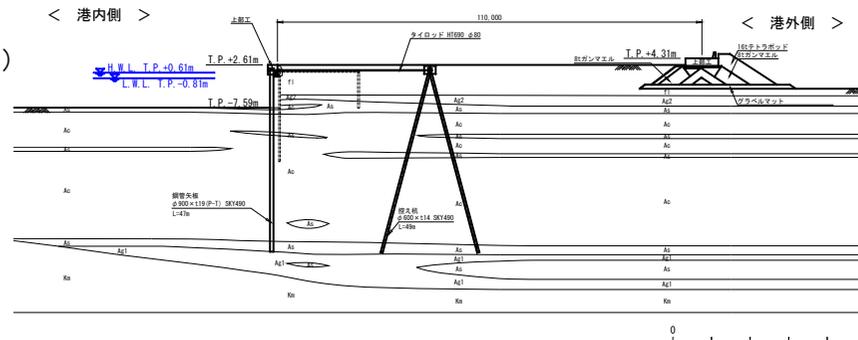


港湾施設 平面図



港湾施設 平面図

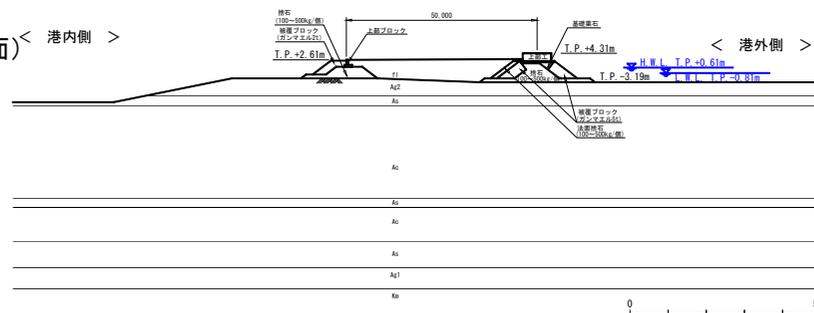
物揚岸壁断面図(⑤断面)



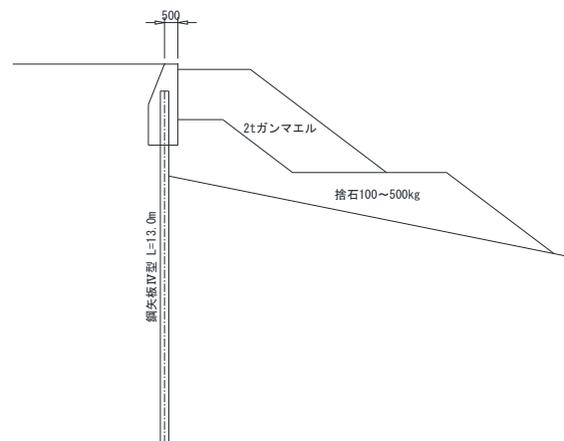
地層の凡例

- f1: 埋立土
- Ag2: 沖積砂礫層
- As: 沖積砂層
- Ac: 沖積粘土層
- Ag1: 沖積砂礫層
- D2c-3: 洪積シルト層
- D2g-3: 洪積砂礫層
- Km: 久米層(砂質泥岩)

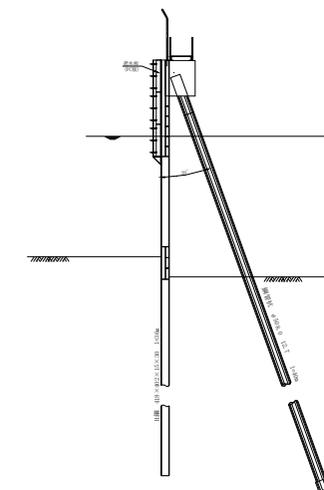
物揚場進入路断面図(⑥断面)



護岸断面図(⑦断面)



カーテンウォール標準断面

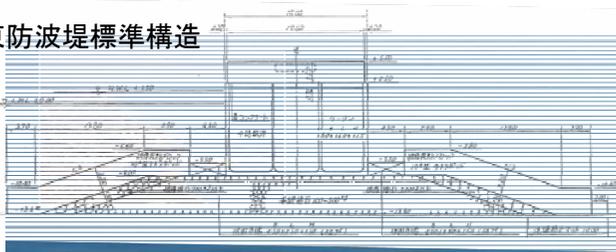


【図2 敷地付近図(港湾施設及び漁港の位置(2/2))】

3 敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の施設等 (9/9)



東防波堤標準構造

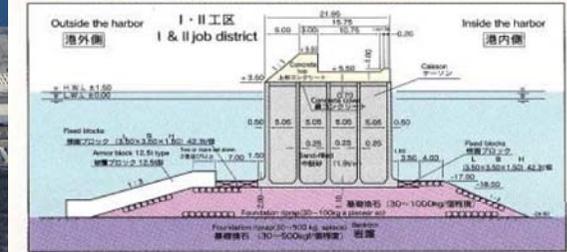


(茨城港日立港区)



(茨城港常陸那珂港区)

■ Cross Section of East Breakwater (With Sloped Top)
外港地区東防波堤標準断面図(上部斜面堤)



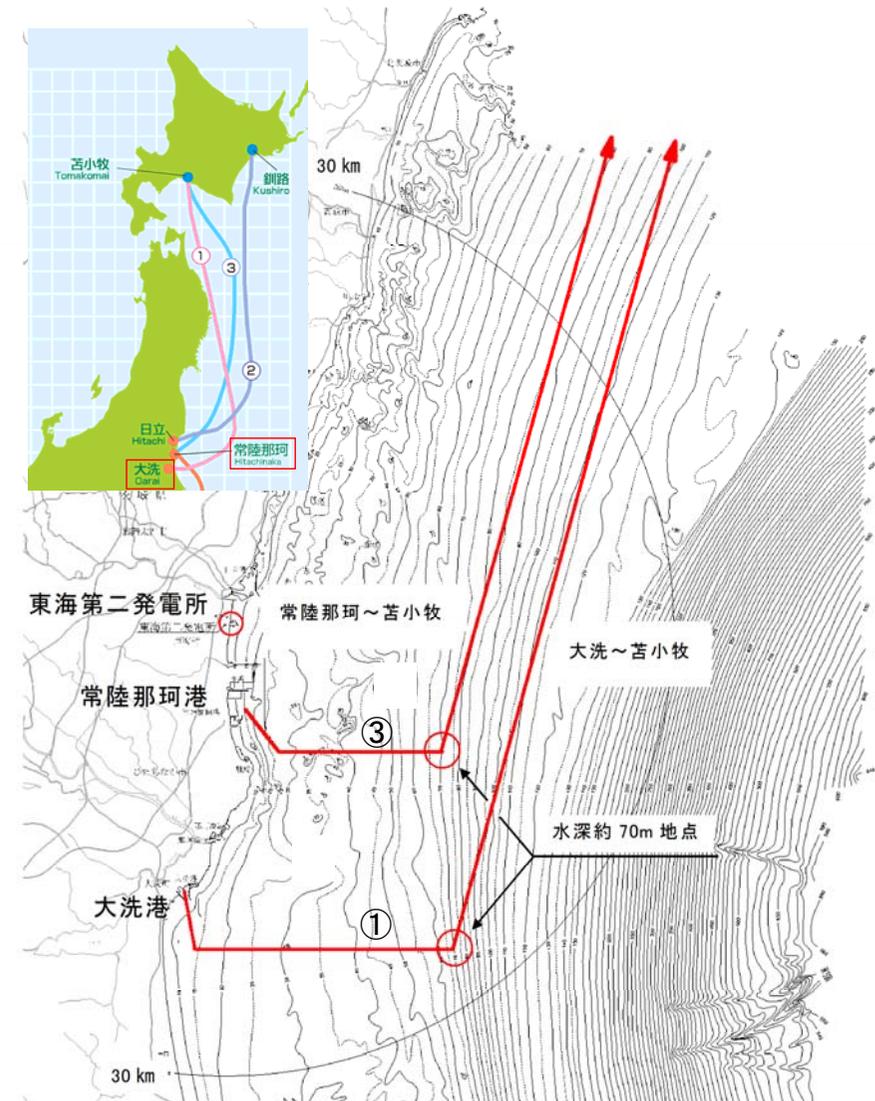
東防波堤標準構造

【図3 茨城港日立港区及び常陸那珂港区の防波堤設置状況と構造概要】

4 敷地周辺漁港における船舶の種類, 数量等

【表1 敷地周辺漁港(久慈漁港)の船舶の種類・数量】
(平成28年2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にて操業
5トン～20トン	5	自港周辺にて操業
20トン以上	2	遠洋にて操業

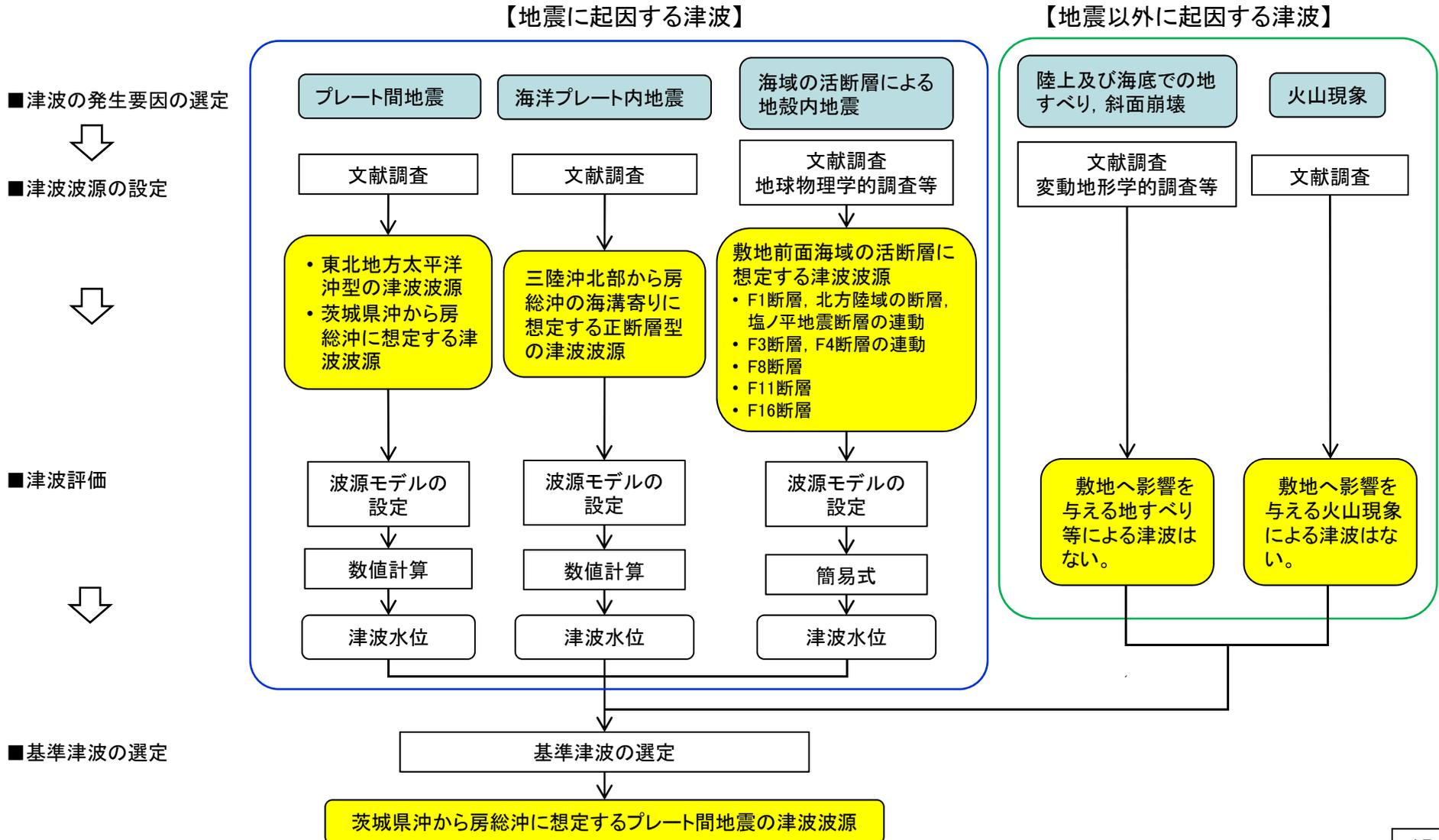


【図4 敷地前面海域を通過する定期船の航行ルート】
(船会社への聞き取り結果に基づき作成)

5 基準津波の概要

(1) 基準津波の波源の選定フロー

- ◆ 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。



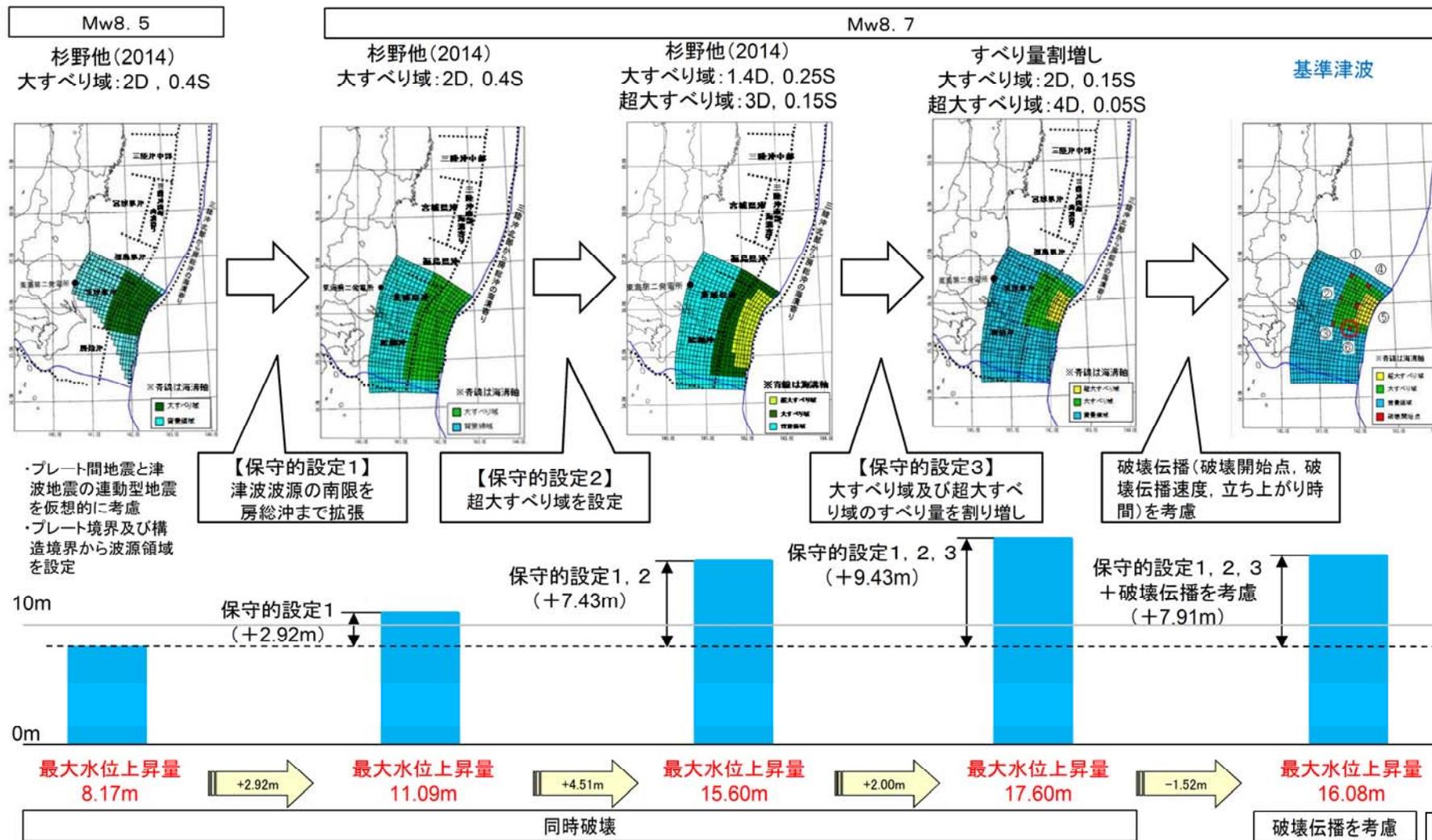
5 基準津波の概要

(2) 最大水位上昇量の保守的設定

- ◆ 基準津波の波源として選定した茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震の波源については、2011年東北地方太平洋沖地震の知見より設定した「茨城県沖に想定する津波波源(Mw8.5)」の防潮堤位置における最大水位上昇量8.17m(T.P.+9.3m^{※1}、設置変更許可申請時モデル^{※2})に対して、下図に示す保守的設定を行い、最大水位上昇量を16.08m(T.P.+17.2m^{※1}、設置変更許可申請時モデル^{※2})に設定した。

※1: 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)を考慮した津波水位(最高水位)

※2: 港湾内に設置する貯留堰及びSA用海水取水ピット用取水塔並びに敷地西側防潮堤線形状変更前のモデル



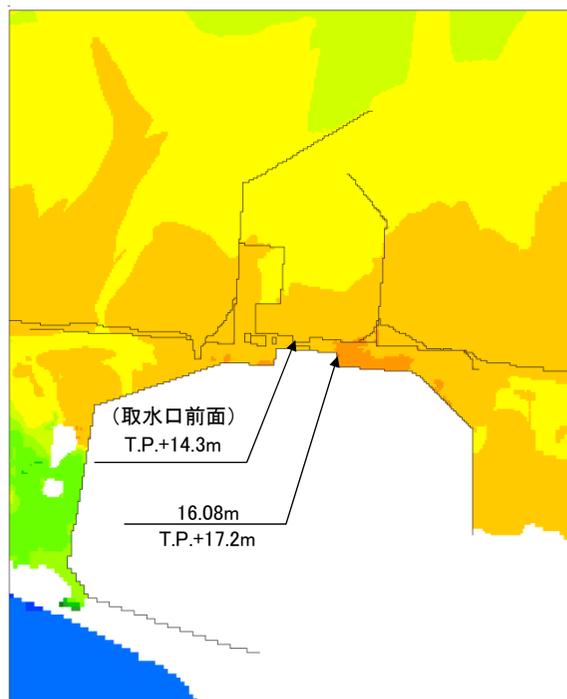
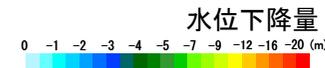
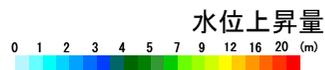
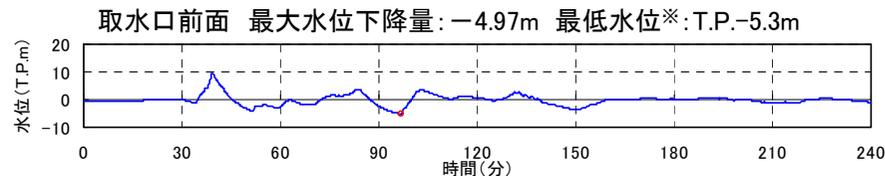
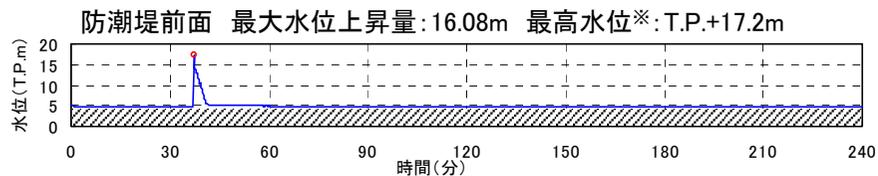
5 基準津波の概要

(3) 申請時モデルによる最高水位及び最低水位

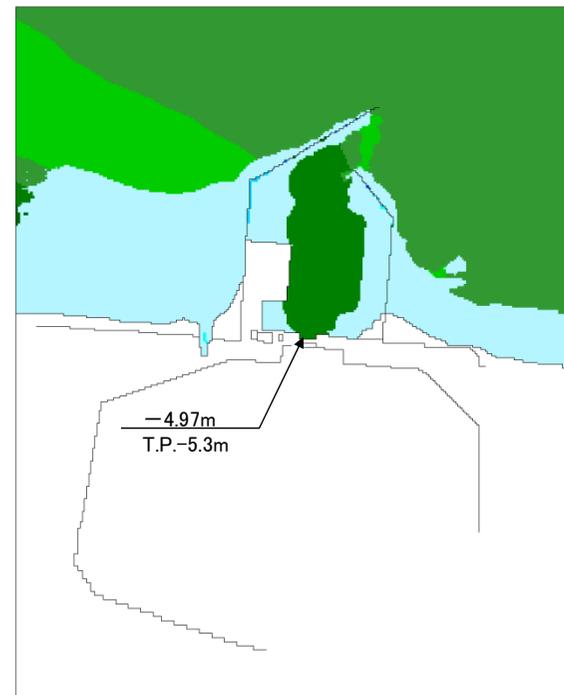
- ◆ 基準津波による敷地評価地点の津波水位の時刻歴波形, 最高水位及び最低水位を以下に示す。

【敷地評価点】(設置変更許可申請時モデル)

- ✓ 最高水位: 防潮堤前面 T.P.+17.2m
- ✓ 最低水位: 取水口前面 T.P.-5.3m



【最大水位上昇量分布】



【最大水位下降量分布】

※ 朔望平均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

5 基準津波の概要

(4) 最新設備形状反映モデルによる最高水位及び最低水位(1/3)

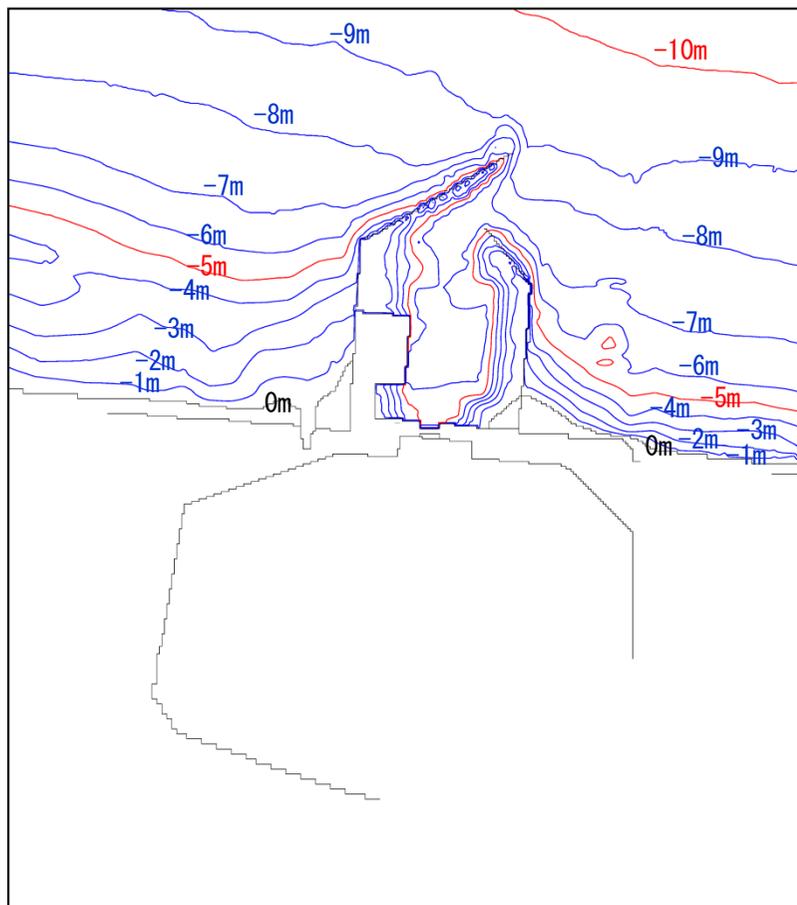
第390回審査
会合
資料1-2 編集



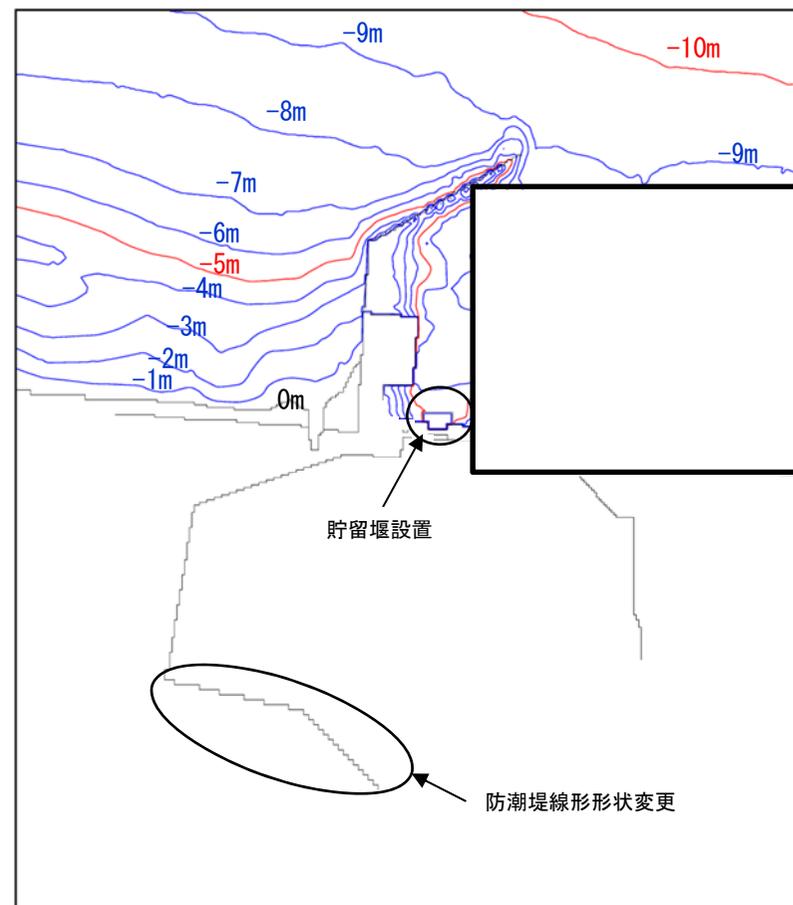
- ◆ 新規制基準への適合性検討等の結果、設置変更許可申請時モデルに変更が生じていることから、最新の設備形状を反映したモデルにより最高水位及び最低水位を評価した。

【最新設備形状反映事項】

- ✓ 貯留堰の設置
- ✓ SA用海水ピット取水塔の設置
- ✓ 防潮堤線形状変更



設置変更許可申請時モデル



最新設備形状を反映したモデル

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

5 基準津波の概要

(4) 最新設備形状反映モデルによる最高水位及び最低水位(2/3)

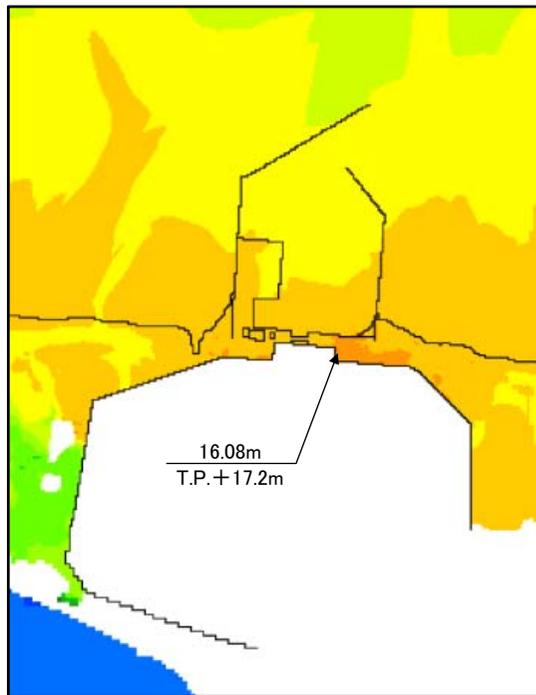
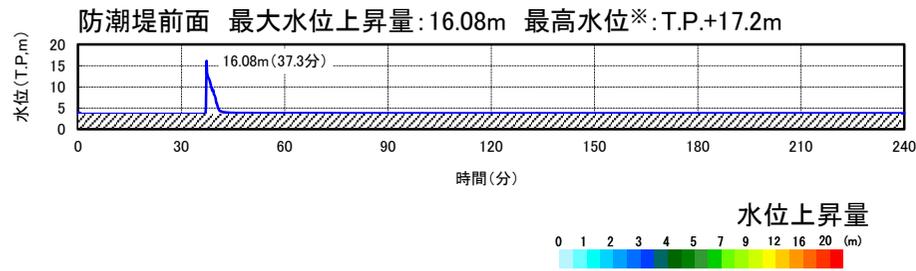
第390回審査
会合
資料1-2 編集



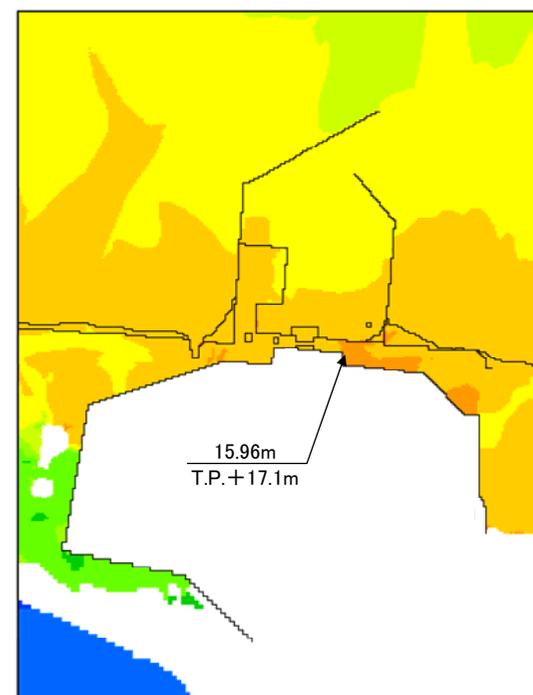
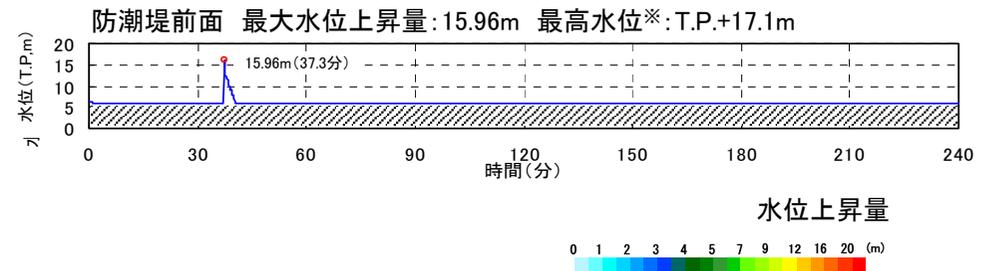
- ◆ 最新の設備形状を反映したモデルにより防潮堤前面における最高水位を評価した結果, T.P.+17.1m^{*} (最大水位上昇量15.96m)となった。

※: 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)を考慮した津波水位

(設置変更許可申請時モデル)



(最新設備形状反映モデル)



【最大水位上昇量分布】

※ 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

5 基準津波の概要

(4) 最新設備形状反映モデルによる最高水位及び最低水位(3/3)

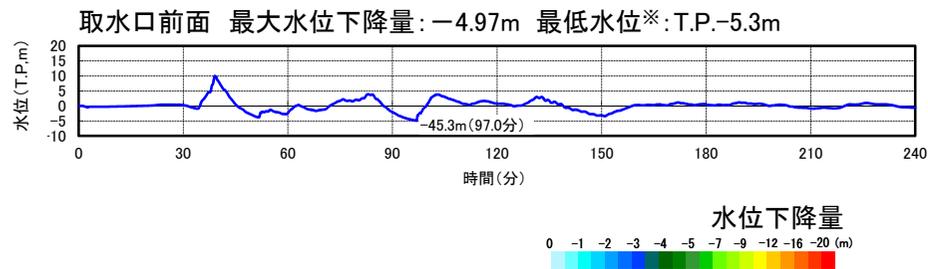
第390回審査
会合
資料1-2 編集



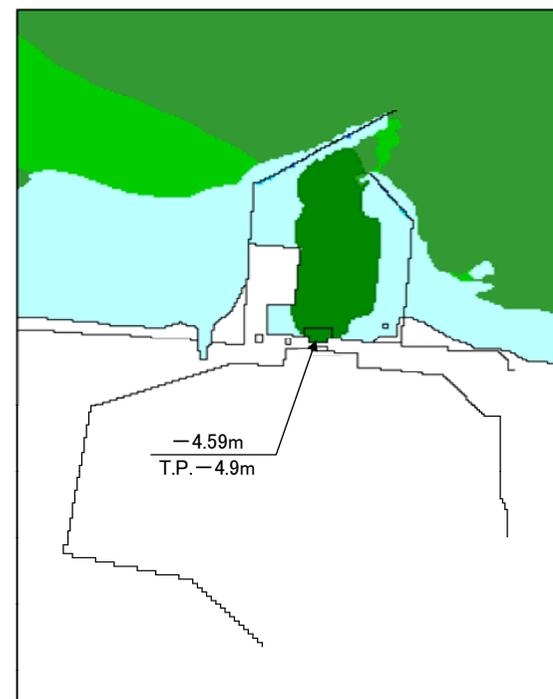
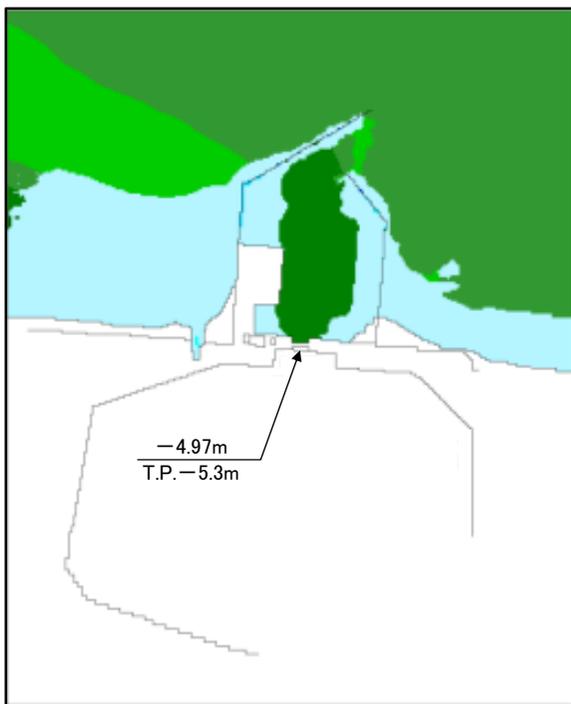
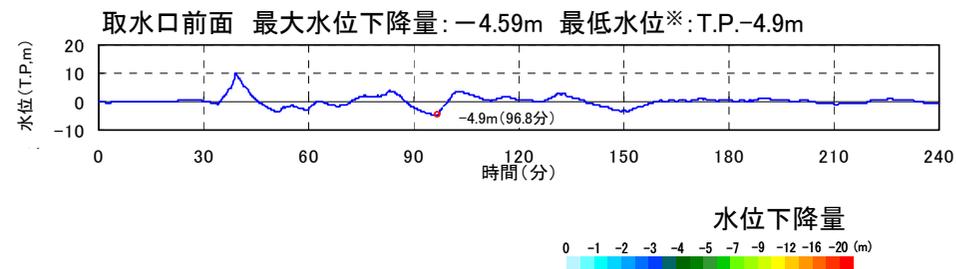
- ◆ 最新の設備形状を反映したモデルにより取水口前面における最低水位を評価した結果、T.P. -4.9m※（最大水位下降量 -4.59m）となった。

※：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）を考慮した津波水位

（設置変更許可申請時モデル）



（最新設備形状反映モデル）



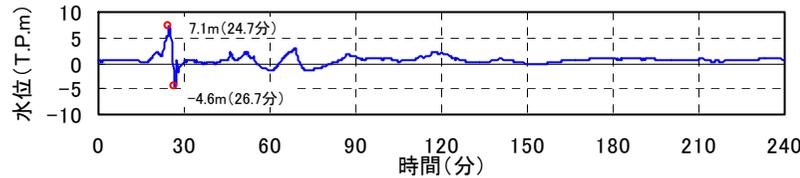
【最大水位下降量分布】

※ 朔望平均干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

5 基準津波の概要

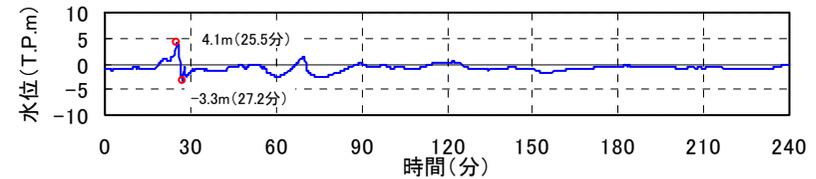
(5) 基準津波策定位置における時刻歴波形

- ◆ 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。



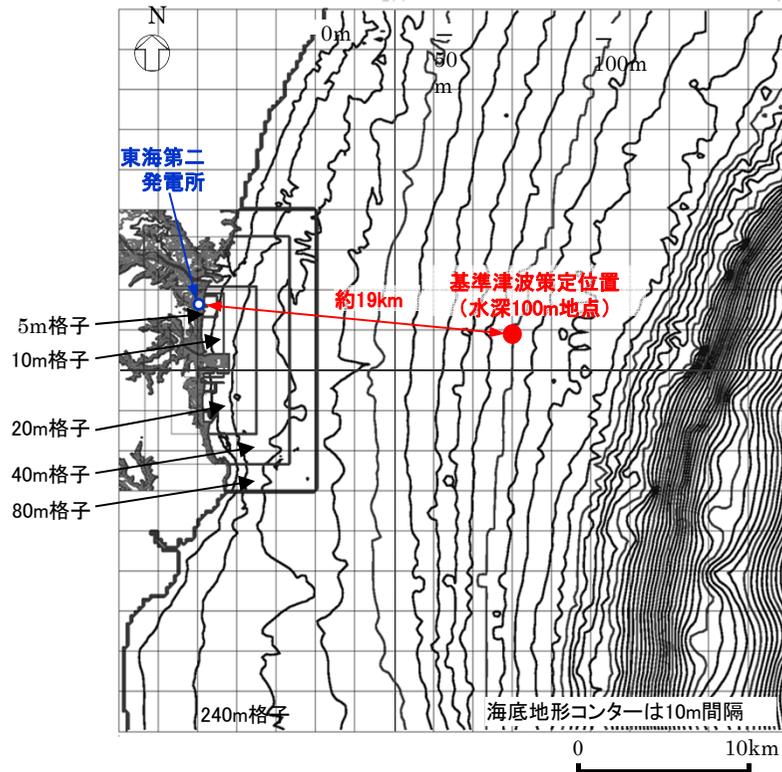
【基準津波策定位置における時刻歴波形】
(上昇側最大※1)

※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

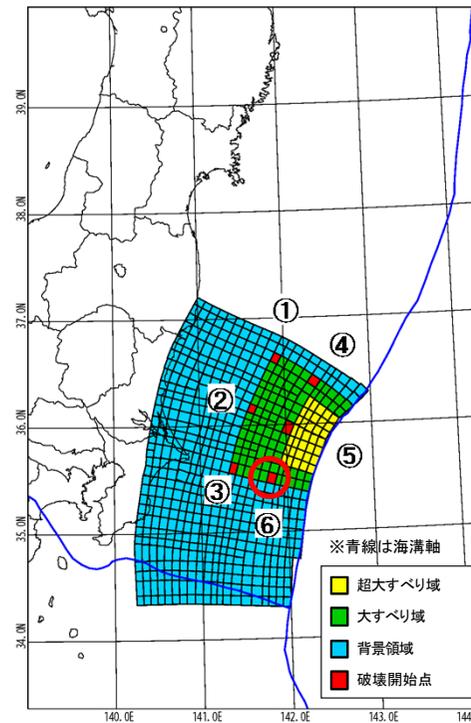


【基準津波策定位置における時刻歴波形】
(下降側最大※2)

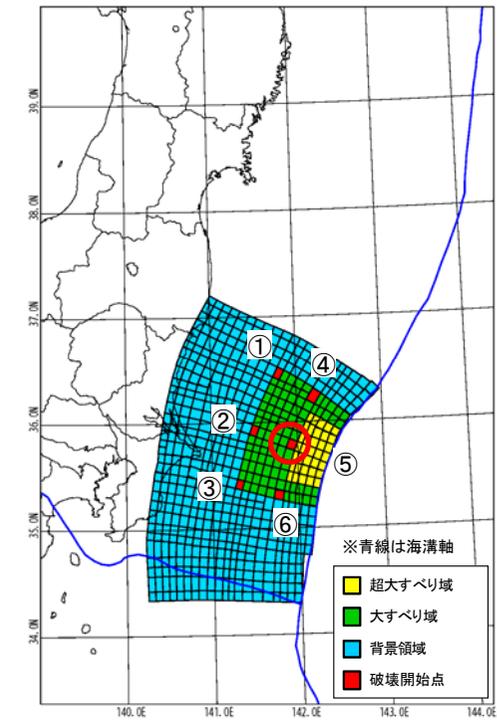
※2 大すべりの位置: 波源モデルの北限から南へ40km移動(A-5), 破壊開始点⑤, 破壊伝播速度1.0km/s, 立ち上がり時間30秒



【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】

6 東海第二発電所の特徴と耐津波設計上のポイント



◆ 東海第二発電所の敷地の特徴

- ✓ 1項～5項において述べたとおり、東海第二発電所の敷地の特徴及び津波評価結果から、審査が完了又は進行している先行プラントと比較し、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
A 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もっている。 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EL.+3m、原子炉建屋等がEL.+8m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。
B 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。

◆ 耐津波設計上のポイント

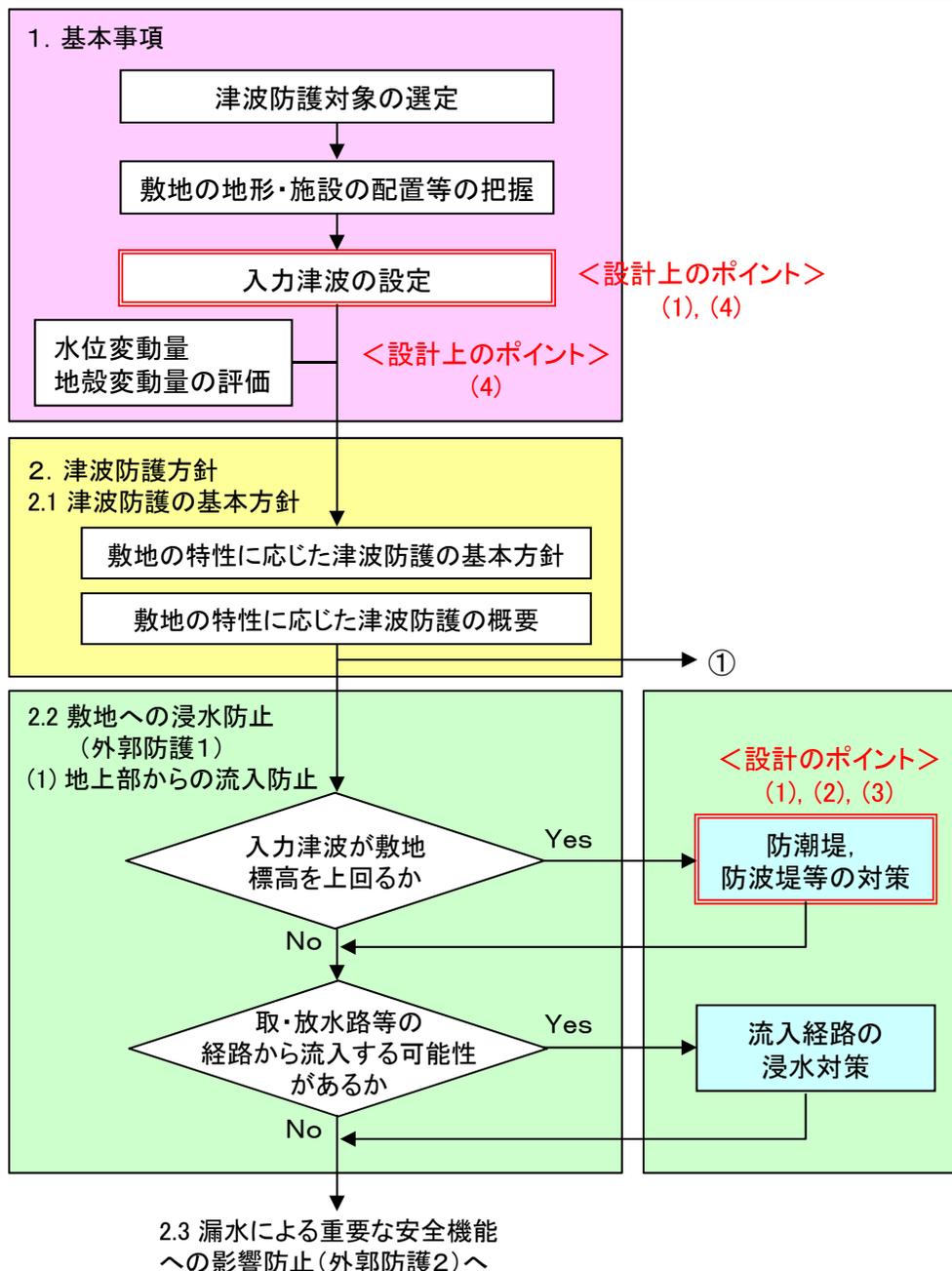
- ✓ 上記より、東海第二発電所の津波による損傷を防止するためには、先行プラントの津波防護方針に対して、特に以下に示す事項について適切に対応する必要がある(耐津波設計上のポイント)。

【耐津波設計上のポイント】

No.	耐津波設計上のポイント	東海第二の特徴との関係
(1)	入力津波高さに対して十分な余裕を有する保守的な設計条件を設定し、津波の波力等に耐え得る津波対策施設・設備の設置	A-①, ②, ④ B-①
(2)	地震による地盤の液状化判定結果をふまえた津波対策施設・設備の設置	A-③
(3)	地震による地盤変状(沈下)を考慮した上で、津波の敷地内への回り込みを防止できる津波防護施設の設置	A-①, ②, ③
(4)	津波による防波堤等人工構造物の破損による津波水位(水深)・流速等の影響因子の考慮	B-①
(5)	敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺施設等(防波堤含む)の漂流可能性の評価及び対応	A-⑤, B-①
(6)	津波監視カメラによる津波の襲来状況、取水ピット水位計及び潮位計による水位変動状況の把握	B-①, ②

- ✓ 上記の耐津波設計上のポイントを踏まえ、以降に耐津波設計に係る新規規制基準への適合のための課題の抽出結果と対応方針について示す。

7 耐津波設計の基本フロー(設計方針)(1/3)



【基本事項】

◆津波防護対象の選定

P26 ● 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)

P15~21 ● 基準津波の選定(津波評価の概要)

◆入力津波の設定

P27~39 ● 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 dren 排出口, 緊急用海水ポンプ室床 dren 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

<津波監視設備>

津波監視カメラ, 取水ピット水位計, 潮位計

P40 ● 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

P41~42 ● 敷地の特性に応じた津波防護の概要

【外郭防護1】

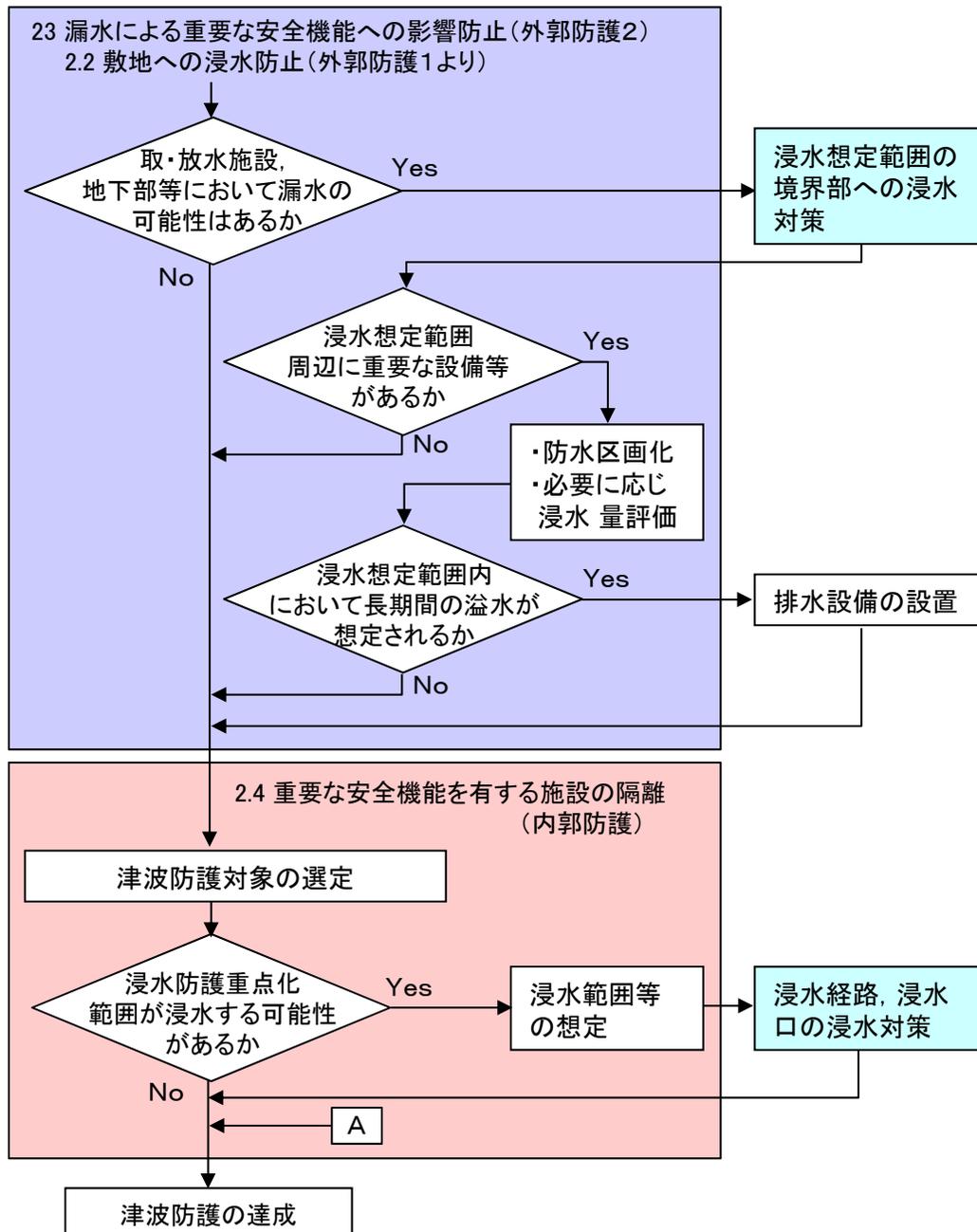
◆入力津波に基づき, 地上部からの遡上波が流入しないこと, 取・放水路等の経路から流入しないことを確認

⇒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 dren 排出口, 緊急用海水ポンプ室床 dren 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

P43~47 ● 地上部からの津波の流入防止

P48~55 ● 取・放水路等からの津波の流入防止

7 耐津波設計の基本フロー(設計方針)(2/3)



【外郭防護2】

- ◆漏水は発生しないことを確認
- 取水路等の経路から流入しないことを確認
- 保守的な仮定のもと、海水ポンプグランド dren 排出口床 dren 逆止弁の機能喪失を想定し、海水ポンプ室を想定範囲に設定し、漏水の影響を評価
- ⇒安全機能に影響がないことを確認

P56~57

● 漏水による重要な安全機能への影響防止

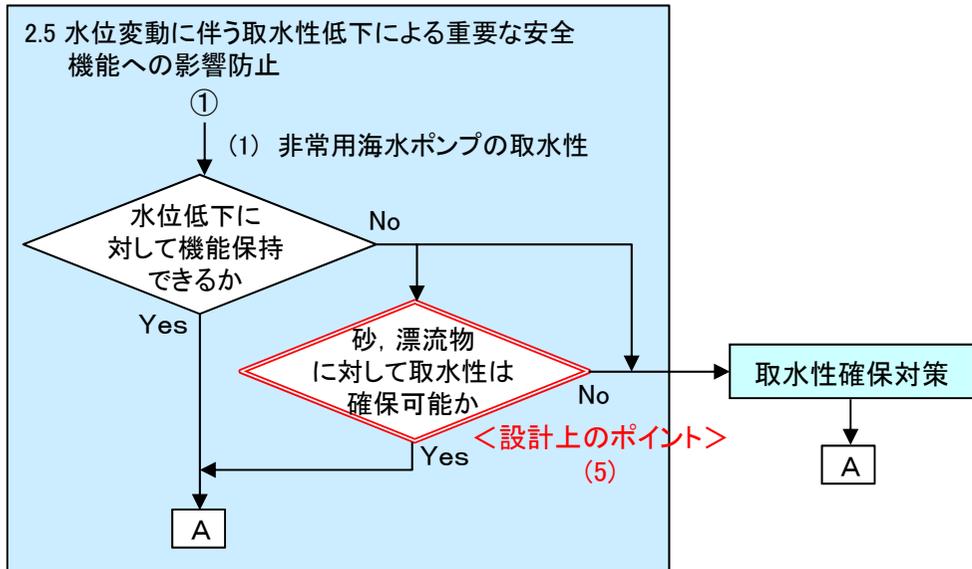
【内郭防護】

- ◆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
 - ・低耐震クラス機器・配管破損に伴う海水流入
 - ・屋外タンク等の損傷に伴う保有水流出
- <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

P58~62

● 重要な安全機能を有する施設の隔離

7 耐津波設計の基本フロー(設計方針)(3/3)



【取水性】

- ◆入力津波に基づき、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

P63

- 非常用海水ポンプの取水性

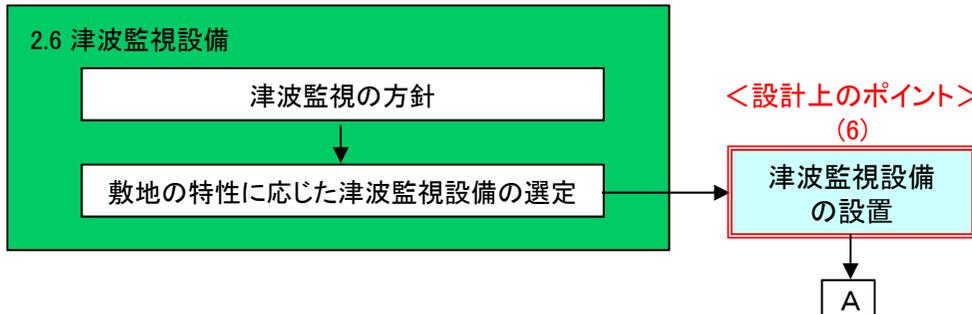
P74

- 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

P65~75

- 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高さ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

P76

- 津波監視設備

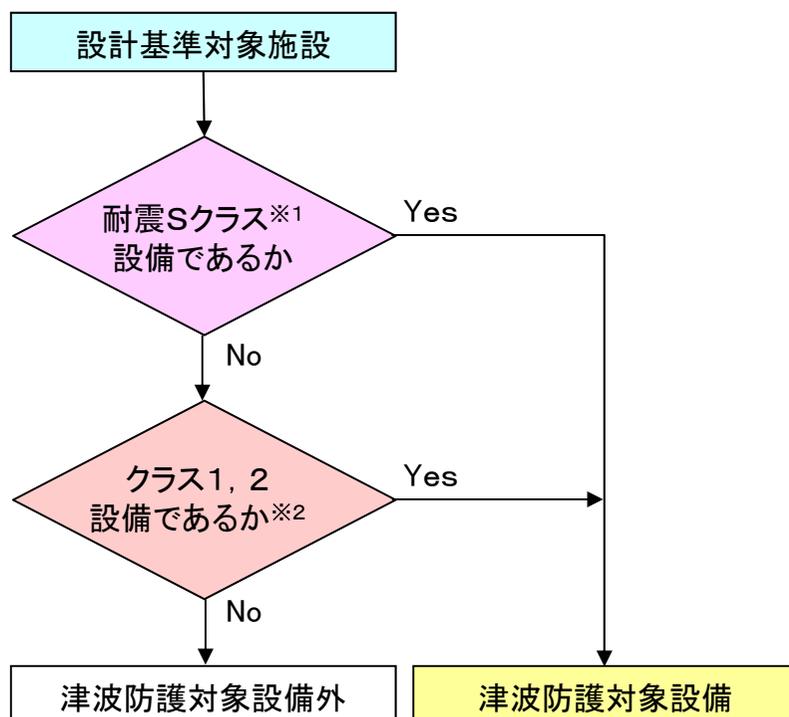
8 津波防護対象の選定

◆ 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。
- ✓ しかし、クラス3設備である緊急時対策所は、その機能を代替できる設備がないこと、また、重大事故等対処施設としても位置付けられることから、津波から防護する施設として選定する。

【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. 原子炉冷却材システム施設	(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. 計測制御システム施設	(1) 制御財
	(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
	(2) 緊急時対策所
9. その他	



※1: 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む。

※2: クラス3背施設である緊急時対策所は、損傷した場合、その代替機能を有する設備がないこと、また、重大事故等対処施設としても位置付けられることから、津波防護対象設備とする。

【設計基準対象施設の津波防護対象設備の選定フロー】

9 入力津波の設定

(1) 入力津波における影響要因



- ◆ 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、以下の考え方にに基づき設定した。
 - ✓ 入力津波の設定に当たっては、入力津波に影響を与える要因を考慮する。
 - ✓ 入力津波に影響を与える可能性がある要因は、設計・評価において着目すべき荷重因子ごとに、その効果が保守的になるケースを想定する。
 - ✓ 具体的には、審査ガイドに基づき、以下の影響要因について評価が安全側になるよう取り扱う。

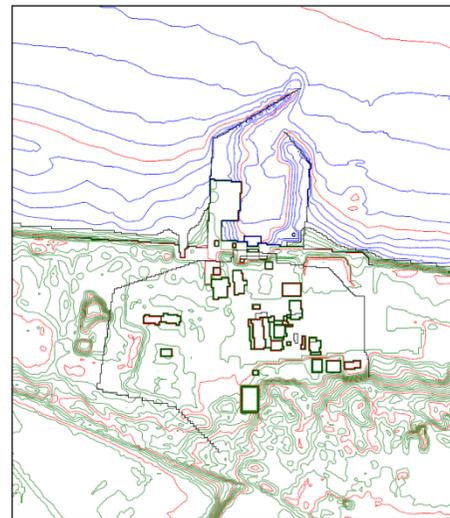
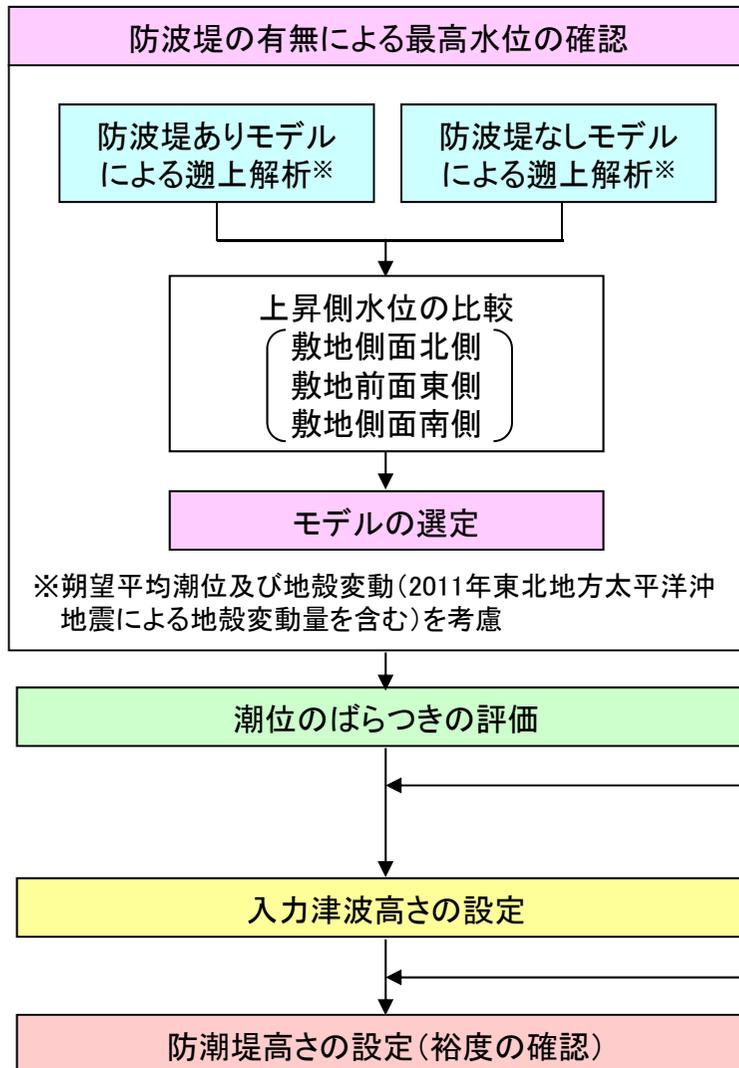
入力津波における影響要因の考慮

影響要因	考慮する事項
潮位変動	<ul style="list-style-type: none"> ・水位上昇側の設計・評価に用いる場合は、朔望平均満潮位及び上昇側の潮位のばらつきを考慮 ・水位下降側の設計・評価に用いる場合は、朔望平均干潮位及び下降側の潮位のばらつきを考慮
地震による地殻変動	<ul style="list-style-type: none"> ・地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合は、地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施
地震による地形変化	<ul style="list-style-type: none"> ・地震による地形変化として、地盤の液状化判定結果、防波堤基礎地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施
高潮の重畳	<ul style="list-style-type: none"> ・再現期間100年に対する期待値と入力津波で考慮する朔望平均満潮位及び潮位のばらつきの合計値の差分を外郭防護の裕度評価において参照(参照する裕度)
管路状態・通水状態	<ul style="list-style-type: none"> ・水路部の貝付着状態 ・スクリーン圧損状態 ・ポンプ運転状態

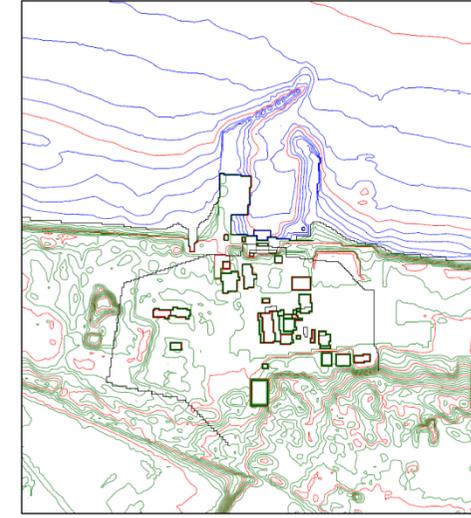
9 入力津波の設定

(2) 防潮堤の設計・評価に用いる入力津波の設定フロー

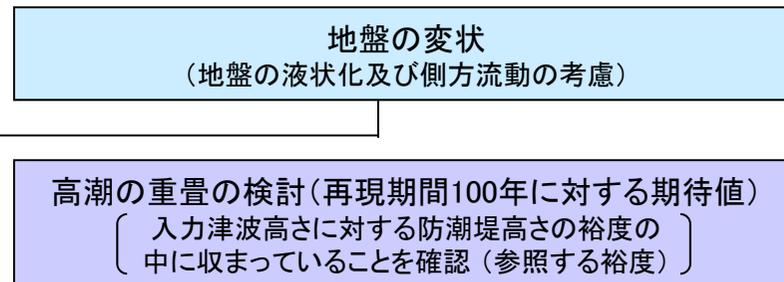
- ◆ ここでは、基準津波の遡上波の地上部からの到達・流入防止対策として設置する防潮堤(外郭防護1)の設計・評価のために用いる入力津波の設定結果について示す。<設計上のポイント>(1), (4)
- ◆ 防潮堤の設計・評価用の入力津波の設定フローを以下に示す。



防波堤ありモデル



防波堤なしモデル

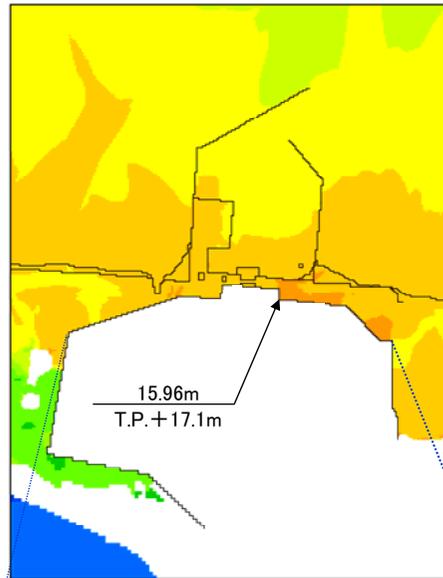
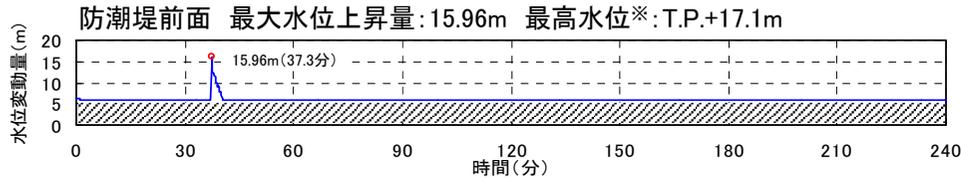


9 入力津波の設定

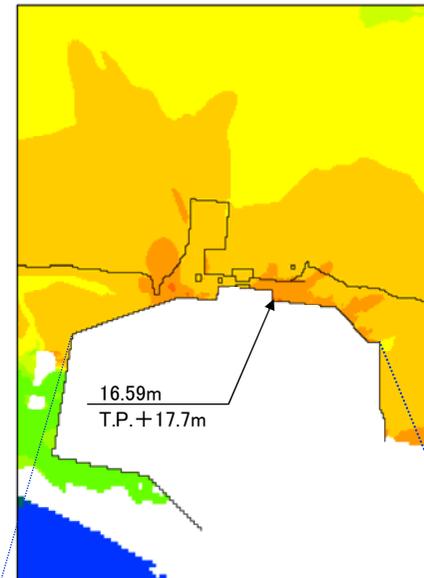
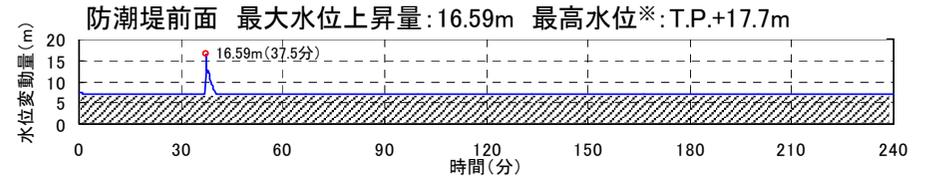
(3) 防波堤の有無による最高水位の確認(1/2)



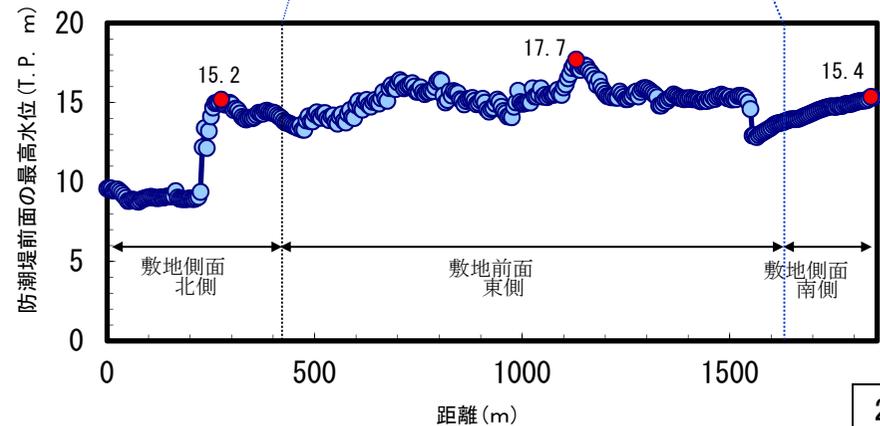
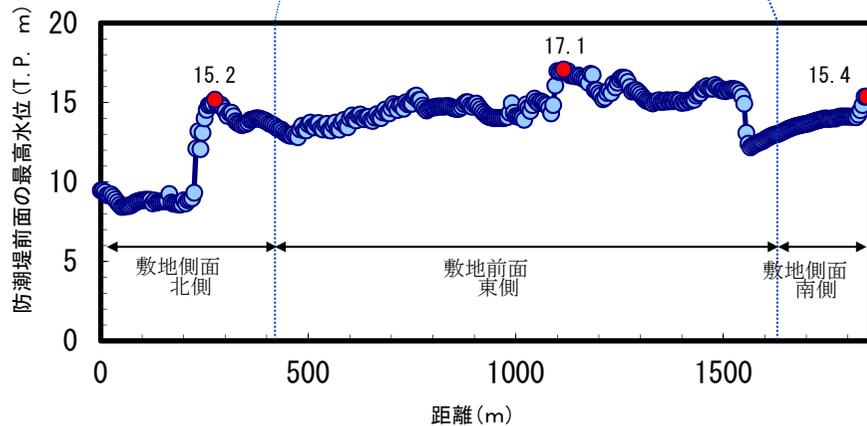
【防波堤ありモデルによる最高水位】



【防波堤なしモデルによる最高水位】



※ 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



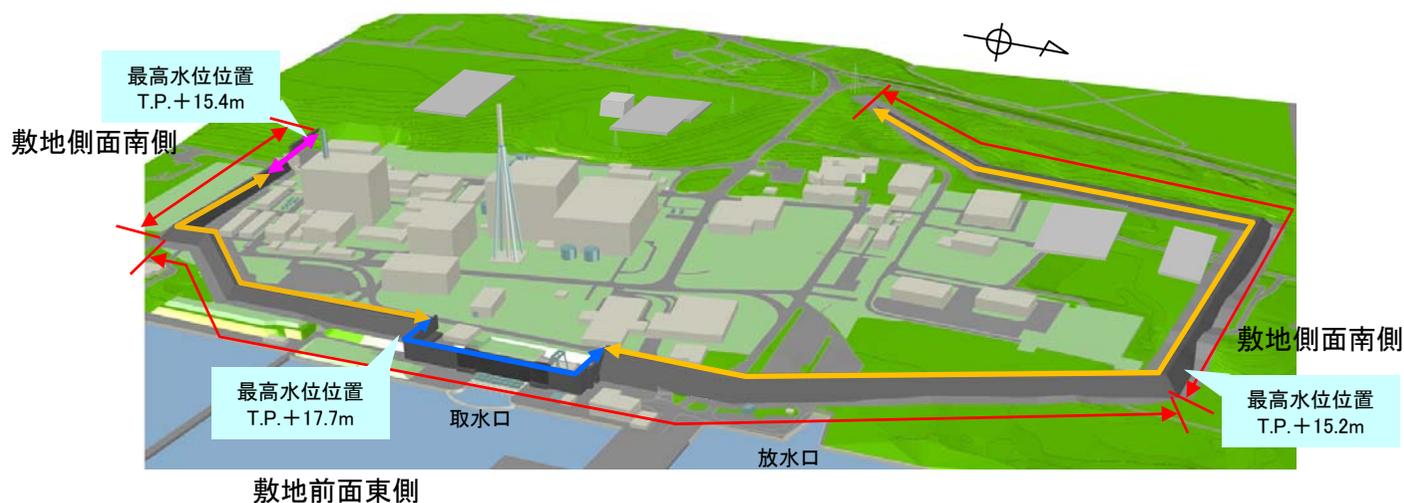
9 入力津波の設定

(3) 防波堤の有無による最高水位の確認(2/2)

- ◆ 防波堤の有無による最高水位を評価した結果, 防波堤がない条件の方が水位が約60cm高いことが分かった。

【基準津波による最高水位及び最低水位の評価結果】

	防波堤ありモデル	防波堤なしモデル
敷地側面北側	T.P.+15.2m	T.P.+15.2m
敷地前面東側	T.P.+17.1m	T.P.+17.7m
敷地側面南側	T.P.+15.4m	T.P.+15.4m



【防潮堤設置イメージ】

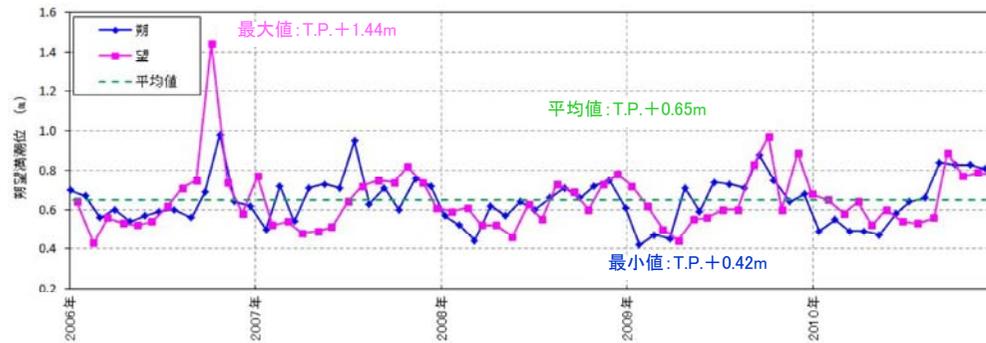
9 入力津波の設定

(4) 潮位のばらつきの評価



- ◆ 茨城県常陸那珂港区(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)】

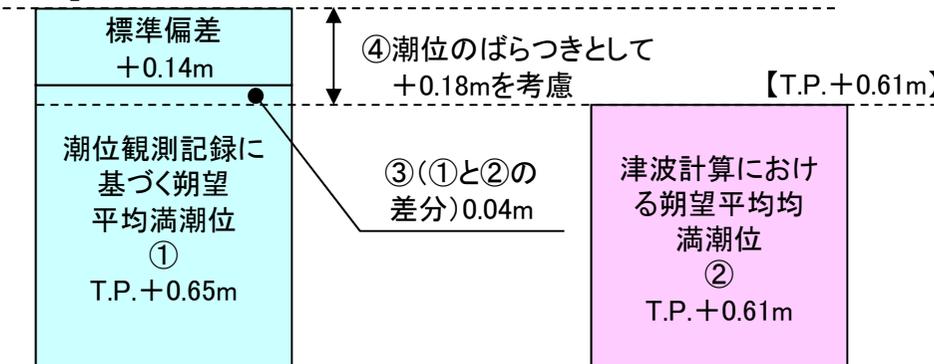


【潮位のばらつきの設定】

	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	—	—



【T.P.+0.79m】

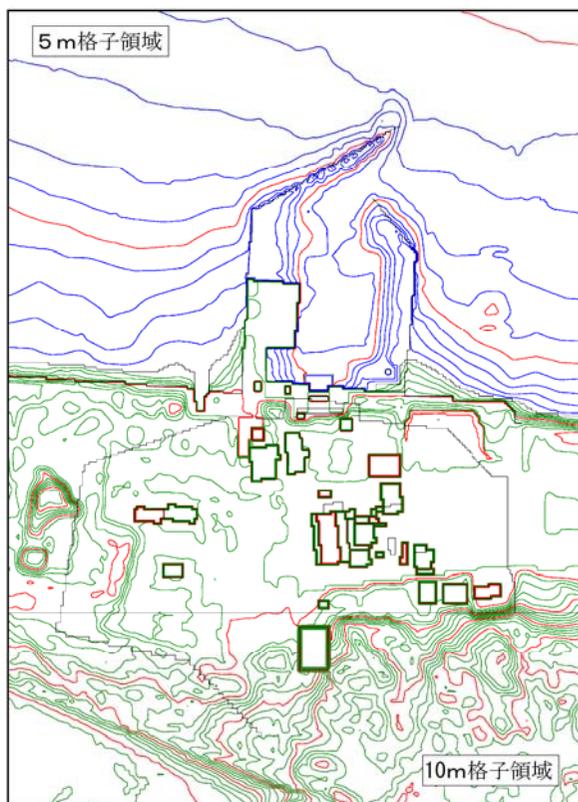


④潮位のばらつき: +0.18m
(①の標準偏差0.14m+③の差分0.04m)

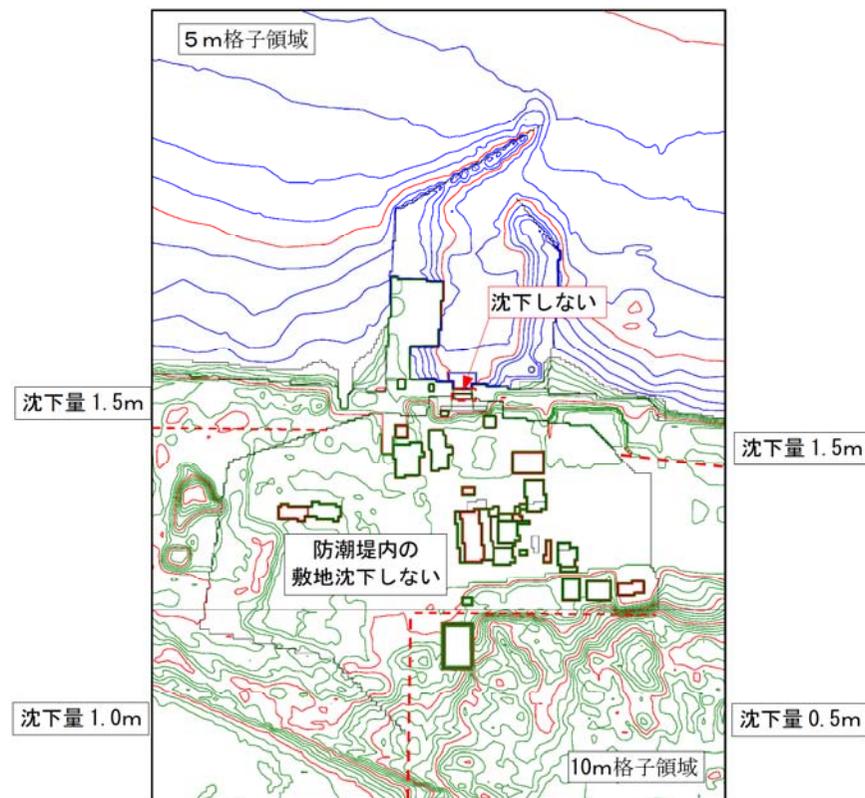
【潮位のばらつきに対する考慮方法】

9 入力津波の設定 (5)地盤の変状の評価(1/2)

- ◆ 基準地震動 S_s による地盤の変状が防潮堤前面における最高水位(最大水位上昇量)に与える影響について評価した。
- ◆ 地震の変状については、地盤の液状化と側方流動を考慮し、暫定的に下図に示す地盤の沈降を想定した。(今後、有効応力解析FLIPIにより地盤の沈降量を算出予定)



(既往の敷地モデル)



(地盤変状後の敷地モデル(想定))

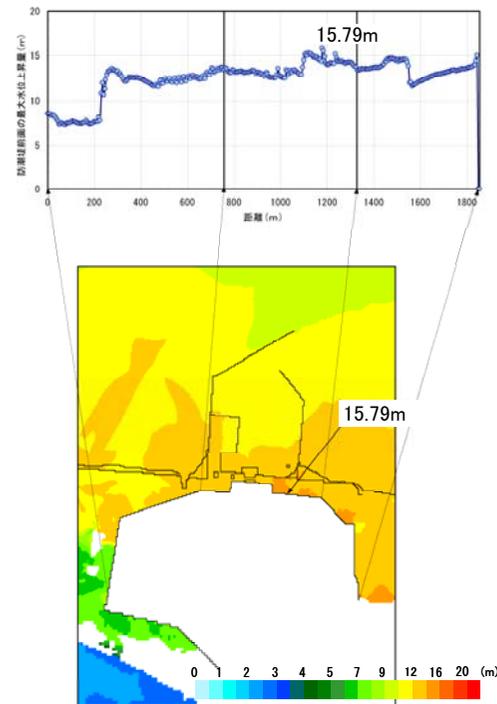
【基準地震動 S_s による地盤変状の想定】

9 入力津波の設定 (5)地盤の変状の評価(2/2)

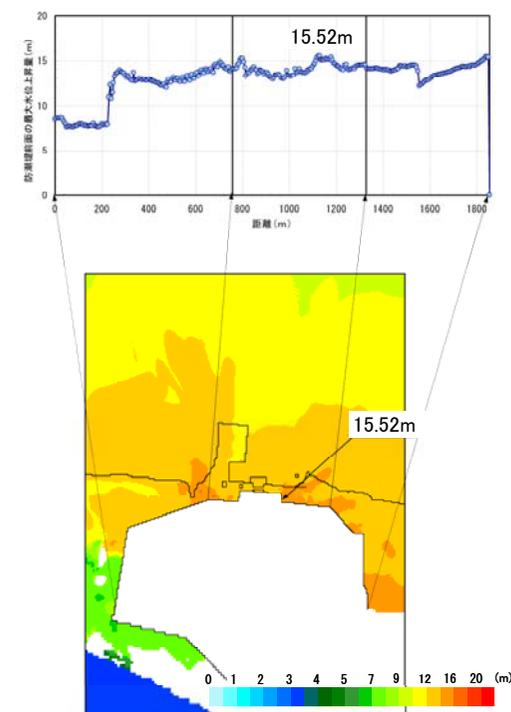
- ◆ 地盤の変状を考慮した防潮堤前面における最高水位(最大水位上昇量)を評価した結果、地盤の変状がない条件の方が水位が高くなる
ことが分かった。
- ◆ このため、入力津波の設定においては、地盤変状がない条件が保守的になる。

【防潮堤の設計・評価に用いる入力津波高さ(敷地前面東側)】

	防波堤ありモデル	防波堤なしモデル
①地盤変状なし	+15.96m T.P.+17.1m	+16.59m T.P.+17.7m
②地盤変状あり (下図参照)	+15.79 T.P.+16.9m	+15.52m T.P.+16.7m
③差分(①-②)	-0.17m	-1.07m



(地盤変状あり, 防波堤ありモデル)



(地盤変状あり, 防波堤なしモデル)

9 入力津波の設定

(6) 影響要因のまとめ



- ◆ 入力津波の設定における影響要因を踏まえて、防潮堤の設計・評価に用いる入力津波を以下のとおり設定した。

【防潮堤の設計・評価に用いる入力津波高さ】

	防波堤なしモデル		
	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.+17.7m	T.P.+15.4m
②潮位のばらつき	+0.18m		
③地盤の変状	入力津波高さの設定においては、地盤の変状がない方が保守的な設定となるため考慮しない。 ただし、遡上波の敷地への回り込みの有無について確認する。		
④入力津波高さ (①+②)	T.P.+15.4m (T.P.+15.38m)	T.P.+17.9m (T.P.+17.88m)	T.P.+15.6m (T.P.+15.58m)
↓			
⑤防潮堤高さの設定	T.P.+18.0m	T.P.+20.0m	T.P.+18.0m
⑥防潮堤高さの設計裕度 (⑤-④)	2.6m	2.1m	2.4m

9 入力津波の設定

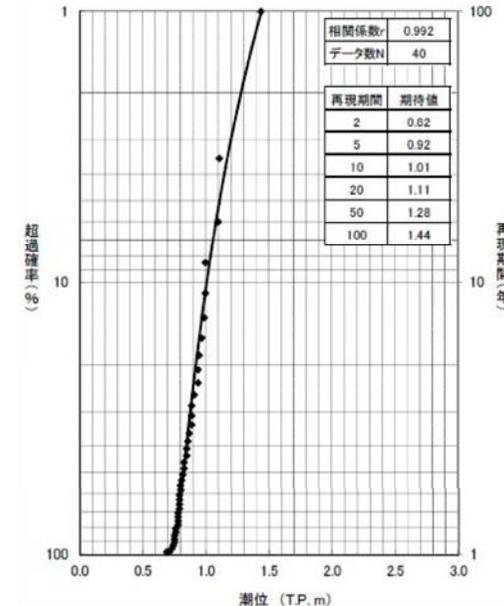


(7) 高潮の重畳の検討(再現期間100年に対する期待値)

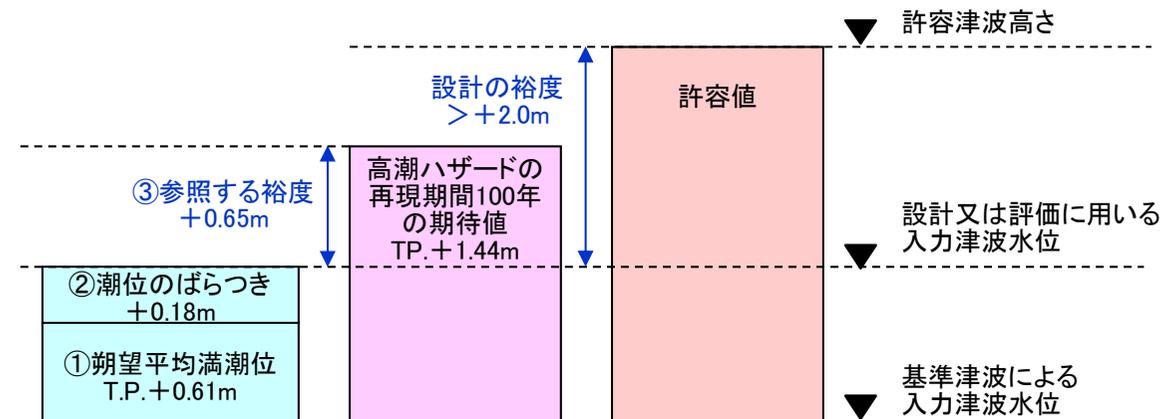
- ◆ 基準津波による最高水位の年超過確率は 10^{-4} 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いが、安全側に高潮の重畳を考慮する。
- ◆ プラント運転期間を超える再現期間100年に対する期待値T.P.+1.44mと入力津波で考慮する朔望平均満潮位T.P.+0.61m及び朔望平均のばらつきとして考慮した+0.18mの合計であるT.P.+0.79mとの差である+0.65mを防潮堤の裕度評価において参照する。

【年最高潮位(茨城県日立港区)】

年	年最高潮位			順位	発生要因
	月	日	潮位(m)		
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		



【茨城県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】

9 入力津波の設定

(8) 入力津波の設定(1/4)



- ◆ 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。

【高潮の重畳を考慮した防潮堤高さの設計裕度の確認】

	防波堤なしモデル		
	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.+17.7m	T.P.+15.4m
②潮位のばらつき	+0.18m		
③地盤の変状	入力津波高さの設定においては、地盤の変状がない方が保守的な設定となるため考慮しない。 ただし、遡上波の敷地への回り込みの有無について確認する。		
④入力津波高さ(①+②)	T.P.+15.4m(T.P.+15.38m)	T.P.+17.9m(T.P.+17.88m)	T.P.+15.6m(T.P.+15.58m)



⑤防潮堤高さの設定	T.P.+18.0m	T.P.+20.0m	T.P.+18.0m
⑥防潮堤高さの設計裕度(⑤-④)	2.6m	2.1m	2.4m



⑦高潮の重畳(参照する裕度)	0.65m (④参照する裕度<③設計裕度)		
----------------	--------------------------	--	--



防潮堤高さの設定②高さ	T.P.+18.0m	T.P.+20.0m	T.P.+18.0m
③' 設計裕度(③-④)	1.95m	1.45m	1.75m

9 入力津波の設定

(8) 入力津波の設定(2/4)



- ◆ ここでは、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を整理して示す。

【入力津波高さ一覧表】

区分	評価点	基準津波による水位※ ²	入力津波		適用施設・設備
			影響因子を考慮※ ²	潮位のばらつき等を考慮※ ³	
上昇側水位	防潮堤位置前面(敷地側面北側)	T.P.+15.2m	T.P.+15.2m	T.P.+15.4m	敷地前面東側防潮堤
	防潮堤位置前面(敷地前面東側)	T.P.+17.1m	T.P.+17.7m	T.P.+17.9m	敷地側面北側防潮堤
	防潮堤位置前面(敷地側面南側)	T.P.+15.4m	T.P.+15.4m	T.P.+15.6m	敷地側面南側防潮堤
	取水口前面	T.P.+14.2m	T.P.+14.7m	T.P.+14.9m	貯留堰
	取水ピット※ ¹	—	T.P.+19.2m	T.P.+19.4m	床ドレン逆止弁等
	放水路※ ¹	—	(追而)	(追而)	放水路ゲート
	SA用海水ピット※ ¹	—	(追而)	(追而)	上部開口部浸水防止蓋
	緊急用海水ポンプピット※ ¹	—	(追而)	(追而)	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.+15.4m	T.P.+15.4m
敷地前面東側部		—	T.P.+17.7m	T.P.+17.9m	逆流防止設備
下降側水位	取水ピット※ ¹	—	T.P.-5.03m	T.P.-5.2m	非常用海水ポンプ

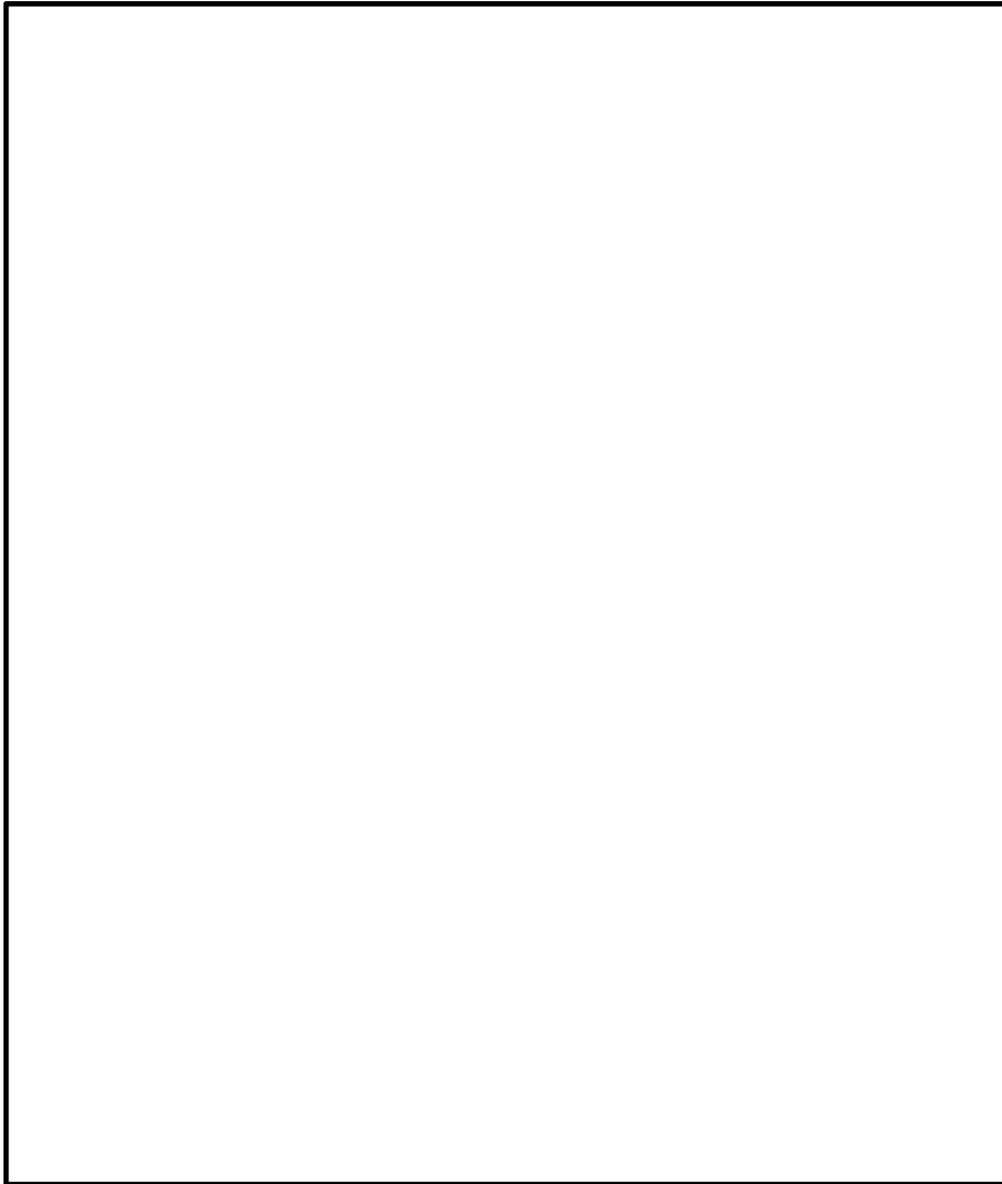
※1:管路解析により算出

※2:防波堤の有無、基準地震動 S_s による地盤変状(液状化及び側方流動)の影響評価結果を考慮している。

また、上昇側水位は、朔望平均満潮位T.P.+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を考慮している。一方、下降側水位は、朔望平均干潮位T.P.-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を考慮しているが、津波波源モデルの活動による地殻変動量(沈降)0.31mは、安全側の評価になるよう考慮していない。

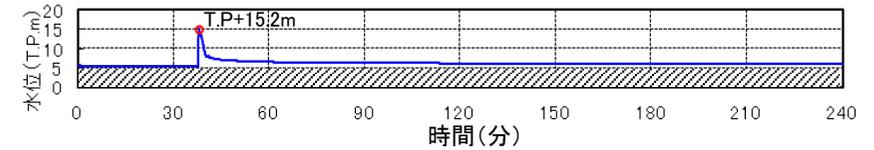
※3:各施設・設備において算定された数値を安全側に評価した値であり、①潮位のばらつき(上昇側水位:0.18m、下降側水位:0.16m)、②入力津波の水位計算上のばらつきを考慮している。

9 入力津波の設定 (8) 入力津波の設定(3/4)



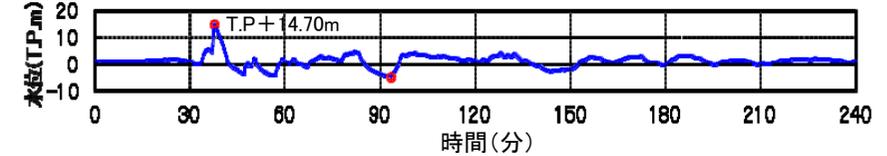
敷地側面北側【上昇側】

入力津波高さ: TP+15.4m $[T.P.+15.2m] + [T.P.+0.18m] = [T.P.+15.38m] < [T.P.+15.4m]$



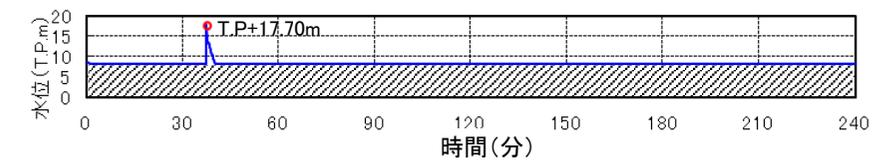
取水口前面【上昇側】

入力津波高さ: TP+14.9m $[T.P.+14.70m] + [T.P.+0.18m] = [T.P.+14.88m] < [T.P.+14.9m]$



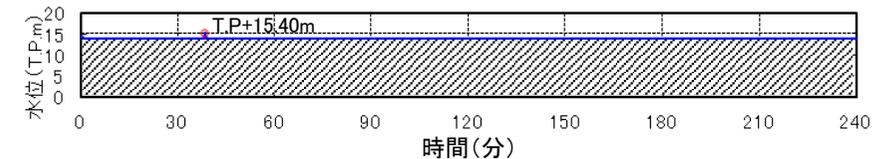
敷地側面東側【上昇側】

入力津波高さ: TP+17.9m $[T.P.+17.70m] + [T.P.+0.18m] = [T.P.+17.88m] < [T.P.+17.9m]$



敷地側面南側【上昇側】

入力津波高さ: TP+15.6m $[T.P.+15.40m] + [T.P.+0.18m] = [T.P.+15.58m] < [T.P.+15.6m]$



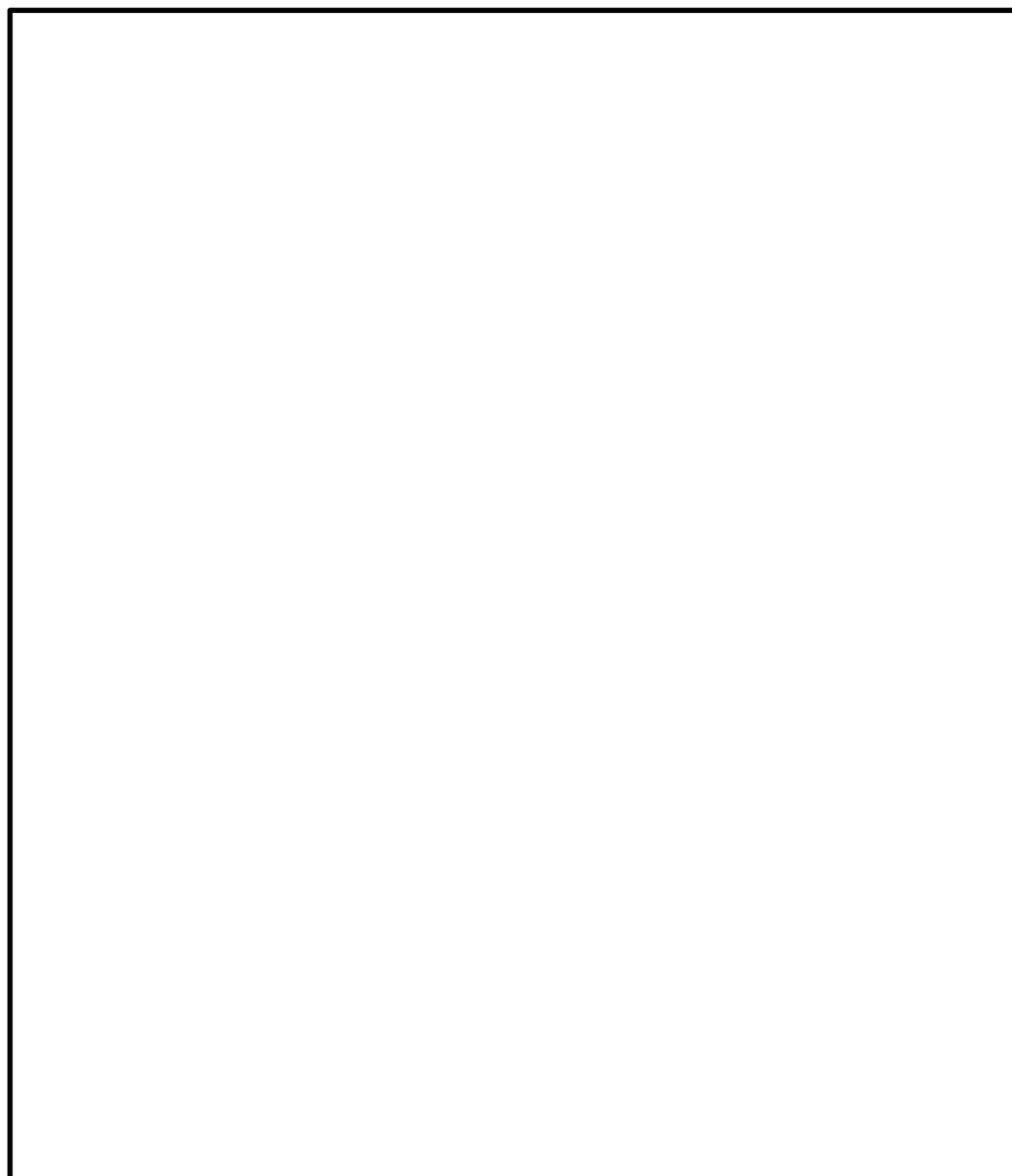
□ 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

【入力津波高さの設定位置及び時刻歴波形】

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

9 入力津波の設定

(8) 入力津波の設定(4/4)



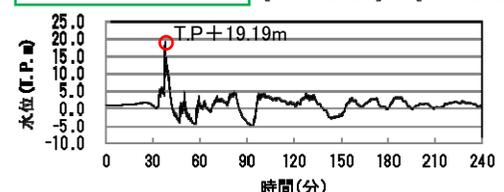
設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

放水路ゲート設置箇所【上昇側】
入力津波高さ: 追而

追而

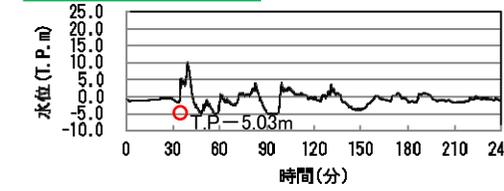
取水ピット【上昇側】

入力津波高さ: TP+194m $[T.P.+19.19m] + [T.P.+0.18m] = [T.P.+19.37m] < [T.P.+19.4m]$



取水ピット【下降側】

入力津波高さ: TP-52m $[T.P.-5.03m] + [T.P.-0.16m] = [T.P.-5.19m] < [T.P.-5.2m]$



SA用海水ピット【上昇側】

入力津波高さ: 追而

追而

緊急用海水ポンプピット【上昇側】

入力津波高さ: 追而

追而

【入力津波高さの設定位置及び時刻歴波形】

は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

10 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

(1) 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	備考
津波の敷地への流入防止 (外郭防護1)	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。 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。	P40
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, 重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。	P56
重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)	上記2方針のほか, 設計基準対象施設の津波防護対象設備(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。	P59
水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止	水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。	P63
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。	P76

10 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

(2) 津波防護の概要(1/2)



◆ 浸水防護対策の概要

- ✓ 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として, 下記の建屋及び区画を浸水防護重点化範囲に設置する。

重要な安全機能を有する設備を内包する建屋	重要な安全機能を有する屋外設備
① 原子炉建屋 ② 使用済燃料乾式貯蔵建屋	③ 海水ポンプ室 ④ 軽油貯蔵タンク

- ✓ 基準津波の遡上波の地上部からの流入又は到達を防止するため, 敷地を取り囲むよう防潮堤を設置する。
- ✓ 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対策を実施する。

浸水経路	対策内容
① 取水路	取水路点検用開口部浸水防止蓋の設置
② 海水ポンプ室	海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の設置
③ 循環水ポンプ室	取水ピット空気抜き配管逆止弁の設置
④ 放水路	放水路ゲート, 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の設置
⑤ 構内排水路	逆流防止設備の設置
⑥ SA用海水ピット	SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の設置
⑦ 救急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の設置, 緊急用海水ポンプグランド dren 排出口及び緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁の設置
⑧ 防潮堤・防潮扉下部、海水ポンプ等	貫通部止水処置の実施

- ✓ 浸水防護重点化範囲への津波の流入を防止するため, 原子炉建屋の境界の貫通部止水処置を実施する。
- ✓ 津波の襲来状況を把握するため, 津波監視設備(津波監視カメラ, 取水ピット水位計, 潮位計)を設置する。
- ✓ 非常用海水ポンプの取水性を確保するため, 取水口前面の海中に貯留堰を設置する。

10 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針 (2) 津波防護の概要(2/2)



◆ 浸水防護対策設備の配置

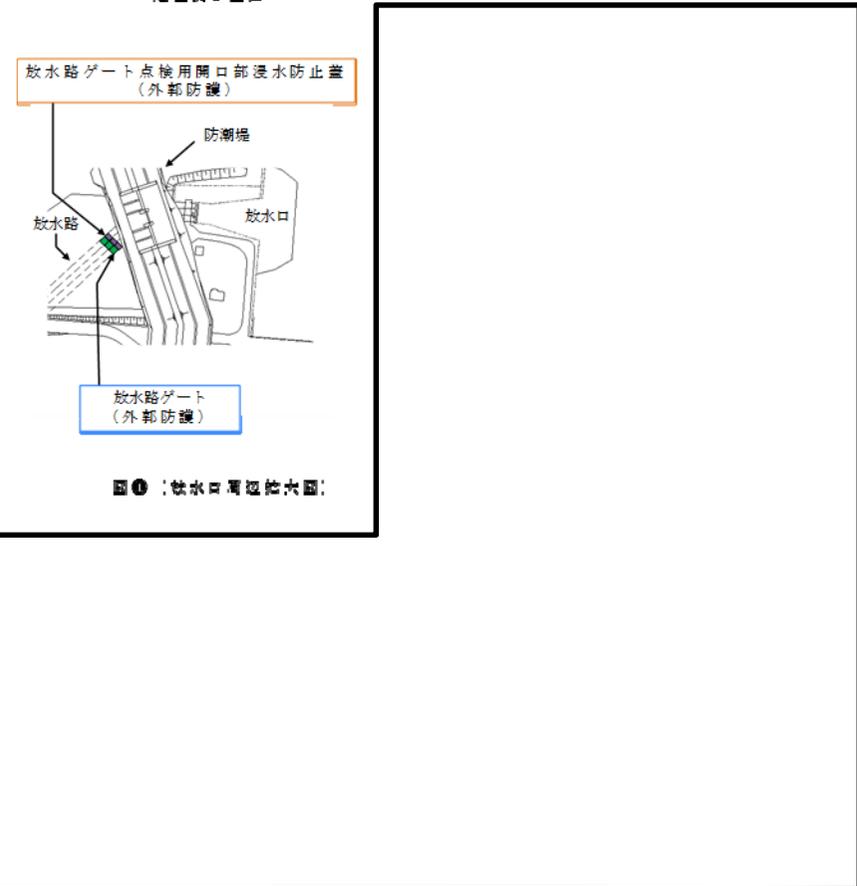
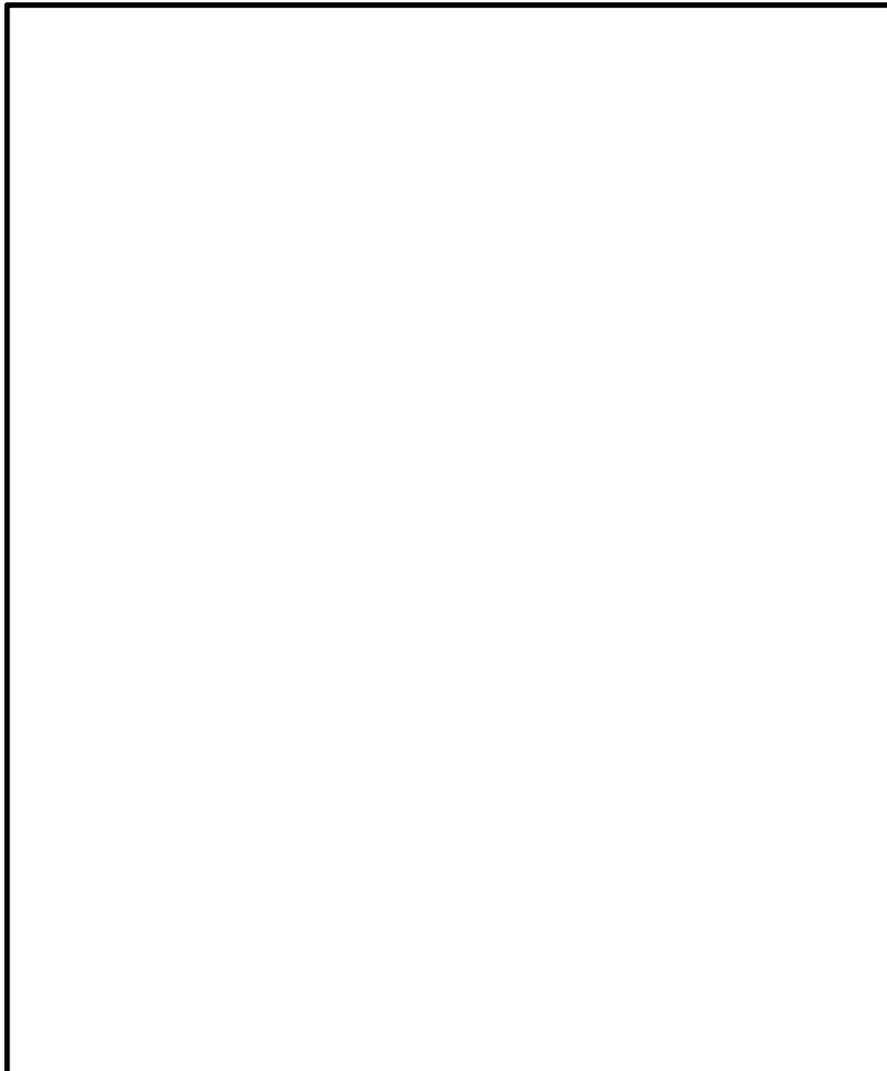
【凡例】

- EL. +2.0m~EL. +5.0m
- EL. +8.0m~EL. +11.0m
- EL. +11.0m以上

- 津波防護施設
- 浸水防止設備
- 津波監視設備
- 設計高津対象施設の津波防護対象設備を内包する容量及び区域

【凡例】

- 津波防護施設
- 浸水防止設備
- 津波監視設備
- 設計高津対象施設の津波防護対象設備を内包する容量及び区域



【敷地の特性に応じた津波防護対策設備の配置図】

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

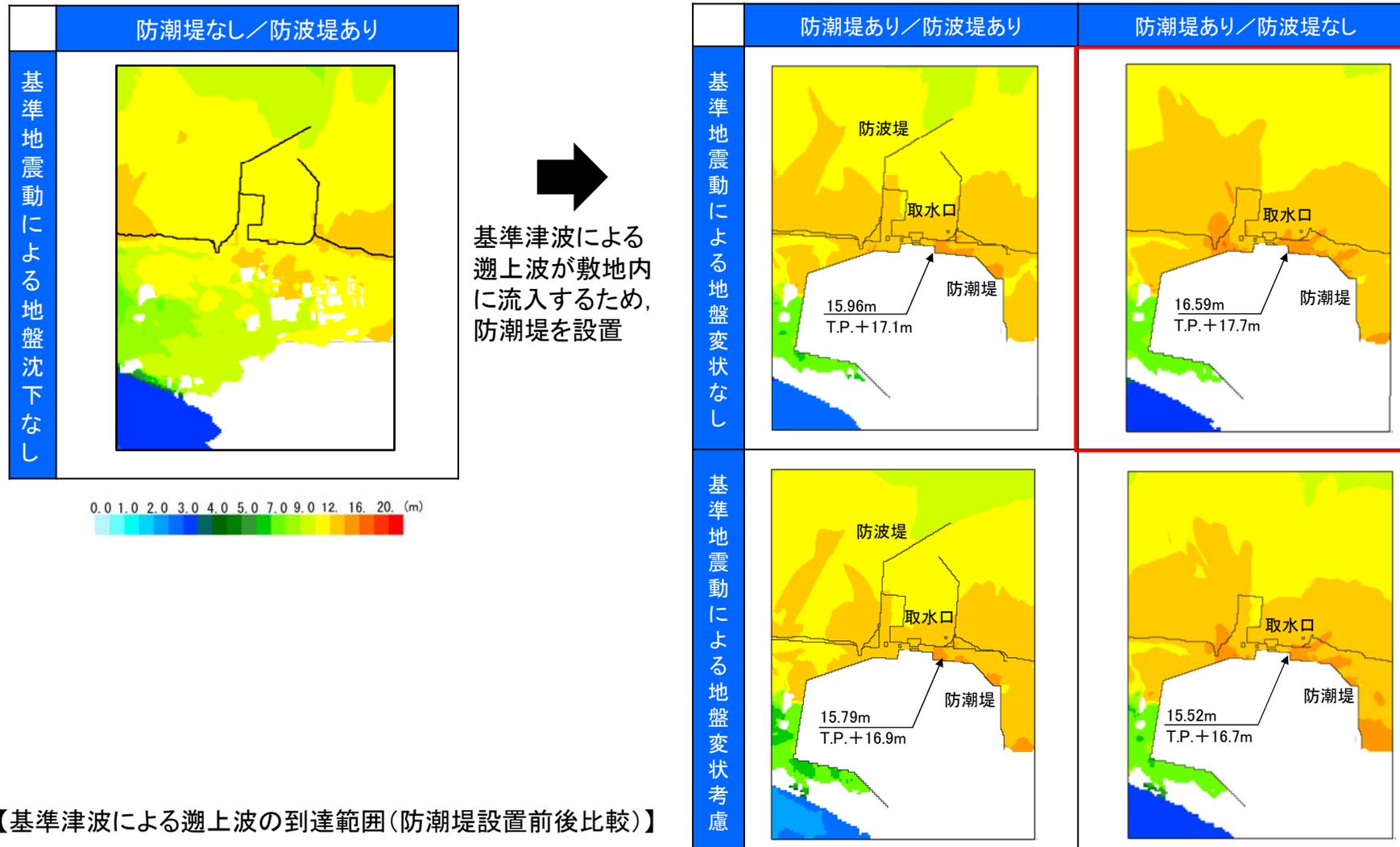
11 遡上波の地上部からの到達又は流入防止(1/5)

- ◆ 基準津波による遡上波が設計基準対象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、敷地全体を取り囲むよう防潮堤(道路横断部の防潮扉含む。)を設置する。また、基準地震動 S_{ss} 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。<設計上のポイント>(1), (3)



防潮堤の設置により、基準津波による遡上波の敷地内への流入・到達防止を達成

- ◆ 防波堤なし及び基準地震動による地盤変状なしの条件における水位がT.P.+17.7mとなり、最も高い結果となった。



【基準津波による遡上波の到達範囲(防潮堤設置前後比較)】

11 遡上波の地上部からの到達又は流入防止(2/5)

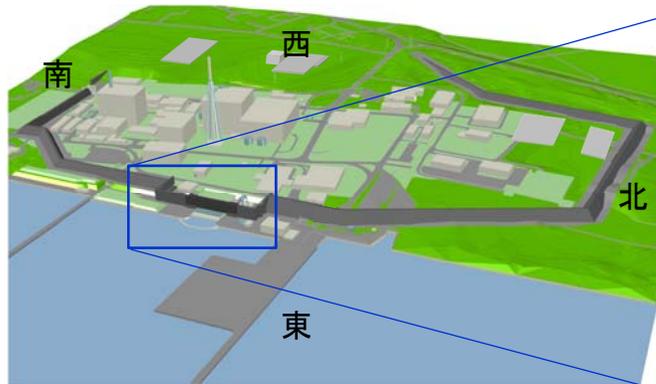


◆ 敷地区分及びエリア区分毎の防潮堤の構造形式を整理すると以下のとおり。

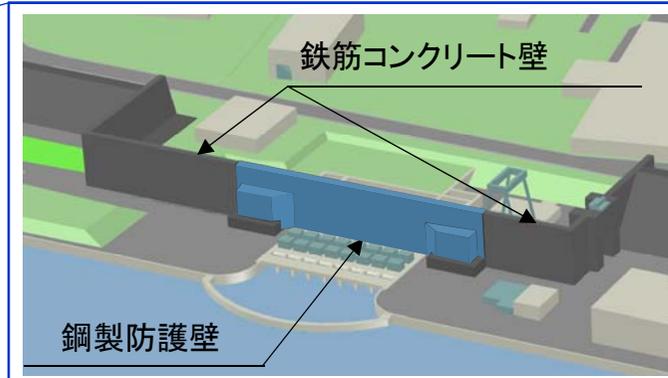
敷地区分	エリア区分	構造形式	天端高さ (T. P. +m)	構造概要
敷地前面東側	a. 海水ポンプエリア	鋼製防護壁	20.0	P50
		鉄筋コンクリート壁		
敷地側面北側	b. 敷地周辺エリア	セメント改良盛土	18.0	P51
敷地側面南側			c. 敷地南側狭隘部エリア	
防潮堤配置図	<ul style="list-style-type: none"> ■ 盛土構造 ■ 鉄筋コンクリート造 ■ 鋼製防護壁 ■ 鋼管杭+被覆コンクリート造 ■ 防潮扉 			

は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

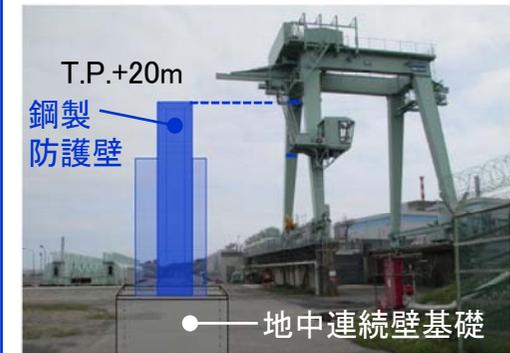
11 遡上波の地上部からの到達又は流入防止(3/5)



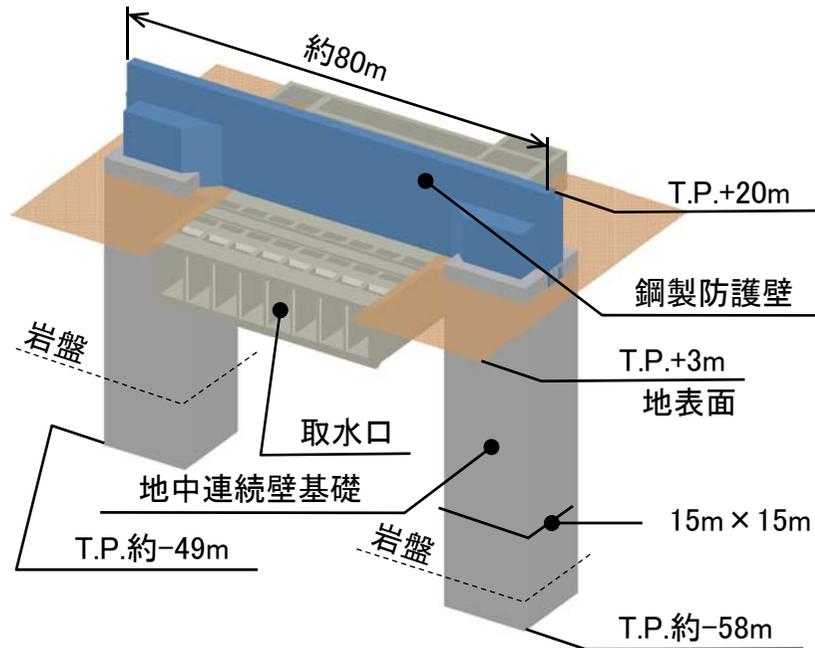
(防潮堤全体配置図)



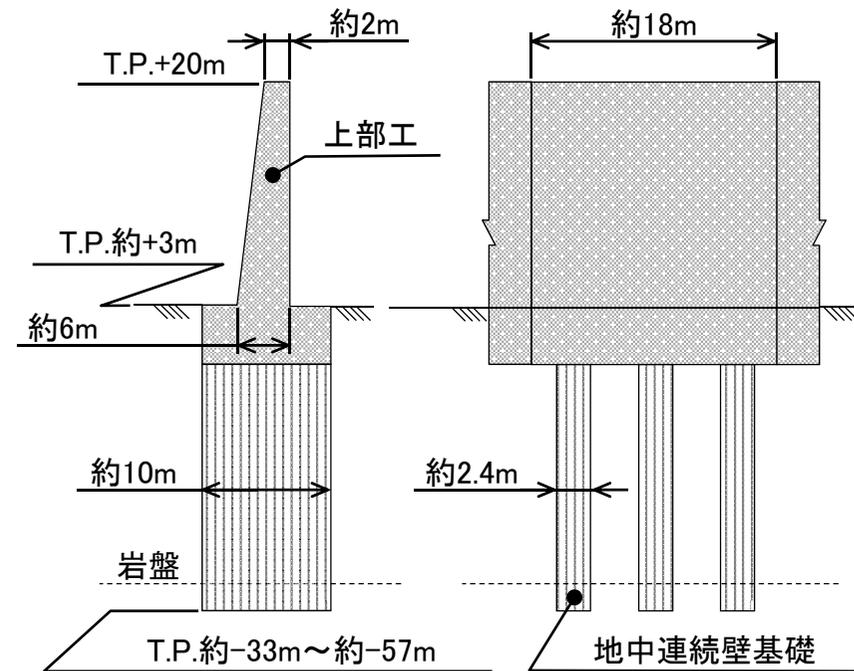
(海水ポンプエリア拡大図)



(防潮堤設置イメージ)



(鋼製防護壁)



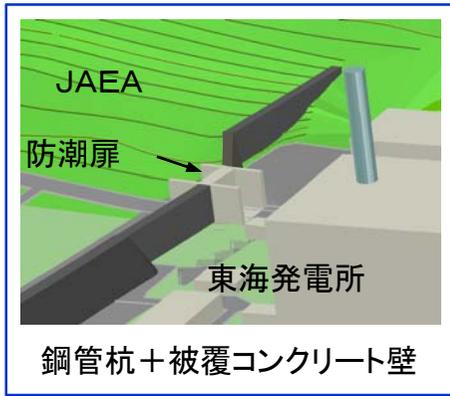
<断面図>

(鉄筋コンクリート壁)

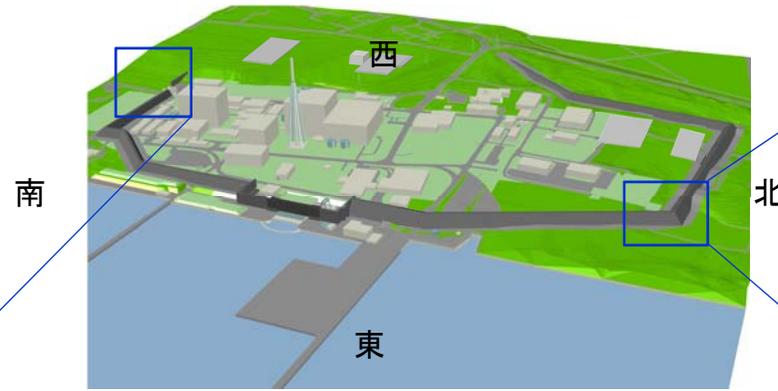
<正面図>

【防潮堤構造概要(鋼製防護壁及び鉄筋コンクリート壁)】

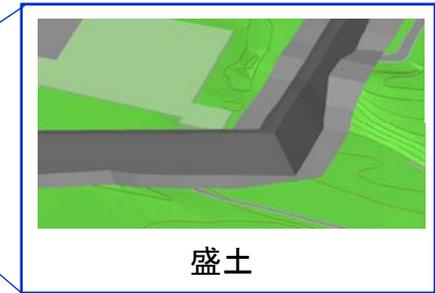
11 遡上波の地上部からの到達又は流入防止(4/5)



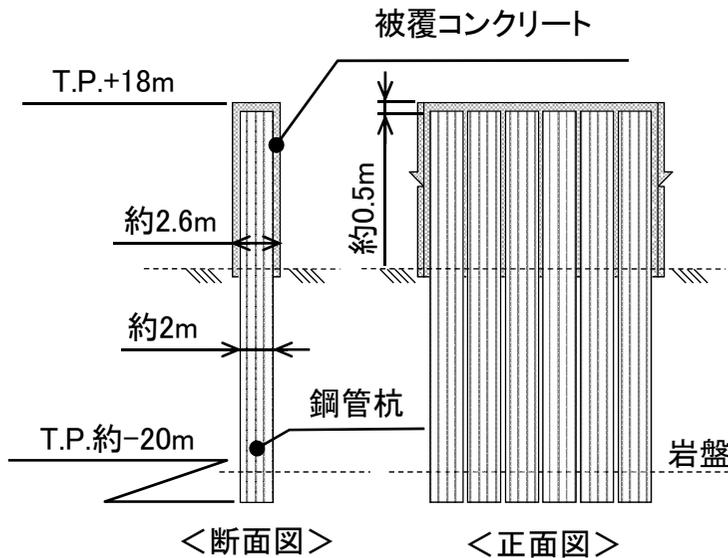
(敷地南側狭隘部エリア)



(防潮堤全体配置図)



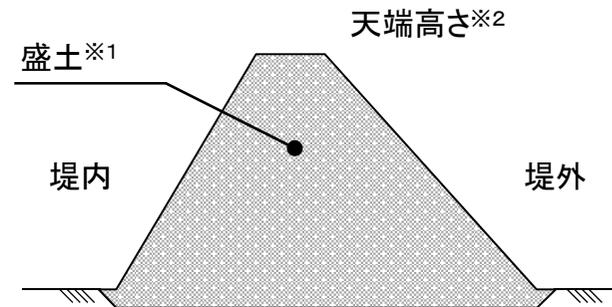
(敷地周辺エリア拡大図)



<断面図>

<正面図>

(鋼管杭+被覆コンクリート壁)



(断面図)

※1:盛土防潮堤は、砂礫にセメントを混合したセメント改良土を敷き均し、締め固めて台形形状としたもの盛土構造防潮堤支持地盤に対し、液状化対策としてセメント又は薬液による「固化工法」を実施する予定

※2:天端高さ

T.P.+20m(敷地前面東側)

T.P.+18m(敷地側面北側及び南側)

(盛土)

【防潮堤構造概要((鋼管杭+被覆コンクリート壁)及び盛土)】

11 遡上波の地上部からの到達又は流入防止(5/5)



- ◆ 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	①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 (敷地側面東側) T.P.+15.6m (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。 TP.+18.0m (敷地側面北側) T.P.+20.0m (敷地側面東側) T.P.+18.0m (敷地側面南側)	到達・流入しない			
	②タービン建屋	T.P.+8m						
	③使用済燃料乾式貯蔵建屋	T.P.+8m						
	④緊急時対策所	T.P.+23m						
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						

12 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, 放水路等の経路からの津波の流入を防止するため, 以下の対策を実施する。

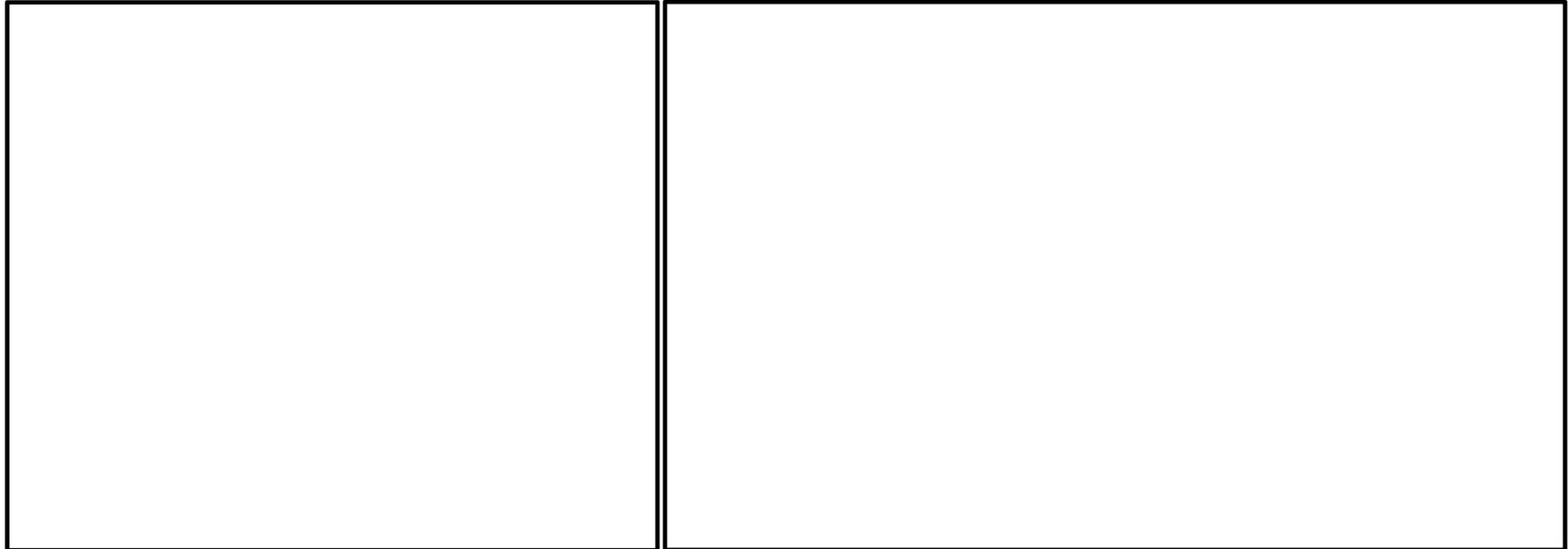
【入力津波の敷地への到達・流入評価結果】

津波の流入経路	対策箇所	対策内容	備考
取水路	取水路点検用開口部	点検用開口部への浸水防止蓋の設置	P49
海水ポンプ室	海水ポンプグランド dren 排出口	dren 排出口への逆止弁の設置	P50
放水路	放水路	放水路への放水路ゲートの設置	P51
	放水路ゲート点検用開口部	点検用開口部への浸水防止蓋の設置	
SA用海水ピット	SA用海水ポンプピット上部開口部	上部開口部への浸水防止蓋の設置	P52
緊急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット点検用開口部	点検用開口部への浸水防止蓋の設置	P53
	緊急用海水ポンプグランド dren 排出口	dren 排出口への逆止弁設置の設置	
	緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口	dren 排出口への逆止弁の設置	
構内排水路	構内排水路貫通部	貫通部への逆流防止設備の設置	P54
その他の貫通部	防潮堤下部貫通部	貫通部の止水処置	—

12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止(2/8)

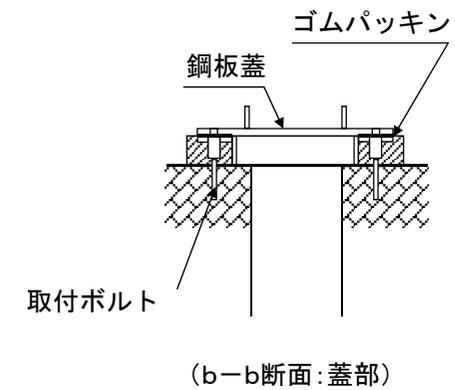
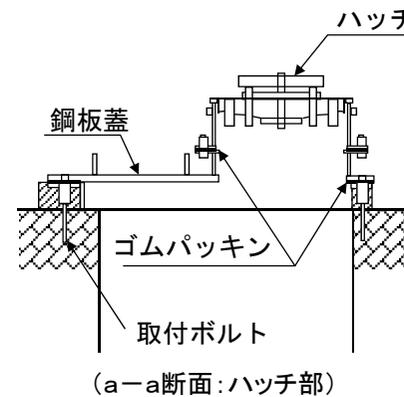
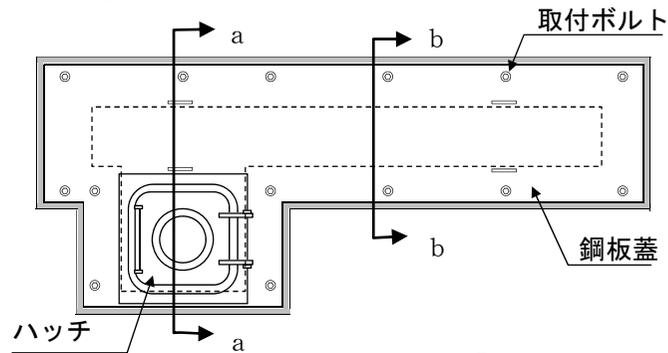


- ◆ 取水路から流入する津波が, 防潮堤内側の取水路点検用開口部から流入し, 海水ポンプ室に到達することを防止するため, 点検用開口部に対して浸水防止蓋を設置する。



┌ :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】



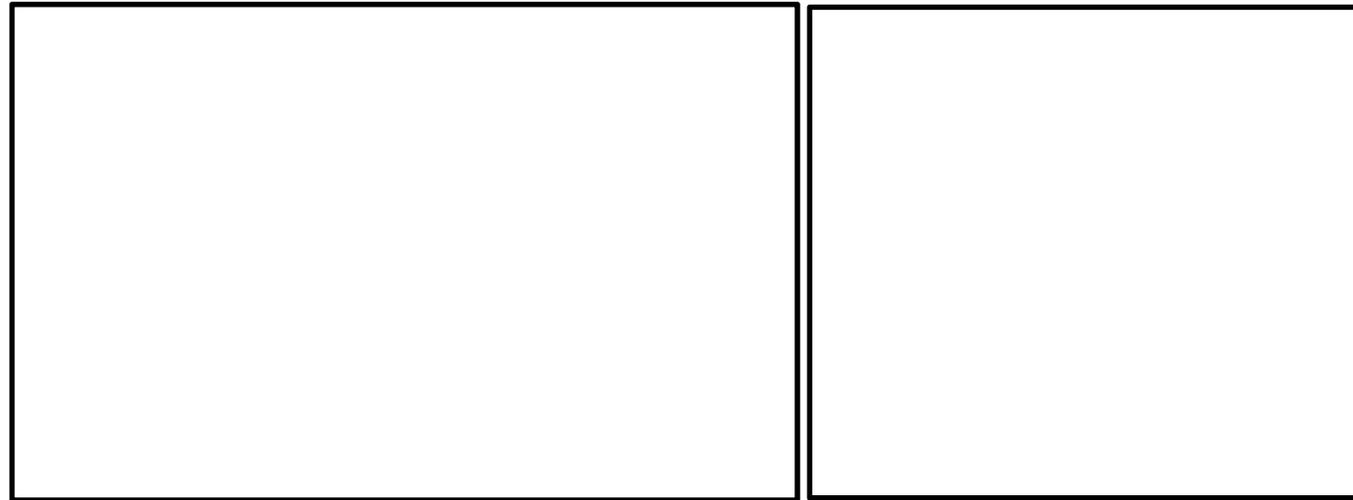
【平面図 タイプ①(鋼板蓋+ハッチ式)の例】

□ は, 商業機密又は防護上の観点から公開できません。

12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止(3/8)



- ◆ 取水路から流入する津波が、海水ポンプのグラウンドレンの排水先である取水ピットからグラウン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、グラウンドレン排出先を取水ピットから海水ポンプグラウン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。

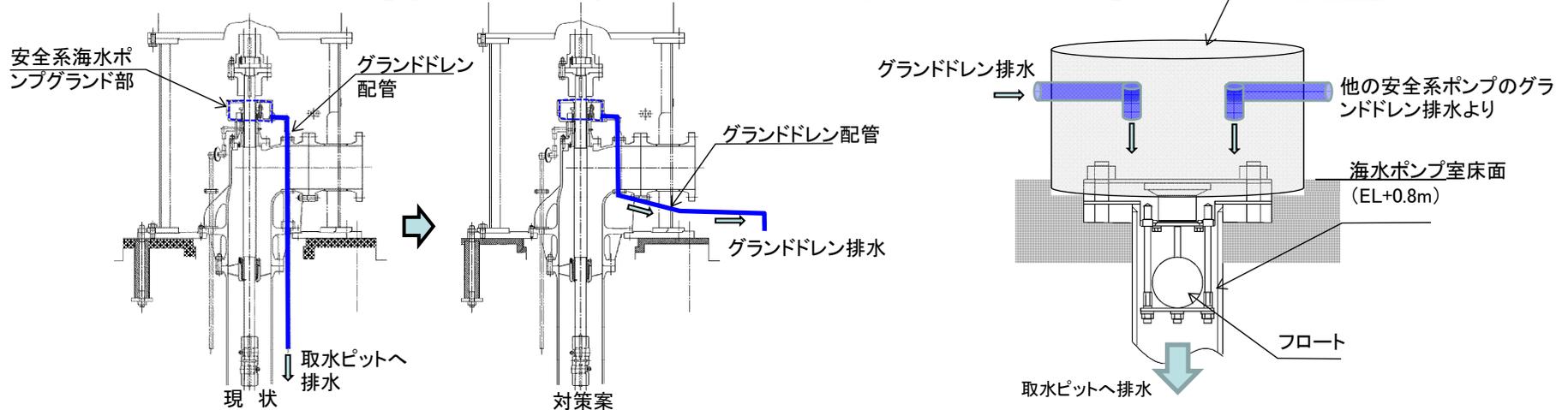


【グラウンドレン排水口逆止弁仕様】

- ・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)
- : 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ (DGSWポンプ)
- : 海水ポンプグラウンドレン 排出口逆止弁
- : 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)
- : 補機冷却用海水ポンプ (ASWポンプ)

【海水ポンプ及び海水ポンプグラウンドレン排出口逆止弁配置図】

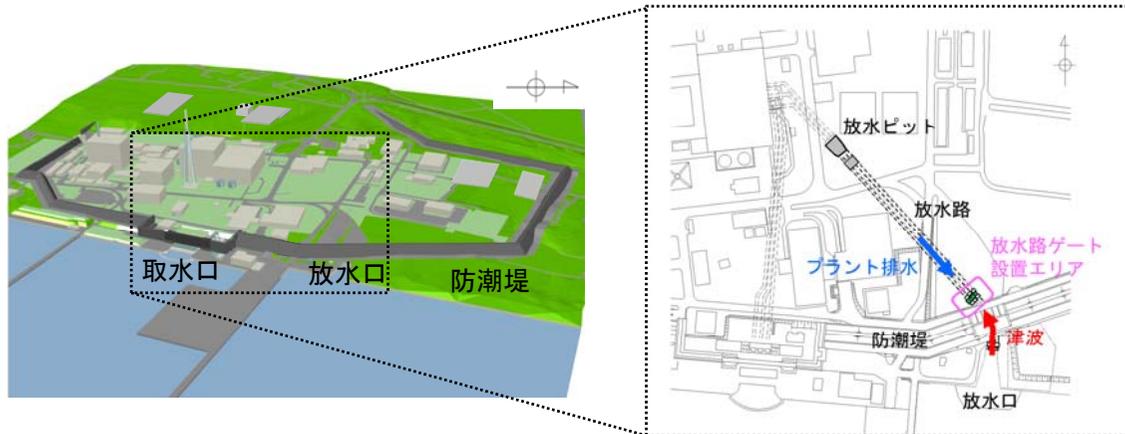


【海水ポンプグラウンドレン配管からの浸水防止対策概要(海水ポンプグラウンドレン排出口逆止弁の設置)】

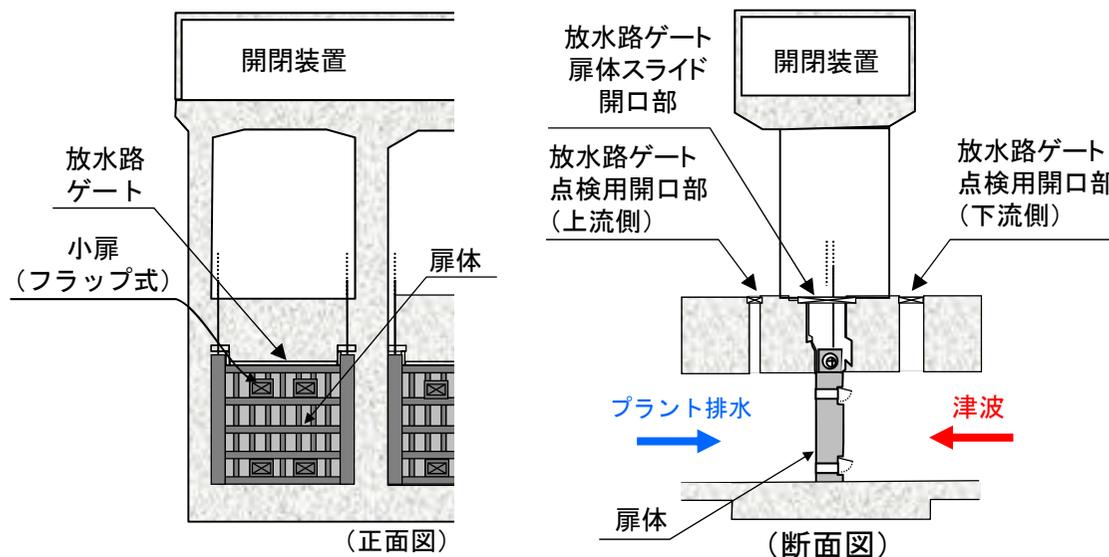
□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止(4/8)

- ◆ 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、放水路に放水ゲートを設置する。また、放水ゲート設置に伴い、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。
- ◆ 放水路ゲートは、MS-1として設計する。



【放水路ゲート設置 エリア】



【放水路ゲート概略構造イメージ】

【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

【放水路ゲートの運用方針】

放水路ゲートの運用は、設置許可基準規則第12条に基づき以下の方針で設計する。

- ◆安全上の機能別重要度区分としては、クラス1 (MS-1)の設計とする。
- ◆以下に具体的な方針を示す。

①操作性

- ✓操作は、原則中央制御室より操作する。
- ✓運転員の誤操作及び誤信号による誤動作を防止するため、循環水ポンプ運転中は閉止しないインターロックを採用する。

②多重性

- ✓開閉装置の駆動方式は「電動駆動式」、「機械式」を採用とする。
- ・電動駆動式は電動機により開閉する。
- ・機械式「ゲートの保持機能を開放するだけで自重により閉止可能な単純な構造にし、高い信頼性を確保する。

③電源の「独立性」

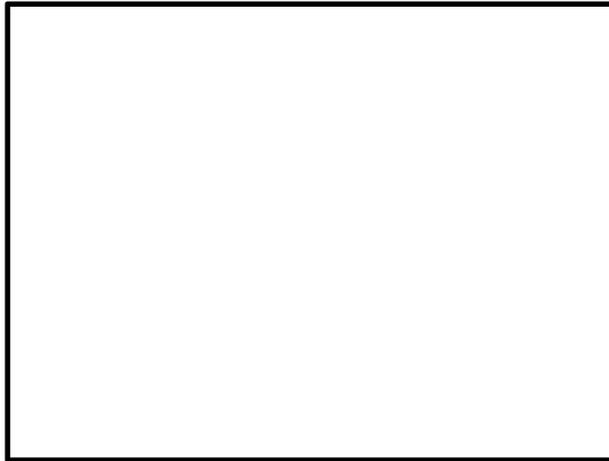
- ✓電源は非常用母線から供給する。

④放水路ゲート閉止後の排水性

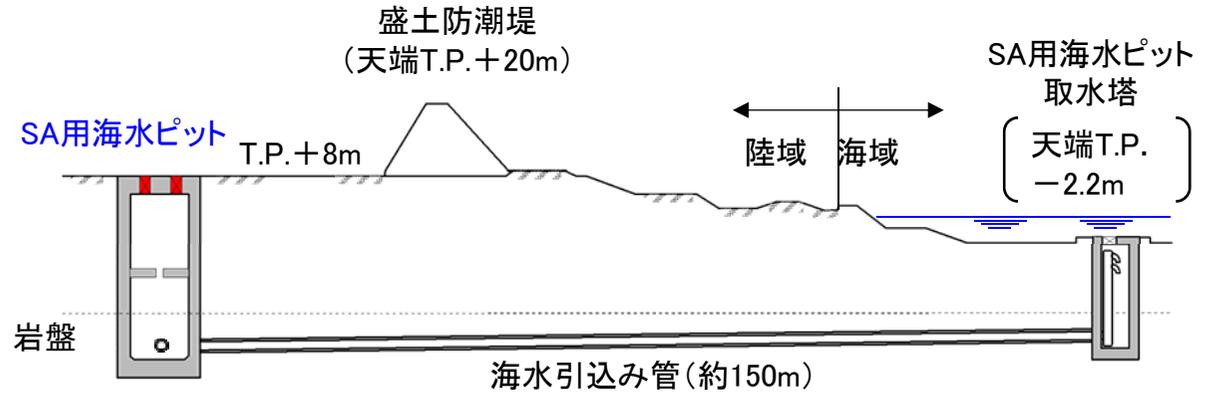
- ✓放水路ゲート閉止前には循環水ポンプを停止する運用とするが、非常用海水ポンプの排水、構内排水などの排水が可能なるよう、閉止ゲート内に小扉(フラップゲート)を設置する。

12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止(5/8)

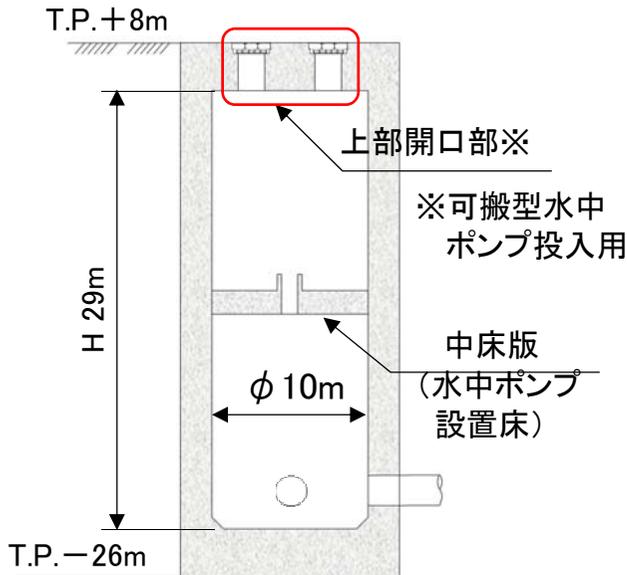
- ◆ 重大事故時等の可搬型設備の取水源として, SA用海水ピットを設置する。(56条対応)
- ◆ 上記に伴いSA用海水ピット取水塔, 海水引込み管を経由した津波が, SA用海水ピットの点検用開口部から設計基準対象設備の設置された敷地に到達することを防止するため, 点検用開口部に浸水防止蓋を設置する。



【配置計画図】



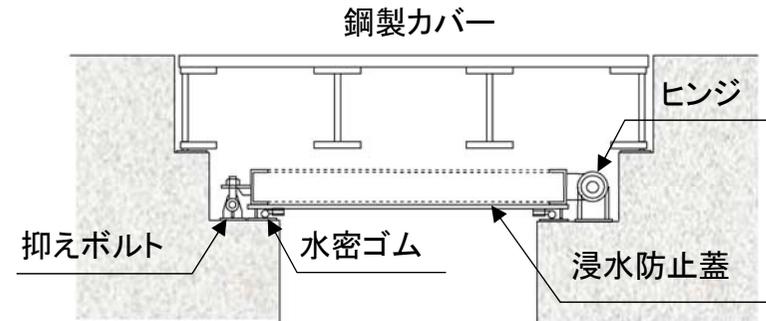
【取水塔～SA用海水ピット断面図】



【SA用海水ピット断面図】



(ピット上部平面図)



(ピット上部断面図)

【SA用海水ピット上部開口部浸水防止蓋構造概要】

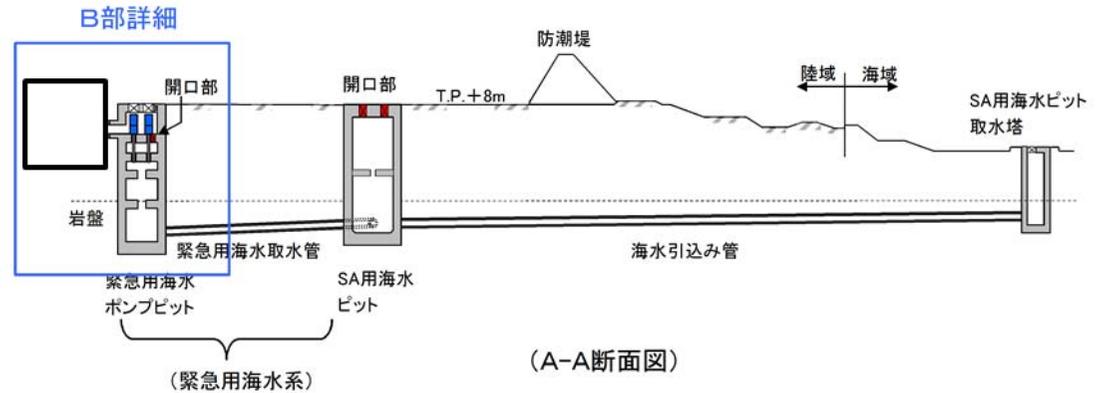
□ は, 商業機密又は防護上の観点から公開できません。

12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止(6/8)

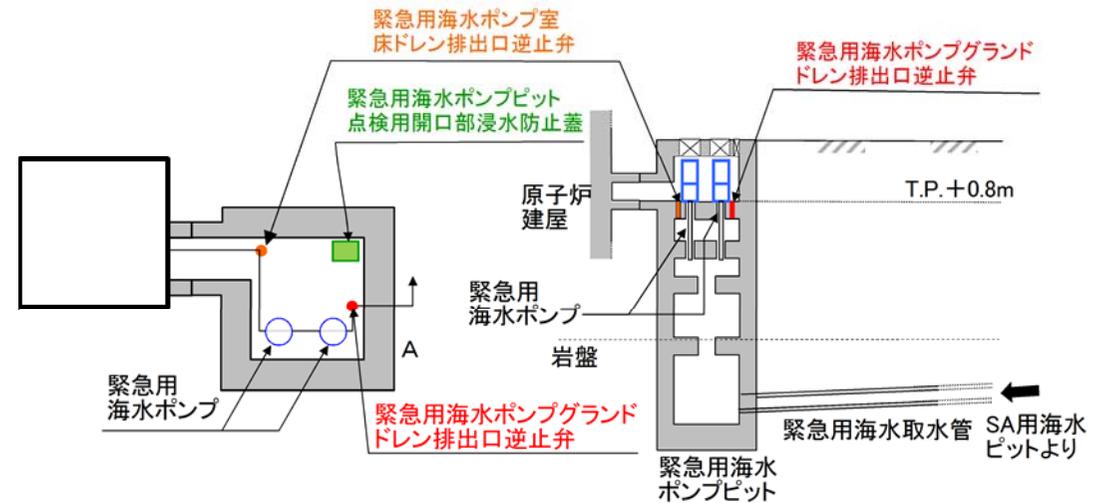
- ◆ 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備として, 緊急用海水ポンプピットを設置する(第48条)。
- ◆ 上記に伴い, SA用海水ピットから接続される非常用海水取水管を經由した津波が, 緊急用海水ポンプピットに流入し, 設計基準対象施設が設置された敷地に到達することを防止するため, 点検用開口部に浸水防止蓋, ポンプグランドレン排水口及び床 dren 排出口に逆止弁を設置する。



【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】



B部 詳細図(平面図)

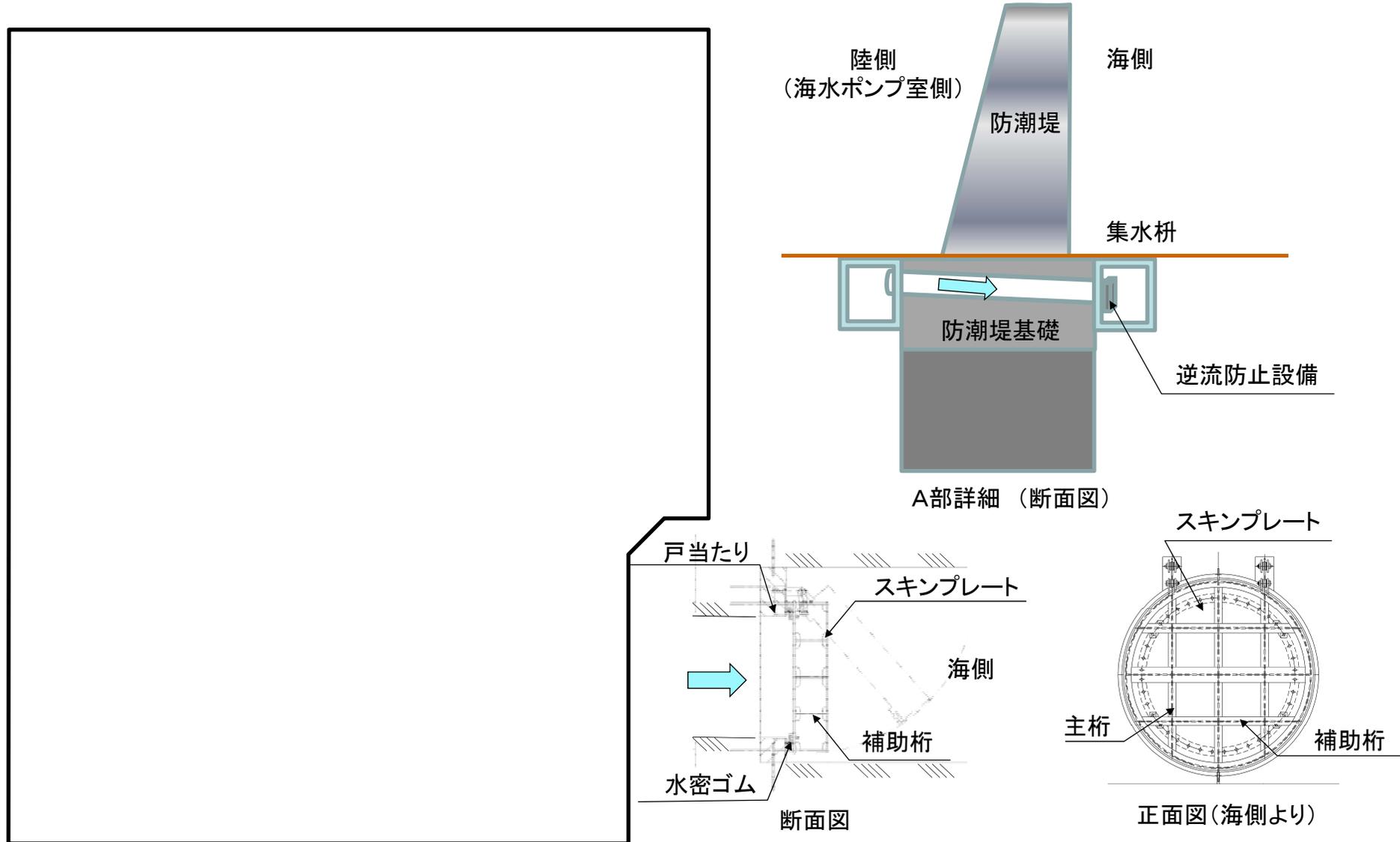
B部 詳細図(断面図)

【緊急用海水ポンプピット浸水対策箇所】

□ は, 商業機密又は防護上の観点から公開できません。

12 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, 海と接続する構内排水路全11箇所に対して, 逆流防止設備を設置する。



【構内排水路配置図】

【逆流防止設備概略構造図】

□ は, 商業機密又は防護上の観点から公開できません。

12 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止(8/8)



- ◆ 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】

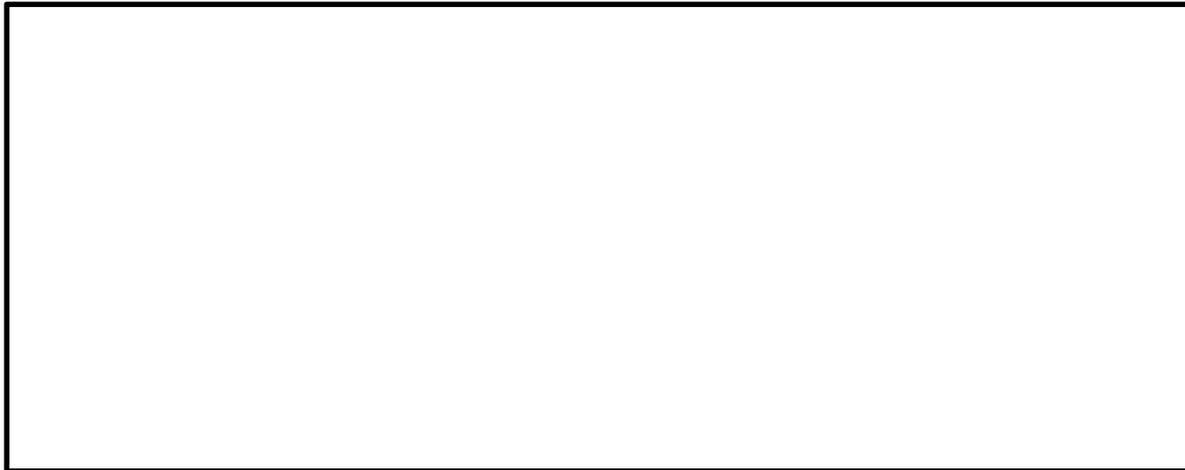
経路	系統	入力津波高さ	許容津波高さ	裕度	評価
取水路	海水系	T.P.+19.4m	T.P.+22.0m	2.6m	流入しない
	循環水系	T.P.+19.4m	T.P.+22.0m	2.6m	
	緊急用海水系(SA用海水ピット)	(追而)	(追而)	(追而)	
	緊急用海水系(緊急用海水ポンプピット)	(追而)	(追而)	(追而)	
放水路	放水路	(追而)	(追而)	(追而)	流入しない
	放水路ゲート点検用開口部	(追而)	(追而)	(追而)	
構内排水路	構内排水路貫通部(敷地側面北側)	T.P.+15.4m	T.P.+18.0m	2.6m	流入しない
	構内排水路貫通部(敷地前面東側)	T.P.+17.9m	T.P.+20.0m	2.1m	

13 漏水量の評価及び浸水対策



【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 dren 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>

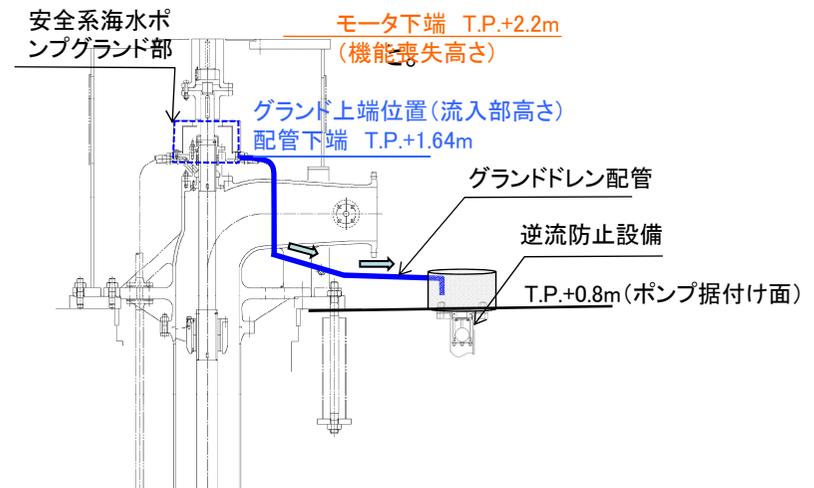
- : 残留熱除去系海水ポンプ(4台) (RHRSポンプ)
- : 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ(2台) (DGSWポンプ)
- : 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ(1台) (HPCS DGSWポンプ)
- : 防水区画化範囲(海水ポンプ室)

【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 dren 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 dren 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
 - ・許容津波高さ: 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 dren 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、許容津波高さと比較する。



【非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの状況】

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

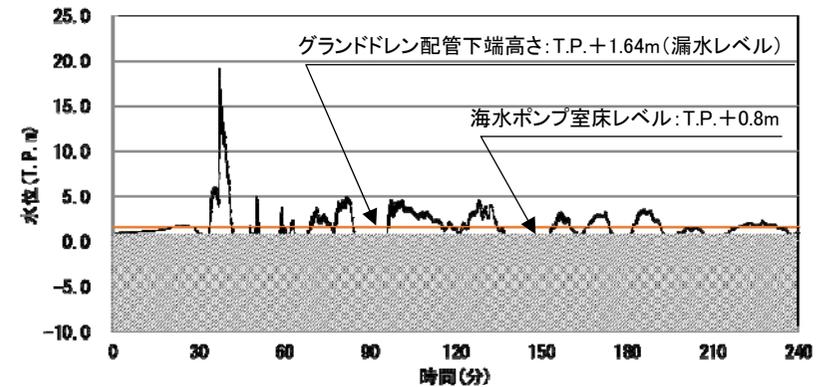
14 安全機能への影響確認

【評価結果】

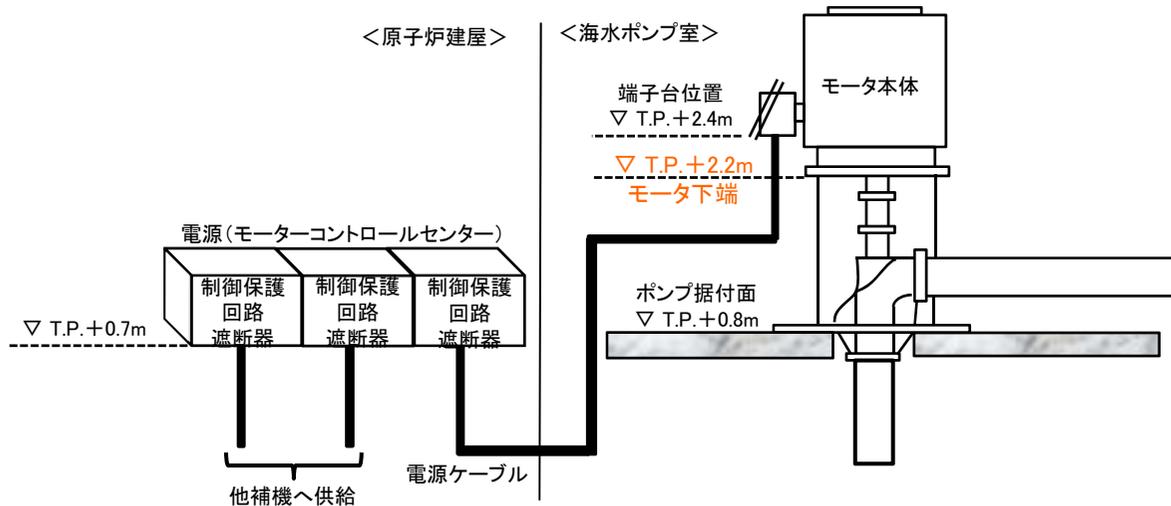
- ◆ 非常用海水ポンプグランド dren 排水口逆止弁からの漏水量を評価した結果、海水ポンプ室内の浸水高さは、海水ポンプ室北側が高く 0.33m となったが、許容津波高さに対して十分な余裕があることを確認した。

【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	12.9m ³	12.9m ³
②有効区画面積	39.2m ²	55.6m ²
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】



【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)】

【排水設備の必要性】

- ◆ 非常用海水ポンプグランド dren 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。

15 浸水防護重点化範囲の設定



【浸水防護重点化範囲】

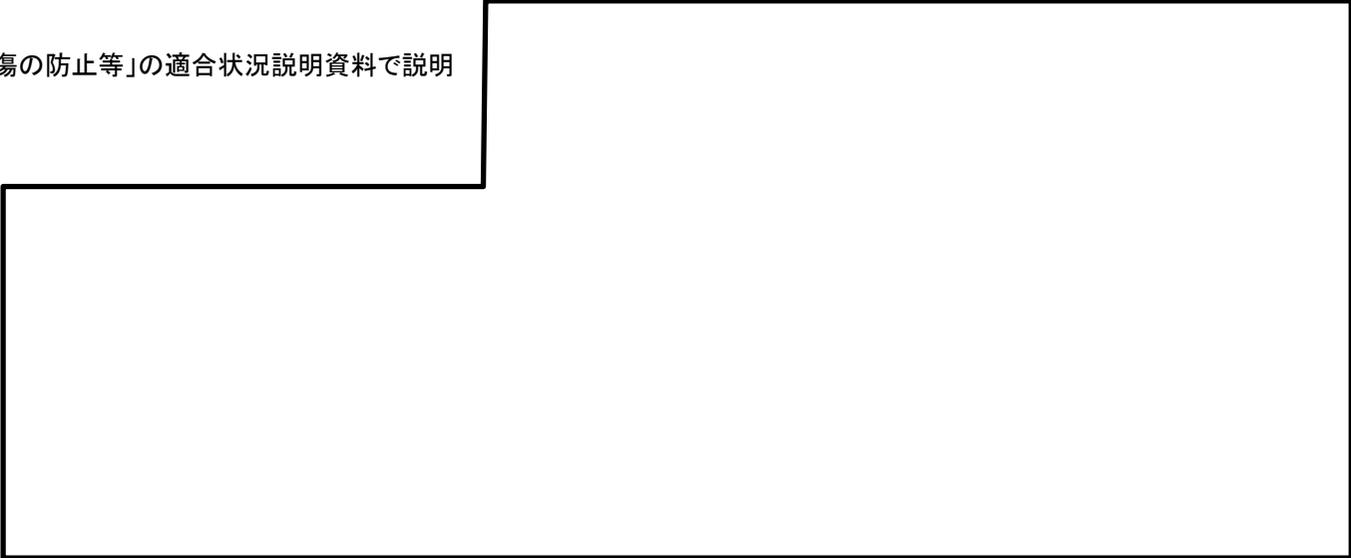
は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

16 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策(1/4)



◆ 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(m ³)
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(m ³)
E.L.-4.00~E.L.-1.60m	約2,784
E.L.-1.60~E.L.+5.50m	約17,326
E.L.+5.50~E.L.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20,910m³(地震起因による溢水量) < 約26,699m³(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E.L.+8.2mまで実施

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

16 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策(2/4)



◆ 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

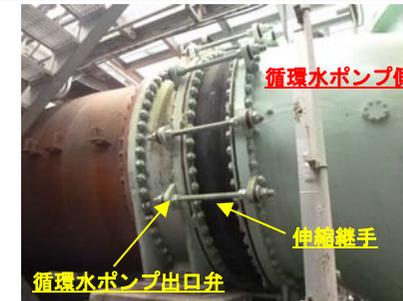
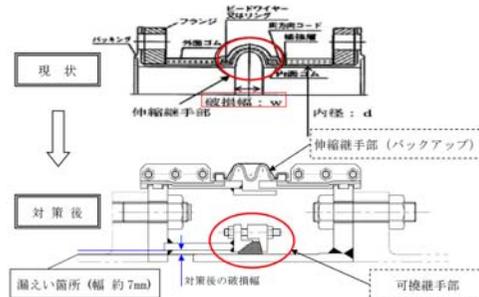
◆ 溢水量評価

- ・ 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

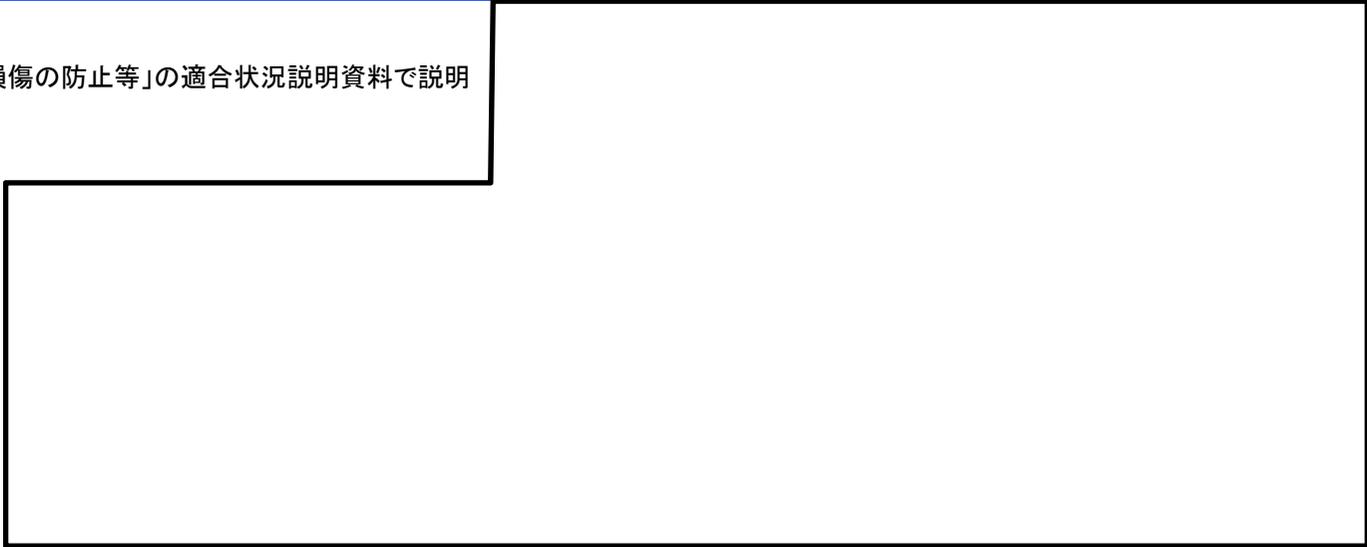
□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

16 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策(3/4)



◆ 屋外の溢水

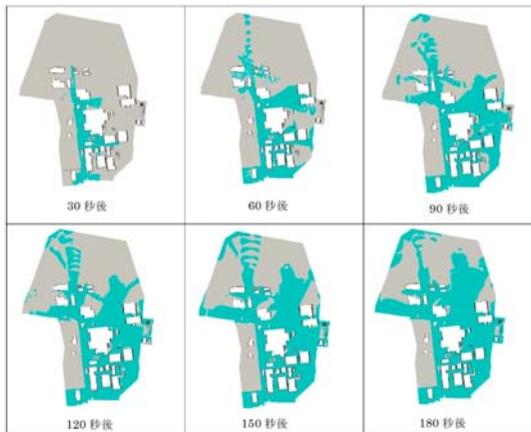
※ 溢水量評価の詳細は第9条「溢水による損傷の防止等」の適合状況説明資料で説明



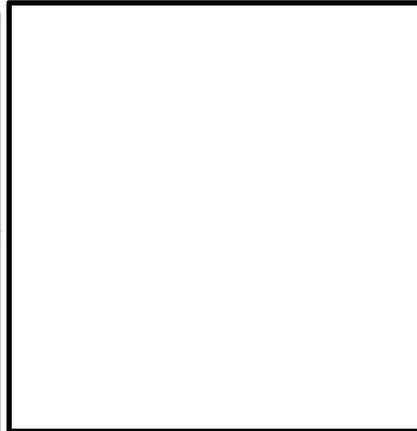
③屋外タンク等の損傷に伴う保有水流出

◆ 溢水量評価

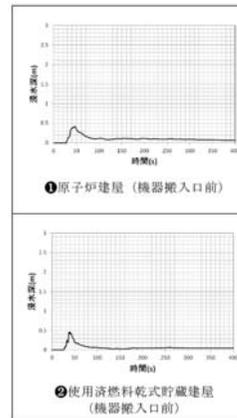
・ 溢水伝播挙動解析により, 浸水防護重点化範囲の境界における浸水水位を評価



溢水伝播挙動



水位測定箇所



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 E.L. [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

□ は, 商業機密又は防護上の観点から公開できません。

16 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策(4/4)

◆ 浸水防護重点化範囲境界の浸水経路, 浸水口の種類に応じて, 下記浸水対策を実施する。

浸水経路, 浸水口の種類		浸水施策
通路, 扉部		
壁貫通口		
貫 通 物	○配管	●「貫通部止水措置」を実施する。
	○電線管	
	○電気BOX	
	○その他	
	・予備スリーブ等	●「貫通部止水措置」を実施する。



配管貫通部止水処置



配管貫通部止水処置

17 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、取水口前面への貯留堰を設置する。
非常用海水ポンプの取水性を確保する。
- ◆取水口前面の海中に鋼管矢板式の貯留堰を設置する。

【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

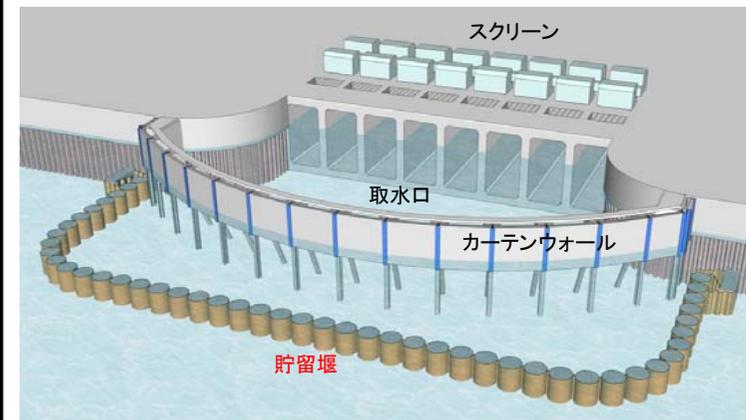
※1: 取水ピットにおける下降側水位に潮位のばらつき, 数値計算上のばらつきを考慮した値

※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】

□ は, 商業機密又は防護上の観点から公開できません。

17 非常用海水冷却系の取水性(2/2)

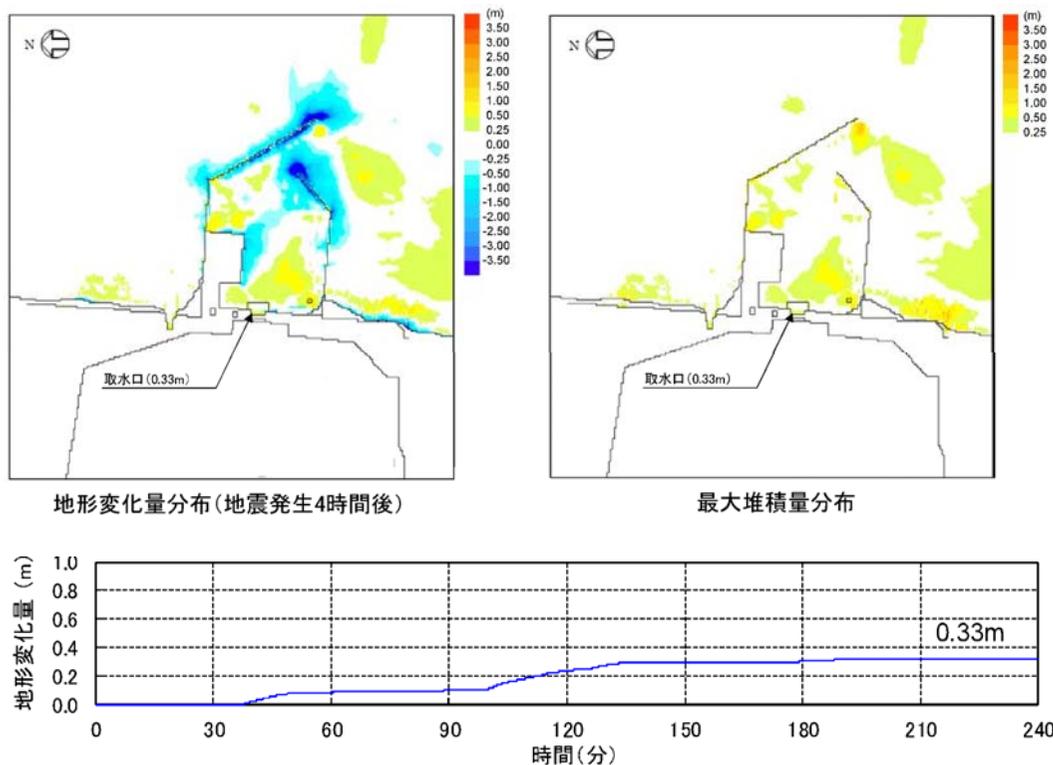
◆ 津波による二次的な影響による機能保持

(1) 砂移動に対する取水性確保(図1)

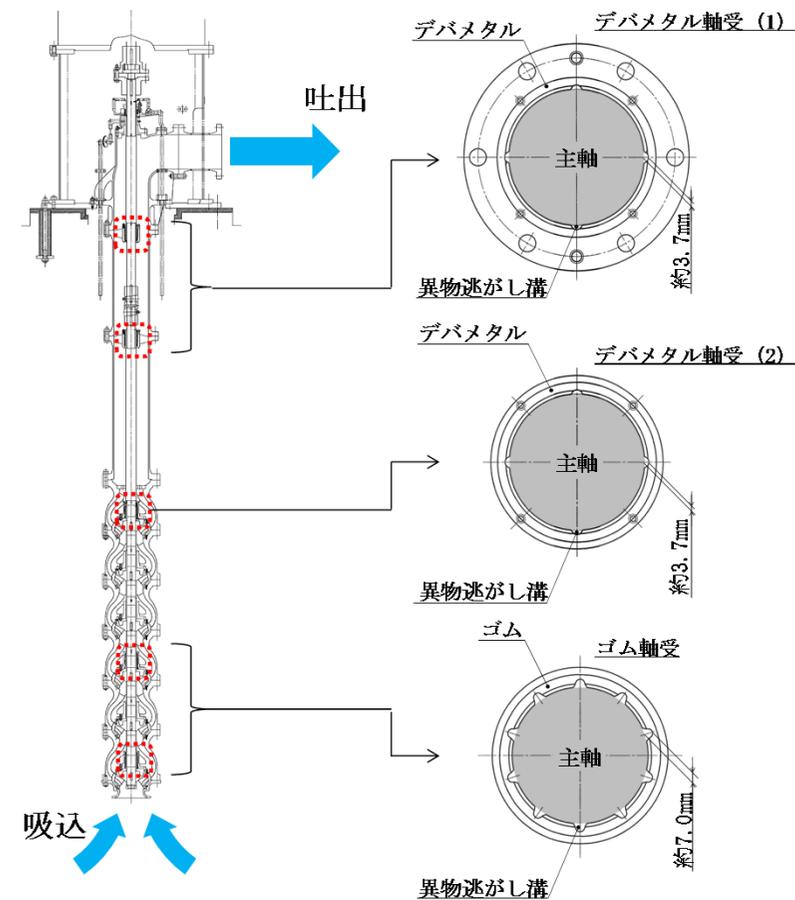
取水口前面における砂堆積厚さは、水位上昇側及び下降側において0.33m(高橋他1999年)であり、海水ポンプ取水性に影響はないことを確認した(平成29年2月3日審査会合)。

(2) 混入した浮遊砂に対する取水性確保(図2)

浮遊砂は、粒径が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。



【砂移動解析結果(上降側, 高橋他1999, 砂濃度1%)】

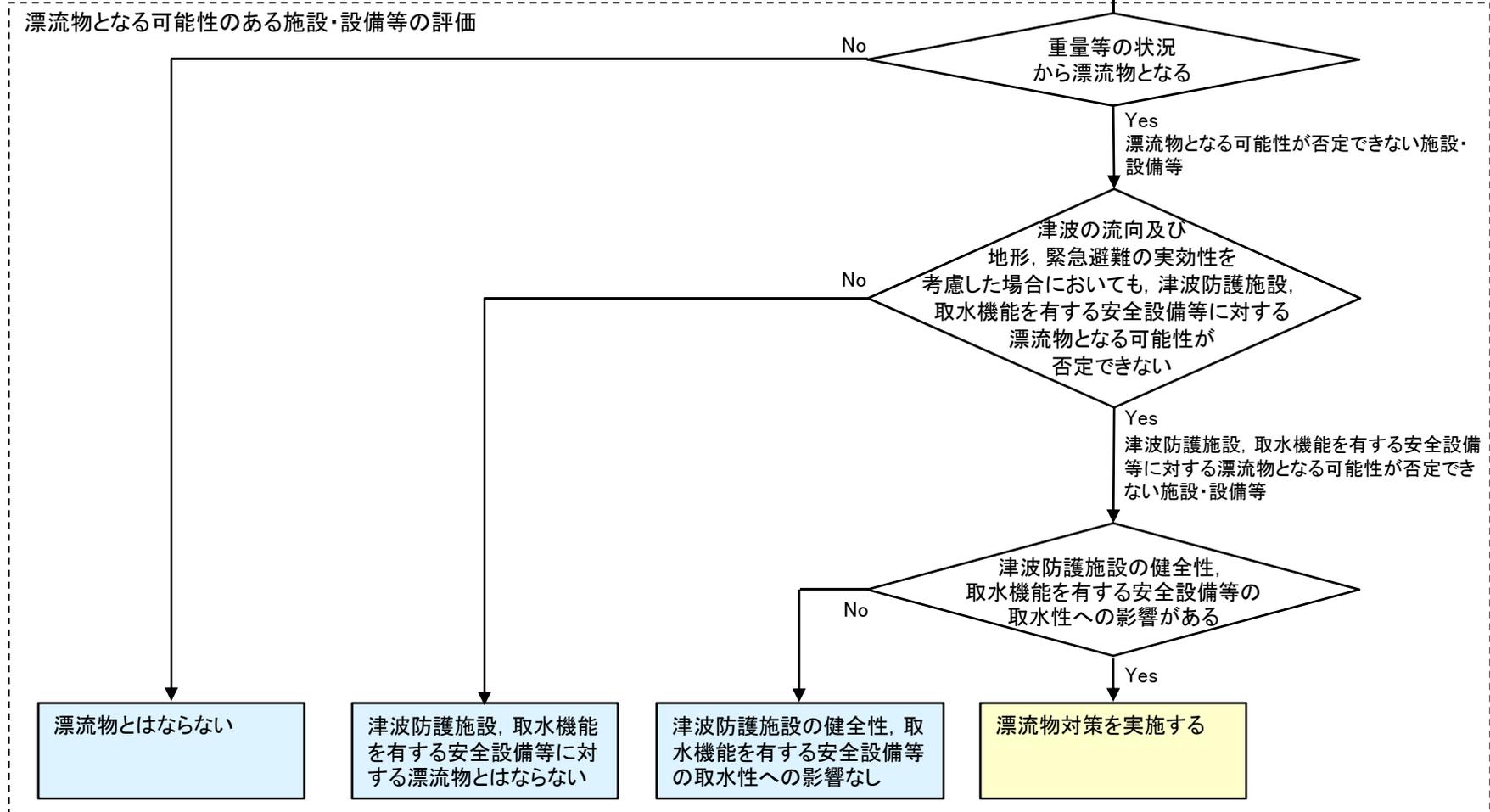
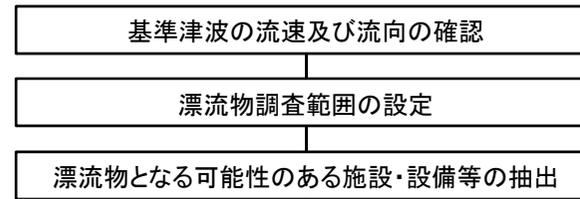


【残留熱除去系海水ポンプ 軸受構造】

18 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(1/11)



- ◆ 漂流物評価フローにより、漂流物となる可能性のある施設・設備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。



【漂流物評価フロー】

18 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(2/11)



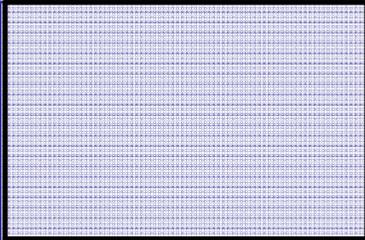
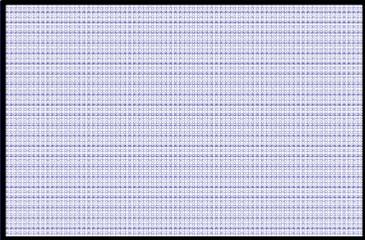
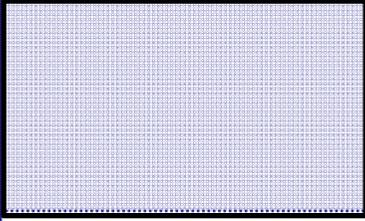
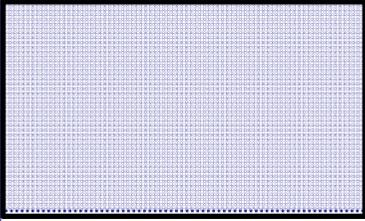
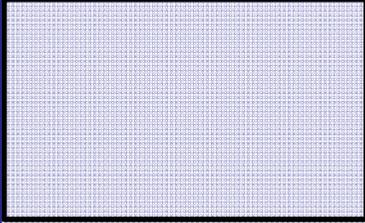
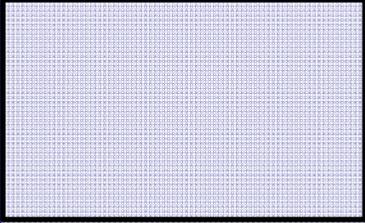
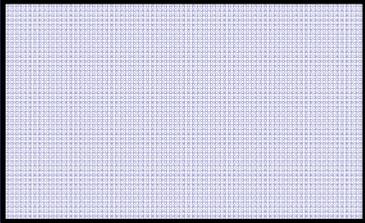
◆ 発電所周辺において漂流物となる可能性がある施設・設備の調査状況(調査範囲を広げた調査を実施中)



【発電所敷地内(防潮堤外側)における漂流物調査結果(1/4)】

18 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(3/11)

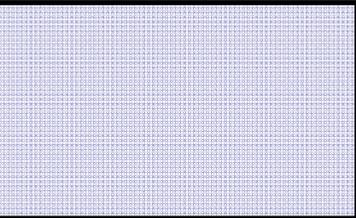
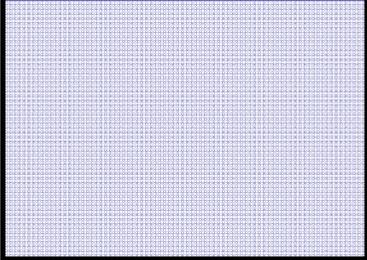


				
1 検潮室	2 海水電解装置建屋	3 物揚場倉庫	4 放水口モニター室	5 北防波堤灯台
				
6 復水冷却用水路スクリーン室	7 塩素処理施設	8 放水路放射能測定機器上屋	9 ロータリースクリーン室	10 主ゲート
				
11 次亜塩素酸ソーダ注入室	12 メンテナンスセンター	13 輸送本部建屋	14 輸送本部倉庫	15 再利用物品置場テント

【発電所敷地内(防潮堤外側)における漂流物調査結果(2/4)】

18 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(4/11)



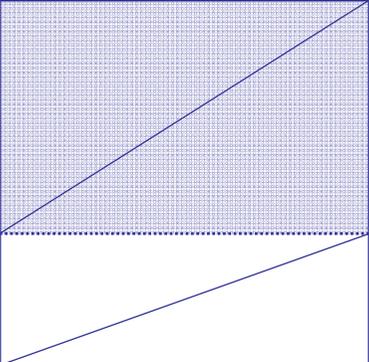
				
<p>16 港湾ジブクレーン</p>	<p>17 クレーン荷重試験用ウェイト</p>	<p>18 クレーン荷重試験用吊具</p>	<p>19 使用済燃料輸送用専用吊具</p>	<p>20 オイルフェンス巻取機</p>
			<p>PP域内のため 撮影不可</p>	
<p>21 海上監視レーダ設置用鉄塔</p>	<p>22 除塵装置制御盤</p>	<p>23 屋外照明灯</p>	<p>24 フェンス</p>	<p>25 水路変圧器函</p>
				
<p>26 放水口モニター</p>	<p>27 回転バースクリーン</p>	<p>28 トラベリングスクリーン</p>	<p>29 潜水用防護柵</p>	<p>30 海水電解装置</p>

【発電所敷地内(防潮堤外側)における漂流物調査結果(3/4)】

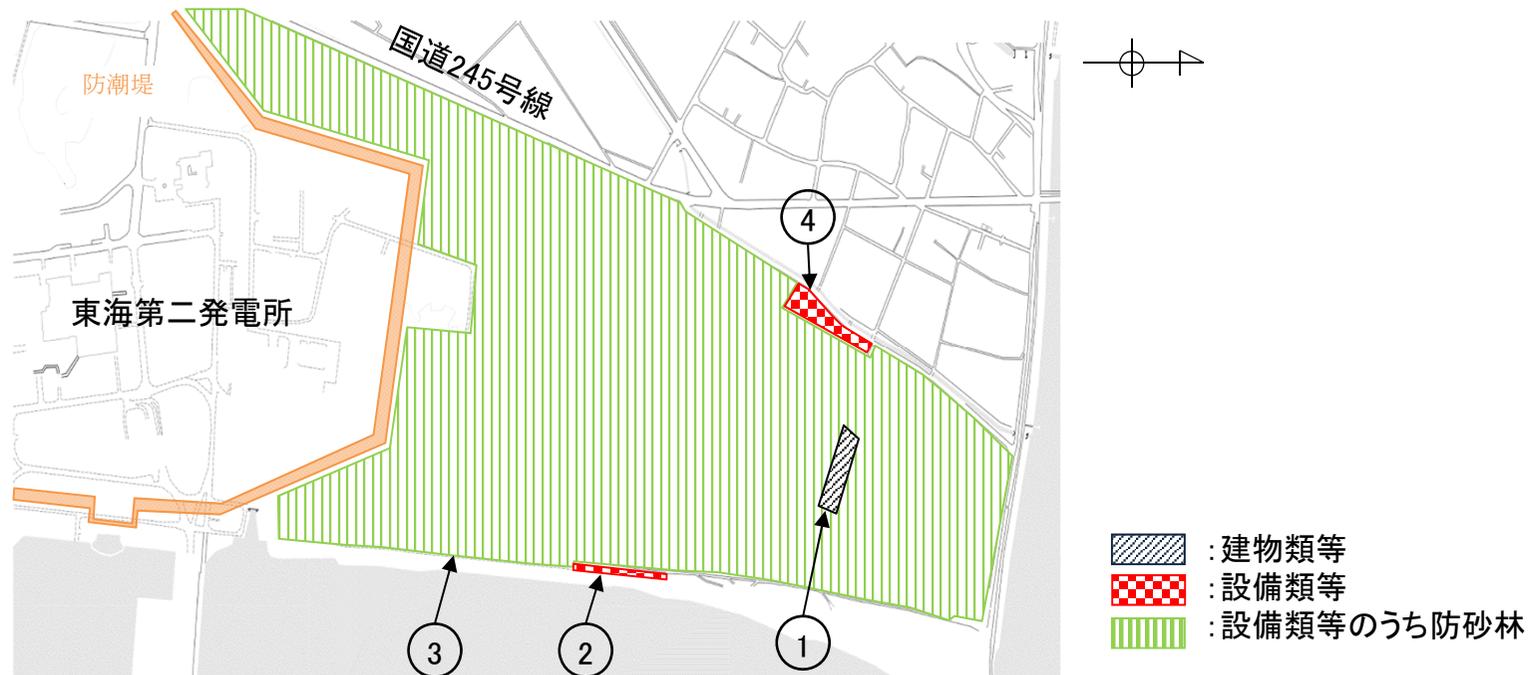
は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。

18 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(5/11)



				
<p>31 放水口サンプルポンプ</p>	<p>32 放射性液体廃棄物希釈水ポンプ</p>	<p>33 使用済燃料輸送用区画器具保管箱</p>	<p>34 鉄製防護柵</p>	<p>35 自動販売機</p>
				
<p>36 オイルフェンス</p>	<p>37 標識</p>	<p>38 防砂林</p>	<p>39 取水鋼管標識ブイ</p>	

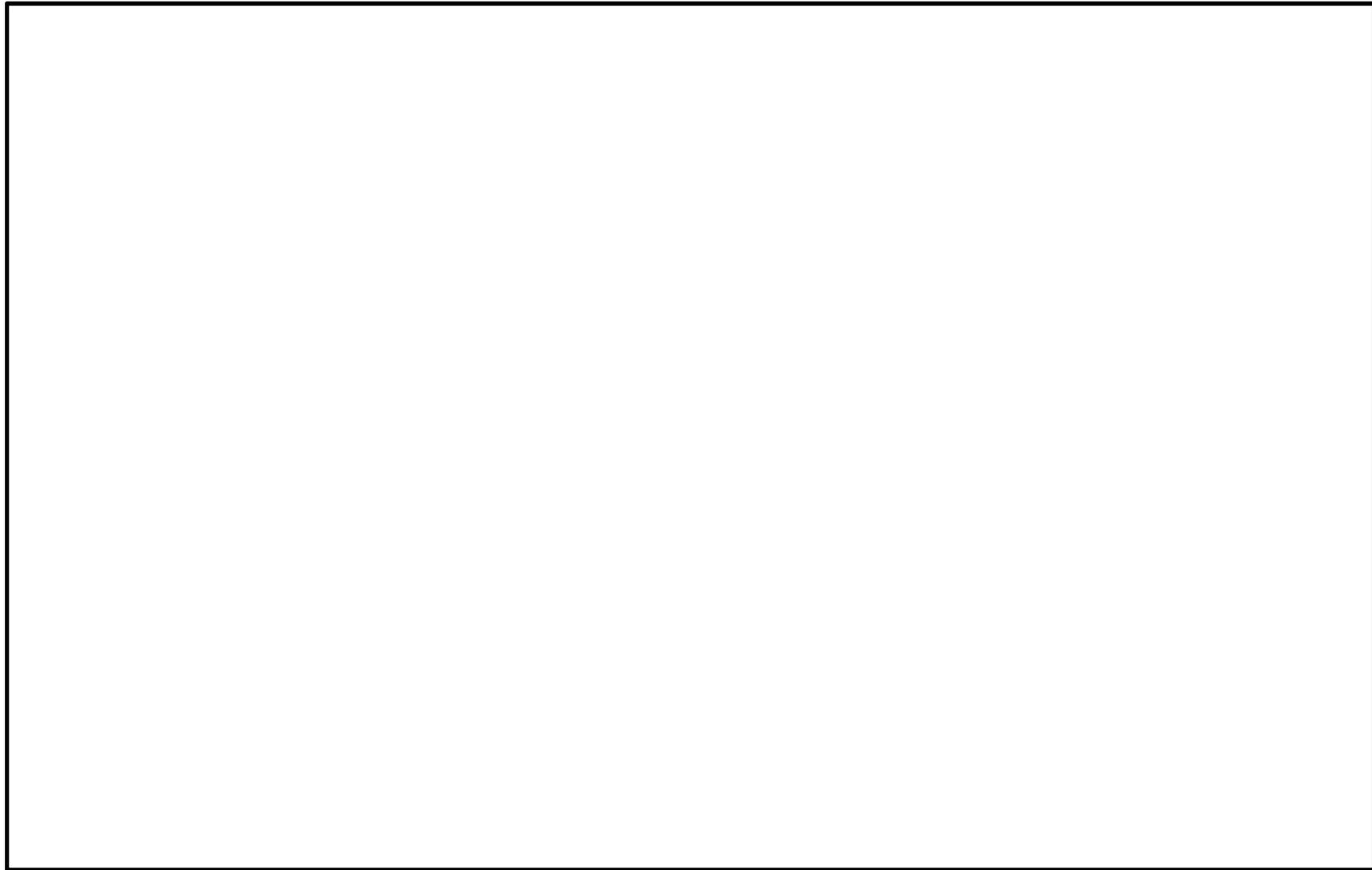
【発電所敷地内(防潮堤外側)における漂流物調査結果(4/4)】



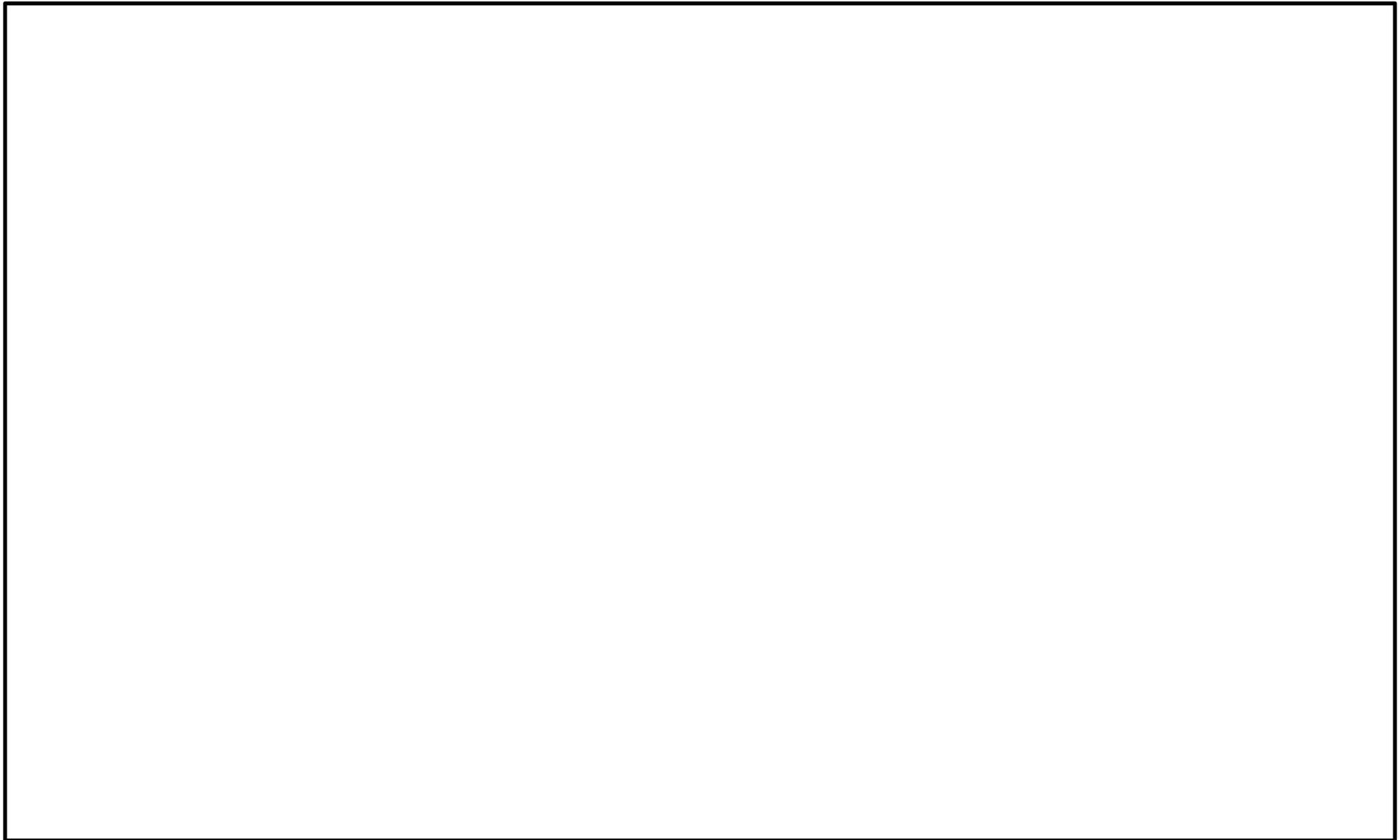
【発電所敷地外(北側)における漂流物調査結果(1/2)】

1 東海村衛生センター	2 防護柵(木製)	3 防砂林	4 墓石等	

【発電所敷地内(北側)における漂流物調査結果(2/2)】

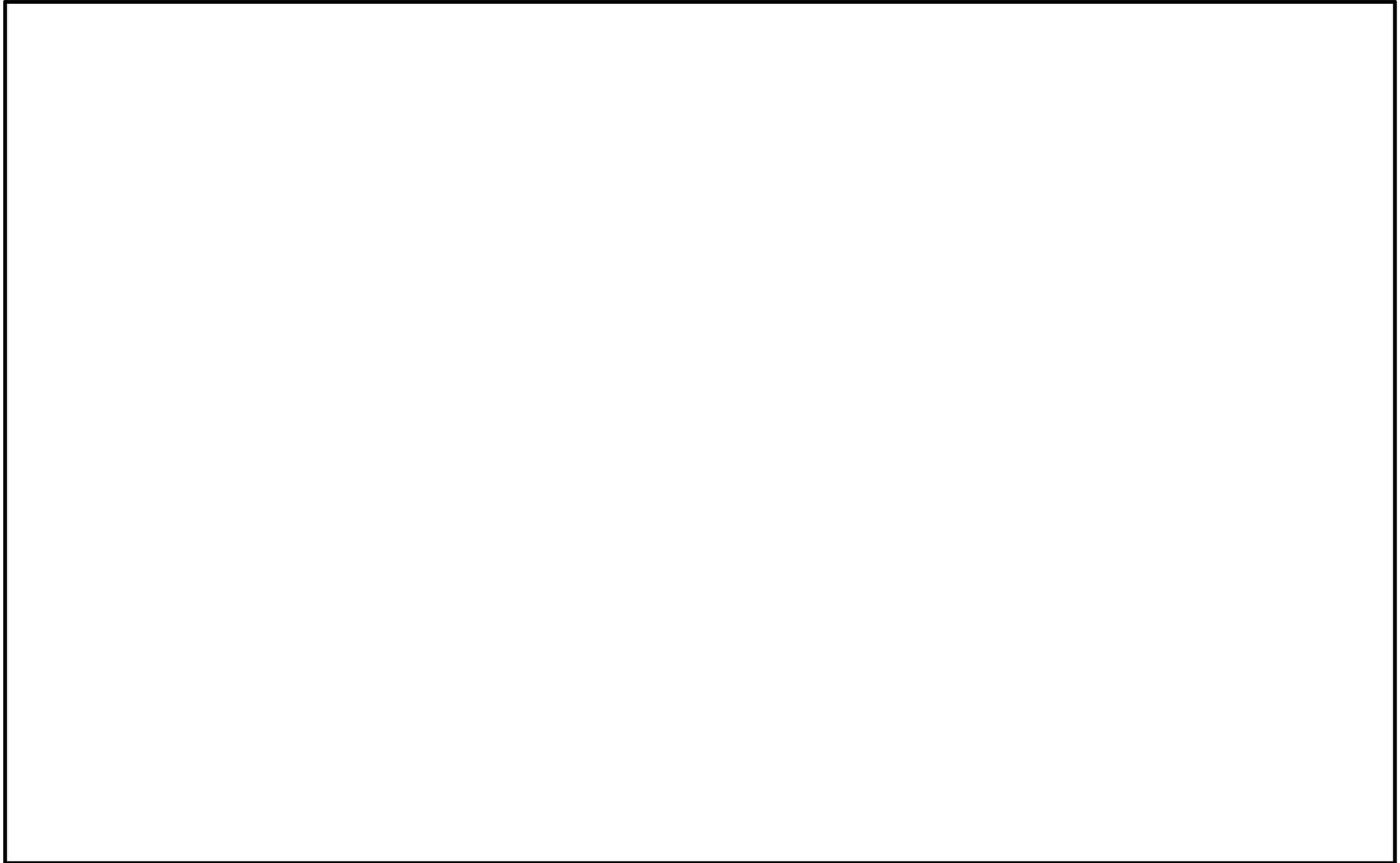


【発電所敷地外(南側)における漂流物調査結果(1/4)】



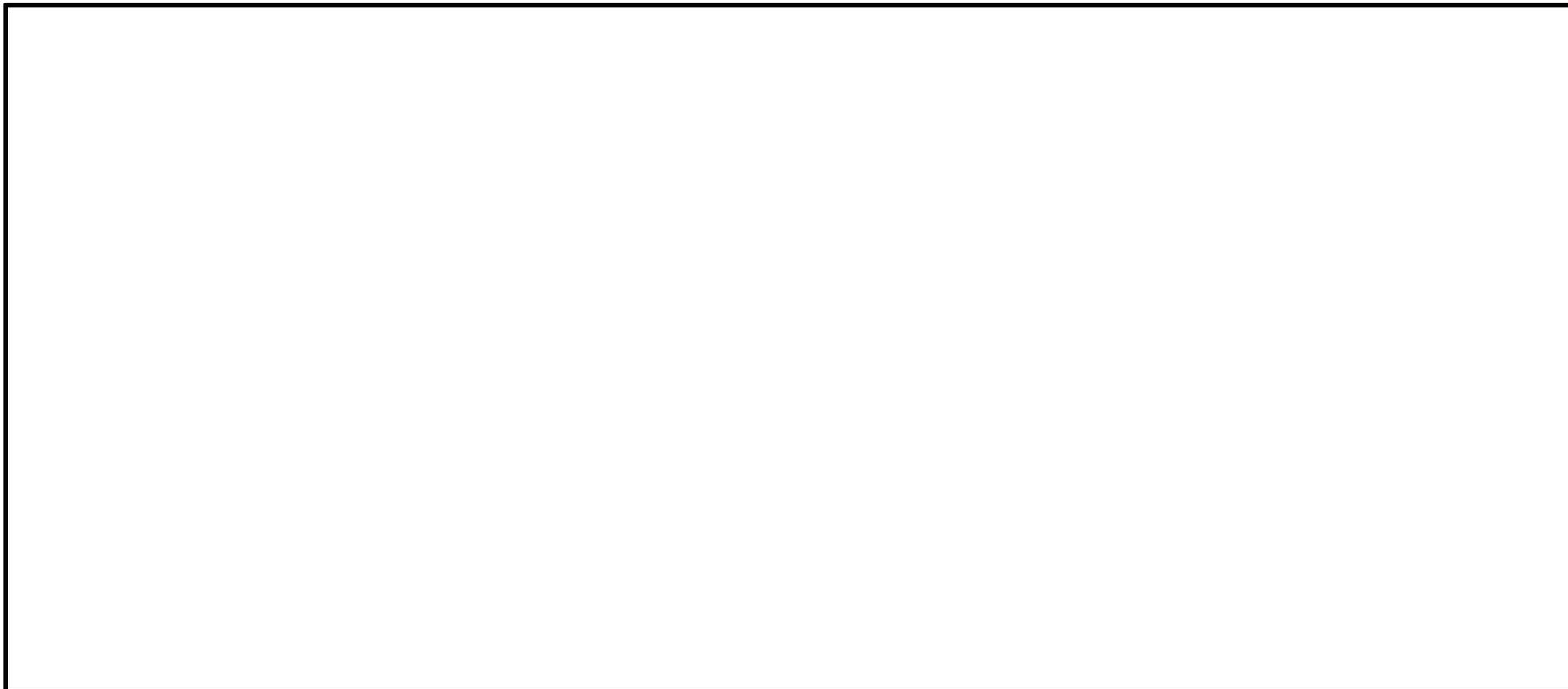
【発電所敷地外(南側)における漂流物調査結果(2/4)】

は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。



【発電所敷地外(南側)における漂流物調査結果(3/4)】

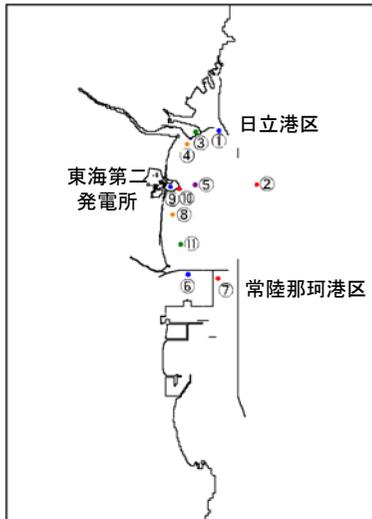
は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。



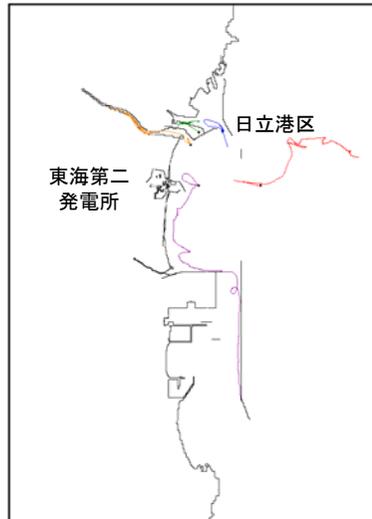
【発電所敷地外(南側)における漂流物調査結果(4/4)】

18 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(11/11)

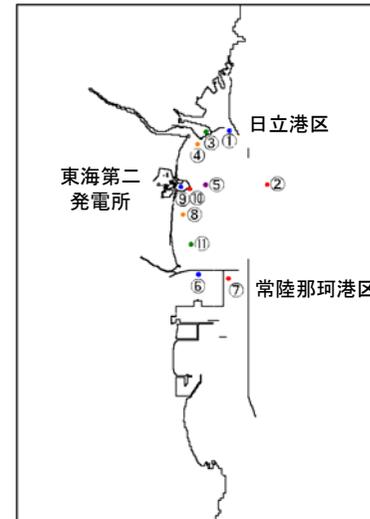
◆防波堤あり及びなしの条件にて、敷地前面海域11地点に漂流物を想定した軌跡解析を実施した結果、取水口を含む敷地に到達しないことを確認。



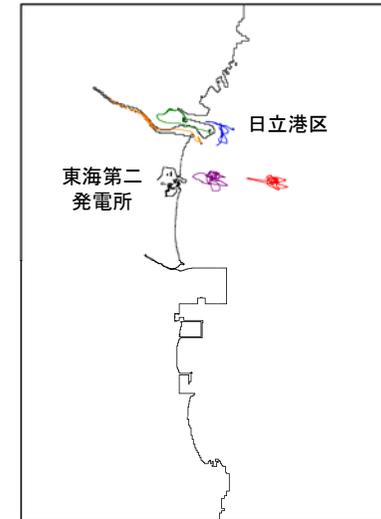
漂流物軌跡解析の初期配置図



①～⑤の軌跡



漂流物軌跡解析の初期配置図



①～⑤の軌跡

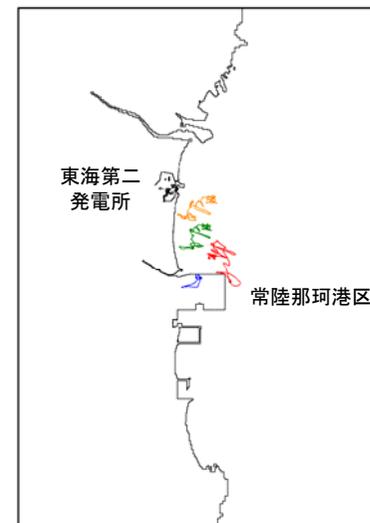


⑥～⑧, ⑪の軌跡

【漂流物の軌跡解析(防波堤あり条件)】



⑨, ⑩の軌道



⑥～⑧, ⑪の軌跡

【漂流物の軌跡解析(防波堤なし条件)】



⑨, ⑩の軌道

19 津波監視設備



- ◆ 津波の襲来状況を監視するため、原子炉建屋屋上に津波監視カメラ、取水ピットに取水ピット水位計、取水路に潮位計を設置する。
- ◆ 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。

【津波監視設備配置図(全体)】



【津波監視設備の基本仕様】

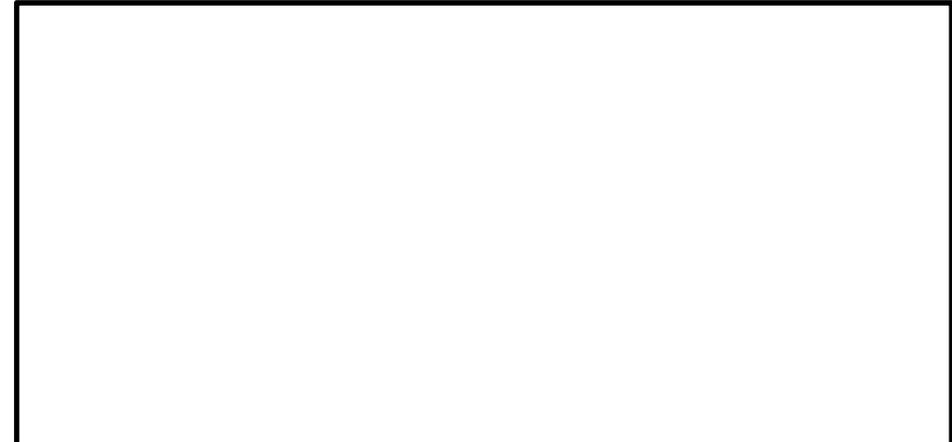
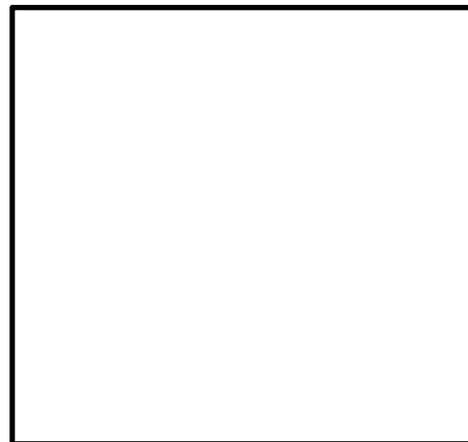
項目	基本仕様
名称	津波監視カメラ
耐震クラス	S
設置場所	原子炉建屋屋上
監視場所	中央制御室 緊急時対策所
個数	1
夜間監視手段	赤外線
遠隔操作	可能(上下左右)
電源	所内常設直流電源

項目	基本仕様	
	取水ピット水位計	潮位計
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

【監視カメラ映像イメージ(夜間)】



* 原子炉建屋から北防波堤方向を見た映像



【図①(海水ポンプエリア周辺拡大図)】

□ は、商業機密又は防護上の観点から公開できません。