

泊発電所3号炉審査資料

資料番号

資料2

提出年月日

令和4年10月18日

ともに輝く明日のために。  
Light up your future.



# 泊発電所3号炉

## 防潮堤の設計方針について

(構造成立性評価の基本方針及び指摘事項に対する回答他)

令和4年10月18日  
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

無断複製・転載等禁止

本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117



## 本日の説明主旨

- 本日の説明主旨は、指摘事項に対する回答、防潮堤（止水目地の評価方針等を含む）の設計方針、解析用物性値のうちセメント改良土の物性値についてである。
- 指摘事項に対する回答については、第1032回審査会合における指摘事項9「セメント改良土の施工目地に設置される止水目地の構造成立性」及び指摘事項16「人工岩盤の施設区分」について回答する。
- 防潮堤の設計方針については、設置許可基準規則への適合性、設計に関する基本条件等について説明する。
- 止水目地の設計方針等については、セメント改良土に止水目地を一体化する構造に特異性があることから、今回、指摘事項の回答に併せて説明する。
- 防潮堤の設計に用いる解析用物性値のうちセメント改良土の物性値については、防潮堤の主材料であり、構造成立性評価に与える影響が大きいことから、他の解析用物性値に先行して、今回説明する。

# 今後の説明内容及び説明スケジュール

○ 防潮堤の構造成立性評価に関する今後の説明内容及び説明スケジュールは、下表のとおり予定している。

説明内容※1	詳細	説明スケジュール(審査会合時期)
1 要求機能と設計方針, 構造成立性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求機能と設計方針(構造成立性評価断面選定の結果)</li> <li>構造成立性評価結果</li> </ul>	<p>2023年1月下旬</p> <p>2023年6月中旬</p>
2 解析条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデル化方針, 液状化強度特性, 基準地震動の選定※2</li> <li>セメント改良土を線形物性とする考え方</li> <li>津波条件を踏まえた設計方針(防潮堤の高さ, 防潮堤の評価に用いる津波波力及び漂流物荷重※3の考え方)</li> </ul>	<p>2023年1月下旬</p> <p>2023年6月中旬</p>
3 止水目地に関する検討方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>評価方針(止水目地コンクリートの解析条件)</li> <li>試験計画(アンカーボルトの性能試験の妥当性)</li> <li>構造成立性評価(評価及びアンカーボルトの性能試験結果を踏まえた構造成立性の見直しを含む)</li> </ul>	<p>2023年1月下旬</p> <p>2023年6月中旬</p>
4 屈曲部に関する設計方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置変更許可段階における屈曲部の二次元断面における評価方針</li> </ul>	2023年1月下旬
5 人工岩盤の施設区分の整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>「人工岩盤」を施設とし, 「置換コンクリート」に名称を変更</li> </ul>	(本日ご説明)
6 漂流物対策工に関する設計方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計方針, 照査項目, 照査方法</li> <li>構造成立性評価</li> </ul>	<p>2023年1月下旬</p> <p>2023年6月中旬</p>
7 防潮堤(端部)に関する設計方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計方針, 照査項目, 照査方法</li> <li>構造成立性評価</li> </ul>	<p>2023年1月下旬</p> <p>2023年6月中旬</p>
8 防潮堤への波及的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設護岸が防潮堤前面にある場合の評価方針, 解析条件</li> <li>既設護岸が防潮堤前面にある場合の防潮堤に与える影響評価結果</li> </ul>	<p>2023年1月下旬</p> <p>2023年6月中旬</p>
9 平面線形形状(入構トンネル他含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たな入構ルートを選定に係る考え方※4</li> </ul>	(資料1でご説明)
10 他条文への影響	—	個別条文の基準適合に係る審査にて説明

※1 説明内容の項目は、「残されている審査上の論点に対する作業スケジュール」に記載の項目である。

※2 策定した基準地震動のうち, 防潮堤の構造成立性評価に用いる基準地震動の選定方針について説明する。選定した地震動は, 構造成立性評価結果と併せて説明する。

※3 構造成立性評価に用いる津波波力・漂流物荷重が, 入力津波解析結果を踏まえて算出する津波波力・漂流物荷重より保守的であることを確認する。

※4 茶津入構トンネルと同様な経路(アクセスルートトンネル以外)の整理については今後5条耐津波設計方針の審査にて説明する。また, 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネルに関する津波流入の可能性については, 解析結果が得られた段階で説明する。

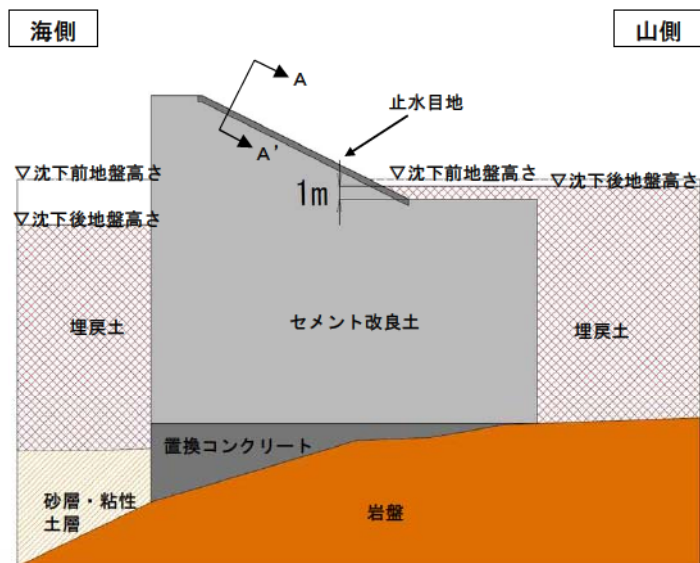
# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (1/14) ※1

## 【指摘事項No.9】

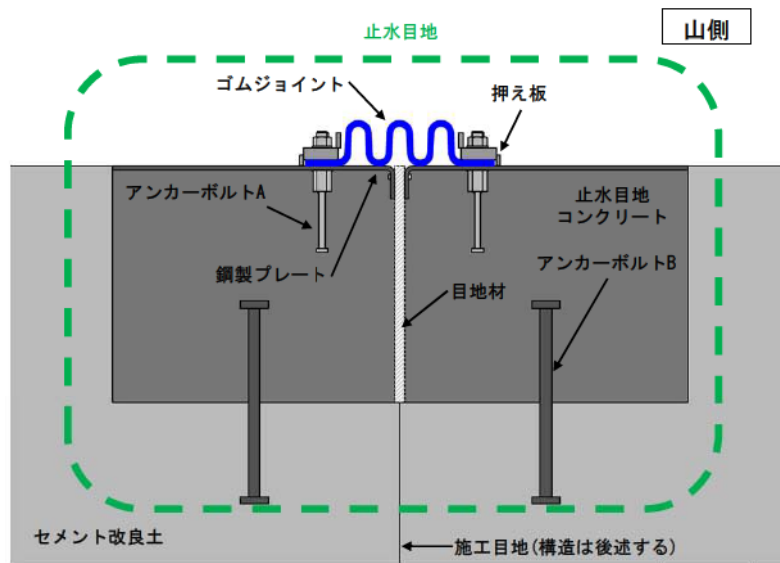
セメント改良土間の施工目地に設置される止水目地について、セメント改良土の特性を踏まえ、構造成立性を説明すること。

## 【回答】

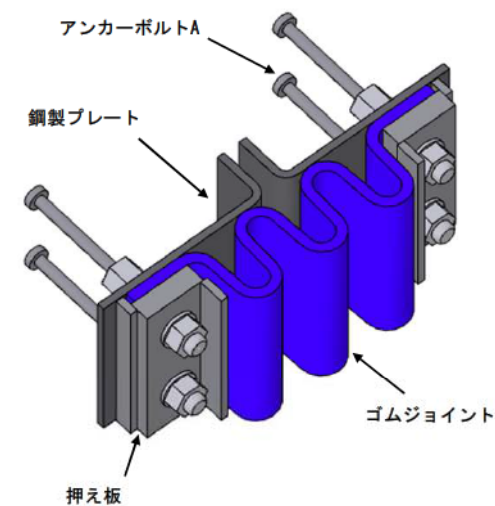
- 施工目地から津波が流入することを防止するため、施工目地には止水目地を設置する。
- 止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防潮堤の山側に設置する。
- 止水目地の上端は防潮堤の天端高さとし、下端は基準地震動Ssによる沈下後の敷地地盤高さから1m以上根入れした深さとする。
- 止水目地の構造は、セメント改良土に一体化させた止水目地コンクリートに鋼製部材 (アンカーボルトA、押え板及び鋼製プレート) でゴムジョイントを固定する構造である。セメント改良土と止水目地コンクリートは、アンカーボルトBで一体化する。
- 今回は止水目地の構造概要及び評価方針を示し、今後、設置変更許可段階で構造成立性を説明する。



止水目地設置位置



止水目地設置概要 (A-A' 断面)



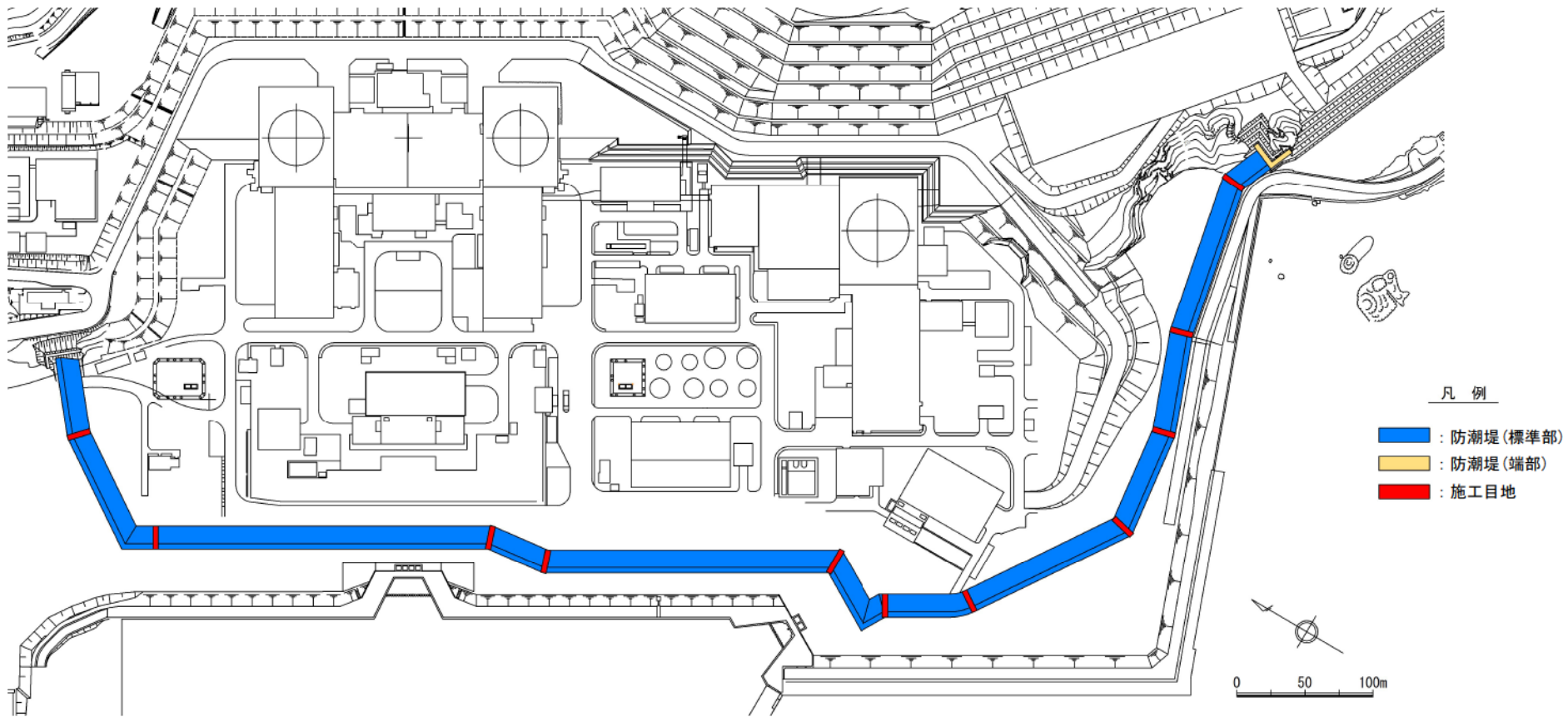
ゴムジョイント固定イメージ

※1「5. 1 止水目地の構造概要(1/4)」に基づき整理している。



## 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (2/14) ※1

- 防潮堤の屈曲部の施工目地は、応力集中に配慮し、下図のとおり設置する計画である。
- 屈曲部以外の施工目地は、防潮堤の高さが変化する断面、防潮堤の幅が変化する断面、水路が防潮堤を横断する断面を考慮して設置する計画であり、設置変更許可段階において施工目地の設置方針を説明する。



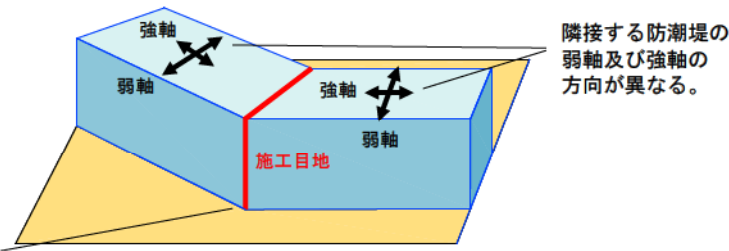
屈曲部の施工目地設置位置図

※1「3.9 施工目地の位置」に基づき整理している。

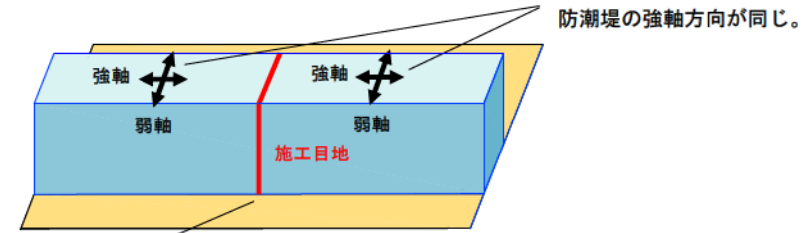
# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (3/14) ※1

## 【施工目地の構造】

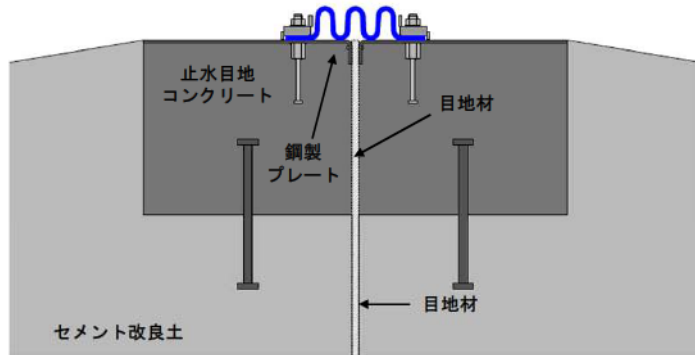
- 屈曲部の施工目地は、応力集中に配慮して設置し、隣接する防潮堤の弱軸及び強軸方向が異なることから目地材を設置する。
- 屈曲部以外の施工目地は、隣接する防潮堤の強軸方向が同じであることから、セメント改良土間には目地材を設置しない。
- 止水目地コンクリート間は、鋼製プレート同士が接触しないように目地材を設置する。



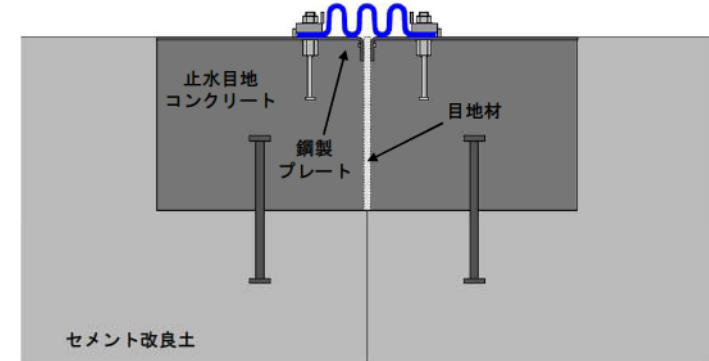
目地材を設置する。



セメント改良土間には目地材を設置しない。



屈曲部の施工目地 構造概要



屈曲部以外の施工目地 構造概要

※1 「5. 1 止水目地の構造概要(2/4)」に基づき整理している。



## 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 9）（4/14）※1

### 【セメント改良土の特性】

- 止水目地コンクリートと一体化させるセメント改良土は、以下に示すようにコンクリートと類似する特性がある。
  - 現場で採取した骨材、セメント及び水を生コンクリート製造設備と同様の設備で練り混ぜる。
  - 添加するセメント量は $300\text{kg}/\text{m}^3$ 程度であり、セメントの水和反応により硬化する材料である。
  - 設計基準強度 $6.5\text{N}/\text{mm}^2$ を十分に満足する見通しがあることを確認している。



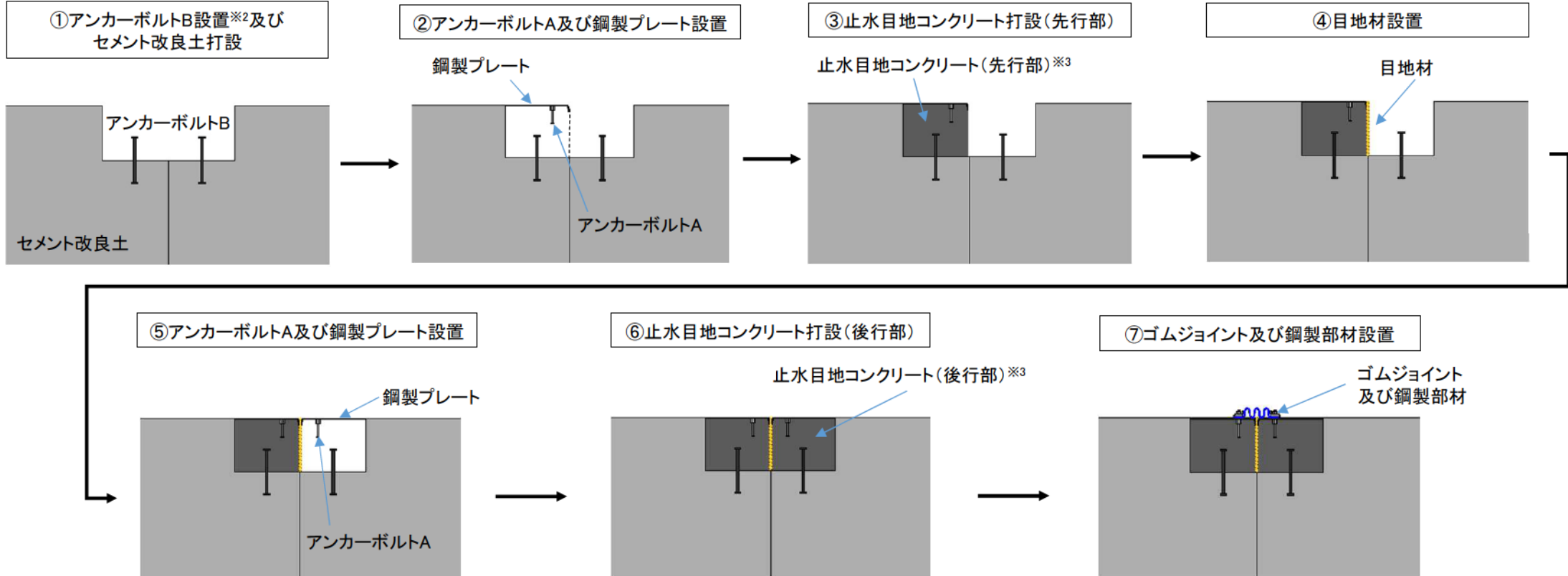
セメント改良土の室内試験用供試体

※1 「5.1 止水目地の構造概要(3/4)」に基づき整理している。

# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (5/14) ※1

## 【止水目地の施工方法】

○セメント改良土と止水目地コンクリートは、以下に示す施工方法によりアンカーボルトBで一体化する。



※1 「5. 1 止水目地の構造概要(4/4)」に基づき整理している。

※2 アンカーボルトBの設置方法は今後検討する

※3 止水目地コンクリートは、鋼製プレート及びセメント改良土との境界部に浸水経路が生じないように確実に充填して施工する。

止水目地の施工方法

# 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 9）（6/14）

○ 止水目地の役割、性能目標及び照査項目と許容限界を下表に整理した。

止水目地の役割

部位		地震時の役割	津波時の役割
施設	止水目地	セメント改良土間の変位に追従する。	セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する。

止水目地の性能目標

部位		性能目標			
		鉛直支持	すべり安定性	健全性	止水性
施設	止水目地	—	—	施工目地から津波が流入することを防止するために、止水目地の変形性能を保持すること。	施工目地から津波が流入することを防止するために、止水目地の変形性能及び遮水性を保持すること。

止水目地の照査項目と許容限界（上段：照査項目，下段許容限界）

部位			照査項目と許容限界			
			鉛直支持	すべり安定性	健全性	止水性
施設	止水目地	アンカーボルトA	—	—	—※1	引張力及びせん断力
					—※1	(許容引張力及び許容せん断力※2以下)
		止水目地 コンクリート			すべり安全率※3	すべり安全率※3
					(1.2以上)	(1.2以上)
	アンカーボルトB			引張力及びせん断力	引張力及びせん断力	
				(許容引張力及び許容せん断力※4以下)	(許容引張力及び許容せん断力※4以下)	
	ゴムジョイント※5			変形	変形及び水圧	
				(許容変形量※6以下)	(許容変形量及び許容水圧※6以下)	

※1 地震時はゴムジョイントに張力が生じないことから、評価対象外とする。

※2 許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの降伏及びせん断強度、並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。

※3 第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。

※4 セメント改良土に埋め込むアンカーボルトの許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの性能試験に基づき決定する。

※5 ゴムジョイントは、耐久性を考慮することとし、維持管理方法については、設計及び工事計画認可段階でご説明する。

※6 許容変形量及び許容水圧は、ゴムジョイントの性能試験で確認する。

## 審査会合における指摘事項に対する回答(指摘事項No. 9) (7/14) ※1

○ 止水目地が損傷し要求機能を喪失する事象を抽出した。

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース※2	設計・施工上の配慮	照査※3
止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカーボルトAの許容引張力及び許容せん断力を上回る引張力及びせん断力がアンカーボルトAに作用し、アンカーボルトAが損傷することで、遮水性を喪失する。</li> </ul>	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される引張力及びせん断力が、アンカーボルトAの許容引張力及び許容せん断力※4以下であることを確認する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地コンクリートが引張破壊、せん断破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成され、遮水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定したすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していること(内的安定を保持)を確認する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカーボルトBの許容引張力及び許容せん断力を上回る引張力及びせん断力がアンカーボルトBに作用し、止水目地コンクリートとセメント改良土が離れることで、水みちが形成され、遮水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される引張力及びせん断力が、アンカーボルトBの許容引張力及び許容せん断力以下であることを確認する。</li> <li>アンカーボルトBの許容引張力及び許容せん断力はアンカーボルトの性能試験に基づき決定する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴムジョイントの許容変形量及び許容水圧を上回る相対変位量及び水圧がゴムジョイントに作用し、ゴムジョイントが損傷することで、遮水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される相対変位量及び水圧が、ゴムジョイントの許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。</li> <li>ゴムジョイントの許容変形量及び許容水圧は性能試験により確認する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>漂流物が衝突することにより、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。</li> </ul>	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地は、漂流物の衝突による損傷を防止するため、防潮堤の山側に設置する。</li> </ul>	—
	<ul style="list-style-type: none"> <li>竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>万一、竜巻及びその随伴事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施する。</li> </ul>	—

※1 「4. 10 要求機能を喪失する事象と設計・施工上の配慮(3/3)」に基づき整理している。

※2 ①は地震時、②は津波時を示す。なお、重畳時(津波+余震時)は、(—)を除いた全ての事象を想定する。

※3 照査を実施する場合は(○)、照査不要と判断している場合は(—)とする。

※4 許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの降伏及びせん断強度、並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。



## 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 9）（8/14）※1

### 【設置変更許可段階並びに設計及び工事計画認可段階の説明項目】

- 津波を遮断する役割を『遮水性』、材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』、これらを総称して『止水性』と整理する。
- 設置変更許可段階では、アンカーボルトA、止水目地コンクリート及びアンカーボルトBの成立性評価を説明する。
- アンカーボルトAは、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき評価する。
- セメント改良土に埋め込んだアンカーボルトBの評価は、同指針で適用範囲としているコンクリート強度より小さいことから、アンカーボルトの性能試験に基づき許容引張力及び許容せん断力を決定する。
- ゴムジョイントの評価は、設計及び工事計画認可段階で説明する。

### 設置変更許可段階並びに設計及び工事計画認可段階に説明する評価

説明時期	部位の名称	評価方法	照査項目		設計で用いる許容限界
			健全性	止水性	
設置変更許可段階	アンカーボルトA	防潮堤の相対変位と津波波圧を用いて算出したアンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力(P14)が許容引張力及び許容せん断力以下であることを確認する。	—	引張力 せん断力	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※2
	止水目地コンクリート	止水目地コンクリートのすべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していること(内的安定を保持)を、2次元有効応力解析により確認する。	すべり安全率※3		すべり安全率1.2以上※3
	アンカーボルトB	アンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力(P13)と2次元有効応力解析から得られるアンカーボルトBに作用する引張力及びせん断力を足し合わせたもの(P15～P17)が、アンカーボルトの性能試験に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力以下であることを確認する。	引張力 せん断力		【止水目地コンクリート側】 「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※2 【セメント改良土側】 アンカーボルトの性能試験に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※4
設計及び工事計画認可段階	ゴムジョイント	防潮堤の相対変位及び津波による水圧が、ゴムジョイントの性能試験に基づき決定した許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。	変形	変形 水圧	ゴムジョイントの性能試験に基づき決定した許容変形量及び許容水圧

※1 「5.2 設置変更許可段階と設計及び工事計画認可段階の説明項目」に基づき整理している。

※2 許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの降伏及びせん断強度、並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。

※3 第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。

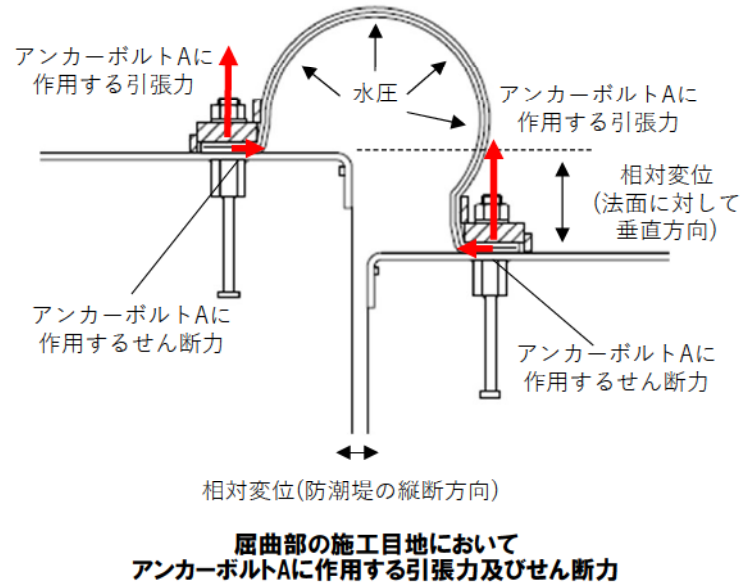
※4 アンカーボルトBを定着させるセメント改良土は人工物であり、施工時にセメント改良土の強度やアンカーボルトBの根入れ長を確認することで、アンカーボルトの性能試験に基づき決定する許容引張力及び許容せん断力を確認できるため、施工時の品質確認試験は不要であると考えている。



# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (9/14) ※1

## 【アンカーボルトAに作用する外力】

- アンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力は、ゴムジョイントに発生する張力を引張方向成分とせん断方向成分に分解して算出する。
- ゴムジョイントの張力は津波時及び重畳時における施工目地に生じる相対変位量から求める耐圧半径に、重畳時における津波波圧を考慮して算出する。
- 施工目地に生じる相対変位の算定に当たっては、地震により隣接する防潮堤の位相が逆になることを想定し、保守的に最大変位量の2倍を考慮する。
- また、アンカーボルトAに作用する相対変位は、防潮堤背面の法面傾斜角を考慮して算出する。



施工目地に生じる相対変位の算出方法

	施工目地に生じる相対変位量の算出方法	変位イメージ(横断方向)	変位イメージ(鉛直方向)
地震時	基準地震動 $S_s$ による防潮堤の最大変位量( $\delta 1, \delta 1'$ ) $\times 2$		
津波時	基準地震動 $S_s$ による防潮堤の残留変位量( $\delta 2, \delta 2'$ ) $\times 2$ + 津波による防潮堤の最大変位量( $\delta 3, \delta 3'$ )		
重畳時	基準地震動 $S_s$ による防潮堤の残留変位量( $\delta 2, \delta 2'$ ) $\times 2$ + 津波+余震による防潮堤の最大変位量( $\delta 4, \delta 4'$ ) $\times 2$		

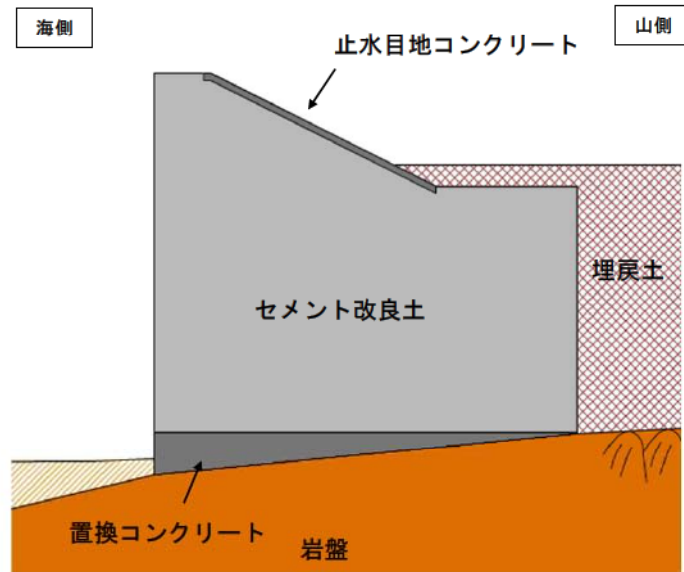
凡例    - - - - - 元の位置    ————  $S_s$ 後の位置    ———— 最大変位位置

※1 「5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針(1/6)」に基づき整理している。

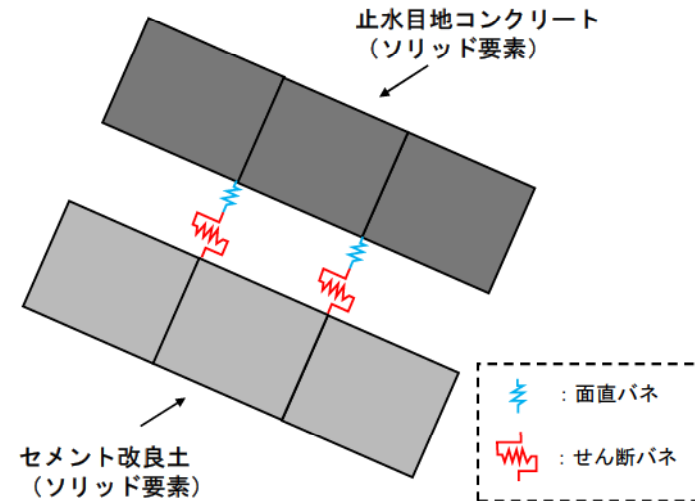
# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (10/14) ※1

## 【止水目地コンクリート及びアンカーボルトBの評価における解析のイメージ】

- 解析に当たっては、止水目地コンクリートとセメント改良土をソリッド要素でモデル化し、剛バネ (面直バネ及びせん断バネ) で接続する。
- 止水目地コンクリートの成立性評価は、止水目地コンクリートを通るすべり線のすべり安全率で評価する。
- アンカーボルトBの成立性評価は、止水目地コンクリートとセメント改良土間の剛バネに発生する引張力及びせん断力に、アンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力を足し合わせた値を発生力として評価する。



解析モデルのイメージ



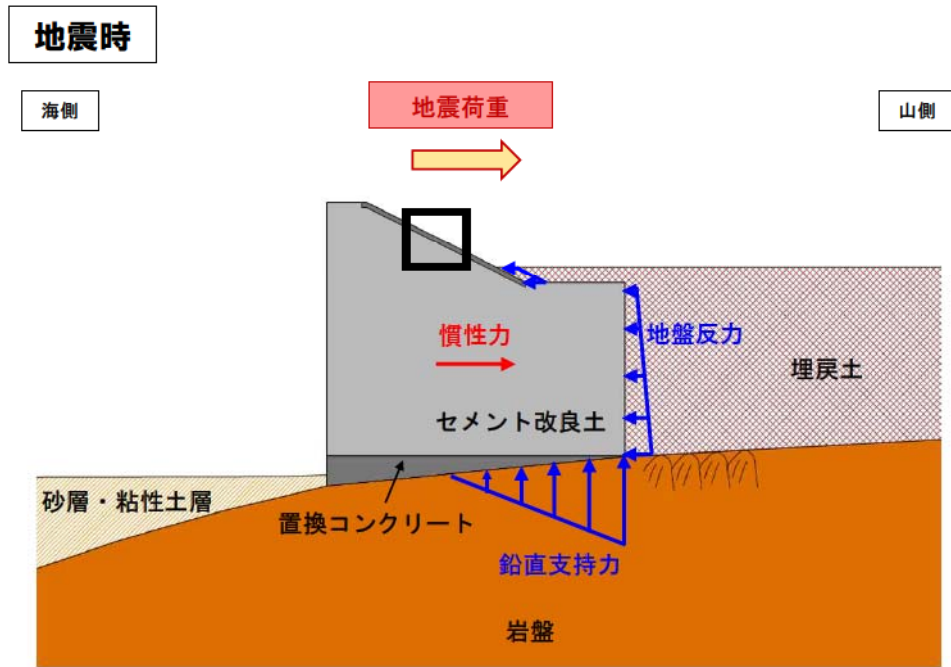
止水目地コンクリートとセメント改良土の境界部のモデル化イメージ

※1 「5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針(2/6)」に基づき整理している。

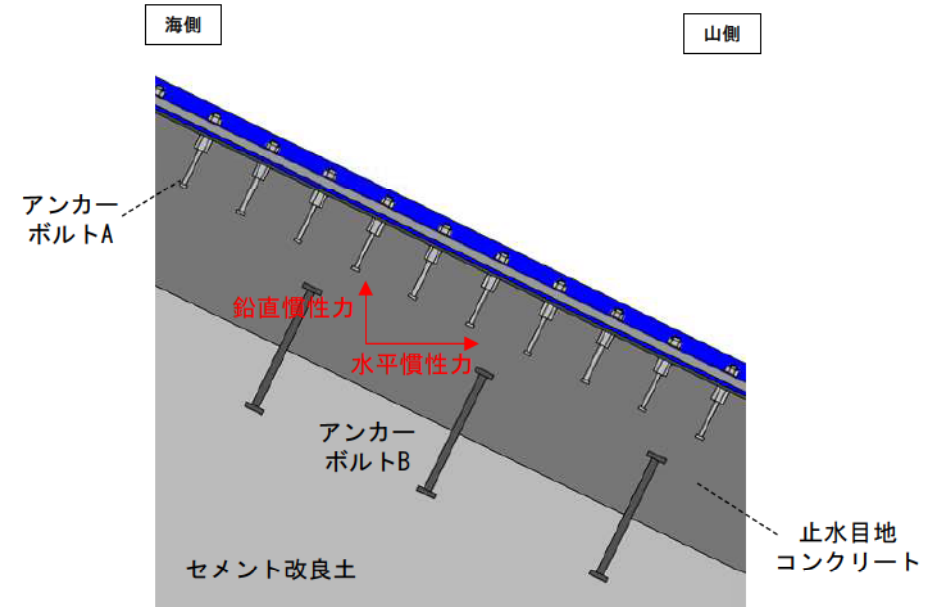
# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (11/14) ※1

## 【地震時にアンカーボルトBに生じる外力】

○ 地震時に防潮堤及びアンカーボルトBに生じる外力は以下のとおりである。



地震時に防潮堤に生じる外力



地震時にアンカーボルトBに生じる外力

※1 「5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針(3/6)」に基づき整理している。

# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (12/14) ※1

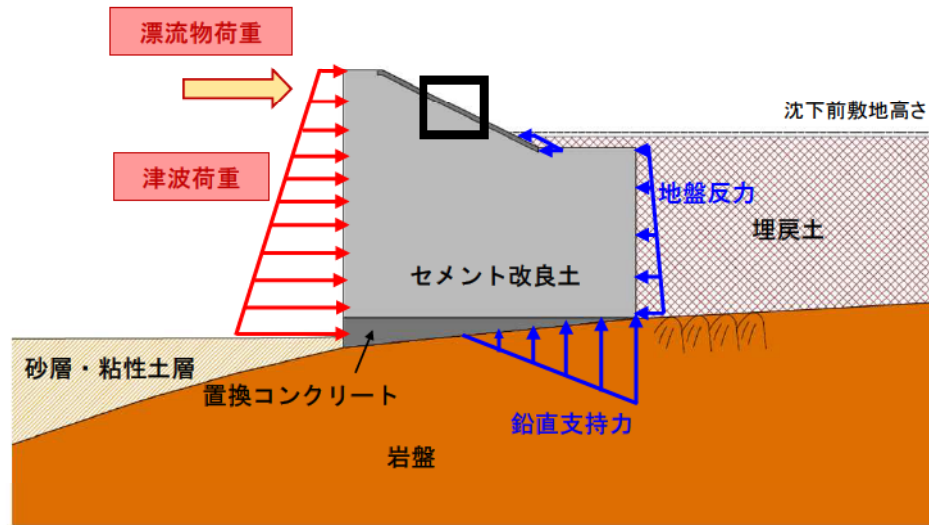
## 【津波時にアンカーボルトBに生じる外力】

○ 津波時に防潮堤及びアンカーボルトBに生じる外力は以下のとおりである。

津波時

海側

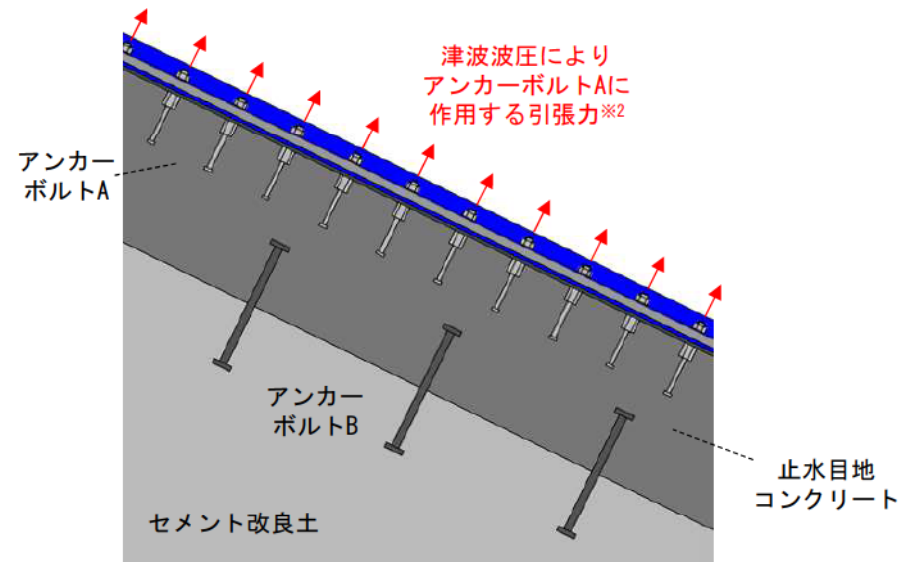
山側



津波時に防潮堤に生じる外力

海側

山側



津波時にアンカーボルトBに生じる外力

※1 「5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針(4/6)」に基づき整理している。

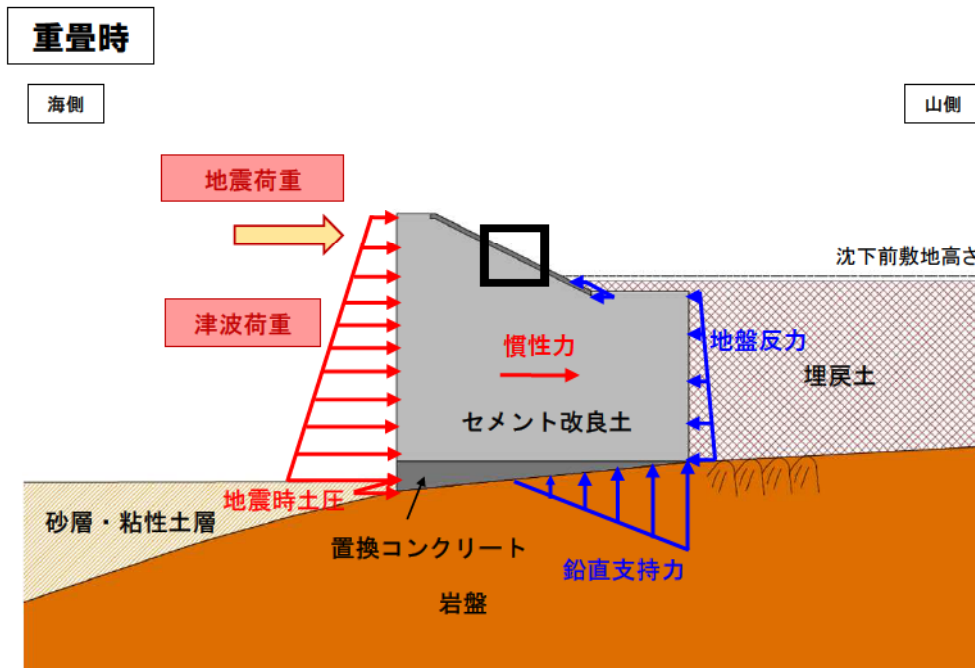
※2 縦断方向のアンカーボルトAに作用するせん断力も考慮する。



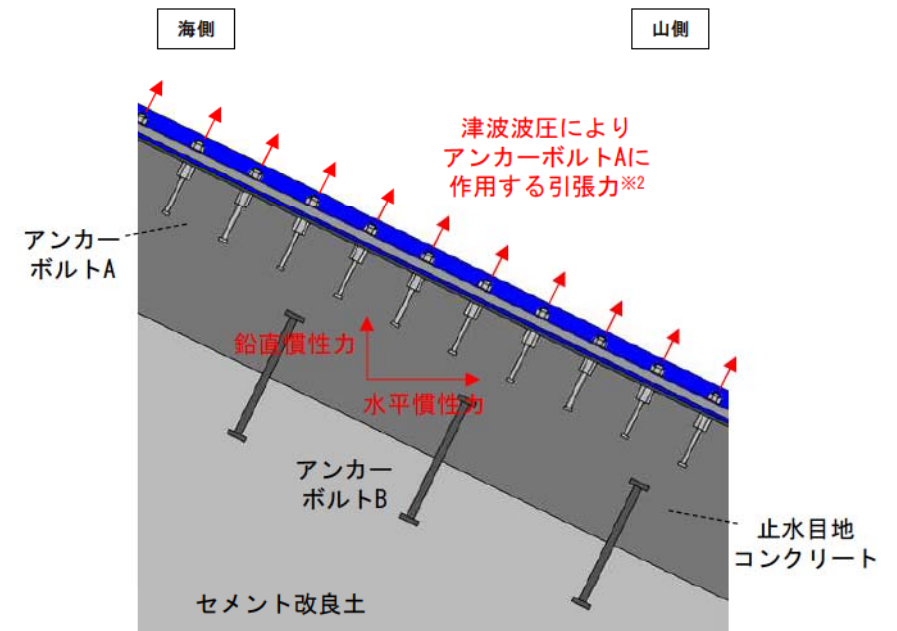
# 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 9) (13/14) ※1

## 【重畳時にアンカーボルトBに生じる外力】

○ 重畳時に防潮堤及びアンカーボルトBに生じる外力は以下のとおりである。



重畳時に防潮堤に生じる外力



重畳時にアンカーボルトBに生じる外力

※1 「5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針(5/6)」に基づき整理している。

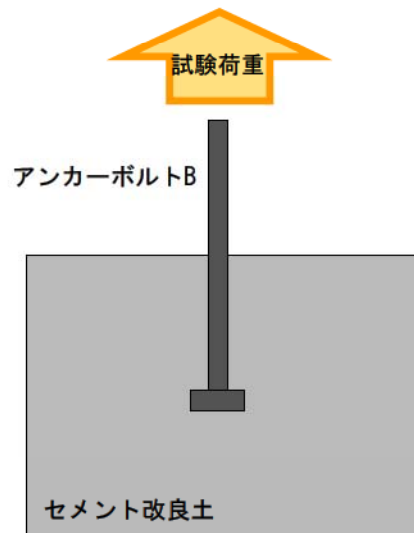
※2 縦断方向のアンカーボルトAに作用するせん断力も考慮する。



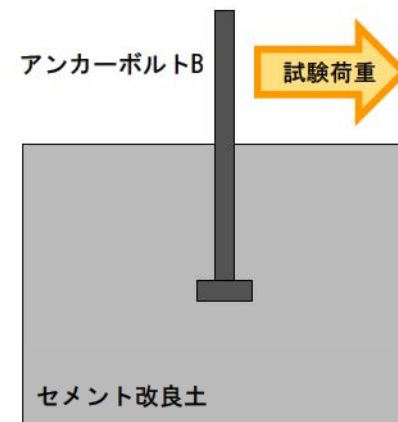
## 審査会合における指摘事項に対する回答(指摘事項No. 9) (14/14) ※1

### 【アンカーボルトの性能試験の方針】

- P8に示した通り、セメント改良土とコンクリートは類似した特性をもった材料だが、アンカーボルトの設計で一般的に用いられる「各種合成構造設計指針・同解説」の適用範囲は、コンクリート強度が $18\sim 48\text{N/mm}^2$ であり、セメント改良土はそれより強度が小さいため、アンカーボルトの性能試験に基づいて許容引張力及び許容せん断力を決定する。
- セメント改良土に埋め込んだアンカーボルトBの許容引張力、許容せん断力を確認するため、「各種合成構造設計指針・同解説」を参考に引張試験及びせん断試験を実施して、アンカーボルトBに発生する引張力及びせん断力以上の耐力を有していることを確認する。
- アンカーボルトBの許容せん断力及び許容引張力は、試験結果を踏まえて保守的に整理し、十分に裕度を確保した設計とする。



引張試験イメージ



せん断試験イメージ

※1 「5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針(6/6)」に基づき整理している。

## 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 16）（1/5）

### 【指摘事項No.16】

人工岩盤の施設又は地盤の位置付けについて、その根拠を明確にした上で区分の妥当性を説明すること。

### 【回答】

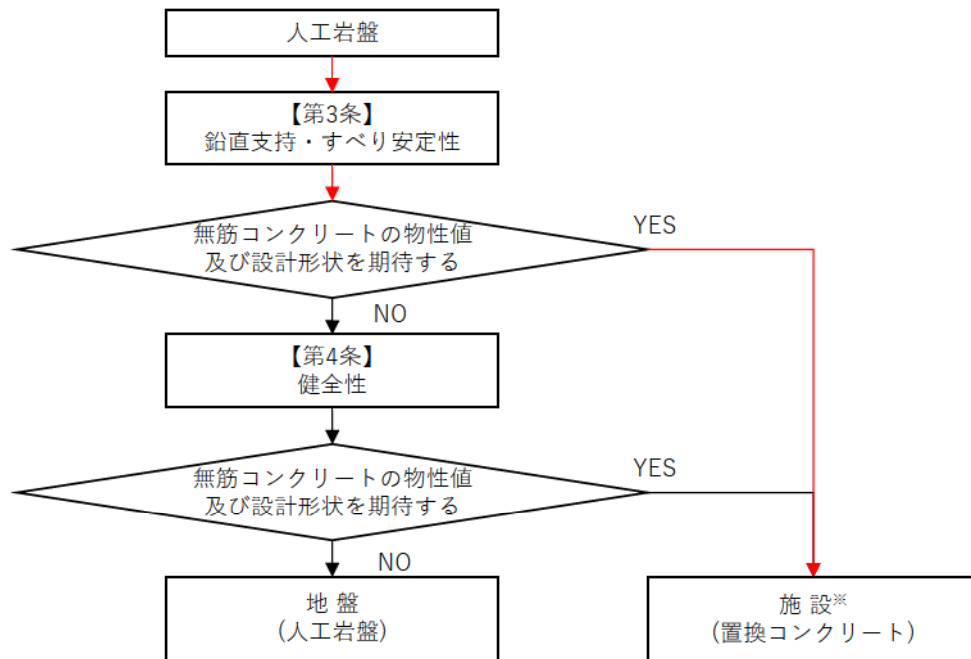
- これまで、セメント改良土下部の人工岩盤に期待する役割は、鉛直支持及びすべり安定性であることから、『地盤』として整理してきた。
- ただし、人工的に構築するものに対して、止水性の確保が必要と考え、「○：施設の役割を維持するために設計に反映する項目」とした。
- 今回、各部位の具体的な役割を整理する表において、『津波防護施設（以降、『施設』とする）』・『地盤』の区分の根拠を以下のとおり整理した。
  - 「◎：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目」については、設計上、部位に物性値及び設計形状を期待するものとして整理した。
  - 「○：施設の役割を維持するために設計に反映する項目」については、設計上、部位に周辺地盤相当の物性値を期待するものとして整理した。

### 【見直し前（第1032回審査会合説明内容）】

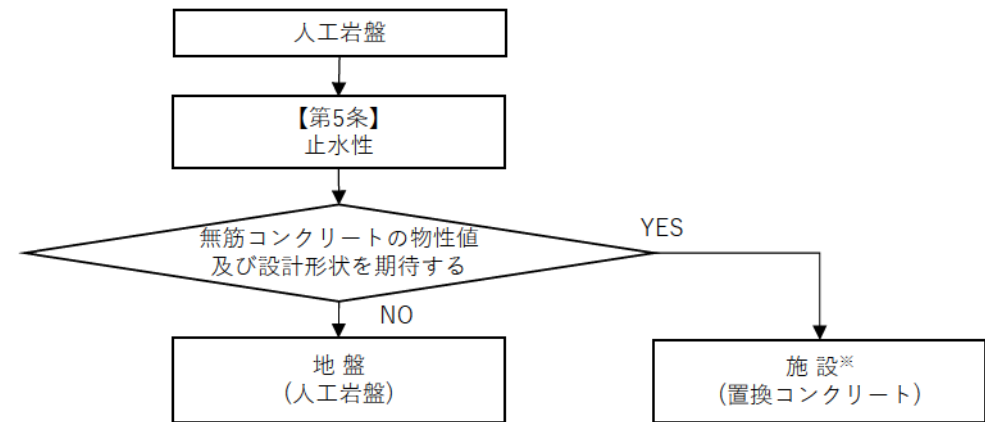
部位	仕様	強度	具体的な役割			
			第3条 鉛直支持	第3条 すべり安定性	第4条 健全性	第5条 止水性
人工岩盤 (セメント改良土下部、水路横断部)	無筋コンクリート (詳細検討中)	(詳細検討中)	○	○	—	○

## 審査会合における指摘事項に対する回答 (指摘事項No. 16) (2/5)

- 前頁の『施設』・『地盤』の区分の根拠を基に、人工岩盤の施設区分の検討フローを以下のとおり整理した。
- 検討フローにおいて、設置許可基準規則第3条 (鉛直支持・すべり安定性)、第4条 (健全性) 及び第5条 (止水性) のいずれかの観点において、『施設』と区分する場合、人工岩盤は『施設』として扱う。
- 人工岩盤は、無筋コンクリートの物性値及び設計形状を期待し、すべり安定性を確保することから、施設区分を『施設』に見直し、第4条 (健全性) 及び第5条 (止水性) の観点において『施設』として評価する。
- 上記に伴い、「人工岩盤」は、「置換コンクリート」に名称を変更する。



【設置許可基準規則第3条及び第4条】の観点における人工岩盤の整理  
(赤線は、今回の検討フローを示す。)



【設置許可基準規則第5条】の観点における人工岩盤の整理

※第3条、第4条及び第5条のいずれかの観点において、『施設』と区分する場合、人工岩盤を『施設』として扱う。今回、第3条の観点において『施設』として区分することから、第4条及び第5条においても『施設』として評価する。

## 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 16）（3/5）

- 置換コンクリートを『施設』と区分したことから、第3条（鉛直支持・すべり安定性）の評価対象から除外され、第4条（健全性）及び第5条（止水性）の評価対象となるため、各部位の具体的な役割は、以下のとおり見直した。
- 今後、『施設』としての置換コンクリートの維持管理方法を検討し、設計及び工事計画認可段階で説明する。
- なお、防潮堤の堀株側端部は、コンクリート構造を採用する方針であり、今後、設置変更許可段階で詳細を説明する。

凡例

- ◎：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目（該当する部位を施設と区分する）
- ：施設の役割を維持するために設計に反映する項目
- ：設計上考慮しない項目

【見直し後】※

部位	仕様	強度	具体的な役割			
			第3条 鉛直支持	第3条 すべり安定性	第4条 健全性	第5条 止水性
置換コンクリート (セメント改良土下部, 水路横断部)	無筋コンクリート	18N/mm <sup>2</sup>	—	—	◎	◎

※防潮堤の堀株側端部のコンクリートの役割については整理のうえ、今後説明する。

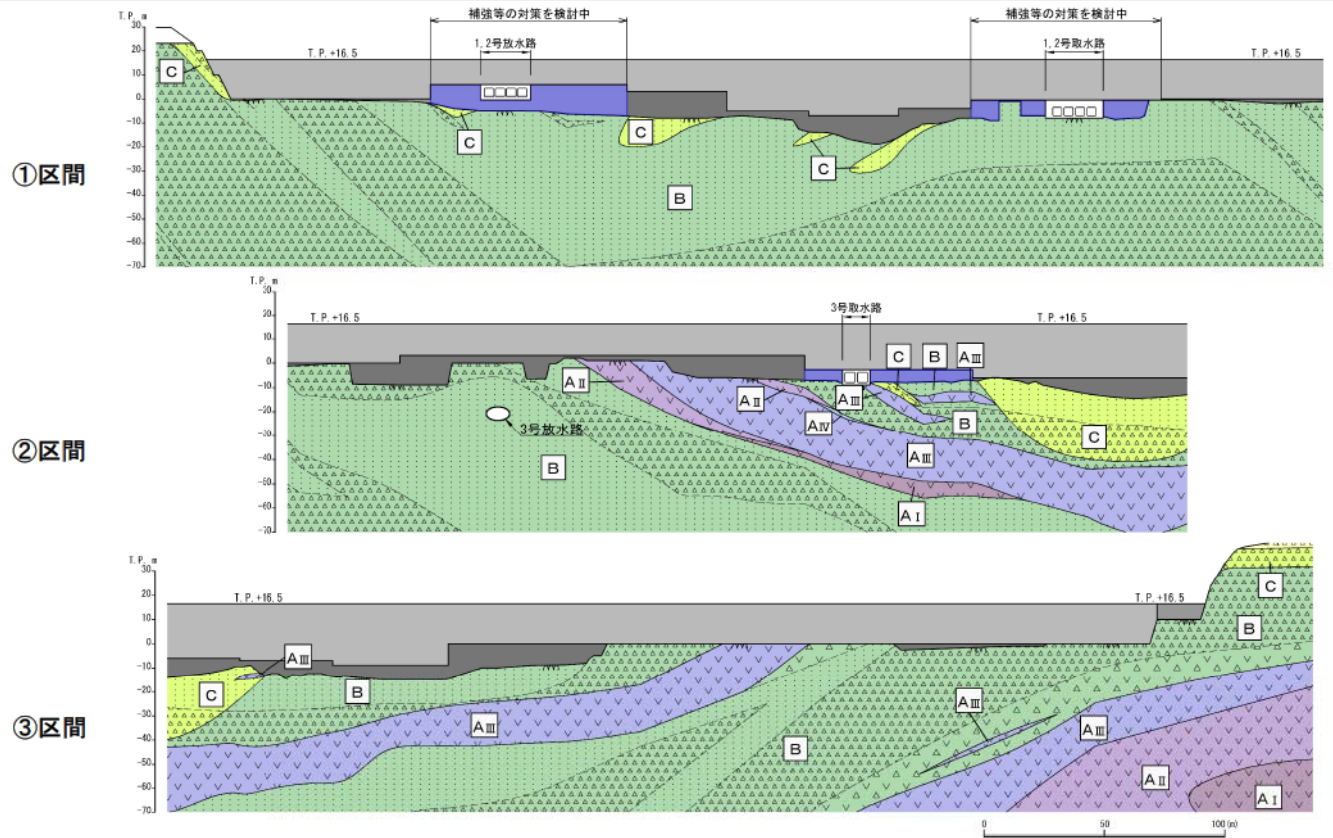
【再掲】【見直し前（第1032回審査会合説明内容）】

部位	仕様	強度	具体的な役割			
			第3条 鉛直支持	第3条 すべり安定性	第4条 健全性	第5条 止水性
人工岩盤 (セメント改良土下部, 水路横断部)	無筋コンクリート (詳細検討中)	(詳細検討中)	○	○	—	○



# 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 16）（4/5）

- 防潮堤に用いる置換コンクリートの位置は、以下のとおりである。
- 置換コンクリートの高さが変化する断面には施工目地を設置し、応力集中が生じないように配慮する方針である。
- 施工目地の設置方針は、今後、設置変更許可段階で説明する。



□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

凡 例

【岩級分類】	【岩盤の地質分類】	
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">AⅠ</span> : AⅠ級岩盤	: 角礫質安山岩	: セメント改良土
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">AⅡ</span> : AⅡ級岩盤	: 安山岩	: 置換コンクリート(セメント改良土下部)※1
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">AⅢ</span> : AⅢ級岩盤	: 含泥岩礫凝灰岩	: 置換コンクリート(水路横断部)※1
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">B</span> : B級岩盤	: 軽石凝灰岩	: 端部コンクリート※2
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">C</span> : C級岩盤	: 凝灰岩	
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">D</span> : D級岩盤	: 凝灰角礫岩	

※1: セメント改良土下部及び水路横断部における置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。  
 ※2: 防潮堤の堀株側端部(③区間におけるセメント改良土と地山の接続部)は、無筋コンクリートで地山に接続する。今後、設置変更許可段階で詳細を説明する。



## 審査会合における指摘事項に対する回答（指摘事項No. 16）（5/5）

- その他の施設区分については、以下のとおり整理した。
- セメント改良土は、セメント改良土の物性値及び設計形状を期待し、第4条（健全性）及び第5条（止水性）を確保することから、施設区分を『施設』として整理した。
  - 止水目地は、止水目地による止水性を期待し、第5条（止水性）を確保することから、施設区分を『施設』として整理した。
  - 端部コンクリートは、現在設計方針等を検討中であり、今後、設置変更許可段階で詳細を説明する。

部 位	具体的な役割						『施設』と『地盤』の区分の考え方
	地震時	津波時	支持 鉛直	安 定 性 す べ り	健 全 性	止 水 性	
セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強度・剛性の高いセメント改良土を設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>・止水目地を支持する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強度・剛性の高いセメント改良土を設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>・難透水性を有し、堤体本体としての止水性を保持することで、津波時の水みちを形成しない。</li> </ul>	—	—	◎	◎	防潮堤本体として、高さ・止水性維持の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。
止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セメント改良土間の変位に追従する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する。</li> </ul>	—	—	◎	◎	セメント改良土間において、遮水性保持の役割を果たすことから、『施設』と区分する。
置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強度・剛性の高い置換コンクリートを設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>・セメント改良土の下方の岩盤傾斜及び岩盤不陸をコンクリートで置き換えることで、セメント改良土を鉛直支持するとともに基礎地盤のすべり安定性を確保する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強度・剛性の高い置換コンクリートを設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>・セメント改良土の下方の岩盤傾斜及び岩盤不陸をコンクリートで置き換えることで、セメント改良土を鉛直支持する。</li> <li>・難透水性を有し、堤体本体としての止水性を保持することで、津波時の水みちを形成しない。</li> </ul>	—	—	◎	◎	コンクリートの物性値及び設計形状を期待し、防潮堤本体として、高さ・止水性維持の役割を主体的に果たすことから『施設』と区分する。
端部コンクリート	（検討中）						

# 1. 概要



本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
<b>1. 概要</b> .....	<b>24</b>
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117

# 1. 概要

## 1.1 検討概要

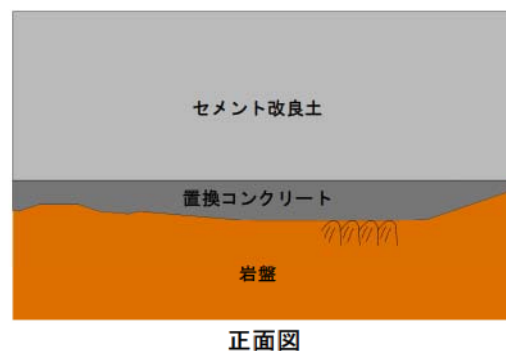
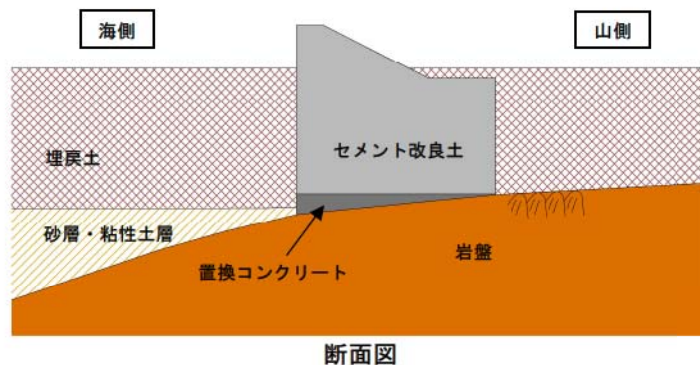
- 泊発電所では、埋戻土（岩砕）の液状化影響は考慮不要と考え、非岩着構造のセメント改良土及び鉄筋コンクリート壁の防潮堤を自主的に設置していた。
- 設置許可基準規則第3条への適合性及び先行炉の審査状況等を踏まえ、埋戻土の液状化影響を考慮し、更なる安全性向上の観点から、岩着支持構造の防潮堤に変更し、既存防潮堤を撤去した後に再構築する。
- 津波防護施設としての防潮堤の要求機能は、津波の繰返しの来襲を想定した遡上波に対して浸水を防止すること、基準地震動 $S_s$ に対し要求される機能を損なうおそれがないよう、構造全体としての変形能力について十分な余裕を有することである。
- 上記の機能を確保するための性能目標は、津波による遡上波に対し余裕を考慮した防潮堤高さを確保するとともに、構造体の境界部等の止水性を維持し、基準地震動 $S_s$ に対し止水性を損なわない構造強度を有した構造物とすることである。
- 設計に当たっては、津波に対して十分な余裕を確保した防潮堤高さとしたうえで、地震後及び津波後の再使用性と津波の繰返し作用を考慮し、構造物全体としての変形能力について十分な余裕を有するものとする。また、地盤の液状化を考慮するとともに、津波の検討においては、地震による影響を考慮したうえで評価する。
- 新設する防潮堤のうち、1,2号取水路及び1,2号放水路横断部の構造形式は、第1007回審査会合における指摘事項「1,2号取水路及び放水路直上の埋戻土について、確実な止水性を確保するための対策の必要性」について検討した結果、鋼製壁部をセメント改良土による堤体構造に設計変更することを第1032回審査会合において説明した。
- また、第1032回審査会合における指摘事項「平面線形形状の決定に関わる要因の重要度を踏まえた形状決定の考え方」については、第1063回審査会合において、新設する防潮堤の平面線形形状は、敷地の特徴等を考慮すると合理性があることを説明した。
- 今後、上記2つの指摘事項に対する回答で説明した防潮堤の構造及び平面線形形状で、防潮堤の構造成立性評価を進めていく。



# 1. 概要

## 1.2 基本構造

- 防潮堤の基本構造は、セメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造であり、この基本構造を採用する理由は、以下のとおりである。
  - 発電所の敷地内の基礎岩盤は海側に向かって低くなる特徴があるため、防潮堤は、地震による埋戻土等の液状化影響に伴う側方流動に対して、すべり安定性（設置許可基準規則第3条）を確保できるセメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造とする。
  - 防潮堤を設置する箇所に岩盤傾斜及び岩盤不陸がある箇所は、置換コンクリートに置き換える。
  - 置換コンクリートの高さは、横断方向で岩盤高さが異なることが想定されるため、岩盤高さが高い方の位置に合わせる。
- セメント改良土は、基礎岩盤まで掘削し、置換コンクリートを無筋コンクリートで構築した後、発電所構内の岩盤から採取して粒度調整した材料にセメント、水等を混合したセメント改良土で構築する。
- 防潮堤の掘株側端部は、コンクリート構造を採用する方針であり、今後、設置変更許可段階で詳細を説明する。

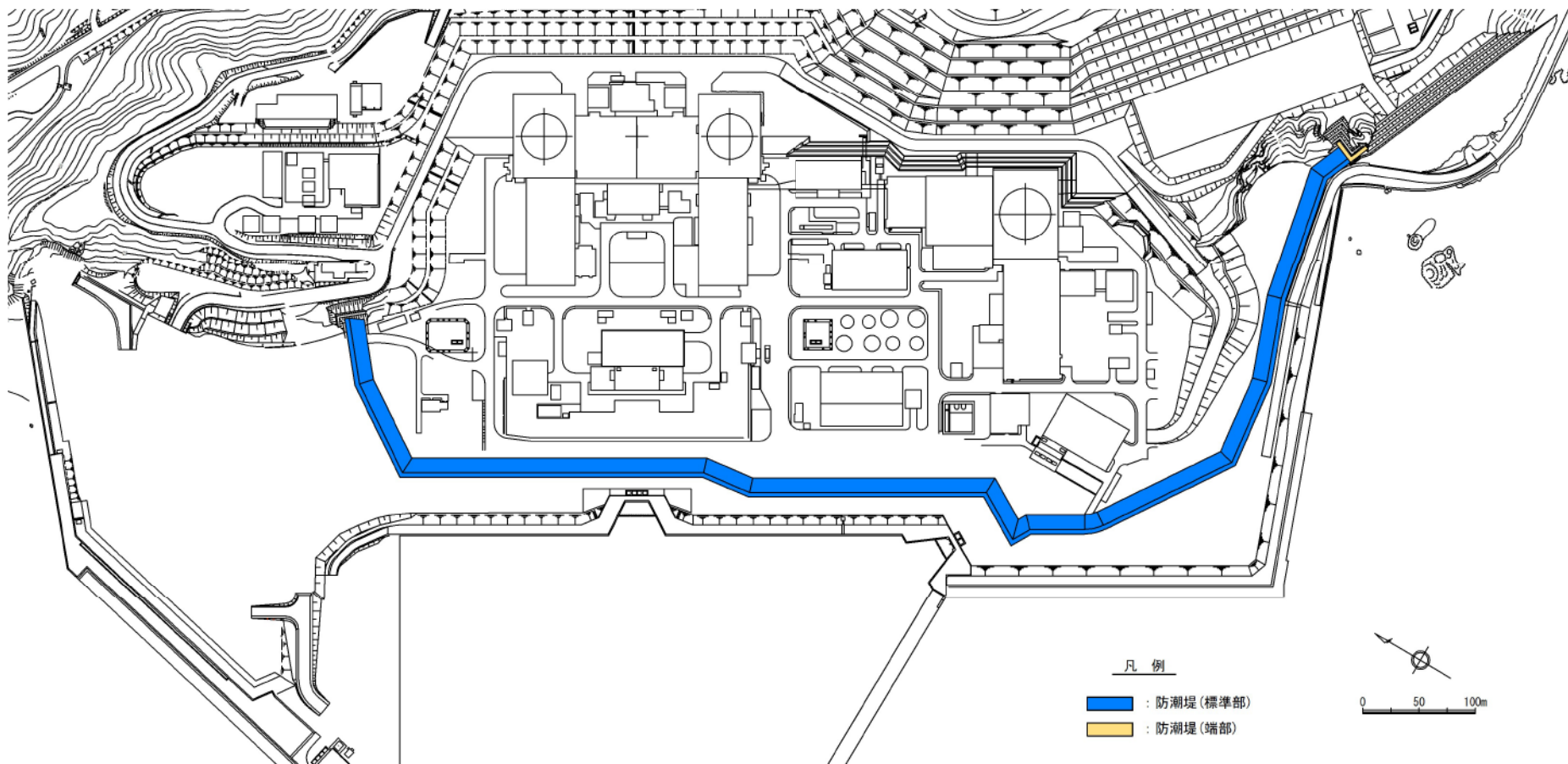




# 1. 概要

## 1.3 平面線形形状(1/2)

- 新設する防潮堤の平面線形形状は、以下のとおりである。
- 平面線形形状については、第1032回審査会合における指摘事項10に対する回答において、敷地の特徴等を考慮すると合理性があることを説明した。

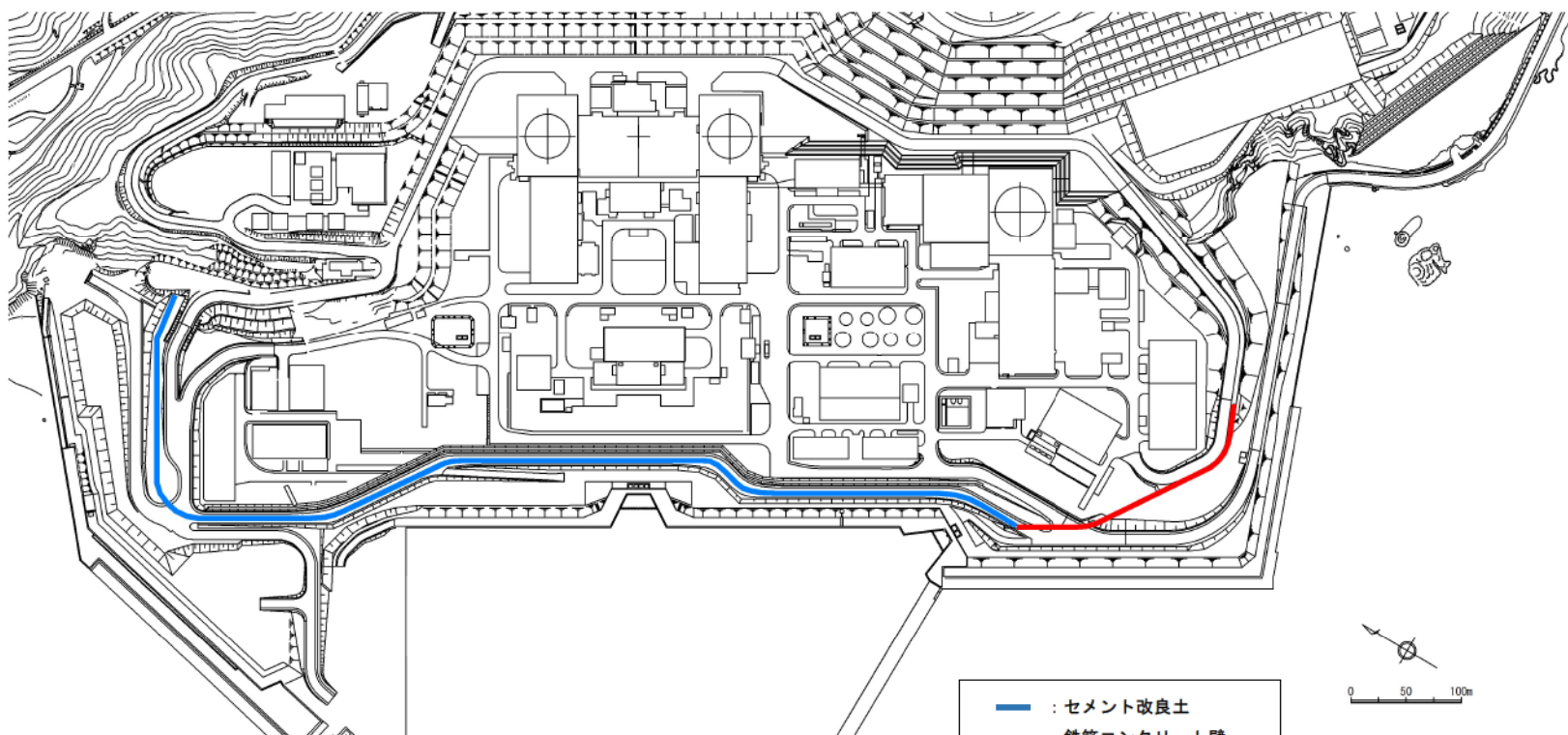


防潮堤 平面図

# 1. 概要

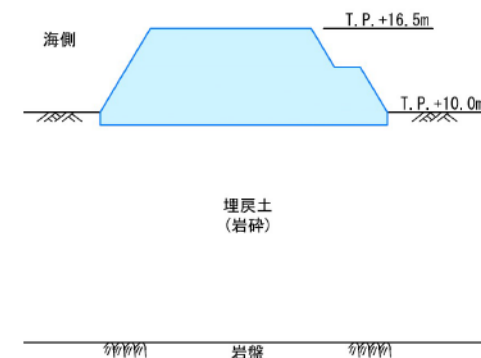
## 1.3 平面線形形状 (2/2)

○ なお、既存防潮堤の平面線形形状及び構造は、以下のとおりであり、新設する防潮堤と異なる。

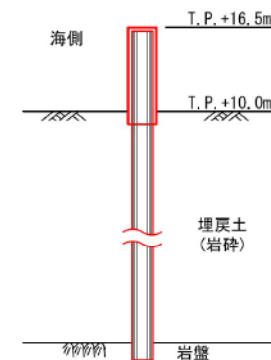


既存防潮堤 平面図

— : セメント改良土  
— : 鉄筋コンクリート壁



セメント改良土 断面図



鉄筋コンクリート壁 断面図

## 2. 設置許可基準規則への適合性について

本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
<b>2. 設置許可基準規則への適合性について .....</b>	<b>29</b>
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117



## 2. 設置許可基準規則への適合性について

### 2.1 防潮堤に関する設置許可基準規則と各条文に対する確認事項 (1/4)

- 防潮堤に関する「**实用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則**（以降、「**設置許可基準規則**」とする）」の条文と各条文（第4条、第5条）に対する確認事項を以下のとおり整理した。
- 以下の事項を確認することにより、防潮堤の各条文への適合性を確認する。

設置許可基準規則	各条文に対する確認事項	本資料の説明範囲
<p>第4条 地震による損傷の防止</p>		
<p>設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</p>	<p>(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備は除く)</p>	<p>—</p>
<p>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基準地震動による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できること</li> <li>• 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重等と基準地震動による地震力の組合せに対して、構造全体として変形能力について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能を保持すること</li> <li>• 荷重組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること</li> </ul>	<p>○ (今後説明予定)</p>
<p>4 耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないこと</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないこと</li> </ul>	<p>— (耐震設計方針にて説明予定)</p>
<p>4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 耐震重要施設の周辺斜面について、基準地震動による地震力を作用させた安定解析を行い、崩壊のおそれがないこと</li> </ul>	<p>— (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)</p>



## 2. 設置許可基準規則への適合性について

### 2.1 防潮堤に関する設置許可基準規則と各条文に対する確認事項 (2/4)

設置許可基準規則	各条文に対する確認事項	本資料の説明範囲
<p>第5条 津波による損傷の防止</p> <p>設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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こと</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sクラスに属する設備が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及び浸水防止設備を設置すること</li> </ul>	○ (今後説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高、河川等の存在並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること</li> </ul>	— (耐津波設計方針にて説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地震による変状又は繰り返し来襲する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基準津波による遡上波を取水路及び排水路等の経路から流入させないこと</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 取水路又は放水路等の経路から、津波が流入する可能性を考慮した上で、流入の可能性のある経路を特定し、それら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こと</li> </ul>	— (耐津波設計方針にて説明予定)

## 2. 設置許可基準規則への適合性について

### 2.1 防潮堤に関する設置許可基準規則と各条文に対する確認事項 (3/4)

設置許可基準規則	各条文に対する確認事項	本資料の説明範囲
<p>第5条 津波による損傷の防止</p> <p>設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力津波に対して津波防護機能を保持できること</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波防護施設については、その構造に応じ、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定性を評価し、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を十分に保持できるよう設計すること</li> </ul>	○ (今後説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物及び設置物等が破損、倒壊及び漂流する可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止措置又は津波防護施設への影響の防止措置を施すこと</li> </ul>	— (耐津波設計方針にて説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐津波設計上の十分な裕度を含めるため、各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重(浸水高、波力・波圧、洗掘力及び浮力等)について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること</li> </ul>	○ (今後説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>余震の発生の可能性を検討した上で、必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること</li> </ul>	○ (今後説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの来襲による作用が津波防護機能へ及ぼす影響について検討すること</li> </ul>	○ (今後説明予定)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波影響軽減施設・設備の効果を考慮する場合は、入力津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計すること</li> </ul>	— (効果を考慮する施設なし)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮ゲート等の外部入力により動作する機構を有するものについては、構造、動作原理等を踏まえ、津波防護機能が損なわれないよう重要安全施設に求められる信頼性と同等の信頼性を確保すること</li> </ul>	— (該当する機構なし)

## 2. 設置許可基準規則への適合性について

### 2.1 防潮堤に関する設置許可基準規則と各条文に対する確認事項 (4/4)

設置許可基準規則	各条文に対する確認事項	本資料の説明範囲
<p>第5条 津波による損傷の防止</p> <p>設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による敷地の隆起・沈降、地震(本震及び余震)による影響、津波の繰り返しの襲来による影響及び津波による二次的な影響(洗掘、砂移動及び漂流物等)を考慮すること</li> <li>津波防護施設の設計に当たっては、入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施すること。なお、その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、想定される地震の震源モデルから算定される、敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施すること</li> </ul>	<p>○ (今後説明予定)</p> <p>○ (今後説明予定)</p>

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

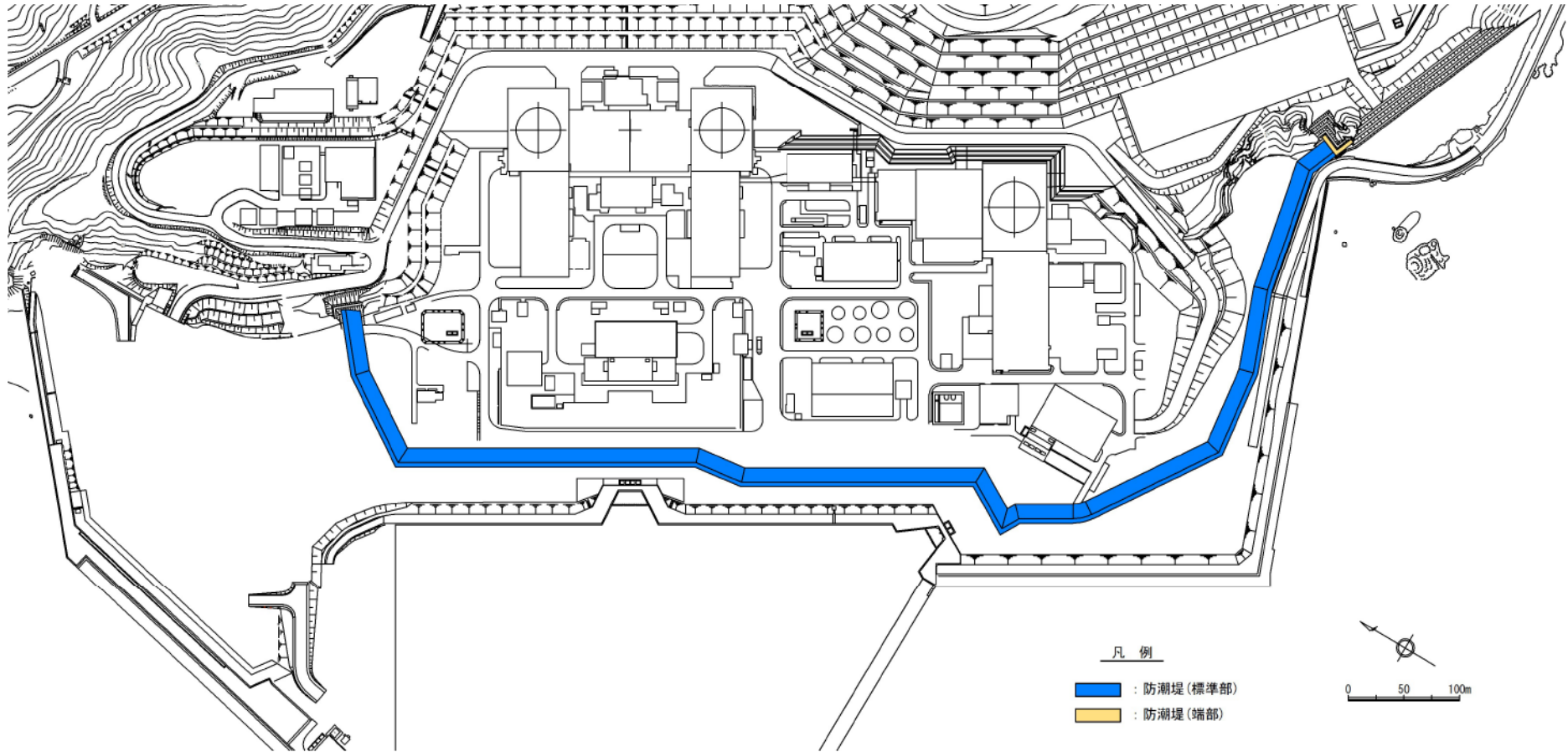
本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
<b>3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....</b>	<b>34</b>
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.1 防潮堤の構造形式

- 新設する防潮堤の基本構造は、セメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造（以降、「防潮堤（標準部）」とする）である。
- 防潮堤の掘株側端部は、コンクリート構造を採用する（以降、「防潮堤（端部）」とする）方針であり、今後、設置変更許可段階で詳細を説明する。

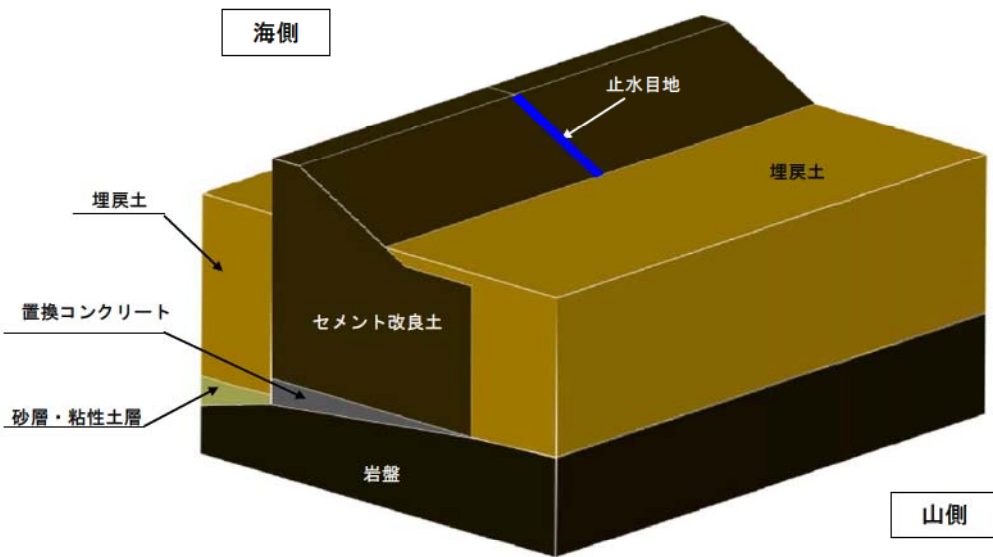


防潮堤平面図

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.2.1 防潮堤の構造概要

- 防潮堤の構造形式は、セメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造、掘株側端部のコンクリート構造の2つである。
- 防潮堤の施工目地には、施工目地からの浸水を防止するために止水目地を設置する（止水目地の構造は、「5. 止水目地の設計方針」で示す）。
- 1,2号取水路, 1,2号放水路, 3号取水路及び3号放水路を横断する防潮堤の構造は、次頁以降に示す。



防潮堤(標準部)の構造イメージ図

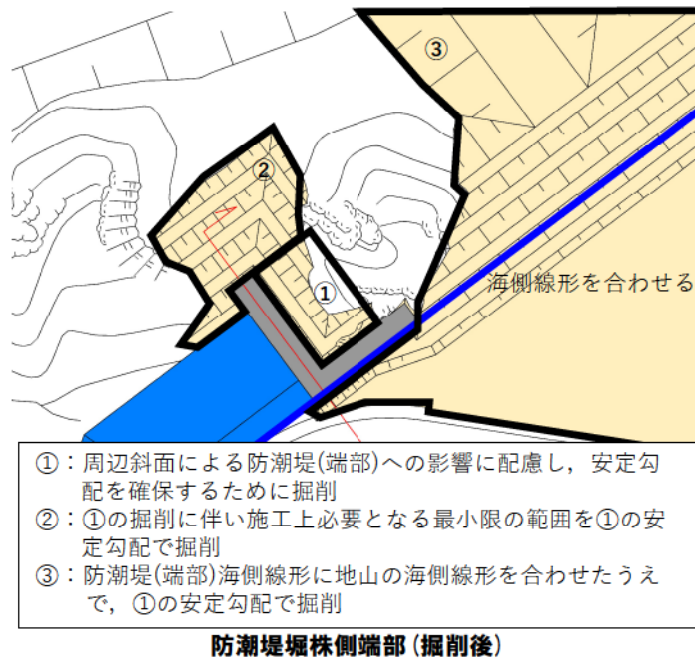
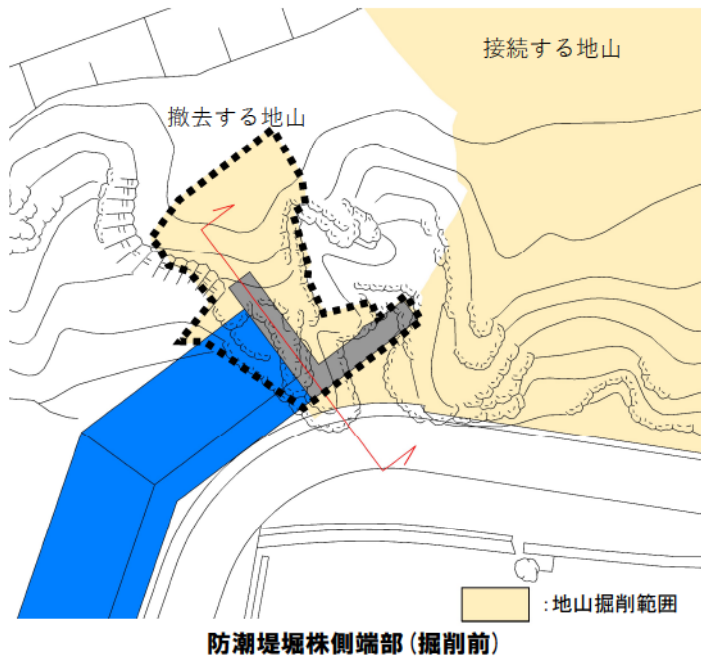


防潮堤(端部)の構造イメージ図

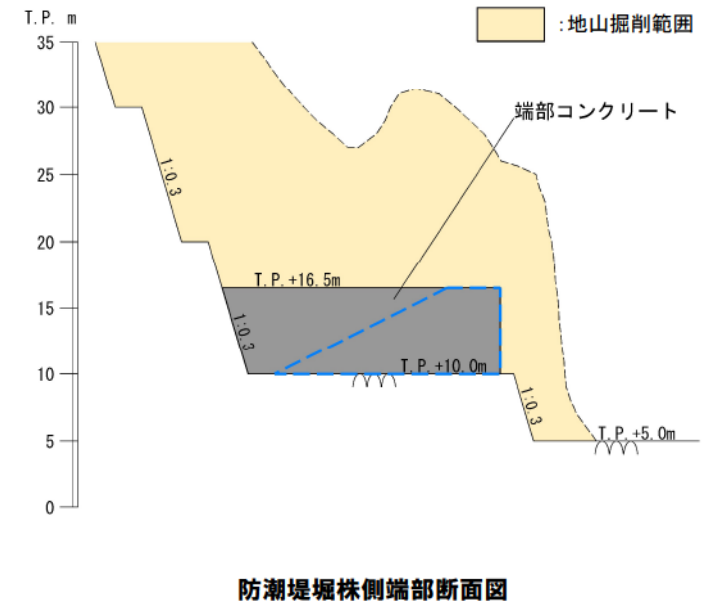
### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.2.1 防潮堤の構造概要(端部構造)

- 防潮堤(端部)の形状及び構造は、以下のとおり検討した。
  - 防潮堤(端部)を堅固な地山に接続するために、一部地山を撤去する。
  - 防潮堤(端部)を接続する端部地山は、周辺斜面による防潮堤(端部)への影響に配慮し、安定勾配を確保するために一部を掘削する。
  - 防潮堤(端部)の構築材料は、すべり安定性を確保できるコンクリートとする。
- 防潮堤(端部)より堀株側の地山は、防潮堤(端部)の海側線形に地山の海側線形を合わせたうえで、端部地山と同じ安定勾配で掘削する。
- 防潮堤(端部)及び堀株側の地山の形状は、津波評価における地形モデルと一致している。



- ①：周辺斜面による防潮堤(端部)への影響に配慮し、安定勾配を確保するために掘削
- ②：①の掘削に伴い施工上必要となる最小限の範囲を①の安定勾配で掘削
- ③：防潮堤(端部)海側線形に地山の海側線形を合わせたうえで、①の安定勾配で掘削



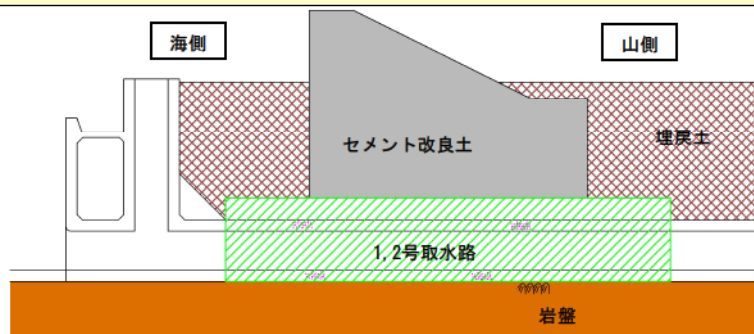
※津波解析に影響しないと考えられるT.P.+35m以上の形状については、形状を変更する可能性がある。



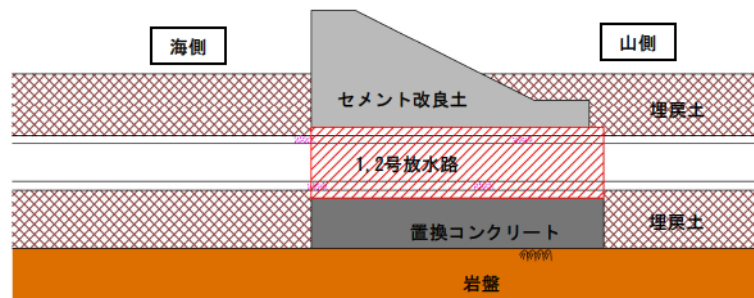
### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.2.2 防潮堤の構造概要(1,2号取水路・放水路横断面)(1/2)

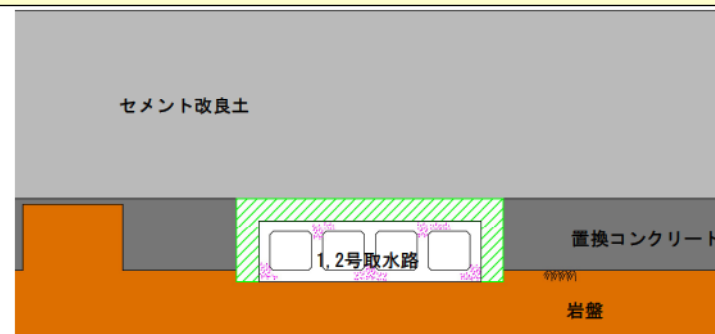
- 1,2号取水路及び1,2号放水路を横断する範囲の防潮堤は、1,2号取水路又は1,2号放水路を介して岩盤に支持させる。
- 1,2号取水路及び1,2号放水路については、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合に耐震裕度が小さくなるため、当該構造物の補強等の対策を検討しており、具体的な補強等の対策の検討方針は、以下のとおりである。
  - 1,2号取水路は、頂版及び側壁の後施工せん断補強筋及び躯体の増厚による補強を検討している。
  - 1,2号放水路は、放水路下部を置換コンクリートに置き換えた後に、通水断面の構造寸法を変更せずに再構築することを検討している。
- 1,2号取水路及び1,2号放水路は、防潮堤を間接支持する構造物であることから、主たる外部事象である基準地震動Ssに対して間接支持機能を維持することを確認する。



1,2号取水路断面イメージ図(水路縦断方向)



1,2号放水路断面イメージ図(水路縦断方向)



1,2号取水路正面イメージ図(水路横断方向)



1,2号放水路正面イメージ図(水路横断方向)

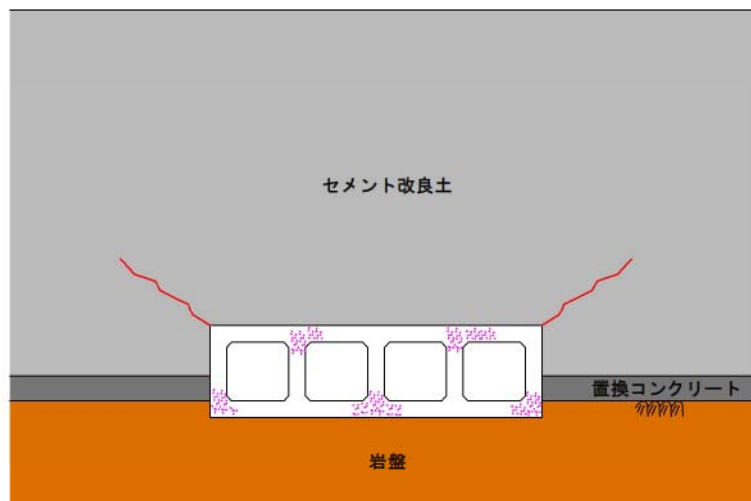
※置換コンクリートの高さ、1,2号取水路及び1,2号放水路の補強等の対策は検討中であり、今後変更の可能性がある。



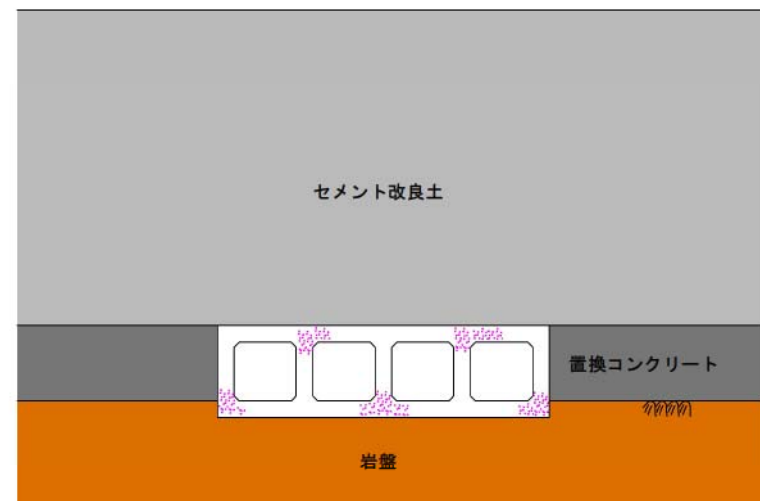
### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.2.2 防潮堤の構造概要(1,2号取水路・放水路横断部)(2/2)

- 1,2号取水路及び1,2号放水路を横断する範囲の防潮堤をセメント改良土による堤体構造にすることに伴う悪影響は、以下のとおりである。
  - 各水路に対し、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合に各水路の耐震裕度が小さくなる。  
⇒各水路は、耐震裕度を確保できるように再構築又は補強を行う。
  - セメント改良土内に水路が配置された場合、水路天端の隅角部に接するセメント改良土に応力集中が生じる。  
⇒各水路の両脇は、水路天端高さまで置換コンクリートを構築し、水路天端の隅各部に応力集中が生じないように配慮する。



セメント改良土内に水路が配置された場合

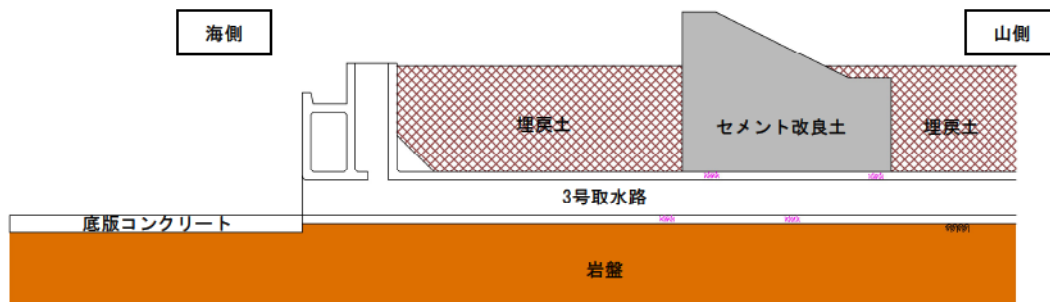


水路天端高さまで置換コンクリートを構築した場合

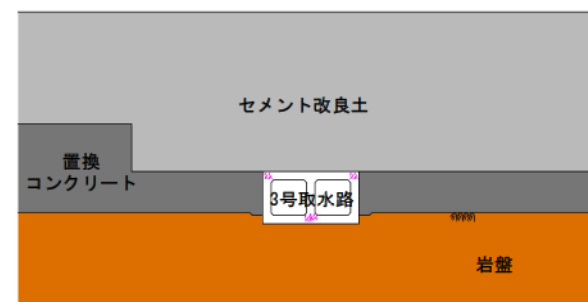
### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.2.3 防潮堤の構造概要(3号取水路・放水路横断部)

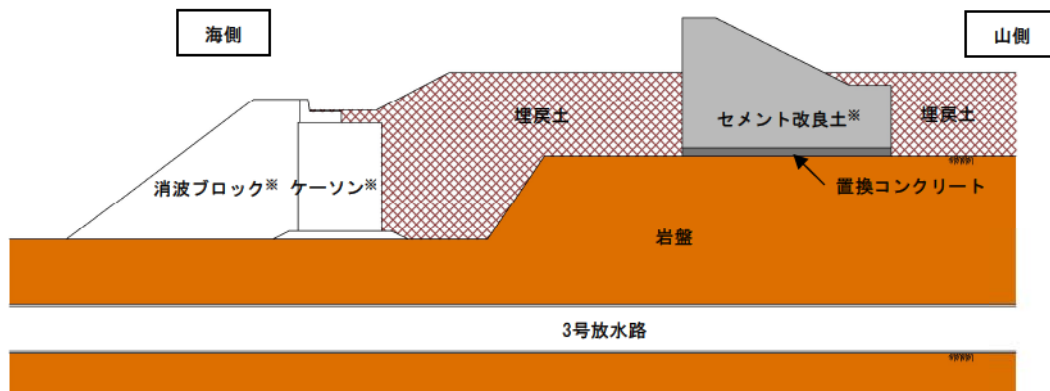
- 3号取水路を横断する範囲の防潮堤は、3号取水路を介して岩盤に支持させる。
- 3号取水路は、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合においても、耐震裕度を確保できる見込みであることから、3号取水路上部にセメント改良土を構築する。
- 3号放水路は、岩盤内に構築されており、3号放水路上面から岩盤上面までの離隔が十分に確保され、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合においても、地震に伴う損傷等による防潮堤への影響がないと考えられることから、3号放水路上部の岩盤上にセメント改良土及び置換コンクリートを構築する。



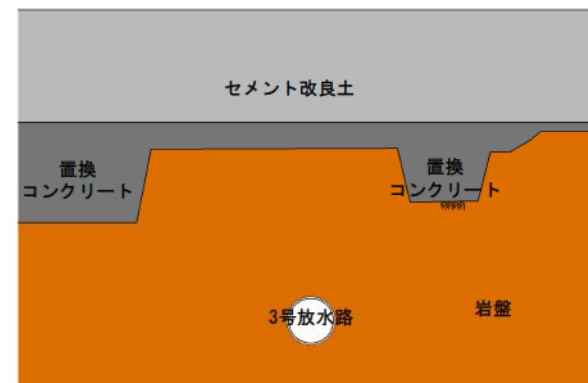
3号取水路断面イメージ図(水路縦断方向)



3号取水路正面イメージ図(水路横断方向)



3号放水路断面イメージ図(水路縦断方向)



3号放水路正面イメージ図(水路横断方向)

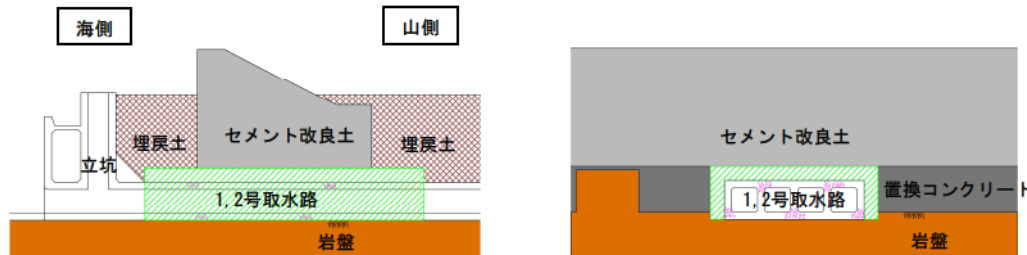
※:消波ブロック、ケーソン及びセメント改良土は、各構造物の直交断面を図示している。

※置換コンクリートの高さは検討中であり、今後変更の可能性がある。

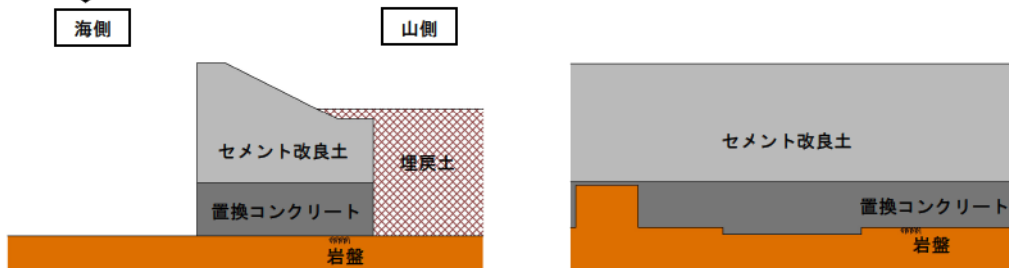
### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.2.4 防潮堤より前面の構造物の扱いについて

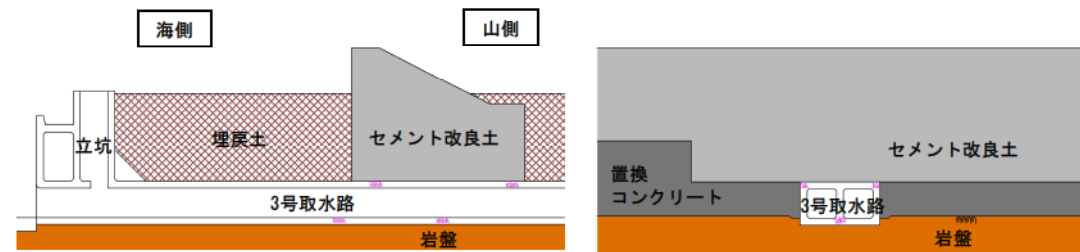
- 防潮堤下部の各水路は、必要に応じて補強等の対策を行い、各水路の健全性を確保することにより、置換コンクリートと同様に防潮堤の間接支持機能を維持することができる。
- このため、水路を横断する防潮堤の構造成立性は、水路横断部以外の防潮堤の断面で評価が可能である。
- 防潮堤の構造成立性の評価断面の選定方針は、「4.11.1 構造成立性評価断面選定フロー」及び「4.11.2 構造成立性評価断面選定の観点」で説明する。
- 3号取水路は、泊3号炉の新規制基準適合性審査における設計基準対象施設として、1,2号取水路及び1,2号放水路は、防潮堤の間接支持構造として、各水路の耐震計算書（設計及び工事計画認可段階）において、健全性を説明する。
- 各水路の健全性は、弱軸方向である水路横断方向で、上載荷重が大きく、水路の評価にとって厳しい条件と考えられる断面で評価する方針である。
- なお、防潮堤より海側に存在する1,2号取水路、3号取水路等の構造物及び埋戻土は、防潮堤の構造成立性評価において役割を期待しないため考慮しない。



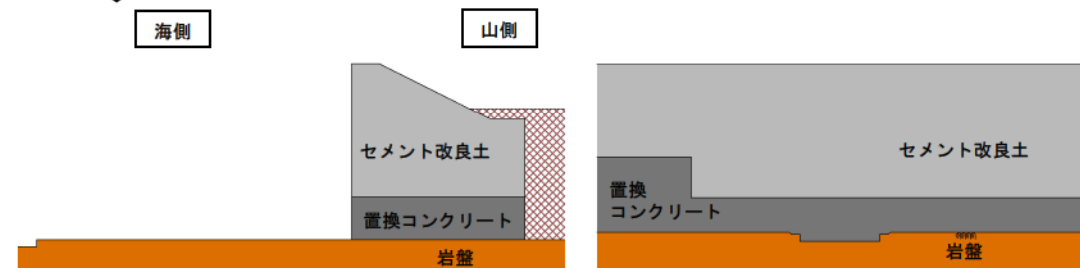
防潮堤の構造成立性評価においては、防潮堤より海側の埋戻土及び構造物は考慮せず、各水路は健全性を確保することで置換コンクリートと同様に評価する。



1,2号取水路横断部(左：水路縦断方向断面，右：水路横断方向断面)



防潮堤の構造成立性評価においては、防潮堤より海側の埋戻土及び構造物は考慮せず、各水路は健全性を確保することで置換コンクリートと同様に評価する。



3号取水路横断部(左：水路縦断方向断面，右：水路横断方向断面)

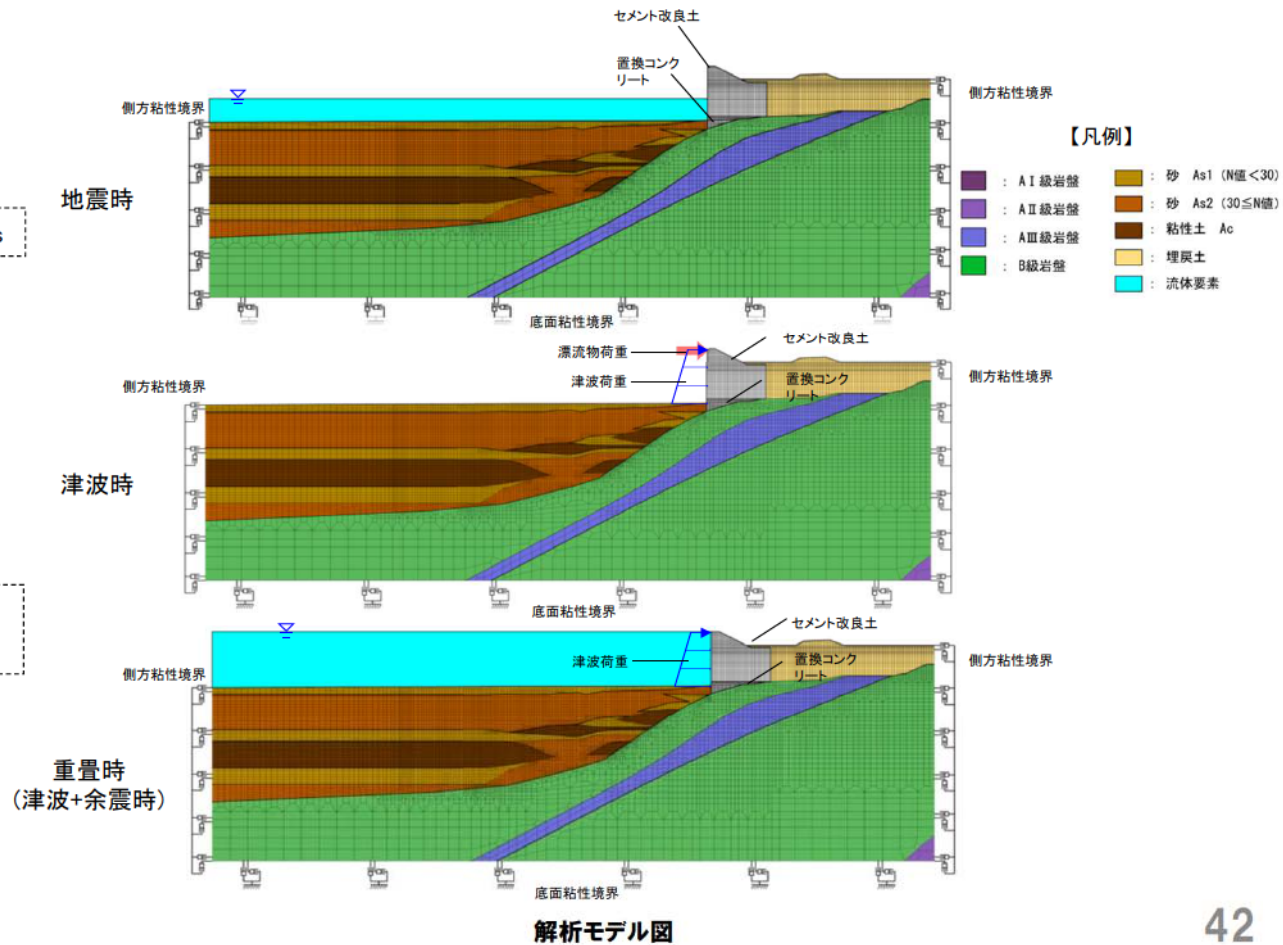
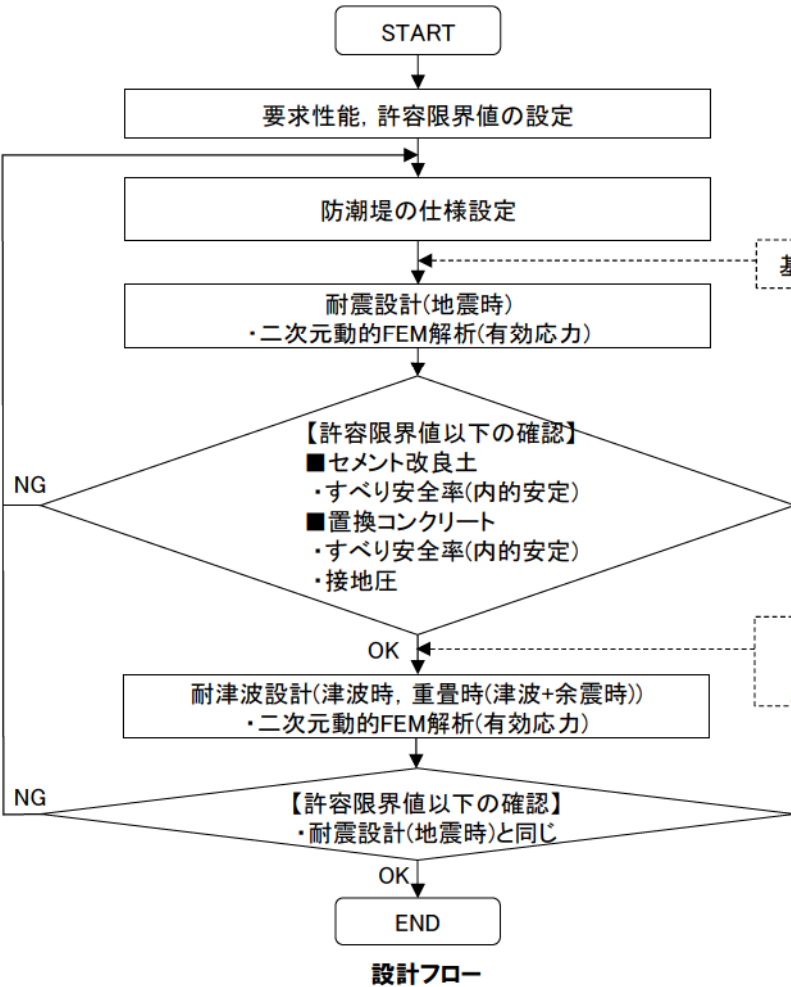
※置換コンクリートの高さは検討中であり、今後変更の可能性がある。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.3 防潮堤の設計フロー

○ 防潮堤の設計フロー及び解析モデルのイメージは、以下のとおりである。





### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.4 漂流物荷重について

- 漂流物として考慮する対象は、現在整理中であり、「耐津波設計方針（第5条）」において説明する。
- 設置変更許可段階において、防潮堤の設計に用いる漂流物荷重は、基準津波が未確定であることから、保守的に設定する。
- 基準津波確定後、設置変更許可段階で設定した漂流物荷重が、保守的な設定であることを確認する。
- 漂流物荷重を作用させる場合、防潮堤が局所的に破壊する可能性があるため、防潮堤の前面に漂流物対策工を設置する方針とする。
- 漂流物対策工については、津波防護施設として位置付け、設置変更許可段階において評価手法及び構造成立性を説明する。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

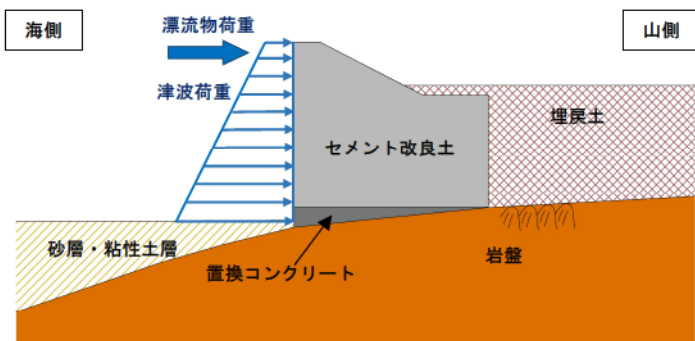
#### 3.5 荷重の組合せについて

- 設計における検討ケースは、荷重の組合せを考慮し、以下のとおりとする。
- 防潮堤は、地震後及び津波後の再使用性と津波の繰返し作用を考慮し、構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう設計する。
- 津波時及び重畳時の検討においては、基準地震動 $S_s$ による敷地地盤の沈下量を考慮したうえで評価する。
- 防潮堤の海側にある埋戻土、既設護岸及び既設構造物は、役割を期待しないことから、構造成立性評価においてモデル化しない。

検討ケース	荷重の組合せ <sup>※1</sup>
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時 <sup>※2</sup>	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物荷重
重畳時 <sup>※2</sup> (津波+余震時)	常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重

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

※2: 基準地震動 $S_s$ の影響を考慮する。



例: 津波荷重+漂流物荷重

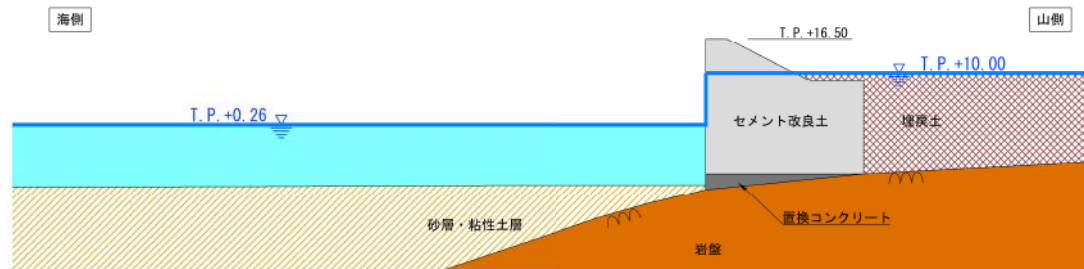
荷重	内容
常時荷重	構造物の自重
自然現象による荷重	風荷重, 積雪荷重
地震荷重	基準地震動 $S_s$ を作用させる
余震荷重	余震による地震動を考慮する
津波荷重	津波荷重(津波波力)を考慮する なお、設計用津波波力については、朝倉式に基づき算定する
津波荷重 (重畳時)	余震作用時に、防潮堤前面に入力津波高さの海水が存在することを想定して、動水圧を作用させる
漂流物荷重	漂流物、荷重算定式について詳細検討を行ったうえで作用させる

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

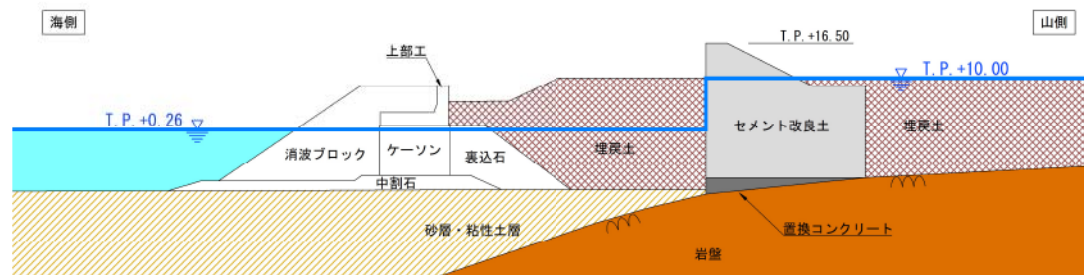
#### 3.6 地下水位の設定方針(1/2)

- 設計に用いる地下水位は、以下のとおりである。
- 防潮堤から山側の地下水位は、防潮堤の設置によって地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇する可能性があることを踏まえ、地表面に設定する。
- 構造成立性を評価する場合は、防潮堤より海側の埋戻土及び既設護岸を考慮しないモデルを基本モデルとする。
- 既設護岸による防潮堤の構造成立性への影響は、埋戻土及び既設護岸を考慮したモデルで評価する。

防潮堤から海側	朔望平均満潮位(T.P.+0.26m)として設定
防潮堤から山側	地表面(T.P.+10.00m)として設定



地下水位の設定(構造成立性評価の基本モデル)

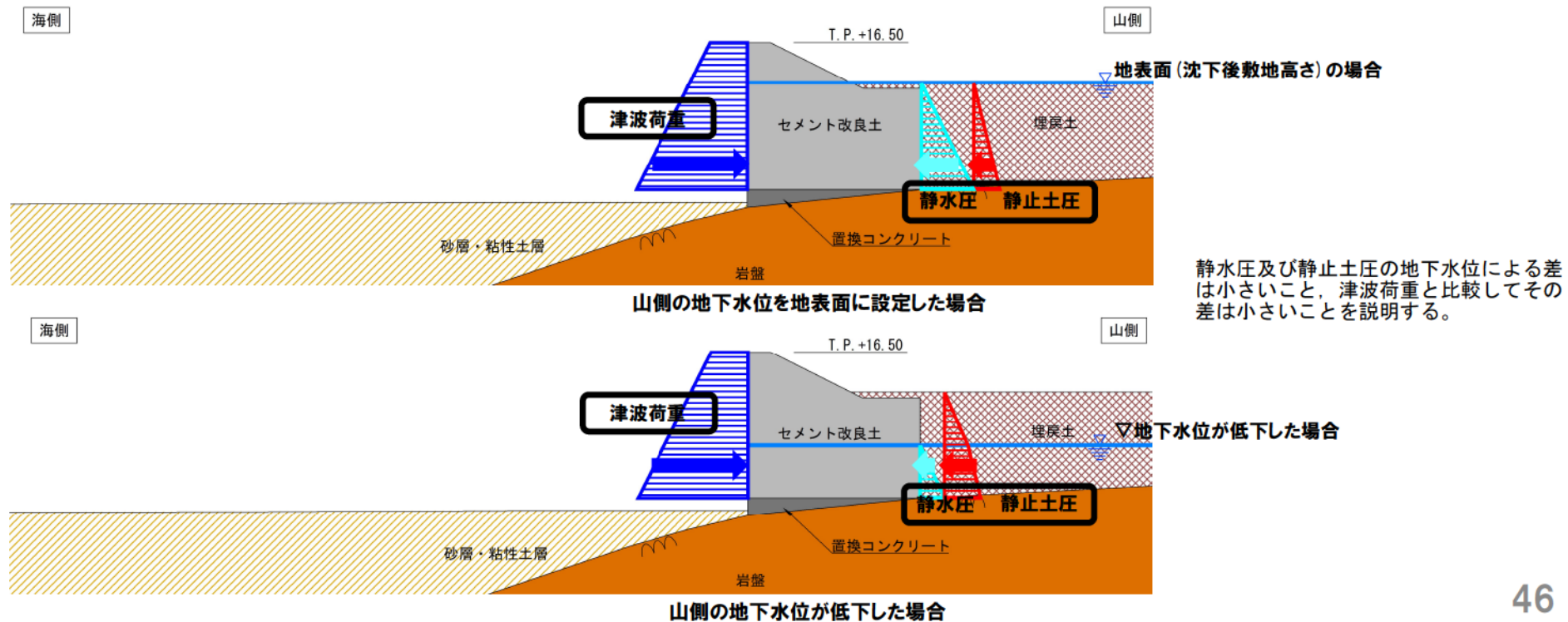


地下水位の設定(既設護岸による防潮堤の構造成立性への影響を評価するモデル)

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.6 地下水位の設定方針 (2/2)

- 防潮堤山側の地下水位は、津波時及び重畳時において作用する静水圧及び静止土圧に着目し、地下水位が地表面の場合と地下水位が低下した場合で比較したうえで、以下の理由から地表面に設定する方針である。
  - 地下水位が地表面の場合と低下した場合の静水圧及び静止土圧の差は、津波荷重と比較して小さく、構造成立性に与える影響は小さいと考える。
  - 地下水以深の埋戻土の重量は水中単位体積重量となり、埋戻土の拘束圧が小さくなるため、地表面の場合、地下水位が低下した場合と比較して、埋戻土の強度は低下し、受働抵抗が減少する。
- 地下水位が低下した場合の水位は、地下水位低下設備の影響を考慮したうえで設定する。
- 津波荷重と静水圧及び静止土圧の比較結果は、設計に用いる津波荷重が決まった段階で説明する。

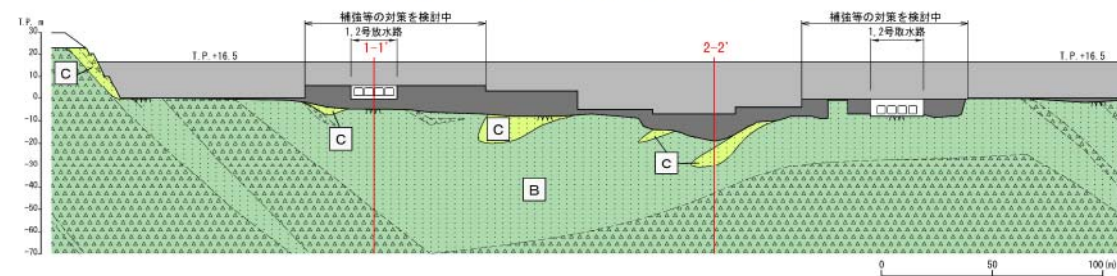
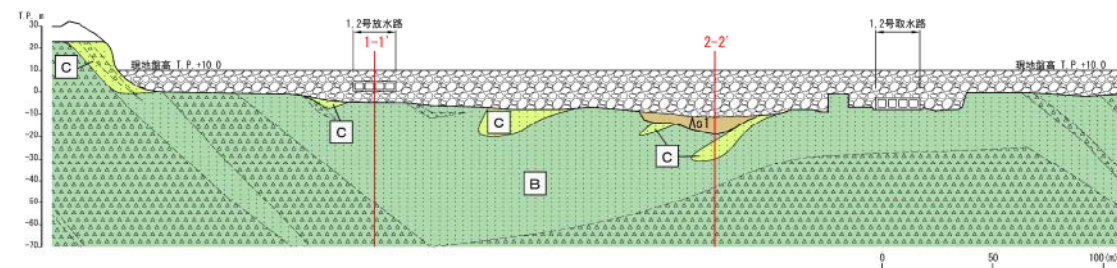
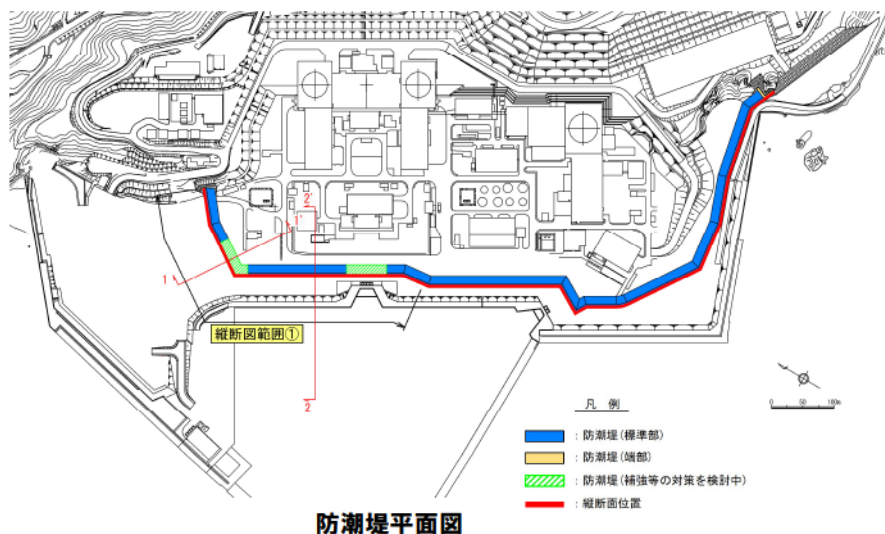




### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (1/11)

- 防潮堤設置位置の地質は、凝灰岩及び凝灰角礫岩、含泥岩礫凝灰岩、角礫質安山岩、安山岩が認められる。
- 防潮堤設置位置の岩級は、泊発電所の岩盤分類基準に基づいたB級、C級及びA<sub>III</sub>級以上が認められる。
- 防潮堤の縦断方向の断面(縦断図範囲①)を以下に示す。



【岩級分類】		【岩盤の地質分類】	
A <sub>I</sub>	A <sub>I</sub> 凝灰岩	△△△	角礫質安山岩 (Ab)
A <sub>II</sub>	A <sub>II</sub> 凝灰岩	▽▽▽	安山岩 (An)
A <sub>III</sub>	A <sub>III</sub> 凝灰岩	◇◇◇	含泥岩礫凝灰岩 (Tfn)
B	B級岩盤	□□□	軽石凝灰岩 (P)
C	C級岩盤	□□□	凝灰岩 (Tf)
D	D級岩盤	□□□	凝灰角礫岩 (Tb)

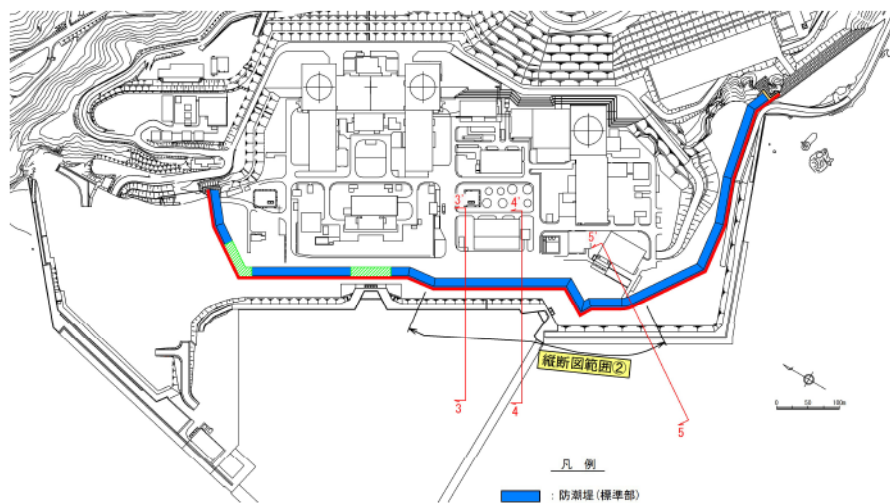
【土質分類】	
○	砂 A <sub>1</sub> (N値<30)
○	砂 A <sub>2</sub> (30≦N値)
■	埋戻土
■	セメント改良土
■	置換コンクリート
■	擁壁コンクリート

※ セメント改良土下部及び水路横断部における置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (2/11)

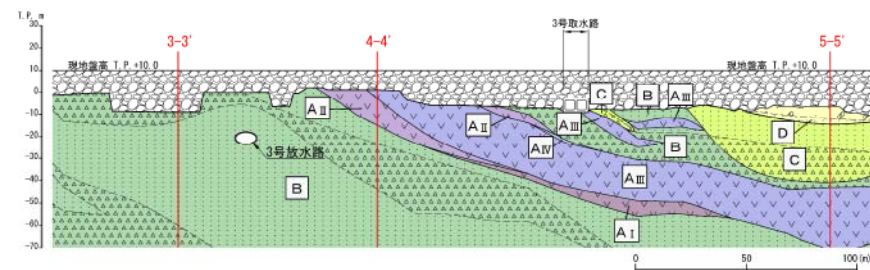
○ 防潮堤の縦断方向の断面(縦断図範囲②)を以下に示す。



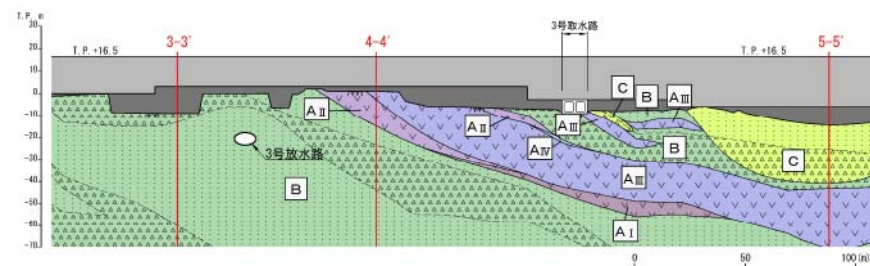
- 凡例
- : 防潮堤(標準部)
  - : 防潮堤(端部)
  - : 防潮堤(補強等の対策を検討中)
  - : 縦断面位置

防潮堤平面図

- 凡例
- |            |                    |               |
|------------|--------------------|---------------|
| 【岩盤分類】     | 【岩盤の地質分類】          |               |
| AⅠ : 礫岩盤   | AⅠ : 角礫質安山岩 (Ab)   | 砂 Aa1 (N値<30) |
| AⅡ : AⅠ礫岩盤 | AⅡ : 安山岩 (An)      | 砂 Aa2 (30≦N値) |
| AⅢ : AⅡ礫岩盤 | AⅢ : 含泥岩礫混成岩 (Tfn) | 埋戻土           |
| B : B級岩盤   | AⅣ : 軽石凝灰岩 (P)     | セメント改良土       |
| C : C級岩盤   | AⅤ : 凝灰岩 (Tf)      | 置換コンクリート      |
| D : D級岩盤   | AⅥ : 凝灰角礫岩 (Tb)    | 端部コンクリート      |



防潮堤設置前の縦断図(縦断図範囲②)



防潮堤設置後の縦断図(縦断図範囲②)

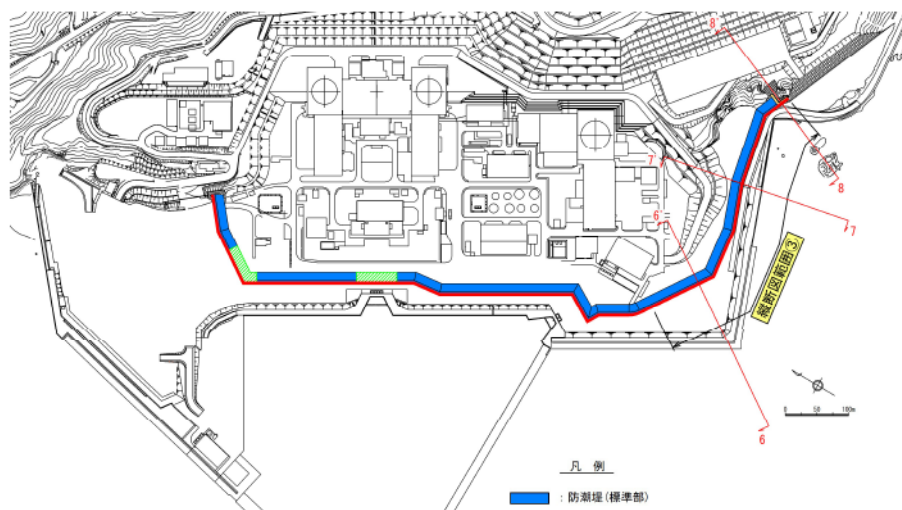
※ セメント改良土下部及び水路横断部における置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (3/11)

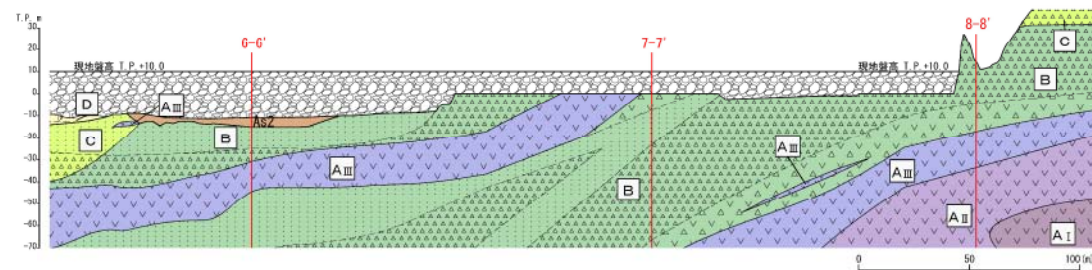
○ 防潮堤の縦断方向の断面 (縦断図範囲③) を以下に示す。



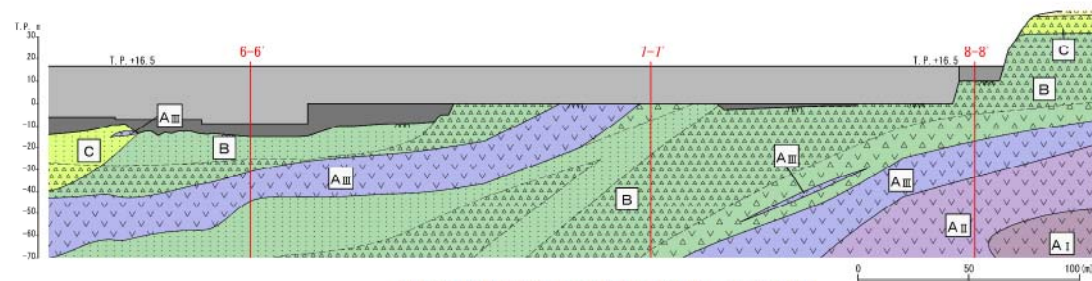
- 凡例
- : 防潮堤 (標準部)
  - : 防潮堤 (端部)
  - : 防潮堤 (補強等の対策を検討中)
  - : 縦断面位置

防潮堤平面図

【岩盤分類】		【岩盤の地質分類】		【土質分類】	
AⅠ	AⅠ 礫岩盤	AⅠ	角礫質安山岩 (Ab)	砂 Aa1 (N値<30)	埋戻土
AⅡ	AⅡ 礫岩盤	AⅡ	安山岩 (An)	砂 Aa2 (30≦N値)	セメント改良土
AⅢ	AⅢ 礫岩盤	AⅢ	含泥岩礫凝灰岩 (Tfn)	置換コンクリート	擁壁コンクリート
B	B 礫岩盤	B	軽石凝灰岩 (Pc)		
C	C 礫岩盤	C	凝灰岩 (Tf)		
D	D 礫岩盤	D	凝灰角礫岩 (Tn)		



防潮堤設置前の縦断図 (縦断図範囲③)



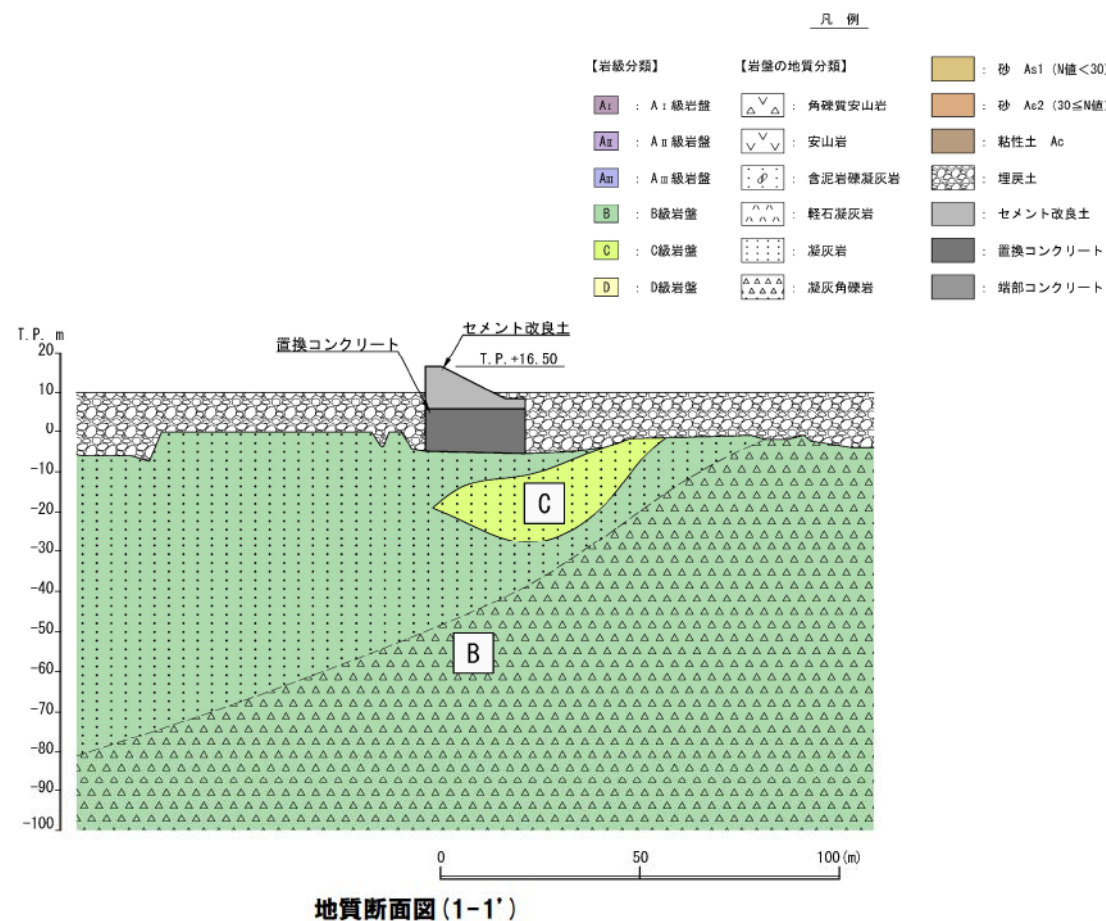
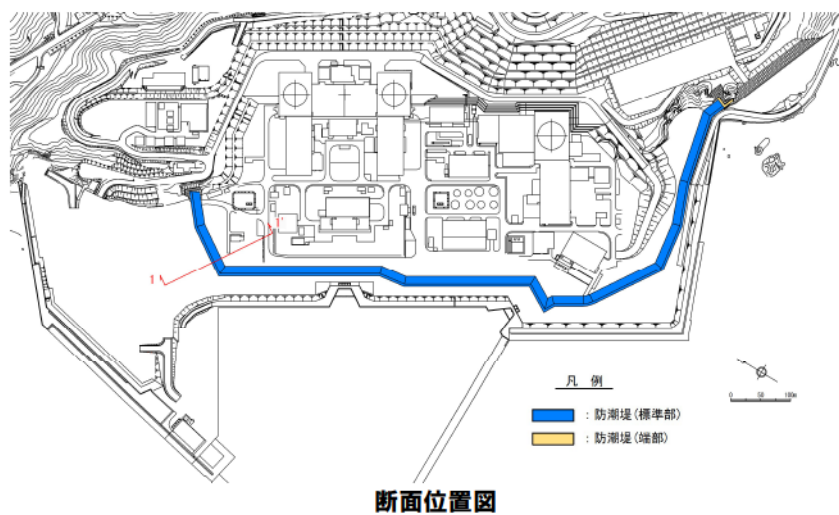
防潮堤設置後の縦断図 (縦断図範囲③)

※ セメント改良土下部及び水路横断部における置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (4/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (1-1' 断面) を以下に示す。



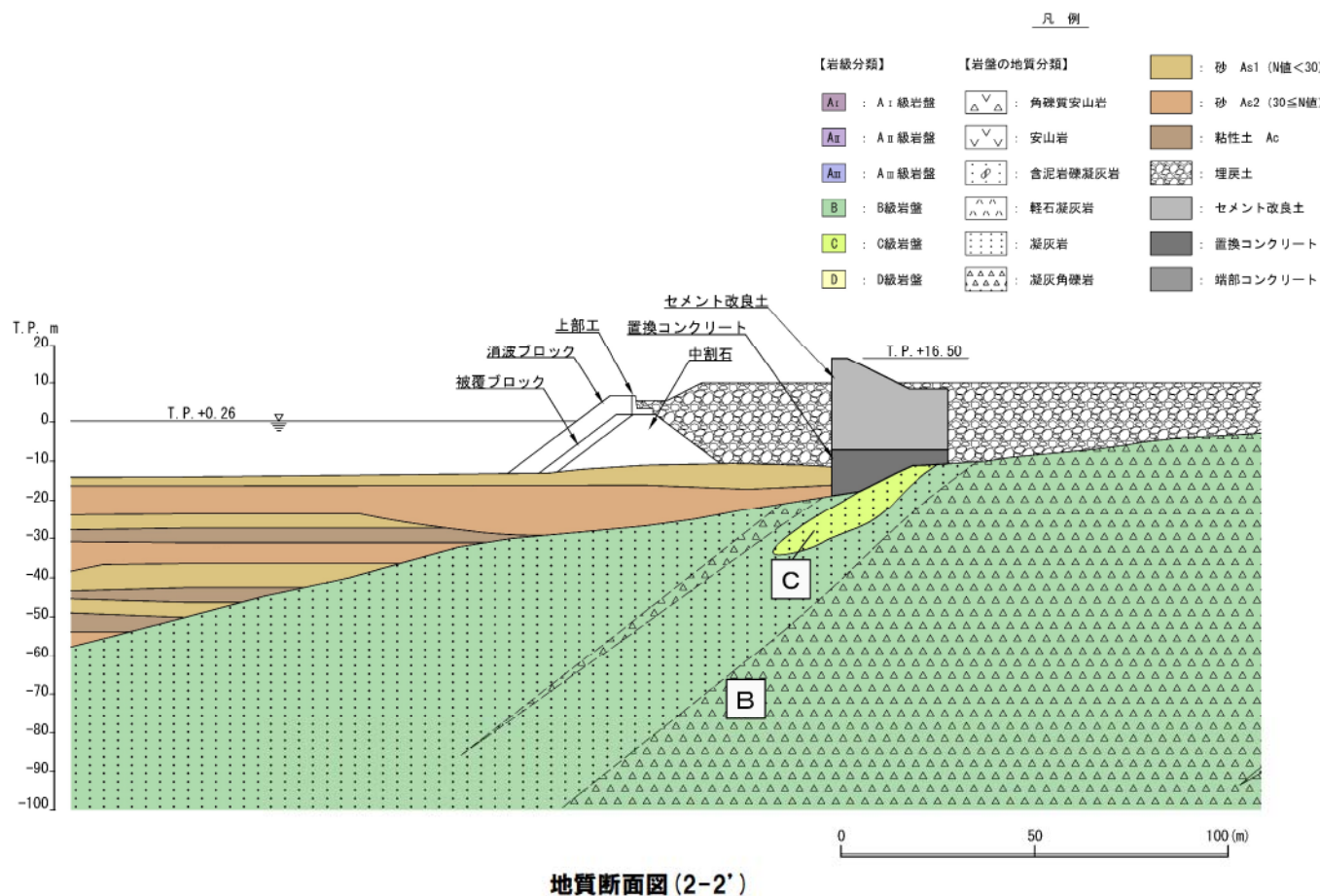
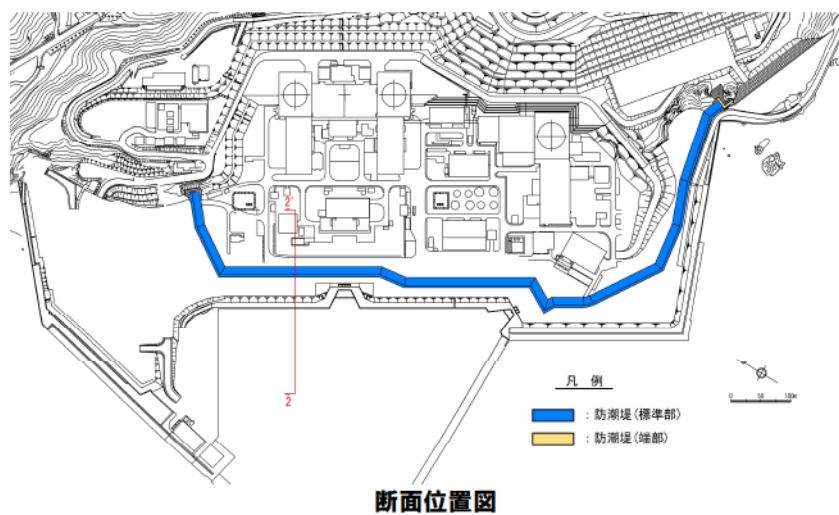
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (5/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (2-2' 断面) を以下に示す。

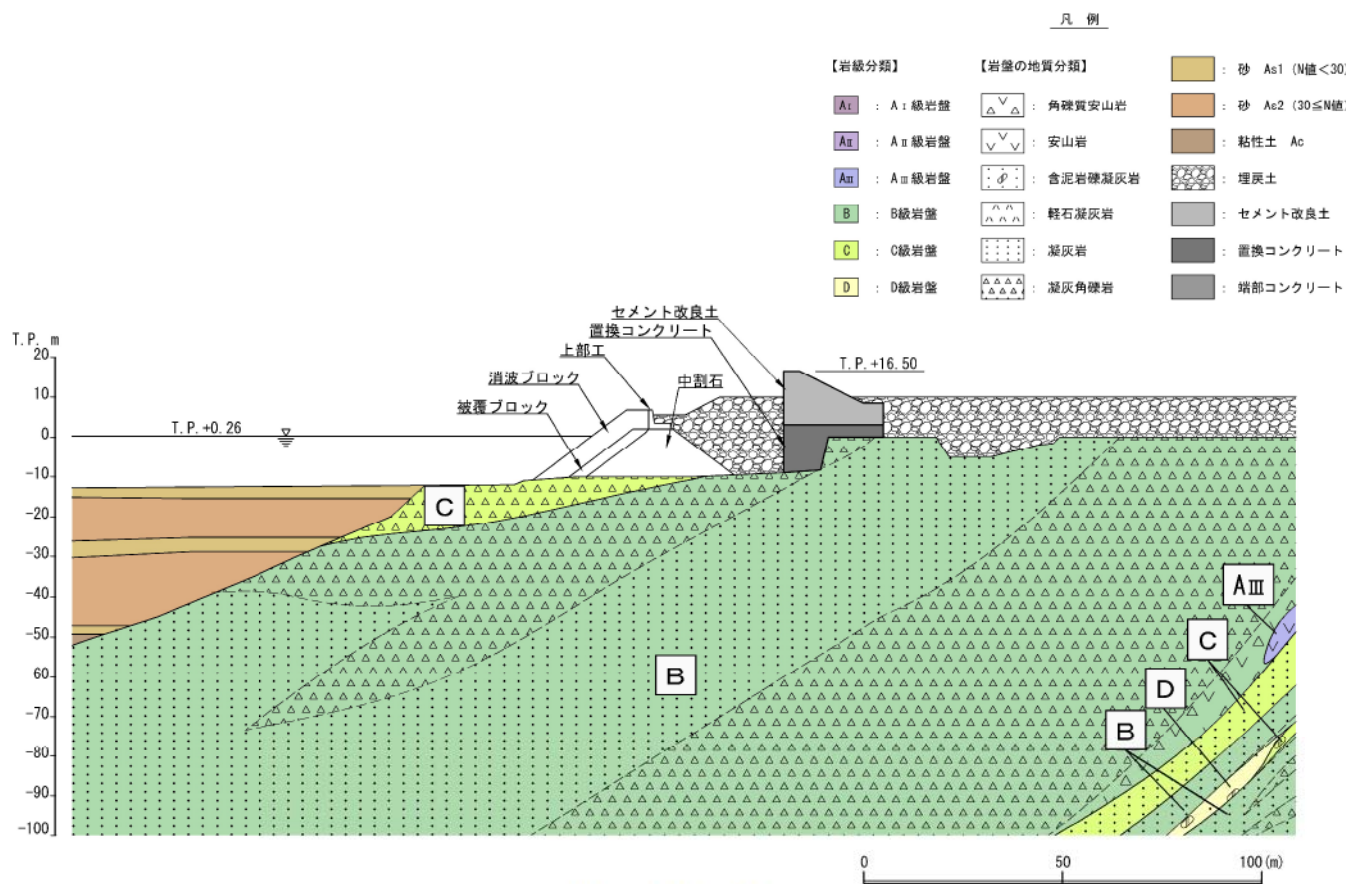
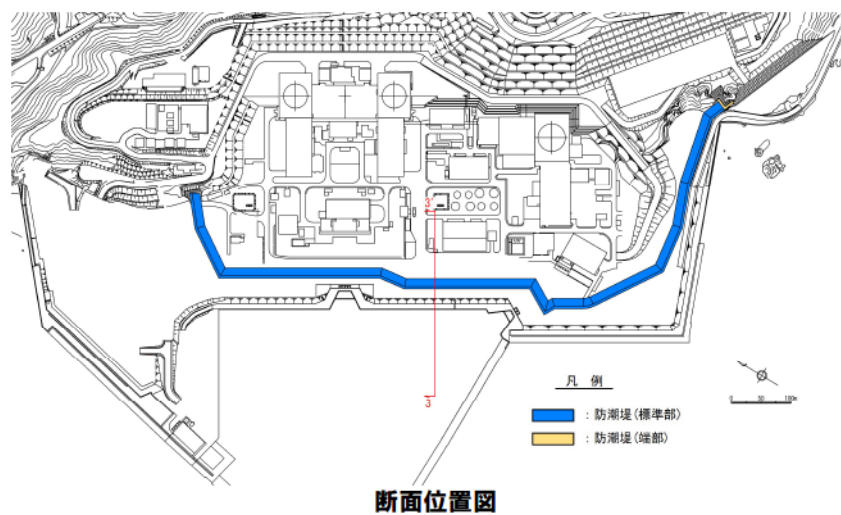


※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (6/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (3-3' 断面) を以下に示す。



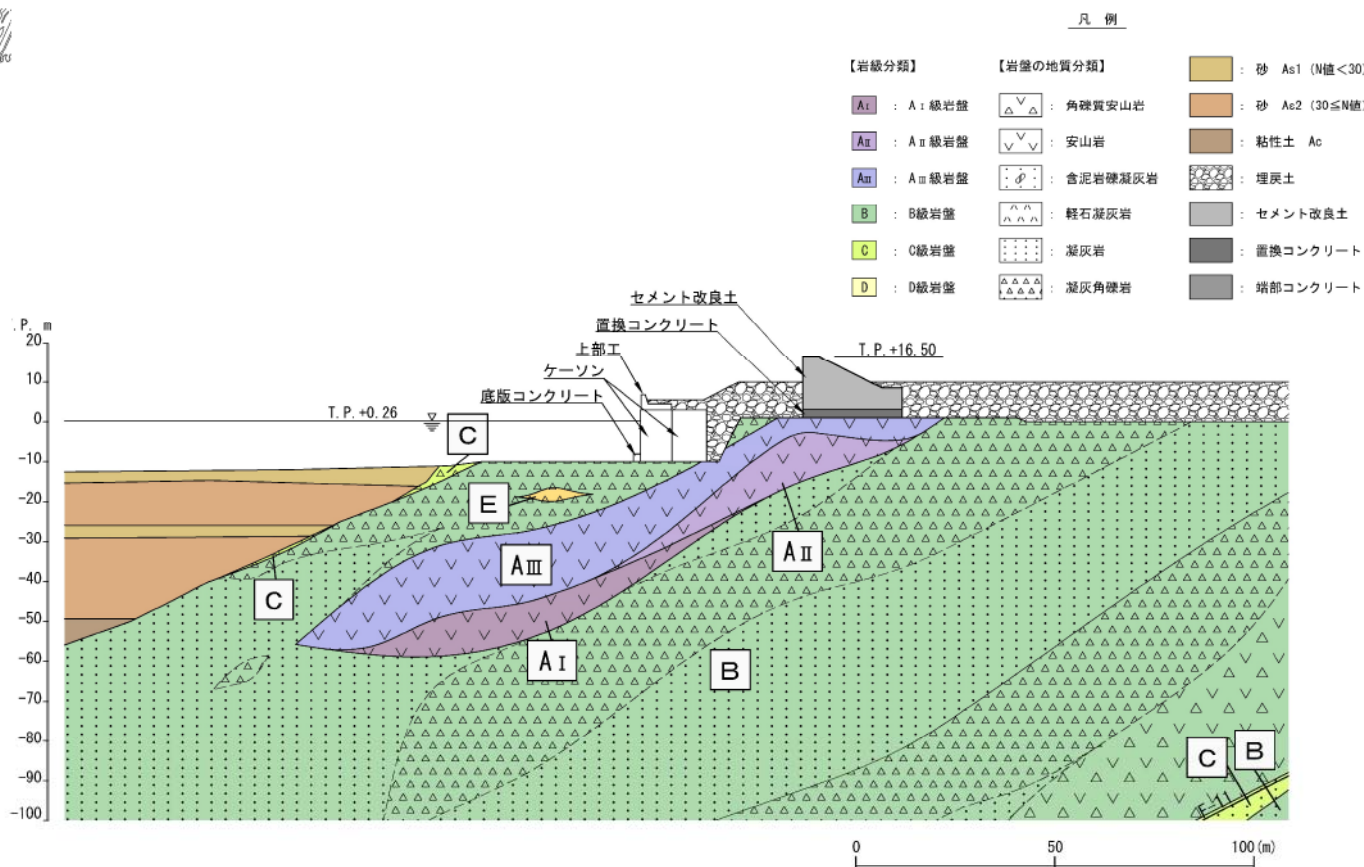
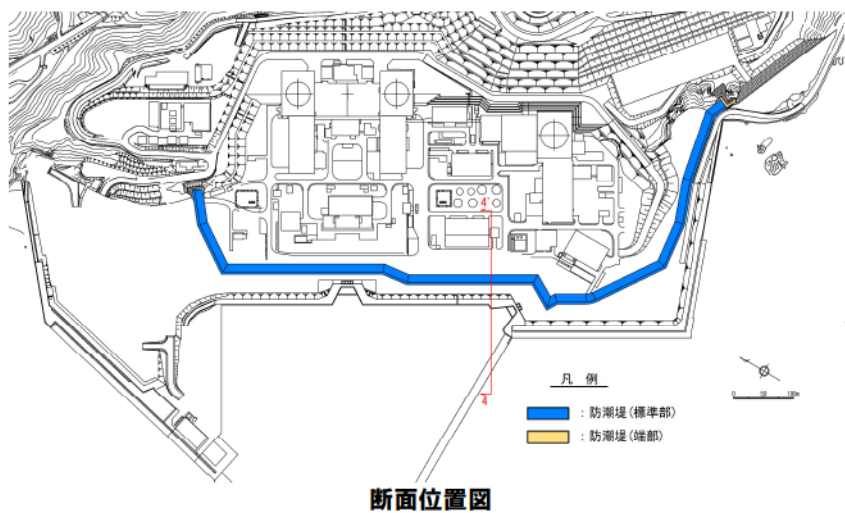
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (7/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (4-4' 断面) を以下に示す。



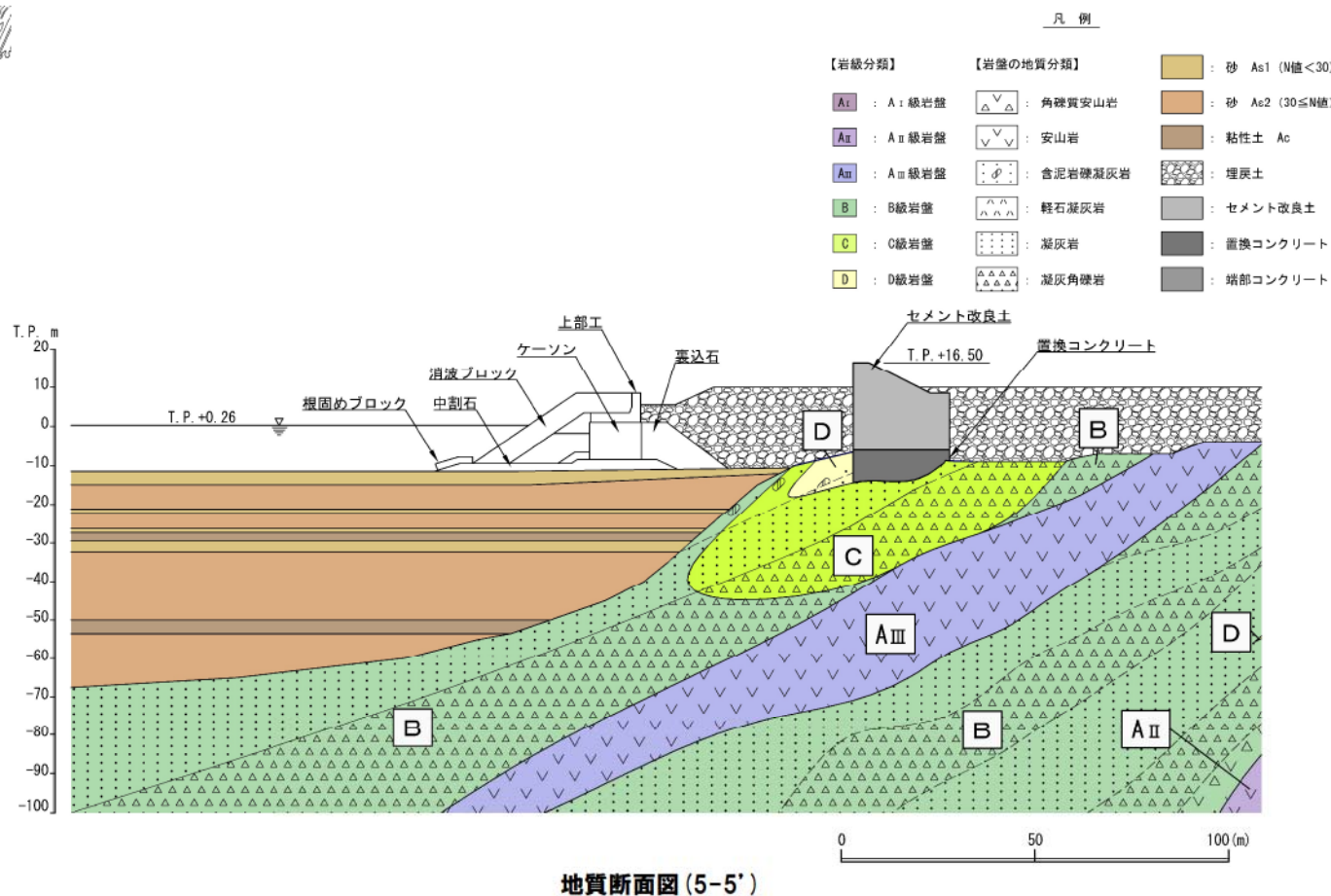
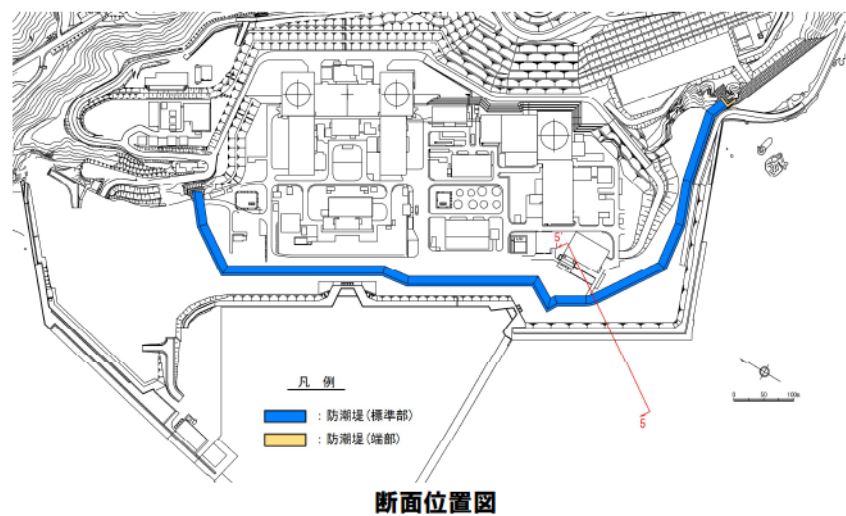
地質断面図 (4-4')

※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (8/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (5-5' 断面) を以下に示す。



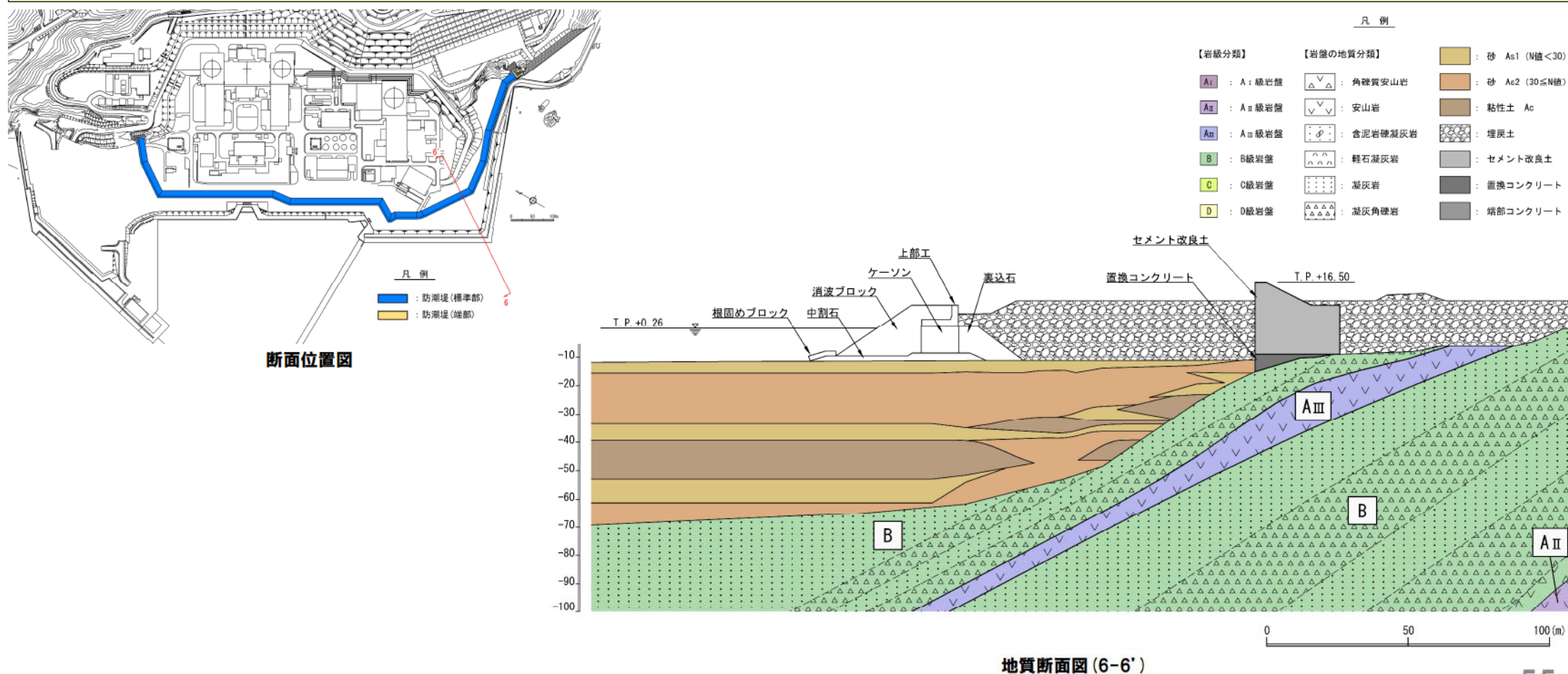
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (9/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (6-6' 断面) を以下に示す。

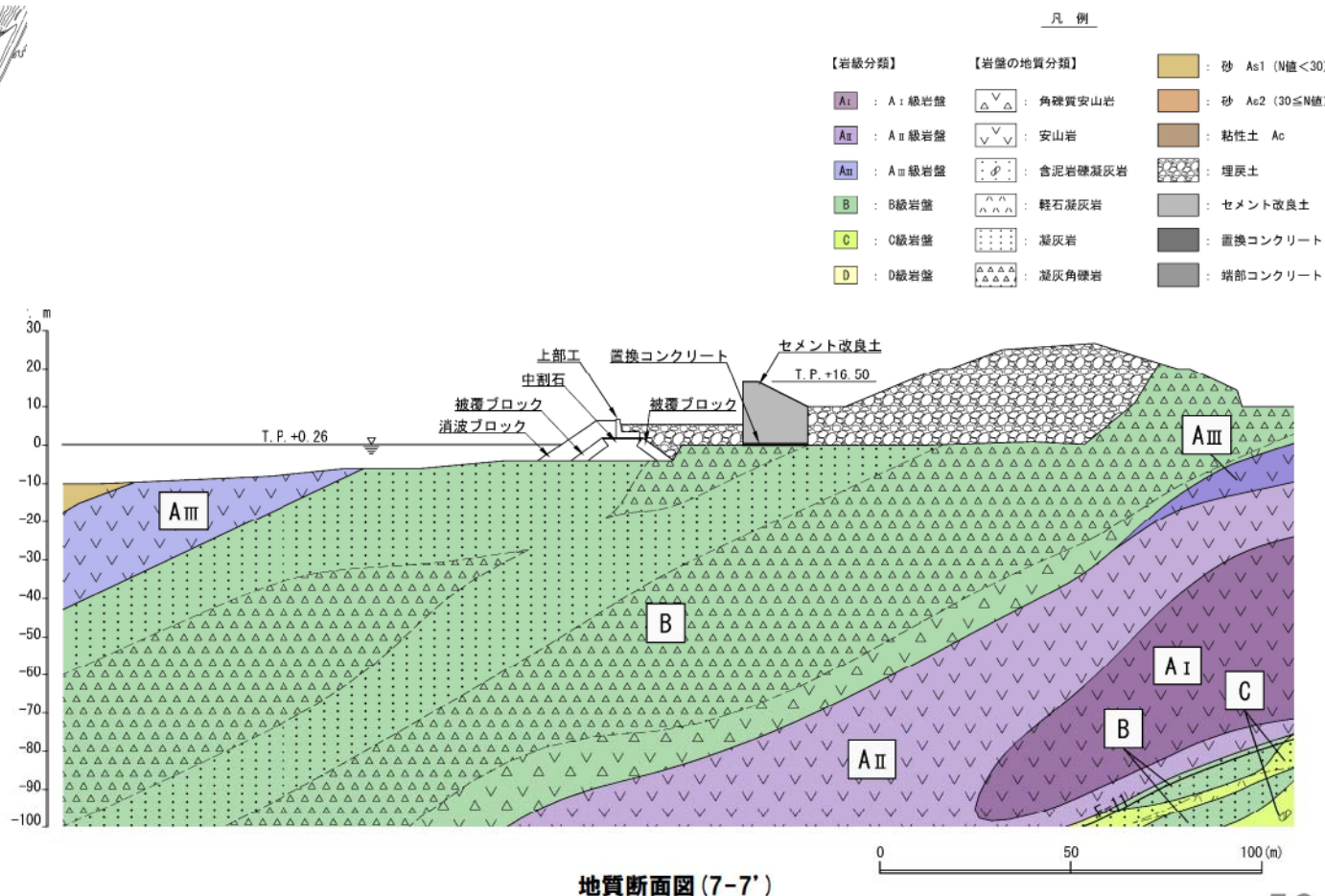
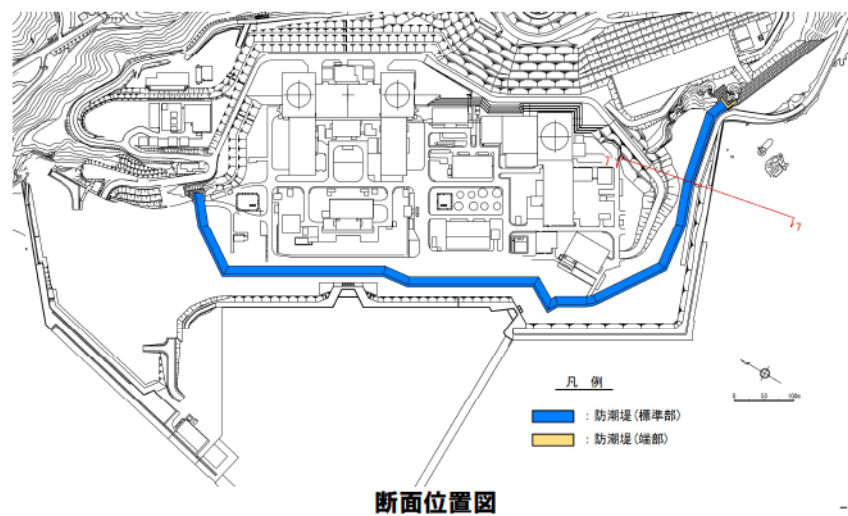


※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (10/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (7-7' 断面) を以下に示す。



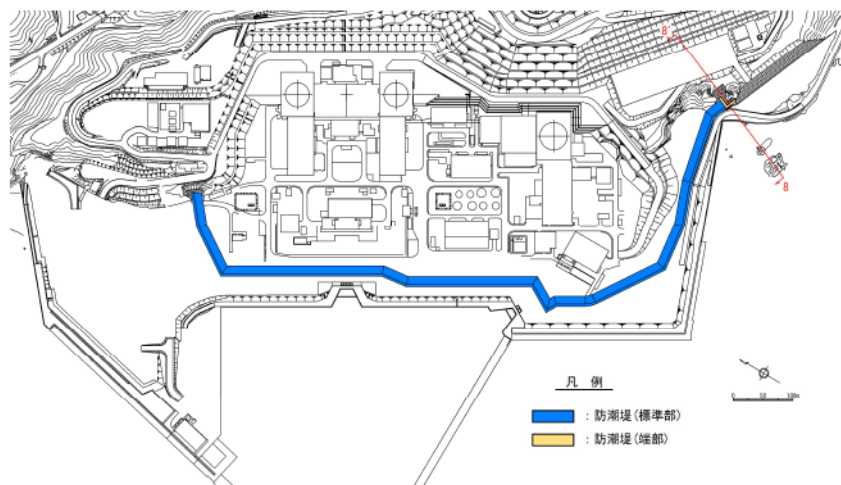
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



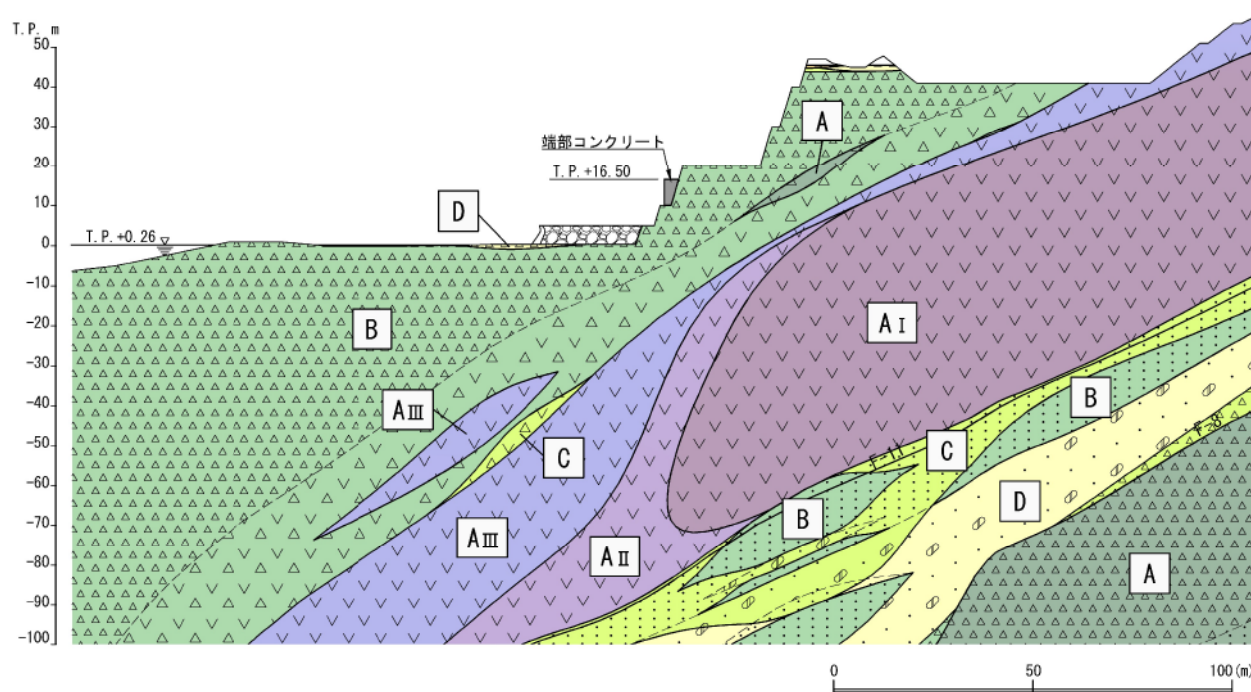
### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

## 3.7 防潮堤設置位置の地質構造 (11/11)

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (8-8' 断面) を以下に示す。



【岩級分類】		【岩盤の地質分類】		【土質分類】	
AⅠ	: AⅠ級岩盤	△▽	: 角礫質安山岩	As1	: 砂 (N値<30)
AⅡ	: AⅡ級岩盤	▽▽	: 安山岩	As2	: 砂 (30≦N値)
AⅢ	: AⅢ級岩盤	△△	: 含泥岩礫凝灰岩	Ac	: 粘性土
B	: B級岩盤	△△△	: 軽石凝灰岩	埋戻土	
C	: C級岩盤	△△△△	: 凝灰岩	セメント改良土	
D	: D級岩盤	△△△△△	: 凝灰角礫岩	置換コンクリート	
				端部コンクリート	



地質断面図 (8-8')

※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8 解析用物性値

- 防潮堤の設計に用いる解析用物性値のうちセメント改良土の物性値は、構造成立性を評価するにあたり、文献等に基づき設定するため、他の解析用物性値に先行して、今回説明する。
- セメント改良土は、室内配合試験の結果から、文献等に基づき設定した解析用物性値を満足する見通しがあることを説明する。
- 置換コンクリートや堀株側端部のコンクリートの物性値については、コンクリート標準示方書に基づき設定しており、防潮堤の解析条件と併せて説明する。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (1/9)

- セメント改良土は、発電所構内から採取した岩盤を所定の粒径以下に粒度調整した骨材に、セメント及び水等を生コンクリート製造設備と同様の設備で混合して製造する。
- 骨材は、防潮堤構築時の掘削土ではなく、発電所構内の地山を新たに掘削した岩盤を使用するため、細骨材及び粗骨材の品質のばらつきは小さいと考える。
- セメント改良土の配合は、設計で想定する品質のばらつきを考慮したうえで、解析用物性値を満足する配合を検討している。
- 今後、設計及び工事計画認可段階で品質管理方針を示したうえで、所定の物性値が確保されていることを施工時の品質管理で確認する。

セメント改良土の構築材料

構築材料		仕様
セメント		フライアッシュセメント(詳細検討中)
水		「練混ぜ水の品質確認試験(JIS A 5308付属書C)」を満足するもの
骨材	細骨材(9.5mm以下)	火砕岩類(B級及びC級) ふるい(9.5mm)を通過する材料
	粗骨材(9.5~37.5mm)	安山岩(A <sub>III</sub> 級以上) ふるい(37.5mm)を通過し、ふるい(9.5mm)に留まる材料
混和剤		流動化剤、増粘剤等(詳細検討中)

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (2/9)

○ セメント改良土の物性値のうち、一軸圧縮強度については設計値に基づき設定し、その他の物性値は既往文献等に基づき設定する。

		物理特性			強度特性						変形特性				
		密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	S波速度 $V_s$ (m/s)	P波速度 $V_p$ (m/s)	一軸圧縮強度 $q_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	健全		残留		静的特性		動的特性		
							せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	せん断強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	静弾性係数 $E_s$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_0$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$ (%)
物性値		2.10	1200	2400	6.50	0.65	1.30	26.0	0	37.0	8.0	0.33	3.0	0.33	3
設定 根拠	根拠	母材となる 3号B・C級の 平均値	下記文献の $V_s$ - $q_u$ グラフ から設定	$\nu_d = [(V_p/V_s)^2 - 2] / [2[(V_p/V_s)^2 - 1]]$	構造成立性に 必要な一軸 圧縮強度	一軸圧縮強度の 1/10	一軸圧縮強度 の1/5	下記文献の 地盤改良体の 下限値相当	下記文献の 地盤改良体の 粘着力=0	下記文献の 地盤改良体の 下限値相当	$E_s = 2(1 + \nu_s)G_0$	下記文献の 処理土の 一般値	$G_0 = \rho V_s^2$	静ポアソン比 と同値	下記文献より 岩盤相当
	出典	既工認資料, 「事前混合処理 工法 技術マ ニュアル(改訂 版)」((財)沿岸 技術研究セン ター)	「事前混合処理 工法 技術マ ニュアル(改訂 版)」((財)沿岸 技術研究セン ター)	一般式	任意設定	「建築基礎のため の地盤改良設計 指針案」((社)日 本建築学会)では $q_u/5$ であるが、保 守的に $q_u/10$ と設 定	「乾式キャスク を用いる使用 済燃料中間貯 蔵建屋の基礎 構造の設計に 関する技術規 定 JEAC4616- 2009」((社)日 本電気協会)	「建築基礎のための地盤改良設計指針案」 ((社)日本建築学会)		一般式	「事前混合処理 工法 技術マ ニュアル(改訂 版)」((財)沿岸 技術研究セン ター)	一般式	—	「設計用地盤定 数の決め方— 岩盤編—」 ((社)地盤工学 会), 「原子力 発電所の基礎 地盤及び周辺 斜面の安定性 評価技術<技術 資料>」((社)土 木学会)	



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (3/9)

- 「一軸圧縮強度」は、設計上必要な強度を設定する。
- 「せん断強度」は、「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 JEAC4616-2009 (社団法人日本電気協会, 平成21年)」に基づき、一軸圧縮強度の1/5倍とする。
- 「引張強度」は、「建築基礎のための地盤改良設計指針案 (社団法人日本建築学会, 2006年)」では、一軸圧縮強度の1/5であるが、保守的に一軸圧縮強度の1/10とする。

(2) Ss地震時荷重に対する検討で用いる強度

Ss地震時荷重に対する検討で用いる改良体の強度は、改良体の設計圧縮強度  $X_{sc}$  に基づいて設定する。

a. 圧縮強度

Ss地震時荷重に対する検討で用いる改良体の圧縮強度は次のように設定する。

$${}_{ss}f_{sc} = X_{sc} \dots\dots\dots (2.1.2-6)$$

ここで、

${}_{ss}f_{ss}$ : Ss地震時荷重に対する検討で用いる改良体の圧縮強度

b. せん断強度

Ss地震時荷重に対する検討で用いる改良体のせん断強度は、長期及び短期荷重に対する設計における許容圧縮応力度と許容せん断応力度の関係と同様として、次のように設定する。

$${}_{ss}f_{ss} = \frac{1}{5} {}_{ss}f_{sc} = \frac{1}{5} X_{sc} \dots\dots\dots (2.1.2-7)$$

ここで、

${}_{ss}f_{ss}$ : Ss地震時荷重に対する検討で用いる改良体のせん断強度

「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 JEAC4616-2009 (社団法人日本電気協会, 平成21年)」より引用・加筆

一軸圧縮強度とせん断強度の関係

i. 引張強さ

改良体の引張強さを求める方法としては、単純引張試験と割裂引張試験とがある。まず、割裂引張試験により求めた、引張強さと一軸圧縮強さの関係を図4.2.18に示す<sup>4.2.18)</sup>。ここでは、改良体の引張強さは一軸圧縮強さの約1/5程度の関係であるとしている。一般的なコンクリートのこの関係は

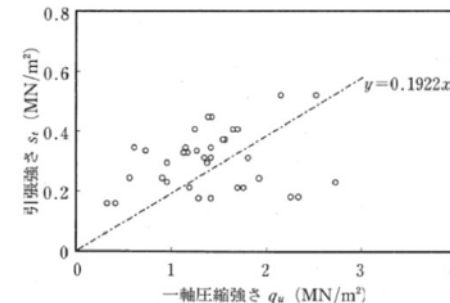


図4.2.18 割裂引張試験による引張強さ<sup>4.2.18)</sup>

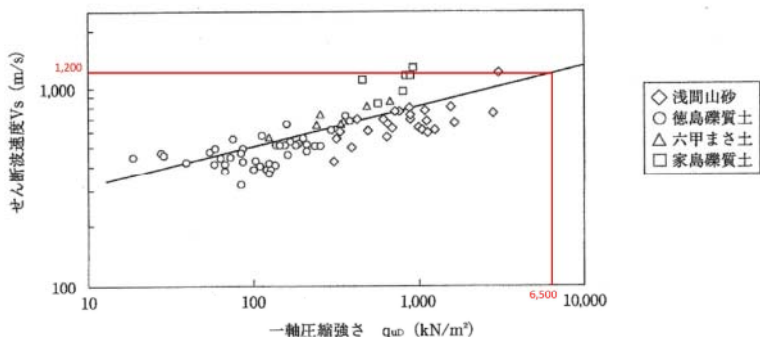
「建築基礎のための地盤改良設計指針案 (社団法人日本建築学会, 2006年)」より引用・加筆

一軸圧縮強度と引張強度の関係

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (4/9)

- 「密度」は、「事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)(一般財団法人沿岸技術研究センター, 令和元年)」に基づき, 母材の密度を採用することとする。
- セメント改良土は発電所構内から採取する火砕岩類B級(2.19g/cm<sup>3</sup>)及び火砕岩類C級(2.01g/cm<sup>3</sup>)を粒度調整した細骨材を主な材料として用いることから, セメント改良土の密度は, 各岩級密度の平均値である2.10g/cm<sup>3</sup>とする。
- 「ポアソン比」は、「事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)(一般財団法人沿岸技術研究センター, 令和元年)」に基づき, 一般的な値として0.33とする。
- 「S波速度」は、「事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)(一般財団法人沿岸技術研究センター, 令和元年)」に基づき, 一軸圧縮強度とS波速度の関係から設定する。
- 「P波速度」, 「静弾性係数」及び「動せん断弾性係数」は, 関係式(一般式)から設定する。
- 「減衰定数」は、「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術(技術資料)(社団法人土木学会)(2009年)」に基づき, 岩盤相当とする。



「事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)(一般財団法人沿岸技術研究センター, 令和元年)」より引用・加筆  
一軸圧縮強度とS波速度の関係

$$G_0 = \rho V_s^2 = \frac{\gamma_L}{g} V_s^2$$

ここに、

$$E_0 = 2(1 + \nu)G_0$$

$$\nu = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left\{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right\}}$$

$V_p$  : 縦波速度 (m/s)

$V_s$  : 横波速度 (m/s)

$G_0$  : せん断弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$E_0$  : ヤング率 (kN/m<sup>2</sup>)

$\nu$  : ポアソン比

$\rho$  : 密度 (t/m<sup>3</sup>)

$\gamma_L$  : 湿潤単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

調査結果によれば, 全体の8割にあたる8地点において3%, 残りの2地点においてそれぞれ2%と5%の減衰定数が用いられていることが分かる。したがって, これらの結果からは地盤安定性評価における減衰定数の慣用値はほぼ3%であるといえる。嶋・他<sup>9)</sup>によれば, 高圧繰り返し三軸圧縮試験による微小ひずみ領域における砂岩の規模減衰は1%から2%, 花崗岩においては, 1%前後であるという結果が得られており, 慣用値はこれらの減衰とおおよそ調和的である。

「港湾の施設の技術上の基準・同解説(社団法人日本港湾協会, 2007年)」より引用

ポアソン比と弾性波速度の関係

「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術(技術資料)(社団法人土木学会, 2009年)」より引用・加筆  
減衰定数

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (5/9)

- 健全時の「内部摩擦角」は、「建築基礎のための地盤改良設計指針案(社団法人日本建築学会, 2006年)」に基づき、土質別にせん断試験を実施した結果から算定した内部摩擦角のうち最低値 $26.0^\circ$  ( $\approx 26.4^\circ$ )を採用する。
- 残留強度時の「粘着力(せん断強度)」及び「内部摩擦角」は、「建築基礎のための地盤改良設計指針案(社団法人日本建築学会, 2006年)」に基づき、土質の違いによる大きな差はないことから、粘着力(せん断強度)  $\tau = 0\text{N/mm}^2$ , 内部摩擦角  $\phi = 37.0^\circ$  ( $\approx 37.6^\circ$ )を採用する。

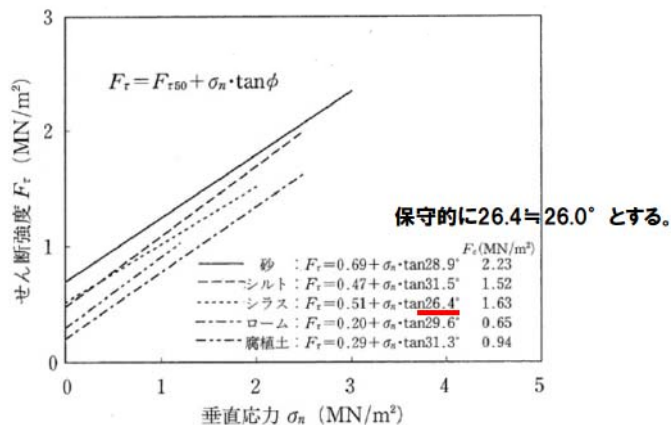


図4.2.14 土質別せん断強さの線の例<sup>4.2.18)</sup>

「建築基礎のための地盤改良設計指針案(社団法人日本建築学会, 2006年)」より引用・加筆  
土質別の改良体のせん断強度

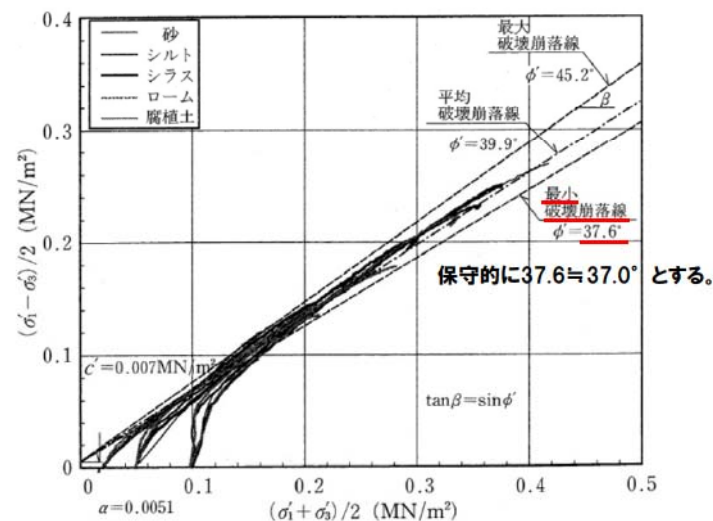


図4.2.17 細粒化した改良体の応力経路図<sup>4.2.18)</sup>

「建築基礎のための地盤改良設計指針案(社団法人日本建築学会, 2006年)」より引用・加筆  
細粒化した改良体の強度(残留強度)



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (6/9)

- セメント改良土について、文献等に基づき設定した解析用物性値を満足するかを室内配合試験により確認した結果、解析用物性値を満足する見通しがあることを確認した。
- よって、設置変更許可段階においては、文献等から設定した解析用物性値を用いた構造成立性評価結果を説明する。
- 設計及び工事計画認可段階においては、設置変更許可段階と同じ解析用物性値を用いた評価を基本とし、材料物性のばらつきによる影響評価として、施工試験で実施予定の下表の試験方法から得られる値を解析用物性値として用いる。
- 施工試験で実施予定の試験は、生コンクリート製造設備と同様の設備で製造したセメント改良土を用いる。
- また、セメント改良土は、解析用物性値を確保するように施工することから、室内配合試験で得た物性値を解析用物性値としない。

	物理特性			強度特性						変形特性					
	密度 $\rho$ ( $\text{g/cm}^3$ )	S波速度 $V_s$ (m/s)	P波速度 $V_p$ (m/s)	一軸圧縮強度 $q_u$ ( $\text{N/mm}^2$ )	引張強度 $\sigma_t$ ( $\text{N/mm}^2$ )	健全		残留		静的特性		動的特性			
						せん断強度 $\tau_0$ ( $\text{N/mm}^2$ )	内部摩擦角 $\phi$ ( $^\circ$ )	せん断強度 $\tau$ ( $\text{N/mm}^2$ )	内部摩擦角 $\phi$ ( $^\circ$ )	静弾性係数 $E_s$ ( $10^3\text{N/mm}^2$ )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ ( $10^3\text{N/mm}^2$ )	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$ (%)	
設計値	2.10	1200	2400	6.50	0.65	1.30	26.0	0	37.0	8.0	0.33	3.0	0.33	3	
試験値 (室内配合試験)	2.10	1670	2740	16.2	1.48	2.93	47.4	0.468	49.9	13.6	0.22	5.9	-	-	
試験値 (施工試験)	(設計及び工事計画認可段階において、施工試験で実施予定の下記の試験方法から得られる値を用いて影響評価を行なう。)														
試験方法	JGS 2132 岩石の密度 試験方法	JGS 2110 パルス透過法による岩石の 超音波速度測定方法	JIS A 1216 土の一軸圧縮 試験方法	JGS 2551 圧裂による岩 石の引張り強さ 試験方法	JGS 2531 岩石の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験方法				JIS A 1216 土の一軸圧縮 試験方法	$G_d = \rho V_s^2$	静ポアソン比 と同値	岩盤相当			

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (7/9)

- セメント改良土は、セメント、骨材、水等から構築され、一軸圧縮強度、S波速度及び静弾性係数が大きく、コンクリートと似た性質である。
- 上記のことから、セメント改良土の物性値は、コンクリートと同様に線形物性として設定し、品質管理は、一軸圧縮強度を基本とする方針である。
- セメント改良土を線形物性として設定することによる構造成立性評価への影響は、以下のとおりである。
  - セメント改良土を線形物性と設定する場合の内部応力は、非線形物性と設定する場合と比較すると大きくなる。
  - セメント改良土の健全性はすべり安全率で評価するため、内部応力が大きくなる線形物性と設定する方が保守的である。
  - セメント改良土の変位は、非線形物性と設定する場合の方が大きくなる可能性がある。
  - 止水目地の評価においては、変位を評価するため、止水目地の成立性評価に影響を与える可能性がある。
  - セメント改良土の剛性は大きく、変位は小さいと考えられることから、線形物性に設定することによる止水目地の成立性評価への影響は小さい。
- 今後、室内配合試験結果を踏まえたセメント改良土の特性及び強度設定に関するばらつきの考え方を説明する。

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値（セメント改良土）（8/9）

- 防潮堤の評価に関して、設置変更許可、設計及び工事計画認可、使用前事業者検査において用いるセメント改良土の物性値と、物性値を確認するための試験等については、下記のとおりである。
- 設置変更許可においては、室内配合試験によって、文献等から設定した物性値を満足する見通しがあることを確認する。
  - 設計及び工事計画認可段階においては、設置変更許可段階と同じ解析用物性値を用いた評価を基本とし、材料物性のばらつきによる影響評価として、施工試験で実施予定の下表の試験方法から得られる値を解析用物性値として用いる。
  - 施工試験で実施予定の試験は、生コンクリート製造設備と同様の設備で製造したセメント改良土を用いる。
  - また、試験施工において、一軸圧縮強度とその他の物性値の関連性を整理し、一軸圧縮強度で品質管理する方法について説明する。
  - 使用前事業者検査においては、防潮堤に使用したセメント改良土が、文献等から設定した物性値を満足していることを確認する。

評価に用いるセメント改良土の物性値について

	設置変更許可	設計及び工事計画認可	使用前事業者検査
評価に用いる物性値	文献等から設定した物性値	基本ケース： 文献等から設定した物性値(設置変更許可と同じ) ..... 影響評価ケース： 施工試験で得られる物性値(生コンクリート製造設備と同様の設備で製造したセメント改良土から取得する。)	—
実施する試験	室内配合試験	施工試験 (生コンクリート製造設備と同様の設備で製造したセメント改良土を用いて、P64に示した試験方法を実施予定である。)	品質確認試験 (設計及び工事計画認可段階で説明した品質管理方法に基づき試験を実施する。)
試験の目的	文献等から設定した物性値を満足する見通しがあることを確認する。	影響評価ケースに用いる物性値を得る。 一軸圧縮強度とその他の物性値(引張強度等)の関連性を確認する。	防潮堤に使用したセメント改良土が、文献等から設定した物性値を満足していることを確認する。
品質管理方針	コンクリートと似た性質であることから、一軸圧縮強度を基本とし、設計及び工事計画認可段階で、品質管理方法の詳細を説明する。	施工試験を踏まえた品質管理方法(品質確認試験の項目、頻度等)を説明する。	設計及び工事計画認可段階で説明した品質管理方法に基づく管理を行う。



### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.8.1 解析用物性値 (セメント改良土) (9/9)

○ 室内配合試験で作成した供試体及び試験状況を以下に示す。



一軸圧縮試験用供試体

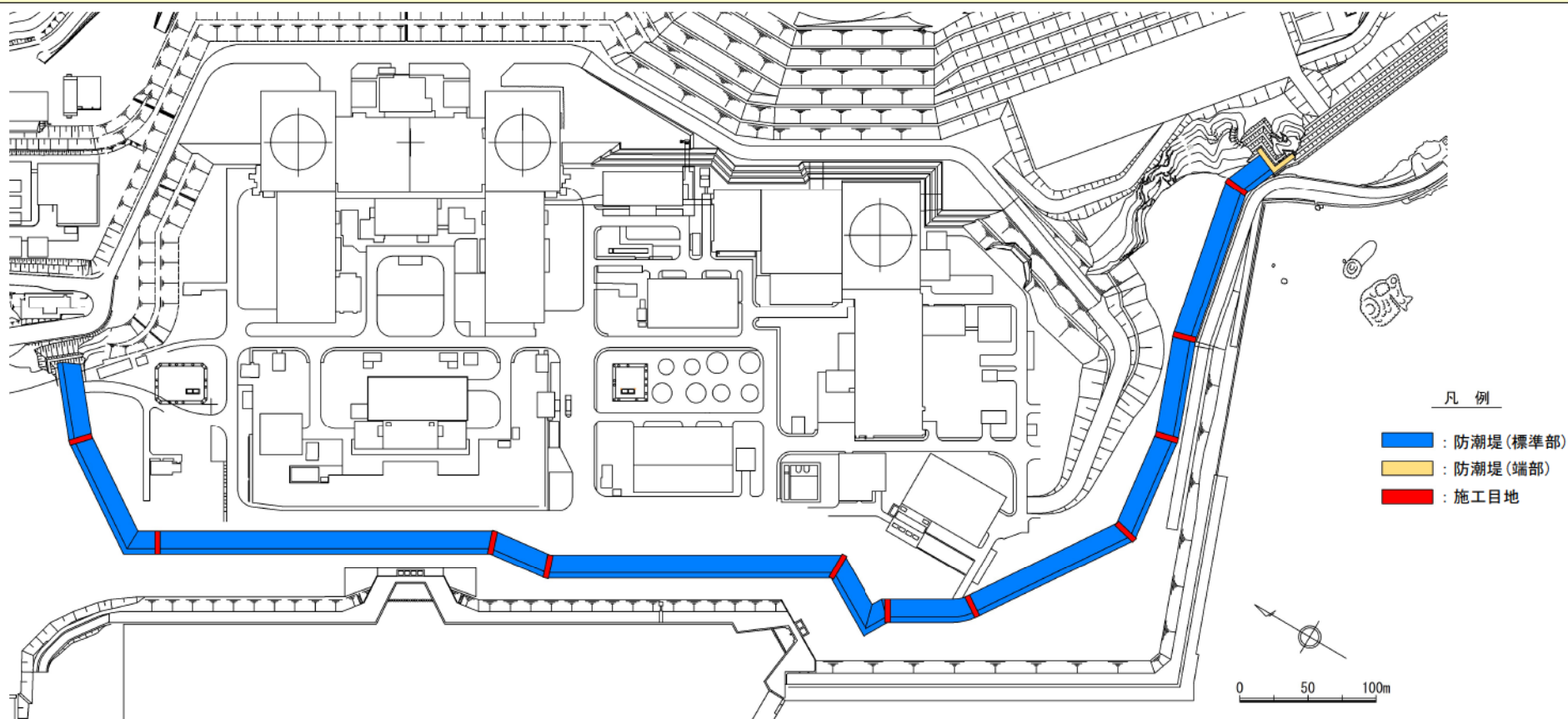


一軸圧縮試験の状況

### 3. 防潮堤の設計に関する基本条件

#### 3.9 施工目地の位置

- 防潮堤の屈曲部の施工目地は、応力集中に配慮し、下図のとおり設置する計画である。
- 屈曲部以外の施工目地は、防潮堤の高さが変化する断面、防潮堤の幅が変化する断面、水路が防潮堤を横断する断面を考慮して設置する計画であり、設置変更許可段階において施工目地の設置方針を説明する。



屈曲部の施工目地設置位置図

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

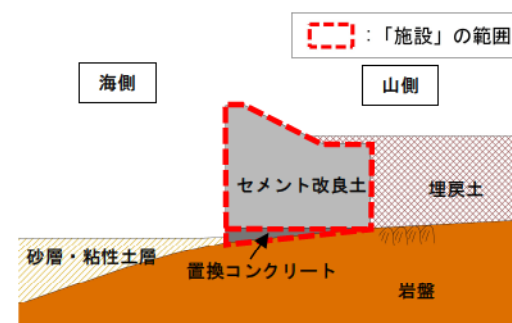
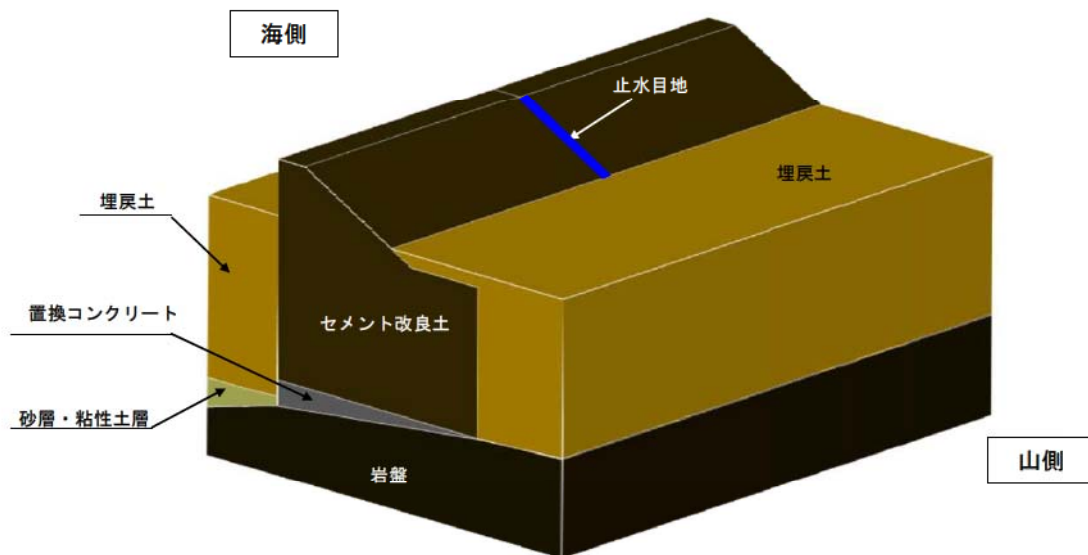
本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
<b>4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....</b>	<b>69</b>
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117



## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.1 防潮堤の施設区分

○ 防潮堤の構造, 評価対象部位, 主な役割及び施設の範囲を示す。



『施設』と『地盤』の区分

#### 【施設】

評価対象部位	主な役割
セメント改良土	堤体高さの維持 難透水性を有し, 堤体による止水性の維持
止水目地	セメント改良土間の遮水性の保持
置換コンクリート	堤体高さの維持 難透水性を有し, 堤体による止水性の維持 セメント改良土の鉛直支持 基礎地盤のすべり安定性を確保

#### 【地盤】

評価対象部位	主な役割
岩盤	セメント改良土及び置換コンクリートの鉛直支持 基礎地盤のすべり安定性に寄与

## 4. 防潮堤（標準部）の設計方針

### 4.2 防潮堤に関する要求機能と設計評価方針（1/2）

○ 津波防護に関する施設は、津波の発生に伴い、津波防護対象設備がその安全性又は重大事故に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないような設計とする。

赤字：荷重条件  
緑字：要求機能  
青字：対応方針

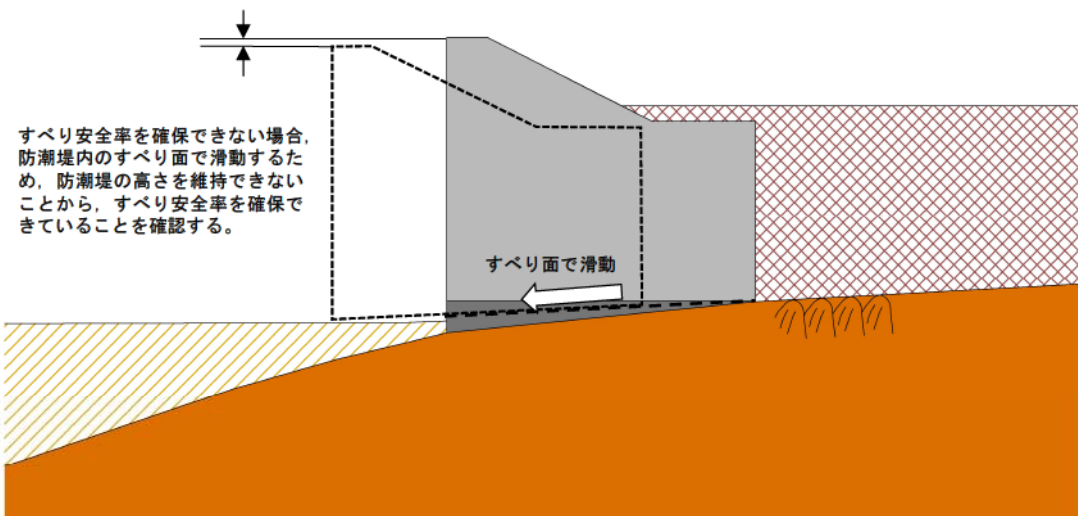
施設名	要求性能		機能設計		構造強度設計				設計に用いる許容限界	
	審査ガイド	要求機能	性能目標	機能設計方針	性能目標	構造強度設計（評価方針）	評価対象部位	応力等の状態		損傷モード
防潮堤（セメント改良土・置換コンクリート）	<p><b>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</b></p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>津波防護施設については、その構造に応じ、波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> <p>(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認すること。</p> <p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見直しを得るため、以下の項目について、設定の考え方を確認する。確認内容を以下に例示する。</p> <p>① 荷重組合せ</p> <p>a) 余震が考慮されていること。耐津波設計における荷重組合せ：常時+津波、常時+津波+地震（余震）</p> <p>b) その他自然現象（降雪、風等）による荷重を考慮して設定すること。</p> <p>② 荷重の設定</p> <p>a) 津波による荷重（波圧、衝撃力）の設定に関して、考慮する知見（例えば、国交省の暫定指針等）及びそれらの適用性。</p> <p>b) 余震による荷重として、サイト特性（余震の震源、ハサート）が考慮され、合理的な傾度、荷重レベルが設定される。</p> <p>c) 地震により周辺地盤に液状化が発生する場合、防潮堤基礎杭に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。</p> <p>③ 許容限界</p> <p>a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該構造物全体の变形能力（終局耐力時の变形）に対して十分な余裕を有し、津波防護機能を保持すること。（なお、機能損傷に至った場合、補修にある程度の期間が必要となることから、地震、津波後の再使用性に着目した許容限界にも留意する必要がある。）</p> <p><b>基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド</b></p> <p>6.3 津波防護施設、浸水防止設備等</p> <p>津波防護機能を有する施設、浸水防止機能を有する設備及び敷地における津波監視機能を有する設備のうち建物及び構築物は、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力の組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての变形能力（終局耐力時の变形）について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能（津波防護機能、浸水防止機能）を保持すること</p>	<p>防潮堤は、地震後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対して、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することが要求される。</p> <p>・防潮堤は、<b>基準地震動Ss</b>に対し、津波防護施設が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变形能力（終局耐力時の变形）に対し、十分な構造強度を有した構造であることが要求される。</p>	<p>・防潮堤は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波に対して、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、想定される津波高さに余裕を考慮した防潮堤高さの設定及び構造体の境界部等への止水処置により止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。</p> <p>・防潮堤は、<b>基準地震動Sa</b>に対し、セメント改良土及び置換コンクリートの健全性を維持することで、津波時の止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。</p>	<p>・防潮堤は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波に対して、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、①想定される津波高さに余裕を考慮した防潮堤高さの設定により、敷地前面に設置する設計とする。</p> <p>②防潮堤の堤体は、セメント改良土及び置換コンクリートで構成され、十分に透水性の低い材料により難透水性を保持する設計とする。</p> <p>③防潮堤の堤体は、十分な支持性能を有する岩盤に支持する設計とする。</p> <p>④津波の波力による浸食や洗掘、地盤中からの回り込みによる浸水に対しては、十分に透水係数の低い地盤により難透水性を保持する設計とする。</p> <p>⑤セメント改良土間は、波圧による変形に追随する、ゴムジョイントによる止水目地を設置することで遮水性を保持する設計とする。</p> <p>・防潮堤は<b>基準地震動Ss</b>に対し、</p> <p>④地震時にセメント改良土及び置換コンクリートが滑動・内部すべりを起こさない幅や強度を確保することで、津波時における難透水性を保持する設計とする。</p> <p>⑦セメント改良土間は、地震による変形に追随するゴムジョイントによる止水目地を設置することで遮水性を保持する設計とする。</p>	<p>・防潮堤は、地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、セメント改良土及び置換コンクリートで堤体を構成し、津波後の再使用性を考慮し、セメント改良土及び置換コンクリートの健全性を保持する設計とし、十分な支持性能を有する岩盤に設置する設計とする。</p> <p>・防潮堤は、<b>基準地震動Ss</b>による地震時荷重に対し、セメント改良土及び置換コンクリートで堤体を構成し、津波時においてもセメント改良土及び置換コンクリートの健全性を保持する設計とするとともに、十分に低い透水性の材料とすること、またセメント改良土間はゴムジョイントによる止水目地を設置することにより、有意な漏えいを生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。</p> <p>・防潮堤は、<b>基準地震動Ss</b>による地震時荷重に対し、セメント改良土及び置換コンクリートで堤体を構成し、津波時においてもセメント改良土及び置換コンクリートの健全性を保持する設計とするとともに、十分に低い透水性の材料とすること、またセメント改良土間はゴムジョイントによる止水目地を設置することにより、有意な漏えいを生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。</p>	<p>基準地震動Ssによる地震時荷重、地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、セメント改良土の健全性を保持し、有意な漏えいを生じない設計とすることを確認する。</p> <p>基準地震動Ssによる地震時荷重、地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、置換コンクリートの構造健全性を保持する設計とするため、置換コンクリートが概ね弾性状態に留まることを確認する。</p> <p>基準地震動Ssによる地震時荷重、地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、セメント改良土間から有意な漏えいを生じない設計とするため、セメント改良土間に設置するゴムジョイントによる止水目地が有意な漏えいを生じない変形・水圧以下であることを確認する。</p> <p>基準地震動Ssによる地震時荷重、地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、十分な支持性能を有する地盤に支持される設計とするため、作用する接地圧が許容値以下に留まることを確認する。</p>	<p>セメント改良土</p> <p>置換コンクリート</p> <p>止水目地</p> <p>地盤</p> <p>岩盤</p>	<p>すべり安全率</p> <p>すべり安全率</p> <p>接地圧*</p> <p>変形・水圧</p> <p>支持力</p>	<p>すべり破壊する状態</p> <p>すべり破壊し、堤体を横断する水みちが形成され、有意な漏えいに至る状態</p> <p>すべり破壊する状態</p> <p>すべり破壊し、堤体を横断する水みちが形成され、有意な漏えいに至る状態</p> <p>弾性域に留まらず塑性域に入る状態</p> <p>有意な漏えいに至る変形・水圧</p> <p>鉛直支持機能を喪失する状態</p>	<p>「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用してすべり安全率1.2以上とする。</p> <p>「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用してすべり安全率1.2以上とする。</p> <p>「コンクリート標準指針、構造性能照査編、2002年制定」を踏まえた短期許容支圧応力度とする。</p> <p>メーカー規格及び基準並びに必要なに応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容水圧以下とする。</p> <p>「道路標示方書・解説（I 共通編・IV 下部構造編）」を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力以下とする。</p>

※セメント改良土から置換コンクリートに伝達される接地圧を評価する。

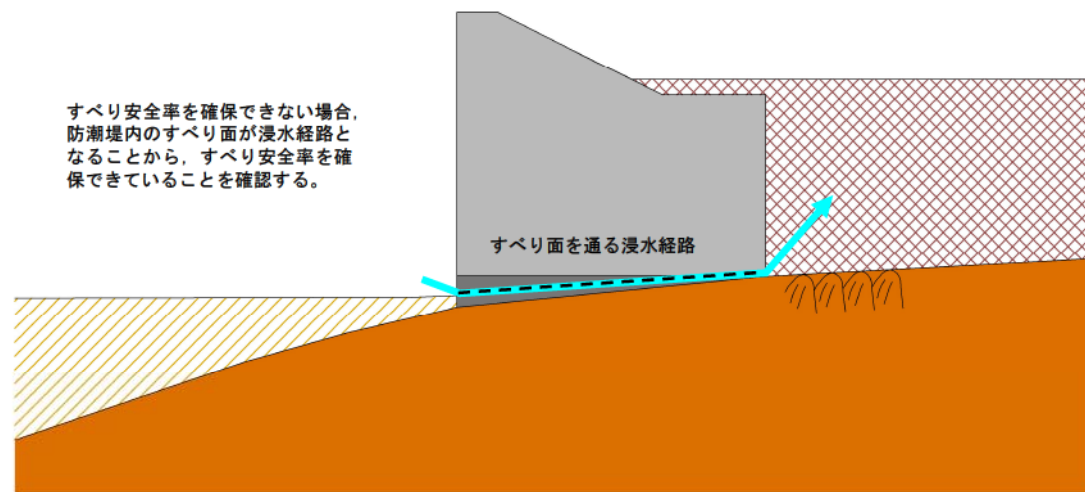
## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.2 防潮堤に関する要求機能と設計評価方針(2/2)

- 置換コンクリートに期待する役割は、「堤体高さの維持」「止水性の維持」「セメント改良土の鉛直支持」「基礎地盤のすべり安定性の確保」であり、その評価方法は、下記のとおりである。
- 「堤体高さの維持」「止水性の維持」については、以下の理由から、置換コンクリートのすべり安全率で評価する。
  - すべり安全率を確保している場合、防潮堤内のすべり面で防潮堤が滑動しないため、防潮堤の高さを維持できる。(堤体高さの維持)
  - すべり安全率を確保している場合、防潮堤内にすべり面が生じないため、浸水経路は生じない。(止水性の維持)
  - すべり安全率による評価は、置換コンクリートの薄い箇所を通るすべり線を含めて評価するため、置換コンクリートが役割を維持していることを網羅的に評価することができる。
- その他の役割である「セメント改良土の鉛直支持」については、接地圧が許容支圧応力度内であることを確認し、「基礎地盤のすべり安定性の確保」については、3条の基礎地盤の安定性評価において説明する。



堤体高さを維持できない場合のイメージ図



止水性を維持できない場合のイメージ図



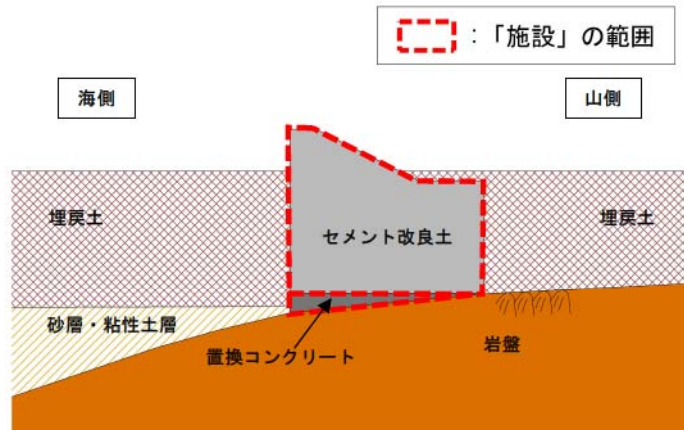
## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.3 検討要旨

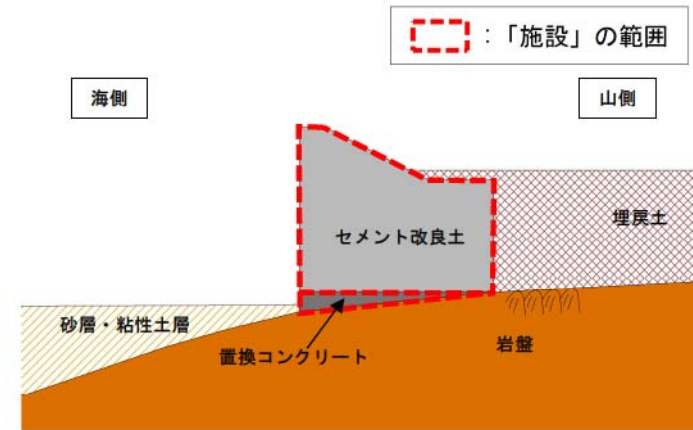
○ 新規制基準への適合性において、設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を下表に整理した。

検討要旨

設置許可基準規則	検討要旨
第4条 地震による損傷の防止	・施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮したうえで、施設の耐震安全性を確認する。
第5条 津波による損傷の防止	・地震(本震及び余震)による影響を考慮したうえで、機能を保持できることを確認する。



防潮堤断面図(前面護岸及び埋戻土がある状態)



防潮堤断面図(前面護岸及び埋戻土がない状態)

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

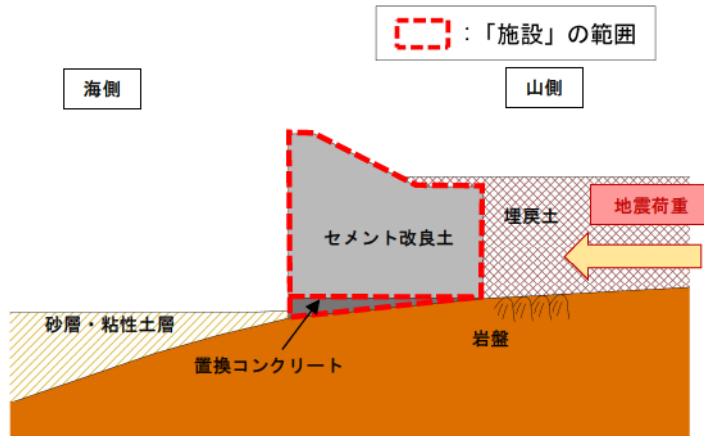
### 4.4 各部位の役割

- 条文に対応する各部位の役割を下表に整理した。
- なお、津波を遮断する役割を『遮水性』、材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』、これらを総称して『止水性』と整理する。

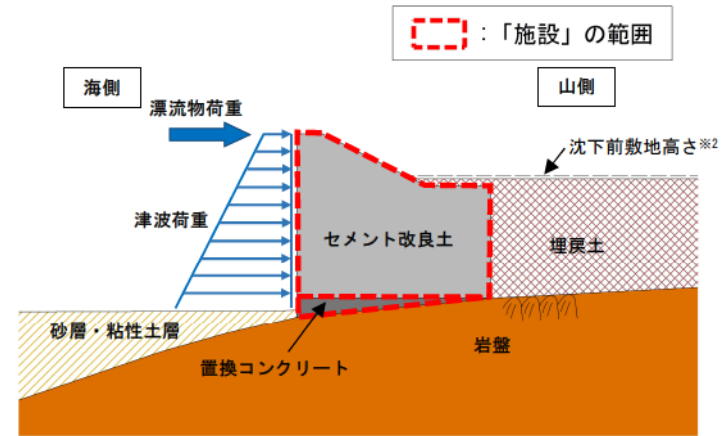
各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割 <sup>※1</sup>
施設	セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。</li> <li>止水目地を支持する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。</li> <li>難透水性を有し、堤体により止水性を保持する。</li> </ul>
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土間の変位に追従する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する。</li> </ul>
	置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。</li> <li>セメント改良土を鉛直支持し、基礎地盤のすべり安定性を確保する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。</li> <li>セメント改良土を鉛直支持する。</li> <li>難透水性を有し、堤体により止水性を保持する。</li> </ul>
地盤	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。</li> <li>基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。</li> </ul>

※1: 津波+余震時は地震時及び津波時の両方の役割を参照する。



役割を期待する範囲(地震時)



役割を期待する範囲(津波時)

※2: 基準地震動Ssによる埋戻土の沈下を考慮する。

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.5 各部位の具体的な役割

- 各部位の具体的な役割を下表に整理した。
- 要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目を持つ部位は『施設』、施設の役割を維持するために設計に反映する項目を持つ部位は『地盤』とした。

凡例  
 ◎: 要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目(該当する部位を施設と区分する)  
 ○: 施設の役割を維持するために設計に反映する項目  
 —: 設計上考慮しない項目

各部位の具体的な役割

具体的な役割

部位	具体的な役割						『施設』と『地盤』の区分の考え方
	地震時	津波時	支持鉛直	安すべり安定性	健全性	止水性	
セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度・剛性の高いセメント改良土を設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>止水目地を支持する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度・剛性の高いセメント改良土を設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>難透水性を有し、堤体本体としての止水性を保持することで、津波時の水みちを形成しない。</li> </ul>	—	—	◎	◎	防潮堤本体として、高さ・止水性維持の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。
止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土間の変位に追従する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する。</li> </ul>	—	—	◎	◎	セメント改良土間において、遮水性維持の役割を果たすことから、『施設』と区分する。
置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度・剛性の高い置換コンクリートを設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>セメント改良土の下方の岩盤傾斜及び岩盤不陸をコンクリートで置き換えることで、セメント改良土を鉛直支持するとともに基礎地盤のすべり安定性を確保する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度・剛性の高い置換コンクリートを設置することで、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体本体としての高さを維持する。</li> <li>セメント改良土の下方の岩盤傾斜及び岩盤不陸をコンクリートで置き換えることで、セメント改良土を鉛直支持する。</li> <li>難透水性を有し、堤体本体としての止水性を保持することで、津波時の水みちを形成しない。</li> </ul>	—	—	◎	◎	コンクリートの物性値及び設計形状を期待し、防潮堤本体として、高さ・止水性維持の役割を主体的に果たすことから『施設』と区分する。
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。</li> </ul>	○	○	—	—	—



## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.6 各部位の性能目標

○ 条文に対応する各部位の役割を踏まえた性能目標を下表に整理した。

各部位の性能目標

部 位		性能目標			
		鉛直支持	すべり安定性	健全性	止水性
施 設	セメント改良土	—	—	セメント改良土の健全性を保持して、入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持するために、堤体内部にすべり破壊が生じないこと(内的安定を保持)。	セメント改良土を横断する水みちが形成されて有意な漏えいを生じないために、堤体内部にすべり破壊が生じないこと(内的安定を保持)。
	止水目地	—	—	施工目地から津波が流入することを防止するために、止水目地の変形性能を保持すること。	施工目地から津波が流入することを防止するために、止水目地の変形性能及び遮水性能を保持すること。
	置換コンクリート	—	—	コンクリートの健全性を保持して、セメント改良土を鉛直支持すること。 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持するために、堤体内部にすべり破壊が生じないこと(内的安定を保持)。	コンクリートの健全性を保持して、セメント改良土を鉛直支持すること。 置換コンクリートを横断する水みちが形成されて有意な漏えいを生じないために、堤体内部にすべり破壊が生じないこと(内的安定を保持)。
地 盤	岩 盤	セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。	基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安定性を保持すること。	—	—

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.7 各部位の照査項目と許容限界

- 前頁で整理した性能目標を満足するための照査項目と許容限界を下表に整理した。
- 各部位の照査については有効応力解析により、埋戻土の液状化影響を考慮した施設評価を検討する。
- なお、施設及び地盤の各部位の役割や性能目標を長期的に維持していくために必要な保守管理方法は、設計及び工事計画認可段階において説明する。
- 各部位の概要、役割、照査項目及び許容限界の詳細については、今後整理したうえで説明する。

各部位の照査項目と許容限界(上段:照査項目, 下段:許容限界)

部位		照査項目と許容限界				
		鉛直支持	すべり安定性	健全性	止水性	
施設	セメント改良土		—	—	すべり安全率 <sup>※2</sup> (1.2以上)	
	止水目地	アンカーボルトA			— <sup>※3</sup>	引張力及びせん断力 (許容引張力及び許容せん断力 <sup>※4</sup> 以下)
		止水目地 コンクリート			すべり安全率 <sup>※2</sup> (1.2以上)	すべり安全率 <sup>※2</sup> (1.2以上)
		アンカーボルトB			引張力及びせん断力 (許容引張力及び許容せん断力 <sup>※5</sup> 以下)	
		ゴムジョイント			変形 (許容変形量 <sup>※6</sup> 以下)	変形及び水圧 (許容変形量及び許容水圧 <sup>※6</sup> 以下)
	置換コンクリート				接地圧 (短期許容支圧応力度) <sup>※6</sup> すべり安全率 <sup>※2</sup> (1.2以上)	
	地盤	岩盤			支持力 (極限支持力)	すべり安全率(基礎地盤) <sup>※1</sup> (1.5以上)

※1:基礎地盤のすべり安全率は施設の外的安定の確認を目的としており、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に基づき1.5以上を許容限界とする。

※2:第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。

※3:地震時はゴムジョイントに張力が生じないことから、評価対象外とする。

※4:許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの降伏及びせん断強度、並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。

※5:セメント改良土に埋め込むアンカーボルトの許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの性能試験で確認する。

※6:許容変形量及び許容水圧は、ゴムジョイントの性能試験で確認する。

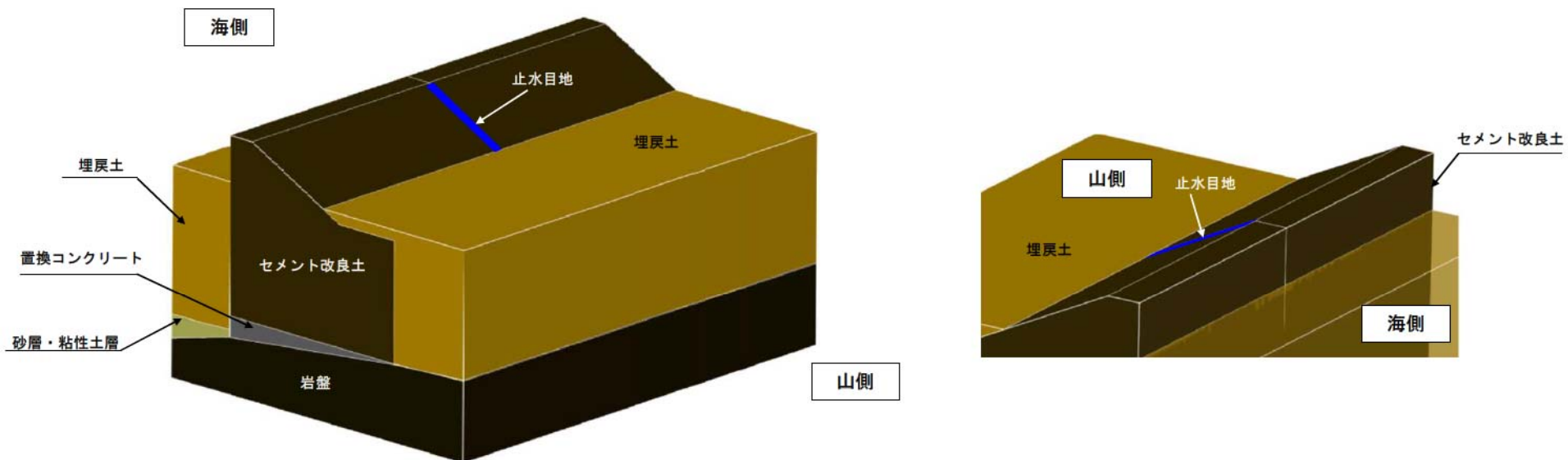
※7:セメント改良土による接地圧が置換コンクリートの短期許容支圧応力度以下であることを確認する。

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.8 防潮堤を構成する各部材の仕様

- 防潮堤を構成する各部位の仕様は検討中であり、今後、詳細を説明する。
- なお、防潮堤の構造成立性評価に対する裕度を確保できなくなった場合、基準津波の策定に影響する防潮堤平面線形形状を変更せず、追加の裕度向上対策(セメント改良土及び置換コンクリートの仕様の見直し他)を実施することで対応可能である。

	部位	仕様
1	セメント改良土	設計基準強度: 6.5N/mm <sup>2</sup>
2	止水目地	鋼製部材, ゴムジョイント(波状型止水ジョイント), 止水目地コンクリート
3	置換コンクリート	無筋コンクリート, 設計基準強度: 18N/mm <sup>2</sup>





## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.9 防潮堤に作用する荷重と変形モード

- 防潮堤の構造は、セメント改良土及び置換コンクリートによる堤体構造である。
- セメント改良土及び置換コンクリートは、岩盤に鉛直支持させるとともに、置換コンクリートにより基礎地盤のすべり安定性を確保する設計としている。
- 防潮堤の構造成立性には、地震時、津波時及び重畳時に作用する荷重に対し各部位が所要の機能を発揮して安全であることが必要である。
- このような観点から、作用する荷重、構造体の変形モード及び各部位の役割について整理する。

## 4. 防潮堤（標準部）の設計方針

### 4.9.1 防潮堤に作用する荷重と変形モード（地震時）

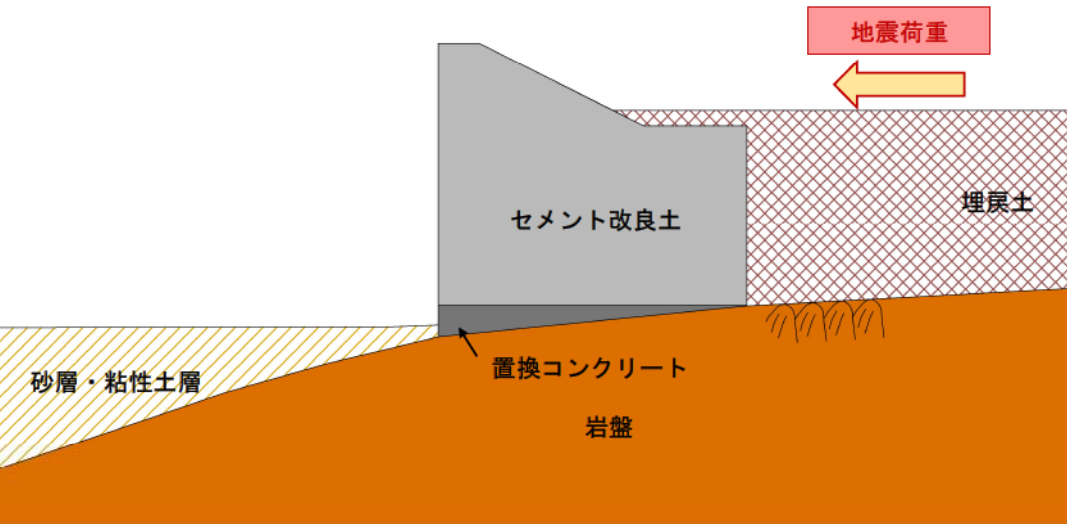
- 地震時の変形モードと荷重図についてイメージ図を以下に示す。
- 防潮堤前面の既設護岸及び埋戻土は、防潮堤の構造成立性に寄与する役割を期待していないため、設置変更許可段階における防潮堤の構造成立性評価においてモデル化しない。
- 防潮堤を構築するセメント改良土及び置換コンクリートは、剛性が大きく、岩着構造であるため、防潮堤に生じる変位は小さい。

海側

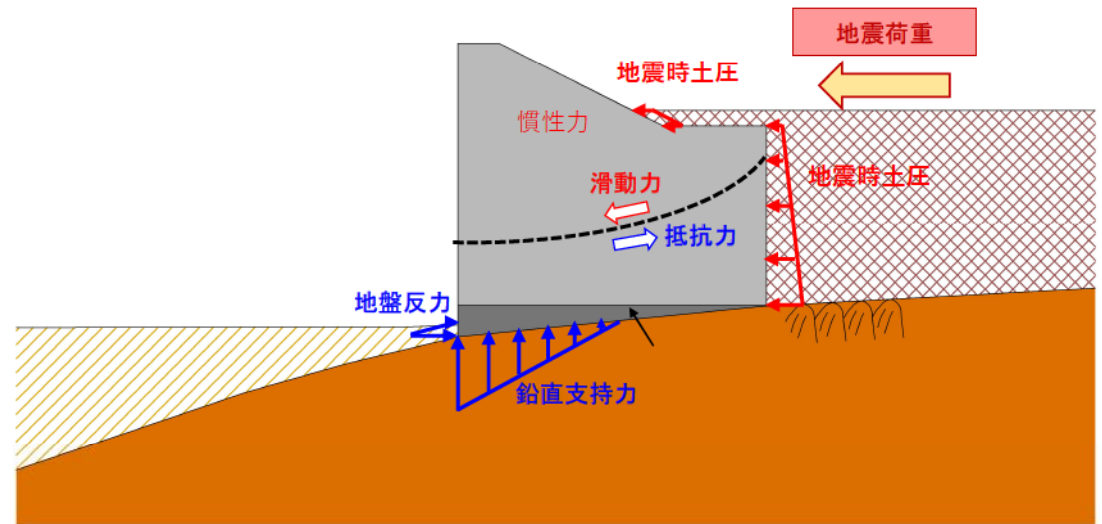
山側

海側

山側



変形モード  
(防潮堤に生じる変位は小さい)

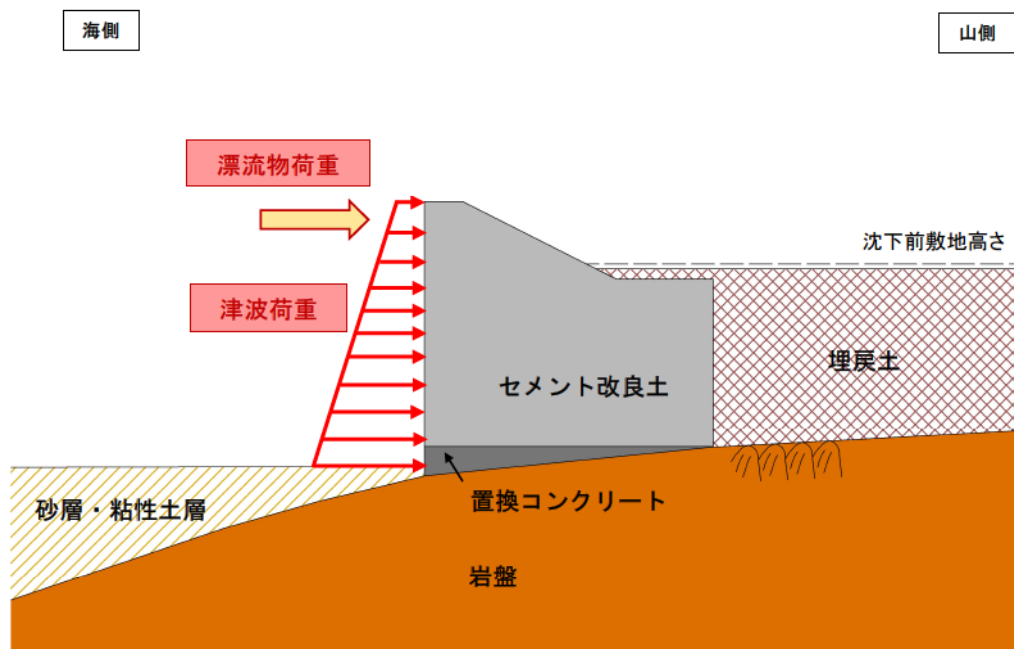


荷重図

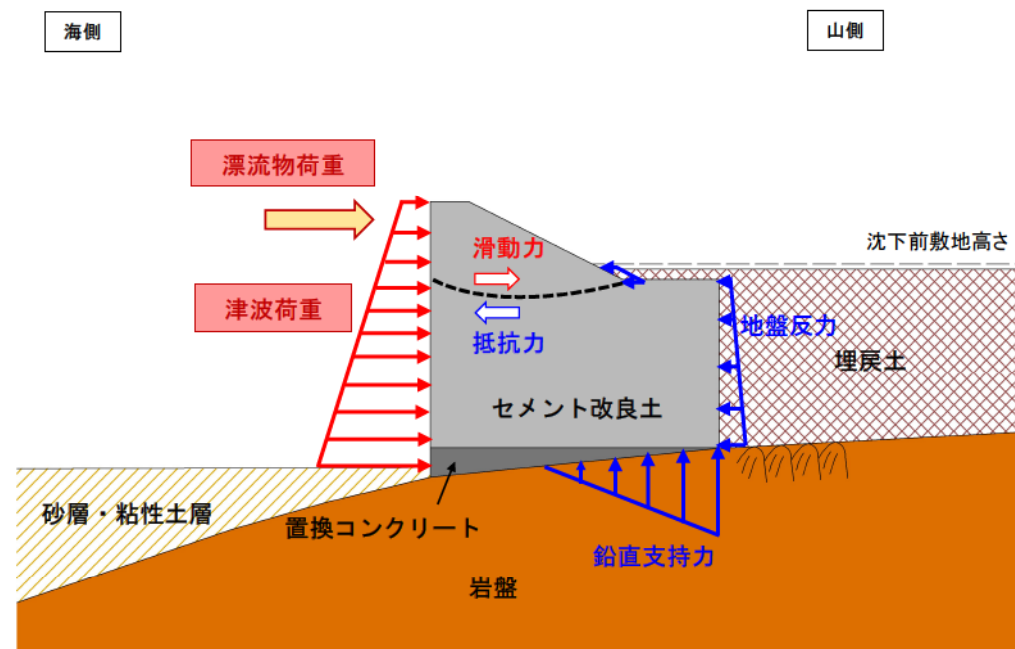
## 4. 防潮堤（標準部）の設計方針

### 4.9.2 防潮堤に作用する荷重と変形モード（津波時）

- 津波時の変形モードと荷重図についてイメージ図を以下に示す。
- 防潮堤前面の既設護岸及び埋戻土は、防潮堤の構造成立性に寄与する役割を期待していないため、設置変更許可段階における防潮堤の構造成立性評価においてモデル化しない。
- 防潮堤背面の埋戻土の高さは、基準地震動 $S_s$ による敷地地盤の沈下量を考慮した高さとする。
- 防潮堤を構築するセメント改良土及び置換コンクリートは、剛性が大きく、岩着構造であるため、防潮堤に生じる変位は小さい。



変形モード  
(防潮堤に生じる変位は小さい)



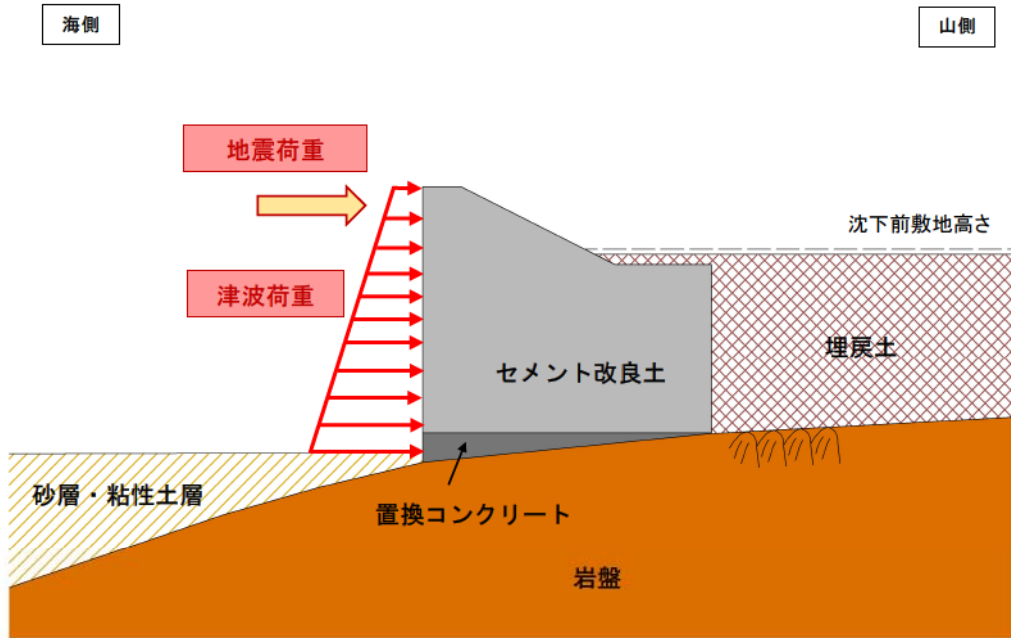
荷重図



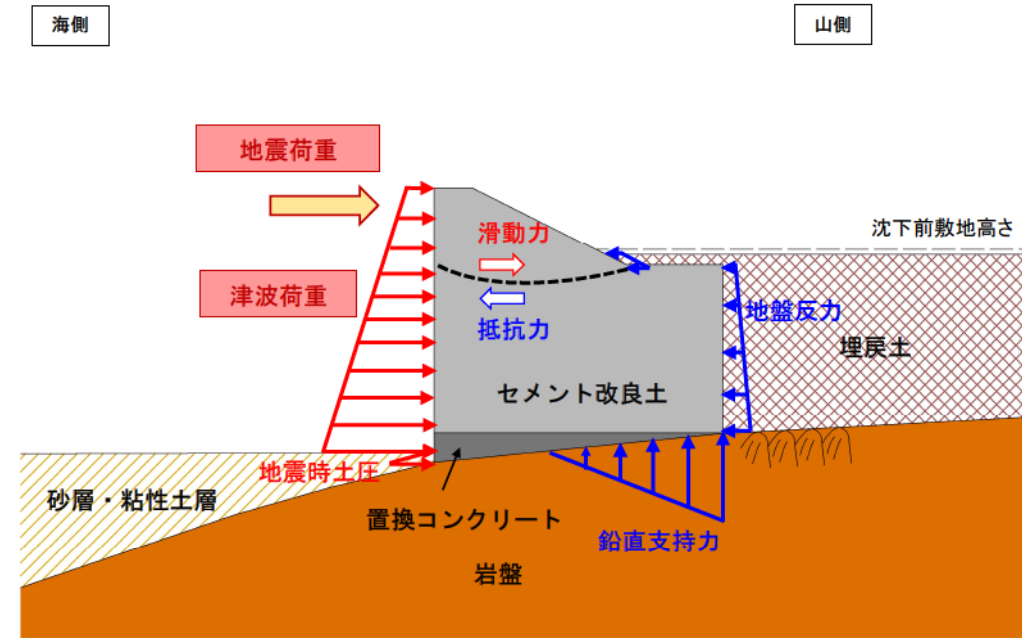
## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.9.3 防潮堤に作用する荷重と変形モード(重畳時)

- 重畳時(津波+余震時)の変形モードと荷重図についてイメージ図を以下に示す。
- 防潮堤前面の既設護岸及び埋戻土は、防潮堤の構造成立性に寄与する役割を期待していないため、設置変更許可段階における防潮堤の構造成立性評価においてモデル化しない。
- 防潮堤背面の埋戻土の高さは、基準地震動 $S_s$ による敷地地盤の沈下量を考慮した高さとする。
- 防潮堤を構築するセメント改良土及び置換コンクリートは、剛性が大きく、岩着構造であるため、防潮堤に生じる変位は小さい。



変形モード  
(防潮堤に生じる変位は小さい)



荷重図

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.10 要求機能を喪失する事象と設計・施工上の配慮(1/3)

- 防潮堤の設計方針について地震時、津波時及び重畳時(津波+余震時)に、防潮堤が維持すべき機能を喪失し得る事象(損傷モード)を仮定し、その損傷モードに対する設計・施工上の配慮について整理した。
- 今後、設計に用いる地震動や津波高さ等が決まった段階で、サイト特性を踏まえた構造の特異性及び設計の保守性を整理し、設置変更許可段階において説明する。

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.10 要求機能を喪失する事象と設計・施工上の配慮(2/3)

○ 防潮堤の各部位が損傷し要求機能を喪失する事象を抽出した。

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース※1	設計・施工上の配慮	照査※2
セメント改良土	• すべり破壊し、堤体高さが維持できなくなり、難透水性を喪失する。	①, ②	• セメント改良土内部に想定したすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していること(内的安定を保持)を確認する。	○
	• せん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成され、難透水性を喪失する。	②		○
	• 洗掘され、難透水性を喪失する。	②	• セメント改良土は、津波時の洗掘・浸食に対して十分な耐性をもつことを確認する(補足説明資料2に詳細を記載)。	—
	• 竜巻の風荷重や飛来物荷重により損傷し、難透水性を喪失する。	—	• 万一、竜巻及びその随件事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施する。	—
置換 コンクリート	• すべり破壊し、堤体高さが維持できなくなり、難透水性を喪失する。	①, ②	• 置換コンクリート内部に想定したすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していること(内的安定を保持)を確認する。	○
	• せん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成され、難透水性を喪失する。			
	• セメント改良土に伝わる荷重により置換コンクリートが破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	①, ②	• 許容限界以下であることを確認する。	○

※1:①は地震時, ②は津波時を示す。なお、重畳時(津波+余震時)は、(—)を除いた全ての事象で想定する。

※2:照査を実施する場合は(○)、照査不要と判断している場合は(—)とする。



## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.10 要求機能を喪失する事象と設計・施工上の配慮(3/3)

地盤の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース※1	設計・施工上の配慮	照査※2
止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカーボルトAの許容引張力及び許容せん断力を上回る引張力及びせん断力がアンカーボルトAに作用し、アンカーボルトAが損傷することで、遮水性を喪失する。</li> </ul>	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される引張力及びせん断力が、アンカーボルトAの許容引張力及び許容せん断力※3以下であることを確認する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地コンクリートが引張破壊、せん断破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成され、遮水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定したすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が適切な安全裕度を有していること(内的安定を保持)を確認する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカーボルトBの許容引張力及び許容せん断力を上回る引張力及びせん断力がアンカーボルトBに作用し、止水目地コンクリートとセメント改良土が離れることで、水みちが形成され、遮水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される引張力及びせん断力が、アンカーボルトBの許容引張力及び許容せん断力以下であることを確認する。</li> <li>アンカーボルトBの許容引張力及び許容せん断力はアンカーボルトの性能試験に基づき決定する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴムジョイントの許容変形量及び許容水圧を上回る相対変位量及び水圧がゴムジョイントに作用し、ゴムジョイントが損傷することで、遮水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定される相対変位量及び水圧が、ゴムジョイントの許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。</li> <li>ゴムジョイントの許容変形量及び許容水圧は性能試験により確認する。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>漂流物が衝突することにより、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。</li> </ul>	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地は、漂流物の衝突による損傷を防止するため、防潮堤の山側に設置する。</li> </ul>	—
	<ul style="list-style-type: none"> <li>竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>万一、竜巻及びその随件事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施する。</li> </ul>	—
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤がすべり破壊し、安定性を喪失して防潮堤の高さを維持できなくなり、防潮堤の難透水性を喪失する。</li> </ul>	①, ②	<ul style="list-style-type: none"> <li>すべり安全率が許容値以上であることを確認する(3条で確認)。</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤に伝わる荷重により岩盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。</li> </ul>	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>極限支持力以下であることを確認する。</li> </ul>	○

※1:①は地震時、②は津波時を示す。なお、重畳時(津波+余震時)は、(—)を除いた全ての事象で想定する。

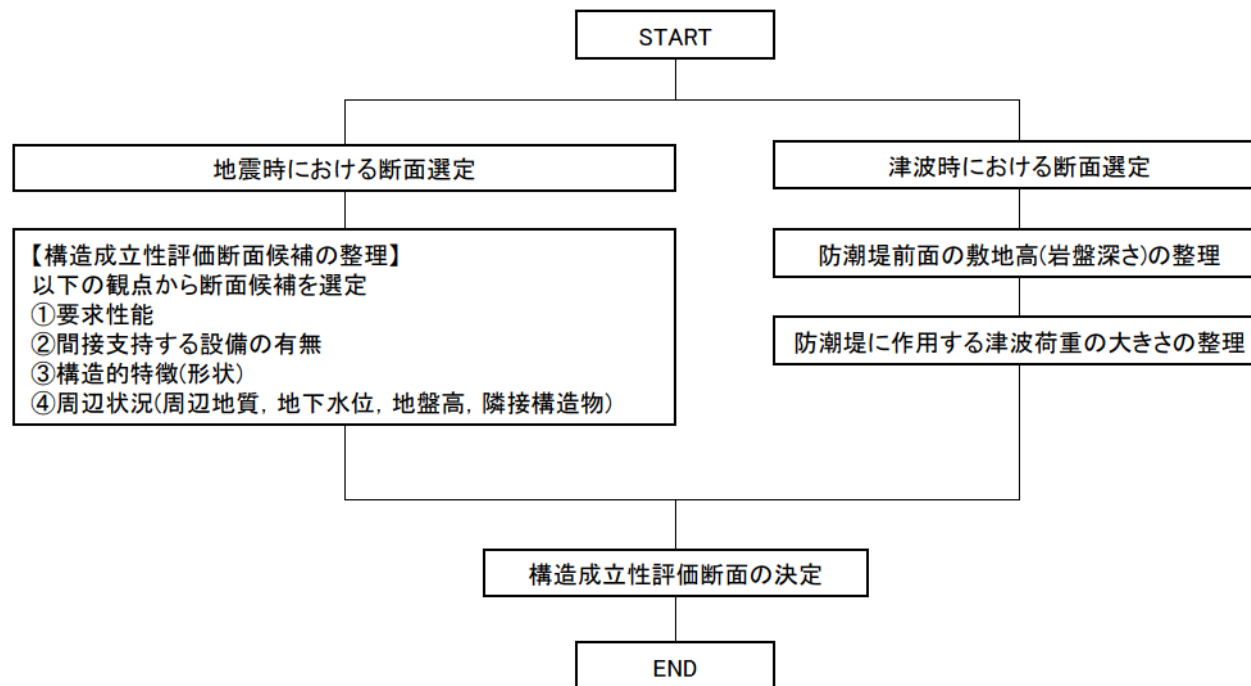
※2:照査を実施する場合は(○)、照査不要と判断している場合は(—)とする。

※3:許容引張力及び許容せん断力は、アンカーボルトの降伏及びせん断強度、並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.11.1 構造成立性評価断面選定フロー

- 防潮堤の構造成立性評価断面は、防潮堤が敷地の広範囲に設置されることから、地震時については、①要求性能、②間接支持する設備の有無、③構造的特徴、④周辺状況を踏まえて選定する。津波時については、防潮堤に作用する津波荷重の大きさを整理したうえで選定する。
- 防潮堤を横断する構造物については、基準地震動 $S_s$ に対する健全性評価により損傷しないことを確認するため、候補断面の選定は不要とした。
- 構造成立性を評価する断面及びその結果については、今後、設置変更許可段階で説明する。
- なお、設計及び工事計画認可段階では、必要に応じて構造成立性確認において選定した地点以外の断面も選定し評価を行う。



構造成立性評価断面選定フロー

## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.11.2 構造成立性評価断面選定の観点(1/3)

○ 防潮堤の構造成立性評価断面候補を整理する際の観点は、以下のとおりである。

構造成立性評価断面候補の整理

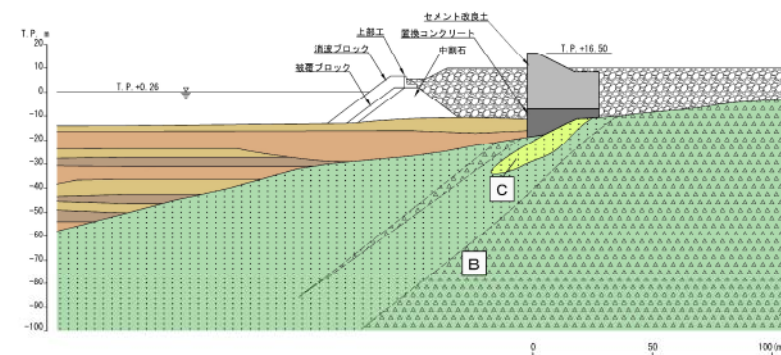
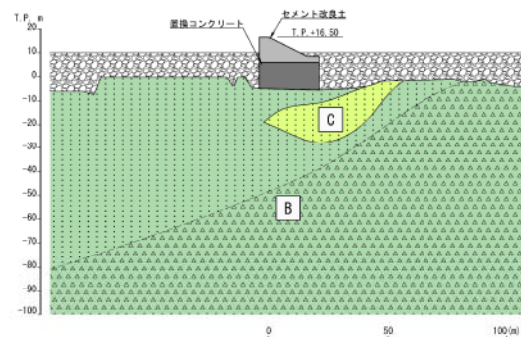
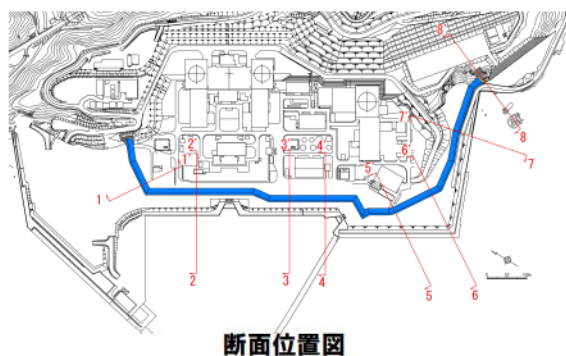
観 点		防潮堤(セメント改良土・置換コンクリート)	整理結果
①要求性能		<ul style="list-style-type: none"> <li>止水性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求性能は全線同一であるため、候補断面の選定は不要とした</li> </ul>
②間接支持する設備の有無		<ul style="list-style-type: none"> <li>なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>間接支持する設備はないため、候補断面の選定は不要とした</li> </ul>
③構造的特徴(形状)		<ul style="list-style-type: none"> <li>線状構造物</li> <li>防潮堤の形状が異なる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤の形状が異なるため、候補断面の選定が必要である</li> </ul>
④周辺状況	周辺地質	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートは岩盤に設置されている</li> <li>断面位置により岩盤深さが異なる</li> <li>周辺に液状化対象層(埋戻土・砂層)が分布している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤深さ、液状化対象層(埋戻土・砂層)の分布が異なるため、候補断面の選定が必要である</li> </ul>
	地下水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤から海側は、朔望平均満潮位(T.P.+0.26m)</li> <li>防潮堤から山側は、地表面(T.P.+10.0m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水位は全線同一であるため、候補断面の選定は不要とした</li> </ul>
	現地盤高	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤から山側はT.P.+10.0m</li> <li>防潮堤から海側はT.P.+5.5~+10.0m(津波荷重が岩盤深さに応じて異なる)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤から海側の埋戻土は解析上モデル化しない方針である。</li> <li>断面位置によって岩盤深さが異なることより、津波荷重も異なるため、津波時における候補断面の選定が必要である</li> </ul>
	隣接構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路盛土(埋戻土)</li> <li>防潮堤を横断する構造物(1,2号取水路, 1,2号放水路, 3号取水路, 屋外排水路)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤山側に道路盛土(埋戻土)が近接している箇所があるため、候補断面の選定が必要である</li> <li>防潮堤を横断する構造物について、基準地震動Ssに対する構造健全性評価により損傷しないことを確認するため、候補断面の選定は不要とした</li> </ul>



## 4. 防潮堤（標準部）の設計方針

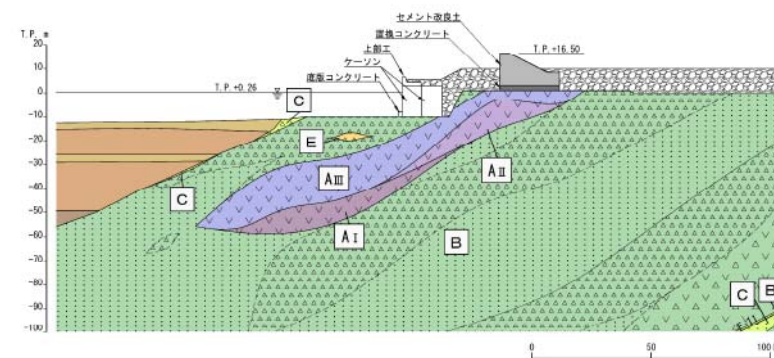
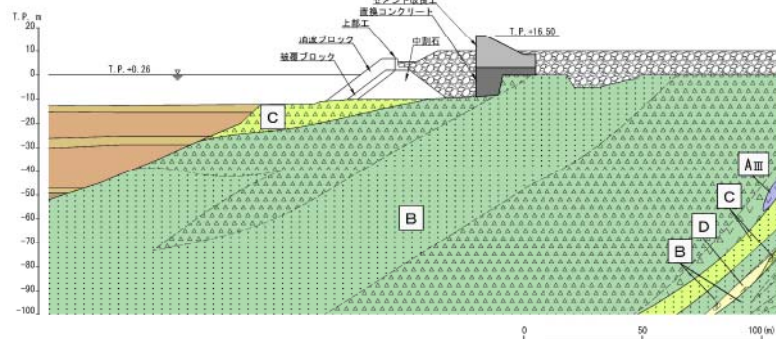
### 4.11.2 構造成立性評価断面選定の観点（2/3）

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図を以下に示す。



凡例

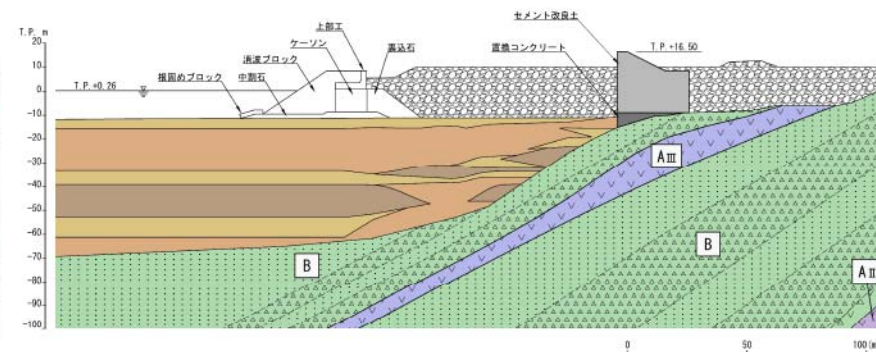
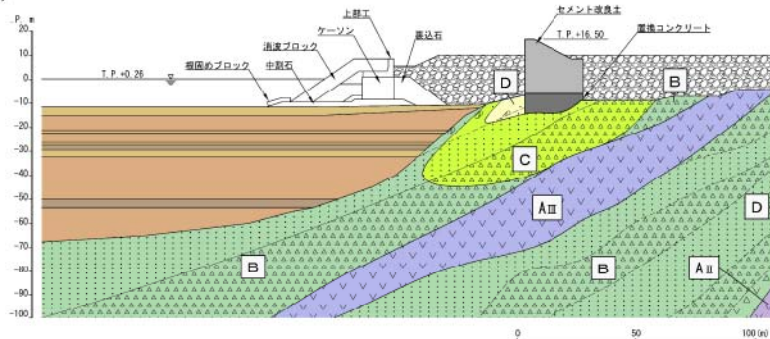
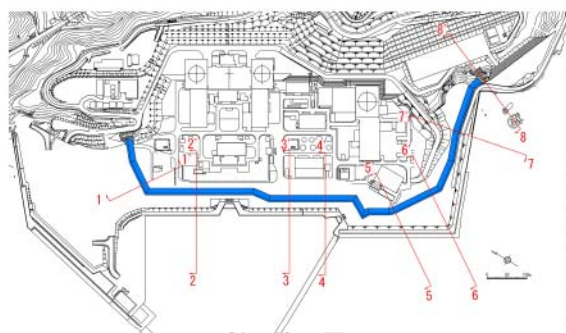
【岩級分類】	【岩盤の地質分類】	
AⅠ : AⅠ級岩盤	△△△ : 角礫質安山岩	○ : 砂 As1 (N値<30)
AⅡ : AⅡ級岩盤	▽▽▽ : 安山岩	○ : 砂 As2 (30≦N値)
AⅢ : AⅢ級岩盤	◇◇◇ : 含泥岩礫凝灰岩	■ : 粘性土 Ac
B : B級岩盤	□□□ : 軽石凝灰岩	■ : 埋戻土
C : C級岩盤	□□□ : 凝灰岩	■ : セメント改良土
D : D級岩盤	△△△ : 凝灰角礫岩	■ : 置換コンクリート
		■ : 端部コンクリート



※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

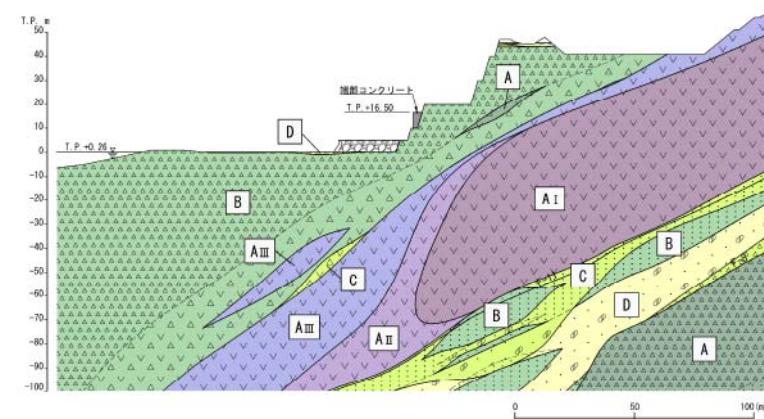
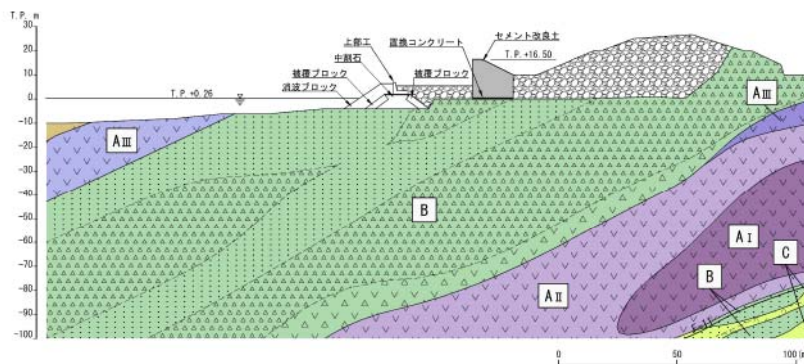
## 4. 防潮堤(標準部)の設計方針

### 4.11.2 構造成立性評価断面選定の観点(3/3)



凡例

【岩級分類】	【岩盤の地質分類】	
A I : A I 級岩盤	▲▲▲▲ : 角礫質安山岩	■ : 砂 As1 (N値<30)
A II : A II 級岩盤	▽▽▽▽ : 安山岩	■ : 砂 As2 (30≤N値)
A III : A III 級岩盤	◇◇◇◇ : 含泥岩礫凝灰岩	■ : 粘性土 Ac
B : B 級岩盤	□□□□ : 軽石凝灰岩	■ : 埋戻土
C : C 級岩盤	□□□□ : 凝灰岩	■ : セメント改良土
D : D 級岩盤	□□□□ : 凝灰角礫岩	■ : 置換コンクリート
		■ : 端部コンクリート



※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。



## 5. 止水目地の設計方針

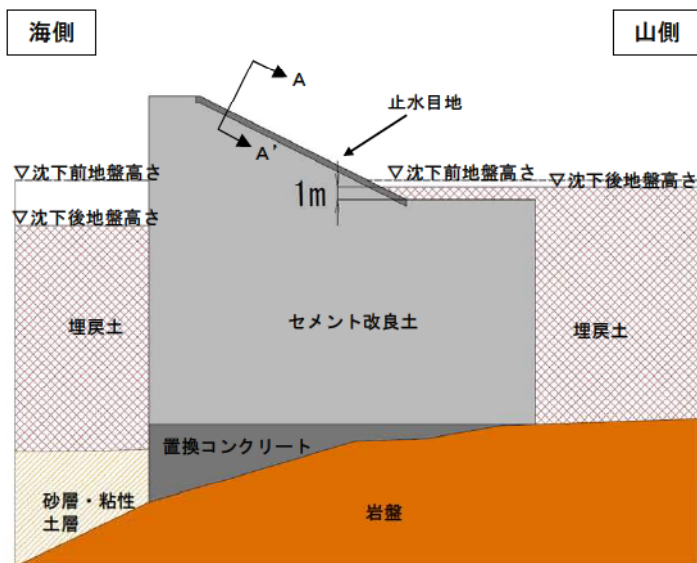
本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
<b>5. 止水目地の設計方針 .....</b>	<b>90</b>
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117



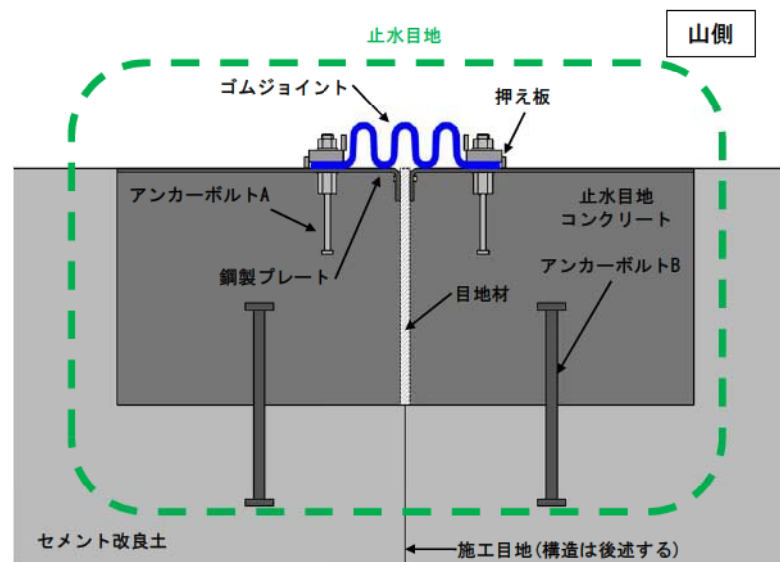
## 5. 止水目地の設計方針

### 5.1 止水目地の構造概要 (1/4)

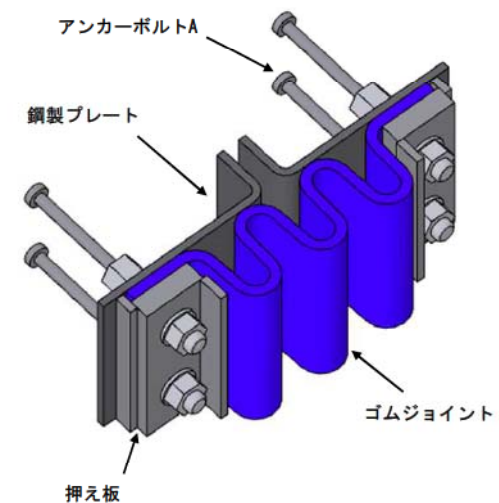
- 施工目地から津波が流入することを防止するため、施工目地には止水目地を設置する。
- 止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防潮堤の山側に設置する。した深さとする。
- 止水目地の構造は、セメント改良土
- 止水目地の上端は防潮堤の天端高さとし、下端は基準地震動Ssによる沈下後の敷地地盤高さから1m以上根入れに一体化させた止水目地コンクリートに鋼製部材（アンカーボルトA、押え板及び鋼製プレート）でゴムジョイントを固定する構造である。セメント改良土と止水目地コンクリートは、アンカーボルトBで一体化する。
- 今回は止水目地の構造概要及び評価方針を示し、今後、設置変更許可段階で構造成立性を説明する。



止水目地設置位置



止水目地設置概要 (A-A' 断面)



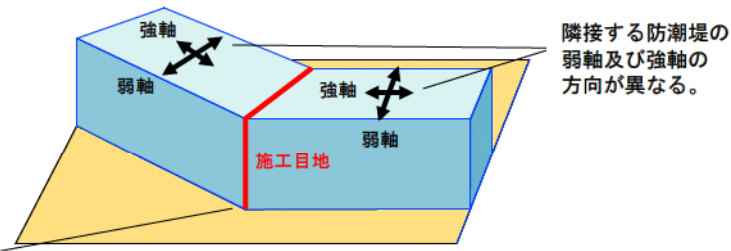
ゴムジョイント固定イメージ

## 5. 止水目地の設計方針

### 5.1 止水目地の構造概要 (2/4)

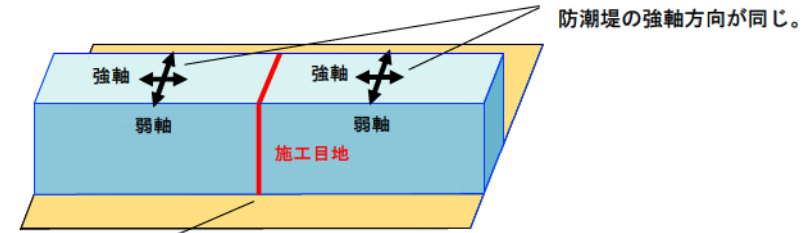
#### 【施工目地の構造】

- 屈曲部の施工目地は、応力集中に配慮して設置し、隣接する防潮堤の弱軸及び強軸方向が異なることから目地材を設置する。
- 屈曲部以外の施工目地は、隣接する防潮堤の強軸方向が同じであることから、セメント改良土間には目地材を設置しない。
- 止水目地コンクリート間は、鋼製プレート同士が接触しないように目地材を設置する。



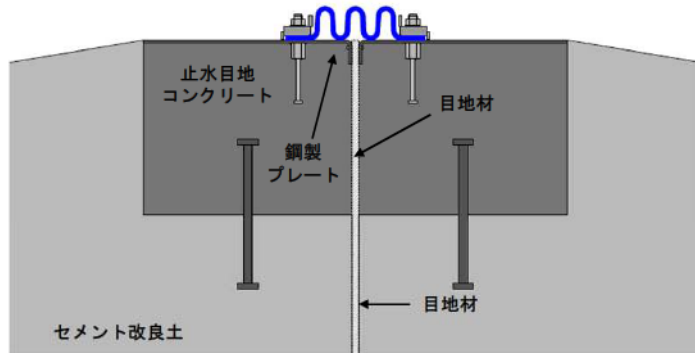
隣接する防潮堤の弱軸及び強軸の方向が異なる。

目地材を設置する。

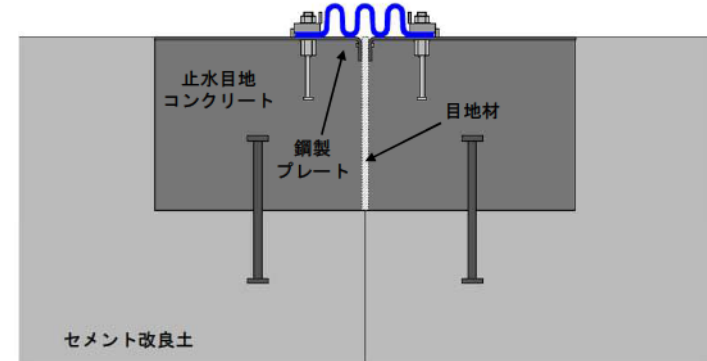


防潮堤の強軸方向が同じ。

セメント改良土間には目地材を設置しない。



屈曲部の施工目地 構造概要



屈曲部以外の施工目地 構造概要

## 5. 止水目地の設計方針

### 5.1 止水目地の構造概要 (3/4)

#### 【セメント改良土の特性】

- 止水目地コンクリートと一体化させるセメント改良土は、以下に示すようにコンクリートと類似する特性がある。
  - 現場で採取した骨材、セメント及び水を生コンクリート製造設備と同様の設備で練り混ぜる。
  - 添加するセメント量は $300\text{kg}/\text{m}^3$ 程度であり、セメントの水和反応により硬化する材料である。
  - 設計基準強度 $6.5\text{N}/\text{mm}^2$ を十分に満足する見通しがあることを確認している。



セメント改良土の室内試験用供試体

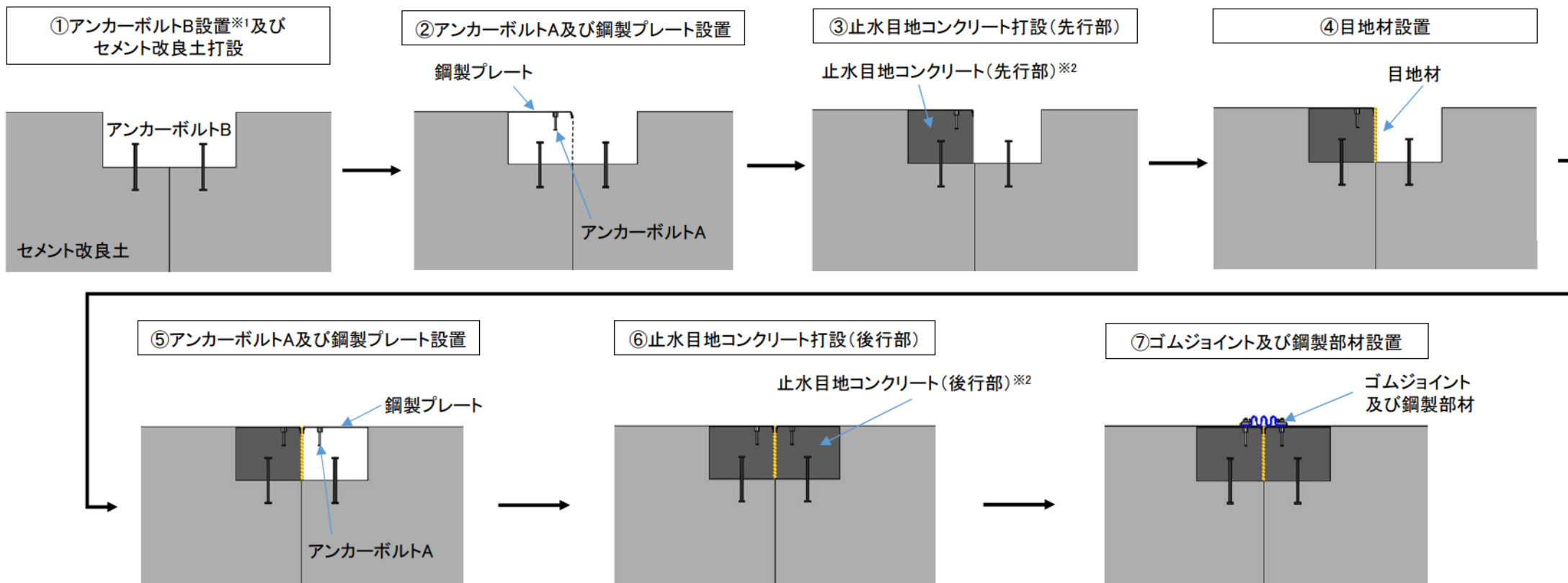


## 5. 止水目地の設計方針

### 5.1 止水目地の構造概要 (4/4)

#### 【止水目地の施工方法】

○ セメント改良土と止水目地コンクリートは、以下に示す施工方法によりアンカーボルトBで一体化する。



止水目地の施工方法

※1 アンカーボルトBの設置方法は今後検討する

※2 止水目地コンクリートは、鋼製プレート及びセメント改良土との境界部に浸水経路が生じないよう確実に充填して施工する。

## 5. 止水目地の設計方針

### 5.2 設置変更許可段階と設計及び工事計画認可段階の説明項目

- 津波を遮断する役割を『遮水性』, 材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』, これらを総称して『止水性』と整理する。
- 設置変更許可段階では, アンカーボルトA, 止水目地コンクリート及びアンカーボルトBの成立性評価を説明する。
- アンカーボルトAは, 「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき評価する。
- セメント改良土に埋め込んだアンカーボルトBの評価は, 同指針で適用範囲としているコンクリート強度より小さいことから, アンカーボルトの性能試験に基づき許容引張力及び許容せん断力を決定する。
- ゴムジョイントの評価は, 設計及び工事計画認可段階で説明する。

設置変更許可段階並びに設計及び工事計画認可段階に説明する評価

説明時期	部位の名称	評価方法	照査項目		設計で用いる許容限界
			健全性	止水性	
設置変更許可段階	アンカーボルトA	防潮堤の相対変位と津波波圧を用いて算出したアンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力が許容引張力及び許容せん断力以下であることを確認する。	—	引張力 せん断力	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※1
	止水目地コンクリート	止水目地コンクリートのすべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していること(内的安定を保持)を, 2次元有効応力解析により確認する。	すべり安全率※2		すべり安全率1.2以上※2
	アンカーボルトB	アンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力と2次元有効応力解析から得られるアンカーボルトBに作用する引張力及びせん断力を足し合わせたものが, アンカーボルトの性能試験に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力以下であることを確認する。	引張力 せん断力		【止水目地コンクリート側】 「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※1 【セメント改良土側】 アンカーボルトの性能試験に基づき決定した許容引張力及び許容せん断力※3
設計及び工事計画認可段階	ゴムジョイント	防潮堤の相対変位及び津波による水圧が, ゴムジョイントの性能試験に基づき決定した許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。	変形	変形 水圧	ゴムジョイントの性能試験に基づき決定した許容変形量及び許容水圧

※1 許容引張力及び許容せん断力は, アンカーボルトの降伏及びせん断強度, 並びに定着された構造物のコーン状破壊及び支圧強度を考慮して決定する。

※2 第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており, 「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。

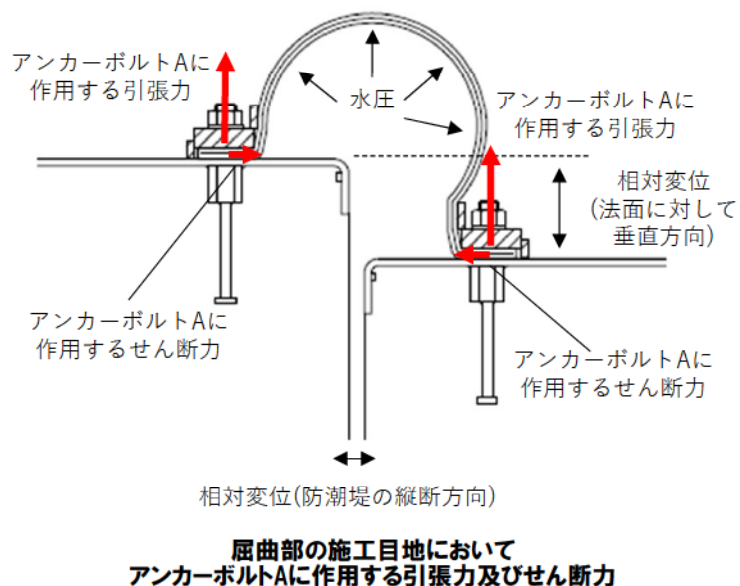
※3 アンカーボルトBを定着させるセメント改良土は人工物であり, 施工時にセメント改良土の強度やアンカーボルトBの根入れ長を確認することで, アンカーボルトの性能試験に基づき決定する許容引張力及び許容せん断力を確認できるため, 施工時の品質確認試験は不要であると考えている。

## 5. 止水目地の設計方針

### 5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針 (1/6)

#### 【アンカーボルトAに作用する外力】

- アンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力は、ゴムジョイントに発生する張力を引張方向成分とせん断方向成分に分解して算出する。
- ゴムジョイントの張力は津波時及び重畳時における施工目地に生じる相対変位量から求める耐圧半径に、重畳時における津波波圧を考慮して算出する。
- 施工目地に生じる相対変位の算定に当たっては、地震により隣接する防潮堤の位相が逆になることを想定し、保守的に最大変位量の2倍を考慮する。
- また、アンカーボルトAに作用する相対変位は、防潮堤背面の法面傾斜角を考慮して算出する。



施工目地に生じる相対変位の算出方法

	施工目地に生じる相対変位量の算出方法	変位イメージ(横断方向)	変位イメージ(鉛直方向)
地震時	基準地震動 $S_s$ による防潮堤の最大変位量( $\delta 1, \delta 1'$ ) $\times 2$		
津波時	基準地震動 $S_s$ による防潮堤の残留変位量( $\delta 2, \delta 2'$ ) $\times 2$ + 津波による防潮堤の最大変位量( $\delta 3, \delta 3'$ )		
重畳時	基準地震動 $S_s$ による防潮堤の残留変位量( $\delta 2, \delta 2'$ ) $\times 2$ + 津波+余震による防潮堤の最大変位量( $\delta 4, \delta 4'$ ) $\times 2$		

凡例    - - - - -元の位置    ———— $S_s$ 後の位置    ————最大変位位置

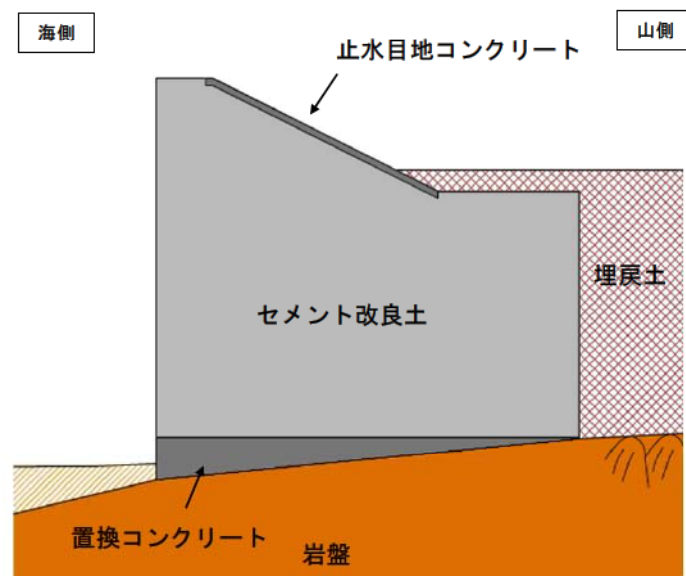


## 5. 止水目地の設計方針

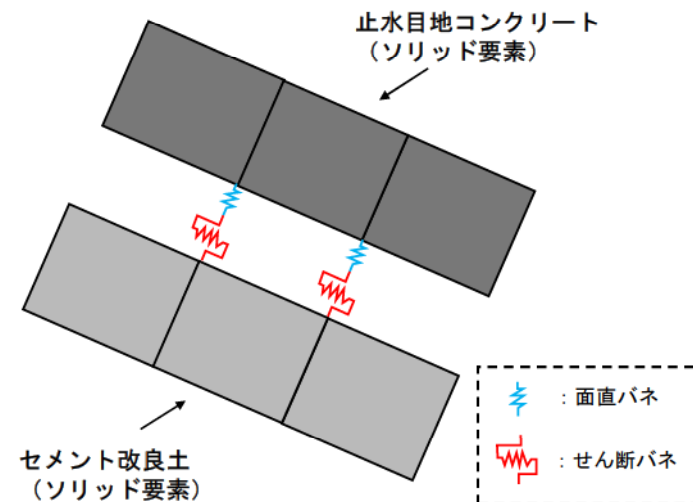
### 5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針 (2/6)

#### 【止水目地コンクリート及びアンカーボルトBの評価における解析のイメージ】

- 解析に当たっては、止水目地コンクリートとセメント改良土をソリッド要素でモデル化し、剛バネ（面直バネ及びせん断バネ）で接続する。
- 止水目地コンクリートの成立性評価は、止水目地コンクリートを通るすべり線のすべり安全率で評価する。
- アンカーボルトBの成立性評価は、止水目地コンクリートとセメント改良土間の剛バネに発生する引張力及びせん断力に、アンカーボルトAに作用する引張力及びせん断力を足し合わせた値を発生力として評価する。



解析モデルのイメージ



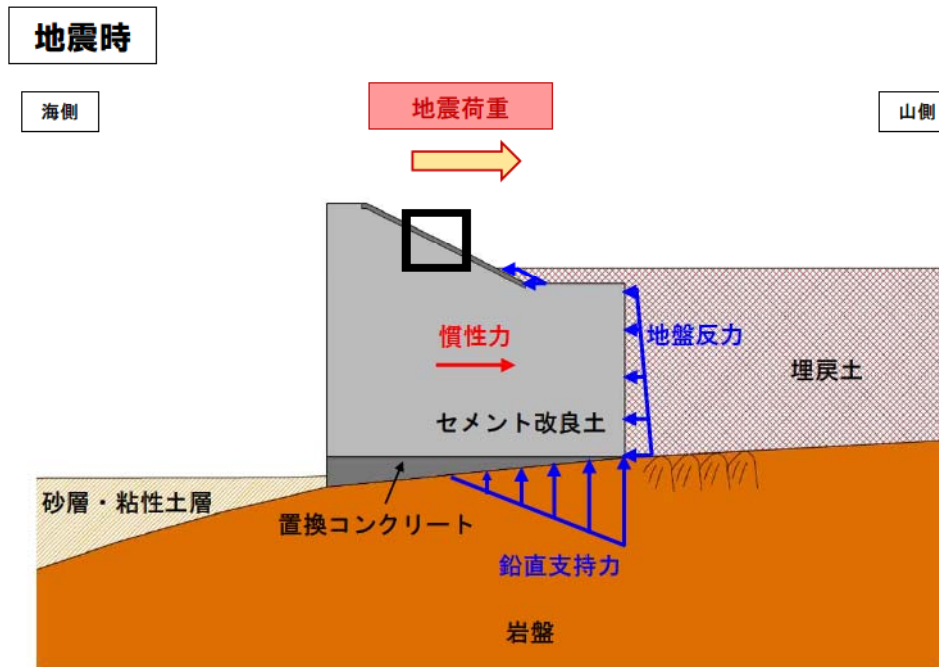
止水目地コンクリートとセメント改良土の境界部のモデル化イメージ

## 5. 止水目地の設計方針

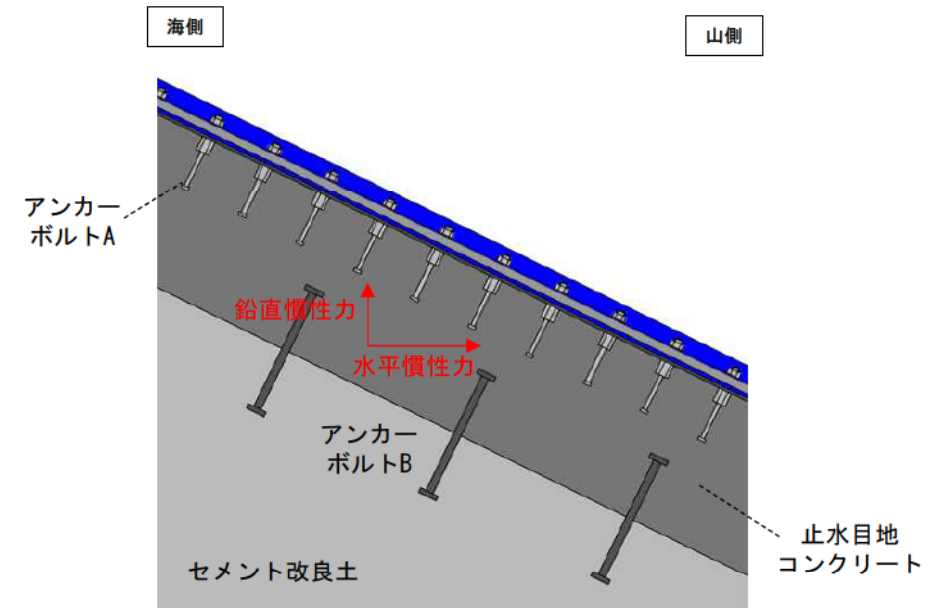
### 5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針 (3/6)

#### 【地震時にアンカーボルトBに生じる外力】

○ 地震時に防潮堤及びアンカーボルトBに生じる外力は以下のとおりである。



地震時に防潮堤に生じる外力



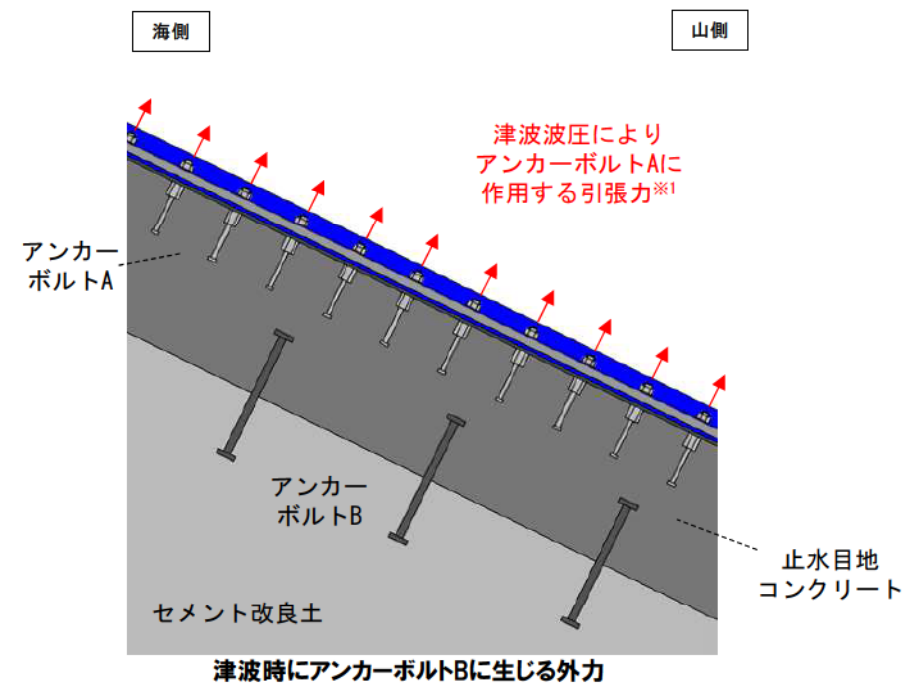
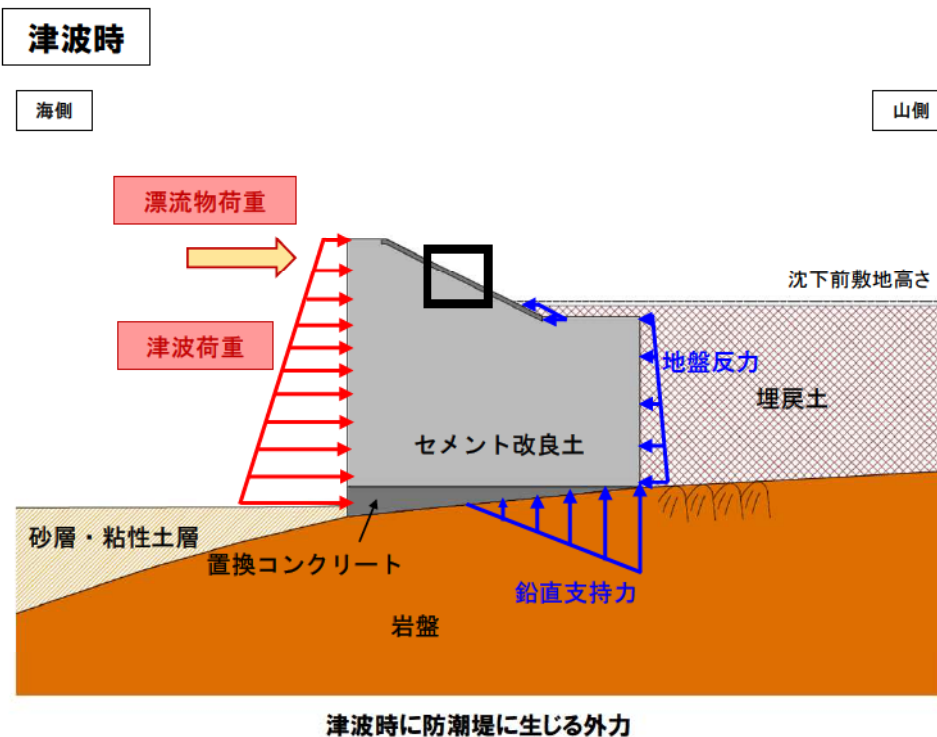
地震時にアンカーボルトBに生じる外力

## 5. 止水目地の設計方針

### 5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針 (4/6)

#### 【津波時にアンカーボルトBに生じる外力】

○ 津波時に防潮堤及びアンカーボルトBに生じる外力は以下のとおりである。



※1 縦断方向のアンカーボルトAに作用するせん断力も考慮する。

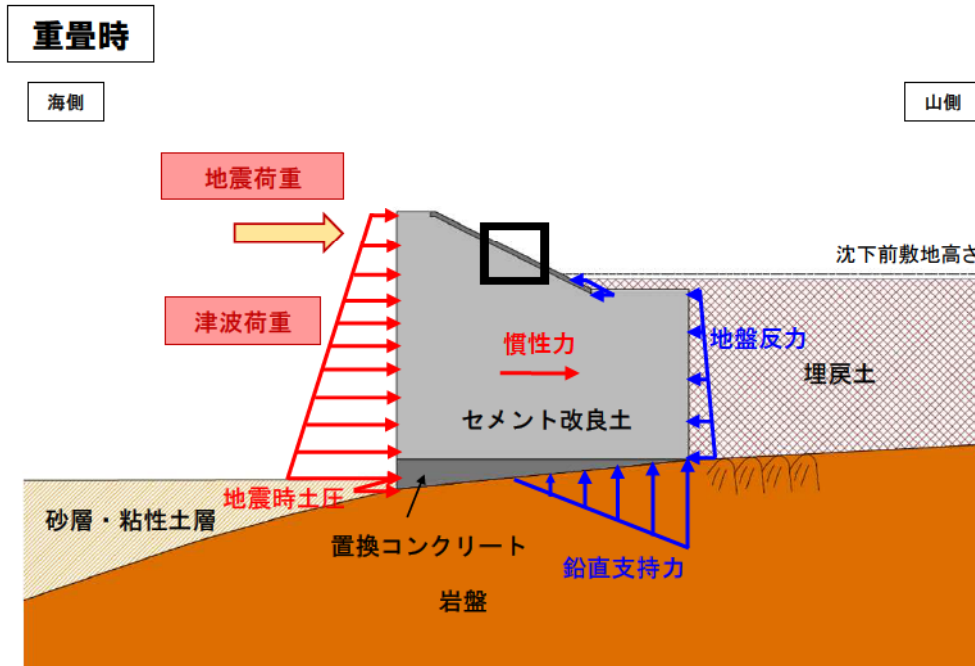


## 5. 止水目地の設計方針

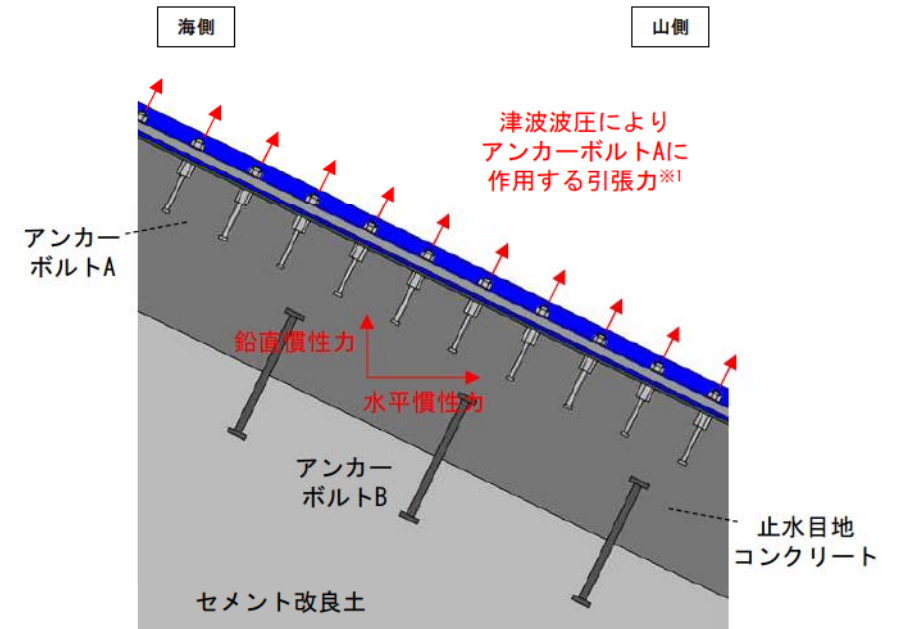
### 5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針 (5/6)

#### 【重畳時にアンカーボルトBに生じる外力】

○ 重畳時に防潮堤及びアンカーボルトBに生じる外力は以下のとおりである。



重畳時に防潮堤に生じる外力



重畳時にアンカーボルトBに生じる外力

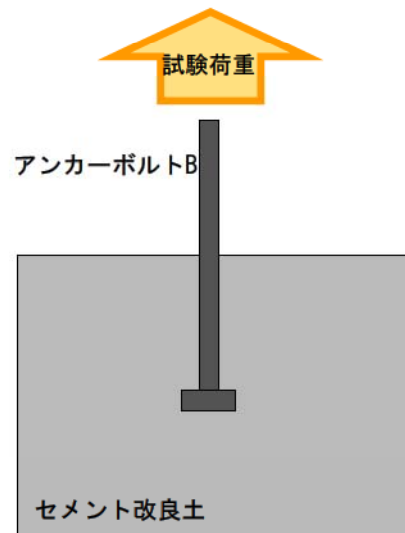
※1 縦断方向のアンカーボルトAに作用するせん断力も考慮する。

## 5. 止水目地の設計方針

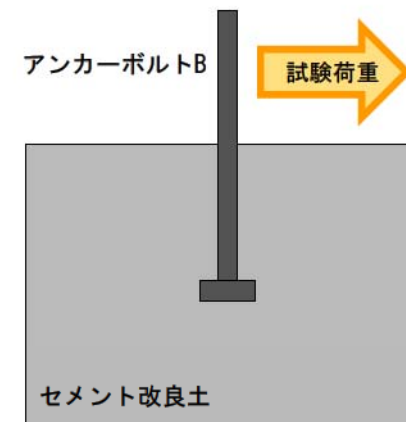
### 5.3 止水目地コンクリートの成立性評価の方針 (6/6)

#### 【アンカーボルトの性能試験の方針】

- P8に示した通り、セメント改良土とコンクリートは類似した特性をもった材料だが、アンカーボルトの設計で一般的に用いられる「各種合成構造設計指針・同解説」の適用範囲は、コンクリート強度が $18\sim 48\text{N}/\text{mm}^2$ であり、セメント改良土はそれより強度が小さいため、アンカーボルトの性能試験に基づいて許容引張力及び許容せん断力を決定する。
- セメント改良土に埋め込んだアンカーボルトBの許容引張力、許容せん断力を確認するため、「各種合成構造設計指針・同解説」を参考に引張試験及びせん断試験を実施して、アンカーボルトBに発生する引張力及びせん断力以上の耐力を有していることを確認する。
- アンカーボルトBの許容せん断力及び許容引張力は、試験結果を踏まえて保守的に整理し、十分に裕度を確保した設計とする。



引張試験イメージ



せん断試験イメージ

## 6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

本日の説明主旨	3
今後の説明内容及び説明スケジュール	4
指摘事項に対する回答	5
【本編資料】	
1. 概要	24
2. 設置許可基準規則への適合性について	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針	69
5. 止水目地の設計方針	90
<b>6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針</b>	<b>102</b>
7. 構造等に関する先行炉との比較	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて	117



## 6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

### 6.1 設置許可段階における確認項目

○ 設置変更許可段階の確認項目を以下に示す。

(設置許可基準規則第3条に対する地盤の確認項目を含む。設置許可基準規則第4条及び第5条に対する基本設計方針は、4章で説明したとおりである。)

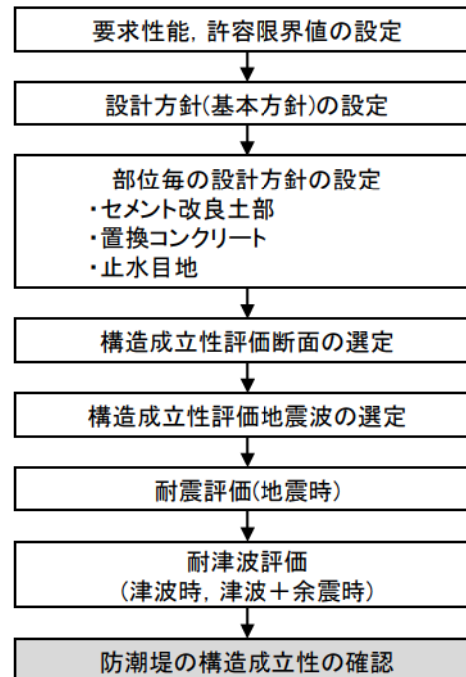
〔 〕 : 本資料における確認項目(第4条・第5条)

対象	役割	設置変更許可段階の確認項目 《クライテリア》
施設	セメント改良土 〔第4条・第5条〕 ・入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する ・止水目地を支持する ・難透水性を有し、堤体により止水性を保持する	〔第4条・第5条〕 ・セメント改良土の安定性(2次元FEM解析) 《すべり安全率 $F_s \geq 1.2$ 》
	止水目地 〔第4条・第5条〕 ・セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する	〔第4条・第5条〕 ・止水目地の変形・水圧 《許容変形量・許容水圧以下》
	置換コンクリート 〔第4条・第5条〕 ・入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する ・難透水性を有し、堤体により止水性を保持する ・セメント改良土を鉛直支持し、基礎地盤のすべり安定性を確保する。	〔第4条・第5条〕 ・置換コンクリートの接地圧(2次元FEM解析) 《短期許容支圧応力度 $\geq$ 接地圧》 ・置換コンクリートの安定性(2次元FEM解析) 《すべり安全率 $F_s \geq 1.2$ 》
地盤	岩盤 〔第3条1項〕 ・セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する	〔第3条〕 ・基礎地盤の安定性(2次元FEM解析) 《すべり安全率 $F_s \geq 1.5$ 》 《極限支持力 $\geq$ 支持力》

## 6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

### 6.2 構造成立性評価の方針

- 防潮堤の構造成立性を確認するため、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」等に基づき、基準地震動 $S_s$ 及び基準津波による荷重等に対して、セメント改良土及び置換コンクリートが十分な裕度を確保できていることを確認する。
- なお、構造成立性評価に対する裕度が確保できなくなった場合には、追加の裕度向上対策（防潮堤幅の変更、セメント改良土又は置換コンクリートの仕様の見直し）の実施により対応する。



防潮堤の構造成立性評価の流れ

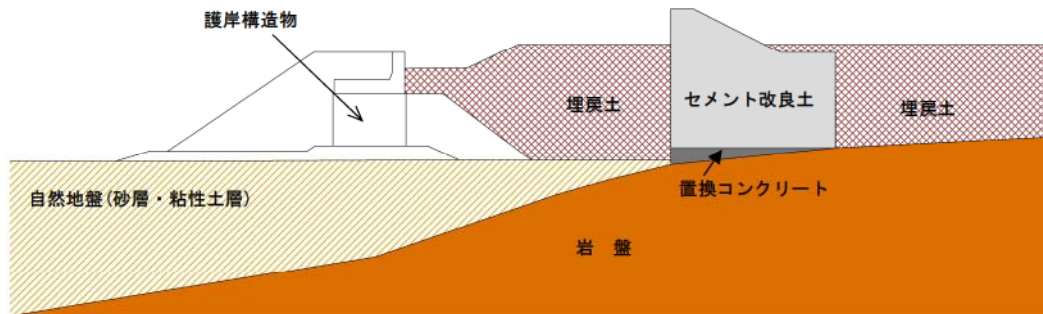
## 6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

### 6.3 設置許可段階での提示内容(1/3)

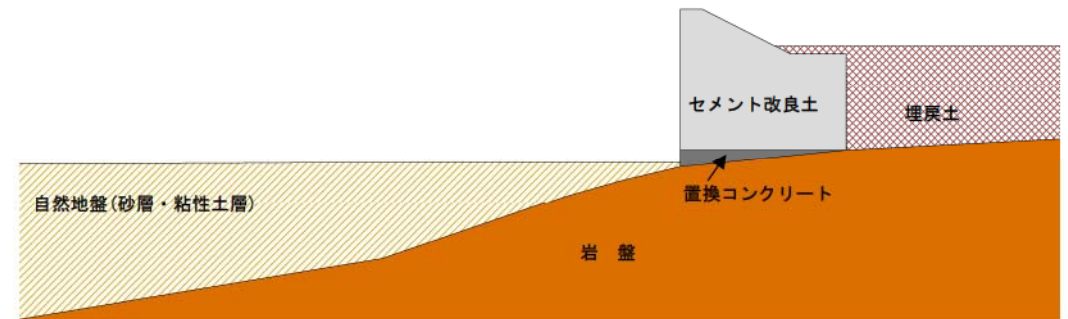
○ 設置変更許可段階と設計及び工事計画認可段階において提示する内容のうち対象断面について整理した。

		設置変更許可段階(設計方針と構造成立性評価)	設計及び工事計画認可段階※	本資料の説明範囲
対象断面	構造成立性 (第4条, 第5条)	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤の構造成立性評価断面は, ①要求性能, ②間接支持する設備の有無, ③構造的特徴, ④周辺状況を考慮して選定。</li> <li>線状構造物であることから, 防潮堤横断方向(弱軸)断面で評価する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造成立性評価断面以外に, 必要に応じて検討対象断面を追加。</li> </ul>	○
	地盤安定性 (第3条)	<ul style="list-style-type: none"> <li>照査項目であるすべり安全率が, 地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面として選定。</li> </ul>	—	— (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)

※方が一, 設計及び工事計画認可段階にて構造成立性に課題が生じた場合は, 追加対策等により対応する。



防潮堤断面図(前面護岸及び埋戻土がある状態)



防潮堤断面図(前面護岸及び埋戻土がない状態)



## 6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

### 6.3 設置許可段階での提示内容(2/3)

○ 設置変更許可段階と設計及び工事計画認可段階において提示する内容のうち対象地震波, 解析方法及び地下水位について整理した。

		設置変更許可段階(設計方針と構造成立性評価)	設計及び工事計画認可段階	本資料の説明範囲
対象地震波	構造成立性 (第4条, 第5条)	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造物への影響が大きい地震動を構造成立性評価の地震動として選定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全基準地震動で実施。</li> </ul>	○
	地盤安定性 (第3条)	<ul style="list-style-type: none"> <li>全基準地震動で実施。</li> </ul>	—	— (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)
解析方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>解析方法の詳細は, 今後説明する。</li> <li>セメント改良土及び置換コンクリートの内的安定について, すべり安全率1.2以上であることを確認する。</li> <li>セメント改良土による接地圧が, 置換コンクリートの短期許容支圧応力度以下であることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートの内的安定について, すべり安全率1.2以上であることを確認する。</li> <li>セメント改良土による接地圧が, 置換コンクリートの短期許容支圧応力度以下であることを確認する。</li> <li>必要に応じて, より精緻な解析を実施する。</li> </ul>	○
地下水位		<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤から海側(T.P.+0.26m)</li> <li>防潮堤から陸側(T.P.+10.0m 地表面)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記に同じ</li> </ul>	○
液状化 (液状化強度特性)		[埋戻土, 砂層] (液状化影響の検討方針に説明後反映する。)	(液状化影響の検討方針に説明後反映する。)	— (液状化影響の検討方針)

## 6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

### 6.3 設置許可段階での提示内容(3/3)

- 設置変更許可段階と設計及び工事計画認可段階において提示する内容のうち、液状化の影響評価及び地盤物性のばらつきについて整理した。
- 設置変更許可段階において、文献等から設定したセメント改良土の解析用物性値を用いた構造成立性評価結果を説明する。
- 設計及び工事計画認可段階においては、設置変更許可段階と同じ解析用物性値を用いた評価を基本とし、材料物性のばらつきによる影響評価として、施工試験で実施予定のP64に示す試験方法から得られる値を解析用物性値として用いる。
- セメント改良土は、解析用物性値を確保するように配合設計・品質管理を行うことから、設置変更許可段階における強度のばらつきは考慮しない。
- 同様に、置換コンクリートも、解析用物性値を確保するように配合設計・品質管理を行うことから、設置変更許可段階における強度のばらつきは考慮しない。

	設置変更許可段階(設計方針と構造成立性評価)	設計及び工事計画認可段階	本資料の説明範囲
地盤物性のばらつき	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 埋戻土、砂層、粘性土層を対象に地盤物性のばらつきを考慮する。</li> <li>• 各断面で解析用物性値(基本物性)に基づいた評価を行い、設計及び工事計画認可段階の荷重増分要因である地盤物性のばらつきを考慮しても構造成立性が確保できる見通しであることを確認する。</li> </ul> <p>[剛性]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 解析用物性値</li> </ul> <p>[強度]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 解析用物性値※1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 埋戻土、砂層、粘性土層を対象に地盤物性のばらつきを考慮する。</li> <li>• 各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつき設定ケースは以下を基本とし、解析用物性値(基本物性)における各部位の評価結果や裕度等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</li> </ul> <p>[剛性]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 解析用物性値、<math>\pm 1\sigma</math>※2</li> </ul> <p>[強度]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 解析用物性値※2</li> </ul>	○
防潮堤前面の既設護岸の扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 構造成立性評価の基本ケースにおいて、防潮堤前面の既設護岸をモデル化しない条件で評価する。</li> <li>• 既設護岸による防潮堤への波及的影響は、代表ケースにおいて、既設護岸をモデル化することで評価する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 防潮堤前面の既設護岸をモデル化しない条件で評価する。</li> </ul>	○

※1:セメント改良土と置換コンクリートは、解析物性値以上の強度を確保する配合設計・品質管理を行うことから、強度のばらつきは考慮しない。

※2:セメント改良土の物性値は、文献等から定めた解析物性値を基本とし、材料物性のばらつきによる影響評価として、生コンクリート製造設備と同様の設備で製造したセメント改良土から得られる値を用いて評価する。

## 7. 構造等に関する先行炉との比較

本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤（標準部）の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
<b>7. 構造等に関する先行炉との比較 .....</b>	<b>108</b>
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117

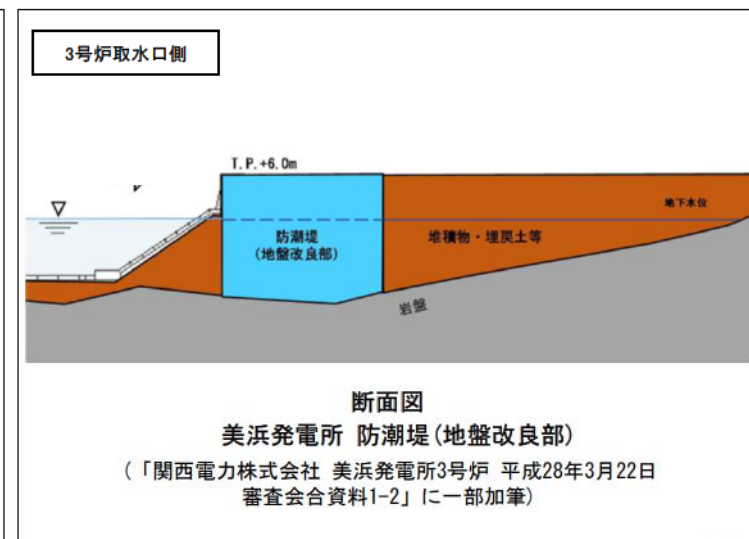
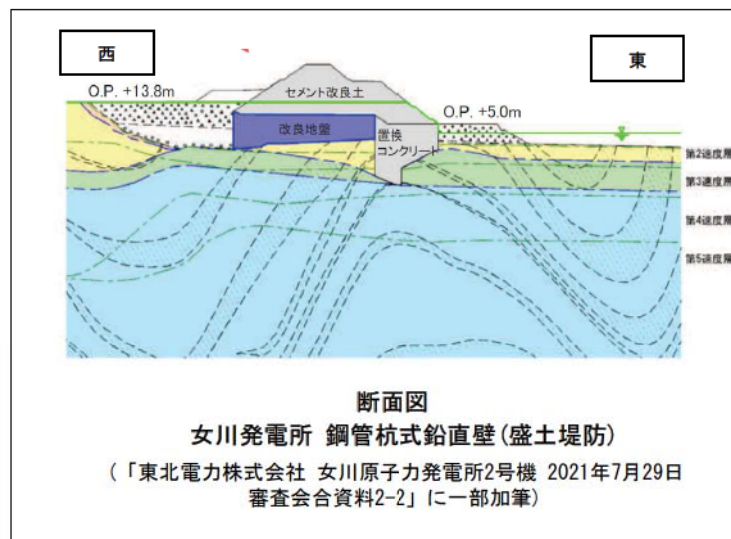
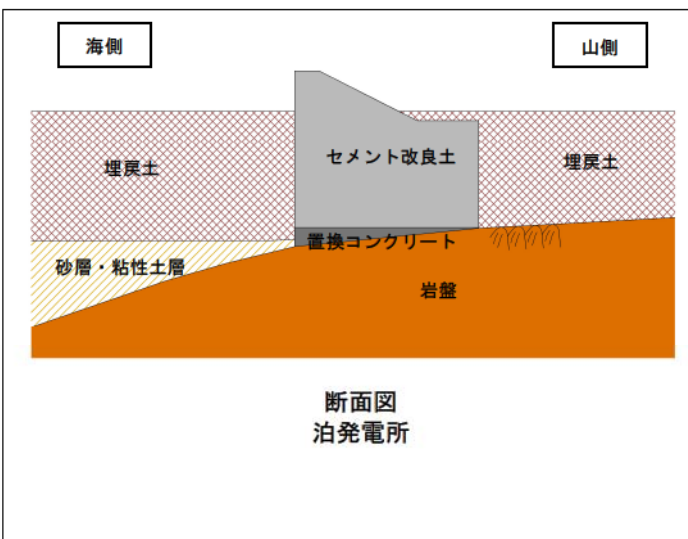


## 7. 構造等に関する先行炉との比較

### 7.1 構造等に関する先行炉との比較 (1/2)

- 泊発電所における防潮堤の特徴を踏まえ、先行炉との類似点及び相違点を抽出するために、類似する先行炉の防潮堤として、女川発電所の盛土堤防及び美浜発電所における防潮堤（地盤改良部）を選定した。
- 女川発電所の盛土防潮堤と泊発電所の防潮堤の類似点は以下のとおりである。
  - 置換コンクリートの強度を考慮して、基礎地盤のすべり安定性を確保すること。
  - 現地発生材にセメントを添加したセメント改良土で防潮堤を構築すること。
- 美浜発電所の防潮堤（地盤改良部）と泊発電所の防潮堤の類似点は以下のとおりである。
  - 基礎岩盤まで掘削し、置換コンクリート及びセメント改良土を岩着させる構造であること。
  - 施工目地に止水目地を設置し、津波が敷地に流入しない設計とすること。
- それぞれの構造概要図を以下に示す。

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



## 7. 構造等に関する先行炉との比較

### 7.1 構造等に関する先行炉との比較(2/2)

- 泊発電所の防潮堤の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、女川発電所及び美浜発電所の構造と比較を行い、類似点及び相違点を抽出した。
- 類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を整理した。

項目	泊の特徴	先行炉類似構造①	先行炉との比較①		先行炉の類似構造②	先行炉との比較②		先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性	先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項	
		東北電力㈱ 女川発電所(盛土堤防)	類似点	相違点	関西電力㈱ 美浜発電所	類似点	相違点			
津波高さに対する裕度	(整理中)	4.6m	—	—	1.8m～2.0m	—	—	—	—	
防潮堤の構造	支持地盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤傾斜及び岩盤不陸がある箇所は、置換コンクリートに置き換える。</li> <li>セメント改良土及び置換コンクリートを岩盤に支持させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈下対策として岩盤までの地盤改良を実施。</li> <li>防潮堤全面にすべり安定性確保を目的とした置換コンクリートを設置。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>置換コンクリートですべり安定性を確保する。</li> <li>セメント改良土により構築する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊の場合、セメント改良土下方の置換コンクリートの形状を考慮したうえで、すべり安定性を確保する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤上に改良地盤(MMR)により構築。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎岩盤まで掘削後、岩盤に支持させる(泊の場合、基礎岩盤まで掘削後、置換コンクリート及びセメント改良土を構築する)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊の場合、岩盤傾斜及び岩盤不陸がある箇所は、置換コンクリートに置き換える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤を岩盤又は改良地盤に支持させる構造であることから、支持機能の照査においては先行炉の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>置換コンクリートの役割を明確にし、役割に応じた評価を行う。</li> </ul>
	構築材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートにより構築する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土により構築する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土は、現地発生土にセメント等を混合したセメント改良土で構築する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良地盤(MMR)により構築する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊の場合、セメント改良土及び置換コンクリートで構築する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートによる構造であることから、先行炉の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土及び置換コンクリートで構築するものの、物性値は異なることから、適切に設定した物性値を用いた評価を行う。</li> </ul>
止水対策	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地は、防潮堤の山側のセメント改良土に設置する。</li> </ul>	— (止水目地なし)	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴムジョイントには、波状型止水ジョイントを用いる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良地盤のブロック間の相対変位に追従する止水目地を設置する(泊の場合、防潮堤間の相対変位に追従する止水目地を設置する)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊の場合、止水目地をセメント改良土に設置する。</li> <li>泊の場合、防潮堤の山側だけに止水目地を設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤間の相対変位に追従する止水目地を設置すること、ゴムジョイントには波状型止水ジョイントを用いることから、先行炉の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土に止水目地を設置するため、接続部の付着の評価を行う。</li> <li>山側に設置することによる、地震及び津波による引張り及びせん断力に対する評価を行う。</li> </ul>
	目地の漂流物対策工	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地は、防潮堤の山側に設置する計画であるため、止水目地の漂流物対策工は不要である。</li> </ul>	—	—	—	—	—	—	—	—

本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
<b>補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....</b>	<b>111</b>
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117



## 補足説明資料1 防潮堤の設計変更について

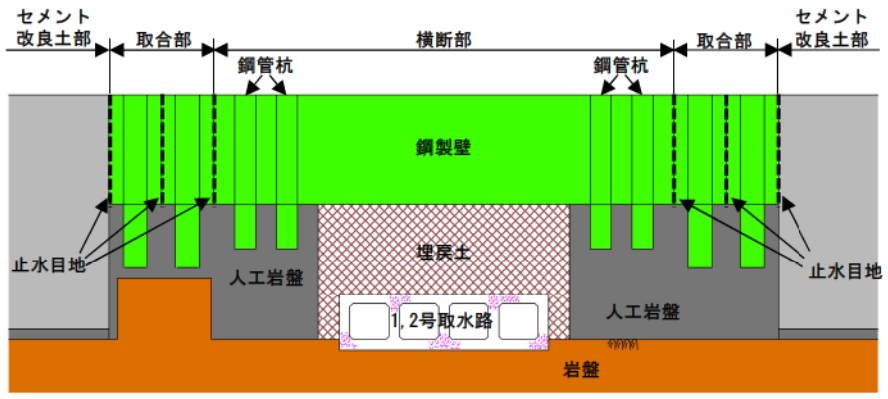
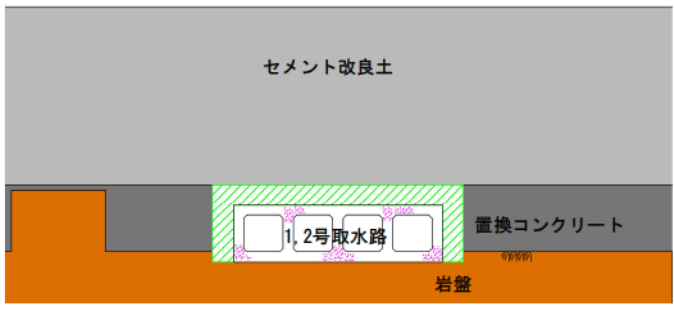
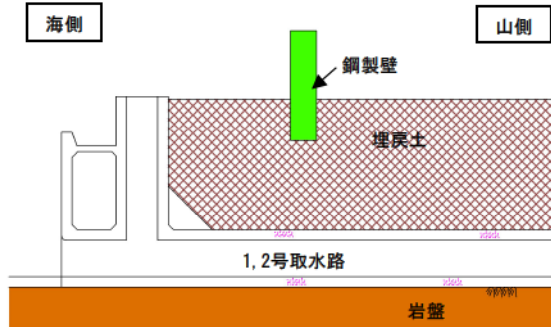
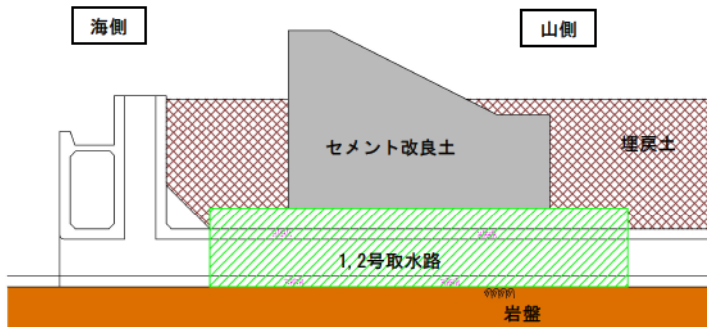
### 1.1 1,2号取水路及び1,2号放水路の構造変更について

- 新設する防潮堤のうち、1,2号取水路及び1,2号放水路横断部の構造形式は、第1007回審査会合における指摘事項「1,2号取水路及び1,2号放水路直上の埋戻土について、確実な止水性を確保するための対策の必要性」について検討した結果、鋼製壁部をセメント改良土による堤体構造に設計変更することを第1032回審査会合において説明した。
- 1,2号取水路及び1,2号放水路については、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合に耐震裕度が小さくなるため、当該構造物の補強等の対策を検討しており、具体的な補強等の対策の検討方針は、以下のとおりである。
  - 1,2号取水路は、頂版及び側壁の後施工せん断補強筋及び躯体の増厚による補強を検討している。
  - 1,2号放水路は、放水路下部を置換コンクリートに置き換えた後に、通水断面の構造寸法を変更せずに再構築することを検討している。
- 1,2号取水路及び1,2号放水路は、防潮堤の下部を横断することから、主たる外部事象である基準地震動 $S_s$ に対する波及的影響評価を行う。

# 補足説明資料1 防潮堤の設計変更について

## 1.2 1,2号取水路の構造変更について

○ 1,2号取水路横断範囲の防潮堤について、設計変更前後の構造概要図を以下に示す。

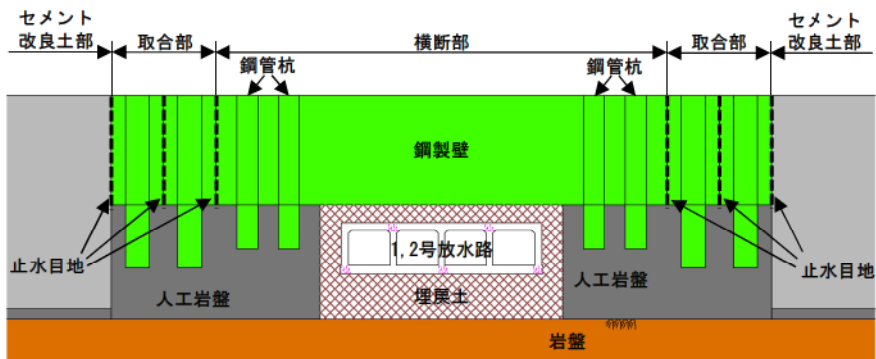
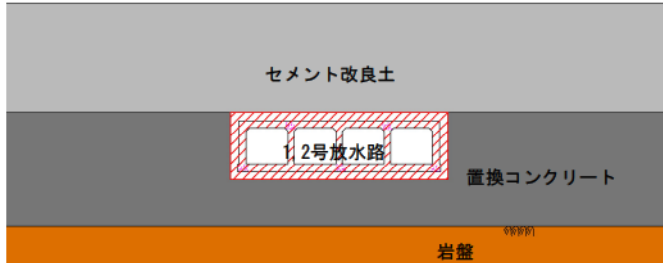
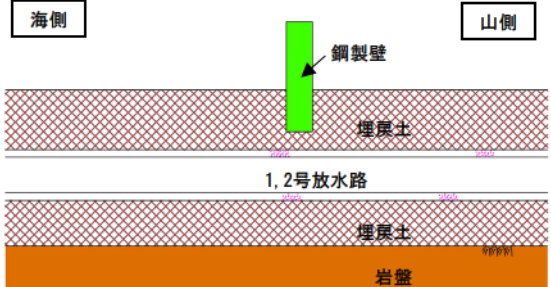
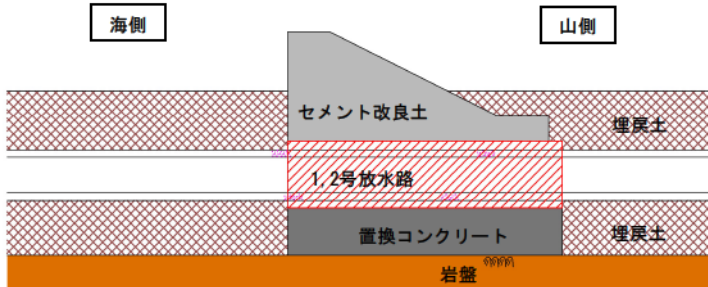
項目	鋼製壁(設計変更前)	セメント改良土(設計変更後)
正面図  構造概要図 (1,2号取水路)		
断面図		

※置換コンクリートの高さ及び1,2号取水路の補強等の対策は検討中であり、今後変更の可能性がある。 113

# 補足説明資料1 防潮堤の設計変更について

## 1.3 1,2号放水路の構造変更について

○ 1,2号放水路横断範囲の防潮堤について、設計変更前後の構造概要図を以下に示す。

項目	鋼製壁(設計変更前)	セメント改良土(設計変更後)
正面図  構造概要図 (1,2号放水路)		
断面図		

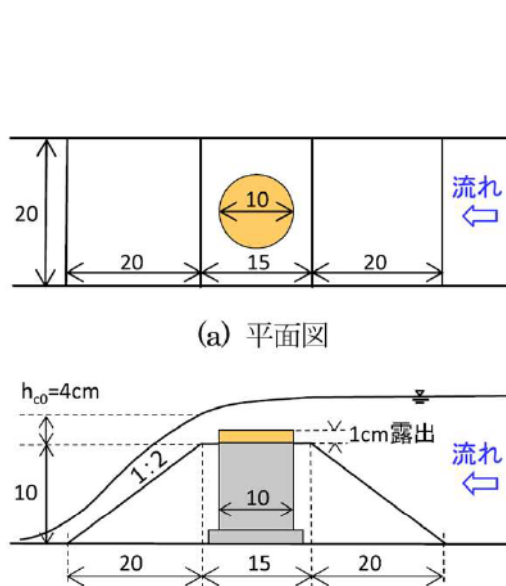
※置換コンクリートの高さ及び1,2号放水路の補強等の対策は検討中であり、今後変更の可能性がある。 114



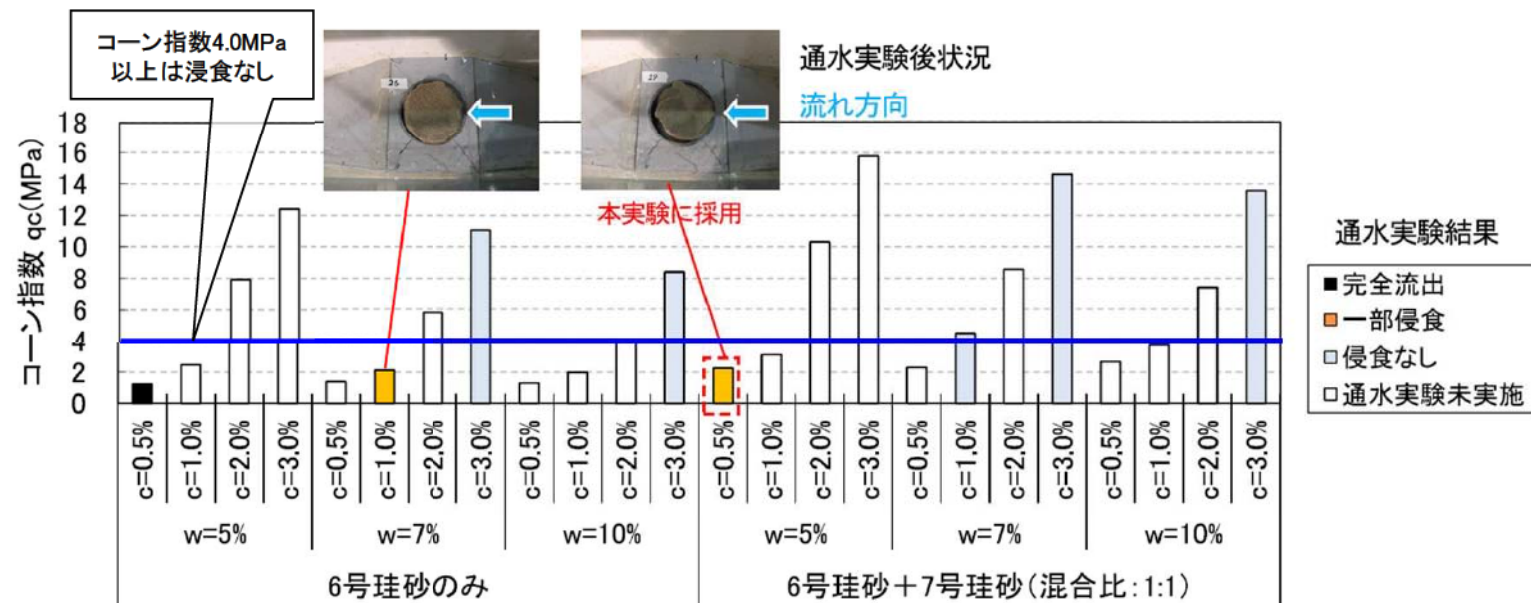
本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
<b>補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について</b> .....	<b>115</b>
補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....	117

## 補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について

- セメント改良土は、前頁に記載の仕様を満足する材料を生コンクリート製造設備と同様の設備で製造し、解析物性値以上の強度を確保する品質管理を行う。
- セメント改良土は、下記の理由から、繰り返し来襲する津波による浸食及び洗掘に対する抵抗性がある。
  - 「貧配合セメント混合土を用いた海岸堤防の粘り強さに関する実験的研究(本田ほか, 土木学会論文集B2(海岸工学), 2014)」によると、コーン指数が大きいケース( $q_c=4.0\text{MPa}$ 以上)で試験体の浸食はまったく見られなかったこと。
  - 越流により浸食しない強度であるコーン指数 $q_c=4.0\text{MPa}$ は、一軸圧縮強度 $q_u=q_c/5=0.8\text{MPa}$  ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )相当であり、セメント改良土の解析用物性値は $q_u=6.5\text{N}/\text{mm}^2$ と大きいこと(コーン指数と一軸圧縮強度は、「地盤調査の方法と解説(地盤工学会, 2004)」に基づき算出)。



通水試験装置



実験結果(一部追記)

(「貧配合セメント混合土を用いた海岸堤防の粘り強さに関する実験的研究(本田ほか, 土木学会論文集B2(海岸工学), 2014)」に一部加筆)

本日の説明主旨 .....	3
今後の説明内容及び説明スケジュール .....	4
指摘事項に対する回答 .....	5
【本編資料】	
1. 概要 .....	24
2. 設置許可基準規則への適合性について .....	29
3. 防潮堤の設計に関する基本条件 .....	34
4. 防潮堤(標準部)の設計方針 .....	69
5. 止水目地の設計方針 .....	90
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針 .....	102
7. 構造等に関する先行炉との比較 .....	108
補足説明資料1 防潮堤の設計変更について .....	111
補足説明資料2 防潮堤の浸食及び洗掘に対する抵抗性について .....	115
<b>補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて .....</b>	<b>117</b>



## 補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて

### 3.1 防潮堤を横断する構造物(1/2)

- 防潮堤内及び直下を横断する構造物は、設置状況や地震に対する評価状況から、当該構造物の損傷による防潮堤機能への影響の有無を確認する。
- 対象となる構造物は、1,2号取水路、1,2号放水路、3号取水路、3号放水路並びに構内排水設備である。
- 防潮堤を横断する構造物以外の波及的影響評価を与える構造物は、「上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討(第4条)」において選定する。

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

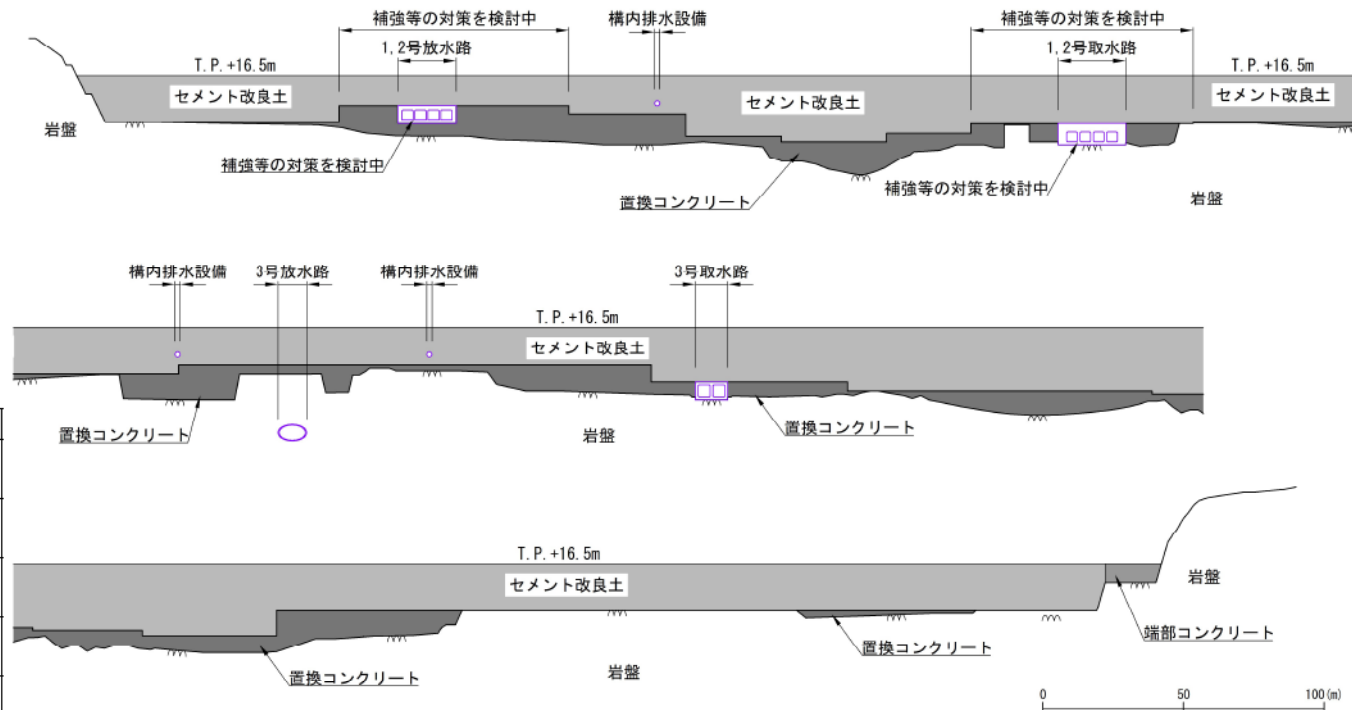
# 補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて

## 3.1 防潮堤を横断する構造物(2/2)

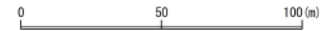
○ 防潮堤を横断する構造物は、3号放水路を除き、防潮堤内又は置換コンクリート内に設置される。



□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



防潮堤設置位置における縦断面図



構造物名	設置状況	構造形式	その他
1,2号取水路	岩盤上	鉄筋コンクリート造	補強等の対策を検討中
1,2号放水路	防潮堤内又は置換コンクリート内	鉄筋コンクリート造	再構築を検討中
3号取水路	岩盤上	鉄筋コンクリート造	—
3号放水路	岩盤トンネル	鉄筋コンクリート造	—
構内排水設備	検討中	検討中	新設予定

# 補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて

## 3.2 各構造物の要求機能と影響評価方針(1/2)

- 泊3号炉新規規制基準適合性審査において、防潮堤を横断する構造物に対する評価方針は下記のとおりである。
  - 1,2号取水路及び1,2号放水路は、防潮堤の下部又は内部を横断するため、防潮堤の間接支持構造物としての機能を有することを評価する。
  - 3号取水路は、設計基準対象施設であり、通水機能及び貯水機能を有すること、並びに防潮堤の下部を横断するため、防潮堤の間接支持構造物としての機能を有することを評価する。
  - 構内排水設備は、防潮堤の内部に設置する排水管に間接支持機能を期待するものではないことから、排水管の損傷による波及的影響を考慮すべき施設として評価する。
- 各構造物は、基準地震動Ssに対して間接支持機能を維持し、防潮堤機能(止水性)へ影響がないことを確認する。
- なお、3号放水路は、岩盤内に構築され、十分な厚さ(構造物上面から岩盤上面までの離隔)が確保されているため、損傷による防潮堤への影響はないことから、評価の対象としない。

構造物名	設置状況	防潮堤機能を確保するための要求性能と評価方針	防潮堤機能(止水性)への影響の有無
1,2号取水路	岩盤上	基準地震動Ssに対して防潮堤の間接支持機能を維持すること。	無 (地震により損傷しないように補強する)
1,2号放水路	防潮堤内又は置換コンクリート内	基準地震動Ssに対して防潮堤の間接支持機能を維持すること。	無 (地震により損傷しないように再構築する)
3号取水路	岩盤上	基準地震動Ssに対して防潮堤の間接支持機能を維持すること。	無 (地震による損傷の有無を確認し、必要に応じて補強等を実施する)
3号放水路	岩盤トンネル	岩盤内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から岩盤上面までの離隔)が確保されていることから、損傷による防潮堤への影響はない。	無
構内排水設備	検討中	基準地震動Ssに対して損傷しないこと。	無 (地震により損傷しないように設置する)



# 補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて

## 3.2 各構造物の要求機能と影響評価方針(2/2)

○ 防潮堤を横断する構造物の要求性能と評価方針について、防潮堤の機能を確保するための観点と泊3号炉の新規制基準適合上の観点から整理した。

構造物名	防潮堤の機能を確保するための要求性能と評価方針	泊3号炉の新規制基準適合上必要な各構造物の要求性能と評価方針	説明時期
1,2号取水路	基準地震動Ssに対して防潮堤の間接支持機能を維持すること。	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置変更許可段階における「上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討(第4条)」において、各構造物が間接支持機能を有することを説明する。</li> <li>設計及び工事計画認可段階における各構造物の耐震計算書において、水路の健全性の評価結果を説明する。</li> </ul>
1,2号放水路	基準地震動Ssに対して防潮堤の間接支持機能を維持すること。	—	
3号取水路	基準地震動Ssに対して防潮堤の間接支持機能を維持すること。	基準地震動Ssに対する構造健全性評価により、3号取水路が通水機能(第4条)、貯水機能(第5条)を確保することを確認する。	設計及び工事計画認可段階における「取水路の耐震計算書」において、水路の健全性の評価結果を説明する。
3号放水路	岩盤内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から岩盤上面までの離隔)が確保されていることから、損傷による防潮堤への影響はない。	—	—
構内排水設備※	基準地震動Ssに対して損傷しないこと。	基準地震動Ssに対する構造健全性評価により、構内排水設備が排水機能を維持することを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置変更許可段階における「上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討(第4条)」において、評価方針を説明する。</li> <li>設計及び工事計画認可段階における「波及的影響を及ぼすおそれがある施設の耐震性についての計算書」において、構内排水設備のうち排水管の健全性の評価結果を説明する。</li> </ul>

※構内排水設備のうち防潮堤内部を横断する排水管が対象である。構内排水設備の構造は「屋外排水路に関する設計方針について(第5条)」で説明する。

# 補足説明資料3 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて

## 3.3 各水路の既設施工目地と防潮堤の位置

- 新設する防潮堤と各水路の既設施工目地の位置を以下に示す。
- 各水路の補強等の対策は、各水路の既設施工目地と防潮堤の位置を考慮したうえで検討する。
  - 1,2号取水路は、既設施工目地を防潮堤が跨ぐため、防潮堤の上載荷重による45度の影響範囲を補強する。
  - 1,2号放水路は、防潮堤による上載荷重の影響を考慮し、防潮堤より外側に新たに施工目地を設置し、その区間を再構築する。
  - 3号取水路は、既設施工目地を跨ぐが、防潮堤の上載荷重による45度の範囲から既設施工目地までの範囲において水路の損傷がないことを確認する。

