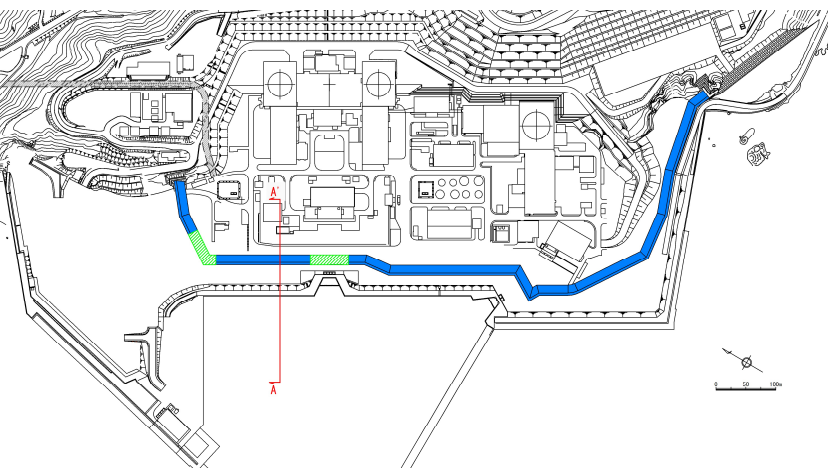


3. 防潮堤の概要

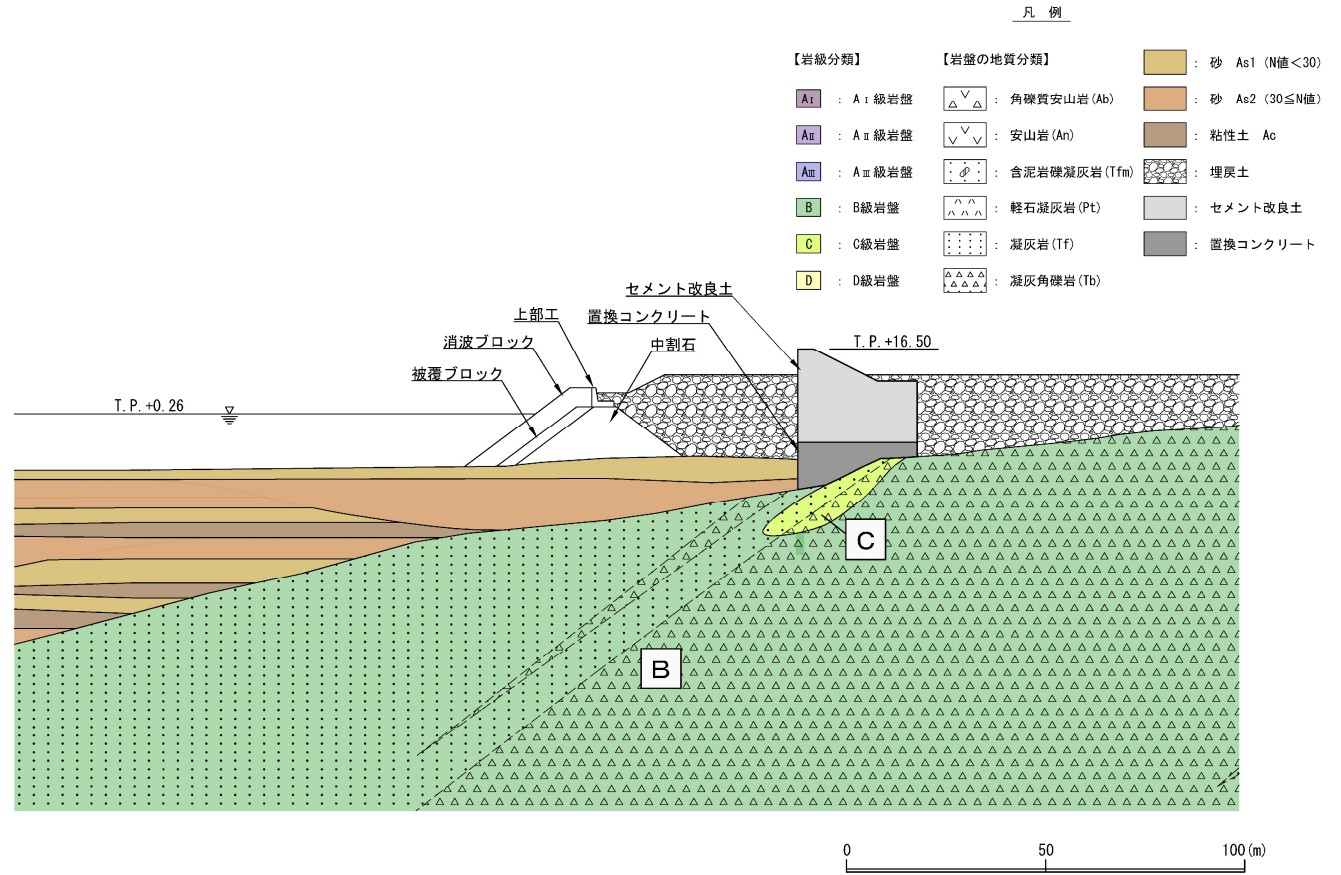
3.3 防潮堤設置位置の地質構造 (4/9)

第1032回審査会合
資料2 p.62 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (A-A' 断面) を以下に示す。



断面位置図



地質断面図 (A-A')

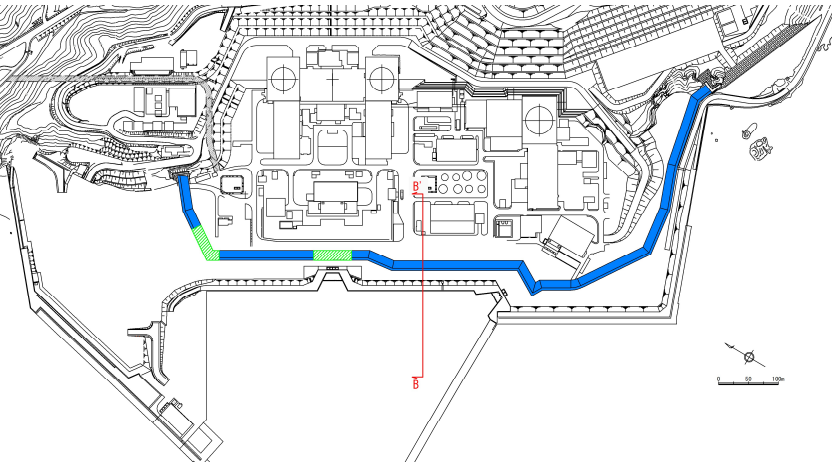
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

3. 防潮堤の概要

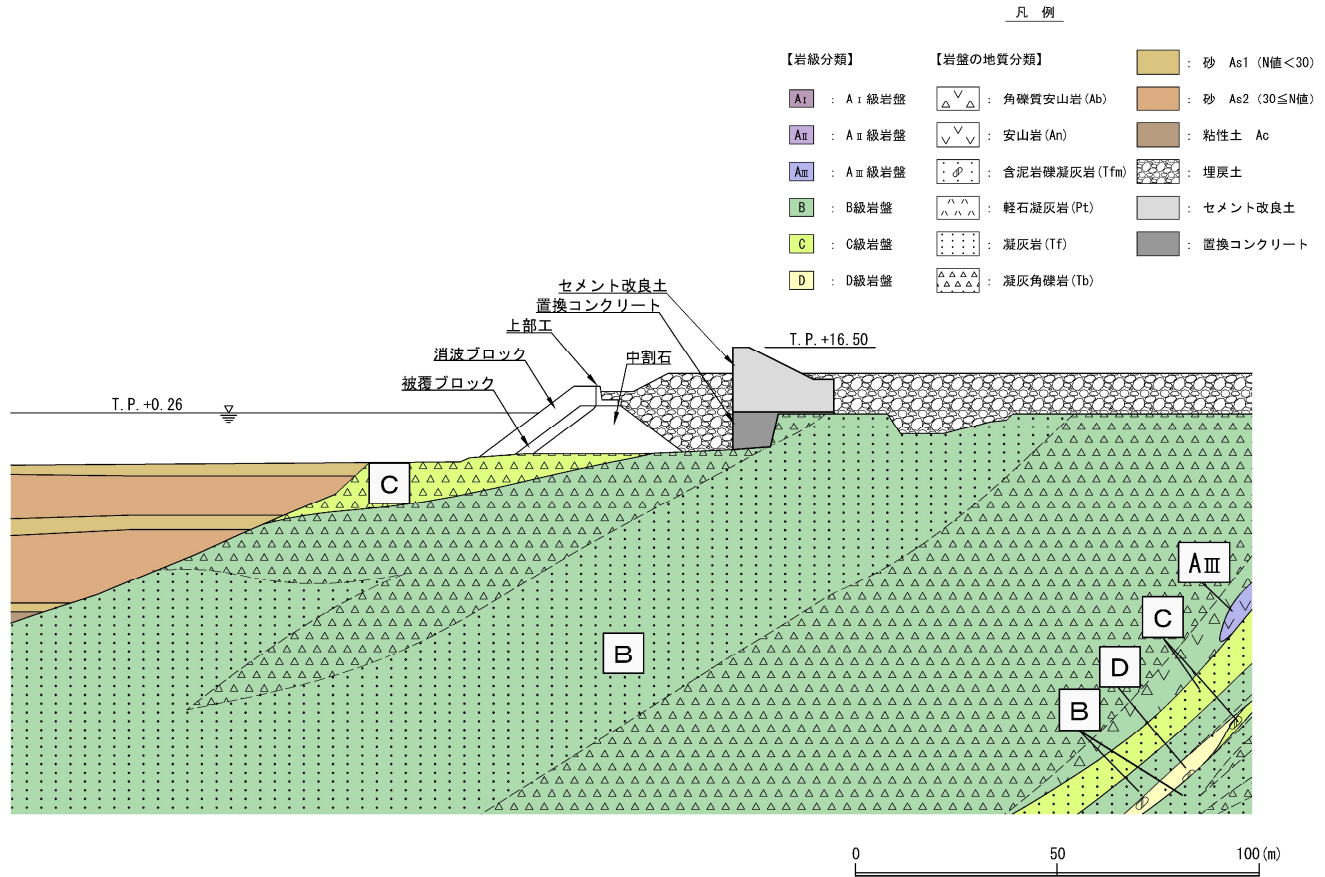
3.3 防潮堤設置位置の地質構造 (5/9)

第1032回審査会合
資料2 p.63 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (B-B' 断面) を以下に示す。



断面位置図



地質断面図 (B-B')

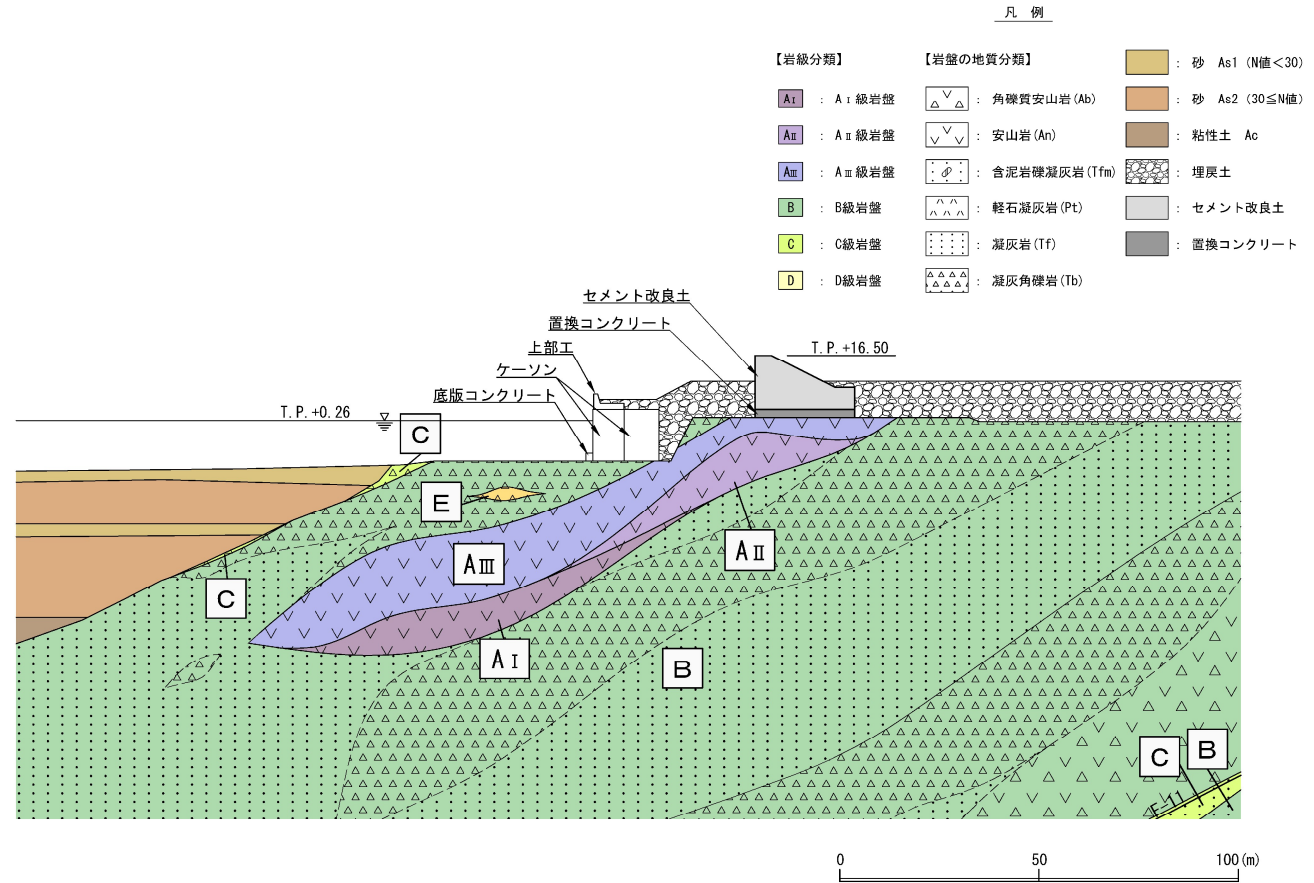
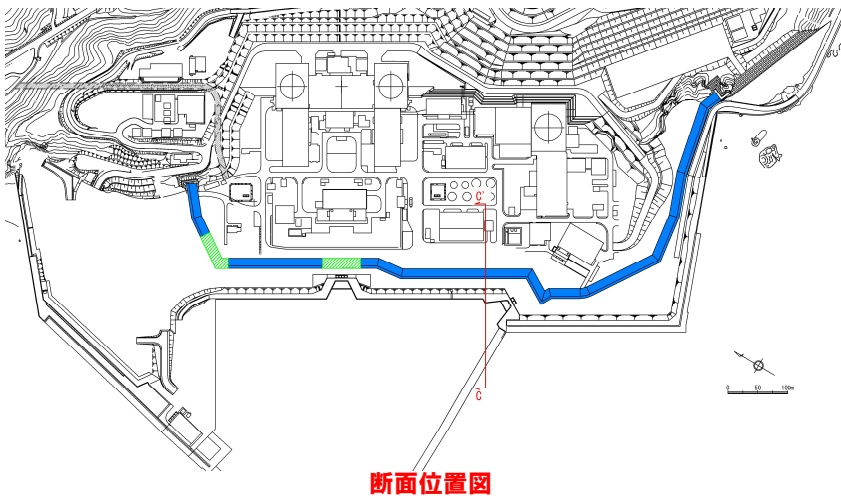
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

3. 防潮堤の概要

3.3 防潮堤設置位置の地質構造 (6/9)

第1032回審査会合
資料2 p.64 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (C-C' 断面) を以下に示す。



地質断面図 (C-C')

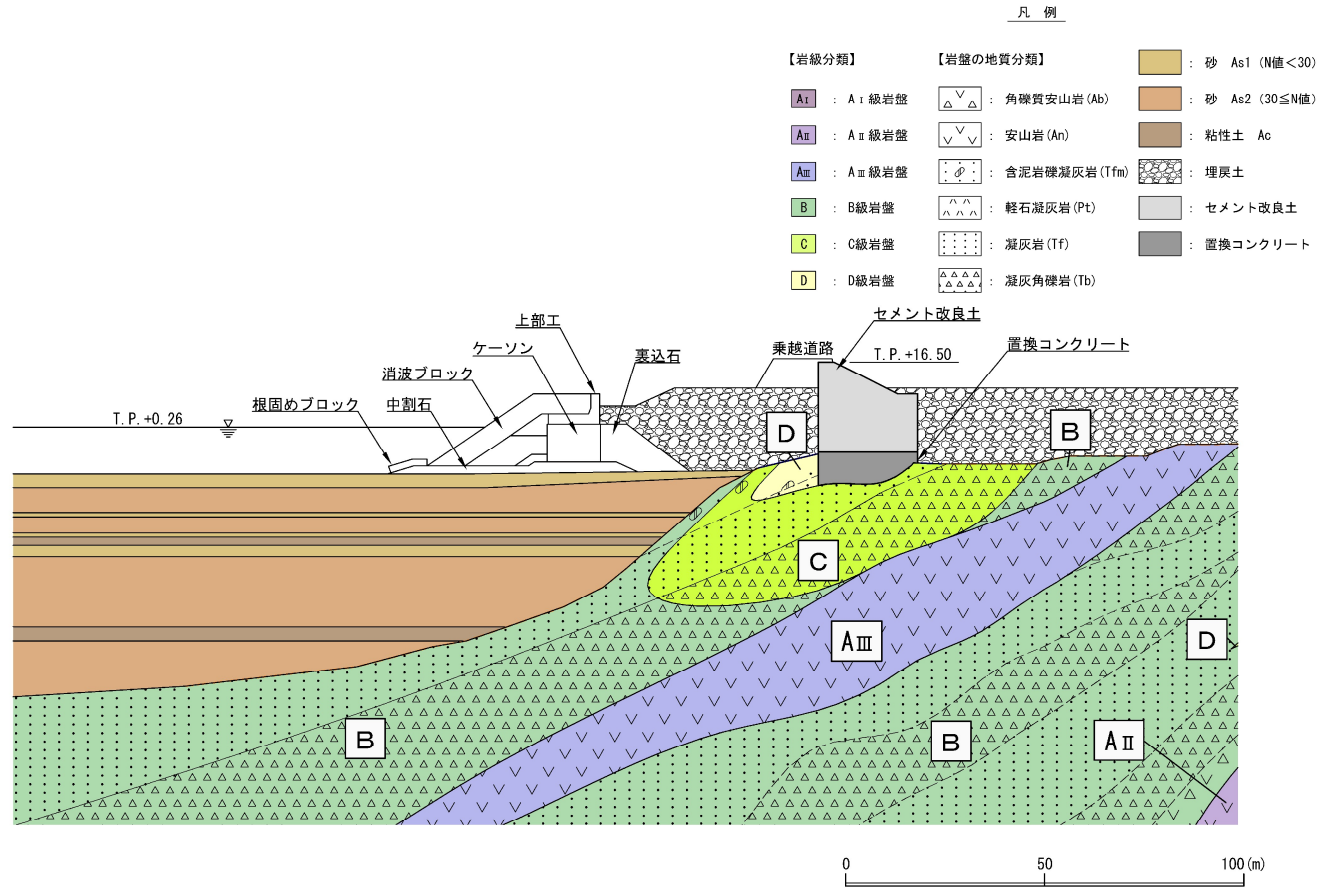
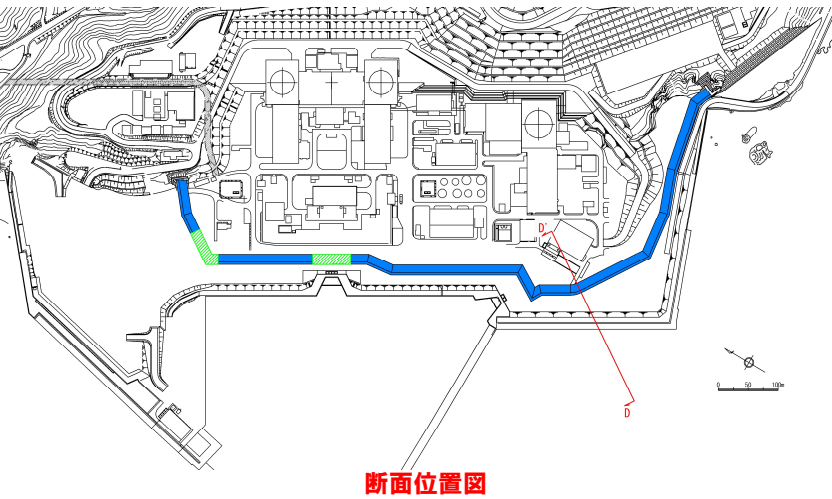
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

3. 防潮堤の概要

3.3 防潮堤設置位置の地質構造 (7/9)

第1032回審査会合
資料2 p.65 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (D-D' 断面) を以下に示す。



地質断面図 (D-D')

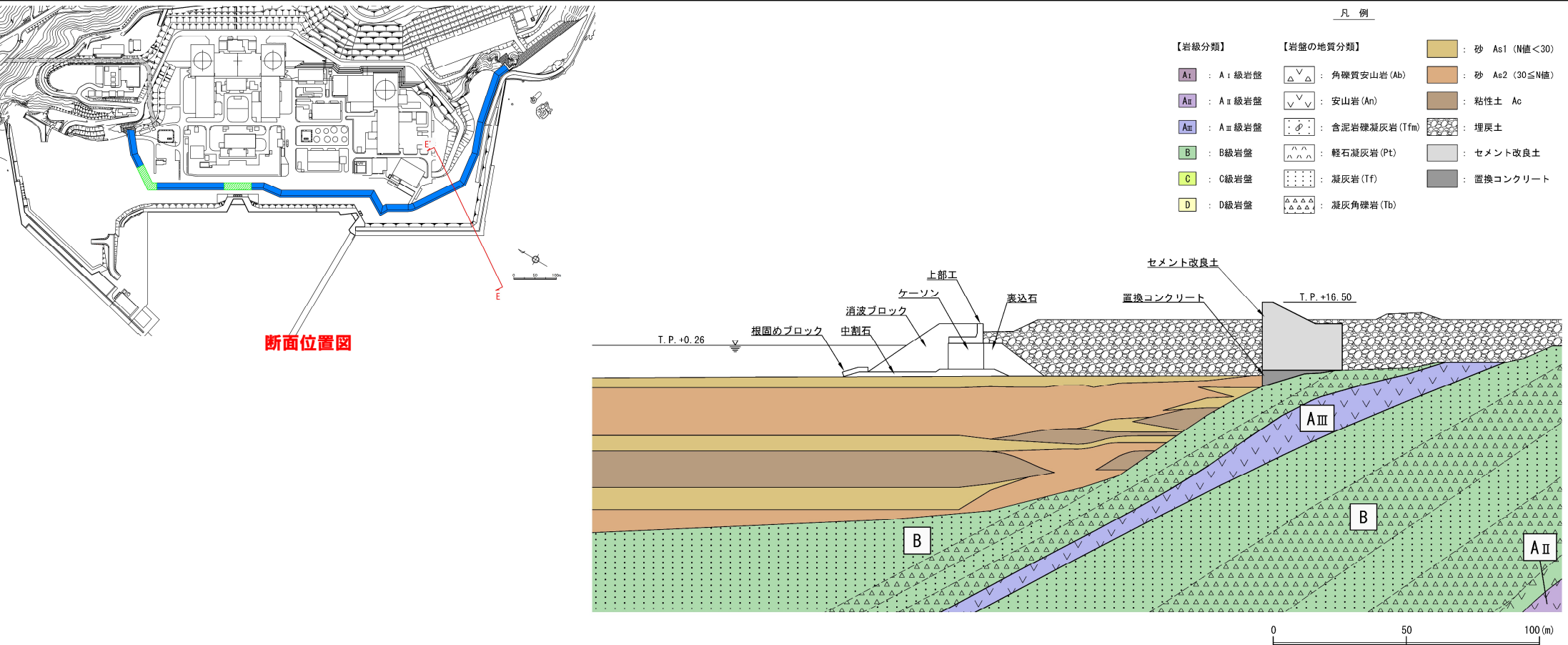
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

3. 防潮堤の概要

3.3 防潮堤設置位置の地質構造 (8/9)

第1032回審査会合
資料2 p.66 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (E-E' 断面) を以下に示す。



地質断面図 (E-E')

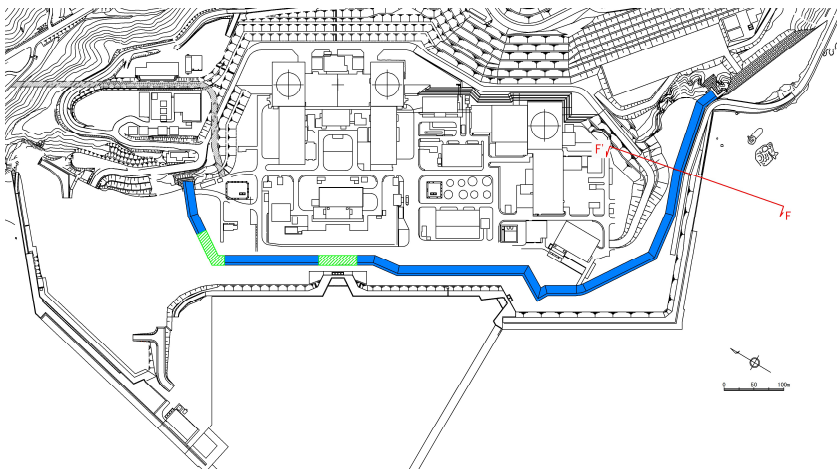
※置換コンクリートの高さは、岩盤不陸及び岩盤傾斜を踏まえて検討中であり、今後変更の可能性がある。

3. 防潮堤の概要

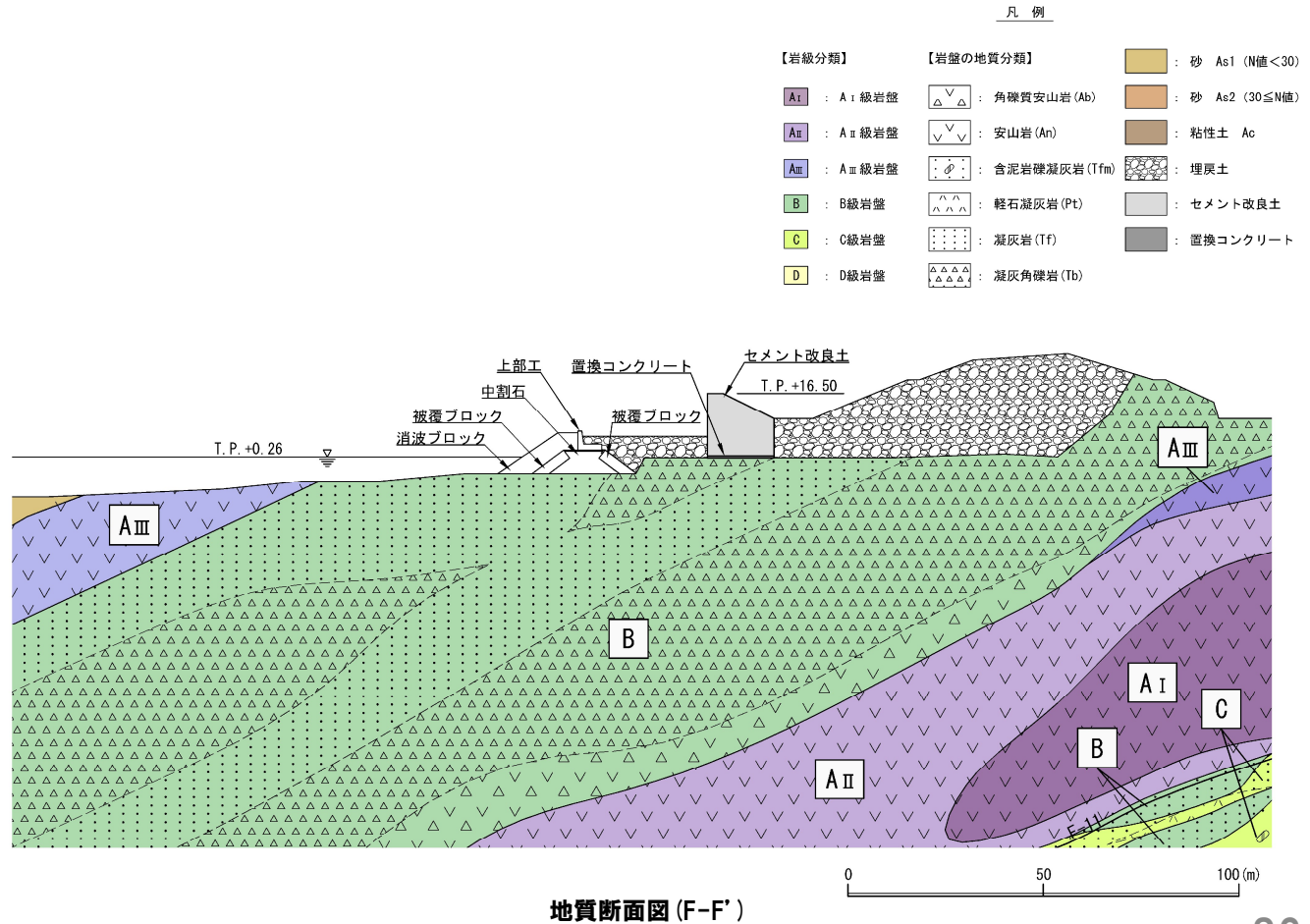
3.3 防潮堤設置位置の地質構造 (9/9)

第1032回審査会合
資料2 p.67 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図 (F-F' 断面) を以下に示す。



断面位置図



地質断面図 (F-F')

※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. 基本設計方針

1. 概要	49
2. 設置許可基準規則への適合性について	60
3. 防潮堤の概要	70
4. 基本設計方針	84
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	96
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	104
7. 構造等に関する先行炉との比較	110
補足説明資料1 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて	113
参考資料 他条文からの防潮堤平面線形形状(海側形状)への影響について	117

4. 基本設計方針

4.1 防潮堤に関する要求機能と設計評価方針

第1032回審査会合
資料2 p.71 加筆・修正
(本頁のみ加筆・修正箇所は紫字)



○ 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>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p> <p>5.1 津波防護施設的设计</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。</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通しを得るため、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、ハサード)が考慮され、合理的な頻度、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>基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド</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、基準地震動Ss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、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物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、基準地震動Ss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、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防潮堤間は、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>・防潮堤は基準地震動Ssに対し、</p> <p>⑥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防潮堤間は、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。とともに、十分に低い透水性の材料とすること、また防潮堤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、基準地震動Ss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、また防潮堤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>	セメント改良土	すべり安全率	すべり安全率	すべり破壊する状態 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	「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。
						置換コンクリート	すべり安全率	すべり安全率	すべり破壊する状態 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	「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。
						置換コンクリート	支圧力*	弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定」を踏まえた短期許容応力度とする。	
						止水目地	変形・水圧	有意な漏えいに至る変形・水圧	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。	
地盤	岩盤	支持力	鉛直支持機能を喪失する状態	「道路橋示方書・同解説(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。						

※セメント改良土から置換コンクリートに伝達される支圧力を評価する

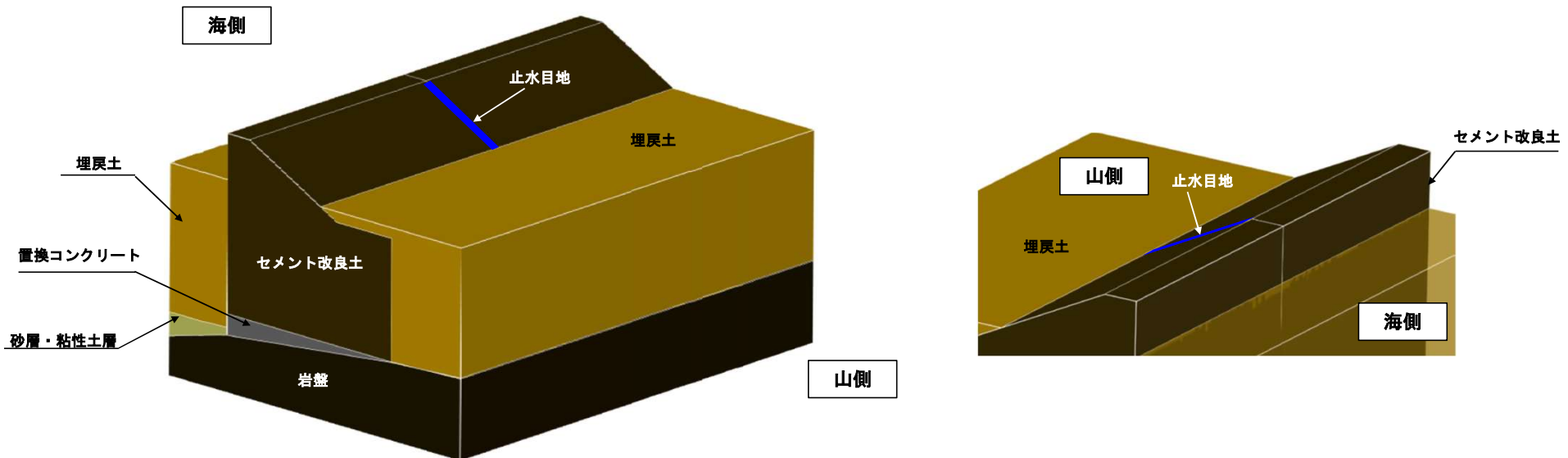
4. 基本設計方針

4.2 防潮堤を構成する各部材の仕様

第1032回審査会合
資料2 p.72 加筆・修正

- 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。
- 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
【施設】		
1	セメント改良土	(検討中)
2	止水目地	(検討中)
3	置換コンクリート	無筋コンクリート(検討中)



4. 基本設計方針

4.3 荷重の組合せについて

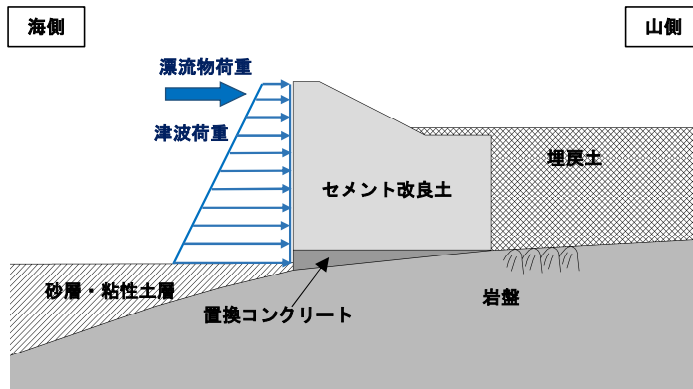
第1032回審査会合
資料2 p.74 加筆・修正

- 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。
- 津波時の検討においては、基準地震動 S_s による影響を考慮したうえで評価する。
- なお、設計及び工事計画認可段階において漂流物荷重が変更となった場合に、漂流物防護工が必要となる可能性があることから、設置変更許可段階において、保守的に漂流物防護工の荷重を見込んだ構造成立性評価を実施する。

検討ケース	荷重の組合せ ^{※1}
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時 ^{※2}	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物荷重
重畳時 ^{※2} (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。



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

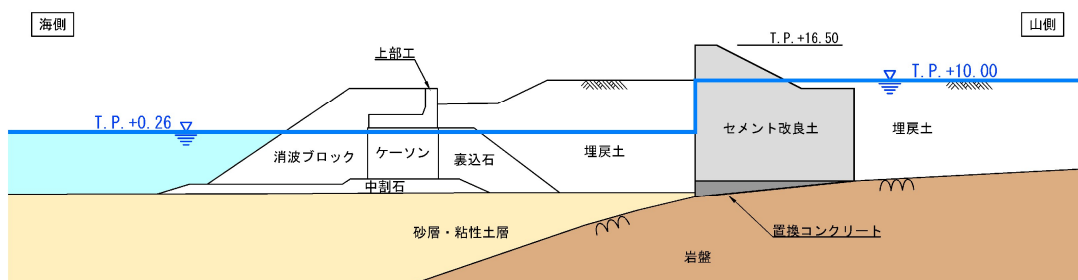
4. 基本設計方針

4.4 地下水位の設定方針

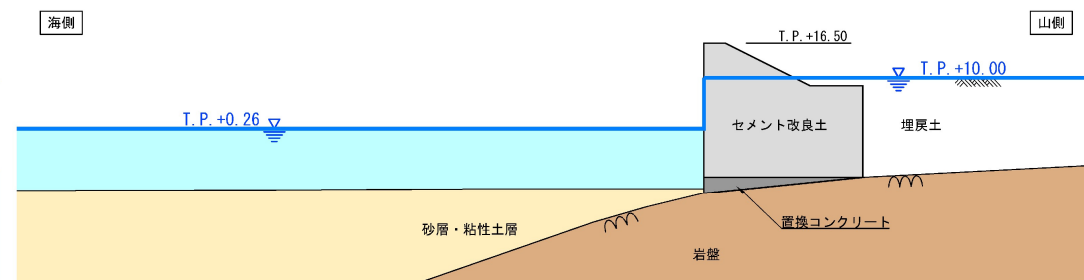
第1032回審査会合
資料2 p.75 加筆・修正

- 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。

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 (実地盤)



地下水位の設定 (前面護岸及び埋戻土がない状態)

4. 基本設計方針

4.5 解析用物性値の設定方針 (セメント改良土)

第1032回審査会合
資料2 p.77 加筆・修正



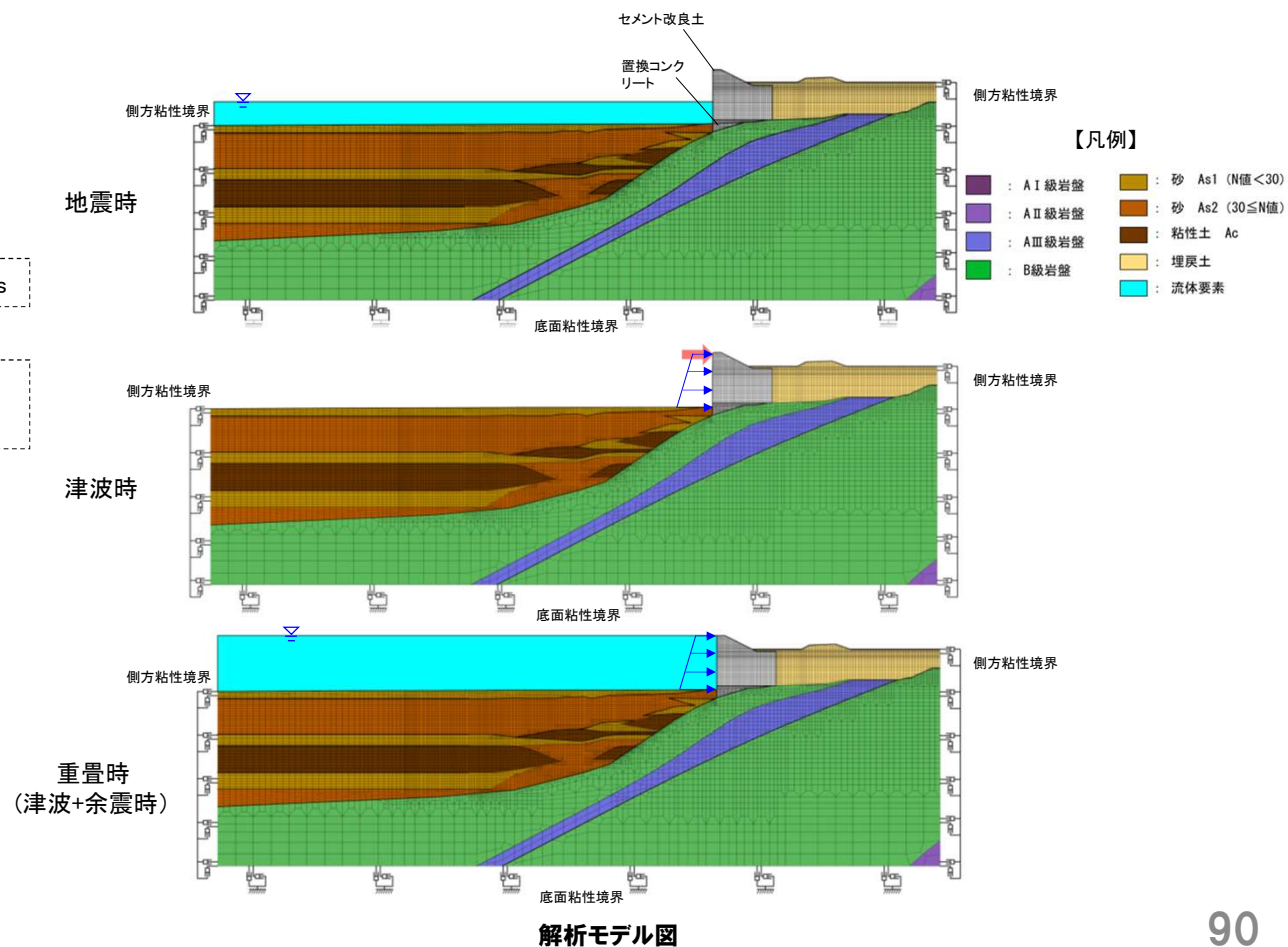
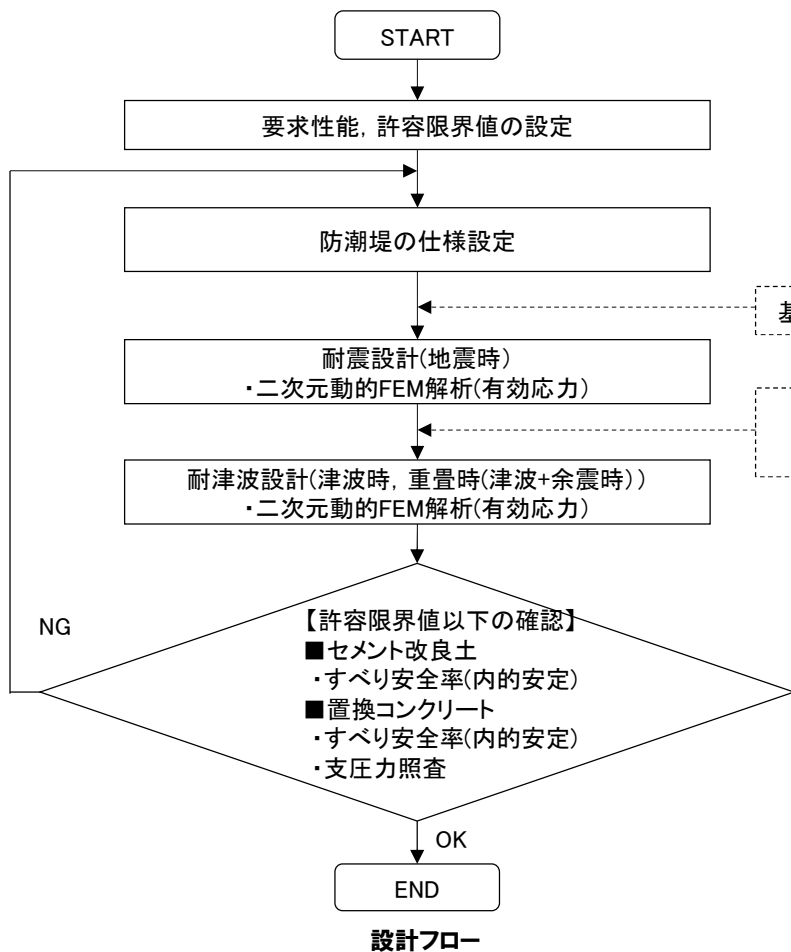
- セメント改良土部は、発電所構内の岩盤から採取して所定の粒径以下に破碎し、破碎した材料にセメント及び水等を混合して構築する。
- セメント改良土の品質は、発電所構内で採取する材料の物理的性質に影響されることを想定している。
- セメント改良土の配合は、設計で想定する品質のばらつきを考慮したうえで、解析用物性値を満足する配合を検討する。
- **設置変更許可段階で、セメント改良土の室内配合試験結果を踏まえ、文献から設定した解析用物性値を満足していることを説明する。**
- 今後、設計及び工事計画認可段階で品質管理方針を示したうえで、所定の物性値が確保されていることを施工時の品質管理で確認する。

構築材料		規格
セメント		詳細検討中(今後、詳細な仕様を解析用物性値の中で説明する)
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)	ふるい(9.5mm)を通過する材料
	粗骨材(9.5～37.5mm)	ふるい(37.5mm)を通過するように破碎し、ふるい(9.5mm)に留まる材料
混和剤		詳細検討中(今後、詳細な仕様を解析用物性値の中で説明する)

4. 基本設計方針

4.6 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。



4. 基本設計方針

4.7 防潮堤の設計方針の概要 (1/3) (セメント改良土)

○ セメント改良土の役割と設計方針の概要は、以下のとおりである。

- セメント改良土は、想定される津波高さに余裕を考慮した防潮堤高さを維持し、地震時、津波時、重畳時（津波+余震時）の荷重に対して損傷せず難透水性を保持する。
- 地盤と施設を連成した2次元FEM解析を実施する。
- 2次元FEM解析の実施に当たっては、地下水位と地盤の関係及び地形を勘案し、有効応力解析を用いる。

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
セメント改良土	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率1.2以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド
	津波時				
	重畳時 (津波+余震時)				

4. 基本設計方針

4.7 防潮堤の設計方針の概要(2/3) (置換コンクリート)

○ 置換コンクリートの役割と設計方針の概要は、以下のとおりである。

- 置換コンクリートは、岩盤傾斜及び不陸を整正し、セメント改良土を鉛直支持するものであり、コンクリートの物性値を期待して基礎地盤のすべり安定性を確保する。
- また、想定される津波高さに余裕を考慮した防潮堤高さを維持し、地震時、津波時、重畳時(津波+余震時)の荷重に対して損傷せず難透水性を保持する。
- 地盤と施設を連成した2次元FEM解析を実施する。
- 2次元FEM解析の実施に当たっては、地下水位と地盤の関係及び地形を勘案し、有効応力解析を用いる。

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
置換コンクリート	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	支圧力	許容支圧応力度	コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木学会, 2002年制定)
	津波時				
	重畳時 (津波+余震時)		すべり安全率	すべり安全率1.2以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド

4. 基本設計方針

4.7 防潮堤の設計方針の概要 (3/3) (岩盤)

○ 岩盤の役割と設計方針の概要は、以下のとおりである。

- 岩盤は、セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持し、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。
- 岩盤に対する評価は、『基礎地盤の安定性評価』で説明する。

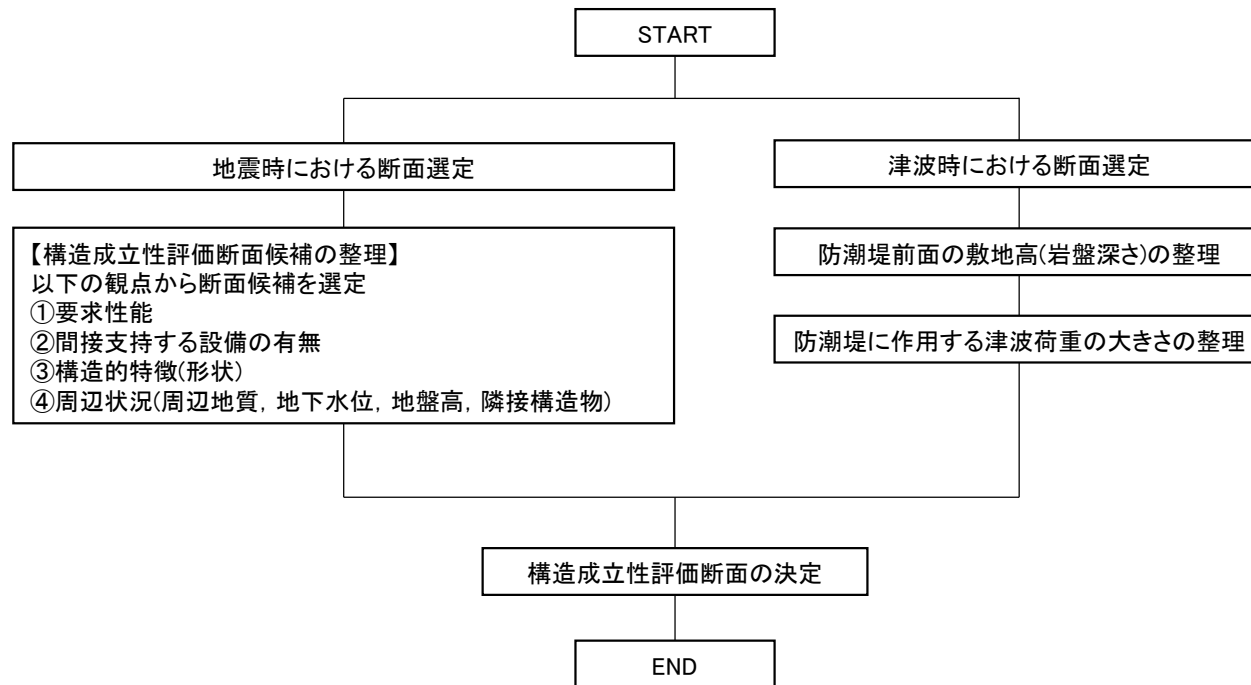
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
岩盤	地震時			『基礎地盤の安定性評価』にて説明	
	津波時				
	重畳時 (津波+余震時)				

4. 基本設計方針

4.8.1 構造成立性評価断面選定フロー

第1032回審査会合
資料2 p.68 再掲

- 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。
- 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. 基本設計方針

4.8.2 構造成立性評価断面選定の観点

第1032回審査会合
資料2 p.69 加筆・修正



○ 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"> 止水性 	<ul style="list-style-type: none"> 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
②間接支持する設備の有無		<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 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
③構造的特徴(形状)		<ul style="list-style-type: none"> 線状構造物 防潮堤の形状が異なる 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートの形状が異なるため、候補断面の選定が必要である
④周辺状況	周辺地質	<ul style="list-style-type: none"> 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 断面位置により岩盤深さが異なる 周辺に液状化対象層(埋戻土・砂層)が分布している 	<ul style="list-style-type: none"> 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
	地下水位	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤から海側は、朔望平均満潮位(T.P.+0.26m) 防潮堤から山側は、地表面(T.P.+10.0m) 	<ul style="list-style-type: none"> 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
	現地盤高	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤から山側はT.P.+10.0m 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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。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、候補断面の選定が必要である
	隣接構造物	<ul style="list-style-type: none"> 道路盛土(埋戻土) 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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 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

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

1. 概要	49
2. 設置許可基準規則への適合性について	60
3. 防潮堤の概要	70
4. 基本設計方針	84
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	96
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	104
7. 構造等に関する先行炉との比較	110
補足説明資料1 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて	113
参考資料 他条文からの防潮堤平面線形形状(海側形状)への影響について	117

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.1 防潮堤に作用する荷重と部位の役割の概要

第1032回審査会合
資料2 p.81 加筆・修正



- 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。

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.1 地震時 (1/2)

第1032回審査会合
資料2 p.82 加筆・修正

- 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

地震荷重



地震荷重



セメント改良土

埋戻土

慣性力

地震時土圧

滑動力

抵抗力

地震時土圧

埋戻土

砂層・粘性土層

置換コンクリート

岩盤

砂層・粘性土層

置換コンクリート

岩盤

地盤反力

鉛直支持力

変形モード
(防潮堤に生じる変位は小さい)

荷重図

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.1 地震時 (2/2)

第1032回審査会合
資料2 p.83 加筆・修正



○ 地震時において、各部位は地震荷重に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、以下の役割を有する。

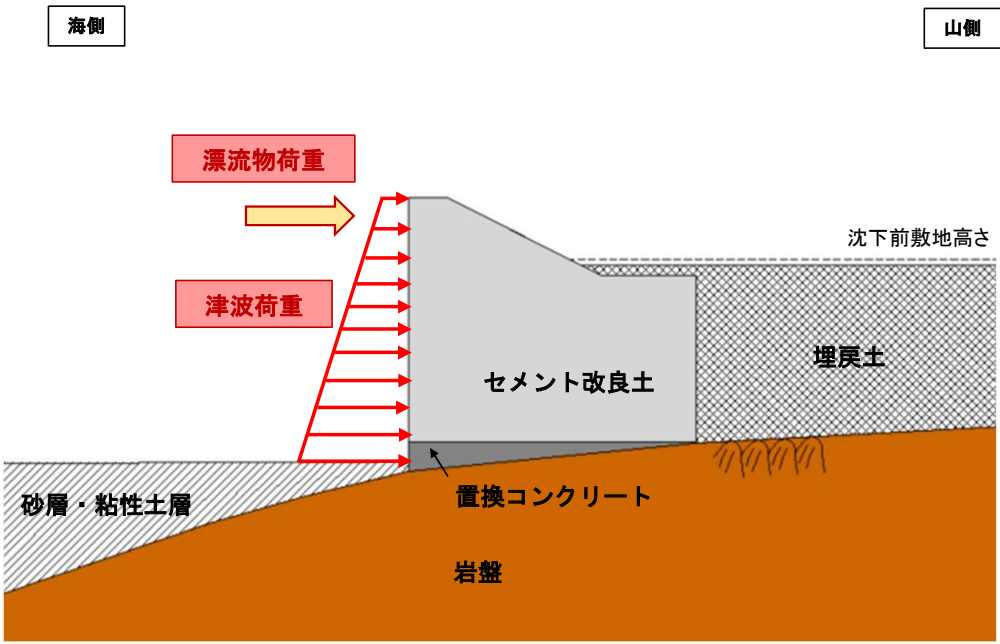
	部位の名称	役割
施設	セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 止水目地を支持する。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間の変位に追従する。
	置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 セメント改良土を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 基礎地盤のすべり安定性を確保する。
地盤	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 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。

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

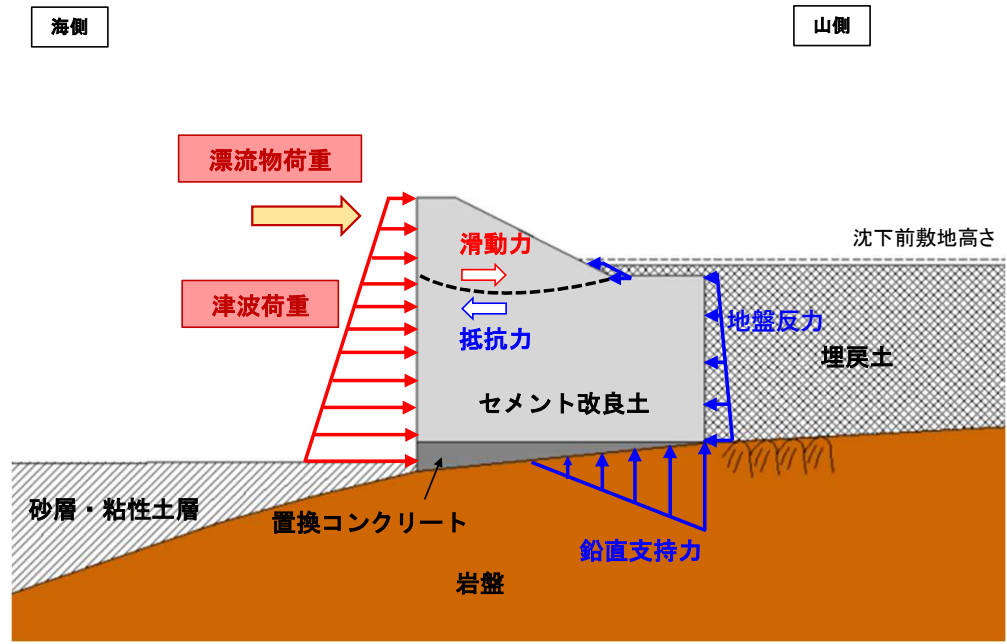
5.2.2 津波時 (1/2)

第1032回審査会合
資料2 p.84 加筆・修正

- 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 による沈下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

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.2 津波時 (2/2)

第1032回審査会合
資料2 p.85 加筆・修正

○ 津波時において、各部位は津波荷重及び漂流物荷重に対して、以下の役割を有する。

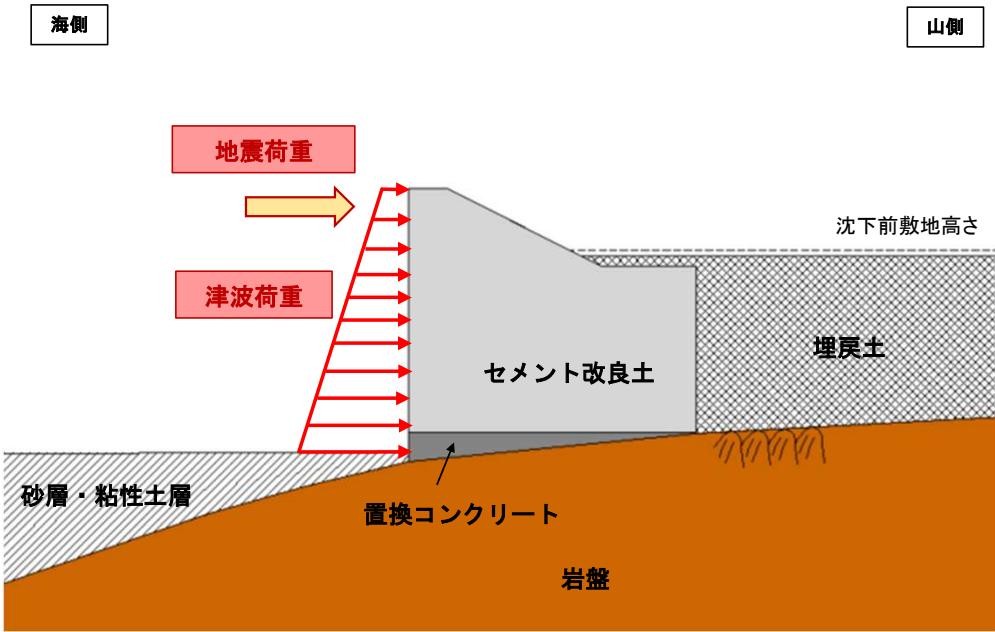
	部位の名称	役割
施設	セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 止水目地を支持する。 難透水性を有し、堤体により止水性を維持する。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する。
	置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 セメント改良土を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 難透水性を有し、堤体により止水性を維持する。
地盤	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

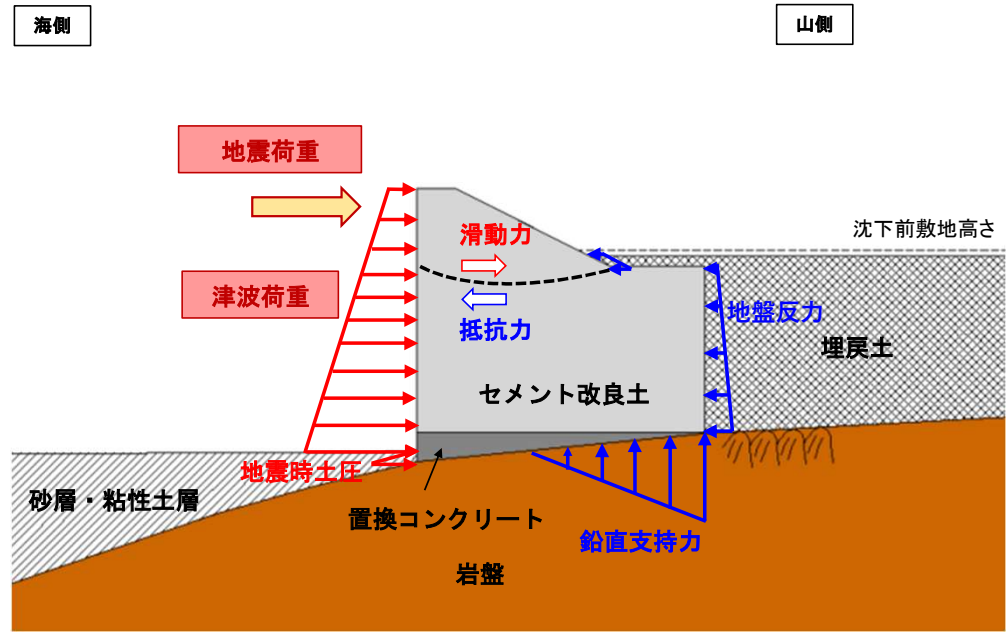
5.2.3 重畳時 (1/2)

第1032回審査会合
資料2 p.86 加筆・修正

- 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 による沈下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

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.3 重畳時 (2/2)

第1032回審査会合
資料2 p.87 加筆・修正

○ 重畳時 (津波+余震時) において、各部位は地震荷重及び地震後に来襲する津波に対して防潮堤の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、以下の役割を有する。

	部位の名称	役割
施設	セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 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維持する。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する。
	置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 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。 セメント改良土を鉛直支持する (下方の岩盤に荷重を伝達する)。 難透水性を有し、堤体により止水性を維持する。 基礎地盤のすべり安定性を確保する。
地盤	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 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。

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

1. 概要	49
2. 設置許可基準規則への適合性について	60
3. 防潮堤の概要	70
4. 基本設計方針	84
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	96
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	104
7. 構造等に関する先行炉との比較	110
補足説明資料1 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて	113
参考資料 他条文からの防潮堤平面線形形状(海側形状)への影響について	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。)

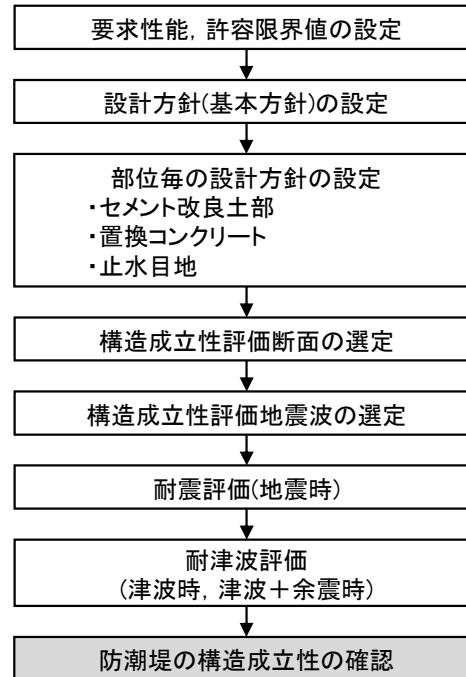
 : 本資料における確認項目(第4条・第5条)

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	<p>〈第4条・第5条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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維持する 	<p>〈第4条・第5条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>〈第4条・第5条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・セメント改良土間の変位に追従し、遮水性を保持する 	<p>〈第4条・第5条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>〈第4条・第5条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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維持する ・コンクリート強度を考慮して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。 	<p>〈第4条・第5条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・置換コンクリートの支圧力(2次元FEM解析) 《許容支圧応力度 \geq 支圧力》 ・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	<p>〈第3条1項〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<p>〈第3条〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、漂流物防護工の設置、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

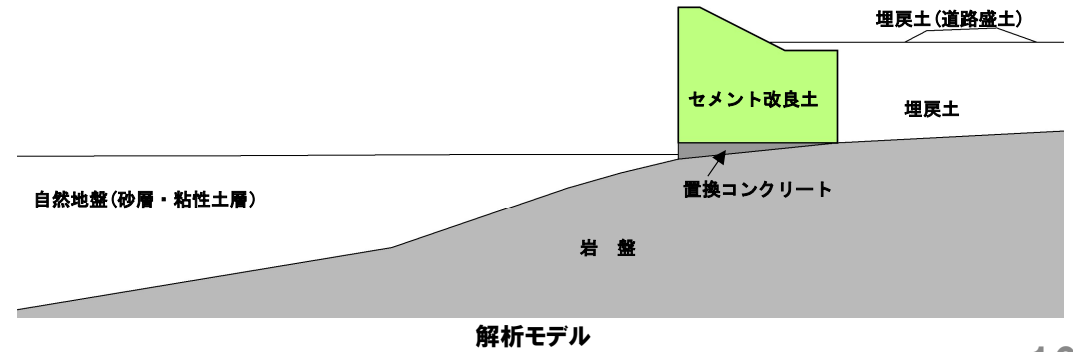
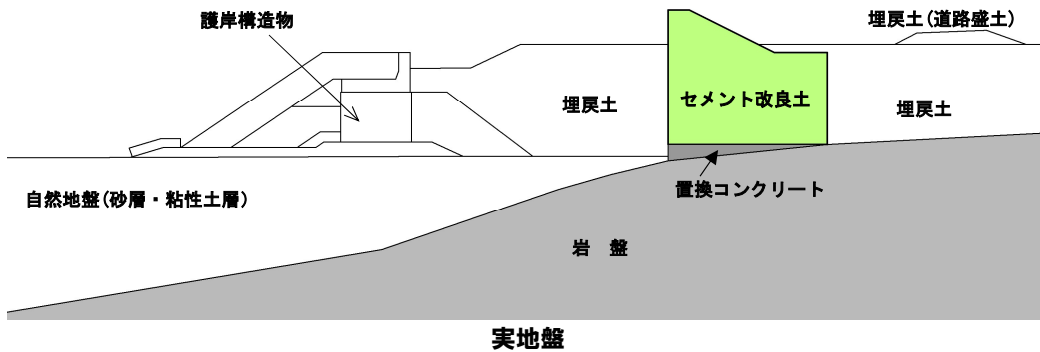
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針

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"> 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。 線状構造物であることから, 海山(弱軸)方向断面で評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	○
	地盤安定性 (第3条)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	—	— (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。



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"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 全基準地震動で実施。 	○
	地盤安定性 (第3条)	<ul style="list-style-type: none"> 全基準地震動で実施。 	—	— (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"> 解析方法の詳細は, 今後説明する。 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。 セメント改良土による支圧力が置換コンクリートの許容支圧応力度以下であることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 セメント改良土による支圧力が置換コンクリートの許容支圧応力度以下であることを確認する。 必要に応じて, より精緻な解析を実施する。 	○
地下水位		<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤から海側(T.P.+0.26m) 防潮堤から陸側(T.P.+10.0m 地表面) 	<ul style="list-style-type: none"> 左記に同じ 	○
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おいて決定した条件を反映する。)	<ul style="list-style-type: none"> 液状化の有無が構造成立性評価に与える影響を確認する。 有効応力解析で用いる液状化強度特性は, 設置許可段階の設定値を基本とする。 	○

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(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"> 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。 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。 <p>[剛性]</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析用物性値 <p>[強度]</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析用物性値※¹ 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 <p>[剛性]</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析用物性値, $\pm 1\sigma$※² <p>[強度]</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析用物性値※² 	○
防潮堤前面の既設護岸の扱い	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	○

※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、試験施工で得た物性値も追加で設定する。試験施工で得た物性値を用いる成立性評価は、代表ケースにて実施する。

7. 構造等に関する先行炉との比較

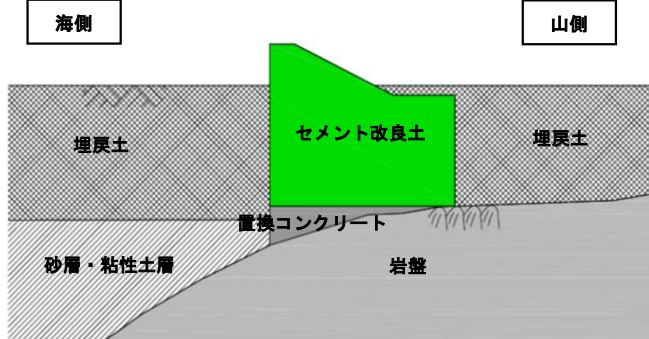
1. 概要	49
2. 設置許可基準規則への適合性について	60
3. 防潮堤の概要	70
4. 基本設計方針	84
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	96
6. 設置許可段階における構造成立性評価に係る基本方針	104
7. 構造等に関する先行炉との比較	110
補足説明資料1 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて	113
参考資料 他条文からの防潮堤平面線形形状(海側形状)への影響について	117

7. 構造等に関する先行炉との比較

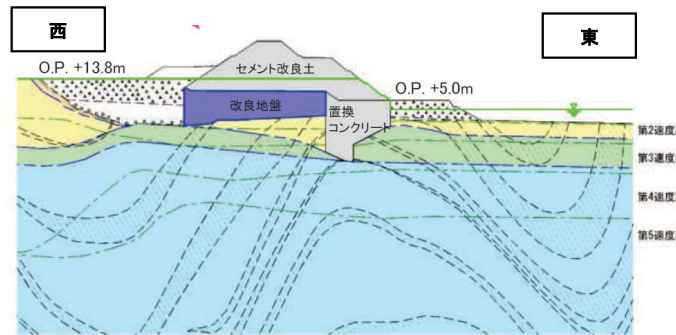
7.1 構造等に関する先行炉との比較 (1/2)

- 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。
 - 置換コンクリートにコンクリートの物性を期待して防潮堤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、地盤改良(無筋コンクリート)を岩着させる構造であること。
 - 止水ジョイント(泊の場合、止水目地)設置の考え方において、地震時に発生する相対変位を構造目地で吸収し、屈曲部となる位置を考慮して構造目地を設置すること。
- それぞれの構造概要図を以下に示す。

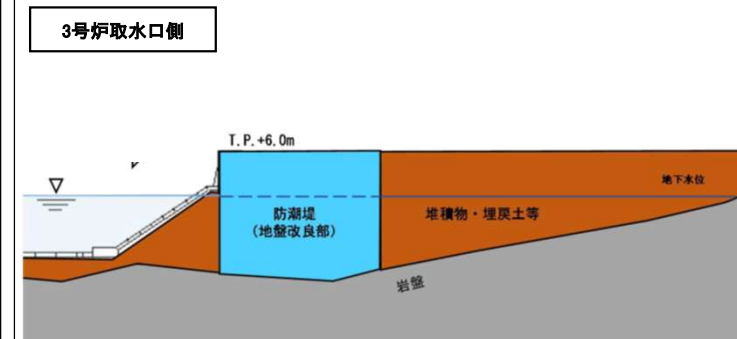
※他サイトの情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものである。



断面図
泊発電所 セメント改良土



断面図
女川発電所 鋼管杭式鉛直壁(盛土堤防)
(「東北電力株式会社 女川原子力発電所2号機 2021年7月29日
審査会合資料2-2」に一部加筆)



断面図
美浜発電所 防潮堤(地盤改良部)
(「関西電力株式会社 美浜発電所3号炉 平成28年3月22日
審査会合資料1-2」に一部加筆)

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)

第1032回審査会合
資料2 p.90 加筆・修正

- 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"> 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 セメント改良土は、置換コンクリートを介して岩盤に支持させる 	<ul style="list-style-type: none"> 沈下対策として岩盤までの地盤改良を実施 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 	<ul style="list-style-type: none"> 置換コンクリートですべり安定性を確保する セメント改良土により構築する 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤上に改良地盤(MMR)により構築 	<ul style="list-style-type: none"> 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、置換コンクリートを岩着させ、セメント改良土を構築する) 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
	構築材料	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートにより構築する 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土により構築する 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	—	<ul style="list-style-type: none"> 改良地盤(MMR)により構築する 	—	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
止水対策	止水目地	(検討中)	— (止水目地なし)	(検討中)	(検討中)	<ul style="list-style-type: none"> ゴムジョイント(波状型止水ジョイント) 	(検討中)	(検討中)	(検討中)	(検討中)
	目地の漂流物防護工	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地は、防潮堤の背面に設置する計画であるため、止水目地の漂流物防護工は不要である。 	—	—	—	—	—	—	—	—

補足説明資料1 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて

ともに輝く明日のために。
Light up your future.



1. 概要	49
2. 設置許可基準規則への適合性について	60
3. 防潮堤の概要	70
4. 基本設計方針	84
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	96
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	104
7. 構造等に関する先行炉との比較	110
補足説明資料1 防潮堤を横断する構造物の取扱いについて	113
参考資料 他条文からの防潮堤平面線形形状(海側形状)への影響について	117