

泊発電所3号炉 防潮堤の設計方針について

令和3年9月9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

指摘事項に対する回答一覧表 (防潮堤の設計方針について)

本日回答する指摘事項を以下に示す。

No	指摘事項	審査会合日	対応状況	回答方針
1	<p>防潮堤の構造概要について、9月もしくは12月に以下を説明すること</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新設する防潮堤の構造選定の考え方 2. セメント改良土部と鋼製壁部の使い分けの考え方 3. 既存の防潮堤を残置することの悪影響の有無と対応の考え方 	R3.8.26	本日まで説明	<p>「1. 新設する防潮堤の構造選定の考え方」及び「2. セメント改良土部と鋼製壁部の使い分けの考え方」については、各構造形式を採用した理由を説明。(p.5,7~11)</p> <p>「3. 既存の防潮堤を残置することの悪影響の有無と対応の考え方」については、既存防潮堤の崩壊による影響がないことを資料に記載。(p.5)</p>

目次

1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

1. 概要

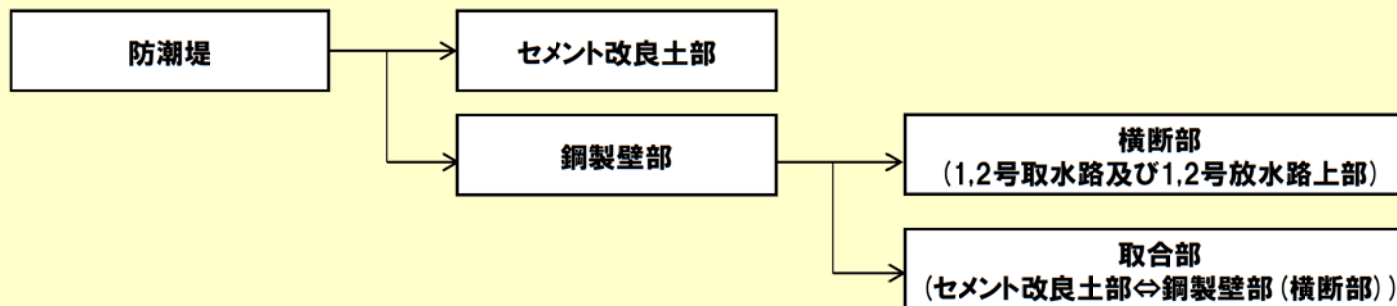


1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について.....	79

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る。
- 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（一部残置）した後に再構築する。
- 津波防護施設として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。
- 新設する防潮堤の構造形式は、以下のとおりに分類される。平面線形及び構造形式の検討経緯は、次項に示す。



1. 概要

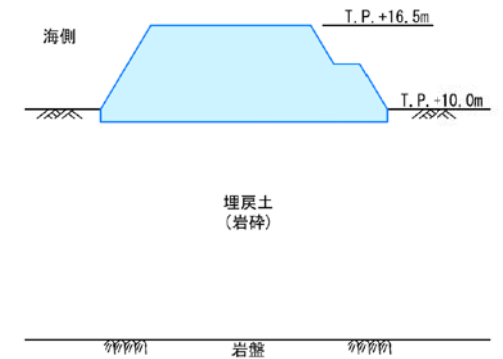
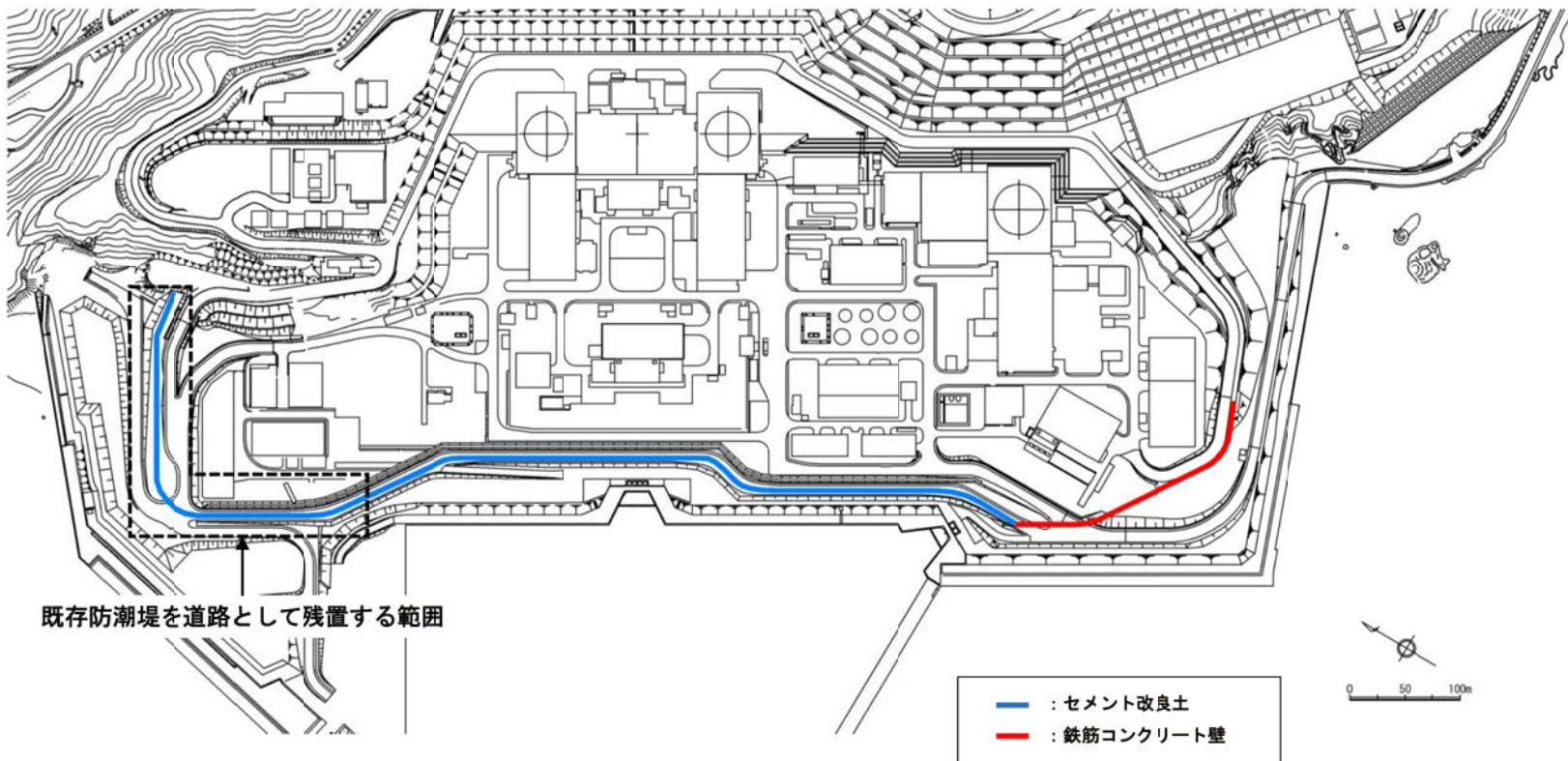
1.2 検討経緯

- 新設する防潮堤の検討経緯は、以下のとおりである。
 - 平面線形については、①区間は残置する既存防潮堤の地震による崩壊の影響がない離隔を確保するとともに、1,2号放水路に直交し、防潮堤の設置及び堅固な地山に接続が可能な位置、②区間は既存防潮堤と同じ位置、③区間は防潮堤の設置及び堅固な地山に接続が可能な位置とした。
 - 新設する防潮堤はセメント改良土による構造とし、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、耐震裕度が小さくなることから鋼製壁による構造とした。
 - さらに、鋼製壁部については、1,2号取水路及び1,2号放水路の上部を横断部、セメント改良土部と接続する箇所を取合部とした。

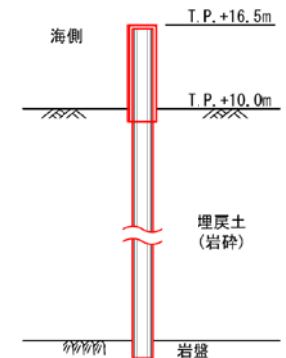
1. 概要

1.3 既存防潮堤の概要

○ 既存防潮堤の平面線形、構造形式及び残置する範囲を以下に示す。



セメント改良土 断面図

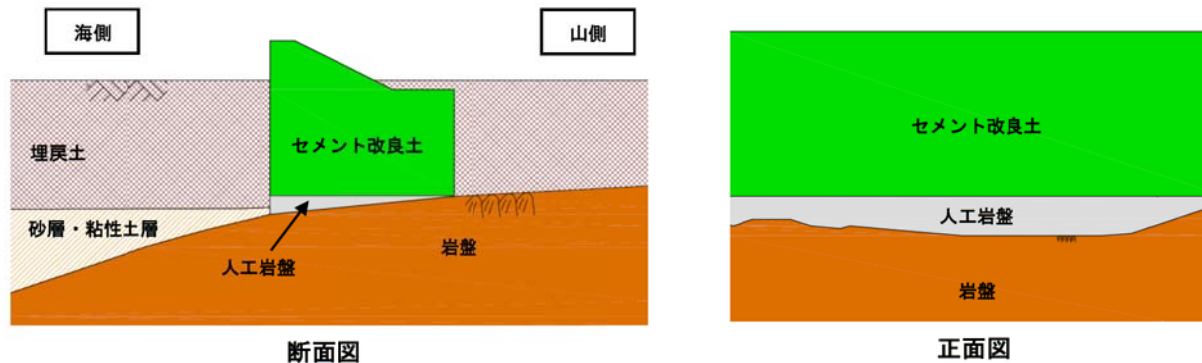


鉄筋コンクリート壁 断面図

1. 概要

1.4 新設する防潮堤の概要 (セメント改良土部) (1/2)

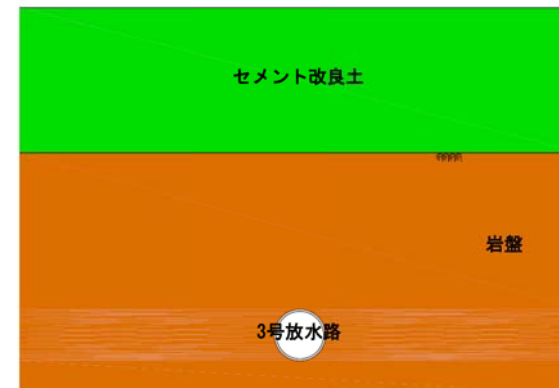
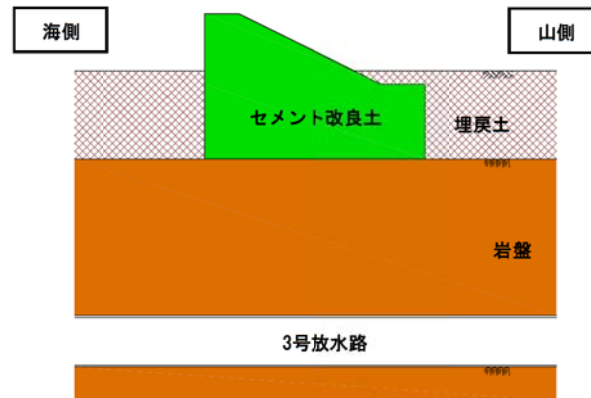
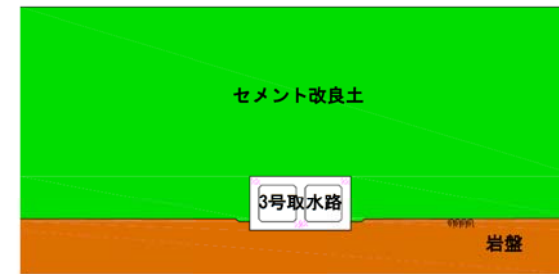
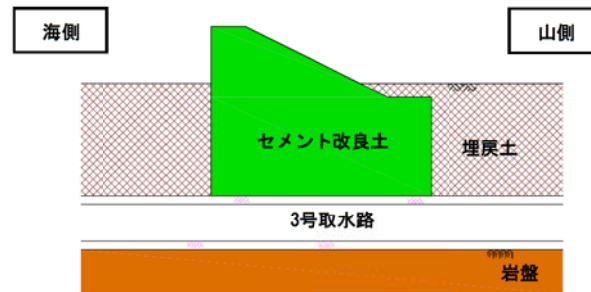
- セメント改良土部を採用する理由は、以下のとおりである。
 - 発電所の敷地海側の岩盤は海側に向かって低くなる特徴があるため、埋戻土等の液状化影響を考慮して堤体構造を採用する。
 - セメント改良土を堅固な岩盤に支持させる構造とし、砂層・粘性土層が介在する箇所、岩盤傾斜及び岩盤不陸がある箇所は、人工岩盤に置き換える。
 - セメント改良土の幅は、すべり安定性(設置許可基準規則第3条)を確保できるように設定する。
 - 人工岩盤の高さは、海山方向で岩盤高さが異なることが想定されるため、岩盤高さが高い方の位置に合わせる。
- セメント改良土部は、基礎岩盤まで掘削し、人工岩盤を無筋コンクリートで構築した後、発電所構内の岩盤から採取して破砕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。



1. 概要

1.4 新設する防潮堤の概要 (セメント改良土部) (2/2)

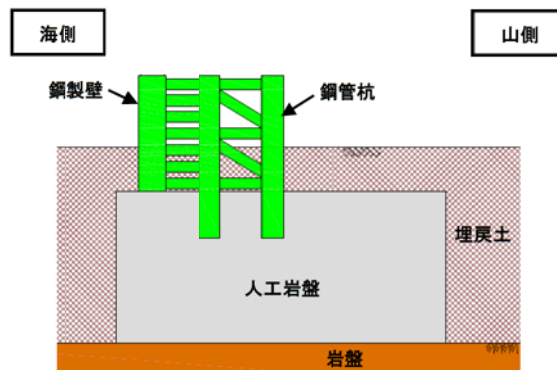
- 3号取水路は、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合においても、耐震裕度を確保できる見込みであることから、3号取水路上部にセメント改良土部を構築する。
- 3号放水路は、岩盤内に構築されており、3号放水路上面から岩盤上面までの離隔が十分に確保され、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合においても、地震による損傷等による防潮堤への影響がないと考えられることから、3号放水路上部の岩盤上にセメント改良土部を構築する。



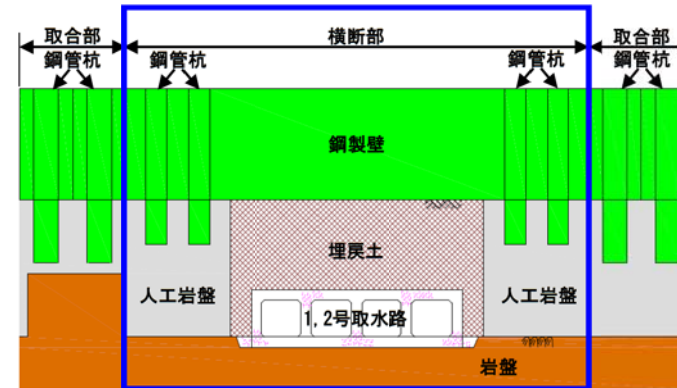
1. 概要

1.5 新設する防潮堤の概要（鋼製壁部（横断部））（1/2）

- 鋼製壁部（横断部）を採用する理由は、以下のとおりである。
 - 1,2号取水路及び1,2号放水路は、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合、耐震裕度が小さくなるため、荷重を作用させない構造とする。
 - 基礎杭を岩盤に根入れする構造とした場合、液状化影響を考慮すると杭の変形が大きくなり、基礎杭の十分な裕度を確保できない。
 - そのため、基礎杭は人工岩盤に支持させ、鋼製壁は1,2号取水路及び1,2号放水路の上部を横断させる構造とする。
 - 鋼製壁は、基準地震動Ssによる沈下（側方流動、揺すり込み沈下等）を考慮した高さまで埋戻土に埋め込む。
- 鋼製壁部（横断部）は、基礎岩盤まで掘削し、人工岩盤を無筋コンクリートで構築した後、鋼管杭及び鋼製壁を設置して構築する。



鋼製壁部（横断部）断面図

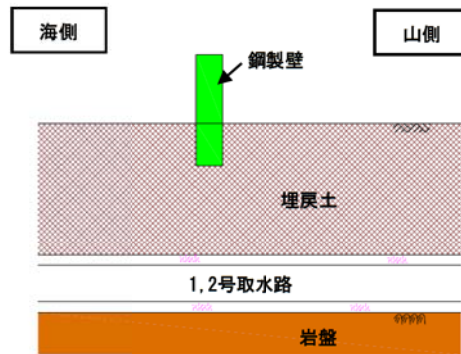


鋼製壁部（横断部）正面図

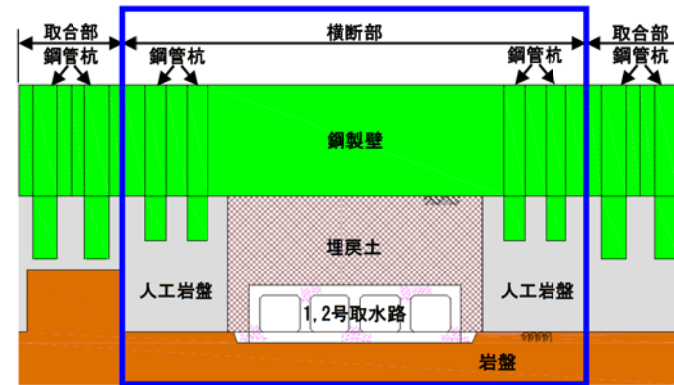
1. 概要

1.5 新設する防潮堤の概要（鋼製壁部（横断部））（2/2）

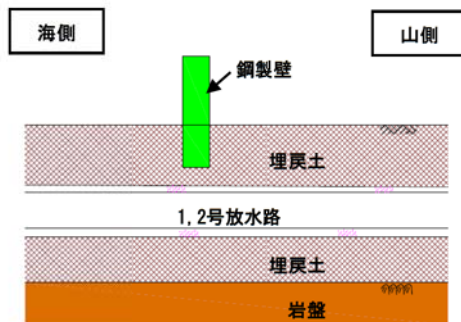
- 1,2号取水路及び1,2号放水路は、セメント改良土を上載荷重として見込んだ場合、耐震裕度が小さくなるため、荷重を作用させない鋼製壁部（横断部）を構築する。
- なお、地震及び津波による地形変化等により、遡上波が埋戻土層から敷地へ流入する可能性に対する検討方針は、今後説明する。



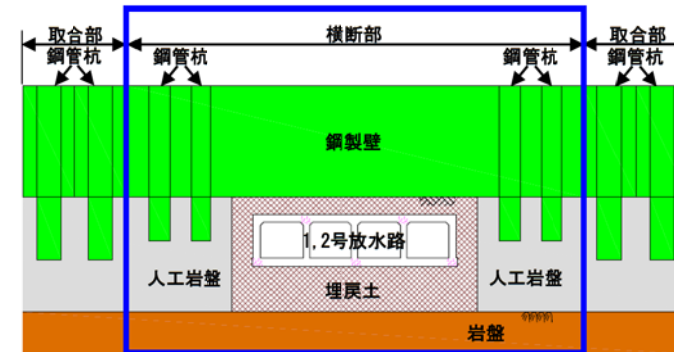
1,2号取水路断面図



1,2号取水路正面図



1,2号放水路断面図

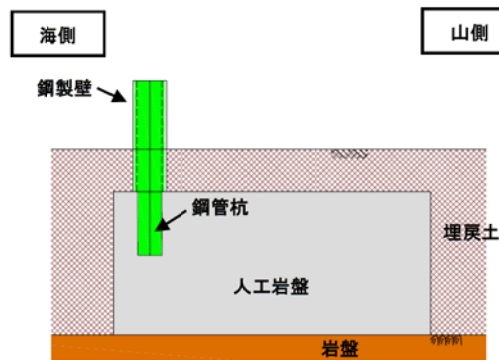


1,2号放水路正面図

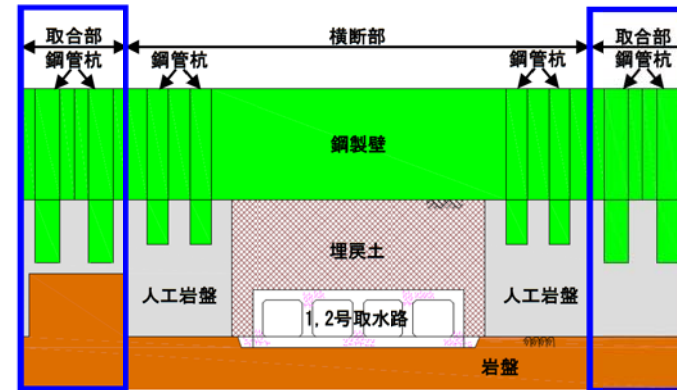
1. 概要

1.6 新設する防潮堤の概要（鋼製壁部（取合部））

- 鋼製壁部（取合部）を採用する理由は、以下のとおりである。
 - 基礎杭を岩盤に根入れする構造とした場合、液状化影響を考慮すると杭の変形が大きくなり、基礎杭の十分な裕度を確保できない。
 - そのため、基礎杭は人工岩盤に支持させ、鋼製壁を支持する構造とする。
 - なお、鋼製壁部（取合部）は、津波荷重の作用する面積が鋼製壁部（横断部）より小さいため、1本の杭で鋼製壁を支持させる構造とする。
- 鋼製壁部（取合部）は、基礎岩盤まで掘削し、人工岩盤を無筋コンクリートで構築した後、鋼管杭及び鋼製壁を設置して構築する。



鋼製壁部（取合部）断面図



鋼製壁部（取合部）正面図

2. 設置許可基準規則への適合性について

1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

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 (1/3)

- 防潮堤に関する「**実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**（以下、「**設置許可基準規則**」という。）」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
第4条 地震による損傷の防止		
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。	(津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備は除く)	—
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。	・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	○ (今後説明予定)
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。	・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	— (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)

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 (2/3)

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"> ・ 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 ・ 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 	<p>○ (今後説明予定)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	<p>- (耐津波設計方針にて説明予定)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 入力津波に対して津波防護機能を保持できること 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波防護施設については、その構造に応じ、波力による侵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 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	<p>○ (今後説明予定)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 ・ 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 	

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 (3/3)

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
第5条 津波による損傷の防止		
<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"> 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，津波の繰り返しの来襲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 	<p>○ (今後説明予定)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>○ (今後説明予定)</p>

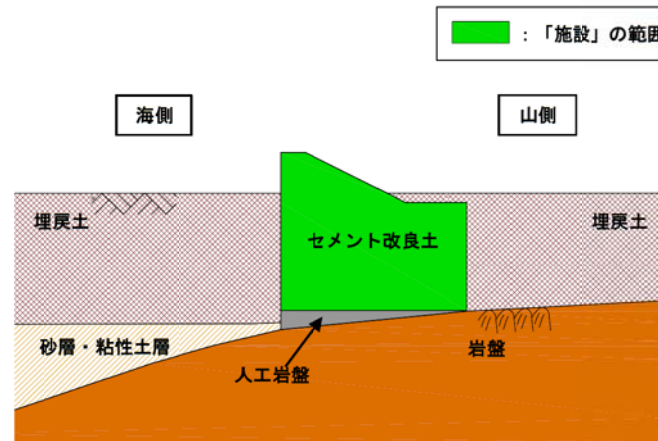
2. 設置許可基準規則への適合性について

2.2 セメント改良土部 (1/5)

○新規制基準への適合性において、セメント改良土部における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。

セメント改良土部における検討要旨

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。



セメント改良土部断面図

2. 設置許可基準規則への適合性について

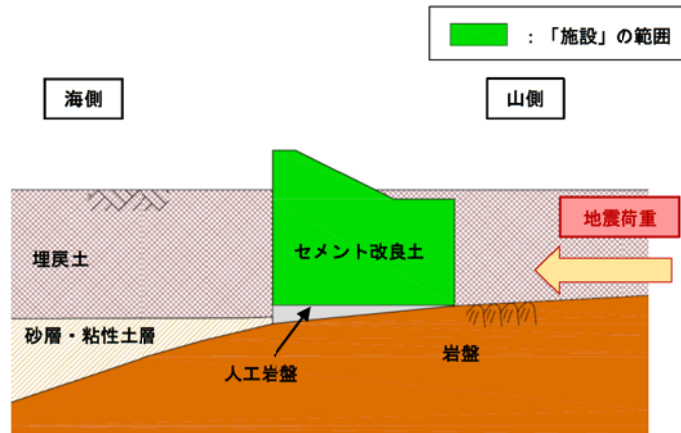
2.2 セメント改良土部 (2/5)

- セメント改良土部における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。

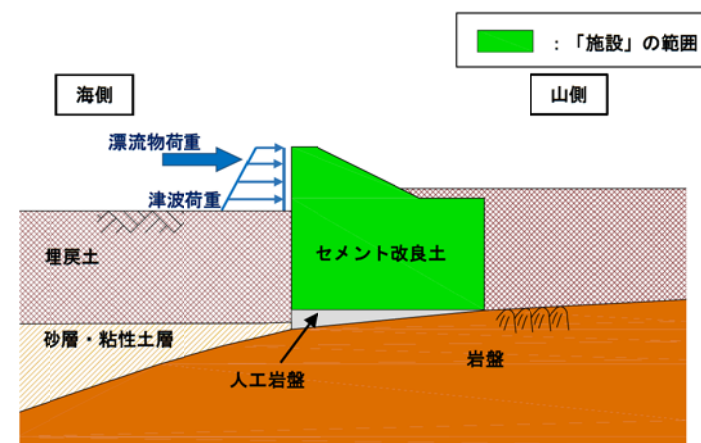
セメント改良土部の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割 [※]
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。 	<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。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従する。 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 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に寄与する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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)。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。

※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. 設置許可基準規則への適合性について

2.2 セメント改良土部 (3/5)

- セメント改良土部において、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

部位	各部位の具体的な役割						『施設』と『地盤』の区分の考え方
	地震時	津波時	鉛直支持	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"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 	—	—	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> 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"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従する。 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従し、遮水性を保持する。 	—	—	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の間において、止水性維持の役割を果たすことから、『施設』と区分する。
人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土の下方の岩盤不陸をコンクリートで置き換えることで、防潮堤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。 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土の下方の岩盤不陸をコンクリートで置き換えることで、防潮堤を鉛直支持する。 セメント改良土の周囲で難透水性を保持することで地盤からの周り込みによる浸水を防止する。 	○	○	—	○	<ul style="list-style-type: none"> 施設の鉛直支持が主な役割であり施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)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。 	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。 	○	○	—	—	—

2. 設置許可基準規則への適合性について

2.2 セメント改良土部 (4/5)

○セメント改良土部における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			セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	セメント改良土間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能・遮水性能を保持すること。
地 盤	人工岩盤	セメント改良土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。	—	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、人工岩盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	岩 盤				—

2. 設置許可基準規則への適合性について

2.2 セメント改良土部 (5/5)

- 前項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、今後、検討していく。
- 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、整理して示す。

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 ^{※2}	
	止水目地			(1.2以上)	
				変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)
地 盤	人工岩盤	支持力	すべり安全率(基礎地盤) ^{※1}	—	すべり安全率 ^{※2}
	岩 盤	(極限支持力)	(1.5以上)		(1.2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」に基づいて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。

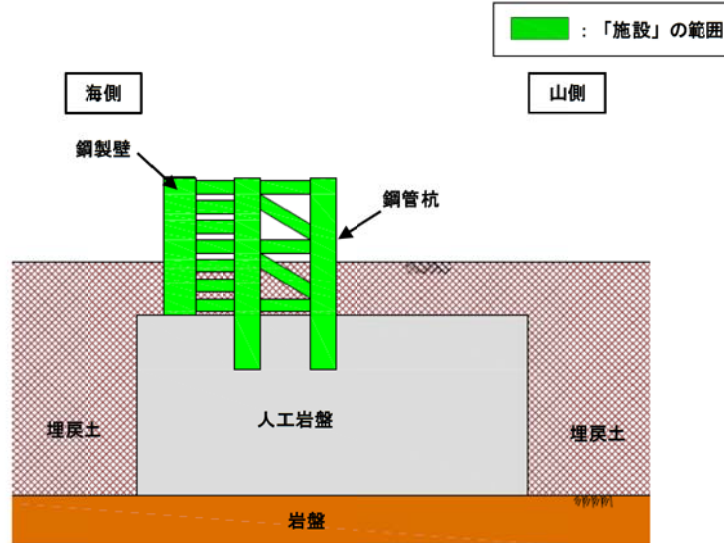
2. 設置許可基準規則への適合性について

2.3 鋼製壁部(横断部) (1/5)

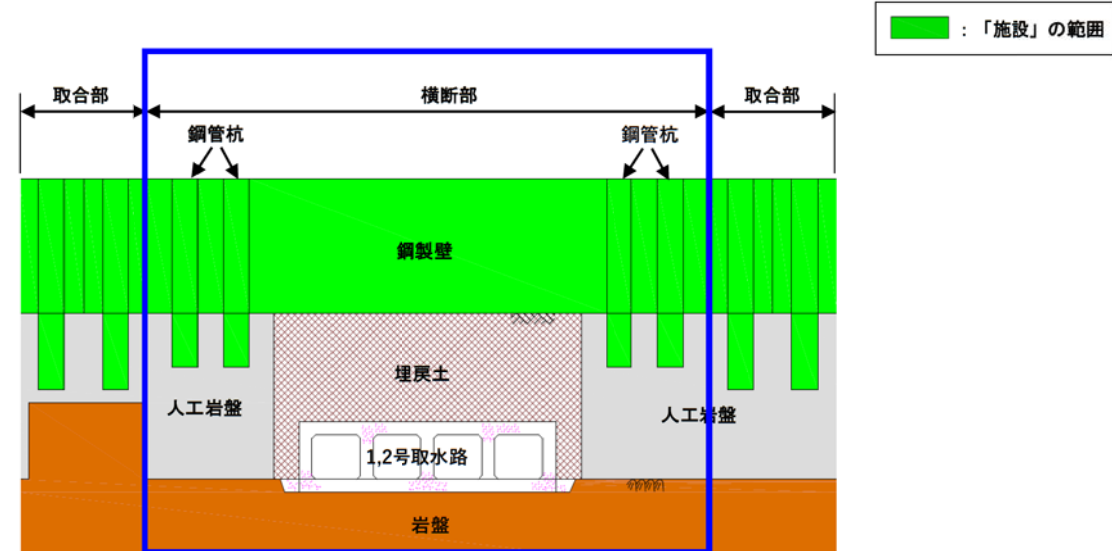
○新規制基準への適合性において、鋼製壁部(横断部)における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を下表に整理した。

鋼製壁部(横断部)における検討要旨

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。



鋼製壁部(横断部)断面図



鋼製壁部(横断部)正面図

2. 設置許可基準規則への適合性について

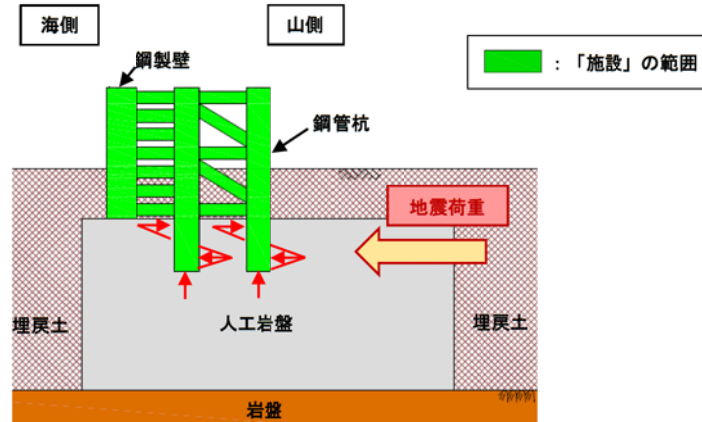
2.3 鋼製壁部(横断部) (2/5)

○鋼製壁部(横断部)における条文に対応する各部位の役割を下表に整理した。

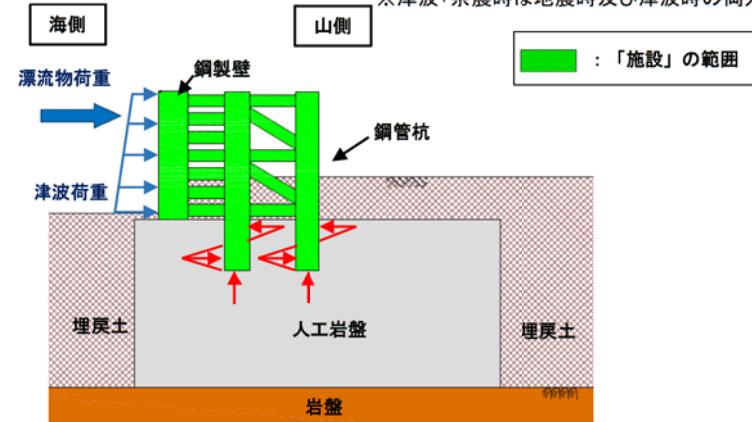
鋼製壁部(横断部)の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割 [※]
施設	鋼製壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	鋼管杭	・鋼製壁を支持する。	・鋼製壁を支持する。
	止水目地	・鋼製壁間の変位に追従する。	・鋼製壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	・鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・基礎杭のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。

※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. 設置許可基準規則への適合性について

2.3 鋼製壁部(横断部) (3/5)

- 鋼製壁部(横断部)において、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。

部位	各部位の具体的な役割		凡例				『施設』と『地盤』の区分の考え方
	地震時	津波時	鉛直支持	安定性	健全性	止水性	
鋼製壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	—	—	◎	◎	・遮水性を期待することから、『施設』と区分する。
鋼管杭	・鋼製壁を支持する。	・鋼製壁を支持する。	—	—	◎	◎※1	・鋼製壁(施設)を支持し、基礎地盤に支持させる役割を果たすことから、『施設』と区分する。
止水目地	・鋼製壁間の変位に追従する。	・鋼製壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。	—	—	◎	◎	・鋼製壁間において、止水性維持の役割を果たすことから、『施設』と区分する。
人工岩盤	・鋼管杭を鉛直支持するとともに基礎地盤の安定性に寄与する。	・鋼管杭を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製壁の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	○	—	○	・施設の鉛直支持が主な役割であり施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。
岩盤	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持するとともに基礎地盤の安定性に寄与する。	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。	○	○	—	—	—

※1: 鋼製壁を支持する部材であることから、止水性の役割を期待する鋼製壁と同じ分類とする。

2. 設置許可基準規則への適合性について

2.3 鋼製壁部(横断部) (4/5)

○鋼製壁部(横断部)における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

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	鋼製壁	—	—	構造部材の健全性を保持するために、鋼製壁がおおむね弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して鋼製壁間から有意な漏えいを生じないために、鋼製壁がおおむね弾性状態に留まること。
	鋼管杭			構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。
	止水目地			鋼製壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	鋼製壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・遮水性能を保持すること。
地 盤	人工岩盤	鋼管杭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。	—	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、人工岩盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	岩盤				—

2. 設置許可基準規則への適合性について

2.3 鋼製壁部(横断部) (5/5)

- 前項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。
- 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、今後、検討していく。
- 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、整理して示す。

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	鋼製壁	—	—	曲げ, せん断 (短期許容応力度以下)	
	鋼管杭			曲げ, せん断 (短期許容応力度以下)	
	止水目地			変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)
地 盤	人工岩盤	支持力	すべり安全率 ^{※1} (基礎地盤)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	
	岩 盤	(極限支持力以下)	(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」に基づいて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。

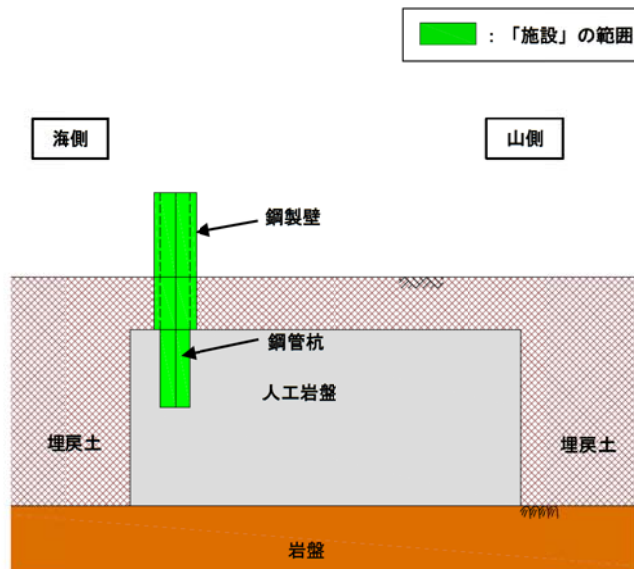
2. 設置許可基準規則への適合性について

2.4 鋼製壁部(取合部) (1/5)

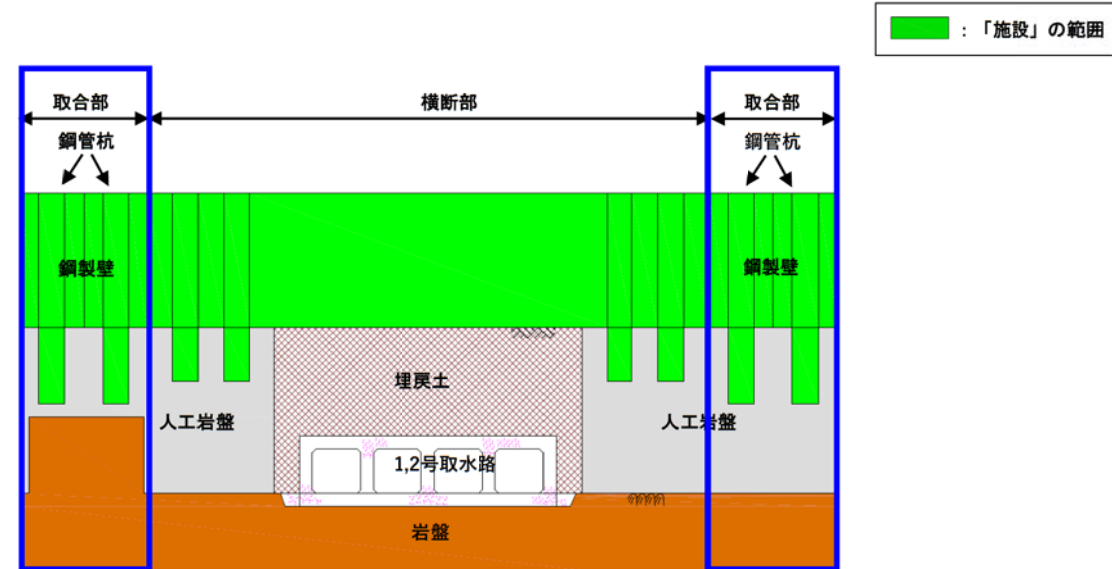
○新規制基準への適合性において、鋼製壁部(取合部)における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を下表に整理した。

鋼製壁部(取合部)における検討要旨

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。



鋼製壁部(取合部)断面図



鋼製壁部(取合部)正面図

2. 設置許可基準規則への適合性について

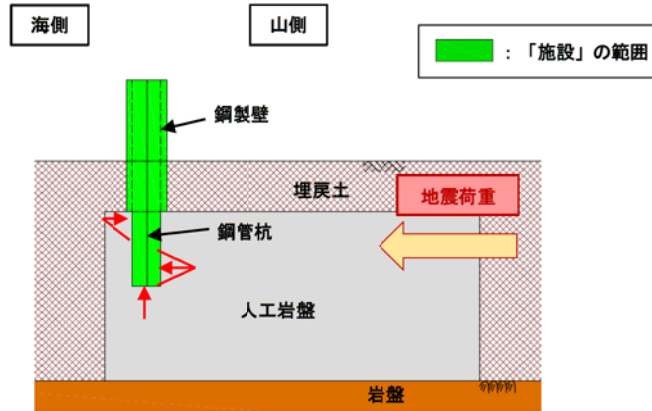
2.4 鋼製壁部(取合部) (2/5)

○鋼製壁部(取合部)における条文に対応する各部位の役割を下表に整理した。

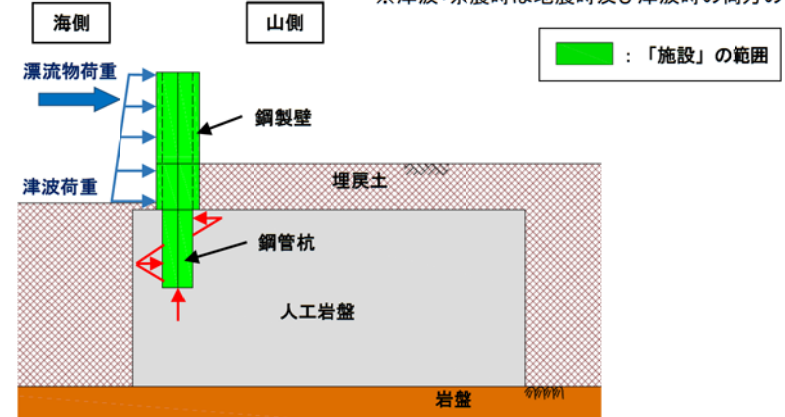
鋼製壁部(取合部)の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割 [※]
施設	鋼製壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	鋼管杭	・鋼製壁を支持する。	・鋼製壁を支持する。
	止水目地	・鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従する。	・鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	・鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・基礎杭のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。

※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. 設置許可基準規則への適合性について

2.4 鋼製壁部(取合部) (3/5)

- 鋼製壁部(取合部)において、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

部位	各部位の具体的な役割		具体的な役割				『施設』と『地盤』の区分の考え方
	地震時	津波時	鉛直支持	安定性	健全性	止水性	
鋼製壁	・ 止水目地を支持する。	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	—	—	◎	◎	・ 遮水性を期待することから、『施設』と区分する。
鋼管杭	・ 鋼製壁を支持する。	・ 鋼製壁を支持する。	—	—	◎	◎※1	・ 鋼製壁(施設)を支持し、基礎地盤に支持させる役割を果たすことから、『施設』と区分する。
止水目地	・ 鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従する。	・ 鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従し、遮水性を保持する。	—	—	◎	◎	・ 鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間において、止水性維持の役割を果たすことから、『施設』と区分する。
人工岩盤	・ 鋼管杭を鉛直支持するとともに基礎地盤の安定性に寄与する。	・ 鋼管杭を鉛直支持する。 ・ 難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製壁の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	○	—	○	・ 施設の鉛直支持が主な役割であり施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。
岩盤	・ 鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持するとともに基礎地盤の安定性に寄与する。	・ 鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。	○	○	—	—	—

※1: 鋼製壁を支持する部材であることから、止水性の役割を期待する鋼製壁と同じ分類とする。

2. 設置許可基準規則への適合性について

2.4 鋼製壁部(取合部) (4/5)

○鋼製壁部(取合部)における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	鋼製壁	—	—	構造部材の健全性を保持するために、鋼製壁がおおむね弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して鋼製壁間から有意な漏えいを生じないために、鋼製壁がおおむね弾性状態に留まること。
	鋼管杭			構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。
	止水目地			鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・遮水性能を保持すること。
地 盤	人工岩盤	鋼管杭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。	—	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、人工岩盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	岩盤				—

2. 設置許可基準規則への適合性について

2.4 鋼製壁部(取合部) (5/5)

- 前項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。
- 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、今後、検討していく。
- 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、整理して示す。

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	鋼製壁	—	—	曲げ, せん断 (短期許容応力度以下)	
	鋼管杭			曲げ, せん断 (短期許容応力度以下)	
	止水目地			変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)
地 盤	人工岩盤	支持力	すべり安全率 ^{※1} (基礎地盤)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	
	岩 盤	(極限支持力以下)	(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」に基づいて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。

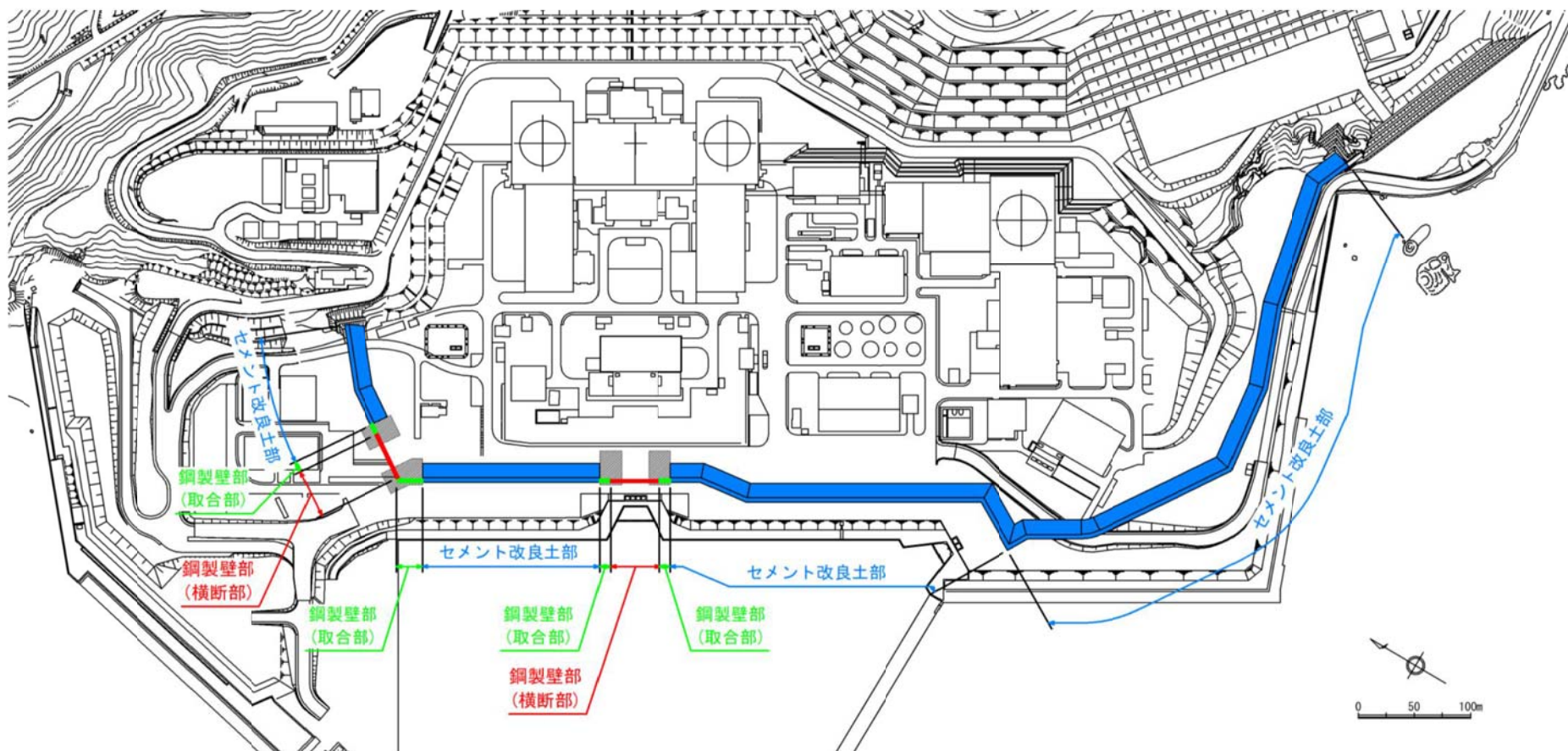
3. 防潮堤の概要

1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

3. 防潮堤の概要

3.1 防潮堤の構造形式

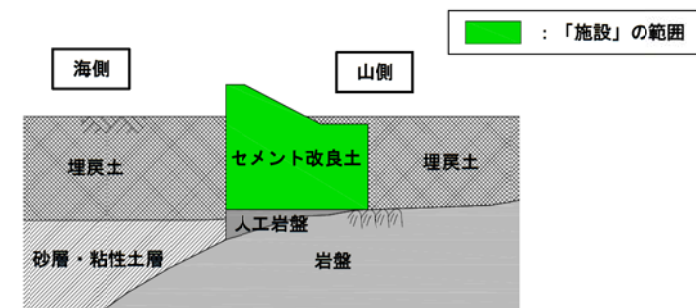
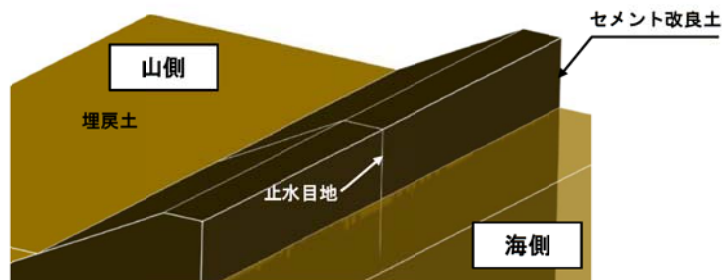
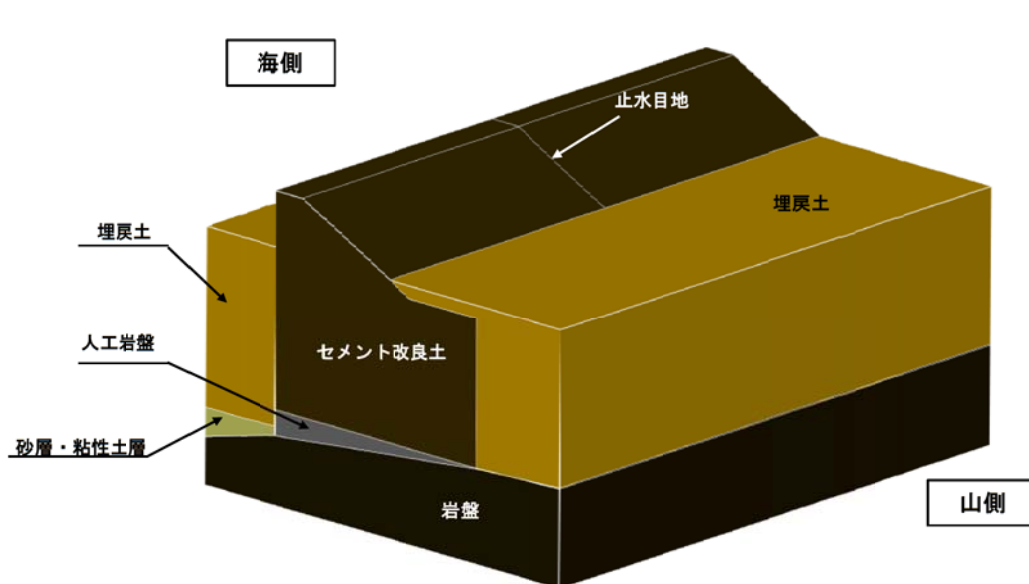
- 新設する防潮堤は、セメント改良土部と鋼製壁部の2種類の構造形式に分類される。
- 鋼製壁部については、更に鋼製壁部（横断部）と鋼製壁部（取合部）に分類される。



3. 防潮堤の概要

3.2 セメント改良土の構造概要

- セメント改良土部の構造, 評価対象部位, 主な役割及び施設の範囲を示す。
- 止水目地については, 仕様及び設置方法を検討したうえで, 設置変更許可段階において概要を説明する。



セメント改良土部における「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	セメント改良土間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の遮水性の保持

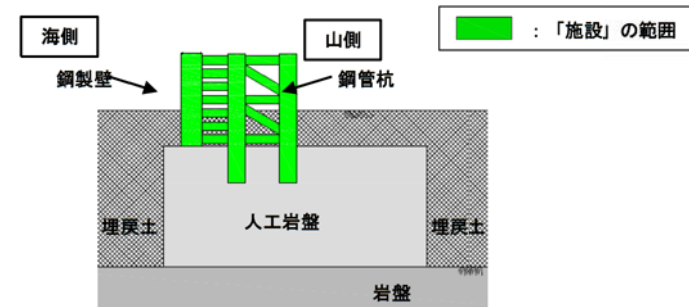
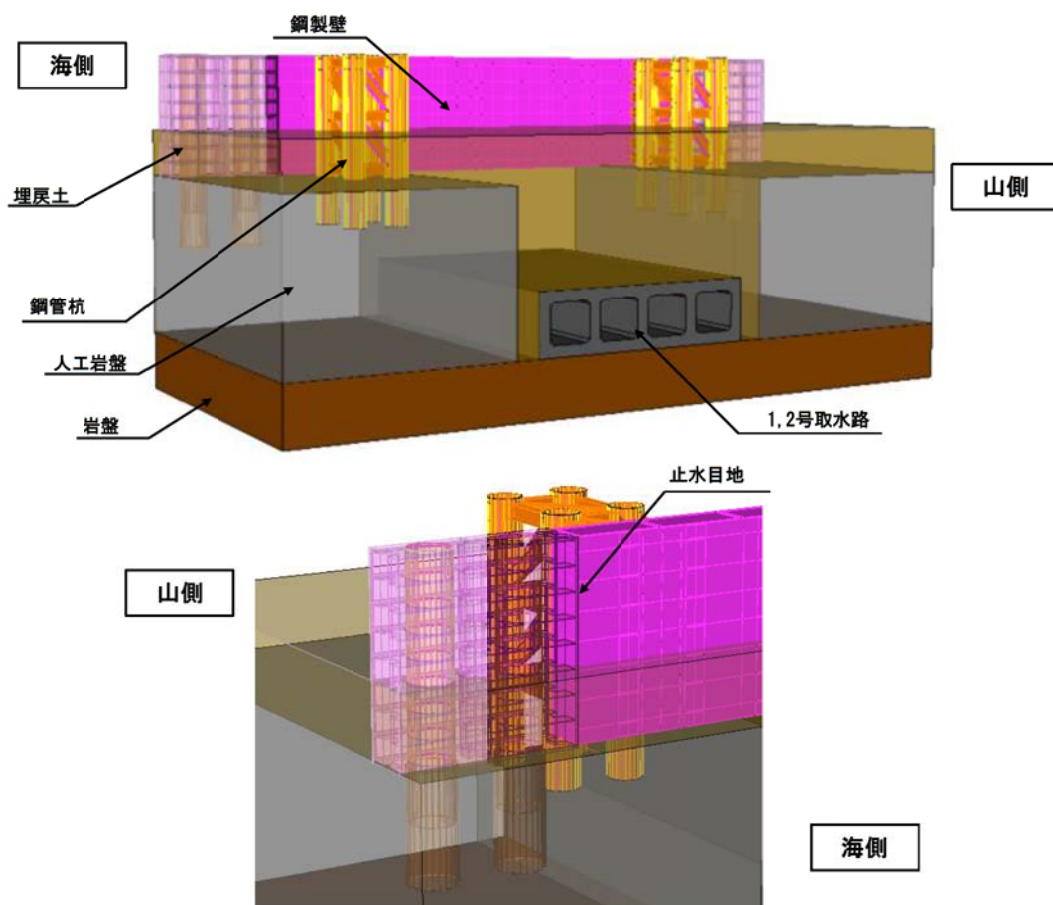
【地盤】

評価対象部位	主な役割
人工岩盤	セメント改良土の鉛直支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持
岩盤	セメント改良土の鉛直支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与

3. 防潮堤の概要

3.3 鋼製壁部(横断部)の構造概要

- 鋼製壁部(横断部)の構造, 評価対象部位, 主な役割及び施設の範囲を示す。
- 止水目地については, 仕様及び設置方法を検討したうえで, 設置変更許可段階において概要を説明する。



鋼製壁部(横断部)における「施設」と「地盤」の区分

【施設】

評価対象部位	主な役割
鋼製壁	止水目地を支持, 遮水性の保持
鋼管杭	鋼製壁を支持
止水目地	鋼製壁間の遮水性の保持

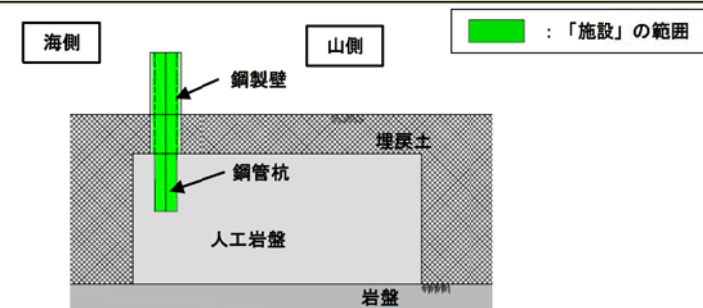
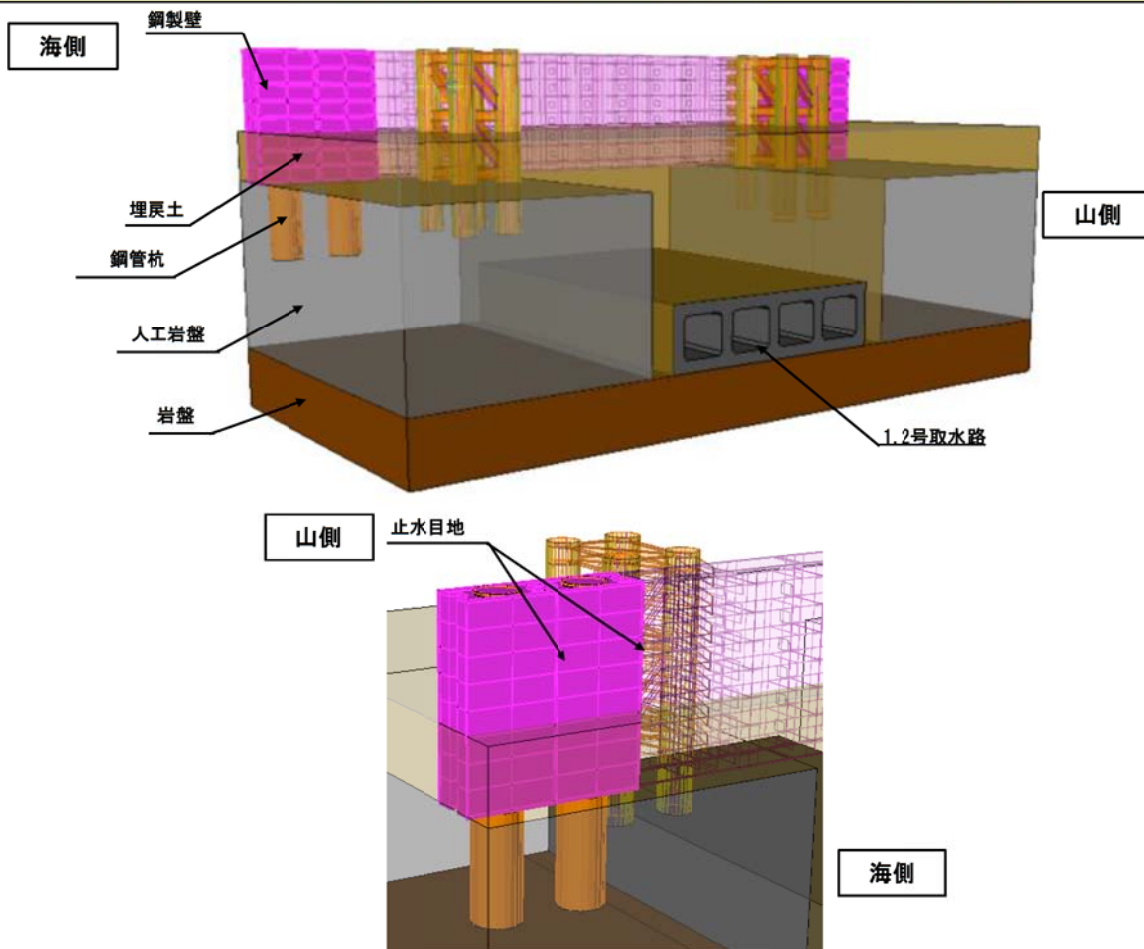
【地盤】

評価対象部位	主な役割
人工岩盤	鋼管杭の鉛直支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持
岩盤	鋼管杭の鉛直支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与

3. 防潮堤の概要

3.4 鋼製壁部(取合部)の構造概要

- 鋼製壁部(取合部)の構造, 評価対象部位, 主な役割及び施設の範囲を示す。
- 止水目地については, 仕様及び設置方法を検討したうえで, 設置変更許可段階において概要を説明する。



鋼製壁部(取合部)における「施設」と「地盤」の区分

【施設】

評価対象部位	主な役割
鋼製壁	止水目地を支持, 遮水性の保持
鋼管杭	鋼製壁を支持
止水目地	鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の遮水性の保持

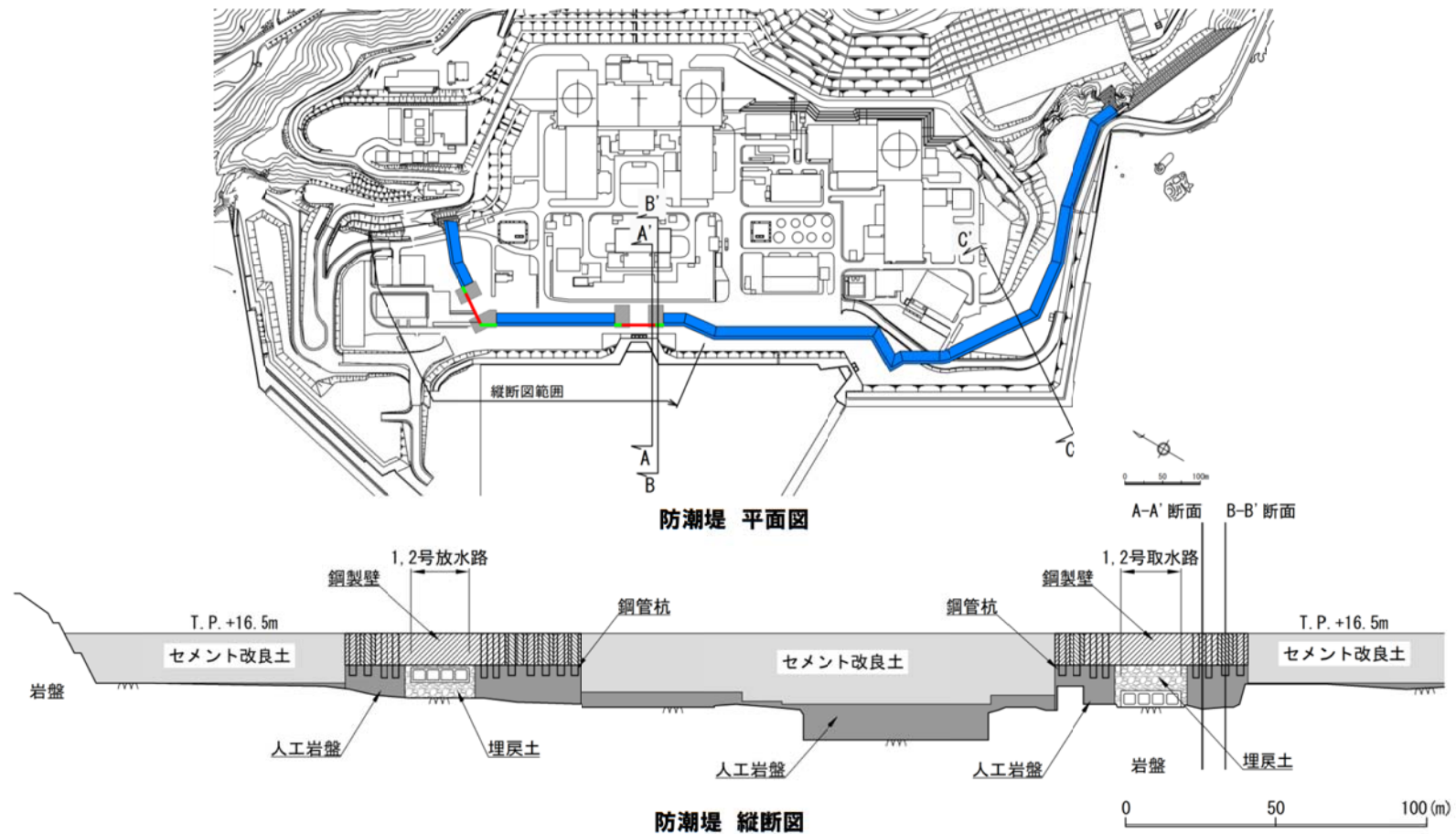
【地盤】

評価対象部位	主な役割
人工岩盤	鋼管杭の鉛直支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持
岩盤	鋼管杭の鉛直支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与

3. 防潮堤の概要

3.5 防潮堤設置位置の地質構造 (1/6)

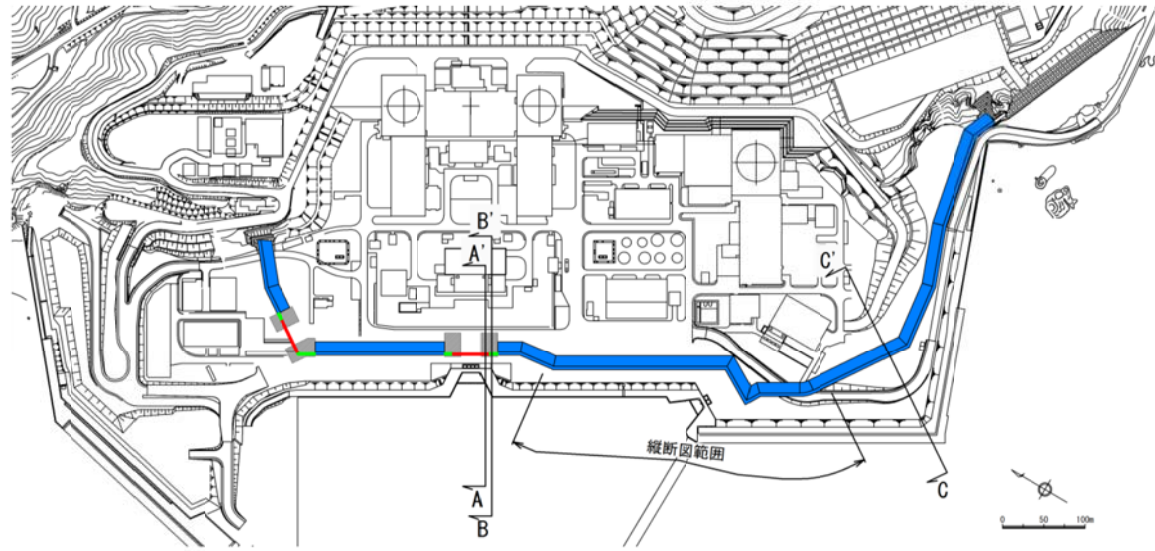
- 防潮堤の縦断方向の断面及び各構造形式の代表的な断面を以降に示す。
- 設計における評価断面は、構造的特徴及び周辺地質状況等を踏まえて整理したうえで、今後説明する。



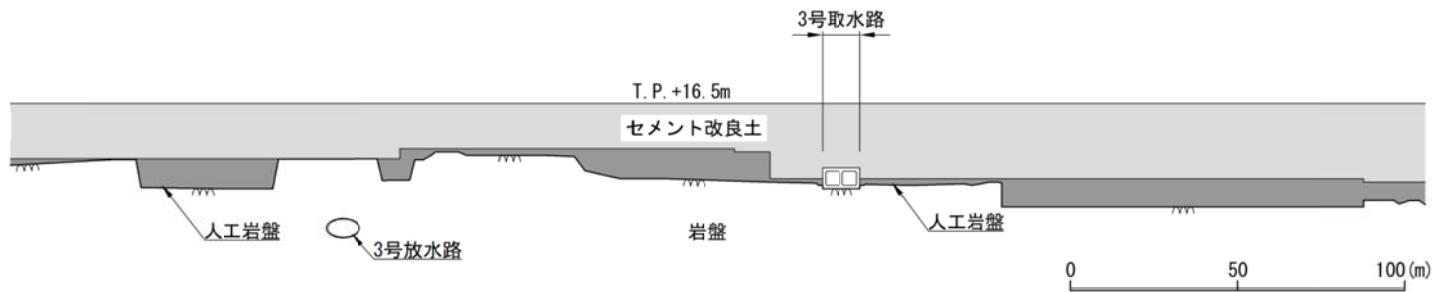
3. 防潮堤の概要

3.5 防潮堤設置位置の地質構造 (2/6)

○防潮堤の縦断方向の断面を以下に示す。



防潮堤 平面図

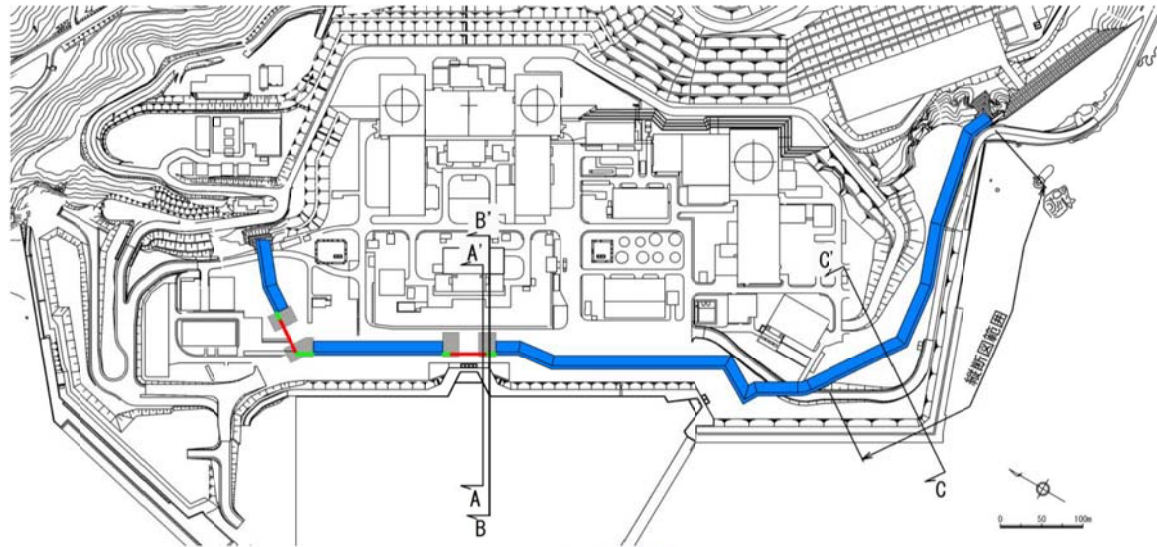


防潮堤 縦断面図

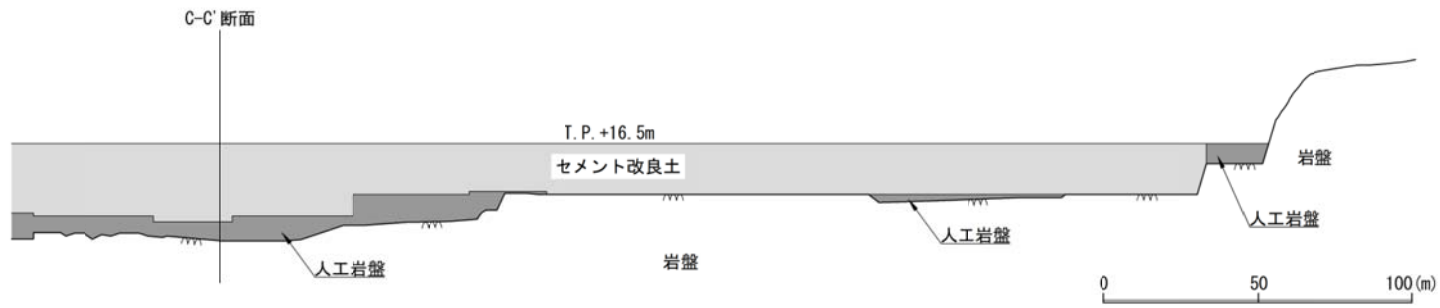
3. 防潮堤の概要

3.5 防潮堤設置位置の地質構造 (3/6)

○防潮堤の縦断方向の断面を以下に示す。



防潮堤 平面図

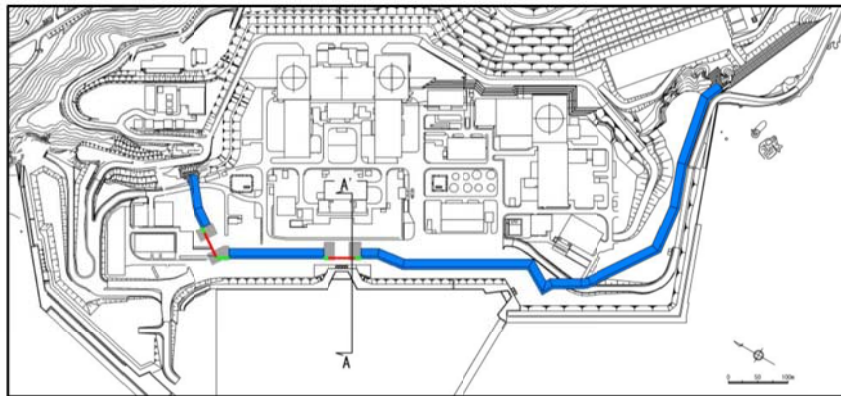


防潮堤 縦断図

3. 防潮堤の概要

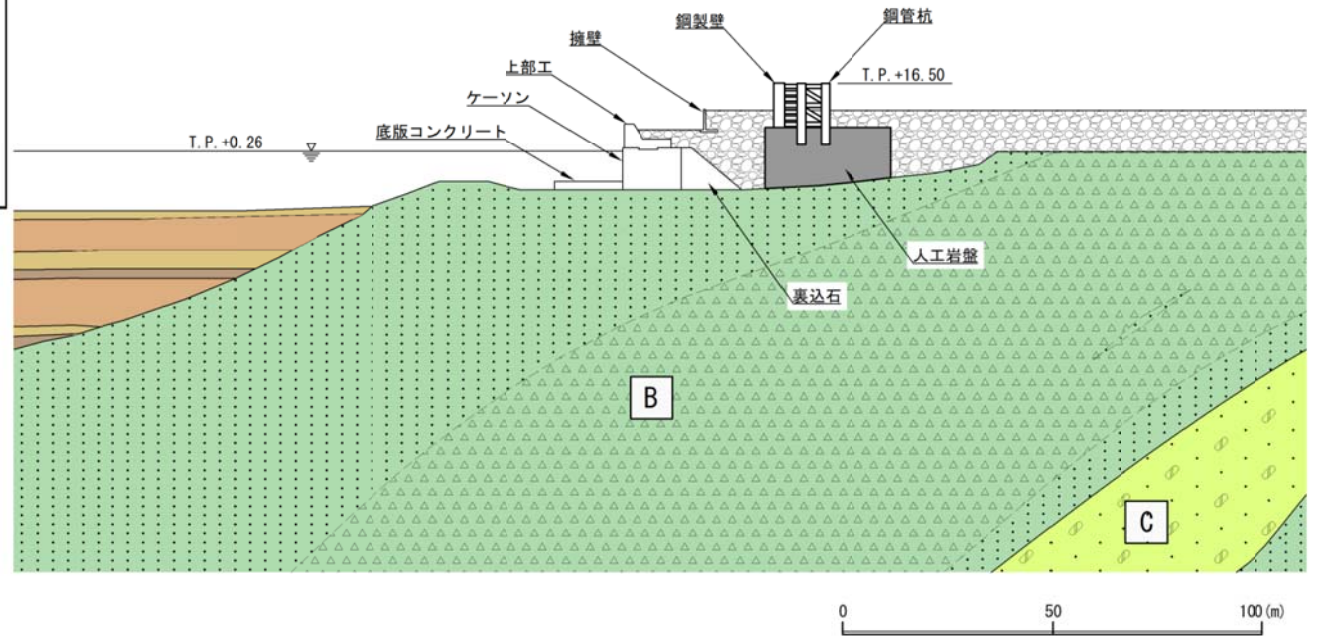
3.5 防潮堤設置位置の地質構造 (4/6)

○鋼製壁部 (横断部) A-A' 断面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 : A I 級岩盤	△△ : 角礫質安山岩	■ : 砂 As1 (N値<30)
AII : A II 級岩盤	▽▽ : 安山岩	■ : 砂 As2 (30≤N値)
AIII : A III 級岩盤	φ : 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	
	△△△△△ : 凝灰角礫岩	

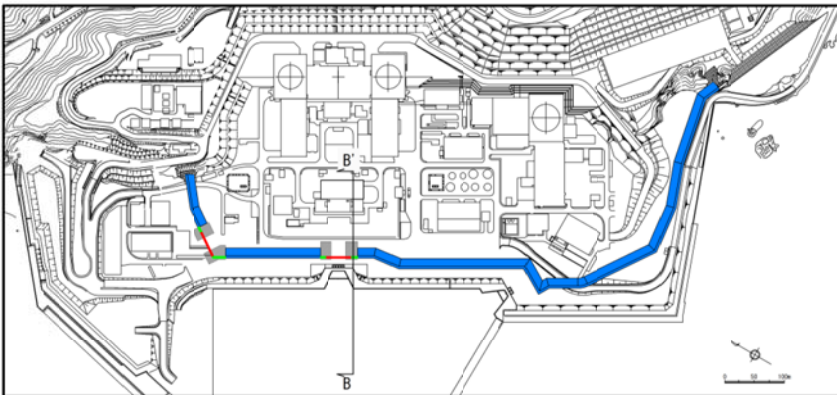


防潮堤 鋼製壁部 (横断部) 断面図 (A-A')

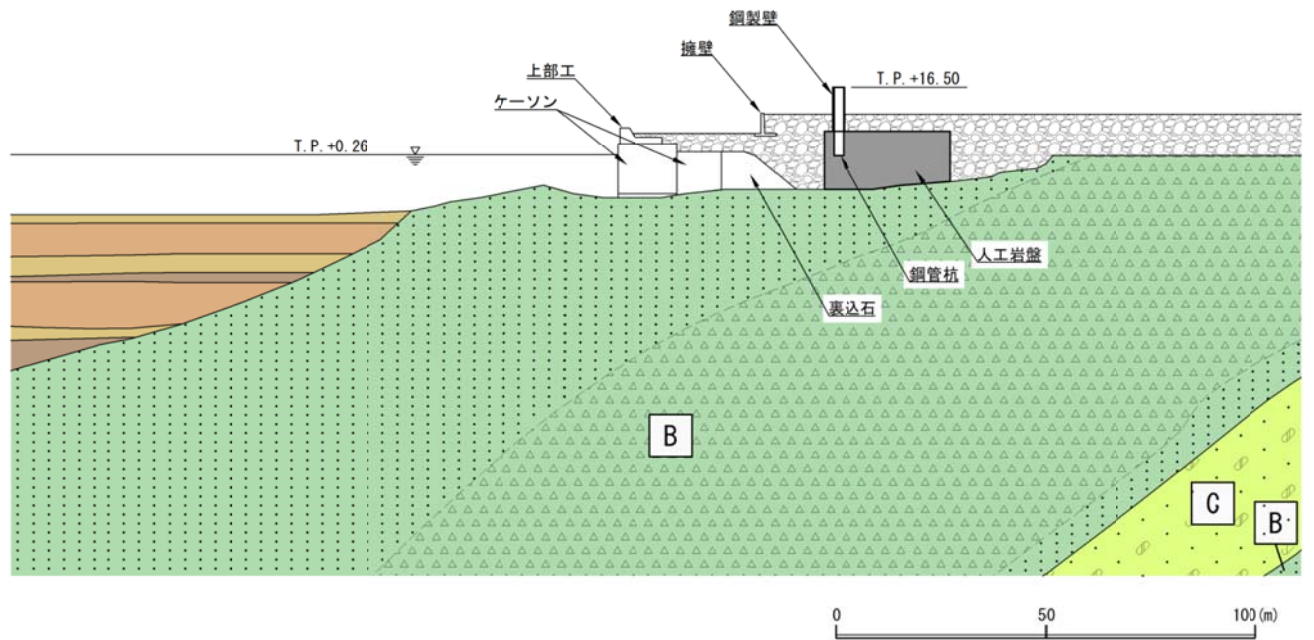
3. 防潮堤の概要

3.5 防潮堤設置位置の地質構造 (5/6)

○鋼製壁部(取合部) B-B' 断面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】	
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	φ : 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	
	△△△△△△ : 凝灰角礫岩	

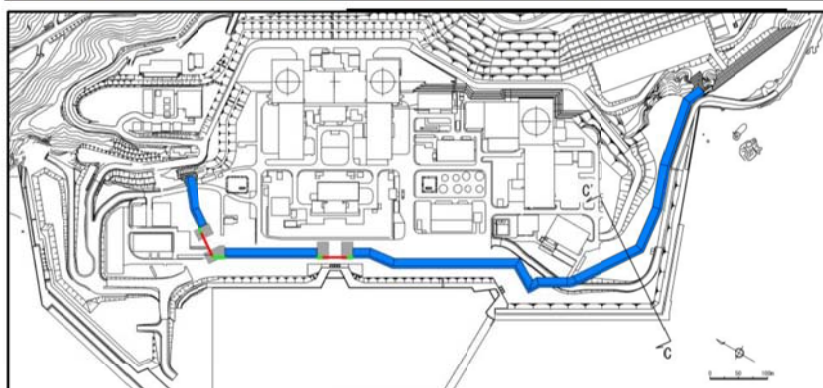


防潮堤 鋼製壁部(取合部) 断面図(B-B')

3. 防潮堤の概要

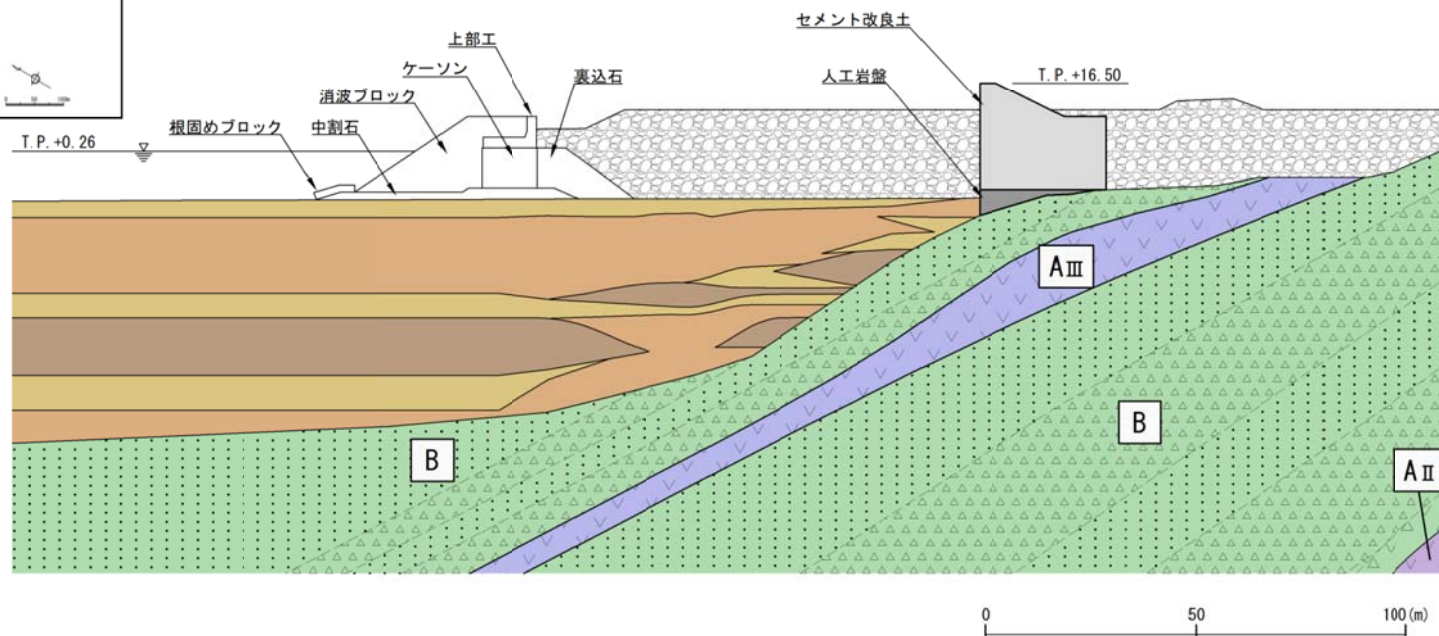
3.5 防潮堤設置位置の地質構造 (6/6)

○セメント改良土部C-C' 断面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	
	△△△△△ : 凝灰角礫岩	



防潮堤 セメント改良土部 断面図(C-C')

4. 基本設計方針

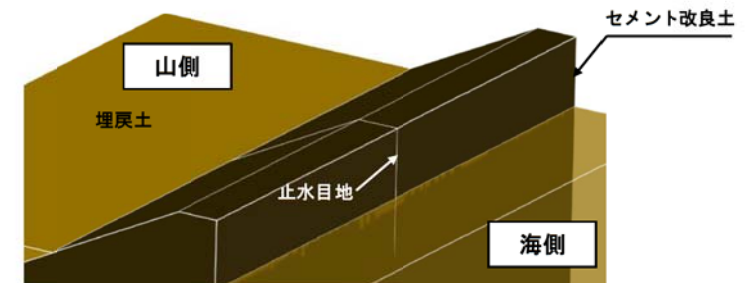
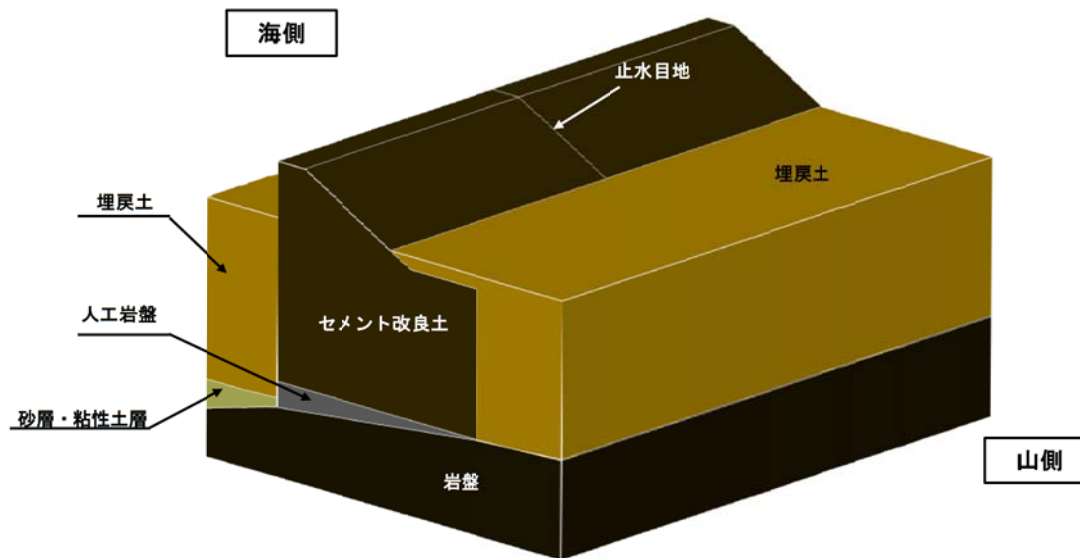
1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

4. 基本設計方針

4.1 セメント改良土部を構成する各部材の仕様

○セメント改良土を構成する各部位は検討中であり、今後、詳細を説明する。

	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
【地盤】		
3	人工岩盤	検討中

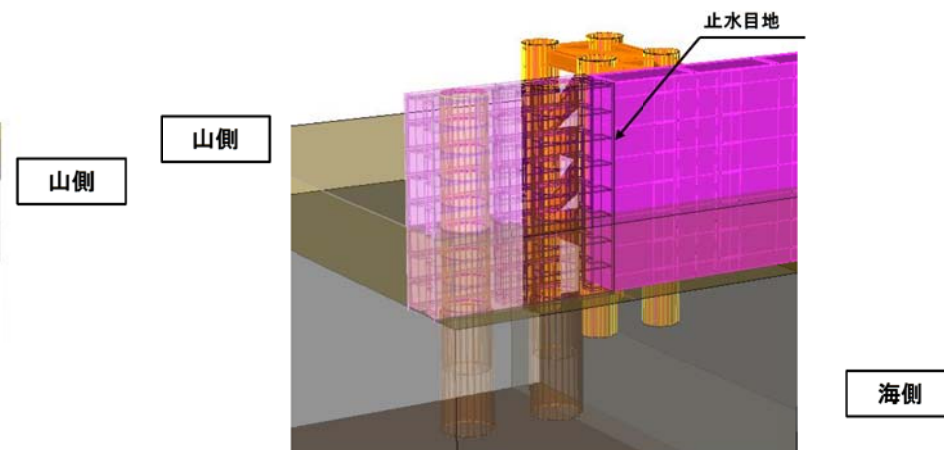
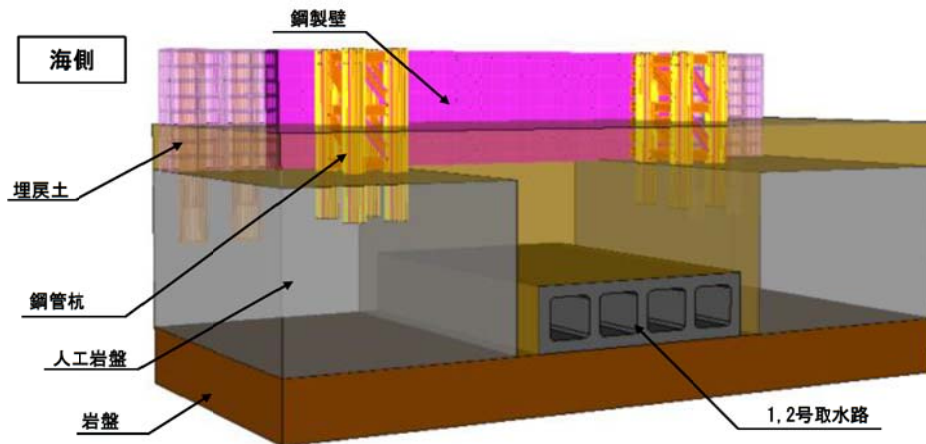


4. 基本設計方針

4.2 鋼製壁部(横断部)を構成する各部材の仕様

○鋼製壁部(横断部)を構成する各部位は検討中であり、今後、詳細を説明する。

	部位	仕様
【施設】		
1	鋼管杭	検討中
2	鋼製壁	検討中
3	止水目地	検討中
【地盤】		
4	人工岩盤	検討中

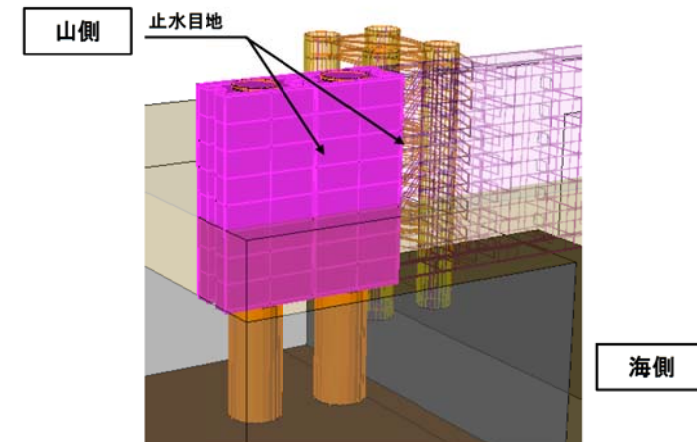
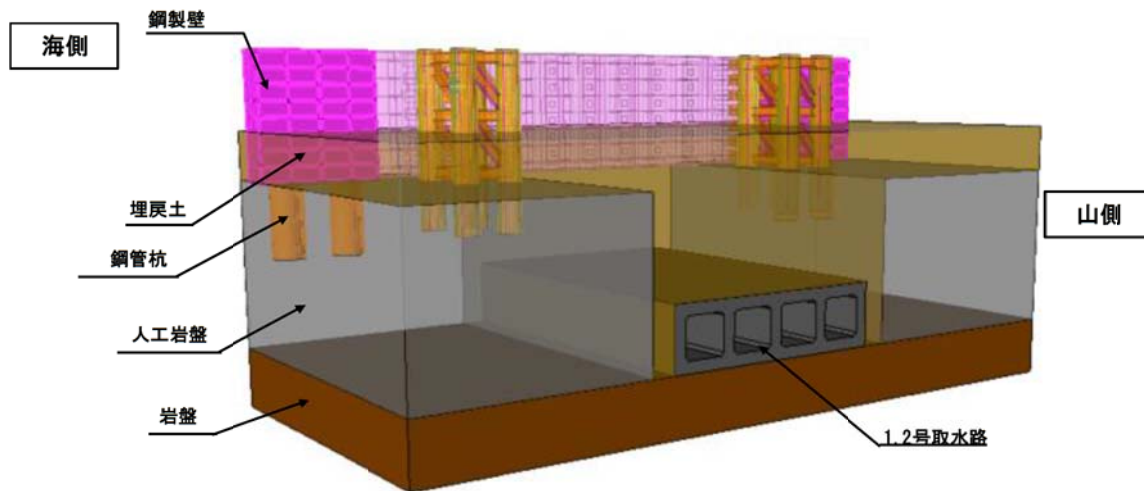


4. 基本設計方針

4.3 鋼製壁部(取合部)を構成する各部材の仕様

○鋼製壁部(取合部)を構成する各部位は検討中であり、今後、詳細を説明する。

	部位	仕様
【施設】		
1	鋼管杭	検討中
2	鋼製壁	検討中
3	止水目地	検討中
【地盤】		
4	人工岩盤	検討中



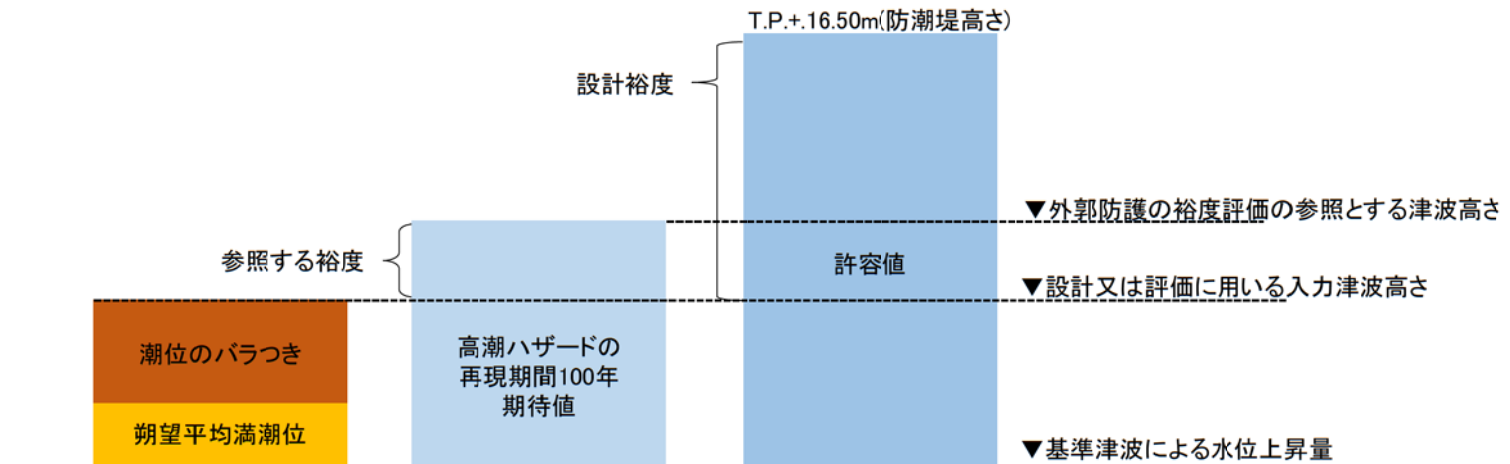
4. 基本設計方針

4.4 防潮堤高さの設定方針

- 防潮堤の高さは、設計に用いる津波高さ（入力津波高さ）に対して余裕をもって設定する。
- 設計に用いる津波高さと防潮堤高さの関係は、別途審査中である基準津波確定後に反映する。

入力津波高さと防潮堤高さの関係

設計又は評価に用いる入力津波高さ	(検討中)
防潮堤高さ	T.P.+16.50m
設計裕度	(検討中)



4. 基本設計方針

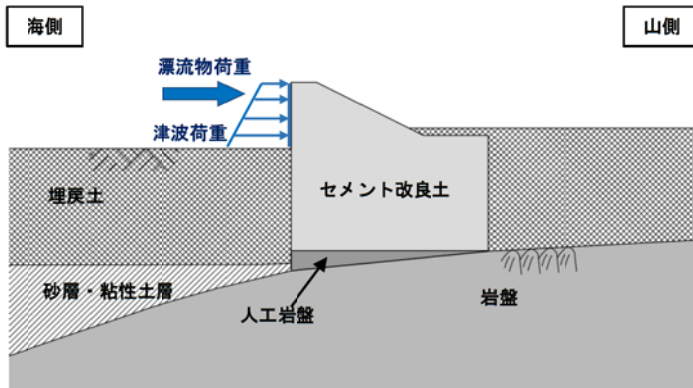
4.5 荷重の組合せについて

- 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。

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。



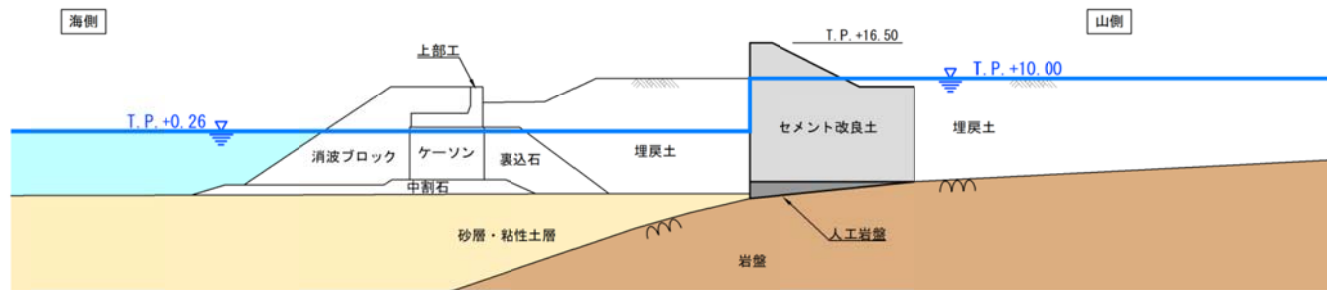
荷重	内容
常時荷重	構造物の自重
自然現象による荷重	風荷重, 積雪荷重
地震荷重	基準地震動 S_s を作用させる
余震荷重	余震による地震動を考慮する
津波荷重	津波荷重(津波波力)を考慮する なお、設計用津波波力については、朝倉式に基づき算定する
津波荷重 (重畳時)	余震作用時に、防潮堤前面に入力津波高さの海水が存在することを想定して、動水圧を作用させる
漂流物荷重	漂流物、荷重算定式について詳細検討を行ったうえで作用させる

4. 基本設計方針

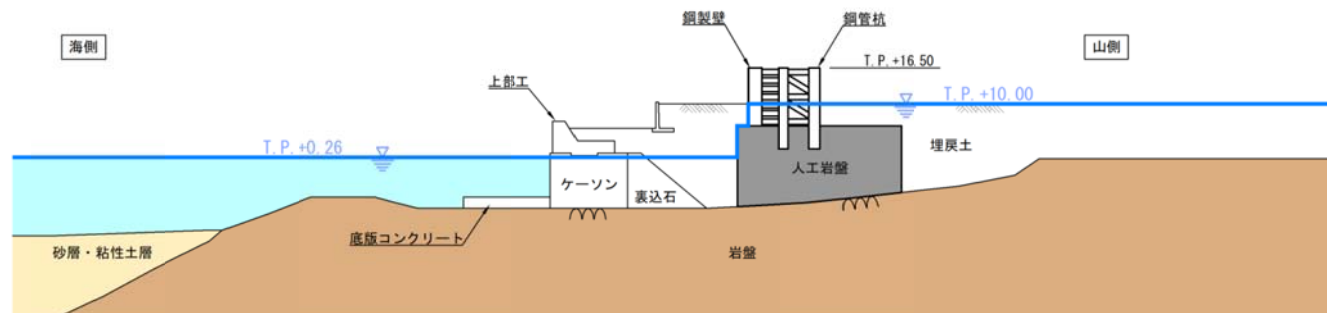
4.6 地下水位の設定方針

○設計に用いる地下水位は、以下のとおりである。

セメント改良土部 鋼製壁部(横断部) 鋼製壁部(取合部)	防潮堤の海側: 朔望平均満潮位(T.P.+0.26m)として設定
	防潮堤の山側: 地表面(T.P.+10.00m)として設定



防潮堤 セメント改良土部

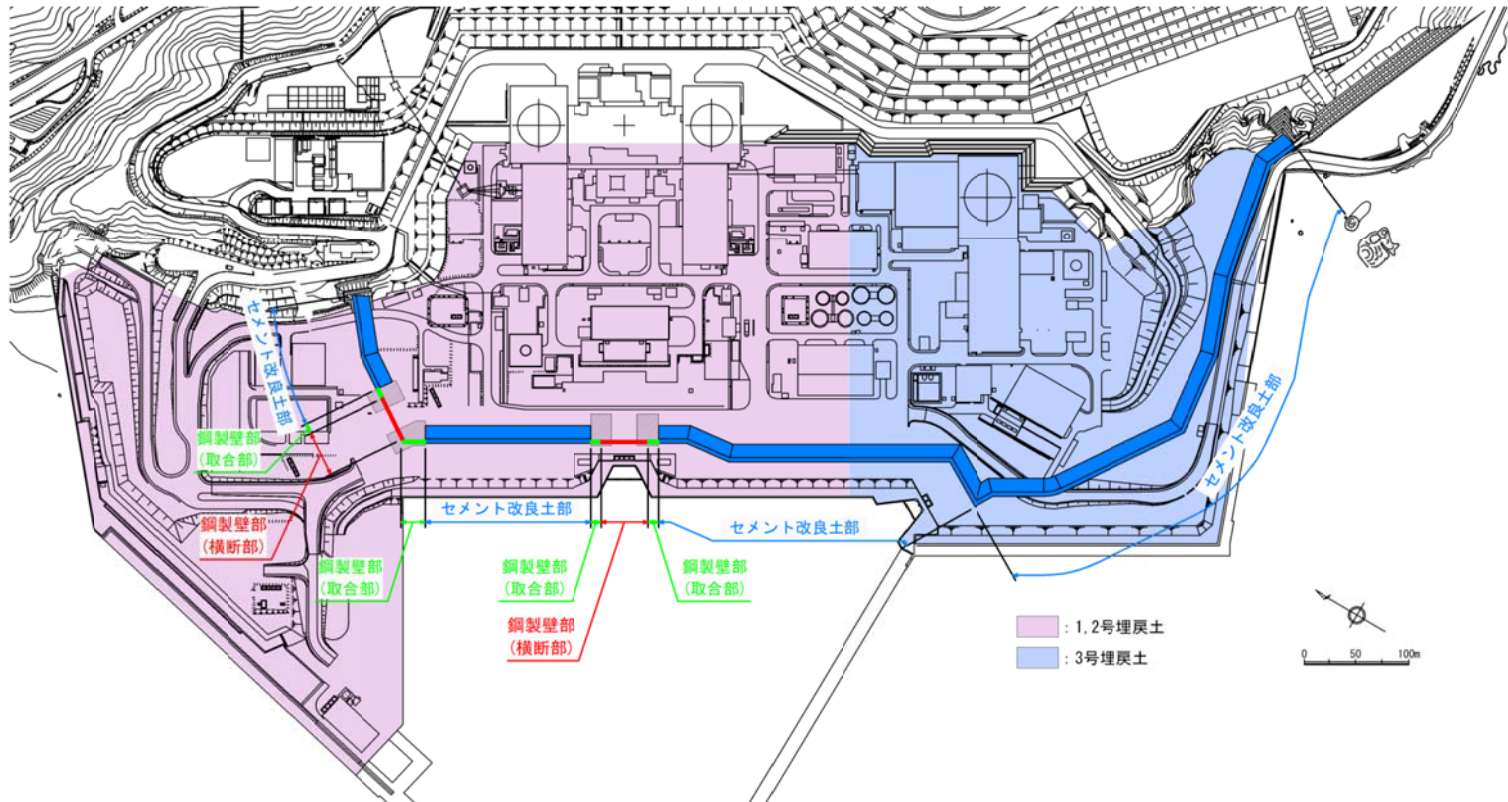


防潮堤 鋼製壁部(横断部)

4. 基本設計方針

4.7.1 解析用物性値の考え方

- 防潮堤は、1,2号埋戻土と3号埋戻土の範囲に跨って設置する。
- そのため、設計に用いる埋戻土の物性値は、強度特性及び液状化強度が小さい1,2号埋戻土とする。
- なお、1,2号埋戻土の物性値を用いることの妥当性については、今後説明する。



4. 基本設計方針

4.7.2 解析用物性値 (1/2)

- 設計に用いる物性値を下表に示す。
- セメント改良土の物性値は、一軸圧縮強度に関しては設計値に基づき設定し、その他の物性値は文献に基づき設定する。
- 新規に設定した解析用物性値の設定方針については、今後説明する。

種類	特性 項目 分類	物理特性				変形特性							
		密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静的特性		動的特性					
						静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)	土骨格の体積 静弾性係数 K_s (kN/m ²)	水の体積 静弾性係数 K_w (10 ³ kN/m ²)	間隙率 n
安山岩	A _I 級	2.67	2.42	47.2	2.01 $\sigma^{0.64}$	11.9	0.25	8.7	0.36	3	—	—	—
	A _{II} 級	2.64	2.26	51.2	2.21 $\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	7.6	0.35	3	—	—	—
	A _{III} 級	2.62						5.1	0.35	3	—	—	—
	A _{IV} 級	2.43	0.17	26.7	$\sigma \leq 0.13, \sigma \geq 0.62$ $\tau = 0.60 \sigma^{0.46}$ $0.13 < \sigma < 0.62$ $\tau = 0.17 + \sigma \tan 26.7^\circ$	0.012	0.35	1.3	0.34	3	—	—	—
火砕岩類	A級	2.20 (2.2)	2.17	51.0	2.26 $\sigma^{0.60}$	6.1	0.26 (0.25)	4.3 (5.0)	0.36 (0.36)	3	—	—	—
	B級	2.19 (2.1)	1.61	46.9	1.94 $\sigma^{0.62}$	2.8	0.24 (0.25)	3.7 (3.5)	0.35 (0.35)	3	—	—	—
	C級	2.01 (1.9)	0.57	46.3	1.23 $\sigma^{0.76}$	0.94	0.21 (0.25)	2.9 (2.3)	0.35 (0.37)	3	—	—	—
1.2号埋戻土	地下水位以浅	1.80	0.034	38.0	0.034 + $\sigma \tan 38.0^\circ$	—	0.40	$G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.00260)]$ $G_0 = 0.154 \sigma^{0.51}$	0.33	$\gamma \leq 2.71 \times 10^{-2}$ $h=1$ $2.71 \times 10^{-2} < \gamma \leq 8.18 \times 10^{-1}$ $h=10.53+6.08 \log \gamma$ $\gamma > 8.18 \times 10^{-1}$ $h=10$	122836	2220	0.450
	地下水位以深	2.00	0.020	37.5	0.020 + $\sigma \tan 37.5^\circ$	0.028	0.40		0.33		122836	2220	0.408
3号埋戻土	地下水位以浅	2.35	0.161	33.7	0.161 + $\sigma \tan 33.7^\circ$	0.0964 $\sigma^{0.355}$	0.40	$G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000239)^{0.777}]$ $G_0 = 0.702 \sigma^{0.486}$	0.33	$h = [\gamma / (9.89 \gamma + 0.00195) + 0.3301] \times 100$	592046	2220	0.213
	地下水位以深	2.10	1.30	26.0	$\sigma \tan 37.0^\circ$	8.0	0.33		0.33		3	—	—
セメント改良土	As1	1.90	0.003	37.4	0.003 + $\sigma \tan 37.4^\circ$	0.0430 $\sigma^{0.576}$	0.40	$G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000854)^{0.964}]$ $G_0 = 0.227 \sigma^{0.637}$	0.33	$h = [\gamma / (5.15 \gamma + 0.00399) + 0.00825] \times 100$	134809	2220	0.482
	As2	1.97	0.001	39.2	0.001 + $\sigma \tan 39.2^\circ$	0.0703 $\sigma^{0.576}$	0.40		$G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000910)^{1.00}]$ $G_0 = 0.243 \sigma^{0.570}$		0.33	$h = [\gamma / (4.87 \gamma + 0.00344) + 0.00970] \times 100$	168611
粘性土	Ac	1.65	0.001	31.6	0.001 + $\sigma \tan 31.6^\circ$	—	—	$G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.00243)^{0.928}]$ $G_0 = 0.097 \sigma^{0.746}$	0.33	$h = [\gamma / (5.70 \gamma + 0.0145) + 0.0267] \times 100$	44720.6	2220	0.603
中割石 裏込石	地下水位以浅	1.83549 (1.80)	0.020	35	0.020 + $\sigma \tan 35.0^\circ$	0.4768 ($E_s = 2(1 + \nu_s)G_0$)	0.33	$G_0 = 0.18$ $\tau \sim \gamma$ 関係はHDモデル	0.33	$h_{max} = 24\%$ 履歴減衰として考慮	469412	22.20	0.450
	地下水位以深	2.03943 (2.00)											
被覆 ブロック	地下水位以浅	2.34535 (2.30)											
	地下水位以深	2.34535 (2.30)											
消波 ブロック	地下水位以浅	1.17267 (1.15)											
	地下水位以深	1.68767 (1.665)											

※()の数値は、1.2号炉解析用物性値

□ : 新規設定値

4. 基本設計方針

4.7.2 解析用物性値 (2/2)

○設計に用いる物性値の根拠を下表に示す。

種類	特性 項目 分類	物理特性		強度特性				変形特性						
		密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静的特性		動的特性						
						静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)	土骨格の体積 静弾性係数 K_s (kN/m ²)	水の体積 静弾性係数 K_w (10 ³ kN/m ²)	間隙率 n	
安山岩	A _I 級	既工認資料 (原位値試験結果、一軸圧縮試験結果、文献より設定)										—	—	—
	A _{II} 級											—	—	—
	A _{III} 級											—	—	—
	A _{IV} 級											—	—	—
火砕岩類	A級	既工認資料 (密度試験結果)										—	—	—
	B級											—	—	—
	C級											—	—	—
1,2号埋戻土	地下水位以浅	既工認資料 (密度試験結果)	三軸圧縮試験結果		—	文献より設定	既工認資料 (動的変形試験結果)	一般値※1	既工認資料 (動的変形試験結果)	一般値※3	一般値※4	一般値※7		
	地下水位以深		既工認資料 (三軸圧縮試験結果、文献より設定)									物理試験結果		
3号埋戻土	地下水位以浅	既工認資料より設定										—	—	—
	地下水位以深													
セメント改良土	既工認資料より設定		文献より設定		一般値※5	文献より設定	一般値※6	文献より設定				—	—	—
砂	As1	密度試験結果	三軸圧縮試験結果		三軸圧縮 試験結果	JAG4601- 1987より設定	動的変形試験結果	—	動的変形試験結果	—	一般値※4	物理試験結果		
	As2													
粘性土	Ac	—										—	—	—
中割石 裏込石	地下水位以浅	港湾基準 工事記録	FLIP推奨値※2				—	—	動的変形試験結果	—	動的変形試験結果	一般値※3	FLIP推奨値※2	
	地下水位以深													
被覆 ブロック	地下水位以浅	コンクリート 標準示方書 (無筋コンクリート)	FLIP推奨値※2				—	—	動的変形試験結果	—	動的変形試験結果	—	FLIP推奨値※2	
	地下水位以深													
消波 ブロック	地下水位以浅	—	FLIP推奨値※2				—	—	動的変形試験結果	—	動的変形試験結果	—	FLIP推奨値※2	
	地下水位以深													

※1:「FLIP研究会14年間の検討成果のまとめ(事例編)」より、一般値の0.33を設定。

※2:「FLIP研究会14年間の検討成果のまとめ(事例編)」より、裏込石の推奨値を設定。

※3:一般式の $\{2(1+\nu_d)G_0\} / \{3(1-2\nu_d)\}$ より設定。

※4:「理科年表 国立天文台編 平成17年」より、20°Cの1気圧における $K_w=1/0.45=2,220,000\text{kN/m}^2$ を設定。

※5:一般式の $E_s=2(1+\nu_s)G_0$ より設定。

※6:一般式の $G_0=\rho V_s^2$ より設定。

※7:「FLIP研究会14年間の検討成果のまとめ(事例編)」より、一般値の0.45を設定。

4. 基本設計方針

4.7.3 解析用物性値 [セメント改良土の構築材料]

- 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。
- 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
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

4. 基本設計方針

4.8 液状化強度特性の設定方針

- 防潮堤の設計においては、地震による液状化影響を有効応力解析により考慮する。
- 設計に用いる液状化強度特性は、『液状化影響の検討方針』において別途説明する。

4. 基本設計方針

4.9 基準地震動

○設計に用いる基準地震動は、別途審査中である基準地震動が確定後に反映する。

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

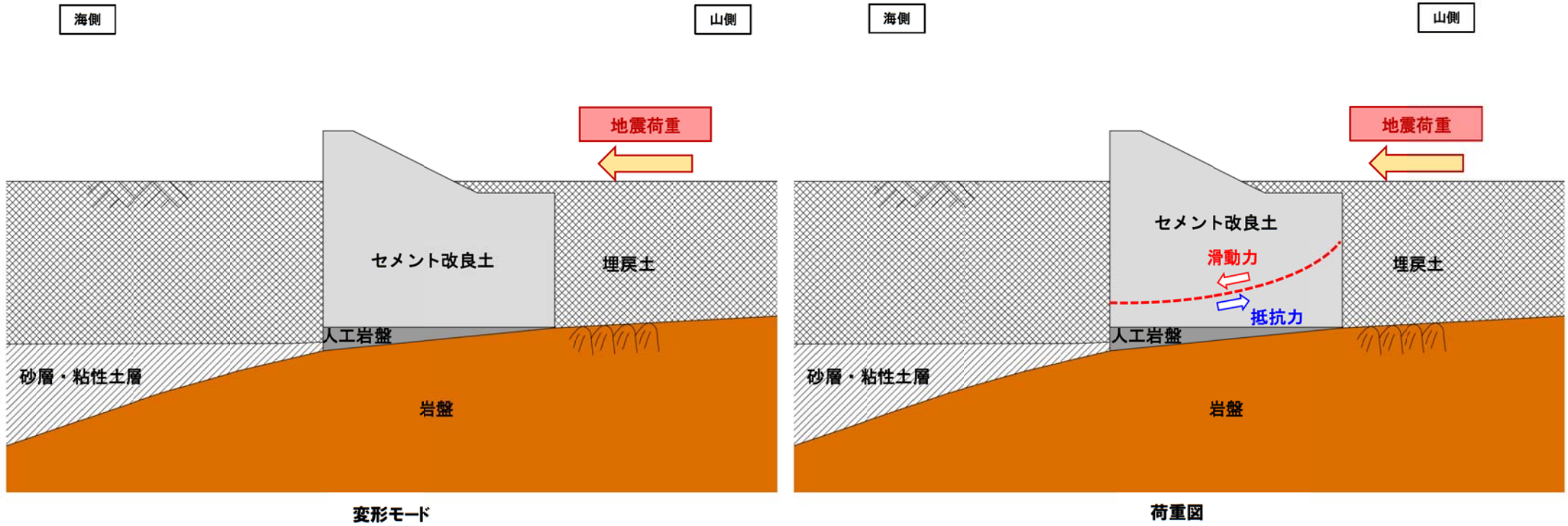
5.1 防潮堤に作用する荷重と部位の役割の概要

- 防潮堤は、セメント改良土部、鋼製壁部（横断部）及び鋼製壁部（取合部）の3つの構造形式に分かれている。
- セメント改良土部は、セメント改良土を岩盤又は人工岩盤に鉛直支持させるとともに、すべりに対する安定性を確保する設計としている。
- 鋼製壁部（横断部）・（取合部）は、人工岩盤に鉛直支持させるとともに、すべりに対する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、このような構造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 セメント改良土部 (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.1 地震時 セメント改良土部 (2/2)

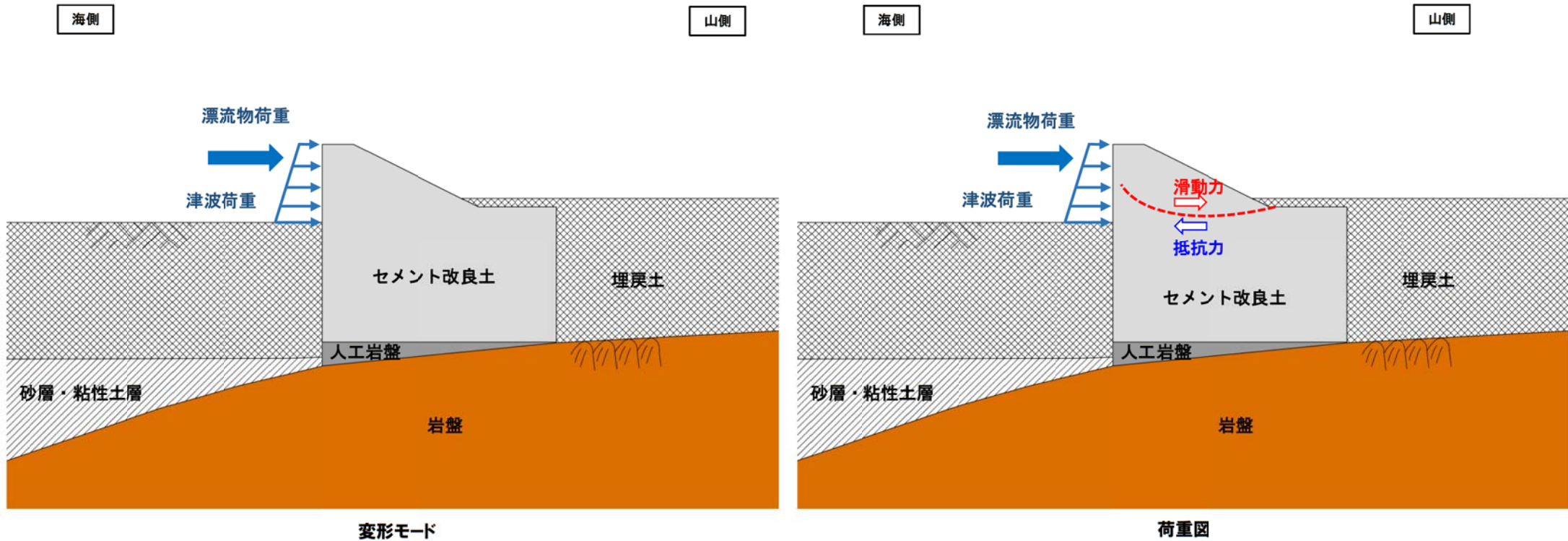
○地震時において、各部位は地震荷重及び地震後に来襲する津波に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、以下の役割を有する。

	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。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従する。
地盤	人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 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に寄与する。
	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)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 セメント改良土部 (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.2 津波時 セメント改良土部 (2/2)

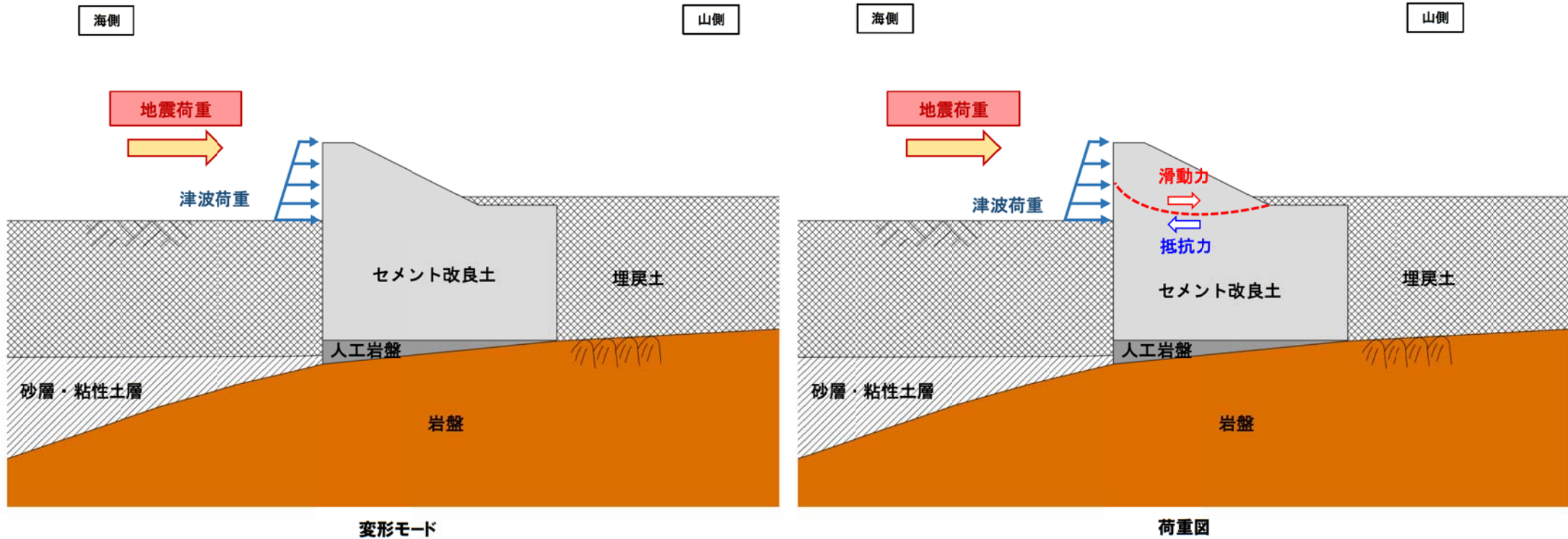
○津波時において、各部位は津波荷重及び漂流物荷重に対して、以下の役割を有する。

	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。 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"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 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)。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)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 セメント改良土部 (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.2.3 重畳時 セメント改良土部 (2/2)

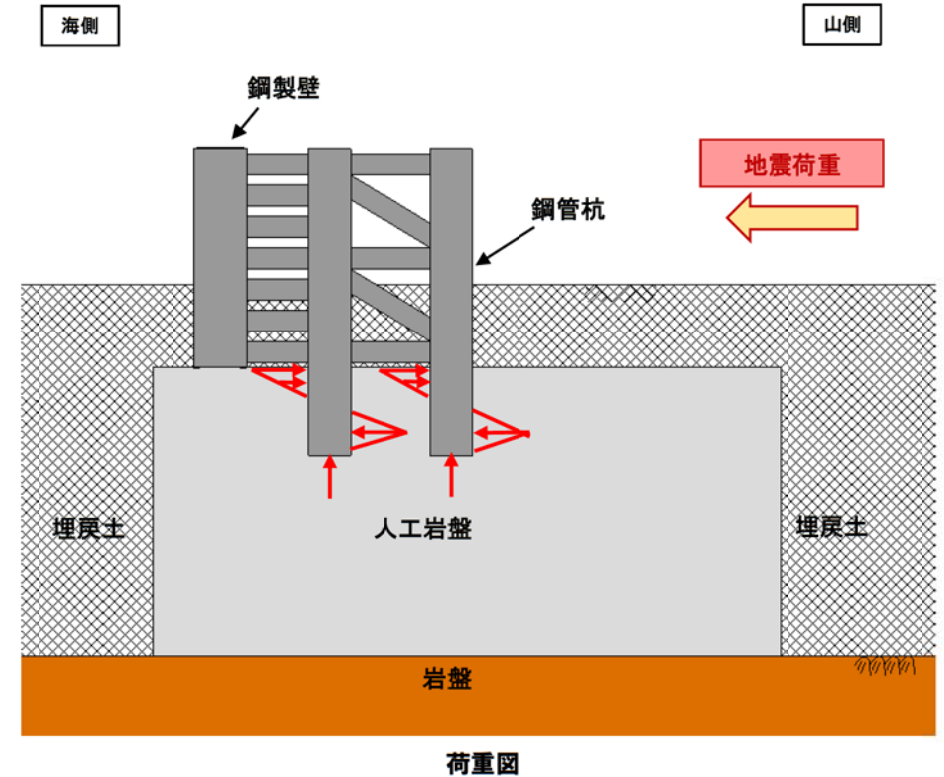
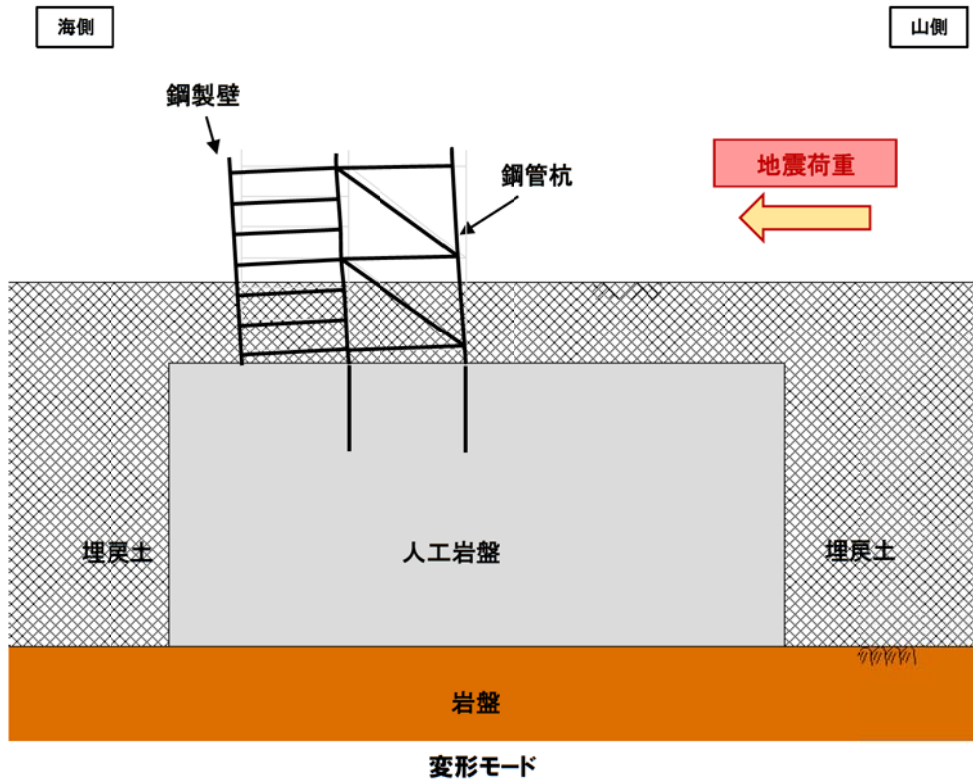
○重畳時(津波+余震時)において、各部位は地震荷重及び地震後に来襲する津波に対して防潮堤の機能(津波に対する止水性)を維持するため、以下の役割を有する。

	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"> セメント改良土間及びセメント改良土と鋼製壁部(取合部)の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 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に寄与する。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を(人工岩盤を介して)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

5.3.1 地震時 鋼製壁部 (横断部) (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.3.1 地震時 鋼製壁部 (横断部) (2/2)

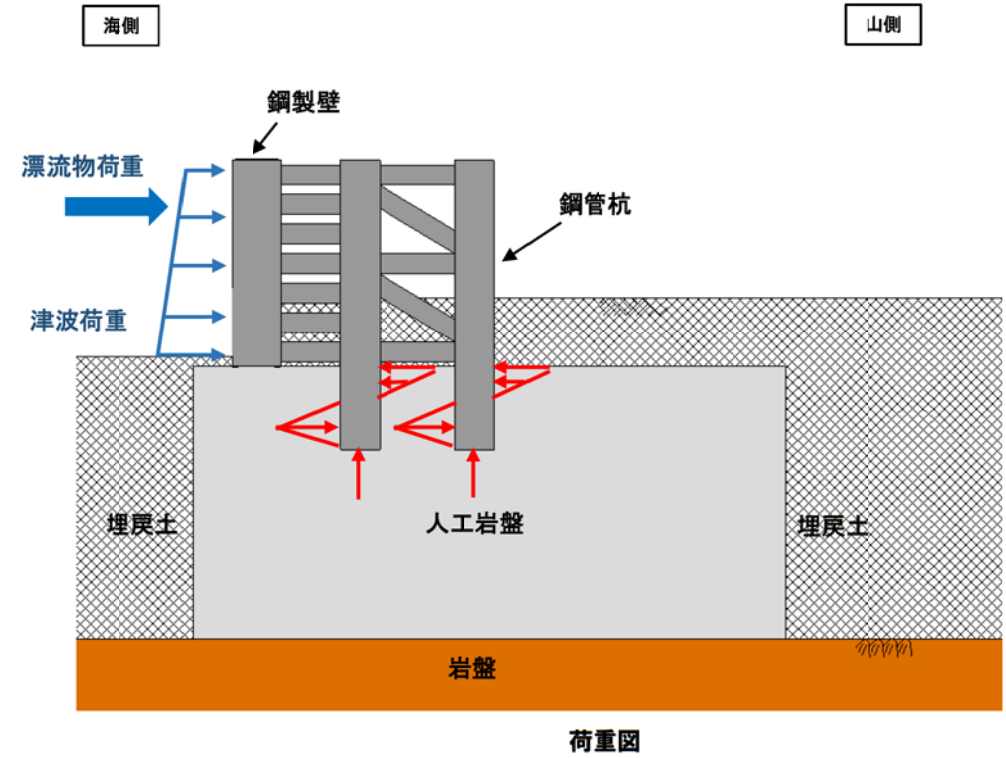
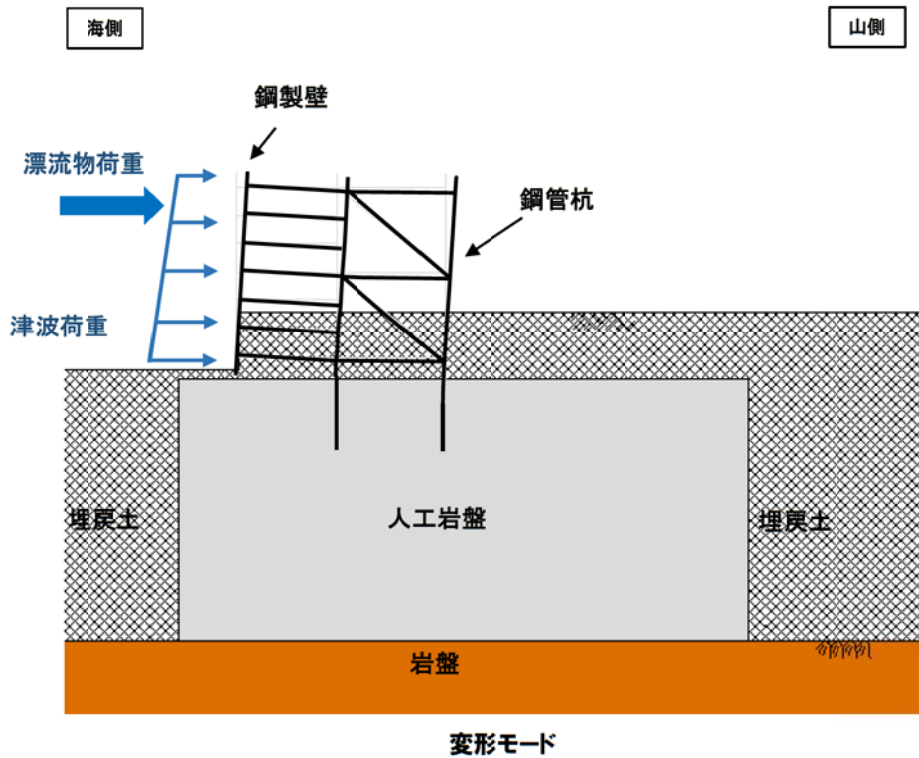
○地震時において、各部位は地震荷重及び地震後に来襲する津波に対して防潮堤の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、以下の役割を有する。

	部位の名称	役割
施設	鋼製壁	・ 止水目地を支持する。
	鋼管杭	・ 鋼製壁を支持する。
	止水目地	・ 鋼製壁間の変位に追従する。
地盤	人工岩盤	・ 鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 基礎杭のすべり安定性に寄与する。
	岩盤	・ 鋼管杭を(人工岩盤を介して)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

5.3.2 津波時 鋼製壁部 (横断部) (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.3.2 津波時 鋼製壁部（横断部）（2/2）

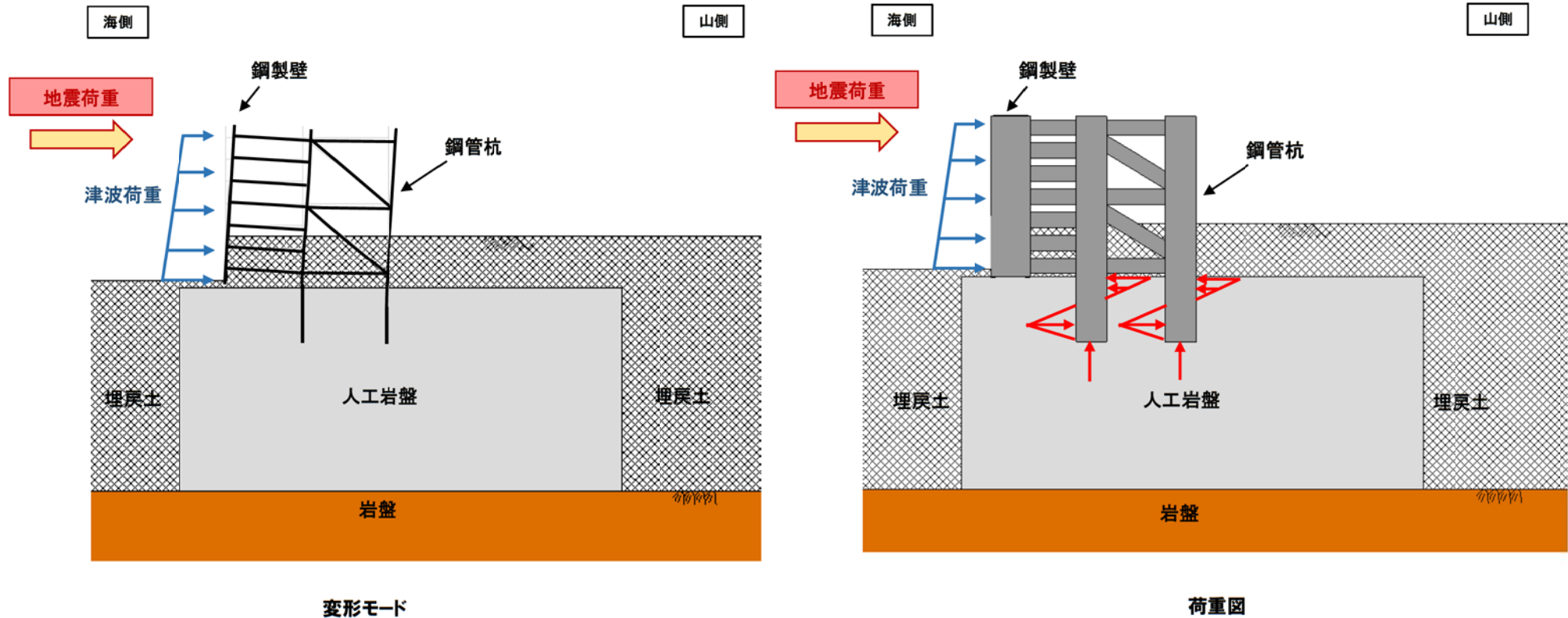
○津波時において、各部位は津波荷重及び漂流物荷重に対して、以下の役割を有する。

	部位の名称	役割
施設	鋼製壁	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	鋼管杭	・鋼製壁を支持する。
	止水目地	・鋼製壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	・鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.3.3 重畳時 鋼製壁部 (横断部) (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.3.3 重畳時 鋼製壁部 (横断部) (2/2)

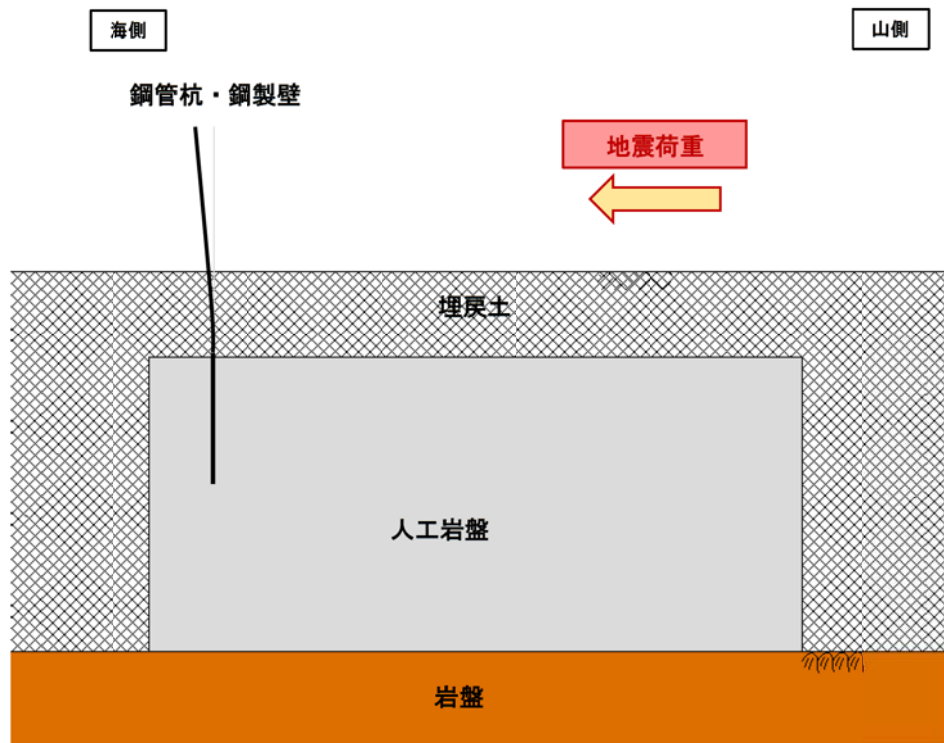
○重畳時 (津波+余震時) において、各部位は地震荷重及び地震後に来襲する津波に対して防潮堤の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、以下の役割を有する。

	部位の名称	役割
施設	鋼製壁	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	鋼管杭	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製壁を支持する。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 基礎杭のすべり安定性に寄与する。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。

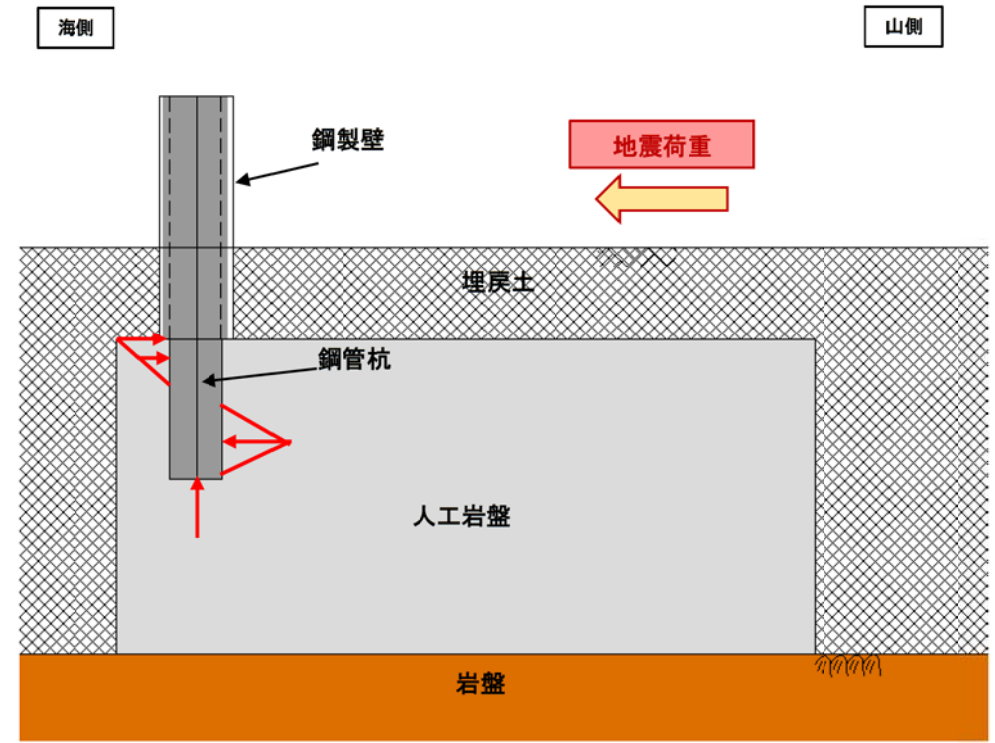
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.4.1 地震時 鋼製壁部 (取合部) (1/2)

○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。



変形モード



荷重図

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.4.1 地震時 鋼製壁部(取合部) (2/2)

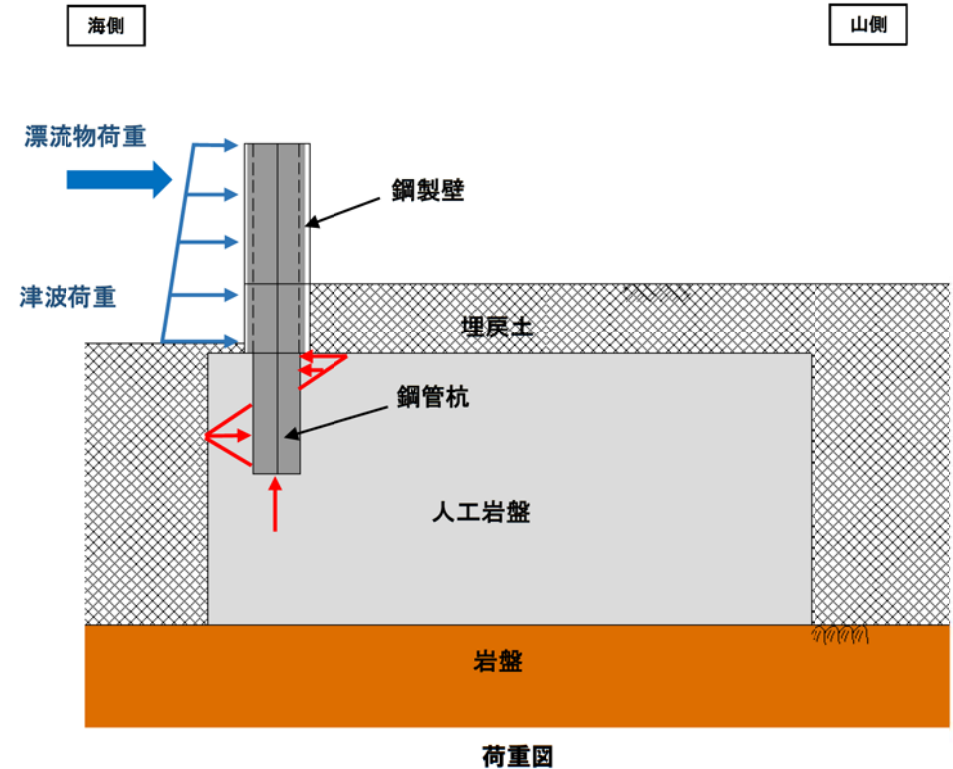
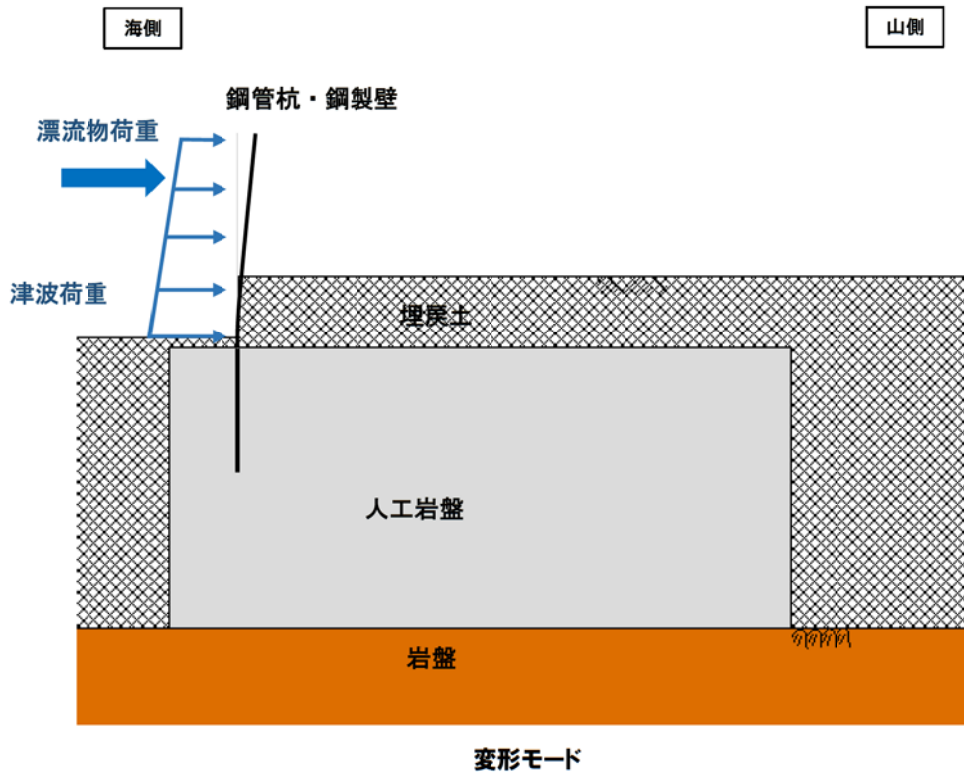
○地震時において、各部位は地震荷重及び地震後に来襲する津波に対して防潮堤の機能(津波に対する止水性)を維持するため、以下の役割を有する。

	部位の名称	役割
施設	鋼製壁	・ 止水目地を支持する。
	鋼管杭	・ 鋼製壁を支持する。
	止水目地	・ 鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従する。
地盤	人工岩盤	・ 鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 基礎杭のすべり安定性に寄与する。
	岩盤	・ 鋼管杭を(人工岩盤を介して)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

5.4.2 津波時 鋼製壁部 (取合部) (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.4.2 津波時 鋼製壁部(取合部) (2/2)

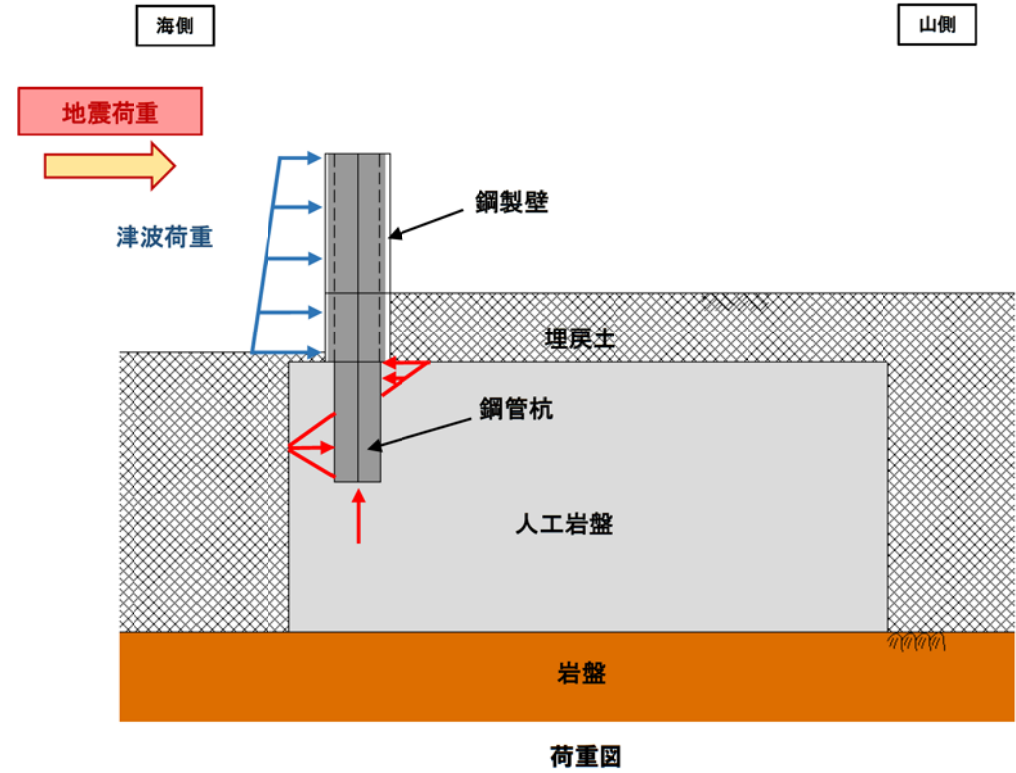
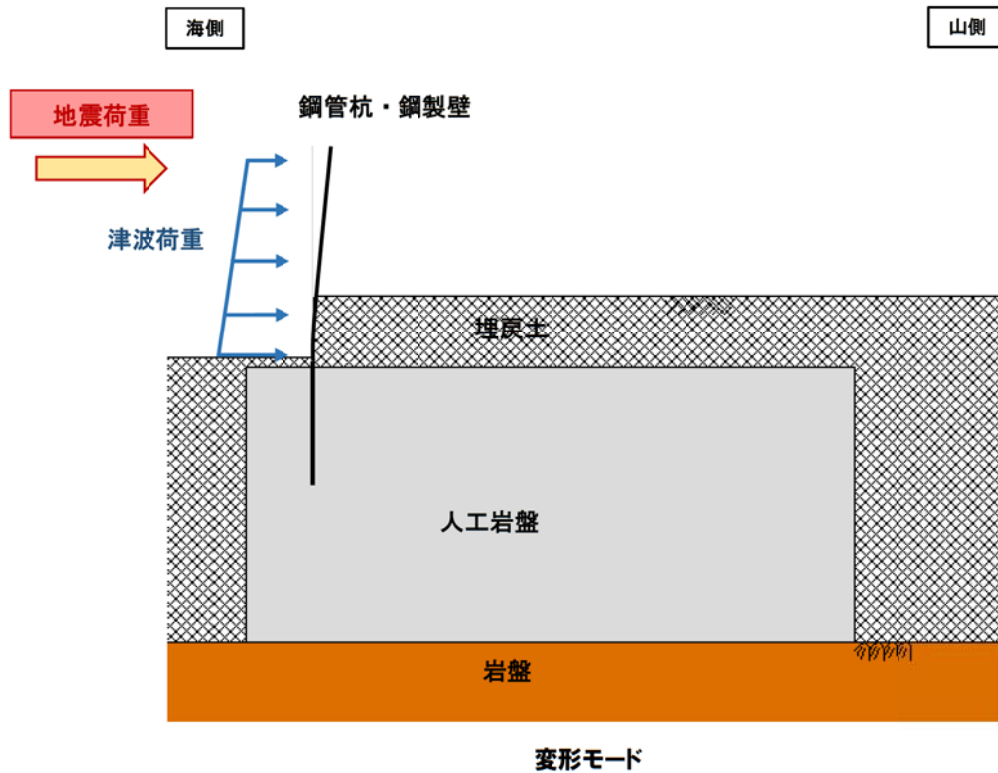
○津波時において、各部位は津波荷重及び漂流物荷重に対して、以下の役割を有する。

	部位の名称	役割
施設	鋼製壁	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	鋼管杭	・鋼製壁を支持する。
	止水目地	・鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	・鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	・鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。

5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.4.3 重畳時 鋼製壁部 (取合部) (1/2)

○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。



5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割

5.4.3 重畳時 鋼製壁部(取合部) (2/2)

○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	鋼製壁	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	鋼管杭	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製壁を支持する。
	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製壁間及びセメント改良土部と鋼製壁部(取合部)の間の変位に追従し、遮水性を保持する。
地盤	人工岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 基礎杭のすべり安定性に寄与する。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(難透水性を保持する)。
	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭を(人工岩盤を介して)鉛直支持する。 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。

6. 構造等に関する先行炉との比較

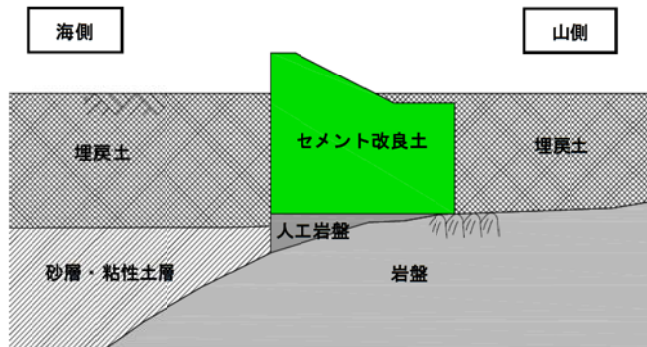
1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

6. 構造等に関する先行炉との比較

6.1 構造等に関する先行炉との比較 (セメント改良土部)

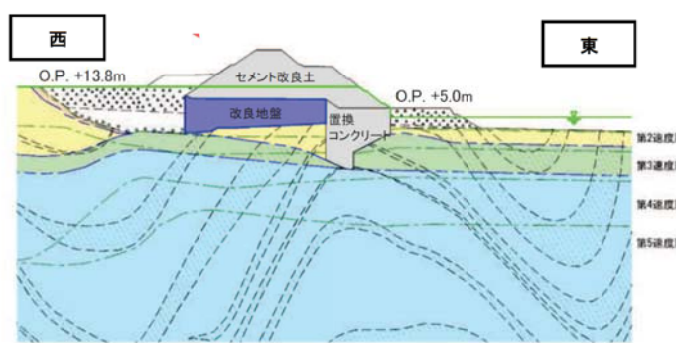
- 泊発電所における防潮堤の特徴を踏まえ、先行炉との類似点及び相違点を抽出するために、類似する先行炉の防潮堤を選定した。
- 今後、構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、類似点についてはその適用性を、相違点については設計への反映事項を説明する。
- 防潮堤のうちセメント改良土部は、セメント改良土を人工岩盤 (女川発電所の場合、改良地盤) 又は岩盤に直接支持させる構造であることから、女川発電所における盛土堤防及び美浜発電所における防潮堤 (地盤改良部) を選定した。
- それぞれの構造概要図を以下に示す。

※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

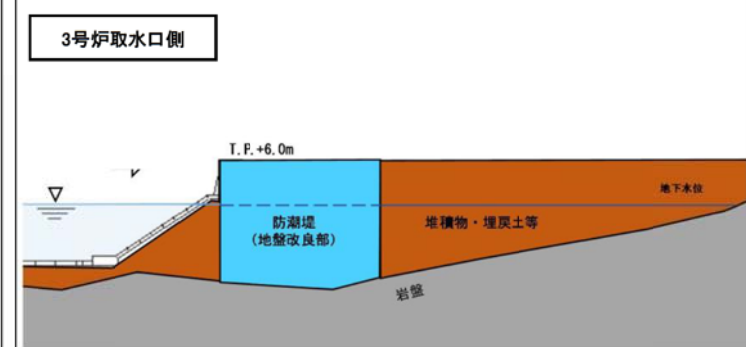
泊発電所 鋼製壁部 (横断面)



断面図

(「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)

女川発電所 鋼管杭式鉛直壁 (一般部)



断面図

(「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)

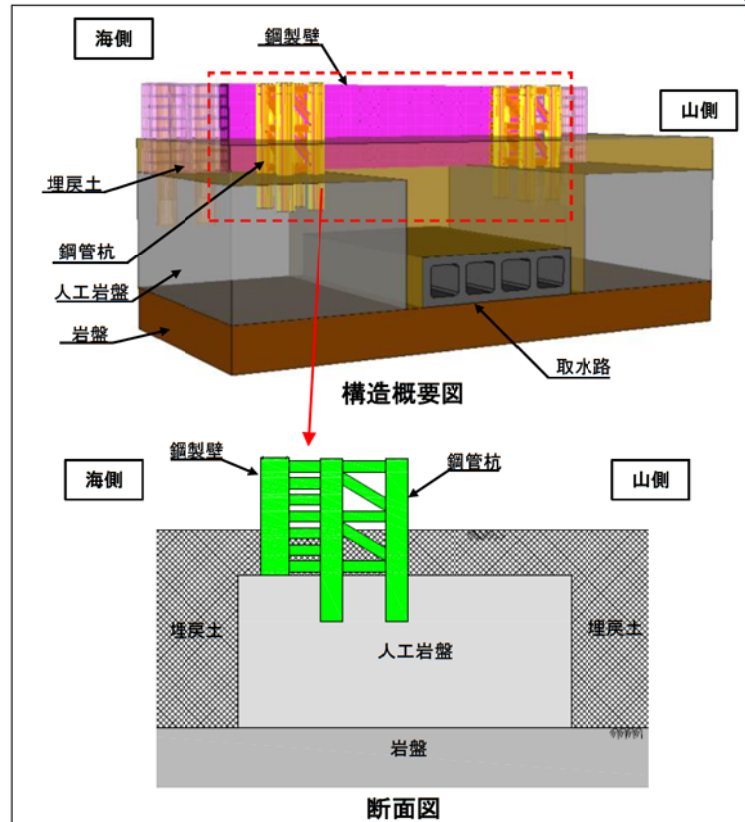
美浜発電所 防潮堤 (地盤改良部)

6. 構造等に関する先行炉との比較

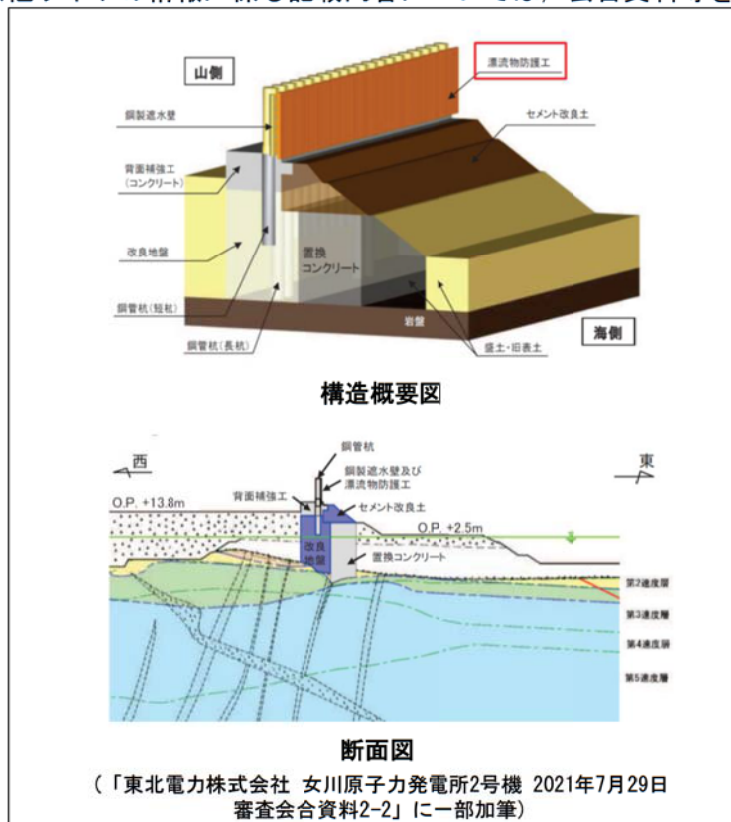
6.2 構造等に関する先行炉との比較（鋼製壁部（横断部））

- 防潮堤のうち鋼製壁部（横断部）は、人工岩盤に鋼管杭を支持させる構造であることから、女川発電所における鋼管式鉛直壁（一般部）を選定した。
- また、既存構造物上部を鋼製壁で横断させる構造であることから、東海第二発電所における鋼製防護壁を選定した。
- それぞれの構造概要図を以下に示す。

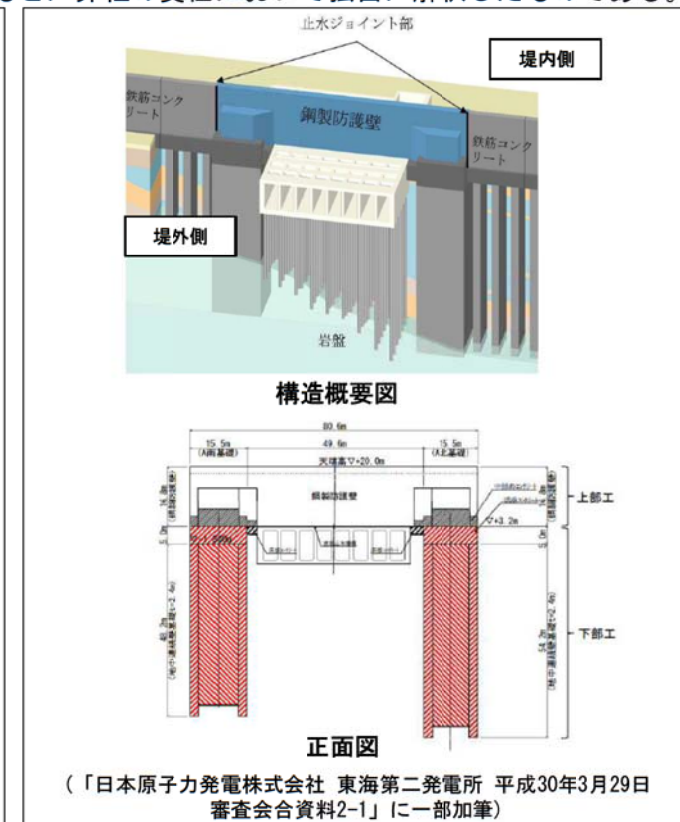
※他サイトの情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものである。



泊発電所 鋼製壁部（横断部）



女川発電所 鋼管杭式鉛直壁（一般部）



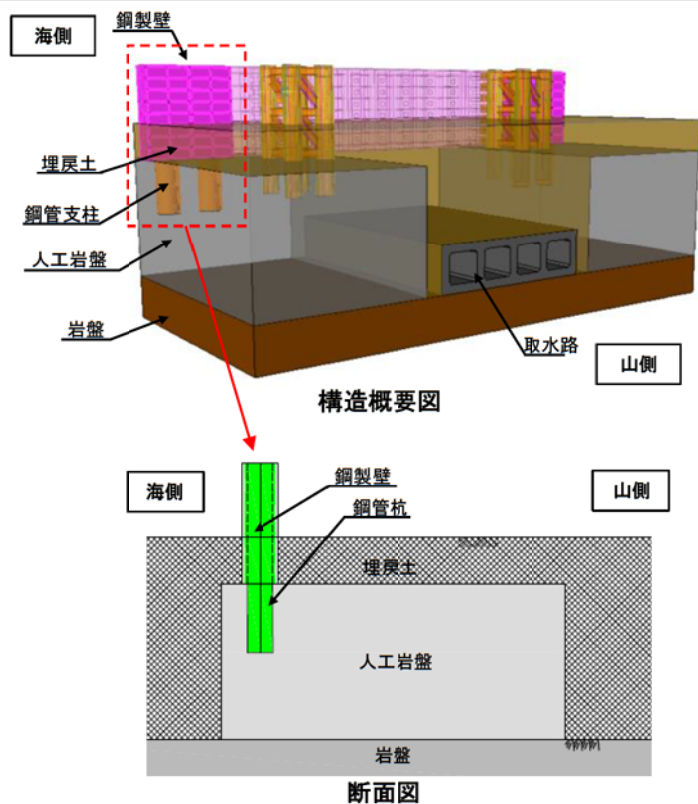
東海第二発電所 鋼製防護壁

6. 構造等に関する先行炉との比較

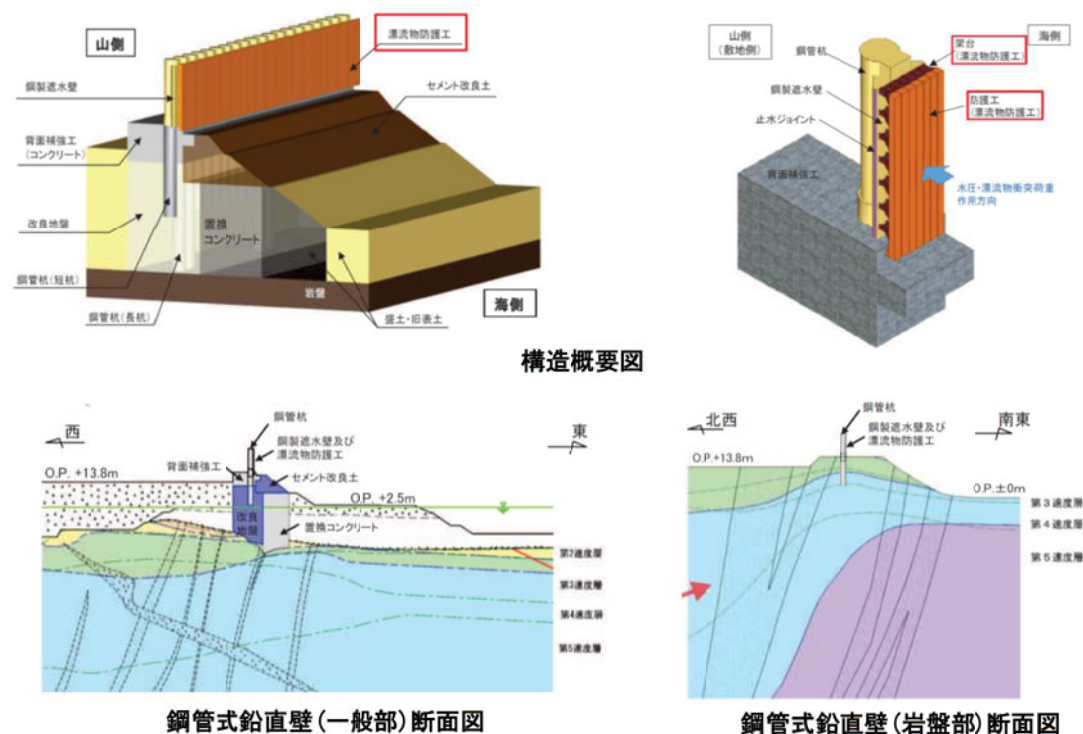
6.3 構造等に関する先行炉との比較（鋼製壁部（取合部））

- 防潮堤のうち鋼製壁部（取合部）は、人工岩盤に鋼管杭を支持させる構造であることから、女川発電所における鋼管式鉛直壁（一般部）及び（岩盤部）を選定した。
- 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。



泊発電所 鋼製壁部（取合部）



鋼管式鉛直壁（一般部）断面図

鋼管式鉛直壁（岩盤部）断面図

（「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）

女川発電所 鋼管杭式鉛直壁

7. 防潮堤の再構築に伴う影響について

1. 概要	3
2. 設置許可基準規則への適合性について	12
3. 防潮堤の概要	31
4. 基本設計方針	42
5. 防潮堤に作用する荷重と部位の役割	55
6. 構造等に関する先行炉との比較	75
7. 防潮堤の再構築に伴う影響について	79

7. 防潮堤の再構築に伴う影響について

7.1 屋外アクセスルート及び屋外溢水影響評価

○ 屋外アクセスルート

- これまで防潮堤上をアクセスルートとして活用していたが、防潮堤の再構築に伴い防潮堤の内側にアクセスルート（地震及び津波を考慮しても使用可能なルート）を設定する。
- 敷地T.P.+31mからT.P.+10mへのアクセスルートについては、西側ルートは岩盤内にトンネルを設置し、東側ルートは形状を変更した道路を設置する。
- 既存防潮堤を道路として残置する範囲については、サブルート（地震及び津波以外の事象発生時に活用するルート）を設定する。

○ 屋外溢水影響評価

- 防潮堤の再構築に伴いT.P.+10mの敷地形状が変更となることから、最新の敷地形状を反映した屋外溢水影響評価を実施する。

変更前（平成29年3月提出資料）

変更後（今後説明）