

泊発電所3号炉

防潮堤の構造成立性評価方針について

(構造成立性評価の基本方針のうち解析条件の変更点他)

令和5年9月21日
北海道電力株式会社

本日の説明主旨	3
本日の説明内容及び今後の説明スケジュール	4
1. 基準津波の検討状況を踏まえた防潮堤の構造成立性評価方針の変更点	5
2. 構造成立性評価断面の集約	7
参考資料1. 構造成立性評価において影響があると考えられる項目及び対策	12
参考資料2. 構造成立性評価の候補断面図	13

本日の説明主旨

- 本日の説明主旨は、以下のとおりである。
 - 基準津波の検討状況を踏まえた防潮堤の構造成立性評価方針の変更点について、至近の基準津波の検討の中で水位が高くなっている状況を踏まえ、新たな防潮堤高さを設定することによる変更点を説明する。
 - 構造成立性評価断面の集約について、評価条件を保守的に設定することにより1断面に集約することを説明する。

本日の説明内容及び今後の説明スケジュール

ともに輝く明日のために。
Light up your future.

4



○ 本日の説明内容及び今後の説明スケジュールは、下表のとおり予定している。

青字：第1111回審査会合資料1-2-1-p4の更新箇所

説明内容	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"> 要求機能と設計方針(構造成立性評価断面選定の結果) 構造成立性評価結果 	<p>本日説明^{※1}</p> <p>2024年1月下旬</p>
2 解析条件	<ul style="list-style-type: none"> モデル化方針, 液状化強度特性, 基準地震動の選定 セメント改良土を線形物性とする考え方 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) 	<p>2024年1月下旬^{※2}</p> <p>本日一部説明^{※3}, 入力津波確定後</p>
3 止水目地に関する検討方針	<ul style="list-style-type: none"> 評価方針(止水目地の解析条件) 試験計画及び結果(アンカーボルトの性能試験の妥当性) 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) 	<p>本日一部説明^{※4}</p> <p>2023年12月上旬, 2024年1月下旬</p> <p>2023年12月上旬</p> <p>2024年1月下旬</p>
4 屈曲部に関する設計方針	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>説明済み</p>
5 人工岩盤の施設区分の整理	<ul style="list-style-type: none"> 「人工岩盤」を施設とし、「下部コンクリート^{※5}」に名称を変更 	<p>説明済み</p>
6 高強度部に関する設計方針	<ul style="list-style-type: none"> 設計方針, 照査項目, 照査方法 構造成立性評価 	<p>説明済み</p> <p>2024年1月下旬</p>
7 防潮堤(端部)に関する設計方針	<ul style="list-style-type: none"> 設計方針, 照査項目, 照査方法 構造成立性評価 	<p>説明済み</p> <p>2024年1月下旬</p>
8 防潮堤への波及的影響	<ul style="list-style-type: none"> 既設護岸が防潮堤前面にある場合の評価方針, 解析条件 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 	<p>説明済み</p> <p>2024年1月下旬</p>
9 平面線形形状(入構トンネル他含む)	<ul style="list-style-type: none"> 新たな入構ルートの選定に係る考え方 	<p>説明済み</p>
10 他条文への影響	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤海側線形に関する個別条文の基準適合への影響 防潮堤高さ変更に関する個別条文の基準適合への影響 	<p>説明済み</p> <p>入力津波確定後</p>

※1: 本日, 防潮堤の構造成立性評価断面の集約について説明する。

※2: 防潮堤の構造成立性評価に用いる液状化強度特性及び基準地震動は, 構造成立性評価結果と併せて説明する。

※3: 本日, 防潮堤高さの変更に伴う津波波力及び漂流物荷重の作用位置の変更について説明する。

構造成立性評価に用いる津波波力及び漂流物荷重が, 入力津波解析結果を踏まえて算出する津波波力及び漂流物荷重より保守的であることを構造成立性評価結果と併せて説明する。

※4: 本日, 評価方針のうち止水目地構造の変更について説明する。

※5: 部位名称を「置換コンクリート」から「下部コンクリート」に変更する。なお, 役割や許容限界の変更はない。

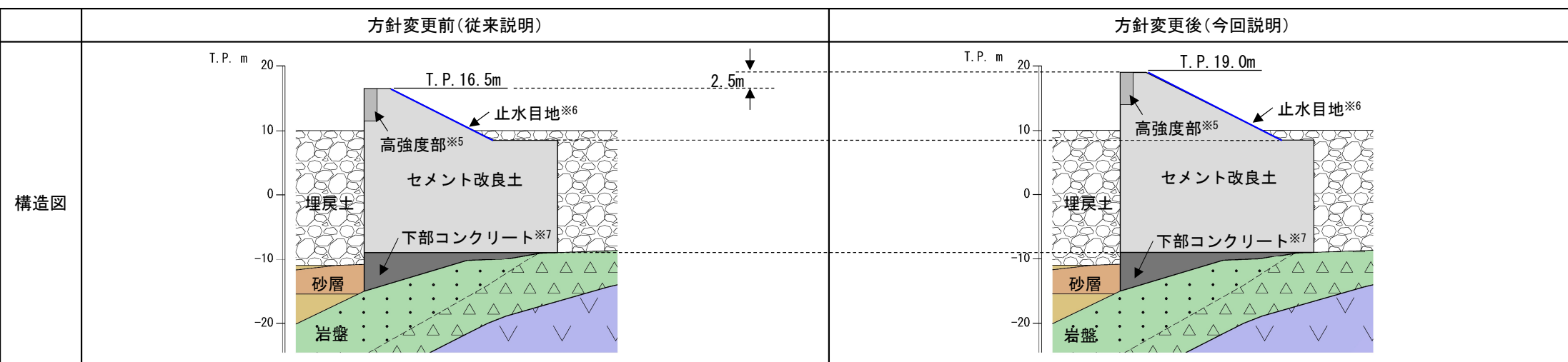
1. 基準津波の検討状況を踏まえた防潮堤の構造成立性評価方針の変更点

1.1 防潮堤高さ及び解析条件の変更

- 基準津波の検討の中で、地震に伴う津波（日本海東縁部）と地震以外の要因に伴う津波（陸上地すべり（川白））の組合せ評価の結果、敷地前面^{※1}の最大水位変動量は従来説明の14.11mから15.68m^{※2}となることを把握した。
- 上記を踏まえ、耐津波設計として考慮すべき潮位等も含めて評価した入力津波高さに対して、高潮による潮位変動も考慮して検討した結果、泊発電所の防潮堤高さをT.P.16.5mからT.P.19.0m^{※3}に変更する。
- 防潮堤の構造成立性評価に用いる基本構造（セメント改良土及び下部コンクリート又は端部コンクリート^{※4}による堤体構造、防潮堤（標準部）背面の勾配）は変更しない。
- 防潮堤高さの変更に伴い、防潮堤の構造成立性評価に用いる解析条件のうち、以下のとおり変更する。
 - 津波荷重を算出する際の津波高さは、設置変更許可段階の条件として暫定的に防潮堤天端高さであるT.P.19.0mとする。
 - 漂流物荷重の作用位置は、設置変更許可段階の条件として暫定的に防潮堤天端T.P.19.0mとする。
 - 止水目地の設置高さは、上端をT.P.19.0mとする。

※1: 防潮堤(総延長)の前面 ※2: 基準津波確定前であることから、基準津波候補の中から最大のものを選定した。 ※3: 基準津波確定前であることから、暫定値である。

※4: 防潮堤(端部)はコンクリートのみによる堤体構造である。



※5: 高強度部は防潮堤の一部であり、漂流物荷重の分散を目的にセメント改良土より強度が大きいコンクリートを設置する(高強度部の構造成立性評価の説明時期はp4参照)。

※6: 止水目地構造の根入れの考え方は、設置変更許可段階で説明する。 ※7: 部位名称を「置換コンクリート」から「下部コンクリート」に変更する。なお、役割や許容限界の変更はない。

1. 基準津波の検討状況を踏まえた防潮堤の構造成立性評価方針の変更点

1.2 止水目地構造の変更

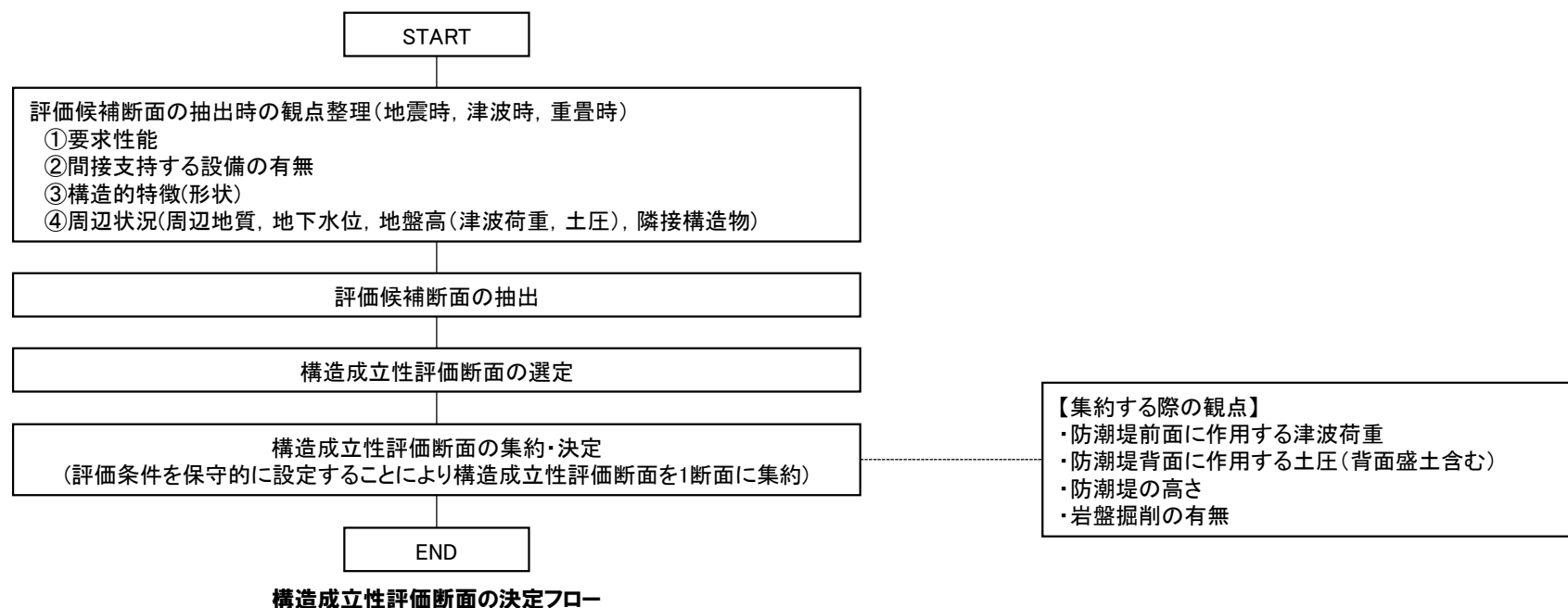
- 構造変更前の止水目地構造では、防潮堤高さの変更に伴い、防潮堤の慣性力が増加し、止水目地コンクリートとセメント改良土の挙動差が大きくなり、止水目地コンクリートとセメント改良土の境界面におけるせん断力が増大し、アンカーボルトBのせん断力の裕度が小さくなるため、止水目地の構造を変更する。
- 構造変更後の止水目地構造では、止水目地コンクリート及び鋼製プレートを定着部材（鋼製）に変更することにより、軸剛性及び質量が止水目地コンクリートと比較して小さくなり、セメント改良土の挙動に追従しやすくなるため、境界面のせん断力を低減することが可能となり、更に、アンカーボルトを直交かつ千鳥配置することで、配置本数の増加によりせん断耐力の向上が可能となることから、アンカーボルトのせん断力の裕度が大きくなる。
- 構造変更後の詳細（構造概要、設計方針、アンカーボルトの性能試験結果及び解析結果等）は、今後、設置変更許可段階で説明する（説明時期はp4参照）。
- 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。

	止水目地構造(変更になる箇所は下線部)	挙動イメージ
構造変更前 (従来説明)		
構造変更後 (今回説明)		

2. 構造成立性評価断面の集約

2.1 構造成立性評価断面の決定フロー

- 防潮堤（標準部）における構造成立性評価断面の決定フローを以下に示す。
- 地震時，津波時，重畳時（津波+余震時）の各事象における評価候補断面の抽出時の観点を整理し，評価候補断面を抽出した上で，構造成立性評価断面を各事象毎に選定する。
- 構造成立性評価断面の集約は，各事象で選定した評価断面に対して，評価条件を保守的に設定することにより1断面に決定する。
- なお，重畳時の評価断面は，地震時及び津波時の両事象の観点を考慮する。



2. 構造成立性評価断面の集約

2.2 評価候補断面の抽出時の観点整理

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

評価候補断面の抽出時の観点整理

観 点		防潮堤	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"> あり(津波監視設備のうち津波監視カメラ)^{※1} 	<ul style="list-style-type: none"> 津波監視カメラの設置による防潮堤の構造成立性への影響はないと考え、候補断面の選定は不要とした^{※2}
③構造的特徴(形状)		<ul style="list-style-type: none"> 線状構造物^{※3} 防潮堤の形状が異なる 	<ul style="list-style-type: none"> 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
④周辺状況	周辺地質	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び下部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
	前面地盤高	<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(津波荷重が前面地盤高に応じて異なる) 	<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 断面位置によって前面地盤高が異なることより、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
	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、設置変更許可段階における構造成立性評価断面として選定しない 設計及び工事計画認可段階において、防潮堤を横断する構造物の健全性の評価結果を説明する

※1:津波監視設備のうち津波監視カメラを防潮堤上部に設置する計画であり、詳細な設置位置は現在検討中である。

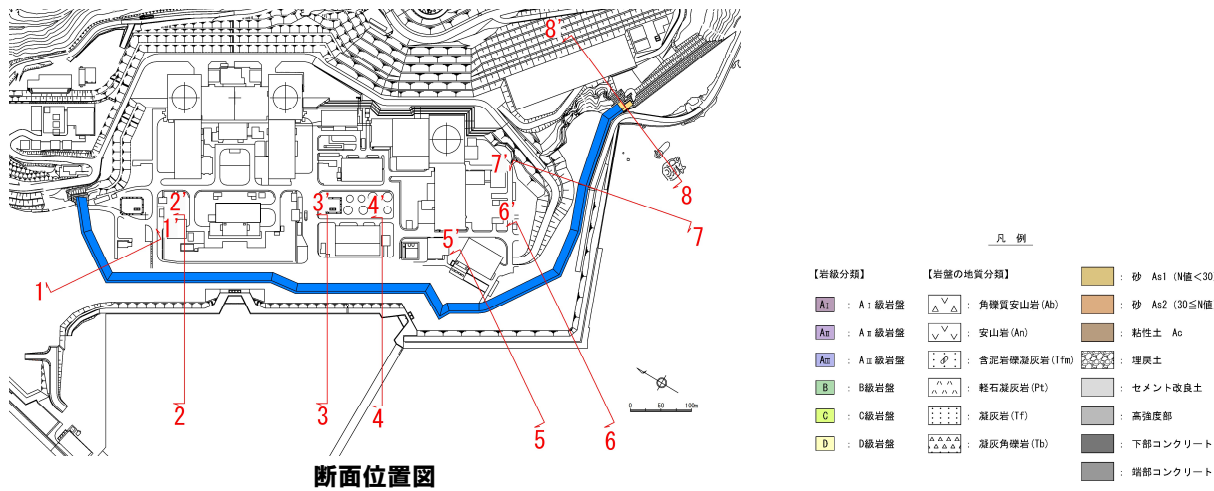
※2:津波監視カメラは防潮堤に対して軽量であるため、津波監視カメラの設置による防潮堤の構造成立性への影響はないと考える。

※3:防潮堤の屈曲部には、応力集中に配慮し施工目地を設置するため、屈曲部に着目した断面選定は不要とした。

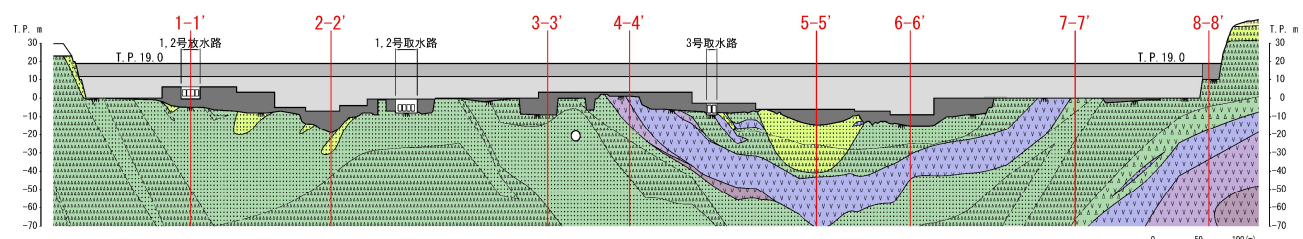
2. 構造成立性評価断面の集約

2.3 評価候補断面の抽出

- 防潮堤(標準部)において、「観点③構造的特徴(形状)」及び「観点④周辺状況」から、構造成立性評価断面の選定における候補断面を抽出した。
- 候補断面及び候補断面の抽出理由は、以下のとおりである。



断面位置図



防潮堤縦断面図(縦:横=2:1)

防潮堤(標準部)の評価候補断面の抽出

候補断面※1	抽出理由
1-1' 断面	茶津側端部～1,2号放水路(屈曲部)において、防潮堤天端から岩盤までの高さが概ね一様であり、その中でも1-1'断面が最も岩盤が深い。
2-2' 断面	全区間(茶津側端部～堀株側端部)において、防潮堤天端から岩盤までの高さが最も高い。
3-3' 断面	1,2号取水路～3号取水路区間において既設護岸形状が異なる。
4-4' 断面	ただし、既設護岸に役割を期待しないため、既設護岸の形状が断面選定の観点にはならない。
5-5' 断面	防潮堤設置箇所にD級岩盤が存在する。
6-6' 断面	ただし、防潮堤設置時には、防潮堤下部のD級岩盤を撤去する。
6-6' 断面	全区間(茶津側端部～堀株側端部)において、防潮堤天端から岩盤までの高さが、2-2'断面の次に高い。
7-7' 断面※2	防潮堤背面に存在する道路盛土が高い。

※1: 堀株側端部の8-8'断面の詳細は、構造成立性を含めて設置変更許可段階において説明する(説明時期はp4参照)。
 ※2: 道路盛土が高い断面及び道路盛土が防潮堤に近接する断面において、防潮堤に作用する土圧を比較した上で、7-7'断面を候補断面とすることを第1111回審査会合資料1-2-1-p109において説明済みである。

2. 構造成立性評価断面の集約

2.4 構造成立性評価断面の選定

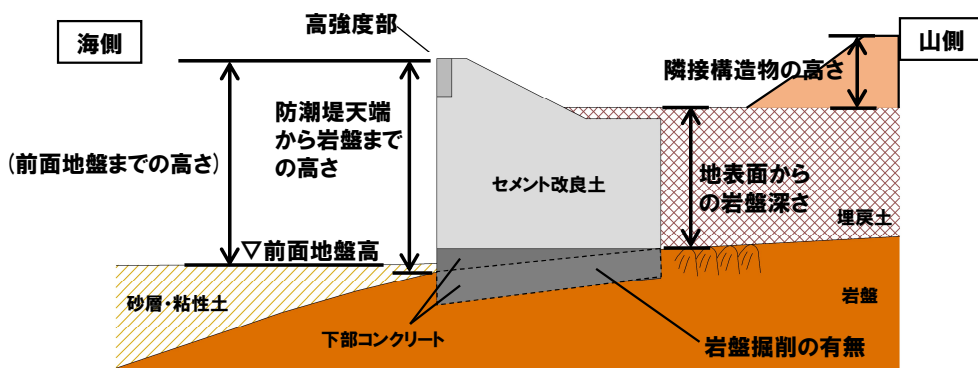
○ 防潮堤高さ変更に伴い、構造成立性評価における評価断面の候補を「観点③構造的特徴(形状)」及び「観点④周辺状況」に基づき整理した結果、防潮堤天端から岩盤までの高さが高く、津波荷重又は土圧が大きい「2-2'断面」及び「6-6'断面」を構造成立性評価断面として選定した。

構造成立性評価断面の選定

■ : 候補断面の中で厳しい条件(地震時・重畳時)

■ : 候補断面の中で厳しい条件(津波時・重畳時)

候補断面	③構造的特徴(形状)		④周辺状況					【参考】 ^{※8}		
	防潮堤天端から岩盤までの高さ	岩盤掘削 ^{※1}	防潮堤前面に作用する津波荷重		防潮堤背面に作用する土圧			漂流物荷重	岩盤の傾斜	岩級
			前面地盤高 ^{※2} (前面地盤までの高さ)	津波荷重 ^{※3}	地表面からの岩盤深さ ^{※4} (埋戻土による土圧)	隣接構造物の高さ (盛土道路による土圧)	土圧 ^{※6}			
1-1'断面	23.9m	無	T.P.-4.9m (23.9m)	5,782kN	15.5m	—	3,895kN	2,000kN ^{※7}	平坦	B級
2-2'断面	41.9m	有	T.P.-11.3m (30.3m)	9,293kN	20.6m	—	6,880kN		傾斜有	B級及びC級
3-3'断面	28.0m	無	T.P.-9.0m (28.0m)	7,922kN	10.0m	—	1,621kN		傾斜有	B級
4-4'断面	18.0m	無	T.P.1.0m (18.0m)	3,275kN	9.0m	—	1,313kN		平坦	A _{III} 級
5-5'断面	37.4m	有	T.P.-6.5m (25.5m)	6,566kN	18.8m	—	5,731kN		傾斜有	C級
6-6'断面	34.0m	無	T.P.-10.8m (29.8m)	8,990kN	18.9m	2.7m ^{※5}	7,361kN		傾斜有	B級
7-7'断面	19.0m	無	T.P.0.0m (19.0m)	3,648kN	10.0m	16.7m ^{※5}	6,564kN		平坦	B級



各観点のイメージ図

※1: 防潮堤の基礎地盤のすべり安全率を確保するために岩盤掘削を行う可能性があり、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」においてすべり安全率を説明する。

※2: 前面地盤高が低い方が、津波波力は大きくなる。

※3: 構造成立性評価においては、津波波力算定時の津波高さを防潮堤天端高さとし、防潮堤前面の敷地高(岩盤深さ)との差の1/2を津波浸水深として、朝倉式より算定した津波波力を津波荷重として作用させる。津波波力の設定方針については、今後、第五条耐津波設計方針において説明する。

※4: 地表面からの岩盤深さが深いほど、防潮堤に作用する土圧は大きくなる。

※5: 防潮堤背面の道路盛土は、基準地震動による崩壊が生じないように対策する方針である。道路盛土による断面選定の考え方は、第1111回審査会合資料1-2-1-p102において説明したとおり。

※6: 「事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)(沿岸技術研究センター、令和元年12月)」を参考に、1,2号埋戻土として、道路盛土の天端まで液状化する仮定で算出した。「2-2'断面」、「6-6'断面」及び「7-7'断面」の土圧は、第1111回審査会合資料1-2-1-p109を再掲。

※7: 漂流物荷重は、第1111回審査会合資料1-2-1-p40で説明したとおり。

※8: 岩盤の傾斜、岩級、防潮堤の幅に着目した断面選定は、基礎地盤の安定性評価に係る観点であることから、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」において説明する。

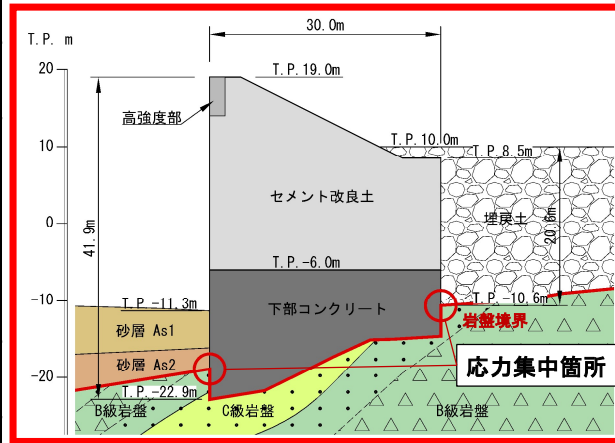
なお、「防潮堤の幅」は、設置位置によって異なることを想定しており、現在検討中である。

2. 構造成立性評価断面の集約

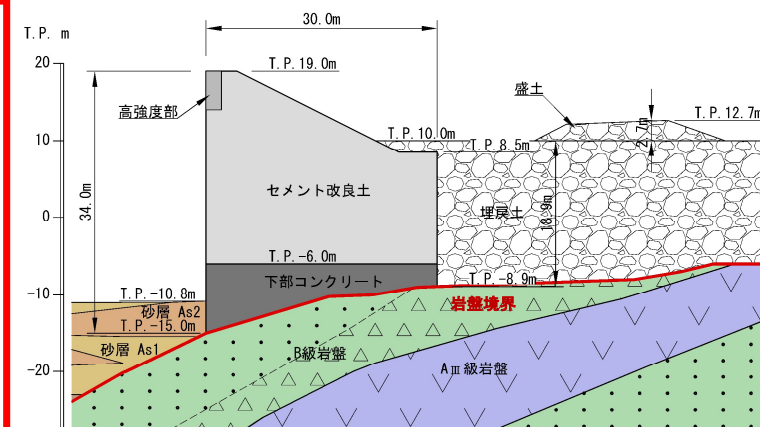
2.5 構造成立性評価断面の集約及び決定

- 今回、下記の観点に着目し、評価条件を保守的に設定することで、2断面（「2-2' 断面」及び「6-6' 断面」）を1断面に集約することを検討した。
 - 防潮堤前面に作用する津波荷重：「2-2' 断面」の方が大きい。
 - 防潮堤背面に作用する土圧（背面盛土含む）：「6-6' 断面」の方が大きい。
 - 防潮堤の高さ：「2-2' 断面」の方が高い。
 - 岩盤掘削の有無：「2-2' 断面」は岩盤掘削を行う計画であるが、「6-6' 断面」は岩盤掘削を行わない計画である。
 - ⇒ 「③構造的特徴（形状）」の観点のうち岩盤掘削の有無の観点について、防潮堤の基礎地盤のすべり安全率を確保するために岩盤掘削を行う「2-2' 断面」は、岩盤と砂層又は埋戻土層の境界部において下部コンクリートに応力集中が生じ、下部コンクリートにとって厳しい評価となることが考えられる。
- 構造成立性評価断面は、下記のとおり評価条件を保守的に設定することで「2-2' 断面」に集約して実施する。
 - 地震時は、防潮堤背面の土圧が防潮堤を海側に押す方向に作用することから、「6-6' 断面」の土圧を「2-2' 断面」に保守的に作用させる。
 - 津波時及び重畳時（津波+余震時）は、防潮堤背面の土圧が津波荷重を打ち消す方向に作用することから、「2-2' 断面」の土圧を作用させる。

	2-2' 断面	6-6' 断面	備考
津波荷重 (kN)	9,293	8,990	p10_※3を参照
土圧※ (kN)	6,880	7,361	p10_※6を参照 ※地震時は「6-6' 断面」の土圧を「2-2' 断面」に保守的に作用させる。津波時及び重畳時は、「2-2' 断面」の土圧を作用させる。
防潮堤 (m)	41.9	34.0	防潮堤天端から岩盤までの高さ。
岩盤掘削	有	無	



2-2' 断面



6-6' 断面

参考資料1. 構造成立性評価において影響があると考えられる項目及び対策

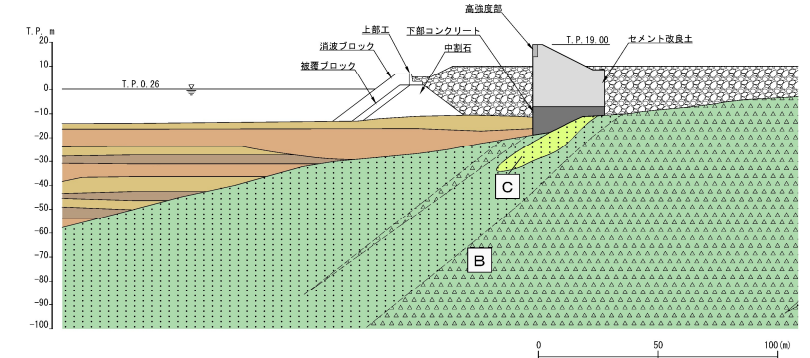
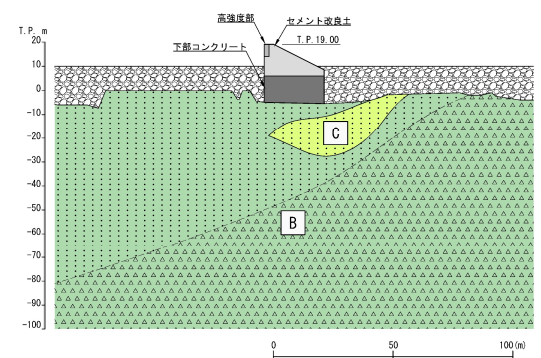
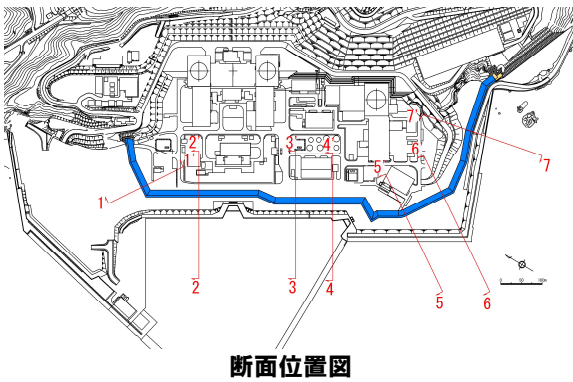
- 構造成立性評価において、防潮堤高さの変更により影響があると考えられる項目及び許容限界を満足できない場合の対策は、以下のとおりである。
- 防潮堤の内的安定性
⇒仕様（セメント改良土、下部コンクリート及び高強度部の強度）及び下部コンクリート高さの変更
 - 水路横断部の間接支持機能
⇒仕様（セメント改良土及び下部コンクリートの強度）及び下部コンクリート範囲の変更（各水路の評価結果は、設計及び工事計画認可段階で説明する。）
 - 基礎地盤のすべり安定性（第三条の審査で説明）
⇒堤体幅の拡幅及び下部コンクリート底面の形状変更

項目	内的安定性	水路横断部の間接支持機能	基礎地盤のすべり安定性(第三条)
対策前			
対策後	<p>【仕様変更】 セメント改良土、下部コンクリート、高強度部の強度の変更</p> <p>【形状変更】 下部コンクリート高さの変更</p>	<p>【仕様変更】 セメント改良土及び下部コンクリートの強度の変更</p> <p>【形状変更】 下部コンクリート範囲の変更①</p> <p>【形状変更】 下部コンクリート範囲の変更②</p>	<p>【形状変更】 堤体幅の拡幅</p> <p>【形状変更】 下部コンクリート底面の形状変更</p>
	説明時期	評価結果を踏まえた対策の要否は、設置変更許可段階で説明する。	評価結果を踏まえた対策の要否は、設計及び工事計画認可段階で説明する。

参考資料2. 構造成立性評価の候補断面図 (1/2)

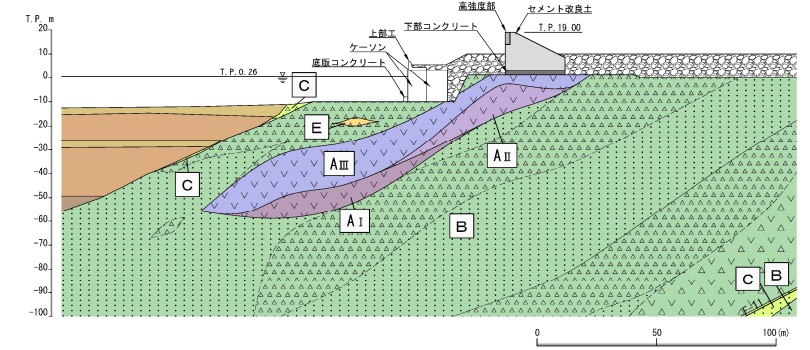
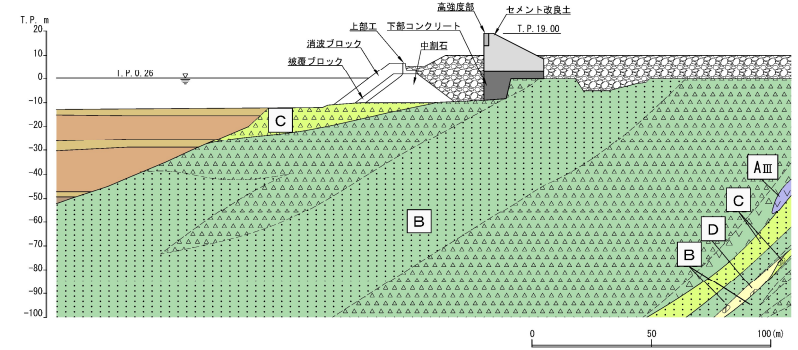
第1111回審査会合
資料1-2-1 p.103 加筆・修正

○ 防潮堤の横断方向の地質断面図を以下に示す。



凡例

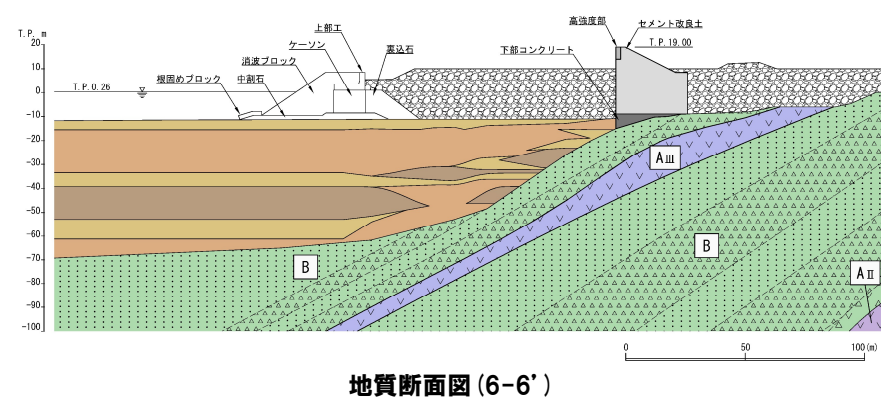
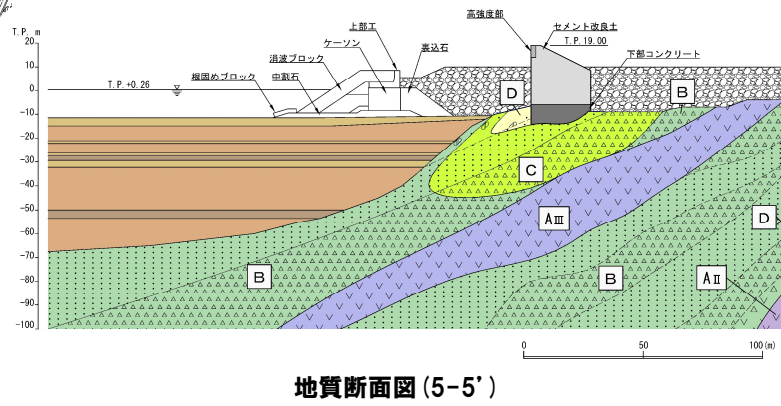
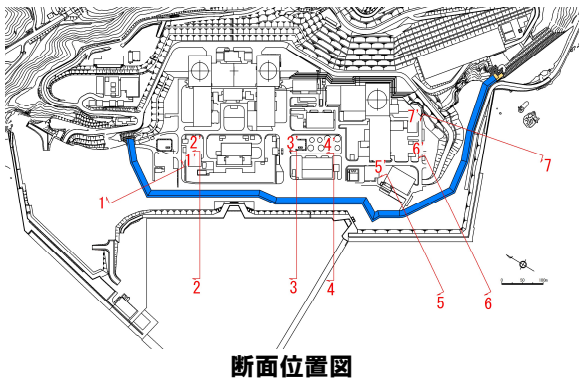
【岩級分類】	【岩盤の地質分類】	
A _I : A _I 級岩盤	△△ : 角礫質安山岩 (Ab)	As1 (N値<30) : 砂
A _{II} : A _{II} 級岩盤	▽▽ : 安山岩 (An)	As2 (30≤N値) : 砂
A _{III} : A _{III} 級岩盤	◇◇ : 含泥岩礫凝灰岩 (Tfm)	Ac : 粘性土
B : B級岩盤	△△△ : 軽石凝灰岩 (Pt)	埋戻土
C : C級岩盤	□□□ : 凝灰岩 (Tf)	セメント改良土
D : D級岩盤	△△△△ : 凝灰角礫岩 (Tb)	高強度部
		下部コンクリート



※: 下部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。

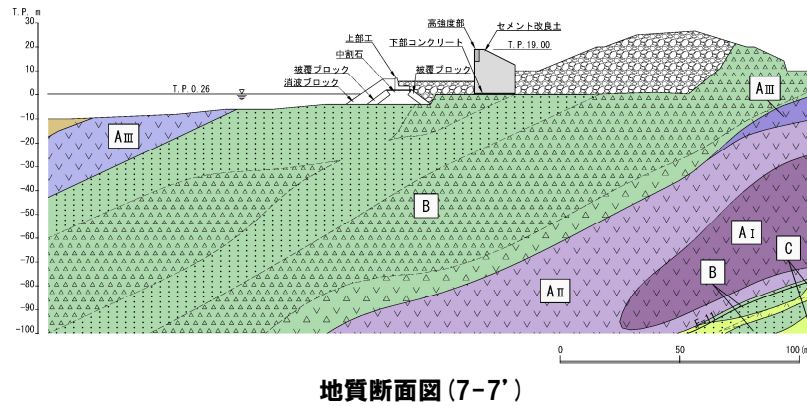
参考資料2. 構造成立性評価の候補断面図 (2/2)

第1111回審査会合
資料1-2-1 p.104 加筆・修正



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 (Ab)	■ : 砂 As1 (N値<30)
A _{II} : A _{II} 級岩盤	▽▽ : 安山岩 (An)	■ : 砂 As2 (30≤N値)
A _{III} : A _{III} 級岩盤	◇◇ : 含泥岩礫凝灰岩 (Tfm)	■ : 粘性土 Ac
B : B級岩盤	△△ : 軽石凝灰岩 (Pt)	■ : 埋戻土
C : C級岩盤	□□ : 凝灰岩 (Tf)	■ : セメント改良土
D : D級岩盤	△△△ : 凝灰角礫岩 (Tb)	■ : 高強度部
		■ : 下部コンクリート



※: 下部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。