

| | |
|-----------------------|-------------------|
| 女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | O2-他-F-01-0060_改0 |
| 提出年月日 | 2021年7月7日 |

女川原子力発電所第2号機 漂流物防護工の追加, 防潮堤の詳細設計結果について

2021年7月7日
東北電力株式会社

目次

1. 本日のご説明内容
 2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要
 3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針
 4. 耐震・耐津波評価結果
 5. まとめ
- (参考資料)
- 参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図

1. 本日のご説明内容

- 第876回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合(令和2年7月14日)において説明した主要説明項目における『詳細設計段階における設計変更内容No.1-1 漂流物防護工の追加』及び『詳細設計申送り事項No.2-8 防潮堤の詳細設計結果』について説明する。

詳細設計段階における設計変更内容

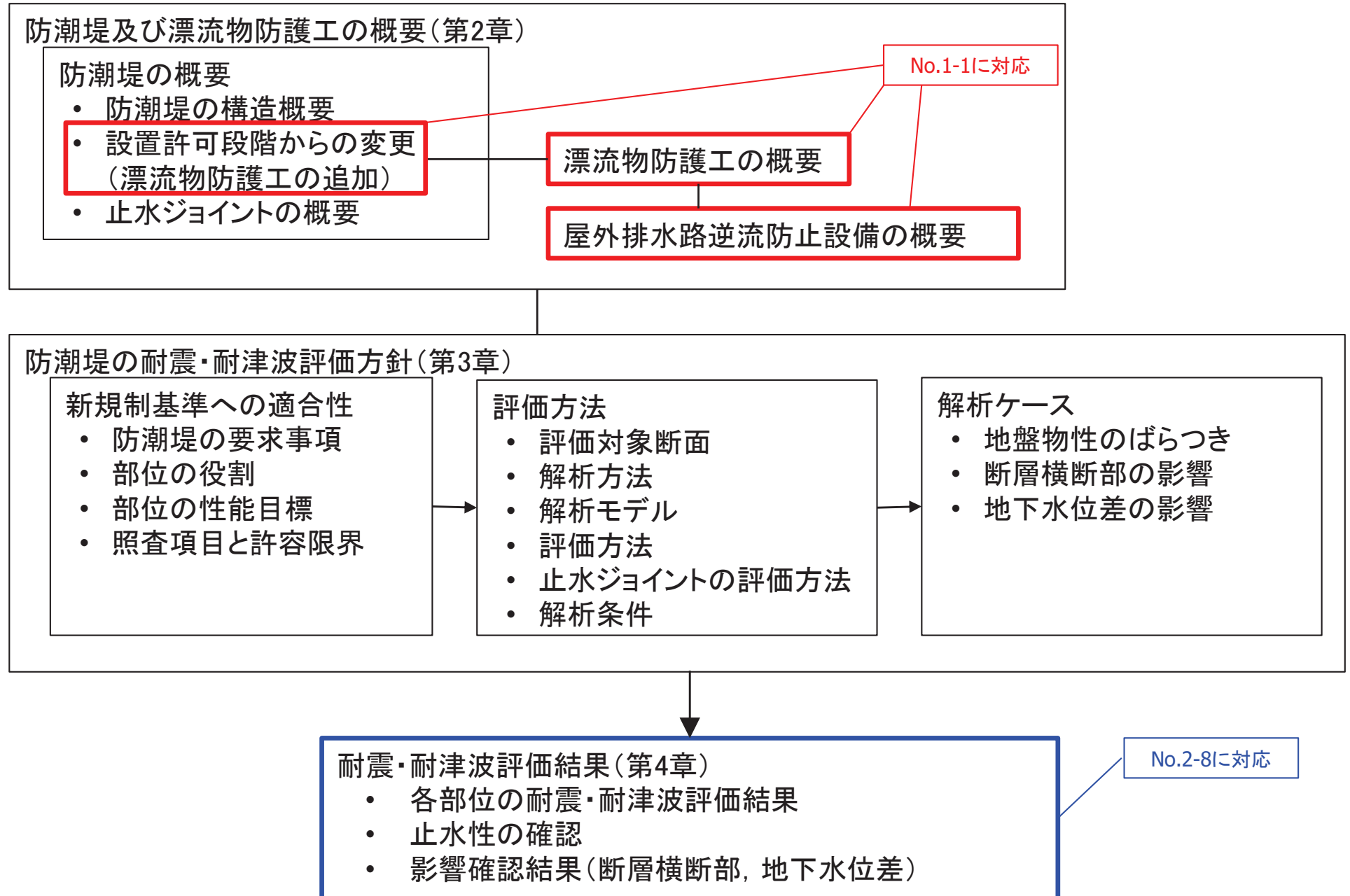
| No. | 項目 | 変更内容 |
|-----|-----------|---|
| 1-1 | 漂流物防護工の追加 | 防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)の詳細設計の結果を踏まえて、施設前面に漂流物防護工を追加設置する。 【設置変更許可申請書 添付書類八(浸水防護設備)関連】 |

詳細設計申送り事項

| No. | 項目 | 概要 |
|-----|------------|---|
| 2-8 | 防潮堤の詳細設計結果 | 設置許可段階において、構造成立性及び詳細設計段階における設計方針を説明している防潮堤について、断層横断部の影響や、地盤物性のばらつき影響評価等の詳細設計の結果を説明する。 |

1. 本日のご説明内容

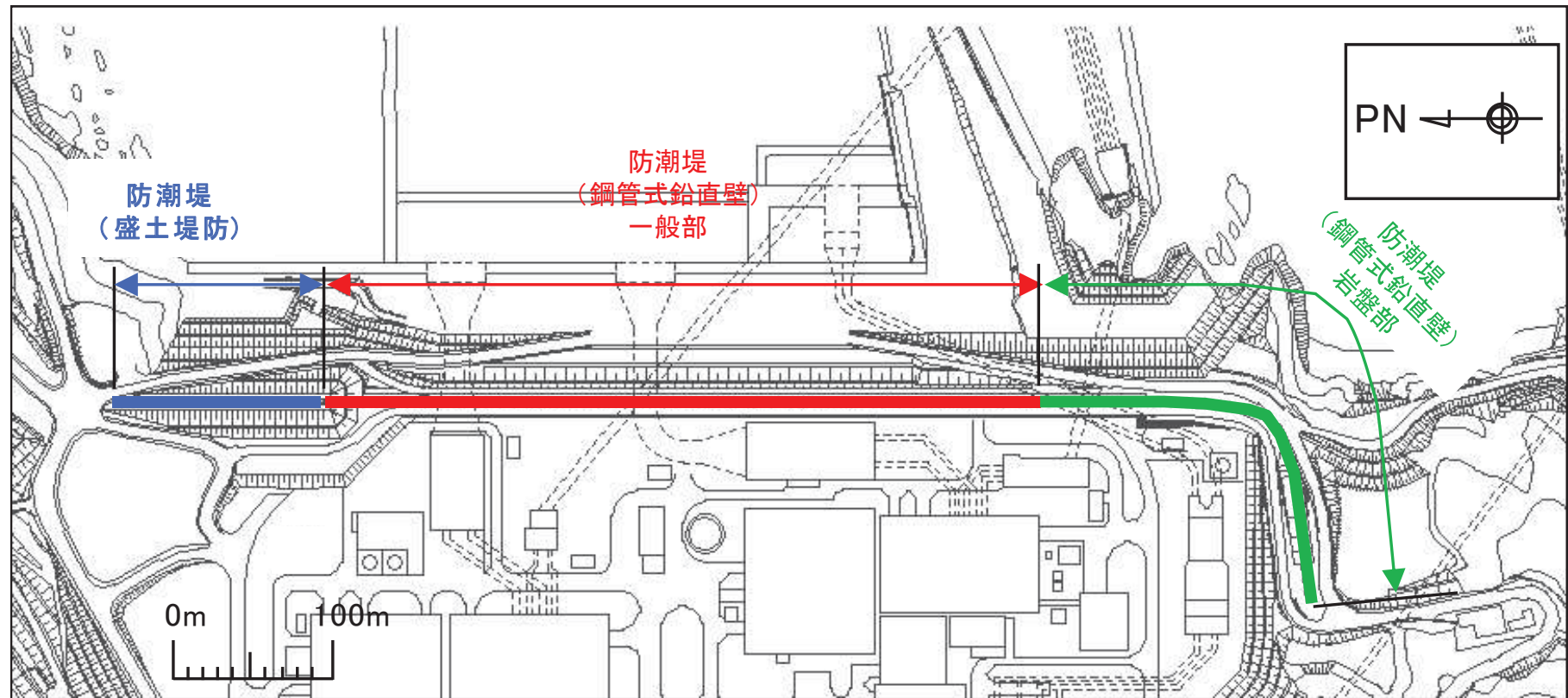
■ 本資料においては、以下の内容を説明する。



2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要

防潮堤の概要

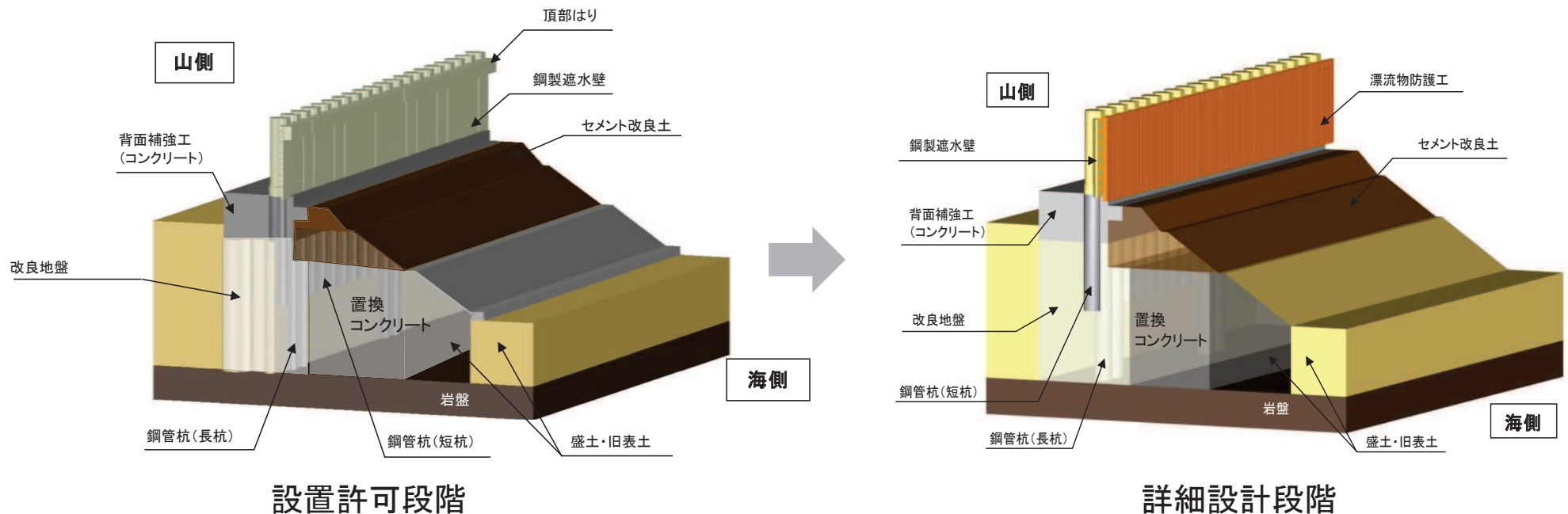
- 基準津波による遡上波が敷地に到達，流入することを防止するため，敷地前面に防潮堤を設置する。
- 防潮堤は，入力津波による浸水高さ(O.P.+24.4m)に対して余裕を考慮した天端高さ(O.P.+29.0m)とする。
- 防潮堤は，構造形式により鋼管式鉛直壁(一般部，岩盤部)及び盛土堤防に分類される。



防潮堤配置図

2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要 漂流物防護工の追加

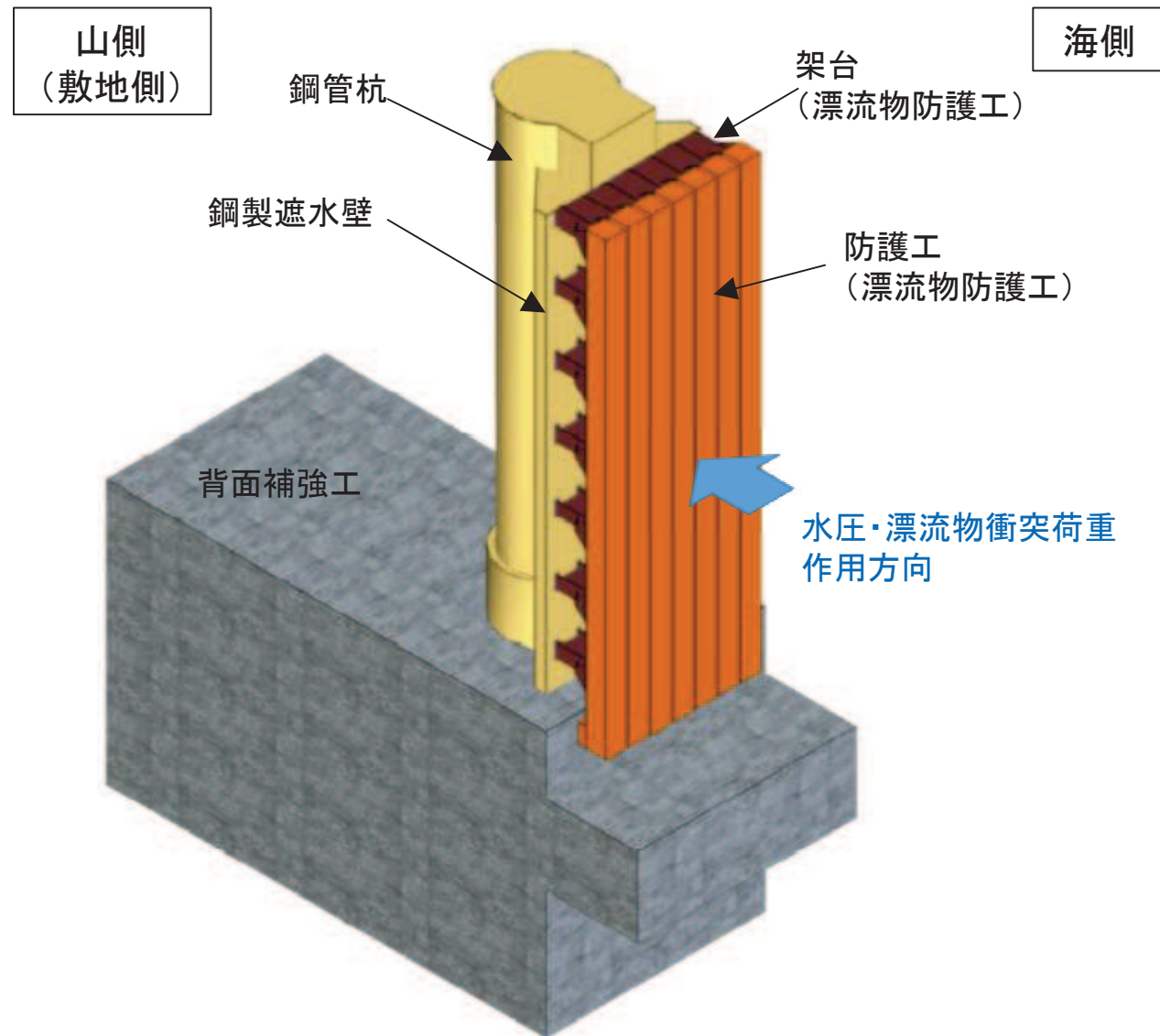
- 防潮堤(鋼管式鉛直壁)のうち一般部の構造概要について、設置許可段階と詳細設計段階の比較を下図に示す。なお、縦断図及び横断図を参考1に示す。
- 設置許可時点では漂流物衝突荷重が確定していなかったため、漂流物衝突荷重の上振れに対しては、漂流物防護工により対応可能であることを示した上で防潮堤の構造成立性を説明した。
- 詳細設計段階では、漂流物衝突荷重を保守的に2000kNと設定した上で、荷重に十分耐えるように防潮堤(鋼管式鉛直壁)の鋼製遮水壁前面に漂流物防護工を設置し、鋼製遮水壁及び止水ジョイントに直接漂流物が衝突しない設計とする。なお、頂部はりについては撤去し、防潮堤の全体重量が増加しない設計とする。
- 漂流物防護工は防潮堤(鋼管式鉛直壁)の一部として、鋼製遮水壁と一体になるよう設置する。



防潮堤(鋼管式鉛直壁)のうち一般部の構造概要図

2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要 漂流物防護工の概要(1)

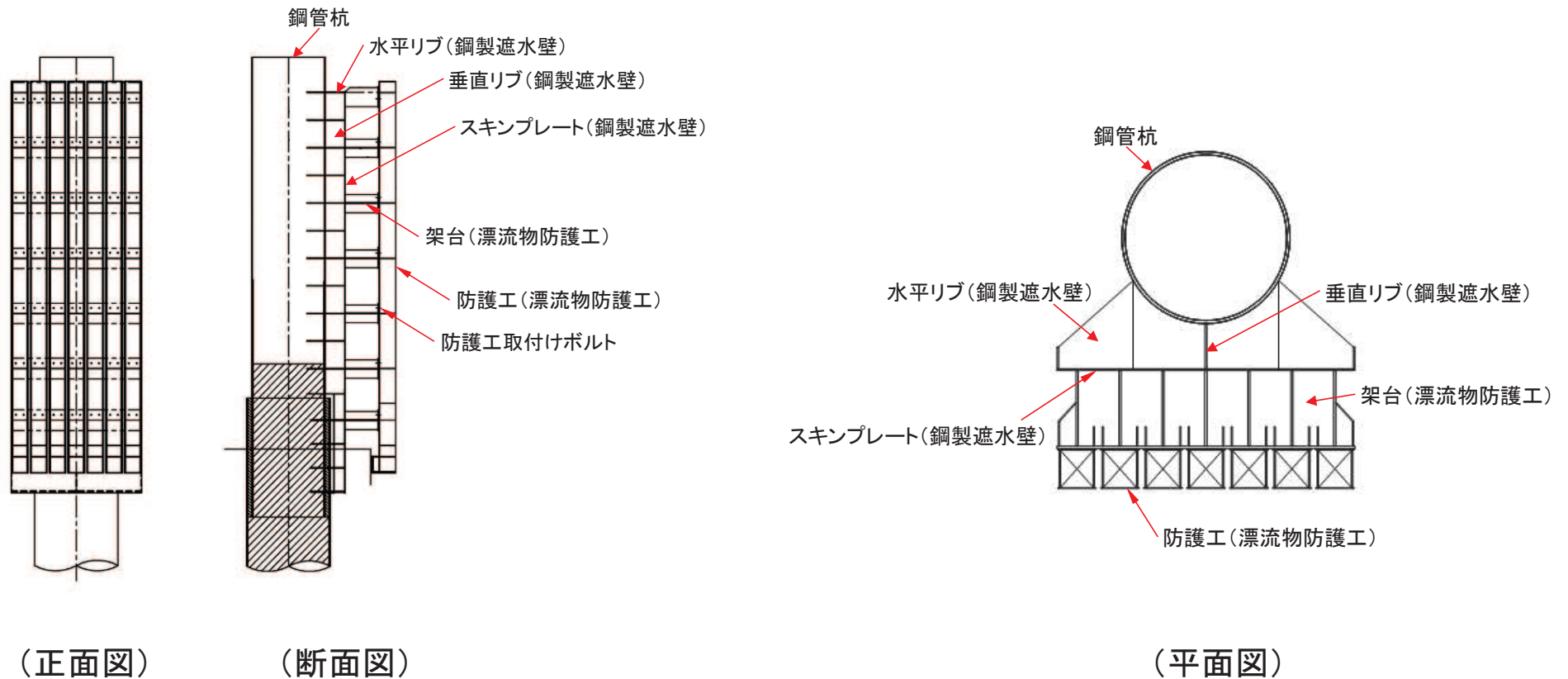
- 防潮堤の漂流物防護工の構造概要を下図に示す。



構造概要

2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要 漂流物防護工の概要(2)

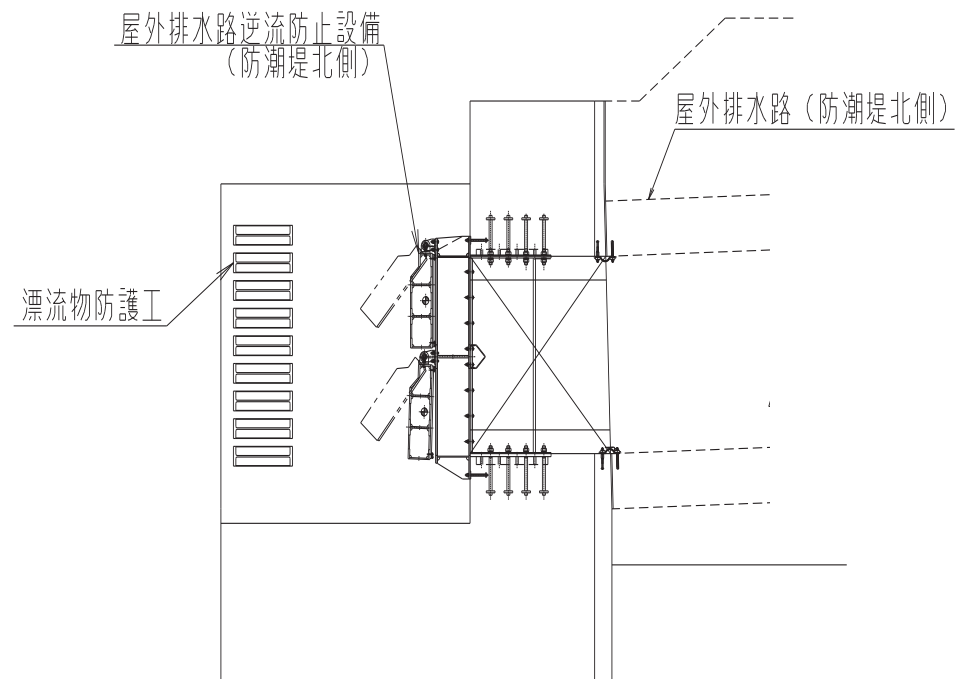
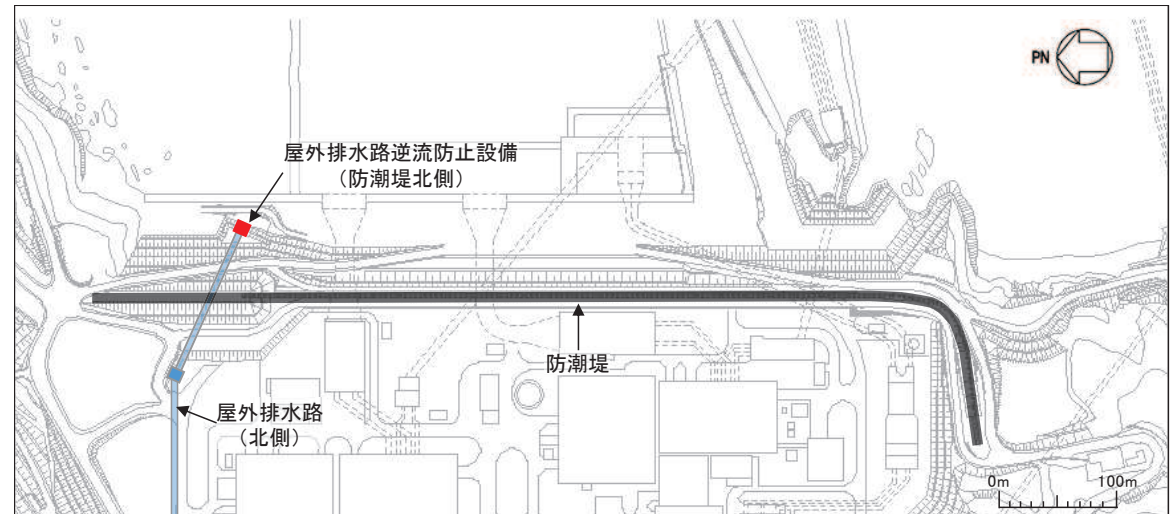
- 防潮堤の漂流物防護工の構造図を示す。



2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要

屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)の概要(1)

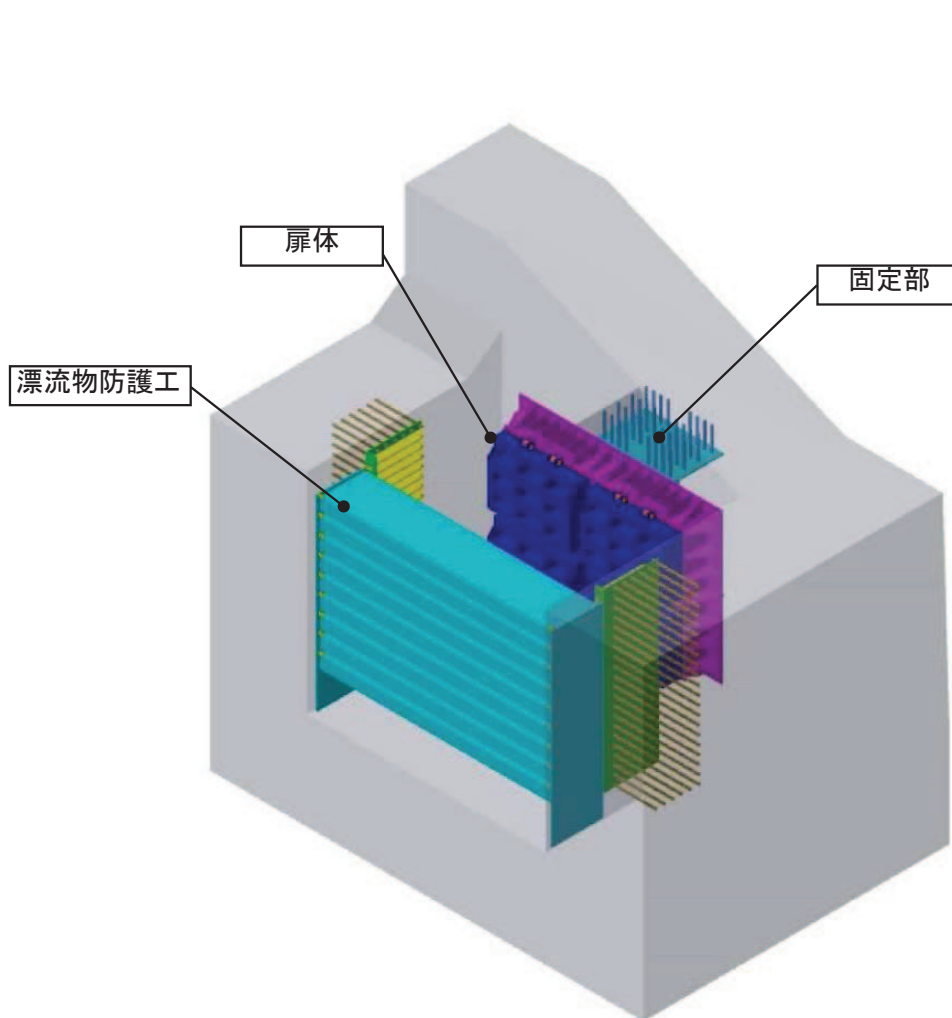
- 防潮堤を横断する屋外排水路(防潮堤北側)の海側出口には, 津波の流入を防止するため逆流防止設備を設置する。
- 屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)には漂流物防護工を設置し, 扉体及び固定部には漂流物が衝突しない構造とする。
- 漂流物防護工は屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)の一部として設置する。
- 屋外逆流防止設備の設置位置を右図に示す。



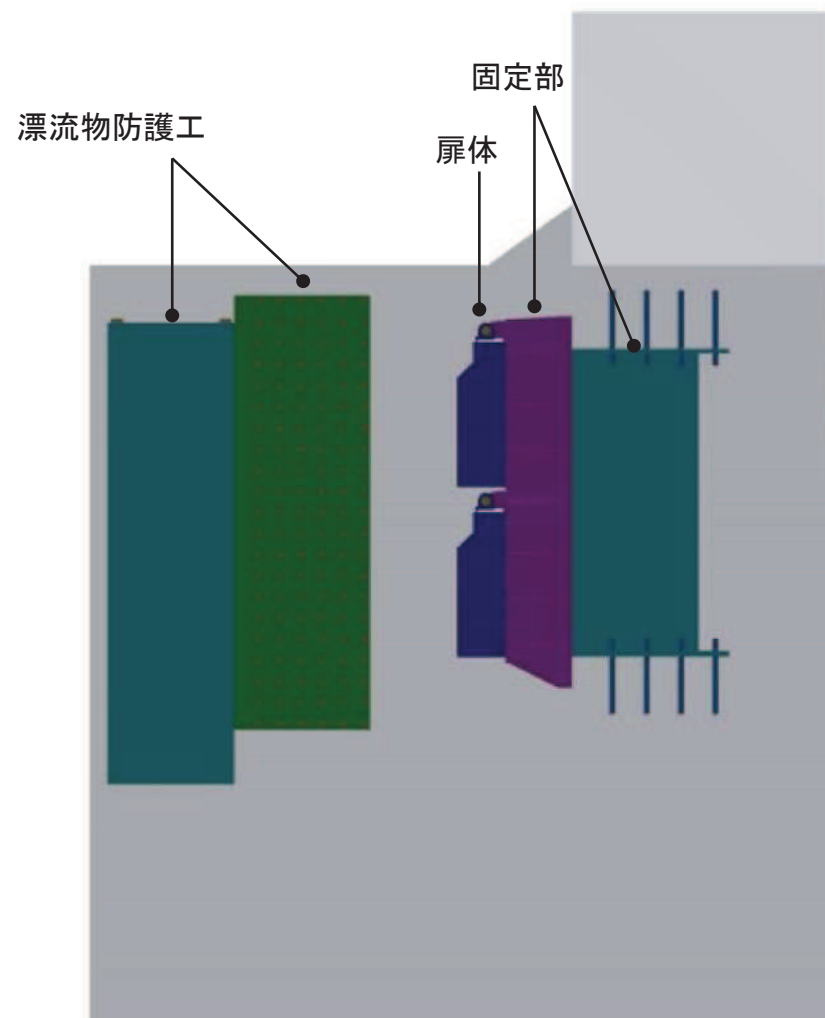
屋外排水路逆流防止設備の設置位置

2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要 屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)の概要(2)

- 屋外逆流防止設備の構造概要を下図に示す。



(鳥瞰図)

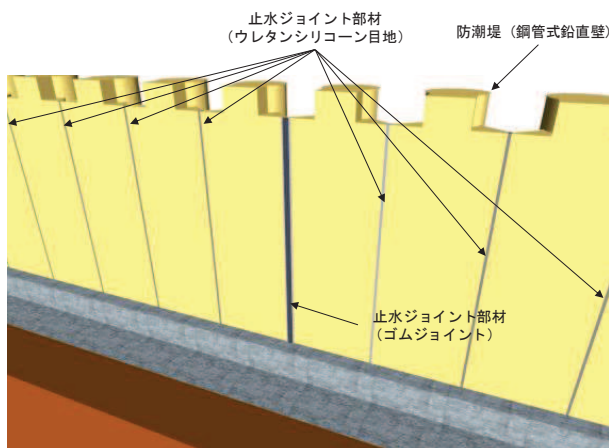


(側面図)

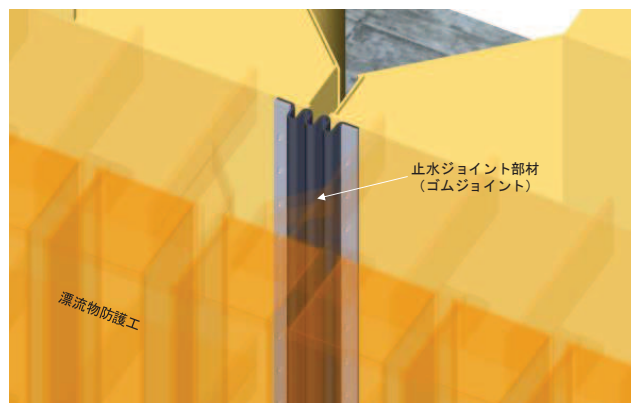
2. 防潮堤及び漂流物防護工の概要

止水ジョイントの概要

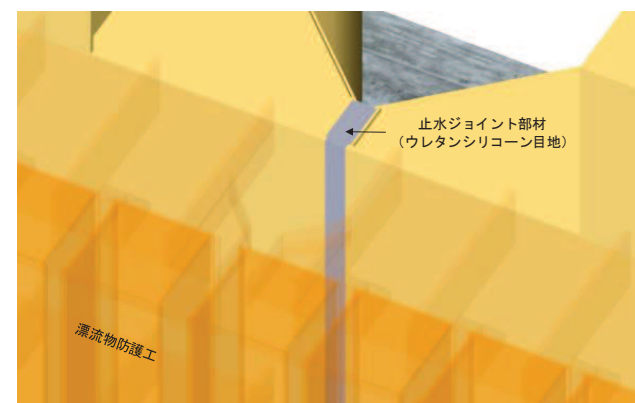
- 止水ジョイントの詳細設計内容について説明する。鋼製遮水壁間及び背面補強工間は、止水ジョイントを設置することにより遮水性を確保する。
- 止水ジョイントは、設置箇所の構造及び設計相対変位量により、ゴムジョイント部材とウレタンシリコン目地の2種類を使用する。



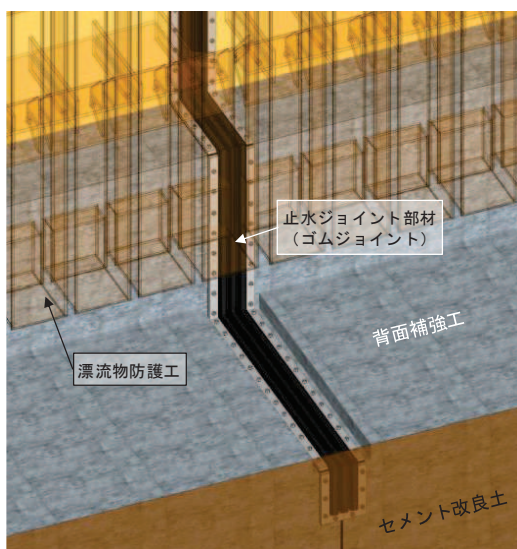
止水ジョイントの設置イメージ



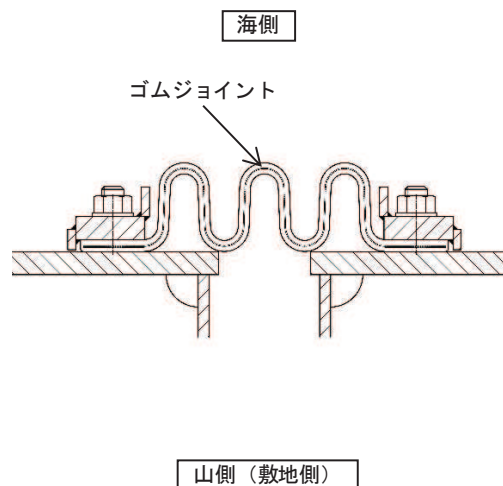
ゴムジョイント部材の設置イメージ



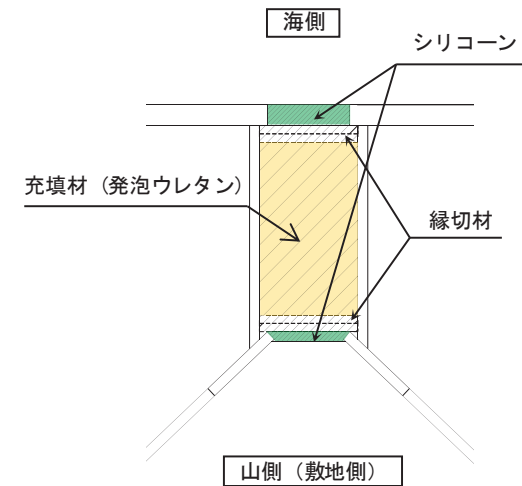
ウレタンシリコン目地の設置イメージ



背面補強工部の設置イメージ



ゴムジョイント部材の構造図



ウレタンシリコン目地の構造図

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 新規制基準への適合性(1)

【防潮堤の要求機能】

- 防潮堤は、津波防護施設として基準津波による遡上波に対して余裕を考慮した防潮堤高さを確保することが要求される。
- また、構造体の境界部等の止水性を維持し、基準地震動 S_s に対して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が要求される。

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 新規制基準への適合性(2)

【部位の役割】

- 防潮堤は多種の部位から構成されるため、地震時及び津波時の役割について整理する。鋼管式鉛直壁（一般部）の部位の役割の例を示す。

| | 部位の名称 | 地震時の役割 | 津波時の役割 |
|----|----------|--|---|
| 施設 | 鋼管杭(長杭) | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁を支持する。 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁を支持する。 |
| | 鋼管杭(短杭) | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁を支持する。 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁を支持する。 |
| | 鋼製遮水壁 | <ul style="list-style-type: none"> 漂流物防護工及び止水ジョイントを支持する。 | <ul style="list-style-type: none"> 漂流物防護工及び止水ジョイントを支持するとともに、遮水性を保持する。 |
| | 漂流物防護工 | — | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁及び止水ジョイントに漂流物を直接衝突させない。 漂流物衝突荷重を鋼製遮水壁及び鋼管杭に伝達する。 |
| | 止水ジョイント | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁間の変位に追従する。 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。 |
| | 背面補強工 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制する。 | <ul style="list-style-type: none"> 遮水性を保持する。 鋼管杭の変形を抑制する。 |
| | 置換コンクリート | <ul style="list-style-type: none"> コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 鋼管杭の変形を抑制する。 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制する。 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）。 |
| 地盤 | セメント改良土 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制する。 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制する。 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）。 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。 |
| | 改良地盤 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（短杭）及び背面補強工を鉛直支持する（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。 鋼管杭の変形を抑制する。 | <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（短杭）及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 鋼管杭の変形を抑制する。 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、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）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"> 鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 |

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 新規制基準への適合性(3)

【部位の性能目標】

- 部位の役割を踏まえた性能目標について整理する。鋼管式鉛直壁(一般部)の各部位の性能目標の例を示す。

| | 部位 | 鉛直支持 | すべり安定性 | 健全性 | 止水性 |
|----|----------|---|--|--|--|
| 施設 | 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とどまること。 | 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とどまること。 |
| | 鋼製遮水壁 | | | 構造部材の健全性を保持するために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態にとどまること。 | 有意な漏えいを生じないために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態にとどまること。 |
| | 漂流物防護工 | | | 構造部材の健全性を保持するために、漂流物防護工がおおむね弾性状態にとどまること。 | 構造部材の健全性を保持するために、漂流物防護工がおおむね弾性状態にとどまること。 |
| | 止水ジョイント | | | 有意な漏えいを生じないために、止水ジョイントの性能を保持すること。 | 有意な漏えいを生じないために、止水ジョイントの性能を保持すること。 |
| | 背面補強工 | | | 鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 | 水みちが形成されて有意な漏えいを生じないために、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 |
| | 置換コンクリート | | | 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、コンクリートの強度を維持し、すべり抵抗を保持すること。 | 鋼管杭の変形を抑制するため、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 |
| 地盤 | セメント改良土 | - | 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、置換コンクリートのすべり抵抗も考慮した上で、十分なすべり安定性を保持すること。 | 鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 | 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、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 |
| | 改良地盤 | 鋼管杭及び背面補強工を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。 | | 鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 | 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、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 |
| | 岩盤 | 鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを縁国支持するため、十分な支持力を保持すること。 | | - | - |

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 新規制基準への適合性(4)

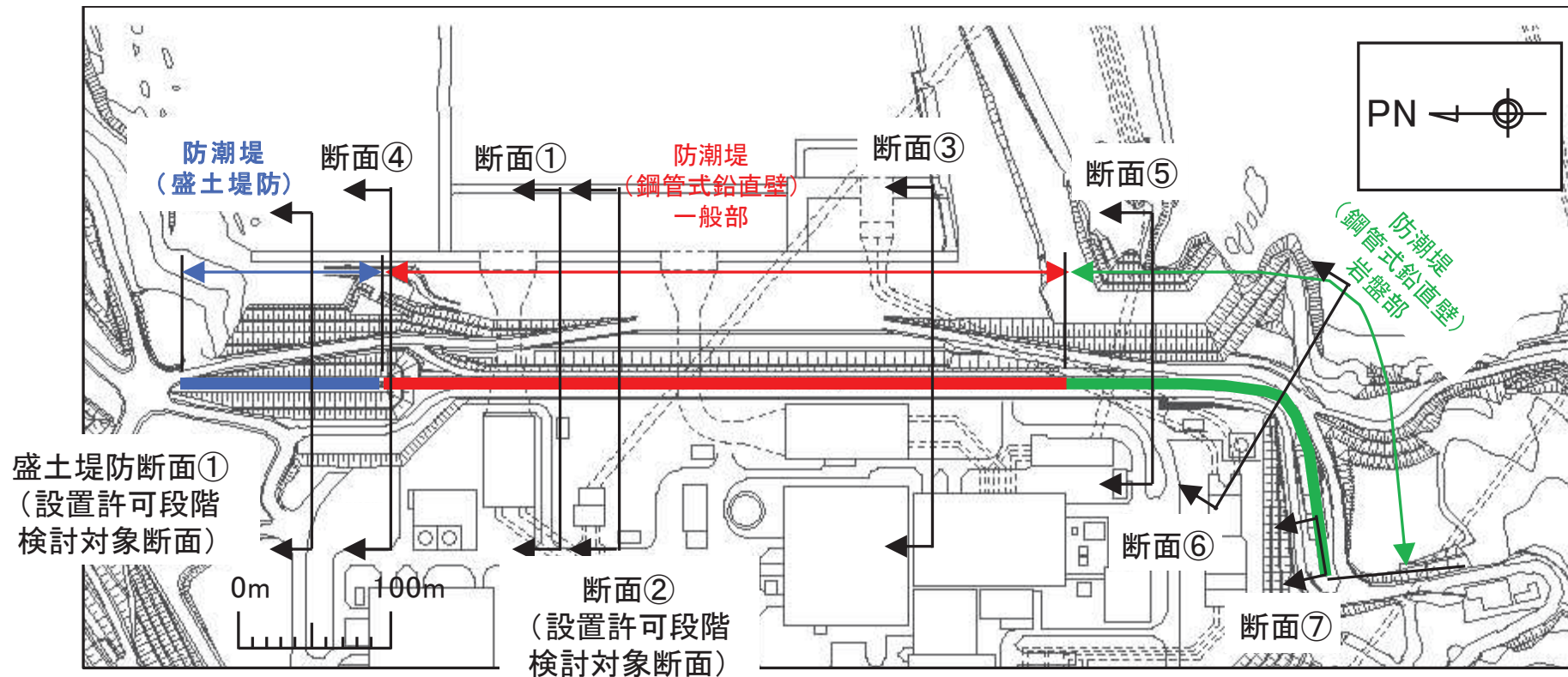
【部位の照査項目と許容限界】

- 部位の性能目標を踏まえた照査項目と許容限界について整理する。鋼管式鉛直壁(一般部)の各部位の照査項目と許容限界の例を示す。

| 評価方針 | 評価項目 | 部位 | 評価方法 | 許容限界 |
|---------------------------|-----------|----------------------|-----------------------------------|-------------|
| 構造強度を有すること 止水性を損なわないこと | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭 | 曲げ軸力, せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度 |
| | | 鋼製遮水壁 | 曲げ軸力, せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度 |
| | | 漂流物防護工 | 曲げ軸力, せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度 |
| | | 背面補強工 | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認 | すべり安全率1.2以上 |
| | | 置換コンクリート | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認 | すべり安全率1.2以上 |
| | | 改良地盤 | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認 | すべり安全率1.2以上 |
| | | セメント改良土 | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認 | すべり安全率1.2以上 |
| | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤 | 発生する応力(接地圧)が許容限界以下であることを確認 | 極限支持力 |
| 構造物の変形性 | 止水ジョイント部材 | 発生変形量が許容限界以下であることを確認 | 有意な漏えいが生じないことを確認した変形量 | |

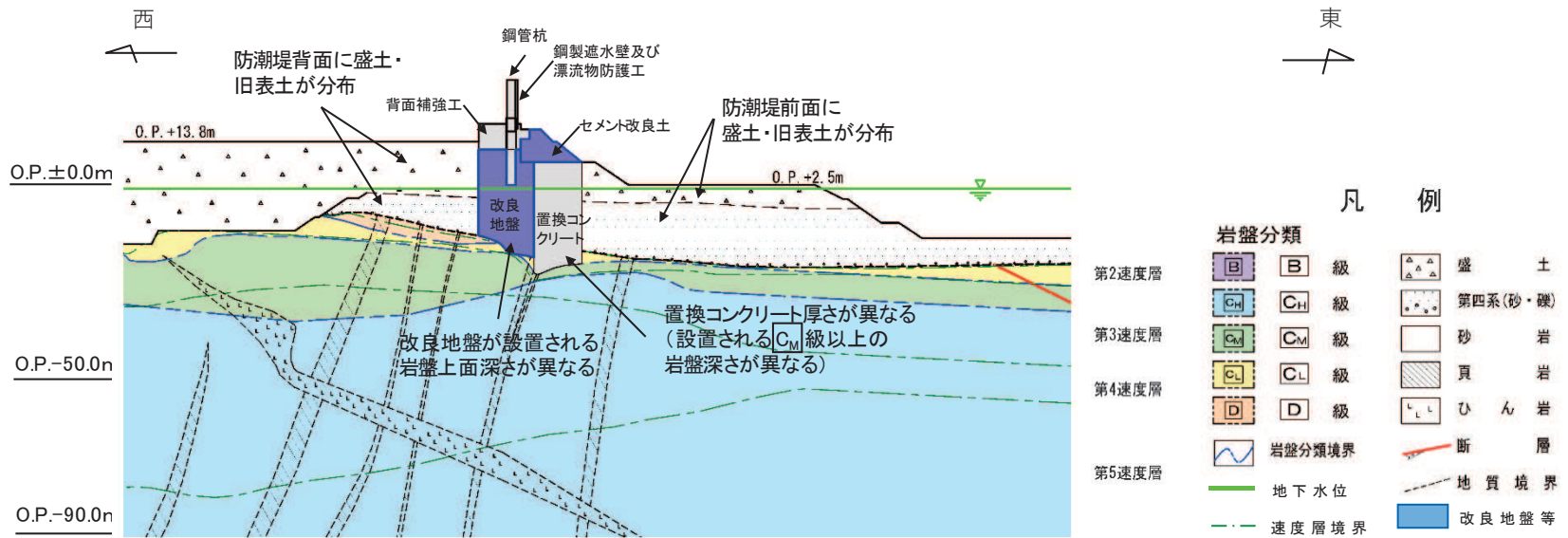
3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 評価対象断面

- 評価断面は、第979回審査会合において説明のとおり、構造的特徴、周辺地盤状況、地下水位等を考慮し、耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を選定する。
- 設置許可段階における2断面(鋼管式鉛直壁(一般部)1断面、盛土堤防1断面)を含め、下図に示す鋼管式鉛直壁(一般部)4断面、鋼管式鉛直壁(岩盤部)3断面及び盛土堤防1断面の計8断面を選定。
- 次頁に評価対象断面の例を示す。

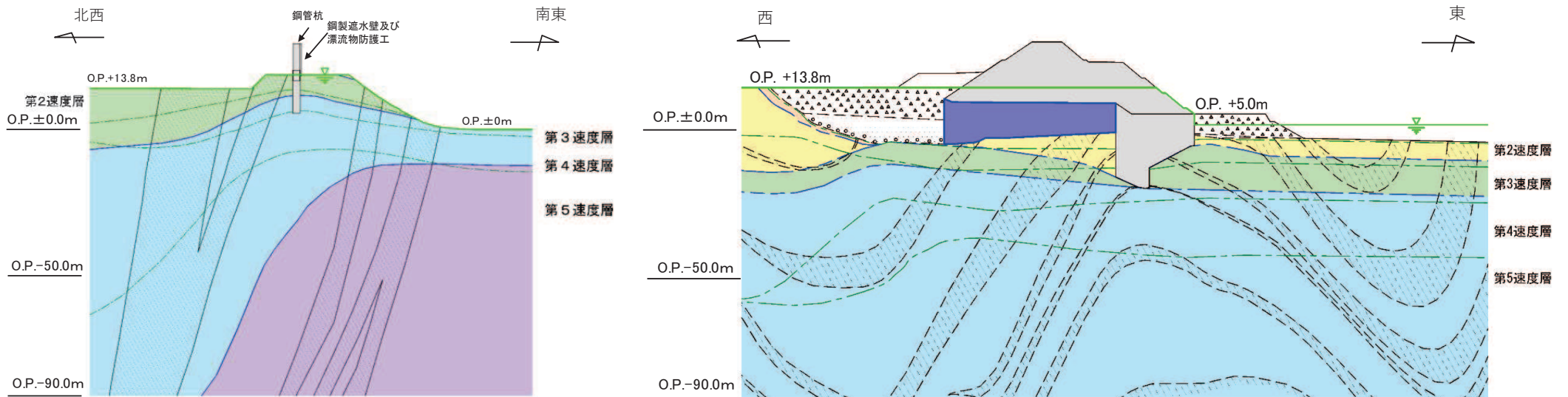


評価対象断面位置図

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 評価対象断面例



断面②(鋼管式鉛直壁(一般部))

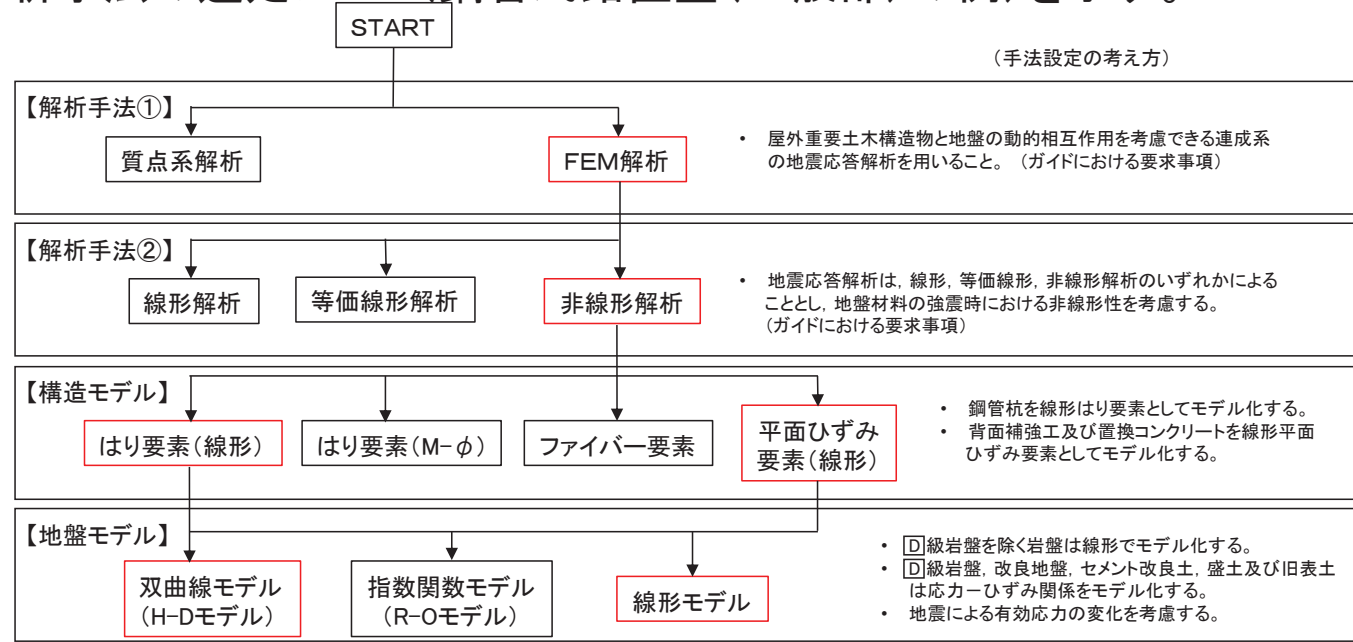


断面⑥(鋼管式鉛直壁(岩盤部))

盛土堤防断面①

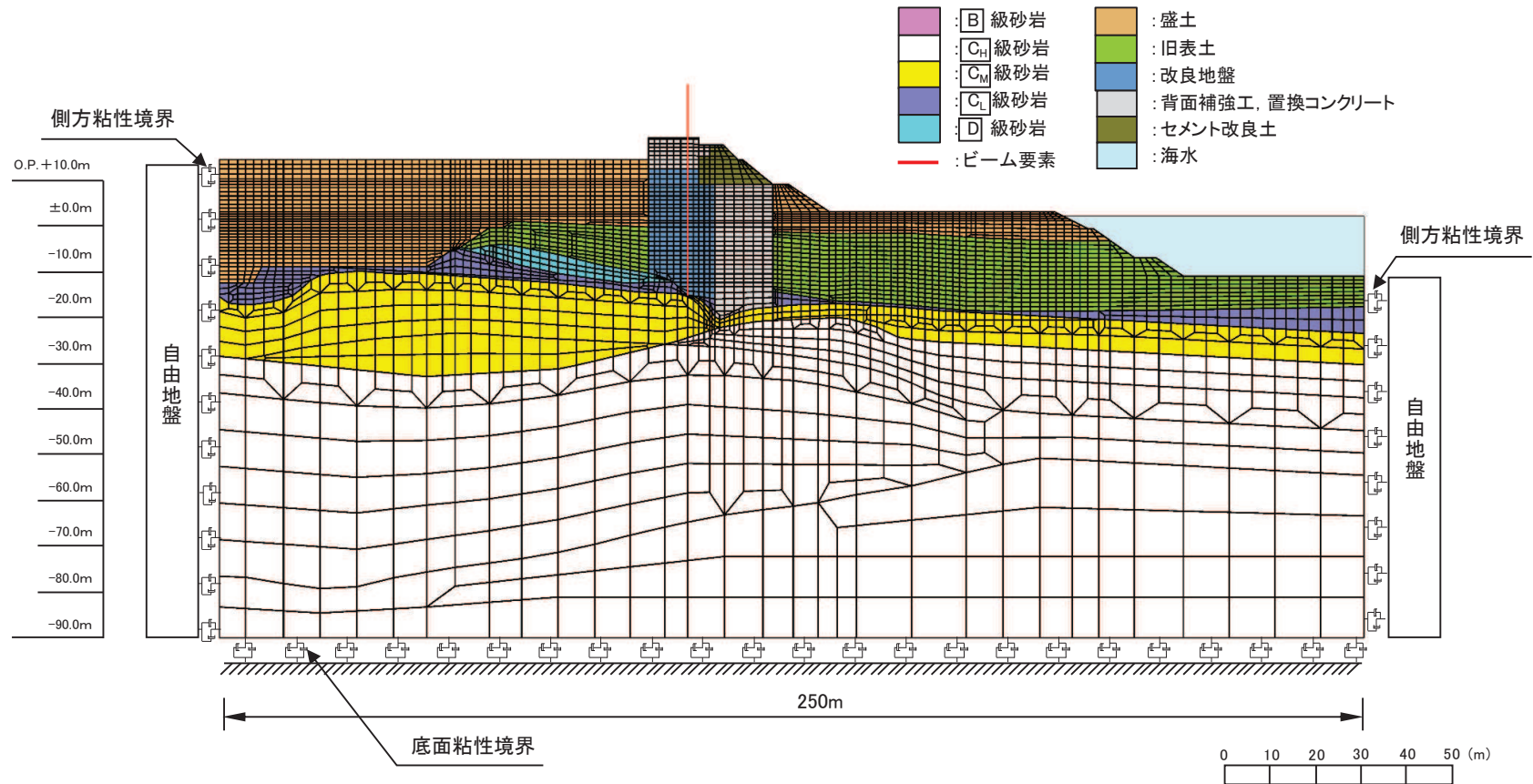
3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 解析方法

- 防潮堤は、周辺の地盤状況により地震時及び津波時（余震重畳時を含む）の応答及び評価が影響を受けることから、地震時及び津波時ともに、構造物と地盤の相互作用を考慮できる二次元有限要素法により解析を行う。
- ただし、鋼管式鉛直壁（岩盤部）のうちRC壁部については、RC遮水壁と5本の鋼管杭が縦断方向に一体となった構造であることを踏まえ、質点系モデルによる時刻歴応答解析を行う。
- 防潮堤は、横断方向が弱軸となっていることから、横断方向を評価対象とする。
- 解析は、第979回審査会合において説明のとおり、液状化による側方流動の影響を受ける可能性がある鋼管式鉛直壁（一般部）及び盛土堤防については有効応力解析により実施する。また、岩盤内に設置されており液状化の影響を受けない鋼管式鉛直壁（岩盤部）については全応力解析により評価を実施する。
- 地震応答解析手法の選定フロー（鋼管式鉛直壁（一般部）の例）を示す。



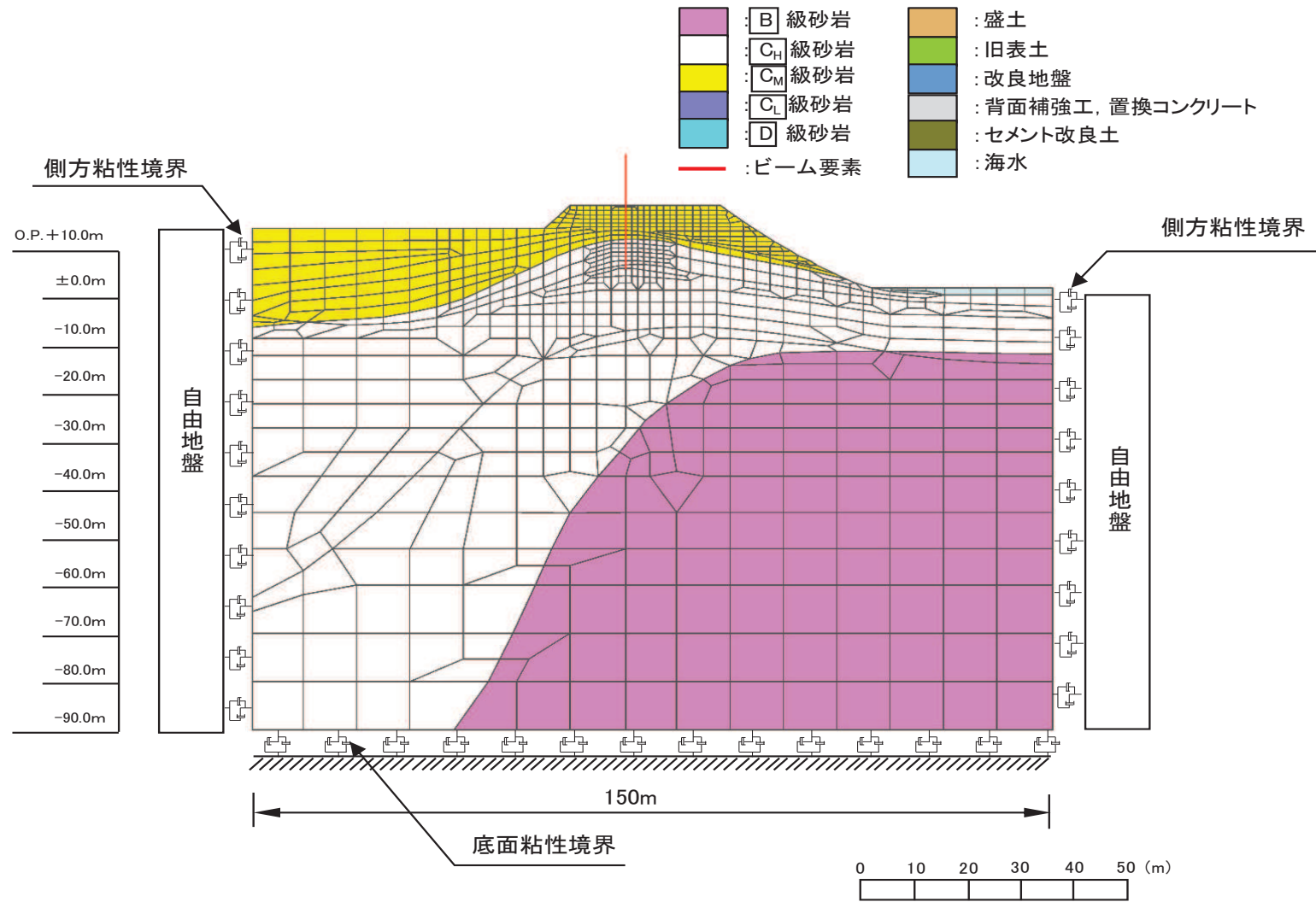
3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 解析モデル(1)

■ 解析モデルを以下に示す。



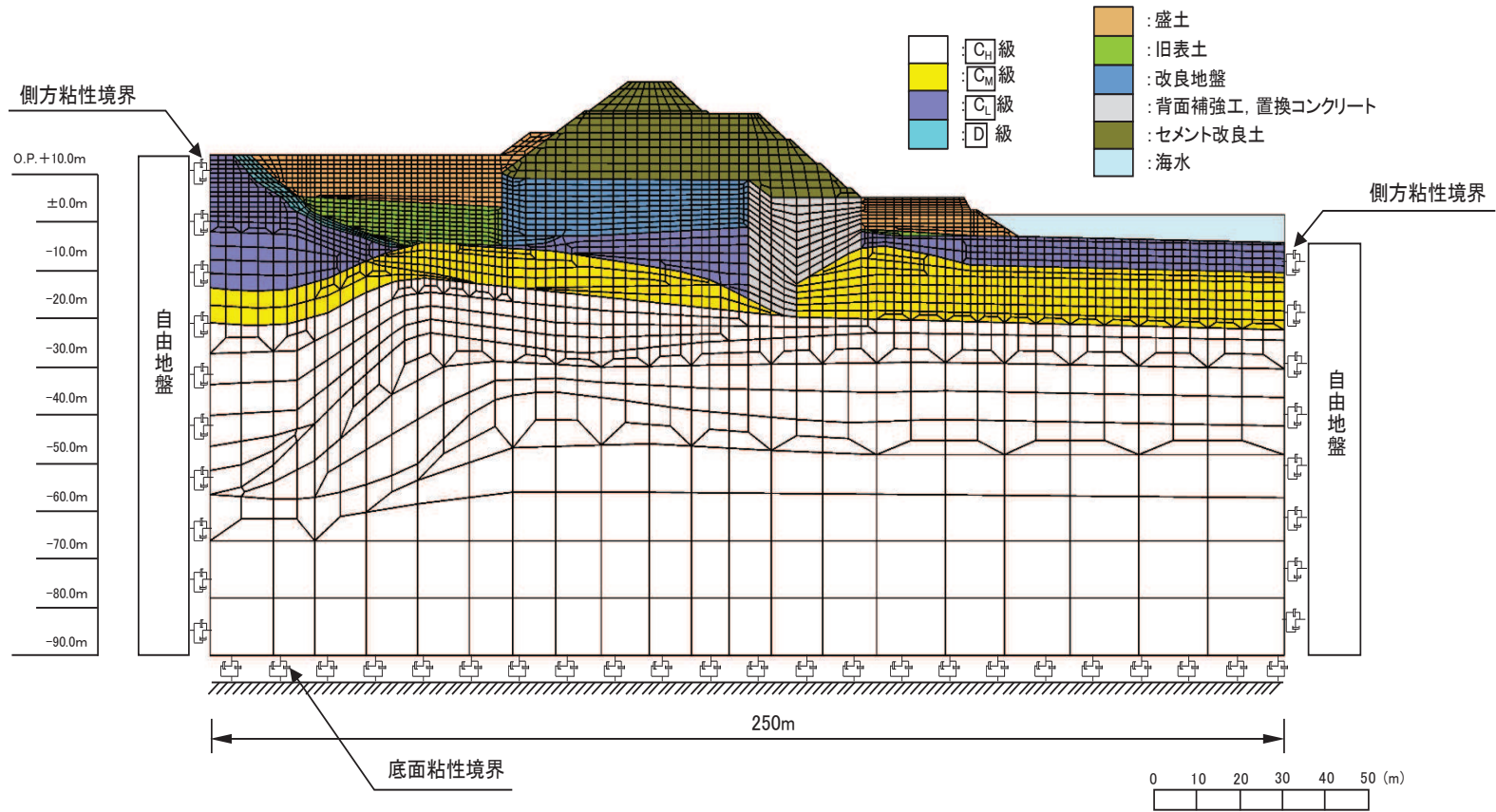
解析モデルの例
(鋼管式鉛直壁(一般部)断面②)

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 解析モデル(2)



解析モデルの例
(鋼管式鉛直壁(岩盤部)断面⑥)

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 解析モデル(3)



解析モデルの例
(盛土堤防断面①)

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 解析条件

【荷重】

- 以下の荷重を考慮する。

| | 固定荷重 | 積載荷重 (積雪荷重を 含む) | 風荷重 | 地震荷重 (基準地震 動 S_s) | 津波荷重* | 漂流物 衝突荷重 (2000kN) | 余震荷重 (弾性設計 用地震動 S_d-D2) |
|--------------|------|-----------------------|-----|----------------------------|-------|-------------------------|-------------------------------------|
| 地震時 | ○ | ○ | ○ | ○ | — | — | — |
| 津波時 | ○ | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — |
| 津波+余震 重畳時 | ○ | ○ | ○ | — | ○ | — | ○ |

注記 * : 津波荷重は入力津波水位O.P.+24.4mに余裕を考慮してO.P.+25.0mの水位として算定する。

【設計用地下水位】

- 三次元浸透流解析により保守性を確認した上で変更許可段階と同様に設定。

鋼管式鉛直壁(一般部): 朔望平均満潮位

鋼管式鉛直壁(岩盤部): 地表面

盛土堤防 : 海側は朔望平均満潮位, 山側は地表面

ただし, 津波時及び津波+余震重畳時は, 地震による沈下を考慮して地下水位を地表面とする。

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 解析ケース

- 耐震評価及び強度評価(耐津波評価)においては、地盤物性のばらつきを考慮し、以下のケースの解析を実施する。

地震時の解析ケース

| | 地盤物性 | 地震動 |
|------------|-------------------------|---------------------------|
| 基本ケース | 平均値 | 基準地震動7波 (反転考慮) |
| 地盤物性ばらつき考慮 | 初期せん断弾性係数 $\pm 1\sigma$ | 基本ケースにおいて照査値 が最も厳しい地震動 |

津波時の解析ケース

| | 地盤物性 |
|------------|-------------------------|
| 基本ケース | 平均値 |
| 地盤物性ばらつき考慮 | 初期せん断弾性係数 $\pm 1\sigma$ |

津波＋余震重畳時の解析ケース

| | 地盤物性 | 地震動 |
|------------|-------------------------|---------------------------|
| 基本ケース | 平均値 | 弾性設計用地震動Sd-D2 (反転考慮) |
| 地盤物性ばらつき考慮 | 初期せん断弾性係数 $\pm 1\sigma$ | 基本ケースにおいて照査値 が最も厳しい地震動 |

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 評価方法

- 耐震・耐津波評価は、応答解析に基づき算定した発生応力が設定した許容限界以下であることを確認する。
- すべり安全率により評価する項目については、断面力照査により評価する項目と同様に応答解析に基づき、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率を算定して確認する。
- 止水ジョイントは変形量により評価を行うこととなり、設計相対変位の算定が必要となるため、その詳細について、次頁以降に示す。

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 止水ジョイントの評価方法(1)

【地震時の評価方法】

- 地震時に発生する構造物間の最大相対変位が、止水ジョイント部材が追従できる変位置量(許容限界)以下であることを確認する。
- 防潮堤(鋼管式鉛直壁)は地盤の物性が一様で同じ土層構成が続いている場合、地震時の構造物の変形量及び位相は同じになり、構造物間に相対変位は生じない。そこで、保守的に以下に示す2種類の方法から設計用相対変位を設定する。

①構造同一部

- 鋼管杭に発生する変位が最大となる地震動を用いて、地盤の物性値(せん断剛性)のばらつきを考慮した解析ケース(平均値+1 σ , 平均値-1 σ)を実施し、基本ケースとの時刻歴相対変位から最大相対変位を求め、設計用の相対変位として使用する。

②構造境界部

- 保守的に位相が逆になったことを考慮して、鋼管杭に発生する変位を2倍したものを設計用の相対変位として使用する。

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 止水ジョイントの評価方法(2)

【津波時の評価方法】

- 津波時に発生する構造物間の最大相対変位が、止水ジョイント部材が追従できる変位量(許容限界)以下であることを確認する。また、地震後に津波が襲来することを想定し、地震後の最終変位量に津波による最大相対変位量を加えた値が、止水ジョイント部材が健全性を保つことのできる変位量以下であることを確認する。
- 防潮堤に作用する遡上津波荷重は一方向に一様に作用することから、地盤の物性が一様で同じ土層構成が続いている場合、津波時の構造物の変形量は同じになり、構造物間に相対変位は生じない。ただし、津波時には衝突荷重も考慮する必要があり、衝突荷重は漂流物防護工及び鋼製遮水壁の水平リブを介して1本の杭に作用するため、衝突荷重が作用しない隣の杭の鋼製遮水壁との間に衝突荷重による変形量分の相対変位が生じることとなる。構造に応じ、2種類の方法から設計用相対変位を設定する。

①構造同一部

- 衝突荷重により鋼管杭に発生する変位に、地震時における最終変位量を加えた変位を設計用の相対変位として使用する。

②構造境界部

- 遡上津波荷重と衝突荷重により鋼管杭に発生する変位に、地震時における最終変位量を2倍したものを加えた変位を設計用の相対変位として使用する。

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 止水ジョイントの評価方法(3)

【津波＋余震重畳時の評価方法】

- 余震重畳時に発生する構造物間の最大相対変位が、止水ジョイント部材が追従できる変位量(許容限界)以下であることを確認する。また、地震後に津波及び余震が襲来することを想定し、地震後の最終変位量に津波及び余震による最大相対変位量を加えた値が、止水ジョイント部材が健全性を保つことができる変位量以下であることを確認する。
- 重畳時に作用する荷重のうち遡上津波荷重は一方向に一様に作用することから、地盤の物性が一様で同じ土層構成が続いている場合、重畳時の構造物の変形量は同じになり、構造物間に相対変位は生じない。そこで、保守的に以下に示す2種類の方法から設計用相対変位を設定する。

①構造同一部

- 弾性設計用地震動 S_d-D2 について、鋼管杭に発生する変位が最大となる位相を用いて、地盤の物性値(せん断剛性)のばらつきを考慮した解析ケース(平均値 $+1\sigma$, 平均値 -1σ)を実施し、基本ケースとの時刻歴相対変位から最大相対変位を求め、地震時の最終変位の2倍を加えた変位を設計用の相対変位として使用する。

②構造境界部

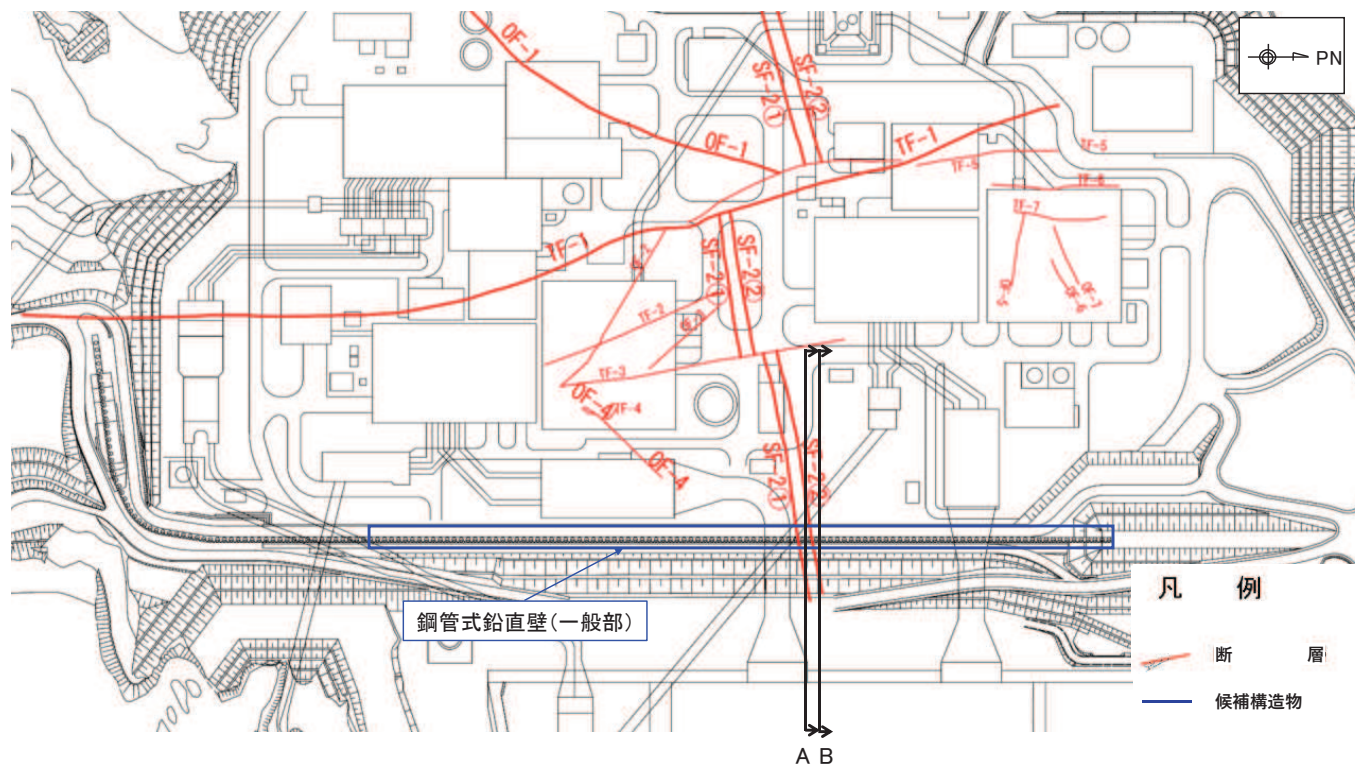
- 弾性設計用地震動 S_d-D2 について、鋼管杭に発生する変位が最大となる位相を用いて、鋼管杭に発生する変位に地震時の最終変位の2倍を加えた変位を設計用相対変位として設定する。

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 影響検討－断層横断部の影響(1)

- 地盤物性ばらつきその他、耐震・耐津波評価に影響を及ぼすケースを想定して影響検討を行う。代表的な影響検討の例を示す。

○断層横断部の影響

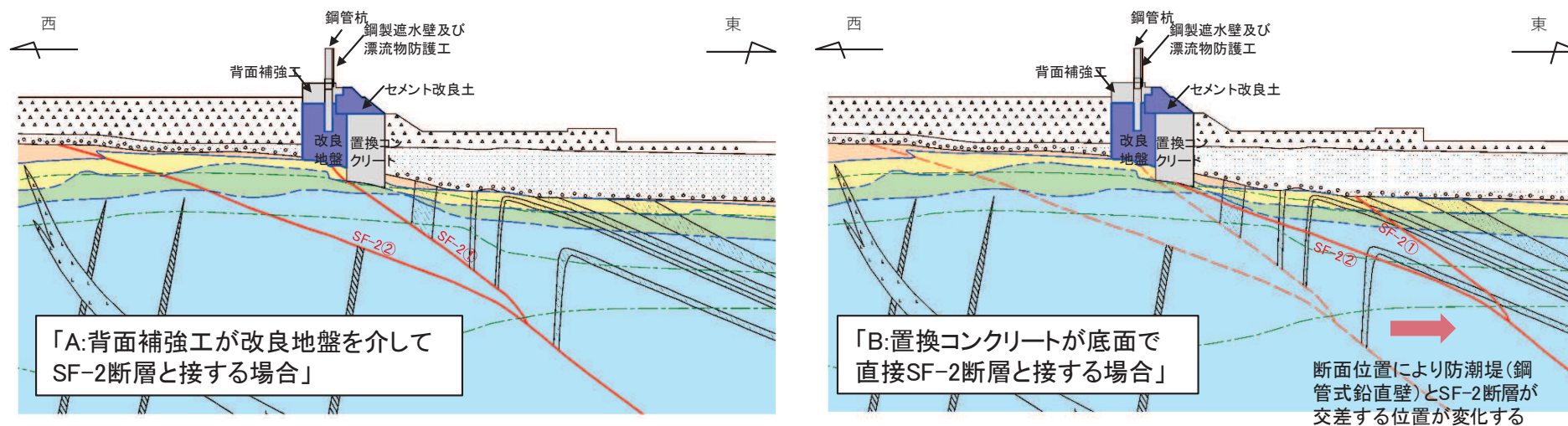
- 図に示すとおり、防潮堤(鋼管式鉛直壁)の直下をSF-2断層が横断することから、SF-2断層の変形が防潮堤(鋼管式鉛直壁)の耐震性に与える影響を確認する。



防潮堤と断層の位置関係

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 影響検討－断層横断部の影響(2)

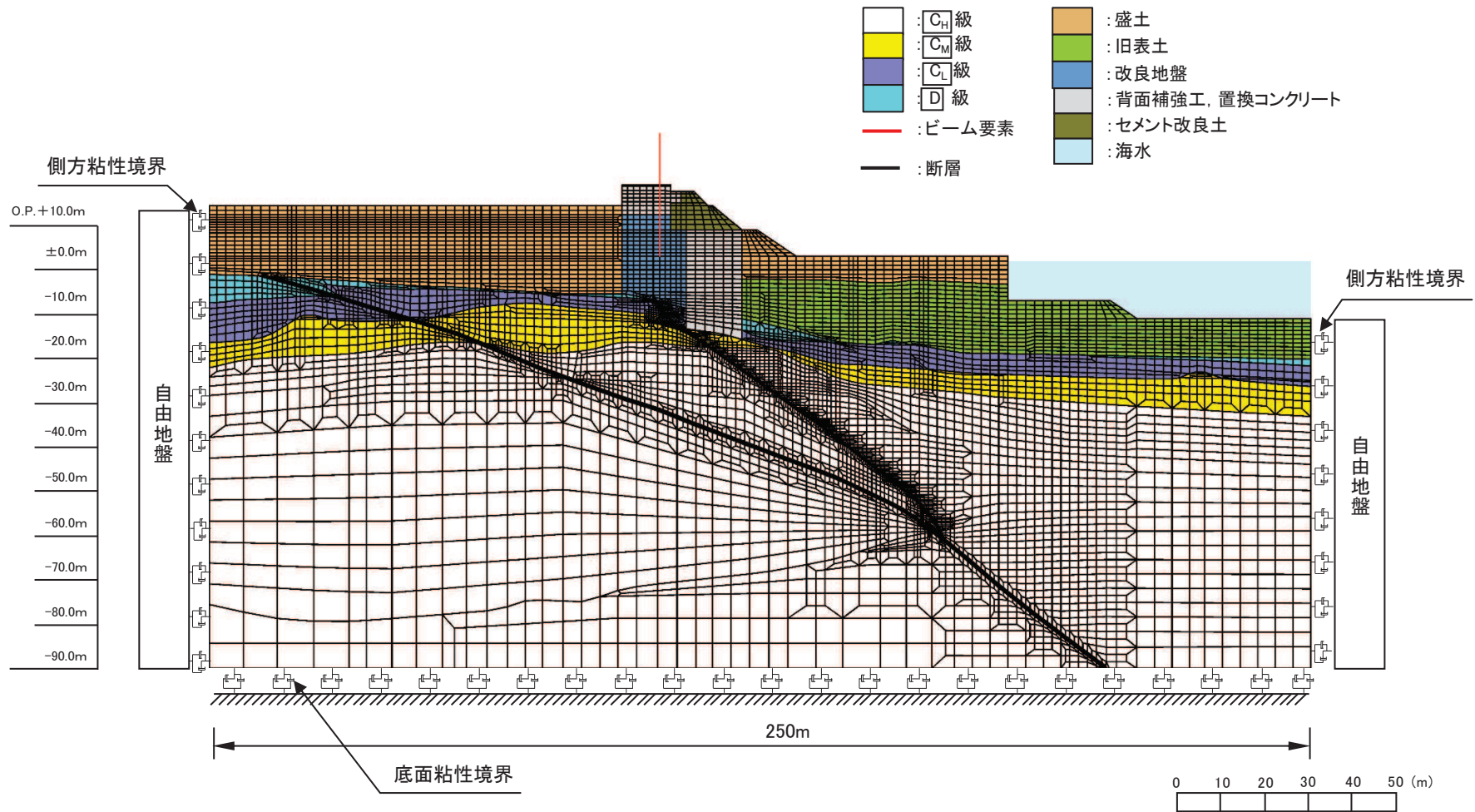
- 断面位置により防潮堤(鋼管式鉛直壁)とSF-2断層が交差する位置が漸次的に変化する。防潮堤(鋼管式鉛直壁)とSF-2断層の交差のイメージを下図に示す。
- 防潮堤(鋼管式鉛直壁)とSF-2断層の交差は、「A:背面補強工が改良地盤を介してSF-2断層と接する場合(断面A)」及び「B:置換コンクリートが底面で直接SF-2断層と接する場合(断面B)」に分類され、この2パターンで検討を実施する。



防潮堤(鋼管式鉛直壁)とSF-2断層の交差イメージ

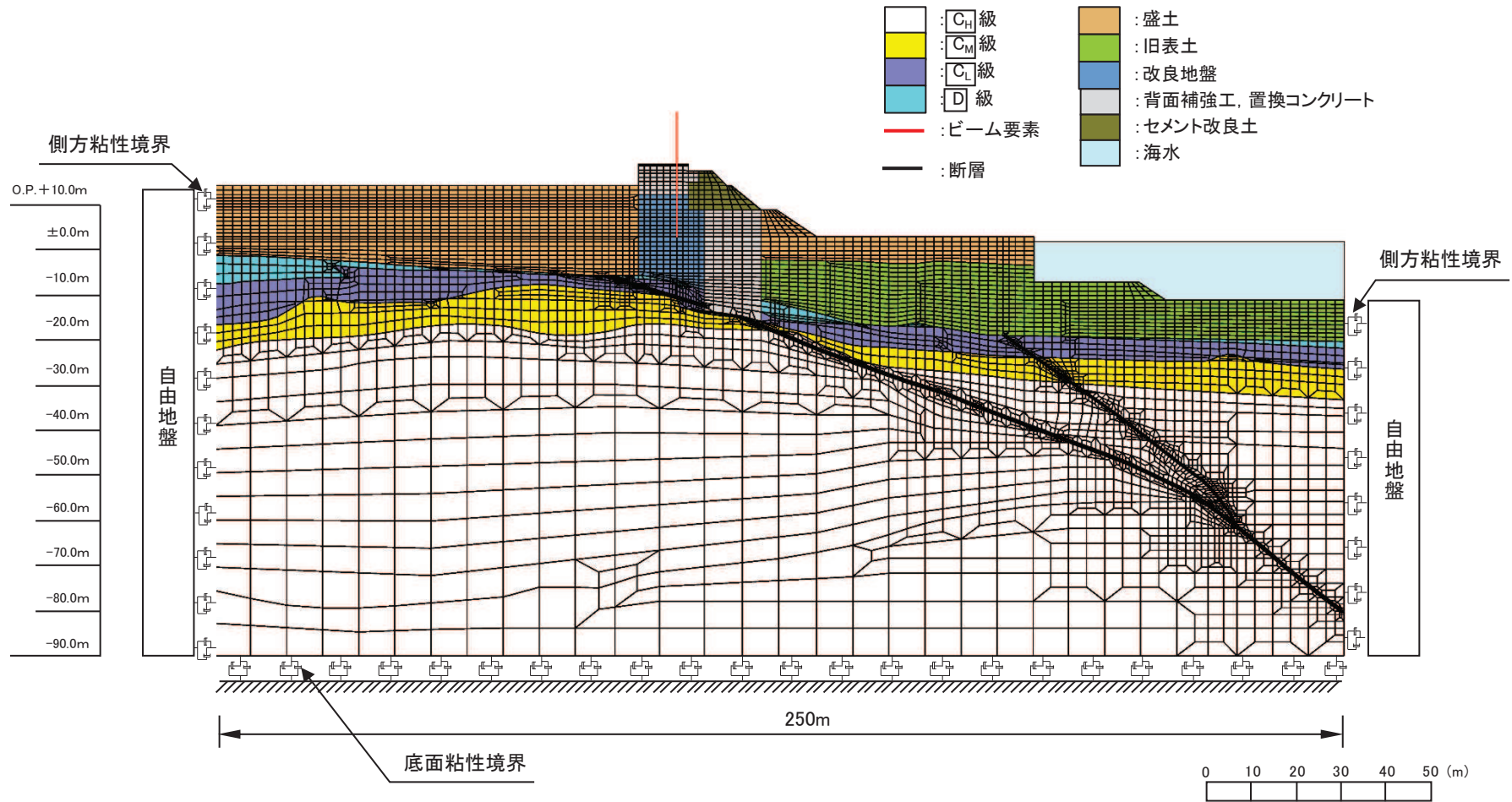
3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 影響検討－断層横断部の影響(3)

■ 解析モデルを示す。



地震応答解析モデル
(断面A, 背面補強工が改良地盤を介してSF-2断層と接する場合)

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 影響検討－断層横断部の影響(4)

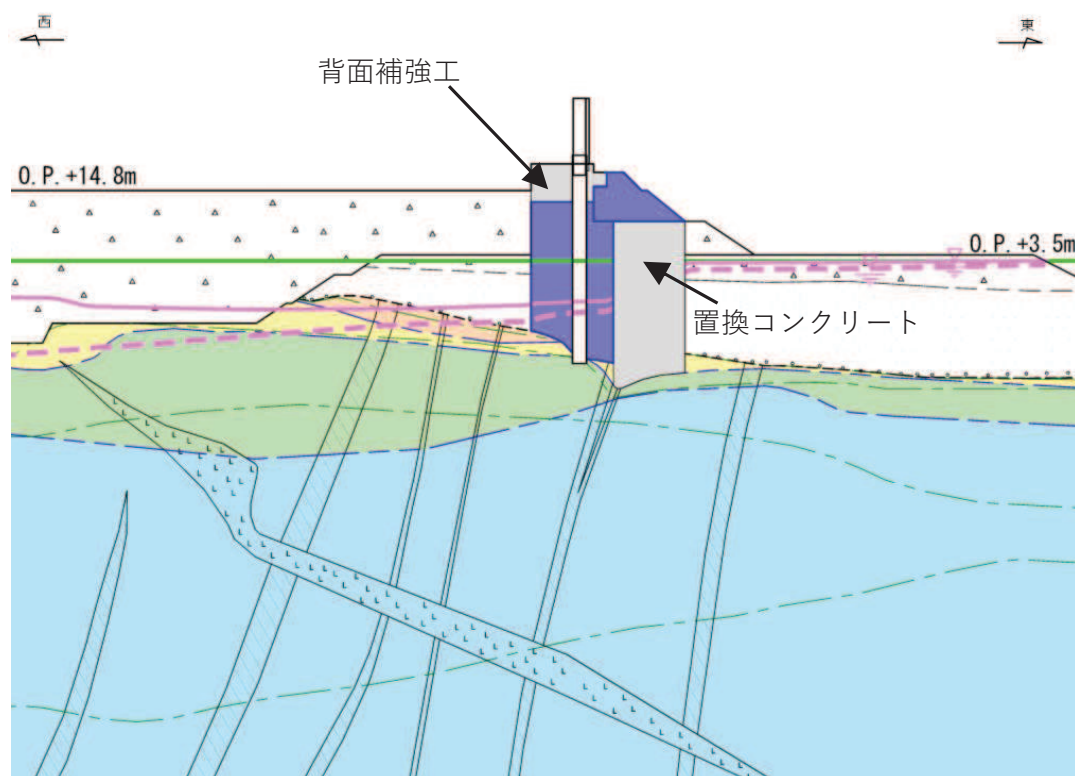


地震応答解析モデル
(断面B, 置換コンクリートが底面で直接SF-2断層と接する場合)

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 影響検討—地下水位差の影響(1)

○地下水位差の影響

- 防潮堤の設計用地下水位は設置許可段階の検討を踏まえて設定しており、防潮堤よりも山側の地下水位は、地下水位低下設備の効果により設計用地下水位よりも低くなり、海側の地下水位と水位差が生じる可能性があるため、その影響を確認する。
- 確認は、防潮堤山側の設計用地下水位を岩盤表面とした解析を実施することにより行う。



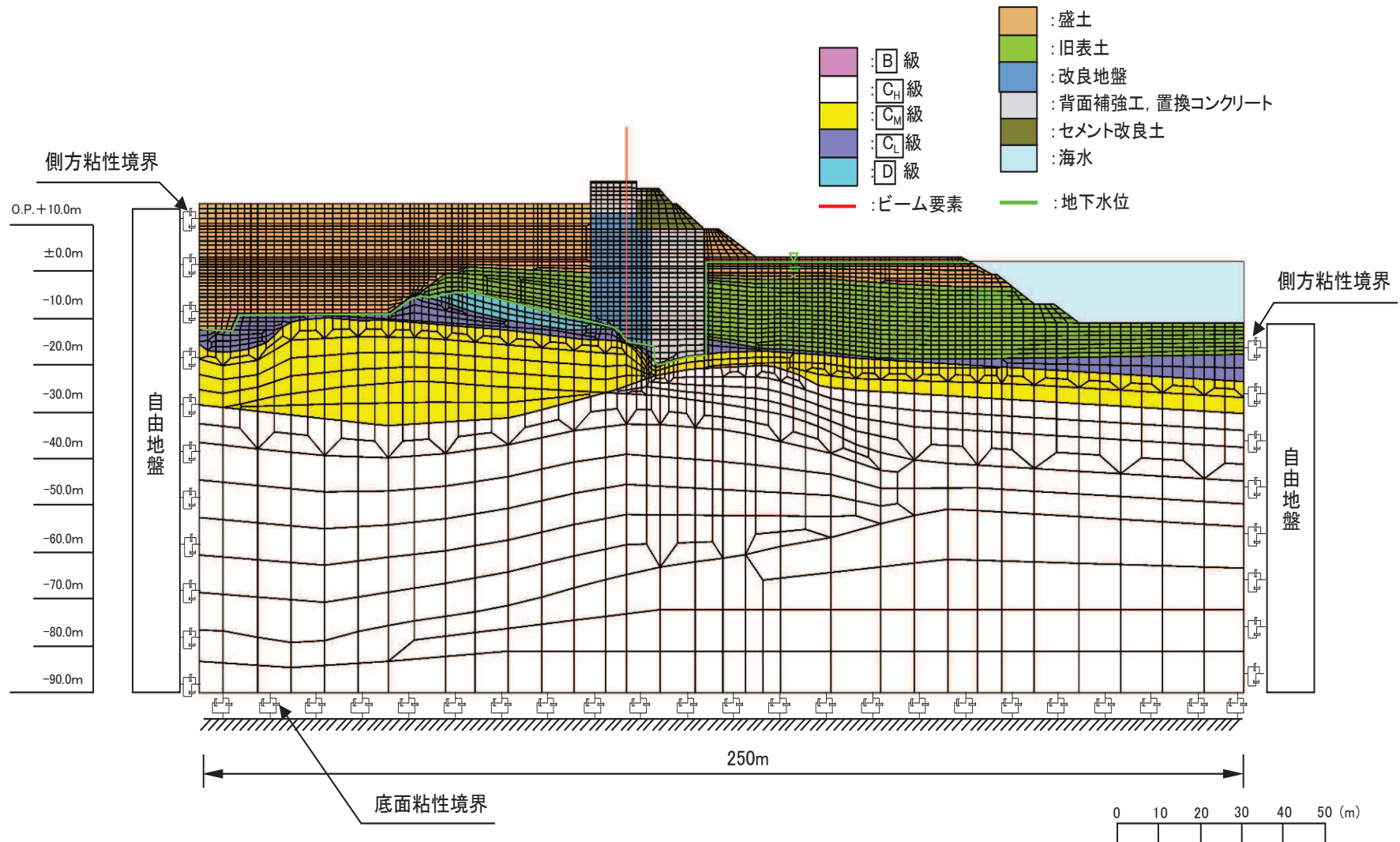
- 設計用地下水
- 予測解析により得られた水位*1
- - - 平常時に想定される水位*2

- 注記 *1: 予測解析では浅部岩盤の透水係数を平均値-1 σ に設定する等、水位を高めめに評価するよう解析条件を設定。
*2: 平常時の想定は年平均降雨を付与した場合の浸透流解析により推定。

防潮堤における地下水位

3. 防潮堤の耐震・耐津波評価方針 影響検討－地下水位差の影響(2)

■ 解析モデルを示す。



地震応答解析モデル
(防潮堤山側の設計用地下水位を岩盤表面とした場合)

4. 耐震・耐津波評価結果

鋼管式鉛直壁－耐震評価(1)

- 鋼管式鉛直壁の耐震評価について、各部位における照査値最大となる断面の照査値を記載する。ただし、すべり安全率で照査する項目は、最小すべり安全率となる断面について記載する。

| 部位 | 照査項目 | 断面 | 発生値 | 許容値 | 照査値 |
|----------|-------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|
| 鋼管杭 | 曲げ・軸力 | 断面② | 151 (N/mm ²) | 247 (N/mm ²) | 0.62 ^{*1} |
| | せん断 | 断面② | 67 (N/mm ²) | 217 (N/mm ²) | 0.31 |
| 鋼製遮水壁 | 水平リブ曲げ (最大照査値) | －(各断面の最大 震度包絡) | 27 (N/mm ²) | 315 (N/mm ²) | 0.09 |
| 漂流物防護工 | 架台せん断 (最大照査値) | －(各断面の最大 震度包絡) | 13 (N/mm ²) | 180 (N/mm ²) | 0.08 |
| RC遮水壁 | コンクリート曲げ・軸力 | 断面⑦ | 0.8 (N/mm ²) | 21 (N/mm ²) | 0.04 |
| | 鉄筋曲げ・軸力 | | 68 (N/mm ²) | 294 (N/mm ²) | 0.24 |
| | コンクリートせん断 | | 0.1 (N/mm ²) | 0.82 (N/mm ²) | 0.13 |
| 背面補強工 | すべり安全率 | 断面④ | (最小すべり安全率) | | 11.6 ^{*2} |
| 置換コンクリート | すべり安全率 | 断面① | (最小すべり安全率) | | 4.2 ^{*2} |
| 改良地盤 | すべり安全率 | 断面① | (最小すべり安全率) | | 2.5 ^{*2} |
| セメント改良土 | すべり安全率 | 断面④ | (最小すべり安全率) | | 2.7 ^{*2} |
| 基礎地盤 | 接地圧 | 断面④ | 4.8 (N/mm ²) | 11.4 (N/mm ²) | 0.43 |

注記 *1: 漂流物防護工の偏心による影響を考慮。
*2: すべり安全率の照査においては、照査値>1.2が許容値

4. 耐震・耐津波評価結果

鋼管式鉛直壁－耐震評価(2)

- 止水ジョイントについて、ゴムジョイント、ウレタンシリコーン目地それぞれで相対変位量が最大となる箇所の結果を記載する。

| 止水ジョイント | 方向 | 位置 | 地震時最大相対変位 (mm) | 許容限界 (mm) |
|-----------------|-------|---|-------------------|--------------|
| ゴムジョイント | 軸直交方向 | 一般部のうち背面補強工間 (軸直交方向変位最大) | 209.5 | 350 |
| | 軸方向 | | 22.2 | 150 |
| | 軸直交方向 | 岩盤部のうち鋼管杭の突出長 の変化部及びRC壁との境界 (軸方向変位最大) | 52.6 | 350 |
| | 軸方向 | | 52.6* | 150 |
| ウレタンシリコーン 目地 | 軸直交方向 | 一般部のうち 背面補強工内 | 18.8 | 30 |
| | 軸方向 | | 1.6 | 6 |

注記 * :軸方向の最大相対変位は、保守的に軸直交方向と同等の変位量を考慮する。

4. 耐震・耐津波評価結果

鋼管式鉛直壁－耐津波評価(1)

- 鋼管式鉛直壁の耐津波評価について、津波＋余震重畳時を含め、各部位における照査値最大となる断面の照査値を記載する。ただし、すべり安全率で照査する項目は、最小すべり安全率となる断面について記載する。

| 部位 | 照査項目 | 断面 | 検討ケース | 発生値 | 許容値 | 照査値 |
|----------|--------------------|-------------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------|
| 鋼管杭 | 曲げ・軸力 | 断面① | 津波＋余震重畳時 | 288(N/mm ²) | 382(N/mm ²) | 0.76 |
| | せん断 | 断面⑤ | 津波時 | 105(N/mm ²) | 217(N/mm ²) | 0.49 |
| 鋼製遮水壁 | スキンプレート (照査値最大) | －(各断面の最大 荷重包絡) | 津波＋余震重畳時 | 284(N/mm ²) | 315(N/mm ²) | 0.91 |
| 漂流物防護工 | 防護工せん断 (照査値最大) | －(各断面の最大 荷重包絡) | 津波時 | 179(N/mm ²) | 217(N/mm ²) | 0.83 |
| 背面補強工 | すべり安全率 | 断面③ | 津波＋余震重畳時 | (最小すべり安全率) | | 10.8* |
| 置換コンクリート | すべり安全率 | 断面③ | 津波＋余震重畳時 | (最小すべり安全率) | | 12.0* |
| 改良地盤 | すべり安全率 | 断面① | 津波＋余震重畳時 | (最小すべり安全率) | | 2.4* |
| セメント改良土 | すべり安全率 | 断面④ | 津波＋余震重畳時 | (最小すべり安全率) | | 6.8* |
| 基礎地盤 | 接地圧 | 断面④ | 津波＋余震重畳時 | 1.3(N/mm ²) | 4.4(N/mm ²) | 0.30 |

注記 * : すべり安全率の照査においては、照査値 > 1.2 が許容値

4. 耐震・耐津波評価結果

鋼管式鉛直壁－耐津波評価(2)

- 止水ジョイントについて、ゴムジョイント、ウレタンシリコーン目地それぞれで相対変位量が最大となる箇所の結果を記載する。

(津波時)

| 止水ジョイント | 方向 | 位置 | 残留変位 (mm) | 津波時変位増分 (mm) | 合計 (mm) | 許容限界 (mm) |
|-----------------|-------|------------------------------------|--------------------|-----------------|------------|--------------|
| ゴムジョイント | 軸直交方向 | 一般部のうち背面補強工間 (軸直交方向変位最大) | 31.5 | 93.5 | 125.0 | 350 |
| | 軸方向 | | 22.2* ¹ | 0 | 22.2 | 150 |
| | 軸直交方向 | 岩盤部のうち鋼管杭の 突出長の変化部 (軸方向変位最大) | 0.1 | 66.6 | 66.7 | 350 |
| | 軸方向 | | 52.6* ¹ | 0 | 52.6 | 150 |
| ウレタンシリコーン 目地 | 軸直交方向 | 一般部のうち 背面補強工内 | 1.2 | 21.4 | 22.6 | 30 |
| | 軸方向 | | 1.6* ¹ | 0 | 1.6 | 6 |

(津波＋余震重畳時)

| 止水ジョイント | 方向 | 位置 | 残留変位 (mm) | 重畳時変位増分 (mm) | 合計 (mm) | 許容限界 (mm) |
|-----------------|-------|------------------------------------|--------------------|--------------------|------------|--------------|
| ゴムジョイント | 軸直交方向 | 一般部のうち背面補強工間 (軸直交方向変位最大) | 31.5 | 137.0 | 168.5 | 350 |
| | 軸方向 | | 22.2* ¹ | 22.2* ² | 44.4 | 150 |
| | 軸直交方向 | 岩盤部のうち鋼管杭の 突出長の変化部 (軸方向変位最大) | 0.1 | 66.0 | 66.1 | 350 |
| | 軸方向 | | 52.6* ¹ | 52.6* ² | 105.2 | 150 |
| ウレタンシリコーン 目地 | 軸直交方向 | 一般部のうち 背面補強工内 | 1.2 | 17.7 | 18.9 | 30 |
| | 軸方向 | | 1.6* ¹ | 1.6* ² | 3.2 | 6 |

注記 *1:軸方向の残留変位は、保守的に地震時の最大変位量を考慮する。

*2:重畳時の軸方向重畳時変位増分は、保守的に地震時の最大変位量を考慮する。

4. 耐震・耐津波評価結果

盛土堤防－耐震評価・耐津波評価

【盛土堤防】

①耐震評価

| 部位 | 照査項目 | 断面 | 発生値 | 許容値 | 照査値 |
|----------|--------|---------|-------------------------|--------------------------|------|
| セメント改良土 | すべり安全率 | 盛土堤防断面① | | (最小すべり安全率) | 3.0* |
| 置換コンクリート | すべり安全率 | 盛土堤防断面① | | (最小すべり安全率) | 6.3* |
| 改良地盤 | すべり安全率 | 盛土堤防断面① | | (最小すべり安全率) | 3.4* |
| 基礎地盤 | 接地圧 | 盛土堤防断面① | 2.8(N/mm ²) | 11.4(N/mm ²) | 0.25 |

②耐津波評価

| 部位 | 照査項目 | 断面 | 検討ケース | 発生値 | 許容値 | 照査値 |
|----------|--------|---------|----------|-------------------------|--------------------------|-------|
| セメント改良土 | すべり安全率 | 盛土堤防断面① | 津波＋余震重畳時 | | (最小すべり安全率) | 5.5* |
| 置換コンクリート | すべり安全率 | 盛土堤防断面① | 津波＋余震重畳時 | | (最小すべり安全率) | 12.8* |
| 改良地盤 | すべり安全率 | 盛土堤防断面① | 津波＋余震重畳時 | | (最小すべり安全率) | 5.2* |
| 基礎地盤 | 接地圧 | 盛土堤防断面① | 津波＋余震重畳時 | 2.1(N/mm ²) | 11.4(N/mm ²) | 0.19 |

注記 * :すべり安全率の照査においては、照査値>1.2が許容値

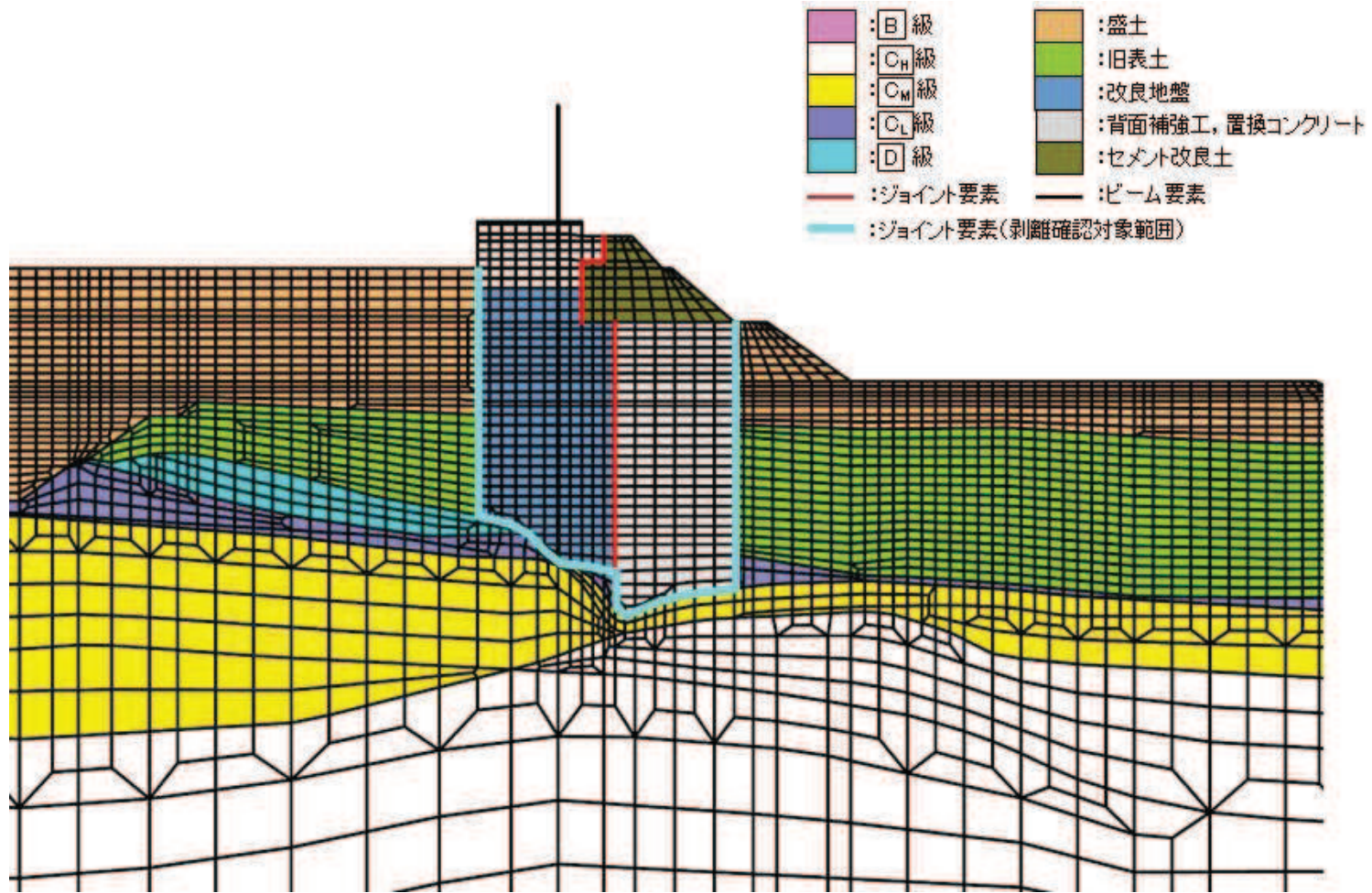
4. 耐震・耐津波評価結果

止水性の確認(1)

- 防潮堤の止水性については、鋼製遮水壁、背面補強工及び止水ジョイントで遮水性を担保し、改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土で地盤中からの回り込みによる浸水を防止（難透水性の保持）する。
- これらの部位の遮水性又は難透水性については、それぞれの部位の健全性により確認できている。
- ここでは、部位間の構造境界部の剥離状況を確認し、津波が敷地に流入しないことを確認する。
- 解析において、部位間には材料と施工状況を考慮した上で剥離を考慮できるジョイント要素を設定しており、その剥離状況を確認する。
- 検討対象断面は、水みちの発生に対する厳しさを考慮し、断面①、②、③、⑤とする。
- 代表として、断面②の結果を記載する。

4. 耐震・耐津波評価結果 止水性の確認(2)

- 断面②におけるジョイント要素の配置図を示す。



断面②におけるジョイント要素の配置図

4. 耐震・耐津波評価結果 止水性の確認(3)

- 断面②における地震時，津波時及び津波＋余震重畳時の剥離状況を示す。
- 下表に示すとおり，地震時（最終ステップ），津波時及び津波＋余震重畳時にいずれにおいても剥離は貫通しておらず，水みちは発生していないことを確認した。

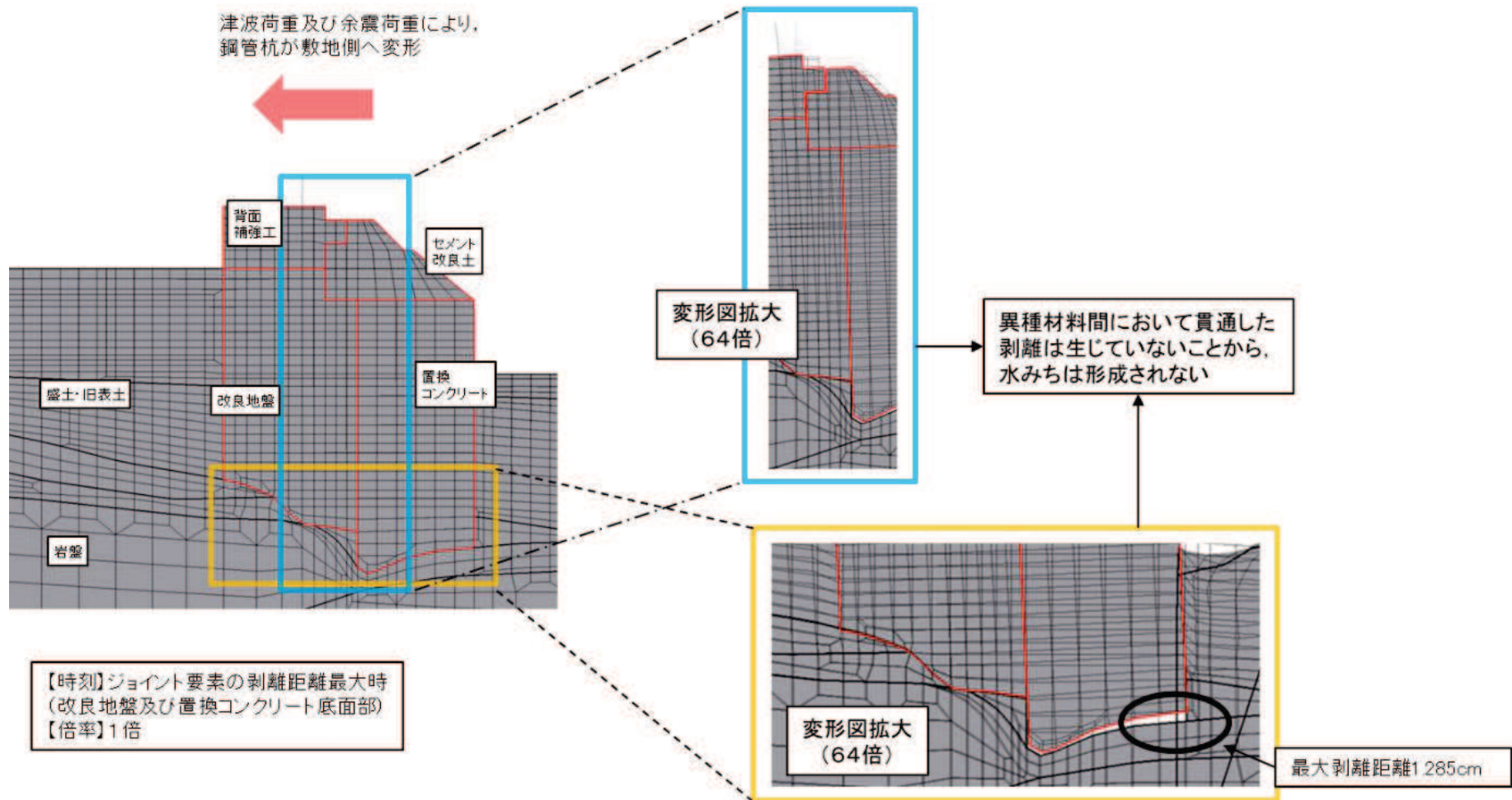
| 断面 | 検討ケース | | 最大剥離長 | | 剥離貫通 ^{*2} の有無 | 最大剥離要素数 | |
|-----|--------------|-----------|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------|--------|
| | 事象 | 地震動(位相) | 時刻 (s) | 剥離長 ^{*1} (cm) | | 時刻 (s) | 要素数 |
| 断面② | 地震時 | Ss-N1(-+) | 最終ステップ | 0.482 | 無 | 最終ステップ | 59/176 |
| | 津波時 | — | — | 0.016 | 無 | — | 27/138 |
| | 津波＋余震 重畳時 | Sd-D2(++) | 25.55 | 1.240 | 無 | 25.54 | 59/138 |
| | | Sd-D2(-+) | 25.35 | 1.168 | 無 | 17.80 | 60/138 |
| | | Sd-D2(+) | 25.54 | 1.285 | 無 | 7.87 | 67/138 |
| | | Sd-D2(--) | 25.35 | 1.216 | 無 | 8.48 | 60/138 |

注記*1:剥離長はジョイント要素の鉛直方向の剥離長(変位)を示したものの。

*2:全ジョイント要素が剥離した場合，剥離貫通と判断する。

4. 耐震・耐津波評価結果 止水性の確認(4)

- 最も変形が大きくなっている津波＋余震重畳時の変形図を示す。



変形図(断面②, 重畳時, $S_d-D2(+)$, $t=25.54$)

4. 耐震・耐津波評価結果

止水性の確認(5)

- 地盤中からの回り込みにより敷地に津波が流入しないことを、二次元浸透流解析によって確認する。
- 解析条件を下表に示す。

止水性確認のための二次元浸透流解析における解析条件概要

| 検討ケース | | 津波水位 | 初期水位 | 遮水壁 | 継続時間 |
|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------|------|
| ケース1 | 対策工を忠実にモデル化 | 防潮堤高さ (O.P.+29.0m) | HWL一定 (O.P.+1.43m) | 考慮 しない | 30分※ |
| ケース2 | 改良地盤・置換コンクリート、セメント改良土の透水係数＝盛土・旧表土相当と仮定 | | | | |
| ケース3 | 背面補強工及び改良地盤とセメント改良土及び置換コンクリート間の水みち形成を想定し、背面補強工と改良地盤のすぐ海側に一律O.P.+29.0mの海水が滞水と仮定 | | | | |

注記 * : 基準津波の半周期が約10分であることを踏まえ、10分以上を基本とし、保守的に30分とした。

4. 耐震・耐津波評価結果 止水性の確認(6)

■ 検討ケース及び各ケースにおける透水係数を示す。

止水性確認のための二次元浸透流解析における検討ケース

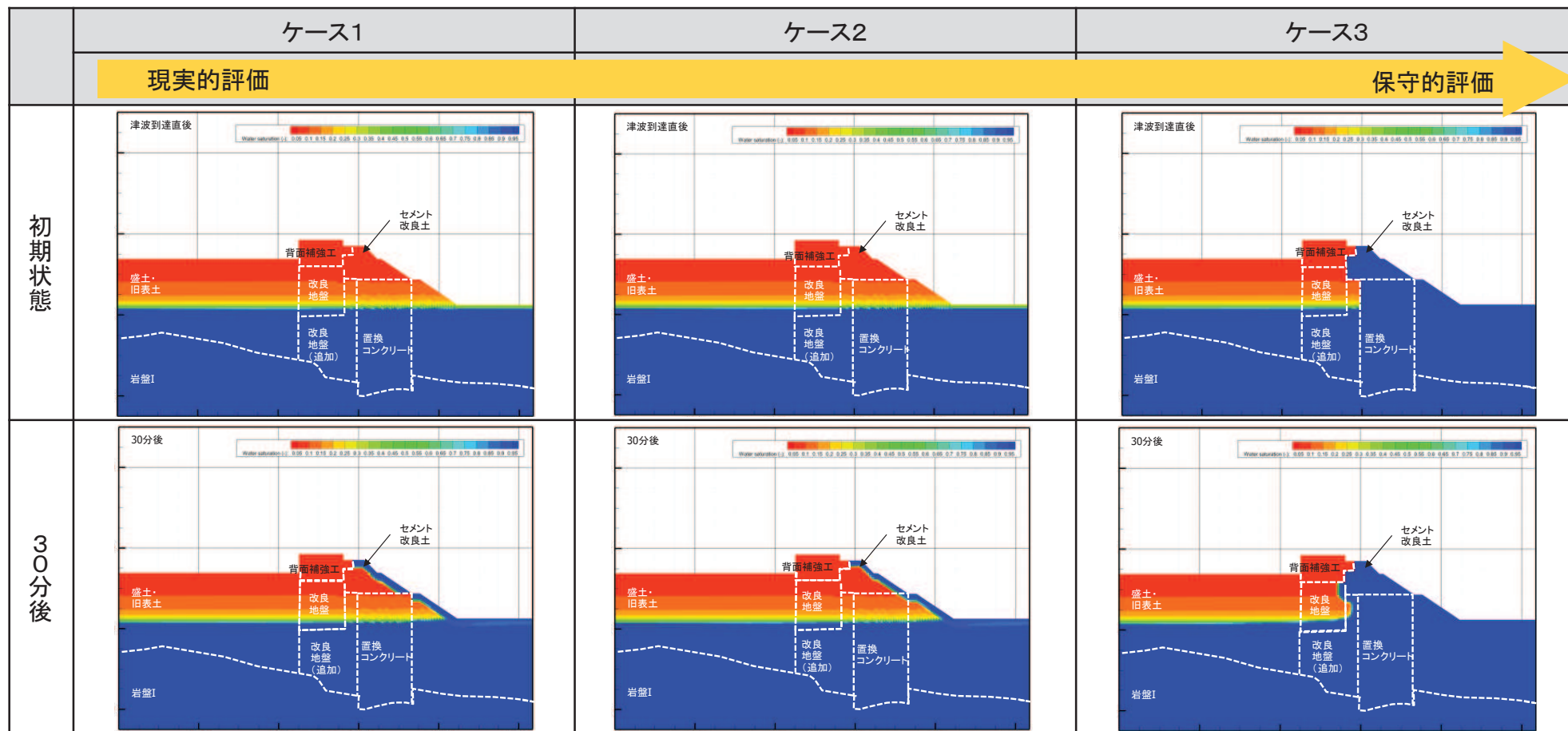
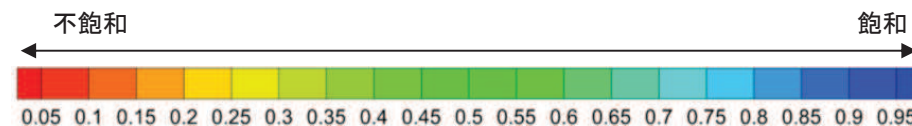
| ケース1 | ケース2 | ケース3 |
|--|--|--|
| 現実的評価 | | 保守的評価 |
| (解析上の前提条件) | (保守的となる条件) | (保守的となる条件) |
| <ul style="list-style-type: none"> 背面補強工ー改良地盤間は、改良地盤上面を清掃の上で背面補強工を施工しており、浸水経路化しない。 改良地盤(既設)ー改良地盤(新設)間は、空隙が残らないよう施工することから、浸水経路化しない。 前章までの二次元有効応力解析で改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土に破壊領域が広範囲に連続しないことを確認済 | <ul style="list-style-type: none"> 改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土の透水係数を盛土・旧表土相当と仮定。(前章までの二次元有効応力解析で当該地盤に破壊領域が広範囲に連続しないことを確認済) | <ul style="list-style-type: none"> 改良地盤の透水係数を盛土・旧表土相当と仮定。(前章までの二次元有効応力解析で当該地盤に破壊領域が広範囲に連続しないことを確認済) 背面補強工及び改良地盤とセメント改良土及び置換コンクリート間に水みちが出来ることを想定し、背面補強工と改良地盤のすぐ海側に海水が滞水すると仮定。(地震時の残留変形図にて、背面補強工及び改良地盤とセメント改良土及び置換コンクリート間に水みちとなるような空隙が発生していないことを確認しているが、念のための検証) |
| <p>水位が地表面に達しないことを確認する</p> | <p>水位が地表面に達しないことを確認する</p> <p>改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土の透水係数を盛土・旧表土相当と仮定</p> | <p>水位が地表面に達しないことを確認する</p> <p>改良地盤の透水係数を盛土・旧表土相当と仮定</p> |

各ケースにおける透水係数(単位:m/s)

| | | 盛土・旧表土 | 岩盤 | | 背面補強工 | 置換コンクリート | 改良地盤 | セメント改良土 |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | I層 | II層 | | | | |
| 透水係数 | ケース1 | 3.0 × 10 ⁻⁵ | 2.0 × 10 ⁻⁷ | 1.0 × 10 ⁻⁷ | 1.0 × 10 ⁻¹¹ | 1.0 × 10 ⁻¹¹ | 2.0 × 10 ⁻⁷ | 2.0 × 10 ⁻⁷ |
| | ケース2 | | | | | | | 3.0 × 10 ⁻⁵ |
| | ケース3 | | | | | | | 非常に大きな値(数値的無限大) |

4. 耐震・耐津波評価結果 止水性の確認(7)

- 各検討ケースにおける二次元浸透流解析結果(初期状態及び津波30分継続後)を下図に示す。
- 津波来襲より30分後の浸透(飽和)範囲は限定的であり,防潮堤敷地側については,初期状態からの水位上昇は見られない。以上のことから,地盤中からの回り込みによる浸水が防止される(難透水性の保持)ことを確認した。



二次元浸透流解析結果(飽和度)

4. 耐震・耐津波評価結果

影響検討結果－断層横断部の影響

- 断層横断部の影響確認結果について、最も厳しい照査結果となった鋼管杭の曲げ圧縮照査の結果を示す。
- 断面Aでは照査値0.41，断面Bでは照査値0.42となっており，断面②における同条件での照査値0.47よりも小さく，断層交差部の影響は他の地盤条件の影響よりも小さいことを確認した。

| 断面 | 地震動 | | 曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 σ_s/σ_{sa} |
|-----|-------|------|--|---|-------------------------------|
| | Ss-D2 | (++) | | | |
| A | Ss-D2 | (++) | 99 | 247 | 0.41* |
| B | Ss-D2 | (++) | 102 | 247 | 0.42* |
| 断面② | Ss-D2 | (++) | 116 | 247 | 0.47* |

注記 * : 漂流物防護工の偏心の影響を考慮しない場合。

4. 耐震・耐津波評価結果

影響検討結果－地下水位差の影響

- 地下水位差の影響確認結果について、最も厳しい照査結果となった鋼管杭の曲げ圧縮照査の結果を示す。
- 地下水位に高低差を設けた場合の評価は設計用地下水位とした場合と大きな差異は無く、その影響が小さいことを確認した。

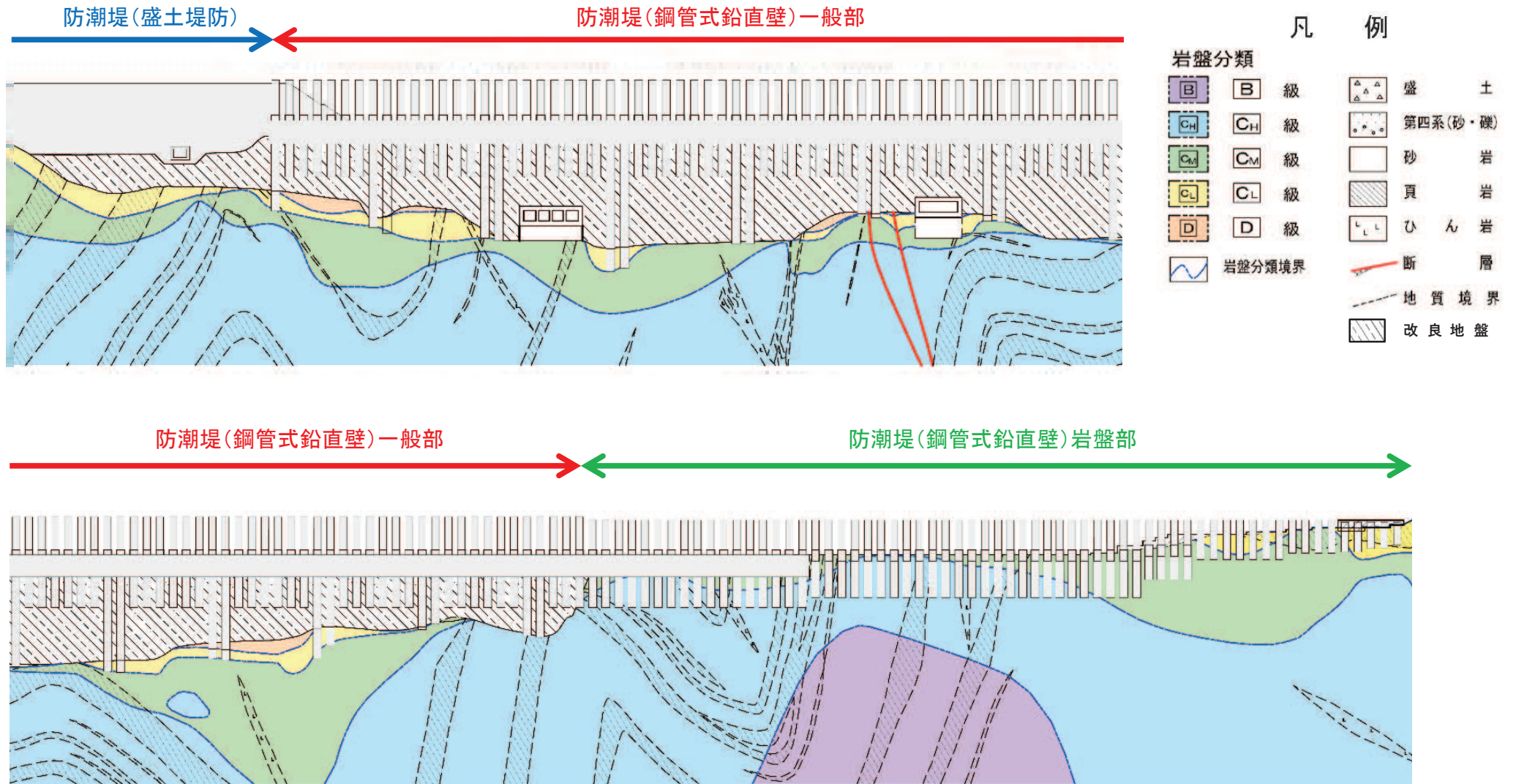
| 地下水位 | 解析ケース | 地震動 | | 曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²) | 短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²) | 照査値 σ_s/σ_{sa} |
|-----------------------|---------------------------------|-------|------|--|---|-------------------------------|
| | | Ss-D2 | (--) | | | |
| 設計用 地下水位 (高低差無) | 基本ケース | Ss-D2 | (--) | 123 | 247 | 0.50* |
| | 地盤物性ばらつき (+1 σ)考慮ケース | Ss-D2 | (--) | 126 | 247 | 0.52* |
| | 地盤物性ばらつき (-1 σ)考慮ケース | Ss-D2 | (--) | 118 | 247 | 0.48* |
| 高低差 有 | 基本ケース | Ss-D2 | (--) | 130 | 247 | 0.53* |

注記 * : 漂流物防護工の偏心の影響を考慮しない場合。

5. まとめ

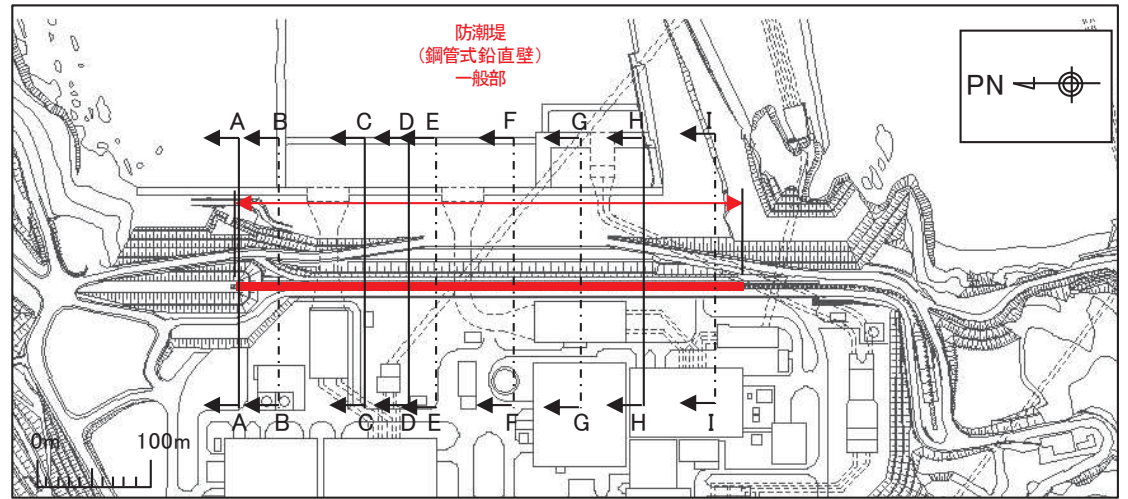
- 漂流物衝突荷重(2000kN)に十分耐えるように防潮堤(鋼管式鉛直壁)の鋼製遮水壁前面に漂流物防護工を設置し、鋼製遮水壁及び止水ジョイントに直接漂流物が衝突しない設計とした。
- 同様に、屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)に漂流物防護工を設置し、扉体及び固定部には直接漂流物が衝突しない設計とした。
- 防潮堤の各部位の役割を踏まえて性能目標を設定し、その性能目標を達成するための許容限界を設定した。
- 詳細設計結果として、断層横断部の影響や地盤物性ばらつきの影響を含めて耐震・耐津波評価を行い、各部位の健全性を確認した。
- また、防潮堤の要求機能である止水性について、各部位の健全性、構造境界部の剥離状況及び保守的に検討した二次元浸透流解析により、地盤中からの回り込みによる浸水を含めて津波の進入を防止できることを確認した。
- 以上から、防潮堤は基準津波及び基準地震動に対して要求機能を満足できる。

縦断図

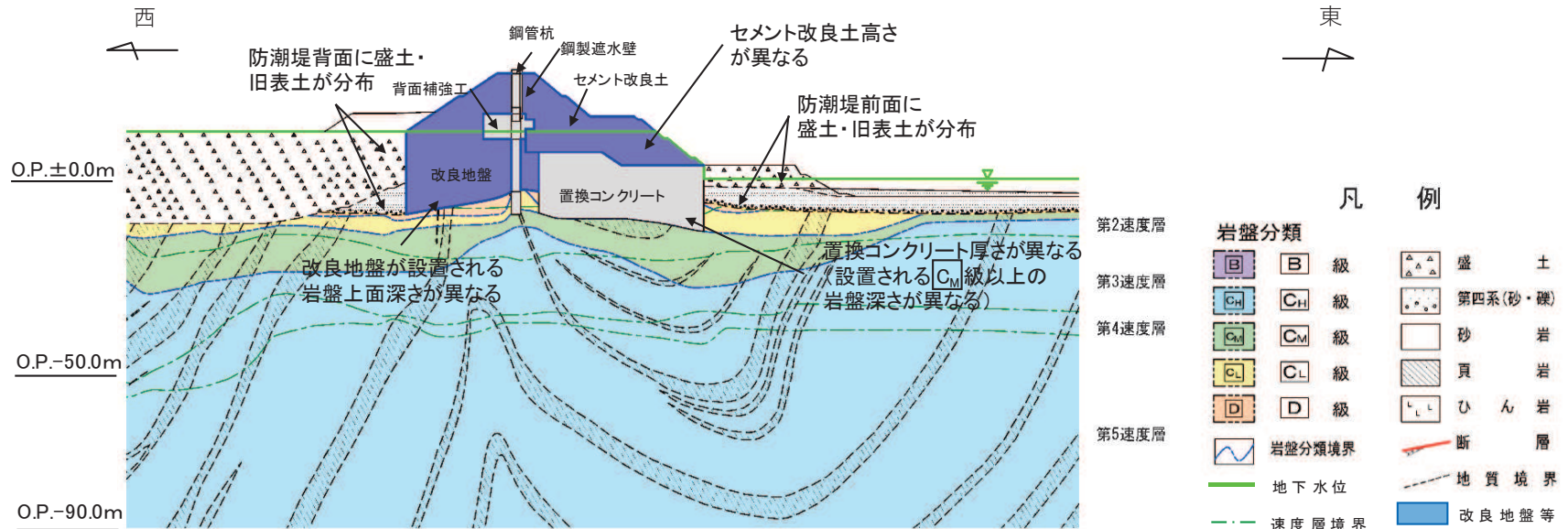


縦断図

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(一般部)横断図(1)



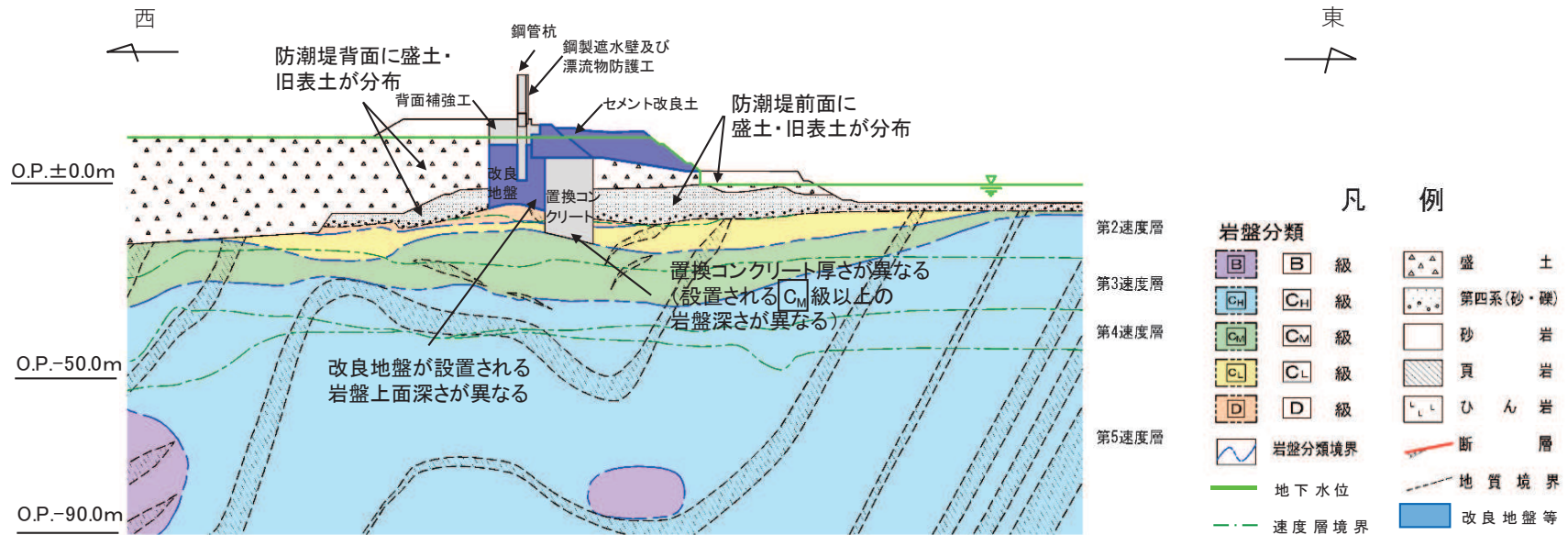
鋼管式鉛直壁(一般部)断面位置図
(実線は評価対象断面)



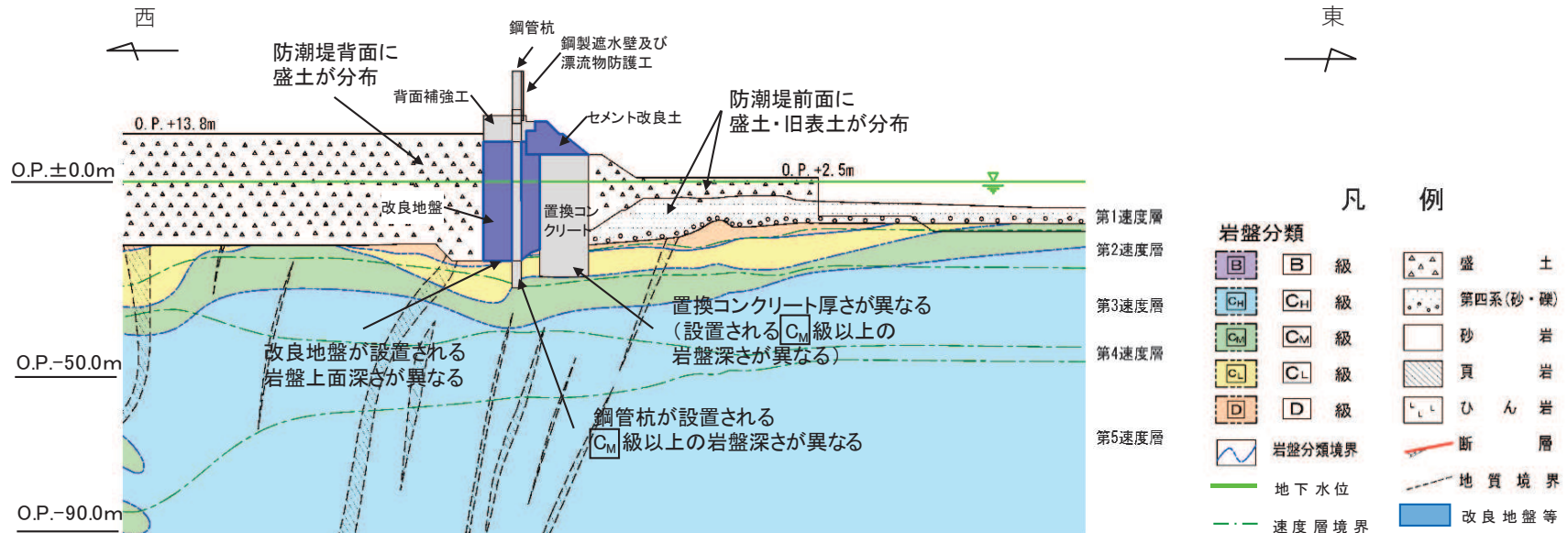
* : 鋼管杭下方のC_L級岩盤部はMMRにより置換。

A-A断面(断面④)

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(一般部)横断図(2)



B-B断面



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部はMMRにより置換。

C-C断面 (断面①)

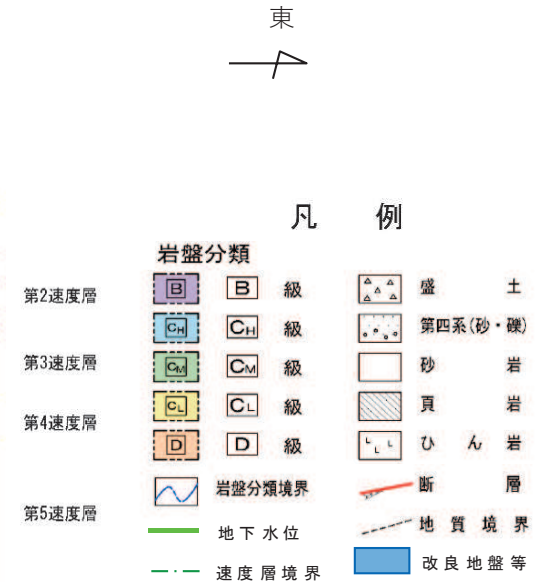
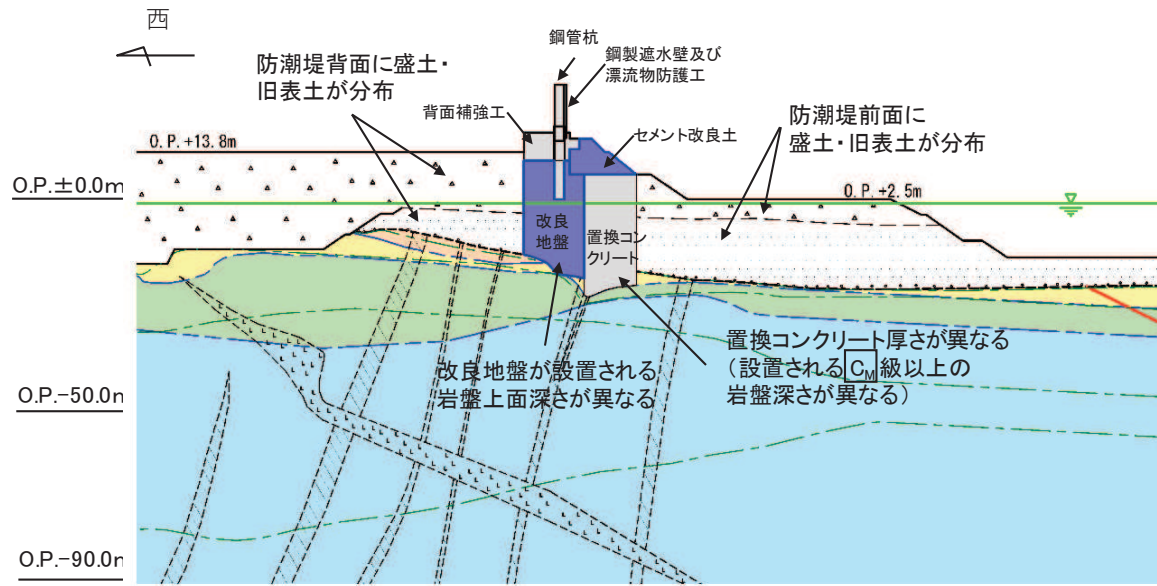
凡例

| 岩盤分類 | | 凡例 | |
|-------------------|------------------|-------------|----------|
| [B] | B 級 | [△△△] | 盛土 |
| [C _H] | C _H 級 | [●●●] | 第四系(砂・礫) |
| [C _M] | C _M 級 | [□] | 砂岩 |
| [C _L] | C _L 級 | [斜線] | 頁岩 |
| [D] | D 級 | [L L L] | ひん岩 |
| [Wavy] | 岩盤分類境界 | [Red Arrow] | 断層 |
| [Green Line] | 地下水位 | [Dashed] | 地質境界 |
| [Dotted] | 速度層境界 | [Blue Box] | 改良地盤等 |

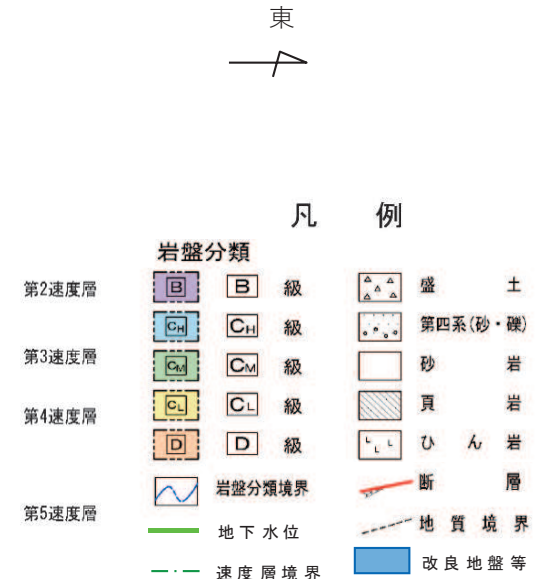
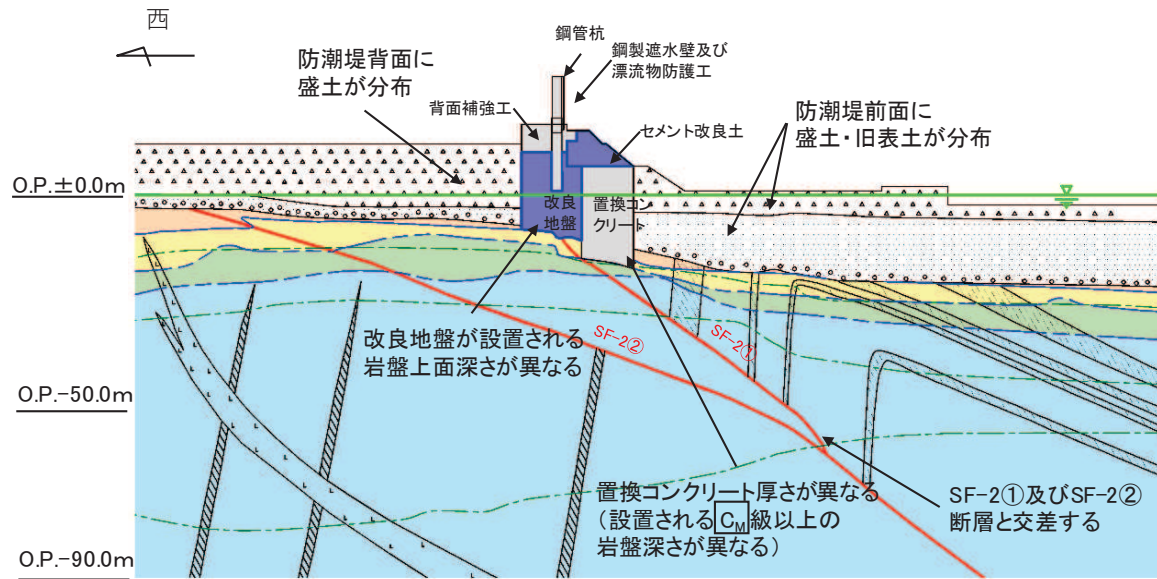
凡例

| 岩盤分類 | | 凡例 | |
|-------------------|------------------|-------------|----------|
| [B] | B 級 | [△△△] | 盛土 |
| [C _H] | C _H 級 | [●●●] | 第四系(砂・礫) |
| [C _M] | C _M 級 | [□] | 砂岩 |
| [C _L] | C _L 級 | [斜線] | 頁岩 |
| [D] | D 級 | [L L L] | ひん岩 |
| [Wavy] | 岩盤分類境界 | [Red Arrow] | 断層 |
| [Green Line] | 地下水位 | [Dashed] | 地質境界 |
| [Dotted] | 速度層境界 | [Blue Box] | 改良地盤等 |

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(一般部)横断図(3)

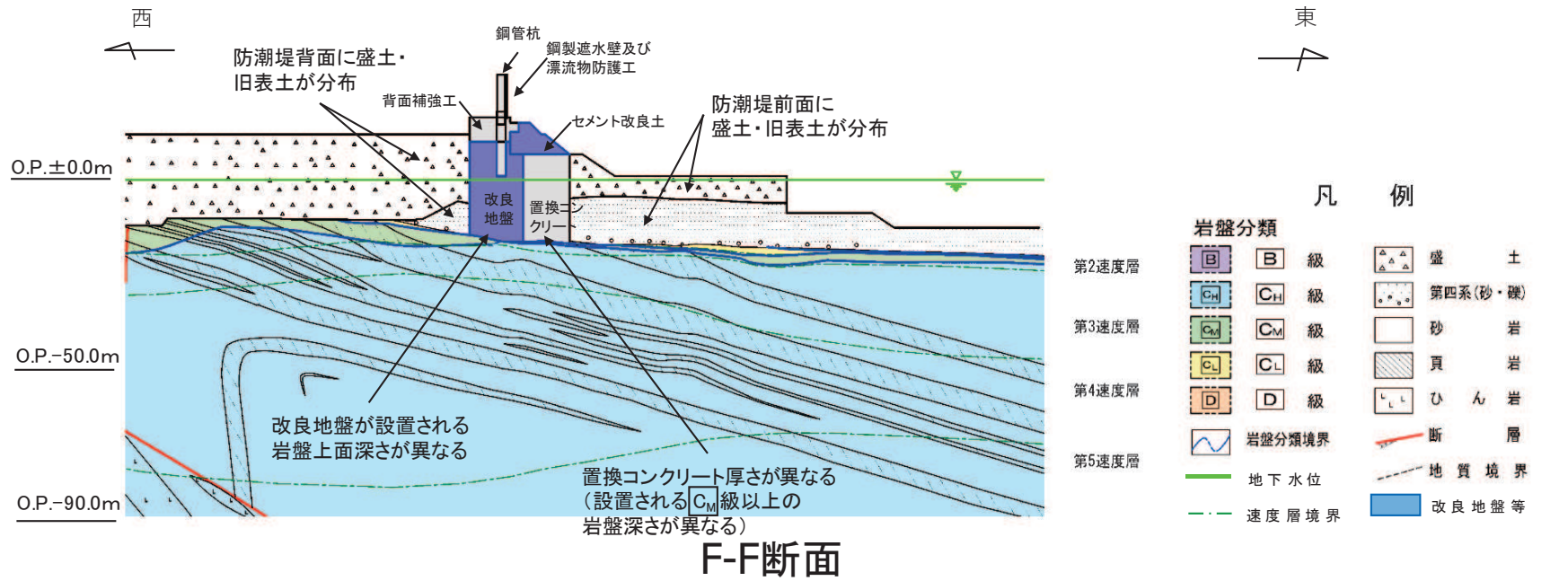


D-D断面(検討対象断面②)

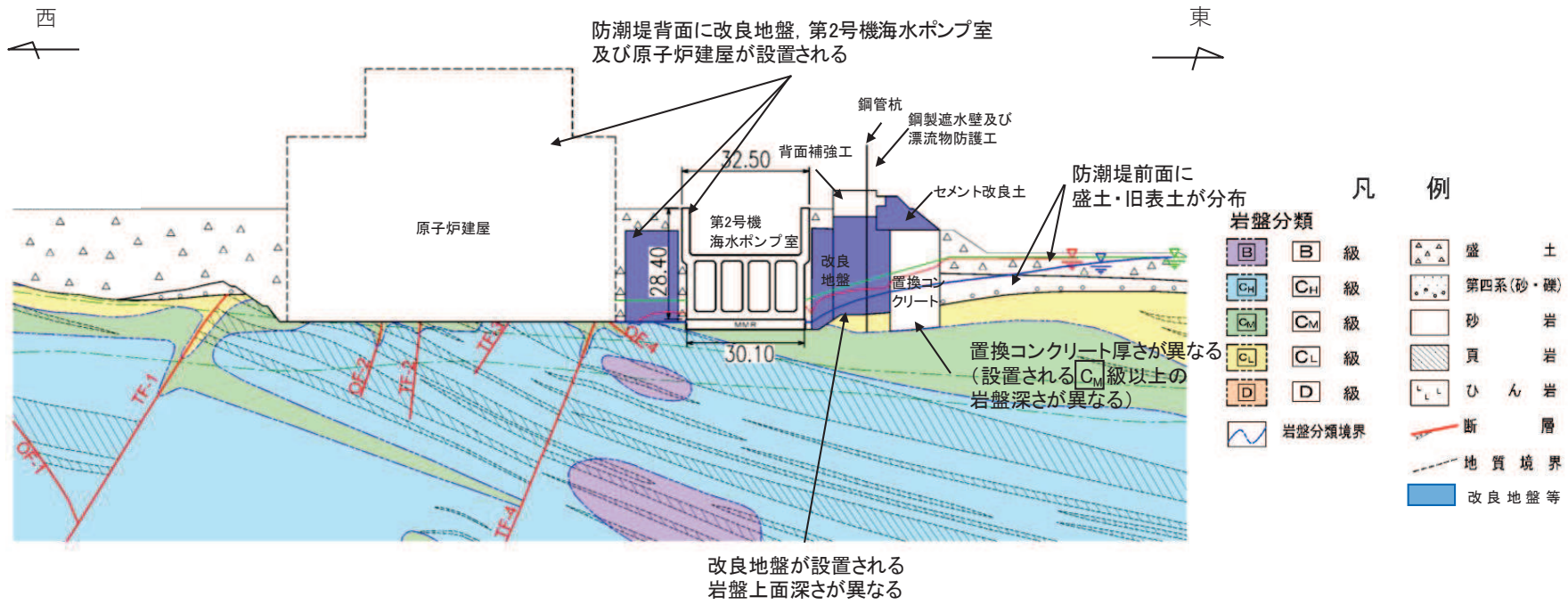


E-E断面(断層交差部として検討)

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(一般部)横断図(4)

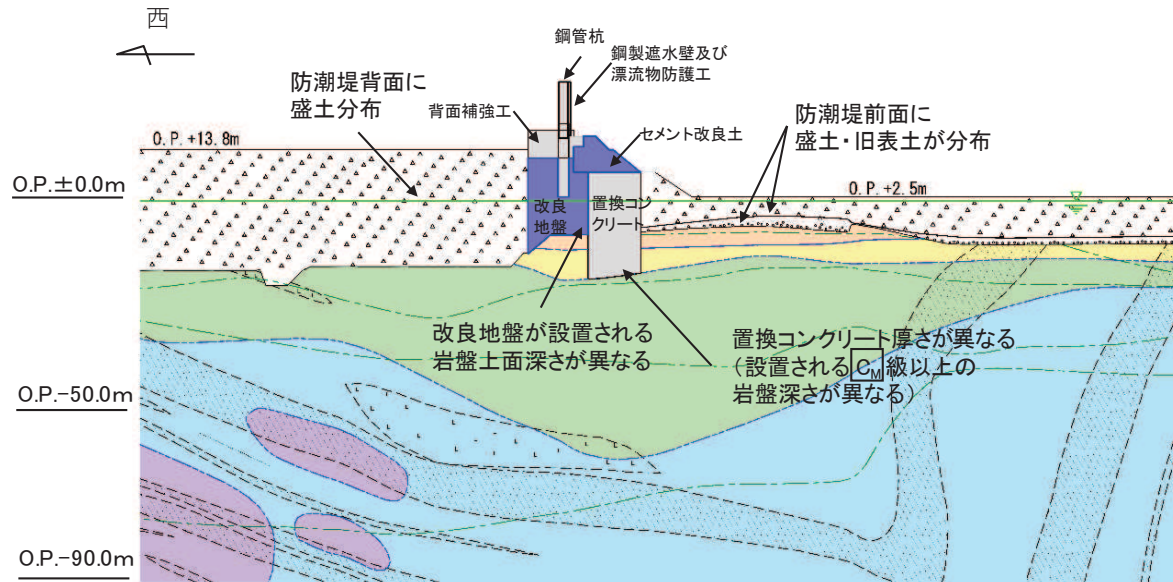


F-F断面

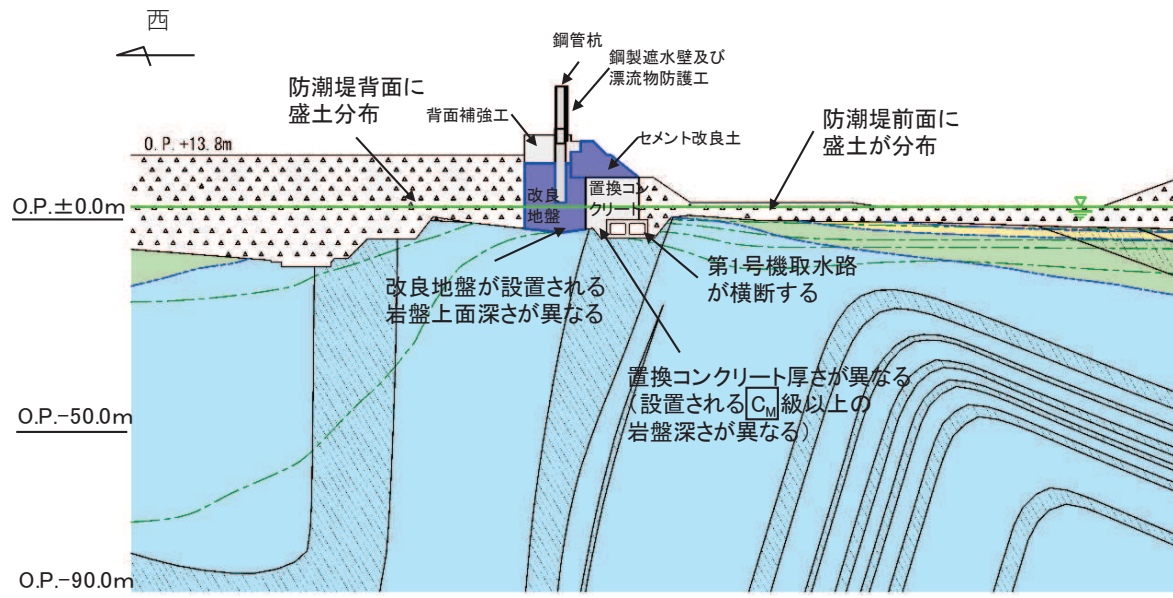
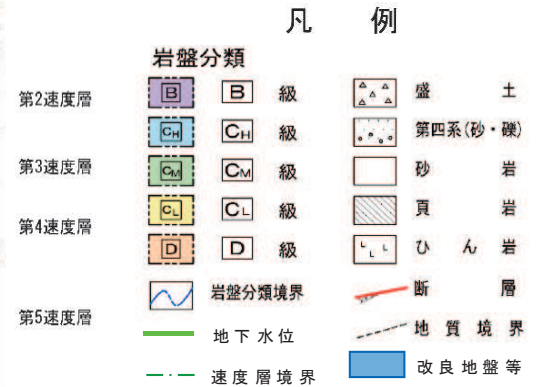


G-G断面

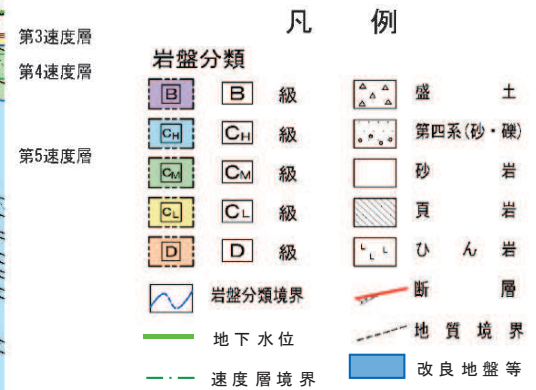
参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(一般部)横断図(5)



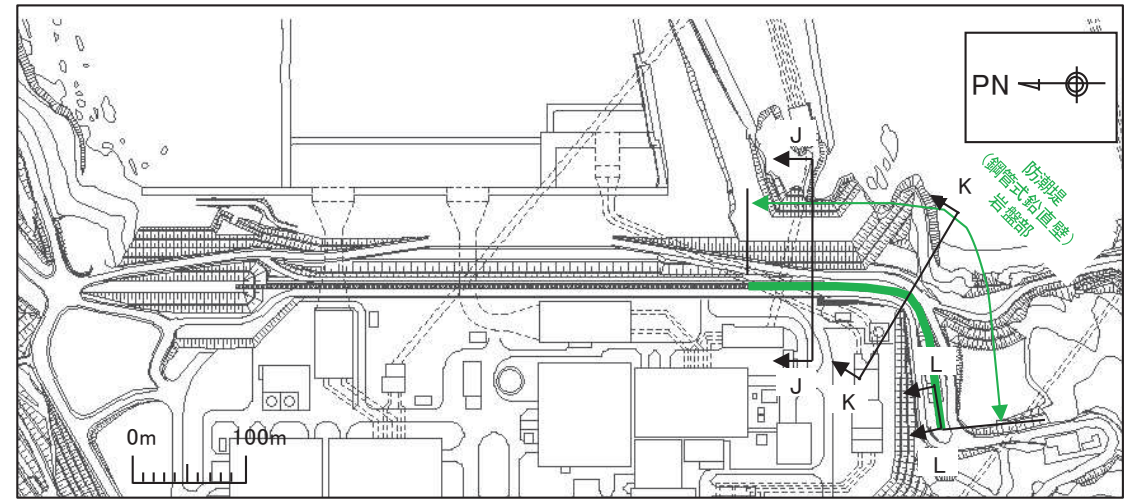
H-H断面(検討対象断面③)



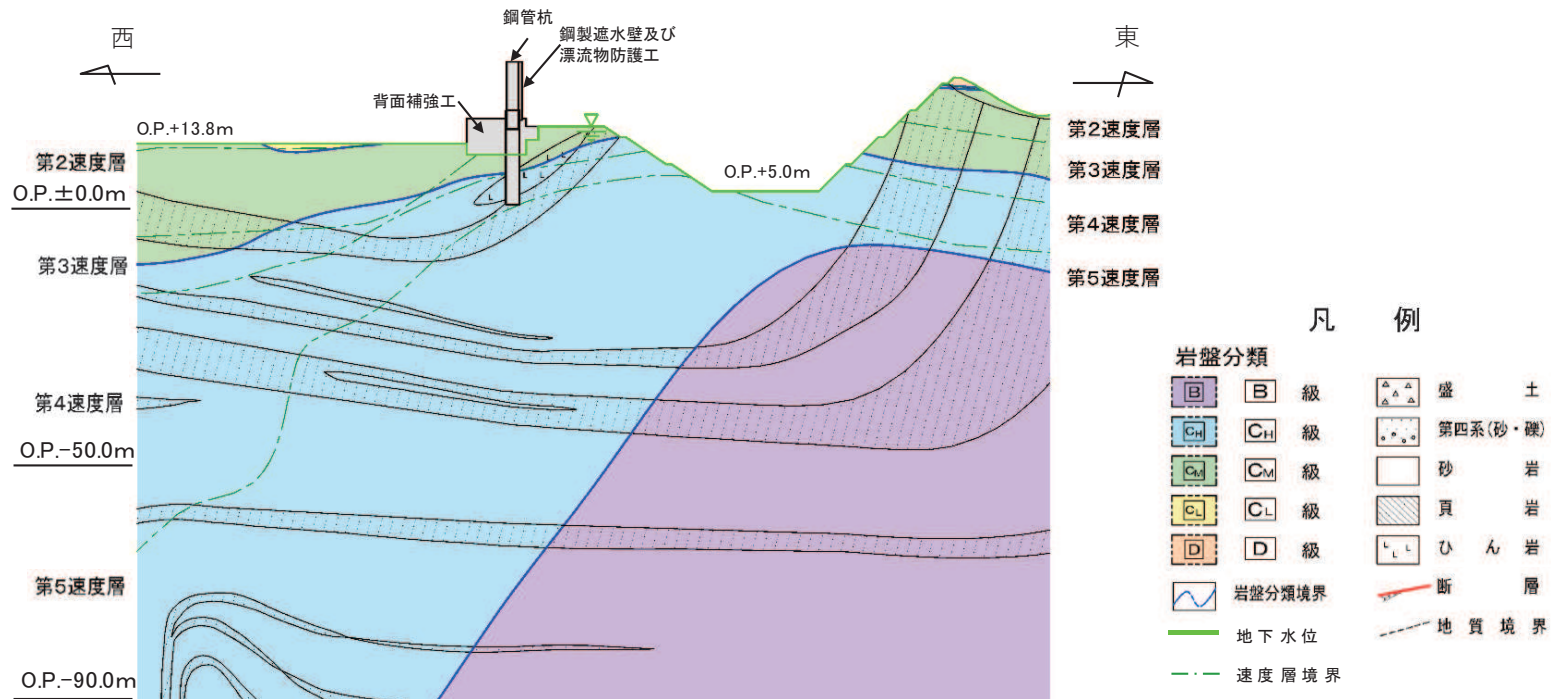
I-I断面



参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(岩盤部)横断図(1)

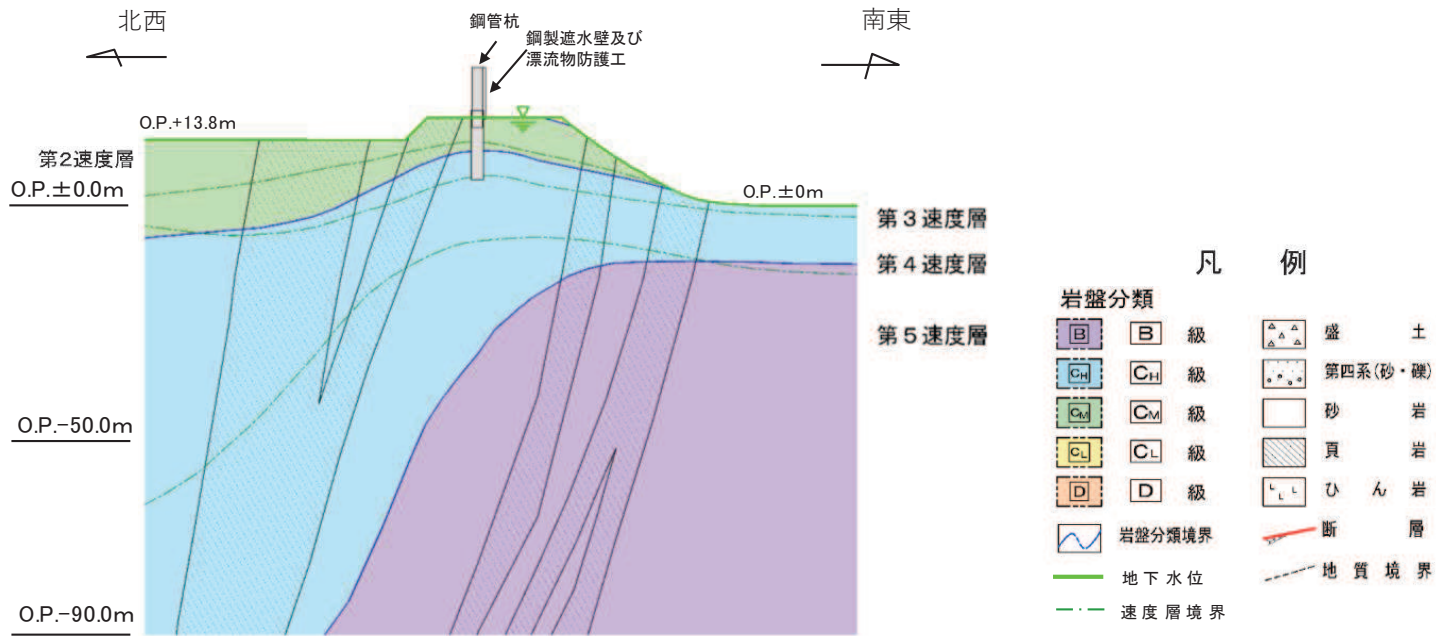


鋼管式鉛直壁(岩盤部)断面位置図
(J-J, K-K, L-Lはすべて評価対象断面)

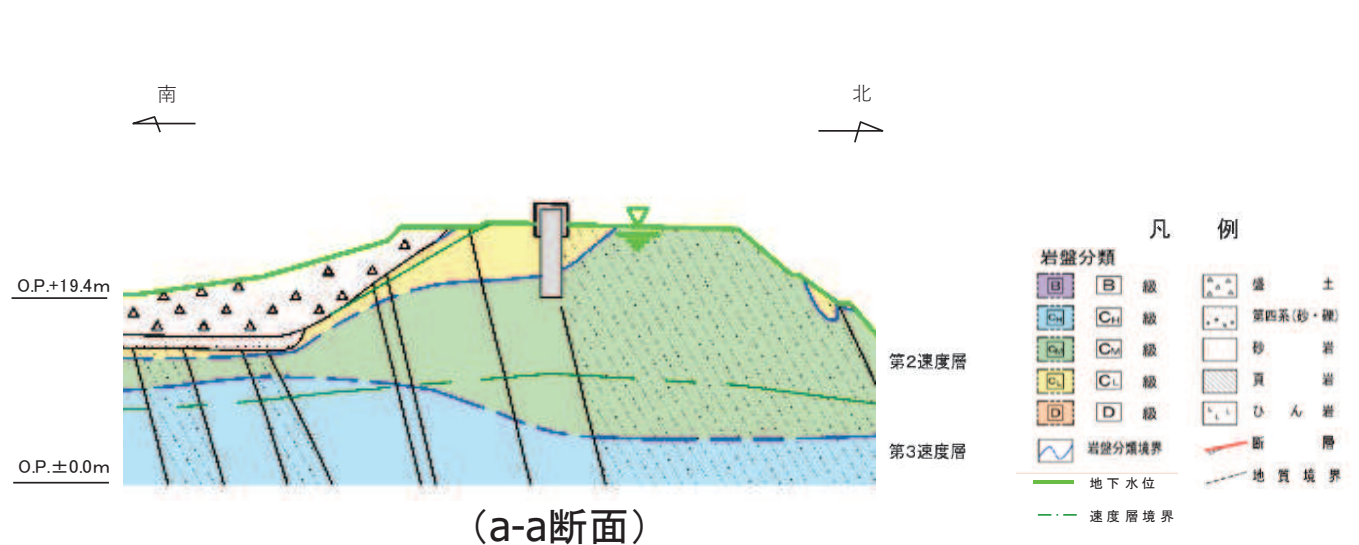
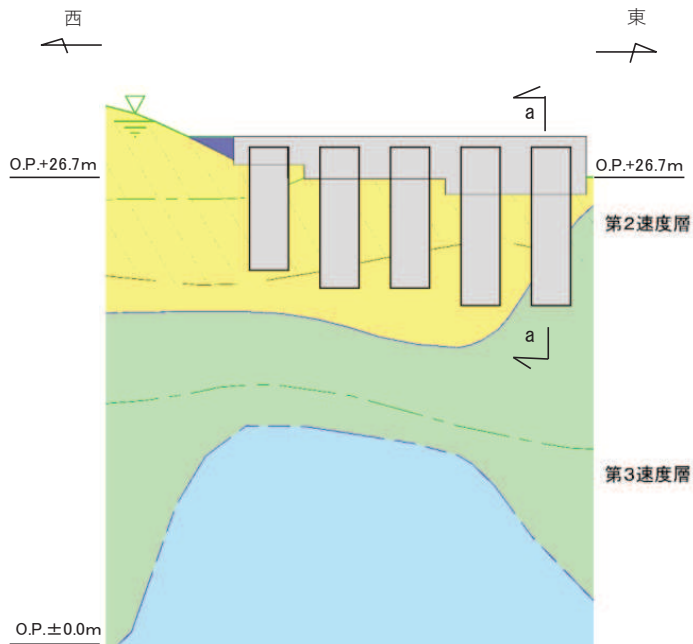


J-J断面(検討対象断面⑤)

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 鋼管式鉛直壁(岩盤部)横断図(2)



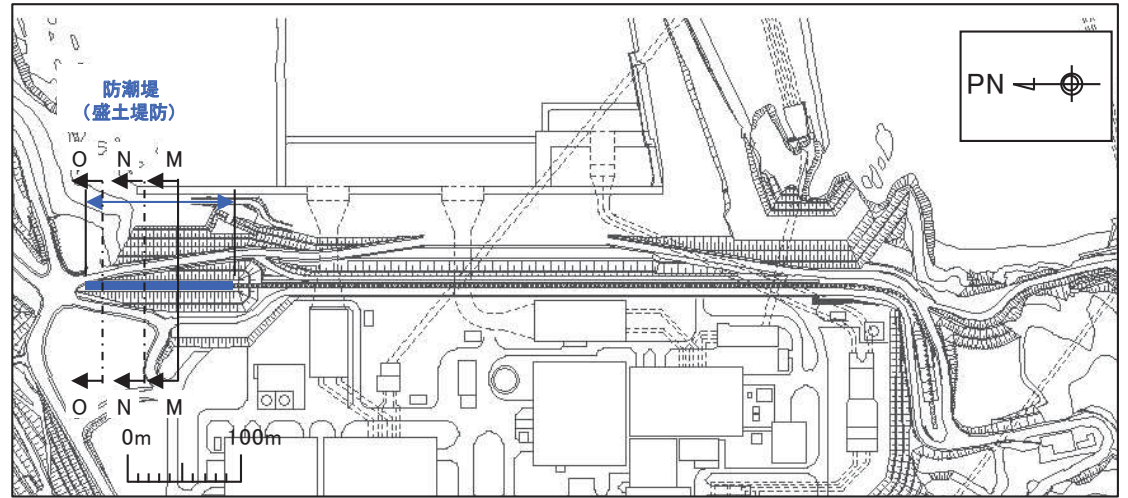
K-K断面(検討対象断面⑥)



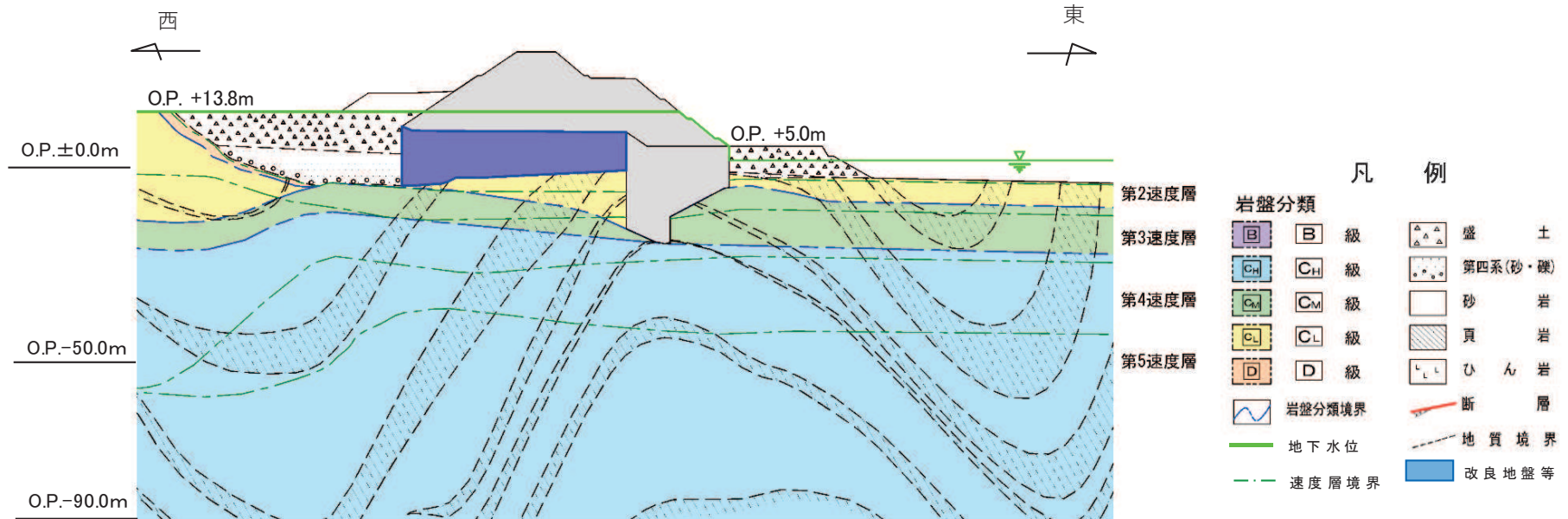
(a-a断面)

L-L断面(検討対象断面⑦)

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 盛土堤防横断図(1)

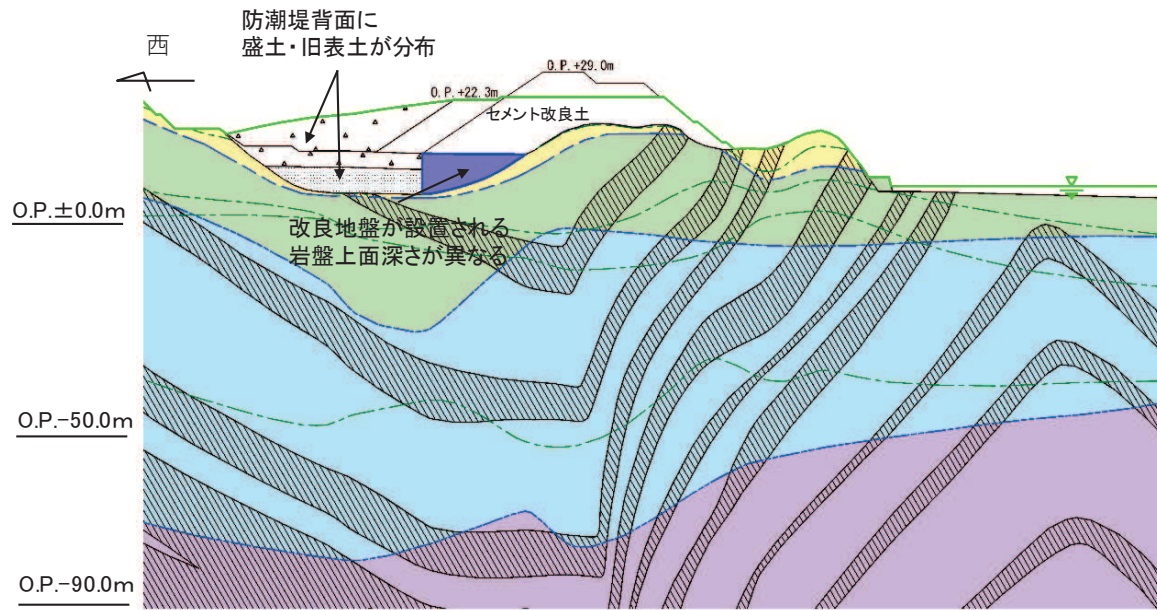


盛土堤防断面位置図
(実線は評価対象断面)

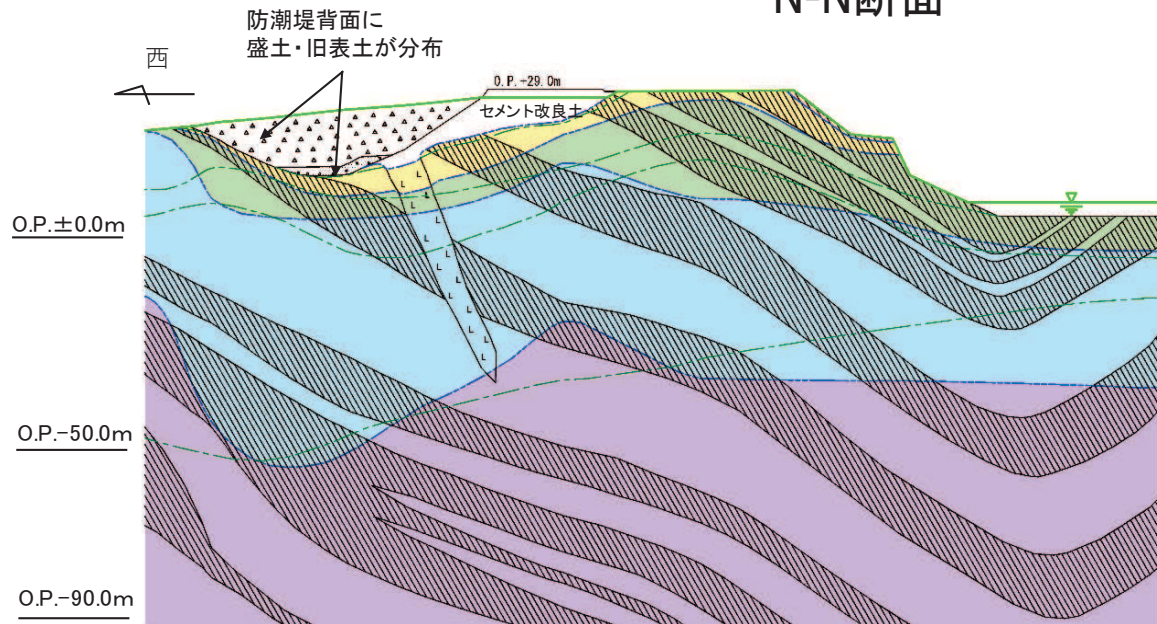


M-M断面(盛土堤防断面①)

参考1. 防潮堤の縦断図及び横断図 盛土堤防横断図(2)



N-N断面



O-O断面

