

東海第二発電所 設計及び工事計画に係る説明資料 (防潮堤（鋼製防護壁）の不具合事象)

2024年11月19日
日本原子力発電株式会社

本資料中の  は、商業秘密又は防護上の観点で公開できません。

目 次

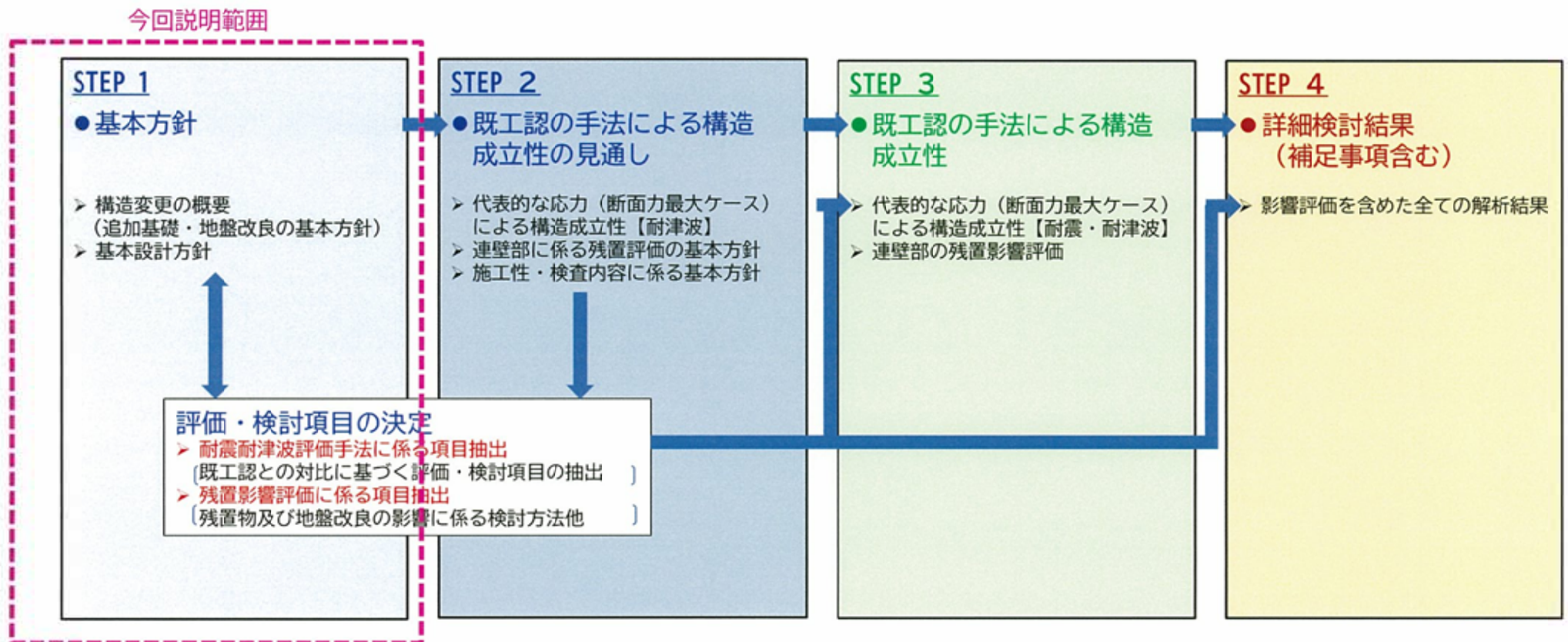
1. はじめに	4
2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要	5
(1) 構造変更の概要（追加基礎と地盤改良）	6
(2) 構造変更概要図	8
(3) 構成部位	9
(4) 構成部位と役割	10
(5) 構成部位の基本仕様	12
3. 基本設計方針	13
(1) 要求性能と設計評価方針	14
(2) 耐震及び耐津波評価に係る検討モデルと評価フロー	16
(3) 耐震評価手法の既工認との比較	17
(4) 耐津波評価手法の既工認との比較	20
(5) 損傷モードと弱部 要求性能と喪失する事象の抽出	23
(6) 新たに必要な影響評価項目	31
(7) 地中連続壁の残置影響評価項目の抽出と評価方針	32
(8) 追加基礎及び地盤改良による周辺施設への影響項目の抽出	35
4. 施工計画	37
(1) 地盤改良の施工	38
(2) 鋼管杭の施工	38
(3) その他	38
5. まとめ	39

審査会合コメント整理表

コメント			回答
3/26 会合	①	● 基準適合性を判断するために必要な調査項目を網羅的に整理し、不具合事象の全容を示すこと ● 調査結果を踏まえた既工認との相違点を網羅的に整理して説明すること	6/18 済
	②	● 既工認に立ち返り、設計や工事等の各方面から課題を網羅的に整理した上で対応方法を示すこと	今後 説明
	③	● 不確かさを考慮して設計すること（局部的に応力集中が起こる可能性も否定できない）	今後 説明
	④	● 既工認と同様に、設計条件及び評価項目のすべてに対して説明する等検討すること ● 既工認の健全な構造での応答値を使って耐震耐津波評価を行っていることの妥当性を検討すること	今後 説明
6/18 会合	⑤	● 現状の調査結果からは不具合の全容を確認したことにはならないため、作り直しも含めて対応方針を整理して示すこと	8/29 済
8/29 会合	⑥	● 鋼製防護壁全体としての構造と施工方法に成立性が見込まれる形で検討すること。	今後 説明
	⑦	● 地中連続壁を残置する影響については、想定される様々な角度から十分に検討すること。	今後 説明
	⑧	● 地盤改良、新規基礎追加等については、周辺施設に与える影響を網羅的に検討すること。また、実現性のある工事計画を綿密に立案すること。	今後 説明
	⑨	● 地盤改良を新たに実施する場合には改良土全体が所定の強度を有していることを確認するための品質管理方法について、設工認で示す内容、使用前事業者検査で示す内容を整理すること。	今後 説明

1. はじめに

- 8/29審査会合（第1280回）では、地中連続壁部を基礎（上部の鋼製防護壁を支持する構造）としては使用しない設計に変更すること及び地中連続壁部は残置して中実部基礎構築のための土留壁として使用する方針を説明した上で、周辺地盤の地盤改良や基礎の追加を行い鋼製防護壁の安全裕度を確保する方針について言及した。
- 今回は、構造変更の基本計画が概ねまとまったため、構造変更の概要及びこれに係る基本設計方針について説明する（下図のSTEP 1）。



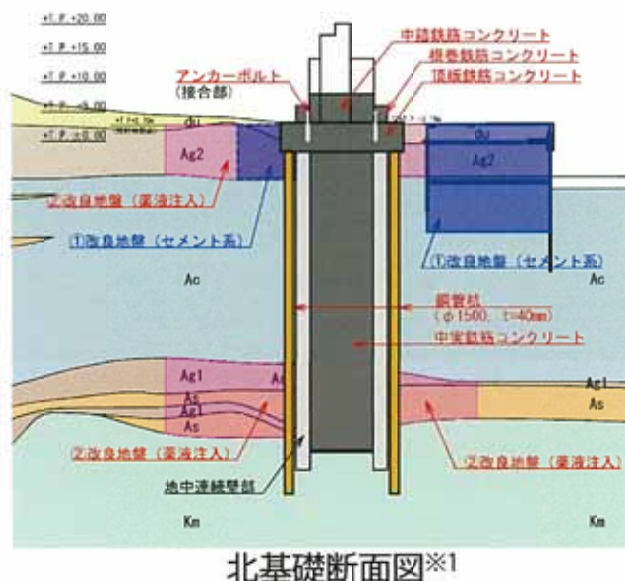
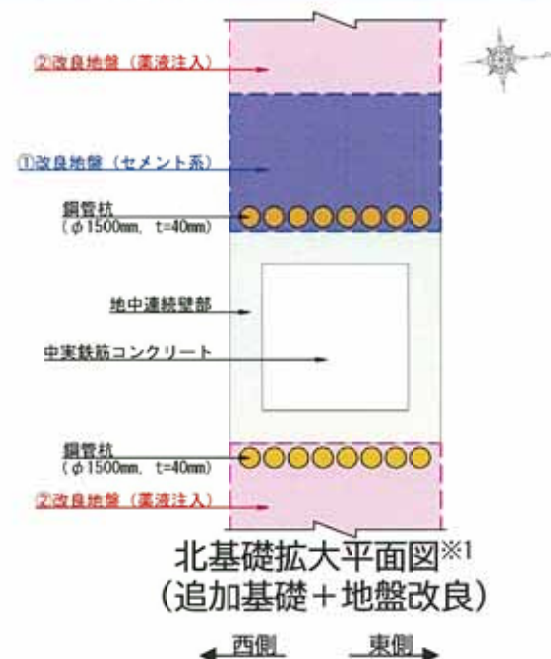
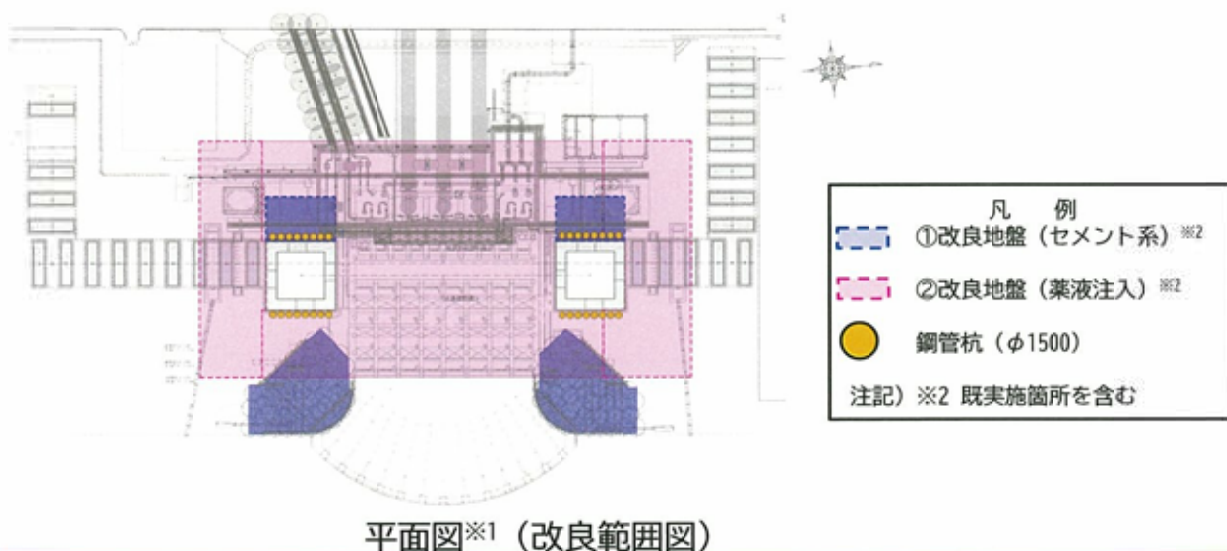
2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

注記）※1 基本となる構造変更概要図であり、今後の詳細設計で地盤改良範囲などの詳細な仕様を決定していく。

（1）構造変更の概要（追加基礎と地盤改良）

- 基礎を拡幅することで剛性・耐力を高める効果を得るため、基礎の東西側に鋼管杭を設置するとともに、頂版鉄筋コンクリートを鋼管杭の範囲まで拡大し、基礎構造として一体化させる。
- 基礎の西面には、基礎の変位抑制を目的として周辺地盤の浅層部（Ag2層下端深度迄）にセメント系地盤改良（①改良地盤（セメント系））を実施する。
- 基礎の地震時の応答を低減させるため、基礎周辺地盤の液状化対象層に薬液注入地盤改良（②改良地盤（薬液注入））を実施する。
- 残置する地中連続壁部は鉄筋コンクリートであるものの、強度に期待せず、評価上は地盤として扱う。



2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

	既工認※	構造変更（案）
概略図		
上部工	・鋼製防護壁 ・中詰鉄筋コンクリート ・根巻鉄筋コンクリート ・止水ジョイント部	同左
接合部	・アンカーボルト	同左
下部工	・頂版鉄筋コンクリート ・地中連続壁基礎（A. 中実鉄筋コンクリートとC. 地中連続壁をジベル鉄筋により一体化した構造）	・頂版鉄筋コンクリート ・A. 中実鉄筋コンクリート ・B. 追加基礎（鋼管杭，東西側） ・AとBの間にはC. 地中連続壁部を残置し，構造評価上は地盤（改良地盤（薬液注入））として扱う。
周辺地盤	第四系（地盤改良なし）	第四系（地盤改良あり）
基礎地盤	久米層（岩盤）	同左

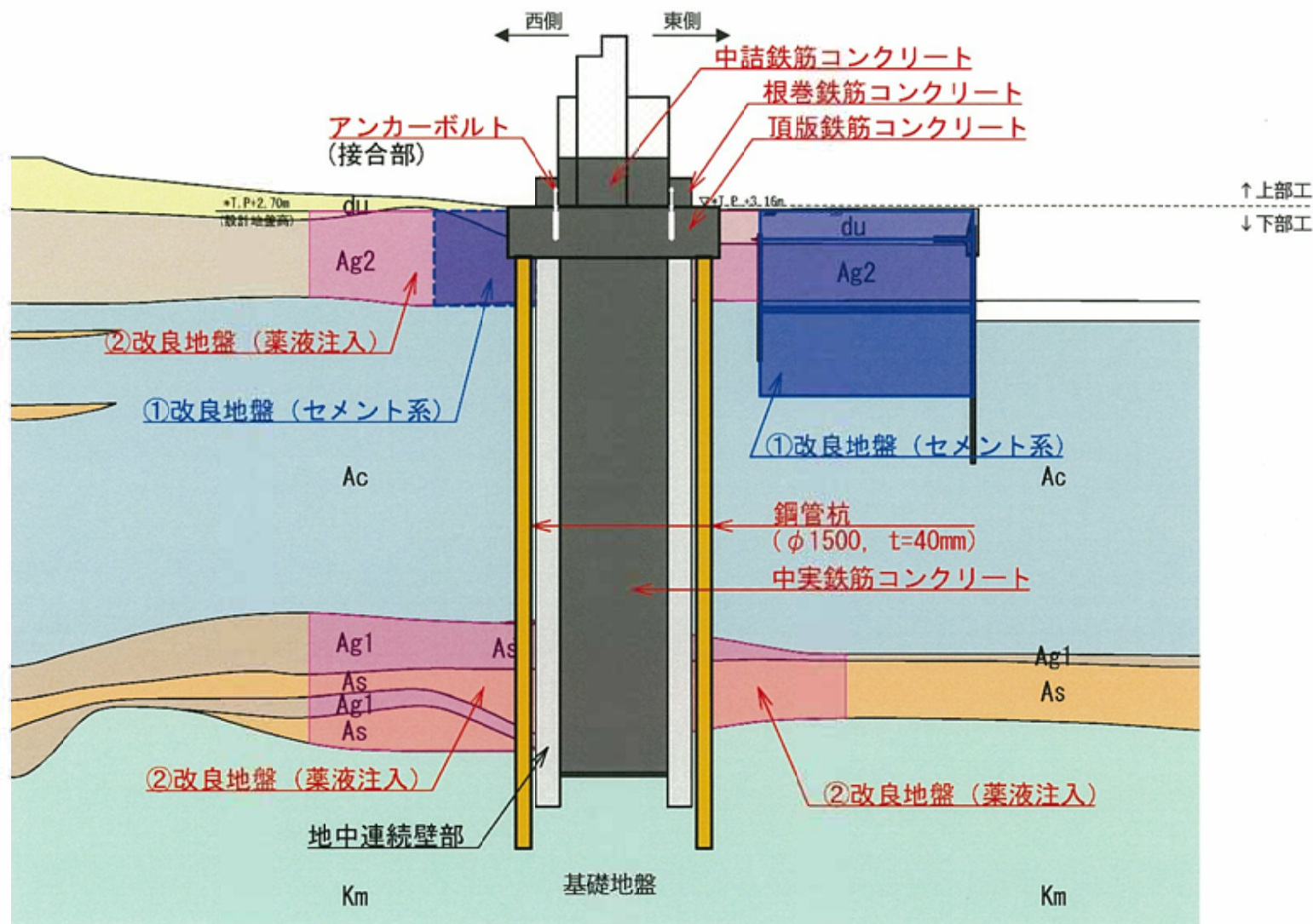
注記）※ 平成30年10月18日付け原規規発第1810181号にて認可された工事計画（以下、「既工認」という。）

2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

注記）※1 基本となる構造変更概要図であり、今後の詳細設計で地盤改良範囲などの詳細な仕様を決定していく。

（3）構成部位

T.P. +20.00
T.P. +15.00
T.P. +10.00
T.P. + 5.00
T.P. + 0.00



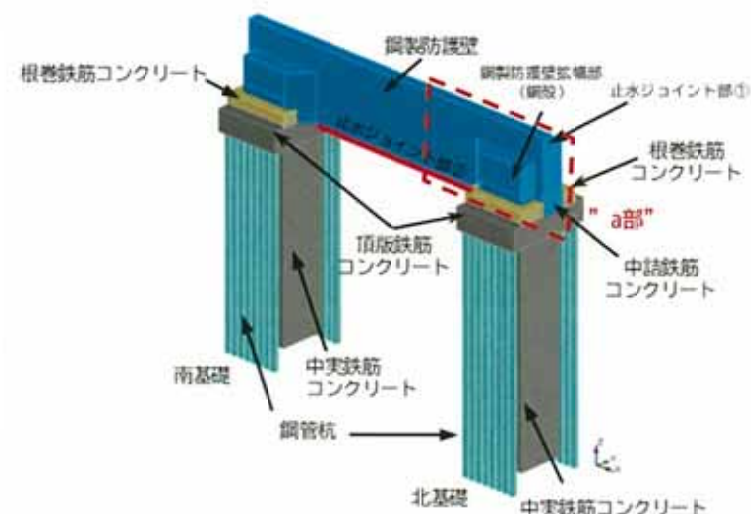
鋼製防護壁断面図（北基礎）※1

2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

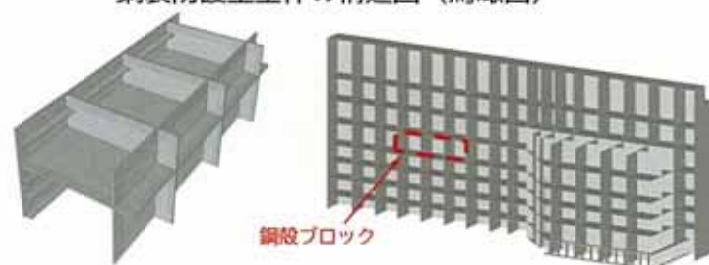
（４）構成部位と役割（1/2）

注記）青字は、既工認からの変更，または追加したもの。

区分	分類	構成部位	各部位の役割
上部工	鋼製防護壁	鋼製防護壁	地震時、津波時・重畳時の荷重に抵抗する。 津波による浸水を防止する。
		中詰鉄筋コンクリート	鋼殻内部の鉄筋コンクリートで、下部工周辺の鋼殻応力の低減と上部工からのせん断力と水平回転モーメント（水平トルク）を頂版鉄筋コンクリートに伝達する。
		根巻鉄筋コンクリート	アンカーボルト頭部の防食などを目的とした鉄筋コンクリート。非構造部材として設計する。
接合部	鋼製防護壁アンカー	アンカーボルト	上部工からの引抜き力を頂版鉄筋コンクリートに伝達する。
下部工	中実鉄筋コンクリート及び鋼管杭の複合基礎	頂版鉄筋コンクリート	中実鉄筋コンクリート及び鋼管杭基礎の上部に構築する鉄筋コンクリート版で、鋼製防護壁からの荷重を基礎に伝達する。アンカーボルト、中詰鉄筋コンクリート、中実鉄筋コンクリート内の鉄筋を定着させる。
		中実鉄筋コンクリート	基礎の主要部材であり、地震時、津波時・重畳時の荷重による発生断面力を負担する。
		鋼管杭	中実鉄筋コンクリートとともに地震及び津波による発生断面力を負担する。
地盤	改良地盤	①改良地盤（セメント系）	基礎の変位を抑制する。
		②改良地盤（薬液注入）	地盤の液状化防止により地震時応答を抑制する。
	基礎地盤	久米層	地震時及び津波による荷重に対して基礎を支持する。

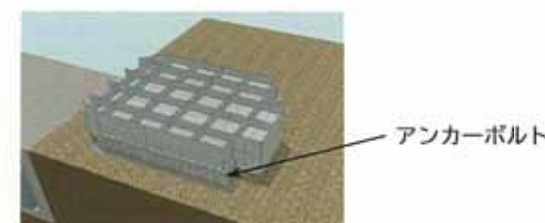


鋼製防護壁全体の構造図（鳥瞰図）



鋼殻ブロックのイメージ図

鋼製防護壁の内部透視図（"a部"）

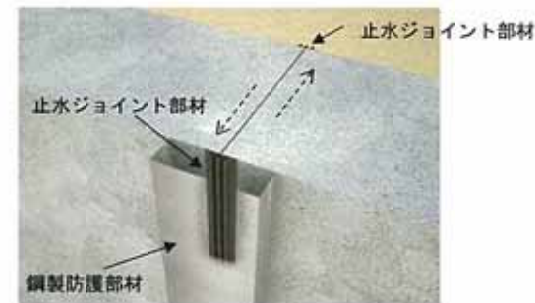
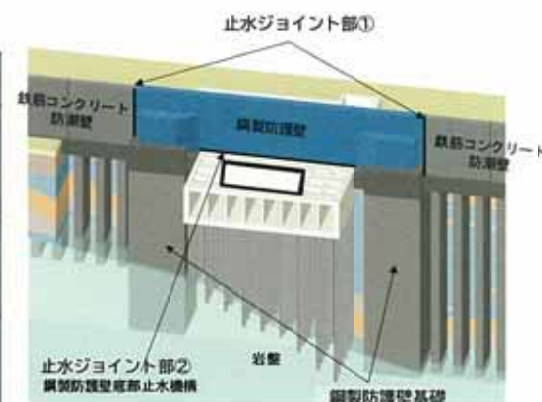


アンカーボルトの設置イメージ図

2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

（4）構成部位と役割（2/2）

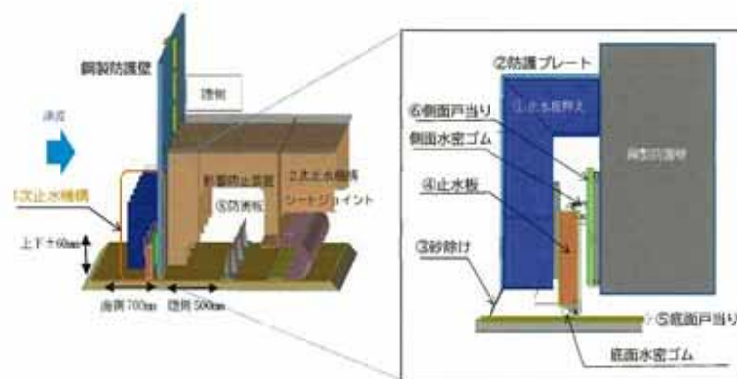
区分	分類	構成部位	各部位の役割
上部工	止水ジョイント部①	止水シート	鋼製防護壁と鉄筋コンクリート防潮壁の接合部の地震時、及び津波時・重畳時の荷重に伴う構造物の相対変位に追従し、止水性を確保する。
		鋼製アンカー	止水ジョイントの固定部であり、地震時及び津波時・重畳時の引張、せん断に抵抗する。
		止水ジョイントの鋼製防護部材	津波時における漂流物の衝突による止水ジョイント部材を保護し、止水性を確保する。
	止水ジョイント部②	鋼製防護壁底部止水機構	鋼製防護壁（支間部）と取水構造物の間の津波に対する止水性を確保する。



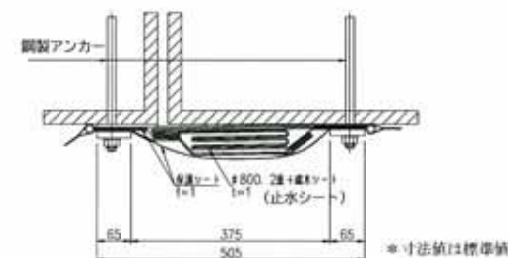
止水ジョイント部材設置イメージ図
（止水ジョイント部①）



鋼製防護壁底部止水機構の設置位置
（止水ジョイント部②）



鋼製防護壁底部止水機構断面図
（止水ジョイント部②）



止水ジョイント部①詳細図

2. 防潮堤（鋼製防護壁）構造変更の概要

（5）構成部位の基本仕様

部材名		仕様
上部工	鋼製防護壁	鋼材 : SM490Y, SM570, SBHS500, SBHS700
	中詰鉄筋コンクリート	コンクリート : $f'_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$, 鉄筋 : SD345, SD390, SD490
	根巻鉄筋コンクリート	コンクリート : $f'_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$, 鉄筋 : SD345, SD390, SD490
	止水ジョイント部①	止水シート
		鋼製アンカー
		止水ジョイントの鋼製防護部材
下部工	止水ジョイント部②	鋼製防護壁底部止水機構
	接合部	アンカーボルト
	頂版鉄筋コンクリート	コンクリート : $f'_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$, 鉄筋 : SD345, SD390, SD490
地盤	中実鉄筋コンクリート	コンクリート : $f'_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$, 鉄筋 : SD345, SD390, SD490
	鋼管杭	鋼管 $\phi 1500\text{mm}$ (SM570), $t = 40\text{mm}$
	①改良地盤（セメント系）	セメント系地盤改良
	②改良地盤（薬液注入）	薬液注入地盤改良（砂・礫質土対象）
	基礎地盤	久米層

注記）青字は、既工認からの変更，または追加したもの。

3. 基本設計方針

3. 基本設計方針

(1) 要求機能と設計評価方針 (1/2)

赤字：荷重条件
緑字：要求性能
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	要求性能	性能目標	機能設計方針	性能目標	構造強度設計	評価対象部位	応力等の状態	損傷モード							
防潮堤（鋼製防護壁）	基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド 5.1 津波防護施設設計 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崩壊に対する安定性を評価し、越波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に設計すること。 (1)要求事項に適合する設計方針であることを確認する。 (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。確認内容を以下に示す。 a) 荷重組合せ 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） b) 荷重の設定 a) 津波による荷重（湧圧、衝突力）の設定に関して、考慮する短尺（例えば、国交省の暫定指針等）及びその適用性。 b) 余震による荷重として、サイト特性（余震の震源、ハザード）が考慮され、合理的な程度、荷重レベルが設定される。 c) 地震により周辺地盤に液化が発生する場合、防潮堤基礎に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。 ③ 許容限界 a) 津波防護機能に対する機能保持期間として、当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）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、機能喪失に至った場合、補修に必要となる期間が必要となること。地震、津波後の再使用に留意した許容限界にも留意する必要がある。） 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド 6.3 津波防護施設、浸水防止設備等 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変形能力（終局耐力時の変形）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	・防潮堤（鋼製防護壁）は、地震後の津波の来襲を想定した津波に対して、余震、津波物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護機能が要求される機能を損う恐れがないよう、津波及び浸水を防止することが要求される。 ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動S ₁ に対して、主要な構造部材の構造健全性を維持すること。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。 ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動S ₁ に対して、主要な構造部材の構造健全性を維持すること。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。	・防潮堤（鋼製防護壁）は、地震後の津波の来襲を想定した津波に対して、余震、津波物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護機能が要求される機能を損う恐れがないよう、津波及び浸水を防止することが要求される。 ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動S ₁ に対して、主要な構造部材の構造健全性を維持すること。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。	・防潮堤（鋼製防護壁）は、地震後の津波の来襲を想定した津波に対して、余震、津波物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護機能が要求される機能を損う恐れがないよう、津波及び浸水を防止することが要求される。 ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動S ₁ に対して、主要な構造部材の構造健全性を維持すること。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。	・防潮堤（鋼製防護壁）は、地震後の津波の来襲を想定した津波に対して、余震、津波物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護機能が要求される機能を損う恐れがないよう、津波及び浸水を防止することが要求される。 ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動S ₁ に対して、主要な構造部材の構造健全性を維持すること。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。	・防潮堤（鋼製防護壁）は、地震後の津波の来襲を想定した津波に対して、余震、津波物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護機能が要求される機能を損う恐れがないよう、津波及び浸水を防止することが要求される。 ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動S ₁ に対して、主要な構造部材の構造健全性を維持すること。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。	基準地震動S ₁ による地震時状態。地震後の津波の来襲を想定した津波荷重、余震や津波物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である鋼材が、おおむね弾性状態に留まることを確認する。 基準地震動S ₁ による地震時状態。地震後の津波の来襲を想定した津波荷重、余震や津波物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である中鉄鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態に留まることを確認する。 基準地震動S ₁ による地震時状態。地震後の津波の来襲を想定した津波荷重、余震や津波物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である止水シート等が、おおむね弾性状態に留まることを確認する。	鋼製防護壁	曲げ、せん断、ねじれ	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	【基準地震動に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」に基づき短期許容応力度以下とする。 【基準津波に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）」に基づき短期許容応力度以下とする。 【1P+24h津波に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）」に基づき短期許容応力度以下とする。					
												中鉄鉄筋コンクリート	中鉄鉄筋コンクリート	曲げ、引張り、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	【基準地震動に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」、「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。 【基準津波に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」、「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。 【1P+24h津波に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」、「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。
												止水シート	止水シート	変形、引張り	有意な漏えいに至る変形、引張り	メーカー規格及び基準並びに必要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引張り力以下とする。
												鋼製アンカー	鋼製アンカー	引張り、せん断、引抜き	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき短期許容応力度以下とする。
												止水ジョイント部①	止水ジョイント部①	曲げ、引張り、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「鋼構造物設計基準」に基づき短期許容応力度以下とする。
												止水ジョイント部②	止水ジョイント部②	曲げ、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）」、「水門鉄骨技術基準」に基づき短期許容応力度以下とする。
						鋼製防護壁アンカー	引張り、せん断、引抜き	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	【基準地震動に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」に基づき短期許容応力度以下とする。 【基準津波に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」、「鋼構造物設計基準（名古屋高速道路公社）」に基づき短期許容応力度以下とする。 【1P+24h津波に対して】 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編・Ⅴ耐震設計編）」、「鋼構造物設計基準（名古屋高速道路公社）」に基づき短期許容応力度以下とする。							

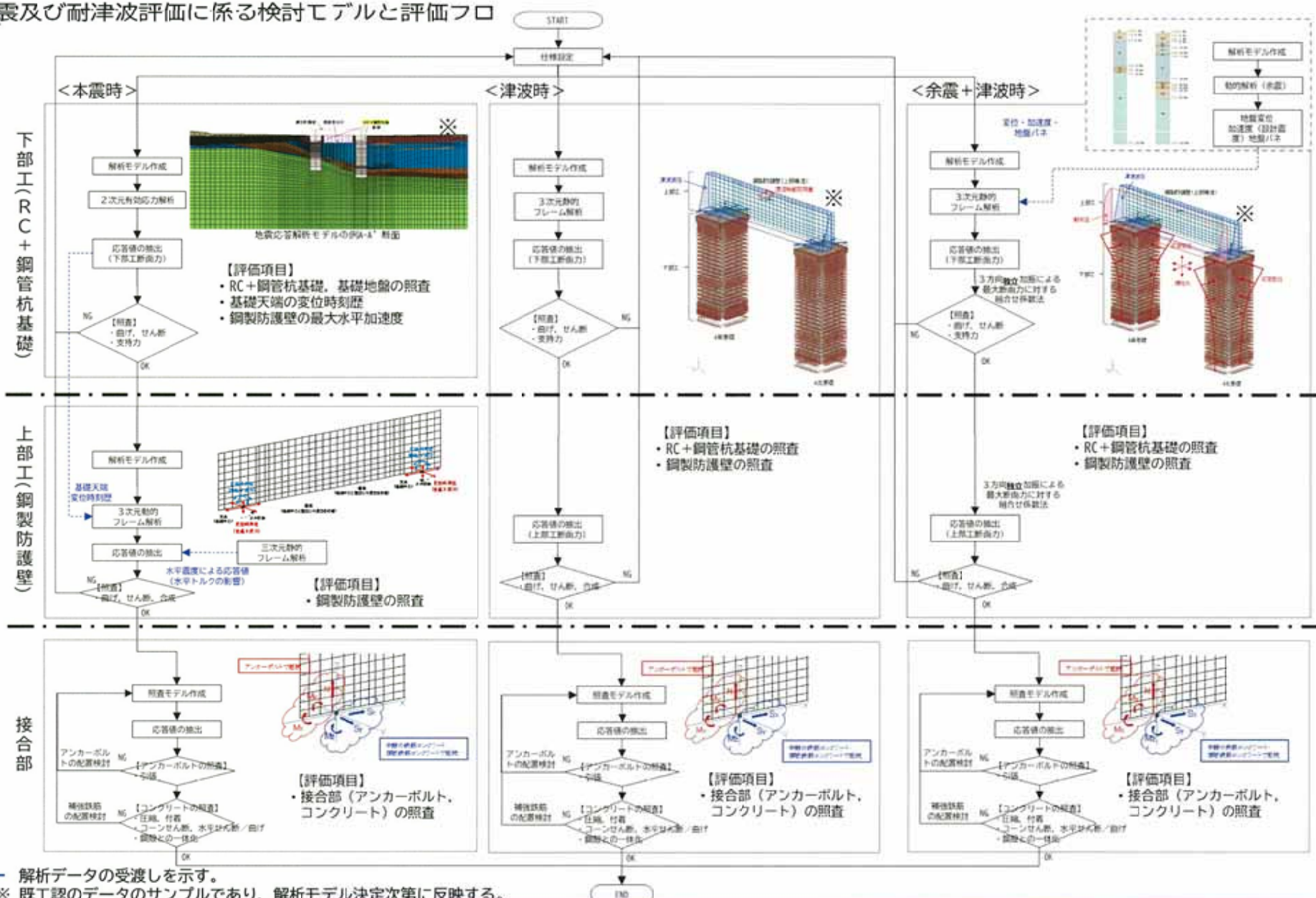
(1) 要求機能と設計評価方針 (2/2)

1993

防潮堤(鋼製防護壁)

3. 基本設計方針

(2) 耐震及び耐津波評価に係る検討モデルと評価フロ



注記) --- 解析データの受渡しを示す。

※ 既工認のデータのサンプルであり、解析モデル決定次第に反映する。

3. 基本設計方針

(3) 耐震評価手法の既工認との比較 (1/3)

(下部構造評価用) 地震応答解析①	項目	内容	既工認※1 (設計変更前)	今回申請 (基礎の追加+地盤改良)	備考
	入力地震動の算定法	水平・鉛直	基準地震動 S_s を用いて、一次元波動論により算定	同左	
	計算機プログラム(解析コード)		FLIP Ver. 7.3.0_2	同左	
	地震応答解析手法		時刻歴応答解析	同左	
	構造物のモデル化	モデル	上部構造及び下部構造は、線形梁要素※2	上部構造及び下部構造(中実鉄筋コンクリート)については、同左 増設する下部構造(鋼管杭)は、線形梁要素	※2 下部構造はフィッシュボーンを採用
		材料物性	道路橋示方書、コンクリート標準示方書及び道路土工カルバート工指針に基づき鉄筋コンクリート(下部構造)のヤング係数等を設定 設計基準強度: 40 N/mm ² または 50 N/mm ² 道路橋示方書、鋼構造物設計基準に基づき鋼材(上部構造)のヤング係数等を設定	鉄筋コンクリート(下部構造)については、設計基準強度を50 N/mm ² に統一 鋼材(上部構造)については、同左 増設する鋼管杭(下部構造)については、道路橋示方書に基づきヤング係数等を設定	
		減衰定数	鉄筋コンクリート: 5 %, 鋼材: 3 %	鉄筋コンクリート及び鋼材については、同左 鋼管杭: 3 %	
	地盤のモデル化	モデル	2次元FEMモデル(マルチスプリング要素及び間隙水要素)	同左※3	※3 地中連続壁部はマルチスプリング要素にて非液化地盤としてモデル化
		解析用地盤物性	原地盤の土質試験等に基づき設定したものととして「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にとりまとめた物性値を用いる。	同左	
		非線形特性	双曲線モデル(H-Dモデル)	同左	
	地下水位設定		地表面	同左	

注記) ※1 既工認の添付書類「V-2-10-2-2-1 防潮堤(鋼製防護壁)の耐震性についての計算書」

3. 基本設計方針

(3) 耐震評価手法の既工認との比較 (2/3)

項目		内容	既工認※1 (設計変更前)	今回申請 (基礎の追加+地盤改良)	備考
地震応答解析① (下部構造評価用)	荷重組合せ		$G + P + K_s + P_s + P_k$ G : 固定荷重, P : 積載荷重 K _s : 地震荷重, P _s : 積雪荷重 P _k : 風荷重	同左	
	荷重の設定	固定荷重	躯体自重	同左	
		積載荷重	機器配管自重 (スクリーン室クレーン)	同左	
		地震荷重	基準地震動 S _s による荷重	同左	
		積雪荷重	30 cmの積雪を考慮 (地上部)	同左	
		風荷重	風速30 m/sの風圧力を考慮 (地上部)	同左	
地震応答解析における境界条件		側方: 粘性境界 底面: 粘性境界 地盤と構造物の接合面: ジョイント要素	同左		
地震応答解析② (上部・接合部構造評価用)	入力地震動の算定法	水平・鉛直	地震応答解析①にて算定した南北基礎天端の時刻歴応答変位により設定※4	同左	※4 下部構造との接合部を固定点 (強制変位入力箇所) とする。
	計算機プログラム (解析コード)		TDAPⅢ Ver. 3.08	同左	地震応答解析②における荷重組合せや荷重の設定については、地震応答解析①と同条件とする。
	地震応答解析手法		時刻歴応答解析 (南北基礎の支持条件の違いによる3次元的な挙動を設計において考慮 (水平二方向))	同左	
	構造物のモデル化	モデル	上部構造は、格子状に配置した線形梁要素	同左	
		材料物性	道路橋示方書、鋼構造物設計基準に基づき鋼材 (上部構造) のヤング係数等を設定	同左	
		減衰定数	鋼材: 3 %	同左	

注記) ※1 既工認の添付書類「V-2-10-2-2-1 防潮堤 (鋼製防護壁) の耐震性についての計算書」

3. 基本設計方針

(3) 耐震評価手法の既工認との比較 (3/3)

項目	内容	既工認※1 (設計変更前)	今回申請 (基礎の追加+地盤改良)	備考
応力照査	要求性能	設計基準対象施設 ・構造強度 (各構造部材/基礎地盤) ・支持性能 (各構造部材) ・止水性 (各構造部材/基礎地盤/止水ジョイント)	同左	
	材料物性	■鉄筋コンクリート 道路橋示方書, コンクリート標準示方書及び道路土工カルパート工指針に基づき, 以下の材料に対する許容限界を設定 ・コンクリート: F_c 40 N/mm ² または 50 N/mm ² ・主鉄筋: SD490 ・せん断補強筋: SD390 ■鋼材及びアンカーボルト 道路橋示方書, 鋼構造物設計基準, 土木学会のガイドラインに基づき, 以下の材料に対する許容限界を設定 ・鋼材: SM490Y, SM570, SBHS500, SBHS700 ・アンカーボルト: SM520相当	■鉄筋コンクリート※5 コンクリートについて, F_c を50 N/mm ² に統一, 主鉄筋及びせん断補強筋については, 同左 ■鋼材及びアンカーボルト 鋼材及びアンカーボルトについては, 同左 ■鋼管杭 道路橋示方書に基づき, 以下の材料に対する許容限界を設定 ・鋼管杭: SM570	※5 残置する地中連続壁部は鉄筋コンクリートであるものの, その強度に期待せず, 評価上は地盤として取り扱う。
	許容限界	■構造強度 ・各構造部材: S_s /短期許容応力度 ・基礎地盤: S_s /極限支持力度 ■支持性能 ・各構造部材: S_s /短期許容応力度 ■止水性 ・各構造部材: S_s /短期許容応力度 ・基礎地盤: S_s /極限支持力度 ・止水ジョイント: S_s /有意な漏洩が生じない変形量	同左	
その他	地盤改良体の評価	—	地盤改良体 (セメント系): すべり安全率1.2以上	道路橋示方書・同解説 (I共通編・IV下部構造編) 及び耐津波設計に係る工認審査ガイド

3. 基本設計方針

(4) 耐津波評価手法の既工認との比較 (1/3)

項目	内容	既工認※1 (設計変更前)	今回申請 (基礎の追加+地盤改良)	備考
耐津波解析	計算機プログラム (解析コード)	Engineer' s Studio ver.6.0.4	Engineer' s Studio ver.11.0.0	
	耐津波解析手法	三次元静的フレーム解析	同左	接合部は三次元材料 非線形解析 (COM3) でも評価
	荷重ケース	津波時及び重畳時 (余震+津波)	同左	
	構造物の モデル化	モデル	上部構造及び下部構造は、線形梁要素※2	※2 下部構造は、 フィッシュボーンを 採用
		材料物性	- 道路橋示方書、コンクリート標準示方書及び道路土工カルバート工指針に基づき鉄筋コンクリート (下部構造) のヤング係数等を設定 - 設計基準強度: 40 N/mm² または 50 N/mm² - 道路橋示方書、鋼構造物設計基準に基づき鋼材 (上部構造) のヤング係数等を設定	- 鉄筋コンクリート (下部構造) については、設計基準強度を50 N/mm² に統一 - 鋼材 (上部構造) については、同左 - 増設する鋼管杭 (下部構造) については、道路橋示方書に基づきヤング係数等を設定
	地盤の モデル化	モデル	非線形地盤バネ要素	同左※3
		解析用 地盤物性	原地盤の土質試験等に基づき設定したものととして「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にとりまとめた物性値に基づき、以下のとおり地盤バネを設定する。 - 地盤バネ1: 初期せん断剛性, ピーク強度 - 地盤バネ2: 静弾性係数, 残留強度 (平均-1σ) - 地盤バネ3: 地表面最大加速度ケース - 地盤バネ4: 地表面最大変位ケース - 地盤バネ5: 最大せん断ひずみケース } } } } } 津波時 } 重畳時	同左
		非線形特性	地盤反力上限値を考慮したバイリニア型	同左

注記) ※1 既工認の添付書類「V-3-別添3-2-1-1 防潮堤 (鋼製防護壁) の強度計算書」

3. 基本設計方針

(4) 耐津波評価手法の既工認との比較 (2/3)

項目	内容	既工認※1 (設計変更前)	今回申請 (基礎の追加+地盤改良)	備考
耐津波解析	荷重組合せ	津波時: $G + P + P_t + P_c + P_s$ 重畳時: $G + P + P_t + K_{sd} + P_s$ G: 固定荷重, P: 積載荷重, P _t : 遡上津波荷重, P _c : 衝突荷重, P _s : 積雪荷重, K _{sd} : 余震荷重	同左	
	荷重の 設定	固定荷重	躯体自重	同左
		積載荷重	機器配管自重 (スクリーン室クレーン)	同左
		遡上津波荷重	基準津波及び敷地に遡上する津波による 水平波圧	同左
		衝突荷重	0.69 tの車両の漂流物荷重	同左
		積雪荷重	30 cmの積雪を考慮 (地上部)	同左
		風荷重	津波時は海からの風荷重は受圧面となる防潮壁 には作用しない。また、陸からの風荷重は考慮 しない方が保守的である。したがって、風荷重 を考慮しない。	同左
		余震荷重	弾性設計用地震動S _d -D1による余震荷重とし て、慣性力、動水圧及び応答変位	同左
	余震 荷重 の 設定	地震応答解析手法	一次元地震応答解析 (FLIP)	同左
		入力地震動	弾性設計用地震動S _d -D1	同左
		地盤物性の ばらつき	豊浦標準砂を含む検討ケース①～⑥の計6パター ンを考慮	検討ケース①～⑥のうち、非液状化※4 のケース を採用する。

※4 周辺地盤に地盤
改良 (薬液注入) を
実施するため。

注記) ※1 既工認の添付書類「V-3-別添3-2-1-1 防潮堤 (鋼製防護壁) の強度計算書」

3. 基本設計方針

(4) 耐津波評価手法の既工認との比較 (3/3)

項目	内容	既工認※1 (設計変更前)	今回申請 (基礎の追加+地盤改良)	備考
評価	要求性能	設計基準対象施設 ・構造強度 (各構造部材/基礎地盤) ・支持性能 (各構造部材) ・止水性 (各構造部材/基礎地盤/止水ジ ョイント)	同左	
	材料物性	■鉄筋コンクリート 道路橋示方書, コンクリート標準示方書及び道路土工カルパート工指針に基づき, 以下の材料に対する許容限界を設定 ・コンクリート: F_c 40 N/mm ² または 50 N/mm ² ・主鉄筋 : SD490 ・せん断補強筋: SD390 ■鋼材及びアンカーボルト 道路橋示方書, 鋼構造物設計基準, 土木学会のガイドラインに基づき, 以下の材料に対する許容限界を設定 ・鋼材 : SM490Y, SM570, SBHS500, SBHS700 ・アンカーボルト: SM520相当	■鉄筋コンクリート※5 コンクリートについて, F_c を50 N/mm ² に統一, 主鉄筋及びせん断補強筋については, 同左 ■鋼材及びアンカーボルト 鋼材及びアンカーボルトについては, 同左 ■鋼管杭 道路橋示方書に基づき, 以下の材料に対する許容限界を設定 ・鋼管杭 : SM570	※5 残置する地中連続壁部は鉄筋コンクリートであるものの, その強度に期待せず, 評価上は地盤として取り扱う。
	許容限界	■構造強度 ・各構造部材: 津波時, または重畳時/短期許容応力度 ・基礎地盤: 津波時, または重畳時/極限支持力度 ■支持性能 ・各構造部材: 津波時, または重畳時/短期許容応力度 ■止水性 ・各構造部材: 津波時, または重畳時/短期許容応力度 ・基礎地盤: 津波時, または重畳時/極限支持力度 ・止水ジ ョイント: 津波時, または重畳時/有意な漏洩が生じない変形量	同左	
その他	地盤改良体の評価	—	地盤改良体 (セメント系): すべり安全率1.2以上	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・IV下部構造編) 及び耐津波設計に係る工認審査ガイド

注記) ※1 既工認の添付書類「V-3-別添3-2-1-1 防潮堤 (鋼製防護壁) の強度計算書」

3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出 (1/8)

防潮堤（鋼製防護壁）に作用する荷重を踏まえ、構造体の発生断面力について想定し、各部位の要求機能を喪失する事象を抽出すると共に、これに対する設計・施工上の配慮について整理した。

3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出【地震時】 (2/8)

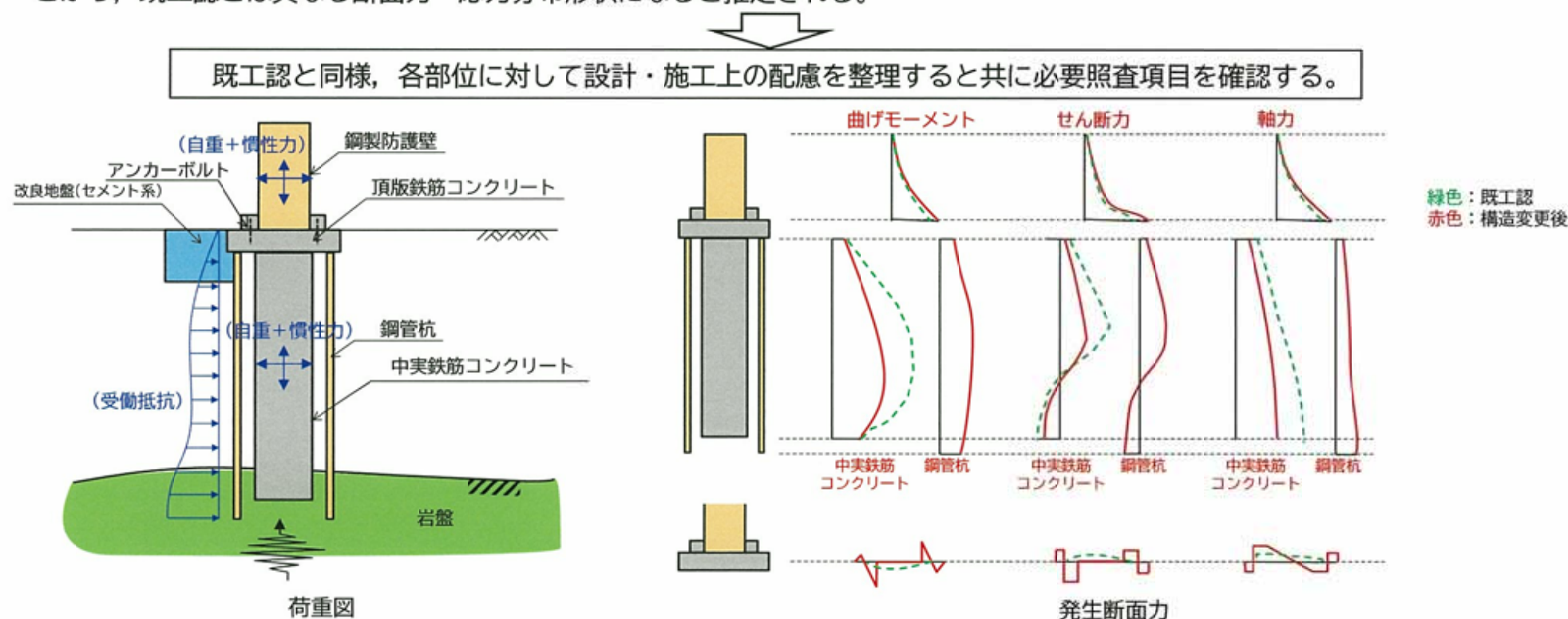
地震時の荷重状態と発生断面力（応力状態）のイメージを以下に示す。

【荷重伝達メカニズム】

- 上部工（鋼製防護壁）に作用する地震荷重は、接合部（アンカーボルト）を介して下部工（頂版鉄筋コンクリート、中実鉄筋コンクリート、鋼管杭）に伝達され、下部工に作用する地震荷重は、接合部を介して上部工に伝達される。また、下部工に伝達された荷重は、周辺地盤に伝わり、受働抵抗としての地盤反力が生じる。

【発生断面力（応力状態）】

- 鋼製防護壁の発生断面力は、下図のように構造変更前（既工認）の断面力分布形状と同様な分布形状（上部工の断面力は接合部で、下部工は中央深度や上下端部で大きくなる）を示すと想定される。また、頂版鉄筋コンクリートについては支点の状況が変わることから、既工認とは異なる断面力・応力分布形状になると推定される。



3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出【津波時】 (3/8)

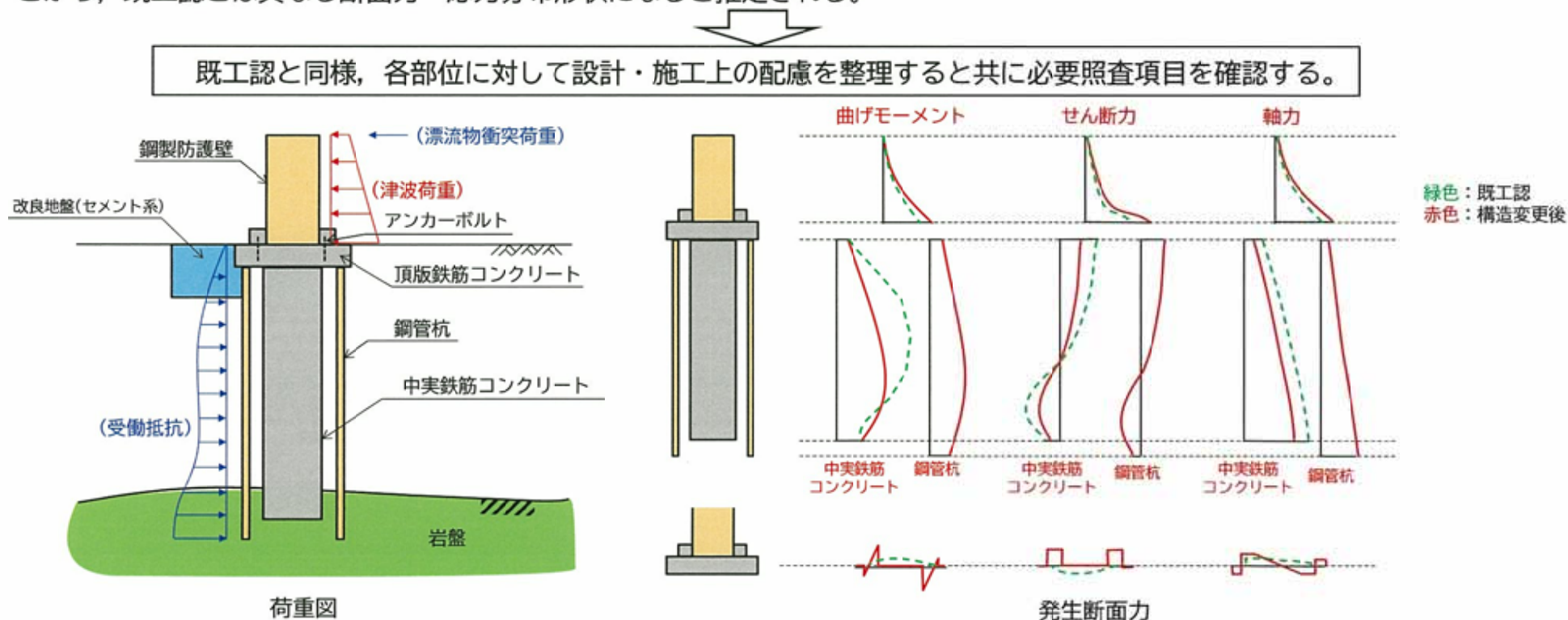
津波時の荷重状態と発生断面力（応力状態）のイメージを以下に示す。

【荷重伝達メカニズム】

- 鋼製防護壁に作用する津波荷重及び漂流物衝突荷重は、接合部（アンカーボルト）を介して下部工（頂版鉄筋コンクリート、中実鉄筋コンクリート、鋼管杭）に伝達される。また、下部工に伝達された荷重は、周辺地盤に伝わり、受働抵抗としての地盤反力が生じる。

【発生断面力（応力状態）】

- 鋼製防護壁の発生断面力は、下図のように構造変更前（既工認）の断面力分布形状と同様な分布形状（上部工の断面力は接合部で、下部工は中央深度や上下端部で大きくなる）を示すと想定される。また、頂版鉄筋コンクリートについては支点の状況が変わることから、既工認とは異なる断面力・応力分布形状になると推定される。



3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出【津波と余震の重畳時】 (4/8)

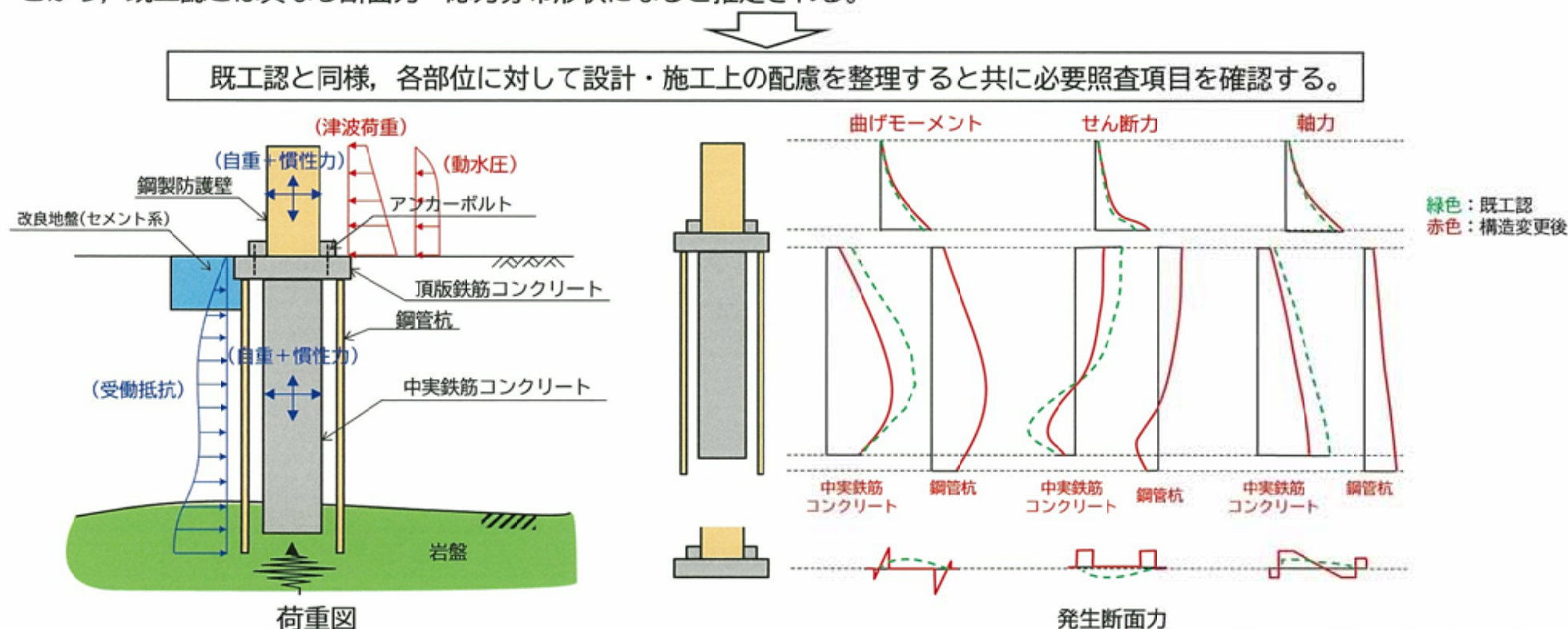
津波と余震の重畳時の荷重状態と発生断面力（応力状態）のイメージを以下に示す。

【荷重伝達メカニズム】

- 上部工（鋼製防護壁）に作用する地震荷重，津波荷重及び動水圧は，接合部（アンカーボルト）を介して下部工（頂版鉄筋コンクリート，中実鉄筋コンクリート，鋼管杭）に伝達され，下部工に作用する地震荷重は，接合部を介して上部工に伝達される。また，下部工に伝達された荷重は，周辺地盤に伝わり，受働抵抗としての地盤反力が生じる。

【発生断面力（応力状態）】

- 鋼製防護壁の発生断面力は，下図のように構造変更前（既工認）の断面力分布形状と同様な分布形状（上部工の断面力は接合部で，下部工は中央深度や上下端部で大きくなる）を示すと想定される。また，頂版鉄筋コンクリートについては支点の状況が変わることから，既工認とは異なる断面力・応力分布形状になると推定される。



3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出 (5/8)

鋼製防護壁の各部位が所定の要求機能を喪失する事象を整理した。

部位の名称		構造部材が要求機能を喪失する事象				備考
		地震時	津波時	余震重畳時	その他	
上部工	鋼製防護壁	○	○	○		
	中詰鉄筋コンクリート	○	○	○		
	根巻鉄筋コンクリート	—	—	—		構造部材として扱わない
	止水ジョイント部①	止水シート	○	○	○	紫外線
		鋼製アンカー	○	○	○	
		鋼製防護部材	○	○	○	
	止水ジョイント部②	鋼製防護壁底部止水機構	○	○	○	紫外線
接合部	アンカーボルト	○	○	○		
下部工	頂版鉄筋コンクリート	○	○	○		
	中実鉄筋コンクリート	○	○	○		
	鋼管杭	○	○	○		
地盤	①改良地盤（セメント系）	○	○	○		
	②改良地盤（薬液注入）	○	—	○		液状化防止対策である
	基礎地盤	○	○	○		

3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出 (6/8)

防潮堤（鋼製防護壁）構造変更を踏まえ、各部位が損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮について整理した。

部位の名称		要求機能を喪失する事象	想定ケース	設計・施工上の配慮	照査※
上部工	鋼製防護壁	地震時荷重により、発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
		隣接する防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）からの荷重により、鋼製防護壁が損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
		津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時 (重畳時含)	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
	中詰鉄筋 コンクリート	地震時荷重により、発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
		津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により、発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する	津波時 (重畳時含)	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
	根巻鉄筋 コンクリート	（構造部材として扱わない）	—	—	—

注記）※ 照査を実施する場合は“○”，照査不要（非構造部材，材質試験で確認等）と判断している場合は“—”

3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出 (7/8)

部位の名称			要求機能を喪失する事象	想定ケース	設計・施工上の配慮	照査※
上部工	止水ジョイント部①	止水シート	地震時の構造物間の相対変位が止水シートの許容値を超え、止水性を喪失する。	地震時	構造物間の相対変位が止水シート長さ以内であることを確認する。【設計】	○
			津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により損傷し、止水性を喪失する	津波時（重畳時含）	敷地に遡上する津波（T.P.+24m）時の引張力が許容引張力以下であることを確認する。【設計】 止水ジョイント部は、津波漂流物の万が一の衝突による損傷を想定し、防潮堤の陸側にも設置する。【施工】	○
			設置後の紫外線による自然劣化により津波時の荷重に破損され、止水性を喪失する。	常時	紫外線に係る耐候試験結果から、止水シートの材質性能が低下しないことを確認する。【設計】	—
		鋼製アンカー	地震時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
			津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時（重畳時含）	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
		鋼製防護部材	地震時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
			津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時（重畳時含）	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
	止水ジョイント部②	鋼製防護壁底部止水機構	地震時の構造物間の相対変位が、止水機構の許容値を超え、止水性を喪失する。	地震時	変位量が許容変位以下であることを確認する。【設計】 万が一に備え二次止水機構を防潮堤陸側に設置する。【施工】	○
			底面水密ゴムの地震時の摩耗により止水性を喪失する。	地震時	実証試験結果から、底面水密ゴムが摩耗に関して問題ないことを確認する。【設計】	—
			津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により追従性が確保できなくなり、止水性を喪失する。	津波時（重畳時含）	変位量が許容値以下であること及び各部材の発生応力度が許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
			水密ゴムが設置後の自然劣化により津波時の荷重により破損され、止水性を喪失する。	常時	共用期間中に水密ゴムの材質性能が低下しないことを確認する。【設計】	—

注記）※ 照査を実施する場合は“○”，照査不要（非構造部材，材質試験で確認等）と判断している場合は“—”

3. 基本設計方針

(5) 損傷モードと弱部 要求機能を喪失する事象の抽出 (8/8)

部位の名称		要求機能を喪失する事象	想定ケース	設計・施工上の配慮	照査※
接合部	アンカーボルト	地震時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。また、コーンせん断破壊しないことを確認する。【設計】	○
		津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時 (重畳時含)		
下部工	頂版鉄筋 コンクリート	地震時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	上部工と鋼管杭・中実鉄筋コンクリートの固結結合部の発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。【設計】	○
		津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時 (重畳時含)		
	中実鉄筋 コンクリート	地震時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する。また、鋼殻との一体化について確認する。【設計】	○
		津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時 (重畳時含)		
	鋼管杭	地震時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	地震時	発生応力度は短期許容応力度以下であることを確認する【設計】	○
		津波時荷重（漂流物含む）及び余震重畳時荷重により発生する断面力で損傷し、止水性を喪失する。	津波時 (重畳時含)		
地盤	①改良地盤 (セメント系)	地震及び津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、上部工を支持できなくなることで、止水性を喪失する。	地震時 津波時 (重畳時含)	基礎の変形抑制機能を維持するため、改良地盤がせん断破壊しないこと（内的安定を保持）を確認する。【設計】	○
	②改良地盤 (薬液注入)	地震時に、改良地盤が液状化し、基礎の水平抵抗を喪失し、上部工を支持できなくなることで、止水性を喪失する。	地震時 重畳時	設計仕様（液状化しない）を満足することを確認する。【施工】	—
	基礎地盤	地震及び津波時の基礎（中実鉄筋コンクリート及び鋼管杭）に伝達する荷重により岩盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	地震時 津波時 (重畳時含)	中実鉄筋コンクリート及び鋼管杭の地盤反力度が基礎地盤の極限支持力度以下であることを確認する。【設計】	○

注記）※ 照査を実施する場合は“○”，照査不要（非構造部材，材質試験で確認等）と判断している場合は“—”

3. 基本設計方針

(6) 新たに必要な影響評価項目

黄色：地中連続壁の残置に係る影響評価（32-34p）
 緑色：地盤改良が他施設に及ぼす影響評価（35-36p）

構造変更に係る既工認との相違点，他施設との干渉を踏まえ，新たな影響評価が必要な箇所を下記表に整理する。

部材名		既工認からの相違点	他施設との干渉	新たな影響評価項目
上部工	鋼製防護壁	有：一部の部材の板厚，材質を変更 (例：SM490Y→SM570のような材質向上)	無	無：施工設計において品質向上の観点から板厚，材質の向上を図ったものであり，新たな影響評価項目はなく，既工認の手法を用いて評価を実施する。
	中詰鉄筋コンクリート	無	無	無
	根巻鉄筋コンクリート	無	無	無
	止水ジョイント部①	無	無	無
	止水ジョイント部②	無	無	無
接合部	アンカーボルト	有：設置アンカーボルトの本数（54本→56本）及び配置を変更	無	無：施工設計においてアンカーボルトの配置，本数を下部工の配筋との干渉を回避するために変更するものであり，新たな影響評価項目はなく，既工認の手法を用いて評価を実施する。
下部工	頂版鉄筋コンクリート	有：構造の変更に伴い設置する鋼管杭との接合のための断面形状（拡幅）の変更	無	無：新たな影響評価項目はなく，既工認の手法（他施設）を用いて評価を実施する。
	中実鉄筋コンクリート	有：構造変更に伴いコンクリート強度を変更 (40N/mm ² →50N/mm ²)	無	無：新たな影響評価項目はなく，既工認の手法を用いて評価を実施する。
	鋼管杭	有：構造の変更に伴い追加して設置する基礎構造物	無	無：新たな影響評価項目はなく，既工認の手法（他施設）を用いて評価を実施する。
	地中連続壁	有：施工後不具合が確認された地中連続壁は残置するが，基礎構造部材として考慮せず，設計条件では地盤として設定	無	有：地中連続壁は地盤として扱うが，実際は鉄筋コンクリートであるため他部位への影響評価が必要。
地盤	①改良地盤（セメント系）	有：構造変更に伴い追加実施する補助工	有	有：改良地盤（セメント系）に近接，または干渉する施設・機器への新たな影響評価が必要。
	②改良地盤（薬液注入）	有：構造変更に伴い追加実施する補助工	有	有：改良地盤（薬液注入）に近接，または干渉する施設・機器への新たな影響評価が必要。
	基礎地盤	有：構造変更に伴い基礎地盤に設置する構造物に鋼管杭を追加	無	無：新たな影響評価項目はなく，既工認の手法を用いて評価を実施する。

3. 基本設計方針

(7) 地中連続壁の残置影響評価内容の抽出と評価方針 (1/3)

施工後の地中連続壁部の不具合（コンクリート未充填，鉄筋の変形）状況を踏まえ，地中連続壁部残置による新たな影響評価項目を抽出する。

検討対象	設計上の扱い	現況	影響評価項目
地中連続壁部本体 (鉄筋コンクリート)	地盤※	- 鉄筋コンクリートが設置されている - コンクリート強度は設計基準強度を満足している（試験記録） - 地中連続壁部の中実部側にコンクリート未充填部を確認 - 地中連続壁部の中実部側にコンクリート未充填が深い箇所鉄筋の露出を確認 - 地中連続壁部の地山側にコンクリート未充填がある可能性が否定できない - 地中連続壁部の地山側に鉄筋が露出している可能性が否定できない	- 強度と剛性が高い地中連続壁部の残置による上部工，接合部，下部工，基礎地盤への影響 - 地中連続壁部の中実部側のコンクリート未充填部は補修するため，中実部側未充填を考慮した影響評価は不要 - 地中連続壁部の地山側のコンクリート未充填部の分布を考慮した場合の上部工，接合部，下部工，基礎地盤への影響 - 地中連続壁部の地山側での鉄筋の露出による腐食の影響は，コンクリート未充填部の欠損率を変化させる評価に包含されるために影響評価要因としては考慮しない
地中連続壁部と中実鉄筋コンクリートの境界部	地盤とコンクリートが接する面として考慮	境界部はコンクリートとコンクリートが接する構造（コンクリート未充填部は補修するが，面は平滑ではない）	地中連続壁部と中実鉄筋コンクリートが接する状態であり，境界面の不陸による下部工への影響

注記）※ 非液状化地盤とし，原地盤の各地層の分布深度及び物性を適用する。

3. 基本設計方針

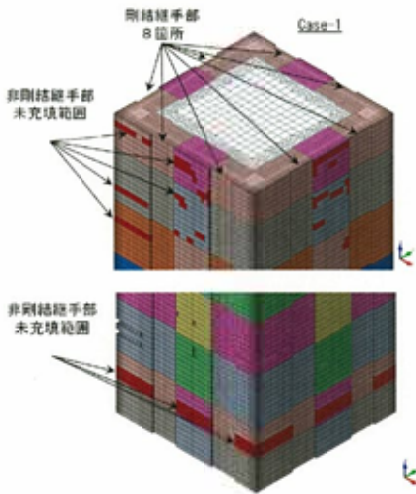
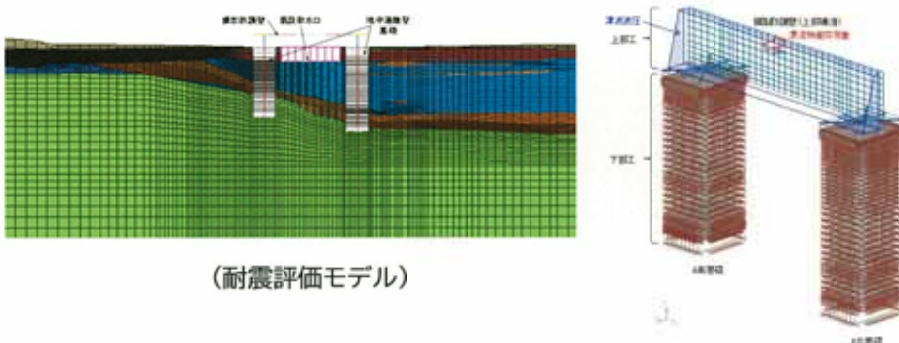
(7) 地中連続壁の残置影響評価内容の抽出と評価方針 (2/3)

残置する地中連続壁部の評価方法は以下のとおり。

項目		影響対象	影響内容	影響評価方法
強度・剛性が高い鉄筋コンクリートが存在することによる影響		下部工	中実鉄筋コンクリート側部に強度・剛性の高い鉄筋コンクリートが存在することで、下部工の応答（変形，発生断面力，加速度）に影響	コアボーリングにより得られたコンクリート強度を有する地中連続壁部（厚さ2.4m）をモデル化し、影響を確認
		上部工	中実鉄筋コンクリート側部に強度・剛性の高い鉄筋コンクリートが含まれることで、上部工及び接合部の応答に影響	
		接合部		
		基礎地盤	中実鉄筋コンクリート側部に強度・剛性の高い鉄筋コンクリートが含まれることで、基礎地盤の接地圧に影響	
未充填が存在することによる影響	鉛直方向及び水平方向に未充填の分布及び深さが異なることによる影響	下部工	中実鉄筋コンクリート側部に剛性が変わる部位があることにより、下部工の応答に影響	剛性を変化させた際の影響を確認
		上部工	下部工の剛性が変わることにより、上部工及び接合部の応答に影響	
		接合部		
		基礎地盤	下部工の剛性が変わることにより、接地圧に影響	
	北基礎と南基礎で未充填の範囲が異なることによる影響	下部工	上部工を介して北基礎の応答が南基礎に、または南基礎の応答が北基礎に与える影響	南(北)基礎の片方の地中連続壁部の壁厚を保守的に低減したモデルで、影響を確認
		上部工	北基礎と南基礎の応答の差（相対変位量）による影響	
		接合部		
		基礎地盤	南北基礎の剛性が変わることにより、接地圧に影響	

3. 基本設計方針

(7) 地中連続壁の残置影響評価内容の抽出と評価方針 (3/3)

評価方針	解析モデル概要	パラメータ等
鉛直方向及び水平方向に未充填の分布及び深さが異なることによる影響評価	地中連続壁部を含む基礎のソリッドモデルを用いて、部分的な未充填を再現した解析を実施する。 	■未充填部を保守的に設定 ■津波+余震重畳時（静的解析）で代表する。
北基礎と南基礎で未充填の範囲が異なることによる影響評価	工認設計で用いる解析モデルで、地中連続壁部をマクロに評価した解析を実施する。  (耐震評価モデル) (耐津波評価モデル)	■両基礎で地中連続壁部の曲げ剛性を変化させ影響を確認。 例) 南基礎の壁厚 2.4m 北基礎の壁厚 2.0m, 1.5m ■耐震, 耐津波それぞれの工認設計モデルで評価する。

3. 基本設計方針

(8) 追加基礎及び地盤改良による周辺施設への影響内容の抽出 (1/2)

追加する基礎（鋼管杭）の近傍には、既設の施設は存在しない。

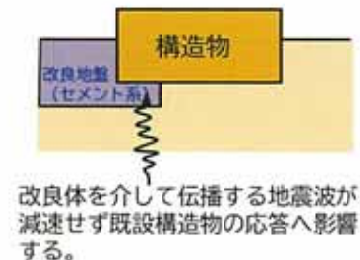
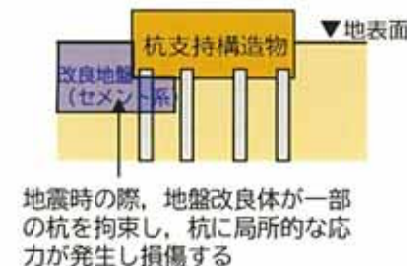
一方、改良地盤は広範囲に施工することから周辺施設への影響を確認する。

項目	影響評価対象	影響内容	影響評価方法
1. 改良地盤（薬液注入）による影響	改良範囲の直上の構造物	既工認では液状化したケース（豊浦標準砂ケース）で評価を実施しているため、液状化しない場合の影響を確認する必要がある。 （非液状化層となることから、評価上は影響がないと考えられる。）	解析評価として液状化しない場合のケースを追加実施して影響を確認する。
	改良範囲と接する構造物		
	改良範囲の近傍の構造物		
2. 改良地盤（セメント系）による影響	改良範囲の直上の構造物	地盤改良による対象施設の応答（変位、加速度等）への影響を確認する。（特に対象施設が杭基礎の場合は、他サイトの事例から影響確認が必要）	解析評価としてセメント改良体をモデル化し影響を確認する。（必要に応じて地盤改良範囲の見直し）
	改良範囲と接する構造物		
	改良範囲の近傍の構造物		

3. 基本設計方針

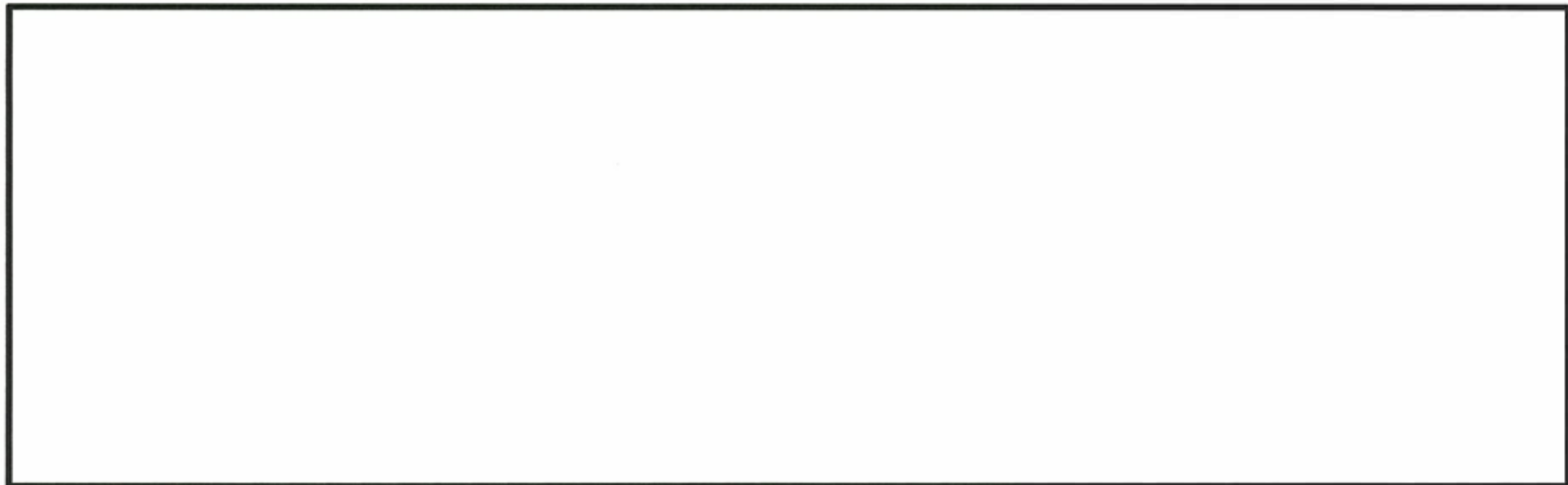
(8) 追加基礎及び地盤改良による周辺施設への影響内容の抽出 (2/2)

- 鋼製防護壁基礎の周辺地盤を地盤改良することで、既施設に悪影響が発生する可能性がある。
- 例えば、近接する施設の杭基礎が当該基礎の改良地盤（セメント系）により拘束された状態で地震力が作用した場合、局所的に応力が集中し、杭が損傷するケースが考えられる。また、改良体を介して既設構造物へ地震波が伝播することによる構造物の応答への影響が考えられる。



●地盤改良範囲内にある施設・設備

- 鋼製防護壁基礎の周辺地盤の地盤改良範囲にある施設や設備は以下のとおり。
- 地盤改良（薬液注入）範囲が近接する施設や設備に及ぶ場合は、念のため既工認モデルを用いて影響評価する。なお、液状化対象層を非液状化層に変更するのみであり、既工認の検討ケースに酷似した条件であることから、悪影響はない見通しである。
- 地盤改良（セメント系）範囲は、基本的には近接する構造物の杭基礎（取水構造物）の健全性及び応答への影響を与えないような施工方法を計画するとともに杭基礎構造物の健全性を確認する。



鋼製防護壁周辺構造物状況

4. 施工計画

4. 施工計画

地盤改良体や追加基礎の設置に当たっては、地盤の状況、施工範囲、干渉物の有無、近傍施設への影響等を考慮し、実現性のある施工計画の立案が必要である。対応方針を下表に示す。

(1) 地盤改良の施工

確認項目	確認内容	対応方針
①地盤の状況	- 既実施の地盤改良の分布 - 地盤改良実施予定対象範囲での地盤分布	地盤改良施工実績を含めた地盤分布の再整理・再確認
②施工仕様	改良径、改良ピッチ等	試験施工に基づく改良径、改良ピッチ等の整理、詳細計画の策定
③品質確認及び近接する施設への影響回避	- 各工法で規定されている品質管理 - 施工計画の範囲外に地盤改良が施工されていないことの確認方法（他施設・設備の健全性への影響確認）	- 施工計画範囲での規定による調査数量を実施するとともに、要求品質（強度・剛性等）が確保されていることを確認 - 計画範囲のうち、近接する施設への影響が懸念される箇所は、悪影響を与えない施工計画を立案

(2) 鋼管杭の施工

確認項目	確認内容	対応方針
①施工方法（打設方法）	鋼管杭の打設方法（干渉物、施工重機の配置）	- 成立性、施工精度を勘案し、成立する工法を抽出 - 干渉する場合の打設方法の検討
②品質確認	道路橋示方書（Ⅰ共通編 Ⅳ下部構造編）に基づく鋼管杭の品質管理	- 材料検査、所定の深度への設置確認 - 杭の配置を考慮した施工中の鉛直度管理

(3) その他

上記以外の鋼製防護壁等の施工についても、今後の変更を踏まえ、確認項目を抽出し対応方針を検討した上で、現実性のある施工計画を立案していく。

5. まとめ

- 基本設計方針に基づき、今後は解析評価を進め構造成立性について確認を行っていくとともに、実現性のある工事計画（施工性・検査性）についてあわせて検討を進める。
- 次回は、既工認の手法を用いた解析評価による構造成立性の見通し結果および施工の成立性・検査内容について説明を行う予定（下図のSTEP 2）

