

# 島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止

論点3「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」関連

(コメント回答)

令和元年10月  
中国電力株式会社

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
3	H31.2.26	<p>[論点3]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波壁の構造及び支持地盤周辺地盤を含めた設置状況を把握するとともに、先行炉の審査実績を踏まえ、島根原子力発電所の特性を考慮した上で防波壁の構造成立性について整理して説明すること。</li> <li>・なお、この整理にあたって、類似する先行炉の津波防護施設の構造、地盤などの周辺環境を含む設計条件・評価手法等との相違の有無を整理すると共に、島根原子力発電所の特有の技術的課題を抽出して提示すること。</li> </ul>	2～83
49※	H31.4.9 第4条 (地震による 損傷の防止)	<p>[論点Ⅱ-31:フレーム解析モデル(線形)の適用]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波壁の耐震評価については、耐津波設計方針における指摘と併せ、耐震の観点として、荷重及び荷重の組合せ、許容限界、設備への加速度応答に対する配慮などを含めて説明すること。</li> </ul>	52,58

※第4条(地震による損傷の防止)における指摘事項:No.11

# 審査会合における指摘事項に対する回答【No.3】

## ■ 指摘事項

### 【No.3（論点3）防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性】

- 防波壁については、波返重力擁壁、鋼管杭式擁壁等の複数の構造形式があること、また、多様な支持地盤、周辺地盤の構成であること、取水路等を跨いで設置する箇所があること、防波壁東西端の地山斜面との接続部の構造などから、防波壁の構造及び支持地盤周辺地盤を含めた設置状況を把握するとともに、先行炉の審査実績を踏まえ、島根原子力発電所の特性を考慮した上で防波壁の構造成立性について整理して説明すること。
- なお、この整理にあたって、類似する先行炉の津波防護施設の構造、地盤などの周辺環境を含む設計条件・評価手法等との相違の有無を整理すると共に、島根原子力発電所の特有の技術的課題を抽出して提示すること。  
(確認したい事項)
  - ・防波壁の構造・仕様、支持地盤及び周辺地盤の地質の網羅的な提示
  - ・先行炉実績との類似点、相違点の整理
  - ・先行炉実績との類似点を踏まえた先行炉実績の設計方針の適用性
  - ・先行炉実績との相違点を踏まえた構造成立性

### 【（4条 論点Ⅱ-28）時刻歴応答解析（有効応力解析）の適用】

### 【（4条 論点Ⅱ-30）限界状態設計法の適用（降伏モーメント及びせん断応力度による評価）】

### 【No.49（4条 論点Ⅱ-31）フレーム解析モデル（線形）の適用】

- 防波壁の耐震評価については、耐津波設計方針における指摘と併せ、耐震の観点として、荷重及び荷重の組合せ、許容限界、設備への加速度応答に対する配慮などを含めて説明すること。

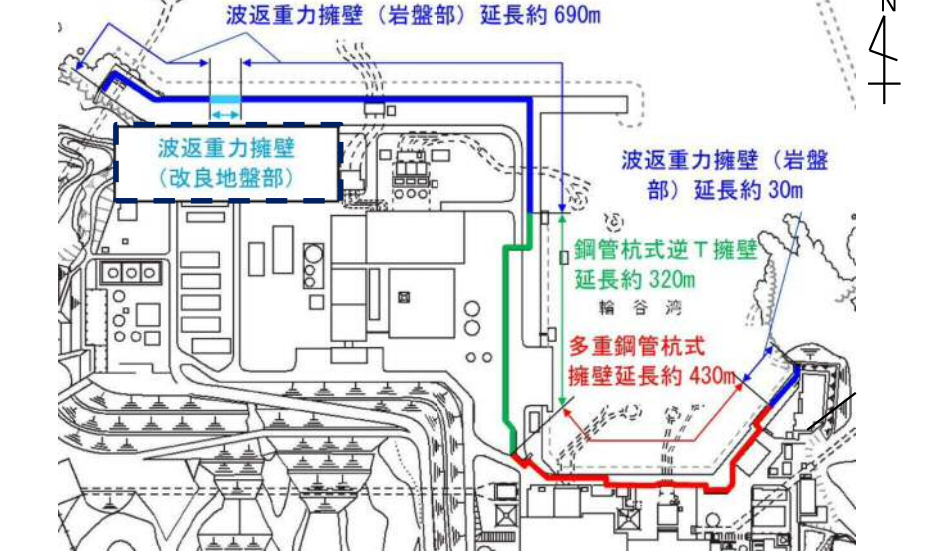
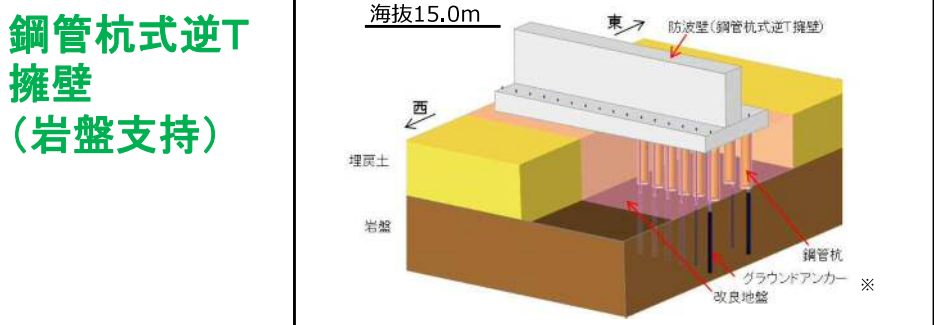
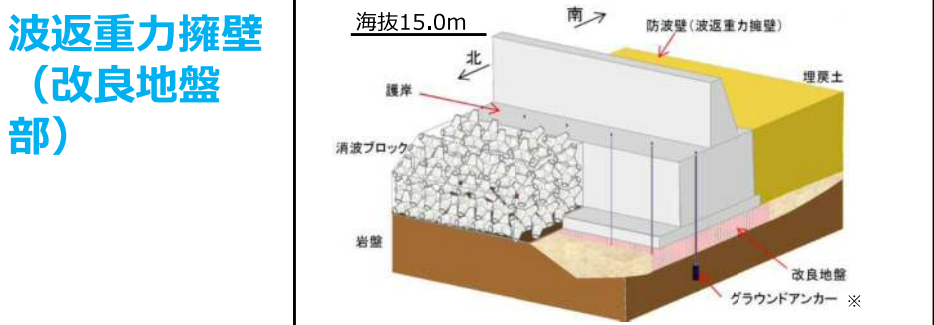
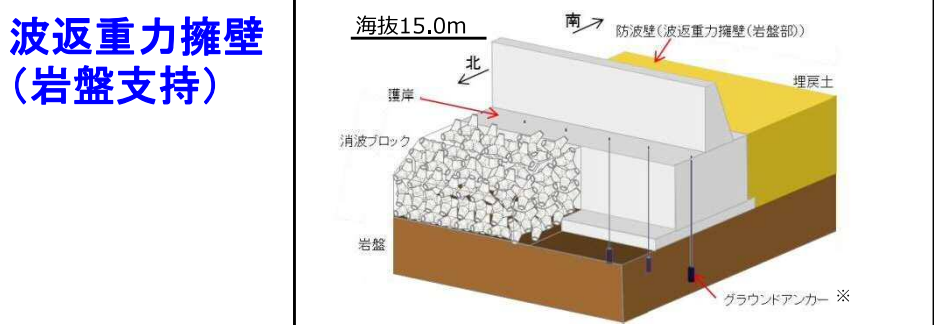
## ■ 回答

- ・1章では防波壁の設計方針の概要について示す（P3～5）。
- ・2章では構造図等により防波壁の構造・仕様について示す（P6～31）。
- ・3章では地質縦断図、横断図により防波壁の支持地盤・周辺地盤の地質について示す（P32～51）。
- ・4章では防波壁の基本設計方針について示す。
- ・4.1章では防波壁の設計方針・解析手法について示す。また、4条 論点Ⅱ-28,30,31についても併せて回答する（P52～61）。
- ・4.2章では先行炉実績との類似点・相違点の整理した上で、類似点については先行炉実績の設計方針の適用性について説明し、また、相違点についてはそれを踏まえた構造成立性の見通しについて説明する（P62～68）。

1. 概要

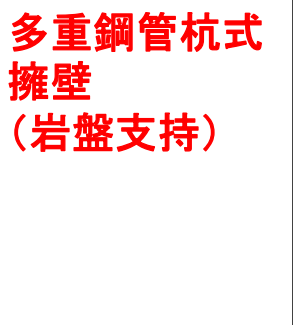
1.1 防波壁の構造型式

- 防波壁の構造型式は、鉄筋コンクリート壁であり、さらに多重鋼管杭式擁壁、鋼管杭式逆T擁壁及び波返重力擁壁に分類。また、波返重力擁壁は、改良地盤部と岩盤支持に分類。
- 防波壁は津波荷重や地震荷重に対して、端部も含めて津波防護機能を十分に保持。また、目地部について適切に止水対策を実施。



防波壁の位置図

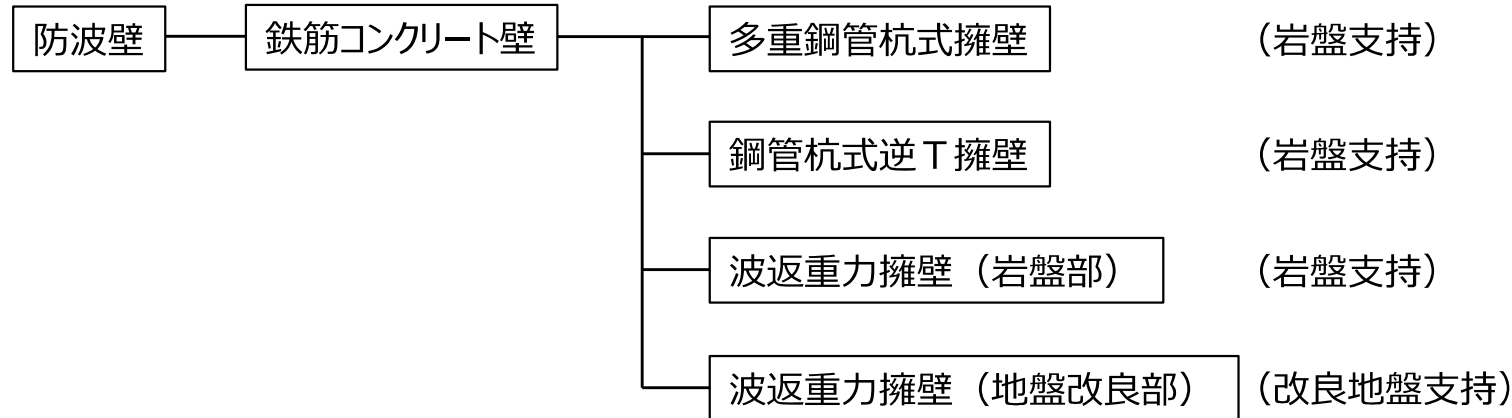
※グラウンドアンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。



## 1. 概要

### 1.2 防波壁の設計方針

- 津波防護施設として防波壁に求められる要求機能は、繰り返しの襲来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、基準津波による遡上波に対し余裕を考慮した防波壁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。  
島根原子力発電所においては、入力津波に対して、高さEL+ 15m の防波壁を設置し、地震時の変位や変形を考慮しても十分な余裕を確保した防波壁高さとなっている。
- 防波壁の構造型式は、鉄筋コンクリート壁であり、さらに多重鋼管杭式擁壁、鋼管杭式逆T擁壁及び波返重力擁壁に分類される。

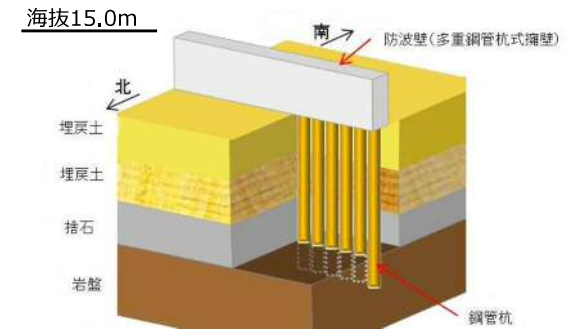


- 防波壁は、地震後及び津波後の再使用性と津波の繰り返し作用を考慮し、構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう設計する。また、津波の検討においては地震による影響を考慮したうえで評価する。

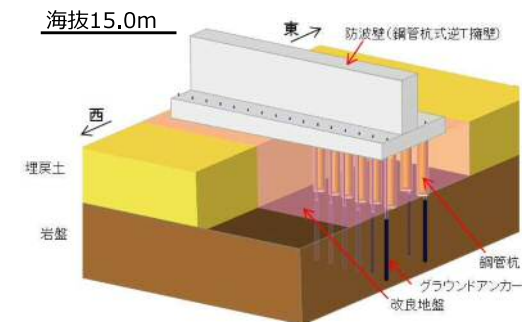
## 1. 概要

### 1.3 防波壁の構造選定

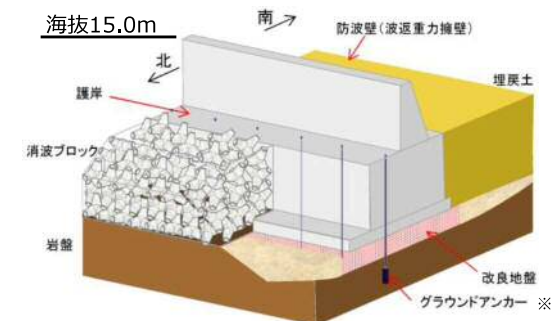
- 防波壁の構造選定の考え方を以下に示す。
- 多重鋼管杭式擁壁の構造選定
  - ・ 1, 2号炉北側の施設護岸は基礎捨石上に設置しており, 1, 2号炉北側の施設護岸と発電所施設は近接し, 狭隘である。
  - ・ 基礎を支持する岩盤の深さは, 最深約EL-14.5mである。
  - ・ 敷地の制約と岩盤深さを考慮し, 鋼管杭による杭基礎構造を選定し, 「港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成19年7月」(以下, 「港湾基準」という)の自立矢板式護岸に準拠し設計することとした。なお, 上部工から伝達される荷重に耐える構造とするため, 大口径の鋼管杭を多重化した。
  - ・ 上部工は下部から連続する鋼管杭(最内管)を被覆する鉄筋コンクリート造とした。
- 鋼管杭式逆T擁壁の構造選定
  - ・ 3号炉東側の一部の施設護岸は基礎捨石上に設置しており, 3号炉東側の施設護岸と発電所施設は十分な離隔距離がある。
  - ・ 基礎を支持する岩盤の深さは, 最深約EL-10.0mである。
  - ・ 岩盤深さを考慮し, 鋼管杭による杭基礎構造を選定し, 港湾基準の外郭施設(護岸)に準拠し設計を行った。
  - ・ 上部工は安定性を考慮し, 逆T構造の鉄筋コンクリート造とした。
- 波返重力擁壁の構造選定
  - ・ 3号炉北側の施設護岸は改良地盤または岩盤に直接設置している。
  - ・ 岩着構造の施設護岸を基礎とした直接基礎構造を選定し, 港湾基準の外郭施設(護岸)に準拠し設計を行った。
  - ・ 上部工は安定性を考慮し, 重力擁壁構造の鉄筋コンクリート造とした。



多重鋼管杭式擁壁



鋼管杭式逆T擁壁

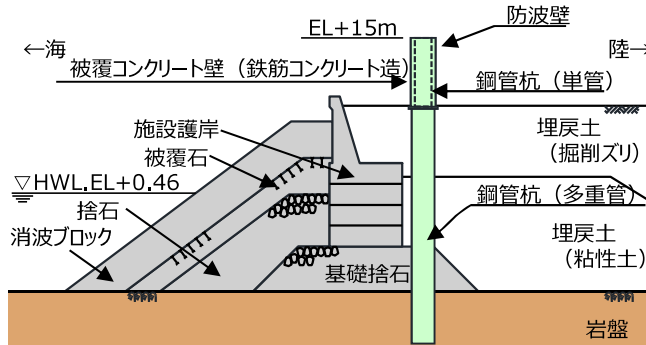
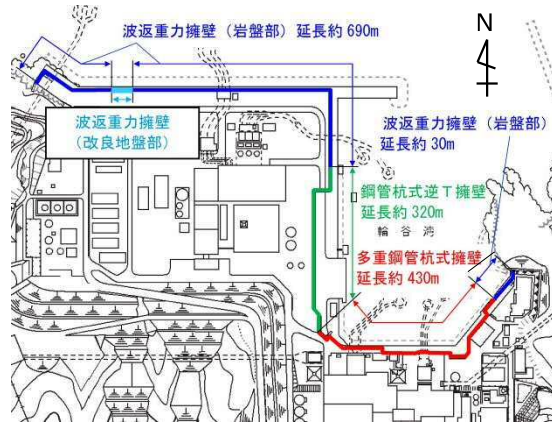


波返重力擁壁

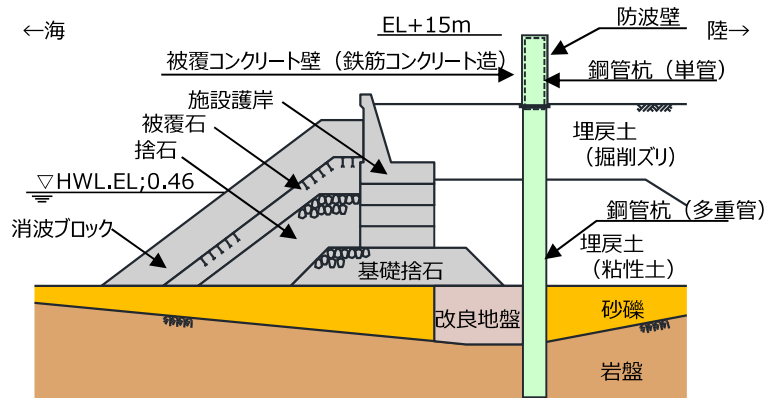
※グラウンドアンカーの効果を期待しなくても, 耐震・耐津波安全性を担保している。

## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（1/8）

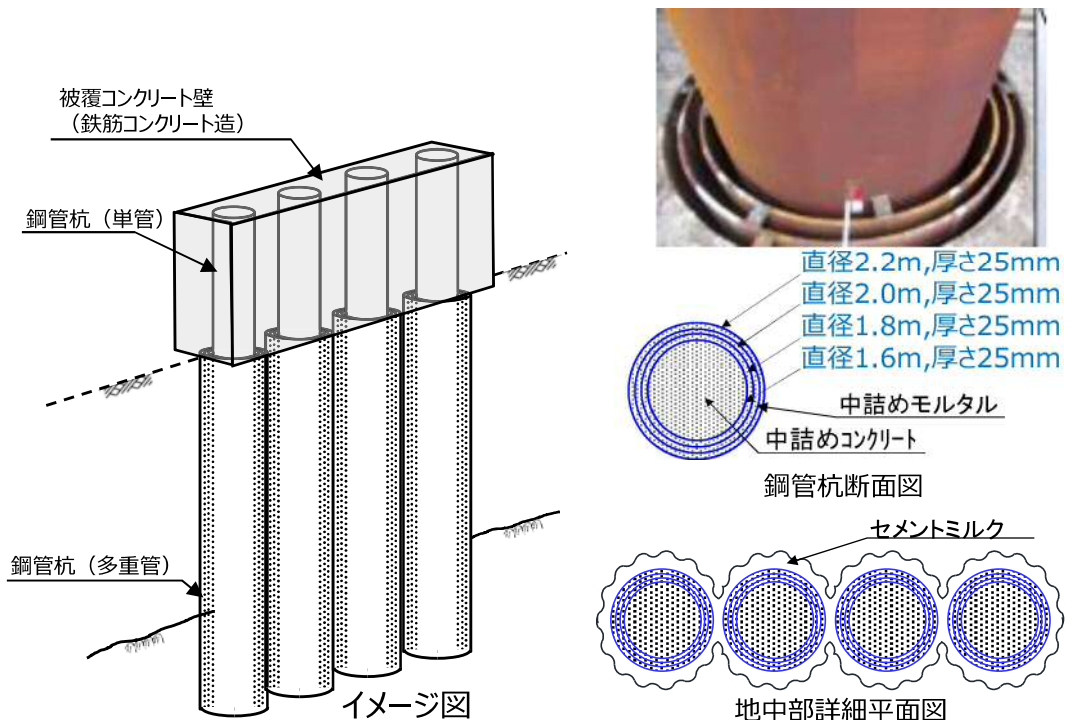


防波壁（多重鋼管杭式擁壁）断面図



防波壁（多重鋼管杭式擁壁（改良地盤部））断面図

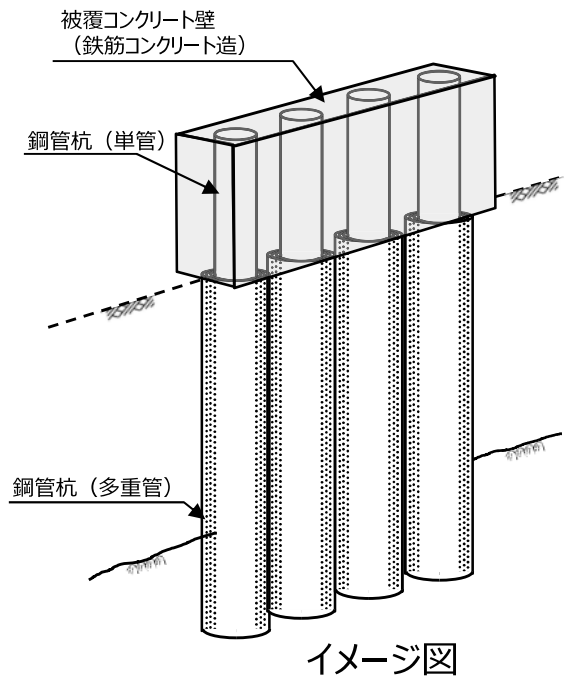
- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は、1、2号炉北側に配置し、鋼管杭を岩盤に打設する（根入れ深さ：5.0m程度）。
- 鋼管杭は、コンクリートで中詰めされた大口径管の多重構造を採用している。また、地中部では隣り合う多重鋼管杭間にセメントミルクを間詰めする。
- 被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成される。鋼管杭6本程度を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置する。このブロック間の境界には、止水性を確保するための止水目地（P30参照）を設置する。



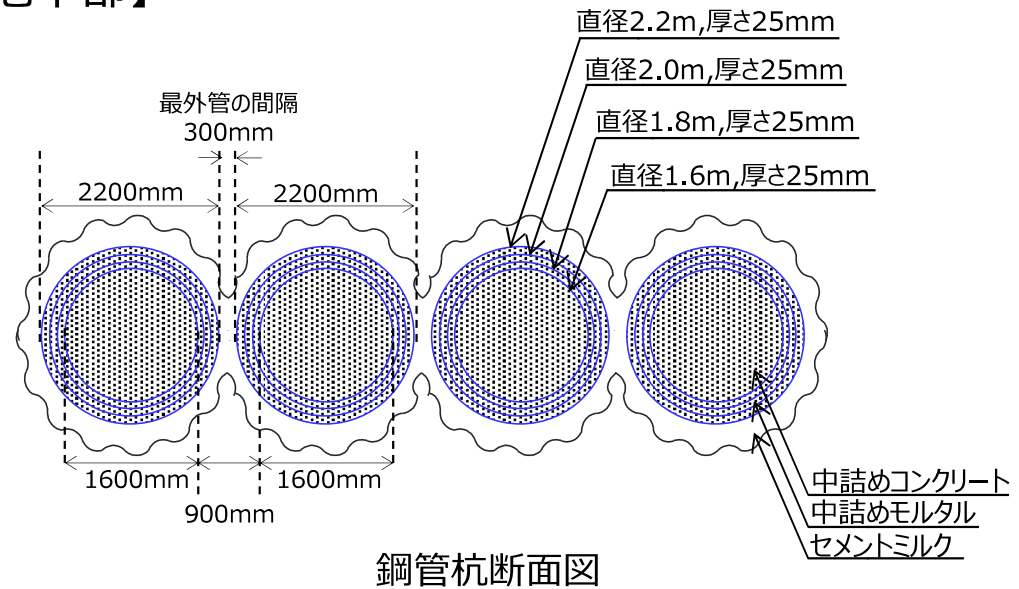
## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（2/8）

- 地中部の鋼管杭の最外管の間隔は約30cmであり，隣り合う鋼管杭間はセメントミルクで間詰めされている。



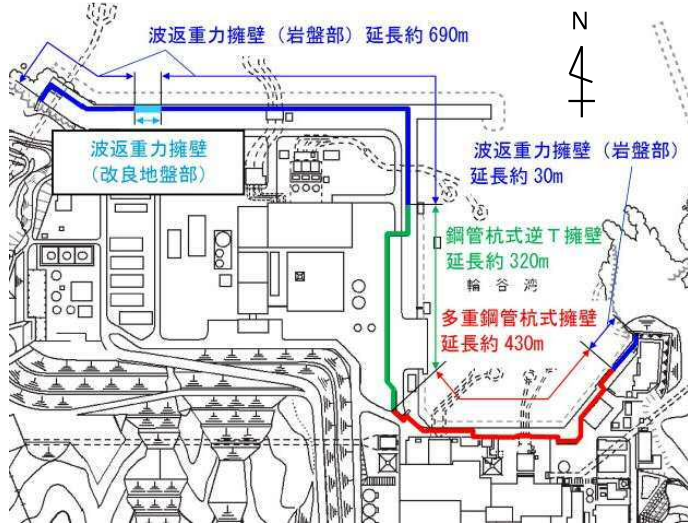
#### 【地中部】



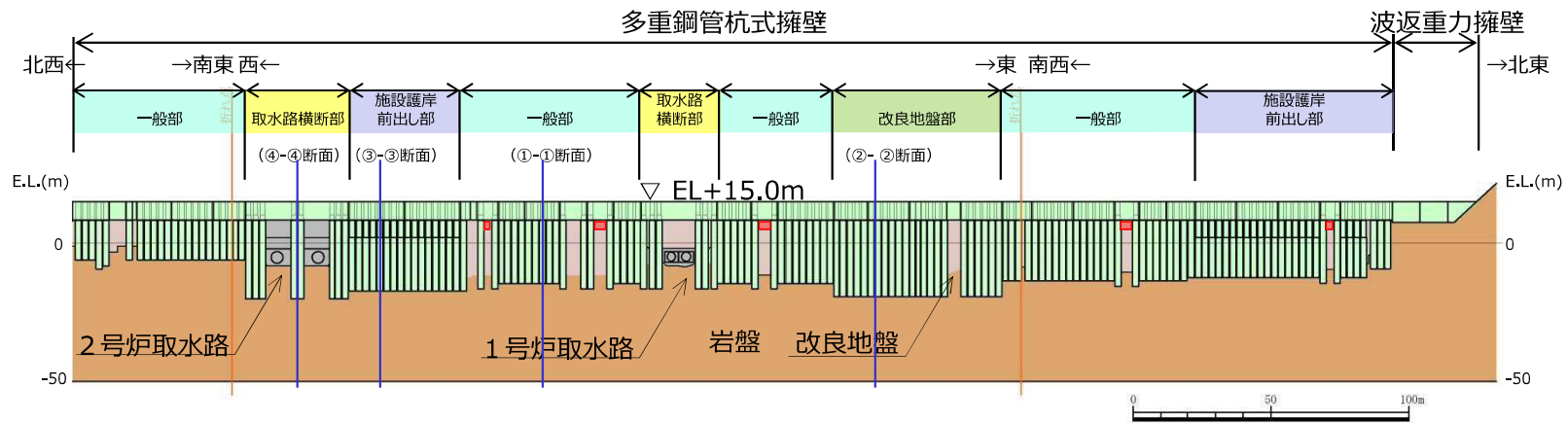
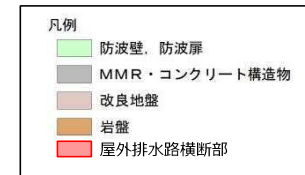


## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（3/8）



- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の縦断図を以下に示す。
- 1, 2号炉北側全線にわたり多重鋼管杭を連続的に設置している。取水路及び屋外排水路設置箇所については、側方の鋼管杭に支持された上部工が横断する構造としている。また、横断部の地中については止水性を確保する観点から、地盤改良を実施する（地盤改良範囲については別添.1-2参照）。

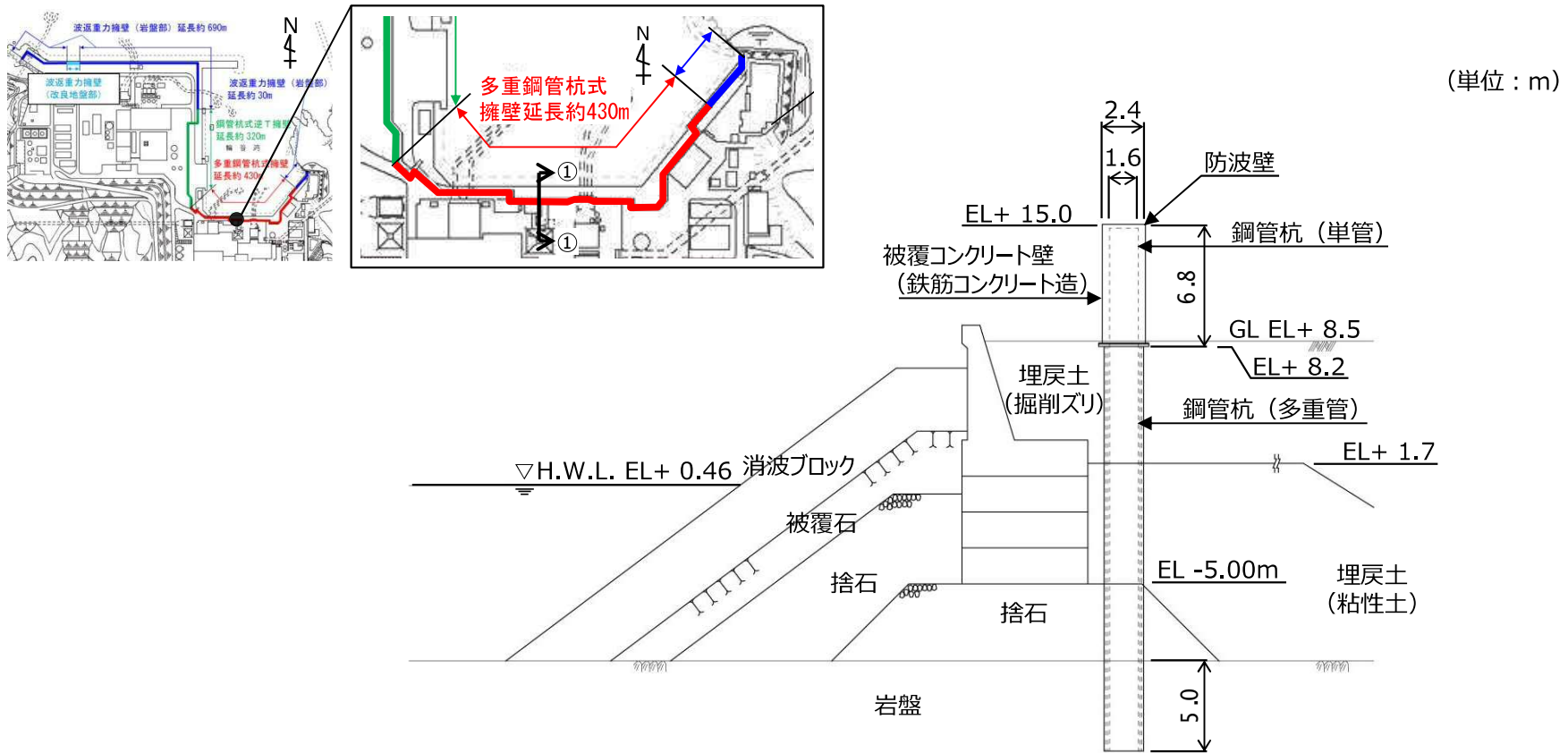


防波壁縦断図（多重鋼管杭式擁壁）

## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（4/8）

- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）一般部の構造を以下に示す。
- ①－①断面は、施設護岸の南側（陸側）に防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が配置される。

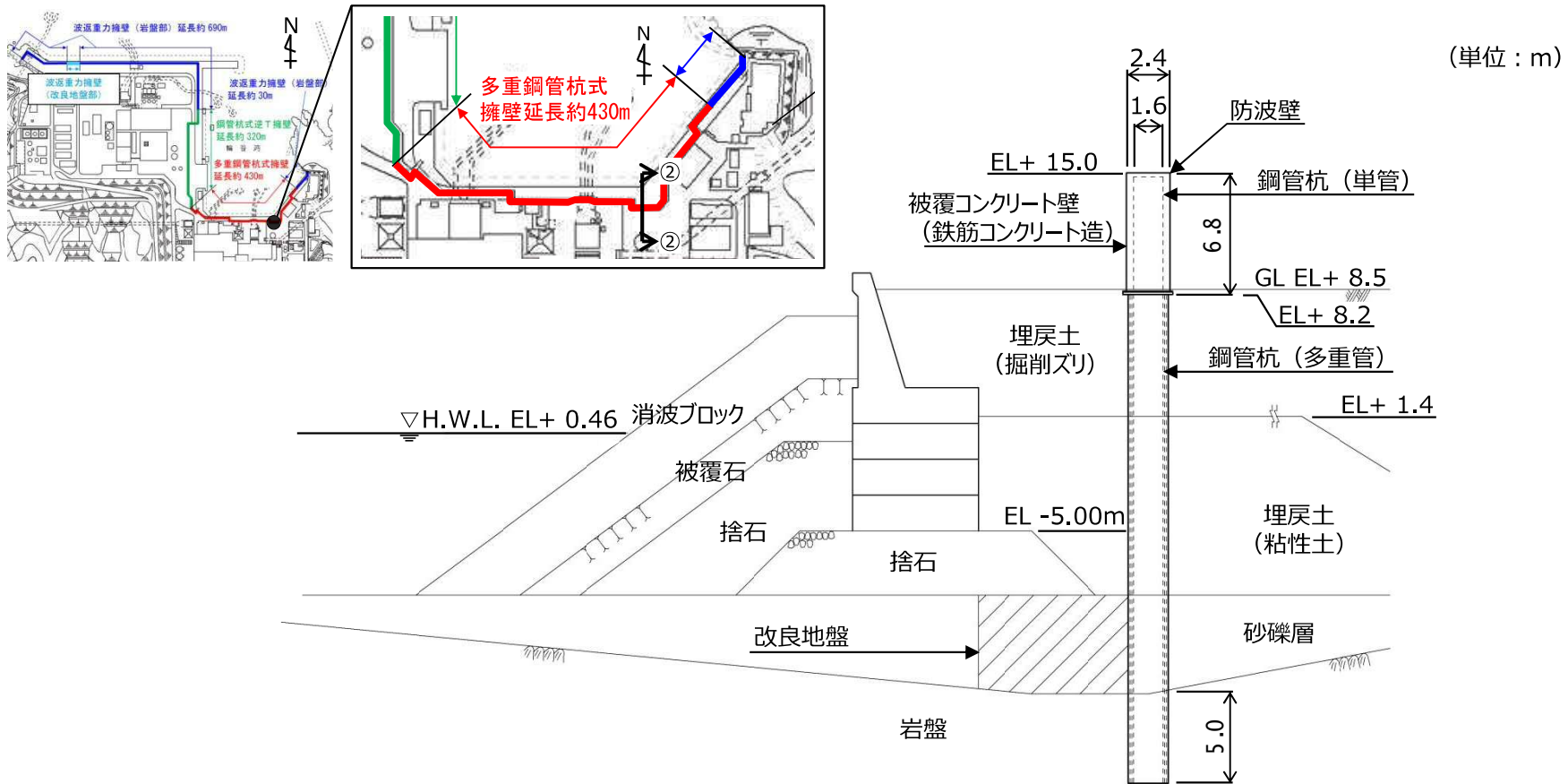


防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 一般部（①－①断面） 断面図

## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（5/8）

- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）改良地盤部の構造を以下に示す。
- ②-②断面は、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の南東角部に位置し、支持地盤が深く、杭長が最も長い箇所である。周辺の砂礫層（海側）に対しては、薬液注入工法により地盤改良を行っている。



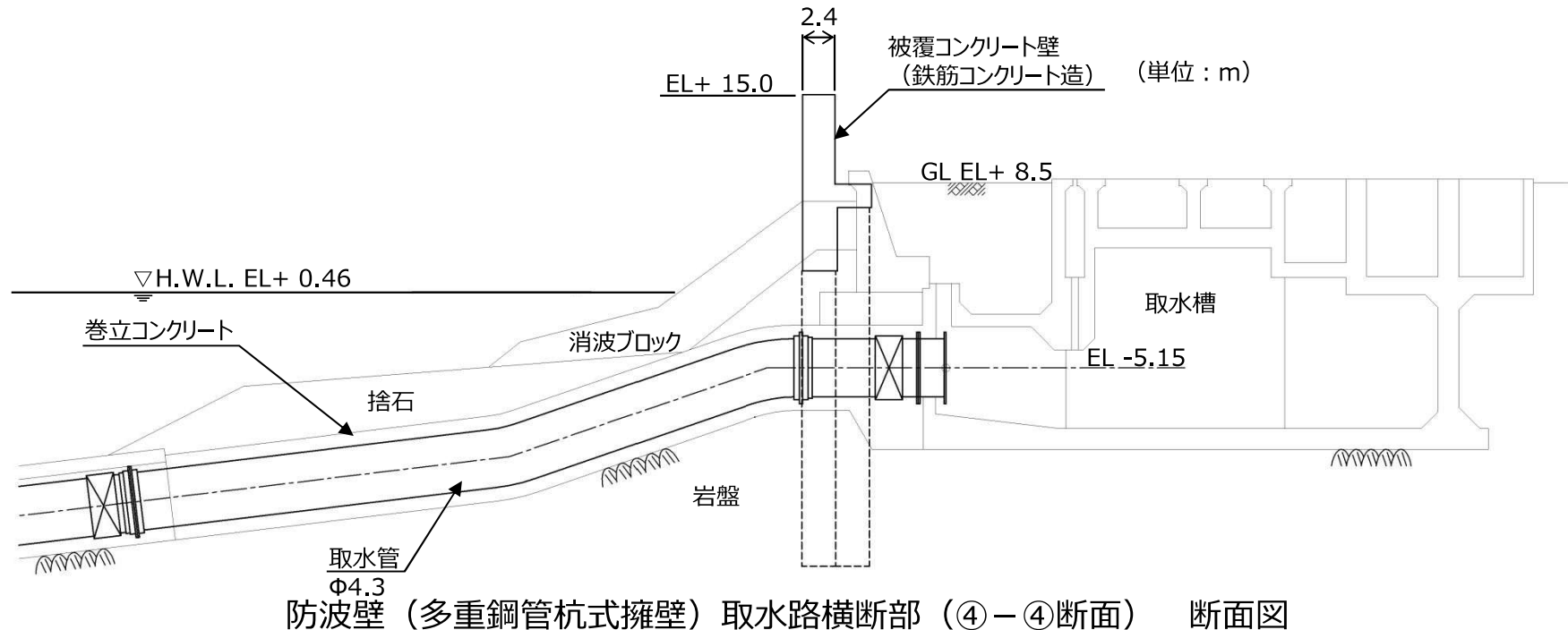
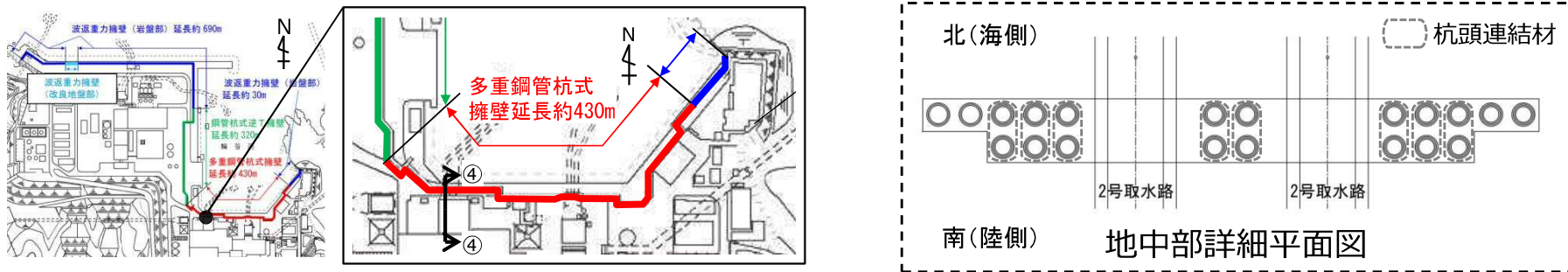
防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 改良地盤部（②-②断面） 断面図



## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（7/8）

- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）取水路横断部の構造を以下に示す。
- ④－④断面は、2号炉取水管（ $\Phi 4.3\text{m}$ ）を横断するため、側方の多重鋼管杭を南北方向に2列配置し、杭頭連結材を設置する（杭頭部の構造については別添.1-1参照）。



## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 構造概要（8/8）

■ 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）を構成する評価対象部位の役割及び仕様を下表に示す。

評価対象部位の役割

施設の範囲

評価対象部位	役割	備考
鋼管杭※1	被覆コンクリートを支持	
被覆コンクリート壁※1	止水機能の保持，止水目地を支持	
止水目地※1	被覆コンクリート壁間の止水機能の保持	

【地盤】

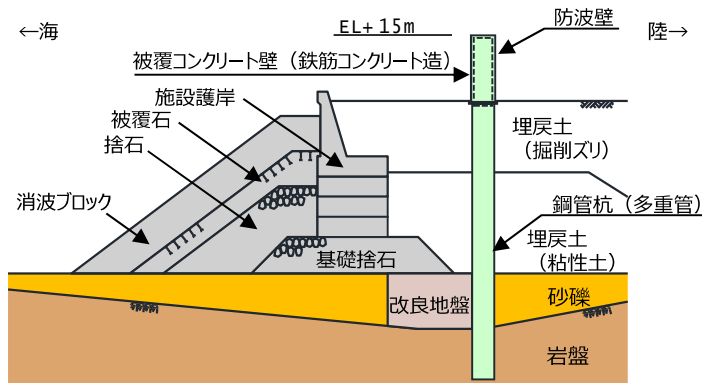
改良地盤①	鋼管杭の変位を抑制	薬液注入工法
改良地盤②	難透水性の保持	薬液注入工法
セメントミルク	難透水性の保持，掘削範囲の充填及び鋼管杭と岩盤の一体化	$q_u = 9.8 \text{ N/m}^2$ 以上
岩盤	鋼管杭を支持	基礎地盤
埋戻土（掘削ズリ），埋戻土（粘性土），砂礫	—	
施設護岸，被覆石，捨石，消波ブロック，基礎捨石	—	

※1 鋼管杭，被覆コンクリート壁，止水目地を構造上のバウンダリとする。

評価対象部位の仕様

評価対象部位	仕様
鋼管杭	最内管： $\phi 1600 \text{ mm}$ ， $t = 25 \text{ mm}$ ，SKK490 最内から2番目の管： $\phi 1800 \text{ mm}$ ， $t = 25 \text{ mm}$ ，SKK490 最内から3番目の管： $\phi 2000 \text{ mm}$ ， $t = 25 \text{ mm}$ ，SKK490 最外管： $\phi 2200 \text{ mm}$ ， $t = 25 \text{ mm}$ ，SKK490又はSM 490Y※2 杭底～地表面に中詰コンクリート（ $f'_{ck} = 18 \text{ N/m}^2$ ）
被覆コンクリート壁	コンクリート： $f'_{ck} = 24 \text{ N/m}^2$ 鉄筋：SD 345
止水目地	ゴムジョイント，シートジョイント：クロロプレンゴム

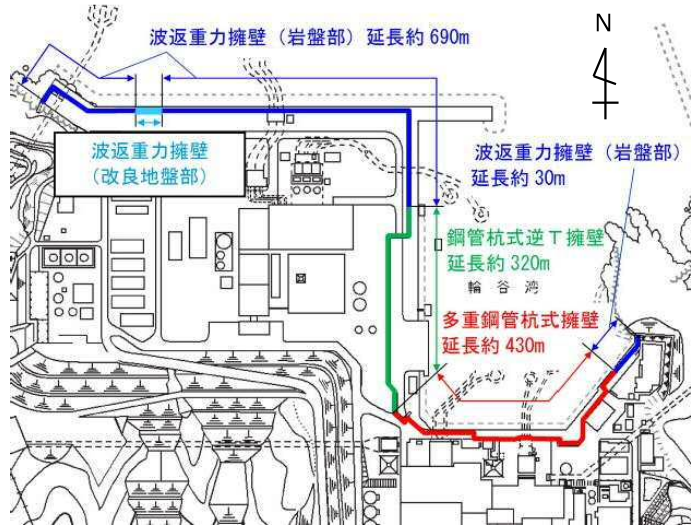
※2 発生する曲げモーメントに応じて降伏点強度の大きいSM 490Yを採用する。



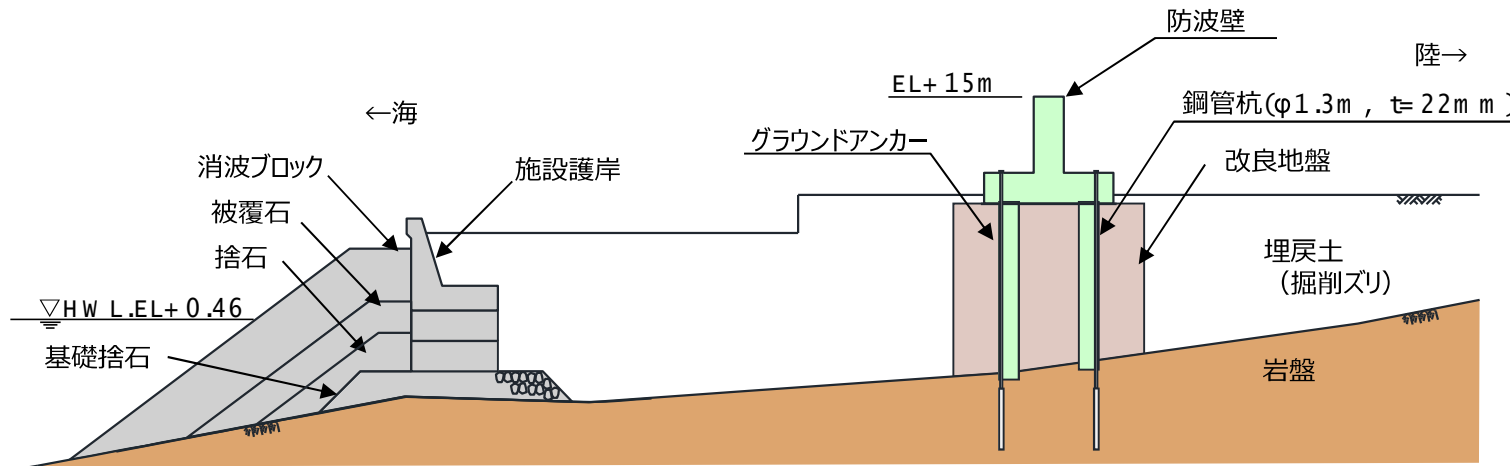
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）

## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.2 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁） 構造概要（1/4）



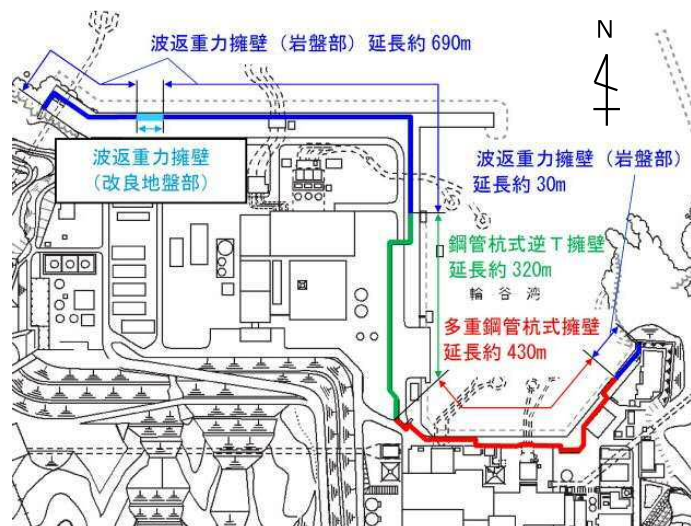
- 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）は、3号炉東側に配置し、鋼管杭を岩盤に確実に支持させるため岩盤不陸を考慮し、0.5m程度の根入れ深さを確保する。
- 逆T擁壁は、鋼管杭8本程度（横断方向に2列、縦断方向に4列）を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置する（杭頭部の構造については別添.2-1参照）。このブロック間の境界には、止水性を確保するための止水目地(P30参照)を設置する。
- グラウンドアンカー（永久アンカー）を設置しているが、アンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波性を担保している。



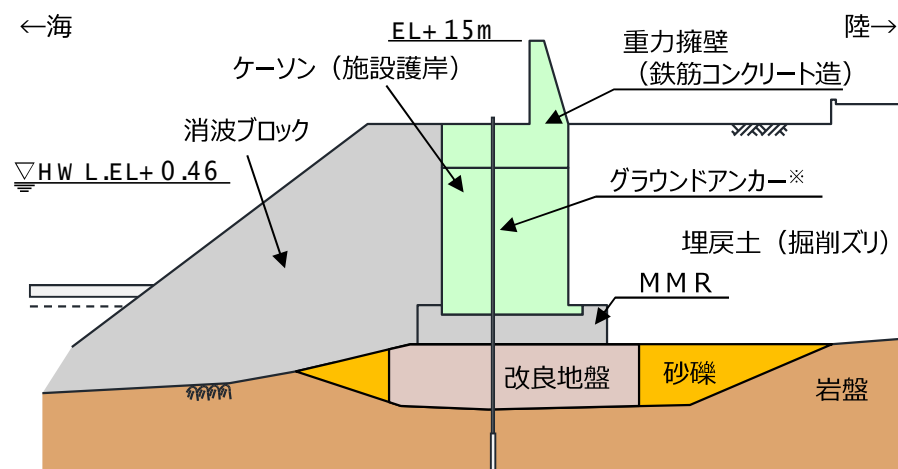
防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）断面図

## 2. 防波壁の構造・仕様

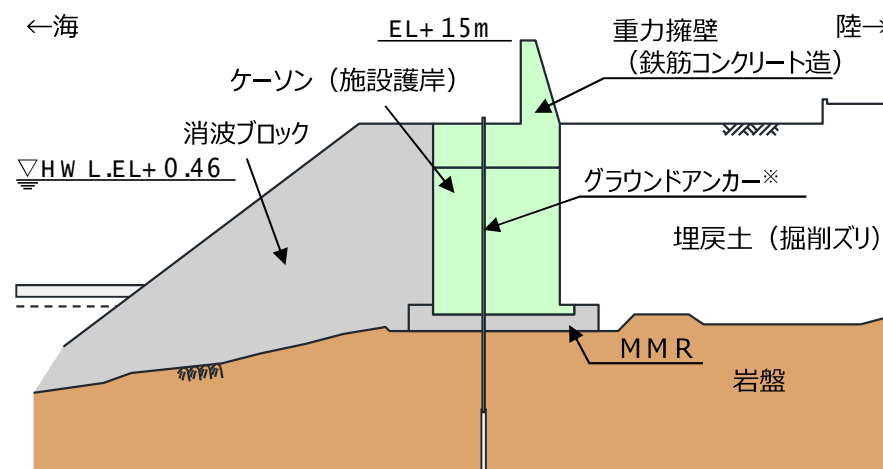
### 2.3 防波壁（波返重力擁壁） 構造概要（1/9）



- 防波壁（波返重力擁壁）は、3号炉北側及び防波壁両端部に配置する。3号炉北側についてはケーソンを介して岩盤上に設置し、防波壁両端部は地山岩盤に直接設置する。なお、砂礫層が分布する箇所については、地盤改良を実施する（ケーソンの構造については別添.3-1参照）。
- 重力擁壁は、約10mを1ブロックとした壁体を連続して設置する。このブロック間の境界には、止水性を確保するための止水目地(P22参照)を設置する。
- グラウンドアンカー（永久アンカー）を設置しているが、アンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波性を担保している。



防波壁（波返重力擁壁（改良地盤部））断面図



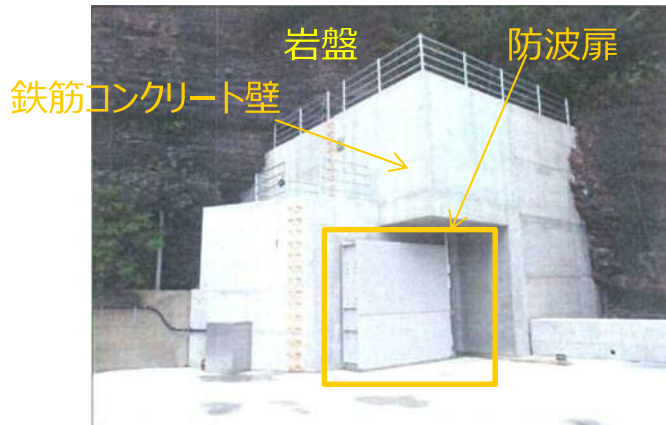
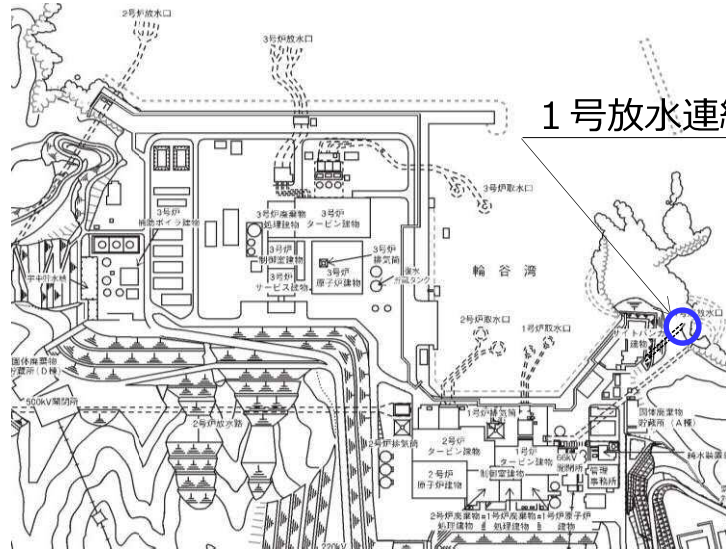
※グラウンドアンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。  
防波壁（波返重力擁壁（岩盤部））断面図



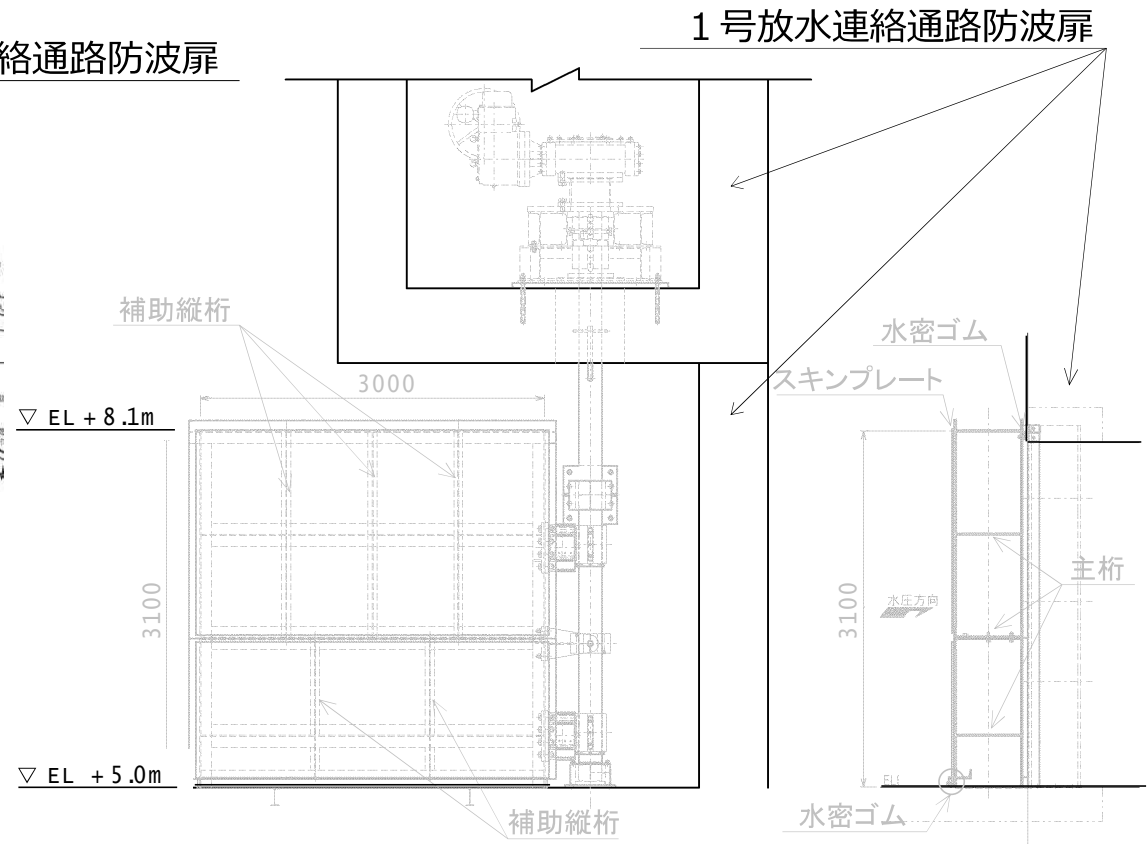
## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.4 (1) その他の構造概要 (1号放水連絡通路防波扉) (1/3)

- 1号炉放水連絡通路からの津波の流入を防止するため、連絡通路坑口部に1号放水連絡通路防波扉(鋼製のスキムプレート、主桁等で構成)を設置する。
- 1号放水連絡通路防波扉のうち扉体支持コンクリートは、津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能を十分に保持する設計とする。



1号放水連絡通路防波扉 設置状況



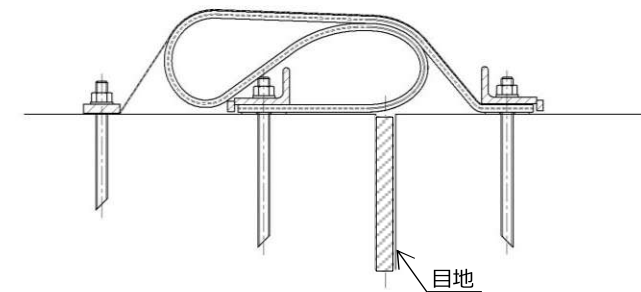
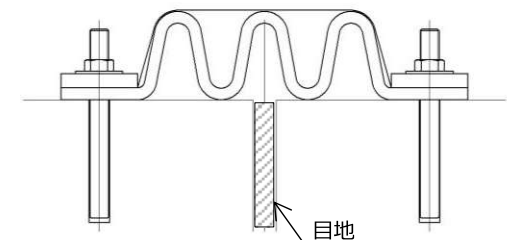
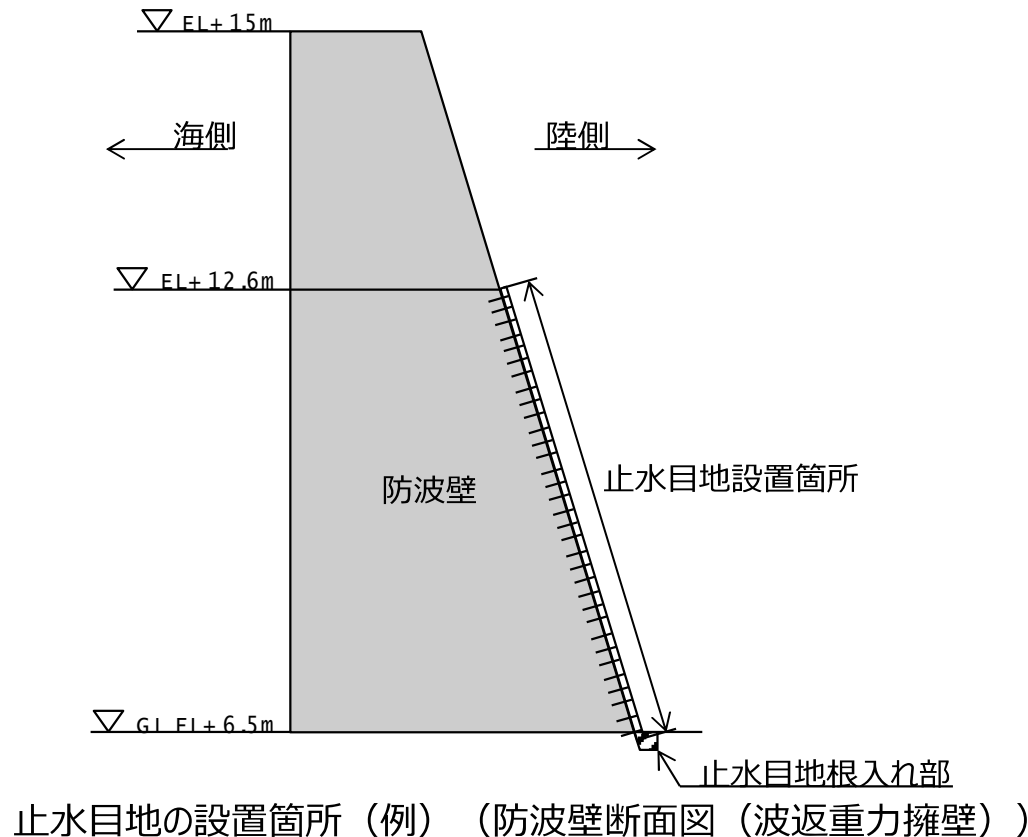
1号放水連絡通路防波扉 正面図

1号放水連絡通路防波扉 断面図

## 2. 防波壁の構造・仕様

### 2.4 (2) 止水目地 構造の概要 (1/2)

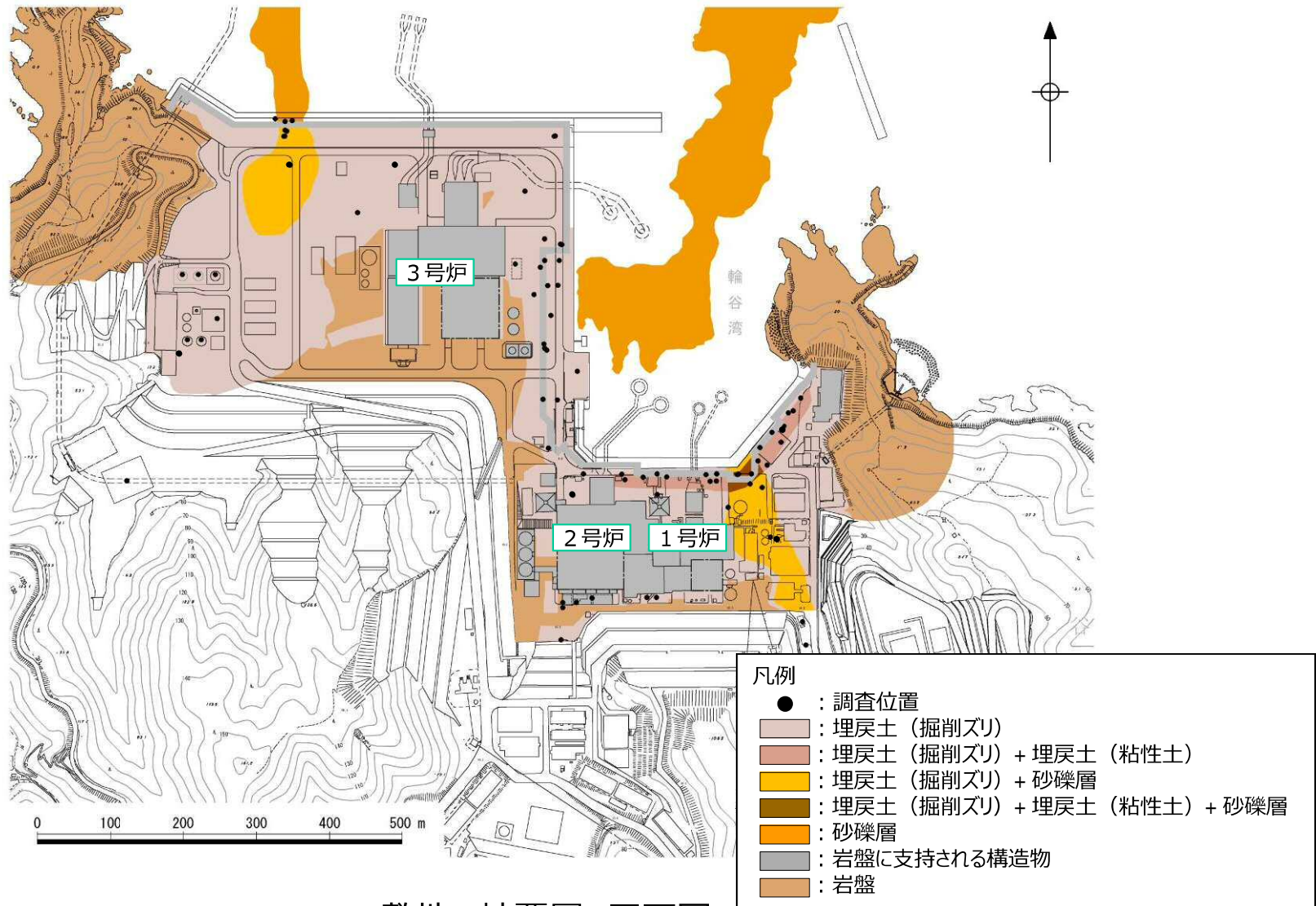
- 防波壁の施工ブロック間の目地部からの津波の遡上を防止するため、止水目地を設置する。
- 止水目地は、隣接する防波壁の施工ブロック間の地震時の相対変位に応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョイントを採用する。また、遡上する津波波圧に対する耐津波性を有し、入力津波高さを踏まえた設計とする。
- 止水目地の許容変形量、許容水圧及び耐久性は、メーカー規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める。
- 止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。
- 防波壁（波返壁重力式擁壁）を例に止水目地の設置箇所、及び概要図を以下に示す。



### 3.防波壁の支持地盤・周辺地盤の地質

#### 3.1 敷地の地層分布状況について

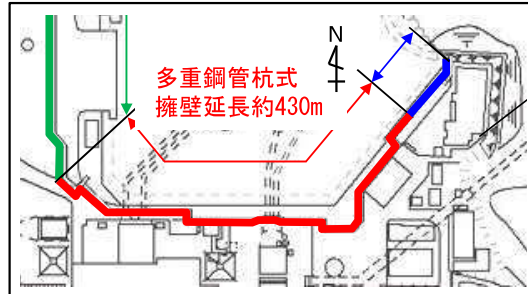
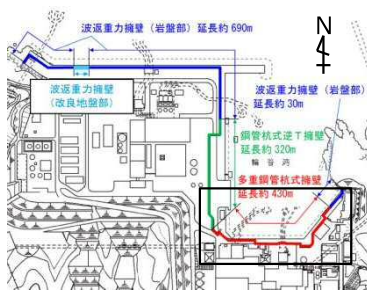
■ 防波壁周辺の被覆層の分布状況及び地山の岩盤の分布状況を以下に示す。



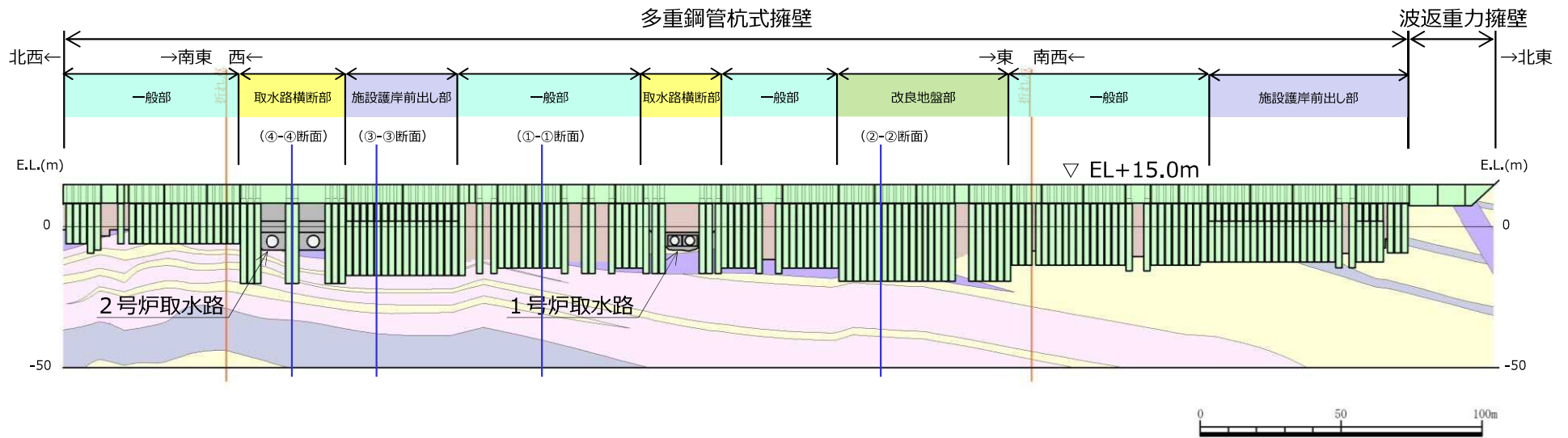
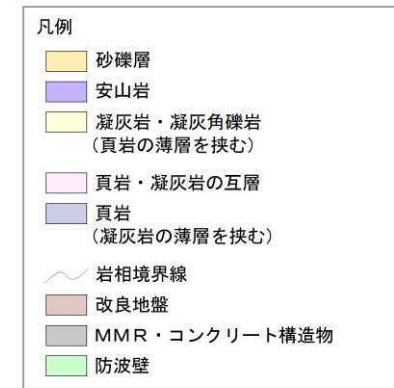
敷地の被覆層 平面図

### 3.防波壁の支持地盤・周辺地盤の地質

## 3.2 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の支持地盤・周辺地盤の地質（1/7）



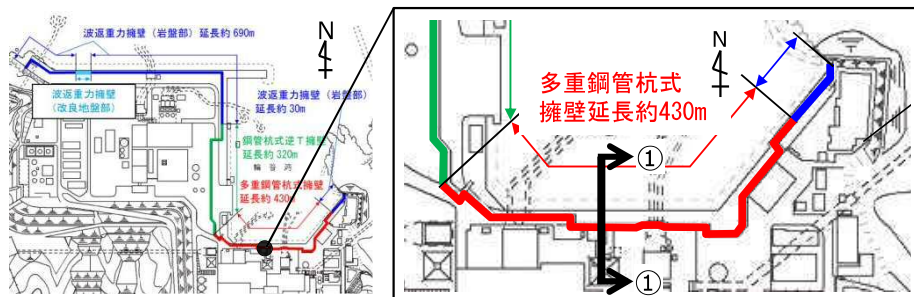
■ 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地質縦断図を以下に示す。



防波壁（多重鋼管杭式擁壁） 地質縦断図

### 3.防波壁の支持地盤・周辺地盤の地質

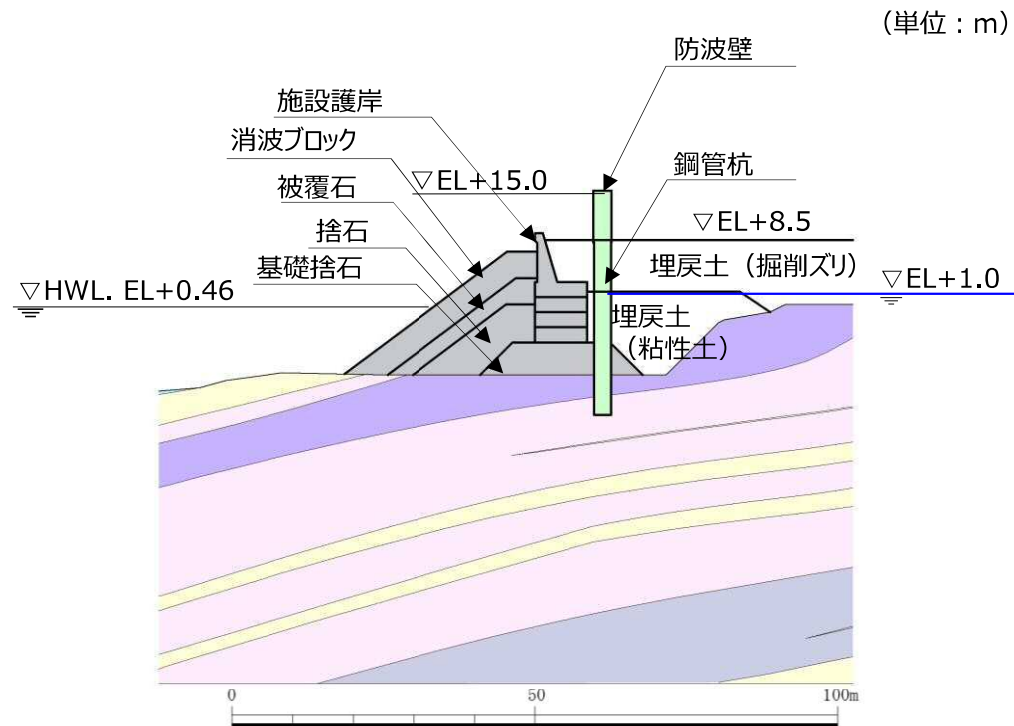
## 3.2 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の支持地盤・周辺地盤の地質（2/7）



- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）一般部の地質断面図を以下に示す。
- ①-①断面は、鋼管杭を岩盤に根入れする。また、周辺には埋戻土（掘削ズリ）等が分布している。

凡例

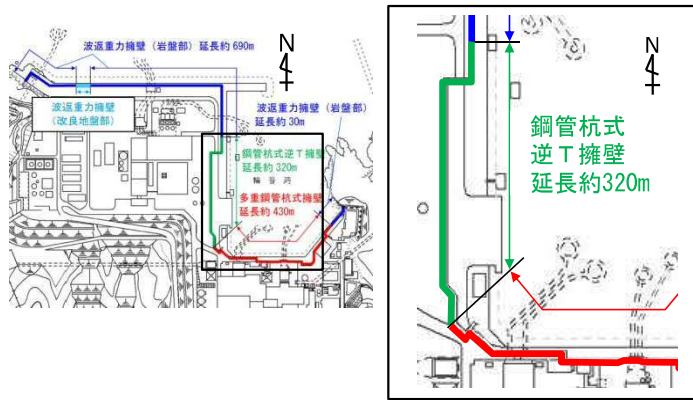
	埋戻土（掘削ズリ、粘性土）
	海底堆積物・風化岩
	安山岩
	凝灰岩・凝灰角礫岩 (頁岩の薄層を挟む)
	頁岩・凝灰岩の互層
	頁岩 (凝灰岩の薄層を挟む)
	岩相境界線
	MMR・コンクリート構造物
	防波壁



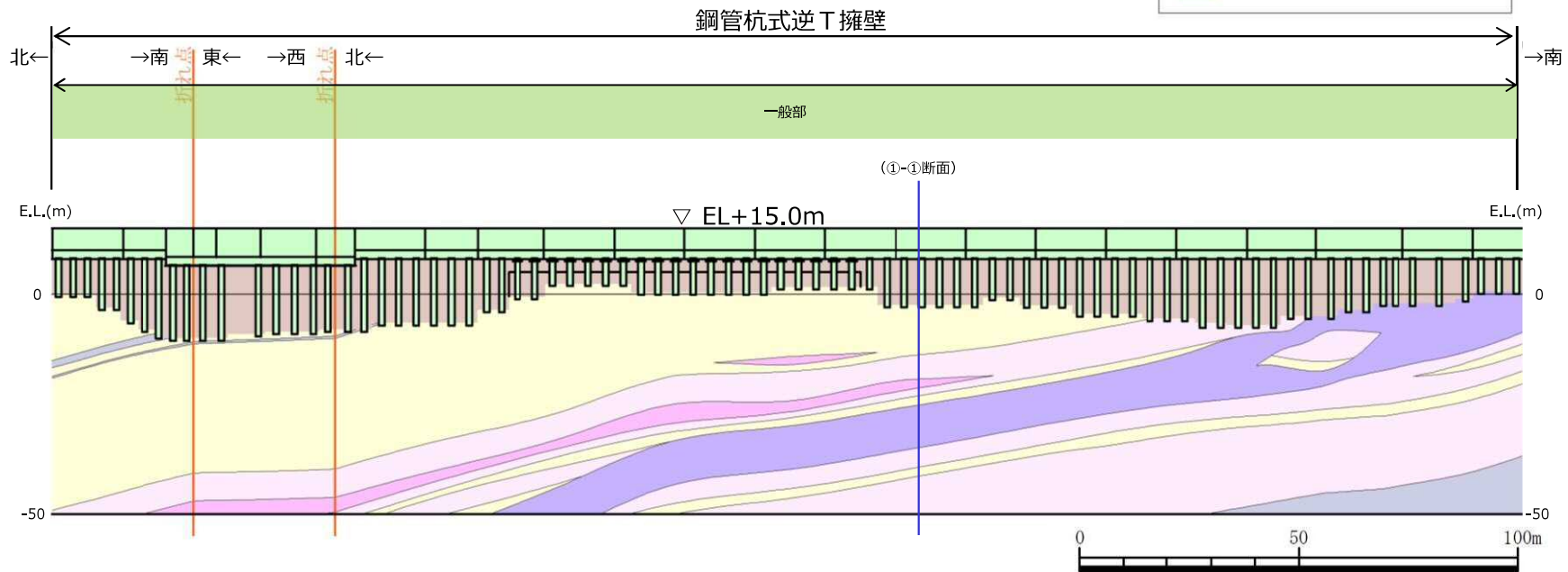
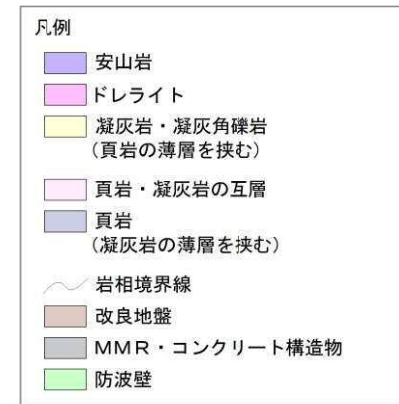
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）一般部（①-①断面）  
地質断面図

### 3.防波壁の支持地盤・周辺地盤の地質

## 3.3 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の支持地盤・周辺地盤の地質（1/3）



■ 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地質縦断図を以下に示す。

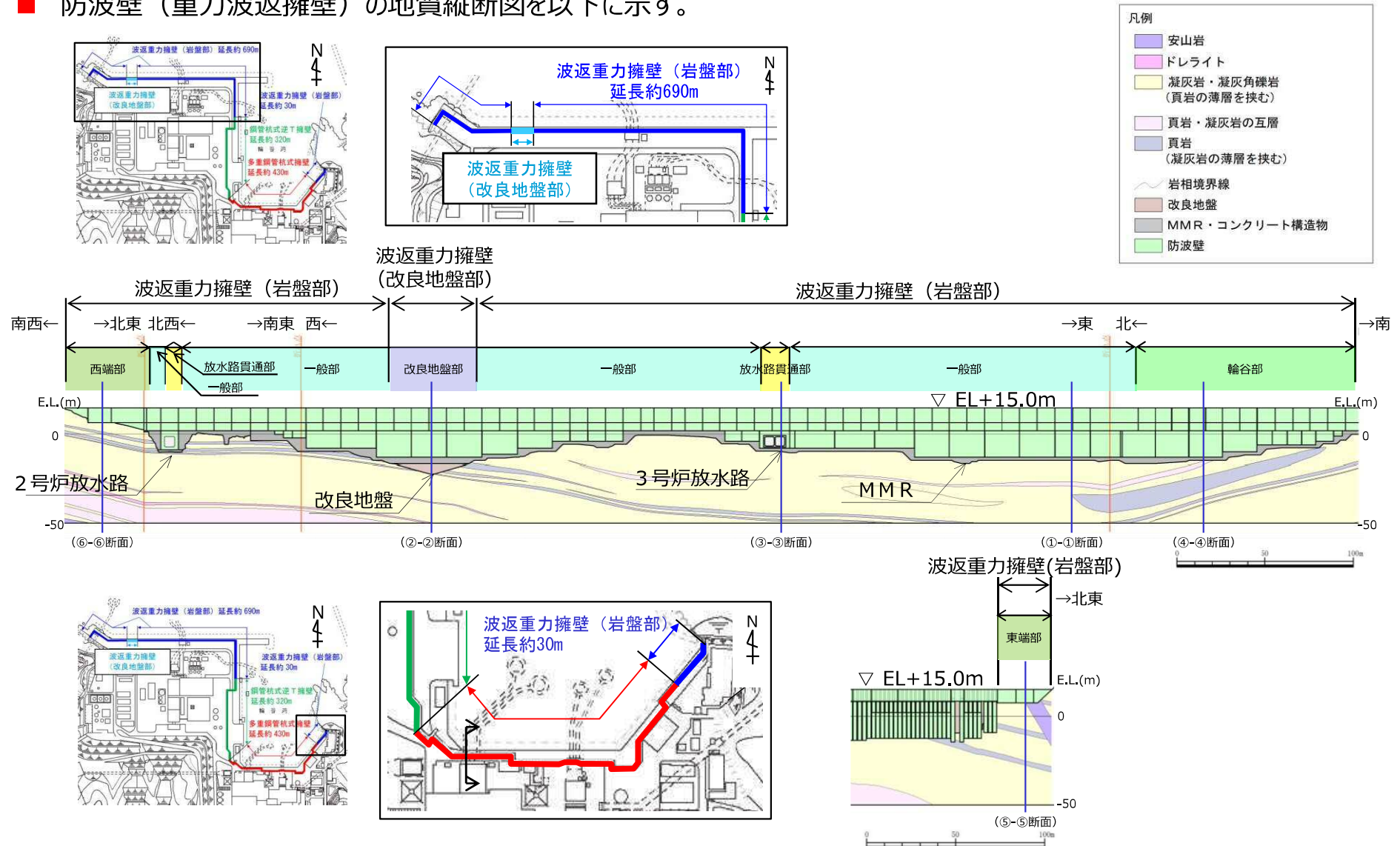


防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）地質縦断図

### 3.防波壁の支持地盤・周辺地盤の地質

## 3.4 防波壁（波返重力擁壁）の支持地盤・周辺地盤の地質（1/9）

■ 防波壁（重力波返擁壁）の地質縦断図を以下に示す。



防波壁（波返重力擁壁）地質縦断図

4 基本設計方針

4.1 防波壁の設計方針・解析手法 (1/10) (論点Ⅱ-31)

- 防波壁は、地震後及び津波後の再使用性と津波の繰り返し作用を考慮し、構造物全体の変形能力に対して十分な裕度を有するよう以下のとおり設計する（要求機能と設計評価方針の表については別添.4 参照）。
- 地震時及び津波時の荷重伝達を評価するため、地震時は地盤と防波壁を連成した2次元FEM解析により断面力を照査し、津波時はフレームモデルを用いた静的解析により断面力を照査する。

構造強度設計				設計に用いる許容限界	摘要
評価対象部位	応力等の状態	損傷モード			
基礎地盤	支持力	支持機能を喪失する状態	港湾基準を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力度とする。	共通	
鋼管杭	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 IV下部構造編（平成14年3月）」を踏まえた降伏モーメント（曲げ）及びせん断応力度（せん断）とする。	多重鋼管杭式擁壁 鋼管杭式逆T擁壁	
ケーソン	せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「コンクリート標準示方書，構造性能照査編，2002年制定」を踏まえた短期許容応力度とする。	波返重力擁壁	
被覆コンクリート壁 （鉄筋コンクリート造）	曲げ・せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「コンクリート標準示方書，構造性能照査編，2002年制定」を踏まえた短期許容応力度とする。	多重鋼管杭式擁壁	
逆T擁壁 （鉄筋コンクリート造）				鋼管杭式逆T擁壁	
重力擁壁 （鉄筋コンクリート造）				波返重力擁壁	
止水目地	止水目地	変形・水圧	有意な漏えいに至る変形・水圧	共通	
	止水目地の鋼製部材	曲げ・せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態		



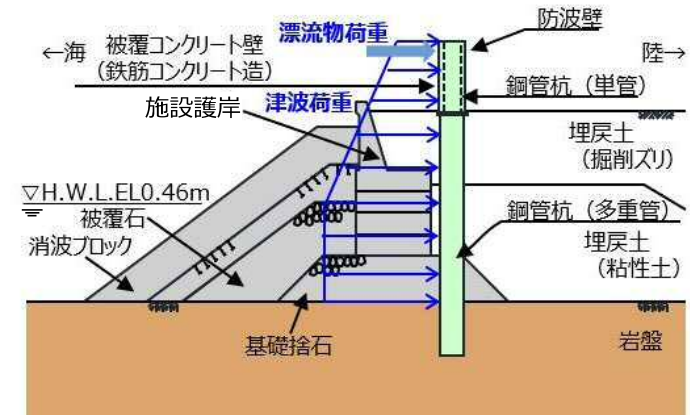
## 4.基本設計方針

### 4.1 防波壁の設計方針・解析手法（7/10）

- 検討ケースは、荷重の組合せを考慮し、以下のケースを実施する。防波壁は、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裕度を有するよう設計する。

検討ケース	荷重の組合せ
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物衝突荷重
重畳時 (津波 + 余震時)	常時荷重 + 津波荷重※ + 余震荷重 ※ 海域活断層に想定される地震による津波荷重

荷重	内容
常時荷重	構造物の自重, 土圧, 水圧, 積雪荷重及び風荷重
地震荷重	基準地震動 $S_s$ を作用させる
津波荷重	入力津波高さと同防波壁前面の静水面高さ(朔望平均満潮位 $EL+0.46m$ )の差の $1/2$ を津波高さとし、港湾基準に基づき谷本式により津波波力を算定し、作用させる
漂流物衝突荷重	漂流物, 荷重算定式について詳細検討を行った上で防波壁天端高さに作用させる



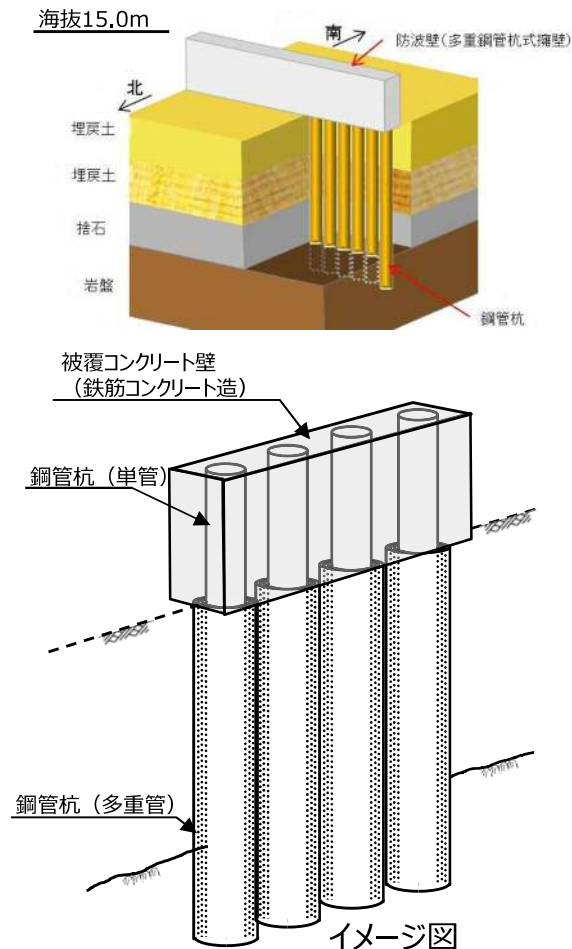
津波時荷重イメージ図（多重鋼管杭式擁壁）

## 4.基本設計方針

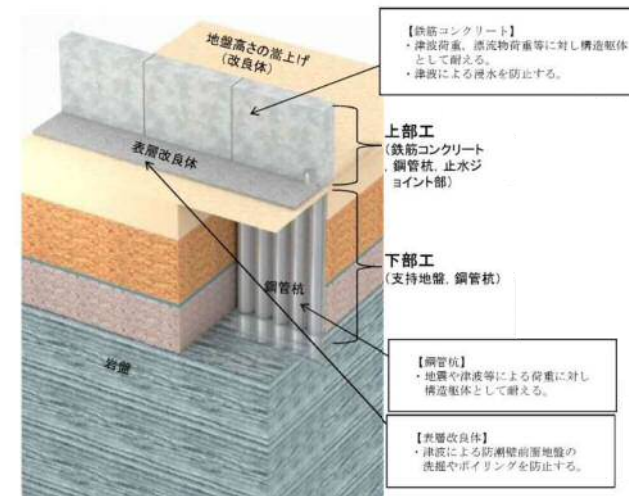
### 4.2(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造等に関する先行炉との比較（1/2）

- 防波壁のうち多重鋼管杭式擁壁については、岩盤に支持された鋼管杭に上部工として被覆コンクリート壁を設置する構造であることから、類似する先行炉津波防護施設として、東海第二発電所における鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁を選定する。

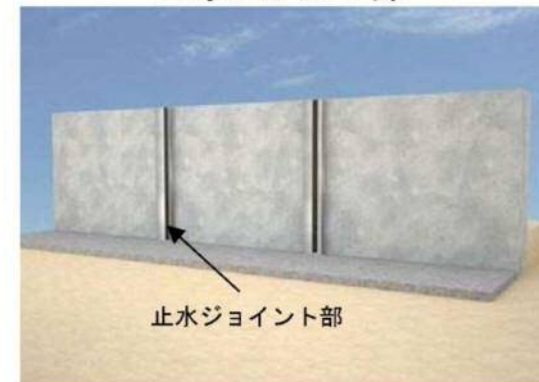
島根原子力発電所  
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）



東海第二発電所  
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



止水ジョイント部



止水ジョイント部

## 4.基本設計方針

## 4.2(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造等に関する先行炉との比較（2/2）

- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は港湾基準の自立矢板式護岸に準拠し設計を行う。
- 島根原子力発電所の防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、東海第二発電所の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁と比較を行い、類似点及び相違点を以下のとおり抽出した。
- 類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を、それぞれ以下のとおり整理した。

評価項目	島根原子力発電所 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） の構造等	先行炉の構造等※		島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を 踏まえた設計方針の 適用性	先行炉実績との相違点を 踏まえた設計への 反映事項
		日本原子力発電(株) 東海第二発電所 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)	類似点	相違点			
防波壁の構造	下部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭（多重鋼管杭）を採用する。</li> <li>鋼管杭は岩盤に支持させる。</li> <li>鋼管杭の許容限界： (曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭を採用する。</li> <li>鋼管杭は岩盤に支持させる。</li> <li>鋼管杭の許容限界： 短期許容応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭を岩盤に支持させる設計とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の許容限界について、以下のとおり設定する。 (曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同様の構造及び支持形態である。多重化した鋼管杭の一体性を確認し、先行炉の鋼管杭の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の許容限界について、道路橋示方書・同解説（平成14年3月）に基づき、曲げについては降伏モーメント、せん断についてはせん断応力度をそれぞれ設定し、設計する。</li> </ul>
	上部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。</li> <li>鋼管杭6本程度を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置する。</li> <li>被覆コンクリート壁（鉄筋コンクリート）の許容限界：短期許容応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。</li> <li>鋼管杭5本程度を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置する。</li> <li>鉄筋コンクリートの許容限界： 短期許容応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の鋼管杭を1ブロックとして被覆した鉄筋コンクリート製の壁体を連続して設置する。</li> <li>許容限界は、短期許容応力度とする。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>同様の構造及び許容限界の設定である。先行炉の上部工の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	—
止水対策	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地材として、相対変位に応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョイントを採用する。</li> <li>設置箇所：防波壁の陸側に設置する。</li> <li>止水目地の許容限界： メーカー規格及び基準並びに性能試験を参考に定めた許容変形量・水圧以下とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地材として、相対変位に応じ、シートジョイントを採用する。</li> <li>設置箇所：防潮堤の堤内側と堤外側に設置する。</li> <li>止水目地の許容限界： 許容変形量、許容引張強度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>相対変位に応じ、止水目地材を採用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水目地は、防波壁の陸側に設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同様の止水目地材の採用である。先行炉の止水目地の設計方針が適用可能である（陸側設置の妥当性を確認）。</li> </ul>	—
液状化影響に関する設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> <li>液状化検討対象層（埋戻土（掘削スリ、砂礫層））に対して、液状化試験結果及び有効応力解析（FLIP）の簡易設定法を踏まえた保守的な液状化強度特性を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、地盤を強制的に液状化させる条件（豊浦標準砂の考慮）も含めて保守的な液状化強度特性を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、保守的な液状化強度特性を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>液状化強度特性の設定において、有効応力解析（FLIP）の簡易設定法を採用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>液状化検討対象層に対する液状化試験結果に基づく保守的な液状化強度特性の設定については同様である。先行炉の液状化影響の設計への反映が適用可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡易設定法からの保守的な液状化強度特性を設定し、設計する。</li> </ul>	

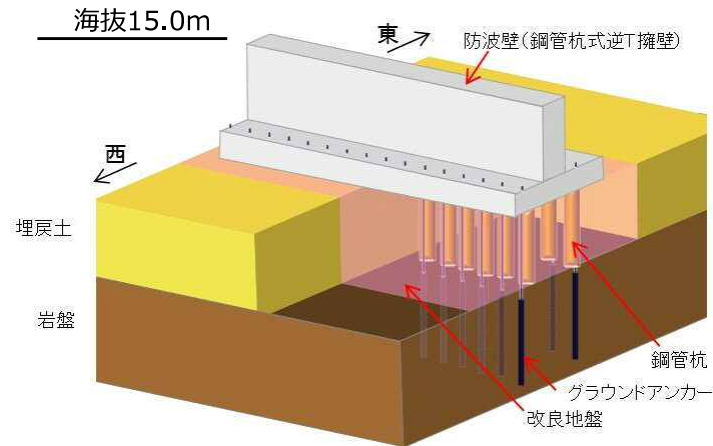
※先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

## 4.基本設計方針

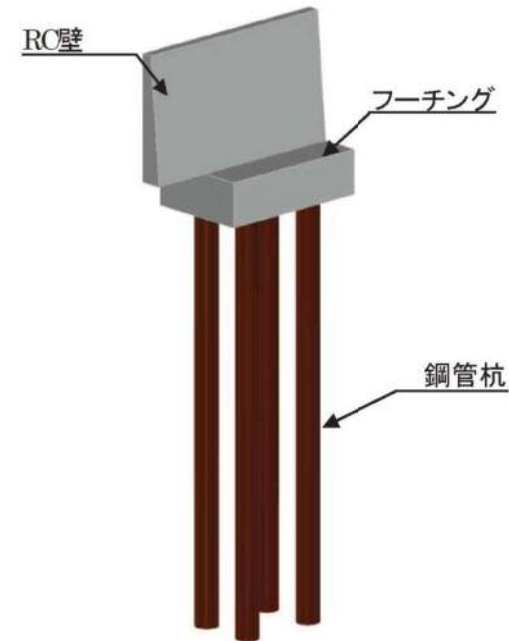
### 4.2(2) 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の構造等に関する先行炉との比較（1/2）

- 防波壁のうち鋼管杭式逆T擁壁については、岩盤に支持された鋼管杭上に上部工として鉄筋コンクリート壁を設置する構造であることから、類似する先行炉津波防護施設として、女川原子力発電所2号炉における防潮壁（RC遮水壁）を選定する。

島根原子力発電所  
防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）



女川原子力発電所2号炉  
防潮壁（RC遮水壁）



## 4 基本設計方針

## 4.2(2) 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の構造等に関する先行炉との比較（2/2）

- 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）は港湾基準の外郭施設（護岸）に準拠し設計を行う。
- 島根原子力発電所の防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、女川原子力発電所2号炉の防潮壁（RC遮水壁）と比較を行い、類似点及び相違点を以下のとおり抽出した。
- 類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を、それぞれ以下のとおり整理した。

項目	島根原子力発電所 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁） の構造等	先行炉の構造等*	島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を 踏まえた設計方針の 適用性	先行炉実績との相違点を 踏まえた設計への 反映事項	
		東北電力(株) 女川原子力発電所2号炉 防潮壁（RC遮水壁）	類似点	相違点			
防波壁の構造	下部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管杭を採用する。</li> <li>・鋼管杭は岩盤に支持させる。</li> <li>・鋼管杭は防波壁の横断方向に2列配置する。</li> <li>・鋼管杭の許容限界： （曲げ）降伏モーメント （せん断）せん断応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管杭を採用する。</li> <li>・鋼管杭は岩盤に支持させる。</li> <li>・鋼管杭は防潮壁の横断方向に2列配置する。</li> <li>・鋼管杭の許容限界： （曲げ）降伏強度以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管杭を岩盤に支持させる設計とする。</li> <li>・鋼管杭は防波壁の横断方向に2列配置する。</li> <li>・鋼管杭の許容限界を降伏強度に基づき設定する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同様の構造、支持形態及び許容限界の設定である。先行炉の鋼管杭の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	—
	上部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋コンクリート製の逆T擁壁を地上部に設置する。</li> <li>・逆T擁壁（鉄筋コンクリート）の許容限界：短期許容応力度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋コンクリート製の遮水壁を地上部に設置する。</li> <li>・遮水壁の許容限： （曲げ）降伏耐力以下 （せん断）せん断耐力以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管杭に支持された鉄筋コンクリート壁を地上部に設置する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同様の構造である。先行炉の上部工の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	—
止水対策	止水目地	<ul style="list-style-type: none"> <li>・止水目地材として、相対変位に応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョイントを採用する。</li> <li>・止水目地の許容限界： メーカー規格及び基準並びに性能試験を参考に定めた許容変形量・水圧以下とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・止水目地材として、相対変位に応じ、止水ジョイントを設置する。</li> <li>・止水目地の許容限界： 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た許容変形量・水圧以下とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相対変位に応じ、止水目地材を採用する。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同様の止水目地材の採用である。先行炉の止水目地の設計方針が適用可能である。</li> </ul>	—
液状化影響に関する設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液状化検討対象層（埋戻土（掘削ズリ、砂礫層））に対して、液状化試験結果及び有効応力解析（FLIP）の簡易設定法を踏まえた保守的な液状化強度特性を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、保守的な液状化強度特性を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、保守的な液状化強度特性を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液状化強度特性の設定において、有効応力解析（FLIP）の簡易設定法を採用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液状化検討対象層に対する液状化試験結果に基づく保守的な液状化強度特性の設定については同様である。先行炉の液状化影響の設計への反映が適用可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・簡易設定法からの保守的な液状化強度特性を設定し、設計する。</li> </ul>	

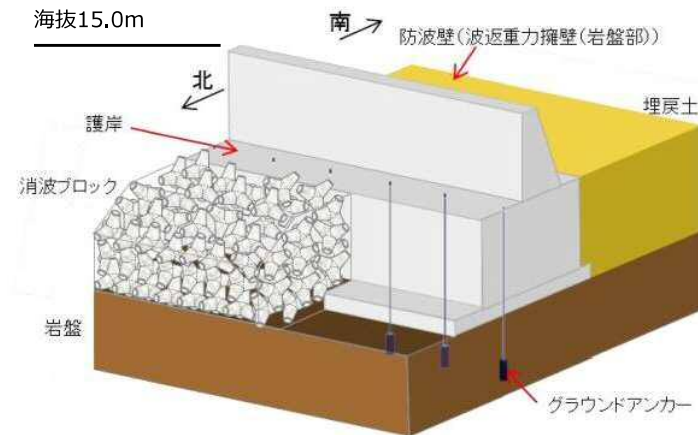
※先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

### 4.基本設計方針

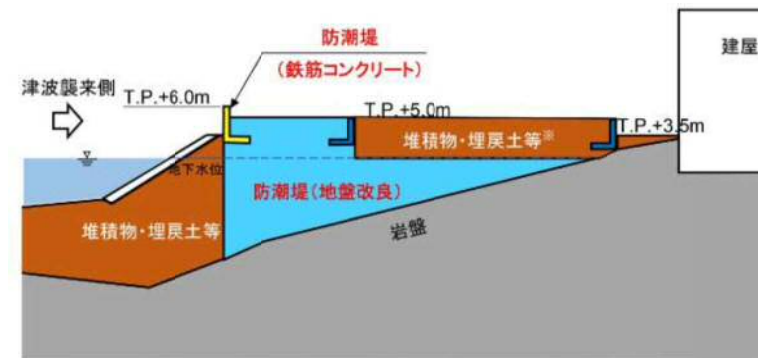
## 4.2(3) 防波壁（波返重力擁壁）の構造等に関する先行炉との比較（1/2）

- 防波壁のうち波返重力擁壁については，岩盤上にMMR及びケーソンを介して鉄筋コンクリート壁を設置する構造であることから，類似する先行炉津波防護施設として，美浜発電所における防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）を選定する。

島根原子力発電所  
防波壁（波返重力擁壁）



美浜発電所  
防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）



②-②断面(鉄筋コンクリート及び地盤改良部)

## 4 基本設計方針

### 4.2(3) 防波壁（波返重力擁壁）の構造等に関する先行炉との比較（2/2）

- 防波壁（波返重力擁壁）は港湾基準の外郭施設（護岸）に準拠し設計を行う。
- 島根原子力発電所の防波壁（波返重力擁壁）の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、美浜発電所の防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）と比較を行い、類似点及び相違点を以下のとおり抽出した。
- 類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を、それぞれ以下のとおり整理した。

項目	島根原子力発電所 防波壁（重力波返擁壁）	先行炉の構造*	島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を 踏まえた設計方針の 適用性	先行炉実績との相違点を 踏まえた設計への 反映事項	
		関西電力(株) 美浜発電所 防潮堤 (鉄筋コンクリート及び地盤改良部)	類似点	相違点			
防波壁の構造	下部工の構造	・下部工（ケーソン）は、岩盤若しくは改良地盤に支持させる。なお、上部工（重力擁壁）を直接岩盤若しくはMMRに支持させる箇所がある。	・下部工（改良地盤）は、岩盤に支持させる。	・下部工（コンクリート構造物若しくは改良体）を岩盤に支持させる設計とする。	—	・同様の構造及び支持形態である。先行炉の下部工の設計方針が適用可能である。	—
	上部工の構造	・鉄筋コンクリート製の重力擁壁を地上部に設置する。 ・重力擁壁（鉄筋コンクリート）の許容限界：短期許容応力度	・鉄筋コンクリート製の防潮堤を地上部に設置する。 ・防潮堤の許容限界：短期許容応力度	・コンクリート構造物若しくは改良体に支持された鉄筋コンクリート壁を地上部に設置する。 ・許容限界は、短期許容応力度とする。	—	・同様の構造及び許容限界の設定である。先行炉の上部工の設計方針が適用可能である。	—
止水対策	止水目地	・止水目地材として、相対変位に応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョイントを採用する。 ・止水目地の許容限界：メーカー規格及び基準並びに性能試験を参考に定めた許容変形量・水圧以下とする。	・止水目地材として、相対変位に応じ、止水ジョイントを設置する。 ・止水目地の許容限界：メーカー規格及び基準並びに性能試験を参考に定めた許容変形量・水圧以下とする。	・相対変位に応じ、止水目地材を採用する。	—	・同様の止水目地材の採用である。先行炉の止水目地の設計方針が適用可能である。	—
液状化影響に関する設計への反映	・液状化検討対象層（埋戻土（掘削スリ、砂礫層））に対して、液状化試験結果及び有効応力解析（FLIP）の簡易設定法を踏まえた保守的な液状化強度特性を設定する。	・液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、保守的な液状化強度特性を設定する。	・液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、保守的な液状化強度特性を設定する。	・液状化強度特性の設定において、有効応力解析（FLIP）の簡易設定法を採用する。	・液状化検討対象層に対する液状化試験結果に基づく保守的な液状化強度特性の設定については同様である。先行炉の液状化影響の設計への反映が適用可能である。	・簡易設定法からの保守的な液状化強度特性を設定し、設計する。	

※先行炉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す。

#### 4 基本設計方針

### 4.2 (4) 防波壁の構造等に関する先行炉との比較を踏まえた設計方針

- 島根原子力発電所の防波壁の構造及び設計条件等に関する類似する先行炉の津波防護施設との比較を踏まえ、防波壁は先行炉の設計方針を適用して設計を行う。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）：東海第二発電所 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）：女川原子力発電所2号炉 防潮壁（RC遮水壁）

防波壁（波返重力擁壁）：美浜発電所 防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）

- また、多重鋼管杭の許容限界については、道路橋示方書・同解説（平成14年3月）を踏まえた降伏モーメント（曲げ）及びせん断応力度（せん断）とする。
- 防波壁の液状化影響の設計の反映に関して、液状化検討対象層に対する液状化試験結果に基づく保守的な液状化強度特性を設定する点については先行炉と同様であるが、有効応力解析（FLIP）の簡易設定法に基づき液状化強度特性を設定していることから、その適用性については、4条論点Ⅱ-29にて説明する。