

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0098 改01
提出年月日	平成28年3月2日

## 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

津波による損傷の防止について  
(指摘事項に対する回答)

平成28年3月

東京電力株式会社

## 目 次

No.	管理 番号	指摘区分	指摘日	指摘事項	備考
1	317-1	ヒアリング	H28.2.10	津波の遡上及び浸水経路を踏まえて今回の新規制基準適合性審査の対象となるSA、DB施設及びアクセスルートの範囲について整理した上で説明すること。	回答済み (H28.02.25)
2	317-2	ヒアリング	H28.2.10	緊急時対策所等DBとSAを兼ねた設備について津波防護の考え方を説明すること。	回答済み (H28.02.25)
3	317-3	ヒアリング	H28.2.10	地下電気洞道について津波防護の考え方を説明すること。	回答済み (H28.02.25)
4	317-4	ヒアリング	H28.2.10	津波の遡上経路に影響(津波集中等)を及ぼす斜面崩落等の障害要因について整理し入力津波への影響を含め評価結果を説明すること。	一部回答実施 (H28.02.25)
5	317-5	ヒアリング	H28.2.10	船舶の漂流想定について防波堤の施設区分や他条文との整合をとった上で説明すること。	一部回答実施 (H28.02.25)
6	317-6	ヒアリング	H28.2.10	荒浜側防潮堤の設計の妥当性について、十分な支持力のある地盤に設置されているか、防潮堤間の継ぎ手部等における浸水防止機能の妥当性確認の方法の考え方を含めて説明すること。	本日回答 (回答資料 4)
7	333-1	ヒアリング	H28.2.25	【暫定】 地盤沈下量の保守性について説明すること。(古安田層の液状化による影響の評価、地盤のばらつきに対する考え方の説明を含む)	次回以降回答
8	333-2	ヒアリング	H28.2.25	【暫定】 中央土捨て場の崩壊評価について、今後のアクセスルートにおける説明も踏まえて説明を充実させること。	次回以降回答
9	333-3	ヒアリング	H28.2.25	【暫定】 敷地南北の斜面崩壊の影響についても説明すること。	指摘 317-4 と 合わせて回答

本日のご説明範囲

**指摘事項 No.6 (管理番号 317-6)**

荒浜側防潮堤の設計の妥当性について、十分な支持力のある地盤に設置されているか、防潮堤間の継ぎ手部等における浸水防止機能の妥当性確認の方法の考え方を含めて説明すること。

**回 答**

荒浜側防潮堤の設計の妥当性について別紙に示す。

以上

# 柏崎刈羽原子力発電所における耐津波設計 コメント回答

平成28年 3月 2日

東京電力株式会社



東京電力

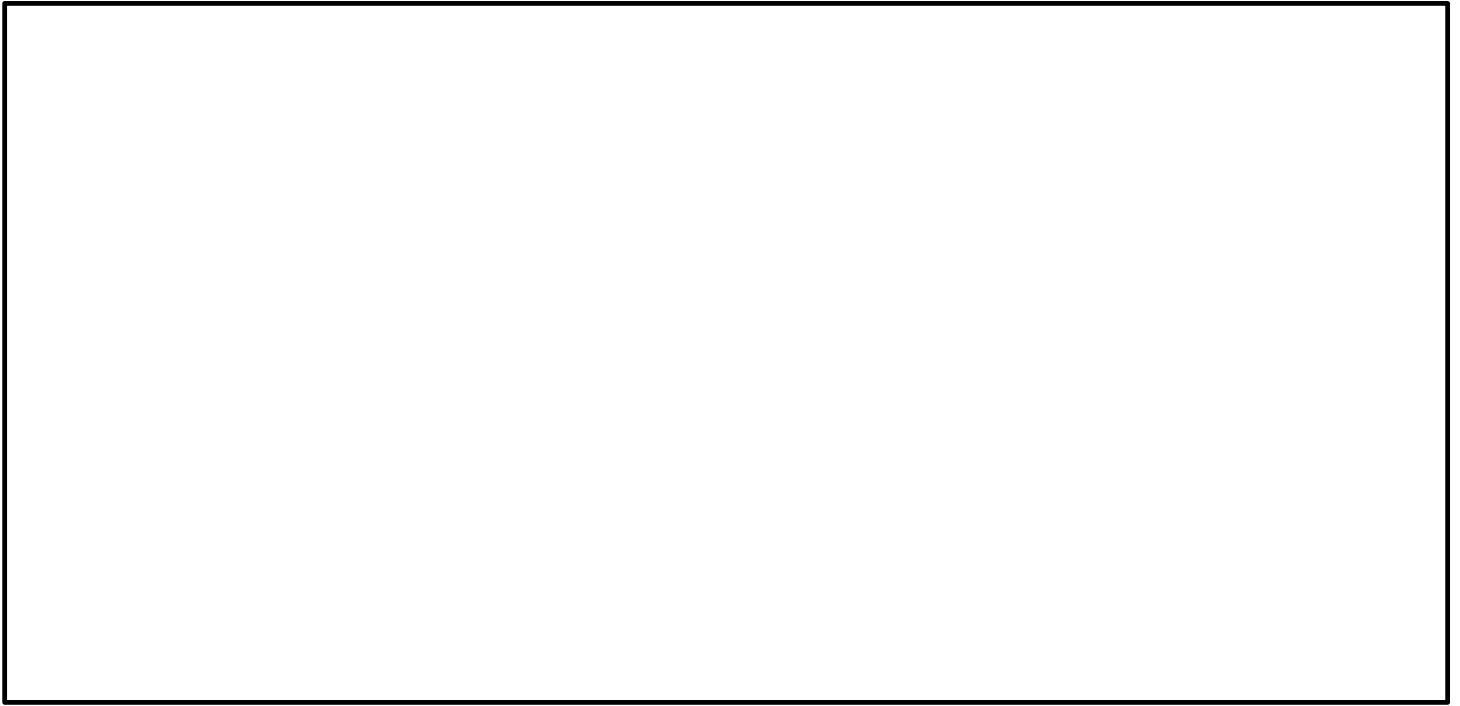
## 本日の説明内容

2

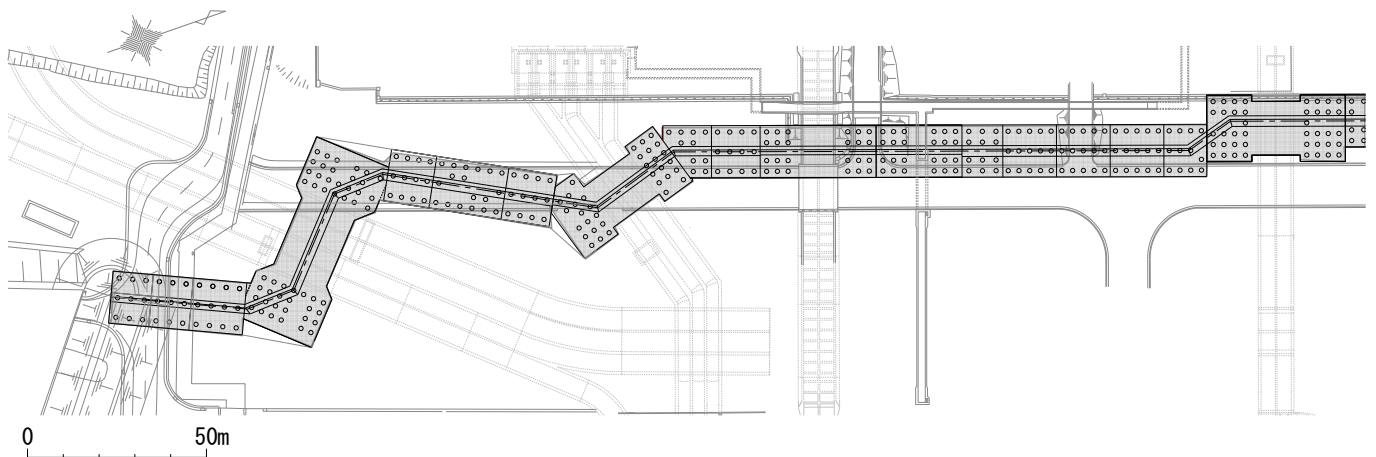
分類	No.	コメント	指摘日
防潮堤	1	荒浜側防潮堤の設計の妥当性について、十分な支持力のある地盤に設置されているか、防潮堤間の継ぎ手部等における浸水防止機能の妥当性確認の方法の考え方を含めて説明すること。	H28.2.10 ヒアリング

1. 防潮堤の概要
2. 評価方針
3. 耐震性評価
4. 止水性評価
5. まとめ

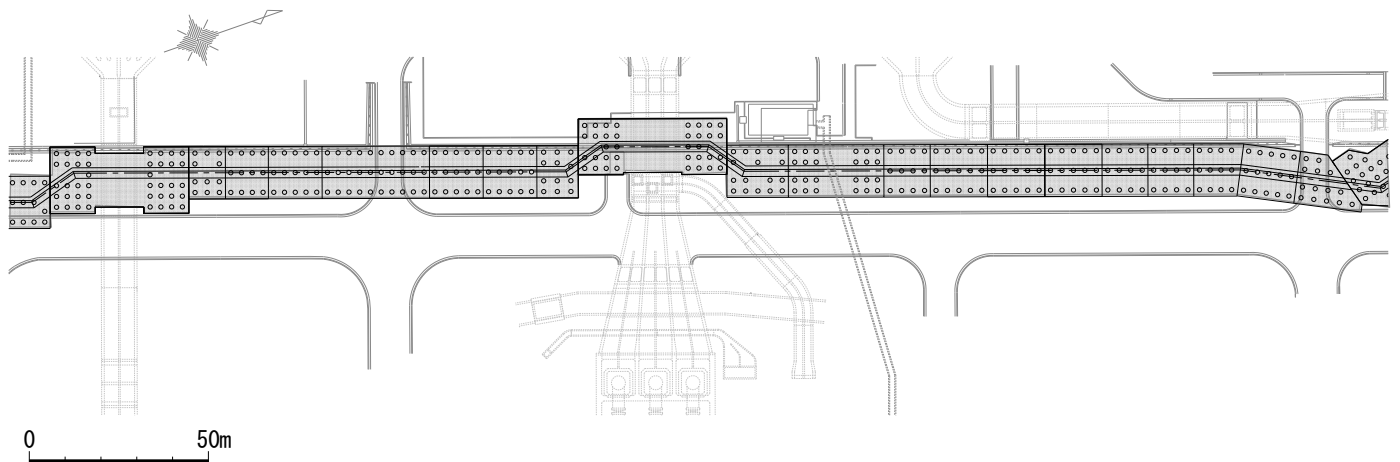
1. 防潮堤の概要
2. 評価方針
3. 耐震性評価
4. 止水性評価
5. まとめ



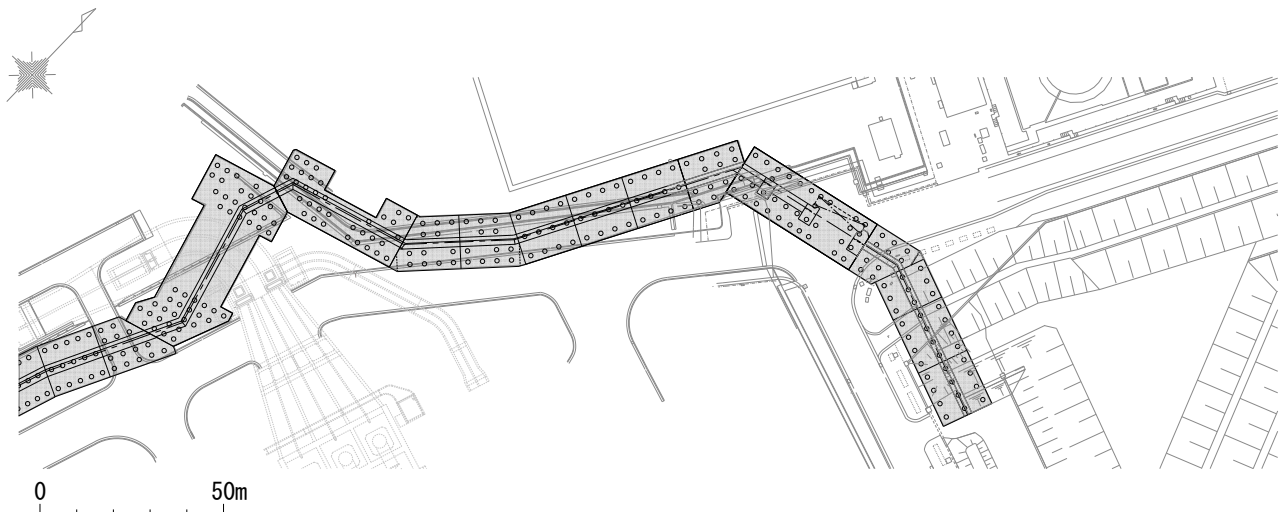
- 防潮堤は、1～4号機が位置する荒浜側に設置された杭基礎の鉄筋コンクリート擁壁であり、その総延長は約1 kmに渡る。
- 防潮堤の北側端部は発電所敷地中央に位置する土捨場に、南側端部は防潮堤南側の敷地にそれぞれ接続する。
- 物揚場近傍の防潮堤部にはゲート（閉運用）を設置している。



- 防潮堤の鉄筋コンクリート擁壁部は、長手方向に約10～40mのブロックに分割されている。
- 鋼管杭の汀線平行方向のピッチは3m（直径1.2mの2.5倍）を基本的な配列としている。

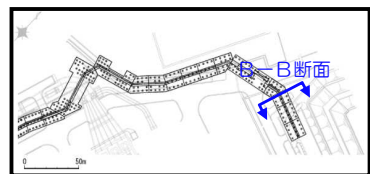
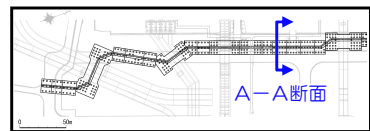
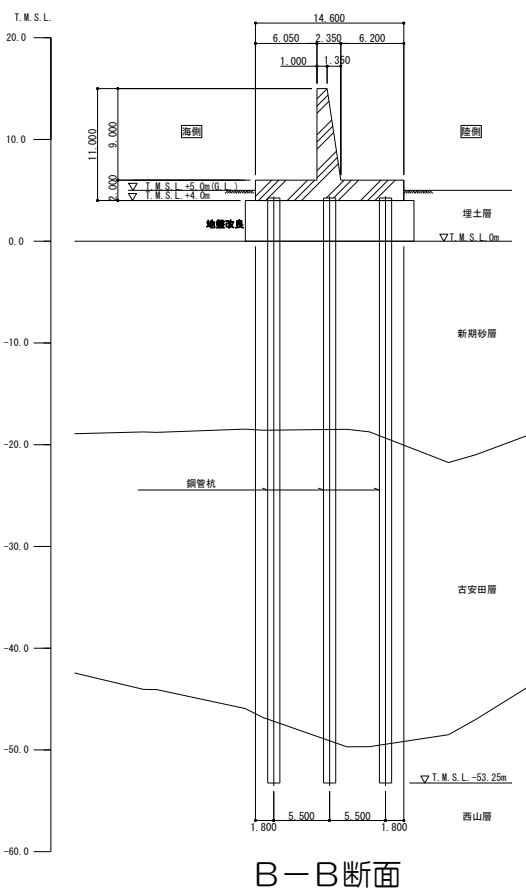
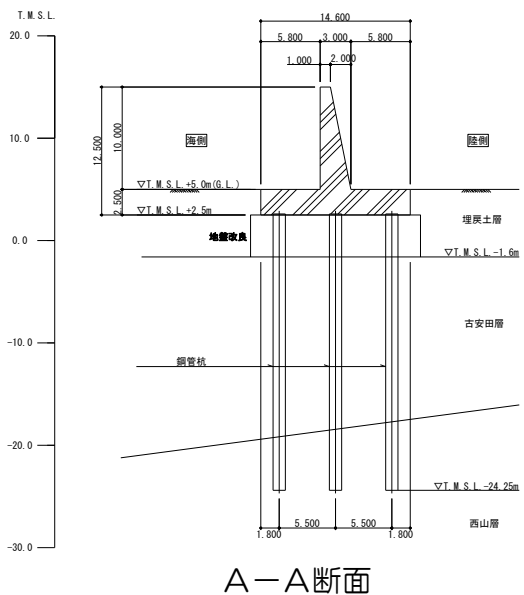


- 防潮堤の鉄筋コンクリート擁壁部は、長手方向に約10～40mのブロックに分割されている。
- 鋼管杭の汀線平行方向のピッチは3m（直径1.2mの2.5倍）を基本的な配列としている。



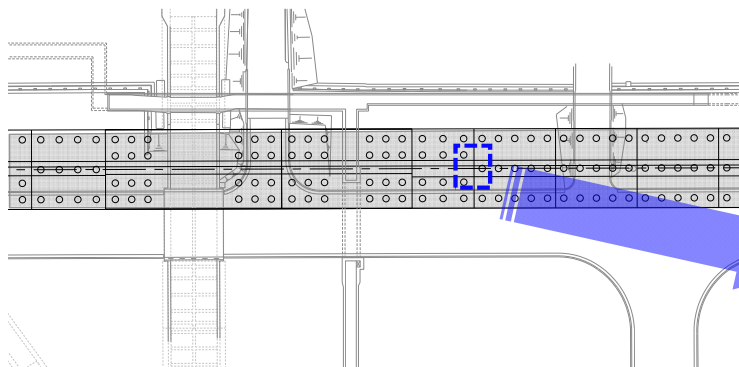
- 防潮堤の鉄筋コンクリート擁壁部は、長手方向に約10～40mのブロックに分割されている。
- 鋼管杭の汀線平行方向のピッチは3m（直径1.2mの2.5倍）を基本的な配列としている。

# 1. 3 防潮堤の概要（断面図）



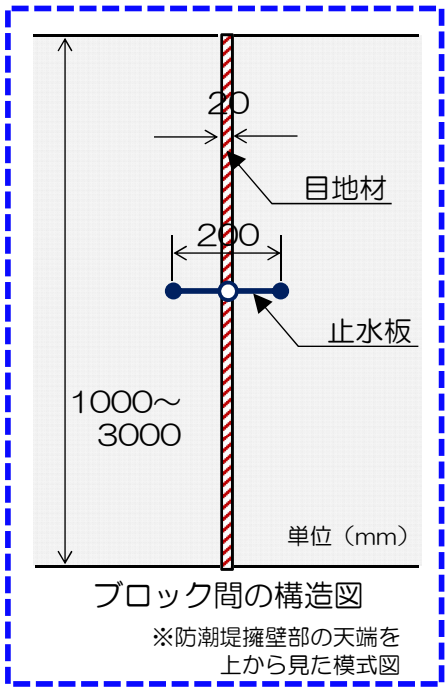
- 防潮堤の鉄筋コンクリート擁壁部は杭基礎により岩盤（西山層）に支持されている。
- 杭長は、岩盤の標高に応じ、約20～60mとなる。
- 鉄筋コンクリート擁壁のフーチング直下は、地盤改良を実施している。

# 1. 4 防潮堤の概要（ブロック間の構造）



使用材料

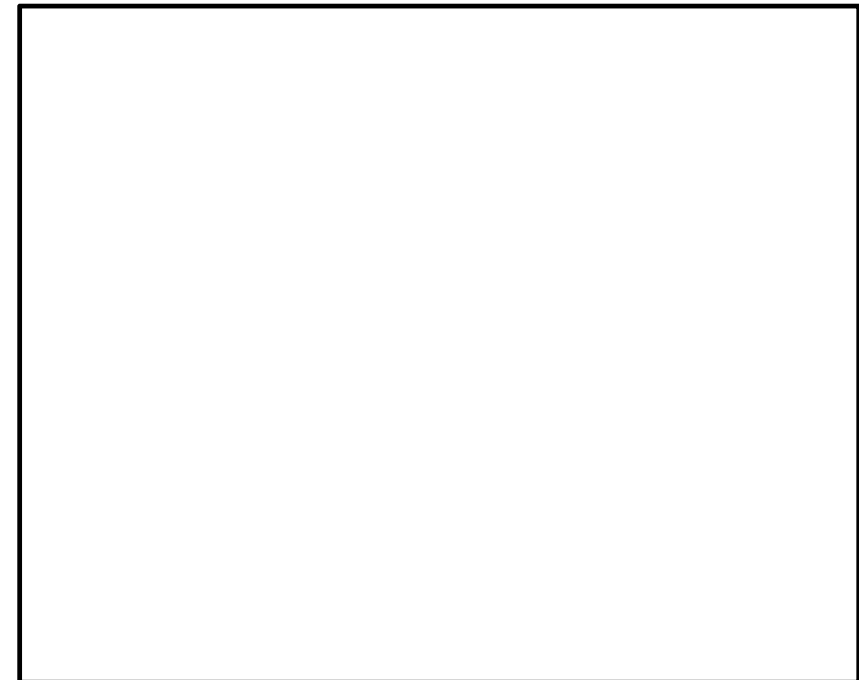
材 料	材 質	仕 様
止水板	塩化ビニル製止水板	・センターバルブ型コルゲート200 ・引張ひずみ250%以上
目地材	瀝青繊維質目地材	・t=20mm



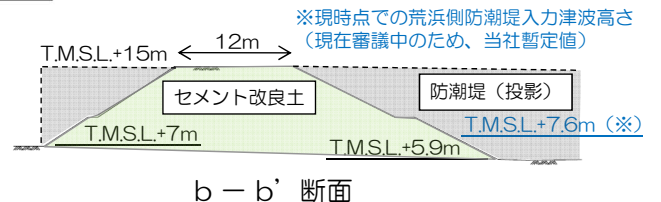
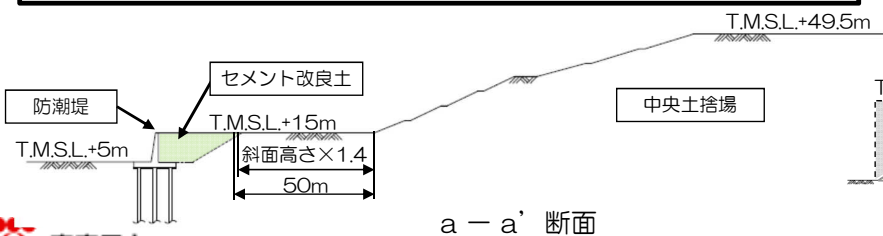
- 防潮堤の鉄筋コンクリート擁壁部のブロック間には、目地材を設置している。
- 防潮堤長手方向（津波の進行方向に対して直交する向き）には、止水板を設置している。



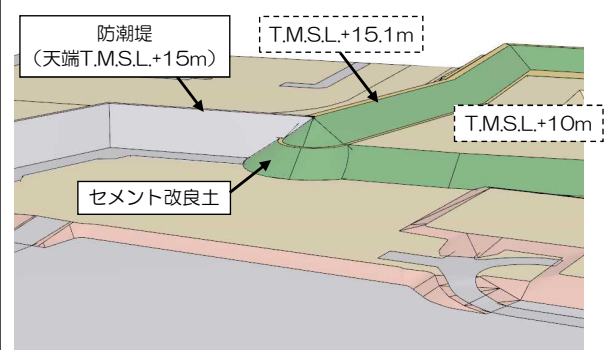
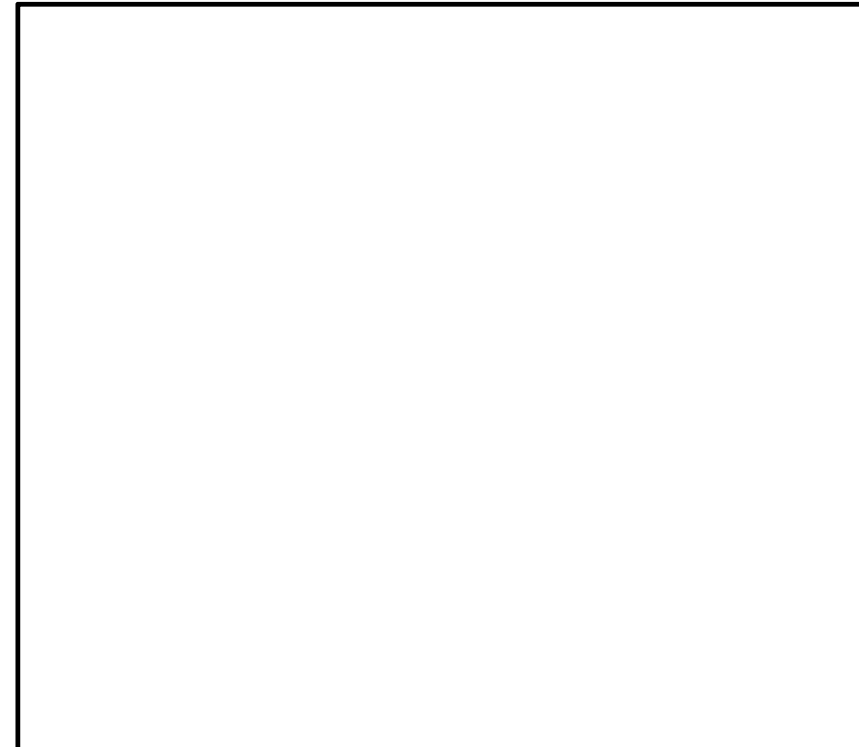
# 1. 5 防潮堤の概要（北側端部の概要1 / 2）



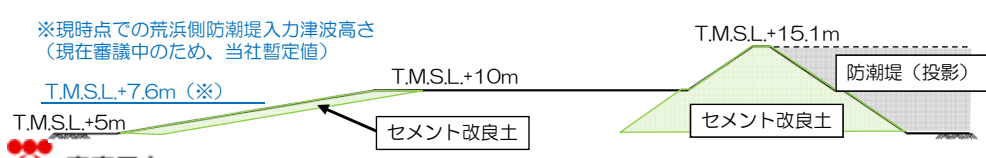
- 防潮堤の北側端部は発電所敷地中央に位置する土捨場に接続している。
- 土捨場接続部は、セメント改良土による補強を行っている。
- 防潮堤は、背面の土捨場法尻から十分な離隔距離を確保しており、斜面崩壊が生じたとしても防潮堤に影響を及ぼさない。



# 1. 6 防潮堤の概要（南側端部の概要1 / 2）



- 防潮堤の南側端部は防潮堤の南側の敷地に接続している。
- 土捨場接続部は、セメント改良土による補強を行っている。



1. 防潮堤の概要
2. 評価方針
3. 耐震性評価
4. 止水性評価
5. まとめ

## 2. 1 評価方針（荷重組合せ）

○実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

第4条（地震による損傷の防止）別記2

「基準地震動による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能（津波防護機能）が保持できること」

第5条（津波による損傷の防止）別記3

「津波防護施設については、入力津波に対して津波防護機能が保持できること」

「地震（本震及び余震）による影響を考慮すること」

※該当箇所を抜粋して記載



（荷重組合せの考え方）

防潮堤の設計においては、その設置状況を考慮し、以下に示す常時荷重、地震荷重、津波荷重および津波に伴い発生する漂流物荷重、余震荷重の組合せを考慮する。

- ① 常時荷重 + 地震荷重 ■ 本日で説明内容
- ② 常時荷重 + 津波荷重
- ③ 常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物荷重
- ④ 常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重



（本日で説明内容）

防潮堤の基準地震動 $S_s$ に対する耐震性（支持性能を含む）および止水性評価に関する検討方法の考え方および成立性の見通しについてご説明し、設計の妥当性についてご確認頂く。

## 防潮堤の特徴

- ① 防潮堤は、杭を介して岩盤（西山層）に支持しているため、岩盤の上限面標高に応じた杭長となる。【杭長】
- ② 防潮堤は、既設取放水路等の地中埋設構造物と交差するため、これらの設備と干渉しないよう跨いでいる。【跨ぎ】
- ③ 防潮堤は、既設取放水路等の地中埋設構造物との干渉を避けるため、曲り部がある。【曲り】
- ④ 物揚場近傍の防潮堤部にはゲート（閉運用）を設置している。【ゲート】



## （評価対象断面選定の考え方）

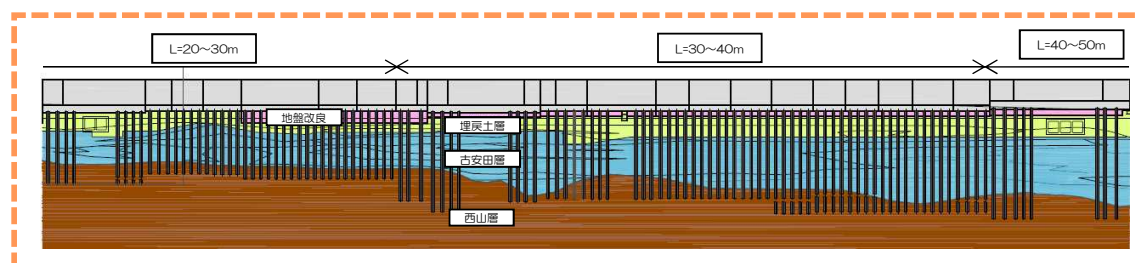
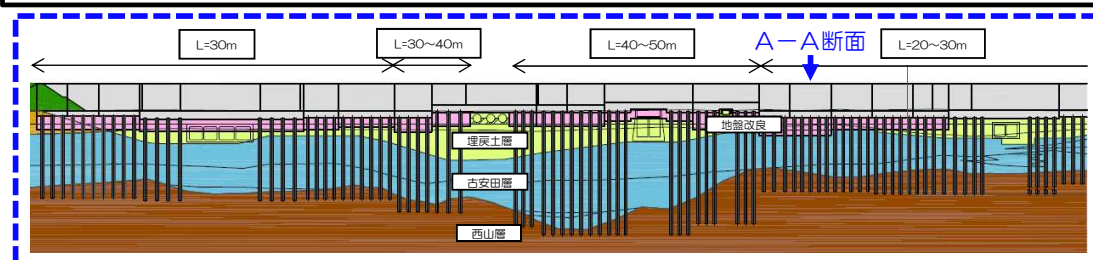
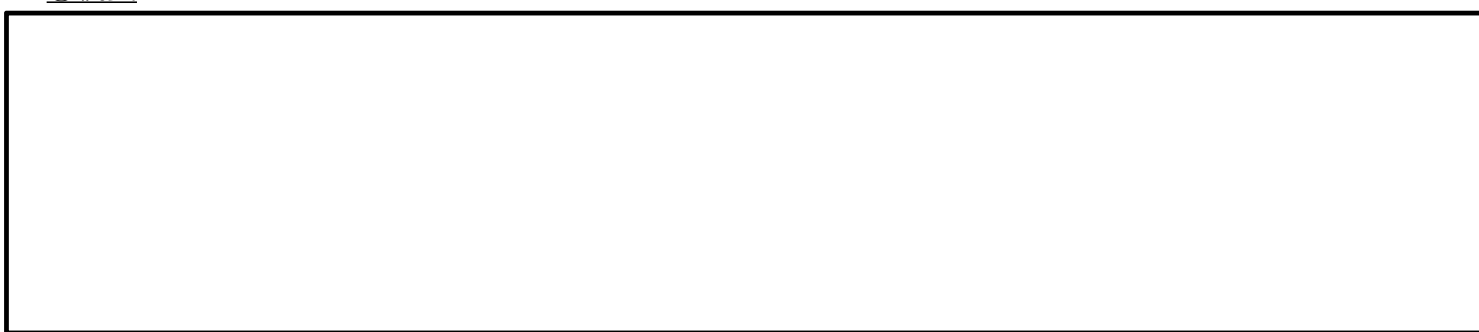
防潮堤の設置地盤条件並びに構造上の特徴を考慮し、①杭長、②地中埋設構造物の跨ぎ幅、③防潮堤の曲り角度、④ゲート設置部に着目し、評価対象断面を選定する。



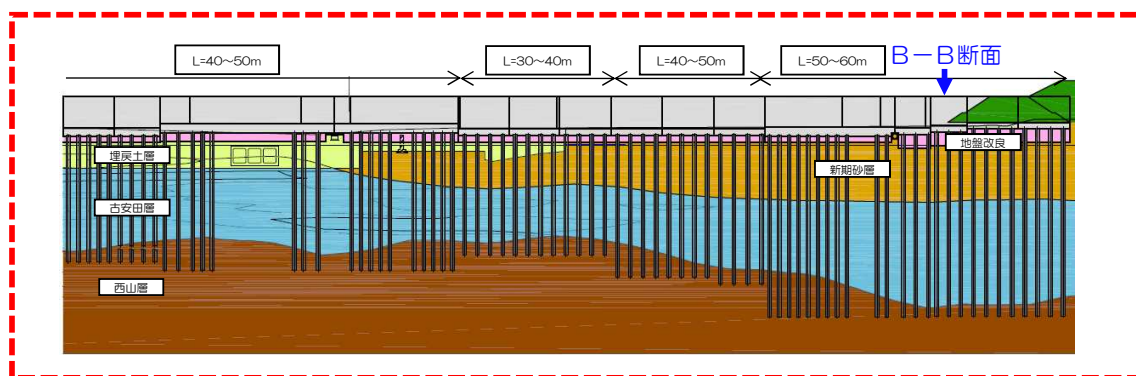
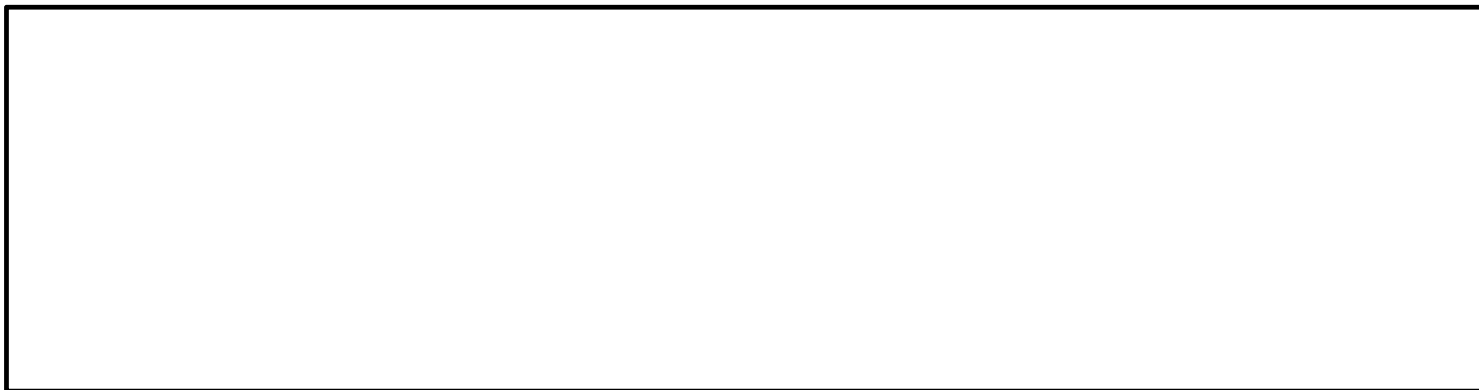
## （本日まで説明内容）

①杭長に着目し選定した評価対象断面の検討結果に基づき、防潮堤の基準地震動 $S_s$ に対する耐震性（支持性能を含む）および止水性評価の見通しについてご説明する。

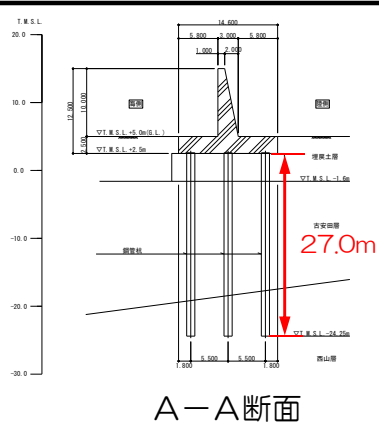
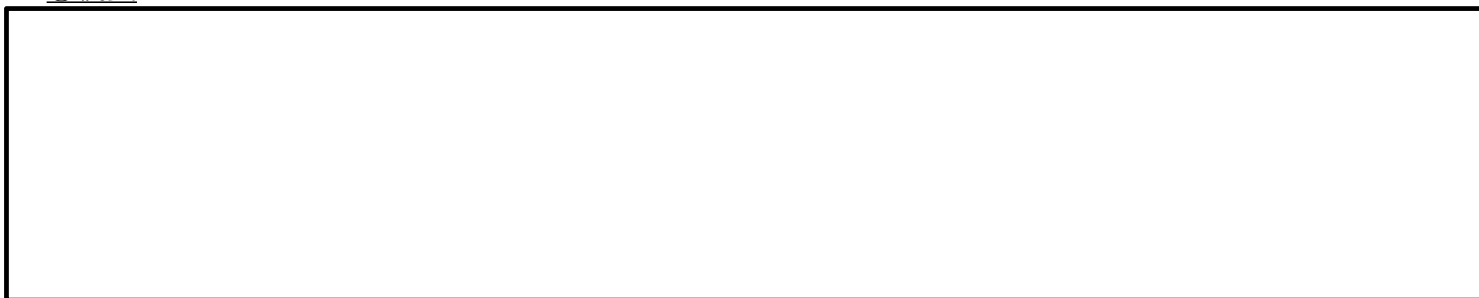
## ①杭長



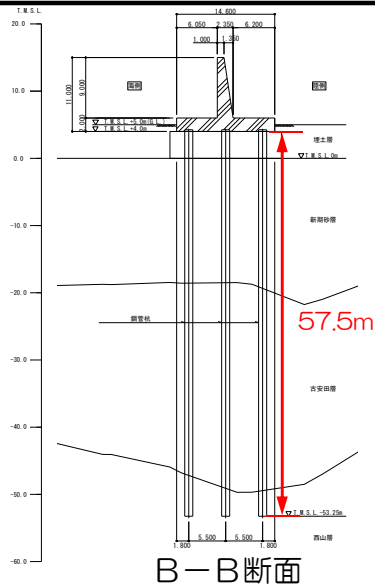
### ①杭長



### ①杭長



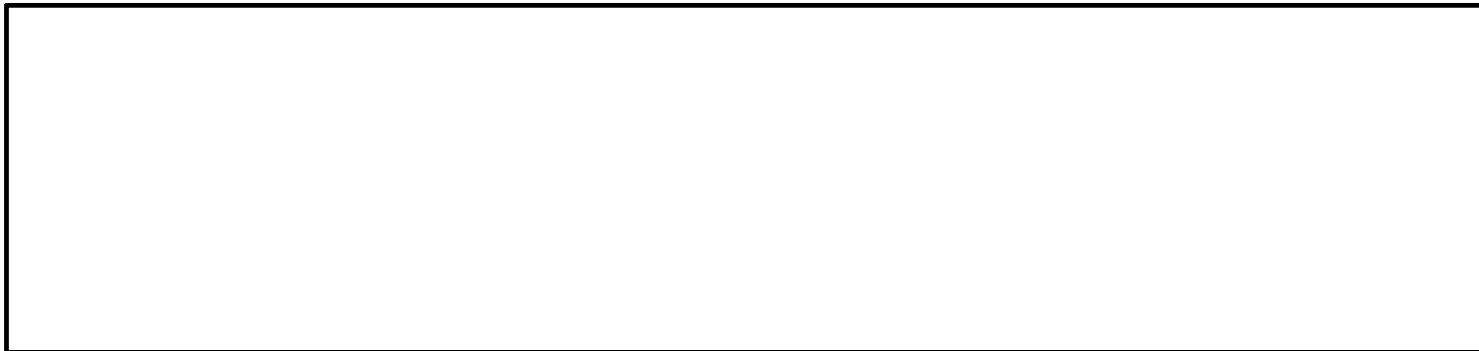
A-A断面



B-B断面

- 耐震性の観点から、杭長の最も短い断面と長い断面を代表断面として抽出する。

### ②防潮堤跨ぎ部

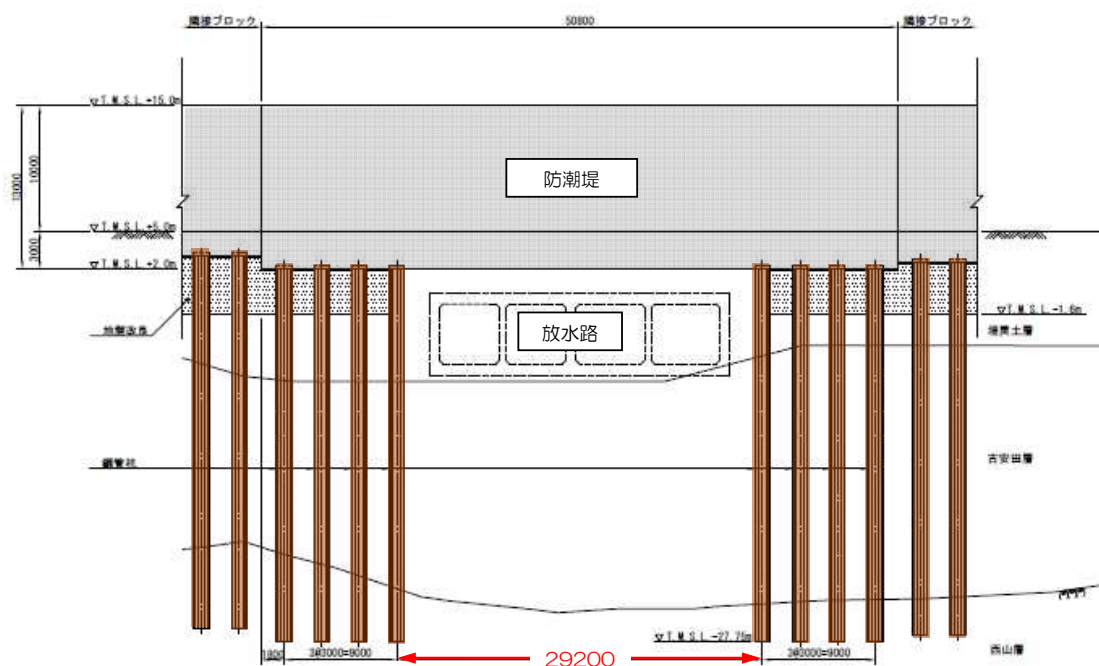


跨ぎ部	杭長 (m)	跨ぎ幅※1 (m)	地中埋設構造物
I	30	29.2	1～4号機放水路
II	37.42	20.1	1号機取水管
III	45	16.7	1号機補機冷却用海水取水路
IV	28	17.2	2号機取水路
V	39	19.9	3号機取水路
VI	43	25.7	4号機取水路

※1 跨ぎ部における杭中心軸間の距離

- 耐震性の観点から、跨ぎ幅の大きい断面を代表断面として抽出する。

### ②防潮堤跨ぎ部（I：断面図）



③防潮堤曲り部



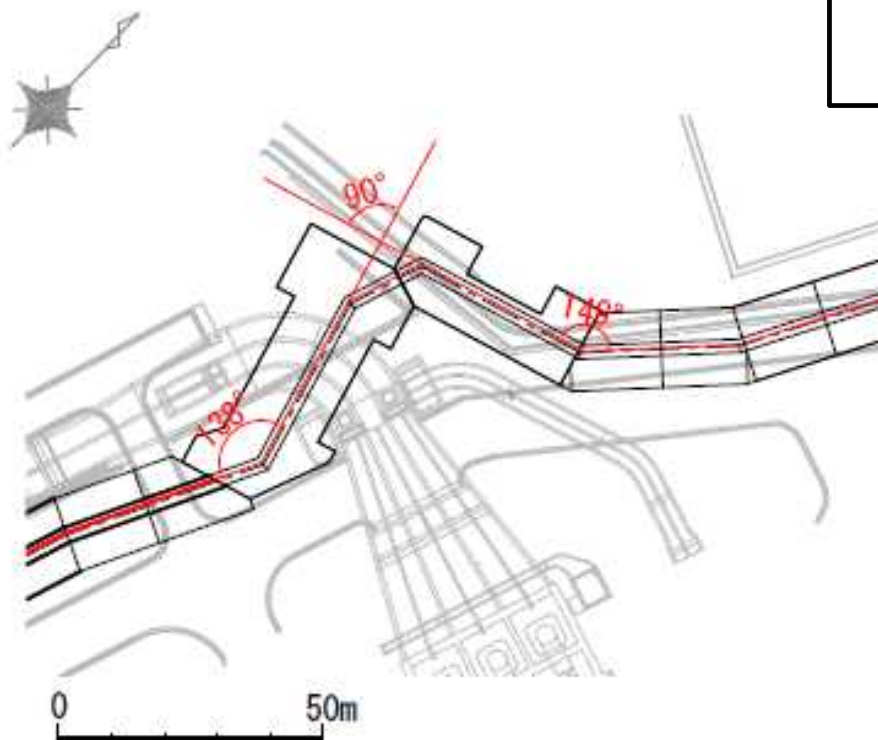
曲り部	曲り角度※1 (°)
I	108
II	104
III	135
IV	144
V	138
VI	90
VII	149
VIII	130
IX	148

※1 フーチング部の中心線が成す曲り角度

● 止水性の観点から、水平2方向入力の影響が最も大きい曲り角度となる断面を代表断面として抽出する。



③防潮堤曲り部（VI部詳細平面図）

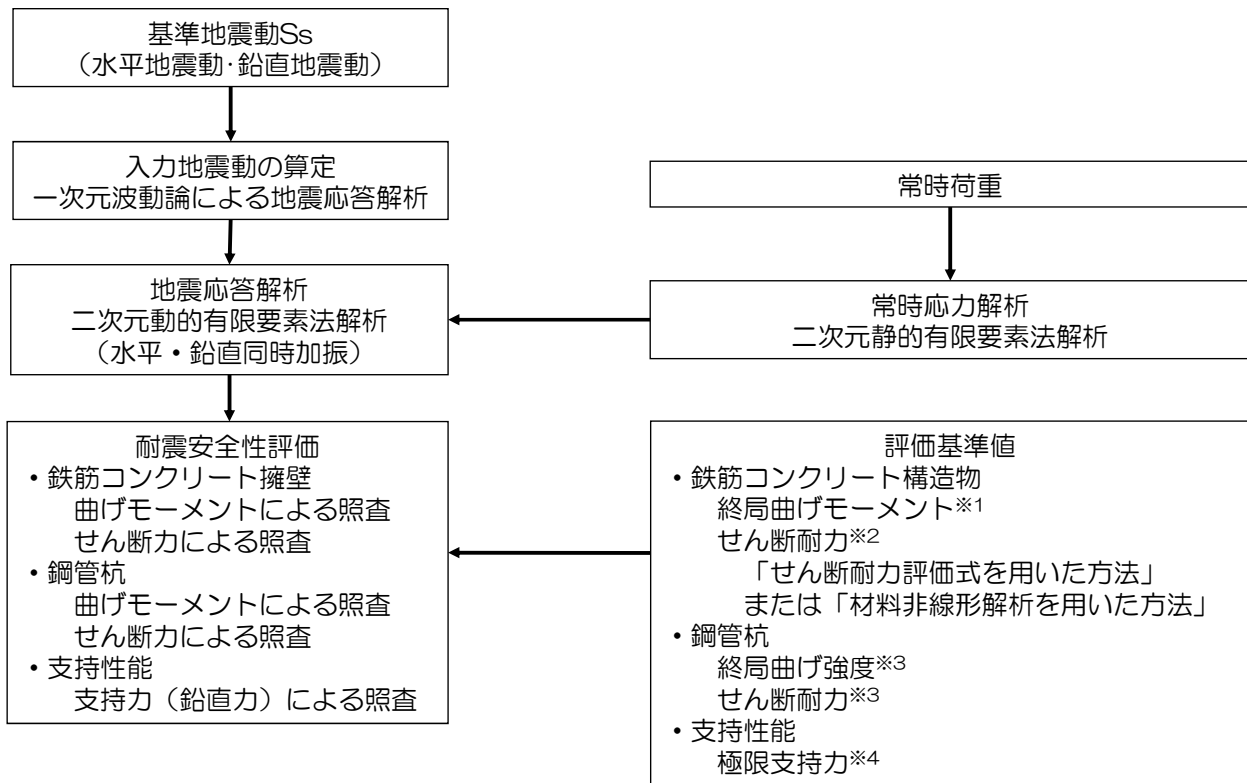


### ④防潮堤ゲート部



- 構造特異箇所として、防潮堤ゲート部を抽出する。

1. 防潮堤の概要
2. 評価方針
3. 耐震性評価
4. 止水性評価
5. まとめ



※1 「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル, (社)土木学会, 2002年5月」による  
 ※2 「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル, (社)土木学会, 2005年5月」による  
 ※3 「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 JEAC4616-2009 日本電気協会 原子力規格委員会 2009年12月」による  
 ※4 「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ( (社)日本道路協会, 平成14年3月)」による

使用材料

材 料	諸 元
コンクリート	設計基準強度 24N/mm <sup>2</sup>
主鉄筋	SD490
せん断補強筋	SD345
鋼管杭	SKK490

材料物性

材 料	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
コンクリート	24※	25.0	0.2
鉄筋		200	0.3
鋼管杭	77	200	0.3

※鉄筋コンクリートとしての単位体積重量



地盤物性（A-A断面）

地層区分		単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	初期せん断弾性係数 $G_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断弾性係数G、 減衰定数h
埋戻土層		19.6 (18.6) <sup>※1</sup>	0.33	$1980 \times \sigma_v^{0.667}$ <sup>※2</sup>	ひずみ依存性を考慮
古安田層		17.2	0.48	$1.61 \times 10^5$	
西山層	西山層上限面～ T.M.S.L.-39.0m	16.3	0.46	$3.00 \times 10^5$	
	～T.M.S.L.-60.0m	16.3	0.44	$4.15 \times 10^5$	
改良地盤		19.2	0.28	$2.26 \times 10^6$	

※1 ( ) は湿潤単位体積重量

※2  $G_0 = 1980 \times \sigma_v^{0.667}$  (kN/m<sup>2</sup>)

ここに、 $\sigma_v$  : 有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

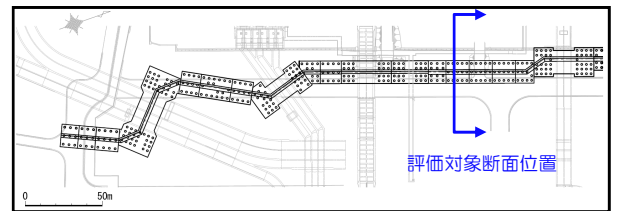
地盤物性（B-B断面）

地層区分		単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	初期せん断弾性係数 $G_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断弾性係数G、 減衰定数h
埋戻土層		19.6 (18.6) <sup>※1</sup>	0.33	$1980 \times \sigma_v^{0.667}$ <sup>※2</sup>	ひずみ依存性を考慮
新期砂層		19.9	0.48	$1.82 \times 10^5$	
古安田層		17.2	0.48	$1.61 \times 10^5$	
西山層	西山層上限面～ T.M.S.L.-66.0m	15.6	0.46	$3.23 \times 10^5$	
	～T.M.S.L.-100.0m	15.8	0.45	$3.86 \times 10^5$	
改良地盤		19.2	0.28	$2.26 \times 10^6$	

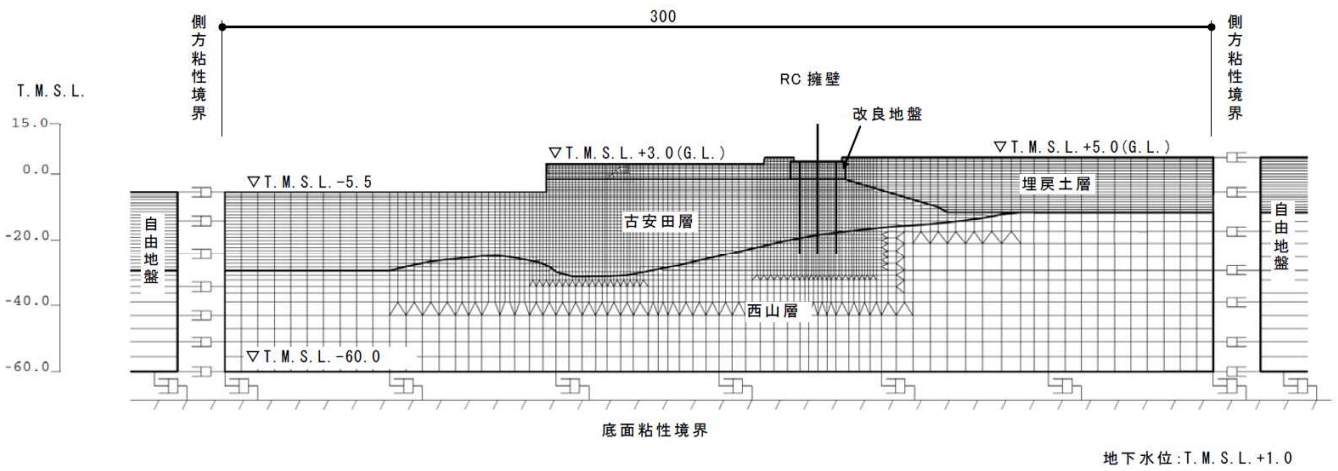
※1 ( ) は湿潤単位体積重量

※2  $G_0 = 1980 \times \sigma_v^{0.667}$  (kN/m<sup>2</sup>)

ここに、 $\sigma_v$  : 有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

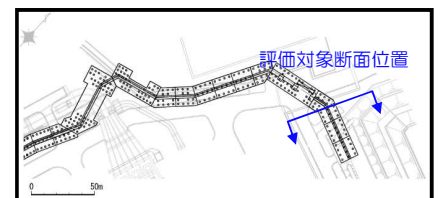


モデル位置図

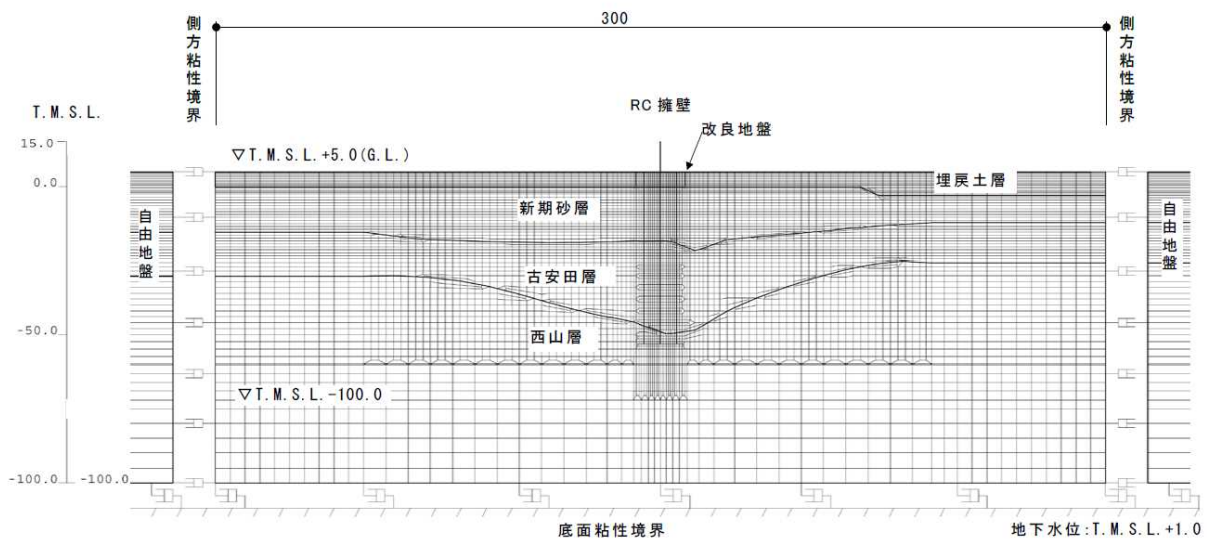


地震応答解析モデル（A-A断面）

（単位：m）

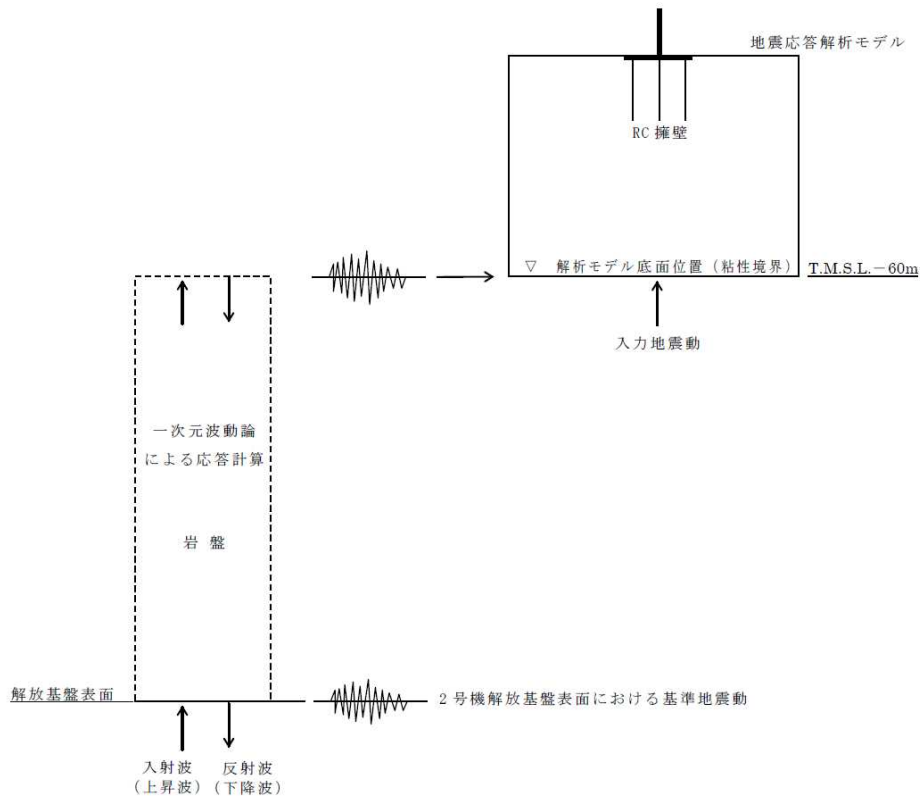


モデル位置図

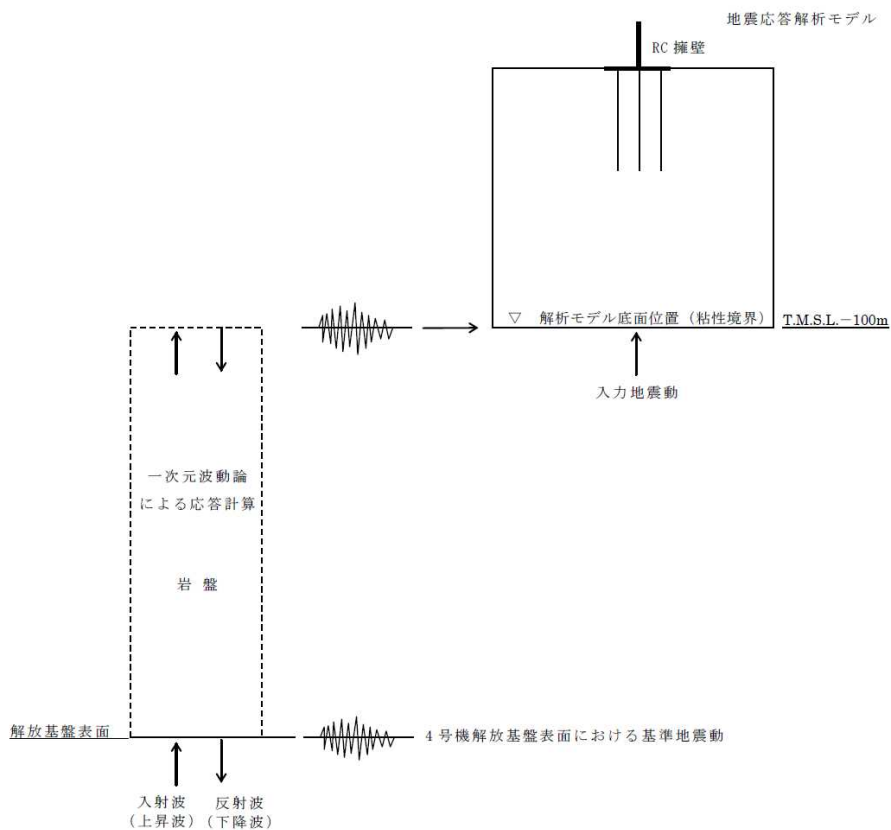


地震応答解析モデル（B-B断面）

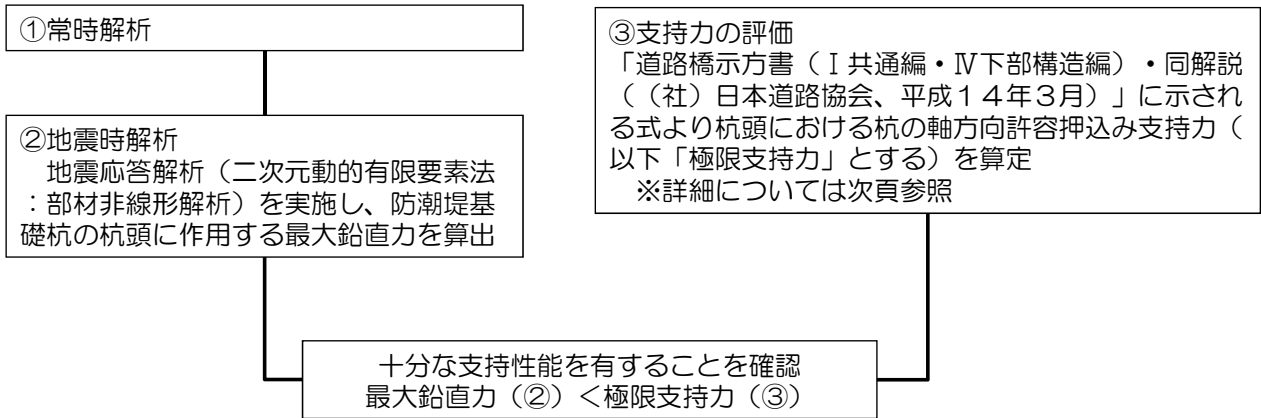
（単位：m）



入力地震動の作成モデル（A-A断面）



入力地震動の作成モデル（B-B断面）



極限支持力の算定方法

- 「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）」に準拠。
- 杭基礎であることから杭の支持力算定式を適用。
- 安全率は、「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 JEAC 4616-2009（（社）日本電気協会）」に従い  $n = 1.2$ （Ss地震時）を適用。

$$R_a = \frac{\gamma}{n} (R_u - W_s) + W$$

$R_a$  : 杭頭における杭の軸方向許容押込み支持力(kN)

$n$  : 安全率

※本評価では、上述の通り1.2を適用

$\gamma$  : 極限支持力推定法の相違による安全率の補正係数

※本評価における極限支持力推定法は、支持力推定式を適用しているため、補正係数は、道路橋示方書に示される「支持力推定式の場合： $\gamma = 1.0$ 」を適用

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)

$W_s$  : 杭で置換えられる部分の土の有効重量(kN)

$W$  : 杭及び杭内部の土の有効重量(kN)

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力

$q_d$  : 杭先端における単位体積あたりの極限支持力度 ( $kN/m^2$ )

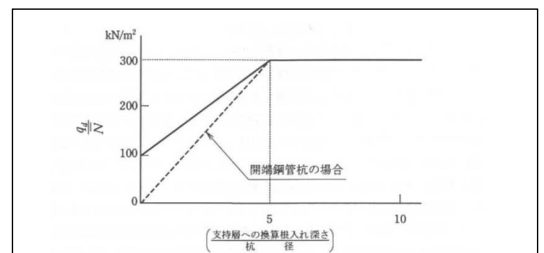
$A$  : 杭先端面積 ( $m^2$ )

$U$  : 杭の周長(m)

$L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

$f_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 ( $kN/m^2$ )

※本評価では、「中掘り杭工法」の値を適用



杭先端地盤の極限支持力度  $q_d$  の算定図

最大周面摩擦力度

施工方法	地盤の種類	
	砂質土	粘性土
打込み杭工法 (打撃工法、パイプロハンマ工法)	2N (≦100)	c又は10N (≦150)
場所打ち杭工法	5N (≦200)	c又は10N (≦150)
中掘り杭工法	2N (≦100)	0.8c又は8N (≦100)
プレボーリング杭工法	5N (≦150)	c又は10N (≦100)
鋼管ソイルセメント杭工法	10N (≦200)	c又は10N (≦200)

ただし、cは地盤の粘着力 ( $kN/m^2$ )、Nは標準貫入試験のN値

鉄筋コンクリート擁壁における曲げモーメントによる照査結果\*1（A-A断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $M_d$ (kN·m)	評価基準値 $M_u$ (kN·m)	$M_d / M_u$
Ss-1	縦壁部	3147	8415	0.37
	フーチング	2141	6915	0.31
Ss-2	縦壁部	2917	8464	0.34
	フーチング	1658	6742	0.25
Ss-3	縦壁部	1489	8474	0.18
	フーチング	1521	6554	0.23
Ss-4	縦壁部	1127	8457	0.13
	フーチング	1500	6744	0.22
Ss-5	縦壁部	959	8461	0.11
	フーチング	1373	6675	0.21
Ss-6	縦壁部	1441	8593	0.17
	フーチング	1367	6729	0.20
Ss-7	縦壁部	1229	8520	0.14
	フーチング	1298	6741	0.19

\*1：本表は、鉄筋コンクリート擁壁に発生する正側および負側の最大曲げモーメントの時刻について、 $M_d / M_u$ が厳しい時刻の評価結果を示している。

\*2：照査用応答値 $M_d$  = 発生曲げモーメント $M$ ×構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

鉄筋コンクリート擁壁におけるせん断による照査結果\*1（A-A断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $V_d$ (kN)	評価基準値 $V_{yd}$ (kN)	$V_d / V_{yd}$
Ss-1	縦壁部	576	2617	0.22
	フーチング	717	2676	0.27
Ss-2	縦壁部	543	2531	0.21
	フーチング	616	2729	0.23
Ss-3	縦壁部	297	2672	0.11
	フーチング	497	2622	0.19
Ss-4	縦壁部	272	2689	0.10
	フーチング	490	2617	0.19
Ss-5	縦壁部	242	2679	0.09
	フーチング	425	2572	0.17
Ss-6	縦壁部	272	2696	0.10
	フーチング	458	2371	0.19
Ss-7	縦壁部	231	2698	0.09
	フーチング	430	2634	0.16

\*1：本表は、縦壁部およびフーチングに発生するせん断力が最大となる時刻における評価結果を示している。

\*2：照査用せん断力 $V_d$  = 発生せん断力 $V$ ×構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

鋼管杭における曲げモーメントによる照査結果\*1（A-A断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $M_d$ (kN·m)	評価基準値 $M_u$ (kN·m)	$M_d / M_u$
Ss-1	杭頭部	533	11460	0.05
	地中部	4783	11060	0.43
Ss-2	杭頭部	213	11423	0.02
	地中部	2447	11352	0.13
Ss-3	杭頭部	314	11410	0.03
	地中部	1428	11420	0.13
Ss-4	杭頭部	299	11420	0.03
	地中部	1360	11420	0.12
Ss-5	杭頭部	253	11430	0.02
	地中部	1099	11410	0.10
Ss-6	杭頭部	300	11410	0.03
	地中部	1614	11070	0.15
Ss-7	杭頭部	269	11420	0.02
	地中部	1028	11430	0.09

\*1：本表は、鉄筋コンクリート擁壁に発生する正側および負側の最大曲げモーメントの時刻について、 $M_d / M_u$ が大きい時刻の評価結果を示している。

\*2：照査用応答値 $M_d$  = 発生曲げモーメント $M$ ×構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

鋼管杭におけるせん断による照査結果\*1（A-A断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $V_d$ (kN)	評価基準値 $V_{yd}$ (kN)	$V_d / V_{yd}$
Ss-1	杭頭部	313	8855	0.04
	地中部	2306	8855	0.26
Ss-2	杭頭部	101	8855	0.01
	地中部	1268	8855	0.14
Ss-3	杭頭部	152	8855	0.02
	地中部	870	8855	0.10
Ss-4	杭頭部	126	8855	0.01
	地中部	756	8855	0.09
Ss-5	杭頭部	121	8855	0.01
	地中部	602	8855	0.07
Ss-6	杭頭部	163	8855	0.02
	地中部	994	8855	0.11
Ss-7	杭頭部	120	8855	0.01
	地中部	684	8855	0.08

\*1：本表は、縦壁部およびフーチングに発生するせん断力が最大となる時刻における評価結果を示している。

\*2：照査用せん断力 $V_d$  = 発生せん断力 $V$ ×構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

支持力による照査結果（A-A断面）

地震動	評価位置	①照査用応答値 (kN)	②極限支持力 (kN)	照査用応答値/極限支持力 (①/②)
Ss-1	杭頭部	2544	9694	0.26
Ss-2	杭頭部	2280	9694	0.24
Ss-3	杭頭部	1896	9694	0.20
Ss-4	杭頭部	1782	9694	0.18
Ss-5	杭頭部	1740	9694	0.18
Ss-6	杭頭部	1899	9694	0.20
Ss-7	杭頭部	1701	9694	0.18

鉄筋コンクリート擁壁における曲げモーメントによる照査結果\*1（B-B断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $M_d$ (kN·m)	評価基準値 $M_u$ (kN·m)	$M_d / M_u$
Ss-1	縦壁部	1238	6570	0.19
	フーチング	1189	6337	0.19
Ss-2	縦壁部	829	6487	0.13
	フーチング	975	6288	0.16
Ss-3	縦壁部	755	6520	0.12
	フーチング	1033	6273	0.16
Ss-4	縦壁部	457	6478	0.07
	フーチング	845	6191	0.14
Ss-5	縦壁部	569	6482	0.09
	フーチング	852	6099	0.14
Ss-6	縦壁部	492	6461	0.08
	フーチング	951	6258	0.15
Ss-7	縦壁部	363	6474	0.06
	フーチング	908	6241	0.15

\*1：本表は、鉄筋コンクリート擁壁に発生する正側および負側の最大曲げモーメントの時刻について、 $M_d / M_u$ が厳しい時刻の評価結果を示している。

\*2：照査用応答値 $M_d$  = 発生曲げモーメント $M$ ×構造解析係数 $\gamma_a$   
 （本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

鉄筋コンクリート擁壁におけるせん断による照査結果\*1（B-B断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $V_d$ (kN)	評価基準値 $V_{yd}$ (kN)	$V_d / V_{yd}$
Ss-1	縦壁部	270	1831	0.15
	フーチング	343	1801	0.19
Ss-2	縦壁部	179	1842	0.10
	フーチング	268	1779	0.15
Ss-3	縦壁部	193	1842	0.10
	フーチング	289	1772	0.16
Ss-4	縦壁部	98	1904	0.05
	フーチング	218	1730	0.13
Ss-5	縦壁部	125	1892	0.07
	フーチング	224	1651	0.14
Ss-6	縦壁部	139	1870	0.07
	フーチング	255	1763	0.14
Ss-7	縦壁部	123	1886	0.07
	フーチング	235	1754	0.13

\*1：本表は、縦壁部およびフーチングに発生するせん断力が最大となる時刻における評価結果を示している。

\*2：照査用せん断力 $V_d$  = 発生せん断力 $V$  × 構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

鋼管杭における曲げモーメントによる照査結果\*1（B-B断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $M_d$ (kN·m)	評価基準値 $M_u$ (kN·m)	$M_d / M_u$
Ss-1	杭頭部	332	11430	0.03
	地中部	4679	11430	0.41
Ss-2	杭頭部	213	11423	0.02
	地中部	2447	11351	0.22
Ss-3	杭頭部	238	11420	0.02
	地中部	2618	11360	0.23
Ss-4	杭頭部	115	11420	0.01
	地中部	1512	11380	0.13
Ss-5	杭頭部	112	11420	0.01
	地中部	1920	11370	0.17
Ss-6	杭頭部	180	11430	0.02
	地中部	2012	11440	0.18
Ss-7	杭頭部	159	11430	0.01
	地中部	1754	11420	0.15

\*1：本表は、鉄筋コンクリート擁壁に発生する正側および負側の最大曲げモーメントの時刻について、 $M_d / M_u$ が厳しい時刻の評価結果を示している。

\*2：照査用応答値 $M_d$  = 発生曲げモーメント $M$  × 構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）



鋼管杭におけるせん断による照査結果\*1（B-B断面）

地震動	評価位置	照査用応答値*2 $V_d$ (kN)	評価基準値 $V_{yd}$ (kN)	$V_d / V_{yd}$
Ss-1	杭頭部	249	8855	0.03
	地中部	2335	8855	0.26
Ss-2	杭頭部	101	8855	0.01
	地中部	1268	8855	0.14
Ss-3	杭頭部	137	8855	0.02
	地中部	1265	8855	0.14
Ss-4	杭頭部	70	8855	0.01
	地中部	665	8855	0.08
Ss-5	杭頭部	99	8855	0.01
	地中部	908	8855	0.10
Ss-6	杭頭部	76	8855	0.01
	地中部	835	8855	0.09
Ss-7	杭頭部	70	8855	0.01
	地中部	809	8855	0.09

\*1：本表は、縦壁部およびフーチングに発生するせん断力が最大となる時刻における評価結果を示している。

\*2：照査用せん断力 $V_d$  = 発生せん断力 $V$  × 構造解析係数 $\gamma_a$

（本表に示す照査用応答値については、物性のばらつきに関する安全係数は乗じていない）

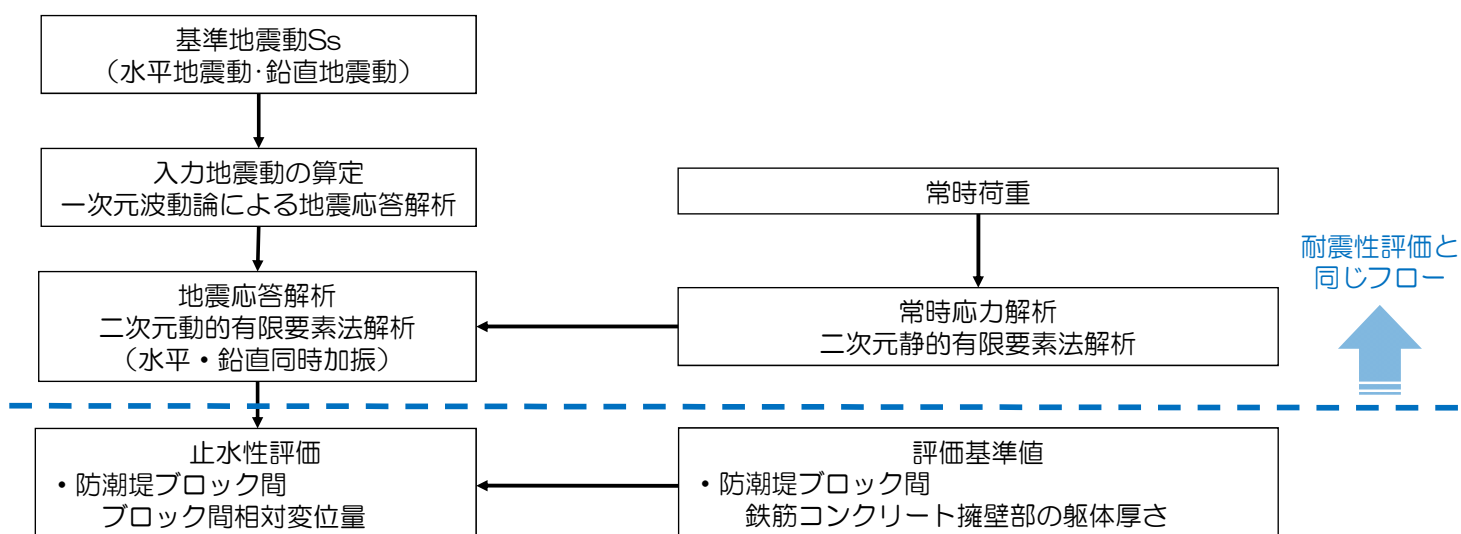
支持力による照査結果（B-B断面）

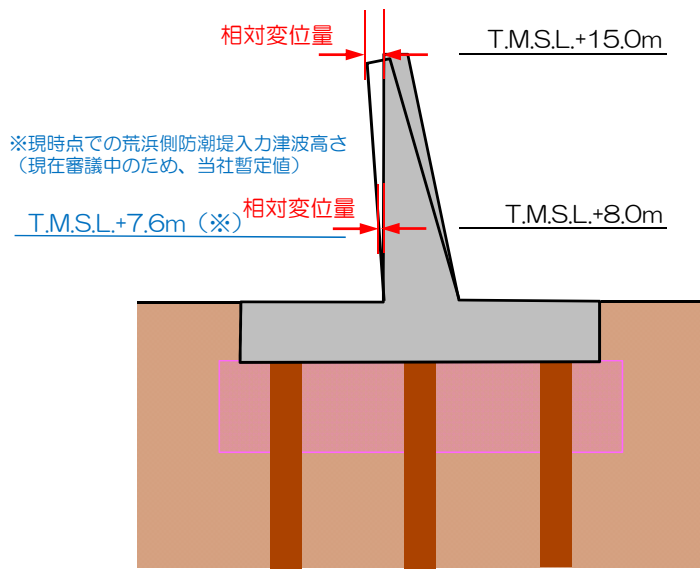
地震動	評価位置	①照査用応答値 (kN)	②極限支持力 (kN)	照査用応答値/極限支持力 (①/②)
Ss-1	杭頭部	1859	18844	0.10
Ss-2	杭頭部	1727	18844	0.09
Ss-3	杭頭部	1701	18844	0.09
Ss-4	杭頭部	1598	18844	0.08
Ss-5	杭頭部	1625	18844	0.09
Ss-6	杭頭部	1619	18844	0.09
Ss-7	杭頭部	1648	18844	0.09

- 鉄筋コンクリート擁壁の曲げモーメントおよびせん断による照査の結果、照査用応答値が評価基準値を下回ることを確認した。
- 鋼管杭の曲げモーメントおよびせん断による照査の結果、照査用応答値が評価基準値を下回ることを確認した。
- 防潮堤の支持力による照査の結果、詳細用応答値が極限支持力を下回ることを確認した。
- 以上より、防潮堤は基準地震動 $S_s$ に対して十分な耐震性が確保できる見通しである。

1. 防潮堤の概要
2. 評価方針
3. 耐震性評価
4. 止水性評価
5. まとめ

- 津波襲来時における防潮堤の止水性について評価を行う。
- 止水性評価は、基準地震動  $S_s$  に対して防潮堤のブロック間に生じる相対変位量が、鉄筋コンクリート擁壁部の躯体厚さを下回ることを確認する。





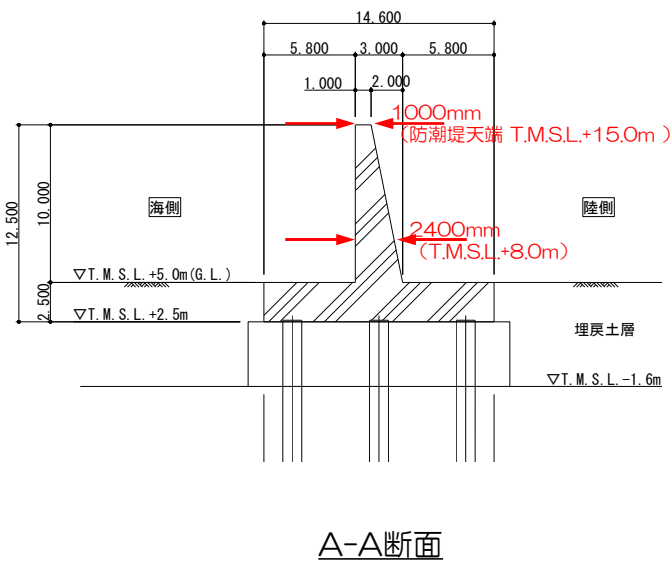
変位置算出方法（例：A-A断面）

（相対変位置）

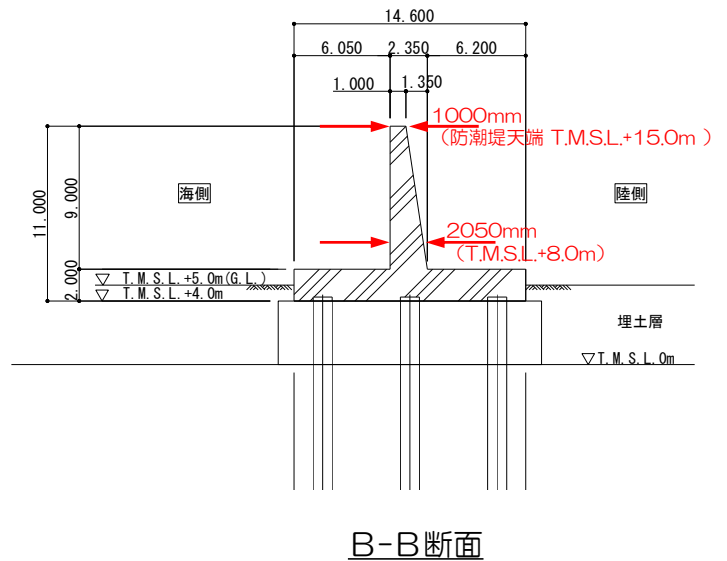
- 隣接するブロックを不動と仮定し、基準地震動  $S_s$  により生じる防潮堤の変位置をブロック間相対変位置とする。
- ブロック間相対変位置は、防潮堤天端高さ（T.M.S.L.+15.0m）および荒浜側防潮堤の入力津波高さ※を正数に切上げた高さ（T.M.S.L.+8.0m）にてそれぞれ算出する。
- また、変位置の算出は、ブロック間相対変位置が最大となる時刻および地震終了時刻とする。

（評価基準値）

- 止水性に関する評価基準値は、敷地内に津波を流入させない観点から、防潮堤ブロック間における隙間が発生しないよう、入力津波高さに応じた鉄筋コンクリート擁壁部の躯体厚さとする。



A-A断面



B-B断面

防潮堤ブロック間の止水性に対する評価結果（A-A断面、最大変位発生時刻）

地震動	評価位置 (T.M.S.L.)	ブロック間 相対変位量*1(mm)	評価基準値 躯体厚さ (mm)
Ss-1	+15.0m	18	1000
	+ 8.0m	5	2400
Ss-2	+15.0m	15	1000
	+ 8.0m	4	2400
Ss-3	+15.0m	7	1000
	+ 8.0m	2	2400
Ss-4	+15.0m	6	1000
	+ 8.0m	2	2400
Ss-5	+15.0m	5	1000
	+ 8.0m	1	2400
Ss-6	+15.0m	7	1000
	+ 8.0m	2	2400
Ss-7	+15.0m	5	1000
	+ 8.0m	1	2400

\*1：相対変位量が1mmより小さい場合は「1」と記載

防潮堤ブロック間の止水性に対する評価結果（A-A断面、地震終了時刻）

地震動	評価位置 (T.M.S.L.)	ブロック間 相対変位量*1(mm)	評価基準値 躯体厚さ (mm)
Ss-1	+15.0m	1.9	1000
	+ 8.0m	0.6	2400
Ss-2	+15.0m	0.8	1000
	+ 8.0m	0.3	2400
Ss-3	+15.0m	0.1	1000
	+ 8.0m	0.1	2400
Ss-4	+15.0m	0.3	1000
	+ 8.0m	0.1	2400
Ss-5	+15.0m	0.5	1000
	+ 8.0m	0.1	2400
Ss-6	+15.0m	0.8	1000
	+ 8.0m	0.2	2400
Ss-7	+15.0m	0.7	1000
	+ 8.0m	0.2	2400

\*1：相対変位量が0.1mmより小さい場合は「0.1」と記載

防潮堤ブロック間の止水性に対する評価結果（B-B断面、最大変位発生時刻）

地震動	評価位置 (T.M.S.L.)	ブロック間 相対変位量*1(mm)	評価基準値 躯体厚さ (mm)
Ss-1	+15.0m	8	1000
	+ 8.0m	2	2050
Ss-2	+15.0m	5	1000
	+ 8.0m	1	2050
Ss-3	+15.0m	5	1000
	+ 8.0m	1	2050
Ss-4	+15.0m	2	1000
	+ 8.0m	1	2050
Ss-5	+15.0m	2	1000
	+ 8.0m	1	2050
Ss-6	+15.0m	2	1000
	+ 8.0m	1	2050
Ss-7	+15.0m	2	1000
	+ 8.0m	1	2050

\*1：相対変位量が1mmより小さい場合は「1」と記載

防潮堤ブロック間の止水性に対する評価結果（B-B断面、地震終了時刻）

地震動	評価位置 (T.M.S.L.)	ブロック間 相対変位量*1(mm)	評価基準値 躯体厚さ (mm)
Ss-1	+15.0m	0.8	1000
	+ 8.0m	0.2	2050
Ss-2	+15.0m	1.8	1000
	+ 8.0m	0.4	2050
Ss-3	+15.0m	2.1	1000
	+ 8.0m	0.5	2050
Ss-4	+15.0m	0.8	1000
	+ 8.0m	0.2	2050
Ss-5	+15.0m	0.5	1000
	+ 8.0m	0.1	2050
Ss-6	+15.0m	0.2	1000
	+ 8.0m	0.1	2050
Ss-7	+15.0m	0.1	1000
	+ 8.0m	0.1	2050

\*1：相対変位量が0.1mmより小さい場合は「0.1」と記載

- 防潮堤のブロック間に生じる相対変位量が、鉄筋コンクリート擁壁部の躯体厚さと比較して十分小さいことを確認した。
- 以上より、基準地震動 $S_s$ に対して津波襲来時における防潮堤の止水機能が維持できる見通しである。

1. 防潮堤の概要
2. 評価方針
3. 耐震性評価
4. 止水性評価
5. まとめ

- 防潮堤（鉄筋コンクリート擁壁、鋼管杭）の曲げモーメント、せん断力および支持力による照査の結果、防潮堤が基準地震動 $S_s$ に対して十分な耐震性が確保できる見通しである。
- 防潮堤のブロック間に生じる相対変位量が鉄筋コンクリート擁壁部の躯体厚さと比較して十分小さいことから、基準地震動 $S_s$ に対して津波襲来時における防潮堤の止水機能が維持できる見通しである。