

基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置

1. 設計基準対象施設の津波防護対象設備及びクラス3設備

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設定し、設定した区画を表1及び図1に示す。

また、基準津波に対して機能を維持すべき設計基準対象施設の津波防護対象設備及びクラス3設備の主要な設備の一覧と配置をそれぞれ表2及び図2、表3及び図3に示す。

なお、クラス3設備については、表3において、設置場所における浸水の有無、基準適合性（機能維持の方針と適合の根拠）及び上位の設備に波及的影響を及ぼす可能性の有無についても併せて示す。

表1 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建物 ・取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリア ・A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置する区画 ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽） 	EL. +8.5m
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建物 ・制御室建物（一部の区画（EL. +16.9m）） ・廃棄物処理建物（一部の区画（EL. +12.3m, +15.3m, +22.1m, +32.0m）） ・B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置する区画 ・屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物） 	EL. +15.0m

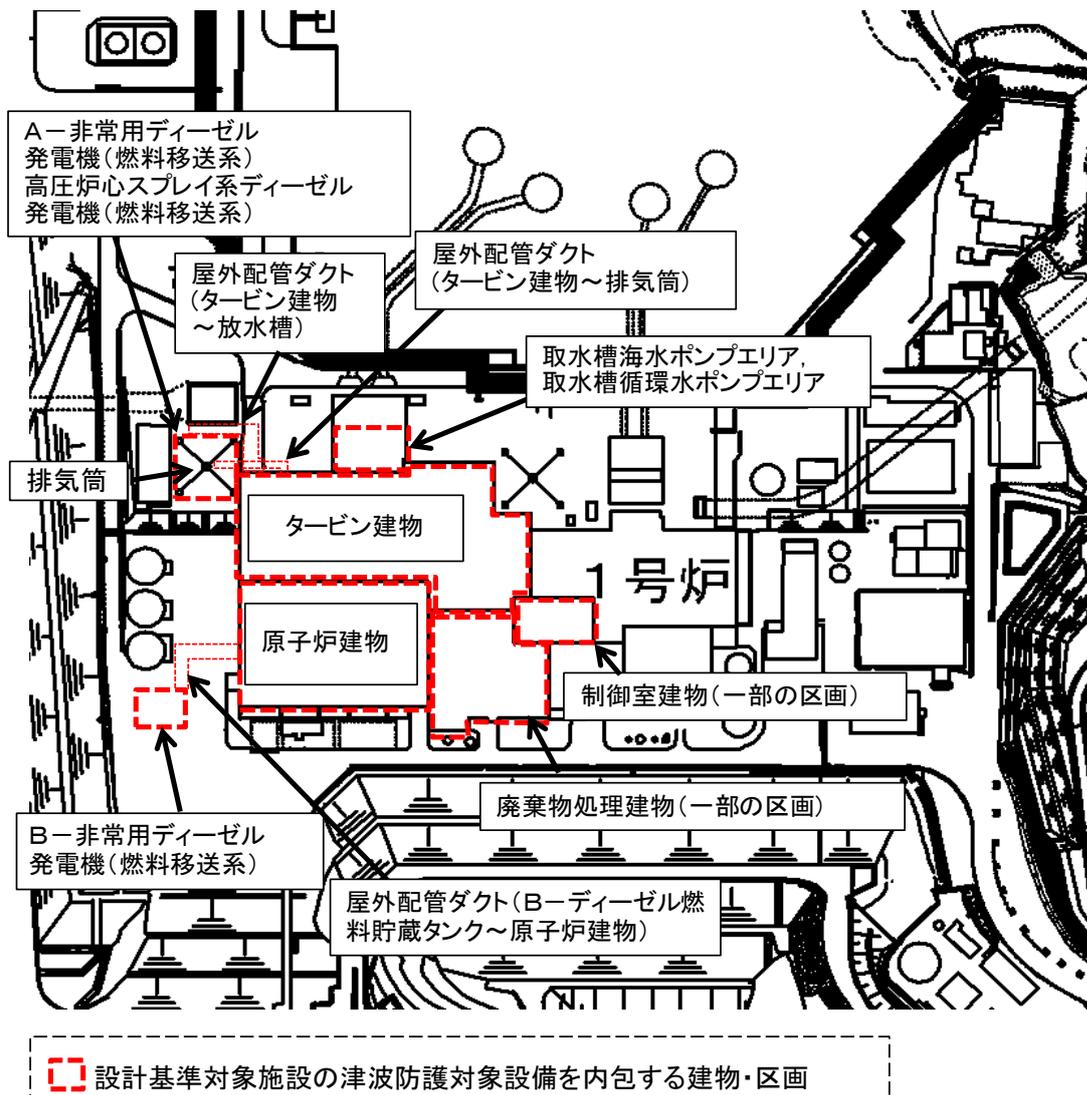


図1 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画図

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧 (1/8)

機器名称	設置場所	設置階 (EL.)	図示番号	クラス 分類	備考
1. 原子炉本体					
原子炉圧力容器	原子炉格納容器	-	1-1	1	
2. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設					
燃料取替機	原子炉建物	42.8m	2-1	2	
原子炉建物天井クレーン	原子炉建物	42.8m	2-2	2	
燃料プール	原子炉建物	42.8m	2-3	2	
キヤスク置場	原子炉建物	42.8m	2-4	2	
使用済燃料貯蔵ラック	原子炉建物	42.8m	2-5	2	
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	原子炉建物	42.8m	2-6	2	
新燃料貯蔵庫	原子炉建物	42.8m	2-7	2	
燃料プール冷却系 主配管	原子炉建物	-	-	2	
3. 原子炉冷却系統施設					
(1) 原子炉冷却材再循環設備					
原子炉再循環ポンプ	原子炉格納容器	-	-	1	
原子炉再循環系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
(2) 原子炉冷却材の循環設備					
逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	原子炉格納容器	-	-	1	
逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	原子炉格納容器	-	-	1	
主蒸気流量制限器	原子炉格納容器	-	-	1	
安全弁及び逃がし弁	原子炉格納容器	-	-	1	
主蒸気系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
主蒸気系 主配管	原子炉建物	-	-	1, 2	
	タービン建物	-	-	2	
給水系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧(2/8)

機器名称	設置場所	設置階 (E.L.)	図示番号	クラス 分類	備考
給水系 主配管	原子炉建物	-	-	1, 2	
(3) 残留熱除去設備					
残留熱除去系熱交換器	原子炉建物	15.3m	3-1	1	
残留熱除去ポンプ	原子炉建物	1.3m	3-2	1	
残留熱除去系ストレーナ	原子炉格納容器	-	-	1	
残留熱除去系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
残留熱除去系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
(4) 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備					
高圧炉心スプレイポンプ	原子炉建物	1.3m	3-3	1	
高圧炉心スプレイ系ストレーナ	原子炉格納容器	-	-	1	
高圧炉心スプレイ系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
高圧炉心スプレイ系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
低圧炉心スプレイポンプ	原子炉建物	1.3m	3-4	1	
低圧炉心スプレイ系ストレーナ	原子炉格納容器	-	-	1	
低圧炉心スプレイ系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
低圧炉心スプレイ系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
(5) 原子炉冷却材補給設備					
原子炉隔離時冷却ポンプ (蒸気タービン含む)	原子炉建物	1.3m	3-5	1	
原子炉隔離時冷却系ストレーナ	原子炉格納容器	-	-	1	
原子炉隔離時冷却系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
原子炉隔離時冷却系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
(6) 原子炉補機冷却設備					
原子炉補機冷却系熱交換器	原子炉建物	15.3m	3-6	1	
原子炉補機冷却水ポンプ	原子炉建物	15.3m	3-7	1	
原子炉補機海水ポンプ	取水槽	1.1m	3-8	1	
原子炉補機海水ストレーナ	取水槽	1.1m	3-9	1	

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧 (3/8)

機器名称	設置場所	設置階 (EL.)	図示番号	クラス 分類	備考
原子炉補機冷却系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
原子炉補機海水系 主要弁	取水槽	-	-	1	
原子炉補機冷却系 主配管	取水槽	-	-	1	
原子炉補機海水系 主配管	タービン建物	-	-	1	
	原子炉建物	-	-	1	
高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	原子炉建物	2.6m	3-10	1	
高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	原子炉建物	2.6m	3-11	1	
高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	取水槽	1.1m	3-12	1	
高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ	取水槽	1.1m	3-13	1	
高圧炉心スプレイ補機冷却系 主配管	取水槽	-	-	1	
高圧炉心スプレイ補機海水系 主配管	タービン建物	-	-	1	
	原子炉建物	-	-	1	
(7)原子炉冷却材浄化設備					
原子炉浄化系再生熱交換器	原子炉建物	23.8m	3-14	2	
原子炉浄化系非再生熱交換器	原子炉建物	28.3m	3-15	2	
原子炉浄化系補助熱交換器	原子炉建物	23.8m	3-16	2	
原子炉浄化循環ポンプ	原子炉建物	23.8m	3-17	2	
原子炉浄化系ろ過脱塩器	原子炉建物	31.8m	3-18	2	
原子炉浄化系脱塩装置脱塩器	原子炉建物	30.5m	3-19	2	
原子炉浄化系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
原子炉浄化系 主配管	原子炉建物	-	-	1, 2	
4.計測制御系統施設					
(1)制御材					
	制御棒				
	原子炉格納容器	-	-	1	
(2)制御材駆動装置					

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧(4/8)

機器名称	設置場所	設置階 (E.L.)	図示番号	クラス 分類	備考
制御棒駆動機構	原子炉格納容器	-	-	1	
水压制御ユニット	原子炉建物	23.8m	4-1	1	
制御棒駆動水压設備 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
制御棒駆動水压設備 主配管	原子炉建物	-	-	1	
(3) ほう酸水注入設備					
ほう酸水注入ポンプ	原子炉建物	34.8m	4-2	1	
ほう酸水貯蔵タンク	原子炉建物	34.8m	4-3	1	
ほう酸水注入系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
ほう酸水注入系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
(4) 計測装置					
中性子源領域計装	原子炉格納容器	-	-	1	
中間領域計装	原子炉格納容器	-	-	1	
出力領域計装	原子炉格納容器	-	-	1	
原子炉制御盤	制御室建物	16.9m	4-4	1	
原子炉補機制御盤	制御室建物	16.9m	4-5	1	
安全設備制御盤	制御室建物	16.9m	4-6	1	
プロセス放射線モニタ盤	制御室建物	16.9m	4-7	1	
起動領域モニタ盤	制御室建物	16.9m	4-8	1	
出力領域モニタ盤	制御室建物	16.9m	4-9	1	
TIP制御盤	制御室建物	16.9m	4-10	1	
原子炉保護トリップ設定器盤	廃棄物処理建物	16.9m	4-11	1	
工学的安全施設トリップ設定器盤	廃棄物処理建物	16.9m	4-12	1	
所内電気盤	制御室建物	16.9m	4-13	1	
安全設備補助制御盤	制御室建物	16.9m	4-14	1	
HPCSトリップ設定器盤	廃棄物処理建物	16.9m	4-15	1	
空調換気制御盤	制御室建物	16.9m	4-16	1	

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧 (5/8)

機器名称	設置場所	設置階 (EL.)	図示番号	クラス 分類	備考
窒素ガス制御盤	制御室建物	16.9m	4-17	1	
格納容器H2/O2濃度計盤	制御室建物	16.9m	4-18	1	
配管周囲温度トリップ設定器盤	廃棄物処理建物	16.9m	4-19	2	
原子炉圧力容器計器ラック	原子炉建物	15.3m	4-20	1	
ジェットポンプ流量計器ラック	原子炉建物	8.8m	4-21	2	
PLRポンプ計器ラック	原子炉建物	15.3m	4-22	1	
主蒸気流量計器ラック	原子炉建物	15.3m	4-23	1	
RHR計器ラック	原子炉建物	1.3m	4-24	1	
HPCS計器ラック	原子炉建物	8.8m	4-25	1	
LPCS流量・圧力計器架台	原子炉建物	1.3m	4-26	1	
RIC計器ラック	原子炉建物	1.3m	4-27	2	
SGT計器ラック	原子炉建物	34.8m	4-28	2	
主蒸気管トネル温度	原子炉建物	23.8m	4-29	1	
原子炉格納容器圧力計器ラック	原子炉建物	23.8m	4-30	1	
原子炉格納容器H2・O2分析計ボンベラック	原子炉建物	23.8m	4-31	2	
スクラム排出水容器水位	原子炉建物	15.3m	4-32	1	
サブレシジョンプール水温度	原子炉格納容器	-	-	2	
スクラム用感震器	原子炉建物	1.3m, 34.8m	4-33, 4-34	1	
5. 放射性廃棄物の廃棄施設					
排気筒	屋外	8.5m	-	1	・屋外設置は 図1参照
液体廃棄物処理系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
液体廃棄物処理系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
希ガスホールドアップ塔	廃棄物処理建物	32.0m	5-1	2	
6. 放射線管理施設					
(1)放射線管理用計測装置					

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧(6/8)

機器名称	設置場所	設置階 (EL.)	図示番号	クラス 分類	備考
主蒸気管放射線モニタ	原子炉建物	15.3m	6-1	1	
格納容器雰囲気放射線モニタ(ドライウエル)	原子炉建物	15.3m	6-2	2	
格納容器雰囲気放射線モニタ(サブレーションチェンバ)	原子炉建物	8.8m	6-3	2	
燃料取替階放射線モニタ	原子炉建物	42.8m	6-4	1	
原子炉棟排気高レンジ放射線モニタ	原子炉建物	23.8m	6-5	1	
(2)換気設備					
中央制御室空調換気系 主要弁	廃棄物処理建物	-	-	1	
	制御室建物	-	-	1	
中央制御室空調換気系 主配管	廃棄物処理建物	-	-	1	
	制御室建物	-	-	1	
中央制御室送風機	廃棄物処理建物	22.1m	6-6	1	
中央制御室非常用再循環送風機	廃棄物処理建物	25.3m	6-7	1	
中央制御室非常用再循環処理装置フィルタ	廃棄物処理建物	25.3m	6-8	1	
中央制御室排風機	廃棄物処理建物	22.1m	6-9	1	
(3)生体遮蔽装置					
中央制御室遮蔽(1, 2号機共用)	制御室建物	16.9m	6-10	1	
7.原子炉格納施設					
(1)原子炉格納容器					
原子炉格納容器	原子炉格納容器	-	-	1	
機器搬入口	原子炉建物	15.3m	7-1	1	
逃がし安全弁搬出ハッチ	原子炉建物	23.8m	7-2	1	
制御棒駆動機構搬出ハッチ	原子炉建物	15.3m	7-3	1	
サブレーションチェンバアクセスハッチ	原子炉建物	10.3m	7-4	1	
所員用エアロック	原子炉建物	15.3m	7-5	1	
配管貫通部	原子炉建物	-	-	1	
電気配線貫通部	原子炉建物	-	-	1	

表 2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧 (7 / 8)

機器名称	設置場所	設置階 (E.L.)	図示番号	クラス 分類	備考
(2)原子炉建屋					
原子炉建物原子炉棟 (二次格納施設)	原子炉建物	-	-	1	
原子炉建物大物搬入口	原子炉建物	15.3m	7-6	1	
原子炉建物エアロック	原子炉建物	-	-	1	
(3)圧力低減設備その他の安全設備					
真空破壊装置	原子炉格納容器	-	-	1	
ダウンカム	原子炉格納容器	-	-	1	
バントヘッド	原子炉格納容器	-	-	1	
ドライウエルスプレイ管	原子炉格納容器	-	-	1	
サプレッションバンププレイ管	原子炉格納容器	-	-	1	
非常用ガス処理系前置ガス処理装置加熱コイル	原子炉建物	34.8m	7-7	1	
非常用ガス処理系後置ガス処理装置加熱コイル	原子炉建物	34.8m	7-8	1	
非常用ガス処理系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
非常用ガス処理系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
非常用ガス処理系排風機	原子炉建物	34.8m	7-9	1	
非常用ガス処理系前置ガス処理装置フィルタ	原子炉建物	34.8m	7-10	1	
非常用ガス処理系後置ガス処理装置フィルタ	原子炉建物	34.8m	7-11	1	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置加熱器	原子炉建物	34.8m	7-12	1	
可燃性ガス濃度制御系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
可燃性ガス濃度制御系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロー	原子炉建物	34.8m	7-13	1	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	原子炉建物	34.8m	7-14	1	
窒素ガス制御系 主要弁	原子炉建物	-	-	1	
窒素ガス制御系 主配管	原子炉建物	-	-	1	
8. その他発電用原子炉の附属施設					
(1)非常用発電装置					

表2 設計基準対象施設の津波防護対象設備一覧 (8/8)

機器名称	設置場所	設置階 (E.L.)	図示番号	クラス 分類	備考
非常用ディーゼル発電設備 内燃機関	原子炉建物	2.8m, 8.8m	8-1, 8-2	1	
非常用ディーゼル発電設備 燃料設備	原子炉建物	-	-	1	・主配管含む
	屋外	8.5m, 15.0m	-	1	・屋外設置は 図1参照
非常用ディーゼル発電設備 発電機	原子炉建物	2.8m	8-3	1	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 内燃機関	原子炉建物	2.8m, 8.8m	8-4, 8-5	1	
	原子炉建物	-	-	1	・主配管含む
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料設備	屋外	8.5m	-	1	・屋外設置は 図1参照
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 発電機	原子炉建物	2.8m	8-6	1	
計装用無停電交流電源装置	廃棄物処理建物	12.3m, 15.3m	8-7, 8-8	1	
	廃棄物処理建物	12.3m	8-9	1	
	廃棄物処理建物	12.3m, 15.3m	8-10, 8-11	1	
高圧炉心スプレイ系充電器	原子炉建物	2.8m	8-12	1	
原子炉中性子計装用充電器	廃棄物処理建物	12.3m, 15.3m	8-13, 8-14	1	
230V系蓄電池 (R C I C)	廃棄物処理建物	12.3m	8-15	1	
	廃棄物処理建物	12.3m, 15.3m	8-16, 8-17	1	
115V系蓄電池	原子炉建物	2.8m	8-18	1	
高圧炉心スプレイ系蓄電池	廃棄物処理建物	12.3m, 15.3m	8-19, 8-20	1	
原子炉中性子計装用蓄電池	原子炉建物	2.8m, 23.8m	8-21, 22	1	
メタクラ	原子炉建物	23.8m	8-23	1	
ロードセンタ	原子炉建物	2.8m, 8.8m, 23.8m, 28.8m	8-24, 8-25, 8-26, 8-27	1	
コントロールセンタ	原子炉建物	23.8m	8-28	1	
動力変圧器	原子炉建物	23.8m	8-29	1	
受電遮断器	原子炉建物	23.8m	8-29	1	
ディーゼル発電機用受電遮断器	原子炉建物	23.8m	8-30	1	

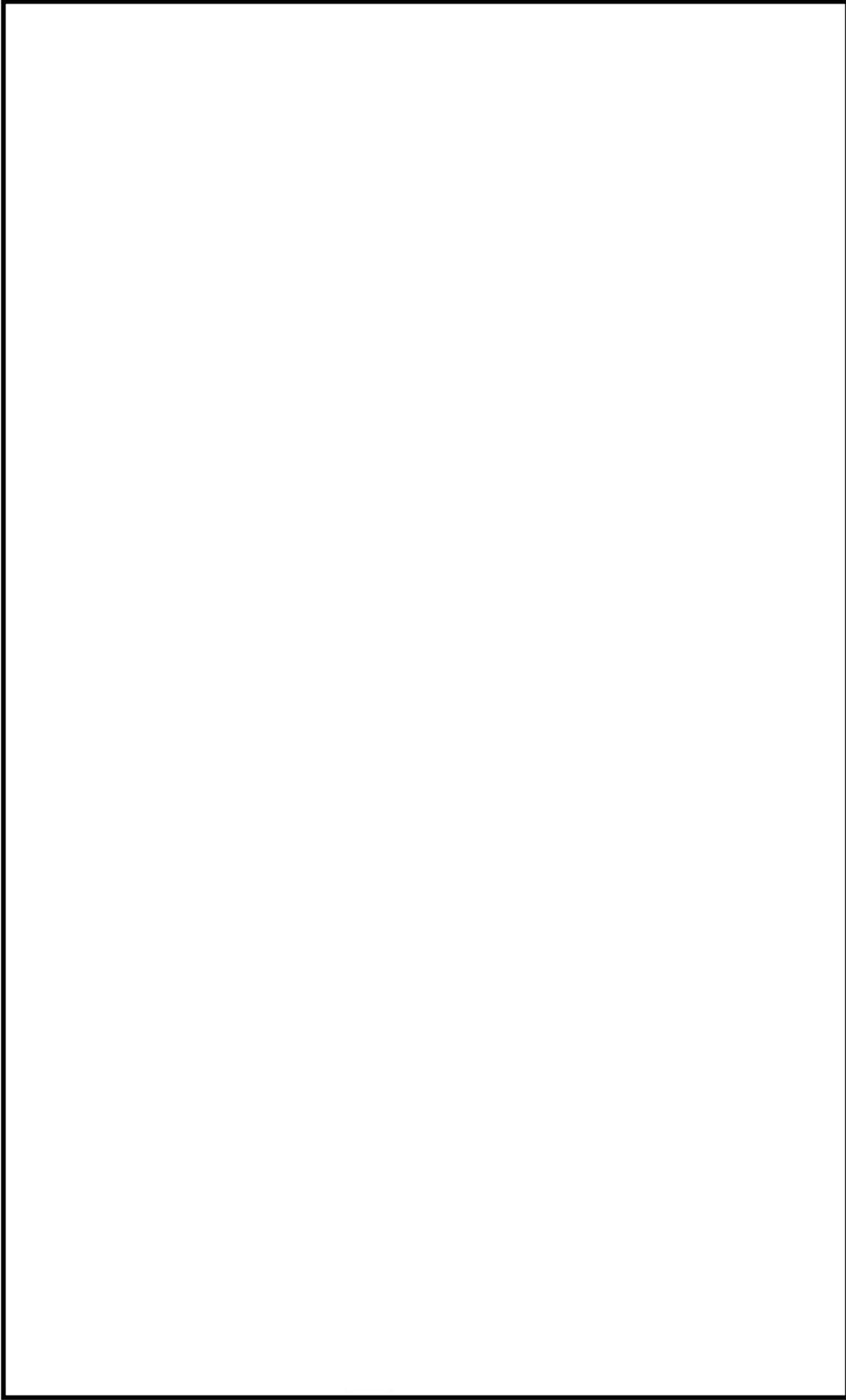


図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (1 / 7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

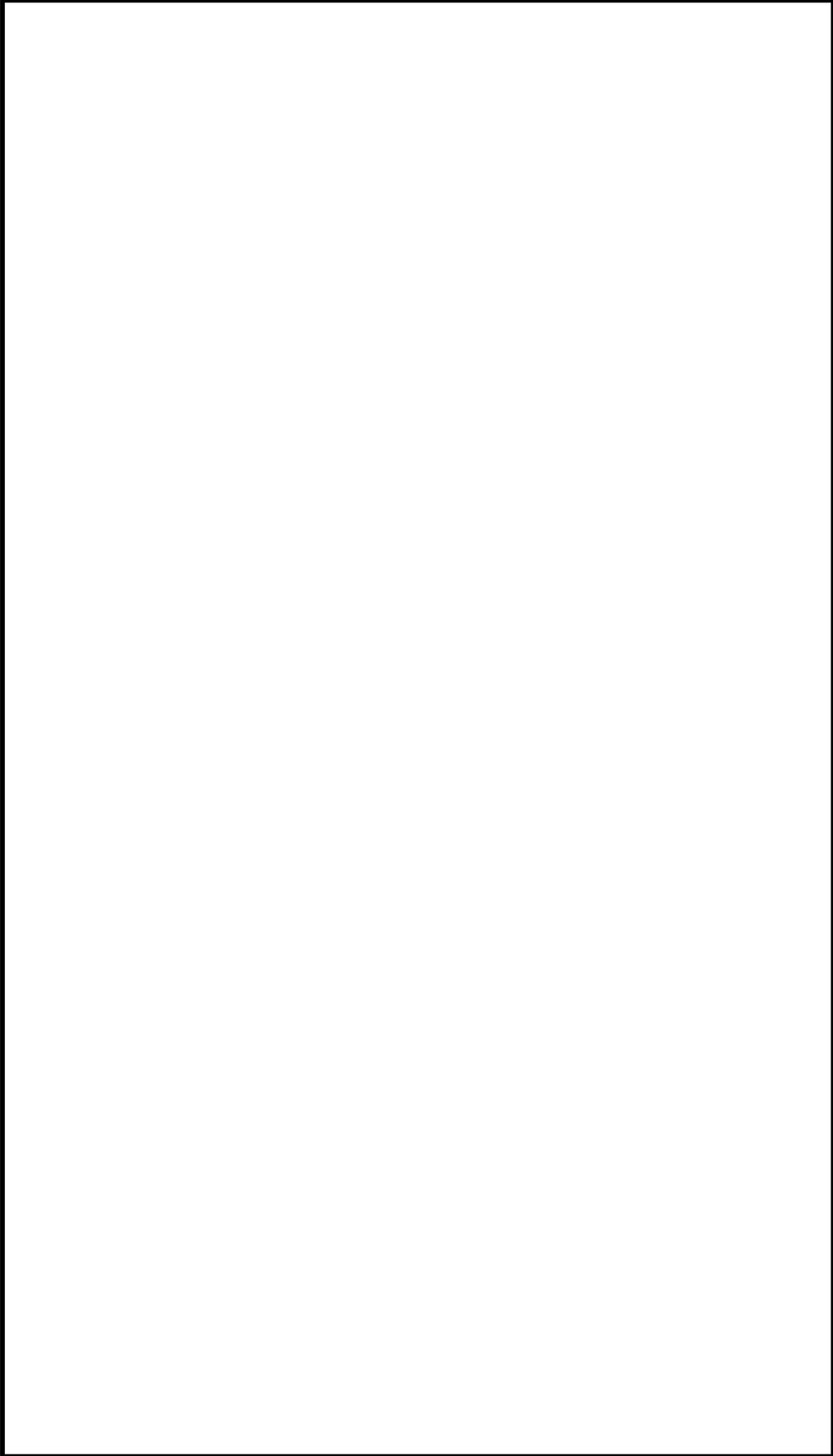


図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (2 / 7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (3/7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

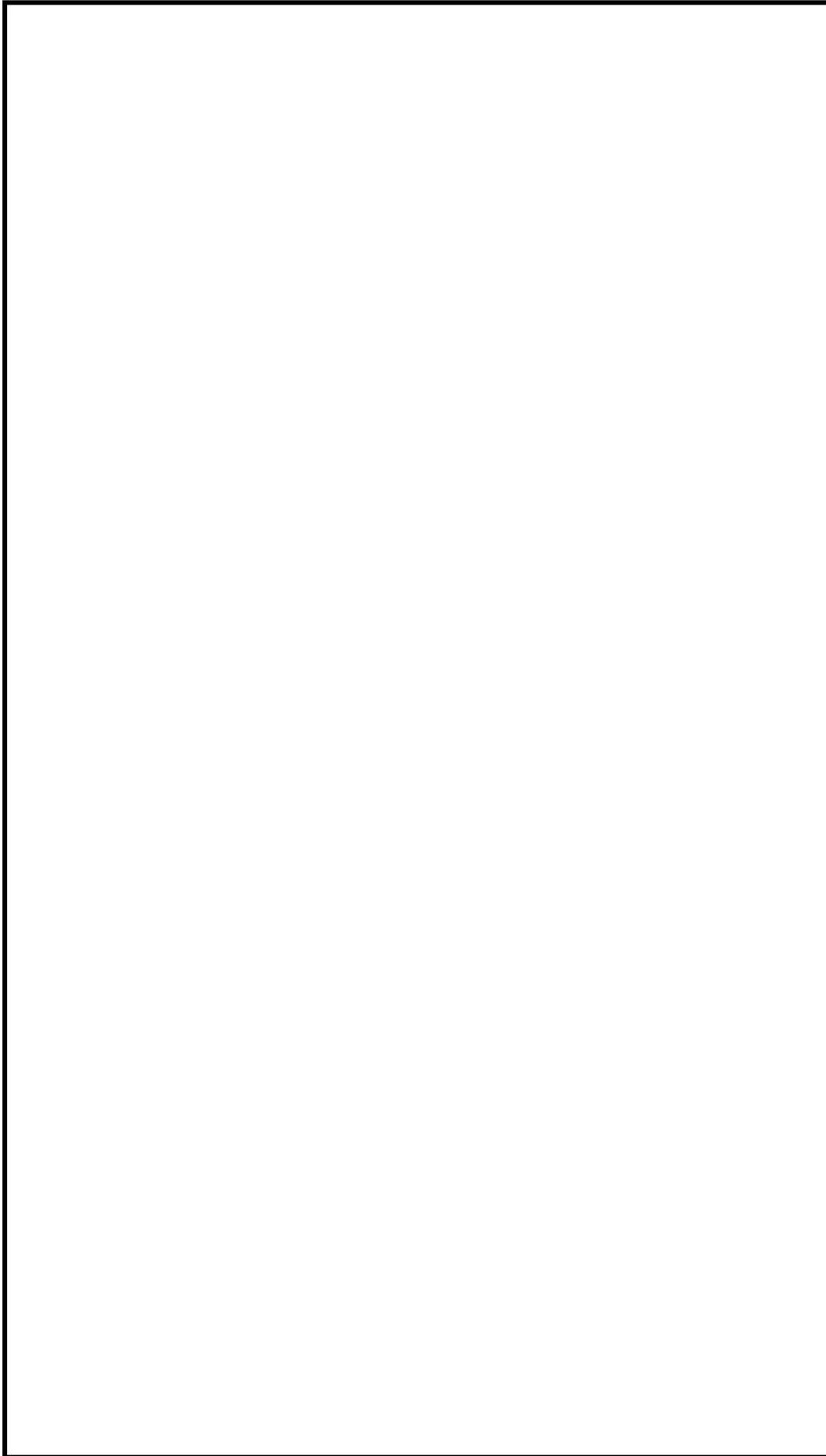


図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (4/7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

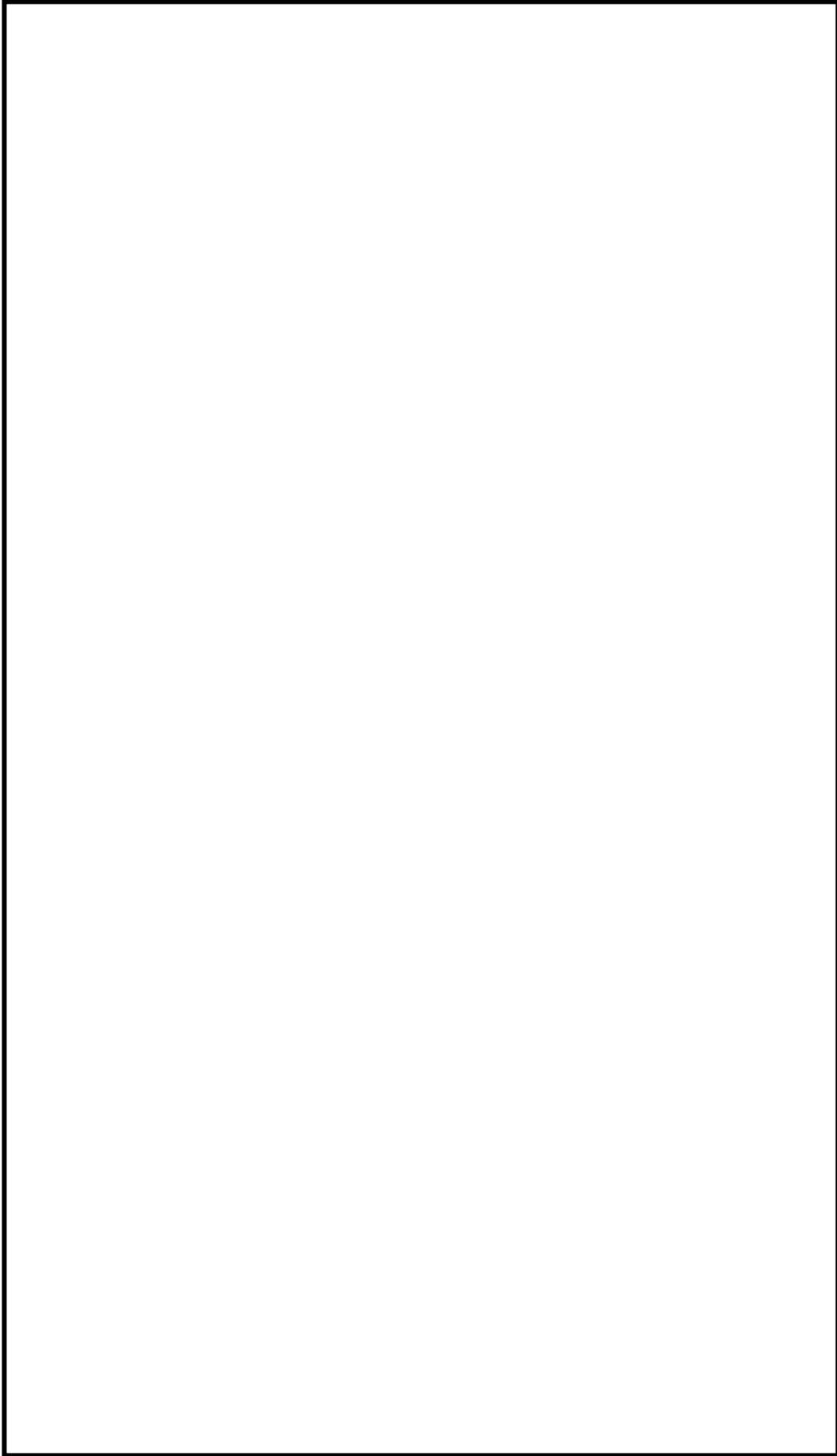


図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (5/7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

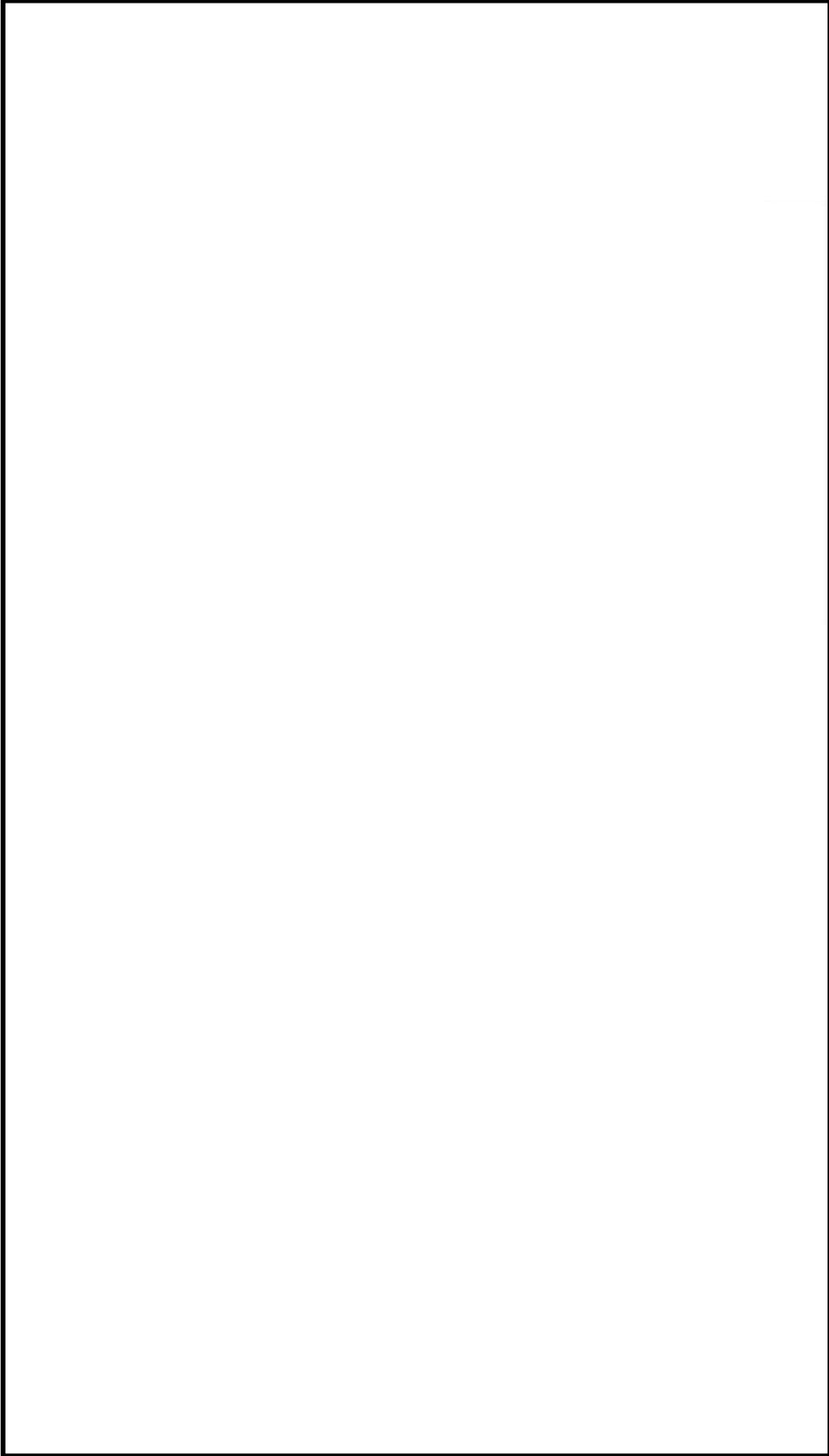


図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (6 / 7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

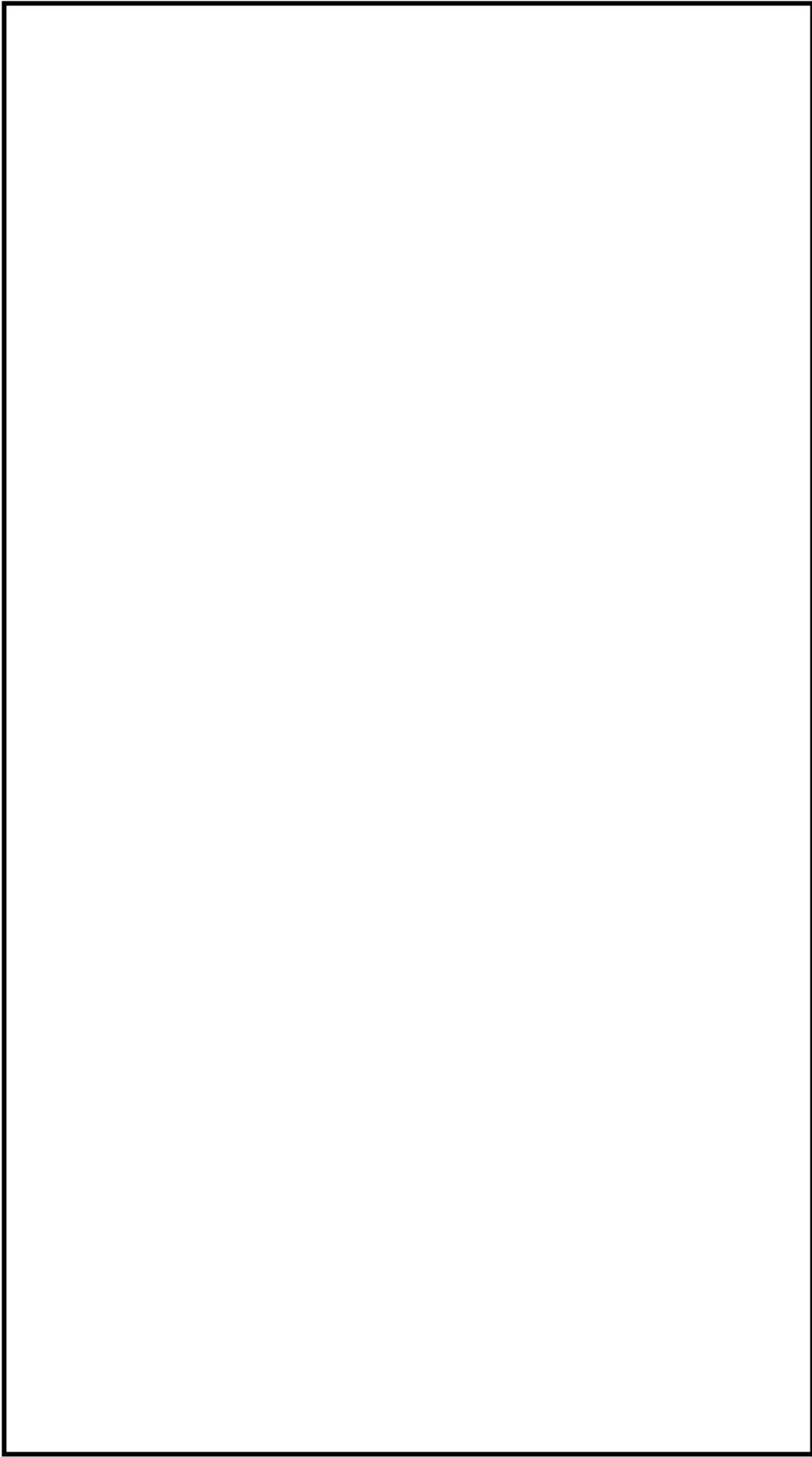


図2 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置 (7/7)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧(1/8)

機能(機器)名称	設置場所		浸水有無	適合性		波及影響有無	備考
	設置エリア	設置標高※1(EL.)		機能維持の方針	適合の根拠※2		
1. 原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される計装等の小口径配管, 弁	【原子炉冷却材保持機能】						
計装配管, 弁	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
PS3 試料採取系配管, 弁	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
ドレン配管, 弁	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
ベント配管, 弁	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
2. 原子炉再循環系【原子炉冷却材の循環機能】							
原子炉再循環ポンプ				クラス1設備として整理			
PS3 配管, 弁				クラス1設備として整理			
ジェットポンプ				クラス1設備として整理			
3. 放射性廃棄物処理施設(放射能イベントリの小さいもの)【放射性物質の貯蔵機能】							
サブレーションプール水排水系(トーラス水受入タンク)							
復水貯蔵タンク	屋外	15m	無	浸水を防止	A	無	a
補助復水貯蔵タンク	屋外	15m	無	浸水を防止	A	無	a
液体廃棄物処理系(床ドレン系, 機器ドレン系)	屋外	15m	無	浸水を防止	A	無	a
PS3 固体廃棄物処理系(原子炉浄化系スラッジ貯蔵タンク, 原子炉浄化樹脂貯蔵タンク, 復水系スラッジ貯蔵タンク, 濃縮廃液タンク)	原子炉建物 タービン建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
固体廃棄物処理系(固体廃棄物貯蔵所)	廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
PS3 固体廃棄物処理系(固体廃棄物貯蔵所)							
サイトバンカ建物	屋外	8.5m	無	浸水を防止	A	無	a
新燃料貯蔵庫	屋外	8.5m	無	浸水を防止	A	無	a
				クラス2設備として整理			

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合等には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A: 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B: 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a: 浸水しないため, 漂流物とならない

b: 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧(2/8)

機能(機器)名称	設置場所		浸水有無	機能維持の方針	適合性		備考
	設置エリア	設置標高※1(EL.)			適合の根拠※2	波及影響有無	
	給水系, 循環水系, 送電線, 変圧器, 開閉所【電源供給機能】	開閉所					
4. タービン, 発電機及びその励磁装置, 復水系(復水器を含む), 給水系, 循環水系, 送電線, 変圧器, 開閉所【電源供給機能】							
発電機及びその励磁装置(発電機, 励磁器)	タービン建物	20.6m	無	浸水を防止	A	無	a
直接関連系(発電機及び励磁装置)	タービン建物	12.5m	無	浸水を防止	A	無	a
発電機水素ガス冷却器	タービン建物	12.5m	無	浸水を防止	A	無	a
軸密封油装置	タービン建物	12.5m	無	浸水を防止	A	無	a
励磁電源系	タービン建物	12.5m	無	浸水を防止	A	無	a
蒸気タービン(主タービン, 主要弁, 配管)	タービン建物	20.6m	無	浸水を防止	A	無	a
主蒸気系(主蒸気/駆動源)	タービン建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
直接関連系(蒸気タービン)	タービン建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
タービン潤滑油系	タービン建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
復水系(復水器を含む)(復水器, 復水ポンプ, 配管, 弁)	タービン建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
直接関連系(復水系(復水器を含む))	タービン建物	12.5m	無	浸水を防止	A	無	a
復水器空気抽出系(蒸気式空気抽出系, 配管, 弁)	タービン建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
給水系(電動駆動給水ポンプ, タービン駆動給水ポンプ, 給水加熱器, 配管, 弁)	タービン建物	5.5m	無	浸水を防止	A	無	a

PS3

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A: 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B: 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a: 浸水しないため, 漂流物とならない

b: 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧 (3 / 8)

機能 (機器) 名称		設置場所		浸水有無	適合性		波及影響		備考
		設置エリア	設置標高※1 (EL.)		機能維持の方針	適合の根拠※2	有無	有無理由※3	
4. タービン、発電機及びその励磁装置、復水系 (復水器を含む)、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所【電源供給機能】									
直接関連系 (給水系)	駆動用蒸気	タービン建物	12.5m	無	浸水を防止	A	無	a	
循環水系 (循環水ポンプ、配管、弁)	取水槽 タービン建物		1.1m	無	浸水を防止	A	無	a	
直接関連系 (循環水系)	取水設備 (屋外トレンチを含む)	屋外	—	有	浸水に対して機能維持	B	無	b	
PSS	常用所内電源系 (発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路 (MS-1関連以外))	原子炉建物 タービン建物 制御室建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a	
	直流電源系 (蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路 (MS-1関連以外))	原子炉建物 タービン建物 制御室建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a	
	計測制御電源系 (電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路 (MS-1関連以外))	原子炉建物 タービン建物 制御室建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a	
	220kV及び66kV送電線 変圧器 (所内変圧器, 起動用開閉所変圧器, 予備電源変圧器, 高圧母線, 低圧母線)	屋外	15m以上	無	浸水を防止	A	無	a	
直接関連系 (変圧器)	油劣化防止装置 冷却装置	屋外 屋外	8.5m以上 8.5m以上	無 無	浸水を防止 浸水を防止	A A	無 無	a a	
開閉所 (母線, 遮断機, 断路器, 電路)		屋外	44m以上	無	浸水を防止	A	無	a	

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合等には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A : 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B : 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a : 浸水しないため, 漂流物とならない

b : 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧(4/8)

機能(機器)名称	設置場所		浸水有無	適合性		備考
	設置エリア	設置標高※1(EL.)		機能維持の方針	適合の根拠※2	
5. 原子炉制御系, 運転監視補助装置(制御棒価値ミニマイザ), 原子炉核計装, 原子炉プラントプロセス計装	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無 a
6. 補助ボイラ設備, 計装用圧縮空気系【プラント運転補助機能】						
補助ボイラ設備(補助ボイラ, 給水タンク, 給水ポンプ, 配管, 弁)	補助ボイラ建物	15m	無	浸水を防止	A	無 a
直接関連系(補助ボイラ設備)	屋外	8.5m	無	浸水を防止	A	無 a
所内蒸気系及びびり系(ポンプ, 配管, 弁)	原子炉建物 タービン建物 制御室建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無 a
計装用圧縮空気設備(空気圧縮機, 配管, 弁)	原子炉建物 タービン建物 制御室建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無 a
直接関連系(計装用圧縮空気設備)	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無 a
原子炉補機冷却水系(MS-1)関連以外(配管, 弁)	原子炉建物 タービン建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無 a

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合等には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A: 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B: 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a: 浸水しないため, 漂流物とならない

b: 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧 (5 / 8)

機能 (機器) 名称	設置場所		浸水有無	適合性		備考
	設置エリア	設置標高 ^{※1} (E.L.)		機能維持の方針	適合の根拠 ^{※2}	
6. 補助ボイラ設備, 計装用圧縮空気系【プラント運転補助機能】						
タービン補機冷却水系 (タービン補機冷却ポンプ, 熱交換器, 配管, 弁)	タービン建物	2.0m	無	浸水を防止	A	無
直接関連系 (タービン補機冷却水系)	タービン建物	20.6m	無	浸水を防止	A	a
PS3 タービン補機冷却水系 (タービン補機冷却海水ポンプ, 配管, 弁, ストレータ)	取水槽 タービン建物	1.1m	無	浸水を防止	A	a
復水補給水系 (復水移送ポンプ, 配管, 弁)	原子炉建物 タービン建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	a
直接関連系 (復水補給水)	屋外	15.0m	無	浸水を防止	A	a
7. 燃料被覆管【核分裂生成物の原子炉冷却材中の拡散防止機能】						
燃料被覆管	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無
PS3 上/下部端栓	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	a
タイロッド	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	a
8. 原子炉冷却材浄化系, 復水浄化系【原子炉冷却材の浄化機能】						
原子炉冷却材浄化系 (再生熱交換器, 非再生熱交換器, CUWポンプ, ろ過脱塩器, 配管, 弁)	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無
PS3 復水浄化系 (復水ろ過装置, 復水脱塩装置, 配管, 弁)	タービン建物	2.0m	無	浸水を防止	A	a

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A : 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B : 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a : 浸水しないため, 漂流物とならない

b : 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧 (6 / 8)

機能 (機器) 名称	設置場所		浸水有無	適合性		備考
	設置エリア	設置標高※1 (FL.)		機能維持の方針	適合の根拠※2	
9. 逃がし安全弁 (逃がし弁機能), タービンバイパス弁【原子炉圧力上昇の緩和機能】						
逃がし安全弁 (逃がし機能)	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無 a
直接関連系 (逃がし安全弁 (逃がし安全弁機能))	原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管	—	無	浸水を防止	A	無 a
MS3	駆動用窒素源 (アキユムレータ, アキユムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁)	—	無	浸水を防止	A	無 a
	タービンバイパス弁	12.5m	無	浸水を防止	A	無 a
直接関連系 (タービンバイパス弁)	原子炉圧力容器からタービンバイパス弁までの配管, 弁)	—	無	浸水を防止	A	無 a
	駆動用油圧源 (アキユムレータ, アキユムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁)	—	無	浸水を防止	A	無 a
10. 原子炉冷却材再循環系 (再循環ポンプトリップ機能), 制御棒引き抜き監視装置【出力上昇の抑制機能】						
MS3	原子炉冷却材再循環系, 制御棒引抜阻止インタロック, 選択制御棒挿入系の操作回路	—	無	浸水を防止	A	無 a
11. 制御棒駆動水圧系, 原子炉隔離時冷却系【原子炉冷却材の補給機能】						
MS3	制御棒駆動水圧系 (ポンプ, 復水貯蔵タンク, 復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管, 弁)	原子炉建物 廃棄物処理建物	無	浸水を防止	A	無 a
MS3	直接関連系 (制御棒駆動水圧系)	原子炉建物	無	浸水を防止	A	無 a
	ポンプミニマムフローライン配管, 弁	—	無	浸水を防止	A	無 a

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A : 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B : 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a : 浸水しないため, 漂流物とならない

b : 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧(7/8)

機能(機器)名称	設置場所		浸水有無	適合性		波及影響有無	備考
	設置エリア	設置標高※1(EL.)		機能維持の方針	適合の根拠※2		
1.1. 制御棒駆動水圧系, 原子炉隔離時冷却系【原子炉冷却材の補給機能】							
原子炉隔離時冷却系(ポンプ, タービン, 復水貯蔵タンク, 復水貯蔵タンクから注入先までの配管, 弁)	原子炉建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
MS3 直接関連系(原子炉隔離時冷却系)	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
1.2. 原子力発電所緊急時対策所, 試料採取系, 通信連絡設備, 放射能監視設備, 事故時監視計器の一部, 消火系, 安全避難通路, 非常用照明【緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能】							
緊急時対策所	屋外	50m	無	浸水を防止	A	無	a
情報収集設備	緊急時対策所	50m	無	浸水を防止	A	無	a
直接関連系(緊急時対策所)	緊急時対策所	50m	無	浸水を防止	A	無	a
	緊急時対策所	50m	無	浸水を防止	A	無	a
	緊急時対策所	50m	無	浸水を防止	A	無	a
試料採取系(異常時に必要な下記の機能を有するもの, 原子炉冷却材放射線物質濃度サンプリング分析, 原子炉格納容器雰囲気放射線物質濃度サンプリング分析)	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
MS3 通信連絡設備(1つの専用回路含む複数の回路を有する通信連絡設備)	制御室建物 廃棄物処理建物	—	無	浸水を防止	A	無	a
	緊急時対策所	—	無	浸水を防止	A	無	a
	屋外	—	無	浸水を防止	A	無	a
	原子炉建物	—	無	浸水を防止	A	無	a

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合等には「—」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A: 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B: 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a: 浸水しないため, 漂流物とならない

b: 2.5章参照

表3 クラス3設備の設置場所及び基準適合性一覧(8/8)

機能(機器)名称	設置場所		浸水有無	適合性		備考
	設置エリア	設置標高※1(EL.)		機能維持の方針	適合の根拠※2	
1. 原子力発電所緊急時対策所, 試料採取系, 通信連絡設備, 放射能監視設備, 事故時監視計器の一部, 消防系, 安全避難通路, 非常用照明						
【緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能】 消防系(水消火設備, 泡消火設備, 二酸化炭素消火設備等)	消火ポンプ	各建物内	無	浸水を防止	A	無
	補助消火水槽	屋外	無	浸水を防止	A	無
	サイトバンク消火タンク	補助消火水槽	無	浸水を防止	A	無
	44m盤消火タンク	屋外	無	浸水を防止	A	無
	44m盤北側消火タンク	屋外	無	浸水を防止	A	無
	50m盤消火タンク	屋外	無	浸水を防止	A	無
直接関連系(消防系)	火災検出装置(受信機含む)	原子炉建物 制御室建物 廃棄物処理建物	無	浸水を防止	A	無
	防火扉, 防火ダンパ, 耐火壁, 隔壁(消火設備の機能を維持担保するために必要なもの)	原子炉建物 制御室建物 廃棄物処理建物	無	浸水を防止	A	無
安全避難通路		原子炉建物 制御室建物 廃棄物処理建物	無	浸水を防止	A	無
直接関連系(安全避難通路)	安全避難用扉	原子炉建物 制御室建物 廃棄物処理建物	無	浸水を防止	A	無
非常用照明		原子炉建物 制御室建物 廃棄物処理建物	無	浸水を防止	A	無

※1 機器の設置エリアが複数にまたがる場合等には「一」を記載する。

※2 適合の根拠は以下のとおり。

A: 防波壁, 防波壁通路防波扉等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置しており敷地に基準津波が到達しない

B: 2.5章参照

※3 波及的影響「無」とした理由は以下のとおり。

a: 浸水しないため, 漂流物とならない

b: 2.5章参照

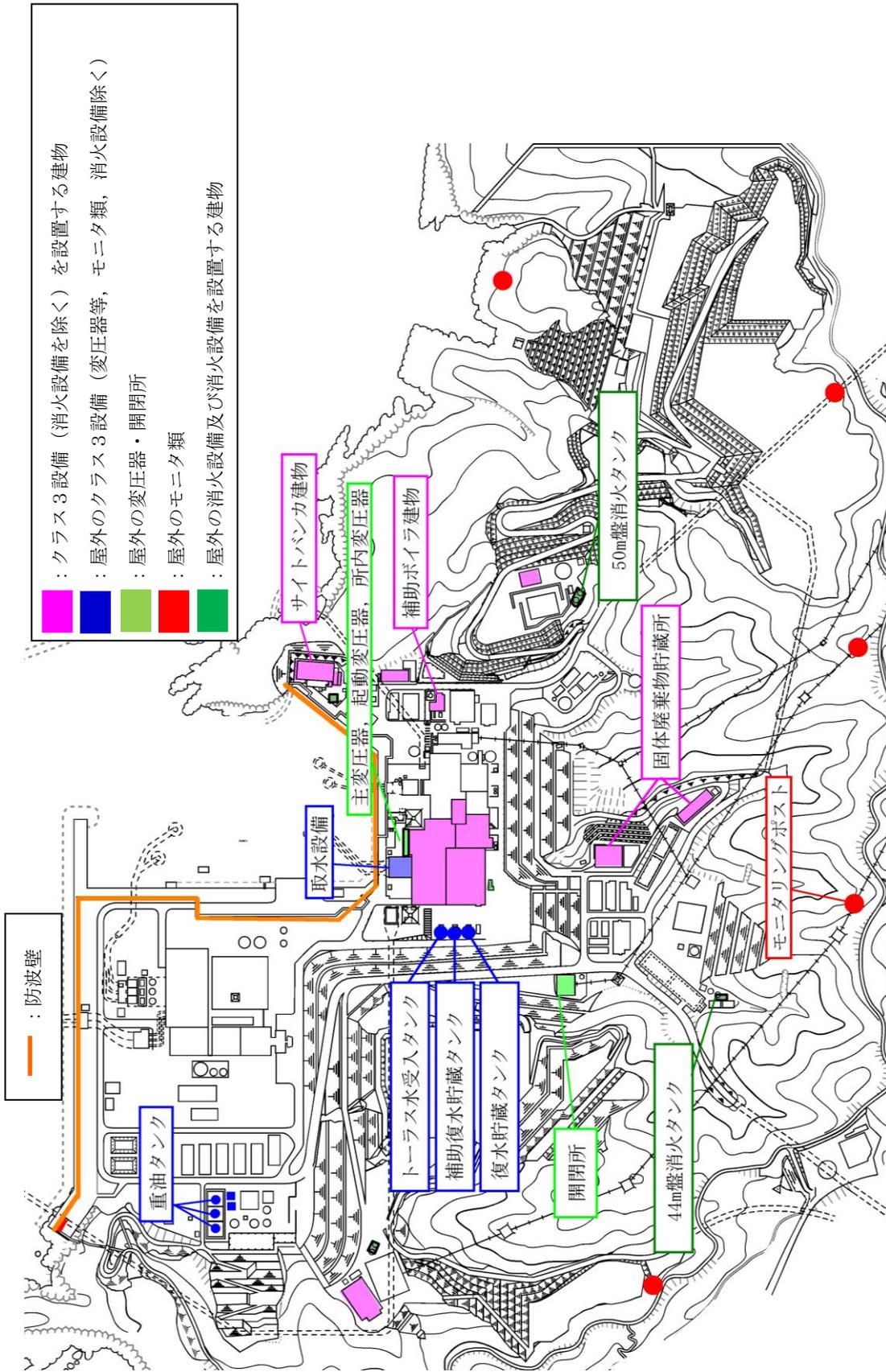


図3 クラス3設備の設置箇所

2. 重大事故等対処施設の津波防護対象設備

重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する範囲を設定し、設定した範囲を表4及び図4に示す。また、重大事故等対処施設の津波防護対象設備の一覧及び配置を表5に示す。

表4 重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画

分類		該当する建物・区画
①	EL. +8.5m の敷地に設置される建物・区画	A:設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内 1) 取水槽海水ポンプエリア 取水槽循環水ポンプエリア 2) A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置する区画 3) タービン建物 B:設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画外 1) 第4保管エリア
	EL. +15.0m の敷地に設置される建物・区画	A:設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内 1) 原子炉建物 2) 制御室建物 3) 廃棄物処理建物 4) B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置する区画 B:設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画外 1) 第1ベントフィルタ格納槽 2) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
③	EL. +15.0m の敷地よりも高所に設置される建物・区画	1) 第3保管エリア (EL. +33.0m) 2) ガスタービン発電機用軽油タンクを敷設する区画 (EL. +44.0m) 3) 第2保管エリア (EL. +44.0m) 4) ガスタービン発電機建物 (EL. +44.0m) 5) 第1保管エリア (EL. +50.0m) 6) 緊急時対策所 (EL. +50.0m)

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(1/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所	
				整理 番号	箇所名称
43	アクセスルート確保	ホイールローダ	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1, 3保管エリア
44	代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入	A T W S 緩和設備 (代替制御棒挿入機能)	常設	②A	制御室建物, 原子炉建物
		制御棒	常設	②A	原子炉建物
		制御棒駆動機構	常設	②A	原子炉建物
		制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット	常設	②A	原子炉建物
		制御棒駆動水圧系配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
	原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	A T W S 緩和設備 (代替原子炉再循環ポンプトリップ機能)	常設	②A	制御室建物, 原子炉建物
	ほう酸水注入	ほう酸水注入ポンプ	常設	②A	原子炉建物
		ほう酸水貯蔵タンク	常設	②A	原子炉建物
		ほう酸水注入系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉压力容器内部) [流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉压力容器 [注入先]	その他の設備に記載		
出力急上昇の防止	自動減圧起動阻止スイッチ	46条に記載			
	代替自動減圧起動阻止スイッチ				
45	高圧原子炉代替注水系による原子炉の冷却	高圧原子炉代替注水泵	常設	②A	原子炉建物
		サブプレッション・チェンバ [水源]	56条に記載		
		高圧原子炉代替注水系 (蒸気系) 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		主蒸気系 配管 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉隔離時冷却系 (蒸気系) 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		高圧原子炉代替注水系 (注水系) 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉隔離時冷却系 (注水系) 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉浄化系 配管 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		給水系 配管・弁・スパージャ [流路]	常設	②A	原子炉建物
	原子炉压力容器 [注水先]	その他の設備に記載			
	原子炉隔離時冷却系による原子炉の冷却	原子炉隔離時冷却ポンプ	常設	②A	原子炉建物
		サブプレッション・チェンバ [水源]	56条に記載		
		原子炉隔離時冷却系 (蒸気系) 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
主蒸気系 配管 [流路]		常設	②A	原子炉建物	
原子炉隔離時冷却系 (注水系) 配管・弁・ストレーナ [流路]		常設	②A	原子炉建物	
原子炉浄化系 配管 [流路]		常設	②A	原子炉建物	
給水系 配管・弁・スパージャ [流路]		常設	②A	原子炉建物	
原子炉压力容器 [注水先]	その他の設備に記載				
高圧炉心スプレイ系による原子炉の冷却	高圧炉心スプレイ・ポンプ	常設	②A	原子炉建物	
	サブプレッション・チェンバ [水源]	56条に記載			
	高圧炉心スプレイ系 配管・弁・ストレーナ・スパージャ [流路]	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉压力容器 [注水先]	その他の設備に記載			
ほう酸水注入系による進展抑制	ほう酸水注入系	44条に記載			

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(2/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所		
				整理 番号	箇所名称	
46	逃がし安全弁	逃がし安全弁	常設	②A	原子炉建物	
		逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	常設	②A	原子炉建物	
		主蒸気系 配管・クエンチャ[流路]	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉減圧の自動化	代替自動減圧ロジック(代替自動減圧機能)	常設	②A	制御室建物, 原子炉建物	
		自動減圧起動阻止スイッチ	常設	②A	制御室建物	
		代替自動減圧起動阻止スイッチ	常設	②A	制御室建物	
	可搬型直流電源による減圧	可搬型直流電源設備	57条に記載			
		SRV用電源切替盤	常設	②A	廃棄物処理建物	
	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池による減圧	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池(補助盤室)	可搬	②A	廃棄物処理建物	
	逃がし安全弁窒素ガス供給系	逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	可搬	②A	原子炉建物	
		逃がし安全弁窒素ガス供給系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ[流路]	常設	②A	原子炉建物	
	インターフェイスシステムLOCA 隔離弁	残留熱除去系注水弁(MV222-5A, 5B, 5C)	常設	②A	原子炉建物	
		低圧炉心スプレイ系注水弁(MV223-2)	常設	②A	原子炉建物	
原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル	常設	②A	原子炉建物		
47	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
		低圧原子炉代替注水槽[水源]	56条に記載			
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽		
		残留熱除去系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉压力容器[注水先]	その他の設備に記載				
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	大量送水車	可搬	①B	第4保管エリア	
		輪谷貯水槽(西1)[水源]	56条に記載 ※水源としては海も使用可能	③	第2, 3保管エリア	
		輪谷貯水槽(西2)[水源]				
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		残留熱除去系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		ホース・接続口[流路]	可搬	①B	第4保管エリア	
		原子炉压力容器[注水先]	③	第1, 2, 3保管エリア		
	その他の設備に記載	その他の設備に記載				
低圧炉心スプレイ系による低圧注水	低圧炉心スプレイ・ポンプ	常設	②A	原子炉建物		
	サブプレッション・チェンバ[水源]	56条に記載				
	低圧炉心スプレイ系 配管・弁・ストレーナ・スパー ジャ[流路]	常設	②A	原子炉建物		
	原子炉压力容器[注水先]	その他の設備に記載				
残留熱除去系(低圧注水モード)による低圧注水	残留熱除去ポンプ	常設	②A	原子炉建物		
	サブプレッション・チェンバ[水源]	56条に記載				
	残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ[流路]	常設	②A	原子炉建物		
	原子炉压力容器[注水先]	その他の設備に記載				

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(3/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
47	残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）による原子炉停止時冷却	残留熱除去ポンプ	常設	②A	原子炉建物
		残留熱除去系熱交換器	常設	②A	原子炉建物
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ・ジェットポンプ[流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉再循環系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉圧力容器[注水先]	その他の設備に記載		
	原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	48条に記載		
		原子炉補機海水ポンプ			
		原子炉補機冷却系 熱交換器			
		原子炉補機冷却系 サージタンク[流路]			
		原子炉補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ[流路]			
	非常用取水設備	取水口	その他の設備に記載		
		取水管			
		取水槽			
	低圧原子炉代替注水系（常設）による残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系（常設）	低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉の冷却に記載		
低圧原子炉代替注水系（可搬型）による残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系（可搬型）	低圧原子炉代替注水系（可搬型）による原子炉の冷却に記載			
48	原子炉補機代替冷却系による除熱※水源は海を使用	移動式代替熱交換設備	可搬	①B	第4保管エリア
		③		第1, 3保管エリア	
		移動式代替熱交換設備ストレーナ	可搬	①B	第4保管エリア
		③		第1, 3保管エリア	
		大型送水ポンプ車	可搬	①B	第4保管エリア
		③		第1, 3保管エリア	
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉補機冷却系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉補機冷却系 サージタンク[流路]	常設	②A	原子炉建物
		残留熱除去系熱交換器[流路]	常設	②A	原子炉建物
	ホース・接続口[流路]	可搬	①B	第4保管エリア	
	③		第1, 3保管エリア		
	原子炉補機代替冷却系による除熱※水源は海を使用	取水口	その他の設備に記載		
		取水管			
		取水槽			
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	第1ベントフィルタスクラバ容器	50条に記載		
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器			
		圧力開放板			
		遠隔手動弁操作機構			
		第1ベントフィルタ格納槽遮断			
		配管遮断	52条に記載		
		可搬式窒素供給装置	50条に記載		
		格納容器フィルタベント系 配管・弁[流路]			
窒素ガス制御系 配管・弁[流路]					
非常用ガス処理系 配管・弁[流路]		52条に記載			
ホース・接続口 [流路]	52条に記載				
原子炉格納容器（サブプレッション・チェンバ、真空破壊装置を含む）[排出元]	その他の設備に記載				
原子炉停止時冷却	残留熱除去ポンプ	47条に記載			
	残留熱除去系熱交換器				
	残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ・ジェットポンプ[流路]				

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(4/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
48	原子炉停止時冷却	原子炉再循環系 配管・弁 [流路]		47条に記載	
		原子炉圧力容器 [注水先]			
	残留熱除去系 (サブプレッション・プール水冷却モード) によるサブプレッション・チェンバ・プール水の冷却	残留熱除去ポンプ		49条に記載	
		残留熱除去系熱交換器			
		サブプレッション・チェンバ [水源]			
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]			
		原子炉格納容器 [注水先]			
	原子炉補機冷却系 (原子炉補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	常設	②A	原子炉建物
		原子炉補機海水ポンプ	常設	①A	取水槽海水ポンプエリア
		原子炉補機冷却系熱交換器	常設	②A	原子炉建物
		原子炉補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ [流路]	常設	①A	タービン建物, 取水槽海水ポンプエリア, 取水槽循環水ポンプエリア
				②A	原子炉建物
		原子炉補機冷却系 サージタンク [流路]	常設	②A	原子炉建物
	高圧炉心スプレィ補機冷却系 (高圧炉心スプレィ補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	高圧炉心スプレィ補機冷却水ポンプ	常設	②A	原子炉建物
		高圧炉心スプレィ補機海水ポンプ	常設	①A	タービン建物, 取水槽海水ポンプエリア, 取水槽循環水ポンプエリア
		高圧炉心スプレィ補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ [流路]	常設	②A	タービン建物, 取水槽海水ポンプエリア, 取水槽循環水ポンプエリア
				②A	原子炉建物
		高圧炉心スプレィ補機冷却系 サージタンク [流路]	常設	②A	原子炉建物
		高圧炉心スプレィ補機冷却系熱交換器	常設	①A	原子炉建物
	非常用取水設備	取水口	その他の設備に記載		
取水管					
取水槽					
49	格納容器代替スプレィ系 (常設) による原子炉格納容器内の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]	56条に記載		
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
				②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		格納容器スプレィ・ヘッド [流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉格納容器 [注水先]	その他の設備に記載		
	格納容器代替スプレィ系 (可搬型) による原子炉格納容器内の冷却	大量送水車	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第2, 3保管エリア
		可搬型ストレーナ	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第2, 3保管エリア
		輪谷貯水槽 (西1) [水源]	56条に記載		
		輪谷貯水槽 (西2) [水源]			
残留熱除去系 配管・弁 [流路]		常設	②A	原子炉建物	
格納容器代替スプレィ系 配管・弁 [流路]		常設	②A	原子炉建物	
格納容器スプレィ・ヘッド [流路]	常設	②A	原子炉建物		
ホース・接続口 [流路]	可搬	①B	第4保管エリア		
		③	第1, 2, 3保管エリア		
原子炉格納容器 [注水先]	その他の設備に記載				
残留熱除去系 (格納容器冷却モード) による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	常設	②A	原子炉建物	
	残留熱除去系熱交換器	常設	②A	原子炉建物	
	サブプレッション・チェンバ [水源]	56条に記載			
	残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]	常設	②A	原子炉建物	

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(5/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所		
				整理番号	箇所名称	
49	残留熱除去系（格納容器冷却モード）による原子炉格納容器内の冷却	原子炉格納容器[注水先]		その他の設備に記載		
		格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	常設	②A	原子炉建物	
	残留熱除去系（サブプレッション・プール水冷却モード）による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	常設	②A	原子炉建物	
		残留熱除去系熱交換器	常設	②A	原子炉建物	
		サブプレッション・チェンバ[水源]		56条に記載		
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ[流路]	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用	原子炉格納容器[注水先]		その他の設備に記載		
		原子炉補機冷却水ポンプ		48条に記載		
		原子炉補機海水ポンプ				
		原子炉補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ[流路]				
		原子炉補機冷却系 サージタンク[流路]				
	原子炉補機冷却系 熱交換器					
	非常用取水設備	取水口		その他の設備に記載		
		取水管				
取水槽						
50	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	第1ベントフィルタスクラバ容器	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
		圧力開放板	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
		格納容器フィルタベント系 配管・弁[流路]		常設	②A	原子炉建物
					②B	第1ベントフィルタ格納槽
		窒素ガス制御系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		非常用ガス処理系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		遠隔手動弁操作機構	常設	②A	原子炉建物	
		第1ベントフィルタ格納槽遮蔽	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
		配管遮蔽	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
	可搬式窒素供給装置		52条に記載			
	ホース・接続口 [流路]		52条に記載			
	原子炉格納容器（サブプレッション・チェンバ、真空破壊装置を含む） [排出元]		その他の設備に記載			
	残留熱代替除去系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	残留熱代替除去ポンプ	常設	②A	原子炉建物	
残留熱除去系熱交換器		常設	②A	原子炉建物		
移動式代替熱交換設備			可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1, 3保管エリア	
移動式代替熱交換設備ストレーナ			可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1, 3保管エリア	
大型送水ポンプ車			可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1, 3保管エリア	
サブプレッション・チェンバ [水源]			56条に記載（うち、重大事故緩和設備）			
原子炉補機代替冷却系配管・弁 [流路]		常設	②A	原子炉建物		
原子炉補機冷却系配管・弁 [流路]		常設	②A	原子炉建物		
原子炉補機冷却系サージタンク [流路]		常設	②A	原子炉建物		
残留熱除去系配管・弁・ストレーナ [流路]		常設	②A	原子炉建物		
残留熱代替除去系 配管・弁 [流路]		常設	②A	原子炉建物		
低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]		常設	②A	原子炉建物		
			②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽		
格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	常設	②A	原子炉建物			

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(6/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
50	残留熱代替除去系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	ホース・接続口 [流路]	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1, 3保管エリア
		取水口	その他の設備に記載		
		取水管			
		取水槽			
		原子炉圧力容器 [注水先]			
原子炉格納容器 [注水先]					
51	ベDESTAL代替注水系 (常設) による原子炉格納容器下部への注水	低圧原子炉代替注水ポンプ	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
		コリウムシールド	常設	②A	原子炉建物
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]			56条に記載
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
				②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	常設	②A	原子炉建物
	原子炉格納容器 [注水先]			その他の設備に記載	
	格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器下部への注水	大量送水車	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第2, 3保管エリア
		コリウムシールド	常設	②A	原子炉建物
		可搬型ストレーナ	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第2, 3保管エリア
		輪谷貯水槽 (西1) [水源]			56条に記載 ※水源としては海も使用可能
		輪谷貯水槽 (西2) [水源]			
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		格納容器代替スプレイ系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
		格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	常設	②A	原子炉建物
	ホース・接続口 [流路]	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1, 2, 3保管エリア	
	原子炉格納容器 [注水先]			その他の設備に記載	
ベDESTAL代替注水系 (可搬型) による原子炉格納容器下部への注水	大量送水車	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第2, 3保管エリア	
	コリウムシールド	常設	②A	原子炉建物	
	輪谷貯水槽 (西1) [水源]			56条に記載 ※水源としては海も使用可能	
	輪谷貯水槽 (西2) [水源]				
	ベDESTAL代替注水系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物	
	ホース・接続口 [流路]	可搬	①B	第4保管エリア	
	③		第1, 2, 3保管エリア		
原子炉格納容器 [注水先]			その他の設備に記載		
溶融炉心の落下遅延及び防止	高圧原子炉代替注水系			45条に記載	
	ほう酸水注入系			44条に記載	
	低圧原子炉代替注水系 (常設)			47条に記載	
	低圧原子炉代替注水系 (可搬型)				
52	原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素暴発防止	(窒素ガス制御系)	常設	②A	原子炉建物
	窒素ガス代替注入系による原子炉格納容器内の不活性化	可搬式窒素供給装置	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1保管エリア
	窒素ガス代替注入系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物	

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(7/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
52	窒素ガス代替注入系による原子炉格納容器内の不活性化	ホース・接続口 [流路]	可搬	①B	第4 保管エリア
				③	第1 保管エリア
		原子炉格納容器[注入先]	その他の設備に記載		
52	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素ガス及び酸素ガスの排出	第1ベントフィルタスクラバ容器	50条に記載		
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器			
		圧力開放板			
		第1ベントフィルタ出口水素濃度	58条に記載		
		第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)			
		遠隔手動弁操作機構	50条に記載		
		第1ベントフィルタ格納槽遮蔽	50条に記載		
		配管遮蔽			
		可搬式窒素供給装置	可搬	①B	第4 保管エリア
				③	第1 保管エリア
	格納容器フィルタベント系 配管・弁[流路]	50条に記載			
	窒素ガス制御系 配管・弁[流路]				
	非常用ガス処理系 配管・弁[流路]				
	ホース・接続口 [流路]	可搬	①B	第4 保管エリア	
	③		第1 保管エリア		
		原子炉格納容器(サブプレッション・チェンバ、真空破壊装置を含む)[排出元]	その他の設備に記載		
水素濃度及び酸素濃度の監視	格納容器水素濃度(SA)	常設	②A	原子炉建物	
	格納容器水素濃度(B系)	常設	②A	原子炉建物	
	格納容器酸素濃度(SA)	常設	②A	原子炉建物	
	格納容器酸素濃度(B系)	常設	②A	原子炉建物	
53	静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制	静的触媒式水素処理装置	常設	②A	原子炉建物
		静的触媒式水素処理装置入口温度	常設	②A	原子炉建物
		静的触媒式水素処理装置出口温度	常設	②A	原子炉建物
	原子炉建物内の水素濃度監視	原子炉建物原子炉棟 [流路]	その他の設備に記載		
	原子炉建物水素濃度	常設	②A	原子炉建物	
54	燃料プールのスプレイ系(常設スプレイヘッダ)による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	可搬	①B	第4 保管エリア
				③	第2, 3 保管エリア
		可搬型ストレーナ	可搬	①B	第4 保管エリア
				③	第2, 3 保管エリア
		常設スプレイヘッダ	常設	②A	原子炉建物
		輪谷貯水槽(西1)[水源]	56条に記載 ※水源としては海も使用可能		
		輪谷貯水槽(西2)[水源]			
	ホース・接続口[流路]	可搬	①B	第4 保管エリア	
			③	第1, 2, 3 保管エリア	
	燃料プールのスプレイ系配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物	
燃料プール(サイフォン防止機能を含む)[注水先]	その他の設備に記載				
燃料プールのスプレイ系(可搬型スプレインゾル)による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	可搬	①B	第4 保管エリア	
			③	第2, 3 保管エリア	
	可搬型ストレーナ	可搬	①B	第4 保管エリア	
			③	第2, 3 保管エリア	
可搬型スプレインゾル	可搬	②A	原子炉建物		

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(8/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
54	燃料プールのスプレイ系(可搬型スプレインズル)による燃料プールへの注水及びスプレイ	輪谷貯水槽(西1)[水源]	可搬	56条に記載 ※水源としては海も使用可能	
		輪谷貯水槽(西2)[水源]			
		ホース・弁[流路]		①B	第4保管エリア
		燃料プール(サイフォン防止機能を含む)[注水先]		②A	原子炉建物
				③	第1, 2, 3保管エリア
				その他の設備に記載	
	大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	可搬	55条に記載	
		ホース[流路]			
		放水砲			
	燃料プールの監視	燃料プール水位(SA)	常設	②A	原子炉建物
		燃料プール水位・温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
		燃料プールエリア放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)(SA)	常設	②A	原子炉建物
		燃料プール監視カメラ(SA)(燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)	常設	②A	原子炉建物
	燃料プール冷却による燃料プールの除熱	燃料プール冷却ポンプ	常設	②A	原子炉建物
		燃料プール冷却系熱交換器	常設	②A	原子炉建物
		移動式代替熱交換設備	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1, 3保管エリア
		移動式代替熱交換設備ストレナ	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1, 3保管エリア
		大型送水ポンプ車	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1, 3保管エリア
				その他の設備に記載	
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁[流路]	常設	②A	原子炉建物
		原子炉補機代替冷却系 サージタンク [流路]	常設	②A	原子炉建物
		燃料プール冷却系 配管・弁 [流路]	常設	②A	原子炉建物
	燃料プール冷却系 スキマ・サージ・タンク[流路]	常設	②A	原子炉建物	
	燃料プール冷却系 ディフューザ [流路]	常設	②A	原子炉建物	
	ホース・接続口[流路]	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1, 3保管エリア	
	取水口	可搬	その他の設備に記載		
	取水管				
	取水槽				
55	大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	可搬	①B	第4保管エリア
			可搬	③	第3保管エリア
		放水砲	可搬	①B	第4保管エリア
		可搬	③	第1保管エリア	
	ホース[流路]	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1保管エリア	
海洋への放射性物質の拡散抑制	放射性物質吸着材	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1保管エリア	
	シルトフェンス	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1保管エリア	
小型船舶	可搬	①B	第4保管エリア		
		③	第1保管エリア		

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(9/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
55	航空機燃料火災への泡消火※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第3保管エリア
	航空機燃料火災への泡消火※水源は海を使用	放水砲	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1保管エリア
		泡消火薬剤容器	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1保管エリア
ホース〔流路〕	可搬	①B	第4保管エリア		
		③	第1保管エリア		
56	重大事故等収束のための水源※水源としては海も使用可能	低圧原子炉代替注水槽	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
		サブプレッション・チェンバ	常設	②A	原子炉建物
	重大事故等収束のための水源	ほう酸水貯蔵タンク	44条に記載		
	重大事故等収束のための水源※水源としては海も使用可能	輪谷貯水槽(西1)	常設	—	44m盤
		輪谷貯水槽(西2)	常設	—	44m盤
		構内監視カメラ(ガスタービン発電機建物屋上)	常設	③	ガスタービン発電機建物
	水の供給	大量送水車	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第2, 3保管エリア
		ホース〔流路〕	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1, 2, 3保管エリア
		大量送水車	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1保管エリア
		ホース〔流路〕	可搬	①B	第4保管エリア
				③	第1保管エリア
可搬型ストレーナ		可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第2, 3保管エリア	
取水口	その他の設備に記載				
取水管					
取水槽					
57	常設代替交流電源設備による給電	ガスタービン発電機	常設	③	ガスタービン発電機建物
		ガスタービン発電機用軽油タンク	常設	③	軽油タンクを敷設する区画
		ガスタービン発電機用サービスタンク	常設	③	ガスタービン発電機建物
		ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	常設	③	ガスタービン発電機建物
		ガスタービン発電機用燃料移送系配管・弁〔燃料流路〕	常設	③	ガスタービン発電機建物, 軽油タンクを敷設する区画
		ガスタービン発電機～非常用高圧母線C系及びD系電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物
				③	ガスタービン発電機建物
		ガスタービン発電機～SAロードセンタ電路〔電路〕	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
				③	ガスタービン発電機建物
		ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA1コントロールセンタ電路〔電路〕	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
				③	ガスタービン発電機建物
		ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA2コントロールセンタ電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物
②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽				
ガスタービン発電機～高圧発電機車接続プラグ収納箱電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物		
		③	ガスタービン発電機建物		
高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物		

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(10/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所	
				整理番号	箇所名称
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1, 3保管エリア	
可搬型代替交流電源設備による給電	ガスタービン発電機用軽油タンク	常設	③	軽油タンクを敷設する区画	
	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
可搬型代替交流電源設備による給電	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	②A	B-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
			①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
	タンクローリ	可搬	①B	第4保管エリア	
可搬型代替交流電源設備による給電	タンクローリ	可搬	③	第3保管エリア	
			ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]	常設	③
可搬型代替交流電源設備による給電	ホース [燃料流路]	可搬	③	ガスタービン発電機建物	
	高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側) 電路 [電路]	可搬	①B	第4保管エリア	
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側) 電路 [電路]	可搬	③	第1, 3保管エリア	
			高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]	常設	②A
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側) 電路 [電路]	可搬	①B	第4保管エリア	
			③	第1, 3保管エリア	
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]	常設	②A	原子炉建物	
			高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ盤電路 [電路]	可搬	①B
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ盤電路 [電路]	可搬	③	第1, 3保管エリア	
			緊急用メタクラ接続プラグ盤～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]	常設	②A
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路 [電路]	常設	②A	原子炉建物	
			②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路 [電路]	常設	②A	原子炉建物	
			②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
可搬型代替交流電源設備による給電	緊急用メタクラ接続プラグ盤～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路 [電路]	常設	②A	原子炉建物	
			②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
所内常設蓄電式直流電源設備による給電	B-115V系蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
	B1-115V系蓄電池(SA)	常設	②A	廃棄物処理建物	
	230V系蓄電池(RIC)	常設	②A	廃棄物処理建物	
	SA用115V系蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
	B-115V系充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
	B1-115V系充電器(SA)	常設	②A	廃棄物処理建物	
	230V系充電器(RIC)	常設	②A	廃棄物処理建物	
	SA用115V系充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
	B-115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	常設	②A	廃棄物処理建物	
	B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流母線電路 [電路]	常設	②A	廃棄物処理建物	
	230V系蓄電池(RIC)及び充電器～直流母線電路 [電路]	常設	②A	廃棄物処理建物	
	SA用115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	常設	②A	廃棄物処理建物	
	SA用115V系蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
	SA用115V系充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
SA用115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	常設	②A	廃棄物処理建物		
可搬型直流電源設備による給電	高圧発電機車	可搬	①B	第4保管エリア	
	B1-115V系充電器(SA)	常設	③	第1, 3保管エリア	
可搬型直流電源設備による給電	高圧発電機車	可搬	③	第1, 3保管エリア	
			B1-115V系充電器(SA)	常設	②A

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(11/17)

関連条文	系統機能	設備	設備種別	設置場所		
				整理番号	箇所名称	
可搬型直流電源設備による給電		SA用115V系充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
		230V系充電器(常用)	常設	②A	廃棄物処理建物	
		ガスタービン発電機用軽油タンク	常設	③	軽油タンクを敷設する区画	
		非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	②A	B-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
可搬型直流電源設備による給電		タンクローリ	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第3保管エリア	
		ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁[燃料流路]	常設	③	軽油タンクを敷設する区画	
		ホース[燃料流路]	可搬	③	ガスタービン発電機建物	
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)電路[電路]	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1, 3保管エリア	
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～直流母線電路[電路]	常設	②A	原子炉建物	
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)電路[電路]	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1, 3保管エリア	
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～直流母線電路[電路]	常設	②A	原子炉建物	
代替所内電気設備による給電		高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ電路[電路]	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1, 3保管エリア	
		緊急用メタクラ接続プラグ～直流母線電路[電路]	常設	②A	原子炉建物	
	57		緊急用メタクラ	常設	③	ガスタービン発電機建物
			メタクラ切替盤	常設	②A	原子炉建物
			高圧発電機車接続プラグ収納箱	常設	②A	原子炉建物
			緊急用メタクラ接続プラグ盤	常設	②A	原子炉建物
			SAロードセンタ	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
			SA1コントロールセンタ	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
			SA2コントロールセンタ	常設	②A	原子炉建物
			充電器電源切替盤	常設	②A	廃棄物処理建物
			SA電源切替盤	常設	②A	原子炉建物
			重大事故操作盤	常設	②A	廃棄物処理建物
		非常用高圧母線C系	常設	②A	原子炉建物	
		非常用高圧母線D系	常設	②A	原子炉建物	
非常用交流電源設備			非常用ディーゼル発電機	常設	②A	原子炉建物
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	常設	②A	原子炉建物	
		非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
				②A	B-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
		非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画	
			②A	B-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画		
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画		

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(12/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所		
				整理 番号	箇所名称	
57	非常用交流電源設備	非常用ディーゼル発電機燃料デイトンク	常設	②A	原子炉建物	
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイトンク	常設	②A	原子炉建物	
		非常用ディーゼル発電機燃料移送系配管・弁〔燃料流路〕	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）を敷設する区画、タービン建物	
				②A	B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を敷設する区画、原子炉建物	
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送系配管・弁〔燃料流路〕	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）を敷設する区画、タービン建物	
				②A	原子炉建物	
		非常用ディーゼル発電機～非常用高圧母線C系及びD系電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物	
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機～非常用高圧母線HPCS系電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物		
	非常用直流電源設備	A-115V系蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B-115V系蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B1-115V系蓄電池（SA）	常設	②A	廃棄物処理建物	
		230V系蓄電池（RCIC）	常設	②A	廃棄物処理建物	
		高圧炉心スプレイ系蓄電池	常設	②A	原子炉建物	
		A-原子炉中性子計装用蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B-原子炉中性子計装用蓄電池	常設	②A	廃棄物処理建物	
		A-115V系充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B-115V系充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B1-115V系充電器（SA）	常設	②A	廃棄物処理建物	
		230V系充電器（RCIC）	常設	②A	廃棄物処理建物	
		高圧炉心スプレイ系充電器	常設	②A	原子炉建物	
		A-原子炉中性子計装用充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B-原子炉中性子計装用充電器	常設	②A	廃棄物処理建物	
		A-115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B-115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	廃棄物処理建物	
		B1-115V系蓄電池（SA）及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	廃棄物処理建物	
		230V系蓄電池（RCIC）及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物、廃棄物処理建物	
		高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物、廃棄物処理建物	
		A-原子炉中性子計装用蓄電池及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物、廃棄物処理建物	
		B-原子炉中性子計装用蓄電池及び充電器～直流母線電路〔電路〕	常設	②A	原子炉建物、廃棄物処理建物	
		燃料補給設備	ガスタービン発電機用軽油タンク	常設	③	軽油タンクを敷設する区画
			非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）を敷設する区画
	②A				B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を敷設する区画	
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク		常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）を敷設する区画	
	タンクローリ		可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第3保管エリア	
	ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁〔燃料流路〕		常設	③	軽油タンクを敷設する区画	
ホース〔燃料流路〕	可搬	③	ガスタービン発電機建物			
58	原子炉圧力容器内の温度	原子炉圧力容器温度（SA）	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉圧力容器内の圧力	原子炉圧力	常設	②A	原子炉建物	
		原子炉圧力（SA）	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉圧力容器内の水位	原子炉水位（広帯域） 原子炉水位（燃料域）	常設	②A	原子炉建物	
		原子炉水位（SA）	常設	②A	原子炉建物	

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(13/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所	
				整理 番号	箇所名称
58	原子炉压力容器への注水量	高压原子炉代替注水流量	常設	②A	原子炉建物
		代替注水流量(常設)	常設	②A	原子炉建物
				②B	低压原子炉代替注水ポンプ格納槽
		低压原子炉代替注水流量 低压原子炉代替注水流量(狭帯域用)	常設	②A	原子炉建物
	原子炉压力容器への注水量	原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	常設	②A	原子炉建物
		高压炉心スプレイポンプ出口流量	常設	②A	原子炉建物
		残留熱除去ポンプ出口流量	常設	②A	原子炉建物
		低压炉心スプレイポンプ出口流量	常設	②A	原子炉建物
		残留熱代替除去系原子炉注水流量	常設	②A	原子炉建物
		代替注水流量(常設)	常設	②A	原子炉建物
				②B	低压原子炉代替注水ポンプ格納槽
		格納容器代替スプレイ流量	常設	②A	原子炉建物
		ベDESTAL代替注水流量 ベDESTAL代替注水流量(狭帯域用)	常設	②A	原子炉建物
		残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量	常設	②A	原子炉建物
	原子炉格納容器内の温度	ドライウエル温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
		ベDESTAL温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
		ベDESTAL水温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
		サブプレッション・チェンバ温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
		サブプレッション・プール水温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
	原子炉格納容器内の圧力	ドライウエル圧力(SA)	常設	②A	原子炉建物
		サブプレッション・チェンバ圧力(SA)	常設	②A	原子炉建物
	原子炉格納容器内の水位	ドライウエル水位	常設	②A	原子炉建物
		サブプレッション・プール水位(SA)	常設	②A	原子炉建物
		ベDESTAL水位	常設	②A	原子炉建物
	原子炉格納容器内の水素濃度	格納容器水素濃度(B系)	常設	②A	原子炉建物
		格納容器水素濃度(SA)	常設	②A	原子炉建物
	原子炉格納容器内の放射線量率	格納容器雰囲気放射線モニタ(ドライウエル)	常設	②A	原子炉建物
		格納容器雰囲気放射線モニタ(サブプレッション・チェンバ)	常設	②A	原子炉建物
	未臨界の維持又は監視	中性子源領域計装	常設	②A	原子炉建物
		中間領域計装	常設	②A	原子炉建物
		平均出力領域計装	常設	②A	原子炉建物
	最終ヒートシンクの確保(残留熱代替除去系)	サブプレッション・プール水温度(SA)	常設	②A	原子炉建物
残留熱除去系熱交換器出口温度		常設	②A	原子炉建物	
残留熱代替除去系原子炉注水流量		常設	②A	原子炉建物	
残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量		常設	②A	原子炉建物	
最終ヒートシンクの確保(格納容器フィルタベント系)	スクラバ容器水位	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
	スクラバ容器圧力	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
	スクラバ容器温度	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
	第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)	常設	②B	第1ベントフィルタ格納槽	
	第1ベントフィルタ出口水素濃度	可搬	③	第1, 4保管エリア	
最終ヒートシンクの確保(残留熱除去系)	残留熱除去系熱交換器入口温度	常設	②A	原子炉建物	
	残留熱除去系熱交換器出口温度	常設	②A	原子炉建物	
	残留熱除去ポンプ出口流量	常設	②A	原子炉建物	
格納容器バイパスの監視(原子炉压力容器内の状態)	原子炉水位(広帯域)	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉水位(燃料域)	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉水位(SA)	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉圧力	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉圧力(SA)	常設	②A	原子炉建物	

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(14/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所		
				整理 番号	箇所名称	
58	格納容器バイパスの監視 (原子炉格納容器内の状態)	ドライウエル温度 (SA)	常設	②A	原子炉建物	
		ドライウエル圧力 (SA)	常設	②A	原子炉建物	
	格納容器バイパスの監視 (原子炉建物内の状態)	残留熱除去ポンプ出口圧力	常設	②A	原子炉建物	
		低圧炉心スプレイポンプ出口圧力	常設	②A	原子炉建物	
	水源の確保	低圧原子炉代替注水槽水位	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
		サブプレッション・プール水位 (SA)	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉建物内の水素濃度	原子炉建物水素濃度	常設	②A	原子炉建物	
	原子炉格納容器内の酸素濃度	格納容器酸素濃度 (B系)	常設	②A	原子炉建物	
		格納容器酸素濃度 (SA)	常設	②A	原子炉建物	
	燃料プールの監視	燃料プール水位 (SA)	常設	②A	原子炉建物	
		燃料プール水位・温度 (SA)	常設	②A	原子炉建物	
		燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (SA)	常設	②A	原子炉建物	
		燃料プール監視カメラ (SA) (燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)	常設	②A	原子炉建物	
	発電所内の通信連絡	安全パラメータ表示システム (SPDS)	常設	②A	廃棄物処理建物	
			③	緊急時対策所		
	温度、圧力、水位、注水量の計測・監視	可搬型計測器	可搬	②A	廃棄物処理建物	
			③	緊急時対策所		
	その他	ADS用N ₂ ガス減圧弁二次側圧力	N ₂ ガスボンベ圧力	常設	②A	原子炉建物
			原子炉補機冷却水ポンプ出口圧力	常設	②A	原子炉建物
			RCW熱交換器出口温度	常設	②A	原子炉建物
			RCWサージタンク水位	常設	②A	原子炉建物
			C-メタクラ母線電圧	常設	②A	原子炉建物
			D-メタクラ母線電圧	常設	②A	原子炉建物
			HPCS-メタクラ母線電圧	常設	②A	原子炉建物
			C-ロードセンタ母線電圧	常設	②A	原子炉建物
			D-ロードセンタ母線電圧	常設	②A	原子炉建物
			緊急用メタクラ電圧	常設	③	ガスタービン発電機建物
			SAロードセンタ母線電圧	常設	②B	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
			B1-115V系蓄電池 (SA) 電圧	常設	②A	廃棄物処理建物
			A-115V系直流盤母線電圧	常設	②A	廃棄物処理建物
			B-115V系直流盤母線電圧	常設	②A	廃棄物処理建物
			230V系直流盤 (常用) 母線電圧	常設	②A	廃棄物処理建物
			SA用115V系充電器蓄電池電圧	常設	②A	廃棄物処理建物
59 居住性の確保	居住性の確保	中央制御室	常設	②A	制御室建物	
		中央制御室待避室	常設	②A	制御室建物	
		中央制御室遮蔽	常設	②A	制御室建物	
		中央制御室待避室遮蔽	常設	②A	制御室建物	
		再循環用ファン	常設	②A	廃棄物処理建物	
		チャコール・フィルタ・ブースタ・ファン	常設	②A	廃棄物処理建物	
		非常用チャコール・フィルタ・ユニット	常設	②A	廃棄物処理建物	
		中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)	常設	②A	廃棄物処理建物	
		無線通信設備 (固定型)	62 条に記載			
		衛星電話設備 (固定型)	62 条に記載			
プラントパラメータ監視装置 (中央制御室待避室)	可搬	②A	制御室建物			

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(15/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所		
				整理 番号	箇所名称	
59	居住性の確保	中央制御室差圧計	常設	②A	制御室建物	
		待避室差圧計	可搬	②A	制御室建物	
		酸素濃度計	可搬	②A	制御室建物	
		二酸化炭素濃度計	可搬	②A	制御室建物	
		中央制御室換気系ダクト[流路]	常設	②A	制御室建物、廃棄物処理建物	
		中央制御室待避室正圧化装置(配管・弁)[流路]	常設	②A	制御室建物	
		中央制御室換気系 弁[流路]	常設	②A	廃棄物処理建物	
		無線通信設備(屋外アンテナ)[伝送路]	62条に記載			
		衛星電話設備(屋外アンテナ)[伝送路]				
	照明の確保	LEDライト(三脚タイプ)	可搬	②A	制御室建物	
	被ばく線量の低減	非常用ガス処理系排気ファン	常設	②A	原子炉建物	
		前置ガス処理装置[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		後置ガス処理装置[流路]	常設	②A	原子炉建物	
		非常用ガス処理系配管・弁[流路]	常設	①A	タービン建物	
②A				原子炉建物		
非常用ガス処理系排気管[流路]		常設	①A	A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)及び高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機(燃料移送系)を敷設する区画		
原子炉建物原子炉棟[流路]		その他の設備に記載				
原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置	常設	②A	原子炉建物			
60	放射線量の代替測定	可搬式モニタリング・ポスト	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1保管エリア	
	放射線量の代替測定	データ表示装置(伝送路)	可搬	③	緊急時対策所	
	放射性物質の濃度の代替測定	可搬式ダスト・よう素サンプラ	可搬	③	緊急時対策所	
					NaIシンチレーション・サーベイ・メータ	緊急時対策所
					GM汚染サーベイ・メータ	緊急時対策所
	気象観測項目の代替測定	可搬式気象観測装置	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1保管エリア	
				データ表示装置(伝送路)	可搬	③
	放射線量の測定	可搬式モニタリング・ポスト	可搬	①B	第4保管エリア	
				③	第1保管エリア	
				データ表示装置(伝送路)	可搬	③
電離箱サーベイ・メータ				可搬	③	緊急時対策所
小型船舶				可搬	①B	第4保管エリア
	③	第1保管エリア				
放射性物質の濃度の測定(空气中、水中、土壌中)及び海上モニタリング	可搬式ダスト・よう素サンプラ	可搬	③	緊急時対策所		
				NaIシンチレーション・サーベイ・メータ	緊急時対策所	
				GM汚染サーベイ・メータ	緊急時対策所	

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(16/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所		
				整理 番号	箇所名称	
60	放射性物質の濃度の測定（空气中、水中、土壌中）及び海上モニタリング	α・β線サーベイ・メータ	可搬	③	緊急時対策所	
		小型船舶	可搬	①B	第4保管エリア	
	モニタリング・ポストの代替交流電源からの給電	常設代替交流電源設備		③	第1保管エリア	
				57条に記載		
61	居住性の確保	緊急時対策所	常設	③	緊急時対策所	
		緊急時対策所遮蔽	常設	③	緊急時対策所	
		緊急時対策所空気浄化フィルタユニット	可搬	③	緊急時対策所	
	居住性の確保	緊急時対策所空気浄化送風機	可搬	③	緊急時対策所	
		緊急時対策所正圧化装置（空気ポンプ）	可搬	③	緊急時対策所	
		酸素濃度計	可搬	③	緊急時対策所	
		二酸化炭素濃度計	可搬	③	緊急時対策所	
		差圧計	常設	③	緊急時対策所	
		可搬式エリア放射線モニタ	可搬	③	緊急時対策所	
		可搬式モニタリング・ポスト			60条に記載	
		緊急時対策所空気浄化装置用可搬型ダクト〔流路〕	可搬	③	緊急時対策所	
		緊急時対策所空気浄化装置（配管・弁）〔流路〕	常設	③	緊急時対策所	
		緊急時対策所正圧化装置可搬型配管・弁〔流路〕	可搬	③	緊急時対策所	
	緊急時対策所正圧化装置（配管・弁）〔流路〕	常設	③	緊急時対策所		
	必要な情報の把握	安全パラメータ表示システム（SPDS）			62条に記載	
	通信連絡（緊急時対策所）	無線通信設備（固定型）			62条に記載	
		無線通信設備（携帯型）				
衛星電話設備（固定型）						
衛星電話設備（携帯型）						
統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備						
無線通信装置〔伝送路〕						
無線通信設備（屋外アンテナ）〔伝送路〕						
衛星通信装置〔伝送路〕						
衛星電話設備（屋外アンテナ）〔伝送路〕						
有線（建物内）（無線通信設備（固定型）、衛星電話設備（固定型）に係るもの）〔伝送路〕						
有線（建物内）（安全パラメータ表示システム（SPDS）に係るもの）〔伝送路〕						
有線（建物内）（統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備に係るもの）〔伝送路〕						
電源の確保	緊急時対策所用発電機	可搬	①B	第4保管エリア		
			③	第1保管エリア		
	可搬ケーブル	可搬	③	第1保管エリア		
	緊急時対策所 発電機接続プラグ盤	常設	③	緊急時対策所		
	緊急時対策所 低圧母線盤	常設	③	緊急時対策所		
	緊急時対策所用発電機～緊急時対策所 低圧母線盤〔電路〕	常設	③	緊急時対策所		
緊急時対策所用燃料地下タンク	常設	③	緊急時対策所			
電源の確保	タンクローリ	可搬	①B	第4保管エリア		
			③	第1保管エリア		
	ホース	可搬	③	ガスタービン発電機建物		

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

表5 重大事故等対処施設の一覧及び配置(17/17)

関連 条文	系統機能	設備	設備 種別	設置場所	
				整理 番号	箇所名称
62	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	可搬	②A	廃棄物処理建物
		無線通信設備（固定型）	常設	②A	制御室建物
		無線通信設備（携帯型）	可搬	③	緊急時対策所
		衛星電話設備（固定型）	常設	②A	制御室建物
		衛星電話設備（携帯型）	可搬	③	緊急時対策所
		安全パラメータ表示システム（SPDS）	常設	②A	廃棄物処理建物
		無線通信設備（屋外アンテナ）【伝送路】	常設	③	緊急時対策所
		衛星電話設備（屋外アンテナ）【伝送路】	常設	③	緊急時対策所
		無線通信装置【伝送路】	常設	②A	原子炉建物、廃棄物処理建物
				③	緊急時対策所
		有線（建物内）（有線式通信設備、無線通信設備（固定型）、衛星電話設備（固定型）に係るもの）【伝送路】	常設	②A	原子炉建物、廃棄物処理建物
				③	緊急時対策所
		有線（建物内）（安全パラメータ表示システム（SPDS）に係るもの）【伝送路】	常設	②A	廃棄物処理建物
				③	緊急時対策所
		衛星電話設備（固定型）	常設	②A	制御室建物
				③	緊急時対策所
		衛星電話設備（携帯型）	可搬	③	緊急時対策所
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	常設	③	緊急時対策所
		データ伝送設備	常設	③	緊急時対策所
		衛星電話設備（屋外アンテナ）【伝送路】	常設	③	緊急時対策所
衛星通信装置【伝送路】	常設	③	緊急時対策所		
有線（建物内）（衛星電話設備（固定型）に係るもの）【伝送路】	常設	②A	制御室建物		
		③	緊急時対策所		
有線（建物内）（統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、データ伝送設備に係るもの）【伝送路】	常設	③	緊急時対策所		
他	重大事故時に対処するための流路又は注水先、注入先、排出元等	原子炉圧力容器	常設	②A	原子炉建物
		原子炉格納容器	常設	②A	原子炉建物
		燃料プール	常設	②A	原子炉建物
		原子炉建物原子炉棟	常設	②A	原子炉建物
	非常用取水設備	取水口	常設	—	取水路付近
		取水管	常設	—	取水路付近
		取水槽	常設	—	取水路付近

※ハッチングは設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物・区画内に設置される設備を表す。

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについては、平面二次元モデルを用いており、基礎方程式は非線形長波（浅水理論）に基づく。基礎方程式及び計算条件を図1及び表1に示す。なお、解析には基準津波の評価において妥当性を確認した数値シミュレーションプログラムを用いた。

計算領域については、対馬海峡付近から間宮海峡付近までの日本海全域である。東西方向約1,300km、南北方向約2,100kmを設定した。

計算格子間隔については、敷地に近づくにしたがって最大800mから最小6.25mまで徐々に細かい格子サイズを用い、津波の挙動が精度よく計算できるよう適切に設定した。敷地近傍及び敷地については、海底・海岸地形、敷地の構造物等の規模や形状を考慮し、格子サイズ6.25mでモデル化している。なお、文献1)、2)によると「最小計算格子間隔は10m程度より小さくすることを目安とする」との記載があることから、格子サイズ6.25mは妥当である。

地形のモデル化にあたっては、最新の地形データを用いることとし、海域では一般財団法人日本水路協会(2008～2011)、深淺測量等による地形データを用い、陸域では、国土地理院(2013)等による地形データ等を用いた(表2)。また、取水路・放水路等の諸元及び敷地標高については、発電所の竣工図等を用いた。なお、敷地は防波壁に囲まれており、防波壁に囲まれた敷地への津波の遡上はない。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深及び計算格子分割を図2に示し、津波水位評価地点の位置を図3に示す。防波堤については、水位がその天端を超える場合に本間公式(1940)を用いた。計算方法について、図4に示す。

数値シミュレーションの初期条件となる海底面の鉛直変位については、Mansinha and Smylie(1971)の方法によって計算した。(参考参照)

数値シミュレーションのフロー及び地盤変動量の考慮について図5に示す。図5に示すとおり、地殻変動も地形に反映して数値シミュレーションを実施している。なお、潮位は数値シミュレーションにより得られた水位変動量に考慮する。

上記を用いた数値シミュレーション手法及び数値解析プログラムについては、土木学会(2016)に基づき、既往津波である1983年日本海中部地震津波及び1993年北海道南西沖地震津波の再現性を確認し、津波の痕跡高と数値シミュレーションによる津波高との比から求める幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ が、再現性の指標である $0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$ を満足していることから妥当なものと判断した(図6, 図7)。

1) 確率論的手法に基づく基準津波算定手引き、独立行政法人原子力安全基盤機構、

$$\frac{\partial(\eta - \zeta)}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

t : 時間	x, y : 平面座標
η : 静水面から鉛直方向にとった水位変動量	
ζ : 海底の鉛直変位	
M : x 方向の線流量	N : y 方向の線流量
D : 全水深 (D=h+ η)	h : 静水深
n : マニングの粗度係数	g : 重力加速度

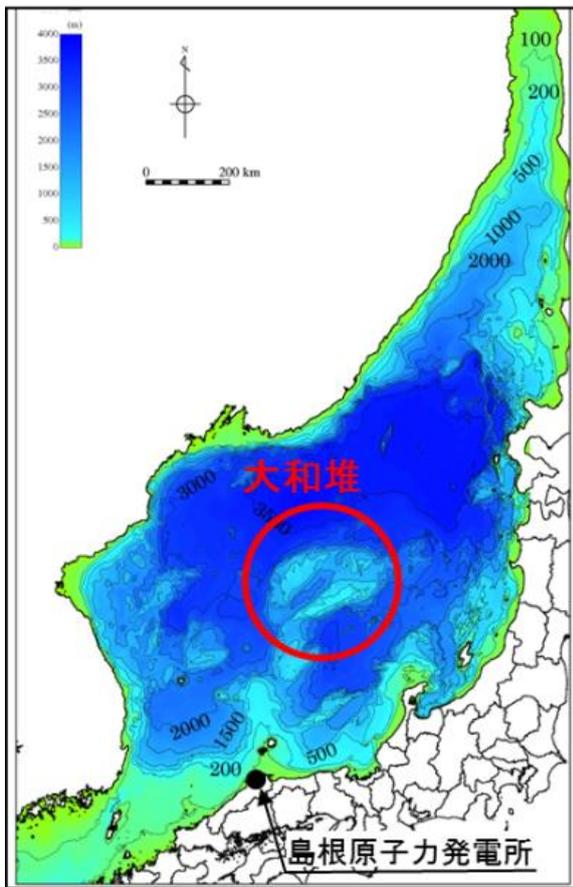
図 1 基礎方程式

表 1 計算条件

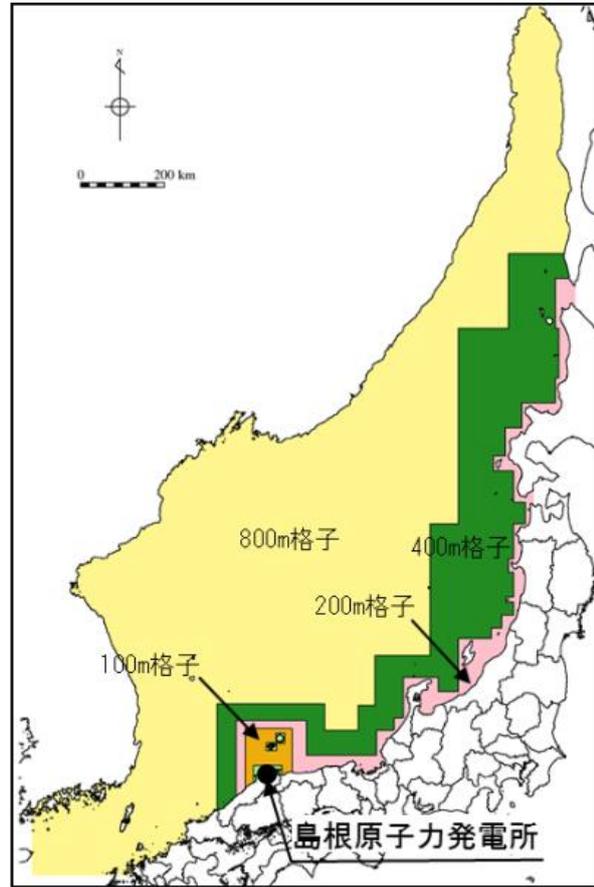
項目	計算条件
計算領域	日本海全体 (南北約 2,100km, 東西約 1,300km)
計算時間間隔	0.05 秒
基礎方程式	非線形長波
沖合境界条件	開境界部分は自由透過, 領域結合部は, 水位と流速を接続
陸岸境界条件	静水面より上昇する津波に対しては完全反射条件, または小谷ほか(1998)の遡上条件とする。静水面より下降する津波に対しては小谷ほか(1998)の移動境界条件を用いて海底露出を考慮する。
初期条件	地震断層モデルを用いて Mansinha and Smylie(1971)の方法により計算される海底地盤変位が瞬時に生じるように設定
海底摩擦	マニングの粗度係数 0.03 m ^{1/3} s
水平渦動粘性係数	0m ² /s
計算潮位	数値シミュレーションにより得られた水位変動量に考慮する。
地盤変動条件	「初期条件」において設定した海底地盤変位による地盤変動量を考慮する。
計算時間	<ul style="list-style-type: none"> 日本海東縁部 : 地震発生後 6 時間まで 海域活断層 : 地震発生後 3 時間まで

表2 地形データ

区分	名称	名称	作成者	作成年	備考
海域	M7000シリーズ	M7009 北海道西部	日本水路協会	2008	日本近海の水深データ作成に使用
		M7010 秋田沖		2008	
		M7011 佐渡		2011	
		M7012 若狭湾		2008	
		M7013 隠岐		2008	
		M7014 対馬海峡		2009	
		M7015 北海道北部		2008	
		M7024 九州西岸海域		2009	
	数値地図50mメッシュ	数値地図50mメッシュ(標高)日本-I	国土地理院	1994	日本沿岸の海岸線地形の作成に使用
		数値地図50mメッシュ(標高)日本-II	国土地理院	1997	
		数値地図50mメッシュ(標高)日本-III	国土地理院	1997	
		数値地図25000(行政界・海岸線)	国土地理院	2006	
	その他	JTOPO30	日本水路協会	2011	日本近海の水深データ作成に使用
		J-EGGS500	日本海洋データセンター	2002	日本近海の水深データ作成に使用
		GEBCO30	IOC and IHO	2010	日本近海以外の水深データ作成に使用
深淺測量等		中国電力㈱	1998~2015	深淺測量(1998年)の水深データに、以下の工事を反映した。 ・防波堤工事(2007年) ・3号护護岸工事(2010年) ・3号炉取水口堰設置工事(2015年)	
陸域	5mメッシュ標高、10mメッシュ標高	国土地理院	2014	敷地周辺遡上領域範囲の陸地標高作成に使用	

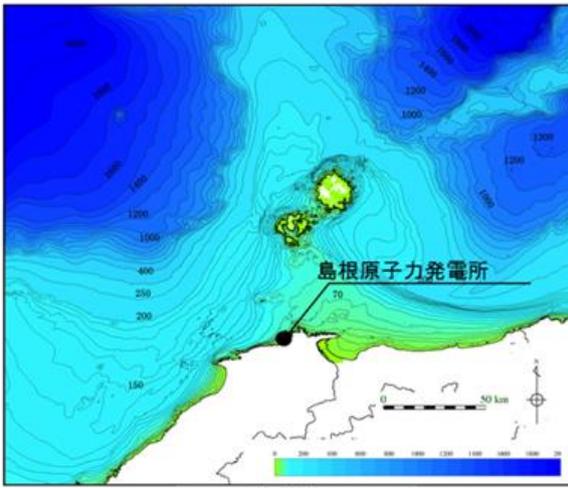


海底地形

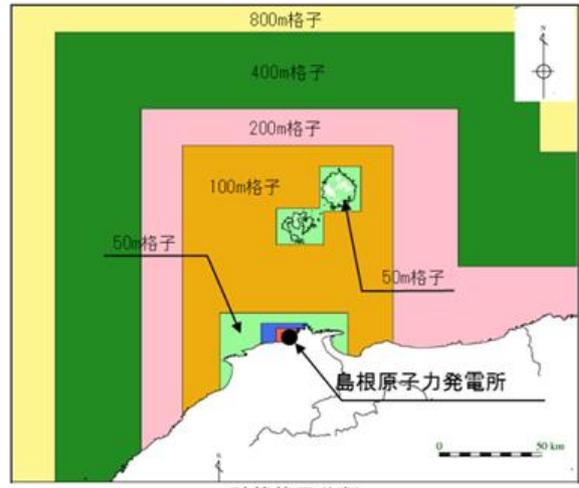


計算格子分割

図2(1) 水深と計算格子分割 (日本海全域)

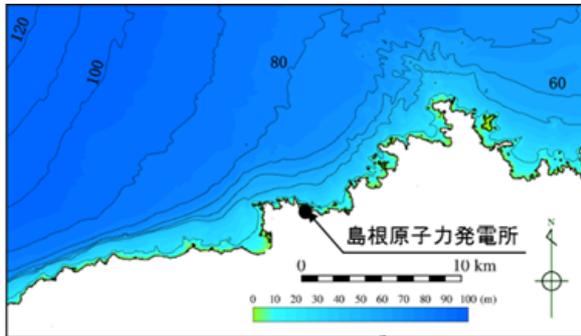


海底地形

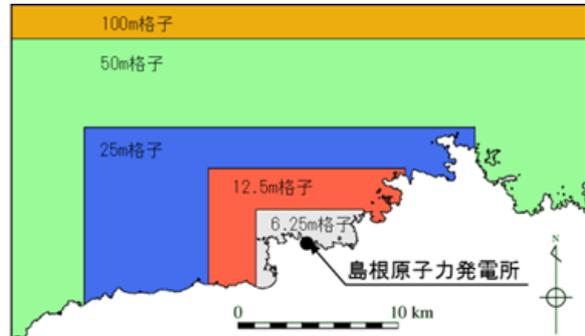


計算格子分割

図 2 (2) 水深と計算格子分割 (隠岐諸島～島根半島)



海底地形



計算格子分割

図 2 (3) 水深と計算格子分割 (島根原子力発電所周辺)

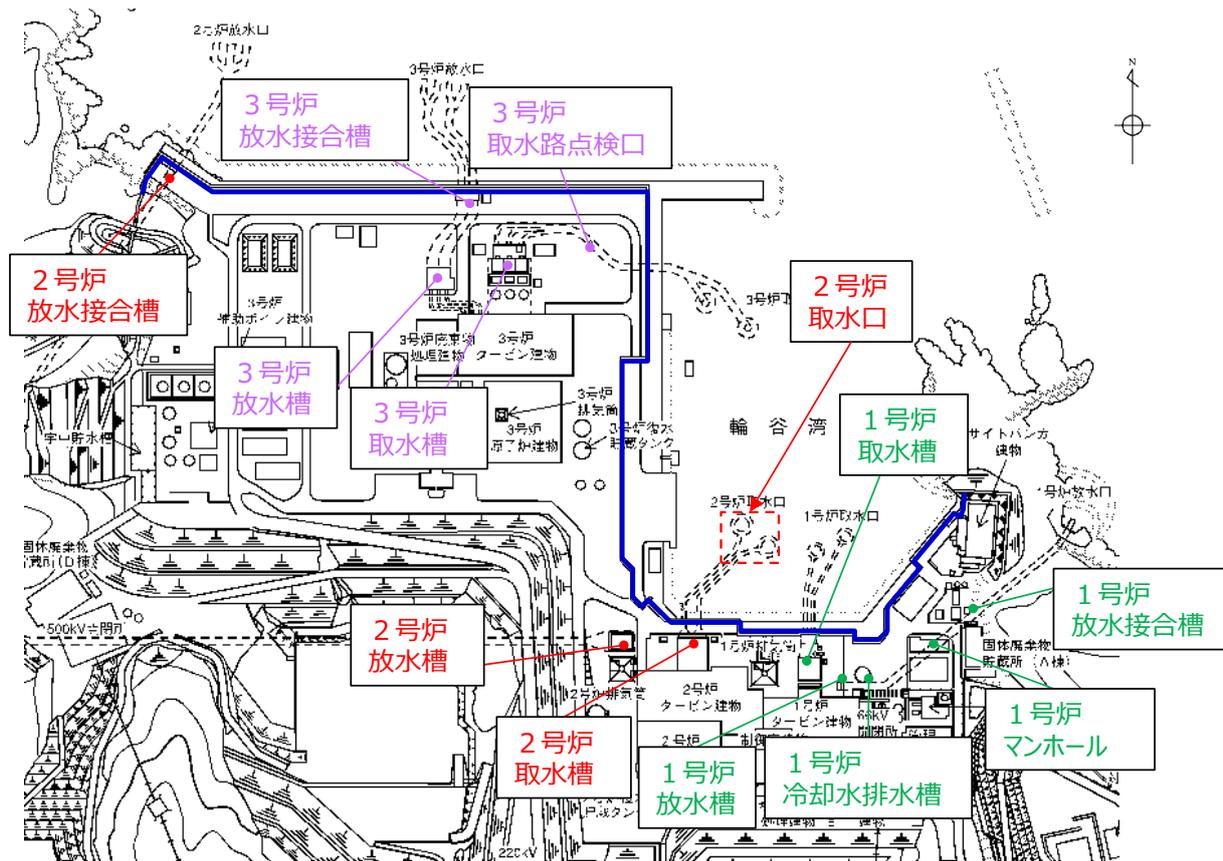


図3 津波水位評価地点

・本間公式（本間（1940））

防波堤については、水位がその天端を超える場合に本間公式を用いて越流量を計算する。天端高を基準とした堤前後の水深を h_1 , h_2 ($h_1 > h_2$) としたとき、越流量 q は下記のとおりである。

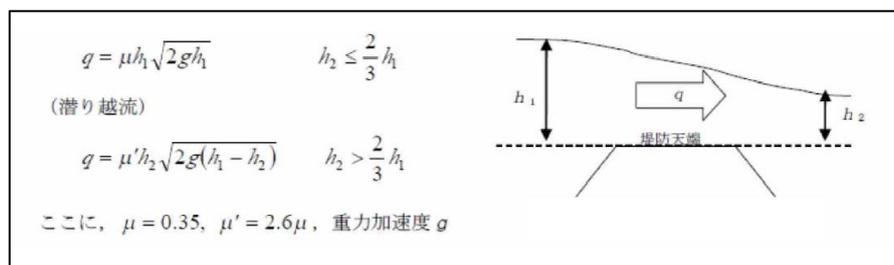


図4 本間公式

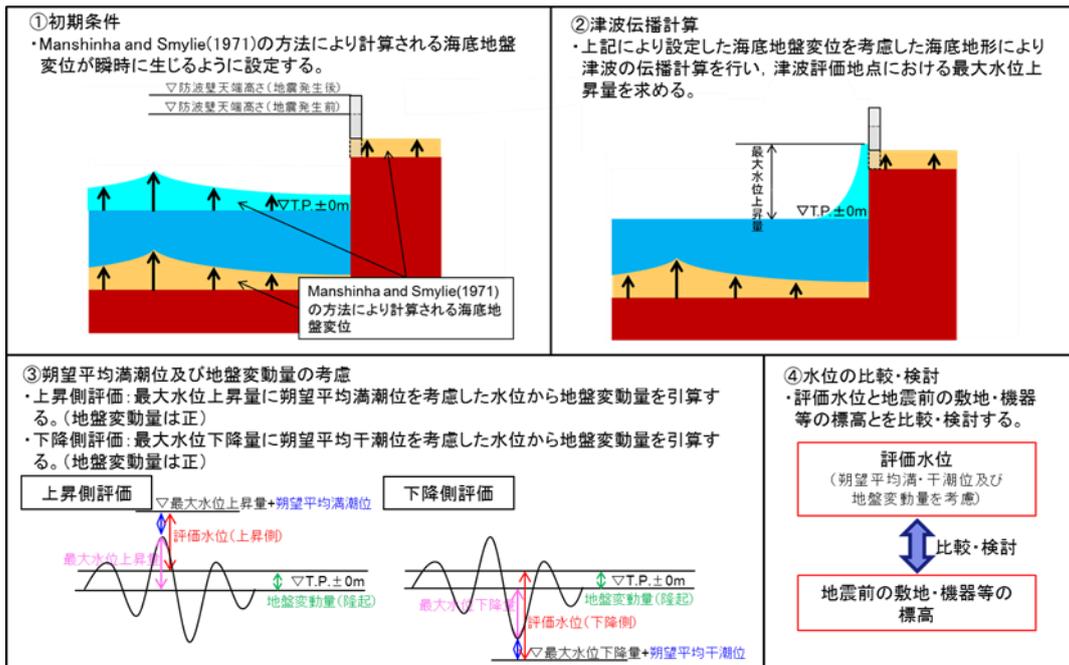


図5(1) 地盤変動量の概念図(水位上昇側)

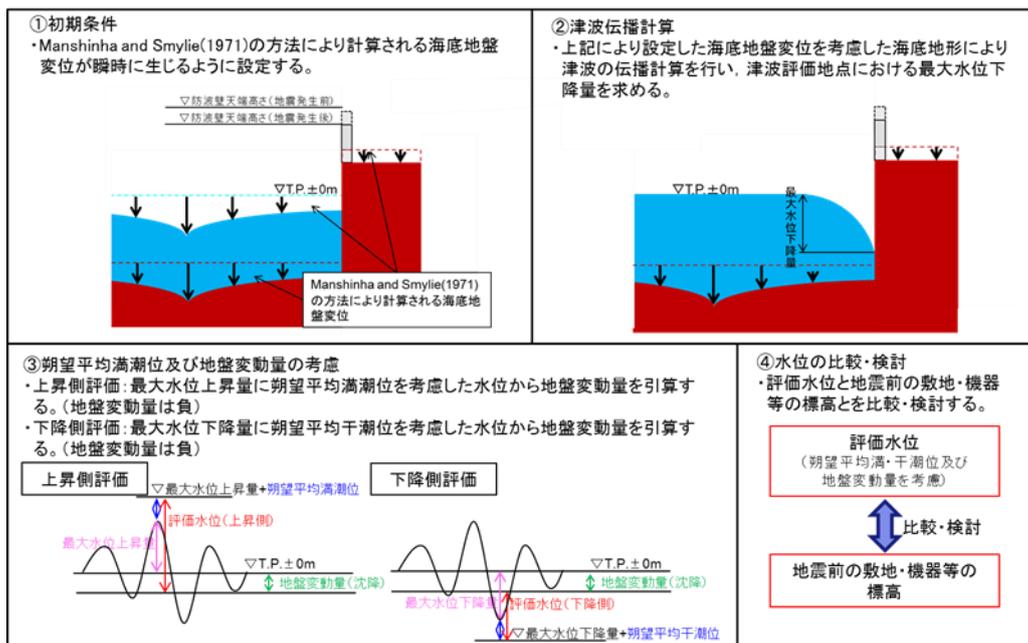


図5(2) 地盤変動量の概念図(水位下降側)

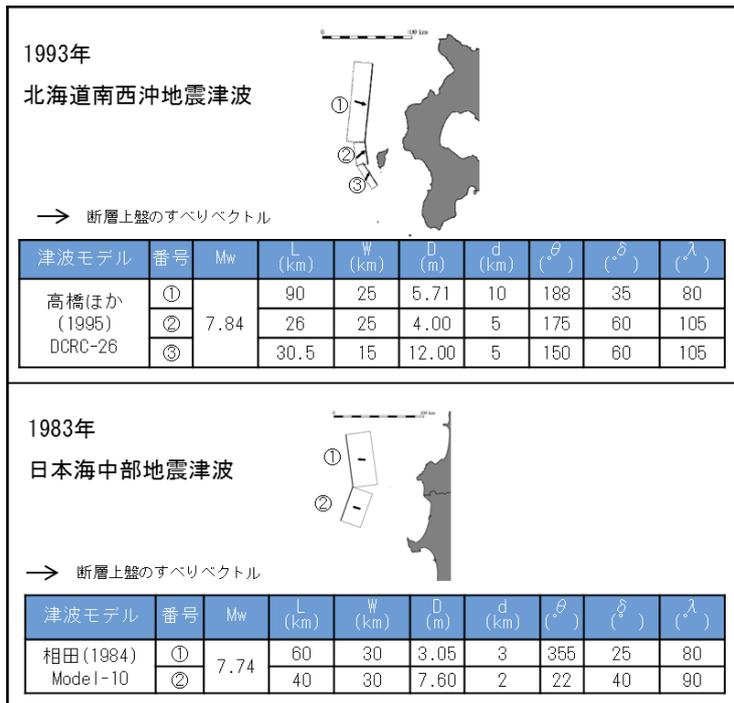


図6 既往津波の断層モデル

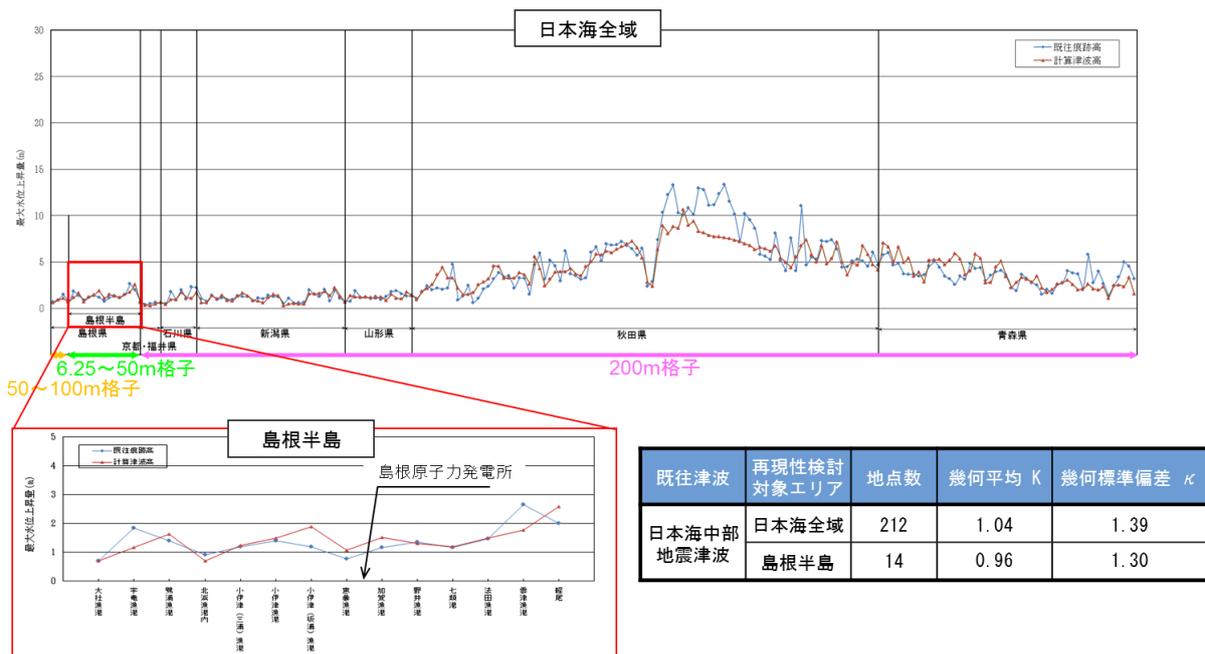


図7(1) 既往津波の再現性 (日本海中部地震津波)

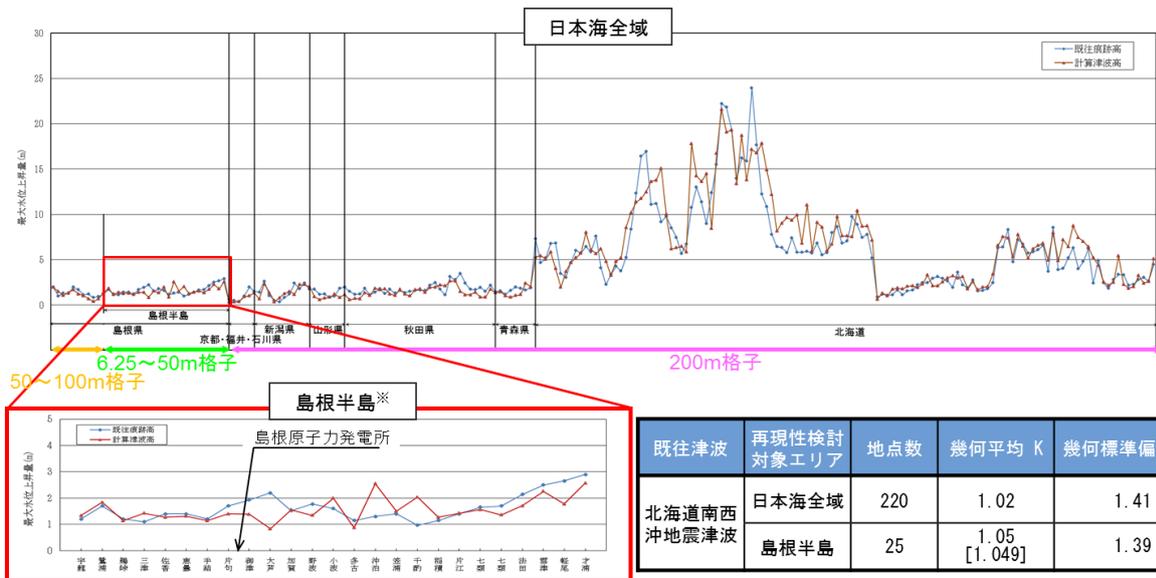


図 7 (2) 既往津波の再現性 (北海道南西沖地震津波)

【参考】Mansinha and Smylie(1971)の方法

津波伝播計算の初期条件として、海底面の鉛直変位分布を設定する必要がある。この鉛直変位分布については、地震発生地盤が等方で均質な弾性体であると仮定して地震断層運動に伴う周辺地盤の変位分布を計算するMansinha and Smylie(1971)の方法が用いられていることから、Mansinha and Smylie(1971)の方法について下記に示す。

Strike slip (すべり量 : D_s) による x_3 方向の変位量を U_{3s} , Dip slip (すべり量 : D_d) によるそれを U_{3d} として、任意の点 (x_1, x_2, x_3) における変位は次式の定積分で与えられる。ここで定積分の範囲は断層面 $\{(\xi_1, \xi) \mid -L \leq \xi_1 \leq L, h_1 \leq \xi \leq h_2\}$ である。

$$12\pi \frac{U_{3s}}{D_s} = \left[\begin{aligned} & \cos \delta \{ \ell n(R + r_3 - \xi) + (1 + 3 \tan^2 \delta) \ell n(Q + q_3 + \xi) \\ & - 3 \tan \delta \sec \delta \cdot \ell n(Q + x_3 + \xi_3) \} + \frac{2r_2 \sin \delta}{R} \\ & + 2 \sin \delta \frac{(q_2 + x_2 \sin \delta)}{Q} - \frac{2r_2^2 \cos \delta}{R(R + r_3 - \xi)} \\ & + \frac{4q_2 x_3 \sin^2 \delta - 2(q_2 + x_2 \sin \delta)(x_3 + q_3 \sin \delta)}{Q(Q + q_3 + \xi)} \\ & + 4q_2 x_3 \sin \delta \frac{\{(x_3 + \xi_3) - q_3 \sin \delta\}}{Q^3} - 4q_2^2 q_3 x_3 \cos \delta \sin \delta \frac{2Q + q_3 + \xi}{Q^3(Q + q_3 + \xi)^2} \end{aligned} \right] \Bigg\|$$

$$12\pi \frac{U_{3d}}{D_d} = \left[\begin{aligned} & \sin \delta \left[(x_2 - \xi_2) \left\{ \frac{2(x_3 - \xi_3)}{R(R + x_1 - \xi_1)} + \frac{4(x_3 - \xi_3)}{Q(Q + x_1 - \xi_1)} \right. \right. \\ & \left. \left. - 4\xi_3 x_3 (x_3 + \xi_3) \left(\frac{2Q + x_1 - \xi_1}{Q^3(Q + x_1 - \xi_1)^2} \right) \right\} - 6 \tan^{-1} \left\{ \frac{(x_1 - \xi_1)(x_2 - \xi_2)}{(\hbar + x_3 + \xi_3)(Q + \hbar)} \right\} \right. \\ & \left. + 3 \tan^{-1} \left\{ \frac{(x_1 - \xi_1)(r_3 - \xi)}{r_2 R} \right\} - 6 \tan^{-1} \left\{ \frac{(x_1 - \xi_1)(q_3 + \xi)}{q_2 Q} \right\} \right] \\ & + \cos \delta \left[\ell n(R + x_1 - \xi_1) - \ell n(Q + x_1 - \xi_1) - \frac{2(x_3 - \xi_3)^2}{R(R + x_1 - \xi_1)} \right. \\ & \left. - \frac{4\{(x_3 + \xi_3)^2 - \xi_3 x_3\}}{Q(Q + x_1 - \xi_1)} - 4\xi_3 x_3 (x_3 + \xi_3)^2 \left(\frac{2Q + x_1 - \xi_1}{Q^3(Q + x_1 - \xi_1)^2} \right) \right] \\ & + 6x_3 \left[\cos \delta \sin \delta \left\{ \frac{2(q_3 + \xi)}{Q(Q + x_1 - \xi_1)} + \frac{x_1 - \xi_1}{Q(Q + q_3 + \xi)} \right\} - q_2 \frac{(\sin^2 \delta - \cos^2 \delta)}{Q(Q + x_1 - \xi_1)} \right] \Bigg\| \Bigg\| \end{aligned} \right]$$

ここに、 x_3 方向の変位 u_3 は、

$$u_3 = U_{3s} + U_{3d}$$

である。

直交座標系 (x_1, x_2, x_3) として、図1のように断層面を延長し海底面と交わる直線（走向）に x_1 軸、断層面の長軸方向中央を通り x_1 軸と交わる点を原点(O)とし、水平面内に x_2 軸、鉛直下方に x_3 軸を取る。また、原点Oと断層面の中央を通る直線に ξ 軸を取り、 ξ 軸上の点を座標系 (x_1, x_2, x_3) で表わしたものを (ξ_1, ξ_2, ξ_3) とする (ξ 軸は $x_2 - x_3$ 平面内にある)。 ξ 軸と x_2 軸との成す角を δ とする。また、図2のようにすべりの方向と断層のなす角を λ 、すべりの大きさを D 、走向角を ϕ とする。

ここで、次のように変数を定めている。

$$\xi_2 = \xi \cos \delta$$

$$\xi_3 = \xi \sin \delta$$

$$R^2 = (x_1 - \xi_1)^2 + (x_2 - \xi_2)^2 + (x_3 - \xi_3)^2$$

$$Q^2 = (x_1 - \xi_1)^2 + (x_2 - \xi_2)^2 + (x_3 + \xi_3)^2$$

$$r_2 = x_2 \sin \delta - x_3 \cos \delta$$

$$r_3 = x_2 \cos \delta + x_3 \sin \delta$$

$$q_2 = x_2 \sin \delta + x_3 \cos \delta$$

$$q_3 = -x_2 \cos \delta + x_3 \sin \delta$$

$$h^2 = q_2^2 + (q_3 + \xi)^2$$

$$D_s = D \cdot \cos \lambda$$

$$D_d = D \cdot \sin \lambda$$

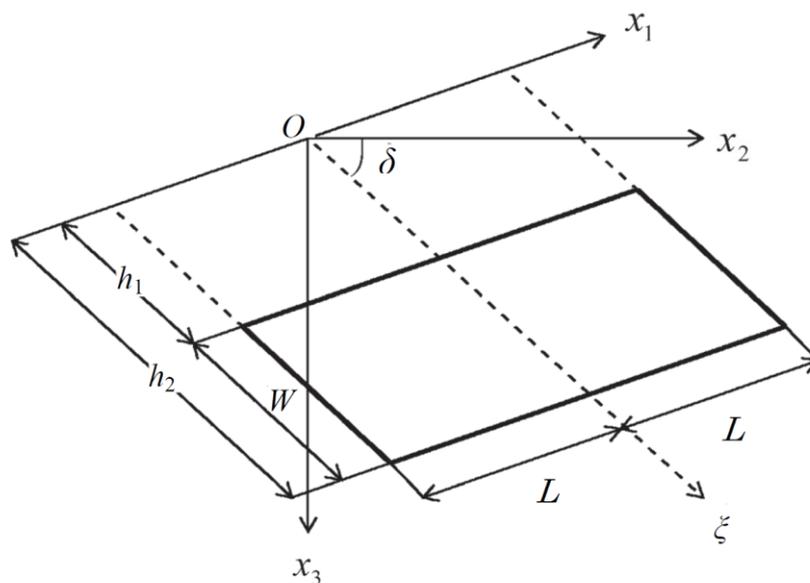


図1 断層モデルの座標系

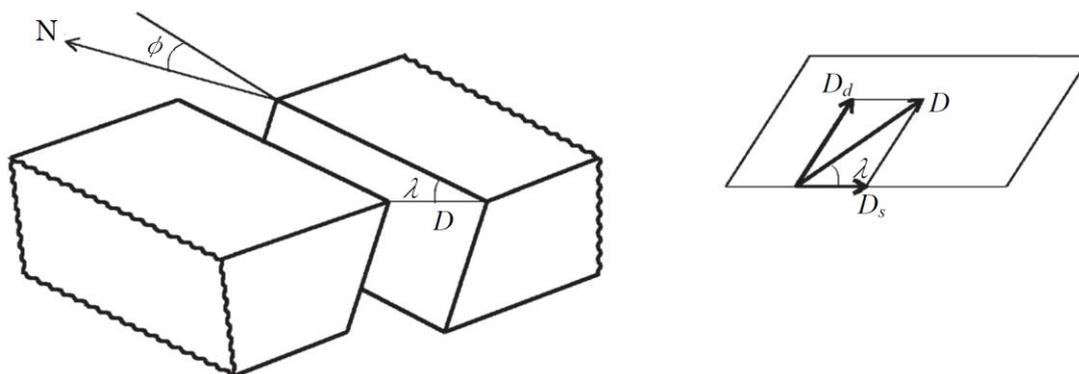


図2 断層パラメータの定義

地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について

1. はじめに

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの要求事項に基づき、以下の検討方針に従い、津波遡上経路に及ぼす影響について検討する。

【規制基準における要求事項等】

次に示す可能性があるかについて検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

- 地震に起因する変状による地形、河川流路の変化
- 繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積による地形、河川流路の変化

入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。具体的な入力津波の設定に当たっては、以下のとおりとする。

- 入力津波が各施設・設備の設計・評価に用いるものであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。

【検討方針】

敷地への遡上及び流下経路上の地盤等について、地震・津波による地形、標高変化を考慮した津波評価を実施し、敷地への遡上経路に及ぼす影響及び入力津波の設定において考慮すべき地形変化について検討する。

- 基準地震動 S_s 及び基準津波による斜面崩壊の有無を検討し、崩壊が想定される場合には入力津波を設定する際の影響要因として設定する。
- 基準地震動 S_s による地盤変状を想定して入力津波への影響の有無を検討し、入力津波の設定に影響を与える場合には、影響要因として設定する。
- 基準地震動 S_s による損傷が想定される防波堤について入力津波への影響の有無を検討し、入力津波の設定に影響を与える場合には、影響要因として設定する。

2. 敷地周辺斜面の崩壊に関する検討

検討に当たっては、防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）は双方とも地山斜面（岩盤）に擦り付き、これらの地山が津波の敷地への地上部からの到達に対して障壁となっていることから、地山の耐震、耐津波設計上の位置付けも整理したうえで、基準地震動及び基準津波に対する健全性の確保について確認する。

(1) 津波遡上高の分布を踏まえた津波防護上の地山範囲の特定について

敷地はE L. +15.0mの防波壁に取り囲まれており、その両端部は地山に擦り付き、その地山は津波防護上の障壁となっている（図2-1）。

津波防護上の地山範囲は、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物が敷地E L. +8.5m盤にあることを踏まえ、水位上昇側の基準津波の中で、防波壁（東端部）付近及び防波壁（西端部）付近において水位E L. +8.5m以上が広範囲に分布する基準津波1（防波堤有り及び無し）の最大水位上昇量分布を基に検討する。水位上昇側の基準津波である基準津波1（防波堤有り及び無し）、基準津波2（防波堤有り）及び基準津波5（防波堤無し）の最大水位上昇量分布図を図2-2に示す。

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物が敷地E L. +8.5m盤にあることを踏まえ、防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）における敷地への遡上の可能性のある水位E L. +8.5m以上の最大水位上昇量分布を図2-3に示す。基準津波1（防波堤有り及び無し）の最大水位上昇量分布を踏まえ、津波防護上の地山範囲を図2-4に示すとおり特定した。

津波防護上の地山範囲における地形断面図を図2-5に示す。

防波壁（東端部）の地山は、南東側の標高が高く、幅が広がっている。A-A'断面（高さ：26m、幅：63m）は、B-B'断面（高さ：44m、幅：145m）及びC-C'断面（高さ：69m、幅：396m）と比較して標高が低く、幅が狭いことから、津波防護の観点で最も厳しい断面と考え、津波防護を担保する地山斜面の検討対象はA-A'断面付近の範囲とする。津波防護を担保する地山斜面の検討対象（A-A'断面付近）は、防波壁等に影響するおそれのある周辺斜面（赤枠）に概ね対応する。

防波壁（西端部）の地山は、幅が広く、南西側の標高が高い。D-D'断面（高さ：27m、幅：139m）は、E-E'断面（高さ：56m、幅：208m）及びF-F'断面（高さ：77m、幅：185m）と比較して標高が低く、幅が狭いことから、津波防護の観点で最も厳しい断面と考え、津波防護を担保する地山斜面の検討対象はD-D'断面付近の範囲とする。津波防護を担保する地山斜面の検討対象（D-D'断面付近）は、防波壁等に影響するおそれのある斜面（赤枠）に概ね対応する。D-D'断面の西方の岬部分は、津波の敷地への到達に対して直接的な障壁となっていないことから、津波防護を担保する地山斜面の検討対象外とし、岬の東側付根の入り江以東を検討対象とする。なお、この断面は、表層の一部を厚さ約2m撤去する方針を示しているため、撤去する範囲を考慮し、以降の検討を実施する。

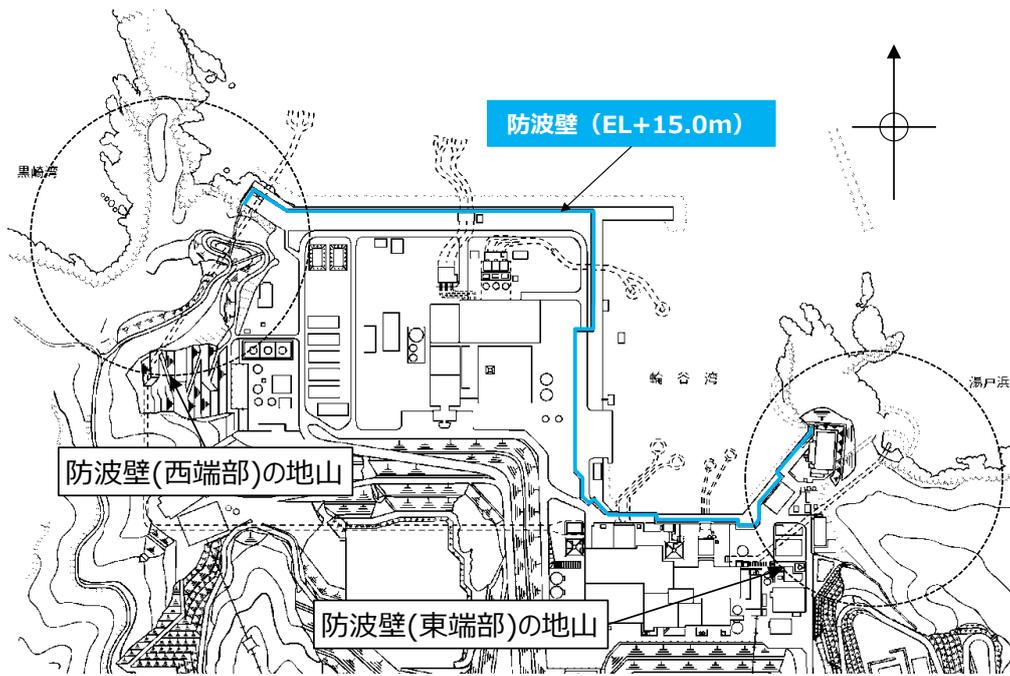


図 2 - 1 地山位置図

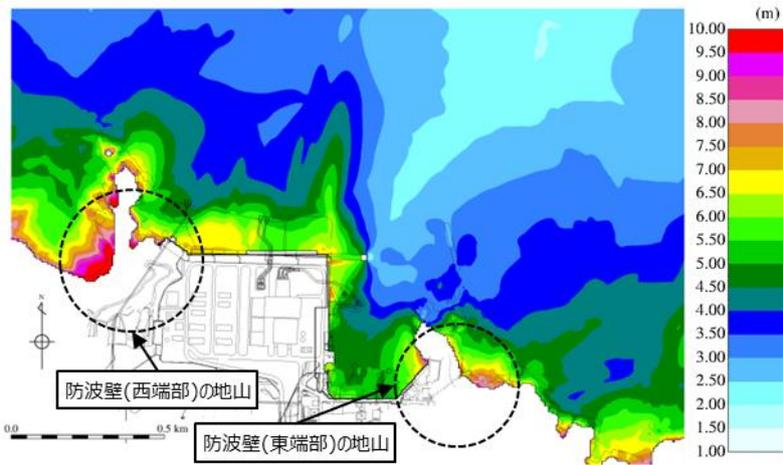


図 2 - 2 (1) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 1 : 防波堤有り)

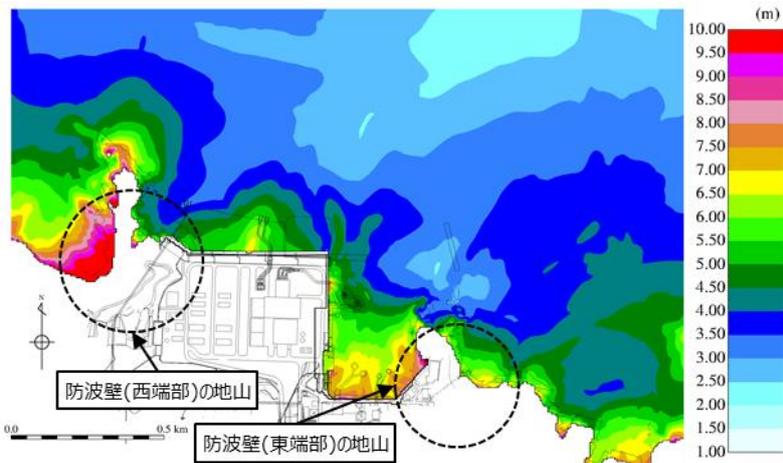


図 2 - 2 (2) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 1 : 防波堤無し)

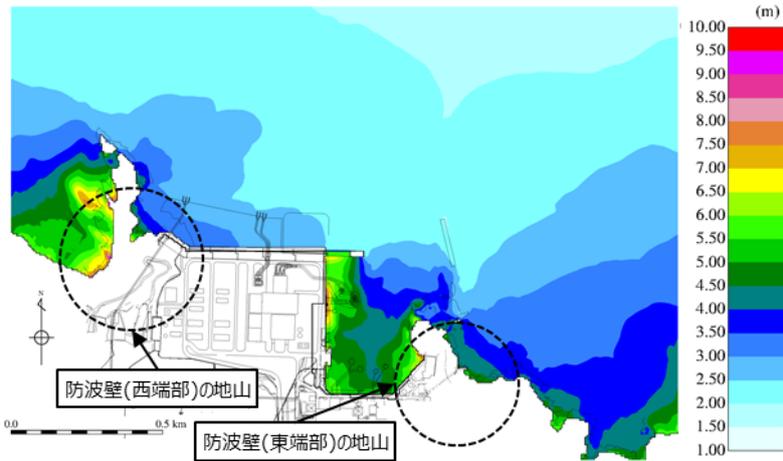


図 2 - 2 (3) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 2 : 防波堤有り)

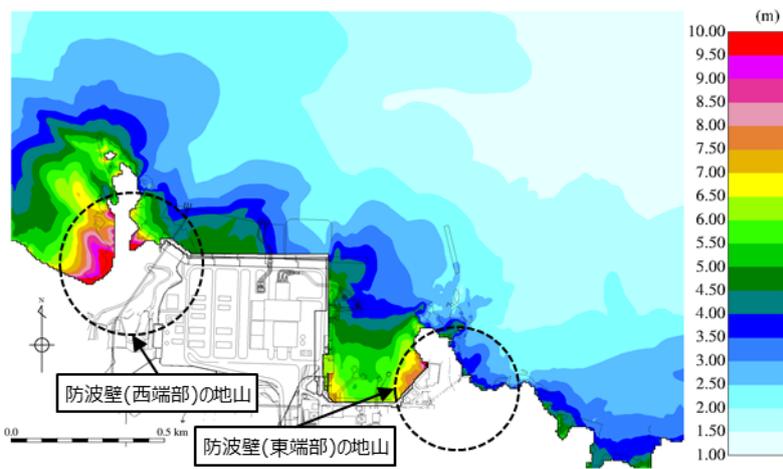


図 2 - 2 (4) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 5 : 防波堤無し)

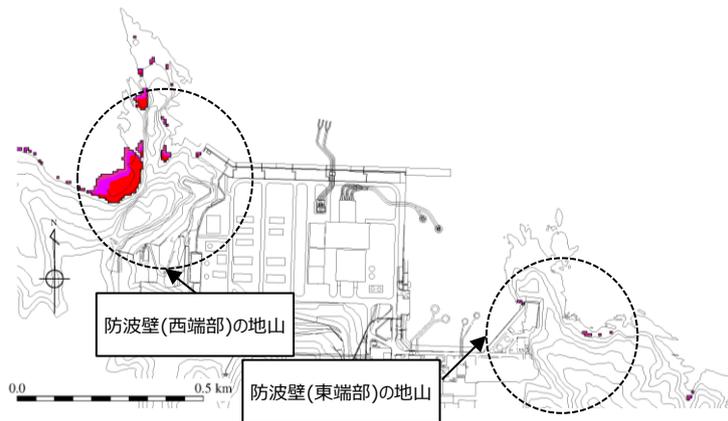


図 2 - 3 (1) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 1 : 防波堤有り)
(EL. +8.5m以上表示)

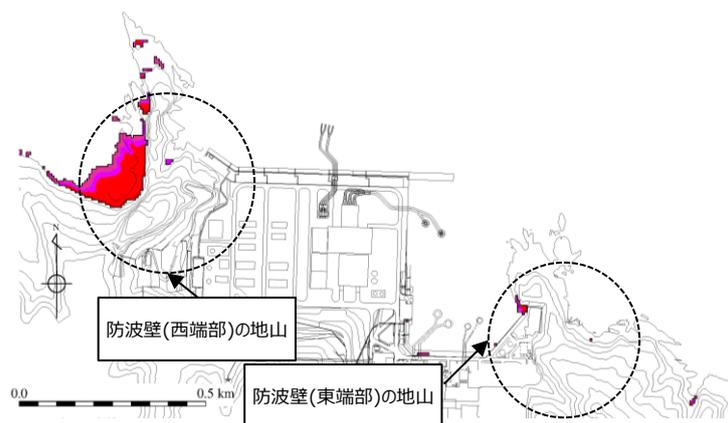


図 2 - 3 (2) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 1 : 防波堤無し)
(EL. +8.5m以上表示)

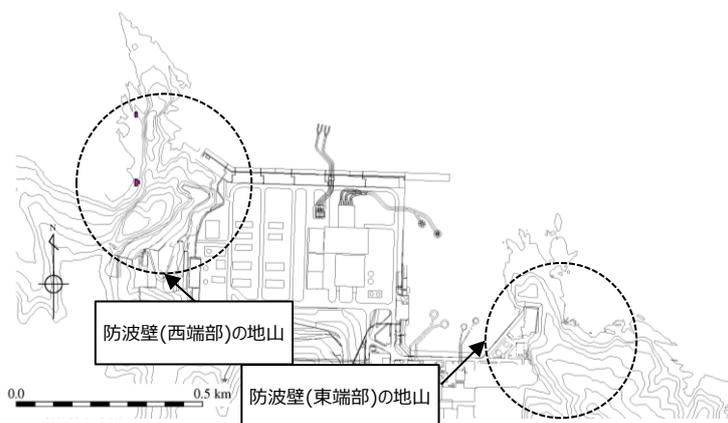


図 2 - 3 (3) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 2 : 防波堤有り)
(EL. +8.5m以上表示)

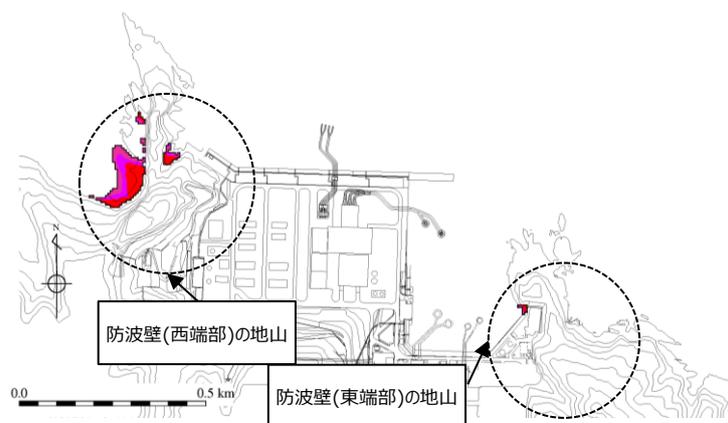
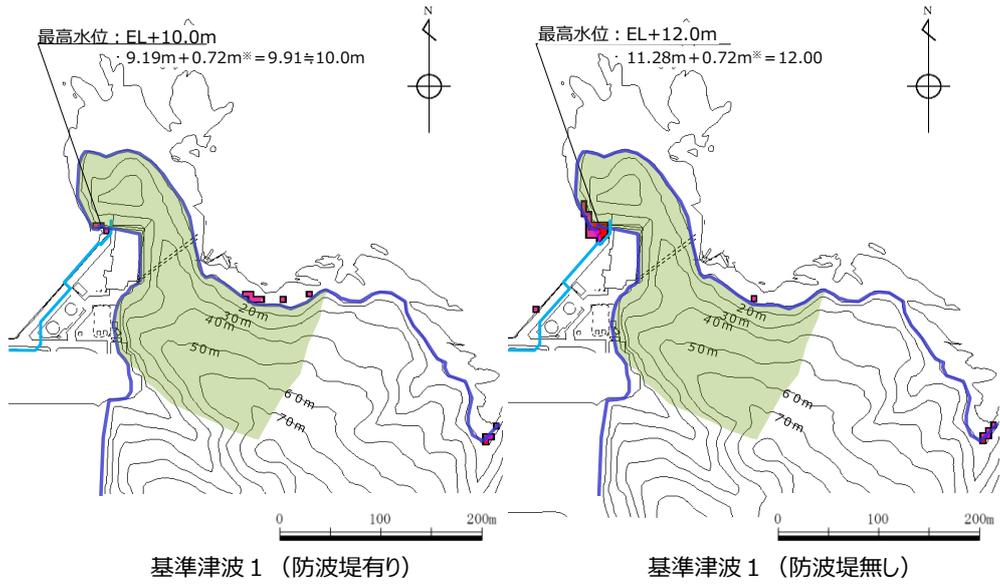
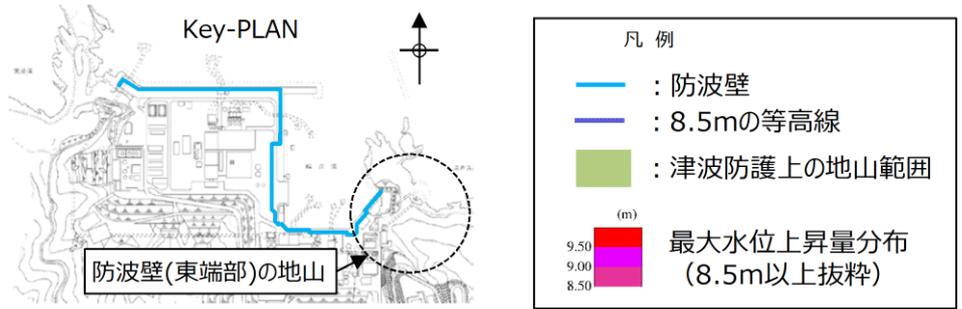
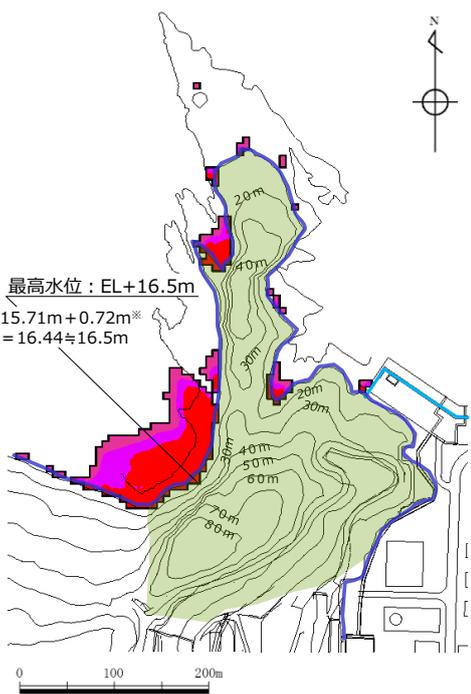
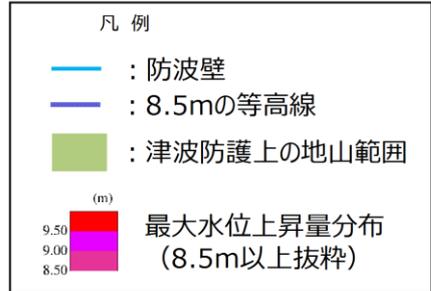
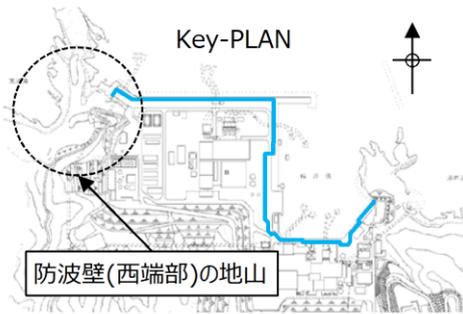


図 2 - 3 (4) 最大水位上昇量分布図 (基準津波 5 : 防波堤無し)
(EL. +8.5m以上表示)

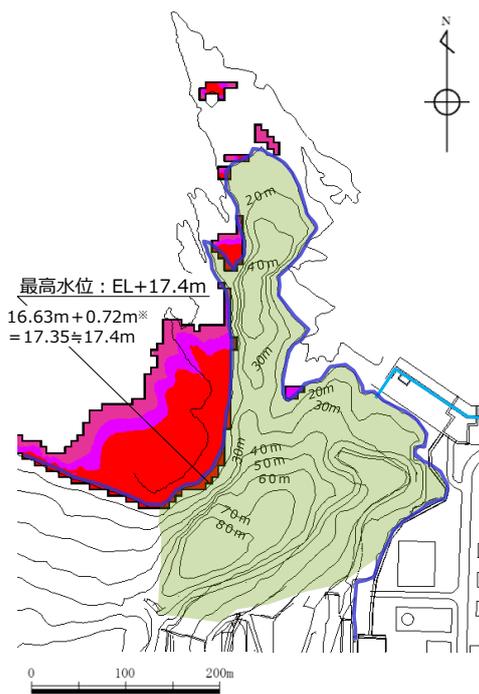


※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

図2-4 (1) 防波壁 (東端部) の地山 : 基準津波1
 (左 防波堤有り, 右 防波堤無し)



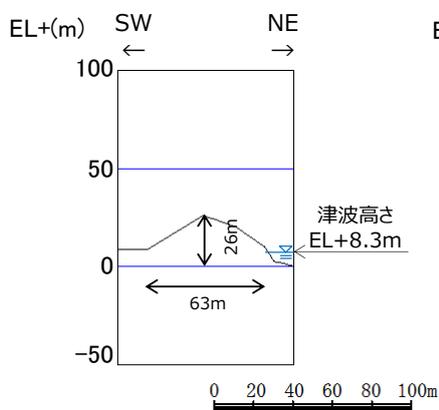
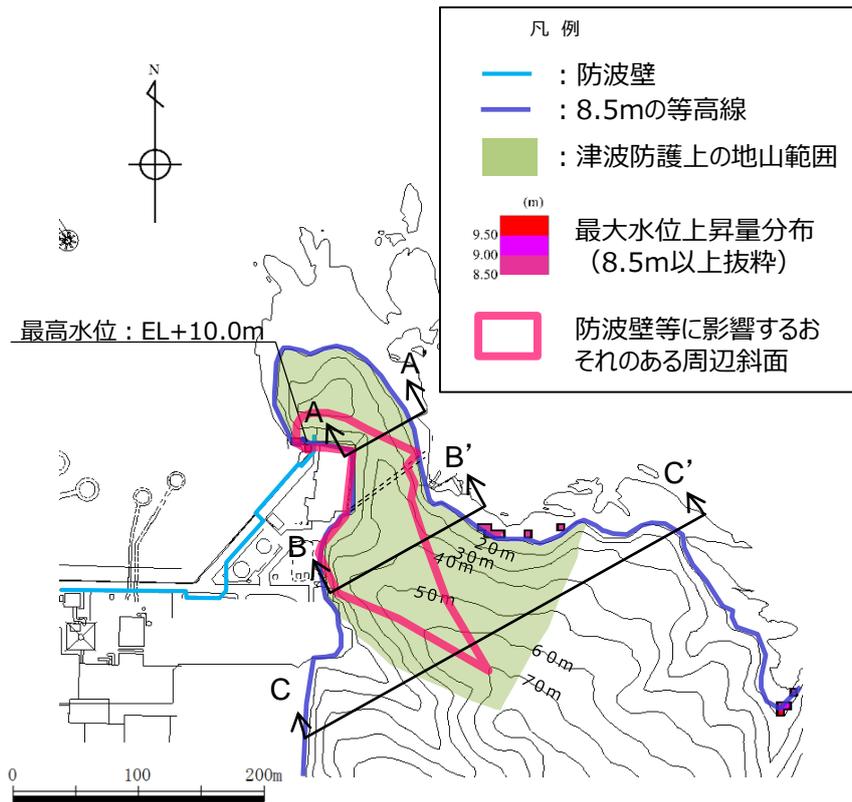
基準津波 1 (防波堤有り)



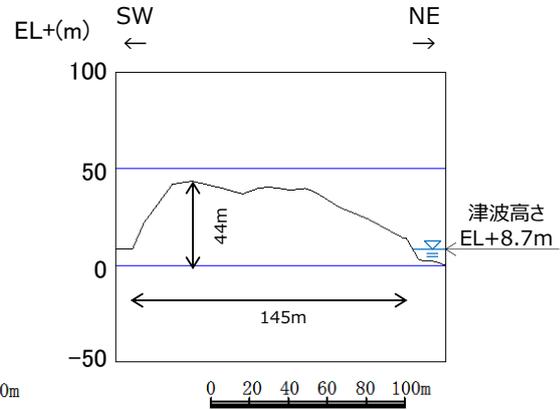
基準津波 1 (防波堤無し)

※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

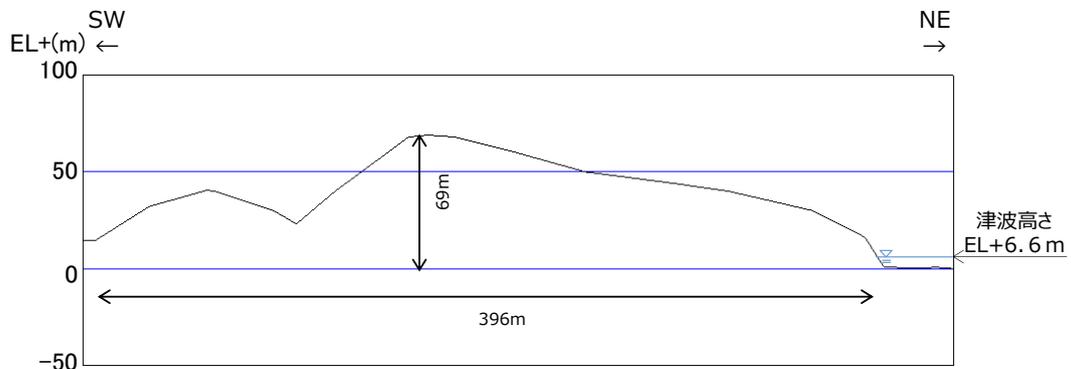
図 2 - 4 (2) 防波壁 (西端部) の地山：基準津波 1
 (左 防波堤有り, 右 防波堤無し)



A-A'断面

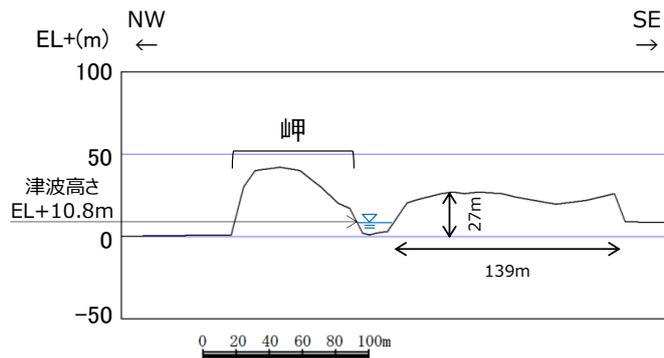
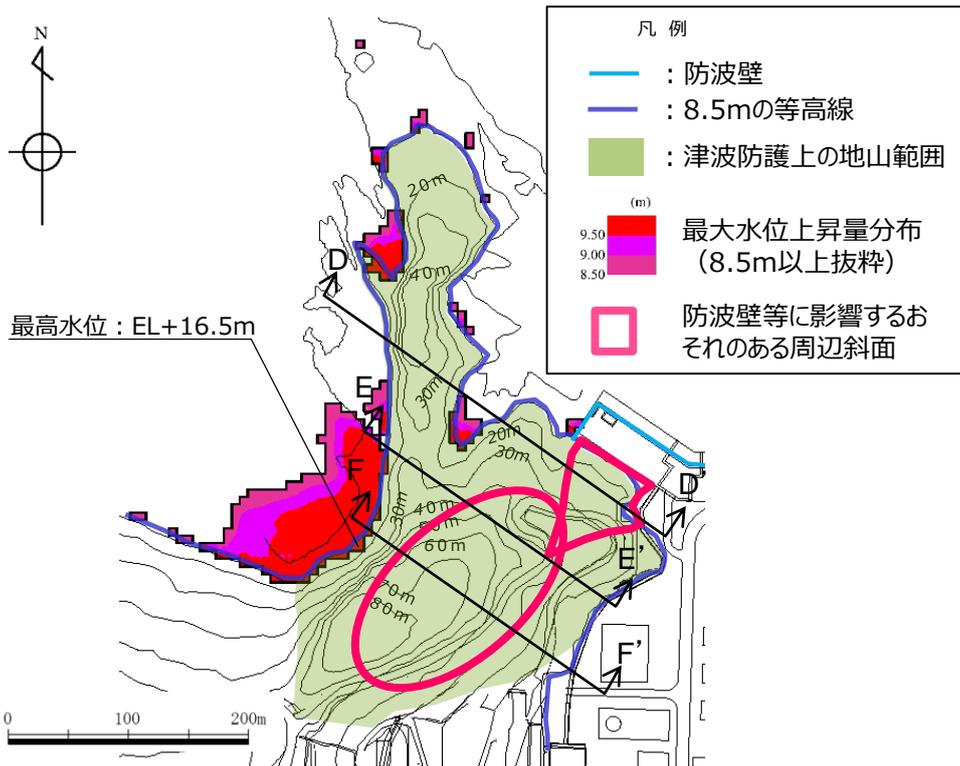


B-B'断面

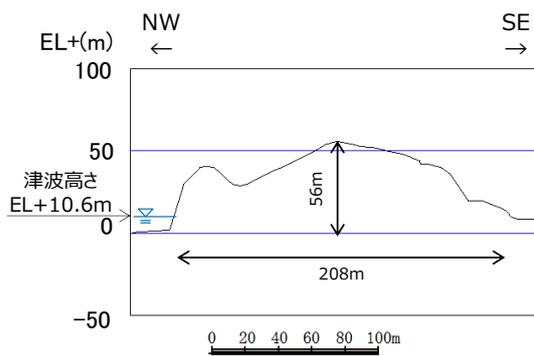


C-C'断面

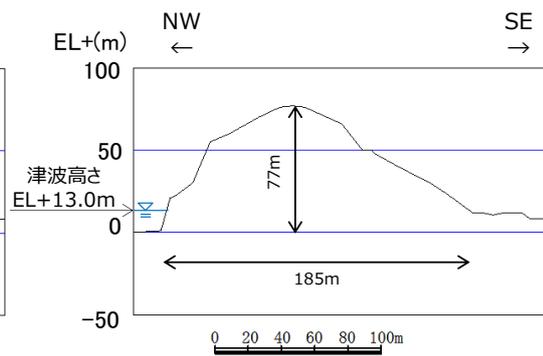
図2-5(1) 防波壁(東端部)の地形断面図



D-D'断面※



E-E'断面※



F-F'断面

※ 地形形状は、礫質土・粘性土を切り取る前の形状。

図2-5(2) 防波壁(西端部)の地形断面図

(2) 地山の地質構造, 防波壁擦り付け部の構造・仕様

津波防護上の地山の地質構造について述べるとともに, 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様について, 以下に示す。

a. 敷地内の地質・地質構造

島根原子力発電所の敷地内の地質図を図2-6に示す。敷地内の地質は, 新第三紀中新世の堆積岩類からなる成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四系の崖錐堆積物等から構成される。敷地に分布する成相寺層は, 下位より下部頁岩部層, 火砕岩部層, 上部頁岩部層の3つの部層に区分される。

防波壁(東端部)の地山においては, 主として凝灰岩, 凝灰角礫岩よりなる「火砕岩部層」及び黒色頁岩よりなる「上部頁岩部層」が分布し, 安山岩の貫入が認められる。防波壁(西端部)の地山においては, 「火砕岩部層」が分布する。

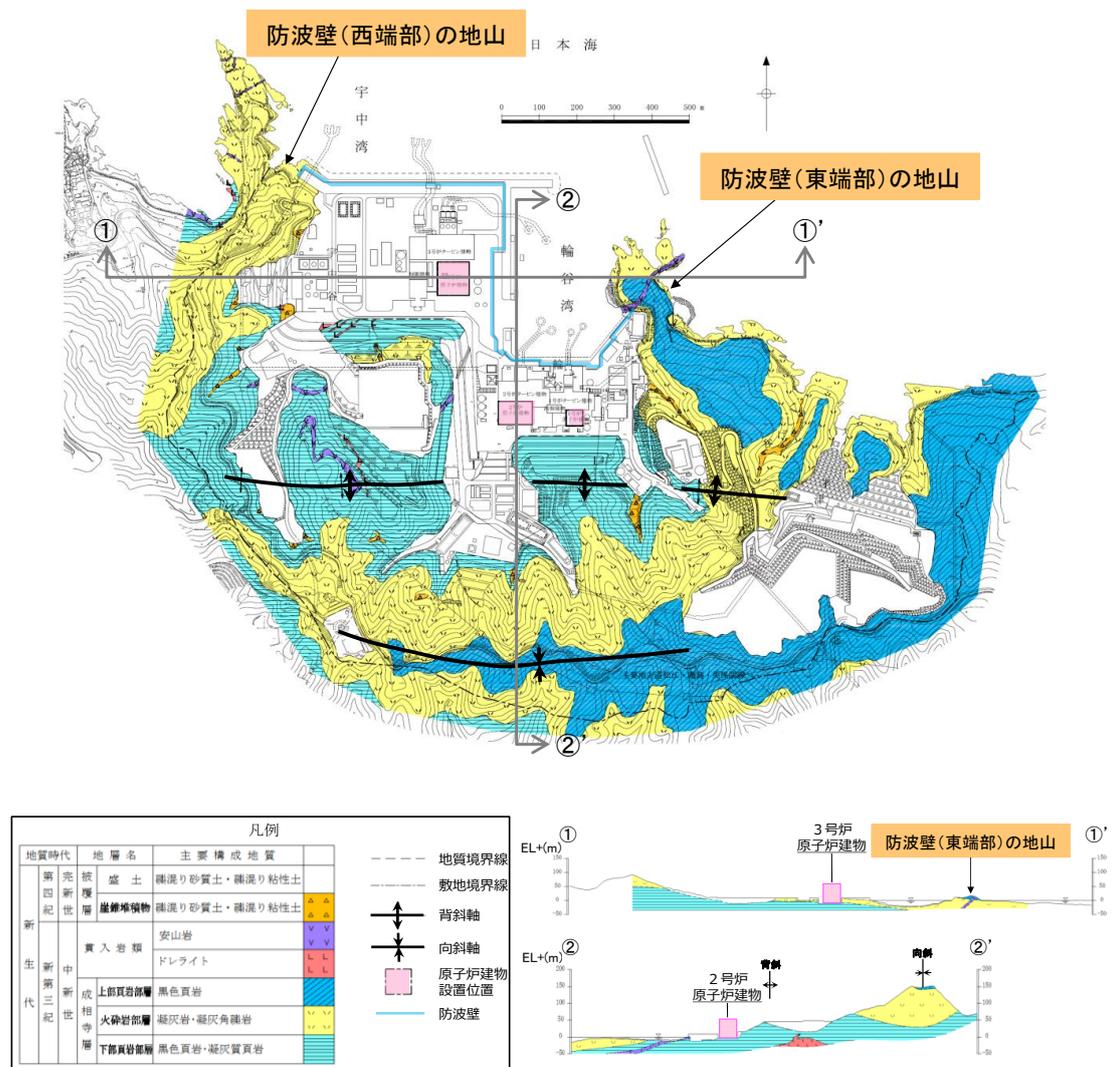


図2-6 島根原子力発電所敷地内地質図

b. 防波壁（東端部）周辺の地質構造

防波壁（東端部）周辺のルートマップを図2-7に、露頭状況写真を図2-8に示す。なおルートマップは平成8年の調査で作成したものである。

防波壁（東端部）は、最高標高約35mの岬の一部を開削した法面に擦り付けている。この岬の海岸線沿いは全面露頭となっており、輪谷湾に面して高さ15m程度のほぼ垂直な崖が形成されている。地山は西北西走向、緩く北東に傾斜する火山礫凝灰岩及び黒色頁岩の互層からなり、北東走向の安山岩岩脈が認められ、露頭において断層構造や顕著な割れ目は認められない。岩盤表面は変質により褐色を呈する。岩質は堅硬であり、 $C_M \sim C_H$ 級である。

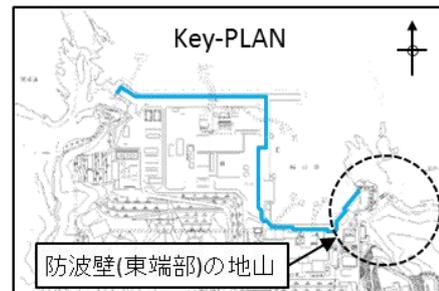
防波壁（東端部）周辺では、ボーリング調査を8本（No.142, 143, 161, 162, 164, 166, 602, 19E3）及び地表地質踏査を実施している。これらを踏まえて作成した防波壁（東端部）の全体的な地質・地質構造を示す地質断面図及び岩級断面図を図2-9に示す。

防波壁（東端部）の地山は、黒色頁岩及び凝灰岩が西北西走向、北東緩傾斜の互層をなす単斜構造からなり、ここに北西傾斜の安山岩が貫入する。尾根部では表層風化により $D \sim C_M$ 級を呈するが、地山のほとんどが C_H 級である。この斜面において、褶曲や断層といった地質構造は認められず、シームは認められない。また、地滑り地形も認められない。



地質区分及び凡例

地質時代		地質名	記号		
第四紀	完新世	盛土	bs	地質境界線	
		崖堆積物	tl		
新第三紀	新相	真入岩類	Po	層理面の走向・傾斜 ※(既往の調査)	
		粗粒玄武岩	Bo		
	中生代	新	上部黒色頁岩層	Sh-u	層理面の走向・傾斜
			最上部フローユニット	Py-um	
			下部黒色頁岩層	Sh-l	
		成	火砕流堆積物	Py-u	真入面の走向・傾斜
			上部フローユニット	Py-u	
			下部フローユニット	Py-l	
	古	新	緑色凝灰岩	Tfg	断面の走向・傾斜
			黒色頁岩ブロック	Shb	
代		紀	粗粒凝灰岩	Tfo	測線名
			黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tf	
			スランプ層	Squ	
			黒色頁岩・凝灰質頁岩互層	Sh/Tsh	
			流紋岩質火砕岩	Ry	



ルートマップに用いた略号
 bk-Sh, Sh: 黒色頁岩
 c-ss: 粗粒砂岩
 msv: 塊状
 Po: 安山岩
 sdy-tf: 砂質凝灰岩
 ss-Cg: 砂質礫岩
 tf: 凝灰岩
 tf-Ss: 凝灰質砂岩
 vc: 火山礫凝灰岩

図2-7 防波壁(東端部)周辺のルートマップ



図 2 - 8 (1) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P1 防波壁 (東端部) 全景
 岩着部は尾根の先端を開削した法面に位置する。



図 2 - 8 (2) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P2 防波壁岩着部
 火山礫凝灰岩 (Lp) 及び安山岩 (An) , C_M ~ C_H 級岩盤からなる。



図 2 - 8 (3) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P3 防波壁 (東端部) 全景 (1 号炉放水口側)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



図 2 - 8 (4) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P4 斜面部

斜面部は黒色頁岩・凝灰岩の互層からなり、岩盤は直立し $C_M \sim C_H$ 級岩盤である。
凝灰岩の細粒部が選択的侵食を受け、凹凸組織を呈する。



図 2 - 8 (5) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P5 斜面端部

斜面端部は黒色頁岩・凝灰岩の互層、 C_H 級である。



図 2 - 8 (6) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P6 安山岩岩脈 (An)

安山岩は黒色頁岩 (Sh)・凝灰岩 (Tf) に比べ侵食に対する強抵抗性を示し、海面から突出した地形をなす。

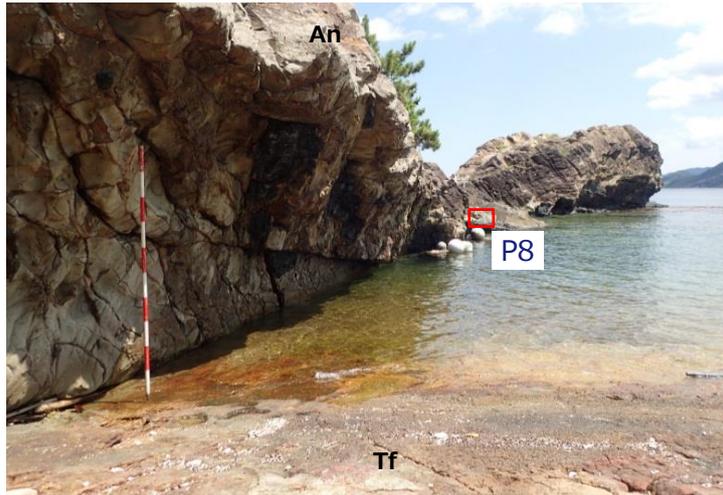


図 2 - 8 (7) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P7 安山岩岩脈下盤境界全景
 貫入境界下盤側の母岩 (黒色頁岩・凝灰岩) は侵食により削剥されている。

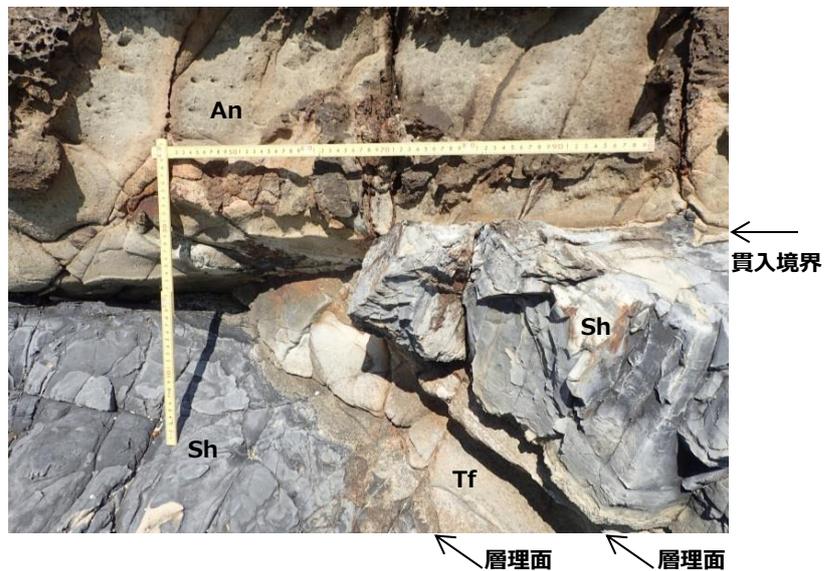


図 2 - 8 (8) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P8 安山岩岩脈下盤境界拡大
 貫入境界 (N40E 56N) は黒色頁岩・凝灰岩の層理面に斜交し，密着する。安山岩側
 に急冷縁あり。貫入境界付近に破碎構造は認められない。

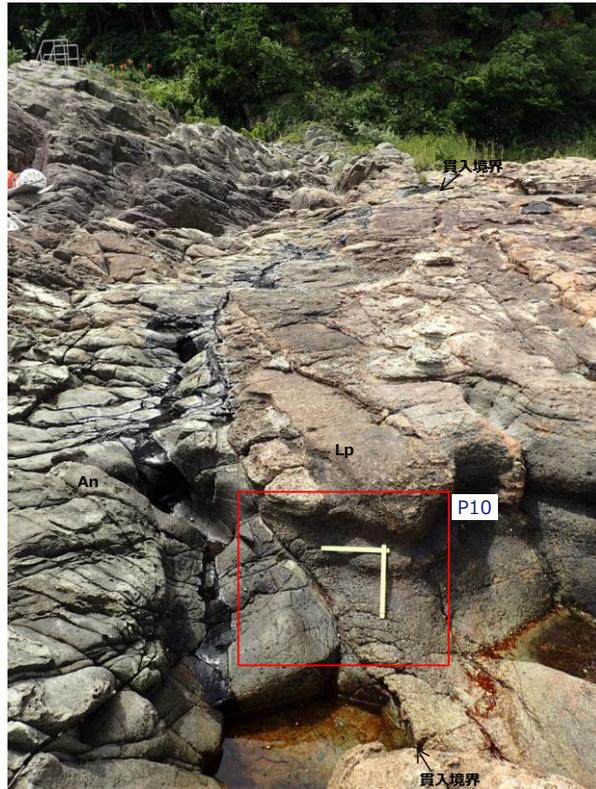


図 2 - 8 (9) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P9 安山岩岩脈 (An) 上盤境界
 貫入境界 (N48E 42N) は火山礫凝灰岩 (Lp) に密着する。

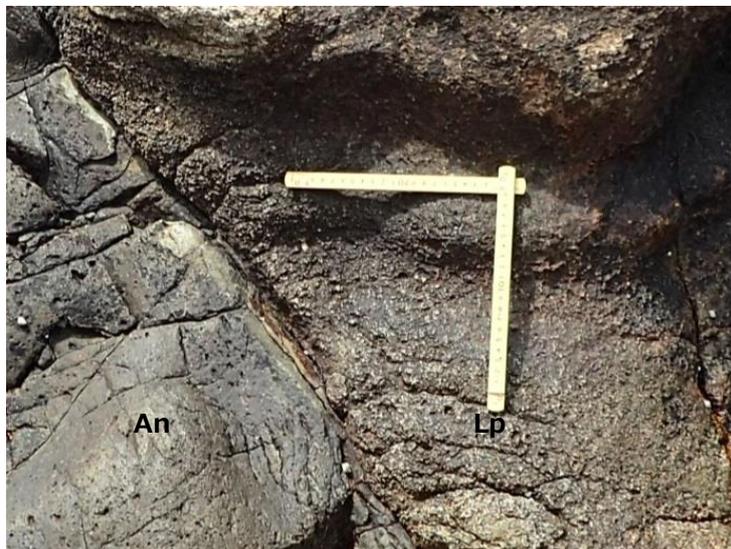


図 2 - 8 (1 0) 防波壁 (東端部) 露頭状況
 P10 貫入境界拡大 安山岩側に急冷縁あり。

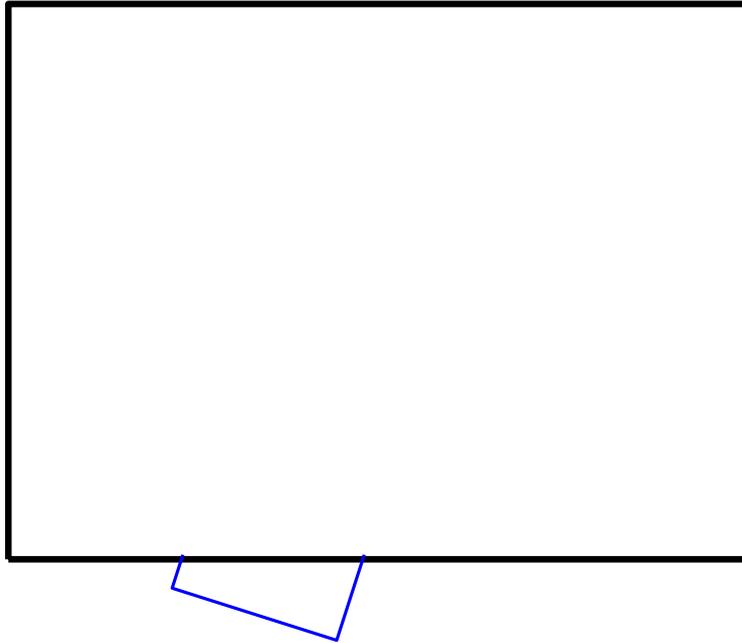


図2-8 (1 1) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P11 防波壁岩着部

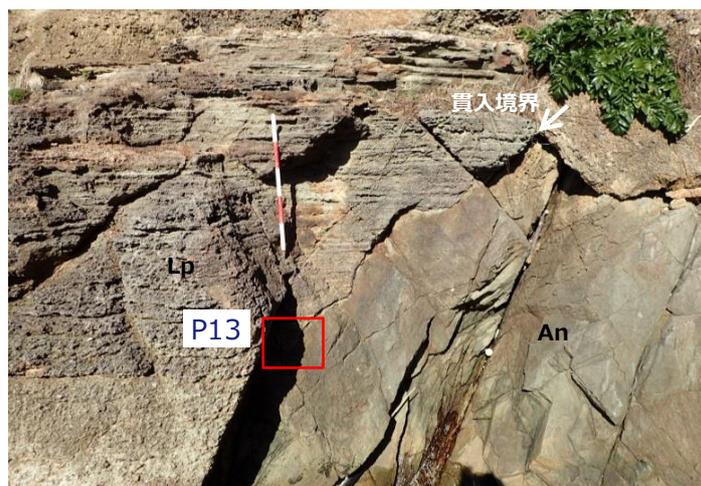


図2-8 (1 2) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P12 安山岩岩脈 (An) 上盤境界

みかけ水平な層理の明瞭な火山礫凝灰岩 (Lp) に貫入境界が斜交する。火山礫凝灰岩の層理は整然としており、境界付近に破碎構造は認められない。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



図2-8 (13) 防波壁(東端部)露頭状況
P13 安山岩岩脈上盤境界
貫入境界は火山礫凝灰岩に密着し、安山岩側に急冷縁あり。



図2-8 (14) 防波壁(東端部)露頭状況
P14 防波壁岩着部

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



図2-8 (15) 防波壁(東端部)露頭状況
 P15 安山岩岩脈 (An)下盤境界
 貫入境界は火山礫凝灰岩 (Lp) に密着する。



図2-8 (16) 防波壁(東端部)露頭状況
 P16 地山北端部
 堅硬な火山礫凝灰岩が広く露出する。



図 2 - 8 (1 7) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P17 地山北端部
火山礫凝灰岩 C_H級



図 2 - 8 (1 8) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P18 火山礫凝灰岩 C_H級



図 2 - 8 (1 9) 防波壁 (東端部) 露頭状況
P19 防波扉北側岩着部拡大
岩盤に崩壊するような緩みや高角度亀裂等の顕著な変状は認められない。

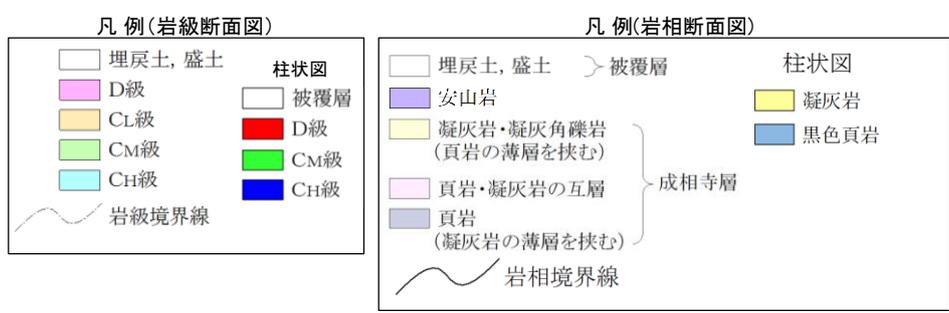
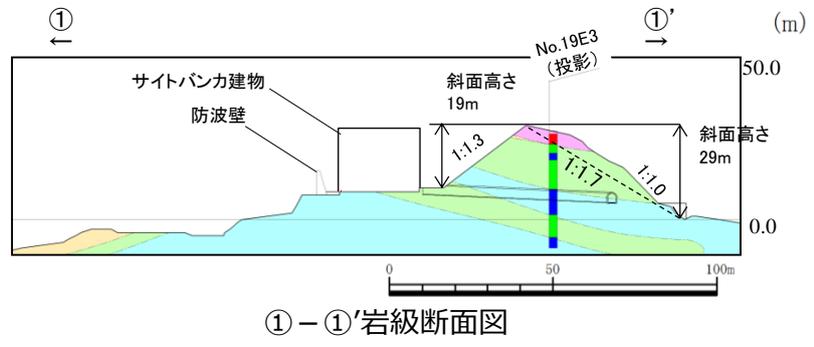
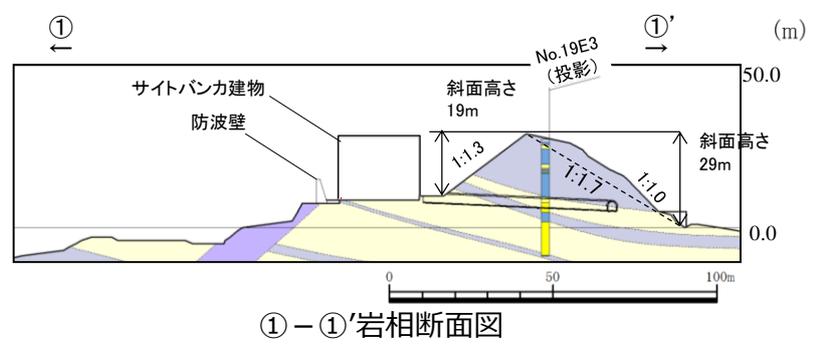
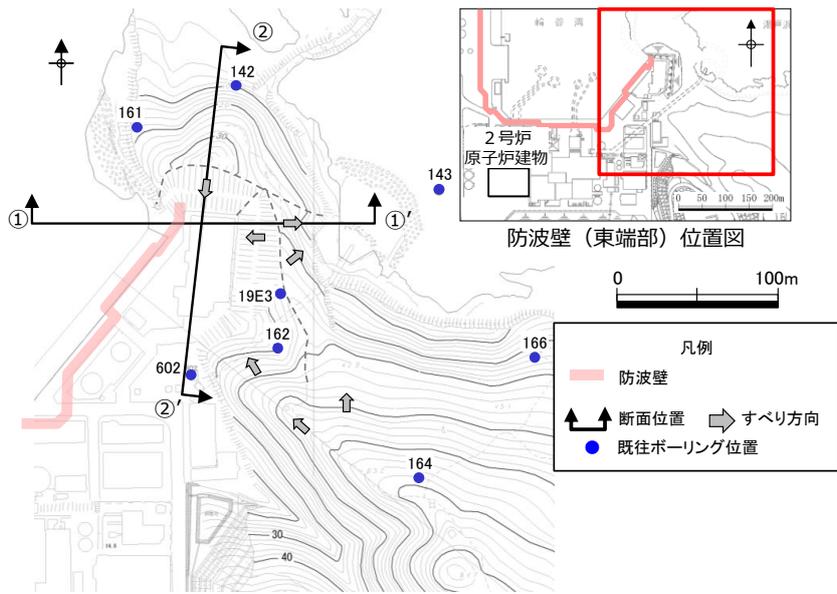
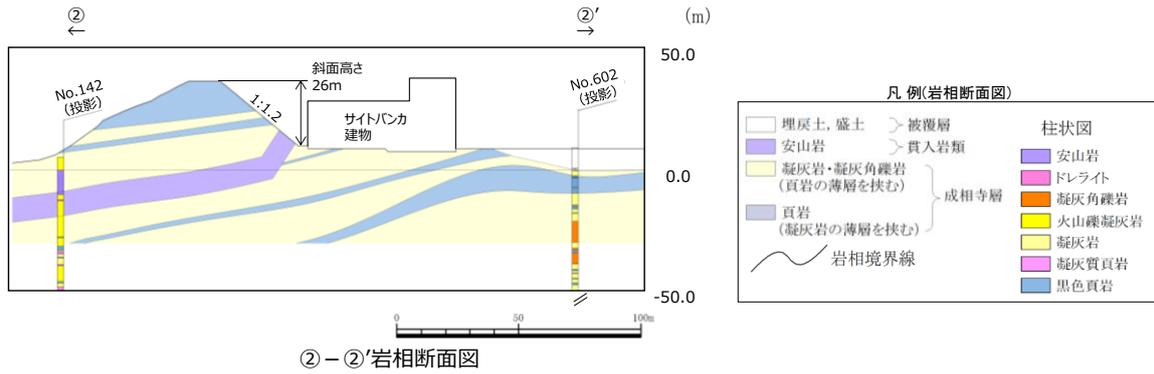
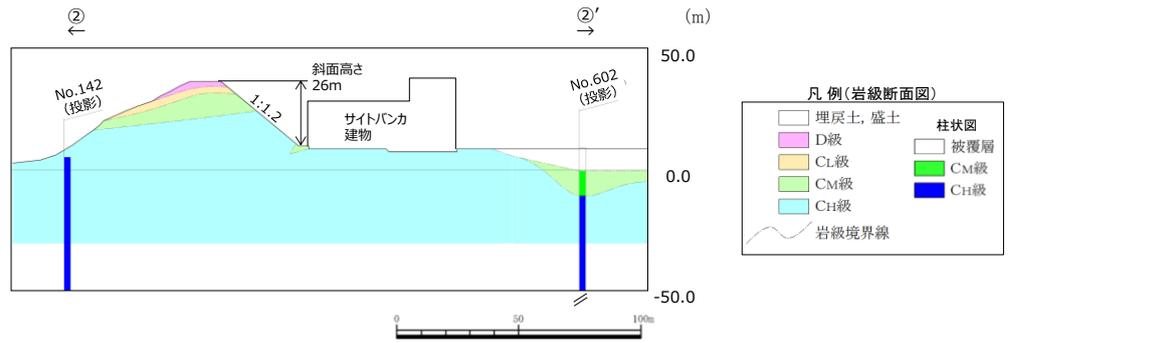


図2-9 (1) 防波壁（東端部）地質断面図・岩級断面図
①-①'断面



②-②'岩相断面図



②-②'岩級断面図

図 2 - 9 (2) 防波壁 (東端部) 地質断面図・岩級断面図
②-②' 断面

c. 防波壁（西端部）周辺の地質構造

防波壁（西端部）周辺のルートマップ（平成8年の調査により作成）を図2-10に示す。また、防波壁（西端部）周辺において、ボーリングコアや露頭の状態を整理し作成した詳細ルートマップ及び模式柱状図を図2-11に示す。

防波壁（西端部）周辺は、凝灰岩及び火山礫凝灰岩を主体とし、凝灰角礫岩や黒色頁岩、ドレライトを挟む。西北西～北西走向、北東緩傾斜であり、局所的なスランプ褶曲が認められる。詳細ルートマップでは、複数箇所を確認される特徴的な岩相として、火山礫凝灰岩からなるK1pと黒色頁岩を主体とするKshを鍵層として扱い標記した。露頭状況写真を図2-12に示す。

防波壁（西端部）は、緩く北東に傾斜する斜面の標高15m以下に擦り付けている。独立行政法人防災科学技術研究所（以下、「防災科研」）が作成した地すべり地形分布図（平成17年）では、防波壁（西端部）周辺に位置する地滑り地形が示されている（以下、「防災科研調査結果」）。地形判読の結果、独立行政法人防災科学技術研究所（以下、「防災科研」）の地滑り土塊とされる箇所に等高線の乱れが認められることから、表層すべりが想定される。

現地調査の結果、防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所の側方崖末端部においては、おおむね新鮮堅硬な岩盤が認められ、そこに断層構造や顕著な割れ目は認められず、また地滑り末端部付近に生じる層理面の乱れや圧縮構造は確認されない。図2-13及び図2-14に示すとおり、周辺のボーリング調査結果（No. 201孔・No. 303孔）及び2号炉放水路トンネル切羽面観察結果においても滑り面は認められない。

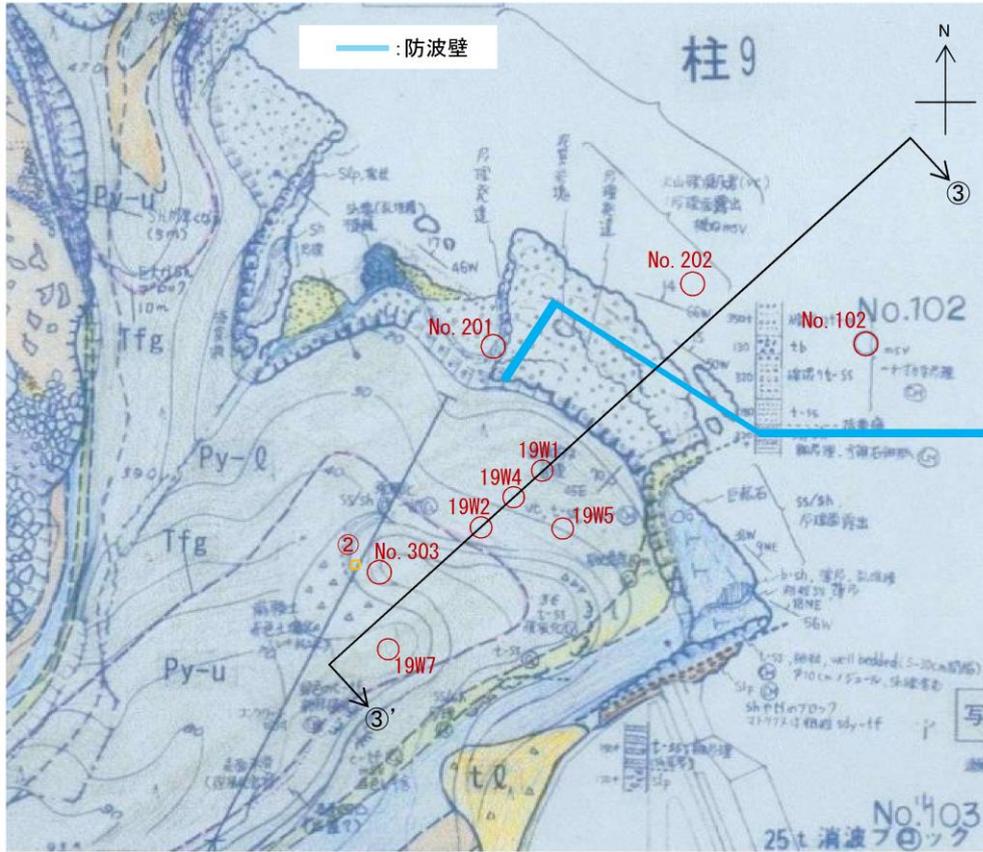
また、防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所の側面である開削面露頭では、凝灰岩を主体とし、最下部及び上部に黒色頁岩薄層、ほぼ中央に火山礫凝灰岩層が認められる。これらの岩相境界は明瞭で、ほぼ平滑な境界を有する。露頭最上部には粘性土及び礫質土が分布する。層理面は北へ緩く傾斜し、これに直交する高角度割れ目が認められる。露頭全体が弱変質により淡褐色を呈するが、堅硬な岩盤が認められ、シームや断層、褶曲、深層崩壊に伴う地滑り面は認められなかったが、開削面露頭上部で認められた礫質土及び粘性土（層厚：約2m）については、空中写真判読で認められた表層すべりに相当する可能性が考えられる。

深層崩壊に伴う地滑り面は認められないことから、地滑り地形ではないと判断されるが、防災科研調査の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土については、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、防波壁周辺斜面の安定性確保のため撤去する。また、標高40mより上方斜面においても礫質土が認められたことから、ルートマップ（平成8年調査）に記載された「崩積土」の範囲について、岩盤まで礫質土を全て撤去する。斜面对策工の概要について図2-15に示す。

防波壁（西端部）周辺では、ボーリング調査を14本（No. 101, 201, 202, 203, 204, 303, 304, 308, 19W1, 19W2, 19W3, 19W4, 19W5, 19W7）及び地表地質踏

査を実施している。これらを踏まえて作成した防波壁（西端部）の全体的な地質・地質構造を示す地質断面図及び岩級断面図を図2-16に示す。

防波壁（西端部）の地山は、黒色頁岩、凝灰質頁岩及び凝灰岩が西北西走向、北東緩傾斜の互層をなす単斜構造からなり、ここにシル状にドレライトと安山岩が貫入する。尾根部では表層風化によりD~C_H級を呈するが、地山のほとんどがC_H級である。この斜面において、褶曲や断層といった地質構造は認められず、シームは認められない。



地質区分及び凡例

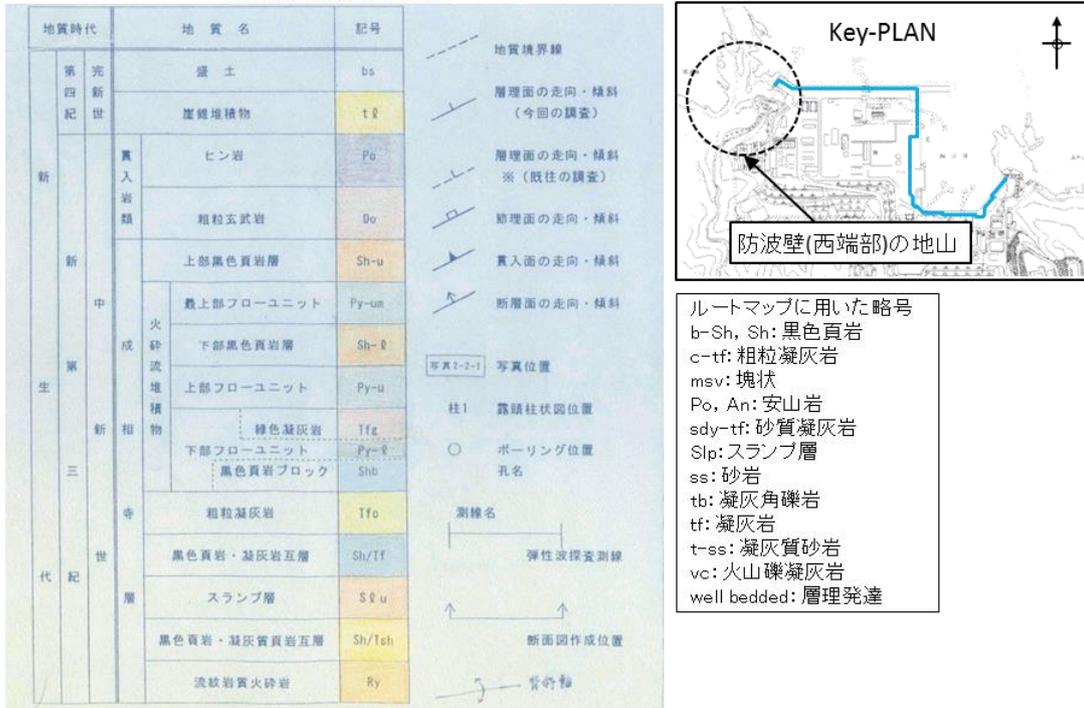


図2-10 防波壁(西端部)周辺のルートマップ

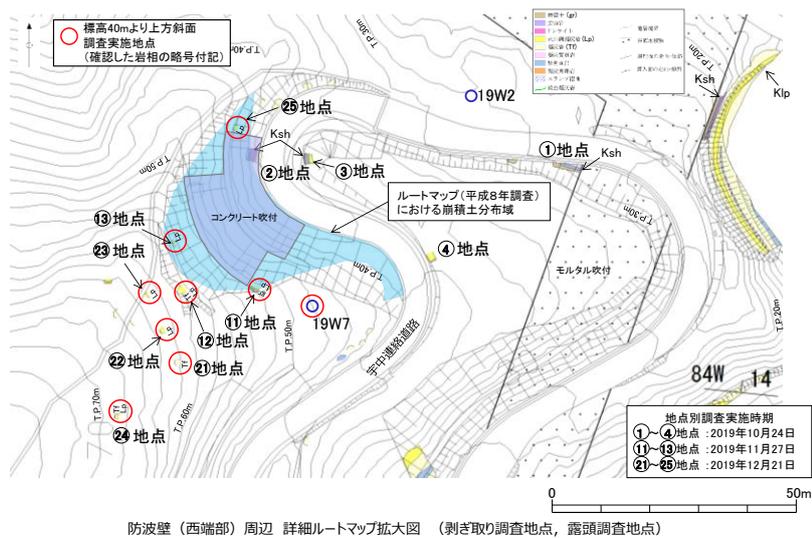
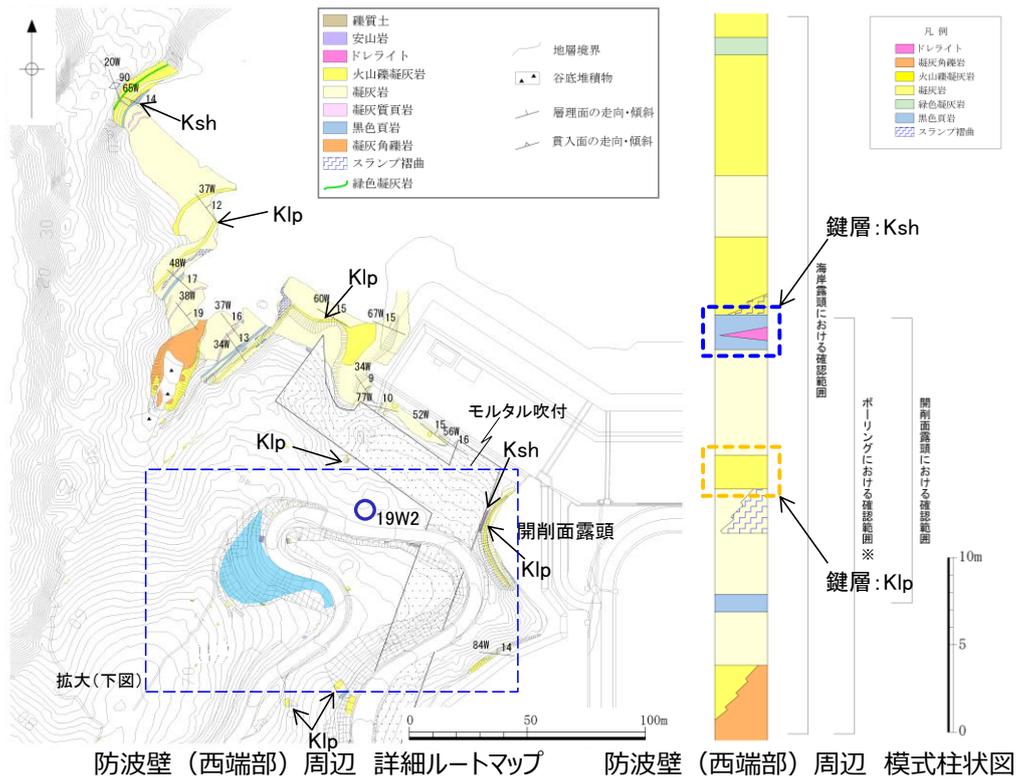
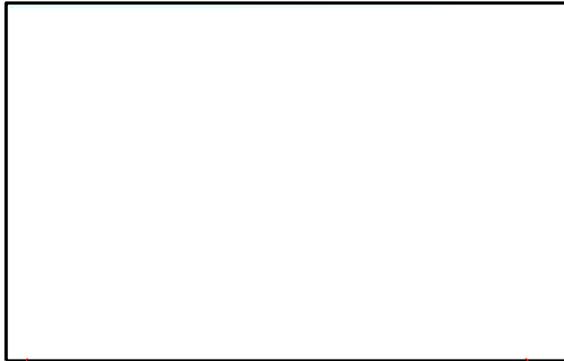
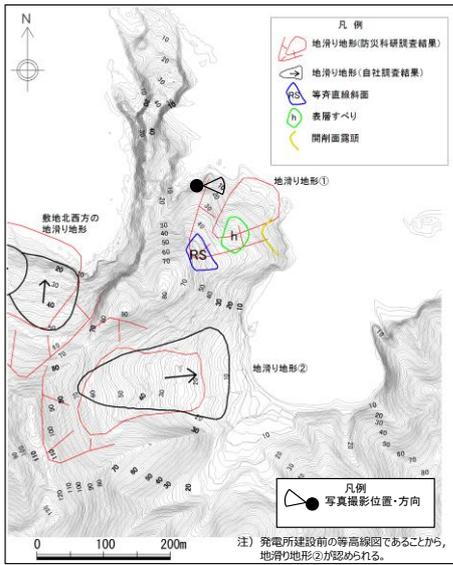


図2-11 防波壁（西端部）周辺の詳細ルートマップ及び模式柱状図

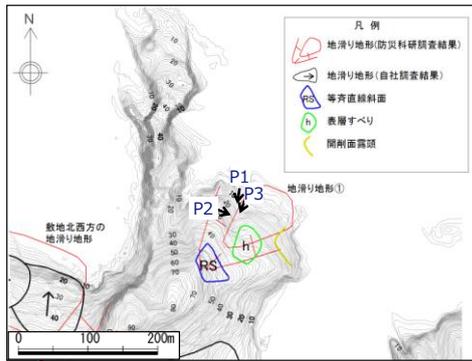


地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所



段差地形 拡大写真

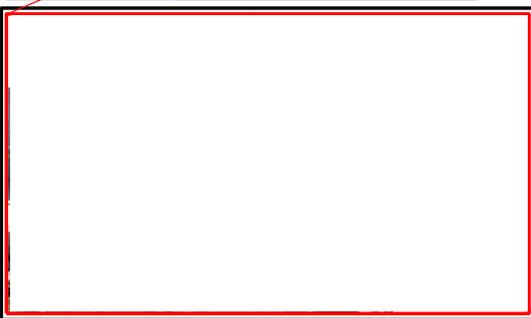
図 2-12 (1) 防波壁 (西端部) 露頭状況
地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所



P1 地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖に相当する箇所 (2019年8月撮影)



P3 露頭拡大 (2019年8月撮影)



P2 露頭拡大 (2019年3月撮影)

図 2-12 (2) 防波壁 (西端部) 露頭状況
地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所

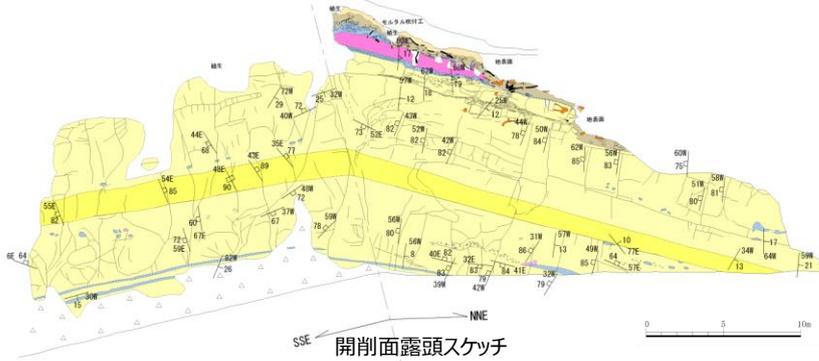
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



開削面露頭全景 (2019年11月6日撮影)

凡例

- △△ 土砂
- 粘性土
- 礫質土
- ドレライト
- 火山礫凝灰岩
- 凝灰岩
- 凝灰質頁岩
- 黒色頁岩



開削面露頭スケッチ

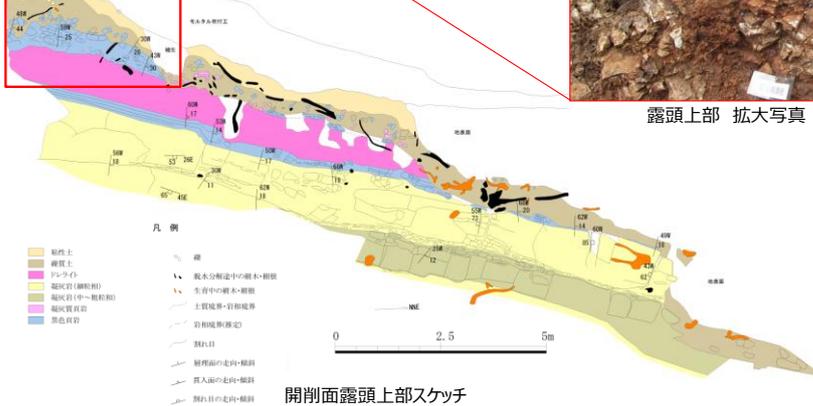
- 礫
- 〰 脱水分解途中の樹木・樹根
- 〰 生育中の樹木・樹根
- 〰 土質境界・岩相境界
- 〰 岩相境界(推定)
- 〰 割れ目
- 〰 層理面の走向・傾斜
- 〰 貫入面の走向・傾斜
- 〰 割れ目の走向・傾斜

図2-12(3) 防波壁(西端部)露頭状況
開削面露頭全景



露頭上部 拡大写真 (2019年9月20日撮影)

左上写真範囲
開削面露頭上部写真
(2019年7月18日撮影)



開削面露頭上部スケッチ

- 凡例
- 粘性土
 - 礫質土
 - ドレライト
 - 凝灰岩(凝灰質)
 - 凝灰岩(中～粗粒部)
 - 凝灰質頁岩
 - 黒色頁岩
 - 礫
 - 〰 脱水分解途中の樹木・樹根
 - 〰 生育中の樹木・樹根
 - 〰 土質境界・岩相境界
 - 〰 岩相境界(推定)
 - 〰 割れ目
 - 〰 層理面の走向・傾斜
 - 〰 貫入面の走向・傾斜
 - 〰 割れ目の走向・傾斜

図2-12(4) 防波壁(西端部)露頭状況
開削面露頭上部

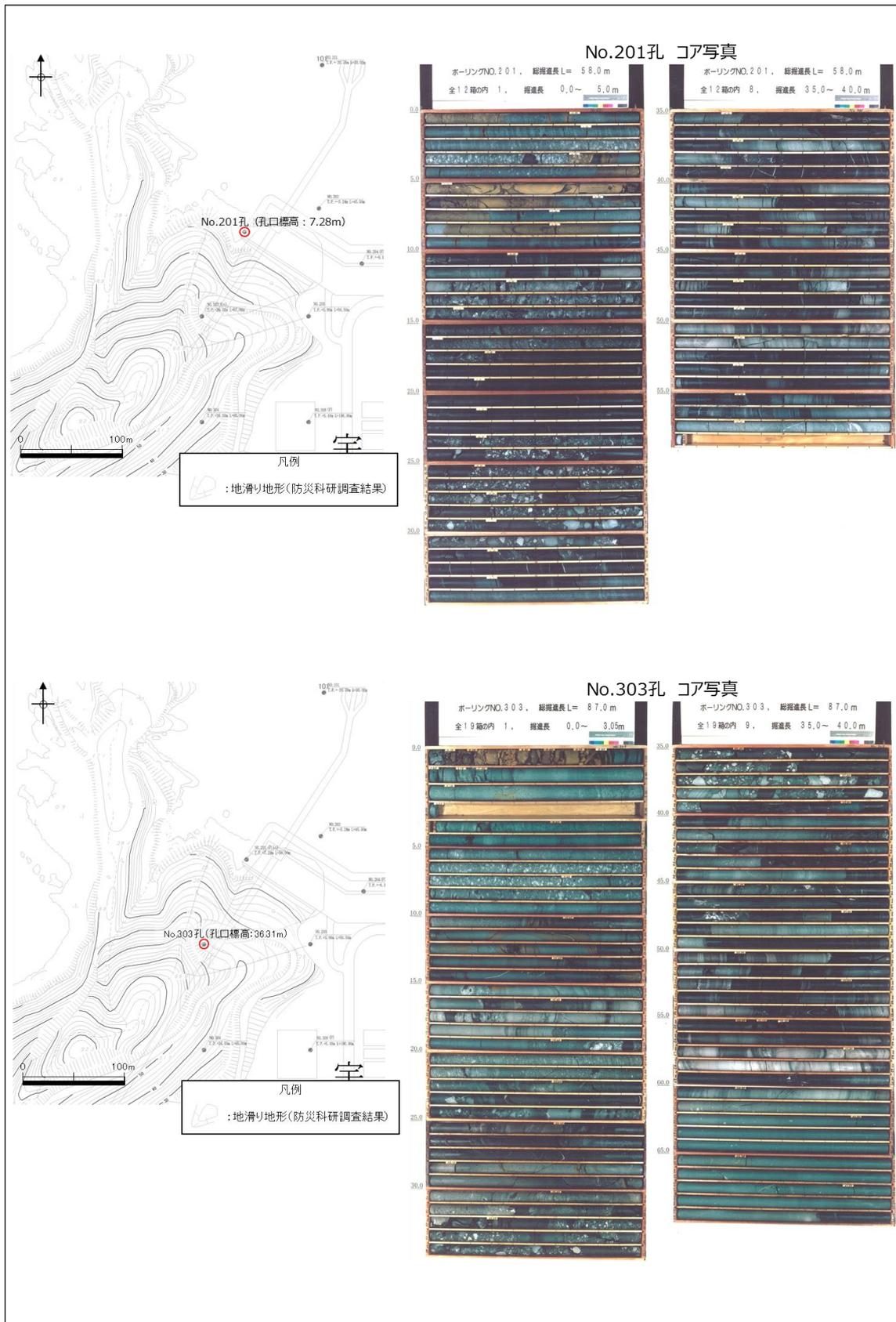


図2-13 地滑り地形①近傍で掘削されたボーリングコア写真

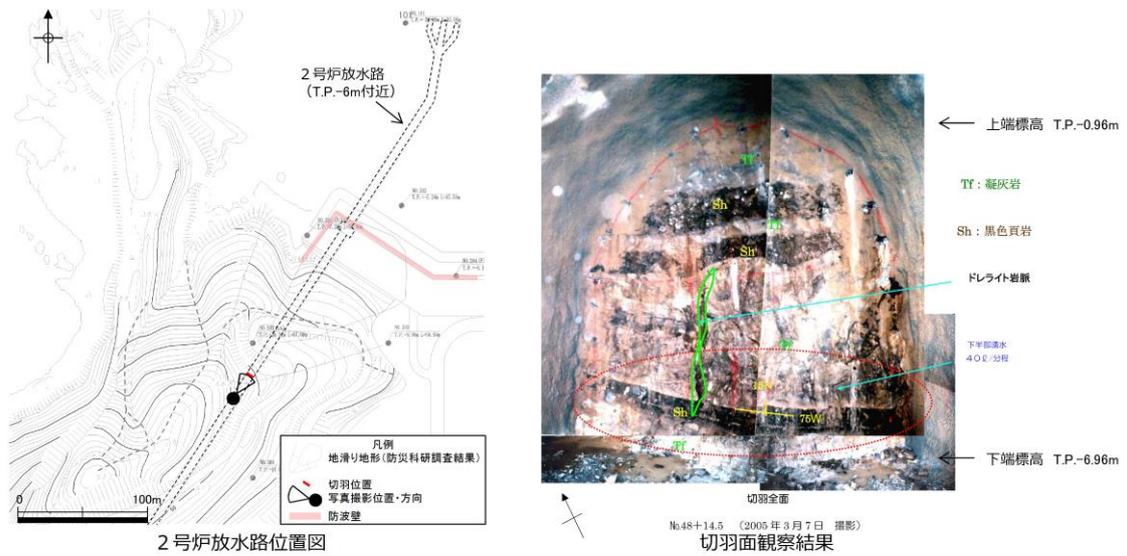


図 2-14 2号炉放水路 (直径約 6m) の切羽面観察結果

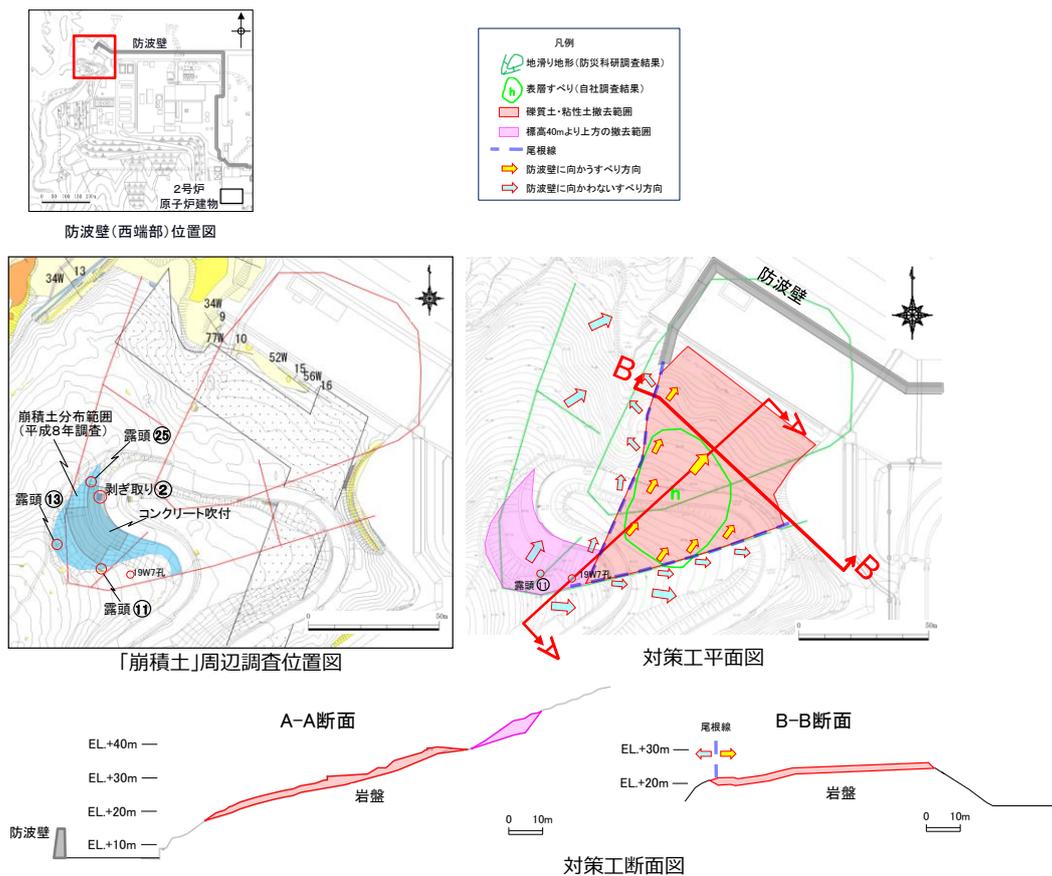


図 2-15 防波壁 (西端部) 斜面对策工

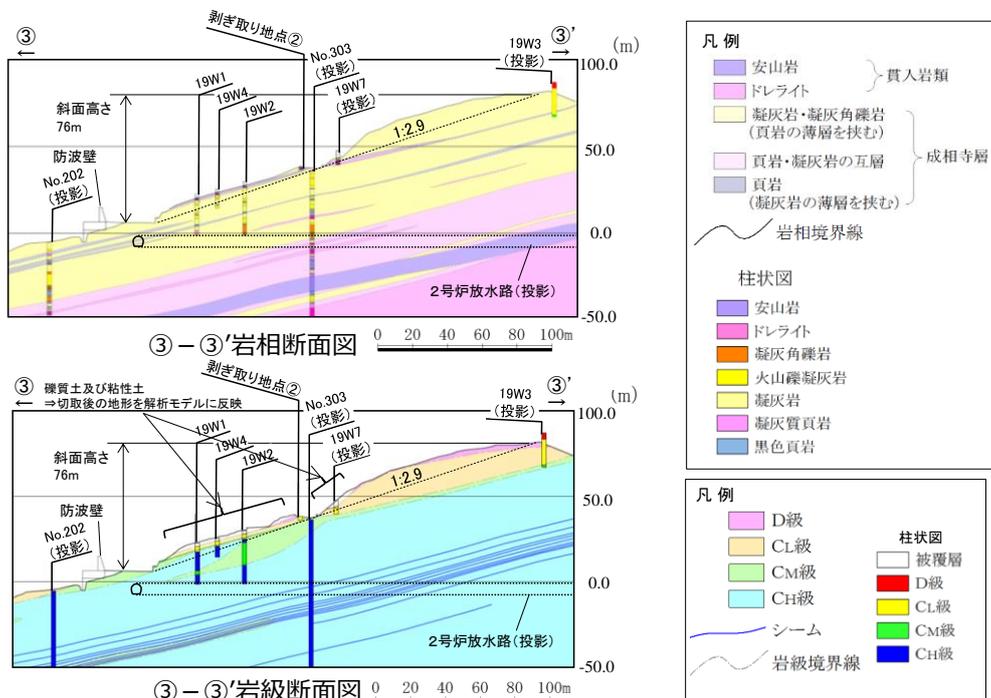
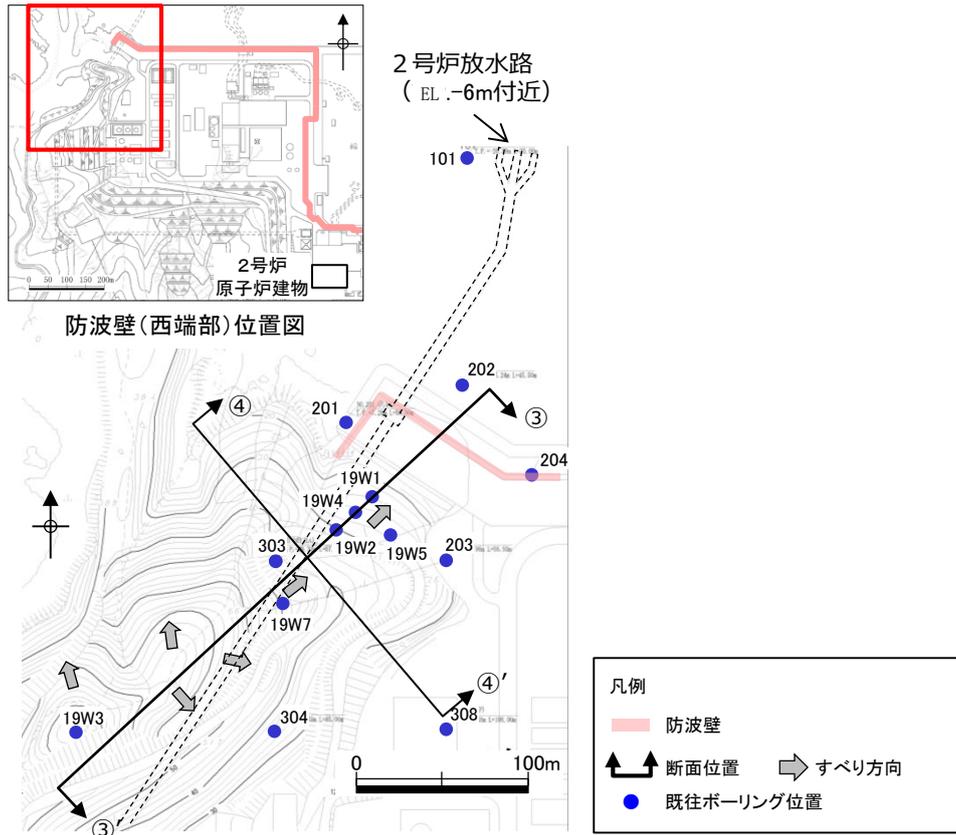
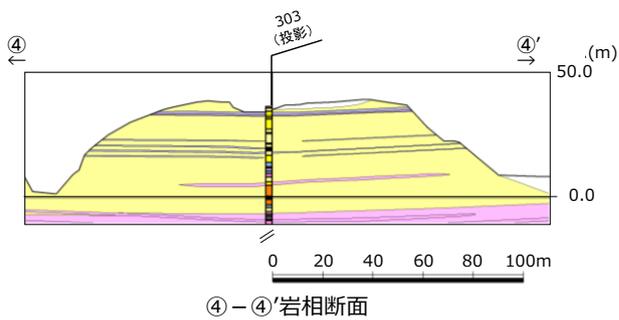
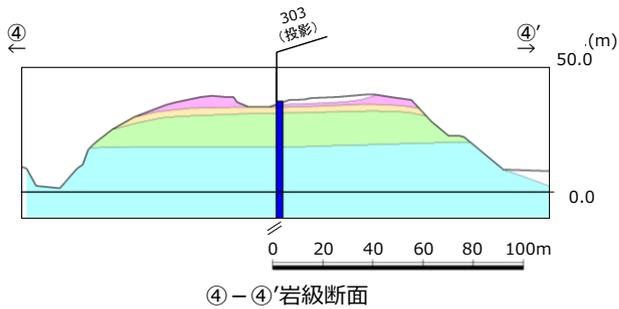
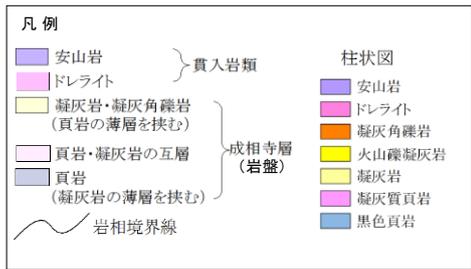


図2-16(1) 防波壁(西端部) 地質断面図・岩級断面図
③-③'断面



④-④'岩相断面



④-④'岩級断面

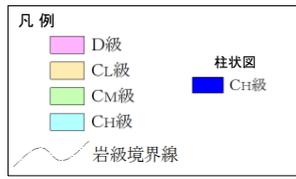


図 2-16 (2) 防波壁 (西端部) 地質断面図・岩級断面図
④-④' 断面

d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様

防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）の擦り付け部の構造図及び状況写真を図2-17～22に示す。

防波壁（波返重力擁壁）東端部（a-a断面）については、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼（H-350×350×12×19）を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、防波壁の前面及び背面において、露出した岩盤を保護する目的でコンクリートで被覆した。

防波壁（波返重力擁壁）西端部（b-b断面）については、東端部同様、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼（H-350×350×12×19）を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、防波壁の前面及び背面において、露出した岩盤を保護する目的でコンクリートで被覆した。

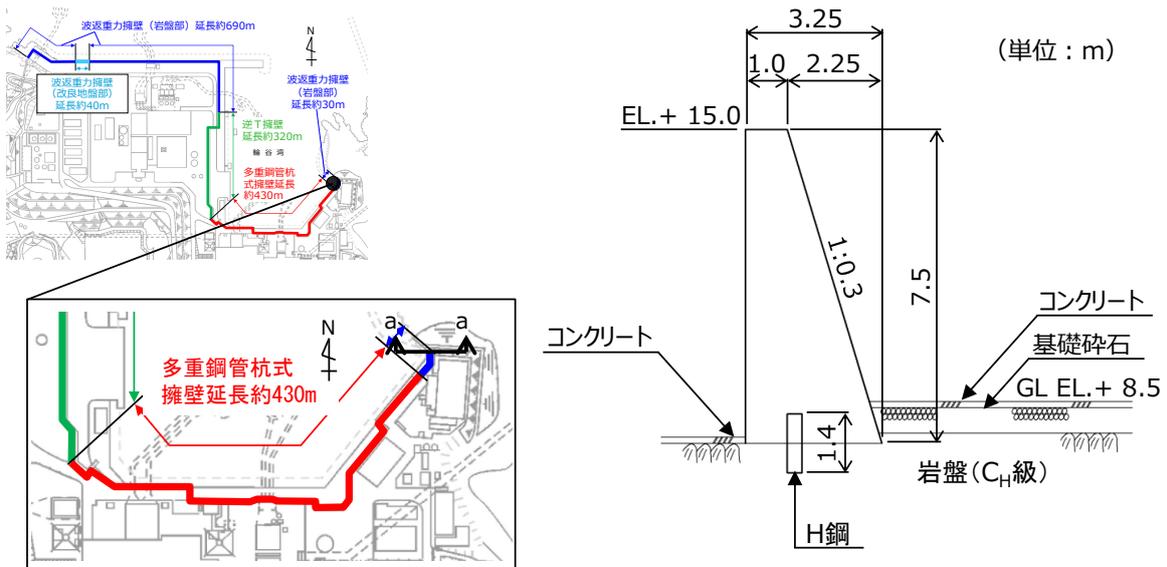


図 2 - 17 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部 (a-a 断面) 断面図



図 2 - 18 防波壁東端部 状況写真



図 2 - 19 防波壁東端部 岩盤露出状況

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

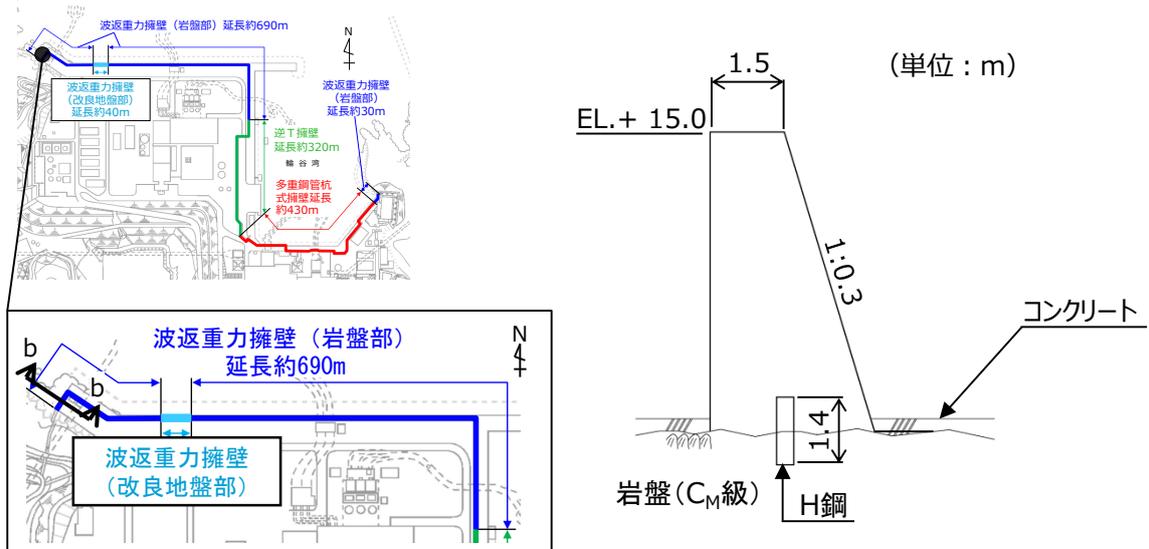


図 2 - 20 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部 (b-b 断面) 断面図



図 2 - 21 防波壁西端部 状況写真



図 2 - 22 防波壁西端部 岩盤露出状況

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(3) 地山の耐震，耐津波設計上の位置付け

防波壁両端部の地山について，耐震，耐津波設計上の位置付けを表 2 - 1 に整理した。これを踏まえ，以下の検討を行う。

- 検討 1：津波防護施設と同等の機能を有する斜面において，基準地震動 S_s による地山のすべり安定性評価を行い，基準地震動に対する健全性を確保していることを説明する。
- 検討 2：津波防護施設同等の機能を有する斜面において，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性の確認及び基準津波による地山の安定性評価を行い，基準津波に対する健全性を確保していることを説明する。

このほかに，当該地山については，防波壁の支持地盤としての地山及び防波壁の周辺斜面としての役割もあるため，耐震，耐津波設計上の位置付けを整理した。

表 2 - 1 防波壁両端部の地山の耐震，耐津波設計上の位置付け

設計上の役割	耐震設計上の位置付け	耐津波設計上の位置付け
①津波防護を担保する地山斜面 (5条)	<ul style="list-style-type: none"> 津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は，基準地震動による地震力に対して，要求される津波防護機能を保持できるようにする。【検討 1】 	<ul style="list-style-type: none"> 津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，入力津波に対する津波防護機能が保持できるようにする。【検討 2】
②防波壁の支持地盤としての地山 (3条)	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁と地山との擦り付け部は，液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮しても，施設の安全機能が損なわれるおそれがないようにする。 ⇒ 「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり，堅硬な岩盤に支持されていることから，液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状は発生しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁と地山との擦り付け部は，構造不連続による相対変位，ずれ等が構造健全性，安定性，止水性や水密性に影響を及ぼさないようにする。 ⇒ 「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり，岩盤を露出させ，H鋼を打設し，重力擁壁を堅硬な岩盤に直接設置していることから，構造不連続による相対変位，ずれ等は発生しない。
③防波壁の周辺斜面 (4条)	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁の周辺斜面（「(1) 津波遡上高の分布を踏まえた津波防護上の地山範囲の特定について」参照）は，想定される地震動の地震力により崩壊し，当該施設の安全機能が重大な影響を受けないようにする。 	—

(4) 基準地震動に対する健全性確保の見通し

a. 評価方針

検討1の基準地震動に対する健全性確保として、津波防護を担保する地山の安定性評価を実施する。地山の地震による安定性評価について、基準地震動に対する健全性確保の見通しを説明する。

検討に当たっては、図2-23の検討フローに基づいて実施する。

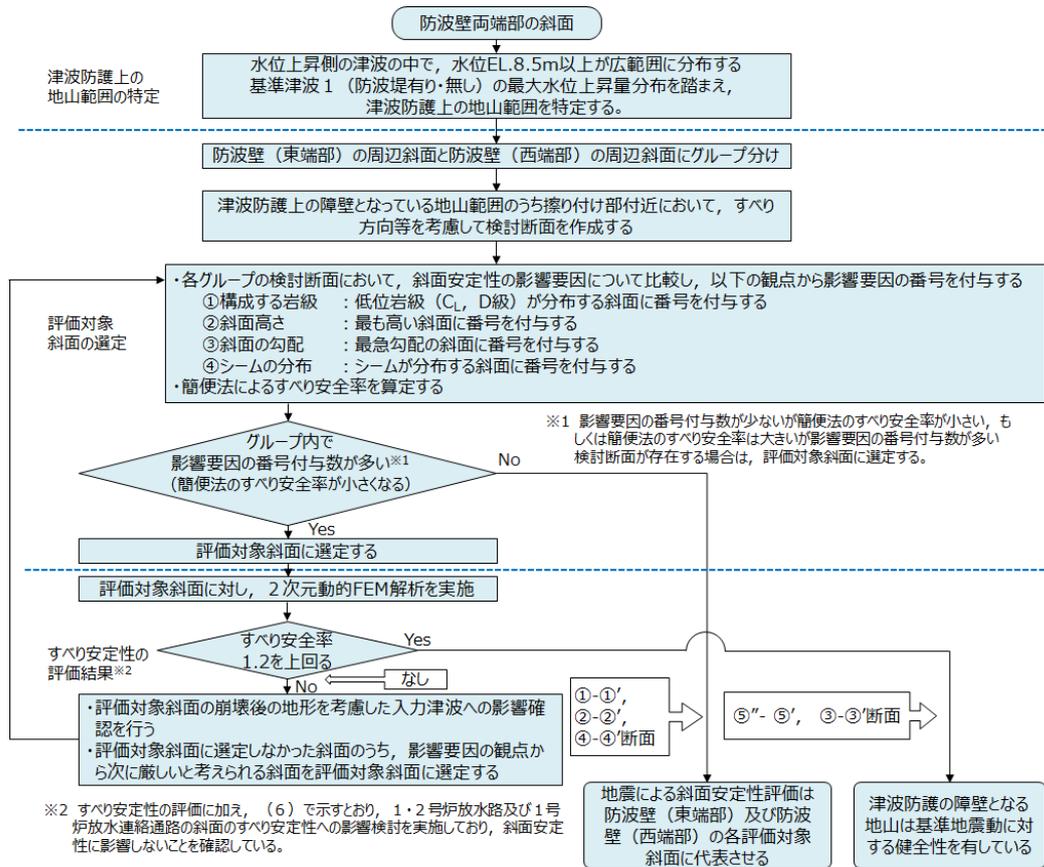


図2-23 検討フロー

b. 防波壁端部地山のグループ分け

津波防護上の地山範囲について、図2-24のとおり防波壁（東端部）と防波壁（西端部）にグループ分けし、それぞれで評価対象斜面を選定する。

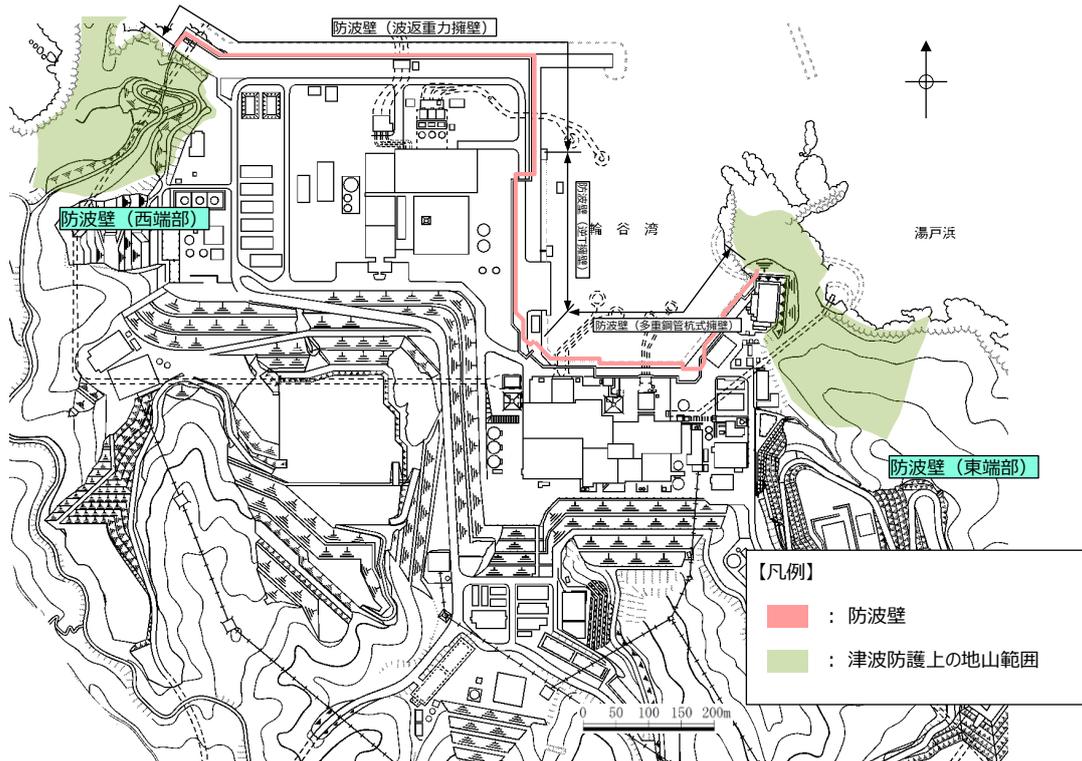


図 2-24 防波壁端部地山のグループ分け

c. 評価方法

評価対象斜面の選定は、図 2-25 に示す影響要因及び簡便法のすべり安全率を踏まえて行う。

簡便法及び 2 次元動的 FEM 解析に用いる解析用物性値及び解析手法は、周辺斜面の安定性評価で使用したものをを用いる。

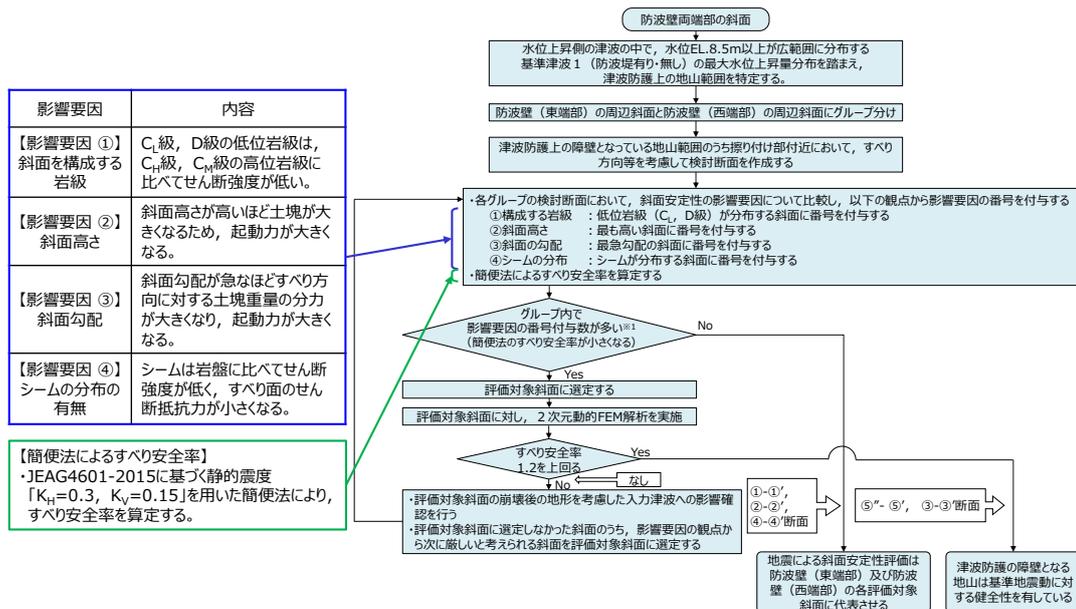


図 2-25 評価対象斜面の選定に用いる影響要因等

d. 評価対象斜面の選定

(a) 防波壁（東端部）の評価対象斜面の選定

防波壁（東端部）の津波防護上の地山範囲のうち擦り付け部付近において、すべり方向等を考慮して以下のとおり①-①' 断面、②-②' 断面及び⑤-⑤' 断面の検討断面を作成し、この中から評価対象斜面を選定する。

- ・①-①' 断面は、防波壁東側斜面の斜面幅が最も狭い箇所を通り、地形が急勾配となる方向に設定した。
- ・②-②' 断面は、防波壁北側斜面の頂部を通り、風化層が厚くなる尾根部を通るように設定した。
- ・⑤-⑤' 断面は、防波壁東側斜面の斜面幅が狭い箇所を通り、尾根を境に海側・陸側にそれぞれ地形が最急勾配となる方向に設定した。

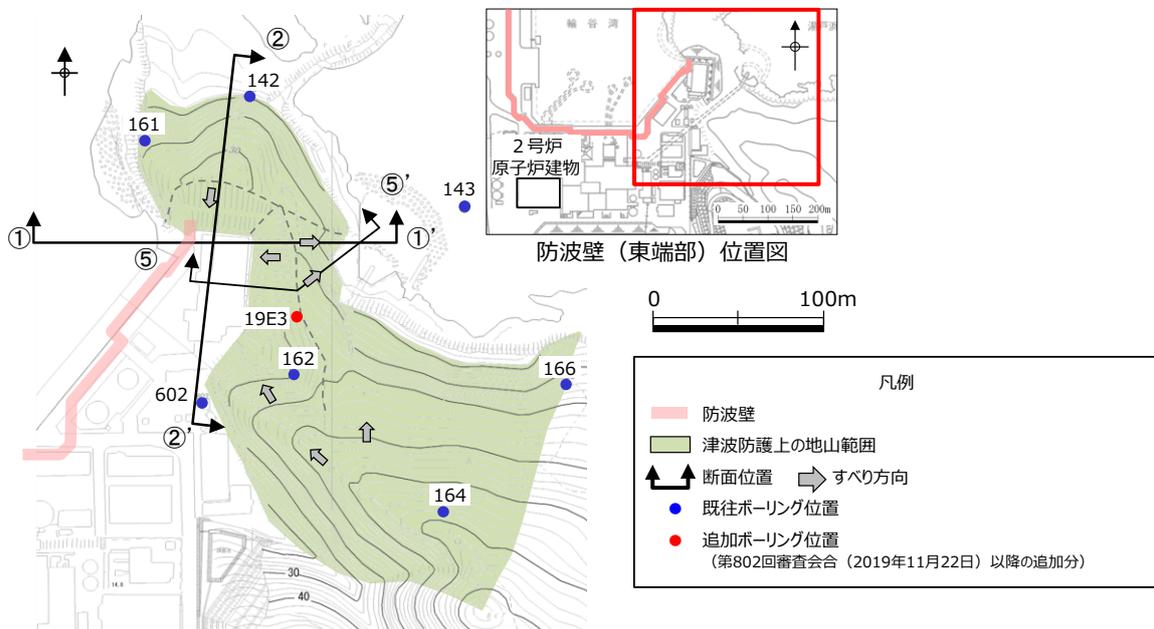


図 2-26 評価対象断面の選定 検討断面位置図

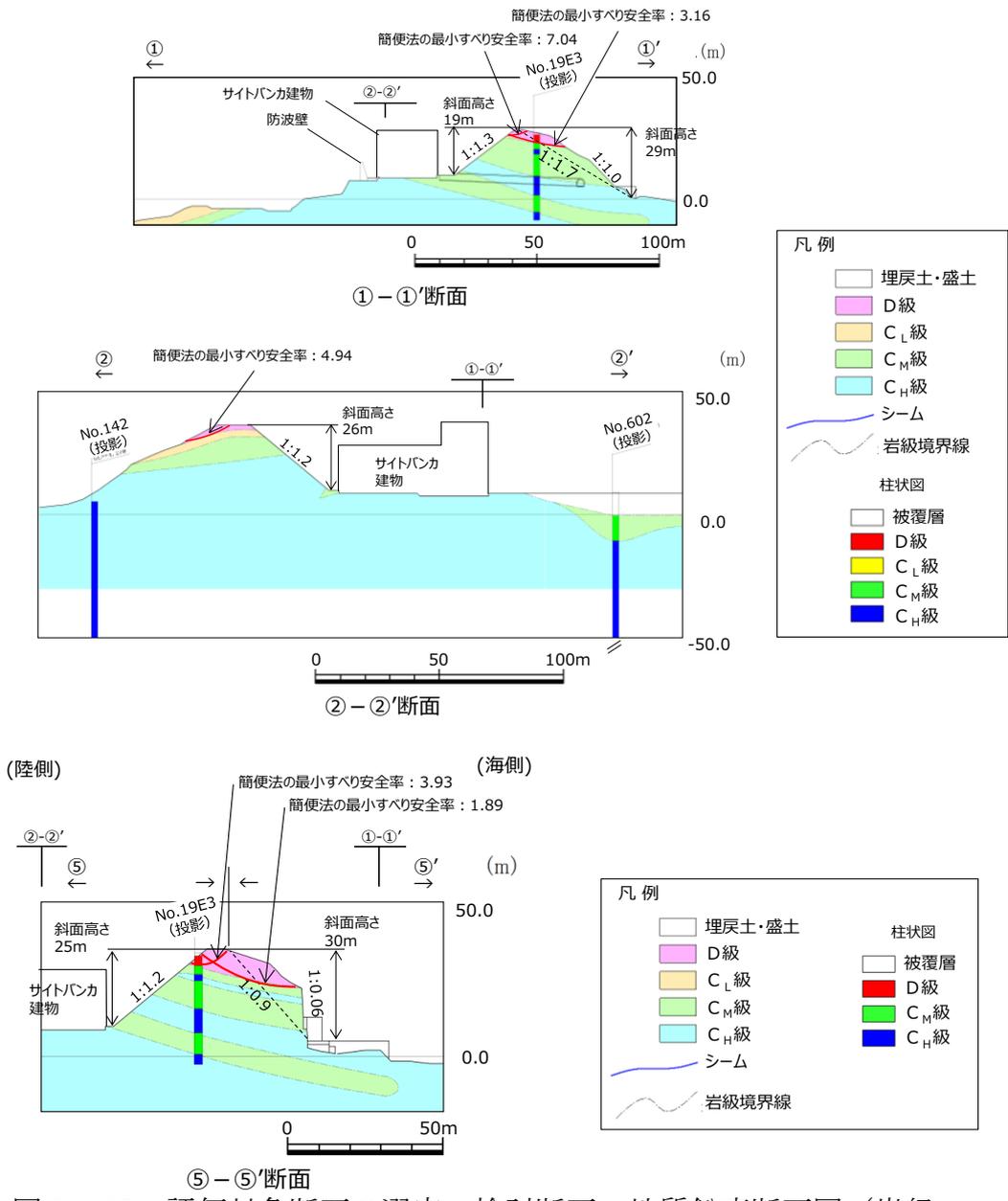


図 2-27 評価対象断面の選定 検討断面 地質鉛直断面図 (岩級, シーム)

①-①' 断面, ②-②' 断面及び⑤-⑤' 断面について表 2-2 のとおり比較を行った結果, ⑤-⑤' 断面のうち海側の斜面を 2次元動的 FEM解析の評価対象斜面に選定した。

表 2-2 防波壁 (東端部) 評価対象斜面の選定結果

防波壁 東端部斜面	影響要因				該当する 影響要因	簡便法の 最小すべり 安全率*1	選定理由
	【影響要因①】 構成する岩級	【影響要因②】 斜面高さ	【影響要因③】 斜面の勾配	【影響要因④】 シームの分布 の有無			
①-①'	陸側 すべり	C _{Hr} , C _{Mr} , C _{Lr} , D 級	19m	1 : 1.3	なし	①	⑤-⑤'断面 (海側すべり) に比べ, 平均勾配は緩いこと, 表層のD級岩盤は薄いこと, 斜面高さが低いこと, 及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから, ⑤-⑤'断面 (海側すべり) の評価に代表させる。
	海側 すべり	C _{Hr} , C _{Mr} , C _{Lr} , D 級	29m	1 : 1.7 (一部, 1 : 1.0 の急勾配部あり)	なし	①	
②-②'	C _{Hr} , C _{Mr} , C _{Lr} , D 級	26m	1 : 1.2	なし	①		
⑤-⑤'	陸側 すべり	C _{Hr} , C _{Mr} , D級	25m	1 : 1.2	なし	①	
	海側 すべり	C _{Hr} , C _{Mr} , D級	30m	1 : 0.9 (一部, 1 : 0.06 の急勾配部あり)	なし	①, ②, ③	

 : 番号を付与する影響要因
 : 影響要因の番号付与が多い (簡便法のすべり安全率が小さい)
 : 選定した評価対象斜面

【①-①' 断面の比較結果】

⑤-⑤' 断面に比べ, 平均勾配は緩いこと, 表層のD級岩盤は薄いこと, 斜面高さが19m・29mと低いこと, 及び簡便法の最小すべり安全率が3.16・7.04と大きいことから, ⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。

当該斜面には1号炉放水連絡通路が存在するが, (6) で示すとおり, 斜面安定性に影響がないことを確認している。

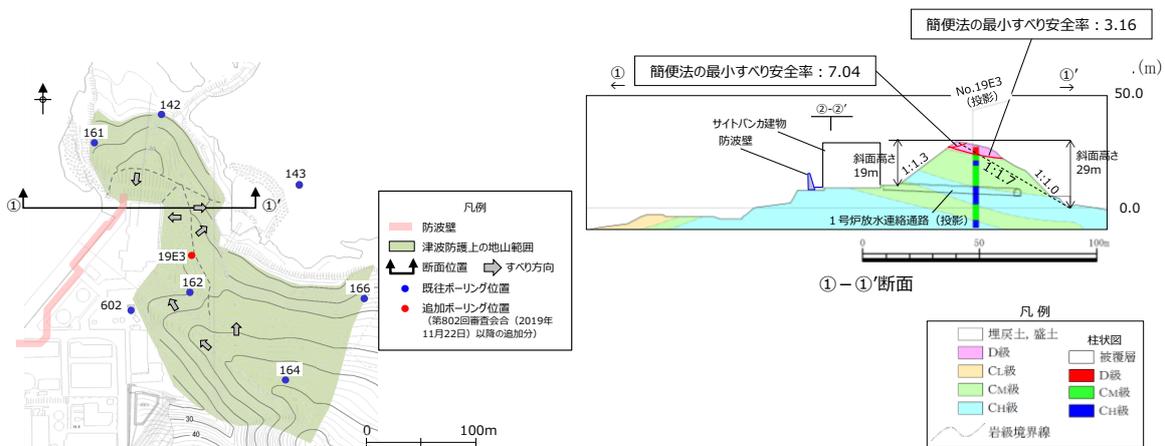


図 2-28 ①-①' 断面の比較結果

【②-②' 断面の比較結果】

⑤-⑤' 断面に比べ、平均勾配は緩いこと、表層のD級岩盤は薄いこと、斜面高さが26mと低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が4.94と大きいことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。

②"-②' 断面については、海側斜面の勾配が②-②' 断面と同等であることから、②-②' 断面に代表させた。

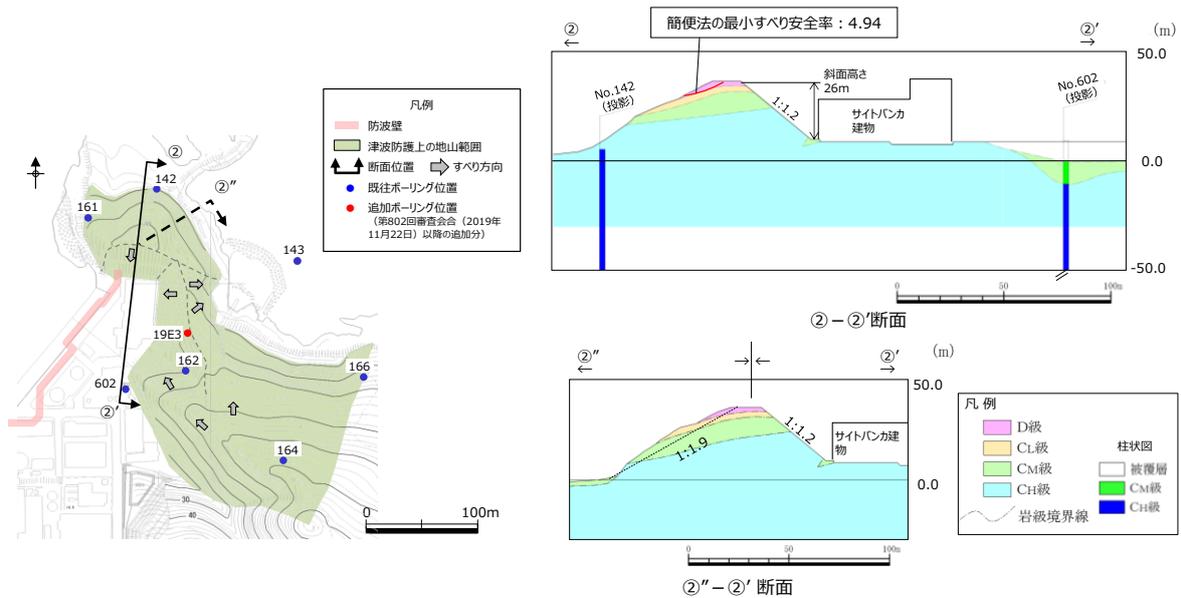


図 2-29 ②-②' 断面の比較結果

【⑤-⑤' 断面の比較結果】

陸側すべりの斜面は、当該断面の海側すべりに比べ、平均勾配は緩く、表層のD級岩盤は薄いこと、斜面高さが25mと低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が3.93と大きいことから、当該断面の海側すべりの評価に代表させる。

海側すべりの斜面は、斜面全体はC_M~C_H級主体の堅硬な岩盤で構成されるが、表層にD級が厚く分布すること、海側付近で1:0.06の勾配のほぼ直立した斜面が存在すること、海側の方向に流れ盤となっていること、及び簡便法の最小すべり安全率が1.89と小さいことから、評価対象斜面に選定する。

当該斜面には1号炉放水連絡通路が存在するが、(6)で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。

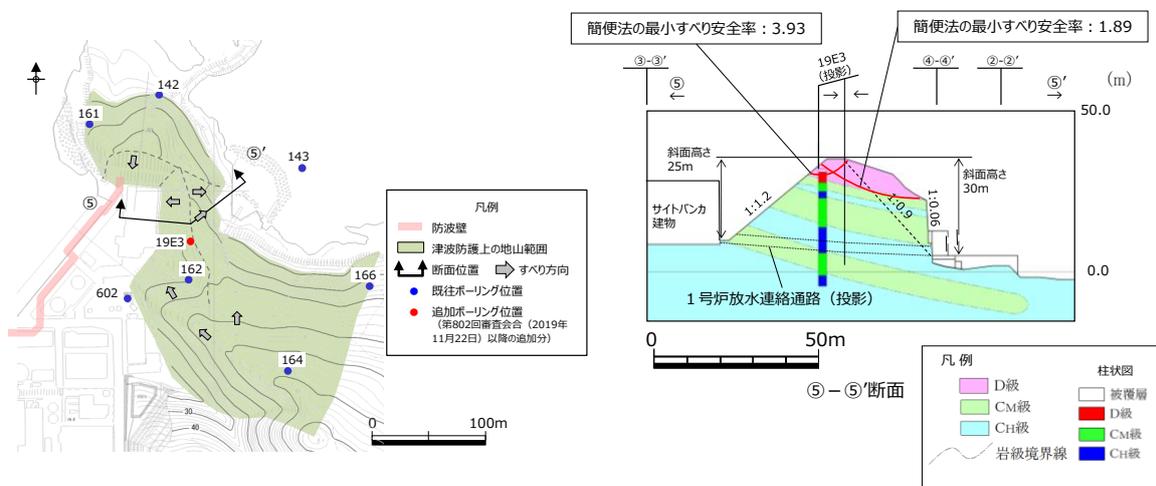


図 2-30 ⑤-⑤' 断面の比較結果

【⑤-⑤' 断面の解析断面位置】

動的FEM解析の実施に当たり、山体の地震時の挙動を適切に解析に反映するため、⑤-⑤' 断面について、直線状の断面となるように、北東-南西方向に⑤''-⑤' 断面の地質断面図及び解析モデルを作成し、安定性評価を行うこととした。

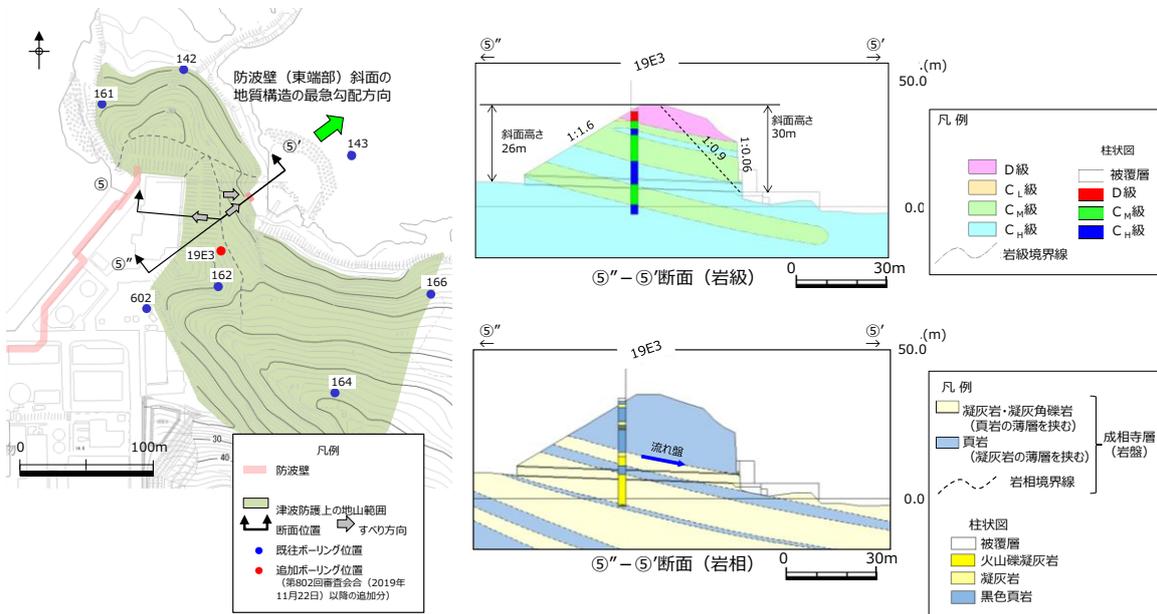


図 2-31 ⑤-⑤' 断面の解析断面位置

【⑤-⑤' 断面のモデル化】

防波壁（東端部）の⑤''-⑤' 断面の解析モデルについては、地質断面図を踏まえて作成する。

表層にはD級岩盤（頁岩）及びD級岩盤（凝灰岩）が分布するが、保守的にせん断強度の低いD級岩盤（凝灰岩）でモデル化する。

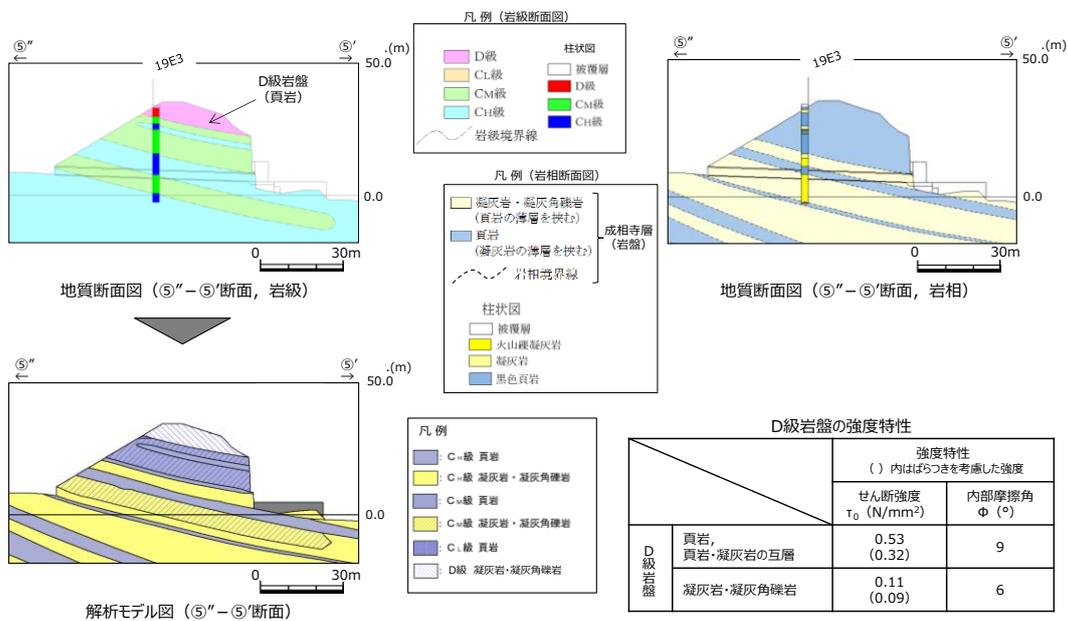


図 2-32 ⑤-⑤' 断面のモデル化

(b) 防波壁（西端部）の評価対象斜面の選定

防波壁（西端部）の津波防護上の地山範囲のうち擦り付け部付近において、すべり方向等を考慮し、以下のとおり③-③'断面及び④-④'断面の検討断面を作成し、この中から評価対象斜面を選定する。

- ・③-③'断面は、防波壁南側斜面の頂部付近を通り、地形及び地層の最急勾配方向に流れ盤になるように設定した。
- ・④-④'断面は、防波壁南側の斜面幅が最も狭い箇所を通り、地形が急勾配となる方向に設定した。

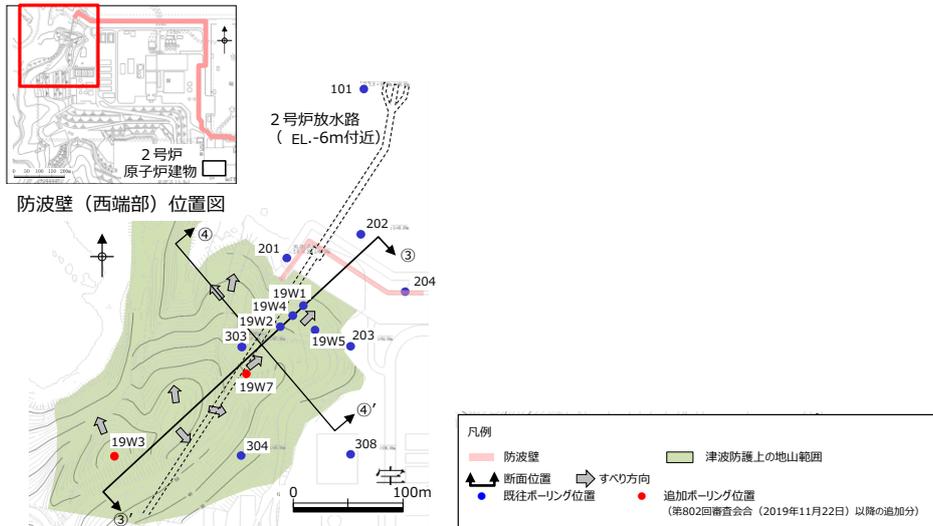
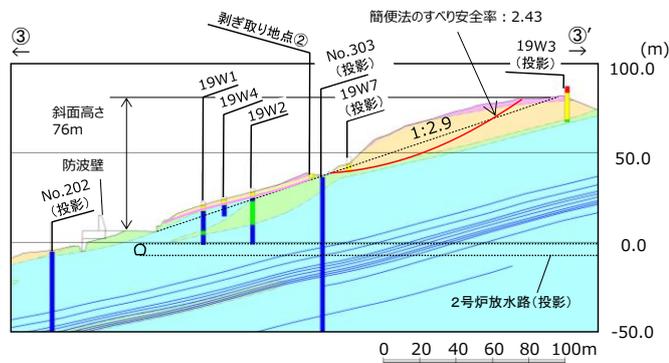
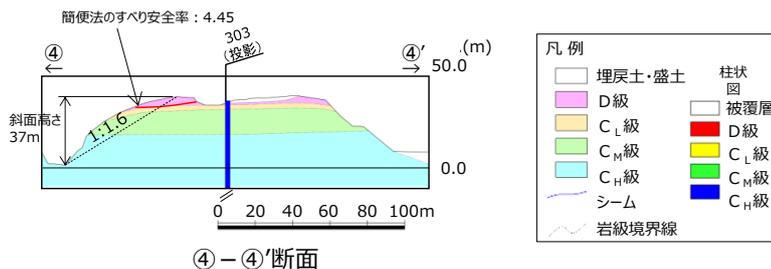


図 2-33 防波壁（西端部）の評価対象斜面の選定 検討断面位置図



③-③'断面（岩級断面図）※

※礫質土・粘性土の切取を反映済



④-④'断面

図 2-34 評価対象断面の選定 検討断面 地質鉛直断面図（岩級，シーム）

③-③' 断面及び④-④' 断面について表 2-3 のとおり比較を行った結果、③-③' 断面を 2 次元動的 FEM 解析の評価対象斜面に選定した。

表 2-3 防波壁 (西端部) 評価対象斜面の選定結果

防波壁 東端部斜面	影響要因				該当する 影響要因	簡便法の 最小すべり 安全率*	選定理由
	【影響要因①】 構成する岩級	【影響要因②】 斜面高さ	【影響要因③】 斜面の勾配	【影響要因④】 シームの分布 の有無			
③-③'	C_{Hr} , C_{Mr} , C_{Lr} , D 級	76m	1:2.9	なし	①, ②	2.43	・表層に C_{Lr} , D 級が分布すること、斜面高さが高いこと、標高40m付近にD級岩盤の薄層が分布すること、流れ盤であること、及び簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、評価対象斜面に選定する。
④-④'	C_{Hr} , C_{Mr} , C_{Lr} , D 級	37m	1:1.6	なし	①, ③	4.45	・③-③'断面に比べ、平均勾配は急だが、 C_{Mr} ~ C_{Lr} 級岩盤が主体であり、斜面高さが低く、簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、③-③'断面の評価に代表させる。

□ : 番号を付与する影響要因 □ : 影響要因の番号付与が多い (簡便法のすべり安全率が小さい) □ : 選定した評価対象斜面

【③-③' 断面の比較結果】

当該斜面は、表層に C_{Lr} , D 級が分布すること、斜面高さが76mと高いこと、標高40m付近にD級岩盤の薄層が分布すること、流れ盤であること、及び簡便法の最小すべり安全率が2.43と小さいことから、評価対象斜面に選定する。

当該斜面には 2 号炉放水路が存在するが、(6) で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。

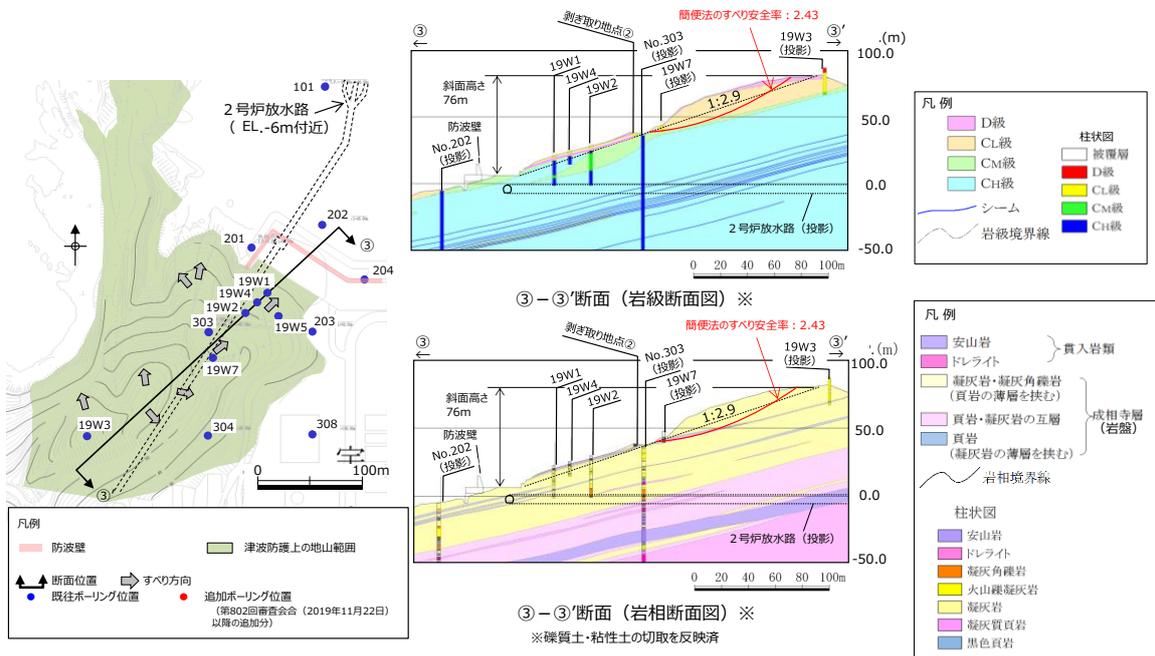


図 2-35 ③-③' 断面の比較結果

【③-③' 断面のモデル化】

防波壁（東端部）の③-③' 断面の解析モデルについては、地質断面図を踏まえて作成する。

凝灰岩の割れ目密集帯については、地質調査結果を踏まえ、層厚20cmの凝灰岩（D級）として解析モデルに反映する。

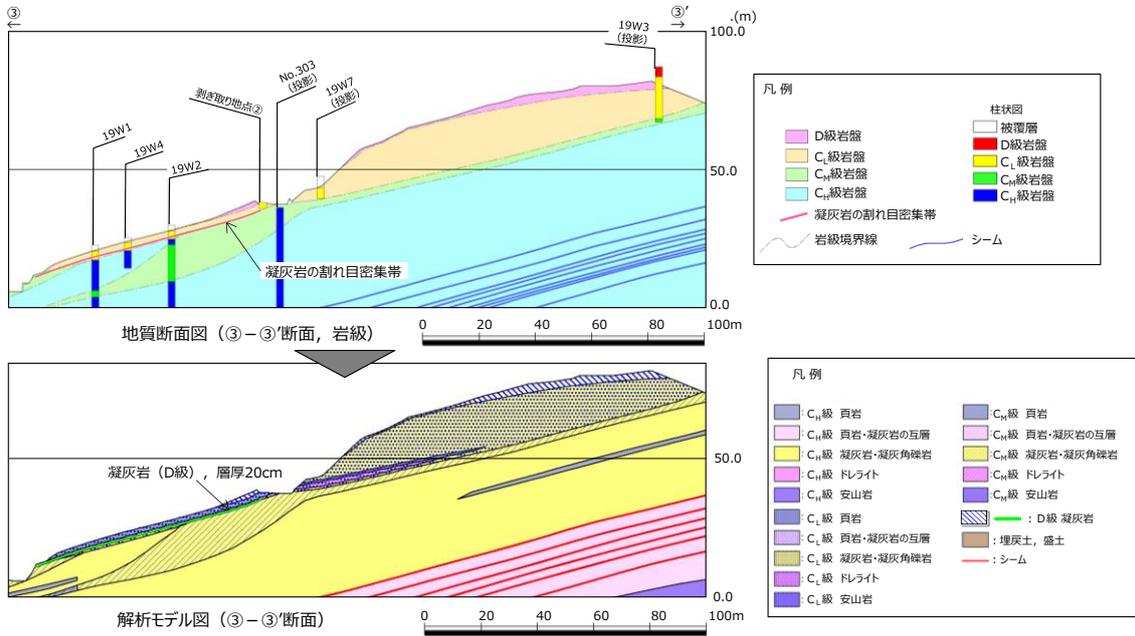


図 2 - 36 ③-③' 断面のモデル化

【④-④' 断面の比較結果】

当該斜面は、③-③' 断面に比べ、平均勾配は1:1.6と急だが、 $C_M \sim C_H$ 級岩盤が主体であり、斜面高さが37mと低く、簡便法の最小すべり安全率が4.45と大きいことから、③-③' 断面の評価に代表させる。

当該斜面には2号炉放水路が存在するが、(6)で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。

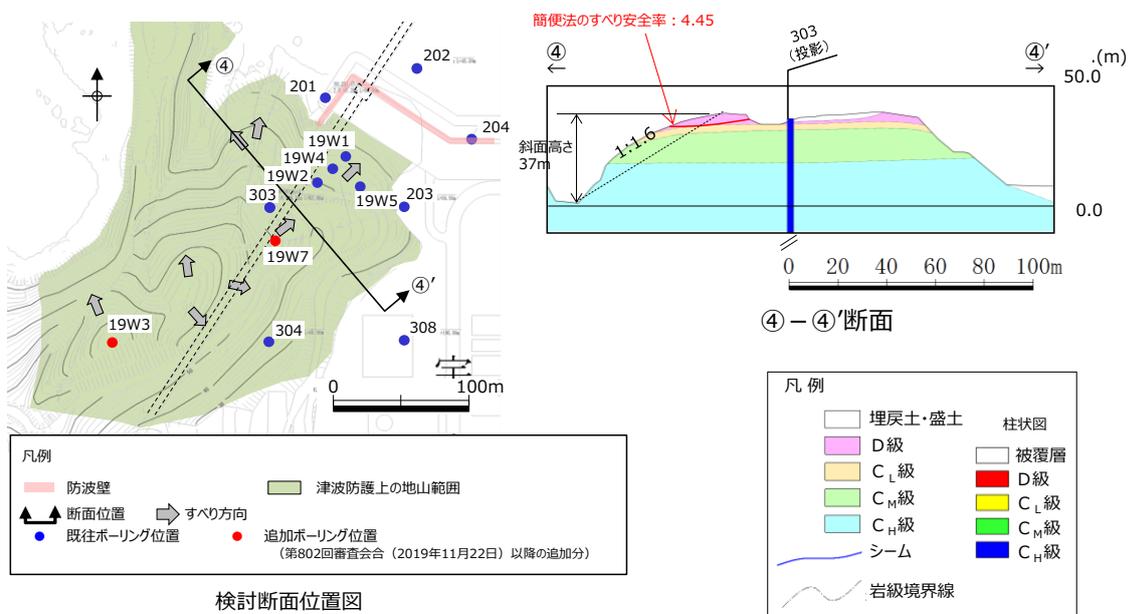
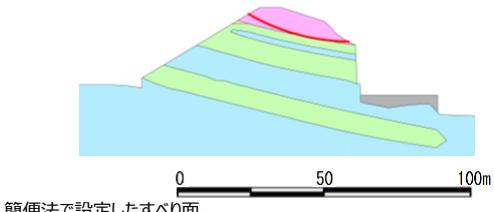


図2-37 ④-④' 断面の比較結果

e. 評価結果

防波壁（東端部）の評価対象斜面である⑤”－⑤’断面を対象に，基準地震動に対する2次元動的FEM解析を実施した結果，すべり安全率は1.2を上回ることから，津波防護の障壁となる地山について，基準地震動に対する健全性確保の見通しを確認できた。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
1		Ss-D (+,-)	1.55 [13.24]	1.30 [13.24]

すべり面番号	すべり安全率											
	Ss-D				Ss-N1		Ss-N2				Ss-F1	Ss-F2
	(+,+)	(-,+)	(+,-)	(-,-)	(+,+)	(-,+)	水平NS		水平EW			
(+,+)	(-,+)	(+,-)	(-,-)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)			
1	1.59	1.60	1.55	1.70	1.56	1.93	2.11	1.61	1.84	1.59	1.84	1.99

※1 基準地震動(+,+)は反転なし，(-,+)は水平反転，(+,-)は鉛直反転，(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は，発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

■ : C_v級岩盤
 ■ : C_w級岩盤
 ■ : C_s級岩盤
 ■ : D級岩盤
■ : MMR
 — : すべり面

図2-38 防波壁（東端部）の基準地震動に対する2次元動的FEM解析結果

防波壁（西端部）の評価対象斜面である③－③’断面を対象に，基準地震動に対する2次元動的FEM解析を実施した結果，すべり安全率は1.2を上回ることから，津波防護の障壁となる地山について，基準地震動に対する健全性確保の見通しを確認できた。

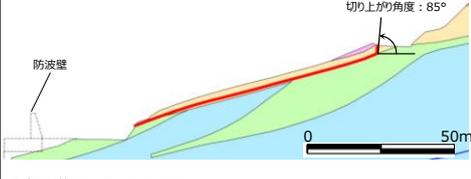
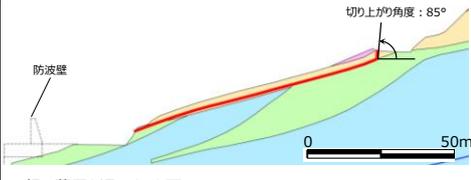
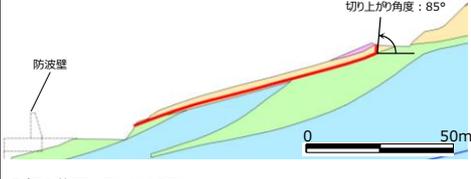
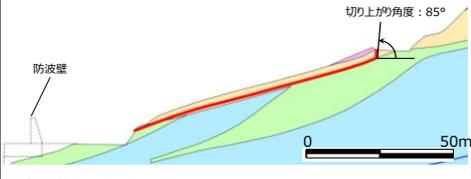
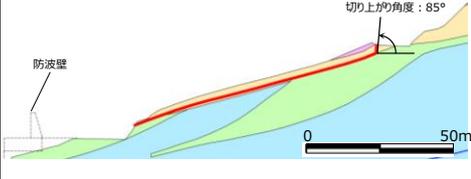
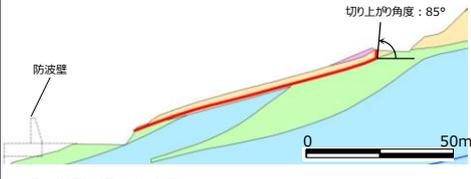
すべり面 番号	すべり面形状	基準※1 地震動	切り上がり角度毎の 最小すべり安全率※2 【平均強度】		最小 すべり安全率※2 【平均強度】	最小 すべり安全率※2 【ばらつきを考慮した強度】
			切り上がり 角度	すべり安全率		
1		Ss-D (+,+)	25°	3.06	2.43 (8.58)	—
			30°	2.90		
			35°	2.79		
			40°	2.72		
			45°	2.67		
			50°	2.63		
			55°	2.60		
			60°	2.57		
			65°	2.54		
			70°	2.51		
			75°	2.48		
80°	2.46					
85°	2.43					
1		Ss-D (-,+)	25°	3.32	2.58 (34.32)	—
			30°	3.15		
			35°	3.03		
			40°	2.95		
			45°	2.89		
			50°	2.84		
			55°	2.80		
			60°	2.76		
			65°	2.72		
			70°	2.69		
			75°	2.65		
80°	2.62					
85°	2.58					
すべり安全率の最小ケース						
1		Ss-D (+,-)	25°	2.97	2.31 (8.95)	1.97 (8.95)
			30°	2.82		
			35°	2.72		
			40°	2.65		
			45°	2.60		
			50°	2.55		
			55°	2.51		
			60°	2.48		
			65°	2.44		
			70°	2.41		
			75°	2.37		
80°	2.34					
85°	2.31					
1		Ss-D (-,-)	25°	3.45	2.62 (14.74)	—
			30°	3.27		
			35°	3.15		
			40°	3.06		
			45°	3.00		
			50°	2.94		
			55°	2.89		
			60°	2.84		
			65°	2.80		
			70°	2.75		
			75°	2.71		
80°	2.67					
85°	2.62					
1		Ss-N1 (+,+)	25°	4.05	2.97 (7.39)	—
			30°	3.83		
			35°	3.67		
			40°	3.57		
			45°	3.48		
			50°	3.41		
			55°	3.34		
			60°	3.27		
			65°	3.21		
			70°	3.14		
			75°	3.08		
80°	3.03					
85°	2.97					
1		Ss-N1 (-,+)	25°	3.54	2.67 (7.62)	—
			30°	3.35		
			35°	3.22		
			40°	3.13		
			45°	3.06		
			50°	3.00		
			55°	2.95		
			60°	2.90		
			65°	2.85		
			70°	2.81		
			75°	2.76		
80°	2.72					
85°	2.67					

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転,
(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】	
	C ₁ 級岩壁
	C ₂ 級岩壁
	C ₃ 級岩壁
	D級岩壁
	シーム
	すべり面

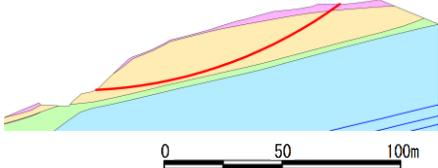
図2-39(1) 防波壁(西端部)の基準地震動に対する2次元動的FEM解析結果

すべり面 番号	すべり面形状	基準※1 地震動	切り上がり角度毎の 最小すべり安全率※2 【平均強度】		最小 すべり安全率※2 【平均強度】	最小 すべり安全率※2 【ばらつきを考慮した強度】
			切り上がり 角度	すべり安全率		
1	 D級の薄層を通るすべり面	Ss-N2 水平NS (+,+)	25°	3.88	2.86 [24.39]	—
			30°	3.67		
			35°	3.52		
			40°	3.42		
			45°	3.34		
			50°	3.27		
			55°	3.20		
			60°	3.14		
			65°	3.08		
			70°	3.03		
			75°	2.97		
			80°	2.92		
			85°	2.86		
1	 D級の薄層を通るすべり面	Ss-N2 水平NS (-,+)	25°	3.86	2.97 [24.99]	—
			30°	3.65		
			35°	3.51		
			40°	3.42		
			45°	3.35		
			50°	3.29		
			55°	3.23		
			60°	3.19		
			65°	3.14		
			70°	3.09		
			75°	3.05		
			80°	3.01		
			85°	2.97		
1	 D級の薄層を通るすべり面	Ss-N2 水平EW (+,+)	25°	3.48	2.66 [24.43]	—
			30°	3.29		
			35°	3.16		
			40°	3.08		
			45°	3.02		
			50°	2.96		
			55°	2.91		
			60°	2.87		
			65°	2.82		
			70°	2.78		
			75°	2.74		
			80°	2.70		
			85°	2.66		
1	 D級の薄層を通るすべり面	Ss-N2 水平EW (-,+)	25°	3.52	2.69 [26.07]	—
			30°	3.33		
			35°	3.20		
			40°	3.12		
			45°	3.05		
			50°	2.99		
			55°	2.94		
			60°	2.90		
			65°	2.85		
			70°	2.81		
			75°	2.77		
			80°	2.73		
			85°	2.69		
1	 D級の薄層を通るすべり面	Ss-F1	25°	3.34	2.67 [8.10]	—
			30°	3.16		
			35°	3.04		
			40°	2.97		
			45°	2.91		
			50°	2.87		
			55°	2.83		
			60°	2.80		
			65°	2.77		
			70°	2.74		
			75°	2.72		
			80°	2.70		
			85°	2.67		
1	 D級の薄層を通るすべり面	Ss-F2	25°	3.80	2.98 [16.52]	—
			30°	3.59		
			35°	3.45		
			40°	3.36		
			45°	3.30		
			50°	3.24		
			55°	3.20		
			60°	3.15		
			65°	3.11		
			70°	3.08		
			75°	3.04		
			80°	3.01		
			85°	2.98		

※1 基準地震動(+,+)は反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。



図2-39(2) 防波壁(西端部)の基準地震動に対する2次元動的FEM解析結果

すべり面 番号	すべり面形状	基準 地震動※1	すべり安全率 【平均強度】※2	すべり安全率 【ばらつきを考慮した 強度】※2
2	 簡便法で設定したすべり面	Ss-D (+,-)	2.935 [8.61]	2.931 [8.61]

すべり面番号	すべり安全率											
	Ss-D				Ss-N1		Ss-N2				Ss-F1	Ss-F2
	水平NS		水平EW									
(+,+)	(-,+)	(+,-)	(-,-)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)			
2	2.97	3.18	2.93	3.21	3.99	3.37	3.64	3.42	3.49	3.68	4.17	3.93

※1 基準地震動 (+,-) は鉛直反転を示す。
 ※2 ()は, 発生時刻 (秒) を示す。

【凡例】

- : C級岩盤
- : O級岩盤
- : C級岩盤
- : D級岩盤
- : シーム
- : すべり面

図 2-39(3) 防波壁 (西端部) の基準地震動に対する 2次元動的 FEM 解析結果

(5) 基準津波に対する健全性確保の見通し

検討2の基準津波に対する健全性確保として、(1)波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性の確認及び(2)基準津波による地山の安定性評価を行った。

a. 波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性の確認

津波防護上の地山は、図2-40及び図2-41に示すとおり岩盤から構成され一部はコンクリートに覆われていることから、波力による侵食及び洗掘による地形変化は生じない。

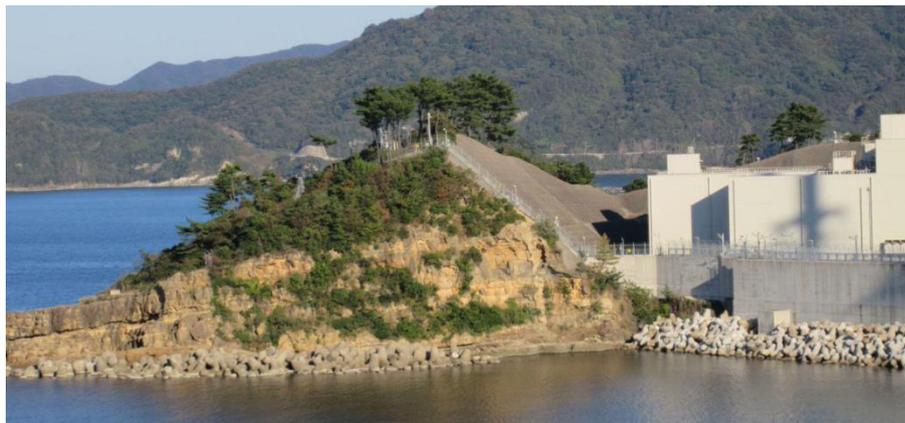


図2-40 防波壁（東端部）地山状況



図2-41 防波壁（西端部）地山状況

b. 基準津波に対する地山の安定性評価

基準津波に対する地山の安定性評価は、地山を津波防護施設と考え、直立の構造物に作用する力を保守的に津波波力として設定し、地山のせん断抵抗力と比較することで、基準津波に対する健全性確保の見通しを確認する。

津波波力を算出するにあたり、防波壁（東端部）は擦り付け部で水位が最大となる基準津波 1（防波堤無し）、防波壁（西端部）は擦り付け部で水位が最大となる基準津波 1（防波堤有り）を対象とする。

津波高さは、防波壁（東端部）については図 2-42 右に示す E L. +12.0m、防波壁（西端部）については図 2-42 左に示す E L. +10.7m と設定した。

地山のせん断断面は、防波壁の擦り付け部から断面長さが最小となる位置を設定した。防波壁（東端部）については図 2-42 右に示す地山の E L. +8.5m 位置における最小幅である約 95m、防波壁（西端部）については図 2-42 左に示す地山の E L. +8.5m 位置における最小幅である約 80m と設定した。

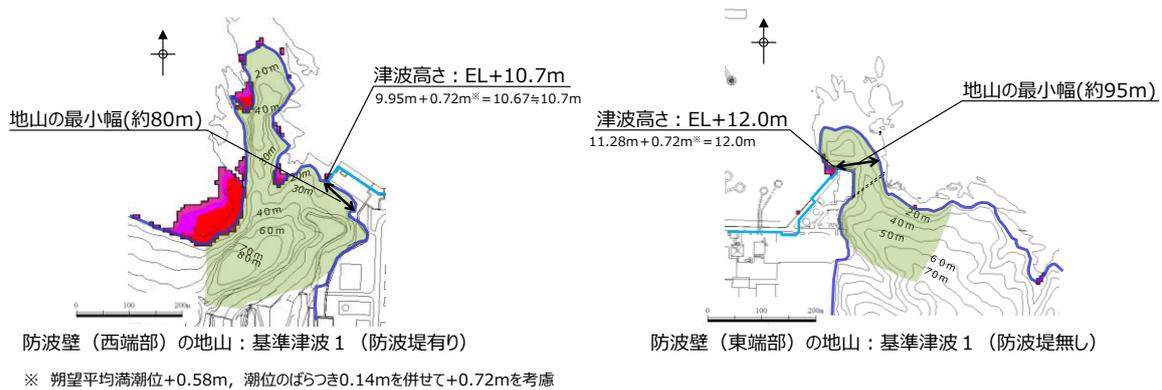


図 2-42 津波高さ及び地山のせん断断面検討位置

基準津波の波力は、「防波堤の耐津波設計ガイドライン（平成27年12月一部改訂）」に示される谷本式に基づき、波力を算定する。

谷本式は式2-1，式2-2と示される。ここでは、地山に作用する波力を等変分布荷重とし、これを式2-3と表す。

$$\eta^* = 3.0a_I \quad \text{式2-1}$$

$$P_1 = 2.2\rho_0ga_I \quad \text{式2-2}$$

$$P = P_1 \times \eta^* \times (1/2) \quad \text{式2-3}$$

ここで、

- η^* : 静水面上の波圧作用高さ
- a_I : 入射津波の静水面上の高さ(振幅)
- ρ_0g : 海水の単位体積重量(10.1kN/m³)
- P_1 : 静水面における波圧強度
- P : 地山に作用する波力

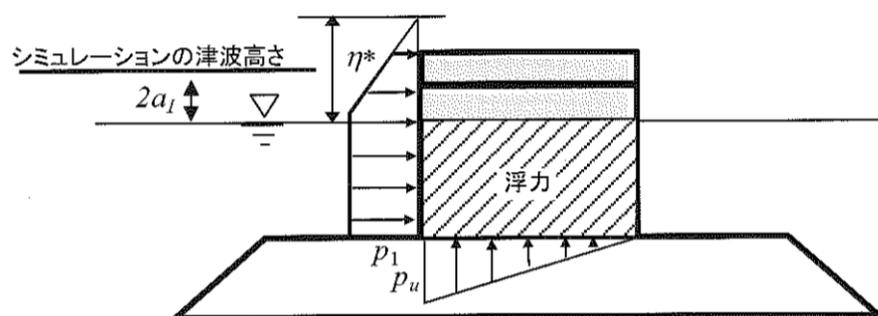


図2-43 地山に作用する波力等の分布図

基準津波による波力の計算を以下に示す。計算に用いた津波高さを表2-4に示す。

・防波壁

$$\eta^* = 3.0a_I = 3.0 \times 6.5\text{m} = 19.5\text{m}$$

$$P_1 = 2.2\rho_0ga_I = 2.2 \times 10.1\text{kN/m}^3 \times 6.5\text{m} = 144.43\text{kN/m}^2 \approx 145\text{kN/m}^2$$

$$P = P_1 \times \eta^* \times (1/2) = 145\text{kN/m}^2 \times 19.5\text{m} \times (1/2) = 1,501.5\text{kN/m} \approx 1,502\text{kN/m}$$

地山のせん断強度は、防波壁端部の地山の大部分を構成するC₁₁級岩盤を対象にブロックせん断試験より求めた値(地山のせん断強度:1,140kN/m²)を設定した。

地山のせん断抵抗力は下記計算で算出される。

- ・防波壁(東端部)の地山のせん断抵抗力
 $1,140\text{kN/m}^2$ (地山のせん断強度) \times 95m (地山の最小幅) = $108,300\text{kN/m}$
- ・防波壁(西端部)の地山のせん断抵抗力
 $1,140\text{kN/m}^2$ (地山のせん断強度) \times 80m (地山の最小幅) = $91,200\text{kN/m}$

算出した結果を表2-4に示す。地山に作用する波力は、防波壁で1,502kN/mとなった。また、地山のせん断抵抗力は防波壁(東端部)で108,300kN/m、防波壁(西端部)で91,200kN/mとなり、地山のせん断抵抗力は波力と比較して十分に大きい(図2-44)、基準津波に対する健全性を確認した。

表2-4 地山に作用する波力及び地山のせん断抵抗力

	シミュレーションによる津波高さ※(2a ₁)	振幅(a ₁)	地山に作用する波力	地山のせん断抵抗力
防波壁(東端部)	13m[12.64m]	6.5m	1,502kN/m	108,300kN/m
防波壁(西端部)				91,200kN/m

※防波壁擦り付け部の最高水位12.0mに、参照する裕度0.64mを考慮し、保守的に設定

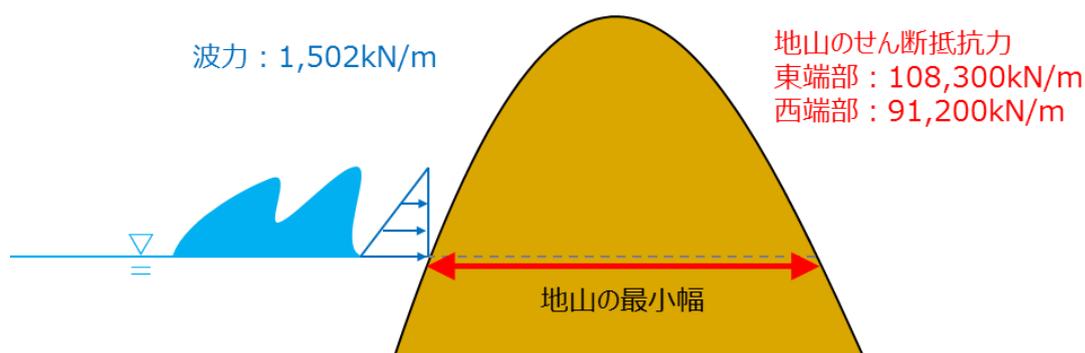


図2-44 波力と地山のせん断抵抗力の比較計算に関するイメージ

(6) 1号炉放水連絡通路の存在による影響

防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）には、1号炉放水連絡通路の他に、1・2号炉放水路も存在することから、両者の斜面のすべり安定性への影響について、下表の観点から確認した。

表2-5 トンネルの斜面すべり安定性への影響

項目	確認方法
1・2号炉放水路及び1号炉放水連絡通路の有無による想定すべり面への影響	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）の斜面のすべり方向を考慮して選定した各断面に左記施設の断面を投影し、想定すべり面との位置関係を確認する。 掘削前後において、「簡便法によるトンネルを通るすべり面のすべり安全率」及び「掘削解析によるすべり面上のひずみ増分」を確認する。 静的震度については、JEG4601-2015に基づき、斜面位置における基準地震動S_sに対する一次元地震応答解析により設定する。なお、水平震度と鉛直震度については、保守的に全時刻を通しての最大値を組み合わせる。 想定すべり面及びトンネルを通るすべり面については、すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を網羅的に探索している。

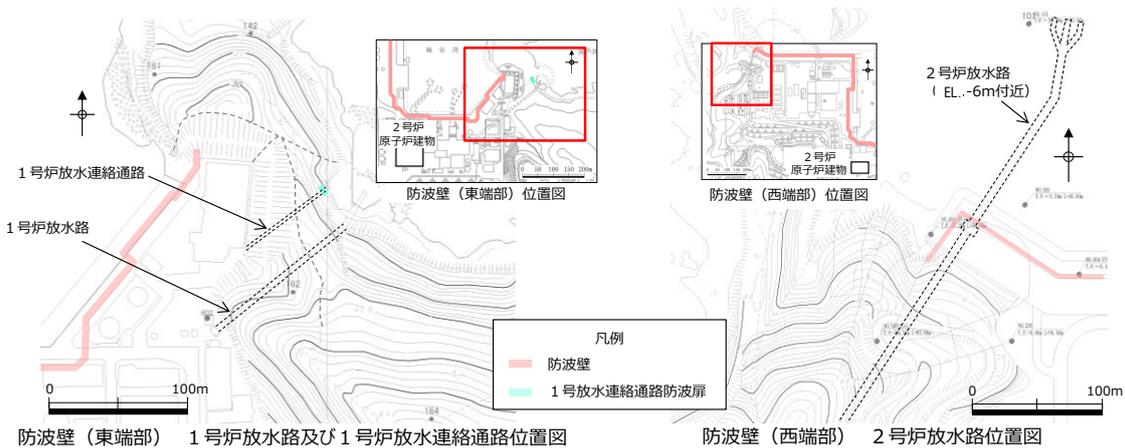


図2-45 トンネル平面位置図

a. 防波壁（東端部）

⑥-⑥'断面に1号炉放水路を投影した結果、①-①'断面に投影した1号炉放水連絡通路に比べ、斜面に占めるトンネル面積の割合が小さいこと、及び土被り厚が大きいことから、斜面のすべり安定性への影響は連絡通路より小さいと考えられるため、1号炉放水連絡通路の影響検討に代表させる。

①-①'断面と⑤''-⑤'断面は地形・地質が同様であるため、1号炉放水連絡通路の影響検討は①-①'断面及び⑤''-⑤'断面において実施する。

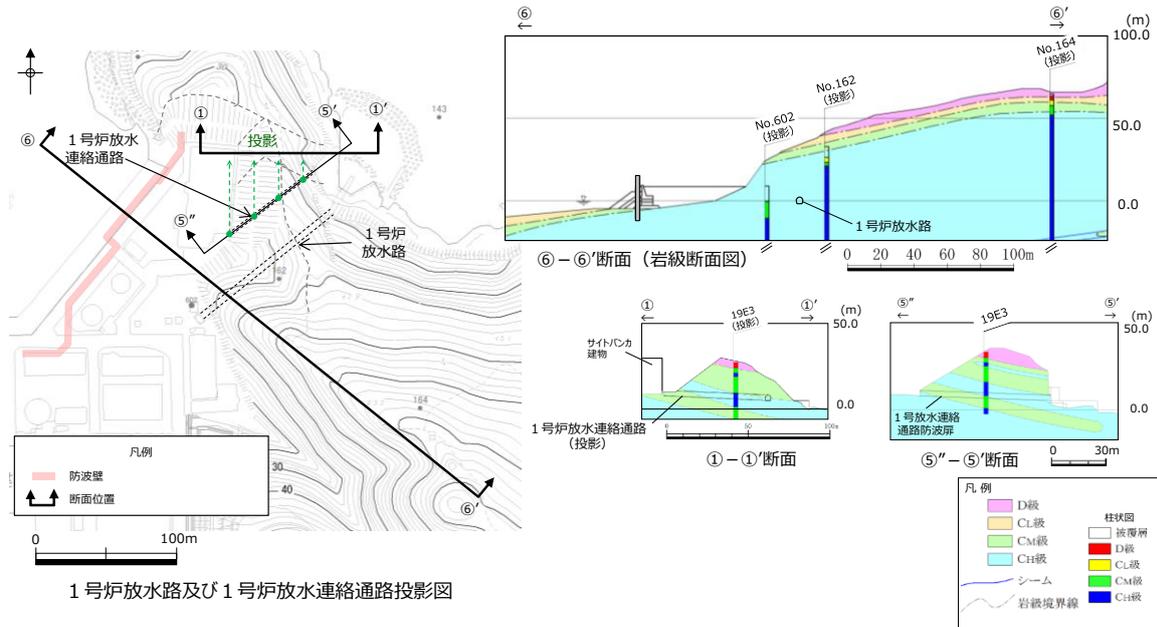


図2-46 防波壁（東端部）のトンネルの代表性

(a) ①-①' 断面

①-①' 断面に1号炉放水連絡通路を投影した結果、想定すべり面（最小すべり安全率を示すすべり面）は、連絡通路に重ならないことを確認した。

連絡通路を通るすべり面を仮定し、連絡通路掘削前のすべり安全率を算定した結果、掘削前の安全率は3.93であった。連絡通路掘削後のすべり安全率を算定した結果、掘削後のすべり安全率は3.69（▲0.24）であり、影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により、連絡通路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果、最大で0.0046%であり、影響は軽微であることを確認した。

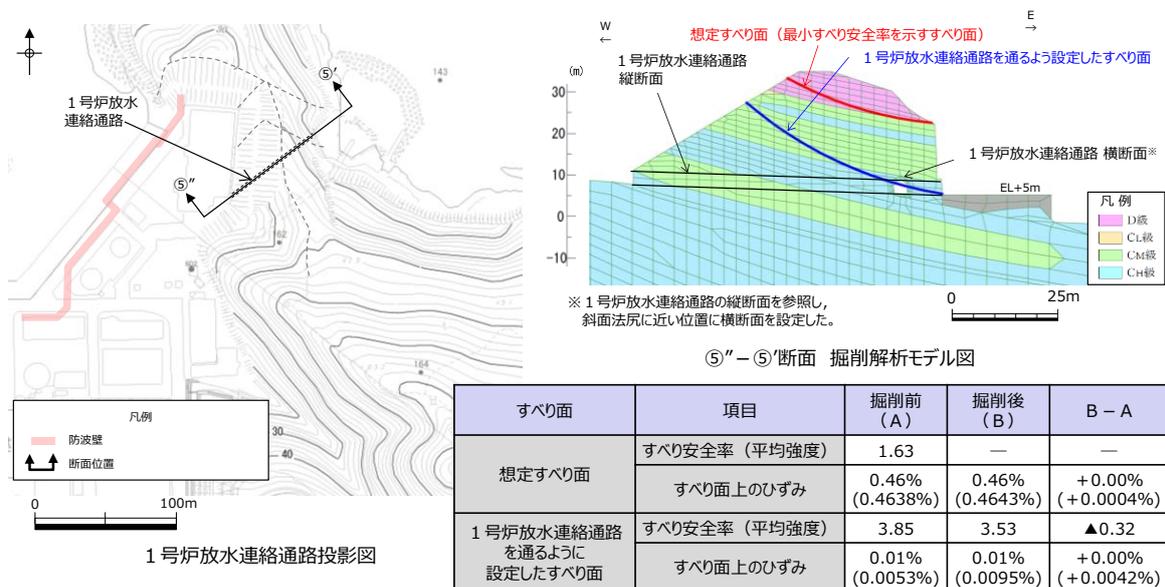


図 2-47 ①-①' 断面における1号炉放水連絡通路の影響検討結果

(b) ⑤”－⑤’ 断面（トンネル横断面）

⑤”－⑤’ 断面に1号炉放水連絡通路を投影した結果，想定すべり面（最小すべり安全率を示すすべり面）は，連絡通路に重ならないことを確認した。

連絡通路を通るすべり面を仮定し，連絡通路掘削前のすべり安全率を算定した結果，掘削前の安全率は3.85であった。連絡通路掘削後のすべり安全率を算定した結果，掘削後のすべり安全率は3.53（▲0.32）であり，影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により，連絡通路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果，最大で0.0042％であり，影響は軽微であることを確認した。

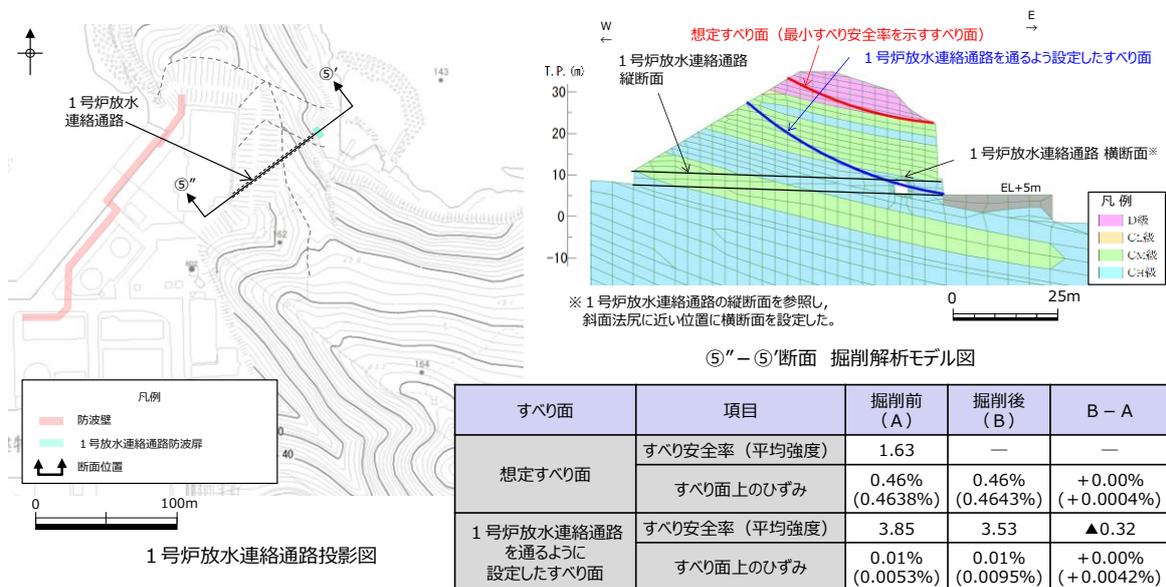


図2-48 ⑤”－⑤’ 断面における1号炉放水連絡通路の影響検討結果

(c) ⑤”－⑤’ 断面（トンネル縦断面）

⑤”－⑤’ 断面は1号炉放水連絡通路を縦断方向に通過する断面であることから、連絡通路掘削後のFEM解析において、連絡通路の縦断面部のせん断強度等を低減してモデル化した検討も実施した。

⑤”－⑤’ 断面に1号炉放水連絡通路をモデル化する際は、断面奥行方向の斜面に対する連絡通路の占める割合を考慮し、岩盤の単位体積重量、せん断強度及び静弾性係数を低減することとした。モデル化の手順は以下のとおり。

- (1) 連絡通路の掘削により発生する可能性のある想定すべりを検討する。
連絡通路を通過すべり安全率が最小となるすべり面を網羅的に探索する。
- (2) 上記により設定した連絡通路を通る想定すべり面からすべり長さを求め、高速道路調査会（1985）に基づき、すべり長さからすべり幅を求める。
- (3) すべり幅に対する連絡通路の外形幅の割合を求め、トンネル縦断面における岩盤の単位体積重量、せん断強度及び静弾性係数を低減する。

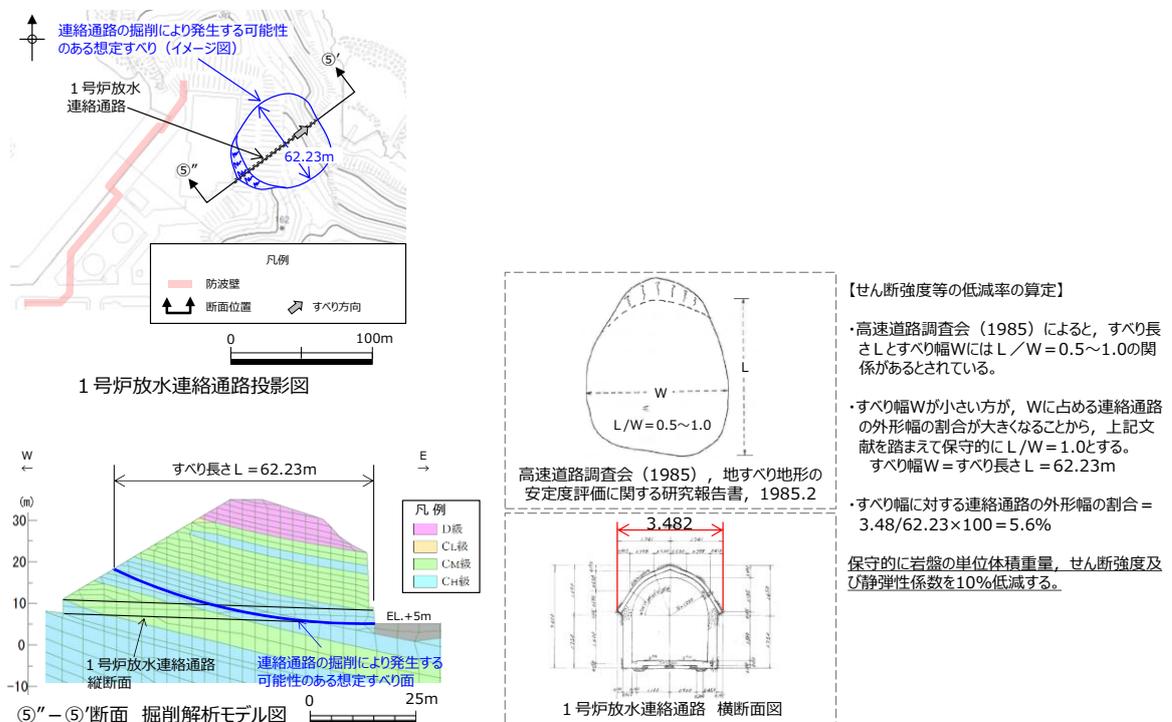


図 2-49 連絡通路の縦断面部のせん断強度等を低減するモデル化方法

連絡通路を通るすべり面を仮定し、連絡通路掘削前のすべり安全率を算定した結果、掘削前の安全率は3.63であった。連絡通路掘削後のすべり安全率を算定した結果、掘削後のすべり安全率は3.54（▲0.09）であり、影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により、連絡通路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果、最大で0.0010%であり、影響は軽微であることを確認した。

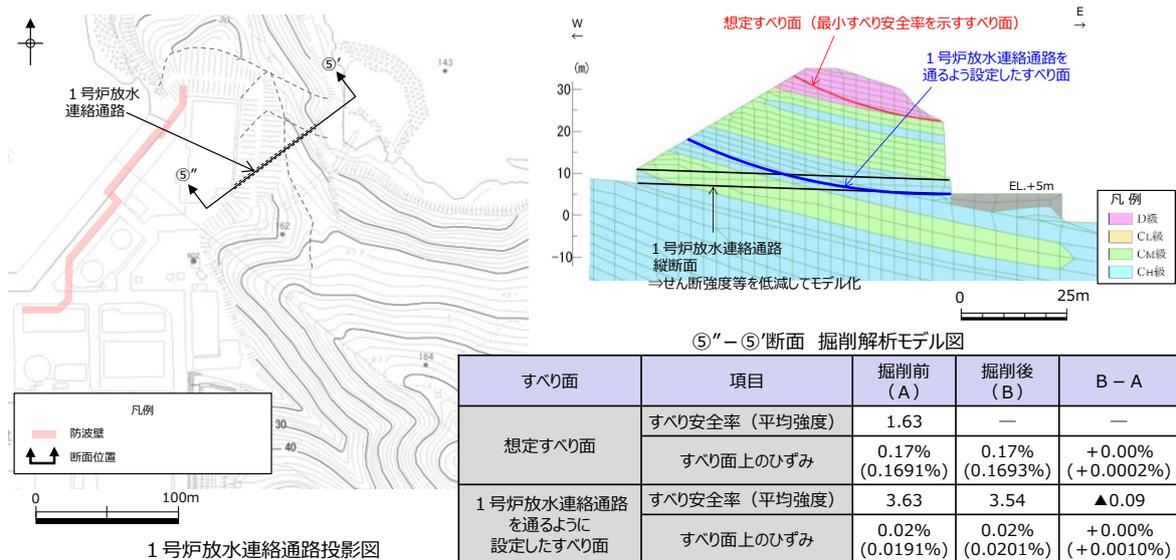


図 2-50 ⑤''-⑤'断面における1号炉放水連絡通路の影響検討結果

b. 防波壁（西端部）

③-③' 断面に2号炉放水路を投影した結果、想定すべり面（最小すべり安全率を示すすべり面）は、放水路に重ならないことを確認した。

放水路を通るすべり面を仮定し、放水路掘削前のすべり安全率を算定した結果、掘削前の安全率は2.44であった。放水路掘削後のすべり安全率を算定した結果、掘削後のすべり安全率は2.38（▲0.06）であり、影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により、放水路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果、最大で0.0054%であり、影響は軽微であることを確認した。

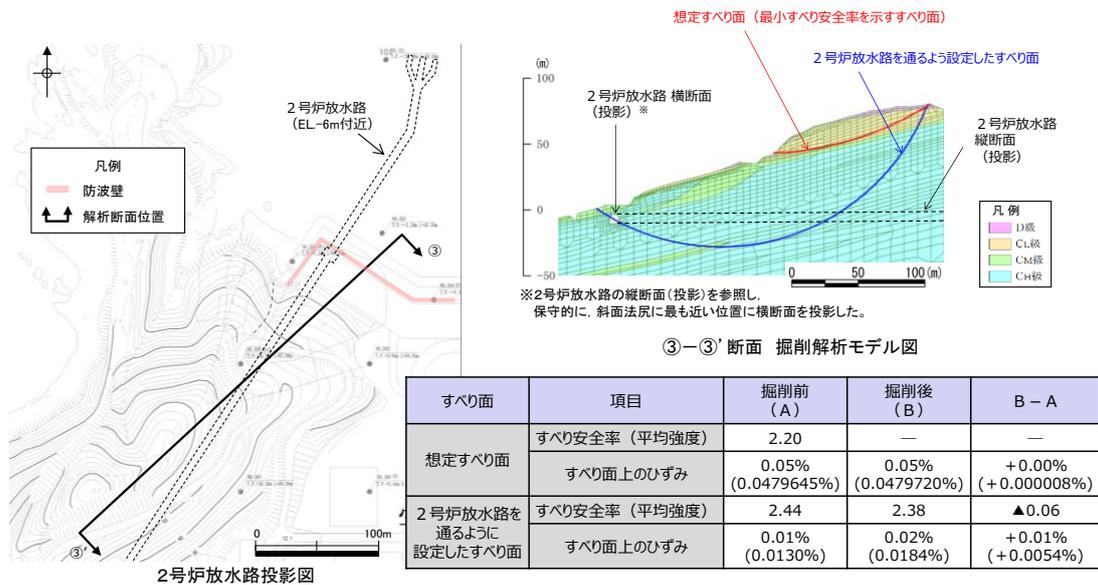


図 2-51 ③-③' 断面における2号炉放水路の影響検討結果

(7) まとめ

防波壁両端部の津波防護上の障壁となっている地山に対して、基準地震動及び基準津波に対する健全性を確保していることを確認した。

以上のことから、防波壁両端部の地山斜面の崩壊は、入力津波を設定する際の影響要因として設定しない。

(8) 敷地周辺斜面の崩壊に関する検討

防波壁両端部の地山以外に、入力津波の設定に影響する地形変化を生じさせる敷地周辺斜面として、地すべり地形が判読されている地山の斜面崩壊についても検討する。（地すべり地形の評価については「第6条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部事象の考慮について）参照」）

検討に当たっては、地すべり土塊が海側に突入する可能性が考えられる「敷地北西方の地すべり地形(Ls23)」、 「⑤北西の地すべり地形(Ls24)」、 「地すべり地形⑤(Ls25)」の斜面を対象にする。（図2-52、図2-53参照）

敷地周辺の地形のうち、地すべりLs23、Ls24及びLs25の地すべり地形の概略の土塊量を表2-6に示す。

地すべりの土塊量はLs25の地すべりが大きいことから、Ls25の地すべりを対象に検討する。検討にあたっては、Ls25の近くにLs24が位置することから、これらの地すべりが同時崩壊することを仮定し、保守的にLs24+25の地すべりが崩壊した後の地形を対象に津波評価を実施する。

地すべりが崩壊した後の地形については、津波評価の陸上地すべりの検討で実施した二層流モデルを用いて決定する。

地すべり発生前後の地形断面図を図2-54に示す。

検討ケースの評価水位を表2-7に、検討ケースの最大水位上昇量分布図又は最大水位下降量分布図を図2-55に示す。

津波解析の結果、斜面崩壊させた場合、水位上昇側の施設護岸又は防波壁の水位は、どのケースについても基本ケースと同じもしくは基本ケースの方が大きい。一方、水位下降側の2号炉取水口の水位については、一部、基準津波3で斜面崩壊有りの方が水位が低下しているが、この差は僅か(-0.03m)であり、大半は、基本ケースの方が斜面崩壊有りのケースに対して水位が低下している。

以上より、地震による地形変化（斜面崩壊）は入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。

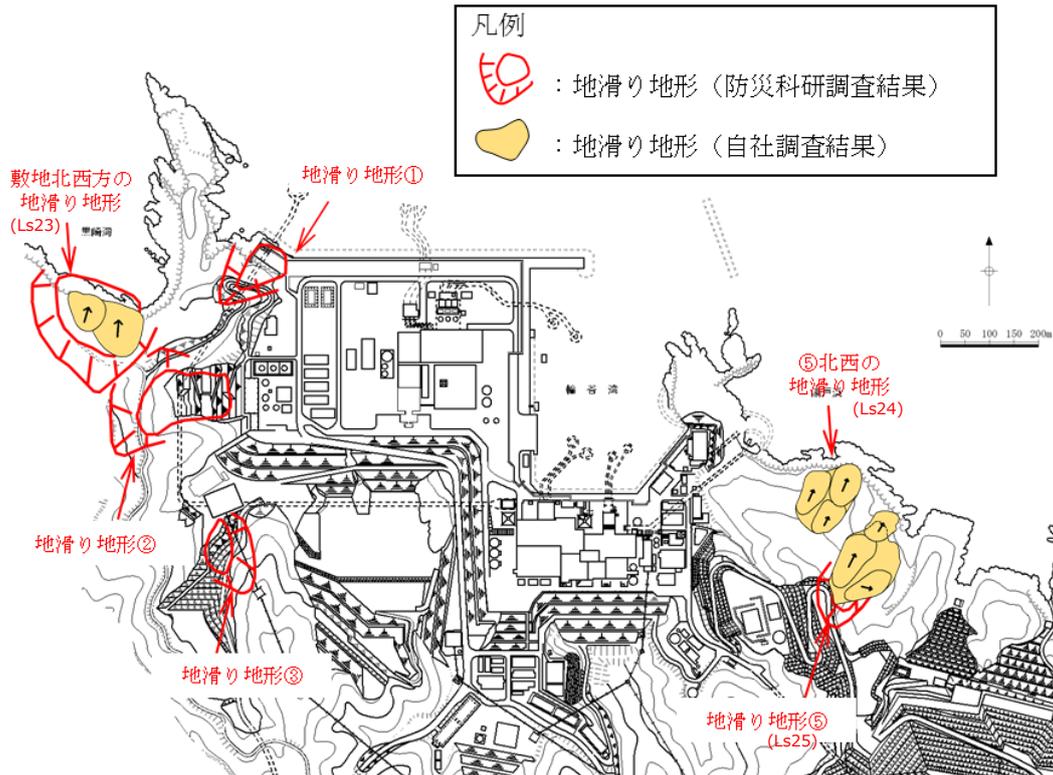


図 2 - 52 敷地周辺地すべり位置図

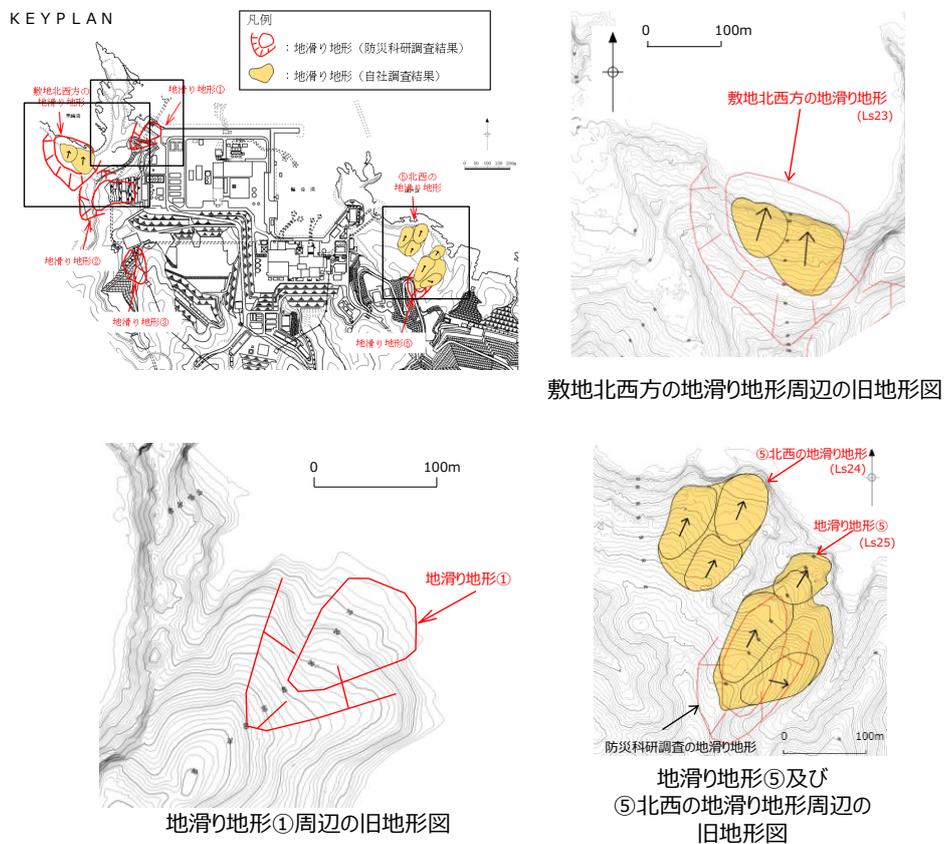


図 2 - 53 敷地周辺地すべり拡大図

表 2-6 敷地周辺地すべりの規模の比較

地すべり	長さ L(m)	幅 b(m)	厚さ t(m)	土塊量 Vs(m ³)
Ls23	125	170	25	531,250
Ls24	172	80	16	220,160
Ls25	265	140	20	742,000

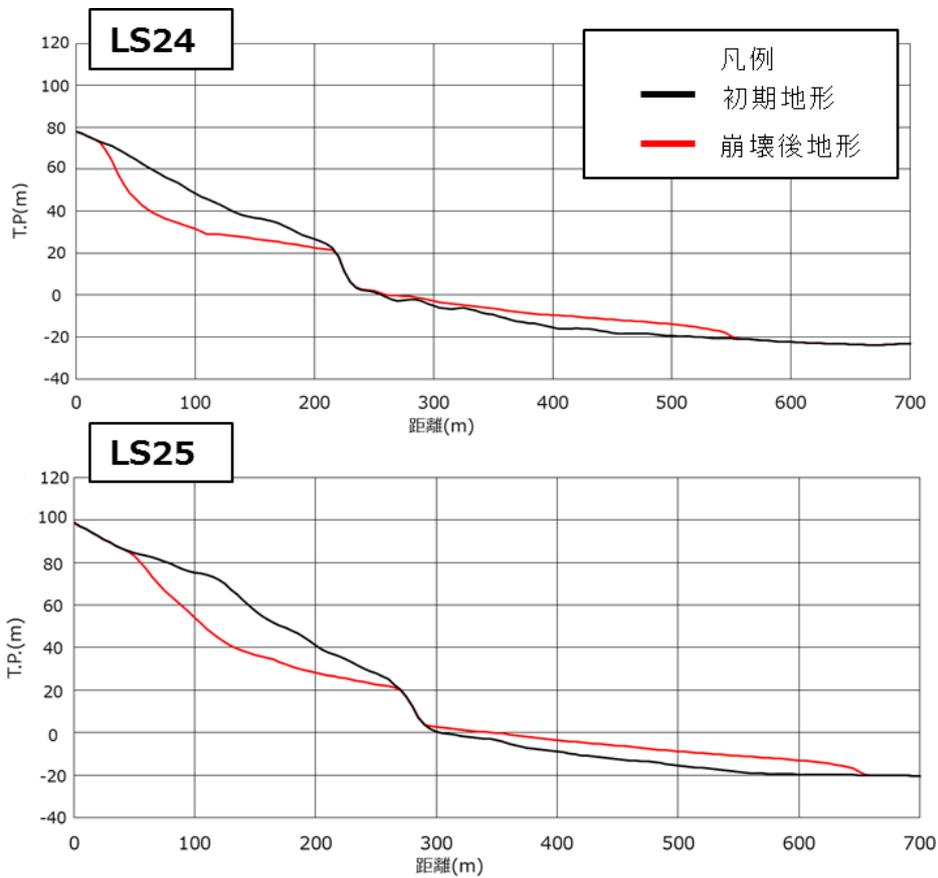
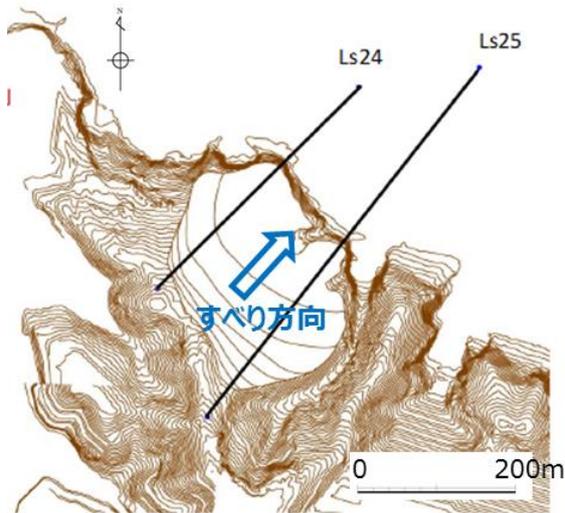
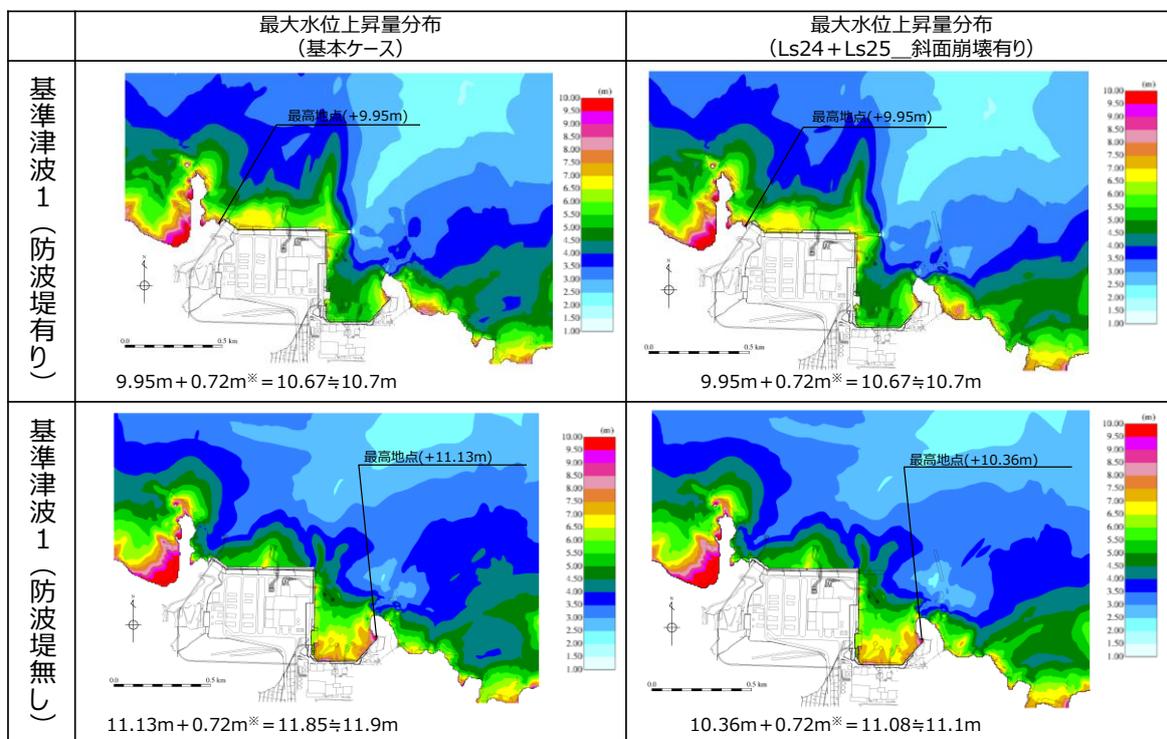


図 2-54 LS24・LS25の断面図

表 2-7 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による水位比較

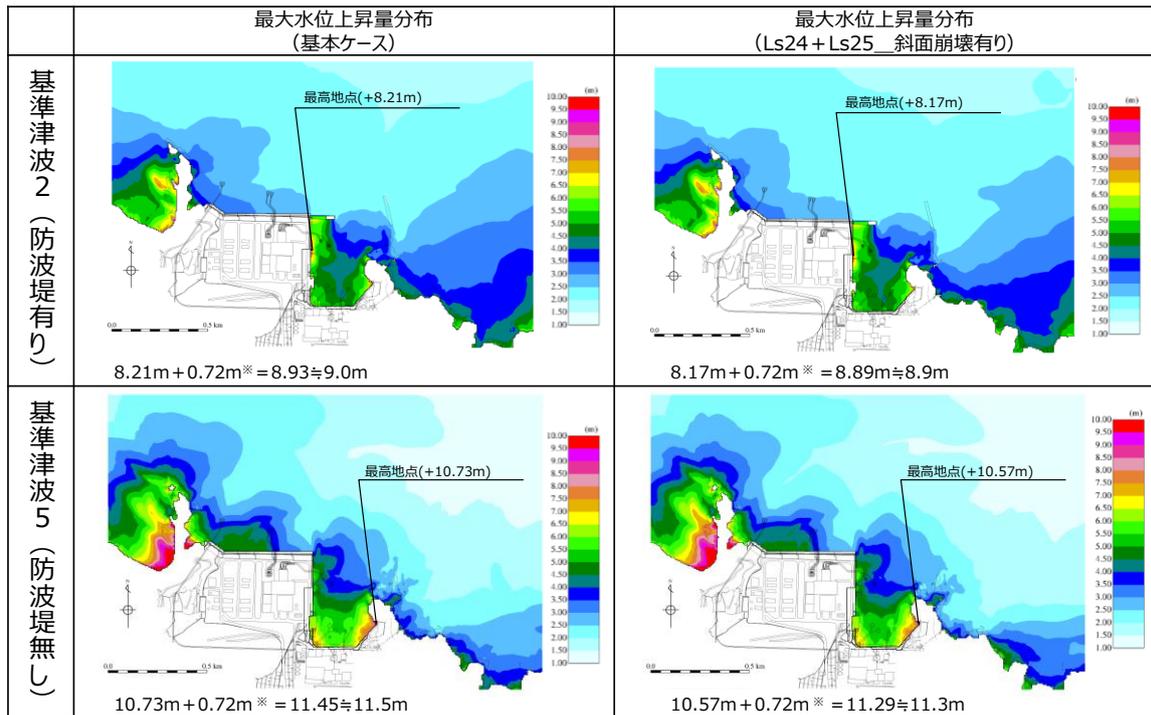
	【水位上昇側】施設護岸又は防波壁※1			【水位下降側】2号炉取水口 (東) ※2		
	基本ケース (A)	斜面崩壊有り (B)	差異 (B-A)	基本ケース (A)	斜面崩壊有り (B)	差異 (B-A)
基準津波 1 (防波堤有り)	+10.7m (+10.67m)	+10.7m (+10.67m)	0.0m (0.00m)	-5.2m (-5.13m)	-5.0m (-4.98m)	+0.2m (+0.15m)
基準津波 1 (防波堤無し)	+11.9m (+11.85m)	+11.1m (+11.08m)	-0.8m (-0.77m)	-6.1m (-6.01m)	-5.8m (-5.79m)	+0.3m (+0.22m)
基準津波 2 (防波堤有り)	+9.0m (+8.93m)	+8.9m (+8.89m)	-0.1m (-0.04m)			
基準津波 3 (防波堤有り)				-4.7m (-4.63m)	-4.7m (-4.66m)	0m (-0.03m)
基準津波 4 (防波堤有り)				-4.1m (-4.04m)	-4.1m (-4.04m)	0m (0.00m)
基準津波 4 (防波堤無し)				-4.3m (-4.25m)	-4.3m (-4.24m)	0m (+0.01m)
基準津波 5 (防波堤無し)	+11.5m (+11.45m)	+11.3m (+11.29m)	-0.2m (-0.16m)			
基準津波 6 (防波堤無し)				-6.1m (-6.08m)	-6.0m (-5.99m)	+0.1m (+0.09m)

※1 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮 ※2 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮



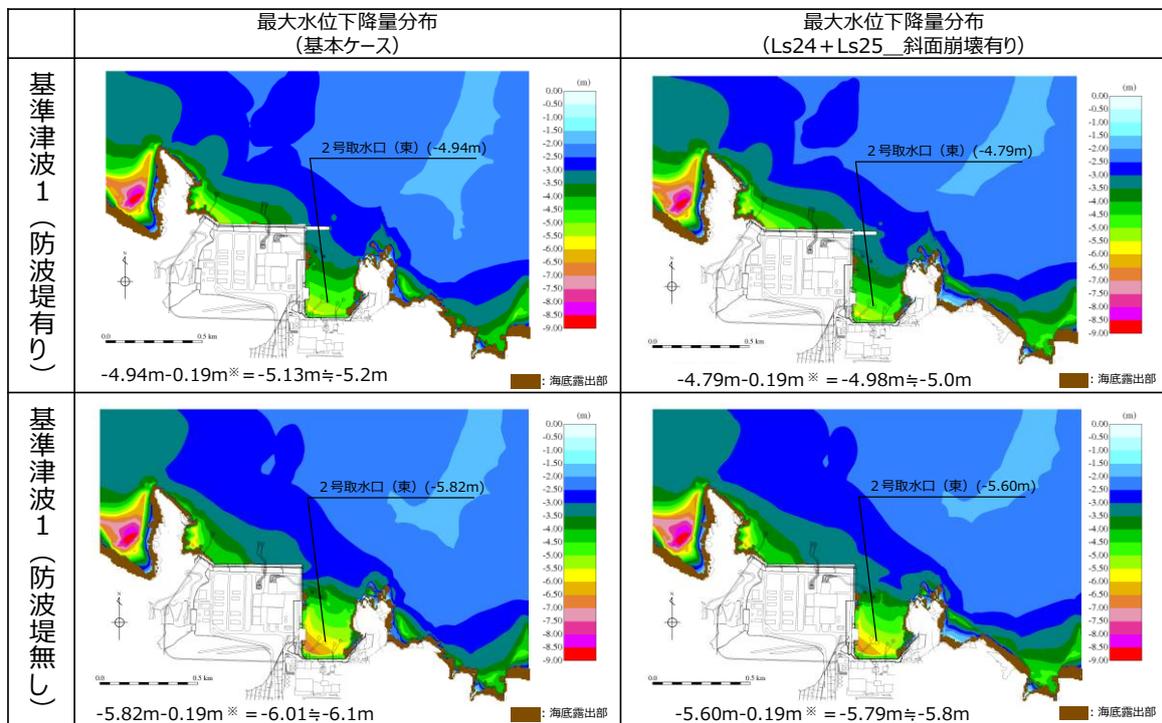
※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

図 2-55 (1) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位上昇量分布の比較 (基準津波 1 (防波堤有り) 及び基準津波 1 (防波堤無し))



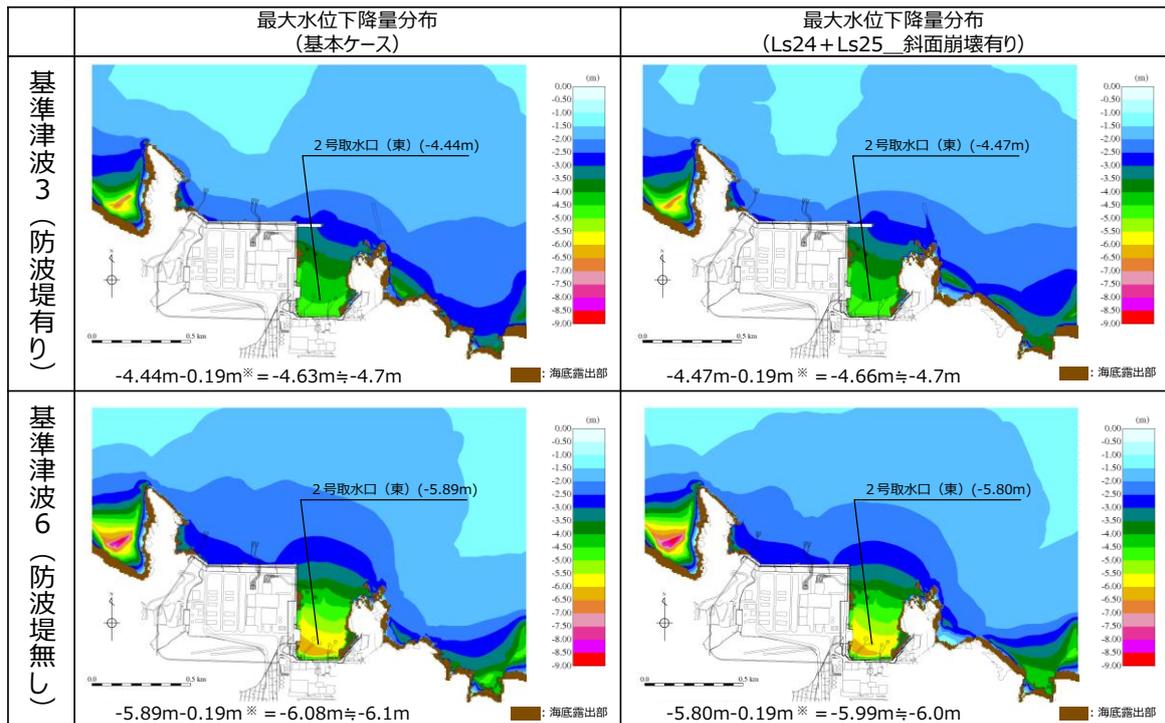
※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

図2-55 (2) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位上昇量分布の比較 (基準津波2 (防波堤有り) 及び基準津波5 (防波堤無し))



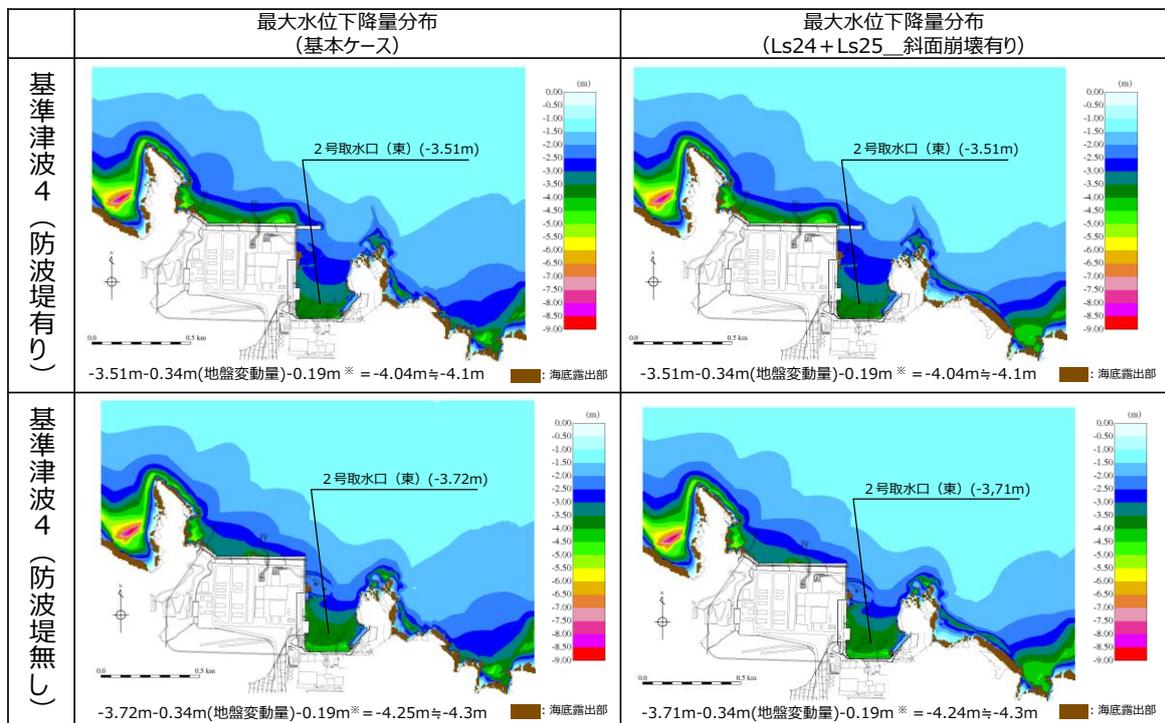
※ 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮

図2-55 (3) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位下降量分布の比較 (基準津波1 (防波堤有り) 及び基準津波1 (防波堤無し))



※ 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮

図2-55 (4) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位下降量分布の比較 (基準津波3 (防波堤有り) 及び基準津波6 (防波堤無し))



※ 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮

図2-55 (5) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位下降量分布の比較 (基準津波4 (防波堤有り) 及び基準津波4 (防波堤無し))

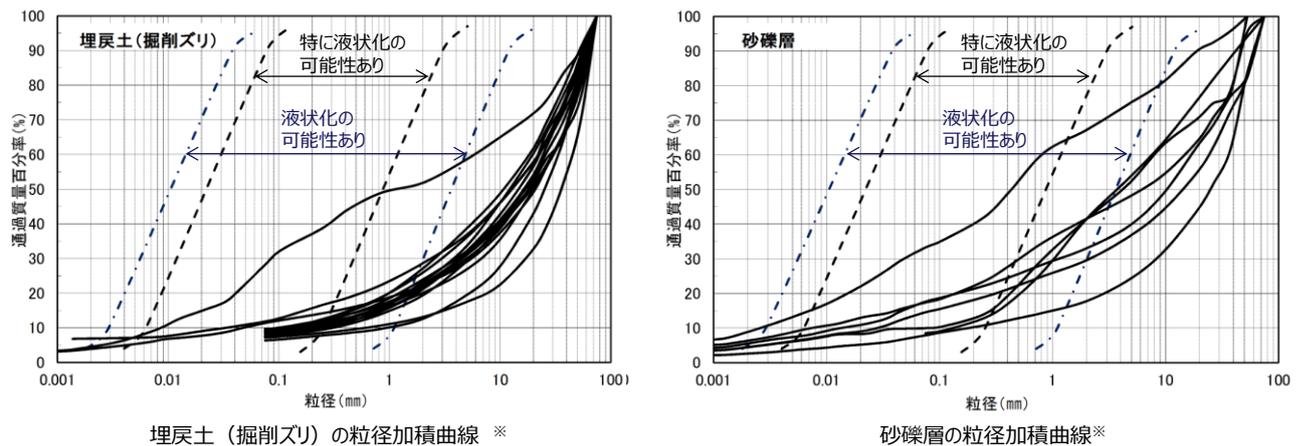
3. 敷地の地盤変状に関する検討

防波壁は、堅固な岩盤（一部、改良地盤）に支持されていることから、地震に伴う沈下は発生しない。一方、防波壁前面に存在する埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層は、地震時の液状化による沈下及び揺すり込みによる沈下が発生する可能性があるため、防波壁前面の沈下量算定の対象層とする。

埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の土質区分を図3-1に示す。埋戻土（掘削ズリ）は、粒径10mm以上の礫が主体であるが、粒径2mm未満の砂も含む土層である。砂礫層は、50%粒径が10mm以下、かつ10%粒径が1mm以下であり、細粒分含有率が35%以下の土層である。

また、護岸に使用している基礎捨石及び埋戻土（粘性土）については液状化評価対象層ではないが、入力津波の設定における影響要因の検討の際には保守的に沈下量算定の対象層とする。

津波解析にあたっては、沈下量を算定し、地形モデルに反映する。なお、沈下量は、液状化及び揺すり込みに伴う沈下並びに液状化に伴う側方流動による沈下に分けて算出し、これらを合わせて設定する。



※ 港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）（（社）日本港湾協会，H19）の「粒度による液状化判定」に粒径加積曲線を追記

地層名	50%粒径 (平均) (mm)	10%粒径 (平均) (mm)	細粒分含有率 (平均) (%)
埋戻土 (掘削ズリ)	16.5	-	-
砂礫層	9.1	0.0651	15.6

図3-1 埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の土質区分

(1) 液状化及び揺すり込みに伴う沈下

①検討概要

敷地の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類からなる成相寺層及び貫入岩類、並びにそれらを覆う被覆層から構成される。成相寺層は海成層で、下位より下部頁岩部層、火砕岩部層及び上部頁岩部層に区分される。被覆層は、崖錐・海底堆積物及び盛土からなる。崖錐・海底堆積物は主に礫混じり砂質土及び礫混じり粘性土からなる。敷地の被覆層である盛土は、埋戻土（掘削ズリ）と埋戻土（粘性土）に分類している。敷地の被覆層である崖錐・海底堆積物は、砂礫層として分類している。

液状化及び揺すり込みに伴う沈下量は、図3-2に示す流れに従って、地質断面図により算定した。相対密度は、図3-3のとおり、港湾基準に基づき、マイヤホフにより提案されたN値と相対密度の関係式を用いて算出する。

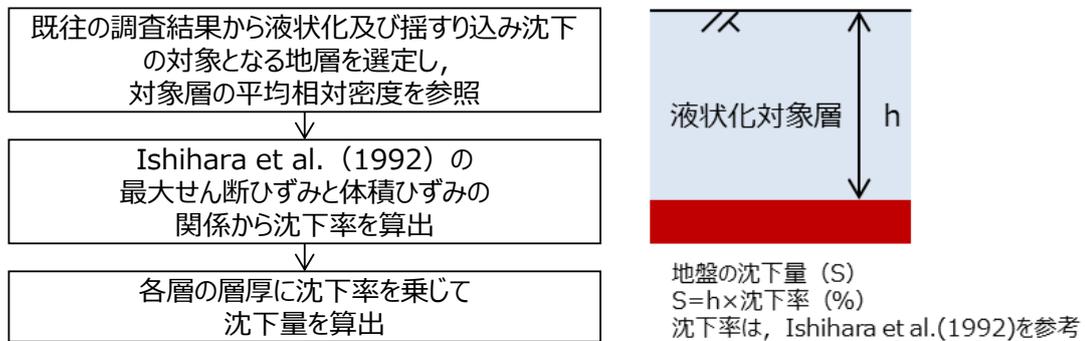


図3-2 液状化及び揺すり込みに伴う沈下量の算定フロー

$$Dr = 21 \cdot \left(\frac{100 \cdot N}{\sigma'_{v0} + 70} \right)^{0.5}$$

Dr:相対密度 (%)
 N :標準貫入試験値
 σ'_{v0} :標準貫入試験値を測定した深度における有効土被り圧 (= $\gamma \times h$) (kN/m²)
 γ :単位体積重量 (kN/m³)
 h :標準貫入試験値を測定した深度

図3-3 マイヤホフにより提案されたN値と相対密度の関係式

②評価対象層の選定及び相対密度の設定

沈下量算定の対象層としては、埋戻土（掘削ズリ）、埋戻土（粘性土）及び砂礫層を選定した。なお、埋戻土（粘性土）は、粘性土のため液状化しないが、保守的に埋戻土（掘削ズリ）に置き換えて沈下量を算出する。砂礫層は、粒径加積曲線が埋戻土（掘削ズリ）と同様な傾向を示すことから、埋戻土（掘削ズリ）に置き換えて沈下量を算出する。埋戻土（掘削ズリ）、埋戻土（粘性土）及び砂礫層の分布を図3-4に示す。沈下率は、Ishihara et al. (1992) の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から設定した。相対密度は、図3-5に示す位置において調査を実施し、図3-6に示すとおり平均で71.3%となり、ばらつきを考慮すると54.1%となる。

Ishihara et al. (1992) の関係については、細粒分及び粗粒分が少なく粒径が比較的揃った液状化し易いきれいな砂による沈下率を示しており、埋戻土（掘削ズリ）と比較すると沈下率が大きくなると判断できるため、埋戻土（掘削ズリ）の沈下率をIshihara et al. の関係より算定することにより保守的な評価を実施する。

沈下率は図3-7に示すとおり、保守的に地震時の最大せん断ひずみを考慮せず、相対密度の平均値71.3%をもとに2.5%となるが、ばらつきを考慮し算出した相対密度54.1%をもとに、保守的に3.5%と評価する。

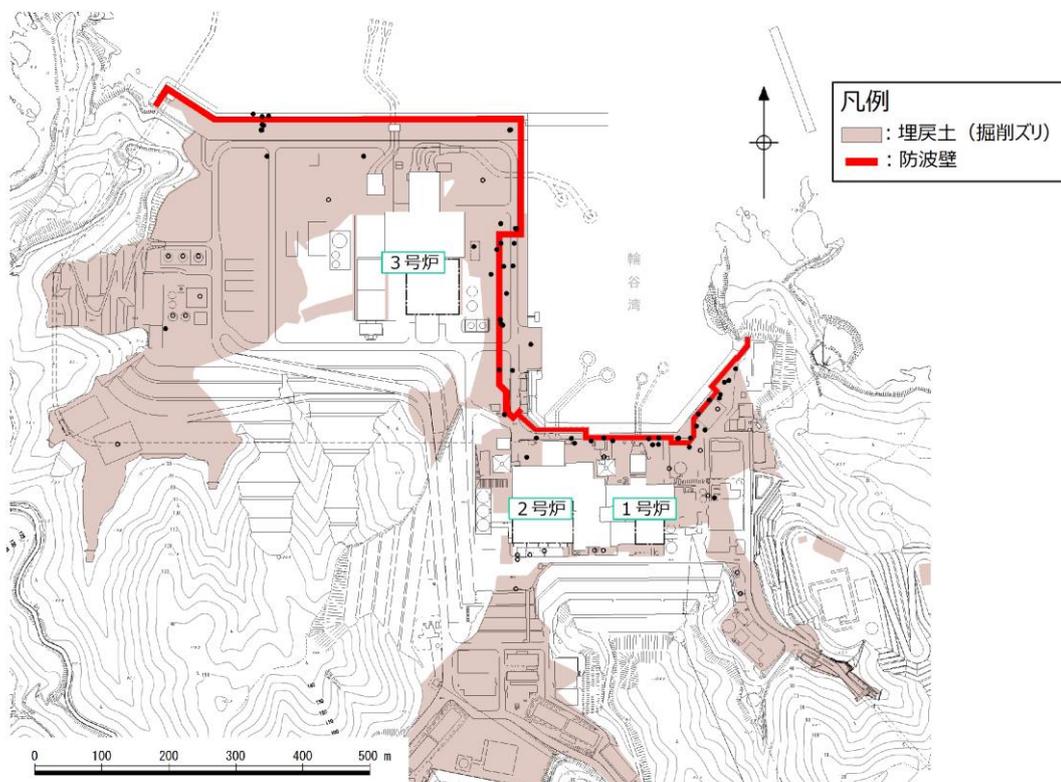


図3-4 (1) 埋戻土（掘削ズリ）分布図

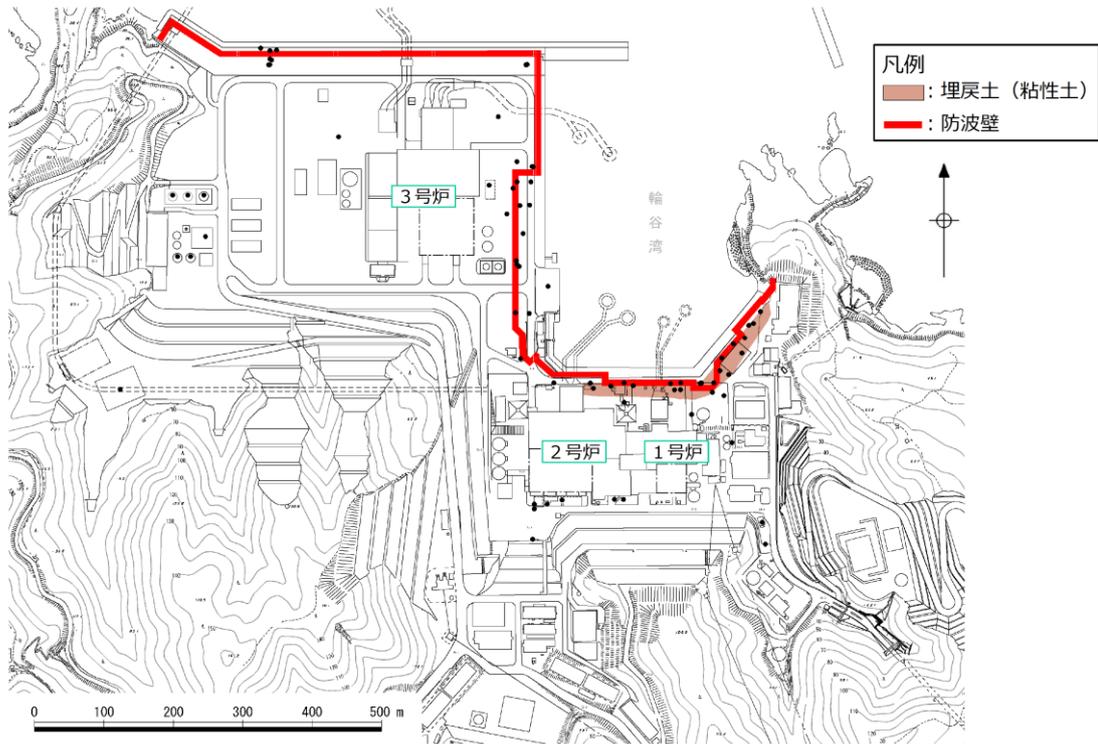


图 3-4 (2) 埋戻土（粘性土）分布图

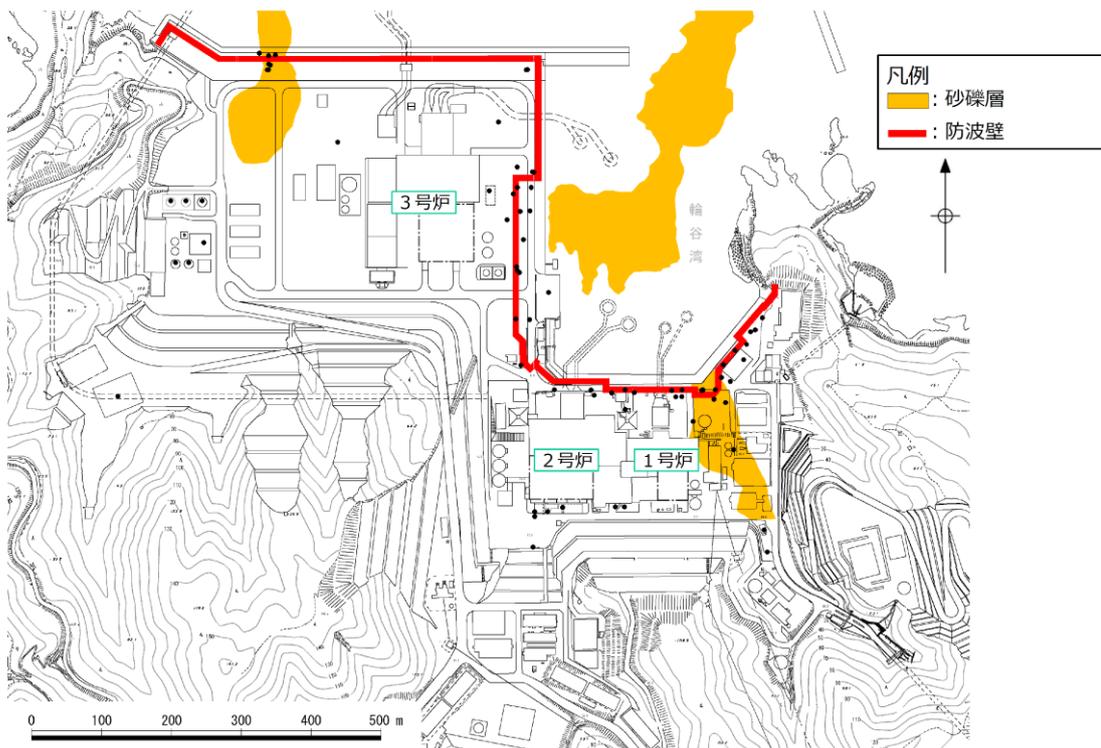


图 3-4 (3) 砂礫層分布图

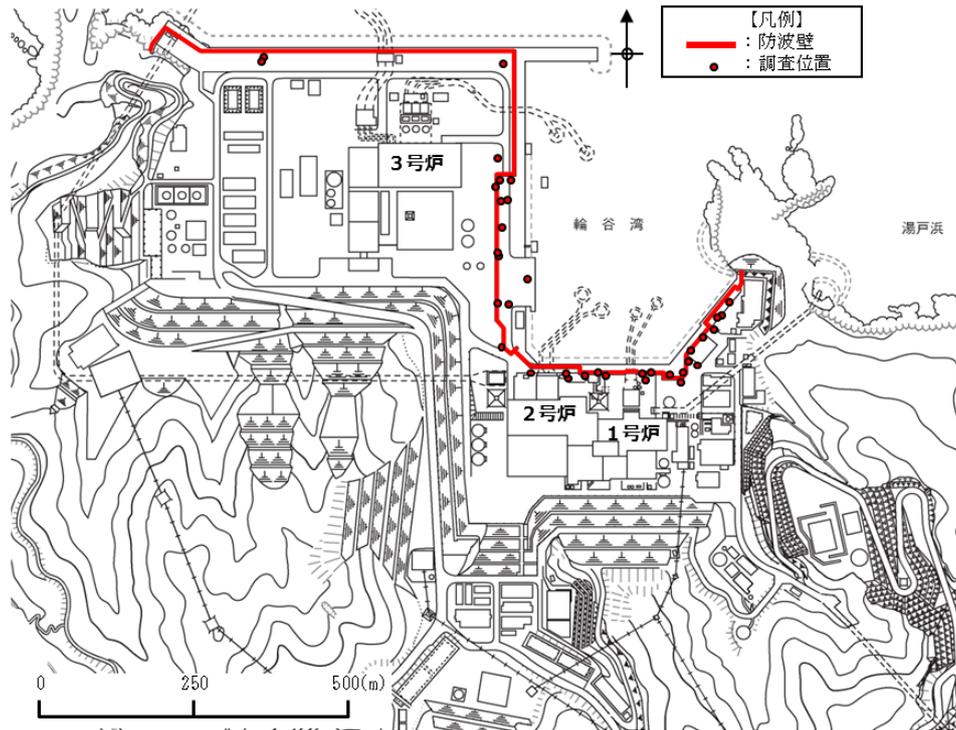
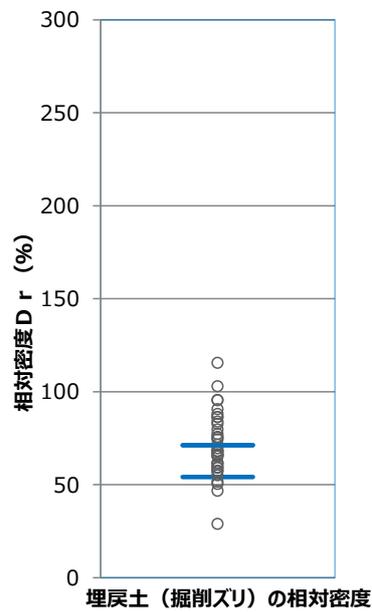


図3-5 相対密度の調査位置



	相対密度 D_r (%)	
	平均	平均- 1σ
埋戻土 (掘削ズリ)	71.3	54.1

図3-6 埋戻土（掘削ズリ）の相対密度

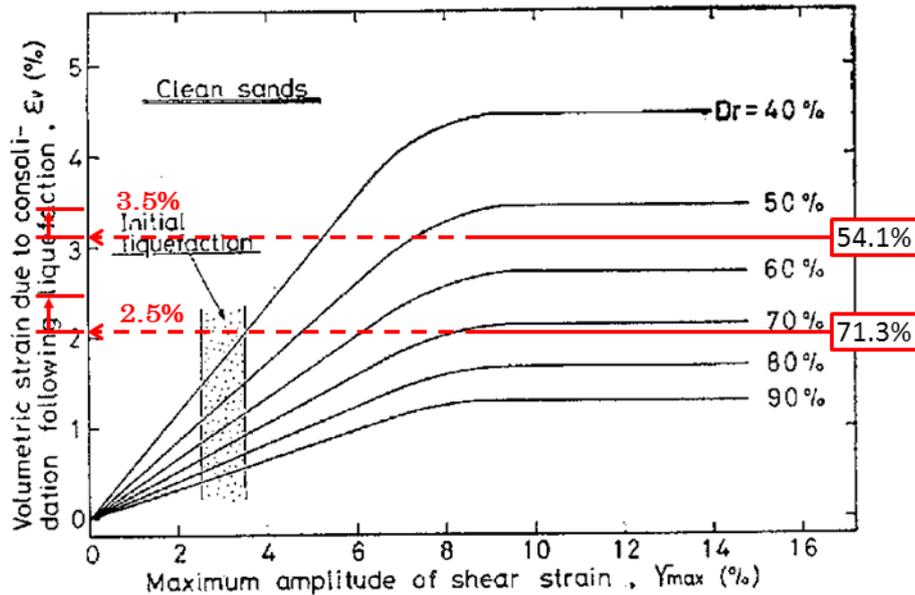


図3-7 Ishihara et al. (1992) の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した沈下率

③沈下量

防波壁前面の沈下量は、防波壁前面に沈下量算定の対象層が存在する3号炉東側エリア及び1, 2号炉北側エリアの地質断面図に基づき算定した。敷地平面図を図3-8に、沈下量算定の対象層が防波壁前面に分布する3号炉東側エリア及び1, 2号炉北側エリアの地質断面図を図3-9に示す。

図3-9に示すとおり、3号炉東側エリアには、沈下量算定の対象層である埋戻土（掘削ズリ）がE L. +8.5mからE L. -9.6mに存在する。1, 2号炉北側エリアには、沈下量算定の対象層がE L. +8.5mからE L. -14.1mに存在する。なお、1, 2号炉北側エリアの防波壁前面の砂礫層地盤改良範囲を考慮した液状化層厚は、地盤改良部において17.1m、施設護岸部において14.4mとなる。

1, 2号炉北側エリアの断面図を図3-10に示す。1, 2号炉北側エリアに存在する砂礫層は地盤改良（①地盤改良部）されているが、防波壁前面において一部地盤改良されていない範囲（②施設護岸部）があるため、沈下量を算定する層厚を算定した。その結果、1, 2号炉北側エリアにおける防波壁前面の沈下量を算定する層厚は地盤改良部において17.1m、施設護岸部において14.4mとなり、3号炉東側エリアにおける層厚18.1mを上回らないことを確認した。

以上より、層厚が最大となるようE L. +8.5mからE L. -9.6mを考慮し、沈下量を算定するための層厚は18.1mとした。

沈下量は、上記層厚及びIshihara et al. (1992) の関係を用いて相対密度の平均値にばらつきを考慮して保守的に設定した沈下率3.5%より0.65m^{*}を保守的に考慮する。

※ 層厚18.1m×沈下率3.5%≒沈下量0.65m

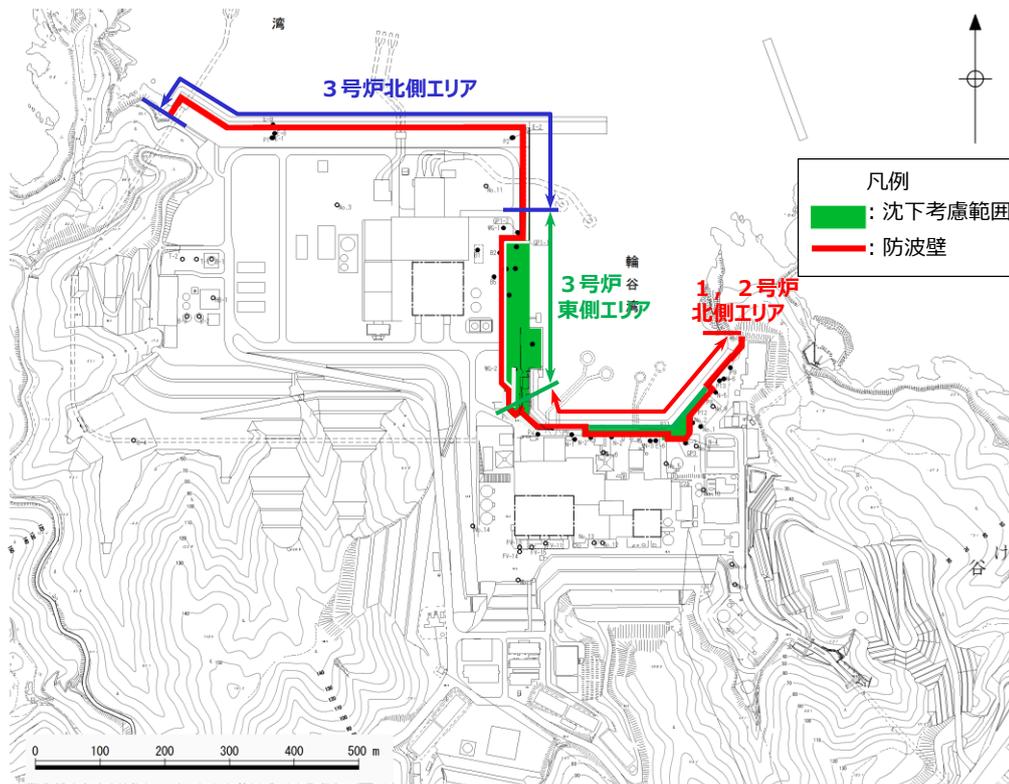


図3-8 敷地平面図

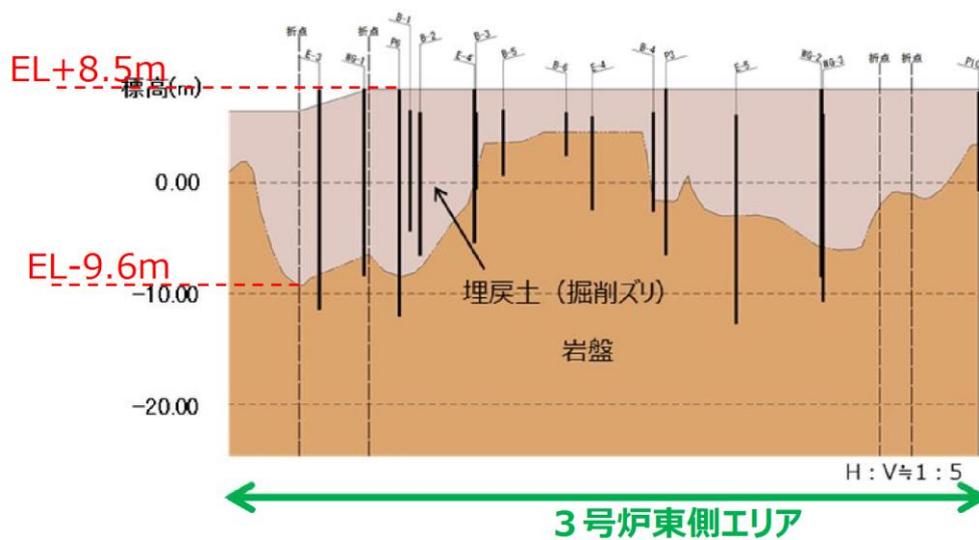


図3-9 (1) 地質断面図 (3号炉東側エリア)

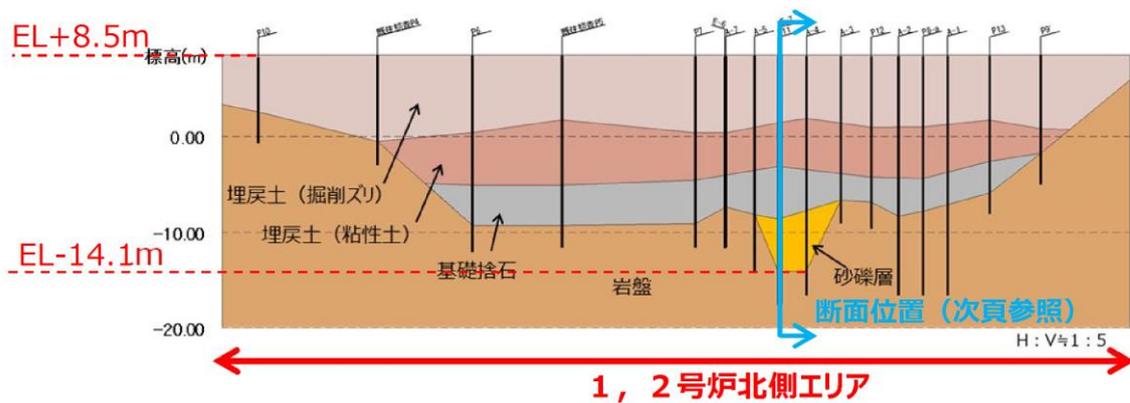


図3-9 (2) 地質断面図 (1, 2号炉北側エリア)

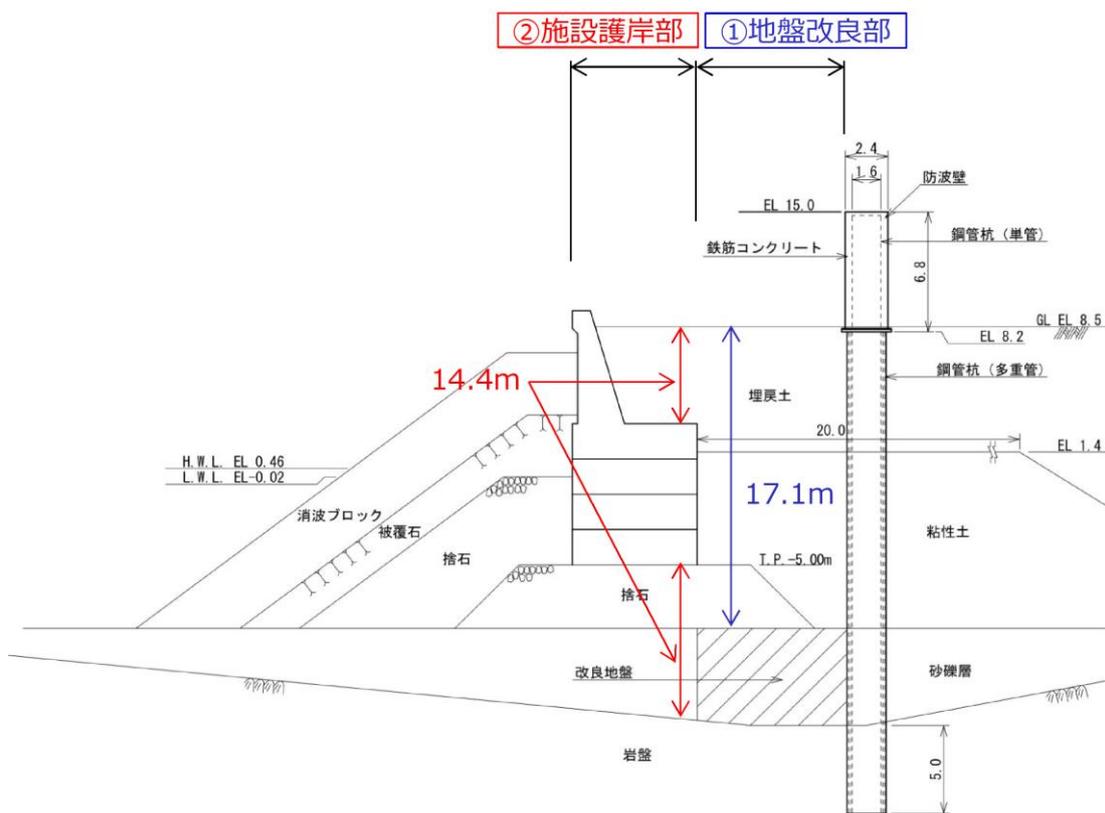


図3-10 断面図 (1, 2号炉北側エリア)

(2) 液状化に伴う側方流動による沈下

①評価方針

地震時の地盤の液状化に伴う側方流動が想定されることから、二次元有効応力解析（解析コード「FLIP Ver. 7.1.9」）により側方流動による沈下量を算定する。評価を行う解析断面は、以下の観点から3号炉東側エリアの沈下による遡上の影響が大きいと判断し、3号炉東側エリアを対象として、有効応力解析を実施する。

- ・ 1, 2号炉北側エリアと比較して埋戻土（掘削ズリ）の分布が広範囲かつ層厚が厚いこと
 - ・ 1, 2号炉北側エリアと比較して基準津波遡上範囲が広いこと
- 3号炉東側の解析断面位置図を図3-11に示す。

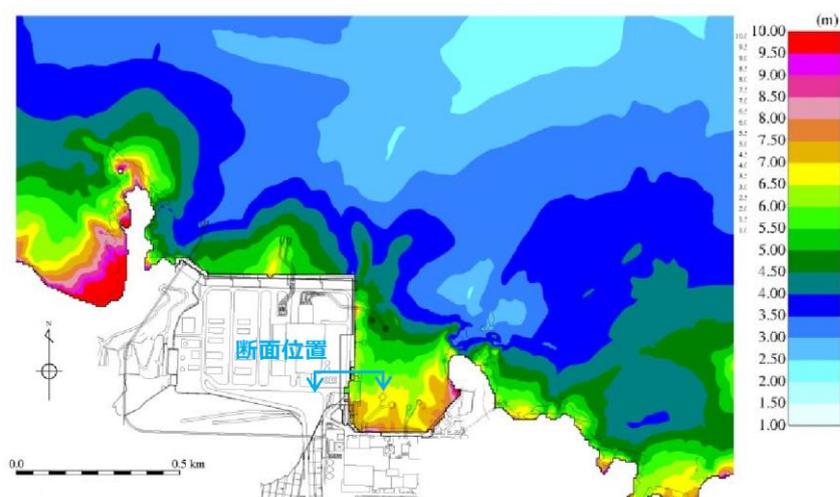


図3-11 解析断面位置図

②解析条件

3号炉東側断面の解析モデル図を図3-12に示す。地盤は、地質区分に基づき平面ひずみ要素でモデル化し、防波壁は、線形はり要素でモデル化した。

地下水位は、防波壁周辺の朔望平均満潮位（E L. +0.58m）前後であることから、港湾基準に準じてE L. +0.14m[※]とする。

入力地震動は、表3-1に示すとおり、基準地震動のうち、繰返し応力及び繰返し回数に着目し、水平加速度が大きく、継続時間が長い地震動が液状化評価において最も厳しいと考えられることから、S s-Dを選定する。したがって、基準地震動S s-Dを、一次元波動論によって解析モデル下端位置で評価した波形を用いた。

※ $L. W. L. EL. -0.02m + 1/3 \times (H. W. L. EL. +0.46m - L. W. L. EL. -0.02m) = EL. +0.14m$

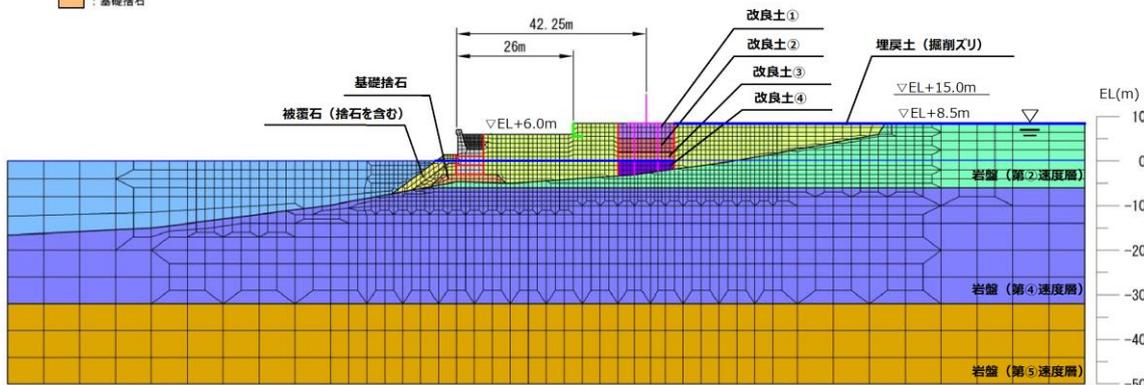


図 3 - 12 解析モデル図 (3号炉東側断面)

表 3 - 1 基準地震動の加速度時刻歴波形

基準地震動		水平方向 (NS成分)		水平方向 (EW成分)		鉛直方向	
S s - D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動						
S s - F 1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 断層モデル手法による基準地震動 穴道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ 破壊開始点5						
S s - F 2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 断層モデル手法による基準地震動 穴道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ 破壊開始点6						
S s - N 1	震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET) 港町の検討結果に保守性を考慮した地震動						
S s - N 2	震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 2000年鳥取県西部地震の質祥ダム (監査廊) の観測記録						

※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形 [縦軸: 加速度 (cm/s²), 横軸: 時間 (s)]

地盤の物性値は、「島根原子力発電所 2 号炉設計基準対象施設について 第 4 条: 地震による損傷の防止 別紙-11 液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定した。液状化の評価対象として取り扱う埋戻土 (掘削スリ) 及び砂礫層の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、液状化試験結果 (繰返し非排水せん断試験結果) に基づき、地盤のばらつき等を考慮し、保守的に簡易設定法により設定した。

試験結果等から設定した解析上の液状化強度曲線を図 3 - 13 に示す。

解析用地盤物性値を表 3 - 2 に示す。

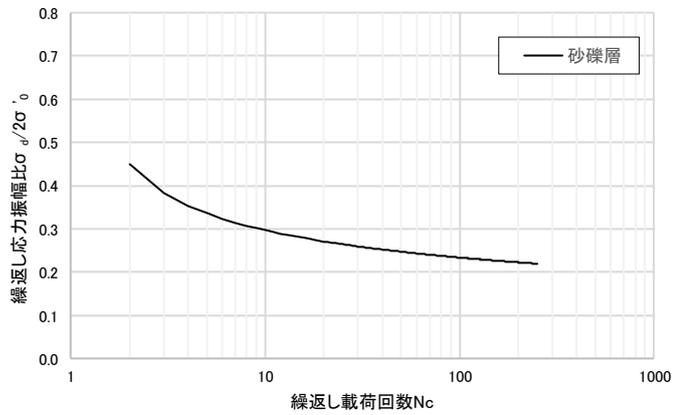
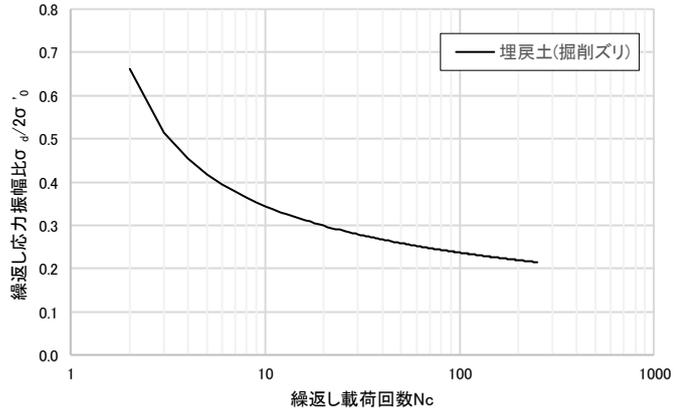


図 3-13 液状化強度曲線

表 3-2 解析用地盤物性値

材料種別	単位体積重量		英測N値 N (平均値)	せん断 波速度 Vs (m/s)	せん断 抵抗角 φ f (°)	粘着力 C (kN/m ²)	基準有効 拘束圧 ema (kN/m ²)	基準初期 せん断 弾性係数 Gma(kN/m ²)	emaの 指数定数 m ₀	ポアソン比 ν	基準体積 弾性係数 kma (kN/m ²)	kmaの 指数定数 m _k	間隙率 n	水の体積 弾性係数 kw (kN/m ²)	最大 減衰定数 hmax	細粒分 含有率 Fc (%)	変相角 φ p (°)	液状化特性				
	飽和湿潤 γ sat, γ t (kN/m ³)	水中 γ' (kN/m ³)																液状化パラメータ				
																		s1	w1	p1	p2	c1
岩盤(第②速度層)	23.3 (2.38)	13.2 (1.35)	-	620	-	-	-	E=2.601×10 ⁷	-	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
岩盤(第④速度層)	24.5 (2.50)	14.4 (1.47)	-	1520	-	-	-	E=1.569×10 ⁷	-	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
岩盤(第⑤速度層)	25.2 (2.57)	15.1 (1.54)	-	1900	-	-	-	E=2.486×10 ⁷	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
埋戻土 (気中)	19.6 (2.00)	-	15	-	39.35	0	98.0	76570	0.5	0.33	199700	0.5	0.45	2.2×10 ⁶	0.24	-	-	-	-	-	-	
埋戻土 (水中)	20.7 (2.11)	10.6 (1.08)	15	-	39.35	0	98.0	76570	0.5	0.33	199700	0.5	0.45	2.2×10 ⁶	0.24	15	28	0.005	6.270	0.500	0.925	2.960
改良土①-1(気中)	19.6 (2.00)	-	-	-	38.00	628	98.0	404600	0.5	0.33	1055200	0.5	0.45	2.2×10 ⁶	0.24	-	-	-	-	-	-	-
改良土①-2(気中)	19.6 (2.00)	-	-	-	40.54	490	98.0	327900	0.5	0.33	855000	0.5	0.45	2.2×10 ⁶	0.24	-	-	-	-	-	-	-
改良土①-3(気中)	19.6 (2.00)	-	-	-	40.54	1140	98.0	742900	0.5	0.33	1937500	0.5	0.45	2.2×10 ⁶	0.24	-	-	-	-	-	-	-
改良土②-1(水中)	20.7 (2.11)	10.6 (1.08)	-	-	38.71	1253	98.0	777300	0.5	0.33	2027000	0.5	0.45	2.2×10 ⁶	0.24	-	-	-	-	-	-	-

③評価結果

基準地震動 S_s-D による 3 号炉東側の最終変形量を図 3-14 に示す。防波壁より海側では、L 型擁壁までの E L. +8.5m 盤において、防波壁直下の改良地盤と埋戻土（掘削ズリ）の境界部を中心とした比較的大きな沈下が確認される。

これは、地震による L 型擁壁の海側への傾きに伴い、埋戻土（掘削ズリ）が自立する改良地盤から海側へ側方流動したことに起因するものである。

なお、解析条件については、以下のとおり保守的に設定する。

- ・敷地内の地下水位については、防波壁より海側の地下水位を海水位に、防波壁より陸側の地下水位を地表面に設定する。
- ・埋戻土（掘削ズリ）の液状化強度特性は敷地全体の N 値に基づく簡易設定法^{*}により設定する。

津波が浸水する E L. +6.0m 盤における沈下量は 0.04m 程度であるが、海岸線から離れた E L. +8.5m 盤では改良地盤近傍で局所的に 1~2m 程度の沈下が生じている。このため、側方流動による E L. +6.0m 盤から E L. +8.5m 盤全体の沈下量としては、E L. +6.0m 盤から E L. +8.5m 盤の埋戻土（掘削ズリ）の各節点における沈下量を節点数で割った平均沈下量（0.33m 程度）を考慮し、保守的に 0.35m とする。

※簡易設定法による液状化強度特性は、埋戻土（掘削ズリ）の液状化試験結果（ロータリー式三重管サンプラー及び表層試料採取）による液状化強度特性よりも十分保守的である。

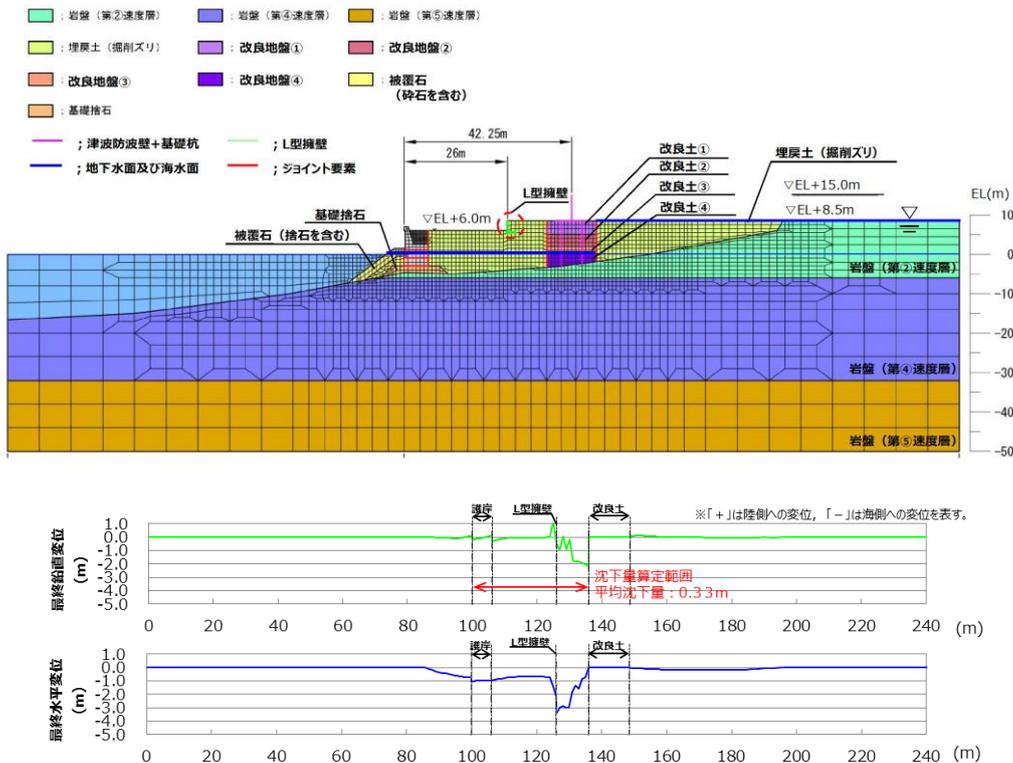


図 3-14 基準地震動の S_s-D による地表面最終変形量（3 号炉東側断面）

(3) 津波解析における沈下量の設定

津波解析における沈下は、沈下考慮範囲を対象とする(図3-15)。また、荷揚場は一部岩着し、沈下しない範囲もあるが、本検討では、保守的に荷揚場全体が沈下する前提で検討を行い、護岸のパラペットについてもモデル化を行わないこととする。なお、防波壁周辺については、地盤改良を実施していることから、沈下しないこととする。

液状化及び揺すり込みに伴う沈下量を相対密度の平均値から求まる沈下率(2.5%)による0.5mとしていたが、保守的にばらつきを考慮した相対密度から求まる沈下率(3.5%)による0.65mを採用し、側方流動による沈下量0.35mを加え、1mとした。

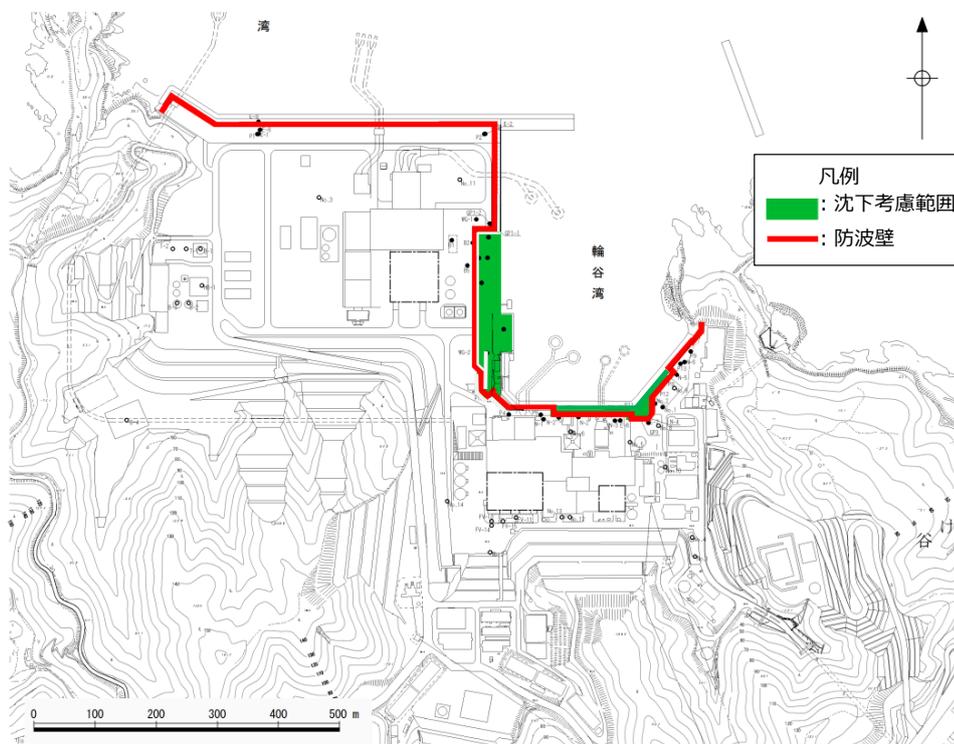


図3-15 津波評価において沈下を考慮する範囲

(4) 地盤変状を考慮した津波解析

(1)～(3)を踏まえ、沈下量を保守的に1mと設定し、津波解析を実施した。

基準津波1～6のケースを対象に基本ケース及び1m沈下させたケースを比較し、その差異を表3-3に示す。また、最大水位上昇量分布を図3-16に示す。

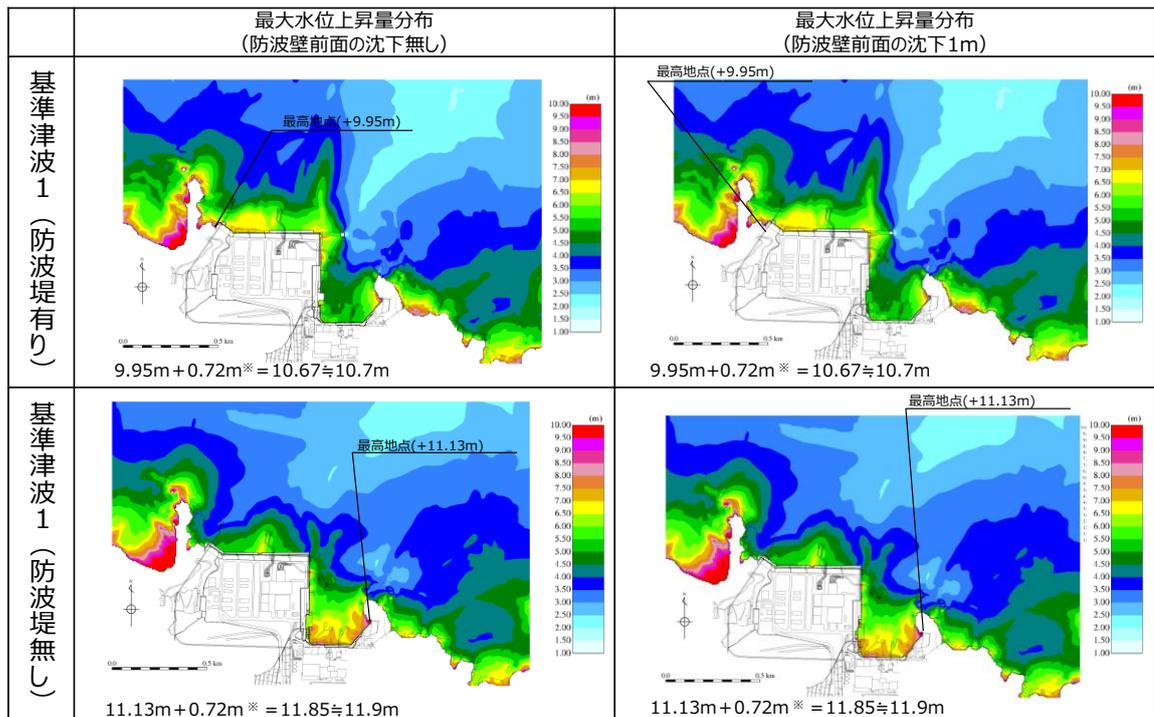
津波解析の結果、1m沈下させた場合、水位上昇側の施設護岸又は防波壁の水位は、どのケースについても基本ケースと同じもしくは基本ケースの方が大きい。また、水位下降側の2号炉取水口の水位については全ケースで同じ水位となった。

以上より、地震による地形変化（地盤変状）は、入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。

表 3-3 基本ケースと地盤変状を考慮したケースの水位比較

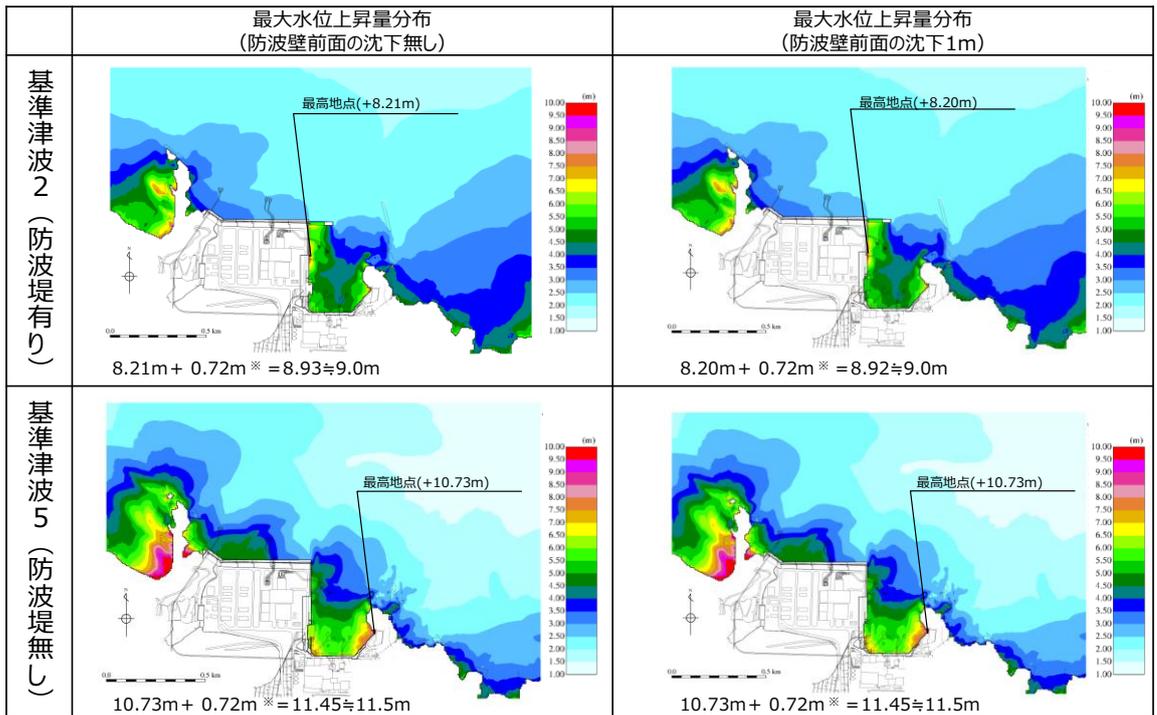
	【水位上昇側】施設護岸又は防波壁※1			【水位下降側】2号炉取水口（東）※2		
	基本ケース (沈下無し)(A)	沈下有り1m (B)	差異 (B-A)	基本ケース (沈下無し)(A)	沈下有り1m (B)	差異 (B-A)
基準津波 1 (防波堤有り)	+10.7m (+10.67m)	+10.7m (+10.67m)	0.0m (0.00m)	-5.2m (-5.13m)	-5.2m (-5.13m)	0.0m (0.00m)
基準津波 1 (防波堤無し)	+11.9m (+11.85m)	+11.9m (+11.85m)	0.0m (0.00m)	-6.1m (-6.01m)	-6.1m (-6.01m)	0.0m (0.00m)
基準津波 2 (防波堤有り)	+9.0m (+8.93m)	+9.0m (+8.92m)	0.0m (-0.01m)			
基準津波 3 (防波堤有り)				-4.7m (-4.63m)	-4.7m (-4.63m)	0.0m (0.00m)
基準津波 4 (防波堤有り)				-4.1m (-4.04m)	-4.1m (-4.04m)	0.0m (0.00m)
基準津波 4 (防波堤無し)				-4.3m (-4.25m)	-4.3m (-4.25m)	0.0m (0.00m)
基準津波 5 (防波堤無し)	11.5m (+11.45m)	11.5m (+11.45m)	0.0m (0.00m)			
基準津波 6 (防波堤無し)				-6.1m (-6.08m)	-6.1m (-6.08m)	0.0m (0.00m)

※1 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮 ※2 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮



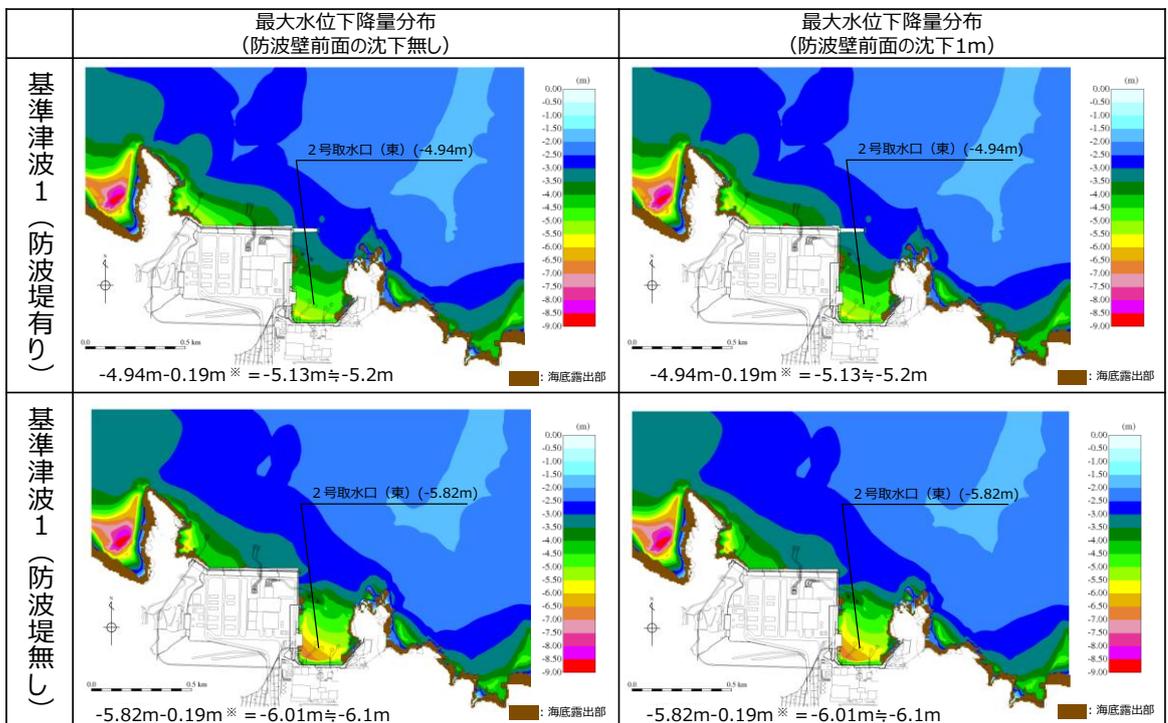
※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

図 3-16 (1) 地盤変状の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 1 (防波堤有り) 及び基準津波 1 (防波堤無し))



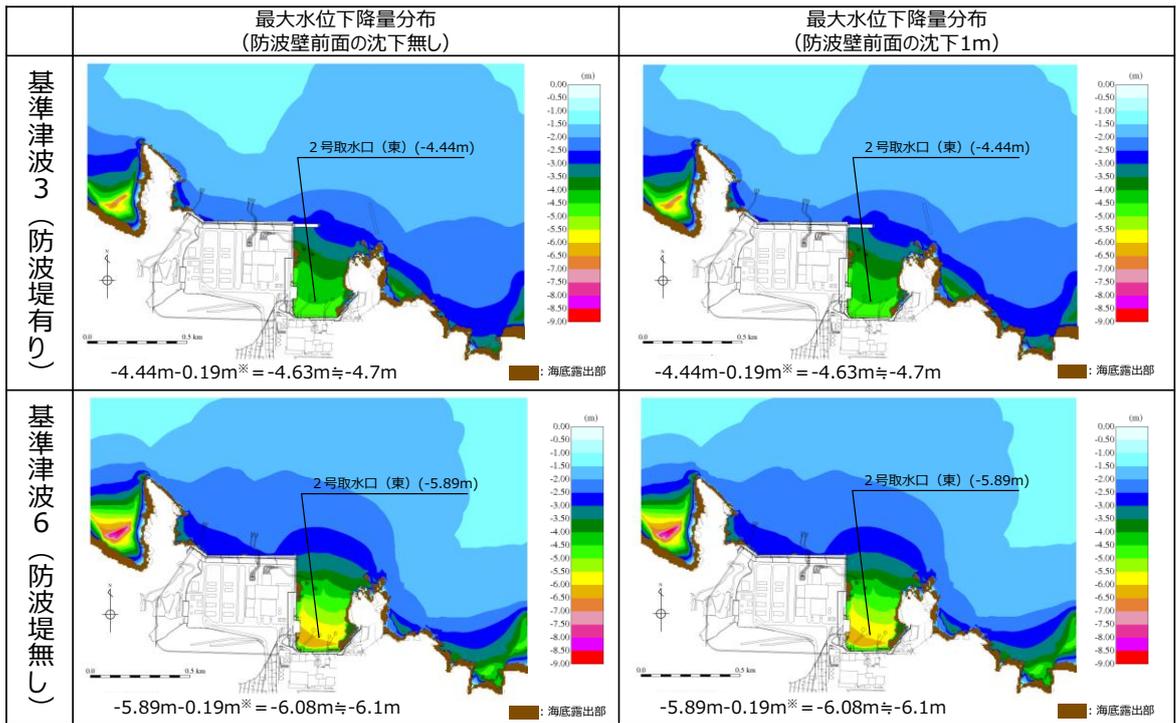
※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

図3-16(2) 地盤変状の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波2(防波堤有り)及び基準津波5(防波堤無し))



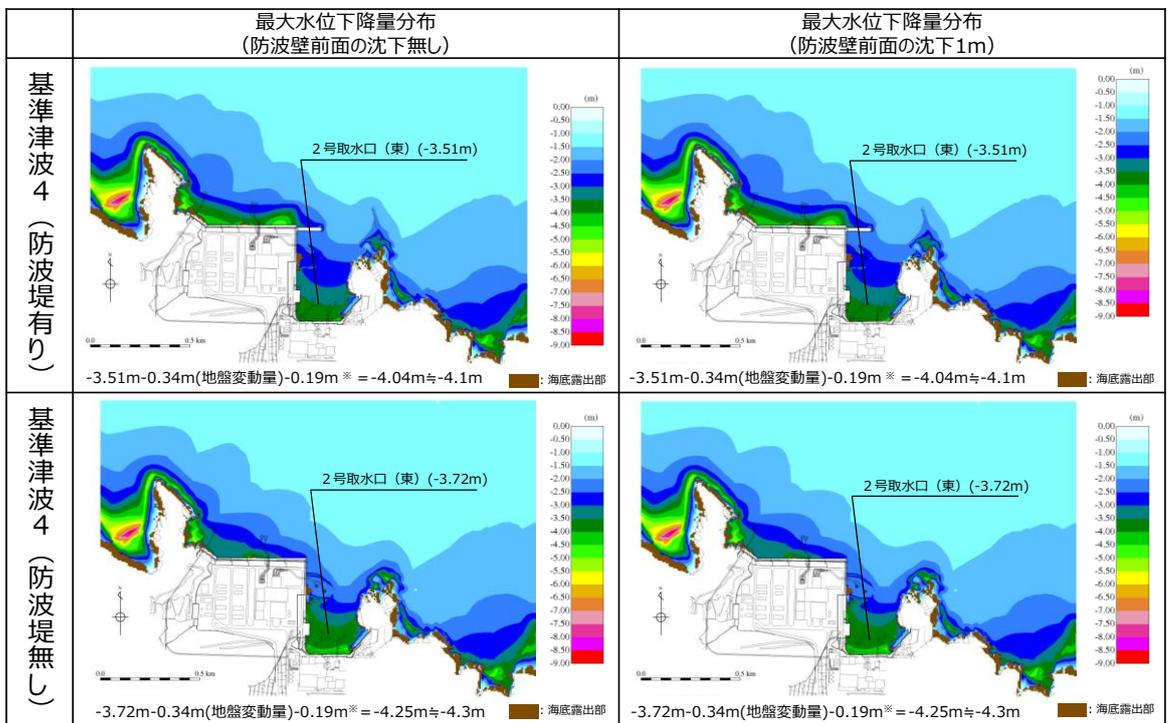
※ 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮

図3-16(3) 地盤変状の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波1(防波堤有り)及び基準津波1(防波堤無し))



※ 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮

図3-16(4) 地盤変状の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波3(防波堤有り)及び基準津波6(防波堤無し))



※ 朔望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮

図3-16(5) 地盤変状の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波4(防波堤有り)及び基準津波4(防波堤無し))

4. 防波堤損傷に関する検討

島根原子力発電所では、輪谷湾に防波堤及び東防波堤を設置しており、これら防波堤は、敷地周辺の地震により損傷する可能性は否定できないことから、防波堤の状態による入力津波への影響の有無を検討する。検討にあたっては、津波高さと津波高さ以外に区分して、実施する。

(1) 検討結果

①津波高さ

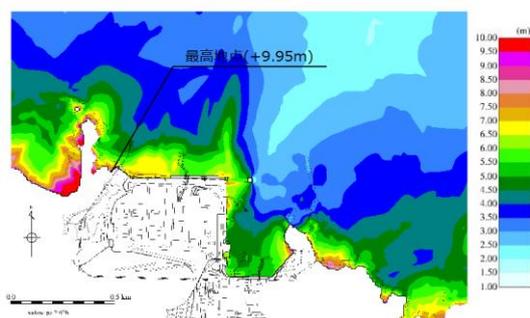
基準津波策定の際に、防波堤の有無により津波高さに有意な差を与えることを確認した（表4-1、図4-1）。

②津波高さ以外（流況等）

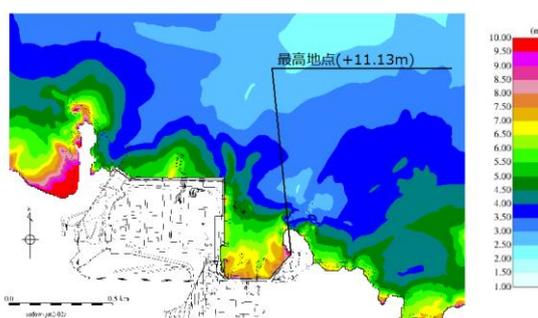
発電所沖合については、防波堤の有無により流況の変化が認められない（図4-2）。また、港湾内及び港湾外については、防波堤の有無により流況の変化が認められる。（図4-3）

表4-1 防波堤の有無による最大水位上昇量の比較

検討対象 基準津波	防波堤	最大水位上昇量(m)
		施設護岸又は防波壁
基準津波1	有り	+10.0
	無し	+11.2



最大水位上昇量分布図
(防波堤有り最大ケース:基準津波1)



最大水位上昇量分布図
(防波堤無し最大ケース)

図4-1 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較

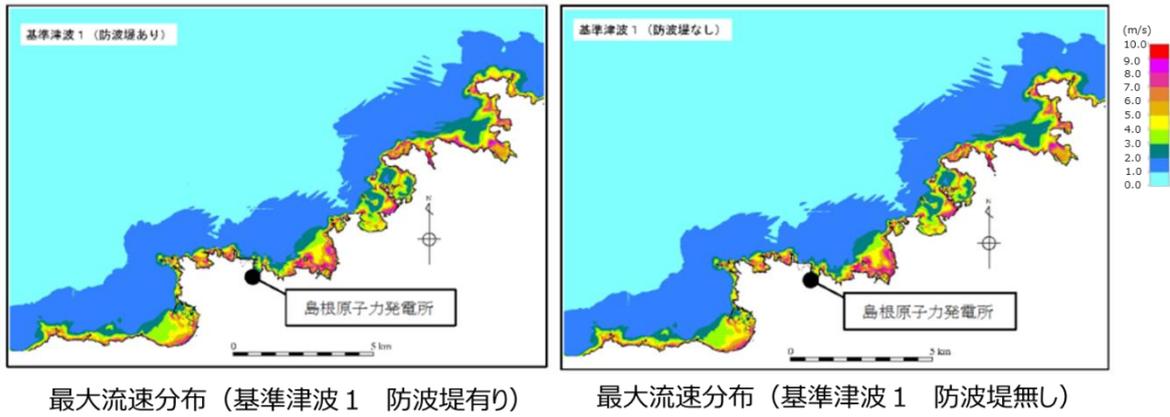


図4-2 発電所沖合の流況

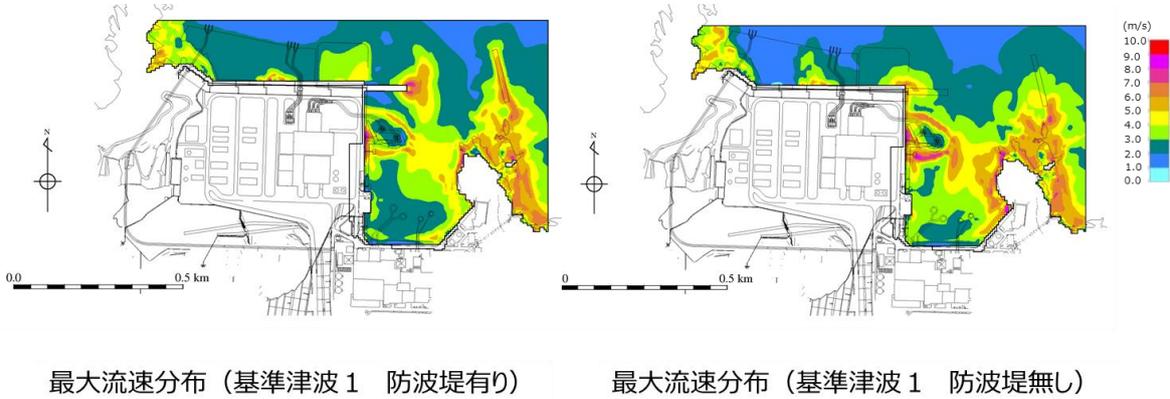


図4-3 港湾内及び港湾外の流況

5. 津波評価条件

地震による地形変化の影響の検討結果及びその結果を踏まえた入力津波設定における地形の条件は以下のとおり。

- 敷地周辺斜面の崩壊形状については、防波壁両端部の地山を対象に基準地震動 S_s により津波が敷地に遡上するような崩壊は起こらないことを確認した。また、地すべり地形が判読されている地山の斜面崩壊についても検討し、敷地に与える影響がほとんどないことから、斜面崩壊の影響要因として考慮せず評価を行う。
- 防波壁は、堅固な岩盤（一部、地盤改良）に支持されていることから、地震時の液状化に伴う沈下は発生しない。一方、防波壁前面に存在する埋戻土は、地震時の液状化により沈下する可能性があるため、基準地震動 S_s による防波壁前面の沈下を考慮した津波解析を実施した結果、入力津波高さが変わらないこと等を確認したことから、地盤変状を影響要因として考慮せず評価を行う。
- 防波堤損傷に関する検討の結果、津波高さについては、防波堤の有無による差異が認められることから、影響要因として考慮する。また、津波高さ以外については、発電所沖合は防波堤の有無による最大流速分布に差異が認められないことから影響要因として考慮しない。一方、港湾内及び港湾外は最大流速分布に差異が認められることから、影響要因として考慮する。

[参考]防波堤の位置付け・モデル化

(1) 防波堤の位置付け

島根原子力発電所では、輪谷湾に防波堤及び東防波堤を設置している（図5-1）。これら防波堤は、敷地周辺の地震により損傷する可能性は否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とする。基準津波5、6は自主設備である防波堤の有無が基準津波の選定に影響が有ることから選定した。

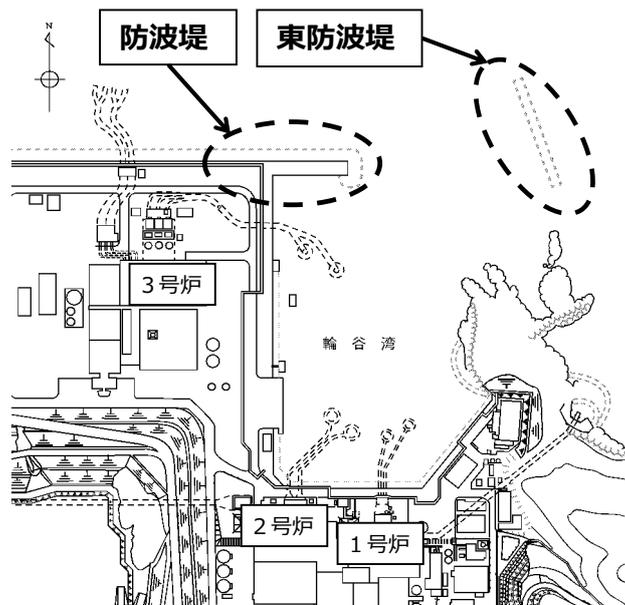


図5-1 防波堤位置

(2) 防波堤のモデル化

防波堤の有無によるモデル化については、防波堤有りのケースでは、防波堤ケーソン、捨石マウンドをモデル化しており、防波堤無しケースでは、防波堤ケーソン、捨石マウンドを全て取り除いた状態で実施している（図5-2）。なお、消波ブロック^{*}は、透過性を有するため、防波堤有りケースにおいては、安全側の評価となるよう消波ブロックをモデル化しないものとしている。

また、消波ブロックをモデル化した場合の津波への影響を検討するため、東防波堤のE L. -4.9m～E L. +1.8m区間の消波ブロックをモデル化し、消波ブロックの透過率を施工実績より算出し50%と設定し、防波堤有りケースのうち、施設護岸又は防波壁で最大水位上昇量を示した基準津波1を対象に実施した。

その結果、消波ブロックをモデル化した場合、消波ブロックをモデル化しない場合と比較し、津波の敷地への影響は小さいことから、消波ブロックをモデル化しない津波解析は安全側の評価となることを確認した。水位の影響については、表5-1及び図5-3に示す。また、流向・流速の影響については、図5-4に示す。

^{*} 一般に消波ブロックは短周期の波浪に対する軽減効果を持つとされており、

土木学会(2016)においても構造物(消波ブロック)が無いものとして取り扱うことが多いと記載されている。

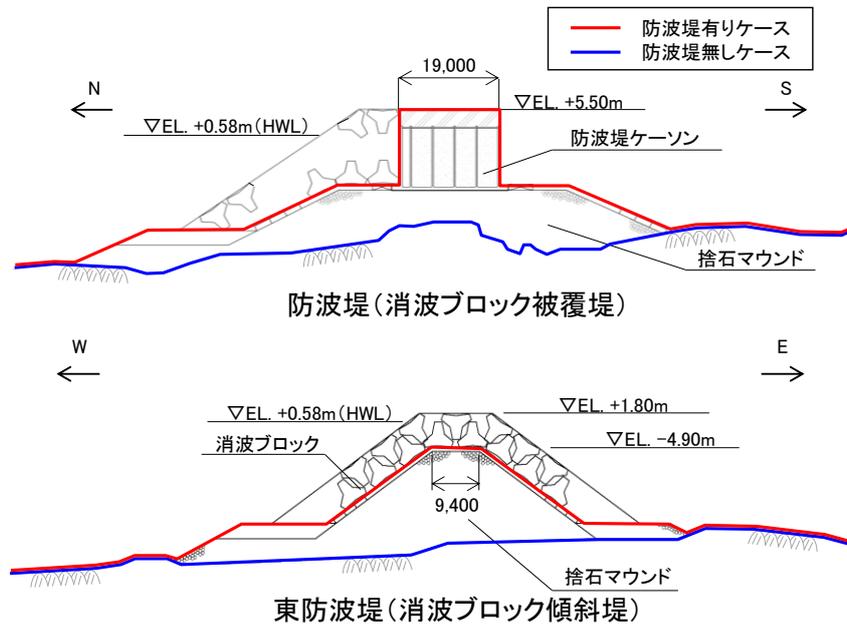
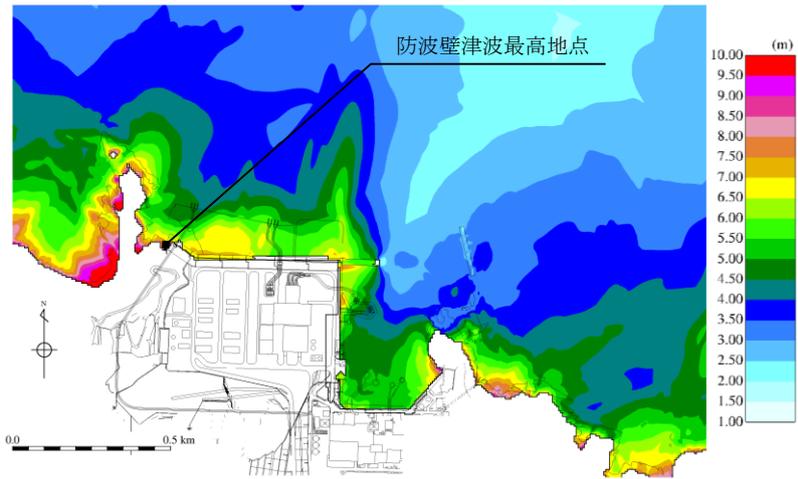


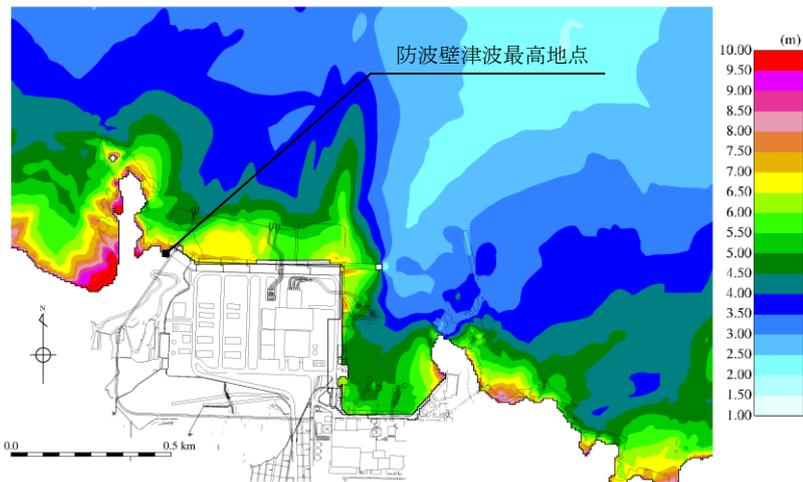
図5-2 防波堤断面図

表5-1 消波ブロックのモデル化検討結果

検討ケース	消波ブロックのモデル化	評価水位 (EL. m)			備考
		上昇側 施設護岸又は 防波壁	下降側		
			2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	
基準津波1 (鳥取県(2012))	消波ブロックを モデル化	+10.4	-4.8	-4.8	防波堤有りケース
	消波ブロックを モデル化しない	+10.5	-5.0	-5.0	

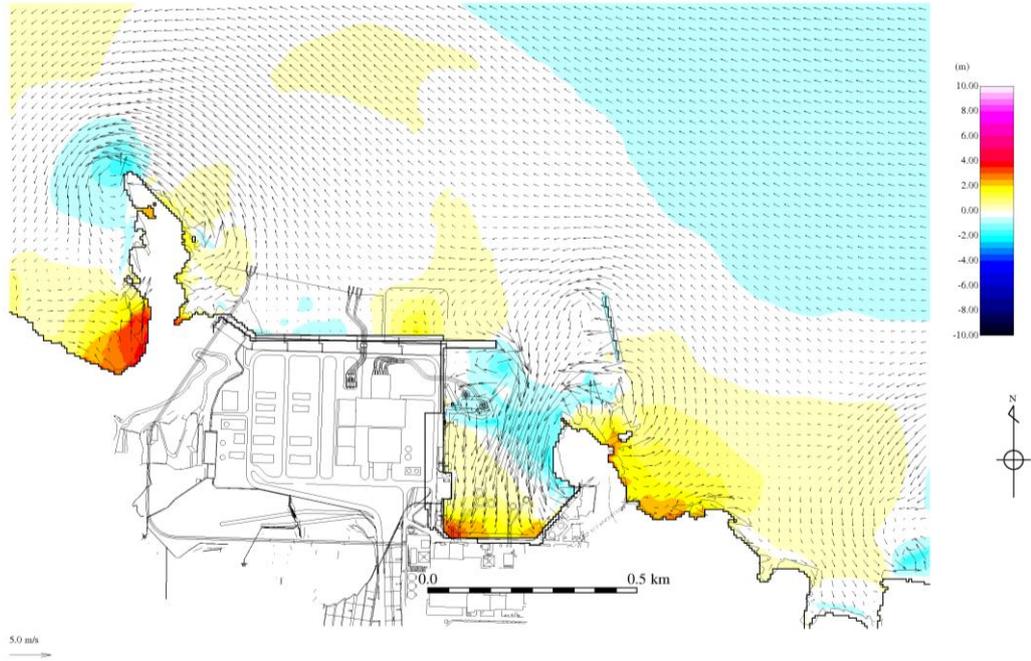


最大水位上昇量分布図
 (消波ブロックをモデル化：基準津波 1)

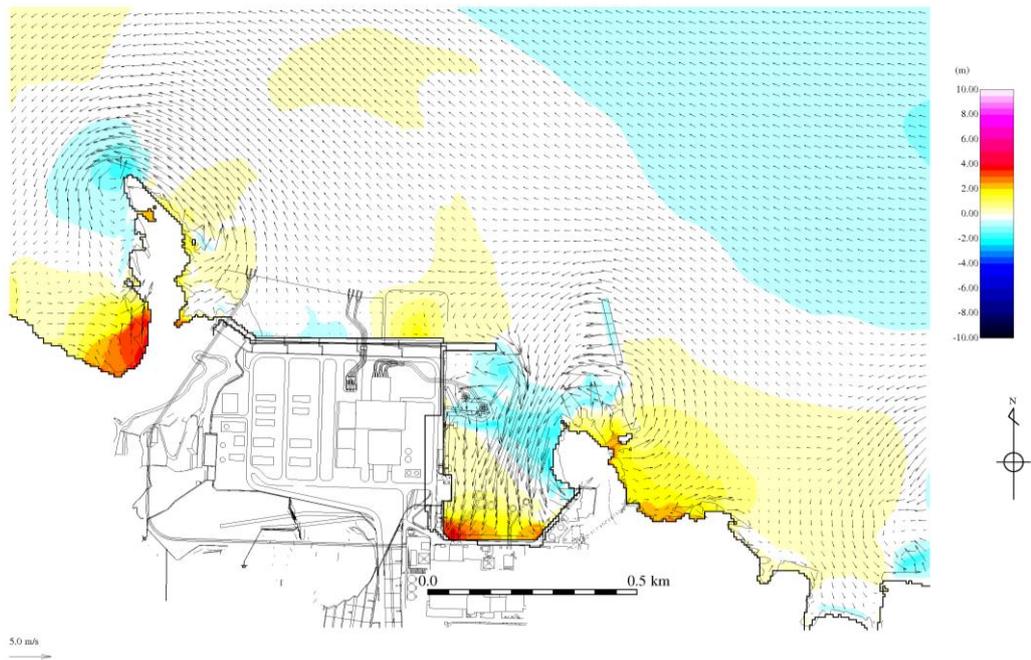


最大水位上昇量分布図
 (消波ブロックをモデル化しない：基準津波 1)

図 5 - 3 最大水位上昇量分布図比較

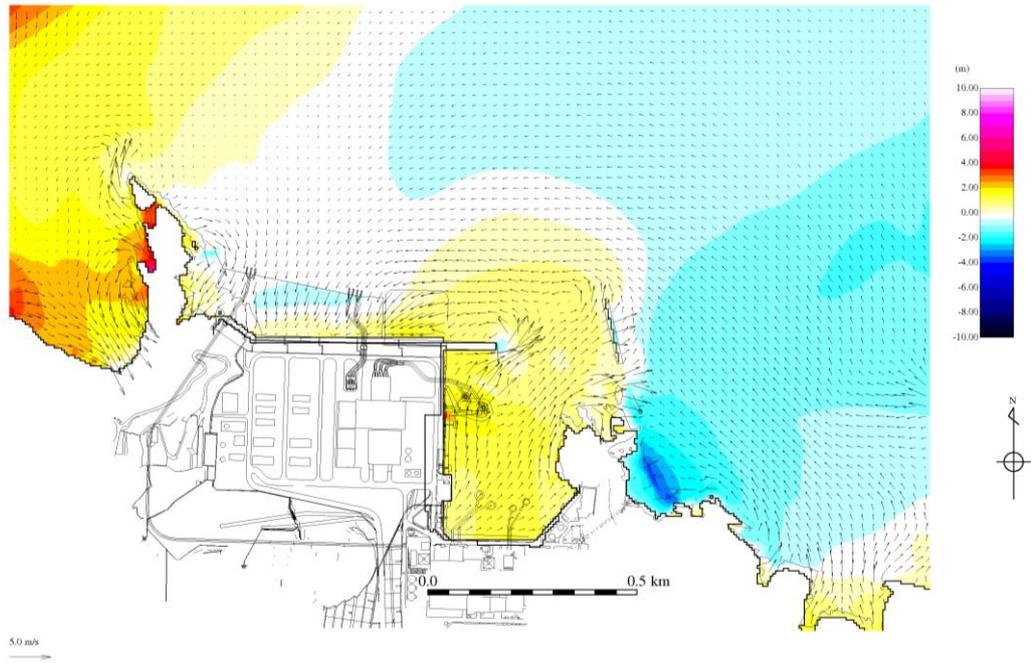


地震発生後190分（消波ブロックをモデル化）

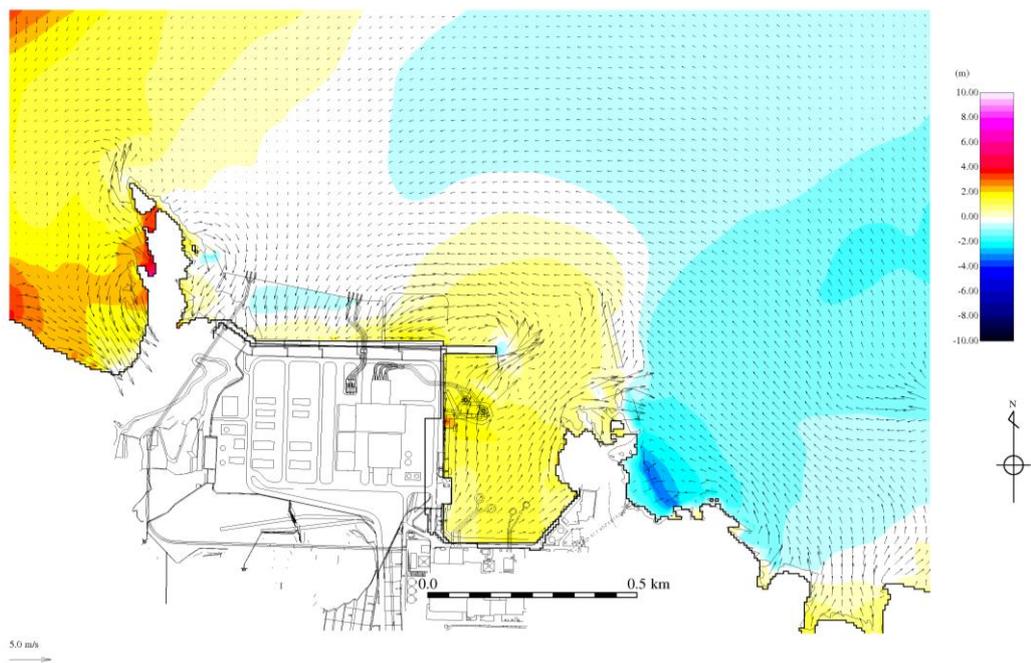


地震発生後190分（消波ブロックをモデル化しない）

図5-4(1) 流向・流速分布図比較

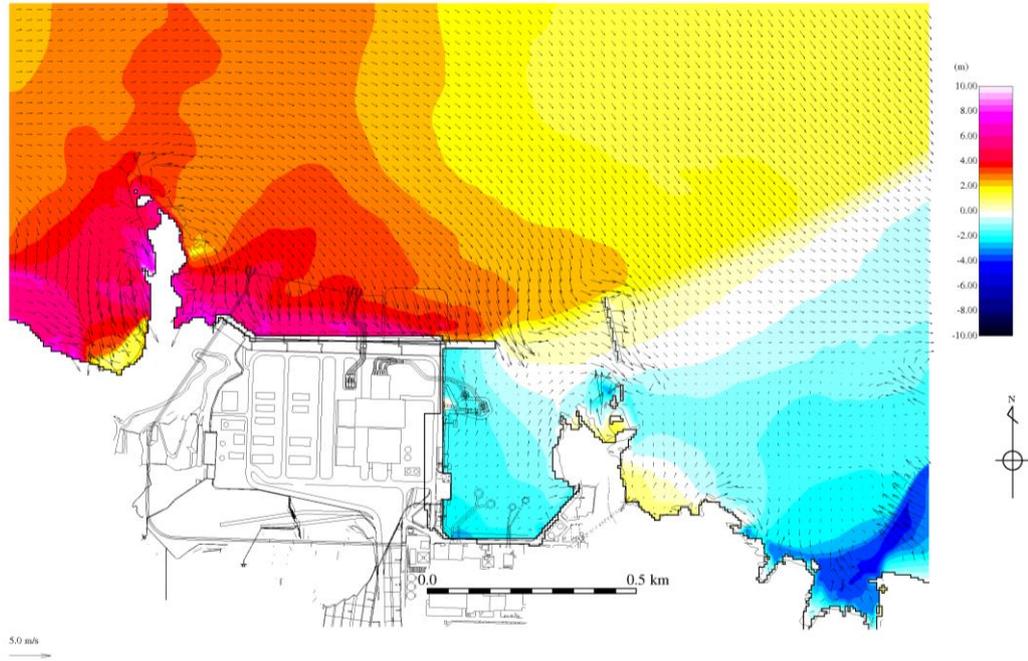


地震発生後191分（消波ブロックをモデル化）

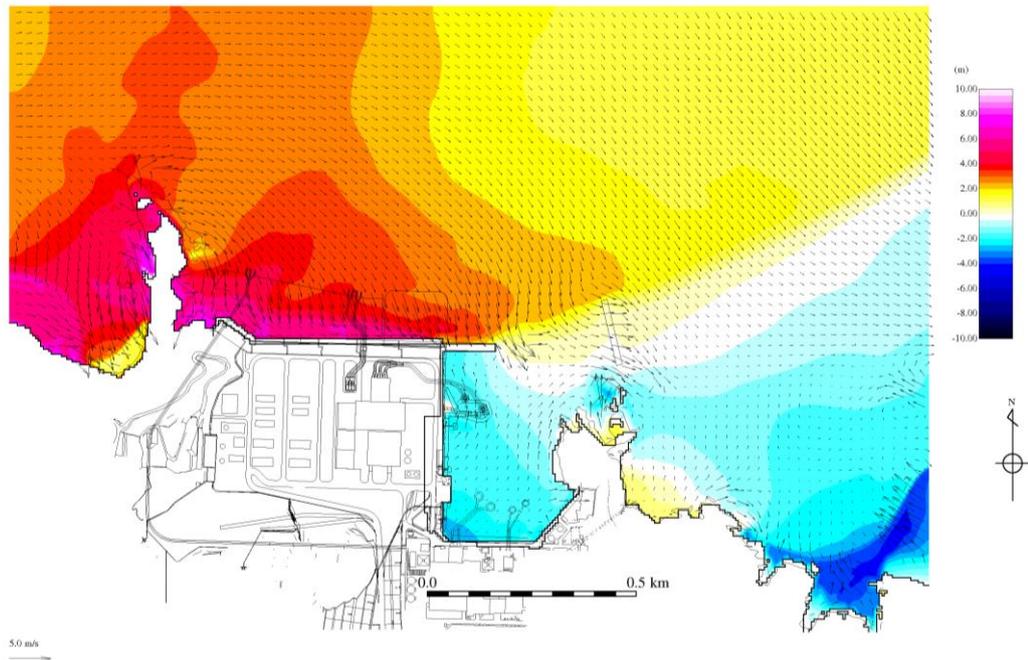


地震発生後191分（消波ブロックをモデル化しない）

図5-4(2) 流向・流速分布図比較

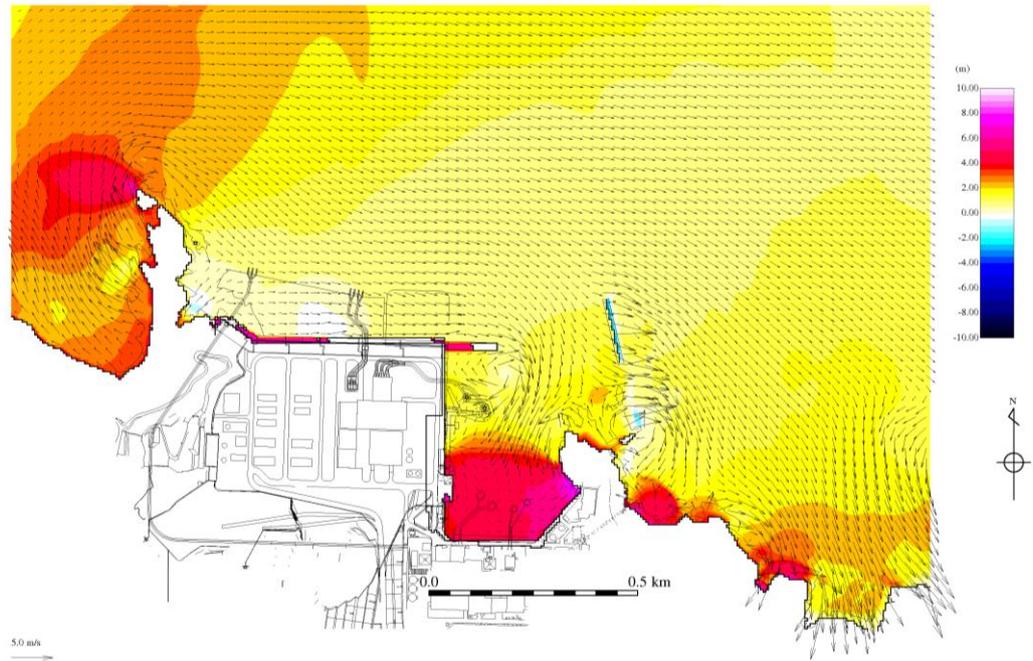


地震発生後192分（消波ブロックをモデル化）

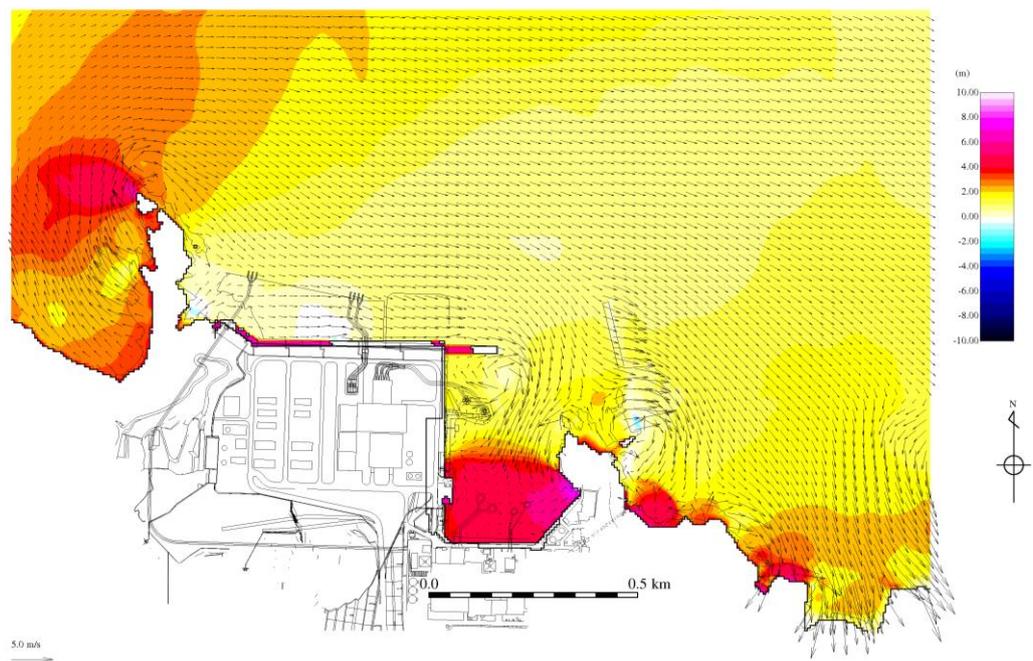


地震発生後192分（消波ブロックをモデル化しない）

図5-4(3) 流向・流速分布図比較



地震発生後193分（消波ブロックをモデル化）



地震発生後193分（消波ブロックをモデル化しない）

図5-4(4) 流向・流速分布図比較

日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について

島根 2 号炉では、日本海東縁部に想定される地震による津波を基準津波として設定している。基準津波の波源である日本海東縁部、敷地周辺海域と島根原子力発電所の位置関係を図 1 に、マグニチュードと震央距離及び発電所敷地で推定される震度の関係を図 2 に示す。

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1， 2， 3， 5， 6）の波源は、発電所敷地から約 600km 以上離れており、発電所敷地への地震による影響は十分小さい（図 2）。

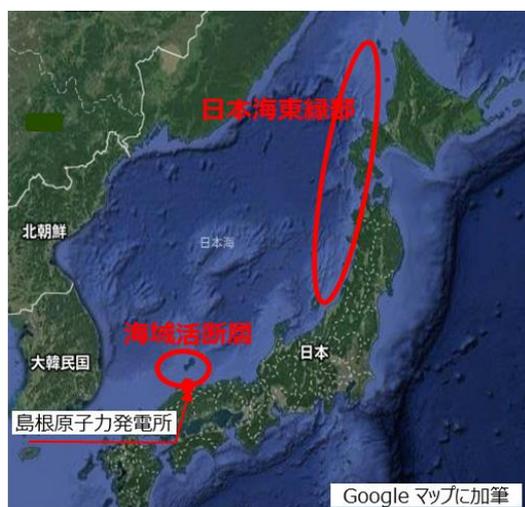


図 1 島根原子力発電所の基準津波の波源図

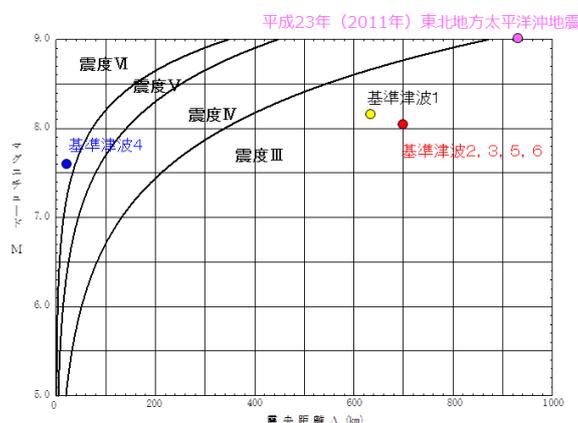


図 2 マグニチュード M と震央距離及び発電所敷地で推定される震度の関係図

港湾内の局所的な海面の励起について

基準津波による発電所周辺における最高水位分布を図1に、時刻歴波形の評価地点を図2に示す。また、津波の伝播経路を考慮し、①湾口と②湾中央、②湾中央と③湾奥西、②湾中央と④湾奥東及び②湾中央と⑤2号炉取水口における基準津波1の水位をそれぞれ重ね合わせた水位時刻歴波形を図3に示す。

図1より、湾の内外ともに水深が浅くなる沿岸部及び隅角部において、その付近での最高水位分布を示す傾向にあり、湾の内外で最高水位分布の傾向に大きな差異はない。港湾の固有周期が3分程度（図4参照）であり、時刻歴波形から読み取れる湾中央での基準津波の周期が3分程度であることから、港湾内の海面の固有振動による励起の発生の可能性も含め確認を行った。なお、図3に示すとおり、防波堤の有無による傾向に差がないことから、以降の考察は防波堤有り条件のケースに関して実施する。

図3（1）より、①港口→②湾中央の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大1.8m程度（②湾中央:3.61m-①港口:1.80m）、大きくなる傾向が確認できる。

②湾中央→③湾奥西の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大2.5m程度（③湾奥西:4.32m-②湾中央:1.82m）、大きくなる傾向が確認できる。

②湾中央→④湾奥東の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大4.9m程度（④湾奥東:6.92m-②湾中央:2.01m）、大きくなる傾向が確認できる。上昇が著しい時間帯としては、188分、191分、193分頃であり、いずれも上昇側のみピーク値の増加が顕著である。

次に取水口位置における確認を行う。②湾中央→⑤2号炉取水口（東及び西）の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大1.8m程度（⑤2号炉取水口:3.65m-②湾中央:1.82m）、大きくなる傾向が確認できる。この水位変動の傾向は、湾奥西（最大2.5m）、湾奥東（最大4.9m）に比較し小さい。

湾奥西及び取水口位置の水位変動については、水深が浅くなることによる増幅の影響及び湾の固有周期と湾中央での基準津波の周期が近いことから海面の固有振動による励起の影響と推察される。

湾奥東の水位変動については、上記の湾奥西及び取水口位置における影響に加えて、水位変動は上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められることから、隅角部における反射の影響による水位変動が支配的であると推察される。

以上のことから、湾の伝播先で水位のピーク値が大きくなる傾向は、伝播先の水深が浅くなることによる増幅の影響及び海面の固有振動による励起の影響と推察される。また、一部地点（湾奥東）においては、上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められることから、上記影響に加えて、隅角部における反射の影響が支配的であると考えられる。伝播先の水深が浅くなることによる水位の増幅、海面

の固有振動による励起及び隅角部における反射の影響は、津波数値シミュレーションにおいて適切に再現されている。

なお、湾奥東の地点のように、ピーク値の増加が顕著に認められる地点があることから、入力津波の設定にあたっては、保守的な評価となるよう当該地点における最大の水位を一律に評価地点（施設護岸又は防波壁）の入力津波高さとして設定している。

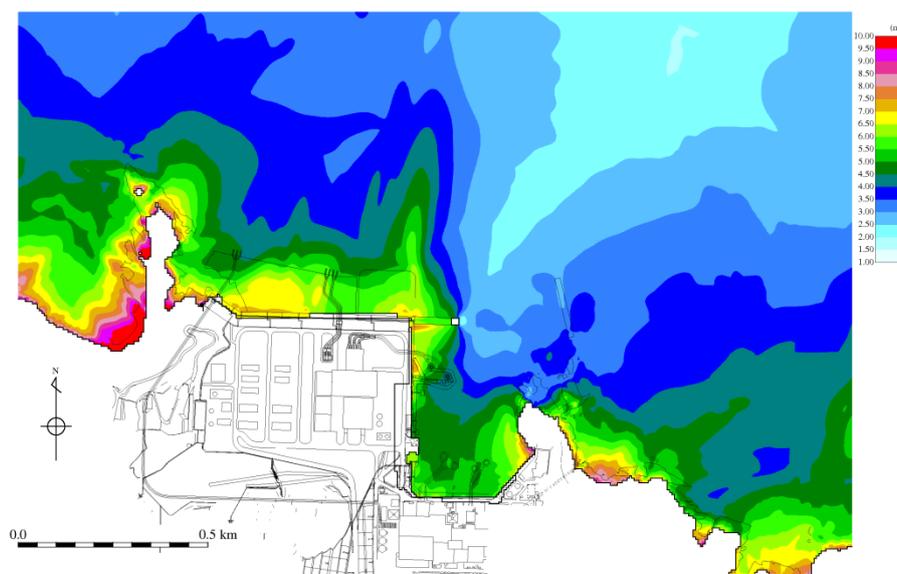


図1 (1) 最高水位分布（基準津波1（防波堤有り））

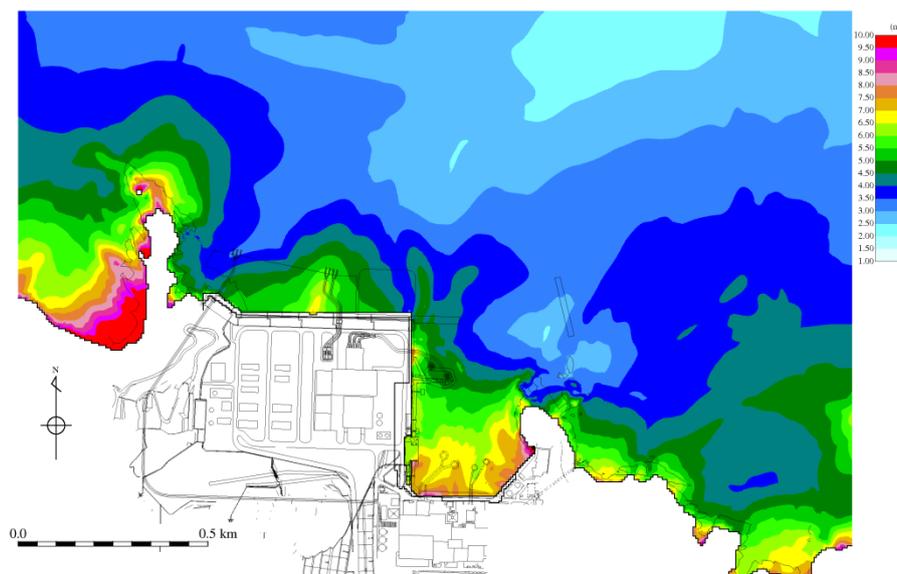


図1 (2) 最高水位分布（基準津波1（防波堤無し））

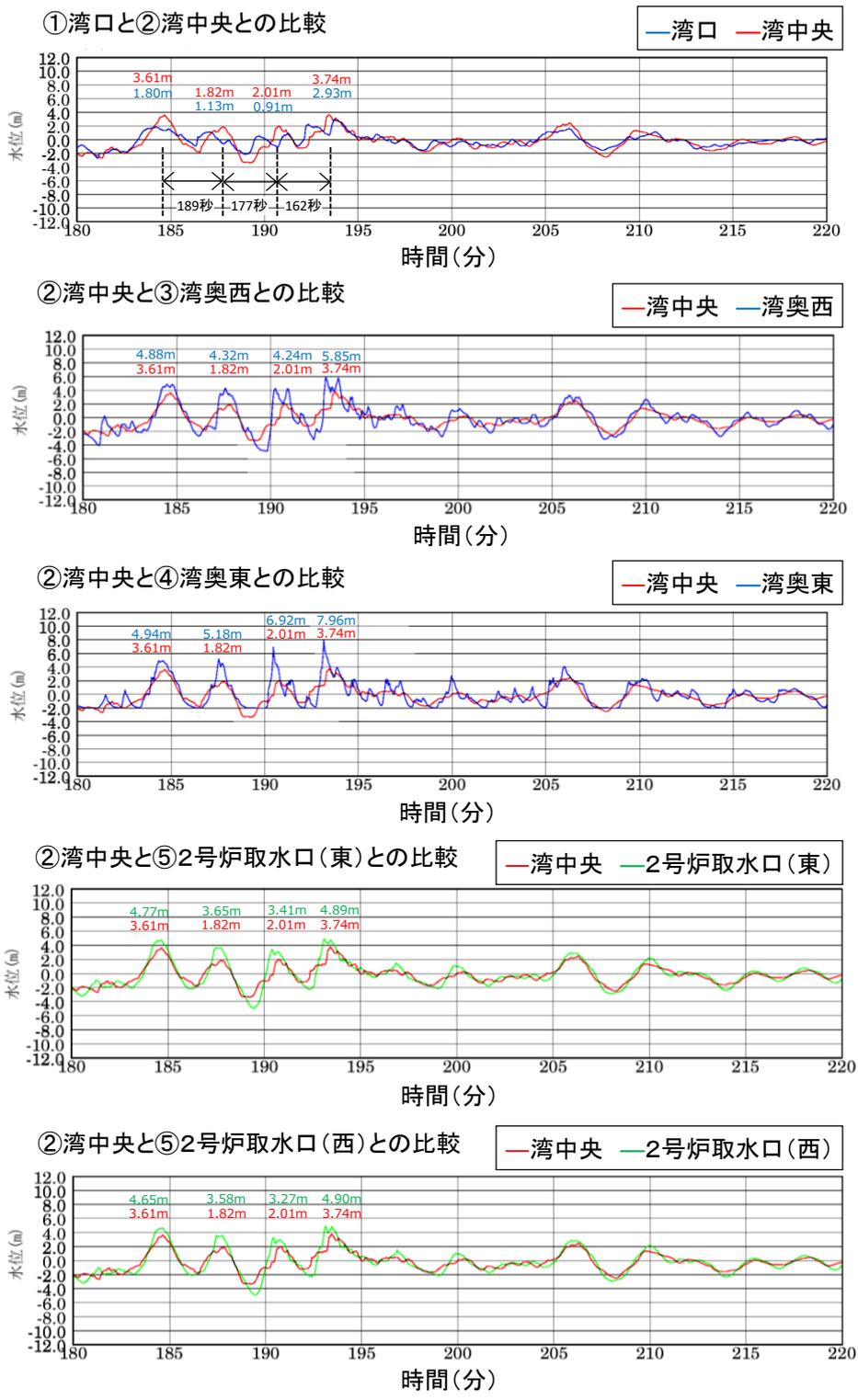


図3 (1) 基準津波1 (防波堤有り) の水位の時刻歴波形 (輪谷湾)

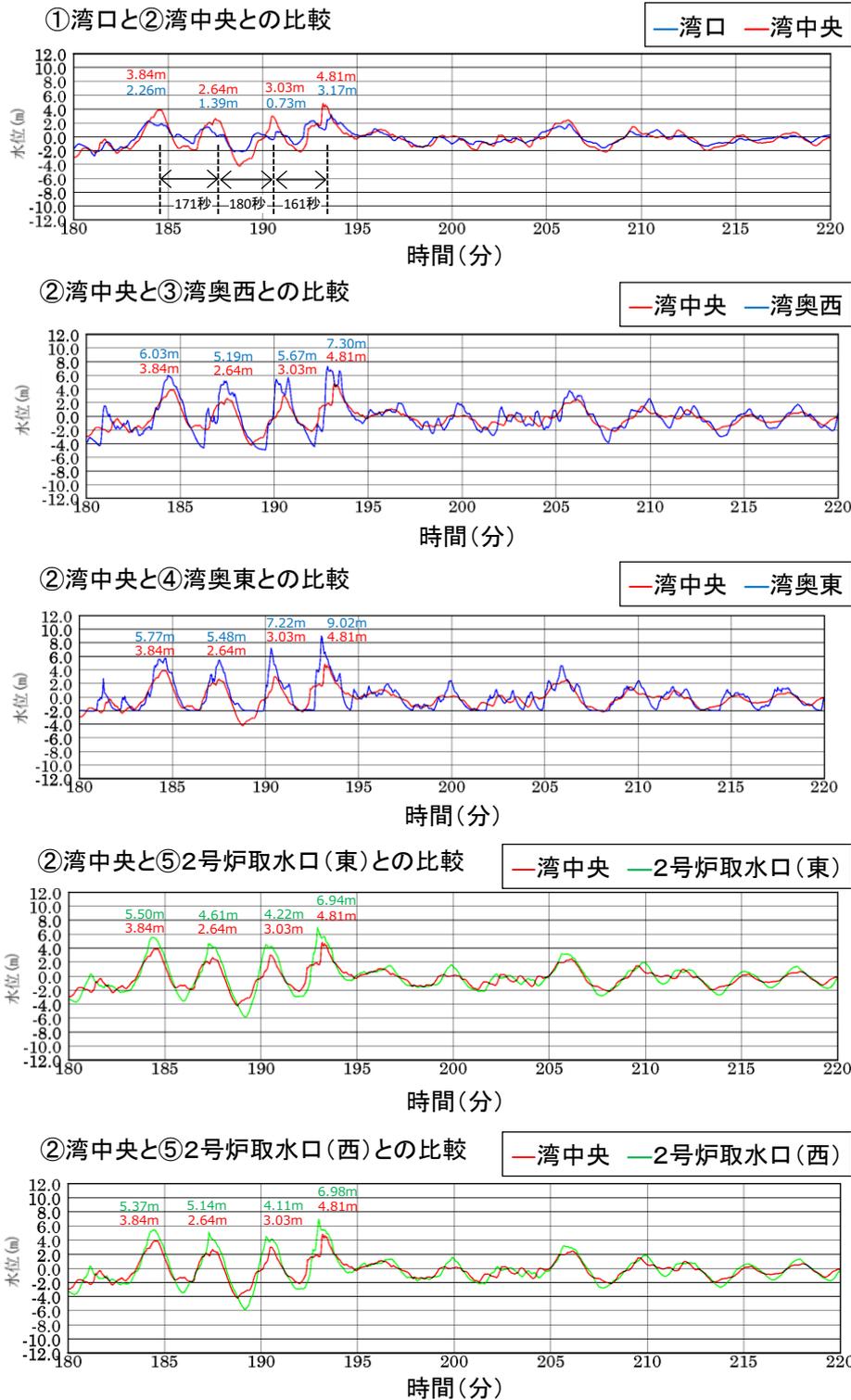


図3 (2) 基準津波1 (防波堤無し) の水位の時刻歴波形 (輪谷湾)

・「湾口～湾中央部」及び「湾奥」について、土木学会による計算格子サイズの目安を満足しており、輪谷湾内の計算格子サイズは妥当であると考えられる。

妥当性確認結果

区分	土木学会による 計算格子サイズの目安		輪谷湾内 の計算格 子サイズ
	考え方	値	
湾口～ 湾中央部	Lvの1/40 程度	55.9m	6.25m
湾奥	Loの1/100 以下	15.8m	6.25m

妥当性確認に要するパラメータ一覧

	値	算定根拠
湾の奥行き	a(m) 456.25	解析上の輪谷湾の奥行き の長さ
湾内平均水深	h(m) 14	解析上の輪谷湾の平均水深
固有周期*	T(s) 156	$T = \frac{4a}{(2m-1)\sqrt{gh}}$
湾口幅	b(m) 325.00	解析上の輪谷湾口の幅
湾口補正係数	γ 1.297	$\gamma = \left(1 + \frac{2b}{\pi a} \left(0.9228 - \ln \frac{\pi b}{4a}\right)\right)^{1/2}$
湾口補正した固 有周期	T'(s) 202	T'=Tγ
湾口水深	h'(m) 25	解析上の輪谷湾口付近の平 均水深
湾内平均波長	Lv(m) 2,236	$L_v = T' \left(\frac{gh'}{2}\right)^{1/2}$
湾中央部より奥 の平均波長	Lo(m) 1,581	$L_o = T' \left(\frac{gh'}{4}\right)^{1/2}$

※ 基本周期としm=1とする。

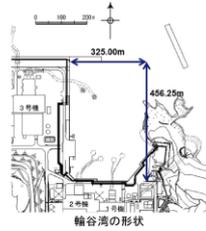


図4 港湾の固有周期

管路計算の詳細について

1. はじめに

海洋から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路計算を基準津波1～6（水位上昇側：基準津波1，2，4，5，水位下降側：基準津波1，3，4，6）を入力波形として計算を実施した。

2. 管路計算に基づく評価

管路計算を行う上での不確かさの考慮として、表1に示す各項目についてパラメータスタディを実施し、入力津波の選定及び津波水位への影響を確認した。

管路計算の計算条件を表2に、貝付着を考慮する範囲を図1に示す。取水路及び放水路の構造図を図2に示す。また、基礎方程式等の数値計算手法は、「原子力発電所の津波評価技術2016（土木学会原子力土木委員会津波評価部会，2016）」に基づき次頁以降に示すとおりとする。

取・放水経路は開水路区間と管路区間が混在するため、微小区間に分割した水路の各部分が、開水路状態か管路状態かを逐次判定し、管路区間はその上下流端の開水路区間の水位（自由水面の水位）を境界条件として流量計算を行い、開水路区間は、開水路の次元不定流の式により流量・水位を計算する。また、水槽及び立坑部は、水面面積を鉛直方向に積算した水位－容積関係を用いて、水槽及び立坑部に接続する水路の流量合計値から水位を算定する。なお、解析には先行審査で実績のある解析コード「SURGE」を使用した。

解析モデルについて、管路は管路延長・管路勾配・管径を考慮したモデル化とし、各管路モデルで摩擦による損失を考慮する。摩擦損失以外の損失は次頁以降の解析モデルに示す各節点において考慮する。また、水槽及び立坑部は、水槽及び立坑部の面積を鉛直方向の分布に応じて考慮し、次頁以降の解析モデル図に示す池としてモデル化を行い、池モデル内においては、保守的に損失水頭は生じないこととする。管路計算モデルを図3に示す。

管路計算は、取・放水口における水位の時刻歴波形を入力条件、取・放水槽におけるポンプ取・放水量（号機毎にポンプ運転時・停止時の取・放水量を設定）を境界条件として実施する。

表3，4及び図4～10に管路計算モデルに用いた各損失を示す。また、表5に各取放水施設の損失水頭表の整理結果を示す。

水位上昇側の評価結果を表6に、水位下降側の評価結果を表7に示す。また、日本海東縁部に想定される地震による津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図11及び図12に、海域活断層から想定される地震による津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図13及び図14に示す。

表1 条件設定

	計算条件
1	貝付着の有無
2	循環水ポンプ稼働の有無

表2 管路計算における計算条件

項目	計算条件
計算領域	【取水施設】 1, 2号炉 取水口 ~ 取水管 ~ 取水槽 3号炉 取水口 ~ 取水路 ~ 取水槽 【放水施設】 放水口 ~ 放水路 ~ 放水槽
計算時間間隔	0.01秒
取水槽側境界条件 (ポンプ取水量)	1号炉 循環水ポンプ停止時: $1.0\text{m}^3/\text{s}^{\ast 1}$ 2号炉 循環水ポンプ運転時: $59\text{m}^3/\text{s}$, 循環水ポンプ停止時: $2.3\text{m}^3/\text{s}$ 3号炉 循環水ポンプ運転時: $95\text{m}^3/\text{s}^{\ast 2}$, 循環水ポンプ停止時: $3\text{m}^3/\text{s}$
摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	【取水施設】 (貝付着なし) $1 \cdot 2$ 号炉取水口 $^{\ast 3}$, $1 \cdot 2$ 号炉取水管 $^{\ast 3}$: $0.014\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ 3号炉取水口 $^{\ast 4}$, 3号炉取水路 $^{\ast 4}$, $1 \sim 3$ 号炉取水槽 $^{\ast 4}$: $0.015\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ (貝付着あり) $1 \cdot 2$ 号炉取水口 $^{\ast 3}$, $1 \cdot 2$ 号炉取水管 $^{\ast 3}$, 3号炉取水口 $^{\ast 4}$, 3号炉取水路 $^{\ast 4}$, $1 \sim 3$ 号炉取水槽 $^{\ast 4}$: $0.02 \text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ 【放水施設】 (貝付着なし) $1 \sim 3$ 号炉放水口 $^{\ast 4}$, $1 \sim 3$ 号炉放水路 $^{\ast 4}$, $1 \sim 3$ 号炉放水槽 $^{\ast 4}$: $0.015\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ (貝付着あり) $1 \sim 3$ 号炉放水口 $^{\ast 4}$, $1 \sim 3$ 号炉放水路 $^{\ast 4}$, $1 \sim 3$ 号炉放水槽 $^{\ast 4}$: $0.02 \text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$
貝の付着代	点検結果を踏まえ5cmを考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995): 火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版- 千秋信一(1967): 発電水力演習 土木学会(1999): 水理公式集[平成11年版]による
想定する潮位条件	水位上昇側: 朔望平均満潮位EL. +0.58mに潮位のばらつき+0.14mを考慮 水位下降側: 朔望平均干潮位EL. -0.02mに潮位のばらつき-0.17mを考慮
地盤変動条件	海域活断層から想定される地震による津波については, 0.34mの隆起を考慮 日本海東縁部に想定される地震による津波については, 津波が起きる前の海域活断層による地殻変動量として0.34mの隆起を考慮
計算時間	日本海東縁部に想定される地震による津波は地震発生後6時間まで 海域活断層から想定される地震による津波は地震発生後3時間まで

- ※1 1号炉取水槽に津波防護施設である流路縮小工を設置することにより, 循環水ポンプの運転に必要な通水量が確保できないことから, 循環水ポンプの運転は行わない。
- ※2 燃料装荷前であり, 原子炉を運転するものではないが, メンテナンス等により循環水ポンプを運転する可能性がある。
- ※3 鋼製
- ※4 コンクリート製

※基礎方程式

管路計算では、非定常の開水路及び管路流の連続式・運動方程式を用いた。

【開水路】

- ・運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

- ・連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

【管路】

- ・運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

- ・連続式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

t : 時間, Q : 流量, v : 流速, x : 管底に沿った座標, A : 流水断面積
 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合), 位置水頭 (開水路の場合)
 z : 管底高, g : 重力加速度, n : マニングの粗度係数, R : 径深
 Δx : 水路の流れ方向の長さ, f : 局所損失係数

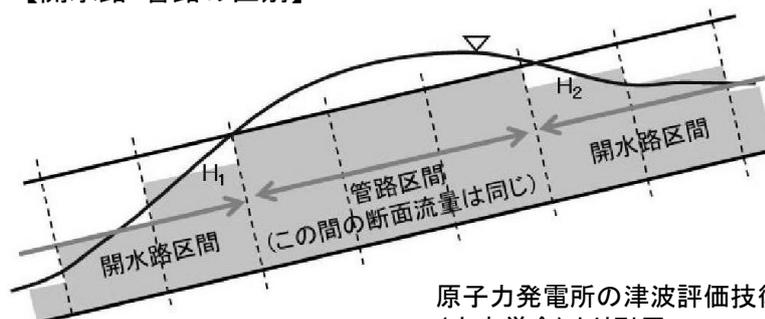
【水槽及び立坑部】

- ・連続式

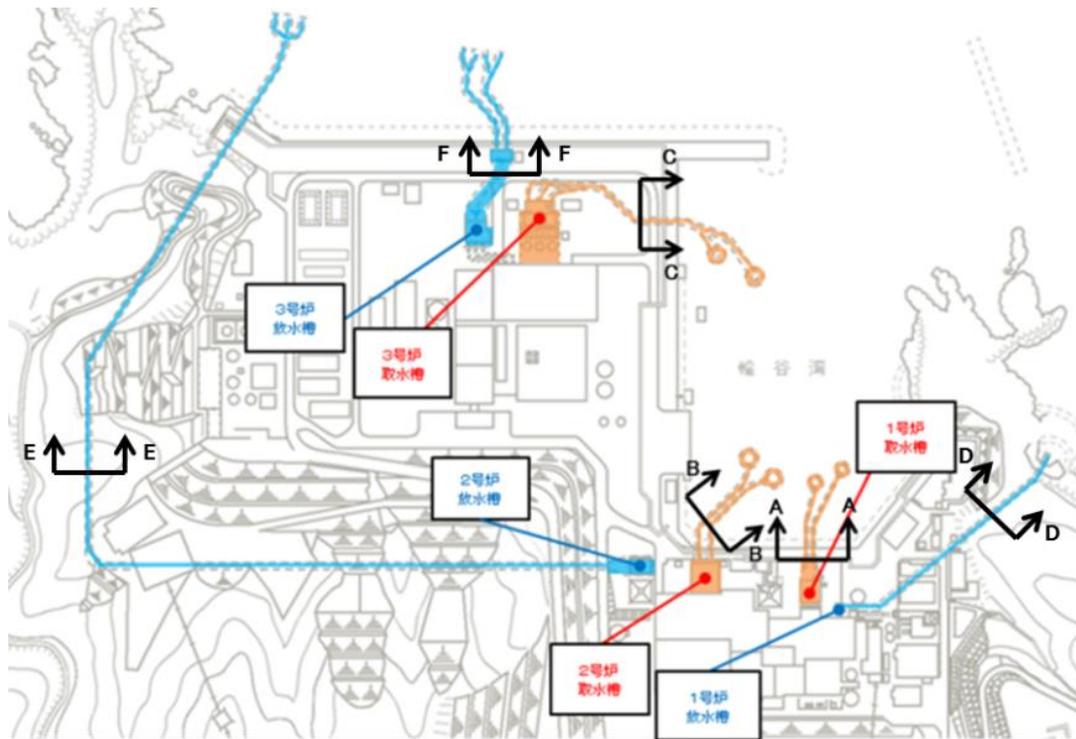
$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに A_p : 水槽の平面積 (水位 の関数となる) H_p : 水槽水位
 Q_s : 水槽へ流入する流量 の総和 t : 時間

【開水路・管路の区別】



原子力発電所の津波評価技術 2016
(土木学会)より引用



	1号炉	2号炉	3号炉
取水設備	<p>A-A 断面</p>	<p>B-B 断面</p>	<p>C-C 断面</p>
放水設備	<p>D-D 断面</p>	<p>E-E 断面</p>	<p>F-F 断面</p>

— 貝付着考慮範囲

図1 貝付着考慮範囲

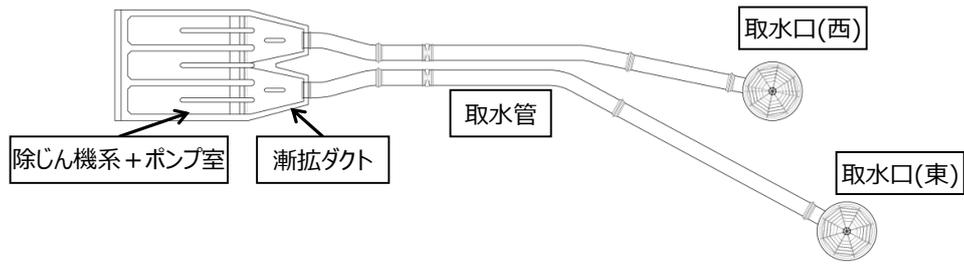


図 2 - 1 1号炉取水施設平面図

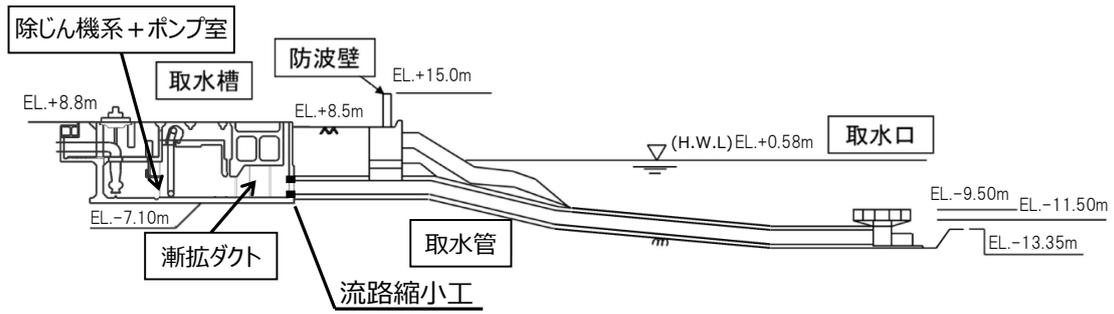


図 2 - 2 1号炉取水施設断面図

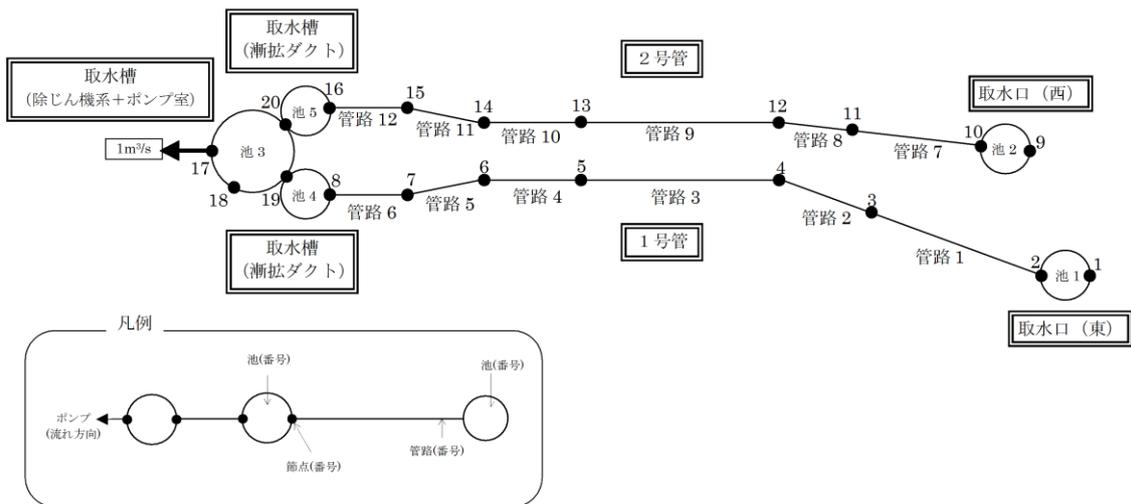


図 3 - 1 1号炉取水施設の管路計算モデル図

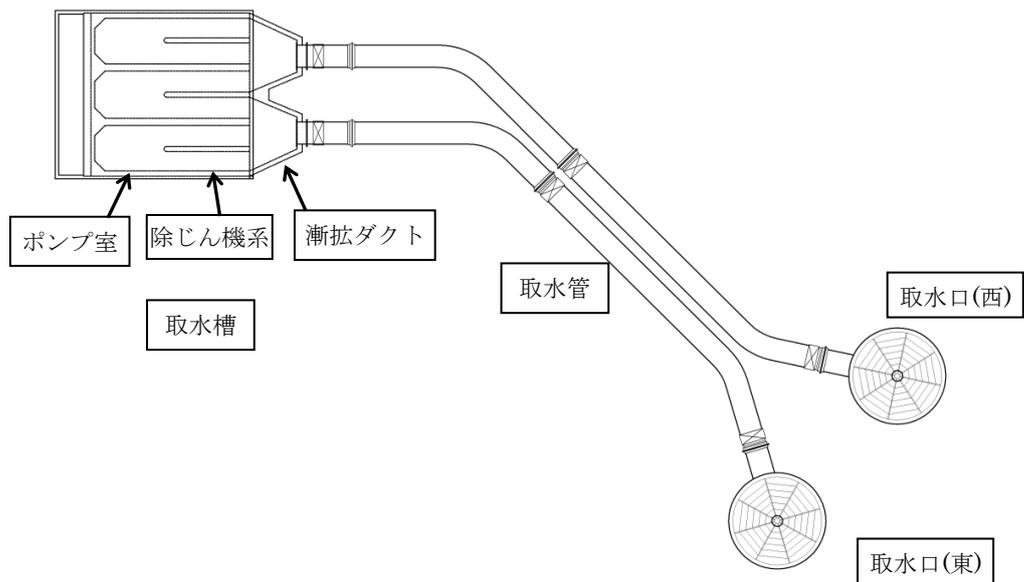


図 2 - 3 2号炉取水施設平面図

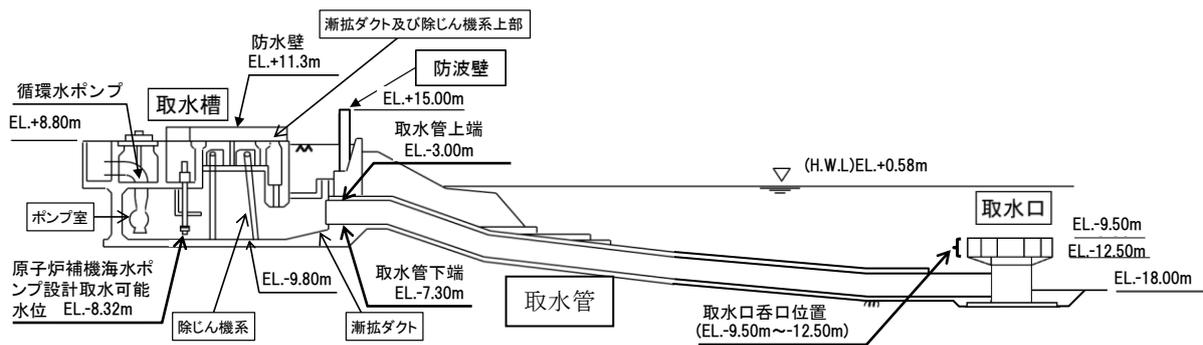


図 2 - 4 2号炉取水施設断面図

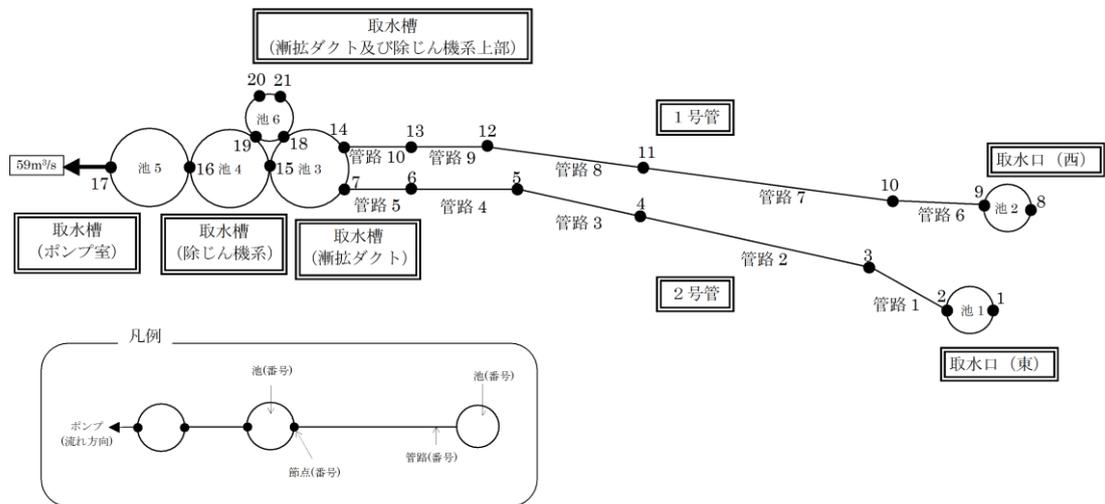


図 3 - 2 2号炉取水施設の管路計算モデル図

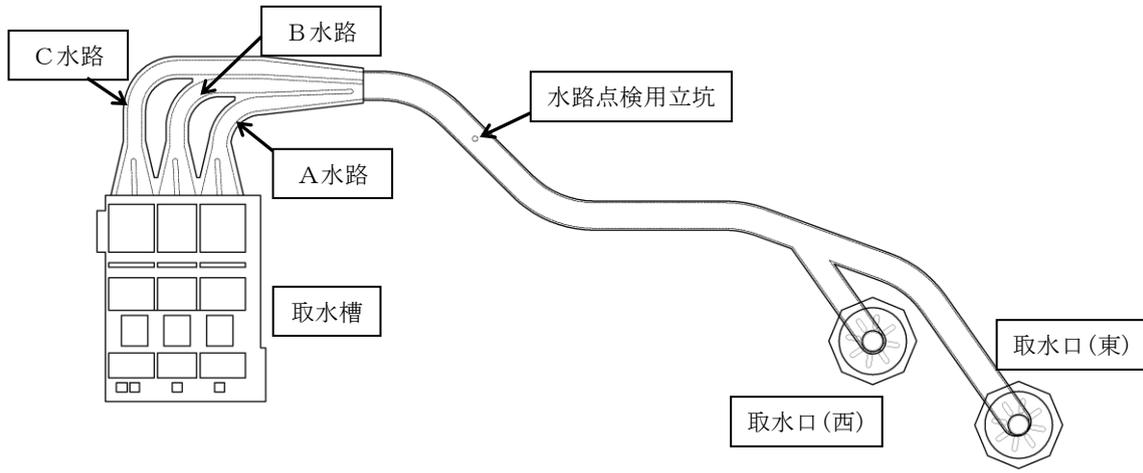


図 2 - 5 3号炉取水施設平面図

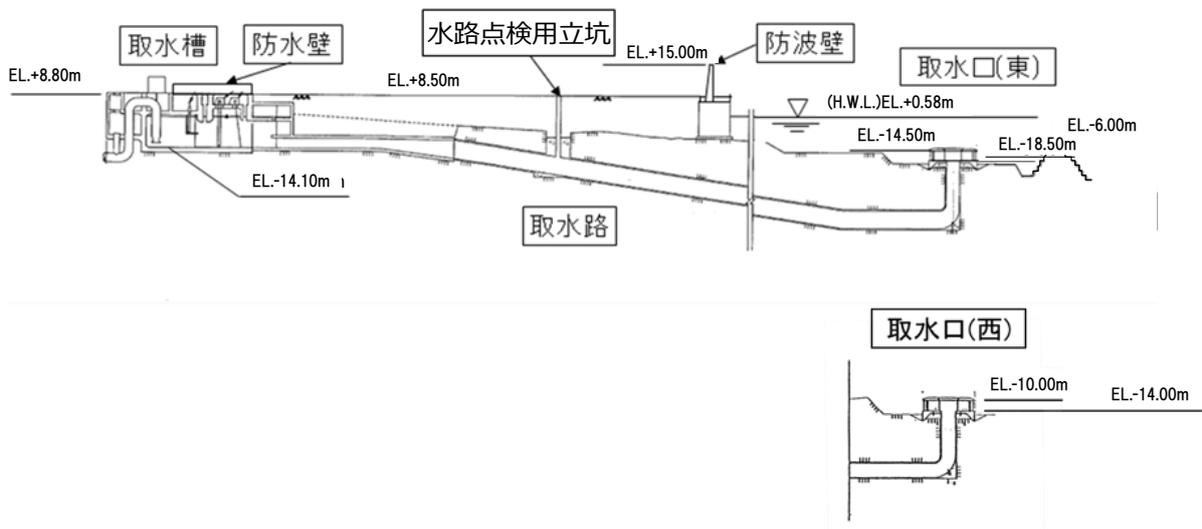


図 2 - 6 3号炉取水施設断面図

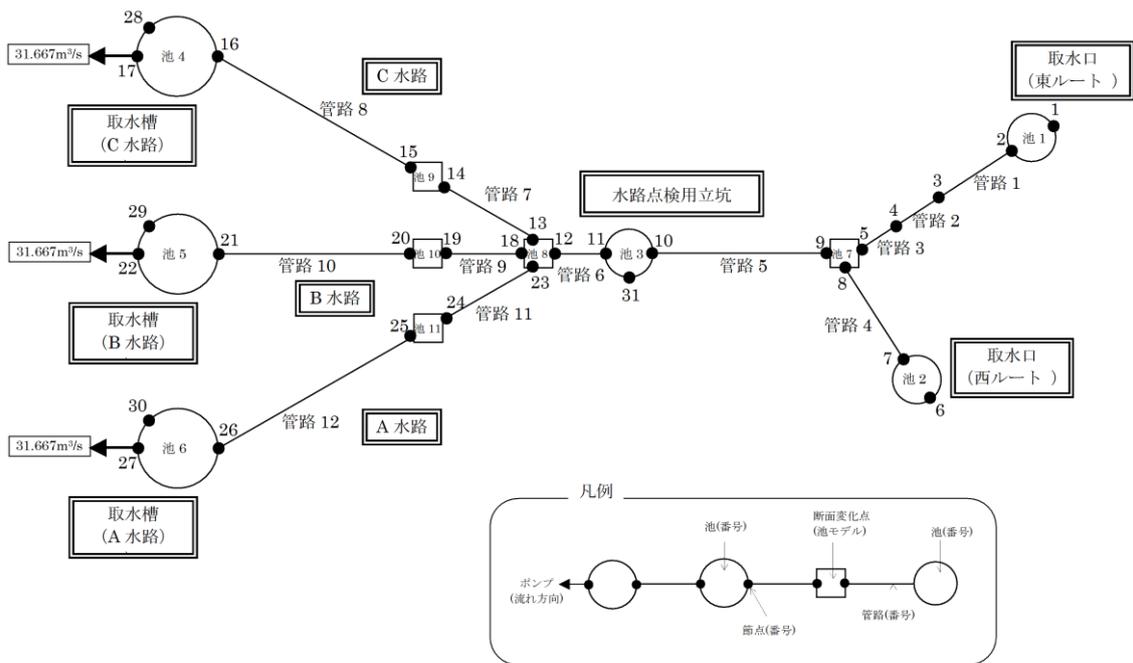


図 3 - 3 3号炉取水施設の管路計算モデル図

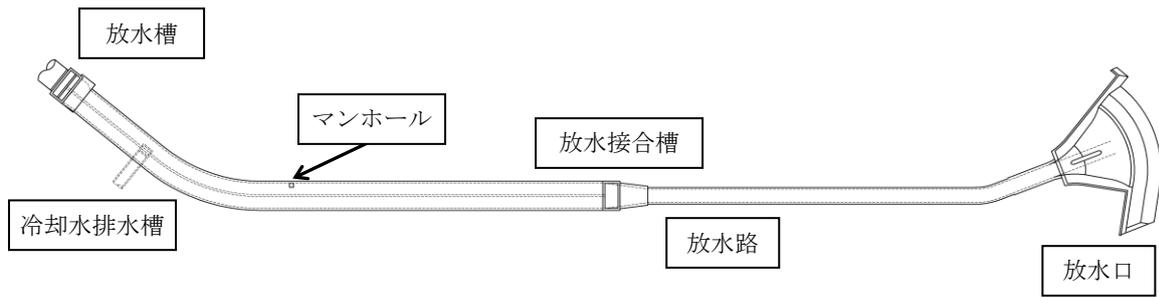


図 2 - 7 1号炉放水施設平面図

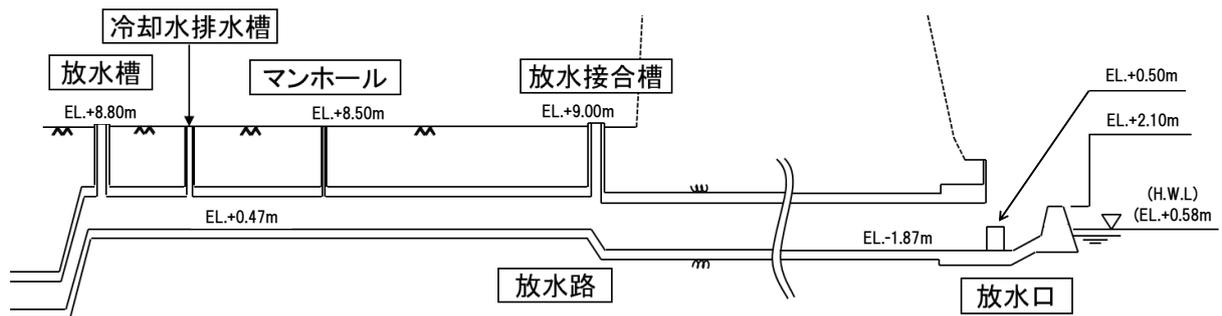


図 2 - 8 1号炉放水施設断面図

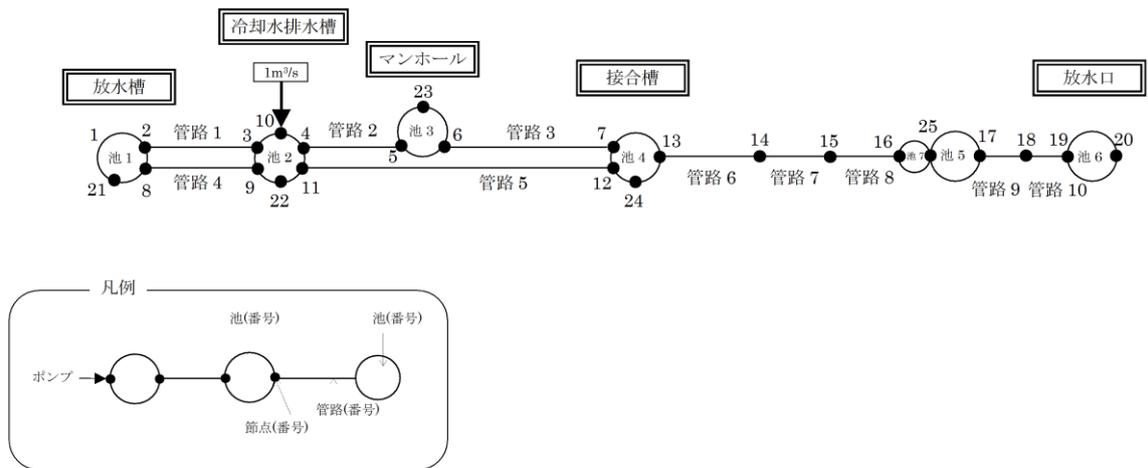


図 3 - 4 1号炉放水施設の管路計算モデル図

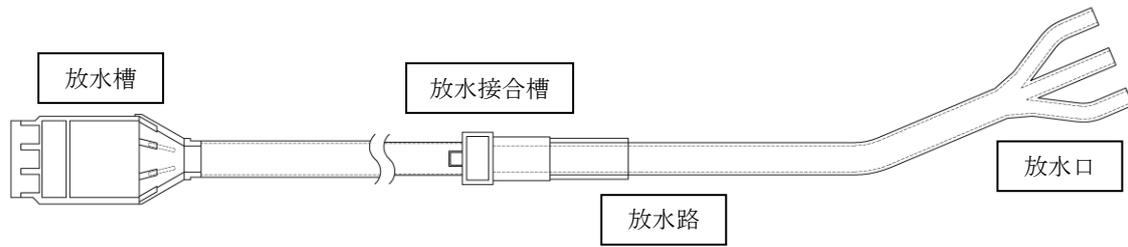


図 2 - 9 2号炉放水施設平面図

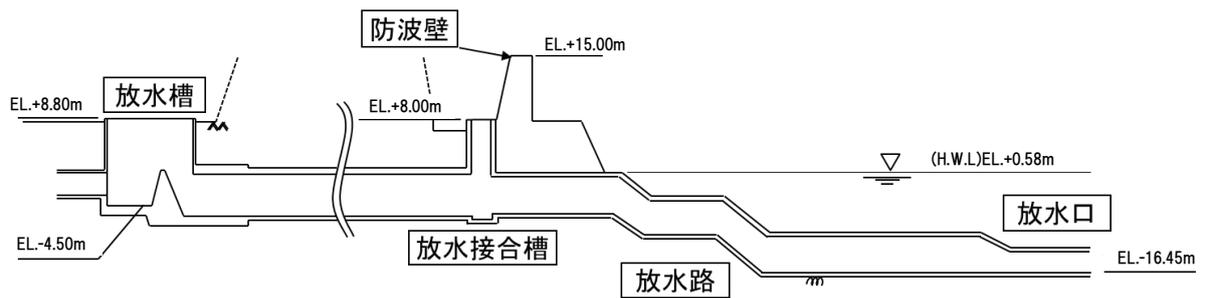


図 2 - 10 2号炉放水施設断面図

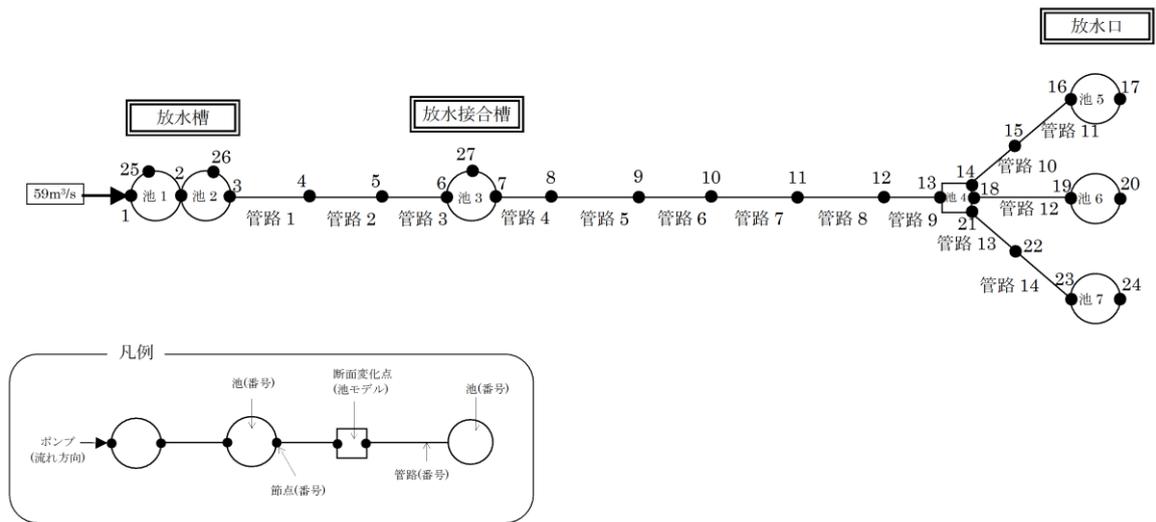


図 3 - 5 2号炉放水施設の管路計算モデル図

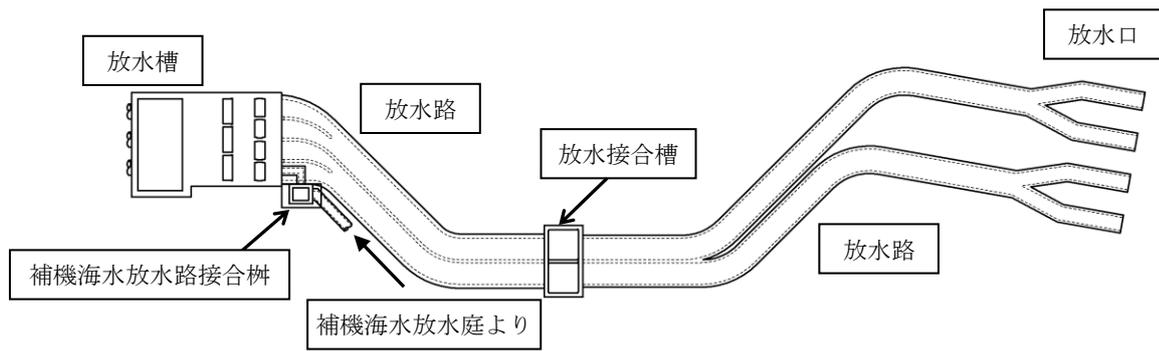


図 2 - 11 3号炉放水施設平面図

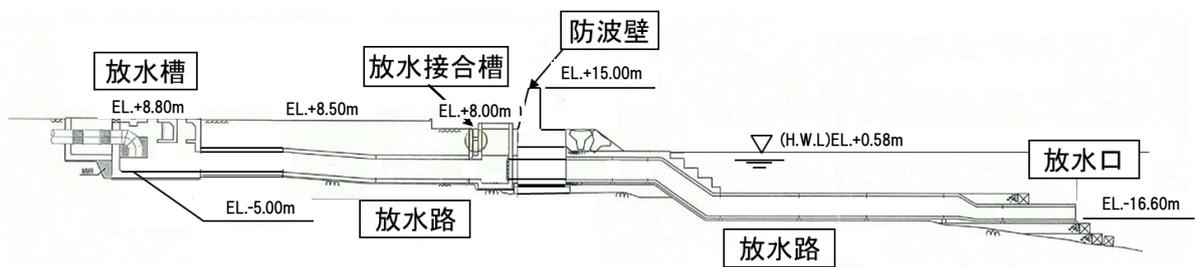


図 2 - 12 3号炉放水施設断面図

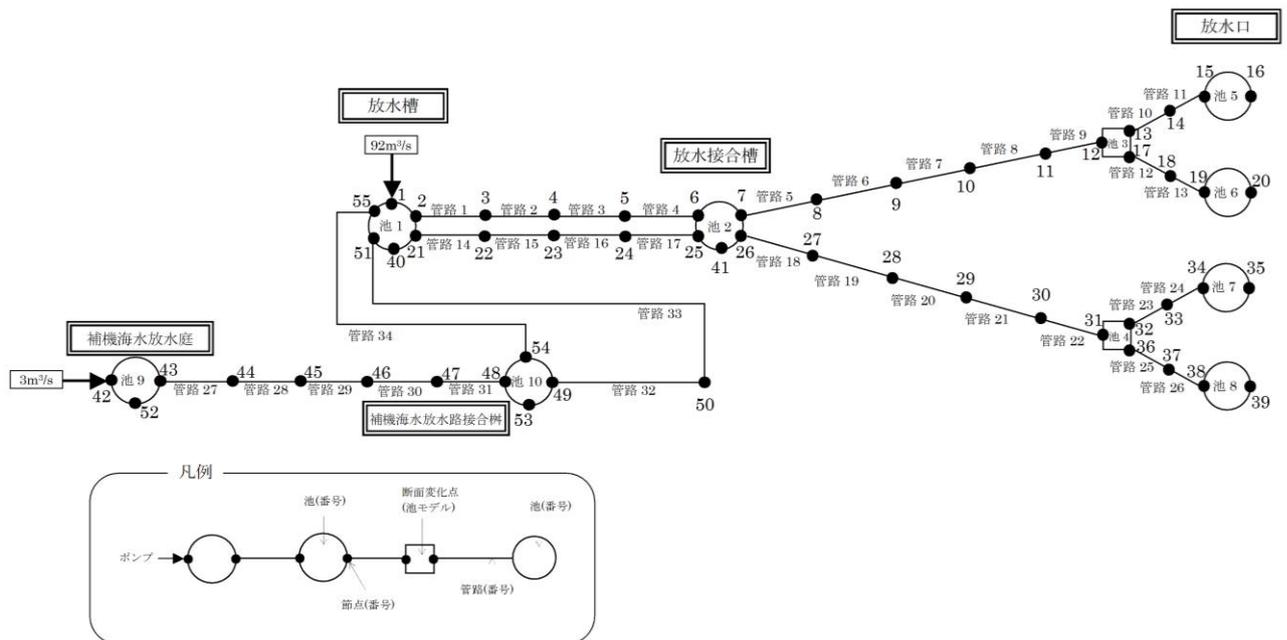


図 3 - 6 3号炉放水施設の管路計算モデル図

表 3 - 1 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
①流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	f_e : 流入損失係数 V : 管内流速(m/s)	土木学会水理公式集 (平成 11 年版) p.374-375【図 4 参照】
②流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	f_o : 流出損失係数 V : 管内流速(m/s)	土木学会水理公式集 (平成 11 年版) p.375
③摩擦損失	$h_f = n^2 V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	V : 平均流速(m/s) L : 水路の長さ(m) R : 水路の径深(m) n : 粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	火力原子力発電所 土木構造物の設計 p.829
④急拡損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left\{ 1 - \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \right\}^2$	f_{se} : 急拡損失係数 V_1 : 急拡前の平均流速(m/s) A_1 : 急拡前の管断面積(m ²) A_2 : 急拡後の管断面積(m ²)	火力原子力発電所 土木構造物の設計 p.829
⑤急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{sc} : 急縮損失係数 V_2 : 急縮後の平均流速(m/s)	火力原子力発電所 土木構造物の設計 p.829-830【表 4 参照】
⑥漸拡損失	$h_{ge} = f_{ge} \cdot f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left\{ 1 - \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \right\}^2$	f_{ge} : 漸拡損失係数 V_1 : 漸拡前の平均流速(m/s) A_1 : 漸拡前の管断面積(m ²) A_2 : 漸拡後の管断面積(m ²)	火力原子力発電所 土木構造物の設計 p.830 【図 5 参照】
⑦漸縮損失	$h_{gc} = f_{gc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{gc} : 漸縮損失係数 V_2 : 漸縮後の平均流速(m/s)	発電水力演習 p.84 【図 6 参照】
⑧屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ $+ 2.05 \sin^4 \frac{\alpha}{2}$	f_{be} : 屈折損失係数 V : 管内平均流速(m/s) α : 屈折角(°)	発電水力演習 p.88 【図 7 参照】

表 3 - 2 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
⑨ 曲がり 損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \times (D / \rho)^{7/2}$ $f_{b2} = (\theta / 90)^{1/2}$	<p>V :管内平均流速(m/s)</p> <p>f_{b1} : 曲がりの曲率半径 ρ と管径 D との比によって決まる損失係数</p> <p>f_{b2} : 任意の曲がり中心角 θ の場合の損失と中心角 90° の場合の損失との比</p>	<p>発電水力演習 p.86-87</p> <p>【図 8 参照】</p>
⑩ ピヤー による損失	$\Delta h_p' = \left\{ \frac{1}{C^2} \left(\frac{b_1}{b_2} \right)^2 - 1 \right\} \frac{V_1^2}{2g}$	<p>V_1 :ピヤー上流側の流速(m/s)</p> <p>C : ピヤーの水平断面形状による係数</p> <p>b_1 : ピヤー直前の水路幅(m)</p> <p>b_2 : 水路幅からピヤー幅の総計を控除した幅(m)</p>	<p>発電水力演習 p.92-93</p> <p>【図 9 参照】</p>
⑪ 分流に よる損失	$H_\alpha - H_\gamma = f_{d,\gamma} \times \frac{V_\alpha^2}{2g}$ $H_\alpha - H_\beta = f_{d,\beta} \times \frac{V_\alpha^2}{2g}$	<p>H_α, H_γ :分流前後の本管動水位 (位置水頭と圧力水頭の和) (m)</p> <p>H_β :支管動水位(m)</p> <p>V_α :分流前の本管内流速(m/s)</p> <p>$f_{d,\gamma}, f_{d,\beta}$: 分流損失係数</p>	<p>土木学会 水理 公式集 (平成 11 年版)</p> <p>p.376-377</p> <p>【図 10 参照】</p>
⑫ 合流に よる損失	$H_\alpha - H_\gamma = f_{c,\alpha} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}$ $H_\beta - H_\gamma = f_{c,\beta} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}$	<p>H_α, H_γ :合流前後の本管動水位(m)</p> <p>H_β :支管動水位(m)</p> <p>V_γ :合流後の本管内流速(m/s)</p> <p>$f_{c,\alpha}, f_{c,\beta}$: 合流損失係数</p>	<p>土木学会 水理 公式集 (平成 11 年版)</p> <p>p.377</p> <p>【図 10 参照】</p>
⑬ 分岐に よる損失	$h_B = f_B \times \frac{V_0^2}{2g}$	<p>V_0 :分流前の水圧管内の平均流速(m/s)</p> <p>f_B : 分岐による損失係数 (Y 分岐 : 0.75、三分岐 : 0.69)</p>	<p>発電水力演習 p.120-123</p>

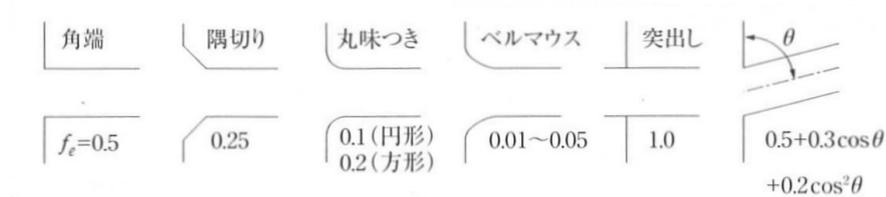


図4 入口形状と損失係数（土木学会水理公式集（平成11年版）p.375）

表4 急縮損失係数（火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830）

D_2/D_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f_{sc}	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

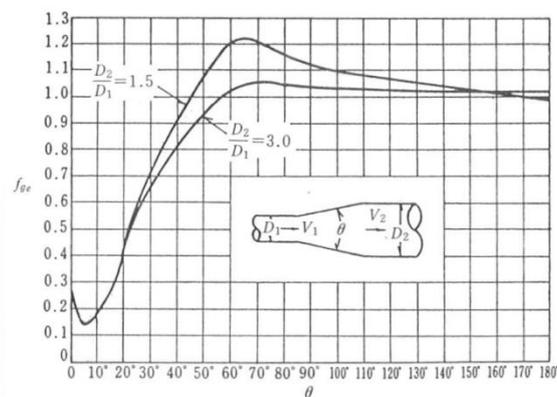


図5 漸拡損失係数（火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830）

D_1, D_2 : 漸拡前後の管径(m), V_1, V_2 : 漸拡前後の平均流速(m/s), θ : 漸拡部の開き (°)

(※本施設では、円形断面管と矩形断面管の漸拡に上記の図による値を適用する。矩形断面管の場合、矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、管径 D_1, D_2 を算出した。)

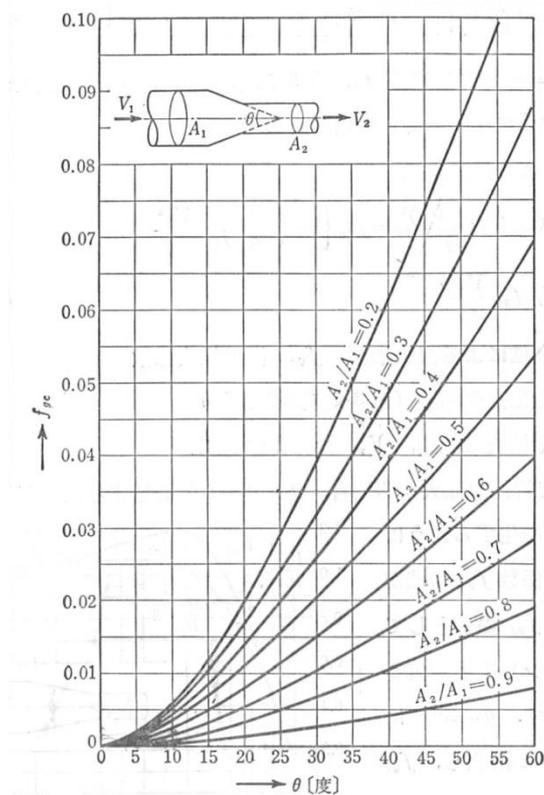


図6 漸縮損失係数 (発電水力演習 p.84)

A_1, A_2 : 漸縮前後の管断面積(m²), V_1, V_2 : 漸縮前後の平均流速(m/s), θ : 漸縮部の開き (°)

(※本施設では、円形断面管と矩形断面管の漸縮に上記の図による値を適用する。)

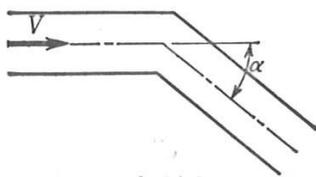


図7 屈折角 (発電水力演習p.88)

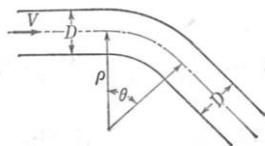


図8 曲がり, 曲率半径 (発電水力演習p.87)

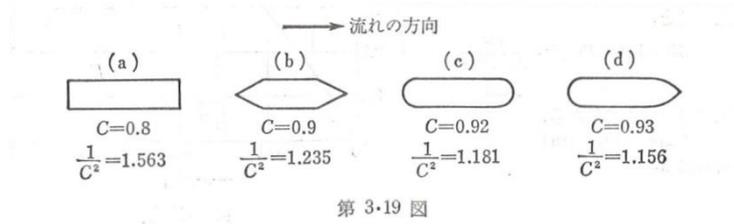


図9 ピヤの形状による係数Cの値（発電水力演習p.92）

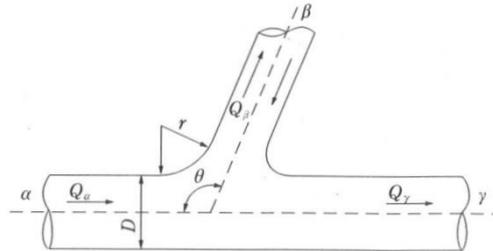


図10 分・合流管（土木学会水理公式集（平成11年版）p.377）

(a)分流による損失係数

$$f_{d,\gamma} = 0.58q_\beta^2 - 0.26q_\beta + 0.03$$

$$f_{d,\beta} = 0.95(1 - q_\beta)^2 + q_\beta^2 \left(1.3 \cot \frac{\theta}{2} - 0.3 + \frac{0.4 - 0.1\varphi}{\varphi^2} \right) \cdot \left(1 - 0.9 \sqrt{\frac{\rho}{\varphi}} \right) + 0.4q_\beta(1 - q_\beta) \left(1 + \frac{1}{\varphi} \right) \cot \frac{\theta}{2}$$

ここに、 $f_{d,\gamma}, f_{d,\beta}$ ：分流失損失係数、 θ ：本管と支管の交角、 φ ：本管断面積に対する支管断面積の比、 $\rho = r/D$ ：支管と本管の接続部面取り半径 r の本管直径に対する比、 $q_\beta = Q_\beta/Q_\alpha$ ：分流失前の本管流量 Q_α に対する支管流量 Q_β の比

(b)合流による損失係数

$$f_{c,\alpha} = -q_\beta^2 \left\{ 2.59 + (1.62 - \sqrt{\rho}) \left(\frac{\cos \theta}{\varphi} - 1 \right) - 0.62\varphi \right\} - q_\beta(1.94 - \varphi) + 0.03$$

$$f_{c,\beta} = -q_\beta^2 \left\{ (1.2 - \sqrt{\rho}) \left(\frac{\cos \theta}{\varphi} - 1 \right) + 0.8 \left(1 - \frac{1}{\varphi^2} \right) - (1 - \varphi) \frac{\cos \theta}{\varphi} \right\} - (1 + q_\beta) \{ 0.92 + q_\beta(2.92 - \varphi) \}$$

ここに、 $f_{c,\alpha}, f_{c,\beta}$ ：合流失損失係数、 θ ：本管と支管の交角、 φ ：本管断面積に対する支管断面積の比、 $\rho = r/D$ ：支管と本管の接続部面取り半径 r の本管直径に対する比、 $q_\beta = Q_\beta/Q_\gamma$ ：合流失後の本管流量 Q_γ に対する支管流量 Q_β の比

表5-1 1号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し、循環水ポンプ停止時)

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)		損失水頭 (m)		モデル化		
			1号管	2号管	1号管	2号管	1号管	2号管			
取水口	0.500	流入	F	0.500	0.500	75.398	75.398	0.000	0.000	節点2,10	
		急縮	F	0.480	0.480	12.566	12.566	0.000	0.000	節点2,10	
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.014	12.566	12.566	0.000	0.000	節点2,10	
			長さ(m)	2.600	2.600						
			径深(m)	1.000	1.000						
		屈折	F	0.986	0.986	12.566	12.566	0.000	0.000	節点2,10	
		急縮	F	0.140	0.140	8.814	8.814	0.000	0.000	節点2,10	
取水管	0.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.014	8.814	8.814	0.000	0.000	管路1~6 管路7~12	
			長さ(m)	127.075	102.915						
			径深(m)	0.838	0.838						
		曲がり	F _{b1}	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	節点3,11	
			F _{b2}	0.279	0.319						
		曲がり	F _{b1}	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	節点4,12	
			F _{b2}	0.571	0.366						
		曲がり	F _{b1}	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	節点5,13	
			F _{b2}	0.412	0.379						
		曲がり	F _{b1}	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	節点6,14	
			F _{b2}	0.413	0.413						
		曲がり	F _{b1}	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	節点7,15	
			F _{b2}	0.413	0.413						
		流路縮小工	0.500	急縮	F	0.282	0.282	4.407	4.407	0.000	0.000
急拡	F			0.754	0.754	4.407	4.407	0.000	0.000	節点8,16	
取水槽	0.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	41.667	41.667	0.000	0.000	節点8,16	
			長さ(m)	9.100	9.100						
			径深(m)	1.682	1.682						
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	50.000	50.000	0.000	0.000	節点8,16	
			長さ(m)	1.700	1.700						
			径深(m)	1.716	1.716						
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	31.250	31.250	0.000	0.000	節点8,16	
			長さ(m)	1.000	1.000						
			径深(m)	0.805	0.805						
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	33.333	33.333	0.000	0.000	節点8,16	
			長さ(m)	2.000	2.000						
			径深(m)	0.820	0.820						
		ピヤー	ピアの水平断面形状による係数		0.920	0.920	45.455	45.455	0.000	0.000	節点8,16
			ピア直前の水路幅(m)		6.859	6.859					
			水路幅からピア幅の総計を控除した幅(m)		6.059	6.059					
		漸拡	F _{ge}	0.280	0.280	33.500	33.500	0.000	0.000	節点8,16	
			F _{se}	0.204	0.204						
		漸縮	F	0.020	0.020	42.557	42.557	0.000	0.000	節点8,16	
		急縮	F	0.100	0.100	32.237	32.237	0.000	0.000	節点8,16	
		漸拡	F _{ge}	0.200	0.200	32.237	32.237	0.000	0.000	節点8,16	
F _{se}	0.003		0.003								
流出	F	1.000	1.000	34.185	34.185	0.000	0.000	節点8,16			
合計							0.000	0.000			

表5-2 2号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し、循環水ポンプ運転時)

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)		損失水頭 (m)※		モデル化	
			1号管	2号管	1号管	2号管	1号管	2号管		
取水口	29.500	流入	F	0.500	0.500	160.221	160.221	0.001	0.001	節点2,9
		急縮	F	0.440	0.440	50.265	50.265	0.008	0.008	節点2,9
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.014	50.265	50.265	0.000	0.000	節点2,9
			長さ(m)	5.350	5.350					
			径深(m)	2.000	2.000					
		屈折	F	0.986	0.986	50.265	50.265	0.017	0.017	節点2,9
		急縮	F	0.410	0.410	14.522	14.522	0.086	0.086	節点2,9
取水管	29.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.014	14.522	14.522	0.100	0.096	管路1~5 管路6~10
			長さ(m)	136.358	130.657					
			径深(m)	1.075	1.075					
		曲がり	F _{b1}	0.134	0.134	14.522	14.522	0.017	0.016	節点3,10
			F _{b2}	0.603	0.565					
		曲がり	F _{b1}	0.133	0.133	14.522	14.522	0.004	0.004	節点3,10
			F _{b2}	0.156	0.156					
		曲がり	F _{b1}	0.133	0.133	14.522	14.522	0.006	0.006	節点4,11
			F _{b2}	0.228	0.228					
		曲がり	F _{b1}	0.134	0.134	14.522	14.522	0.020	0.020	節点5,12
			F _{b2}	0.707	0.707					
		曲がり	F _{b1}	0.133	0.133	14.522	14.522	0.010	0.010	節点5,12
			F _{b2}	0.367	0.359					
		曲がり	F _{b1}	0.133	0.133	14.522	14.522	0.013	0.013	節点6,13
			F _{b2}	0.460	0.453					
急拡	F	0.395	0.395	14.522	14.522	0.083	0.083	節点7,14		
取水槽	29.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	55.037	55.037	0.000	0.000	節点7,14
			長さ(m)	8.000	8.000					
			径深(m)	1.941	1.941					
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	81.044	81.044	0.000	0.000	節点7,14
			長さ(m)	1.000	1.000					
			径深(m)	2.093	2.093					
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	65.265	65.265	0.000	0.000	節点7,14
			長さ(m)	3.500	3.500					
			径深(m)	1.139	1.139					
		ピヤー	ピアの水平断面形状による係数	0.900	0.900	51.304	51.304	0.026	0.026	節点7,14
			ピア直前の水路幅(m)	7.933	7.933					
			水路幅からピア幅の総計を控除した幅(m)	5.533	5.533					
		漸拡	F _{ge}	0.670	0.670	39.060	39.060	0.007	0.007	節点7,14
			F _{se}	0.338	0.338					
		急縮	F	0.040	0.040	82.991	82.991	0.000	0.000	節点7,14
		漸縮	F	0.001	0.001	79.170	79.170	0.000	0.000	節点7,14
		急縮	F	0.060	0.060	65.250	65.250	0.001	0.001	節点7,14
		流出	F	1.000	1.000	65.250	65.250	0.010	0.010	節点7,14
合計							0.409	0.404		

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示

表5-3 3号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し、循環水ポンプ運転時)

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)		損失水頭 (m)※		モデル化		
			東ルート	西ルート	東ルート	西ルート	東ルート	西ルート			
取水口	47.500	流入	F	0.500	0.500	251.327	251.327	0.001	0.001	節点2,7	
		急縮	F	0.490	0.490	23.758	23.758	0.100	0.100	節点2,7	
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	23.758	23.758	0.015	0.014	節点2,7	
			長さ(m)	25.65	23.106						
			径深(m)	1.375	1.375						
		曲がり	Fb1	0.294	0.294	23.758	23.758	0.060	0.060	節点2,7	
			Fb2	1.000	1.000						
漸拡	Fge	1.200	1.200	23.758	23.758	0.062	0.029	節点2,7			
Fse	0.254	0.117									
取水トンネル	47.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	47.902	36.125	0.008	0.008	管路1~3 管路4	
			長さ(m)	90.429	38.509						
			径深(m)	1.929	1.675						
		曲がり	Fb1	0.132	—	47.902	—	0.004	—	節点3	
			Fb2	0.624	—						
		曲がり	Fb1	0.132	—	47.902	—	0.002	—	節点3	
			Fb2	0.291	—						
曲がり	Fb1	0.132	—	47.902	—	0.001	—	節点4			
	Fb2	0.127	—								
合流点	95.000	合流	F	0.057	0.274	47.902	47.902	0.011	0.055	節点5,8	
小計								0.264	0.267		
小計(東ルートと西ルートの平均値)											
合流点 ～ 水路点検 用立坑	95.000	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	—	0.015	47.902	—	—	—	0.039	管路5
			長さ(m)	—	106.336						
			径深(m)	—	1.929						
		曲がり	Fb1	—	0.132	47.902	—	—	—	0.012	節点9
			Fb2	—	0.471						
曲がり	Fb1	—	0.132	47.902	—	—	—	0.019	節点10		
	Fb2	—	0.707								
水路点検 用立坑 ～ 接合水路	95.000	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	—	0.015	47.902	—	—	—	0.014	管路6
			長さ(m)	—	38.954						
			径深(m)	—	1.929						
		曲がり	Fb1	—	0.132	47.902	—	—	—	0.019	節点12
			Fb2	—	0.707						
小計									0.103		

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数			断面積 (m ²)			損失水頭 (m)※			モデル化	
			C水路	B水路	A水路	C水路	B水路	A水路	C水路	B水路	A水路		
接合水路	31.667	急縮	F	0.005	0.005	0.005	47.902	47.902	47.902	0.001	0.001	0.001	節点13,18,23
			粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	0.015	17.248	15.719	16.519	0.022	0.035	0.027	管路7,9,11
			長さ(m)	30.000	30.000	30.000							
		径深(m)	1.009	0.832	0.938								
		漸縮	F	0.000	—	—	17.140	—	—	0.000	—	—	節点13
			Fge	—	0.190	0.180	—	16.998	16.998	—	0.000	0.000	節点18,23
		Fse	—	0.003	0.003								
		急縮	F	—	0.110	0.110	—	13.336	13.336	—	0.032	0.032	節点18,23
			Fge	—	0.200	0.200							
		漸拡	Fse	—	0.081	0.025	—	12.252	14.421	—	0.006	0.001	節点18,23
3連 ボックス 水路	31.667	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	0.015	17.140	17.140	17.140	0.038	0.026	0.013	管路8,10,12
			長さ(m)	55.790	37.790	19.790							
			径深(m)	1.097	1.097	1.097							
		曲がり	Fb1	0.134	0.134	0.134	17.140	17.140	17.140	0.023	0.023	0.023	節点15,20,25
			Fb2	1.000	1.000	1.000							
取水槽	31.667	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	0.015	18.454	18.454	18.454	0.001	0.001	0.001	節点16,21,26
			長さ(m)	1.200	1.200	1.200							
			径深(m)	1.107	1.107	1.107							
		漸拡	Fge	0.350	0.350	0.350	17.140	17.140	17.140	0.001	0.001	0.001	節点16,21,26
			Fse	0.020	0.020	0.020							
		急縮	F	0.396	0.396	0.396	19.988	19.988	19.988	0.051	0.051	0.051	節点16,21,26
			粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	0.015	59.975	59.975	59.975	0.000	0.000	0.000	節点16,21,26
		長さ(m)	2.580	2.580	2.580								
		径深(m)	1.815	1.815	1.815								
		漸拡	Fge	0.450	0.450	0.450	53.967	53.967	53.967	0.000	0.000	0.000	節点16,21,26
			Fse	0.041	0.041	0.041							
		急縮	F	0.100	0.100	0.100	51.733	51.733	51.733	0.002	0.002	0.002	節点16,21,26
			粗度係数(m ^{-1/3} ·s)	0.015	0.015	0.015	70.370	70.370	70.370	0.000	0.000	0.000	節点16,21,26
		長さ(m)	11.020	11.020	11.020								
		径深(m)	1.324	1.324	1.324								
漸拡	Fge	0.400	0.400	0.400	51.733	51.733	51.733	0.002	0.002	0.002	節点16,21,26		
	Fse	0.281	0.281	0.281									
流出	F	1.000	1.000	1.000	109.998	109.998	109.998	0.004	0.004	0.004	節点16,21,26		
小計									0.145	0.184	0.158		
合計									0.514	0.553	0.527		

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示

表5-4 1号炉放水施設の損失水頭表
(貝付着無し、循環水ポンプ停止時)

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)		損失水頭 (m)※		モデル化	
			北ルート	南ルート	北ルート	南ルート	北ルート	南ルート		
放水槽	0.000	流入	F	0.100	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	節点2,8
		漸縮	F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
一般部(矩形)	0.000	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	管路1,4
			長さ(m)	27.800	27.800					
			径深(m)	0.000	0.000					
冷却水排水槽	0.000	急拡	F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	節点3,9
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	節点4,11
			長さ(m)	2.800	2.800					
	0.500	急縮	F	0.049	0.049	0.696	0.696	0.001	0.001	節点4,11
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	—	0.696	—	0.044	—	—
一般部(矩形)	0.500	摩擦	長さ(m)	43.833	—					
			径深(m)	0.197	—					
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015	—	0.696	—	0.143	管路5
摩擦	長さ(m)	—	141.646							
	径深(m)	—	0.197	0.696	0.696	0.002	0.002	節点5,12		
曲がり	F _{b1}	0.131	0.131							
	F _{b2}	0.658	0.658							
マンホール	0.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	—	0.696	—	0.001	—	節点6
			長さ(m)	1.200	—					
			径深(m)	0.197	—					
一般部(矩形)	0.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	—	0.696	—	0.095	—	管路3
			長さ(m)	93.823	—					
			径深(m)	0.197	—					
接合槽	0.500	急拡	F	0.032	0.032	0.696	0.696	0.001	0.001	節点7,12
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015	3.077	—	0.000	節点13	
	摩擦	長さ(m)	4.000							
		径深(m)	0.824							
	1.000	漸拡	F _{ge}	—	0.840	1.695	—	0.012	節点13	
			F _{se}	—	0.808					
		急縮	F	—	0.008	16.397	—	0.000	節点13	
			F	—	0.002	9.212	—	0.000	節点13	
	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015	11.765	—	0.000	節点13		
		長さ(m)	—	9.000						
径深(m)		—	1.294							
一般部(馬蹄管)	1.000	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015	102.171	9.212	0.000	管路6	
			長さ(m)	—	1.168					
			径深(m)	—	1.168					
	曲がり	F _{b1}	—	0.131	9.212	—	0.000	節点14		
		F _{b2}	—	0.484						
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015	17.829	9.212	0.000	管路7	
			長さ(m)	—	1.168					
放水口	1.000	漸拡	F _{ge}	—	0.159	9.212	—	0.000	節点15	
			F _{se}	—	0.071					
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015	10.526	—	0.000	管路8	
			長さ(m)	—	6.061					
			径深(m)	—	1.211					
		堰	上流水深(m)	—	0.461	1.812	—	0.019	節点25	
			下流水深(m)	—	0.442					
			堰幅(m)	—	4.100					
			流量係数	—	1.550					
		係数γ	—	—	2.600	20.000	—	0.000	管路9,10	
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	—	0.015					
		摩擦	長さ(m)	—	17.065	19.163	—	0.000	節点17	
			径深(m)	—	1.272					
			ピアの水平断面形状による係数	—	0.920					
		ピア	ピア直前の水路幅(m)	—	6.700	19.163	—	0.000	節点17	
			水路幅からピア幅の総計を控除した幅(m)	—	5.500					
		急拡	F	—	0.647	3.754	—	0.002	節点17	
F _{ge}	—		1.207							
F _{se}	—		0.153							
漸拡	F	—	0.647	19.163	—	0.000	節点17			
	F _{ge}	—	1.207							
F _{se}	—	0.153								
合計							0.177	0.180		

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示

表5-5 2号炉放水施設の損失水頭表
(貝付着無し、循環水ポンプ運転時)

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)※	モデル化	
放水路(漸縮部) 17.6m×6.0m →6.0m×6.0m	59.000	流入	F	0.500	103.850	0.008	節点3	
		漸縮	F	0.080	35.500	0.011	節点3	
		ビヤ-	ビアの水平断面形状による係数		0.920	89.187	0.011	節点3
			ビア直前の水路幅(m)		15.097			
			水路幅からビア幅の総計を控除した幅(m)		13.497			
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)		0.015	52.915	0.001	節点3
長さ(m)			10.800					
径深(m)			1.926					
放水路(漸縮部) 6.0m×6.0m →馬蹄	59.000	漸縮	F	0.000	30.575	0.000	節点3	
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)		0.015	32.851	0.002	節点3
			長さ(m)		3.900			
			径深(m)		1.538			
放水路(一般部) 馬蹄	59.000	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)		0.015	30.575	0.567	管路1~3
			長さ(m)		1183.727			
			径深(m)		1.521			
		曲がり	F _{b1}		0.131	30.575	0.025	節点4
			F _{b2}		1.000			
		曲がり	F _{b1}		0.131	30.575	0.015	節点5
			F _{b2}		0.606			
放水路(一般部) 馬蹄	59.000	急縮	F		0.428	30.575	0.081	節点6
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)		0.015			
		摩擦	長さ(m)		5.000	88.400	0.000	節点6
			径深(m)		3.194			
放水路(一般部) 5.8m×5.8m	59.000	急縮	F		0.369	33.140	0.060	節点7
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)		0.015	33.140	0.050	管路4~9
			長さ(m)		121.807			
			径深(m)		1.504			
		屈折	F		0.067	33.140	0.011	節点8
		屈折	F		0.067	33.140	0.011	節点9
		屈折	F		0.067	33.140	0.011	節点10
		屈折	F		0.067	33.140	0.011	節点11
		曲がり	F _{b1}		0.136	33.140	0.011	節点12
			F _{b2}		0.506			
放水路(分岐部)	59.000	急縮	F		0.089	25.821	0.024	節点13
		分岐	F		0.690	33.140	0.112	節点13
小計						1.022		

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数			断面積(m ²)			損失水頭(m)※			モデル化			
			東側	中央	西側	東側	中央	西側	東側	中央	西側				
放水路(先端部) φ2.9m(円形)	19.667	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)			0.015	0.015	0.015	6.605	6.605	6.605	0.092	0.084	0.092	管路10,11 管路12 管路13,14
			長さ(m)			30.157	27.450	30.157							
			径深(m)			0.725	0.725	0.725							
		曲がり	F _{b1}			0.170	—	0.170	6.605	—	6.605	0.044	—	0.044	節点15,22
			F _{b2}			0.577	—	0.577							
流出	F			1.000	1.000	1.000	6.605	6.605	6.605	0.452	0.452	0.452	節点16,19,23		
小計										0.588	0.536	0.588			
小計(両側と中央の平均)												0.562			
合計												1.584			

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示

表5-6 3号炉放水施設の損失水頭表
(貝付着無し、循環水ポンプ運転時)

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数			断面積 (m ²)		損失水頭 (m)※		モデル化	
			西側	東側	西側	東側	西側	東側			
放水路(漸縮部) (西)8.439m×5.2m (東)8.5m×5.2m →5.2m×5.2m	47.500	流入	F	0.500	0.500	42.883	43.200	0.031	0.031	節点2,21	
		漸縮	F	0.004	0.004	26.540	26.540	0.001	0.001	節点2,21	
		曲がり	F _{b1}	0.138	0.169	32.781	32.872	0.010	0.012	節点2,21	
			F _{b2}	0.657	0.677						
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	32.781	32.872	0.006	0.005	節点2,21	
			長さ(m)	16.256	15.795						
			径深(m)	1.283	1.285						
		急拡	F	0.016	0.017	28.644	27.261	0.002	0.003	節点2,21	
放水路(一般部) 5.2m×5.2m	47.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	26.540	26.540	0.029	0.028	管路1~4 管路14~17	
			長さ(m)	59.430	58.073						
			径深(m)	1.352	1.352						
		屈折	F	0.001	0.001	26.540	26.540	0.000	0.000	節点3,22	
		屈折	F	0.001	0.001	26.540	26.540	0.000	0.000	節点4,23	
		曲がり	F _{b1}	0.155	0.136	26.540	26.540	0.018	0.016	節点5,24	
			F _{b2}	0.707	0.707						
		急縮	F	0.348	0.348	26.540	26.540	0.057	0.057	節点6,25	
放水路(一般部) 5.2m×5.2m	47.500	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	64.658	64.658	0.000	0.000	節点6,25	
			長さ(m)	7.300	7.300						
			径深(m)	2.633	2.633						
		急縮	F	0.343	0.343	26.540	26.540	0.056	0.056	節点7,26	
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	26.540	26.540	0.060	0.056	管路5~9 管路18~22	
			長さ(m)	125.034	116.283						
			径深(m)	1.352	1.352						
		曲がり	F _{b1}	0.136	0.136	26.540	26.540	0.016	0.016	節点8,27	
F _{b2}	0.707		0.707								
屈折	F	0.093	0.093	26.540	26.540	0.015	0.015	節点9,28			
屈折	F	0.093	0.093	26.540	26.540	0.015	0.015	節点10,29			
曲がり	F _{b1}	0.136	0.136	26.540	26.540	0.017	0.017	節点11,30			
	F _{b2}	0.782	0.782								
放水路(分岐部)	47.500	急縮	F	0.091	0.091	20.612	20.612	0.025	0.025	節点12,31	
		分岐	F	0.750	0.750	26.540	26.540	0.123	0.123	節点12,31	
放水路(先端部) φ3.2m(円形)	23.750	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.015	8.042	8.042	0.082	0.082	管路10,11 管路12,13 管路23,24 管路25,26	
			長さ(m)	31.103	31.103						
			径深(m)	0.800	0.800						
		曲がり	F _{b1}	0.134	0.134	8.042	8.042	0.027	0.027	節点14,18 節点33,37	
			F _{b2}	0.453	0.453						
		流出	F	1.000	1.000	8.042	8.042	0.445	0.445	節点15,19 節点34,38	
		合計							1.035	1.030	

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
補機海水放水路 連絡ダクト1 1.7m×1.7m	3.000	流入	F	0.500	5.190	0.009	節点43
		漸縮	F	0.001	2.810	0.000	節点43
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	3.645	0.003	節点43
			長さ(m)	7.000			
			径深(m)	0.506			
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	2.810	0.106	管路27~31
			長さ(m)	140.273			
			径深(m)	0.444			
		屈折	F	0.067	2.810	0.004	節点44
		屈折	F	0.380	2.810	0.022	節点45
屈折	F	0.183	2.810	0.011	節点46		
屈折	F	0.183	2.810	0.011	節点47		
流出	F	1.000	2.810	0.058	節点48		
補機海水放水路 接合樹	3.000	摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	13.548	0.000	節点48
			長さ(m)	2.000			
			径深(m)	1.126			
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	18.064	0.000	節点48
			長さ(m)	1.500			
径深(m)	1.386						
屈折	F	0.986	15.464	0.002	節点48		
補機海水放水路 連絡ダクト2 φ800mm	3.000	流入	F	0.500	0.503	0.907	節点54
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.010	0.503	0.061	管路34
			長さ(m)	2.000			
			径深(m)	0.200			
		流出	F	1.000	0.503	1.815	節点55
合計						3.009	

場所	流量 (m ³ /s)	種類	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)※	モデル化
補機海水放水路 連絡ダクト3 1.0m×1.0m	3.000	流入	F	0.500	0.920	0.271	節点49
		摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.015	0.920	0.148	管路32,33
			長さ(m)	10.346			
			径深(m)	0.261			
		屈折	F	0.002	0.920	0.001	節点49
		屈折	F	0.002	0.920	0.001	節点50
		屈折	F	0.986	0.920	0.535	節点50
		屈折	F	0.002	0.920	0.001	節点50
		屈折	F	0.002	0.920	0.001	節点51
流出	F	1.000	0.920	0.543	節点51		
合計						1.501	

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示

表6-1 水位上昇側の評価結果（取水施設）

波源	防波堤 有無	貝付着 有無	ポンプ 運転 状況	入力津波高さ EL. (m) ※1				
				1号炉 取水槽※2	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	3号炉 取水路点検口	
日本海東縁部	基準津波 1	有り	有り	運転	—	+6.5	+5.1	+4.2
			停止	+6.3	+8.8	+6.9	+6.0	
		無し	有り	運転	—	+7.2	+6.0	+4.7
			停止	+6.4	+9.3	+7.1	+6.4[+6.31]	
		無し	有り	運転	—	+8.0	+5.5	+4.2
			停止	+6.8	+10.1	+7.5	+6.2	
	無し	無し	運転	—	+9.1	+6.5	+4.9	
		停止	+7.0	+10.6	+7.8	+6.4[+6.32]		
	基準津波 2	有り	有り	運転	—	+6.4	+5.5	+4.5
			停止	+6.0	+8.4	+7.1	+6.1	
		無し	有り	運転	—	+7.0	+6.3	+4.8
			停止	+6.1	+9.1	+7.3	+6.1	
基準津波 5	有り	有り	運転	—	+7.1	+5.0	+3.9	
		停止	+6.4	+9.7	+7.1	+5.6		
	無し	有り	運転	—	+8.6	+6.0	+4.2	
		停止	+6.7	+10.4	+7.6	+6.0		
海域活断層	基準津波 4	有り	有り	運転	—	+2.0	+1.7	+1.5
			停止	+2.7[+2.61]	+2.8	+3.5	+2.6	
		無し	有り	運転	—	+2.4	+1.9	+1.6
			停止	+2.7[+2.68]	+2.9	+3.7	+2.7	
		無し	有り	運転	—	+2.1	+1.4	+1.3
			停止	+2.5	+4.6	+3.4	+2.4	
	無し	無し	運転	—	+2.9	+1.8	+1.3	
		停止	+2.7[+2.67]	+4.9	+3.4	+2.5		
	海域活断層 上昇側最大 となるケー ス	有り	有り	運転	—	+1.6	+1.5	+1.3
			停止	+2.5	+2.4	+3.4	+2.4	
		無し	有り	運転	—	+1.8	+1.7	+1.4
			停止	+2.5	+2.4	+3.6	+2.5	
無し		有り	運転	—	+1.9	+1.2	+1.1	
		停止	+2.5	+4.2	+3.3	+2.3		
無し	無し	運転	—	+2.5	+1.6	+1.2		
	停止	+2.6	+4.5	+3.4	+2.4			

※1 下線を引いた箇所が最大ケース。

※2 1号炉取水槽は流路縮小工を設置して評価している。

表6-2 水位上昇側の評価結果（放水施設）

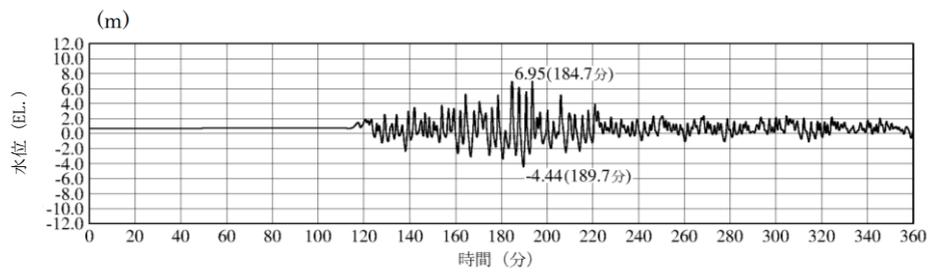
波源	防波堤有無	貝付着有無	ポンプ 運転 状況	入力津波高さ EL. (m)※								
				1号炉 放水槽	1号炉 冷却水 排水槽	1号炉 マンホ ール	1号炉 放水接 合槽	2号炉 放水槽	2号炉 放水接合 槽	3号炉 放水槽	3号炉 放水接 合槽	
日本海東縁部	基準津波1	有り	有り	運転	—	—	—	—	+7.0	+5.9	+6.9	+6.2
			停止	+4.3	+4.5	+4.2	+3.4	+7.2	+5.6	+6.5	+5.8	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	+7.0	+5.9	+6.9	+6.2
			停止	<u>+4.8</u>	<u>+4.7</u>	<u>+4.8</u>	<u>+3.5</u>	<u>+7.9</u>	+5.7	+6.8	+6.2	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	+6.4	+6.0	+6.5	+5.8
			停止	+4.4	+4.2	+3.9	+3.4	+7.1	+6.1 [+6.04]	+6.4	+5.9	
	基準津波2	有り	有り	運転	—	—	—	—	+6.3	+4.2	+4.5	+4.4
			停止	+3.3	+3.3	+3.2	+3.0	+5.3	+3.7	+5.0	+4.7	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	+6.3	+4.0	+4.5	+4.2
			停止	+3.4	+3.4	+3.3	+3.2	+5.5	+3.9	+5.0	+4.5	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	+5.8	+4.5	+6.5	+5.9
			停止	+2.7	+2.7	+2.5	+2.3	+4.8	+5.1	+7.0	+6.3	
海域活断層	基準津波4	有り	有り	運転	—	—	—	—	+4.1	+2.8 [+2.80]	+3.1	+2.9
			停止	+1.9	+1.8	+1.8 [+1.73]	+1.8	+3.2	+2.5	+3.1	+3.2	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	+3.5	+2.7	+2.8	+2.6
			停止	+1.9	+1.9 [+1.83]	+1.8 [+1.76]	+1.8	+3.7	+2.4	+3.3 [+3.27]	<u>+3.5</u>	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	<u>+4.2</u>	+2.8 [+2.79]	+3.1	+2.9
			停止	+2.0	+1.9 [+1.82]	+1.8 [+1.79]	+1.8	+3.3	+1.8	+2.8	+2.5	
	海域活断層上昇側最大ケース	有り	有り	運転	—	—	—	—	+3.5	+2.6	+2.8	+2.6
			停止	<u>+2.1</u>	+1.9 [+1.88]	+1.8 [+1.80]	<u>+1.9</u>	+3.7	+1.8	+3.3 [+3.26]	+2.8	
		有り	有り	運転	—	—	—	—	+4.0	+2.7	+3.0	+2.7
			停止	+1.8	+1.7	+1.6	+1.6	+2.7	+2.1	+2.6	+2.7	
		無し	有り	運転	—	—	—	—	+3.3	+2.5	+2.7	+2.5
			停止	+1.8	+1.7	+1.7	+1.6	+3.0	+2.1	+2.8	+2.9	
無し	有り	運転	—	—	—	—	+4.0	+2.7	+3.0	+2.7		
	停止	+1.8	+1.7	+1.7	+1.7	+2.9	+1.6	+2.8	+2.4			
無し	有り	運転	—	—	—	—	+3.4	+2.5	+2.7	+2.5		
	停止	+1.8	+1.7	+1.7	+1.7	+3.1	+1.6	+3.1	+2.5			

※下線を引いた箇所が最大ケース。

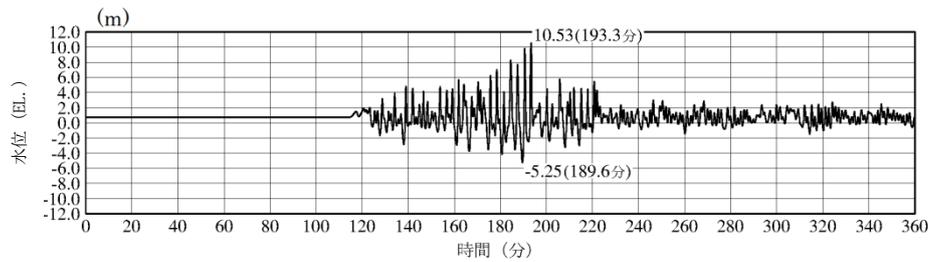
表7 水位下降側の評価結果（2号炉取水施設）

波源		防波堤 有無	貝付着 有無	ポンプ 運転 状況	入力津波高さ EL. (m) ※
					2号炉 取水槽
日本海東縁部	基準津波1	有り	有り	運転	-6.8
				停止	-5.8
		無し	無し	運転	-6.5
				停止	-5.8
		無し	有り	運転	-8.2
				停止	-5.9
	無し	無し	運転	-8.0	
			停止	-5.9	
	基準津波3	有り	有り	運転	-6.5
				停止	-5.6
			無し	運転	-6.5
				停止	-5.7
基準津波6	無し	有り	運転	<u>-8.4</u>	
			停止	-6.0	
		無し	運転	-8.3	
			停止	-6.1	
海域活断層	基準津波4	有り	有り	運転	-6.1
				停止	-4.8
		無し	無し	運転	-6.1
				停止	-5.0
		無し	有り	運転	-6.4
				停止	-5.0
	無し	無し	運転	<u>-6.5</u>	
			停止	-5.1	
	海域活断層 上昇側で 最大となる ケース	有り	有り	運転	-5.1
				停止	-4.4
		無し	無し	運転	-5.2
				停止	-4.5
無し		有り	運転	-5.5	
			停止	-4.6	
無し	無し	運転	-5.6		
		停止	-4.7		

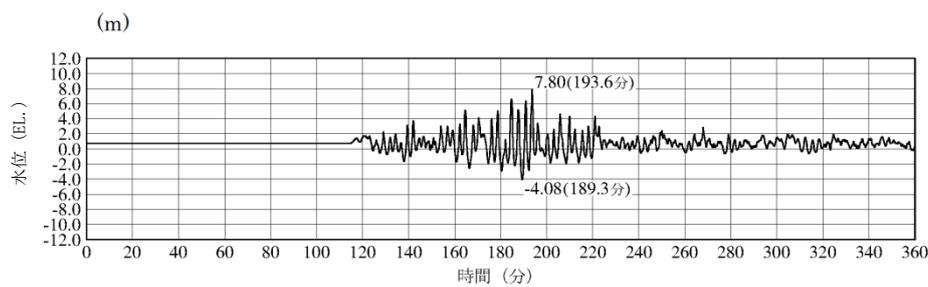
※下線を引いた箇所が最大ケース。



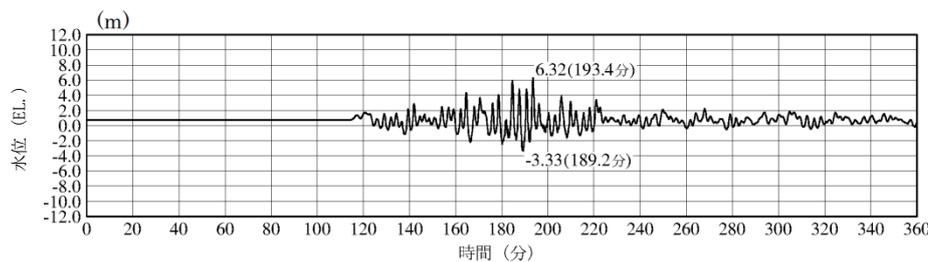
1号炉取水槽最大ケース



2号炉取水槽最大ケース

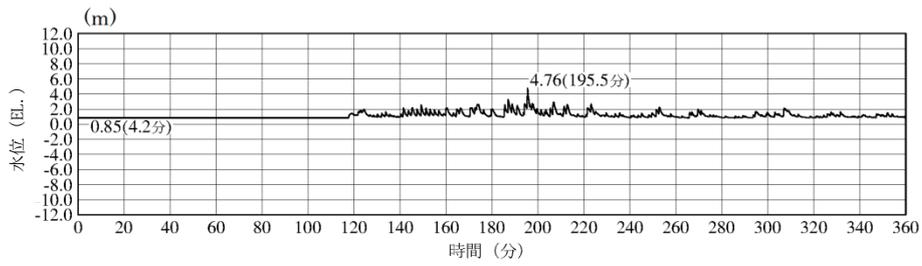


3号炉取水槽最大ケース

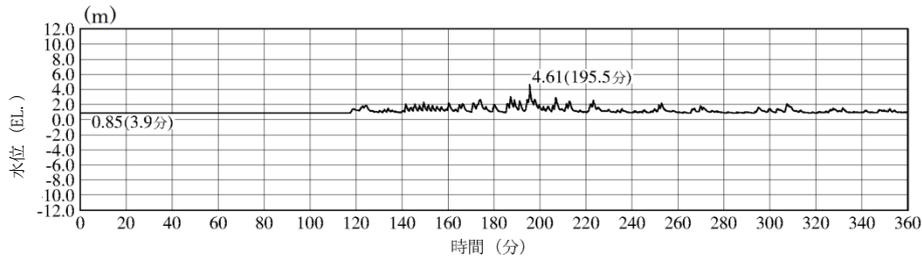


3号炉取水路点検口最大ケース

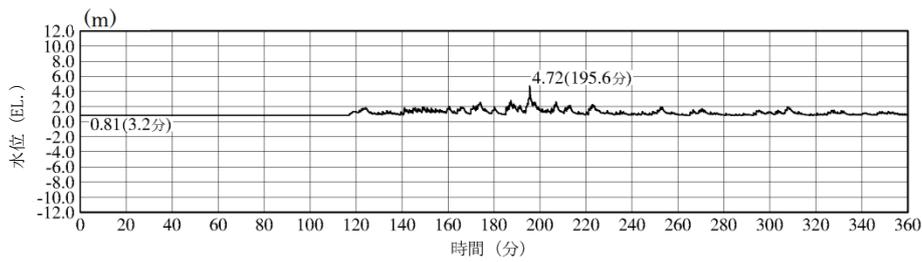
図11-1 水位上昇側の時刻歴波形 日本海東縁部 (1 / 3)



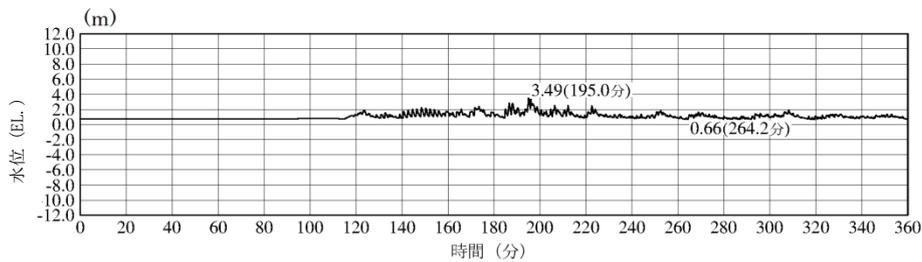
1号炉放水槽最大ケース



1号炉冷却水排水槽最大ケース

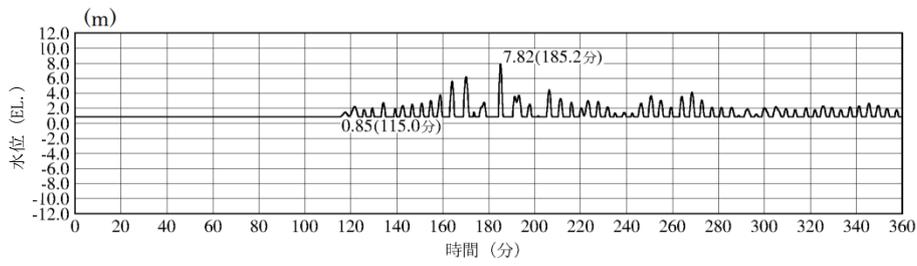


1号炉マンホール最大ケース

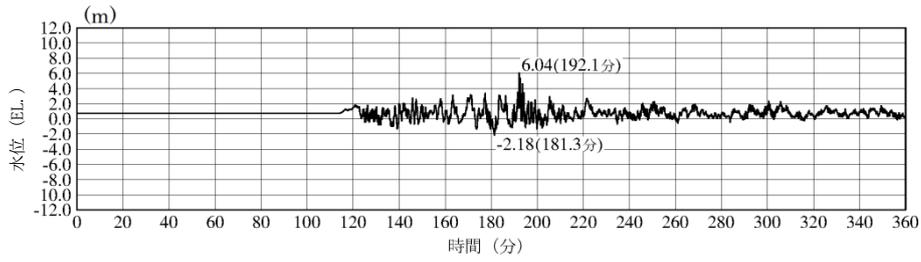


1号炉放水接合槽最大ケース

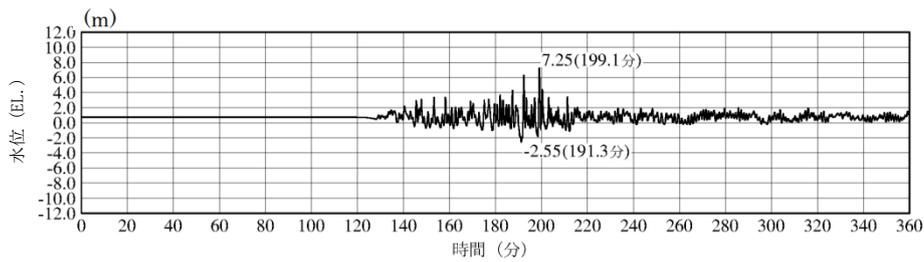
図11-2 水位上昇側の時刻歴波形 日本海東縁部 (2/3)



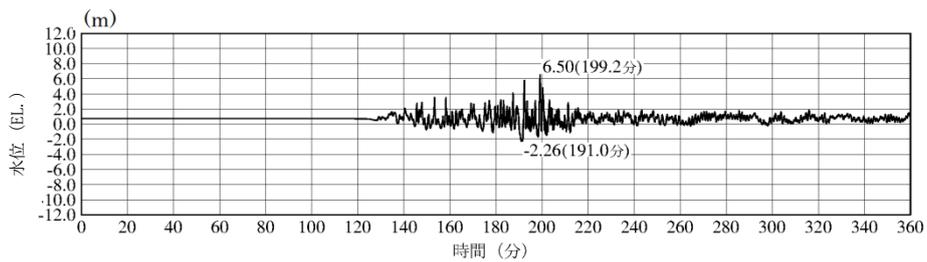
2号炉放水水槽最大ケース



2号炉放水接合槽最大ケース

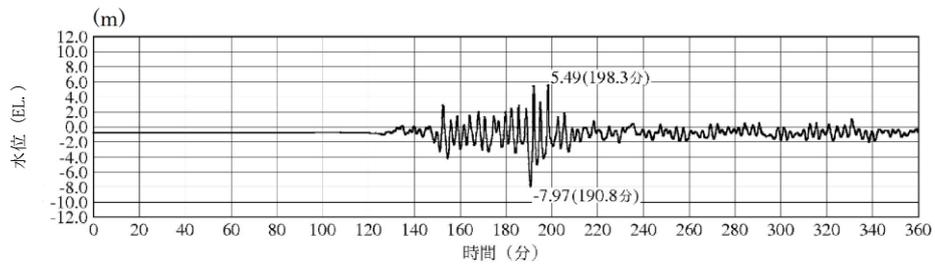


3号炉放水水槽最大ケース



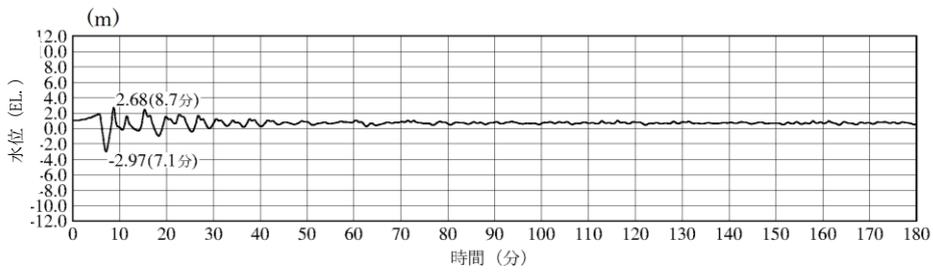
3号炉放水接合槽最大ケース

図11-3 水位上昇側の時刻歴波形 日本海東縁部 (3/3)

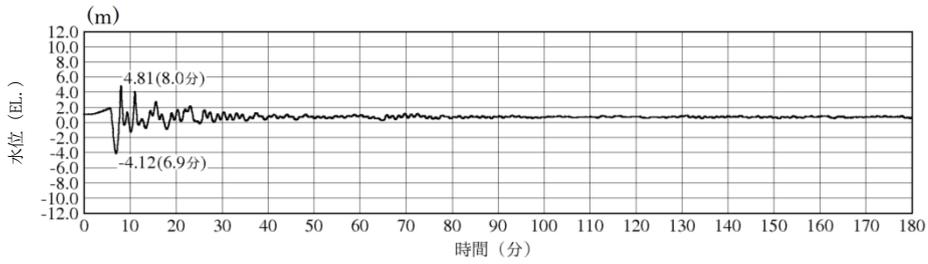


※最大水位下降量-7.97mー地盤変動量 0.34m⇔EL. -8.4m
 2号炉取水槽（入力津波6 防波堤無し）※下降側 ポンプ運転時
 2号炉取水槽最大ケース

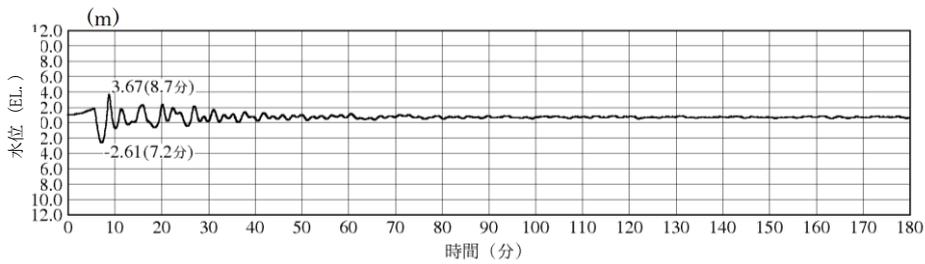
図12 水位下降側の時刻歴波形 日本海東縁部



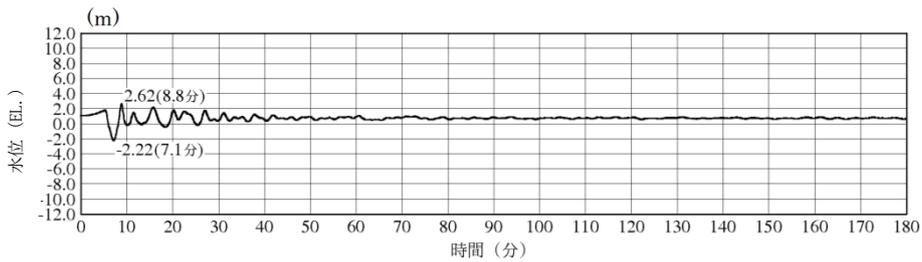
1号炉取水槽最大ケース



2号炉取水槽最大ケース

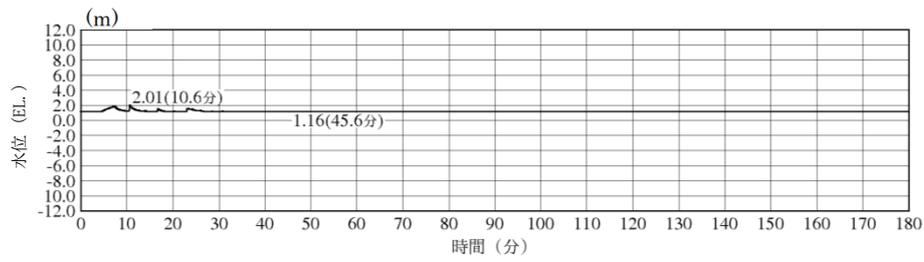


3号炉取水槽最大ケース

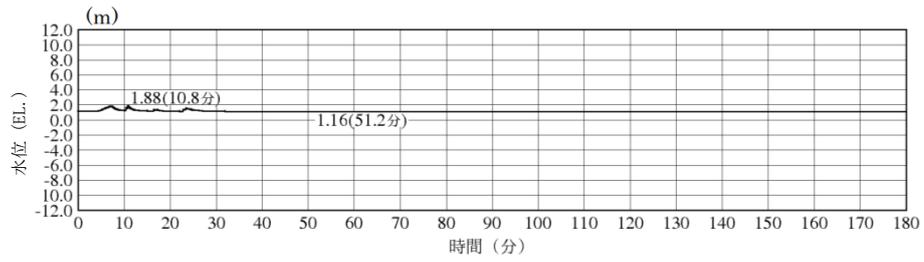


3号炉取水路点検口最大ケース

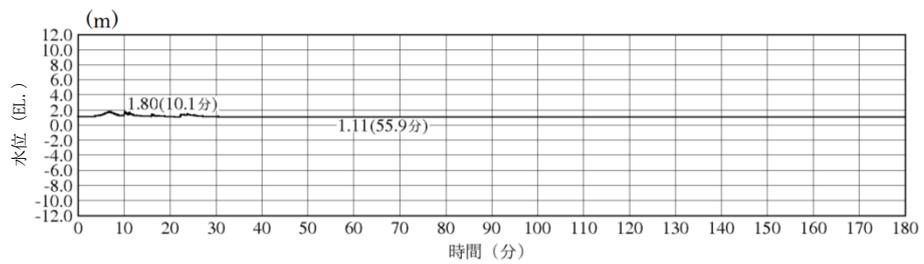
図13-1 水位上昇側の時刻歴波形 海域活断層 (1/3)



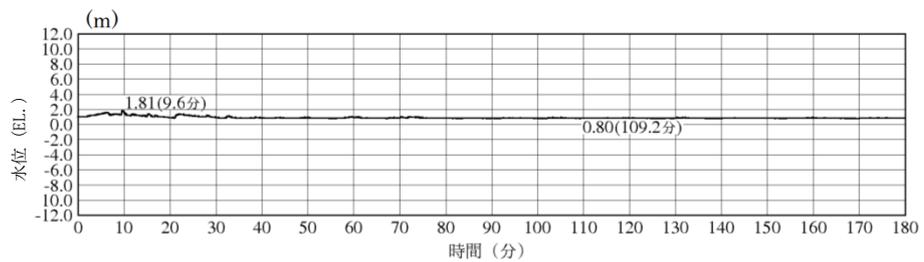
1号炉放水槽最大ケース



1号炉冷却水排水槽最大ケース

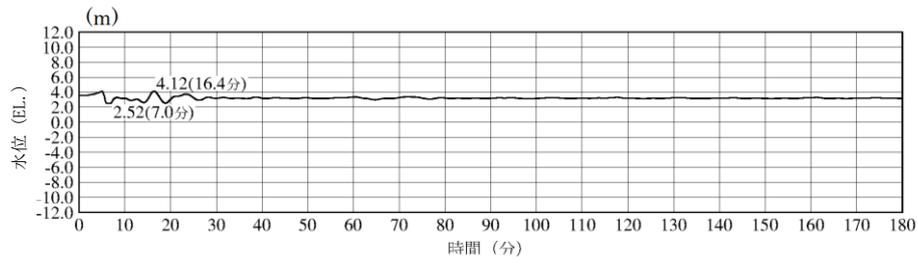


1号炉マンホール最大ケース

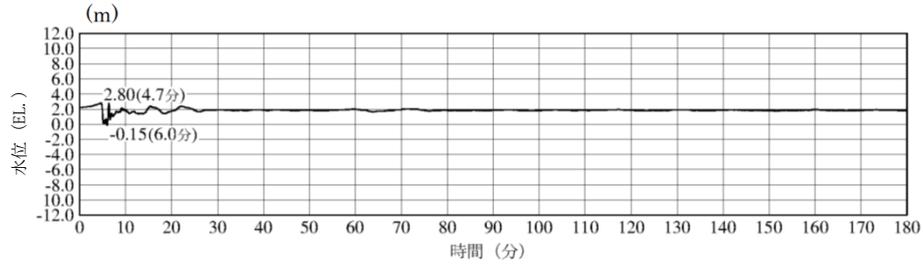


1号炉放水接合槽最大ケース

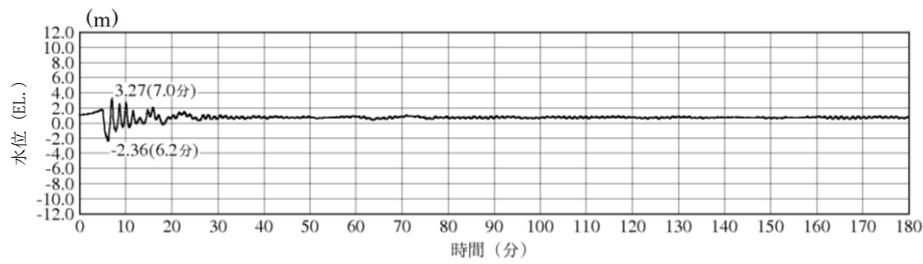
図13-2 水位上昇側の時刻歴波形 海域活断層 (2/3)



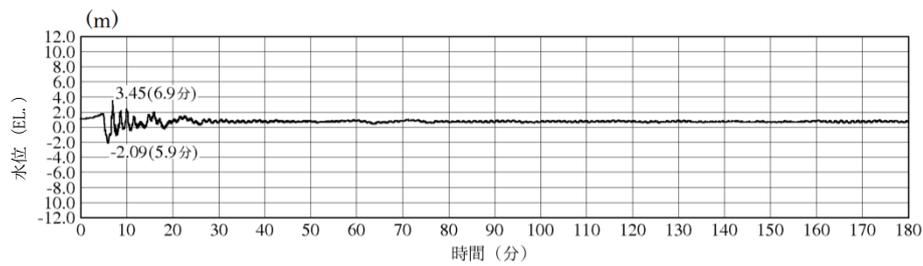
2号炉放水槽最大ケース



2号炉放水接合槽最大ケース

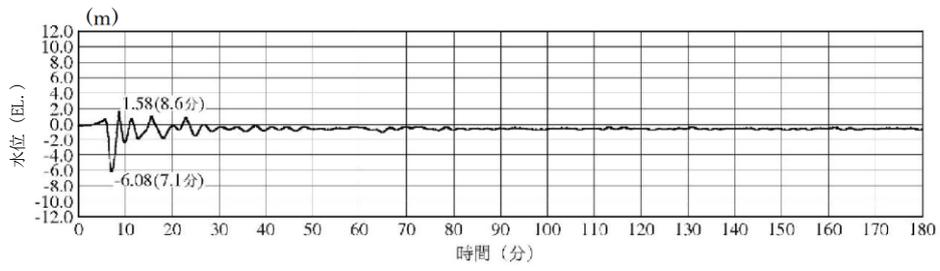


3号炉放水槽最大ケース



3号炉放水接合槽最大ケース

図13-3 水位上昇側の時刻歴波形 海域活断層 (3/3)



※最大水位下降量-6.08m－地盤変動量 0.34m⇔EL. -6.5m
 2号炉取水槽（入力津波4 防波堤無し）※下降側 ポンプ運転時
 2号炉取水槽最大ケース

図14 水位下降側の時刻歴波形 海域活断層

3. 2号炉取水施設の評価位置における入力津波水位について

日本海東縁部を波源とする基準津波6による水路内最低水位(EL. -8.31m)は、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位に対して余裕がないことから、大津波警報発令時には循環水ポンプを停止する運用に見直すが、参考としてポンプ運転状態での地殻変動による取水への影響を検討する。2号炉取水施設断面図を図15に示す。

入力津波の設定における水位下降側の水路内水位は、管路計算結果から地殻変動(隆起)分の水位を引き下げ、設定している。計算条件を表8に示す。この計算における取水槽及び取水管端部下端の水位は図16のとおり。

地殻変動量(隆起0.34m)分を考慮した場合、取水管端部下端における水位はEL. -7.57mとなり、貝付着を考慮した取水管端部下端高さ(EL. -7.25m)を下回る値となったが、取水槽における水位はEL. -8.31mとなり、許容津波高さ(EL. -8.32m)を下回らない。

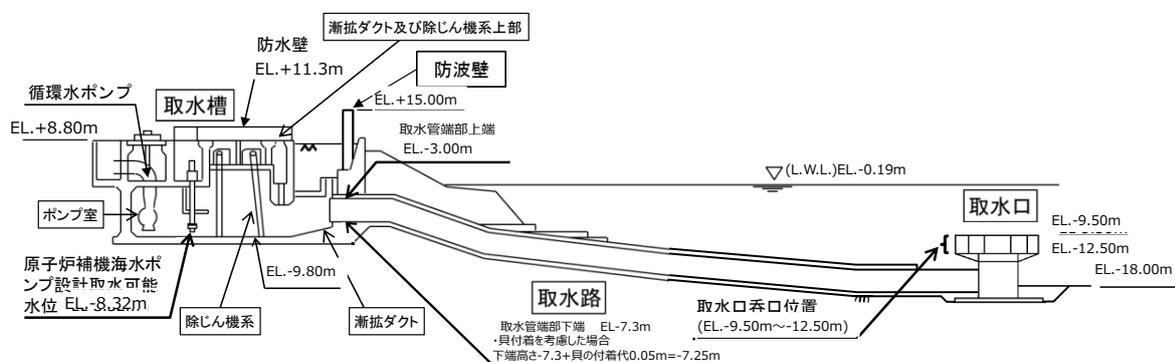
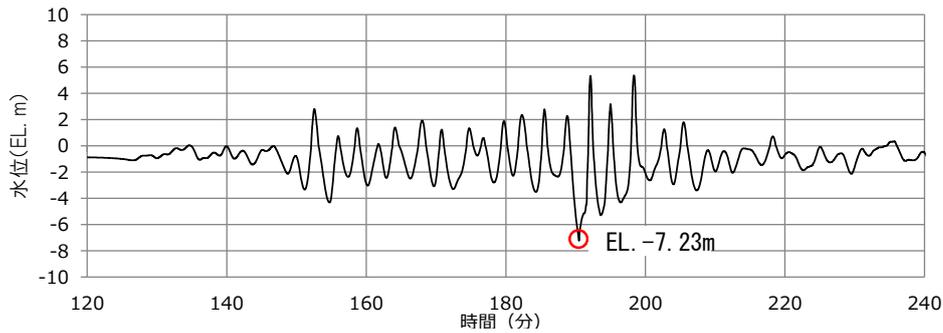


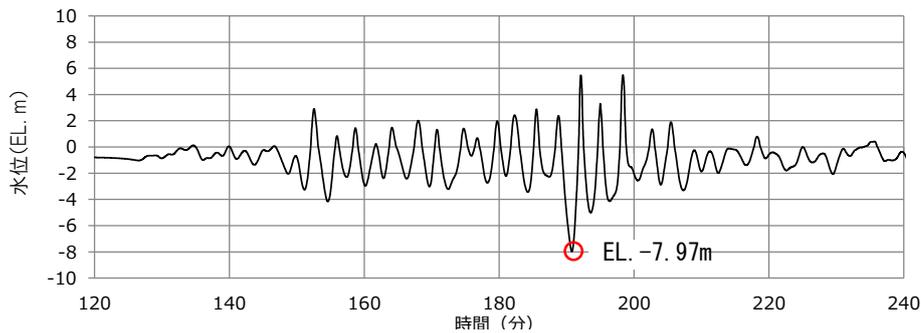
図15 2号炉取水施設断面図

表8 管路計算結果から隆起分の水位を引き下げ、
入力津波を設定する際の計算条件

波源	基準津波6
地形変化	防波堤無し
潮位変動	-0.19m
地殻変動	隆起0.34m
貝付着	有り, 5cm
循環水ポンプ状態	運転



最大水位下降量 EL. -7.23m-地殻変動量 0.34m=EL. -7.57m<貝付着を考慮した取水管下端高さ EL. -7.25m
2号炉取水管端部（東）（循環水ポンプ運転時）



最大水位下降量 EL. -7.97m-地殻変動量 0.34m=EL. -8.31m>許容高さ EL. -8.32m
2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）

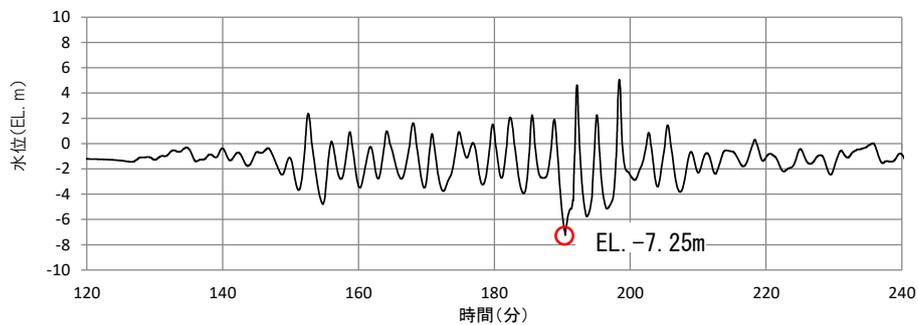
図16 管路計算結果から隆起分の水位を引き下げる場合の
取水槽及び取水管端部における水位の時刻歴波形

取水管端部下端において、評価水位が取水管端部下端高さを下回ることから、地殻変動の影響を詳細に確認するため、初期条件として地殻変動量を考慮した管路計算を実施した。計算条件を表9に示す。この計算における取水槽及び取水管端部下端の水位は図17のとおり。

地殻変動量（隆起0.34m）を初期条件として考慮した場合、取水管端部における水位はEL. -7.25mとなり、貝付着を考慮した取水管端部下端高さと同じ高さ（EL. -7.25m）となった。また、取水槽における水位はEL. -8.27mとなり、許容津波高さ（EL. -8.32m）を下回らないことを確認した。

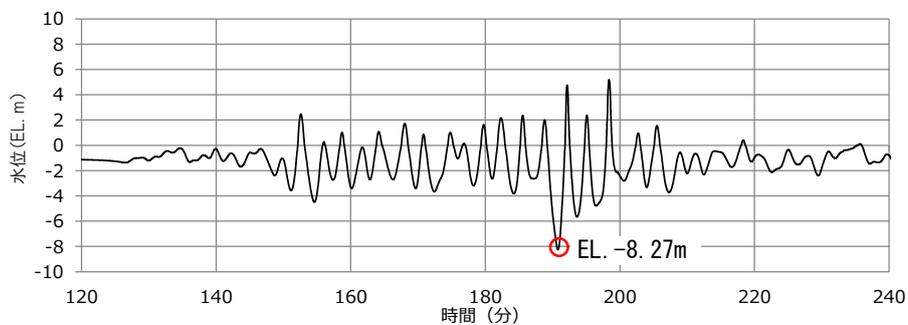
表9 初期条件として地殻変動量を考慮し、
入力津波を設定する際の計算条件

波源	基準津波 6
地形変化	防波堤無し
潮位変動	-0.19m
地殻変動	初期条件として 隆起0.34m考慮
貝付着	有り, 5cm
循環水ポンプ状態	運転



EL. -7.25m=貝付着を考慮した取水管下端高さ EL. -7.25m

2号炉取水管端部（東）（循環水ポンプ運転時）



EL. -8.27m(初期条件として地殻変動を考慮) > EL. -8.32m

2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）

図17 初期条件として地殻変動量を考慮した場合の
取水槽及び取水管端部における水位の時刻歴波形

入力津波に用いる潮位条件について

1. はじめに

入力津波による水位変動に用いる潮位条件には、図1に示す地点における潮位観測記録より求めた朔望平均潮位を使用している。朔望平均満潮位は、2015年1月から2019年12月の潮位観測記録に基づき設定し、朔望平均干潮位は、1995年9月から1996年8月の潮位観測記録に基づき設定している。ここでは、観測記録の抽出期間及び観測地点の妥当性を確認するため、潮位観測地点「輪谷湾」における約24カ年の潮位観測記録及び最寄りの気象庁潮位観測地点「境」（敷地から東約23km地点）における5カ年の潮位観測記録について分析を行った。

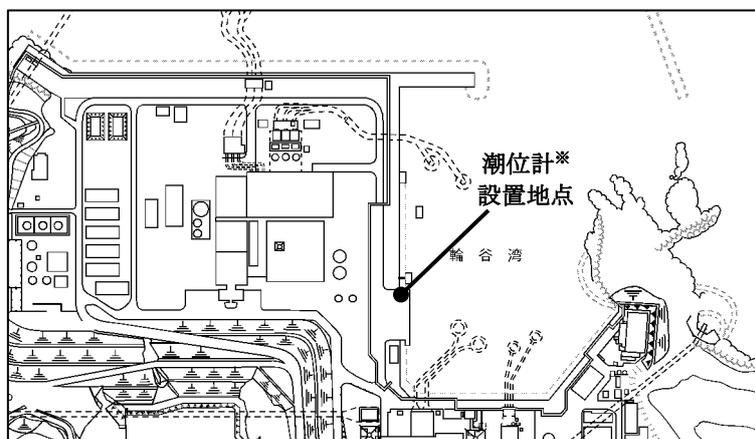
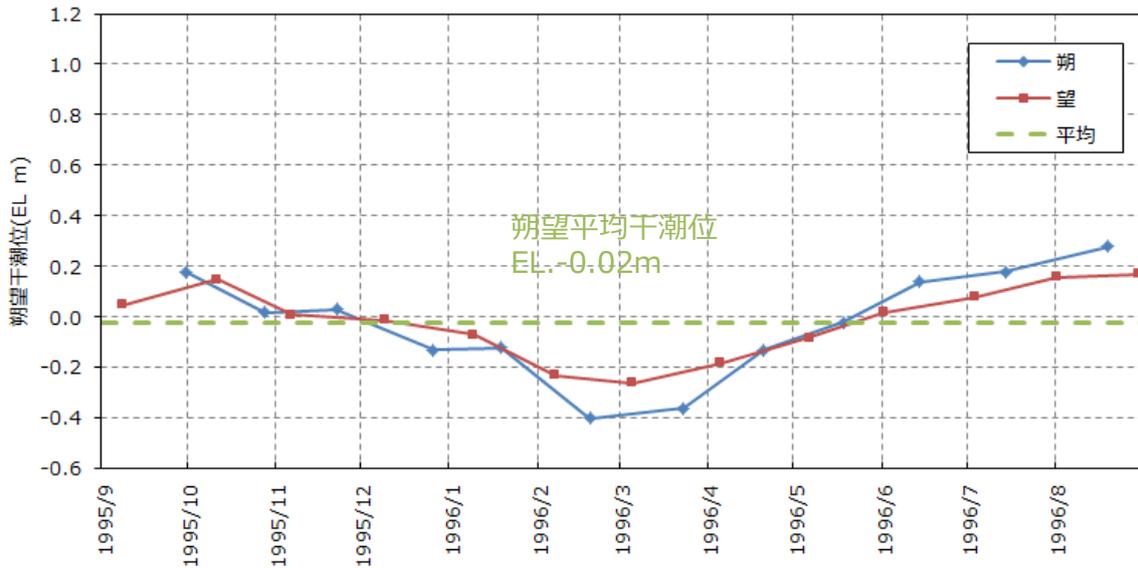


図1 潮位観測地点「輪谷湾」の潮位計*設置地点
(※敷地における津波監視機能を有する設備には該当しない、自主設備)



朔望満潮位 (期間：2015年1月から2019年12月)



朔望干潮位 (期間：1995年9月から1996年8月)

図2 入力津波による水位変動に用いる潮位

2. 観測記録の抽出期間の影響について

入力津波による水位変動に用いる潮位観測記録に対して、1995年9月から2019年12月までの約24カ年の潮位観測記録のデータ分析を行った。分析結果を表1に示す。

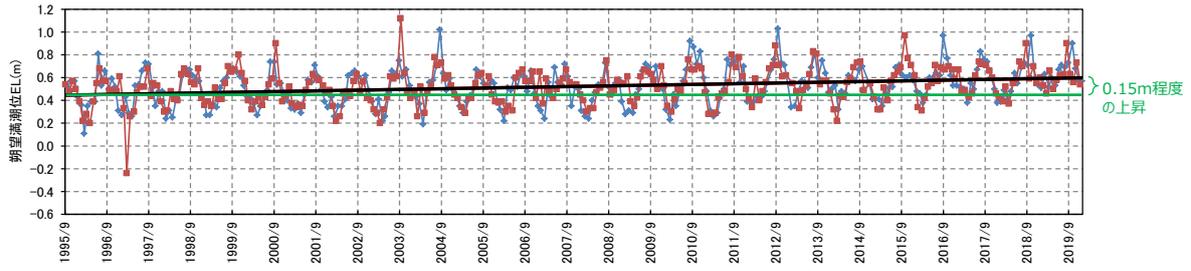
朔望平均満潮位及び潮位のばらつきは、当初「発電所構内（輪谷湾）」における1カ年（1995.9～1996.8）の潮位観測記録に基づき設定していたが、図3に示す約24カ年の潮位観測記録のとおり、潮位は近年緩やかな上昇傾向（0.15m程度）が認められることから、近年5カ年（2015.1～2019.12）の潮位観測記録に基づき、朔望平均満潮位をE L. +0.58m、満潮位のばらつきを0.14mと設定する。

朔望平均干潮位及び潮位のばらつきは、図3に示す「発電所構内（輪谷湾）」における約24カ年の潮位観測記録のとおり、潮位は近年緩やかな上昇傾向（0.15m程度）が認められるため、朔望平均満潮位と同様に近年5カ年（2015.1～2019.12）の潮位観測記録に基づき設定していたが、保守的な評価となるよう朔望平均干潮位が最低となる1995年9月から1996年8月までの1カ年の潮位観測記録に基づき、当初のとおり朔望平均干潮位をE L. -0.02m、干潮位のばらつきを0.17mと設定する。

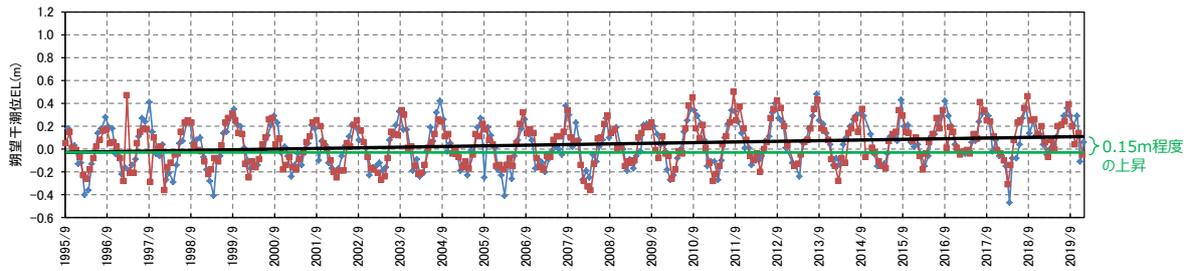
潮位観測記録を1995年9月から1996年8月の1カ年として朔望平均干潮位を設定することの妥当性を確認するため、潮位観測記録について分析を行った。図4に「発電所構内（輪谷湾）」における24カ年の朔望平均干潮位の年平均を示す。この図より、24カ年の朔望平均干潮位の最低水位は、1995年9月から1996年8月の1カ年における値のE L. -0.02mである。また、2002年1月から2002年12月の1カ年及び2006年1月から2006年12月の1カ年においても、同様にE L. -0.02mである。以上のことから、保守的な評価となるよう、既許可と同様に1995年9月から1996年8月までの1カ年の潮位観測記録に基づき、朔望平均干潮位をE L. -0.02mと設定した。

表1 朔望平均潮位に関する分析結果

	朔望満潮位 (m)			朔望干潮位 (m)		
	5カ年	1カ年	約24カ年	5カ年	1カ年	約24カ年
平均値	EL. +0.58	EL. +0.46	EL. +0.52	EL. +0.09	EL. -0.02	EL. +0.04
標準偏差	0.14	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18



朔望満潮位



朔望干潮位

図3 約24ヵ年(1995年9月~2019年12月)の潮位変化

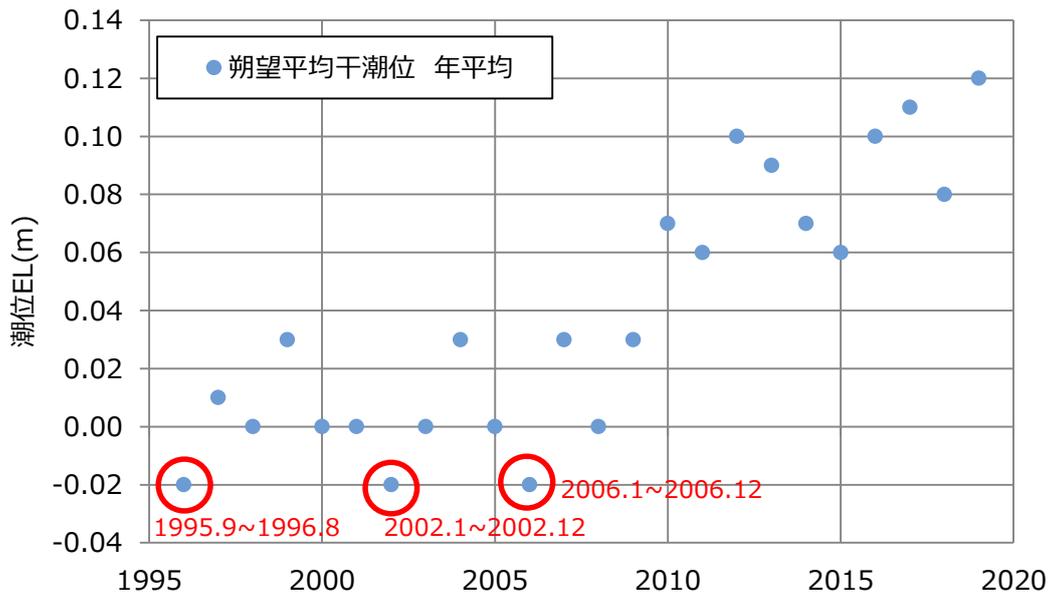


図4 約24ヵ年の朔望干潮位の年平均

3. 島根原子力発電所潮位観測記録と気象庁観測記録との比較について

島根原子力発電所の潮位観測に用いている潮位観測地点「輪谷湾」と最寄りの気象庁潮位観測地点「境」（敷地から東約23km地点）の潮位観測記録を比較した。

潮位観測地点「境」の位置を図5に示す。

潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の記録を比較するため、両地点の潮位月報から、朔望平均満潮位・干潮位の値を整理した。潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の2015年1月から2019年12月までの5カ年の朔望満干潮位の推移を図6に、朔望平均満潮位・干潮位を表2に示す。

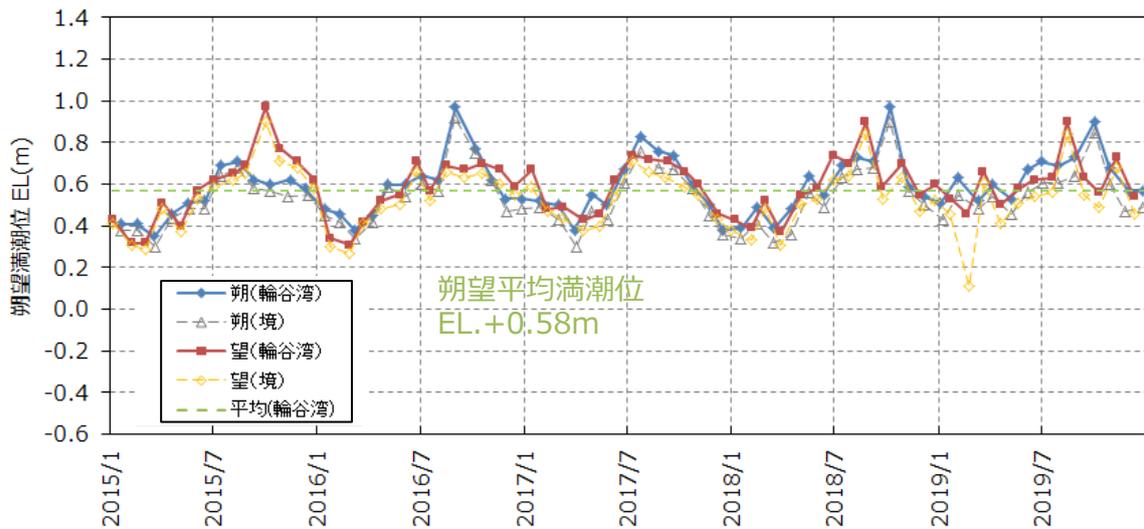
検討結果から、潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の波形には大きな差がなく、潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の朔望満潮位及び朔望干潮位の差は朔望平均満潮位で5cm程度、朔望平均干潮位で4cm程度であり、大きな差がないことを確認した。

気象庁によって潮位観測地点「境」検潮所の観測基準面標高が、1997年以降に4.4cm見直されている（「輪谷湾」の観測開始は1995年9月以降であるため、期間の近い1997年以降を参照した。）。この観測基準面の標高の見直しは、国土地理院による「2000年度平均成果」等の反映によるものであり、その見直し分4.4cmは、「輪谷湾」と「境」の朔望平均の標準偏差に比較し小さく、また、朔望平均の差とほぼ同程度（「輪谷湾」と「境」の差が小さくなる傾向）である。境検潮所における基準面の履歴を表3に示す。

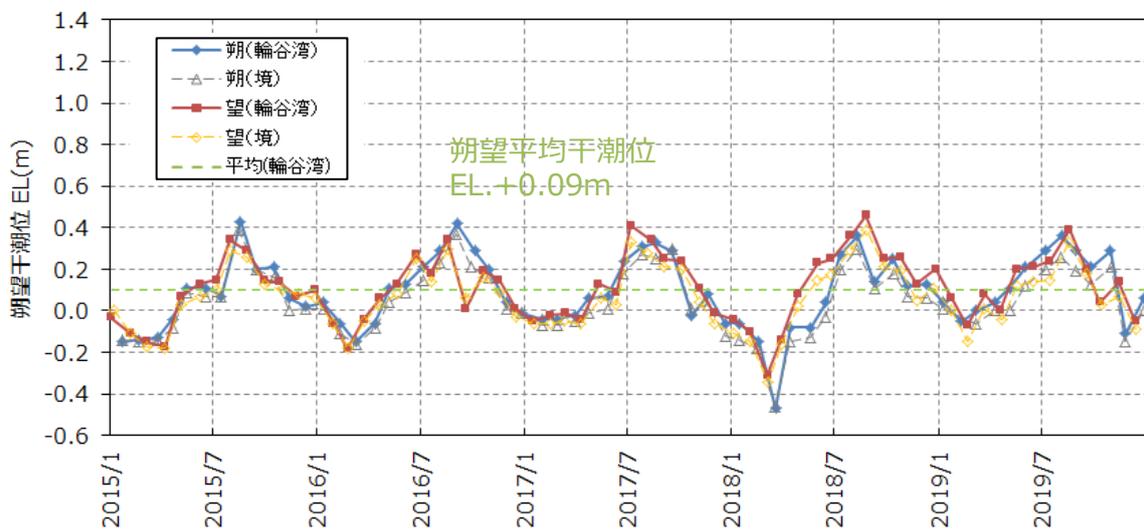
なお、島根原子力発電所で観測している「輪谷湾」の潮位は、発電所の運用管理上、敷地・施設に対する相対的な関係の確認を目的としたものであり、地殻変動による沈降は、運用管理上問題となる不等沈下を伴うものではないことから、境検潮所のような見直しは行っていない。



図5 潮位観測地点「境」の位置



朔望満潮位



朔望干潮位

図6 5ヵ年(2015年1月~2019年12月)の潮位比較

表2 朔望平均の比較

	地点	期間	平均値 (m)	標準偏差 (m)
朔望満潮位	輪谷湾	5ヵ年(2015.1~2019.12)	EL. +0.58	0.14
	境	5ヵ年(2015.1~2019.12)	EL. +0.53	0.14
朔望干潮位	輪谷湾	5ヵ年(2015.1~2019.12)	EL. +0.09	0.17
	境	5ヵ年(2015.1~2019.12)	EL. +0.05	0.15

表3 境検潮所における基準面の履歴（気象庁※）

期間	球分体の高さ（センチ）		観測基準面の標高（センチ）	備考
	観測基準面（DL）上	標高上		
1978.05.01-	329.9	214.2	-115.7	検潮所移設
1983-	329.9	210.7	-119.2	
1987-	329.9	212.0	-117.9	
1988-	329.9	212.3	-117.6	
1990-	329.9	209.2	-120.7	
1997-	329.9	209.9	-120.0	
2003-	329.9	214.0	-115.9	基本水準点成果の2000年度平均成果への改定
2004-	329.9	215.0	-114.9	
2008-	329.9	214.9	-115.0	
2012-	329.9	215.2	-114.7	
2015-	329.9	215.8	-114.1	
2016-	329.9	214.3	-115.6	

※気象庁ホームページで公開されている境検潮所の「基準面の履歴」に一部修正

4. 日本沿岸の海面水位の長期変化傾向について

検潮記録に緩やかな上昇傾向が認められるため、その要因を分析するため文献調査を行った。

日本沿岸の海面水位の長期傾向について、気象庁（2020a）⁽¹⁾は、図7を示し、以下の点をまとめている。

- ・気象庁（2020a）は「IPCC（2019）⁽²⁾の報告より、日本沿岸の海面水位は1906～2010年の期間では上昇傾向は見られないが、2006～2015年の期間では1年あたり4.1mmの割合で上昇していることを確認した」としている。
- ・気象庁（2020a）は「日本沿岸の海面水位は、地球温暖化のほか地盤変動や海洋の十年規模の変動など様々な要因で変動しているため、地球温暖化の影響がどの程度現れているのかは明らかではない」としている。

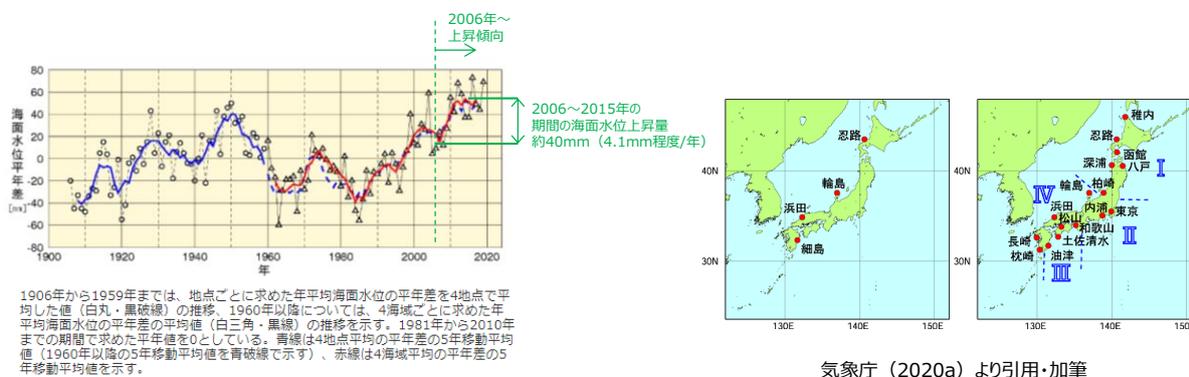


図7 日本沿岸の海面水位変化（1906～2019年）

上記より、日本沿岸の海面水位は、2006年以降、緩やかな上昇傾向があると考えられる（2006～2015年、4.1mm程度/年）。日本沿岸の海面水位は、地球温暖化、地盤変動、海洋の十年規模など様々な要因で変動しており、地球温暖化の影響の程度は明らかではない。各影響の要因（地球温暖化、地盤変動、海洋の十年規模）について考察する。

（1）地盤変動の影響について

日本沿岸の海面水位の長期傾向に関して、気象庁（2020b）⁽³⁾は、地盤変動の影響を考慮した、より正確な海面水位変動を見積もるため、2003年から全国13地点の検潮所に国土地理院が設置したGPS観測装置を用いて地盤変動の監視を行なっている。その結果として下に示す海面水位偏差の時系列グラフを公開している。発電所最寄りの観測地点「浜田」においては、図8のとおり。

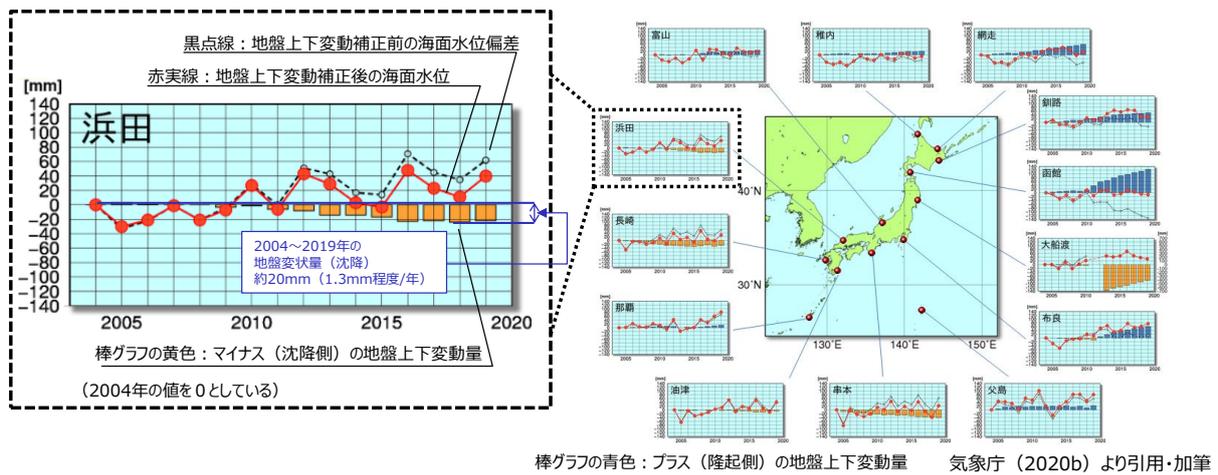


図8 GPS併設検潮所の海面水位偏差の時系列グラフ（2004～2019年）

GPS観測装置を用いた地盤変動の監視により，発電所最寄りの観測地点「浜田」における地盤変動は，2004年以降，沈降傾向が認められる。（2004～2019年で20mm程度沈降，1.3mm程度/年）。発電所最寄りの観測地点「浜田」において，地盤変動の沈降が認められることから，海面水位の上昇要因として，地盤変動の影響が考えられる。

(2) 海洋の十年規模の変動の影響について

日本沿岸海面水位の20年周期の変動について，気象庁（2020c）⁽⁴⁾は，主に北太平洋の冬季偏西風の強度変動が原因であることが明らかとなったとし，以下の点をまとめている。

- ・気象庁（2020c）は，「日本沿岸海面水位変動と，偏西風帯の風応力東西成分を比較すると，どちらも20年周期の変動が卓越しており，偏西風が強い年の約4年後は日本沿岸海面水位が高いことがわかる」としている。
- ・気象庁（2020c）では，「1980年代以降の冬季偏西風の変化による日本沿岸海面水位上昇率（年あたり1.0mm）は，1980年代半ば以降の実際の海面水位上昇より小さく，残りの上昇は地球温暖化に伴う世界平均海面水位上昇が寄与している」としている。

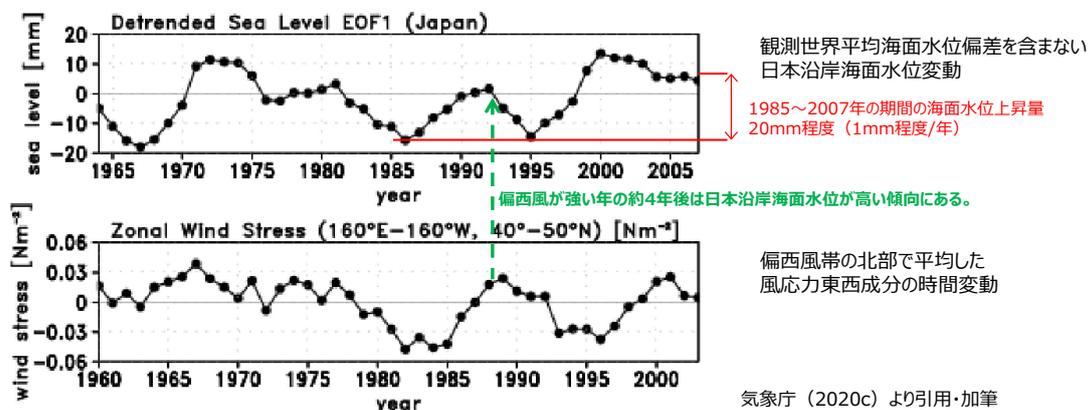


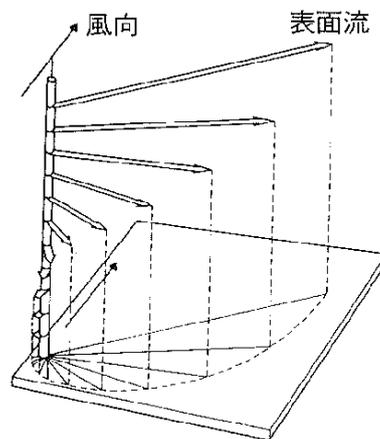
図9 北太平洋の冬季偏西風の強度変動

日本沿岸海面水位変動と偏西風帯の強度変動の比較から偏西風の影響により，日本沿岸の海面水位は，1985年以降，上昇傾向が認められる（1985～2007年で20mm程度上昇，1mm程度/年）。日本沿岸の海面水位の上昇要因として，偏西風の強度変動の影響が考えられる。

日本沿岸の海面水位における偏西風の影響について，気象庁（2020c）は，以下のように解説を行っている。

- ・気象庁（2020c）は「北半球では，偏西風下の海洋表面で南向きの流れ（エクマン流）が生じる。エクマン流の強さは海上風の強さに比例する。このため，偏西風の南側の海洋表面では海水が収束し，海面を押し上げる」としている。
- ・気象庁（2020c）は「このように上昇した海面水位偏差は，地球自転の影響を受けて西向きに伝播し，4～5年かけて日本沿岸に到達して海面水位を上昇させる」としている。

風によって引き起こされる海洋中のエクマン流のイメージ図を図10に示す。



小倉（1999）⁽⁵⁾より引用

図10 風によって引き起こされる海洋中のエクマン境界層内の流れの立体的説明図

（3）世界の海面水位における地球温暖化の影響について

海面水位における世界規模の地球温暖化の影響について，気象庁（2020d）⁽⁶⁾は，2013年までの衛星海面高度計による測定データを解析し，以下の傾向が認められることをまとめている。

- ・気象庁（2020d）は「気象庁で2013年までの衛星海面高度計による測定データを解析した結果，世界の平均海面水位の上昇率は2.99mm/年である」としている。
- ・気象庁（2020d）は「海面水位の変化率は海域によって異なり，西太平洋では低緯度を中心に大きく上昇している」としている。

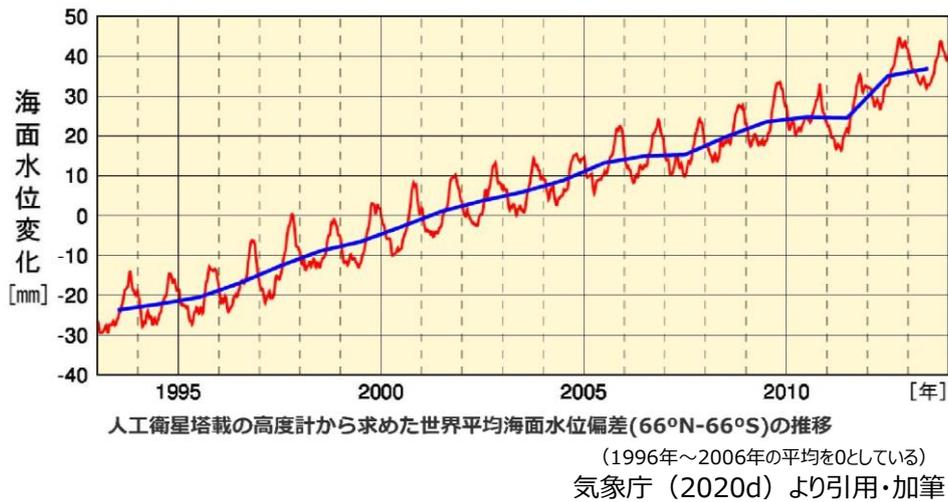
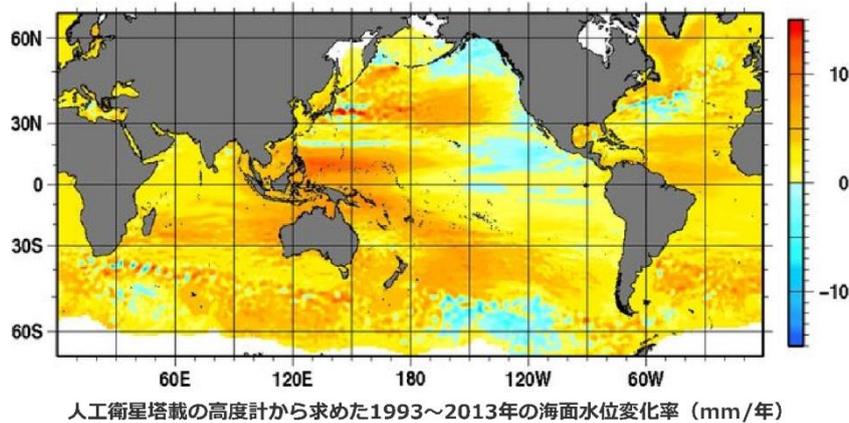


図11 人工衛星搭載の高度計から求めた世界平均海面水位偏差(北緯66度-南緯66度)の推移



気象庁 (2020d) より引用

図12 人工衛星搭載の高度計から求めた1993～2010年の海面水位変化率 (mm/年)

世界の平均海面水位は、2013年以降、上昇している(1993～2010年、2.99mm程度/年)。また、日本沿岸の海面水位についても、上昇傾向が認められる。

世界規模の海面水位の上昇に対する要因とそれぞれの寄与について、気象庁(2020e)⁽⁷⁾は、地球温暖化の影響を評価している、IPCC(2019)を引用し、以下のとおり確認した。

- ・気象庁は(2020e)は「海面水位上昇に大きな影響を与える要因としては、海洋の熱膨張、氷河の変化、グリーンランドの氷床と周囲の氷河の変化、南極の氷床と周囲の氷河の変化及び陸域の貯水量の変化が挙げられている」としている。
- ・気象庁は(2020e)は「観測された海面水位の上昇に対する寄与は、表のように見積もられている。」としている。

表4 世界平均海面水位の上昇率

上昇率 (mm/年)	
要因	2006年～2015年
海洋の熱膨張	1.40 [1.08～1.72]
氷河の変化(グリーンランドと南極の氷河を除く)	0.61 [0.53～0.69]
グリーンランドの氷床と周囲の氷河の変化	0.77 [0.72～0.82]
南極の氷床と周囲の氷河の変化	0.43 [0.34～0.52]
陸域の貯水量の変化	-0.21 [-0.36～0.06]
合計	3.00 [2.62～3.38]
観測	3.58 [3.10～4.06]

地球温暖化の影響と考えられる海洋の熱膨張、および氷河の融解により、海面水位が上昇している。(3mm程度/年, 2006～2015年)

気象庁 (2020e) より引用・加筆

地球温暖化の影響と考えられる海洋の熱膨張や氷河の融解により、世界の海面水位は、2006年以降、上昇傾向が認められる(2006～2015年, 3mm程度/年)。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、地球温暖化の影響が考えられる。

(4) 日本沿岸の海面水位の長期変化傾向に関するまとめ

検潮記録に緩やかな上昇傾向が認められるため、地球温暖化を含めた要因について文献調査を行った。当社の考察結果を以下に示す。

- ・日本沿岸の海面水位は、2006年以降、緩やかな上昇傾向があると考えられる(2006～2015年, 4.1mm程度/年)。日本沿岸の海面水位は、地球温暖化、地盤変動、海洋の十年規模など様々な要因で変動しており、地球温暖化の影響の程度は明らかではない。
- ・GPS観測装置を用いた地盤変動の監視により、発電所最寄りの観測地点「浜田」における地盤変動は、2004年以降、沈降傾向が認められる(2004～2019年で20mm程度沈降, 1.3mm程度/年)。発電所最寄りの観測地点「浜田」において、地盤変動の沈降が認められることから、海面水位の上昇要因として、地盤変動の影響が考えられる。
- ・日本沿岸海面水位変動と偏西風帯の強度変動の比較から偏西風の影響により、日本沿岸の海面水位は、1985年以降、上昇傾向が認められる(1985～2007年で20mm程度上昇, 1mm程度/年)。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、偏西風の強度変動の影響が考えられる。
- ・地球温暖化の影響と考えられる海洋の熱膨張や氷河の融解により、世界の海面水位は、2006年以降、上昇傾向が認められる(2006～2015年, 3mm程度/年)。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、地球温暖化の影響が考えられる。

文献調査の結果、日本沿岸の海面水位の上昇傾向の要因として、地盤変動、偏西風、地球温暖化の影響が一定程度、認められるとされている。

上記要因のうち地球温暖化に関しては、気象庁により地球温暖化の影響の程度は明らかにはされていないことを踏まえ、その影響の程度は現在のところ明確になっていないと考える。

- (1) 気象庁地球環境・海洋部（2020a）：日本沿岸の海面水位の長期変化傾向,
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_trend.html
- (2) IPCC,（2019）：Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, H.-O. Portner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. Weyer (eds.), .In press.
- (3) 気象庁（2020b）：地盤上下変動を補正した日本周辺の2004年以降の海面水位変化,
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/sl_gcntrend/sl_gcntrend.html
- (4) 気象庁（2020c）：日本の海面水位の変動要因（偏西風との関係）,
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_ref/sl_model.html
- (5) 小倉義光（1999）：一般気象学【第2版】，P. 150
- (6) 気象庁（2020d）：海面水位,
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/sl_trend/sl_stat.html
- (7) 気象庁（2020e）：海面水位の変動要因,
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/sl_trend/sl_content.html

5. 高潮発生状況について

潮汐以外の要因による潮位変動について、潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。また、高潮の発生履歴を考慮して、高潮の可能性とその程度（ハザード）について検討し、津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の要否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。

また、島根原子力発電所の潮位観測に用いている潮位観測地点「輪谷湾」と、最寄りの気象庁潮位観測地点「境」（敷地から東約 23km 地点）の潮位観測データを比較し、妥当性を確認した。

さらに上記、再現期間を検討した期間（輪谷湾：1995 年～2009 年、境：1967 年～2012 年）以降の近年の潮位観測記録（2019 年まで）についても確認し、既往の最高潮位との比較を行った。

（1）高潮の評価

観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における約 15 年（1995 年～2009 年）の年最高潮位を表 5 に示す。また、表から算定した観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における最高潮位の超過発生確率を図 13 に示す。これより、再現期間と期待値は次のとおりとなる。

2 年	EL. +0.77m
5 年	EL. +0.91m
10 年	EL. +1.01m
20 年	EL. +1.12m
50 年	EL. +1.25m
100 年	EL. +1.36m

表5 観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における年最高潮位

年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位
1995	9月3日	+0.72	9
1996	6月18日	+0.81	5
1997	8月10日	+0.79	7
1999	10月29日	+0.80	6
2000	9月17日	+0.90	4
2001	8月22日	+0.71	
2002	9月1日	+0.97	3
2003	9月13日	+1.12	1
2004	8月19日	+1.02	2
2005	7月4日	+0.67	
2006	8月12日	+0.67	
2007	8月14日	+0.72	9
2008	8月15日	+0.75	8
2009	12月6日	+0.70	

※1998年はデータが1月～3月までしか計測されていないため考慮しない。

(参考) 年最高潮位上位10位と発生要因

順位	発生年月日	高潮潮位 (EL. m)	発生要因
1	2003年9月13日	+1.12	台風14号
2	2004年8月19日	+1.02	台風15号
3	2002年9月1日	+0.97	台風15号
4	2000年9月17日	+0.90	
5	1996年6月18日	+0.81	
6	1999年10月29日	+0.80	
7	1997年8月10日	+0.79	
8	2008年8月15日	+0.75	
9	1995年9月3日	+0.72	
9	2007年8月14日	+0.72	

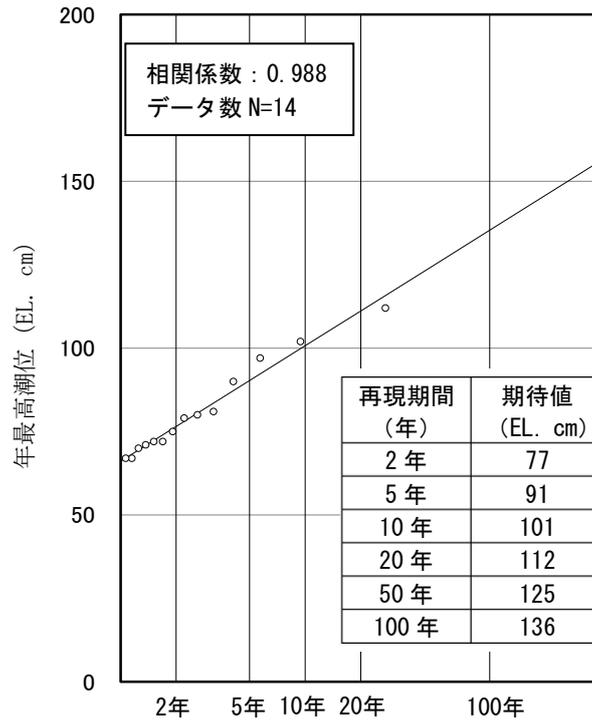


図 13 発電所構内（輪谷湾）における最高潮位の超過発生確率

(2) 高潮の考慮

基準津波による水位の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性が極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラントの運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 (E L. +1.36m) と、入力津波で考慮する朔望平均満潮位 (E L. +0.58m) 及び潮位のばらつき (0.14m) の合計の差である 0.64m を外郭防護の裕度評価において参照する。(図 14)

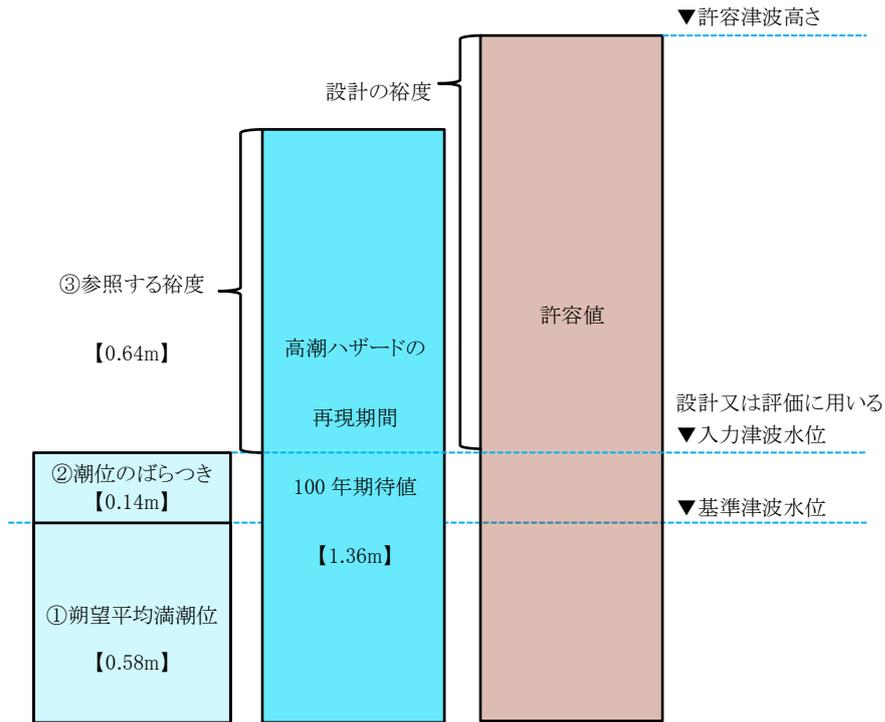


図 14 高潮の考慮のイメージ

(3) 高潮の評価 (最寄地点)

発電所敷地の最寄りの気象庁潮位観測地点「境」(敷地から東約 23km 地点)における約 45 年 (1967 年～2012 年) の年最高潮位を表 6 に示す。また、表から算定した気象庁潮位観測地点「境」における最高潮位の超過発生確率を図 15 に示す。これより、再現期間と期待値は次のとおりとなる。

2 年	EL. +0.73m
5 年	EL. +0.84m
10 年	EL. +0.90m
20 年	EL. +0.95m
50 年	EL. +1.01m
100 年	EL. +1.06m

気象庁潮位観測地点「境」における、再現期間 100 年に対する期待値は EL. + 1.06m であり、「発電所構内 (輪谷湾)」における期待値と比べて、小さい値であることを確認した。

表6 (1) 気象庁潮位観測地点「境」における年最高潮位

年	最高潮位 発生月日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位 10 位
1967	7月3日	+0.67	
1969	8月24日	+0.76	
1970	12月3日	+0.71	
1971	8月16日	+0.68	
1972	8月10日	+0.88	6
1973	8月18日	+0.72	
1974	7月7日	+0.59	
1975	8月23日	+0.70	
1976	10月29日	+0.63	
1977	7月2日	+0.57	
1978	8月3日	+0.64	
1979	8月18日	+0.81	10
1980	10月26日	+0.83	9
1981	9月4日	+0.81	10
1982	8月28日	+0.62	
1983	7月3日	+0.63	
1984	8月22日	+0.78	
1985	7月18日	+0.67	
1986	8月29日	+0.89	5
1987	8月31日	+0.80	
1988	11月13日	+0.53	
1989	11月1日	+0.61	
1990	8月23日	+0.70	
1991	7月30日	+0.88	6
1992	9月25日	+0.76	
1993	6月3日	+0.73	
1994	10月13日	+0.80	
1995	9月3日	+0.66	
1996	6月18日	+0.69	
1997	8月10日	+0.73	
1998	7月20日	+0.62	
1999	10月29日	+0.70	
2000	9月17日	+0.80	

表6 (2) 気象庁潮位観測地点「境」における年最高潮位

年	最高潮位 発生月日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位 10 位
2001	8月22日	+0.65	
2002	9月1日	+0.90	4
2003	9月13日	+1.03	1
2004	8月20日	+0.97	3
2005	7月4日	+0.67	
2006	8月12日	+0.67	
2007	8月14日	+0.70	
2008	8月15日	+0.75	
2009	12月6日	+0.72	
2010	8月12日	+0.87	8
2011	7月4日	+0.75	
2012	9月18日	+1.00	2

(参考) 年最高潮位上位 10 位と発生要因

順位	発生年月日	高潮潮位 (EL. m)	発生要因
1	2003年9月13日	+1.03	台風14号
2	2012年9月18日	+1.00	台風16号
3	2004年8月20日	+0.97	台風15号
4	2002年9月1日	+0.90	台風15号
5	1986年8月29日	+0.89	台風13号
6	1972年8月10日	+0.88	
6	1991年7月30日	+0.88	台風19号
8	2010年8月12日	+0.87	台風4号
9	1980年10月26日	+0.83	
10	1979年8月18日	+0.81	
10	1981年9月4日	+0.81	

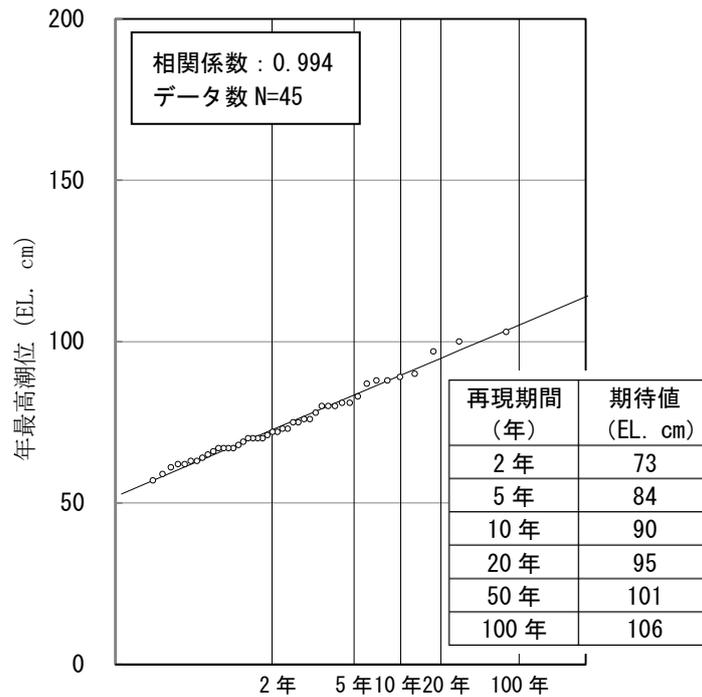


図 15 気象庁潮位観測地点「境」における最高潮位の超過発生確率

(4) 近年の潮位観測記録との比較

観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における再現期間を検討した期間（1995年～2009年）以降及び気象庁潮位観測地点「境」における再現期間を検討した期間（1967年～2012年）以降の近年の潮位観測記録の年最高潮位を表7，表8，図16，図17に示す。

これより，上記検討した期間の最高潮位を超える潮位はない。

表 7 観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における年最高潮位

年	最高潮位 発生月日	年最高潮位 (EL. m)
2010	8月12日	+0.96
2011	8月12日	+0.80
2012	9月18日	+1.07
2013	8月30日	+0.90
2014	9月9日	+0.74
2015	10月2日	+0.99
2016	8月31日	+0.98
2017	9月12日	+0.83
2018	10月6日	+0.98
2019	10月3日	+0.90
1995年～2009年 の最高潮位	2003年9月13日	+1.12

表8 気象庁潮位観測地点「境」における年最高潮位

年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)
2013	8月30日	+0.86
2014	8月11日	+0.70
2015	10月2日	+0.90
2016	8月31日	+0.92
2017	7月25日	+0.76
2018	10月7日	+0.90
2019	10月4日	+0.85
1967年～2012年 の最高潮位	2003年9月13日	+1.03

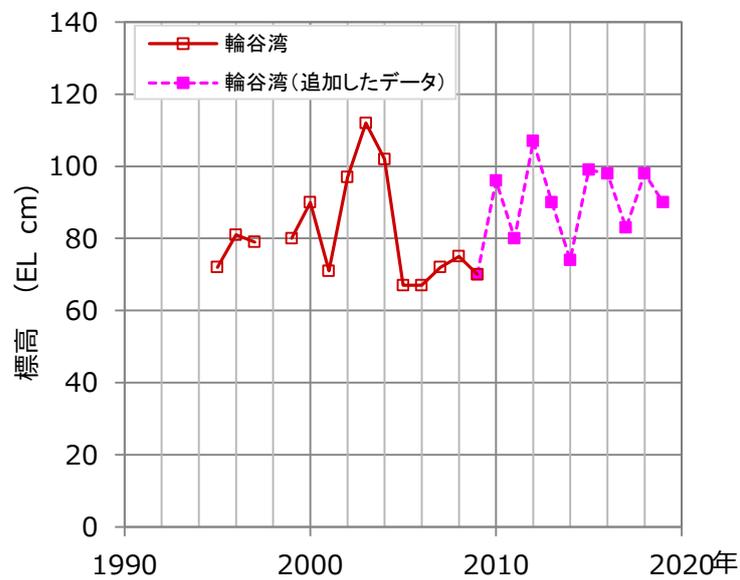


図16 観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における最高潮位変化

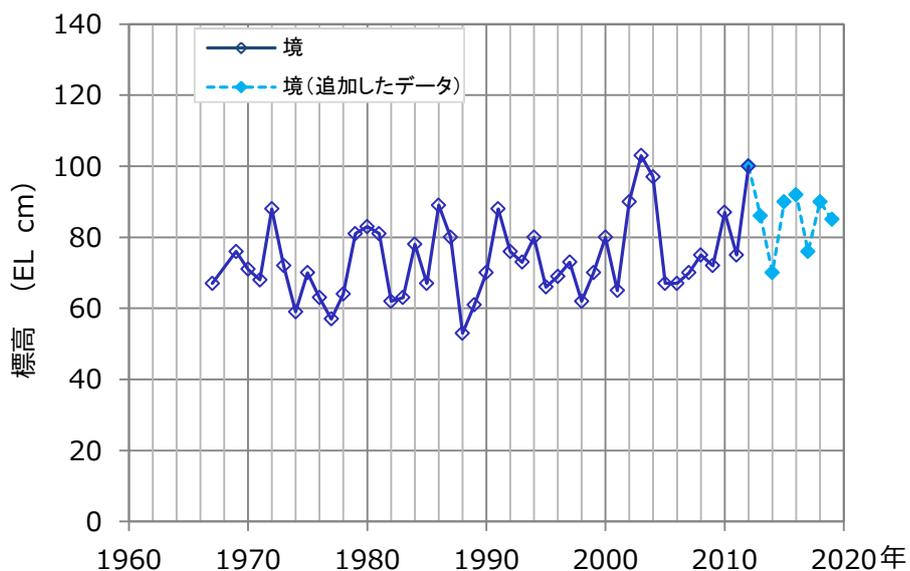


図 17 気象庁潮位観測地点「境」における最高潮位変化

(5) 近年の潮位観測記録による高潮評価について

高潮の評価について、近年のデータも含めたうえで、最高潮位の超過確率を算定するとともに、再現期間 100 年に対する期待値 (E L. +1.36m) を用いることにした妥当性について説明する。

近年のデータを含む 24 ヶ年 (1995 年～2019 年) を対象に、輪谷湾におけるプラントの運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値を算出した結果を図 18 に示す。この図より、100 年に対する期待値は E L. +1.23m であり、従来から用いている期待値より小さくなっている。

以上のことから、保守的な評価となるよう、従来から用いている 1995 年～2009 年を対象に算出した再現期間 100 年に対する期待値 (E L. +1.36m) を用いる。

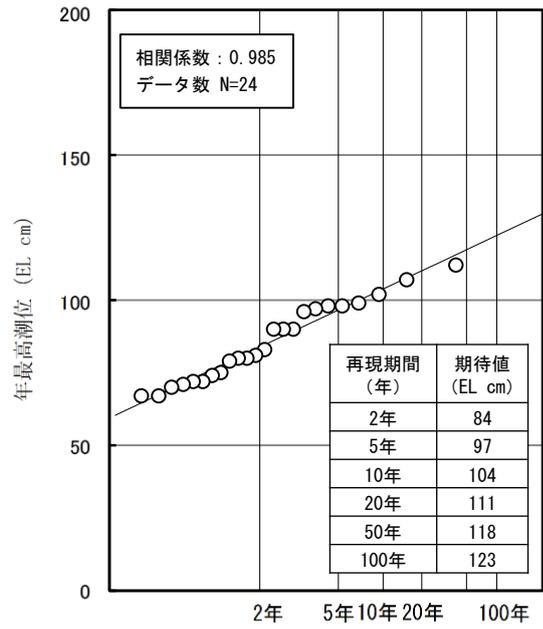


図 18 近年の観測記録による最高潮位の超過発生確率

入力津波に対する水位分布について

入力津波の決定ケースにおける津波水位の一覧を表 1 に，入力津波設定位置を図 1 に示す。また，日本海東縁部から想定される地震による津波の水位上昇側及び水位下降側のケースにおける水位分布を図 2 及び図 3 に，海域活断層から想定される地震による津波の水位上昇側及び水位下降側のケースにおける水位分布を図 4 及び図 5 に示す。

表1 (1) 入力津波高さ一覧 (日本海東縁部)

因子	設定位置	基準津波	地形変化 (防波堤)	潮位変動		地震による 地殻変動	管路状態		設定位置に おける評価値 (EL. m)	(参考) 許容津波高さ (EL. m)
				期望平均 潮位(m)	潮位の ばらつき(m)		貝付着	ポンプ 状態		
遡上域 最高水位	施設護岸又は防波壁	1	無し	EL.+0.58	EL.+0.14	無し	管路解析 対象外		+11.9	+15.0
水路内 最高水位	1号炉取水槽	1	無し				無し	停止	+7.0 ^{※1}	+8.8
	2号炉取水槽	1	無し				無し	停止	+10.6	+11.3
	3号炉取水槽	1	無し				無し	停止	+7.8	+8.8
	3号炉取水路点検口	1	無し				無し	停止	+6.4	+9.5
	1号炉放水槽	1	有り				無し	停止	+4.8	+8.8
	1号炉冷却水排水槽	1	有り				無し	停止	+4.7	+8.5
	1号炉マンホール	1	有り				無し	停止	+4.8	+8.5
	1号炉放水接合槽	1	有り				無し	停止	+3.5	+9.0
	2号炉放水槽	1	有り				無し	停止	+7.9	+8.8
	2号炉放水接合槽	1	無し				無し	停止	+6.1	+8.0
	3号炉放水槽	5	無し				無し	停止	+7.3	+8.8
	3号炉放水接合槽	5	無し				無し	停止	+6.5	+8.5
取水口 最低水位	2号炉取水口	6	無し				EL.-0.02	EL.-0.17	隆起0.34m を考慮	管路解析 対象外
水路内 最低水位	2号炉取水槽	6	無し	有り	運転	-8.4 [-8.31]				-8.3 [-8.32]
							無し	停止	-6.1 ^{※2}	

※1 流路縮小工を設置して評価している。

※2 2号炉取水槽における水路内最低水位は、循環水ポンプ運転状態のEL.-8.4m(EL.-8.31m)であるため、2.5.1「非常用海水冷却系の取水性」に示す循環水ポンプ停止運用を踏まえ、停止時を評価値とする。

表1 (2) 入力津波高さ一覧 (海域活断層)

因子	設定位置	基準津波	地形変化 (防波堤)	潮位変動		地震による 地殻変動	管路状態		設定位置に おける評価値 (EL. m)	(参考) 許容津波高さ (EL. m)	
				期望平均 潮位(m)	潮位の ばらつき(m)		貝付着	ポンプ 状態			
遡上域 最高水位	施設護岸又は防波壁	海域活 断層 上昇側 最大 ケース	有り	EL.+0.58	EL.+0.14	無し	管路解析 対象外		+4.2	+15.0	
水路内 最高水位	1号炉取水槽	4	有り				無し	停止	+2.7 [*]	+8.8	
	2号炉取水槽	4	無し				無し	停止	+4.9	+11.3	
	3号炉取水槽	4	有り				無し	停止	+3.7	+8.8	
	3号炉取水路点検口	4	有り				無し	停止	+2.7	+9.5	
	1号炉放水槽	4	無し				無し	停止	+2.1	+8.8	
	1号炉冷却水排水槽	4	無し				無し	停止	+1.9	+8.5	
	1号炉マンホール	4	無し				無し	停止	+1.8	+8.5	
	1号炉放水接合槽	4	無し				無し	停止	+1.9	+9.0	
	2号炉放水槽	4	無し				有り	有り	運転	+4.2	+8.8
	2号炉放水接合槽	4	有り				有り	有り	運転	+2.8	+8.0
	3号炉放水槽	4	有り				無し	停止	+3.3	+8.8	
	3号炉放水接合槽	4	有り				無し	停止	+3.5	+8.5	
取水口 最低水位	2号炉取水口	4	無し				EL.-0.02	EL.-0.17	隆起0.34m を考慮	管路解析 対象外	
水路内 最低水位	2号炉取水槽	4	無し	無し	運転	-6.5				-8.3	

※ 流路縮小工を設置して評価している。

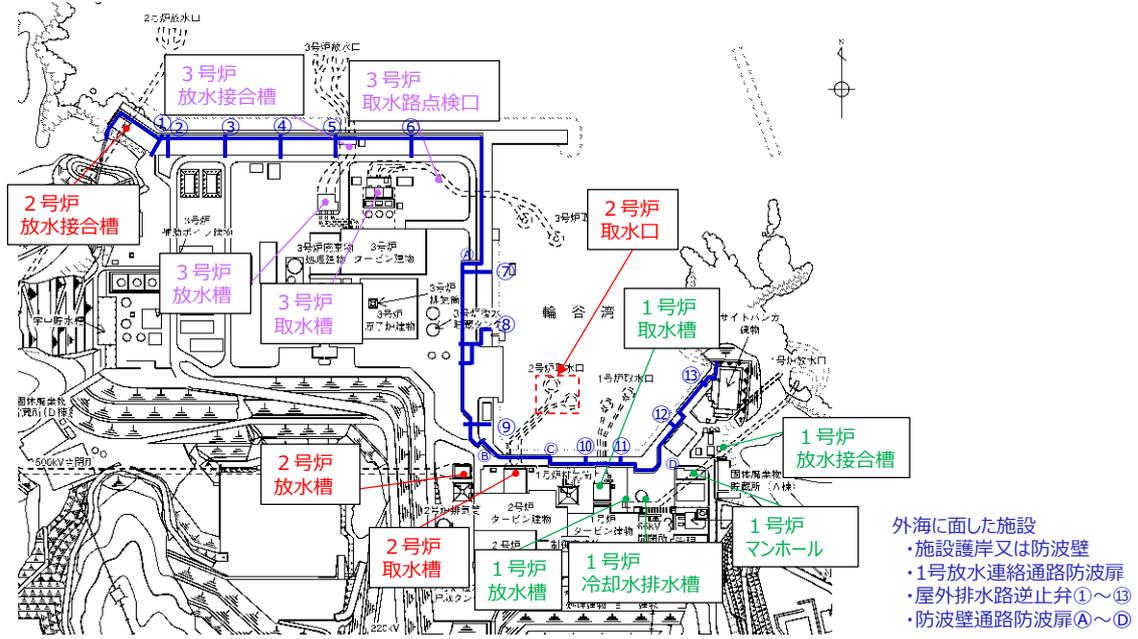


図1 入力津波設定位置

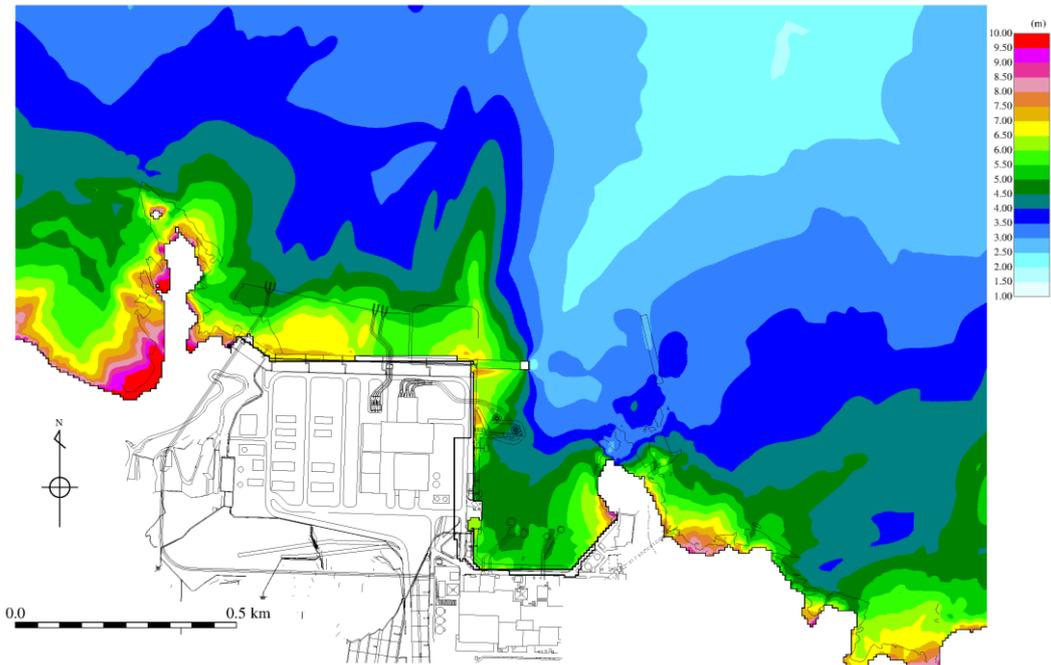


図2 (1) 入力津波1 (防波堤有り) 最高水位分布
(鳥取県 (2012) が日本海東縁部に想定した地震による津波)

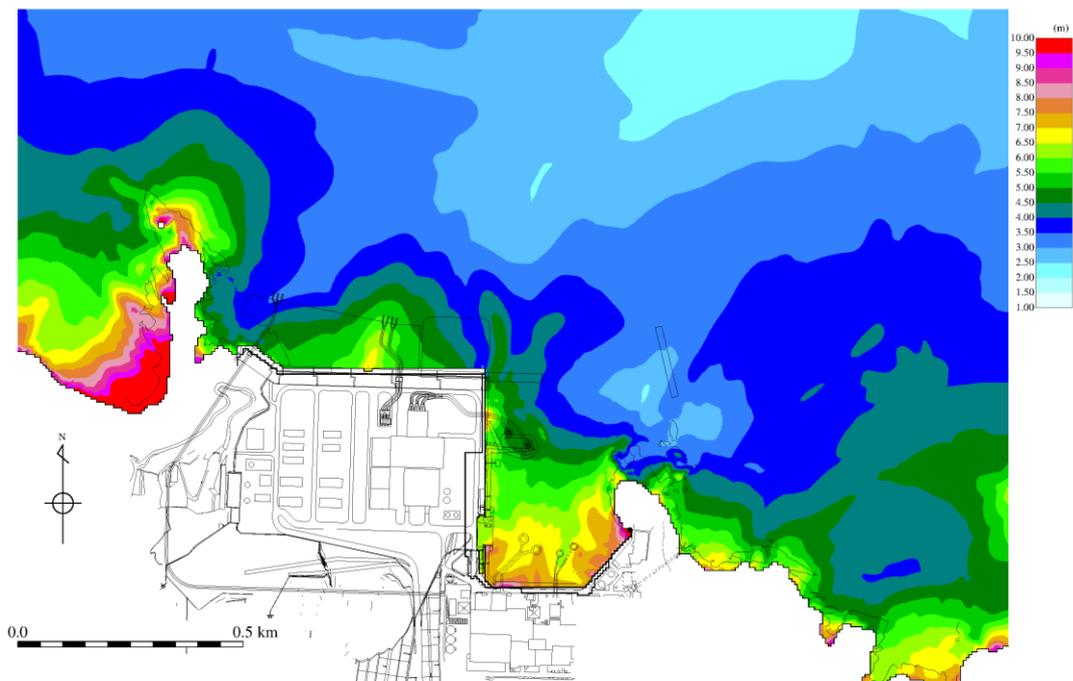


図2 (2) 入力津波1 (防波堤無し) 最高水位分布
(鳥取県 (2012) が日本海東縁部に想定した地震による津波)

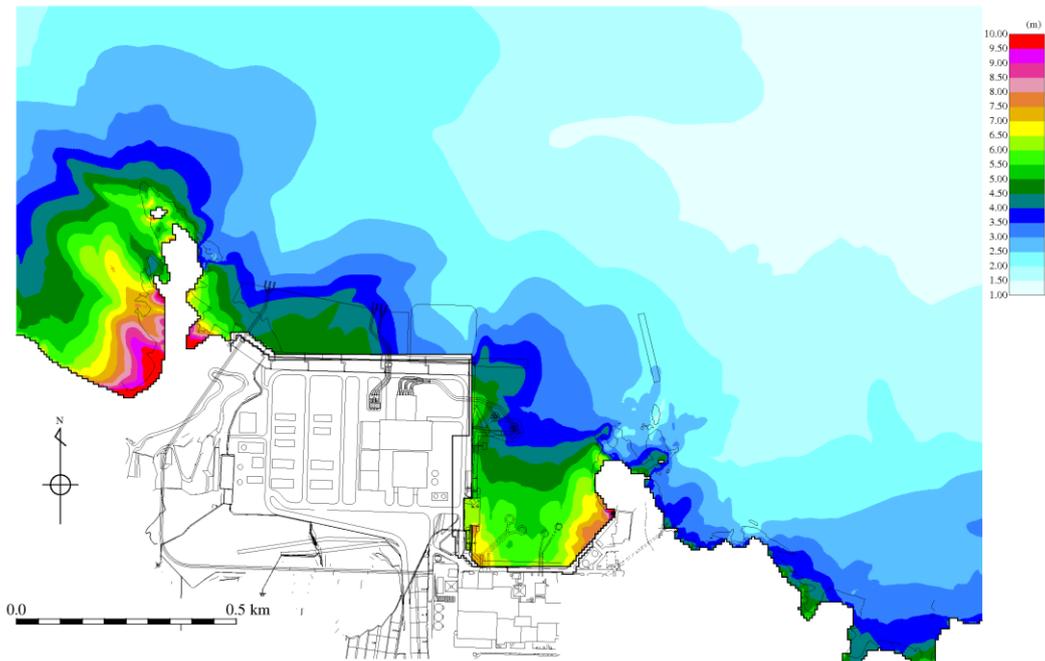


図2 (3) 入力津波5 (防波堤無し) 最高水位分布
 (地震発生領域の連動を考慮した検討による津波 (断層長さ350km))

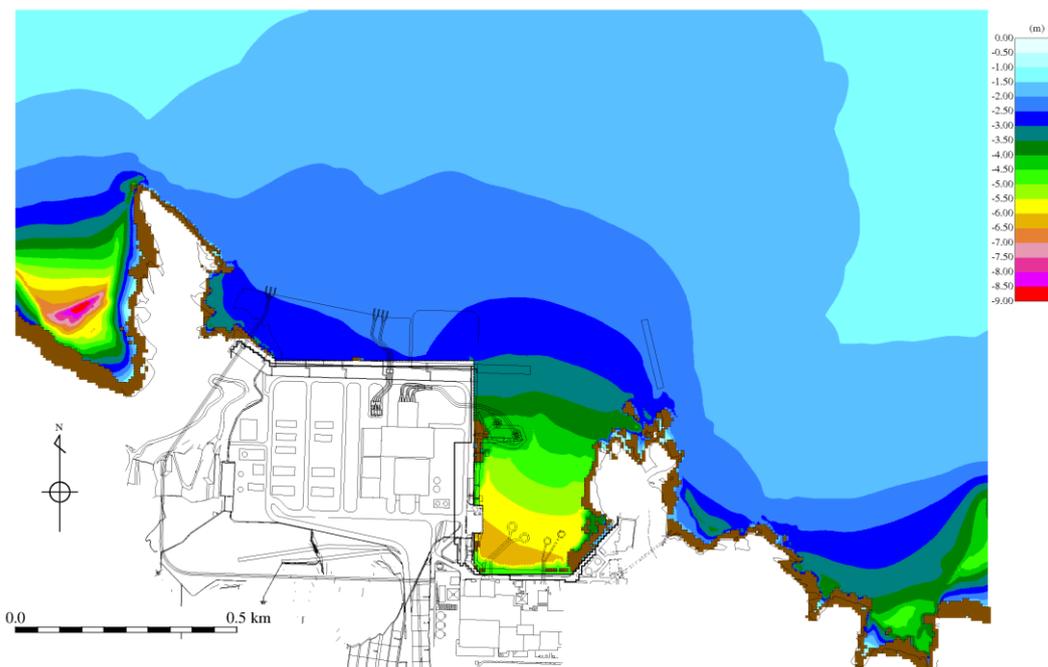


図3 入力津波6 (防波堤無し) 最低水位分布
 (地震発生領域の連動を考慮した検討による津波 (断層長さ350km))



図4 (1) 海域活断層上昇側最大ケース (防波堤有り) 最高水位分布 (F-Ⅲ～F-Ⅴ断層から想定される地震による津波)

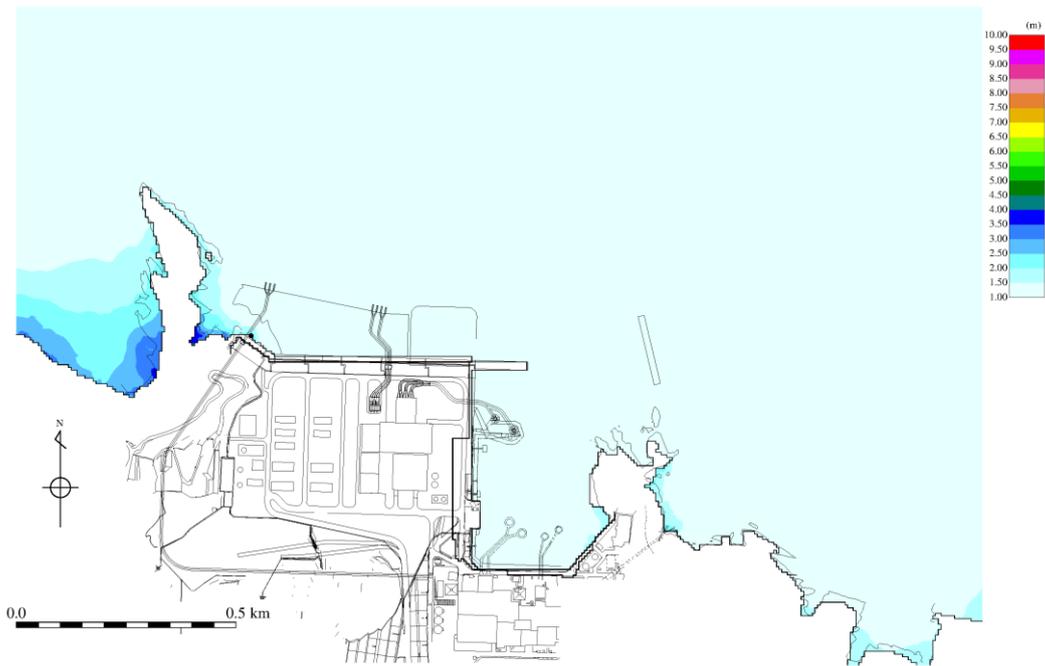


図4 (2) 入力津波4 (防波堤有り) 最高水位分布 (F-Ⅲ～F-Ⅴ断層から想定される地震による津波)



図4 (3) 入力津波4 (防波堤無し) 最高水位分布
(F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波)

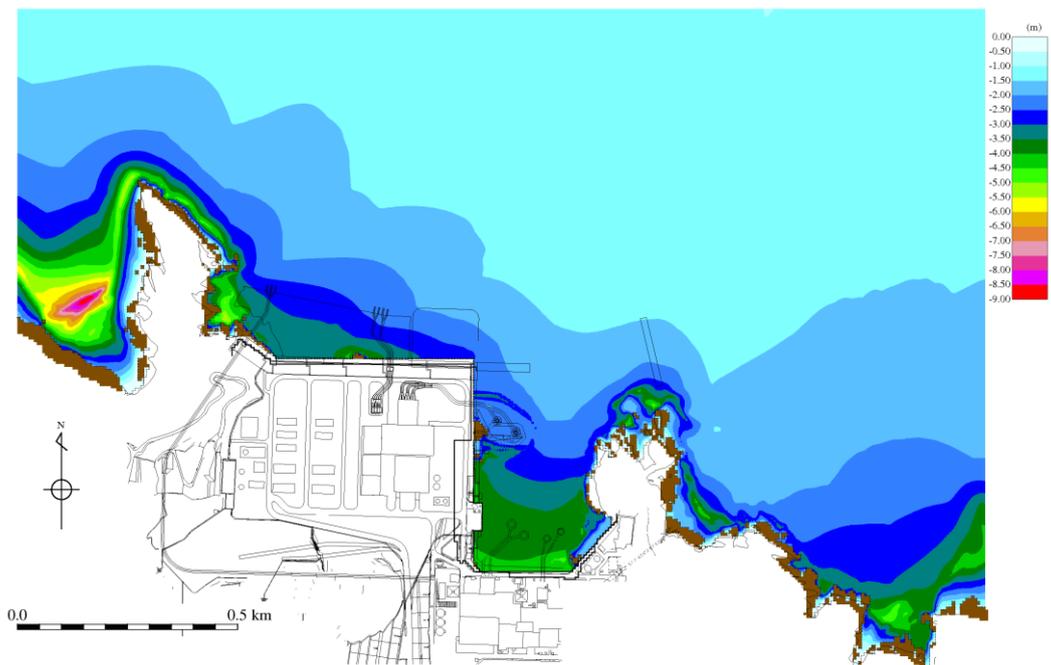


図5 入力津波4 (防波堤無し) 最低水位分布
(F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波)

津波防護対策の設備の位置付けについて

島根原子力発電所 2 号炉では、種々の津波防護対策設備を設置している（図 1）。本書では、これらの津波防護対策の分類について、各分類の定義や目的を踏まえて整理した（表 1）。

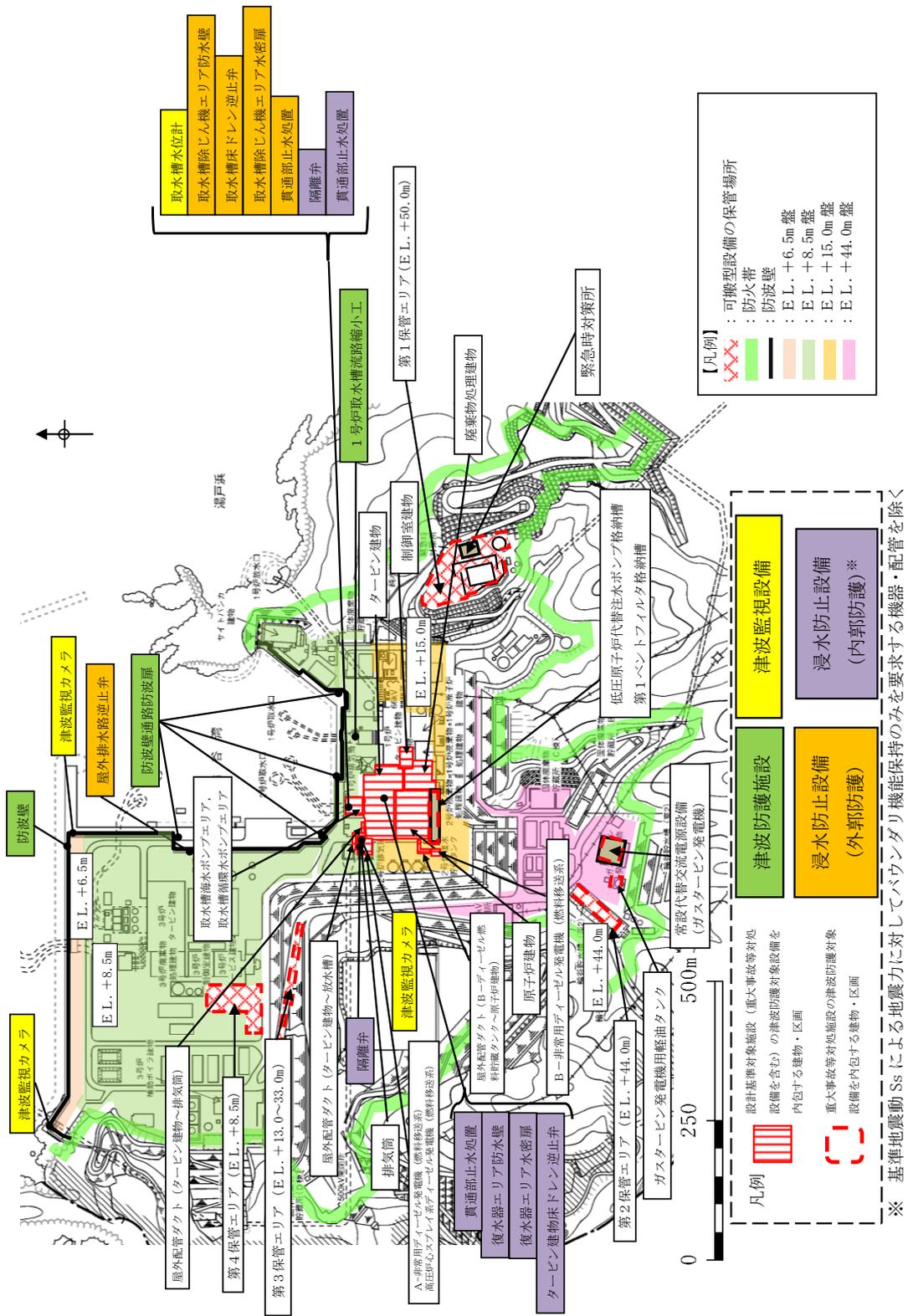


図1 2号炉における津波防護対策設備の概要

表 1 各津波防護対策の分類整理

分類	定義※1	施設・設備※1	目的※1	防波壁	防波壁通路 防波扉	1号炉 取水槽 流路縮小工	屋外排水路 逆止弁	取水槽 除じん機 エリア 防水壁	取水槽 除じん機 エリア 水密扉	取水槽 床ドレン 逆止弁
津波防護施設	外郭防護及び内郭防護を行う土木、建築構造物	・防潮堤（既存地山による自然堤防を含む） ・防潮壁	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）	○ 敷地への津波の流入を防止する（外郭防護1）	○ 敷地への津波の流入を防止する（外郭防護1）	○ 敷地への津波の流入を防止する（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備	・防潮堤・防潮壁に取りつけた水密扉等、止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 敷地への津波の流入を防止する（外郭防護1）	○ 敷地への津波の流入を防止する（外郭防護1）	○ 敷地への津波の流入を防止する（外郭防護1）	○ 取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアへの津波の流入を防止する（外郭防護1）
		・建屋等の壁や床に取り付けた水密扉や止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備	・浸水防護重点化範囲内に、津波や内水部溢水及び地下水を浸水させない（内郭防護）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない				

※1 耐津波設計に係る工認審査ガイド P26「3.8 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備の分類」より抜粋

表 1 各津波防護対策の分類整理

分類	定義※1	施設・設備※1	目的※1	復水器エリア防水壁	復水器エリア水密扉	タービン建物床ドレン逆止弁	隔離弁ポンプ及び配管	貫通部止水処置
津波防護施設	外郭防護及び内郭防護を行う土木、建築構造物	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤（既存地山による自然堤防を含む） 防潮壁 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護） 	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤・防潮壁に取りつけた水密扉等、止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備 建屋等の壁や床に取りつけた水密扉や止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護） 	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 敷地、取水槽海水ポンプエリア及びタービン建物への津波の流入を防止する（外郭防護1）
			<ul style="list-style-type: none"> 浸水防護重点化範囲内に、津波や内郭溢水及び地下水を浸水させない（内郭防護） 					○ 地震によるタービン建物（復水器を設置するエリア）の循環水系配管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して、浸水防護重点化範囲位への浸水を防止する。

※1 耐津波設計に係る工認審査ガイド P26「3.8 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備の分類」より抜粋