

図 2. 1. c. c-6 (57) 敷地（海域）の地盤変状の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (追而))

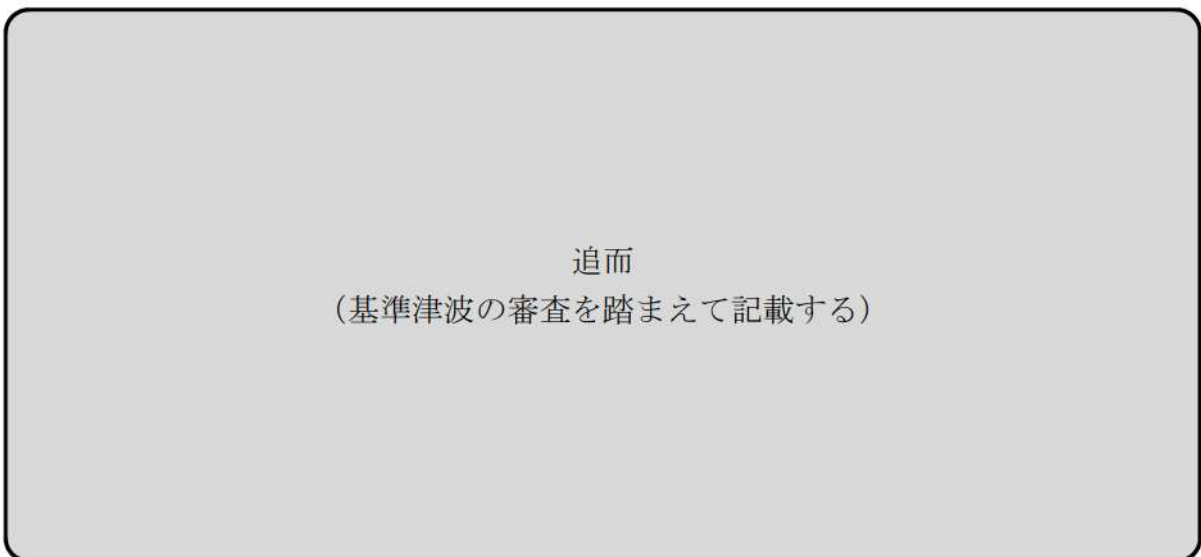


図 2. 1. c. c-6 (58) 敷地（海域）の地盤変状の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (追而))

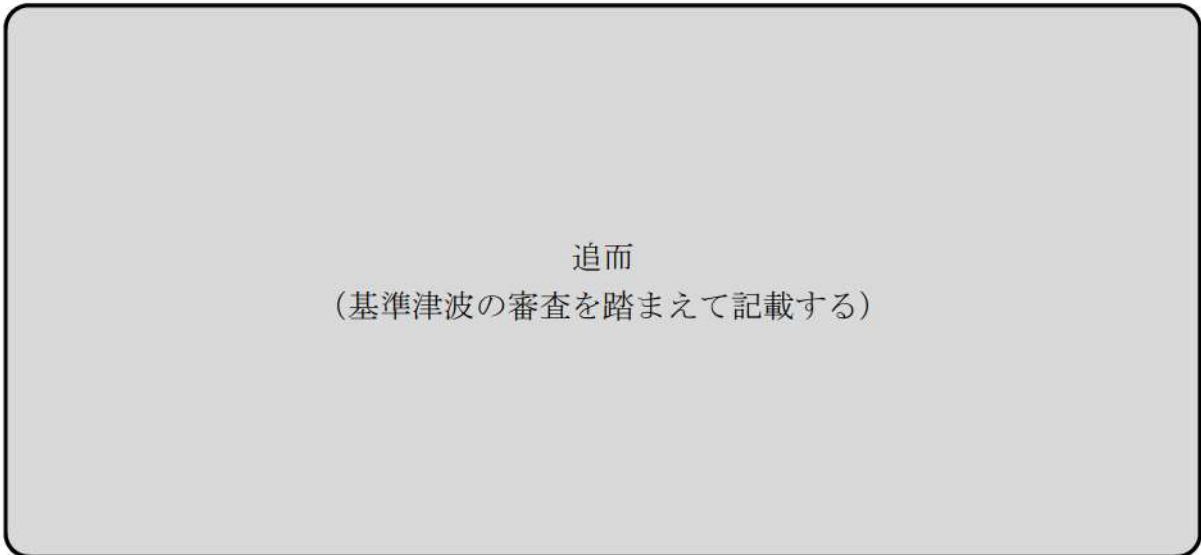


図 2.1.c.c-6 (59) 敷地（海域）の地盤変状の有無による最大流速分布の比較
(最大流速波源 (追而))

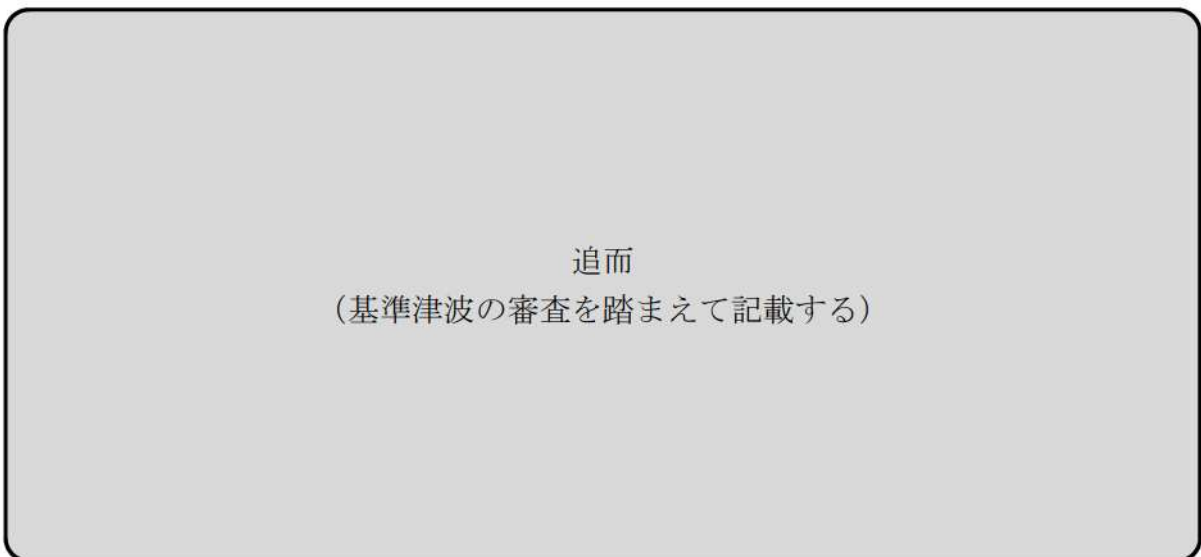
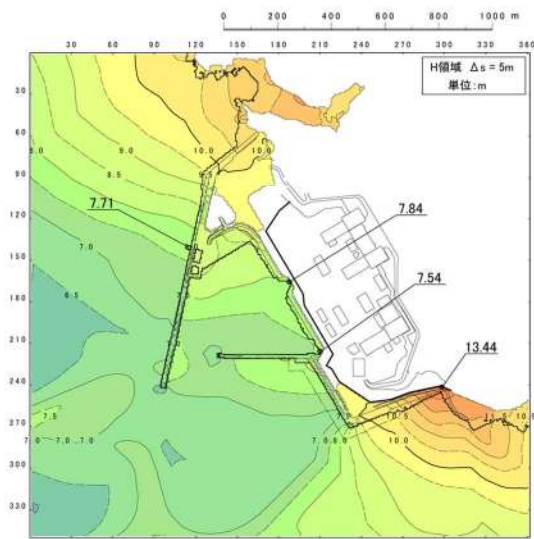
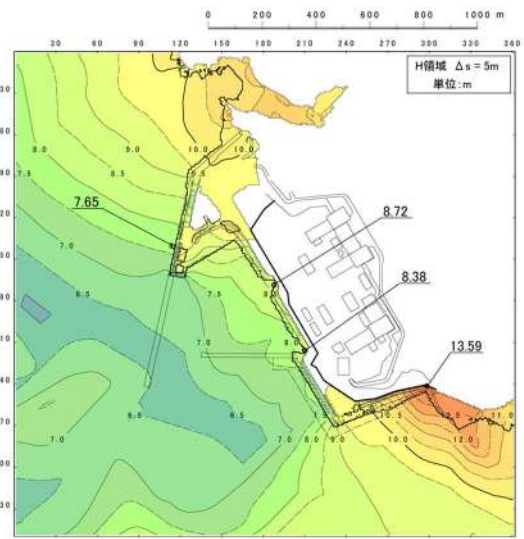


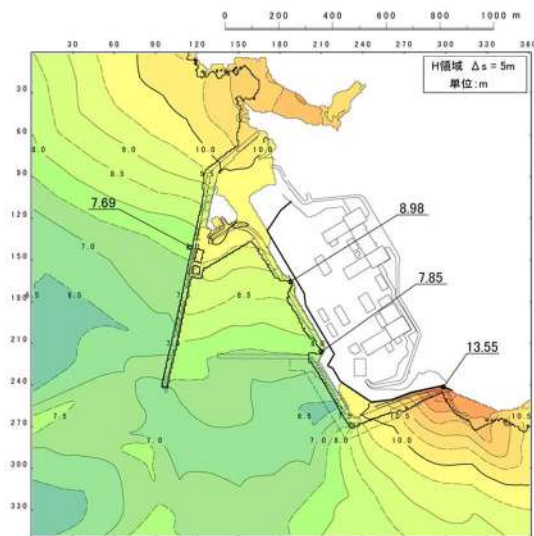
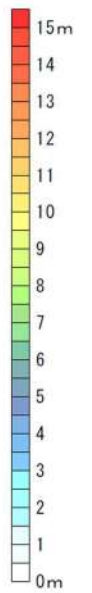
図 2.1.c.c-6 (60) 敷地（海域）の地盤変状の有無による最大流速分布の比較
((最大流速波源 (追而)))



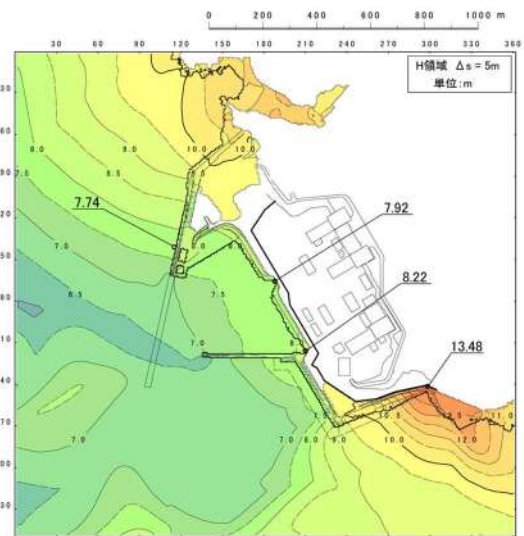
最大水位上昇量分布
(防波堤損傷なし)



最大水位上昇量分布
(北及び南防波堤損傷)



最大水位上昇量分布
(南防波堤損傷)



最大水位上昇量分布
(北防波堤損傷)

図 2. 1. d. a-1 (1) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源A))

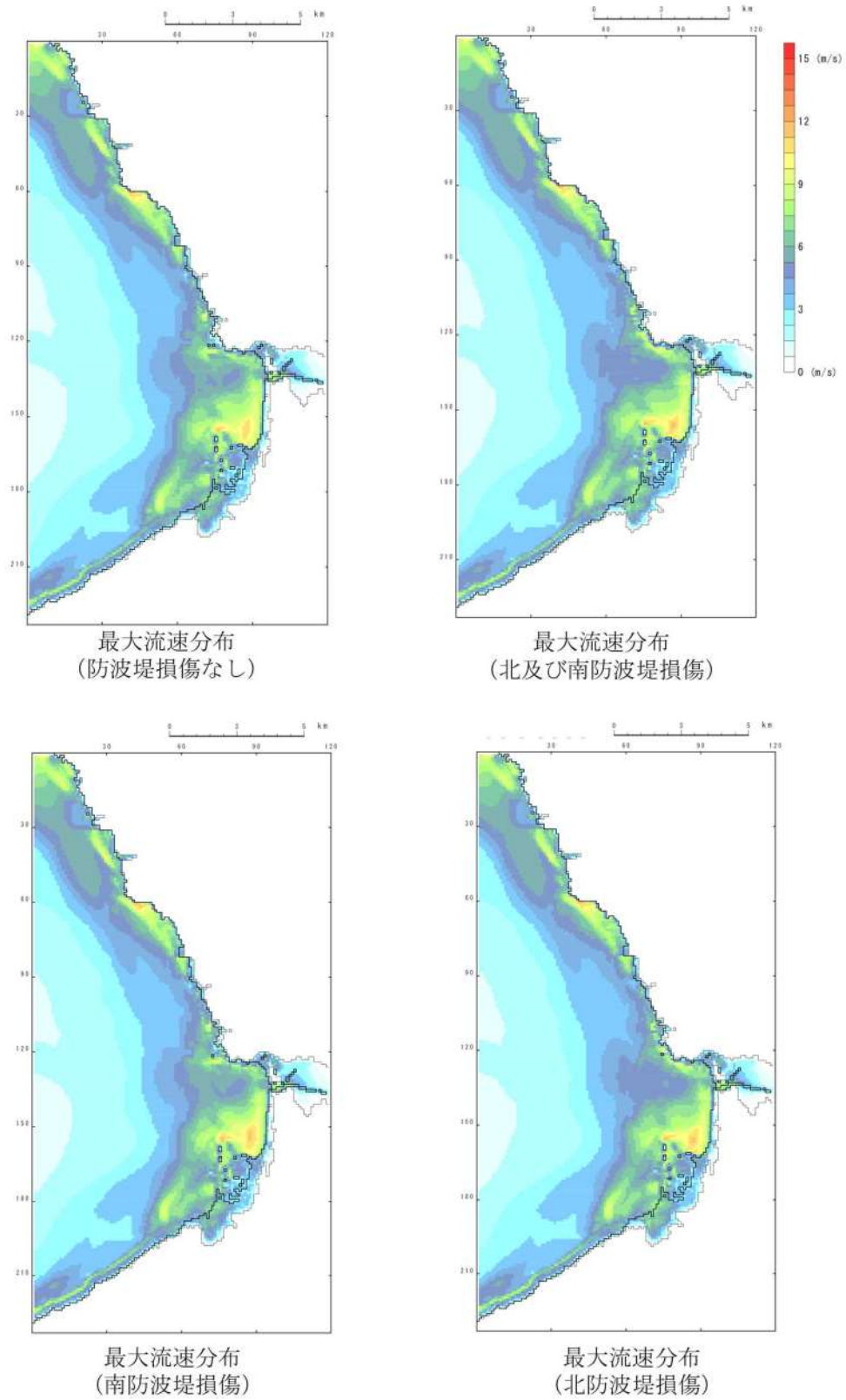
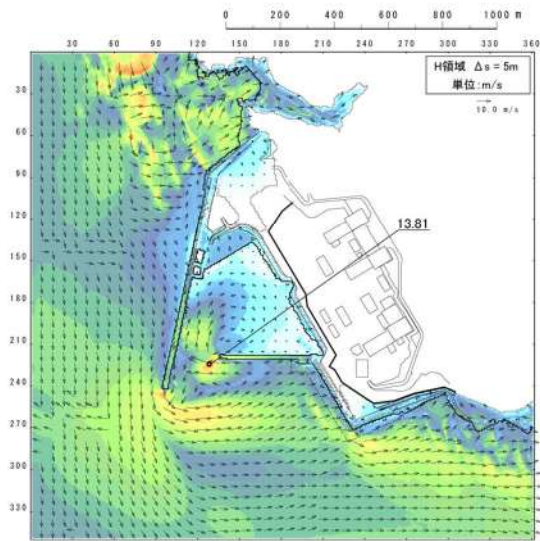
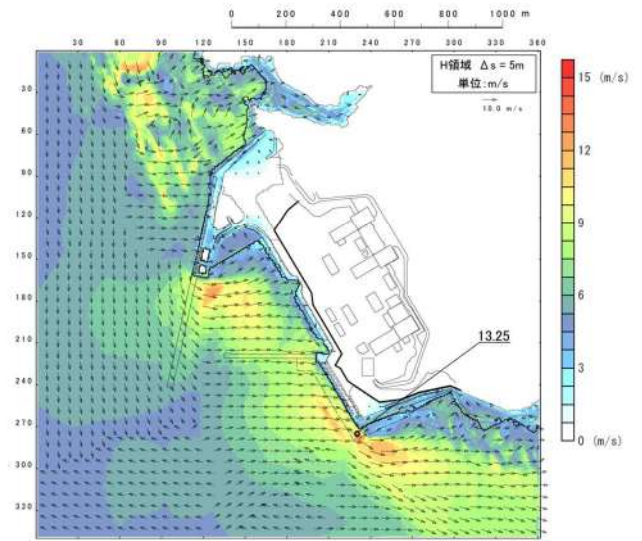


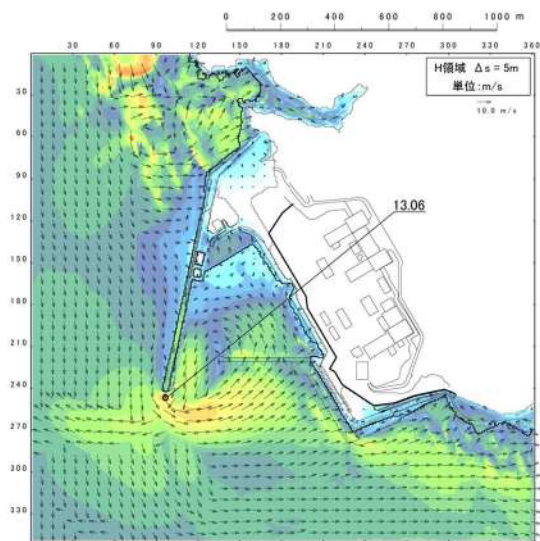
図 2.1.d.a-2 (1) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源 A)))



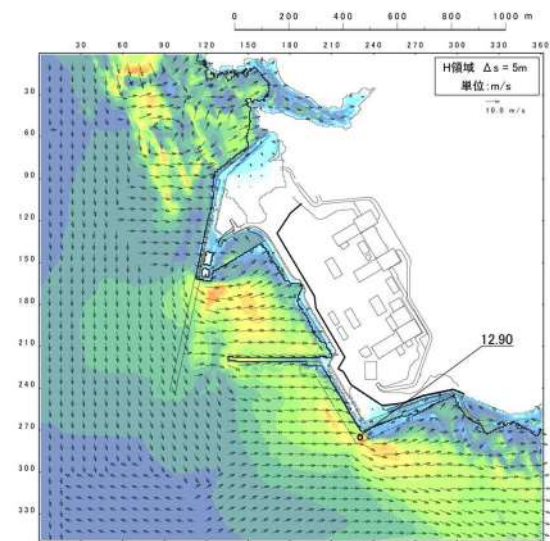
最大流速分布
(防波堤損傷なし)



最大流速分布
(北及び南防波堤損傷)



最大流速分布
(南防波堤損傷)



最大流速分布
(北防波堤損傷)

図 2. 1. d. a-3 (1) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源 A))

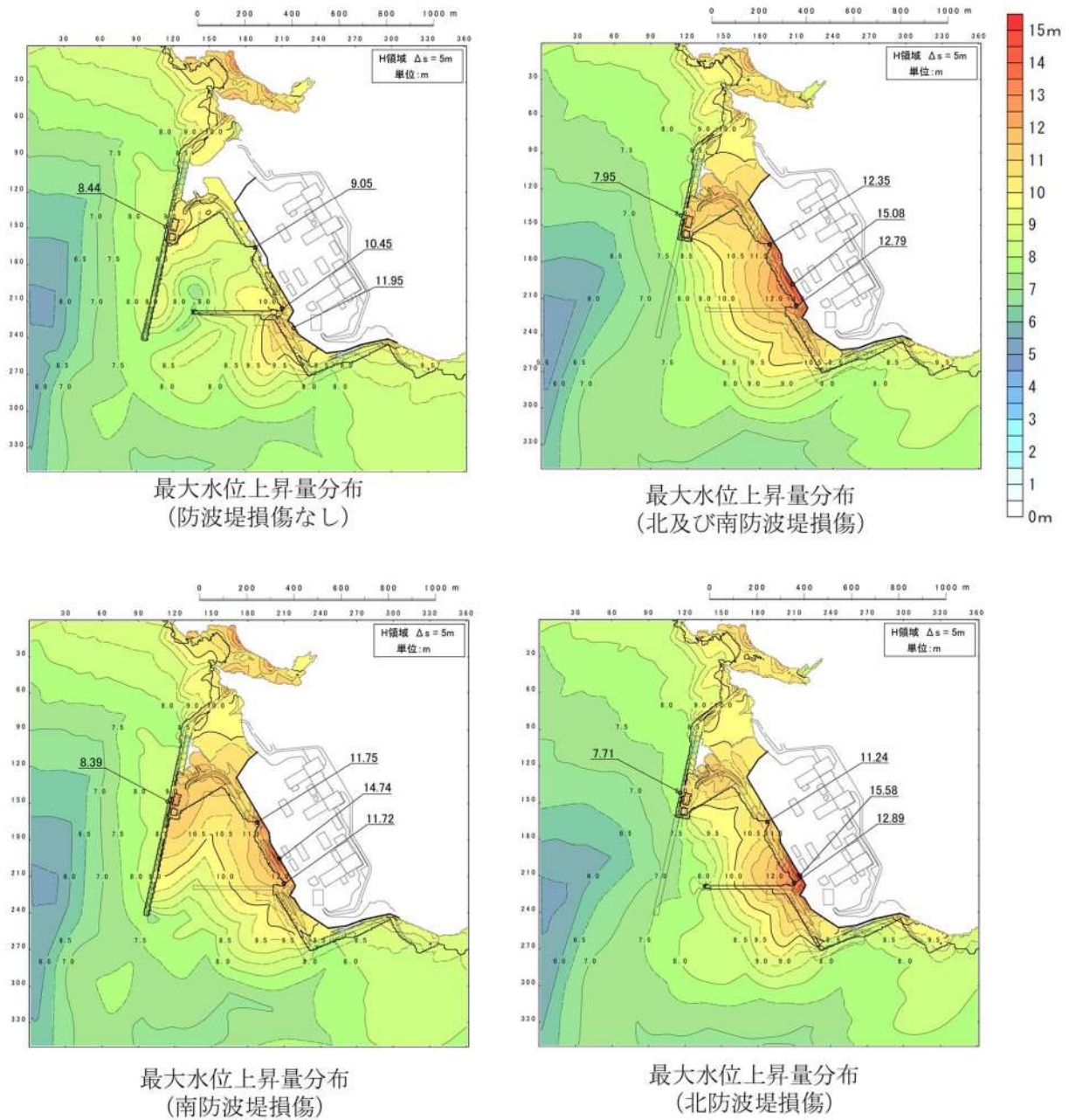
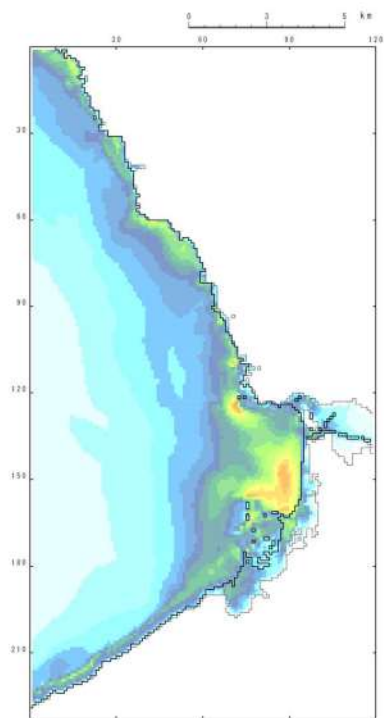
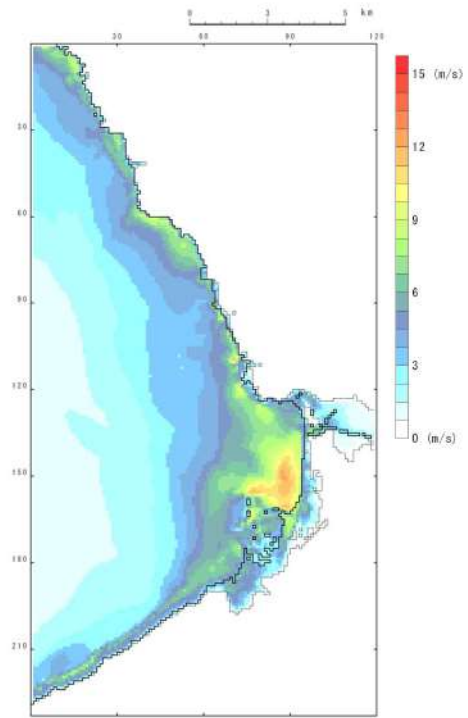


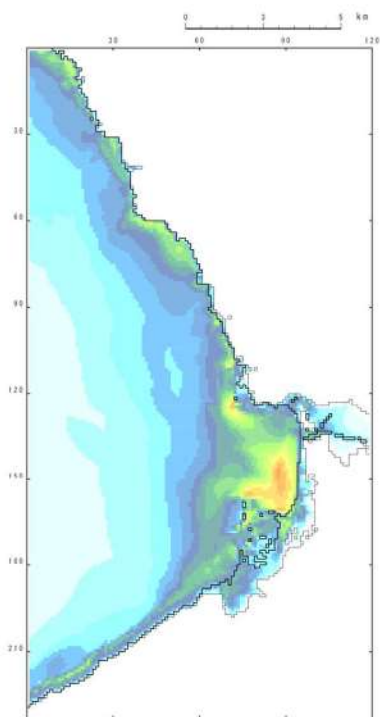
図 2. 1. d. a-1 (2) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
((基準津波 (波源 B))



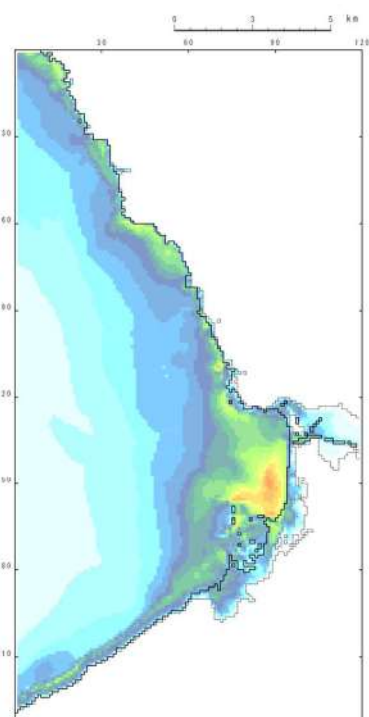
最大流速分布
(防波堤損傷なし)



最大流速分布
(北及び南防波堤損傷)



最大流速分布
(南防波堤損傷)



最大流速分布
(北防波堤損傷)

図 2.1.d.a-2 (2) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源 B)))

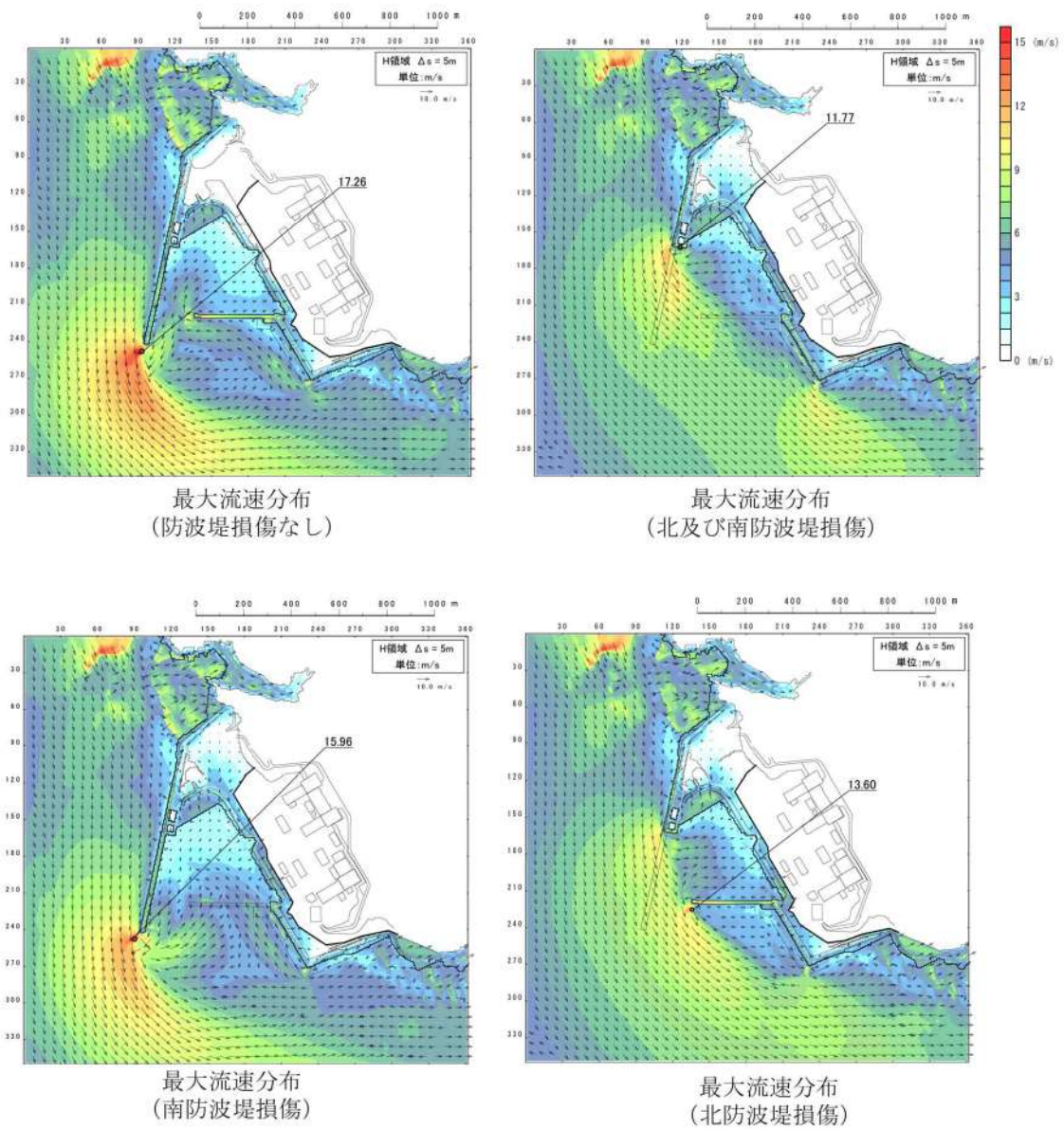


図 2.1.d.a-3 (2) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源 B))

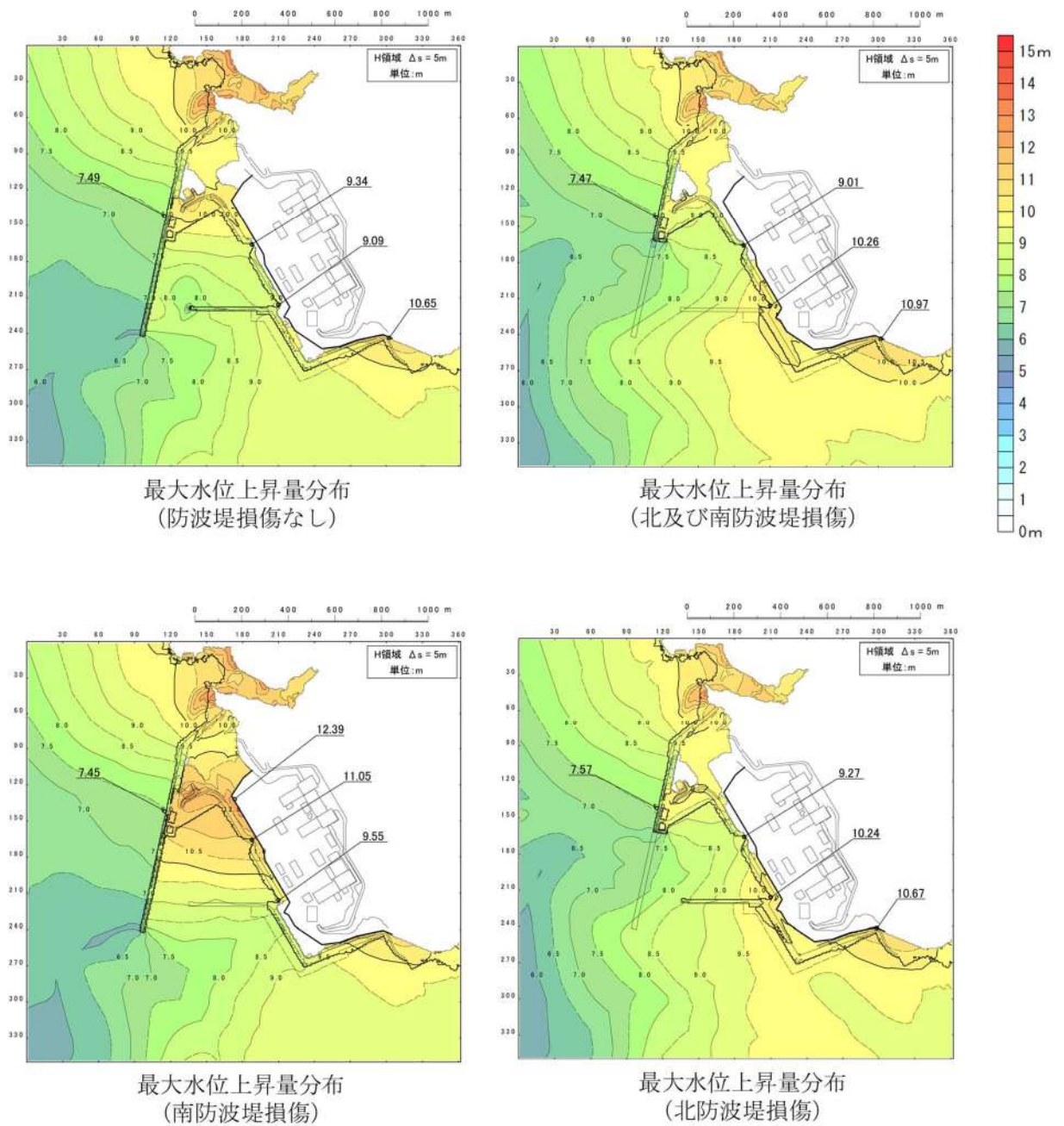


図 2.1.d.a-1 (3) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
((基準津波 (波源C))

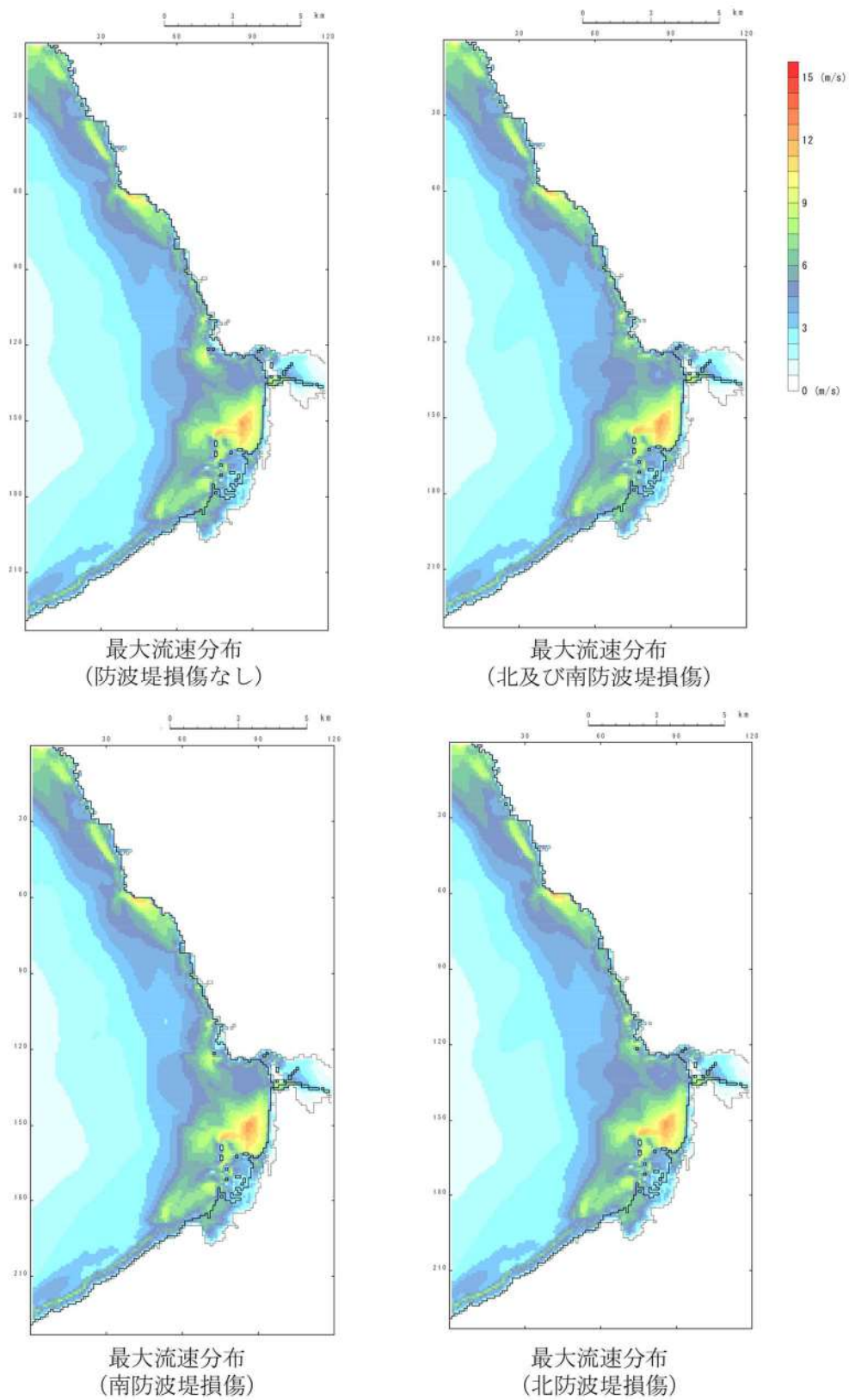
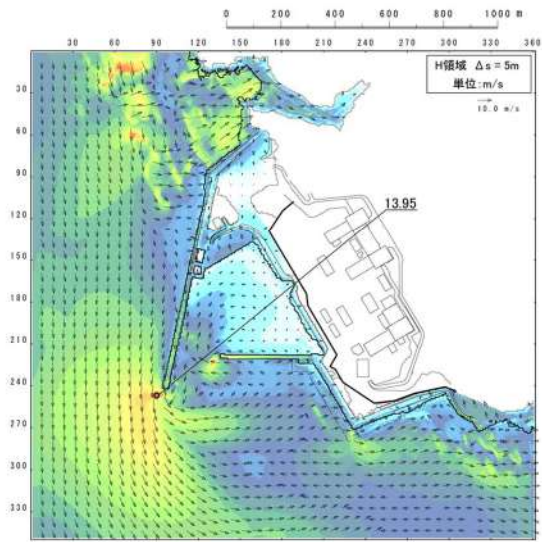
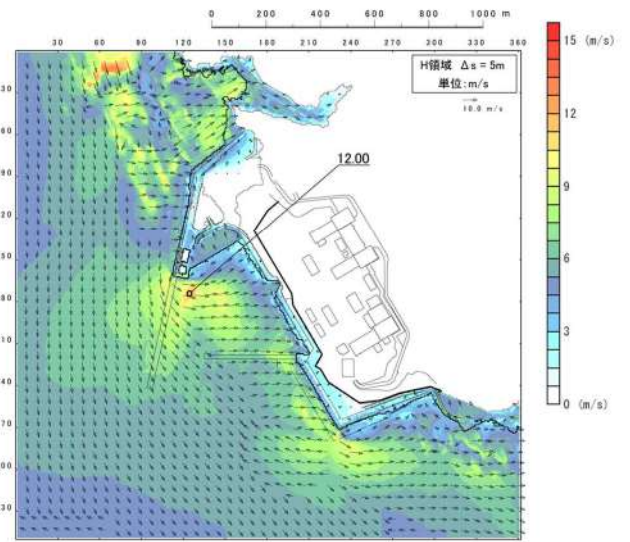


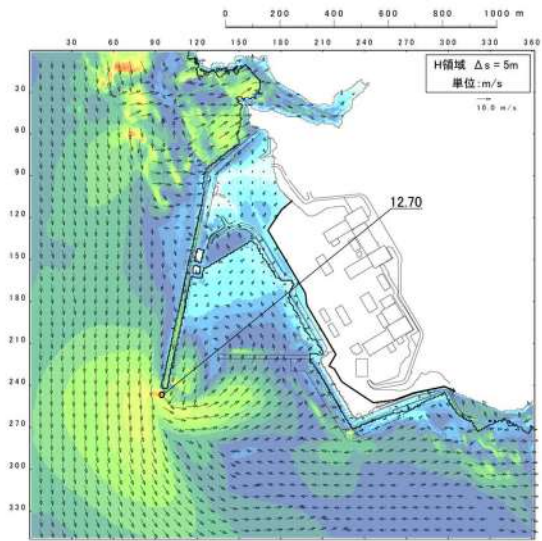
図 2.1.d.a-2 (3) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源C))



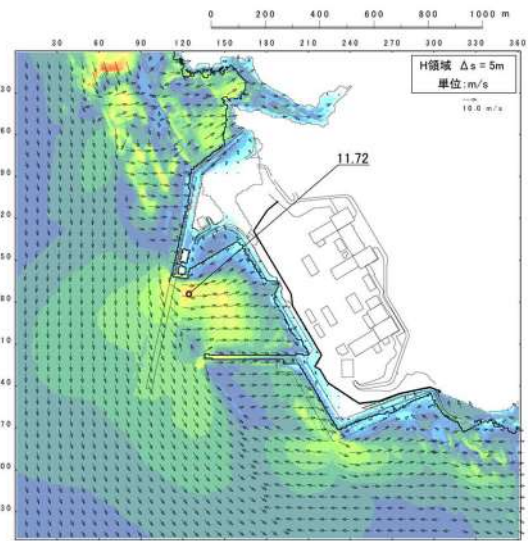
最大流速分布
(防波堤損傷なし)



最大流速分布
(北及び南防波堤損傷)

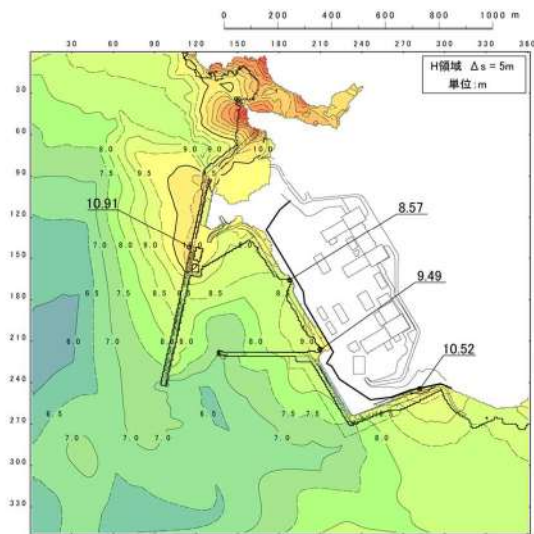


最大流速分布
(南防波堤損傷)

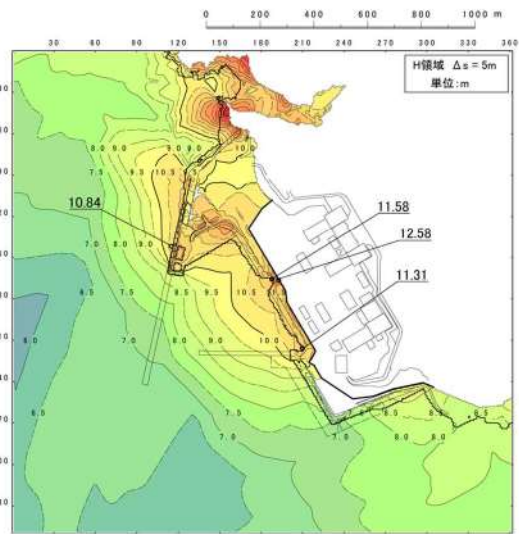


最大流速分布
(北防波堤損傷)

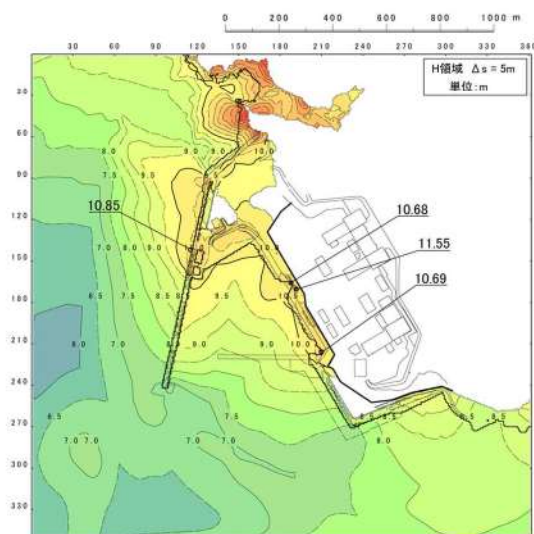
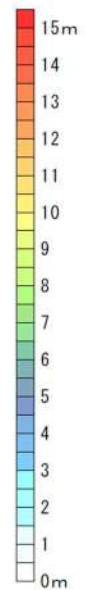
図 2. 1. d. a-3 (3) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源 C))



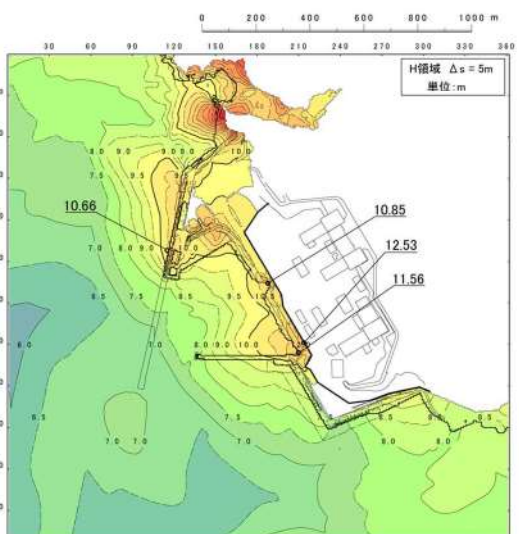
最大水位上昇量分布
(防波堤損傷なし)



最大水位上昇量分布
(北及び南防波堤損傷)



最大水位上昇量分布
(南防波堤損傷)



最大水位上昇量分布
(北防波堤損傷)

図 2. 1. d. a-1 (4) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
(標準津波 (波源D))

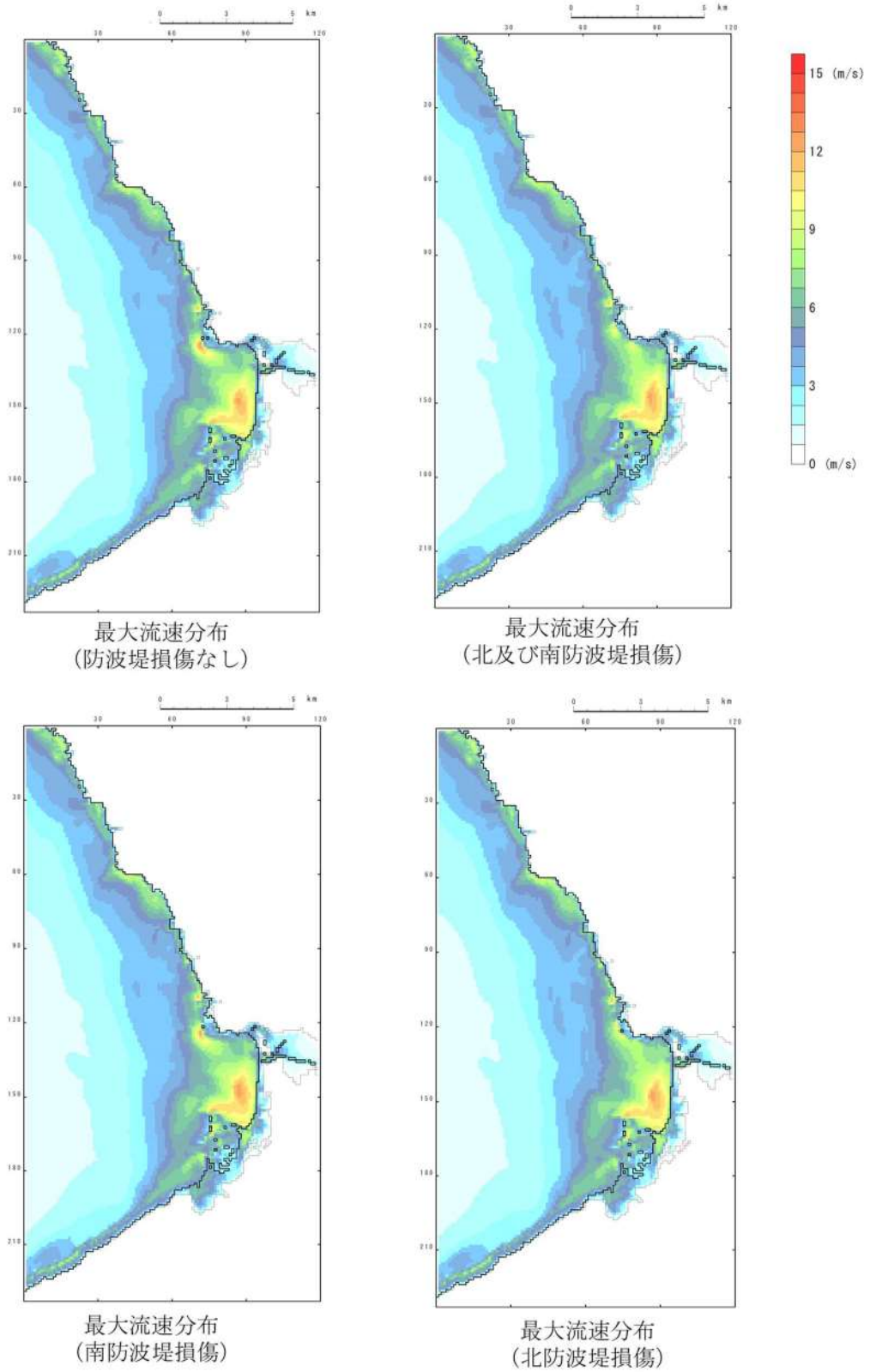


図 2. 1. d. a-2 (4) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源D))

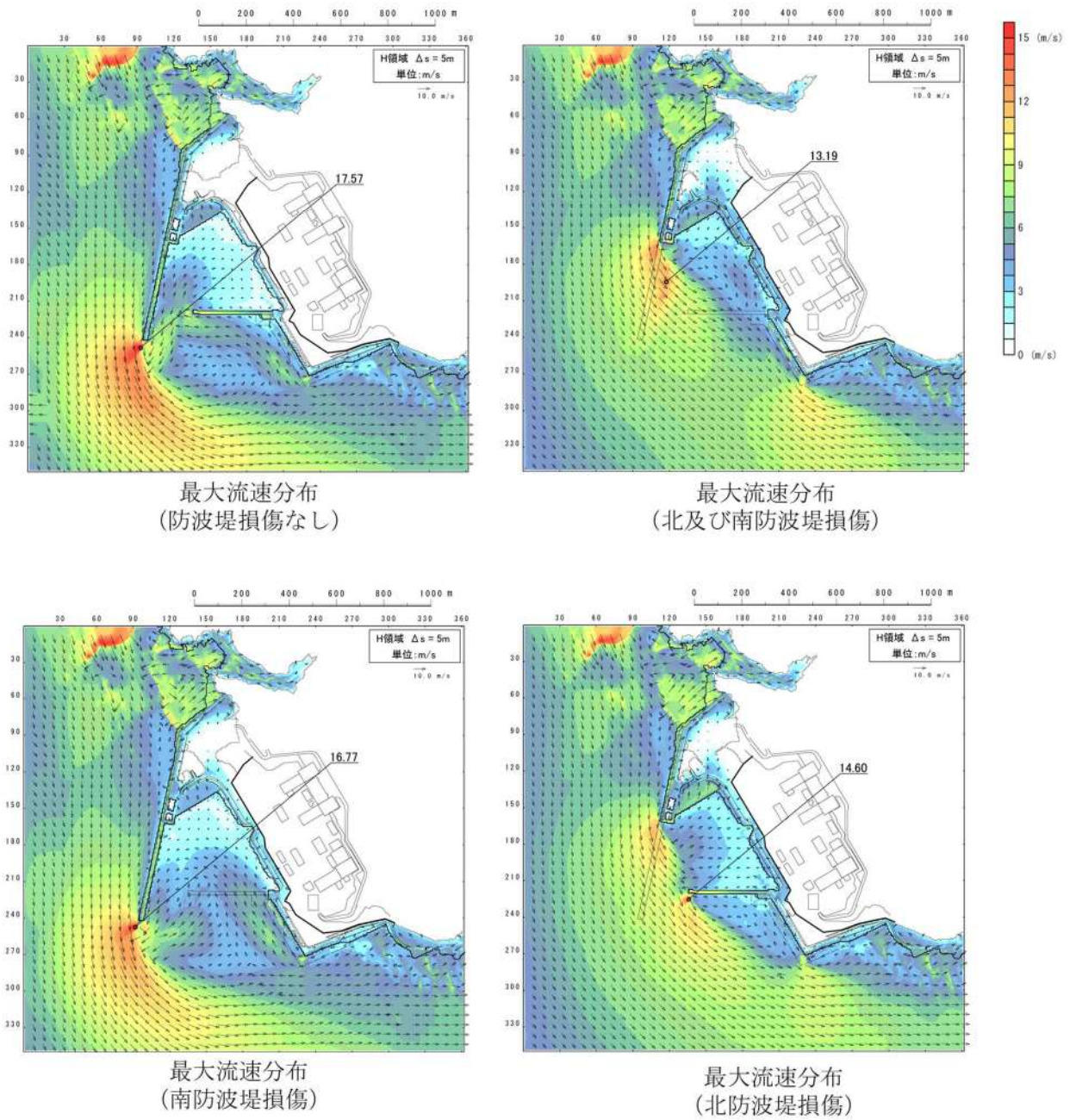


図 2. 1. d. a-3 (4) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源D))

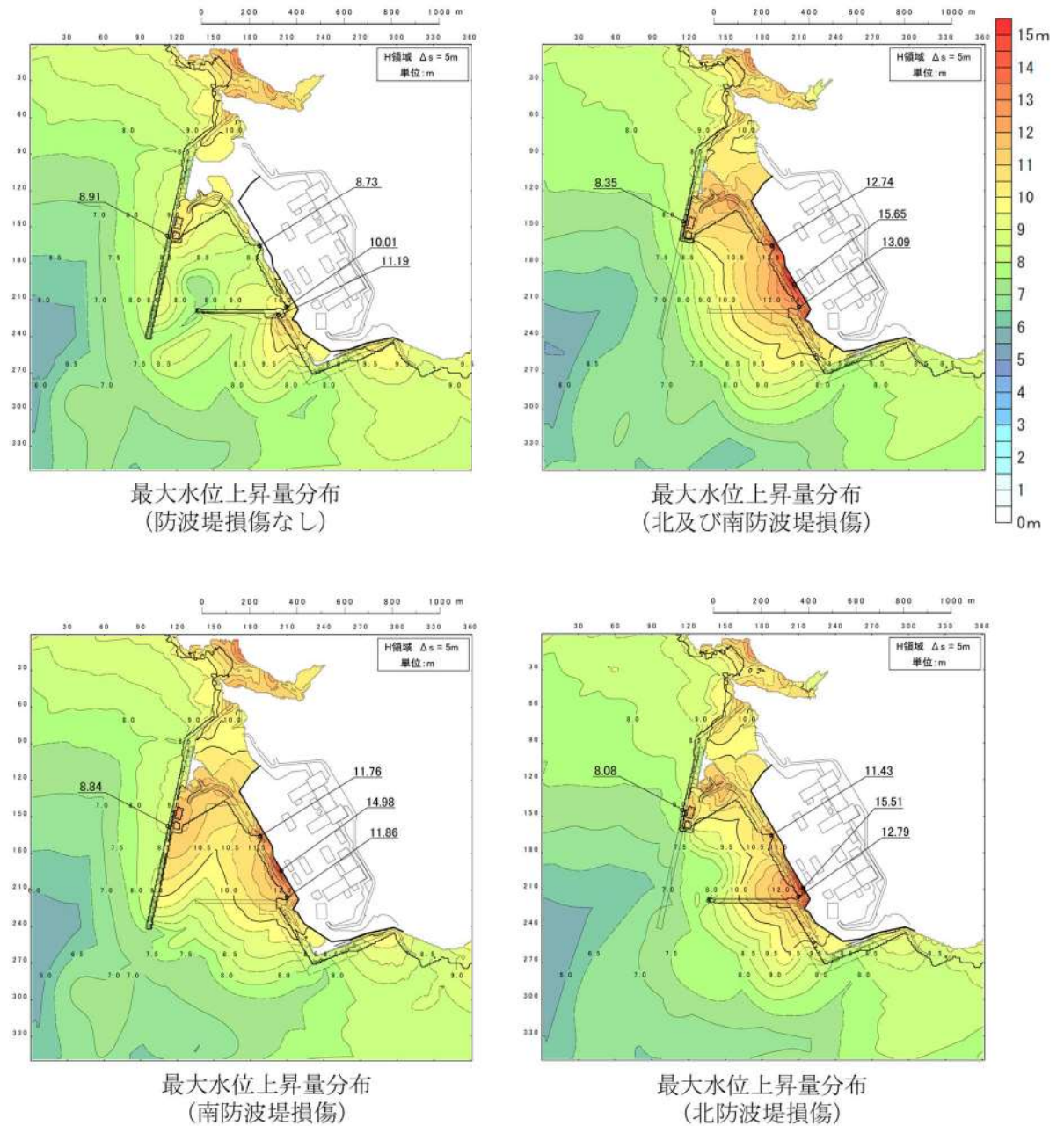
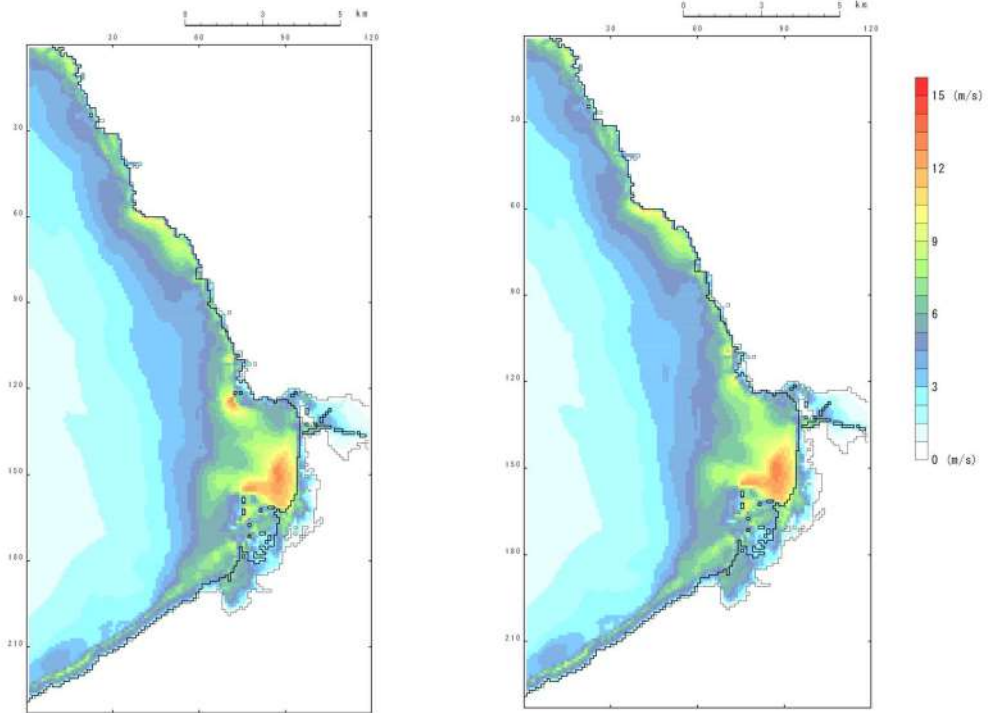
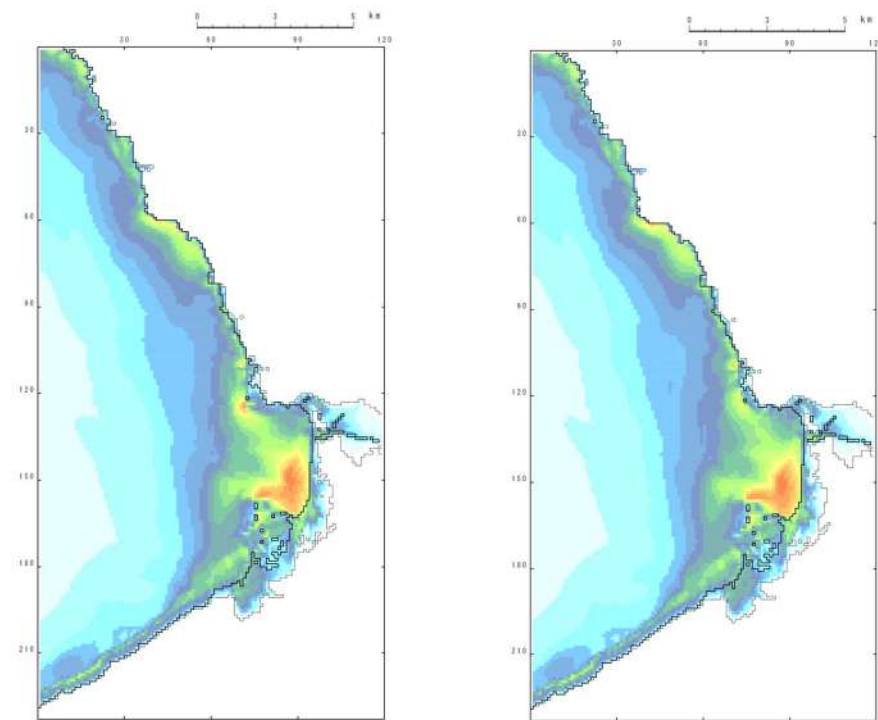


図 2. 1. d. a-1 (5) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
(標準津波 (波源 E))



最大流速分布
(防波堤損傷なし)

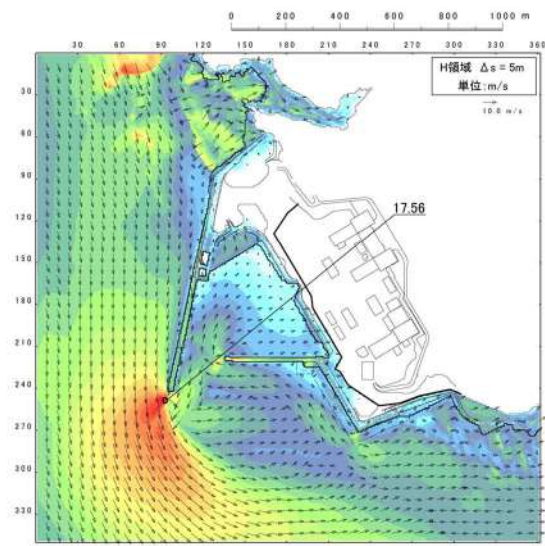
最大流速分布
(北及び南防波堤損傷)



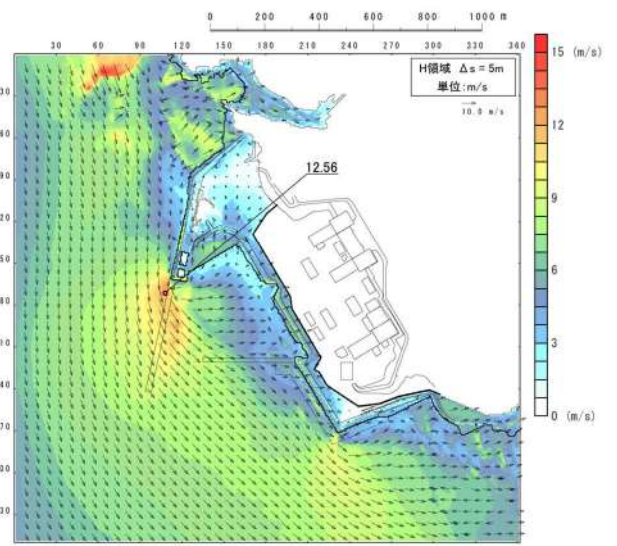
最大流速分布
(南防波堤損傷)

最大流速分布
(北防波堤損傷)

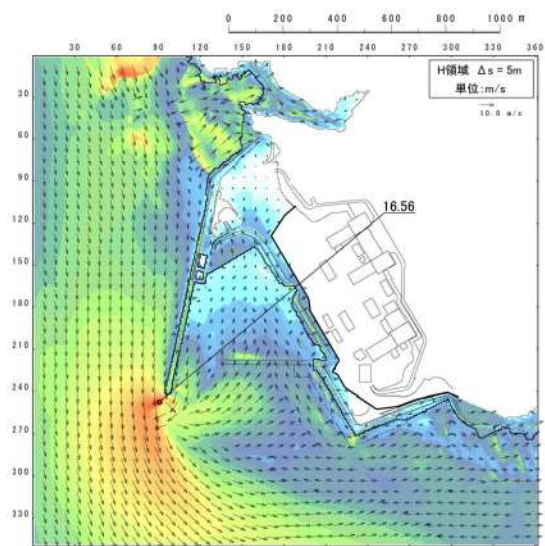
図 2. 1. d. a-2 (5) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源 E))



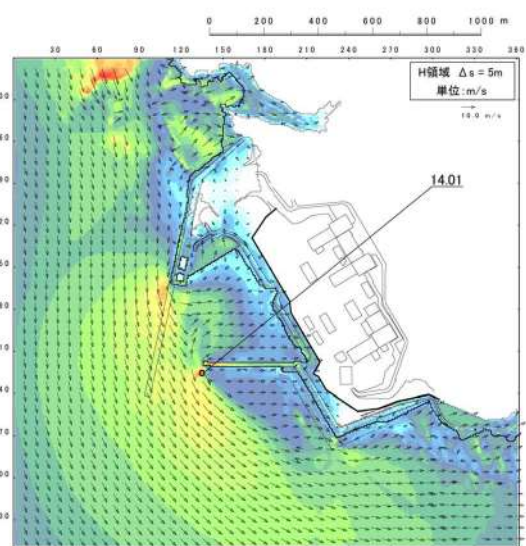
最大流速分布
(防波堤損傷なし)



最大流速分布
(北及び南防波堤損傷)



最大流速分布
(南防波堤損傷)



最大流速分布
(北防波堤損傷)

図 2. 1. d. a-3 (5) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源 E))

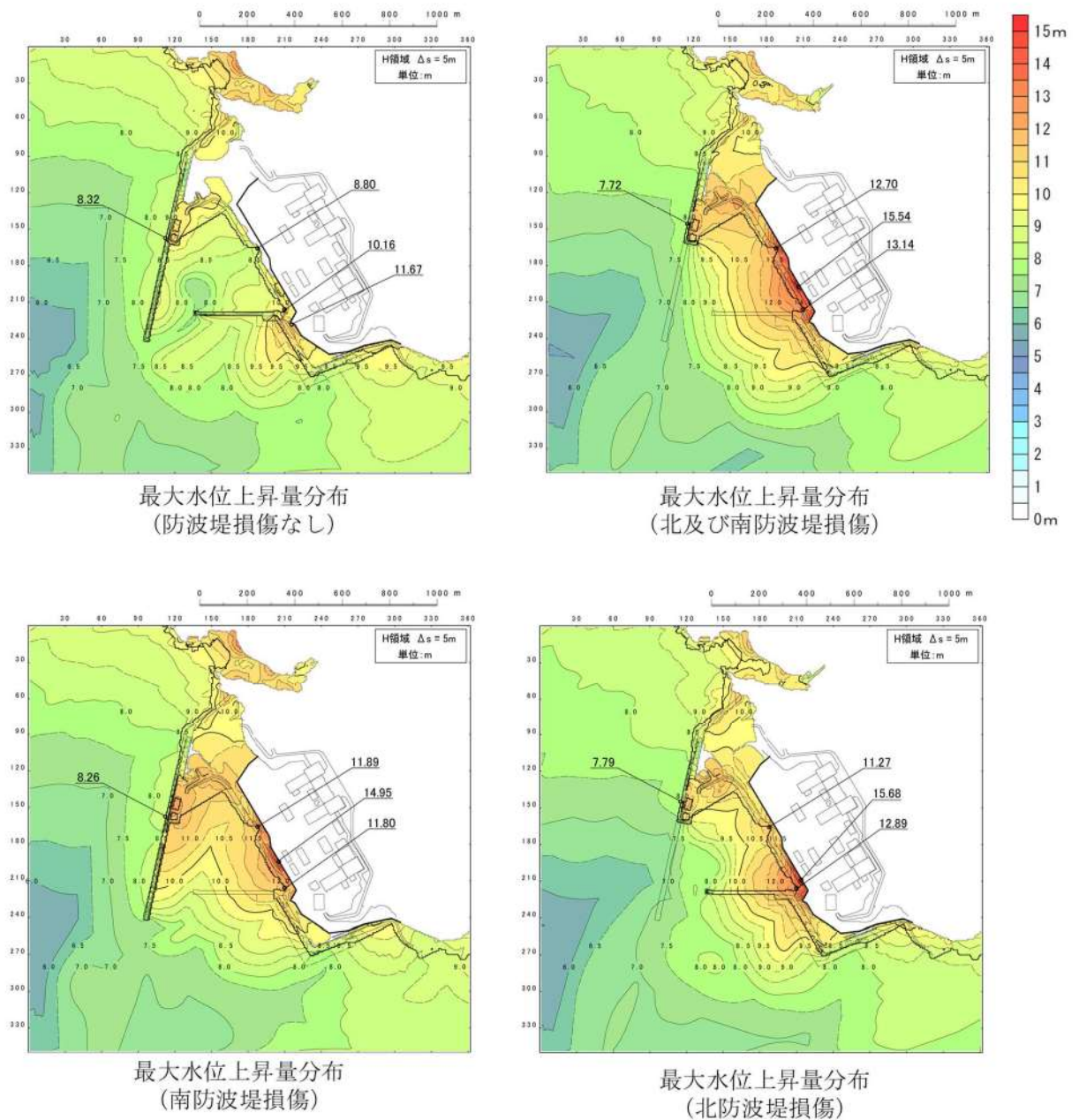


図 2.1.d.a-1 (6) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
((基準津波 (波源 F))

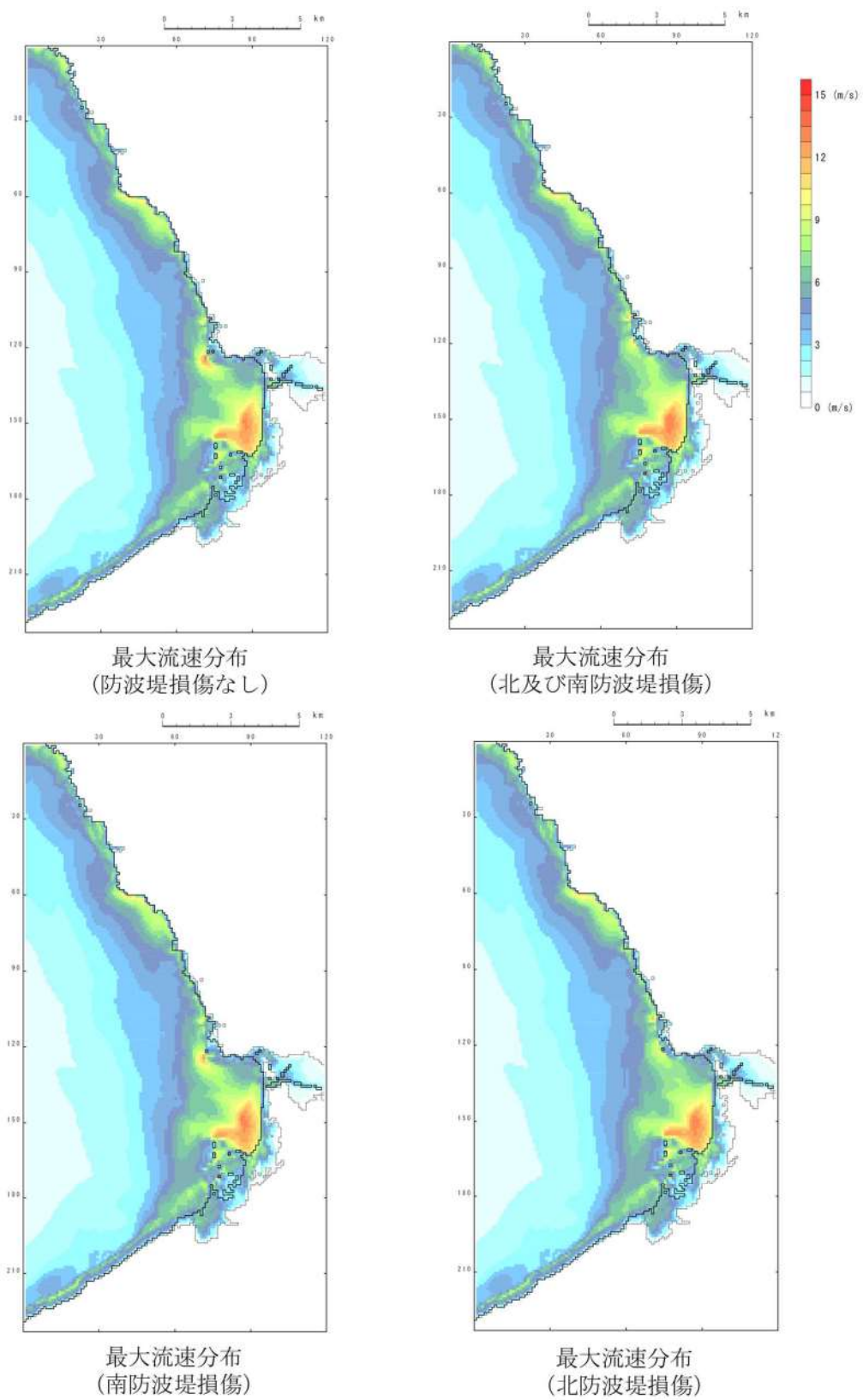


図 2.1.d.a-2 (6) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源 F))

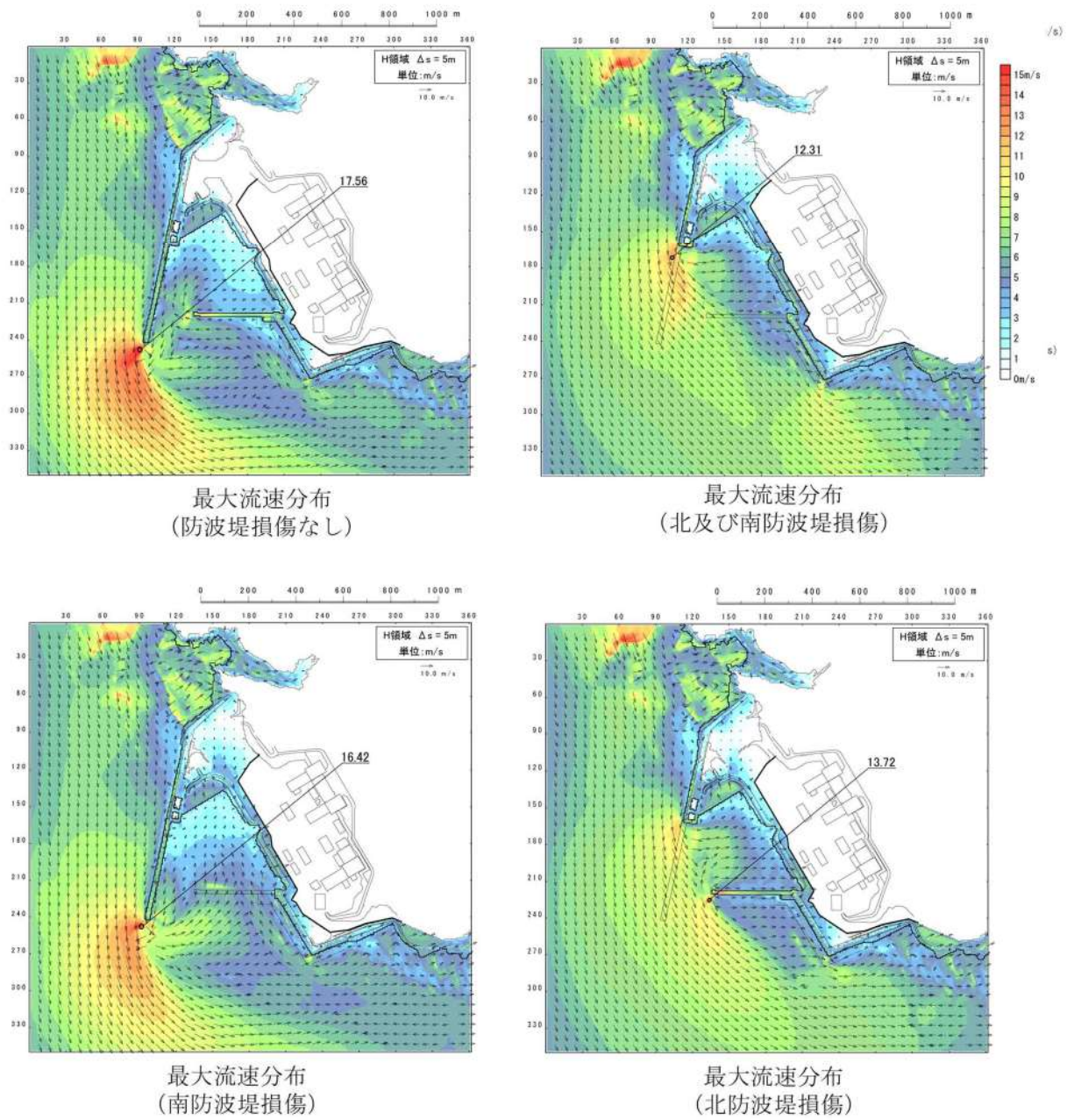


図 2. 1. d. a-3 (6) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源 F))

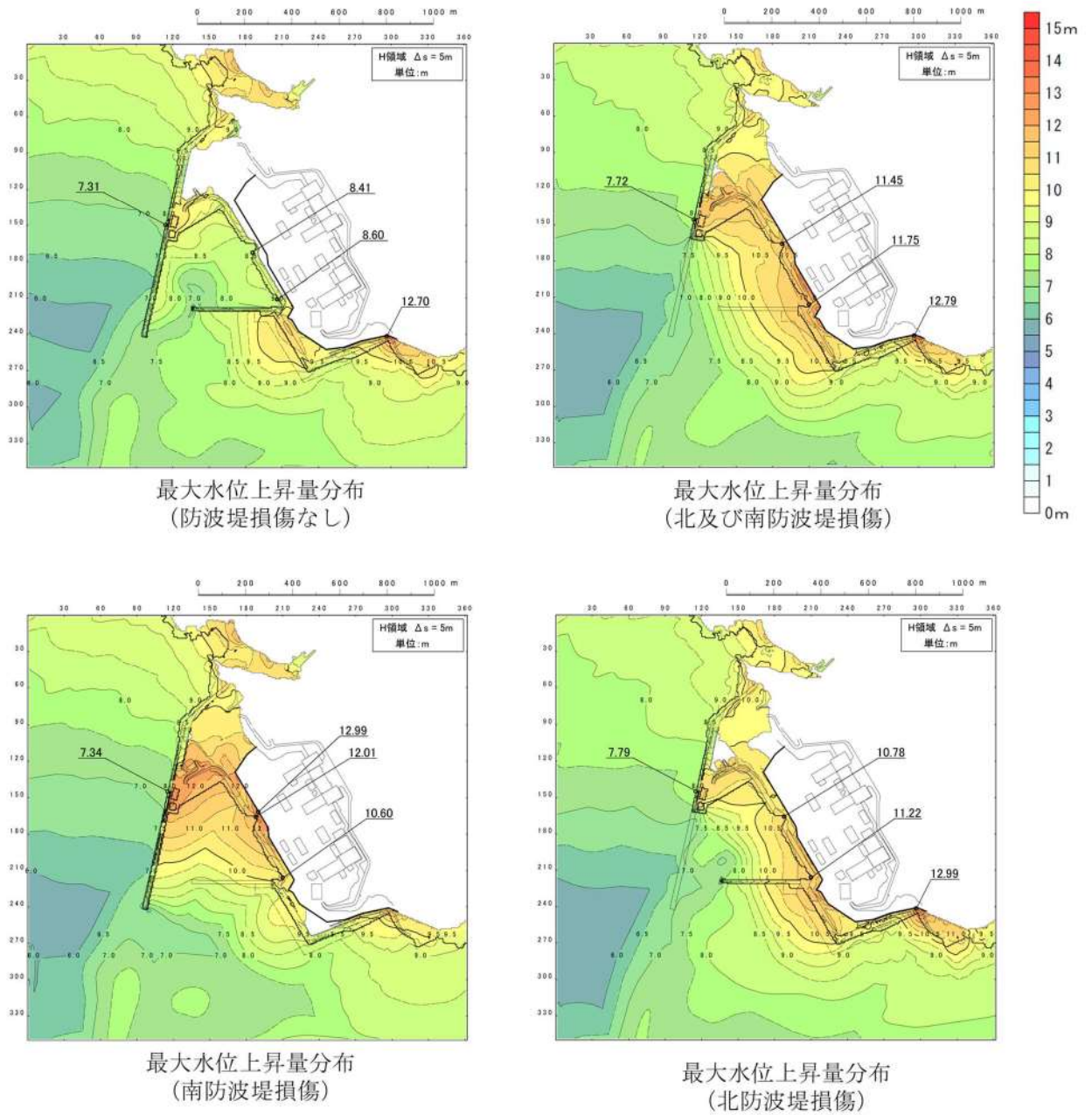


図 2. 1. d. a-1 (7) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
(標準津波 (波源G))

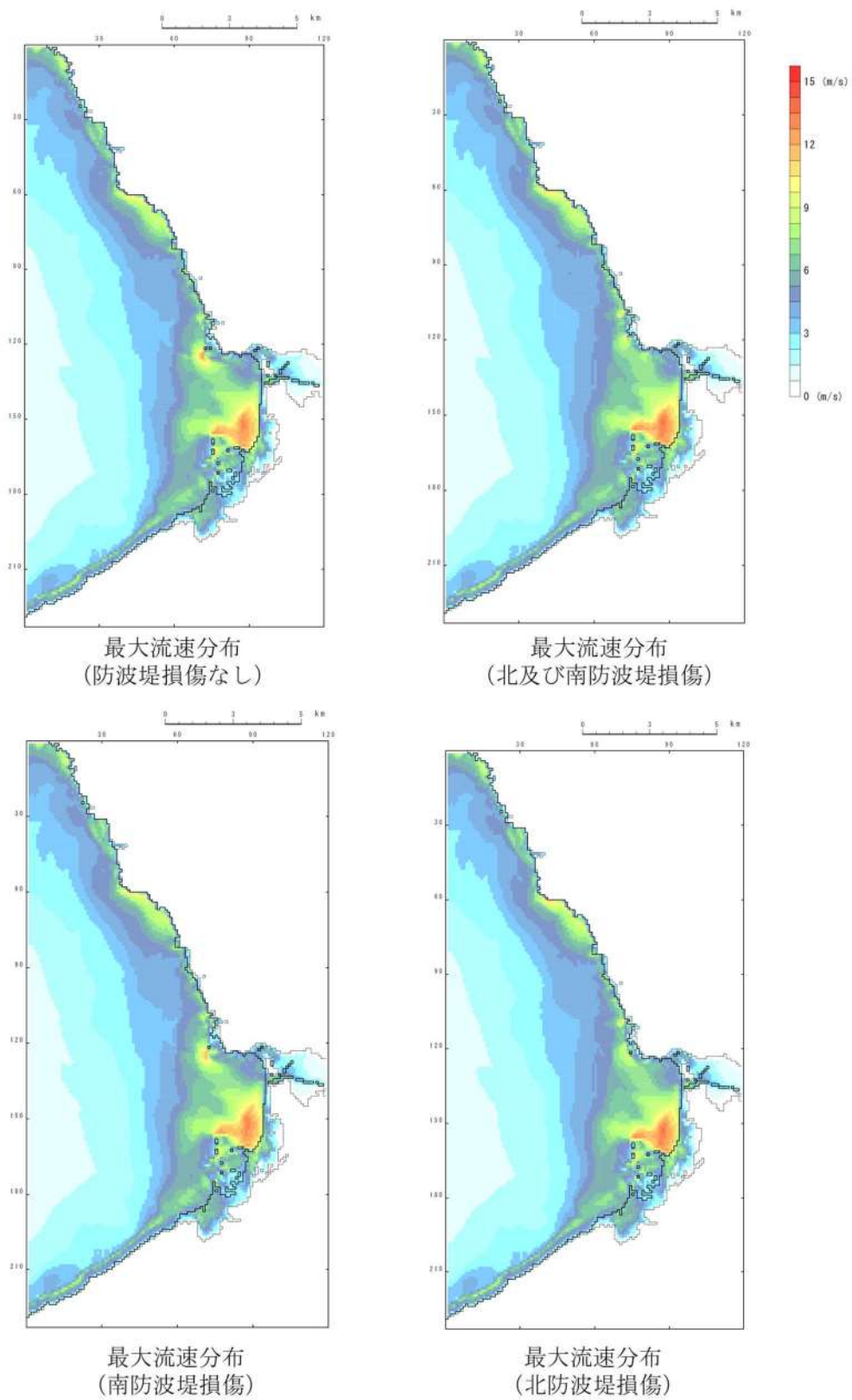


図 2.1.d.a-2 (7) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源G))

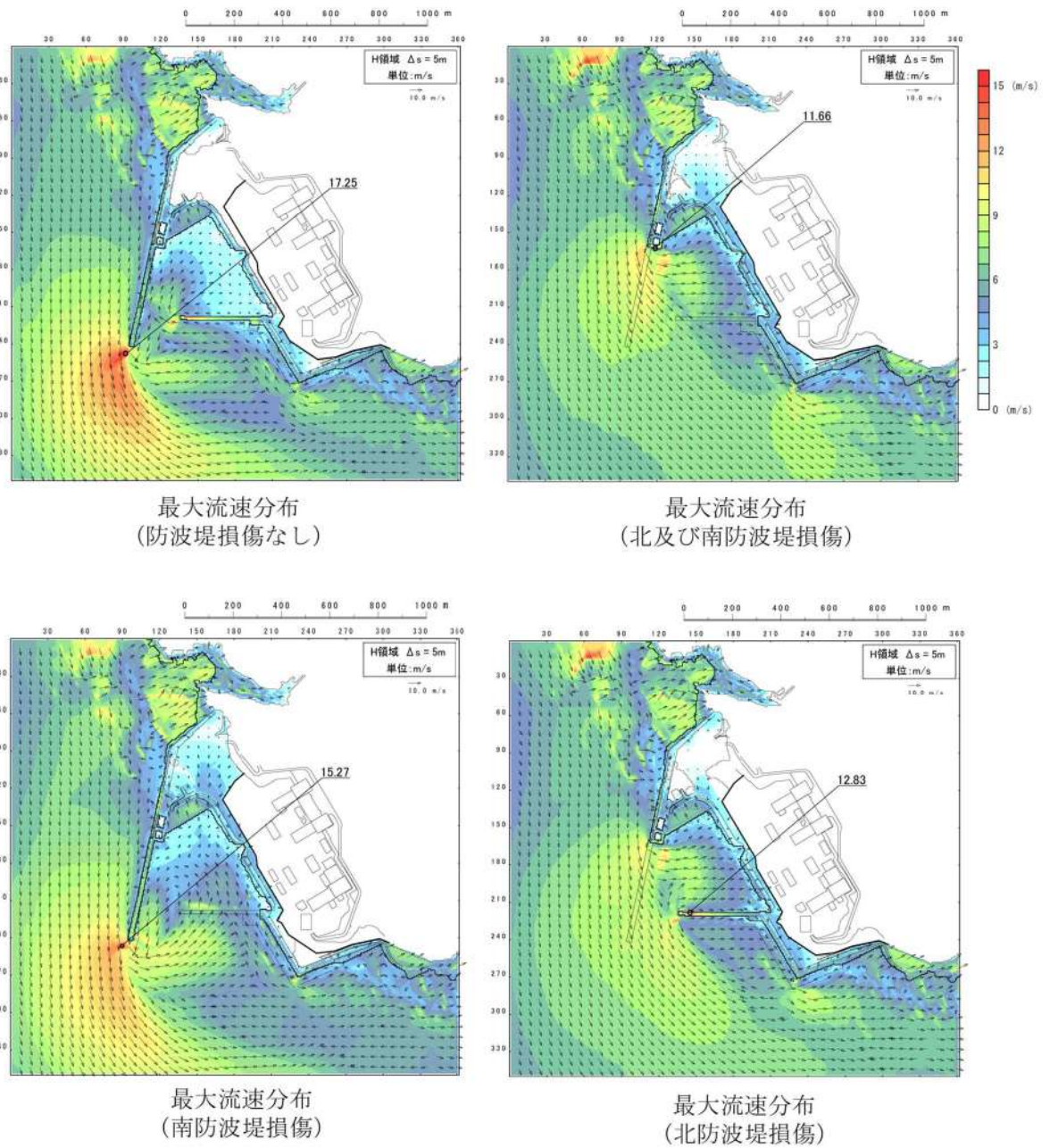


図 2.1.d.a-3 (7) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源G))

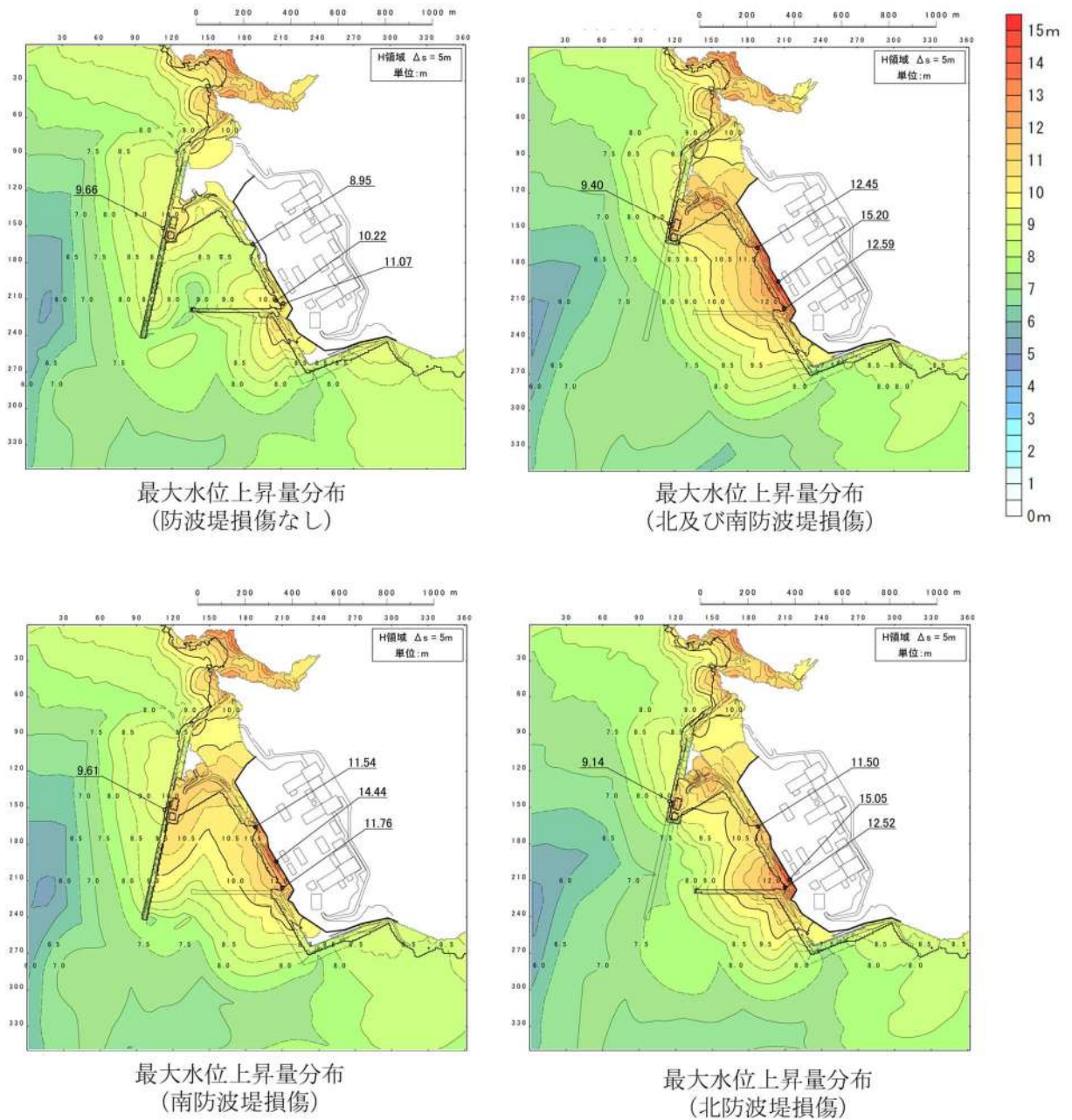
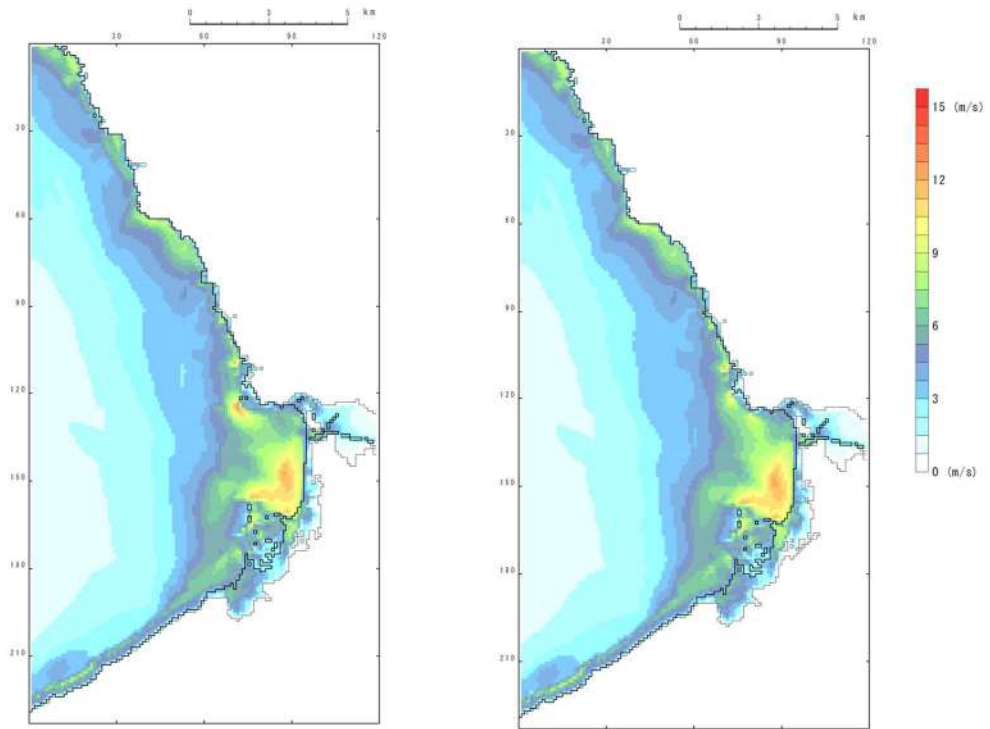
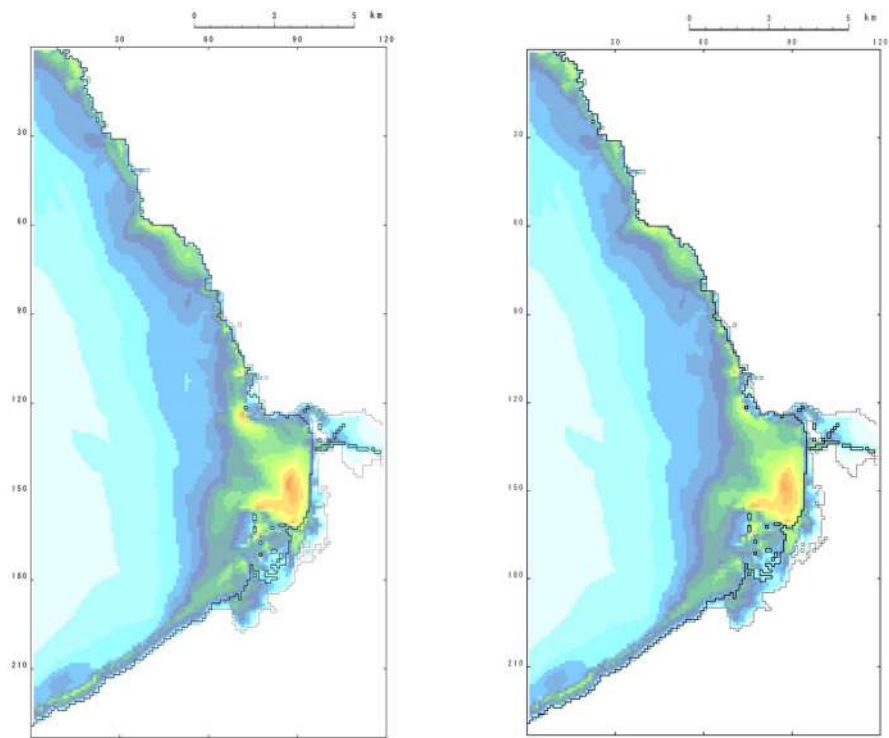


図 2.1.d.a-1 (8) 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較
((基準津波 (波源H))



最大流速分布
(防波堤損傷なし)

最大流速分布
(北及び南防波堤損傷)



最大流速分布
(南防波堤損傷)

最大流速分布
(北防波堤損傷)

図 2.1.d.a-2 (8) 発電所沖合の流況 ((基準津波 (波源H))

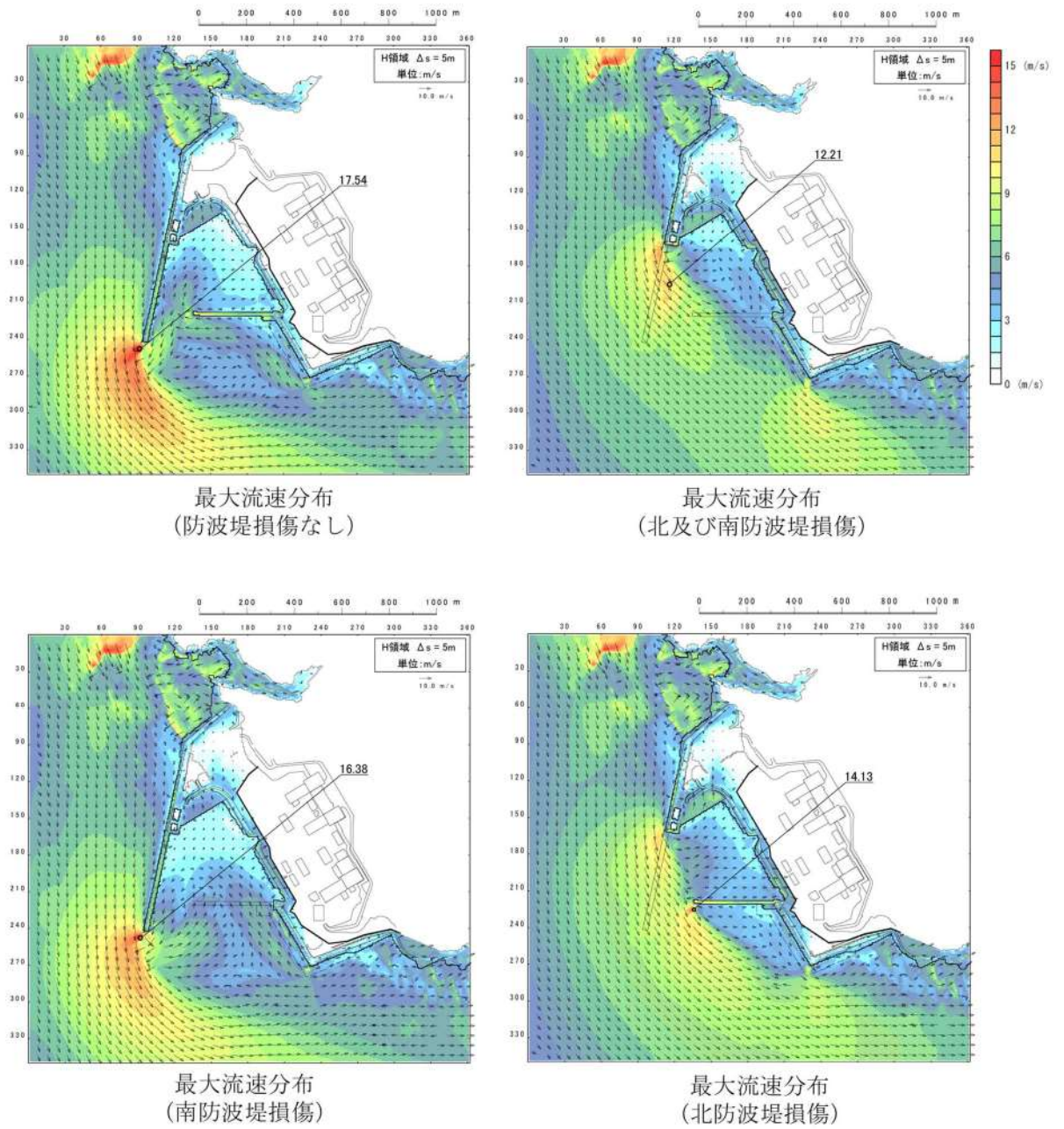


図 2. 1. d. a-3 (8) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 (波源H))



図 2.1.d.a-1 (9) 防波堤の有無による最大水位下降量分布の比較
((基準津波 追而))



図 2.1.d.a-2 (9) 発電所沖合の流況 ((基準津波 追而))



図 2. 1. d. a-3 (9) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 追而)



図 2. 1. d. a-1 (10) 防波堤の有無による最大水位下降量分布の比較
((基準津波 追而))



図 2. 1. d. a-2 (10) 発電所沖合の流況 ((基準津波 追而))



図 2. 1. d. a-3 (10) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 追而))



図 2. 1. d. a-1 (11) 防波堤の有無による最大水位下降量分布の比較
((基準津波 追而))



追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

図 2. 1. d. a-2 (11) 発電所沖合の流況 ((基準津波 追而)



図 2.1.d.a-3 (11) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 追而)



図 2.1.d.a-1 (12) 防波堤の有無による最大水位下降量分布の比較
((基準津波 追而))

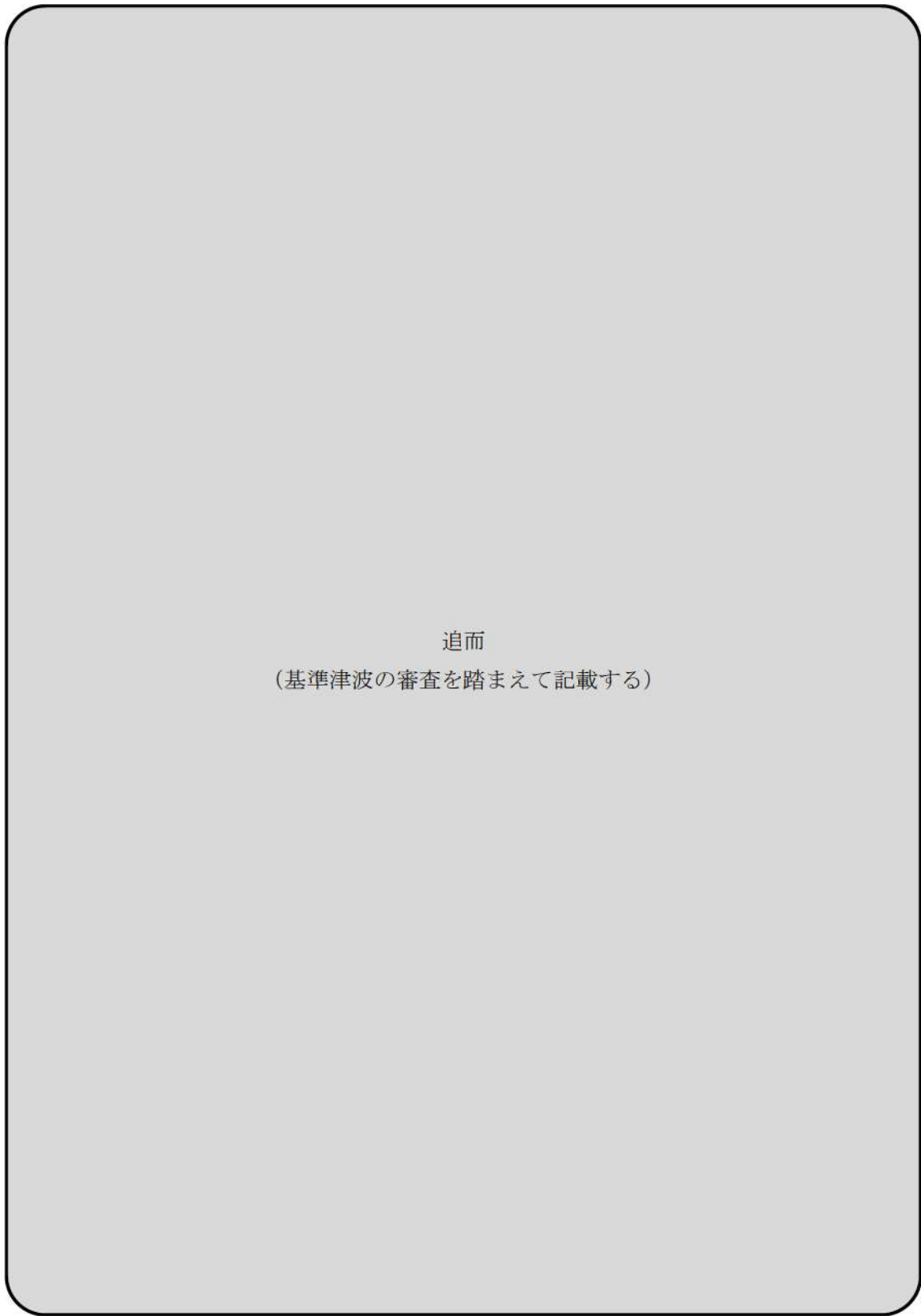


図 2.1.d.a-2 (12) 発電所沖合の流況 ((基準津波 追而))



図 2.1.d.a-3 (12) 港湾内及び港湾外の流況 ((基準津波 追而))

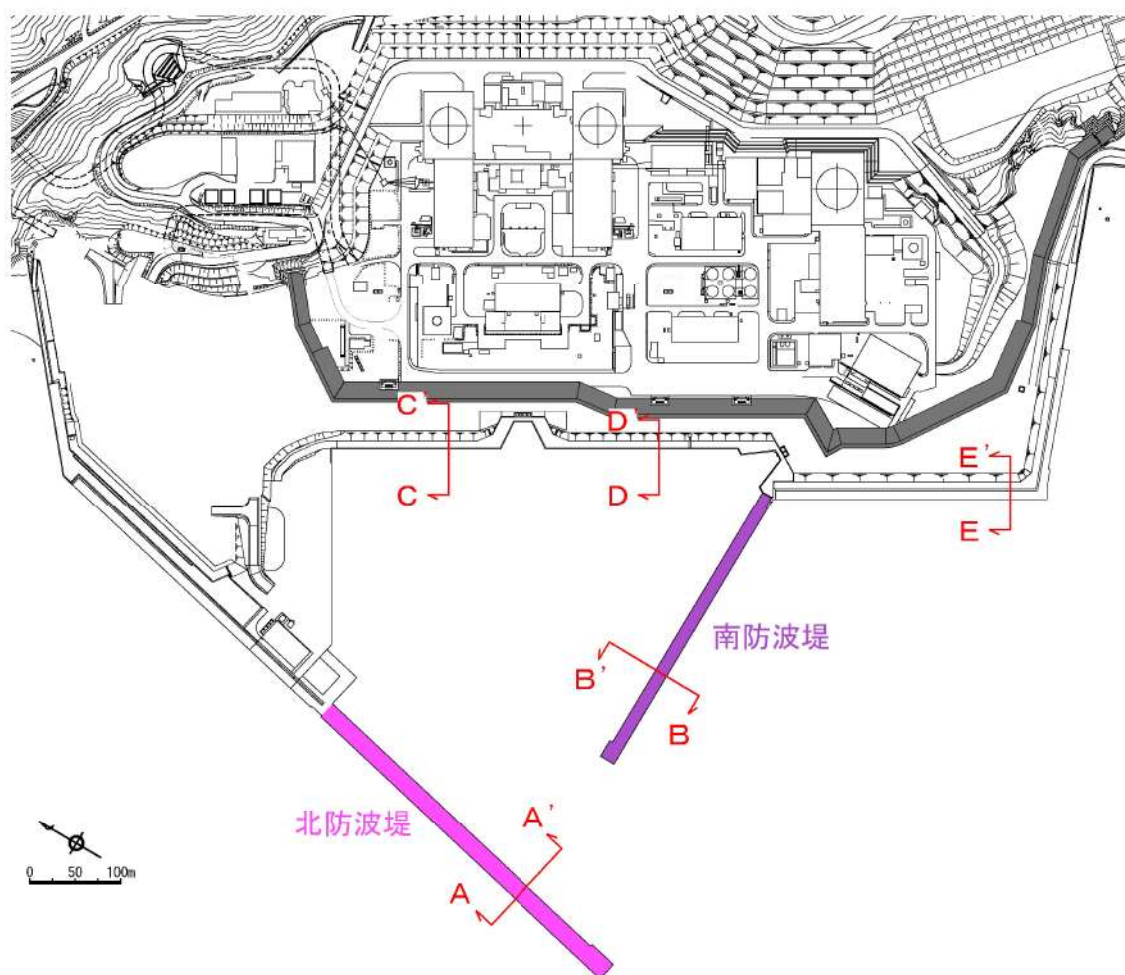
防波堤等の位置付け・モデル化

(1) 防波堤の位置付け

泊発電所では、北防波堤、南防波堤及び護岸を設置している（参考図 1-1～1-3）。

これら防波堤は、敷地周辺の地震により損傷する可能性を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。

護岸は、基準地震動により損傷する可能性を否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とし、護岸の状態による入力津波への影響の有無を検討する。



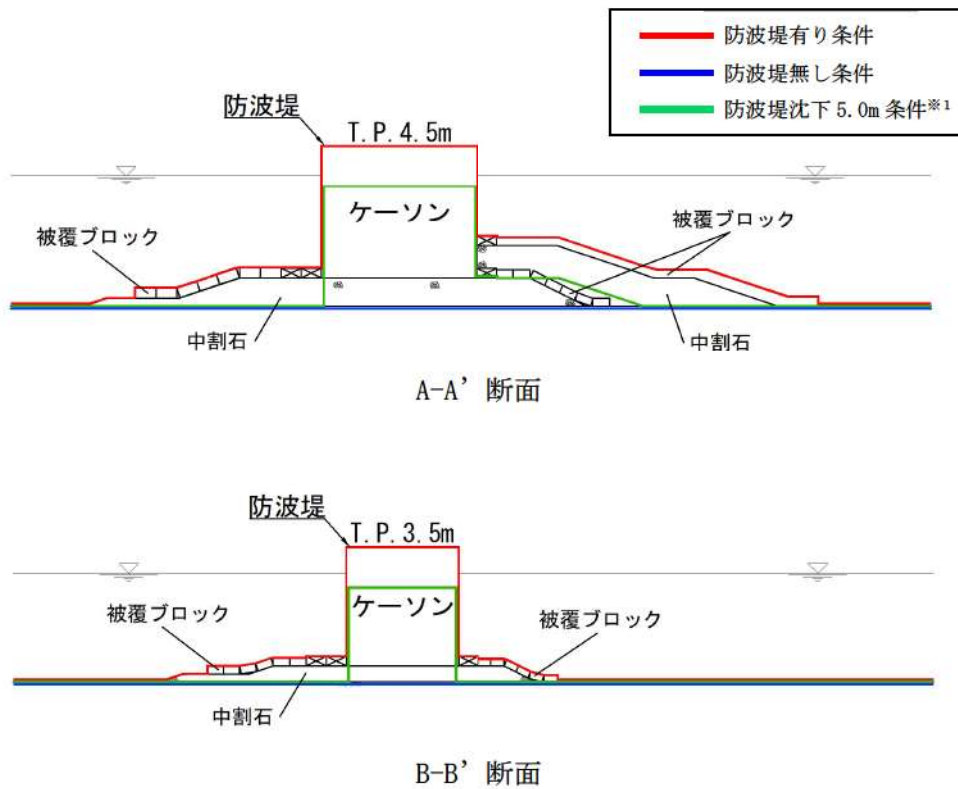
参考図 1-1 防波堤位置

(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、防波堤有り条件では、防波堤ケーソン、被覆ブロック、中割石をモデル化しており、防波堤無し条件では、防波堤ケーソン、被覆ブロック、中割石をすべて取り除いた状態で実施している(参考図 1-2)。

なお、防波堤の基部にのみ部分的に消波ブロック※が存在するが、消波ブロックは、透過性を有するため、防波堤有り条件においては、安全側の評価となるよう津波の遡上を阻害する消波ブロックはモデル化しないものとしている。

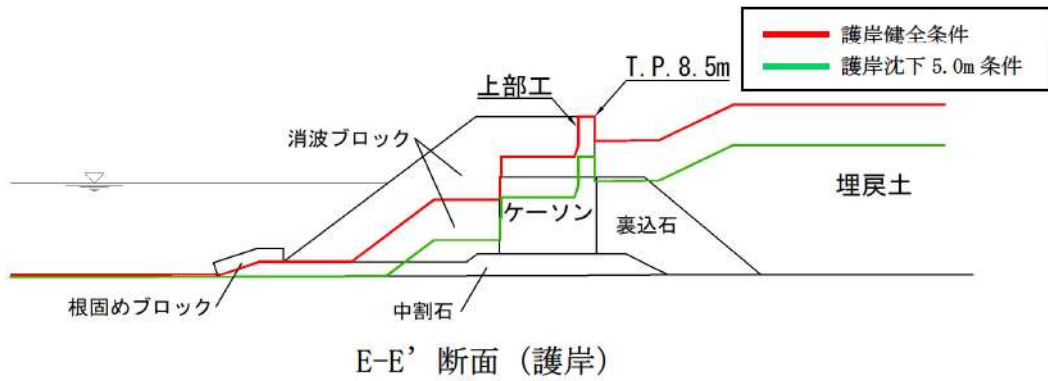
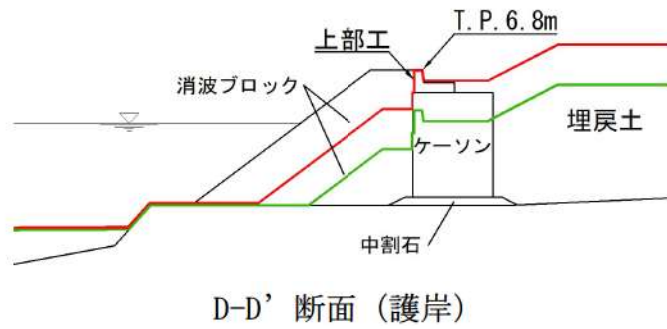
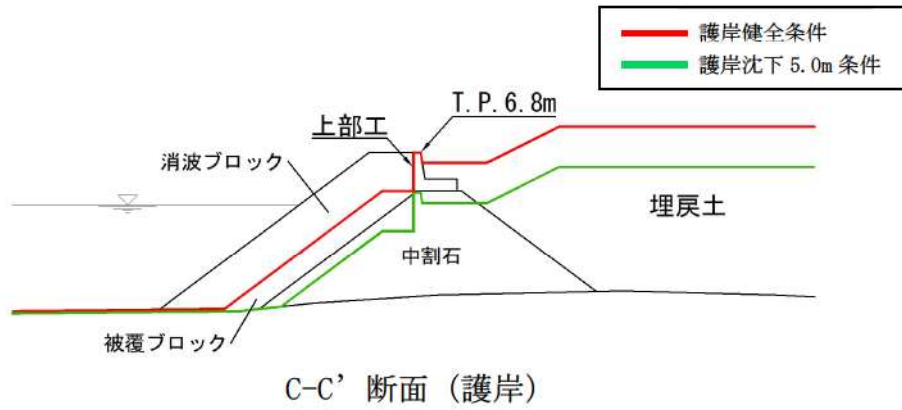
※一般に消波ブロックは短周期の波浪に対する軽減効果を持つとされており、土木学会(2016)においても構造物(消波ブロック)が無いものとして取り扱うことが多いと記載されている。



参考図 1-2 防波堤断面図

※1：緑線部は防波堤有り条件で5.0m沈下した場合の断面を示す。

防波堤無し条件で5.0m沈下した場合は青線部のまま断面に変更はない。



参考図 1-3 護岸断面図

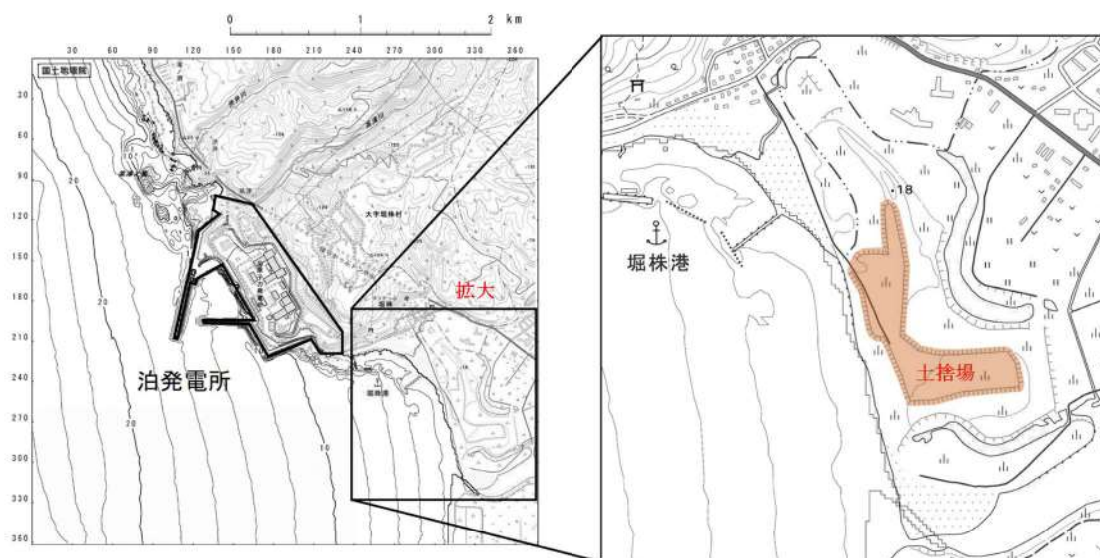
発電所周辺の地形改変による影響について

1. はじめに

表 1.1. a-1 にて整理した地形モデルに反映した敷地周辺の地形のうち、参考図 2-1 に示す土捨場について、新規規制基準施行後の設置変更許可申請時（平成 25 年 7 月）における最新図に基づきモデル化している（以下、「現状評価の地形」という。）。

この土捨場は、地形改変を伴う将来計画※があり、さらに、基準地震動により斜面崩壊する可能性を否定できないことから、将来計画を反映した地形（以下、「将来計画を反映した地形」という。）及び将来計画を反映した土捨場の基準地震動による斜面崩壊を考慮した地形（以下、「斜面崩壊を考慮した地形」）を用いた遡上解析を実施し、入力津波への影響について評価する。

※将来計画の土捨場が最終形状になる時期は 2023 年 12 月頃の見込み（北海道からの聞き取り）

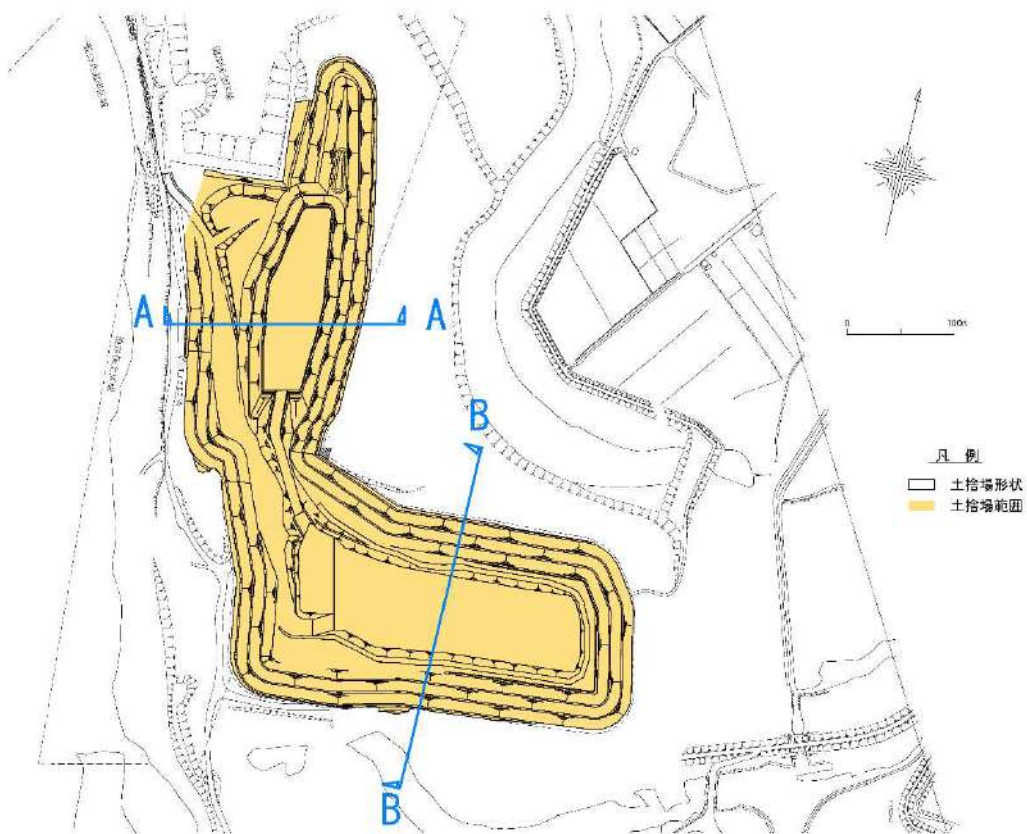


参考図 2-1 土捨場位置図

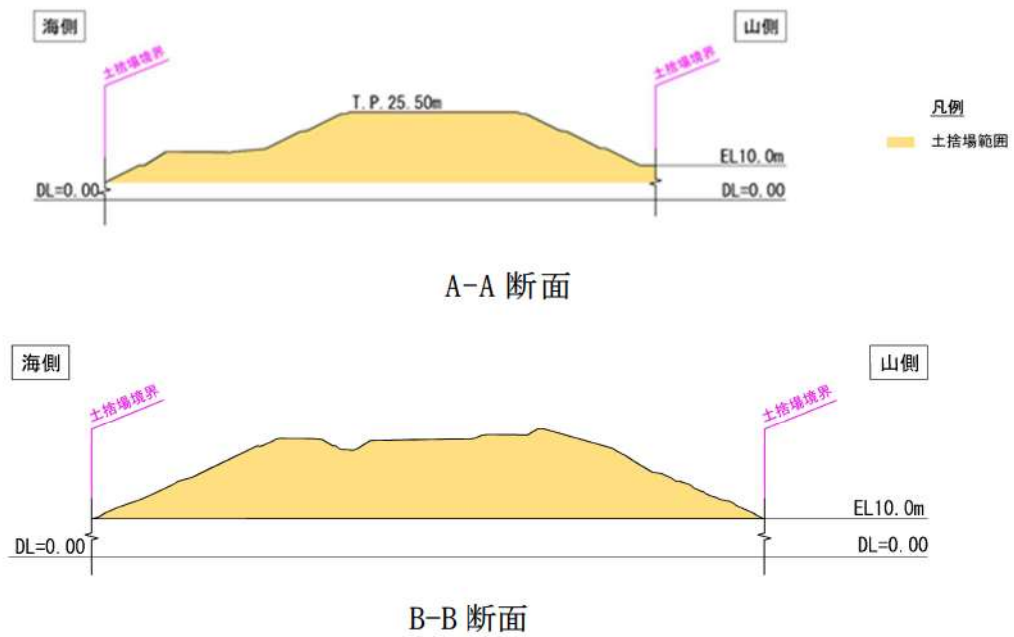
2. 将来計画を反映した地形の検討

(1) 将来計画を反映した地形データの作成

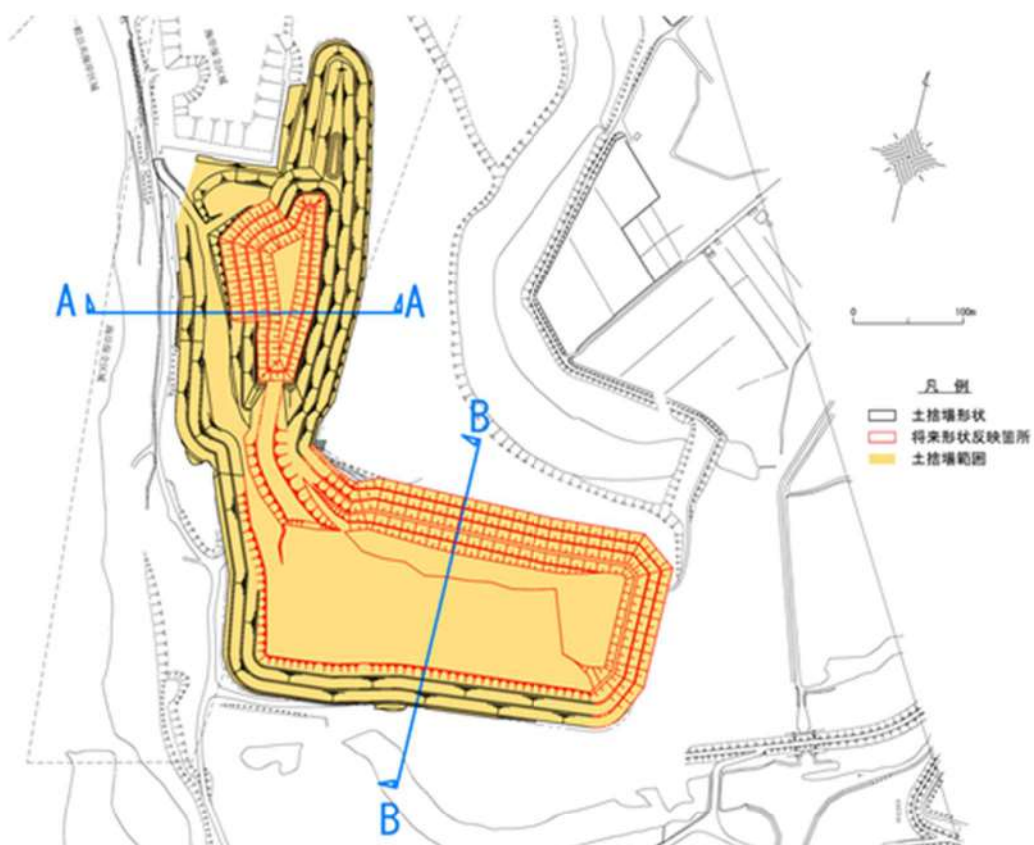
参考図 2-2 に将来計画の土捨場形状及びこの形状を反映した遡上解析地形を示す。



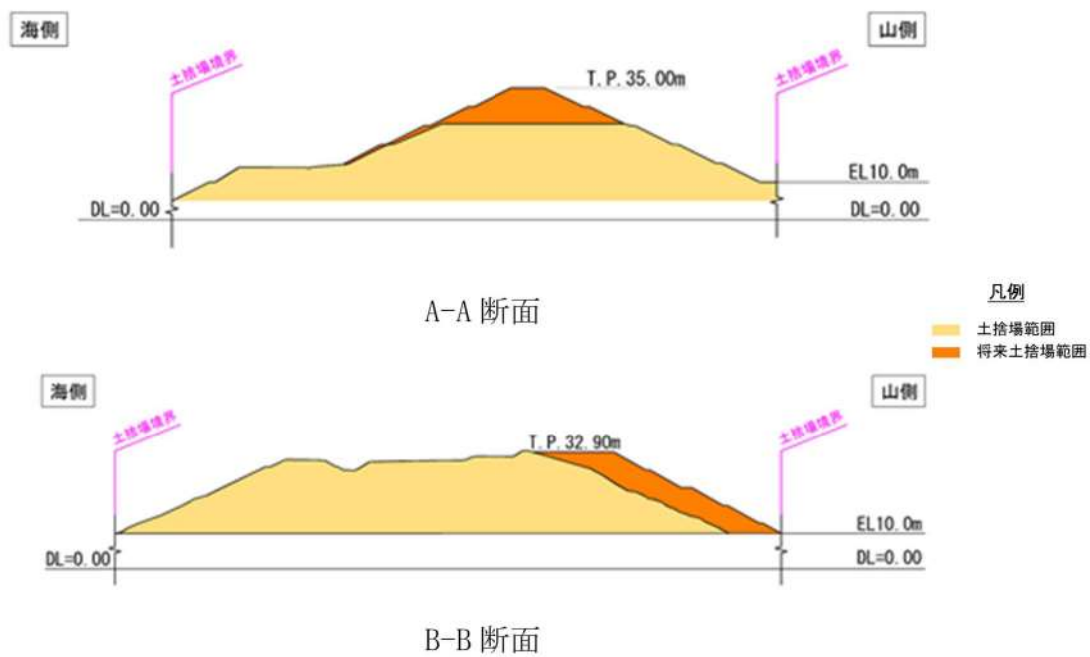
参考図 2-2 (1) 現況の土捨場形状



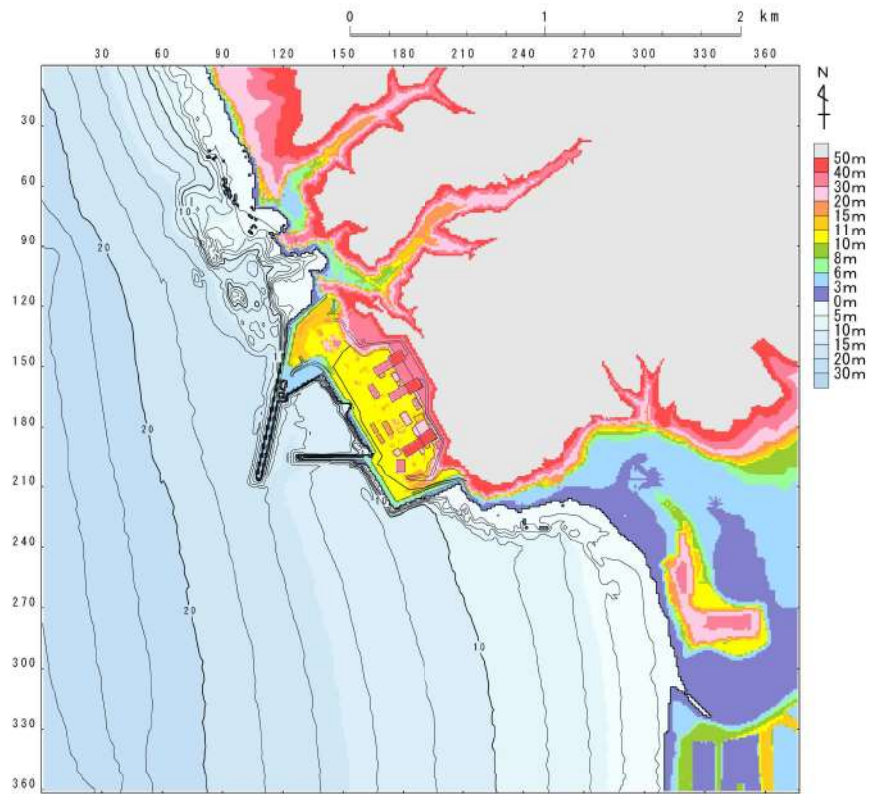
参考図 2-2 (2) 現況の土捨場断面図



参考図 2-2 (3) 将来計画による土捨場形状



参考図 2-2 (4) 将来計画による土捨場断面図



参考図 2-2 (5) 将来計画による土捨場形状を反映した地形モデル

(2) 将来計画を反映した地形を考慮した遡上解析

(1)を踏まえ、将来計画を反映した地形を考慮し、遡上解析を実施した。すべての基準津波を対象に基本ケース及び将来計画を反映したケースを比較し、その差異を参考表 2-1 に示す。また、最大水位上昇量分布、最大水位下降量分布、水位時刻歴波形及び最大流速分布を参考図 2-3 に示す。

a. 津波解析の結果（津波高さ）

津波解析の結果、将来計画を反映した場合、水位上昇側の防潮堤前面、3号炉取水口、1、2号炉取水口及び放水口の水位上昇量は、基本ケースと同程度であった。また、水位下降側の「保守性を考慮した時間」は、 であった。

以上より、将来計画を反映した地形変化は、津波高さ（水位上昇側 ）に係る入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。

b. 津波解析の結果（津波高さ）

津波解析の結果、将来計画を反映した場合、最大流速及び流況（流向・流速）は、基本ケースと同程度であった。

以上より、将来計画を反映した地形変化は、津波高さ以外（最大流速、流況）に係る入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。

参考表 2-1 (1) 基本ケースと将来計画を反映したケースの水位上昇量比較 (水位上昇側)

	【水位上昇側】防潮堤前面			【水位上昇側】3号炉取水口			【水位上昇側】1,2号炉取水口			【水位上昇側】放水口		
	基本ケース (a)	将来計画 (b)	差分 (b-a)	基本ケース (a)	将来計画 (b)	差分 (b-a)	基本ケース (a)	将来計画 (b)	差分 (b-a)	基本ケース (a)	将来計画 (b)	差分 (b-a)
基準津波 (波源A, 防波堤損傷なし)	13.44m	13.44m	0.00m									
基準津波 (波源B, 防波堤損傷なし)				10.45m	10.45m	0.00m						
基準津波 (波源B, 北防波堤損傷)				12.88m	12.89m	0.01m						
基準津波 (波源C, 防波堤損傷なし)							9.34m	9.34m	0.00m			
基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし)										10.91m	10.91m	0.00m
基準津波 (波源D, 北及び南防波堤 損傷)										10.84m	10.84m	0.00m
基準津波 (波源D, 南防波堤損傷)										10.85m	10.85m	0.00m
基準津波 (波源E, 北防波堤損傷)										10.86m	10.86m	0.00m
基準津波 (波源E, 北及び南防波堤 損傷)	15.65m	15.65m	0.00m				12.74m	12.74m	0.00m			
基準津波 (波源E, 南防波堤損傷)	14.98m	14.98m	0.00m	11.86m	11.86m	0.00m						
基準津波 (波源F, 北及び南防波堤 損傷)				13.14m	13.15m	0.01m						
基準津波 (波源F, 北防波堤損傷)	15.68m	15.68m	0.00m									
基準津波 (波源G, 南防波堤損傷)							12.01m	12.01m	0.00m			
基準津波 (波源H, 北防波堤損傷)							11.50m	11.50m	0.00m			

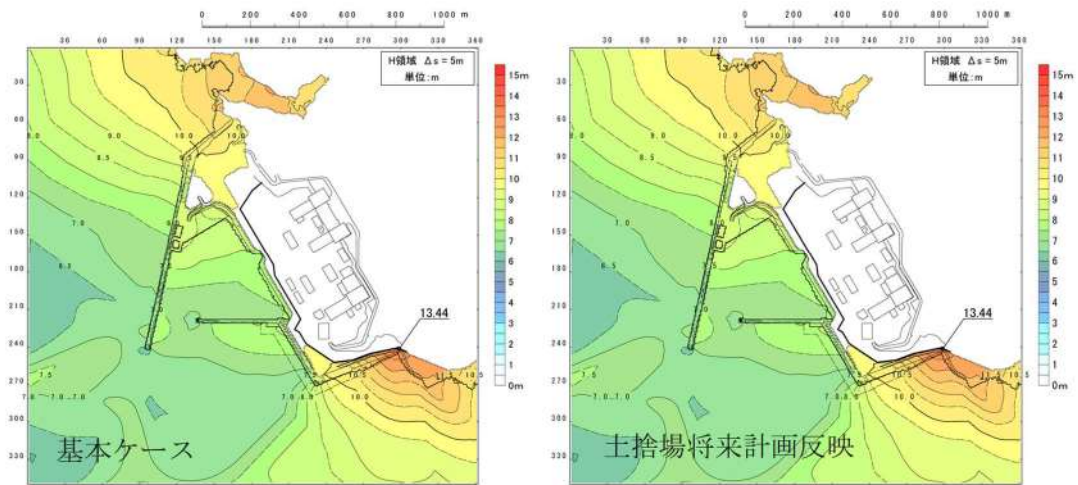
参考表 2-1 (2) 基本ケースと将来計画を反映したケースの
保守性を考慮した時間の比較 (水位下降側)

	【水位下降側】保守性を考慮した時間		
	基本ケース (a)	将来計画 (b)	差分(b-a)
追而			

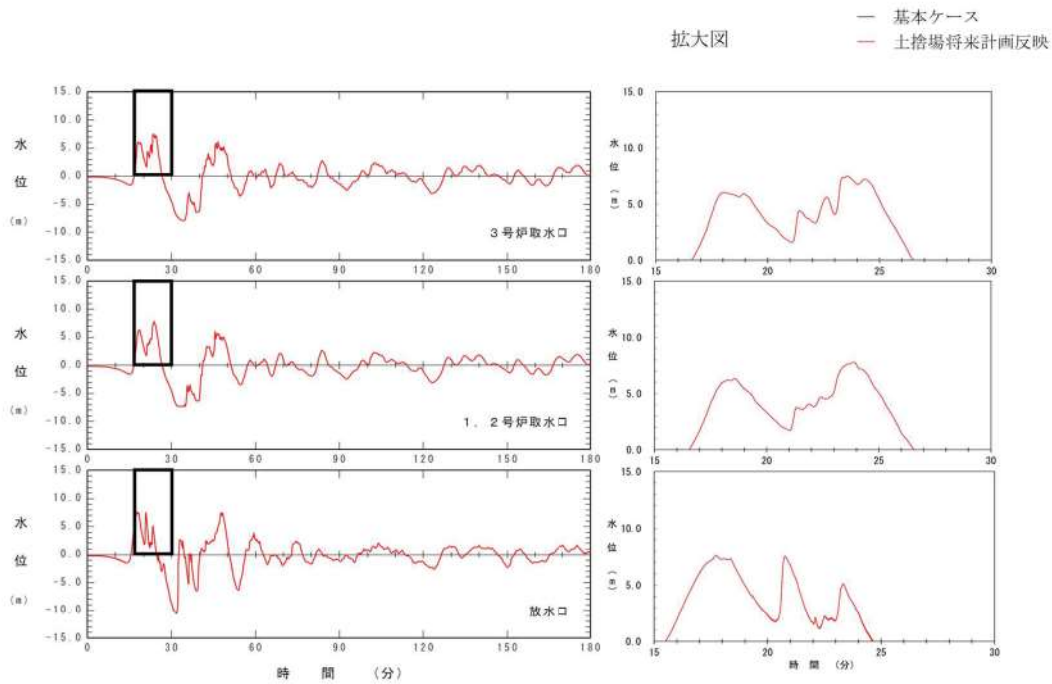
参考表 2-1 (3) 基本ケースと将来計画を反映したケースの
最大流速比較

	最大流速		
	基本ケース (a)	将来計画 (b)	差分(b-a)
基準津波 (波源A, 防波堤損傷なし)	13.81m/s	13.81m/s	0.00m/s
基準津波 (波源B, 防波堤損傷なし)	17.26m/s	17.26m/s	0.00m/s
基準津波 (波源B, 北防波堤損傷)	13.60m/s	13.60m/s	0.00m/s
基準津波 (波源C, 防波堤損傷なし)	13.95m/s	13.95m/s	0.00m/s
基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし)	17.57m/s	17.61m/s	0.04m/s
基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷)	13.19m/s	13.19m/s	0.00m/s
基準津波 (波源D, 南防波堤損傷)	16.77m/s	16.77m/s	0.00m/s
基準津波 (波源D, 北防波堤損傷)	14.60m/s	14.60m/s	0.00m/s
基準津波 (波源E, 北及び南防波堤損傷)	12.56m/s	12.56m/s	0.00m/s
基準津波 (波源E, 南防波堤損傷)	16.56m/s	16.56m/s	0.00m/s
基準津波 (波源F, 北及び南防波堤損傷)	12.31m/s	12.31m/s	0.00m/s
基準津波 (波源F, 北防波堤損傷)	13.72m/s	13.72m/s	0.00m/s
基準津波 (波源G, 南防波堤損傷)	15.27m/s	15.28m/s	0.01m/s
基準津波 (波源H, 北防波堤損傷)	14.13m/s	14.13m/s	0.00m/s

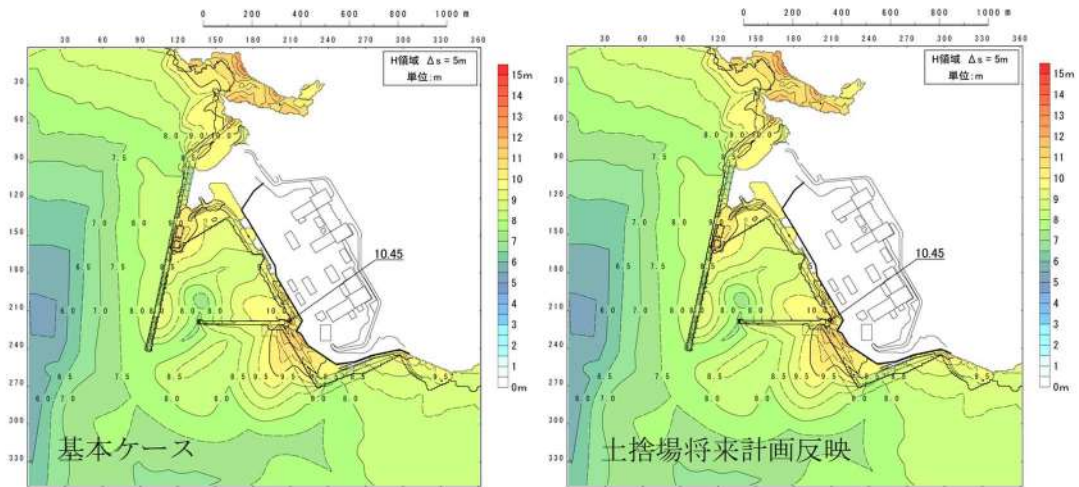
追而			
----	--	--	--



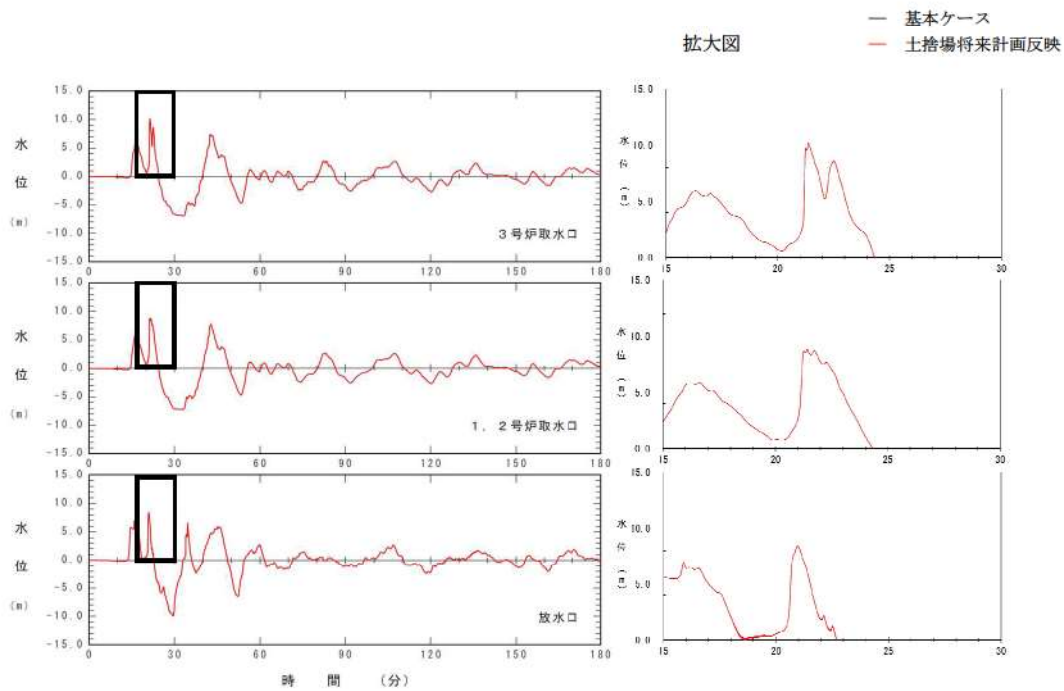
参考図 2-3 (1) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))



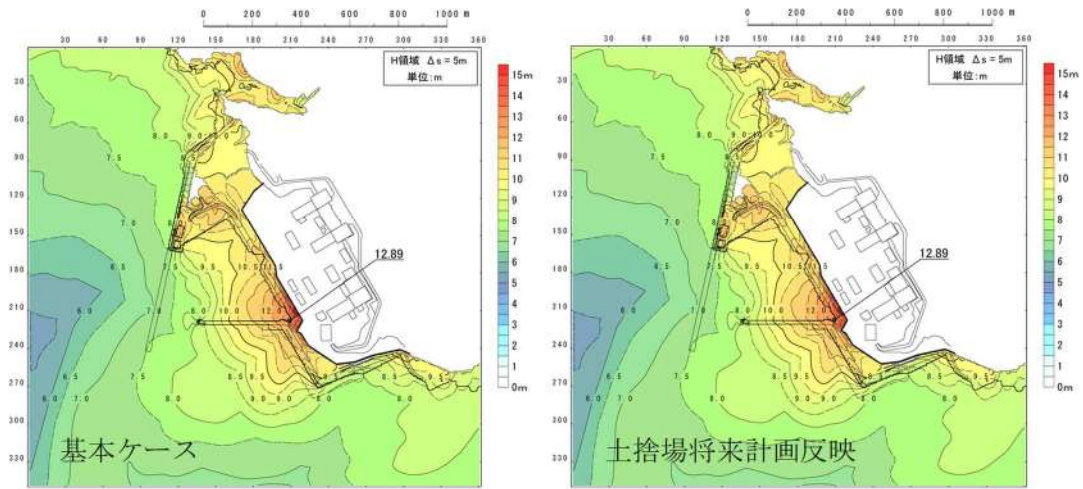
参考図 2-3 (2) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))



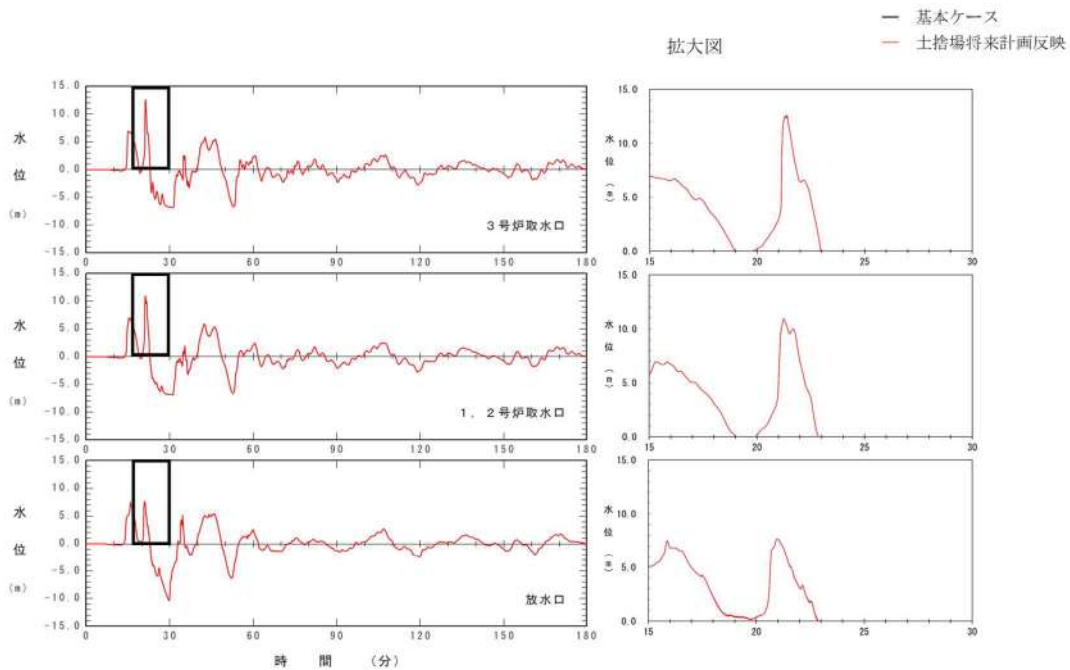
参考図 2-3 (3) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))



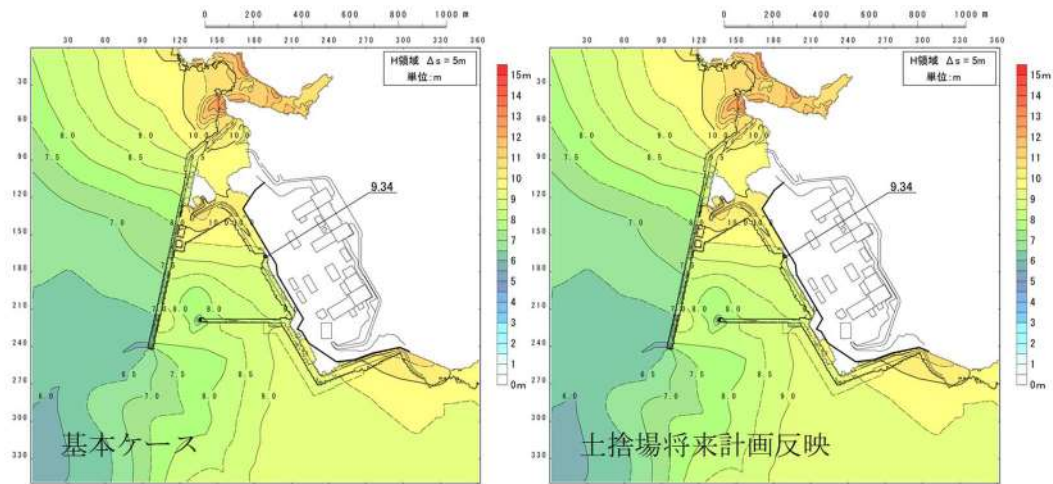
参考図 2-3 (4) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))



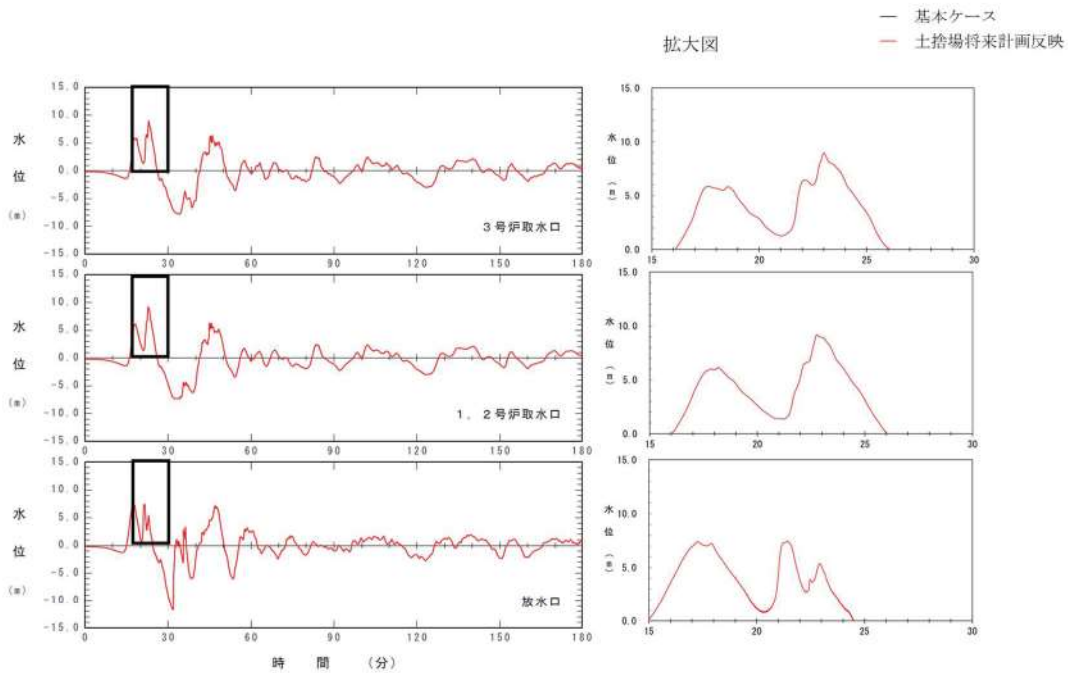
参考図 2-3 (5) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 B, 北防波堤損傷))



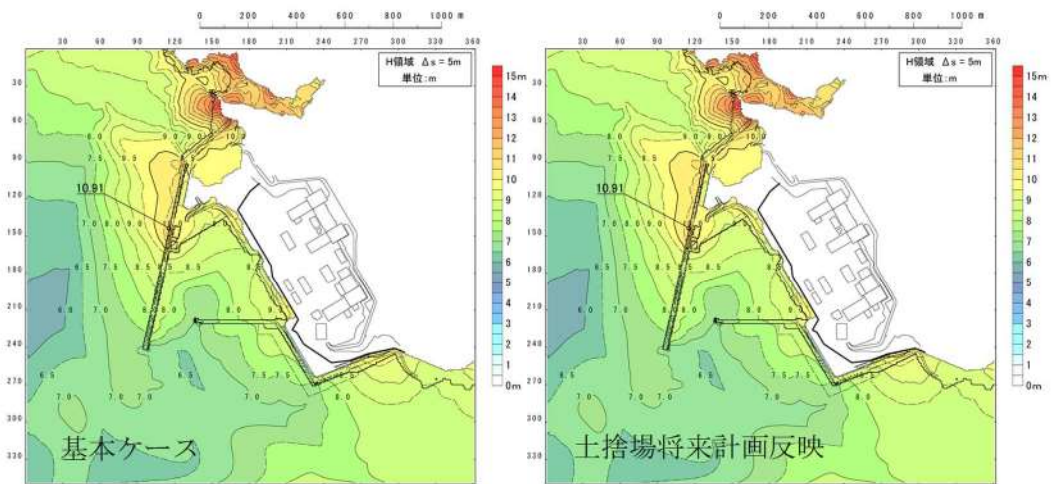
参考図 2-3 (6) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 B, 北防波堤損傷))



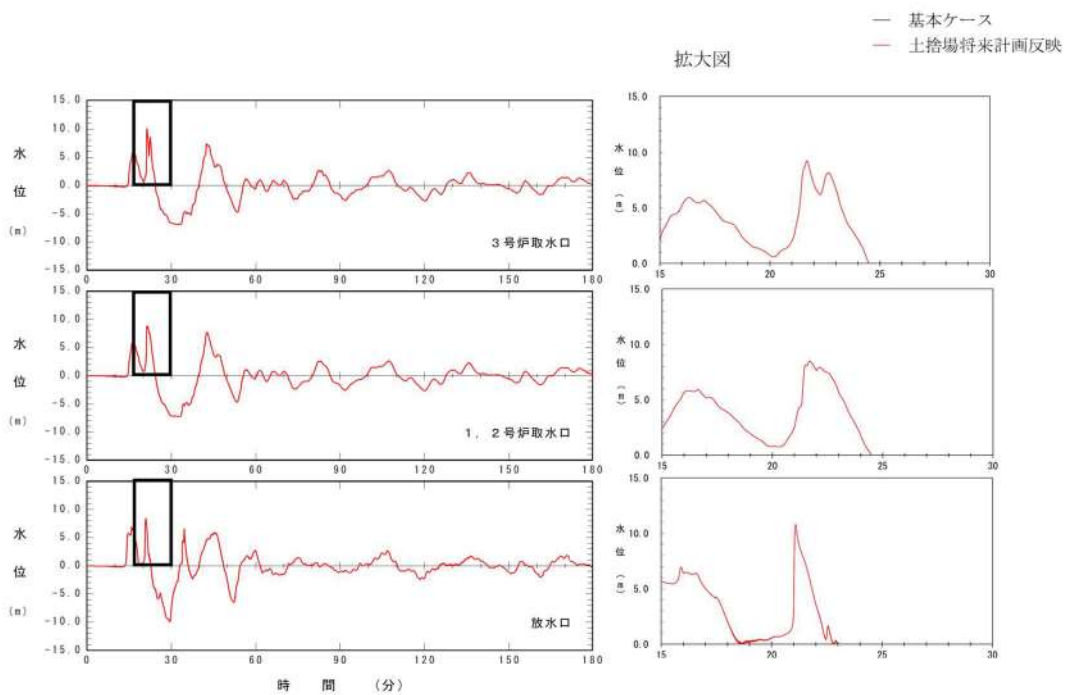
参考図 2-3 (7) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 C, 防波堤損傷なし))



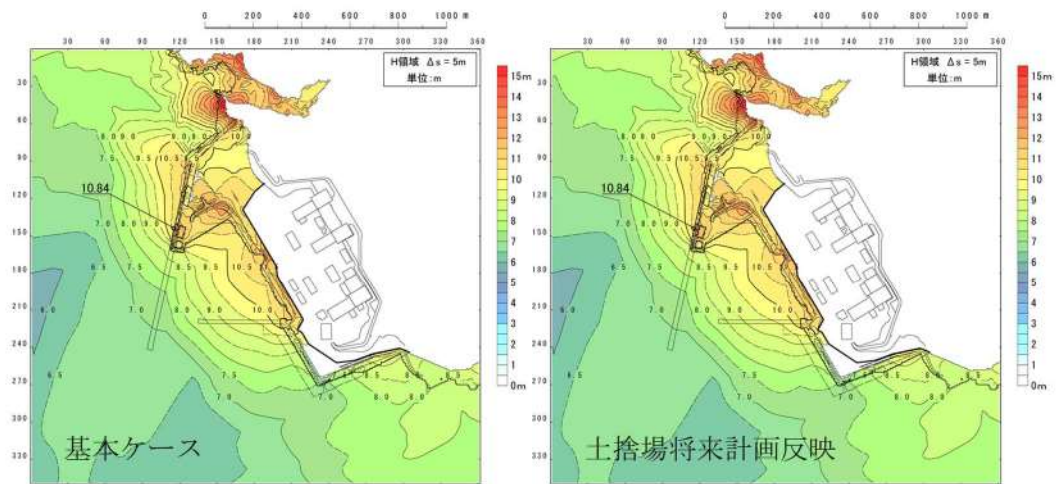
参考図 2-3 (8) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 C, 防波堤損傷なし))



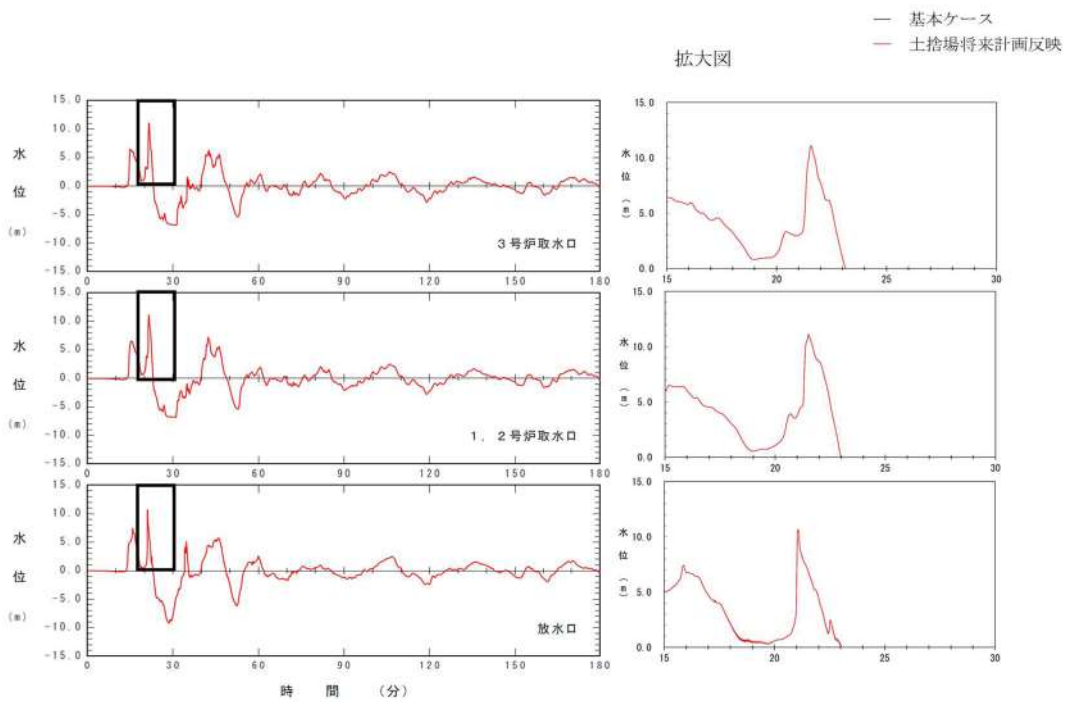
参考図 2-3 (9) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし))



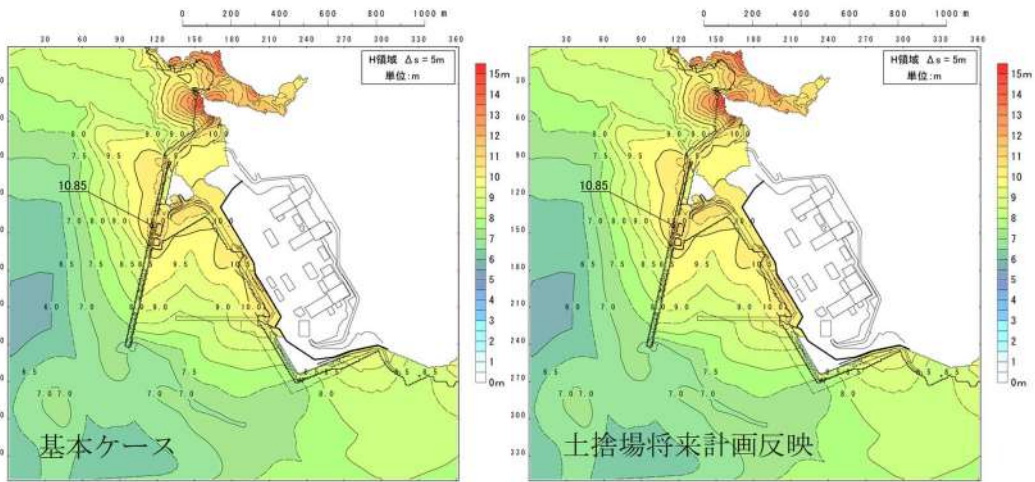
参考図 2-3 (10) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし))



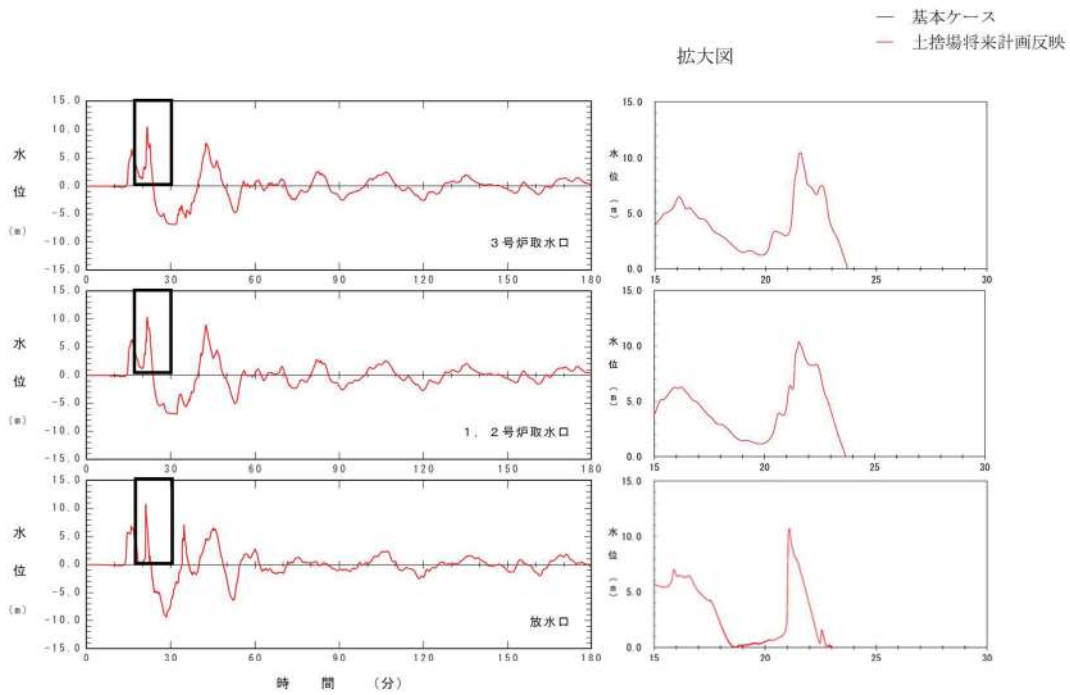
参考図 2-3 (11) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷))



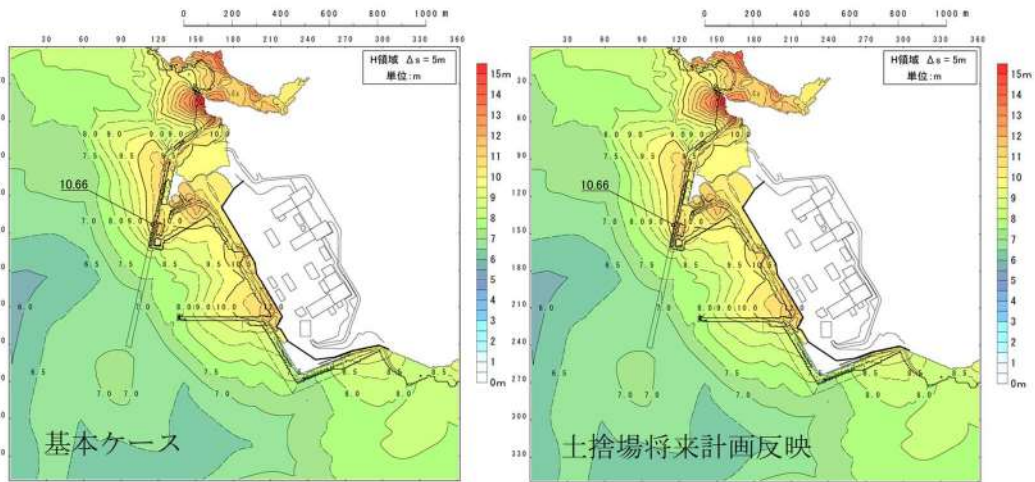
参考図 2-3 (12) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷))



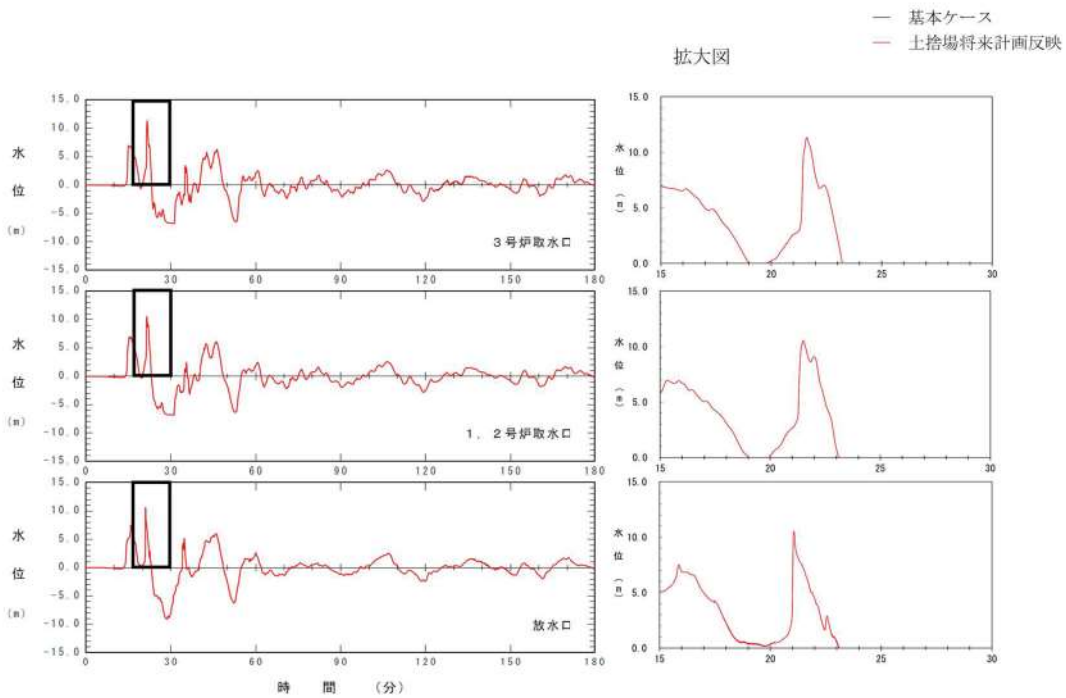
参考図 2-3 (13) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 南防波堤損傷))



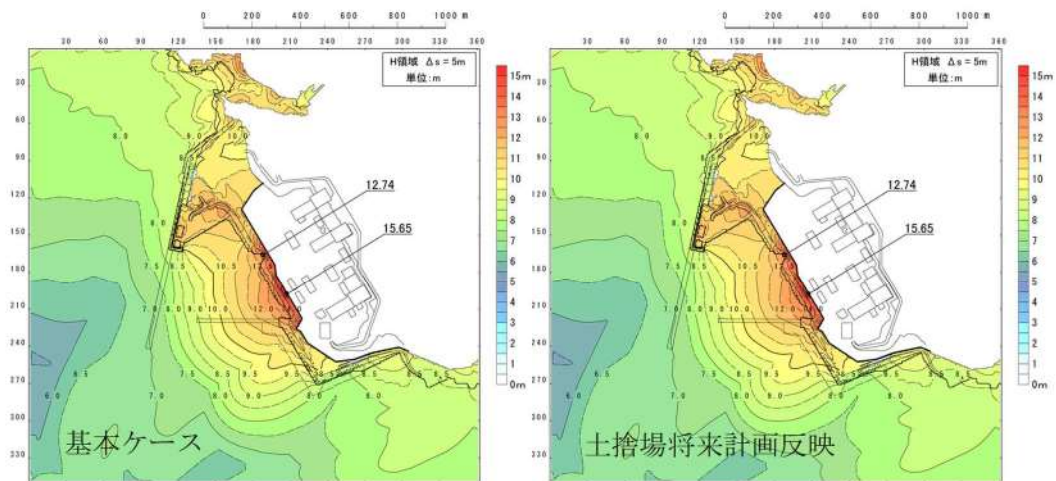
参考図 2-3 (14) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 南防波堤損傷))



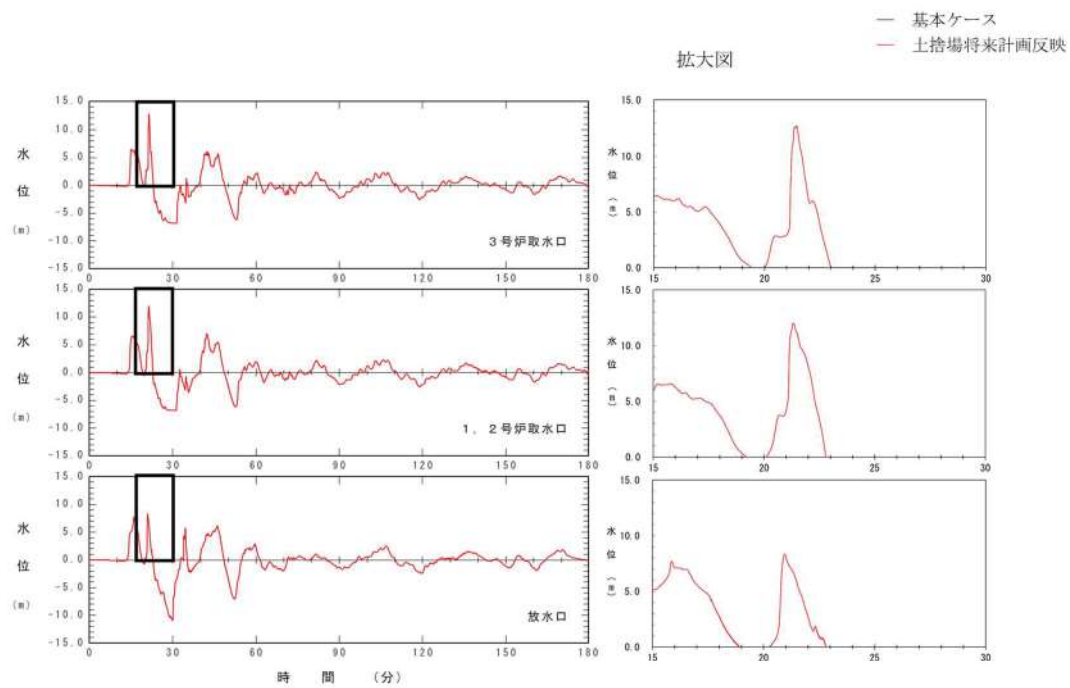
参考図 2-3 (15) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 北防波堤損傷))



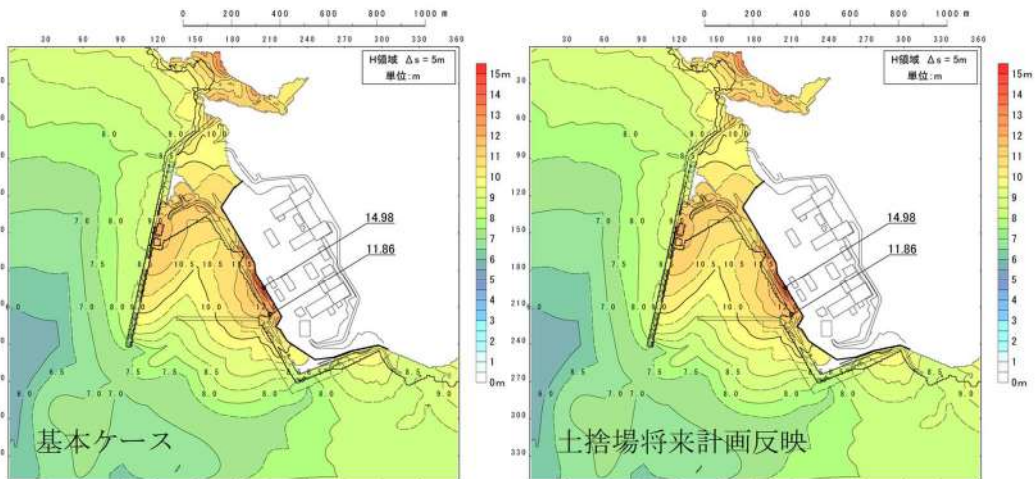
参考図 2-3 (16) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 北防波堤損傷))



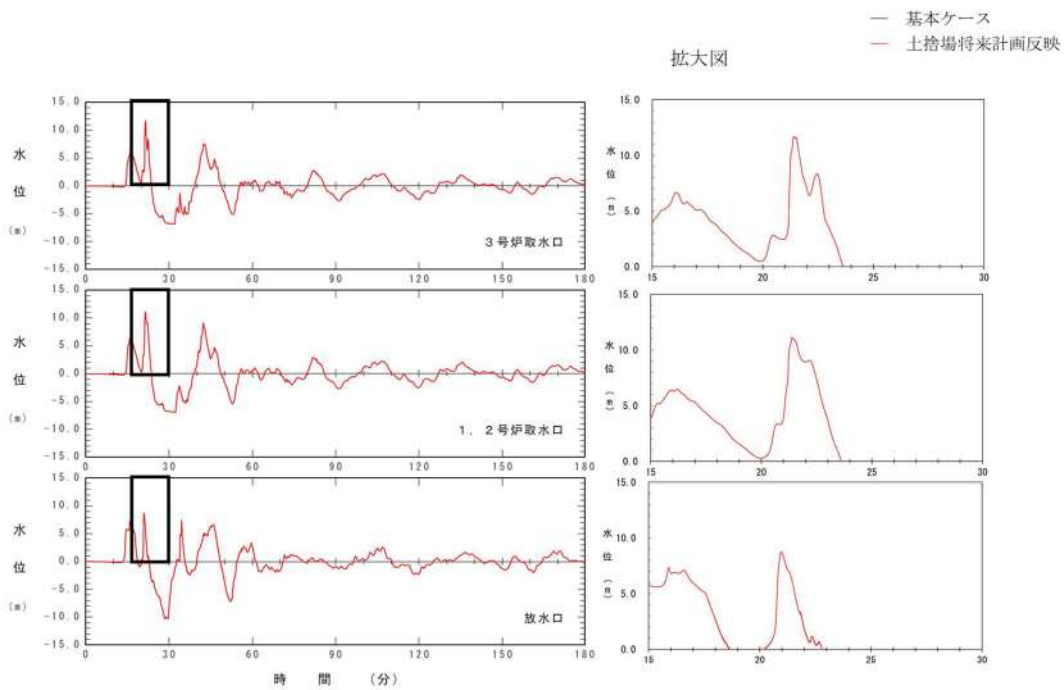
参考図 2-3 (17) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



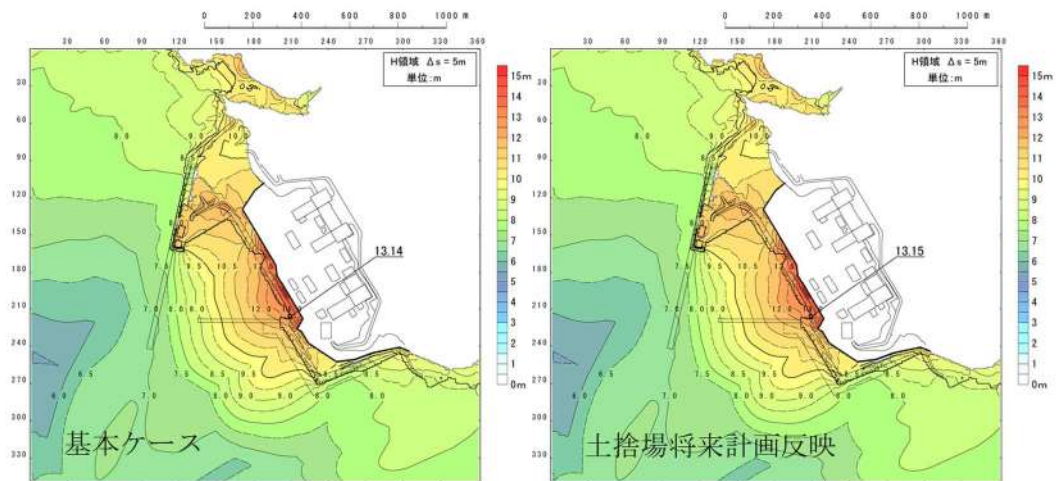
参考図 2-3 (18) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



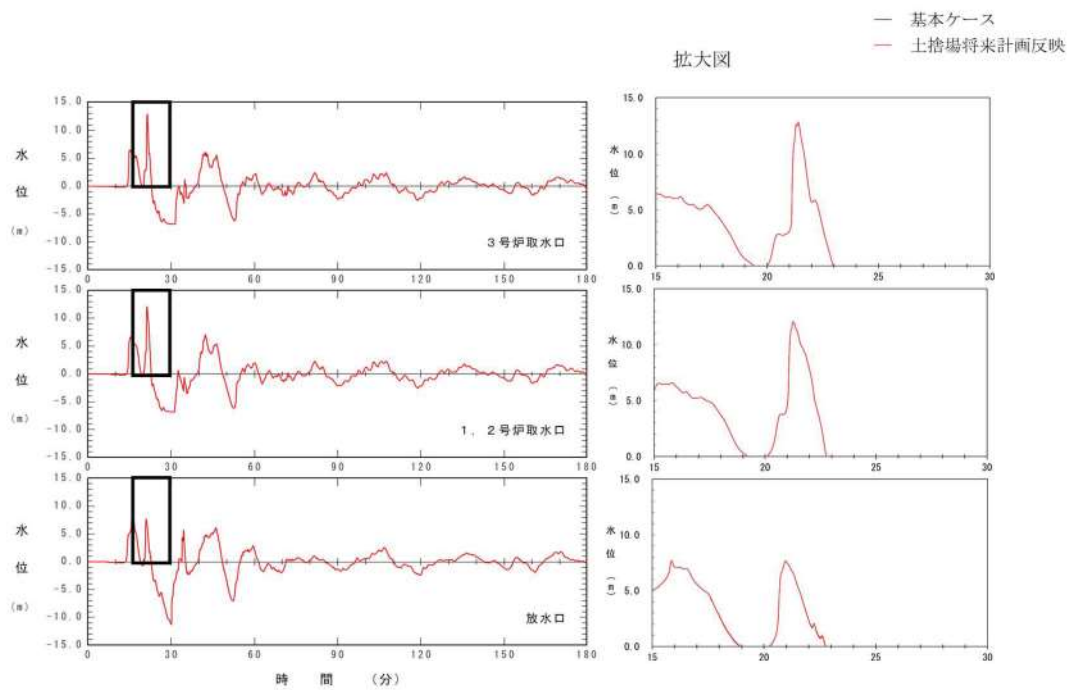
参考図 2-3 (19) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))



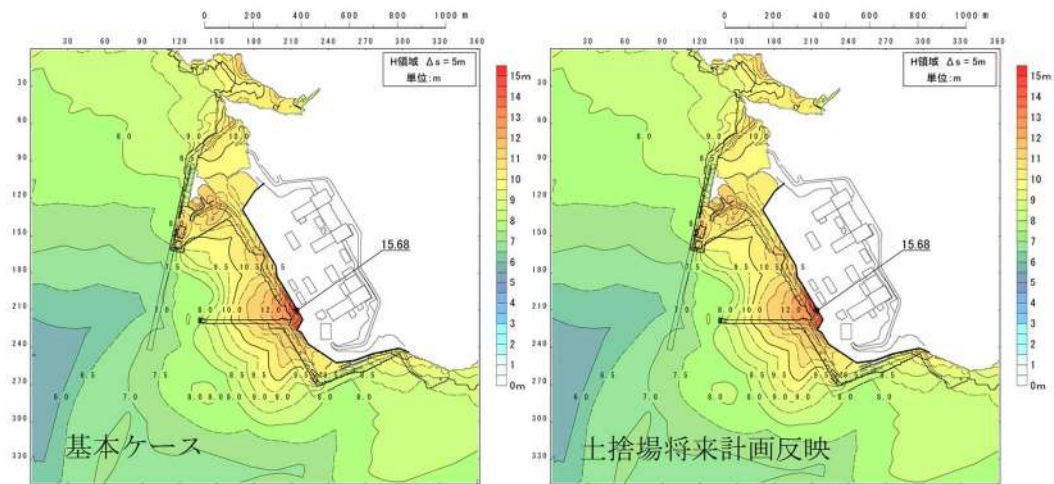
参考図 2-3 (20) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))



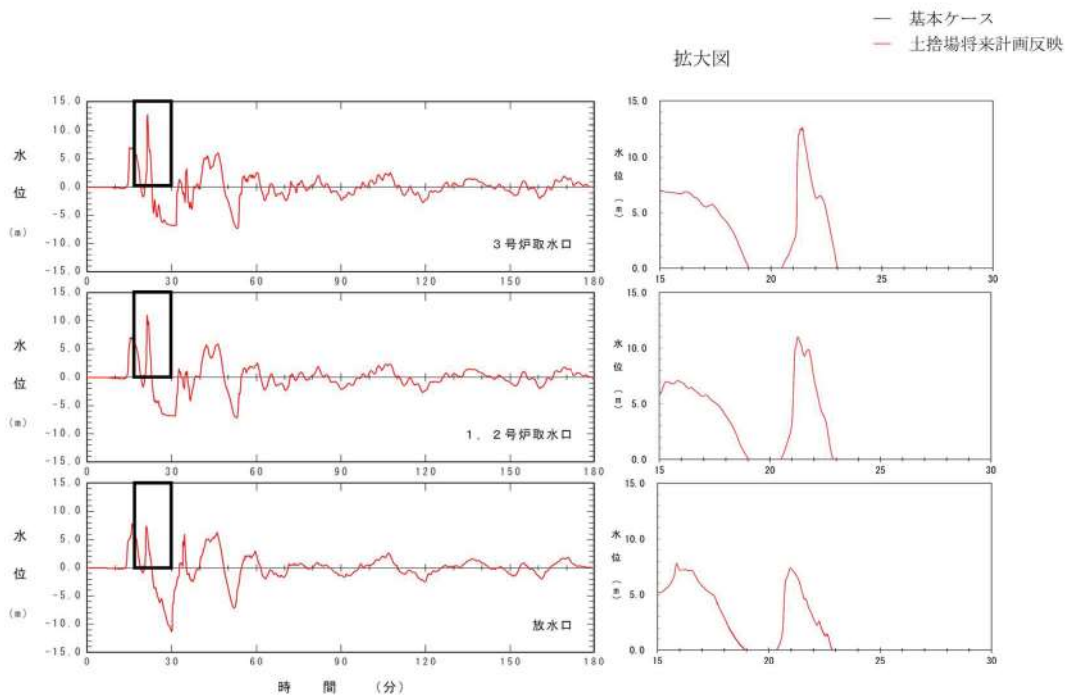
参考図 2-3 (21) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北及び南防波堤損傷))



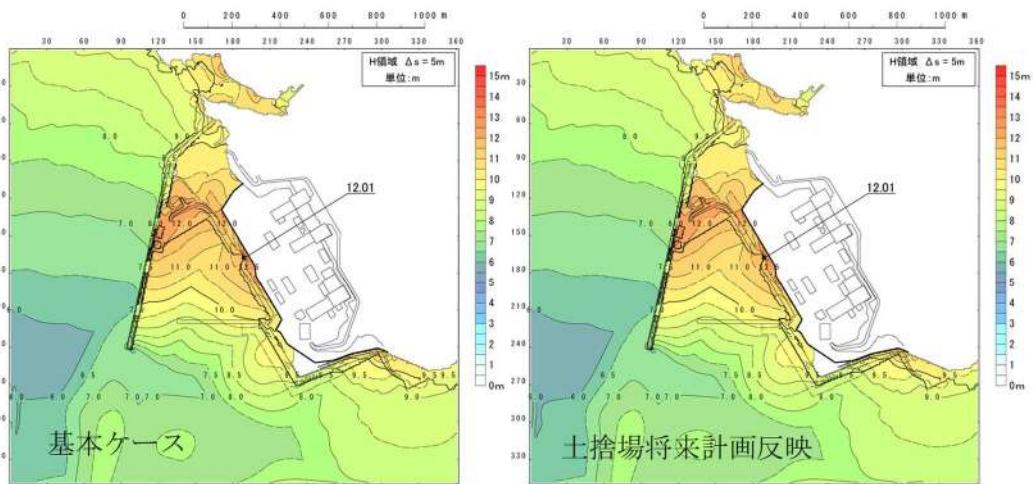
参考図 2-3 (22) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 F, 北及び南防波堤損傷))



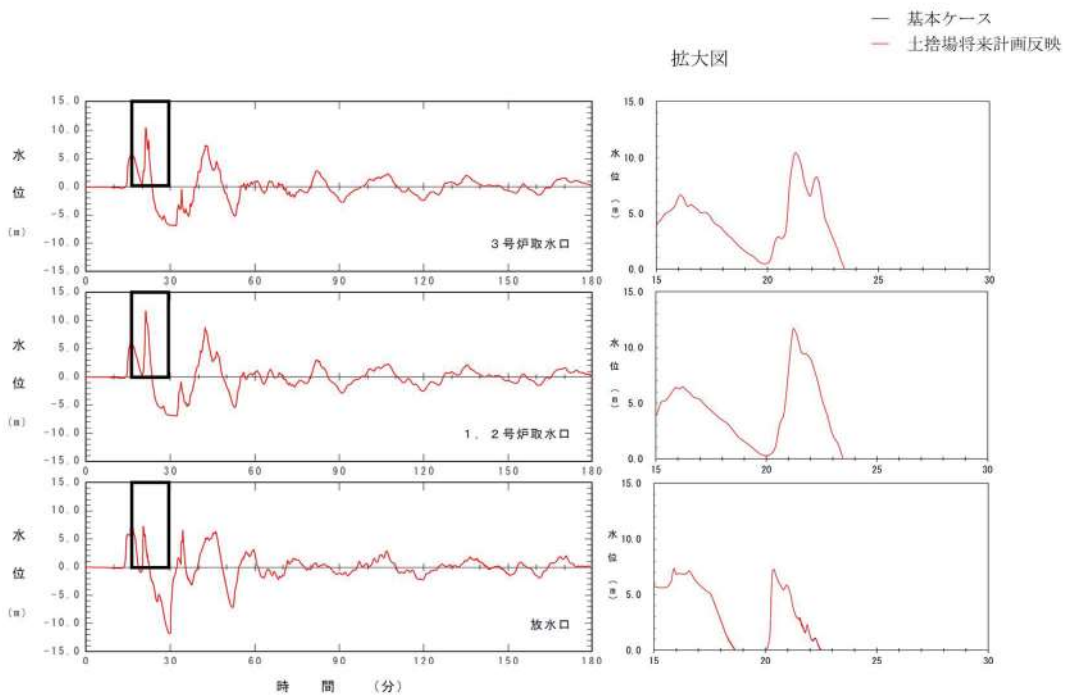
参考図 2-3 (23) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



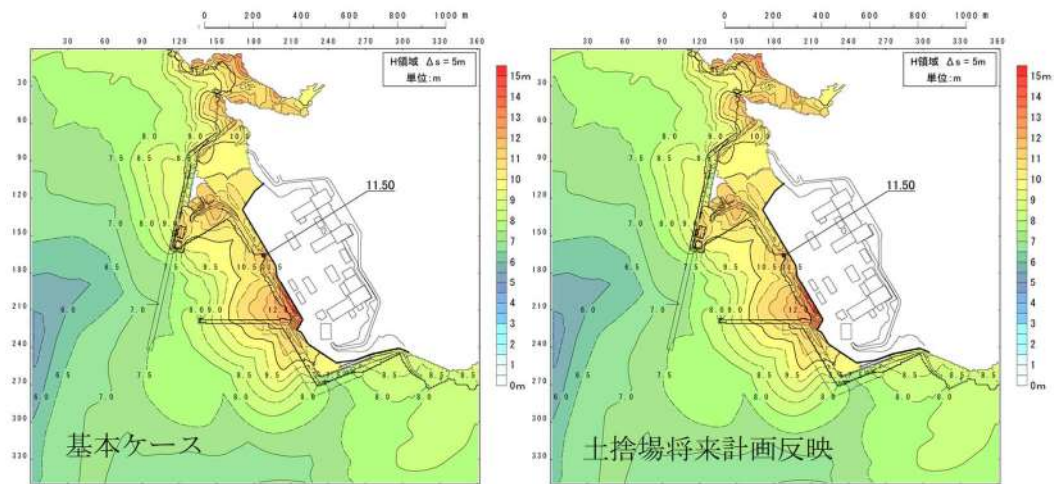
参考図 2-3 (24) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



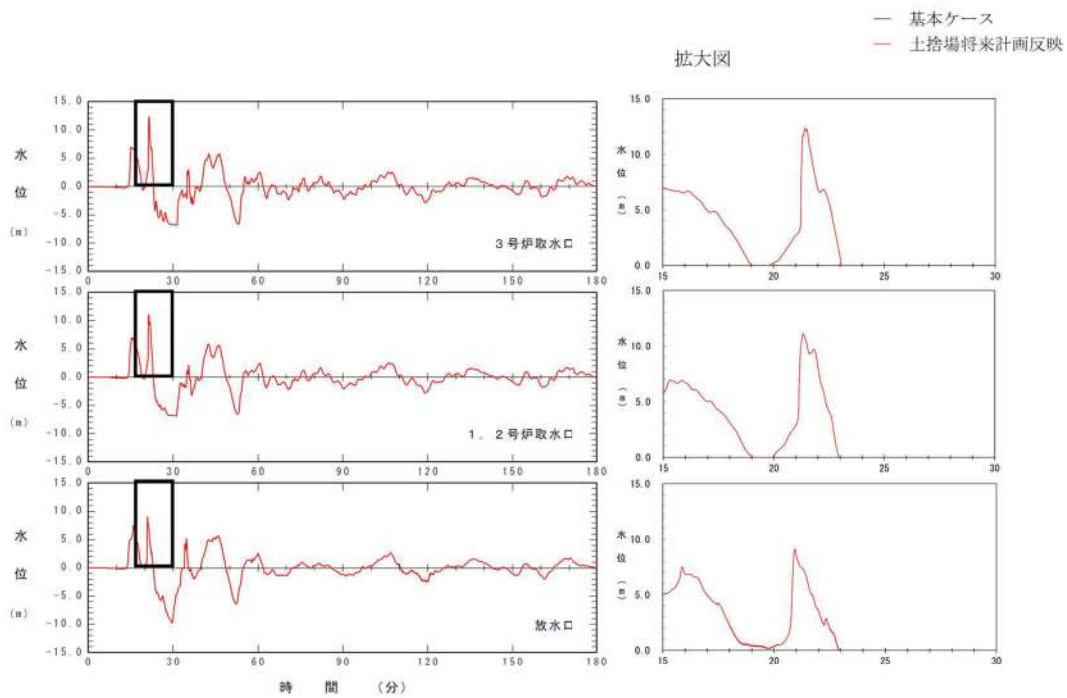
参考図 2-3 (25) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源G, 南防波堤損傷))



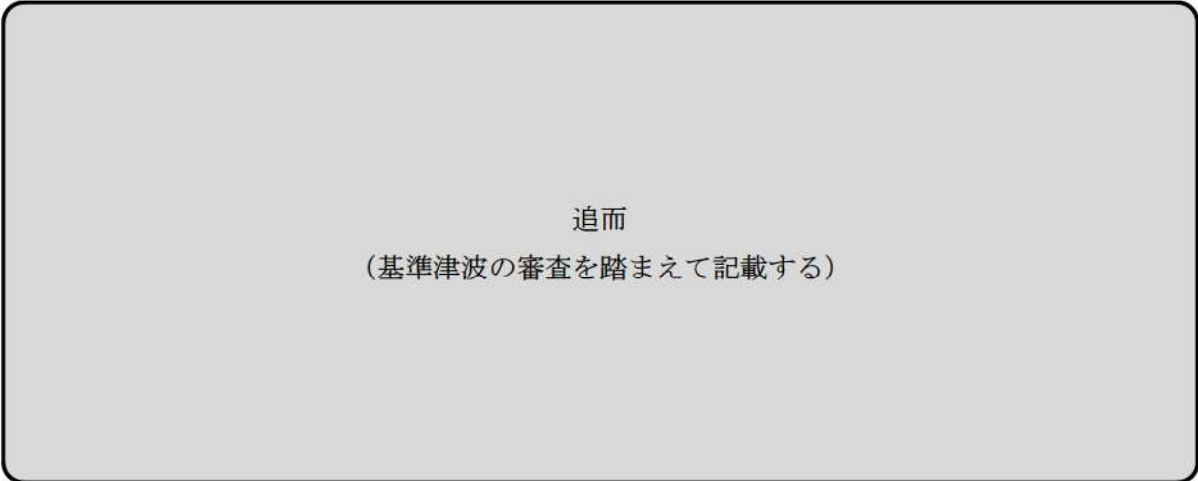
参考図 2-3 (26) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源G, 南防波堤損傷))



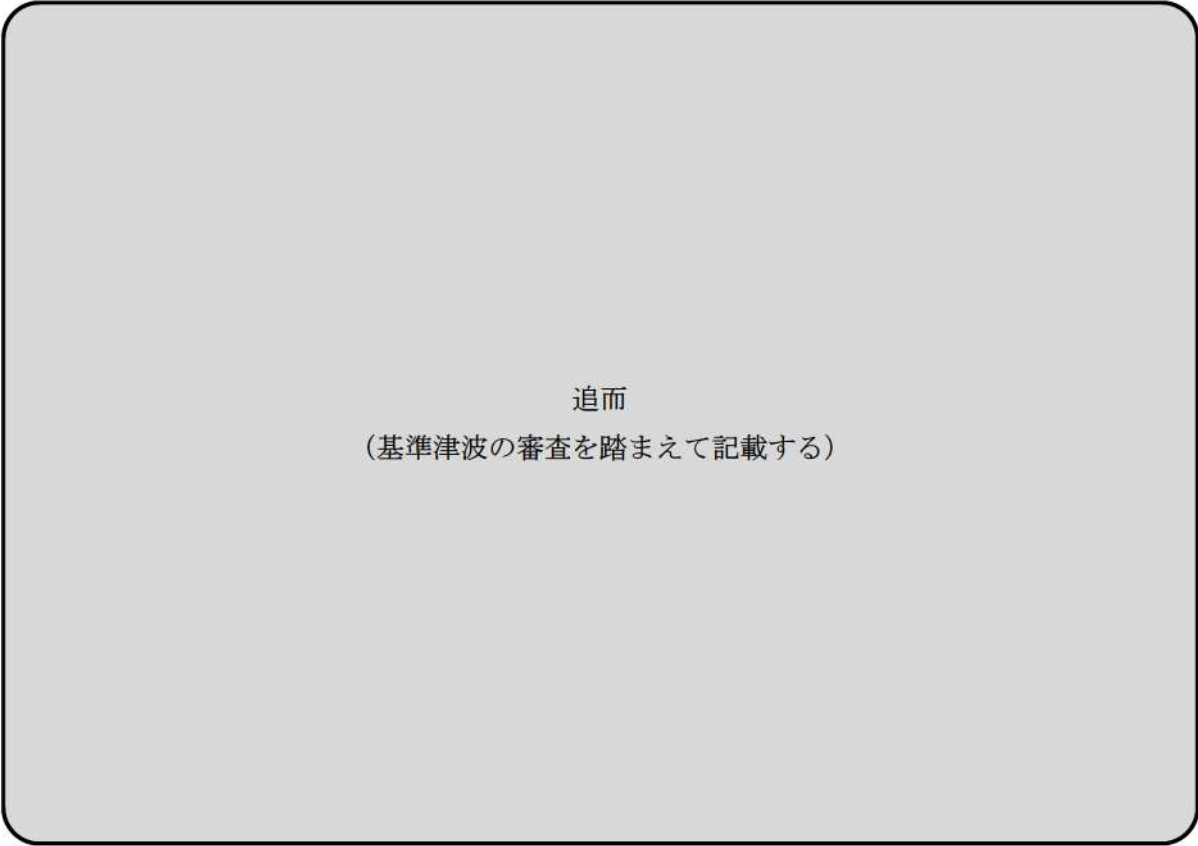
参考図 2-3 (27) 将来計画反映の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源H, 北防波堤損傷))



参考図 2-3 (28) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源H, 北防波堤損傷))



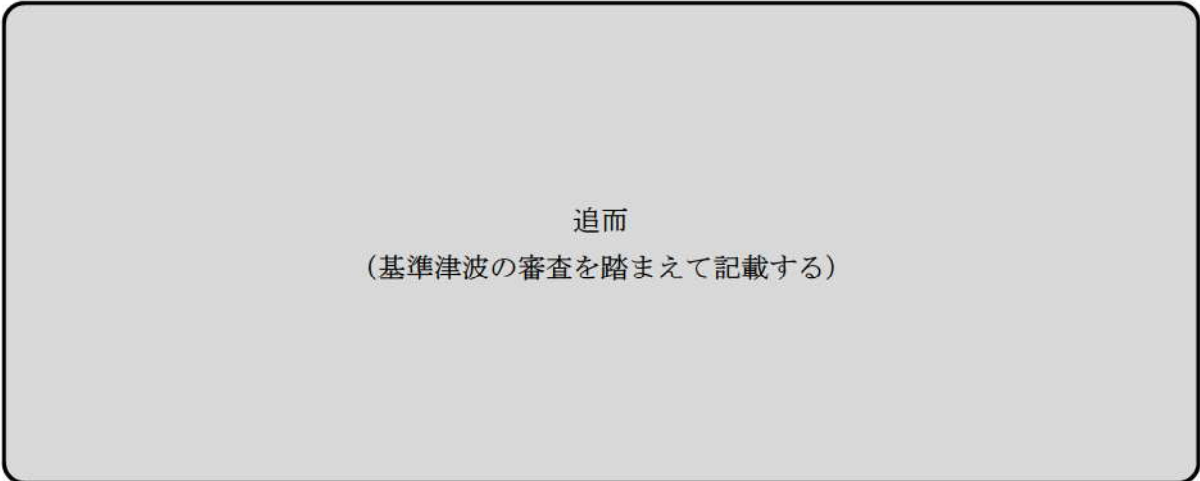
参考図 2-3 (29) 将来計画反映の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())




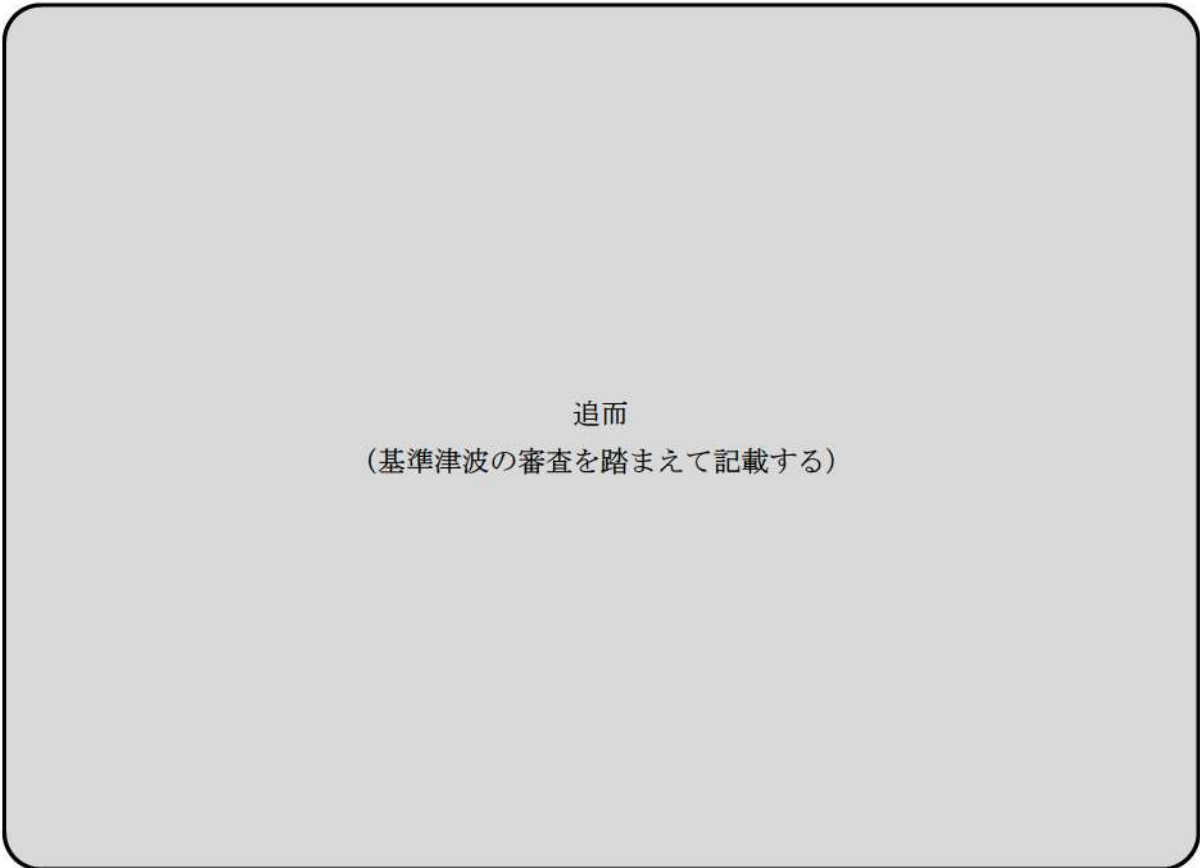
参考図 2-3 (30) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())

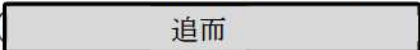


参考図 2-3 (31) 将来計画反映の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



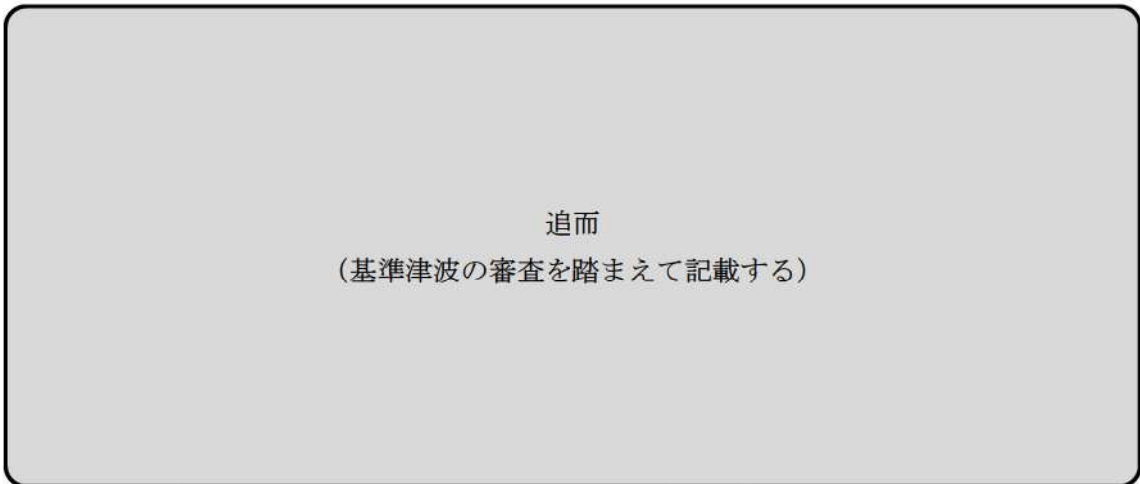
参考図 2-3 (32) 将来計画反映の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())



参考図 2-3 (33) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



参考図 2-3 (34) 将来計画反映の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



参考図 2-3 (35) 将来計画反映の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())



参考図 2-3 (36) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



参考図 2-3 (37) 将来計画反映の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))

追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

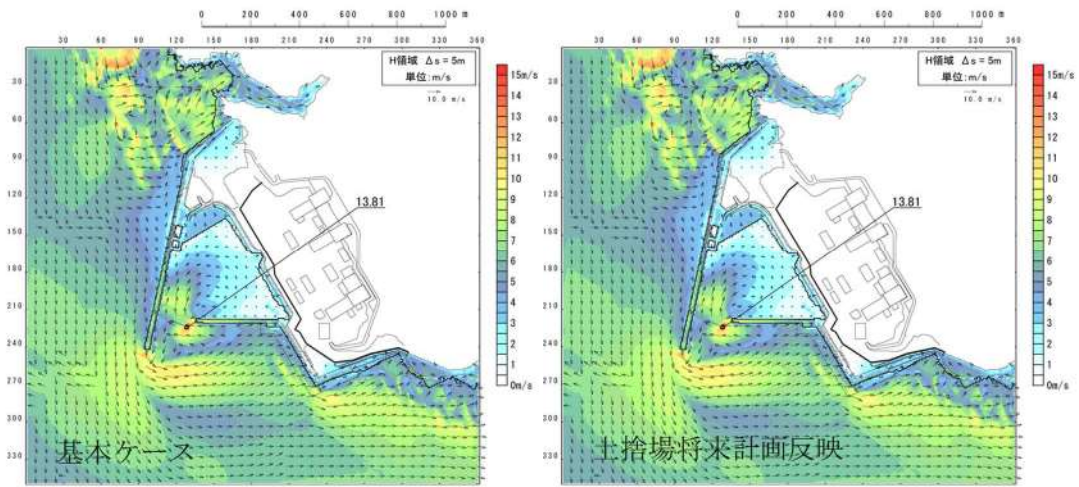
参考図 2-3 (38) 将来計画反映の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())

追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

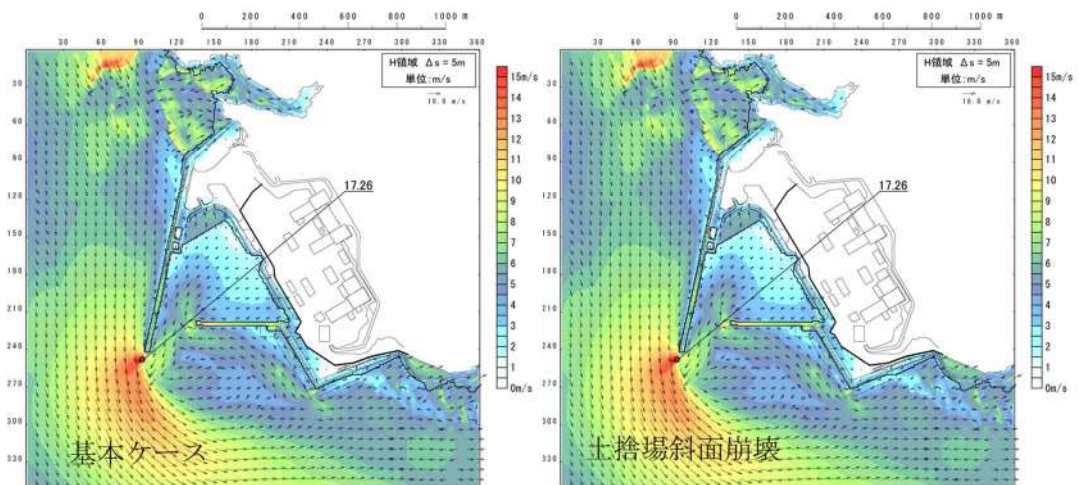
参考図 2-3 (39) 将来計画反映の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



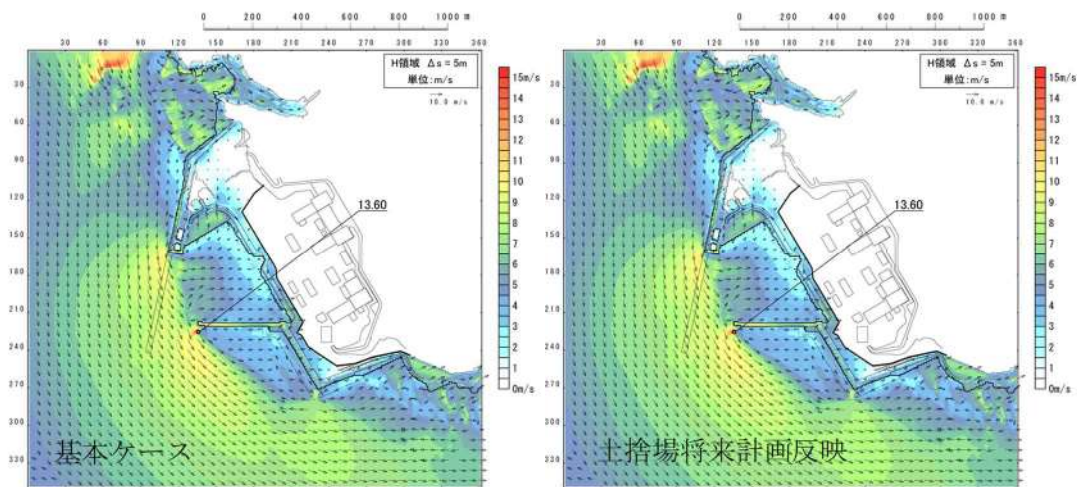
参考図 2-3 (40) 将来計画反映の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



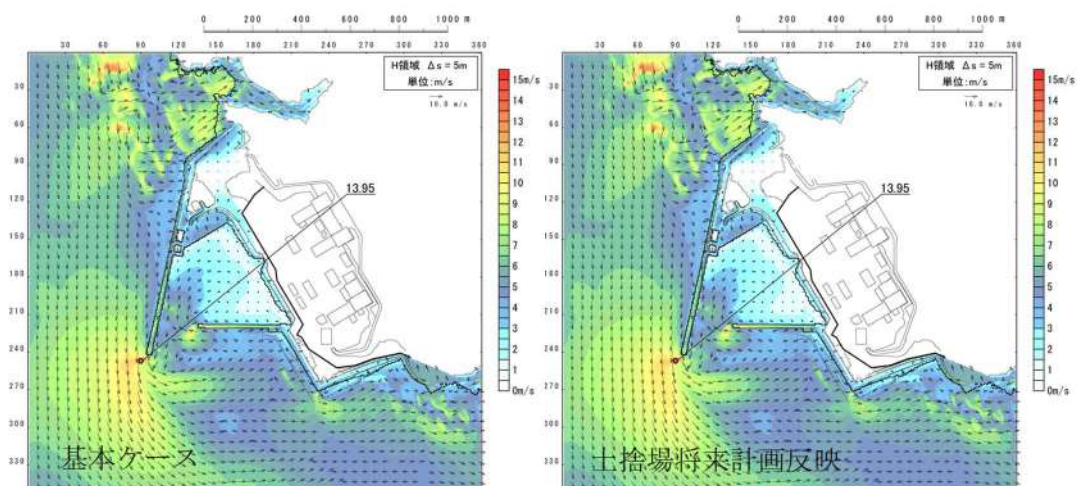
参考図 2-3 (41) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))



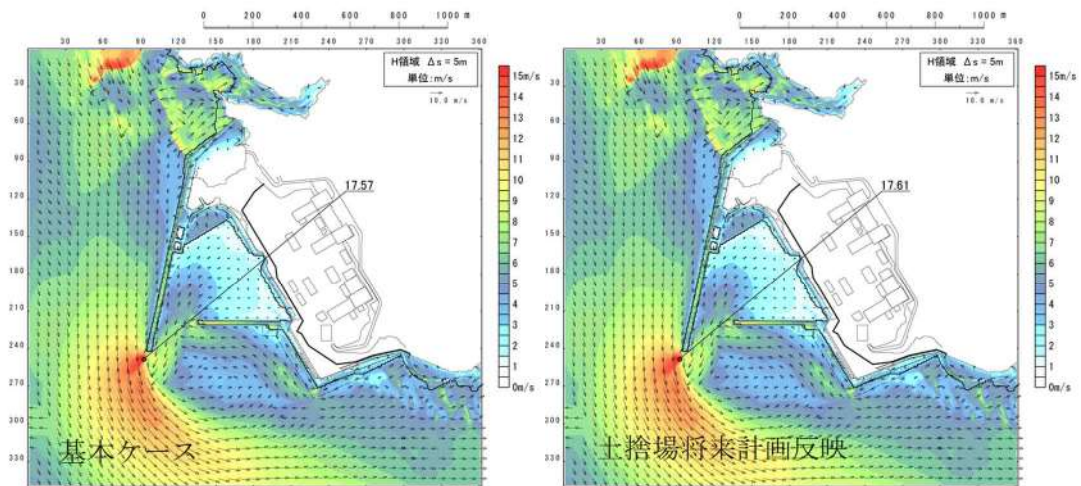
参考図 2-3 (42) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))



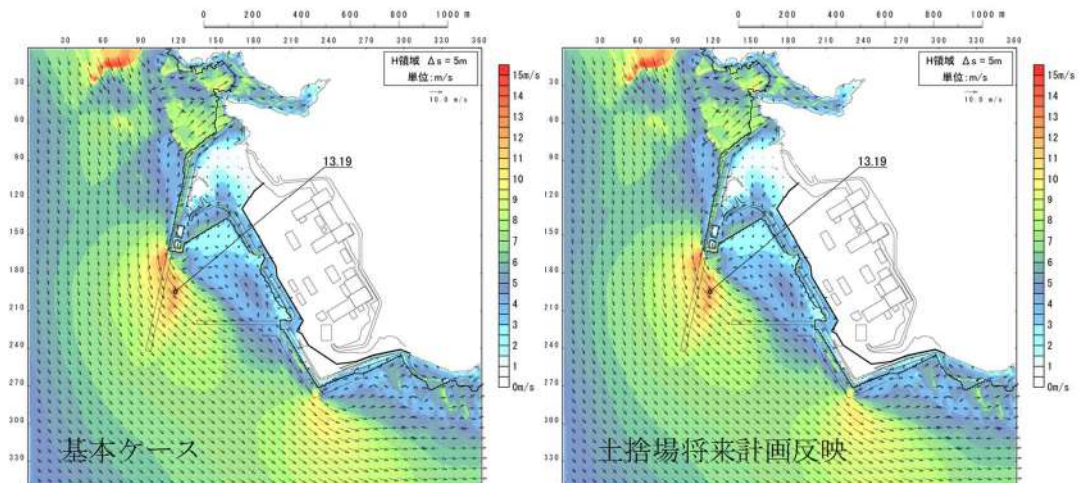
参考図 2-3 (43) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 B, 北防波堤損傷))



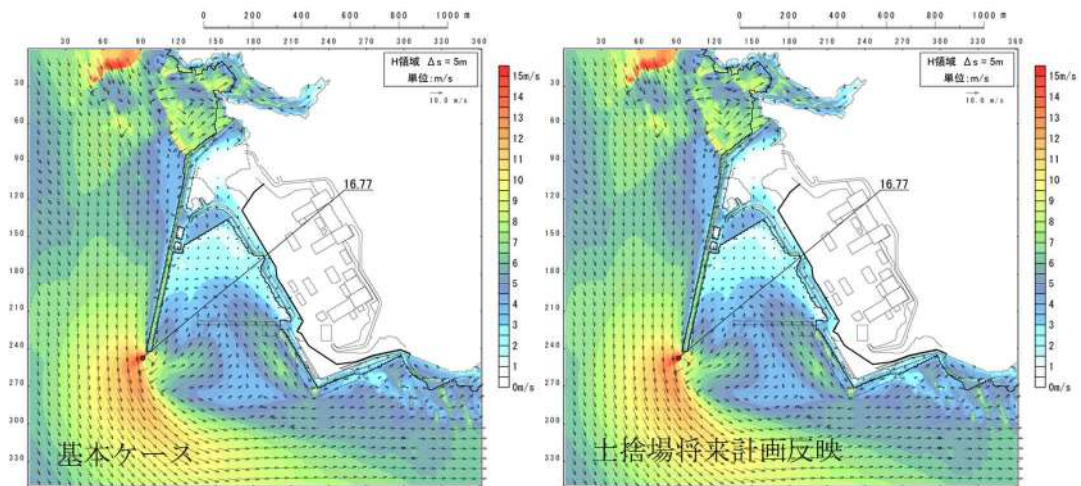
参考図 2-3 (44) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 C, 防波堤損傷なし))



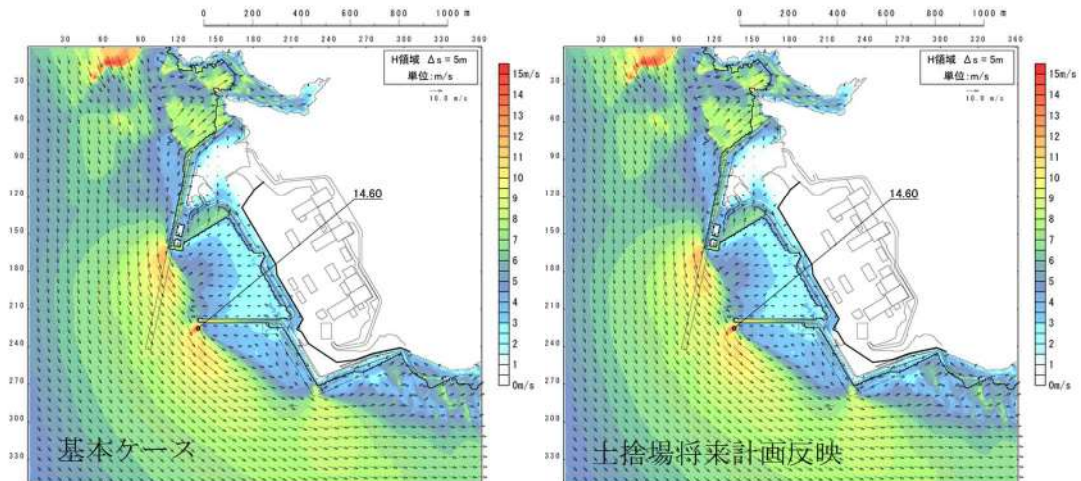
参考図 2-3 (45) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし))



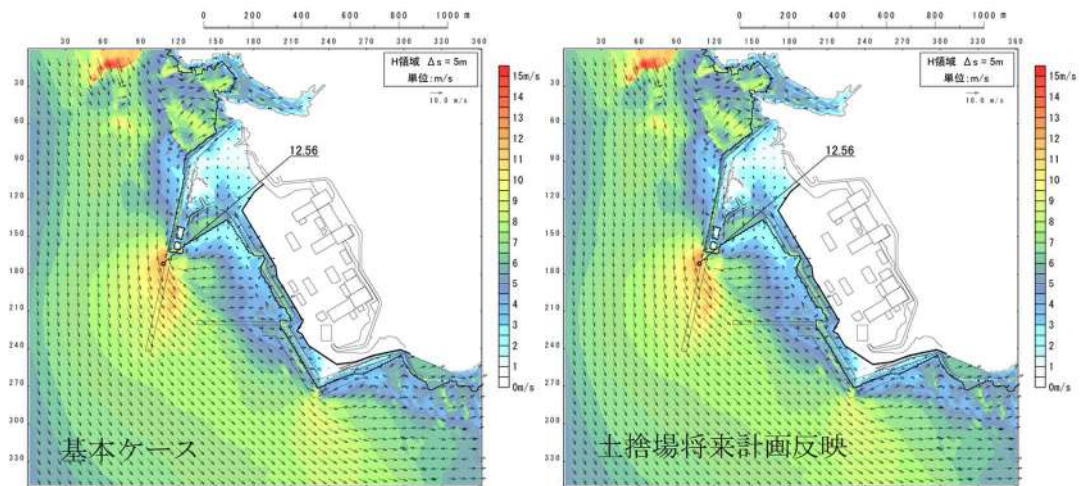
参考図 2-3 (46) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷))



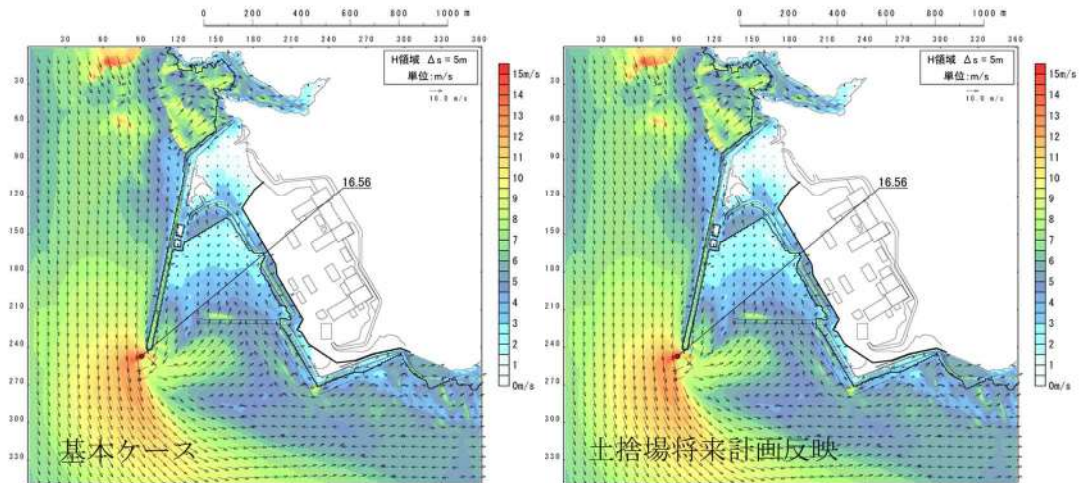
参考図 2-3 (47) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 南防波堤損傷))



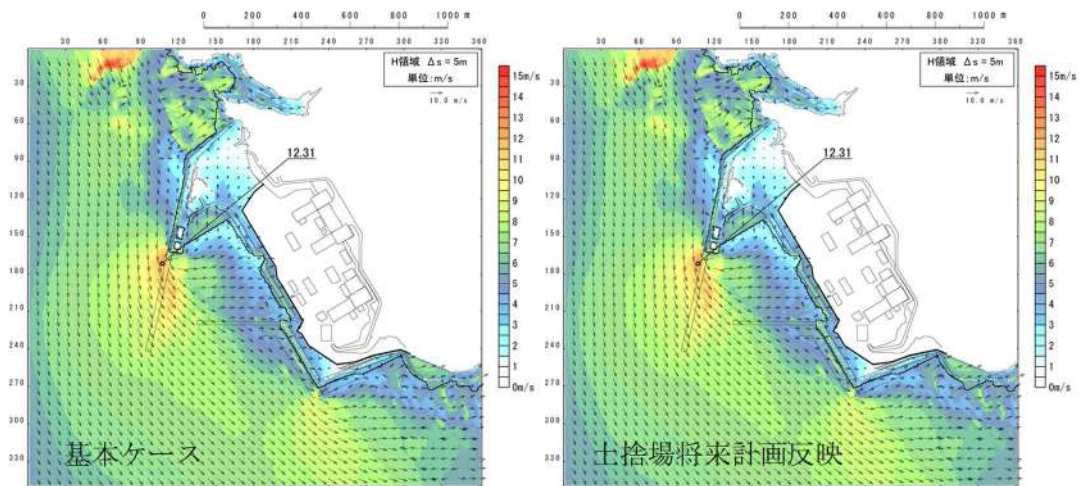
参考図 2-3 (48) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 北防波堤損傷))



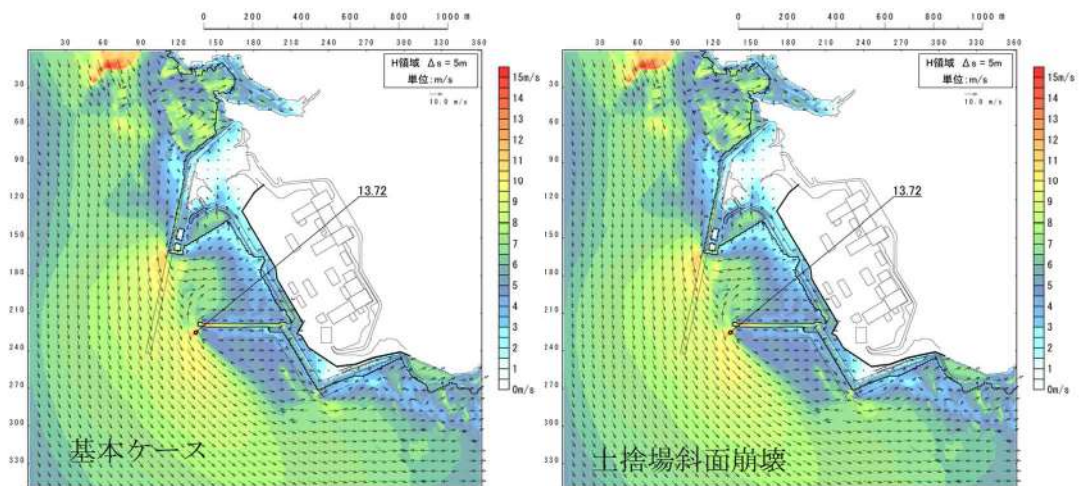
参考図 2-3 (49) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



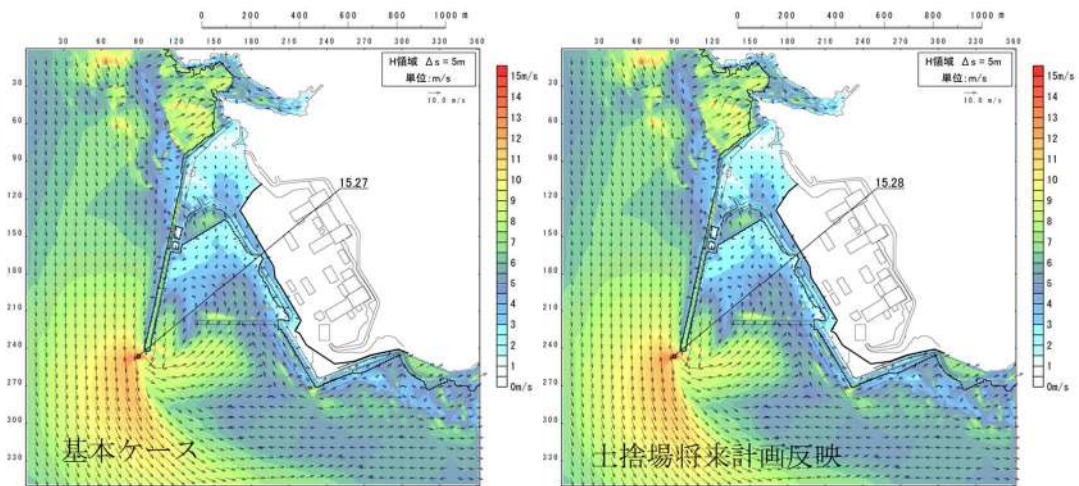
参考図 2-3 (50) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))



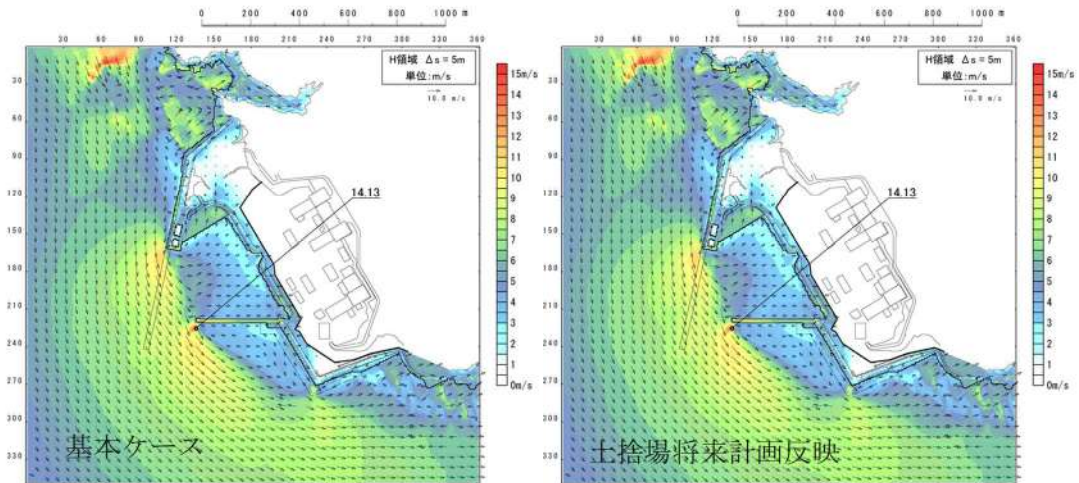
参考図 2-3 (51) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北及び南防波堤損傷))



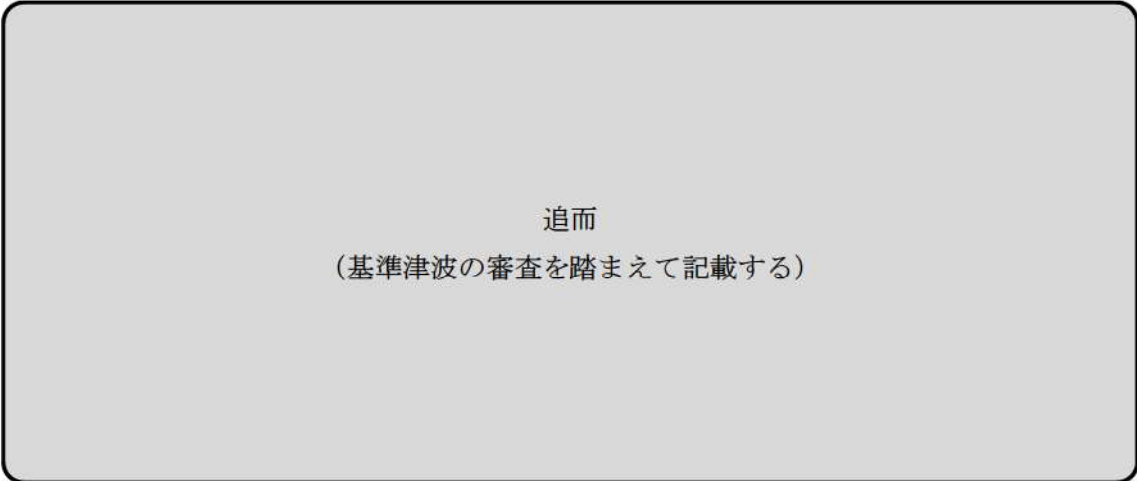
参考図 2-3 (52) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



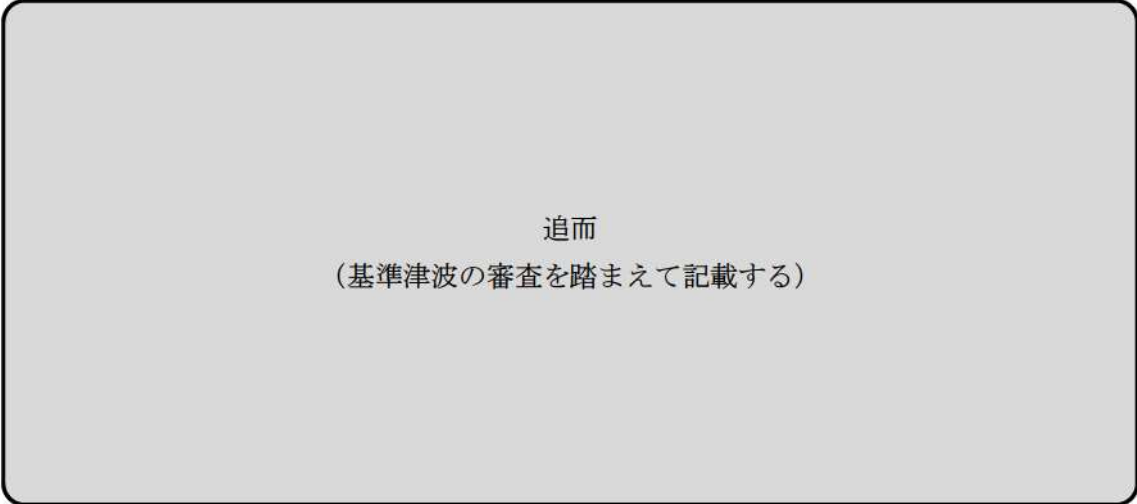
参考図 2-3 (53) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
 (基準津波 (波源G, 南防波堤損傷))



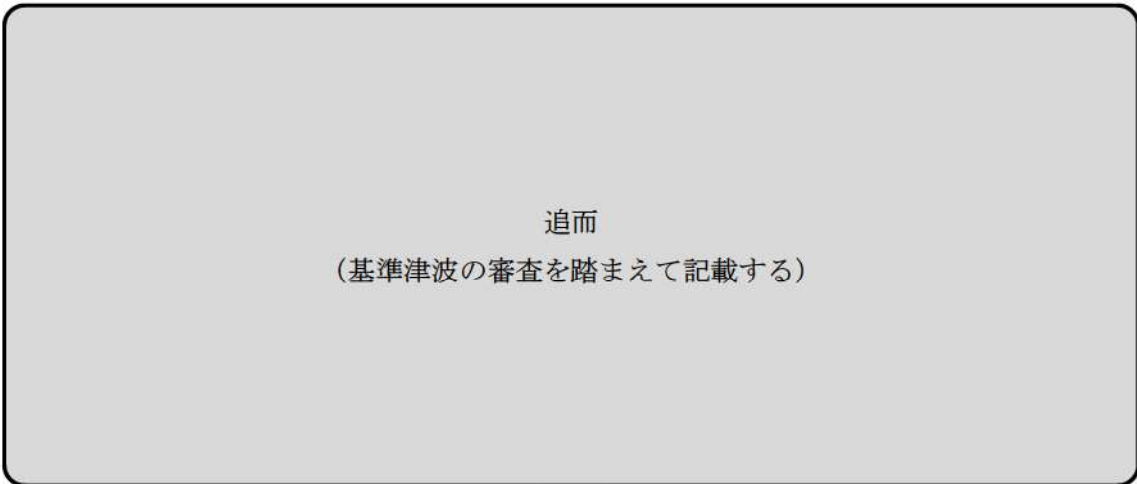
参考図 2-3 (54) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
 (基準津波 (波源H, 北防波堤損傷))



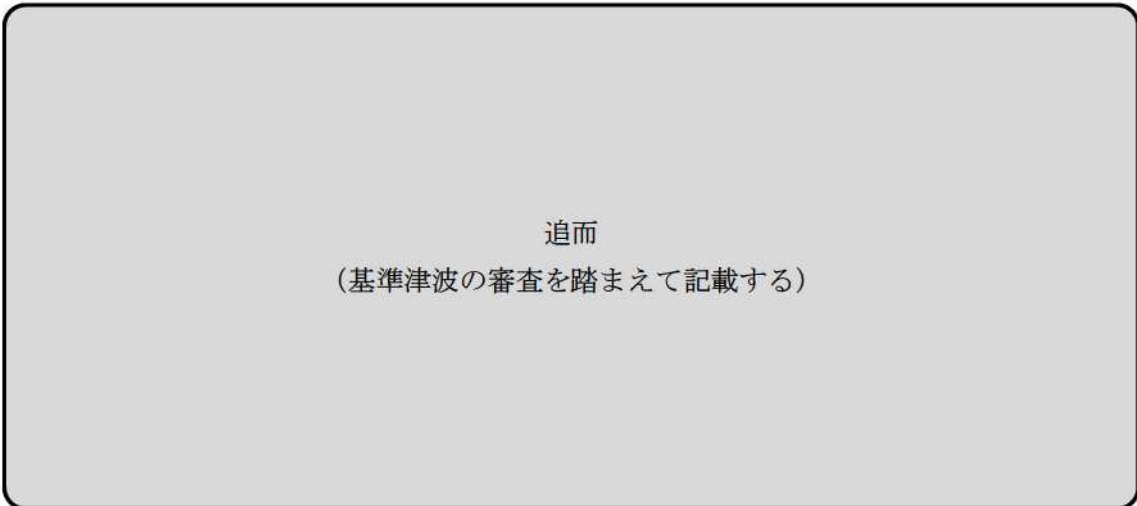
参考図 2-3 (55) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (追而))



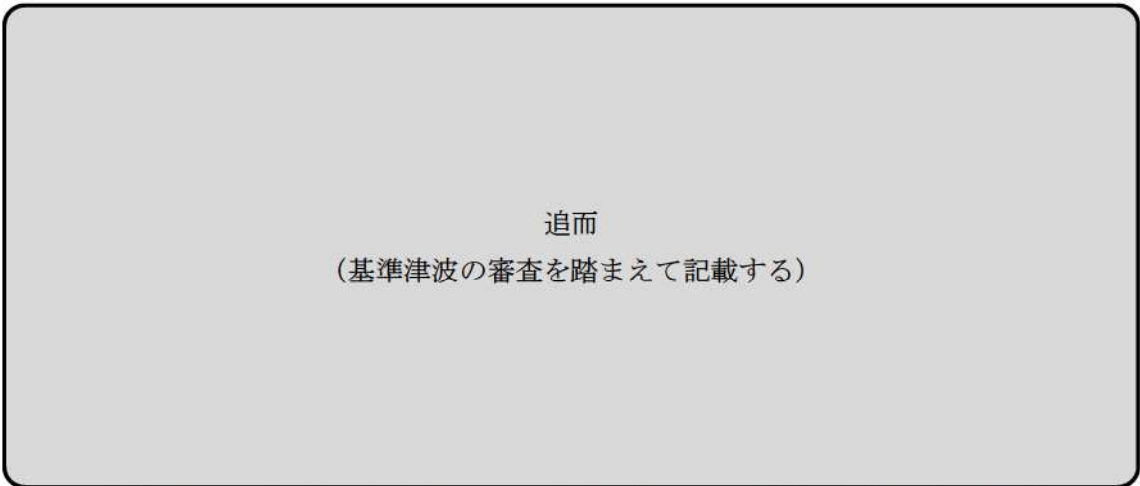
参考図 2-3 (56) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (追而))



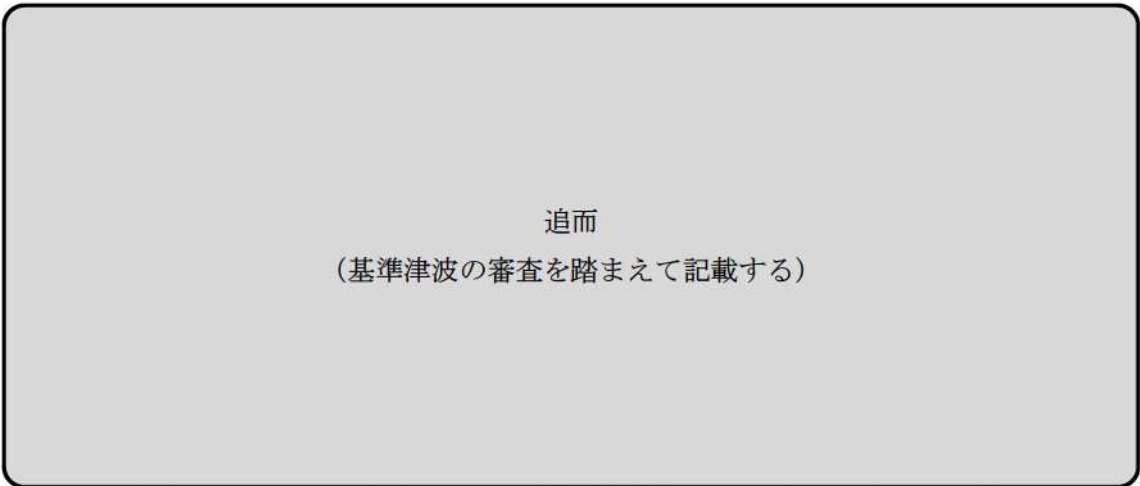
参考図 2-3 (57) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 ())



参考図 2-3 (58) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 ())



参考図 2-3 (59) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(最大流速波源 ())

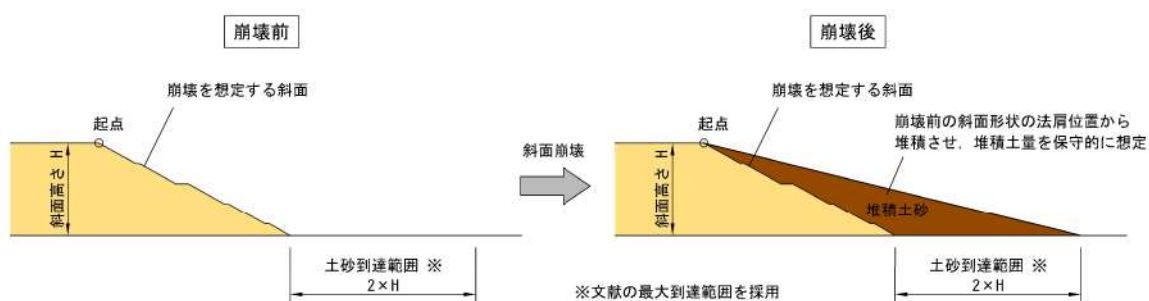


参考図 2-3 (60) 将来計画反映の有無による最大流速分布の比較
(最大流速波源 ())

3. 斜面崩壊を考慮した地形の検討

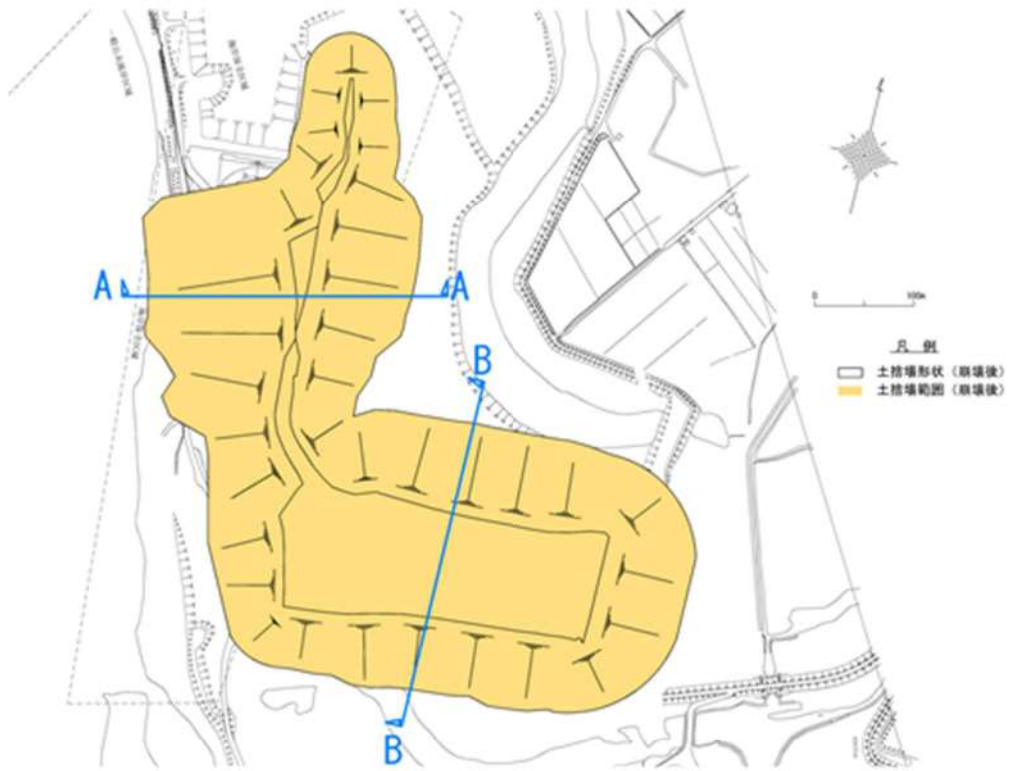
(1) 斜面崩壊を考慮した地形データの作成

将来計画を反映した土捨場の盛土斜面は、基準地震動により斜面が崩壊する可能性を否定できないことから、斜面崩壊を考慮した地形モデルを作成した。斜面崩壊の範囲は、「宅地防災マニュアルの解説」より、斜面高さの2倍とする。崩壊した土砂の堆積形状については、斜面の形状を踏まえると崩壊後の斜面形状の法肩は崩壊前の法肩位置より低くなると想定されるものの、被害の不確実性を考慮して堆積土量が保守的な設定となるように、崩壊前の斜面形状の法肩位置を起点として、土砂到達範囲まで土砂が堆積する形状とする。参考図 2-4 に斜面崩壊による土砂の到達範囲を示す。

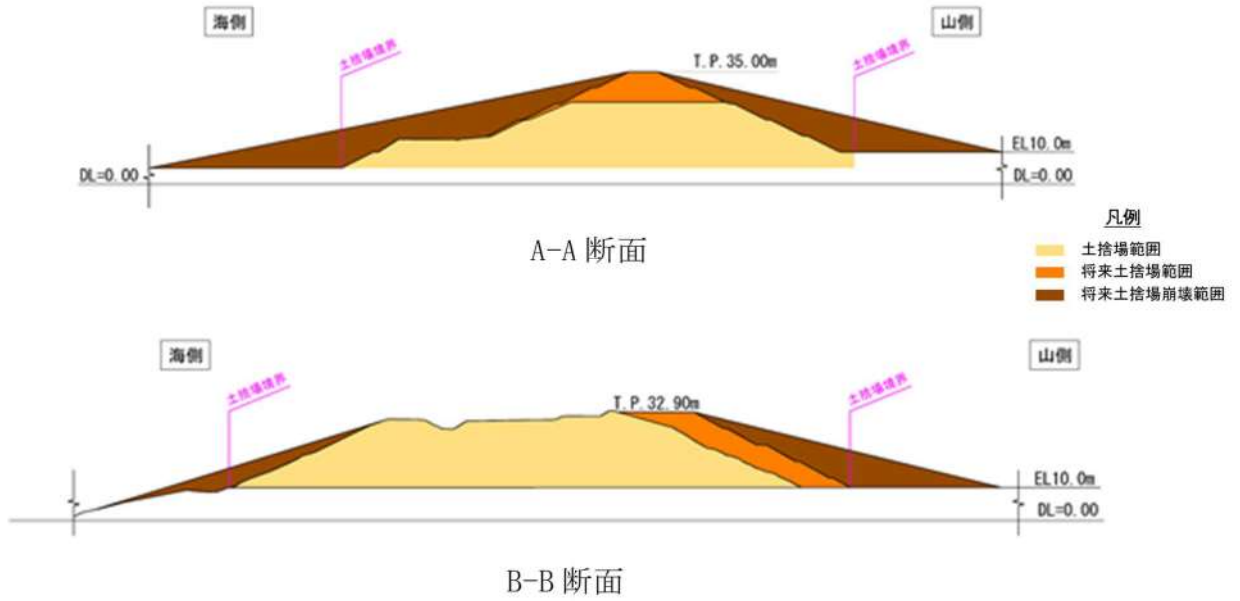


参考図 2-4 斜面崩壊による土砂の到達範囲

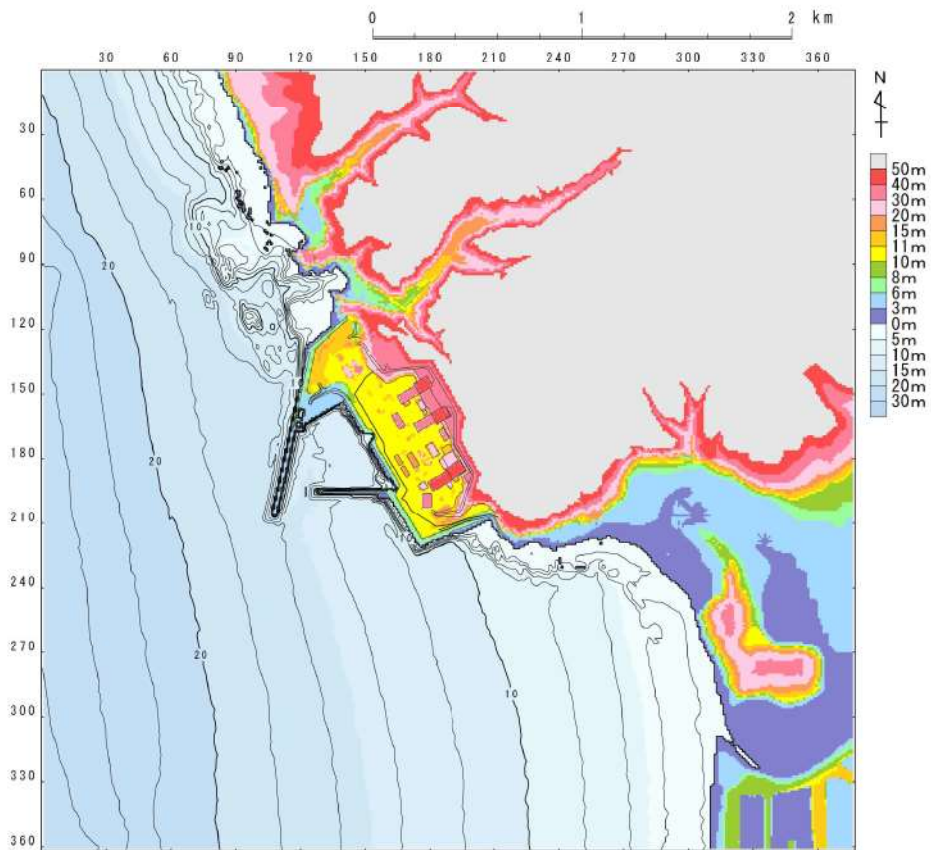
参考図 2-5 に斜面崩壊を考慮した土捨場形状及びこの形状を反映した遡上解析地形を示す。



参考図 2-5 (1) 斜面崩壊を考慮した土捨場形状

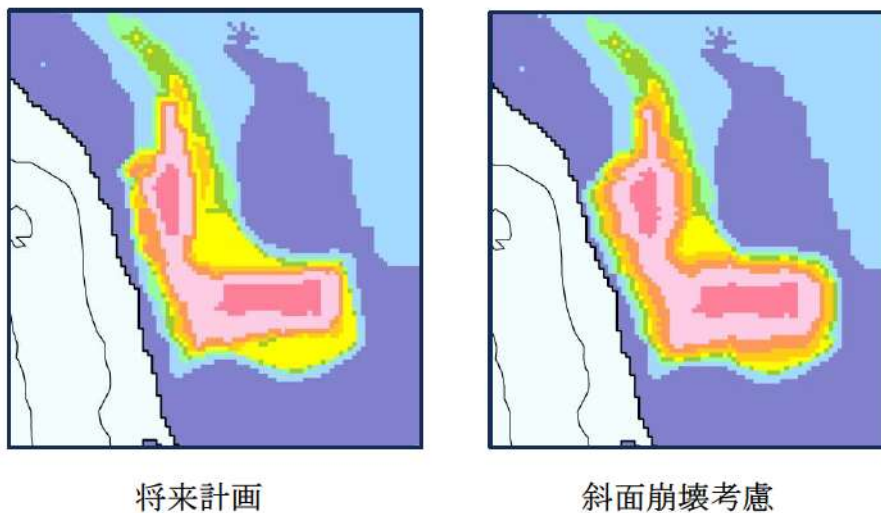


参考図 2-5 (2) 将来計画による土捨て場断面図



参考図 2-5 (3) 斜面崩壊を考慮した土捨て場形状を反映した地形モデル

参考図 2-6 に将来計画の土捨場と斜面崩壊を考慮した土捨場による地形モデルの比較図を示す。



参考図 2-6 将来計画の土捨場と斜面崩壊を考慮した土捨場による地形モデルの比較

(2) 想定される地形変化を初期地形に反映した遡上解析

(1)を踏まえ、斜面崩壊を考慮し、遡上解析を実施した。すべての基準津波を対象に基本ケース及び斜面崩壊を考慮したケースを比較し、その差異を参考表 2-2 に、最大水位上昇量分布、最大水位下降量分布、水位時刻歴波形及び最大流速分布を参考図 2-7 に示す。

a. 津波解析の結果（津波高さ）

津波解析の結果、土捨場の斜面崩壊を考慮した場合、水位上昇側の防潮堤前面、3号炉取水口、1、2号炉取水口及び放水口の水位上昇量は、基本ケースと同程度であった。また、水位下降側の「保守性を考慮した時間」は、

であった。ただし、放水口における水位上昇側の最大値である10.93mが認められた。
以上より、土捨場の斜面崩壊は、放水口における津波高さ（水位上昇側）に影響を与えることが定量的に確認されたことから、放水口の津波高さ（水位上昇側）に係る入力津波を設定する際の影響要因として考慮する。

b. 津波解析の結果（津波高さ以外）

津波解析の結果、土捨場の斜面崩壊を考慮した場合、最大流速及び流況（流向・流速）は、基本ケースと同程度であった。

以上より、土捨場の斜面崩壊は、津波高さ以外（最大流速、流況）に係る入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。

参考表 2-2 (1) 基本ケースと斜面崩壊を考慮したケースの水位上昇量比較 (水位上昇側)

	【水位上昇側】防潮堤前面			【水位上昇側】3号炉取水口			【水位上昇側】1, 2号炉取水口			【水位上昇側】放水口		
	基本ケース (a)	斜面崩壊 (b)	差分 (b-a)	基本ケース (a)	斜面崩壊 (b)	差分 (b-a)	基本ケース (a)	斜面崩壊 (b)	差分 (b-a)	基本ケース (a)	斜面崩壊 (b)	差分 (b-a)
基準津波 (波源A, 防波堤損傷なし)	13.44m	13.30m	-0.14m									
基準津波 (波源B, 防波堤損傷なし)				10.45m	10.45m	0.00m						
基準津波 (波源B, 北防波堤損傷)				12.89m	12.91m	0.02m						
基準津波 (波源C, 防波堤損傷なし)							9.34m	9.29m	-0.05m			
基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし)										10.91m	10.93m	0.02m
基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷)										10.84m	10.84m	0.00m
基準津波 (波源D, 南防波堤損傷)										10.85m	10.86m	0.01m
基準津波 (波源E, 北及び南防波堤損傷)	15.65m	15.69m	0.04m				12.74m	12.66m	-0.08m			
基準津波 (波源E, 南防波堤損傷)	14.98m	14.97m	-0.01m	11.86m	11.86m	0.00m						
基準津波 (波源F, 北及び南防波堤損傷)				13.14m	13.18m	0.04m						
基準津波 (波源F, 北防波堤損傷)	15.68m	15.72m	0.04m									
基準津波 (波源G, 南防波堤損傷)							12.01m	11.94m	-0.07m			
基準津波 (波源H, 北防波堤損傷)							11.50m	11.48m	-0.02m			

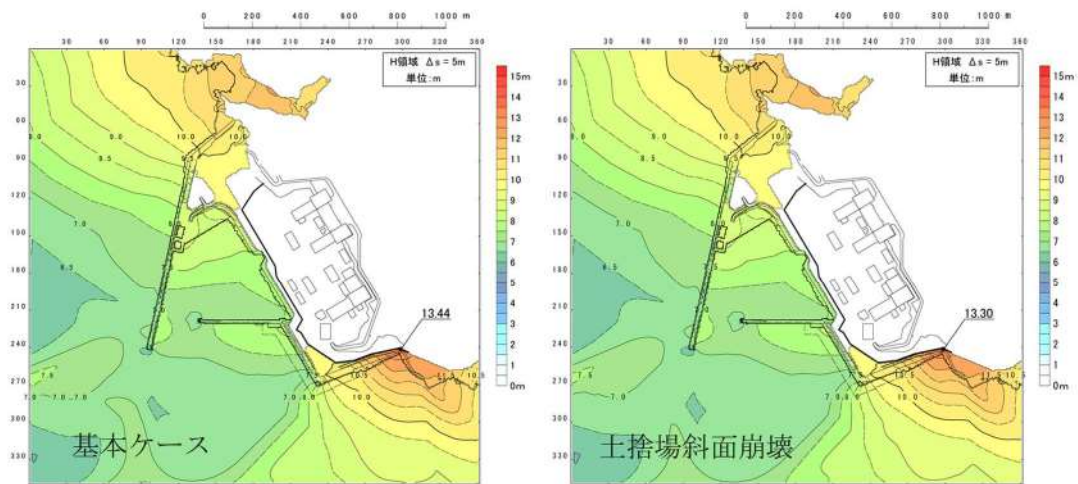
参考表 2-2 (2) 基本ケースと斜面崩壊を考慮したケースの
保守性を考慮した時間の比較 (水位下降側)

	【水位下降側】保守性を考慮した時間		
	基本ケース (沈下無し)(a)	斜面崩壊 (b)	差分(b-a)
追而			

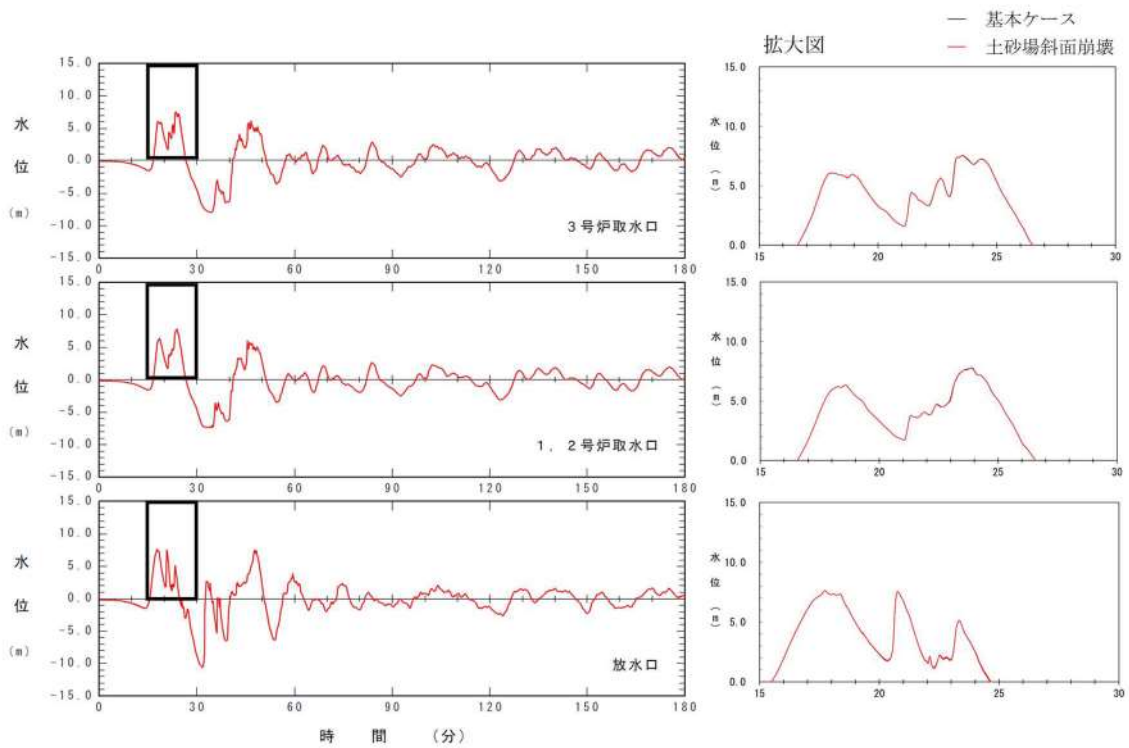
参考表 2-2 (3) 基本ケースと斜面崩壊を考慮したケースの
最大流速比較

	最大流速		
	基本ケース (a)	斜面崩壊 (b)	差分(b-a)
基準津波 (波源A, 防波堤損傷なし)	13.81m/s	13.81m/s	0.00m/s
基準津波 (波源B, 防波堤損傷なし)	17.26m/s	17.26m/s	0.00m/s
基準津波 (波源B, 北防波堤損傷)	13.60m/s	13.60m/s	0.00m/s
基準津波 (波源C, 防波堤損傷なし)	13.95m/s	13.95m/s	0.00m/s
基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし)	17.57m/s	17.60m/s	0.03m/s
基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷)	13.19m/s	13.18m/s	-0.01m/s
基準津波 (波源D, 南防波堤損傷)	16.77m/s	16.77m/s	0.00m/s
基準津波 (波源D, 北防波堤損傷)	14.60m/s	14.60m/s	0.00m/s
基準津波 (波源E, 北及び南防波堤損傷)	12.56m/s	12.55m/s	-0.01m/s
基準津波 (波源E, 南防波堤損傷)	16.56m/s	16.55m/s	-0.01m/s
基準津波 (波源F, 北及び南防波堤損傷)	12.31m/s	12.31m/s	0.00m/s
基準津波 (波源F, 北防波堤損傷)	13.72m/s	13.72m/s	0.00m/s
基準津波 (波源G, 南防波堤損傷)	15.27m/s	15.27m/s	0.00m/s
基準津波 (波源H, 北防波堤損傷)	14.13m/s	14.13m/s	0.00m/s

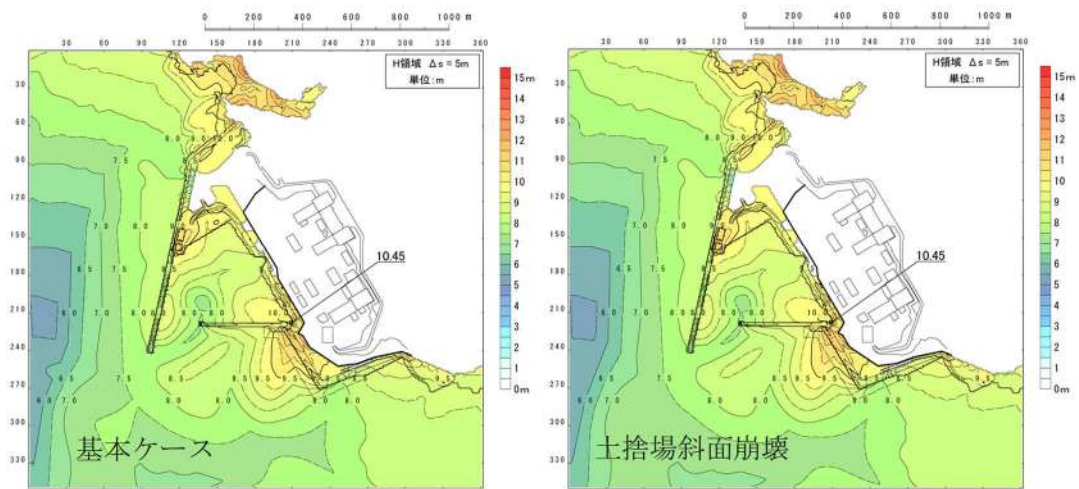
追而			
----	--	--	--



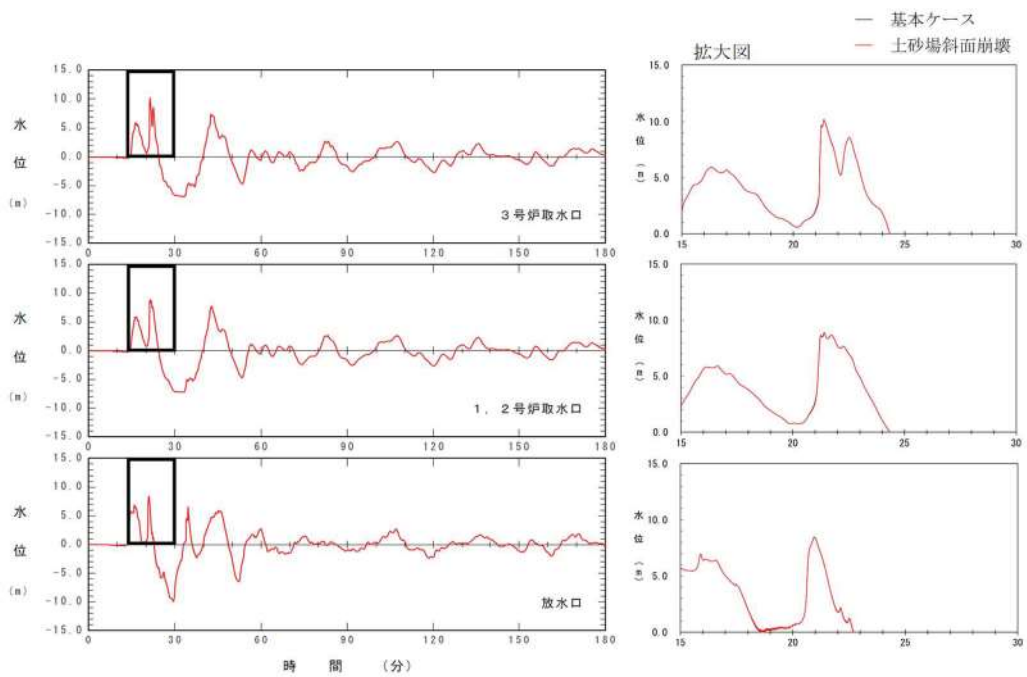
参考図 2-7 (1) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源A, 防波堤損傷なし))



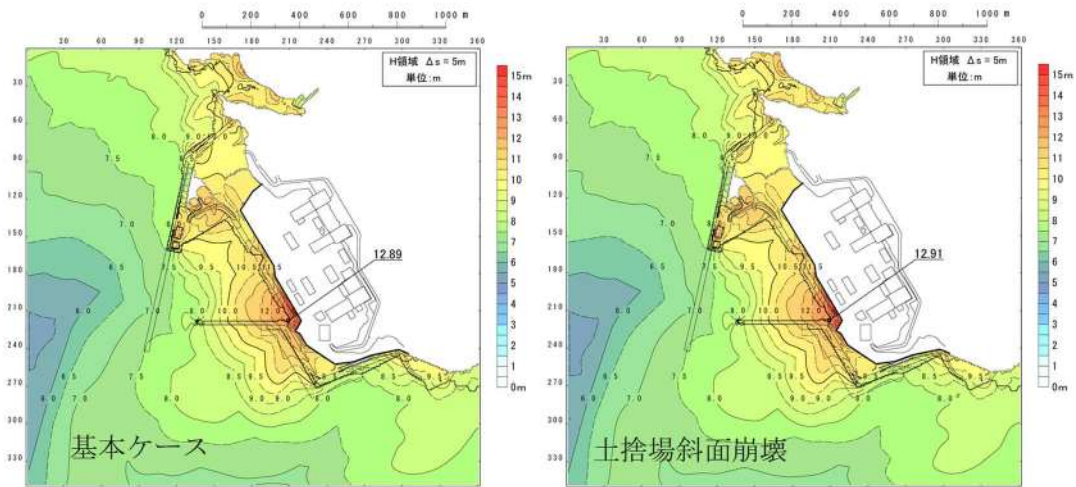
参考図 2-7 (2) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源A, 防波堤損傷なし))



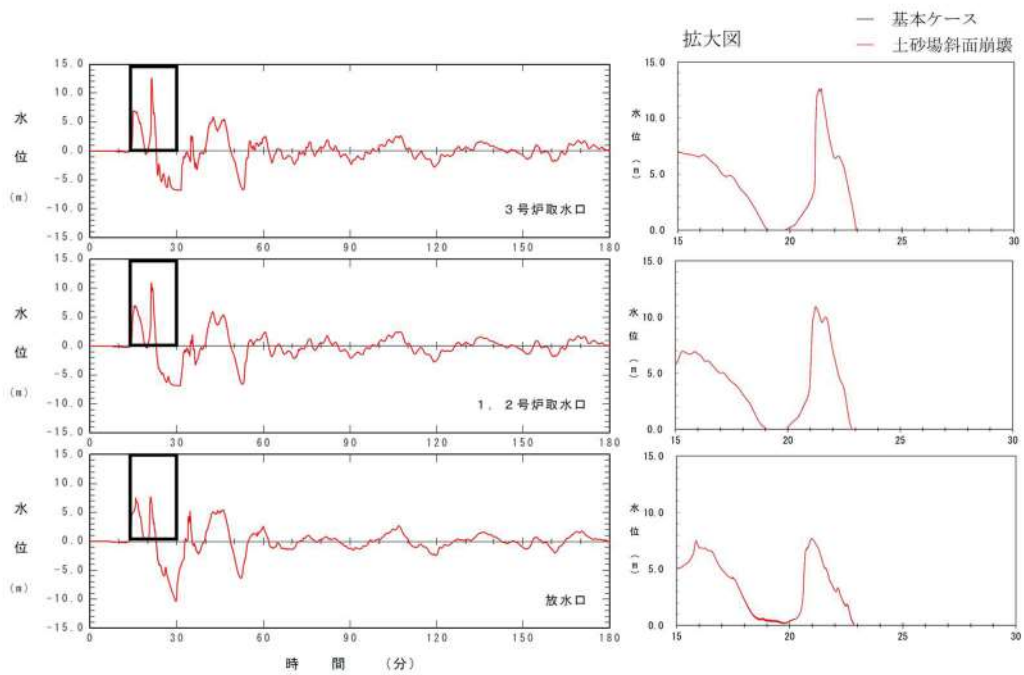
参考図 2-7 (3) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))



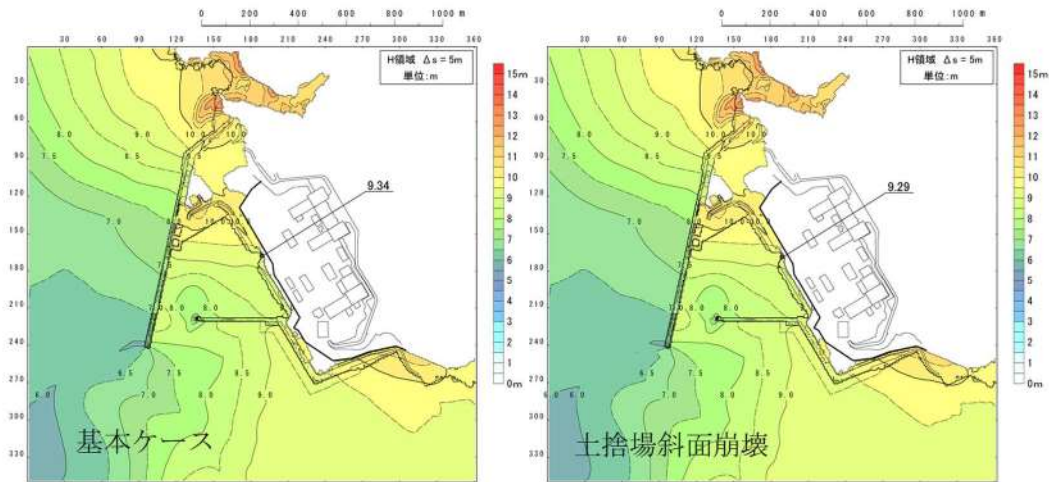
参考図 2-7 (4) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))



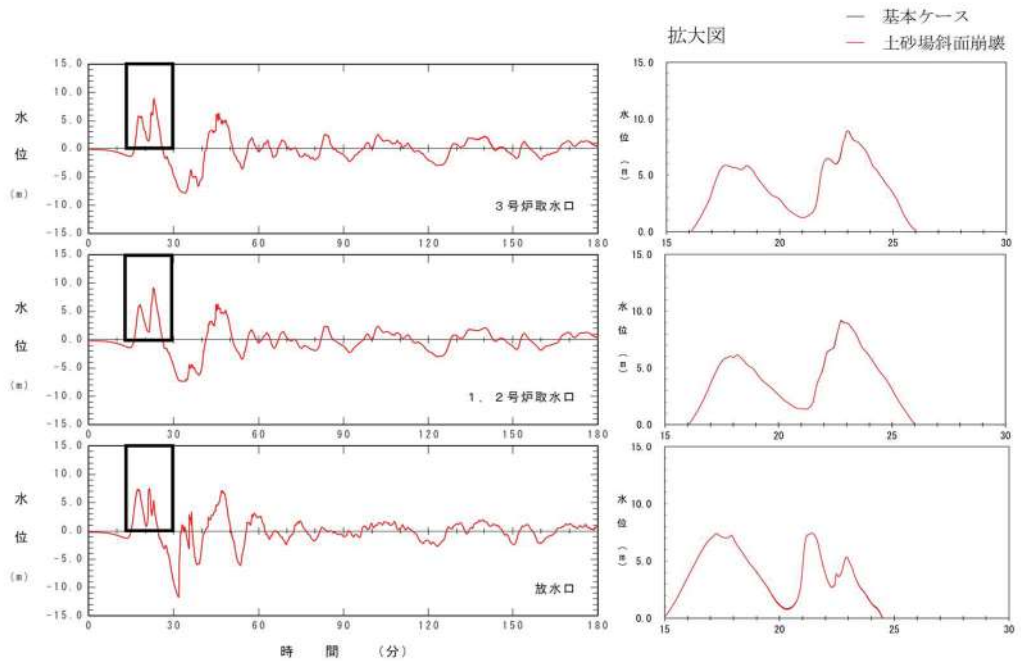
参考図 2-7 (5) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 B, 北防波堤損傷))



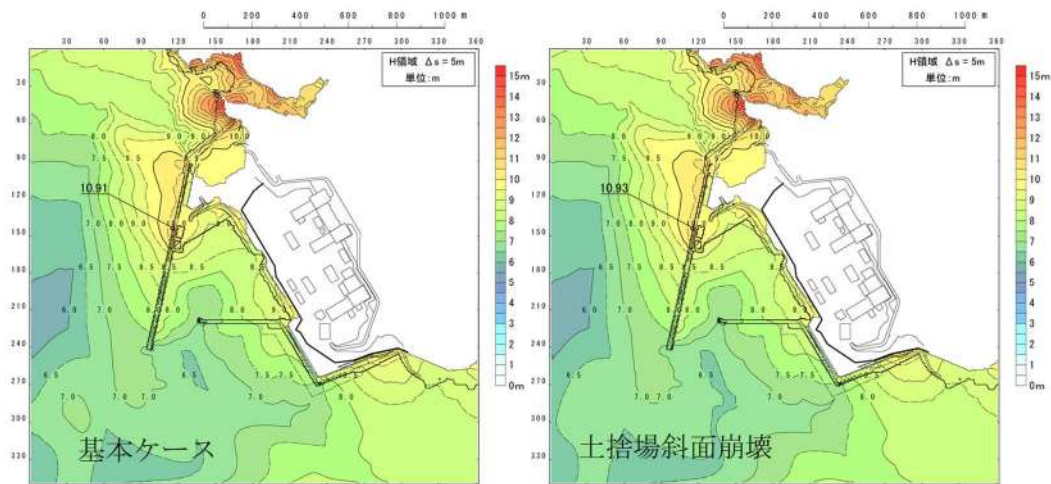
参考図 2-7 (6) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 B, 北防波堤損傷))



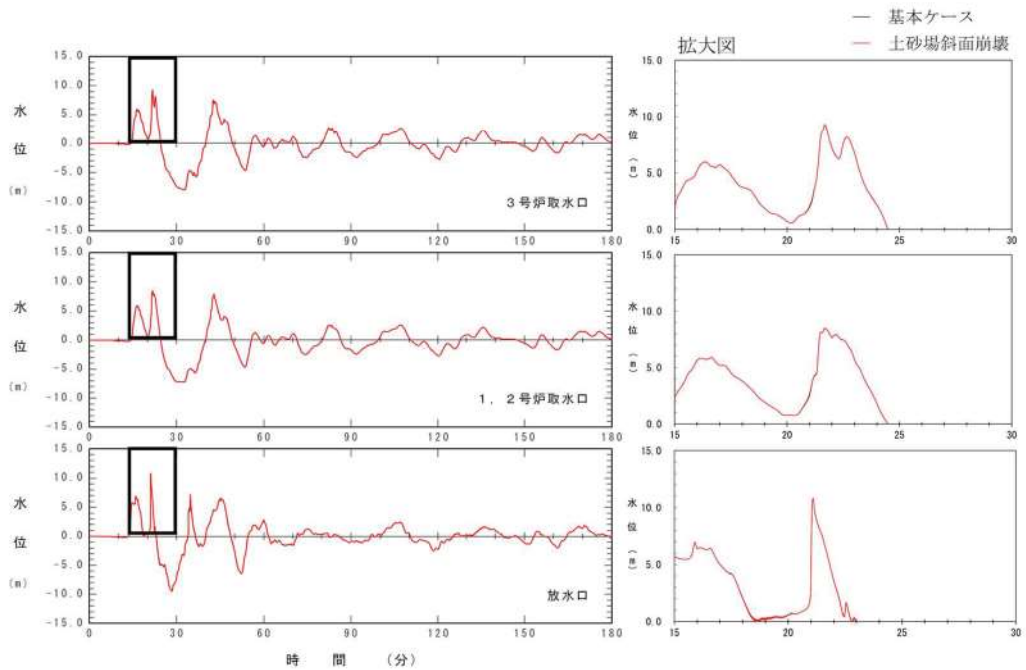
参考図 2-7 (7) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 C, 防波堤損傷なし))



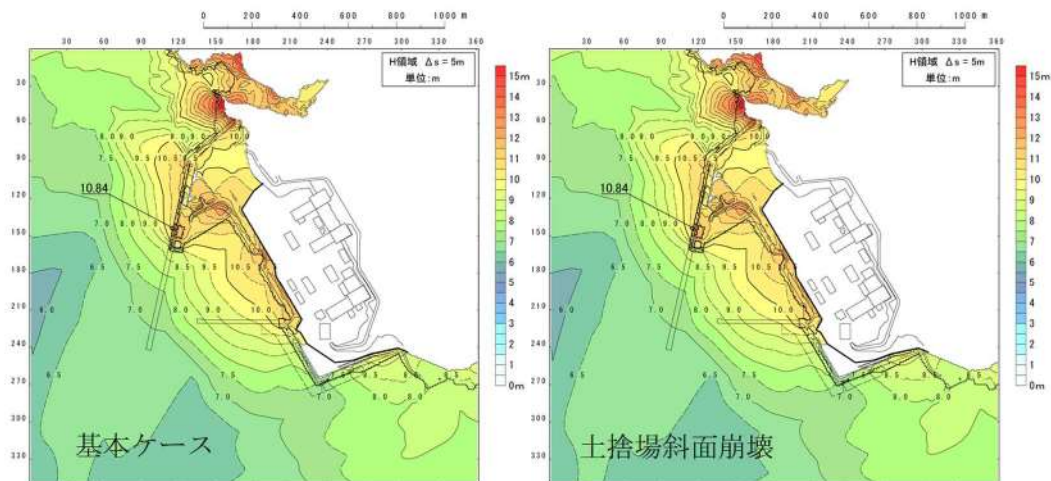
参考図 2-7 (8) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 C, 防波堤損傷なし))



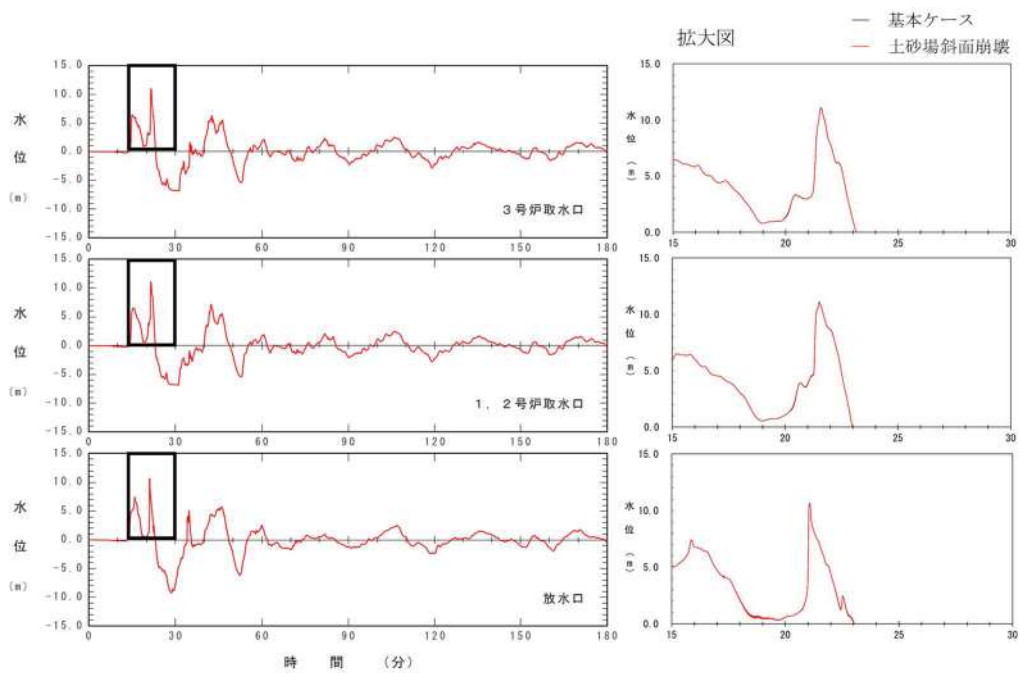
参考図 2-7 (9) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし))



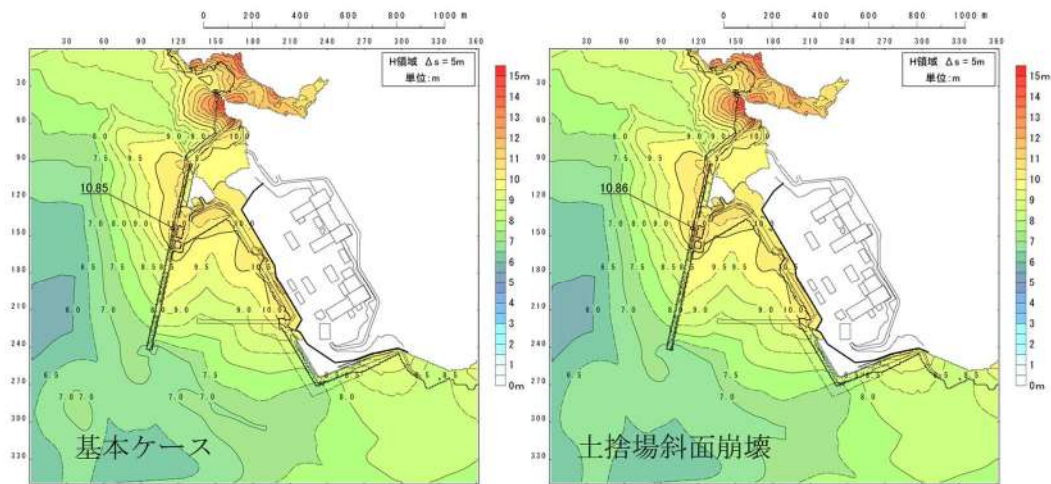
参考図 2-7 (10) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし))



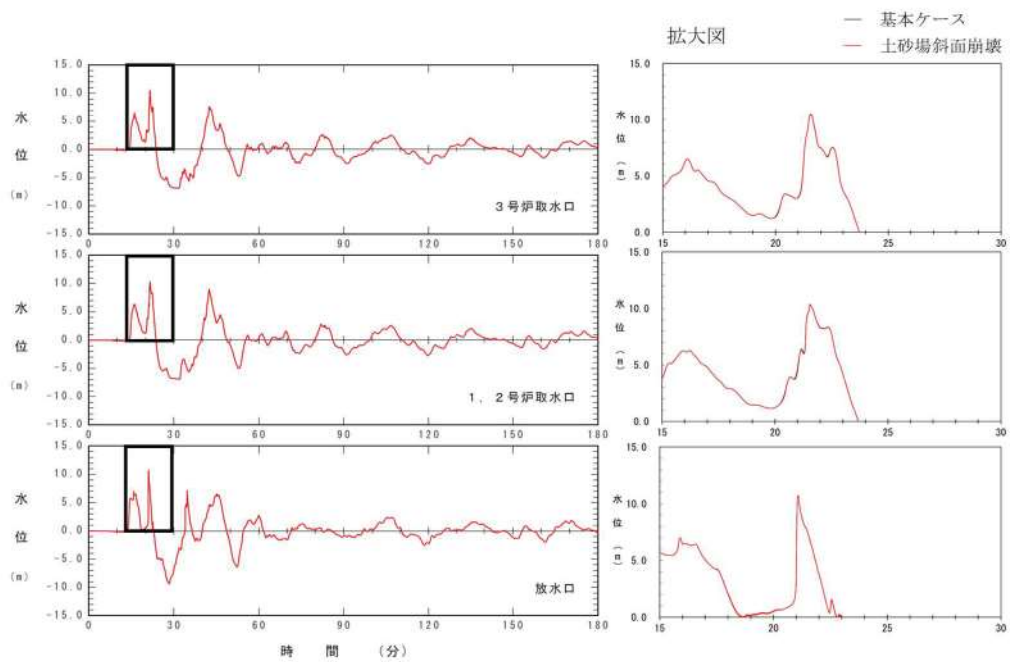
参考図 2-7 (11) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷))



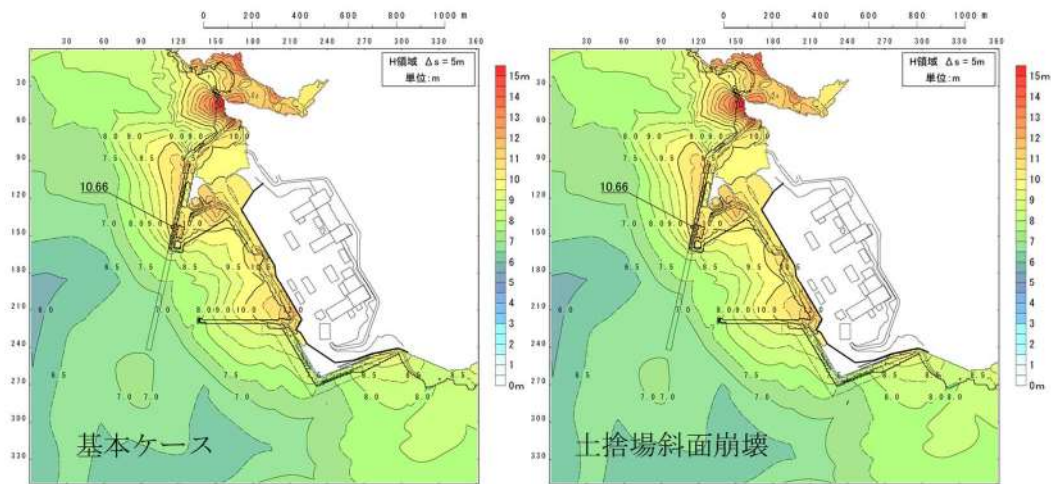
参考図 2-7 (12) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷))



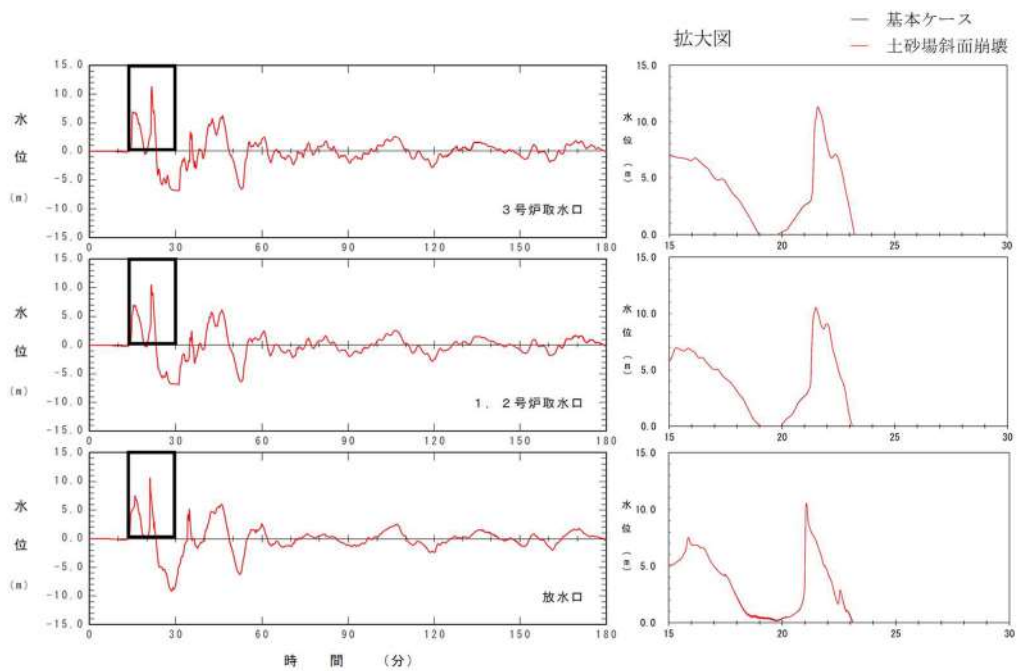
参考図 2-7 (13) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 南防波堤損傷))



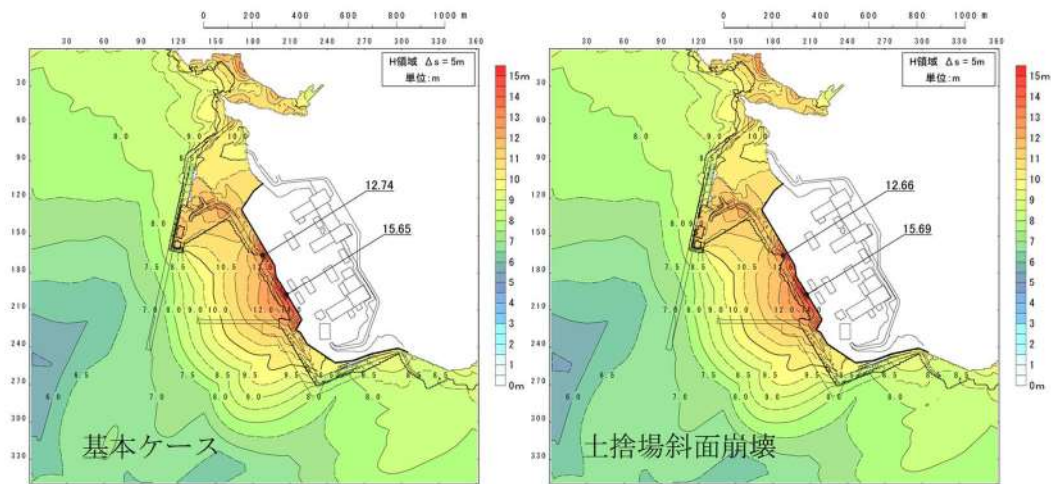
参考図 2-7 (14) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 南防波堤損傷))



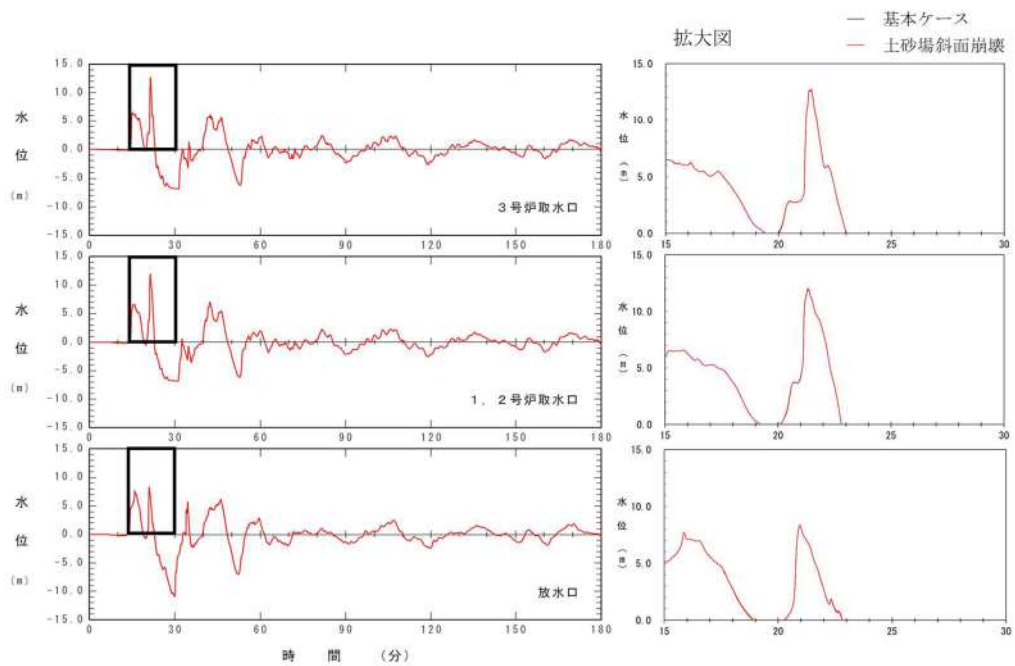
参考図 2-7 (15) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源D, 北防波堤損傷))



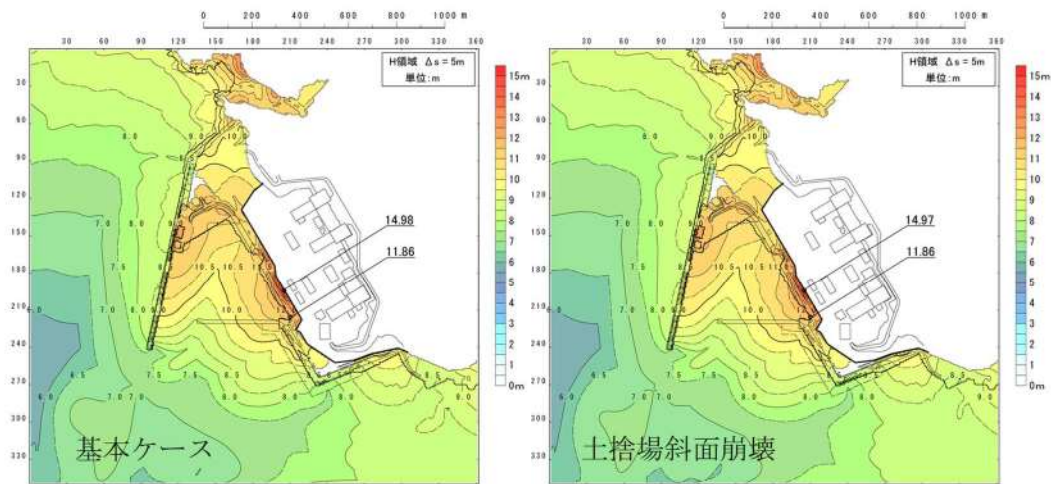
参考図 2-7 (16) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源D, 北防波堤損傷))



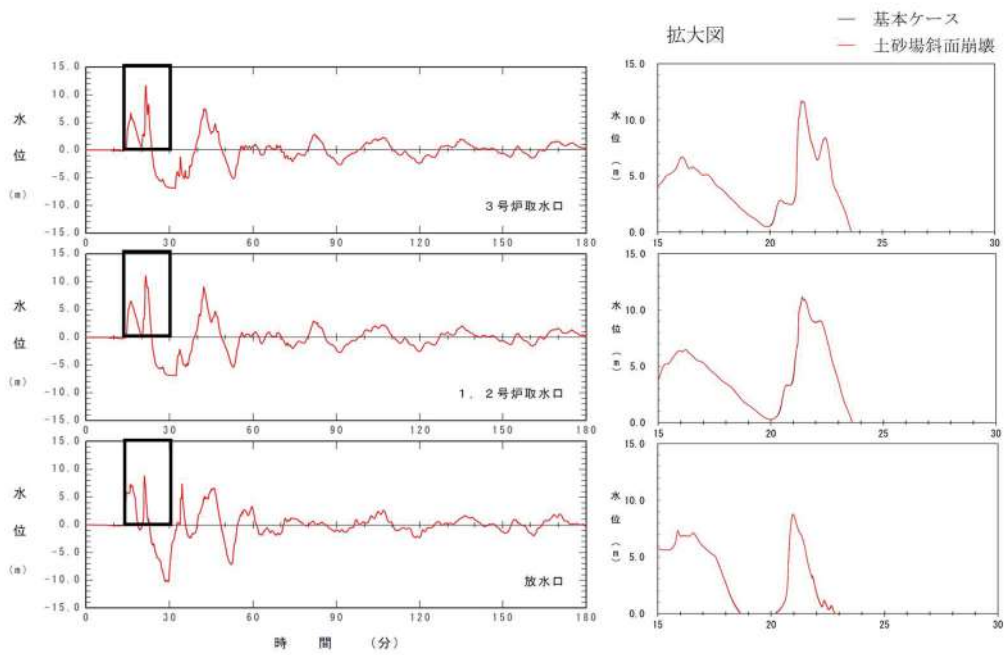
参考図 2-7 (17) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



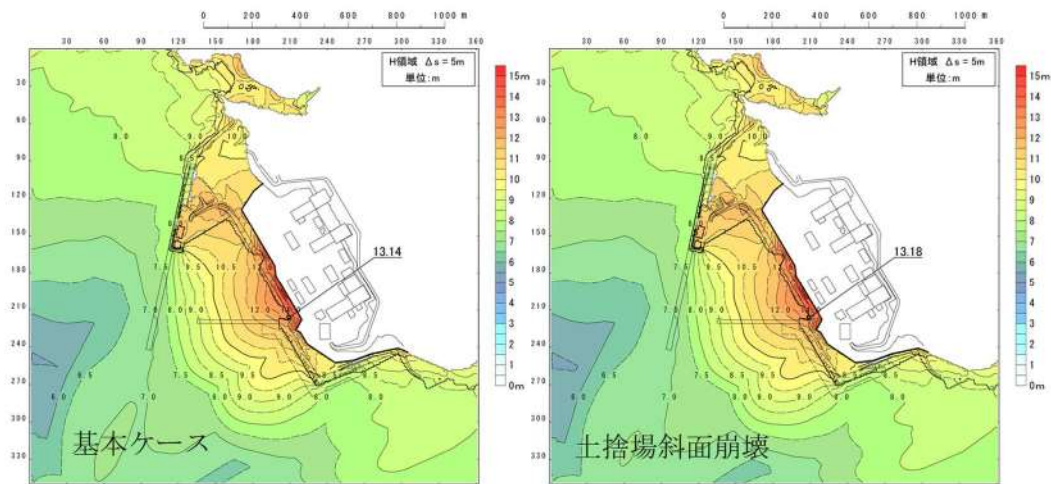
参考図 2-7 (18) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



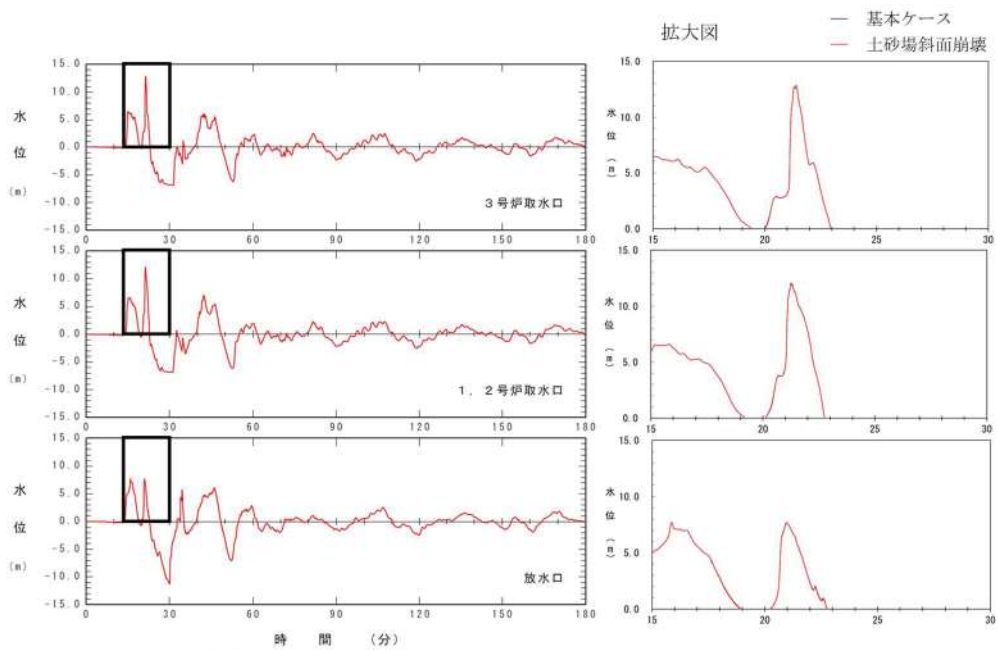
参考図 2-7 (19) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))



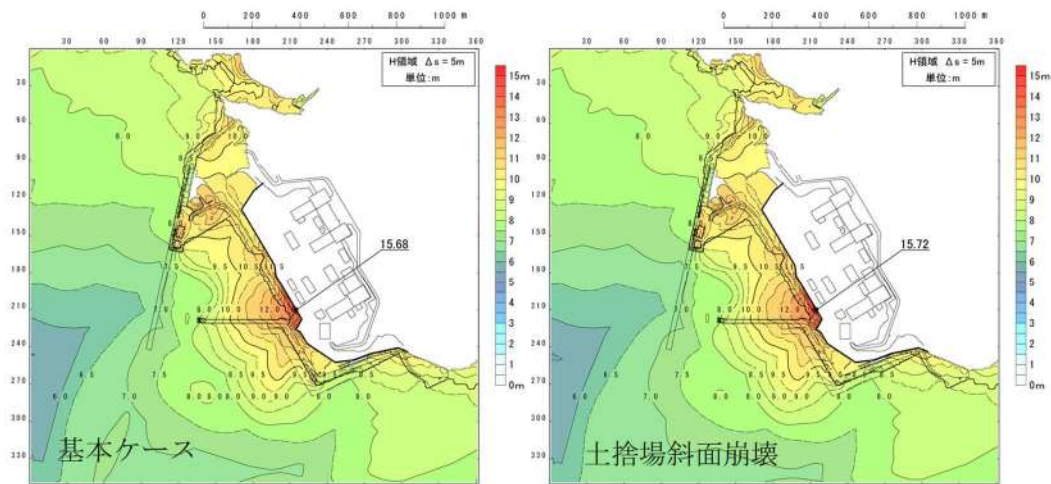
参考図 2-7 (20) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))



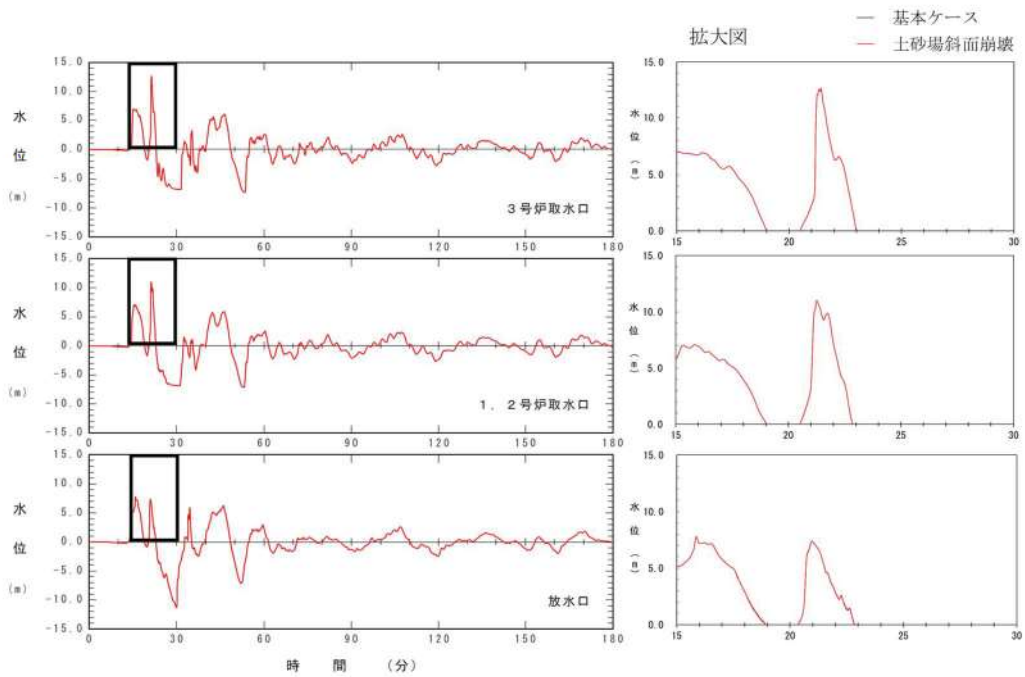
参考図 2-7 (21) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北及び南防波堤損傷))



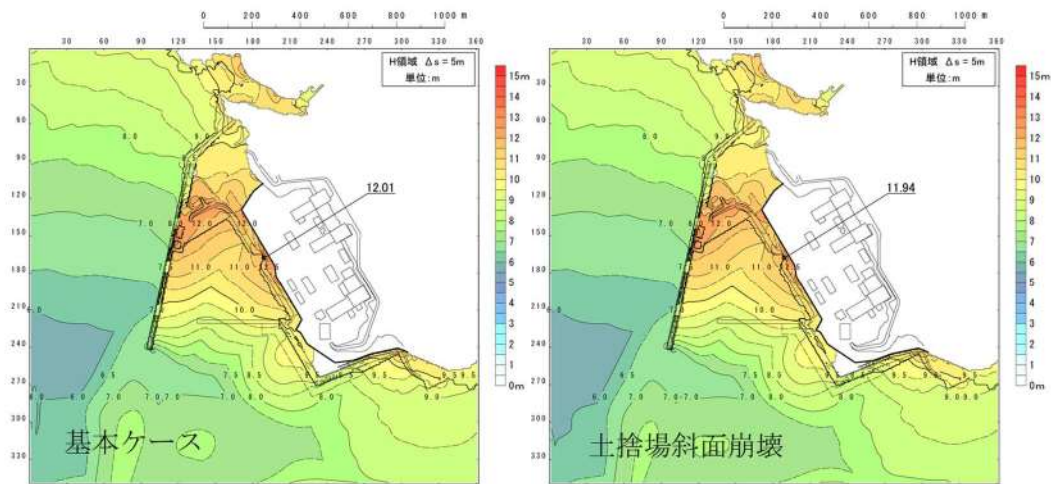
参考図 2-7 (22) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 F, 北及び南防波堤損傷))



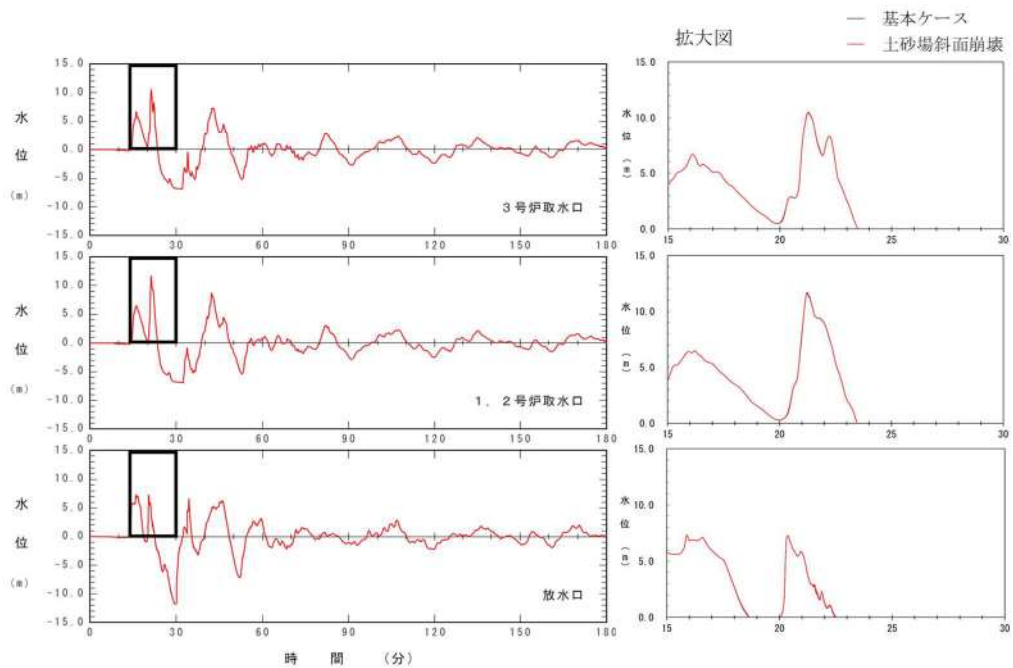
参考図 2-7 (23) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



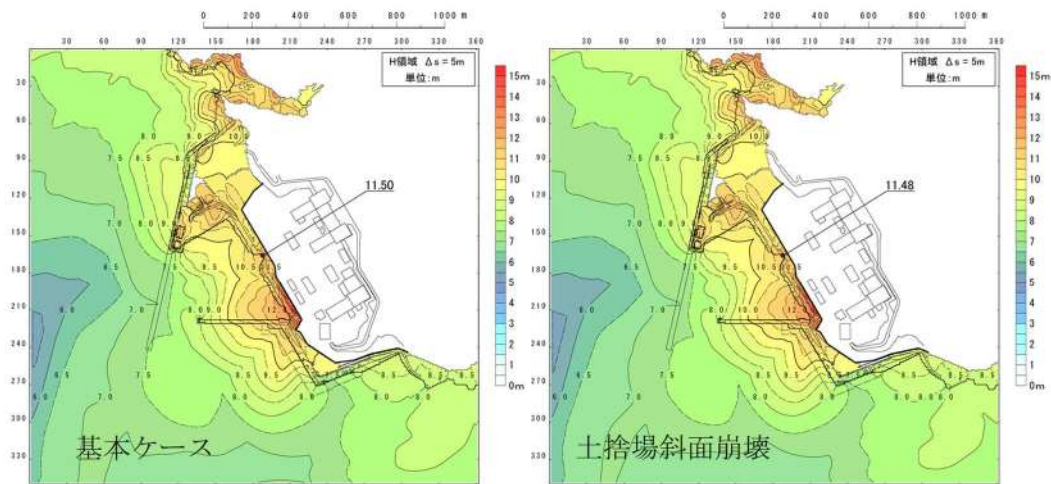
参考図 2-7 (24) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



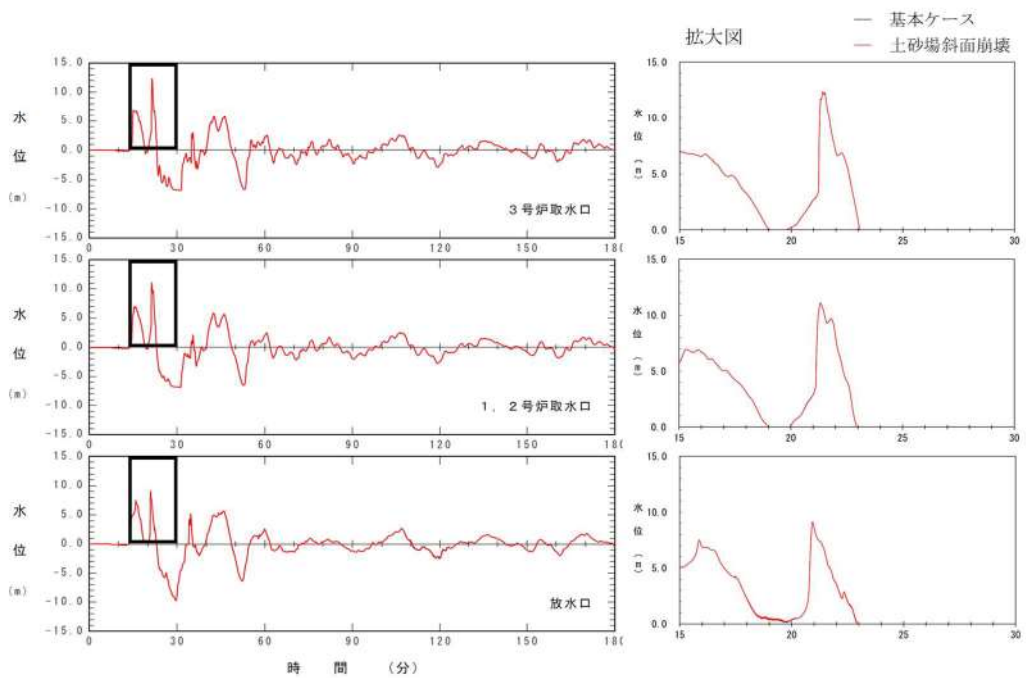
参考図 2-7 (25) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源G, 南防波堤損傷))



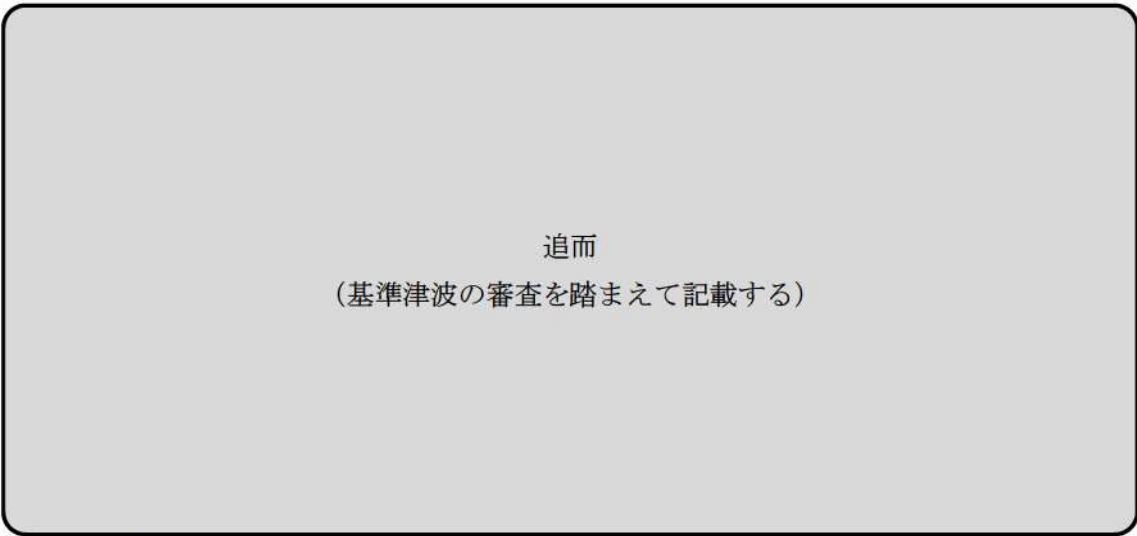
参考図 2-7 (26) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源G, 南防波堤損傷))



参考図 2-7 (27) 斜面崩壊の有無による最大水位上昇量分布の比較
(基準津波 (波源H, 北防波堤損傷))



参考図 2-7 (28) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 (波源H, 北防波堤損傷))



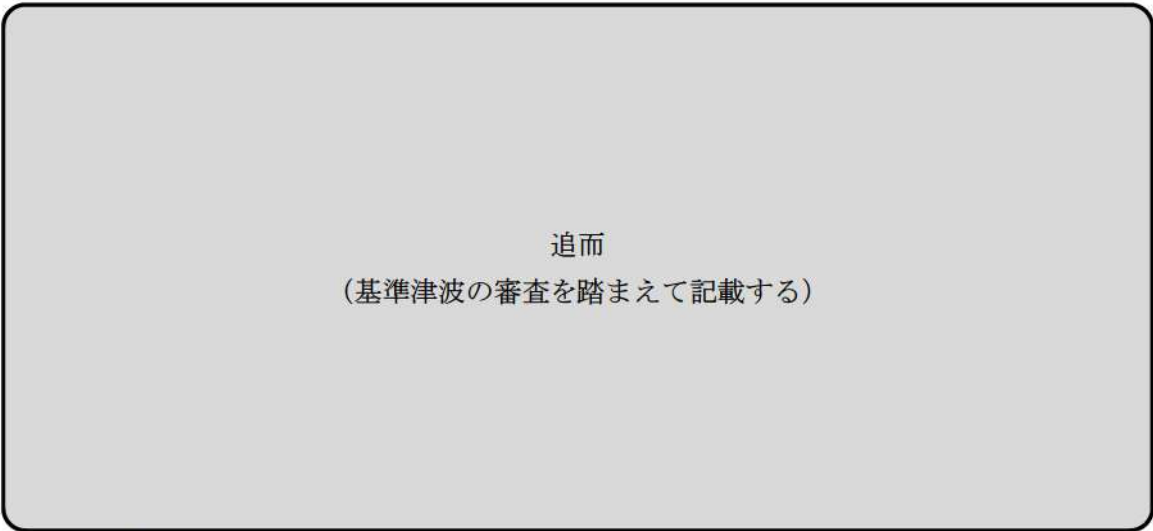
参考図 2-7 (29) 斜面崩壊の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())



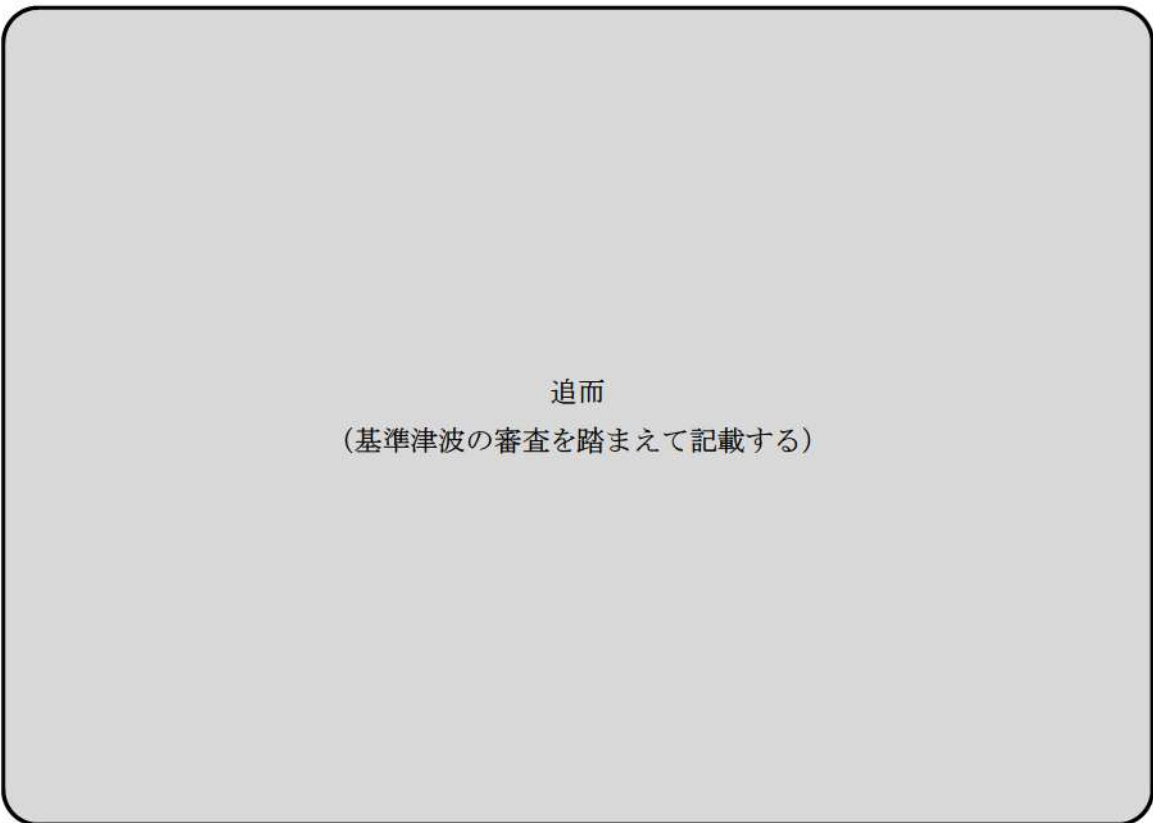
参考図 2-7 (30) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



参考図 2-7 (31) 斜面崩壊の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



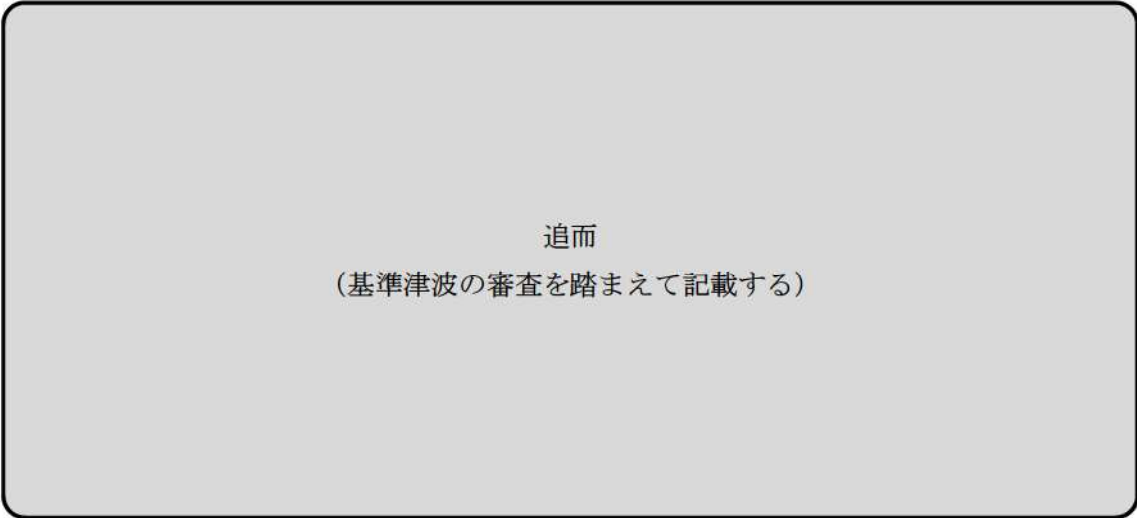
参考図 2-7 (32) 斜面崩壊の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())



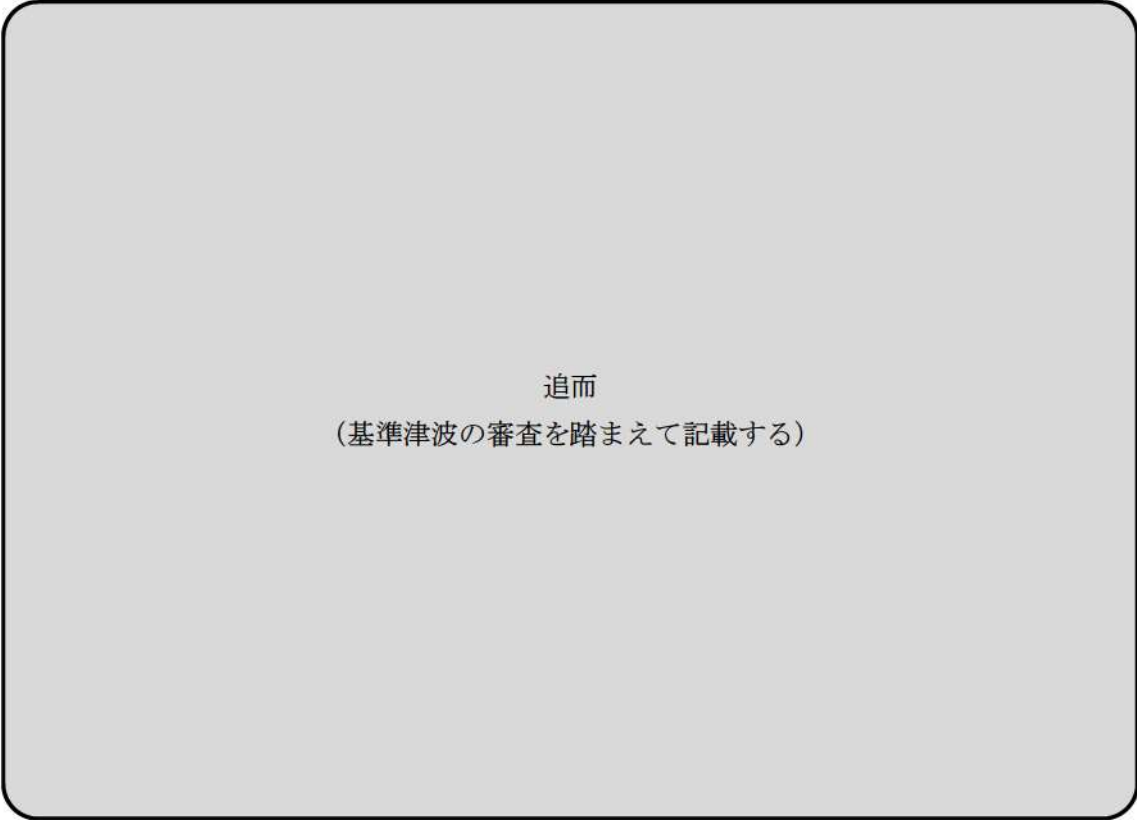
参考図 2-7 (33) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



参考図 2-7 (34) 斜面崩壊の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



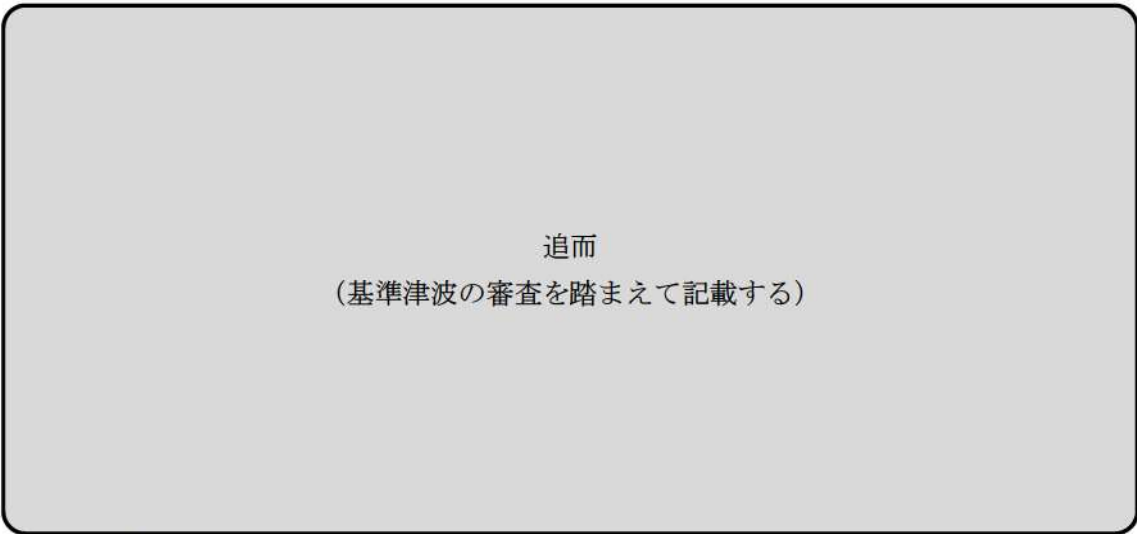
参考図 2-7 (35) 斜面崩壊の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())



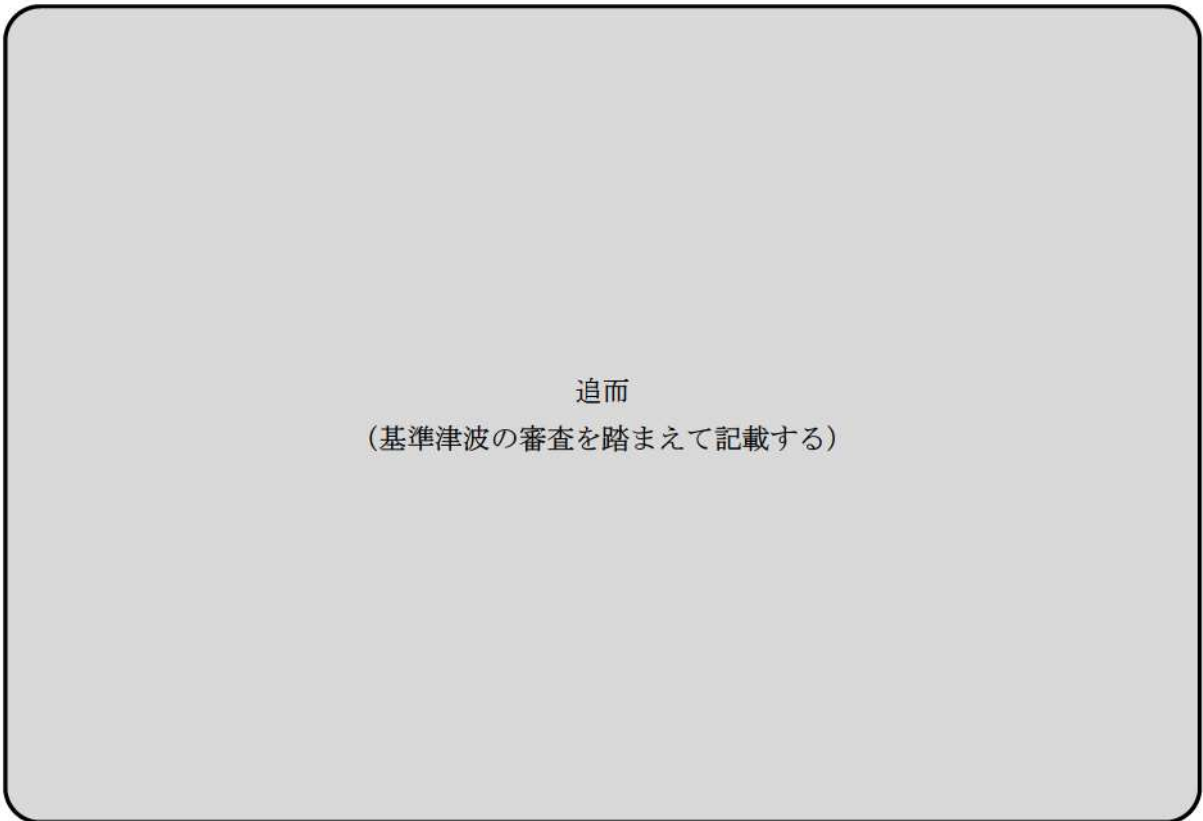
参考図 2-7 (36) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



参考図 2-7 (37) 斜面崩壊の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



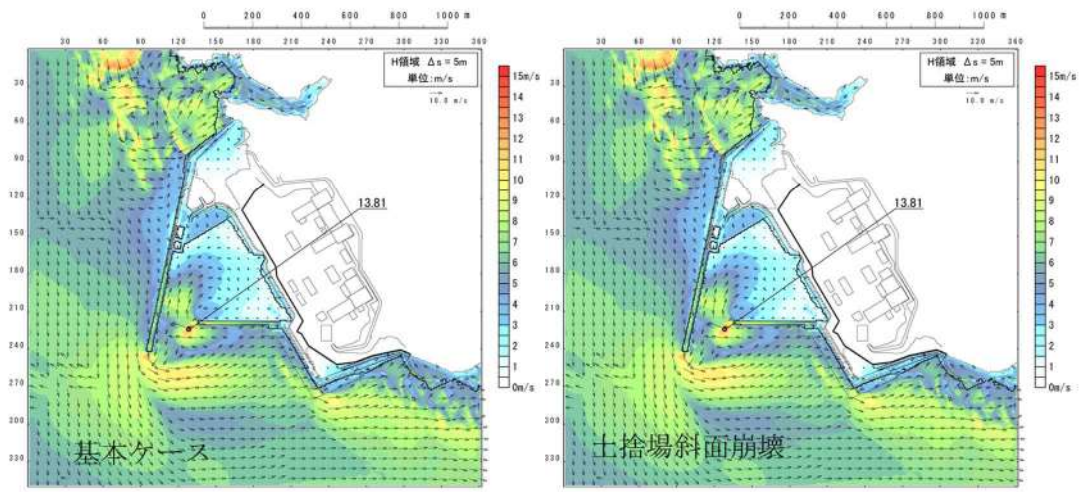
参考図 2-7 (38) 斜面崩壊の有無による最大水位下降量分布の比較
(基準津波 ())



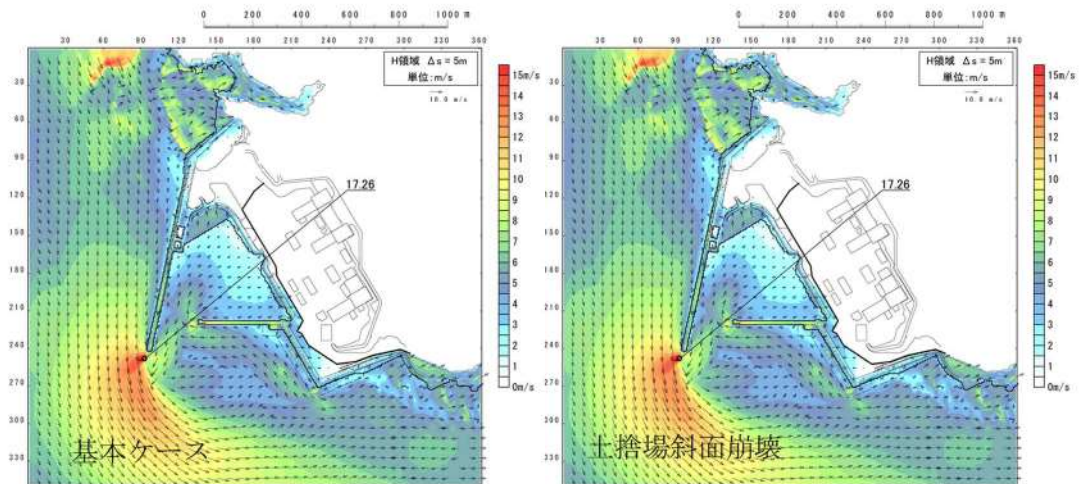
参考図 2-7 (39) 斜面崩壊の有無による水位時刻歴波形の比較
(基準津波 ())



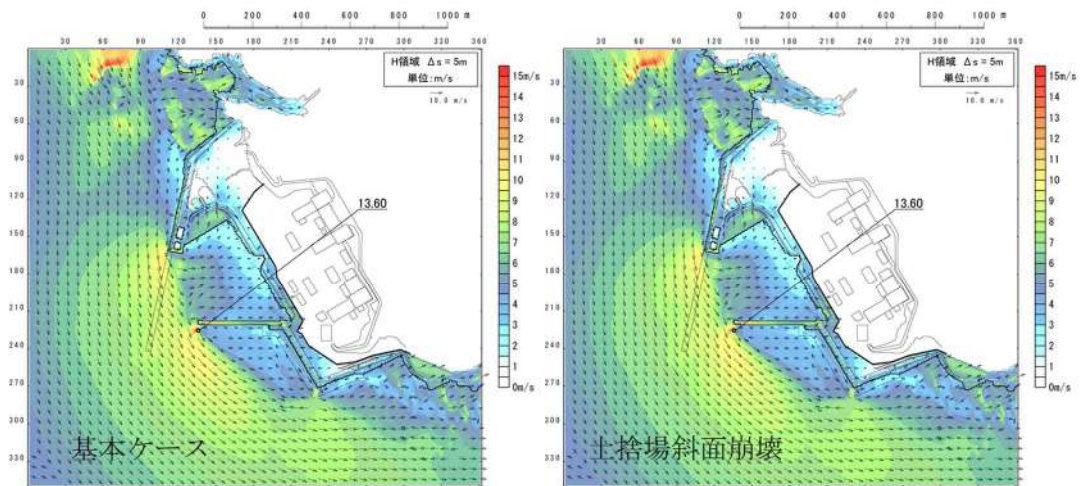
参考図 2-7 (40) 斜面崩壊の有無による保守性を考慮した時間の比較
(基準津波 (追而))



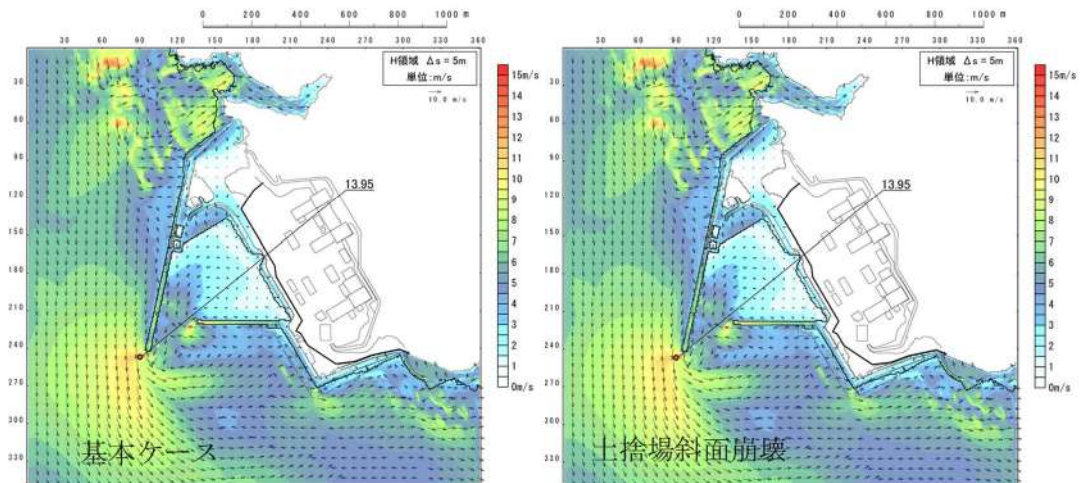
参考図 2-7 (41) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))



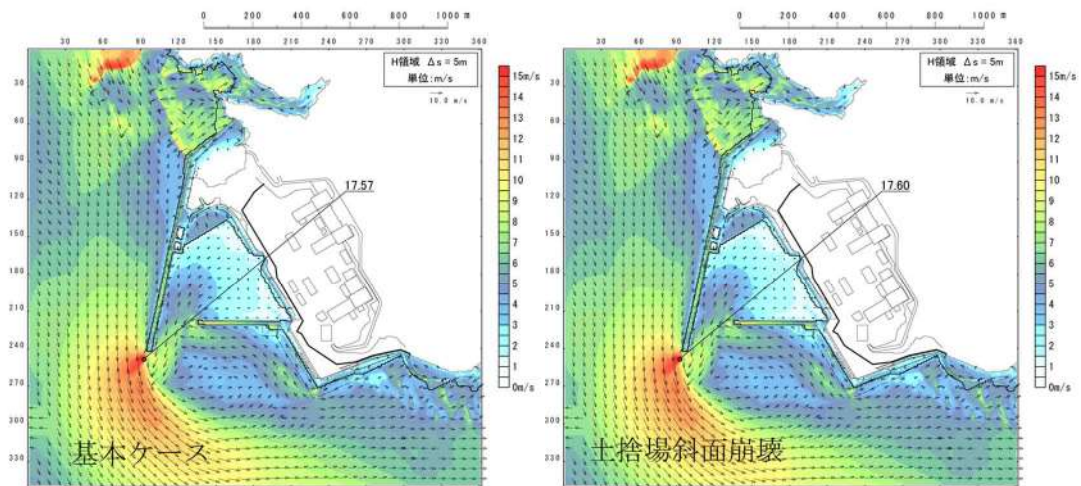
参考図 2-7 (42) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))



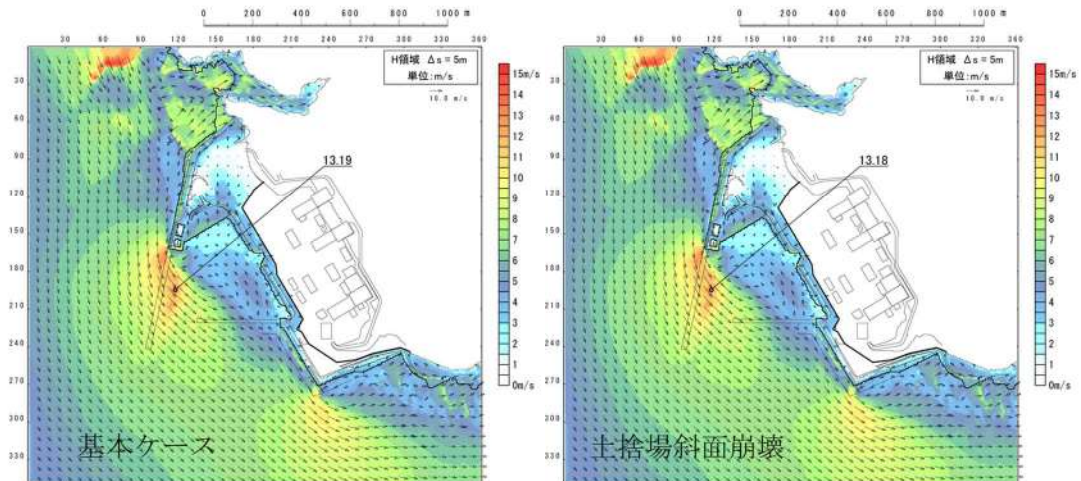
参考図 2-7 (43) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 B, 北防波堤損傷))



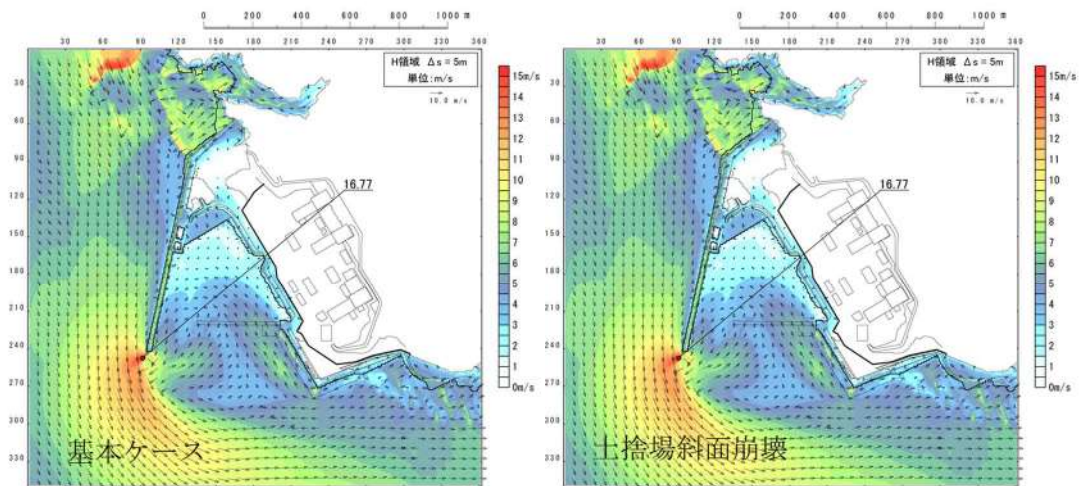
参考図 2-7 (44) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 C, 防波堤損傷なし))



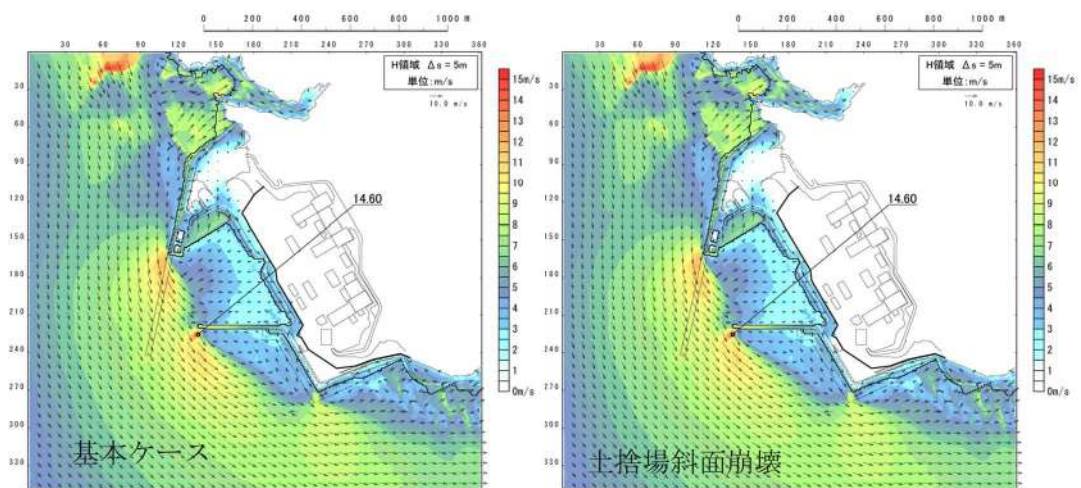
参考図 2-7 (45) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 防波堤損傷なし))



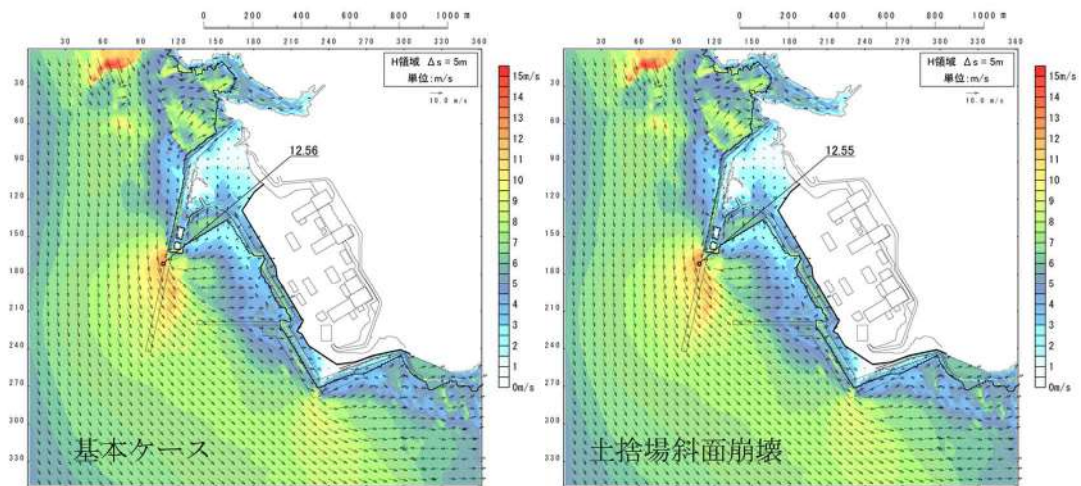
参考図 2-7 (46) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 北及び南防波堤損傷))



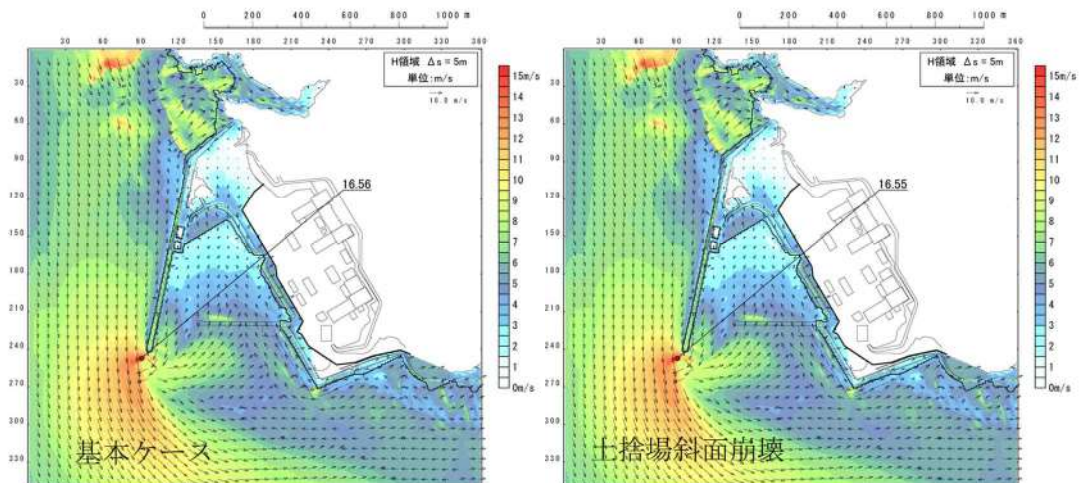
参考図 2-7 (47) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 南防波堤損傷))



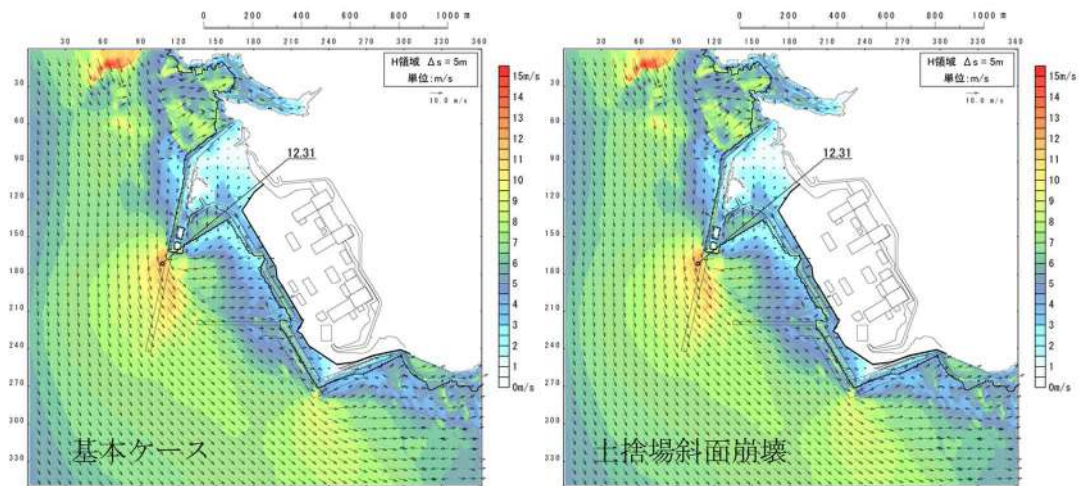
参考図 2-7 (48) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源D, 北防波堤損傷))



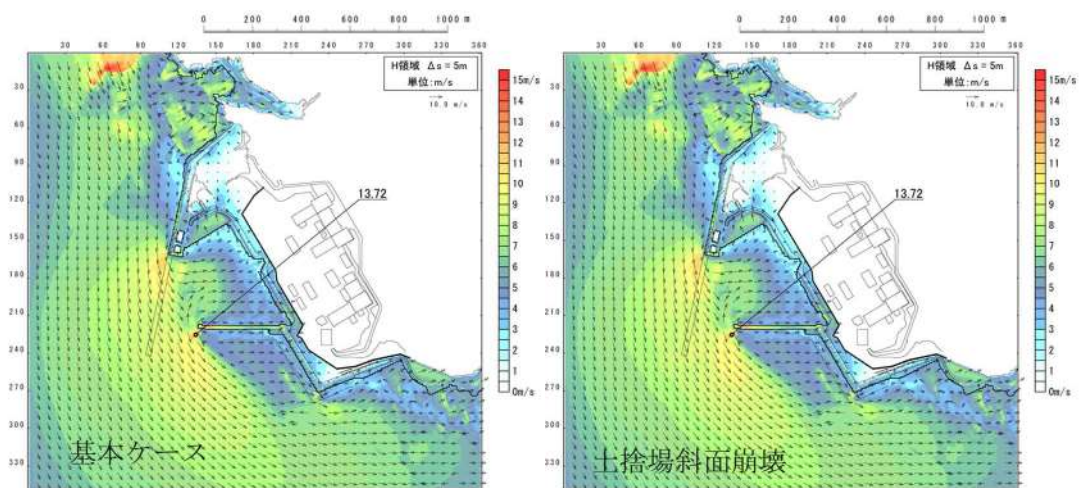
参考図 2-7 (49) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



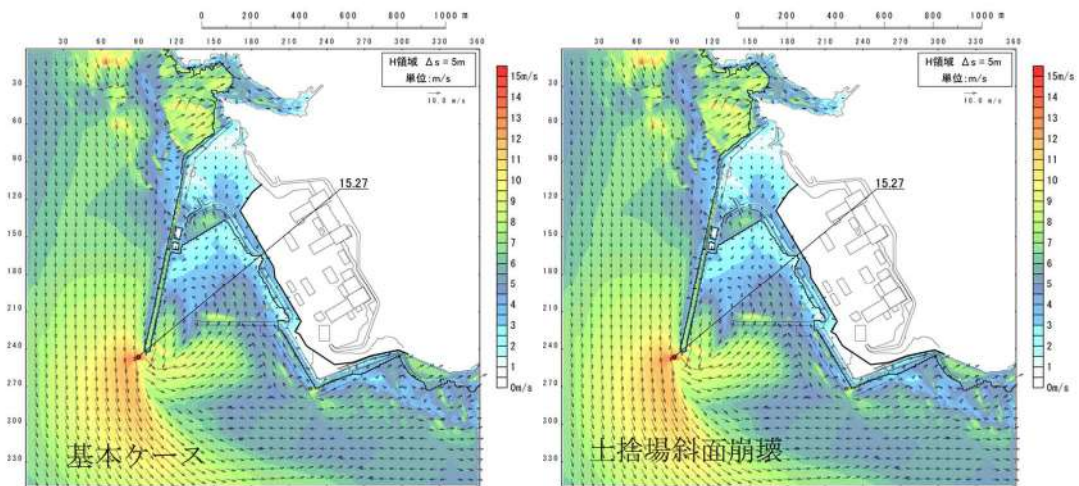
参考図 2-7 (50) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))



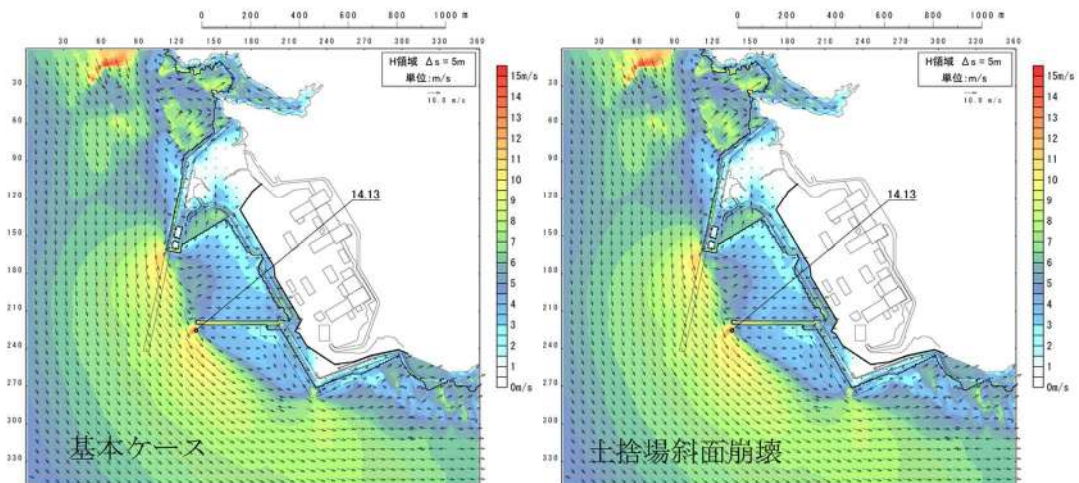
参考図 2-7 (51) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北及び南防波堤損傷))



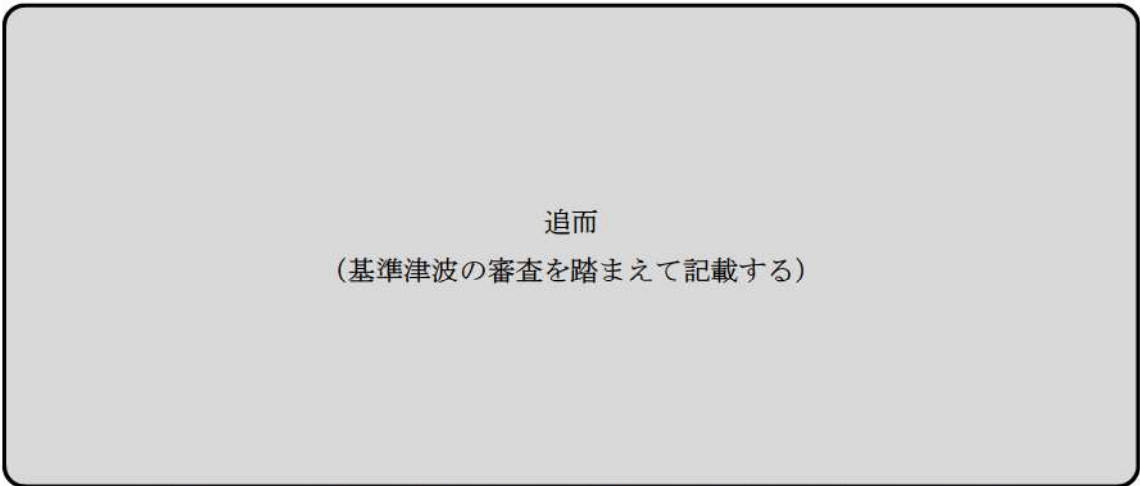
参考図 2-7 (52) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



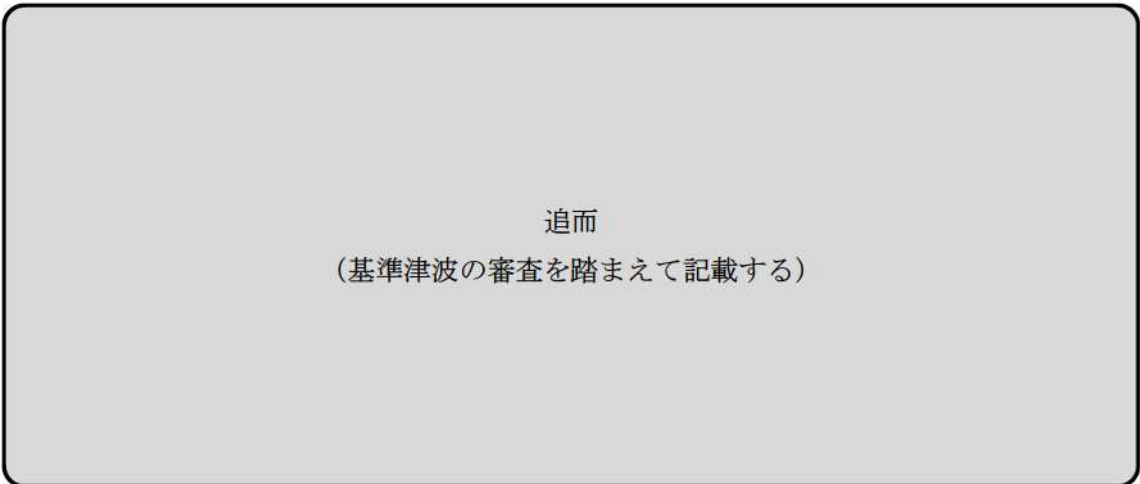
参考図 2-7 (53) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源G, 南防波堤損傷))



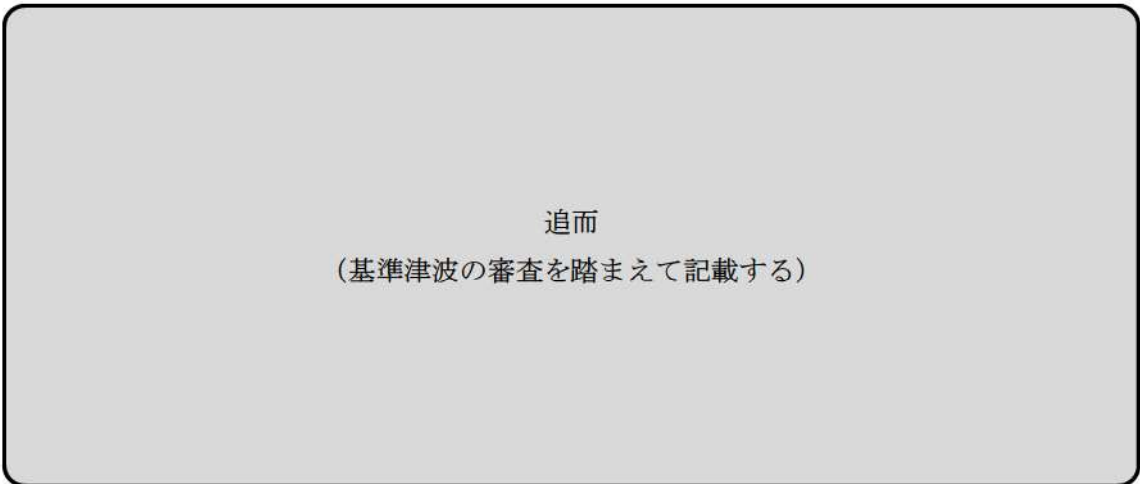
参考図 2-7 (54) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (波源H, 北防波堤損傷))



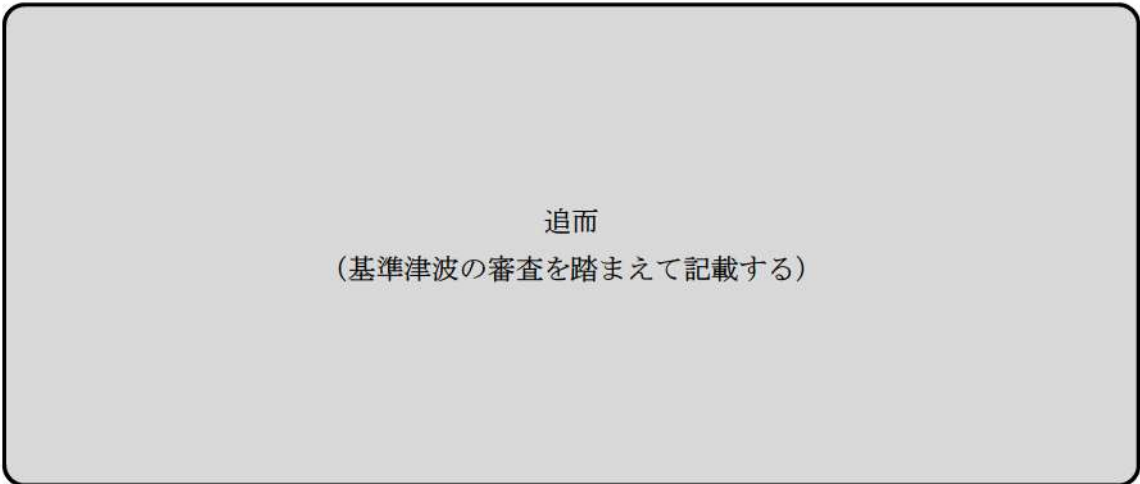
参考図 2-7 (55) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 ())



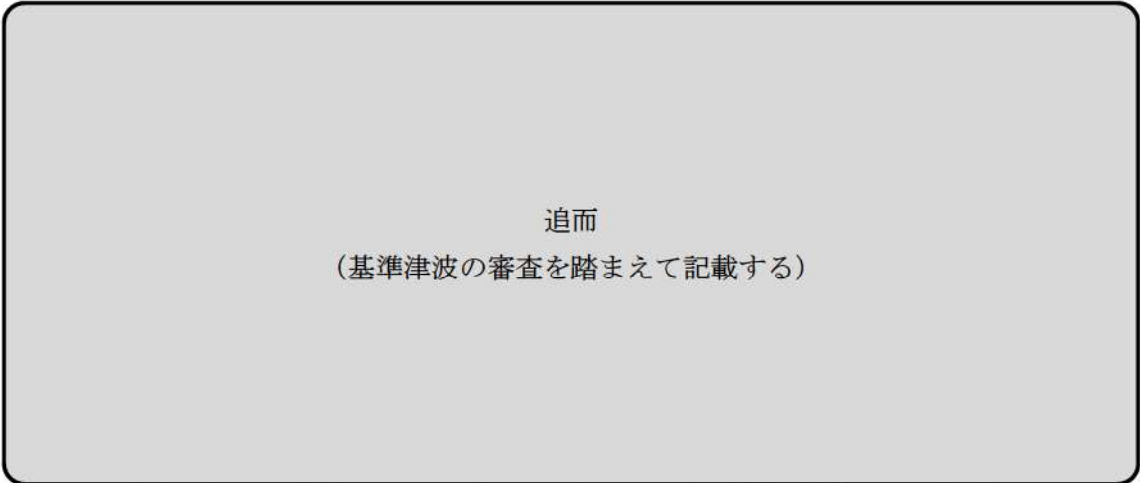
参考図 2-7 (56) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 ())



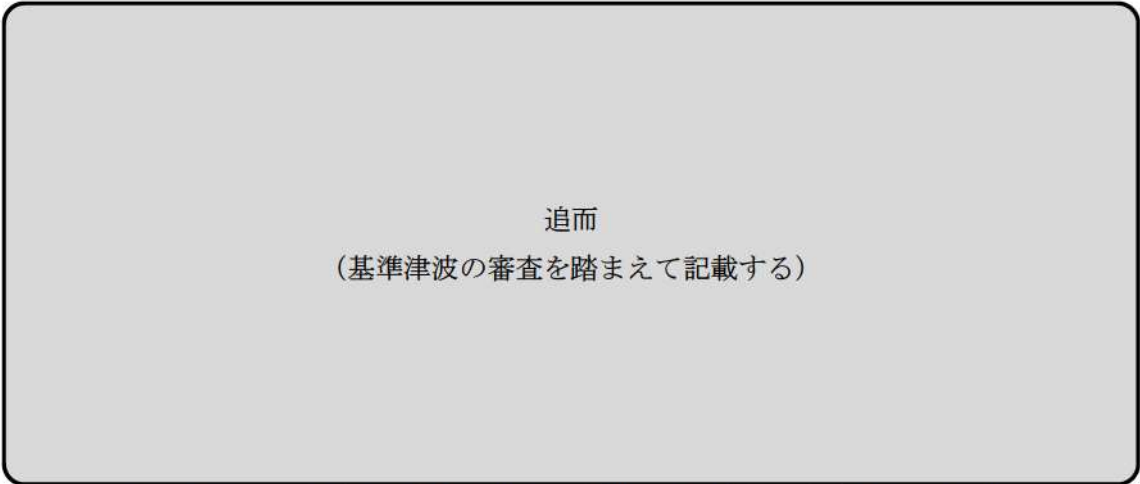
参考図 2-7 (57) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (追而))



参考図 2-7 (58) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(基準津波 (追而))



参考図 2-7 (59) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(最大流速波源 (追而))



参考図 2-7 (60) 斜面崩壊の有無による最大流速分布の比較
(最大流速波源 (追而))

消波ブロック及び中割石等の解析用物性値について

既設護岸は、中割石、裏込石、被覆ブロック、消波ブロックから構成されている。中割石、裏込石の物性値は、「FLIP 研究会 14 年間の検討結果のまとめ(事例編)(FLIP 研究会)」(以降、「FLIP 研究会検討結果(事例編)」とする)に基づき設定する。被覆ブロック、消波ブロックは重量のみを荷重として考慮している。

参考表 3-1 中割石、裏込石の物性値及び適用根拠

項目	物性値	捨石のモデル化における推奨方法 (FLIP 研究会検討結果(事例編))	適用範囲	出典	泊における適用根拠
せん断強度定数	$c=20$ (kN/m ²), $\phi=35$ (°)	$c=20$ (kN/m ²), $\phi=35$ (°)	一軸圧縮強度 30MN/m ² 以上	「港湾の施設の技術上の基準・同解説(公益社団法人日本港湾協会, 平成 19 年)」	中割石の一軸圧縮強度が 30MN/m ² 以上であることを確認した
最大減衰定数	$h_{max}=0.24$	$h_{max}=0.2\sim 0.3$	—	「FLIP 研究会検討結果(事例編)」	同設定値を用いた文献調査から、実測値と解析結果の差異が小さいことから、適用性があると判断した
初期せん断剛性	$G_0=0.18\times 10^3$ (N/mm ²)	マウンド $V_s=300$ (m/s) 裏込石 $V_s=225$ (m/s)	せん断波速度 $V_s=300$ m/s	「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)(沿岸開発技術研究センター, 平成 9 年)」	中割石のせん断波速度が $V_s=300$ m/s であることを確認した
間隙水の体積弾性係数	$K_f=2.22\times 10^4$ (kPa) ($=22.20\times 10^3$ (kN/m ²))	$K_f=2.22\times 10^4$ (kPa) 以下の小さな値	—	「FLIP 研究会検討結果(事例編)」	水の体積弾性係数 ($K_f=2.22\times 10^6$ kPa) の 1%程度以下の値が推奨されており、捨石の標準的なモデルとして採用した

中割石、裏込石の「せん断強度定数」は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(公益社団法人日本港湾協会, 平成 19 年)」によると、母岩の一軸圧縮強さが 30MN/m² 以上の場合、粘着力 $C=20$ kN/m², せん断抵抗角 $\phi_f=35^\circ$ が標準値とされている。

(6) マウンド材及び基礎地盤の強度定数

① マウンド材

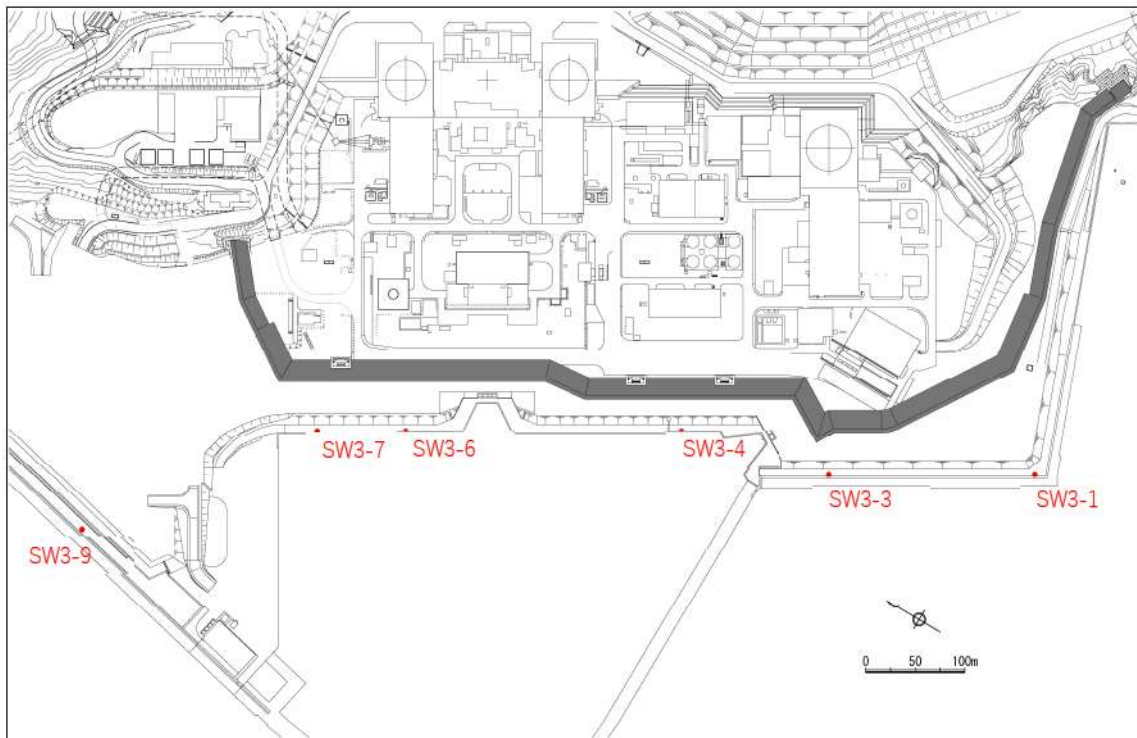
偏心傾斜した作用を受ける支持力の模型実験及び現地実験の結果によれば、三軸圧縮試験から求められた強度定数を用いてビショップ法による円弧滑り解析を行えば精度の高い結果が得られることが明らかになっている⁵⁾。また、砕石の大型三軸圧縮試験から、粒径の大きい粒状体の強度定数は均等係数の等しい相似粒度の材料から求められる値にほぼ等しいことが確認されている⁶⁾。したがって、捨石の強度定数を正確に推定するには相似粒度の試料を用いた三軸圧縮試験を実施することが望ましいが、強度試験を行わない場合には、一般に用いられている通常の捨石に対する標準的な強度定数として粘着力 $c_D=20\text{kN/m}^2$ 、せん断抵抗角 $\phi_D=35^\circ$ の値が用いられている。実際の捨石においては現地での捨石の密度に対応して強度に相違が生じることが予想されるが、現地での捨石の状態を把握することは非常に困難であるので、標準的な強度定数の値が設定されている。

標準値は砕石の大型三軸圧縮試験の結果からやや安全側に求めた値であり、既存防波堤及び係留施設の解析結果からも妥当な値である。なお、強度定数として粘着力 $c_D=20\text{kN/m}^2$ としているが、これは砕石のせん断抵抗角 ϕ_D の拘束圧による変化を考慮するための見掛けの粘着力である。図-2.2.7 は各種の砕石に関する三軸試験結果をまとめたものであるが⁵⁾、拘束圧が大きくなるとともに粒子破碎によって ϕ_D は減少する。図中に実線で示された値は見掛けの粘着力 $c_D=20\text{kN/m}^2$ 、 $\phi_D=35^\circ$ とした値であるが、見掛けの粘着力を考慮することによって ϕ_D の拘束圧依存性が反映されている。母岩の一軸圧縮強さと強度定数の関連を調べた結果によると、これらの標準値が適用できるのは母岩の一軸圧縮強さが 30MN/m^2 以上の石材である。母岩の強度が 30MN/m^2 以下である弱い石材をマウンドの一部として用いる場合、強度定数はほぼ $c_D=20\text{kN/m}^2$ 、 $\phi_D=30^\circ$ となる⁷⁾。

「港湾の施設の技術上の基準・同解説(公益社団法人日本港湾協会、平成19年)」より引用

参考図 3-1 中割石，裏込石への適用条件(一軸圧縮強さ)

泊発電所における中割石は、一軸圧縮強度試験の結果、一軸圧縮強度の最低値は 33.7MN/m^2 であり 30MN/m^2 以上であることから適用性があると考える。



参考図 3-2 調査位置図 (一軸圧縮強さ)

参考表 3-2 一軸圧縮試験結果

試料番号	一軸圧縮強度
	σ_c (MN/m ²)
SW3-1-1	78.0
SW3-1-2	90.7
SW3-3-1	123.7
SW3-3-2	178.4
SW3-3-3	163.3
SW3-4-1	151.4
SW3-4-2	184.9
SW3-4-3	204.3
SW3-4-4	183.1
SW3-6-1	205.0
SW3-6-2	227.6
SW3-6-3	270.3
SW3-6-4	109.4
SW3-6-5	93.5
SW3-6-6	174.3
SW3-7-1	130.4
SW3-7-2	79.1
SW3-9-1	33.7
SW3-9-2	136.6
SW3-9-3	187.2
SW3-9-4	55.0
最低値	33.7

中割石、裏込石の最大減衰定数は、以下のとおり設定する。

- ・ 「FLIP 研究会検討結果(事例編)」では、標準的なモデル化案では解析結果への影響が小さいことから $h_{\max}=0.2\sim0.3$ が提案されている。
- ・ また、「FLIP 研究会検討結果(事例編)」では、その内数である $h_{\max}=0.24$ が設定されている。
- ・ 以上のことから、 $h_{\max}=0.24$ を採用する。

中割石、裏込石の変形特性及び初期せん断剛性は、以下のとおり設定する。

- ・ 「FLIP 研究会検討結果(事例編)」では、「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)(沿岸開発技術研究センター, 平成 9 年)」からせん断波速度 $V_s=300\text{m/s}$ とし、せん断波速度から求められる初期せん断剛性 $G_0=0.18\times 10^3\text{N/mm}^2$ を標準の値としている。
- ・ 泊発電所における中割石を対象として PS 検層を行った結果、せん断波速度 V_s の平均値が 300m/s 以上あることから適用性があると考ええる。
- ・ 以上のことから、せん断波速度 $V_s=300\text{m/s}$ 、初期せん断剛性 $G_0=0.18\times 10^3\text{N/mm}^2$ を採用する。

中割石、裏込石の間隙水の体積弾性係数は、以下のとおり設定する。

- ・ 地下水位又は海水位以下の中割石、裏込石以外の間隙水要素は、理科年表より一般値 ($K_f=2.22 \times 10^6 \text{kPa}$) を設定している。
- ・ 捨石の間隙水の体積弾性係数は、標準的なモデル化案では非排水条件での解析を前提とする FLIP による解析における工夫として、捨石の高透水性を再現するため、一般値の 1% 程度以下の値とすることが「FLIP 研究会検討結果(事例編)」で提案されている。
- ・ 以上のことから、中割石、裏込石の間隙水の体積弾性係数は、一般値の 1% である $K_f=2.22 \times 10^4 \text{kPa}$ を採用する。

以上の検討結果から推奨された物性は表 2-5-1-6 に示す。要点は、①せん断強度定数は、既往の試験結果を尊重し、 c 、 ϕ 同時指定機能を用いるものとする。②高透水性に配慮し、負圧に抵抗しない条件の $IGKSW=1$ とする。③減衰定数は影響が小さいため 0.2~0.3 の値を設定する。④初期せん断波速度は従来通り $V_s=300, 225(\text{m/sec})$ を用いる。⑤水の体積弾性係数 K_f は、比較的挙動が同等となる 1% 以下の小さい値を設定する。
「FLIP 研究会検討結果(事例編)」より引用

参考図 3-3 中割石、裏込石への適用条件(減衰定数, 間隙水の体積弾性係数)

マウンドの捨石や裏込めのせん断波速度の測定は非常に困難であり、実測例も数少ない。本ハンドブックでは、混成防波堤における地震観測結果から得られた算定式²⁾により、水深-10m 程度の大型岸壁における捨石および裏込め中のせん断波速度として次の値を用いる。

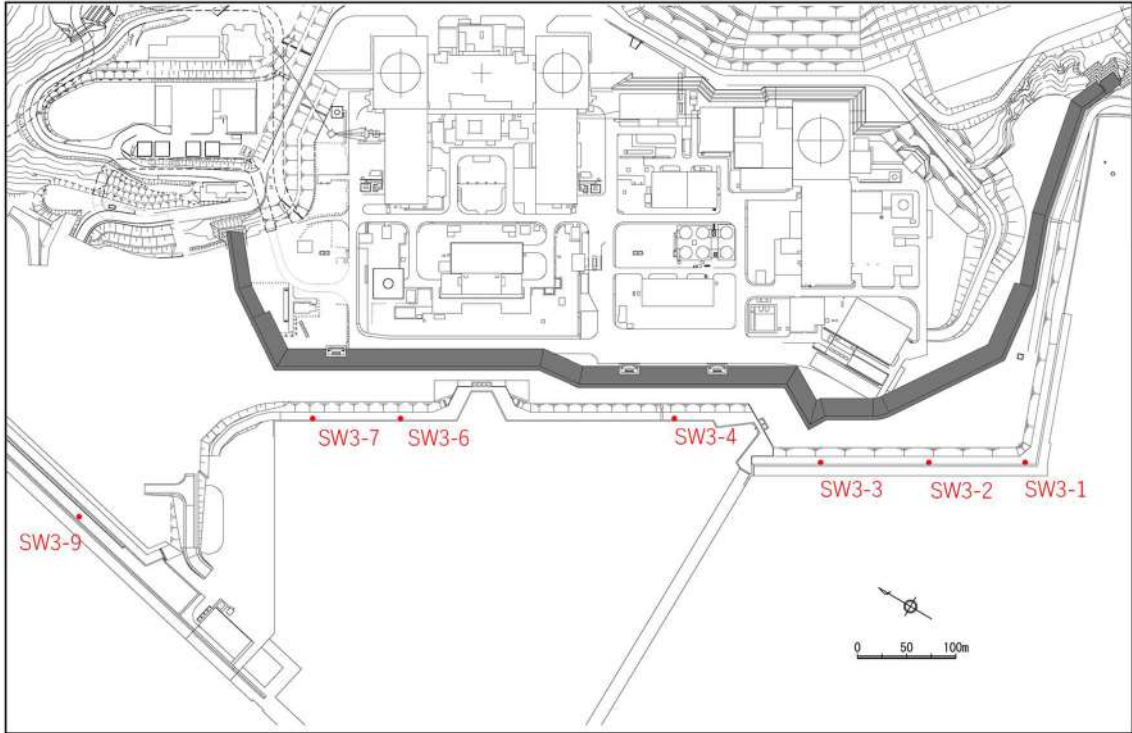
マウンド捨石のせん断波速度 ; $V_s=300\text{m/s}$

「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)(沿岸開発技術研究センター, 平成 9 年)」より引用

参考図 3-4 中割石、裏込石への適用条件(せん断波速度)

泊発電所における中割石を対象とした PS 検層結果から、せん断波速度 V_s の最低値は 310m/s であり、「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)(沿岸開発技術研究センター, 平成 9 年)」に記載のマウンド捨石のせん断波速度 (300m/s) と同等な値である。

以上のことから、せん断波速度から求められる初期せん断剛性は、泊においても適用性があると考えられる。



参考図 3-5 調査位置図 (PS 検層)

参考表 3-3 PS 検層結果

孔No.	せん断波速度 Vs(m/s)
SW3-1	310
SW3-2	320
SW3-3	380
SW3-4	380
SW3-6	390
SW3-7	440
SW3-9	430
最低値	310

入力津波に対する地形変化の影響検討の検討対象について

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」に基づき、地震・津波による地形変化を考慮した津波解析を実施し、入力津波に影響を与えることが確認された地形変化については、入力津波を設定する際の影響要因として設定することとしている。

基準津波の策定において、津波高さの観点から敷地に対して大きな影響を及ぼす波源を選定し、地形モデル（防波堤の損傷状態を考慮した4ケース）ごとに評価項目（水位上昇側の水位変動量（4地点）、水位下降側の保守性を考慮した時間 追而）が最大となるように基準津波を策定している。

よって、入力津波に対する地形変化の影響検討においても、防波堤の損傷状態を考慮した地形モデル及び評価項目ごとに確認を行うこととし、2項で設定する検討対象について、地形変化の有無による津波解析の結果を比較することにより、地形変化が入力津波に対して与える影響を確認する。（ただし、想定する地形変化のうち防波堤の損傷については基準津波の策定において考慮済みである。）

2. 入力津波の検討対象の設定

(1) 津波高さの観点

前述のとおり、基準津波は津波高さの観点で防波堤の損傷状態を考慮した地形モデル及び評価項目ごとに最大となるよう策定していることから、入力津波に対する地形変化の影響検討にあたって、評価項目（水位変動量(上昇側)、保守性を考慮した時間）ごとに、それぞれ地形モデル（防波堤の損傷状態を考慮した4ケース）を考慮した基準津波を津波高さの観点での検討対象とする。

(2) 津波高さ以外（流況等）の観点

基準津波策定の際に選定した波源は、津波高さの観点から選定したものであり、津波高さ以外（流況等）の観点で選定したものではない。そのため、選定されたすべての波源に対して、すべての地形モデル（防波堤の損傷状態を考慮した4ケース）との組合せで最大流速を確認し^{*}、基準津波の波源に紐づかない地形モデルが各地形モデルにおける最大流速となるケースが認められた場合には、入力津波に対する地形変化の影響検討にあたって、すべての基準津波に加え、防波堤の損傷状態を考慮した地形モデルごとの最大流速が最大となる

ケースについても検討対象とする。

※最大流速の確認結果は、「2. (1). d. 防波堤等の損傷に関する検討」参照

(3) 入力津波の検討対象のまとめ

津波高さ及び津波高さ以外の観点における入力津波の検討対象を参考表 5-1 に示す。参考表 5-1 に示す評価値と地形変化を考慮した津波解析により得られた評価値とを比較することで、地形変化が入力津波に対して与える影響を確認する。

参考表 4-1 (1) 入力津波の基本ケース (津波高さ)

評価項目		波源	地形モデル	評価値
水位変動量 (上昇側)	防潮堤	波源A	防波堤損傷なし	13.44m
		波源E	北及び南防波堤損傷	15.65m
		波源E	南防波堤損傷	14.98m
		波源F	北防波堤損傷	15.68m
	3号炉 取水口	波源B	防波堤損傷なし	10.45m
		波源F	北及び南防波堤損傷	13.14m
		波源E	南防波堤損傷	11.86m
		波源B	北防波堤損傷	12.89m
	1,2号炉 取水口	波源C	防波堤損傷なし	9.34m
		波源E	北及び南防波堤損傷	12.74m
		波源G	南防波堤損傷	12.01m
		波源H	北防波堤損傷	11.50m
	放水口	波源D	防波堤損傷なし	10.91m
		波源D	北及び南防波堤損傷	10.84m
		波源D	南防波堤損傷	10.85m
		波源D	北防波堤損傷	10.66m
保守性を考慮した 時間	追而 (基準津波の審査を踏まえて記載する)			

参考表 4-1 (2) 入力津波の基本ケース (津波高さ以外)

波源	地形モデル	評価値 (最大流速)
波源 A	防波堤損傷なし	13.81m/s
波源 B	防波堤損傷なし	17.26m/s
波源 B	南防波堤損傷	13.60m/s
波源 C	防波堤損傷なし	13.95m/s
波源 D	防波堤損傷なし	17.57m/s
波源 D	北及び南防波堤損傷	13.19m/s
波源 D	南防波堤損傷	16.77m/s
波源 D	北防波堤損傷	14.60m/s
波源 E	北及び南防波堤損傷	12.56m/s
波源 E	南防波堤損傷	16.56m/s
波源 F	北及び南防波堤損傷	12.31m/s
波源 F	北防波堤損傷	13.72m/s
波源 G	南防波堤損傷	15.27m/s
波源 H	北防波堤損傷	14.13m/s
<p>追而 (基準津波の審査を踏まえて記載する)</p>		

※基準津波ではないが最大流速の観点から追加

地形変化を考慮した遡上解析における水位及び流速の変化に対する考察

1. 概要

ここでは泊発電所の基準津波の特徴について整理し、その特徴を踏まえ、入力津波設定において、地形変化を考慮した津波遡上解析(平面二次元津波解析)における水位及び流速の変化が大きかったケースを対象に考察を行う。

2. 泊発電所の基準津波の特徴

(1) 泊発電所の基準津波の波源の特徴

水位上昇側波源について、アスペリティ位置、波源位置及び断層面上面深さは、津波遡上に対し大きな影響を及ぼすような差異はなく、断層パターン及び陸上地滑り(川白)※との組合せの時間差が大きく影響する特徴がある。

※地震以外の要因に伴う津波のうち、泊発電所に対する影響が最も大きい津波の波源

＜基準津波の断層パターン及び組合せの時間差＞

- ・断層パターンの分類：パターン6，パターン7
- ・陸上地滑り(川白)との組合せの時間差の分類：85秒～135秒

泊発電所の基準津波の最大水位上昇量は、陸上地滑り(川白)の第1波と岩内側から反射してきた地震に伴う津波の第2波のピークが敷地で重なることで生じる。この時の組合せの時間差は85秒～135秒の範囲であり、陸上地滑り(川白)の発生する時間が早いほど(組合せの時間差が短いほど)地震に伴う津波と岩内側(南側)で重なる。また、陸上地滑り(川白)の発生する時間が遅いほど(組合せの時間差が長いほど)敷地の北側で重なる。基準津波の断層パラメータを参考表5-1に示す。

参考表5-1 基準津波の断層パラメータ

波源	断層パラメータ					各評価地点における最大水位上昇量					
	アスペリティ位置	断層パターン	波源位置	断層面上縁深さ	組合せの時間差	防波堤の損傷状態		防波堤前面(上昇側)	3号伊取水口(上昇側)	1,2号伊取水口(上昇側)	放水口(上昇側)
						北防波堤	南防波堤				
A	de南へ20km	6	くの字モデル(東へ10km)	5km	115s	健全	健全	13.44m	-	-	-
B	de南へ30km	7	矩形モデル(東へ15km)	5km	110s	健全	健全	-	10.45m	-	-
C	de南へ20km	6	矩形モデル(東へ5km)	5km	135s	損傷	健全	-	12.89m	-	-
D	de南へ30km	7	矩形モデル(東へ15km)	5km	135s	健全	健全	-	-	-	10.91m
						損傷	損傷	-	-	-	10.84m
						健全	損傷	-	-	-	10.85m
						損傷	健全	-	-	-	10.66m
E	de南へ20km	7	矩形モデル(東へ15km)	5km	115s	損傷	損傷	15.65m	-	12.74m	-
						健全	損傷	14.98m	11.86m	-	-
F	de南へ20km	7	矩形モデル(東へ15km)	5km	110s	損傷	損傷	-	13.14m	-	-
						損傷	健全	15.68m	-	-	-
G	de南へ20km	7	矩形モデル(東へ15km)	5km	85s	健全	損傷	-	-	12.01m	-
H	de南へ30km	7	矩形モデル(東へ15km)	5km	120s	損傷	健全	-	-	11.50m	-

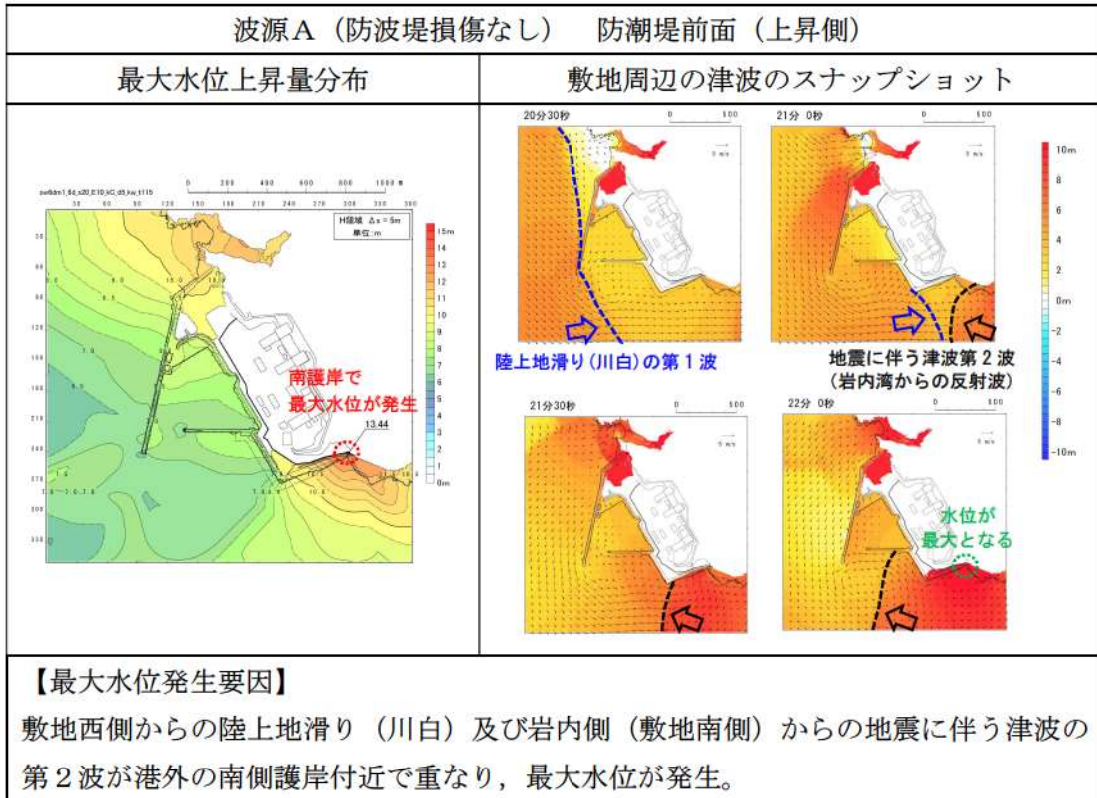
(2) 波源毎の泊発電所における水位上昇の特徴

泊発電所の基準津波の波源を断層パターンと陸上地滑り（川白）との組合せの時間差で分類し、それぞれの水位上昇の特徴について参考表 5-2 に示す。また、最大水位が発生するときの津波遡上状況を参考表 5-3 に示す。

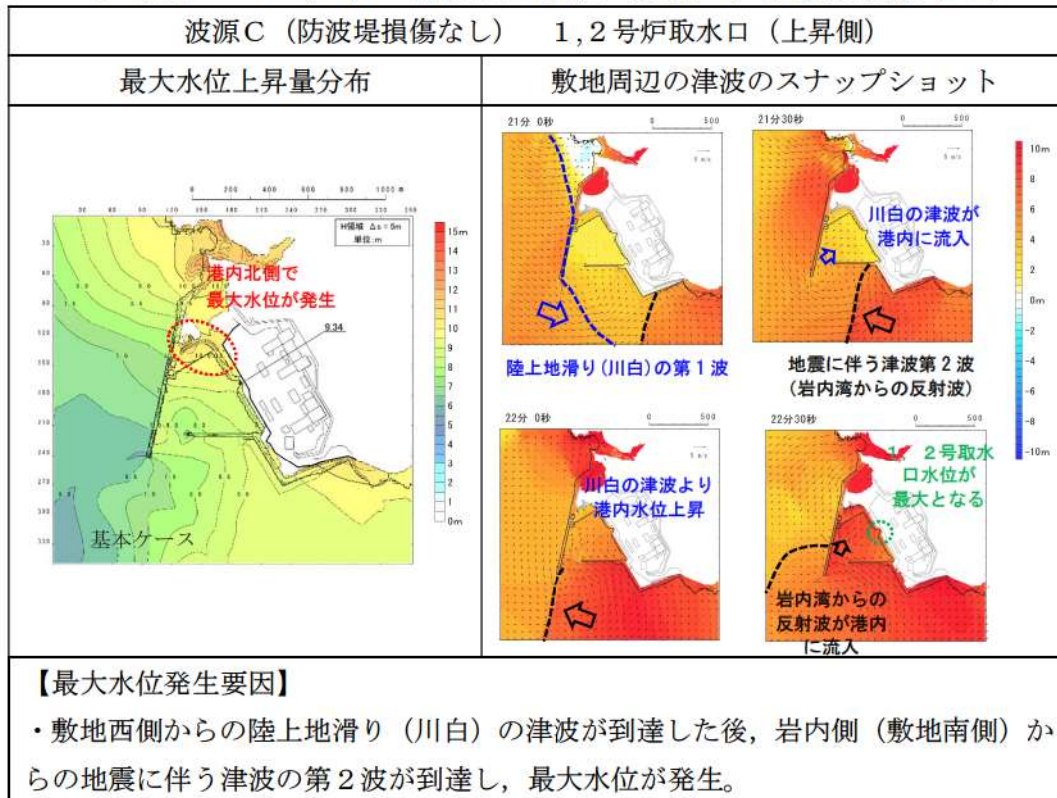
参考表 5-2 波源毎の水位上昇の特徴

波源	断層パターン	組合せの時間差(秒)	最大水位上昇量が発生する評価地点	波源の特徴
A	6	115	防潮堤前面	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上地滑り（川白）と地震に伴う津波の第2波が敷地南東側で重なり、南護岸で最大水位が発生する。 ・最大水位発生位置が港外のため、北防波堤、南防波堤の損傷有無の影響を受けにくい。
C		135	1, 2号取水口	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上地滑り（川白）と地震に伴う津波の第2波が敷地南側で重なり、陸上地滑り（川白）が到達した後、敷地南側から地震に伴う津波が到達し、港内の北側で最大水位が発生する。 ・最大水位の発生要因となる地震に伴う津波が敷地南側から流入するため、南防波堤が津波伝播の阻害要因となる。 ・また、北防波堤及び南防波堤がない場合、津波伝播が阻害されず北側に抜ける流れとなるため、港内の水位が低下するものと推察される。
G	7	85	1, 2号取水口	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上地滑り（川白）と地震に伴う津波の第2波が敷地西側で重なり、両方の津波が敷地西側から同時に到達し、1, 2号取水口から港内北側付近で最大水位が発生する。 ・最大水位の発生要因となる重なりあった津波が港外の敷地西側から港内に到達するため、北防波堤および南防波堤が津波伝播の阻害要因となる。
B, E, F, H		110~120	防波堤前面, 3号取水口, 1, 2号取水口	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上地滑り（川白）と地震に伴う津波の第2波が敷地西側で重なり、地震に伴う津波の第2波が到達した後、敷地西側から陸上地滑り（川白）が到達し、3号取水口から1, 2号取水口付近で最大水位が発生する。 ・最大水位の発生要因となる陸上地滑り（川白）の津波が港外の敷地西側から港内に到達するため、北防波堤が津波伝播の阻害要因となる。
D		135	放水口	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上地滑り（川白）と地震に伴う津波の第2波が敷地北西側で重なり、放水口付近で最大水位が発生する。 ・最大水位発生位置が港外のため、北防波堤、南防波堤の損傷有無の影響を受けにくい。

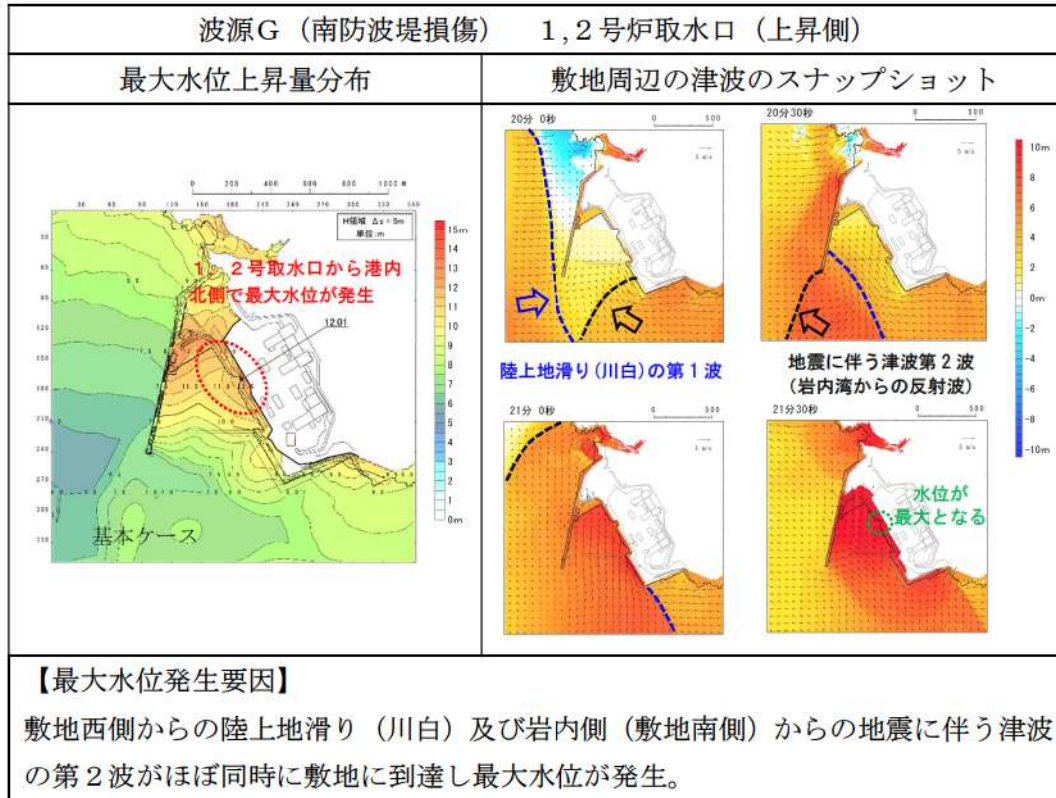
参考表 5 - 3 (1) 津波遡上状況 (波源 A, 防波堤損傷なし)



参考表 5 - 3 (2) 津波遡上状況 (波源 C, 防波堤損傷なし)

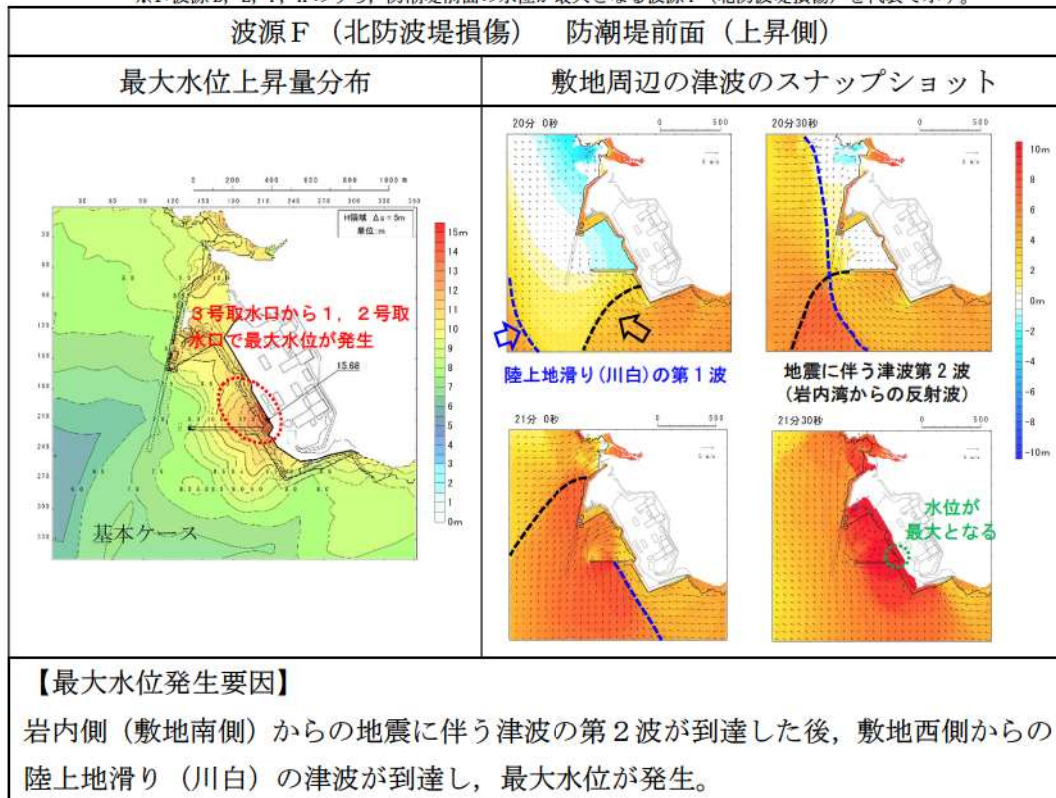


参考表 5 - 3 (3) 津波遡上状況 (波源 G, 南防波堤損傷)

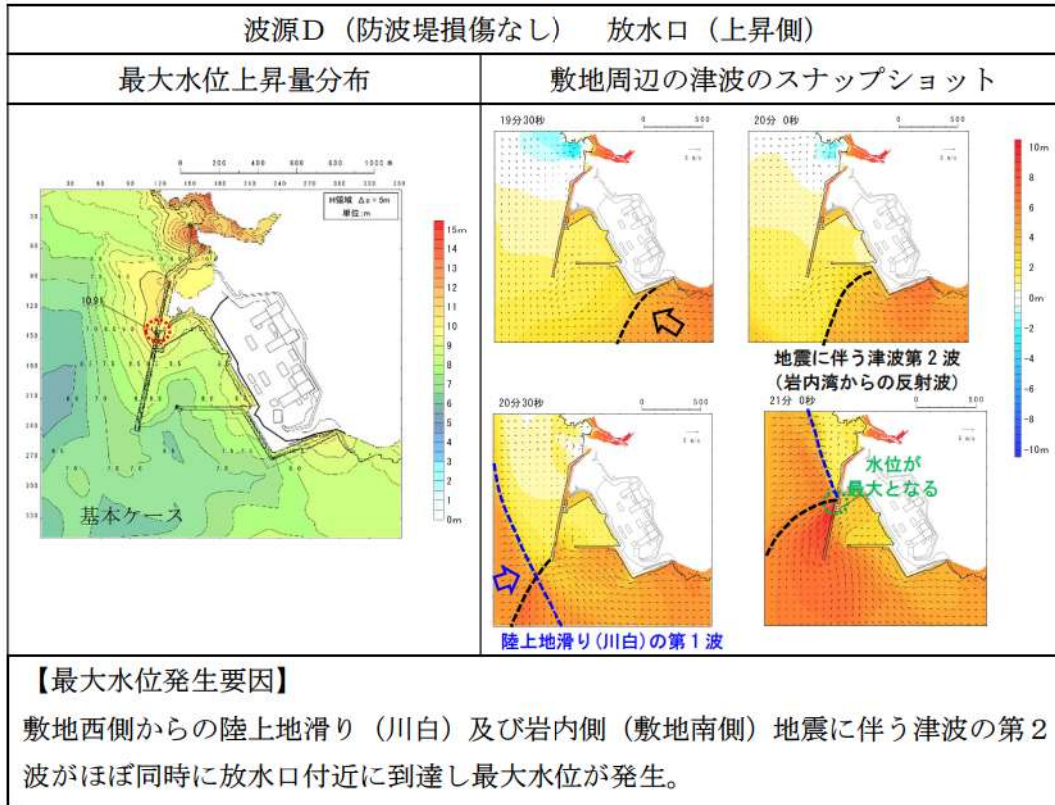


参考表 5 - 3 (4) 津波遡上状況 (波源 F, 北防波堤損傷) ※1

※1:波源 B, E, F, H のうち, 防潮堤前面の水位が最大となる波源 F (北防波堤損傷) を代表で示す。



参考表 5 - 3 (5) 津波遡上状況 (波源D, 防波堤損傷なし)



3. 地形変化を考慮した遡上解析における基本ケースからの変化に対する考察

(1) 地形変化を考慮した遡上解析結果（水位上昇側）

審査ガイドに基づき、遡上波の敷地への到達(回り込みによるものを含む。)の可能性について確認するため、想定される各地形変化に対して遡上解析(平面二次元津波解析)を実施し、評価項目ごとに地形変化を考慮しない基本ケースと各地形変化を考慮したケースの水位上昇量を比較した。なお、検討対象は各評価項目に対応した基準津波とする。比較結果を参考表5-4に示す。

比較の結果、敷地地盤(陸域)5m沈下において基本ケースに対し水位上昇量に大きな差が確認され、防潮堤前面及び3号取水口における影響が顕著であった。この要因について、遡上波の特徴を踏まえた考察を行った。(参考表5-5)

参考表5-4 基本ケースと各地形変化を考慮したケースの水位上昇量比較結果

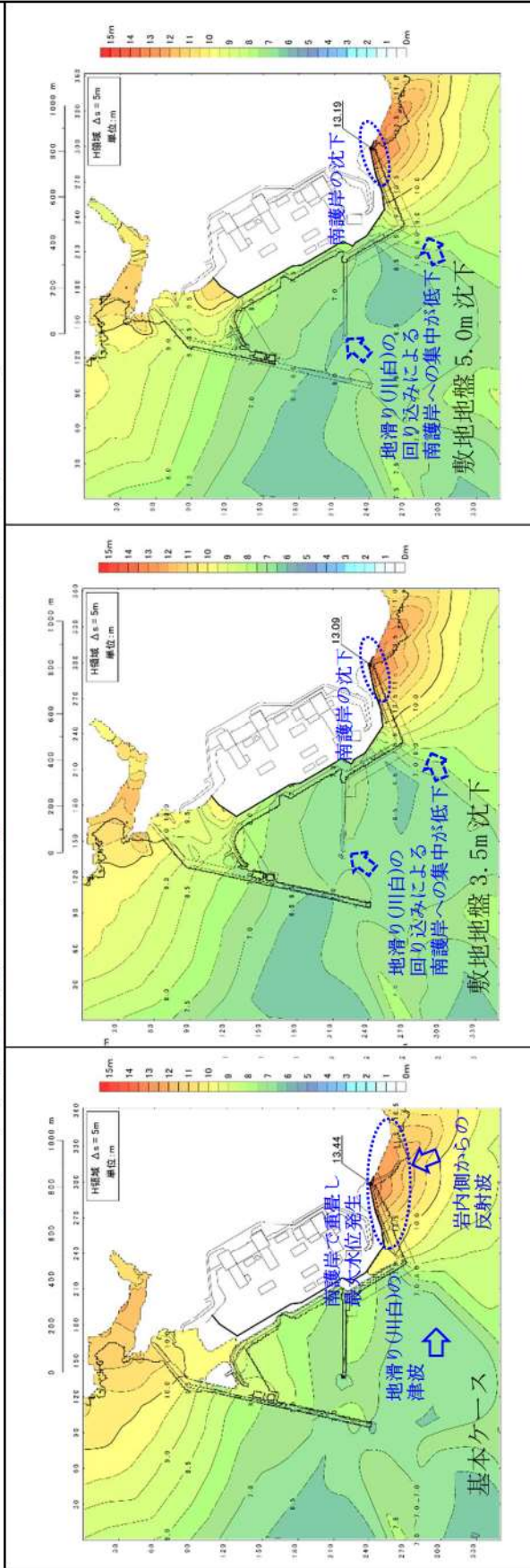
評価項目	波源	地形モデル (防波堤の損傷状態を考慮)	基本ケース (A)	地形変化(B)						
				地滑り地形①	地滑り地形②	敷地地盤(陸域) 3.5m沈下	敷地地盤(陸域) 5.0m沈下	敷地前面海底 地盤(海域) 2.0m沈下	土捨場 (将来地形)	土捨場の崩壊
防潮堤 前面	波源A	防波堤損傷なし	13.44m	13.29m (-0.15m)	13.44m (0.00m)	13.09m (-0.35m)	13.19m (-0.25m)	13.45m (0.01m)	13.44m (0.00m)	13.30m (-0.14m)
	波源E	北及び南防波堤 損傷	15.65m	15.62m (-0.03m)	15.65m (0.00m)	15.33m (-0.32m)	15.61m (-0.04m)	15.55m (-0.10m)	15.65m (0.00m)	15.69m (0.04m)
	波源E	南防波堤損傷	14.98m	14.92m (-0.06m)	14.98m (0.00m)	15.74m (0.76m)	15.96m (0.98m)	14.77m (-0.21m)	14.98m (0.00m)	14.97m (-0.01m)
	波源F	北防波堤損傷	15.68m	15.67m (-0.01m)	15.68m (0.00m)	15.88m (0.20m)	15.54m (-0.14m)	15.65m (-0.03m)	15.68m (0.00m)	15.72m (0.04m)
3号 取水口	波源B	防波堤損傷なし	10.45m	10.45m (0.00m)	10.45m (0.00m)	12.66m (2.21m)	13.20m (2.75m)	10.63m (0.18m)	10.45m (0.00m)	10.45m (0.00m)
	波源F	北及び南防波堤 損傷	13.14m	13.10m (-0.04m)	13.14m (0.00m)	13.22m (0.08m)	13.62m (0.48m)	13.19m (0.05m)	13.15m (0.01m)	13.18m (0.04m)
	波源E	南防波堤損傷	11.86m	11.77m (-0.09m)	11.86m (0.00m)	12.63m (0.77m)	12.96m (1.10m)	11.97m (0.11m)	11.86m (0.00m)	11.86m (0.00m)
	波源B	北防波堤損傷	12.89m	12.88m (-0.01m)	12.89m (0.00m)	13.24m (0.35m)	13.50m (0.61m)	12.99m (0.10m)	12.89m (0.00m)	12.91m (0.02m)
1, 2号 取水口	波源C	防波堤損傷なし	9.34m	9.39m (0.05m)	9.34m (0.00m)	8.64m (-0.70m)	9.05m (-0.29m)	9.35m (0.01m)	9.34m (0.00m)	9.29m (-0.05m)
	波源E	北及び南防波堤 損傷	12.74m	12.78m (0.04m)	12.74m (0.00m)	12.70m (-0.04m)	12.76m (0.02m)	12.42m (-0.32m)	12.74m (0.00m)	12.66m (-0.08m)
	波源G	南防波堤損傷	12.01m	12.02m (0.01m)	12.01m (0.00m)	11.45m (-0.56m)	11.67m (-0.34m)	11.80m (-0.21m)	12.01m (0.00m)	11.94m (-0.07m)
	波源H	北防波堤損傷	11.50m	11.52m (0.02m)	11.50m (0.00m)	11.61m (0.11m)	11.97m (0.47m)	11.36m (-0.14m)	11.50m (0.00m)	11.48m (-0.02m)
放水口	波源D	防波堤損傷なし	10.91m	10.89m (-0.02m)	10.91m (0.00m)	10.01m (-0.90m)	9.45m (-1.46m)	10.91m (0.00m)	10.91m (0.00m)	10.93m (0.02m)
	波源D	北及び南防波堤 損傷	10.84m	10.84m (0.00m)	10.84m (0.00m)	10.09m (-0.75m)	9.54m (-1.30m)	10.86m (0.02m)	10.84m (0.00m)	10.84m (0.00m)
	波源D	南防波堤損傷	10.85m	10.83m (-0.02m)	10.85m (0.00m)	10.08m (-0.77m)	9.56m (-1.29m)	10.84m (-0.01m)	10.85m (0.00m)	10.86m (0.01m)
	波源D	北防波堤損傷	10.66m	10.67m (0.01m)	10.66m (0.00m)	9.99m (-0.67m)	9.47m (-1.19m)	10.66m (0.00m)	10.66m (0.00m)	10.66m (0.00m)

※赤枠は考察対象を示す

(a) 防潮堤前面

参考表 5-5 (1) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (波源 A, 防波堤損傷なし)

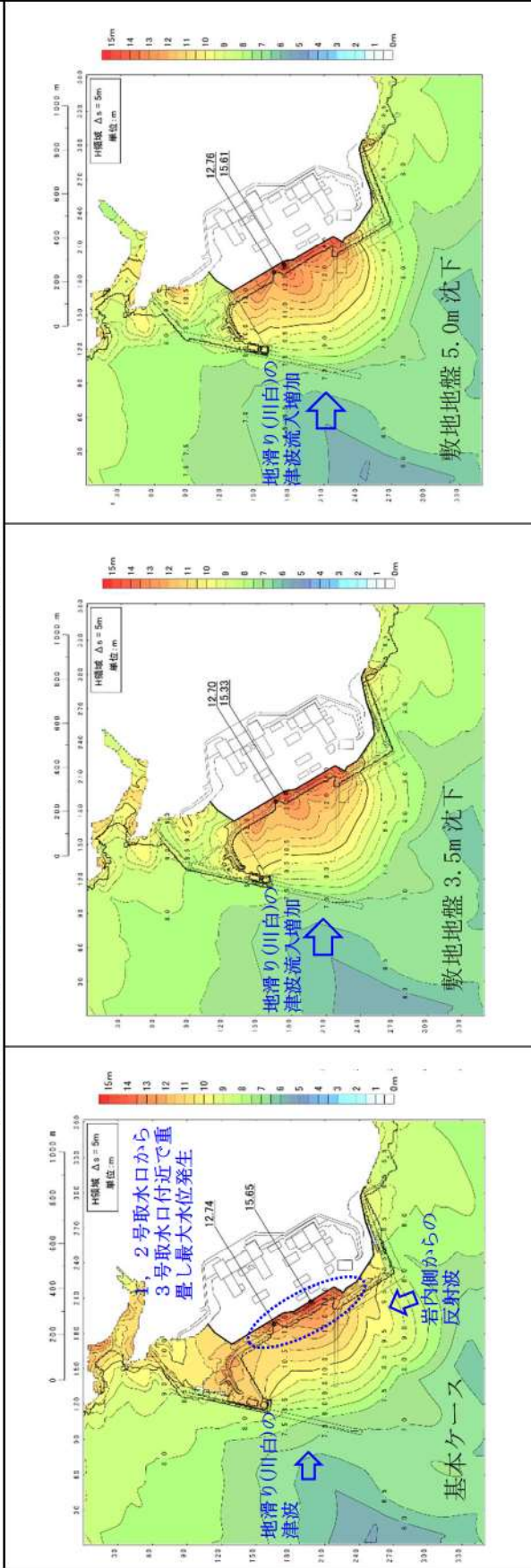
波源 A, 防波堤損傷なし, 断層パターン 6, 組合せの時間差 115 秒



【考察】

- ・陸上地すべり (川白) 及び地震による津波の第 2 波 (岩内側からの反射波) が南護岸で重なり, 最大水位が発生。
- ・南護岸が沈下したことにより護岸付近での局所的な地形変化による水位上昇効果が小さくなること, 西側からの地滑り (川白) の津波が北防波堤を回り込み南護岸に到達するため回り込みによる南護岸への流れが集中しにくくなることによって, 沈下地形の最大水位は減少する傾向になったと考えられる。

参考表 5-5 (2) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (波源 E, 北及び南防波堤損傷)
 波源 E, 北及び南防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 115 秒

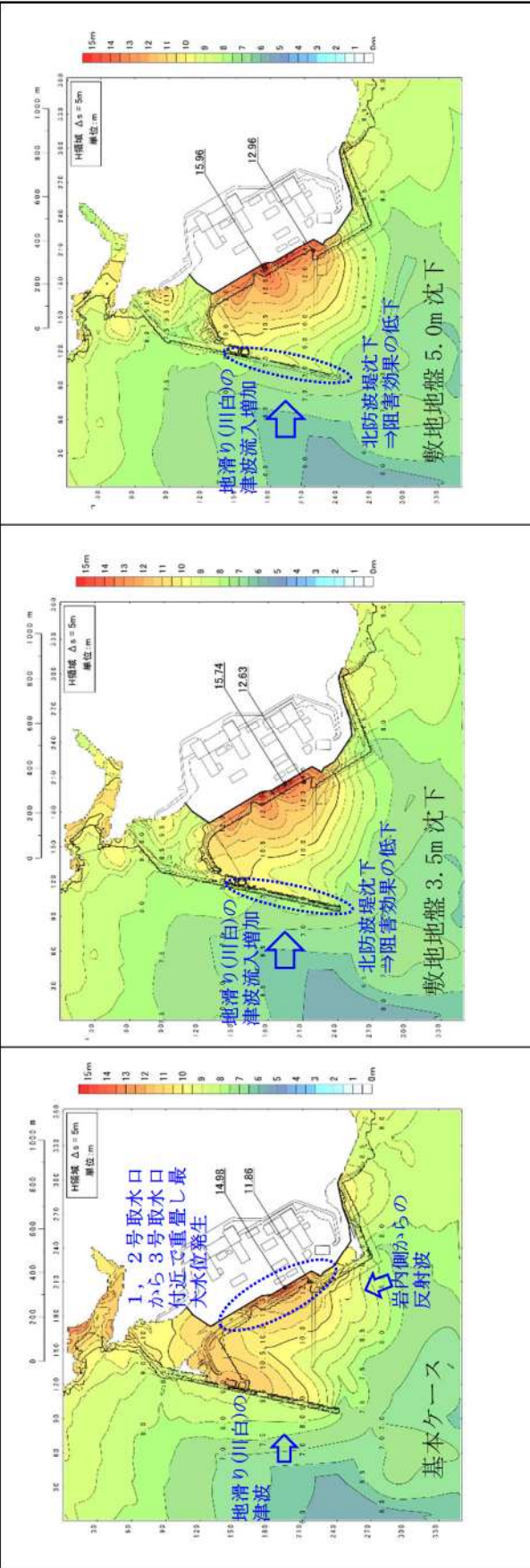


【考察】

- ・陸上地すべり (川白) 及び地震による津波の第 2 波 (岩内側からの反射波) が重なり, 1, 2 号取水口から 3 号取水口付近で最大水位が発生。
- ・西側からの陸上地滑り (川白) の津波が北防波堤の影響を受けず直接到達し最大水位が増加すると考えられる。なお, 基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷) は, 元々北防波堤が存在しないため, 沈下による影響は小さい。

参考表 5-5 (3) 地形変化考慮による水位上昇量変化の考察 (波源 E, 南防波堤損傷)

波源 E, 南防波堤損傷, 波源パターン 7, 組合せの時間差 115 秒

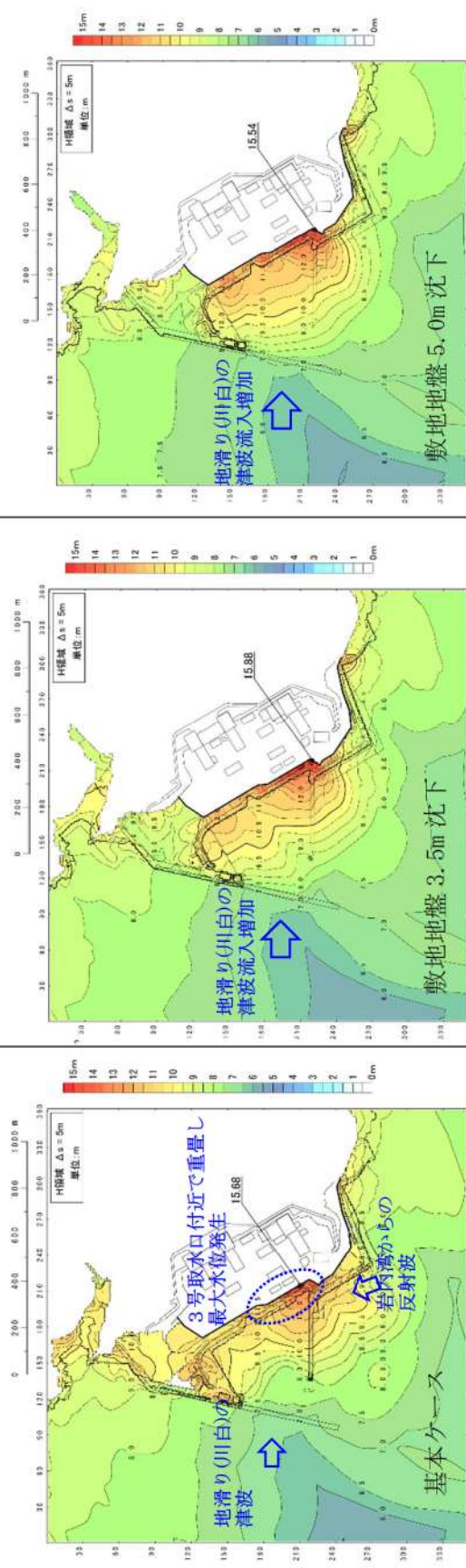


【考察】

- ・陸上地すべり (川白) 及び地震による津波の第 2 波 (岩内側からの反射波) が重なり, 1, 2 号取水口から 3 号取水口付近で最大水位が発生。南防波堤損傷を考慮しているため, 岩内側からの反射波の流入を阻害する構造物はない。
- ・敷地沈下によって北防波堤が沈下したことにより, 北防波堤側からの陸上地滑り (川白) の津波を阻害する効果が低下し敷地に到達しやすくなるため, 基本ケースに比べ最大水位が増加したとと考えられる。

参考表 5-5 (4) 地形変化考慮による水位上昇量変化の考察 (波源 F, 北防波堤損傷)

波源 F, 北防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 110 秒



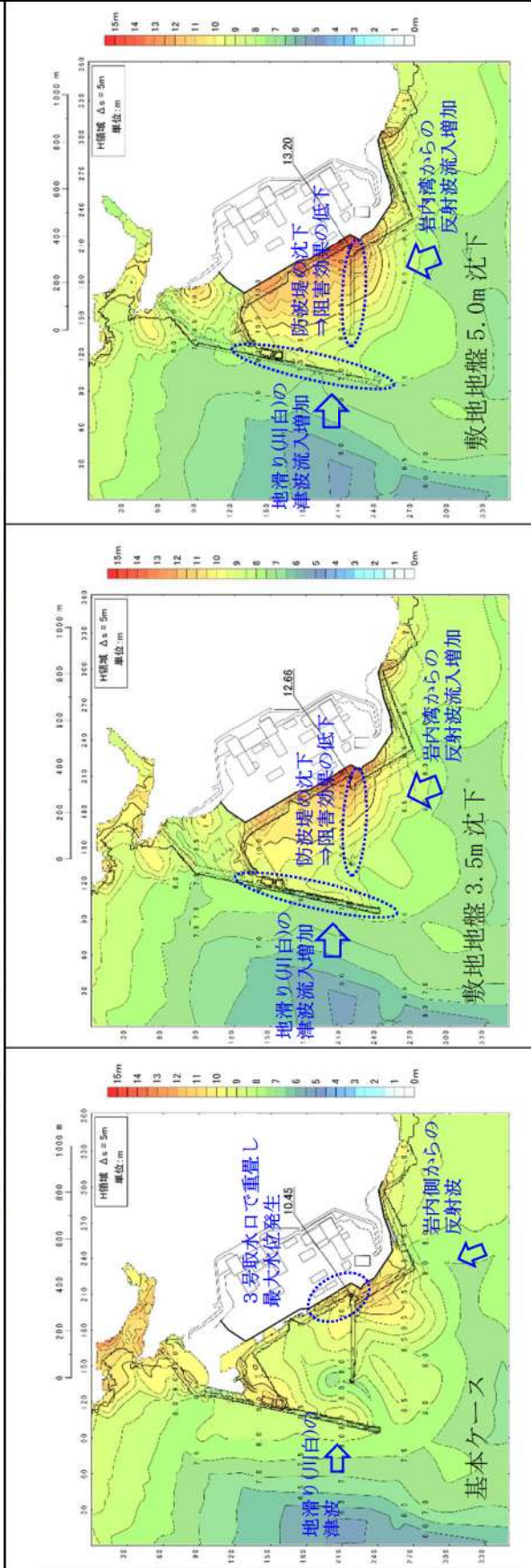
【考察】

- ・陸上地すべり (川白) 及び地震による津波の第2波 (岩内側からの反射波) が重なり, 3号取水口付近で最大水位が発生。北防波堤損傷を考慮しているため, 陸上地滑り (川白) の津波の流入を阻害する構造物はない。
- ・西側からの陸上地滑り (川白) の津波が北防波堤の影響を受けず直接到達し最大水位が増加すると考えられる。なお, 基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷) は, 元々北防波堤が存在しないモデルのため, 沈下による影響は小さいと考えられる。

(b) 3号取水口

参考表5-5 (5) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (波源B, 防波堤損傷なし)

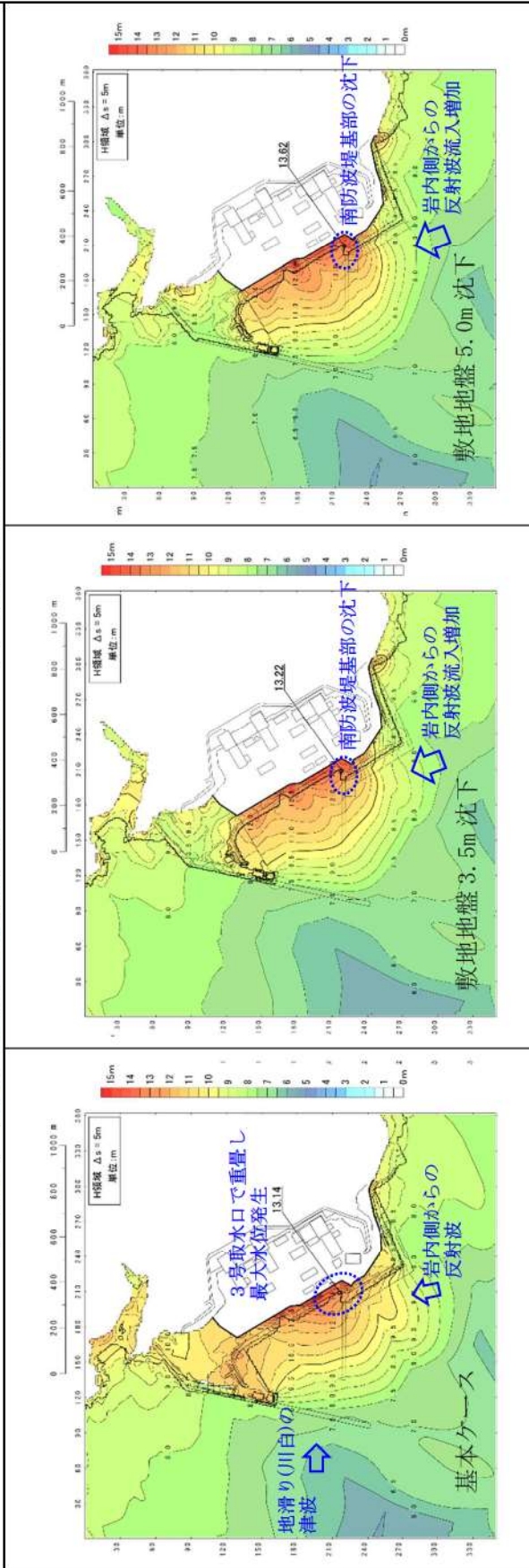
波源B, 防波堤損傷なし, 断層パターン7, 組合せの時間差 110秒



【考察】

- ・陸上地滑り (川白) 及び地震による津波の第2波 (岩内側からの反射波) が重なり, 3号取水口で最大水位が発生。
- ・北防波堤及び南防波堤が敷地沈下により沈下したことで, 防波堤による阻害効果が全体的に低下し, 南側から到達する岩内側からの反射波及び西側からの陸上地滑り (川白) の津波が敷地に到達しやすくなるため, 基本ケースに比べ最大水位が増加したと考えられる。

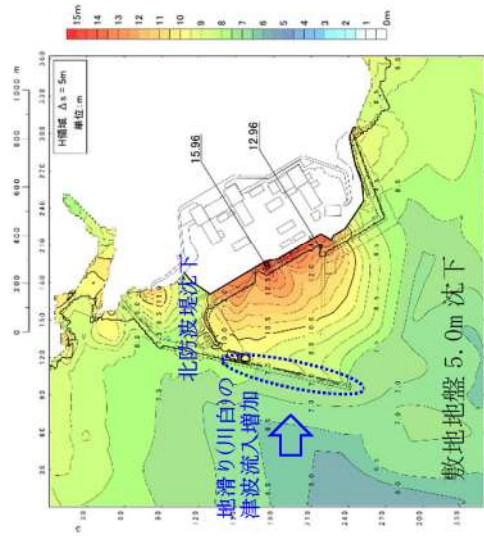
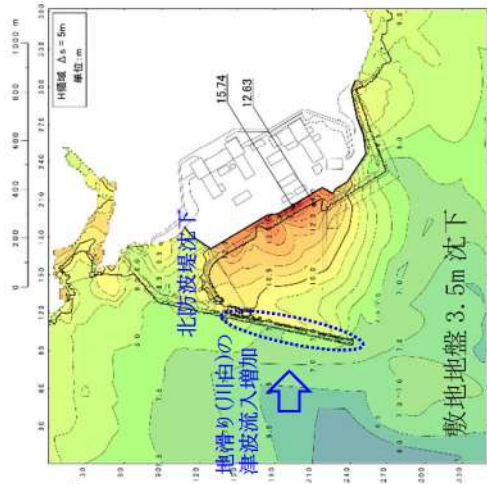
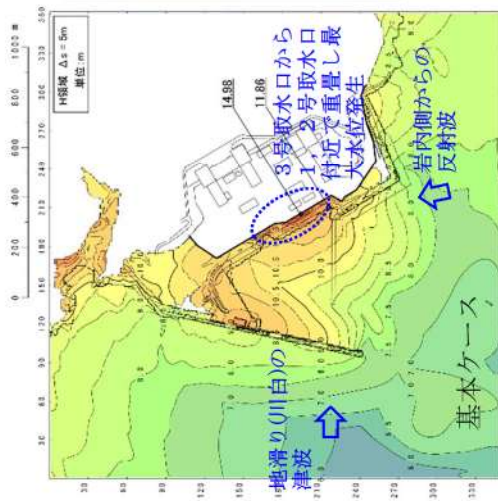
参考表 5-5 (6) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (波源 F, 北及び南防波堤損傷)
波源 F, 北及び南防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 110 秒



【考察】

- ・陸上地滑り (川白) 及び地震による津波の第2波 (岩内側からの反射波) が重なり, 3号取水口で最大水位が発生。
- ・南防波堤基部の護岸が敷地沈下により沈下したことで, 南側から到達する岩内側からの反射波を阻害する効果が低下し, 岩内側からの反射波が3号取水口に到達しやすくなるため, 基本ケースに比べ最大水位が増加したと考えられる。

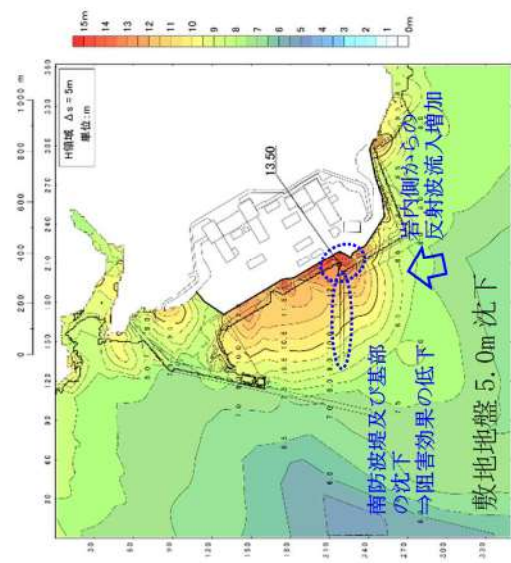
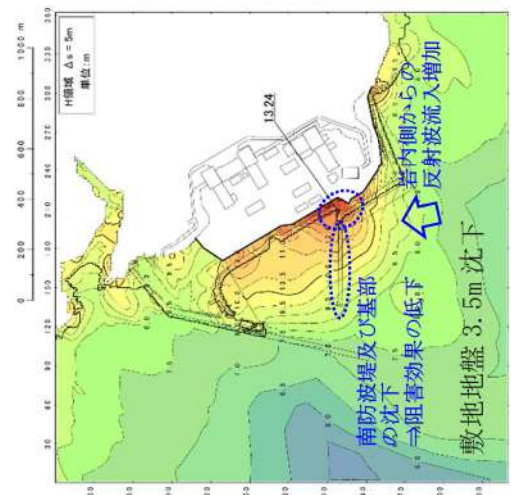
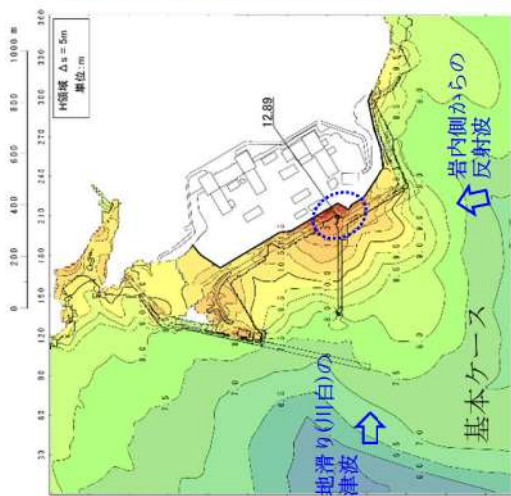
参考表 5-5 (7) 地形変化考慮による水位上昇量変化の考察 (波源 E, 南防波堤損傷)
 波源 E, 南防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 115 秒



【考察】

- ・陸上地滑り (川白) 及び地震による津波の第2波 (岩内側からの反射波) が重なり, 3号取水口から1, 2号取水口付近で最大水位が発生。南防波堤損傷を考慮しているため, 岩内港からの反射波の流入を阻害する構造物はない。
- ・北防波堤が敷地沈下により沈下したことで, 北防波堤側からの陸上地滑り (川白) の津波を阻害する効果が低下し敷地に到達しやすくなるため, 基本ケースに比べ最大水位が増加したと考えられる。

参考表 5-5 (8) 地形変化考慮による水位上昇量変化の考察 (波源 B, 北防波堤損傷)
 波源 B, 北防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 110 秒



【考察】

- ・陸上地滑り (川白) 及び地震による津波の第 2 波 (岩内側からの反射波) が重なり, 3 号取水口で最大水位が発生。北防波堤損傷を考慮しているため, 陸上地滑り (川白) からの津波の流入を阻害する構造物はない。
- ・南防波堤及び南防波堤基部の護岸が敷地沈下により沈下したことで, 岩内側からの反射波を阻害する効果が低下し敷地に到達しやすくなるため, 基本ケースに比べ最大水位が増加したと考えられる。

(2) 地形変化を考慮した遡上解析結果 (水位下降側)

追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

(3) 地形変化を考慮した遡上解析結果（最大流速分布）

審査ガイドに基づき、最大流速への影響について確認するため、想定される各地形変化に対して遡上解析（平面二次元津波解析）を実施し、地形変化を考慮しない基本ケースと各地形変化を考慮したケースの最大流速について比較した。なお、検討対象は各評価項目に対応した基準津波及び最大流速に着目した波源とする。比較結果を参考表5-7に示す。

比較の結果、敷地地盤（陸域）5.0m沈下及び敷地前面海底地盤（海域）2.0m沈下において基本ケースに対し最大流速の上昇が確認された。最大流速の上昇が確認された波源に対し、流速上昇の要因について、遡上波の特徴を踏まえた考察を行った。（参考表5-8）

参考表5-7 基本ケースと各地形変化を考慮したケースの最大流速比較結果

波源	地形モデル (防波堤の損傷状態を考慮)	基本ケース (A)	地形変化(B)						
			地滑り地形①	地滑り地形②	敷地地盤 (陸域) 3.5m沈下	敷地地盤 (陸域) 5.0m沈下	敷地前面海底 地盤(海域) 2.0m沈下	土捨場 (将来地形)	土捨場の崩壊
波源A	防波堤損傷なし	13.81m/s	13.87m/s (0.06m/s)	13.81m/s (0.00m/s)	12.66m/s (-1.15m/s)	11.74m/s (-2.07m/s)	13.85m/s (0.04m/s)	13.81m/s (0.00m/s)	13.81m/s (0.00m/s)
波源B	防波堤損傷なし	17.26m/s	17.24m/s (-0.02m/s)	17.26m/s (0.00m/s)	14.32m/s (-2.94m/s)	13.91m/s (-3.35m/s)	17.16m/s (-0.10m/s)	17.26m/s (0.00m/s)	17.26m/s (0.00m/s)
波源B	北防波堤損傷	13.60m/s	13.61m/s (0.01m/s)	13.60m/s (0.00m/s)	11.54m/s (-2.06m/s)	13.05m/s (-0.55m/s)	13.79m/s (0.19m/s)	13.60m/s (0.00m/s)	13.60m/s (0.00m/s)
波源C	防波堤損傷なし	13.95m/s	13.92m/s (-0.03m/s)	13.95m/s (0.00m/s)	11.22m/s (-2.73m/s)	12.16m/s (-1.79m/s)	13.86m/s (-0.09m/s)	13.95m/s (0.00m/s)	13.95m/s (0.00m/s)
波源D	防波堤損傷なし	17.57m/s	17.66m/s (0.09m/s)	17.64m/s (0.07m/s)	14.57m/s (-3.00m/s)	14.18m/s (-3.39m/s)	17.69m/s (0.12m/s)	17.61m/s (0.04m/s)	17.60m/s (0.03m/s)
波源D	北及び南防波堤損傷	13.19m/s	13.19m/s (0.00m/s)	13.19m/s (0.00m/s)	13.21m/s (0.02m/s)	13.24m/s (0.05m/s)	13.82m/s (0.63m/s)	13.19m/s (0.00m/s)	13.18m/s (-0.01m/s)
波源D	南防波堤損傷	16.77m/s	16.76m/s (-0.01m/s)	16.77m/s (0.00m/s)	13.84m/s (-2.93m/s)	13.40m/s (-3.37m/s)	16.87m/s (0.10m/s)	16.77m/s (0.00m/s)	16.77m/s (0.00m/s)
波源D	北防波堤損傷	14.60m/s	14.60m/s (0.00m/s)	14.61m/s (0.01m/s)	12.03m/s (-2.57m/s)	12.58m/s (-2.02m/s)	14.67m/s (0.07m/s)	14.60m/s (0.00m/s)	14.60m/s (0.00m/s)
波源E	北及び南防波堤損傷	12.56m/s	12.56m/s (0.00m/s)	12.56m/s (0.00m/s)	12.48m/s (-0.08m/s)	13.25m/s (0.69m/s)	13.40m/s (0.84m/s)	12.56m/s (0.00m/s)	12.55m/s (-0.01m/s)
波源E	南防波堤損傷	16.56m/s	16.53m/s (-0.03m/s)	16.56m/s (0.00m/s)	13.84m/s (-2.72m/s)	13.50m/s (-3.06m/s)	16.67m/s (0.11m/s)	16.56m/s (0.00m/s)	16.55m/s (-0.01m/s)
波源F	北及び南防波堤損傷	12.31m/s	12.31m/s (0.00m/s)	12.31m/s (0.00m/s)	12.24m/s (-0.07m/s)	13.15m/s (0.84m/s)	13.11m/s (0.80m/s)	12.31m/s (0.00m/s)	12.31m/s (0.00m/s)
波源F	北防波堤損傷	13.72m/s	13.72m/s (0.00m/s)	13.72m/s (0.00m/s)	11.43m/s (-2.29m/s)	12.89m/s (-0.83m/s)	13.70m/s (-0.02m/s)	13.72m/s (0.00m/s)	13.72m/s (0.00m/s)
波源G	南防波堤損傷	15.27m/s	15.25m/s (-0.02m/s)	15.27m/s (0.00m/s)	13.07m/s (-2.20m/s)	12.84m/s (-2.43m/s)	15.51m/s (0.24m/s)	15.28m/s (0.01m/s)	15.27m/s (0.00m/s)
波源H	北防波堤損傷	14.13m/s	14.13m/s (0.00m/s)	14.13m/s (0.00m/s)	11.56m/s (-2.57m/s)	12.96m/s (-1.17m/s)	14.12m/s (-0.01m/s)	14.13m/s (0.00m/s)	14.13m/s (0.00m/s)

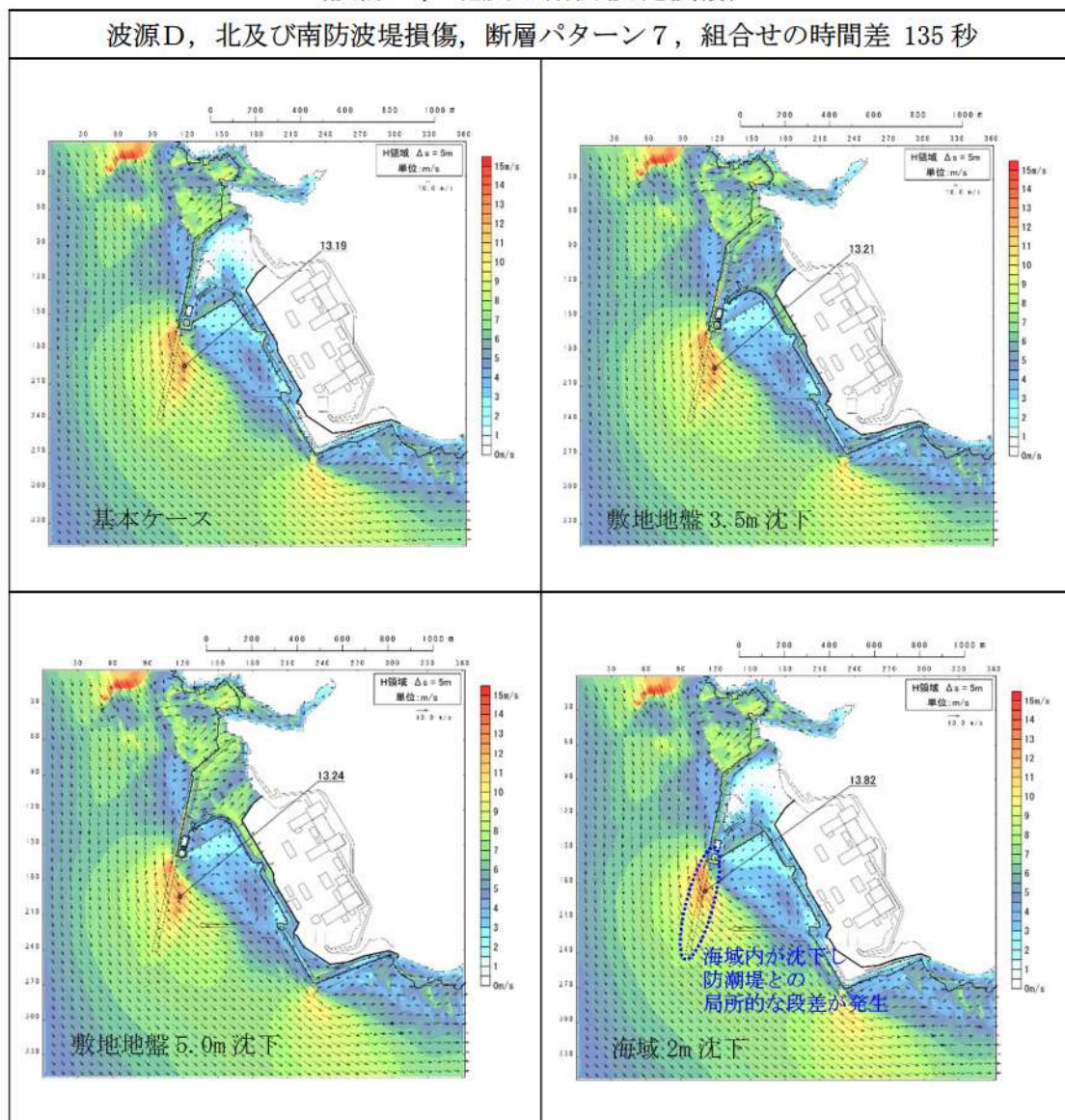
追而

(基準津波の審査を踏まえて記載する)

※赤枠は考察対象を示す

参考表 5-8 (1) 地形変化考慮による最大流速変化の考察
(波源D, 北及び南防波堤損傷)

波源D, 北及び南防波堤損傷, 断層パターン7, 組合せの時間差 135 秒

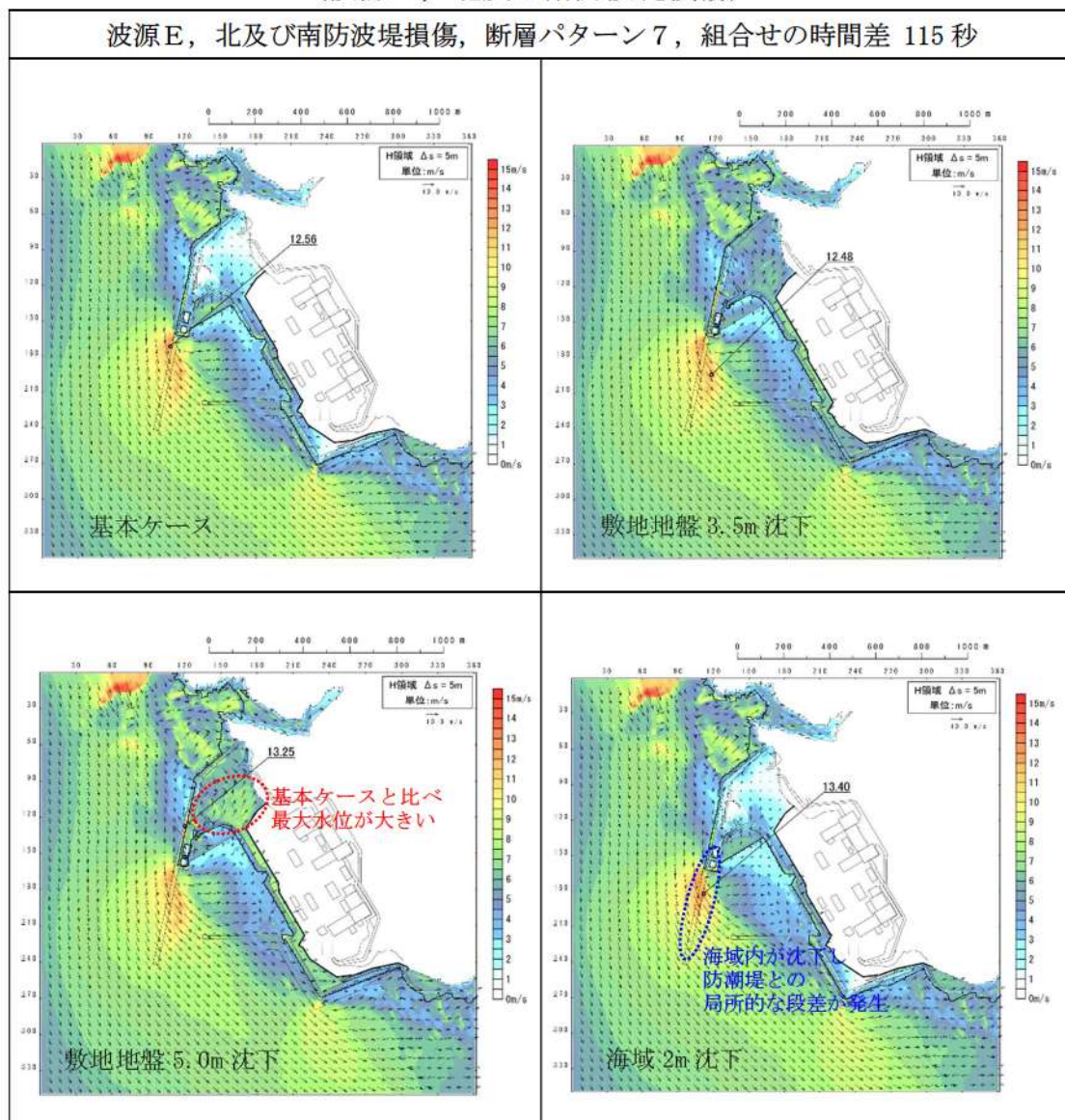


【考察】

- 基本ケースでは、北防波堤が存在していた中央部のやや港内側で最大流速が発生。
- 敷地沈下地形では、海域および防波堤が存在していた部分の沈下がなく、海底面の標高差等も生じないため、最大流速は基本ケースと同程度であった。
- 海域沈下地形では、港湾内が沈下するため防波堤が存在していた部分で局所的な標高差が生じ(防波堤が存在していた箇所の標高が局所的に高い)、防波堤があった場所を乗り越え港湾内に流入する際に流速が大きくなったと考えられる。

参考表 5-8 (2) 地形変化考慮による最大流速変化の考察
(波源 E, 北及び南防波堤損傷)

波源 E, 北及び南防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 115 秒

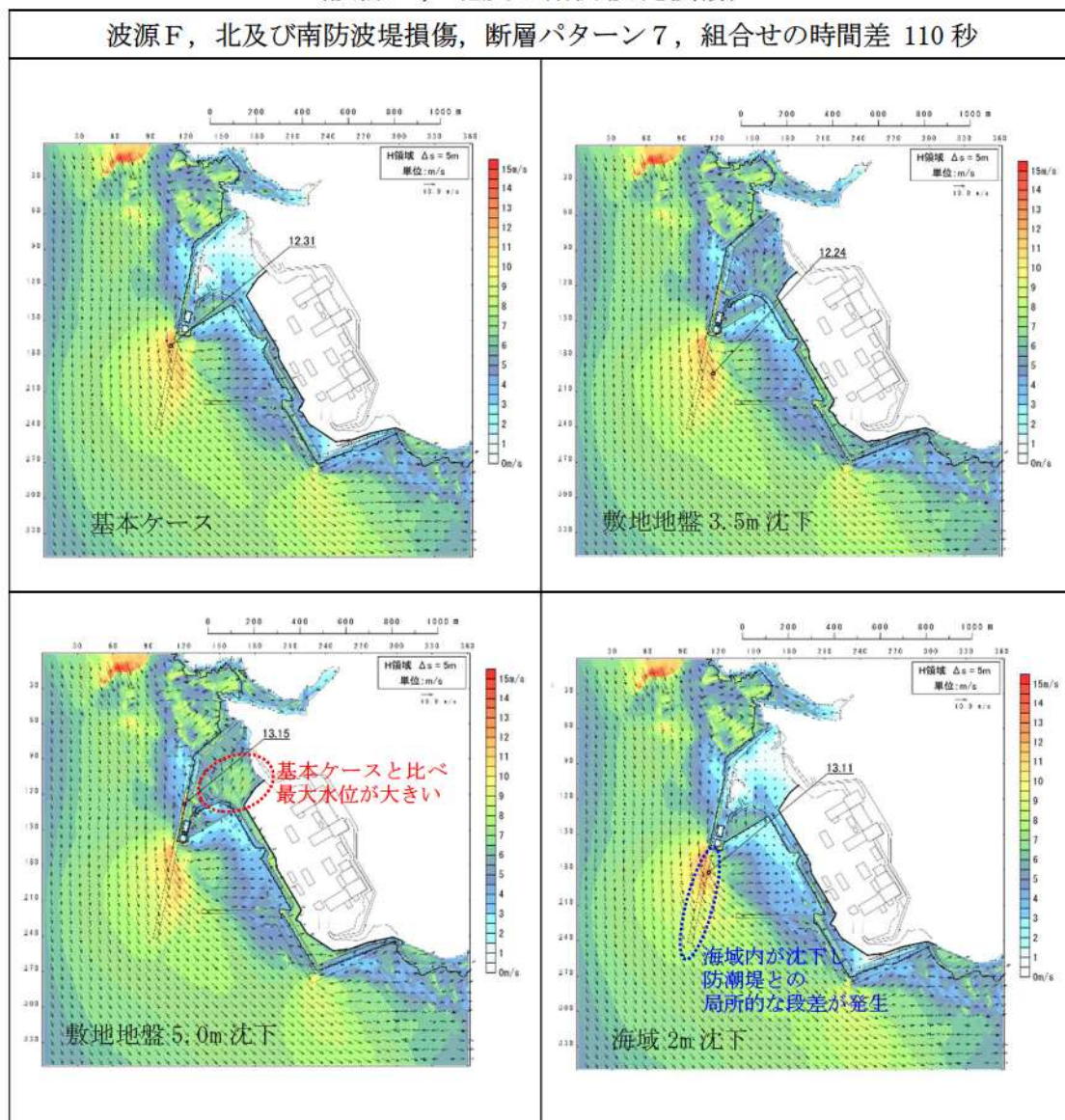


【考察】

- 基本ケースでは、北防波堤が存在していた防波堤基部付近で最大流速が発生。
- 敷地地盤 3.5m 沈下では、海域および防波堤が存在していた部分の沈下がなく、海底面の標高差等も生じないため、基本ケースの最大発生地点付近の最大流速は同程度。
- 敷地地盤 5.0m 沈下では、敷地が沈下したことにより敷地北側への津波の流入量が増加するため、放水口付近の敷地から海域に流出する際に流速が大きくなったと考えられる。
- 海域沈下地形では、港湾内が沈下するため防波堤が存在していた部分で局所的な標高差が生じ（防波堤が存在していた箇所の標高が局所的に高い）、防波堤があった場所を乗り越え港湾内に流入する際に流速が大きくなったと考えられる。

参考表 5 - 8 (3) 地形変化考慮による最大流速変化の考察
(波源 F, 北及び南防波堤損傷)

波源 F, 北及び南防波堤損傷, 断層パターン 7, 組合せの時間差 110 秒



【考察】

- 基本ケースでは、北防波堤が存在していた防波堤基部付近で最大流速が発生。
- 敷地沈下 3.5m 沈下では、海域および防波堤が存在していた部分の沈下がなく、海底面の標高差等も生じないため、基本ケースの最大発生地点付近の最大流速は同程度。
- 敷地地盤 5.0m 沈下では、敷地が沈下したことにより敷地北側への津波の流入量が増加するため、放水口付近の敷地から海域に流出する際に流速が大きくなったと考えられる。
- 海域沈下地形では、港湾内が沈下するため防波堤が存在していた部分で局所的な標高差が生じ（防波堤が存在していた箇所の標高が局所的に高い）、防波堤があった場所を乗り越え港湾内に流入する際に流速が大きくなったと考えられる。

参考表 5-8 (4) 地形変化考慮による最大流速変化の考察

追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

参考表 5-5 (5) 地形変化考慮による最大流速変化の考察

追而
(基準津波の審査を踏まえて記載する)

4. 考察まとめ及び影響要因の設定方針

(1) 津波高さ

a. 敷地地盤(陸域)5.0m 沈下

防潮堤前面においては「敷地地盤(陸域)5.0m 沈下, 波源E, 南防波堤損傷, 水位上昇量:15.96m」のケース, 3号取水口においては「敷地地盤(陸域)5.0m 沈下, 波源F, 北及び南防波堤損傷, 水位上昇量:13.62m」のケースで, 水位上昇量の最大値が認められた。特に, 防潮堤前面における「敷地地盤(陸域)5.0m 沈下, 波源E, 南防波堤損傷, 水位上昇量:15.96m」は, 「敷地地盤(陸域)5.0m 沈下」を考慮することで基本ケースよりも水位上昇量が+0.98mと大きく増加しており, その結果, 基本ケースにおいて水位上昇量が最大であった「基本ケース, 波源F, 北防波堤損傷, 水位上昇量:15.68m」と入れ替わって, 水位上昇量の最大値を示している。

これは, 敷地地盤(陸域)の沈下範囲に防波堤が含まれているため, 敷地地盤(陸域)が沈下することで防波堤による津波の港内への流入抑制効果が低減したことが要因と考えられる。

なお, 防波堤の損傷状態が津波高さに影響することは, 基準津波策定段階で確認しており, 防波堤の損傷により水位変動量が+4m以上となるケースが存在することも明らかとなっていたことから, 地形変化のうち防波堤損傷については, 基準津波策定に当たり影響要因として考慮済みである。

以上を踏まえ, 防潮堤前面及び3号取水口の津波高さに係る入力津波設定に当たっては, 「敷地地盤(陸域)5.0m 沈下」を影響要因として考慮することで, 「各入力津波設定位置における最大の津波高さ」を設定できる。

b. 敷地地盤(陸域)5.0m 沈下以外の地形変化

1, 2号取水口においては「地滑り地形①崩壊, 波源E, 北及び南防波堤損傷, 水位上昇量:12.78m」のケース, 放水口においては「土捨場の崩壊, 波源D, 防波堤損傷なし, 水位上昇量:10.93m」のケースで, 水位上昇量の最大値が認められた。

どちらも, 地形変化を考慮することで基本ケースと比べて水位上昇量が数cm増加しており, その増加量は大きくないものの, 基本ケースにおいて水位上昇量が最大であった「基本ケース, 波源E, 北及び南防波堤損傷, 水位上昇量:12.74m」及び「基本ケース, 波源D, 防波堤損傷なし, 水位上昇量:10.91m」から水位上昇量を更新することで, 最大値を示している。

したがって, 1, 2号取水口の津波高さに係る入力津波設定に当たっては「地滑り地形①」を, 放水口の津波高さに係る入力津波設定に当たっては「土捨場の崩壊」を影響要因として考慮することで, 「各入力津波設定位置におけ

る最大の津波高さ」を設定できる。

(2) 津波高さ以外（最大流速）

a. 敷地地盤(陸域)5.0m 沈下

定量的評価の結果、流速の最大値は「津波が防波堤の先端部を回り込む際」に発生していることが明らかとなった。これは、防波堤が津波の流れを遮ることで、港湾の内外で水位差が生じ、津波が回り込む際の流速が増加したものと考えられる。前述のとおり、敷地地盤(陸域)の沈下範囲に防波堤が含まれているため、敷地地盤(陸域)の沈下により防波堤が津波を遮る効果が低下することから、「敷地地盤(陸域)5.0m 沈下」により流速が速くなるとは考えられず、入力津波設定における影響要因として考慮しない。

b. 敷地地盤(陸域)5.0m 沈下以外の地形変化

最大流速については「敷地前面海底地盤(海域)2.0m 沈下、波源D、防波堤損傷なし、最大流速：17.69m/s」で最大値が認められた。これは、敷地前面海底地盤(海域)2.0m 沈下を考慮することで基本ケースと比べて最大流速が0.12m/s 増加しており、その増加量は大きくないものの、基本ケースにおいて最大流速が最大であった「基本ケース、波源D、防波堤損傷なし、最大流速：17.57m/s」から最大流速を更新することで、最大値を示している。要因としては、敷地前面海底地盤(海域)の沈下により港湾内の標高が下がり、沈下範囲外との境界部において局所的な標高差が生じたことで、港湾内への流入時に流速がわずかに大きくなったものと考えられる。

以上を踏まえ、入力津波設定に当たり「敷地前面海底地盤(海域)2.0m 沈下」を影響要因として考慮することで、流速の最大値を設定できる。

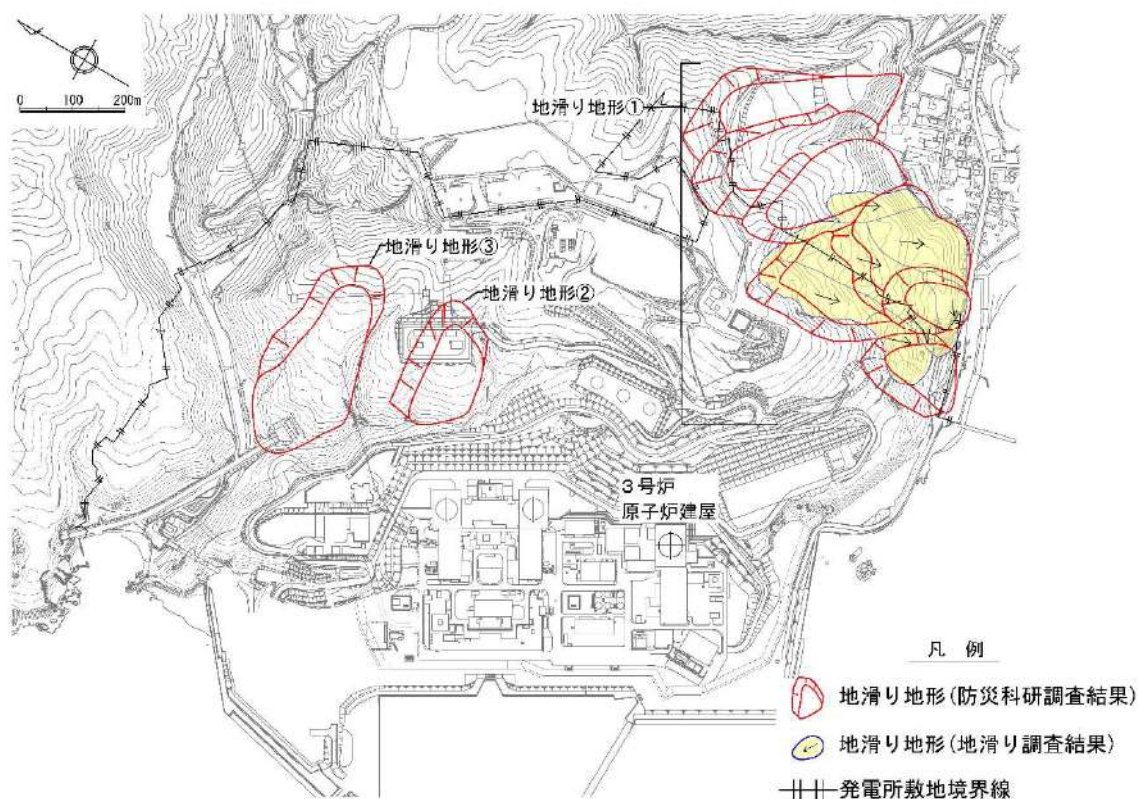
(3) 津波高さ以外（流況）

定量的評価の結果、防波堤の損傷を除くすべての地形変化について、流況（流向・流速）への影響がないことが確認できたことから、流況に係る入力津波の設定に当たっては「防波堤の損傷」を除く地形変化は影響要因として考慮しない。

6条における地滑り地形②の調査結果について

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22年）では、泊発電所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」）。抽出された地滑り地形及び防災科研調査の地滑り地形を合わせて参考図6-1に示す。

ここでは、防災科研調査により抽出された地滑り地形②について、6条にて整理した机上調査及び現地調査による詳細検討の結果を示す。



参考図 6-1 泊発電所周辺の地滑り地形位置図

1. 地滑り地形②

1.1 地形判読

地滑り地形②周辺の、防災科研調査が判読に使用した空中写真（撮影縮尺4万分の1，1965年撮影）を参考図6-2に示す。地滑り調査で判読に使用した等高線図（原縮尺：2千分の1）を参考図6-3に、2種類の空中写真（「撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影」及び「撮影縮尺：4万分の1，1947年撮影」）を参考

図 6-4 及び参考図 6-5 に示す。

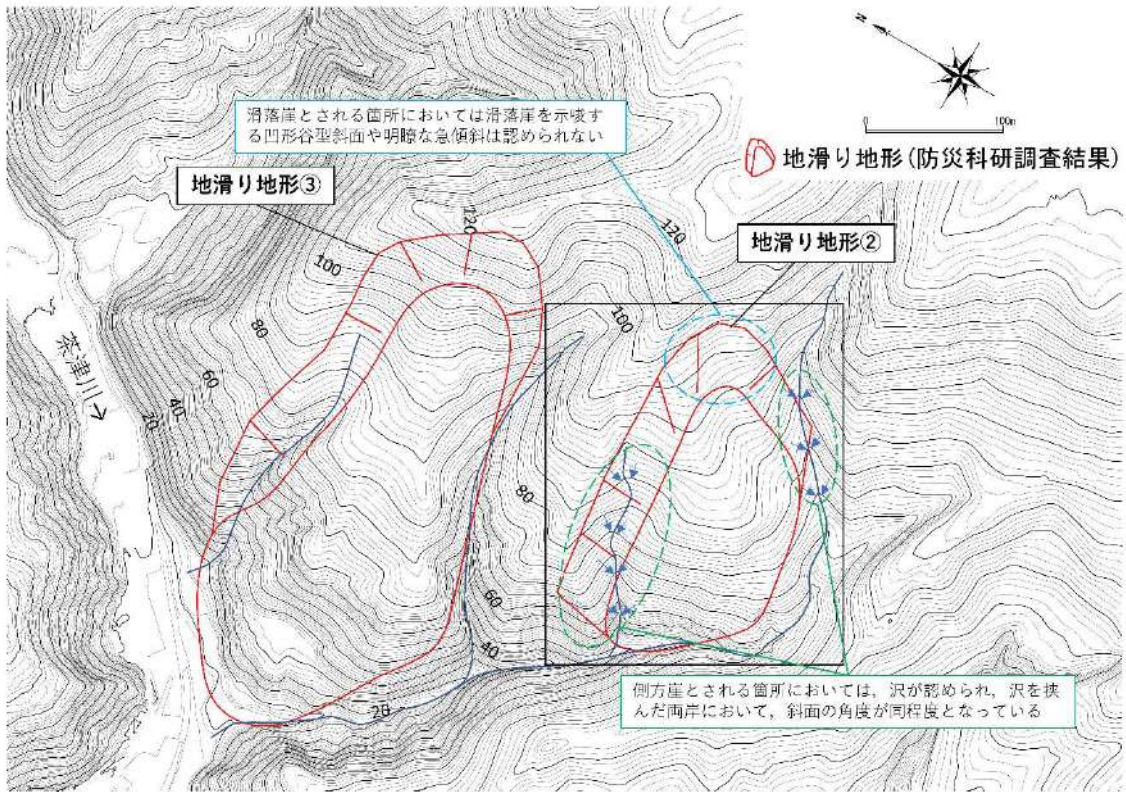
地滑り地形②は、発電所北部にある西向き斜面で標高約 50～100m の緩斜面をなす。周囲を沢に囲まれており、西向き尾根からなる。

地形判読の結果、地滑りを示唆する地形的特徴は認められない。

また、防災科研調査において地滑り地形とされる範囲のうち、滑落崖とされる箇所においては滑落崖を示唆する凹形谷型斜面や明瞭な急傾斜は認められない(参考図 6-3 青枠)。側方崖とされる箇所においては、沢が認められ、その沢を挟んだ兩岸において、斜面の角度が同程度となっており、側方崖を示唆する特徴である、地滑り土塊とされる箇所に向かう明瞭な急傾斜は認められない(参考図 6-3 緑枠)。



参考図6-2 防災科研調査が判読に用いた地滑り地形②周辺の空中写真
(撮影縮尺 4 万分の 1, 1965年撮影)





参考図 6-5 地滑り地形②周辺の空中写真(撮影縮尺：4万分の1，1947年撮影)

1.2 現地調査

地滑り地形②周辺の調査位置図及び状況写真を参考図 6-6 に示す。

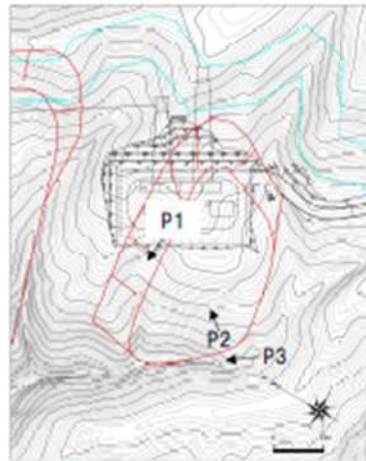
現地調査の結果，防災科研調査において側方崖とされる箇所には西向きの沢が発達しており，沢を挟んだ両岸において，斜面の角度が同程度となっており，側方崖を示唆する特徴である，地滑り土塊とされる箇所に向かう明瞭な急傾斜は認められない（参考図 6-6 P1）。



防災科研調査において地滑り土塊とされる箇所は一様な斜面であり，地滑り土塊を示唆する凹凸に富む緩斜面は認められない（参考図 6-6 P2）。この斜面の西側端部付近には，北西向きの沢が分布している。この沢を挟んだ両岸において，斜面の角度が同程度であり，地滑り土塊末端部を示唆する先端部の押し出しは認められない（参考図 6-6 P3）。

防災科研調査において地滑り土塊末端部とされる箇所及びその付近の沢においては，堅硬な岩盤が認められる（参考図 6-6 P4 及び P5）。

防災科研調査において地滑り土塊とされる箇所の周囲に湧水は認められない。

なお，防災科研調査において滑落崖とされる範囲及び地滑り土塊とされる範囲の上部は，開閉所造成のための人工改変により，切取法面となっている。現地調査の結果，法面及び開閉所周回道路に地滑りを示唆する変状（法面のはらみ出しや縁石及びフェンスのずれを伴うクラック）は認められない（参考図 6-6 P6）。



凡例
 地滑り地形(防災科研調査結果)
 防火帯



P1 防災科研調査において側方崖とされる斜面の状況
 沢を挟んだ兩岸において、斜面の角度が同程度となっており、側方崖を示唆する特徴である。地滑り土塊とされる箇所に向かう明瞭な急傾斜は認められない。

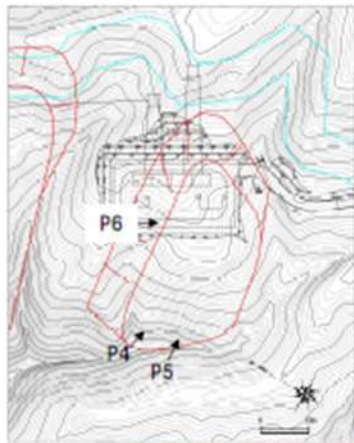



P2 防災科研調査において地滑り土塊とされる斜面の状況
 一様な斜面であり、地滑り土塊を示唆する凹凸に富む緩斜面は認められない。



P3 防災科研調査において地滑り土塊末端部とされる箇所の状況
 沢を挟んだ兩岸において斜面の角度が同程度であり、地滑り土塊末端部を示唆する先端部の押し出しは認められない。

参考図 6-6 地滑り地形②周辺の調査位置図及び状況写真



凡例
 地滑り地形(防災科研調査結果)
 防火帯



P4 防災科研調査において地滑り土塊とされる箇所の露岩状況
 堅硬な岩盤(凝灰角礫岩)が認められる。



P5 防災科研調査において地滑り土塊末端部とされる箇所付近の沢の露岩状況
 堅硬な岩盤(凝灰角礫岩)が認められる。



← 防災科研調査において
 示される側方崖と地滑り
 土塊の境界

P6 開閉所周回道路の状況
 防災科研調査において示される側方崖と地滑り土塊の境界に当たる。
 当該箇所付近に地滑りを示唆する変状(緑石及びフェンスのずれ)は認められない。

参考図 6-6 (前頁からの続き) 地滑り地形②周辺の調査位置図及び状況写真

1.3 まとめ

地滑り地形②について地形判読及び現地調査の結果、地滑りを示唆する地形的特徴、地質的特徴及び水文的特徴が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。

なお、地滑り地形②は周囲を沢に囲まれていることから、沢の侵食によって形成された地形と考えられる。

【参考文献】

- 1) 原子力規制委員会 (2021) : 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド, 原子力規制委員会, 平成25年6月.
 - 2) 土木学会(2016) : 原子力発電所の津波評価技術 2016, 公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会
 - 3) 原子力安全基盤機構(2014) : 確率論的手法に基づく基準津波算定手引き, p. 84, 独立行政法人原子力安全基盤機構
 - 4) 国土交通省ほか(2012) : 津波浸水想定の設定の手引き, p. 31, 国土交通省水管理・国土保全局海岸室ほか
 - 5) 羽鳥徳太郎 (1994) : 1993 北海道南西沖地震津波の規模および波源域, 地震第2輯, 第47巻, pp. 1-7.
 - 6) 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫 (1998) : GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸工学論文集, 第45巻, pp. 356-360.
 - 7) Mansinha, L. and Smylie, D. E. (1971) : The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 61, No. 5, pp. 1433-1440.
 - 8) Ishihara and Yoshimine (1992) : Evaluation Of Settlements In Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes , Soils and Foundations Vol. 32.
 - 9) 海野寿康・風間基樹・渦岡良介・仙頭紀明 (2006) : 同一繰返しせん断履歴における乾燥砂と飽和砂の体積収縮量の関係, 土木学会論文集C, Vol. 62.
 - 10) 土木学会 (2018) : 水理公式集 (2018年版) , P605
 - 11) 防災科学研究所 (2010) : 地すべり地形分布図 第45集「岩内」, 国立開発法人防災科学技術研究所
 - 12) 国土交通省 (2012) : 津波防災地域づくりに係る技術検討報告書, 津波防災地域づくりに係る技術検討会, 平成24年1月27日.
 - 13) 宅地防災研究会 : 第三次改訂版宅地防災マニュアルの解説, 令和4年2月25日.
 - 14) 全国農地海岸保全協会ほか : 海岸保全施設の技術上の基準・同解説, 平成30年8月.
 - 15) 公益社団法人日本港湾協会 : 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 平成19年.
 - 16) FLIP 研究会 : FLIP 研究会 14年間の検討結果のまとめ(事例編).
 - 17) 沿岸開発技術研究センター : 埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版), 平成9年.
- (web)
- 18) 地理院地図 GIS Maps : <https://maps.gsi.go.jp/>
 - 19) ガスパイプライン安全基準検討会報告, 経済産業省:

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/shingikai/700/3/700_3_index.html

20) 防災科学技術研究所 地震ハザードステーション:<https://www.j-shis.bosai.go.jp/>

管路解析の詳細について

1. はじめに

外海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解析を以下の基準津波を入力波形として計算を実施した。

- 3号炉取水路（上昇側）：波源B，波源E，波源F
 1，2号取水路（上昇側）：波源C，波源E，波源G，波源H
 放水路（上昇側）：波源D
 3号炉取水路（下降側）：

追而

2. 管路解析に基づく評価

管路解析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。

管路解析の計算条件を表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2-1～図2-9に示す。また，基礎方程式等の数値計算手法は，土木学会(2016)に基づき次頁以降に示すとおりとする。

取水経路・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うこととする。

管路解析モデルを図3-1～図3-4，モデル設定の考え方を表3-1～表3-4に示す。

管路解析は，取水口・放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として実施する。

なお，放水施設に関しては放水池周辺の津波水位が放水池天端を上回ることから，放水池周辺から放水池内への流入も考慮する。入力条件とする水位の抽出位置，放水池断面図を図4及び図5に示す。放水口及び放水池の評価範囲は，放水口及び放

水池前面位置として設定し，3号炉取水口及び1，2号炉取水口の評価範囲は，最大水位下降量を評価できるよう，最大水位下降量よりも水深が深くなる範囲まで評価範囲としている。入力波形については，上記の評価範囲の中で最大の水位変動量となる波形を抽出している。

表4～表7及び図6～図10に管路解析モデルに用いた各損失を示す。また，表8-1～表8-4に各取放水施設の損失水頭表の整理結果，図11-1～図11-4に損失水頭発生位置を示す。

水位上昇側の評価結果を表9-1～表9-2に，水位下降側の評価結果を表10に示す。また，基準津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図12及び図13に示す。

表1 条件設定

	計算条件
1	貝付着の有無
2	スクリーン損失の有無※ ※取水施設のみを対象

表2 管路解析における計算条件

項目	計算条件
計算領域	【取水施設】 1号及び2号炉 取水口～取水路～取水ピット※1 3号炉 取水口～取水路～取水ピット 【放水施設】 1号及び2号炉 放水口～放水路～放水ピット※2 3号炉 放水口～放水路～放水ピット
計算時間間隔	0.005 秒
取水ピット側境界条件 (ポンプ取水量)	1号及び2号炉：4.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0m ³ /s) ※1 3号炉：2.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0m ³ /s)
放水ピット側境界条件 (ポンプ放流量)	1号及び2号炉：4.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0m ³ /s) ※2 3号炉：2.0m ³ /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)：0.014m ^{-1/3} ・s ※3 (貝付着あり)：0.020m ^{-1/3} ・s ※3 【放水施設】 (貝付着なし)：0.014m ^{-1/3} ・s ※3 (貝付着あり)：0.020m ^{-1/3} ・s ※3
貝の付着代	点検結果を踏まえ 10cm 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(1987)：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：期望平均満潮位 T.P. 0.26m に潮位のばらつき +0.14m, 泊発電所と 岩内港の潮位差 +0.01m を考慮 水位下降側：期望平均干潮位 T.P. -0.14m に潮位のばらつき -0.19m を考慮
地殻変動条件	水位上昇側：基準地震動に伴う地殻変動による 追面 m の沈降及び津波波源の地 震動に伴う地殻変動による 0.21m の沈降の合計である 追面 m の沈降を考慮す る。 水位下降側：基準地震動に伴う地殻変動による 追面 m の隆起及び津波波源の地 震動に伴う地殻変動による 追面 m の隆起の合計である 追面 m の隆起を考慮す る。
計算時間	地震発生後 3 時間まで

※1：1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、計算条件は、必要に応じて見直す。

※2：1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、計算条件は、必要に応じて見直す。

※3：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-に基づき設定。

※基礎方程式

管路解析では、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

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

ここに、 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 ：マンニングの粗度係数、 R ：径深
 Δx ：水路の流れ方向の長さ、 f ：局所損失係数

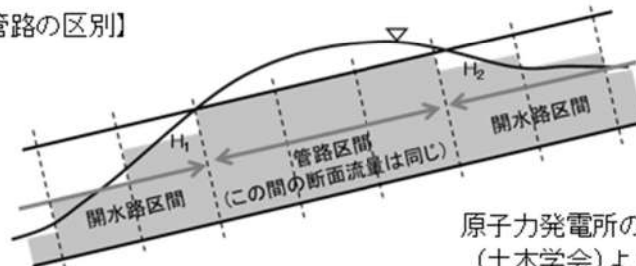
【水槽及び立坑部】

・連続式

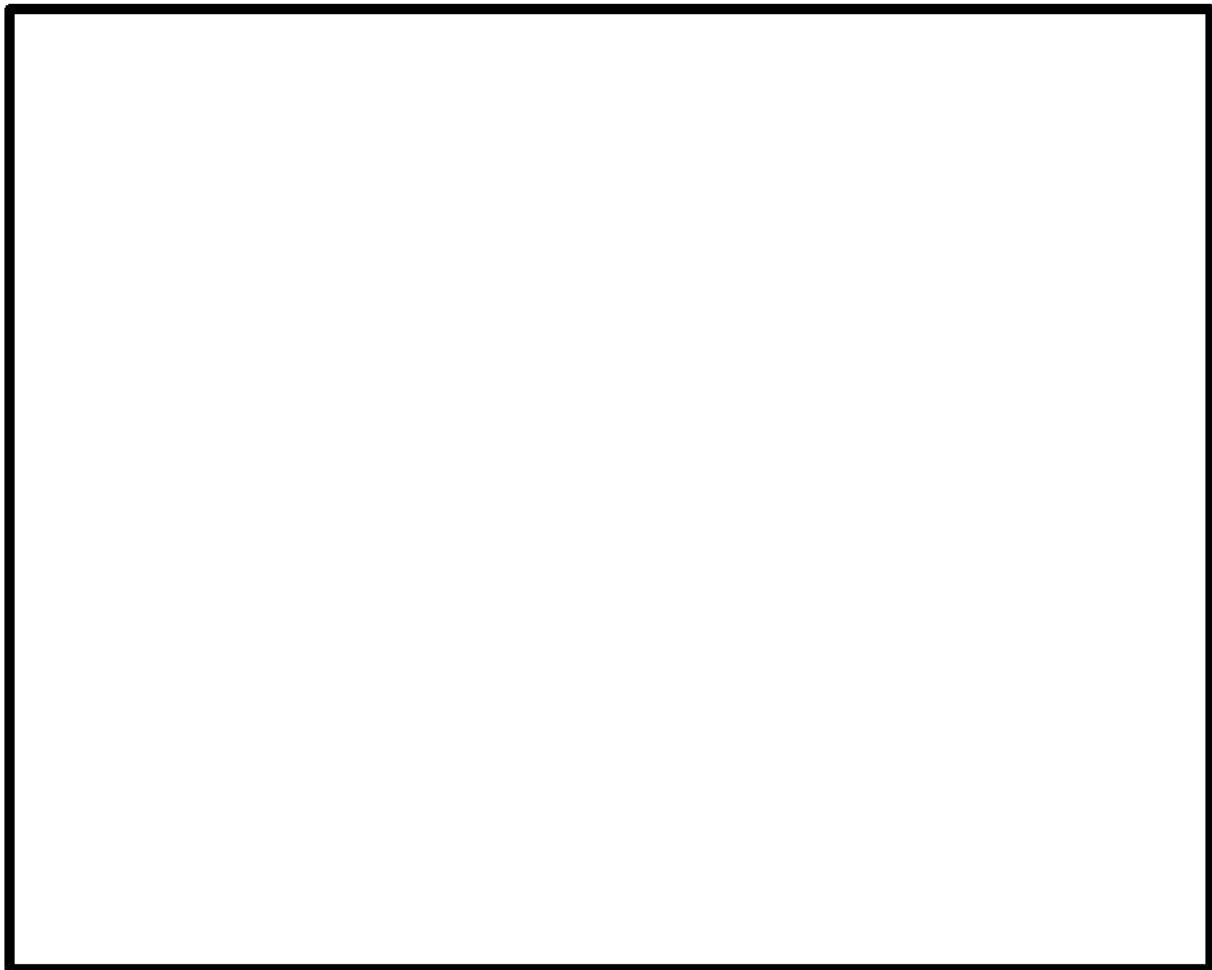
$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

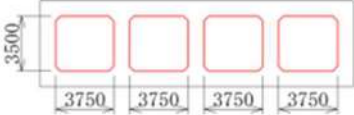
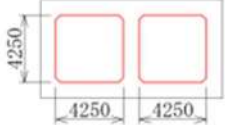
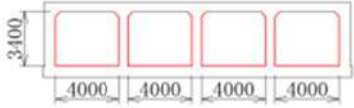

ここに、 A_p ：水槽の平面積（水位の関数となる）、 H_p ：水槽水位
 Q_s ：水槽へ流入する流量の総和、 t ：時間

【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号及び2号炉取水路 A-A断面	
3号炉取水路 B-B断面	
1号及び2号炉放水路 C-C断面	
3号炉放水路 D-D断面	

－ 貝付着考慮範囲

※ 1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり，必要に応じて見直す。

図1 貝付着考慮範囲

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条－別添1－添付5－5



図 2 - 1 1号及び2号炉取水施設平面図



図 2 - 2 1号及び2号炉取水施設断面図

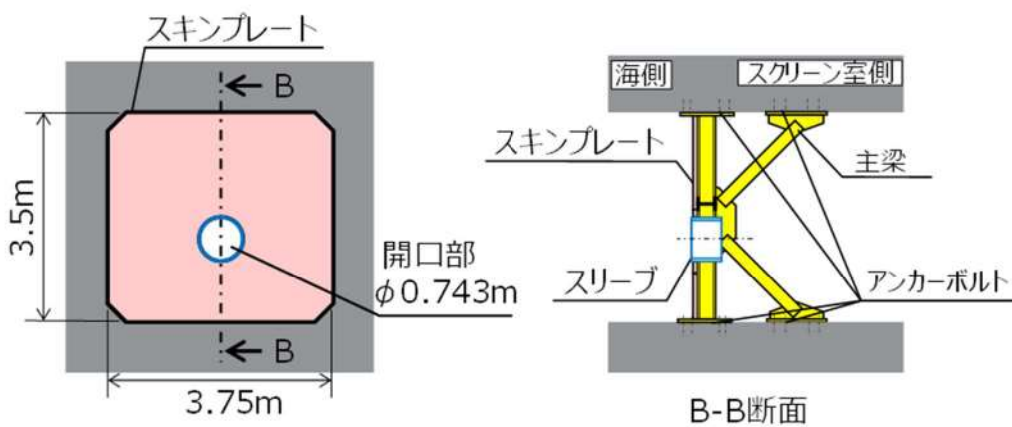


図 2 - 3 1号及び2号炉取水路流路縮小工概念図


枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 2 - 4 3号炉取水施設平面図



図 2 - 5 3号炉取水施設断面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条-別添1-添付5-7

追而
(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり, 詳細は今後記載する)

図2-6 1号及び2号炉放水施設平面図

追而
(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり, 詳細は今後記載する)

図2-7 1号及び2号炉放水施設断面図



図 2 - 8 3号炉放水施設平面図



図 2 - 9 3号炉放水施設断面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条-別添1-添付5-9

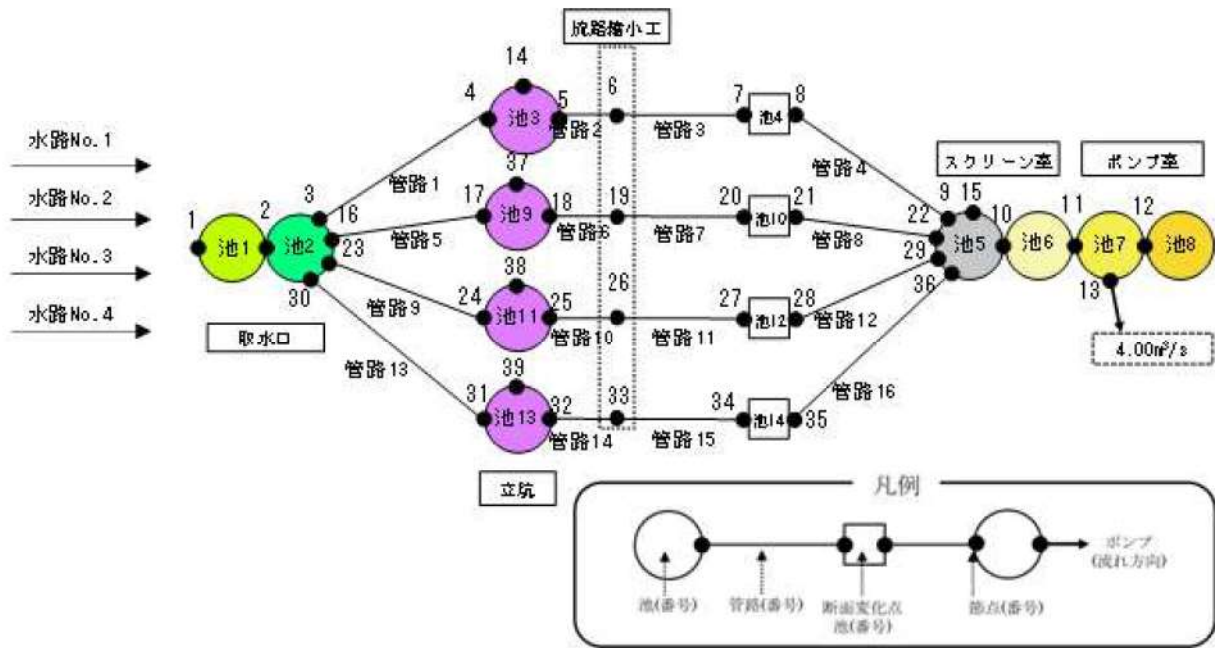


図 3-1 1号及び2号炉取水施設の管路解析モデル図

表 3-1 1号及び2号炉取水施設のモデル設定の考え方

箇所	設定の考え方
取水口	池 1, 2 貯留堰による水位差を再現するため、池 1 と池 2 に分けて設定している。 池 1 は取水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与えている。
立坑	池 3, 9, 11, 13 -
断面変化点	池 4, 10, 12, 14 断面変化点として、池を設定している。
流路縮小工	節点 6, 19, 26, 33 流路縮小工の水路形状はモデル化せず、流路縮小工による急縮・急拡および摩擦損失を、流路縮小工設置位置となる節点に断面換算した損失係数として考慮している。
スクリーン室及びポンプ室	池 5, 6, 7, 8 スクリーン室及びポンプ室内の各地点の評価を詳細に行うため、池 5 ～池 8 に分けて設定している。 なお、トラッシュピットは池 5 の中で考慮している。

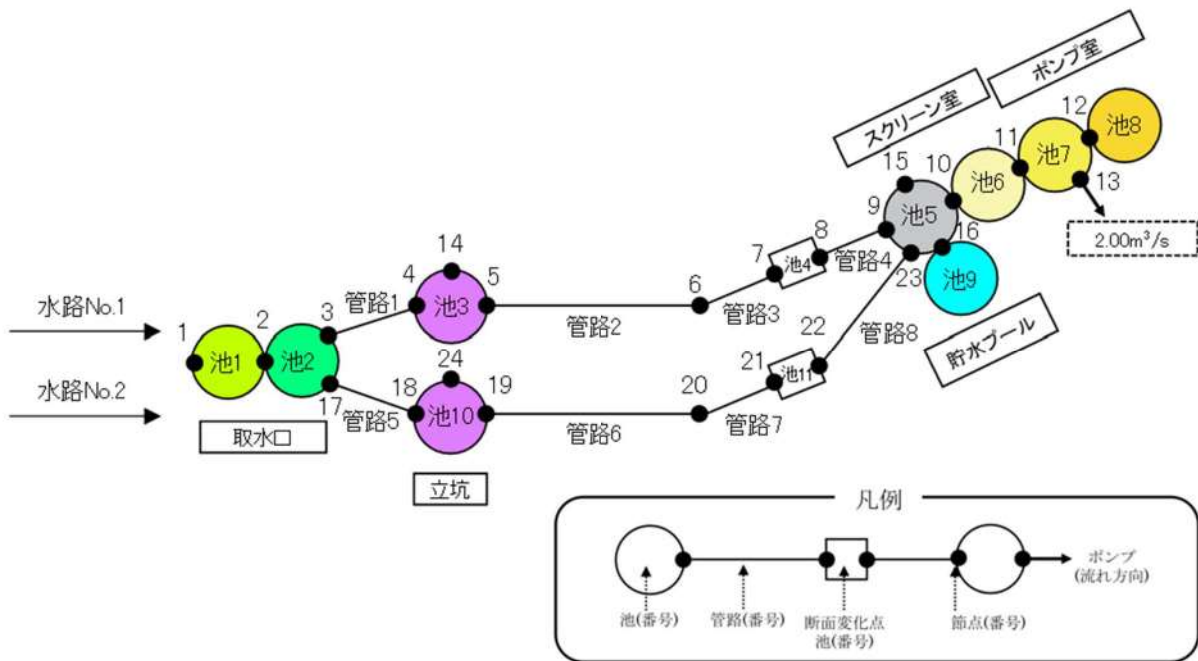


図3-2 3号炉取水施設の管路解析モデル図

表3-2 3号炉取水施設のモデル設定の考え方

箇所	設定の考え方
取水口	池1, 2 貯留堰による水位差を再現するため、池1と池2に分けて設定している。 池1は取水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与えている。
立坑	池3, 10 -
断面変化点	池4, 11 断面変化点として、池を設定している。
スクリーン室及びポンプ室	池5, 6, 7, 8 スクリーン室及びポンプ室内の各地点の評価を詳細に行うため、池5～池8に分けて設定している。 なお、トラッシュピットは池5の中で考慮している。
貯水プール	池9 <水位上昇時> スクリーン室(池5)の水位が上昇し、I.P.10.3mを超えた直後、貯水プール(池9)のI.P.10.3m以深に流入する。その後、貯水プール(池9)の水位がI.P.10.3mに到達した場合は、スクリーン室(池5)及び貯水プール(池9)の水位がI.P.10.3mから同時に上昇する(取水ピットスクリーン室防水壁内)設定としている。 <水位下降時> I.P.10.3mに到達するまでは、スクリーン室(池5)及び貯水プール(池9)の水位が同時に下降し、その後、スクリーン室(池5)のみの水位がI.P.10.3m以深まで下降する。このとき、以下に示す排水管をモデル化せず、貯水プール(池9)の水位はI.P.10.3mのまま下降しない設定とすることで、保守的な評価条件としている。
貯水プールから取水ピットスクリーン室へと繋がる排水管	- 排水管仕様・ルートについては検討中であるが、取水ピットスクリーン室(池5)の鉛直方向の開口面積と比較して、十分に小さい設計とする。 そのため、排水管からの津波の流入の影響は十分に小さく、評価結果に影響しないと考えられるため、排水管はモデル化しない。

追而
(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり, 詳細は今後記載する)

図3-3 1号及び2号炉放水施設の管路解析モデル図

表3-3 1号及び2号炉放水施設のモデル設定の考え方

追而
(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり, 詳細は今後記載する)

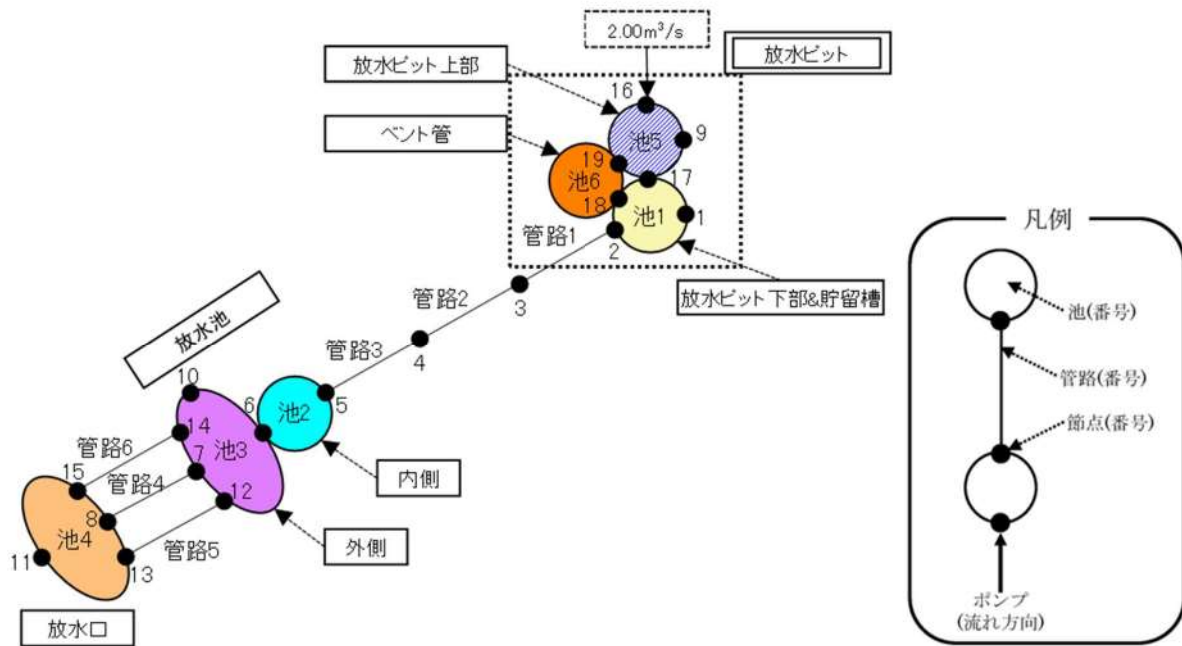
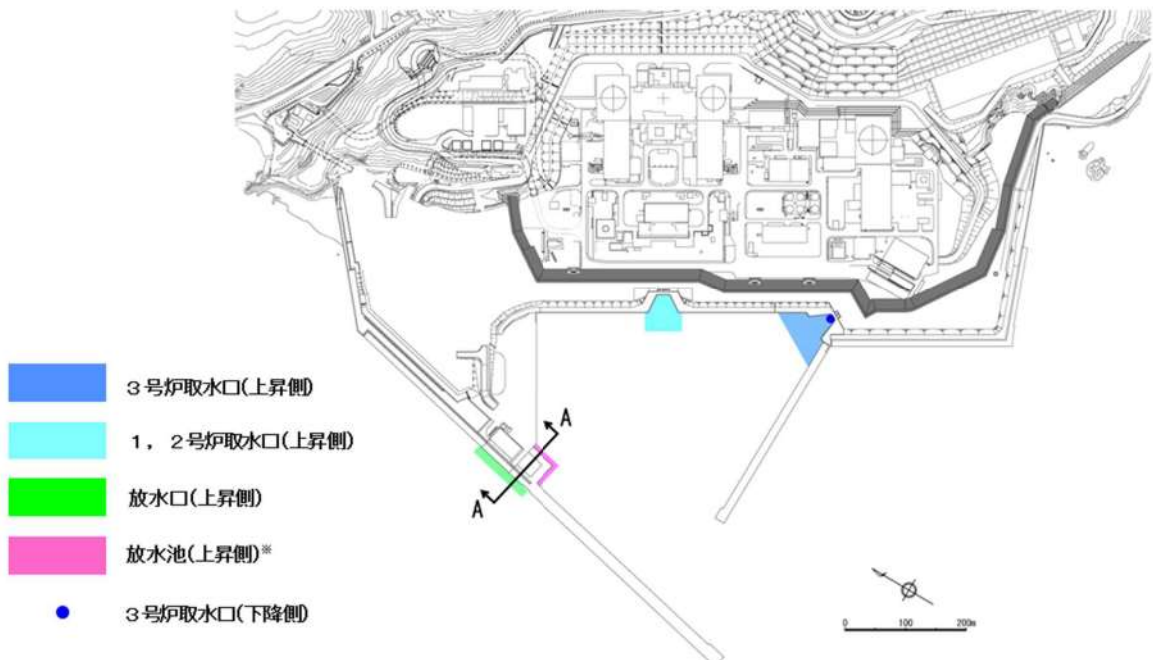


図 3-4 3号炉放水施設の管路解析モデル図

表 3-4 3号炉放水施設のモデル設定の考え方

箇所		設定の考え方
放水口	池 4	放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与える。
放水池	池 2, 3	放水池内側と放水池外側の間にある堰による水位差を再現するため、池 2 と池 3 に分けて設定している。
放水ピット (3号炉放水ピット流路縮小工)	池 1, 5	放水ピット下部～開口部～貯留槽を池 1, 放水ピット上部を池 5 として設定する。
3号炉放水ピット流路縮小工におけるベント管	池 6	ベント管はφ0.4m の2本を想定しているが、解析モデルでは1つの池モデルとして取り扱う。



※港内から放水池への入力波形抽出範囲は、放水池への津波流入方向を考慮し、放水池近傍の海域として設定した。

図4 入力波形の抽出位置

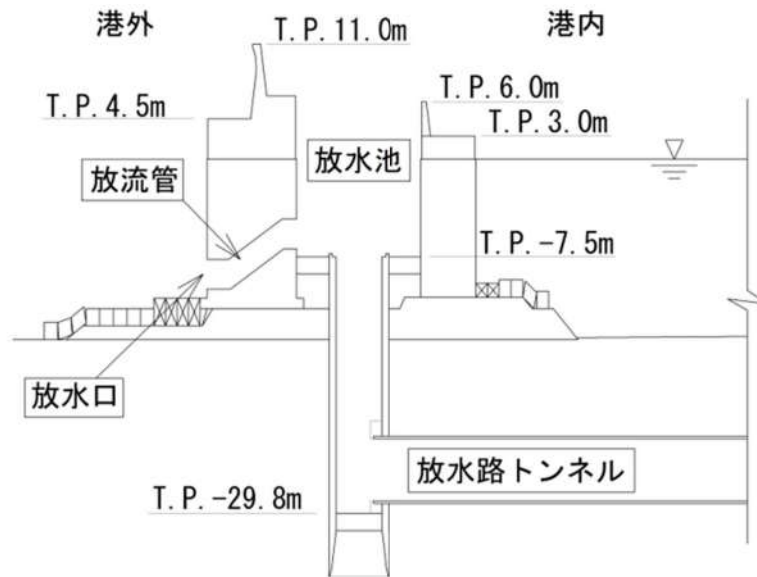


図5 放水池断面図 (A-A 断面)

表4 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	f_e : 流入損失係数 (管路断面による値) V : 管内流速 (m/s)	土木学会 (1999) p.374-375 【図 6 参照】
流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	f_o : 流出損失係数 = 1.0 V : 管内流速 (m/s)	土木学会 (1999) p.375
摩擦損失	$h_f = n^2 \cdot V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	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)	電力土木技術協会 (1995) p.788, 806, 829 【表 5 及び表 6 参照】
急拡損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	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)	電力土木技術協会 (1995) p.829
急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{sc} : 急縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 急縮後の平均流速 (m/s)	電力土木技術協会 (1995) p.829-830 【表 7 参照】
漸拡損失	$h_{ge} = f_{ge} \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g}$	f_{ge} : 漸拡損失係数 (管路断面による値) A_1 : 漸拡前の管断面積 (m ²) A_2 : 漸拡後の管断面積 (m ²) V_1 : 漸拡前の平均流速 (m/s)	電力土木技術協会 (1995) p.830 【図 7 参照】
漸縮損失	$h_{gc} = f_{gc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{gc} : 漸縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 漸縮後の平均流速 (m/s)	千秋 (1967) p.83-84 【図 8 参照】
屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	f_{be} : 屈折損失係数 V : 管内流速 (m/s) θ : 屈折角 (°)	千秋 (1967) p.88 【図 9 参照】
曲がり損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \left(\frac{D}{\rho}\right)^{7/2}$ $f_{b2} = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{1/2}$	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 (90° の場合) 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 V : 管内平均流速 (m/s) θ : 曲がり中心角 (°)	千秋 (1967) p.86-87 【図 10 参照】
可動式スクリーン損失	$h_{ec} = f_{ec} \frac{V_0^2}{2g}$	f_{ec} : 管内オリフィスの損失係数 V_0 : オリフィス通過流速 (m/s)	電力土木技術協会 (1995) p.832-833

※引用文献を以下に示す

- ・ 土木学会 (1999) : 土木学会水理公式集 (平成 11 年版)
- ・ 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 (1967) : 発電水力演習

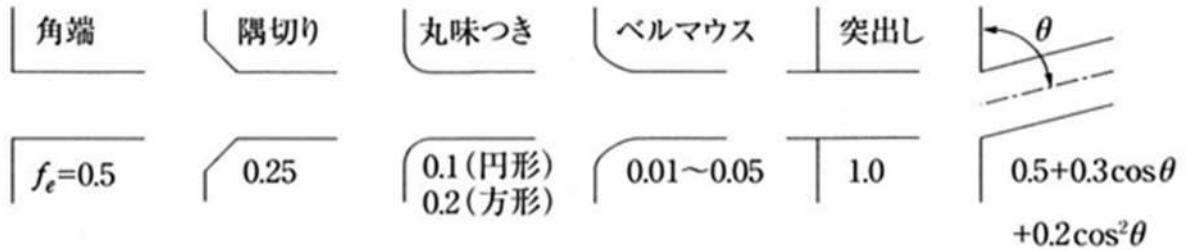


図6 入口形状と損失係数
(土木学会(1999)p. 375)

表5 取水路の貝等の付着代と粗度係数
(電力土木技術協会(1995)p. 788)

取水路の形式	断面流速	貝等の付着代	粗度係数
暗渠	0.8~2.2m/s	0~20cm (0, 5, 10cmが多い)	0.014~0.027 (0.015, 0.020が多い)
管路	2.0~3.6m/s	0~10cm	0.015~0.018

表6 放水路の貝等の付着代と粗度係数
(電力土木技術協会(1995)p. 806)

取水路の形式	断面流速	貝等の付着代	粗度係数
暗渠	1.6~3.6m/s	0~20cm (0cmが多い)	0.014~0.027
トンネル	1.8~3.0m/s	0~20cm (0cmが多い)	0.014~0.027

表7 急縮損失係数
(電力土木技術協会(1995)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

D_1, D_2 : 急縮前後の管路の径(m)

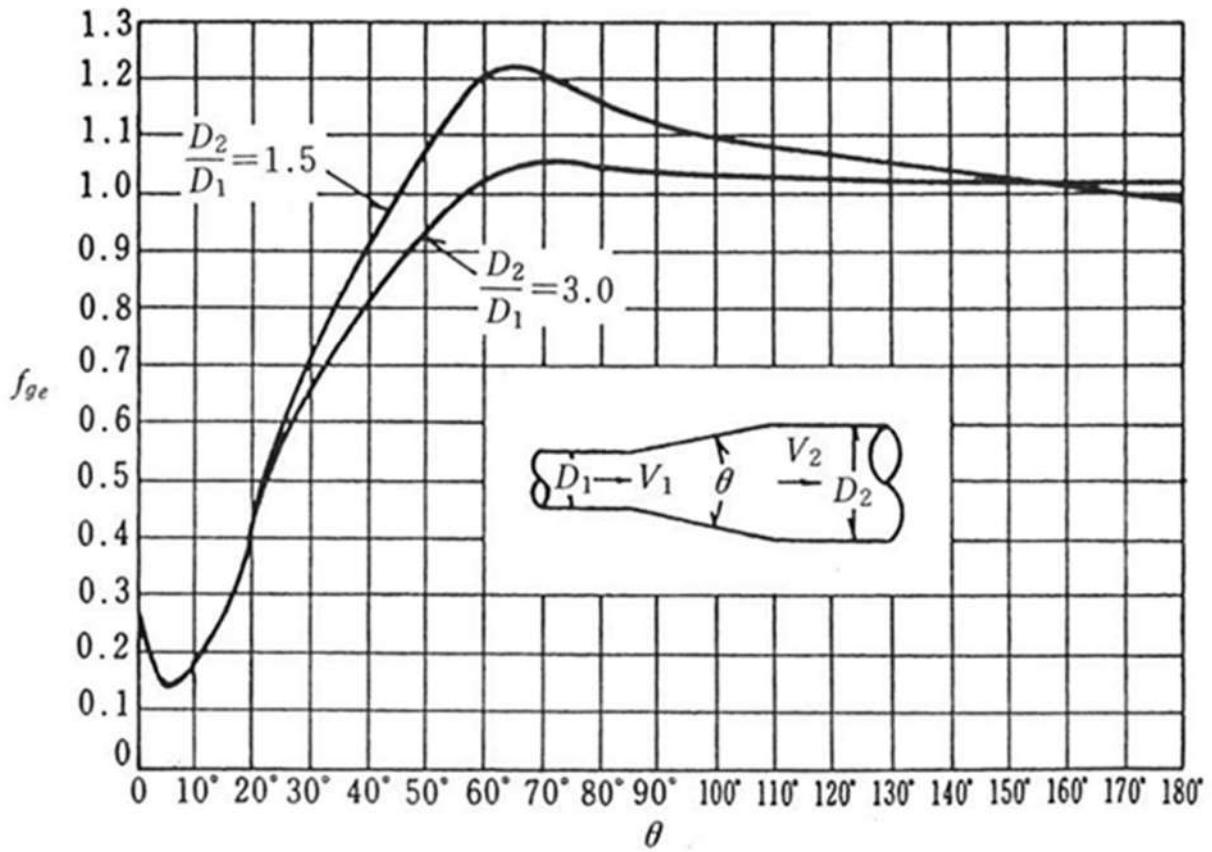


図7 漸拡損失係数
(電力土木技術協会(1995)p. 830)

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。)

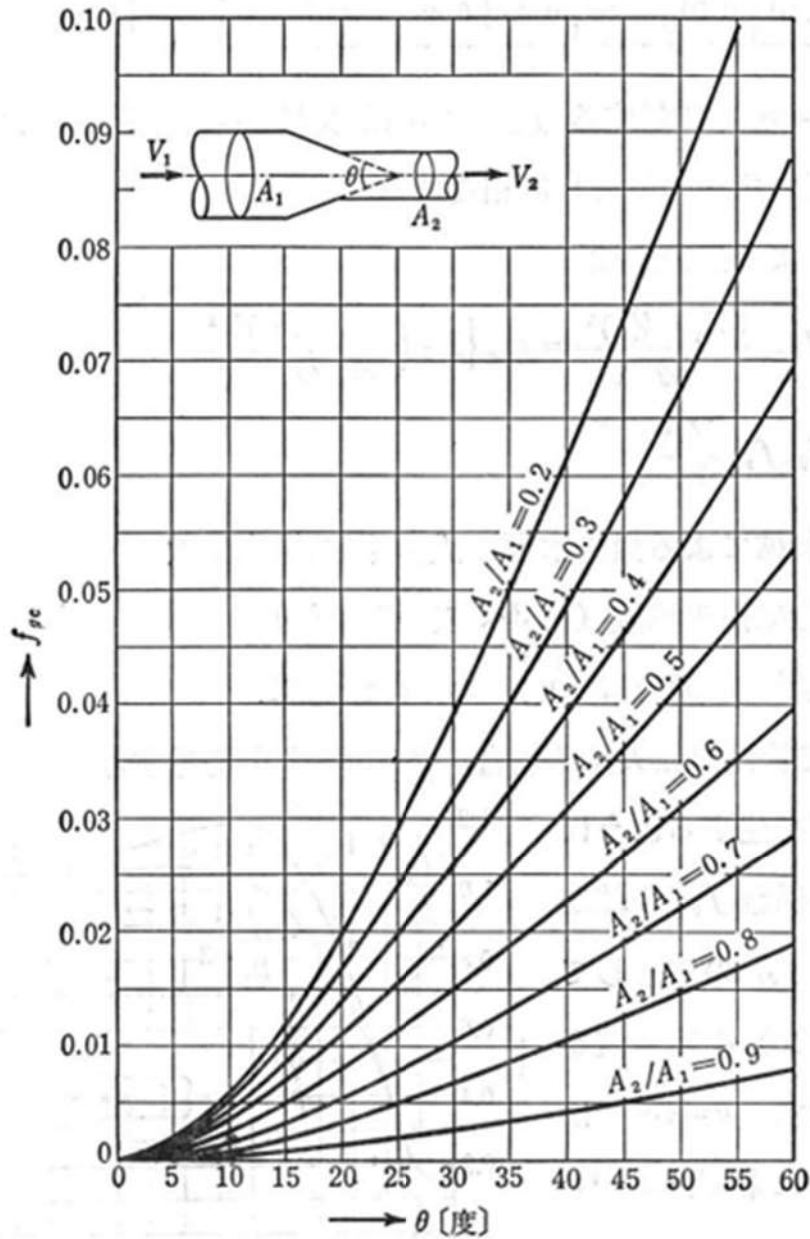


図8 漸縮損失係数
(千秋(1967)p. 84)

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。)

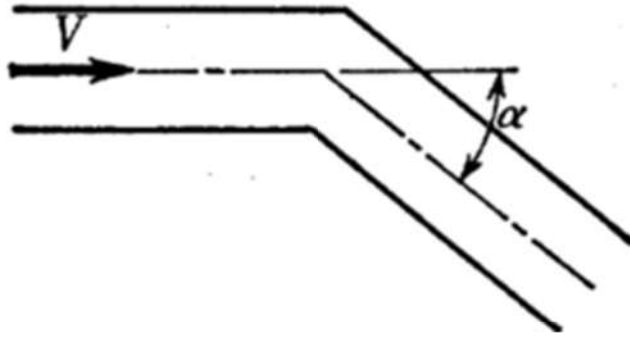


図9 屈折角
(千秋(1967)p. 88)

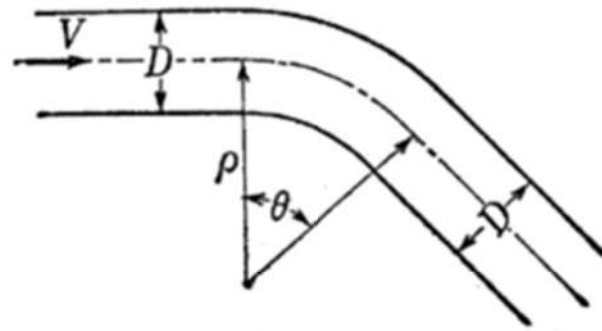


図10 曲がり, 曲率半径
(千秋(1967)p. 87)

● : 追而

表 8-1 1号及び2号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し, スクリーンによる損失あり)

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	水路No.1, No.4		水路No.2, No.3		
						損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
貯留堰	4.000	①堰	越流係数	1.550	97.200	0.00010	節点2	0.00010	節点2	
			堰幅(m)	32.400						
			定数 γ	2.600						
取水口	1.000	②漸縮 ^{※3}	F	0.058	35.000	0.00000	節点3,30	0.00000	節点16,23	
		③急縮 ^{※3}	F	0.288	12.945	0.00009	節点3,30	0.00009	節点16,23	
取水路	1.000	④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.945	0.00001	管路1,13	0.00001	管路5,9	
			長さ(m)	6.200						
			径深(m)	0.938						
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.945	0.00002	管路2,14	0.00002	管路6,10	
			長さ(m)	12.663						
			径深(m)	0.938						
		⑥急縮 ^{※3,4}	F	●	●	●	節点6,33	●	節点19,26	
		⑦急拡 ^{※3,4}	F	●			●	節点6,33	●	節点19,26
		⑧摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.945	0.00007	管路3,15	0.00007	管路7,11	
			長さ(m)	56.337						
			径深(m)	0.938						
		⑨屈折	F	0.034	12.945	0.00001	節点7,34			
		⑩摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.077	0.00001	管路4,16	0.00001	管路8,12	
			長さ(m)	10.000						
			径深(m)	1.057						
⑪摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	19.435	0.00001	管路4,16	0.00001	管路8,12			
	長さ(m)	12.000								
	径深(m)	0.813								
⑫屈折	F	0.034	22.740	0.00000	節点9,36					
⑬漸拡 ^{※3}	F	0.043	12.945	0.00001	節点9,36	0.00001	節点22,29			
⑭急縮 ^{※3}	F	0.101	16.129	0.00002	節点9,36	0.00002	節点22,29			
⑮流出 ^{※3}	F	1.000	22.740	0.00010	節点9,36	0.00010	節点22,29			
取水槽	スクリーン	4.000	⑯トラベリン グスクリーン	F(前面)	1.380	71.109	0.00022	節点10	0.00022	節点10
				F(背面)	1.380	71.109	0.00022		0.00022	
	中間 スラブ	— ^{※5}	⑰急縮 ^{※3}	F	0.402	163.304	— ^{※5}	池5	— ^{※5}	池5
		— ^{※5}	⑱急拡 ^{※3}	F	0.450	176.880	— ^{※5}		— ^{※5}	
天端	— ^{※5}	⑲急縮 ^{※3}	F	0.189	409.620	— ^{※5}	— ^{※5}			
開口部	— ^{※5}	⑳急拡 ^{※3}	F	0.594		— ^{※5}	— ^{※5}			
合計							●		●	

※1: 損失水頭は, 取水口から取水ビットへ流れる方向を正とし, ポンプ流量を用いて算出している。

※2: 表中の①~⑳は図11-1に示す損失水頭位置を示す。

※3: 流入・流出損失, 急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は, 時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する(上記の表では, 取水口から取水ビットへ流れる方向を正として整理)。

※4: 管路縮小工による損失(計画中であり, 詳細は今後記載する。)

※5: 津波襲来時以外(ポンプ流量時等)には, 損失水頭は発生しないため, 「-」としている。

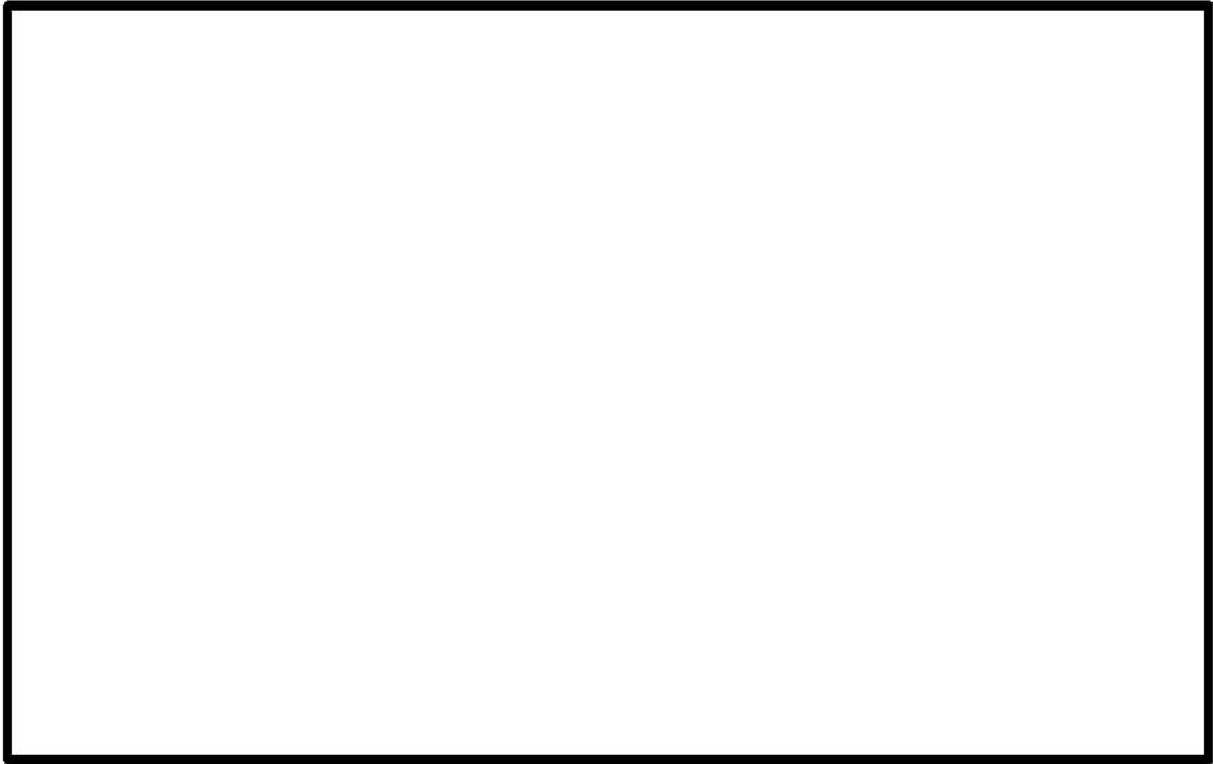


図 11-1 1号及び2号炉取水施設の損失水頭発生位置
(上図：平面図，下図：断面図)


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表8-2 3号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し, スクリーンによる損失あり)

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	水路No.1		水路No.2		
						損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
貯留堰	2.000	①堰	越流係数	1.550	79.200	0.00004	節点2	0.00004	節点2	
			堰幅(m)	19.800						
			定数 γ	2.600						
取水口	1.000	②漸縮 ^{※3}	F	0.063	40.000	0.00000	節点3	0.00000	節点17	
		③急縮 ^{※3}	F	0.262	17.883	0.00004	節点3	0.00004	節点17	
取水路	1.000	④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00000	管路1	0.00000	管路5	
			長さ(m)	6.300						
			径深(m)	1.097						
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00003	管路2	0.00003	管路6	
			長さ(m)	60.458						
			径深(m)	1.097						
		⑥曲がり	F	0.076	17.883	0.00001	節点6	0.00001	節点20	
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00001	管路3	0.00001	管路7	
			長さ(m)	13.744 (管路3) 16.539 (管路7)						
			径深(m)	1.097						
		⑧摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	24.547	0.00001	管路4	0.00001	管路8	
			長さ(m)	12.000						
			径深(m)	1.263						
⑨摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	31.486	0.00001	管路4	0.00001	管路8			
	長さ(m)	14.500								
		径深(m)	1.030							
		⑩漸拡 ^{※3}	F	0.064	17.883	0.00001	節点9	0.00001	節点23	
		⑪急縮 ^{※3}	F	0.062	25.931	0.00000	節点9	0.00000	節点23	
		⑫流出 ^{※3}	F	1.000	37.040	0.00004	節点9	0.00004	節点23	
取水槽	スクリーン	2.000	⑬トラベリン	1.280	56.619	0.00008	節点10	0.00008	節点10	
			グスクリーン	1.280	56.619	0.00008		0.00008		
	中間スラブ	— ^{※4}	⑭急縮 ^{※3}	F	0.433	86.208	— ^{※4}	池5	— ^{※4}	池5
			⑮急拡 ^{※3}	F	0.518	93.280	— ^{※4}		— ^{※4}	
天端開口部	— ^{※4}	⑯急縮 ^{※3}	F	0.319	190.620	— ^{※4}	池5	— ^{※4}	池5	
		⑰急拡 ^{※3}	F	0.697		— ^{※4}		— ^{※4}		
合計						0.00035		0.00035		

※1：損失水頭は、取水口から取水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：表中の①～⑰は図11-2の損失水頭発生位置を示す。

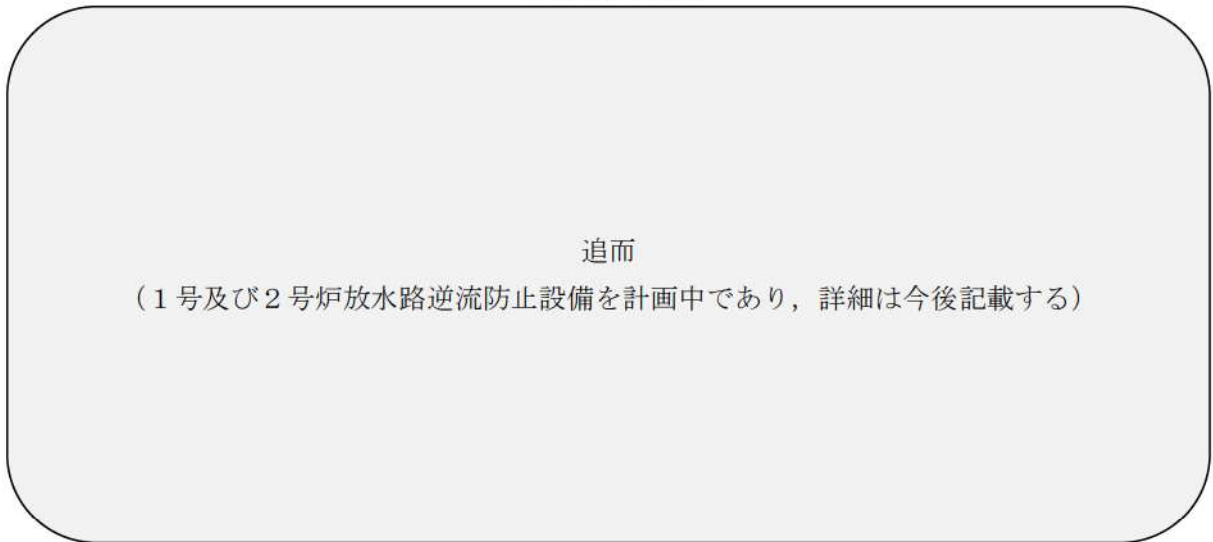
※3：流入・流出損失、急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では、取水口から取水ピットへ流れる方向を正として整理）。

※4：津波襲来時以外（ポンプ流量時等）には、損失水頭は発生しないため、「-」としている。




図 11-2 3号炉取水施設の損失水頭発生位置（上図：平面図，下図：断面図）

表 8-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭表
（貝付着無し）



追而

（1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり，詳細は今後記載する）

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



追而

(1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、詳細は今後記載する)

図 11-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭発生位置

表 8 - 4 3号炉放水施設の損失水頭表 (貝付着無し)

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	0.667	①流入 ^{※3}	F	0.558	5.309	0.00045	節点8
		②屈折	F	0.020	5.309	0.00002	(節点13)
		③屈折	F	0.020	5.309	0.00002	(節点15)
		④流出 ^{※3}	F	1.000	5.309	0.00080	節点7 (節点12) (節点14)
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	5.309	0.00011	管路4 (管路5) (管路6)
長さ(m)	20.309						
径深(m)	0.650						
放水池 ～ 放水ピット	2.000	⑥堰	流量係数C	1.550	247.755	0.00000	節点6
			定数γ	2.600			
			堰幅(m)	36.442			
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	78.540	0.00000	節点5
			長さ(m)	18.500			
			径深(m)	2.500			
		⑧急縮 ^{※3}	F	0.487	78.540	0.00002	節点5
		⑨急縮 ^{※3}	F	0.410	22.902	0.00016	節点5
		⑩屈折	F	0.986	22.902	0.00038	節点5
		⑪曲がり	F	0.018	22.902	0.00001	節点4
		⑫曲がり	F	0.018	22.902	0.00001	節点3
		⑬急拡 ^{※3}	F	0.576	22.902	0.00022	節点2
		⑭屈折	F	0.986	22.902	0.00038	節点2
		⑮摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00062	管路1 ～3
長さ(m)	617.100						
径深(m)	1.350						
放水ピット	2.000	⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	池1
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑰急拡 ^{※3}	F	0.213	95.033	0.00000	池1
		⑱摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1
			長さ(m)	2.000			
	径深(m)		3.750				
	2.000	⑲急縮 ^{※3}	F	0.500	1.767	0.03268	池1
		⑳屈折	F	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉑屈折	F	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉒急拡 ^{※3}	F	0.738	1.767	0.04824	池1
		㉓屈折	F	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉔摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	池1
長さ(m)			16.750				
径深(m)	0.375						
㉕摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	池1		
	長さ(m)	3.250					
	径深(m)	1.000					
㉖急拡 ^{※3}	F	0.891	12.566	0.00115	節点17		
合計						0.29419	

※1 : 損失水頭は、放水口から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2 : 表中の①～⑯は図11-4の損失水頭発生位置を示す。

※3 : 流入・流出損失、急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する(上記の表では、放水口から放水ピットへ流れる方向を正として整理)。

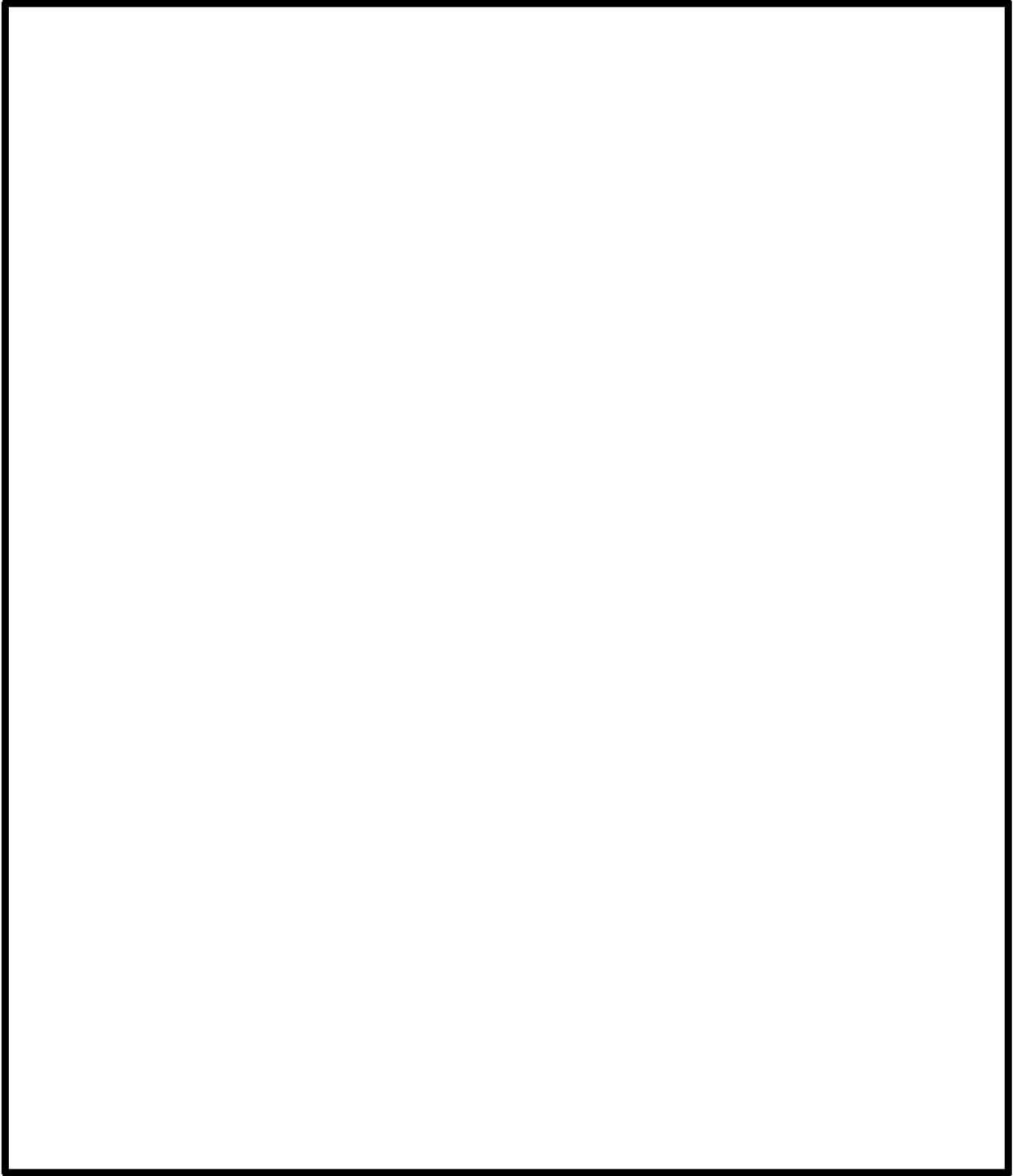



図 11-4 3号炉放水施設の損失水頭発生位置
(上図：平面図，下図：断面図)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5条-別添1-添付5-26

表 9 - 1 水位上昇側の評価結果（取水施設）

追而
（解析結果を記載する）

表 9 - 2 水位上昇側の評価結果（放水施設）

追而
（解析結果を記載する）

表 10 水位下降側の評価結果（3号炉取水施設）

追而
（解析結果を記載する）

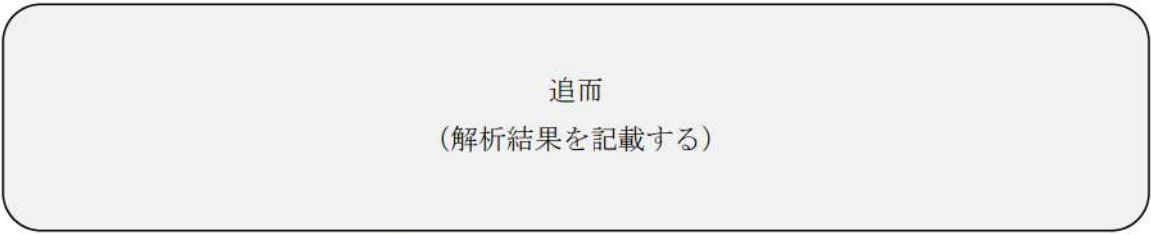


図 12 水位上昇側の時刻歴波形

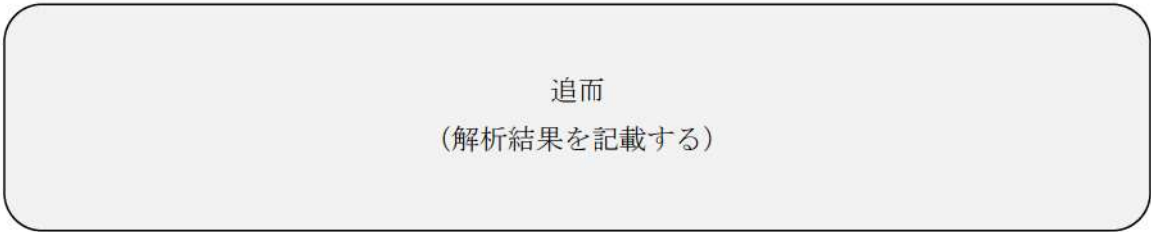


図 13 水位下降側の時刻歴波形

【参考文献】

- 1) 土木学会(2016)：原子力発電所の津波評価技術 2016，公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会
- 2) 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-
- 3) 千秋(1967)：発電水力演習
- 4) 土木学会(1999)：水理公式集(平成 11 年版)

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。

上昇側の水位変動については朔望平均満潮位及び潮位のばらつきを考慮した上昇側評価水位，下降側の水位変動については朔望平均干潮位及び潮位のばらつきを考慮した下降側評価水位を設定した。

朔望平均潮位は，1961年9月～1962年8月の泊発電所の南方約5kmに位置している「岩内港（国土交通省所管）」の潮位観測記録に基づき設定している。

なお，朔望平均潮位の算出に用いた潮位記録取得期間から現在まで時間が経過していることから，至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）及びデータ分析期間初期約5ヵ年（1971年3月～1975年12月^{※1}）のデータについても分析したうえで，保守的になるようデータ分析期間初期約5ヵ年（1971年3月～1975年12月）のデータに基づき入力津波評価に用いる潮位を設定した。

入力津波の評価で考慮する潮位及びデータ分析の結果を，表1に示す。

※1 1967年1月～1971年2月におけるデータが受領できなかったことから，1971年3月以降のまとまった期間のデータとした。

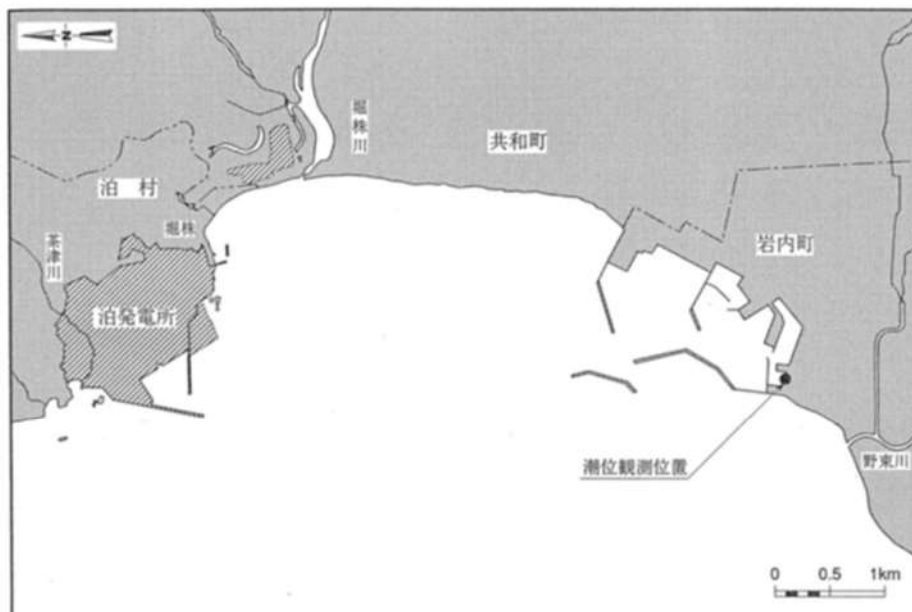


図1 観測地点「岩内港」の位置

表 1 入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位

	入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位 (1961年9月～1962年8月)	至近8ヵ年 (2014年1月～2021年12月) の潮位分析結果		データ分析期間 初期約5ヵ年 (1971年3月～1975年12月) の潮位分析結果		入力津波評価に用いる潮位
		朔望平均潮位	標準偏差	朔望平均潮位	標準偏差	
朔望平均満潮位	T.P. 0.26m	T.P. 0.28m	0.11m	T.P. 0.26m	0.14m	T.P. 0.40m
朔望平均干潮位	T.P. -0.14m	T.P. -0.13m	0.12m	T.P. -0.20m	0.13m	T.P. -0.33m

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、1971年～2018年までの約48カ年の潮位観測記録のデータ分析を行った。分析結果を図2に示す。

平均潮位の変化について線形近似を実施し、潮位の変化量を算定した結果、データの分析を行った約48カ年で -6 cm (-0.11 cm/年)であり、緩やかな下降傾向が見られるものの、急激な変化は見られないことを確認した。

以上より、入力津波に用いる潮位条件用のデータ抽出期間に問題はない。

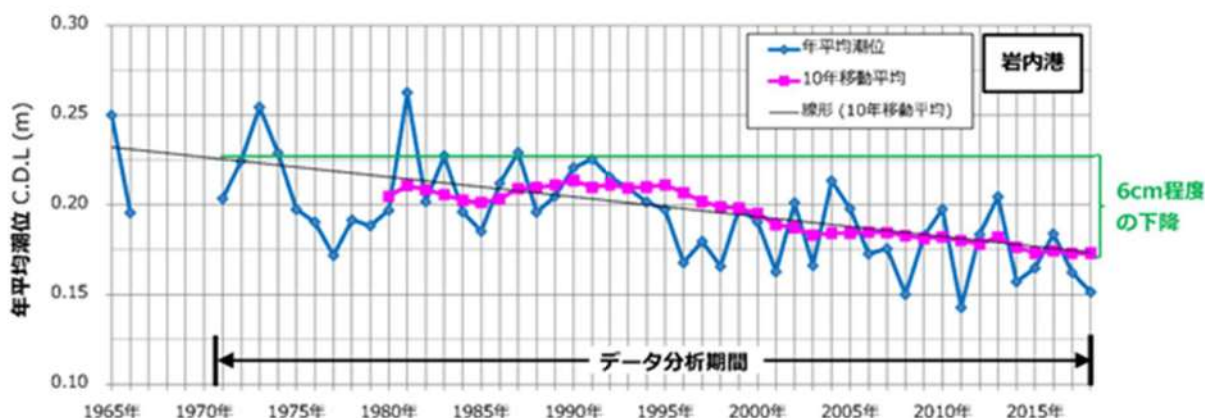


図2 年平均潮位の推移（1965年～2018年）

また、2019年以降の最新データを追加した1971年～2021年までの約51カ年の潮位観測記録のデータ分析を行った。分析結果を図3に示す。

平均潮位の変化について線形近似を実施し、潮位の変化量を算定した結果、データの分析を行った約51カ年で -6 cm (-0.11 cm/年)であり、1971年～2018年における年平均潮位の推移と同様であることを確認した。

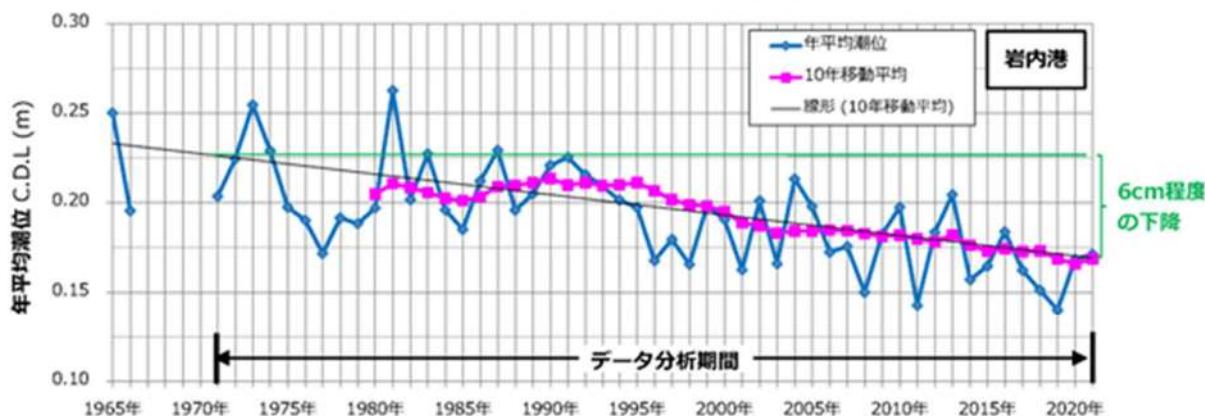


図3 年平均潮位の推移（1965年～2021年）

3. 泊発電所の潮位観測記録と岩内港の潮位観測記録との比較について

泊発電所の潮位観測地点と泊発電所の潮位観測に用いている潮位観測地点「岩内港」(敷地から南約5km地点)の潮位観測記録を比較した。

泊発電所における潮位計の設置位置を図4に示す。

泊発電所の潮位観測地点と潮位観測地点「岩内港」の記録を比較するため、両地点の潮位観測記録から、日最高潮位及び日最低潮位の値を整理した。

泊発電所の潮位観測地点と潮位観測地点「岩内港」の過去1年間(2018年)の日最高及び最低潮位の比較を図5に示す。

検討結果から、泊発電所の潮位観測地点と潮位観測地点「岩内港」の波形には大きな差がなく、泊発電所の潮位観測地点と潮位観測地点「岩内港」の日最高潮位の差は年間平均0.01m、日最低潮位の差は年間平均0.01mとなる。

泊発電所で観測している潮位は、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、観測基準面の標高の見直しは行っていない。

朔望平均潮位については、岩内港の潮位観測記録に基づき評価を実施する。泊発電所の日最高潮位及び日最低潮位は共に岩内港に比べ年間平均0.01m高かったことを踏まえ、保守的な設定になるよう潮位差として上昇側水位に0.01mを考慮し、下降側水位には考慮しない。

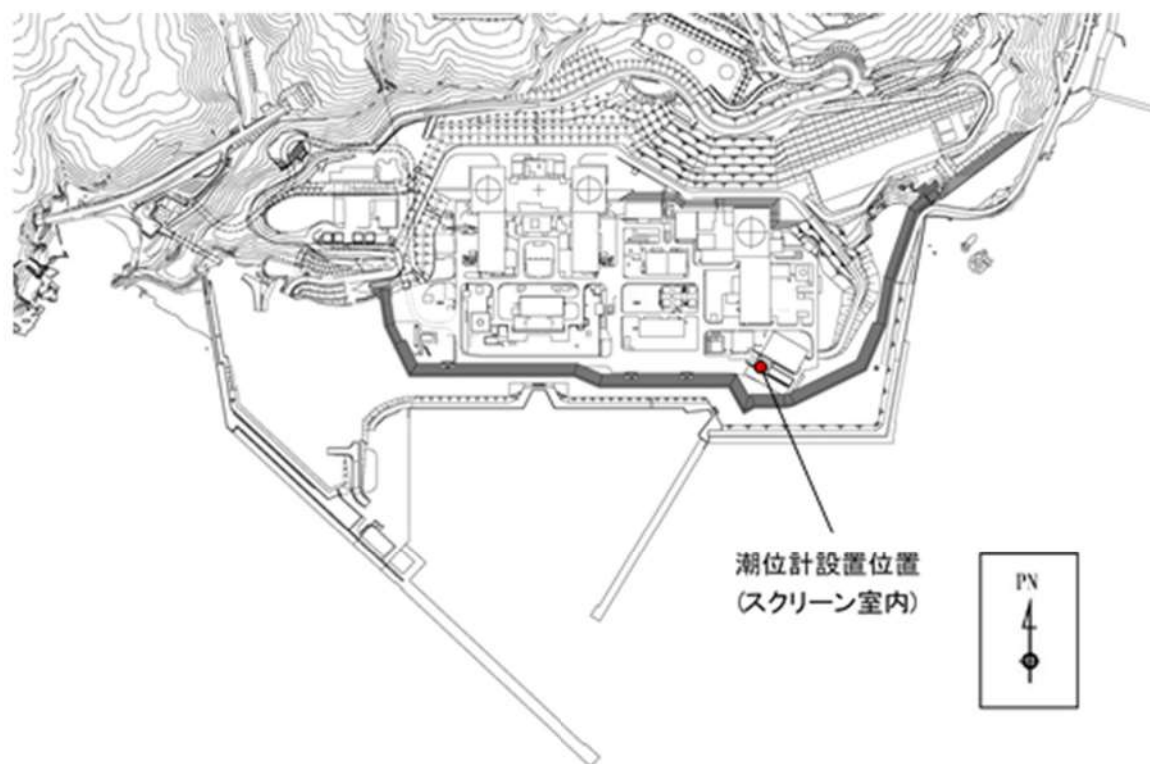


図4 泊発電所における潮位計設置位置

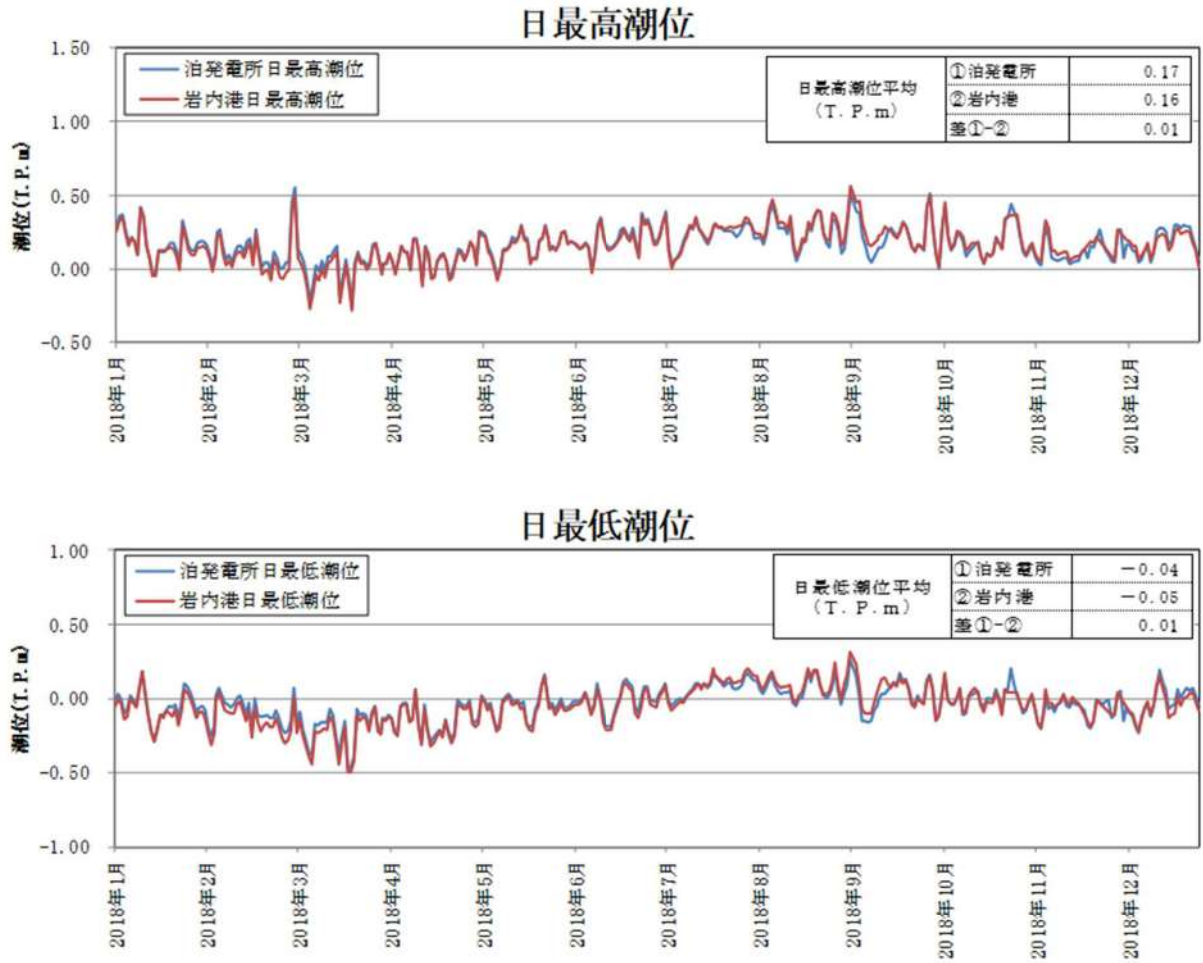


図5 泊発電所と潮位観測地点「岩内港」の日最高及び最低潮位の比較

4. 朔望平均潮位におけるばらつきの考慮について

入力津波の設定に用いる潮位条件として考慮する潮位のばらつきを把握するために、至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）及びデータ分析期間初期約5ヵ年（1971年3月～1975年12月）の朔望平均潮位に関するデータを分析した。

（1）至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）

至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）の朔望平均潮位に関するデータ分析の結果を表2及び図6に示す。標準偏差は満潮位で0.11m、干潮位で0.12mとなった。入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位（1961年9月～1962年8月）と至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）の朔望平均潮位の比較を表3に示す。両者を比較した結果、朔望平均満潮位の差は0.02m、朔望平均干潮位の差は0.01mである。

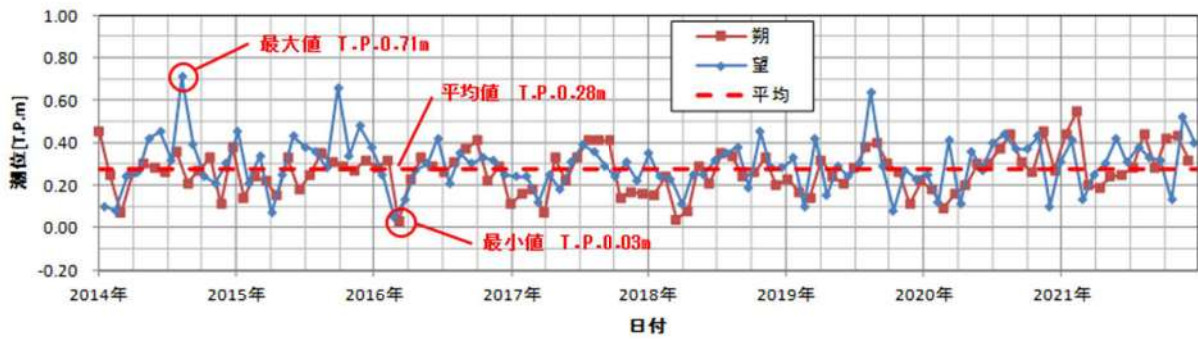
表2 至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）における朔望平均潮位

	満潮位	干潮位
最大値	T. P. 0. 71m	T. P. 0. 16m
平均値	T. P. 0. 28m	T. P. -0. 13m
最小値	T. P. 0. 03m	T. P. -0. 49m
標準偏差	0. 11m	0. 12m

表3 入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位（1961年9月～1962年8月）と至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）の朔望平均潮位の比較

	入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位（1961年9月～1962年8月）（A）	過去8ヵ年（2014年1月～2021年12月）の朔望平均潮位（B）	（B）－（A）
朔望平均満潮位	T. P. 0. 26m	T. P. 0. 28m	0. 02m
朔望平均干潮位	T. P. -0. 14m	T. P. -0. 13m	0. 01m

朔望満潮位



朔望干潮位

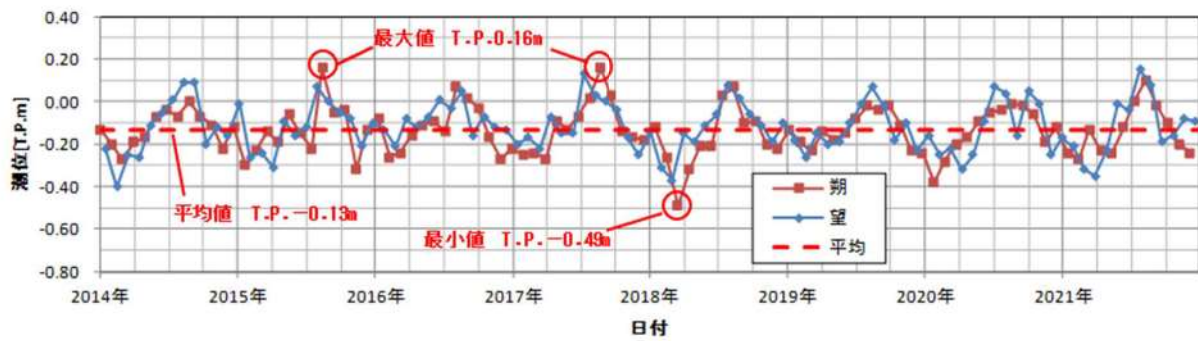


図6 至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）の各月の朔望潮位の推移

(2) データ分析期間初期約5ヵ年(1971年3月～1975年12月)

データ分析期間初期約5ヵ年(1971年3月～1975年12月)の朔望平均潮位に関するデータ分析の結果を表4及び図7に示す。標準偏差は満潮位で0.14m、干潮位で0.13mとなった。入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位(1961年9月～1962年8月)とデータ分析期間初期約5ヵ年(1971年3月～1975年12月)の朔望平均潮位の比較を表5に示す。両者を比較した結果、朔望平均満潮位の差は0.00m、朔望平均干潮位の差は0.06mである。

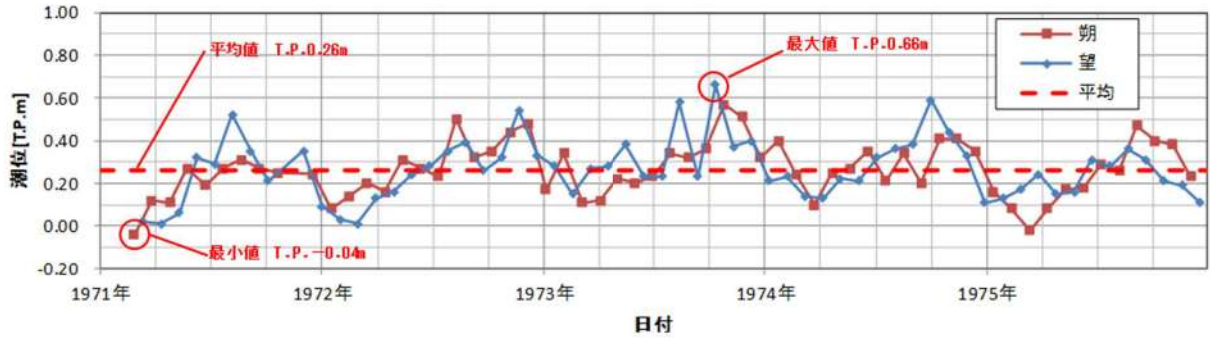
表4 データ分析期間初期約5ヵ年(1971年3月～1975年12月)における朔望平均潮位

	満潮位	干潮位
最大値	T. P. 0.66m	T. P. 0.16m
平均値	T. P. 0.26m	T. P. -0.20m
最小値	T. P. -0.04m	T. P. -0.48m
標準偏差	0.14m	0.13m

表5 入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位(1961年9月～1962年8月)とデータ分析期間初期約5ヵ年(1971年3月～1975年12月)の朔望平均潮位の比較

	入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位(1961年9月～1962年8月)(A)	データ分析期間初期約5ヵ年(1971年3月～1975年12月)の朔望平均潮位(B)	(B)-(A)
朔望平均満潮位	T. P. 0.26m	T. P. 0.26m	0.00m
朔望平均干潮位	T. P. -0.14m	T. P. -0.20m	0.06m

朔望満潮位



朔望干潮位

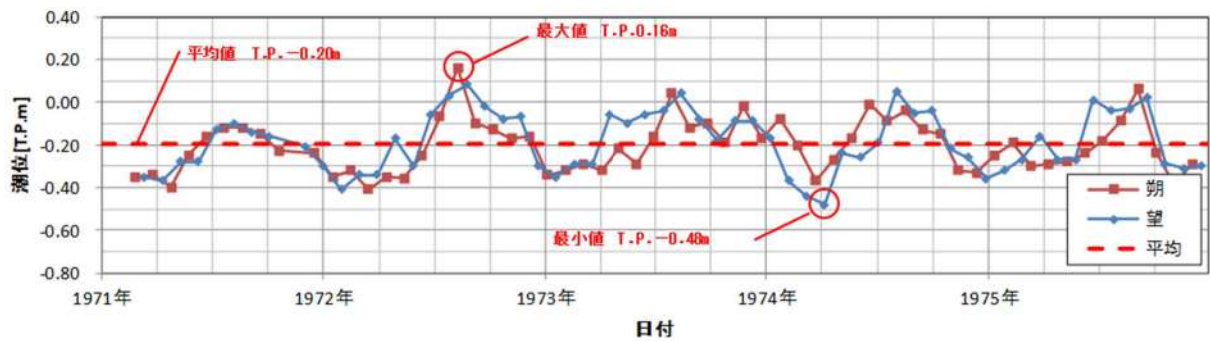


図7 データ分析期間初期約5カ年（1971年3月～1975年12月）の各月の朔望潮位の推移

(3) まとめ

潮位のばらつきについては、入力津波の評価で考慮する朔望平均潮位（1961年9月～1962年8月）、至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）及びデータ分析期間初期約5ヵ年（1971年3月～1975年12月）の朔望平均潮位を比較し、保守的な設定になるようデータ分析期間初期約5ヵ年の朔望平均潮位のばらつきを考慮することとする（図8）。

- ▶ 水位上昇側については、岩内港のデータ分析期間初期約5ヵ年の朔望平均満潮位 T.P. 0.26m に標準偏差 0.14m を加えると、T.P. 0.40m となるため、入力津波の評価で考慮する朔望平均満潮位 T.P. 0.26m との差分 0.14m を、評価のばらつきとして考慮する。加えて、入力津波の評価に当たっては、と泊発電所と岩内港の潮位差 0.01m を考慮する。
- ▶ 水位下降側については、岩内港のデータ分析期間初期約5ヵ年の朔望平均干潮位 T.P. -0.20m から標準偏差 0.13m を差し引くと、T.P. -0.33m となるため、入力津波の評価で考慮する朔望平均満潮位 T.P. -0.14m との差分 0.19m を、評価のばらつきとして考慮する。

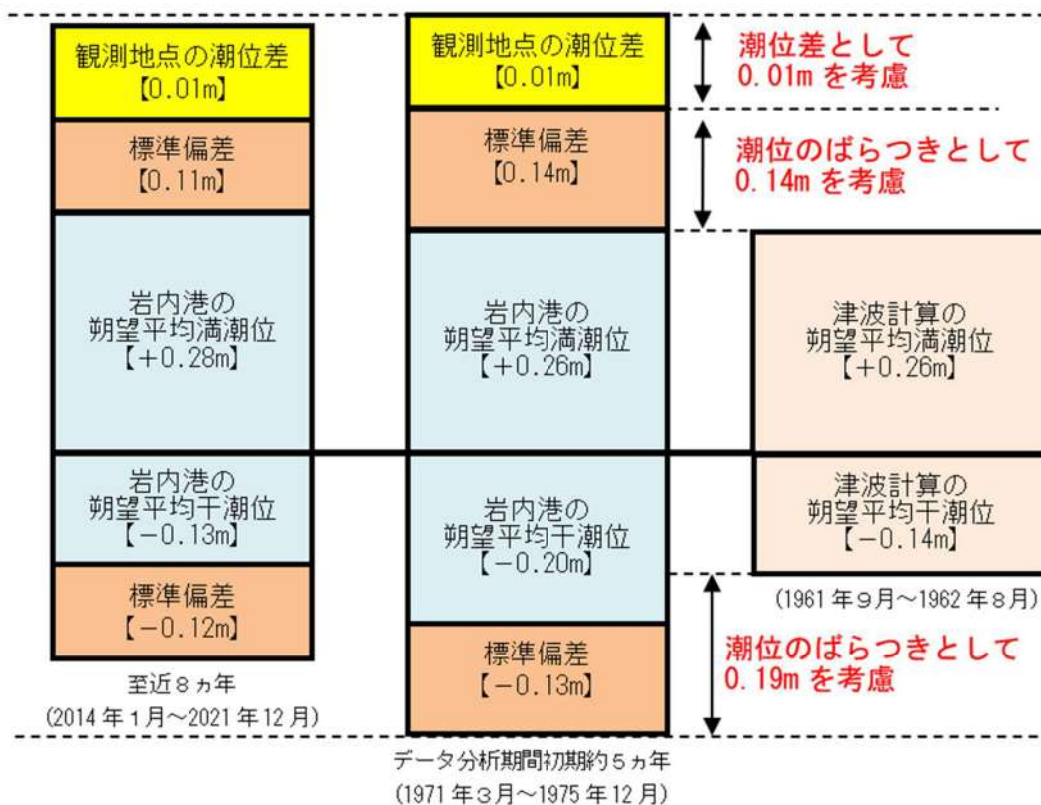


図8 潮位のばらつき考慮の考え方

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、過去48年（1971年～2018年）の潮位観測記録に基づき、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。

さらに上記、再現期間を検討した過去48年（1971年～2018年）以降の近年の潮位観測記録を含めた過去51年（1971年～2021年）の潮位観測記録についても確認し、再現期間100年に対する期待値の比較を行った。

（1）高潮の評価

観測地点「岩内港」における過去48年（1971年～2018年）の年最高潮位を表6に示す。また、表から算定した観測地点「岩内港」における最高潮位の超過発生確率を図9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	T.P.	0.63m
5年	T.P.	0.73m
10年	T.P.	0.80m
20年	T.P.	0.87m
50年	T.P.	0.96m
100年	T.P.	1.03m

表6 観測地点「岩内港」における年最高潮位

年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (T.P.m)	(参考) 年最高潮位上位10位
1971	10月12日	0.570	
1972	9月18日	0.640	
1973	10月15日	0.660	
1974	10月4日	0.590	
1975	9月8日	0.470	
1976	9月15日	0.510	
1977	7月11日	0.360	
1978	8月4日	0.505	
1979	3月31日	0.575	
1980	11月1日	0.515	
1981	11月4日	0.565	
1982	8月29日	0.485	
1983	11月25日	0.640	
1984	8月23日	0.770	5
1985	10月8日	0.670	
1986	9月22日	0.750	9
1987	9月1日	1.000	1
1988	12月15日	0.640	
1989	8月28日	0.700	
1990	8月23日	0.790	4
1991	7月26日	0.620	
1992	10月31日	0.710	
1993	1月29日	0.630	
1994	10月13日	0.810	3
1995	11月9日	0.760	7
1996	6月19日	0.580	
1997	8月5日	0.650	
1998	11月9日	0.730	
1999	10月3日	0.710	
2000	9月2日	0.750	9
2001	8月23日	0.660	
2002	10月23日	0.700	
2003	12月26日	0.770	5
2004	9月8日	0.960	2
2005	9月8日	0.610	
2006	9月20日	0.760	7
2007	9月8日	0.650	
2008	11月30日	0.458	
2009	8月21日	0.598	
2010	12月4日	0.628	
2011	7月4日	0.488	
2012	9月18日	0.538	
2013	8月18日	0.578	
2014	8月11日	0.708	
2015	10月2日	0.658	
2016	8月31日	0.658	
2017	9月19日	0.558	
2018	9月6日	0.568	

(参考) 年最高潮位上位 10 位と発生要因

順位	最高潮位 (T.P.m)	発生年月日	発生要因
1	1.000	1987年9月1日	台風12号
2	0.960	2004年9月8日	台風18号
3	0.810	1994年10月13日	台風29号
4	0.790	1990年8月23日	台風14号
5	0.770	1984年8月23日	台風10号
6	0.770	2003年12月26日	低気圧
7	0.760	1995年11月9日	低気圧
8	0.760	2006年9月20日	台風13号
9	0.750	1986年9月22日	台風16号
10	0.750	2000年9月2日	台風12号

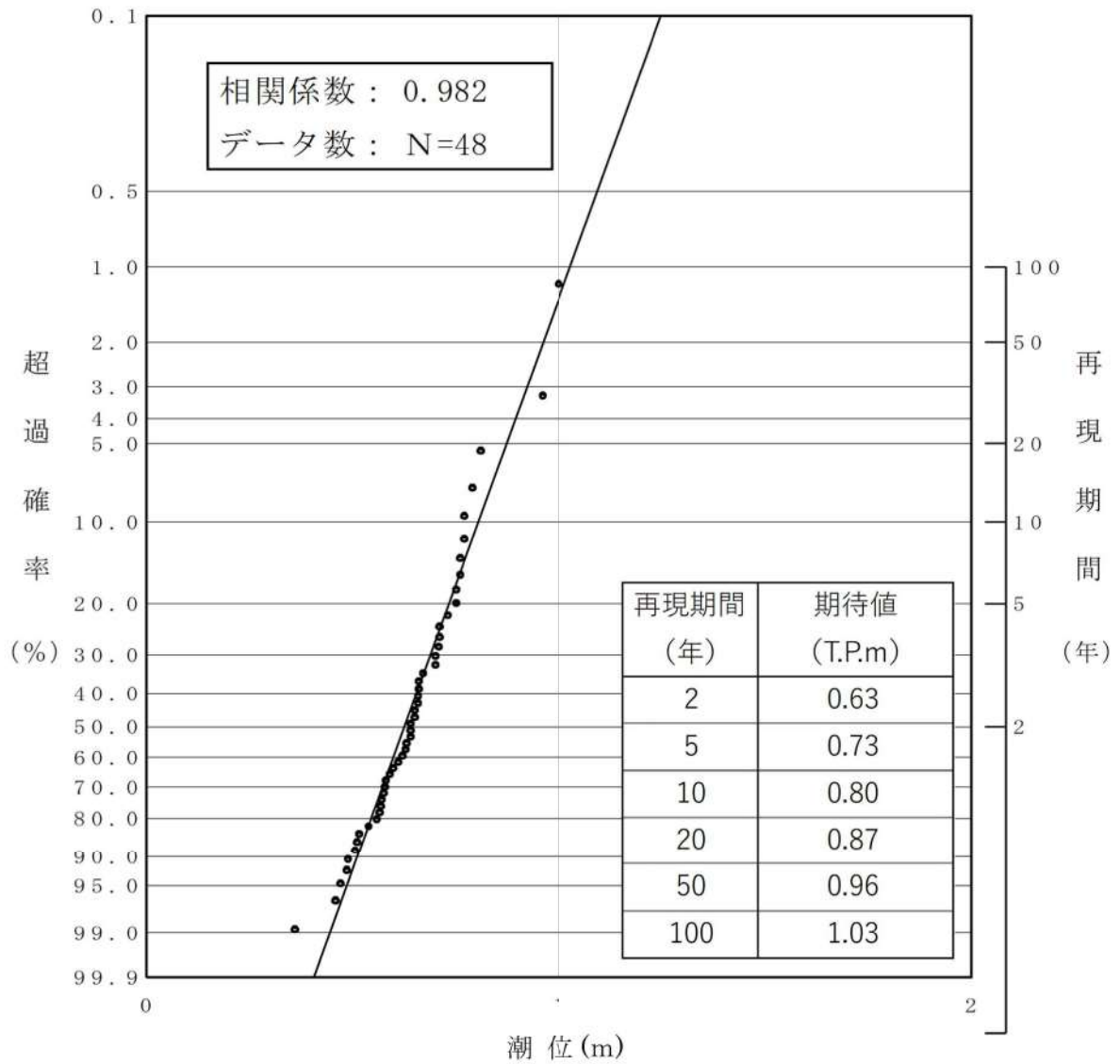


図9 観測地点「岩内港」における
最高潮位の超過発生確率

●：追而

(2) 高潮の考慮

基準津波による水位の年超過確率は、●～●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

(T.P. 1.03m) と、入力津波で考慮する朔望平均満潮位 (T.P. 0.26m) 及び潮位のばらつき (0.14m) 及び泊発電所と岩内港の潮位差 0.01m の合計の差である 0.62m を外郭防護の裕度評価において参照する。(図 10)

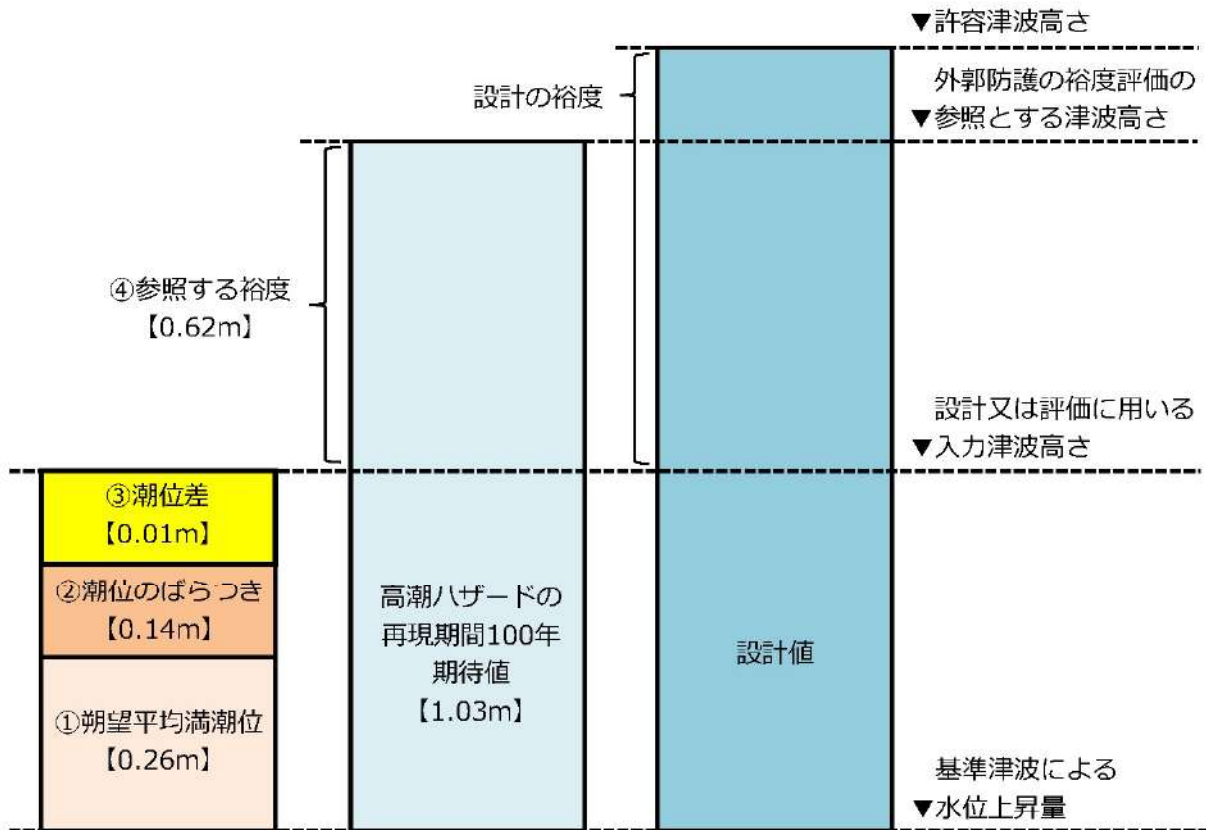


図 10 潮位等の考慮方法の概念図

(3) 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 (T. P. 1. 03m) 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過去 51 年 (1971 年～2021 年) を対象に、観測地点「岩内港」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 11 に示す。この図より、100 年に対する期待値は T. P. 1. 02m 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 1971 年～2018 年を対象に算出した再現期間 100 年に対する期待値 (T. P. 1. 03m) を用いる。

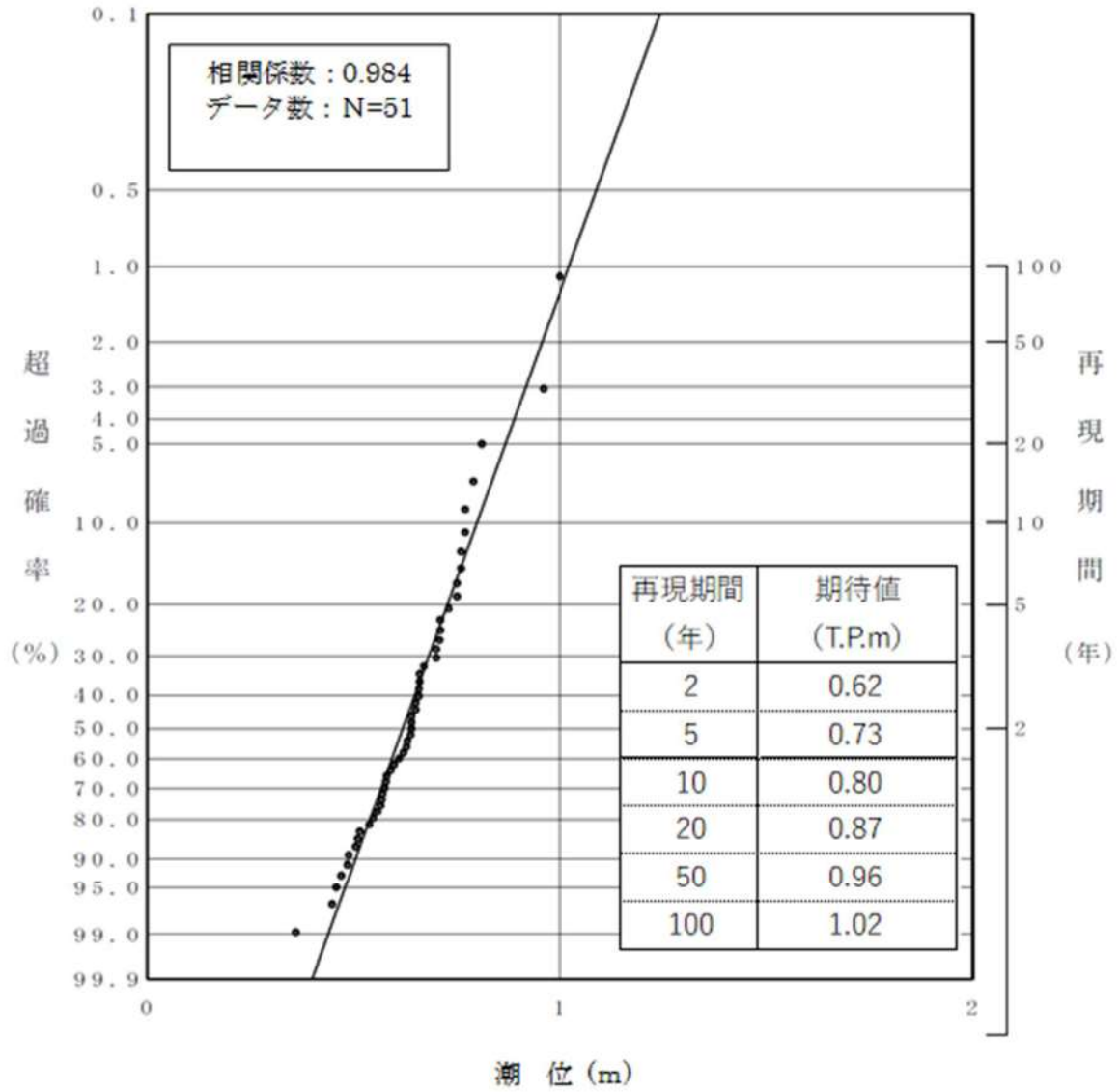
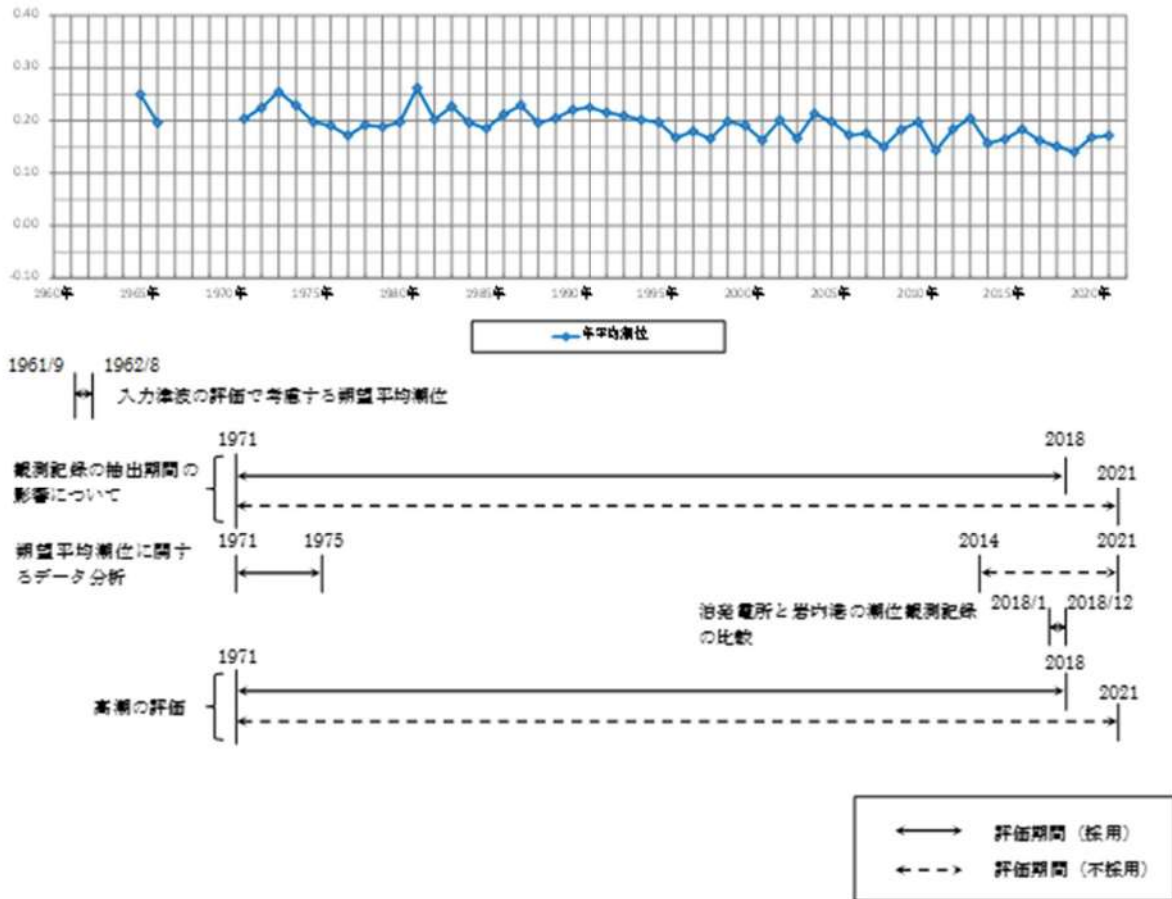


図 11 近年の観測記録による最高潮位の超過発生確率

潮位データの評価期間について

津波評価に考慮する潮位の検討に用いた潮位データの評価期間を参考図 1 に示す。



参考図 1 潮位データの評価期間