

### 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 4-4 に示す。

比較の結果、敷地地盤(陸域) 5 m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 4-5)

参考表 4-4 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

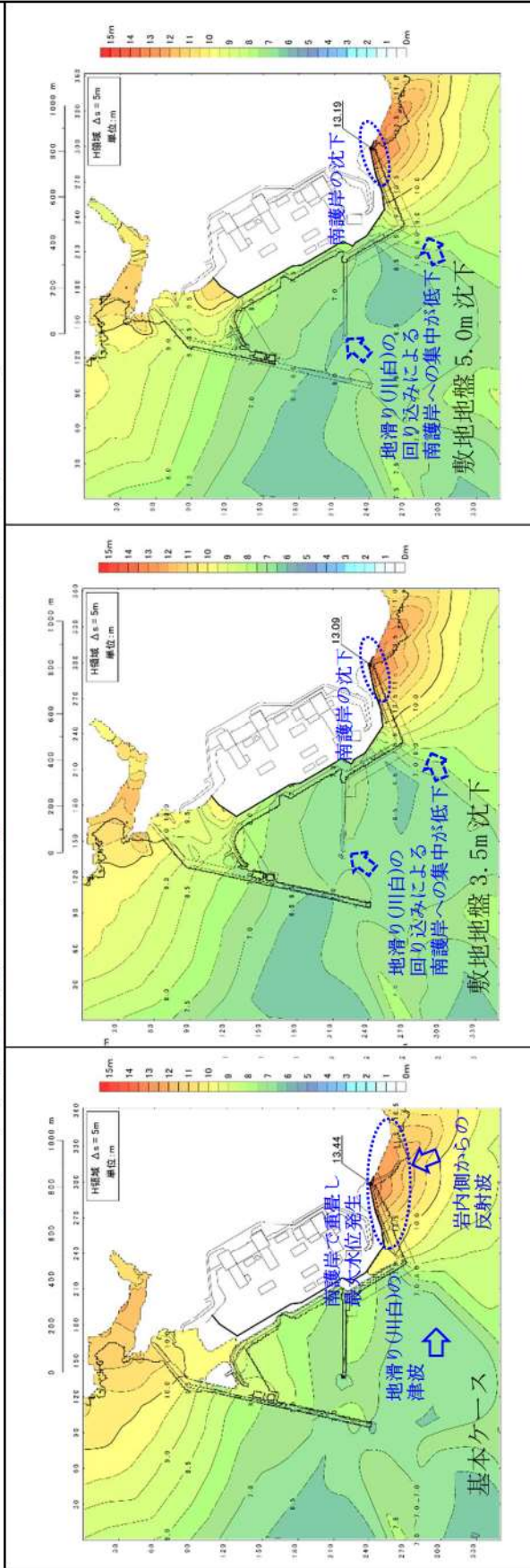
評価項目	波源	地形モデル (防波堤の損傷状態を考慮)	基本ケース (A)	地形変化(B)						
				地滑り地形①	地滑り地形②	敷地地盤(陸域) 3.5m沈下	敷地地盤(陸域) 5.0m沈下	敷地前面海底 地盤(海域) 2.0m沈下	土捨場 (将来地形)	土捨場の崩壊
防潮堤 前面	波源A	防波堤損傷なし	13.44m	13.29m (-0.15m)	13.44m (0.00m)	13.09m (-0.35m)	13.19m (-0.25m)	13.45m (0.01m)	13.44m (0.00m)	13.30m (-0.14m)
	波源E	北及び南防波堤 損傷	15.65m	15.62m (-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 4-5 (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



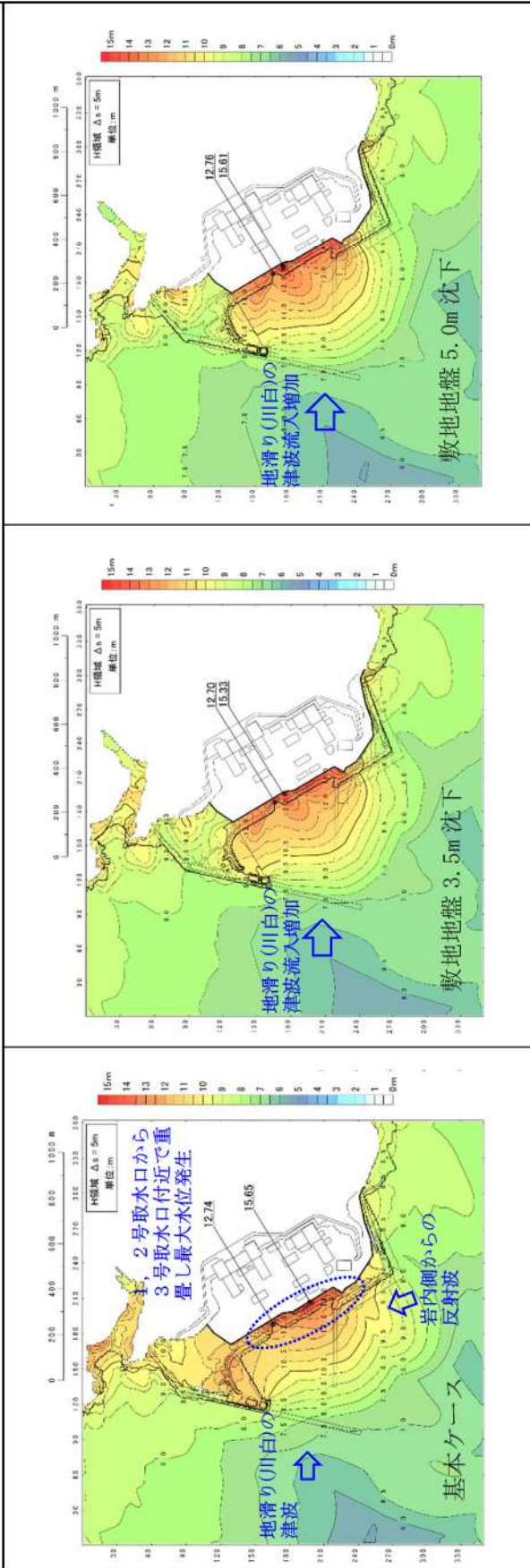
【考察】

- ・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が, 防波堤が沈下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 4-5 (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

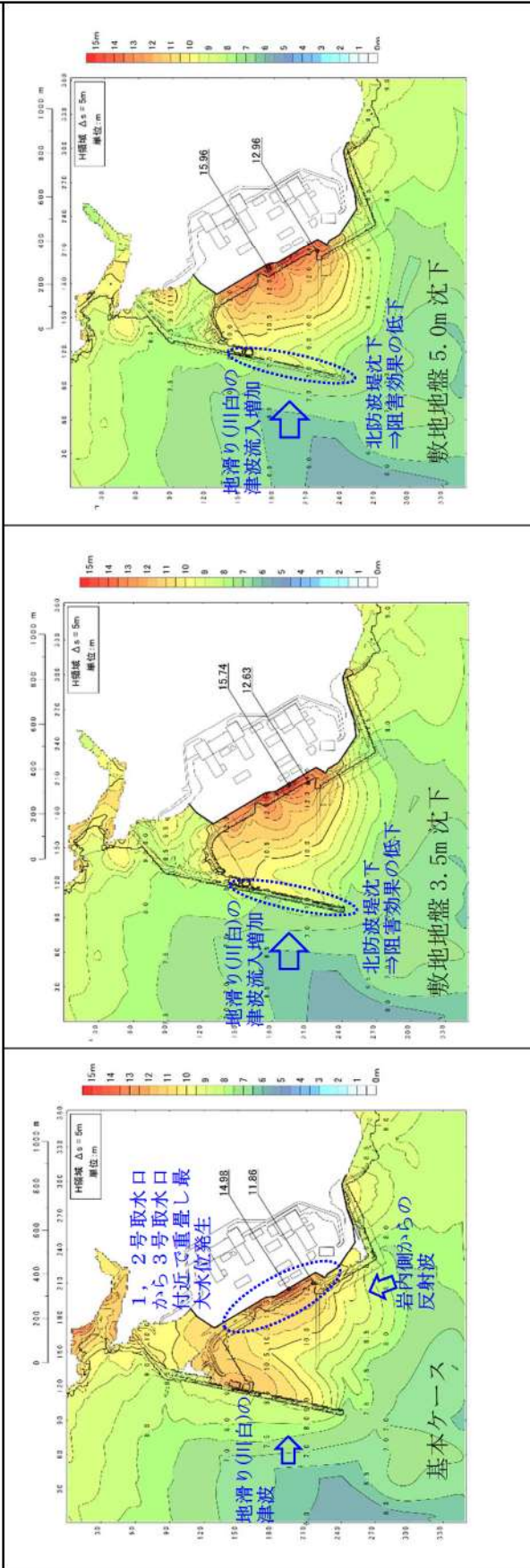


**【考察】**

- ・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 4-5 (3) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (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



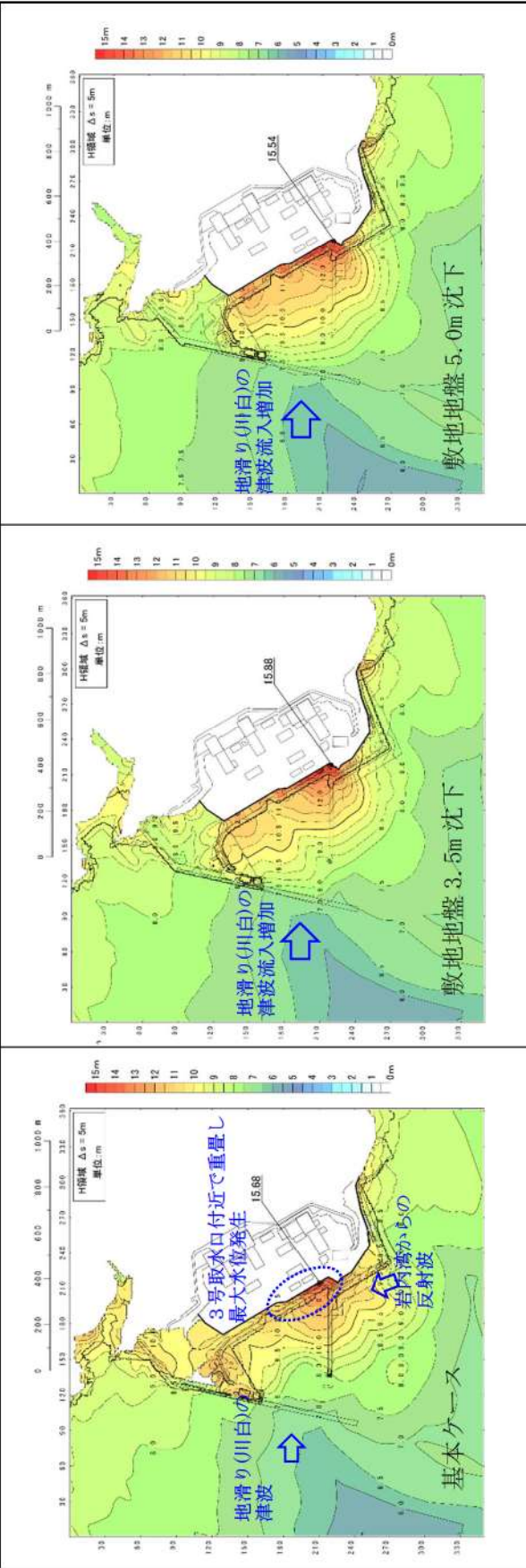
【考察】

- ・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考えられる。



参考表 4-5 (4) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (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



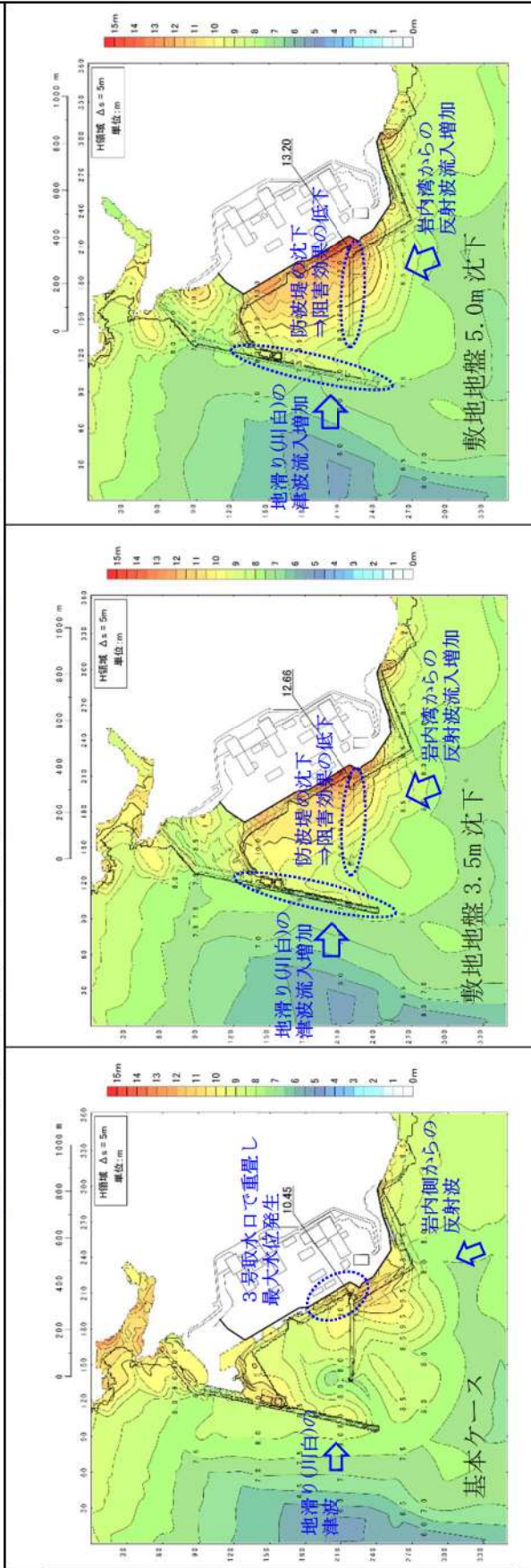
**【考察】**

- ・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 4-5 (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



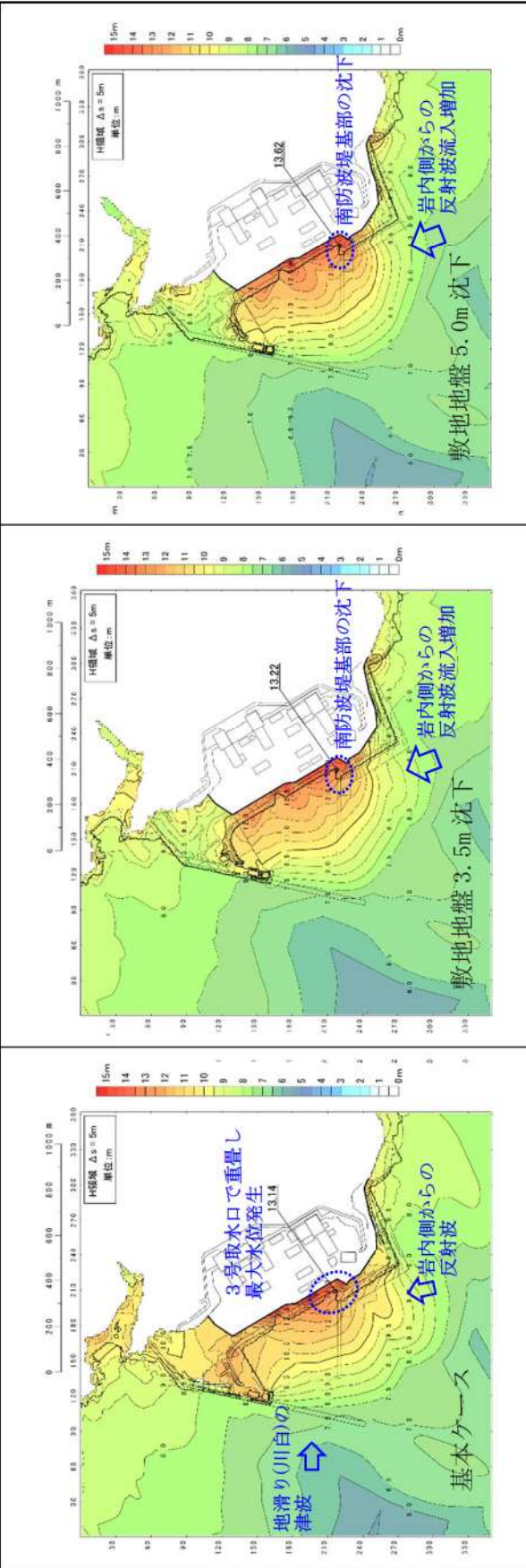
【考察】

- ・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 4-5 (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

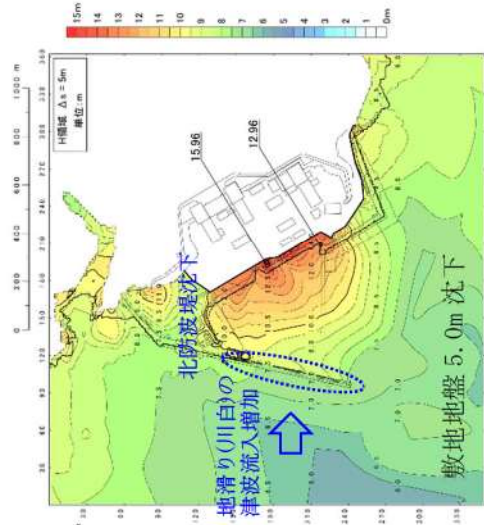
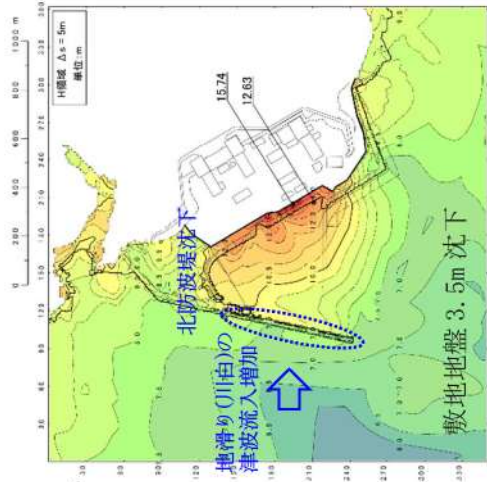
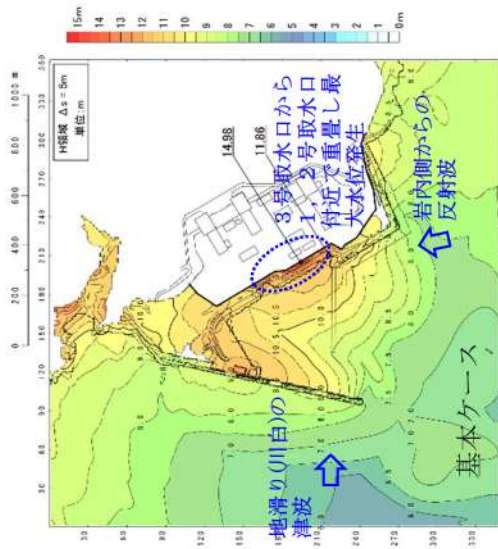


**【考察】**

- ・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 4-5 (7) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (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



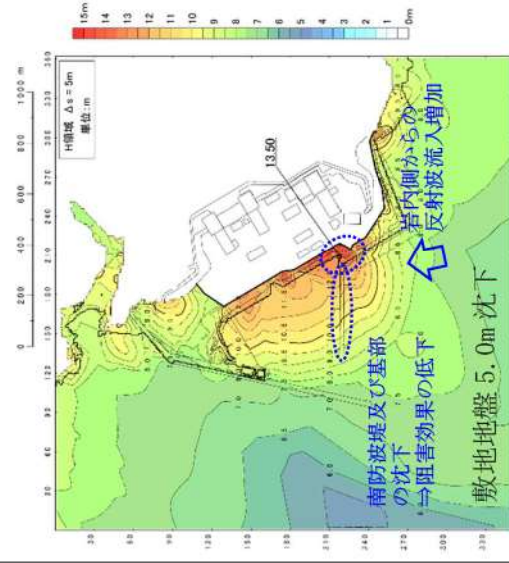
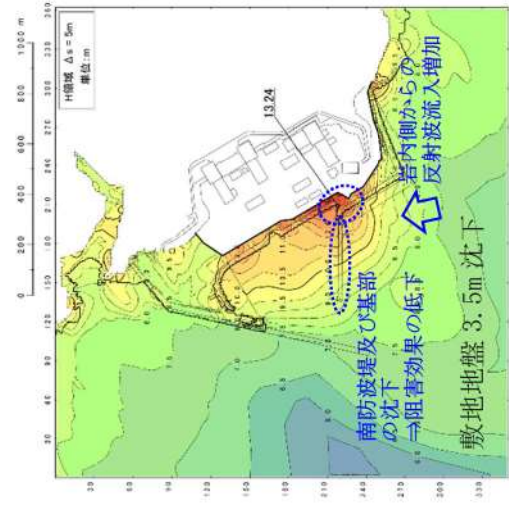
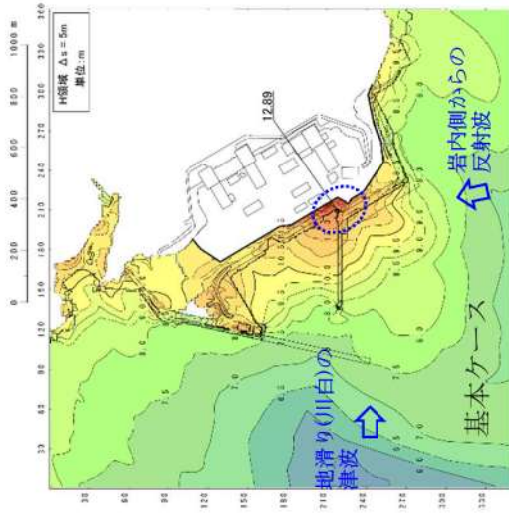
**【考察】**

- ・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 4-5 (8) 地形変化考慮による水位上昇変化の考察 (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）

審査ガイドに基づき、水位下降側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水位下降側評価として貯留堰を下回る時間について比較した。なお、検討対象は各評価項目に対応した基準津波とする。比較結果を参考表 4-6 に示す。

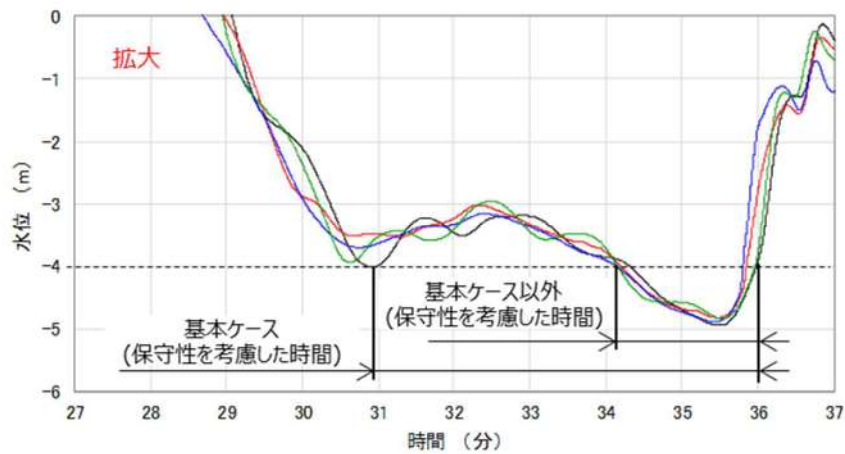
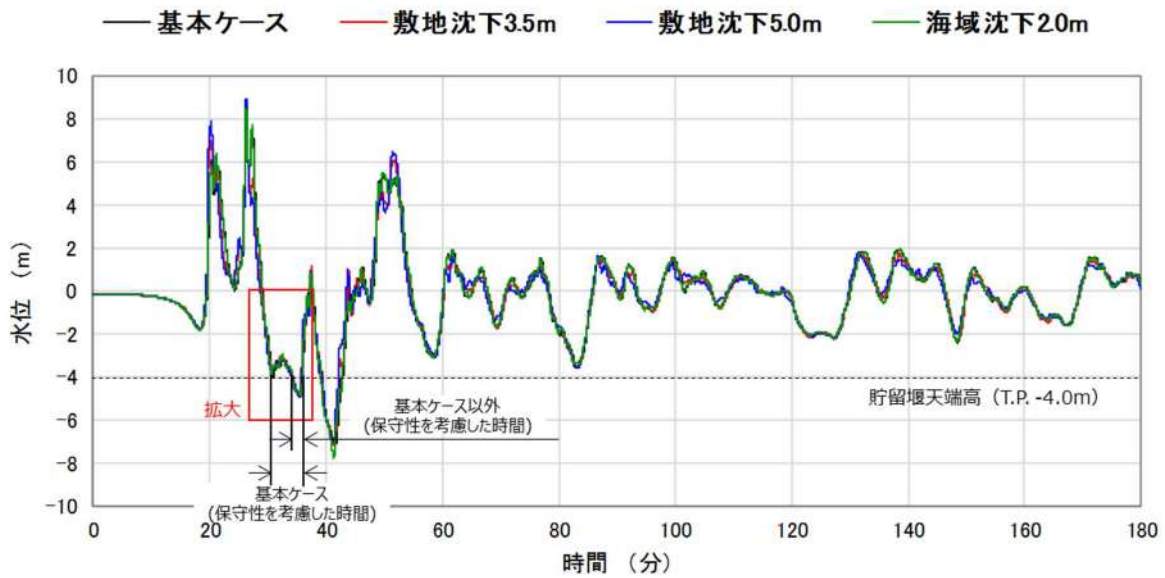
比較の結果、各地形変化において、貯留堰を下回る時間は基本ケースに対し同程度あるいは基本ケースが大きい結果となった。なお、波源 I（防波堤損傷なし）について、敷地地盤（陸域）3.5m 沈下及び 5.0m 沈下並びに敷地前面海底地盤（海域）2.0m 沈下では基本ケースに対し貯留堰を下回る時間が大きく低下する結果が確認された。この要因について考察を行った（参考図 4-1）。

参考表 4-6 基本ケースと各地形変化を考慮したケースの水位下降側  
（貯留堰を下回る時間）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③	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
保守性を 考慮した 時間	波源I	防波堤損傷なし	721s	731s (10s)	721s (0s)	482s (-239s)	479s (-242s)	520s (-201s)	721s (0s)	722s (1s)
	波源J	北及び南防波 堤損傷	698s	699s (1s)	698s (0s)	710s (12s)	712s (14s)	681s (-17s)	698s (0s)	699s (1s)
	波源K	南防波堤損傷	743s	744s (1s)	744s (1s)	738s (-5s)	734s (-9s)	737s (-6s)	744s (1s)	744s (1s)
	波源L	北防波堤損傷	863s	862s (-1s)	863s (0s)	846s (-17s)	834s (-29s)	811s (-52s)	862s (-1s)	862s (-1s)

※赤枠は考察対象を示す





参考図 4-1 基本ケース及び各地形変化における水位下降側時刻歴波形

時刻歴波形を確認した結果，基本ケースでは地震発生から約 31 分後の水位低下によって貯留堰の天端高 (T.P. -4.0m) をわずかに下回っているが，基本ケース以外では貯留堰の天端高を下回っていないため，基本ケースと比べ貯留堰を下回る時間が急減する原因となった。

(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 4-7 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 4-8）

参考表 4-7 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

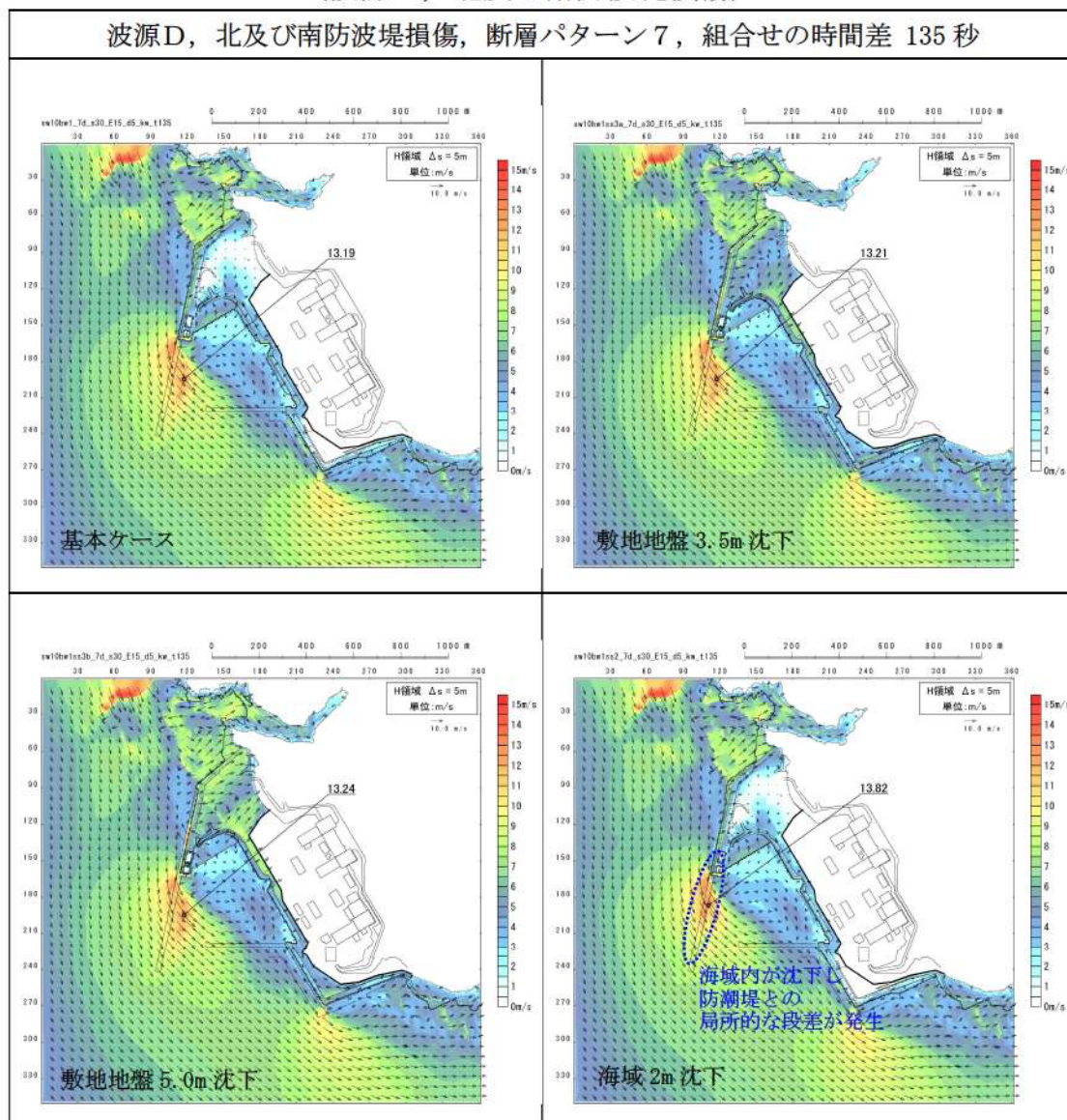
波源	地形モデル (防波堤の損傷状態を考慮)	基本ケース (A)	地形変化(B)						
			地滑り地形①	地滑り地形②	敷地地盤 (陸域) 3.5m沈下	敷地地盤 (陸域) 5.0m沈下	敷地前面海底 地盤(海域) 2.0m沈下	土捨場 (将来地形)	土捨場の崩壊
波源A	防波堤損傷なし	13.81m/s	13.87m/s (0.06m/s)	13.81m/s (0.00m/s)	12.66m/s (-1.15m/s)	11.74m/s (-2.07m/s)	13.85m/s (0.04m/s)	13.81m/s (0.00m/s)	13.81m/s (0.00m/s)
波源B	防波堤損傷なし	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)
波源I	防波堤損傷なし	13.70m/s	13.70m/s (0.00m/s)	13.70m/s (0.00m/s)	11.10m/s (-2.60m/s)	11.49m/s (-2.21m/s)	13.10m/s (-0.60m/s)	13.70m/s (0.00m/s)	13.69m/s (-0.01m/s)
波源J	北及び南防波堤損傷	12.94m/s	12.95m/s (0.01m/s)	12.94m/s (0.00m/s)	11.17m/s (-1.77m/s)	11.60m/s (-1.34m/s)	13.12m/s (0.18m/s)	12.94m/s (0.00m/s)	12.94m/s (0.00m/s)
波源K	南防波堤損傷	16.96m/s	16.93m/s (-0.03m/s)	16.96m/s (0.00m/s)	14.17m/s (-2.79m/s)	13.78m/s (-3.18m/s)	17.19m/s (0.23m/s)	16.96m/s (0.00m/s)	16.94m/s (-0.02m/s)
波源L	北防波堤損傷	12.14m/s	12.09m/s (-0.05m/s)	12.14m/s (0.00m/s)	12.27m/s (0.13m/s)	12.27m/s (0.13m/s)	13.02m/s (0.88m/s)	12.14m/s (0.00m/s)	12.13m/s (-0.01m/s)
波源K	防波堤損傷なし	17.63m/s	17.64m/s (0.01m/s)	17.62m/s (-0.01m/s)	15.02m/s (-2.61m/s)	14.65m/s (-2.98m/s)	17.78m/s (0.15m/s)	17.61m/s (-0.02m/s)	17.59m/s (-0.04m/s)
波源K	北及び南防波堤損傷	13.54m/s	13.54m/s (0.00m/s)	13.53m/s (-0.01m/s)	13.57m/s (0.03m/s)	13.58m/s (0.04m/s)	14.68m/s (1.14m/s)	13.54m/s (0.00m/s)	13.53m/s (-0.01m/s)

※赤枠は考察対象を示す



参考表 4-8 (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



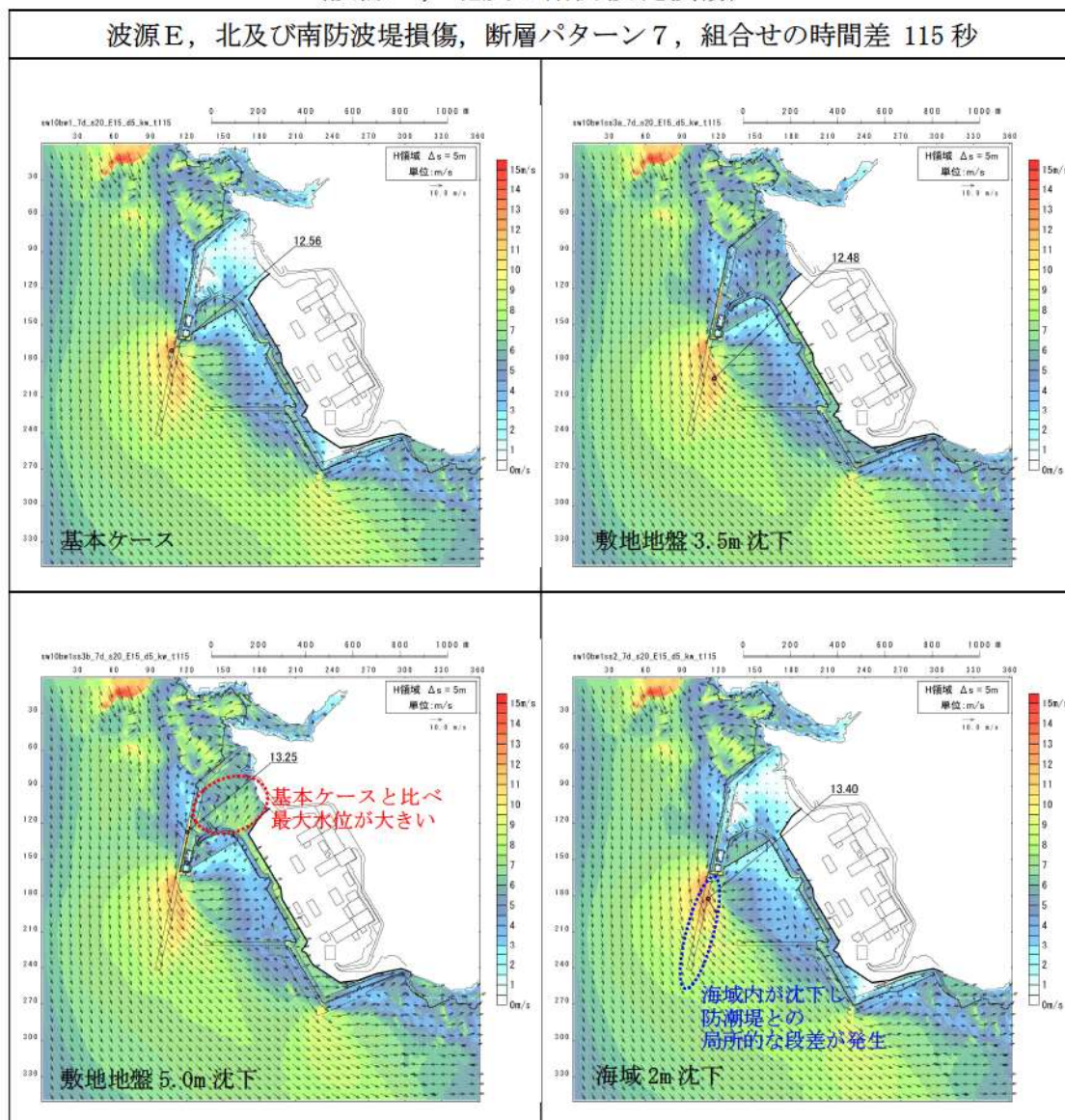
【考察】

- 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 4-8 (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



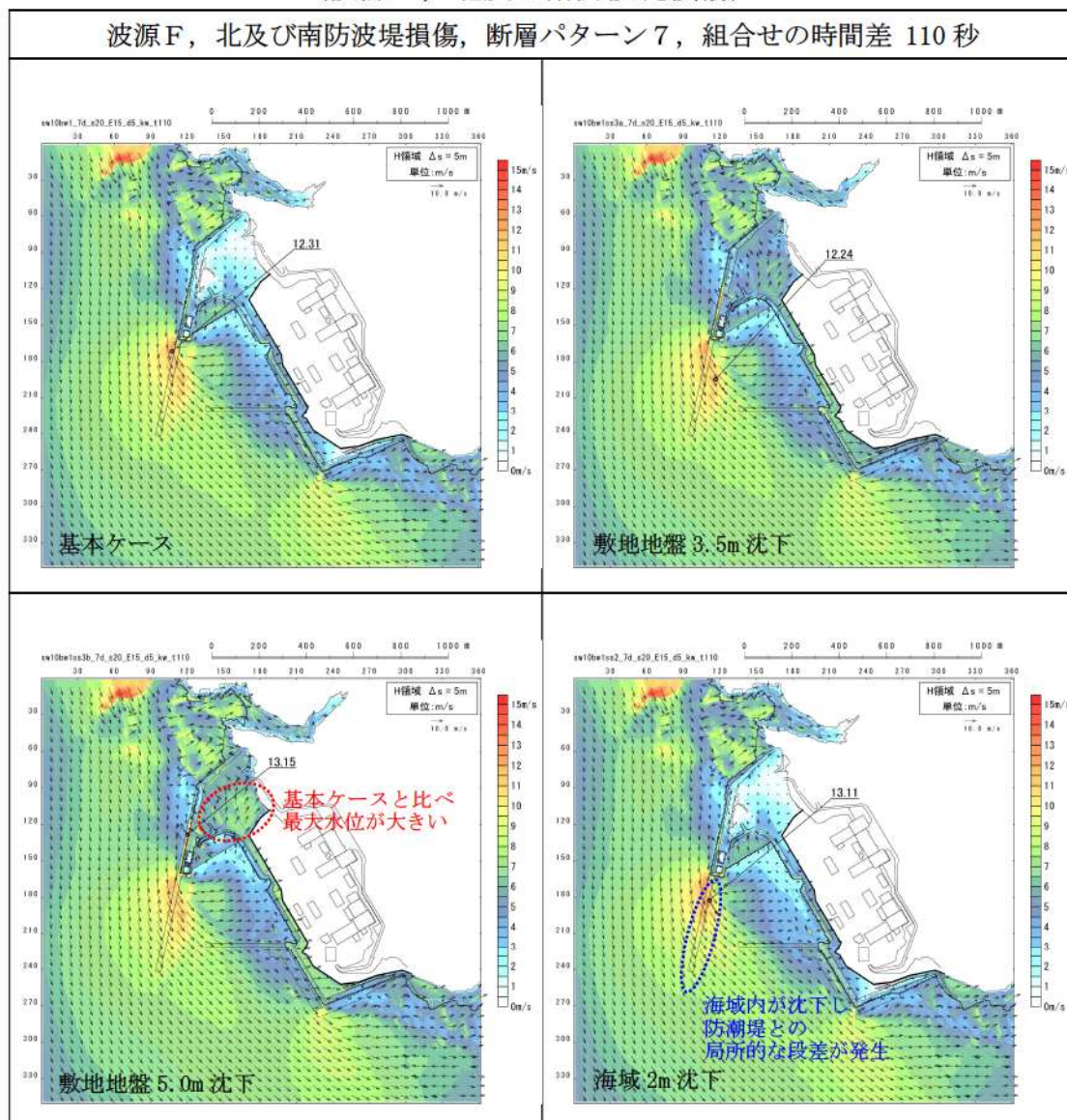
【考察】

- 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 4-8 (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



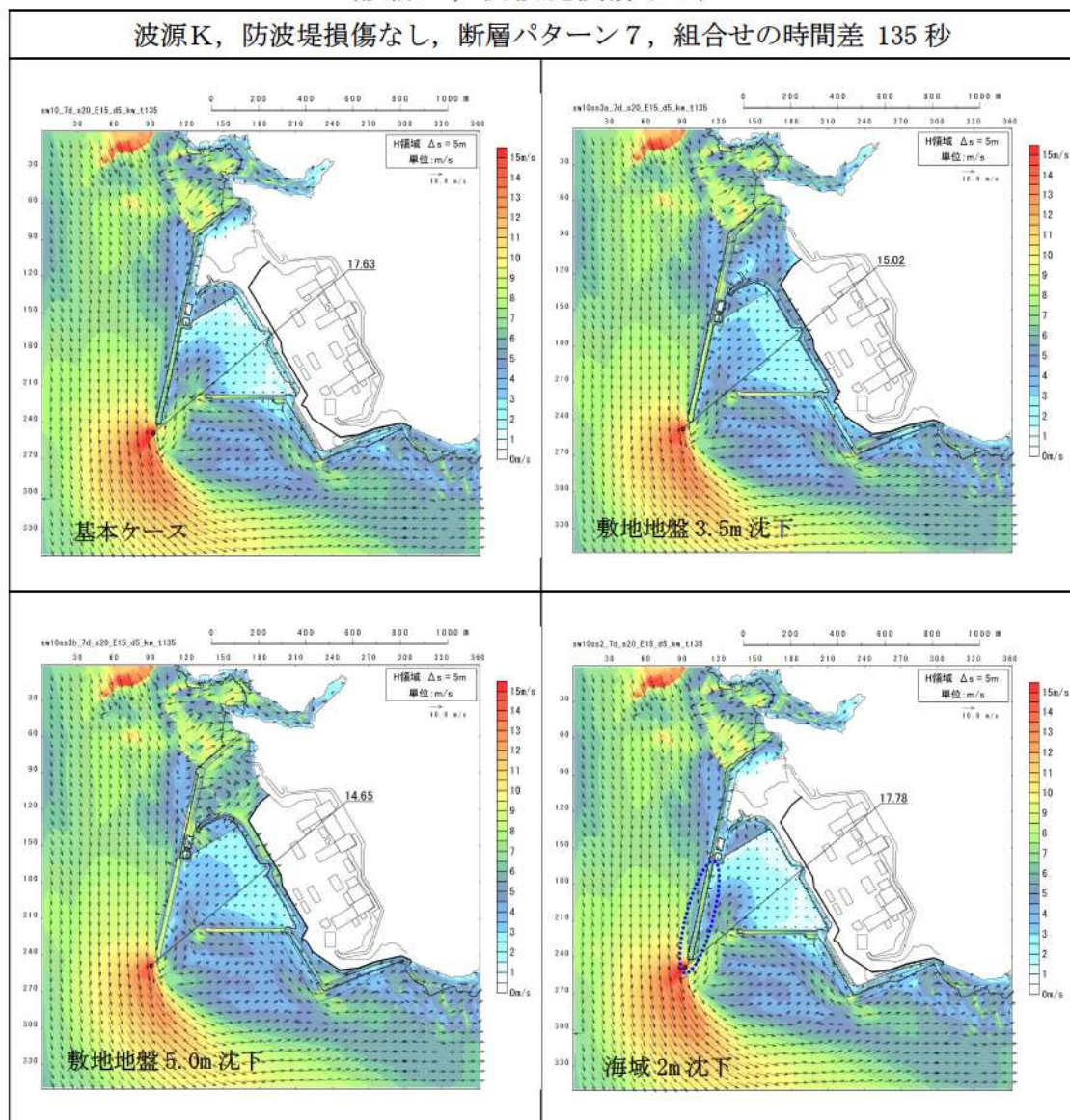
【考察】

- 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 4-8 (4) 地形変化考慮による最大流速変化の考察  
(波源K, 防波堤損傷なし)

波源K, 防波堤損傷なし, 断層パターン7, 組合せの時間差 135 秒



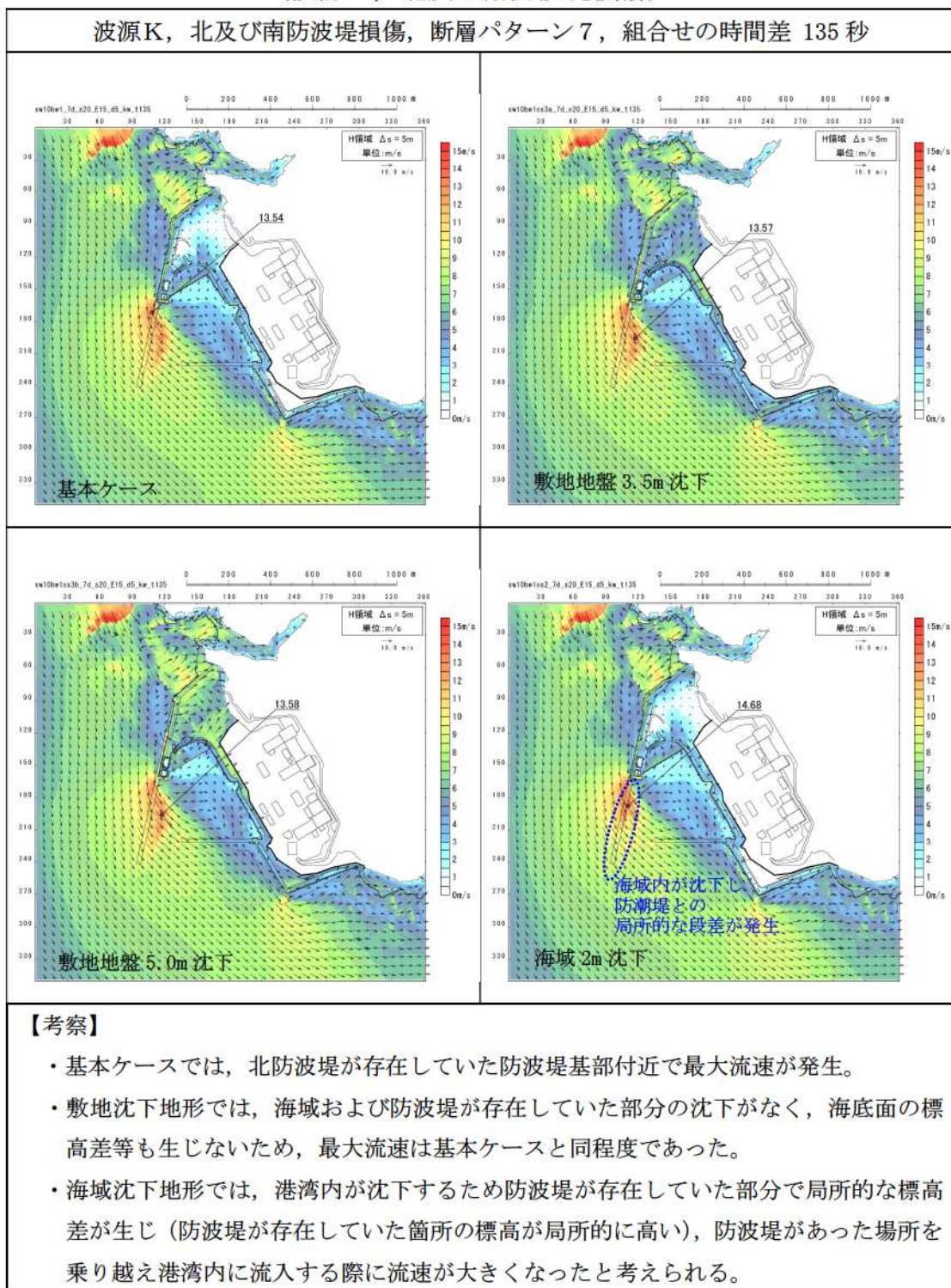
【考察】

- 基本ケースでは、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、津波が防波堤を回り込む際の流速が増加し、北防波堤先端部で最大流速が発生。
- 敷地沈下地形では防波堤が沈下するため、津波の流れを遮る効果が小さくなることで、港湾の内外の水位差が減少し、流速も小さくなったと考えられる。
- 海域沈下地形では、基本ケースと同様に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、津波が防波堤を回り込む際の流速が増加し、北防波堤先端部で最大流速が発生。また、港湾内の沈下により、港湾内の水位低下及び港湾内外の水位差の増加が生じ、防波堤を回り込む際の流速もわずかに大きくなったと考えられる。



参考表 4-8 (5) 地形変化考慮による最大流速変化の考察  
(波源K, 北及び南防波堤損傷)

波源K, 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





#### 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。

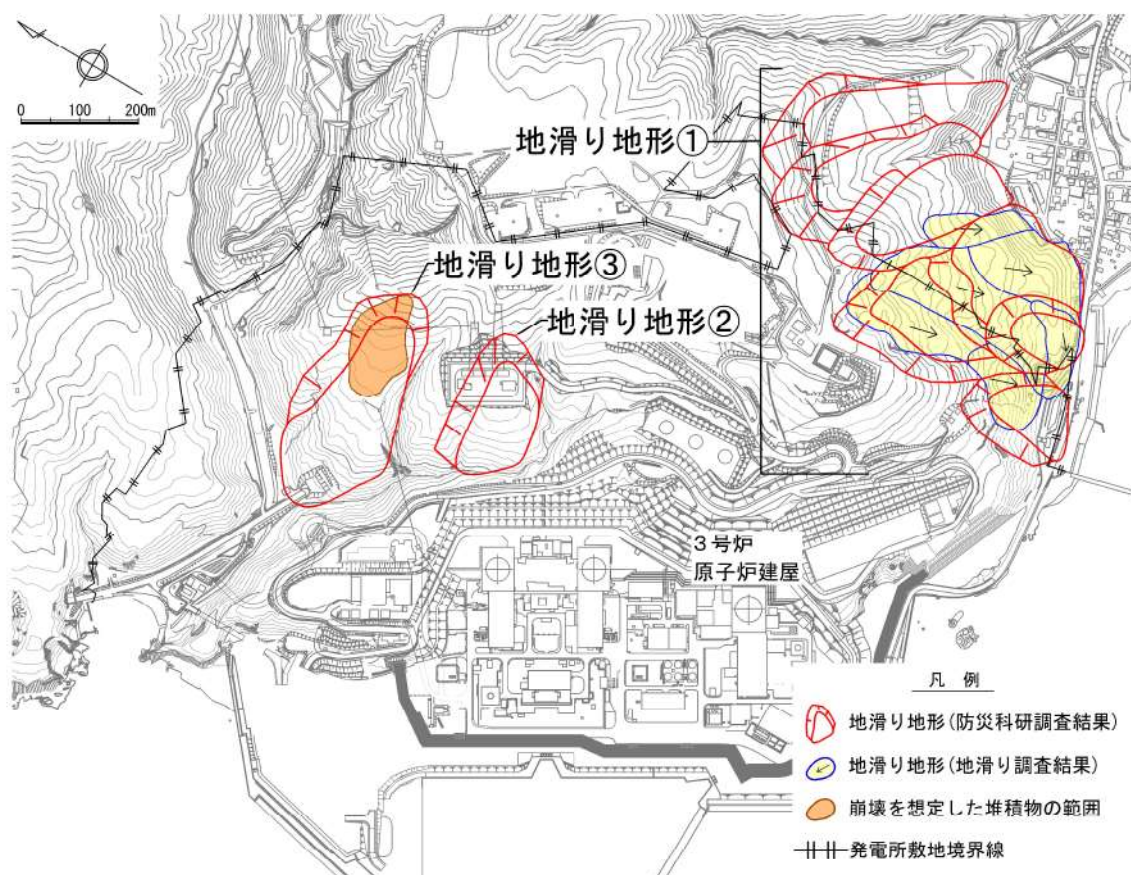
(3) 津波高さ以外（流況）

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 5-1 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 5-1 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 5-2 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5-3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5-4及び参考図5-5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、西向きの尾根からなる。

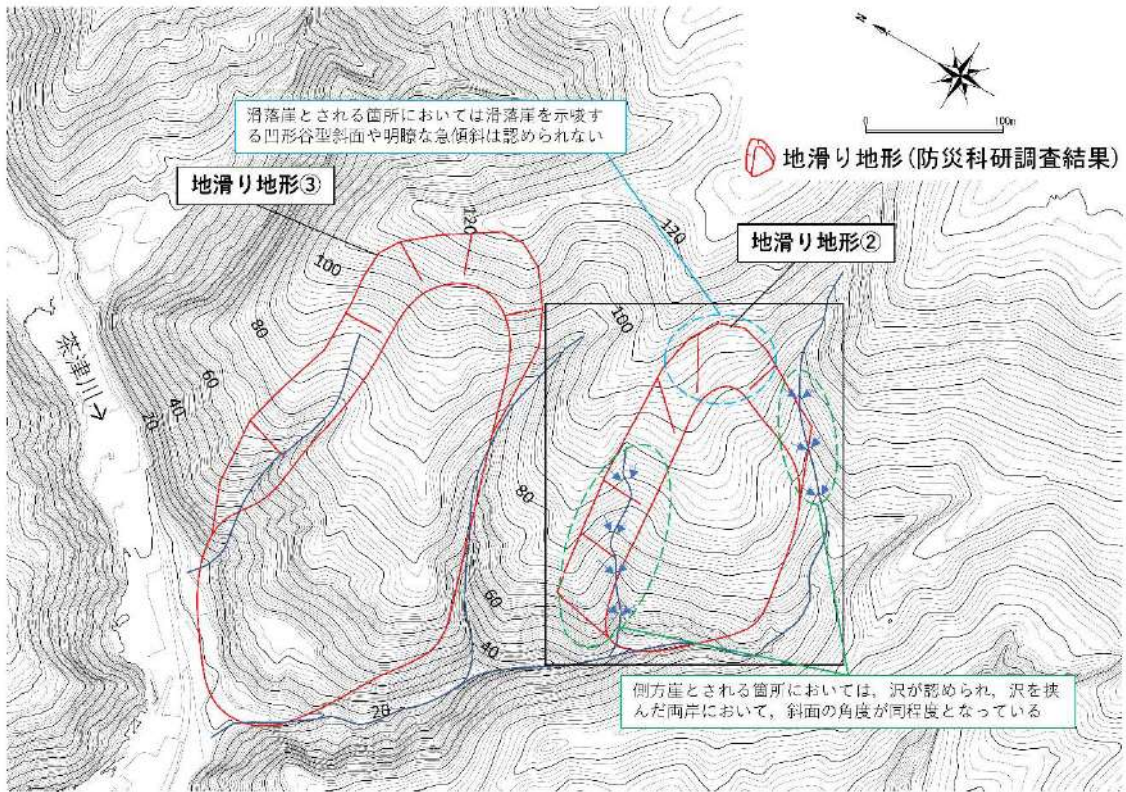
地形判読の結果、地滑りを示唆する地形的特徴は認められない。

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5-3 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5-3 緑枠）。



参考図5-2 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5-3 地滑り地形②周辺の等高線図（原縮尺：2千分の1）



参考図 5-4 地滑り地形②周辺の空中写真(撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影)





参考図 5-5 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 5-6 に示す。

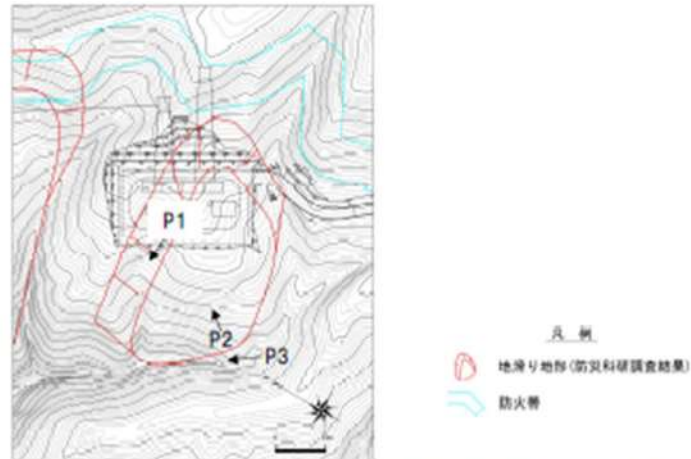
現地調査の結果，防災科研調査において側方崖とされる箇所には西向きの沢が発達しており，沢を挟んだ両岸において，斜面の角度が同程度となっており，側方崖を示唆する特徴である，地滑り土塊とされる箇所に向かう明瞭な急傾斜は認められない（参考図 5-6 P1）。

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 5-6 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 5-6 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 5-6 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 5-6 P6）。



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。



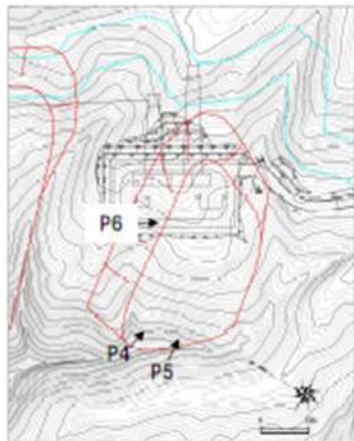
P2 防災科研調査において地滑り土塊とされる斜面の状況  
 一様な斜面であり、地滑り土塊を示唆する凹凸に富む緩斜面は認められない。



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 5-6 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 5-6 (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。



## 津波に対する洗掘の影響について

防潮堤前面の敷地については、津波による洗掘の可能性があるため、対策として、アスファルト混合物又はコンクリートで地表面を舗装する。地表面の舗装は、基準津波の敷地内の遡上域を確認したうえで、流速8m/s以下の範囲と8m/sより大きい範囲に分けて実施する。

### (1) 流速8m/s以下の範囲

「津波防災地域づくりに係る技術検討報告書(2012)」では、アスファルト部で8m/sの流速に対して洗掘の耐性があるとされており、また、「土木研究所資料 道路内の流水による舗装面の破壊—高規格堤防の水理設計のために(3)—(以下、文献①と記す。)」では、実物大の水理模型実験よりアスファルト舗装標準供試体において流速8m/sを20時間通水しても健全である結果を得ている。

以上より、流速8m/s以下の敷地はアスファルト混合物で舗装する。

### (2) 流速8m/sより大きい範囲

8m/sより大きい流速が発生する敷地は、「河川砂防技術基準 設計編」より「高規格堤防の堤体は越流水による洗掘に対して耐えうる構造とする必要があり、越流水による洗掘破壊が生じないように、堤体上部に作用する越流水による洗掘に対し、必要なせん断抵抗力を有するように設計するものとする」とあり、これに準拠してせん断強度が大きいコンクリートを採用する。

コンクリートは設計基準強度 $18\text{N}/\text{mm}^2$ とすると、せん断強度は、「コンクリート標準示方書 ダムコンクリート編(2023)」より、設計基準強度(圧縮強度)の $1/5$ として、 $18\text{N}/\text{mm}^2 \div 5 = 3.6\text{N}/\text{mm}^2$ である。

一方、アスファルト混合物のせん断強度は、「表層舗装直後のアスファルト混合物層間のせん断強度」のせん断試験結果より読み取り値の最大値は $0.28\text{N}/\text{mm}^2$ 程度である。

上記より、コンクリートのせん断強度とアスファルト混合物のせん断強度を比較して、文献①の水理模型実験結果からコンクリートの洗掘に耐えうる流速を推定した。

コンクリートとアスファルト混合物のせん断強度比は、アスファルトのせん断強度を保守的に $0.28\text{N}/\text{mm}^2 \div 0.3\text{N}/\text{mm}^2$ と設定し、 $3.6/0.3 = 12$ 倍である。せん断力(掃流力)は速度の2乗に比例することから、少なくとも $12^{1/2} = 3.46 \div 3$

倍程度の流速（24m/s）に対してコンクリートは健全性を確保し洗掘は発生しない。以上より、流速8m/sより大きい範囲の敷地はコンクリートで舗装する。

また、コンクリート舗装の厚さは、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」におけるコンクリート被覆式表法被覆工を参考として、厚さ50cmとする。

これらのことを踏まえて、津波の流速が8m/s以下の場合はアスファルト舗装とし、8m/sよりも大きい場合はコンクリート舗装とする。



## 津波による洗掘・堆積に伴う海域の地形変化について

### 1. 概要

津波による地形等の変化に係る評価のうち、繰り返し来襲する津波による洗掘・堆積に伴う海域の地形変化について、津波水位及び流速を対象に固定床と移動床の比較をしている既往文献をレビューし、**繰り返し来襲する津波による洗掘・堆積に伴う海域の地形変化が発生する可能性**について検討する。

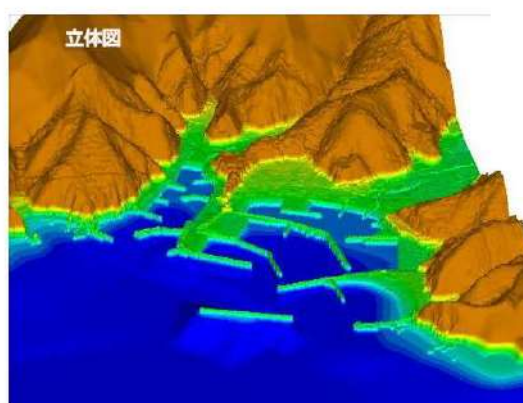
### 2. 文献のレビュー

#### (1) 森下・高橋(2014)

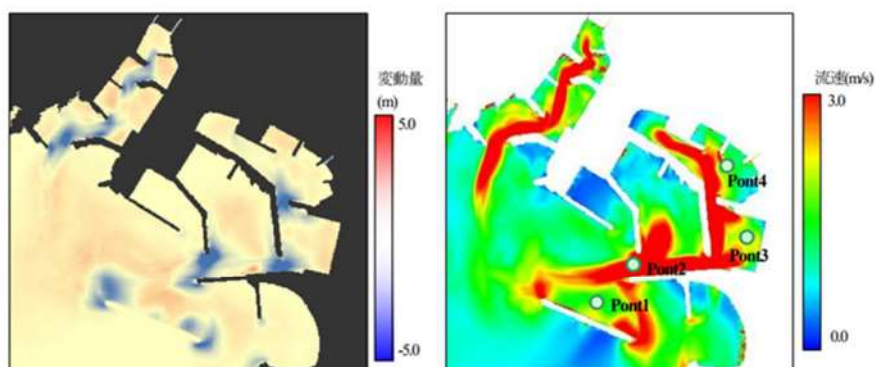
南海トラフ巨大地震モデル(2012 年内閣府公表L 2 津波ケース3)、高橋ほか(1999)モデル(粒径0.3mm)を用いて、複雑な実港湾地形(参考図7-1, 7-2)を対象に固定床と移動床の水位および流速を比較している(参考図7-3)。

その結果、水位は、固定床の場合、移動床と全体的に一致している。また、最も評価が重要視される最大津波水位や最大浸水区域は第1波に依存することが多く、固定床と移動床の影響をほとんど受けないため、土砂移動条件が水位の評価に及ぼす影響は小さいといえるとしている。

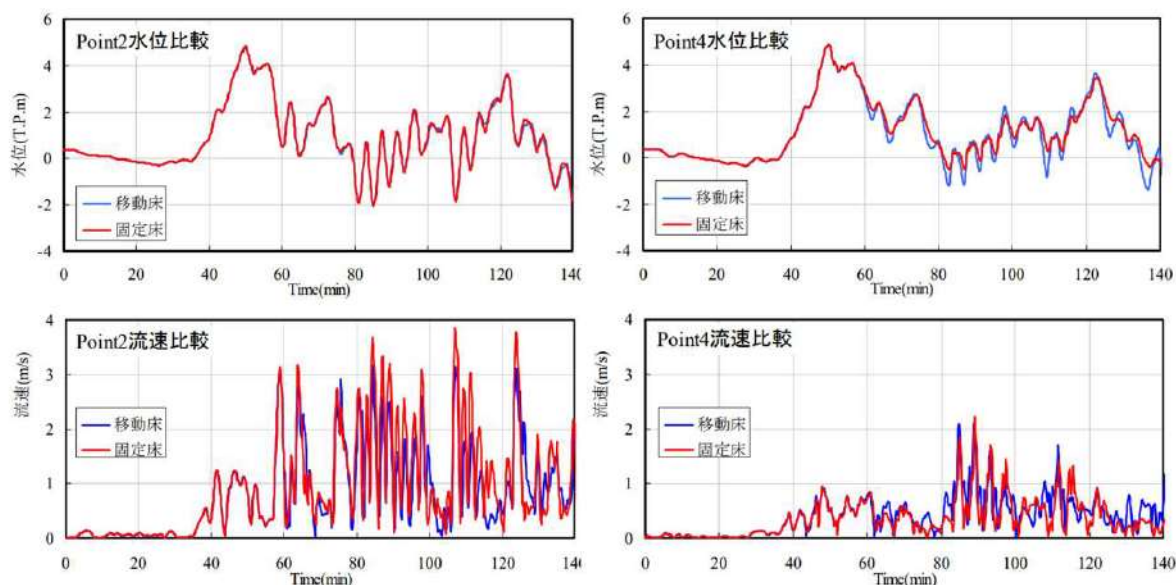
流速は、固定床の場合、後続波において局所侵食箇所の流速を過大に評価する恐れがあるものの、安全側の評価となるため、実務面においては流速評価においても大きな支障はないといえるとしている。



参考図7-1 計算対象範囲の地形コンター(立体図)  
(森下・高橋(2014)より引用)



参考図 7-2 南海トラフ L2 津波前後の地形変動分布 (左) 及び最大流速分布 (右)  
(森下・高橋(2014)より引用)



参考図 7-3 着目地点での移動床と固定床の水位・流速比較  
(森下・高橋(2014)より引用, Point2: 港口, Point4: 港奥)

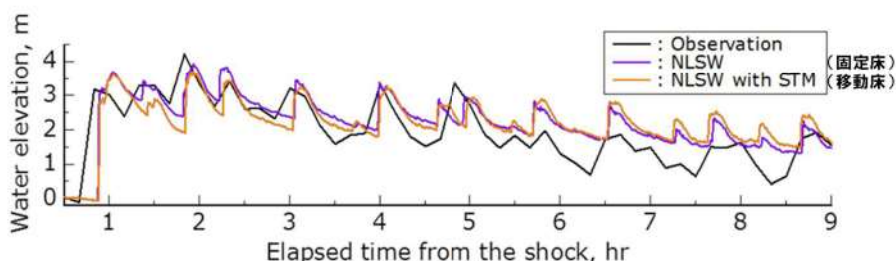
(2) 今井ほか(2015)

高橋ほか(2011)に基づく粒径依存型モデル(粒径 0.267mm)の流砂量式及び交換砂量式, 菅原ほか(2014)に基づく流況により変化するとした飽和浮遊砂濃度式を用いて, 2011 年東北地方太平洋沖地震津波による北上川河口部の大規模な地形変化について検討している。

北上川河口から 8.6km 地点の福地観測所では, 地震発生から約 5 時間にわたり津波の河川遡上による 3 m を超える水位の高まりが観測されたとしている。



参考図 7-4 に福地観測所における津波振幅の時刻歴を示す。固定床と移動床での比較においては、地震発生から 4 時間までは固定床の方が移動床による解析値より水位は若干ではあるが高い傾向にあるとしている。

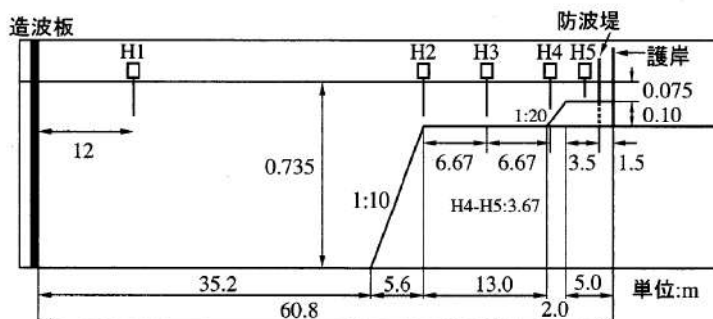


参考図 7-4 福地観測所における津波振幅の時刻歴比較  
(今井ほか(2015)より引用)

(3) 榊山ほか(2008)

固定床の水理模型実験を実施し、榊山ほか(2007)による移動床の水理模型実験の結果と比較をしている。実験は、参考図 7-5 に示す 2 次元造波水路を用いて、水路内に防波堤、港口部、護岸からなる単純な矩形の港湾模型(参考図 7-6)を設置して行った。参考図 7-7 に、港内の侵食が著しかった領域の比較を示す。

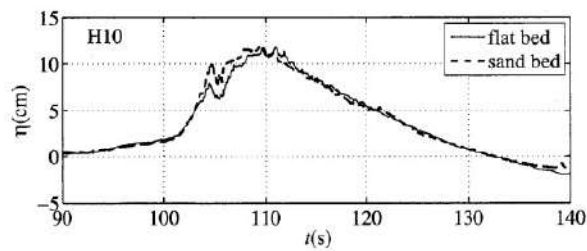
その結果、固定床上の水位変動は、時間  $t=103s\sim 110s$  で移動床の時系列と若干差がみられるとしている。全測定点の比較を総合すると、比較場所の若干のずれの影響よりも地形変化の有無や底面粗度などの違いの影響が現れ、移動床と固定床とでは水位変動や流速は完全に一致はせず、その差は参考図 7-7 にみられる程度であり、流速より水位変動の差の方が明瞭であるとしている。



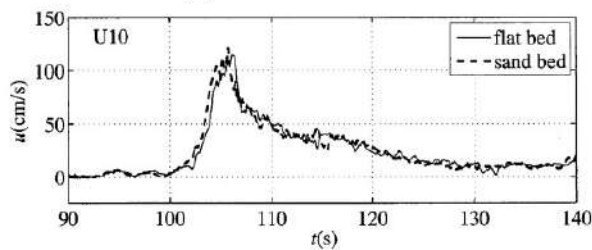
参考図 7-5 模型実験装置  
(榊山ほか(2008)より引用)



参考図 7-6 港湾模型と波高計・流速計アレイ  
(榑山ほか(2008)より引用)



(a) 水位変動の時系列



(b) 流速の時系列

参考図 7-7 模型実験における固定床と移動床の水位・流速比較  
(榑山ほか(2008)より引用)

### 3. まとめ

文献レビューの結果，以下に示すことが確認された。

- ・津波水位は，数値シミュレーション及び水理模型実験による検討ともに，固定床と移動床とで全体的に一致している。



- ・流速は，水理模型実験の場合，固定床と移動床とで大きな差は見られず，数値シミュレーションの場合，森下・高橋(2014)の検討条件では固定床の方が安全側の評価となる。

以上より，津波による地形等の変化に係る評価のうち，繰り返し来襲する津波による洗掘・堆積に伴う海域の地形変化を考慮する必要はない。

## 側方流動等による水平変位の影響について

### (1) 概要

防潮堤は、堅固な岩盤に支持されていることから、地震時の液状化に伴う沈下は発生しない。一方、防潮堤前面の敷地地盤に存在する埋戻土及び砂層は、地震時の液状化により沈下する可能性があるため、基準地震動による敷地地盤の沈下について、3.5m 沈下及び 5.0m 沈下を考慮した津波遡上解析を実施している。一方、側方流動等による水平変位は 4m 程度であり、敷地周辺の計算格子間隔 5m よりも小さいことから遡上解析結果に与える影響は軽微であると考え、水平方向の地盤変状は考慮していない。

ここでは、側方流動等による水平変位が津波遡上解析結果に与える影響を確認するため、防潮堤前面の敷地地盤の 5.0m 沈下地形を対象に、側方流動等による水平変位を上回る計算格子間隔 1 メッシュ分である 5m の水平変位を考慮した津波遡上解析を行い、水平変位を考慮しない津波遡上解析結果と比較した。

### (2) 水平変位を考慮した津波遡上解析

津波遡上解析の地形モデルは、側方流動等による水平変位を考慮するため、防潮堤海側の護岸から防潮堤までの距離を 1 メッシュ (5m) 分長くした。

水平変位の影響は防潮堤前面への影響が最も大きくなると考えられることから防潮堤前面を対象に、敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける津波遡上解析結果を比較した。水位上昇量及び最大流速の比較結果を参考表 8-1 に示す。また、最大水位上昇量分布、水位時刻歴波形及び最大流速分布を参考図 8-1 に示す。

この結果、「敷地地盤 (陸域) 5.0m 沈下かつ水平変位 5m」の最大水位変動量は 15.68m となり、「敷地地盤 (陸域) 5.0m 沈下」の最大水位上昇量の 15.96m を下回った。また、「敷地地盤 (陸域) 5.0m 沈下かつ水平変位 5m」の最大流速は 13.50m/s となり、「敷地地盤 (陸域) 5.0m 沈下」の最大流速と変わらない結果となった。

以上より、側方流動等による水平変位が遡上解析結果に与える影響はないことを確認した。



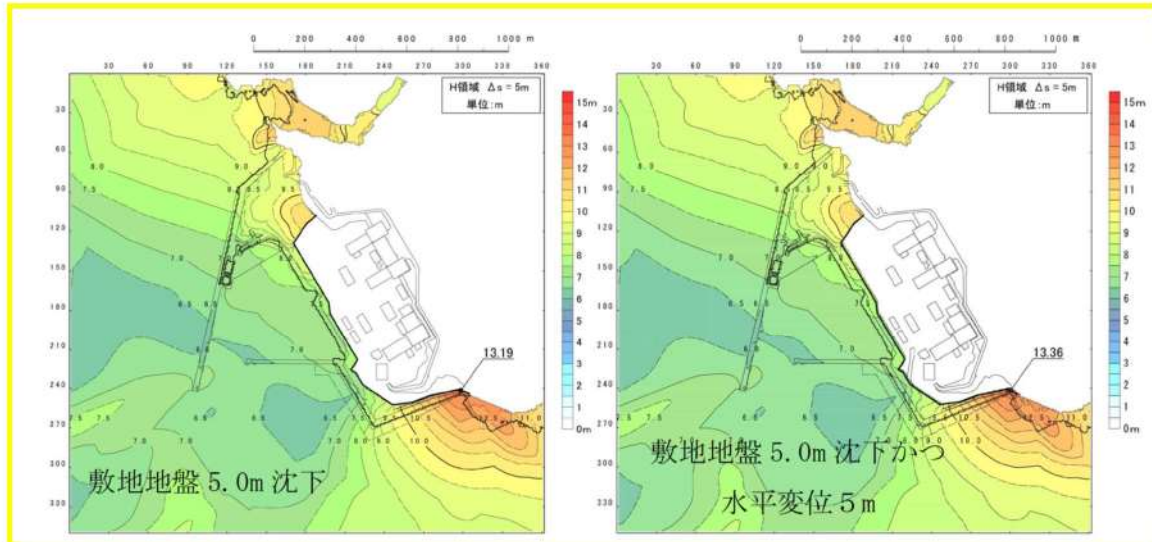
参考表 8-1 (1) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける水位上昇量の比較

評価項目	波源	地形モデル	基本ケース (a)	敷地地盤(陸域) 5.0m 沈下(b)	敷地地盤(陸域) 5.0m 沈下かつ 水平変位 5m(c)	差分(c-a)	差分(c-b)
水位 上昇 量	波源 A	防波堤損傷なし	13.44m	13.19m	13.36m	-0.08m	0.17m <sup>*</sup>
	波源 E	北及び南防波堤損傷	15.65m	15.61m	15.36m	-0.29m	-0.25m
	波源 E	南防波堤損傷	14.98m	15.96m	15.68m	0.70m	-0.28m
	波源 F	北防波堤損傷	15.68m	15.54m	15.41m	-0.27m	-0.13m

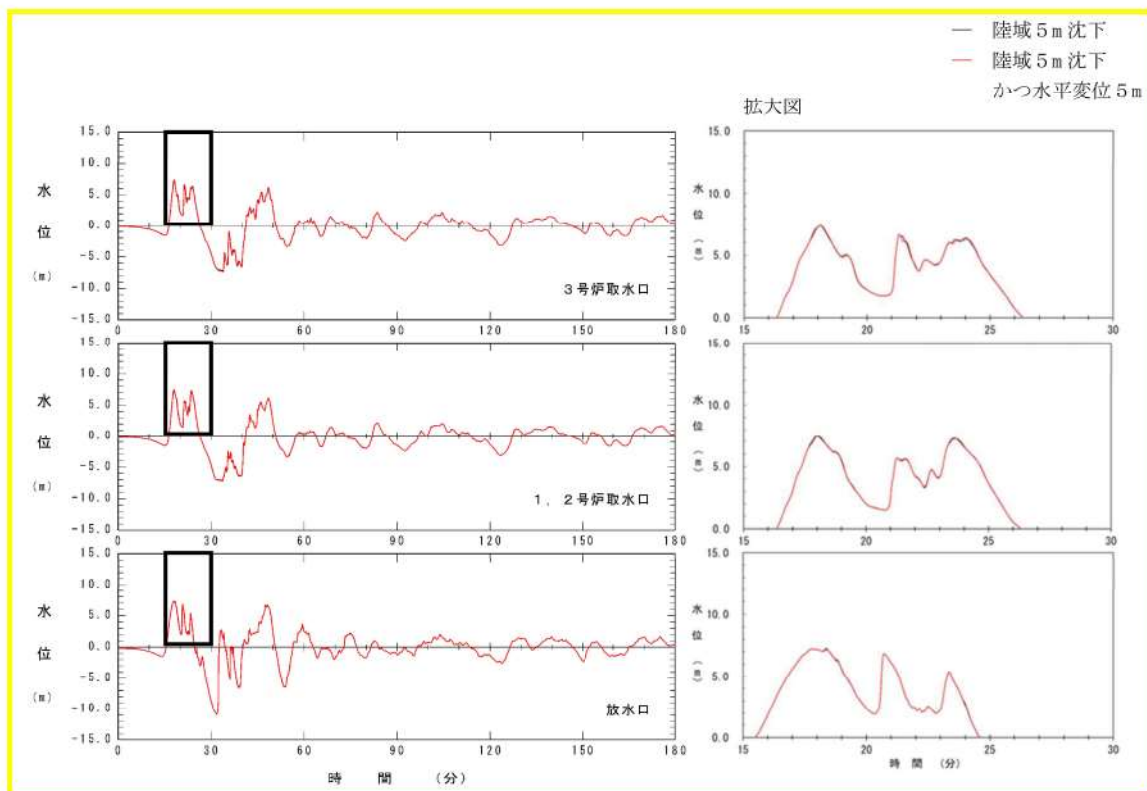
※基準津波(波源 A (防波堤損傷なし))は「敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m」の方が「敷地沈下 5.0m」より大きい、基本ケースに比べ値が小さいことから入力津波に与える影響はない。

参考表 8-1 (2) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大流速の比較

評価項目	波源	地形モデル	基本ケース (a)	敷地地盤(陸域) 5.0m 沈下(b)	敷地地盤(陸域) 5.0m 沈下かつ 水平変位 5m(c)	差分(c-a)	差分(c-b)
最大 流速	波源 A	防波堤損傷なし	13.81m/s	11.74m/s	11.74m/s	-2.07m/s	0.00m/s
	波源 E	北及び南防波堤損傷	12.56m/s	13.25m/s	13.08m/s	0.52m/s	-0.17m/s
	波源 E	南防波堤損傷	16.56m/s	13.50m/s	13.50m/s	-3.06m/s	0.00m/s
	波源 F	北防波堤損傷	13.72m/s	12.89m/s	12.65m/s	-1.07m/s	-0.24m/s

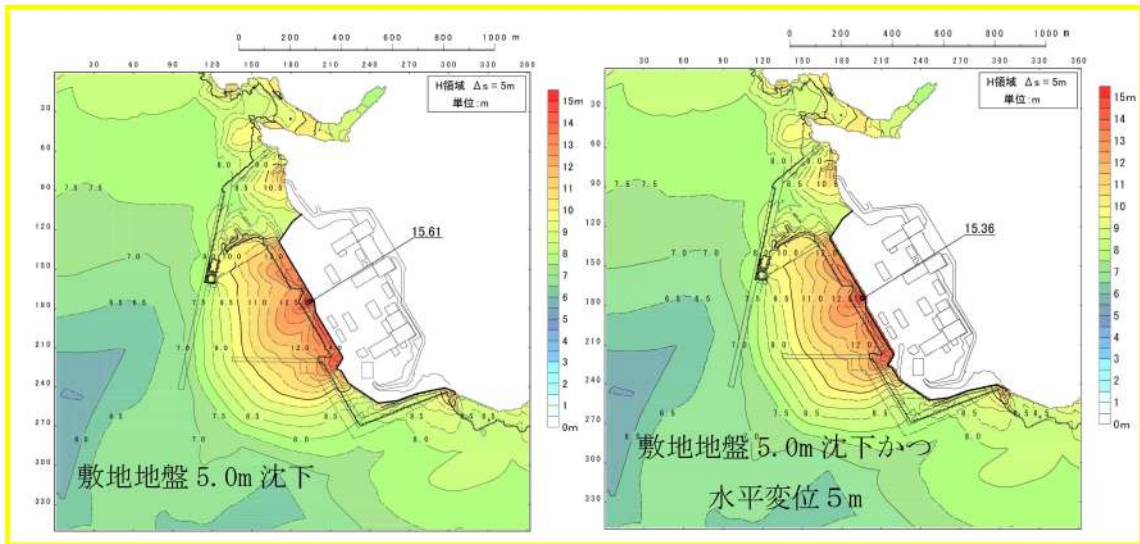


参考図 8-1 (1) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大水位上昇量分布の比較 (基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))

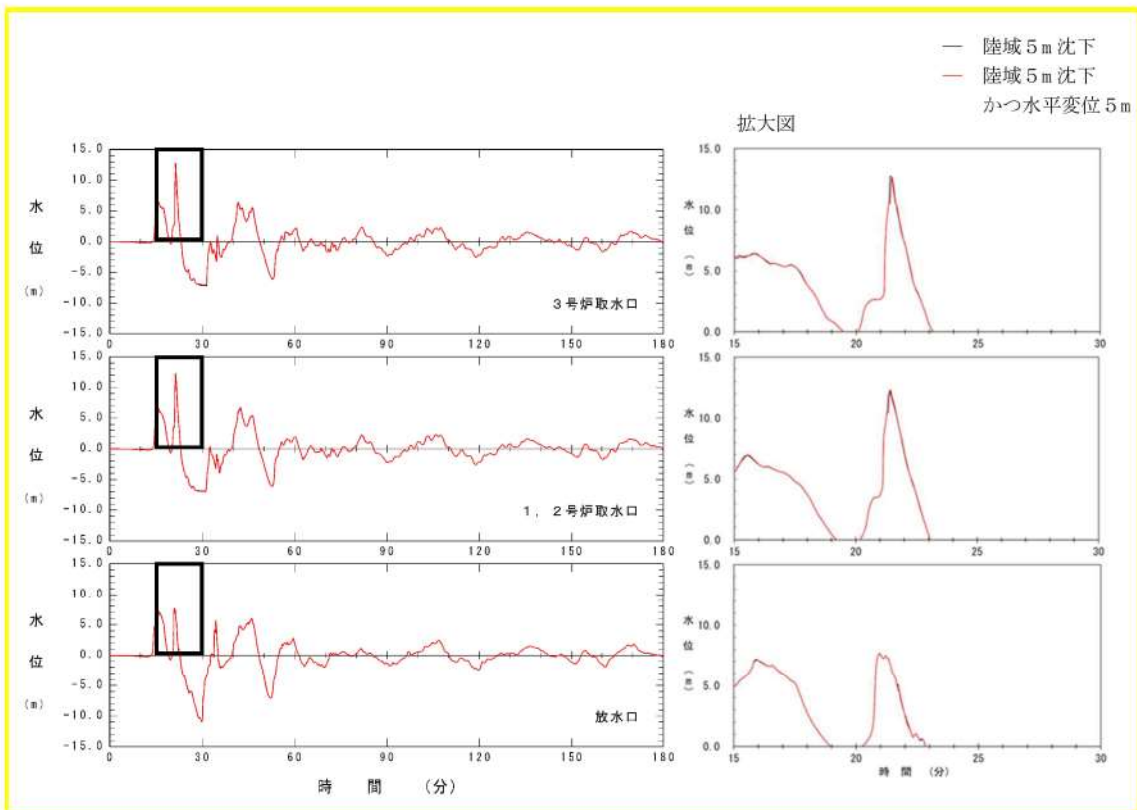


参考図 8-1 (2) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける水位時刻歴波形の比較 (基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))

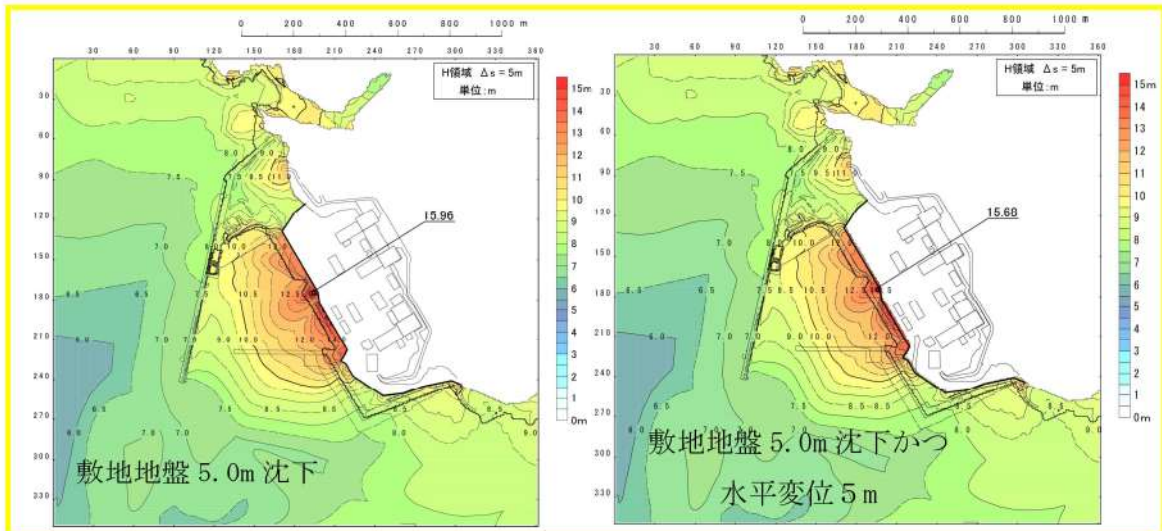




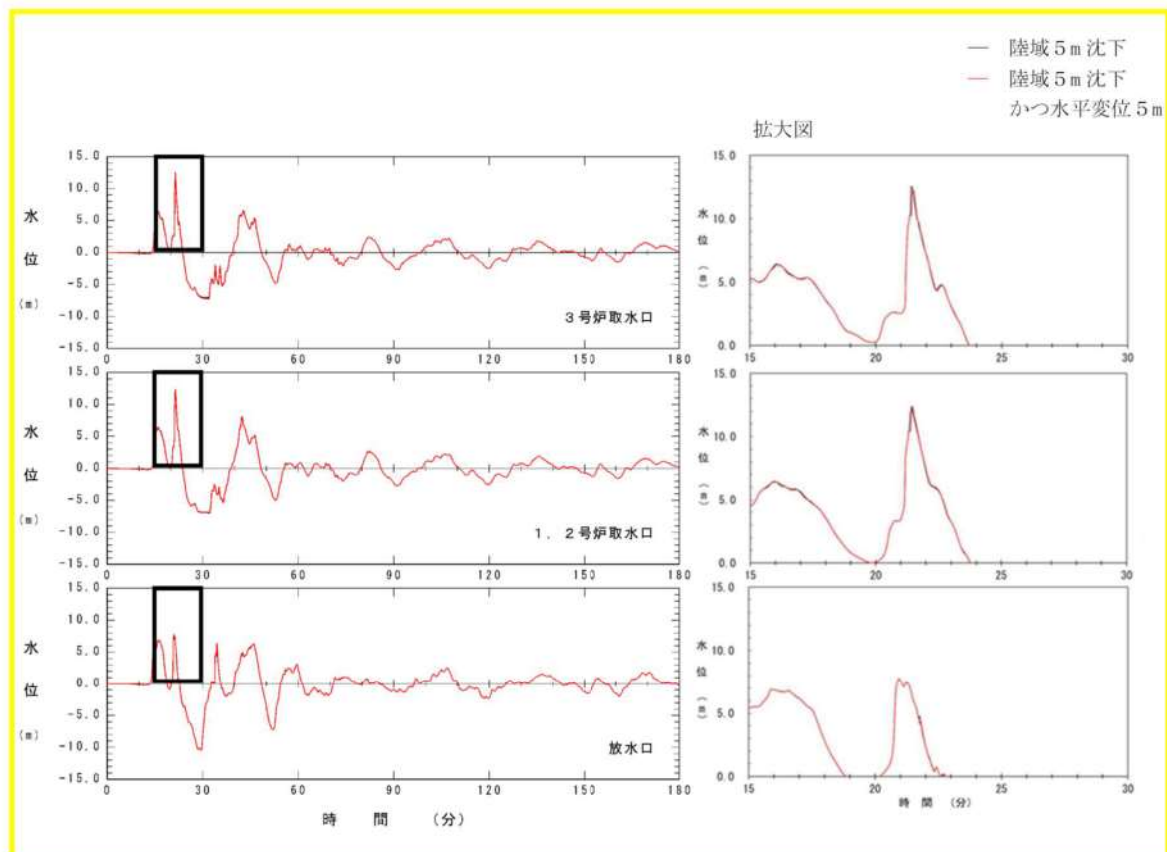
参考図 8-1 (3) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大水位上昇量分布の比較 (基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))



参考図 8-1 (4) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおけ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))

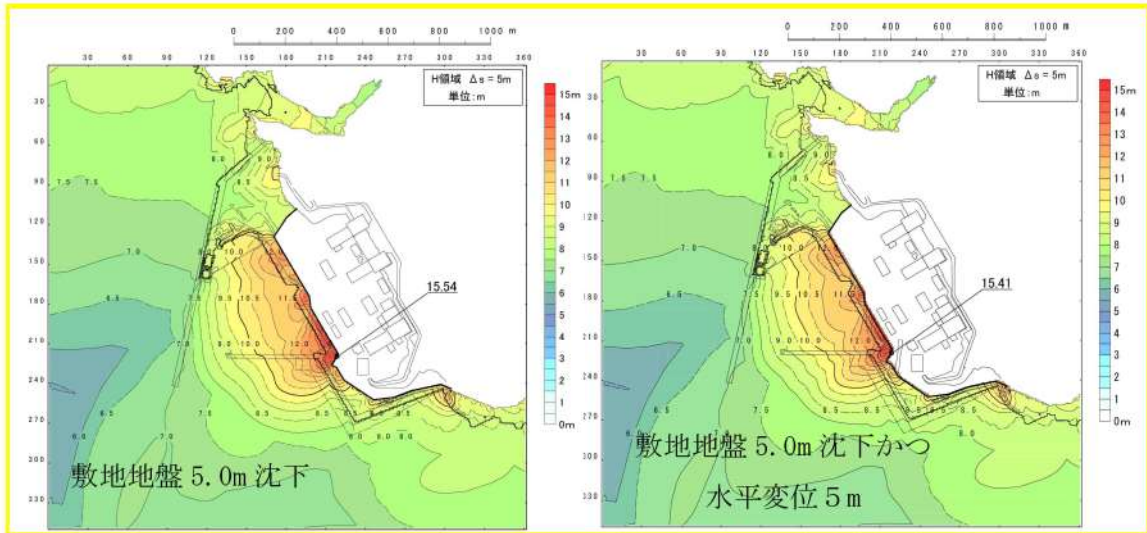


参考図 8-1 (5) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大水位上昇量分布の比較 (基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))

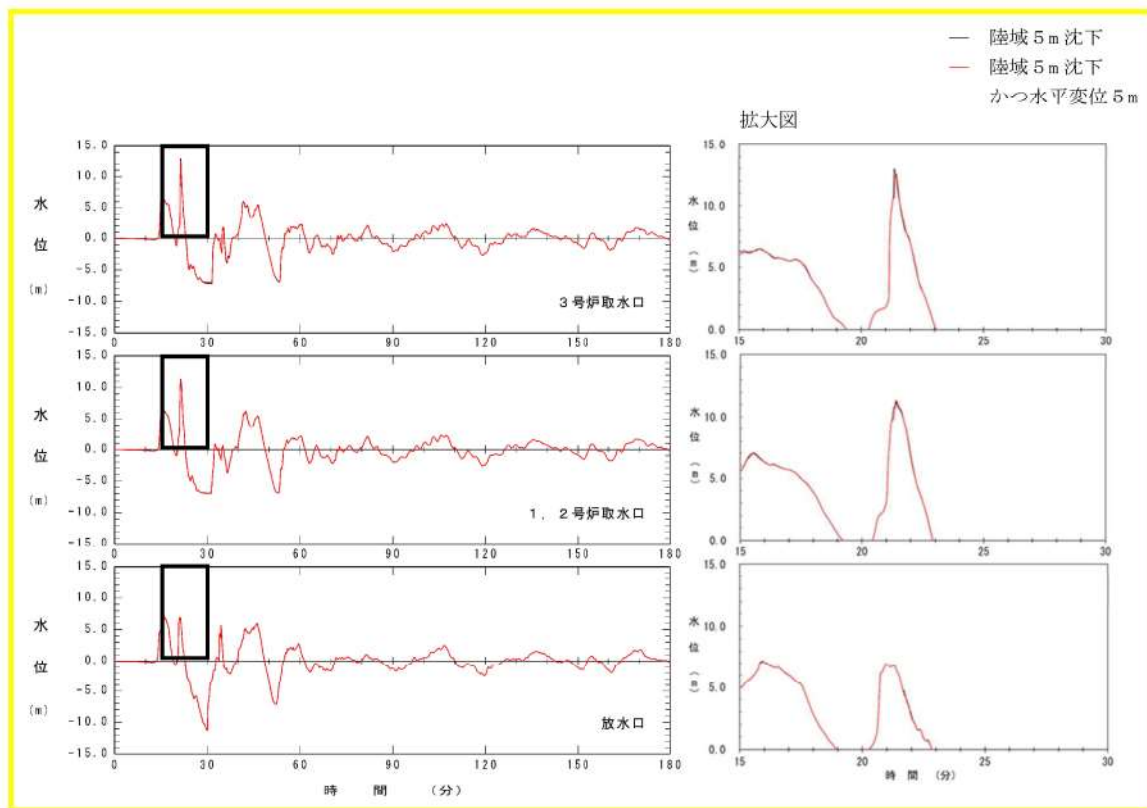


参考図 8-1 (6) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける水位時刻歴波形の比較 (基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷))

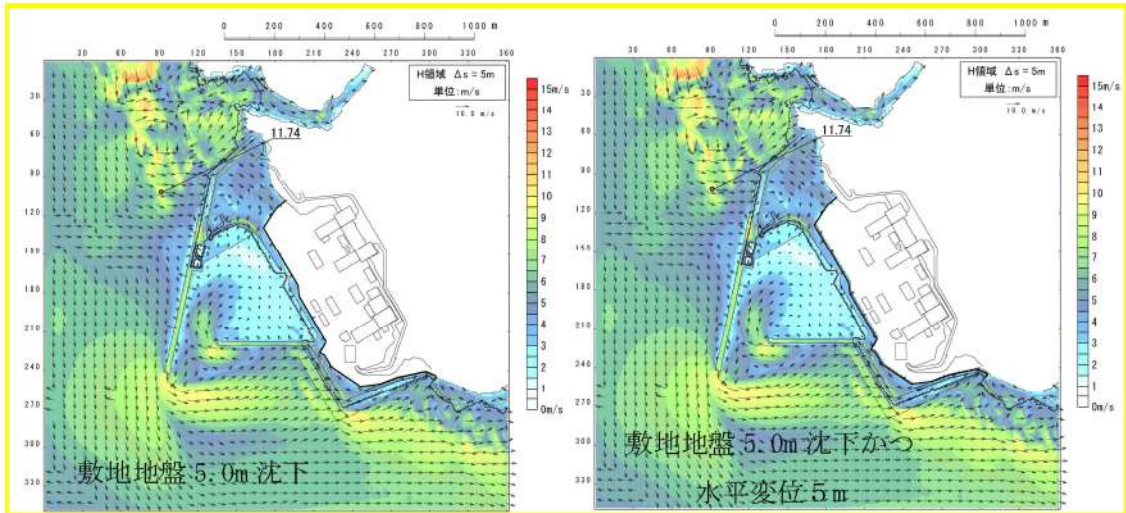




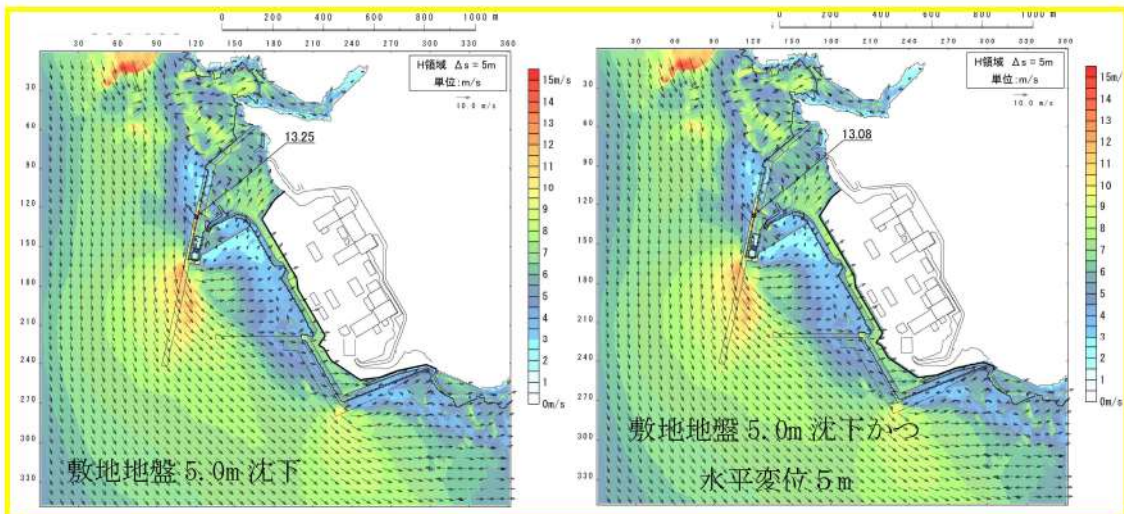
参考図 8-1 (7) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大水位上昇量分布の比較 (基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))



参考図 8-1 (8) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける水位時刻歴波形の比較 (基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))

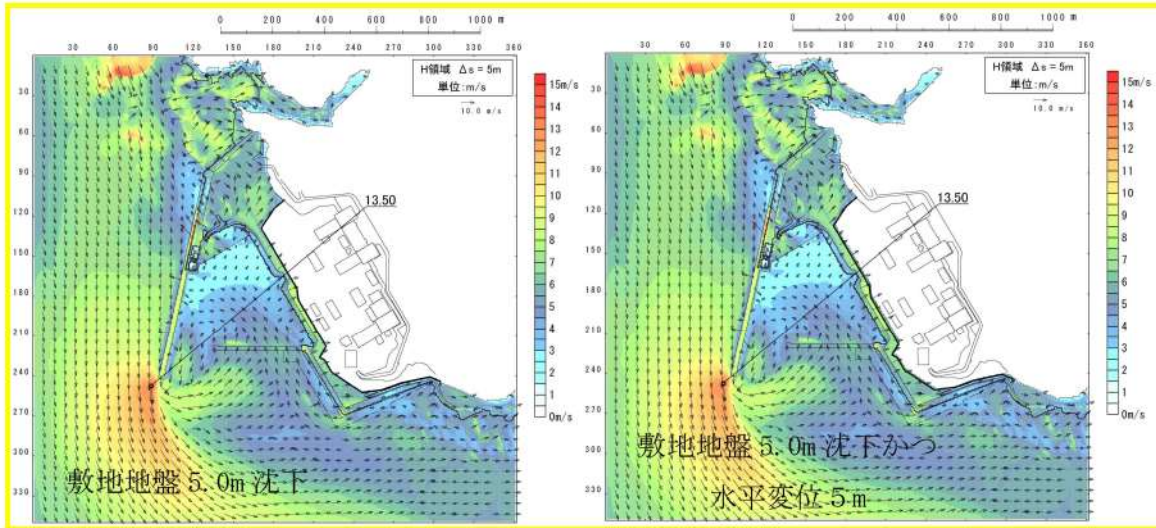


参考図 8-1 (9) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大流速分布の比較 (基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))

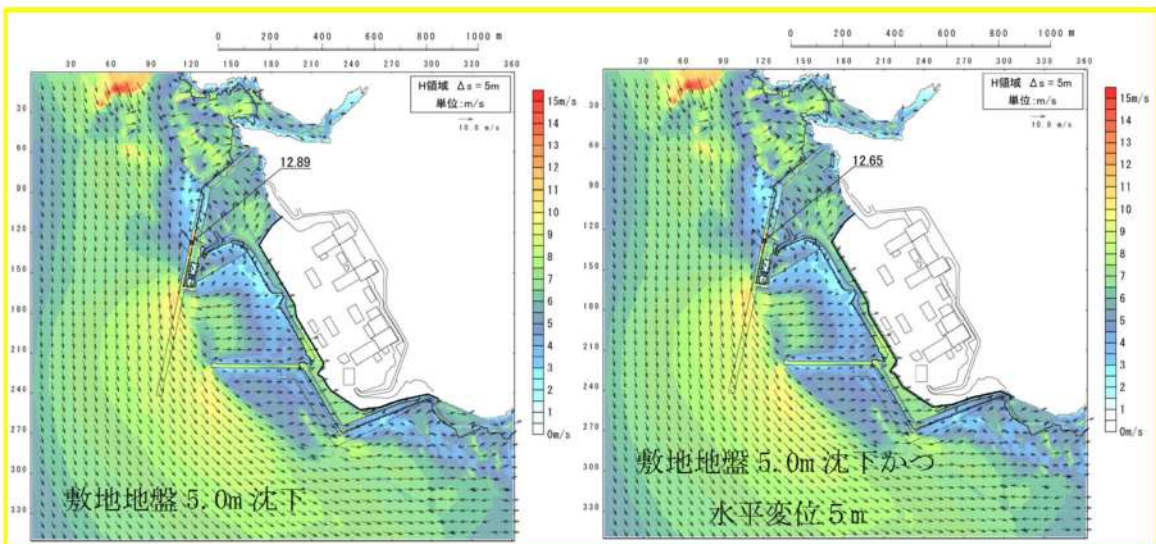


参考図 8-1 (10) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大流速分布の比較 (基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))





参考図 8-1 (11) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおけ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 8-1 (12) 敷地沈下 5.0m ケースと敷地沈下 5.0m かつ水平変位 5m ケースにおける最大流速分布の比較 (基準津波 (波源 F, 北防波堤損傷))

### 透過性を有する人工構造物のモデル化

敷地及び敷地周辺の津波伝播経路上の人工構造物である離岸堤及び突堤（参考図 9-1）は、主に消波ブロックで構成されており、透過性を有する人工構造物である。

津波の伝播過程や遡上過程に存在する建物等の構造物や海岸堤防および防波堤等の二次元構造物は、津波の挙動に影響を与えるとされているが（土木学会, 2016）、離岸堤等の消波ブロックによる構造物は空隙を持ち透過性を有していることから、防波堤等の不透過構造物に比べて、津波を遮る効果は小さいと考えられ、土木学会(2016)においても「消波ブロックを積み上げた透過性の離岸堤等については、構造物がないものとして取り扱う場合が多い」とされている。

離岸堤及び突堤は、敷地前面に位置する人工構造物（専用港の防波堤・護岸）に比べ遠方に位置するため、津波遡上解析への影響は小さい。

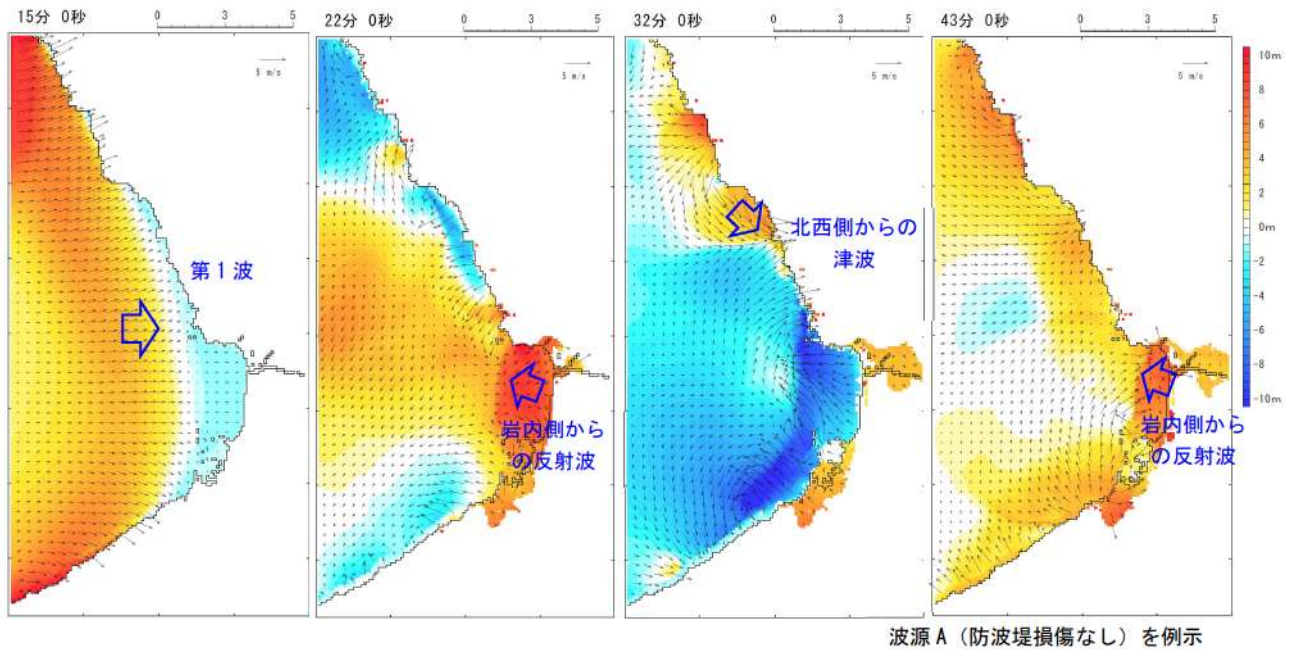
また、泊発電所の最高水位に影響を与える津波は、波源位置から直接的に発電所に到達する第 1 波のみではなく、南側（岩内側）からの反射波、北西側からの津波の伝播がある（参考図 9-2）。離岸堤及び突堤は、津波伝播経路上に位置しており、モデル化しないことで津波が減勢されず、保守的な評価が可能になる。

以上から、透過性を有する人工構造物である離岸堤及び突堤はモデル化しない。





参考図 9-1 敷地周辺の離岸堤・突堤位置



波源 A (防波堤損傷なし) を例示

参考図 9-2 津波の伝播状況 (水位・流速分布の経時変化)

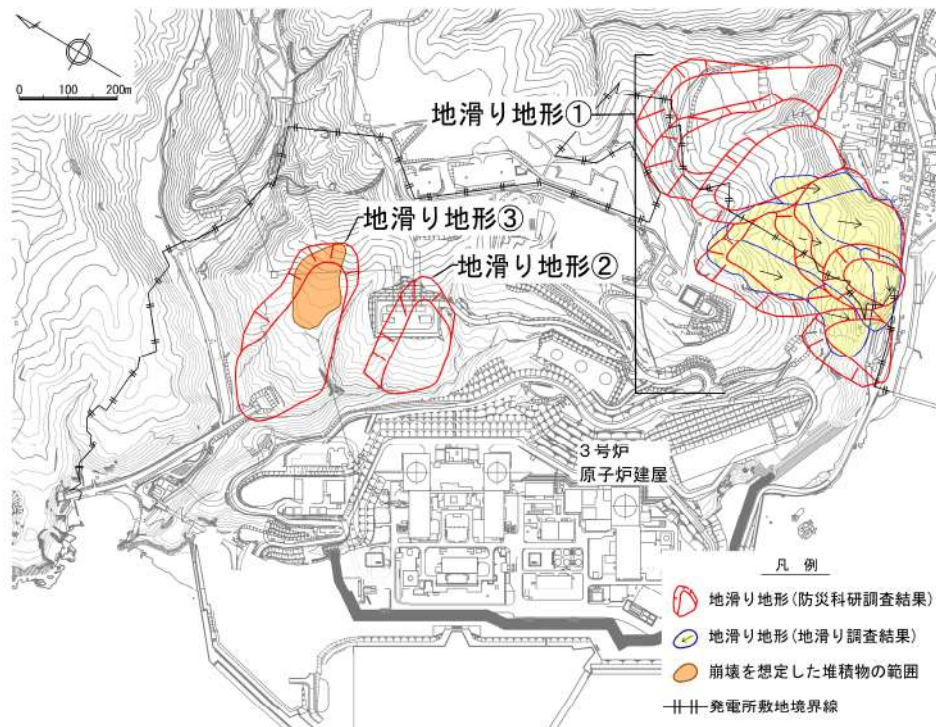
### 地滑り地形③の崩壊範囲の設定について

当社の地滑り評価対象である発電所背後における地滑り地形③について、対象範囲における地形判読の結果、地滑りを示唆する地形的特徴は認められない。

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は認められないことから、地滑り地形ではないと判断されるが、当該箇所において実施した既往のトレンチ調査において、岩盤及びシルト・砂・礫からなる堆積物を確認している。

これらのことを踏まえて、防災科研調査結果（以降、防災科研調査という。）に示されるような地滑り地形は認められないものの、シルト・砂・礫からなる堆積物について、既往のトレンチ調査及び地表地質踏査より堆積物の範囲を確認し、基準地震動による崩壊範囲を設定した。地滑り地形③の位置図を参考図 10-1 に示す。

なお、地滑り地形③の岩盤部については、簡便法によるすべり安定性評価を実施し、すべり安全率が十分に大きく、斜面崩壊しないことを確認している（参考資料 11 参照）。

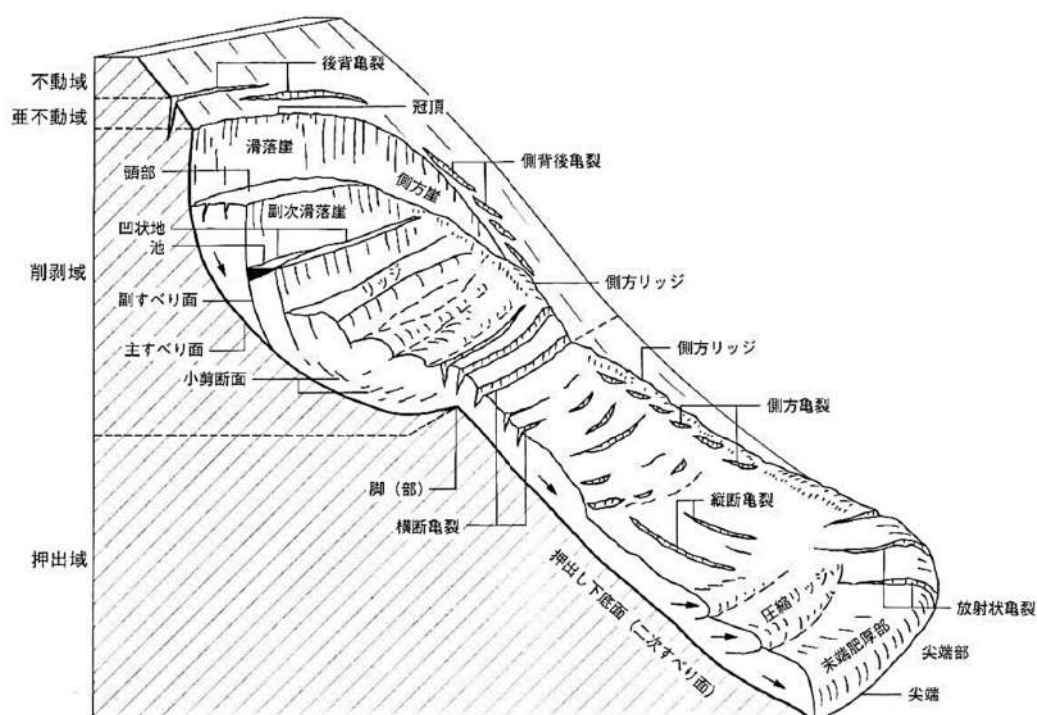


参考図 10-1 泊発電所周辺の地滑り地形位置図「第 6 条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部事象の考慮について）」（一部修正）



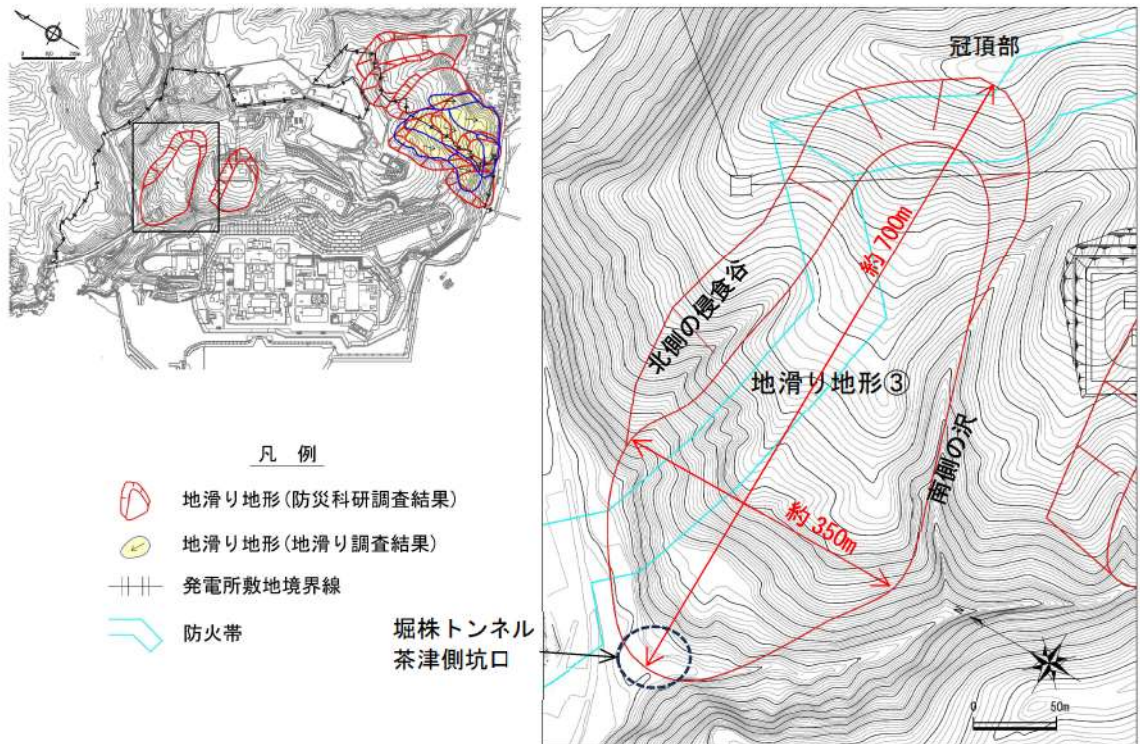
### 1. 防災科研調査で抽出される地滑り地形③

地滑り地形の模式図を参考図 10-2 に、防災科研調査で抽出している地滑り地形③を参考図 10-3 に示す。防災科研調査では参考図 10-2 に示すような滑落崖及び側方崖の地形的特徴に着目して判読しており、ほりかつぶトンネル茶津側坑口上部の尾根地形地滑り地形を抽出し、北側の侵食谷とみられる凹地形及び南側の沢を側方崖、ほりかつぶトンネル坑口付近を土塊先端、尾根頂部を滑落崖頂部として抽出しており、その規模は長さ約 700m、幅約 350m である。



参考図 10-2 地滑りに伴って生じる各種の地形

(鈴木隆介(2000)：建設技術者のための地形図読図入門, 第3巻, 古今書院)



参考図 10-3 防災科研調査による地滑り地形③「第6条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部事象の考慮について）」（一部修正）

## 2. 地表地質踏査結果

地表地質踏査及び既往のトレンチ調査より作成したルートマップを参考図 10-4 に、地表地質踏査及び既往のトレンチ調査より作成した断面図 (A-A' 断面) を参考図 10-5 に、地表地質踏査による岩盤の分布状況写真を参考図 10-6 に、既往のトレンチ調査の側面写真を参考図 10-7 に示す。

参考図 10-4 及び参考図 10-6 より、ほりかつぷトンネル茶津側坑口 (N③地点) から北側 (N①, N②地点) と南側の沢上流にかけて岩盤が連続的に分布している。

参考図 10-5 の断面図より、F-2 トレンチの低標高側に遷急線が認められ、茶津川にかけては急斜面であり、F-2 トレンチから F-1 トレンチにかけて緩斜面である。遷急線から低標高側の茶津川にかけての急斜面部は、上部の F-2 トレンチ及び下部のほりかつぷトンネル茶津側坑口周辺 (N③地点) に岩盤を確認しており、茶津川の下刻による河食崖で急斜面が形成されている。また、N②地点及び S④地点を A-A' 断面に投影すると地表面まで岩盤が高く、F-2 トレンチより低標高側には地滑りを示唆するような堆積物はない。

参考図 10-7 より、F-1 トレンチでは深度 2.5m 程度掘削しているが、当該箇所ではシルト・砂・礫からなる堆積物を確認しており、堆積物が擾乱を受けている



状況は認められない（平成 29 年 12 月 8 日審査会合資料）。

F-2 トレンチでは地表よりシルト・砂・礫からなる堆積物を、深度約 1.0m 以深に凝灰角礫岩を確認しており、地表面に達している。

以上の調査結果を踏まえて、防災科研調査で抽出された地滑りを示唆するような地形的特徴、地質的特徴及び水文的特徴は認められないが、堆積物の分布に起因する基準地震動による崩壊の可能性を否定できないことから、入力津波への影響検討の対象とする。

崩壊の検討にあたり、崩壊ブロックは以下のように設定した。

- ・F-2 トレンチでは岩盤を確認し、かつ下端に遷急線が認められる。
- ・F-1 トレンチでは堆積物を確認している。
- ・F-1, F-2 トレンチの南方に沢を、北方に不明瞭であるがわずかに凹地が認められる。

以上のことから、堆積物が分布する F-2 トレンチより上位の範囲で、不明瞭な凹地及び沢に挟まれた範囲を崩壊ブロックと設定した。

崩壊ブロックの層厚は、高速道路調査会（1985）にしたがって設定した。なお、ブロック層厚の設定は、平成 27 年 8 月 21 日審査会合資料（泊発電所の基準津波に関するコメント回答）で示した岩盤崩壊の地滑り層厚の設定と同じ要領で実施している。

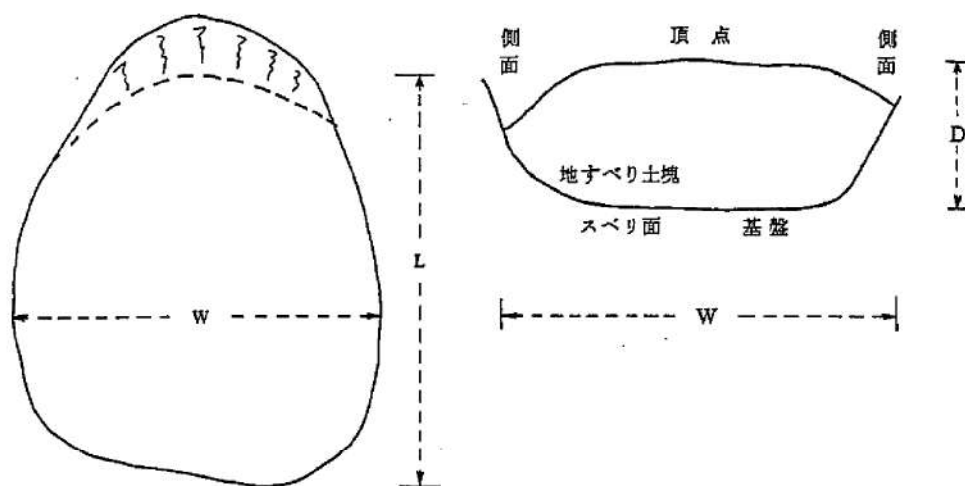
高速道路調査会（1985）による地滑り幅・延長・層厚の関係性を参考表 10-1 に、崩壊ブロックの幅及び延長を参考図 10-8 に示す。参考図 10-8 より、崩壊ブロックの幅が 104m であり参考表 1 の地滑り幅 W の「100～300m（200m 前後）」に該当することから、地滑り幅と層厚の比は保守的に 7 と設定した。

以上のことから、ブロック層厚は  $104 \div 7 = 14.85\text{m}$  より 15m と設定し、参考図 10-5 のように滑り線を設定した。

参考表 10-1 高速道路調査会（1985）による地滑り幅・延長・層厚の関係性

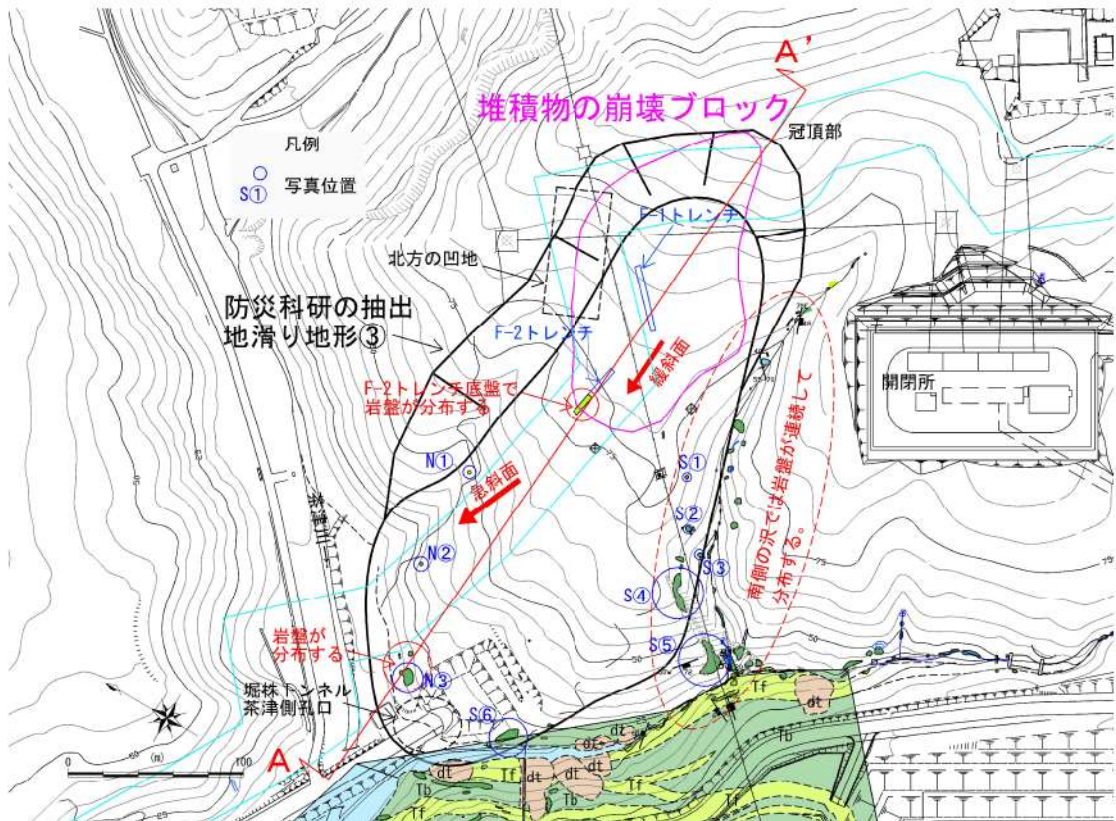
【高速道路調査会（1985）の抜粋】

渡（1980）は、経験的であると前置きしたうえで、「一般の単一ブロックの地すべりで幅 50～100m ではその比は大体 5～7 のものが多く、幅がこれより大きくなるにつれて、この比も若干大きくなり、200m 前後では 7～10、300m を越えると 10～15 程度となると思われる。」としている。

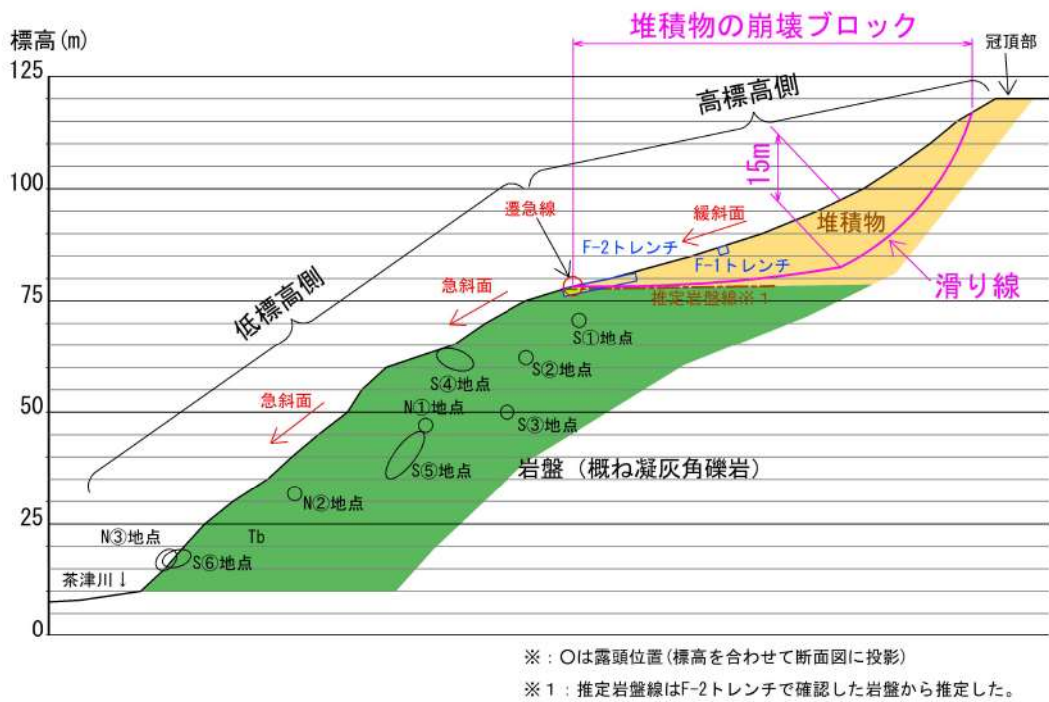


地滑り幅 W	W/D (地滑り幅/層厚)	採用する W/D
< 100m	5～7	5
100～300m (200m 前後)	7～10	7
> 300m	10～15	10





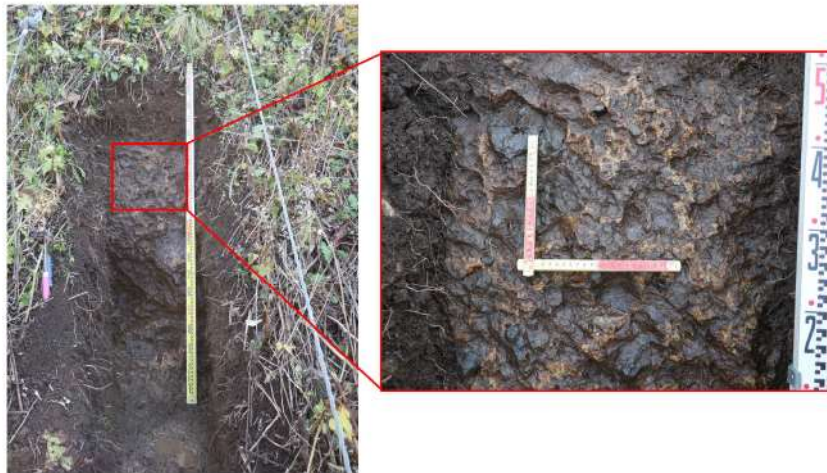
参考図 10-4 地表地質踏査及び既往のトレンチ調査より作成したルートマップ



参考図 10-5 地表地質踏査及び既往のトレンチ調査より作成した断面図 (A-A'断面) (縦2倍)



N①地点 砂質凝灰岩 (C級)



N②地点 凝灰角礫岩 (B級)



N③地点 凝灰角礫岩 (B級)

参考図 10-6(1) 地表地質踏査による岩盤状況写真





S①地点 凝灰角礫岩 (C級)



S②地点 凝灰角礫岩 (B～C級)



S③地点 凝灰角礫岩 (B～C級)

参考図 10-6(2) 地表地質踏査による岩盤状況写真



S④地点 凝灰角礫岩 (B～C級)



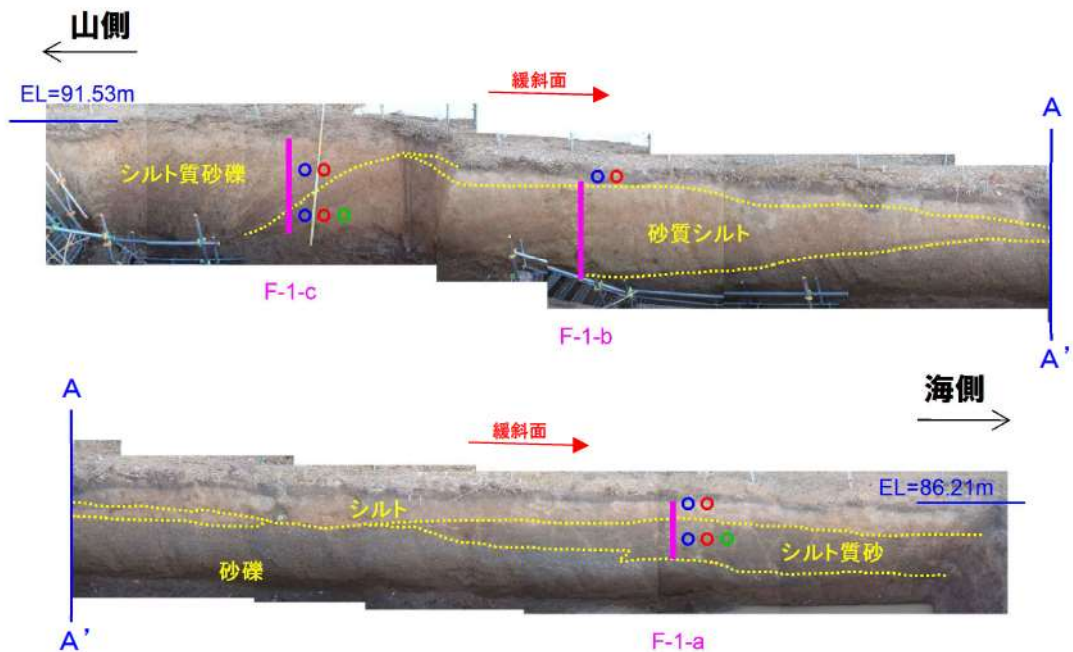
S⑤地点 凝灰角礫岩 (B～C級)



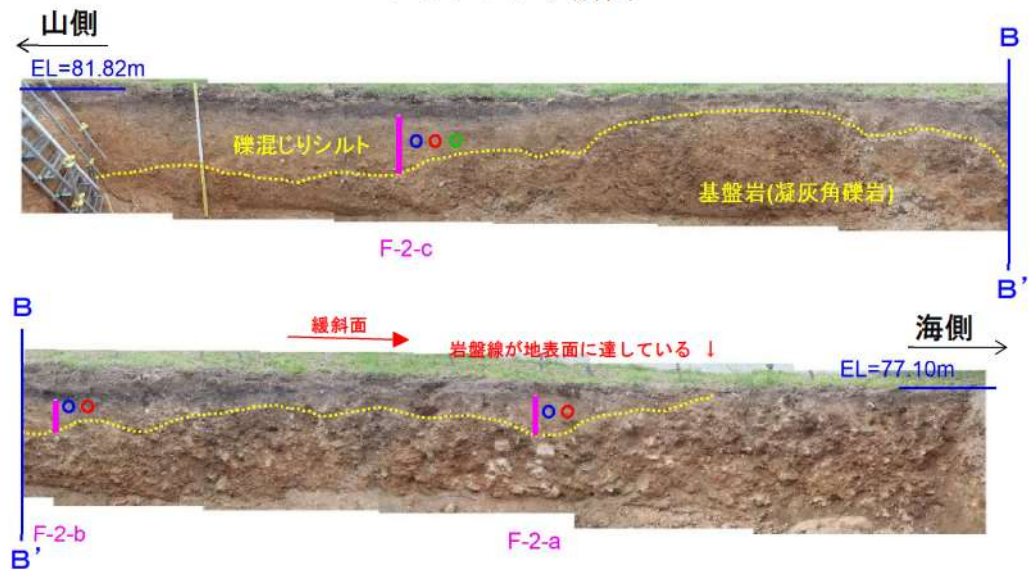
S⑥地点 凝灰角礫岩 (B級)

参考図 10-6(3) 地表地質踏査による岩盤状況写真



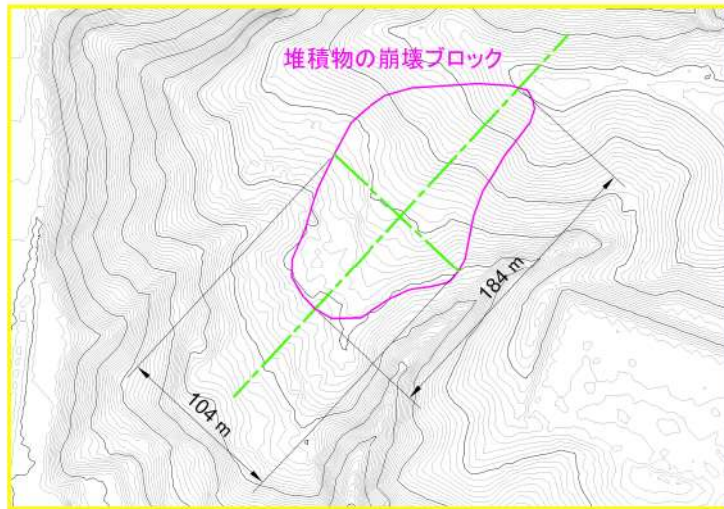


F-1 トレンチ断面



F-2 トレンチ断面

参考図 10-7 トレンチ側面写真 (平成 29 年 12 月 8 日審査会合資料に一部加筆)



参考図 10-8 崩壊ブロックの平面寸法図 (幅 104m, 長さ 184m)



## 地滑り地形②及び地滑り地形③の簡便法によるすべり安定性評価

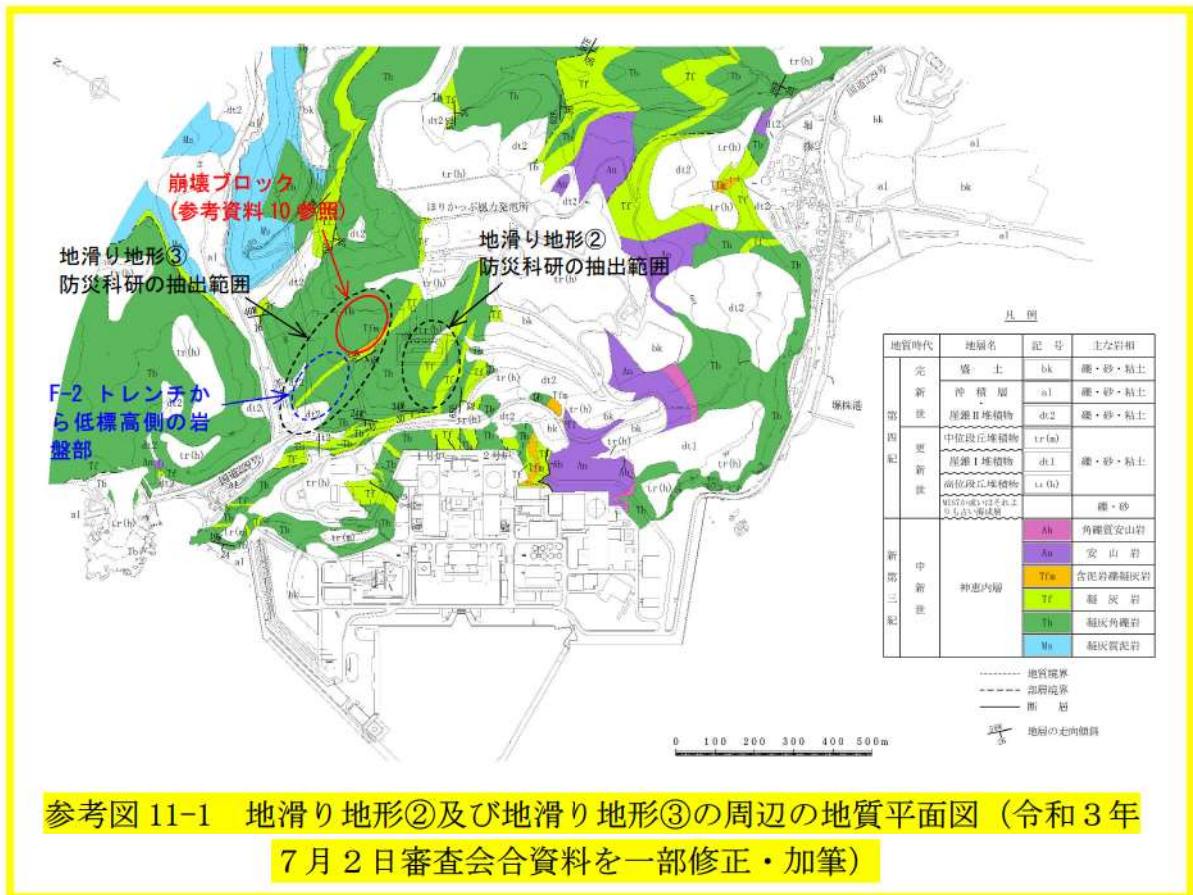
### 1. 地滑り地形②及び地滑り地形③周辺の地質・地質構造

防災科研調査において、泊発電所背後には地滑り地形②及び地滑り地形③が分布しているとされているが、当社において、地形、地質及び湧水等の水文的な観点に基づく現地調査を実施した結果、これらは地滑り地形ではないことが確認されている。一方で、地滑り地形②及び地滑り地形③は基準地震動により崩壊する可能性があることから、ここでは簡便法によるすべり安定性評価を実施し、入力津波の影響検討の対象となるかについて確認した。

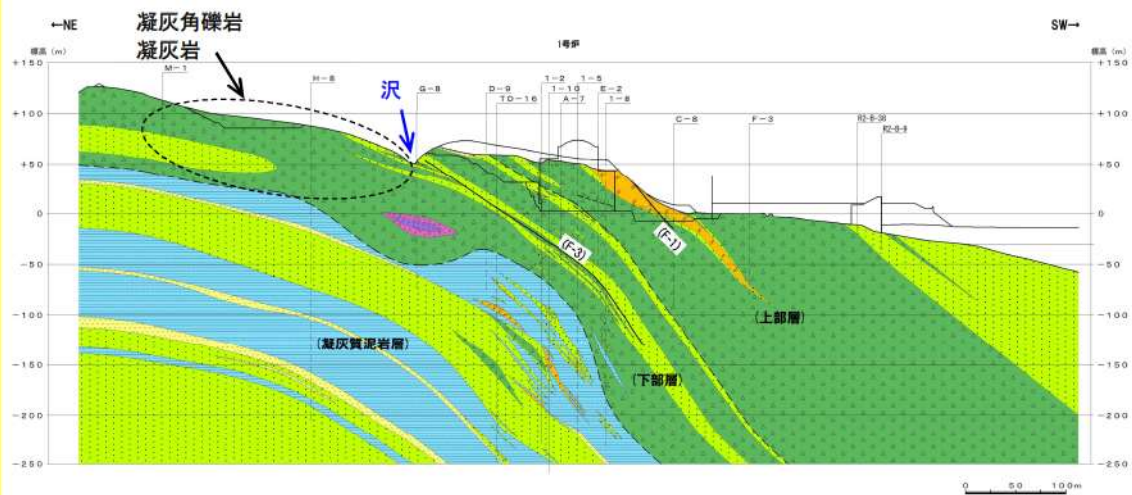
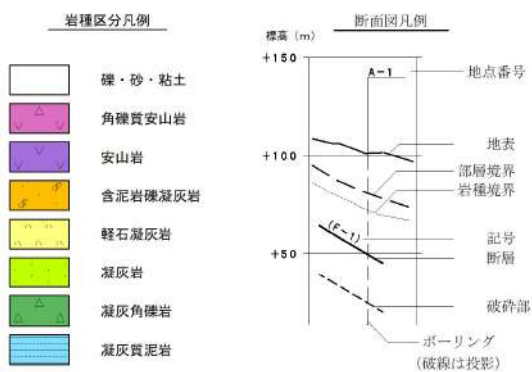
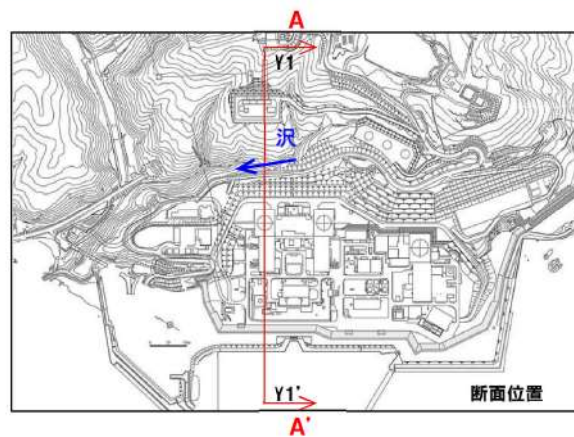
防災科研調査結果に示される地滑り地形②及び地滑り地形③を含めた敷地の地質平面図を参考図 11-1 に示す。参考図 11-1 より、地滑り地形②及び地滑り地形③の周辺の地質は、新第三紀中新統神恵内層の凝灰岩及び凝灰角礫岩が分布する。

地滑り地形②及び地滑り地形③の周辺地形を代表して、地滑り地形②を横断する地質断面図を参考図 11-2 に、岩盤分類図を参考図 11-3 に示す。

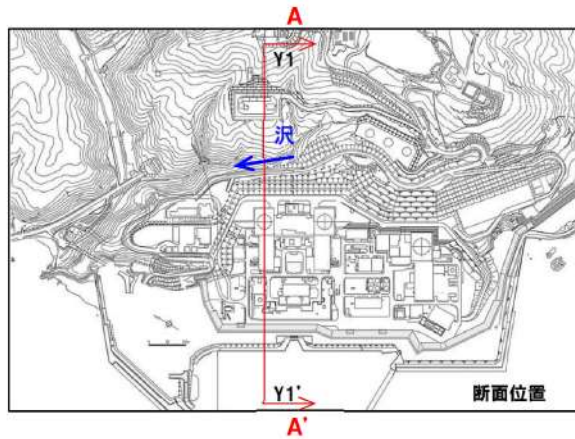
なお、地滑り地形③については、参考資料 10 の参考図 10-6 に示す地表地質踏査による岩盤状況写真より、N①地点で一部砂質凝灰岩（C級）が認められるが、それ以外では概ね凝灰角礫岩（B～C級）を確認しており、また参考図 10-7 に示すトレンチ側面写真より、F-2 トレンチでも凝灰角礫岩を確認している。







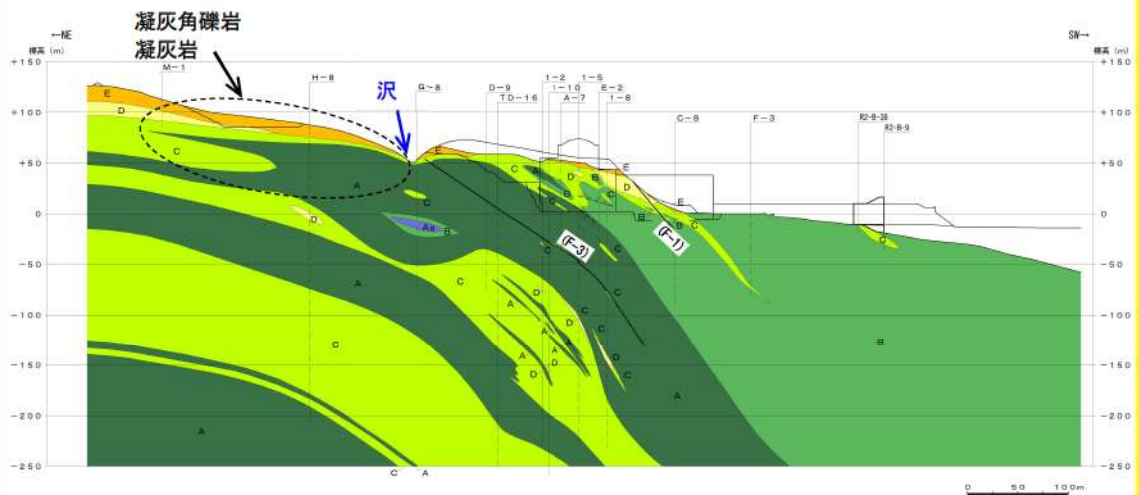
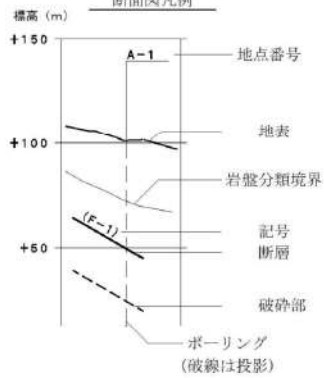
参考図 11-2 地滑り地形② (A-A' 断面) の地質断面図 (令和 5 年 5 月 25 日  
 審査会合資料を一部修正・加筆)



岩盤分類凡例



断面図凡例



参考図 11-3 地滑り地形② (A-A' 断面) の岩盤分類図 (令和 5 年 5 月 25 日 審査会合資料を一部加筆)



## 2. 簡便法によるすべり安定性評価の評価方法

地滑り地形②及び地滑り地形③に対して、簡便法を用いたすべり安全率による定量的な評価を行う。

簡便法は、JEAG4601-2015に基づき、静的震度  $K_H=0.3$ 、 $K_V=0.15$  を用いた。

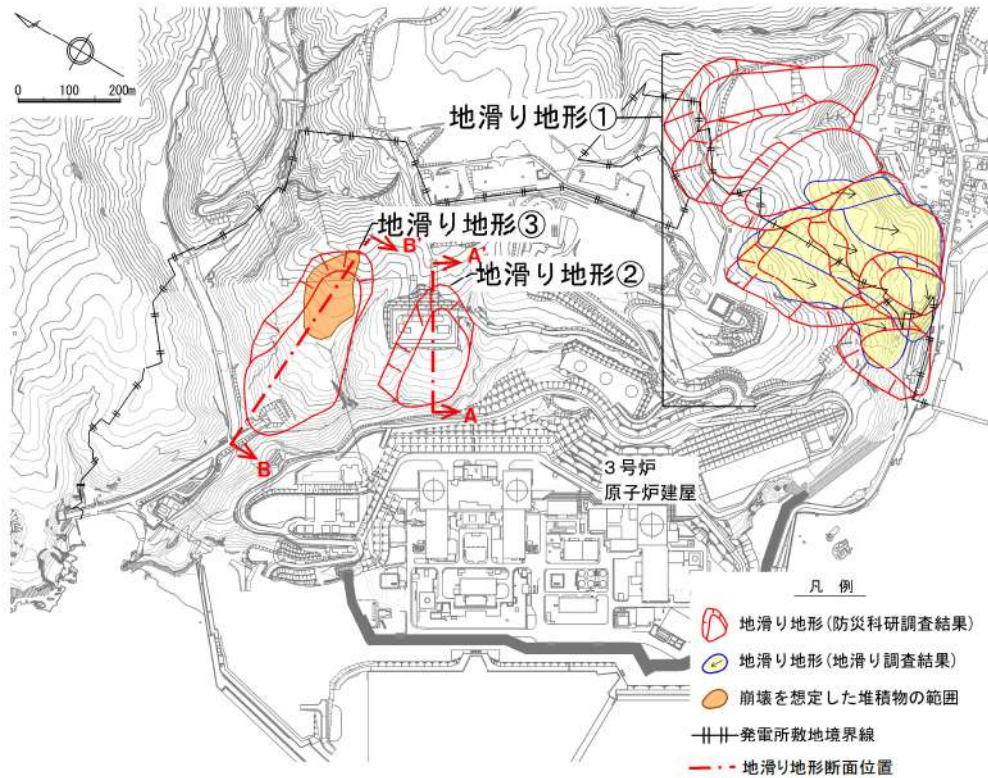
## 3. 簡便法によるすべり安定性評価の評価対象断面

地滑り地形②及び地滑り地形③の全体平面位置図を参考図 11-4 に、地滑り地形②及び地滑り地形③の評価対象断面位置を参考図 11-5 に、地滑り地形②の評価対象断面を参考図 11-6 に、地滑り地形③の評価対象断面を参考図 11-7 に示す。

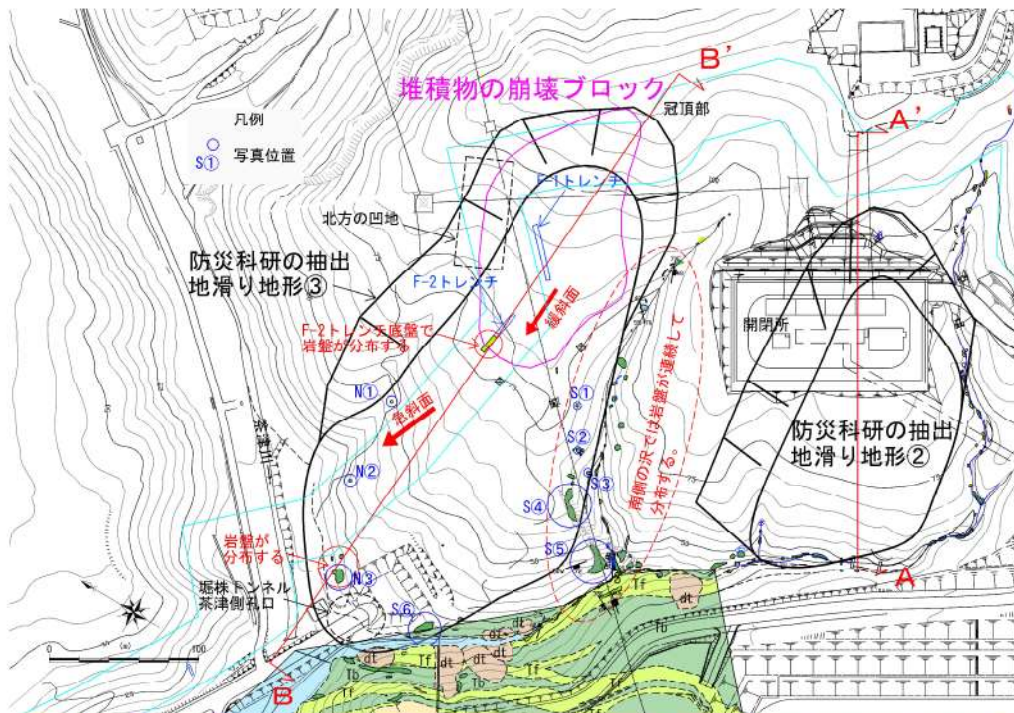
地滑り地形②の評価対象断面 (A-A' 断面) は、参考図 11-5 より防災科研調査結果 (以降、防災科研調査という。) による地滑り地形②の範囲内において地滑り延長が最も長い位置の断面を選定する。

地滑り地形③の評価対象断面 (B-B' 断面) は、参考図 11-5 より防災科研調査による地滑り地形③の地滑り延長が長く、最高地点の冠頂部からほりかつぶトンネル茶津側坑口の最低地点を結んだ位置の断面を選定する。

地滑り地形③のB級岩盤は、「参考資料 10」の「参考図 10-6 地表地質踏査による岩盤状況写真」より、一部にC級岩盤が分布することから参考図 11-8 に示すようにB級岩盤をすべてC級岩盤として設定する。また、地滑り地形③のうち、堆積層は崩壊範囲として設定することから、岩盤のみをすべり安定性評価の対象とする。

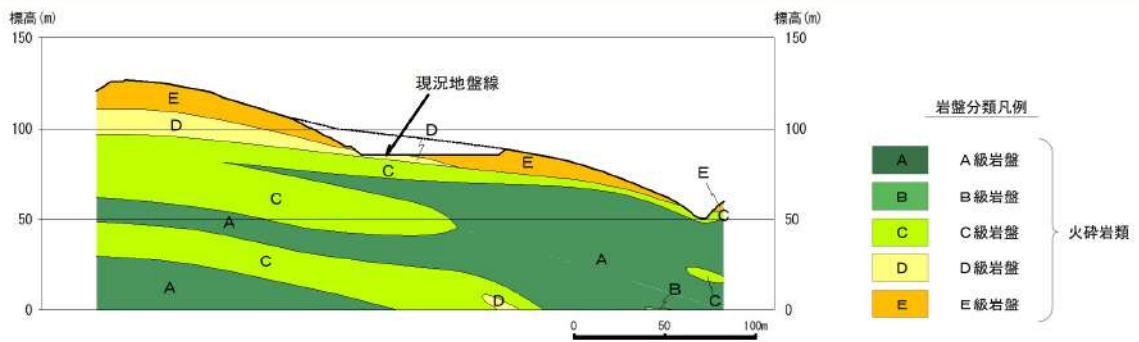


参考図 11-4 地滑り地形②及び地滑り地形③の全体平面位置図

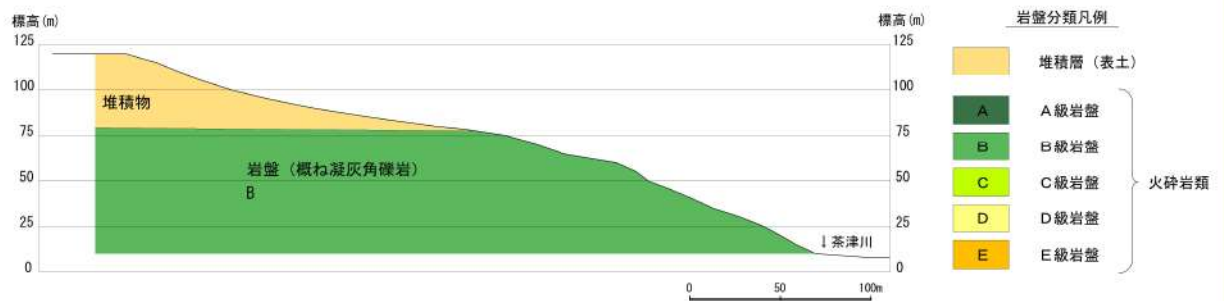


参考図 11-5 地滑り地形②及び地滑り地形③の評価対象断面位置図

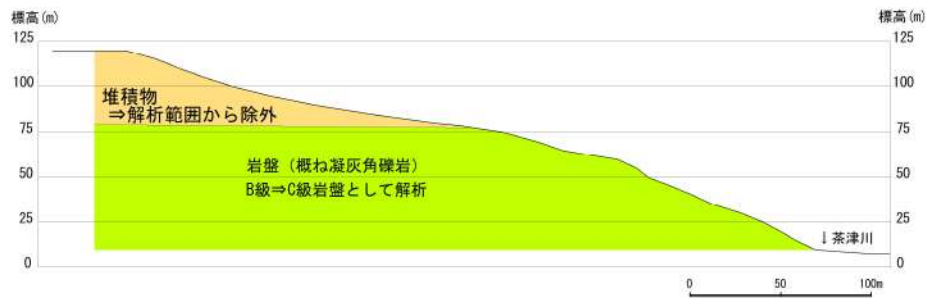




参考図 11-6 地滑り地形②の評価対象断面図 (岩盤分類図: A-A' 断面)



参考図 11-7 地滑り地形③の評価対象断面図 (岩盤分類図: B-B' 断面)



参考図 11-8 地滑り地形③の解析に用いる評価対象断面図  
(岩盤分類図: B-B' 断面)

(B級岩盤は保守的にC級岩盤と設定し、堆積物は崩壊範囲として設定するため、  
すべり安定性評価の範囲外とする。)

#### 4. 地震時の簡便法によるすべり安定性評価

地滑り地形②及び地滑り地形③のすべり安定性評価は、令和5年5月25日の審査会合資料 別紙(14)「保管場所及び屋外のアクセスルートの斜面の地震時の安定性評価」の6章において実施する評価と同様の評価とする。

地滑り地形②及び地滑り地形③のすべり安定性評価の結果を参考表 11-1 及び参考図 11-9 に示す。すべり安定性評価の結果、地滑り地形②及び地滑り地形③の最小すべり安全率は十分に大きい値となることを確認した。

以上より、地滑り地形②は入力津波の影響要因として考慮せず、地滑り地形③は堆積物のみを崩壊範囲として設定することで問題ないことを確認した。

参考表 11-1 地滑り地形②及び地滑り地形③のすべり安定性評価結果

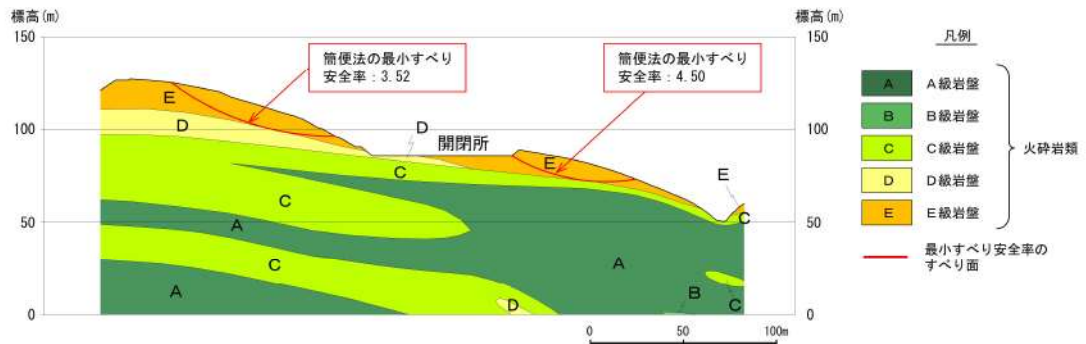
評価断面	影響要因				簡便法の最小すべり安全率	評価
	(i) 構成する岩級	(ii) 斜面高さ	(iii) 斜面勾配	(iv) 断層有無		
地滑り地形② A-A' 断面 (開閉所上)	火砕岩類	A 級, C, D, E 級	約 42m	1:3.2	無	3.52
地滑り地形② A-A' 断面 (開閉所下)	火砕岩類	A, C, E 級	約 31m	1:3.2	無	4.50
地滑り地形③ B-B' 断面*1	火砕岩類	B, C 級	約 68m	1:2.8	無	3.10

※1：地滑り地形③のうち、堆積物は崩壊範囲として設定することから、岩盤のみをすべり安定性評価の対象とする。

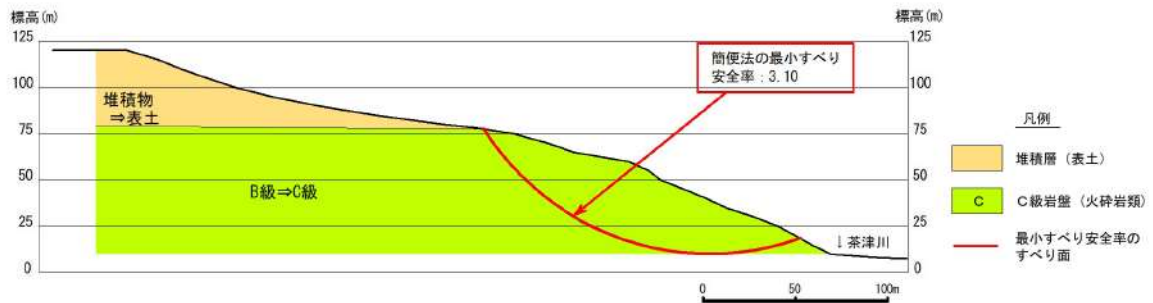
※2：最小すべり安全率は令和5年5月25日の審査会合資料にて示される保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面（グループA）において選定された評価対象断面（アクセスルート周辺斜面及び敷地下斜面（⑨-⑨' 断面））と比較しても十分に大きい値となる。

評価断面	影響要因				簡便法の最小すべり安全率	評価
	(i) 構成する岩級	(ii) 斜面高さ	(iii) 斜面勾配	(iv) 断層有無		
(参考) アクセスルート周辺斜面及び敷地下斜面 ⑨-⑨' 断面	安山岩  火砕岩類	A <sub>I~III</sub> 級, A <sub>V</sub> 級  B~D 級	約 69m	1:1.7  (一部に1:0.3の急勾配あり)	F-11 断層	1.53

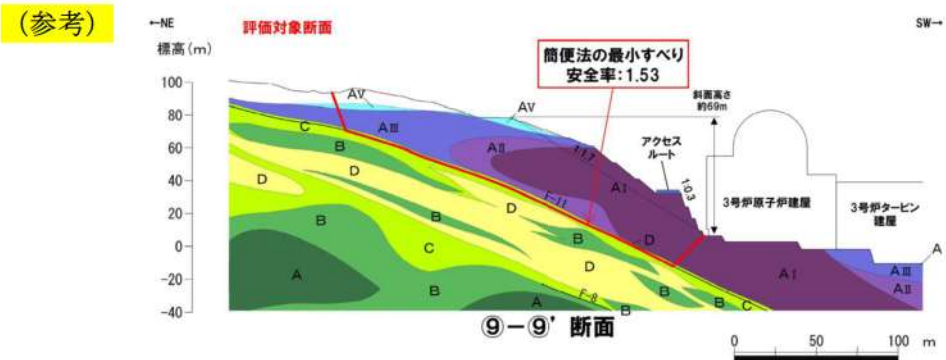




地滑り地形②



地滑り地形③



アクセスルート周辺斜面及び敷地下斜面

参考図 11-9 地滑り地形②及び地滑り地形③の簡便法によるすべり安定性評価結果

## 【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) 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.
- 15) FLIP 研究会 : FLIP 研究会 14年間の検討結果のまとめ(事例編).
- 16) 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.
- 17) コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] , 公益社団法人土木学会, 2023
- 18) 表層舗設直後のアスファルト混合物層間のせん断強度, 坪川・河村・伊豆, 土木学会第74回年次学術講演会, 2019
- 19) 「河川砂防技術基準 設計編」国土交通省
- 20) 全国農地海岸保全協会 : 海岸保全施設の技術上の基準・同解説, 平成30年8月
- 21) JEAG4601-2015 原子力発電所耐震設計技術指針



(w e b)

- 2 2) 地理院地図 GIS Maps : <https://maps.gsi.go.jp/>
- 2 3) 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](https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/shingikai/700/3/700_3_index.html)
- 2 4) 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/>

## 港湾内の局所的な海面の励起について

泊発電所における水位上昇側の基準津波を表 1 に示す。

表 1 泊発電所における水位上昇側の基準津波

波源	防波堤の損傷状態	各評価地点における最大水位上昇量					
		防潮堤前面 (上昇側)	3号炉 取水口 (上昇側)	1,2号炉 取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	茶津入構 トンネル (上昇側)	アクセ スル ート トン ネル (上昇側)
A	防波堤損傷なし	13.44m	—	—	—	—	—
B	防波堤損傷なし	—	10.45m	—	—	—	—
	北防波堤損傷	—	12.89m	—	—	—	—
C	防波堤損傷なし	—	—	9.34m	—	—	—
D	防波堤損傷なし	—	—	—	10.91m	—	—
	北及び南防波堤損傷	—	—	—	10.84m	—	—
	南防波堤損傷	—	—	—	10.85m	—	—
	北防波堤損傷	—	—	—	10.66m	—	—
E	北及び南防波堤損傷	15.65m	—	12.74m	—	—	—
	南防波堤損傷	14.98m	11.86m	—	—	—	—
F	北及び南防波堤損傷	—	13.14m	—	—	—	—
	北防波堤損傷	15.68m	—	—	—	—	—
G	南防波堤損傷	—	—	12.01m	—	—	—
H	北防波堤損傷	—	—	11.50m	—	—	—

追而

(茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネルに係る波源の取り扱いを検討中)

港湾内の局所的な海面の励起について、港湾の地形的な影響を考慮し、防波堤の損傷状態（防波堤損傷なし地形、北及び南防波堤損傷地形）及び港湾内の評価地点（防潮堤前面、3号炉取水口、1,2号炉取水口）の組合せで水位が最大となる基準津波を評価対象とする。防波堤損傷なし地形において水位が最大となる基準津波は、防潮堤前面を評価地点とする波源Aによるものであるが、波源Aによる最高水位は港湾外で発生しており、港湾内の海面励起の影響を適切に評価できない可能性があるため、3号炉取水口の水位が最大となる波源Bについても評価対象とする。また、北及び南防波堤損傷地



形における水位が最大となる基準津波は、防潮堤前面を評価地点とする波源 E によるものである。よって、基準津波のうち、波源 A（防波堤損傷なし）、波源 B（防波堤損傷なし）、波源 E（北及び南防波堤損傷）を評価対象とし、これら基準津波による発電所周辺における最大水位上昇量分布を図 1 に、時刻歴波形の評価地点を図 2 に示す。

また、津波の伝播経路を考慮し、①港口部と②港内中央、②港内中央と③ 1, 2 号炉取水口、②港内中央と④港内北側及び②港内中央と⑤ 3 号炉取水口における基準津波の水位をそれぞれ重ね合わせた水位時刻歴波形を図 3 に示す。

図 1 より、港湾の内外ともに水深が浅くなる沿岸部及び隅角部において、その付近での最大水位上昇量分布を示す傾向にあり、港湾の内外で最大水位上昇量分布の傾向に大きな差異はない。文献 1) より求めた 港湾の固有周期は 3 分程度であった。一方、図 3 の時刻歴波形から読み取れる港内中央での基準津波の周期は、地震発生後 15 分～40 分頃に発生する周期の長い津波の中に、最大水位が生じる短周期の津波が含まれており、波源 A（防波堤損傷なし）では 25 分及び 12 分程度、波源 B（防波堤損傷なし）では 26 分及び 8 分程度、波源 E（北及び南防波堤損傷）では 26 分及び 6 分程度であった。このため、基準津波の周期が港湾の固有周期と異なることから、港湾内の海面の固有振動による励起の発生の可能性は低いと考えられるものの、海面励起の影響も含め確認を行った。

図 3（1）より、波源 A（防波堤損傷なし）では①港口部→②港内中央の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 0.4m 程度（②港内中央：7.56m－①港口部：7.17m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→③ 1, 2 号炉取水口の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 0.3m 程度（③ 1, 2 号取水口：7.83m－②港内中央：7.56m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→④港内北側の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 0.8m 程度（④港内北側：8.38m－②港内中央：7.56m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→⑤ 3 号炉取水口の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で僅かに（⑤ 3 号炉取水口：7.54m－②港内中央：7.56m）減少している。

図 3（2）より、波源 B（防波堤損傷なし）では①港口部→②港内中央の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で僅かに（②港内中央：8.44m－①港口部：8.47m）減少している。

②港内中央→③ 1, 2 号炉取水口の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 0.6m 程度（③ 1, 2 号取水口：9.00m－②港内中央：8.44m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→④港内北側の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 0.7m 程度（④港内北側：9.15m－②港内中央：8.44m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→⑤3号炉取水口の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 2.0m 程度（⑤3号炉取水口：10.45m－②港内中央：8.44m）、大きくなる傾向が確認できる。

図3（3）より、波源E（北及び南防波堤損傷）では①港口部→②港内中央の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 1.8m 程度（②港内中央：10.02m－①港口部：8.21m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→③1, 2号炉取水口の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 2.7m 程度（③1, 2号取水口：12.72m－②港内中央：10.02m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→④港内北側の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 1.4m 程度（④港内北側：11.39m－②港内中央：10.02m）、大きくなる傾向が確認できる。

②港内中央→⑤3号炉取水口の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大 3.0m 程度（⑤3号炉取水口：13.04m－②港内中央：10.02m）、大きくなる傾向が確認できる。

いずれも津波の伝播先における最大水位上昇量のピーク値が大きくなる傾向にあるものの、海面の固有振動による励起に伴う顕著な水位上昇は認められず、各評価地点により周期特性や時間経過に伴う減衰傾向に大きな差はない。

以上のことから、港湾内では水深が浅くなることや隅角部護岸での反射等により、水位が増大する箇所はあるものの、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。



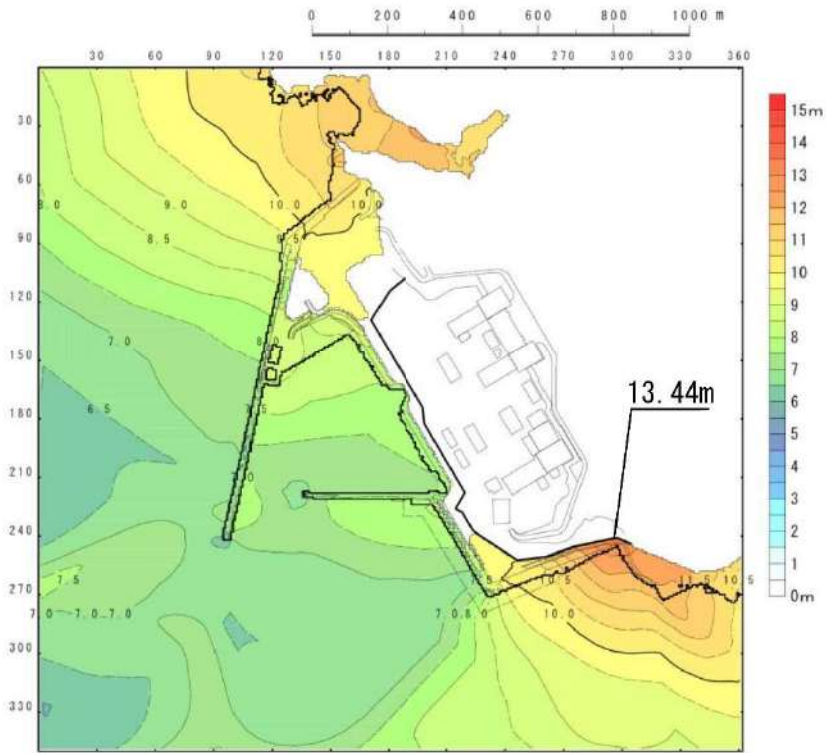


図 1 (1) 最大水位上昇量分布 (基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし))

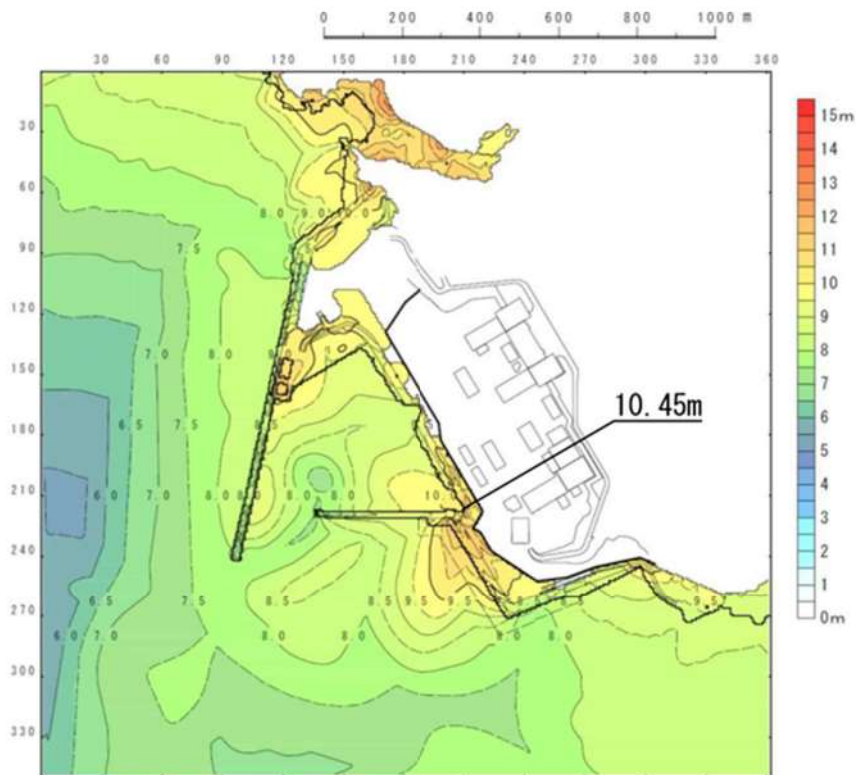


図 1 (2) 最大水位上昇量分布 (基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし))

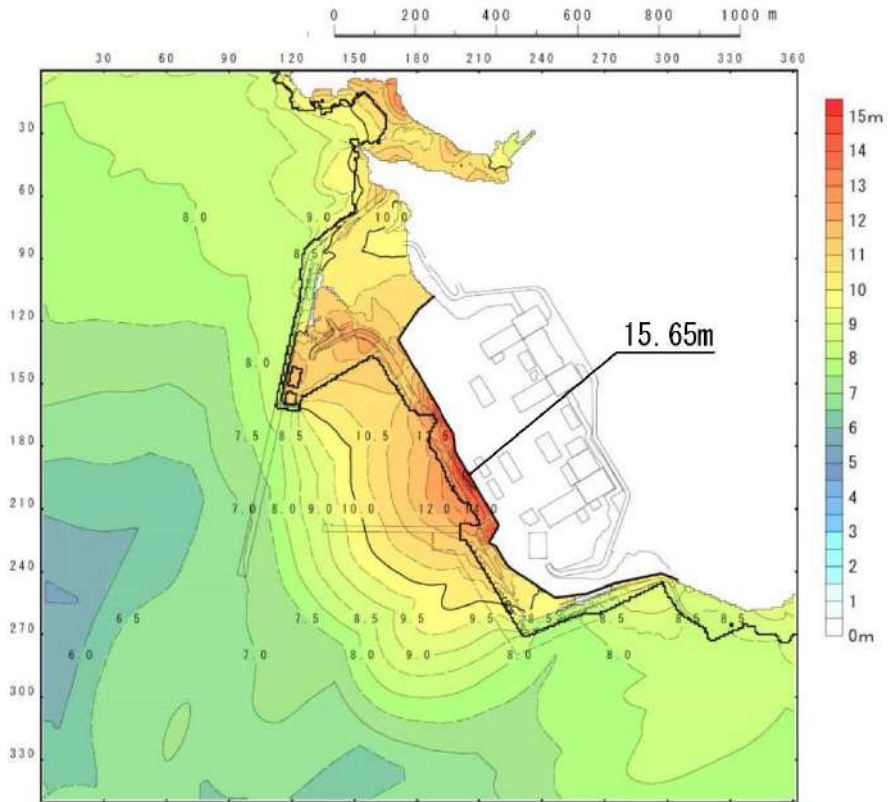


图 1 (3) 最大水位上昇量分布 (基準津波 (波源 E, 北及び南防波堤損傷))

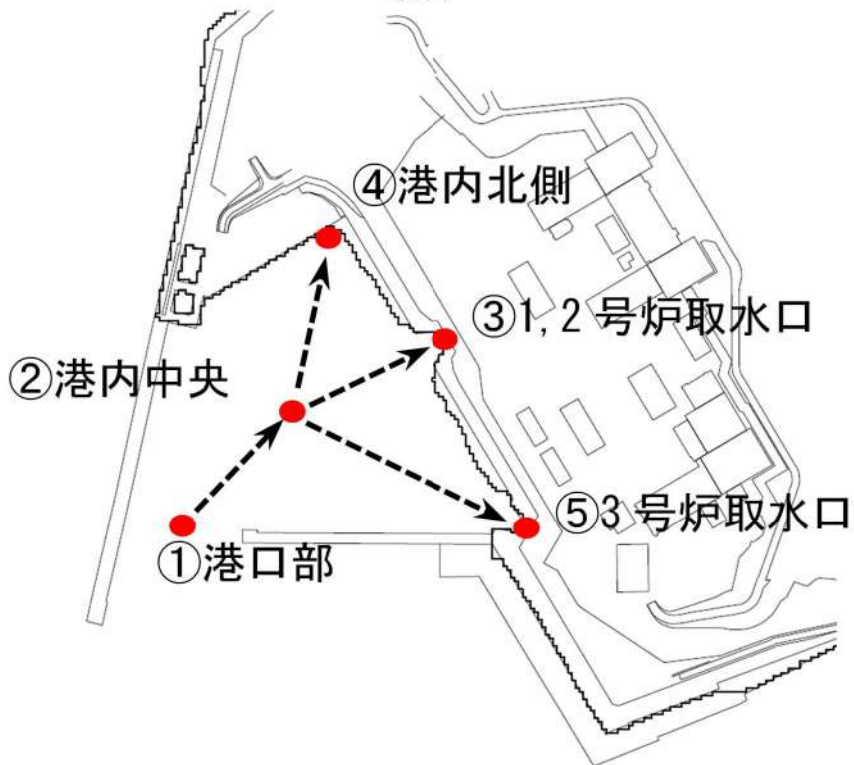


图 2 評価地点



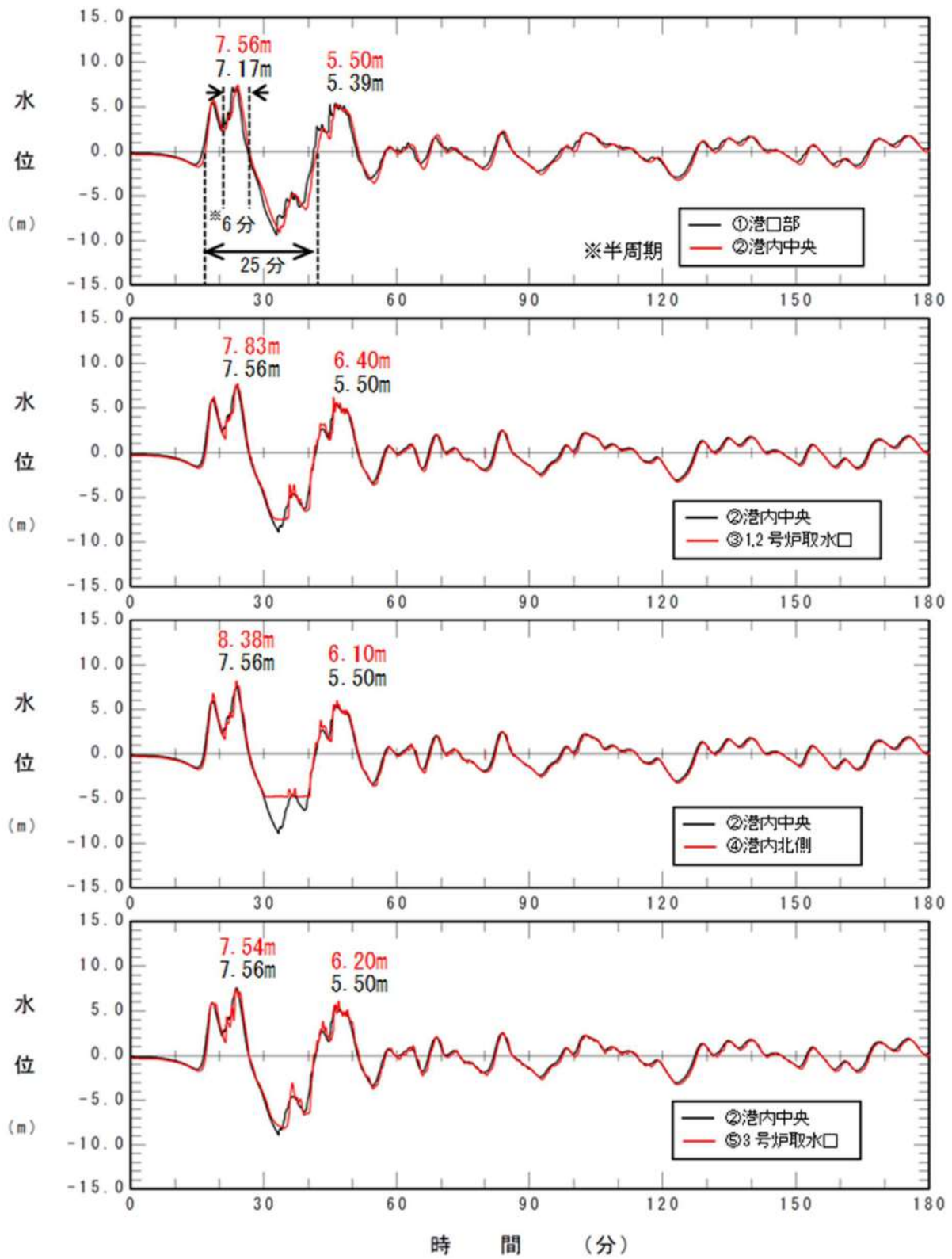


図3 (1) 基準津波 (波源 A, 防波堤損傷なし) の水位の時刻歴波形

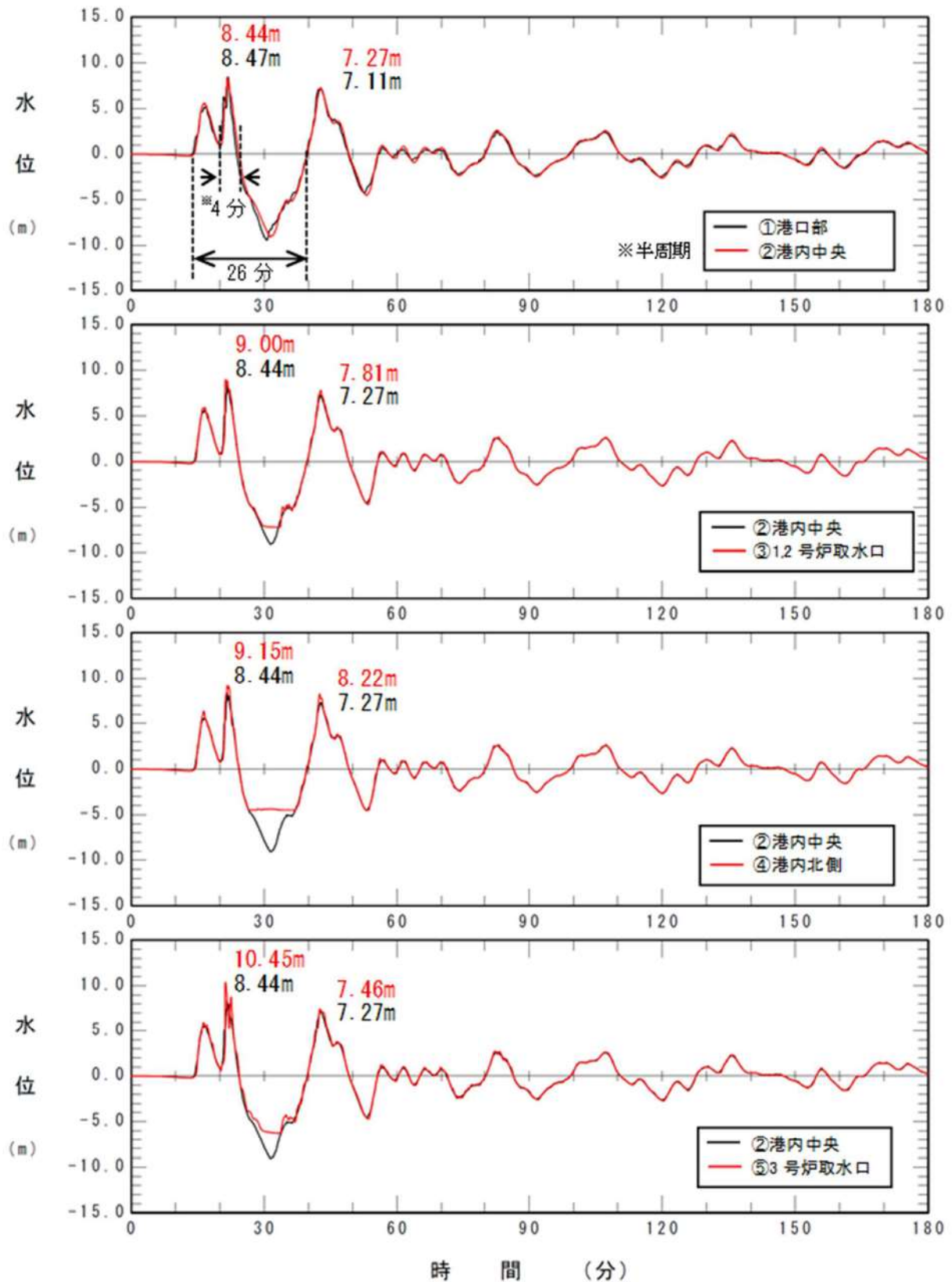


図3 (2) 基準津波 (波源 B, 防波堤損傷なし) の水位の時刻歴波形



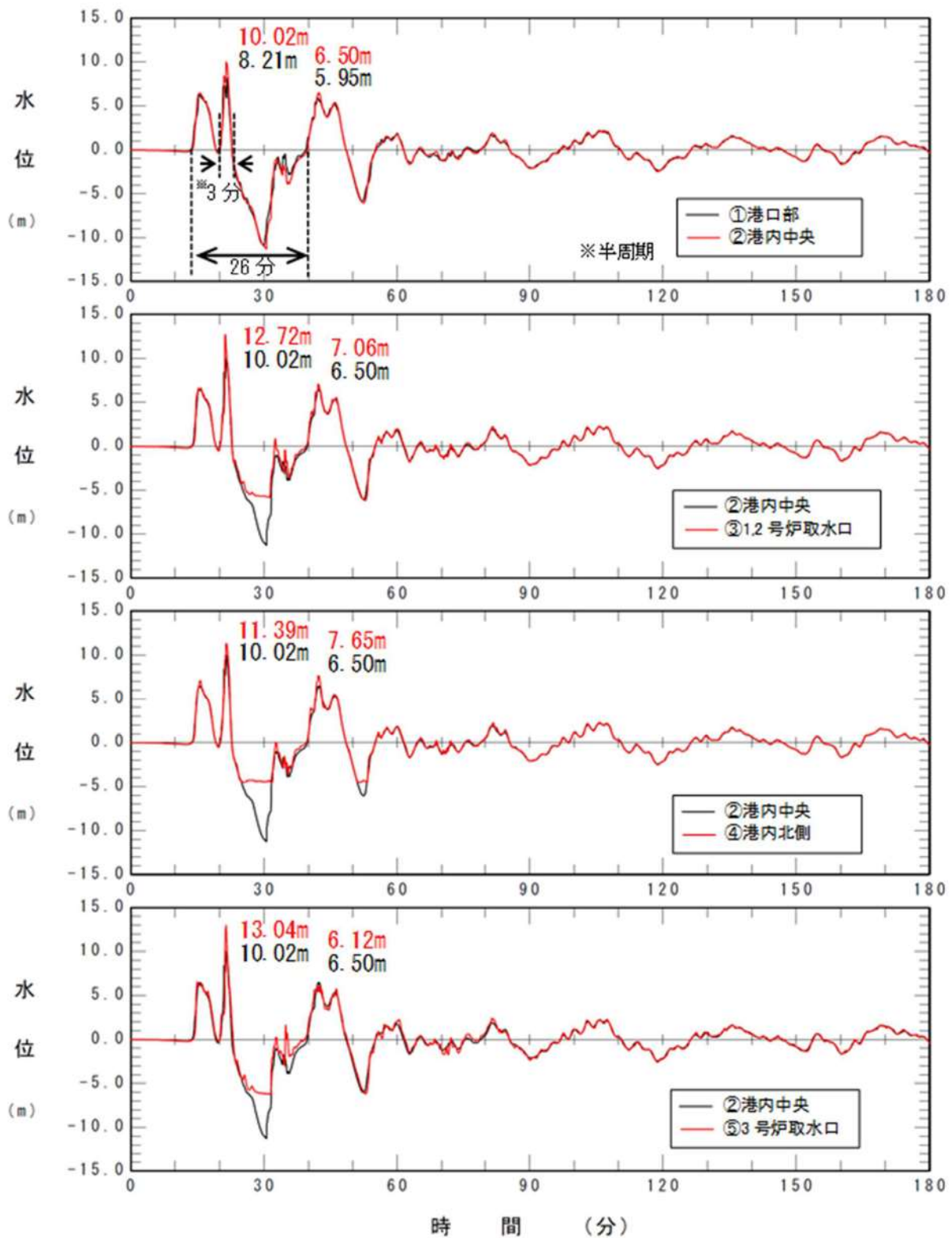


図3 (3) 基準津波 (波源E, 北及び南防波堤損傷) の水位の時刻歴波形

**【参考文献】**

- 1) 服部 昌太郎 (1987) : 海岸工学, pp. 80-82



## 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）	：波源I，波源J，波源K，波源L

## 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2-10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。なお，添付資料43において，流路縮小工における損失水頭の評価方法について検証を行っている。

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※ <sup>1</sup> 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※ <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> /s (水路1連当たり 1.0m <sup>3</sup> /s) ※ <sup>1</sup> 3号炉：2.0m <sup>3</sup> /s (水路1連当たり 1.0m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /s (水路1連当たり 1.0m <sup>3</sup> /s) ※ <sup>2</sup> 3号炉：2.0m <sup>3</sup> /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 <sup>-1/3</sup> ・s※ <sup>3</sup> (貝付着あり)：0.020m <sup>-1/3</sup> ・s※ <sup>3</sup> 【放水施設】 (貝付着なし)：0.014m <sup>-1/3</sup> ・s※ <sup>3</sup> (貝付着あり)：0.020m <sup>-1/3</sup> ・s※ <sup>3</sup>
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(1967)：発電水力演習 土木学会(1999)：水理公式集(平成 11 年版)による
想定する潮位条件	水位上昇側：朔望平均満潮位 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：朔望平均干潮位 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 0.18m 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 0.39m 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 0.96m の隆起, 津波波源の地震動に伴う地殻変動による 0.07m の隆起及び余効変動による 0.12m の隆起の合計である 1.15m 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  
 $\Delta x$ ：水路の流れ方向の長さ、 $f$ ：局所損失係数

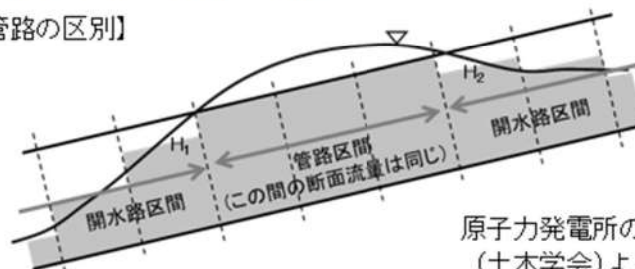
【水槽及び立坑部】

- ・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

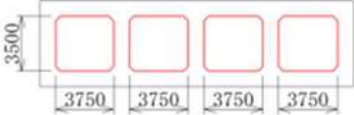
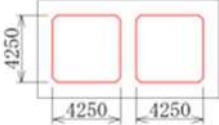
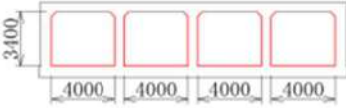
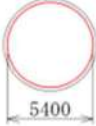
【開水路・管路の区別】



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

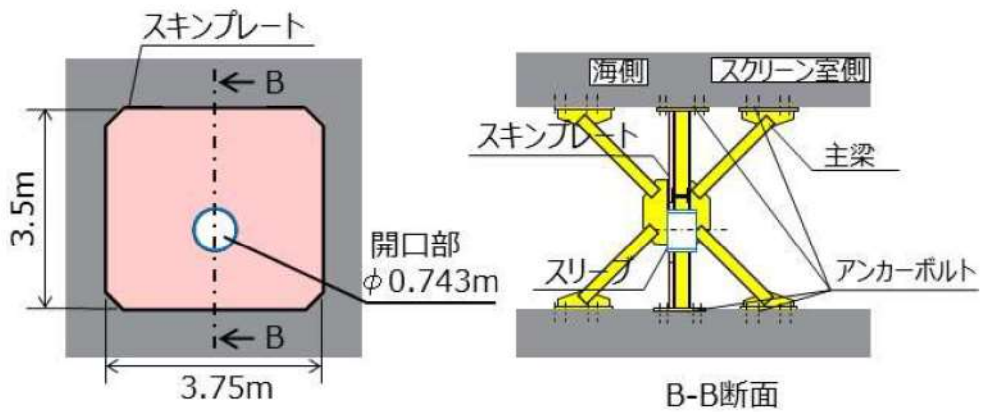


図 2 - 3 1号及び2号炉取水路流路縮小工概念図

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

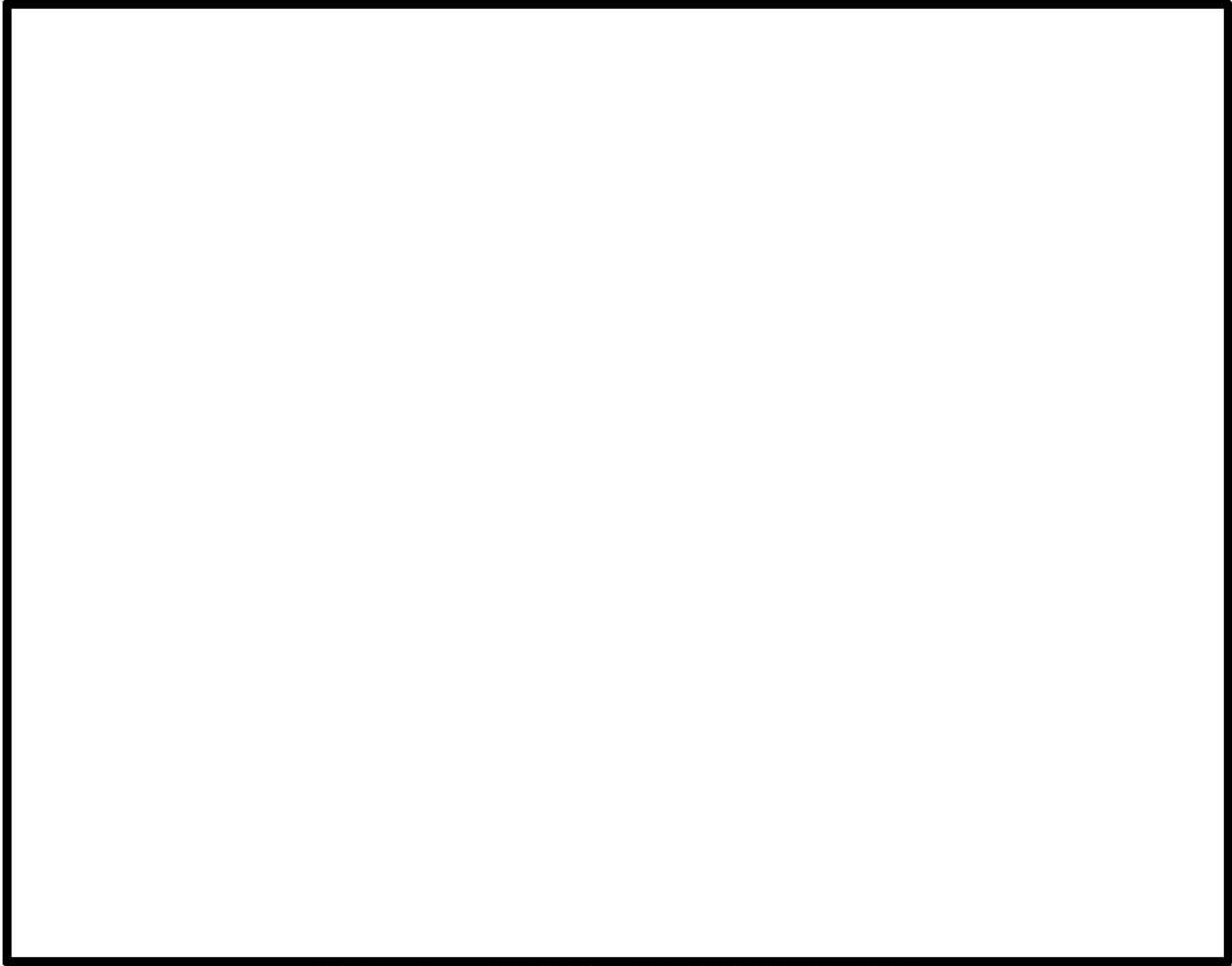


図 2 - 6 1号及び2号炉放水施設平面図

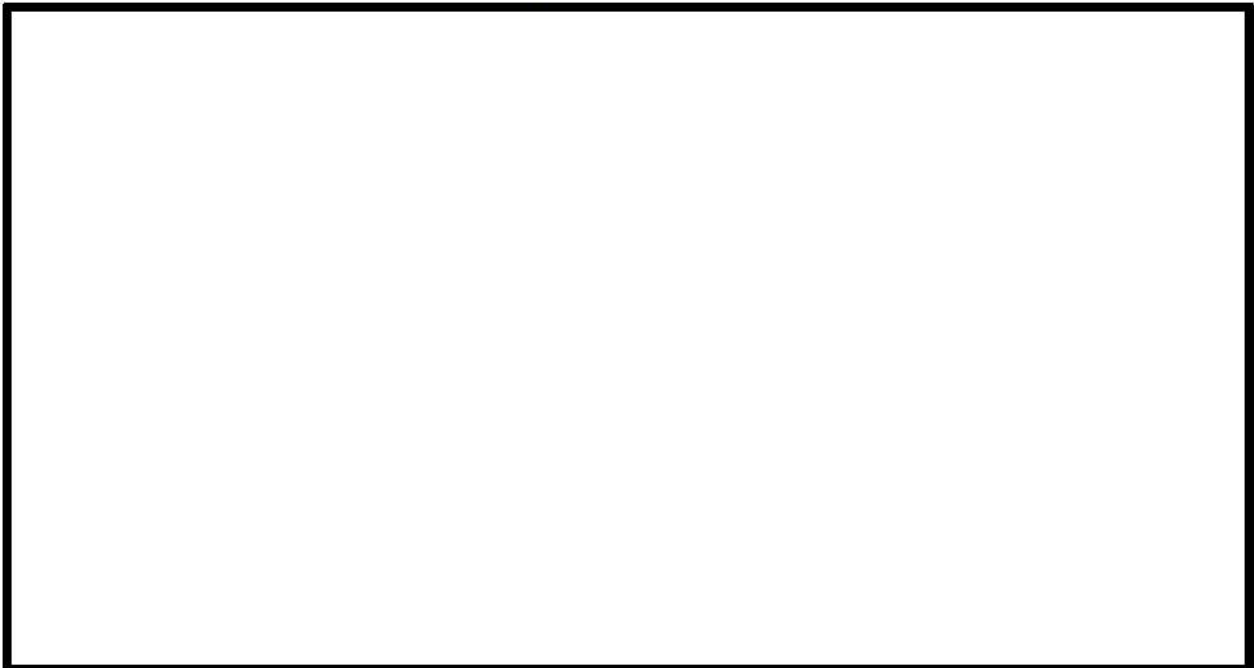



図 2 - 7 1号及び2号炉放水施設断面図  
(上図：1号炉放水施設，中図：2号炉放水施設，下図：放水口)

 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。



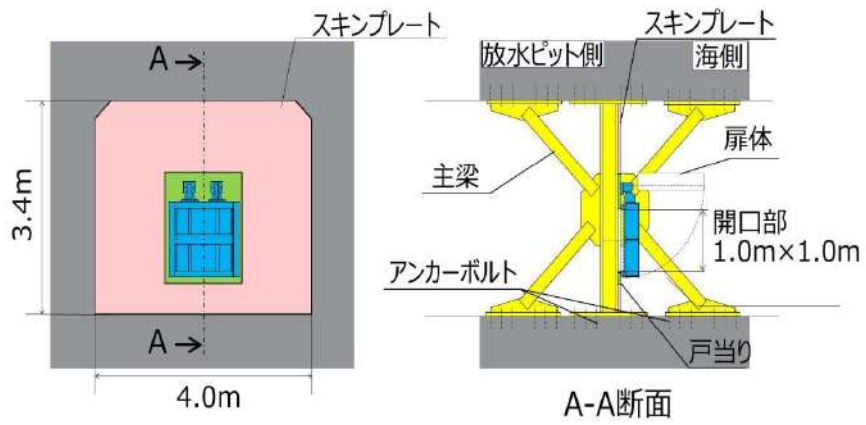



図 2 - 8 1 号及び 2 号炉放水路逆流防止設備概念図



図 2 - 9 3号炉放水施設平面図



図 2 - 10 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5-10



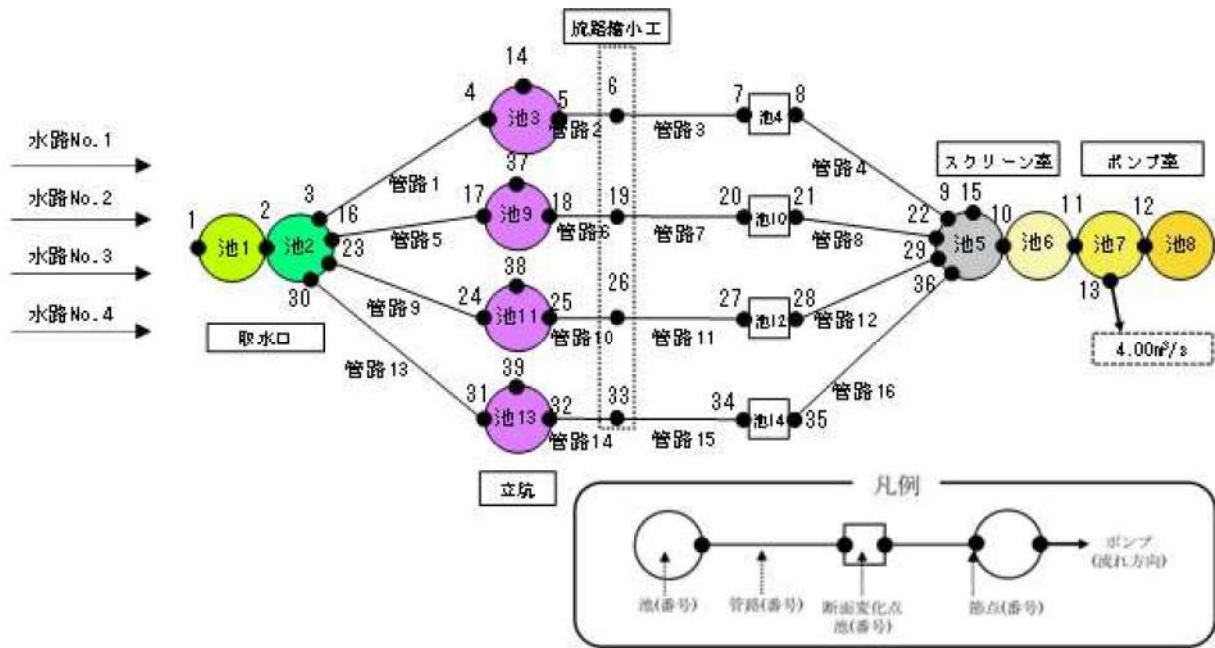


図 3-1 1号及び2号炉取水施設の管路解析モデル図

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。

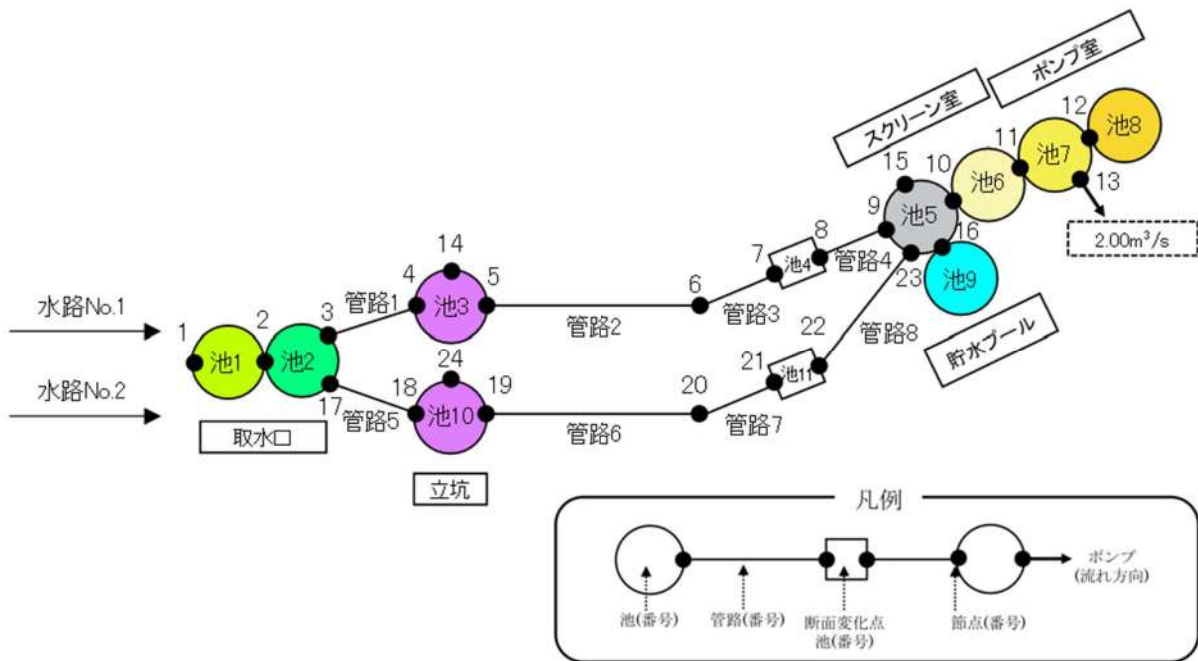


図 3-2 3号炉取水施設の管路解析モデル図

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。



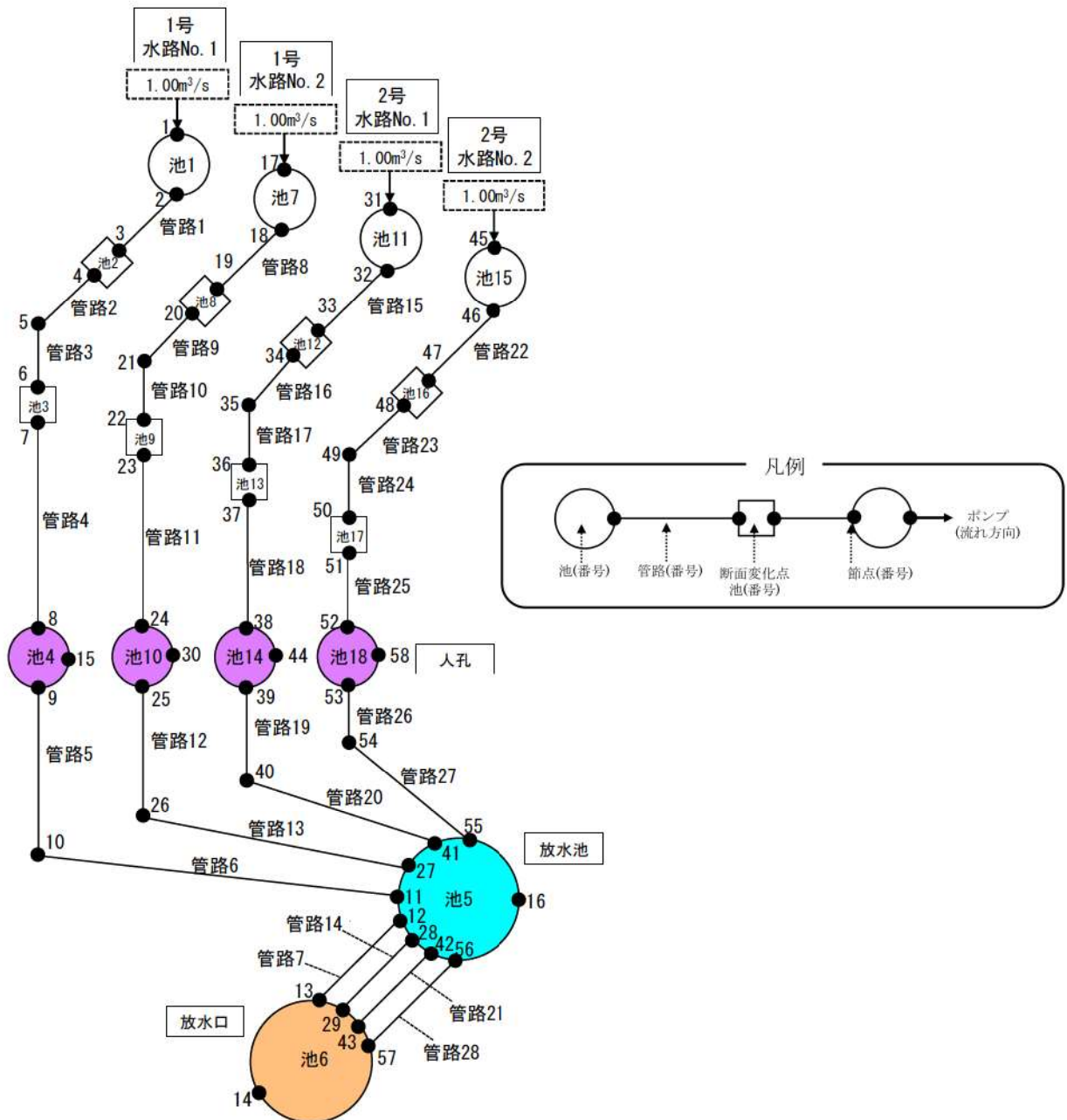


図 3 - 3 1号及び2号炉放水施設の管路解析モデル図

表 3 - 3 1号及び2号炉放水施設のモデル設定の考え方

箇所	設定の考え方
放水口	池 6 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 5 —
人孔	池 4, 10, 14, 18 —
断面変化点	池 3, 9, 13, 17 池 2, 8, 12, 16 既設防潮堤下部に放水路の補強を実施しており、断面が変化するため、補強部前後に断面変化点として、池を設定している。
逆流防止設備 設置位置	池 1, 7, 11, 15 逆流防止設備設置位置における波圧を算定するため、水頭を確認できるように、池を設定している。

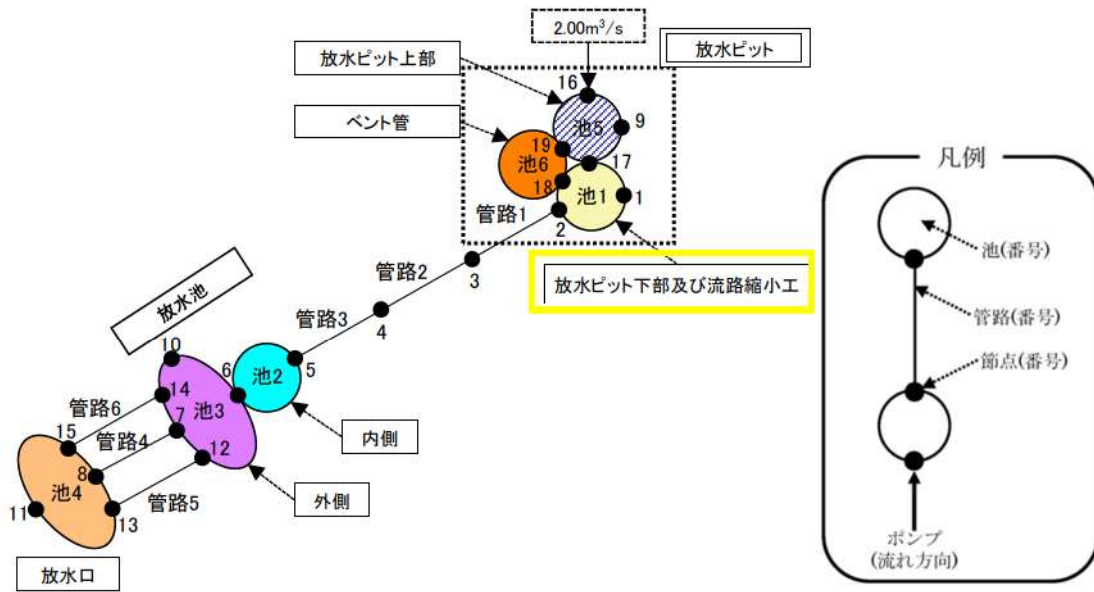
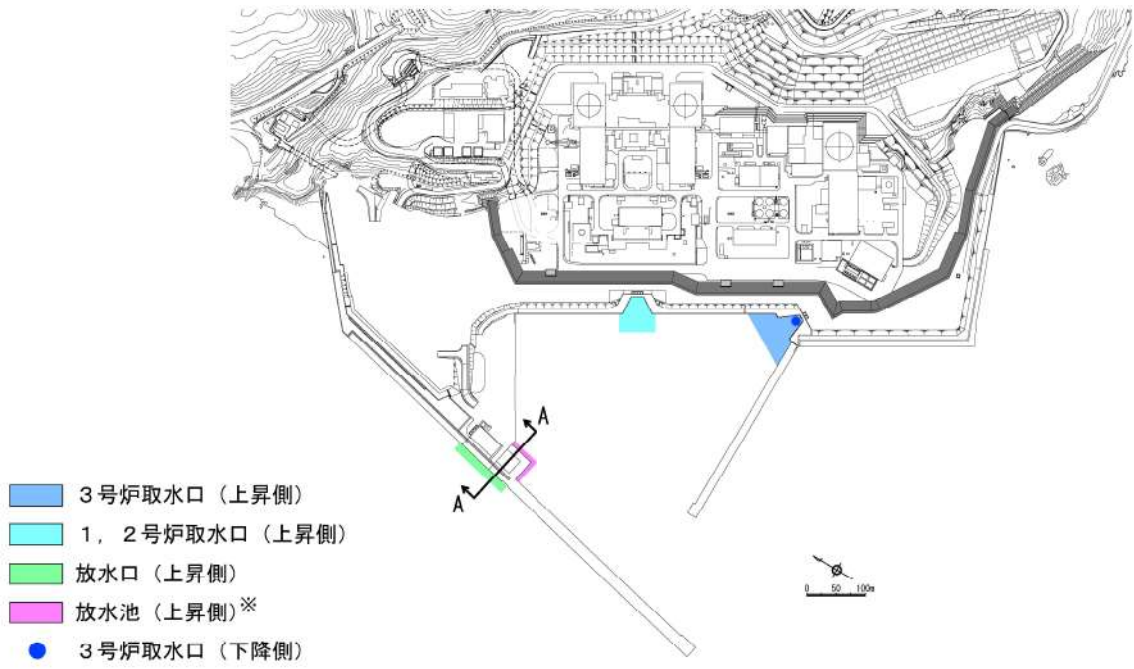


図 3-4 3号炉放水施設の管路解析モデル図

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～流路縮小工を池 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

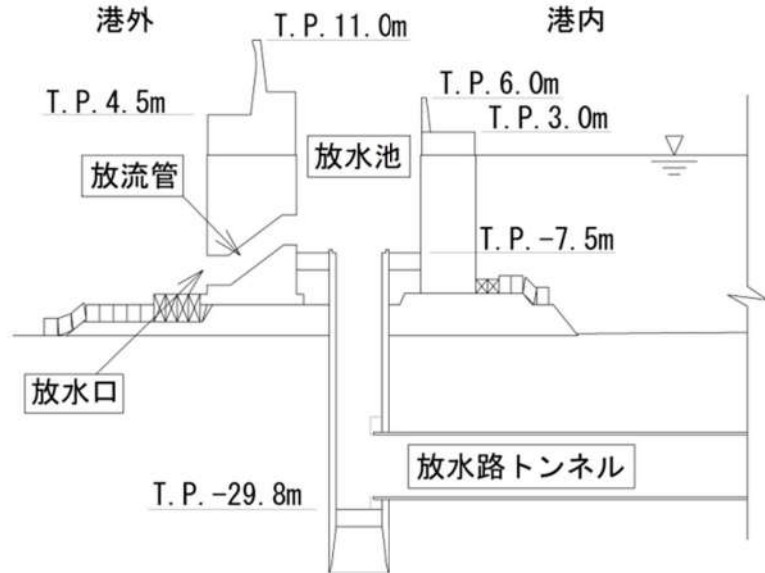


図5 放水池断面図 (A-A 断面)

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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>2</sup> ) $A_2$ : 急拡後の管断面積(m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> ) $A_2$ : 漸拡後の管断面積(m <sup>2</sup> ) $V_1$ : 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) $\theta$ : 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 $\rho$ 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 $\theta$ 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) $\theta$ : 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



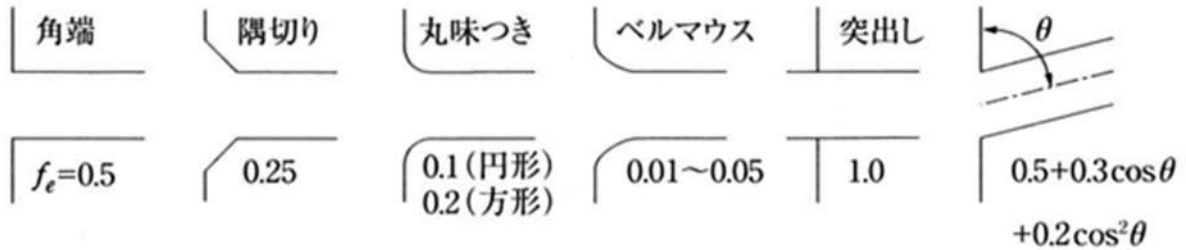


図6 入口形状と損失係数  
(土木学会(1999)p. 375)

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)

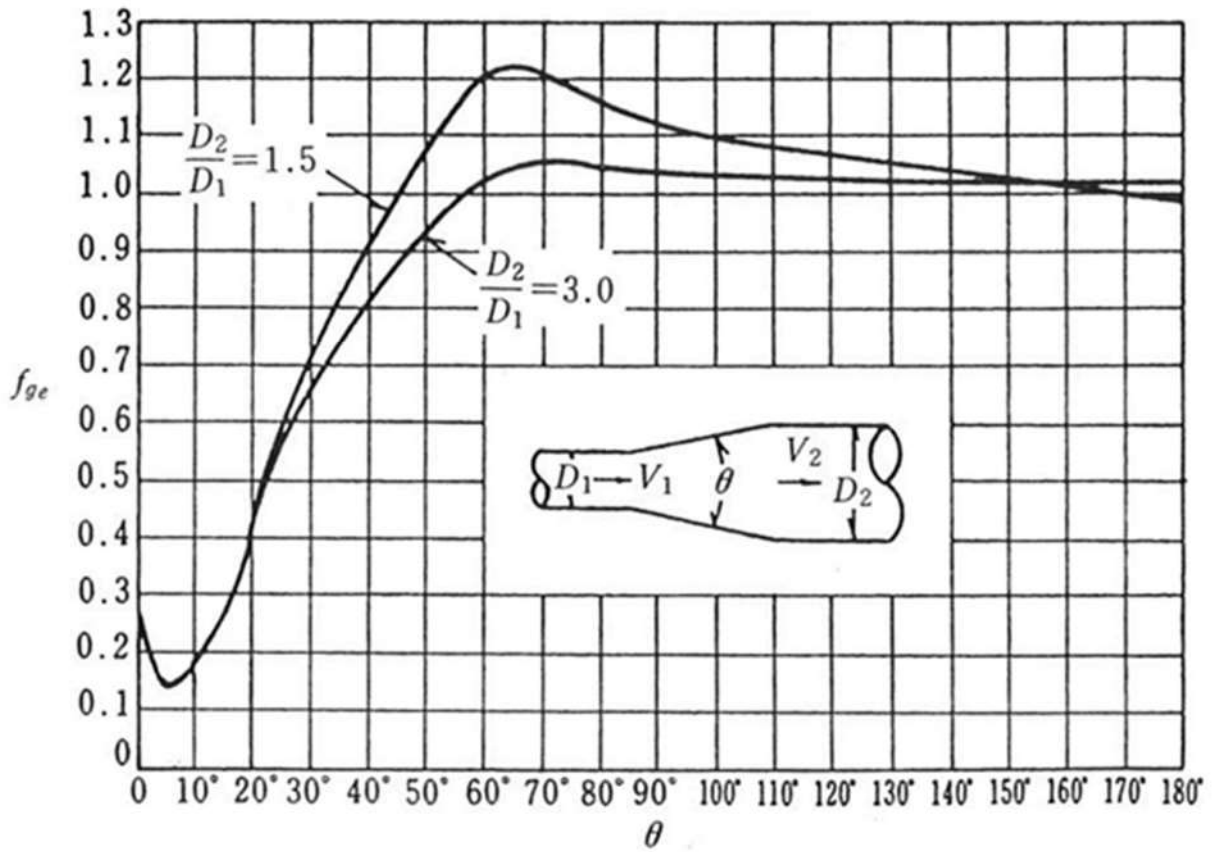


図7 漸拡損失係数  
(電力土木技術協会(1995)p. 830)

$D_1, D_2$  : 漸拡前後の管径(m),  $V_1, V_2$  : 漸拡前後の平均流速(m/s),  $\theta$  : 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。)



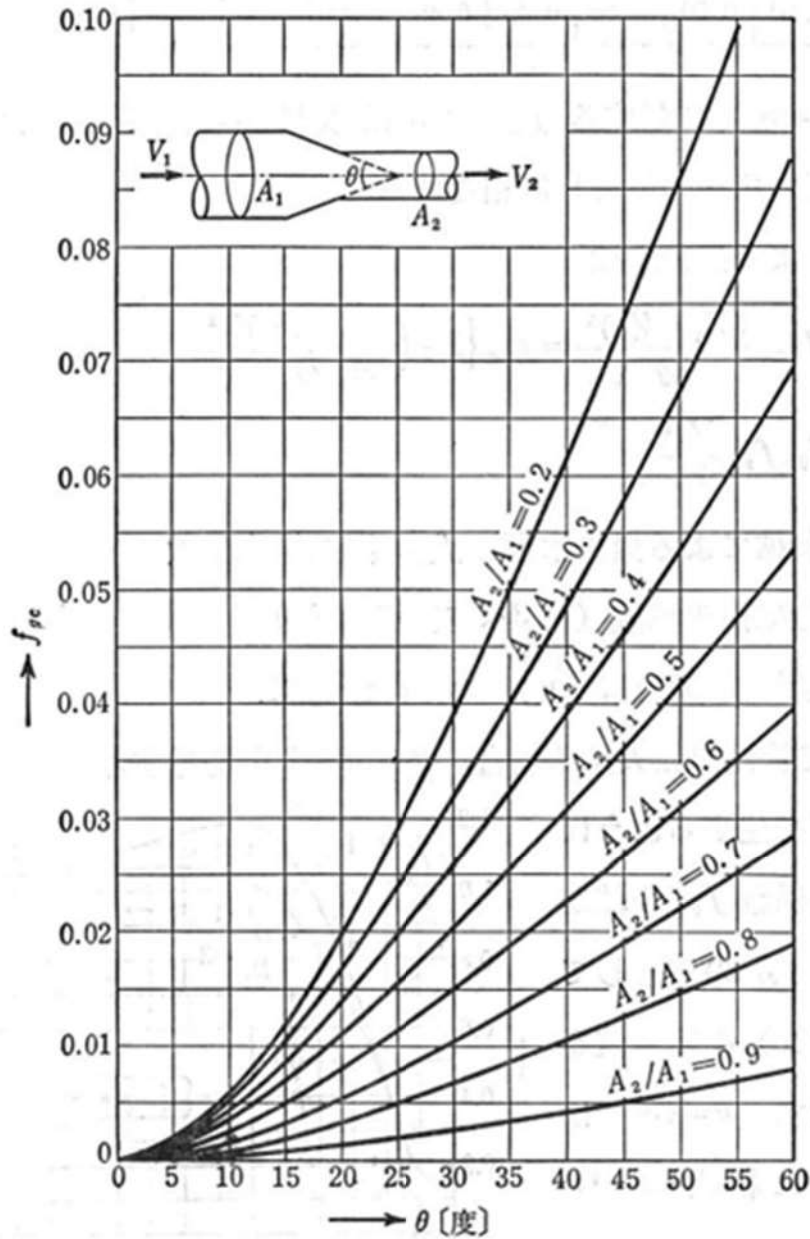


図8 漸縮損失係数  
(千秋(1967)p. 84)

$A_1, A_2$  : 漸縮前後の管断面積 (m<sup>2</sup>),  $V_1, V_2$  : 漸縮前後の平均流速 (m/s)  $\theta$  : 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。)

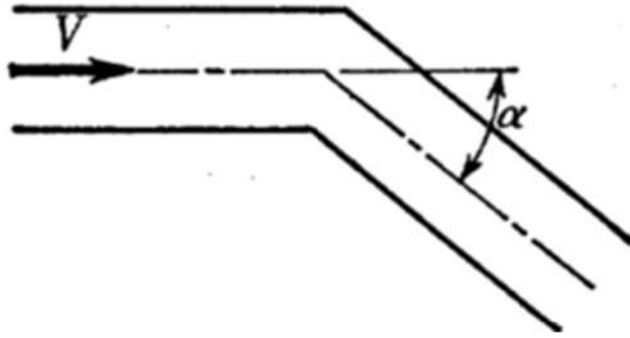


図9 屈折角  
(千秋(1967)p. 88)

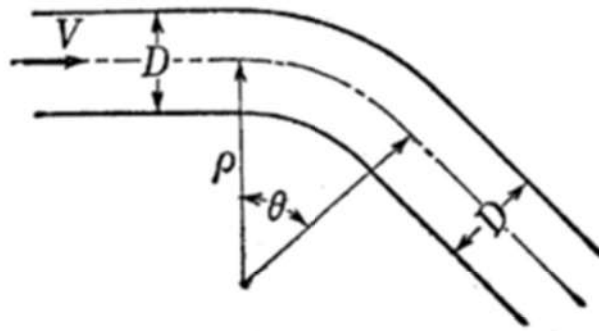


図10 曲がり, 曲率半径  
(千秋(1967)p. 87)

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 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	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 $\gamma$	2.600					
取水口	1.000	②漸縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.058	35.000	0.00000	節点3.30	0.00000	節点16.23
		③急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.492	0.433	0.13389	節点6.33	0.13389	節点19.26
			⑦急拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数					
		⑧摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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	形状損失係数	0.034	12.945	0.00001	節点7.34		
		⑩摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	19.435						
	長さ(m)	12.000							
	径深(m)	0.813							
⑫屈折	形状損失係数	0.034	22.740	0.00000	節点9.36				
⑬漸拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.043	12.945	0.00001	節点9.36	0.00001	節点22.29		
⑭急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.101	16.129	0.00002	節点9.36	0.00002	節点22.29		
⑮流出 <sup>※3</sup>	形状損失係数	1.000	22.740	0.00010	節点9.36	0.00010	節点22.29		
取水槽	4.000	⑯トラベリングスクリーン	形状損失係数(前面)	1.380	71.109	0.00022	節点10	0.00022	節点10
			形状損失係数(背面)	1.380	71.109	0.00022		0.00022	
合計						0.38893		0.38892	

※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①～⑯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）。





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 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	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 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.063	40.000	0.00000	節点3	0.00000	節点17
		③急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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	形状損失係数	0.076	17.883	0.00001	節点6	0.00001	節点20
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014					
			長さ(m)	13.744 (管路3) 16.539 (管路7)					
		⑦摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.064	17.883	0.00001	節点9	0.00001	節点23		
	⑪急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.062	25.931	0.00000	節点9	0.00000	節点23	
	⑫流出 <sup>※3</sup>	形状損失係数	1.000	37.040	0.00004	節点9	0.00004	節点23	
取水槽	2.000	⑬トラベリングスクリーン	形状損失係数(前面)	1.280	56.619	0.00008	節点10	0.00008	節点10
			形状損失係数(背面)	1.280	56.619	0.00008		0.00008	
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①～⑬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）。



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）


 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 8-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭表  
(貝付着無し)

場所	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数	断面積 (m <sup>2</sup> )				1号水路No.1		1号水路No.2		2号水路No.1		2号水路No.2		
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
放水口 ～ 放水池	1.000	①流入 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.558	0.558	0.558	0.558	4.909	0.00118	節点13	0.00118	節点29	0.00118	節点43	0.00118	節点57
		②屈折	形状損失係数	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		③屈折	形状損失係数	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		④摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	4.909	0.00031	管路7	0.00031	管路14	0.00031	管路21	0.00031	管路28
			長さ(m)	20.281	20.281	20.281	20.281									
		径深(m)	0.625	0.625	0.625	0.625										
⑤流出 <sup>※3</sup>	形状損失係数	1.000	1.000	1.000	1.000	4.909	0.00212	節点12	0.00212	節点28	0.00212	節点42	0.00212	節点56		
合計								0.00369		0.00369		0.00369		0.00369		

場所	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数	断面積 (m <sup>2</sup> )				1号水路No.1		1号水路No.2		2号水路No.1		2号水路No.2		
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
放水池 ～ 逆流防止 設備	1.000	⑥摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00229	管路6	0.00224	管路13	0.00218	管路20	0.00213	管路27
			長さ(m)	79.173	77.290	75.408	73.525									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑦曲がり	形状損失係数	0.095	0.095	0.095	0.095	3.584	0.00038	節点10	0.00038	節点26	0.00038	節点40	0.00038	節点54
			相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00176	管路5	0.00170	管路12	0.00165	管路19	0.00159	管路26
		長さ(m)	60.702	58.819	56.936	55.054										
		径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619										
		⑧摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00220	管路4	0.00220	管路11	0.00220	管路18	0.00220	管路25
			長さ(m)	75.965	75.965	75.965	75.965									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑨摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路4	0.00020	管路11	0.00020	管路18	0.00020	管路25
			長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000									
			径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514									
		⑩漸縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.000	0.000	0.000	0.000	2.116	0.00000	節点6	0.00000	節点22	0.00000	節点36	0.00000	節点50
			相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	26.612	24.042	21.473	18.904									
		⑪摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00385	管路3	0.00348	管路10	0.00311	管路17	0.00273	管路24
			長さ(m)	0.408	0.408	0.408	0.408									
			径深(m)	0.408	0.408	0.408	0.408									
		⑫曲がり	形状損失係数	0.111	0.111	0.111	0.111	2.116	0.00126	節点5	0.00126	節点21	0.00126	節点35	0.00126	節点49
相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014		0.014	0.014	0.014											
長さ(m)	20.609		18.040	15.471	12.902											
⑬摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00298	管路2	0.00261	管路9	0.00224	管路16	0.00187	管路23		
	長さ(m)	4.08	4.08	4.08	4.08											
	径深(m)	0.408	0.408	0.408	0.408											
⑭漸拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.002	0.002	0.002	0.002	2.116	0.00002	節点4	0.00002	節点20	0.00002	節点34	0.00002	節点48		
	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014											
	長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000											
⑮摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路1	0.00020	管路8	0.00020	管路15	0.00020	管路22		
	長さ(m)	0.514	0.514	0.514	0.514											
	径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514											
⑯摩擦	相度係数(m <sup>-1/2</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00304	管路1	0.00304	管路8	0.00304	管路15	0.00304	管路22		
	長さ(m)	105.012	105.012	105.014	105.014											
	径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619											
合計							0.01818		0.01733		0.01648		0.01562			

- ※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11-3の損失水頭発生位置を示す。
- ※3：流入・流出損失、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）。

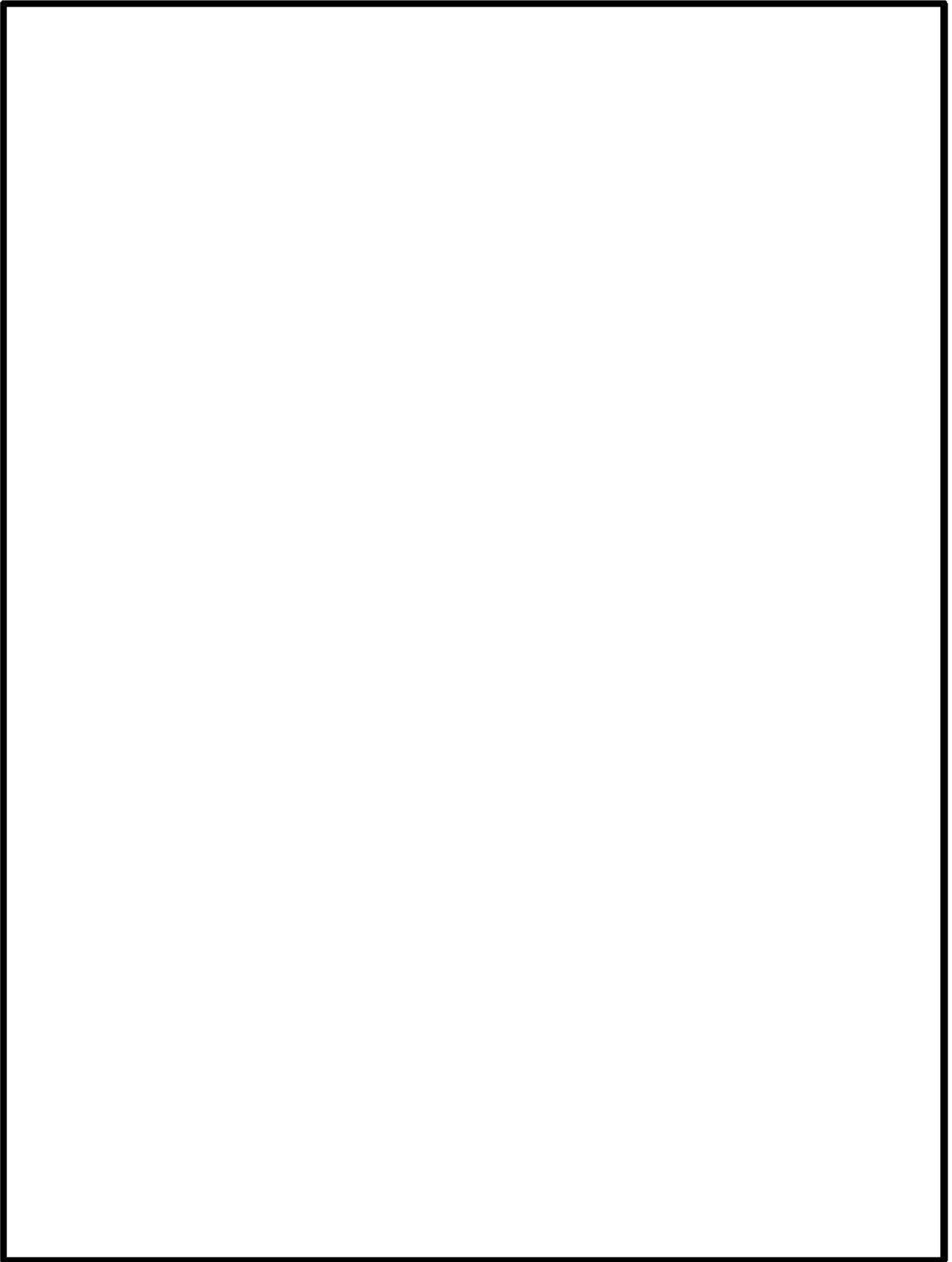



図 11-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭発生位置

 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 8 - 4 3号炉放水施設の損失水頭表 (貝付着無し)

場所	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	0.667	①流入 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.558	5.309	0.00045	節点8 (節点13) (節点15)
		②屈折	形状損失係数	0.020			
		③屈折	形状損失係数	0.020			
		④流出 <sup>※3</sup>	形状損失係数	1.000	5.309	0.00080	節点7 (節点12) (節点14)
		⑤摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014			
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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	78.540	0.00000	節点5
			長さ(m)	18.500			
			径深(m)	2.500			
		⑧急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.487	78.540	0.00002	節点5
		⑨急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.410	22.902	0.00016	節点5
		⑩屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点5
		⑪曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点4
		⑫曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点3
		⑬急拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.576	22.902	0.00022	節点2
		⑭屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点2
		⑮摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	95.033	0.00000	池1
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑰急拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.213	95.033	0.00000	池1
		⑱摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1
			長さ(m)	2.000			
	径深(m)		3.750				
	2.000	⑲急縮 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.500	1.767	0.03268	池1
		⑳屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉑屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉒急拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数	0.738	1.767	0.04824	池1
		㉓屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉔摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	12.566	0.00002	池1		
	長さ(m)	3.250					
	径深(m)	1.000					
㉖急拡 <sup>※3</sup>	形状損失係数	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)。



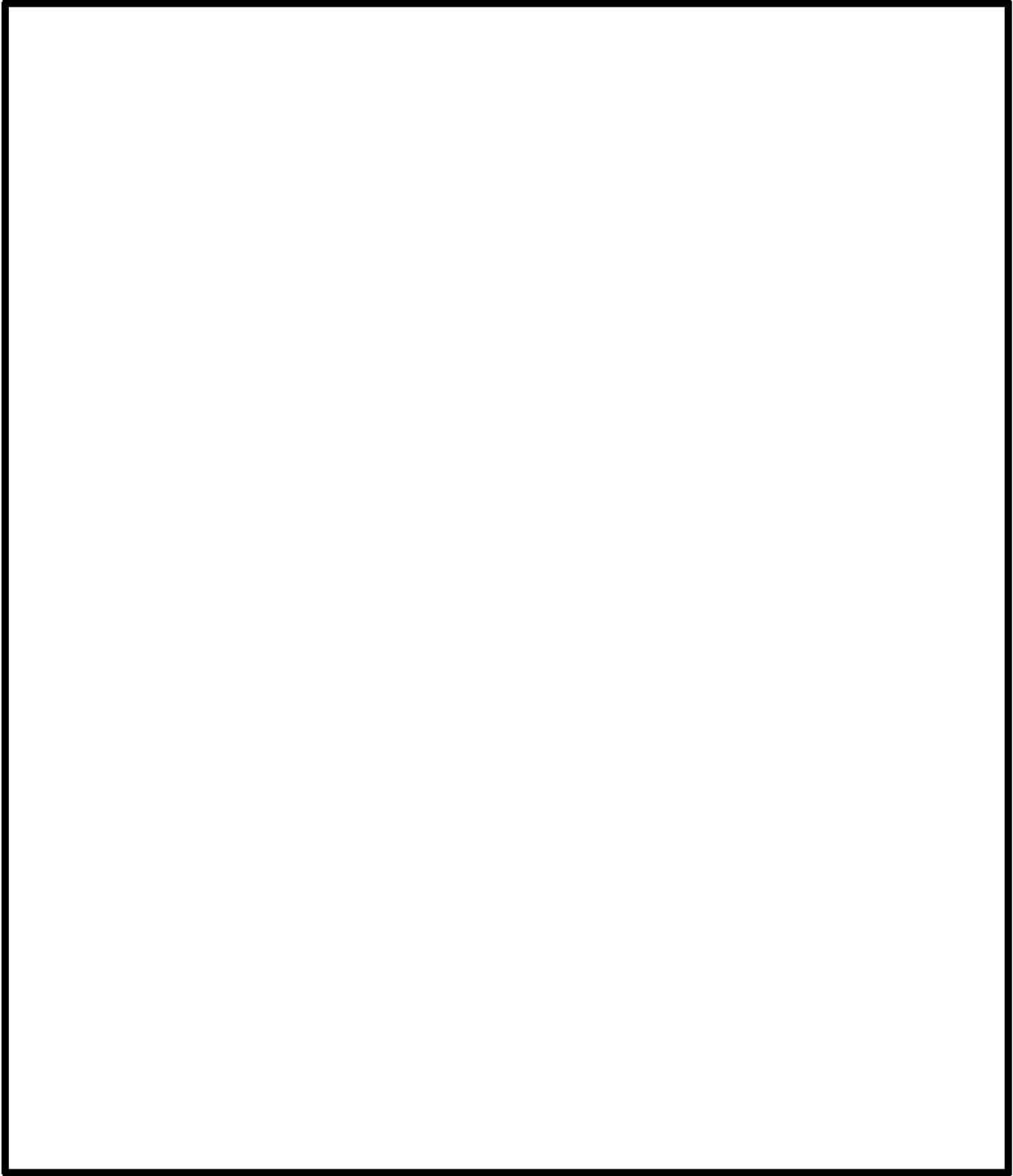



図 11-4 3号炉放水施設の損失水頭発生位置  
(上図：平面図，下図：断面図)

 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5-28

表9-1 水位上昇側の評価結果（取水施設）（1/2）（1, 2号炉取水施設）

検討対象波源	地形変化		1, 2号炉取水口水位変動量(m)	潮位変動			地震による地殻変動(m)	管路状態		1,2号炉取水ピットスクリーン室水位(T.P. m)
	防波堤	地滑り地形①の崩壊		朔望平均潮位(T.P. m)	潮位のばらつき(m)	観測地点の潮位差(m)		貝付着	スクリーン状態	
波源C	健全	現地形	9.34					有	健全	追而
	健全	崩壊						無	健全	
波源E	健全	現地形	12.74					有	健全	
	損傷							損傷	無	
	損傷	崩壊						有	損傷	
	健全	崩壊						無	損傷	
波源G	健全	現地形	12.01	0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.39	有	健全	
	損傷	崩壊						無	損傷	
波源H	損傷	現地形	11.50					有	健全	
	健全	崩壊						無	損傷	
	損傷		11.52					有	健全	
	健全							崩壊	無	

表9-1 水位上昇側の評価結果（取水施設）（2/2）（3号炉取水施設）

検討対象波源	防波堤		地形変化		3号炉取水口水位変動量(m)	潮位変動			地震による地殻変動(m)	管路状態		3号炉取水ピット室水位(T.P. m)	3号炉取水ピット室水位(T.P. m)
	北防波堤	南防波堤	陸域の地盤沈下5m	海域の地盤沈下2m		土捨場の崩壊	潮位のばらつき(m)	観測地点の潮位差(m)		貝付着	スクリーン状態		
波源B	健全	健全	現地形	現地形	10.45					有	健全	追而	
			沈下	現地形	13.44					無	損傷		
波源F	損傷		沈下	現地形	13.14					有	健全		
		損傷	現地形	現地形	13.79					無	損傷		
波源E	健全		沈下	現地形	11.86	0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.39	有	健全		
		損傷	沈下	現地形	13.22						無		損傷
波源B	損傷		現地形	現地形	12.89						有		健全
		健全	沈下	現地形	13.72						無		損傷
			沈下	崩壊							有		損傷
			現地形	現地形							無		健全
			沈下	崩壊							有		損傷
			現地形	現地形							無		健全
			沈下	崩壊							有		損傷
			現地形	現地形							無		健全
			沈下	崩壊							有		損傷
			現地形	現地形							無		健全
			沈下	崩壊							有	損傷	
			現地形	現地形							無	健全	

※3号炉取水ピットポンプ室水位は、津波来襲時に満水になることから、3号炉取水ピット室水位で代表させる。



表9-2 水位上昇側の評価結果（放水施設）（3号炉放水施設）

検討対象 波源 ※1	地形変化			3号炉 取水口 水位 変動量(m)	潮位変動			地震による 地殻変動 (m)	管路状態			
	防波堤 北防 波堤	防波堤 南防 波堤	土捨場 の崩壊		朔望平均 潮位 (T.P. m)	潮位の ばらつき (m)	観測地点 の潮位差 (m)		貝付着	3号炉放水ビット 水位(T.P. m)		
波源 D	健全	健全	現地形	10.91	0.26	0.14	0.01	沈降を 考慮 0.39	有	追而		
	健全	健全	崩壊	10.93					無	7.0		
	損傷	損傷	現地形	10.84					有	追而		
	健全	健全	崩壊	10.84					無	6.5		
	健全	損傷	現地形	10.85					有	追而		
	損傷	損傷	崩壊	10.86					無	7.0		
	損傷	健全	現地形	10.66					有	追而		
	健全	健全	崩壊	10.66					無	6.6		
	損傷	損傷	崩壊	10.66					有	追而		
	健全	健全	崩壊	10.66					無	追而		
	損傷	損傷	崩壊	10.66					有	追而		
	健全	健全	崩壊	10.66					無	追而		

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)
-------------------

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（現地形，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（現地形，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(1/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(2/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（地滑り地形①の崩壊，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（地滑り地形①の崩壊，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(3/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（地滑り地形①の崩壊，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源C，防波堤健全（地滑り地形①の崩壊，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(4/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(5/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(6/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(7/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，北及び南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(8/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(9/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(10/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(11/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源G，南防波堤損傷（地滑り地形①の崩壊，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）  
(12/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (現地形, 貝付着有り, スクリーン健全)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (現地形, 貝付着有り, スクリーン損傷)

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形 (1, 2号炉取水ピットスクリーン室)  
(13/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (現地形, 貝付着無し, スクリーン健全)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (現地形, 貝付着無し, スクリーン損傷)

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形 (1, 2号炉取水ピットスクリーン室)  
(14/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (地滑り地形①の崩壊, 貝付着有り, スクリーン健全)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (地滑り地形①の崩壊, 貝付着有り, スクリーン損傷)

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形 (1, 2号炉取水ピットスクリーン室)  
(15/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (地滑り地形①の崩壊, 貝付着無し, スクリーン健全)

追而  
(解析結果を記載する)

波源H, 北防波堤損傷 (地滑り地形①の崩壊, 貝付着無し, スクリーン損傷)

図 12-1 水位上昇側の時刻歴波形 (1, 2号炉取水ピットスクリーン室)  
(16/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源B, 防波堤健全 (現地形, 貝付着有り, スクリーン健全)

追而  
(解析結果を記載する)

波源B, 防波堤健全 (現地形, 貝付着有り, スクリーン損傷)

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉取水ピットスクリーン室)  
(1/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，防波堤健全（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，防波堤健全（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(2/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，防波堤健全（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝  
付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，防波堤健全（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝  
付着有り，スクリーン損傷）

図12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(3/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源B，防波堤健全（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝  
付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，防波堤健全（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝  
付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(4/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源F，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源F，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(5/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源 F，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源 F，北及び南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(6/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源F，北及び南防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源F，北及び南防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着有り，スクリーン損傷）

図12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(7/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源F，北及び南防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源F，北及び南防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着無し，スクリーン損傷）

図12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(8/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，南防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(9/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源E，南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，南防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(10/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源E, 南防波堤損傷 (陸域の地盤沈下5m, 海域の地盤沈下2m, 土捨場の崩壊,  
貝付着有り, スクリーン健全)

追而  
(解析結果を記載する)

波源E, 南防波堤損傷 (陸域の地盤沈下5m, 海域の地盤沈下2m, 土捨場の崩壊,  
貝付着有り, スクリーン損傷)

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉取水ピットスクリーン室)  
(11/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，南防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源E，南防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(12/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（現地形，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(13/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（現地形，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(14/16)

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着有り，スクリーン健全）

追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着有り，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(15/16)



追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着無し，スクリーン健全）

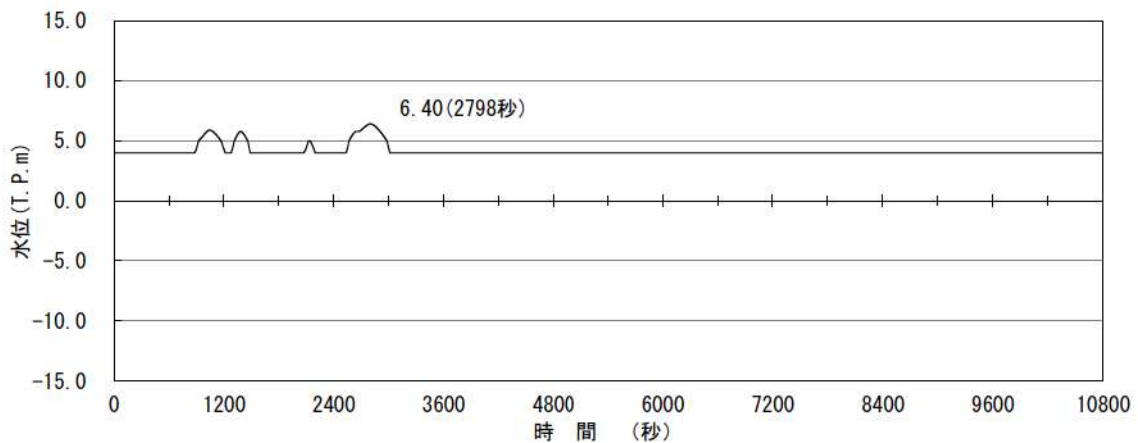
追而  
(解析結果を記載する)

波源B，北防波堤損傷（陸域の地盤沈下5m，海域の地盤沈下2m，土捨場の崩壊，貝付着無し，スクリーン損傷）

図 12-2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）  
(16/16)

追而  
 (解析結果を記載する)

波源D, 防波堤健全 (現地形, 貝付着有り)



※最大水位上昇量 6.40 + 潮位のばらつき 0.14 + 観測地点の潮位差 0.01 + 地殻変動量 0.39  
 ≒ T.P. 7.0m

波源D, 防波堤健全 (現地形, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
 (1 / 8)

追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 防波堤健全 (土捨場の崩壊, 貝付着有り)

追而  
(解析結果を記載する)

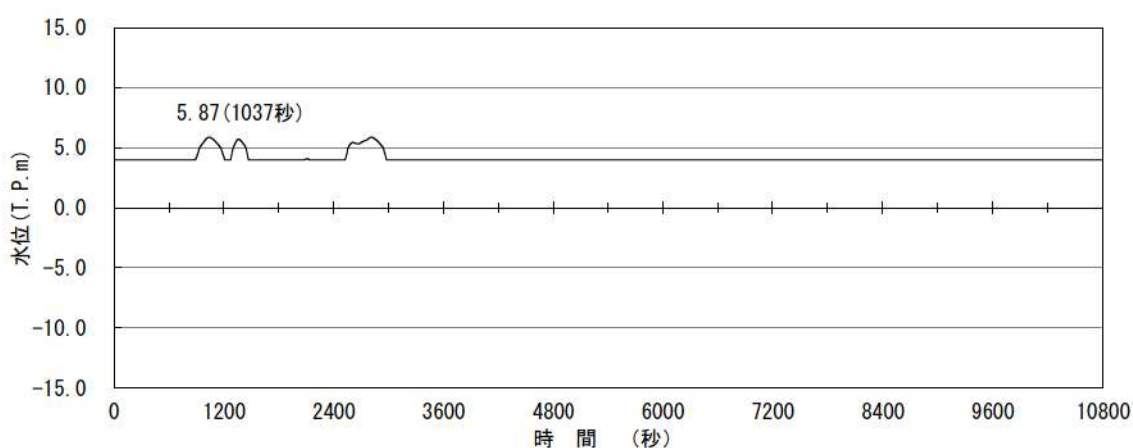
波源D, 防波堤健全 (土捨場の崩壊, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
(2/8)



追而  
 (解析結果を記載する)

波源D, 北及び南防波堤損傷 (現地形, 貝付着有り)



※最大水位上昇量 5.87+潮位のばらつき 0.14+観測地点の潮位差 0.01+地殻変動量 0.39  
 ≒T.P. 6.5m

波源D, 北及び南防波堤損傷 (現地形, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
 (3/8)

追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 北及び南防波堤損傷 (土捨場の崩壊, 貝付着有り)

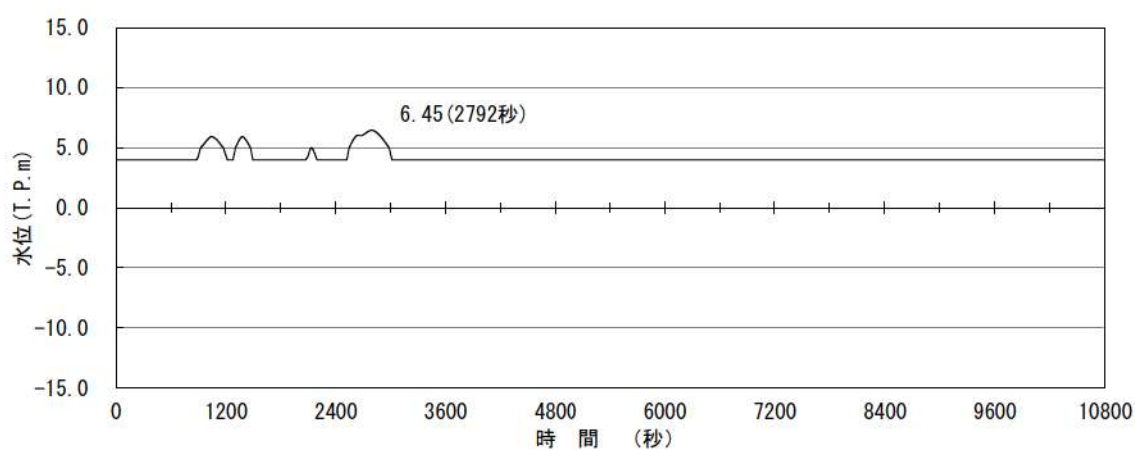
追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 北及び南防波堤損傷 (土捨場の崩壊, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
(4/8)

追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 南防波堤損傷 (現地形, 貝付着有り)



※最大水位上昇量 6.45+潮位のばらつき 0.14+観測地点の潮位差 0.01+地殻変動量 0.39  
⇨T.P. 7.0m

波源D, 南防波堤損傷 (現地形, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
(5/8)



追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 南防波堤損傷 (土捨場の崩壊, 貝付着有り)

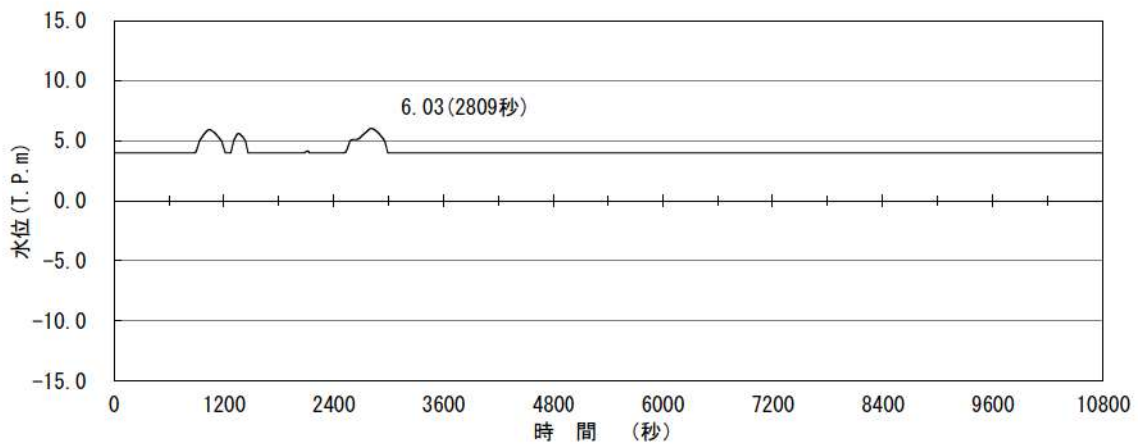
追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 南防波堤損傷 (土捨場の崩壊, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
(6/8)

追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 北防波堤損傷 (現地形, 貝付着有り)



※最大水位上昇量 6.03+潮位のばらつき 0.14+観測地点の潮位差 0.01+地殻変動量 0.39  
⇨T.P. 6.6m

波源D, 北防波堤損傷 (現地形, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
(7/8)

追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 北防波堤損傷 (土捨場の崩壊, 貝付着有り)

追而  
(解析結果を記載する)

波源D, 北防波堤損傷 (土捨場の崩壊, 貝付着無し)

図 12-3 水位上昇側の時刻歴波形 (3号炉放水ピット)  
(8/8)



追而  
(解析結果を記載する)

図 13 水位下降側の時刻歴波形

## 地震による建造物の損傷に係る管路解析の評価

### 1. はじめに

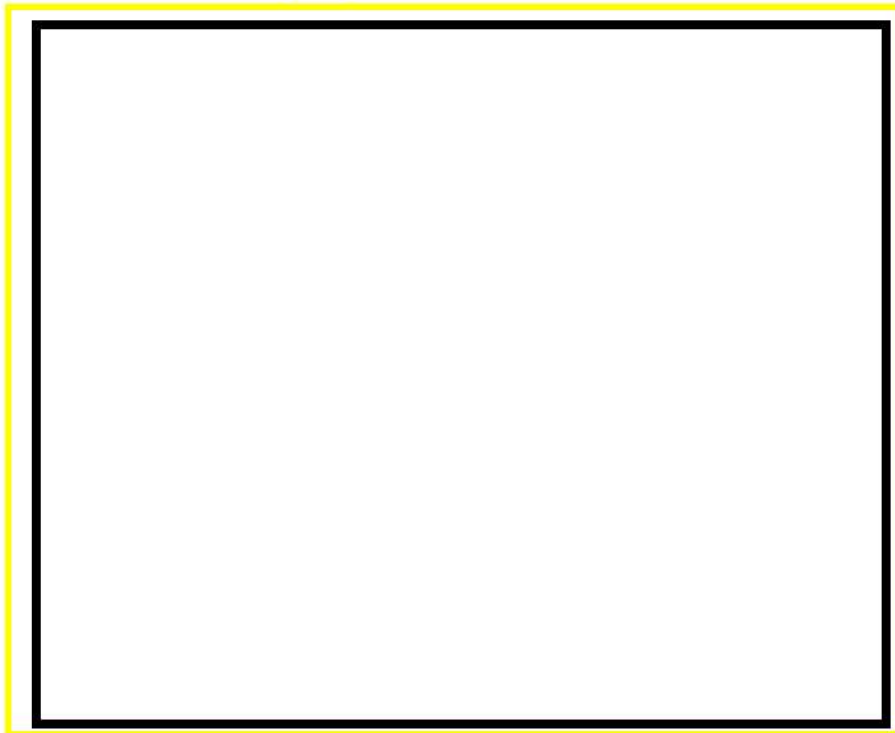
管路解析の構造モデルを構成する建造物を対象に、基準地震動による被害想定を行い、建造物の損傷が管路解析を用いた入力津波の設定に及ぼす影響について検討を行う。

### 2. 対象建造物


管路解析の対象水路は、1号及び2号炉取・放水施設及び3号炉取・放水施設である。そのうち1号及び2号炉取水施設及び3号炉取水施設は基準地震動に対して耐震性を有することから対象外とし、基準地震動に対して耐震性を有していない1号及び2号炉放水施設及び3号炉放水施設を対象に被害想定を行う。

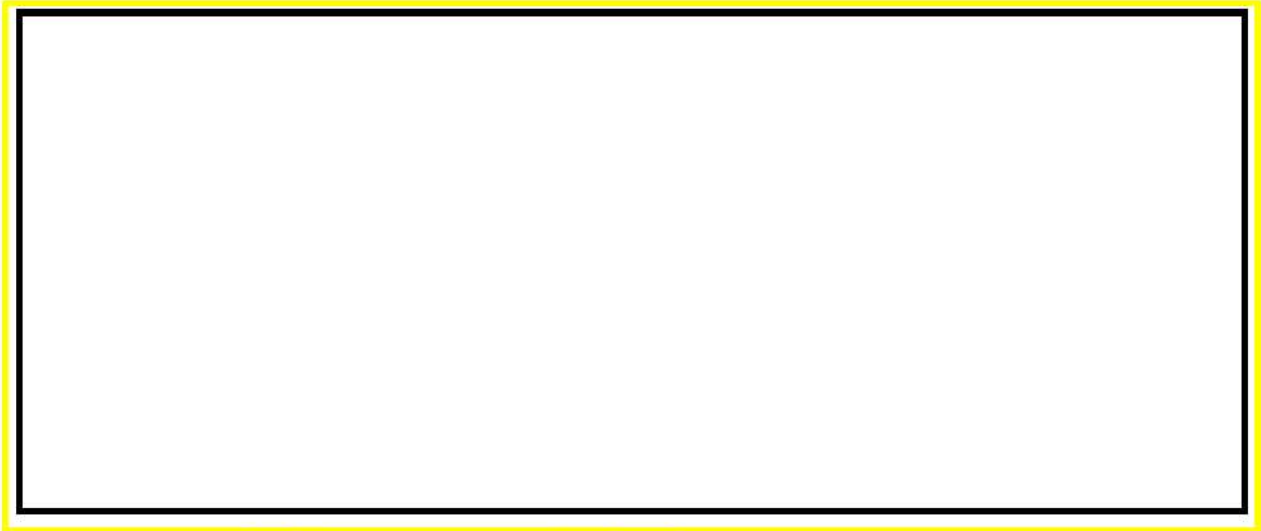
### 3. 放水施設概要

1号及び2号炉放水施設及び3号炉放水施設の平面図を参考図1-1、1号及び2号炉放水施設縦断面図を参考図1-2、3号炉放水施設縦断面図を参考図1-3、1号及び2号炉放水路及び3号炉放水路トンネルの標準断面図を参考図1-4、1号及び2号炉・3号炉放水池断面図を参考図1-5に示す。



参考図 1-1 放水施設の平面図

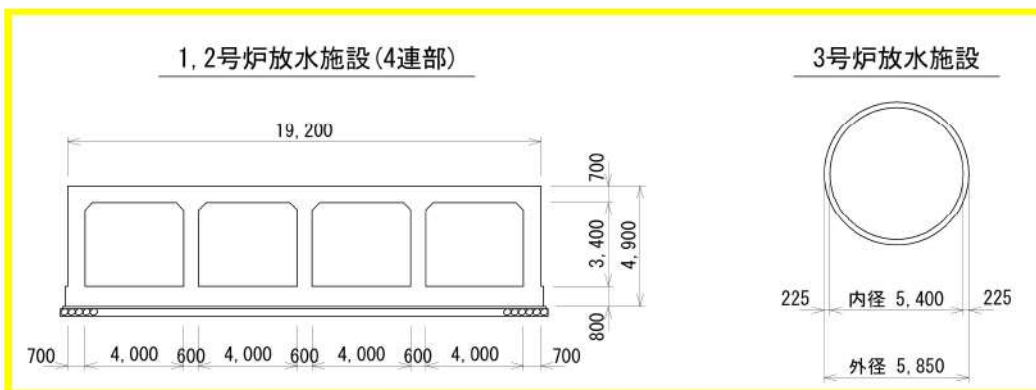
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




参考図 1-2 1号及び2号炉放水施設の縦断図（縦横比 5.0 : 1.0）

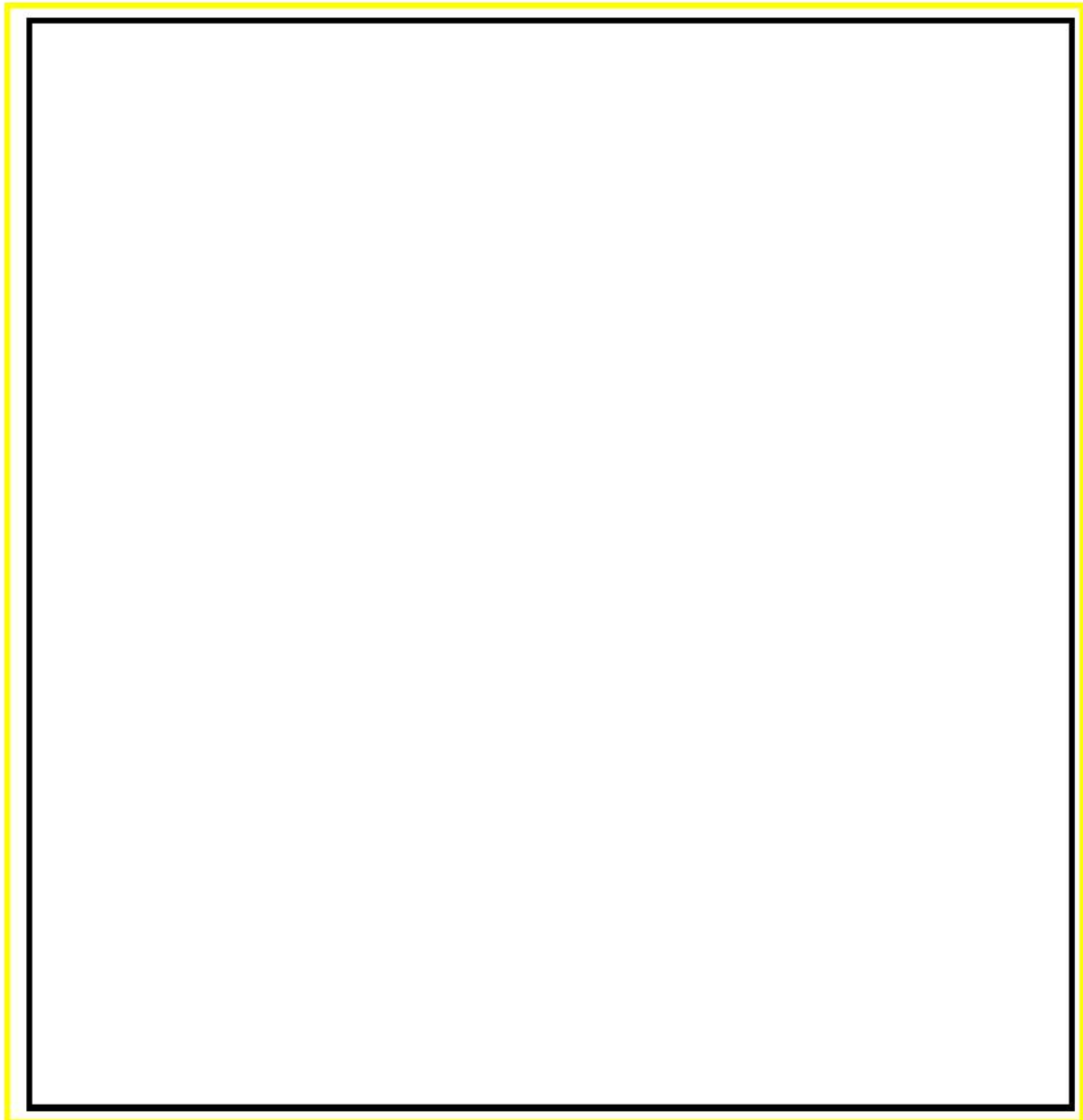


参考図 1-3 3号炉放水施設の縦断図（縦横比 5.0 : 1.0）




参考図 1-4 1号及び2号炉放水路及び3号炉放水路トンネルの標準断面図

 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。



参考図 1-5 1号及び2号炉放水池及び3号炉放水池の断面図

 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。

#### 4. 地震時の被害想定の考え方

基準地震動に対して耐震性を有していない放水施設は、その構造的特徴（十分な通水断面を有していること、追従性に優れたフレキシブルな構造であること等）や大規模地震を受けた先行サイトにおける放水施設の被害状況及び一般産業施設の地震被災事例を踏まえると、軽微な変形やひび割れが生じる可能性はあるものの、完全に閉塞することはなく、通水機能は維持され则认为される。

それらを踏まえると、基準地震動による放水施設の損傷に伴い津波の流入位置や流入量に変化し、「1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置位置」及び「3号炉放水

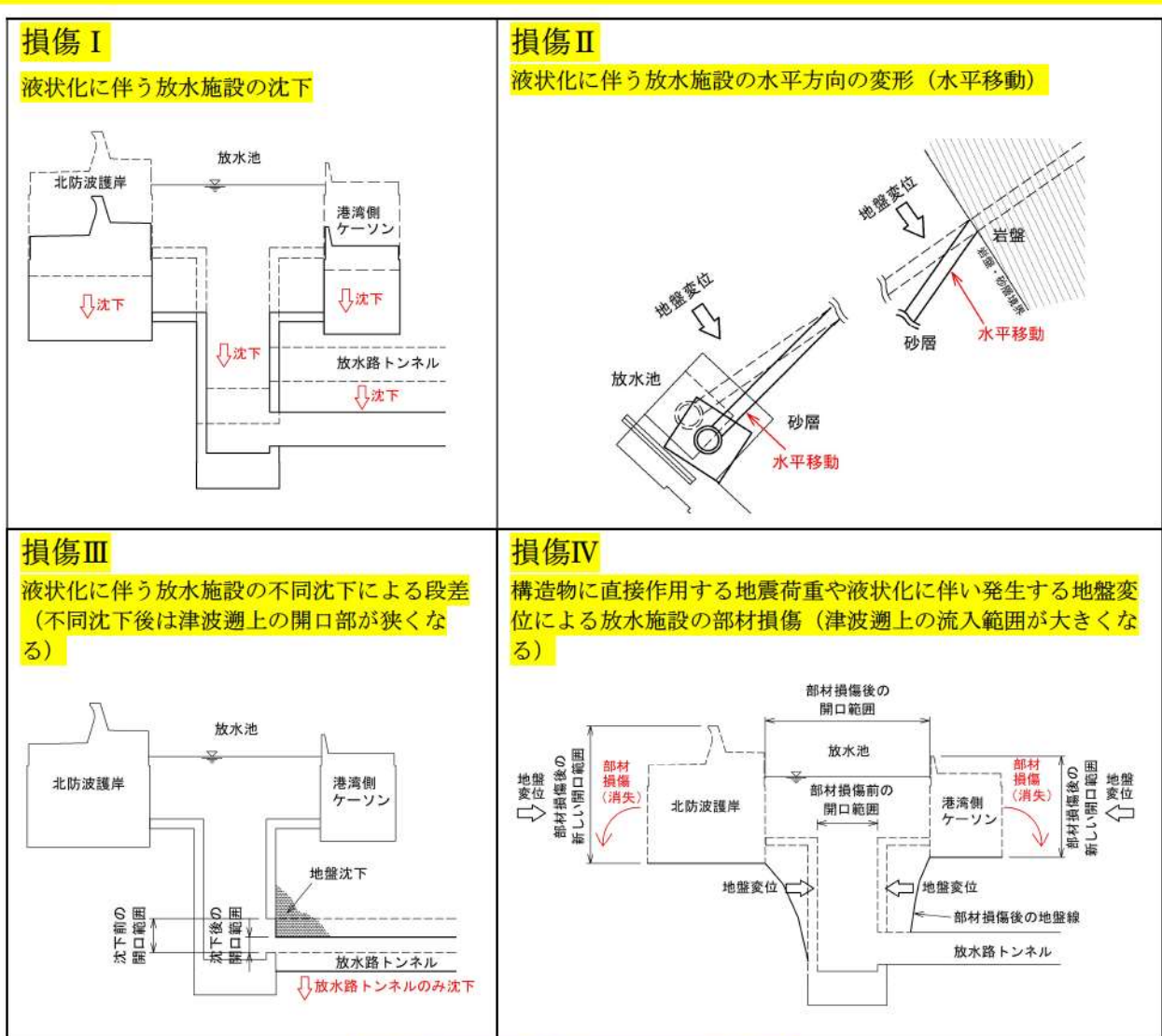


「ピット」の入力津波に影響を与える可能性があることから、放水施設の損傷を考慮した被害想定を行う。

被害想定として、放水施設の支持地盤及び周辺地盤は砂層や砂礫層、埋戻土であることから、基準地震動による液状化が発生する可能性が高いことを踏まえて、損傷モードを以下のように想定した。

- ・ 損傷Ⅰ： 周辺地盤の液状化に伴う放水施設の沈下
- ・ 損傷Ⅱ： 周辺地盤の液状化に伴う放水施設の水平方向の変形（水平移動）
- ・ 損傷Ⅲ： 周辺地盤の液状化に伴う放水施設の不同沈下による段差
- ・ 損傷Ⅳ： 構造物に直接作用する地震荷重や周辺地盤の液状化に伴い発生する地盤変位による放水施設の部材損傷

損傷Ⅰ～Ⅳの概要図を3号炉放水施設を例として参考図1-6に示す。



参考図 1-6 損傷Ⅰ～Ⅳの概要図

損傷モードについては、参考表 1-1 に示す理由により、損傷 I ～IVのうち、損傷 I の沈下と損傷IVの部材損傷を被害想定とする。

参考表 1-1 各損傷モードの被害想定について

損傷モード	被害想定	理由
<b>損傷 I</b> (周辺地盤の液状化に伴う放水施設の沈下)	考慮する	放水池の沈下に伴い、港湾内外から放水池内への津波の流入量が増加し、放水路内への流入量も増加する可能性があるため、被害想定として考慮する。
<b>損傷 II</b> (周辺地盤の液状化に伴う放水施設の水平方向の変形 (水平移動))	考慮しない	以下の①、②の理由により、被害想定として考慮しない。 ①放水池直下の支持地盤面は砂層で傾斜しておらず、概ね平坦であり水平方向の変形は生じにくく、液状化に伴う沈下が優位に発生しやすい。 ②放水路及び放水路トンネルの支持地盤及び周辺地盤 (埋戻土・砂層・砂礫層) は概ね水平成層であり、地層の相違により一方向に偏った水平荷重は作用しにくい。
<b>損傷 III</b> (周辺地盤の液状化に伴う放水施設の不同沈下による段差)	考慮しない	放水池と放水路及び放水路トンネルとの境界部で不同沈下が発生して段差が生じた場合、通水断面が減少し津波の遡上量が小さくなるため、被害想定として考慮しない。
<b>損傷 IV</b> (構造物に直接作用する地震荷重や周辺地盤の液状化に伴い発生する地盤変位による放水施設の部材損傷)	考慮する	放水池または放水路及び放水路トンネルの損傷により、損傷部より津波が流入し、放水路及び放水路トンネルを遡上する津波の流量が増える可能性があるため、被害想定として考慮する。



## 5. 3号炉放水施設の被害想定

3号炉放水施設の平面図を参考図 1-7、縦断図を参考図 1-8 に示す。

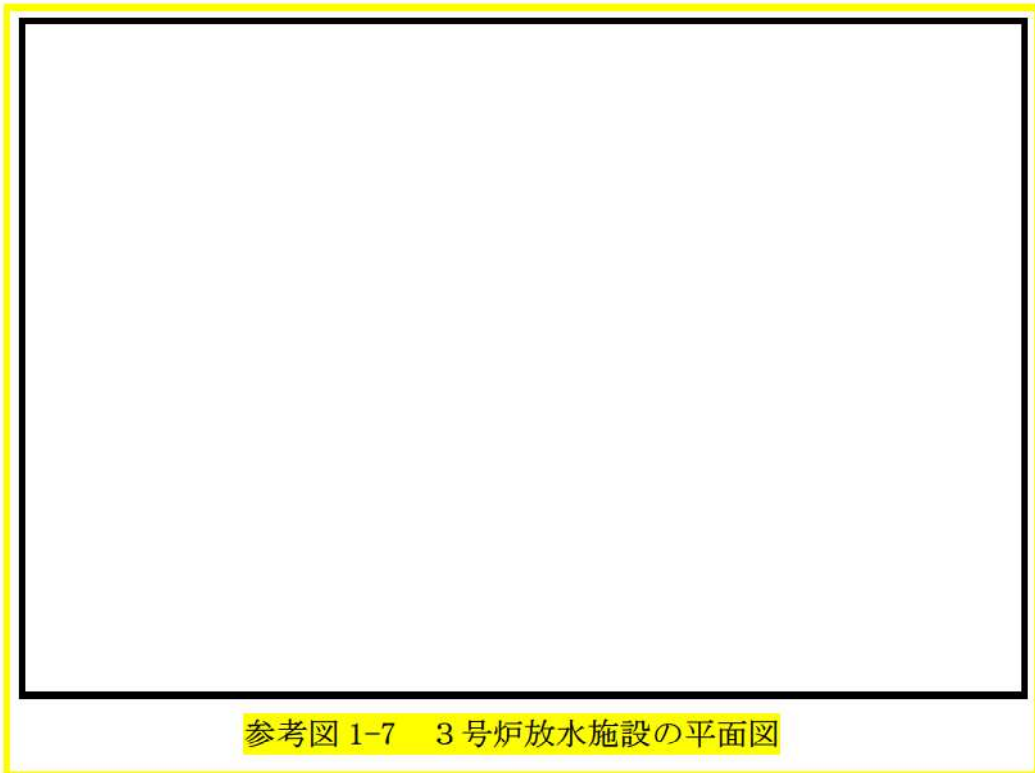
参考図 1-8 より、3号炉放水施設は、地盤状況から砂・砂礫・粘性土部のA区間及び岩盤部のB区間に分類する。

A区間：放水池～放水路トンネルの支持地盤 砂・砂礫・粘性土

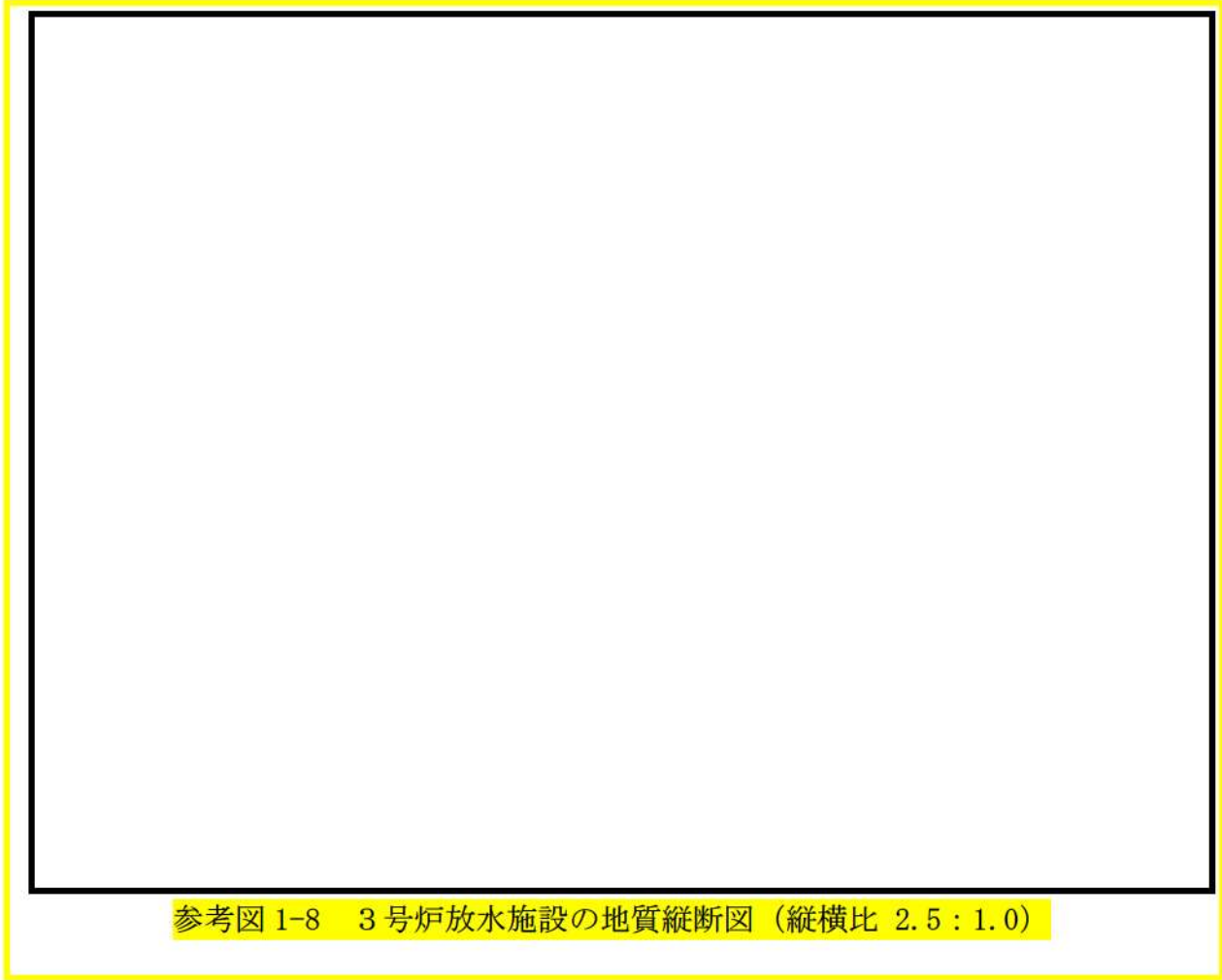
B区間：放水路トンネル～放水ピットの支持地盤 岩盤


放水池はA区間（砂・砂礫・粘性土部）に位置しており、放水路トンネルはA区間（砂・砂礫・粘性土部）とB区間（凝灰角礫岩（Tb）の岩盤部）に分けられ、B区間の岩級はB級である。B区間の放水ピットは凝灰角礫岩（Tb）と凝灰岩（Tf）の岩盤で四方を支持され、岩級はB級である。また、放水ピットは津波防護施設として基準地震動に対する耐震性を確保している。

以上のことから、被害想定はA区間（砂・砂礫・粘性土部の放水池及び放水路トンネル）で行う。



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。



 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。



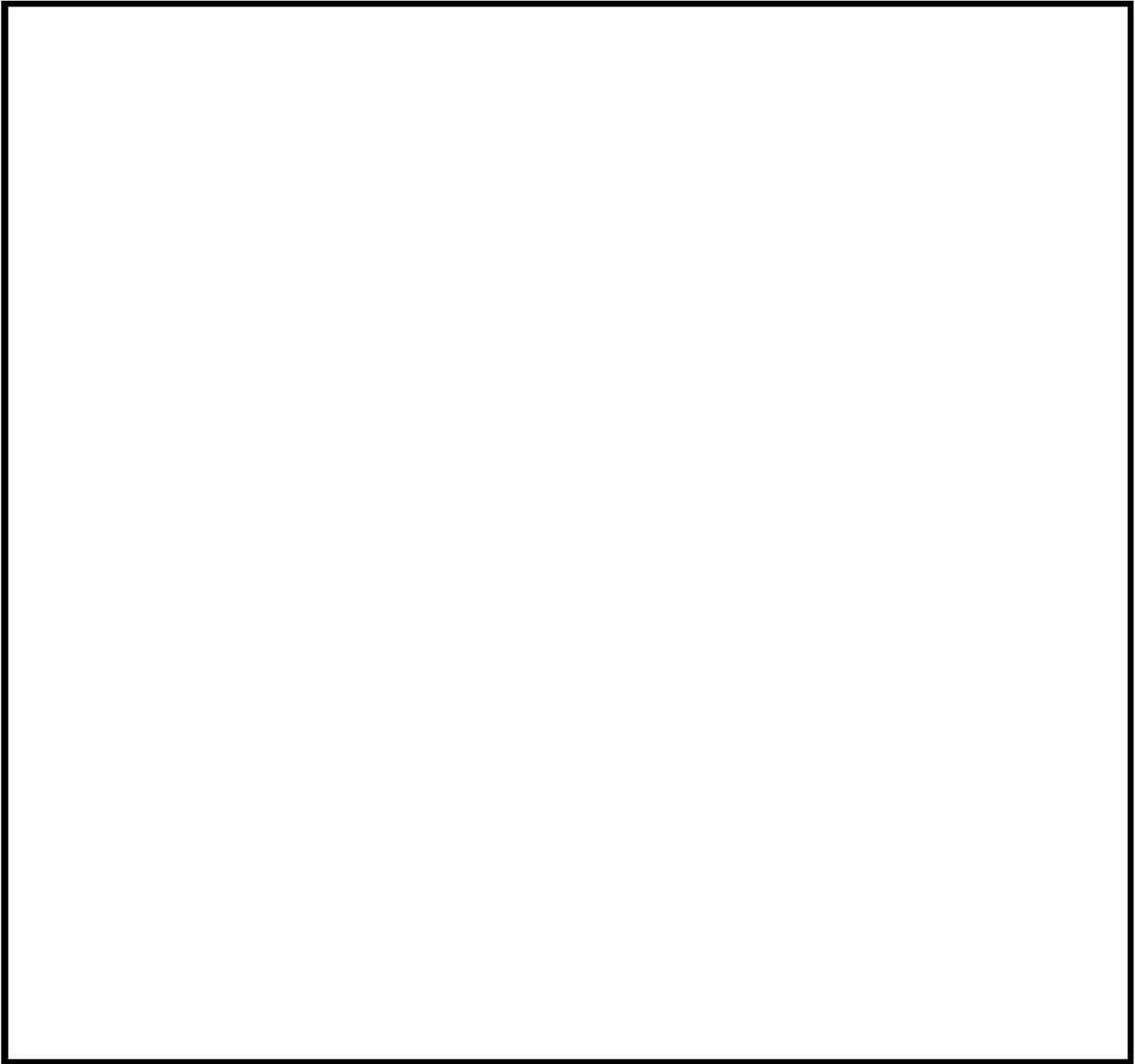
3号炉放水施設の被害想定は具体的には以下のとおり行う。

- 3号炉放水池は、一部に粘性土層を挟む層厚30m程度の砂層及び砂礫層が支持地盤であることから、被害想定は支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 3号炉放水路トンネル（B区間）は、粘性土層と砂層が支持地盤であることから、被害想定はB区間の支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 3号炉放水施設の沈下や部材損傷については、局所的に生じることが考えられるが、保守的なケースとして、被害想定を参考表1-2のとおり行う。


参考表 1-2 3号炉放水池の被害想定

構造物	構造物の損傷モード	被害想定	被害想定理由
3号炉 放水施設	I 支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下	放水池・放水路トンネルの沈下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾内外から放水池内への津波の越流量が増え、放水口位置の水深が深くなり放水池内への流入量が増えることから、放水路トンネル内への流入量が増える。</li> <li>・放水池と放水路トンネルが同時に沈下する方が、通水断面が維持され、放水路への流入量が増える。</li> </ul>
	IV 構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下による部材損傷	放水池の全壊	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放水池は部分的な損傷よりも全壊した場合の方が放水路への流入量は増える。</li> <li>・放水路は地盤に埋設されていることから、放水路が損傷しても部材が欠落することはない。また損傷部周辺は地盤で囲まれていることから、損傷部周辺から津波は流入しない。</li> </ul>

以上の整理を踏まえて、被害想定損傷Iと損傷IVの概要図を参考図1-9に示す。



参考図 1-9 3号炉放水施設の被害想定の様式図

 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。

## (2) 損傷 I の沈下量の設定

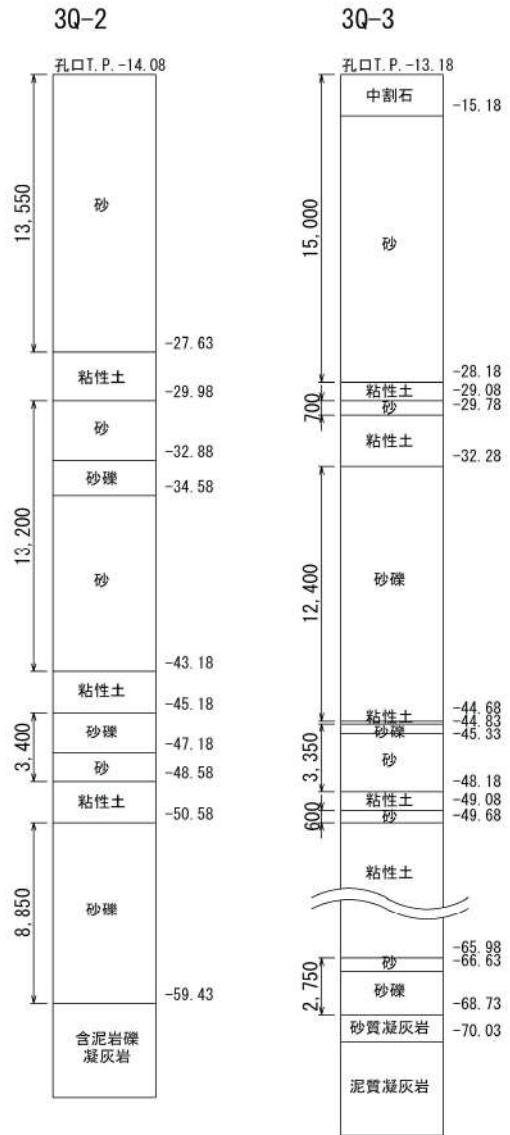
### a. A区間の沈下設定

放水池及び放水路トンネルの支持地盤は、砂層と砂礫層の自然地盤であり、液状化に伴う沈下を設定する。

沈下量は、3号炉放水池近傍の3Q-3の柱状図（参考図1-10参照）より、砂層と砂礫層の液状化層の層厚は $34.8 \div 35\text{m}$ であり（3Q-2は39m）、Ishihara et al. (1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係（参考図1-11参照）から設定したAs1層の沈下率4.5%から沈下量を算出すると約2.0m（ $35\text{m} \times 4.5\% = 1.575\text{m}$ ）となる。

また、参考図1-12に示す添付資料3の「c. 敷地の地盤変状に関する検討」で掲載している防潮堤前面の地表面沈下量の算定で採用した代表断面（B-B'断面）の液状化層の層厚は38.3mであり、当該地点の液状化層の層厚35mと比較して大きな差はなく、B-B'断面の方が岩盤線は急勾配で側方流動は大きい。

以上のことから、保守的に防潮堤前面の地表面沈下量5.0mを採用して沈下量を設定する。沈下量は、参考図1-8より放水路トンネルの砂層と岩盤の境界の岩盤線が放水池側に緩やかに傾斜していることから、岩盤の境界点を沈下量0mの起点とし放水池直下で沈下量5.0mになるように設定した。



※液状化層は粘性土層を除く砂層・砂礫層である。

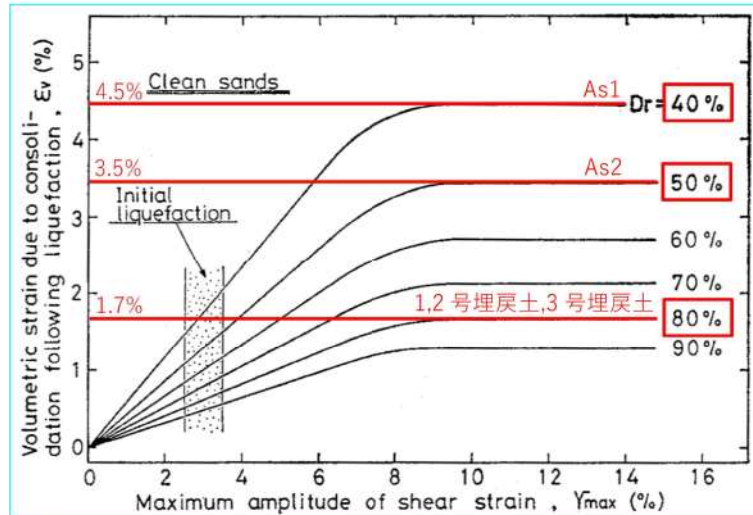
液状化層厚
39.0m

液状化層厚
34.8m

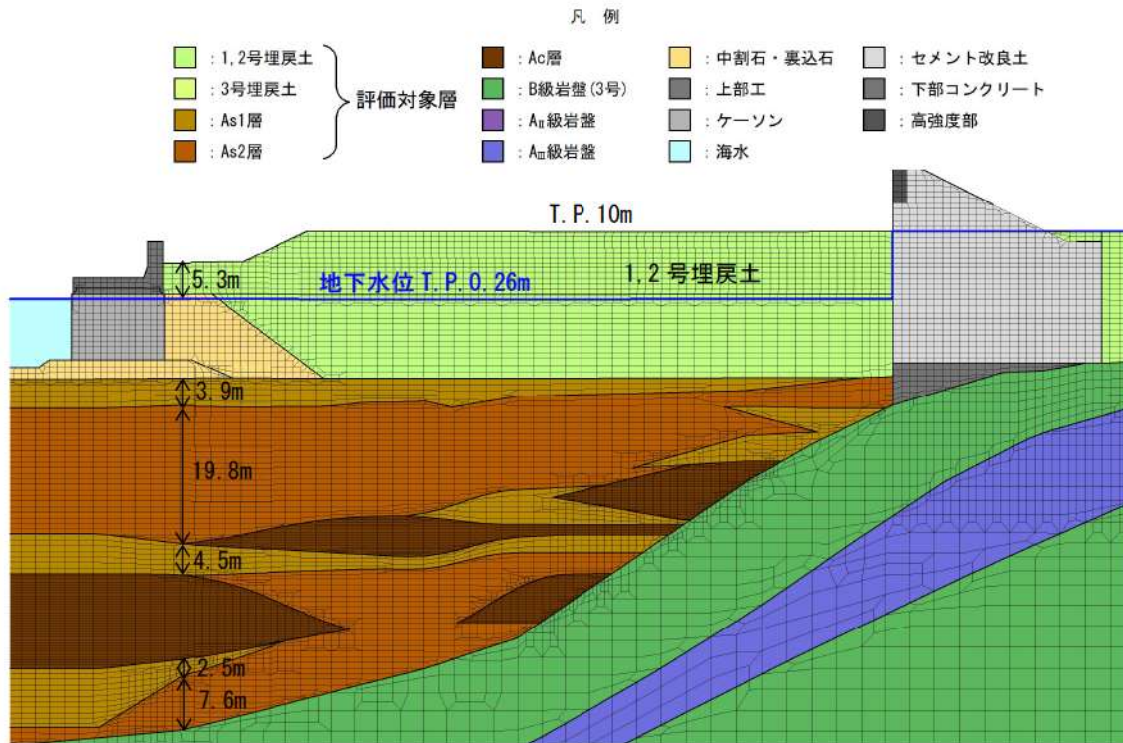
参考図 1-10 港湾内のボーリング調査結果 (柱状図)

□ 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。





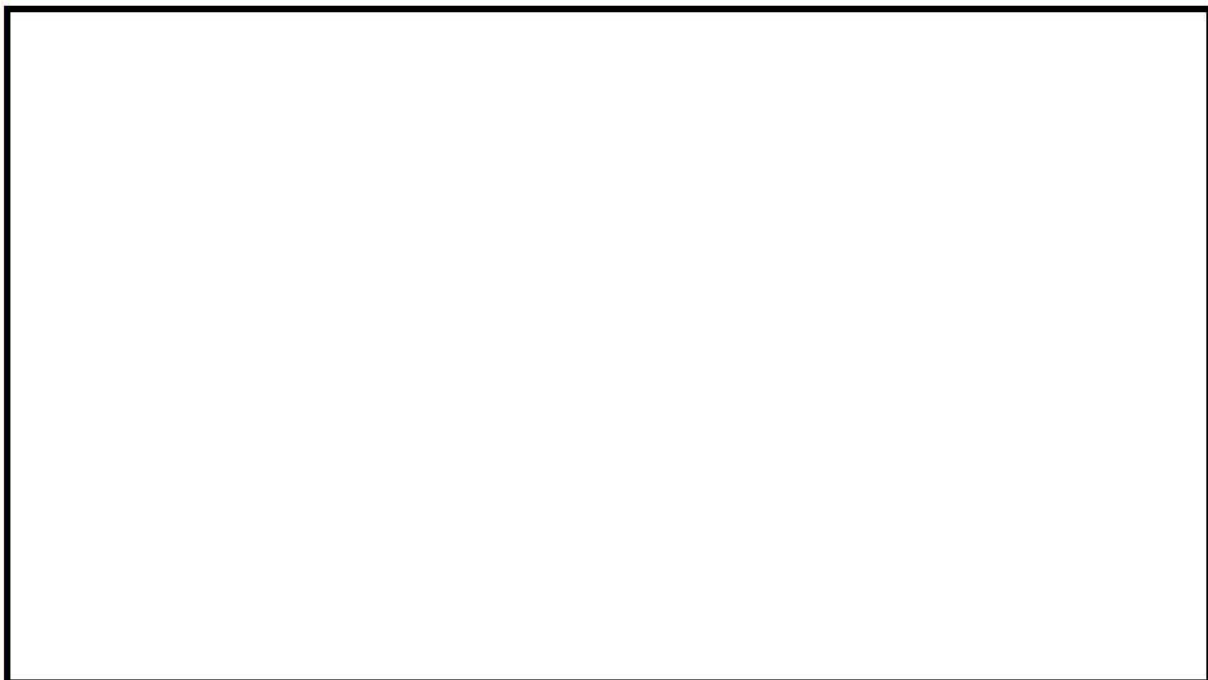
参考図 1-11 体積ひずみと最大せん断ひずみの関係  
(Ishihara et al. (1992) に一部加筆)



※不飽和地盤 (1,2号埋戻土) の層厚=5.3m, 飽和地盤 (As1・As2層) の層厚=38.3m

参考図 1-12 防潮堤前面の地表面沈下量の算定で採用した代表断面

被害想定の様式図を参考図 1-13 に示す。



参考図 1-13 3号炉放水施設の被害想定の様式図

#### b. B区間の沈下設定

参考図 1-8 より、放水路トンネル及び放水ピットの支持地盤は、凝灰岩 (Tf) 及び凝灰角礫岩 (Tb) の岩盤で岩級はB級であることから、地震に伴う損傷は生じない。また、防潮堤が放水路トンネル上部に設置されるが、防潮堤を上載荷重として見込んでも、防潮堤から放水路トンネルまでにはB級岩盤が存在し、その厚さは十分に確保されていることから、地震に伴う損傷は生じない。

以上を踏まえて、放水路トンネル及び放水ピットの沈下は設定しない。

▭ 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。


## 6. 1号及び2号炉放水施設の被害想定

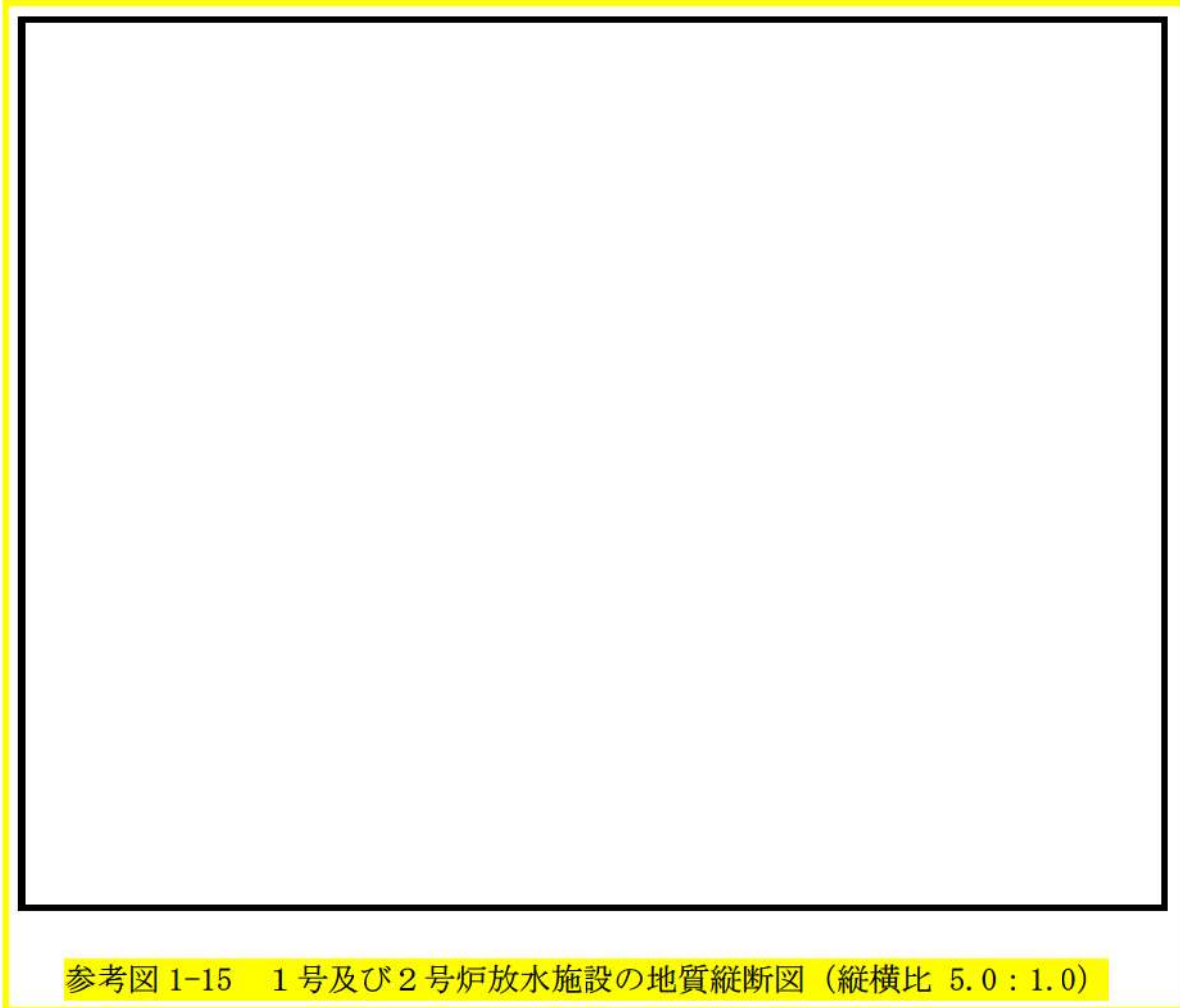
### (1) 被害想定概要

1号及び2号炉放水施設の平面図を参考図 1-14、縦断図を参考図 1-15 に示す。参考図 1-15 より、1号及び2号炉放水施設は、1号及び2号放水路内に岩着した1号及び2号炉放水路逆流防止設備を設置することから、被害想定は1号及び2号炉放水池及び1号及び2号炉放水路逆流防止設備から海側の放水路で行う。




参考図 1-14 1号及び2号炉放水施設の平面図

 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。



参考図 1-15 1号及び2号炉放水施設の地質縦断図（縦横比 5.0 : 1.0）

 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。



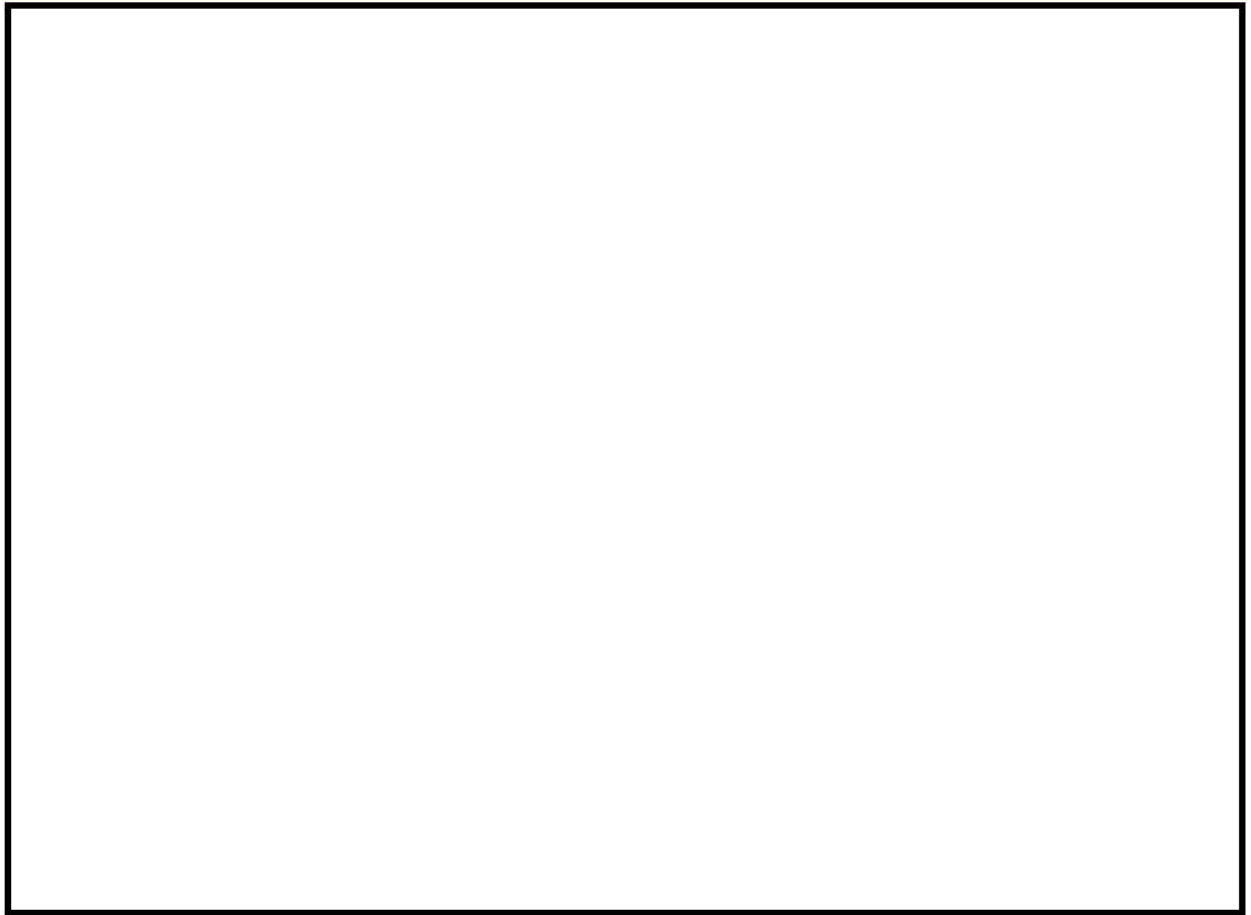
1号及び2号炉放水施設の被害想定は具体的には以下のとおり行う。

- 1号及び2号炉放水池は、層厚35m程度の砂層が支持地盤であることから、被害想定は支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 1号及び2号炉放水路は、層厚2～15m程度の埋戻土が支持地盤であることから、被害想定は砂・砂礫・粘性土部を含めた支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 1号及び2号放水施設の沈下や部材損傷については、局所的に生じることが考えられるが、保守的なケースとして、被害想定を参考表1-3のとおり行う。


参考表 1-3 1号及び2号炉放水施設の被害想定

構造物	構造物の損傷モード	被害想定	被害想定理由
1号及び 2号炉 放水施設	I 支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下	放水池・放水路の沈下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾内外から放水池内への津波の越流量が増え、放水口位置の水深が深くなり放水池内への流入量が増えることから、放水路内への流入量が増える。</li> <li>・放水池と放水路が同時に沈下する方が、通水断面が維持され、放水路内への流入量が増える。</li> </ul>
	IV 構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下による部材損傷	放水池の全壊	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放水池は部分的な損傷よりも全壊した場合の方が放水路への流入量は増える。</li> <li>・放水路は地盤に埋設されていることから、放水路が損傷しても部材が欠落することはない。また損傷部周辺は地盤で囲まれていることから、損傷部周辺から津波は流入しない。</li> </ul>

以上の整理を踏まえて、被害想定損傷Iと損傷IVの概要図を参考図1-16に示す。



参考図 1-16 1号及び2号炉放水施設の被害想定の様式図

 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。

## (2) 損傷 I の沈下量の設定

放水池及び放水路の支持地盤は、砂層と砂礫層の自然地盤と埋戻土であり、液状化に伴う沈下を設定する。

沈下量は、放水池が隣接している 3 号炉放水施設と同様に、参考図 1-10 に示す港湾内のボーリング調査結果に基づき、保守的に参考図 1-12 に示す添付資料 3 の「c. 敷地の地盤変状に関する検討」で掲載している防潮堤前面の地表面沈下量 5.0m を採用する。沈下量は、参考図 1-15 より岩盤の高まりがあるものの放水池に向けて緩やかに傾斜していることから、岩着した 1 号及び 2 号炉放水路逆流防止設備位置を沈下量 0m の起点とし放水池直下で沈下量 5.0m になるように設定した。

被害想定の様式図を参考図 1-17 に示す。



参考図 1-17 1 号及び 2 号炉放水施設の被害想定の様式図

 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。



## 7. 地震の被害想定を反映した管路解析の必要性

地震時の放水池及び放水路・放水路トンネルにおける被害想定として損傷Ⅰ（沈下）及び損傷Ⅳ（部材損傷）を考慮した場合、津波の遡上量が増加して「1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置位置」及び「3号炉放水ピット」の水位が上昇する可能性がある。そのため、健全形状\*のまま沈下した場合（損傷Ⅰ）と、放水池のみが全壊した場合（損傷Ⅳ）の2通りで地震による損傷を考慮した管路解析を実施する。

また、損傷Ⅰと損傷Ⅳともに、1号及び2号炉放水路逆流防止設備及び3号炉放水ピットでの水位が健全時と比べて上昇した場合、損傷Ⅰと損傷Ⅳの組み合わせの影響確認を実施することとする。

※通水断面が維持された状態をいう。

## 8. 被害想定を初期モデルに反映した管路解析

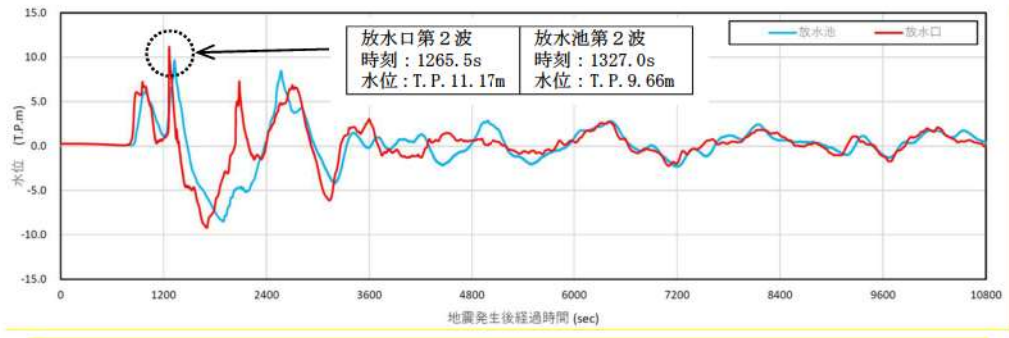
「7. 地震の被害想定を反映した管路解析の必要性」を踏まえて、1号及び2号炉放水池及び放水路（岩着した防潮堤より海側）及び3号炉放水池・放水路トンネル（砂・砂礫・粘性土層部）の損傷Ⅰ（沈下）を考慮したモデルと、放水池の損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮したモデル（放水池がない管路モデル）による管路解析を実施し、健全モデル（基本ケース）と比較して被害想定の影響を確認する。

損傷Ⅰ（沈下）を考慮したモデルによる管路解析の入力波形は、健全時と同様に放水池と放水口での入力波形を設定する。

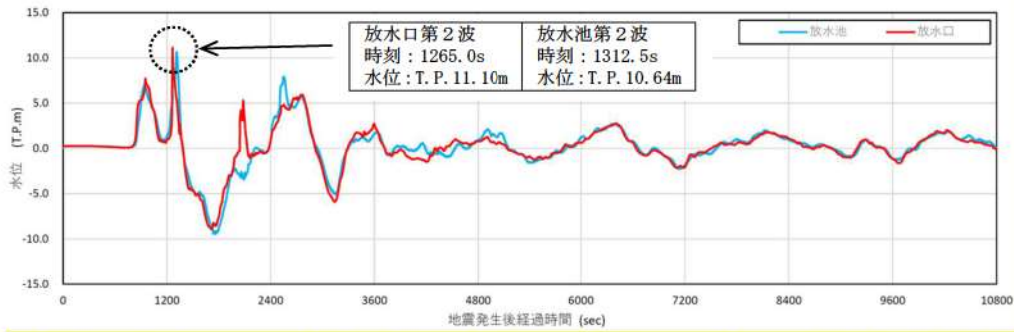
損傷Ⅳ（放水池全壊）を考慮したモデルによる管路解析の入力波形は、放水池全壊により港外から来襲する津波が直接放水路トンネルに流入すると想定し、健全時で入力した放水口の入力波形を放水路トンネル入口部に設定する。

放水口と放水池の抽出位置における水位時刻歴波形を参考図 1-18 に示す。

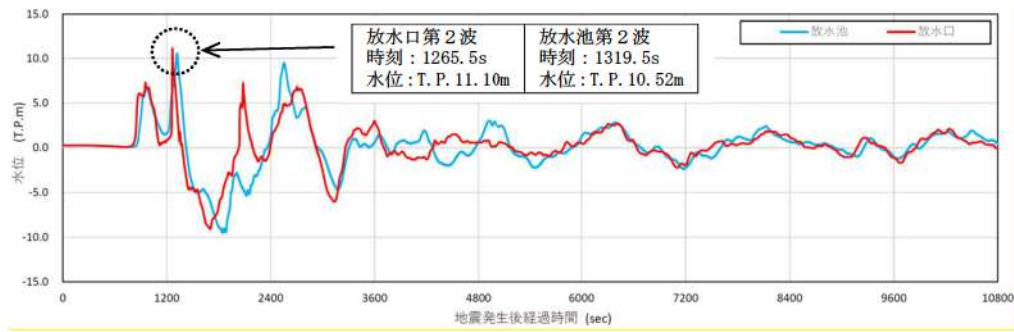




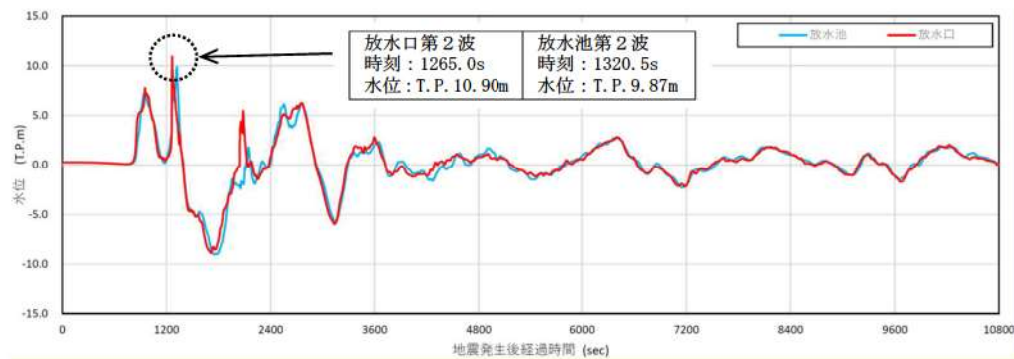
放水池・放水口の入力波形 (基準津波の波源D, 防波堤損傷なし)



放水池・放水口の入力波形 (基準津波の波源D, 北及び南防波堤損傷)



放水池・放水口の入力波形 (基準津波の波源D, 南防波堤損傷)

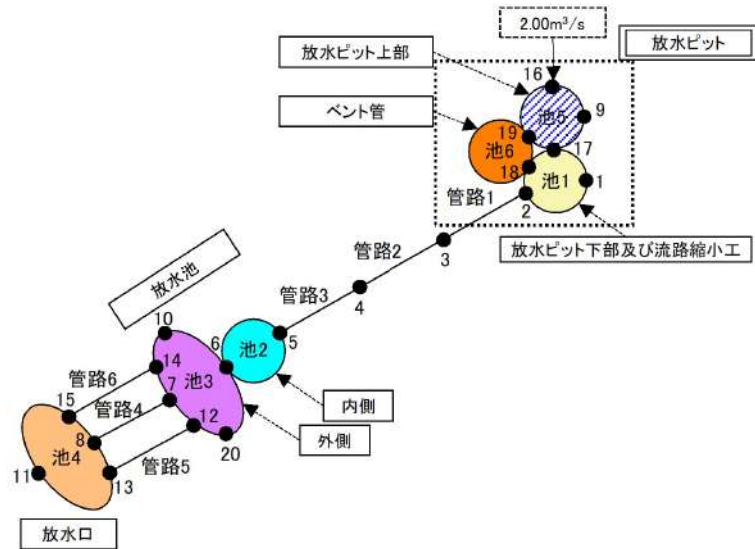


放水池・放水口の入力波形 (基準津波の波源D, 北防波堤損傷)

参考図 1-18 損傷 I・IVで設定する放水口と放水池の水位時刻歴波形

(1) 被害想定 of 損傷 I (沈下) の初期モデルへの反映

被害想定を考慮した 3 号炉放水施設の解析モデル図を参考図 1-19 に、損失水頭表を参考表 1-4 に、損失水頭発生位置を参考図 1-20 に示す。また、1 号及び 2 号炉放水施設の解析モデル図を参考図 1-21 に、損失水頭表を参考表 1-5 に、損失水頭発生位置を参考図 1-22 に示す。



参考図 1-19 損傷 I (沈下) を考慮した 3 号炉放水施設の管路解析モデル図

参考表 1-4 損傷 I (沈下) を考慮した 3 号炉放水施設の損失水頭表

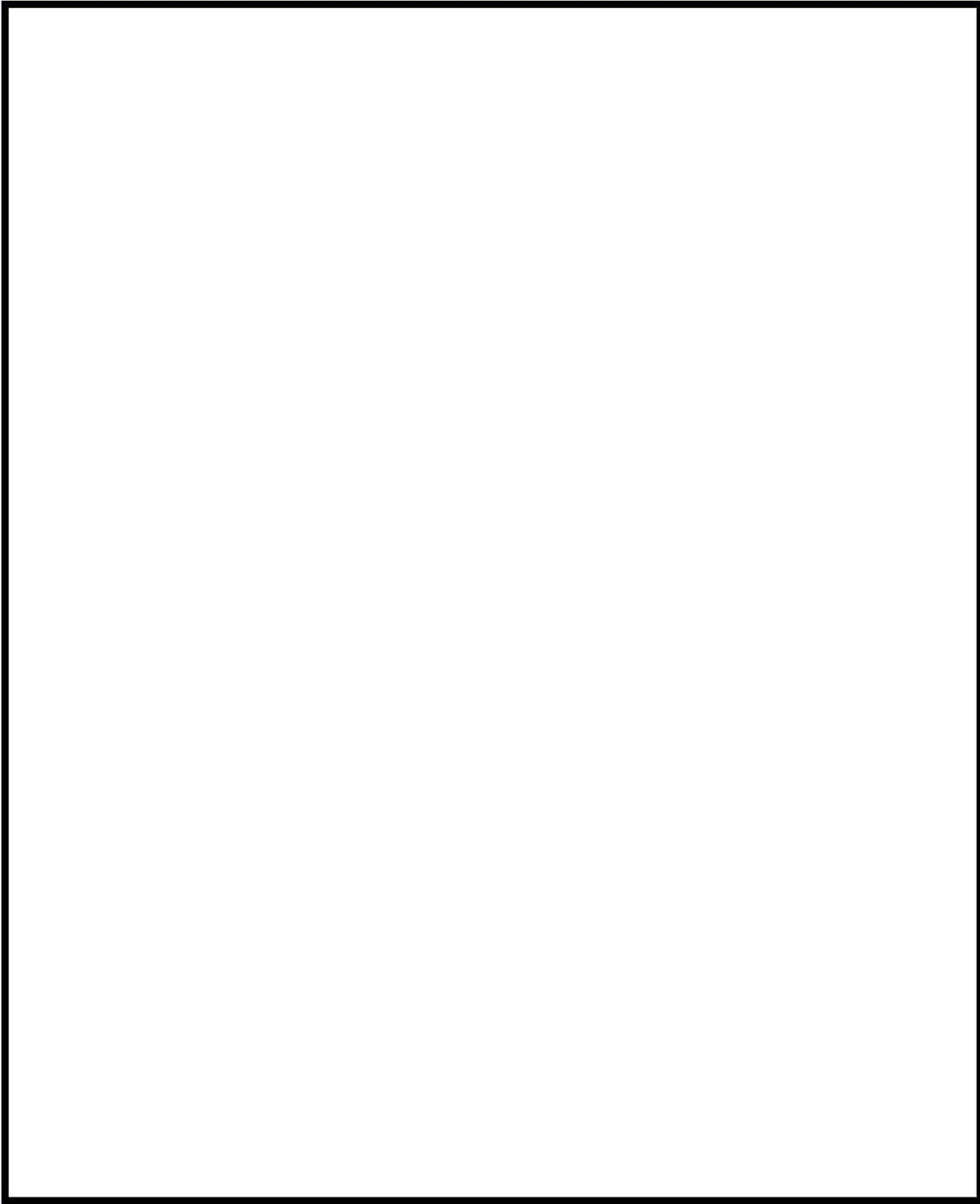
(貝付着無し) ※

場所	流量※1 (m <sup>3</sup> /s)	種類※2	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	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 <sup>-1/3</sup> ・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	429.965	0.00000	節点6
			定数γ	2.600			
			堰幅(m)	36.442			
		⑦摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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	1.009	22.902	0.00039	節点5
		⑪曲がり	F	0.012	22.902	0.00000	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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	617.140	22.902	0.00062
長さ(m)	1.350						
径深(m)	1.350						
放水ピット	2.000	⑯摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・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は参考図19の損失水頭発生位置を示す。

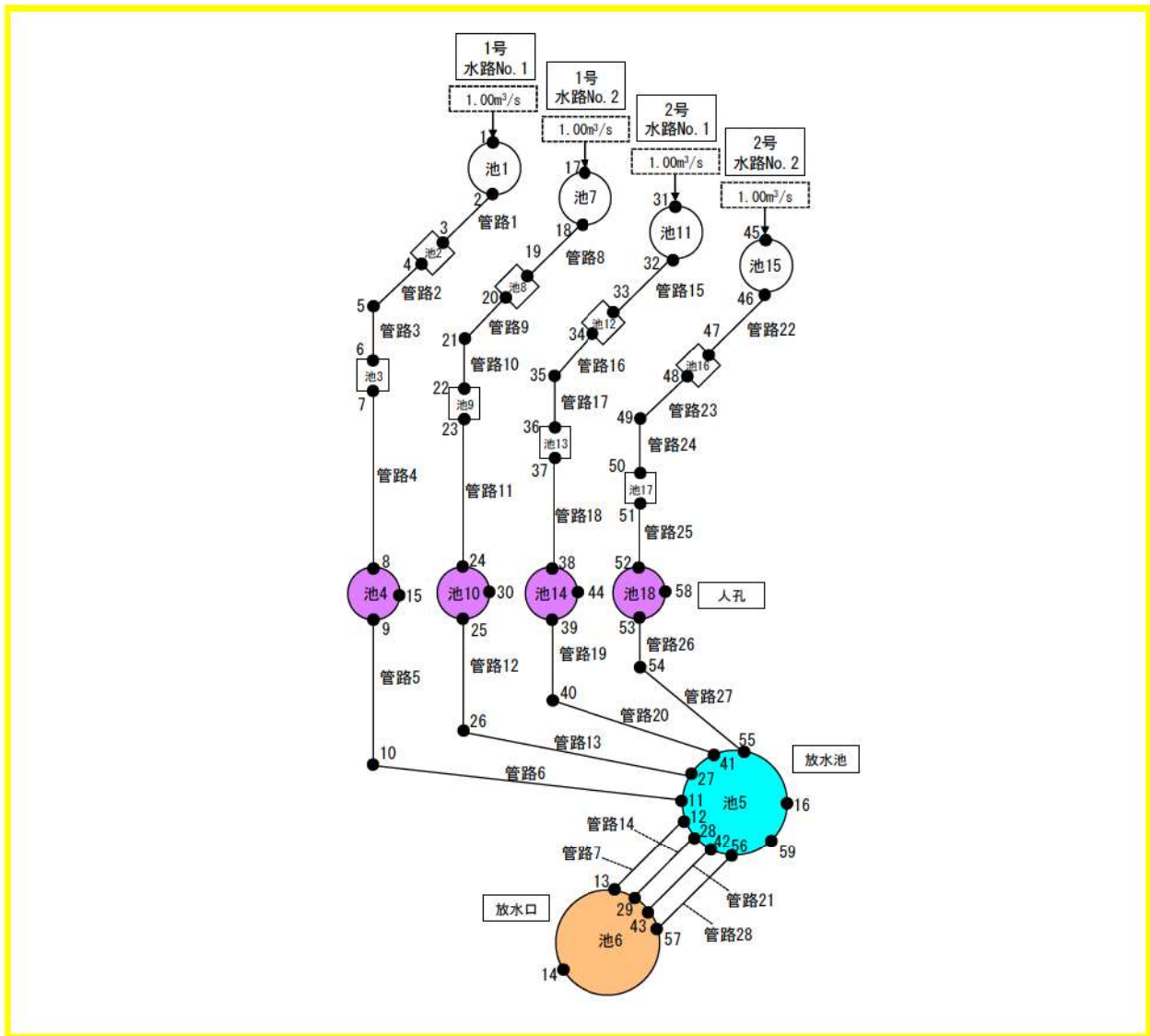
※3: 流入・流出損失、漸縮・漸拡損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する  
(上記の表では、放水口から放水ピットへ流れる方向を正として整理)。



参考図 1-20 損傷 I（沈下）を考慮した 3 号炉放水施設の損失水頭発生位置

 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。





参考図 1-21 損傷 I (沈下) を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の管路解析モデル

図

参考表 1-5 損傷 I (沈下) を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の損失水頭表  
(貝付着無し) ※

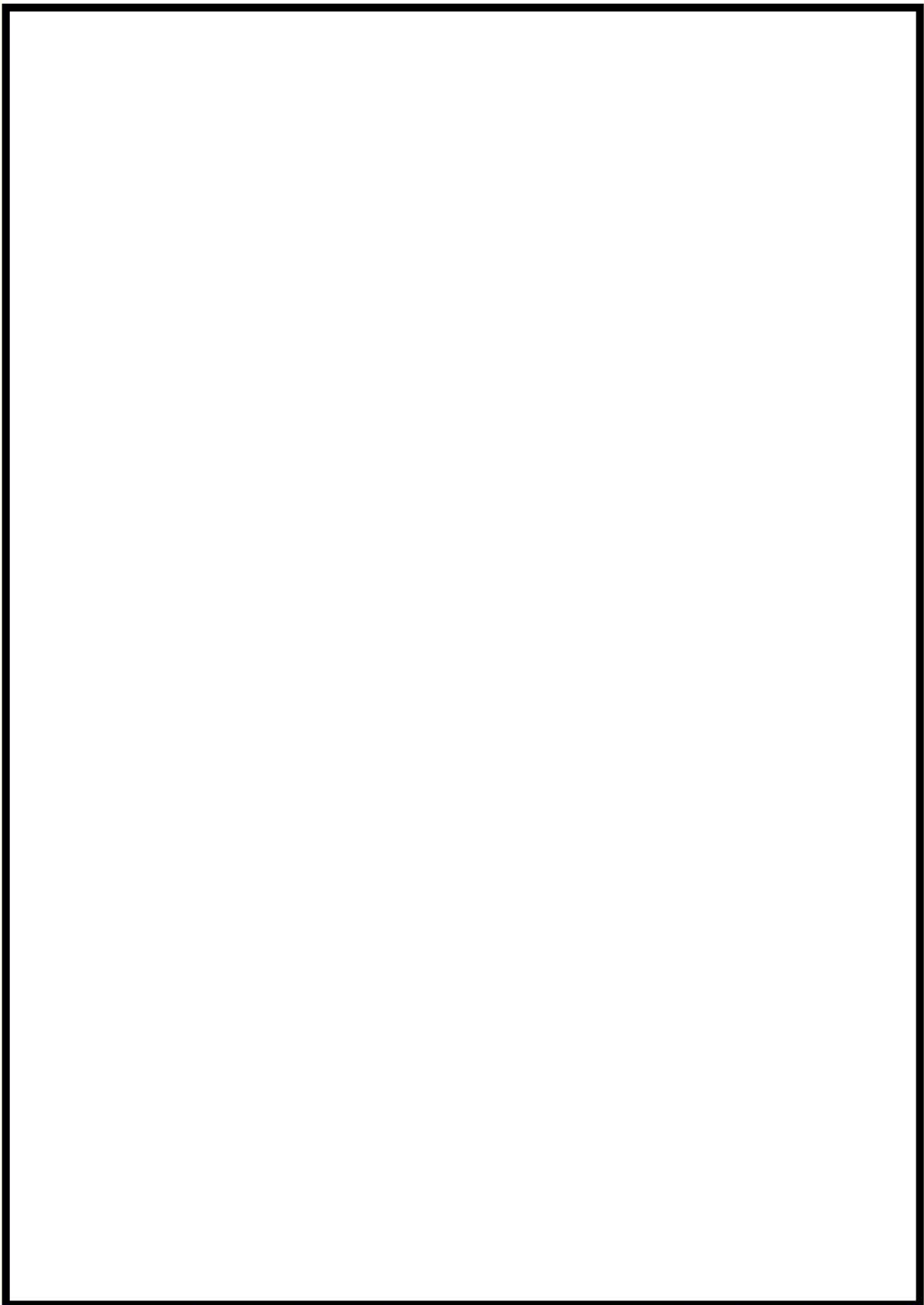
場所	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数	断面積 (m <sup>2</sup> )				1号No.1水路		1号No.2水路		2号No.1水路		2号No.2水路		
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
放水口 ～ 放水池	1.000	①流入 <sup>※3</sup>	F	0.558	0.558	0.558	0.558	4.909	0.00118	節点13	0.00118	節点29	0.00118	節点43	0.00118	節点57
		②屈折	F	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		③屈折	F	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		④摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	4.909	0.00031	管路7	0.00031	管路14	0.00031	管路21	0.00031	管路28
			長さ(m)	20.281	20.281	20.281	20.281									
		径深(m)	0.625	0.625	0.625	0.625										
⑤流出 <sup>※3</sup>	F	1.000	1.000	1.000	1.000	4.909	0.00212	節点12	0.00212	節点28	0.00212	節点42	0.00212	節点58		
合計								0.00369		0.00369		0.00369		0.00369		

場所	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数	断面積 (m <sup>2</sup> )				1号No.1水路		1号No.2水路		2号No.1水路		2号No.2水路		
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
放水池 ～ 逆流防止 設備	1.000	⑥流入 <sup>※3</sup>	F	0.500	0.500	0.500	0.500	18.310	0.00008	節点11	0.00008	節点27	0.00008	節点41	0.00008	節点55
		⑦漸縮 <sup>※3</sup>	F	0.023	0.023	0.023	0.023	11.910	0.00001	節点11	0.00001	節点27	0.00001	節点41	0.00001	節点55
		⑧急拡 <sup>※3</sup>	F	0.032	0.032	0.032	0.032	11.110	0.00001	節点11	0.00001	節点27	0.00001	節点41	0.00001	節点55
		⑨摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	13.510	0.00009	管路6	0.00009	管路13	0.00009	管路20	0.00009	管路27
			長さ(m)	79.180	77.297	75.415	73.533									
				径深(m)	0.935	0.935	0.935	0.935								
		⑩曲がり	F	0.095	0.095	0.095	0.095	13.510	0.00003	節点10	0.00003	節点26	0.00003	節点40	0.00003	節点54
		⑪摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	7.364	0.00023	管路5	0.00022	管路12	0.00022	管路19	0.00021	管路26
			長さ(m)	60.707	58.824	56.942	55.060									
				径深(m)	0.959	0.959	0.959	0.959								
		⑫摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	7.364	0.00029	管路4	0.00029	管路11	0.00029	管路18	0.00029	管路25
			長さ(m)	75.972	75.972	75.973	75.973									
				径深(m)	0.959	0.959	0.959	0.959								
		⑬摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	6.539	0.00002	管路4	0.00002	管路11	0.00002	管路18	0.00002	管路25
			長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000									
				径深(m)	0.852	0.852	0.852	0.852								
		⑭漸縮 <sup>※3</sup>	F	0.000	0.000	0.000	0.000	5.714	0.00000	節点6	0.00000	節点22	0.00000	節点36	0.00000	節点50
		⑮摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	5.714	0.00024	管路3	0.00021	管路10	0.00019	管路17	0.00017	管路24
			長さ(m)	26.614	24.044	21.475	18.906									
				径深(m)	0.744	0.744	0.744	0.744								
⑯曲がり	F	0.111	0.111	0.111	0.111	5.714	0.00017	節点5	0.00017	節点21	0.00017	節点35	0.00017	節点49		
⑰摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	5.714	0.00018	管路2	0.00016	管路9	0.00014	管路16	0.00011	管路23		
	長さ(m)	20.811	18.042	15.473	12.903											
		径深(m)	0.744	0.744	0.744	0.744										
⑱漸縮 <sup>※3</sup>	F	0.002	0.002	0.002	0.002	5.714	0.00000	節点4	0.00000	節点20	0.00000	節点34	0.00000	節点48		
⑲摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.419	0.00013	管路1	0.00013	管路8	0.00013	管路15	0.00013	管路22		
	長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000											
		径深(m)	0.495	0.495	0.495	0.495										
⑳摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	1.124	0.10570	管路1	0.10570	管路8	0.10571	管路15	0.10571	管路22		
	長さ(m)	105.022	105.023	105.024	105.025											
		径深(m)	0.246	0.246	0.246	0.246										
合計								0.10718		0.10712		0.10709		0.10703		


※1: 損失水頭は、放水口から放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①～⑯は参考図21の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、漸縮・漸拡損失は、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、放水口から放水ビットへ流れる方向を正として整理)。



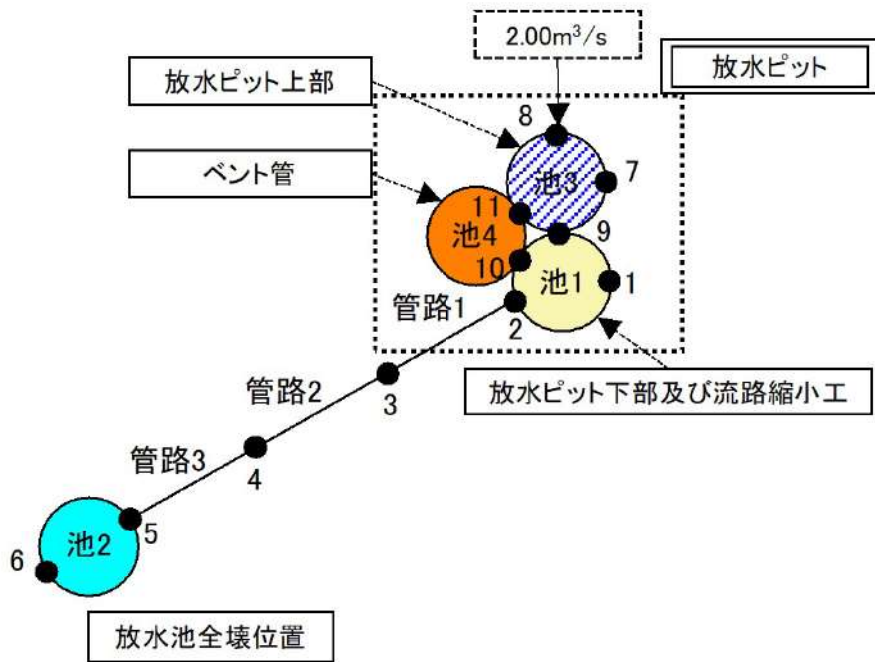
参考図 1-22 損傷 I (沈下) を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の損失水頭発生位置

 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 5-99

(2) 被害想定 of 損傷Ⅳ (部材損傷 (放水池全壊)) の初期モデルへの反映

被害想定を考慮した 3 号炉放水施設の解析モデル図を参考図 1-23 に、損失水頭表を参考表 1-6 に、損失水頭発生位置を参考図 1-24 に示す。また、1 号及び 2 号炉号炉放水施設の解析モデル図を参考図 1-25 に、損失水頭表を参考表 1-7 に、損失水頭発生位置を参考図 1-26 に示す。



参考図 1-23 損傷Ⅳ (部材損傷 (放水池全壊)) を考慮した 3 号炉放水施設の管路解析モデル図



参考表 1-6 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 3 号炉放水施設の  
損失水頭表（貝付着無し）


場所	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	損失水頭 (m)	モデル化	
放水池 全壊位置 ～ 放水ピット	2.000	⑩流入 <sup>※3</sup>	F	0.500	22.902	0.00019	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 <sup>※3</sup>	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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	95.033	0.00000	池1	
				長さ(m)				16.400
				径深(m)				2.750
		⑰急拡 <sup>※3</sup>	F	0.213	95.033	0.00000	池1	
		⑱摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1	
				長さ(m)				2.000
			径深(m)	3.750				
	2.000	⑲急縮 <sup>※3</sup>	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 <sup>※3</sup>	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 <sup>-1/3</sup> ・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 <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	12.566	0.00002	池1		
			長さ(m)				3.250	
		径深(m)	1.000					
㉖急拡 <sup>※3</sup>	F	0.891	12.566	0.00115	節点9			
合計					0.29242			

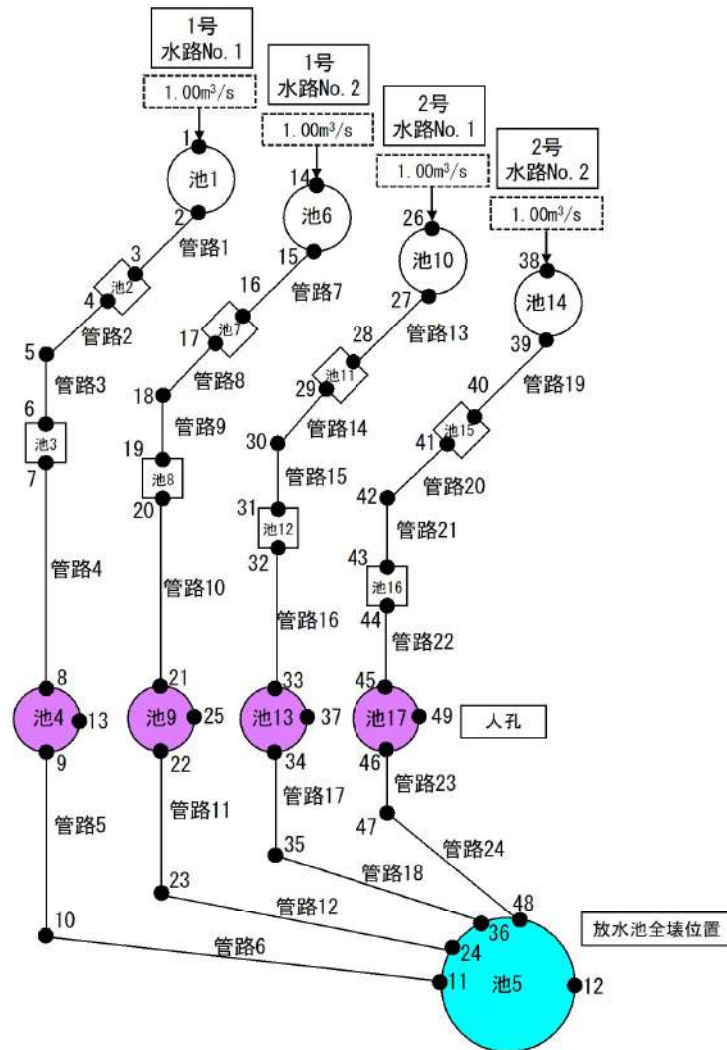
※1: 損失水頭は、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2: 表中の⑩～⑳は参考図23の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、漸縮・漸拡損失は、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、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正として整理)。

参考図 1-24 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した3号炉放水施設の損失水頭発生位置

 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。



参考図 1-25 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の管路解析モデル図

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。

参考表 1-7 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設  
の損失水頭表（貝付着無し）

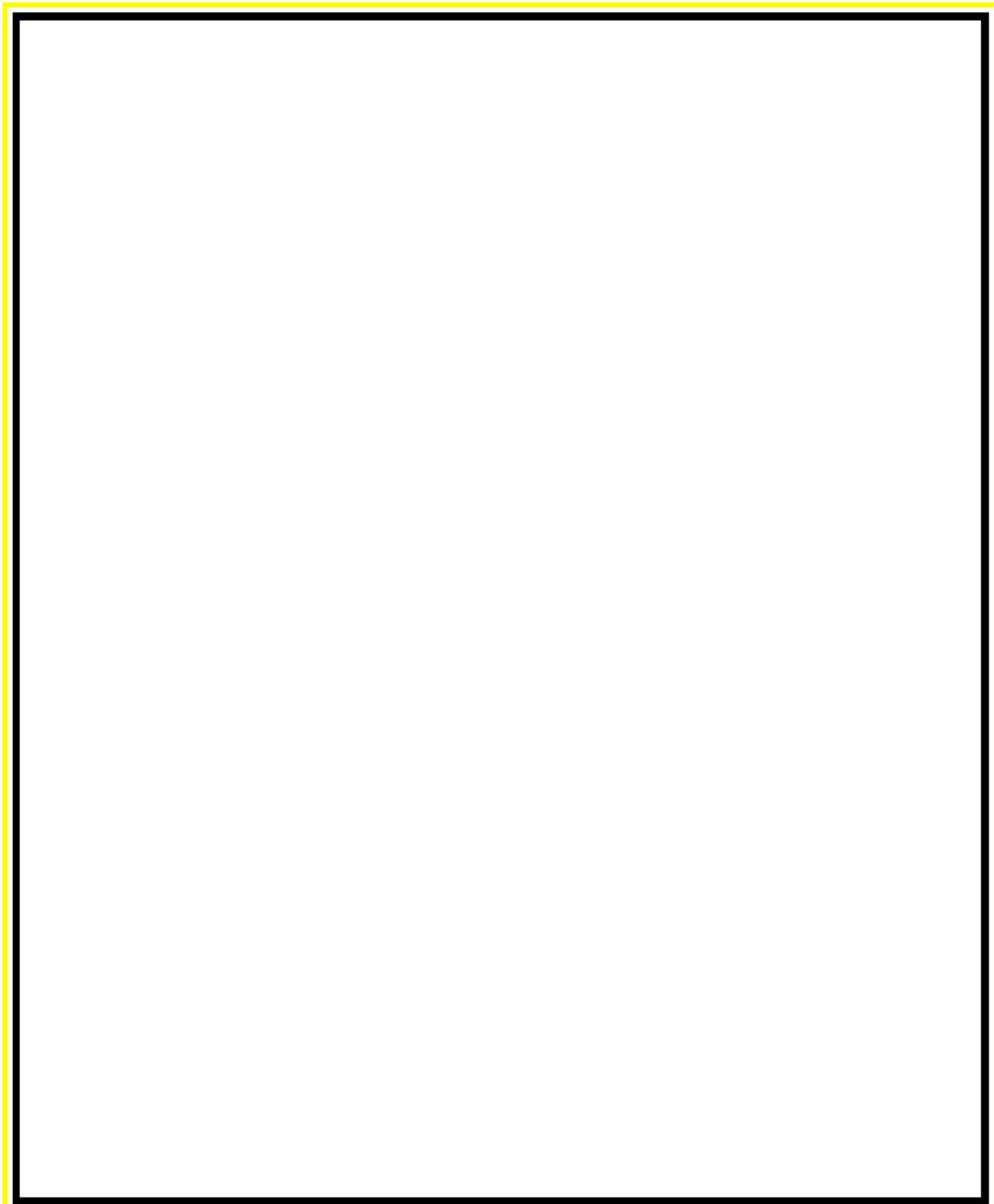
s	流量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	種類 <sup>※2</sup>	係数				断面積 (m <sup>2</sup> )	1号No.1水路		1号No.2水路		2号No.1水路		2号No.2水路		
			1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2		損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	長さ(m)	径深(m)	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)		長さ(m)	径深(m)	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)
放水池 全壊位置 ～ 逆流防止 設備	1.000	⑥摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00229	管路6	0.00224	管路12	0.00218	管路18	0.00213	管路24
			長さ(m)	79.173	77.290	75.408	73.525									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑦曲がり	F	0.095	0.095	0.095	0.095	3.584	0.00038	節点10	0.00038	節点23	0.00038	節点35	0.00038	節点47
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	60.702	58.819	56.936	55.054									
		⑧摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00178	管路5	0.00170	管路11	0.00165	管路17	0.00159	管路23
			長さ(m)	79.173	77.290	75.408	73.525									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑨摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00220	管路4	0.00220	管路10	0.00220	管路16	0.00220	管路22
			長さ(m)	75.965	75.965	75.965	75.965									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑩摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路4	0.00020	管路10	0.00020	管路16	0.00020	管路22
			長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000									
			径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514									
		⑪漸縮 <sup>※3</sup>	F	0.000	0.000	0.000	0.000	2.116	0.00000	節点6	0.00000	節点19	0.00000	節点31	0.00000	節点43
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	26.612	24.042	21.473	18.904									
		⑫摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00385	管路3	0.00348	管路9	0.00311	管路15	0.00273	管路21
			長さ(m)	26.612	24.042	21.473	18.904									
			径深(m)	0.408	0.408	0.408	0.408									
⑬曲がり	F	0.111	0.111	0.111	0.111	2.116	0.00126	節点5	0.00126	節点18	0.00126	節点30	0.00126	節点42		
	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014											
	長さ(m)	20.609	18.040	15.471	12.902											
⑭摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00298	管路2	0.00261	管路8	0.00224	管路14	0.00187	管路20		
	長さ(m)	20.609	18.040	15.471	12.902											
	径深(m)	0.408	0.408	0.408	0.408											
⑮漸拡 <sup>※3</sup>	F	0.002	0.002	0.002	0.002	2.116	0.00002	節点4	0.00002	節点17	0.00002	節点29	0.00002	節点41		
	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014											
	長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000											
⑯摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路1	0.00020	管路7	0.00020	管路13	0.00020	管路19		
	長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000											
	径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514											
⑰摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00304	管路1	0.00304	管路7	0.00304	管路13	0.00304	管路19		
	長さ(m)	105.012	105.012	105.014	105.014											
	径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619											
合計							0.01818		0.01733		0.01648		0.01562			

※1: 損失水頭は、放水池全壊位置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⑥～⑰は参考図25の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、漸縮・漸拡損失は、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、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正として整理)。





参考図 1-26 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設  
の損失水頭発生位置

 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。

(3) 被害想定Ⅰ（沈下）を考慮した管路解析結果

追而  
(解析結果を記載する)

(4) 被害想定Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した管路解析結果

追而  
(解析結果を記載する)

## 1号及び2号炉取水施設における流路縮小工の影響分析について

### 1. 概要

3号炉取水施設の水位上昇側の評価結果では、検討対象波源における3号炉取水口水位変動量が最大となるケースが、一次元管路解析においても3号炉取水ピットスクリーン室水位が最大となった。一方、1号及び2号炉取水施設の水位上昇側の評価結果は、検討対象波源における1、2号炉取水口水位変動量が最大となるケースが、一次元管路解析で必ずしも1、2号炉取水ピットスクリーン室水位が最大とされない結果<sup>※1</sup>となった。

※1：1号及び2号並びに3号炉取水施設の取水槽の中間スラブ及び天端開口部を通過する際の損失水頭の算定について、保守的に損失係数を考慮しない方針としたため、今後解析結果を見直す予定である。

1号及び2号炉取水施設と3号炉取水施設の違いは流路縮小工設置の有無であることから、1号及び2号炉取水施設の評価において、流路縮小工設置無しケースについても解析を行い、その影響を確認した。

参考図 2-1 1号及び2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。

### 2. 分析結果

#### (1) 流路縮小工有無の比較

流路縮小工無しとした1号及び2号炉取水施設の一次元管路解析結果を参考表2-1及び参考図2-1に示す。この結果、流路縮小工無しケースにおいては、取水口水位変動量最大ケースが取水ピットスクリーン室最大水位となった。また、時刻歴波形を確認すると取水口水位と取水ピットスクリーン室水位が概ね一致する結果となった。

流路縮小工有りケースの時刻歴波形を確認すると取水口水位に対し、取水ピットスクリーン室水位は大きく低下していることが確認された。これは、流路縮小工の設置によりエネルギー損失が大きくなり、取水路内の通過流量が大幅に抑制されたためである。

## (2) 流路縮小工の効果に関する分析

流路縮小工により通過流量が抑制されると取水口水位の時刻歴波形の短周期成分が取水ピットスクリーン室水位に及ぼす影響が低減され、取水口水位の時刻歴波形の長周期成分がより支配的になる。これは通過流量が抑制されることで、取水ピットスクリーン室水位上昇速度が低下し、取水口水位の短周期成分による水位上昇に対し、取水ピットスクリーン室の水位上昇に遅れが生じるためである。

参考図 2-2 (1) に示した波形図から、取水口水位で最高水位が生じている 1200～1600s 付近では、波源 C は波源 E に比べて最高水位は低い、周期は長い波となっている。

以下では、流路縮小工の効果について個別ケースに及ぼす影響を分析する。流路縮小工有りの波源 C では、取水ピットスクリーン室の最高水位が 1200～1600 秒付近で発生しており、これは取水口で最高水位が生じた押し波の半周期約 300s の波峰によって生じている。一方、波源 E では 2800 秒付近の後続波によって取水ピットスクリーン室の最高水位が生じており、これは、1200～1600 秒付近の取水口水位の半周期が約 170s と、波源 C よりも短かったことで、2800 秒付近の長周期の波の影響の方が大きくなったことが要因である。

このように流路縮小工を設置すると、取水ピットスクリーン室の水位は、取水口水位の短周期成分に対して応答しにくくなり、取水口水位の長周期成分が卓越した時間帯で最高水位が発生する。

## (3) まとめ

以上より、1号及び2号炉取水施設の取水口水位と取水ピットスクリーン室水位の最大ケースの差異は、流路縮小工による通過流量の抑制効果により、長周期成分の影響が大きくなったことで、取水ピットスクリーン室の最高水位が生じる 1200～1600 秒付近の半周期が比較的短い波源 E から半周期が長い波源 C に入れ替わったものである。

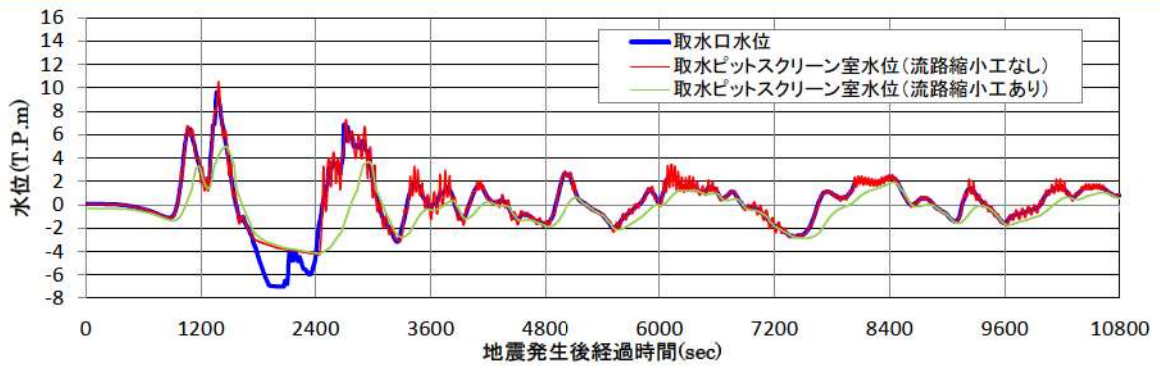


参考表 2-1 評価結果

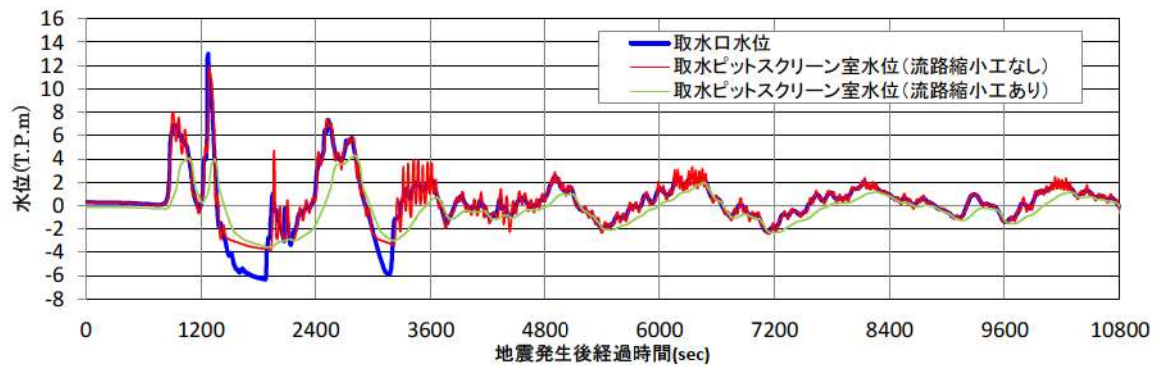
検討対象 波源	防波堤		取水口水位 変動量 (m) <sup>※1</sup>	取水ピットスクリーン室 水位 (T. P. m) <sup>※2</sup>	
	北防波堤	南防波堤		流路縮小工有	流路縮小工無
波源 C	健全	健全	9.34	<u>5.49</u>	11.02
波源 E	損傷	損傷	<u>12.74</u>	4.82	<u>12.47</u>
波源 G	健全	損傷	12.01	4.99	12.12
波源 H	損傷	健全	12.02	4.88	12.41

※1 潮位変動，地殻変動量を考慮していない

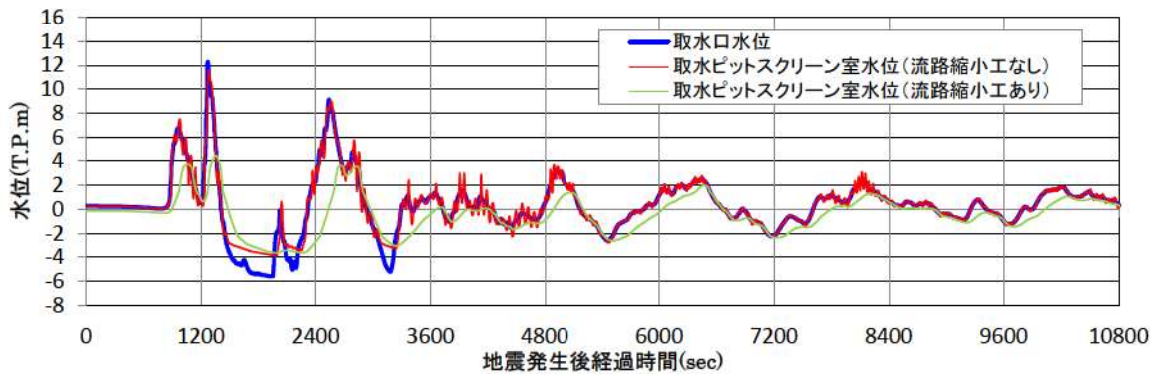
※2 朔望平均潮位 (0.26m)，潮位のばらつき (0.15m)，地殻変動量 (0.39m) を考慮



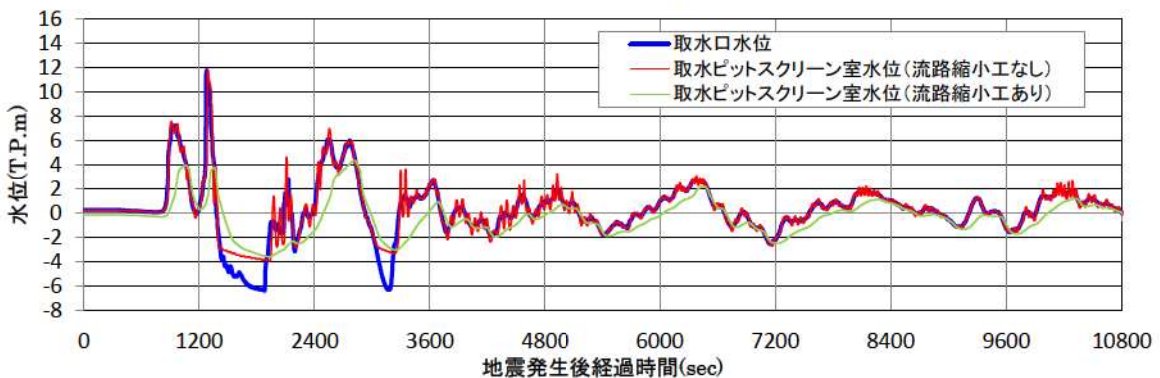
基準津波 (波源C, 防波堤損傷なし)



基準津波 (波源E, 北及び南防波堤損傷)

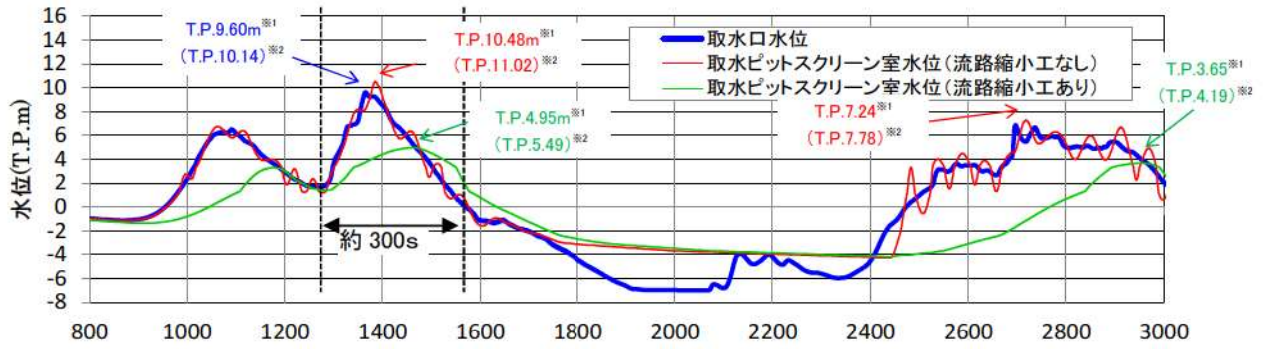


基準津波 (波源G, 南防波堤損傷)

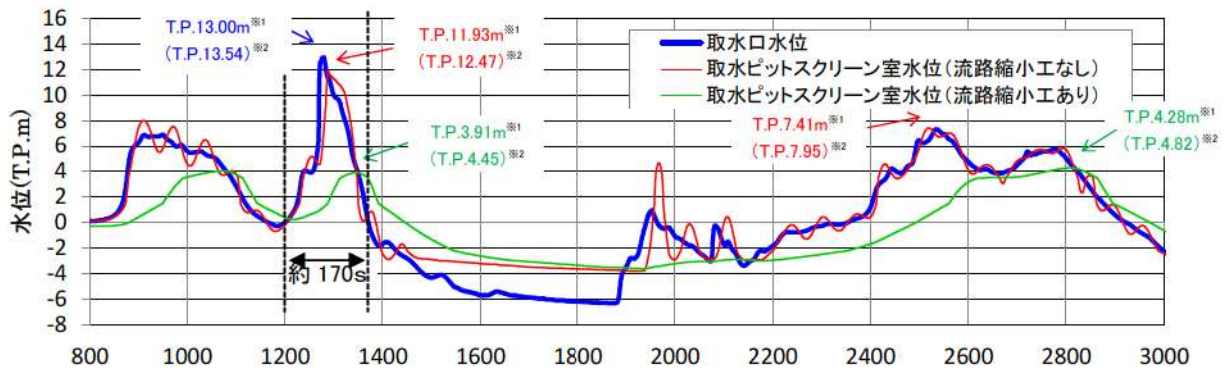


基準津波 (波源H, 北防波堤損傷)

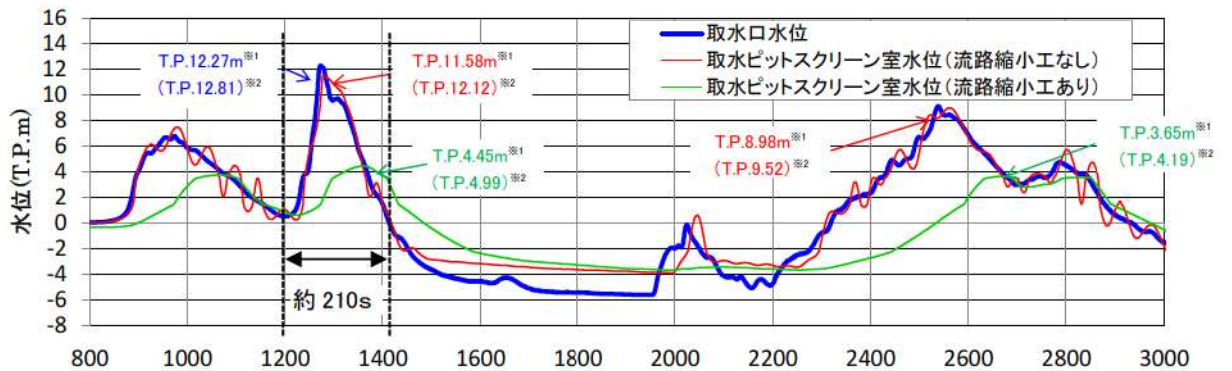
参考図 2-2 (1) 1号及び2号炉の時刻歴波形



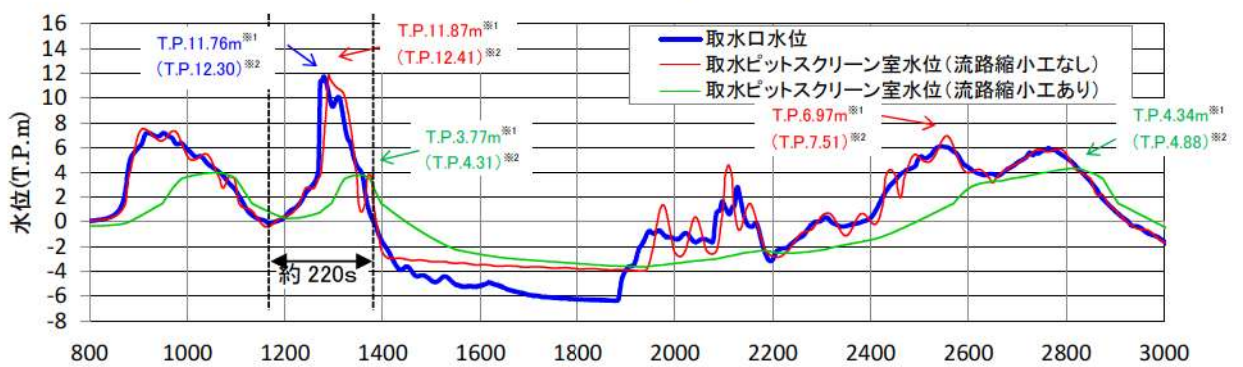
基準津波 (波源C, 防波堤損傷なし)



基準津波 (波源E, 北及び南防波堤損傷)



基準津波 (波源G, 南防波堤損傷)



基準津波 (波源H, 北防波堤損傷)

※1 朔望平均潮位(0.26m)考慮

※2 朔望平均潮位(0.26m), 潮位のばらつき(0.15m), 地殻変動量(0.39m)を考慮

参考図 2-2 (2) 1号及び2号炉の時刻歴波形(拡大図)

**【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<sup>※1</sup>）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。

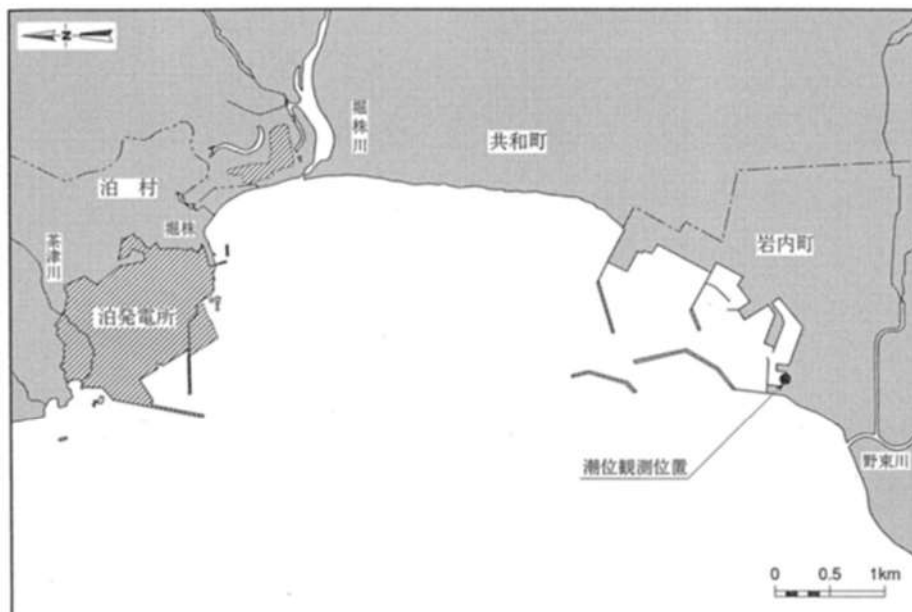


図1 観測地点「岩内港」の位置

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 $-6\text{ cm}$  ( $-0.11\text{ cm/年}$ )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。

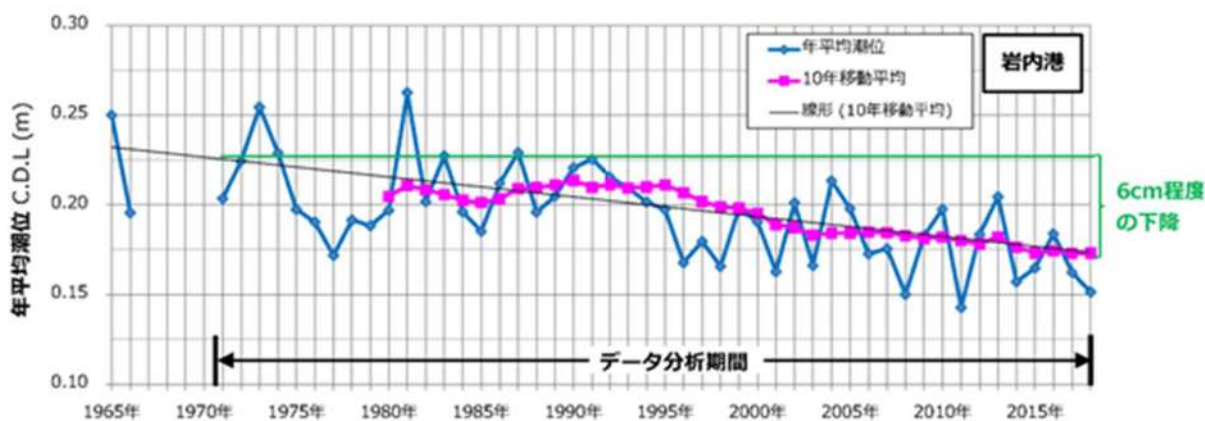


図2 年平均潮位の推移 (1965年～2018年)

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 $-6\text{ cm}$  ( $-0.11\text{ cm/年}$ )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。

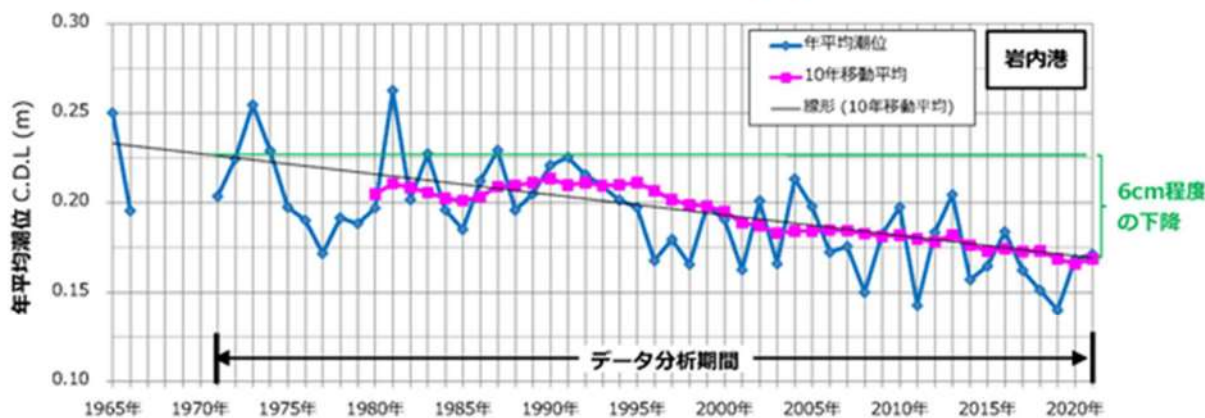


図3 年平均潮位の推移 (1965年～2021年)



### 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。

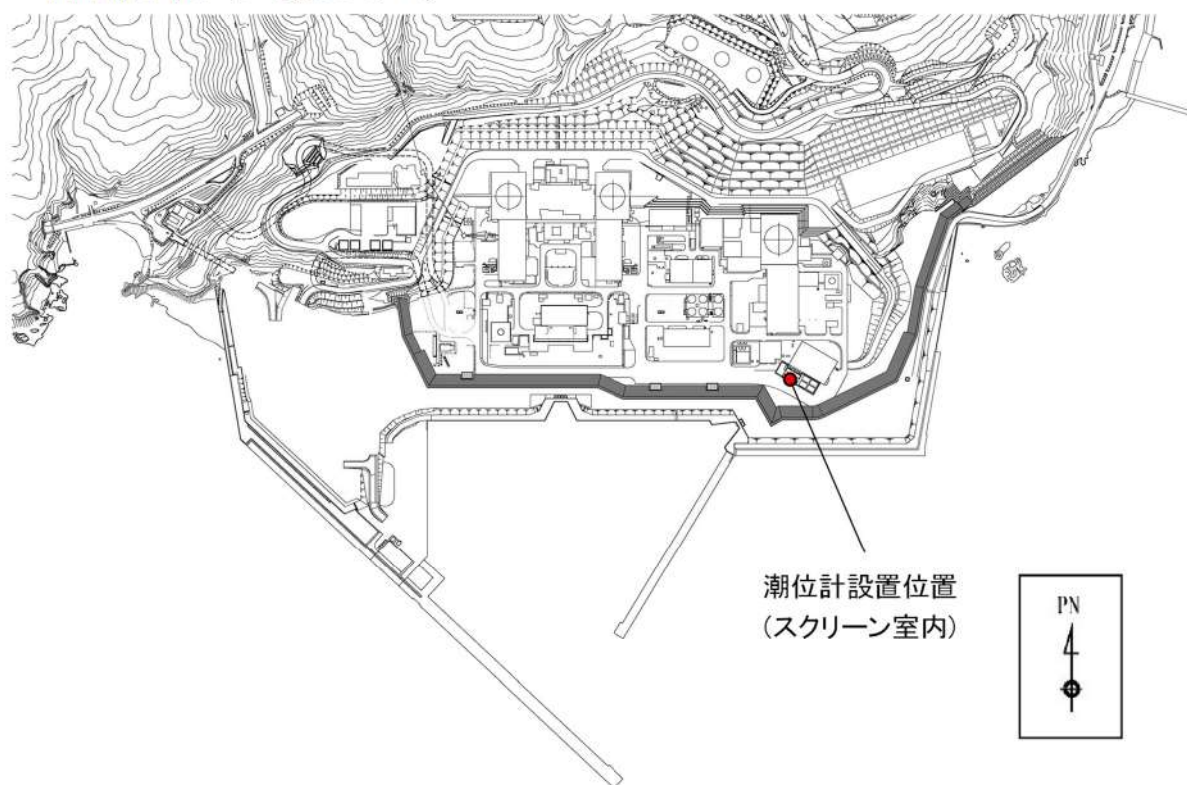


図4 泊発電所における潮位計設置位置



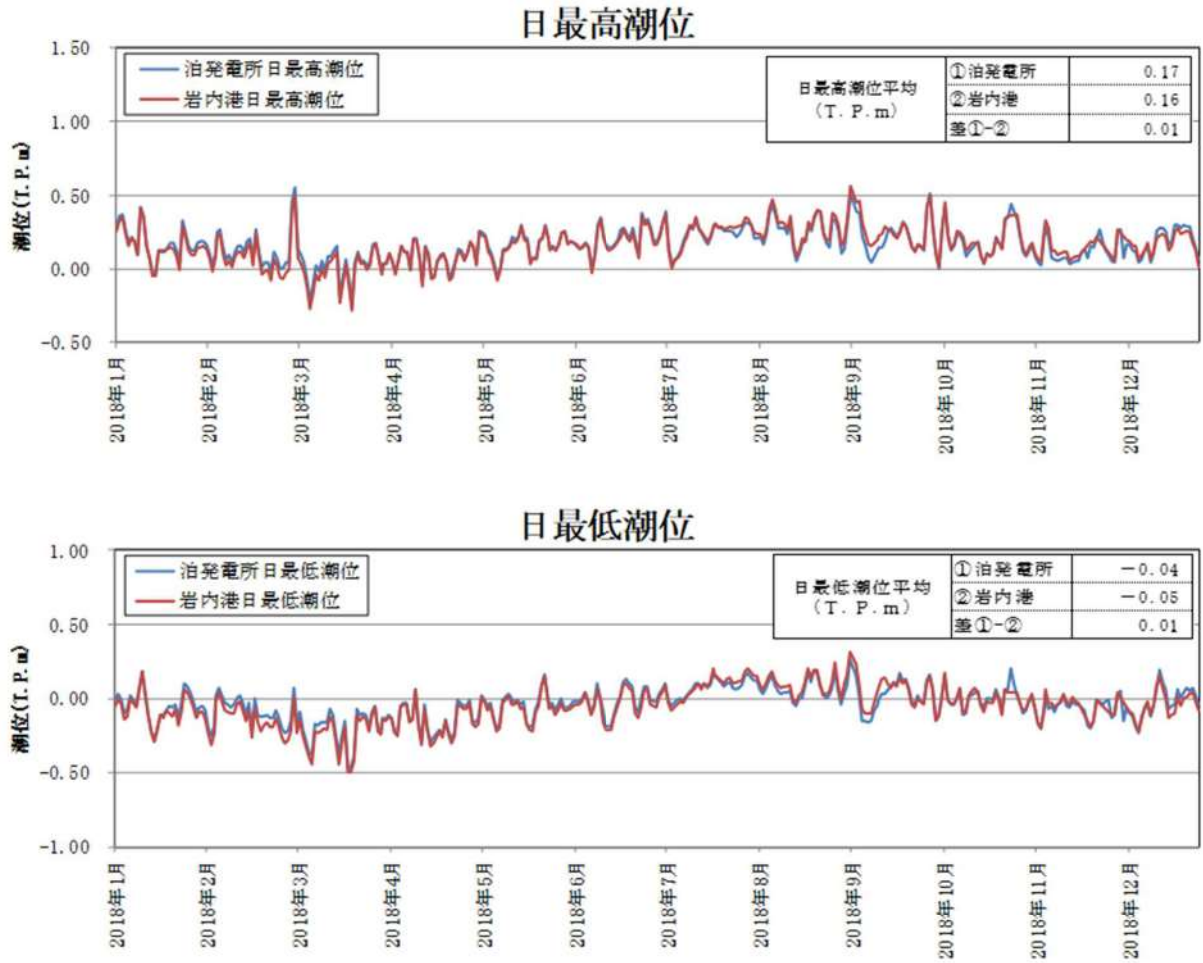


図5 泊発電所と潮位観測地点「岩内港」の日最高及び最低潮位の比較

#### 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。

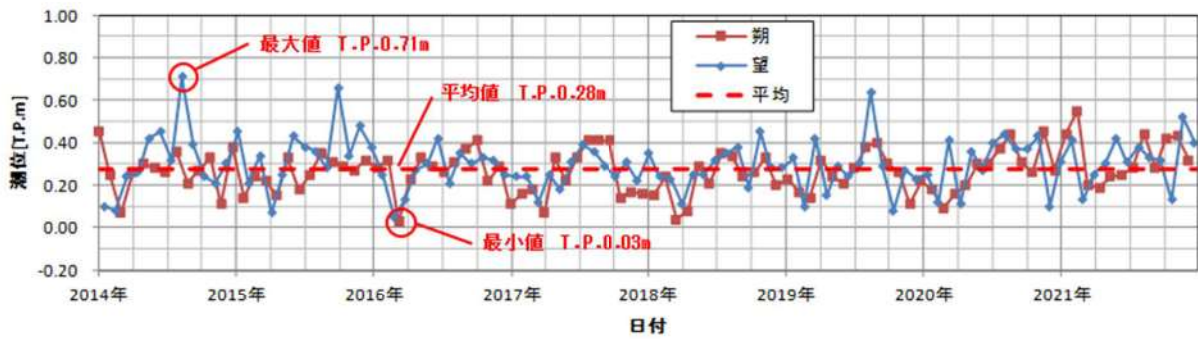
表2 至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）における朔望平均潮位

	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

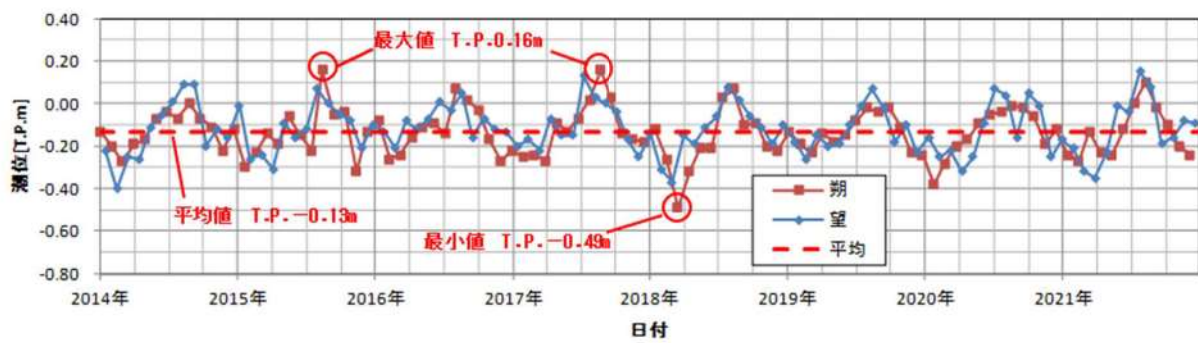


図6 至近8ヵ年（2014年1月～2021年12月）の各月の朔望潮位の推移

(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

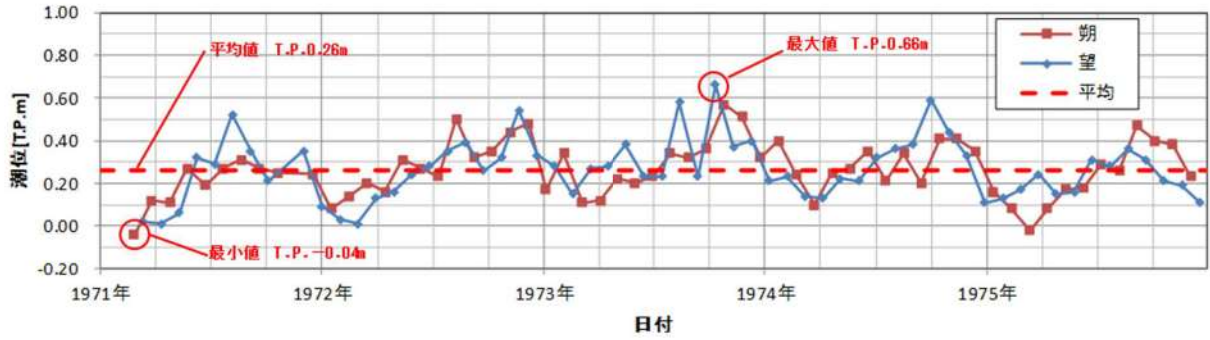
	満潮位	干潮位
最大値	T. P. 0.66m	T. P. 0.16m
平均値	T. P. 0.26m	T. P. -0.20m
最小値	T. P. -0.04m	T. P. -0.48m
標準偏差	0.14m	0.13m

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

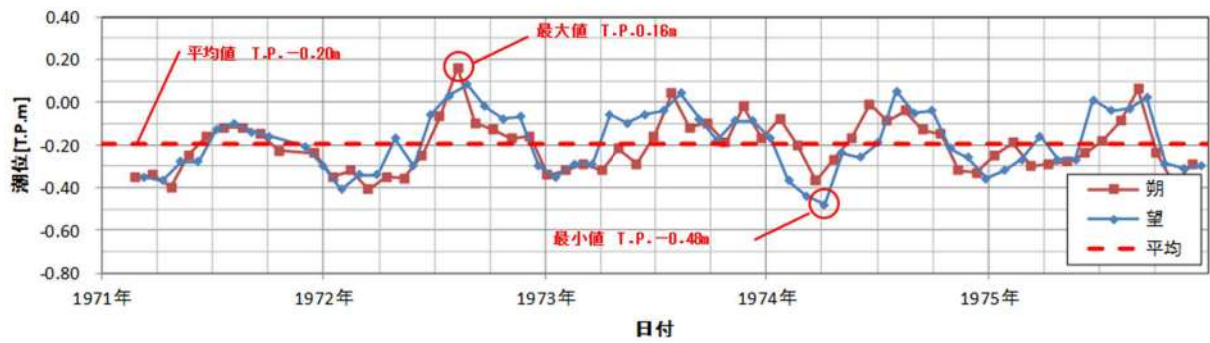


図7 データ分析期間初期約5カ年（1971年3月～1975年12月）の各月の朔望潮位の推移

(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、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。

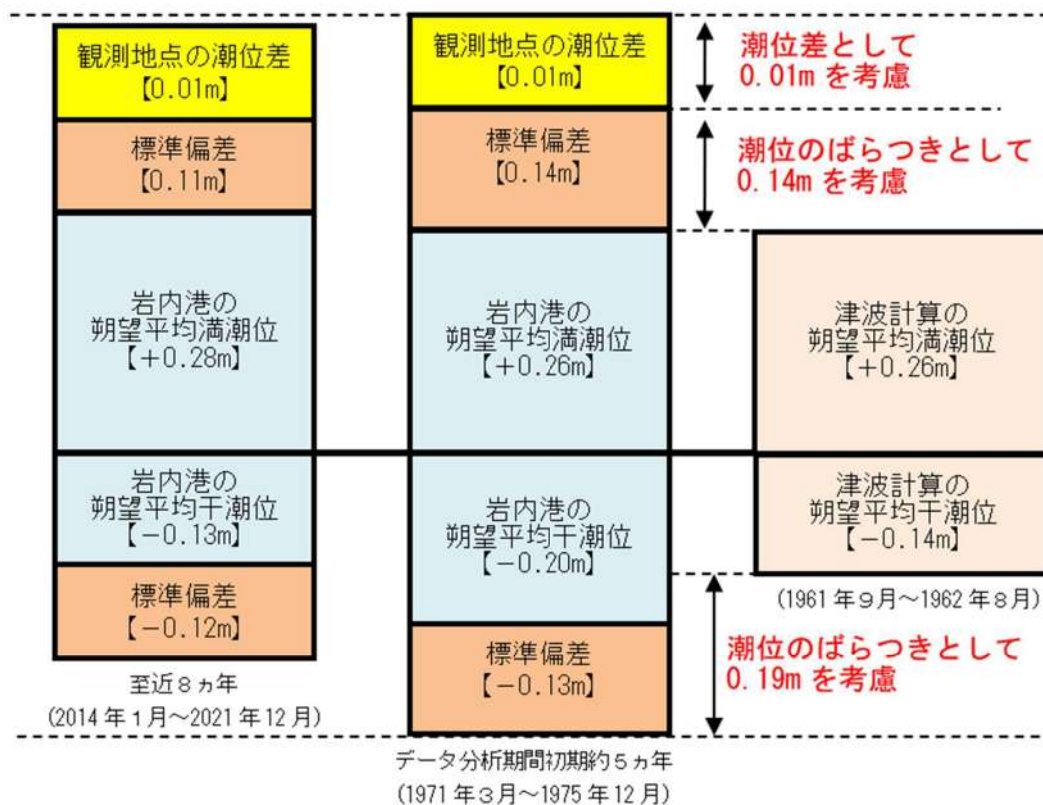


図8 潮位のばらつき考慮の考え方

## 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

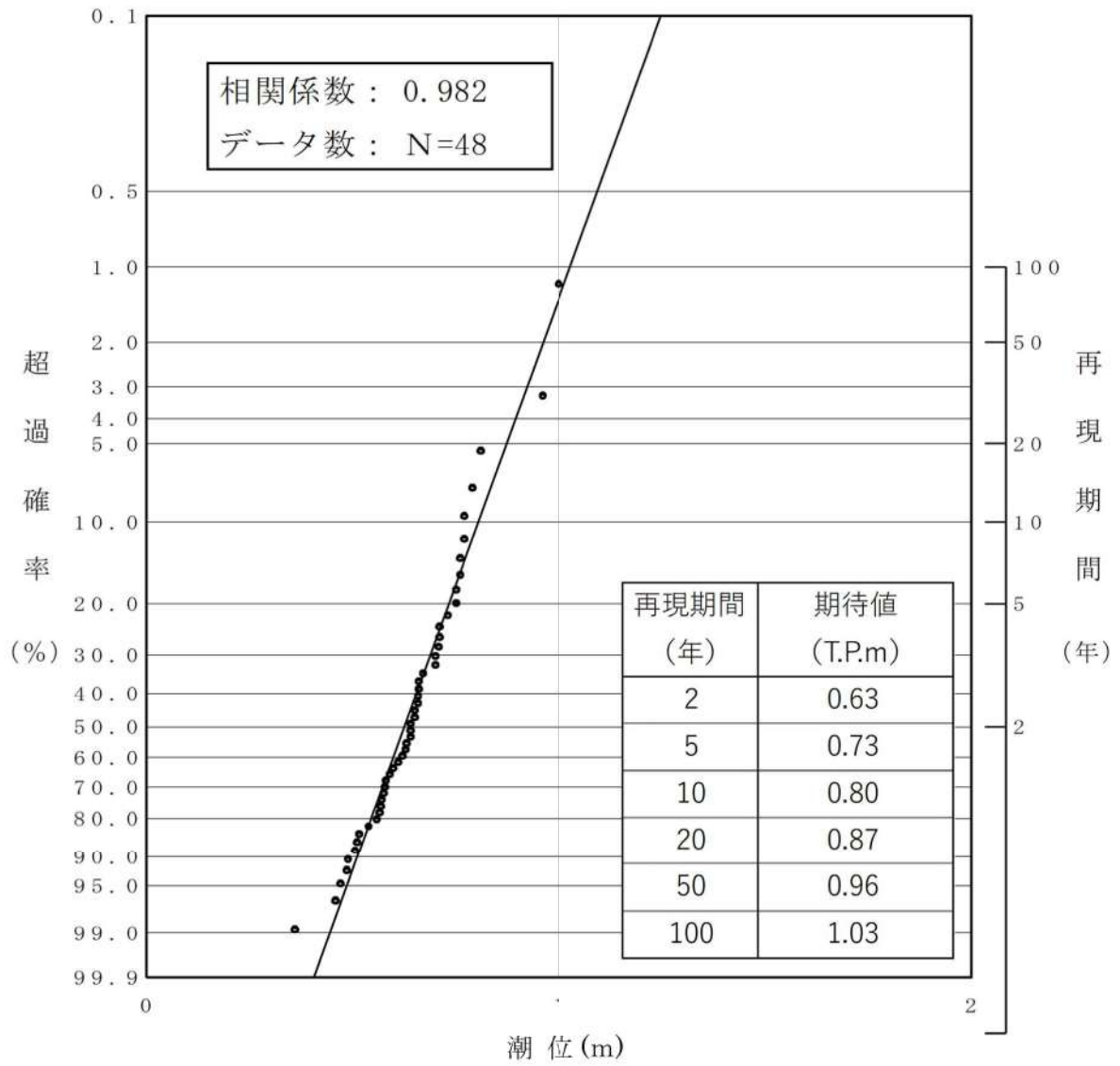


図9 観測地点「岩内港」における  
最高潮位の超過発生確率

●：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)

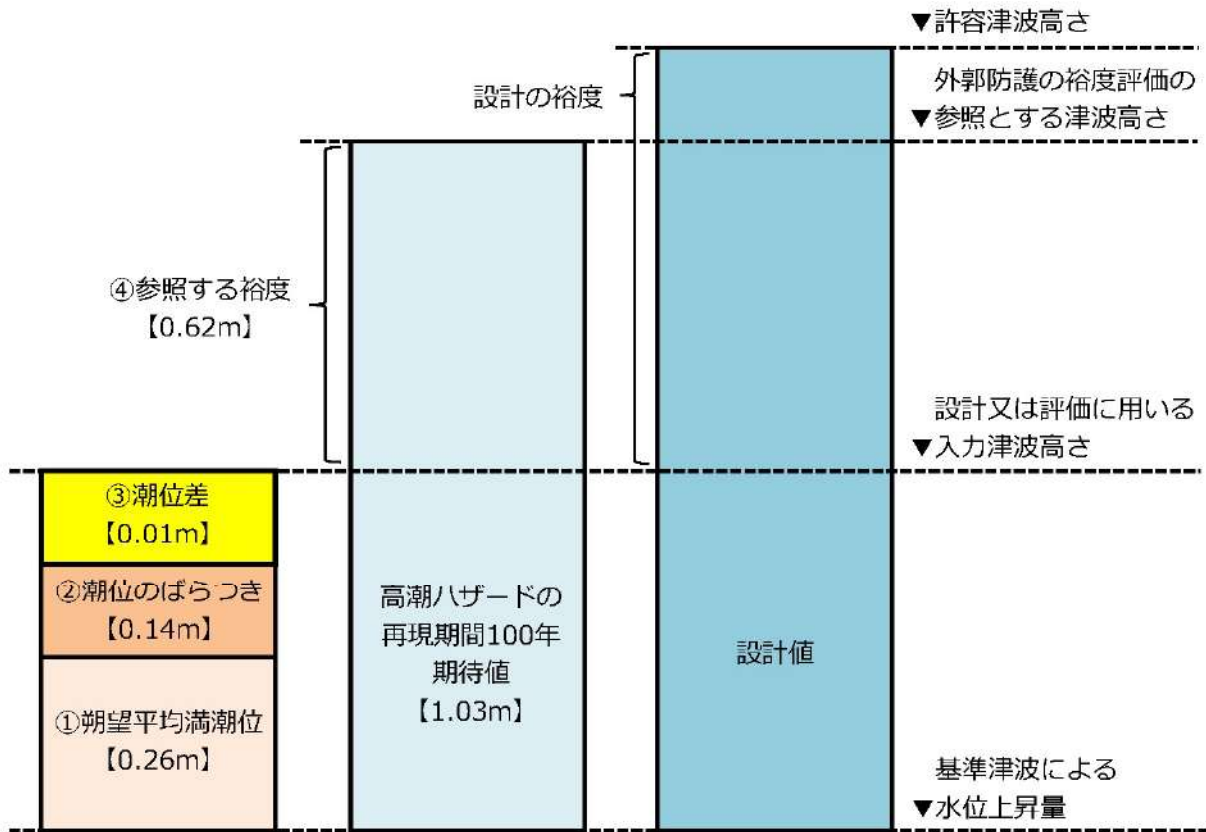


図 10 潮位等の考慮方法の概念図

### (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。



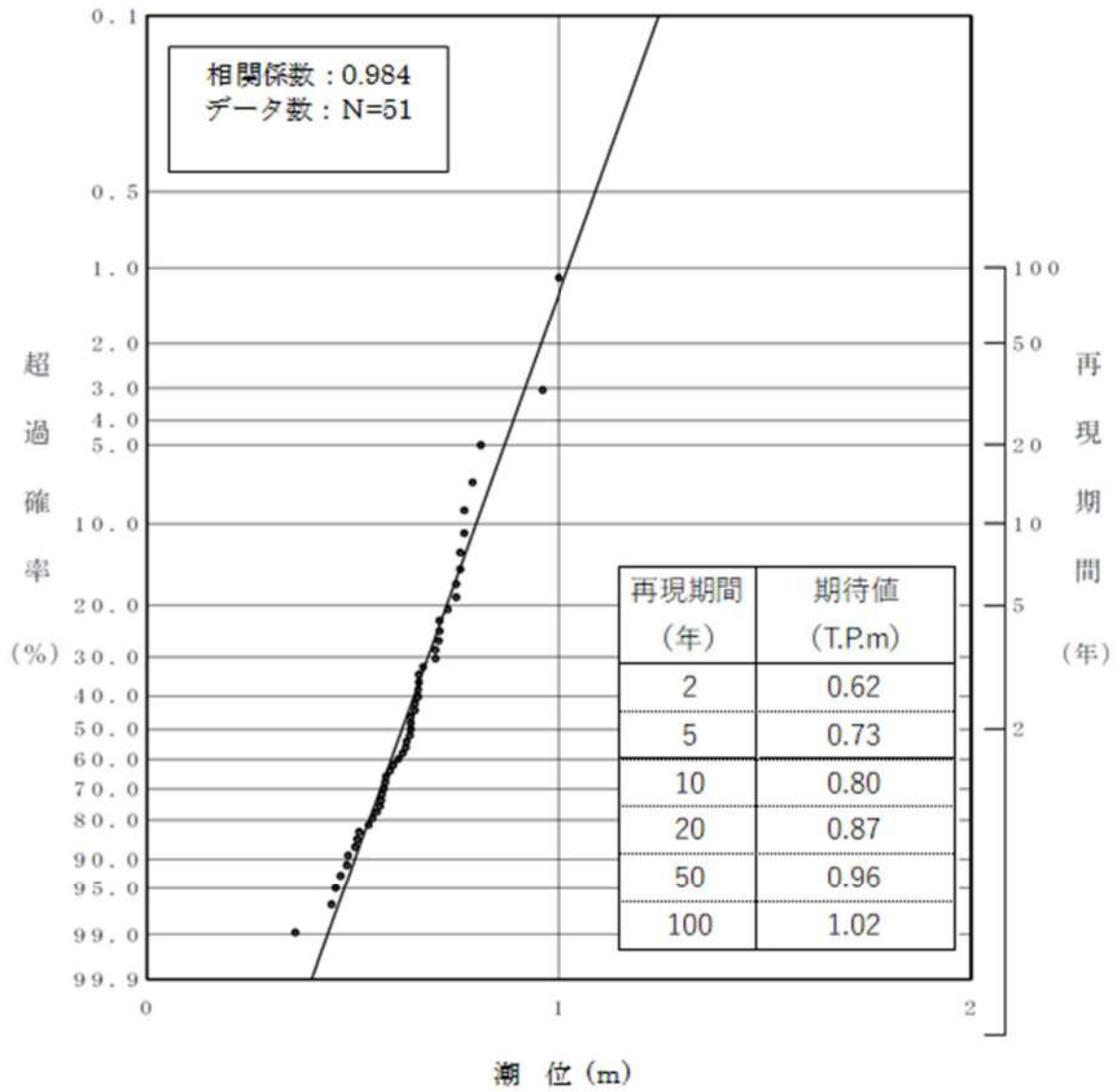
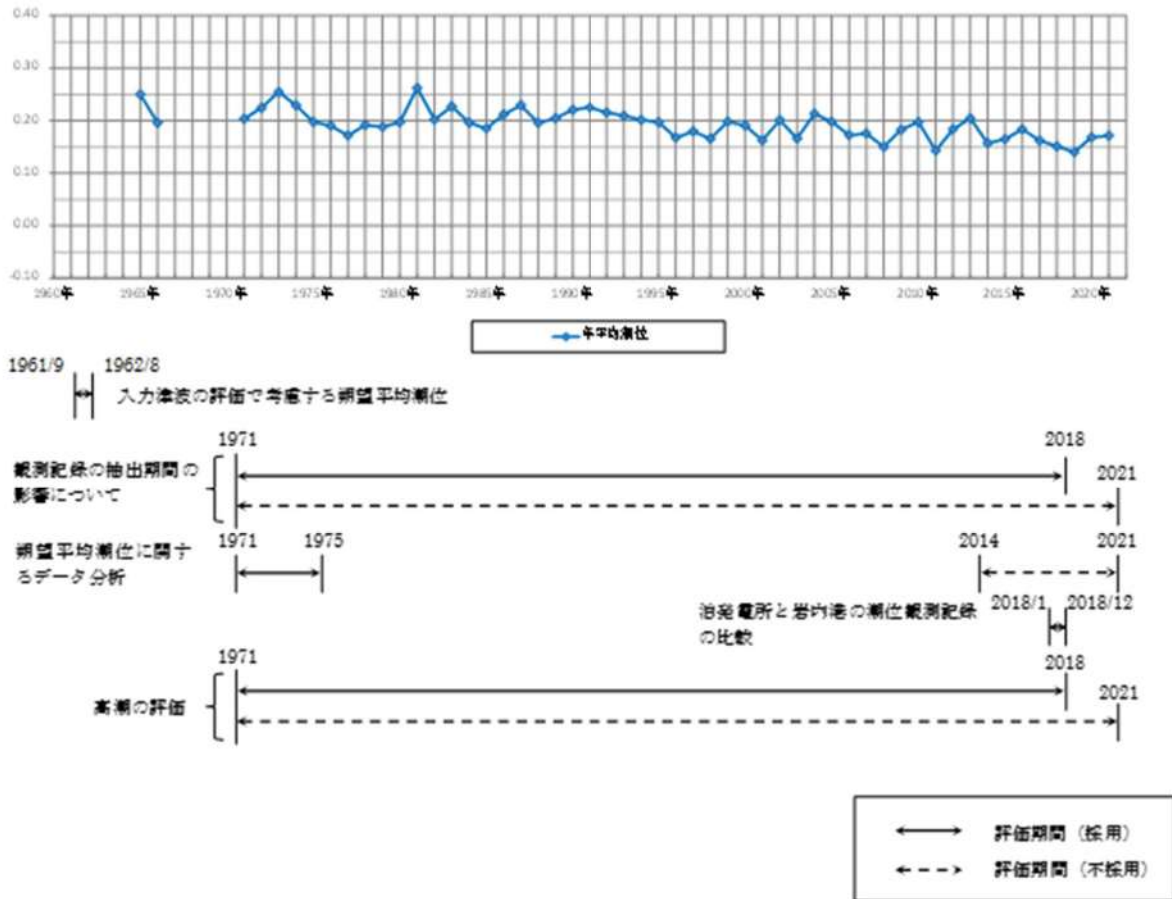


図 11 近年の観測記録による最高潮位の超過発生確率

### 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

入力津波に対する水位分布について

入力津波の決定ケースにおける津波水位の一覧を表 1 に、入力津波設定位置を図 1 に示す。また、基準津波の水位上昇側及び水位下降側のケースにおける水位分布を図 2 及び図 3 に示す。

表 1 (1) 入力津波高さ一覧 (水位上昇側)

因子	設定位置		基準津波	地形変化						潮位変動			地震による地殻変動	管路状態		設定位置における評価値 (T.P. m)	(参考) 許容津波高さ (T.P. m)											
				防波堤		地滑り地形①の崩壊	陸域の地盤沈下 5m	海底地盤沈下 2m	土捨て崩壊	期望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	観測位置の潮位差 (m)		貝付着	スクリーン損失													
				北防波堤	南防波堤																							
遡上域最高水位	防潮堤前面		波源 E	損傷	損傷	現地形	沈下	現地形	現地形						管路解析対象外	16.8	19.0											
	追而		追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)						0.26	0.14	0.01	沈降 0.39 を考慮	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)			追而												
水路内最高水位	取水ビット	1号及び2号炉																										別添 1 2.2 参照
	スクリーン室	3号炉																										
	放水ビット	3号炉																										別添 1 2.3 参照
設置位置の最高水位	防水壁	3号炉															13.8											

表 1 (2) 入力津波高さ一覧 (水位下降側)

因子	設定位置		基準津波	地形変化			潮位変動			地震による地殻変動 (m)	管路状態		設定位置における評価値 (貯留堰を下回る時間(s))	(参考) 3号炉取水ビットポンプ室水位 (T.P. m)
				防波堤		期望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	観測位置の潮位差 (m)	貝付着		スクリーン損失			
				北防波堤	南防波堤									
取水口最低水位	取水口前面	3号炉	波源 L	損傷	健全	-0.14	-0.19	考慮しない	隆起 1.15 を考慮		管路解析対象外	追而	-	
水路内最低水位	取水ビットポンプ室	3号炉	追而 (入力津波の解析結果を踏まえて記載する)											

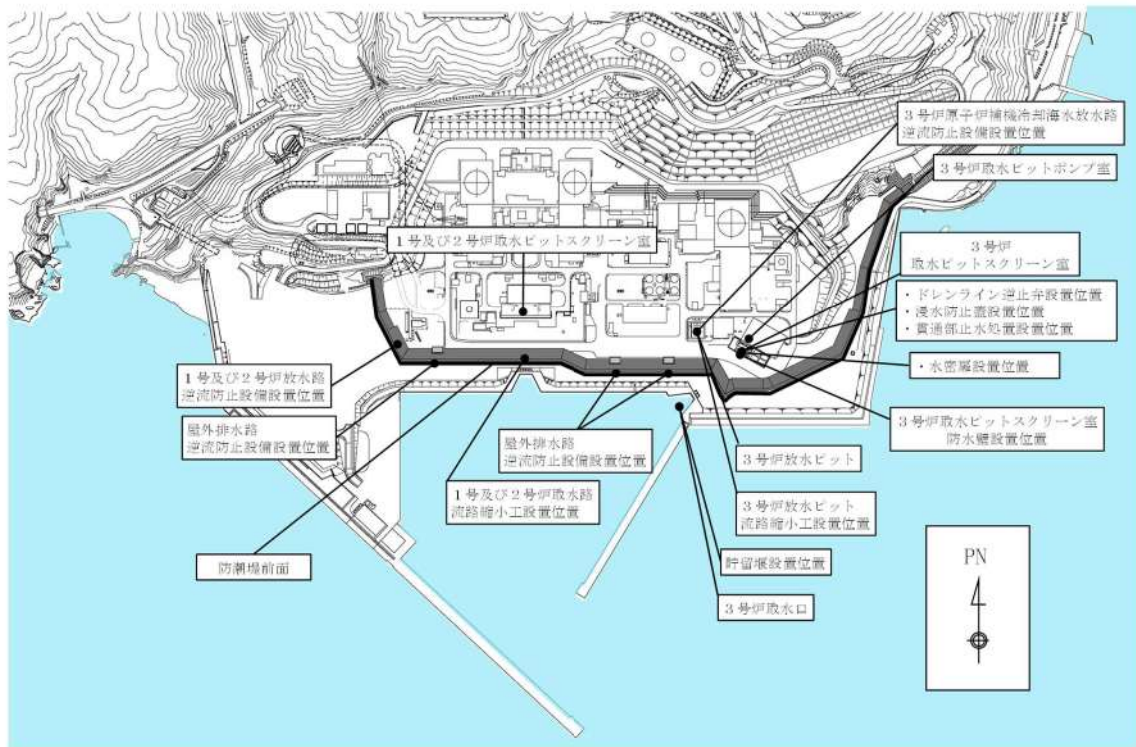
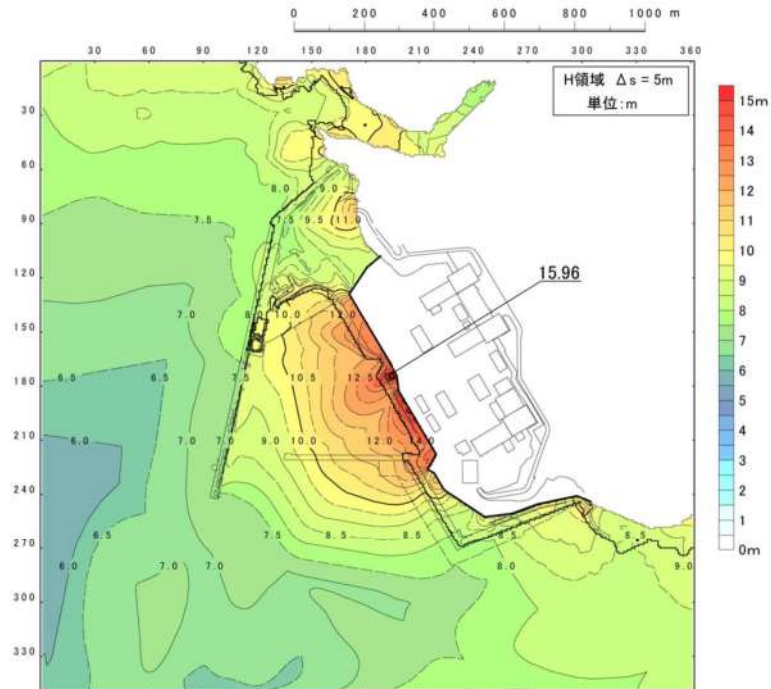


図1 入力津波設定位置



※最大水位変動量 15.96m+朔望平均満潮位 0.26m+潮位のばらつき 0.14m+観測位置の潮位差 0.01m+地震による地殻変動量 0.39m $\approx$ 16.8m

図2 (1) 入力津波設定の波源による最高水位分布  
(基準津波 (波源 E, 南防波堤損傷), 敷地 (陸域) の地盤変状 (5m 沈下))



追而  
(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図2 (2) 入力津波設定の波源による最高水位分布  
(波源●, 防波堤●, 地形変化●)

追而  
(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図2 (3) 入力津波設定の波源による最高水位分布  
(波源●, 防波堤●, 地形変化●)

● : 追而

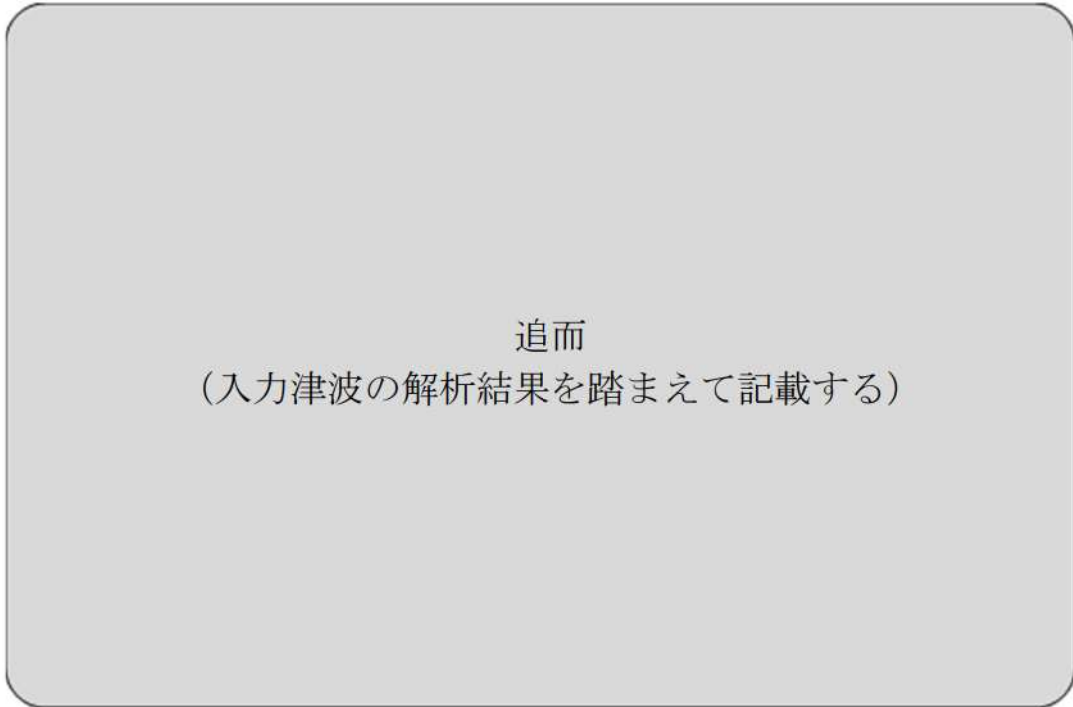
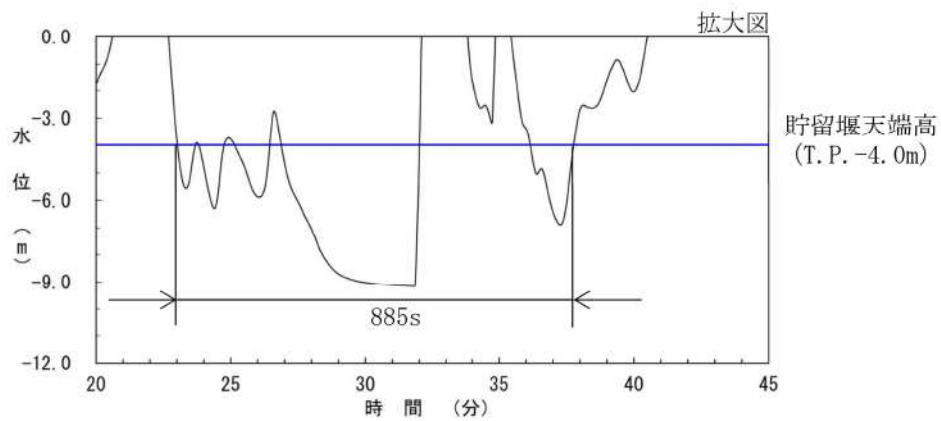
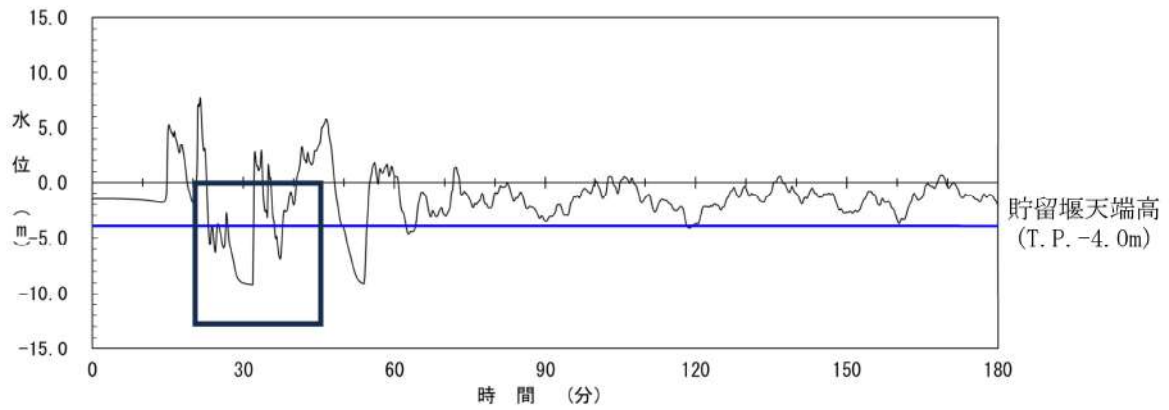
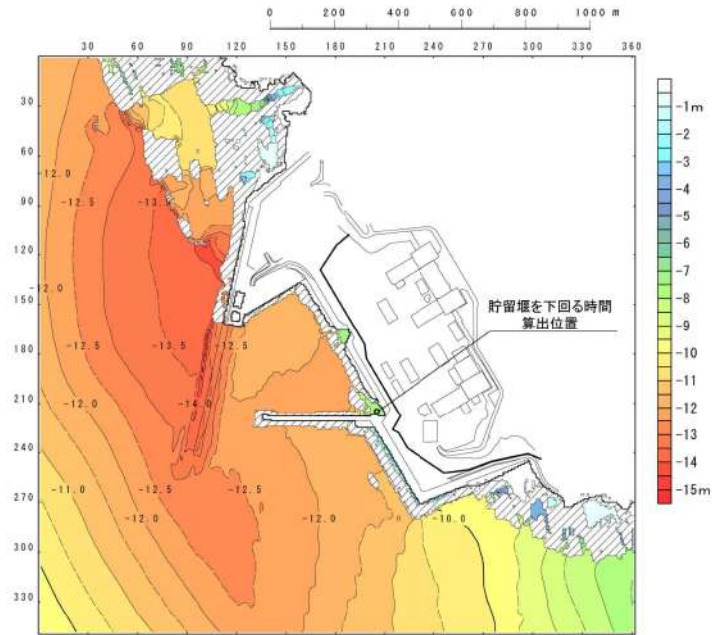


図 2 (4) 入力津波設定の波源による最高水位分布  
(波源●, 防波堤●, 地形変化●)

● : 追而



※水位時刻歴波形に朔望平均干潮位 $-0.14\text{m}$ 、潮位のばらつき $-0.19\text{m}$ 及び地震による地殻変動量 $1.15\text{m}$ を考慮し算出した貯留堰を下回る時間(s)

図3 (1) 入力津波設定の波源による最低水位分布  
(基準津波(波源L, 北防波堤損傷), 基本ケース)

追而  
(入力津波の解析結果を踏まえて記載する)

図3 (2) 入力津波設定の波源による最低水位分布  
(波源●, 防波堤●, 地形変化●)

● : 追而