

添付資料 3

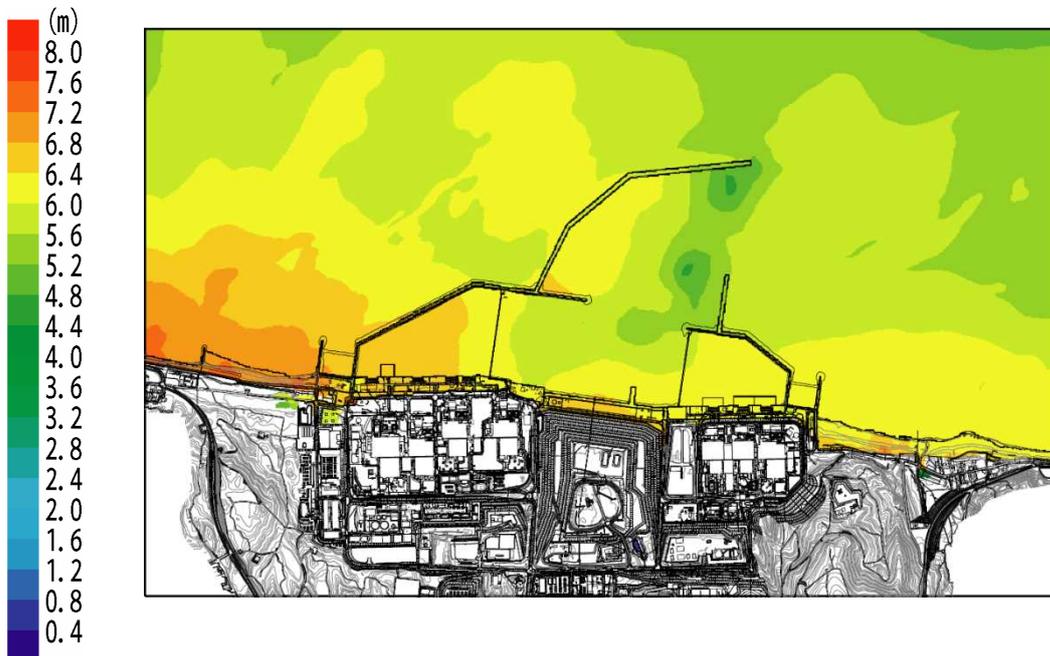
港湾内の局所的な海面の励起について

港湾内の局所的な海面の励起について

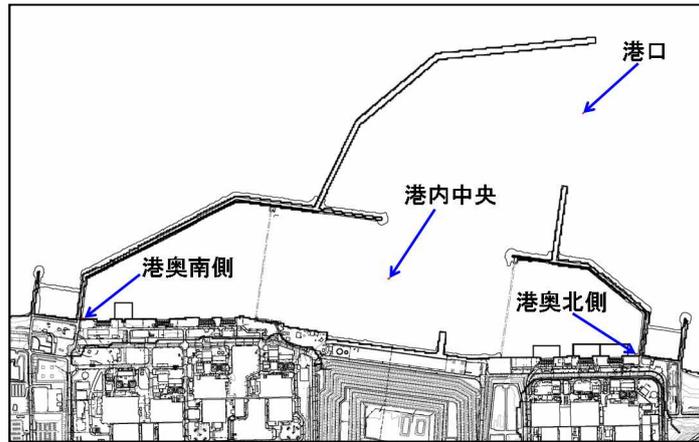
基準津波によるサイト周辺での最大水位上昇量分布を添付第 3-1 図に、港湾内での時刻歴波形の評価地点を添付第 3-2 図に示す。また、津波の伝播経路を考慮し、港口と港内中央、港内中央と港奥（北側・南側）、港内中央と取水口前面（6 号炉・7 号炉）における基準津波 1 の水位をそれぞれ重ね合わせた水位時刻歴波形を添付第 3-3 図に示す。

添付第 3-1 図より、港湾の内外で最大水位上昇量や傾向に大きな差異はない。また、添付第 3-3 図より、港内の伝播に伴い、上昇側のピーク値が多少大きくなるものの、周期特性や時間の経過に伴う減衰傾向に大きな差は無く、港内の固有周期との共振による特異な増幅は生じていない。

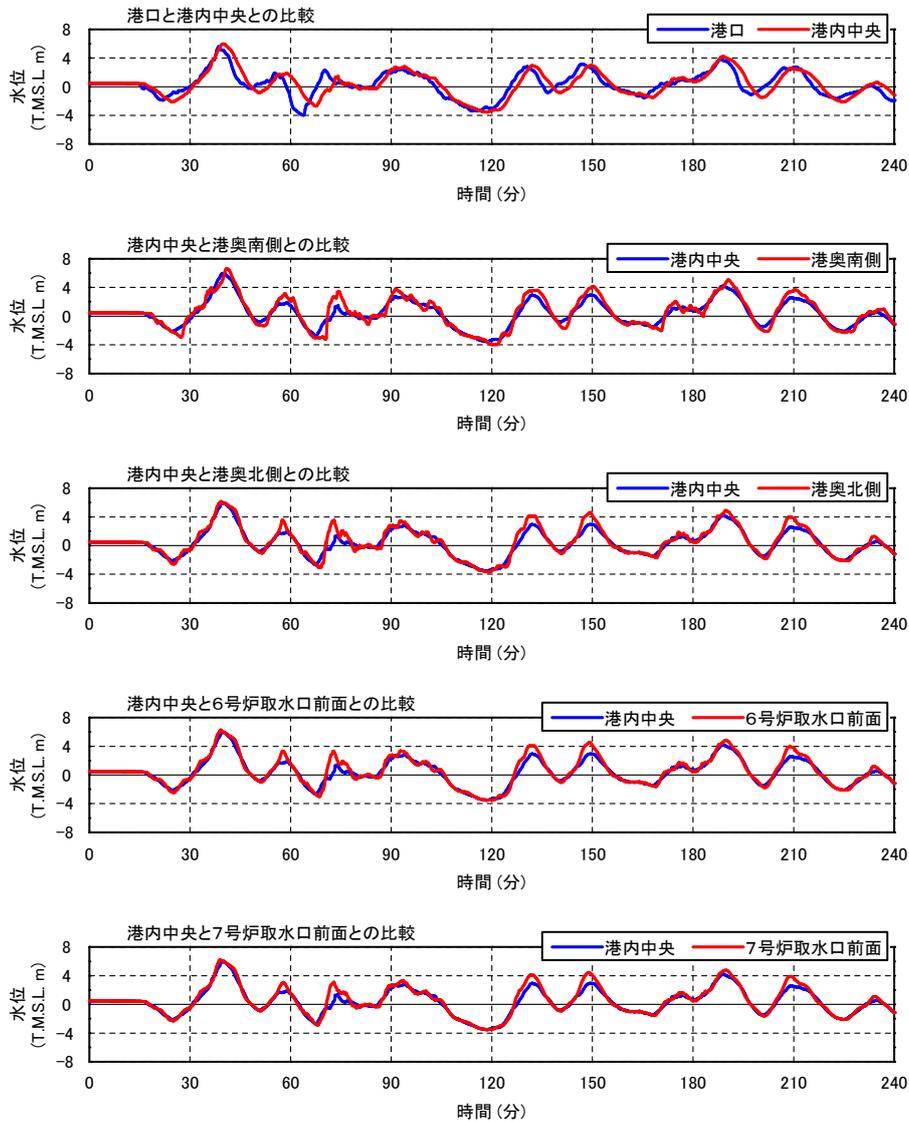
(T.M.S.L. m)



添付第 3-1 図 最大水位上昇量分布



添付第 3-2 図 評価位置



添付第 3-3 図 水位時刻歴波形 (日本海東縁部：2 領域モデル+LS-2)

添付資料 4

管路解析の詳細について

管路解析の詳細について

4.1 はじめに

海洋から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路解析を実施した。取水路は、敷地前面の港湾内（取水口前面）における最大ケース（基準津波1）及び最小ケース（基準津波2）を入力波形として解析を実施した。なお、影響評価として、防波堤の損傷を考慮した管路解析を実施した。

4.2 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、添付第4-1表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。

管路解析の解析条件を添付第4-2表に、貝代を考慮する範囲を添付第4-1図に示す。取水路及び放水路の構造図を添付第4-2図，添付第4-3図に示す。また基礎方程式を下記に示す。

取水路における取水路奥の各冷却海水ポンプ位置（補機取水槽）の最高水位をまとめた結果を添付第4-3表に，放水路における放水庭の最高水位をまとめた結果を添付第4-4表に示す。また，それらの詳細な結果について，それぞれ添付第4-5表，添付第4-6表に示す。また時刻歴波形をそれぞれ添付第4-4図，添付第4-5図に示す。

添付第4-1表 条件設定

	計算条件
1	スクリーン損失の有無※
2	貝付着の有無
3	補機冷却海水ポンプ稼働の有無

※取水路のみ

添付第 4-2 表 管路解析における解析条件

計算領域	取水口～スクリーン室～取水路～取水槽～取水路分岐～補機 取水路～補機取水槽		
計算時間間隔 Δt	0.005 秒 (取水路) 0.001 秒 (放水路)		
潮位のバラツキ	+0.16m (上昇側), -0.15m (下降側)		
地殻変動	-0.29m (下降側)		
取水条件		ポンプ種類	ポンプ稼働条件
	6 号 炉	CWP(循環水ポンプ)	0 (m ³ /h) ※
		RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	1,800 (m ³ /h/台) x6 台 =10,800 (m ³ /h)
		TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	0 (m ³ /h)
	5 号 炉	CWP(循環水ポンプ)	0 (m ³ /h) ※
		RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	2,500 (m ³ /h/台) x4 台 =10,000 (m ³ /h)
		TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	2,700 (m ³ /h/台) x3 台 =81,000 (m ³ /h)
		HPSW(高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却海水ポンプ)	400 (m ³ /h)
放水条件	取水条件で記載した取水量がそのまま放水されるものとして 設定		
ポンプ停止条件	全ポンプ 0 (m ³ /h)		
摩擦損失係数 (マニングの粗度係数)	n=0.02m ^{-1/3} ・s (貝付着あり) n=0.015m ^{-1/3} ・s (貝付着なし)		
貝の付着代	貝代 10cm を考慮		

※ 非常用海水冷却系の海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ) の取水源を確保することを目的に、取水口前面には海水貯留堰を設置し、津波による水位低下時には循環水ポンプを停止する運用とすることから、管路解析の前提として「循環水ポンプ停止」とした。

局所損失係数	電力土木技術協会(1995) : 火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－ 千秋信一(1967) : 発電水力演習, 土木学会(1999) : 水理公式集 [平成 11 年版] による
スクリーン有無	局所損失係数 16.8 (スクリーンあり) 局所損失係数 0.0 (スクリーンなし)
貯留堰	津波数値シミュレーションに反映
基準津波	基準津波 1 : 日本海東縁部 (2 領域モデル) + 地すべり (LS-2) 基準津波 2 : 日本海東縁部 (2 領域モデル)
初期水位	上昇側 : 朔望平均満潮位 (T.M.S.L. +0.49m) 下降側 : 朔望平均干潮位 (T.M.S.L. +0.03m)
計算時間	地震発生から 4 時間

※基礎方程式

管路解析では、非定常の開水路及び管路流れの連続式・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

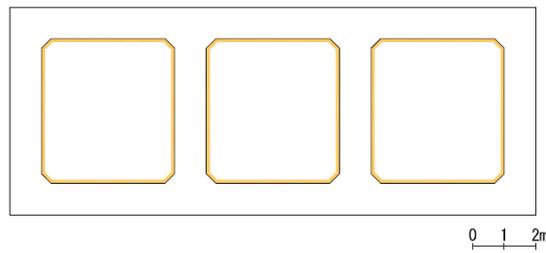
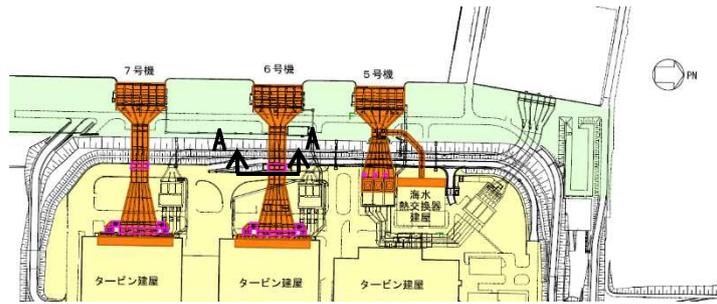
$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

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 : マニングの粗度係数 R : 径深
 Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

【水槽及び立坑部】

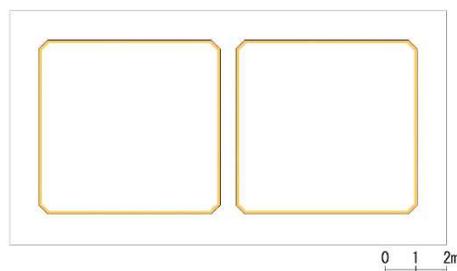
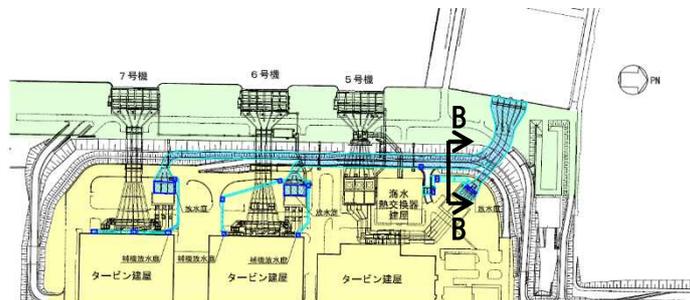
$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

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



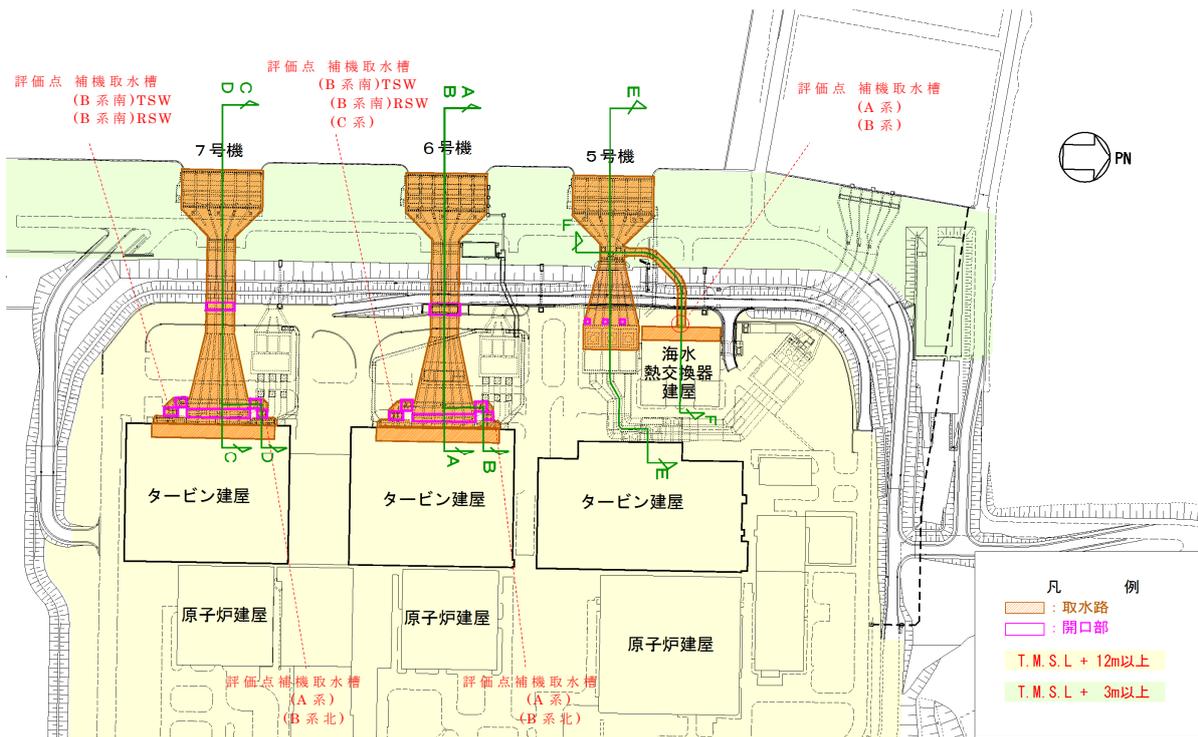
— 貝代付着考慮範囲

添付第 4-1 図 (1) 貝代考慮範囲 (6 号炉取水路 A-A 断面図)

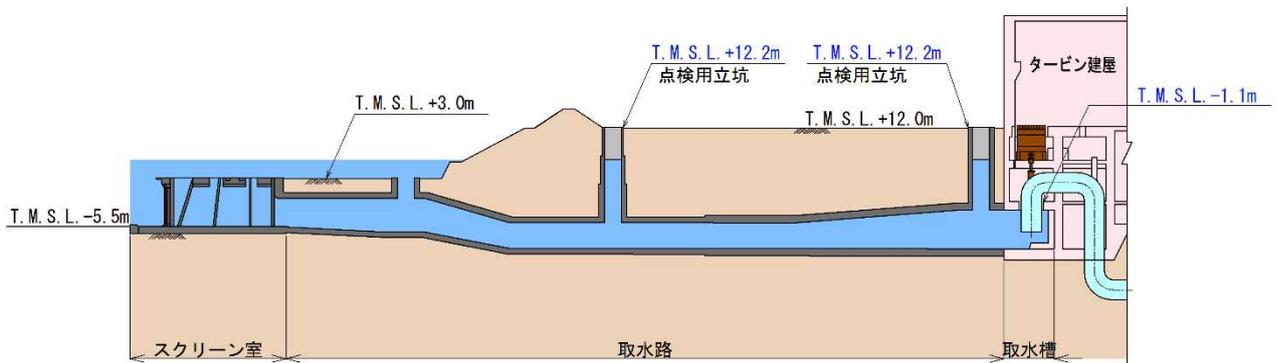


— 貝代付着考慮範囲

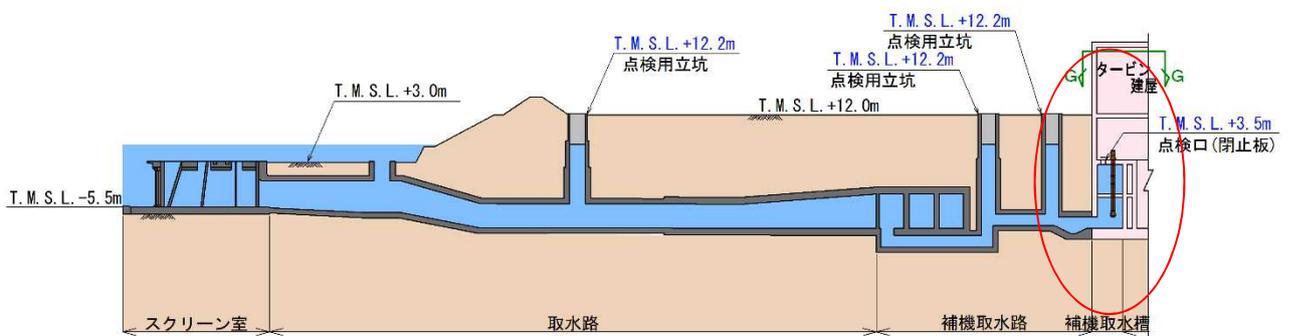
添付第 4-1 図 (2) 貝代考慮範囲 (6・7 号炉放水路 B-B 断面図)



添付第 4-2 図 (1) 大湊側取水路配置平面図

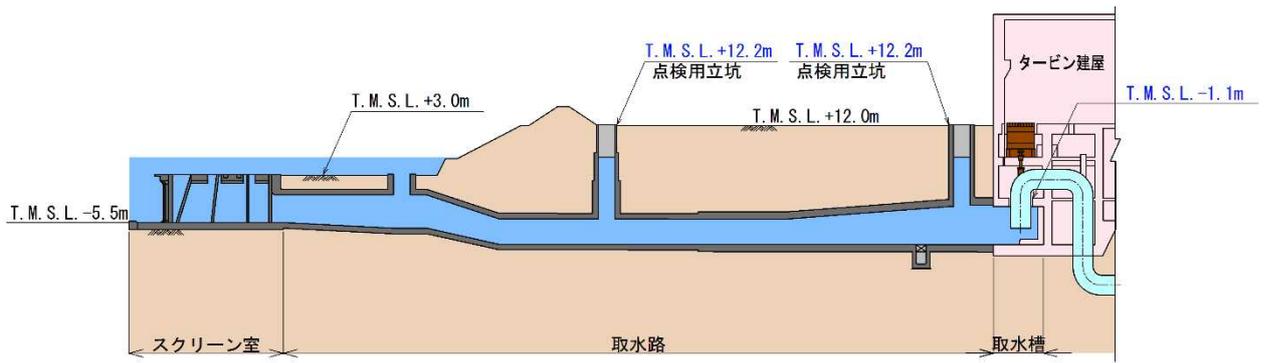


添付第 4-2 図 (2) 6号炉 A-A 断面図

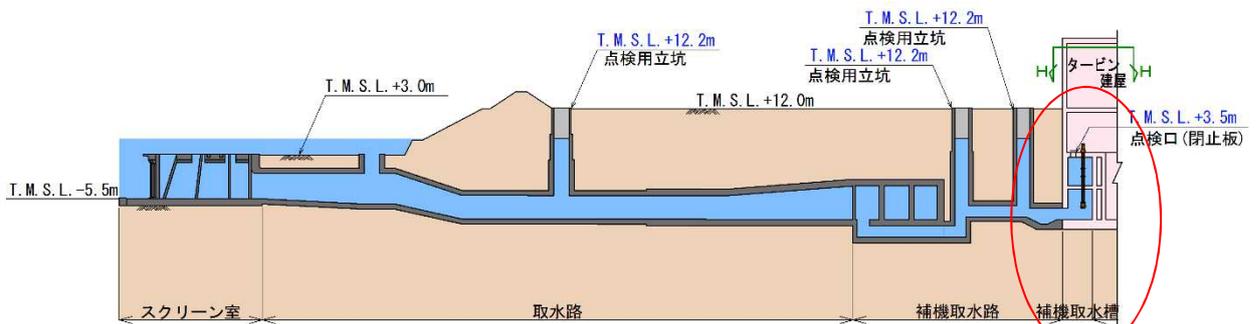


添付第 4-2 図 (3) 6号炉 B-B 断面図

評価点 補機取水槽
(A系)
(B系北)
(B系南)TSW
(B系南)RSW
(C系)

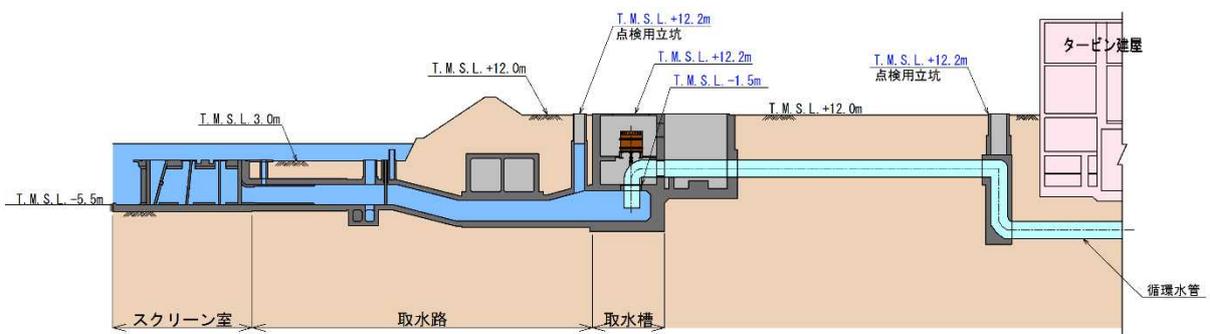


添付第 4-2 図 (4) 7号炉 C-C 断面図

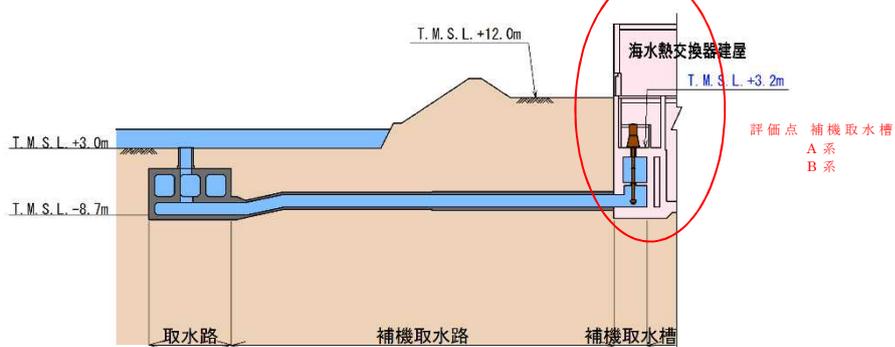


添付第 4-2 図 (5) 7号炉 D-D 断面図

評価点 補機取水槽
 (A系)
 (B系北)
 (B系南)TSW
 (B系南)RSW
 (C系)

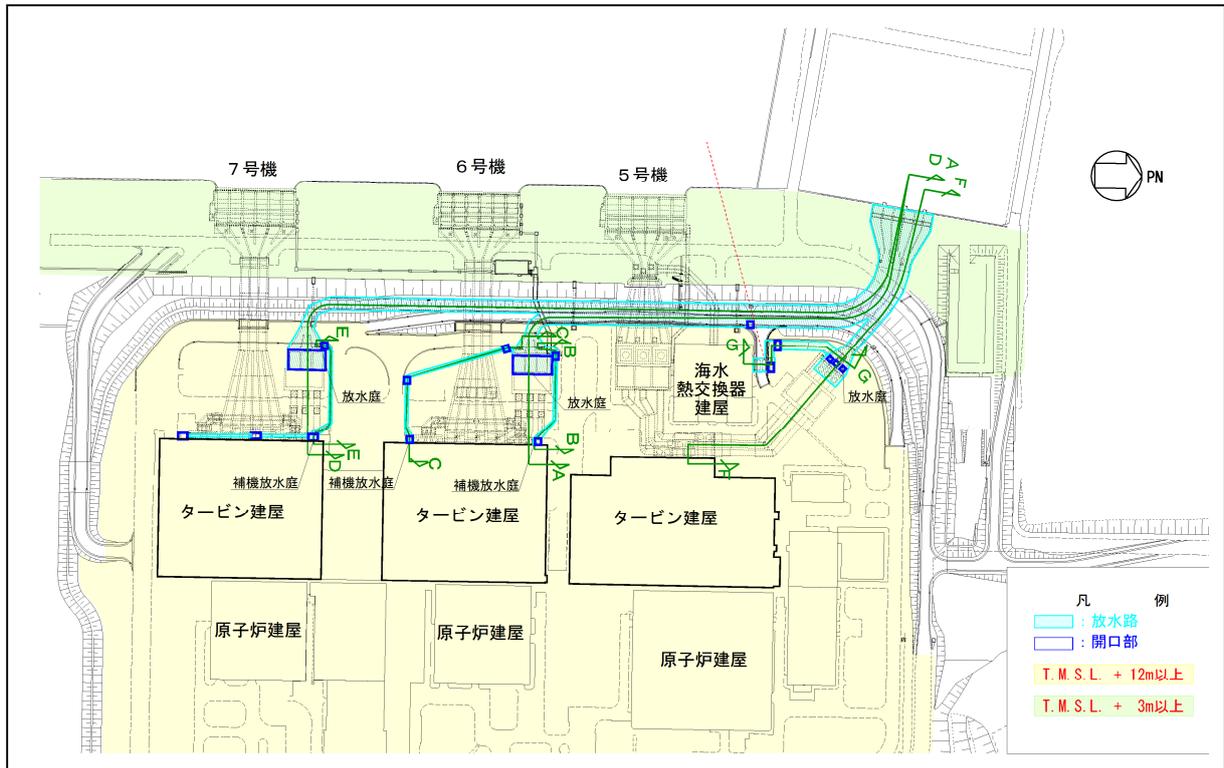


添付第 4-2 図 (6) 5号炉 取水路 E-E 断面図

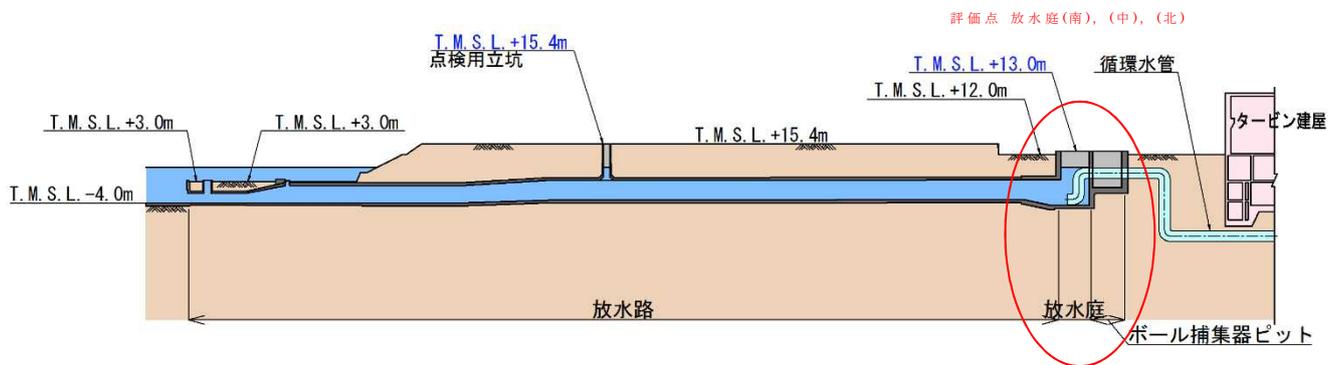


評価点 補機取水槽
 A系
 B系

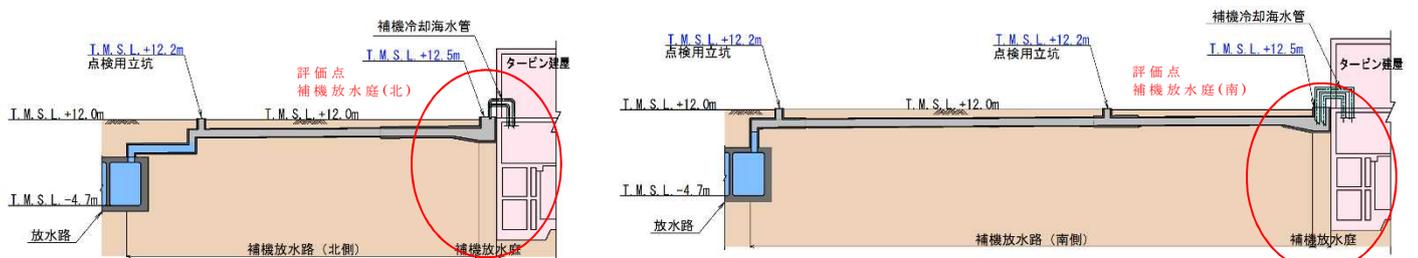
添付第 4-2 図 (7) 5号炉 取水路 F-F 断面図



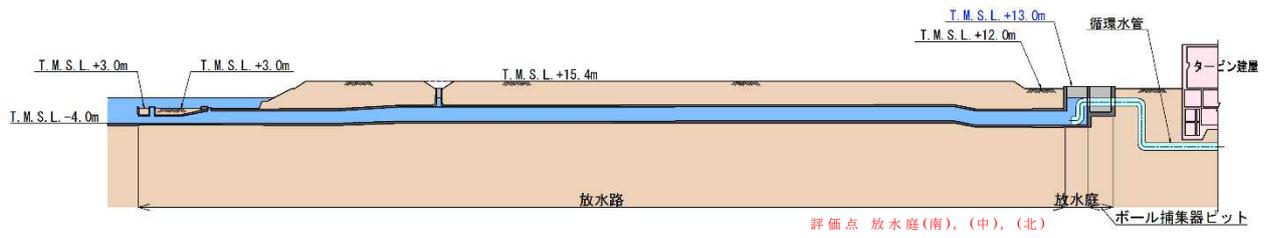
添付第 4-3 図 (1) 大湊側放水路配置平面図



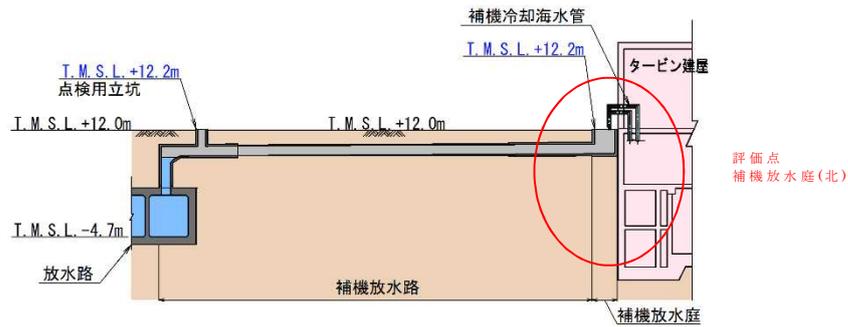
添付第 4-3 図 (2) 6号炉 A-A 断面図



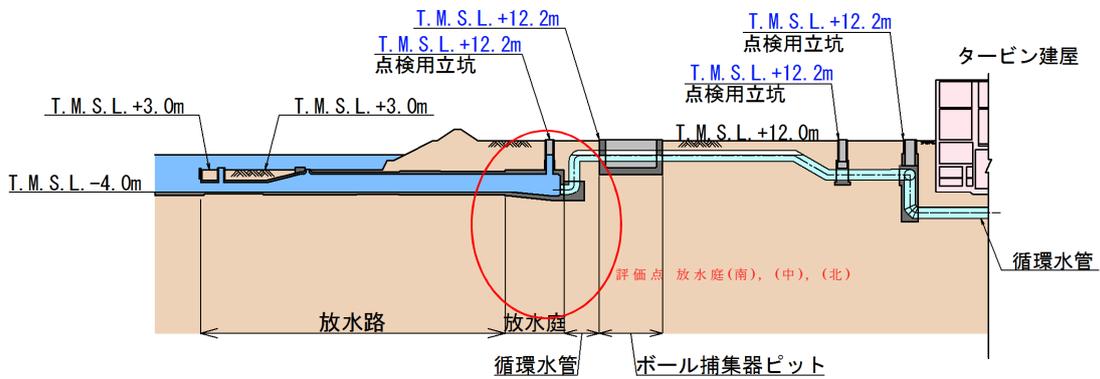
添付第 4-3 図 (3) 6号炉 (左: B-B 断面図, 右: C-C 断面図)



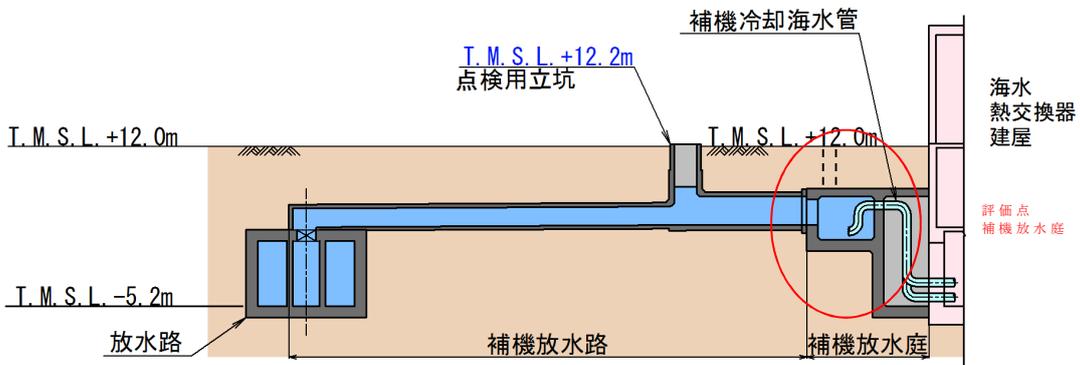
添付第 4-3 図 (4) 7号炉 (D-D 断面図)



添付第 4-3 図 (5) 7号炉 (E-E 断面図)



添付第 4-3 図 (6) 5号炉 (F-F 断面図)



添付第 4-3 図 (7) 5号炉 (G-G 断面図)

添付第 4-3 表 補機取水槽における最大ケース

	号炉	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
					取水口 前面	補機 取水槽 (A 系)	補機 取水槽 (B 系北)	補機 取水槽 (B 系南) TSW	補機 取水槽 (B 系南) RSW	補機 取水槽 (C 系)
基準 津波 1	6 号 炉	なし	なし	なし	6.4	6.9	6.7	6.7	6.7	<u>7.0</u>
	7 号 炉	なし	あり	なし	6.3	<u>7.2</u>	6.6	6.7	6.7	7.1
	5 号 炉	あり	あり	なし	6.3	6.4	<u>6.4</u>			—
基準 津波 2	6 号 炉	なし	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.6
	7 号 炉	なし	あり	あり	-3.5	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.7	-3.7	-3.7

添付第 4-4 表 放水庭における最大ケース

	号炉	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				放水口 前面	補機 放水庭 (南)	補機 放水庭 (北)	放水庭 (南)	放水庭 (中)	放水庭 (北)
基準 津波 1	6 号炉	なし	なし	6.4	—	—	8.5	<u>8.8</u>	8.7
	7 号炉	あり	あり	6.4	—	<u>9.9</u>	9.0	9.0	9.0
	5 号炉	あり	あり	6.4	/		<u>7.4</u>	7.2	7.2

—：津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 4-5 表 (1) 取水路管路解析における計算結果
(6 号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A 系)	補機 取水槽 (B 系北)	補機 取水槽 (B 系南) TSW	補機 取水槽 (B 系南) RSW	補機取水槽 (C 系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	6.4	6.5	6.4	6.5	6.5	6.8
			なし	6.4	6.8	6.6	6.7	6.7	6.8
		なし	あり	6.4	6.5	6.4	6.5	6.5	6.8
			なし	6.4	6.8	6.6	6.7	6.7	6.8
	なし	あり	あり	6.4	6.6	6.4	6.5	6.5	6.9
			なし	6.4	6.9	6.6	6.7	6.7	6.9
		なし	あり	6.4	6.6	6.4	6.6	6.5	6.9
			なし	6.4	6.9	6.7	6.7	6.7	<u>7.0</u>

添付第 4-5 表 (2) 取水路管路解析における計算結果
(6号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
	なし	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6

添付第 4-5 表 (3) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	6.3	6.9	6.5	6.5	6.5	7.1
			なし	6.3	7.1	6.6	6.7	6.7	7.1
		なし	あり	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.7
			なし	6.3	6.7	6.6	6.6	6.6	6.7
	なし	あり	あり	6.3	7.0	6.6	6.5	6.5	7.1
			なし	6.3	<u>7.2</u>	6.6	6.7	6.7	7.1
		なし	あり	6.3	6.6	6.6	6.6	6.6	6.7
			なし	6.3	6.8	6.6	6.7	6.7	6.7

添付第 4-5 表 (4) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準津波2	あり	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
	なし	あり	あり	-3.5	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.7	-3.7	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7

添付第 4-5 表 (5) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波1	あり	あり	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	<u>6.4</u>
		なし	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	6.4
	なし	あり	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	6.4
		なし	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	6.4

添付第 4-5 表 (6) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位下降側)

	スクリー ーン	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.0	<u>-3.3</u>	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
		なし	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
	なし	あり	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
		なし	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2

添付第 4-6 表 (1) 放水路管路解析における計算結果 (6 号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口前面	補機放水庭(南)	補機放水庭(北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	6.4	—	—	8.3	8.4	8.4
		なし	6.4	—	—	8.4	8.6	8.5
	なし	あり	6.4	—	—	8.5	8.6	8.6
		なし	6.4	—	—	8.5	<u>8.8</u>	8.7

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

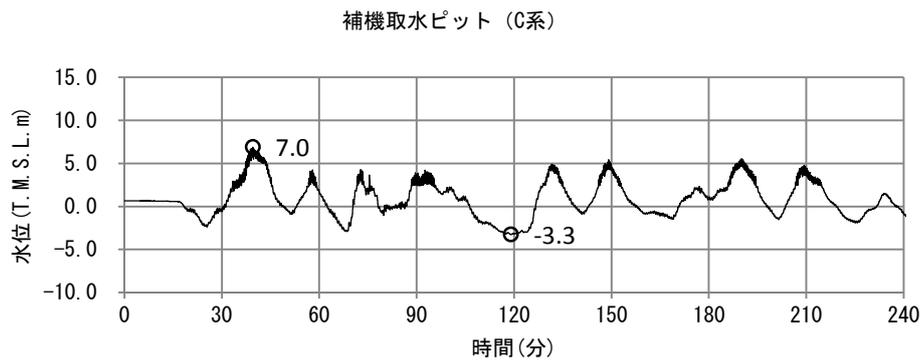
添付第 4-6 表 (2) 放水路管路解析における計算結果 (7 号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口前面	補機放水庭(南)	補機放水庭(北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	6.4	—	<u>9.9</u>	9.0	9.0	9.0
		なし	6.4	—	8.5	8.8	8.8	8.8
	なし	あり	6.4	—	9.9	9.2	9.2	9.2
		なし	6.4	—	8.7	8.9	8.9	8.9

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

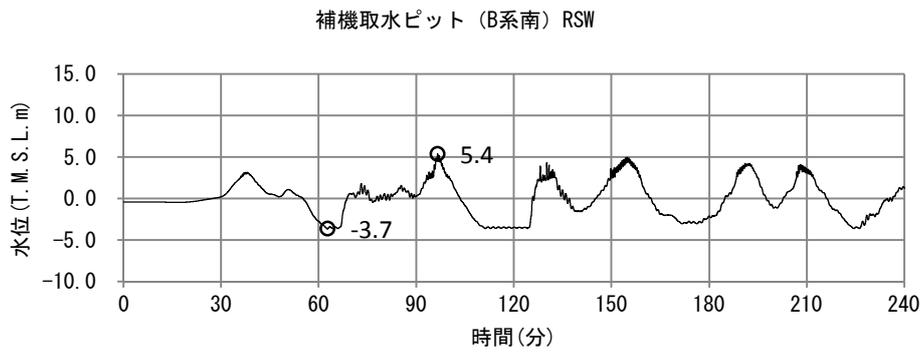
添付第 4-6 表 (3) 放水路管路解析における計算結果 (5号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)			
			放水口前面	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	6.4	<u>7.4</u>	7.2	7.2
		なし	6.4	7.0	7.0	7.1
	なし	あり	6.4	7.3	7.2	7.2
		なし	6.4	7.3	7.2	7.3



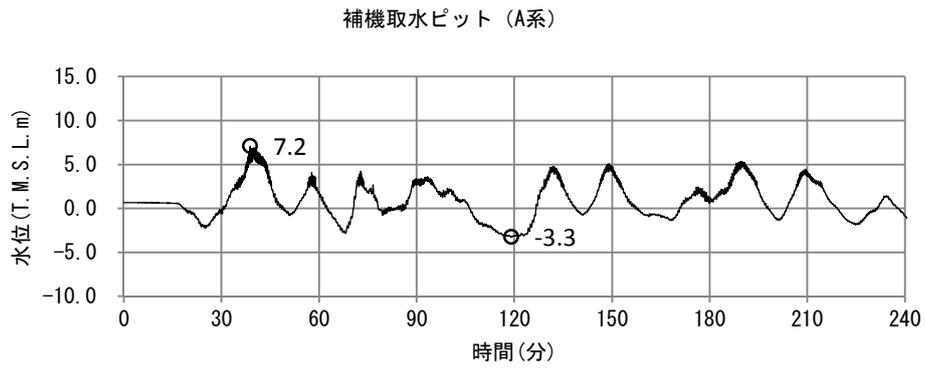
最大ケース：C系

添付第 4-4 図 (1) 時刻歴波形 (6号炉 水位上昇側)



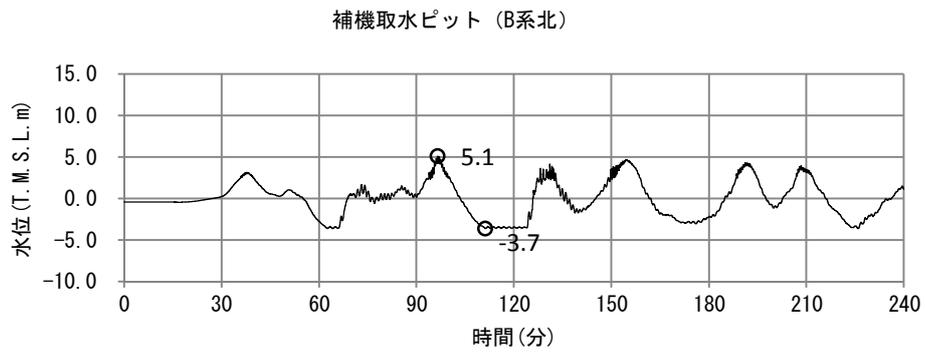
最小ケース：B系南

添付第 4-4 図 (2) 時刻歴波形 (6号炉 水位下降側)



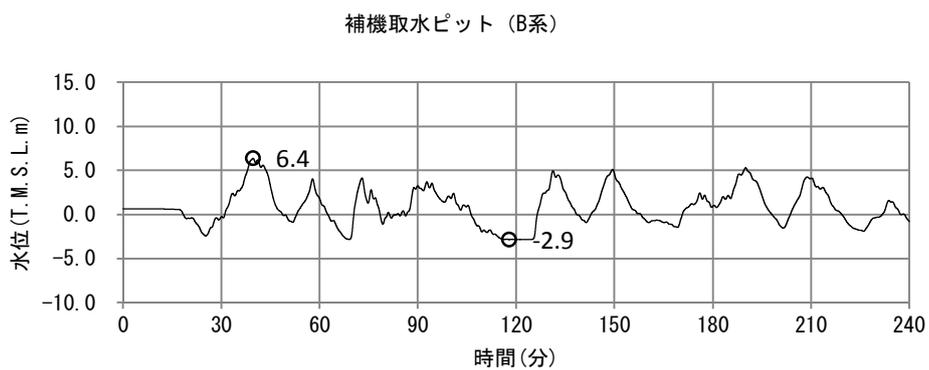
最大ケース：A系

添付第 4-4 図 (3) 時刻歴波形 (7号炉 水位上昇側)

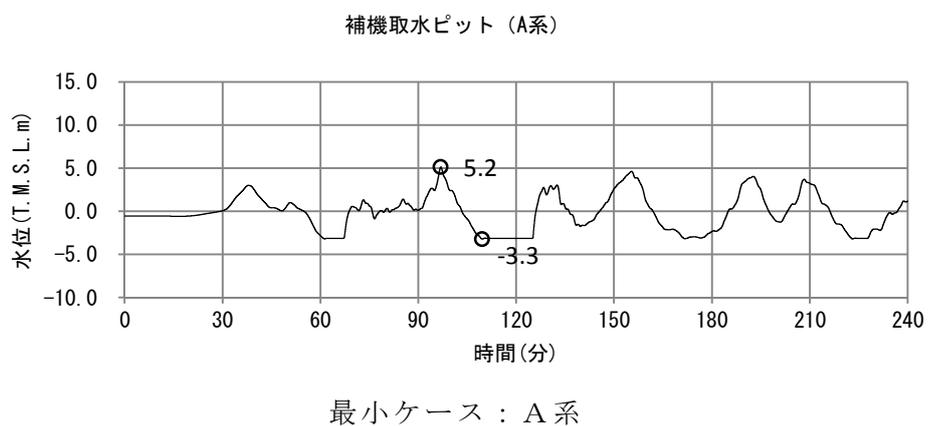


最小ケース：B系北

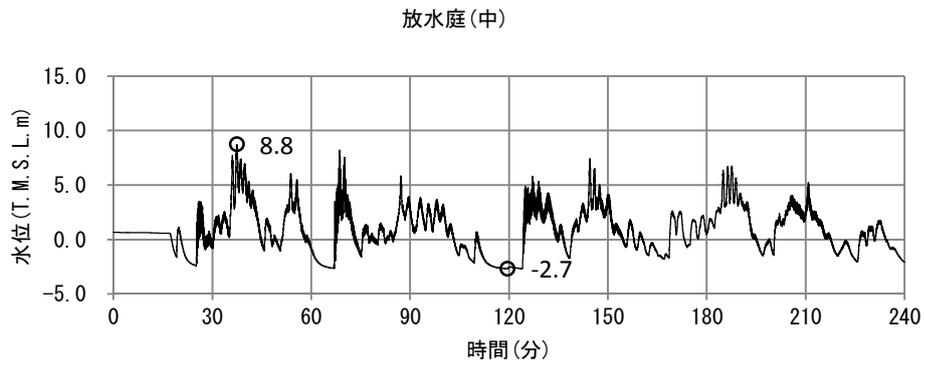
添付第 4-4 図 (4) 時刻歴波形 (7号炉 水位下降側)



添付第 4-4 図 (5) 時刻歴波形 (5号炉 水位上昇側)

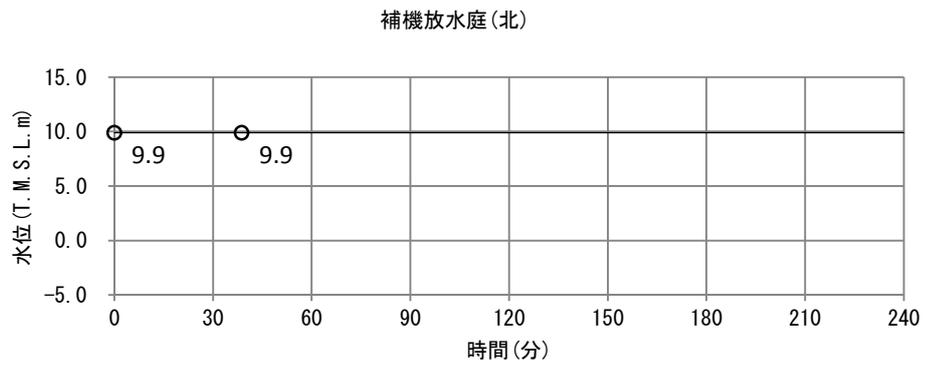


添付第 4-4 図 (6) 時刻歴波形 (5号炉 水位下降側)



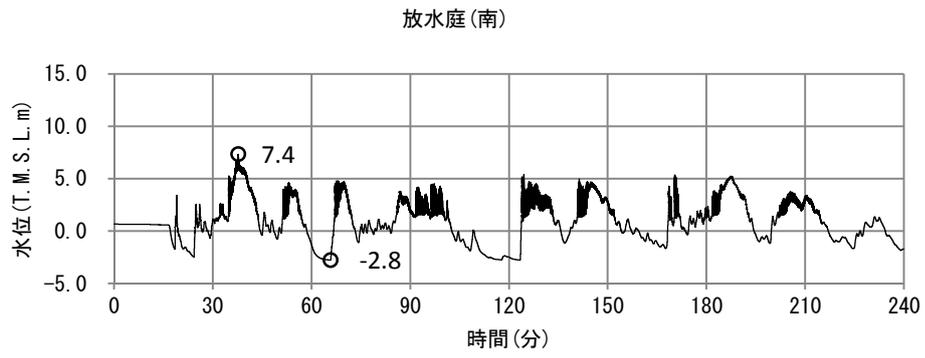
最大ケース：放水庭(中)

添付第 4-5 図 (1) 放水路時刻歴波形 (6 号炉)



最大ケース：補機放水庭(北)

添付第 4-5 図 (2) 放水路時刻歴波形 (7 号炉)



最大ケース：放水庭(南)

添付第 4-5 図 (3) 放水路時刻歴波形 (5 号炉)

4.3 防波堤の損傷を考慮した影響評価

管路解析に関わる影響評価として、防波堤が地震により損傷する場合を保守的に想定し、その際に生じる水位に対する外郭防護の成立性の確認を行った。

具体的には、各補機取水槽及び放水庭の入力津波に対し、防波堤がない（完全に消失した）条件における遡上解析により評価した取水口及び放水口前面の水位を入力波形として改めて管路解析を実施することにより、防波堤が損傷した場合を模擬した各所の水位を算定した。取水路における取水路奥の各冷却海水ポンプ位置（補機取水槽）の最高水位をまとめた結果を添付第 4-7 表に、放水路における放水庭の最高水位をまとめた結果を添付第 4-8 表に示す。また、それらの詳細な結果について、それぞれ添付第 4-9 表、添付第 4-10 表に示す。また時刻歴波形をそれぞれ添付第 4-6 図、添付第 4-7 図に示す。

その上で、この水位と外郭防護における許容津波高さとの比較を行うことにより、外郭防護の成立性の確認を行った。取水路（補機取水槽）、放水路（放水庭）に対する確認結果をそれぞれ添付第 4-11 表、添付第 4-12 表に示す。

以上より、防波堤が地震により損傷した場合においても、外郭防護の成立性に影響のないことを確認した。

添付第 4-7 表 補機取水槽における最大ケース

	号炉	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
					取水口前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系北)	補機取水槽 (B系南) TSW	補機取水槽 (B系南) RSW	補機取水槽 (C系)
基準津波 1	6号炉	なし	なし	あり	7.5	8.3	8.1	8.2	8.1	<u>8.4</u>
	7号炉	なし	なし	なし	7.2	<u>8.3</u>	7.6	7.6	7.6	8.1
	5号炉	なし	なし	なし	7.4	<u>7.7</u>	7.7			—
基準津波 2	6号炉	なし	なし	あり	-3.5	-3.8	<u>-4.0</u>	-3.9	-4.0	-3.8
	7号炉	なし	あり	あり	-3.5	-4.0	<u>-4.3</u>	-4.1	-4.1	-3.9

添付第 4-8 表 放水庭における最大ケース

	号炉	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				放水口前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭 (南)	放水庭 (中)	放水庭 (北)
基準津波 1	6号炉	なし	なし	7.0	—	—	8.3	<u>8.4</u>	8.2
	7号炉	なし	あり	7.0	—	<u>10.3</u>	9.8	9.8	9.9
	5号炉	なし	なし	7.0	/		<u>8.3</u>	8.2	8.3

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 4-9 表 (1) 取水路管路解析における計算結果
(6 号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A 系)	補機 取水槽 (B 系北)	補機 取水槽 (B 系南) TSW	補機 取水槽 (B 系南) RSW	補機 取水槽 (C 系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	7.5	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1
			なし	7.5	8.1	8.3	8.2	8.2	8.1
		なし	あり	7.5	8.1	8.0	8.1	8.1	8.1
			なし	7.5	8.1	8.3	8.2	8.2	8.1
	なし	あり	あり	7.5	8.2	8.0	8.1	8.1	8.4
			なし	7.5	8.3	8.3	8.2	8.2	8.3
		なし	あり	7.5	8.3	8.1	8.2	8.1	<u>8.4</u>
			なし	7.5	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4

添付第 4-9 表 (2) 取水路管路解析における計算結果
(6号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
	なし	あり	あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-3.9	-3.8
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8
		なし	あり	-3.5	-3.8	<u>-4.0</u>	-3.9	-4.0	-3.8
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8

添付第 4-9 表 (3) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	7.2	8.0	7.5	7.3	7.3	8.1
			なし	7.2	8.1	7.6	7.4	7.4	8.1
		なし	あり	7.2	8.0	7.3	7.4	7.4	8.0
			なし	7.2	8.2	7.5	7.6	7.6	8.0
	なし	あり	あり	7.2	8.1	7.6	7.4	7.4	8.2
			なし	7.2	8.2	7.6	7.5	7.5	8.2
		なし	あり	7.2	8.1	7.4	7.4	7.4	8.1
			なし	7.2	<u>8.3</u>	7.6	7.6	7.6	8.1

添付第 4-9 表 (4) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-3.9	-3.7
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.8	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.8	-3.8
	なし	あり	あり	-3.5	-4.0	<u>-4.3</u>	-4.1	-4.1	-3.9
			なし	-3.5	-3.9	-4.2	-4.0	-4.0	-3.9
		なし	あり	-3.5	-3.9	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9
			なし	-3.5	-3.9	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9

添付第 4-9 表 (5) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波1	あり	あり	あり	7.4	7.2	7.4
			なし	7.4	7.7	7.7
		なし	あり	7.4	7.2	7.4
			なし	7.4	7.7	7.7
	なし	あり	あり	7.4	7.3	7.4
			なし	7.4	7.7	7.7
		なし	あり	7.4	7.3	7.4
			なし	7.4	<u>7.7</u>	7.7

添付第 4-9 表 (6) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位下降側)

	スクリー ーン	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.0	-3.5	-3.5
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
		なし	あり	-3.0	-3.5	-3.5
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
	なし	あり	あり	-3.0	-3.5	-3.6
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
		なし	あり	-3.0	-3.5	<u>-3.6</u>
			なし	-3.0	-3.5	-3.5

添付第 4-10 表 (1) 放水路管路解析における計算結果 (6 号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口 前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	7.0	—	—	8.0	8.0	8.0
		なし	7.0	—	—	8.2	8.3	8.2
	なし	あり	7.0	—	—	8.1	8.1	8.0
		なし	7.0	—	—	8.3	<u>8.4</u>	8.2

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 4-10 表 (2) 放水路管路解析における計算結果 (7 号炉)

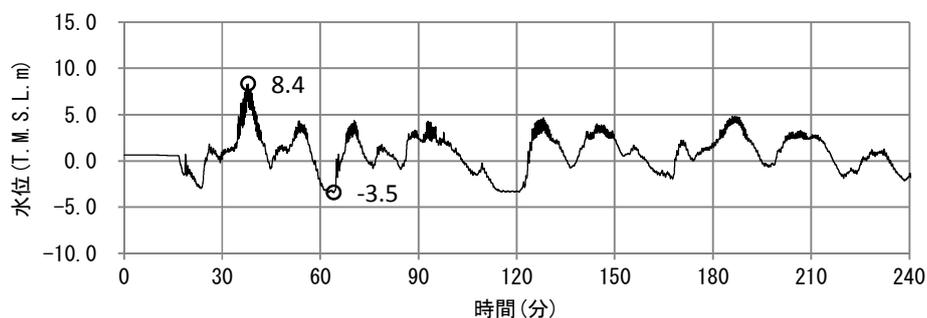
	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口 前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	7.0	—	10.2	9.7	9.7	9.7
		なし	7.0	—	9.6	9.5	9.5	9.5
	なし	あり	7.0	—	<u>10.3</u>	9.8	9.8	9.9
		なし	7.0	—	9.7	9.6	9.6	9.6

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 4-10 表 (3) 放水路管路解析における計算結果 (5号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)			
			放水口前面	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	7.0	7.7	7.5	7.5
		なし	7.0	8.2	8.2	8.3
	なし	あり	7.0	7.7	7.5	7.6
		なし	7.0	<u>8.3</u>	8.2	8.3

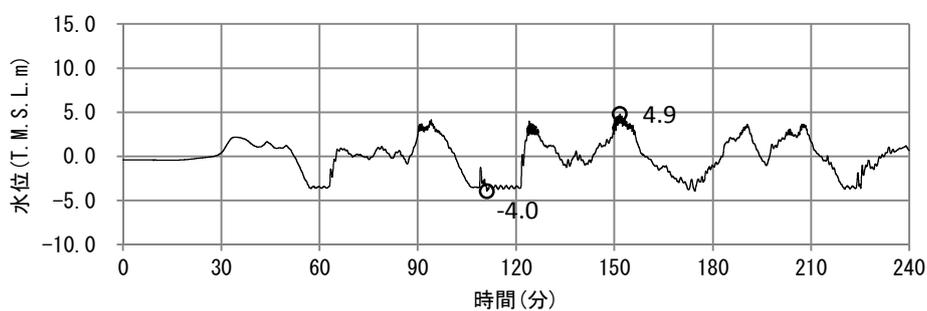
補機取水ピット (C系)



最大ケース：C系

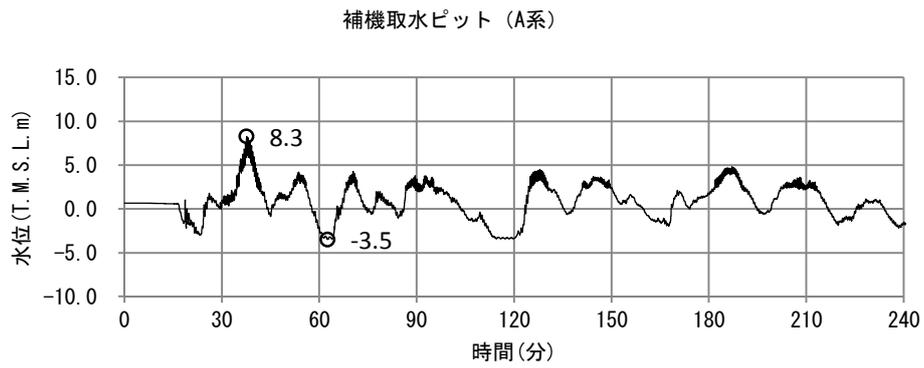
添付第 4-6 図 (1) 時刻歴波形 (6号炉 水位上昇側)

補機取水ピット (B系北)



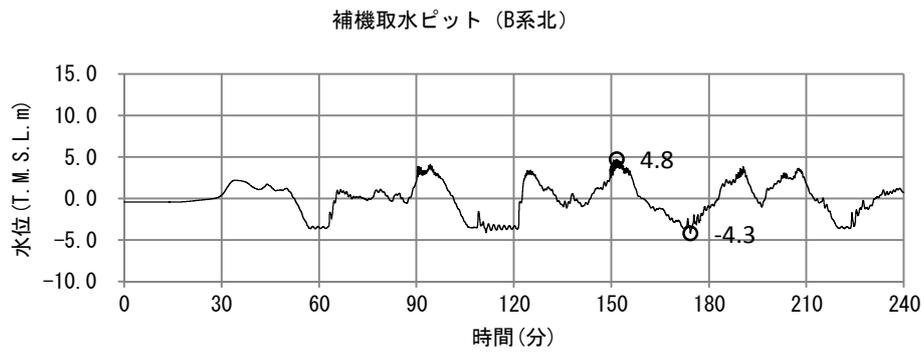
最小ケース：B系北

添付第 4-6 図 (2) 時刻歴波形 (6号炉 水位下降側)



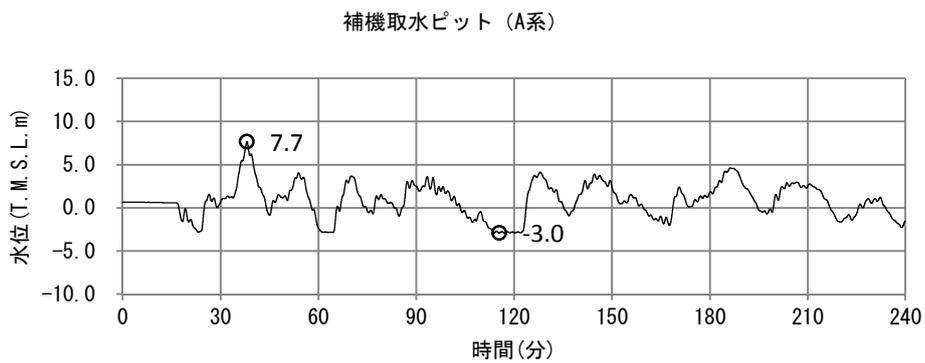
最大ケース：A系

添付第 4-6 図 (3) 時刻歴波形 (7号炉 水位上昇側)



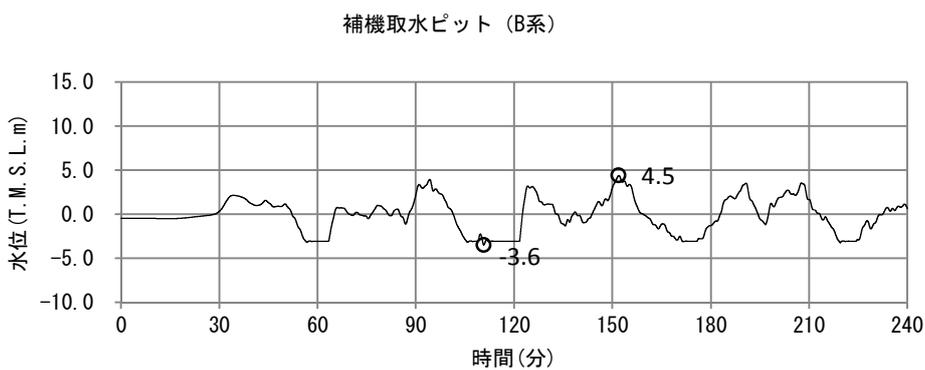
最小ケース：B系北

添付第 4-6 図 (4) 時刻歴波形 (7号炉 水位下降側)



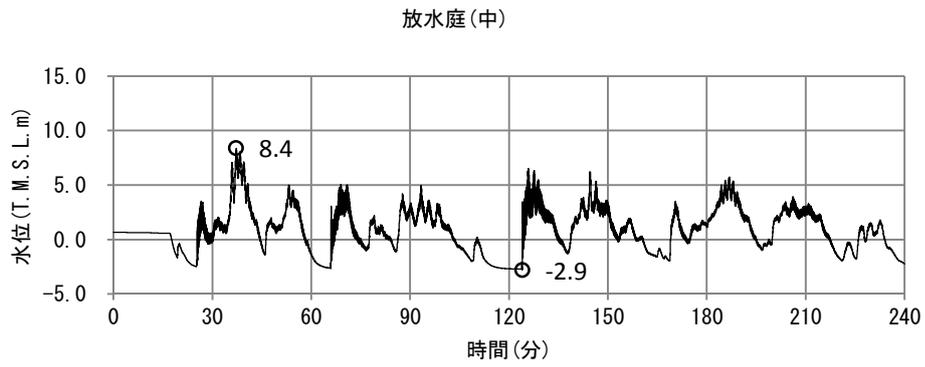
最大ケース：A系

添付第 4-6 図 (5) 時刻歴波形 (5号炉 水位上昇側)



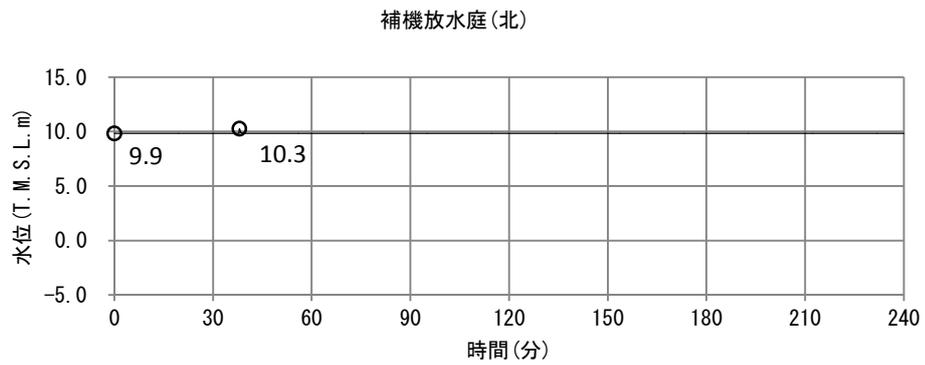
最小ケース：B系

添付第 4-6 図 (6) 時刻歴波形 (5号炉 水位下降側)



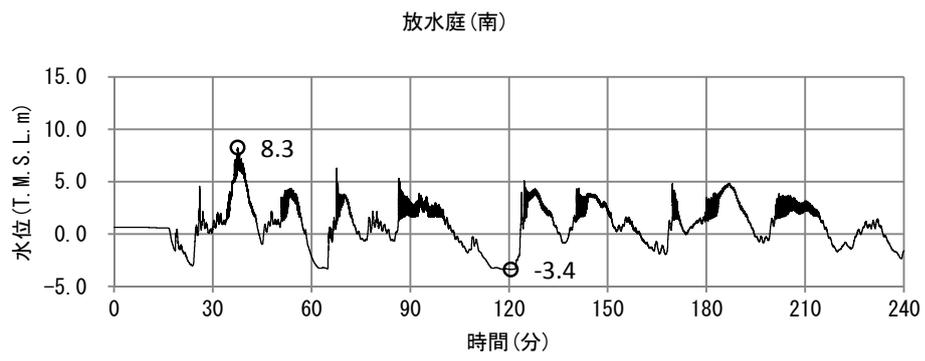
最大ケース：放水庭(中)

添付第 4-7 図 (1) 放水路時刻歴波形 (6 号炉)



最大ケース：補機放水庭(北)

添付第 4-7 図 (2) 放水路時刻歴波形 (7 号炉)



最大ケース：放水庭(南)

添付第 4-7 図 (3) 放水路時刻歴波形 (5 号炉)

添付第 4-11 表 防波堤の損傷を考慮した管路解析の影響評価（取水路）

基準津波名称	策定対象とする入力津波の種類	防波堤有無	水位 T.M.S.L. (m)					
			5号炉		6号炉		7号炉	
			取水口前面	取水口前面	補機取水槽	取水口前面	補機取水槽	
基準津波 1	取水路水位上昇量	有り	6.3	6.4	7.0	6.3	7.2	
		無し	7.4	7.5	8.4	7.2	8.3	
影響評価 ※外郭防護の詳細は本文 2.2 節を参照			5号炉取水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認	6号炉取水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m でありこの裕度の範囲内であることを確認 ※補機取水槽点検口の許容津波高さは T.M.S.L + 3.5m であるが取水槽閉止板を設置しており建屋への流入はない	7号炉取水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m でありこの裕度の範囲内 ※補機取水槽点検口の許容津波高さは T.M.S.L + 3.5m であるが取水槽閉止板を設置しており建屋への流入はない			

※ハッチング部：影響評価ケース

添付第 4-12 表 防波堤の損傷を考慮した管路解析の影響評価（放水路）

基準津波名称	策定対象とする入力津波の種類	防波堤有無	水位 T.M.S.L. (m)					
			5号炉		6号炉		7号炉	
			放水口前面	放水庭	放水口前面	放水庭	放水口前面	放水庭
基準津波 1	放水路水位上昇量	有り	6.4	7.4	6.4	8.8	6.4	9.9
		無し	7.0	8.3	7.0	8.4	7.0	10.3
影響評価 ※外郭防護の詳細は本文 2.2 節を参照			5号炉放水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認	6号炉放水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認	7号炉放水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認			

※ハッチング部：影響評価ケース

添付資料 5

入力津波に用いる潮位条件について

入力津波に用いる潮位条件について

5.1 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、平成 22 年 1 月から平成 26 年 12 月まで(2010 年 1 月～2014 年 12 月)の 5 ヶ年の朔望潮位データを使用しているが、観測期間の妥当性を確認するため、10 ヶ年の朔望潮位データについて分析を行い、影響の有無を確認した。

また、柏崎刈羽原子力発電所の潮位観測については、敷地周辺にある「柏崎」(国土交通省国土地理院柏崎験潮場)の観測値を用いているが、敷地から南西約 11km と離れていることから、敷地港外に設置されている波高計記録と比較し、妥当性を確認した。

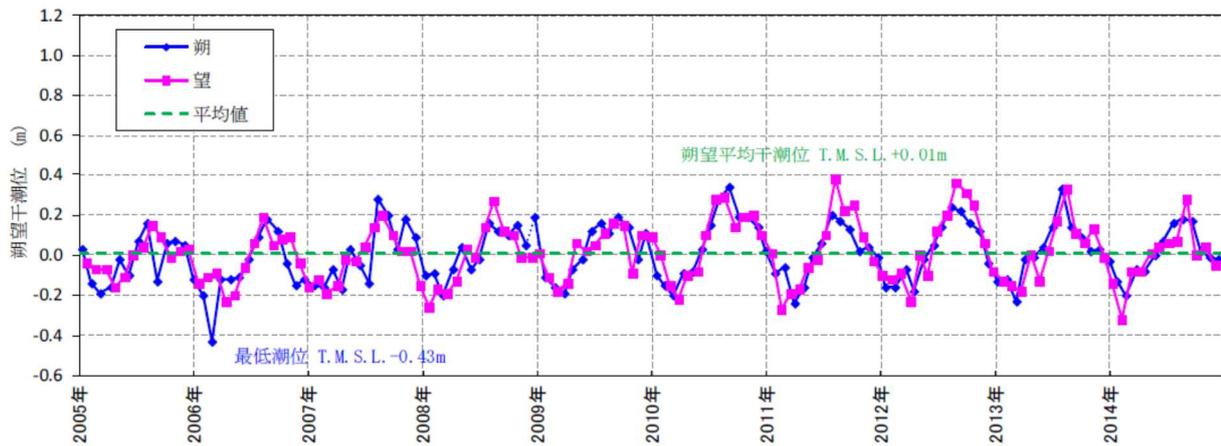
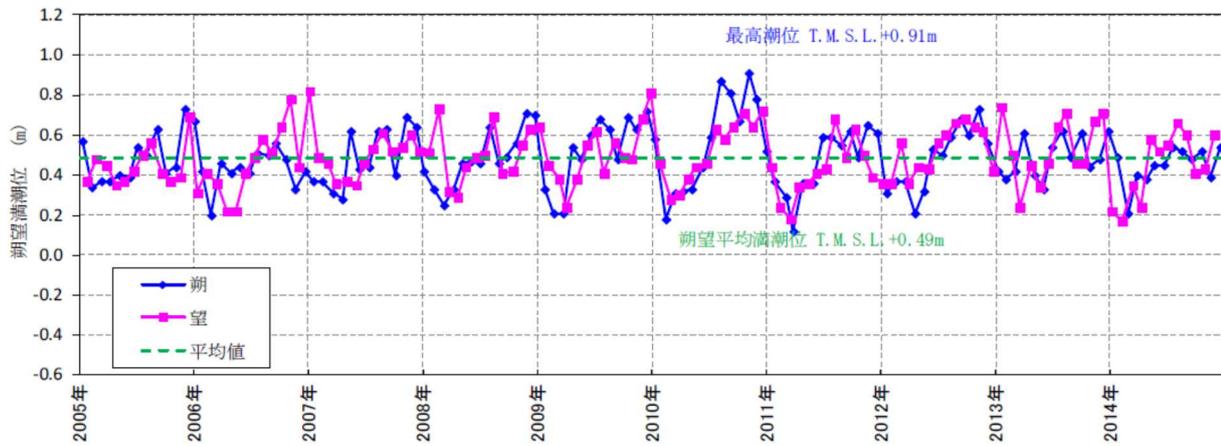
5.2 観測期間の影響について

入力津波による水位変動に用いる平成 22 年 1 月から平成 26 年 12 月まで(2010 年 1 月～2014 年 12 月)の 5 ヶ年の朔望潮位データに対して、平成 17 年 1 月からの 10 ヶ年(2005 年 1 月～2014 年 12 月)の朔望潮位データの分析を行った。分析結果を添付第 5-1 表に示す。

添付第 5-1 表から 5 ヶ年及び 10 ヶ年の朔望満潮位、朔望干潮位及びそれらの標準偏差について、いずれも同程度であることを確認した。また、添付第 5-1 図に 10 ヶ年(2005 年 1 月～2014 年 12 月)の潮位変化を示す。

添付第 5-1 表 朔望潮位に関する分析結果

	朔望満潮位 (m)		朔望干潮位 (m)	
	5 ヶ年	10 ヶ年	5 ヶ年	10 ヶ年
平均値	T. M. S. L. +0. 49	T. M. S. L. +0. 49	T. M. S. L. +0. 03	T. M. S. L. +0. 01
標準偏差	0. 16	0. 15	0. 15	0. 14



添付第 5-1 図 10 ヲ年 (2005 年 1 月~2014 年 12 月) の潮位変化
(上: 朔望満潮位, 下: 朔望干潮位)

5.3 柏崎験潮場と敷地港外の波高計との比較について

柏崎刈羽原子力発電所の潮位観測については、敷地周辺にある「柏崎」(国土交通省国土地理院柏崎験潮場)の観測値を用いているが、敷地から南西約11kmと離れているため、敷地港外に設置されている波高計記録と比較した。

柏崎験潮場の位置を添付第5-2図に、敷地港外に設置されている波高計位置図を添付第5-3図に示す。

柏崎験潮場と波高計の違いを下記に示す。

- 波高計は、超音波式沿岸波高計であり、海底に超音波送受波器を設置し、水中から発射した超音波が海面で反射して戻るまでの時間を計ることにより、海面の水位変動を0.5秒間隔で計測している。概念図を添付第5-4図に示す。
- 柏崎験潮場は、フロート式の潮位計であり、導水管を通して井戸に出入りする海水の昇降を30秒間隔で計測し、日ごとの満干潮位を示している。波浪などの海水面の短周期変動成分を取り除き、観測基準点からの高さを標高に換算している。標高の基準としては、東京湾平均海面を用いている。概念図を添付第5-5図に示す。

波高計の記録と潮位計の記録を比較するため、計測された水位を、波高計の記録の短周期成分を取り除き、1時間平均値として整理した。対象期間については、1年間を通して潮位データが比較できることを考慮し、欠測が少ない期間とした。潮位計と波高計の各月の朔望満干潮位の推移を添付第5-6図に、朔望平均満潮位・干潮位を添付第5-2表に示す。

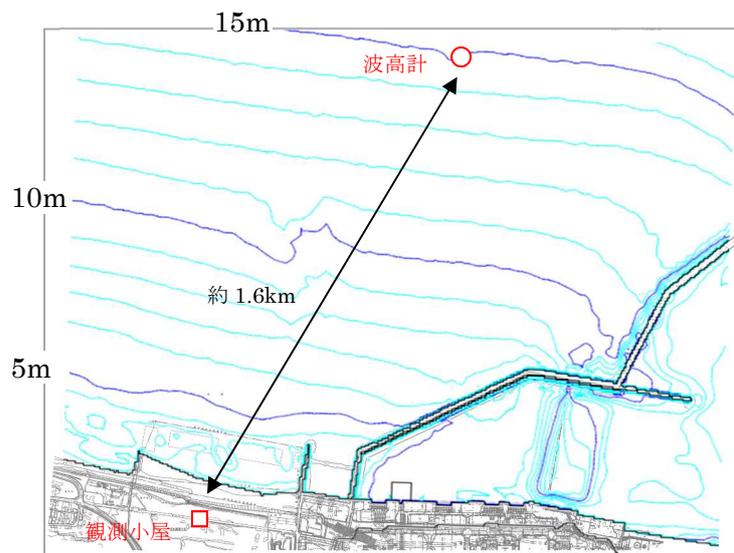
検討結果から、柏崎験潮場潮位と波高計の波形には大きな差がなく、柏崎験潮場と波高計の朔望満潮位及び朔望干潮位の差は朔望平均満潮位で4cm、朔望平均干潮位で5cm程度であり、大きな差がないことを確認した。

*比較対象期間

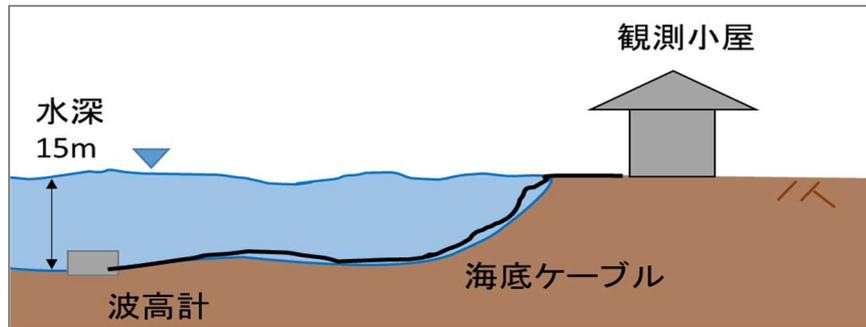
- ①2006年1月～2006年12月
- ②2011年1月～2011年12月
- ③2012年1月～2012年12月



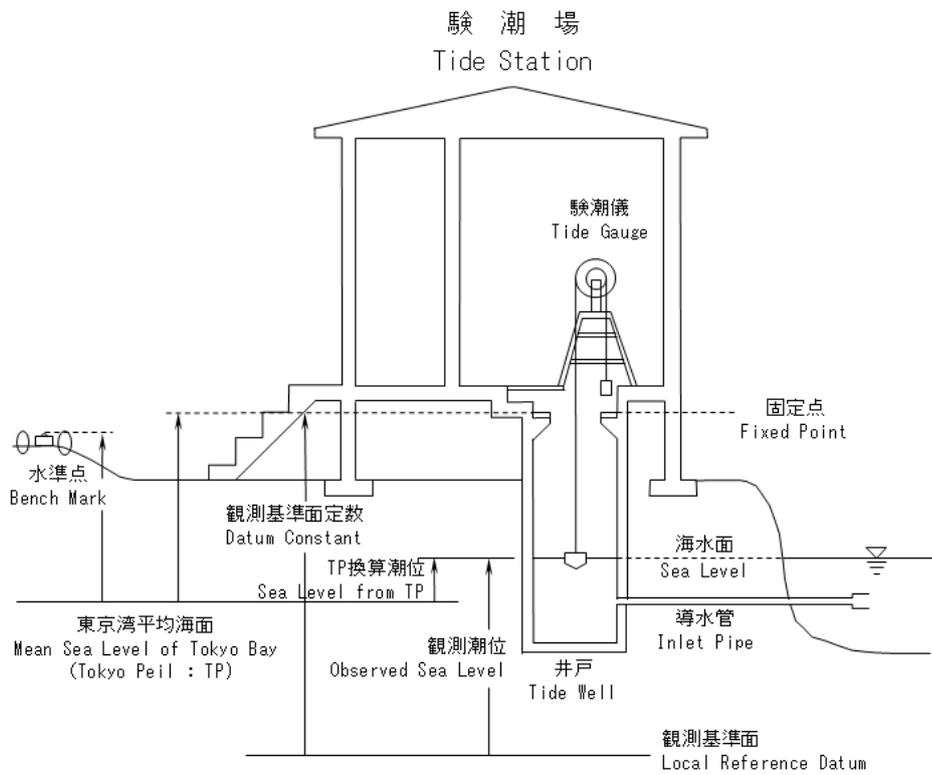
添付第 5-2 図 柏崎験潮場の位置



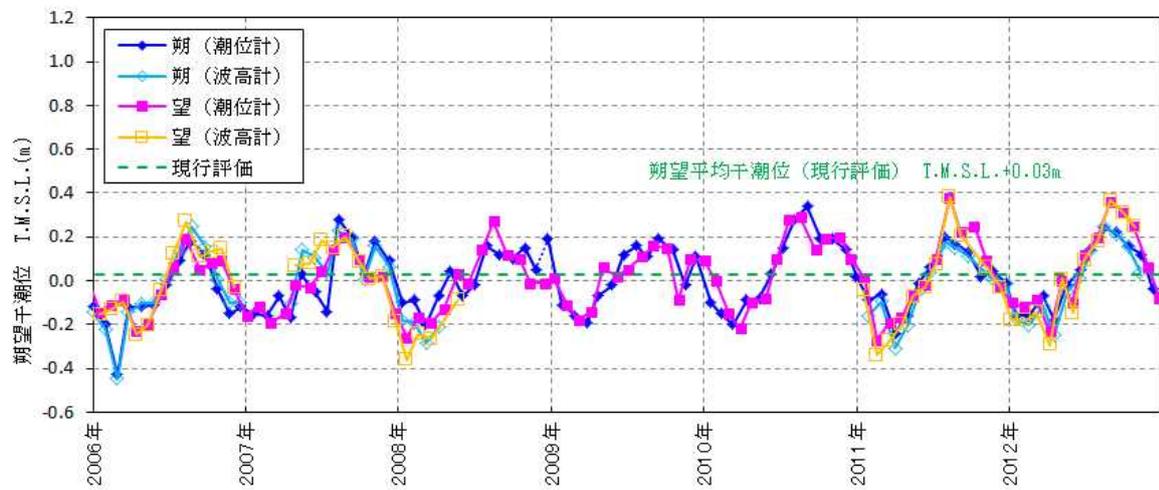
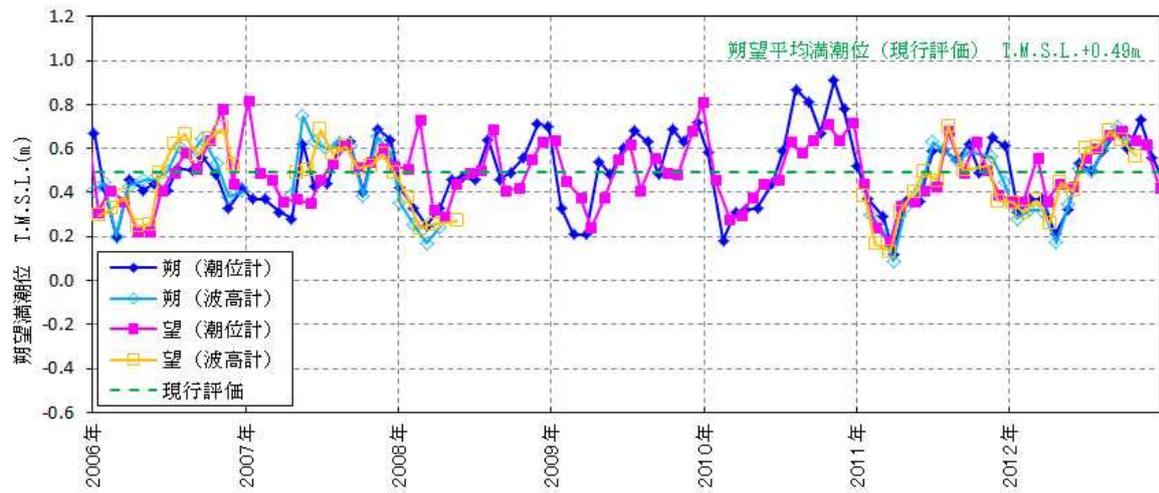
添付第 5-3 図 波高計の設置位置



添付第 5-4 図 超音波式沿岸波高計の概念図



添付第 5-5 図 潮位計の概念図 (国土地理院 HP より)



添付第 5-6 図 各月の朔望満干潮位の推移

添付第 5-2 表 朔望平均の比較

	観測期間	朔望満潮位 (m)	朔望干潮位 (m)
敷地波高計	2006 年 1 月～2006 年 12 月	T. M. S. L. +0. 47	T. M. S. L. -0. 04
	2011 年 1 月～2011 年 12 月	T. M. S. L. +0. 42	T. M. S. L. -0. 03
	2012 年 1 月～2012 年 12 月	T. M. S. L. +0. 46	T. M. S. L. +0. 01
	平均値	T. M. S. L. +0. 45	T. M. S. L. -0. 02
柏崎験潮場	2010 年 1 月～2010 年 12 月	T. M. S. L. +0. 55	T. M. S. L. +0. 06
	2011 年 1 月～2011 年 12 月	T. M. S. L. +0. 45	T. M. S. L. +0. 02
	2012 年 1 月～2012 年 12 月	T. M. S. L. +0. 50	T. M. S. L. +0. 04
	2013 年 1 月～2013 年 12 月	T. M. S. L. +0. 51	T. M. S. L. +0. 02
	2014 年 1 月～2014 年 12 月	T. M. S. L. +0. 45	T. M. S. L. +0. 00
	現行評価 (平均値)	T. M. S. L. +0. 49	T. M. S. L. +0. 03

添付資料 6

津波シミュレーションに用いる
数値計算モデルについて

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについては、平面二次元モデルを用いており、基礎方程式は非線形長波（浅水理論）に基づく。基礎方程式及び計算条件を添付第 6-1 図に示す。なお、解析には基準津波の評価において妥当性を確認した数値シミュレーションプログラムを用いた。

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

計算格子間隔については、土木学会(2016)を参考に、敷地に近づくにしたがって最大 1,440m から最小 5.0m まで徐々に細かい格子サイズを用い、津波の挙動が精度よく計算できるよう適切に設定した。敷地近傍及び敷地については、海底・海岸地形、敷地の構造物等の規模や形状を考慮し、格子サイズ 5.0m でモデル化している。なお、文献^{1),2)}によると「最小計算格子間隔は 10m 程度より小さくすることを目安とする」との記載があることから、格子サイズ 5.0m は妥当である。

地形のモデル化にあたっては、最新の地形データを用いることとし、海域では日本水路協会(2011)、日本水路協会(2008～2011)、深淺測量及び防波堤標高測量等による地形データを用い、陸域では、国土地理院(2013)等による地形データを用いた（添付第 6-1 表）。また、取・放水路等の諸元については、発電所の竣工図を用いた。なお、遡上域において実地形とモデル化した地形の比較を行い、適切なモデル化が行われていることを確認している（添付第 6-2 図）。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深及び計算格子分割を添付第 6-3 図に示し、津波水位評価地点の位置を添付第 6-4 図に示す。

防波堤の越流および陸上の遡上を考慮し、防波堤については、水位がその天端を超える場合に本間公式(1940)を用い、発電所の護岸を遡上する場合については、相田公式(1977)を用いた。各計算方法について、添付第 6-5 図に示す。

津波伝播計算の初期条件となる海底面の鉛直変位については、Mansinha and Smylie(1971)の方法によって計算した。（参考参照）

津波数値シミュレーションのフローを添付第 6-6 図に、地殻変動量の考慮について概念図を添付第 6-7 図に示す。添付第 6-6 図及び添付第 6-7 図に示すとおり、潮位は初期条件として考慮し、地殻変動も地形に反映して津波数値シミュレーションを実施している。

上記を用いた数値シミュレーション手法及び数値解析プログラムにつ

いては、土木学会(2016)に基づき、既往津波である1964年新潟地震津波及び1983年日本海中部地震津波の再現性を確認し、津波の痕跡高と数値シミュレーションによる津波高との比から求める幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ が、再現性の指標である $0.95 < \kappa < 1.05$, $\kappa < 1.45$ を満足していることから妥当なものと判断した(添付第6-8図, 添付第6-9図)。

- 1) 確率論的手法に基づく基準津波算定手引き, 独立行政法人原子力安全基盤機構, p. 84, 2014
- 2) 津浪浸水想定の設定の手引き, 国土交通省水管理・国土保全局海岸室他, p. 31, 2012

■ 基礎方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - K_x \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) + \gamma_s^2 \frac{M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - K_y \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) + \gamma_s^2 \frac{N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} = 0$$

t : 時間
 x, y : 平面座標
 η : 静水面から鉛直上方にとった水位変動量
 M : x 方向の線流量
 N : y 方向の線流量
 h : 静水深 D : 全水深 ($D = h + \eta$) g : 重力加速度
 K_x : 水平渦動粘性係数
 γ_s^2 : 摩擦係数 ($= gn^2 / D^{1/3}$), n : マニングの粗度係数

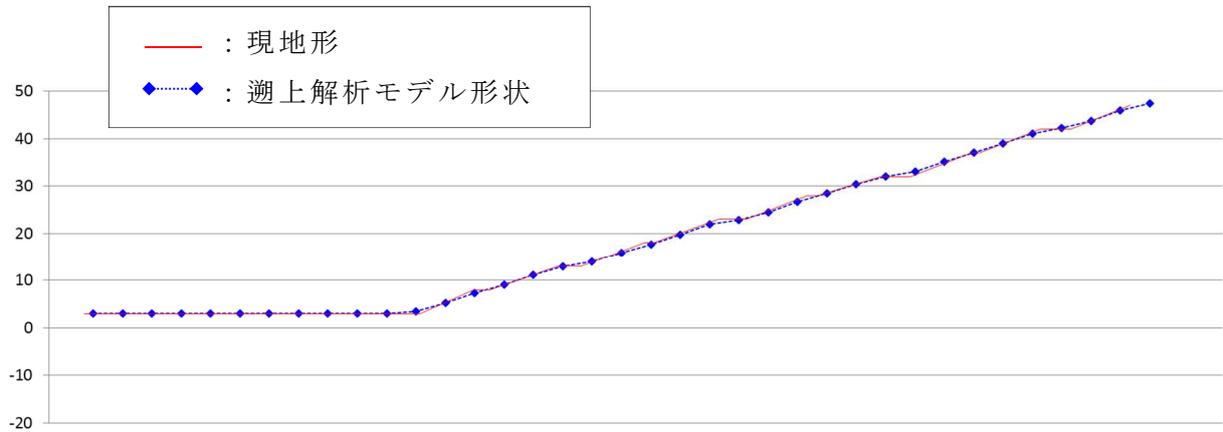
■ 計算条件

項目	計算条件
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすように0.1秒に設定
潮位条件	朔望平均潮位に潮位のばらつきを考慮
基礎方程式及び数値計算スキーム	非線形長波理論(浅水理論)に基づく後藤・小川(1982)の方法
沖側境界条件	後藤・小川(1982)の自由透過の条件
陸側境界条件	・敷地周辺:(計算格子間隔80m~5m)の領域は小谷ほか(1998)の陸上遡上境界条件 ・それ以外は完全反射条件
越流境界条件	越流を本間公式(1940)や相田公式(1977)で考慮
海底摩擦係数	マニングの粗度係数 ($n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$): 土木学会(2016)
陸上摩擦係数	マニングの粗度係数 ($n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$): 土木学会(2016)
水平渦動粘性係数	考慮していない ($K_h = 0$)
初期条件	Mansinha and Smylie(1971)の方法により海底面の鉛直変位分布を求めて初期水位として与える
計算時間	4時間

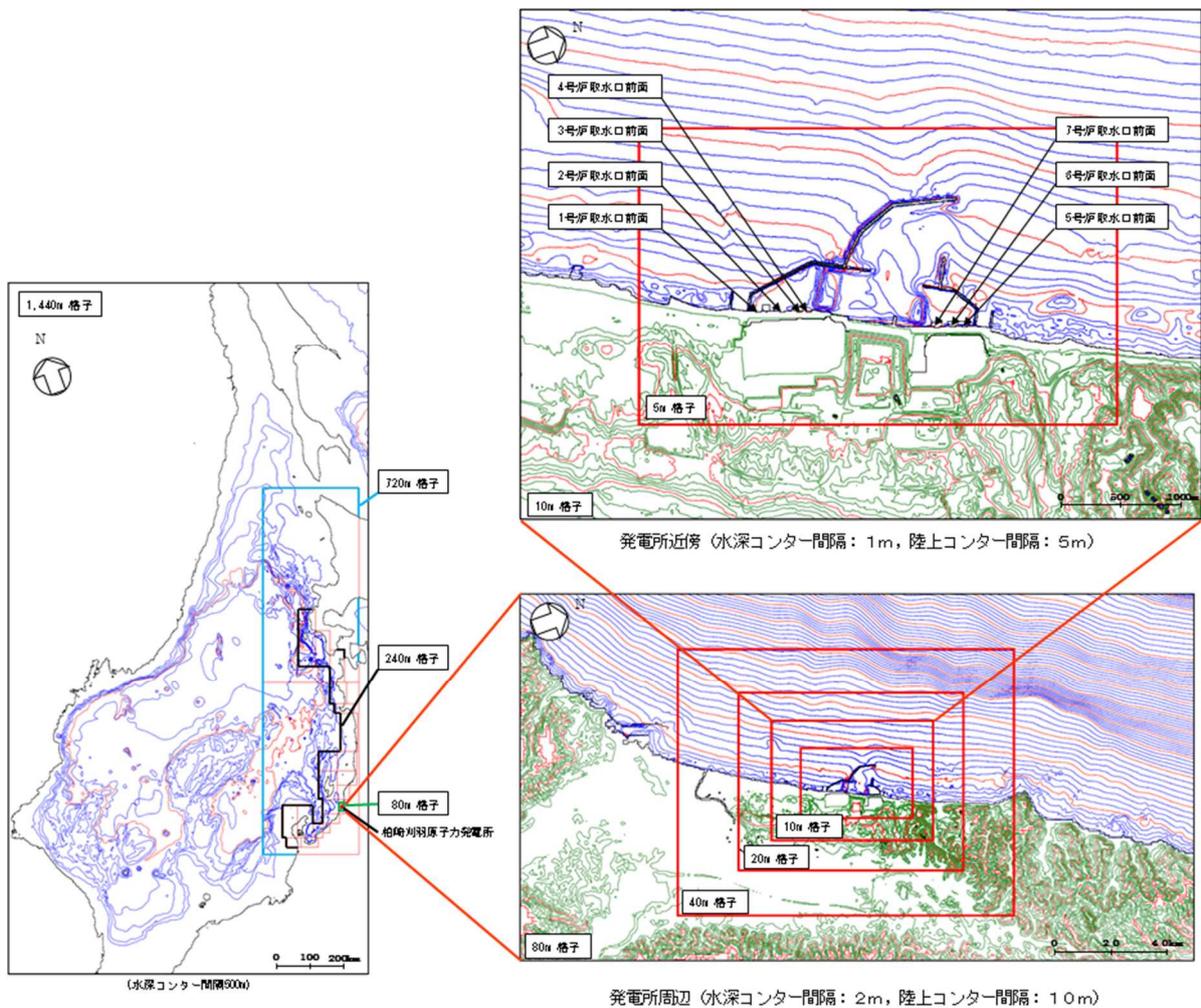
添付第6-1図 基礎方程式及び計算条件

添付第6-1表 地形データ

項目	データ
広域 海底地形	<ul style="list-style-type: none"> ➢ JT0P030v2 (2011. 8) : 日本水路協会 ➢ GEBCO_08 (2009. 11) : IOC, IHO ➢ M7000シリーズ (2008~2011) : 日本水路協会
陸域, 発電所近傍, 港湾内	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 基盤地図5mメッシュ (2013. 7) : 国土地理院 ➢ 深浅測量 (2014. 4) ➢ 防波堤標高測量 (2013. 10) ➢ 貯留堰の追加



添付第 6-2 図 実地形とモデル化した地形の比較
(中央土捨場海側斜面)



添付第 6-3 図 水深と計算格子分割図



添付第 6-4 図 津波水位評価地点

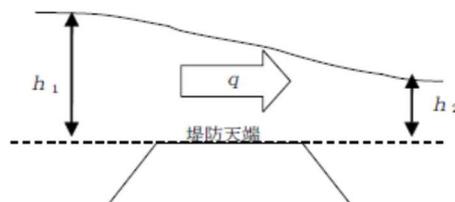
■ 本間公式 (本間(1940))

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

$$q = \mu h_1 \sqrt{2gh_1} \quad h_2 \leq \frac{2}{3} h_1$$

(潜り越流)

$$q = \mu' h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad h_2 > \frac{2}{3} h_1$$



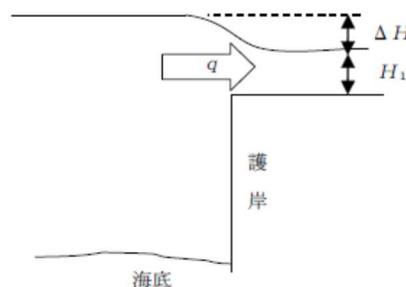
ここに、 $\mu = 0.35$, $\mu' = 2.6\mu$, 重力加速度 g

■ 相田公式 (相田(1977))

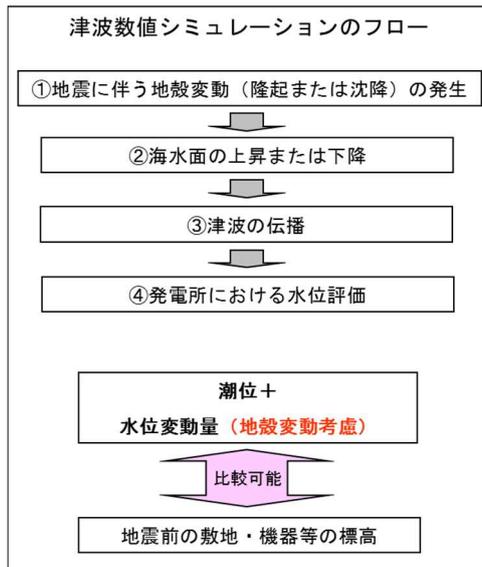
発電所の護岸を遡上する場合については、相田公式を用いて越流量を計算する。流量係数 C_1 を用いて、護岸内側への越流量 q は下記のとおりである。

$$q = C_1 H_1 \sqrt{g\Delta H}$$

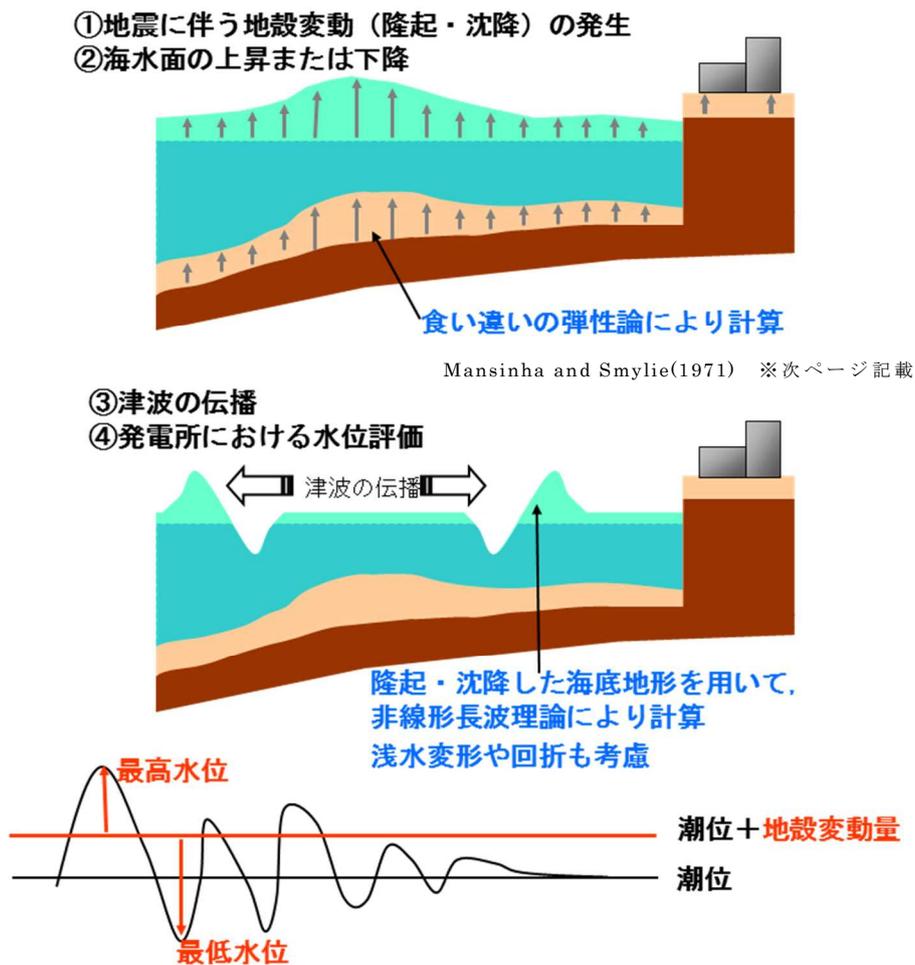
ここに、 H_1 : 護岸上面からの水位
 ΔH : 不連続箇所での水位差
 $C_1 = 0.6$



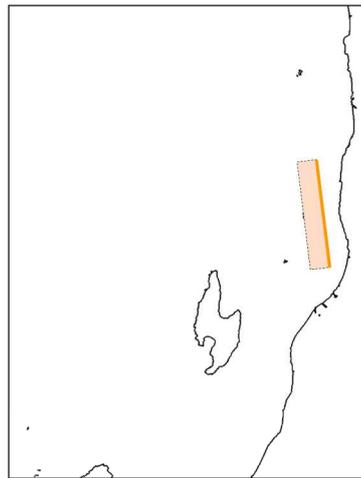
添付第 6-5 図 本間公式及び相田公式



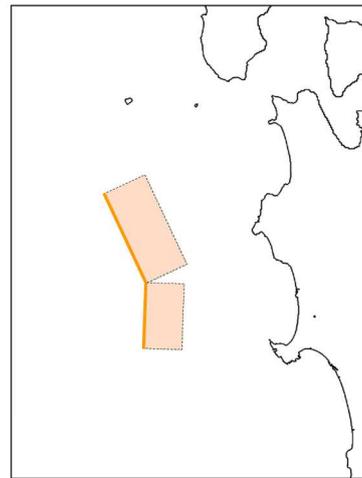
添付第 6-6 図 津波数値シミュレーションのフロー図



添付第 6-7 図 地殻変動量の概念図



1964年新潟地震津波



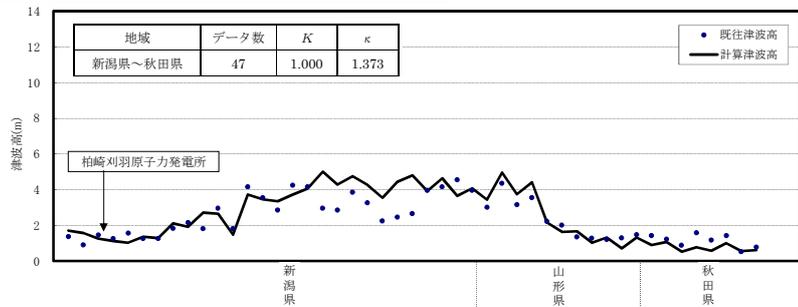
1983年日本海中部地震津波

既往地震の断層モデル

	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 D (m)	上縁深さ d (km)	走向 θ (°)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	備考
1964年 新潟地震	7.43	65	20	3.85	0.0	194	56	90	東電 オリジナル モデル
1983年 日本海 中部地震	7.74	40	30	7.60	2.0	22	40	90	相田 (1984) Model-10
		60	30	3.05	3.0	355	25	80	

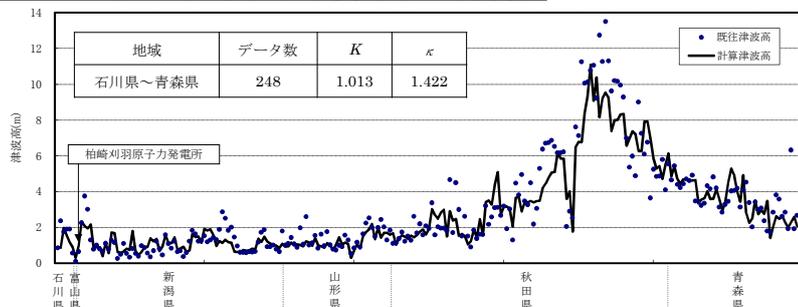
添付第 6-8 図 既往地震の断層モデル

■1964年 新潟地震津波の再現性



K=1.00
 κ =1.37

■1983年 日本海中部地震津波の再現性



K=1.01
 κ =1.42

添付第 6-9 図 既往津波の再現性

【参考】 Mansinha and Smylie(1971)の方法

地震発生地盤が等方で均質な弾性体であると仮定して地震断層運動に伴う周辺地盤の変位分布を計算する Mansinha and Smylie(1971)の方法について下記に示す。

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

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

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

ここに, x_3 方向の変位を u_3 とすると次の関係がある。

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

直交座標系 (x_1, x_2, x_3) として、図のように断層面を延長し海底面と交わる直線（走向）に x_1 軸，断層面の長軸方向中央を通り x_1 軸と交わる点を原点 (O) とし，水平面内に x_2 軸，鉛直下方に x_3 軸を取る。また，原点 O と断層面の中央を通る直線に ξ 軸を取り， ξ 軸上の点を座標系 (x_1, x_2, x_3) で表わしたものを (ξ_1, ξ_2, ξ_3) とする（ ξ 軸は x_2x_3 平面内にある）。 ξ 軸と x_2 軸との成す角を δ とする。また，すべりの方向と断層のなす角を λ ，すべりの大きさを D とする。

ここで，次のように変数を定めている。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

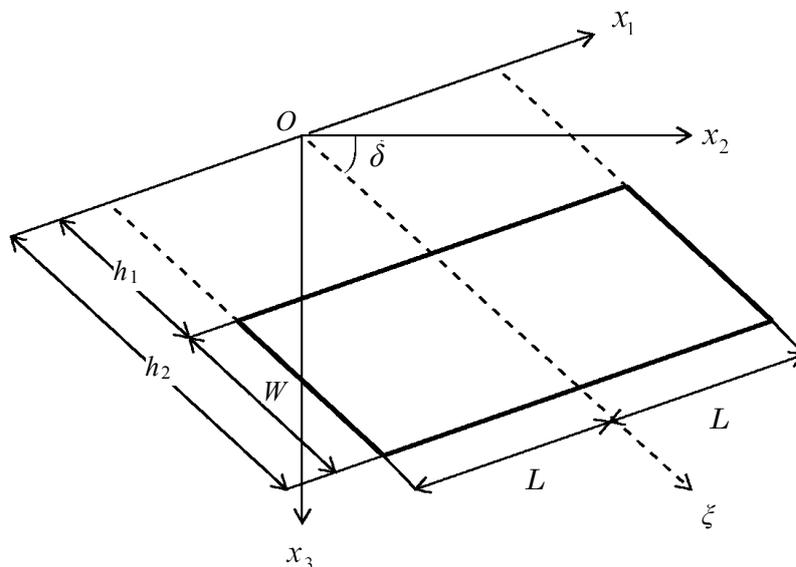


図1 断層モデルの座標系

添付資料 7

津波防護対策の設備の位置づけについて

津波防護対策の設備の位置づけについて

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉では，種々の津波防護対策設備を設置している（添付第 7-1 図）。

本書では，これらの津波防護対策設備の分類について，各分類の定義や目的を踏まえて整理した（添付第 7-1 表）。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 7-1 図 6 号炉及び 7 号炉における津波防護対策設備の概要

添付第 7-1 表 各津波防護対策設備の分類整理

分類	定義※1	施設・設備※1	目的※1	海水貯留堰	取水槽閉止板	水密扉	止水ハッチ	ダクト閉止板	浸水防止ダクト	貫通部止水処置	床ドレンライン浸水防止治具
津波防護施設	外郭防護及び内郭防護を行う土木、建築構造物	<ul style="list-style-type: none"> ●防潮堤（既存地山による自然堤防を含む） ●防潮壁 	<ul style="list-style-type: none"> ●敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護） 	<p>○</p> <p>引き波時において、非常用海水冷却系の海水ポンプの機能を保持し、同系による冷却に必要な海水を確保する※2</p>	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備	<ul style="list-style-type: none"> ●防潮堤・防潮壁に取りつけた水密扉等、止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備 	<ul style="list-style-type: none"> ●敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護） 	× 該当しない	○ 取水路からタービン建屋への津波の流入を防止する（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
		<ul style="list-style-type: none"> ●建屋等の壁や床に取りつけた水密扉や止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備 	<ul style="list-style-type: none"> ●浸水防護重点化範囲内に、津波や内部溢水及び地下水を浸水させない（内郭防護） 	× 該当しない	× 該当しない	○ 地震によるタービン建屋内の循環水管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して、浸水防護重点化範囲の浸水を防止する（内郭防護）					

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

※2 非常用取水設備に該当する設備であるが，津波防護施設（非常用取水設備を兼ねる）と位置付けて設置する

添付資料 8

耐津波設計における現場確認プロセス

耐津波設計における現場確認プロセス

8.1 はじめに

耐津波設計を行うに当たって必要となる現場確認について、遡上解析に必要な敷地モデル作成に関する現場確認プロセスと、耐津波設計の入力条件等（配置，寸法等）の現場確認プロセスの2つに分けて以下に示す。

8.2 津波遡上解析に関する敷地モデルの作成プロセスについて

8.2.1 基準要求

【第5条】

設置許可基準第5条（津波による損傷の防止）においては、設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また、解釈の別記3により、遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形とその標高などを考慮して、敷地への遡上の可能性を検討することが規定されている。

当該基準要求を満足するにあたっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において、遡上解析上、影響を及ぼすものの考慮が要求されており、具体的には、敷地及び敷地周辺の地形とその標高、伝播経路上の人工構造物を考慮した遡上解析を実施することとしている。

8.2.2 敷地モデル作成プロセス

上記要求事項を満足するために、添付第8-1図に示すフローに従って敷地モデルを作成した。次の(1)～(4)にプロセスの具体的内容を示す。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形とその標高のモデル化

敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、QMS図書として維持管理されている図面等を確認し、遡上域のメッシュサイズを踏まえて、適切な形状にモデル化を行った。

(2) 津波伝播経路上の人工構造物の調査

敷地において津波伝播経路上に存在する人工構造物として抽出すべき対象物をあらかじめ定義し調査を実施した。

具体的な対象物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構造物、及び津波の伝播経路に影響する恒設の人工構造物である。その他の津波伝播経路上の人工構造物については、構造物が存在することで津波の影響

軽減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上、保守的な評価となるよう対象外とした。

a. 図面等による調査

上記で定義した対象物となる既設の人工構造物については、高さ、面積について、QMS 図書として維持管理されている図面等の確認を実施した。また、将来設置される計画がある人工構造物のうち、上記で定義した対象物に該当するものについては、計画図面等により調査を実施した。

b. 現場調査

a で実施した図面等による調査において確認した既設の人工構造物については、社員による現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。また、図面に反映されていない人工構造物について、遡上解析に影響する変更がないことを確認した。

今回、海底地形及び陸域の地形については、日本水路協会の最新の地形データ、国土地理院発行の最新の地形図からデータを抽出した。発電所敷地内の地形及び構造物のデータについては、建設時の工事竣工図からデータを抽出した。

発電所敷地における構造物、地盤などの変位、変形については、発電所における定期保守業務で特定地点の計測を実施し、有意な変位、変形がないことを確認した。

(3) 敷地モデルの作成

(2)で実施した調査結果を踏まえ、敷地モデルの作成を実施した。

(4) 敷地モデルの管理

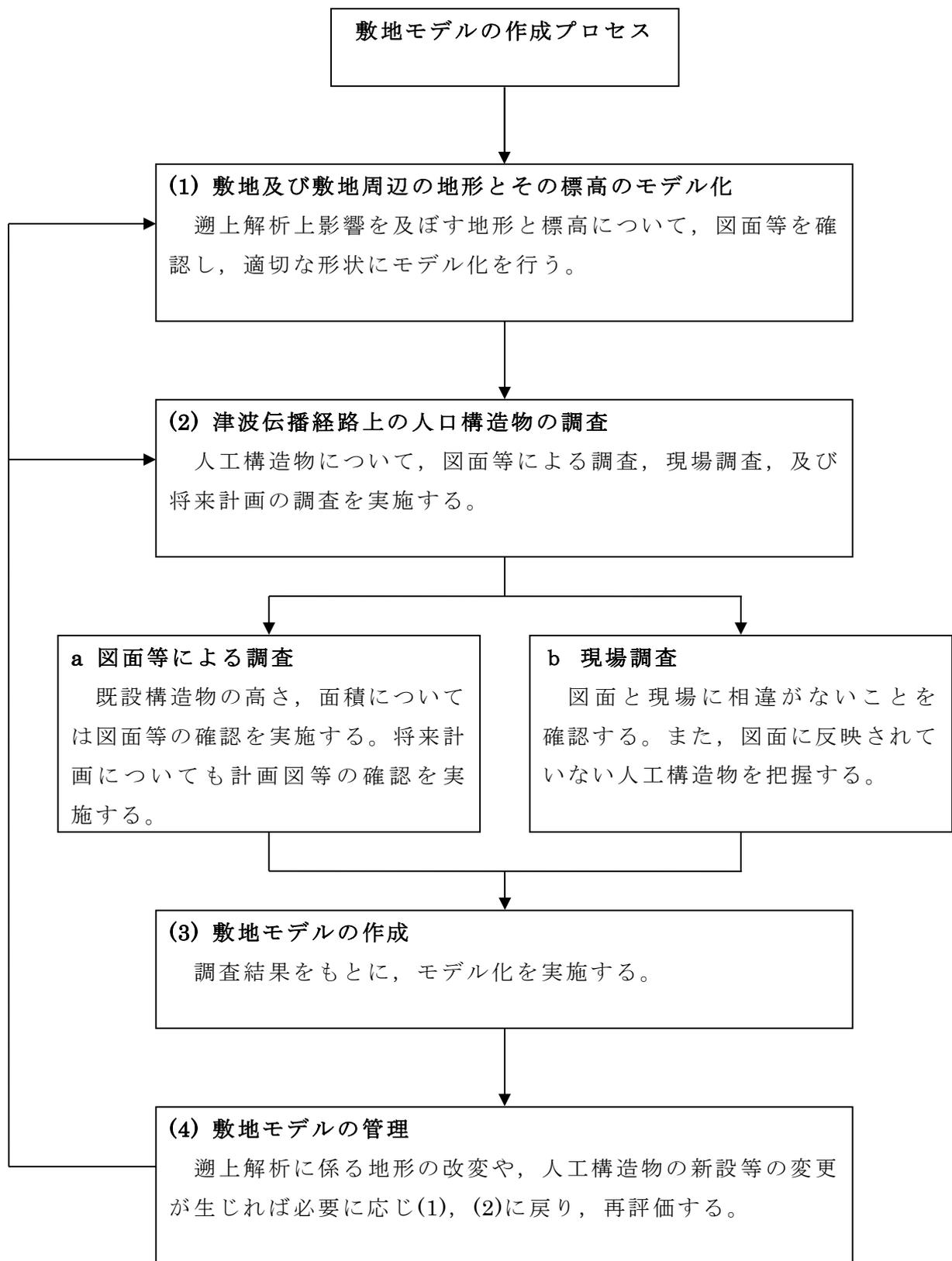
遡上解析に係る地形の改変や、人工構造物の新設等の変更に生じれば必要に応じ(1)、(2)に戻り再度モデルを構築する。

8.2.3 現場調査の品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

8.2.4 今後の対応

今後、改造工事等により、津波伝播経路上の敷地の状況（地形の改変、人工構造物の新設等）が変更となる場合は、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて遡上解析を再度実施する。



添付第 8-1 図 敷地モデル作成に関する現場確認プロセスフロー図

8.3 耐津波設計に関する入力条件等現場確認プロセス

8.3.1 基準要求

【第 5 条】

設置許可基準規則第 5 条（津波による損傷の防止）においては，設計基準対象施設は，その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また，解釈の別記 3 及び「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において，敷地への浸水の可能性のある経路の特定，バイパス経路からの流入経路の特定，取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界における浸水の可能性のある経路の特定，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路の特定及び漂流物の可能性の検討を行うこととしている。

【第 40 条】

設置許可基準規則第 40 条（津波による損傷の防止）においては，重大事故等対処施設は，基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを要求しており，解釈は第 5 条に準じるとしている。

8.3.2 入力条件等現場確認プロセス

上記要求事項を満足するために，添付第 8-2 図に示すフローに従って耐津波設計において必要となる入力条件等の確認を行った。次の(1)～(8)にプロセスの具体的内容を示す。なお，本資料において，設計基準対象施設の津波防護対象設備と重大事故等対処施設の津波防護対象設備を併せて，「津波防護対象設備」とする。

(1) 津波防護対象設備について

設置許可基準規則第 5 条及び第 40 条においては，設計基準対象施設の安全機能及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことが要求されている。そのため，津波防護対象設備を設定し，津波防護対象設備を内包する建屋及び区画以外に，津波防護対象設備が設置されていないことを確認する。

(2) 外郭防護 1（地上部からの流入）について

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置する，または，津波防護施設，浸水防

止設備を設置することで流入を防止することが要求されている。そのため、各施設・設備が設置されている敷地高さ及び必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(3) 外郭防護 1（取水路・放水路等からの流入）について

取水路・放水路等の経路から津波が流入する可能性の検討、特定及び必要に応じて浸水対策を行うことが要求されている。そのため、海水が流入する可能性のある経路を網羅的に調査し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(4) 外郭防護 2 について

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定することが要求されている。そのため、漏水の可能性のある経路及び浸水想定範囲内の津波防護対象設備の安全機能若しくは重大事故等に対処するために必要な機能に影響を与える閾値（機能喪失高さ）並びに必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(5) 内郭防護について

浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことが要求されている。そのため、可能性のある経路を特定し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(6) 漂流物について

基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討することが要求されている。そのため、遡上解析を踏まえた上で漂流物調査を網羅的に行い、取水性に影響を与えないことを確認する。

a. 図面等による調査

上記の調査対象となる施設・設備等については図面等を用いて確認を実施する。

b. 現場調査

a で実施した図面等による調査において確認した施設・設備等については、現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。

(7) 耐津波設計の成立性の確認

(1)～(6)で実施した調査結果を踏まえ、耐津波設計の成立性を確認する。また、新たに必要となる浸水対策がある場合は、実施する。

(8) 入力条件等の管理

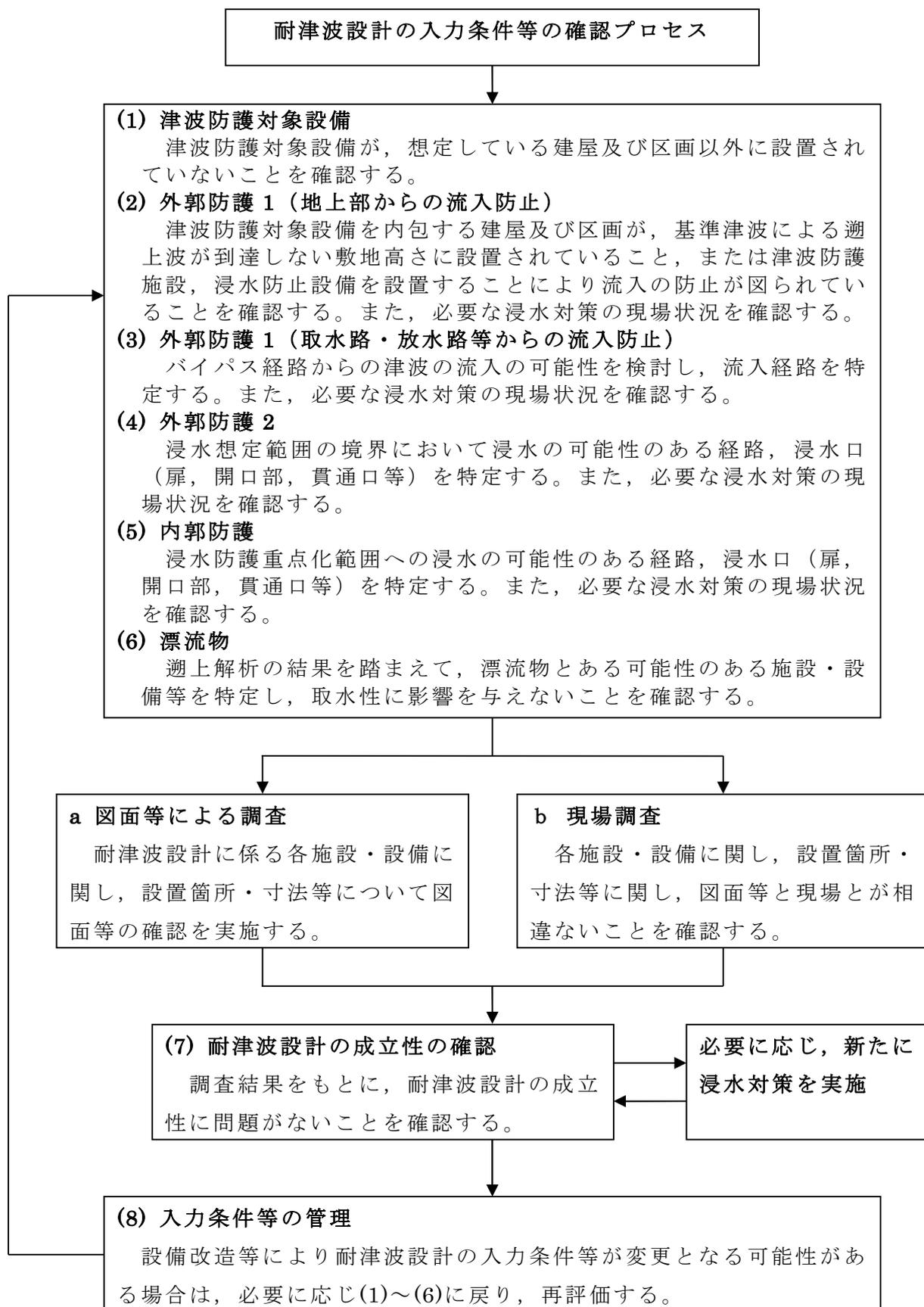
設備改造等により耐津波設計の入力条件等が変更となる可能性がある場合は、必要に応じ(1)～(6)に戻り、再評価する。

14.3.3 品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

14.3.4 今後の対応

今後、改造工事等により、耐津波設計に用いる入力条件等の変更が生じた場合、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて入力条件等の再調査を実施する。



添付第 8-2 図 耐津波設計の入力条件等の現場確認プロセスフロー図

添付資料 9

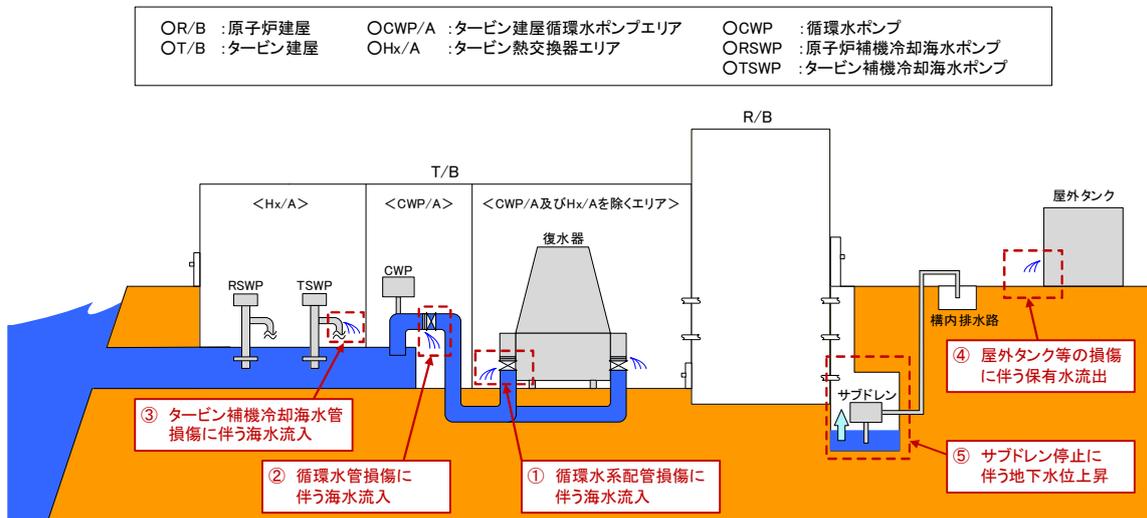
内郭防護において考慮する溢水の
浸水範囲，浸水量について

内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲，浸水量について

9.1 はじめに

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」では，規制基準における要求事項「津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること」に関し，審査ガイドに従い，6号炉及び7号炉で考慮すべき具体的な溢水事象として以下の五事象を挙げている。（添付第9-1図）

- ①タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリア※を除く）における溢水
- ②タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水
- ③タービン建屋熱交換器エリアにおける溢水
- ④屋外タンク等による屋外における溢水
- ⑤建屋外周地下部における地下水位の上昇



添付第9-1図 地震による溢水の概念図

これらの各事象による浸水範囲，浸水量については，「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.1）において説明されており，本書をその当該箇所を抜粋する形で，その評価条件，評価結果等の具体的な内容を示す。

9.2 タービン建屋内における溢水（事象①，②，③）

9. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価

防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価として、地震に起因する復水器近傍の循環水管の破損を想定したタービン建屋のうち循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除いたタービン建屋（以下、タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）という。）における溢水、循環水ポンプ近傍の循環水管の破損を想定したタービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水、タービン補機冷却海水系の配管破損を想定したタービン建屋熱交換器エリアにおける溢水について、防護対象設備に及ぼす影響を確認する。

防護対象設備が設置されている原子炉建屋及びタービン建屋熱交換器エリア（原子炉補機冷却系設置エリア）とタービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）、タービン建屋循環水ポンプエリア及びタービン建屋熱交換器エリアの位置関係を第 9-1(a) 図に、タービン建屋熱交換器エリア（B系）断面図を第 9-1(b) 図に示す。



第 9-1(a) 図 建屋の位置関係（7号炉の例）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第9-1(b)図 タービン建屋熱交換器エリア (B系) 断面図 (7号炉の例)

9.1 タービン建屋 (循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く) における溢水

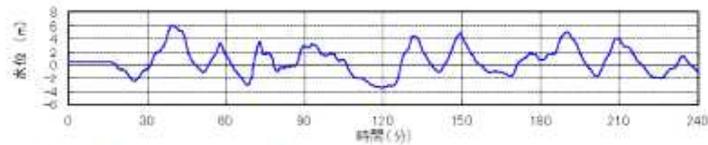
- タービン建屋 (循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く) における溢水については、循環水管の伸縮継手破損及び地震に起因する耐震B, Cクラス機器の破損を想定し、循環水ポンプを停止、復水器出入口弁を閉止するまでの間に生じる溢水量と耐震B, Cクラス機器の保有水による溢水量を合算した水量を算出する。また、溢水はタービン建屋 (循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く) 空間部に滞留するものとして浸水水位を算出する。
- 循環水管の伸縮継手破損箇所が、津波や耐震B, Cクラス機器の溢水により水没した場合、サイフォン効果を考慮すると、取水口前面の潮位が循環水管立ち上がり部下端高さよりも低い場合でも、海水が破損箇所を介して継続して流入してくる可能性がある。このため、最終的なタービン建屋の溢水量を算出する際は、サイフォン効果を考慮する。
- なお、想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包含される (詳細は補足説明資料9.1.1(1)及び9.1.2参照)。

9.1.1 評価条件

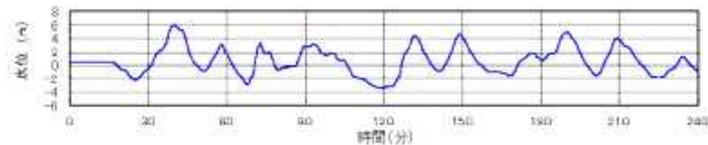
(1) 評価条件

- ・循環水ポンプ吐出弁は、循環水ポンプ停止後も閉止しないと仮定して評価する。
- ・地震に伴い基準津波が襲来するものとし、津波襲来に伴う潮位変動を考慮して 10 秒毎の単位時間当たりの溢水量を算出する。評価用の溢水量は、溢水停止までの単位時間当たりの溢水量を合算した水量とする。
- ・潮位は、各号炉の取水口前面と大湊側放水口前面の潮位の時刻歴を 10 秒毎に比較し、高いほうの値を採用する（入力津波の波形を第 9.1.1-1(a), (b)図に、潮位の採用（高取り）イメージを第 9.1.1-1(c)図に示す。初期潮位は朔望平均満潮位 T.M.S.L.+0.49m）。なお、取水口前面において想定する基準津波は、溢水量が厳しくなるよう、襲来のタイミングが早い、敷地周辺海域の活断層の波形を用いることとし、潮位のばらつき分として +0.2m を考慮する。
- ・破損を想定する伸縮継手の配置（復水器出入口弁部及び復水器水室連絡弁部）を第 9.1.1-2 図に示す。破損箇所での溢水の流出圧力は、潮位を考慮した循環水ポンプの全揚程または潮位と、破損箇所の高さまたはタービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）の浸水水位の水頭差とする。なお、配管の圧損については、海水が流入しやすくするため保守的に考慮しない。
- ・タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）の浸水水位は、津波の流入の都度上昇するものとして計算する。
- ・地震発生後の事象進展を考慮した評価を行う。
 - ①地震により循環水管の伸縮継手破損が発生し、タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）内に溢水が生じる。
 - ②タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）内浸水水位が上昇し、復水器エリアの漏えい検知器の検知レベルに達してインターロックが動作する。インターロックについては、以下の(2)にて詳述する。
 - ③漏えい検知インターロックにより循環水ポンプが停止する。循環水ポンプの揚程は停止後 1 分で線形に低下していくものとする（詳細は補足説明資料 9.2 参照）。循環水ポンプの揚程が低下したのち、復水器出入口弁が全閉するまでの間は、サイフォン効果による海水流入が起る。
 - ④復水器出入口弁全閉後、伸縮継手上部に位置する復水器内保有水（海水）及び耐震 B, C クラス機器の破損による溢水が生じるものとし、③までの事象の後に各保有水量を加える。

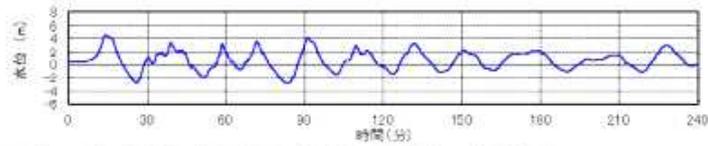
- ・ 柏崎刈羽原子力発電所 6, 7 号炉のタービン建屋は通路で繋がっているが、建屋境界に止水処置を施すこととしていることから、号炉毎に溢水量評価を実施する。



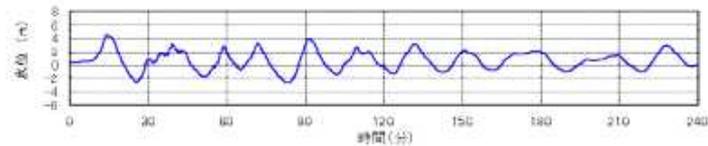
6号炉取水口前面潮位（日本海東縁部 最高潮位：T. M. S. L. +6. 2m）



7号炉取水口前面潮位（日本海東縁部 最高潮位：T. M. S. L. +6. 1m）

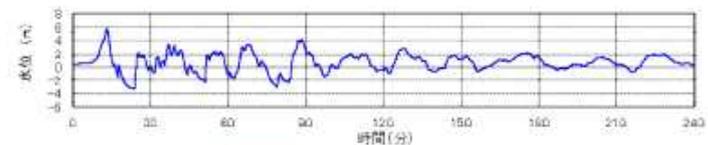


6号炉取水口前面潮位（敷地周辺海域の活断層 最高潮位：T. M. S. L. +4. 5m）



7号炉取水口前面潮位（敷地周辺海域の活断層 最高潮位：T. M. S. L. +4. 6m）

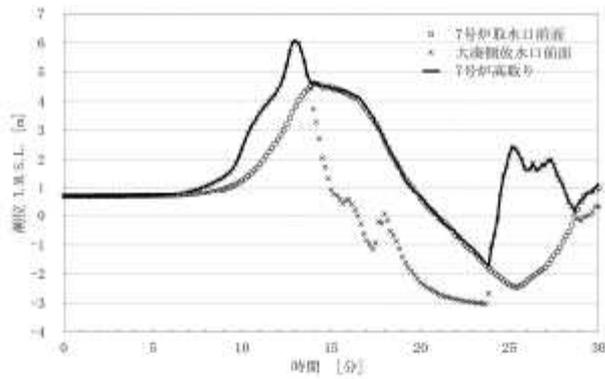
第 9. 1. 1-1(a) 図 入力津波の波形
(6, 7 号炉取水口前面)



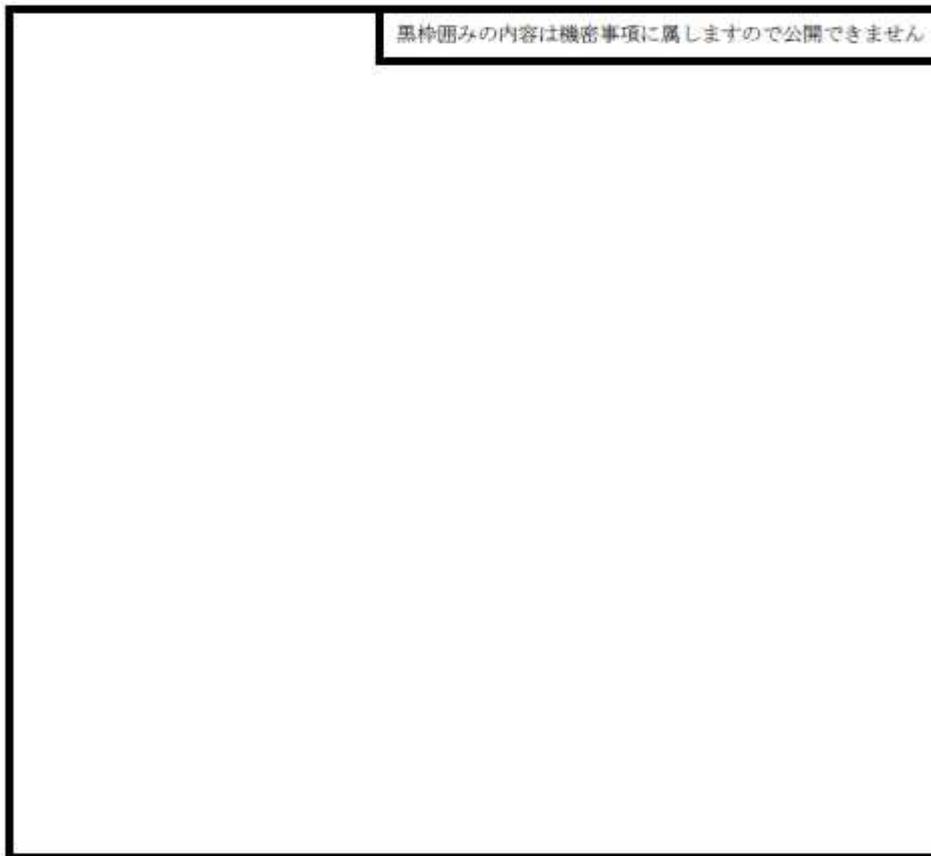
大湊側放水口前面潮位（敷地周辺海域の活断層 最高潮位：T. M. S. L. +5. 9m）

第 9. 1. 1-1(b) 図 入力津波の波形
(大湊側放水口前面)

9 条-別添 1-9-4



第 9.1.1-1(c) 図 潮位の採用（高取り）イメージ（7号炉の例）



第 9.1.1-2 図 破損を想定する伸縮継手の配置【7号炉の例】
 (タービン建屋 (循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く))

<凡例>

○□：復水器出入口弁部（12箇所）

○—：復水器水室連絡弁部（6箇所）

9条-別添1-9-5

(2) 循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉止インターロックについて

a. 概要

地震時に循環水管の伸縮継手（第 9.1.1-2 図を参照）が破損した場合、循環水管を通じてタービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）内に海水が流入することにより、原子炉建屋及びタービン建屋熱交換器エリア（原子炉補機冷却系設置エリア）に設置されている防護対象設備が機能喪失するおそれがある。そのため、溢水量を低減することを目的として、復水器周りで発生した溢水を検知し、循環水ポンプを停止するとともに復水器出入口弁を閉止するインターロックを設置する。

b. インターロック

インターロック回路を第 9.1.1-3 図に、漏えい検知器の配置、構造及び外観を第 9.1.1-4(a), (b)図に示す。

インターロック動作は、原子炉スクラム信号と漏えい検知信号の and 条件とする。インターロック回路及び復水器出入口弁は、基準地震動 Ss に対して機能を維持する設計とし、非常用電源へ接続する。

漏えい検知レベルについては、通常起こりうる溢水での誤動作を防止し、大規模溢水発生時の早期かつ確実な検知を達成させる観点より、既設漏えい検知レベル（復水器設置床レベル（T.M.S.L.-5.1m）程度）より高い T.M.S.L.-5.0m とする。

漏えい検知からインターロック動作までの流れは以下のとおり。

- ・ 溢水が電極式レベル計の検知レベルに達すると、電極間が導通し、漏えい検知信号が各々のレベルスイッチから発せられる。
- ・ 電極式レベル計及びレベルスイッチは、海側と山側に 3 台ずつ設置されている。海側または山側の 3 台のうち 2 台以上の漏えい検知信号が発せられ、かつ地震に起因した地震加速度大スクラムなどの原子炉スクラム信号との and 条件が成立するとインターロックロジックが成立し、循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉信号が発せられる。
- ・ 復水器出入口弁閉信号は、循環水ポンプ停止後の慣性水流による復水器出入口弁の開動作時における弁の損傷を防止するため、循環水ポンプ停止後の循環水ポンプ揚程低下による慣性水流の低減を考慮し、時間遅れを持って発する設計としている。

漏えい検知から循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉止までのインターロック各動作時における溢水流量の変動イメージを第 9.1.1-5 図に示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 9.1.1-3 図 インターロック回路

9 条-別添 1-9-7

5 条-別添-添付 9-9

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 9. 1. 1-4(a) 図 漏えい検知器の配置
(タービン建屋地下 2 階 T. M. S. L. -5. 1m)

★ : 既設検知器, ★ : 新設検知器

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 9. 1. 1-4(b) 図 漏えい検知器 (電極式) の構造及び外観 【7 号炉の例】

9 条-別添 1-9-8

5 条-別添-添付 9-10

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 9.1.1-5 図 インターロック各動作時における溢水流量の変動イメージ

9 条-別添 1-9-9

5 条-別添-添付 9-11

9.1.2 溢水量と浸水水位

タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）について、地震発生後の事象進展を考慮して以下のように段階を分けて溢水量評価を実施する。

(1) 地震発生～循環水ポンプ停止まで

循環水管の伸縮継手破損については、復水器出入口弁部及び復水器水室連絡弁部伸縮継手（第 9.1.1-2 図を参照）の全円周状の破損を想定する。復水器エリアの漏えい検知インターロックによって循環水ポンプが自動停止するまでの溢水流量を以下の式にて算出する。

地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量を第 9.1.2-1 表に示す（詳細は添付資料 9.1 参照）。

$$Q = AC\sqrt{2gh} \times 60$$

$$= \pi D w C \sqrt{2gh} \times 60$$

Q：流出流量 [m³/分]

A：破損箇所の面積 [m²]

C：損失係数 0.82 [-]

g：重力加速度 9.8 [m/s²]

h：水頭 [m]

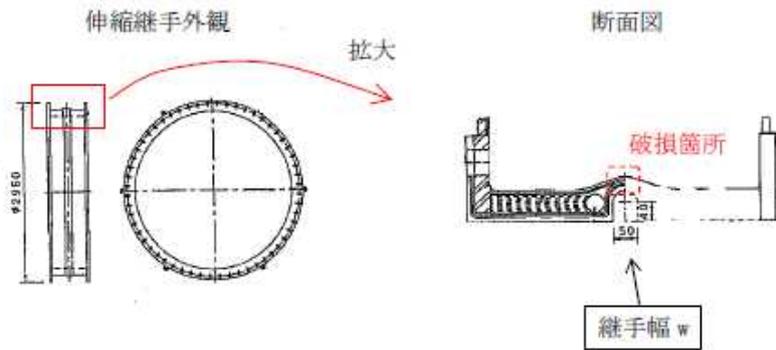
D：内径 [m]

w：継手幅 [m]

（継手幅イメージを第 9.1.2-1 図に示す。）

第 9.1.2-1 表 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量

【6号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	2.6	0.050	約 4,785
復水器水室連絡弁部		0.022	
【7号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	2.6	0.080	約 9,398
復水器水室連絡弁部			



第 9.1.2-1 図 継手幅イメージ (6号炉 復水器入口弁部伸縮継手の場合)

地震発生～循環水ポンプ停止までに要する時間を第 9.1.2-2 表に示す
(詳細は添付資料 9.2 参照)。

第 9.1.2-2 表 地震発生～循環水ポンプ停止までに要する時間

	【6号炉】	【7号炉】
地震発生～循環水ポンプ停止	約 0.50 分 ^{※1}	約 0.34 分 ^{※1}

※1 浸水水位が漏えい検知レベルを超えるまでの時間

地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量を第 9.1.2-3 表に示す。

$$(\text{溢水流量}) \times (\text{地震発生～循環水ポンプ停止までに要する時間}) \\ = (\text{溢水量})$$

第 9.1.2-3 表 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量

溢水量【6号炉】	約 4,785 m ³ /分×約 0.50 分=約 2,393 m ³
溢水量【7号炉】	約 9,398 m ³ /分×約 0.34 分=約 3,133 m ³

(2) 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離まで

循環水ポンプが停止してからインターロックにより復水器出入口弁が閉止して破損箇所が隔離されるまでの所要時間を第 9.1.2-4 表に示す。

第 9.1.2-4 表 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの所要時間

内容	所要時間
循環水ポンプ停止～循環水ポンプ揚程ゼロ	1分
循環水ポンプ揚程ゼロ～復水器出入口弁 12 弁閉開始	1分
復水器出入口弁 12 弁閉開始～12 弁全閉	1分
計	3分

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量について、循環水ポンプ停止直後の値を代表とし、第 9.1.2-5 表に示す。

なお、復水器出入口弁の閉動作中の溢水流量は、弁開度によらず全開として算出する。

第 9.1.2-5 表 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量
(循環水ポンプ停止直後)

【6号炉】	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	約 4,400
復水器水室連絡弁部	
【7号炉】	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	約 8,637
復水器水室連絡弁部	

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量を第 9.1.2-6 表に示す(詳細は添付資料 9.3 参照)。

第 9.1.2-6 表 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量

	溢水量 [m ³]	
	【6号炉】	【7号炉】
循環水ポンプ停止 ～循環水ポンプ揚程ゼロ	約 3,047	約 5,961
～復水器出入口弁 12 弁閉開始	約 1,186	約 2,488
～12 弁全閉	約 1,189	約 2,325
計	約 5,420	約 10,773

- (3) 復水器及び耐震 B, C クラス機器の保有水量
復水器の保有水量を第 9.1.2-7 表に示す。

第 9.1.2-7 表 破損した伸縮継手より上部に位置する復水器の保有水量

溢水量 [m ³]	
【6号炉】	【7号炉】
約 1,668	約 1,820

保有水量を算出する主な耐震 B, C クラス設備は以下のとおり。また、保有水量を第 9.1.2-8 表に示す。溢水量は、保守的に「7.地震時評価に用いる各項目の算出及び溢水影響評価」の第 7.5-2 表及び第 7.5-4 表における区画 T-B2-3 の合計溢水量の 10m³単位を切り上げた値とする。

機器：復水器（淡水）、復水ろ過器、復水脱塩塔、低圧給水加熱器、高圧給水加熱器、低圧復水ポンプ、高圧復水ポンプ、タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ等
配管：給水系配管、復水系配管等

第 9.1.2-8 表 耐震 B, C クラス機器の保有水量

	保有水量 [m ³]
【6号炉】	約 8,100
【7号炉】	約 8,100

(1) ~ (3) より、地震発生～破損箇所隔離までの期間におけるタービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）の溢水量及び浸水水位を第 9.1.2-9 表に示す（詳細は添付資料 9.4 参照。浸水イメージを第 9.1.2-2 図に示す）。

第 9.1.2-9 表 タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）の溢水量及び浸水水位

	溢水量[m ³]			
	循環水管	復水器	耐震 B, C クラス機器	合計（浸水水位）
【6号炉】	約 7,813 [※]	約 1,668	約 8,100	約 17,580 [※] (T.M.S.L.約+0.56m)
【7号炉】	約 13,905 [※]	約 1,820	約 8,100	約 23,830 [※] (T.M.S.L.約+2.91m)

※：各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため、各表の合計値と異なる場

合がある。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません



第9.1.2-2図 浸水イメージ【6号炉の例】
(タービン建屋 (循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く) における溢水)

<凡例>

■ : 溢水による浸水範囲

■ : 貫通部止水処置を講じる壁面

9.2 タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水

- ・タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水については、循環水管の伸縮継手破損を想定し、循環水ポンプ電動機が浸水するまでの間に生じる溢水量を算出する。
- ・想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包含される（詳細は補足説明資料 9.1.1(2)及び 9.2 参照）。

9.2.1 評価条件

- ・循環水ポンプ吐出弁は、循環水ポンプ停止後も閉止しないと仮定して評価する。
- ・循環水管破損箇所での流出圧力は、潮位を考慮した循環水ポンプ全揚程と破損箇所の高さまたはタービン建屋循環水ポンプエリアの浸水水位の水頭差とする。なお、配管の圧損については、海水が流入しやすくするため保守的に考慮しない。
- ・津波の想定については 9.1. に記載のとおり。
- ・地震発生後の事象進展を考慮した評価を行う。
 - ①地震により循環水管の伸縮継手が破損し、循環水ポンプエリア内に溢水が生じる。
 - ②循環水ポンプは溢水が発生している状況においても運転し続け、タービン建屋循環水ポンプエリアの浸水水位が循環水ポンプ電動機上端に達したとき、電動機が浸水し、循環水ポンプが停止する。
 - ③循環水ポンプが停止した後、循環水ポンプの揚程は停止後 1 分で線形に低下していくものとし、循環水ポンプ停止後の循環水ポンプの揚程が循環水ポンプエリアの浸水水位未満になると溢水が停止する。
- ・柏崎刈羽原子力発電所 6、7 号炉のタービン建屋循環水ポンプエリアは位置的に離れており、かつエリア境界部に止水処置を施すこととしていることから、号炉毎に溢水量評価を実施する。

9.2.2 溢水量と浸水水位

(1) 地震発生～循環水ポンプ停止まで

循環水管の伸縮継手の破損については、循環水ポンプ吐出弁部及び循環水ポンプ吐出連絡弁部伸縮継手の全円周状の破損を想定する（破損を想定する伸縮継手の配置を第 9.2.2-1 図に示す）。なお、溢水流量は、ポンプ全揚程と循環水ポンプエリア浸水水位の水頭差の変動により常に変動している。そのため、地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量は、溢水発生直後の値を代表とし、第 9.2.2-1 表に示す（詳細は添付資料 9.5 参照）。



第 9.2.2-1 図 破損を想定する伸縮継手の配置【7号炉の例】
(タービン建屋循環水ポンプエリア)

<凡例>

□—：循環水ポンプ吐出弁部（3箇所）

○—：循環水ポンプ吐出連絡弁部（2箇所）

第 9.2.2-1 表 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量
(溢水発生直後の値)

【6号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
循環水ポンプ吐出弁部	3.6	0.050	約 1,675
循環水ポンプ吐出連絡弁部	2.6	0.022	
【7号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
循環水ポンプ吐出弁部	3.4	0.080	約 3,288
循環水ポンプ吐出連絡弁部	2.6		

タービン建屋循環水ポンプエリアの溢水量及び浸水水位を第 9.2.2-2 表に示す(詳細は添付資料 9.6 参照。浸水イメージを第 9.2.2-2 図に示す)。

第 9.2.2-2 表 タービン建屋循環水ポンプエリアの溢水量及び浸水水位

	溢水量 [m ³]	浸水水位 T. M. S. L. [m]	循環水ポンプ電動機 上端 T. M. S. L. [m]
【6号炉】	約 9,910	約+12.19	+12.145
【7号炉】	約 9,740	約+11.89	+11.66

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 9.2.2-2 図 浸水イメージ【6号炉の例】
(タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水)

<凡例>

- : 溢水による浸水範囲
- : 貫通部止水処置を講じる壁面

9.3 タービン建屋熱交換器エリアにおける溢水

- ・タービン建屋熱交換器エリアにおける溢水として、タービン補機冷却海水系からの溢水を想定する。
- ・想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包含される（詳細は補足説明資料 9.1.1(3)及び 9.1.2 参照）。

9.3.1 評価条件

- ・タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁は、タービン補機冷却海水ポンプ停止後も閉止しないと仮定して評価する。
- ・タービン建屋熱交換器エリアの浸水水位は、津波の流入の都度上昇するものとして計算する。
- ・地震発生後の事象進展を考慮した評価を行う。
 - ①地震によりタービン補機冷却海水配管が破損し、タービン建屋熱交換器エリア内に溢水が生じる。
 - ②タービン補機冷却海水ポンプが停止した後は、サイフォン効果及び津波による海水流入が継続する。
 - ③サイフォン効果及び津波による海水流入により、タービン建屋熱交換器エリアの浸水水位は、タービン補機冷却海水ポンプ取水槽部における入力津波高さの最大値と同値になるものとする。

9.3.2 溢水量と浸水水位

タービン建屋熱交換器エリアの浸水水位は、タービン補機冷却海水ポンプ取水槽部における入力津波高さの最大値とする。各補機取水槽における水位の最大値を第 9.3.2-1 表に示す。ここでは、タービン補機冷却海水ポンプ取水槽部における入力津波高さの最大値に、水位のばらつき分として +0.2m を考慮した値を浸水水位とする（値を第 9.3.2-2 表に、浸水イメージを第 9.3.2-1 図に示す）。

第 9.3.2-1 表 各補機取水槽における水位の最大値
(第 306 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料(抜粋))

		水 位 T.M.S.L. (m)					
		取水口側値	補機海水ポンプ A系RSW	補機海水ポンプ B系北RSW	補機海水ポンプ B系TSW	補機海水ポンプ B系南RSW	補機海水ポンプ C系TSW
6号炉	日本原電機部 (2個域モデル)+L5-2	+6.12	+6.27	+6.37	+6.35	+6.36	+6.36
7号炉	日本原電機部 (2個域モデル)+L5-2	+6.09	+6.91	+6.24	+6.16	+6.17	+7.12

(略語説明) RSW：原子炉補機冷却海水系，TSW：タービン補機冷却海水系

第 9.3.2-2 表 タービン建屋熱交換器エリアの浸水水位
(タービン補機冷却海水ポンプ取水槽部における入力津波高さの最大値(水位のばらつき分+0.2mを考慮))

	浸水水位 T.M.S.L. [m]
【6号炉】	約+6.6
【7号炉】	約+7.4

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 9.3.2-1 図 浸水イメージ【7号炉の例】
(タービン建屋熱交換器エリアにおける溢水)

<凡例>

- : 溢水による浸水範囲
- : 止水バウンダリ

9条-別添1-9-19

5条-別添-添付9-21

9.4 評価結果

9.1～9.3 の各溢水事象により浸水する範囲について、防護対象設備が設置されている原子炉建屋及びタービン建屋熱交換器エリア（原子炉補機冷却系設置エリア）との境界貫通部に対して止水処置を施すこととしていることから、溢水の防護対象設備への影響はない。

9.3 屋外における溢水（事象④，⑤）

10. 建屋外からの溢水影響評価

6号炉及び7号炉における溢水防護対象設備を内包する建屋の外部に存在する溢水源としては、海水を除き、屋外タンク及び淡水貯水池の保有水ならびに地下水が挙げられる。以下に、これらの溢水が溢水防護対象設備に与える影響を評価する。

なお、海水の溢水に関しては「9. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価」及び第五条（津波による損傷の防止）に対する適合性において説明する。

10.1 屋外タンクの溢水による影響

6号炉及び7号炉の近傍に設置されているタンク、貯槽類を構内配置図及び現場調査により抽出した。結果を第10.1-1表に、また抽出されたタンク、貯槽類の配置を第10.1-1図に示す。

屋外タンクの溢水としては、地震による損傷が否定できない設備については地震起因破損による溢水を考慮する必要がある。また、地震時の健全性が確保されている設備についても想定破損による溢水の考慮が必要となる。

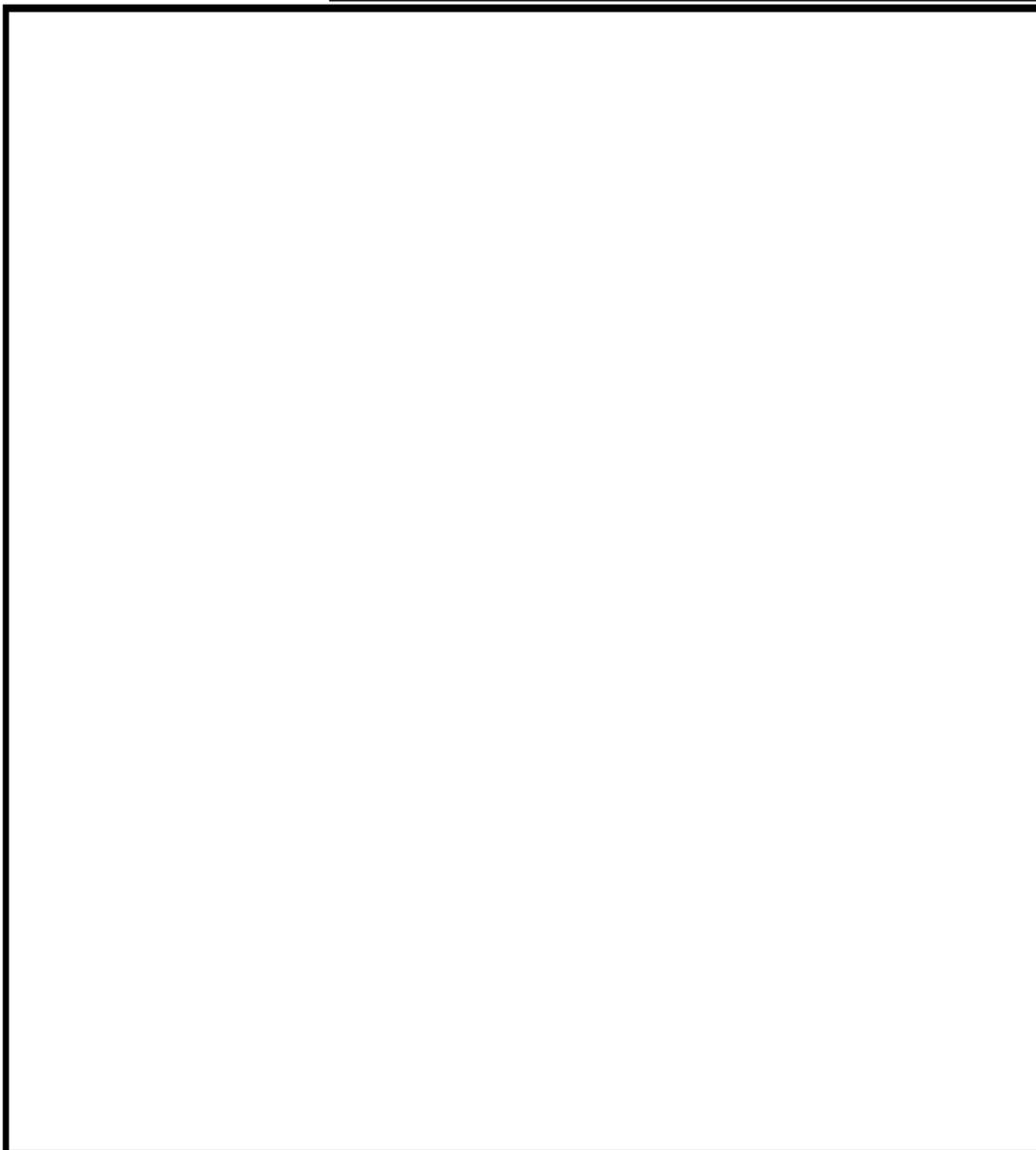
これより表中のタンク、貯槽類のうち、基準地震動 S_s に対する健全性が確認されていない純水・ろ過水タンク（①～④）及びNSD収集タンク（⑦，⑧）については、地震起因破損による溢水が溢水防護対象設備に与える影響についての評価を実施し、また耐震Sクラスの設備である軽油タンク（⑤，⑥）については、想定破損による溢水に対して影響評価を実施する。

なお、⑨～⑫の薬品貯槽は過去に復水脱塩装置の樹脂の再生のために使用していたものであり、非再生運転の採用に伴い現在は運用を停止しているものであるため、溢水量ゼロとして影響評価の対象外とする。

第10.1-1表 6，7号炉を設置する敷地におけるタンク・貯槽類

No.	タンク	容量 (kL)	備考
①	No.3 純水タンク	2,000	
②	No.4 純水タンク	2,000	
③	No.3 ろ過水タンク	1,000	
④	No.4 ろ過水タンク	1,000	
⑤	6号炉軽油タンク (A), (B)	各 565	耐震Sクラス
⑥	7号炉軽油タンク (A), (B)	各 565	
⑦	5号炉 NSD 収集タンク (A), (B)	各 108	
⑧	6/7号炉 NSD 収集タンク (A), (B)	各 108	
⑨	6号炉苛性ソーダ貯槽	14	運用停止済みで あり溢水量ゼロ
⑩	6号炉硫酸貯槽	3.4	
⑪	7号炉苛性ソーダ貯槽	10	
⑫	7号炉硫酸貯槽	2.0	

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 10.1-1 図 6, 7 号炉を設置する敷地上のタンク・貯槽類の配置

9 条-別添 1-10-2

5 条-別添-添付 9-24

10.1.1 純水・ろ過水タンク（①～④）の溢水による影響

(1) 純水・ろ過水タンクの溢水

a. タンクの諸元

純水タンク，ろ過水タンクはいずれも縦置円筒型のタンクである。各タンクの諸元を第 10.1.1-1 表に示す。

第 10.1.1-1 表 純水・ろ過水タンク諸元

タンク名称	内径 (mm)	高さ (mm)	容量 (kL)
No. 3 純水タンク	15,000	12,300	2,000
No. 4 純水タンク	15,000	12,300	2,000
No. 3 ろ過水タンク	10,640	12,080	1,000
No. 4 ろ過水タンク	10,640	12,080	1,000

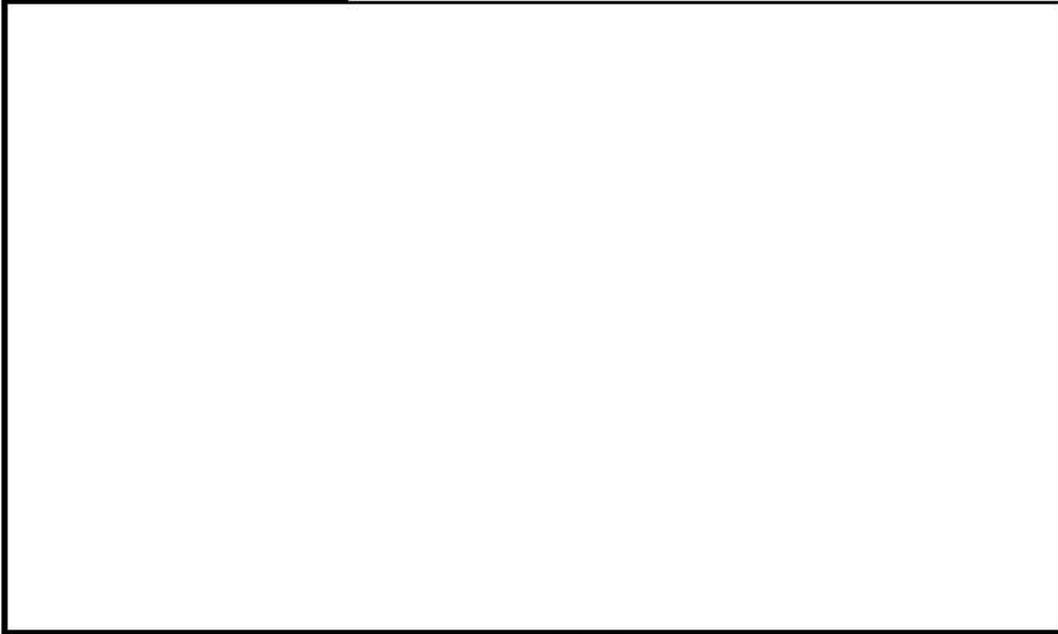
b. 溢水伝播挙動評価

純水タンク，ろ過水タンクの地震による損傷形態としてはタンクの側板基部や側板上部の座屈，また接続配管の破断等が考えられる。このため，地震によりタンクに大開口が生じ短時間で大量の水が流出するようなことはないと考えられるが，ここでは溢水防護対象設備への影響を評価するにあたり，タンクの損傷形態及び流出水の伝播に係わる条件について以下に示す保守的な設定を行った上で，溢水伝播挙動について評価を行う。評価モデルを第 10.1.1-1 図に示す。

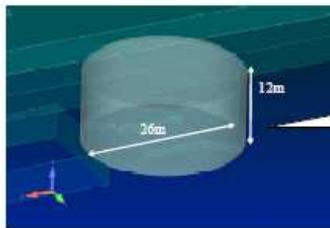
■ 溢水伝播挙動評価条件

- 四つのタンクを代表水位及び合算体積を持った一つの円筒タンクとして表現し，地震による損傷をタンク下端から 1m かつ円弧 90 度分の側板が瞬時に消失するとして模擬する
- 溢水防護対象設備を内包する建屋に指向性を持って流出するように，消失する側板を建屋側の側板とする
- 流路抵抗となる道路及び水路等は考慮せず，敷地を平坦面で表現するとともに，その上に流路に影響を与える主要な構造物を配置する
- 構内排水路による排水機能は期待しない

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

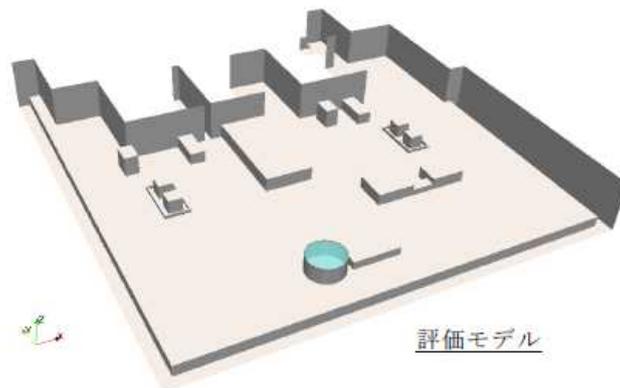


モデル化対象



溢水防護対象設備を内包する建屋方向の
下端から 1m・円弧 90 度分の側板が瞬時に
消失するとして損傷を模擬

模擬タンク

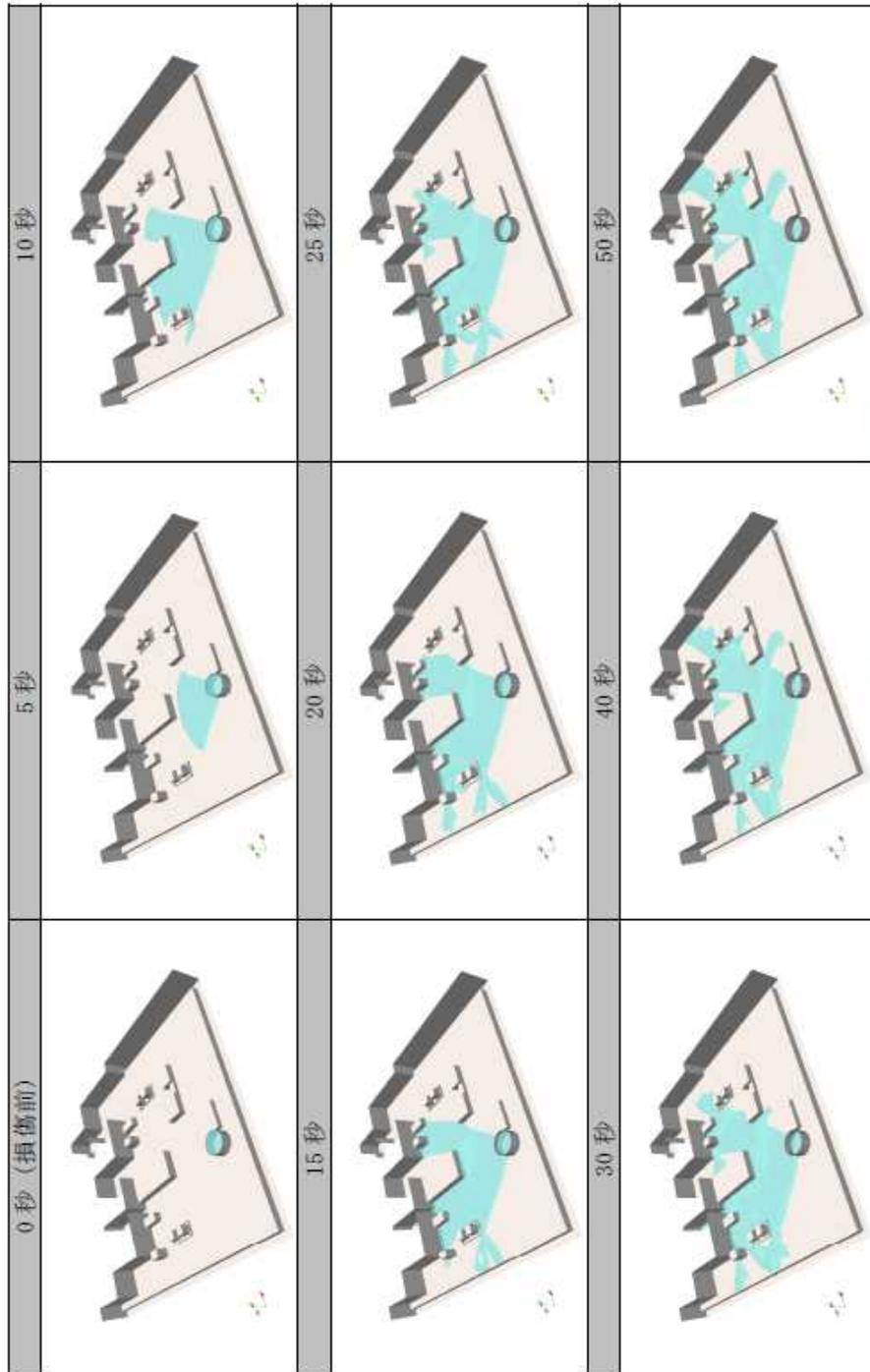


評価モデル

第 10.1.1-1 図 溢水伝播挙動の評価モデル

c. 評価結果

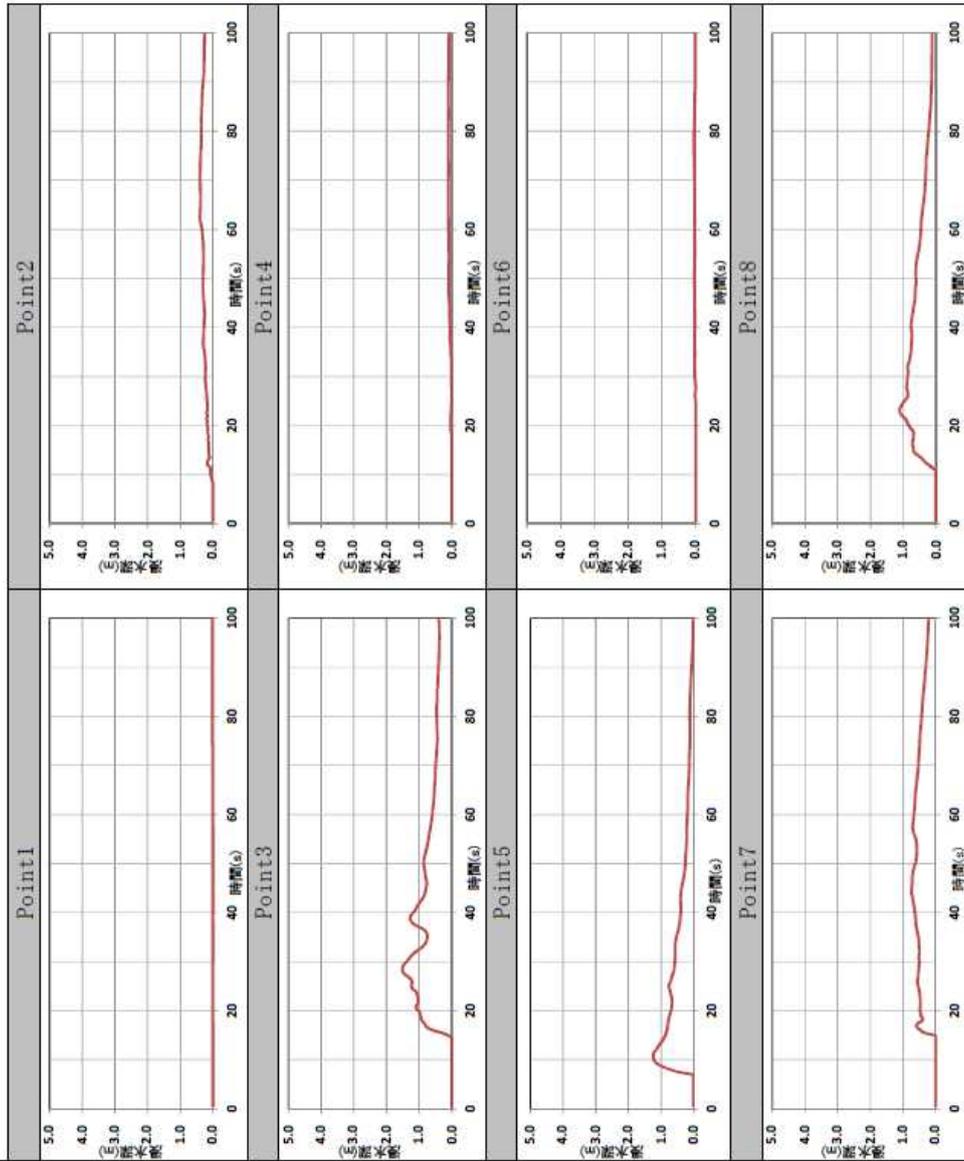
評価の結果として得られた溢水伝播挙動を第 10.1.1-2 図に、また代表箇所における浸水深の時刻歴を第 10.1.1-3 図に示す。



第10.1.1-2図 屋外タンクの地震損傷時の溢水伝播挙動

9条-別添1-10-5

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 10.1.1-3 図 代表箇所における浸水深時刻歴

(2) 影響評価

屋内に設置される溢水防護対象設備の建屋外からの溢水に対する溢水防護区画を第 10.1.1-4 図に示す。この区画への浸水経路としては第 10.1.1-2 表に示す経路が挙げられる。

第 10.1.1-2 表 溢水防護区画への浸水経路

No.	浸水経路
①	溢水防護区画の境界にある扉
②	溢水防護区画の境界にある隙間部（配管等貫通部）
③	溢水防護区画（地下トレンチ）の地表面ハッチ
④	サービス建屋扉 →サービス建屋と溢水防護区画の境界における開口部・隙間部
⑤	地下トレンチの地表面ハッチ →トレンチ内の溢水防護区画の境界における開口部・隙間部
⑥	建屋間の接合部

また、屋外に設置されている溢水防護対象設備としては以下があるが、これらに対する浸水経路は地表部からの直接伝播となる。

- ・6号炉軽油タンク（燃料移送ポンプを含む）
- ・7号炉軽油タンク（燃料移送ポンプを含む）
- ・6号炉格納容器圧力逃がし装置
- ・7号炉格納容器圧力逃がし装置

以上の各浸水経路のうち、溢水防護区画への浸水経路①～⑥に対する影響評価の結果は次のとおりであり、いずれの経路からも防護区画への浸水はない。

浸水経路①

水密扉等を設置することにより水密化を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路②

建屋外周における浸水深は第 10.1.1-3 図に示すとおり、溢水防護区画の中で純水タンク、ろ過水タンクとの距離が最も近い Point2 や狭隘部の Point3 でも最大で 1.5m 程度であり、2m にまで達することはない。これに対して、地上 2m 以下に存在する隙間部についてはシーリング材

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

により止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路③

第 10. 1. 1-3 図に示すとおり本経路近傍の Point4 の浸水深は低く水の滞留もないため本経路に水が到達する可能性は小さいと考えられるが、万一、到達した場合でも、ハッチの隙間部についてはシーリング材により止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路④

サービス建屋の扉はガラス扉であり水密性や止水性が期待できないため当該部からの水の流入を想定する必要がある。実際には様々な流路抵抗が存在するためサービス建屋に流入する水の量は僅かと考えられるが、保守的な想定として仮にタンクの全保有水の半分（約 3,000m³）が流入したとしてもサービス建屋地下部には 6,000m³ を超える容量があるため、流入水は地下部に收容されることになる。サービス建屋内地下部の溢水防護区画の境界（コントロール建屋外周）では、開口部、隙間部について水密化、止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路⑤

地表面ハッチの隙間は僅かであり浸水の可能性は小さいと考えられるが、万一、当該部からの浸水があった場合でも、トレンチ内の溢水防護区画の境界において隙間部の止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

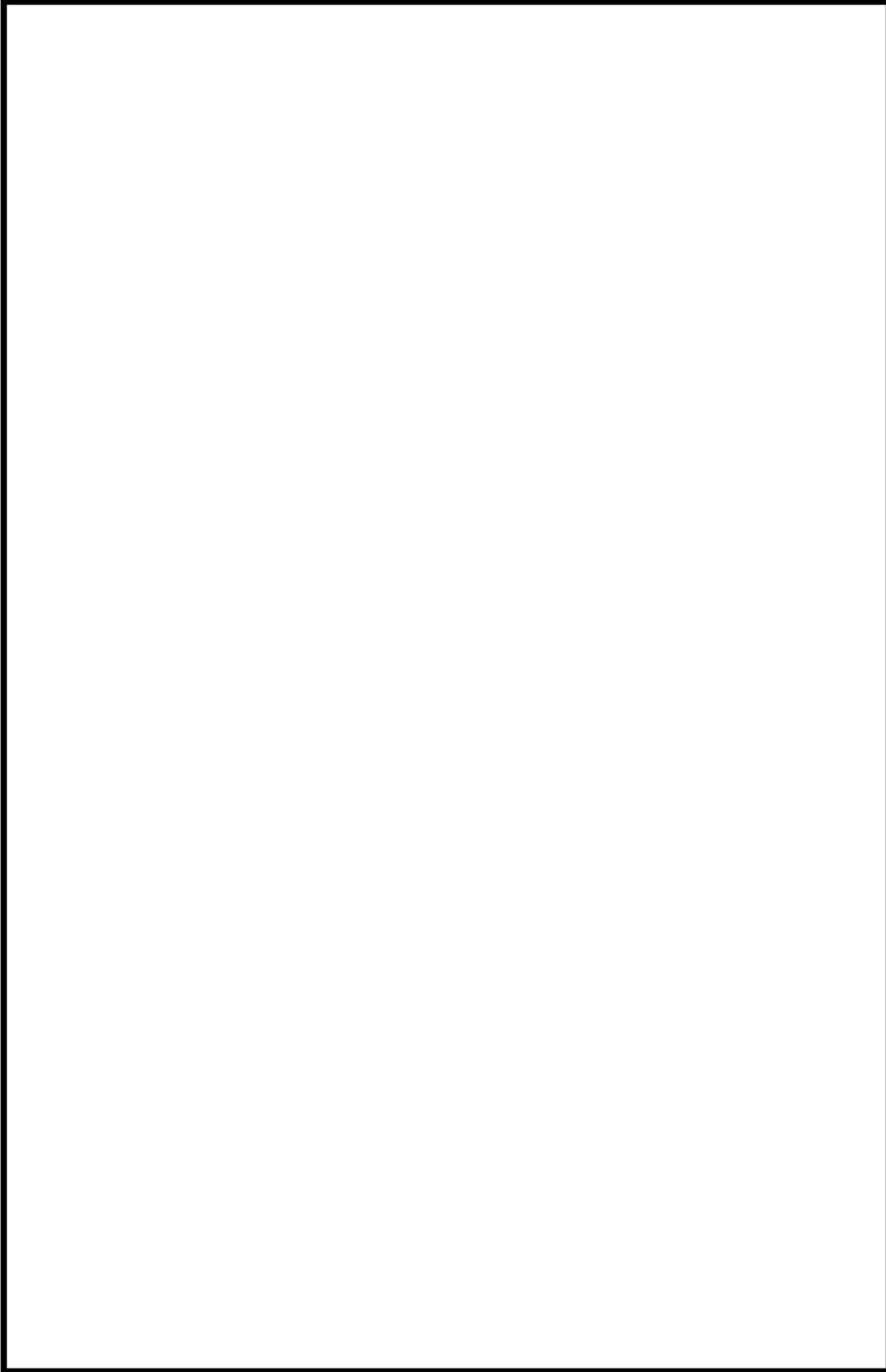
浸水経路⑥

建屋間の接合部にはエキスパンションジョイント止水板が設置されているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

9 条-別添 1-10-8

以上より、純水タンク、ろ過水タンクの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

9 条-別添 1-10-9



第 10.1.1-4 図 溢水防護区画と浸水経路

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

9 条-別添 1-10-10

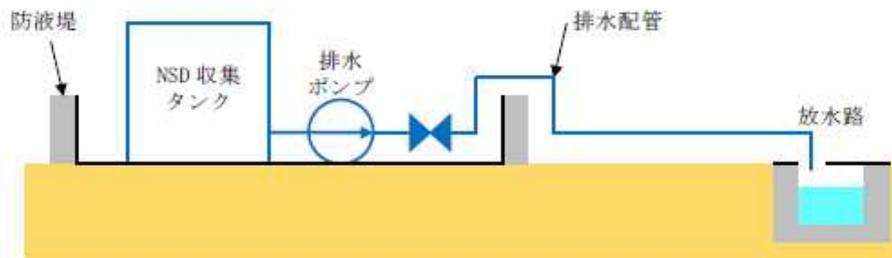
10.1.2 NSD 収集タンク (⑦, ⑧) の溢水による影響

5号炉 NSD 収集タンク (A), (B)は5号炉タービン建屋の西側に、また6/7号炉 NSD 収集タンク (A), (B)は6/7号炉廃棄物処理建屋の西側に設置されており (第10.1-1図)、各タンクの周囲には防液堤が設けられている。各タンクには排水配管が接続されており、同配管は防液堤内に設置された排水ポンプを経て、防液堤を乗り越えた後にそれぞれ6号炉及び7号炉の放水路に至る。排水ポンプの起動は手動、停止はNSD 収集タンクの液位により自動で行われるが、手動による停止も可能となっている。

第10.1.2-1表にNSD 収集タンク及び関連設備の主要仕様を、また第10.1.2-1図に系統及び設置状況の概念図を示す。なお、5号炉と6/7号炉のNSD 収集タンク及び関連設備は同等なため、下表及び図では6/7号炉の設備を代表で示す。

第10.1.2-1表 NSD 収集タンク及び関連設備の主要仕様

NSD 収集タンク	
容量 (kL)	108
寸法 (m)	6×6×3
基数	2
形式	FRP パネル水槽
排水ポンプ	
定格流量 (m ³ /h)	52.8
定格揚程 (m)	23
台数	2
主要排水配管	
材質	炭素鋼鋼管
寸法	50～80A



第10.1.2-1図 NSD 収集タンク及び関連設備の系統及び設置状況

NSD 収集タンクが地震により破損した場合には、防液堤内に水が流出することになるが、この水はすべて防液堤内に留まる。また、堤外の配管が破損した場合には、ポンプが停止中であれば、水が流出することはない。

万一、ポンプ運転中に地震により防液堤外の配管が破損すると堤外で水が流出する可能性があるが、保守的に排水ポンプの定格流量で溢水すると想定した場合でも、その時間当たりの溢水量は 50m^3 程度である。水の流出が継続している過渡状態において生じ得る浸水深を考慮した場合でも、6、7号炉を設置する敷地が平坦であることを考えると、溢水量が $50\text{m}^3/\text{h}$ 程度の場合には、10.1.1項の純水・ろ過水タンクの溢水伝播挙動評価で示された $6,000\text{m}^3$ が数分程度で流出する際に生じる最大浸水深を超える状態となることは考えられず、これより本破損による溢水については10.1.1項の評価に包含される。

以上より、NSD 収集タンクの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

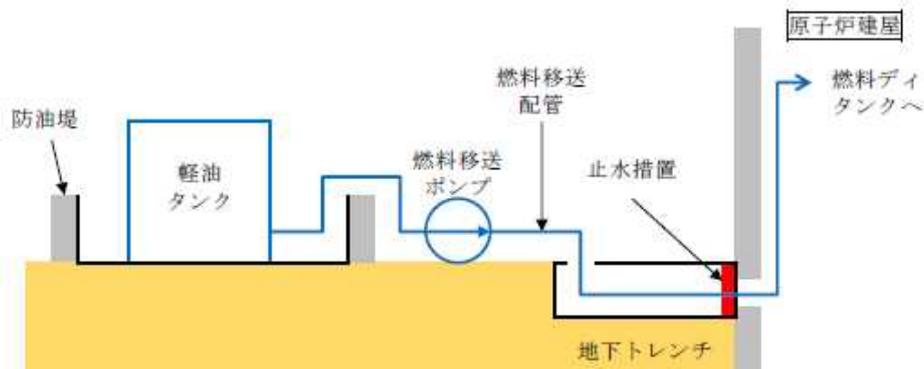
10.1.3 軽油タンク (⑤, ⑥) の溢水による影響

6号炉軽油タンク(A)、(B)及び7号炉軽油タンク(A)、(B)はそれぞれ各号炉原子炉建屋の東側に設置されており(第10.1-1図)、各タンクの周囲には防油堤が設けられている。各軽油タンクには燃料移送配管が接続されており、同配管は防油堤外に設置された燃料移送ポンプを経て、原子炉建屋内に設置された燃料ディタンクまで敷設されている。燃料移送配管は、軽油タンクから燃料移送ポンプの間は防油堤を乗り越える形で敷設されており、また燃料移送ポンプから原子炉建屋の間は地下トレンチ内に敷設されている。なお、燃料の移送は、燃料ディタンクの液位によりポンプが自動で起動・停止することにより、自動制御で行われる。

第10.1.3-1表に軽油タンク及び関連設備の主要仕様を、また第10.1.3-1図に系統及び設置状況の概念図を示す。なお、6号炉と7号炉の軽油タンク及び関連設備は同等なため、下表及び図では6号炉の設備を代表で示す。

第 10.1.3-1 表 軽油タンク及び関連設備の主要仕様

軽油タンク	
容量 (kL)	565
寸法 (mm)	内径 9,800, 高さ 9,500
基数	2
形式	縦置円筒型
燃料移送ポンプ	
容量 (m ³ /h)	4
吐出圧力 (MPa)	0.49
台数	3
主要燃料移送配管	
材質	炭素鋼鋼管
寸法	50~65A



第 10.1.3-1 図 軽油タンク及び関連設備の系統及び設置状況

軽油タンクの想定破損による溢水は、ガイドより、接続される配管の破損により代表させて考えることになる。

ここで、防油堤内における配管の想定破損については、その際に生じる溢水はすべて防油堤内に留まる。また、地下トレンチ内における配管の想定破損による溢水については、「10.1.1 純水・ろ過水タンクの溢水による影響」で記載したとおり、トレンチ内の溢水防護区画との境界において止水措置を行っているため、溢水防護区画に浸水することはない。

一方、防油堤外における配管の想定破損については、保守的に燃料移送ポンプの全容量で溢水すると想定した場合でも、その時間当たりの溢水量は 4m³

程度である。水の流出が継続している過渡状態において生じ得る浸水深を考慮した場合でも、6, 7号炉を設置する敷地が平坦であることを考えると、溢水量が $4\text{m}^3/\text{h}$ 程度の場合には、10.1.1項の純水・ろ過水タンクの溢水伝播挙動評価で示された $6,000\text{m}^3$ が数分程度で流出する際に生じる最大浸水深を超える状態となることは考えられず、これより本破損による溢水については10.1.1項の評価に包含される。

以上より、軽油タンクの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

10.2 淡水貯水池の溢水による影響

柏崎刈羽原子力発電所には代替淡水源として淡水貯水池を設置している。この淡水貯水池の溢水が溢水防護対象設備に与える影響について評価を行う。

10.2.1 淡水貯水池の溢水

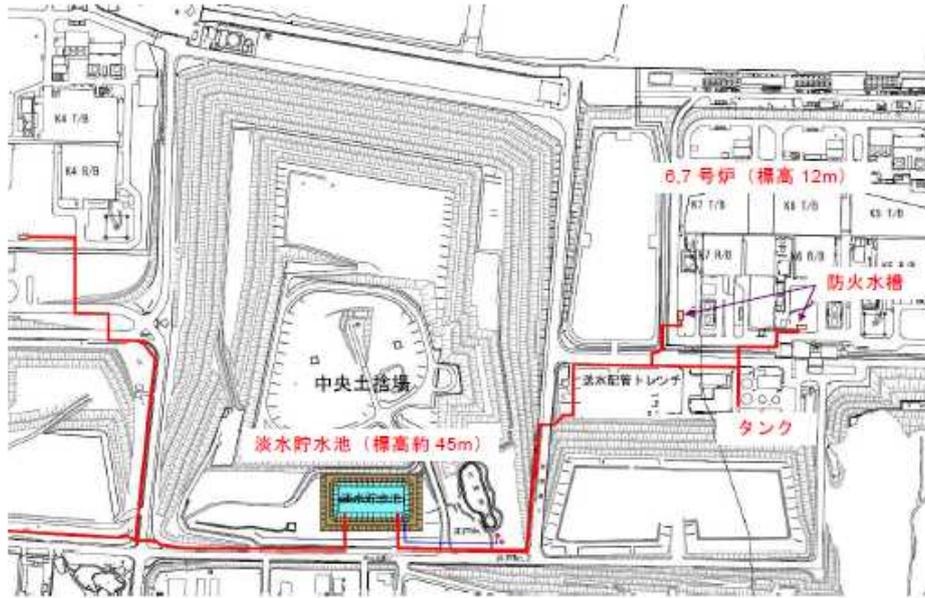
(1) 淡水貯水池及び送水設備の配置及び構成

淡水貯水池は6号炉及び7号炉の南東約600～700mの標高約45mの位置に設置されている。容量は約18,000m³であり、セメント改良土で造成した堤体と堤体内面及び底面に敷設した遮水シートから構成される。

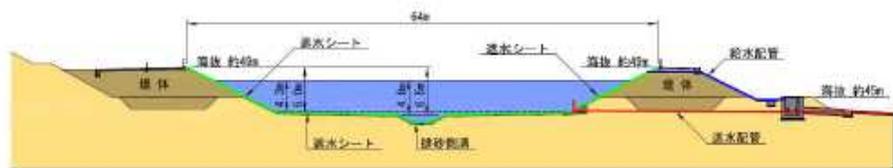
淡水貯水池には送水設備として、底部にダクタイル鋳鉄管が、またダクタイル鋳鉄管部から6号炉及び7号炉近傍の防火水槽までホースが敷設されている。また、ろ過水タンク、純水タンクにも給水可能なように、主ラインから分岐を設けタンク近傍までホースを敷設している。

送水設備には淡水貯水池の近傍、防火水槽及びタンクの近傍にそれぞれ出入口弁が設置されており、当該弁は使用時のみ開、それ以外は常時閉にする運用とされている。なお、全交流電源喪失時でも送水可能なように、送水は自然流下により行われ、送水設備には動力を使用する機器（ポンプ、弁等）は用いられていない。

第10.2.1-1図及び第10.2.1-2図にそれぞれ、淡水貯水池と送水設備の配置及び構成を示す。

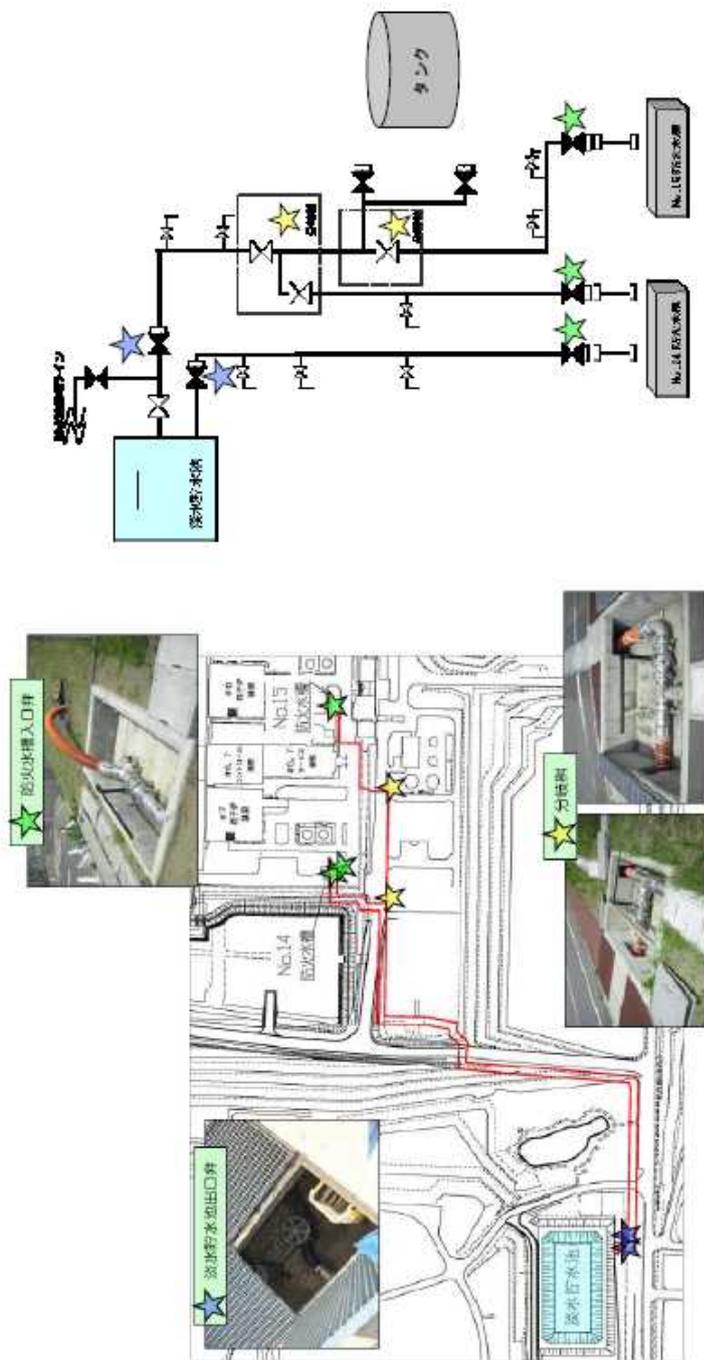


— 送水設備 (概略)



第 10. 2. 1-1 図 淡水貯水池の配置及び構成

9 条-別添 1-10-16



第 10.2.1-2 図 送水設備の配置及び構成

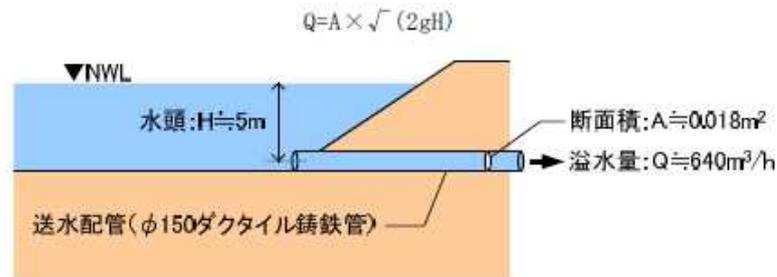
9 条-別添 1-10-17

(2) 淡水貯水池の溢水

淡水貯水池は基準地震動 S_s に対して機能維持できるように設計されている。また、送水設備はダクタイル鋳鉄管及びホースにより構成されており柔構造であるため、地震による損傷の発生は考えにくい。したがって、地震により淡水貯水池の保有水が流出する懸念はないものと考えられる。

一方、送水設備について保守的に単一機器の故障の可能性を考慮すると、淡水貯水池出口弁の上流側のダクタイル鋳鉄管が破損した場合に、当該部の近傍で保有水の流出が発生するため、この状況を想定するものとする。

この際の溢水量 Q は、配管にかかる水頭圧 H と断面積 A を用いて次式により求めると約 $640\text{m}^3/\text{h}$ となる。なお、実際には水頭 H は水の流出とともに低下していくが、ここでは保守的に水頭は一定として評価している。(第 10.2.1-3 図)



第 10.2.1-3 図 溢水量評価の概念図

10.2.2 影響評価

柏崎刈羽原子力発電所の構内の各所には海域へと繋がる排水路網が敷設されている。また、淡水貯水池と 6 号炉及び 7 号炉を設置している敷地との間には陸域から海域に向かう構内道路が敷設されている。(第 10.2.2-1 図)

淡水貯水池出口弁の上流側のダクタイル鋳鉄管が破損した場合には「10.2.1 淡水貯水池の溢水」で示したとおり約 $640\text{m}^3/\text{h}$ 程度の溢水が発生するが、これについては上記の淡水貯水池と 6, 7 号炉を設置する敷地との位置関係より、その多くは 6, 7 号炉に到達することなく構内の排水路を経て海域に排水される。また、仮に保守的な想定として排水路の機能が期待できず全量が 6 号炉及び 7 号炉を設置する敷地(主要建屋を除き約 $150,000\text{m}^2$)に流入するとしても、その際の浸水深は 10cm 程度であり、「10.1 屋外タンクの溢水による影響」で示した屋外タンクの溢水条件に包含される。

以上より、淡水貯水池の溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。



構内排水路
 海域に向かう構内道路

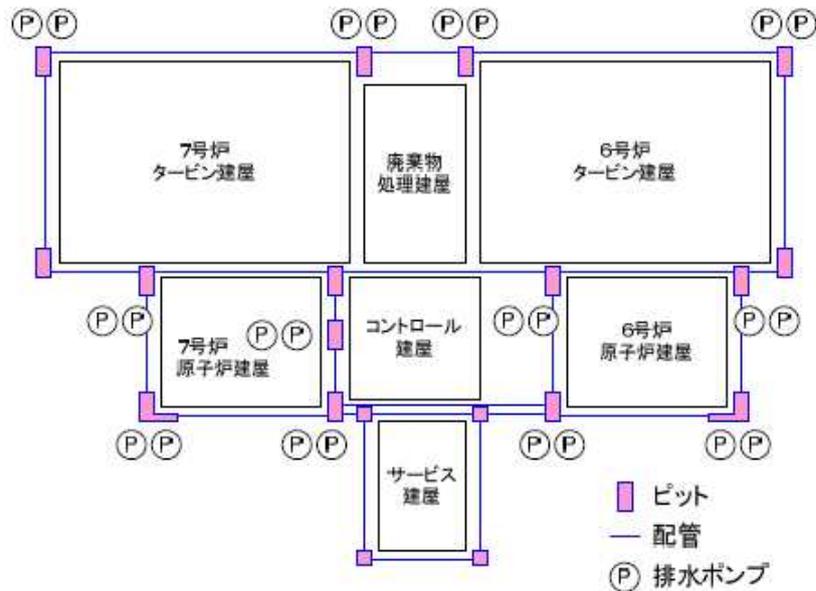
第 10.2.2-1 図 淡水貯水池と 6, 7 号炉の周辺状況

9 条-別添 1-10-19

10.3 地下水の溢水による影響

6号炉及び7号炉では、溢水防護区画を構成する原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋の周辺地下部に第10.3-1図に示すように排水設備（サブドレン）を設置しており、同設備により各建屋周辺に流入する地下水の排出を行っている。

サブドレンはピット及び排水ポンプより構成され、ピット間は配管で相互に接続されているため、一箇所の排水ポンプが故障した場合でも、他のピット及び排水ポンプにより排水することができるが、地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失することを想定し、その際の排水不能となった地下水が溢水防護対象設備に与える影響について評価を行う。



第10.3-1図 サブドレン概要図

10.3.1 建屋周辺に流入する地下水量

平成25年度のサブドレンによる排水実績を第10.3.1-1表に示す。これより、溢水防護区画の境界に浸水経路がある場合は、1日当たり100m³程度の流入があるものと考えられ、また浸水経路がない場合は建屋周囲の地下水位が上昇し、周辺の地下水位と平衡した水位で上昇が止まるものと考えられる。

第 10.3.1-1 表 サブドレン排水実績

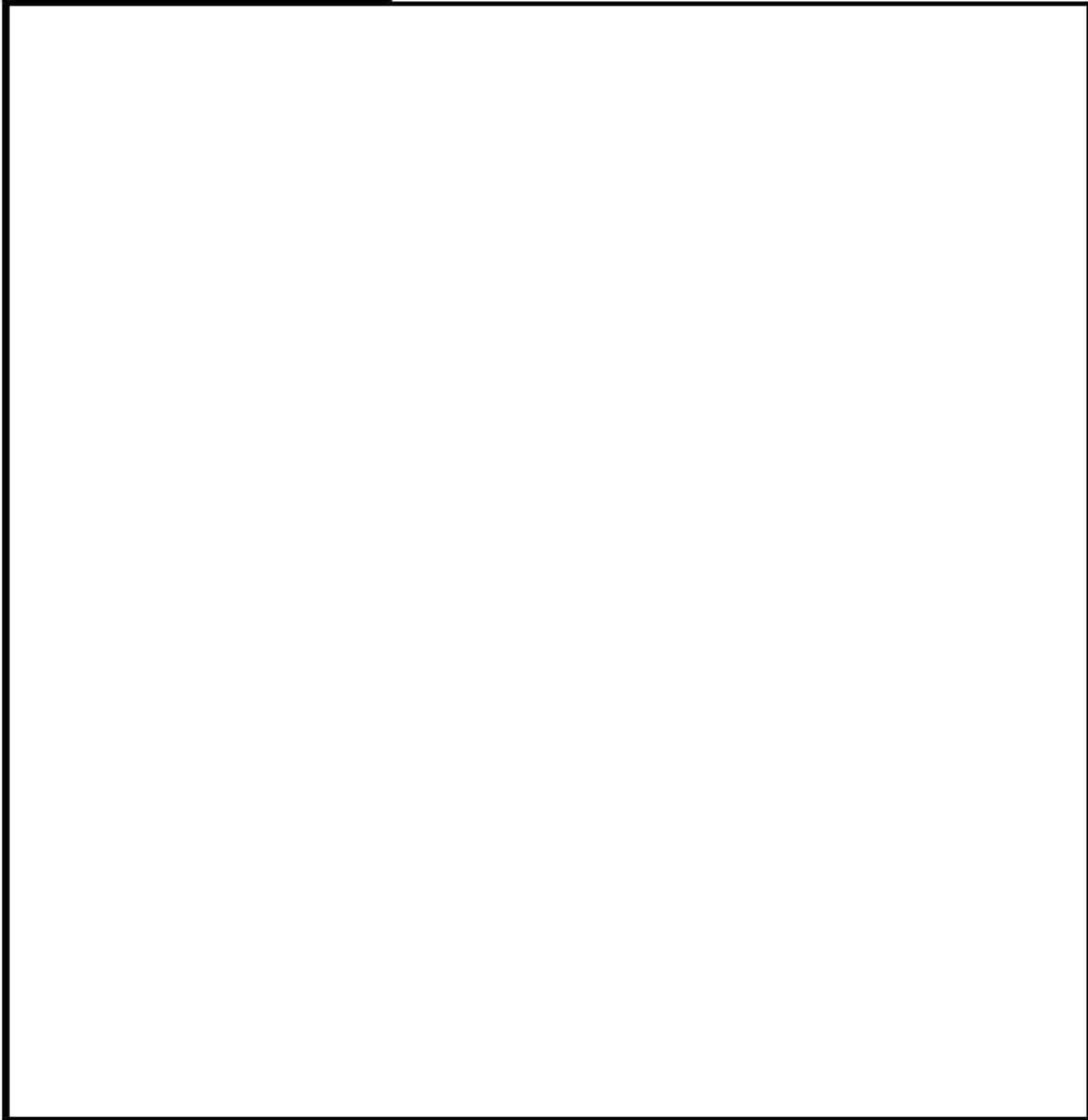
		6号炉 [m ³ /日]	7号炉 [m ³ /日]
平成 25 年度	4月	18	89
	5月	15	83
	6月	15	77
	7月	15	102
	8月	15	86
	9月	16	97
	10月	16	86
	11月	22	106
	12月	31	125
	1月	31	129
	2月	26	119
	3月	25	121
	平均	21	102
	最大	31	129

10.3.2 影響評価

地下水の溢水防護区画への浸水経路としては地下部における配管等の貫通部の隙間部及び建屋間の接合部が考えられるが、これらについては第 10.3.2-1 図に示すように、配管等貫通部の隙間部には止水措置を行っており、また建屋間接合部にはエキスパンションジョイント止水板を設置しているため、地下水が防護区画内に浸水することはない。

なお、地震等によりサブドレンが機能喪失した場合においても速やかに地下水の排水機能の復旧ができるように、可搬型ポンプ等を用いた排水手段を整備する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 10.3.2-1 図 地下水の浸水経路及び止水箇所

以上より，地震によりサブドレンが機能喪失した際に生じる建屋周辺に流入する地下水は，溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

9 条-別添 1-10-22

添付資料 10

浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策 の設置位置，実施範囲及び施工例

- 5.1 水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，**止水ハッチ**設置位置及び施工例
- 5.2 貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具
 - (1) 実施範囲
 - (2) 施工例

浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の
設置位置，実施範囲及び施工例

10.1 水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，**止水ハッチ**
設置位置及び施工例

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K6 タービン建屋地下2階

a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-2	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	C系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-3	タービン建屋	地下2階 (-4.2)	タービン建屋地下2階北西階段室水密扉	水密扉	2,040	960
T2-4	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	原子炉建屋配管室水密扉	水密扉	2,020	855
T2-5	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	廃棄物処理建屋地下3階北側通路水密扉	水密扉	2,120	1,805

6号炉 (1/4)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K6 タービン地下中 2 階

a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-6	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,590	1,875
T2-7	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン建屋地下中 2 階 南西階段室水密扉	水密扉	2,040	960
T2-8	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン建屋地下中 2 階 北西階段室水密扉	水密扉	1,940	905
T2-9	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	6号機換気空調補機常用冷却水系冷凍機室水密扉	水密扉	2,090	1,210

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K6 タービン地下1階

a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-10	タービン建屋	地下1階 (3.5)	B系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,060	1,060
T2-11	タービン建屋	地下1階 (3.5)	A系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,060	1,060
T2-12	タービン建屋	地下1階 (3.5)	タービン建屋地下1階北西階段室 水密扉	水密扉	2,040	960
T2-13	タービン建屋	地下1階 (3.5)	地下1階非管理区域連絡通路水密扉	水密扉	3,034	3,734
T2-14	タービン建屋	地下1階 (3.5)	タービン建屋地下1階南西階段室 水密扉	水密扉	2,040	960
T2-15	タービン建屋	地下1階 (3.5)	B系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,990	905
T2-16	タービン建屋	地下1階 (3.5)	B系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,990	905

6号炉 (3/4)

5条-別添-添付10-3

b. ダクト閉止板

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
①	タービン建屋	地下1階 (3.5)	熱交換器エリアダクトシャ フト 閉止板 1	ダクト閉止板	650	1,500
②	タービン建屋	地下1階 (3.5)	熱交換器エリアダクトシャ フト 閉止板 2	ダクト閉止板	1,400	1,500

c. 止水ハッチ

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
(1)	タービン建屋	地下1階 (3.5)	B系原子炉補機冷却系熱交換 器・ポンプ室 止水ハッチ	止水ハッチ	4,940	3,680

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K7 タービン建屋地下2階

a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,180	995
T2-2	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	原子炉補機冷却系C系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-3	タービン建屋	地下2階 (-5.6)	タービン建屋地下2階北西階段室水密扉	水密扉	2,180	995
T2-4	タービン建屋	地下2階 (-4.4)	原子炉建屋配管室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-5	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,950	995
T2-6	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,180	995

7号炉 (1/4)

5条-別添-添付10-5

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K7 タービン建屋地下中 2 階

a . 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-7	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,860	1,530
T2-8	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン建屋地下中 2 階南 西階段室水密扉	水密扉	2,180	995
T2-9	タービン建屋	地下中 2 階 (-0.3)	タービン建屋地下中 2 階北 西階段室水密扉	水密扉	2,180	995

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K7 タービン建屋地下1階

a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-10	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-11	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系A系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-12	タービン建屋	地下1階 (3.5)	地下1階非管理区域連絡通路水密扉1	水密扉	2,520	3,020
T2-13	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,080	875
T2-14	タービン建屋	地下1階 (3.5)	タービン建屋地下1階南西階段室 水密扉	水密扉	2,180	995
T2-15	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,180	820

7号炉 (3/4)

5条-別添-添付10-7

c. 浸水防止ダクト

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
①	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室排気ダクトシヤフト水密ダクト	浸水防止ダクト	1,800	1,500

d. 止水ハッチ

番号	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
(1)	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室 止水ハッチ1	止水ハッチ	4,200	5,150
(2)	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室 止水ハッチ2	止水ハッチ	2,170	1,700

10.2 貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具

(1) 実施範囲

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲（横断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲（横断面）（2/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5条-別添-添付 10-12

貫通部止水処置, 床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲 (6号炉縦断面) (2/2)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5 条-別添-添付 10-13

貫通部止水処置, 床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲 (7号炉縦断面) (1/2)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

(2) 施工例

施工例①

1. 止水構造	充てん構造（シリコーンシール材1）
2. 浸水経路，浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管

施工状況



【施工前】



【施工後】

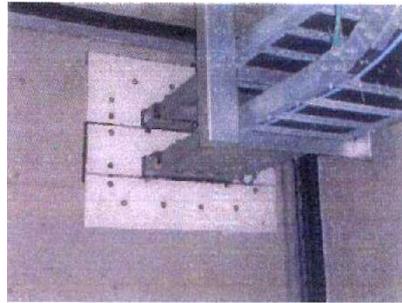
構造図，補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例②

1. 止水構造	充てん構造（シリコンシーリング材）
2. 浸水経路，浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	ケーブルトレイ

施工状況



【施工前】



【施工後】

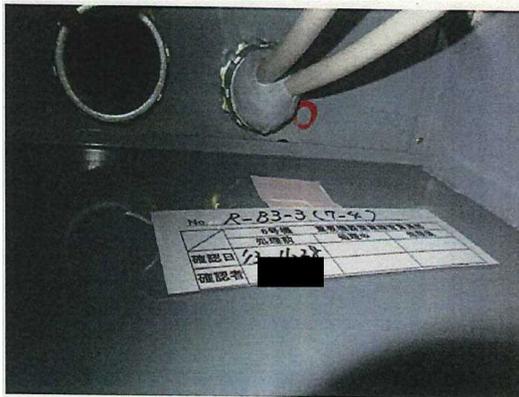
構造図，補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

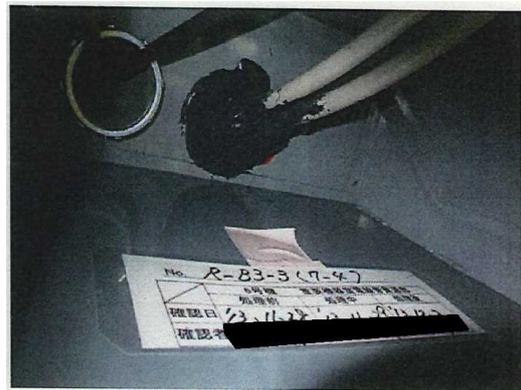
施工例③

1. 止水構造	充てん構造（シリコンシール材 3）
2. 浸水経路，浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	ケーブル

施工状況



【施工前】



【施工後】

構造図，補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

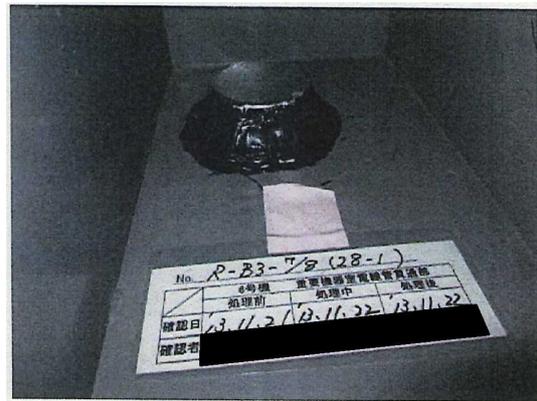
施工例④

1. 止水構造	閉止構造（閉止キャップ）
2. 浸水経路，浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	なし（予備電線管）

施工状況



【施工前】



【施工後】

構造図，補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

1. 止水構造	ブーツ構造 1
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管 (常温)

施工状況

小口径配管

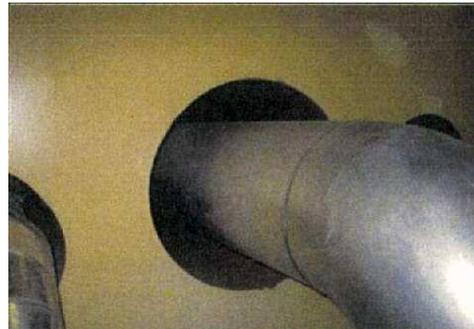


【施工前】



【施工後】

大口径配管



【施工前】



【施工後】

構造図, 補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例⑥

1. 止水構造	ブーツ構造 2
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管 (高温)

施工状況



【施工前】



【施工後】

構造図, 補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例⑦

1. 止水構造	充てん構造（モルタル）
2. 浸水経路，浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管

施工状況



構造図，補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例⑧

1. 止水構造	閉止構造
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	なし (予備スリーブ)

施工状況



構造図, 補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付資料 11

貯留量の算定について

貯留量の算定について

貯留量の算定については、貯留堰によって確保される貯留量と貯留堰高さからの水深を考慮した取水路内の貯留量をあわせて算出している。

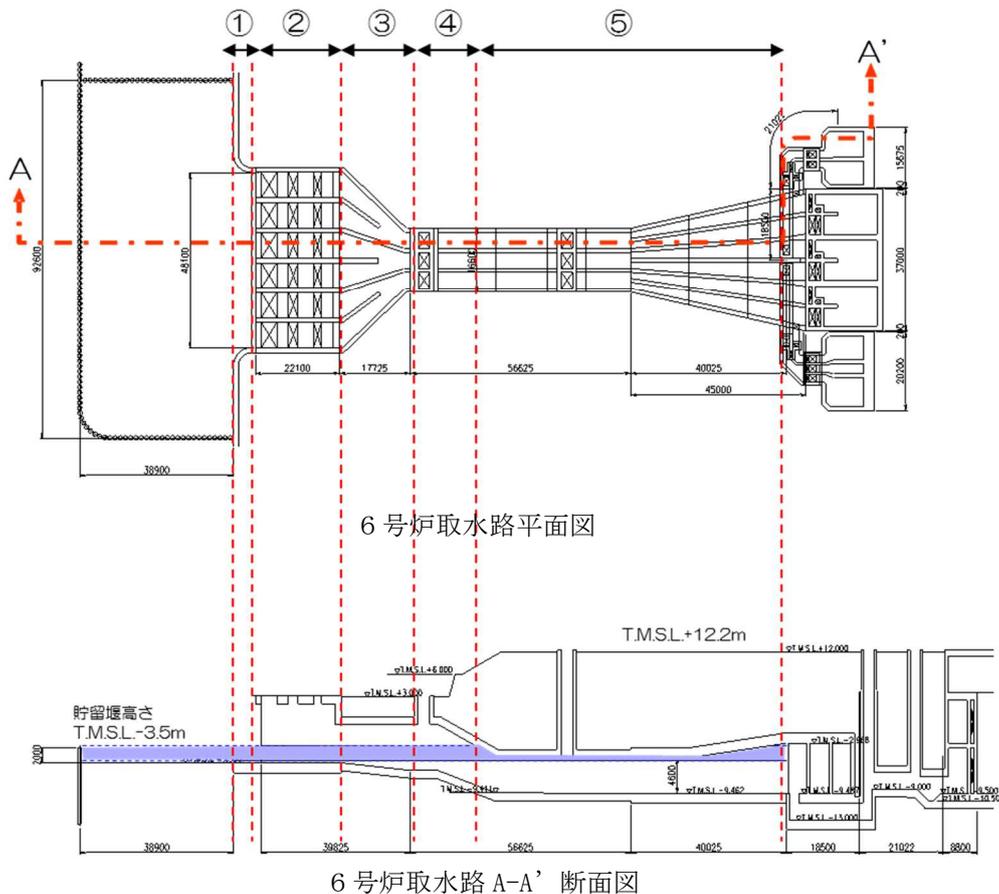
貯留堰及び取水路内の各区間における断面積（①～⑤）と貯留堰の高さからの水深に基づき算出した結果をそれぞれ添付第 11-1 表及び添付第 11-2 表に示す。また、各取水路の平面図及び断面図を添付第 11-1 図及び添付第 11-2 図に示した。

◆ 6 号炉

貯留堰内の貯留量は約 6,000m³、取水路内の貯留量は約 4,000m³である。

添付第 11-1 表 6 号炉貯留容量

区間		対象面積(m ²)	水深(m)	体積(m ³)
貯留堰		3,600	1.74	6,264
取水路	①	241	1.74	419
	②	862	1.74	1,500
	③	433	1.74	753
	④	240	1.74	418
	⑤	183~449	0.39~1.74	845
計				10,199



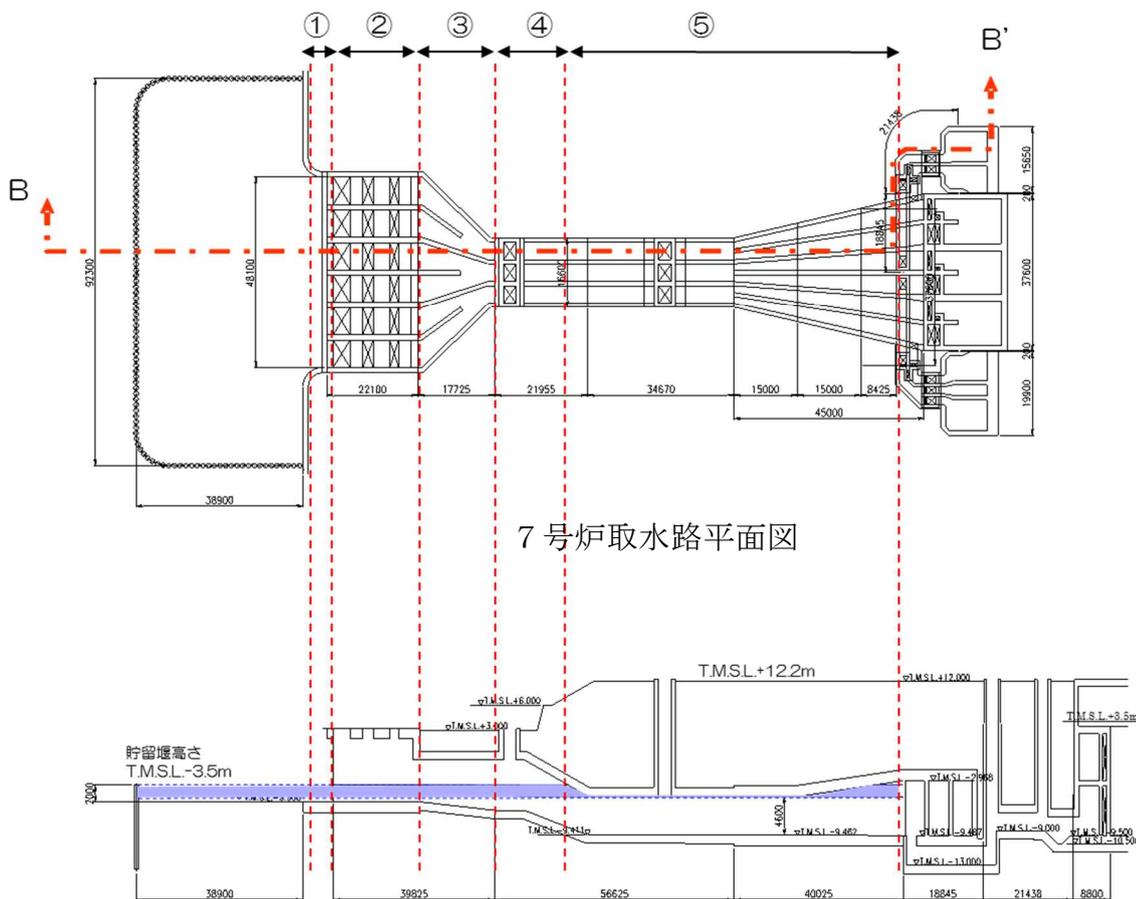
添付第 11-1 図 6 号炉取水路の平面図及び断面図

◆ 7号炉

貯留堰内の貯留量は約 5,000m³, 取水路内の貯留量は約 3,000m³である。

添付第 11-2 表 7号炉貯留容量

区間		対象面積 (m ²)	水深 (m)	体積 (m ³)
貯留堰		3,500	1.42	4,970
取水路	①	241	1.42	342
	②	862	1.42	1224
	③	433	1.42	615
	④	240	1.42	341
	⑤	184~449	0.07~1.42	545
計				8,037



7号炉取水路平面図

7号炉取水路 B-B' 断面図

添付第 11-2 図 7号炉取水路の平面図及び断面図

添付資料 12

津波による水位低下時の
常用系ポンプの停止に関わる運用

及び

常用系ポンプ停止後の慣性水流による
原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響

**津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用及び
常用系ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプ
の取水性への影響**

12.1 津波による水位低下時の常用系海水ポンプの停止に関わる運用

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉では、大津波警報が発報された場合は、原子炉手動スクラムする運用としている。

また、各号炉の取水路は、常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）が併用され、各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置している。

このため、津波による水位低下を確認した際には、非常用系の冷却に必要な原子炉補機冷却海水ポンプの取水量喪失を防止し、機能を確保するため、「取水槽水位低」警報にて常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）の海水ポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を手動停止することとしている。さらに、中央制御室での操作の輻輳を考慮し、「取水槽水位低低」で常用系海水ポンプを自動停止することとしている。

津波による水位低下時の常用系海水ポンプの停止に関わる運用は以下のとおりであり、運用フローを添付第 12-1 図に示す。

(1) 津波による水位低下時の常用系海水ポンプの手動停止

津波による水位低下において「取水槽水位低」警報が発信した場合は、非常用系の原子炉補機冷却海水ポンプの冷却機能確保のため、運転員により常用系海水ポンプを手動停止する。

「取水槽水位低」警報設定値は、6 号炉 T.M.S.L. -1700mm、7 号炉 T.M.S.L. -2000mm とし、警報発信からの運転員操作時間を考慮して、インターロック設定値に余裕を持った設定としている。なお、6 号炉と 7 号炉の設定値の差異は、取水路の形状によるものである。

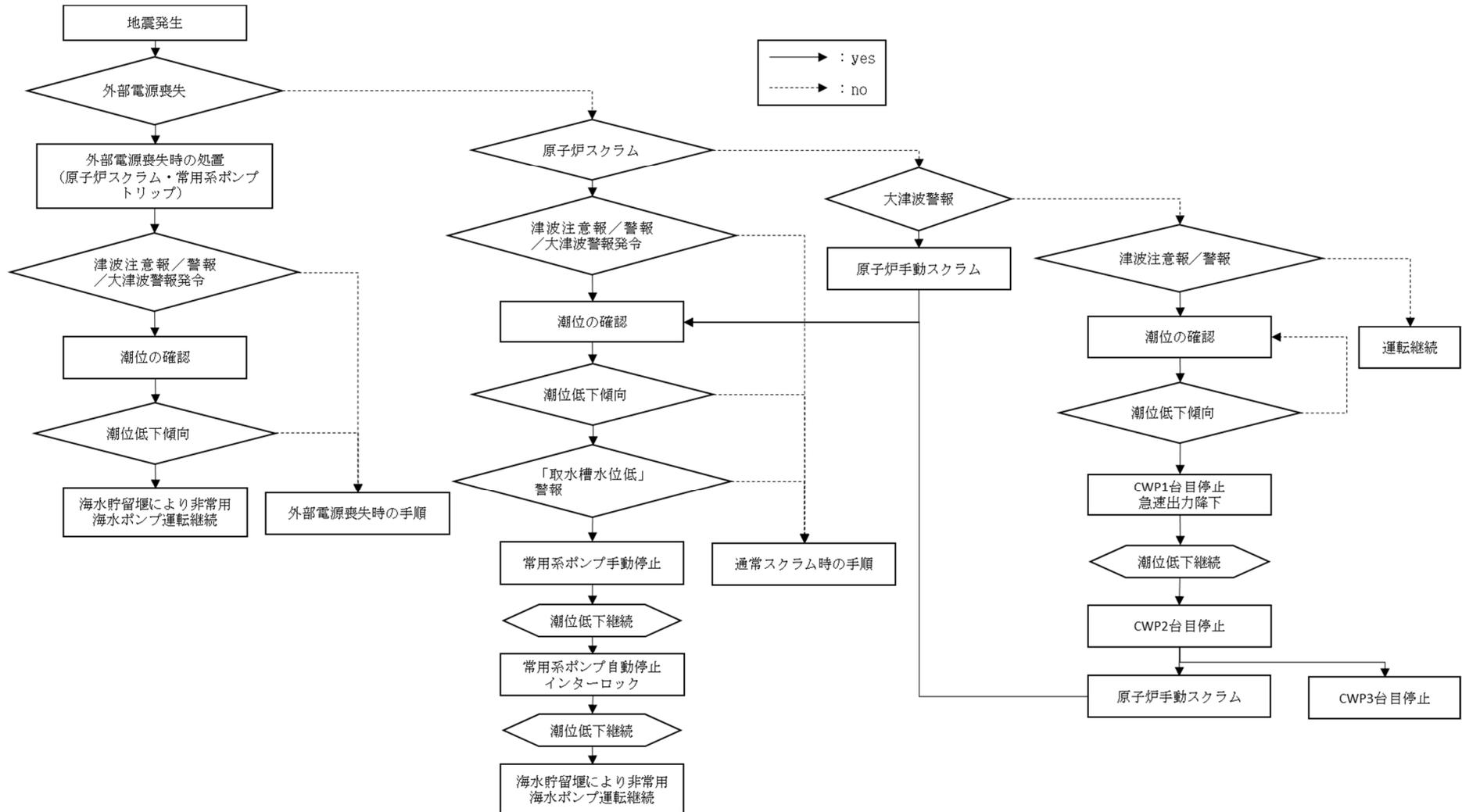
(2) 津波による水位低下時の常用系海水ポンプの自動停止

津波による水位低下においては、前記(1)での常用系海水ポンプ手動停止により、非常用系の原子炉補機冷却海水ポンプの冷却機能を確保することを基本とするが、緊急時の状況下における操作遅れ等の不確実性を考慮して、「取水槽水位低低」で常用系海水ポンプを自動停止するインターロックにより非常用系の冷却に必要な海水の喪失を確実に防止する。

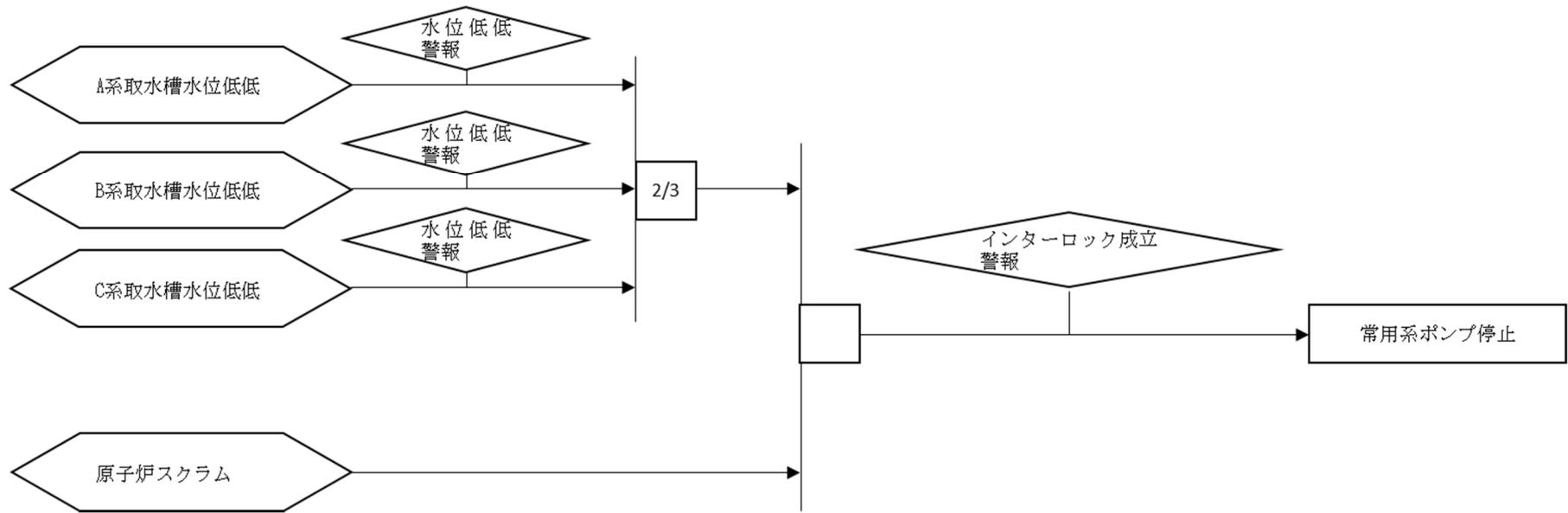
なお、本インターロックは、「原子炉スクラム」との AND 回路で構築しており、通常運転時における誤動作防止を図っている。イン

ターロック回路を添付第 12-2 図に示す。

「取水槽水位低低」のインターロック設定値は、6 号炉 T.M.S.L. - 3300mm, 7 号炉 T.M.S.L. - 3300mm とし、海水貯留堰の天端標高 (T.M.S.L. - 3500mm) よりも高い設定としている。



添付第 12-1 図 地震・津波時の対応フロー



添付第 12-2 図 インターロック回路図

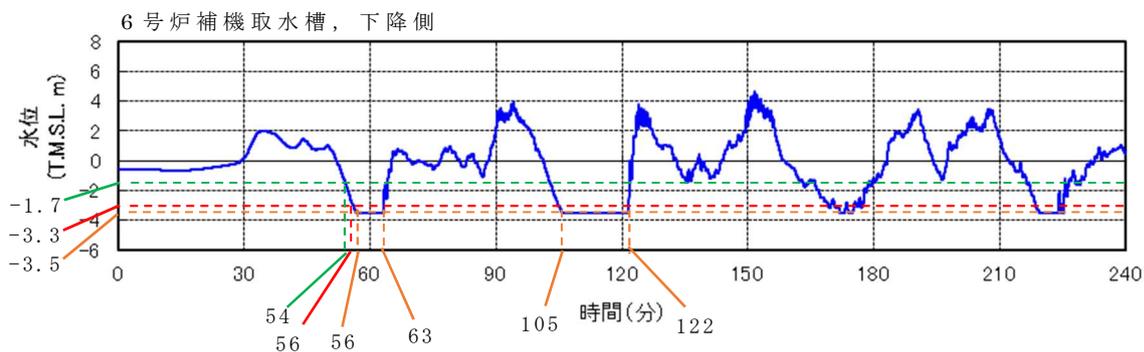
12.2 常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響

ここでは、「取水槽水位低」による手動停止ならびに「取水槽水位低低」による自動停止による常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による非常用系の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響を評価する。

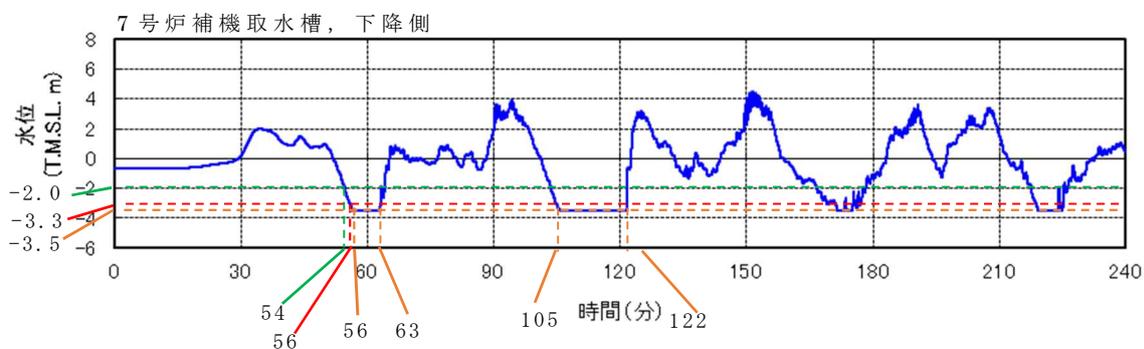
なお、評価に先立ち、補機取水槽の水位下降時の常用系海水ポンプ停止に関わる時系列を添付第 12-1 表に整理する。

添付第 12-1 表 補機取水槽水位下降時の常用系海水ポンプ停止に関わる時系列（添付 12-3 図より）

経過時間 (分)	補機取水槽水位 (T. M. S. L. [m])		対応
大津波警報	6/7 号炉	-	確認：取水槽水位（以降，連続監視） 操作：原子炉手動スクラム
津波注意報 /警報			確認：取水槽水位（以降，連続監視）
54 分	6 号炉	-1.7m	確認：「取水槽水位低」警報 操作：常用系海水ポンプの手動停止
	7 号炉	-2.0m	
56 分	6/7 号炉	-3.3m	確認：「取水槽水位低低」警報 常用系海水ポンプ自動停止（上記警報と原子炉スクラムの AND 条件でインターロックが成立）
56～63 分	6/7 号炉	-3.5m	貯留堰内の保有水にて原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続
63～105 分	6/7 号炉	-3.5m 以上	貯留堰天端標高以上に水位回復し，海水により原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続
105～122 分	6/7 号炉	-3.5m	貯留堰内の保有水にて原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続
122 分以降	6/7 号炉	-3.5m 以上	貯留堰天端標高以上に水位回復し，海水により原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続



6号炉



7号炉

添付 12-3 図 補機取水槽内の水位変動※

※：「第 2.5-1 図 補機取水槽内の水位変動」に取水槽水位低レベル(6号炉：T. M. S. L. -1.7m，7号炉 T. M. S. L. -2.0m)，取水槽水位低レベル (T. M. S. L. -3.3m) 及び貯留堰天端標高レベル (T. M. S. L. -3.5m) の時間を追記

(1) 評価の前提条件

- ・ 貯留堰容量の小さい7号炉で評価する。
(貯留堰容量：[6号炉]約 10,000m³，[7号炉]約 8,000m³)
- ・ 保守的に「取水槽水位低低 (T.M.S.L. -3.3m)」よりも低い貯留堰天端標高 (T.M.S.L. -3.5m) で常用系海水ポンプが停止するものとする。
- ・ 保守的に循環水ポンプ停止後の循環水ポンプ吐出弁の自動閉止は考慮せず，開状態が継続するものとする。
- ・ 循環水ポンプ停止後の流量変動は，過去に実施した循環水系の過渡現象解析結果から導出する (変動曲線を添付第 12-4 図に示す)。なお，過去に実施した過渡現象解析と柏崎刈羽 6 号炉，7 号炉の循環水ポンプ仕様比較を添付第 12-2 表に示す。全揚程，回転数が若干異なるが吐出流量は同じであり，流量変動の導出に適用することは妥当と判断する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません



添付第 12-4 図 循環水ポンプ停止後の揚程 H 及び流量 Q の変動曲線
(福島第一原子力発電所 7 号炉及び 8 号炉循環水系基本設計業務における解析結果，100%運転中 3 台同時停止，放水庭水位：0P+3246)

添付第 12-2 表 循環水ポンプ仕様比較

	柏崎刈羽 6 号炉	柏崎刈羽 7 号炉	解析
全揚程 [m]	12.5	12.5	14.0
吐出流量 [m ³ /h]	106,200	106,200	106,200
回転数 [rpm]	176.5	176.5	187.5

(2) 評価結果

① 常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：2,572m³

常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量は、以下の項目の和で算出。

(a) 循環水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：2,526m³

添付第 11-4 図の循環水ポンプ停止後の流量 Q から読み取ったポンプ 1 台当たりの取水量 (842m³) に、通常運転時のポンプ台数 (3 台) を乗じたもの。

(b) タービン補機冷却海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：46m³

循環水ポンプとタービン補機冷却海水ポンプの 1 台当たりの定格流量の比率 (添付第 12-3 表) から算出したポンプ 1 台当たりの取水量 (23m³) に、通常運転時のポンプ台数 (2 台) を乗じたもの。

添付第 12-3 表 循環水ポンプとタービン補機冷却海水ポンプ仕様比較

	柏崎刈羽 6 号炉	柏崎刈羽 7 号炉
循環水ポンプ定格流量 [m ³ /h]	106,200	106,200
タービン補機冷却海水 ポンプ定格流量 [m ³ /h]	2,800	2,850
比率*	0.027	0.027

※：タービン補機冷却海水ポンプ定格流量を循環水ポンプ定格流量で除し、小数点以下第 4 位を切り上げ。

② 貯留堰容量：8,000m³

③ 原子炉補機冷却海水ポンプの必要容量：1440m³

なお、必要容量は以下の項目を乗じて算出。

・原子炉補機冷却海水ポンプ 1 台あたりの取水流量：
30m³/min/台

・原子炉補機冷却海水ポンプの運転台数：6 台

・補機取水槽水位が貯留堰天端高さとなる継続時間：8 分 (添付第 11-1 表の 56～63 分の 7 分間を保守的に 8 分と見積もる)

常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による非常用系の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響については、貯留堰容量から常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量を減じて、原

子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な容量に対して十分な裕度をもっていることを確認することとし、次式で算出する。

(②貯留堰容量-①常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量)

④ 原子炉補機冷却海水ポンプの必要容量

$$=(8,000-2,572)/1440=3.77$$

したがって、常用系海水ポンプ停止後の慣性水流を考慮しても、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な容量に対して十分な裕度をもっていることから、常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響はない。

なお、貯留堰天端標高に達する二度目の引き波（120分前後の最大継続時間帯）時においては、すでに一度目の引き波（56分～63分）時において、常用系海水ポンプは停止していることから、常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却水ポンプの取水性への影響は考慮しない。

添付資料 13

基準津波に伴う砂移動評価について

基準津波に伴う砂移動評価について

13.1 はじめに

基準津波による水位変動に伴う海底の砂の移動が取水口への通水性に影響がないことを砂移動評価にて確認している。

ここでは、砂移動解析における粒径の違いによる堆積厚さへの影響及び防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響を検討した。

13.2 粒径のパラメータスタディ

砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響を確認するため、粒径のパラメータスタディを実施した。

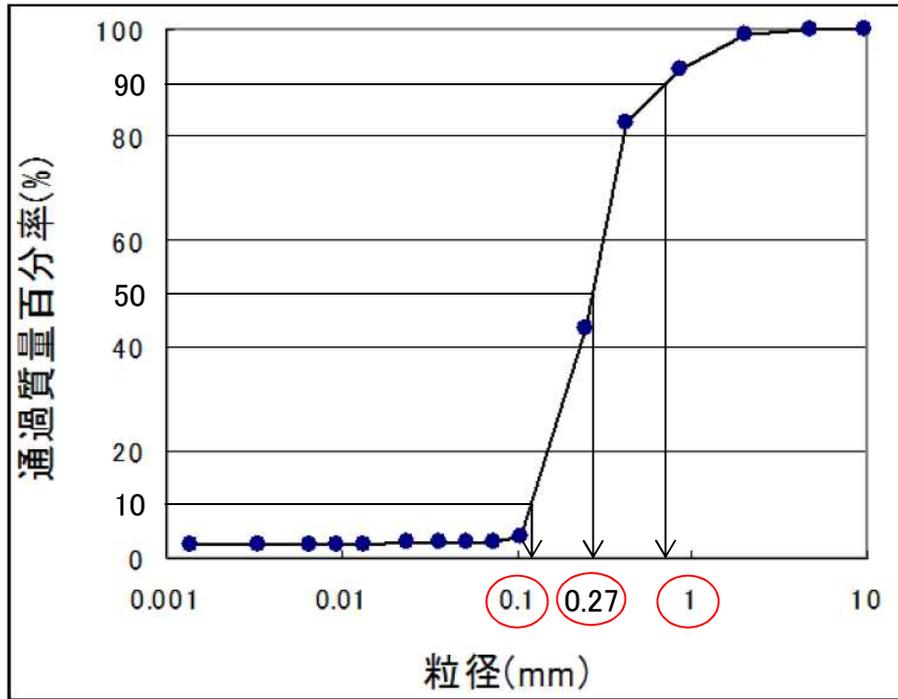
検討は、平均粒径 (D_{50}) に加えて、 D_{10} 及び D_{90} を粒径としたケースを追加した。検討ケースを添付第 13-1 表に示す。粒径は、添付第 13-1 図に示す粒径加積曲線より、 D_{10} 相当は 0.1mm, D_{90} 相当は 1mm に設定した。

砂移動評価は、基本ケースにおいて、堆積厚さが厚く評価された高橋ほか(1999)の方法を用いた。評価結果を添付第 13-2 表に、堆積侵食分布図を添付第 13-2 図に示す。

評価結果から、粒径を変えることにより評価地点によって堆積厚さに変動はあるものの、いずれも取水口前面においては、基本ケースより最大堆積厚さが薄くなっていることから、粒径の違いによる取水口前面における堆積厚さへの影響は小さい。

添付第 13-1 表 検討ケース

粒径	備考
0.27mm	D_{50} , 基本ケース (既往ケース)
1mm	D_{90} 相当
0.1mm	D_{10} 相当



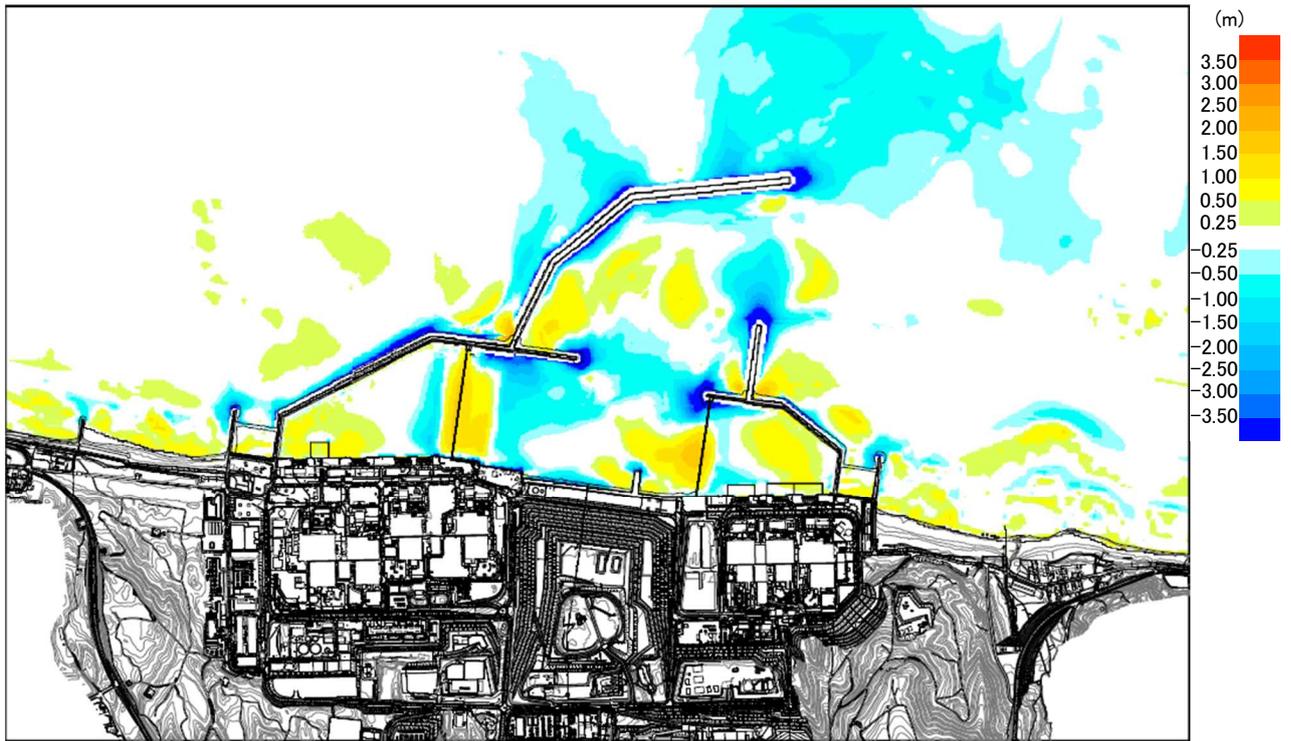
添付第 13-1 図 粒径加積曲線

添付第 13-2 表 取水口前面の堆積厚さ

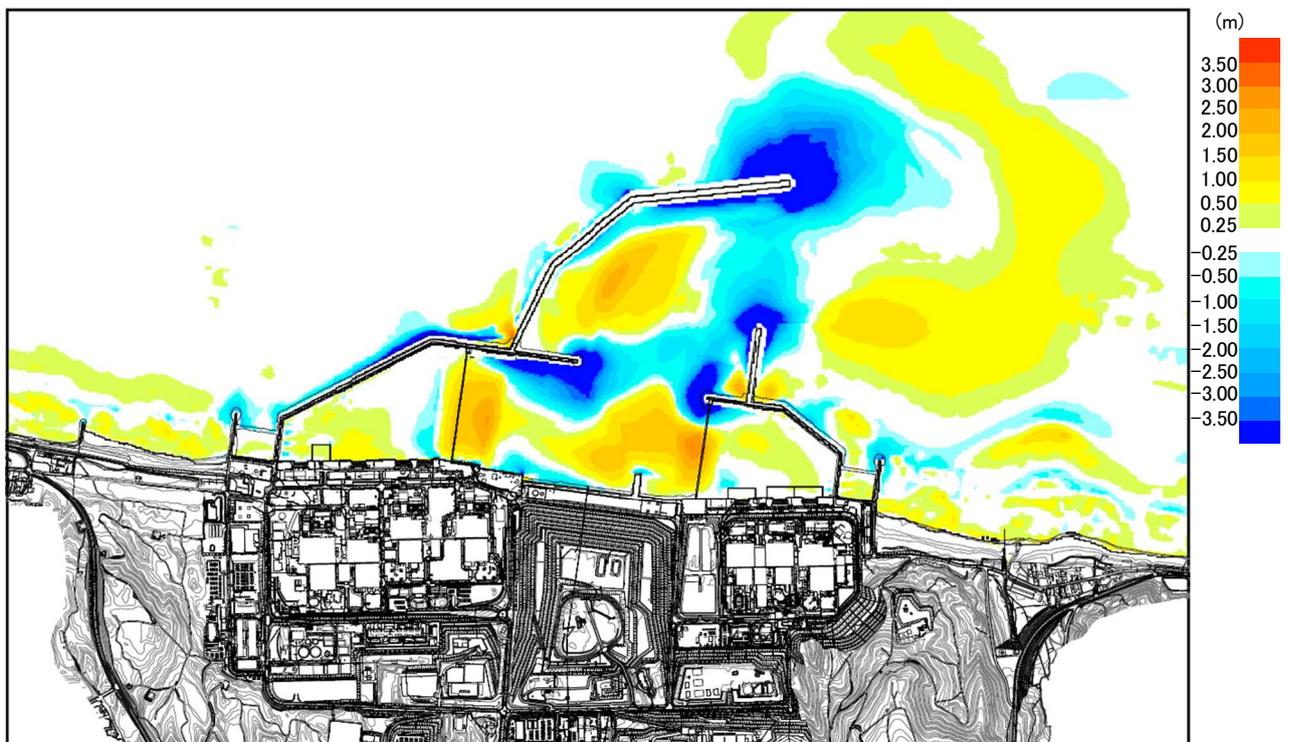
	地震	粒径	取水口前面堆積厚さ (m)						
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉
上昇側	基準津波 1 日本海東縁部 (2領域モデル+LS-2)	D50 相当 (0.27mm)	0.5	0.9	1.2	1.1	0.4	0.3	0.6
		D90 相当 (1mm)	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1	0.1	0.2
		D10 相当 (0.1mm)	0.3	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.6
下降側	基準津波 2 日本海東縁部 (2領域モデル)	D50 相当 (0.27mm)	0.2	0.7	1.0	0.8	0.2	0.2	0.4
		D90 相当 (1mm)	0.2	0.4	0.7	0.5	0.1	0.1	0.2
		D10 相当 (0.1mm)	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4

※取水口前面の堆積厚さは、取水路横断方向の堆積厚さの平均値とした

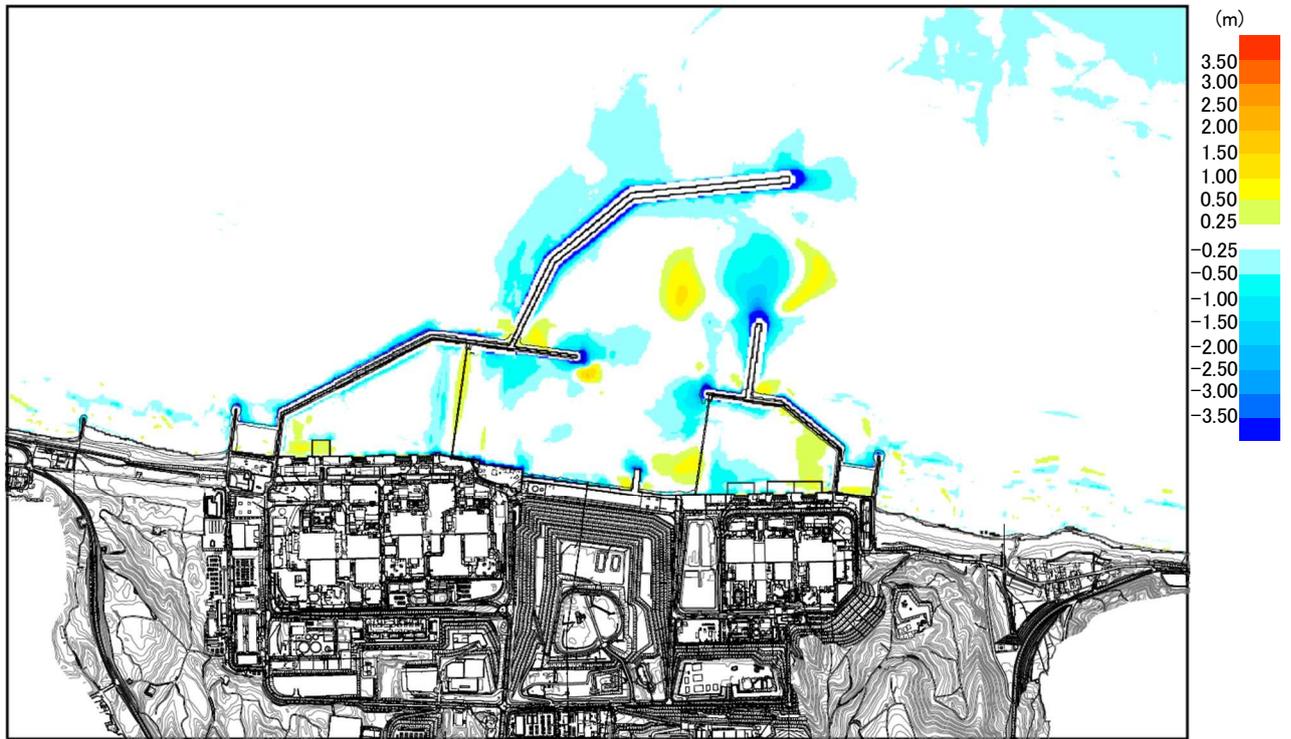
※高橋ほか (1999) , 浮遊砂濃度の上限値 1 %



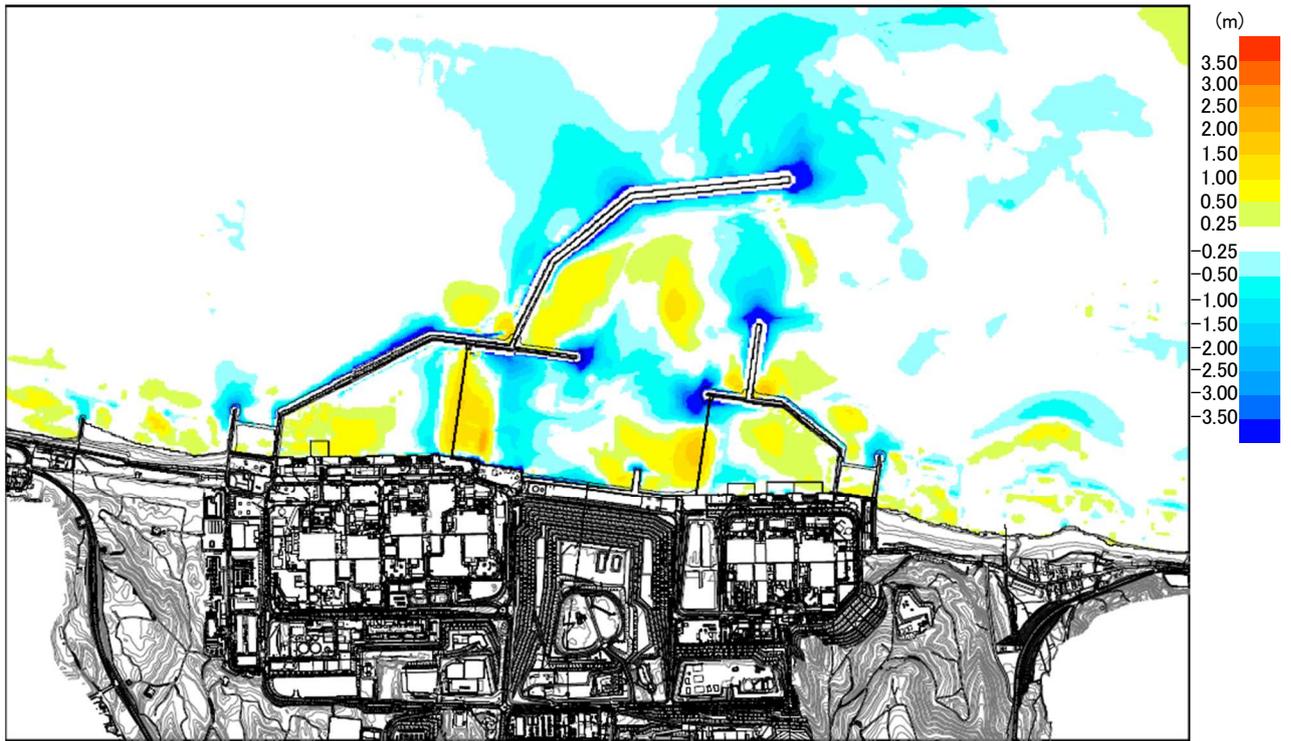
添付第 13-2 図 (1) 堆積侵食分布図 D50 相当 (0.27mm)



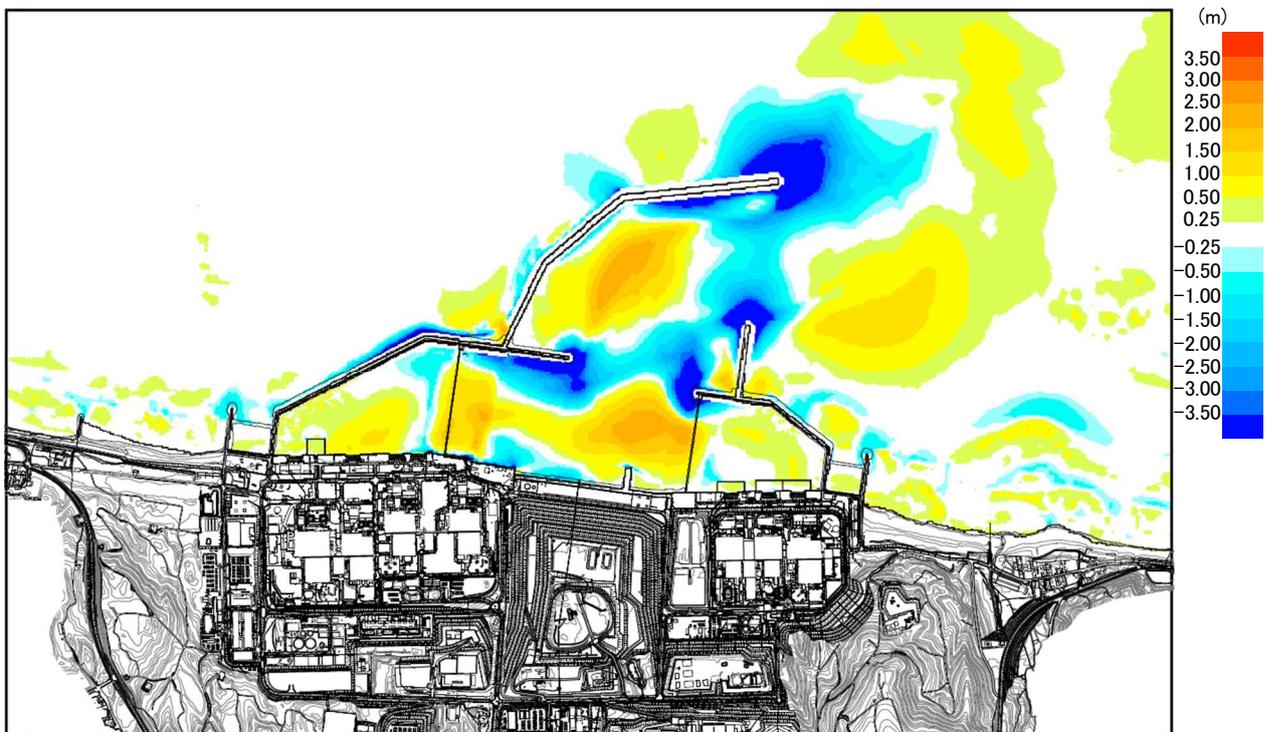
添付第 13-2 図 (2) 堆積侵食分布図 D90 相当 (1mm)



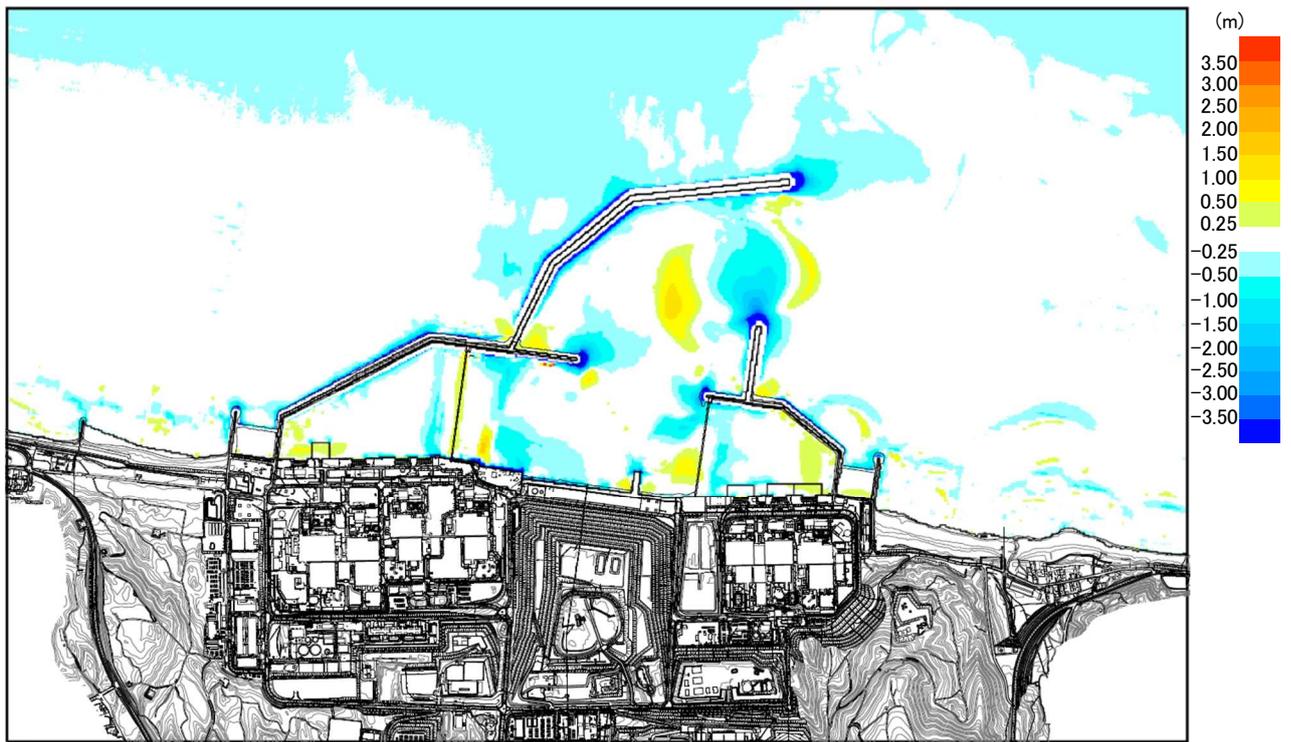
添付第 13-2 図 (3) 堆積侵食分布図 D10 相当 (0.1mm)



添付第 13-2 図 (4) 堆積侵食分布図 D50 相当 (0.27mm)



添付第 13-2 図 (5) 堆積侵食分布図 D90 相当 (1mm)



添付第 13-2 図 (6) 堆積侵食分布図 D10 相当 (0.1mm)

13.3 防波堤をモデル化しない状態での影響評価

砂移動評価においては、防波堤は健全な状態と仮定して解析を実施している。ここでは、影響評価として、地震時における防波堤の損傷を考慮して、保守的に防波堤をモデル化しない状態とした砂移動解析を実施し、堆積厚さへの影響を検討した。なお、解析条件は「1. 粒径のパラメータスタディ」と同様に、高橋ほか(1999)を参考に、平均粒径を用いて実施した。

評価結果を添付第 13-3 表に示し、堆積侵食分布図を添付第 13-3 図に示す。防波堤の有無による堆積厚さの変化は評価地点による違いが多少あるものの、最大堆積厚さについては変化がなく、防波堤の有無による影響は小さい。

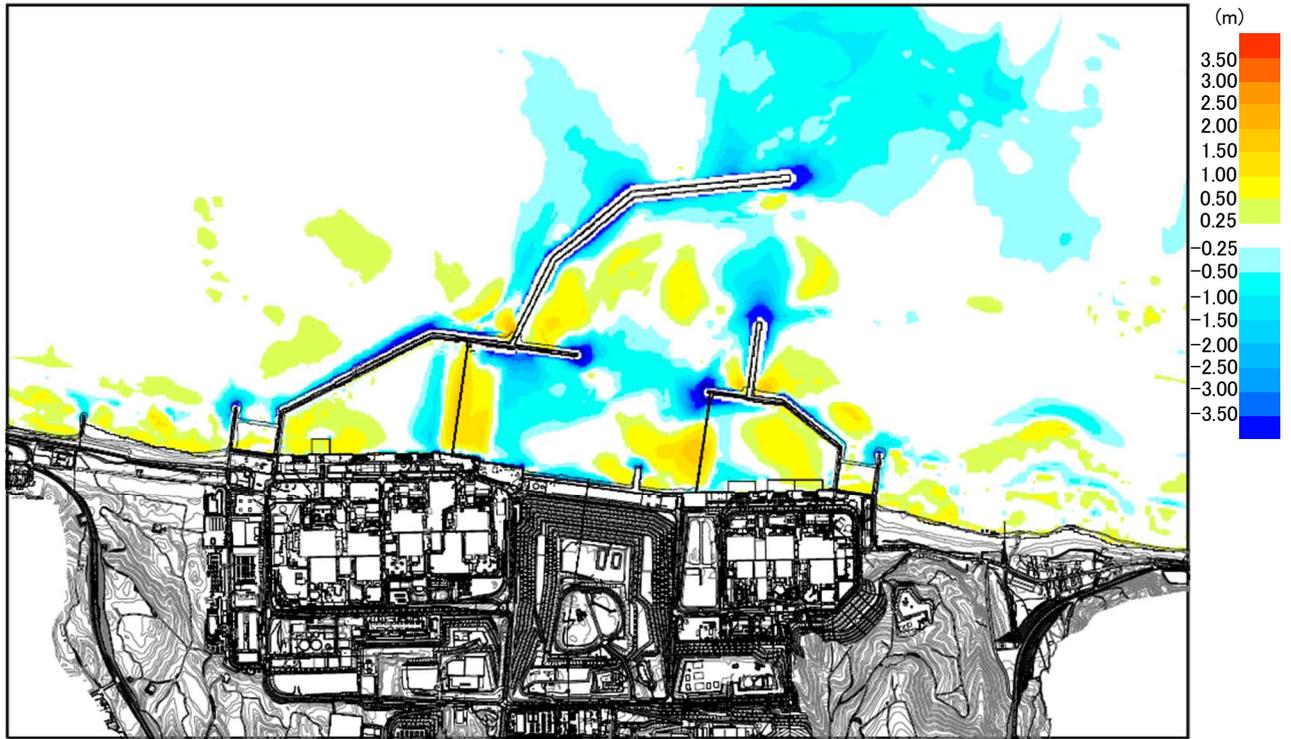
添付第 13-3 表 取水口前面の堆積厚さ

	地震	防波堤	取水口前面堆積厚さ (m)							
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	
上昇側	基準津波 1	日本海東縁部 (2領域モデル +LS-2)	あり	0.5	0.9	1.2	1.1	0.4	0.3	0.6
			なし	0.7	0.7	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8
下降側	基準津波 2	日本海東縁部 (2領域モデル)	あり	0.2	0.7	1.0	0.8	0.2	0.2	0.4
			なし	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5

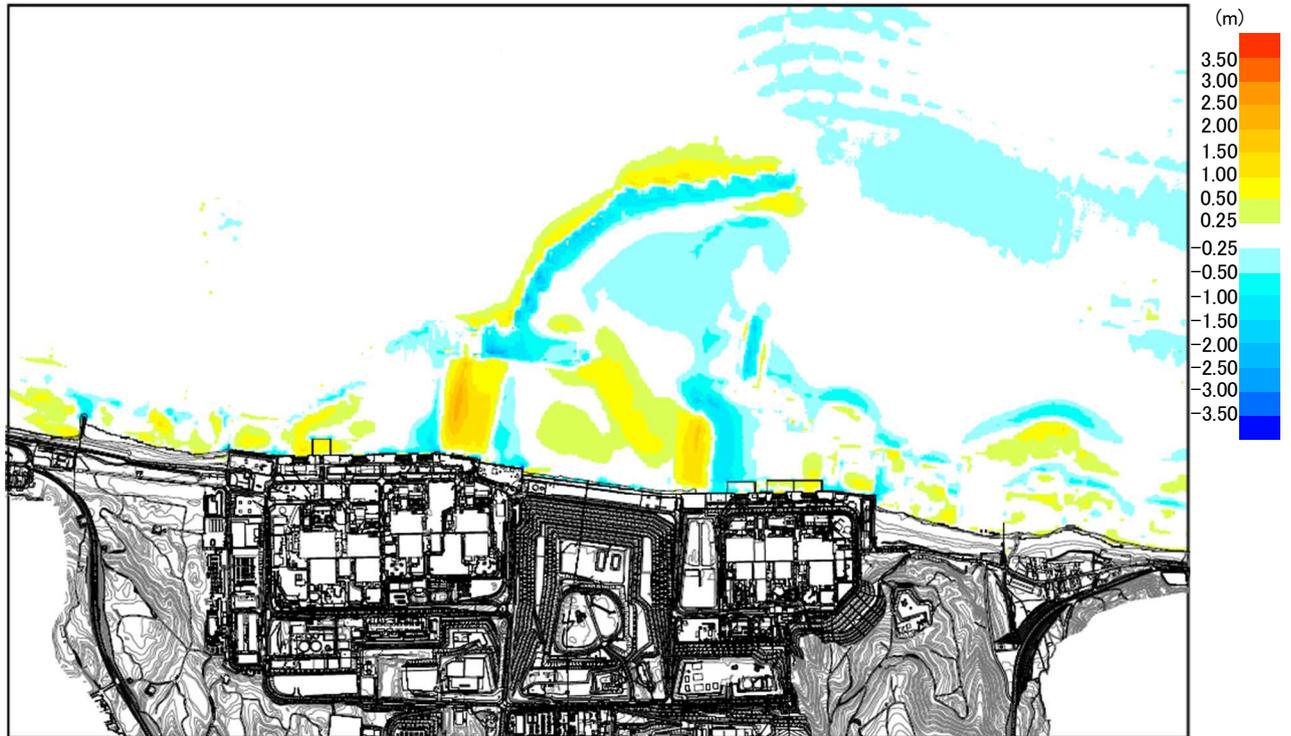
※取水口前面の堆積厚さは、取水路横断方向の堆積厚さの平均値とした

※高橋ほか (1999) , 浮遊砂濃度の上限値 1 %

水位上昇側・基準津波 1

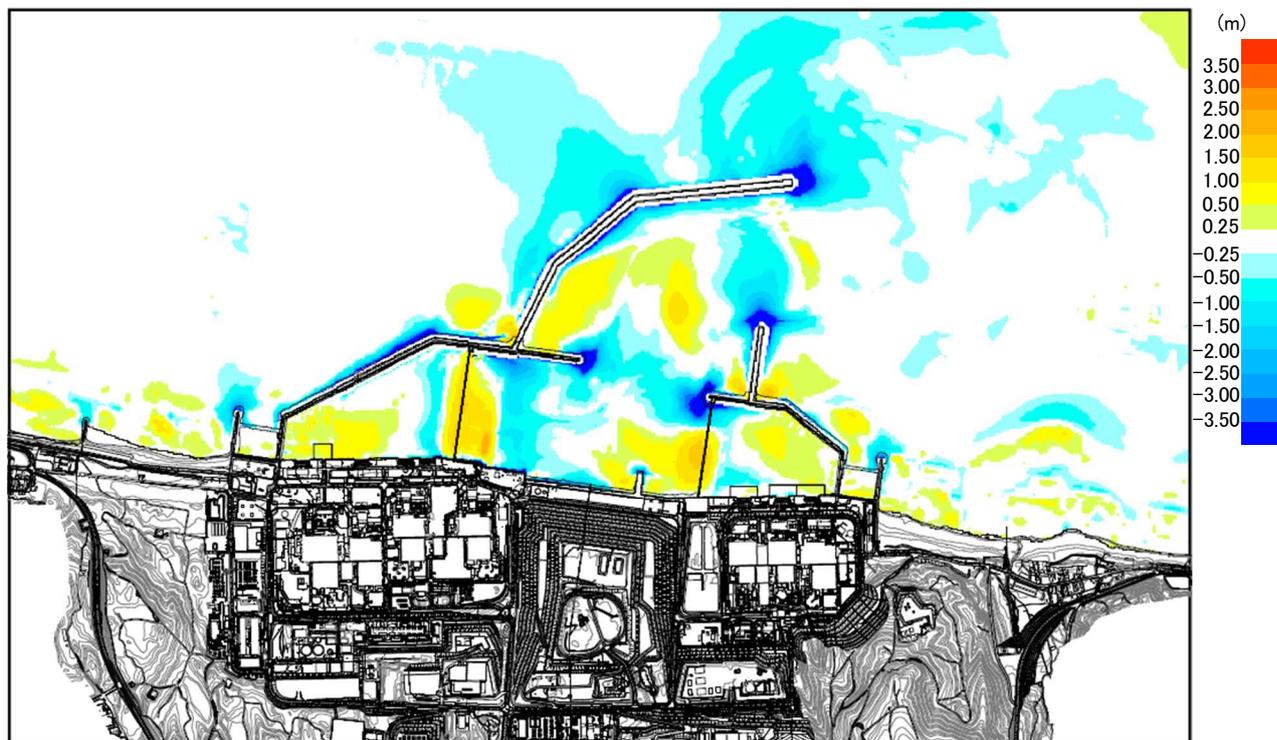


添付第 13-3 図 (1) 防波堤あり

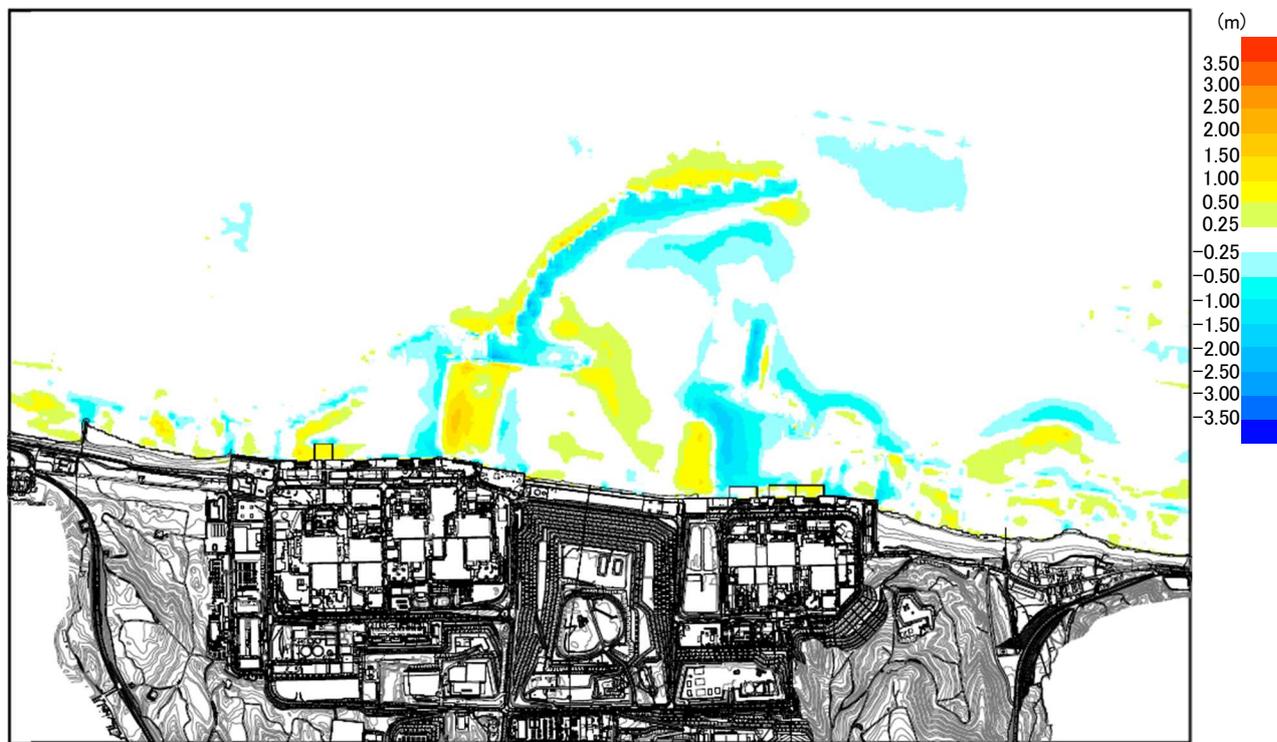


添付第 13-3 図 (2) 防波堤なし

水位下降側・基準津波 2



添付第 13-3 図 (3) 防波堤あり



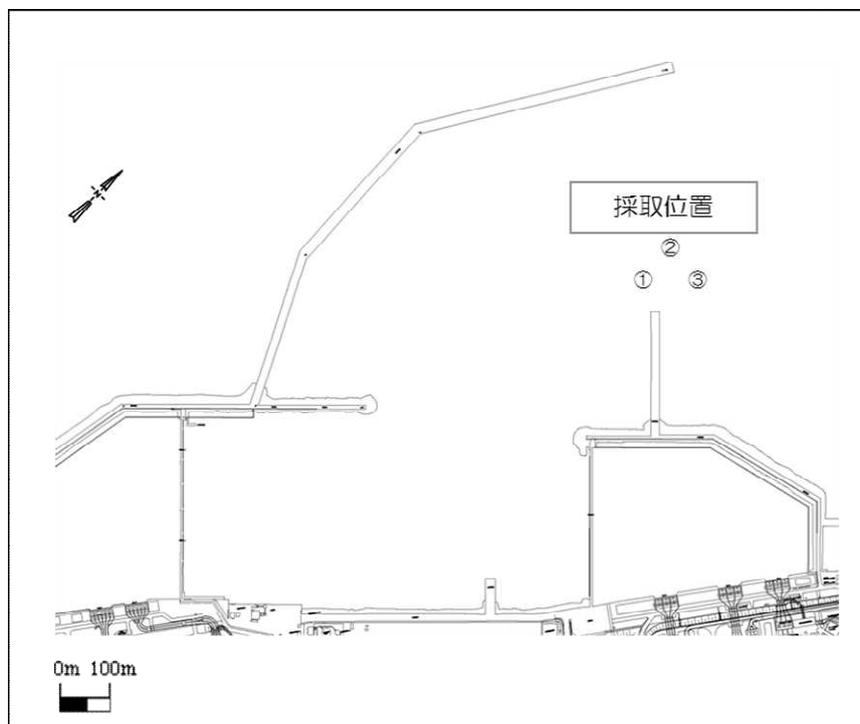
添付第 13-3 図 (4) 防波堤なし

添付資料 14

柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における
底質土砂の分析結果について

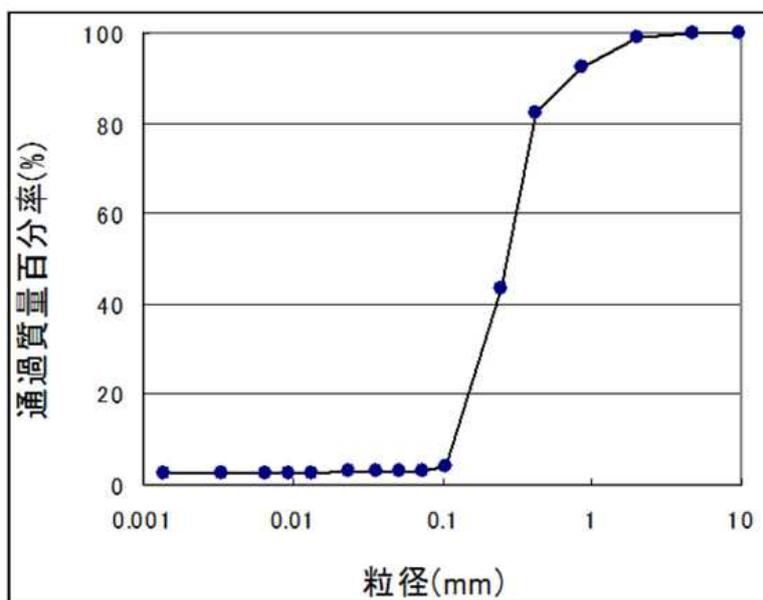
柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における低質土砂の分析結果について

底質土砂の性状について、平成 19 年 8 月に実施した発電所港湾内での底質土砂の分析結果（粒径分布）では、粒径 2.0mm～0.075mm の砂分が主体で、中央粒径は 0.27mm であった。また 2.0mm 以上の礫分はごく僅かであり、ほとんどが砂である。試料採取場所を添付第 14-1 図に、分析結果を添付第 14-2 図に示す。



添付第 14-1 図 底質土砂分析における試料採取場所

試料番号 (深さ)		海底堆積物(北防)
一般	湿潤密度 ρ_s g/cm ³	
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³	
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.693
	自然含水比 w_n %	30.7
	間隙比 e	
粒度	飽和度 S_r %	
	石分 (75mm以上) %	
	礫分 [〃] (2~75mm) %	0.8
	砂分 [〃] (0.075~2mm) %	96.0
	シルト分 [〃] (0.005~0.075mm) %	0.6
	粘土分 [〃] (0.005mm未満) %	2.6
	最大粒径 mm	9.5
均等係数 U_c	2.00	



添付第 14-2 図 分析結果及び粒径加積曲線 (平成 19 年 8 月 24 日実施)

添付資料 15

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

15.1 はじめに

基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施し、解析により得られた海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度を基に、海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性について評価する。

15.2 取水路における砂移動解析方法

取水路における砂移動解析については、「1.4 入力津波の設定」における取水路の管路解析、及び「2.5 (2) a. 砂の移動・堆積に対する通水性確保」における砂の移動・堆積の数値シミュレーションの解析結果を用いて、「高橋ほか（1999）の手法」^[1]に基づく砂移動解析を実施し、浮遊砂濃度を算出する。

砂移動解析の入力条件を添付第 15-1 表に示す。

添付第 15-1 表 砂移動解析の入力条件

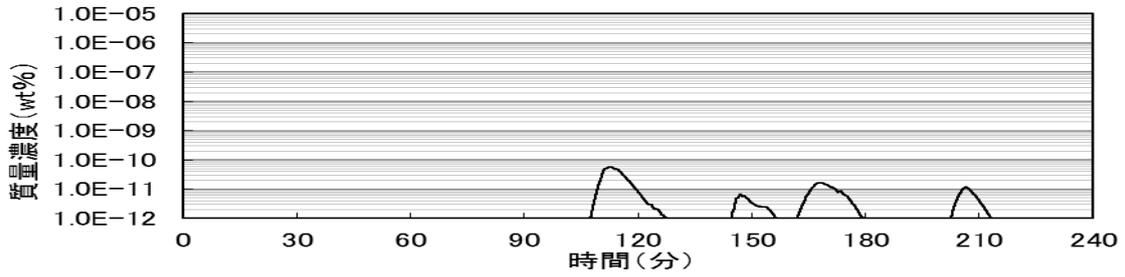
項目	入力値	設定根拠
中央粒径 [mm]	0.27	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果
空隙率	0.4	高橋ほか（1992）
砂の密度 [kg/m ³]	2,690	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果
浮遊砂体積濃度上限値 [%]	1	高橋ほか（1999）

15.3 取水路における砂移動解析結果

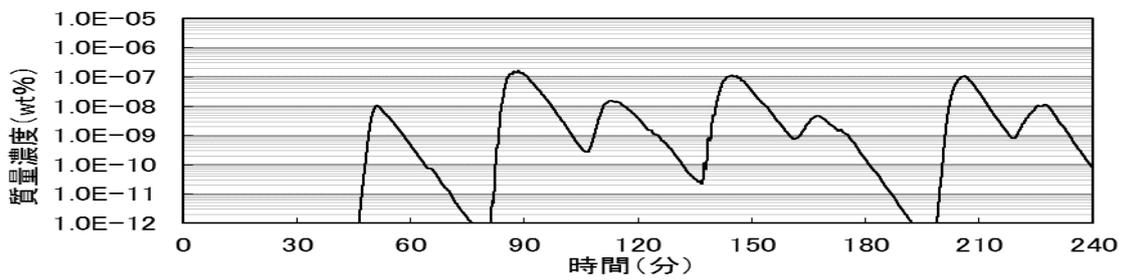
基準津波の波源および防潮堤有無の各ケースにおいて、海水ポンプ取水地点における浮遊砂濃度時刻歴を示す。6号炉を添付第15-1図～添付第15-4図に、7号炉を添付第15-5図～添付第15-8図に示す。

浮遊砂濃度が最も高い値を示すのは、6号炉および7号炉ともに、基準津波2（防波堤無し）のケース（6号炉：添付第15-4図、7号炉：添付第15-8図）で地震発生から約140分経過した時点で、浮遊砂濃度は 1×10^{-5} wt%以下であった。

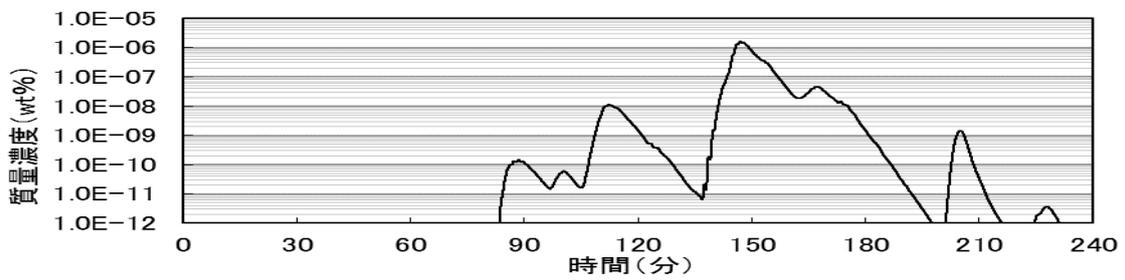
波源	基準津波 1, 2		
砂移動モデル	高橋ほか（1999）		
算出点	海水ポンプ取水地点	浮遊砂体積濃度上限値	1%



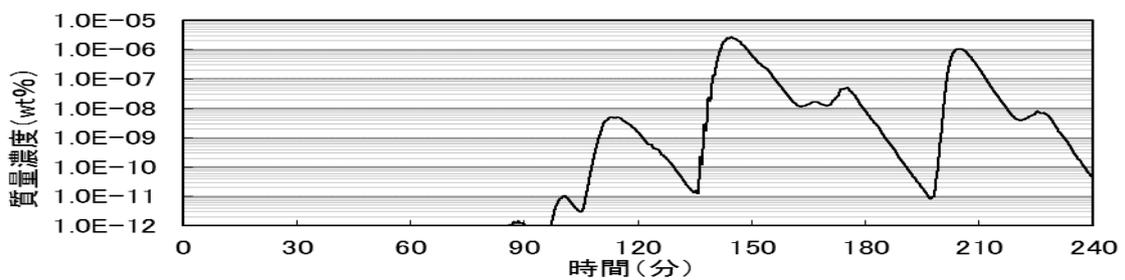
添付第 15-1 図 6号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤有り)



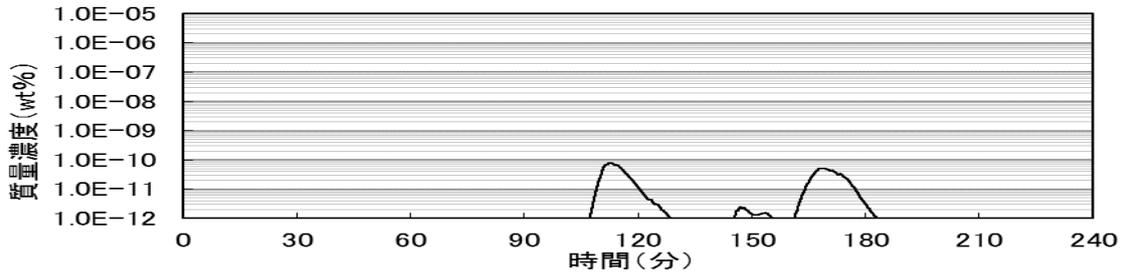
添付第 15-2 図 6号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤無し)



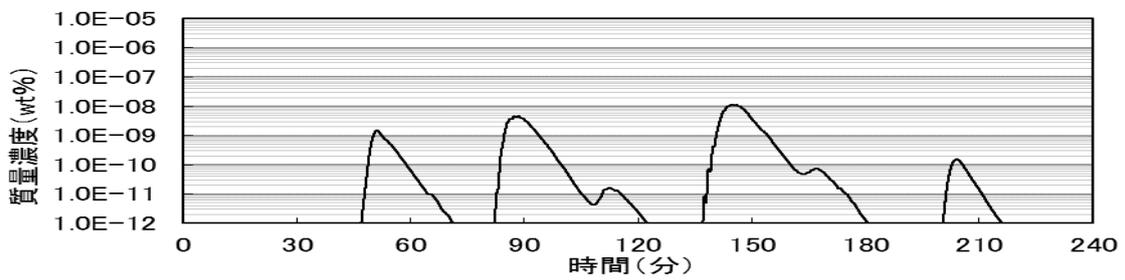
添付第 15-3 図 6号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤有り)



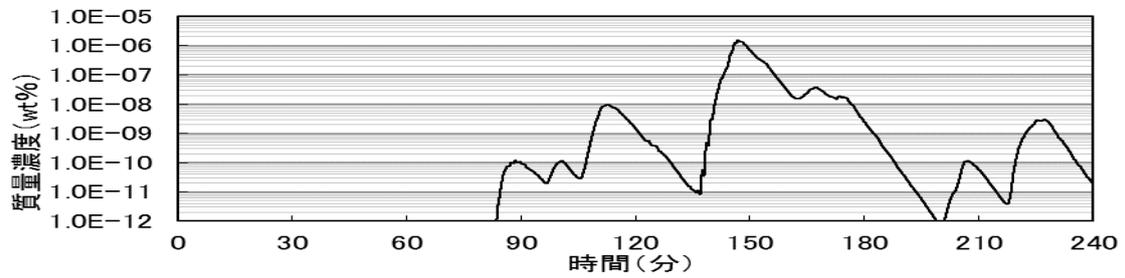
添付第 15-4 図 6号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤無し)



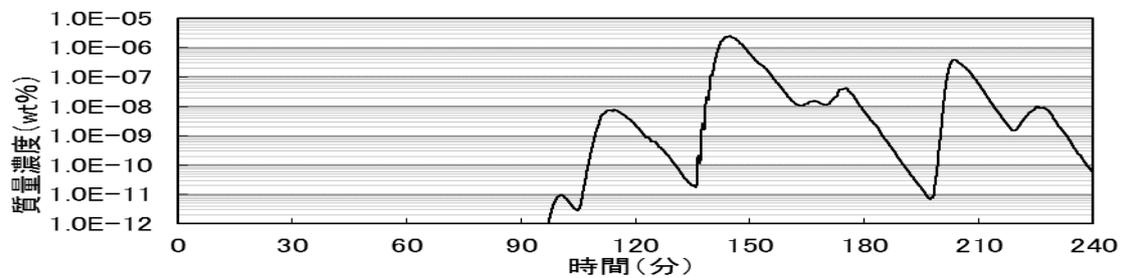
添付第 15-5 図 7号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤有り)



添付第 15-6 図 7号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤無し)



添付第 15-7 図 7号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤有り)



添付第 15-8 図 7号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤無し)

15.4 海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性評価

基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析によって得られた海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度は、6号炉および7号炉ともに 1×10^{-5} wt%以下であった。

浮遊砂濃度 1×10^{-5} wt%は、原子炉補機冷却海水ポンプ（1台：流量 $1,800\text{m}^3/\text{h}$ ）が海水とともに取水する浮遊砂量は $3\text{g}/\text{min}$ 程度と微量であることを示す。また、取水された多くの海水は、軸受摺動面隙間より断面積比で約60倍ある揚水管内側流路を通過することを踏まえると、軸受摺動面に混入する浮遊砂量は $3\text{g}/\text{min}$ よりさらに減少することが見込まれることから、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響はないと評価する。

参考文献

- [1]:「掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発」, 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔・海岸工学論文集, 46, 606-610, 1999.

添付資料 16

津波漂流物の調査要領について

津波漂流物の調査要領について

16.1 はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 7 月 8 日施行）」の第五条において，基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれるおそれがないことが求められており，同解釈の別記 3 において，基準津波による水位変動に伴う漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であることが要求されている。

本書は，同要求に対する適合性を示すにあたり実施した「基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査の，調査要領を示すものである。

16.2 調査要領

(1) 調査範囲

調査範囲は，海域については基準津波の流向及び流速より，発電所周辺 5km 圏内とし，陸域については，基準津波の遡上域を考慮し，5km 圏内における海岸線に沿った標高 10m 以下の範囲とする。調査範囲の概要を別紙 1 に示す。

(2) 調査方法

調査は上記の調査範囲を発電所構内・構外，海域・陸域により四つに分類し実施する。分類ごとの調査対象，調査方法を添付第 16-1 表に示す。

(3) 記録方法

調査結果の記録は，「(2) 調査方法」で示した各調査対象について定義や考え方，調査方法を別紙 2 に示したとおりに具体化し，各々について同紙に示した方法により実施する。

添付第 16-1 表 「漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査方法

調査分類	調査範囲		調査対象	調査方法	
	発電所 構内・構外	海域・陸域			
A	発電所 構内	海域	船舶， 海上設置物	・資料調査	以下の資料を調査し，港湾内に 定例業務により来航する船舶を 抽出 ✓ 船舶入出港届 ✓ 港湾施設使用願 ✓ 工食用及び調査用船舶 港湾区域内作業届
				・聞き取り 調査	社内関係者への聞き取り調査に より対象を抽出
				・現場調査	現場調査により対象を抽出
B	発電所 構内	陸域	人工構造物， 可動・可搬 物品，植生等	・資料調査	以下の資料を調査し，調査範囲 内にある建屋，機器類，定例業 務により常設，仮置きされる資 機材を抽出 ✓ 建物配置図 ✓ 配置図 ✓ 資機材管理システム
				・聞き取り 調査	社内関係者への聞き取り調査に より対象を抽出
				・現場調査	現場調査により対象を抽出
C	発電所 構外	海域	船舶， 海上設置物	・現場調査	現場調査（海上，陸上）により 調査対象を抽出
				・聞き取り 調査	漁協，自治体関係者への聞き取 り調査，漁協，自治体管理資料 の調査により対象を抽出
				・資料調査	
D	発電所 構外	陸域	人工構造物， 可動・可搬 物品，植生等	・図上調査	国土地理院 20 万分 1 地勢図を調 査し，調査範囲内にある集落， 施設を抽出（抽出にあたり国土 地理院電子国土 Web 等の空中写 真等を参考とする）
				・現場調査	現場調査（海上，陸上）により 対象を抽出

3. 別紙

別紙 1：調査対象範囲の概要

別紙 2：調査要領の概要

以上

調査範囲の概要

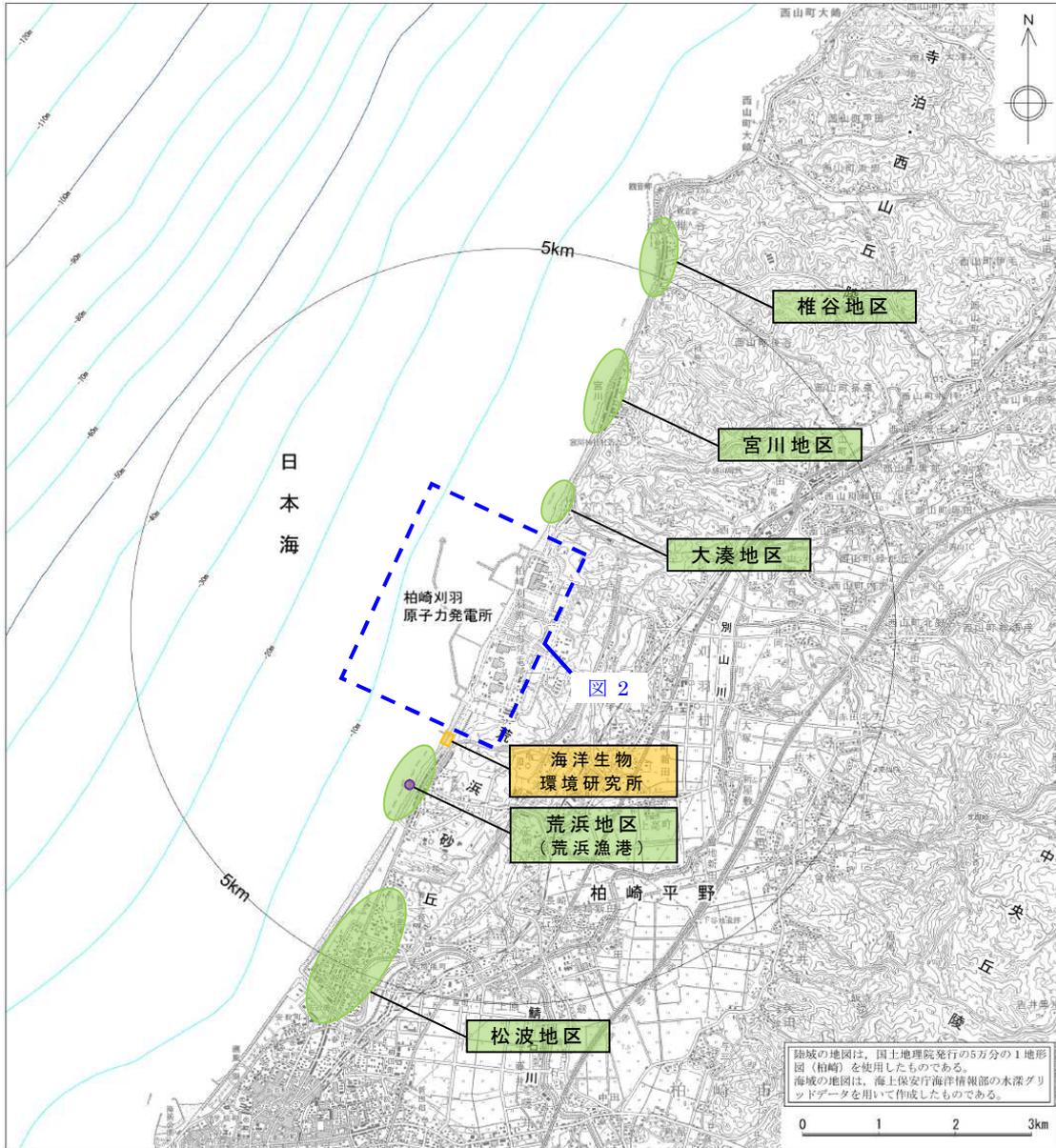


図 1 漂流物調査範囲概要 (発電所構外)



図 2 漂流物調査範囲概要（発電所構内）

記録方法

調査分類	調査範囲		調査対象		調査方法	記録方法
	発電所 構内・構外	海域・陸域	項目	具体的な定義、考え方、例		
A		海域	1 船舶	-	1) 以下の資料を調査し、港湾内に定例業務により来航する船舶を抽出 ・船舶入出港届 ・港湾施設使用届 ・工事用及び調査用船舶港湾区域内作業届 2) 社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 3) 現場調査により上記以外の対象を抽出	船舶名、状態(停泊有無、停泊場所)、数量(同時に来航し得る数)、属性(重量)を記録
			2 海上設置物	港湾内に設置されている人工構築物 ※土木構造物(港湾施設等)、機器類(調査分類Bで抽出)を除くすべての人工構築物	1) 社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 2) 現場調査により上記以外の対象を抽出	名称、属性(重量、設置場所、設置状態等)を記録 ※特殊浮標については船舶(分類A及びC)の評価に含まれるものとして、個別での抽出・記録は不要とする
B	発電所 構内		1 建屋	土地に定着している建物	1) 以下の資料を調査し、調査範囲内にある建屋、機器類を抽出 ・建物配置図 ・配置図 2) 社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 3) 現場調査により上記以外の対象を抽出	名称、仕様(主要構造/材質、寸法等)、数量を記録
			2 機器類	基礎等に据え付けられた本設の機器 <例> ・クレーン ・タンク ・配電盤、分電盤、制御盤	1) 以下の資料を調査し、調査範囲内にある建屋、機器類を抽出 ・建物配置図 ・配置図 2) 社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 3) 現場調査により上記以外の対象を抽出	※類型化できる配電盤、分電盤、制御盤は代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする
			3 常時保管	工事用資機材のうち、常時保管されているもの(仮設倉庫・小屋は本カテゴリーに含む)	1) 資機材管理システムを調査し、定例業務により常設、仮置きされる資機材を抽出 2) 社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 3) 現場調査により上記以外の対象を抽出	名称、状態(設置、固定等)、仕様(主要材質等)、数量を記録 ※重量より漂流物化しないもの、手工具類等、到達しないものは、容積・断面積が小さく(積算効果も含め)通水性に影響を与えないものは、代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする
			4 資機材、車両	一時持込 工事用資機材のうち、工事期間中のみ持ち込まれ仮置きされるもの、車両等	1) 資機材管理システムを調査し、定例業務により常設、仮置きされる資機材を抽出 2) 社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 3) 現場調査により上記以外の対象を抽出	名称、状態(設置、固定等)、仕様(主要材質等)、数量を記録 ※重量より漂流物化しないもの、手工具類等、到達しないものは、容積・断面積が小さく(積算効果も含め)通水性に影響を与えないものは、代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする
			5 その他一般構築物、植生	人工構築物、植生 ※1~4、及び土木構造物(道路等)を除くすべての人工構築物、植生 <例> ・コンクリート蓋・板・塊 ・鋼製手摺・階段・梯子・架台 ・鋼製スロープ ・チェッカープレート ・グレーチング ・マンホール蓋 ・配管 ・電灯 ・監視カメラ ・空調室外機 ・消火栓 ・拡声器 ・標識	現場調査により調査対象を抽出	名称を記載 ※例示するものは、重量より漂流物化しない、あるいは容積・断面積が小さく(積算効果も含め)通水性に影響を与えないため、代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする
C	発電所 構外	海域	1 船舶	-		船舶名、状態(停泊有無、停泊場所)、数量、属性(重量)を記録
			2 海上設置物	人工構築物 <例> ・定置網 ・浮筏 ・浮棧橋	1) 現場調査(海上、陸上)により調査対象を抽出 2) 漁協、自治体関係者への聞き取り調査、漁協、自治体管理資料の調査により上記以外の対象を抽出	名称を記載 ※1または例示するものに評価が含まれるものは、代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする
D		陸域	1 家屋類	-		
			2 車両	乗用車、大型車、二輪車等	1) 国土地理院20万分1地勢図を調査し、調査範囲内にある集落、施設を抽出(抽出にあたり国土地理院電子国土Web等の空中写真等を参考とする) 2) 上記で確認された対象を中心に現場調査(海上、陸上)により対象を抽出	名称を記載 ※調査分類(A~C)の調査対象に評価が含まれるものは、代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする
			3 その他一般構築物、植生	人工構築物、植生 <例> ・フェンス ・電柱 ・植生	1) 国土地理院20万分1地勢図を調査し、調査範囲内にある集落、施設を抽出(抽出にあたり国土地理院電子国土Web等の空中写真等を参考とする) 2) 上記で確認された対象を中心に現場調査(海上、陸上)により対象を抽出	名称を記載 ※調査分類(A~C)の調査対象に評価が含まれるものは、代表を記録することし、個別での抽出・記録は不要とする

添付資料 17

燃料等輸送船の係留索の耐力について

燃料等輸送船の係留索の耐力について

17.1 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波警報等発令時、原則、緊急退避するが、津波流向及び岸壁と取水口との位置関係を踏まえ、短時間に津波が襲来する場合を考慮し、係留索の耐力について評価を実施する。

係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。

本書では、輸送船が備えている係留索の係留力、及び津波による流圧力を石油会社国際海事評議会 OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）刊行“Mooring Equipment Guidelines”の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。なお、同書は船舶の係留方法・係留設備に関わる要求事項を規定するものであり、流圧力の評価については大型タンカーを主たる適用対象とするものであるが、1軸船のタンカーについては燃料等輸送船と水線下の形状が類似しているため、同評価を燃料等輸送船に適用することは可能と考える。

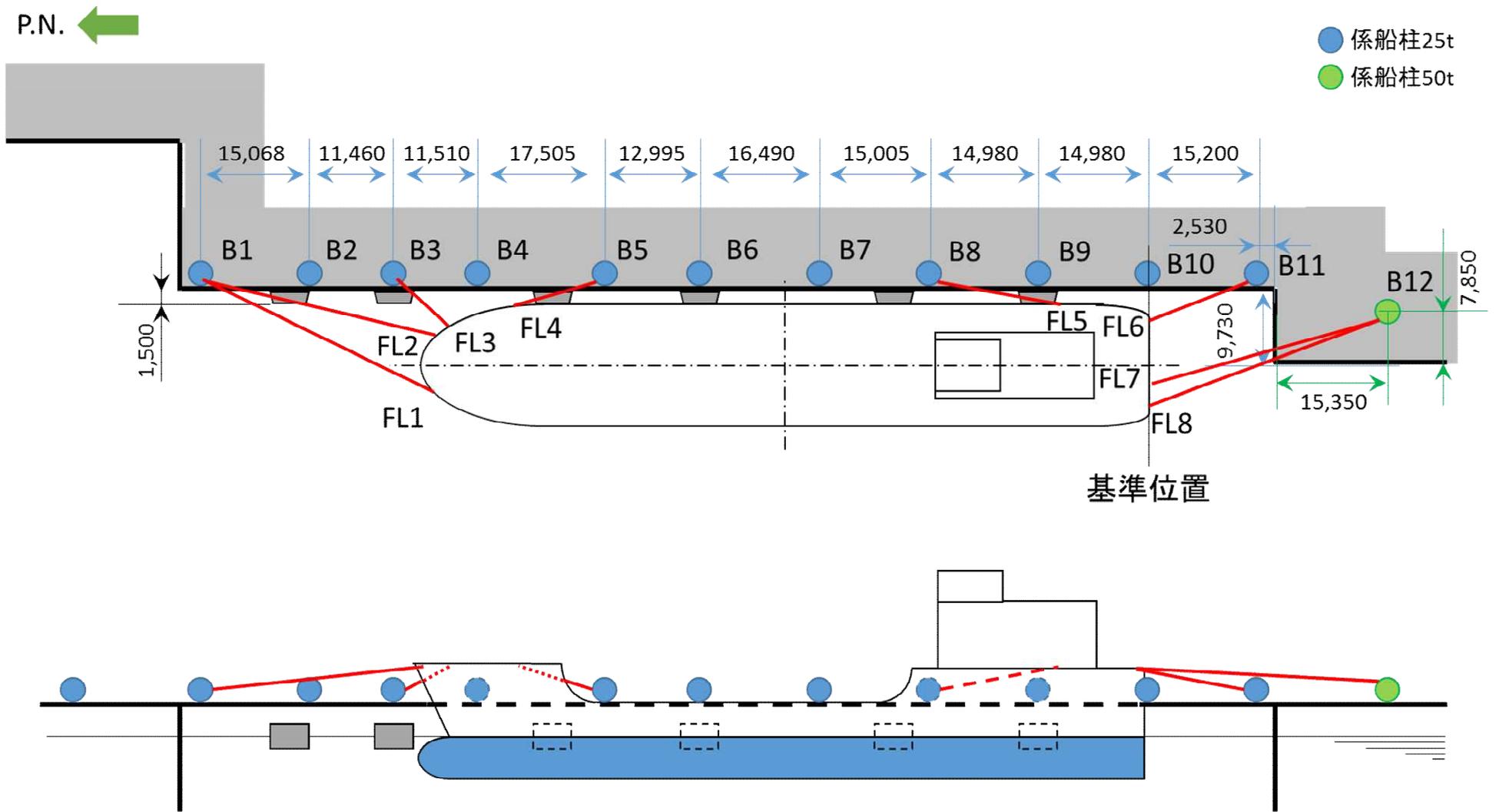
17.2 評価

(1) 輸送船, 係留索, 係船柱

輸送船, 係留索, 係船柱の仕様を添付第 17-1 表に, 配置を添付第 17-1 図に示す。

添付第 17-1 表 輸送船, 係留索, 係船柱の仕様

項 目		仕 様
輸送船	総トン数	約 5,000 トン
	載貨重量トン	約 3,000 トン
	喫水	約 5m
	全長	100.0m (垂線間長 : 94.4m)
	型幅	16.5m
	形状	(図 1 参照)
係留索	直径	60mm (ノミナル値)
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf
	係船機ブレーキ力	28.5tonf × 0.7 ≒ 20.0tonf
係船柱	形状	(図 1 参照)
	ビット数, 位置	(図 1 参照)
	係留状態	(図 1 参照)
	強度	25t, 50t

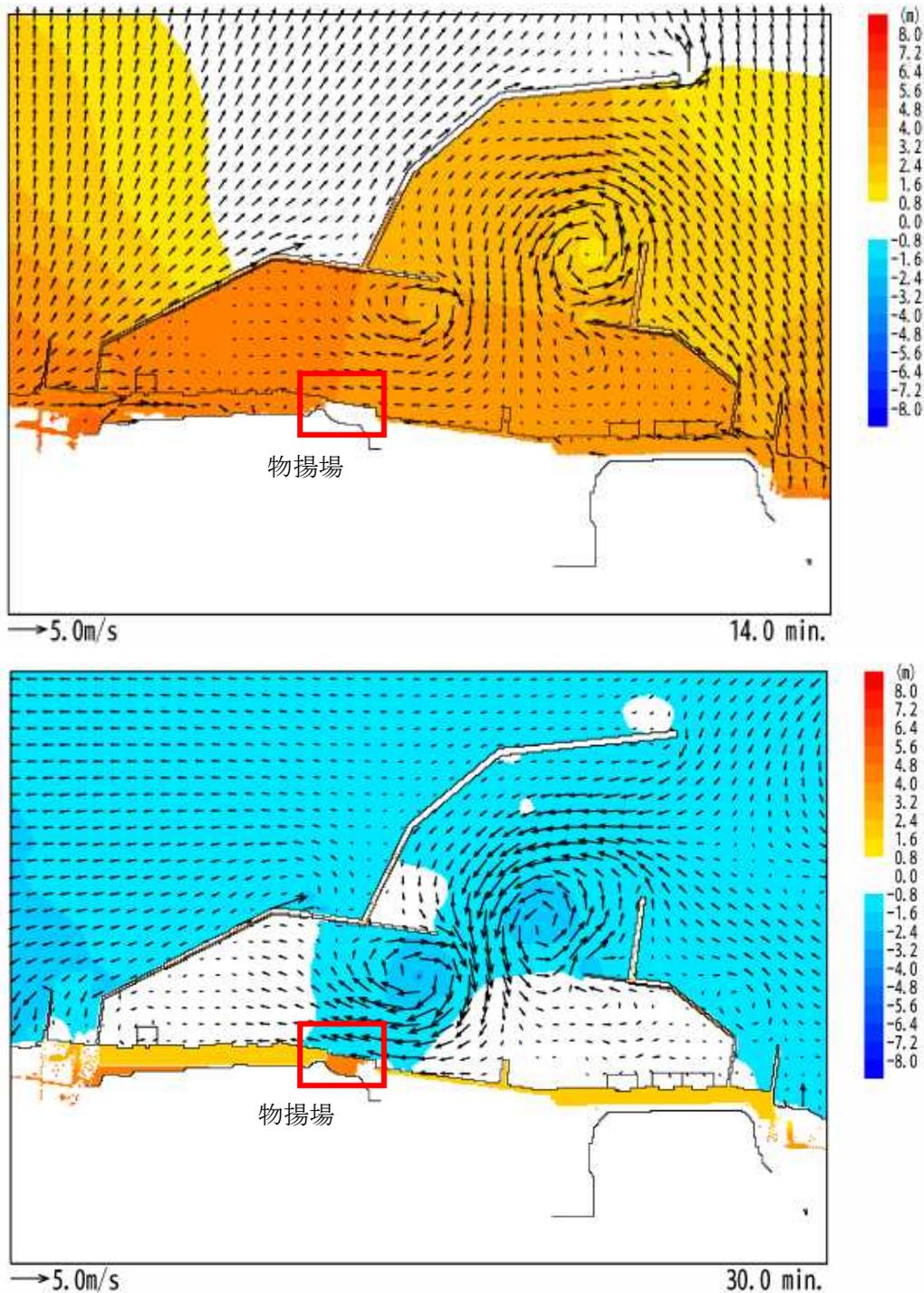


添付第 17-1 図 輸送船，係留索，係船柱の配置

(2) 津波条件 (流向, 水位, 流速)

襲来までに時間的余裕がなく、輸送船を離岸できない可能性がある基準津波 3 (別添 1 本文 第 2.5-19 図参照) を評価条件とする。

基準津波 3 による物揚場近傍の流向は、添付第 17-2 図に例示するとおり物揚場岸壁に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し、輸送船は物揚場の岸壁 (コンクリート塊) と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。

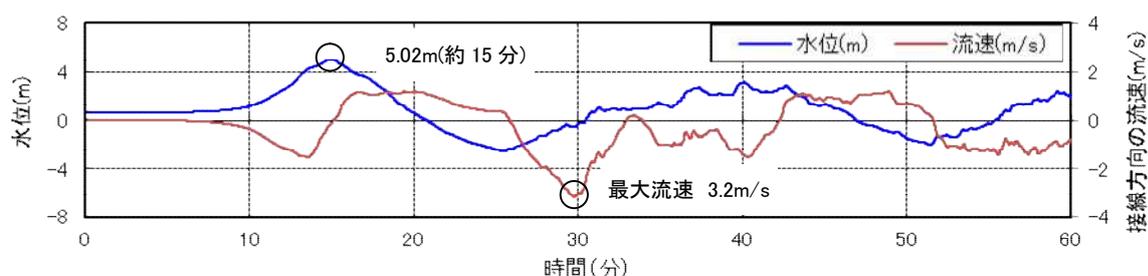


添付第 17-2 図 基準津波 3 の流向

一方、基準津波3の物揚場位置における水位及び接線方向成分の流速は、添付第17-3-1図のとおりとなる。

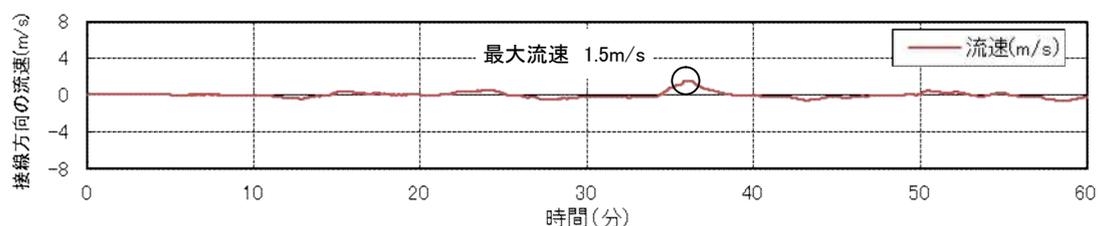
添付第17-3図に示すとおり地震発生後15分で第一波の最高点に達する。その後、引き波が発生し、流速は地震発生後30分に最大3.2m/sに達する。

緊急退避時間との関係から、津波が最大流速に到達する前に輸送船は退避できると考えられるものの（別添1本文第2.5-19図参照）、今回は係留により対応することを仮定し、最大流速3.2m/sで生じる流圧力に対する係留力を評価する。



添付第17-3-1図 基準津波3の水位・流速（物揚場岸壁前面）

なお、地震等により防波堤が損傷を想定した場合でも、接線方向成分の流速は、添付第17-3-2図に示すとおり防波堤健全時（添付第17-3-1図）よりも小さいため、流速条件は健全状態における流速に包含される。

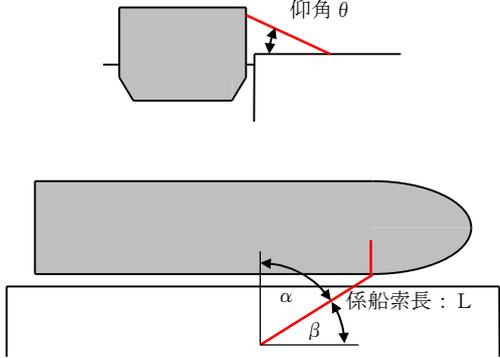


添付第17-3-2図 防波堤損傷時における基準津波3の流速（物揚場岸壁前面）

(3) 係留力

係留力の計算方法を添付第 17-2 表に、計算結果を添付第 17-3 表、添付第 17-4 図及び添付第 17-5 図に示す。

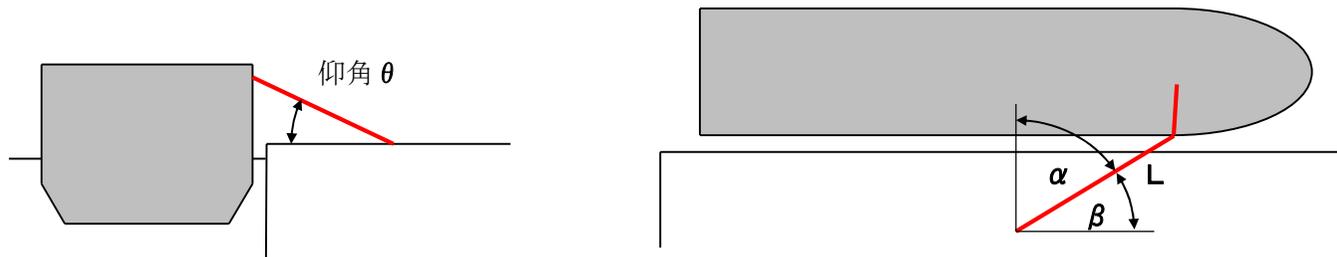
表 2 係留力の計算方法

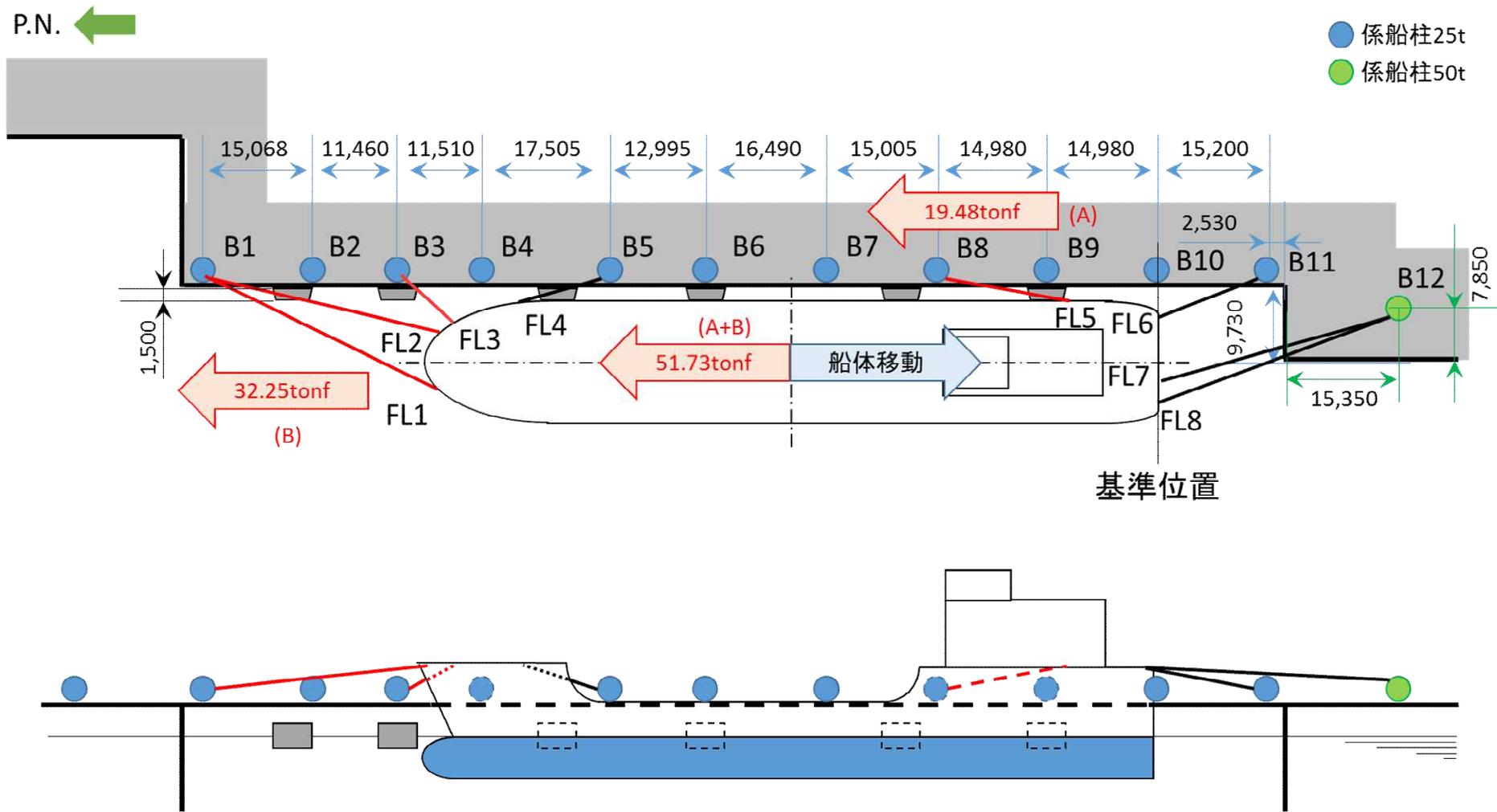
<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p> R_x : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f, 後方は添字 a) T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力 [tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角 [deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力) </p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

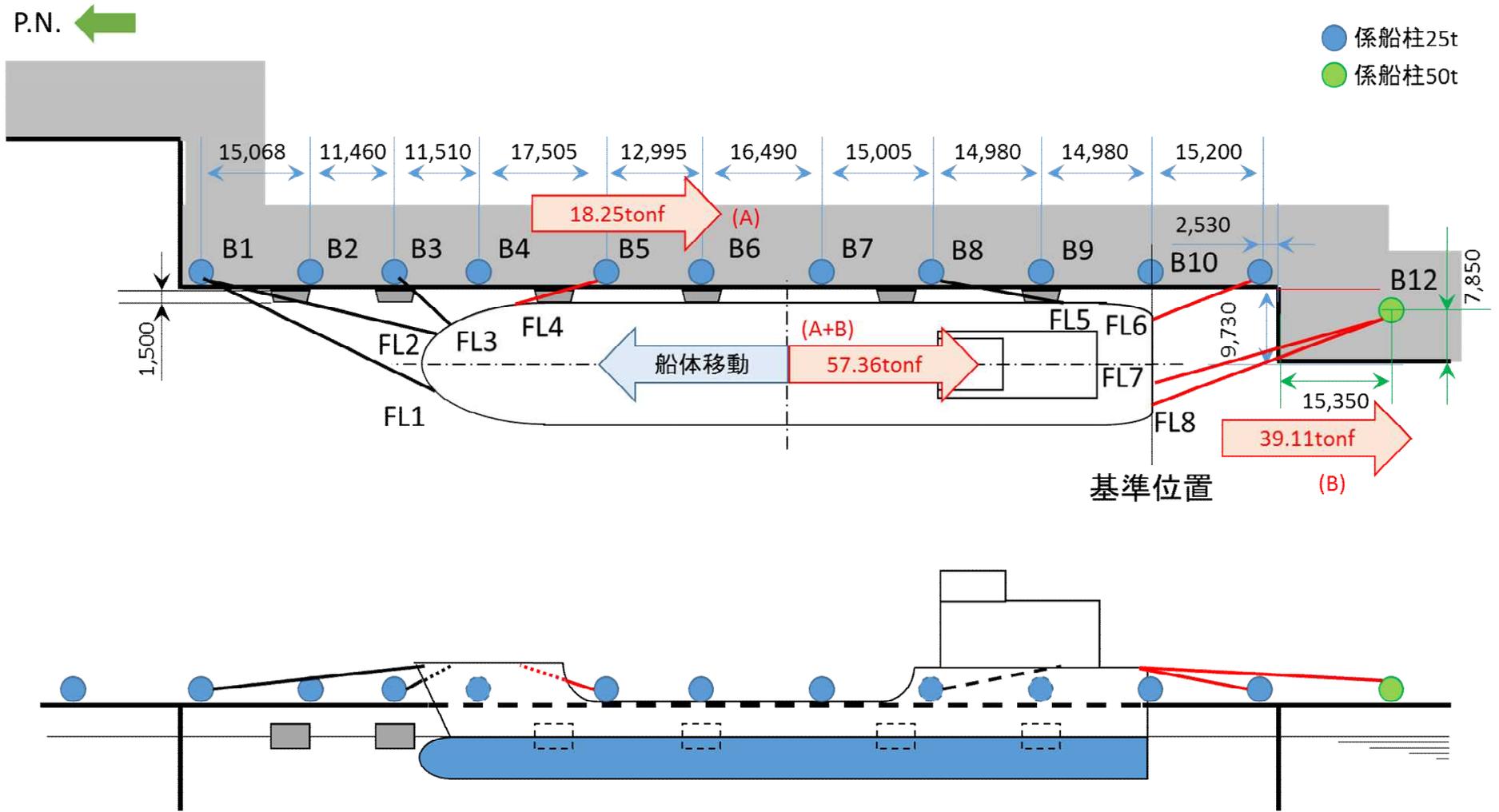
添付第 17-3 表 係留力 (添付第 17-1 図) の計算結果

フェアリーダ	索種類	係船柱	係留角		索張力 T [tonf]	係留力 前後		Bitt Performance [tonf]		
			船外	θ		β	[tonf]	[tonf]	Bitt Load	合計
FL1	Line1	B1	37.0	8.9	-23.8	20.0	-7.84	8.38	18.21	25
FL2	Line2	B1	34.4	8.9	-9.8	20.0	-9.70	9.83		
FL3	Line3	B3	11.1	31.8	-30.1	20.0	-14.71	20.00	20.00	25
							-32.25			
FL4	Line4	B5	14.3	21.9	10.4	20.0	18.25	20.00	20.00	25
							18.25			
FL5	Line5	B8	25.3	11.4	6.5	20.0	-19.48	20.00	20.00	25
							-19.48			
FL6	Line6	B11	16.9	18.0	19.9	20.0	17.88	20.00	20.00	25
FL7	Line7	B12	34.7	8.5	15.6	20.0	11.06	11.45	22.50	50
FL8	Line8	B12	35.7	8.5	20.7	20.0	10.16	11.05		
							39.11			
							前後(+) 計 57.36			
							前後(-) 計 -51.73			





添付第 17-4 図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力



添付第 17-5 図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

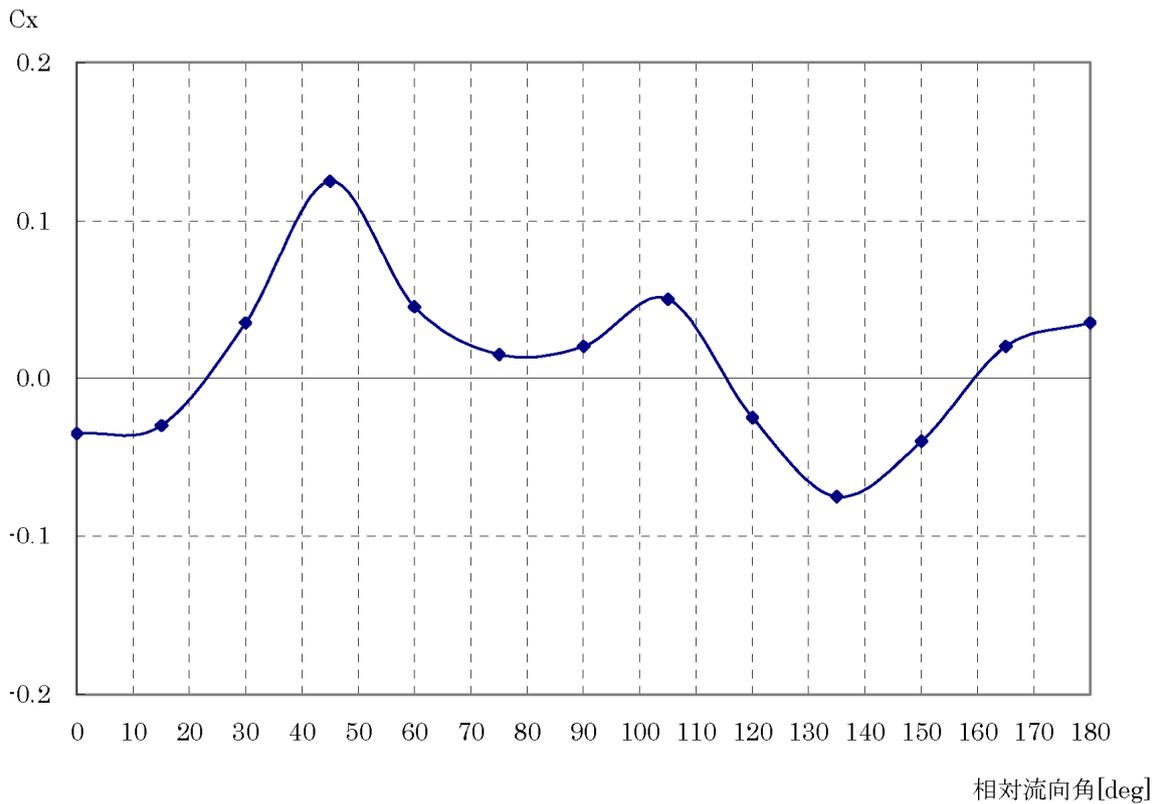
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を添付第 17-4 表に、係留力との比較結果を添付第 17-6 図に示す。

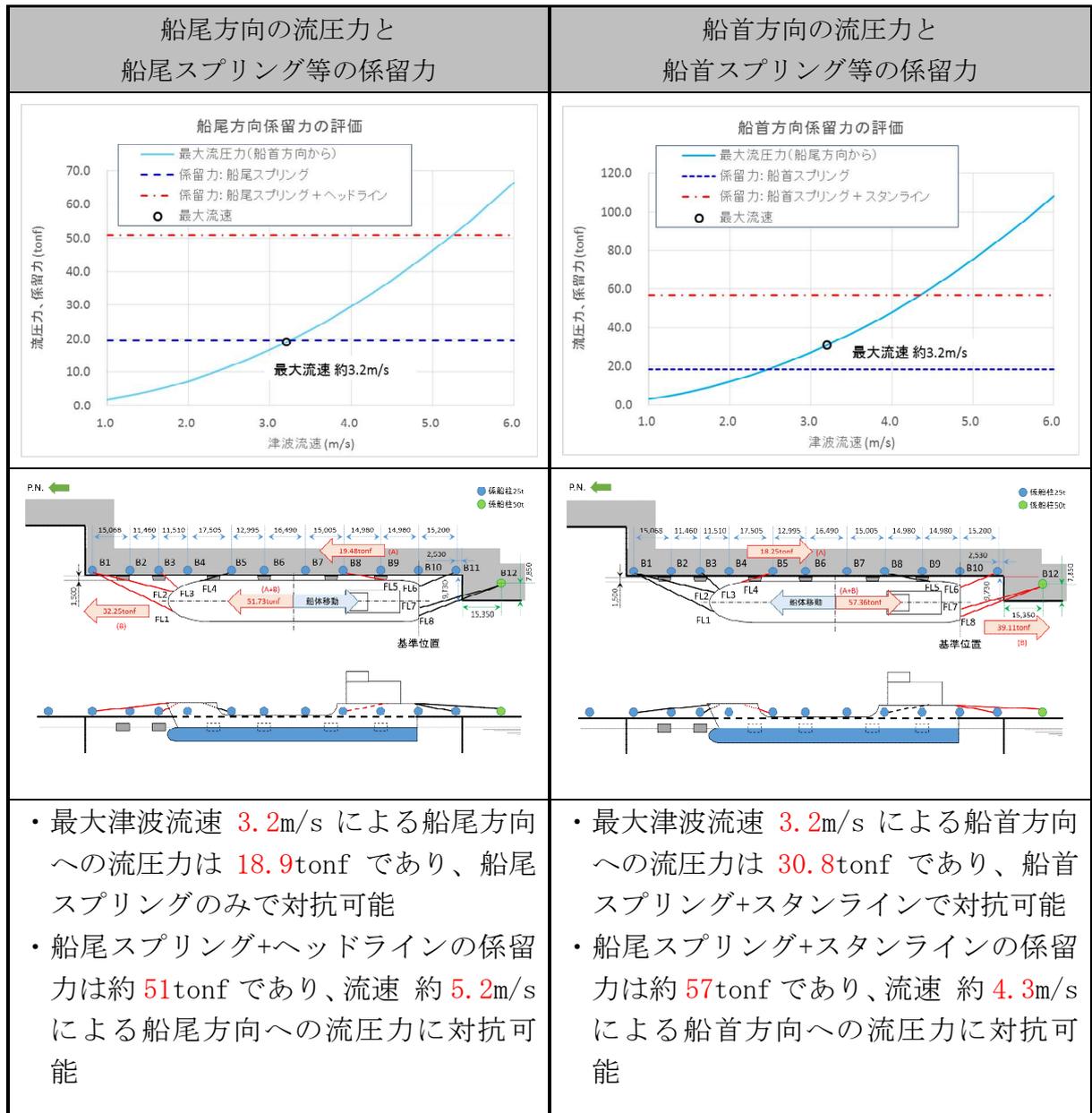
添付第 17-4 表 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{Xc} = \frac{1}{2} \times C_{Xc} \times \rho_C \times V_C^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{Xc} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{Xc} : 縦方向流圧力係数 V_C : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_C : 水密度 [kgf・sec²/m⁴] (=104.5kgf・sec²/m⁴)</p>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)



(出典：VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)



添付第 17-6 図 流圧力と係留力の比較

17.3 結論

津波（最大流速 3.2m/s：添付第 17-3 図参照）による流圧力に対し、係留力（約 51tonf, 約 57tonf）が上回ることを確認した。

したがって、津波に対し、輸送船が係留によって対応すると仮定した場合においても係留力により岸壁に留まり続けることができる。

添付資料 18

燃料等輸送船の喫水と津波高さの
関係について

燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について

18.1 はじめに

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避するが、津波の襲来までに時間的な余裕がなく緊急退避が困難な場合について、燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係に基づき、寄せ波に対して岸壁に乗り上げるのではないこと、引き波に対して座礁、転覆するおそれのないことを確認する。また、緊急退避が可能であった場合についても、退避中に引き波により、座礁、転覆するおそれのないことを確認する。

18.2 確認条件

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避する。輸送行程（「物揚場岸壁への接岸」～「荷役」～「物揚場岸壁からの離岸」）において、輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程においては、津波警報等の発令から数分程度で緊急退避が可能であるが、輸送船と輸送物が干渉し得る「荷役」行程では、緊急退避に15～30分程度を要する場合がある。

柏崎刈羽原子力発電所で襲来が想定される津波の到達時間と緊急退避に要する時間との関係を示すと添付第18-1図のとおりとなる。

これを踏まえ、以下の3ケースを確認ケースとする。なお、添付第18-1図より、40分程度の時間があれば緊急退避が十分可能であることから、確認の範囲は津波警報等の発令後、40分の期間とした。

ケース1：寄せ波による岸壁への乗り上げ評価

緊急退避ができず、基準津波3の寄せ波第一波（※）を受ける

※最高水位 **T.M.S.L. + 4.08m**（発生時刻：地震後約15分）

ケース2：引き波による座礁、転覆評価（緊急退避不能時）

緊急退避できずに基準津波3の引き波第一波（※）を受ける

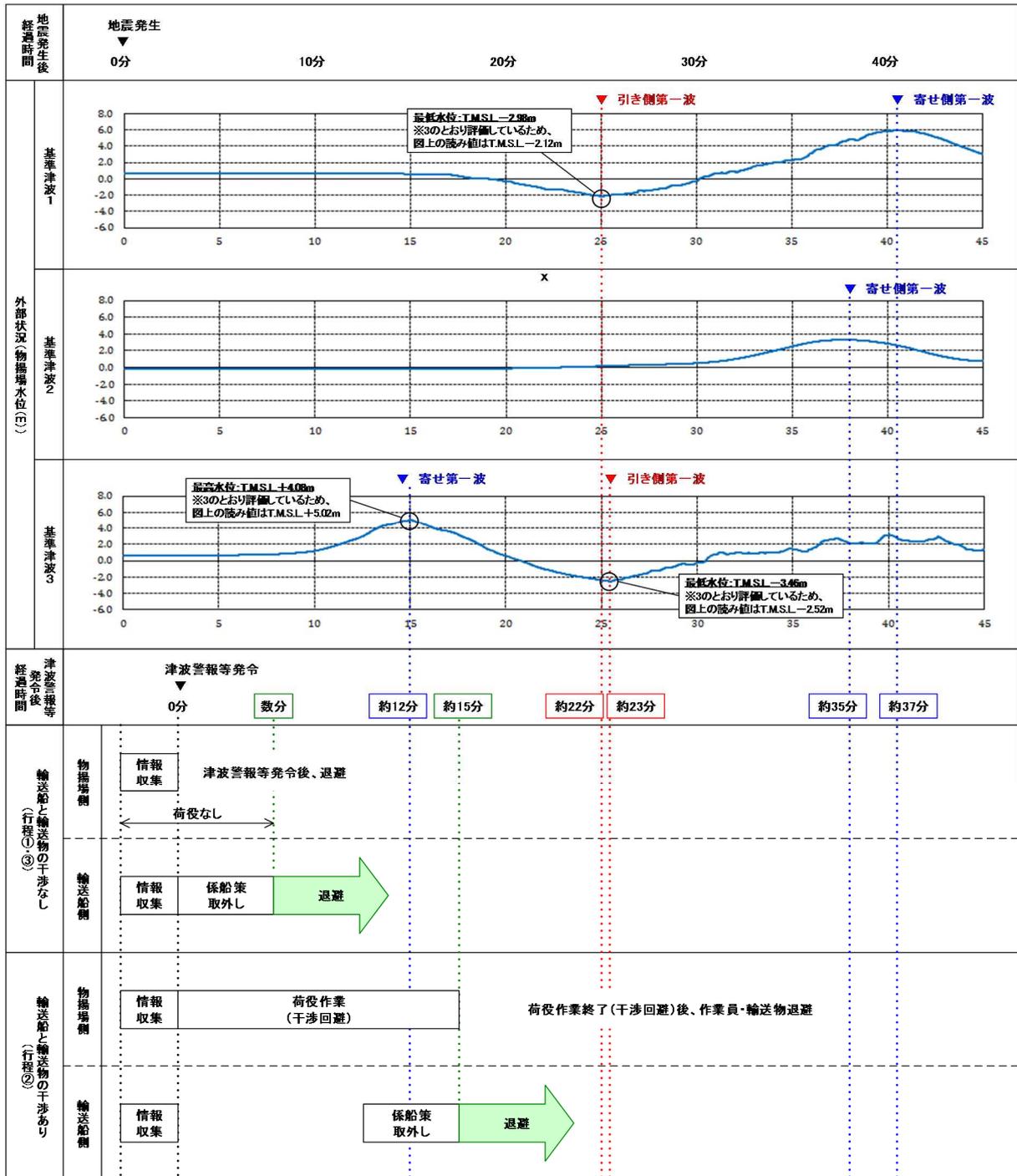
※最低水位 **T.M.S.L. - 3.46m**（発生時刻：地震後約26分）

※基準津波1の引き波第一波は本ケースに包含される

ケース3：引き波による座礁、転覆評価（退避中）

緊急退避中に基準津波3の引き波第一波（※）を受ける

※ケース2と同条件



- ※1:津波警報等発令後経過時間は、地震発生3分後(気象庁HPに記載の発表目標時間)に津波警報等が発令するものとして記載
- ※2:津波の到達時間は、引き側及び押し側ともピークの到達時間を記載
- ※3:本図の津波水位は、それぞれ以下の数値を予め含めて評価した結果を示している
 - 基準津波1: 朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、潮位のバラつき(上昇側0.16m)、地震変動量(0.21m)
 - 基準津波2: 朔望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、潮位のバラつき(下降側0.15m)
 - 基準津波3: 朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、潮位のバラつき(上昇側0.16m)、地震変動量(0.29m)
- ※4:輸送船の退避とは、物揚場から離岸することを示す

添付第 18-1 図 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間

18.3 確認結果

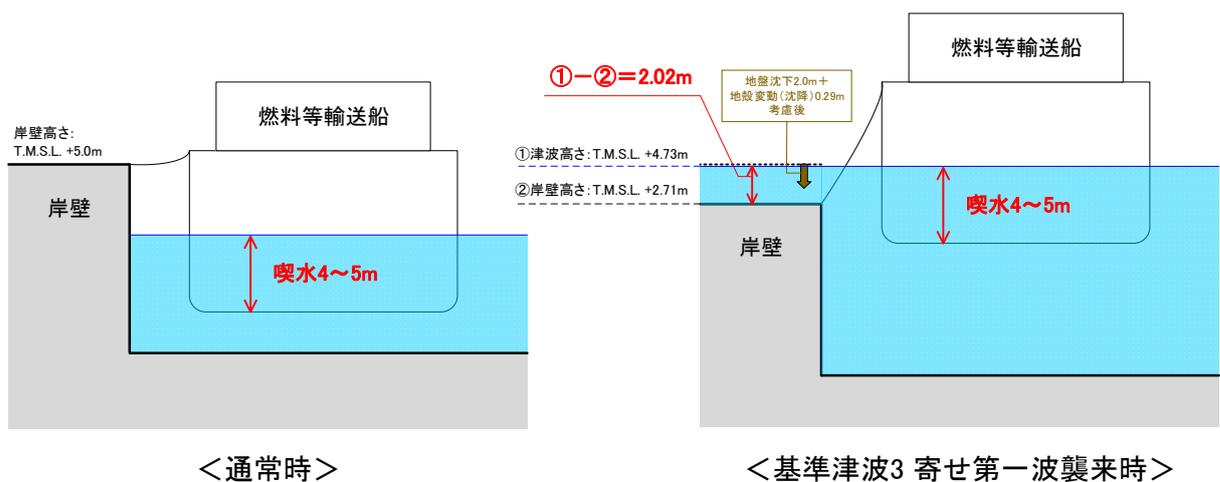
(1) ケース 1：寄せ波による岸壁への乗り上げ評価

寄せ波による津波高さと喫水の関係を添付第 18-2 図に示す。

これより、燃料等輸送船は岸壁に乗り上げることはないことを確認した。

① 津波高さ		
・寄せ波水位	T.M.S.L. + 4.08m	
・朔望平均満潮位	T.M.S.L. + 0.49m	
・潮位のばらつき	+ 0.16m	
(計)	T.M.S.L. + 4.73m	
② 津波襲来時岸壁高さ		
・岸壁高さ (通常時)	T.M.S.L. + 5.00m	
・地殻変動量 (沈降)	- 0.29m	
・地盤沈下量	- 2.00m	
(計)	T.M.S.L. + 2.71m	

① - ② = 2.02m
< 喫水 (4~5m) >



(備考)

- 津波の原因となる地震による地殻変動 (0.29m 沈降) を考慮した。
- 地盤変状について、基準地震動による地盤沈下を保守的に評価した値 (2.0m 沈下) を考慮しても、燃料等輸送船は物揚場岸壁に乗り上げることはない。
- なお、燃料等輸送船の喫水は、積荷、バラスト水等で変動するが、積荷なしでも過去の実績よりおよそ 4m 以上である。

添付第 18-2 図 寄せ波による津波高さと喫水の関係

(2) ケース 2 : 引き波による座礁, 転覆評価 (緊急退避不能時)

引き波による津波高さと喫水の関係を添付第 18-3 図に示す。

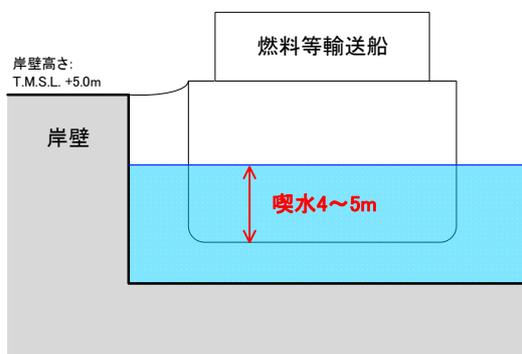
これより, 燃料等輸送船は引き波のピークの際には一時的に着底し得ることが示されるが, この場合も, 以下の理由より座礁, 転覆することはない (漂流物とならない)。

- 一時的な着底があったとしても, 輸送船は二重船殻構造等, 十分な船体強度を有しており, 水位回復後に退避が可能である。
- また, 着底後の引き波による流圧力, あるいは水位回復時の押し波による流圧力に対する転覆の可能性については, 輸送船の重量及び扁平な断面形状より, その可能性はない。なお, 転覆の可能性に関わる具体的な評価を別紙に示す。

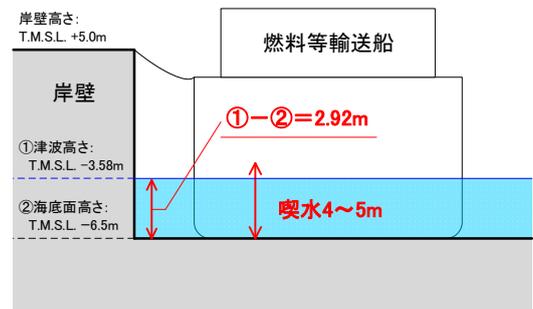
①津波高さ		
・引き波水位	T.M.S.L. - 3.46m	
・朔望平均干潮位	T.M.S.L. + 0.03m	
・潮位のばらつき	- 0.15m	
(計)	T.M.S.L. - 3.58m	
②海底面高さ	T.M.S.L. - 6.50m	

⇒

① - ② = 2.92m
< 喫水 (4~5m) >



<通常時>



<基準津波3 引き第一波襲来時>

(備考)

○津波の原因となる地震による地殻変動, 地盤変状は, 海底との距離が大きくなる方向に寄与するため, 保守的に考慮していない。

添付第 18-3 図 引き波による津波高さと喫水の関係

(3) ケース 3：引き波による座礁，転覆評価（退避中）

柏崎刈羽原子力発電所の港湾内の海底面高さは，港湾内ではほぼ一定であるため，本ケースにおける引き波高さと喫水との関係はケース 2 における添付第 18-3 図と同等である。

したがって，図より燃料等輸送船は，退避中，引き波のピークの際には一時的に着底し得ることが示されるが，この場合も，前述と同様，輸送船の船体強度や重量，形状より，離岸後の輸送船は，座礁，転覆することなく，退避可能（漂流物とならない）と判断できる。

18.4 結論

朔望平均満潮位・干潮位等の保守的な条件を考慮した場合でも，燃料等輸送船は，津波高さと喫水高さの関係から寄せ波により物揚場岸壁に乗り上げることはなく，また，緊急退避ができない場合，及び退避中に引き波により一時的に着底したとしても，座礁，転覆しない（漂流物とならない）ことを確認した。

燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について

本別紙では、燃料等輸送船が物揚場における停泊時、及び港湾内で緊急退避中に引き波により着底することを想定し、その際の転覆の可能性について評価する。

1. 評価条件

(1) 燃料等輸送船の仕様・形状

燃料等輸送船の仕様を表 1 に、外形図を図 1、図 2 に示す。

表 1 燃料等輸送船の仕様

項目	仕様
満載排水量	約 7,000 トン
載貨重量トン	約 3,000 トン
喫水	約 5m
全長	100.0m (垂線間長 : 94.4m)
型幅	16.5m

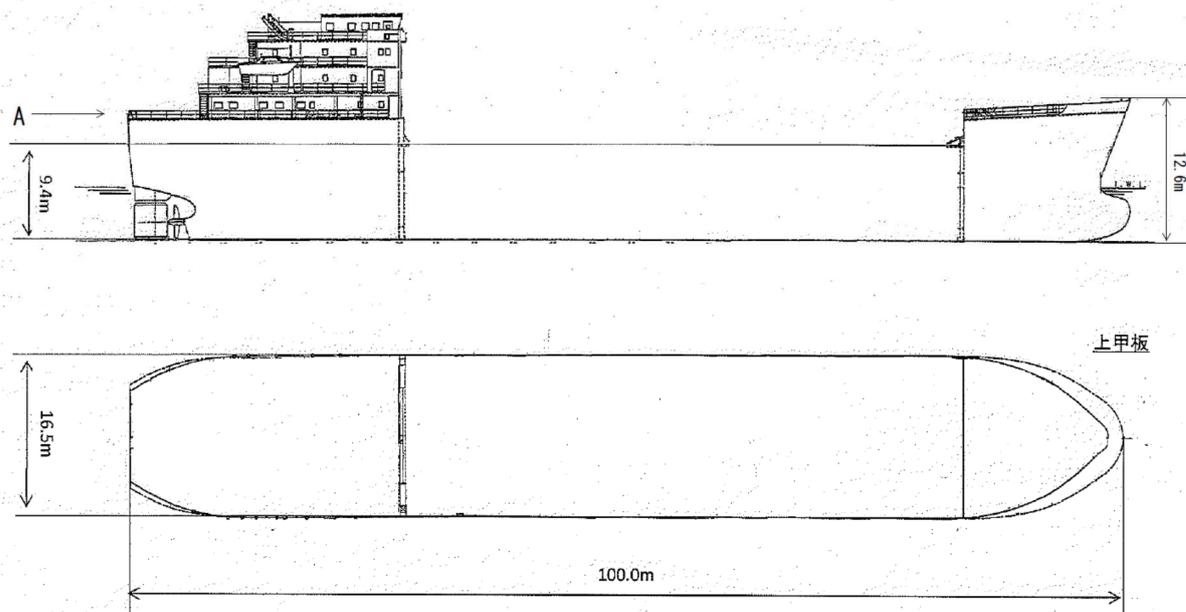


図 1 燃料等輸送船外形図

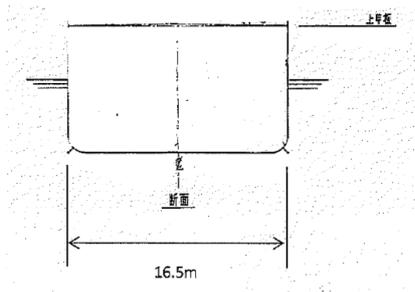


図2 燃料等輸送船外形図 (A 矢視)

(2) 転覆モード

小型の船舶の場合、丸型やV型の船底を有しているものがある。このような船舶の場合、図3に示すとおり引き波により着底した際には傾きが発生し、この状態で津波による流圧力を受けると転覆する可能性が考えられる。

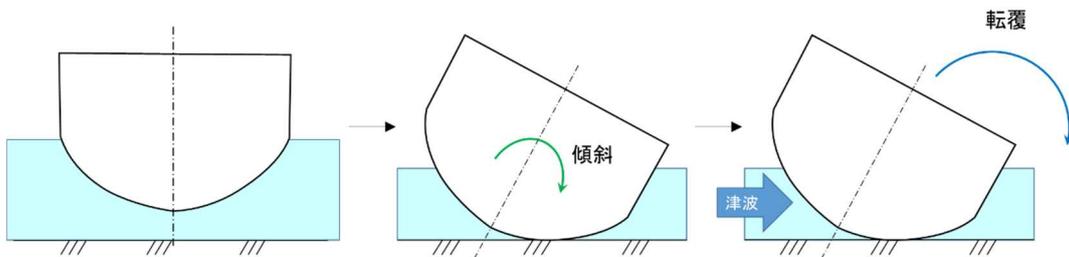


図3 丸型の船底を有する船舶の着底状態

一方、燃料等輸送船は一般のタンカーなどと同様に図2で示したとおり、断面形状が扁平であり船底が平底型である。このため、引き波により着底した場合にも傾くことなく安定していると考えられるが、ここでは保守的に、図4に示すように燃料等輸送船が津波を受けた際に船底の端部が海底に引っ掛かり、船底端部周りに回転する状況を想定し、転覆可能性の評価を行うものとする。

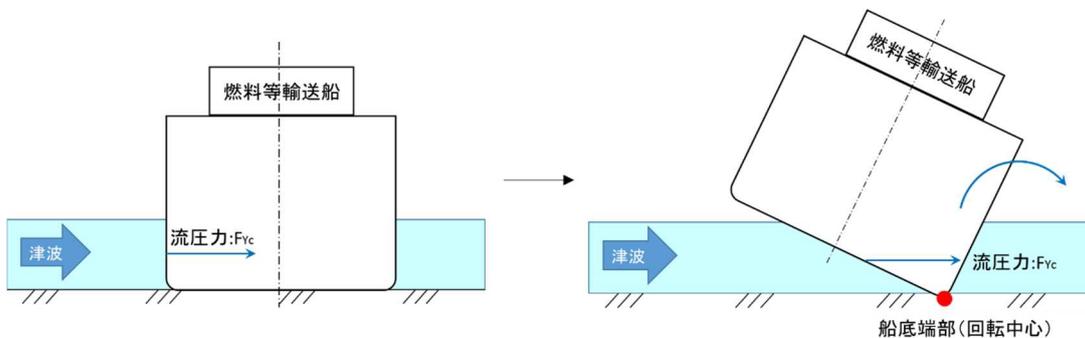


図4 想定転覆モード

2. 転覆評価

図4の転覆モードにおいて燃料等輸送船に働く力とモーメントを図5に示す。

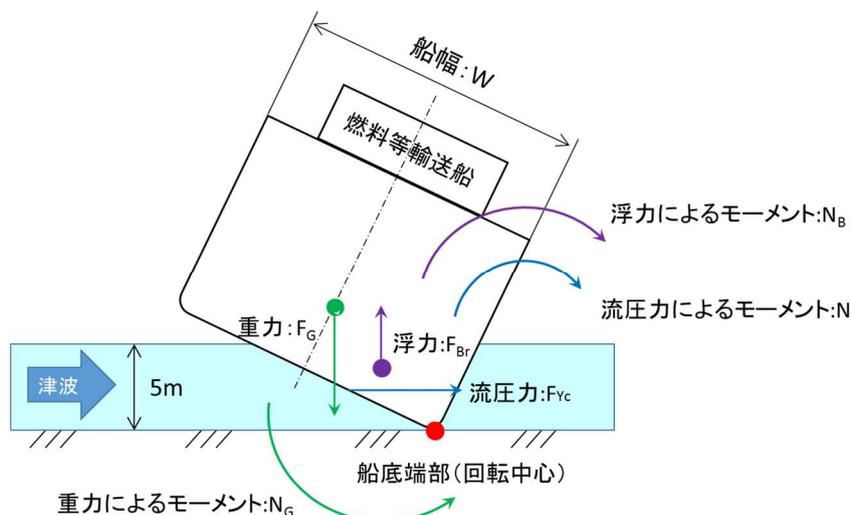


図5 燃料等輸送船に働く力とモーメント

津波を受けると流圧力 F_{Yc} によるモーメント N が発生し、船底端部を中心に燃料等輸送船を回転させる。また、浮力 F_{Br} によるモーメント N_B も流圧力によるモーメント N と同じ方向に発生する。一方、重力 F_G によるモーメント N_G がこれらのモーメントと逆方向に発生し燃料等輸送船の傾きを戻す。この際、流圧力及び浮力によるモーメントにより傾きが増大し、重心位置が回転中心の鉛直線上を超える場合には転覆する。

重心位置が回転中心の鉛直線上にあるときの傾きは約 60° であるため、ここでは傾きを 30° と仮定し、流圧力によるモーメント N と浮力によるモーメント N_B の和と重力によるモーメント N_G とのモーメントの釣り合いから転覆しないことを確認する。

重力によるモーメント N_G は次式のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N_G &= F_G \times X(\text{GR}) \\ &= 7000 \times 5.1 \\ &= 35700 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

N_G : 重力によるモーメント [tonf・m]

F_G : 燃料等輸送船の重量 (=満載排水量) [tonf] (=7000)

$X(\text{GR})$: 重心と回転中心の水平方向距離 [m] (≈ 5.1)

次に流圧力によるモーメント N は次式にて計算できる。

$$N = F_{Yc} \times W \div 2$$

$$= F_{Yc} \times d \div 2$$

- N : 流圧力によるモーメント [tonf・m]
- F_{Yc} : 流圧力 [tonf]
- W : 水位 [m]
- d : 喫水 [m] (=5)

ここで、流圧力は受圧面積が最大の際に最も大きくなり、かつ、流圧力によるモーメントは流圧力の作用点と回転中心との距離が最大の際に最も大きくなるため、本評価における水位は喫水と同等とした。

また、横方向の流圧力 F_{Yc} を表 2 に示す方法で計算する。

表 2 横方向流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{Yc} = \frac{1}{2} \times C_{Yc} \times \rho_C \times V_C^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{Yc} : 横方向流圧力 [kgf]</p> <p>C_{Yc} : 横方向流圧力係数</p> <p>V_C : 流速 [m/s]</p> <p>L_{PP} : 垂線間長 [m] (=94.4)</p> <p>d : 喫水 [m] (=5)</p> <p>ρ_C : 水密度 [kgf・sec²/m⁴] (=104.5kgf・sec²/m⁴)</p>
---	--

(出典 : Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition OCIMF 刊行)

このとき、流速は図 6-1 に示す早く襲来する津波の最大流速 3.2m/s を適用し、横方向流圧力係数を図 7 より 10 と仮定する。

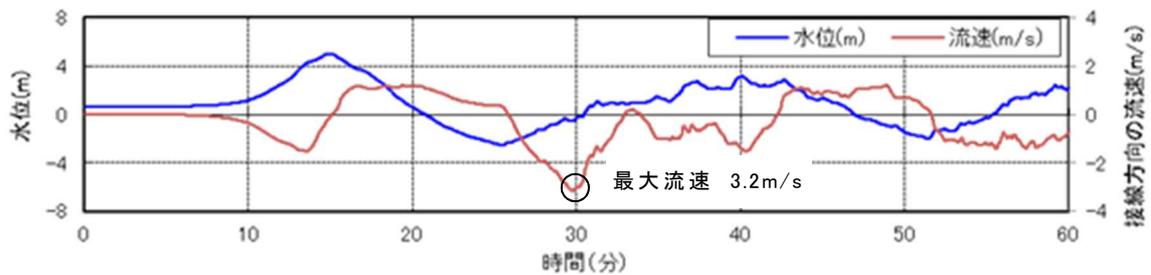


図 6-1 基準津波 3 の水位・流速 (物揚場岸壁前面)

なお、地震等により防波堤が損傷した場合の流速を、図 6-2 に示す。とおり防波堤健全時（図 6-1）よりも小さく、本評価に影響しない。

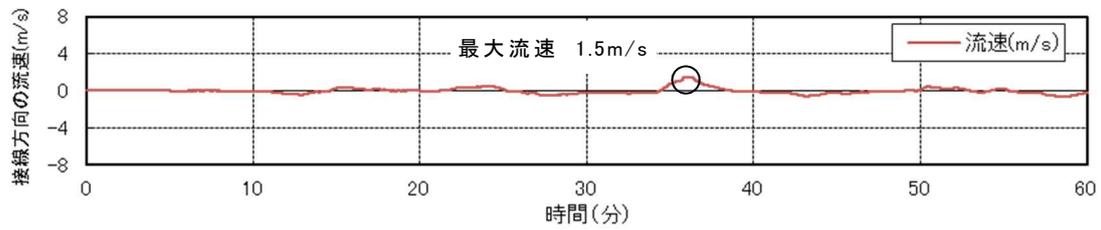
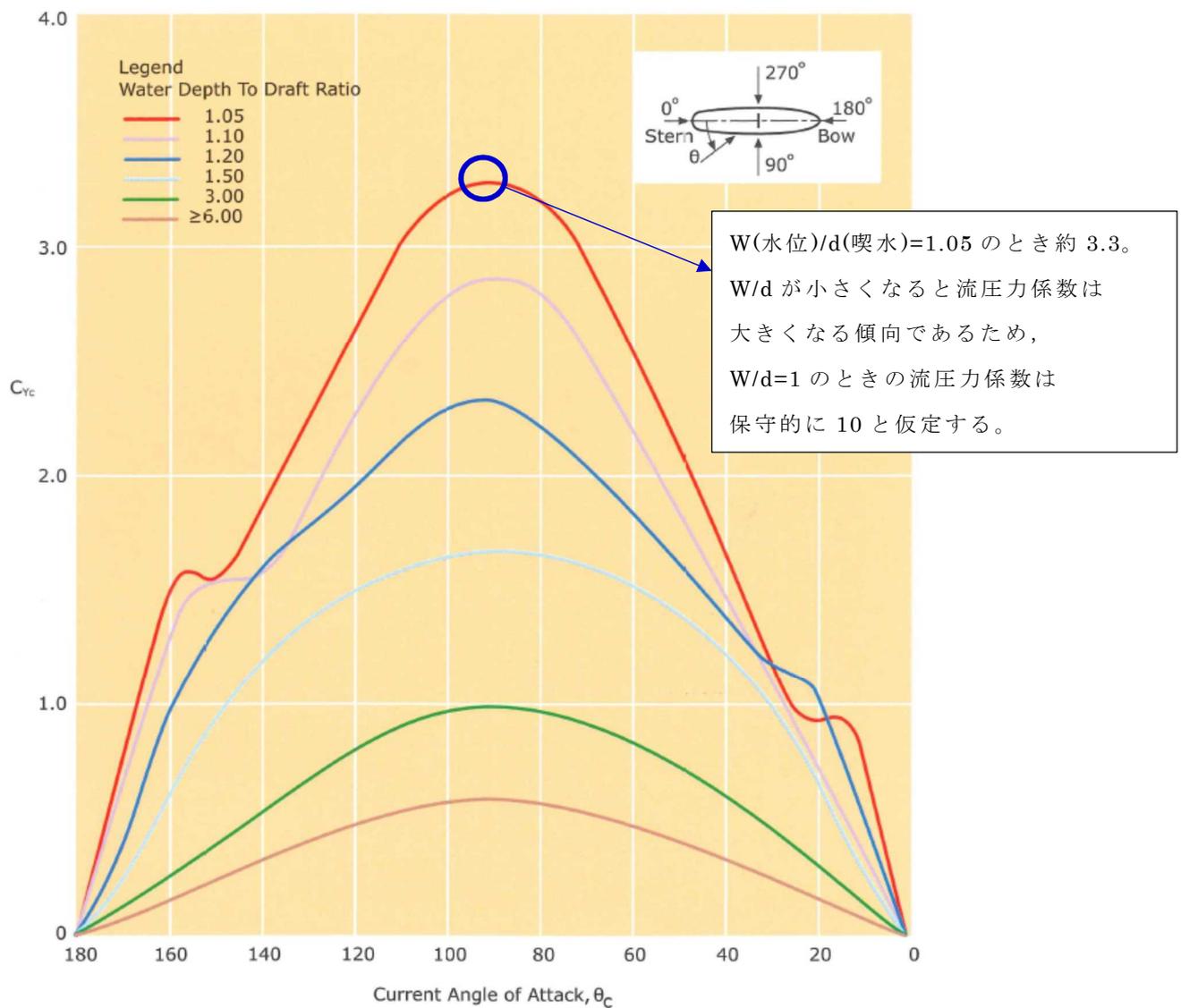


図 6-2 防波堤損傷時における基準津波 3 の流速（物揚場岸壁前面）



(出典：Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition OCIMF 刊行)

図 7 横方向の流圧力係数

上記の表 2 により F_{Yc} は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} F_{Yc} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.5 \times 3.2^2 \times 94.4 \times 5 \\ &\doteq 2526000 \text{ [kgf]} \\ &= 2526 \text{ [tonf]} \end{aligned}$$

従って、流圧力によるモーメントは以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N &= F_{Yc} \times d \div 2 \\ &= 2526 \times 5 \div 2 \\ &= 6315 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント N_B は次式にて評価する。

$$\begin{aligned} N_B &= F_{Br} \times X(BR) \\ &= 2500 \times 2.0 \\ &\doteq 5000 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

N_B : 浮力によるモーメント [tonf·m]
 F_{Br} : 傾いた際の燃料等輸送船の浮力 [tonf] ($\doteq 2500$)
 $X(BR)$: 浮心と回転中心の水平方向距離 [m] ($\doteq 2.0$)

以上の結果をまとめると、以下に示すとおり重力によるモーメント N_G は流圧力によるモーメントと浮力によるモーメントの和より大きくなるため、燃料等輸送船は転覆することはない。

$$\begin{aligned} N+N_B &= 6315+5000 \\ &= 11315 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} < N_G=35700 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

3. 結論

燃料等輸送船は着底後に津波による流圧力を受けてもその形状から通常の状態であれば転覆することはない、また、保守的に船底の一部が固定されるような状態を想定した場合であっても転覆しないことを確認した。

—以上—

添付資料 19

浚渫船の係留可能な限界流速について

浚渫船の係留可能な限界流速について

19.1 概要

浚渫船は、浚渫作業中に基準津波が発生した場合は緊急退避が困難であることから、作業現場において錨泊することになる。本資料では、錨泊により係留可能な限界流速を評価する。

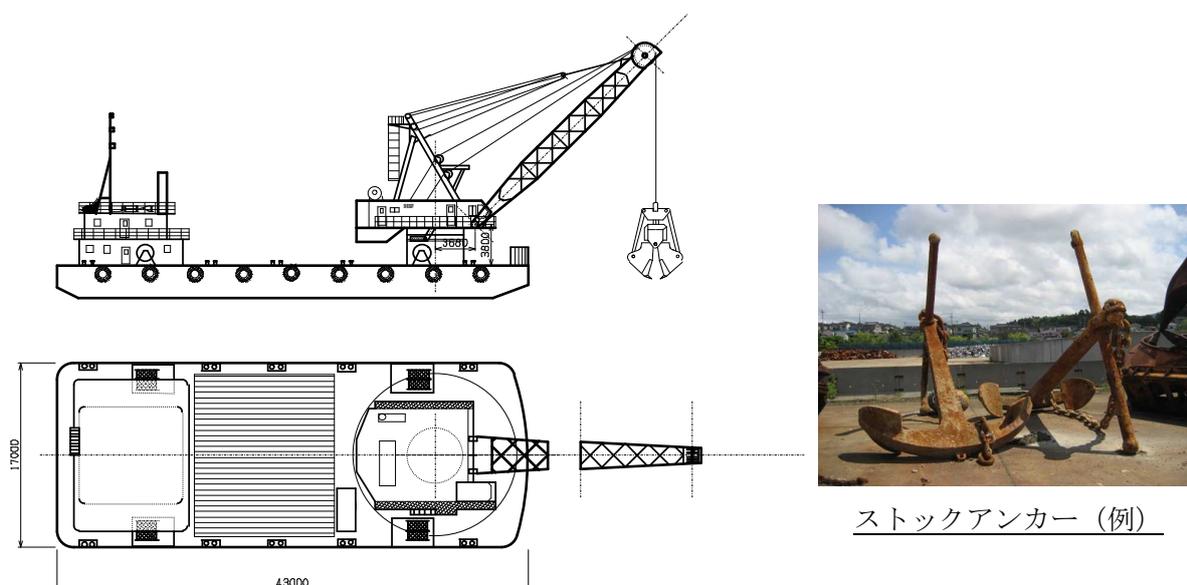
19.2 評価

(1) 浚渫船及び係船設備の仕様と錨泊状態

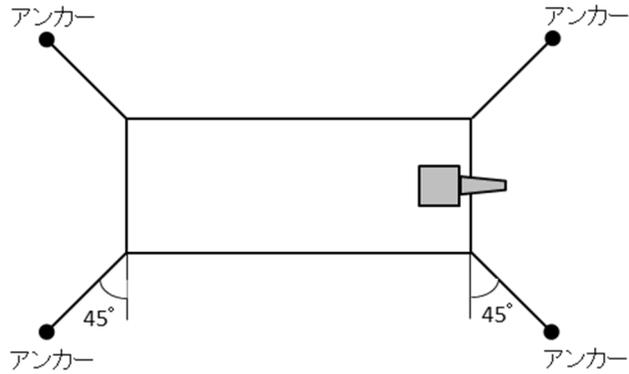
浚渫船及び係船設備の仕様を添付第 19-1 表に、浚渫船の外形図及びストックアンカーの外観図を添付第 19-1 図に、錨泊状態を添付第 19-2 図に示す。

添付第 19-1 表 浚渫船及び係船設備の仕様表

項目		仕様
浚渫船	総トン数	約 500 トン
	喫水	約 1.8m
	全長	43.0m
	型幅	17.0m
アンカー	型式	ストックアンカー
	重量	2.945tonf
アンカーライン	種類	ワイヤー
	アンカーラインの開き角	90° (=45° +45°)



添付第 19-1 図 浚渫船の外形図



添付第 19-2 図 錨泊状態

(2) アンカーの把駐力

アンカー1 基あたりの把駐力は以下のとおり計算できる。なお、アンカーラインはワイヤーを使用するため、把駐力は期待しない。

$$\begin{aligned}
 P &= \omega_a \times \lambda_a \\
 &= 2.475 \times 0.87 \times 5.1 \\
 &\doteq 10.9
 \end{aligned}$$

P : アンカー1 基あたりの把駐力 [tonf]

ω_a : アンカーの海水中重量 [tonf]
 (= 2.475 (空気中重量) \times 0.87)

λ_a : アンカーの把駐係数 (=5.1)

(出典)

- ・ 評価式 : 操船通論 本田啓之輔著 成山堂書店刊行
- ・ 把駐係数 : 錨の把駐性能に関する一考察 佐藤治夫ら 東海大学紀要海洋学部刊行

なお、アンカーの空気中重量は、以下の式にてストックアンカーの重量をストックレスアンカーの重量に換算した値を適用した。

$$\begin{aligned}
 \omega_l &= \omega_s \div 0.8 \\
 &= 2.945 \div 0.8 \\
 &\doteq 3.681
 \end{aligned}$$

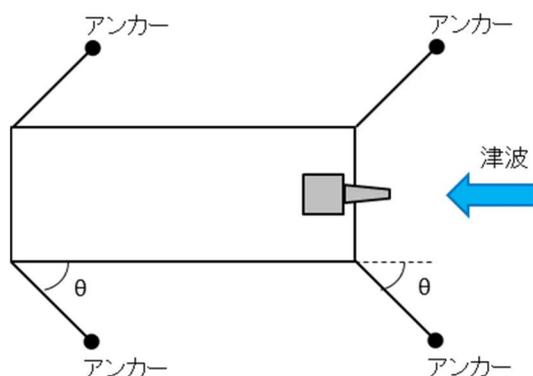
ω_l : ストックレスアンカー相当重量 [tonf]

ω_s : ストックアンカー重量 [tonf] (=2.945)

(出典 : 鋼船規則 C 編 船体構造及び船体艤装 日本海事協会刊行)

ここで、添付第 19-2 図のとおり 4 基のアンカーを使用し錨泊しているが、速い

津波を受け走錨すると添付第 19-3 図の状態となる。



添付第 19-2 図 走錨状態

走錨時にはアンカーラインの角度 θ は 0° に近づくが、ここでは保守的に 45° としてアンカー4基分の把駐力を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 P_2 &= P \times \cos \theta \times 4 \\
 &= 10.9 \times \cos 45^\circ \times 4 \\
 &\approx 30.8
 \end{aligned}$$

P_2 : 2基のアンカーによる把駐力 [tonf]
 θ : アンカーラインの角度 [degree] (=45)

(出典：操船通論 本田啓之輔著 成山堂書店刊行)

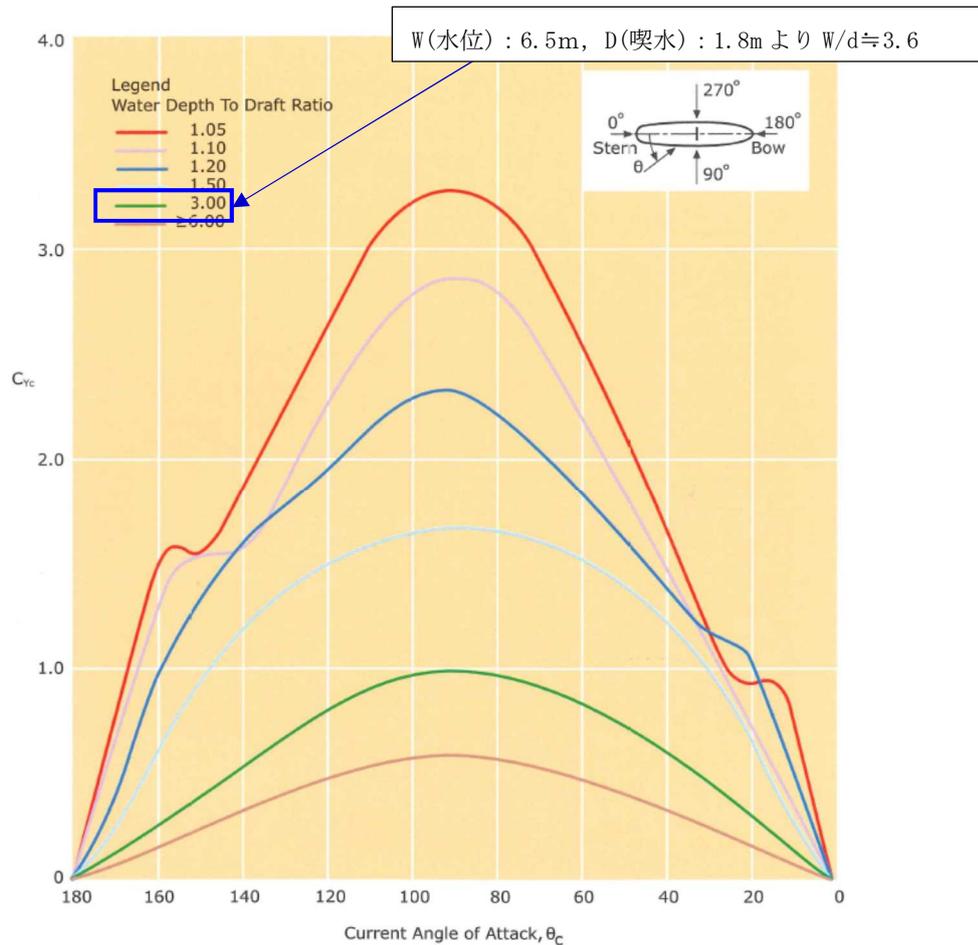
(3) 係留可能な限界流速

算出した把駐力における係留可能な限界流速を算出する。津波の流速と流圧力は添付第 19-2 表に示す計算式にて関係付けられるため、この式から限界流速を算出できる。また、一般的に縦方向よりも横方向の流圧力が大きくなるので、横方向の流圧力に対する限界流速を求める。

添付第 19-2 表 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{Yc} = \frac{1}{2} \times C_{Yc} \times \rho_C \times V_C^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{Yc} : 横方向流圧力 [kgf] C_{Yc} : 横方向流圧力係数 (=1 ; 図 2 より) V_C : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] (=43) d : 喫水 [m] (=1.8) ρ_C : 水密度 [kgf·sec²/m⁴] (=104.5kgf·sec²/m⁴)</p>
--	--

(出典：Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition OCIMF 刊行)



(出典 : Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition OCIMF 刊行)

添付第 19-2 図 横方向流圧力係数[C_{Yc}]

なお、浚渫船の船首・船尾形状は、タンカーの船首のような流線型ではなく、タンカーの舷側のような平坦な形状であるため、タンカーの横方向流圧力係数を適用する。

ここで、 $F_{Yc}=P$ とすると限界流速 V_L [m/s] は以下のとおり計算できる。

$$P = \frac{1}{2} \times C_{Yc} \times \rho_c \times V_L^2 \times L_{pp} \times d$$

$$\begin{aligned} V_L &= \sqrt{2 \times P \div (C_{Yc} \times \rho_c \times L_{pp} \times d)} \\ &= \sqrt{2 \times 30.8 \div (1 \times 104.5 \div 1000 \times 43 \times 1.8)} \\ &\approx 2.7 \end{aligned}$$

従って、浚渫船の錨泊時に係留可能な限界流速は 2.7m/s 程度である。

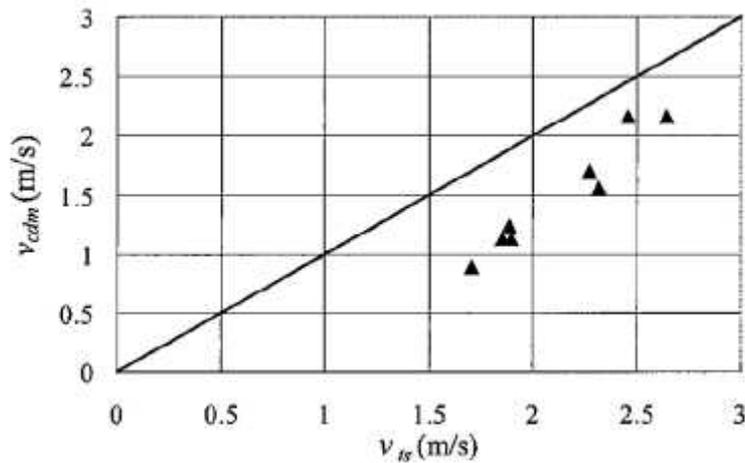
添付資料 21

漂流物の評価に考慮する津波の
流速・流向について

漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について

21.1 はじめに

津波による漂流物の漂流速度は，津波の流速に支配される。文献※1)によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっているが，安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。



添付第 21-1 図 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{cdm} の関係

※1) 海岸工学論文集, 第 54 卷 (2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 (有川他)

津波の流速は，津波遡上シミュレーションにより得られる値を用いる。また，漂流物が評価対象物に衝突する際の荷重の大きさは，評価対象物方向の漂流速度に依存するため，評価対象物（6号炉及び7号炉海水貯留堰）に対する方向の流速を整理した。

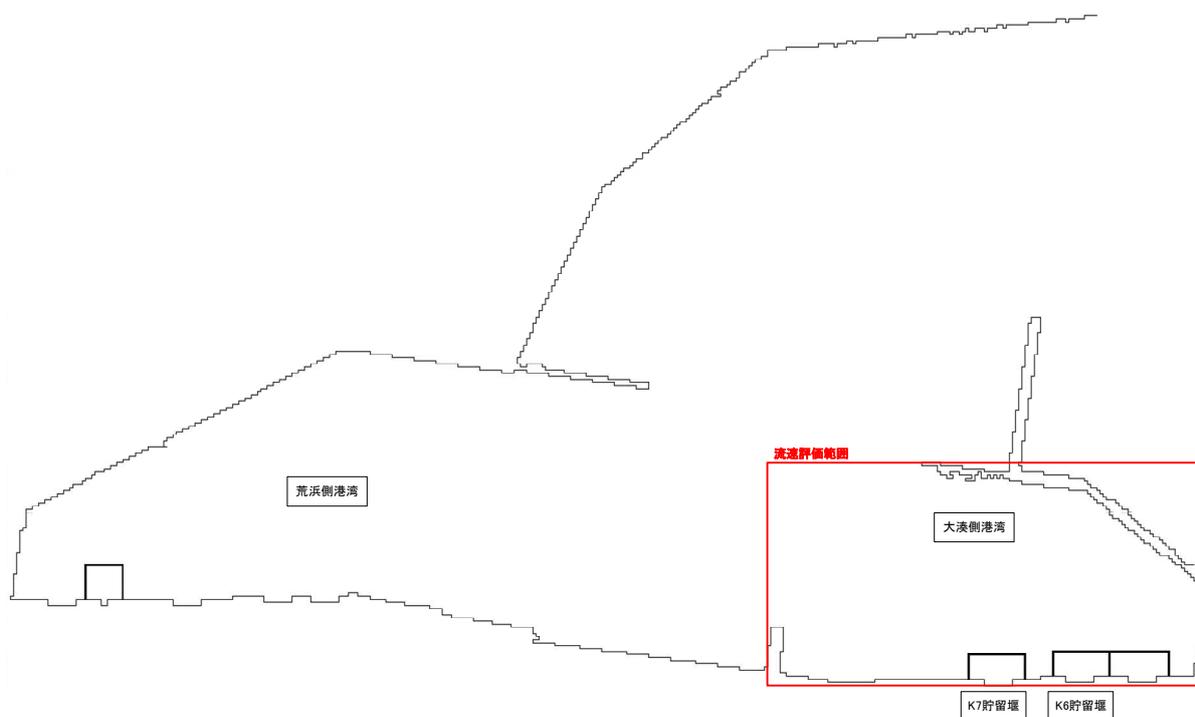
21.2 海水貯留堰の評価に用いる津波流速

海水貯留堰の評価に用いる津波流速の設定にあたっては、保守的に大湊側港湾内全域の海水貯留堰方向の流速を算出し最大となる流速を抽出する（添付第 21-2 図参照）。

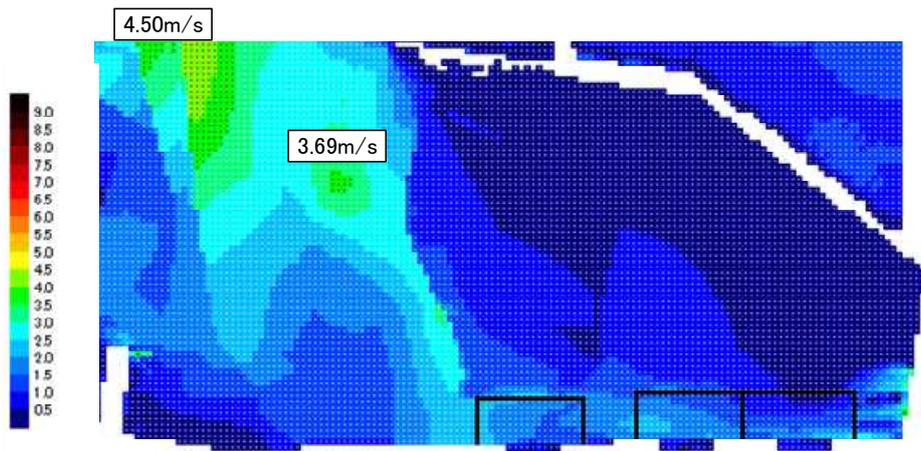
また、防波堤有無の影響を考慮するため、防波堤有無のパラメータスタディを実施し、より大きくなる流速を抽出した。

結果としては、基準津波 2 の防波堤なしケースにおいて 6 号炉海水貯留堰近傍にて最大流速 5.64m/s が抽出されたことから、安全側に 6.0m/s を海水貯留堰の評価に用いる津波流速として設定する。

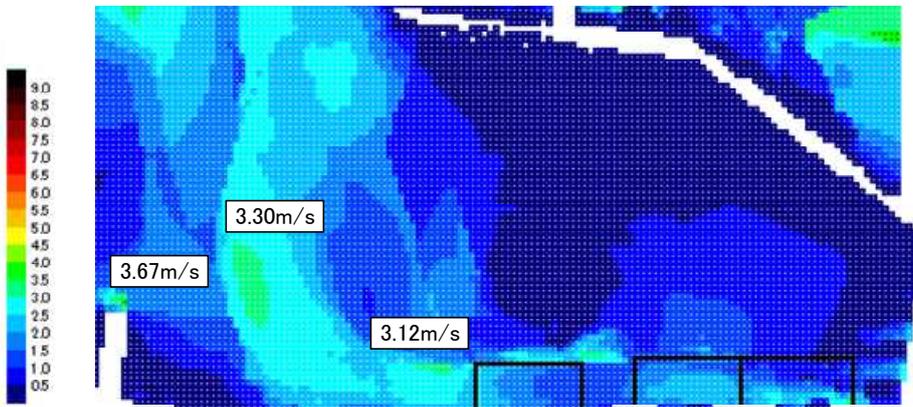
なお、6 号炉及び 7 号炉海水貯留堰方向の最大流速分布を添付第 21-3 図及び添付第 21-4 図に示す。



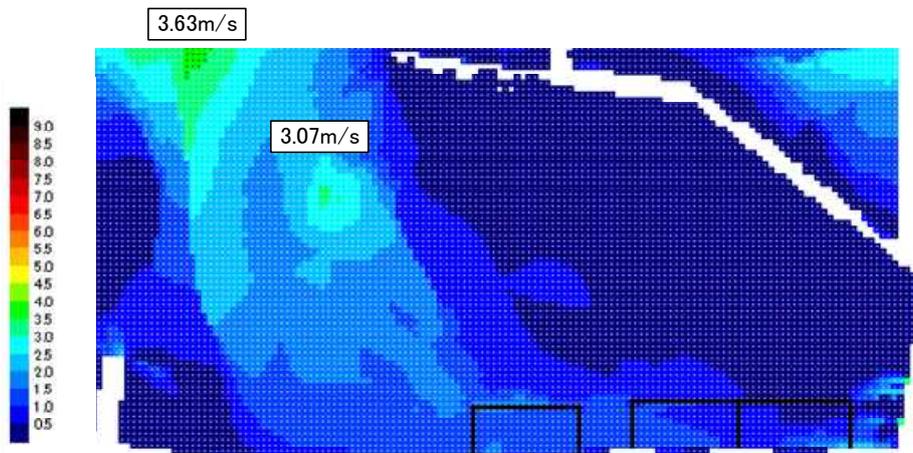
添付第 21-2 図 6 号及び 7 号炉の海水貯留堰の漂流物衝突評価に用いる津波流速の設定にあたって最大流速を抽出する範囲



【防波堤あり】基準津波1(貯留堰方向)



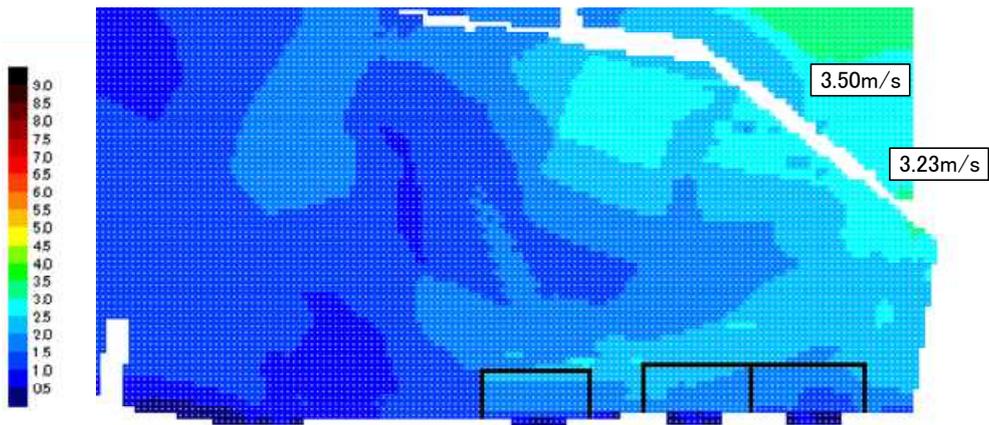
【防波堤あり】基準津波2(貯留堰方向)



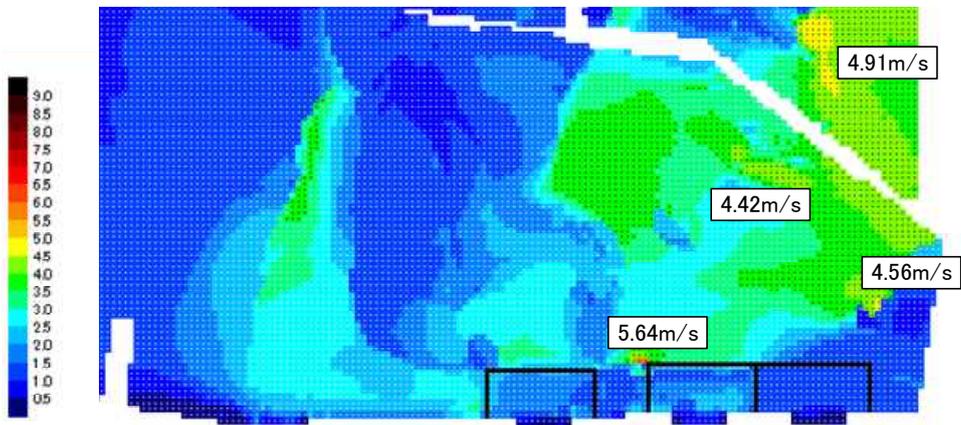
【防波堤あり】基準津波3(貯留堰方向)

添付第 21-2 大湊側港湾内最大流速分布 (防波堤ありケース)

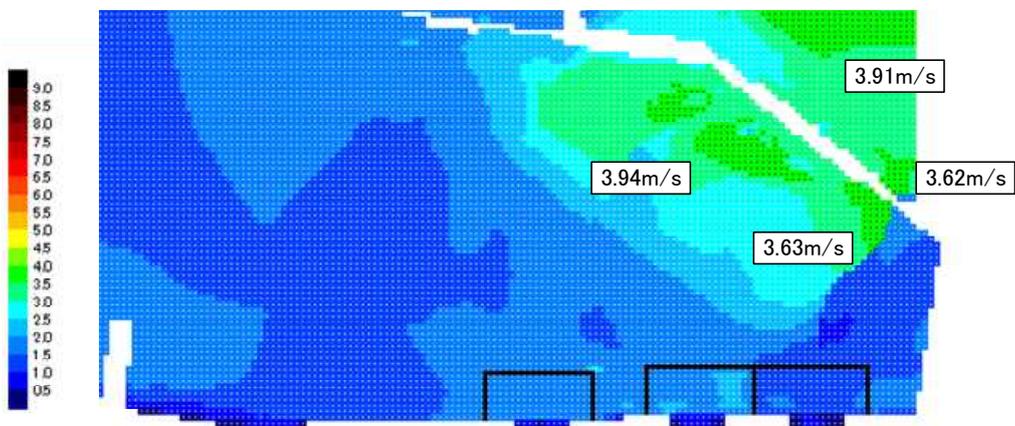
5 条-別添-添付 21-3



【防波堤なし】基準津波1(貯留堰方向)



【防波堤なし】基準津波2(貯留堰方向)



【防波堤なし】基準津波3(貯留堰方向)

添付第 21-3 大湊側港湾内最大流速分布 (防波堤なしケース)

添付資料 22

津波監視設備の監視に関する考え方

津波監視設備の監視に関する考え方

津波に関する情報は、気象庁から発信される津波情報（日本気象協会からのファックス受信または、緊急警報ラジオ）や、構内に設置している津波監視カメラ及び取水槽水位計によって収集する。地震・津波が発生した際のプラント運用に関するフローは添付第 22-1 図に示す通り。

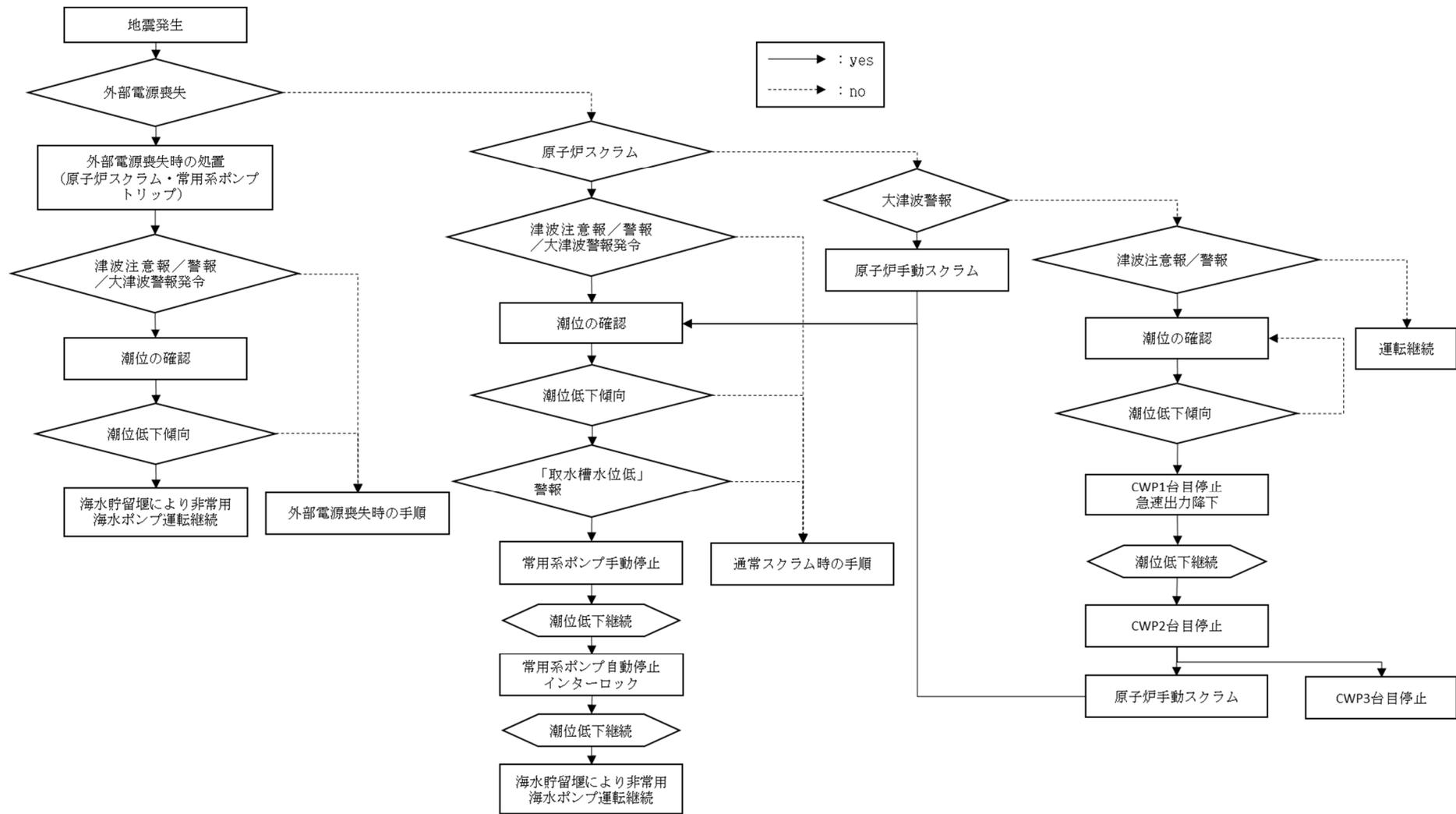
構内に設置する津波監視設備（津波監視カメラ、取水槽水位計）は、津波襲来状況及び構内の状況を監視するため、昼夜にわたって監視可能な設計としている。監視の考え方について、添付第 22-1 表に纏める。

添付第 22-1 表 津波監視の考え方

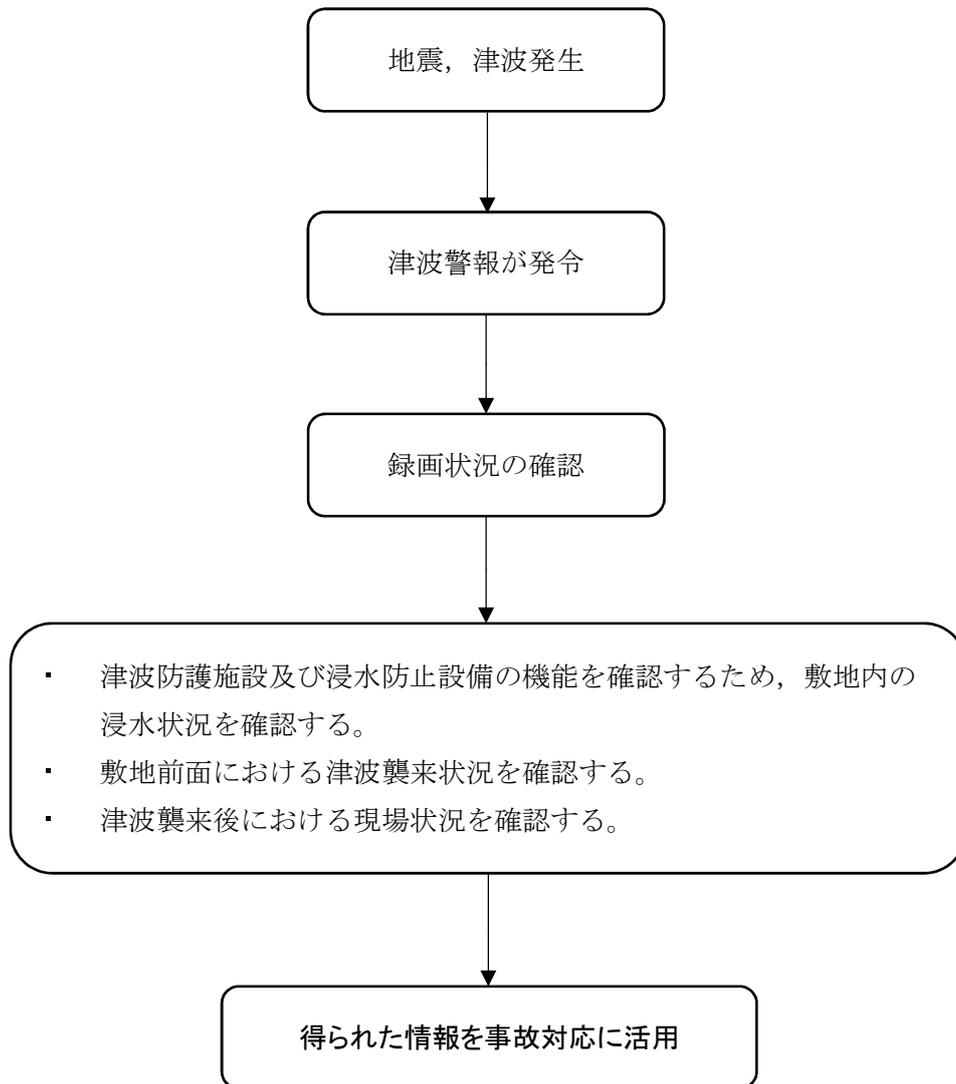
事象	設備	監視場所	監視設備の考え方
入力津波 (引き波) 発生時	取水槽水位計	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	引き波時には非常用海水冷却系の取水確保を目的として、主に取水槽水位計（6 号炉, 7 号炉非常用海水ポンプ室に設置）の水位値を確認する。
	津波監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	津波監視カメラを、7 号炉排気筒に設置し、津波（引き波）の状況を確認する。
入力津波 (大津波) 発生時	津波監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	大津波時には主に津波監視カメラ（7 号炉排気筒に設置）の映像を確認し、津波の襲来状況や敷地浸水状況等をリアルタイムかつ継続的に確認する。
	取水槽水位計	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	取水槽水位計にて、上昇側水位を確認する。（入力津波高さを上回る T.M.S.L. +9.0m まで、計測可能な設計としている）
構内 状況監視	津波監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 緊急時対策所 	津波監視カメラを、7 号炉排気筒に設置し、構内状況を監視する。

津波監視カメラの映像は添付第 22-2 図に示すフローに従い、中央制御室にて当直員が監視することを基本とするが、緊急時対策所でもカメラ映像の確認を通して現場状況の確認が可能となるよう監視設備を配備する。

複数箇所で同時にカメラ操作を行い操作信号が重複することを避けるため、カメラの操作はカメラ設置号炉の中央制御室にて実施する設計とする。(7 号炉カメラの操作は、6/7 号炉中央制御室にて実施。)



添付第 22-1 図 地震・津波時の対応フロー



添付第 22-2 図 津波監視カメラ運用フロー

添付資料 23

耐津波設計において考慮する荷重の
組合せについて

耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて

23.1 概要

柏崎刈羽原子力発電所において設置する津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備については，設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。

添付第 22-1 表：設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項

	記載箇所	記載内容	考慮する荷重
①	耐震審査ガイド※ ¹ 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時荷重 ・ 地震荷重
②	耐震審査ガイド※ ¹ 6.3.3	荷重の組合せに関しては，地震と津波が同時に作用する可能性について検討し，必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震荷重 ・ 津波荷重
③	耐津波審査ガイド※ ² 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして，余震が考慮されていること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波荷重 ・ 余震荷重
④	耐津波審査ガイド※ ² 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漂流物衝突荷重
⑤	耐津波審査ガイド※ ² 5.3	津波監視設備については，地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震荷重 ・ 風荷重
⑥	設置許可基準規則 第 6 条	重要安全施設は，当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・ その他自然現象による荷重

※ 1：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※ 2：「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。

23.2 考慮する荷重について

(1) 常時荷重

常時作用している荷重として、自重、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。

なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s に伴う地震力を考慮する。

(3) 余震荷重

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d に伴う地震力を考慮する。(添付資料 26 参照)

なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合の動水圧荷重（スロッシング荷重）も併せて考慮する。

(4) 津波荷重（静）

津波による浸水に伴う静水圧を考慮する。

(5) 津波荷重（動・突き上げ）

津波動水圧として、突き上げ荷重（経路からの津波が鉛直上向き方向に作用する場合の津波荷重）を考慮する。

(6) 津波荷重（動・波圧）

津波動水圧として、津波の波圧を考慮する。

(7) 漂流物衝突荷重

漂流物の衝突荷重を考慮する。

(8) 風荷重

「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する設計基準風速に伴う荷重を考慮する。(津波監視カメラの設計において考慮する。)

(9) その他自然現象に伴う荷重（積雪荷重，降下火砕物荷重）

「第 6 条：外部からの衝撃による損傷の防止」に従い，積雪荷重及び降

下火砕物荷重を考慮する。

なお、各荷重は、「第 6 条：外部からの衝撃による損傷の防止」に規定する設計積雪荷重，設計降下火砕物荷重及びベース積雪荷重を考慮する。

設計積雪荷重を考慮する場合は，積雪荷重（設計）と標記し，ベース積雪荷重を考慮する場合は，積雪荷重（ベース）と標記する。

23.3 荷重の組合せ

23.3.1 荷重の組合せの考え方

荷重の組合せの設定にあたっては，施設・設備の設置状況を考慮し，以下の考え方により組み合わせを設定する。

a. 設置場所

屋内あるいは海中に設置する施設・設備については，**その他自然現象の影響を受けないため，「積雪荷重」及び「降下火砕物荷重」は考慮不要と整理する。**

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない施設・設備については，津波荷重として「津波荷重（静）」を考慮する。

津波の直接的な影響を受ける施設・設備については，津波荷重として動水圧を考慮し，経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については，「津波荷重（動・突き上げ）」を考慮する。それ以外の施設・設備については，「津波荷重（動・波圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定される施設・設備については，「漂流物衝突荷重」を考慮する。

23.3.2 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ

23.3.1 に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設及び浸水防止設備の設計にあたって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。

(1) 海水貯留堰

海水貯留堰は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

海中設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受け、津波が鉛直上向きに作用する施設ではないため、波力を津波動水圧として考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されるため、漂流物の衝突荷重を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重(Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重(動・波圧)
- ③ 常時荷重＋津波荷重(動・波圧)＋漂流物衝突荷重
- ④ 常時荷重＋津波荷重(動・波圧)＋余震荷重

(2) 取水槽閉止板

取水槽閉止板は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受け、津波が鉛直上向きに作用する設備であるため、津波荷重として突き上げ荷重を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重(動・突き上げ)
- ③ 常時荷重＋津波荷重(動・突き上げ)＋余震荷重

(3) 水密扉

水密扉は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない箇所に設置するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重(静)
- ③ 常時荷重＋津波荷重(静)＋余震荷重

(4) 止水ハッチ

止水ハッチは、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない箇所に設置するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重 (静)
- ③ 常時荷重＋津波荷重 (静)＋余震荷重

(5) 貫通部止水処置

貫通部止水処置は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない箇所に設置するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重 (静)
- ③ 常時荷重＋津波荷重 (静)＋余震荷重

(6) 床ドレンライン浸水防止治具

床ドレンライン浸水防止治具は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない箇所に設置するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重 (静)
- ③ 常時荷重＋津波荷重 (静)＋余震荷重

(7) 浸水防止ダクト

浸水防止ダクトは、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない箇所に設置するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重 (静)
- ③ 常時荷重＋津波荷重 (静)＋余震荷重

(8) ダクト閉止板

ダクト閉止板は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない箇所に設置するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重＋津波荷重 (静)
- ③ 常時荷重＋津波荷重 (静)＋余震荷重

(9) 津波監視カメラ

津波監視カメラは、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋外設置であるため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重を考慮する。
また、風の影響を受けやすいと考えられることから風荷重を考慮する。

b. 津波荷重の種別

津波の影響を受けない高所に設置するため、津波荷重は考慮不要である。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重＋地震荷重 (Ss)＋風荷重＋積雪荷重 (設計)
- ② 常時荷重＋地震荷重 (Ss)＋風荷重＋降下火砕物荷重 (設計)
＋積雪荷重 (ベース)

(10) 取水槽水位計

取水槽水位計は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

取水路の最奥でありタービン建屋内に位置する取水槽に設置するため、積雪荷重あるいは降下火砕物荷重は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

取水路の最奥に設置されることから、当該設備設置箇所において津波の水平方向の流れは小さく、津波荷重としては主に静水圧が作用するため、津波荷重として静水圧を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ① 常時荷重 + 地震荷重 (Ss)
- ② 常時荷重 + 津波荷重 (静)
- ③ 常時荷重 + 津波荷重 (静) + 余震荷重

添付資料 24

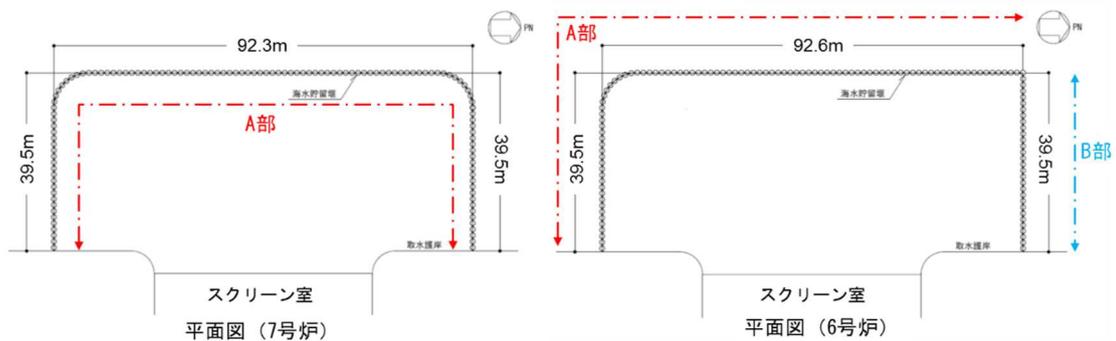
海水貯留堰における津波波力の設定方針について

海水貯留堰における津波波力の設定方針について

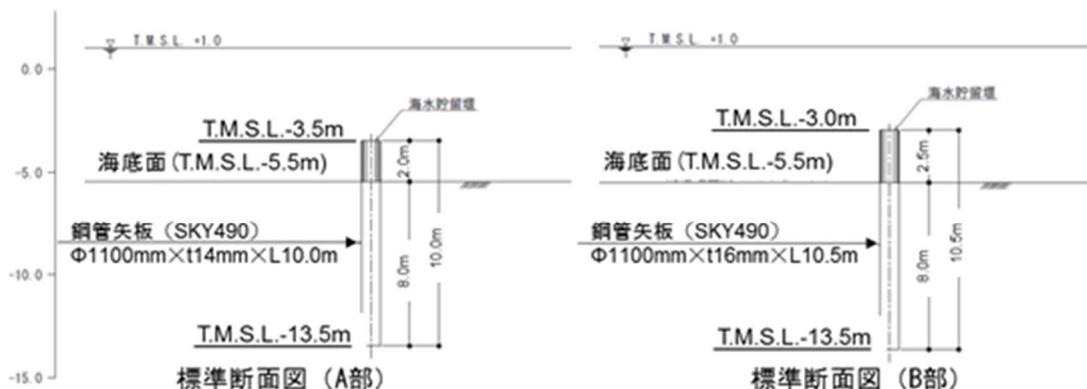
24.1 はじめに

添付第 24-1 図に海水貯留堰の平面図を、添付第 24-2 図に断面図を示す。海水貯留堰は鋼管矢板を連結した構造であり、引き波時に海底面から突出した鋼管矢板頂部（突出長 2～2.5m）において海水を貯留する。このため、海水貯留堰に津波波力が作用するのは、引き波により海水貯留堰が海面から露出し、その後、押し波が海水貯留堰に作用してから越流するまでの間に限定される。

「防波堤の耐津波設計ガイドライン(国土交通省港湾局)」(平成 25 年 9 月(平成 27 年 12 月一部改訂)によると、津波が構造物を越流する場合の津波荷重の算定については、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態の方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較して高い方を採用する必要があるとしている。このため、海水貯留堰における津波波力としては、越流直前の波力および越流時の静水圧差のうち保守的なものを適用することとする。なお、対象とする津波は、海水貯留堰が最も海面から露出し、その後の波力の影響が大きいと考えられる基準津波 2 を適用する。



添付第 24-1 図 海水貯留堰の平面図



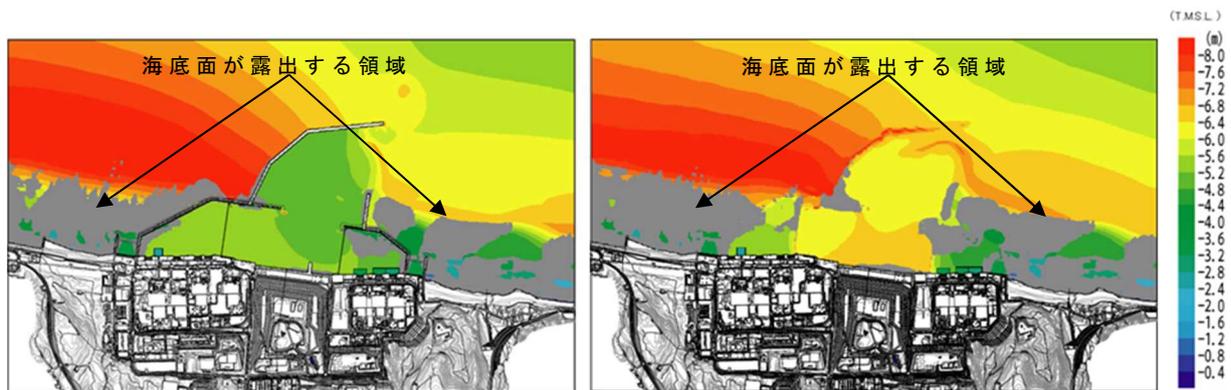
添付第 24-2 図 海水貯留堰の断面図

24.2 越流直前の津波波力の設定方針

添付第 24-3 図に基準津波 2 における最低水位分布を示す。海水貯留堰前面は、若干の水位があるが、周囲の海域は海底面が露出している。このため、越流直前の津波波力の設定においては、引き波時に海水貯留堰前面の海底が露出したと仮定し、その後の押し波を遡上波と考え、津波波力を設定する。

具体的には、津波高さは、海水貯留堰に作用する津波波力が保守的になるように海水貯留堰前面の海底面 (T.M.S.L.-5.5m) まで水位が低下した後に襲来する津波を考慮することとし、海水貯留堰に津波が越流する直前の状態として海水貯留堰天端 (T.M.S.L.-3.5m および T.M.S.L.-3.0m) までを想定する。津波波力は、「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」の考え方に従って、津波高さの 3 倍の高さまでの静水圧荷重を考慮する。添付第 24-4 図に津波波力の作用イメージを示す。

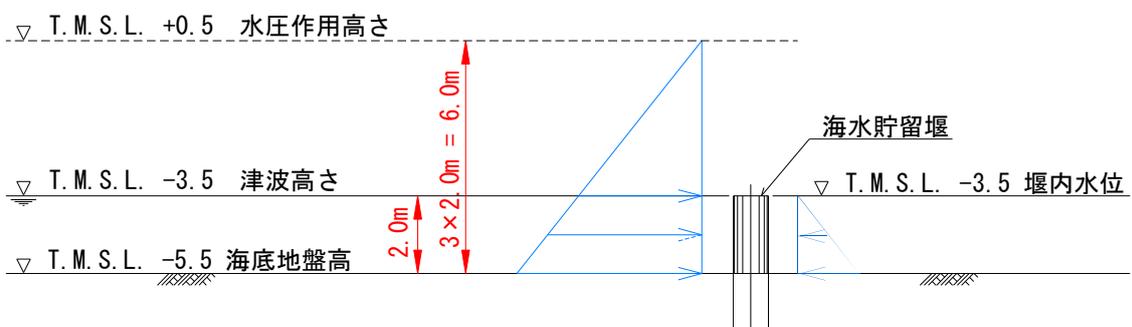
東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針，国土交通省，平成 23 年 11 月 17 日



1) 防波堤あり

2) 防波堤なし

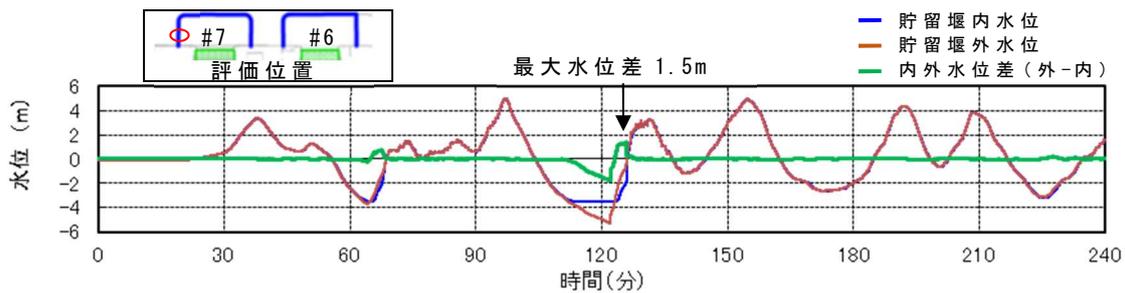
添付第 24-3 図 最低水位分布 (基準津波 2)



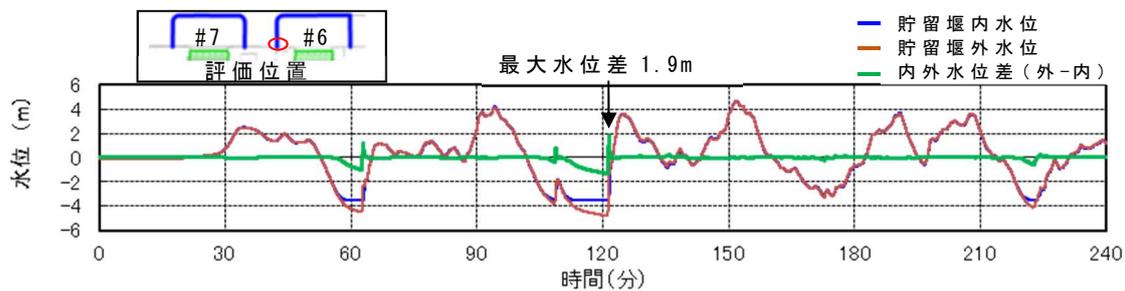
添付第 24-4 図 津波波力の作用イメージ
(海水貯留堰天端高さ T.M.S.L. -3.5m の場合)

24.3 越流時の津波波力の設定方針

添付第 24-5 図に海水貯留堰の内外水位差が最大となる箇所の津波水位の時刻歴波形を示す。引き波後に襲来する津波が海水貯留堰を越流する際に最大 1.9m の水位差が発生する。このため、津波高さとしては海水貯留堰天端 (T.M.S.L. -3.5m および T.M.S.L. -3.0m) から 2m の高さの越流を考慮して、「防波堤の耐津波設計ガイドライン(国土交通省港湾局)」(平成 25 年 9 月(平成 27 年 12 月一部改訂)による静水圧差による算定式を参考に設定する。添付第 24-6 図に津波波力の作用イメージを示す。

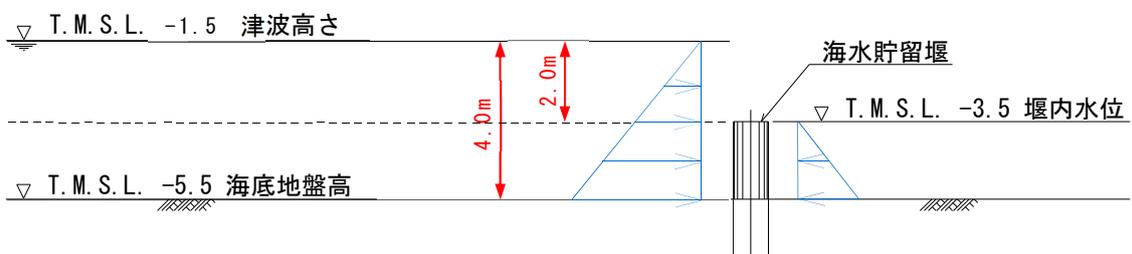


(a) 防波堤あり



(b) 防波堤なし

添付第 24-5 図 海水貯留堰内外の津波水位の時刻歴波形
(内外水位差最大箇所)



添付第 24-6 図 津波波力の作用イメージ
(海水貯留堰天端高さ T.M.S.L. -3.5m の場合)

24.4 まとめ

海水貯留堰における津波波力について、越流直前の波力および越流時の静水圧差について検討した。この結果、越流直前の波力の方が越流時の静水圧差を上回る結果となった。このため、海水貯留堰における津波波力として、保守的に越流直前の波力を考慮することとする。

(参考1 津波波力の算定式に関する文献)

a. 港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成19年)

直立壁に作用する津波力は、静水位上 $\eta^* = 3.0 a_I$ の高さで $p = 0$ 、静水位で $p = 2.2 \rho_0 g a_I$ となる直線分布で、静水位以下は、一様な波圧分布とする。非砕波の津波の場合には、入射津波の波高 H_I とすれば、 $H_I = 2 a_I$ である。

静水面上の波圧作用高さ $\eta^* = 3.0 a_I$

静水面における波圧強度 $p_I = 2.2 \rho_0 g a_I$

a_I : 入射津波の静水面上の高さ(振幅)

$\rho_0 g$: 海水の単位体積重量

b. 防波堤の耐津波設計ガイドライン(国土交通省 港湾局)

(平成25年9月(平成27年12月一部改訂))

①波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生しない場合には、「基準・同解説」に記載されている谷本式を適用する。谷本式に用いる a_I (入射津波の静水面からの高さ) は、数値シミュレーション等による津波高さ(基準面からの高さ)の1/2を入射津波高さとして定義し、波力算定にはこれを用いるものとする。

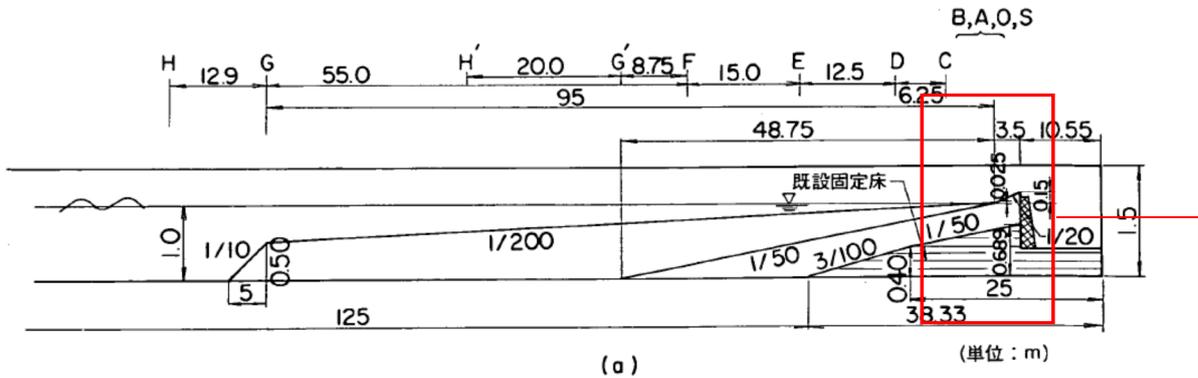
②波状段波が発生しない場合で、かつ越流発生の場合は、静水圧差による算定式を適用。

c. 谷本ら(1983): 1983年日本海中部地震津波の実態と二・三の考察, 港湾技研資料, No. 470

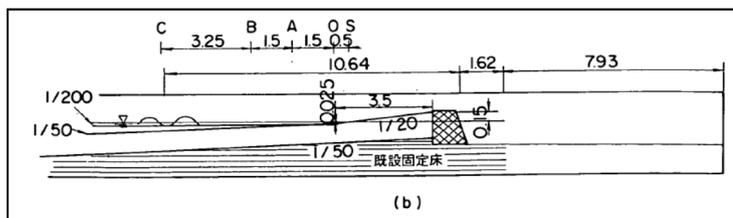
能代港の埋立地ケーソン護岸を想定した直立壁に作用する津波波力について検討している。

[実験水路]

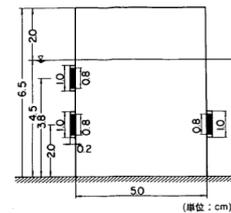
- 長さ 163m、幅 1m、深さ 1.5m
- 模型床勾配 水深 100m～水深 5m : 1/200、水深 5m 以浅 : 1/120
- 縮尺 : 1/200



水深 9m の位置に防波堤の模型を設置し、構造物に働く波圧を計測



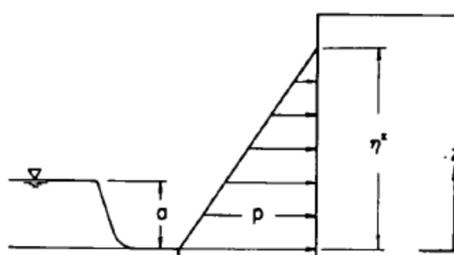
防波堤模型(水深 9m の位置に設置)



[実験条件]

周期 T(s)	波長 L(m)	振幅 a0	2a0/L
60	187.79	9 種類	$3.23 \times 10^{-5} \sim 8.52 \times 10^{-5}$
40	125.17	同上	$5.91 \times 10^{-5} \sim 2.40 \times 10^{-4}$
35	109.51	同上	$1.20 \times 10^{-4} \sim 3.22 \times 10^{-4}$

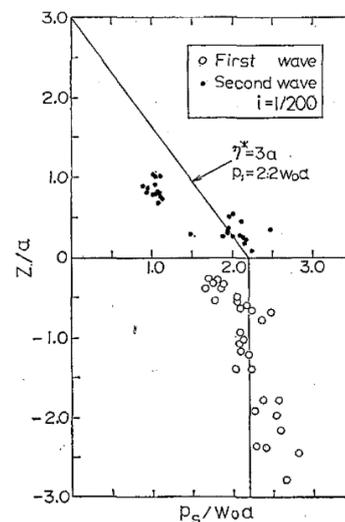
[実験結果]



波圧分布と座標軸
a は Z=0 からの段波の高さ

- 津波波圧 $P_1 = 2.2w_0a_1$
- 作用高さ $\eta^* = 3.0a_1$
- a_1 : 入射網井の静水面上の高さ(振幅)
- w_0 : 流体の単位体積重量

無次元最大波圧分布



d. 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（平成 23 年）

構造設計用の進行方向の津波波圧は、次式により算定する。

$$q_Z = \rho g (a h - Z)$$

h : 設計用浸水深

Z : 当該部分の地盤面からの高さ ($0 \leq Z \leq a h$)

a : 水深係数。3 とする。

ρg : 海水の単位体積重量

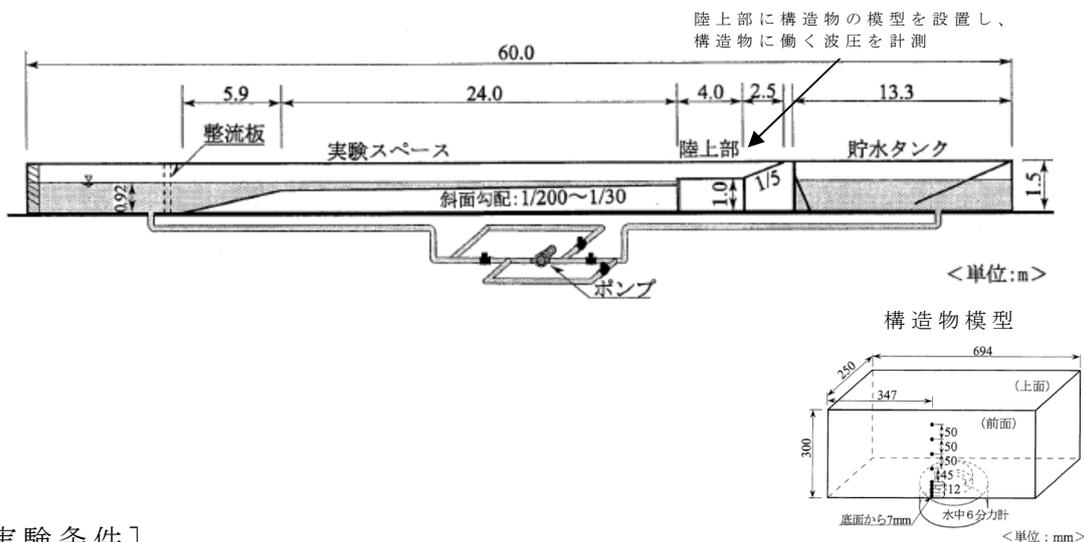
e. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, 土木学会, 911-915
 直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波力について検討している。

[実験水路]

- ・長さ 60m、幅 0.7m、深さ 1.5m
- ・模型床勾配 前面海域 : 1/200、陸上 : フラット (背後斜面 : 1/5)
- ・縮尺 : 1/50*

*秋山ら(2013)の類似の実験より類推。

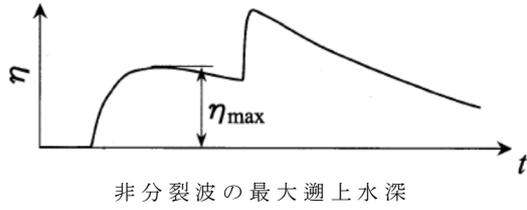
秋山義信、岩前伸幸、池谷毅 : 盛土上の防潮施設に作用する津波波力, 土木学会論文 文集 B3(海洋開発), Vol.69, No.2, 2013



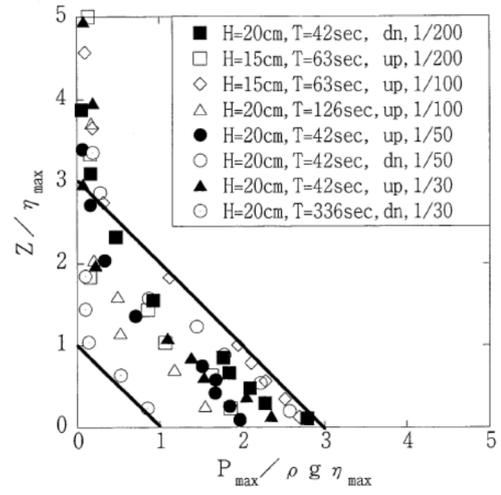
[実験条件]

波条件 (正弦波)	波高 (cm)	10, 15, 20
	周期 (秒)	42, 63, 126, 336
	初期位相	押し初動、引き初動
構造物位置	護岸先端からの距離 (cm)	50, 100, 150, 200
護岸前面の水深		11.0cm
護岸の天端高		静水面から 8.0cm

[実験結果]



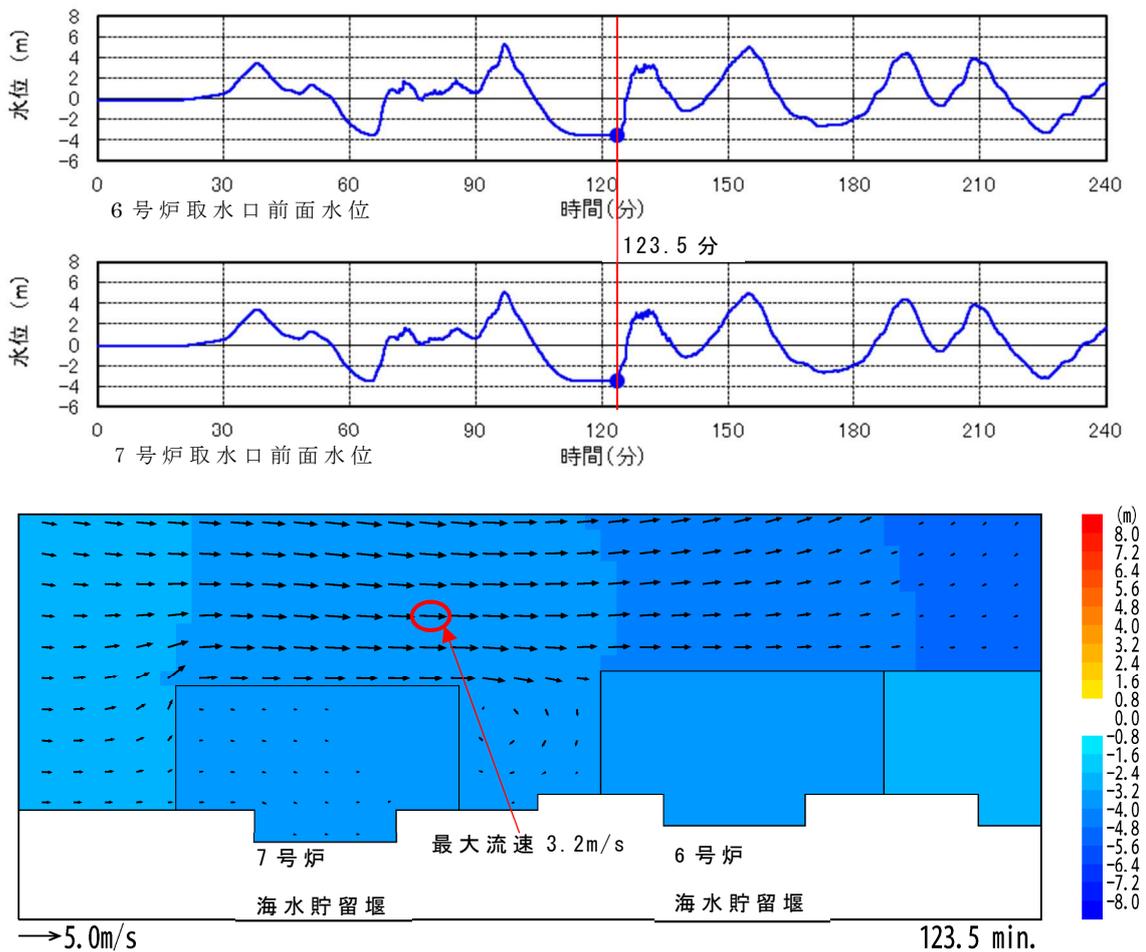
- 津波波圧 $P_1 = 3.0 \rho g \eta_{max}$
- 作用高さ $Z = 3.0 \eta_{max}$
- η_{max} : 最大遡上水深 (振幅)
- ρg : 海水の単位体積重量



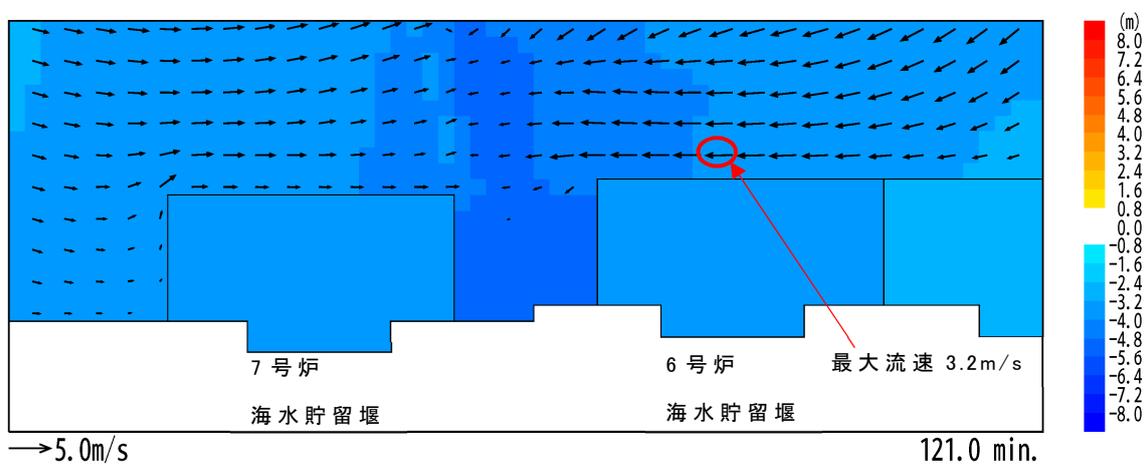
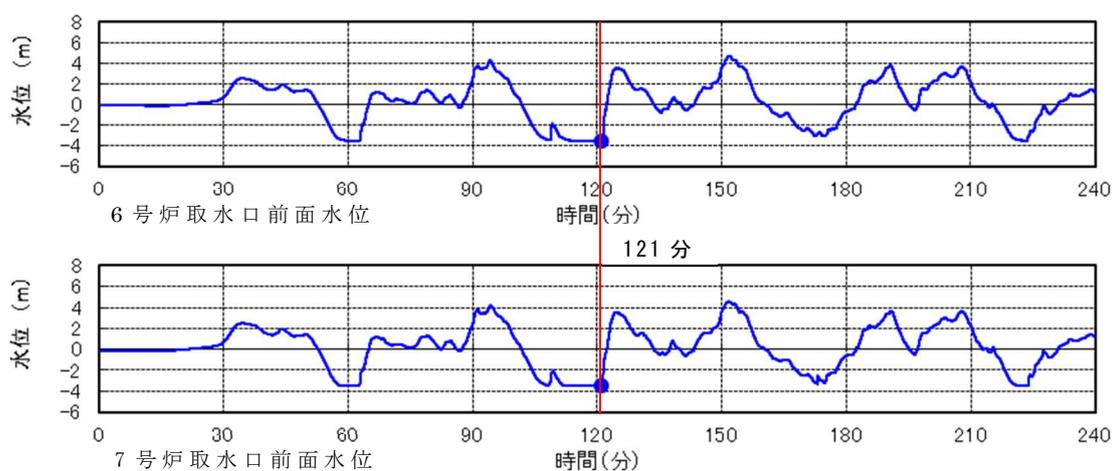
(参考2 越流直前の津波波力の水深係数について)

NRA 技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数の適用範囲について」において、フルード数が 1.5 程度を越える領域で、国土交通省の暫定指針などにおける水深係数 3 を超える場合があることが確認されていることから、海水貯留堰の前面海域におけるフルード数を確認した。

第 1 図に海水貯留堰に対して引き波後に越流する直前の時刻における海水貯留堰前面海域の流向・流速図を示す。第 1 図における最大流速箇所においてフルード数を評価した結果を第 1 表に示す。海水貯留堰の前面海域におけるフルード数は 1.5 以下であり、越流直前の津波波力の評価において、水深係数 3 を用いることとした。



第 1 図 海水貯留堰越流直前の流向・流速分布
(a) 防波堤あり



第1図 海水貯留堰越流直前の流向・流速分布
(b)防波堤なし

第1表 海水貯留堰越流時のフルード数

	流速 (m/s)	水深 (m)	フルード数
防波堤あり	3.2	2.0	0.8
防波堤なし	3.2	1.9	0.8

(参考3 分裂波発生の可能性について)

波力の算定式によっては，津波が非分裂か分裂かによって異なることから，津波のソリトン分裂発生の可能性について検討した。ソリトン分裂の判定にあたっては，「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において，以下2つの条件に合致する場合に分裂が発生するとされている。

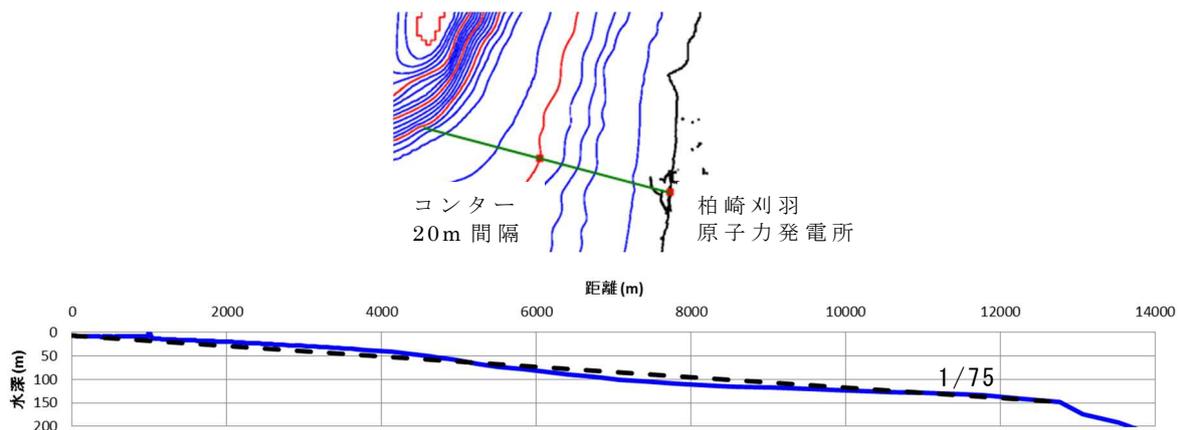
- ① 入射津波高さが水深の30%以上（シミュレーション等による津波高さが水深の60%以上）
- ② 海底勾配が1/100以下の遠浅

入力津波の分裂波発生の可能性について，「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に従って判定を実施する。

第1表に取水口前面および放水口前面における津波高さと水深の関係を，第1図に敷地周辺の海底勾配を示す。敷地周辺の海底勾配は概ね1/75であり，ソリトン分裂の可能性はなく，分裂波の影響は考慮しないものとした。

第1表 津波高さと水深の関係

	① 海底地盤 高さ	② 潮位	③ シミュレーシ ョンによる 津波水位	④ 水深 (②-①)	⑤ シミュレーシ ョンによる津波高さ (③-②)	⑤/④
6号炉取水口前面	-5.5	-0.12	5.38	5.38	5.50	102%
7号炉取水口前面	-5.5	-0.12	5.12	5.38	5.24	97%



第1図 敷地周辺の海底勾配

添付資料 25

基準類における衝突荷重算定式について

基準類における衝突荷重算定式について

25.1 基準類における衝突荷重算定式について

耐津波設計に係る工認審査ガイドにおいて挙げられている参考規格・基準類の内、漂流物の衝突荷重または衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編(平成 14 年 3 月)」と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)平成 21 年 5 月」である。后者は、鋼管杭等の支柱の変形およびワイヤーロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計には適さないと考えられるため、前者を漂流物の衝突荷重として採用することが適切と考えられる。

①道路橋示方書・同解説 I 共通編((社)日本道路協会,平成 14 年 3 月)

○ 適用範囲・考え方:

橋(橋脚)に自動車,流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突荷重を算定する式である。

○ 算定式:

$$\text{衝突力 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここに, P: 衝突力 (kN)

W: 流送物の重量 (kN)

v: 表面流速 (m/s)

②津波漂流物対策施設設計ガイドライン(沿岸技術研究センター,寒地研究センター,平成 26 年)

○ 適用範囲・考え方:

「漁港・漁場の施設の設計の手引き(全国漁港漁場協会 2003 年版)」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたものであり,漁船の他,車両・流木・コンテナにも適用されるが,支柱及び漂流物補足スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより漂流物の進入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式である。

○ 算定式：

$$\text{船舶の衝突エネルギー} E = E_0 = W \times V^2 / (2g)$$

(船の回転により衝突エネルギーが消費される(1/4点衝突)場合

$$E = E' = W \times V^2 / (4g)$$

$$\text{ここに, } W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times D^2 L \gamma_w$$

W：仮想重量 (kN)

W₀：排水トン数 (kN)

W'：付加重量 (kN)

D：喫水 (m)

L：横付けの場合は船の長さ, 縦付けの場合は船の幅 (m)

γ_w ：海水の単位体積重量 (kN/m³)

25.2 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例

安藤ら(2006)^{*1}によれば, 南海地震津波による被害を想定して高知港を対象に, 平面二次元津波数値シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い, 特に漂流物の衝突による構造物の被害, 道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い, 港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するにあたって漂流物の衝突力を算定しており, 船舶に対しては道路橋示方書を採用している。

※1 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討, 沿岸技術研究センター論文集, No.6 (2006)

表-1 各施設の許容漂流速度

		選 定 式	対象施設		
			クレーン	水門	倉庫
車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
船舶	小型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超
	大型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s
木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s

25.3 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文

道路橋示方書などの基準類以外でも、漂流物による衝突力評価に対する研究が複数存在している。以下に、これらの研究概要を例示するが、木材やコンテナなどを対象とした事例が多く、船舶の衝突を考慮した事例は少ない。

○ 適用範囲・考え方：

「平成23年度建築基準整備促進事業 40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」（東京大学生産技術研究所（2011））では、「漂流物の衝突による建築物への影響の評価については、研究途上の段階であり、また、被害調査においても、被害をもたらした漂流物の詳細な情報を得ることは難しいため、既往の知見の検証は困難であった」としている。また、津波による漂流物が建築物に衝突する際の衝突力に関する研究を以下に示しているが、「対象としている漂流物は(a), (b), (d), (e)」が流木、(c), (d), (e)がコンテナである（(e)は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。）としている。

○ 算定式(a)：

(a) 松富の評価式^{※2}

津波による円柱形上の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力を次式の通り提案している。

$$F_m = 1.6 C_{MA} [v_{A0} / (g D)^{0.5}]^{1.2} (\sigma_f / \gamma L)^{0.4} \times \gamma D^2 L$$

ここに、 C_{MA} ：見かけの質量係数

（段波・サージでは1.7，定常流では1.9）

v_{A0} ：流木の衝突速度， D ：流木の直径

L ：流木の長さ

σ_f ：流木の降伏応力，

γ ：流木の単位体積重量

g ：重力加速度

※2 松富英夫（1999）流木衝突力の実用的な評価式と変化特性，土木学会論文集，No. 621，pp. 111-127

○ 算定式(b) :

(b)池野らの評価式^{※3}

円柱以外にも角柱, 球の形状をした木材による衝突力を次式の通り提案している。

$$F_H = S \times C_{MA} \times (V_H / g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})^{2.5} \times g M$$

ここに, F_H : 漂流物の衝突力(kN)

S : 係数(5.0)

C_{MA} : 見かけの質量数

(円柱横向き:2.0(2次元), 1.5(3次元),

角柱横向き:2.0~4.0(2次元), 1.5(3次元),

円柱縦向き:2.0程度, 球:0.8程度)

V_H : 段波速度(m/s)

D : 漂流物の代表高さ(m)

L : 漂流物の代表長さ(m)

M : 漂流物の質量(t)

g : 重力加速度

※3 池野正明・田中寛好(2003)陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第50巻, pp.721-725

○ 算定式(c) :

(c)水谷らの評価式^{※4}

津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。

$$F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + W V_x / g dt$$

ここに, F_m : 漂流衝突力(kN)

dt : 衝突時間(t)

η_m : 最大遡上水位(m)

ρ_w : 水の密度(t/m³)

B_c : コンテナ幅(m)

V_x : コンテナの漂流速度(m/s)

W : コンテナ重量(kN)

g : 重力加速度

※4 水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史(2005)エプロン上のコンテナに作用する津波波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論文集, 52巻, pp.741-745

○ 算定式(d) :

(d)有川らの評価式^{※5}

コンクリート構造物に鋼構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を次式の通り提案している。

$$F = \gamma_p X^{2/5} (5/4 \times m)^{3/5} v^{6/5}$$

$$X = 4 \times \sqrt{a} \div (3 \pi \times (k_1 + k_2)), \quad k = (1 - \nu^2) / (\pi E),$$

$$m = (m_1 \times m_2) \div (m_1 + m_2)$$

ここに, a: 衝突面半径の 1/2

(コンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4)

E: ヤング率 (コンクリート板)

ν : ポアソン比

m: 質量(t)

v: 衝突速度(m/s)

γ_p : 塑性によるエネルギー減衰効果(0.25)

m や k の添え字は衝突体と被衝突体を示す。

※5 有川太郎・大坪大輔・中野史丈・下迫健一郎・石川信隆
(2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験,
海岸工学論文集, 第 54 巻, pp. 846-850

25.4 まとめ

既往の知見によると, さまざまな衝突力算定式が提案されているが, いずれも柏崎刈羽原子力発電所で想定する作業船の衝突力とは状況が異なる。既往の事例などを参照しても, 船舶の衝突荷重の算出を道路橋示方書に示される算定式を採用している。

以上から, 柏崎刈羽原子力発電所で想定する作業船の衝突荷重は道路橋示方書による方法で算定することとする。

添付資料 26

耐津波設計における津波荷重と余震荷重の
組み合わせについて

耐津波設計における津波荷重と余震荷重の組合せについて

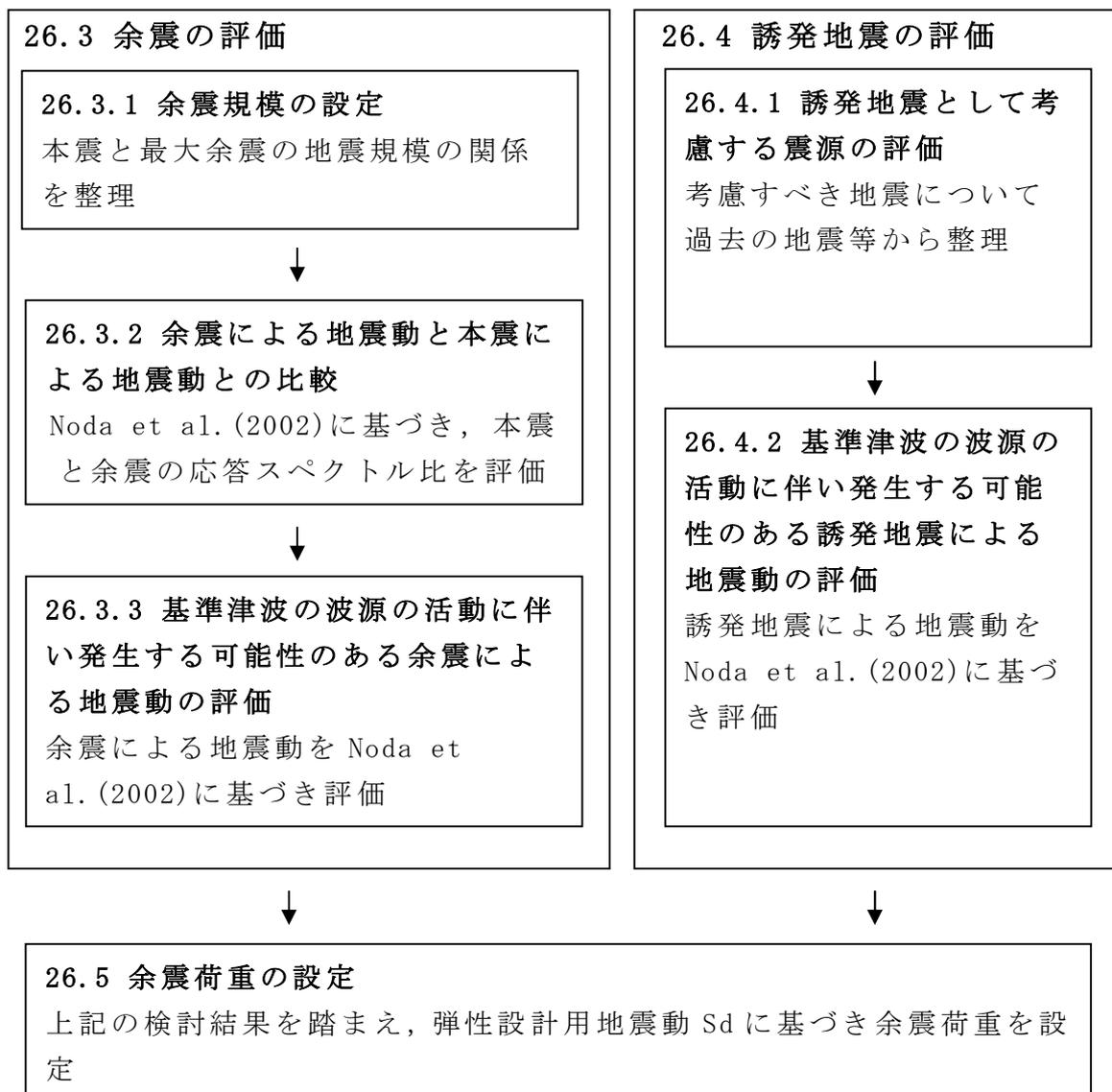
26.1 規制基準における要求事項等

- ・ サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・ 余震発生の可能性に応じて入力津波による荷重と余震による荷重との組み合わせを考慮すること。

26.2 検討方針

余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理した。

検討は以下の流れで実施した。



26.3 余震の評価

26.3.1 余震規模の設定

余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュード M7.0 以上とし、且つ、基準津波の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約 4 時間であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が 12 時間以内の地震とした。添付第 26-1 表に、対象とした地震の諸元を示す。同表中に、敷地が位置する日本海東縁部の地震の本震のマグニチュード M7.0 以上の地震の諸元を併せて示す。また、検討対象とした地震の震央分布を添付第 26-1 図に示す。地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュード M_0 と最大余震のマグニチュード M_1 の関係から本震と余震のマグニチュードの差 D_1 は、添付第 26-2 図の通り、 $D_1=M_0-M_1=1.4$ として評価できる。同図中に示す、日本海東縁部の地震の傾向は、地震調査研究推進本部の地震データにみられる関係と調和的である。余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し $D_1=0.9$ として余震の規模を想定する。

26.3.2 余震による地震動と本震による地震動との比較

本震と余震の応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価し、本震と余震との地震動レベルを確認する。添付第 26-3 図に M8.0 及び M7.0 の本震に対し、余震の規模を $D_1=0.9$ を用い評価し、Noda et al. (2002) の適用範囲の中で等価震源距離 X_{eq} を 25, 50, 75, 100km と設定し、スペクトル比を評価した結果を示す。なお、ここではスペクトル比を評価するため、内陸補正や観測記録による補正は実施していない。添付第 26-3 図によると、余震による地震動は本震による地震動に対しおよそ 0.3~0.4 倍程度となり、基準地震動 S_s と弾性設計用地震動 S_d との比 0.5 を下回ることが確認される。

26.3.3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価する。柏崎刈羽原子力発電所における基準津波の波源は、添付第 26-4 図に示す「基準津波 1 及び 2 の波源」及び「基準津波 3 の波源」である。それぞれの波源について地震動を評価するにあたり、添付第 26-2 表及び添付第 26-5 図に示す震源モデルを設定し、上記の関

係式に基づき余震規模を設定した上で、余震による応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価した。なお、評価においては、海域で発生する地震に対しては荒浜側と大湊側で伝播特性が異なることから、添付第 26-6 図に示す観測記録に基づく補正係数をそれぞれ用いることで伝播特性を反映した。また、敷地における伝播特性の差は、敷地から南西側に位置する地震についてのみ顕著に確認されているが、敷地から北側に位置する基準津波 1・2 の波源に対しても保守的に同じ補正係数を用いた。添付第 26-7 図に評価結果を示す。同図より、評価結果は、弾性設計用地震動 S_d を下回ることが確認される。

26.4 誘発地震の評価

26.4.1 誘発地震として考慮する震源の評価

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震として考慮する地震を選定する。

誘発地震の地震規模を評価するにあたり、添付第 26-1 表中に示す 2011 年東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 及び敷地が位置する日本海東縁部の地震の本震のマグニチュード M7.0 以上の 3 地震を対象に、本震発生後 24 時間以内に発生した地震を検討した。添付第 26-8 図に示す通り、2011 年東北地方太平洋沖地震 (M9.0) の誘発地震は、2011 年長野県北部の地震 (M6.7) が本震発生から約 13 時間後の 3 月 12 日に発生している。また、日本海東縁部の地震については、余震を含めたとしても M6.5 未満の地震しか発生していない。

以上より、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯において M6.8 以上の誘発地震が発生するとは考えにくい。しかしながら、本震発生後に規模の小さな誘発地震が発生していることを踏まえ、保守的に、添付第 26-9 図に示す基準地震動の評価において検討用地震と選定されなかった規模の小さな孤立した短い活断層による地震を対象とする。

26.4.2 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震の評価

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震による地震動を評価する。評価においては、孤立した短い活断層による地震の規模を保守的に M6.8 として震源モデルを設定し、誘発地震による応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価した。添付第 26-3 表に諸元を、添付第 26-9 図に断層の分布図をそれぞれ示す。なお、評価においては、陸域で発生する地震に対しては荒浜側と大湊側で伝播特性が概ね等しいことから、添付第 26-10 図に示す補正係数を用い伝播

特性を反映した。添付第 26-11 図に評価結果を示す。同図より、評価結果は、弾性設計用地震動 S_d を下回ることが確認される。

26.5 余震荷重の設定

以上の検討結果から、弾性設計用地震動 S_d は余震及び誘発地震による地震動を上回ることが確認された。弾性設計用地震動 S_d の内、 S_d-1 は全ての周期帯において、余震及び誘発地震による地震動を十分に上回ることから、保守的に S_d-1 による荷重を津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。

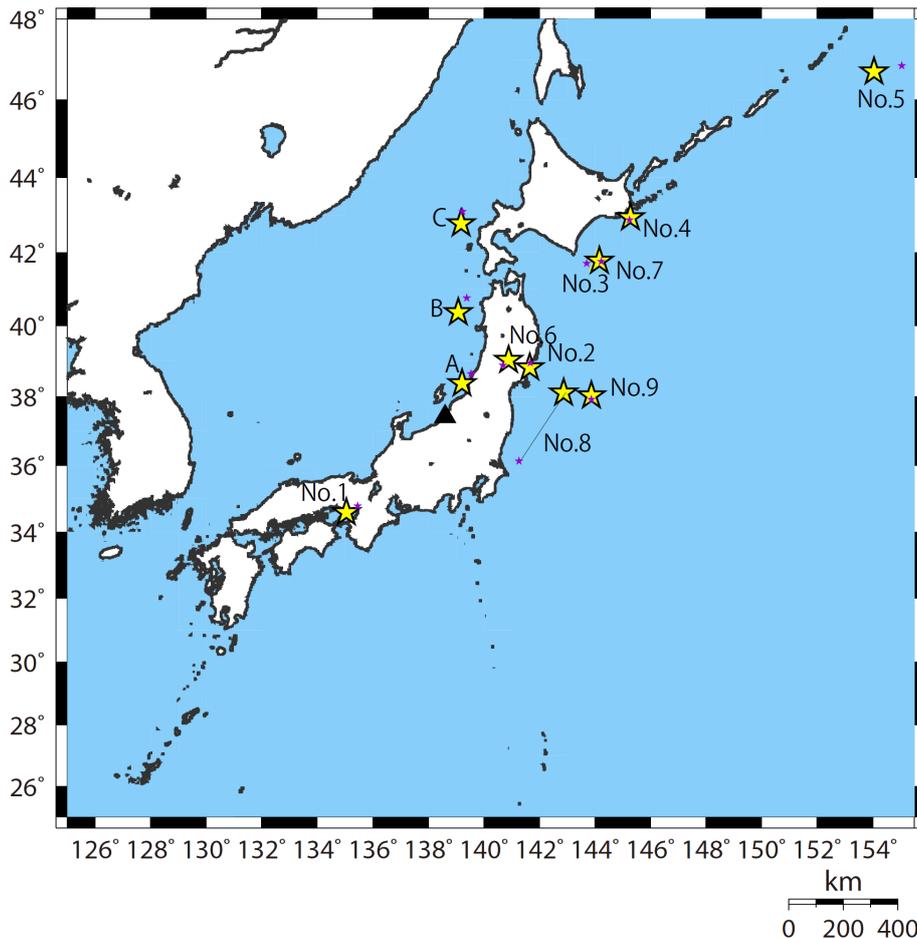
【参考文献】

Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct.16-18, Istanbul
大竹政和, 平朝彦, 太田陽子 編 (2002) : 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会

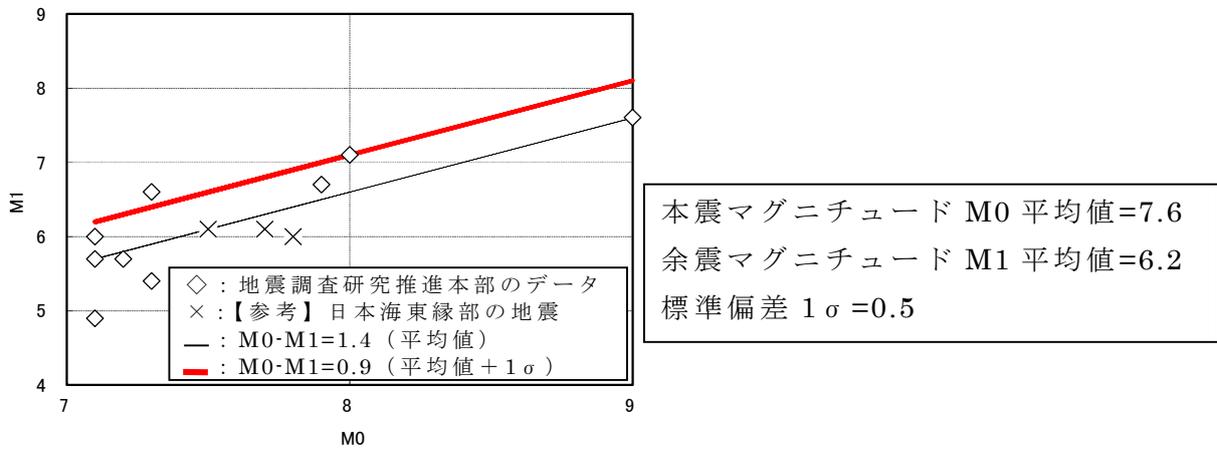
添付第 26-1 表 過去の地震における本震と最大余震の関係

No	発生年月日	震源	マグニチュード		時間差
			本震 M0	最大余震 M1	
1	1995.1.17	淡路島	7.3	5.4	1:52
2	2003.5.26	宮城県沖	7.1 ^{※1}	4.9	6:20
3	2003.9.26	十勝沖	8.0	7.1	1:18
4	2004.11.29	釧路沖	7.1	6.0	0:04
5	2006.11.15	千島列島東方	7.9	6.7 ^{※1}	1:12
6	2008.6.14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	0:37
7	2008.9.11	十勝沖	7.1	5.7	0:12
8	2011.3.11	東日本太平洋沖地震	9.0	7.6 ^{※1}	0:29
9	2012.12.7	三陸沖	7.3	6.6	0:13
A ^{※2}	1964.6.16	新潟地震	7.5	6.1	0:16
B ^{※2}	1983.5.26	日本海中部地震	7.7	6.1	0:57
C ^{※2}	1993.7.12	北海道南西沖地震	7.8	6.0	1:28

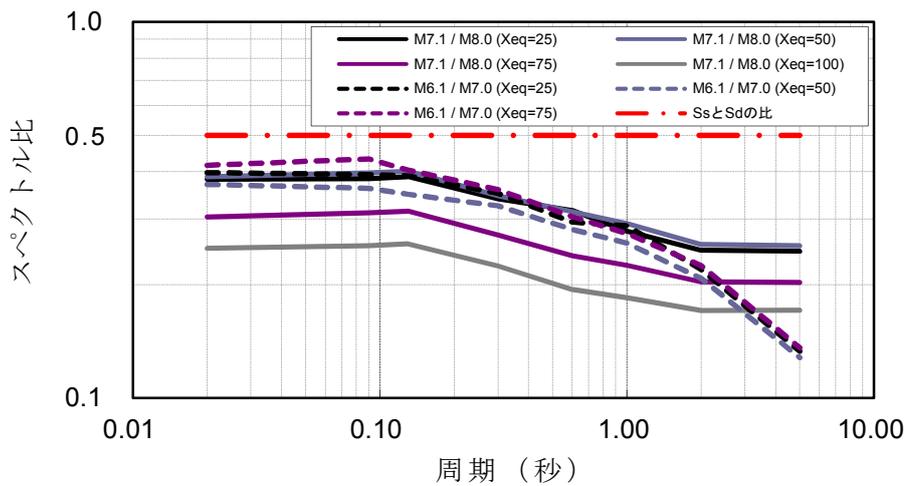
※1：気象庁による最新の震源情報を参照，※2：日本海東縁部の地震



添付第 26-1 図 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布
本震（★）と最大余震（☆）

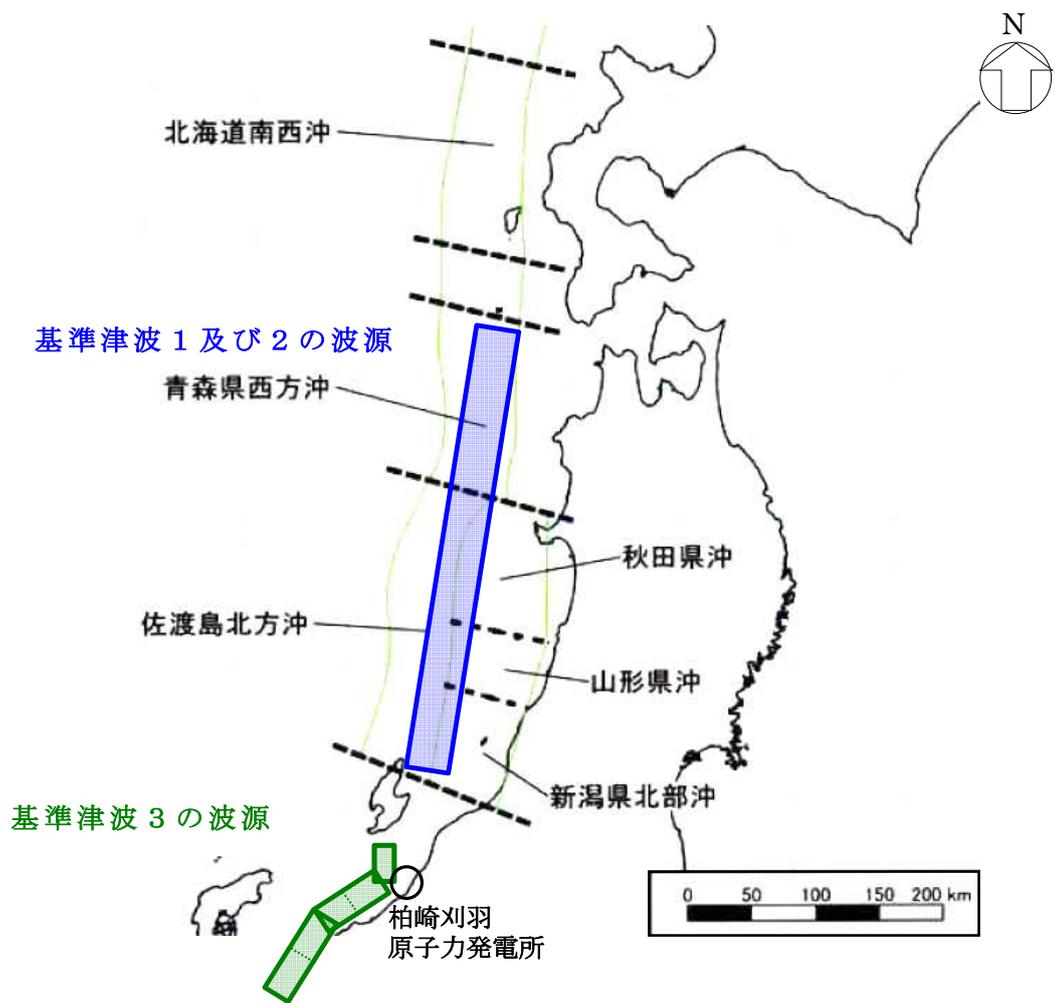


添付第 26-2 図 本震と余震の地震規模の関係

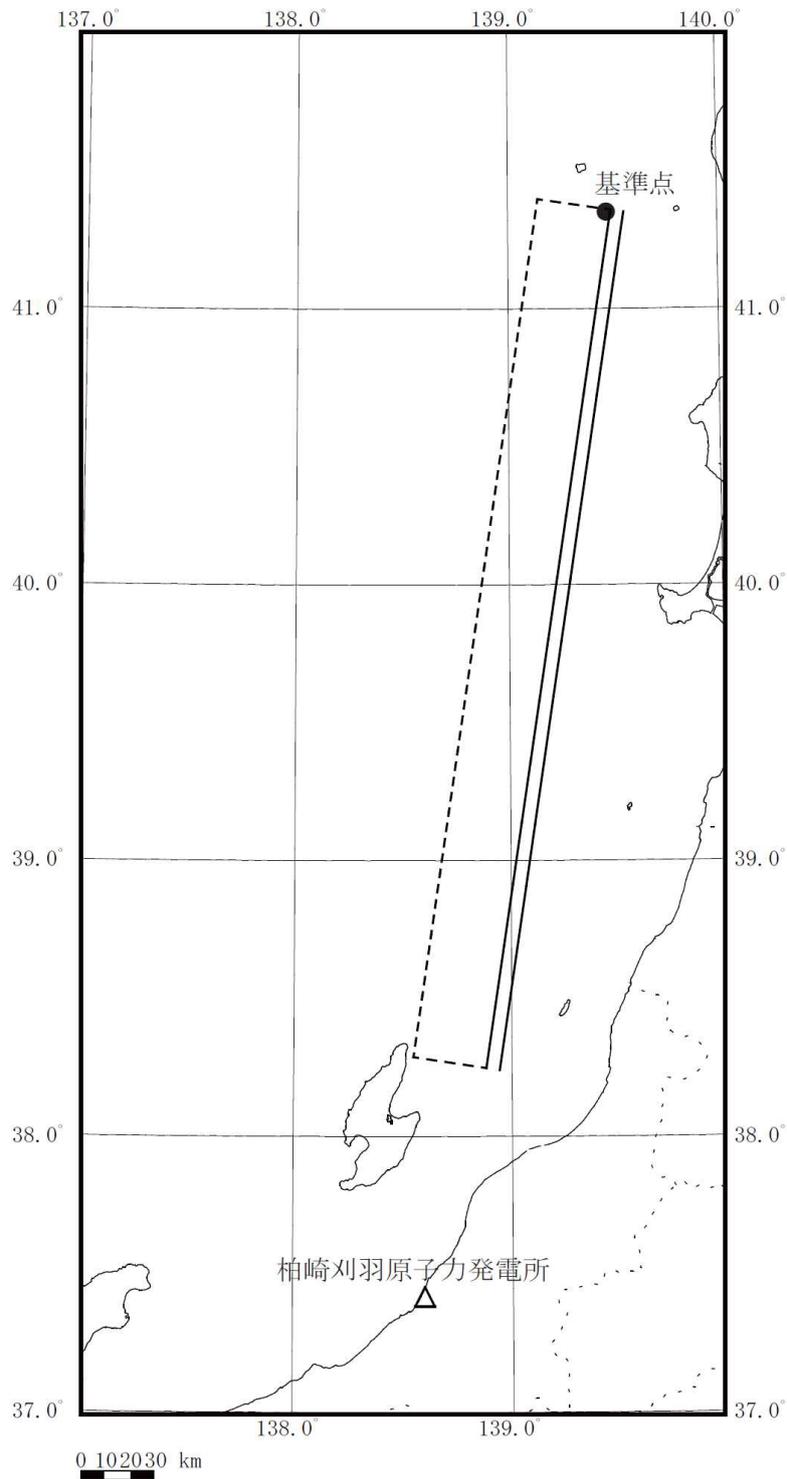


添付第 26-3 図 本震と余震のスペクトル比

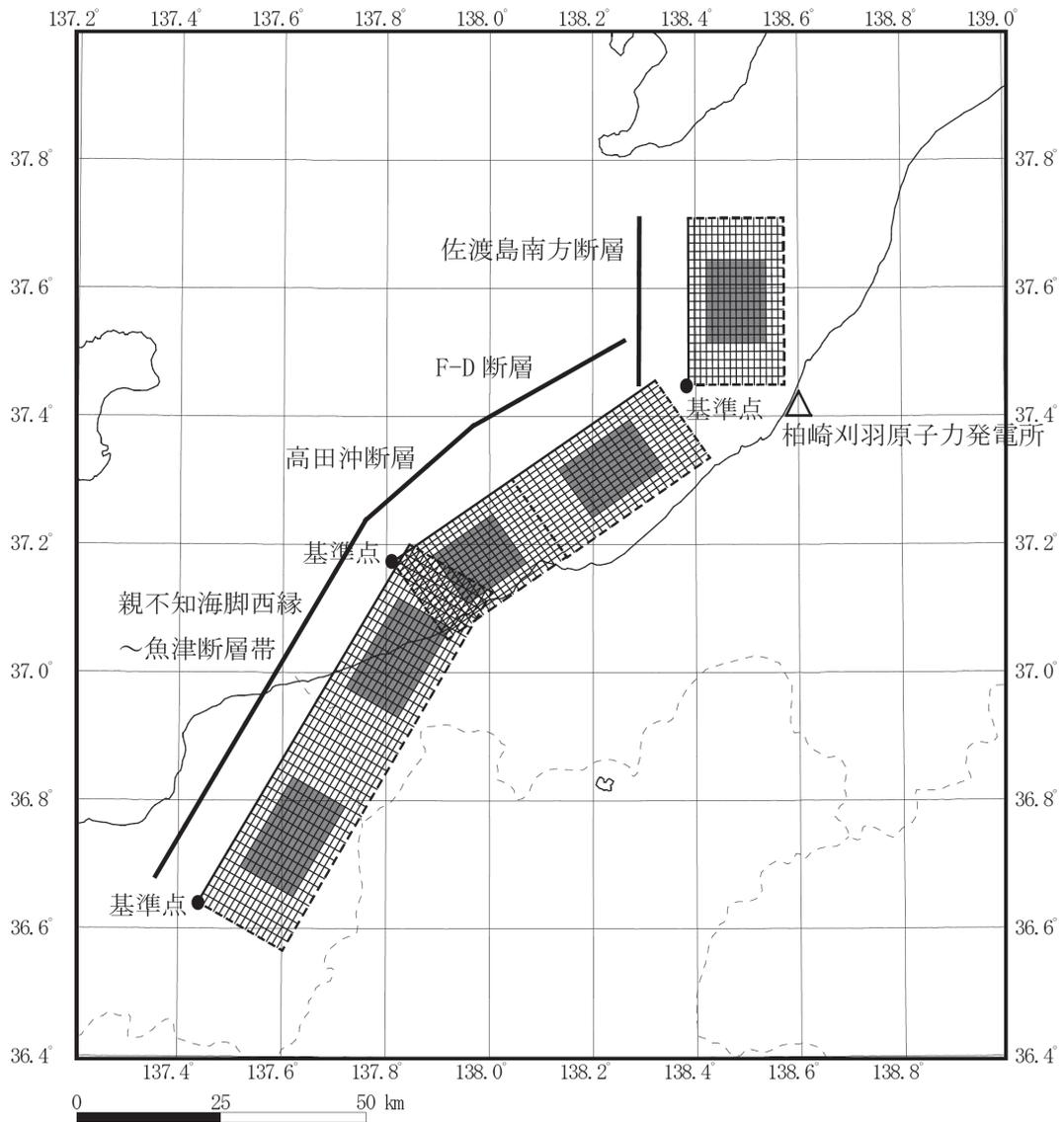
(本震を $M8.0$ 及び $M7.0$ とし、それぞれの余震を $M7.1$ 及び $M6.1$ と評価した場合について、Noda et al. (2002) に基づきスペクトル比を評価)



添付第 26-4 図 基準津波の波源



添付第 26-5 図 (a) 基準津波 1 及び 2 の波源に対する震源モデル



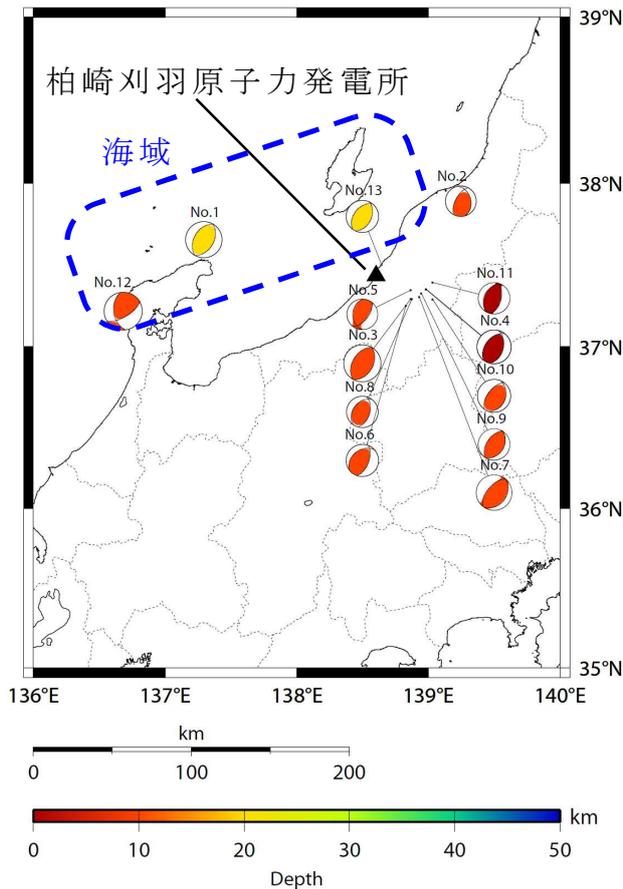
添付第 26-5 図 (b) 基準津波 3 の波源に対する震源モデル

添付第 26-2 表 設定した余震の震源諸元

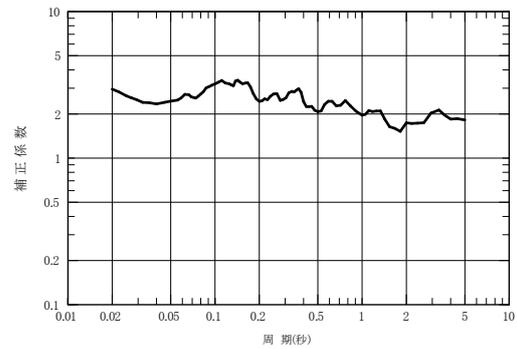
項目	設定値			
	基準津波 1 及び 2 の波源		基準津波 3 の波源	
	荒浜側	大湊側	荒浜側	大湊側
本震の地震規模	8.6		8.0	
余震の地震規模 ^{※1}	7.7		7.1	
等価震源距離 (km) ^{※2}	204	202	41	40

※1：本震と余震のマグニチュードの差 $D1=0.9$ として、余震の規模を評価。

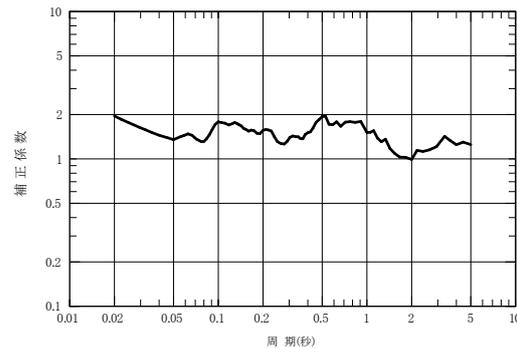
※2：添付第 26-5 図に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002) に基づき等価震源距離を評価。なお、Noda et al. (2002) による地震動評価手法の適用性については、 $M=5.4\sim 8.1$ 、等価震源距離 $X_{eq}=14\sim 218\text{km}$ の範囲で確認されていることから、今回設定した余震の評価に適用可能と判断した。



(a) 対象地震の震央分布



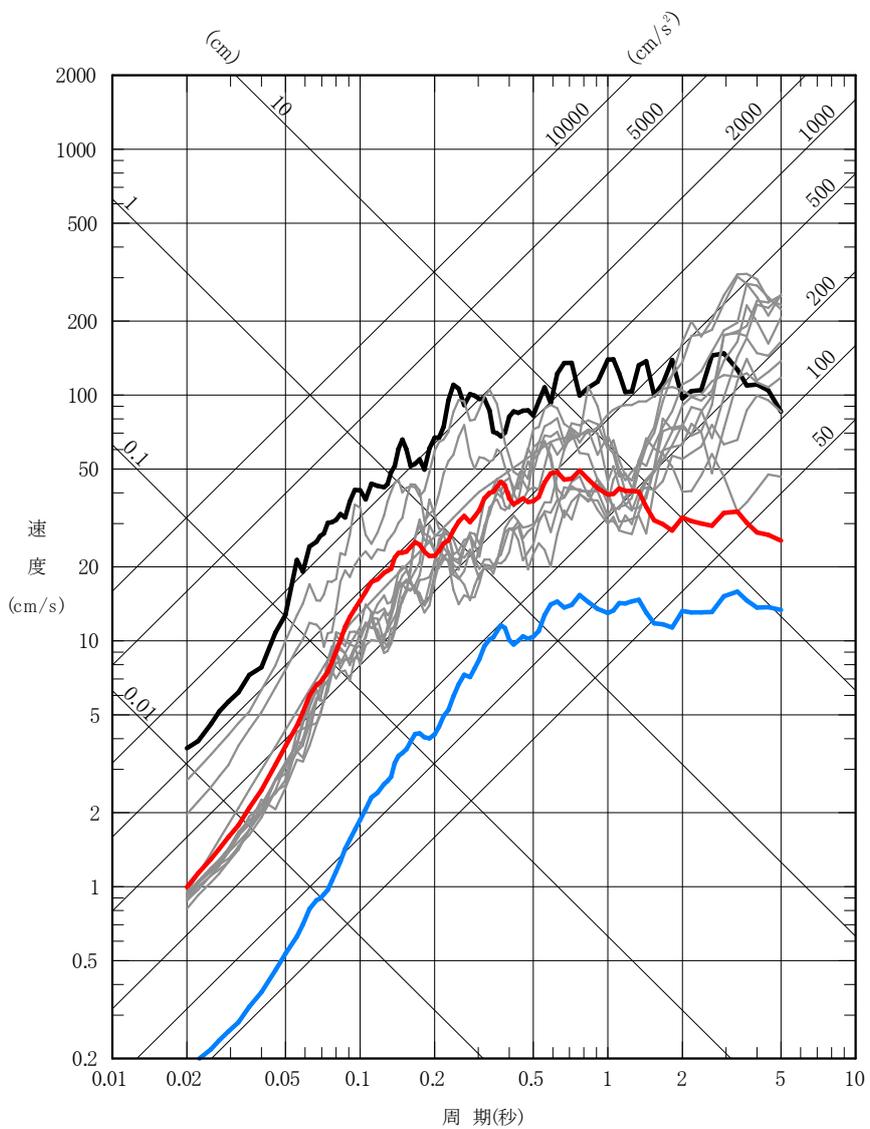
(b) 荒浜側の補正係数



(c) 大湊側の補正係数

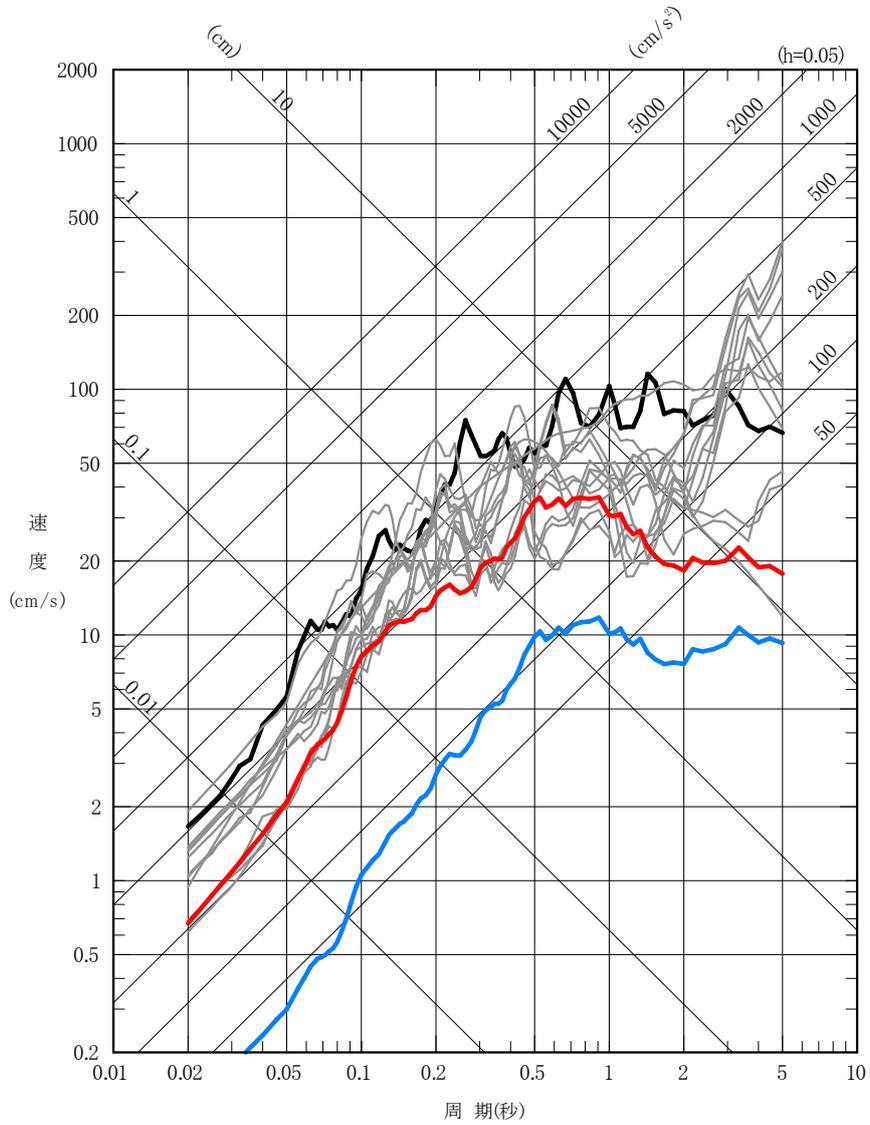
添付第 26-6 図 海域の活断層による地震の評価に用いる観測記録に基づく補正係数

- 弾性設計用地震動 Sd-1 ($S_s-1 \times 0.5$)
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-7 ($S_s-2 \sim S_s-7 \times 0.5$)
- 基準津波 1 及び 2 の波源の活動に伴い発生する余震
- 基準津波 3 の波源の活動に伴い発生する余震

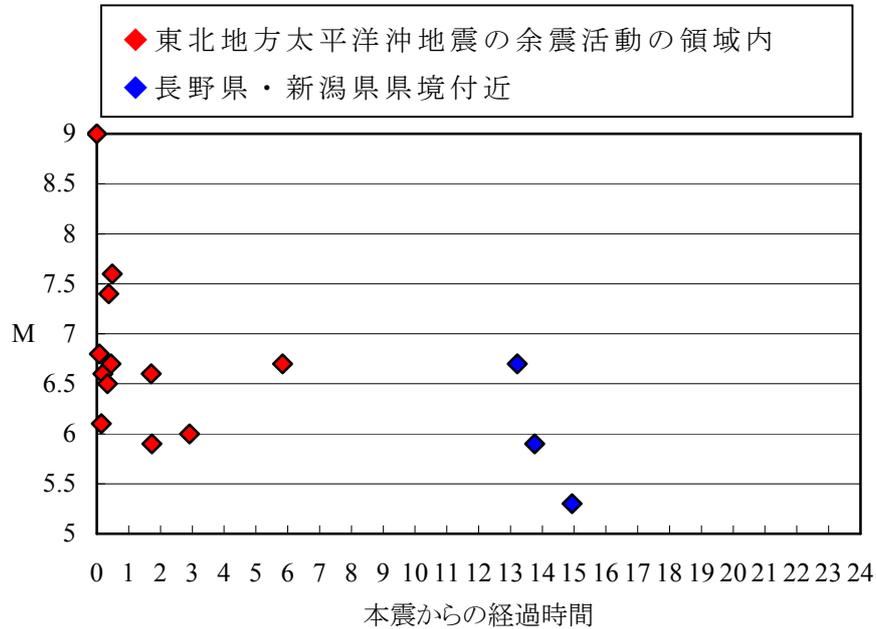


添付第 26-7 図 (a) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (荒浜側)

- 弾性設計用地震動 Sd-1 ($Ss-1 \times 0.5$)
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-8 ($Ss-2 \sim Ss-8 \times 0.5$)
- 基準津波 1 及び 2 の波源の活動に伴い発生する余震
- 基準津波 3 の波源の活動に伴い発生する余震



添付第 26-7 図 (b) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (大湊側)



添付第 26-8 図 東北地方太平洋沖地震発生後 24 時間 震度 5 弱以上を観測した地震

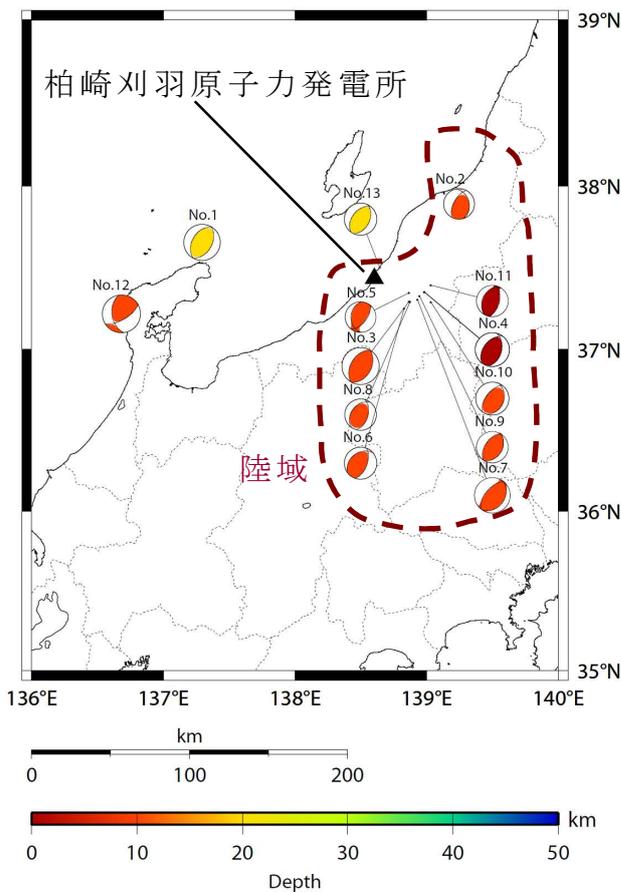
添付第 26-3 表 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	地震規模 ^{※1}	等価震源距離 X _{eq} (km)	
			荒浜側	大湊側
①	悠久山断層	6.8	27	26
②	半蔵金付近のリニアメント	6.8	25	25
③	柏崎平野南東縁のリニアメント	6.8	15	16
④	山本山断層	6.8	21	21
⑤	水上断層	6.8	15	16
⑥	上米山断層	6.8	17	18
⑦	雁海断層	6.8	17	18

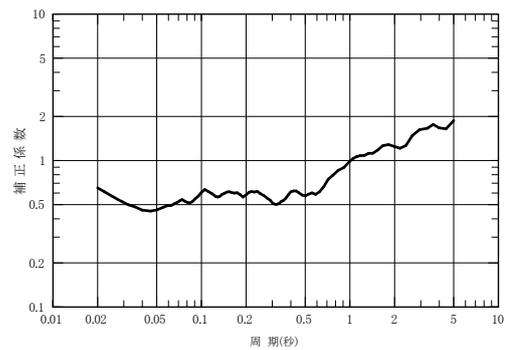
※1: 地表付近の断層長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる孤立した短い活断層については、保守的にM6.8を考慮する。



添付第 26-9 図 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布



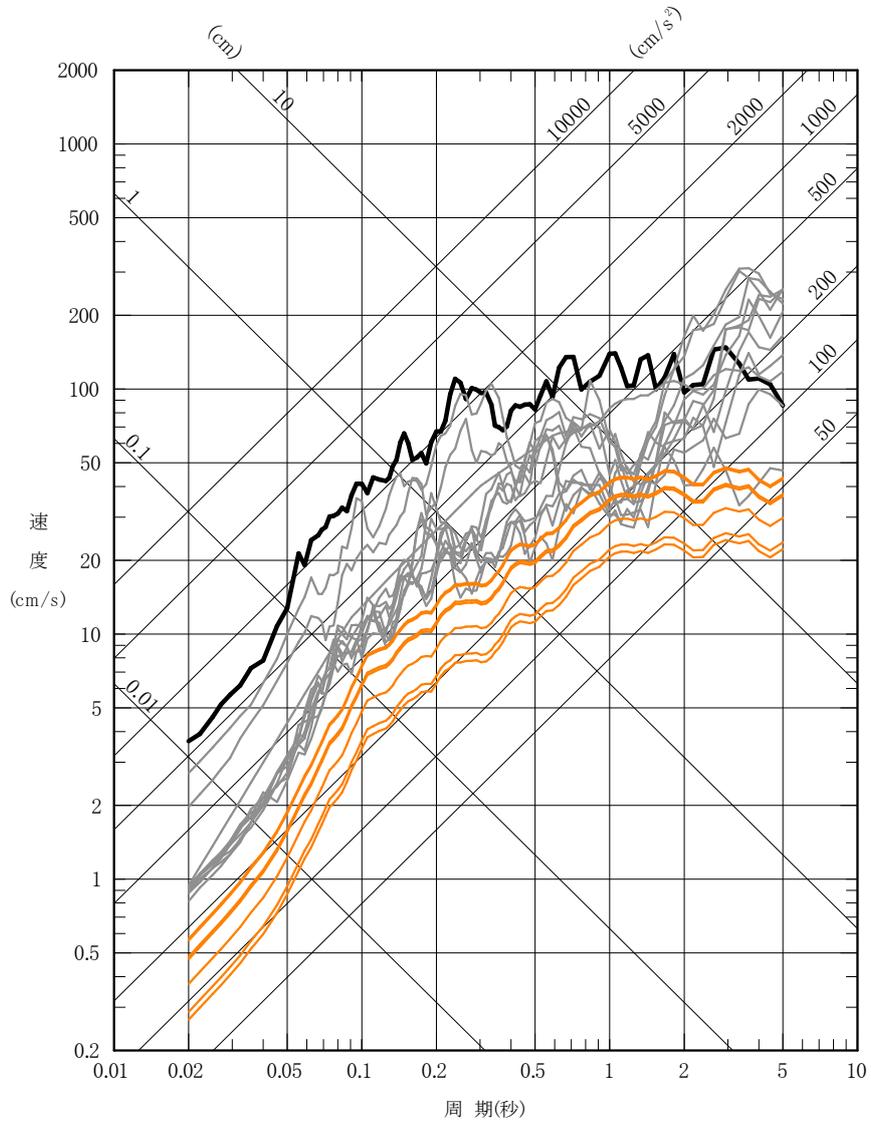
(a) 対象地震の震央分布



(b) 荒浜側及び大湊側の補正係数

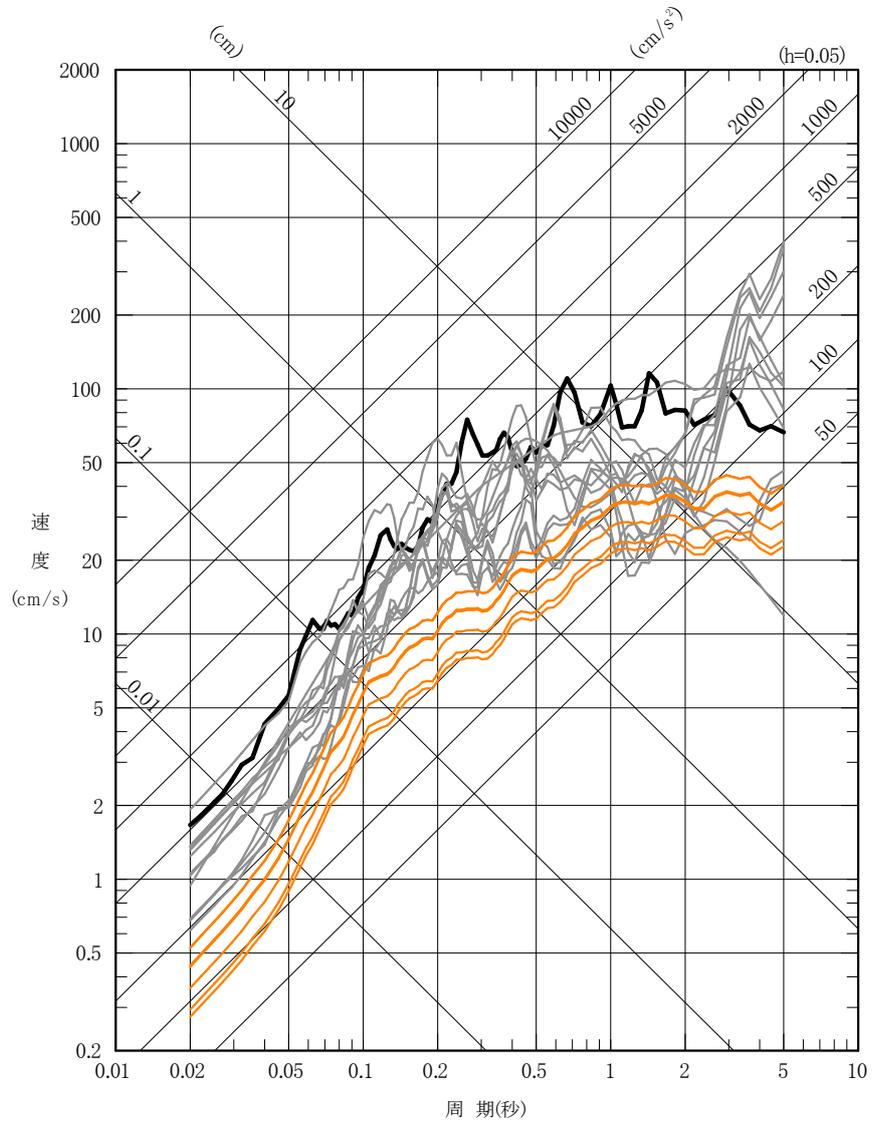
添付第 26-10 図 陸域の活断層による地震の評価に用いる
観測記録に基づく補正係数

- 弾性設計用地震動 Sd-1 ($Ss-1 \times 0.5$)
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-7 ($Ss-2 \sim Ss-7 \times 0.5$)
- 誘発地震による地震動



添付第 26-11 図 (a) 誘発地震による地震動と弾性設計用地震動 Sd との比較 (荒浜側)

- 弾性設計用地震動 Sd-1 ($S_s-1 \times 0.5$)
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-8 ($S_s-2 \sim S_s-8 \times 0.5$)
- 誘発地震による地震動



添付第 26-11 図 (b) 誘発地震による地震動と弾性設計用地震動 Sd との比較 (大湊側)

(参考)

基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組み合わせについて

1. 規制基準における要求事項等

基準地震動 S_s による地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていることを確認する。その場合、地震力以外の荷重については、津波の荷重を含む。

2. 基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組み合わせについて

基準地震動 S_s の策定における検討用地震は図 1 に示す F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯による地震である。これらの断層については、敷地に近い位置に存在し、地震波と津波は伝播速度が異なることを考慮すると、両者の組み合わせを考慮する必要はないと考えられる。以下、「2.1 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が同一の場合」と「2.2 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が異なる場合」とに分けて詳細に検討した結果を示す。

2.1 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が同一の場合

F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する時間は図 2 に示す通り、地震発生後 1 分以内であるのに対し、同時間帯において敷地における津波の水位変動量は概ね 0m である。そのため、両者が同時に敷地に到達することはないことから、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組み合わせを考慮する必要はない。

2.2 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が異なる場合

F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴い、津波を起こす地震が誘発される可能性は低いと考えられるが、仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、地震動が敷地に到達する地震発生後 1 分以内に、F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯以外の活断層の活動に伴う津波が敷地に到達することはない。また、活断層調査結果に基づく個々の活断層による地震に伴い津波が発生しても、敷地に遡上しない。

以上により、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組み合わせを考慮する必要はない。

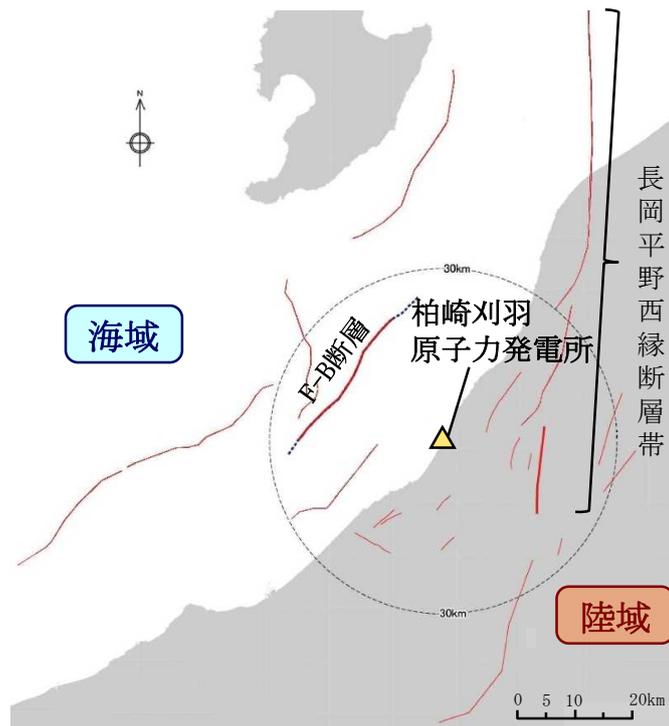


図1 敷地周辺の活断層分布

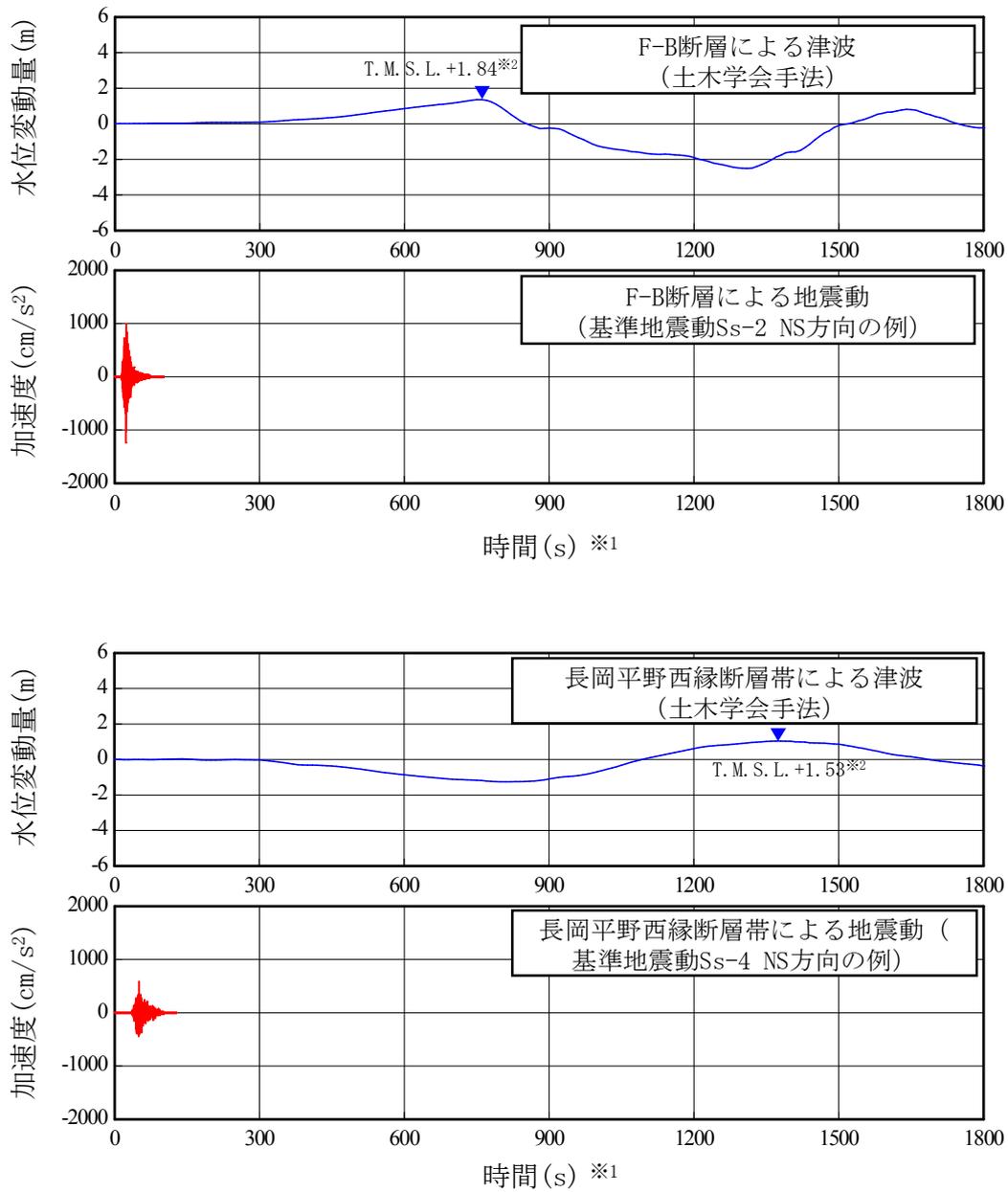


図 2 (a) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (荒浜側)
 ※1: 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す
 ※2: 朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m を考慮

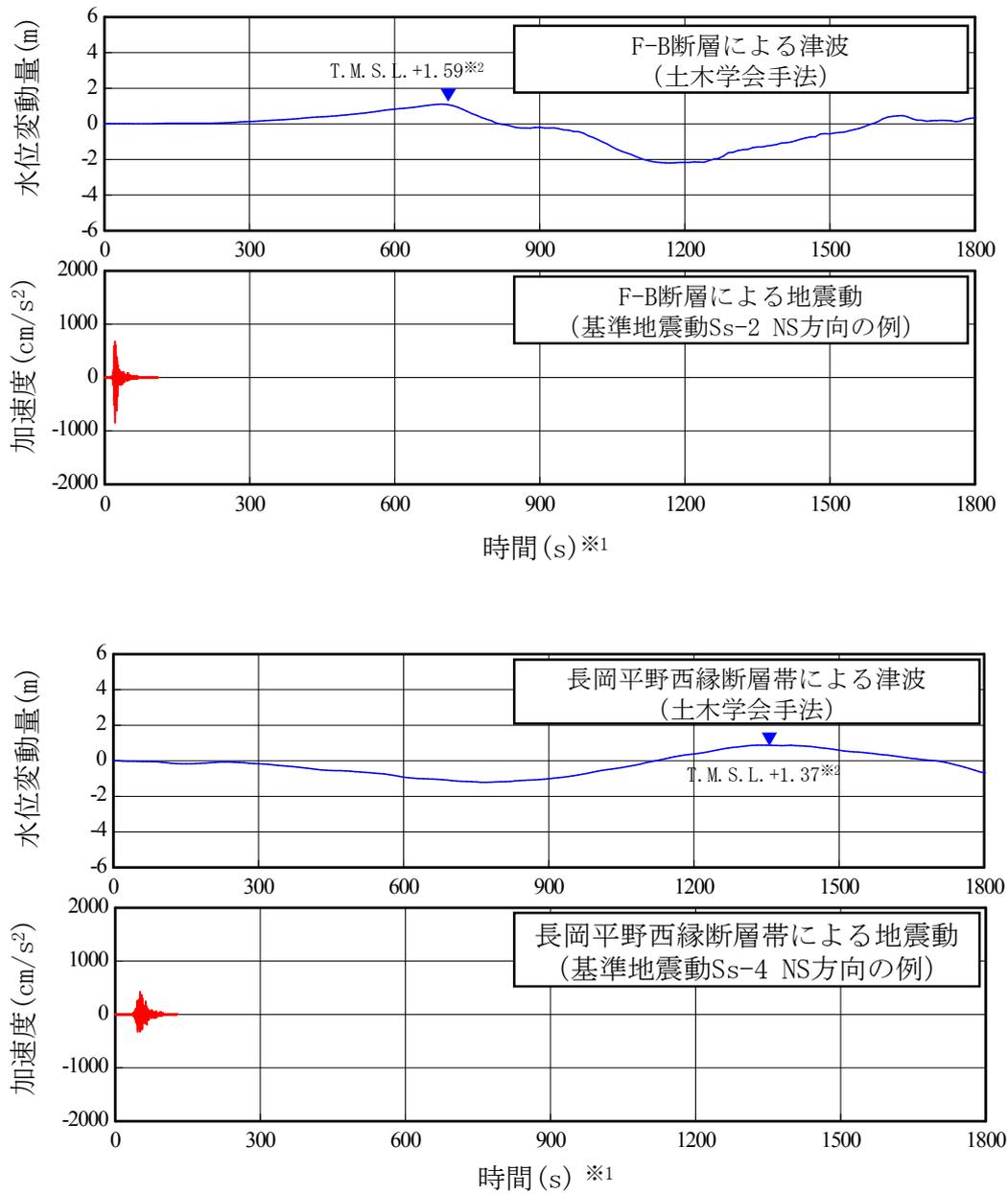


図 2 (b) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (大湊側)

※1 : 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す

※2 : 朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m を考慮

添付資料 27

水密扉の運用管理について

水密扉の運用管理について

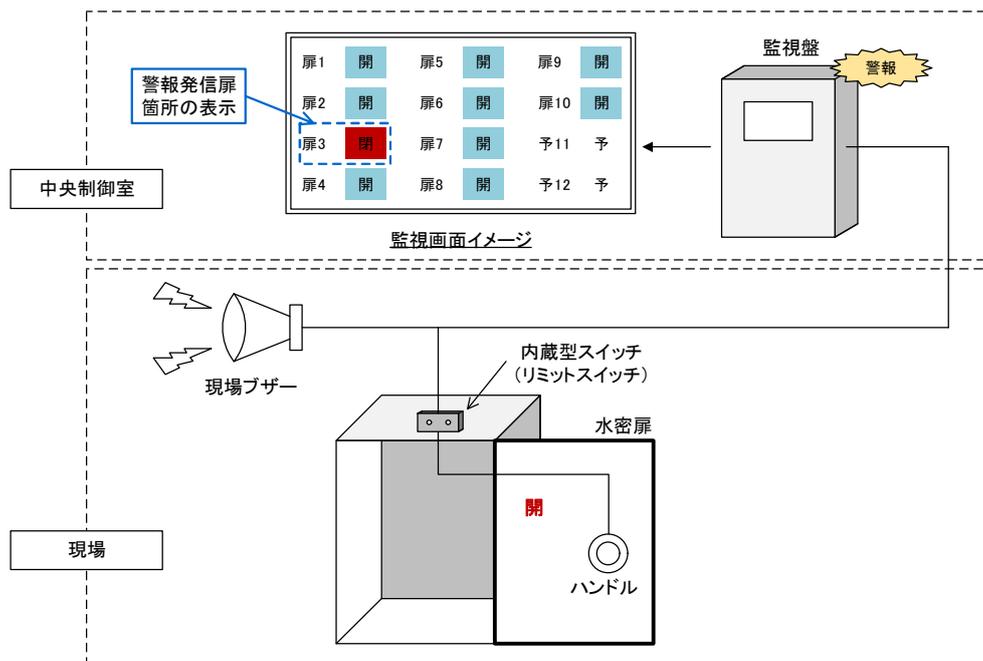
27.1 概要

浸水対策として整備する水密扉については基本的には閉止状態にある。津波時に扉が確実に閉止されていることを確認するため、以下の運用管理を行う方針である。

- ・ 発電所内に入所する者に対して、確実な閉止運用がなされるよう、周知徹底する（作業を計画・実施するにあたっての「柏崎刈羽統一実施事項」として定める。）。
- ・ 水密扉開放時は、現場ブザーにより注意喚起し、閉止忘れを防止する。
- ・ 中央制御室にて水密扉の開閉状態が確認できるよう監視設備を設置し、扉「開」状態が、一定時間続いた場合は、運転員に告知警報を発生する。
- ・ 屋外に通じる大物搬入口等の開放は、大津波警報発生時に速やかに閉鎖できる人員を確保する。

なお、資機材の運搬や作業に伴い開放する必要がある場合は、以下を条件に連続開放を可とする運用としている。

- ・ 大津波警報発生後、速やかに閉止できる人員が確保されていること。
- ・ 津波警報発令時には、当直長からのページング放送等により、直ちに水密扉を閉止すること。



添付第 27-1 図 水密扉監視設備の概略図

27.2 監視対象となる水密扉の位置

「4.2 浸水防止設備の設計」に記載するとおり、タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、浸水防止設備として水密扉を設置している。これらの水密扉については、全て中央制御室にて監視が可能な設計としている。

なお、タービン水密扉の設置位置は前述の「添付資料 10 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例」参照。

添付資料 28

審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p data-bbox="165 209 456 236">Ⅱ . 耐津波設計方針</p> <p data-bbox="165 296 266 323">1. 総則</p> <p data-bbox="165 339 293 367">1.1 目的</p> <p data-bbox="165 381 1115 708">本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の耐津波設計方針に関わる審査において、審査官等が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号）並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第 1306193 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定））（以下「設置許可基準規則及び同規則の解釈」という。）の趣旨を十分踏まえ、耐津波設計方針の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする。</p> <p data-bbox="165 767 349 794">1.2 適用範囲</p> <p data-bbox="165 809 1115 922">本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設に適用される。なお、本ガイドの基本的な考え方は、原子力関係施設及びその他の原子炉施設にも参考となるものである。</p>	<p data-bbox="1142 209 1433 236">Ⅱ . 耐津波設計方針</p> <p data-bbox="1142 296 1243 323">1. 総則</p> <p data-bbox="1142 339 1164 357">—</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>2. 基本方針</p> <p>2.1 基本方針の概要</p> <p>原子炉施設の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』である。この基本方針に関して、設置許可に係る安全審査において、以下の要求事項を満たした設計方針であることを確認する。</p> <p>(1) 津波の敷地への流入防止</p> <p>重要な安全機能を有する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない。また、取水路、放水路等の経路から流入させない。</p> <p>(2) 漏水による安全機能への影響防止</p> <p>取水・放水施設、地下部において、漏水可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止する。</p> <p>(3) 津波防護の多重化</p> <p>上記 2 方針のほか、重要な安全機能を有する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。</p> <p>(4) 水位低下による安全機能への影響防止</p> <p>水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する。</p>	<p>2. 基本方針</p> <p>2.1 基本方針の概要</p> <p>柏崎刈羽 6 号及び 7 号炉の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』としている。この基本方針に関して、以下の要求事項を満たした設計方針とする。</p> <p>(1) 津波の敷地への流入防止</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。下記(3)において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路、放水路等の経路から同敷地に区画に流入させない設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 2】</p> <p>(2) 漏水による安全機能への影響防止</p> <p>取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 3】</p> <p>(3) 津波防護の多重化</p> <p>上記の二方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備については、浸水防護をすることにより、津波による影響等から隔離可能な設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 4】</p> <p>(4) 水位低下による安全機能への影響防止</p> <p>水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 5】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>これらの要求事項のうち(1)及び(2)については、津波の敷地への浸水を基本的に防止するものである。(3)については、津波に対する防護を多重化するものであり、また、地震・津波の相乗的な影響や津波以外の溢水要因も考慮した上で安全機能への影響を防止するものである。なお、(3)は、設計を超える事象(津波が防潮堤を超え敷地に流入する事象等)に対して一定の耐性を付与するものでもある。</p> <p>ここで、(1)においては、敷地への浸水を防止するための対策を施すことも求めており、(2)においては、敷地への浸水対策を施した上でもなお漏れる水、及び設備の構造上、津波による圧力上昇で漏れる水を合わせて「漏水」と位置付け、漏水による浸水範囲を限定し、安全機能への影響を防止することを求めている。</p>	

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況

本ガイドの項目と設置許可基準規則及び同規則の解釈の関係を以下に示す。

基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイド II. 耐津波設計方針	設置許可基準	
	規則	解釈 (別記 3)
1. 総則	—	—
1.1 目的	—	—
1.2 適用範囲	—	—
2. 基本方針	—	—
2.1 概要	—	—
2.2 安全審査範囲及び事項	—	—
3. 基本事項	—	—
3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等	第二章 第五条	3-①
3.2 基準津波による敷地及び敷地周辺の遡上・浸水域	第二章 第五条	3-②
3.3 入力津波の設定	第二章 第五条	3 五②
3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項	第二章 第五条	3 七
4. 津波防護方針	—	—
4.1 敷地の特性に応じた基本方針	第二章 第五条	3 一～三
4.2 敷地への浸水防止 (外郭防護)	第二章 第五条	3 一①, ③
4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止 (外郭防護)	第二章 第五条	3 二①～③
4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護)	第二章 第五条	3 三
4.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止	第二章 第五条	3 四, 六
4.6 津波監視	第二章 第五条	3 五
5. 施設・設備の設計の方針及び条件	—	—
5.1 津波防護施設の設計	第二章 第五条	3 五③, 六
5.2 浸水防止設備の設計	第二章 第五条	3 五④, 六
5.3 津波監視設備の設計	第二章 第五条	3 五⑤, ⑥, ⑧
5.4 津波防護施設, 浸水防止設備等の設計における検討事項	第二章 第五条	3 五⑦

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p data-bbox="174 209 533 236">2.2 安全審査範囲及び事項</p> <p data-bbox="163 252 1117 408">設置許可に係る安全審査においては、基本設計段階における審査として、主に、基本事項、津波防護方針の妥当性について確認する。施設・設備の設計については、方針、考え方を確認し、その詳細を後段規制（工事計画認可）において確認することとする。</p> <p data-bbox="163 424 954 451">津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲を表-1 に示す。</p> <p data-bbox="197 467 965 494">それぞれの審査事項ごとの審査内容は以下のとおりである。</p> <p data-bbox="192 552 360 579">(1) 基本事項</p> <p data-bbox="248 595 376 622">略 (3. 項)</p> <p data-bbox="192 679 421 707">(2) 津波防護方針</p> <p data-bbox="248 722 376 750">略 (4. 項)</p> <p data-bbox="192 807 533 834">(3) 施設・設備の設計方針</p> <p data-bbox="248 850 376 877">略 (5. 項)</p>	<p data-bbox="1151 209 1509 236">2.2 安全審査範囲及び事項</p> <p data-bbox="1151 252 1167 279">—</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>なお、耐津波設計に係る審査において、対象となる施設・設備の意味及び例は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 津波防護施設，浸水防止設備：耐震 S クラス※ の施設に対して津波による影響が発生することを防止する施設・設備 例：津波防護施設として，防潮堤，盛り土構造物，防潮壁等。 浸水防止設備として，水密扉，壁・床の開口部・貫通部の浸水対策設備（止水板，シール処理）等。・ 津波監視設備：敷地における津波監視機能を有する設備 例：津波監視設備として，敷地の潮位計及び取水ピット水位計，並びに津波の襲来状況を把握できる屋外監視カメラ等。・ 津波影響軽減施設・設備：津波防護施設，浸水防止設備への波力による影響を軽減する効果が期待される施設・設備 例：津波影響軽減施設として，港湾部の防波堤等。 <p>※ 地震により発生する可能性のある安全機能の喪失及びそれ に続く環境への放射線による影響を防止する観点から，重要な安全機能を有する施設</p>	

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

柏崎刈羽発電所6号及び7号炉 耐津波設計方針との適合状況

表-1 津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲

大項目	中項目	審査事項	審査の範囲※1	確認内容
(1) 基本事項	①敷地の地形施設の配置等	—	◎	
	②敷地周辺の遡上・浸水域	—	◎	評価の妥当性
	③入力津波	—	◎	
	④水位変動, 地殻変動	—	◎	考慮の妥当性
(2) 津波防護方針	①基本方針	敷地の特性に応じた津波防護の考え方	◎	妥当性
	②外殻防護 1	敷地への浸水経路・対策	◎	経路・対策の妥当性
		流入経路・対策	◎	
		津波防護施設	◎	位置・仕様※4
		浸水防止設備※2	○	設置の方針
	③外殻防護 2	浸水経路・浸水想定範囲・対策※2	○	経路・範囲・対策の方針
		浸水防止設備※2	○	設置の方針
	④内郭防護	浸水防護重点化範囲※2	○	基本方針による範囲設定及び方針
	⑤海水ポンプ取水性	安全機能保持の評価	◎	評価の妥当性※4
	⑥津波監視	津波監視設備※2	○	設置の方針
(3) 設計方針	①津波防護施設※3	荷重設定	○	それぞれの方針
		荷重組合せ	○	
		許容限界	○	
	②浸水防止設備※3	同上	○	同上
	③津波監視設備※3	同上	○	同上
④漂流物対策※3	—	○	対策の方針	
⑤津波影響軽減施設・設備	—	○	設置時の方針	

※1 ◎安全審査で妥当性を確認

○安全審査で方針等を確認（設計の詳細は工事計画認可で確認）

※2 仕様、配置等の詳細については、基本設計段階では確定していないことから、詳細設計段階で確認

※3 施設・設備毎の具体的な設計方針、検討方針、構造・強度については、工事計画認可において確認

※4 施設・設備の構造・強度については、工事計画認可において確認

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>3. 基本事項</p> <p>3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川が存在</p> <p>(2) 敷地における施設（以下、例示）の位置、形状等</p> <p>① 耐震 S クラスの設備を内包する建屋</p> <p>② 耐震 S クラスの屋外設備</p> <p>③ 津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）</p> <p>④ 浸水防止設備（水密扉等）※</p> <p>⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等）※</p> <p>※ 基本設計段階で位置が特定されているもの</p> <p>⑥ 敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）</p>	<p>3. 基本事項</p> <p>3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等について、敷地及び周辺の図面等により、以下を示している。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川が存在</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所の敷地は、新潟県の柏崎市及び刈羽村の海岸沿いに位置する。敷地の地形は標高 60m 前後の日本海に面したなだらかな丘陵地であり、その形状は、汀線を長軸とし、背面境界の稜線が北東－南西の直線状を呈した、海岸線と平行したほぼ半楕円形である。</p> <p>敷地周辺の地形は、寺泊・西山丘陵、中央丘陵及び柏崎平野からなり、寺泊・西山丘陵は日本海に面した標高 150m 程度のなだらかな丘陵、中央丘陵は北北東－南南西方向に連続する標高 300m 程度の丘陵である。また、柏崎平野は、鯖石川、別山川等により形成された南北 15 k m、東西 4km～7km の沖積平野であり、平野西側の海岸部には荒浜砂丘が分布している。</p> <p>敷地付近の河川としては、上記の別山川が敷地背面の柏崎平野を北東から南西に流れ、また、敷地南西約 5km で鯖石川が別山川と合流して日本海に注いでいる。なお、敷地内に流入する河川は存在しない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 1. 2(1)】</p> <p>(2) 敷地における施設の位置、形状等</p> <p>① 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画としては原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋があり、いずれも T.M.S.L. +12m の敷地に設置されている。</p> <p>② 屋外設備としては同じ T.M.S.L. +12m の敷地に燃料設備の一部（軽油タンク、燃料輸送ポンプ）が、また、他に非常用取水設備が各号炉の取水口からタービン建屋海水熱交換器区域までの間に敷設されている。なお、6 号炉及び 7 号炉では、重要な安全機能</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(3) 敷地周辺の人工構造物（以下は例示である。）の位置，形状等</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 港湾施設（サイト内及びサイト外） ② 河川堤防，海岸線の防波堤，防潮堤等 ③ 海上設置物（係留された船舶等） ④ 遡上域の建物・構築物等（一般建物，鉄塔，タンク等） ⑤ 敷地前面海域における通過船舶 	<p>を有する海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ）は，その他の海水ポンプ（循環水ポンプ，タービン補機冷却海水ポンプ）とともにタービン建屋海水熱交換器区域の地下に設置されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ③ 非常用取水設備として各号炉の取水口前面に海水貯留堰を，津波防護施設（非常用取水設備を兼ねる）と位置づけて設置する。 ④ 浸水防止設備として，タービン建屋海水熱交換器区域地下の補機取水槽上部床面に取水槽閉止板を設置し，またタービン建屋内の区画境界部及び他の建屋との境界部に水密扉，止水ハッチ，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，床ドレンライン浸水防止治具の設置及び貫通部止水処置を実施する。 ⑤ 津波監視設備として，7 号炉排気筒に津波監視カメラを設置し，各号炉の補機取水槽に取水槽水位計を設置する。 ⑥ 敷地内の遡上域の建物・構築物としては，T. M. S. L. +3m の敷地上に除塵装置やその電源室，点検用クレーン等がある。 <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 1. 2(2)】</p> <p>(3) 敷地周辺の人工構造物の位置，形状等</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 発電所の構内の主な港湾施設としては，6，7 号炉主要建屋の南方約 800m の位置に物揚場があり，燃料等輸送船が不定期に停泊する。 また，発電所の周辺の港湾施設としては，6，7 号炉の南方約 3km に荒浜漁港がある。この他には発電所周辺の 5km 圏内には港湾施設はない。 ② 上記の荒浜漁港には防波堤が設置されている。 ③ 海上設置物としては，上記の荒浜漁港に小型の漁船，プレジャーボートが約 30 隻，停泊している。また，定置網等の固定式漁具，浮筏，浮棧橋等の海上設置物は存在しない。 ④ 発電所周辺 5km 圏内の集落としては，発電所の南方に荒浜地区，松波地区が，また北方に大湊地区，宮川地区，椎谷地区がある。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	<p>また、他には 6, 7 号炉の南方約 2.5km に研究施設があり、事務所等の建築物、タンクや貯槽等の構築物がある。</p> <p>⑤ 敷地前面海域を通過する船舶としては、海上保安庁の巡視船がパトロールをしている。他には定期船として直江津と小木、寺泊と赤泊、新潟と舞鶴との間を就航する旅客船等があるが、発電所沖合 30km 圏内を通過するものはない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.2(3)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所6号及び7号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高 ・敷地沿岸域の海底地形 ・津波の敷地への侵入角度 ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在 ・陸上の遡上・伝播の効果 ・伝播経路上の人工構造物 <p>【確認内容】</p> <p>(1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析（砂移動の評価を含む）の手法、データ及び条件を確認する。確認のポイントは以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。 ② 敷地沿岸域の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。 ③ 敷地及び敷地周辺に河川、水路が存在する場合には、当該河川、水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。 ④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。 ⑤ 伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。 	<p>3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>基準津波による次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高 ・敷地沿岸域の海底地形 ・津波の敷地への侵入角度 ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在 ・陸上の遡上・伝播の効果 ・伝播経路上の人工構造物 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 上記の検討方針について、遡上解析の手法、データ及び条件を以下のとおりとした。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 基準津波による敷地周辺の遡上解析にあたっては、遡上解析上、影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高、及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し、遡上域のメッシュサイズ(5.0m)に合わせた形状にモデル化する。 ② 敷地沿岸域及び海底地形は、国土地理院等による海底地形図及び発電所近傍や港湾内の深浅測量結果を使用する。また、取・放水路の諸元、敷地標高については、発電所の竣工図を使用する。 ③ 発電所南西約5km地点に鯖石川と別山川が存在するが、敷地周辺の河川と敷地の間には地形的な高まりが認められることから、敷地への遡上波に影響することはない。 ④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件を適切に設定し、遡上域モデルを作成する。 ⑤ モデル化の対象とする構造物は、耐震性や耐津波性を有する恒設

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認のポイントは以下のとおり。</p> <p>① 敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度，並びにそれらの経時変化が把握されているか。また，敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意されているか。</p> <p>② 敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について，その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較し，遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考えられるか。</p> <p>③ 敷地及び敷地周辺の地形，標高の局所的な変化，並びに河川，水路等が津波の遡上・流下方向に影響を与え，遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。</p>	<p>の人工構造物，及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工構造物とする。その他の津波伝播経路上の人工構造物については，構造物が存在することで津波の影響軽減効果が生じ，遡上範囲を過小に評価する可能性があることから，遡上解析上，保守的な評価となるよう対象外とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.3(1)】</p> <p>(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たって以下のとおりとした。</p> <p>① 敷地周辺の遡上・浸水域の把握にあたっては，敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。また，敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意する。</p> <p>② 発電所敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地について，その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると，遡上波が護岸付近の敷地に地上部から到達，流入する可能性があるが，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の設置された敷地に地上部から到達，流入する可能性はない。</p> <p>③ 敷地の地形，標高の局所的な変化等による遡上波の敷地への回り込みを考慮する。なお，敷地周辺に津波の遡上・流下方向に影響を与える可能性のある河川，水路等は存在しない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.3 (1), 2.5(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価</p> <p>【規制基準における要求事項等】 次に示す可能性が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震に起因する変状による地形，河川流路の変化 ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形，河川流路の変化 <p>【確認内容】</p> <p>(1) (3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ，遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について，地震による液状化，流動化又はすべり，もしくは津波による地形変化，標高変化が考えられる場合は，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。なお，敷地の周辺斜面が，遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は，当該斜面の地震時及び津波時の健全性について，重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施する等，特段の留意が必要である。</p> <p>(2) 敷地周辺の遡上経路上に河川，水路が存在し，地震による河川，水路の堤防等の崩壊，周辺斜面の崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は，遡上波の敷地への到達の可能性について確認する。</p> <p>(3) 遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては，地形変化，標高変化，河川流路の変化について，基準地震動 S_s による被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。</p>	<p>3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価</p> <p>【要求事項等への対応方針】 次に示す可能性があるかについて検討し，可能性がある場合は，敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震に起因する変状による地形，河川流路の変化 ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積による地形，河川流路の変化 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 発電所の敷地について，基準地震動 S_s に起因する地形変化及び液状化が考えられるため，敷地の変形及び液状化の影響について検討を行う。一方，遡上域となる護岸付近の地盤の地表は舗装されていることから，繰り返し襲来する津波による洗掘や堆積による地形の変化は生じない。なお，周辺斜面が遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている箇所はない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.3(2)】</p> <p>(2) 敷地周辺に津波の遡上・流下方向に影響を与える可能性のある河川，水路等は存在しない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.3(2)】</p> <p>(3) 地震による地形の変化について，発電所敷地への遡上経路である護岸付近の地盤に（西山層，古安田層，埋戻土層等）について，基準地震動 S_s に伴う敷地の沈下を検討した結果，地震時における地盤の最大沈下量は約 43cm と算定された。なお，敷地沈下量解析対象地点は，大湊側よりも荒浜側の方が，震動で沈下が想定される護岸付近の埋戻土の層厚が厚く，かつ，基準地震動 S_s が大きいことから，荒浜側に着目し，護岸付近の埋戻土の層厚が最も厚い地点を選定した。また，液状化については，沈下量解析の中でその影響を考慮している。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.3(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所6号及び7号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(4) 地震による地盤変状，斜面崩落等の評価については，適用する手法，データ及び条件並びに評価結果を確認する。</p>	<p>(4) 地震による地盤変状，斜面崩落等の評価については，適用する手法，データ及び条件並びに評価結果を確認する。</p> <p style="text-align: right;">【別添1 II.1.3 (2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>3.3 入力津波の設定</p> <p>【規制基準における要求事項等】 基準津波は、波源域から沿岸域までの海底地形等を考慮した、津波伝播及び遡上解析により時刻歴波形として設定していること。 入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定していること。 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示していること。なお、潮位変動等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮するものとする。</p> <p>(2) 入力津波の設定に当たっては、入力津波が各施設・設備の設計に用いるものであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）が安全側に評価されることを確認する。</p> <p>(3) 施設が海岸線の方向において広がりをもっている場合（例えば敷地前面の防潮堤、防潮壁）は、複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、当該施設に最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定していることを確認する。</p>	<p>3.3 入力津波の設定</p> <p>【要求事項等への対応方針】 基準津波については、「柏崎刈羽原子力発電所における津波評価」において説明する。 入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の励起を適切に評価し、考慮する。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示することとし、潮位変動等については、入力津波を設計または評価に用いる場合に考慮する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.4】</p> <p>(2) 入力津波の設定にあたっては、津波の高さ、速度、衝撃力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に切り上げた値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧等について安全側に評価している。また、浸水防止設備等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とする等により、安全側の設計となるよう配慮している。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.4】</p> <p>(3) 柏崎刈羽原子力発電所の 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備に対しては、海岸線の方向に広がりを有する防護のための施設等は存在しない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.4】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(4) 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。</p> <p>① 港湾内の局所的な海面の固有振動に関しては、港湾周辺及び港湾内の水位分布、速度ベクトル分布の経時的変化を分析することにより、港湾内の局所的な現象として生じているか、生じている場合、その固有振動による影響が顕著な範囲及び固有振動の周期を把握する。</p> <p>② 局所的な海面の固有振動により水位変動が大きくなっている箇所がある場合、取水ピット、津波監視設備（敷地の潮位計等）との位置関係を把握する。（設計上クリティカルとなる程度に応じて緩和策、設備設置位置の移動等の対応を検討）</p>	<p>(4) 柏崎刈羽原子力発電所の港湾部においては、取水口及び放水口内外で最高水位や傾向に大きな差異はなく、取水口及び放水口近傍で局所的な海水の励起は生じていないことを確認している。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.4】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動，地殻変動）</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位（注）を考慮して安全側の評価を実施すること。</p> <p>注）：朔（新月）及び望（満月）の日から 5 日以内に観測された，各月の最高満潮面及び最低干潮面を 1 年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ，朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位という</p> <p>潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合，地殻変動による敷地の隆起または沈降及び，強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき，観測期間，観測設備の仕様に留意の上，朔望平均潮位を評価していることを確認する。</p> <p>(2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位を考慮し，上昇側評価水位を設定していること，また，下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位を考慮し，下降側評価水位を設定していることを確認する。</p>	<p>3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動，地殻変動）</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・入力津波を設計または評価に用いるにあたり，入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。 ・潮汐以外の要因による潮位変動として，高潮についても適切に評価を行い考慮する。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合は，地殻変動による敷地の隆起又は沈降及び強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施する。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 柏崎刈羽原子力発電所の南西約 11km の観測地点「柏崎」（国土交通省国土地理院柏崎検潮所）における観測記録に基づき設定する。なお，潮位検出の仕様はフロート式である。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.5(1)】</p> <p>(2) 耐津波設計においては施設への影響を確認するため，上昇側の水位変動に対しては朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m 及び潮位のばらつき 0.16m を考慮して上昇側水位を設定し，また，下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 T. M. S. L. -0.03m 及び潮位のばらつき 0.15m を考慮して下降側水位を設定する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.5(1)，(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所6号及び7号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(3) 潮汐以外の要因による潮位変動について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。</p> <p>① 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。</p> <p>② 高潮要因の発生履歴及びその状況、並びに敷地における汀線の方向等の影響因子を考慮して、高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。</p> <p>③ 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、考慮の可否、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。</p>	<p>(3) 潮汐以外の要因による潮位変動について、以下のとおり評価し考慮する。</p> <p>① 観測地点「柏崎」における潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。</p> <p>② 観測地点「柏崎」における過去58年の潮位記録を整理し、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）について検討する。</p> <p>③ 基準津波による水位の年超過確率は10^{-4}～10^{-5}程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は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.M.S.L. +1.07m）と入力津波で考慮する朔望平均満潮位（T.M.S.L. +0.49m）及び潮位のばらつき（0.16m）との差である0.43mを外郭防護の裕度評価において参照する。</p> <p style="text-align: right;">【別添1 II.1.5(3)】</p>
<p>(4) 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、以下の例のように地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施していることを確認する。</p> <p>① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、地震の震源と解釈し、津波波源となる地震の震源（波源）モデルから算定される広域的な地殻変動を考慮することとする。</p> <p>② プレート間地震の活動に関連して局所的な地殻変動があった可能性が指摘されている場合（南海トラフ沿岸部に見られる完新世段丘の地殻変動等）は、局所的な地殻変動量による影響を検討する。</p>	<p>(4) 地震により陸域の隆起または沈降が想定されるため、以下のとおり地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。</p> <p>① 基準津波の波源である日本海東縁部及び海域の活断層に想定される地震について、広域的な地殻変動を考慮する。</p> <p>② プレート間地震の活動に関連して局所的な地殻変動は発生しないため、局所的な地殻変動量による影響はない。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所6号及び7号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデルから適切に算定し設定すること。</p> <p>④ 地殻変動が隆起又は沈降によって、以下の例のように考慮の考え方が異なることに留意が必要である。</p> <p>a) 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価（以下「安全評価」という。）する際には、対象物の高さに隆起量を加算した後で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さの上昇側評価水位を直接比較する。</p> <p>b) 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、対象物の高さから沈降量を引算した後で、上昇側評価水位と比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価する際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さと下降側評価水位を直接比較する。</p> <p>⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動についても、津波に対する安全性評価への影響を検討する。</p> <p>⑥ 広域的な余効変動が継続中である場合は、その傾向を把握し、津波に対する安全性評価への影響を検討する。</p>	<p>③ 入力津波の波源モデルから算定される地殻変動量は、発電所敷地において、0.21m から 0.29m の沈降量が想定されるため、上昇側の水位変動に対して安全評価を実施する際には、0.20m から 0.29m の沈降を考慮する。なお、隆起については発生しない結果となっている。</p> <p>④ 地殻変動の隆起または沈降について、以下のとおり考慮する。</p> <p>a) 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して設計、評価を行う際には、隆起量を考慮して下降側水位を設定する。また、上昇側の水位変動に対して設計、評価を行う際は、隆起しないものと仮定する。</p> <p>b) 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対しては設計、評価を行う際には、沈降量を考慮して上昇側水位を設定する。また、下降側の水位変動に対して設計、評価を行う際は、沈降しないものと仮定する。</p> <p>⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動について、津波に対する安全性評価への影響はない</p> <p>⑥ 国土地理院発表の最新の地殻変動を参照すると、2011年東北地方太平洋沖地震後の余効変動は、東日本の広い範囲で継続しているものの、その変動速度は小さくなってきていることから、津波に対する安全性評価への影響はない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.5(3)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4. 津波防護方針</p> <p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <div data-bbox="165 288 1120 499" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。</p> <p>津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。</p> </div> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた基本方針（前述 2. のとおり）を確認する。</p>	<p>4. 津波防護方針</p> <p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた津波防護の基本方針を、敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示する。 ・敷地の特性に応じた津波防護（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等）の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）について整理し明示する。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針は、以下の①～⑤のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。下記③において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路、放水路等の経路から同敷地及び同建屋並びに区画に流入させない設計とする。 ② 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。 ③ 上記の 2 方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備については、浸水防護をすることにより、津波による影響等から隔離可能な設計とする。 ④ 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。 ⑤ 敷地への津波の繰り返しの襲来を察知、その影響を俯瞰的に把握できる津波監視設備を設置する。 <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 1(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護の位置及び浸水想定範囲の設定，並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を確認する。</p>	<p>(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定，並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を示す。</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋として，原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋，屋外設備として燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）及び非常用取水設備がある。</p> <p>取水路，放水路等の経路から津波を流入させない設計とするため，外郭防護（外郭防護 1）として，タービン建屋海水熱交換器区域地下の補機取水槽上部床面の開口部に，浸水防止設備（取水槽閉止板）を設置する。</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画については，津波による影響等から隔離可能な設計とするため，内郭防護として，タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界に浸水防止設備（水密扉，止水ハッチ，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，床ドレンライン浸水防止治具及び貫通部止水処置）を設置する。なお，内郭防護の設計にあたっては，地震による溢水の影響を含めた安全側の想定のもと浸水範囲及び浸水量を設定する。</p> <p>基準津波による水位の低下に対して，非常用海水冷却系（原子炉補機冷却系）の海水ポンプを機能保持し，各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置する。なお，海水貯留堰は津波防護施設と位置づけて設計を行う。</p> <p>地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握するため，津波監視設備として，7 号炉の主排気塔に津波監視カメラを，また各号路の取水槽に取水槽水位計を設置する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 1(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）</p> <p>4.2.1 遡上波の地上部からの到達，流入の防止</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。</p> <p>基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，防潮堤等の津波防護施設，浸水防止設備を設置すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定(3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況，浸水域の分布等を踏まえ，以下を確認する。</p> <p>① 重要な安全機能を有する設備又はそれを内包する建屋の設置位置・高さに，基準津波による遡上波が到達しないこと，または，到達しないよう津波防護施設を設置していること。</p> <p>② 津波防護施設を設置する以外に既存の地山斜面，盛土斜面等の活用の有無。また，活用に際して補強等の実施の有無。</p> <p>(2) 津波防護施設の位置・仕様を確認する。</p> <p>① 津波防護施設の種類（防潮堤，防潮壁等）及び箇所</p> <p>② 施設ごとの構造形式，形状</p> <p>(3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置の方針に関して，以下を確認する。</p> <p>① 要求事項に適合するよう，特定した遡上経路に浸水防止設備を設置する方針であること。</p>	<p>4.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）</p> <p>4.2.1 遡上波の地上部からの到達，流入の防止</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置していることを確認する。また，基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，津波防護施設，浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定(3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況，浸水域の分布等を踏まえ，以下を確認した。</p> <p>① 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）は，燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）を除き，すべて原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に内包しており，これらの建屋はいずれも T.M.S.L. +12m の敷地に設置されている。また，屋外設備である燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）を敷設する区画も同じ T.M.S.L. +12m の敷地に設置されており、地震による地盤沈下 1.0m を考慮した場合，許容津波高さは T.M.S.L. +11m となる。一方，大湊側における基準津波による遡上波の最高水位（最大遡上高さ）は T.M.S.L. +8.3m であることから，津波による遡上波は地上部から到達，流入しない。</p> <p>② 遡上波の到達・流入の防止において，既存の地山斜面，盛り土斜面等は活用していない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.2(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>② 止水対策を実施する予定の部位が列記されていること。以下、例示。</p> <p>a) 電路及び電線管貫通部，並びに電気ボックス等における電線管内処理</p> <p>b) 躯体開口部（扉，排水口等）</p> <p>4.2.2 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定すること。</p> <p>特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。</p> </div> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定</p> <p>以下のような経路（例示）からの津波の流入の可能性を検討し，流入経路を特定していることを確認する。</p> <p>① 海域に接続する水路から建屋，土木構造物地下部へのバイパス経路（水路周辺のトレンチ開口部等）</p> <p>② 津波防護施設（防潮堤，防潮壁）及び敷地の外側から内側（地上部，建屋，土木構造物地下部）へのバイパス経路（排水管，道路，アクセス通路等）</p> <p>③ 敷地前面の沖合から埋設管路により取水する場合の敷地内の取水路点検口及び外部に露出した取水ピット等（沈砂池を含む）</p> <p>④ 海域への排水管等</p>	<p>4.2.2 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定する。</p> <p>特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定</p> <p>海域に接続する水路から敷地への津波の流入する可能性のある経路としては，下表のとおり流入経路を特定した。</p> <p>特定した流入経路から，津波が流入する可能性について検討を行い，高潮ハザードの再現期間 100 年に対する期待値を踏まえた裕度と比較して，余裕があることを確認する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.2(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況

経路		経路の構成	
取水路	6 号炉	循環水系	スクリーン室, 取水路, 取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室, 補機冷却用海水取水路 取水路, 補機冷却用海水取水槽
	7 号炉	循環水系	スクリーン室, 取水路, 取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室, 補機冷却用海水取水路 取水路, 補機冷却用海水取水槽
	5 号炉	循環水系	スクリーン室, 取水路, 取水槽, 循環水管
		補機冷却海水系	スクリーン室, 補機冷却用海水取水路 取水路, 補機冷却用海水取水槽
放水路	6 号炉	循環水系	放水路, 放水庭, 循環水管
		補機冷却海水系	放水路, 補機冷却用海水放水路 補機冷却用海水放水庭
	7 号炉	循環水系	放水路, 放水庭, 循環水管
		補機冷却海水系	放水路, 補機冷却用海水放水路 補機冷却用海水放水庭
	5 号炉	循環水系	放水路, 放水庭, 循環水管
		補機冷却海水系	放水路, 補機冷却用海水放水路 補機冷却用海水放水庭
屋外排水路		排水路, 集水枡	
電源ケーブル トレンチ	6, 7 号炉 共用	電源ケーブルトレンチ	
	5 号炉	電源ケーブルトレンチ	
ケーブル洞道		ケーブル洞道	

【別添 1 II. 2. 2(2)】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様を確認する。</p> <p>① 津波防護施設の種類（防潮壁等）及び箇所</p> <p>② 施設ごとの構造形式，形状</p> <p>(3) 特定した流入経路における浸水防止設備の設置の方針に関して，以下を確認する。</p> <p>① 要求事項に適合するよう，特定した流入経路に浸水防止設備を設置する方針であること。</p> <p>② 浸水防止設備の設置予定の部位が列記されていること。以下，例示。</p> <p>a) 配管貫通部</p> <p>b) 電路及び電線管貫通部，並びに電気ボックス等における電線管内処理</p> <p>c) 空調ダクト貫通部</p> <p>d) 躯体開口部（扉，排水口等）</p>	<p>(2) 6 号及び 7 号炉においては，取水路及び放水路等からの津波の流入防止を目的とした津波防護施設は設置しない。</p> <p>(3) 特定した流入経路における浸水防止設備の設置方針は以下に示すとおりである。</p> <p>① 流入の可能性のある経路として特定されたタービン建屋地下の補機取水槽上部床面の開口部に，津波の流入を防止するため，浸水防止設備として取水槽閉止板を設置する。</p> <p>② 設置位置</p> <p>・補機取水槽上部床面：取水槽閉止板 （取水路からタービン建屋への津波の流入を防止する。）</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.2(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）</p> <p>4.3.1 漏水対策</p> <p>【規制基準における要求事項等】 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。 漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。 浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。 特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。</p> <p>【確認内容】 (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様について、確認する。</p>	<p>4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）</p> <p>4.3.1 漏水対策</p> <p>【要求事項等への対応方針】 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討する。 漏水が継続する場合は、浸水想定範囲を明確にし、浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定する。 また、浸水想定範囲がある場合は、浸水の可能性のある経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。</p> <p>【確認状況】 (1) 6 号炉及び 7 号炉の取水槽及び補機取水槽の入力津波高さは各槽の上部床面高さよりも高いため、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への漏水による浸水の可能性が考えられる経路としては当該の床面が挙げられる。これらの床面に対して構造上の特徴等を考慮して漏水の可能性を検討した結果、床面の開口部については前項において外郭防護 1 として閉止板を設置することとしており、また他に有意な漏水が生じ得る隙間部等は存在しないことから、漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」）は想定しない。なお、安全機能への影響評価を行うにあたっては保守的な想定として、循環水ポンプ、原子炉補機冷却海水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプのグラウンド dren 配管等の破損による漏水を仮定して、各ポンプが設置されているエリア（循環水ポンプエリア、原子炉補機冷却海水ポンプ A/C 系エリア、原子炉補機冷却海水ポンプ B 系エリア）を浸水想定範囲として設定する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.3(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p>【規制基準における要求事項等】 浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。 必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。</p> <p>【確認内容】 (1) 要求事項に適合する影響確認の方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様を確認する。</p>	<p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p>【要求事項等への対応方針】 浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。</p> <p>【確認状況】 (1) 4.3.1 にて保守的な想定のもと設定した浸水想定範囲のうち、補機冷却海水ポンプ A/C 系エリア及び補機冷却海水ポンプ B 系エリアはエリア内に重要な安全機能を有する設備があるため、エリア内における漏水による浸水量を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。また、循環水ポンプエリア、補機冷却海水ポンプ A/C 系エリア及び補機冷却海水ポンプ B 系エリアに隣接するエリアにはそれぞれ重要な安全機能を有する設備あるため、浸水想定範囲と周辺の安全機能を有する設備を設置するエリアとの境界を防水区画化する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.3(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p data-bbox="188 209 539 236">4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p data-bbox="181 248 589 276">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="188 293 1115 363">浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。</p> <p data-bbox="181 379 327 406">【確認内容】</p> <p data-bbox="188 422 1115 536">(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制(工事計画認可)においては、浸水想定範囲における排水設備の必要性、設置する場合の設備仕様について確認する。</p>	<p data-bbox="1167 209 1518 236">4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p data-bbox="1160 248 1507 276">【要求事項等への対応方針】</p> <p data-bbox="1167 293 2072 363">浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。</p> <p data-bbox="1160 379 1305 406">【検討結果】</p> <p data-bbox="1167 422 2072 494">(1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への漏水による有意な浸水は想定されないため、排水設備は不要である。</p> <p data-bbox="1800 507 2058 534">【別添 1 II.2.3(3)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p> <p>【規制基準における要求事項等】 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 重要な安全機能を有する設備等（耐震 S クラスの機器・配管系）のうち、基本設計段階において位置が明示されているものについては、それらの設備等を内包する建屋、区画が津波防護重点範囲として設定されていることを確認する。</p> <p>(2) 基本設計段階において全ての設備等の位置が明示されていないため、工事計画認可の段階において津波防護重点化範囲を再確認する必要がある。したがって、基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建屋及び区画単位で津波防護重点化範囲を工認段階で設定することが方針として明記されていることを確認する。</p>	<p>4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p> <p>【要求事項等への対応方針検討方針】 設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。</p> <p>【検討結果】</p> <p>(1) 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画としては、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋及び屋外設備として燃料設備（軽油タンク、燃料移送ポンプ）を敷設する区画がある。上記の建屋及び区画について、浸水防護重点化範囲として設定する。</p> <p>(2) 現段階において、設計基準対象設備の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は、浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で明確化する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.4(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>【規制基準における要求事項等】 津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を施すこと。</p> <p>【確認内容】 (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお，後段規制（工事計画認可）においては，浸水範囲，浸水量の想定，浸水防護重点化範囲への浸水経路・浸水口及び浸水防止設備の仕様について，確認する。</p> <p>(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量については，地震による溢水の影響も含めて，以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。</p>	<p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>【検討方針】 津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定する。浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を実施する。</p> <p>【確認状況】 (1) 津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量について，以下のとおり地震による溢水の影響も含めて確認を行い，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口を特定し，浸水対策を実施する。具体的にはタービン建屋内の海域と繋がる低耐震クラス配管である循環水管とタービン補機冷却海水管に地震による損傷を想定し，当該損傷箇所を介して流入した津波が，浸水防護重点化範囲に浸水することを防止するため，浸水防護重点化範囲の境界に水密扉，止水ハッチ，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，床ドレンライン浸水防止治具の設置及び貫通部止水処置を実施する。実施にあたっては，以下の(2)の影響を評価する。なお，地震による溢水のうち，屋外タンク等の損傷による溢水及びドレン系ポンプの停止による地下水の流入については，津波による溢水に影響を及ぼさないように，別に実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価に基づき，壁，扉，貫通部止水処置等により津波による浸水範囲に流入させない設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.4(2)】</p> <p>(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲浸水量については，地震による溢水の影響も含めて以下の①～④のとおり安全側の想定を実施する。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>① 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水，下位クラス建屋における地震時のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象が想定されていること。</p> <p>② 地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象が想定されていること。</p>	<p>① タービン建屋における溢水については，循環水ポンプ及び復水器との接続部における循環水管伸縮継手の地震に起因する全円周状の破損，並びにタービン補機冷却水系熱交換器の設置区画におけるタービン補機冷却水管の地震に起因する全円周状の破損を想定する。循環水ポンプとの接続部における循環水管伸縮継手の破損箇所からの溢水は，循環水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量と破損箇所からの津波の流入量を合算した水量が，循環水ポンプを設置する区画の空間部に滞留するとして溢水水位を算出する。復水器との接続部における循環水管伸縮継手の破損箇所からの溢水は，循環水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量と，溢水が検知され止め弁により破損箇所が海域から隔離されるまでの間の津波の流入量を合算した水量が，復水器を設置する区画の空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。また，タービン補機冷却水管の破損箇所からの溢水は，タービン補機冷却海水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量と破損箇所からの津波の流入量を合算した水量が，タービン補機冷却水系熱交換器を設置する区画の空間部に滞留するとして溢水水位を算出する。なお，ドレン系ポンプの停止による地下水の流入については，津波による溢水に影響を及ぼさないように，別に実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価に基づき，壁，扉，貫通部止水処置等により津波による浸水範囲に流入させない設計とする。</p> <p>② 屋外タンク等の損傷による溢水については，津波による溢水に影響を及ぼさないように，別に実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価に基づき，壁，扉，貫通部止水処置等により津波による浸水範囲に流入させない設計とする。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの来襲が考慮されていること。</p> <p>④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定していること。</p> <p>⑤ 地下水の流入量については、例えば、ドレン系が停止した状態での地下水水位を安全側（高め）に設定した上で、当該地下水水位まで地下水の流入を考慮するか、又は対象建屋周辺のドレン系による 1 日当たりの排水量の実績値に対して、外部の支援を期待しない約 7 日間の積算値を採用する等、安全側の仮定条件で算定していること。</p> <p>⑥ 施設・設備施工上生じうる隙間部等についても留意し、必要に応じて考慮すること。</p>	<p>③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮し、タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして計算する。また、取水槽水位及び放水庭水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものはタービン建屋外へ流出しないものとして評価する。</p> <p>④ 機器・配管等の損傷による浸水範囲、浸水量については、損傷箇所を介したタービン建屋への津波の流入、内部溢水等の事象想定も考慮して算定する。</p> <p>⑤ ドレン系ポンプの停止による地下水の流入については、津波による溢水に影響を及ぼさないように、別の実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価に基づき、壁、扉、貫通部止水処置等により津波による浸水範囲に流入させない設計とする。</p> <p>⑥ 津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋地下部において、施工上生じうる建屋間の隙間部には、止水処置を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 4(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p data-bbox="174 209 1055 236">4.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止</p> <p data-bbox="188 250 629 277">4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <div data-bbox="165 284 1120 539" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="181 293 589 320">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="188 336 1113 363">非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="203 379 1113 451">・ 基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 <li data-bbox="203 467 1113 539">・ 基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。 </div> <p data-bbox="181 552 327 579">【確認内容】</p> <p data-bbox="188 595 1113 667">(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位が適切に算定されていることを確認する。確認のポイントは以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="203 683 1113 754">① 取水路の特性に応じた手法が用いられていること。(開水路，閉管路の方程式) <li data-bbox="203 850 1113 922">② 取水路の管路の形状や材質，表面の状況に応じた摩擦損失が設定されていること。 	<p data-bbox="1151 209 2031 236">4.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止</p> <p data-bbox="1164 250 1606 277">4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p data-bbox="1151 293 1480 320">【要求事項への対応方針】</p> <p data-bbox="1158 336 2002 363">非常用海水冷却系の取水性については、次に示すとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1173 379 2063 451">・ 基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。 <li data-bbox="1173 467 2063 539">・ 基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計とする。 <p data-bbox="1151 552 1305 579">【確認状況】</p> <p data-bbox="1158 595 2069 667">(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定している。ポイントは以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1173 683 2063 834">① 基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため，開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。 <li data-bbox="1173 850 2063 962">② 取水口から補機取水槽に至る系をモデル化し，管路の形状，材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮し，計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる。 <p data-bbox="1800 978 2054 1005" style="text-align: right;">【別添 1 II.2.5(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 前述 (3.4(4)) のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性（海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路又は取水ピットの仕様等）について、以下を確認する。</p> <p>① 海水ポンプの設計用の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計方針であること。</p> <p>② 引き波時の水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる取水路又は取水ピットの構造仕様、設計方針であること。なお、取水路又は取水ピットが循環水系と非常系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であること。</p>	<p>(2) 前述 (3.4(4)) のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する体制（海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路または取水ピットの仕様等）について、以下を確認した。</p> <p>① 管路解析により得られた基準津波による補機取水槽内の水位下降側の津波高さは、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位（6 号炉 T.M.S.L. -5.24m, 7 号炉 T.M.S.L. -4.92m）を一時的に下回る。このため、その間においても原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能となるよう、各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置する。なお、海水貯留堰は津波防護施設と位置づけて設計を行う。</p> <p>② 海水貯留堰は、1 プラント当たり原子炉補機冷却海水ポンプを 6 台運転（全台運転）する場合においても十分な量の海水を貯留でき、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転に支障をきたすことがない設計とする。具体的には 6 号炉、7 号炉ともに、貯留堰天端高さを T.M.S.L. -3.5m とし、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量約 2,700m³ に対して、6 号炉では約 10,000m³、7 号炉では約 8,000m³ と十分量の海水を堰内に貯留する。なお、6 号炉及び 7 号炉では、取水路が常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）で併用されることから、津波による水位低下を確認した際には、常用系のポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を手動停止する運用とする。さらに、保守的な想定として津波発生時には中央制御室の操作が輻輳していることも考慮し、これらのポンプに自動停止インターロックを設けることで、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水の喪失を確実に防止できる設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.5(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。</p> <p>非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。 ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 <p>【確認内容】</p> <p>(1) 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については，(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき，砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は，取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し，閉塞しないことを確認する。「安全側」な検討とは，浮遊砂濃度を合理的な範囲で高めてパラメータスタディすることによって，取水口付近の堆積高さを高め，また，取水路における堆積砂混入量，堆積量を大きめに算定すること等が考えられる。</p>	<p>4.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積を適切に評価する</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の漂流物を適切に評価する。</p> <p>非常用海水冷却系については，次に示すとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積及び漂流物に対して 6 号炉及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性が確保できる設計とする。 ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計とする。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 6 号炉及び 7 号炉の取水口前面における取水口呑口の下端の高さは T.M.S.L. -5.5m であり，平均潮位 (T.M.S.L. +0.26m) において，取水路の取水可能部は 5m を超える高さを有する。砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果，基準津波による砂移動に伴う取水口前面の砂の堆積量は，取水路横断方向の平均で，6 号炉が約 0.3m，7 号炉が約 0.6m であり，砂移動・堆積に伴って，海水取水口が閉塞することはない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.5(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 混入した浮遊砂は、取水スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。</p> <p>(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しない仕様の方針であること、又は閉塞防止措置を施す方針であることを確認する。なお、取水スクリーンについては、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時には破損して混入防止が機能しないだけでなく、それ自体が漂流物となる可能性が有ることに留意する必要がある。</p>	<p>(2) 発電所周辺の砂の平均粒径は 0.27mm で、数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられる。また、砂が海水ポンプ軸受部まで到達した場合においても、海水ポンプ軸受に設けられた異物逃がし溝（6 号炉：約 4.5mm，7 号炉：約 6.2mm）から排出される構造とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.5(2)】</p> <p>(3) 漂流物の取水性への影響</p> <p>(a) 漂流物の抽出方法</p> <p>漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、海域については構内を含み発電所から 5km 圏内を、陸域については基準津波の遡上域を考慮し、発電所から 5km 圏内における海岸線に沿った標高 10m 以下の範囲を網羅的に調査する。設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行う。</p> <p>(b) 抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備の影響確認</p> <p>調査により抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備等について、設置状況や重量、退避性の観点から津波により漂流物化する可能性を検討し、漂流物化する可能性がある場合には 6 号炉及び 7 号炉の取水口への接近可能性や接近時の取水口の閉塞性を評価し、非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼさないことを確認する。</p> <p>この結果、発電所構内の海域に来航する船舶、海上設置物の主なものとしては物揚場に停泊する燃料等輸送船や港湾内で作業を行う浚渫船が挙げられ、これらについては退避や係留により漂流物化させない設計とすることを基本とし、また仮に漂流物化した場合においても津波の流向より各号炉の取水口に接近しないことを確認する。他に港湾施設の点検などに用いる作業船があり、6 号炉、7 号炉の取水口近傍で作業を行うことがあり、</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	<p>津波時には乗員が陸域に避難するのに伴い 6 号炉, 7 号炉の取水口付近で漂流物化する可能性がある。これについては, 取水口に接近した場合でも船舶の寸法と取水口呑口の断面寸法より, 取水口及び取水路を閉塞させることはなく, 非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼすことはない。</p> <p>また, 発電所構内の陸域で漂流物化する可能性があるものとして, 物揚場や除塵装置の周辺における資機材等が挙げられるが, これらについても設置位置や物量, 取水口呑口の断面寸法より, 仮に取水口に接近する場合でも取水口及び取水路を閉塞させることはなく, 非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼすことはない。</p> <p>発電所構外で漂流物化する可能性があるものとして主なものは, 発電所近傍で航行不能になった船舶・漁船等が挙げられるが, これらについては津波の流向より, 発電所あるいは取水口に接近しないため, 非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼすことはない。</p> <p>除塵装置である固定式バースクリーン, バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーンについては, 基準津波の流速に対し, 各鋼製部材が破損・分離し漂流物化することはない, 非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼさないことを確認している。</p> <p>なお, 上記の港湾施設の点検などに用いる作業船や資機材については, 6 号炉及び 7 号炉の取水口の周囲に津波防護施設として位置づけて設置する海水貯留堰に接近する可能性があることから, その衝突荷重を海水貯留堰の設計において考慮する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 5(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>4.6 津波監視</p> <p>【基準における要求事項等】 敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置すること。</p> <p>【確認内容】 (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。また、設置の概要として、およその位置と監視設備の方式等について把握する。</p>	<p>4.6 津波監視</p> <p>【要求事項等への対応方針】 敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、その影響を俯瞰的に把握するとともに、津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置する。</p> <p>【確認状況】 (1) 津波監視設備として、津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する。各設備は基準津波による入力津波高さに対して波力、漂流物の影響を受けない位置に設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。また、基準地震動に対して、機能を喪失しない設計とする。設計に当たって、荷重の組み合わせを考慮する自然現象として風及び積雪を考慮する。</p> <p>・津波監視カメラ 7号炉原子炉建屋屋上に設置された排気筒の T. M. S. L. +76m の位置に設置し、水平 360°、垂直 90° の旋回が可能な設備とすることで、津波の襲来の察知とその影響の俯瞰的な把握を可能な設計とする。また、赤外線撮像機能を有したカメラを用い、かつ中央制御室から監視可能な設備とすることで、昼夜を問わない継続した監視を可能な設計とする。</p> <p>・取水槽水位計 6号炉及び7号炉の各補機取水槽に設置し、水位下降側の入力津波高さを計測できるよう、測定範囲を6号炉で T. M. S. L. -6.5m～T. M. S. L. +9.0m、7号炉で T. M. S. L. -5.0m～T. M. S. L. +9.0m とすることで、主に津波による水位下降側の影響の把握を可能な設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 6】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>津波防護施設については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、施設の寸法、構造、強度及び支持性能（地盤強度、地盤安定性）が要求事項に適合するものであることを確認する。</p> <p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の項目について、設定の考え方を確認する。確認内容を以下に例示する。</p> <p>① 荷重組合せ</p> <p>a) 余震が考慮されていること。耐津波設計における荷重組合せ：常時＋津波、常時＋津波＋地震（余震）</p>	<p>5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>津波防護施設（海水貯留堰）については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安全性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能（海水貯留機能）が十分に保持できるよう設計する。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 海水貯留堰の設計においては、基準地震動による地震力及び入力津波に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波による津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能（海水貯留堰）が十分に保持できる設計とする。</p> <p>(2) 以下の項目について、設定の考え方を示す。</p> <p>① 荷重組合せ</p> <p>海水貯留堰は取水口前面の海中に設置されるものであることから、設計においてはその設置状況を考慮し、以下に示す常時荷重、地震荷重、津波荷重、及び津波に伴い発生する漂流物荷重、余震荷重の組合せを考慮する。</p> <p>①常時荷重＋地震荷重 ②常時荷重＋津波荷重 ③常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重 ④常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>② 荷重の設定</p> <p>a) 津波による荷重（波圧，衝撃力）の設定に関して，考慮する知見（例えば，国交省の暫定指針等）及びそれらの適用性。</p> <p>b) 余震による荷重として，サイト特性（余震の震源，ハザード）が考慮され，合理的な頻度，荷重レベルが設定される。</p> <p>c) 地震により周辺地盤に液状化が発生する場合，防潮堤基礎杭に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。</p> <p>③ 許容限界</p> <p>a) 津波防護機能に対する機能保持限界として，当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し，津波防護機能を保持すること。（なお，機能損傷に至った場合，補修に，ある程度の期間が必要となることから，地震，津波後の再使用性に着目した許容限界にも留意する必要がある。）</p>	<p>② 荷重の設定</p> <p>海水貯留堰の設計において考慮する荷重は，以下のように設定する。</p> <p>i) 常時荷重：自重等を考慮する。</p> <p>ii) 地震荷重：基準地震動 S_s を考慮する。</p> <p>iii) 津波荷重：津波による水位低下や，津波の繰り返し襲来を想定し，躯体に作用する津波荷重を考慮する。</p> <p>iv) 漂流物荷重：対象とする漂流物を定義し，漂流物の衝突力を漂流物荷重として設定する。</p> <p>v) 余震荷重：余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。</p> <p>③ 許容限界</p> <p>海水貯留機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰り返し作用を想定し，止水性の面も踏まえることにより，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本として，海水貯留機能を維持していることを確認する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.3.1】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p data-bbox="174 209 501 236">5.2 浸水防止設備の設計</p> <div data-bbox="174 245 1120 427" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="174 250 589 277">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="185 293 1117 411">浸水防止設備については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> </div> <p data-bbox="174 550 327 577">【確認内容】</p> <p data-bbox="185 593 1117 711">(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、設備の寸法、構造、強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。</p>	<p data-bbox="1151 209 1478 236">5.2 浸水防止設備の設計</p> <p data-bbox="1151 250 1509 277">【要求事項等への対応方針】</p> <p data-bbox="1162 293 2074 539">浸水防止設備（取水槽閉止板、水密扉、止水ハッチ、ダクト閉止板、浸水防止ダクト、床ドレンライン浸水防止治具、貫通部止水処置）については、基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。</p> <p data-bbox="1151 550 1303 577">【確認状況】</p> <p data-bbox="1162 593 2074 1267">(1) 6 号炉及び 7 号炉の補機取水槽上部床面（タービン建屋海水熱交換器区域地下 1 階床面）の床面高さが T.M.S.L. +3.5m であるのに対し、補機取水槽の入力津波高さはそれぞれ、6 号炉で T.M.S.L. +6.6m、7 号炉で T.M.S.L. +7.4m である。このため、設計基準対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋であるタービン建屋への津波の流入防止のため、各補機取水槽上部床面に設けられた取水槽の点検口に浸水防止設備（外殻防護）として取水槽閉止板を設置する。タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、同範囲への浸水経路、浸水口となり得る各箇所に対して、浸水防止設備（内郭防護）として水密扉、貫通部止水処置、床ドレンライン浸水防止治具、浸水防止ダクト、止水ハッチ、ダクト閉止板を設置する。これらの浸水防止設備については、浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。以下に浸水防止設備の設計方針を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1184 1283 1379 1310">・ 取水槽閉止板 <p data-bbox="1218 1326 2074 1394">津波荷重や地震荷重等に対して、浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	<ul style="list-style-type: none">・水密扉 津波荷重や地震荷重等に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。・止水ハッチ， 津波荷重や地震荷重等に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。・貫通部止水処置 津波荷重や地震荷重等に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。・床ドレンライン浸水防止治具 津波荷重や地震荷重等に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。・浸水防止ダクト 津波荷重や地震荷重等に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。・ダクト閉止板 津波荷重や地震荷重等に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。 <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 3. 2】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 浸水防止設備のうち水密扉等、後段規制において強度の確認を要する設備については、設計方針の確認に加え、入力津波に対して浸水防止機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、津波防護施設と同様に、荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界（当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、かつ浸水防止機能を保持すること）の項目についての考え方を確認する。</p> <p>(3) 浸水防止設備のうち床・壁貫通部の止水対策等、後段規制において仕様（施工方法を含む）の確認を要する設備については、荷重の設定と荷重に対する性能確保についての方針を確認する。</p>	<p>(2), (3) 以下に浸水防止設備についての荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界について考え方を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重組合せ <ul style="list-style-type: none"> 常時荷重、運転荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を適切に組合せて設計を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ①常時荷重＋地震荷重 ②常時荷重＋津波荷重 ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 ・荷重の設定 <ul style="list-style-type: none"> i) 常時荷重：自重等を考慮する。 ii) 地震荷重：基準地震動 S_s を考慮する。 iii) 津波荷重：入力津波を考慮する。 iv) 余震荷重：余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用する。 ・許容限界 <ul style="list-style-type: none"> 浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。 <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 3. 2】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>5.3 津波監視設備の設計</p> <p>【規制基準における要求事項等】 津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> <p>【確認内容】 (1) (3.2.1)の遡上解析結果に基づき、津波影響を受けにくい位置、及び津波影響を受けにくい建屋・区画・囲い等の内部に設置されることを確認する。</p>	<p>5.3 津波監視設備の設計</p> <p>【要求事項等への対応方針】 津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計する。</p> <p>【確認状況】 (1) 津波監視設備としては、津波監視カメラと取水槽水位計を設置する。津波監視カメラは、7 号炉原子炉建屋屋上に設置された排気筒の T.M.S.L. +76m の位置に設置するため、津波の影響を受けることはない。一方、取水槽水位計は T.M.S.L. +3.5m の 6 号炉及び 7 号炉の補機取水槽の上部床面（タービン建屋海水熱交換器区域地下 1 階床面）に設置するものであり当該部における入力津波高さよりも低位への設置となるが、当該設置エリア（原子炉補機冷却海水ポンプエリア）は外郭防護と内郭防護により浸水の防止及び津波による影響からの隔離を図っている。このため、取水槽水位計についても津波の影響を受けることはない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.3.3】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>(2) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、設備の位置、構造（耐水性を含む）、地震荷重・風荷重との組合せを考慮した強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。</p>	<p>(2) 津波監視設備のうち、津波監視カメラについては、常時荷重、地震荷重、風荷重及び積雪荷重を適切に組み合わせて設計を行う。また、取水槽水位計については、屋内に設置されるものであり、想定される自然現象のうち設備に与える影響が大きいものとして地震、風、積雪及び降下火災物が考えられることから、常時荷重と地震荷重を適切に組み合わせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の設定 <ul style="list-style-type: none"> i) 常時荷重：自重等を考慮する。 ii) 地震荷重：基準地震動 S_s を考慮する。 iii) 風荷重：基準風速を考慮する。 <p style="margin-left: 2em;">なお、竜巻については発生頻度が小さいことから他の自然現象による荷重との組合せの観点では考慮せず、竜巻に対する評価は「第六条 外部からの衝撃による損傷の防止」において説明する。</p> iv) 積雪荷重：基準積雪量を考慮する。 v) 降下火災物荷重：基準降下火災物量を考慮する。 <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 3. 3】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所6号及び7号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>5.4.1 津波防護施設，浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>津波防護施設，浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては，次に示す方針（津波荷重の設定，余震荷重の考慮，津波の繰り返し作用の考慮）を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。 ・サイトの地学的背景を踏まえ，余震の発生の可能性を検討すること。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能，浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。 <p>【確認内容】</p> <p>(1) 津波荷重の設定，余震荷重の考慮，津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて，要求事項に適合する方針であることを確認する。</p> <p>以下に具体的な方針を例示する。</p> <p>① 津波荷重の設定については，以下の不確かさを考慮する方針であること。</p> <p>a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ</p> <p>b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ</p> <p>上記 b) の不確かさの考慮に当たっては，例えば抽出した不確かさの要因によるパラメータスタディ等により，荷重設置に考慮する余裕の程度を検討する方針であること。</p>	<p>5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>5.4.1 津波防護施設，浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>津波防護施設，浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置にあたり，津波荷重の設定，余震荷重の考慮，津波の繰り返し作用の考慮に関して次に示す方針を満足していることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。 ・サイトの地学的背景を踏まえ，余震の発生の可能性を検討する。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能，浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。 <p>【検討結果】</p> <p>(1) 津波荷重の設定，余震荷重の考慮及び津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについては，以下のとおりとしている。</p> <p>① 津波荷重の設定について，以下の不確かさを考慮する。</p> <p>a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ</p> <p>b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>② 余震荷重の考慮については、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震（地震）について、そのハザードを評価するとともに、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯において発生する余震レベルを検討する方針であること。また、当該余震レベルによる地震荷重と基準津波による荷重は、これらの発生確率の推定に幅があることを考慮して安全側に組み合わせる方針であること。</p> <p>③ 津波の繰り返し作用の考慮については、各施設・設備の入力津波に対する許容限界が当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、かつ津波防護機能・浸水防止機能を保持するとして設定されていれば、津波の繰り返し作用による直接的な影響は無いものとみなせるが、漏水、二次的影響（砂移動、漂流物等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討方針であること。</p>	<p>② 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉の耐津波設計では、津波の波源の活動に伴い発生する余震による荷重を考慮する。具体的には、柏崎刈羽原子力発電所周辺の地学的背景を踏まえ、弾性設計用地震動 S_d を 6 号炉及び 7 号炉の耐津波設計で考慮する余震による地震動として適用し、これによる荷重を設計に用いる。各施設、設備の設計にあたっては、その個々について津波による荷重と余震による荷重の重畳の可能性、重畳の状況を検討し、それに基づき入力津波による荷重と余震による荷重とを適切に組み合わせる。</p> <p>③ 津波の繰り返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用または経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づき、非安全側としない検討をしている。具体的には、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・循環水系機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しを考慮している。 ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰り返しの襲来を考慮している。 ・基準津波に伴う取水口付近を含む敷地前面及び敷地近傍の寄せ波及び引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、取水口を閉塞するような漂流物は発生しないことを確認している。 <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 3. 4(1)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>【規制基準における要求事項等】 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。 上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施すこと。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 漂流物による波及的影響の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。</p> <p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の例のような具体的な方針を確認する。</p> <p>① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の襲来経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針であること。なお、漂流物の特定に当たっては、地震による損傷が漂流物の発生可能性を高めることを考慮する方針であること。</p> <p>② 漂流防止装置、影響防止装置は、津波による波力、漂流物の衝突による荷重との組合せを適切に考慮して設計する方針であること。</p>	<p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>【要求事項等への対応方針】 発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討する。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、浸水防止設備、非常用取水設備である海水貯留堰に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施す。</p> <p>【検討結果】</p> <p>(1), (2) 6 号炉及び 7 号炉では、基準津波による遡上域を考慮した場合に漂流物による波及的影響を考慮すべき津波防護施設、浸水防止設備としては、津波防護施設として位置づけて設計を行う海水貯留堰が挙げられる。海水貯留堰に接近し得る漂流物としては、取水口の付近で実施する港湾設備点検に用いられる作業船や、除塵装置周囲の鉄骨造建屋が地震や津波の波力で損壊した際に生じる建屋外装材や軽量の建屋内保管物、資機材が挙げられることから、海水貯留堰の設計においては、これらの衝突による衝突荷重を考慮し、海水貯留堰の機能に波及的影響が及ばないことを確認する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.3.4(2)】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉 耐津波設計方針との適合状況
<p data-bbox="185 209 689 236">5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p data-bbox="185 248 589 276">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="185 292 1115 408">津波防護施設・設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を期待する場合、津波影響軽減施設・設備は、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計すること。</p> <p data-bbox="185 421 965 448">津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。</p> <ul data-bbox="203 464 1104 663" style="list-style-type: none"> ・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響 ・漂流物による波及的影響 ・機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定 ・余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ ・津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響 <p data-bbox="185 678 327 705">【確認内容】</p> <p data-bbox="185 719 1115 836">(1) 津波影響軽減施設・設備の効果を期待する場合における当該施設・設備の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。</p>	<p data-bbox="1167 209 1671 236">5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p data-bbox="1144 248 2074 323">柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の耐津波設計として、津波影響軽減施設・設備の設置は要しない。</p>

添付資料 29

敷地への浸水防止（外郭防護1）評価のための の沈下量算定について

※安田層下部層の MIS10～MIS7 と MIS6 の境界付近の堆積物については、
本資料では〔古安田層〕と仮称する。

敷地への浸水防止（外郭防護1）評価のための沈下量算定について

【検討方針】

敷地への浸水防止（外郭防護1）については、設計基準対象施設並びに重大事故等対処施設の津波防護対象施設を内包する建屋及び区画を設置する敷地高さにより達成する方針としていることから、ここでは、その敷地及び流入経路に対する地震による液状化等に伴う沈下について検討する。

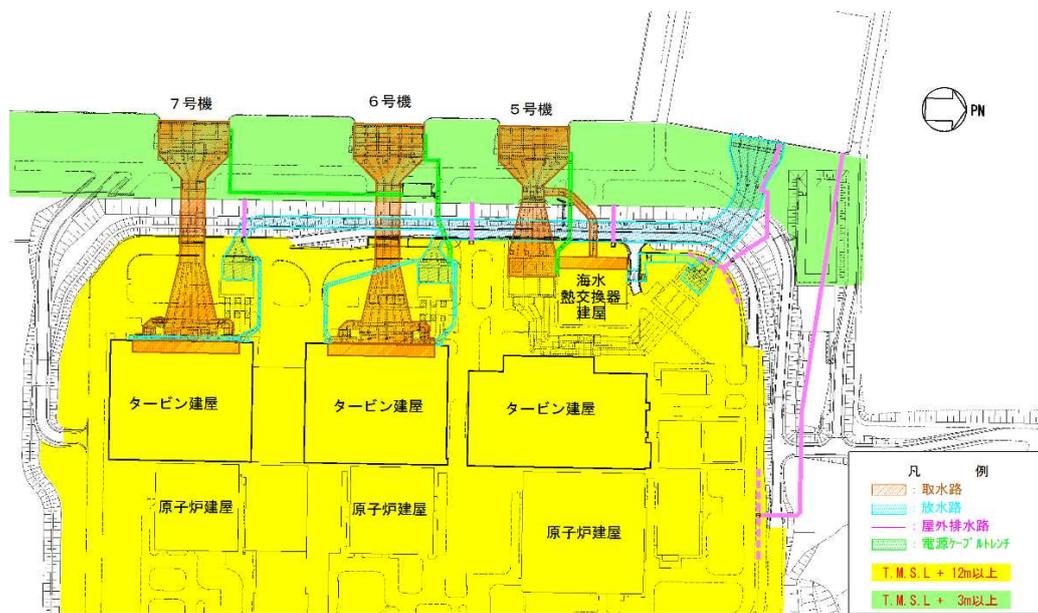
津波防護対象施設を内包する建屋及び区画及び沈下量検討範囲図を添付第29-1図に、大湊側の流入経路図を添付第29-2図に示す。沈下量については、これら敷地や施設設置地盤を踏まえ、添付第29-1表に示す沈下量算定方法により沈下量を算定する。

沈下量の算定は、「添付資料2 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について 2.2 敷地の沈下量設定（1）液状化に伴う排水沈下」と同様に各地層の沈下率を用いて、沈下量を算定する。排水沈下量の算定フローを添付第29-3図に、敷地の各地層の相対密度より保守的に設定した沈下率を添付第29-4図に示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 29-1 図 津波防護施設配置及び沈下量検討範囲図

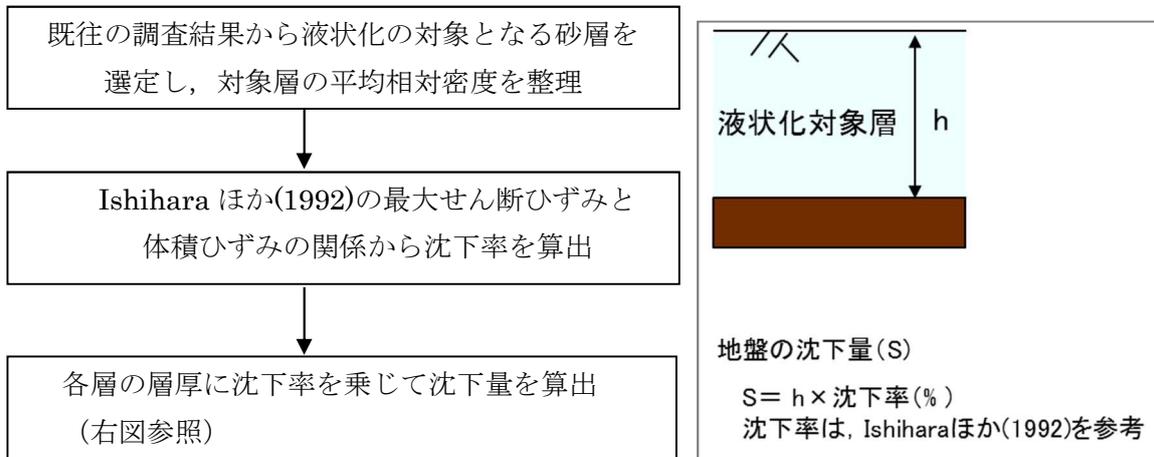
5 条-別添-添付 29-2



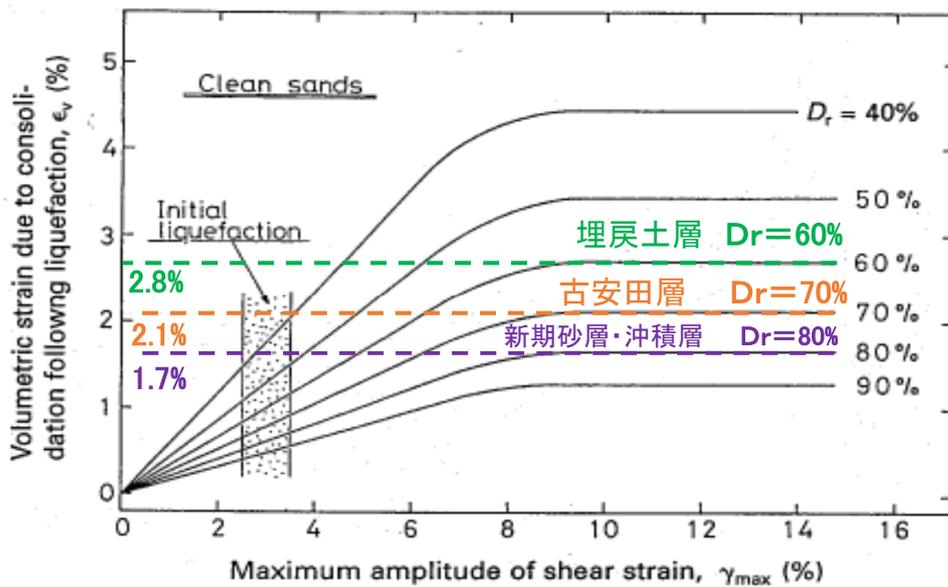
添付第 29-2 図 大湊側 流入経路図

添付第 29-1 表 沈下量算定方針

設置エリア	分類	評価対象	設置地盤	沈下量算定方法	備考
大湊側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +12m	—	5～7 号炉原子炉建屋汀線直交地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定する。	詳細を【検討結果】(1)に記載
		敷地 T. M. S. L. +35m		敷地 (T. M. S. L. +12m) の背後に位置し、十分な高さに設置されていることから、評価対象外とする。	—
	流入経路	5～7 号炉 補機冷却用海水取水路 補機冷却用海水取水槽	西山層	液状化による沈下は生じない。	—
		5～7 号炉 取水路	古安田層	取水路の地質断面図に基づき、古安田層の砂層厚と沈下率から保守的に算定する。	詳細を【検討結果】(2)に記載
		5～7 号炉 放水路、放水庭 補機冷却用海水放水庭 屋外排水路 電源ケーブルトレンチ	埋戻土層 主体	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。	(1)の沈下量を採用
荒浜側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +13m	—	T. M. S. L. +13m 敷地の汀線平行地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定する。	詳細を【検討結果】(3)に記載
		敷地 T. M. S. L. +21m, 37m		敷地 (T. M. S. L. +12m) の背後に位置し、十分な高さに設置されていることから、評価対象外とする。	—
	流入経路	ケーブル洞道	新期砂層・沖積層 主体	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。	(3)の沈下量を採用



添付第 29-3 図 液状化に伴う排水沈下量の算定フロー



添付第 29-4 図 Ishihara ほか(1992)の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した各層の沈下率

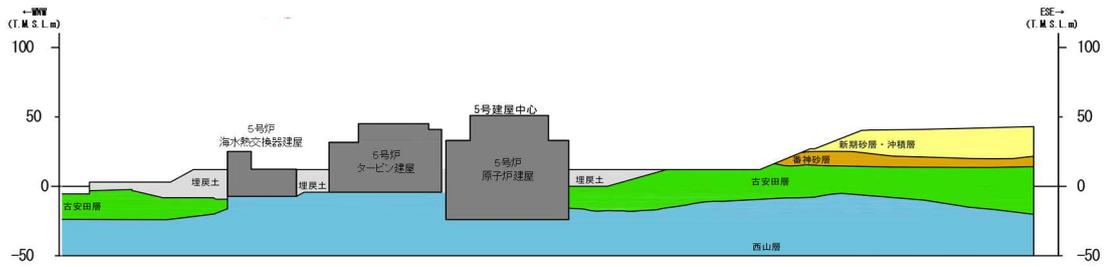
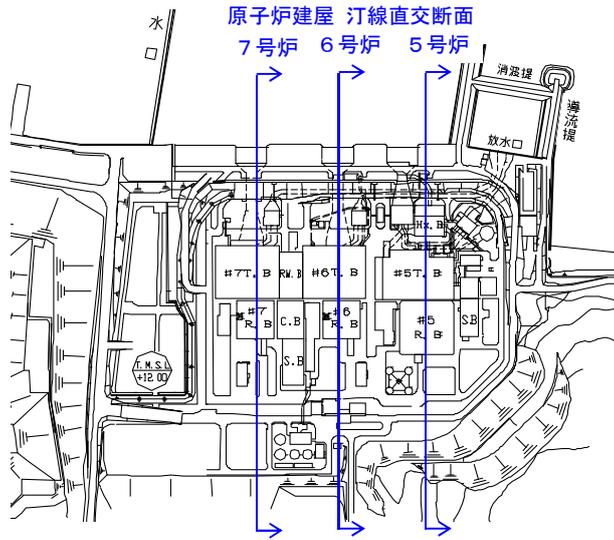
【検討結果】

(1) 大湊側の敷地 (T. M. S. L. +12m)

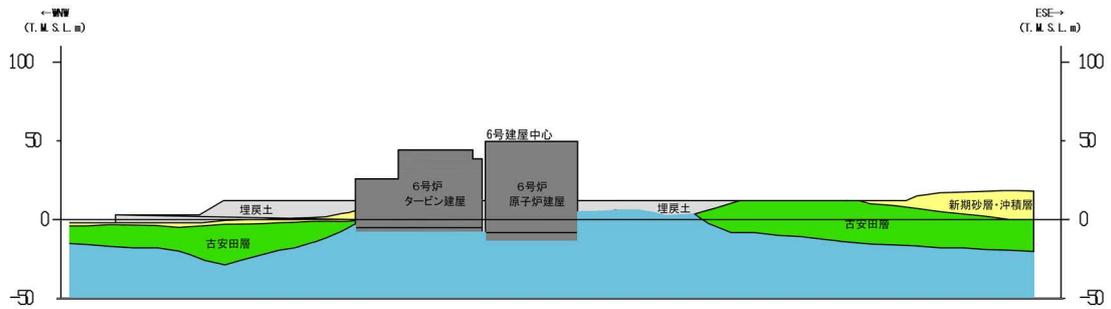
大湊側の敷地 (T. M. S. L. +12m) の沈下量は、5～7号炉原子炉建屋汀線直交地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第29-5図に示す。なお、古安田層については、液状化しない粘性土も広く分布しているが、ここでは全層を液状化評価対象層として保守的に沈下量を算定した。

各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第29-6図に示す。沈下量は、5号炉汀線直交断面で平均0.61m、最大0.85m、6号炉汀線直交断面で平均0.48m、最大0.93m、7号炉汀線直交断面で平均0.47m、最大0.85mとなった。

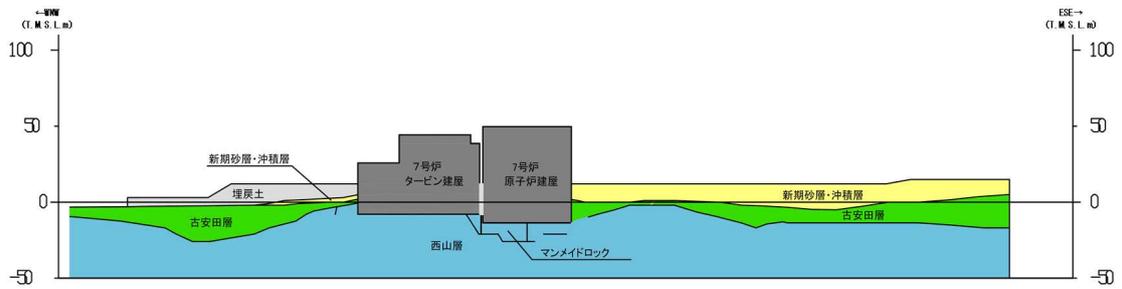
以上より、大湊側の敷地 (T. M. S. L. +12m) の浸水防止 (外郭防護1) 評価における許容津波高さの設定においては、保守的に沈下量1mを考慮する。



5号炉原子炉建屋 汀線直交断面

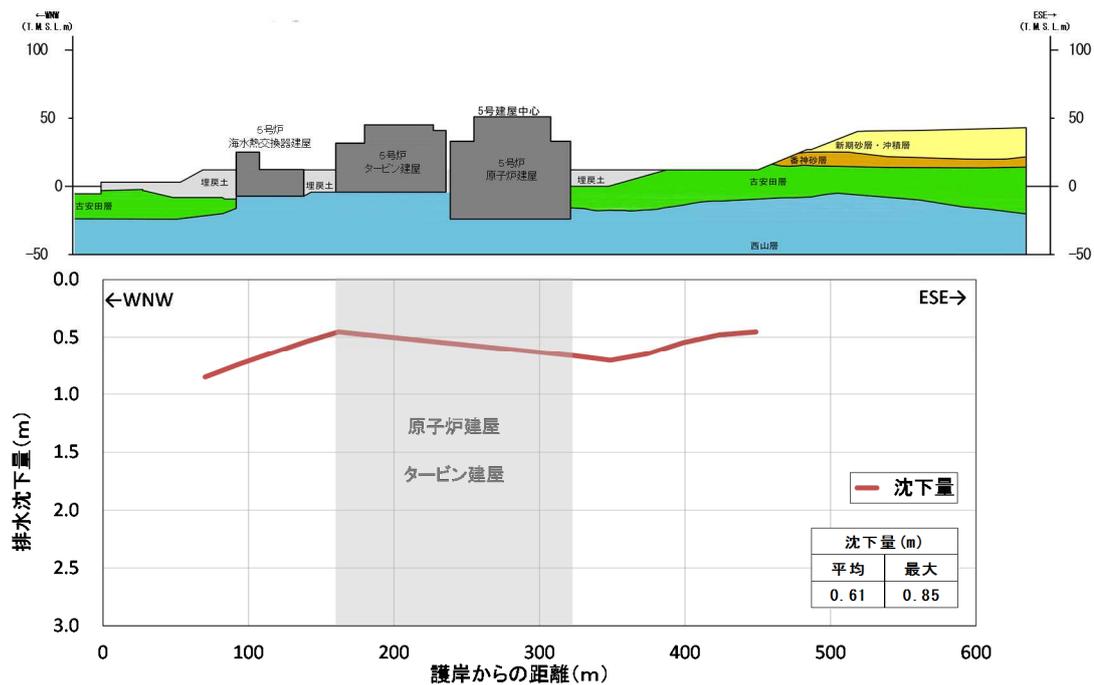


6号炉原子炉建屋 汀線直交断面

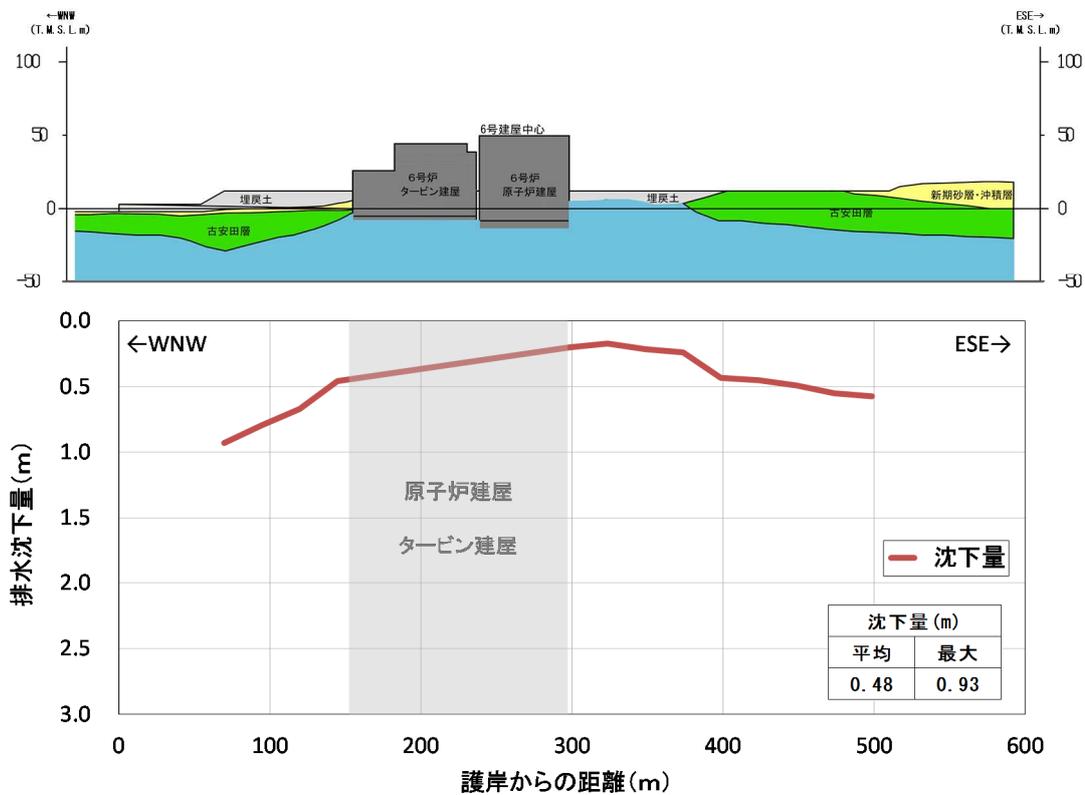


7号炉原子炉建屋 汀線直交断面

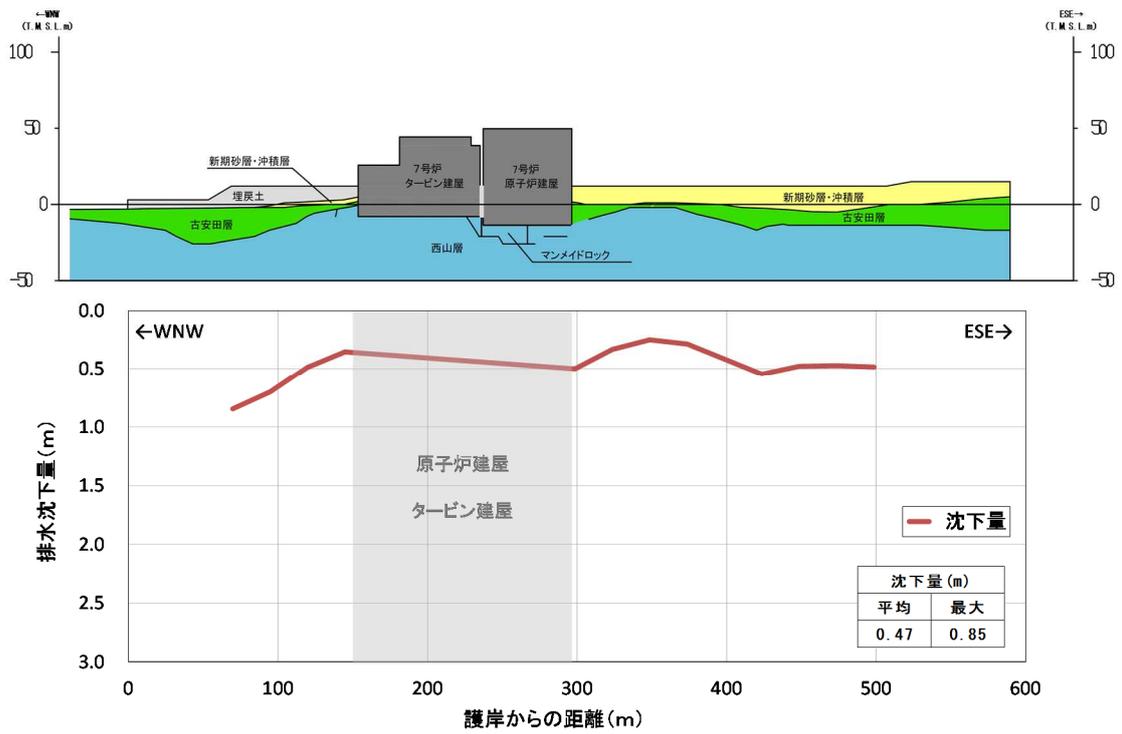
添付第 29-5 図 地質断面図 (5, 6, 7号炉原子炉建屋 汀線直交断面図)



添付第 29-6 図(1) 排水沈下量 (5号炉汀線直交断面)



添付第 29-6 図(2) 排水沈下量 (6号炉汀線直交断面)



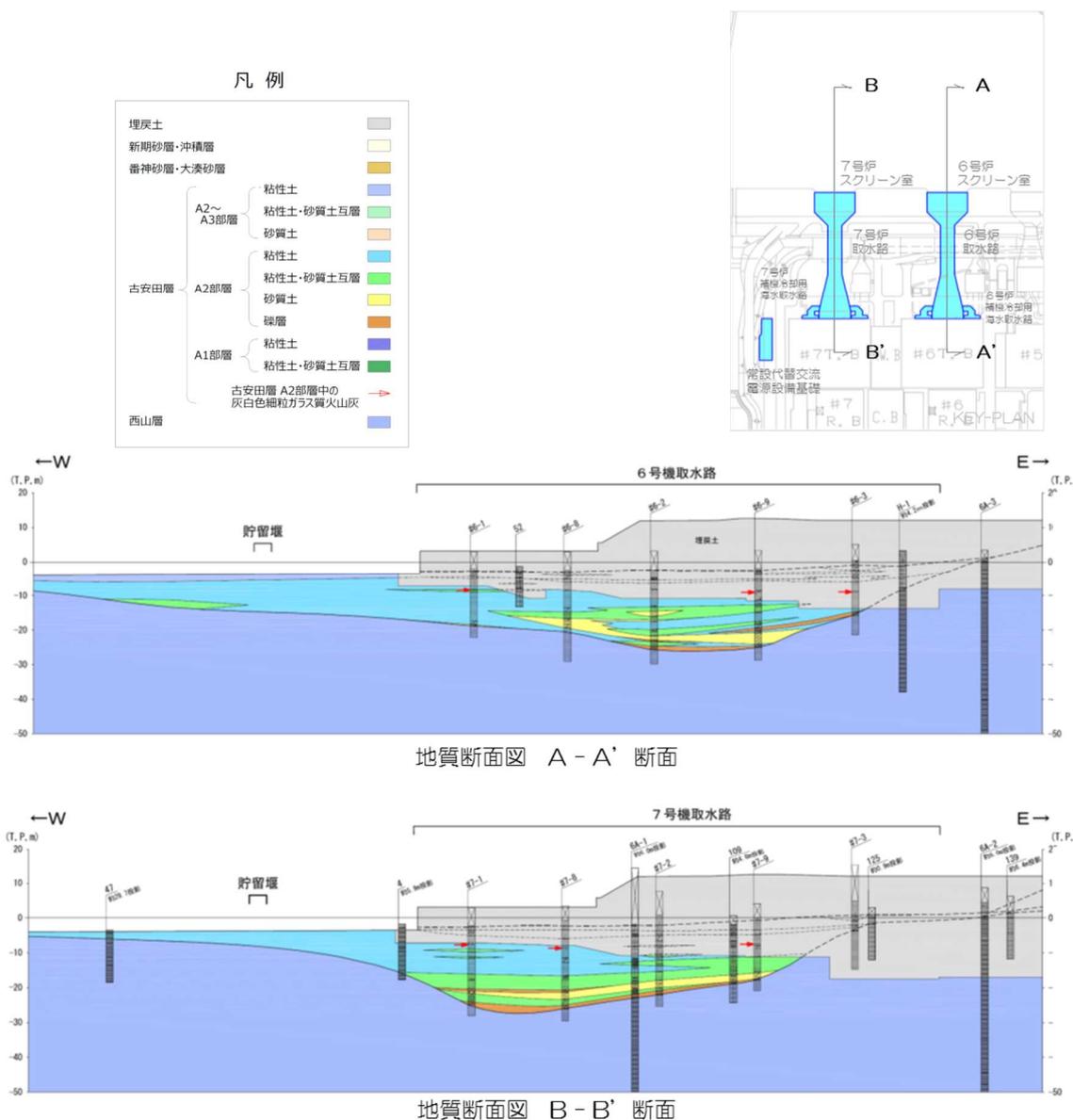
添付第 29-6 図(3) 排水沈下量 (7号炉汀線直交断面)

(2) 5～7号炉取水路

5～7号炉取水路の沈下量は、取水路の詳細な地質断面図に基づき、取水路下の古安田層中の砂層厚から沈下量を算定した。平面図及び地質断面図を添付第29-7図に示す。

古安田層中の砂層の最大層厚と沈下率から算出した沈下量は、添付第29-2表に示すとおり、6号炉0.099m、7号炉0.096mとなった。

以上より、5～7号炉取水路の浸水防止（外郭防護1）評価における許容津波高さの設定においては、保守的に沈下量0.2mを考慮する。



添付第29-7図 地質断面図（取水路地質断面図）

添付第 29-2 表 取水路最大沈下量

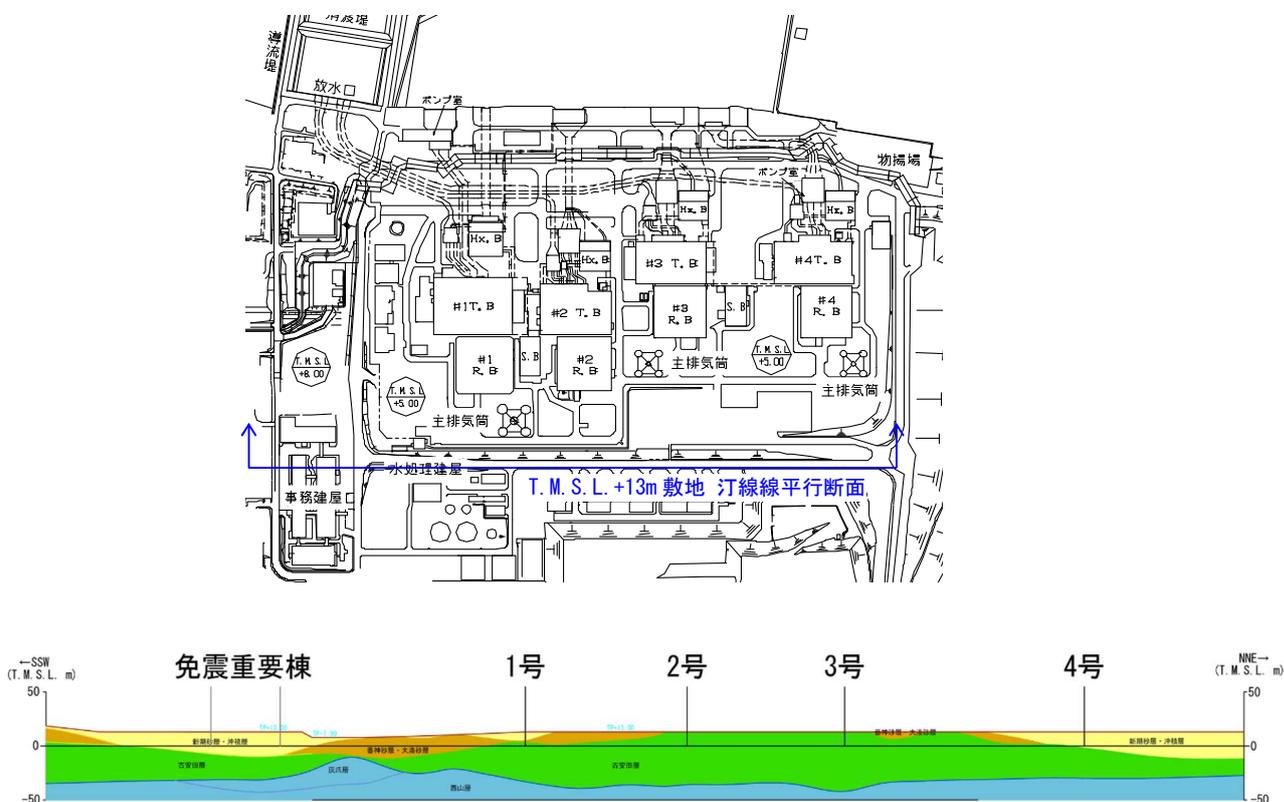
評価対象	古安田層中の砂層厚 (最大)	砂層の沈下率	沈下量
6号炉取水路	4.7m	2.1%	0.099m
7号炉取水路	4.6m		0.096m

(3) 荒浜側の敷地 (T. M. S. L. +13m)

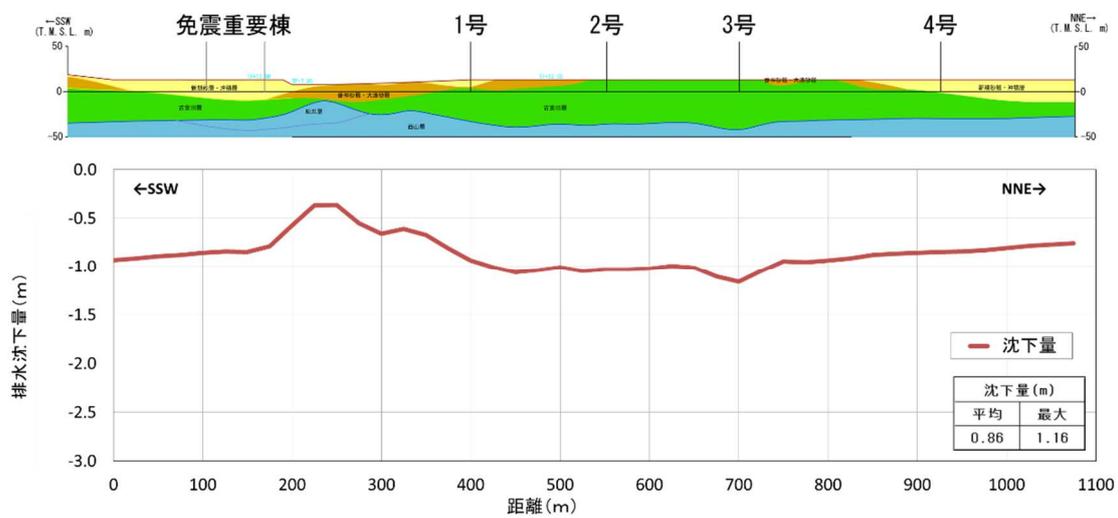
荒浜側の敷地 (T. M. S. L. +13m) の沈下量は、汀線平行の地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第 29-8 図に示す。なお、古安田層については、液状化しない粘性土も広く分布しているが、ここでは全層を液状化評価対象層として保守的に沈下量を算定した。

各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第 29-9 図に示す。沈下量は、平均 0.86m、最大 1.16m となった。

以上より、荒浜側の敷地 (T. M. S. L. +13m) の浸水防止 (外郭防護 1) 評価における許容津波高さの設定においては、保守的に沈下量 1.2m を考慮する。



添付第 29-8 図 地質断面図 (荒浜側敷地汀線平行断面)



添付第 29-9 図 排水沈下量 (荒浜側敷地汀線平行断面)

(4) 敷地の浸水防止（外郭防護1）評価で考慮する沈下量

(1)～(3)の沈下量算定結果に基づき、敷地の浸水防止（外郭防護1）評価では、敷地及び流入経路に対する地震による液状化等に伴う沈下量を、添付表29-3表に示すとおり考慮する。

添付第29-3表 敷地の浸水防止（外郭防護1）評価で考慮する沈下量

設置エリア	分類	評価対象	設置地盤	沈下量	沈下量算定方法
大湊側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +12m	—	1m	5～7号炉原子炉建屋汀線直交地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定する。
		敷地 T. M. S. L. +35m			敷地（T. M. S. L. +12m）の背後に位置し、十分な高さに設置されていることから、評価対象外とする。
	流入経路	5～7号炉 補機冷却用海水取水路 補機冷却用海水取水槽	西山層	—	液状化による沈下は生じない。
		5～7号炉 取水路	古安田層	0.2m	取水路の地質断面図に基づき、古安田層の砂層厚と沈下率から保守的に算定する。
		5～7号炉 放水路、放水庭 補機冷却用海水放水庭 屋外排水路 電源ケーブルレンチ	埋戻土層 主体	1m	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。
荒浜側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +13m	—	1.2m	T. M. S. L. +13m 敷地の汀線平行地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定する。
		敷地 T. M. S. L. +21m, 37m			敷地（T. M. S. L. +12m）の背後に位置し、十分な高さに設置されていることから、評価対象外とする。
	流入経路	ケーブル洞道	新期砂層 ・沖積層 主体		敷地の地表または浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。

添付資料 3 0

貯留堰設置地盤の支持性能について

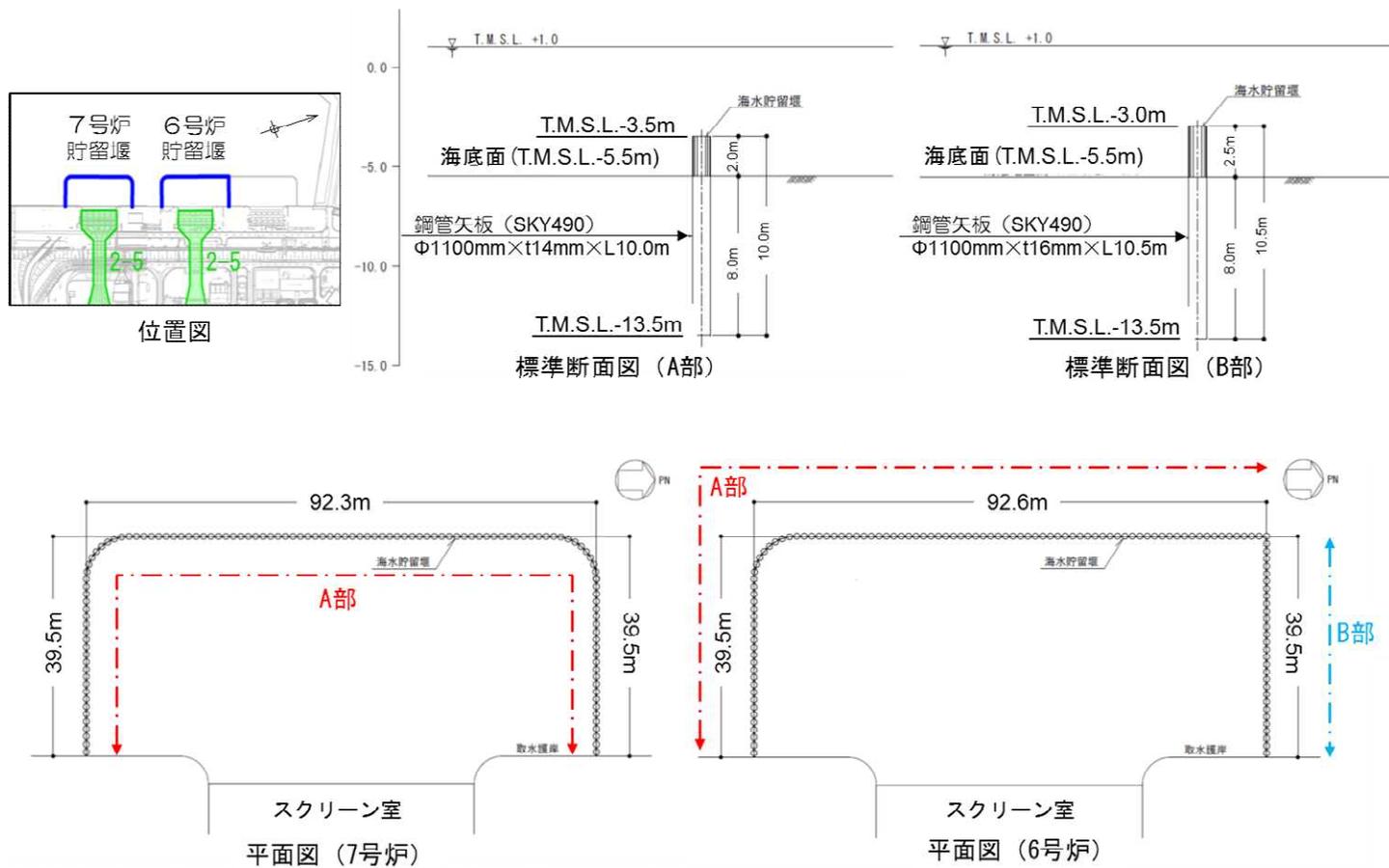
30.1 評価概要

海水貯留堰が基準地震動 S_s に対し十分な支持性能を有しているかの見通しについて照査を実施する。本評価は、第404回審査会合（平成28年09月30日）の資料4-5-1および資料4-5-2の内容を再構成したものである。

30.2 基本方針

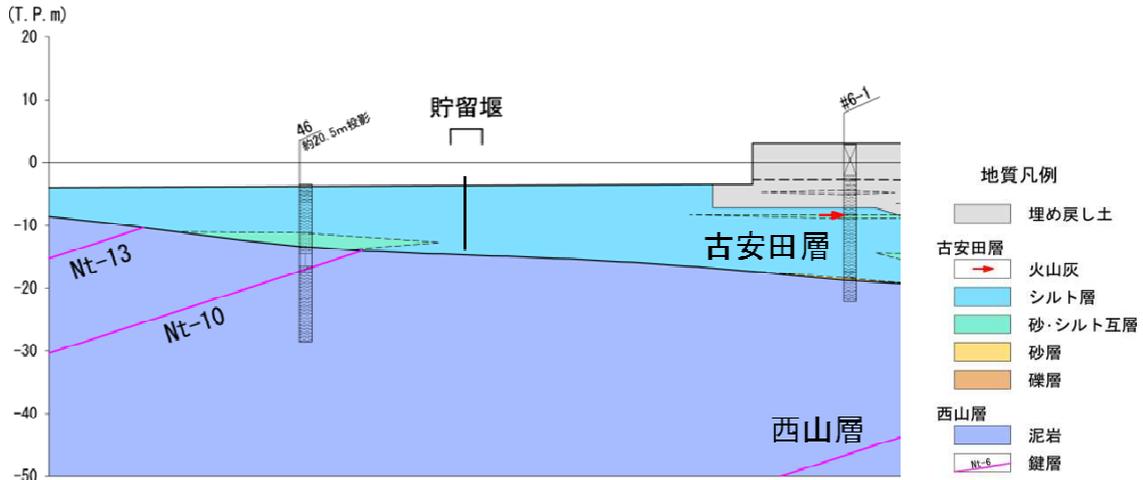
30.2.1 構造概要

海水貯留堰の設置位置および仕様を添付第30-1図に示す。



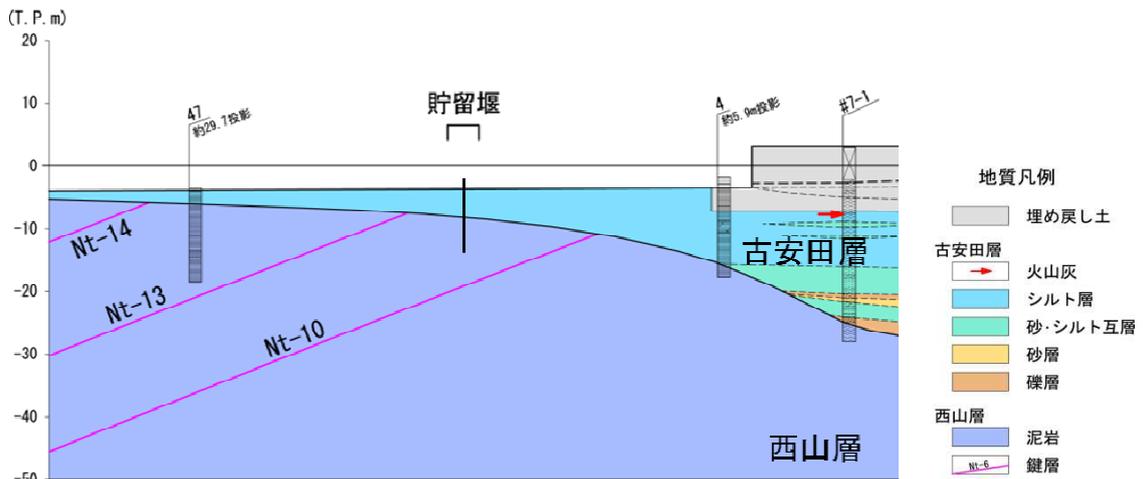
30.2.2 地質縦断面図

海水貯留堰の根入れは 8m であり、杭先端は T.M.S.L.-13.5m に位置しており、貯留堰は西山層および古安田層中の粘性土に支持している。本資料における支持力の評価は、保守的に古安田層のみに支持する 6 号炉の断面を代表とする。



地質断面図（6号炉断面）

添付第 30-2 図 6 号炉海水貯留堰地質縦断面図

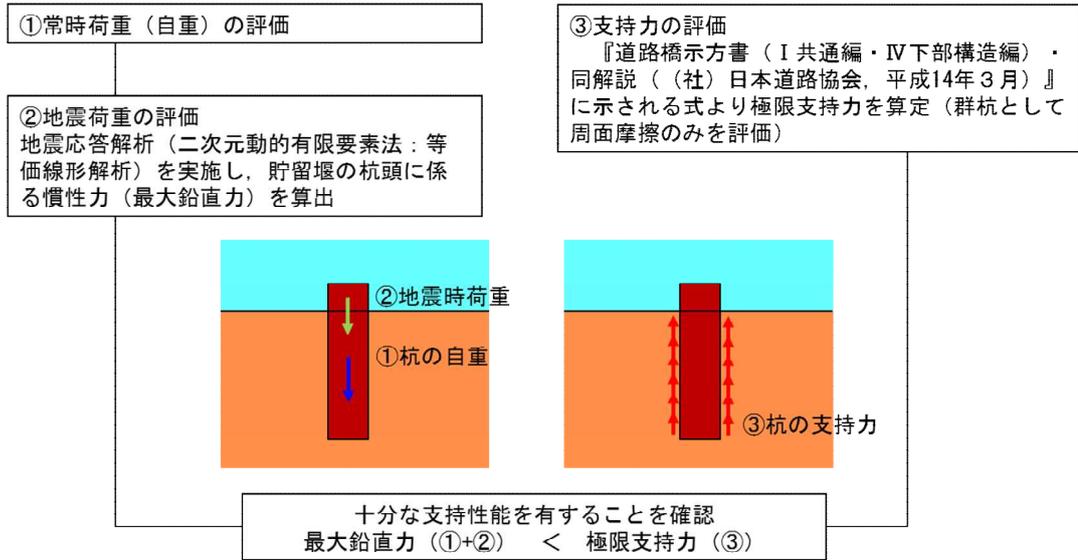


地質断面図（7号炉断面）

添付第 30-3 図 7 号炉海水貯留堰地質縦断面図

30.2.3 検討方針

海水貯留堰の支持性能については下記添付第 30-4 図の通り、二次元等価線形解析により地震荷重を評価し、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」に示される式より極限支持力を算定（群杭として周面摩擦のみを評価）し，十分な支持性能があることを確認する。



添付第 30-4 図 海水貯留堰の評価フロー

30.3 評価条件

30.3.1 使用材料及び地盤の物性値

30.3.1.1 構造物の物性値

使用材料を添付第 30-1 表に示す。

添付第 30-1 表 材料の物性値^{※1}

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
鋼管矢板 (SKY490)	77	200	0.3

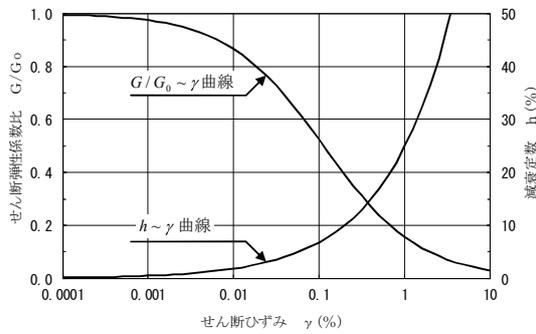
※1 港湾の施設の技術上の基準・同解説（（社）日本港湾協会，2007 年版）を参照

30.3.1.2 地盤の物性値

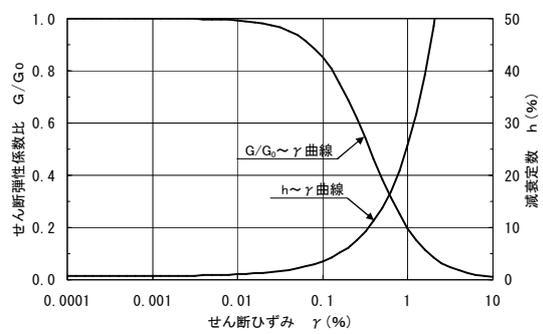
地盤の物性値は下記物性値を使用する。

添付第 30-2 表 地盤の物性値

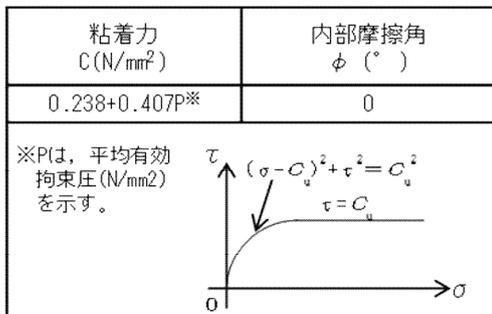
地層区分		単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	ポアソン比 ν	初期せん断弾性係数 $G_0(\text{kN/m}^2)$	せん断弾性係数 G 減衰定数 h
古安田層		17.3	0.45	1.75×10^5	ひずみ依存性を考慮
西山層	西山層上限面 ~ T.M.S.L.-33.0m	17.0	0.45	4.15×10^5	
	~T.M.S.L.-90.0m	16.6	0.45	4.75×10^5	
	~T.M.S.L.-136.0m	17.3	0.43	6.13×10^5	
	~T.M.S.L.-155.0m	19.3	0.42	8.32×10^5	
解放基盤		19.9	0.42	1.05×10^6	—



添付第 30-5 図 古安田層のひずみ依存性



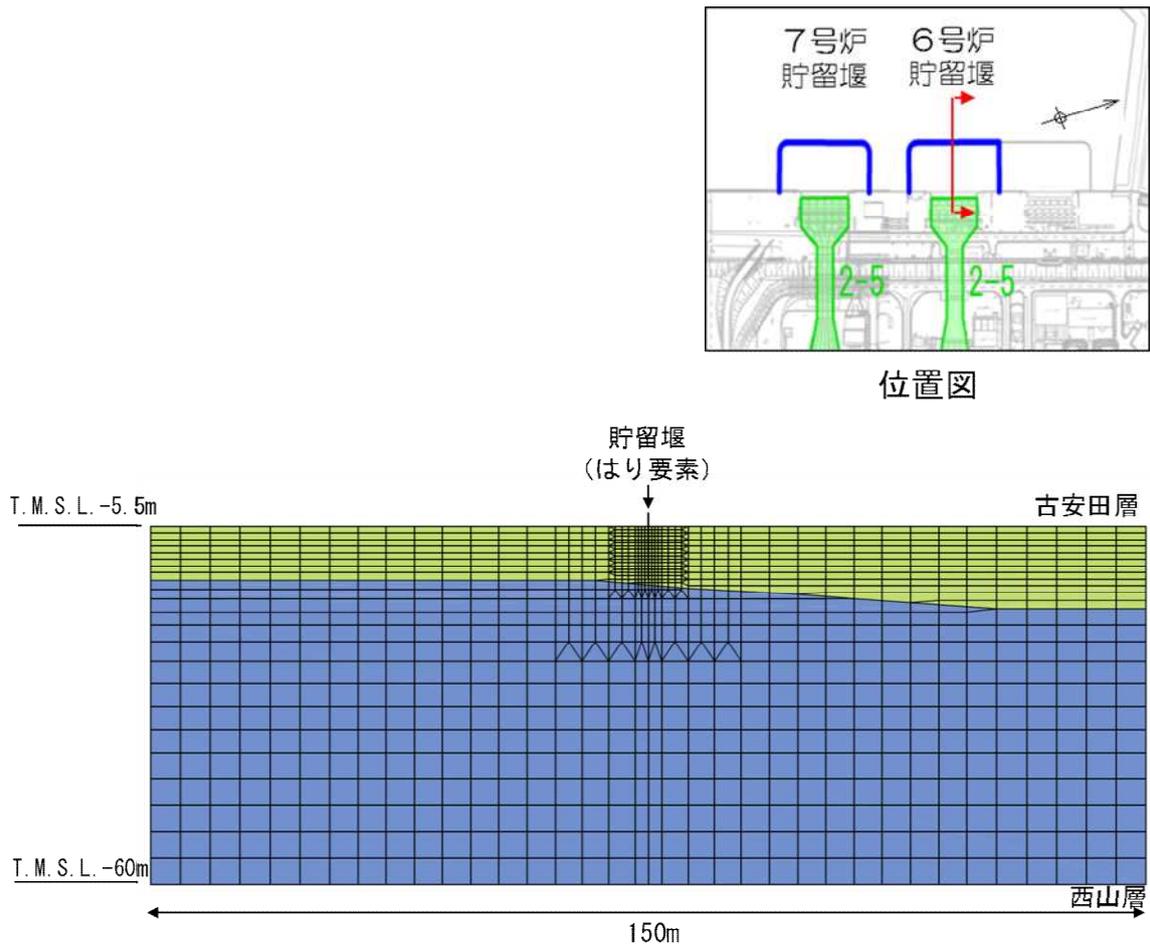
添付第 30-6 図 西山層のひずみ依存性



添付第 30-7 図 古安田層の強度特性

30.3.2 地震応答解析モデル

海水貯留堰は古安田層中の粘性土に支持しており、液状化の影響がないため、照査には二次元等価線形解析（解析コード「SuperFLUSH/2D」）を使用する。地震応答解析モデルを添付第 30-8 図に示す。地震応答解析モデルの入力地震動は、一次元波動論による地震応答解析により求めることとする。

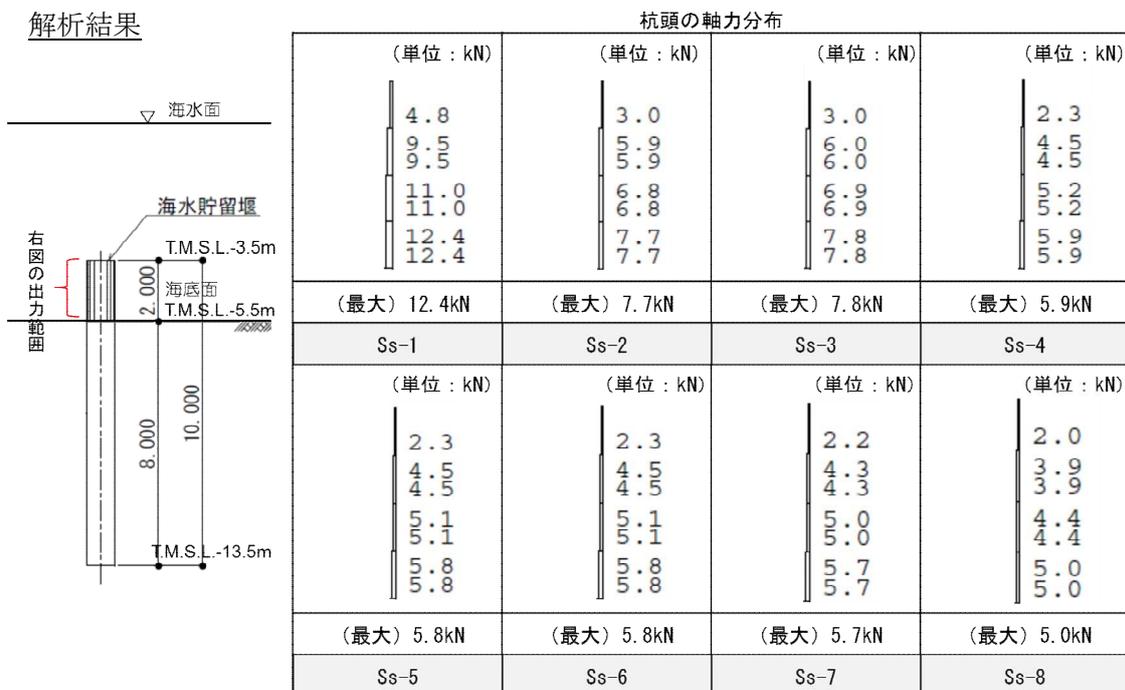


添付第 30-8 図 地震応答解析モデル

30.4 評価結果

支持力評価には「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」に準拠し，鋼管矢板が連続していることから，群杭としての支持力算定式を適用した。安全率は，「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 JEAC 4616-2009（（社）日本電気協会）」に従い $n=1.2$ （Ss 地震時）を適用する。また，軸力は最大軸力を杭間隔（約 1.3m）で除し，奥行き 1m あたりの軸力に換算を行う。貯留堰に発生する軸力分布については添付第 30-9 図に示す。

評価結果を添付第 30-3 表に示す。照査用応答値が極限支持力に対し，十分下回っていることを確認した。



添付第 30-9 図 発生軸力分布

添付第 30-3 表 照査結果

地震動	①常時荷重※1 (自重) (kN)	②地震時荷重 (kN)	照査用応答値 (①+②) (kN)	③極限支持力 (kN)	照査用応答値/ 極限支持力 (①+②)/③
Ss-1	33.8	9.2	43.0	1579	0.03
Ss-2	33.8	5.7	39.5	1579	0.03
Ss-3	33.8	5.8	39.6	1579	0.03
Ss-4	33.8	4.4	38.2	1579	0.02
Ss-5	33.8	4.3	38.1	1579	0.02
Ss-6	33.8	4.3	38.1	1579	0.02
Ss-7	33.8	4.2	38.0	1579	0.02
Ss-8	33.8	3.7	37.5	1579	0.02

※1：奥行き 1 mあたりの杭の自重 (33.8kN)

	単位体積重量 (g/cm ³)	面積 (m ²)	高さ (m)	重量 (kN)
鋼管	7.85	3.47E-02	10	26.7
蓋コンクリート	2.40	6.70E-01	0.45	7.1

以 上

添付資料 3 1

貯留堰継手部の漏水量評価について

貯留堰継手部の漏水量評価について

31.1 評価方針

貯留堰の継ぎ手部における漏水量を文献¹⁾を参考に、鋼管矢板継ぎ手部の換算透水係数を 1.0×10^{-5} (cm/sec) と保守的に設定し、漏水量について評価を行う。

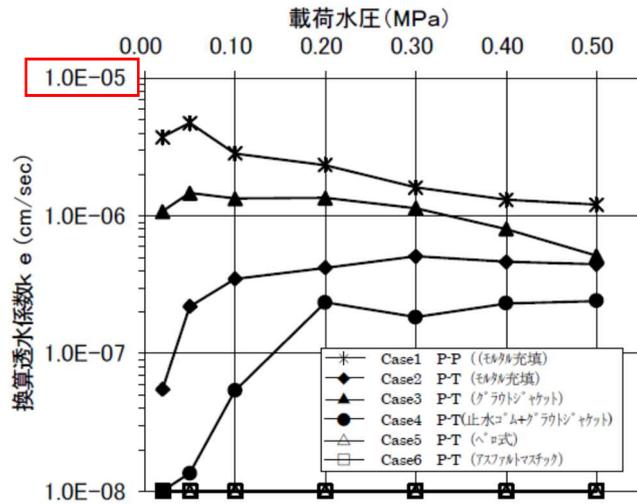
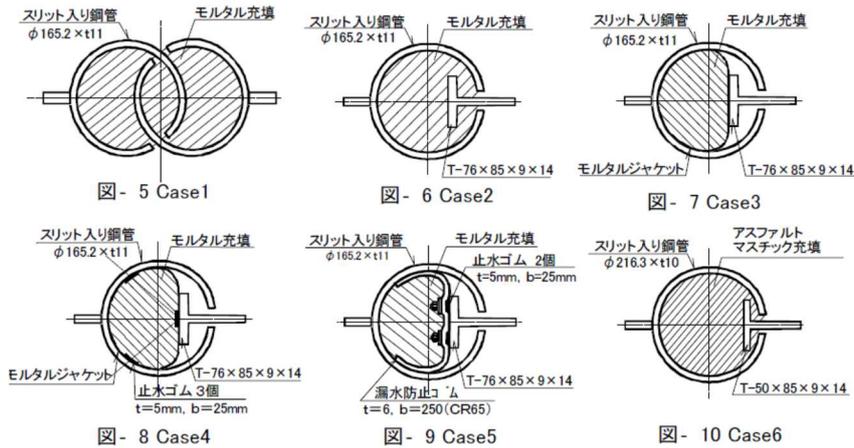


図- 11 継手遮水性能試験結果

添付第 31-1 図 鋼管矢板継手部の遮水性能試験結果¹⁾

参考 ¹⁾斎藤ほか：鋼管矢板継手の遮水性能評価試験：土木学会第 56 回年次学術講演会（平成 13 年 10 月）

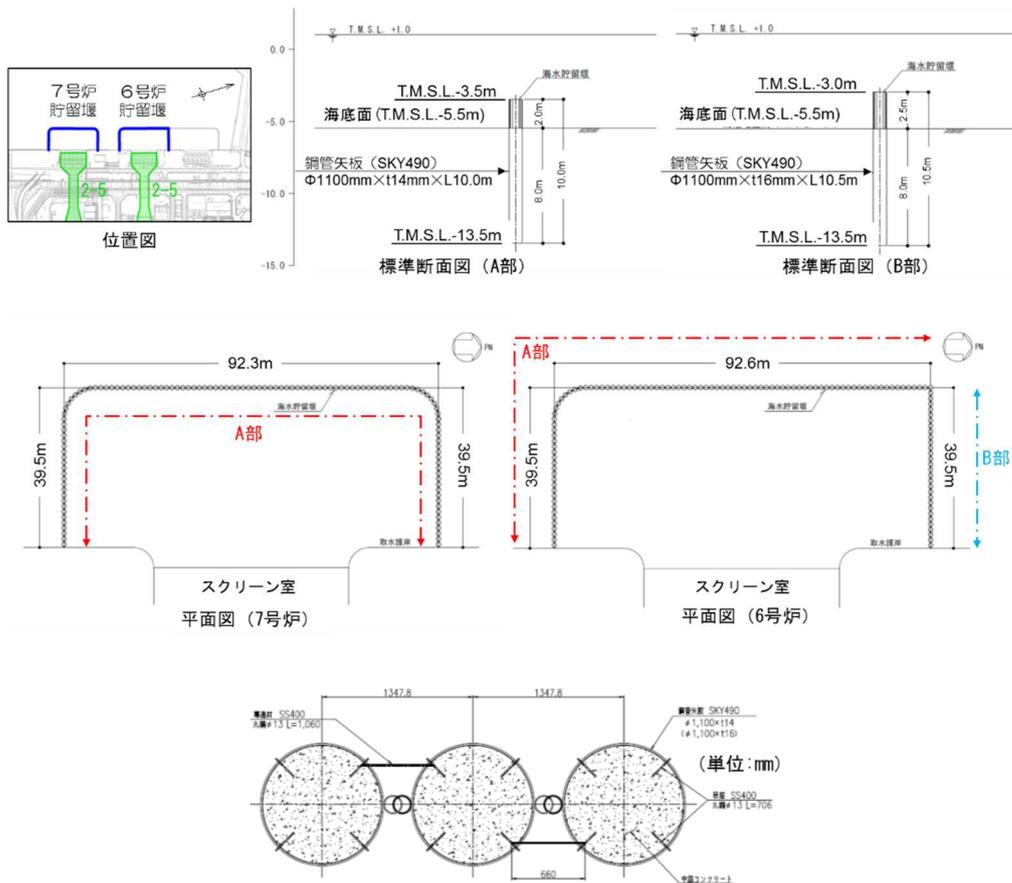
※本論文では鋼管矢板 P-P 継手及び P-T 継手 6 種類に対し、鋼管矢板の縁ひずみが降伏点以上になるように曲げ载荷した状態で、段階的に水圧を载荷した遮水試験の結果から、ダルシー則を参考に継手部での換算透水係数を求めている。また、論文の中では換算透水厚さを 50cm としている。

31.2 評価結果

貯留堰の構造については下記図2の通り。保守的な設定として、貯留堰全周を継手構造であると仮定して計算を行う。評価時間は基準津波2において補機取水槽内の水位が貯留堰天端高さを下回る時間として約15分とする。貯留量が6号炉で約10000(m³)、7号炉で約8000(m³)であることから、貯留量が相対的に少ない7号炉を代表として漏水量の計算結果を下記に示す。

$$\begin{aligned} \text{漏水量 } Q &= \text{換算透水係数 } k_e \text{ (cm/sec)} \times \text{動水勾配 } i \times \text{全周 } L \text{ (m)} \times \text{高さ } H \text{ (m)} \times \text{時間 } t \text{ (sec)} \\ &= (1.0 \times 10^{-5} \times 10^{-2}) \times (2/0.5) \times 171.3 \times 2 \times (15 \times 60) \div \underline{0.13 \text{ (m}^3\text{)}} \end{aligned}$$

上記の通り、継手部における漏水量が貯留容量に対して十分に小さいことを確認した。



添付第 31-2 図 6号及び7号炉貯留堰の構造概要

以上

添付資料 32

「浸水を防止する敷地」以外の敷地が浸水する
ことに対する影響評価について

「浸水を防止する敷地」以外の敷地が浸水することに対する影響評価について

32.1 はじめに

荒浜側防潮堤の損傷を考慮した場合、浸水を防止する敷地以外の敷地（主に荒浜側敷地が該当するため、以下、「荒浜側敷地」という。）が基準津波発生時に浸水する可能性があることから、以下の観点で荒浜側敷地浸水時の影響評価を行った。

- ・ 直接的影響：荒浜側敷地遡上波が 6 号及び 7 号炉の設計基準事象への対応として必要となる安全機能を有する設備に与える影響
- ・ 波及的影響：荒浜側敷地浸水に伴い、同敷地に設置する設備が損傷することにより生じる事象が、6 号及び 7 号炉の設計基準事象への対応として必要となる安全機能を有する設備に与える影響

32.2 直接的影響の評価

32.2.1 評価対象設備の抽出

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の耐津波設計においては、重要な安全機能を有する施設（クラス 1, 2 設備）、耐震 S クラス施設及び重大事故等対処設備は、津波時の浸水を防止する敷地に設置する設計としている。

一方で、クラス 3 設備については、荒浜側敷地に設置するものも存在することから、柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の設置許可申請対象設備のうち、クラス 3 設備について抽出し（抽出結果は添付資料 1 参照）、上記設備のうち、荒浜側敷地に設置する設備を評価対象設備とする。なお、設置許可申請対象設備には、既許可における申請設備及び 6 号あるいは 7 号炉と共用を行う設備を含む。

また、荒浜側敷地が浸水することにより、同敷地に開口部を有する洞道内が浸水する可能性があることから、同敷地に開口部を有する洞道内に設置する施設についても評価対象設備とする。

上記方針に従い、柏崎 6 号及び 7 号炉の申請対象設備であって、クラス 3 設備に該当し、荒浜側敷地に設置する施設及び荒浜側敷地に開口部を有する洞道内に設置する設備を抽出した結果、評価対象設備として以下の設備を抽出した（各設備の配置については添付第 32-1 図参照）。

- ・ 使用済燃料輸送容器建屋
- ・ 焼却炉建屋
- ・ 外部電源施設（ケーブル）

- ・ 免震重要棟内緊急時対策所外部電源
- ・ 通信連絡設備（衛星電話設備，無線連絡設備，携帯型音声呼出電話設備以外の発電所内用のもの）
- ・ 焼却炉建屋排気筒モニタ，焼却炉建屋放射線モニタ

32.2.2 直接的影響の評価結果

32.2.1 にて抽出した各設備について，直接的影響を考慮した場合の基準適合状況を確認した結果を以下に示すとともに，適合状況を整理した結果を添付第 32-1 表に示す。

添付第 32-1 表 荒浜側敷地に設置する施設の第 5 条に対する適合状況確認結果 (1/2)

設備	設備の位置づけ	設置場所	安全機能	津波防護の設計方針	適合状況
使用済燃料輸送容器保管建屋	PS-3 1~7 号炉共用	荒浜側敷地	放射性物質の貯蔵機能	第 5 条及び第 28 条要求に従い、放射性廃棄物が漏洩し難く、放射性廃棄物による汚染が広がらない設計とする。	<ul style="list-style-type: none"> 重量物であるキャスクは漂流物とならず、建屋外に流出しない。 キャスク自体から放射性物質が漏洩し難い構造となっている。
焼却炉建屋	PS-3 1~7 号炉共用	荒浜側敷地	放射性物質の貯蔵機能	第 5 条及び第 27 条要求に従い、放射性廃棄物が散逸し難い設計とする。	<ul style="list-style-type: none"> 焼却灰を充填するドラム缶は、建屋外に流出し難い位置に一時保管する。 ドラム缶に津波波力が直接作用しないため、ドラム缶が損傷し放射性廃棄物が拡散することはない。 使用済樹脂を充填するスラッジタンクは、スタッドボルトにて床面に固定されており、漂流物化しない。 スラッジタンクに津波波力が直接作用しないため、スラッジタンクが損傷し放射性廃棄物が拡散することはない。 雑固体は段積みしたパレット内に一時保管するため、散逸し難い構造（配置）となっている。
外部電源施設（ケーブル）	PS-3 6, 7 号炉共用	荒浜側敷地に開口部を有する洞道内	電源供給機能	外部電源施設（ケーブル）。	<ul style="list-style-type: none"> 浸水しても機能を喪失することがないように、ケーブルに被覆を施すとともに、ケーブル同士の接続部について防水処理を施す設計とする。 なお、荒浜側敷地の最大遡上高さ T.M.S.L. +6.9m に対して、電路を敷設する廃位の電気洞道の底版高さが T.M.S.L. +8.8m であり、地震による地盤沈下 1.2m を考慮しても浸水しないことを確認している。

添付第 32-1 表 荒浜側敷地に設置する施設の第 5 条に対する適合状況確認結果 (2/2)

設備	設備の位置づけ	設置場所	安全機能	津波防護の設計方針	適合状況
免震重要棟内緊急時対策所外部電源	MS-3 1～7号炉共用	1号及び3号炉タービン建屋	免震重要棟への外部電源供給機能	第5条要求に従い、代替手段にて必要な機能を確保する。	・免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機が代替手段として利用可能である。
通信連絡設備 (衛星電話設備、無線連絡設備、携帯型音声呼出設備以外の発電所内用のもの)	MS-3 6,7号炉共用 ただしケーブルについては1号～7号炉共用	1号～7号炉主要建屋内 (ケーブルの一部は地下洞道)	通信連絡機能	代替手段の確保	・無線連絡設備あるいは衛星電話設備等が代替手段として利用可能である。
焼却炉建屋排気筒モニタ、焼却炉建屋放射線モニタ	MS-3 1～7号炉共用	焼却炉建屋	放射能監視機能(異常状態の把握機能)	当該設備が機能喪失した場合には、異常状態そのものの発生を防止する。 また、代替手段にて必要な機能を確保する。	・荒浜側敷地の浸水が認められた場合には、焼却炉設備の使用を停止し、異常状態の発生を防止する。 ・代替手段として、モニタリングポスト(常設)及び可搬型モニタリングポストが利用可能である。

(1) 使用済燃料輸送容器建屋

① 設備の位置づけ

使用済燃料輸送容器建屋は、使用済燃料輸送容器（以下、「キャスク」という。）を保管する施設である。

また、建屋内には、通常、中身を装填していないキャスクを保管するが、一時的（使用済燃料の輸送計画が成立した時点から輸送を実施するまでの期間）に使用済燃料を装填したキャスクを保管する。

したがって、当該施設は放射性物質の貯蔵機能を有する施設に該当するため、重要度分類はPS-3施設として整理する。

また、当該施設には、1号～7号炉の使用済燃料を輸送する際に用いるキャスクを保管することから、1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

使用済燃料輸送容器建屋は、荒浜側敷地の標高 T.M.S.L. +5mの位置に設置する。

したがって、荒浜側敷地の浸水に伴い、使用済燃料輸送容器建屋周辺及び建屋内が浸水する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

第5条及び第28条の要求事項に従い、放射性廃棄物が漏えいし難く、放射性廃棄物による汚染が広がらない設計とする。

④ 基準適合状況

荒浜側敷地浸水に伴い、建屋内が浸水した場合であっても、キャスクは重量物であることから、漂流物となり建屋外に流出することはない。

また、キャスクは密閉容器であり、本体と蓋の締結部等については、Oリングを有する2重の蓋間に加圧して密封性を維持していることから、キャスク自体からも放射性廃棄物が漏えいし難い構造となっている。

したがって、第5条及び第28条の要求事項である放射性廃棄物が漏えいし難く、放射性廃棄物による汚染が広がらないことを満足する。

(2) 焼却炉建屋（荒浜側）

① 設備の位置づけ

荒浜側焼却炉建屋は、固体廃棄物処理系である雑固体系に属する焼却炉設備を内包する施設である。

建屋内には、可燃性廃棄物である使用済樹脂及び雑固体系を一時保管するとともに、上記の可燃性廃棄物を焼却することにより生じる焼却灰を一時保管する。

したがって、当該施設は放射性物質の貯蔵機能を有する施設に該当するため、重要度分類はPS-3施設として整理する。

また、当該施設は、1号～7号炉で生じた可燃性廃棄物の焼却処理を行う施設であることから、1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

荒浜側焼却炉建屋は、荒浜側敷地の標高 T.M.S.L. +5mの位置に設置する。

したがって、荒浜側敷地の浸水に伴い、焼却炉建屋周辺及び建屋内が浸水する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

第5条及び第27条の要求事項に従い、固体状の放射性物質が散逸し難い設計とする。

④ 基準適合状況

①に記載のとおり、焼却炉建屋内には使用済樹脂（スラッジ状）、雑固体及び焼却灰を一時仮置きする。

使用済樹脂は、地下1階に設置するスラッジタンク内に受け入れ、焼却処理を行うまでの期間一時保管を実施する（配置については、添付第32-2図及び添付第32-3図参照）。

スラッジタンクは焼却炉建屋床面に基礎ボルトにて固定しており、建屋内が浸水した場合であっても、漂流物とならず、建屋外に流出しない構造となっている。

また、地下1階に設置することから、スラッジタンクに津波が直接作用することはなく、スラッジタンクが破損し、使用済樹脂が流出することはない。

なお、使用済樹脂の比重は約1.2であるため、仮にスラッジタンク外に使用済樹脂が流出した場合であっても、使用済樹脂が浮遊し、建屋外に流

出することはない。

雑固体は、1階の雑固体貯蔵庫に受け入れてから焼却までの期間、一時保管を行う（配置については、添付第32-3図及び添付第32-4図参照）。雑固体は、かご状のパレット内に収容し、段積み状に保管することから（添付第32-5図参照）、建屋内が浸水した場合でも流出し難い構造（配置）となっている。

また、焼却炉建屋が杭基礎構造（西山層支持）であることから、建屋内の浸水高さは最大でもT.M.S.L.+6.9m（1階（床面T.M.S.L.5.3m））における浸水深さ1.6m）となる。上記を考慮し、雑固体廃棄物を貯蔵庫内に保管する際は、上段の棚から優先的にパレットを収納することで、雑固体廃棄物の浸水及び流出を可能な限り低減する運用とする。

焼却灰については、ドラム缶に充填し、地下1階の灰ドラム一時貯蔵庫に一時保管し（配置については、添付第32-2図及び添付第32-3図参照）。一度の輸送にて運搬可能な程度の保管数になった時点で固体廃棄物貯蔵庫に輸送する運用とすることで、焼却後の廃棄物の保管数を低減している。

灰ドラム一時貯蔵庫は、壁及び扉により区画化していると共に、天井高さ約7mに対し、扉高さ3mとなっており、当該貯蔵庫内が浸水し、ドラム缶が漂流物化する（浮き上がる）場合でも貯蔵庫外へ流出し難い構造となっている。

また、仮に当該貯蔵庫外へドラム缶が流出した場合でも、階段室を通じて地上1階に到達し、そこからさらに建屋外に流出するといった事象が発生する可能性は小さい。

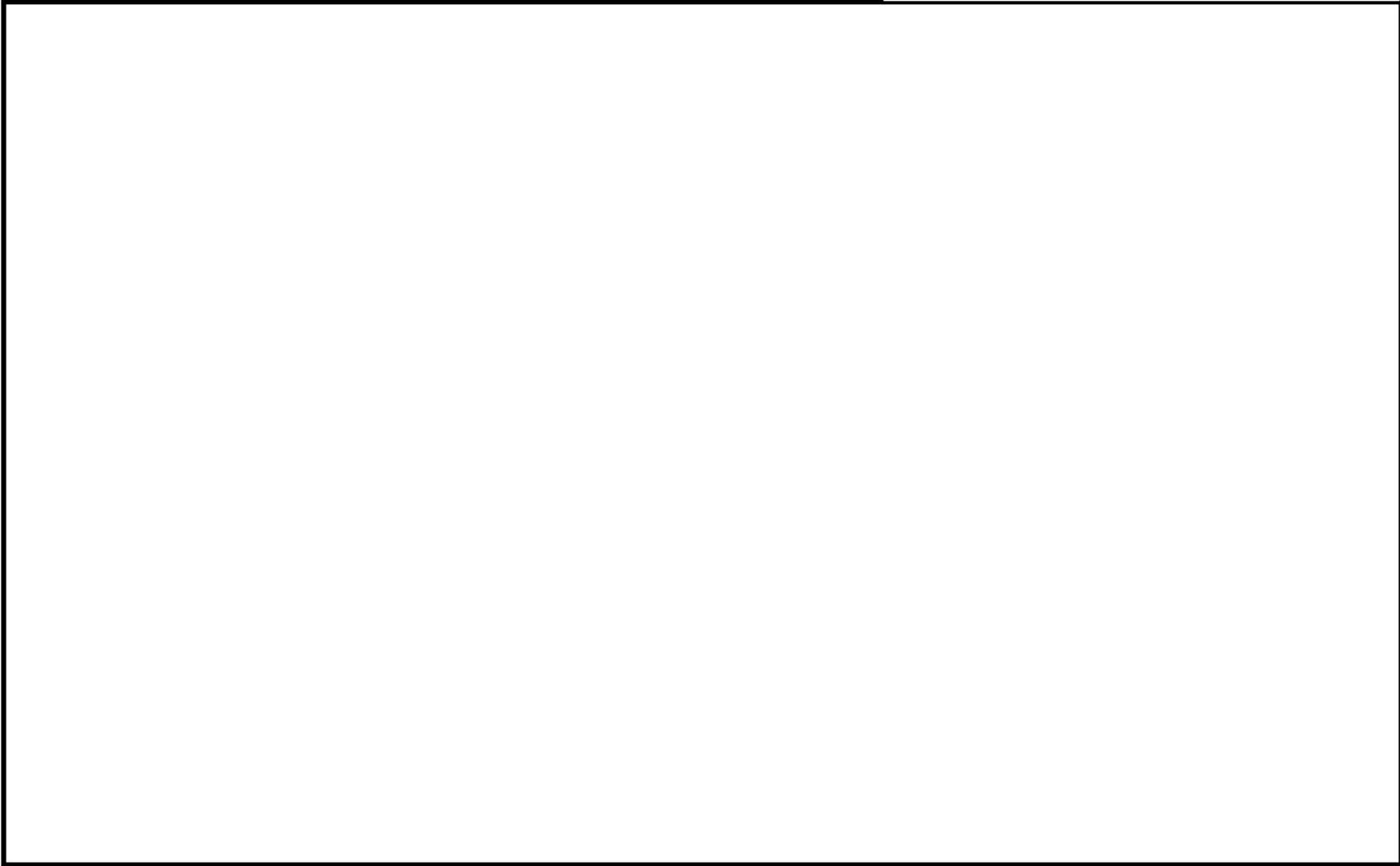
なお、ドラム缶は、地下1階に設置することから、ドラム缶に津波が直接作用することはない。ドラム缶が破損し、焼却灰が流出することはない。

上記のとおり、放射性物質の使用済樹脂、雑固体廃棄物及び焼却灰は、建屋外に流出し難い構造（配置）となっていることから、第5条及び第27条の要求事項である、放射性廃棄物が散逸し難い設計とすることを満足する。

また、焼却炉設備の運用にあたっては以下の運用とすることで可能な限り放射性物質の放出リスクを低減する方針としている。

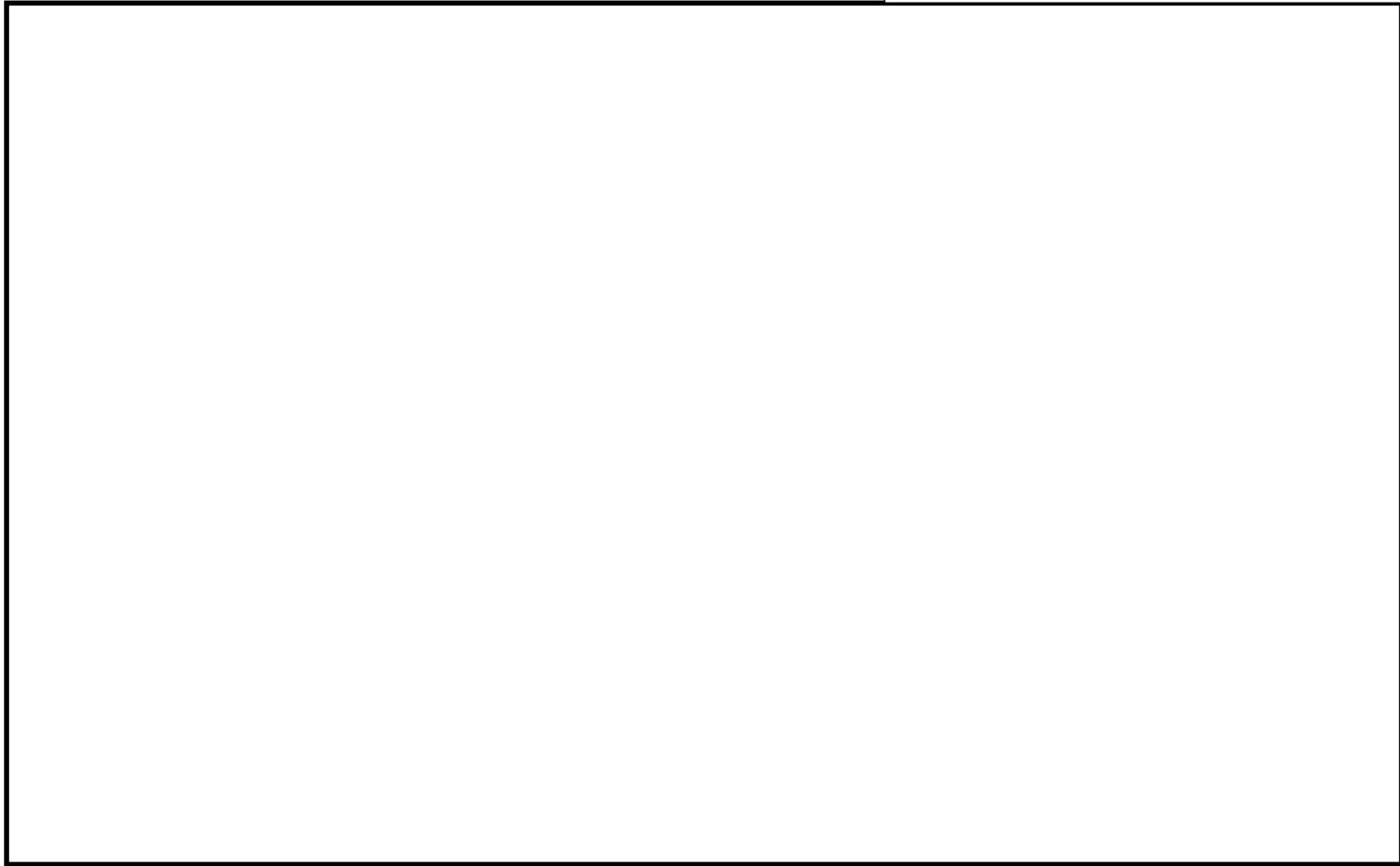
- ・ 焼却後の廃棄物量を低減するため、焼却灰を充填したドラム缶の一時保管数を一度の輸送にて運搬可能な数量程度とする。
- ・ 基準津波の発生に伴い、荒浜側敷地の浸水が認められた場合には、荒浜側敷地の浸水及び建屋内の浸水が解消されるまでの期間、荒浜側焼却炉設備の使用を停止するとともに、放射性廃棄物の受け入れを中止する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



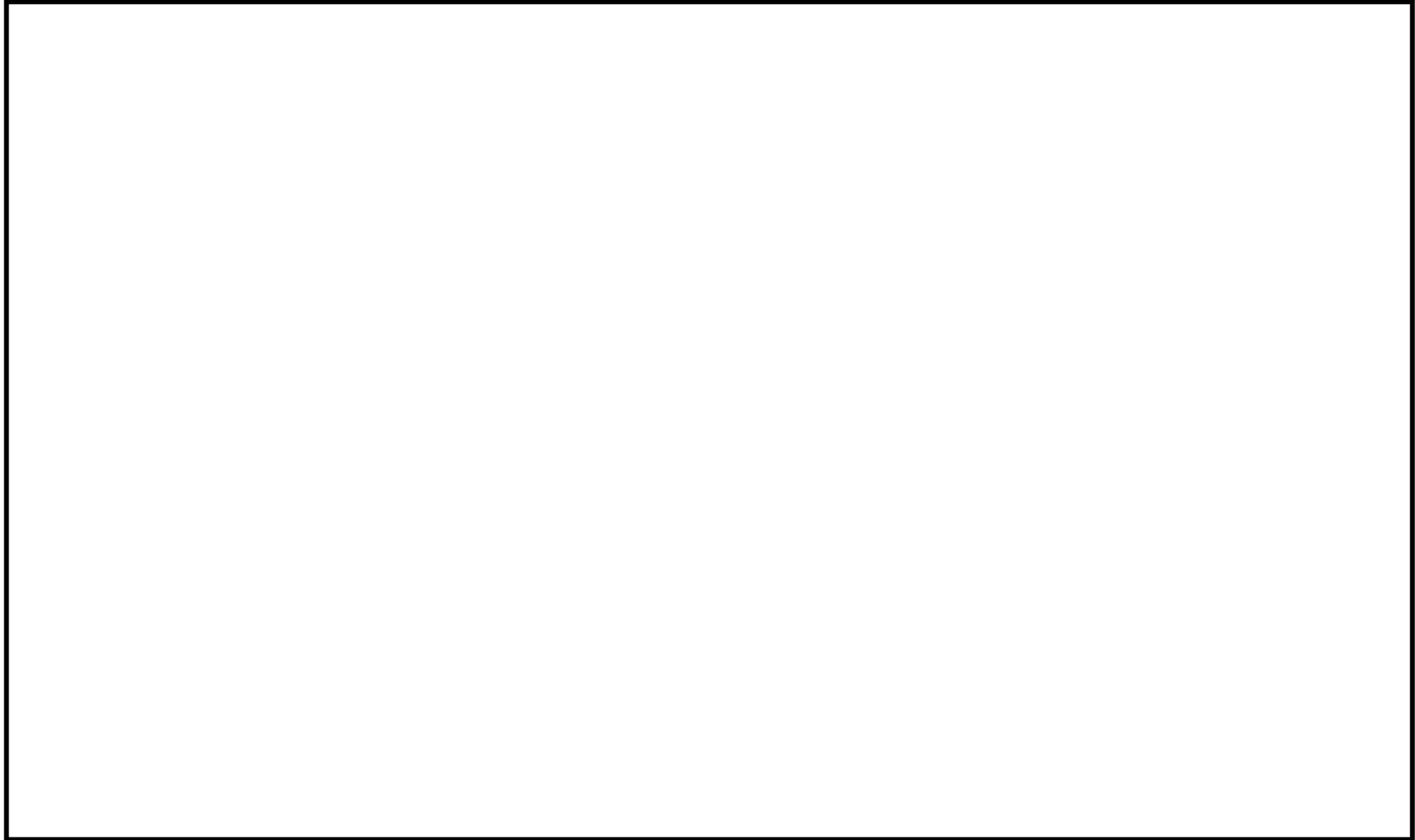
添付第 32-2 図 焼却炉建屋平面図（地下 1 階）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第 32-3 図 焼却炉建屋断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第 32-4 図 焼却炉建屋平面図（地上 1 階）



添付第 32-5 図 雑固体保管置き場概要

(3) 外部電源施設

① 設備の位置づけ

外部電源施設は、電源供給機能（非常用を除く）を有するため、PS-3 設備として整理する。

なお、当該施設は 1 号～7 号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

外部電源施設のうち、主要な設備については浸水を防止する敷地に位置する開閉所に設置する。また、6 号及び 7 号炉に外部電源を供給するためのケーブルを地下の電気洞道内に敷設し、6 号及び 7 号炉コントロール建屋内に設置する共通用高圧母線に接続する。

地下の電気洞道については、荒浜側敷地に開口部を有する洞道に接続するため、荒浜側敷地浸水に伴い、電気洞道が浸水する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

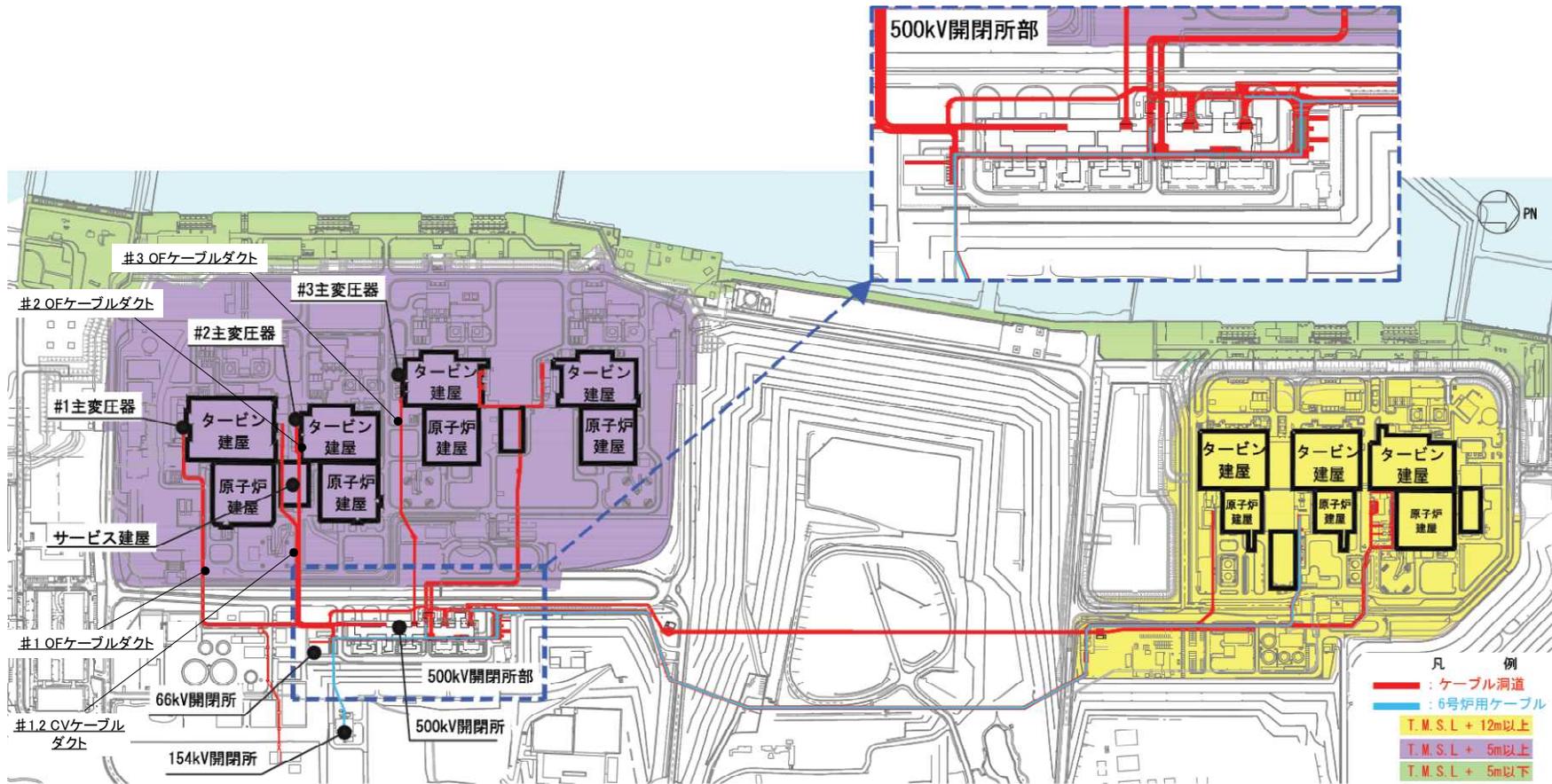
第 5 条の要求事項に従い、荒浜側敷地浸水に伴い、荒浜側敷地に開口部を有する洞道に津波が流入した場合にあっても、外部電源施設が有する 6 号及び 7 号炉への外部電源供給機能を喪失しない設計とする。

④ 基準適合状況

外部電源施設のうち、主要な設備については浸水を防止する敷地に設置するため、荒浜側敷地浸水に伴い、上記設備の機能が喪失することはない。

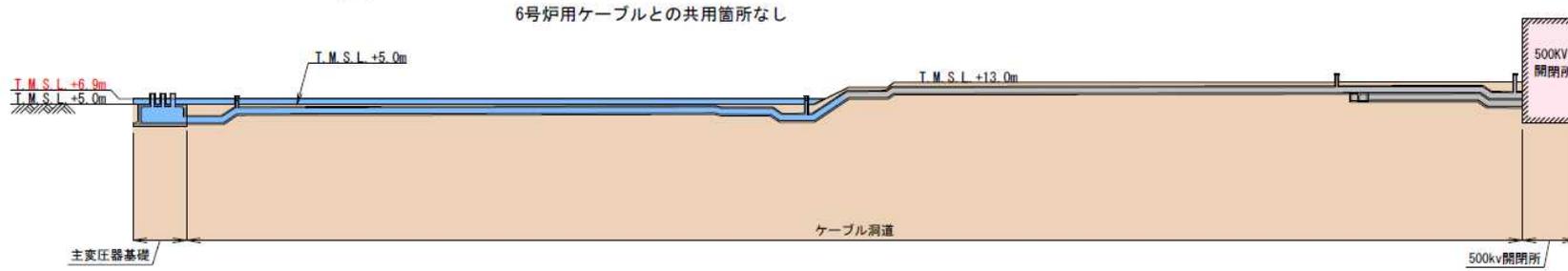
一方で、外部電源施設のうち、外部電源供給用ケーブルについては、電気洞道内の浸水に伴い機能を喪失することがないように、防水性の被覆によりケーブルを覆う設計とするとともに、ケーブル同士の接続部については、防水処理を施す設計とする。

なお、荒浜側敷地に位置する電気洞道と外部電源供給用ケーブルを敷設する電気洞道間における電気洞道の底版のピーク高さは最も低い箇所 T. M. S. L. +8.8m であり、荒浜側敷地浸水高さ T. M. S. L. +6.9m に当外部の液状化に伴う沈下量 1.2m を加えた場合でも外部電源供給用ケーブルを敷設する電気洞道が浸水することはない。（添付第 32-6 図、添付第 32-7 図及び添付第 32-8 図参照）。

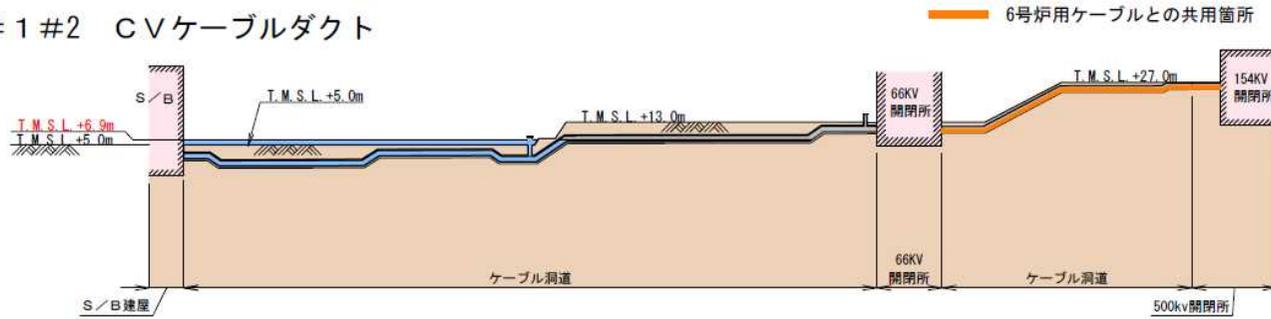


添付第 32-6 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲の電気洞道平面図

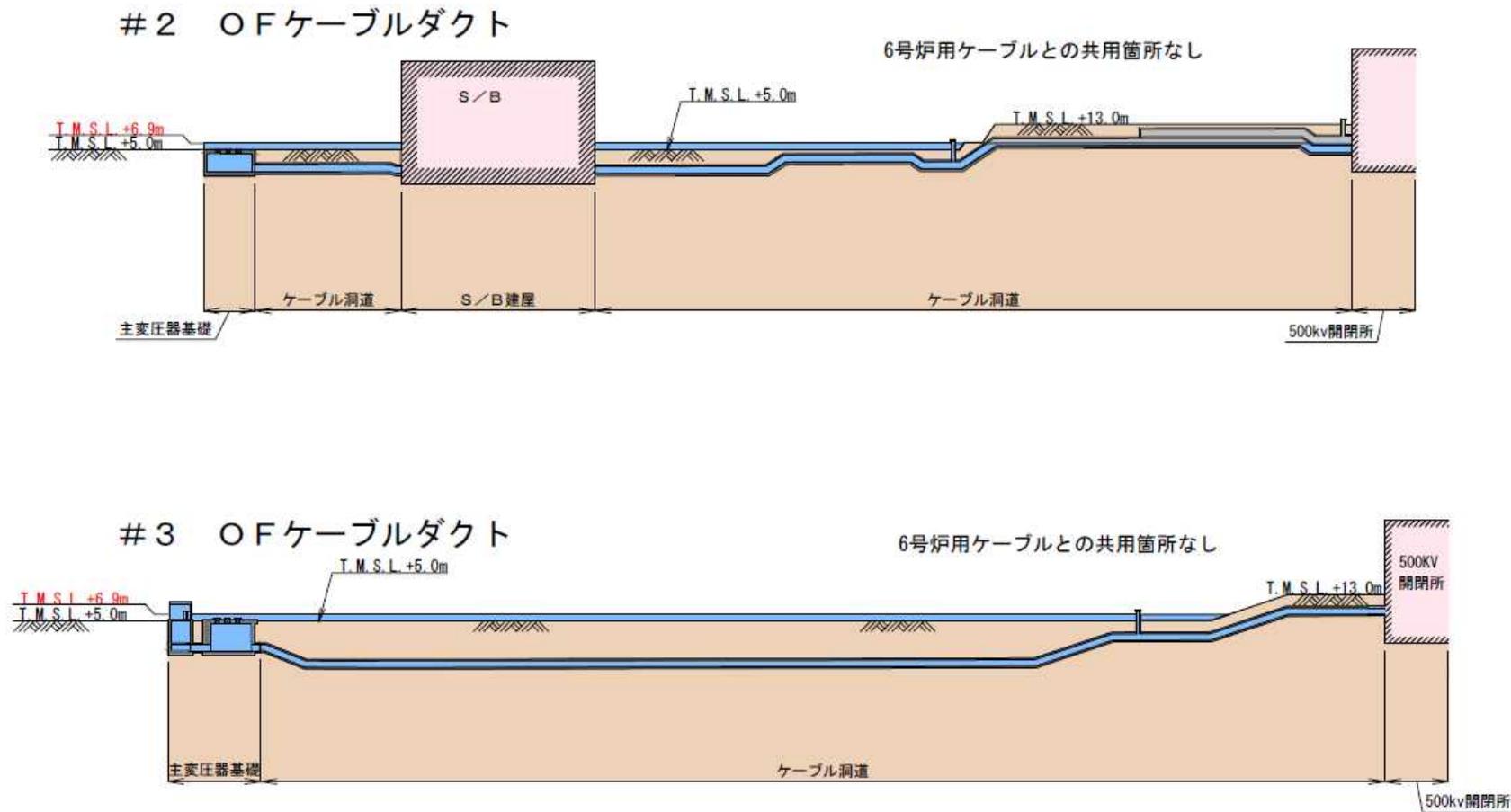
#1 OFケーブルダクト



#1 #2 CVケーブルダクト



添付第 32-7 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲の電気洞道断面図



添付第 32-8 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲の電気洞道断面図

(4) 免震重要棟内緊急時対策所外部電源

① 設備の位置づけ

免震重要棟内緊急時対策所外部電源は、免震重要棟内緊急時対策所（MS-3 設備）へ外部電源を供給する機能を有し、免震重要棟内緊急時対策所の直接関連系に位置づけられることから、重要度分類は MS-3 設備とする。

また、免震重要棟緊急時対策所が 1 号～7 号炉共用施設であることから、同様に免震重要棟内緊急時対策所外部電源についても 1 号～7 号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

免震重要棟内緊急時対策所外部電源は、1 号及び 3 号炉の外部電源設備を利用し構築するものであり、1 号及び 3 号炉タービン建屋内に配電盤を設置する。

したがって、荒浜側敷地の浸水に伴い機能を喪失する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

第 5 条の要求事項に従い、荒浜側敷地浸水に伴い当該設備の機能が喪失した場合にあっても、代替手段にて必要な機能を確保する設計とする。

④ 基準適合状況

免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機が代替手段として利用可能である。

なお、免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機は、浸水を防止する敷地内に設置する免震重要棟の 1 階に設置することから、基準津波により機能を喪失することはない。

(5) 通信連絡設備

① 設備の位置づけ

通信連絡設備（衛星電話設備，無線連絡設備，携帯型音声呼出機能以外のもの）は，既設置のページング設備及び電力保安通信用電話設備等を指す。当該設備は，緊急時対策上重要なもののうち通信連絡設備に該当するため，重要度分類はMS-3設備と整理する。

また，当該設備の主要設備については6号及び7号炉共用と整理し，通信連絡用のケーブルについては1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

通連絡設備の主要設備は，6号及び7号炉の主要建屋（原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，サービス建屋等）に設置する設備である。

また，通信連絡設備のうち，ケーブルの一部について荒浜側敷地に開口部を有する洞道内に設置する。

したがって，荒浜側敷地の浸水に伴い，設備の一部が機能喪失する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

第5条の要求事項に従い，荒浜側敷地浸水に伴い当該設備の一部が機能喪失した場合であっても，代替手段を確保する設計とする。

④ 基準適合状況

荒浜側敷地浸水に伴い，荒浜側敷地に設置する通信連絡用ケーブルの一部が機能喪失した場合，無線連絡設備あるいは衛星電話設備が代替手段として利用可能である。また，可能な範囲で損傷箇所を予備品等との交換を含む復旧手段により復旧することで必要な通信連絡の機能を維持できる設計とする。

(6) 焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタ

① 設備の位置づけ

焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタは、異常状態の把握機能のうち放射能監視設備に該当するため、重要度分類はMS-3設備と整理する。

また、当該設備は1号～7号炉で共用を行う焼却設備の異常状態を把握する設備であることから、1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタは荒浜側敷地の標高T.M.S.L.+5mの位置に設置する焼却炉建屋に設置する。

したがって、荒浜側敷地の浸水に伴い、機能喪失する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

第5条の要求事項に従い、荒浜側敷地浸水に伴い焼却炉建屋内が浸水し、当該設備の機能が喪失した場合には、高濃度の放射性物質を含む気体廃棄物を放出する異常状態の発生を防止することを目的とし、焼却設備の使用を停止し、焼却炉建屋の放射能監視機能が不要な状態とする。

また、発電所敷地全体に対する放射能監視機能に対して代替手段を確保する設計とする。

④ 基準適合性

基準津波の発生に伴い、荒浜側敷地の浸水が認められた場合には、荒浜側敷地の浸水及び建屋内の浸水が解消されるまでの期間、荒浜側焼却炉設備の使用を停止することで、高濃度の放射性物質を含む気体廃棄物を放出する異常状態の発生を防止し、焼却炉建屋の放射能監視機能が不要な状態とする運用とする。

また、モニタリングポスト（常設）及び可搬型モニタリングポストが発電所敷地全体に対する放射能監視機能に対する代替手段として利用可能である。

なお、モニタリングポスト（常設）は、浸水を防止する敷地内に設置するとともに、可搬型モニタリングポストは浸水を防止する敷地内に位置する高台保管場所に保管することから、基準津波により機能を喪失することはない。

32.3 波及的影響の評価

32.3.1 考慮する波及的影響

荒浜側敷地が浸水した場合の波及的影響としては、以下の影響が挙げられる。

- ① 荒浜側敷地に設置する設備が漂流物化し、安全機能を有する施設に衝突する等により安全機能を喪失させる。
- ② 荒浜側敷地に設置する設備のうち、タンク等の貯蔵機能を有する設備が損傷し、化学物質等を含む液体が流出することで、荒浜側近傍のアクセスルートのアクセス性を阻害する。

32.3.2. 漂流物化の影響検討

荒浜側敷地浸水に伴い、荒浜側敷地に設置する設備が漂流物化した場合、津波の遡上域の地上に設置する安全機能を有する設備に漂流物が衝突する可能性がある。

したがって、上記に該当する設備のうち、32.2 において安全機能を防護する設計を行う設備として整理した使用済燃料輸送容器保管建屋及び焼却炉建屋が漂流物の衝突により安全機能を喪失する可能性のある施設として整理される。

上記2 建屋については、建屋内の浸水を想定した場合にあっても放射性廃棄物が漏洩し難いあるいは放射性廃棄物が散逸し難い設定としているため、仮に漂流物が両建屋に衝突し、壁の一部や扉等が破損した場合であっても、必要な安全機能は確保可能である。

なお、荒浜側敷地に設置する設備が漂流物化した場合の6号及び7号炉の取水性に与える影響は「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に記載のとおりであり、取水性の低下がないことを確認している。

32.3.3 タンク内包物の影響検討

荒浜側敷地及び同敷地に設置する建屋内に設置するタンクが損傷することにより、タンクの内包物である化学物質、放射性物質及び油が荒浜側敷地に拡散する可能性がある。

上記内包物が漏えいした場合の影響について、添付第32-2表に示すとおり評価し、免震重要棟から高台保管場所及び大湊側敷地へのアクセス性に影響がないことを確認した。

添付第 32-2 表 アクセスルートへの波及的影響

事象	影響モード	影響評価
遡上域に位置するタンク等の貯蔵機能喪失	化学物質の漏洩	<p>荒浜側敷地に設置（建屋内設置を含む）する薬品タンクから化学物質が漏洩し、荒浜敷地に漏洩した場合にあってもアクセスルートが浸水することはない、化学物質に直接接触することはない。</p> <p>また、漏洩した化学物質は海水により希釈され、その濃度はごく小さくなると考えられるため、化学物質の漏洩に伴う二次的影響（有毒ガスの発生等）はアクセス性に影響を与える程大きなものではない。</p>
	放射性物質の漏洩	<p>荒浜側に位置する放射性物質を内包する建屋内が浸水した場合にあっても、放射性物質の大部分は建屋内に留まるとともに、一部流出した放射性物質についても海水で希釈されることから、上記評価に影響を与えるものではない。</p> <p>万一、荒浜側敷地近傍のアクセスルートにおいて異常な放射線量の増大が確認された場合には、当該ルートの山側に設定した迂回ルート（添付第 32-9 図における追加④ルート）を利用する。</p>
	油漏洩に伴う火災影響	<p>荒浜側敷地に設置する油を内包するタンク、機器等から油が漏洩し、荒浜側敷地近傍のアクセスルート付近で火災が発生する状況においては、当該ルートの山側に設定した迂回ルート（添付第 32-9 図における追加④ルート）を利用する。</p>

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 32-9 図 津波時のアクセスルート（「可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」より抜粋）