

## 添付資料 13

津波襲来時におけるタービン建屋内各エリアの  
溢水量評価

### 13.1 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）」に記載するタービン建屋内の溢水量評価のうち、「タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア」及び「復水器を設置するエリア」について、以下の観点で溢水量評価を行った。

- ・タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において、浸水水位を評価せず、保守的に流入口である補機取水槽における最高水位（入力津波高さ）としているものに対して、参考として安全側の条件設定により実施した溢水量評価の結果を示す。

- ・復水器を設置するエリア

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において、取水口及び放水口の基準津波波形に、潮位のばらつき分 0.2m を加算した波形により溢水量評価を実施していたものに対して、取水口及び放水口における入力津波の波形を用いて溢水量評価を行う。

なお、入力津波の波形には、潮位のばらつきの効果が考慮されている。

### 13.2 入力津波によるタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの溢水量

#### 13.2.1 評価方針

津波襲来時におけるタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの溢水量を、「設置許可基準規則第9条（溢水における損傷の防止等）」に対する適合性を説明するに当たり用いた手法（第9条 溢水による損傷の防止等 9.1.1に記載）により算出する。

#### 13.2.2 評価条件

- ・タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水については、地震に起因するタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアに敷設するタービン補機冷却海水配管の完全全周破断、及び低耐震クラス機器の損傷を想定し、保有水が溢水するとともに、地震に伴い津波が襲来するものとして、津波による水位変動によって海水がタービン補機冷却海水配管に流れ込み、タービン補機冷却海水配管の損傷箇所を介して流入する現象を想定する。
- ・溢水量は、津波襲来による補機取水槽の水位変動を入力条件として、補機取水槽の水位、破損箇所、浸水水位の高低差を考慮して以下の式により単位時間ごとに算出した溢水量を、溢水停止まで合算したものとする。

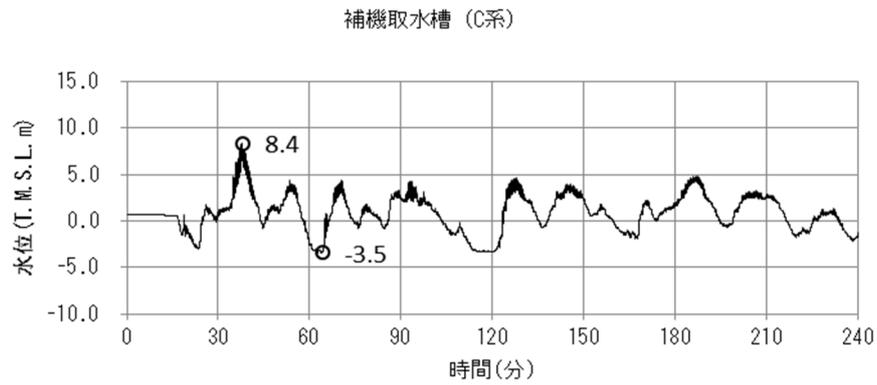
$$Q = AC\sqrt{2gh}$$

- Q : 流出流量 [m<sup>3</sup>/s]  
 A : 破損箇所面積 [m<sup>2</sup>]  
 C : 損失係数 0.82 [-]  
 g : 重力加速度 9.8 [m/s<sup>2</sup>]  
 h : 水頭 [m]

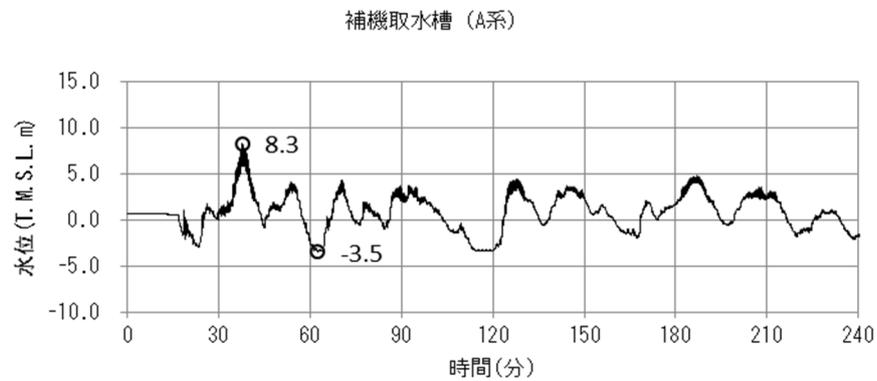
- ・入力条件とする補機取水槽は、A系からC系のうち、最高水位が最も高くなる槽とする(補機取水槽における入力津波波形を添付第13-2-1,2図に示す)。
- ・溢水の過程で、津波による水位変動によりタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水水位が補機取水槽の水位を逆転しても、同エリアから海への溢水の逆流は起こらないものとする。
- ・溢水は、タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの空間部に滞留するものとして浸水水位を算出する。
- ・タービン補機冷却海水配管は、タービン補機冷却海水ポンプから破損箇所までの間、タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁部を最高点とする逆U形状である(該当箇所の配管レイアウトイメージを添付第13-2-3図に示す)。したがって、破損箇所が溢水により水没した後、補機取水槽の水位がこの高さよりも低下した場合でも、サイフォン現象により海水が流入し続ける可能性がある。このため、評価にあたっては、サイフォン現象を考慮する。
- ・その他の諸条件を添付第13-2-1表に示す。

添付第13-2-1表 溢水量算出にあたっての諸条件

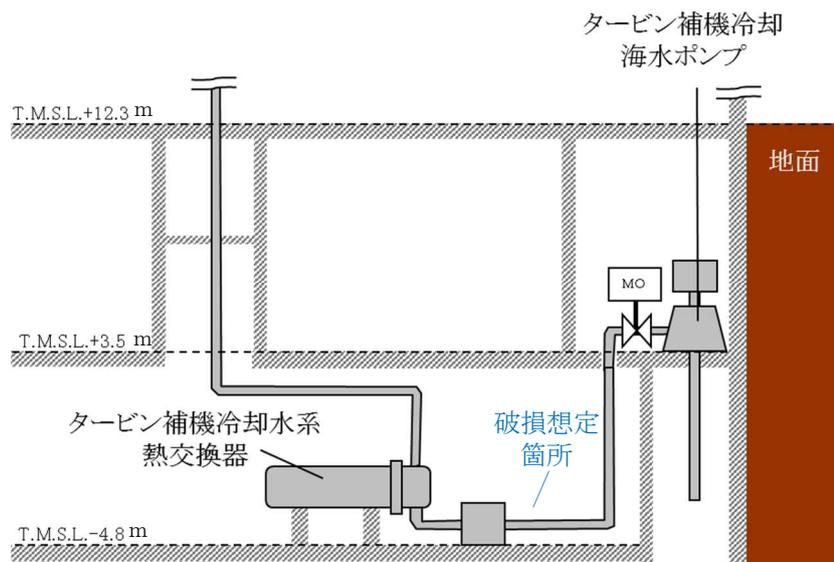
		6号炉	7号炉	根拠
破損想定箇所		タービン補機冷却海水ポンプ吐出ヘッド部		系統内最大口径配管 850A 上記口径配管の最下点(タービン補機冷却水系熱交換器入口高さ)
T. M. S. L.		-3.9363 m	-4.1750 m	
破損形状		完全全周破断		最大破損面積を与える形状
床面積	地下1階 T. M. S. L. +2.9 以上	14.168	14.249	【床面積】 地下1階の浸水範囲である、パイプスペース等の床面積
	地下2階 T. M. S. L. -5.1 ~+2.9	544.250	520.610	【床面積】 「第9条 溢水による損傷の防止等」に記載する、溢水防護区画 T-B2-4 の床面積 【地下2階天井面高さ】 (地下1階床 T. M. S. L. +3.5m) - (地下2階と地下1階の間の躯体厚さ 0.6m) = T. M. S. L. +2.9m



添付第 13-2-1 図 補機取水槽における入力津波波形 (6号炉)  
(補機取水槽 (C系))



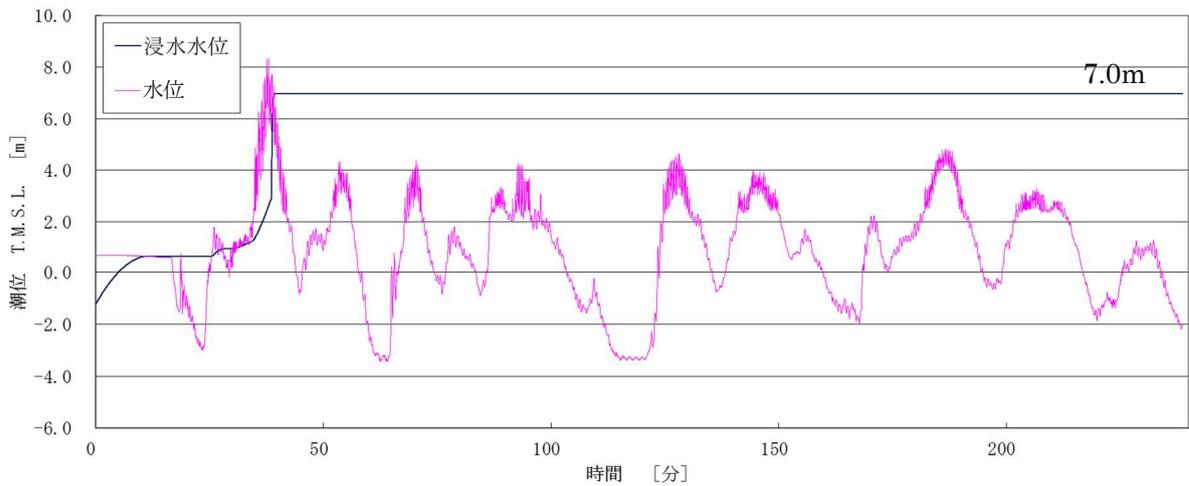
添付第 13-2-2 図 補機取水槽における入力津波波形 (7号炉)  
(補機取水槽 (A系))



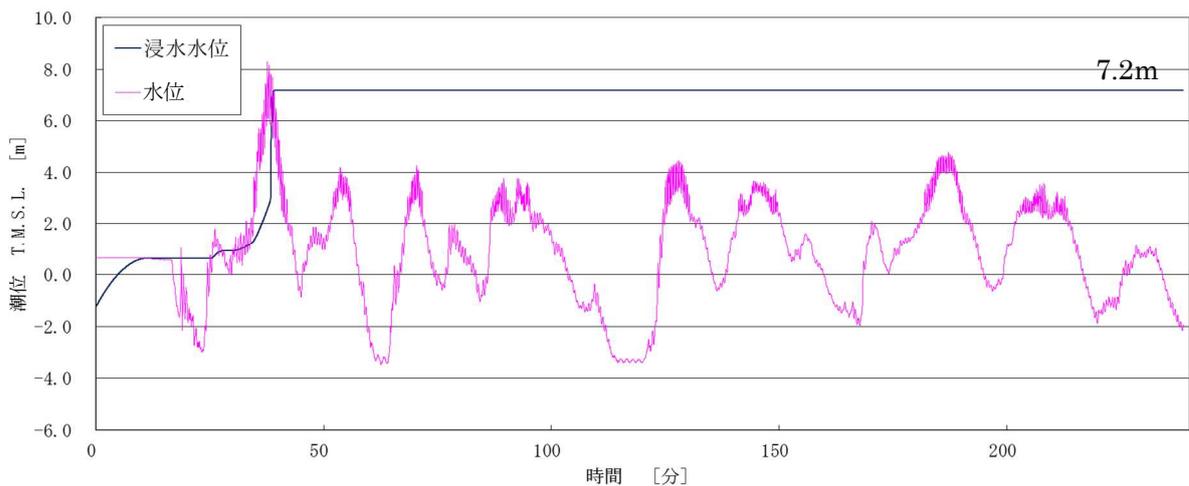
添付第 13-2-3 図 タービン補機冷却海水配管レイアウトイメージ  
(6号及び7号炉)

### 13.2.3 評価結果

6号及び7号炉について、補機取水槽の水位変動と浸水水位の時刻歴を重ねたグラフをそれぞれ添付第13-2-4, 5図に、補機取水槽の水位の最大値と浸水水位の最大値の比較を添付第13-2-2表に示す。補機取水槽の水位の最大値は、6号炉でT.M.S.L. +8.4m, 7号炉でT.M.S.L. +8.3mであるのに対し、タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水水位の最大値は、6号炉でT.M.S.L. +7.0m, 7号炉でT.M.S.L. +7.2mとなった（各値は小数第2位を切り上げ）。



添付第13-2-4図 補機取水槽の水位及びタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水水位の時刻歴波形（6号炉）



添付第13-2-5図 補機取水槽の水位及びタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水水位の時刻歴波形（7号炉）

添付第 13-2-2 表 補機取水槽の水位及びタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水水位の最大値比較

	6号炉[m]	7号炉[m]
補機取水槽の水位の最大値	T. M. S. L. +8. 4	T. M. S. L. +8. 3
タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水水位の最大値	T. M. S. L. +7. 0	T. M. S. L. +7. 2

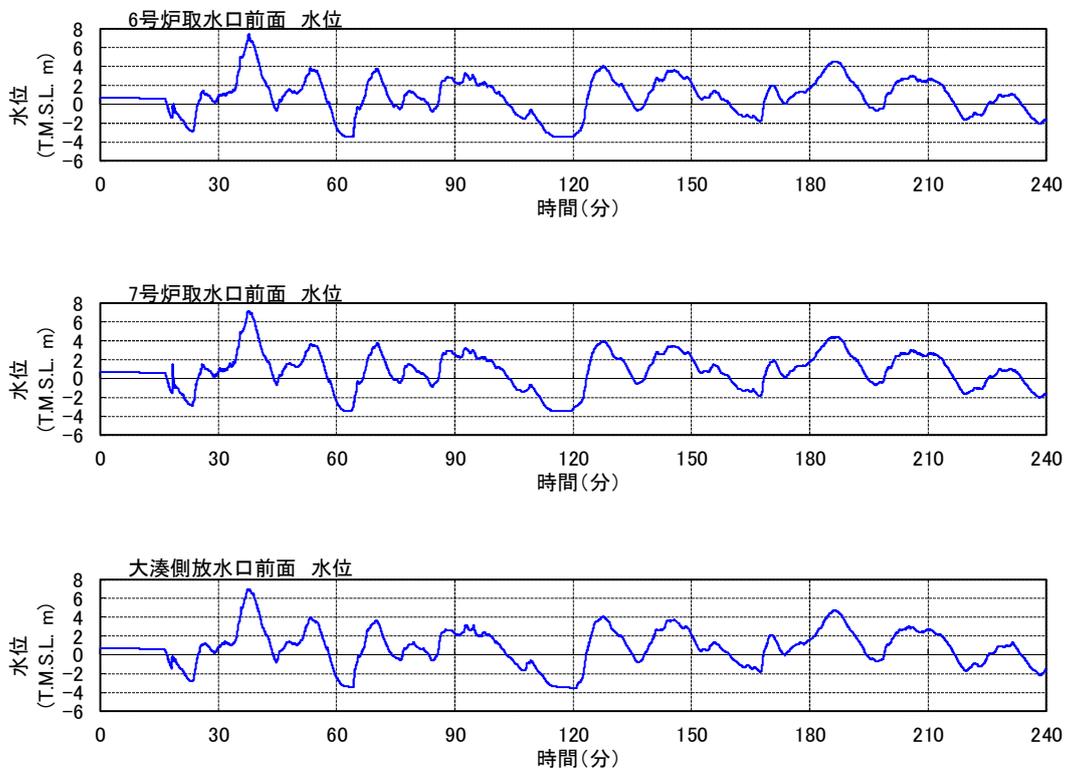
### 13.3 入力津波による復水器を設置するエリアの溢水量評価

#### 13.3.1 評価方針

津波ガイドに基づき、入力津波を入力条件とした場合の津波襲来時における復水器を設置するエリアの溢水量を、「設置許可基準規則第9条（溢水における損傷の防止等）」に対する適合性を説明するに当たり用いた手法（第9条 溢水による損傷の防止等 9.1.1に記載）により算出する。

#### 13.3.2 評価条件

- ・取水口前面における入力津波の時刻歴波形を用いる（添付第13-3-1図）。
- ・他の条件や評価方法は、「設置許可基準規則第9条（溢水における損傷の防止等）」における評価（第9条 溢水による損傷の防止等 9.1.1に記載）に準ずる。



添付第13-3-1図 基準津波1の入力津波波形  
(6号及び7号炉取水口前面, 大湊側放水口前面)

### 13.3.3 評価結果

6号及び7号炉について、入力津波による浸水水位を添付第13-3-1表に示す。浸水水位算出の具体的な計算は次項以降に示す。

添付第13-3-1表 入力津波による浸水水位

6号炉[m]	7号炉[m]
T. M. S. L. +0.24	T. M. S. L. +2.85

(参考) 基準津波による浸水水位 (第9条 溢水による損傷の防止等 9.1.2 から引用) :

添付第13-3-2表 基準津波による浸水水位

6号炉[m]	7号炉[m]
T. M. S. L. +0.56	T. M. S. L. +2.88

#### 13.3.4 浸水水位の算出

入力津波による浸水水位は、13.3.4.1 に示す津波の流入に伴う溢水量及び13.3.4.2 に示す内部溢水による溢水量を合計した値から算出する。

##### 13.3.4.1 津波の流入に伴う溢水量

溢水量は、10 秒毎に算出した値を合計したものである。溢水開始から停止までの10 秒毎の溢水量とその合計を、添付第13.3-3 表から添付第13.3-4 表のとおり示す。

なお、循環水ポンプ停止後も1 分程度の間、循環水ポンプの慣性水流により循環水ポンプの揚程が「0m」とならないため、溢水量の評価にあたっては、慣性水流の影響も考慮した。

添付第 13.3-3 溢水量の算出結果【6号炉】

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 津波高さに循環水ポンプの揚程を考慮した値。

※2 水頭が復水器連絡弁部伸縮継手 6 箇所のうち 3 箇所の高さを下回るため。

※3 端数処理（小数第 1 位切り上げで記載）の関係で、各値の合計と合計欄の値は異なる。

添付第 13.3-4 表 溢水量の算出結果【7号炉】

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 津波高さに循環水ポンプの揚程を考慮した値。

※2 水頭が復水器連絡弁部伸縮継手 6 箇所の高さを下回ったため。

※3 端数処理（小数第 1 位切り上げで記載）の関係で、各値の合計と合計欄の値は異なる。

#### 13.3.4.2 内部溢水による溢水量

復水器及びその他の耐震 B, C クラス設備の地震起因破損による内部溢水に伴う溢水量は、同機器及び設備の保有水が全量溢水した場合を考慮する。このときの溢水量を添付第 13.3-5 表に示す。

添付第 13.3-5 表 内部溢水による溢水量

	復水器の保有水量[m <sup>3</sup> ]	その他耐震 B, C クラス設備の保有水量[m <sup>3</sup> ]
6 号炉	約 1,668	約 8,100
7 号炉	約 1,820	約 8,000

#### 13.3.4.3 評価結果

復水器を設置するエリアにおける入力津波による浸水水位は、13.3.4.1 及び 13.3.4.2 に示した溢水量より添付第 13.3-6 表に示すとおりとなる。

添付第 13.3-6 表 復水器を設置するエリアにおける浸水水位

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 端数処理の関係で、表記上数値が合わない箇所がある。

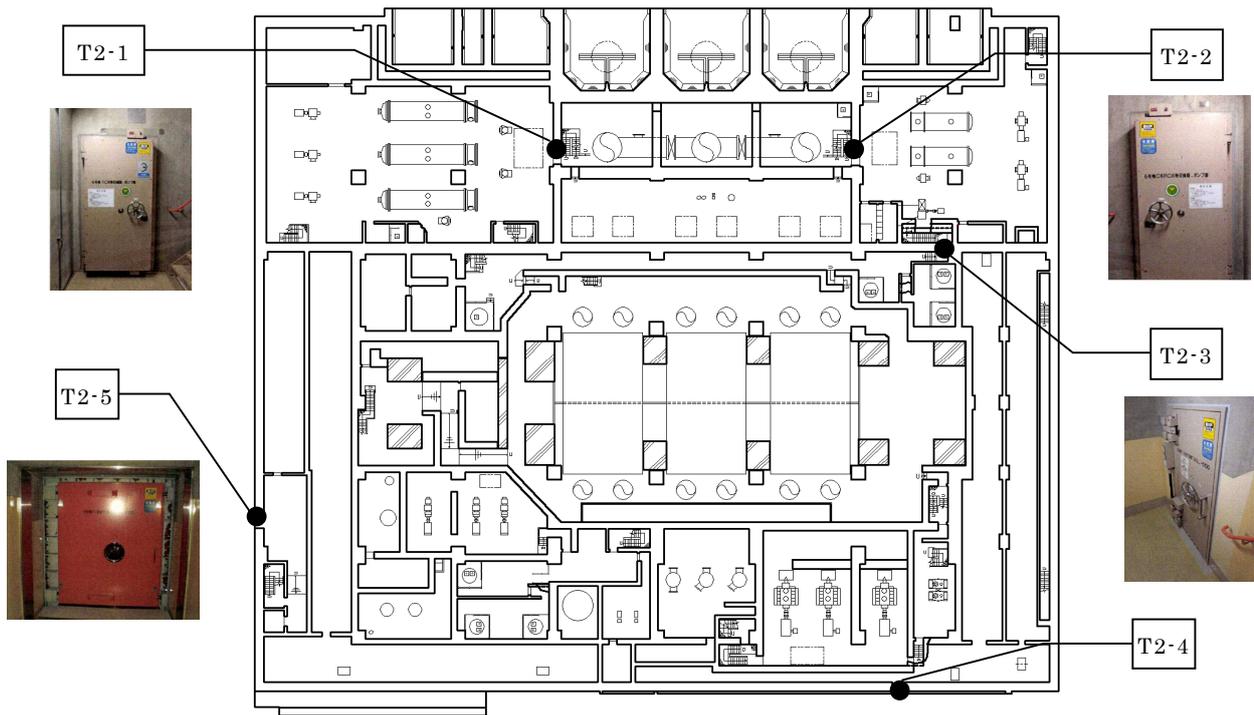
## 添付資料 14

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

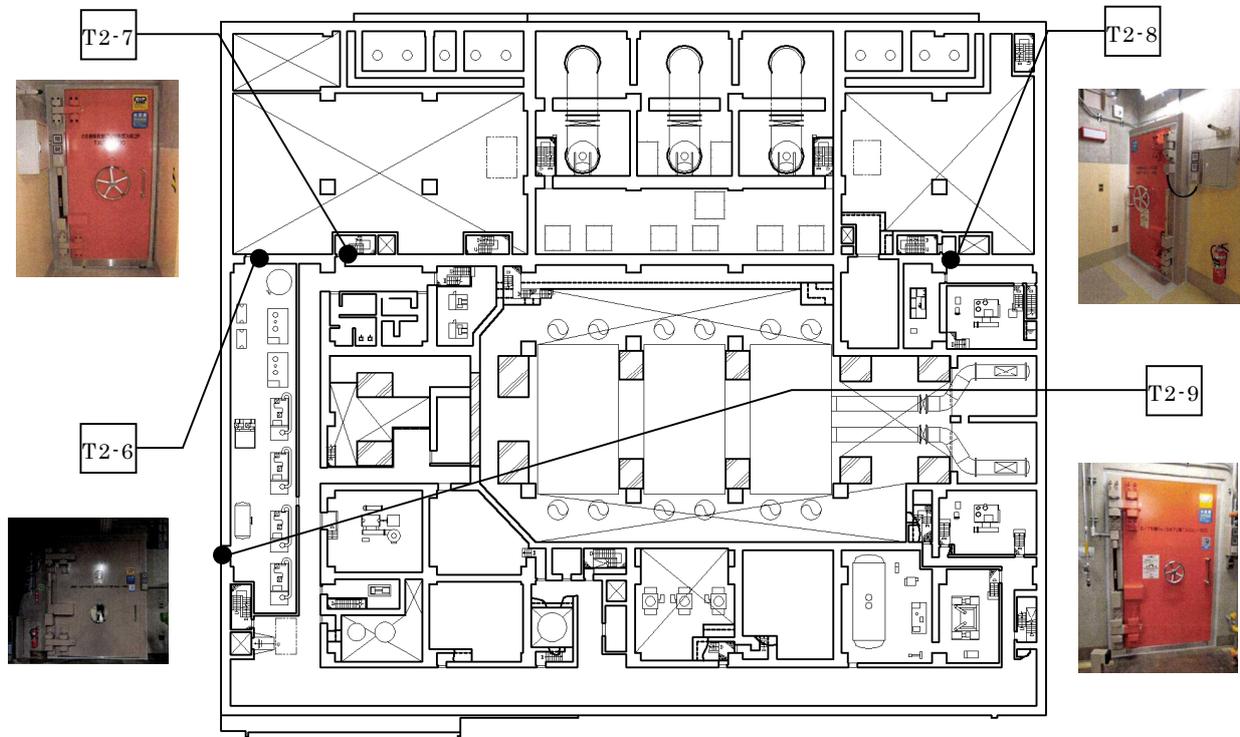
## 14.1 水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト及び止水ハッチの 設置位置並びに施工例

添付第 14-1 表 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに  
仕様（6号炉）

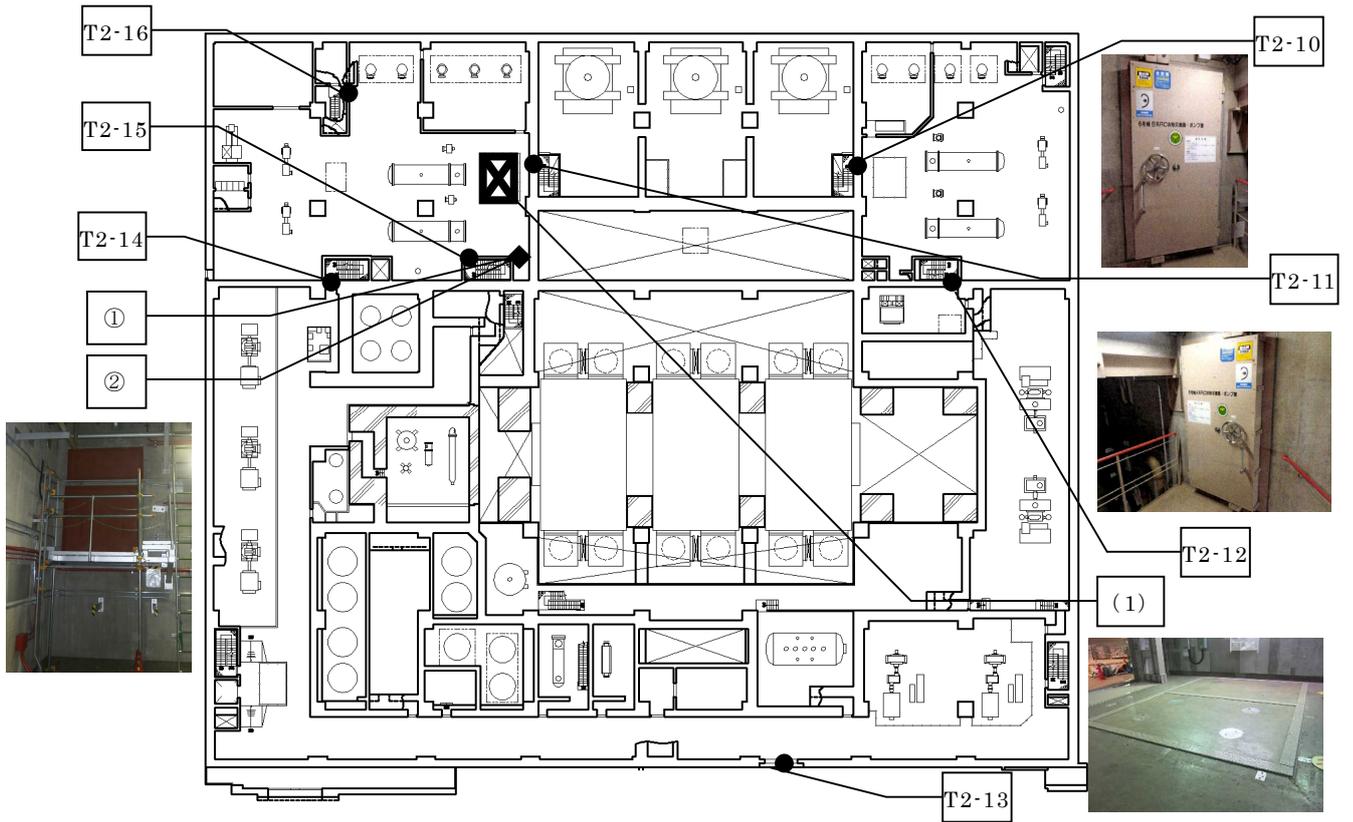
番号	種類	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	循環水配管，電解鉄イオン供給装置 室 水密扉 1	2,180	995
T2-2	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	循環水配管，電解鉄イオン供給装置 室 水密扉 2	2,160	1,060
T2-3	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-4.2)	タービン建屋地下 2 階 北西階段室 水密扉	2,040	960
T2-4	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-5.1)	建屋間連絡水密扉（原子炉建屋地下 3 階～タービン建屋地下 2 階）	2,020	855
T2-5	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-5.1)	建屋間連絡水密扉（タービン建屋地 下 2 階～廃棄物処理建屋地下 3 階）	2,120	1,805
T2-6	水密扉	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	計装用圧縮空気系・所内用空気圧縮 系空気圧縮機室 水密扉	2,590	1,875
T2-7	水密扉	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	2,040	960
T2-8	水密扉	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	1,940	905
T2-9	水密扉	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	建屋間連絡水密扉（タービン建屋地 下中 2 階～廃棄物処理建屋地下 2 階）	2,090	1,210
T2-10	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	循環水ポンプ室 水密扉 2	2,060	1,060
T2-11	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	循環水ポンプ室 水密扉 1	2,060	1,060
T2-12	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	タービン建屋地下 1 階 北西階段室 水密扉	2,040	960
T2-13	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	建屋間連絡水密扉（原子炉建屋地下 1 階～タービン建屋地下 1 階）	3,034	3,734
T2-14	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	タービン建屋地下 1 階 南西階段室 水密扉	2,040	960
T2-15	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	タービン建屋地下 1 階 南階段室 水密扉	1,990	905
T2-16	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	タービン補機冷却海水系配管室 水密扉	1,990	905
①	ダクト閉止板	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 ダクト閉止板 1	650	1,500
②	ダクト閉止板	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 ダクト閉止板 2	1,400	1,500
(1)	止水ハッチ	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	4,940	3,680



添付第 14-1-1 図 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに施工例（6号炉 タービン建屋地下2階）



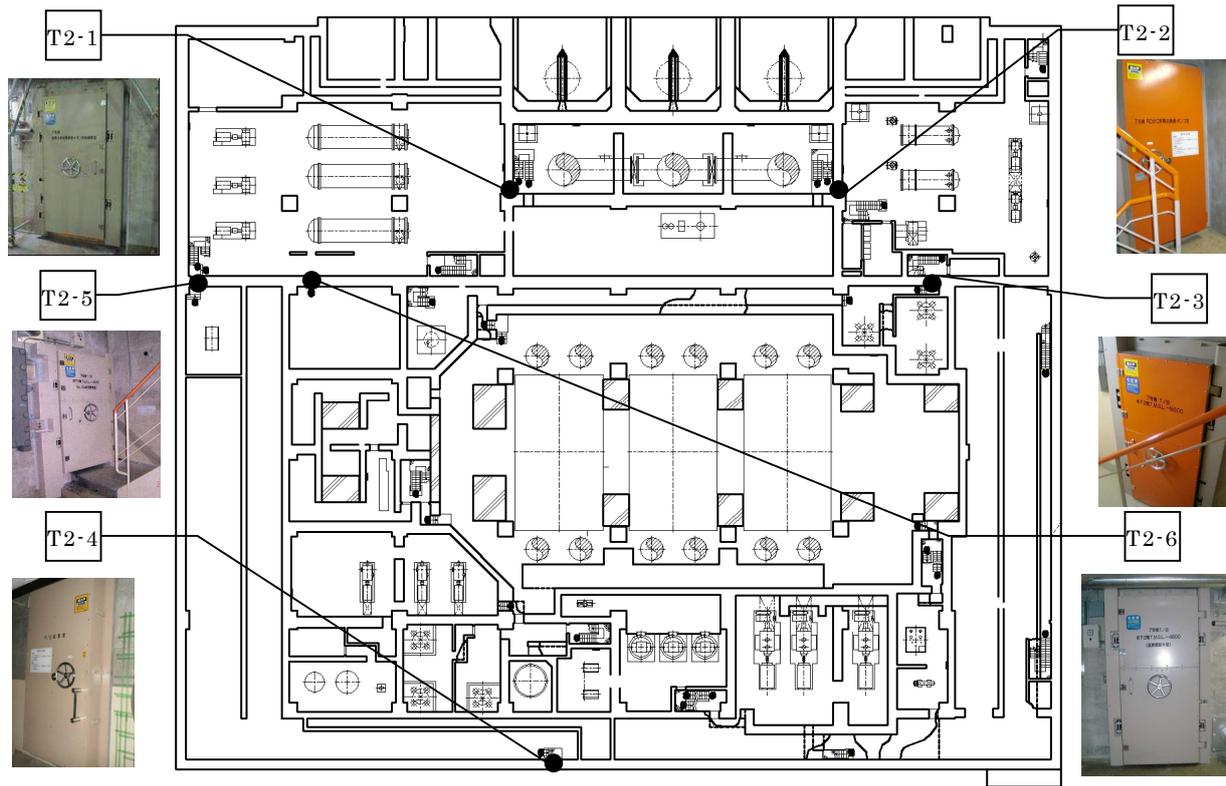
添付第 14-1-2 図 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに施工例（6号炉 タービン建屋地下中2階）



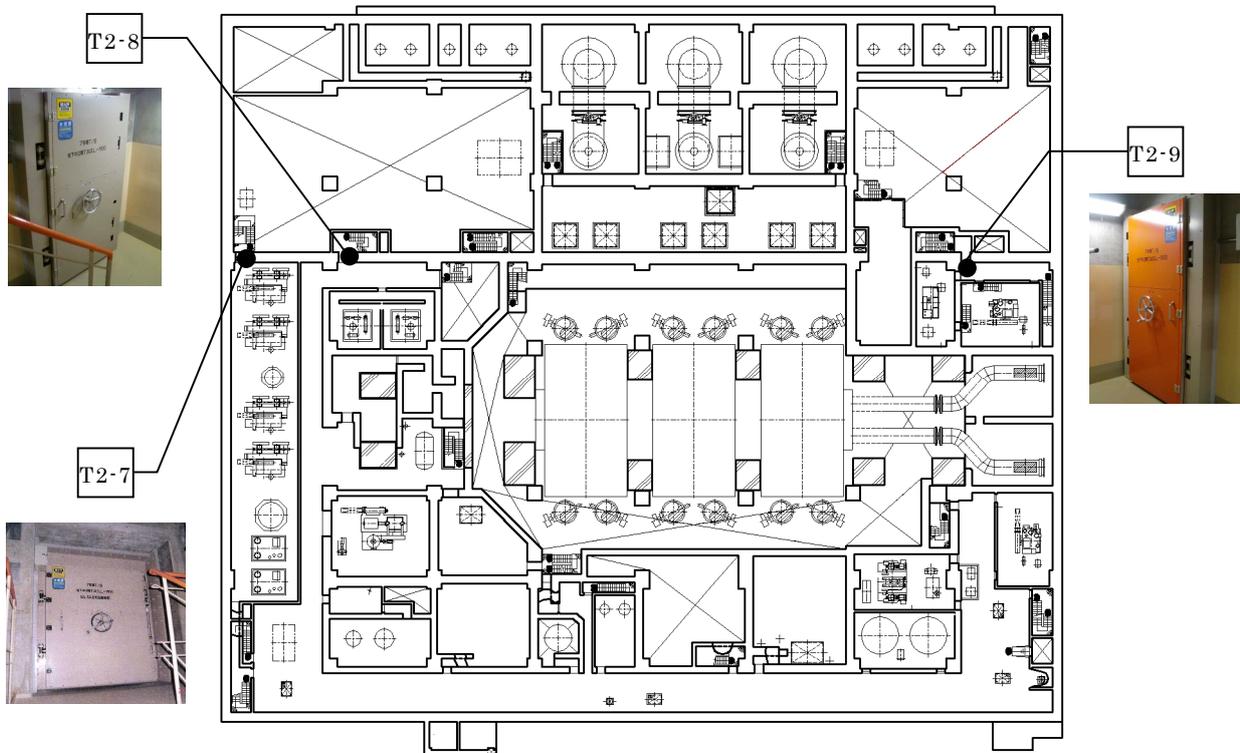
添付第 14-1-3 図 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに施工例（6号炉 タービン建屋地下1階）

添付第 14-2 表 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに仕様（7号炉）

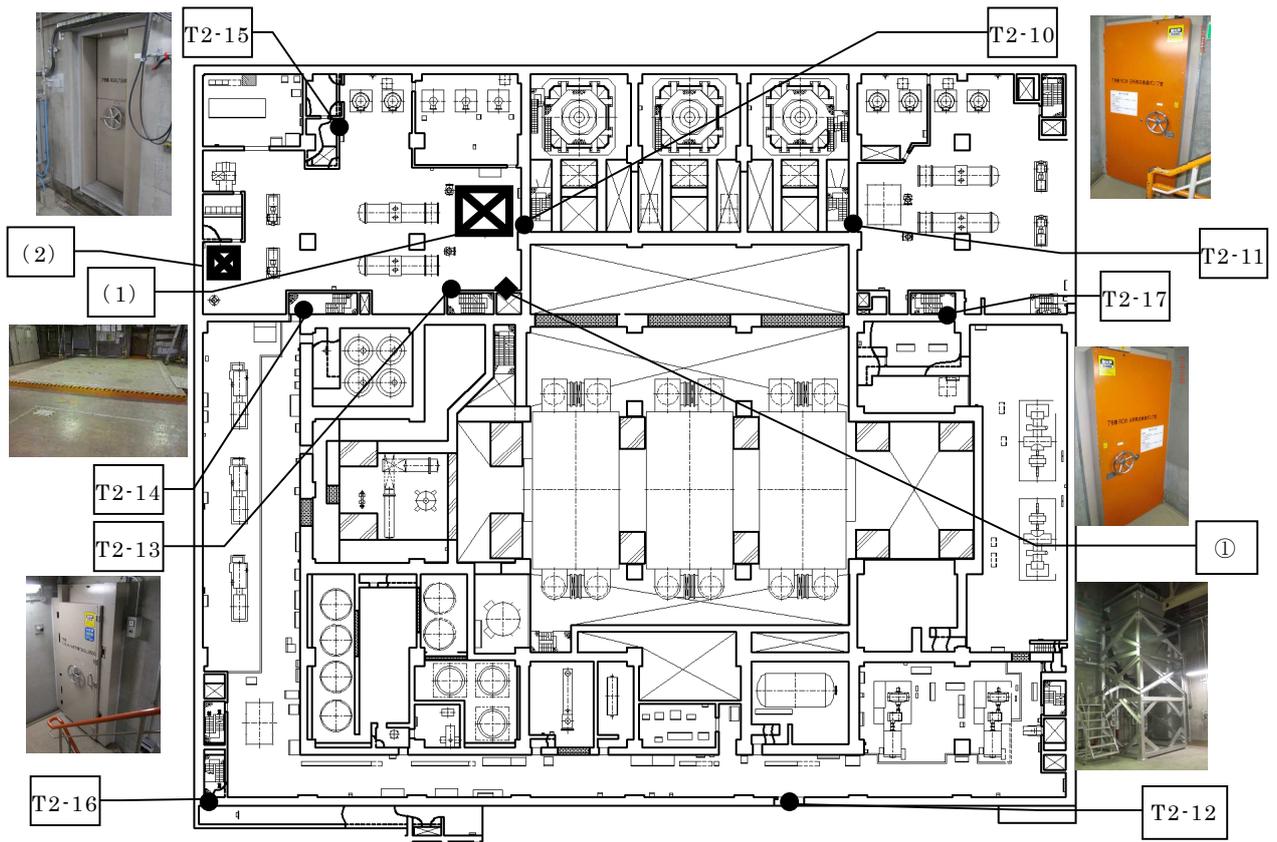
番号	種類	建屋	設置フロア (T. M. S. L. m)	名称	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室 水密扉 1	2,180	995
T2-2	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室 水密扉 2	2,160	1,060
T2-3	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	タービン建屋地下 2 階 北西階段室 水密扉	2,180	995
T2-4	水密扉	タービン建屋	地下 2 階 (-5.1)	建屋間連絡水密扉（原子炉建屋地下 3 階～タービン建屋地下 2 階）	2,160	1,060
T2-5	水密扉	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 1	1,950	995
T2-6	水密扉	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 2	2,180	995
T2-7	水密扉	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 3	1,860	1,530
T2-8	水密扉	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	2,180	995
T2-9	水密扉	タービン建屋	地下中 2 階 (-0.5)	タービン建屋地下中 2 階 北西階段室 水密扉	2,180	995
T2-10	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	循環水ポンプモータ室 水密扉 1	2,160	1,060
T2-11	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	循環水ポンプモータ室 水密扉 2	2,160	1,060
T2-12	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	建屋間連絡水密扉（原子炉建屋地下 1 階～タービン建屋地下 1 階）	2,520	3,020
T2-13	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+3.5)	タービン建屋地下 1 階 南階段室 水密扉	2,080	875
T2-14	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	タービン建屋地下 1 階 南西階段室 水密扉	2,180	995
T2-15	水密扉	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	2,180	820
T2-16	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	タービン建屋地下 1 階 南東 3 階段室 水密扉	1,960	760
T2-17	水密扉	タービン建屋	地下 1 階 (+4.9)	タービン建屋地下 1 階 北西階段室 水密扉	2,180	995
①	浸水防止ダクト	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 浸水防止ダクト	1,800	1,500
(1)	止水ハッチ	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	4,200	5,200
(2)	止水ハッチ	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	2,200	1,700



添付第 14-2-1 図 水密扉，浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置位置並びに施工例（7号炉 タービン建屋地下2階）



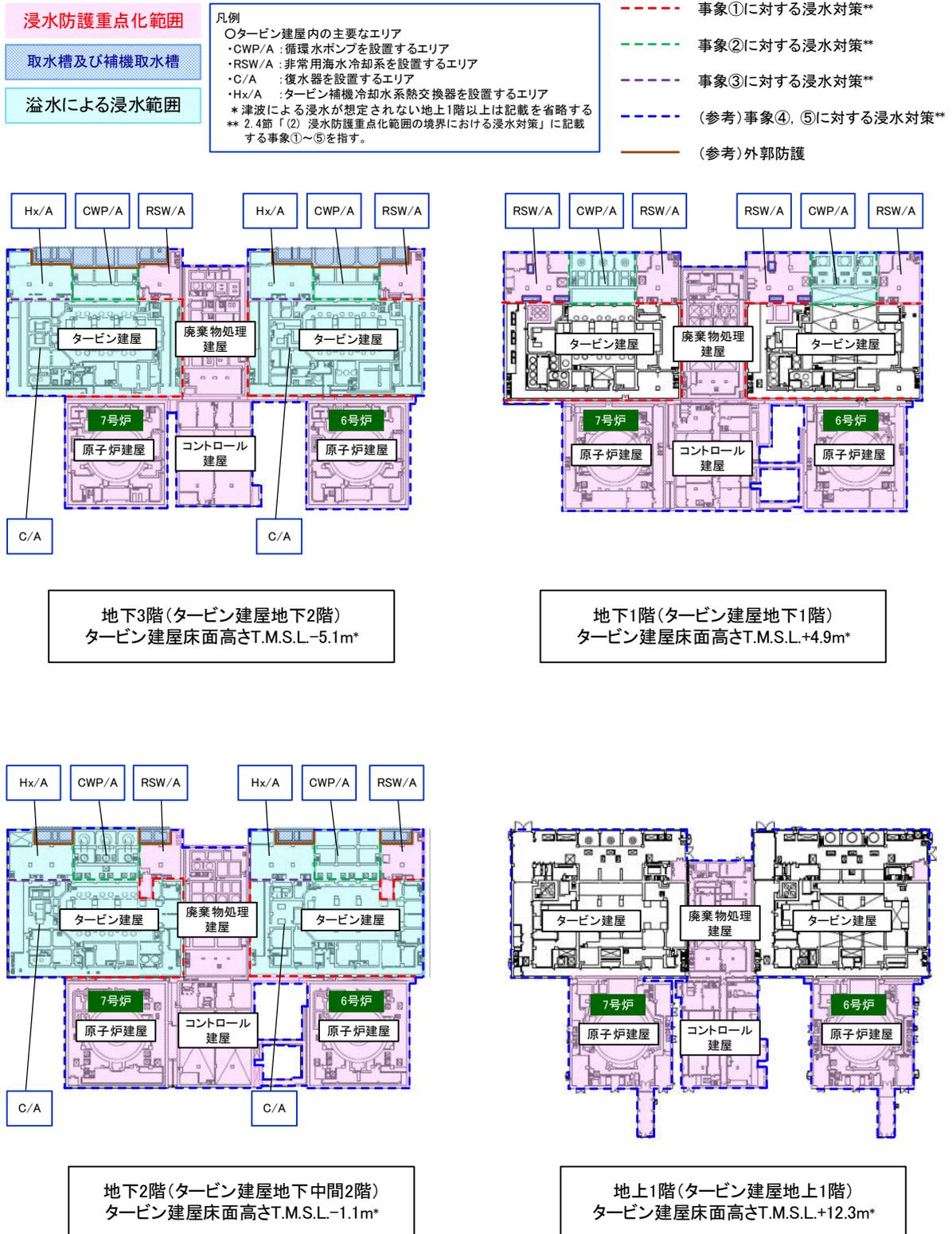
添付第 14-2-2 図 水密扉，浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置位置並びに施工例（7号炉 タービン建屋地下中2階）



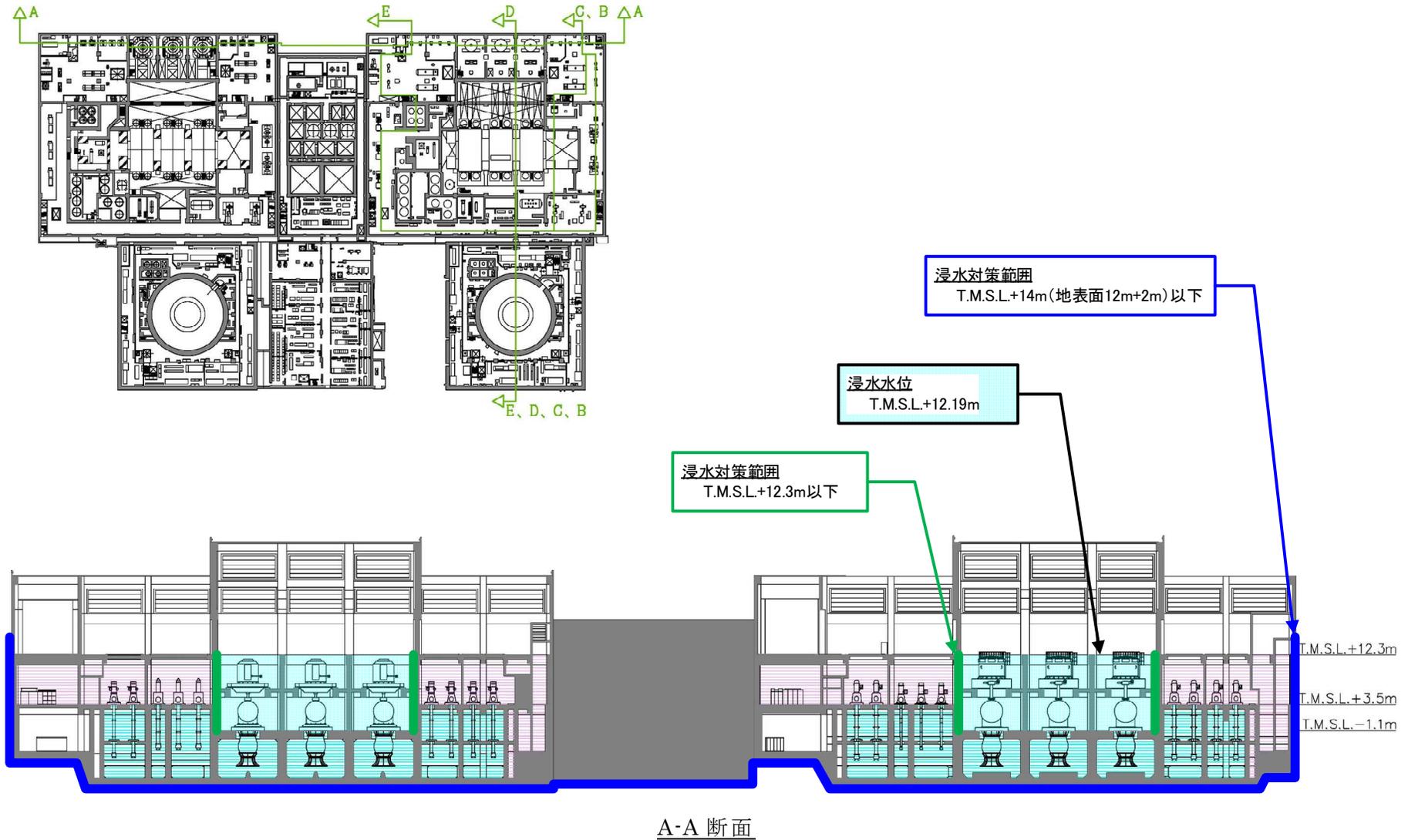
添付第 14-2-3 図 水密扉, 浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置位置並びに施工例 (7号炉 タービン建屋地下1階)

## 14.2 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲及び施工例

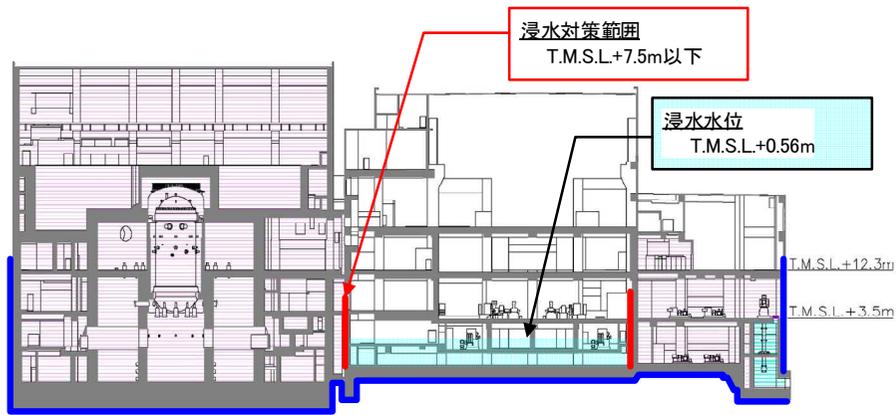
### (1) 実施範囲



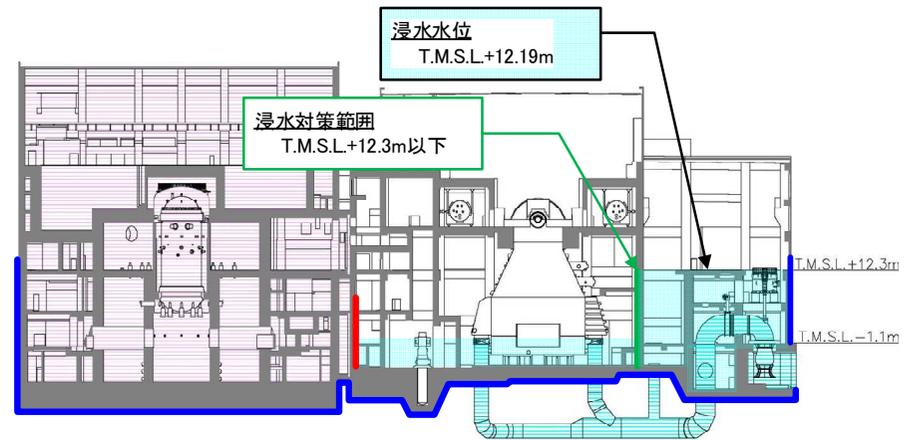
添付第 14-3 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (横断面)



添付第 14-4 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (6号炉縦断面) (1/2)



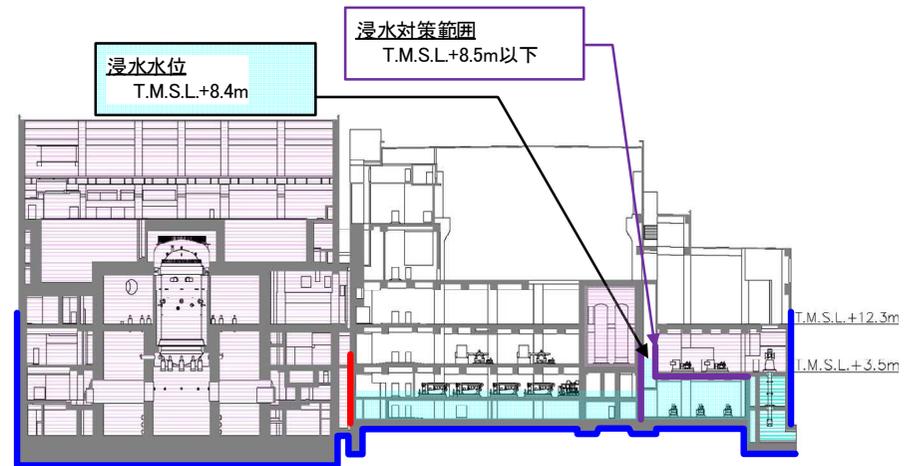
B-B 断面



D-D 断面

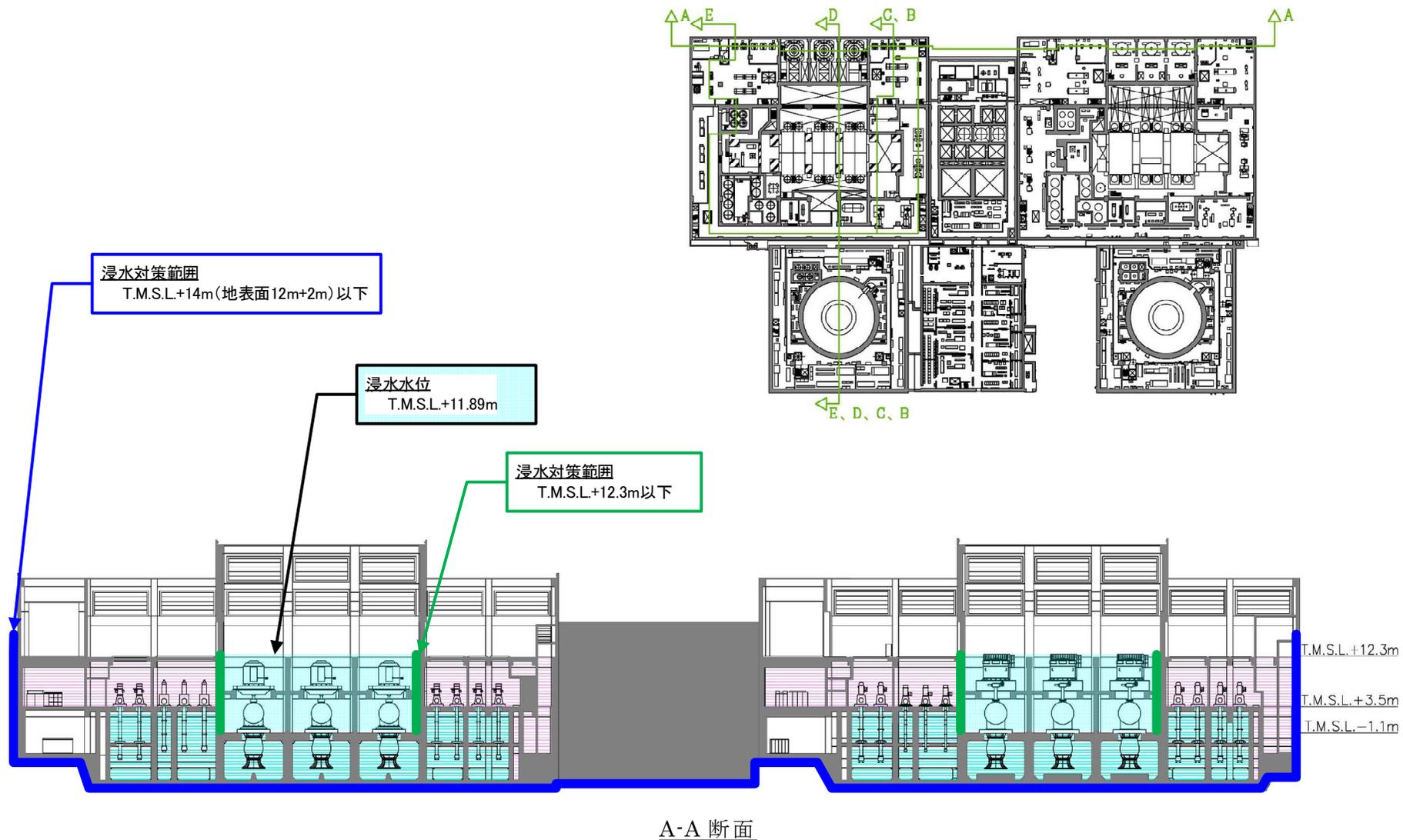


C-C 断面

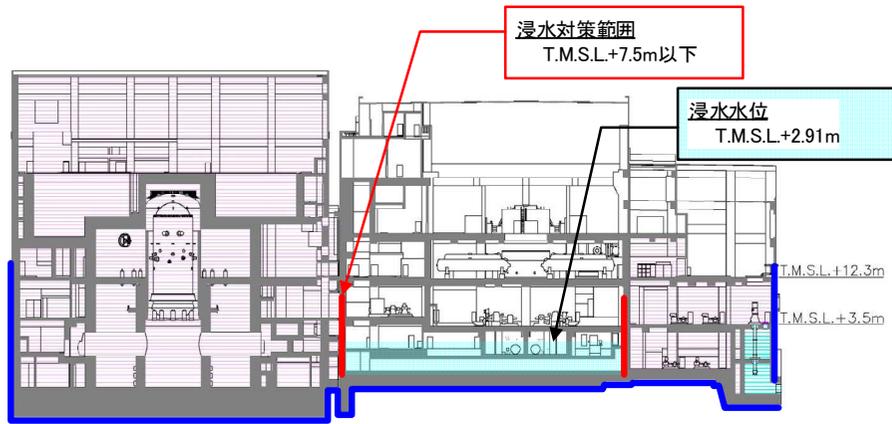


E-E 断面

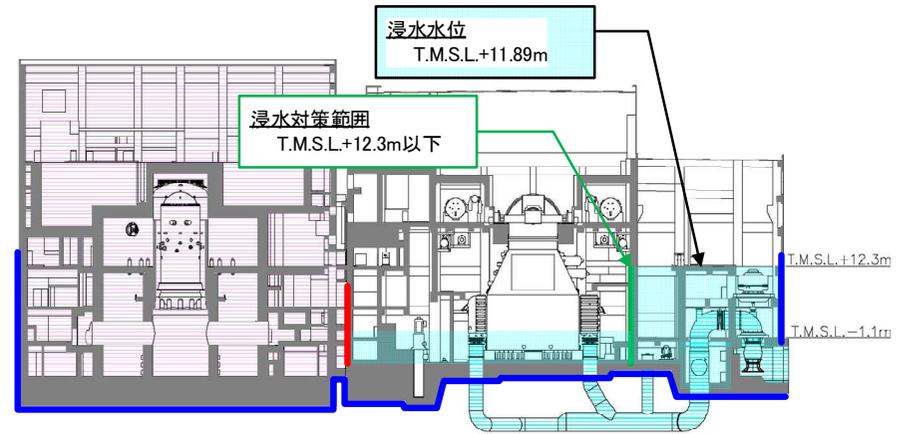
添付第 14-4 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (6 号炉縦断面) (2/2)



添付第 14-5 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (7号炉縦断面) (1/2)



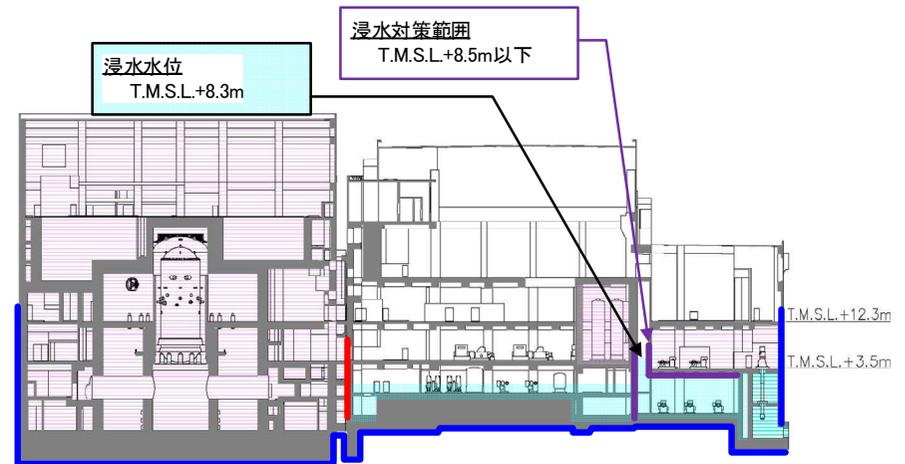
B-B 断面



D-D 断面



C-C 断面



E-E 断面

添付第 14-5 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (7 号炉縦断面) (2/2)

(2) 施工例

1. 止水構造	充てん構造（シリコンシール材 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

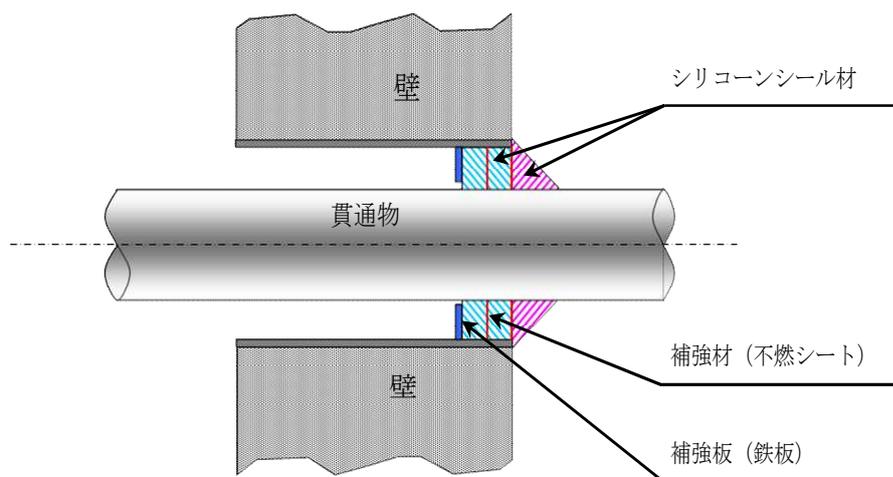


【施工前】



【施工後】

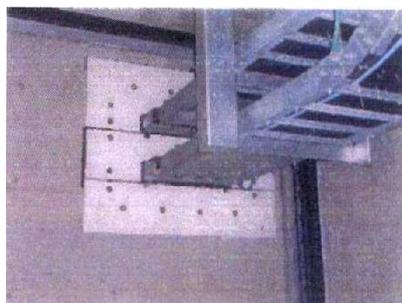
構造図，補足情報



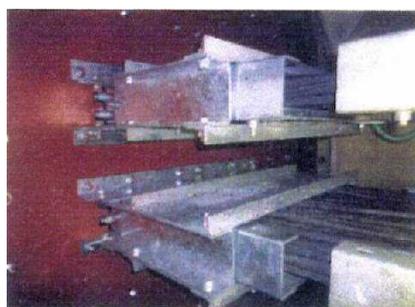
添付第 14-6 図 充てん構造施工例（1/4）

1. 止水構造	充てん構造（シリコーンシール材 2）
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】

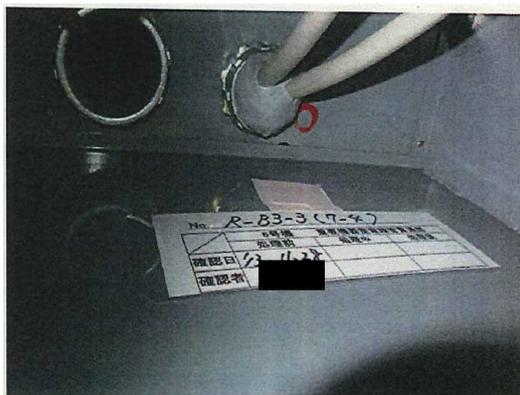
構造図，補足情報

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。

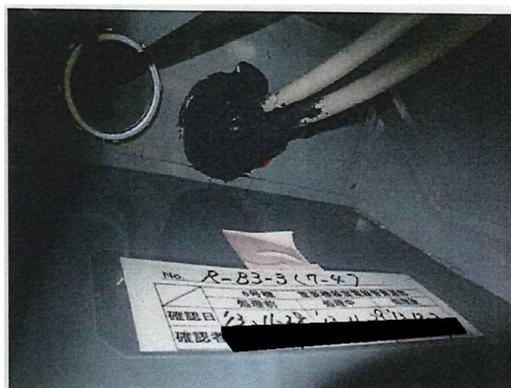
添付第 14-6 図 充てん構造施工例（2/4）

1. 止水構造	充てん構造（シリコーンシール材 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

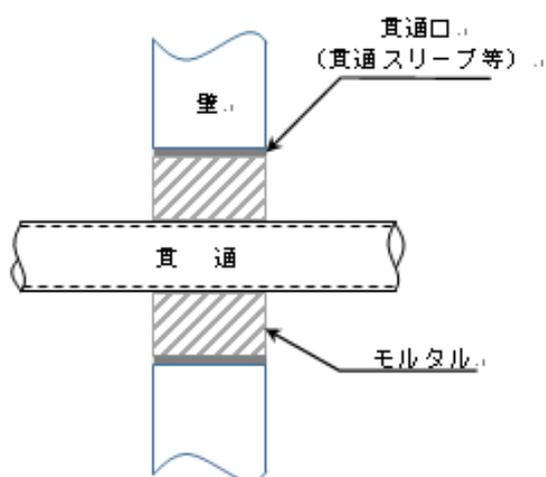
黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 14-6 図 充てん構造施工例（3/4）

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	

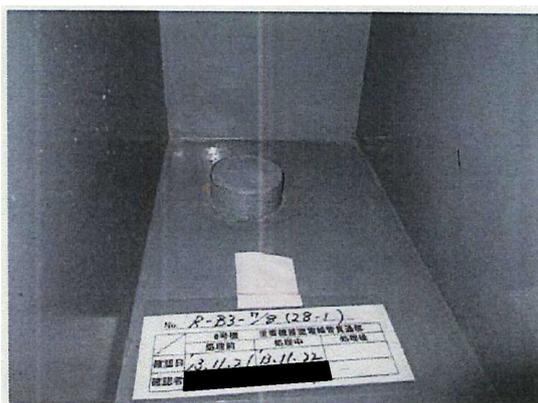


構造図，補足情報

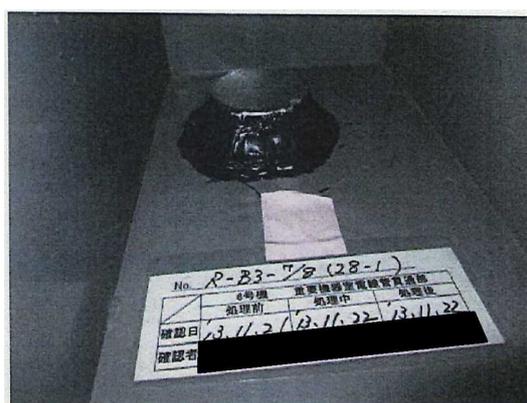


添付第 14-6 図 充てん構造施工例（4/4）

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

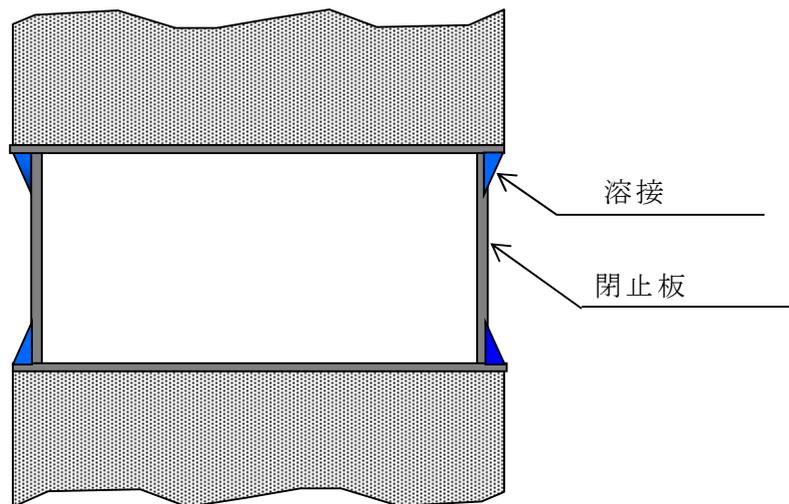
黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 14-7 図 閉止構造施工例（1/2）

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



添付第 14-7 図 閉止構造施工例 (2/2)

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

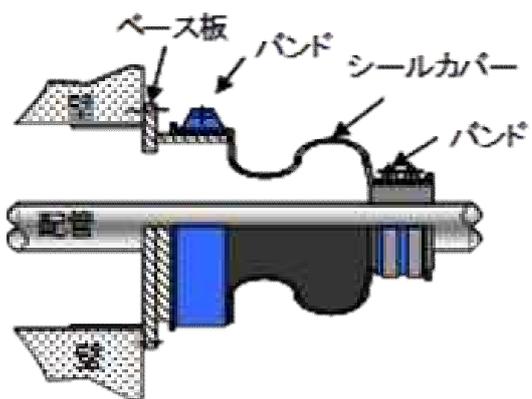


【施工前】

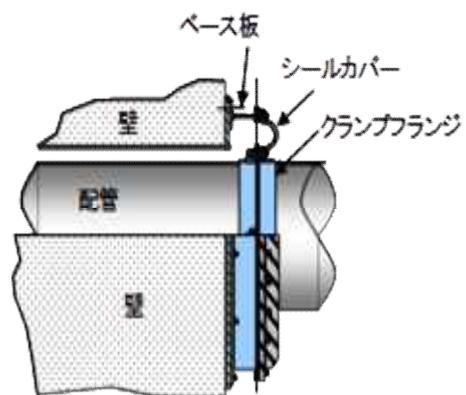


【施工後】

構造図, 補足情報



小口径配管



大口径配管

添付第 14-8 図 ブーツ構造施工例 (1/2)

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	

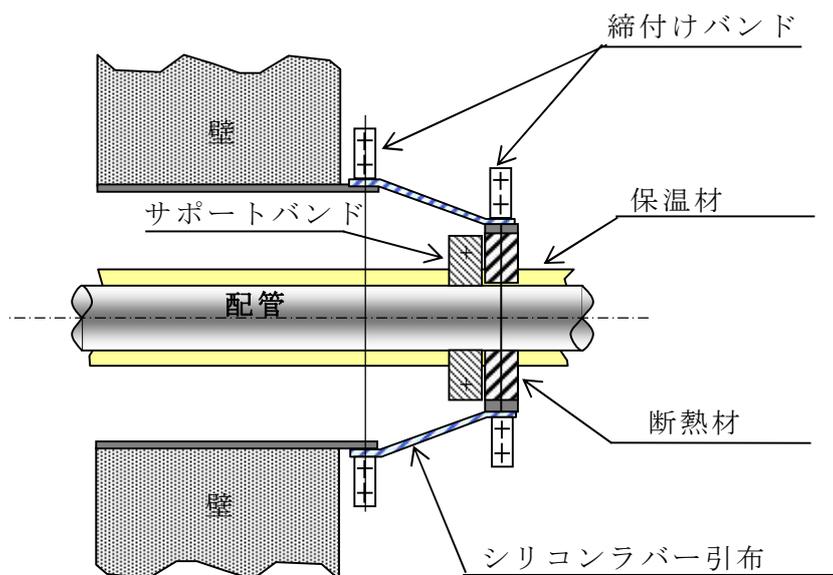


【施工前】



【施工後】

構造図, 補足情報



添付第 14-8 図 ブーツ構造施工例 (2/2)

## 添付資料 15

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、海水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。

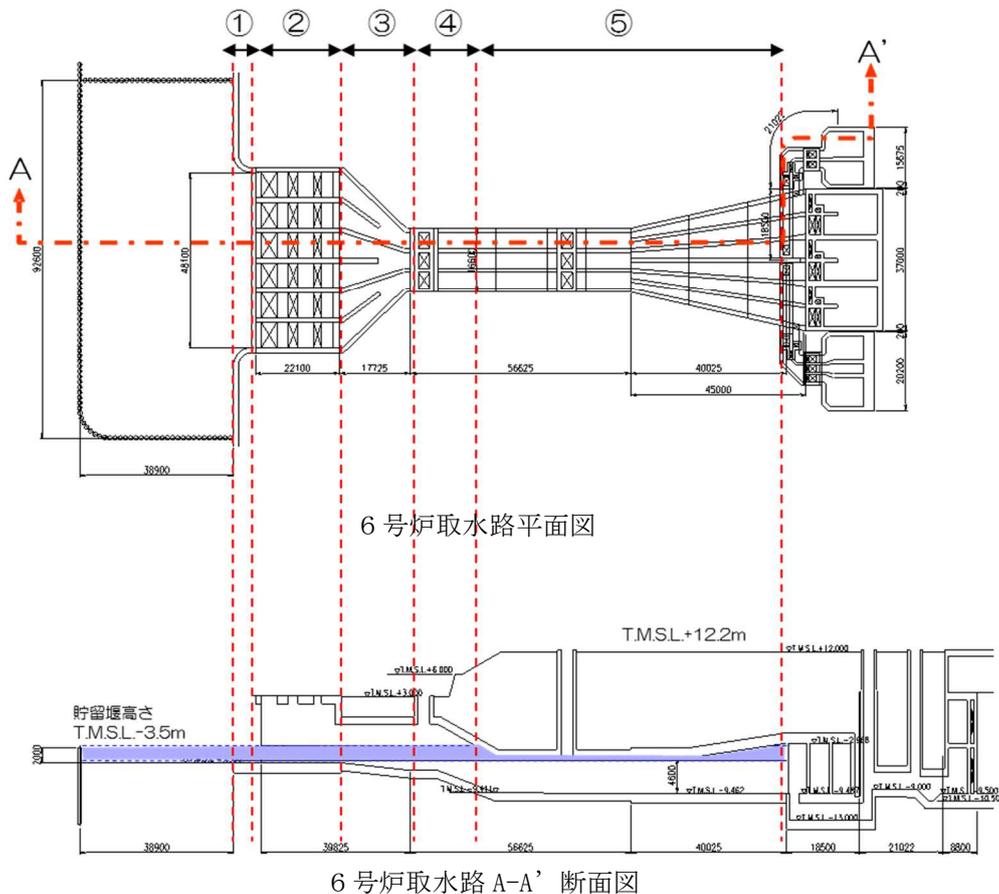
海水貯留堰及び取水路内の各区間における断面積（①～⑤）と海水貯留堰の高さからの水深に基づき算出した結果をそれぞれ添付第 15-1 表及び添付第 15-2 表に示す。また、各取水路の平面図及び断面図を添付第 15-1 図及び添付第 15-2 図に示す。

### ◆ 6 号炉

海水貯留堰内の貯留量は約 6,000m<sup>3</sup>、取水路内の貯留量は約 4,000m<sup>3</sup>である。

添付第 15-1 表 6 号炉貯留容量

区間		対象面積(m <sup>2</sup> )	水深(m)	体積(m <sup>3</sup> )
貯留堰		3,533	1.74	6,148
取水路	①	241	1.74	419
	②	862	1.74	1,500
	③	433	1.74	753
	④	239	1.74	416
	⑤	183~449	0.39~1.74	845
計				10,081



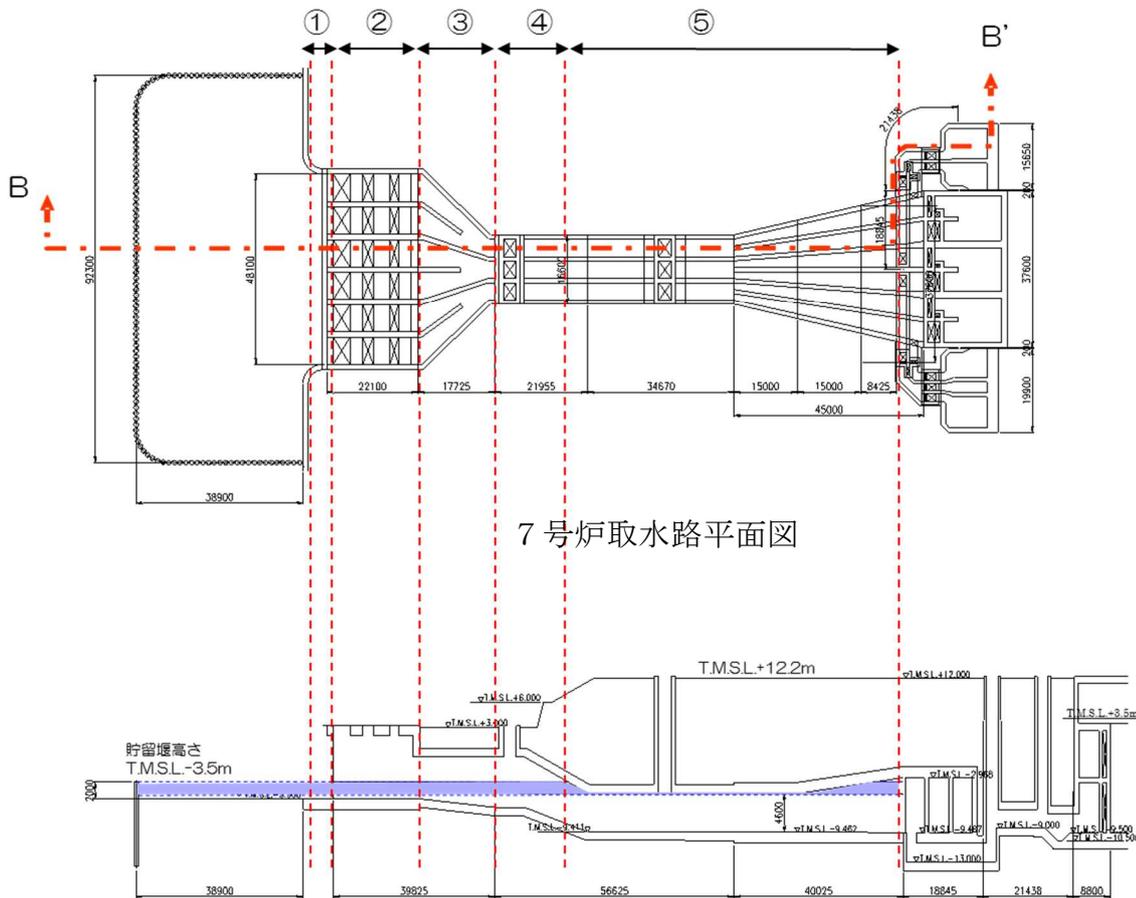
添付第 15-1 図 6 号炉取水路の平面図及び断面図

◆ 7号炉

海水貯留堰内の貯留量は約 5,000m<sup>3</sup>, 取水路内の貯留量は約 3,000m<sup>3</sup> である。

添付第 15-2 表 7号炉貯留容量

区間	対象面積(m <sup>2</sup> )	水深(m)	体積(m <sup>3</sup> )
貯留堰	3,496	1.42	4,964
取水路	①	241	342
	②	862	1,224
	③	433	615
	④	239	340
	⑤	185~449	0.07~1.42
計			8,028



7号炉取水路平面図

7号炉取水路 B-B' 断面図

添付第 15-2 図 7号炉取水路の平面図及び断面図

## 添付資料 16

津波による水位低下時の  
常用海水ポンプの停止に関わる運用  
及び

常用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

## 津波による水位低下時の常用海水ポンプの停止に関わる運用及び 常用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

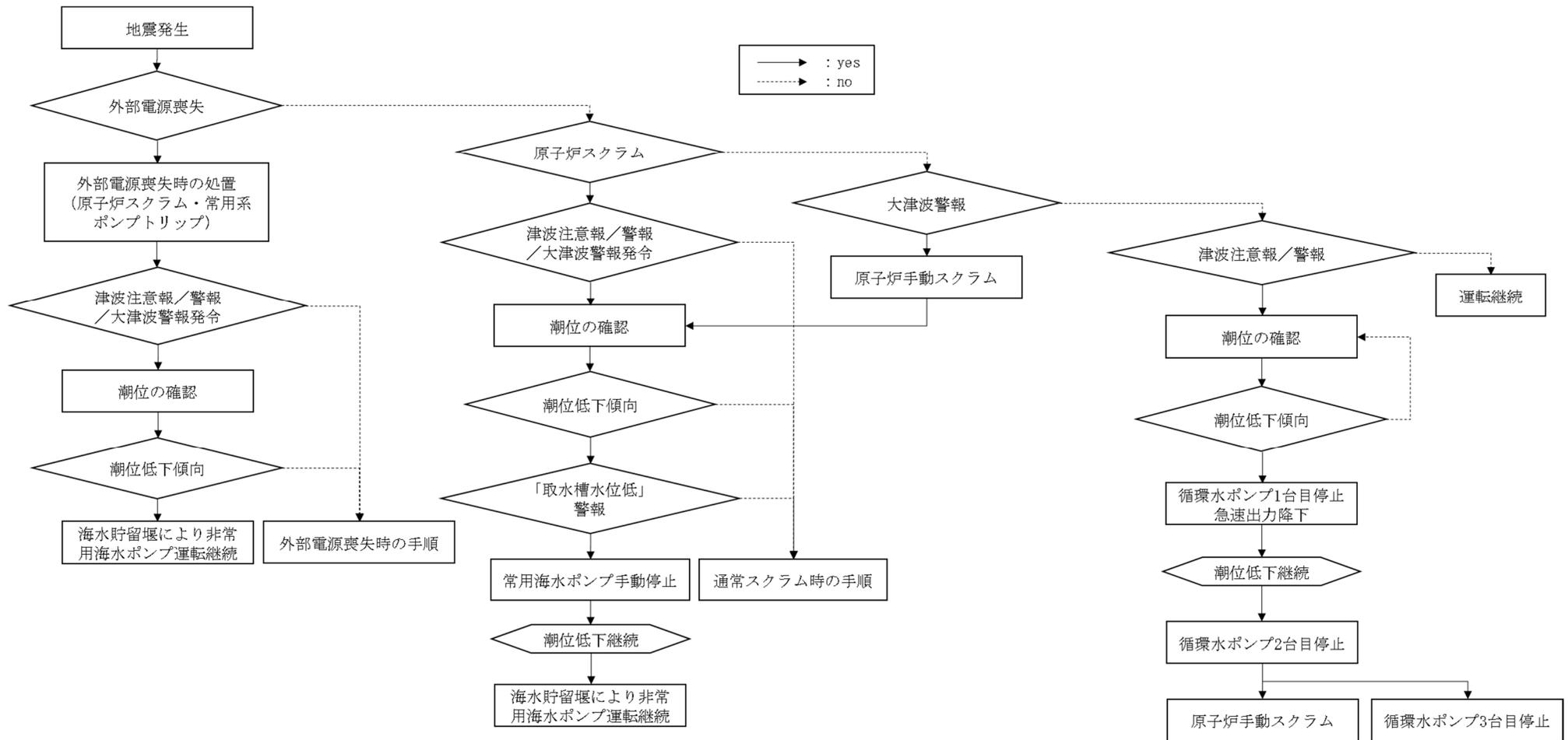
### 16.1 津波による水位低下時の常用海水ポンプの停止に関わる運用

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉では、大津波警報が発令された場合は、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（6 号炉 T.M.S.L.-1,700mm，7 号炉 T.M.S.L.-2,000mm）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。なお、6 号炉と 7 号炉の警報設定値の差異は、取水路の形状によるものである。

運用フローを添付第 16-1 図に示す。



添付第 16-1 図 地震・津波時の対応フロー

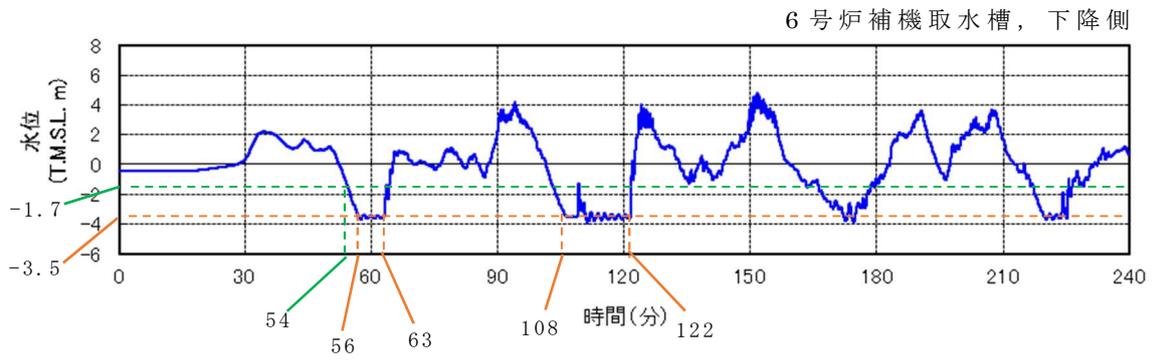
## 16.2 常用海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響

ここでは、手動停止による常用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。

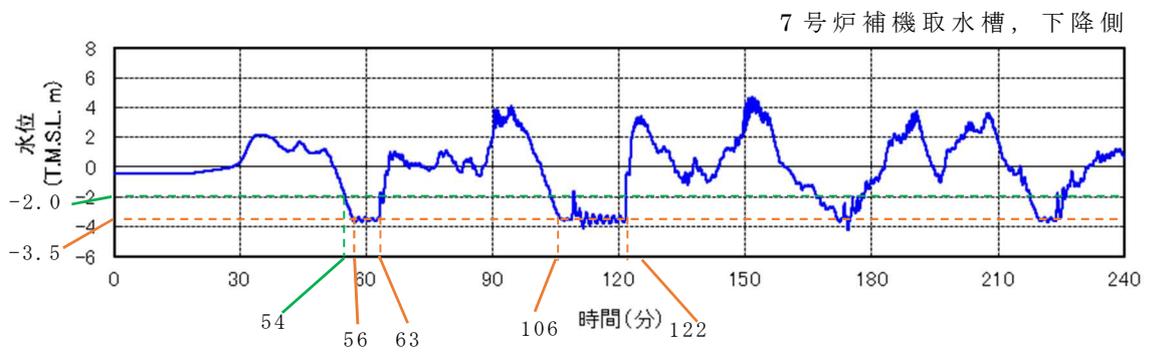
なお、評価に先立ち、基準津波2の襲来時における補機取水槽の水位下降時の常用海水ポンプ停止に関わる時系列を添付第16-1表に整理する。

添付第16-1表 補機取水槽水位下降時の常用海水ポンプ停止に関わる時系列（添付第16-2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 ----- 津波注意報 /警報	6号及び 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 ----- 確認：取水槽水位(以降, 連続 監視)
54分	6号炉 ----- 7号炉	-1.7m ----- -2.0m	確認：「取水槽水位低」警報 操作：常用海水ポンプの手動 停止
56～63分	6号及び 7号炉	-3.5m以下	海水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
63～108分	6号炉	-3.5m以上	海水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
63～106分	7号炉		
108～122分	6号炉	-3.5m以下	海水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
106～122分	7号炉		
122分以降	6号及び 7号炉	-3.5m以上	海水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

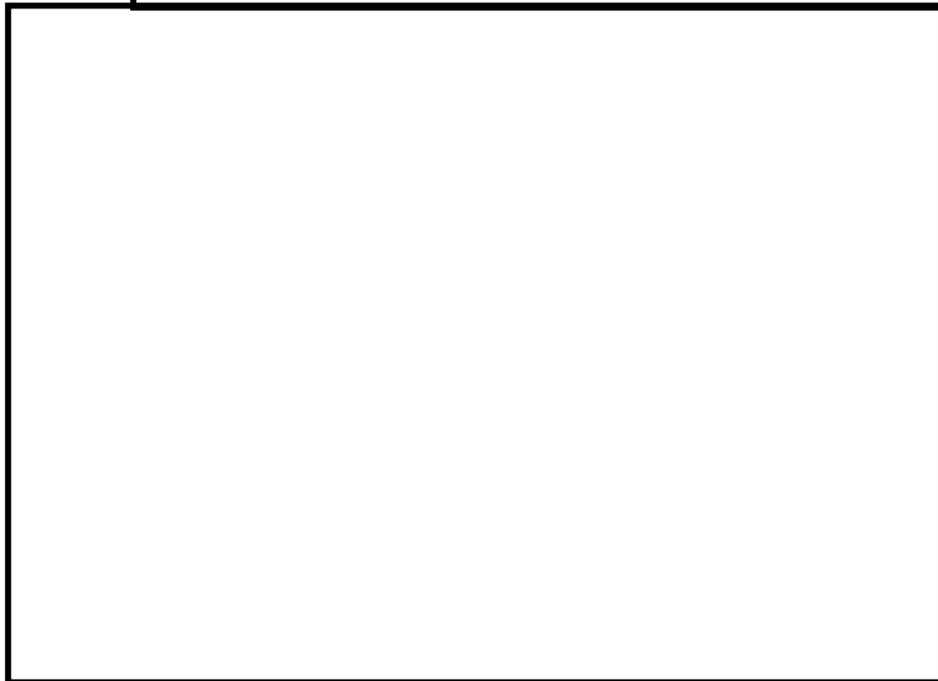
添付第 16-2 図 補機取水槽内の水位変動※

※ 「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)，及び海水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

- ・ 海水貯留堰容量の小さい 7 号炉で評価する。  
（容量：[6 号炉]約 10,000m<sup>3</sup>，[7 号炉]約 8,000m<sup>3</sup>）
- ・ 保守的に「取水槽水位低（T.M.S.L.-2.0m）」よりも低い海水貯留堰天端標高（T.M.S.L.-3.5m）で常用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 16-3 図に示す）。なお，過去に実施した過渡現象解析と 6 号及び 7 号炉の循環水ポンプ仕様比較を添付第 16-2 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 16-3 図 循環水ポンプ停止後の揚程 H 及び流量 Q の変動曲線

添付第 16-2 表 循環水ポンプ仕様比較

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

(2) 評価結果

① 常用海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：2,572m<sup>3</sup>

常用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：2,526m<sup>3</sup>

添付第 16-3 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 (842m<sup>3</sup>) 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：46m<sup>3</sup>

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 16-3 表) から算出したポンプ 1 台当たりの取水量 (23m<sup>3</sup>) に、通常運転時のポンプ台数 (2 台) を乗じたもの。

添付第 16-3 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

	6 号炉	7 号炉
循環水ポンプ定格流量 [m <sup>3</sup> /h]	106,200	106,200
タービン補機冷却海水 ポンプ定格流量 [m <sup>3</sup> /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 海水貯留堰容量：8,000m<sup>3</sup>

③ 原子炉補機冷却海水ポンプの必要容量：1,440m<sup>3</sup>

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：  
30m<sup>3</sup>/min/台
- ・原子炉補機冷却海水ポンプの運転台数：6 台
- ・補機取水槽水位が海水貯留堰天端高さ以下となる継続時間：  
8 分 (添付第 16-1 表の 56～63 分の 7 分間を保守的に 8 分と見積もる)

常用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、海水貯留堰容量から常用海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量を減じて、原

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。(次式の計算結果が1より大きければ、必要容量に比して貯留量に余裕がある。)

(②海水貯留堰容量-①常用海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量)

③原子炉補機冷却海水ポンプの必要容量

$$=(8,000-2,572)/1,440=3.77$$

したがって、常用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、海水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、常用海水ポンプは停止していることから、常用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考慮しない。

## 添付資料 17

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

### 17.1 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。

### 17.2 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。

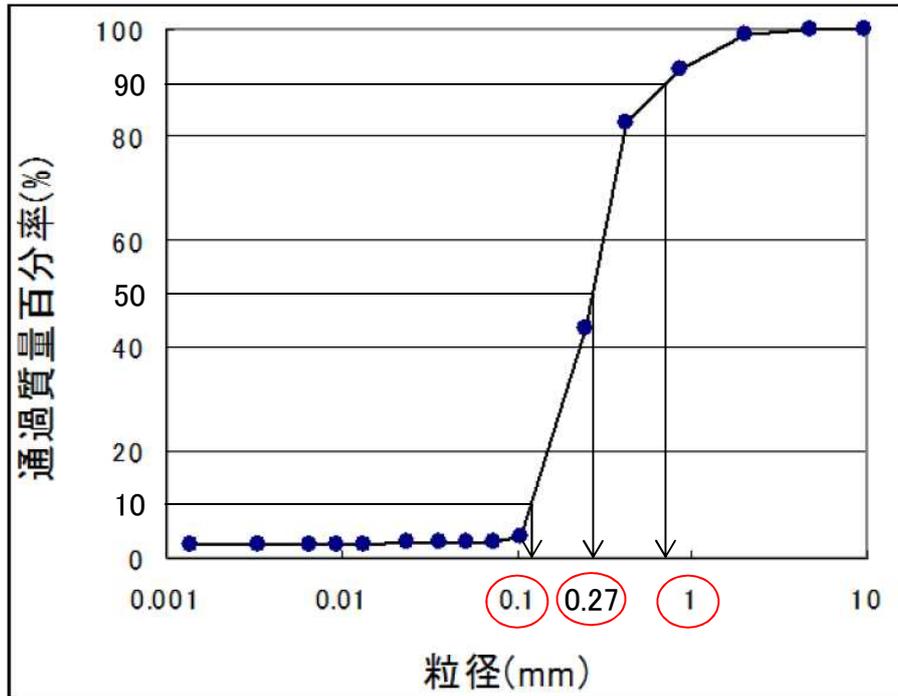
検討は、平均粒径 ( $D_{50}$ ) に加えて、 $D_{10}$  及び  $D_{90}$  を粒径としたケースを追加した。検討ケースを添付第 17-1 表に示す。粒径は、添付第 17-1 図に示す粒径加積曲線より、 $D_{10}$  相当は 0.1mm、 $D_{90}$  相当は 1mm に設定した。

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 17-2 表に、堆積侵食分布図を添付第 17-2 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 17-1 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



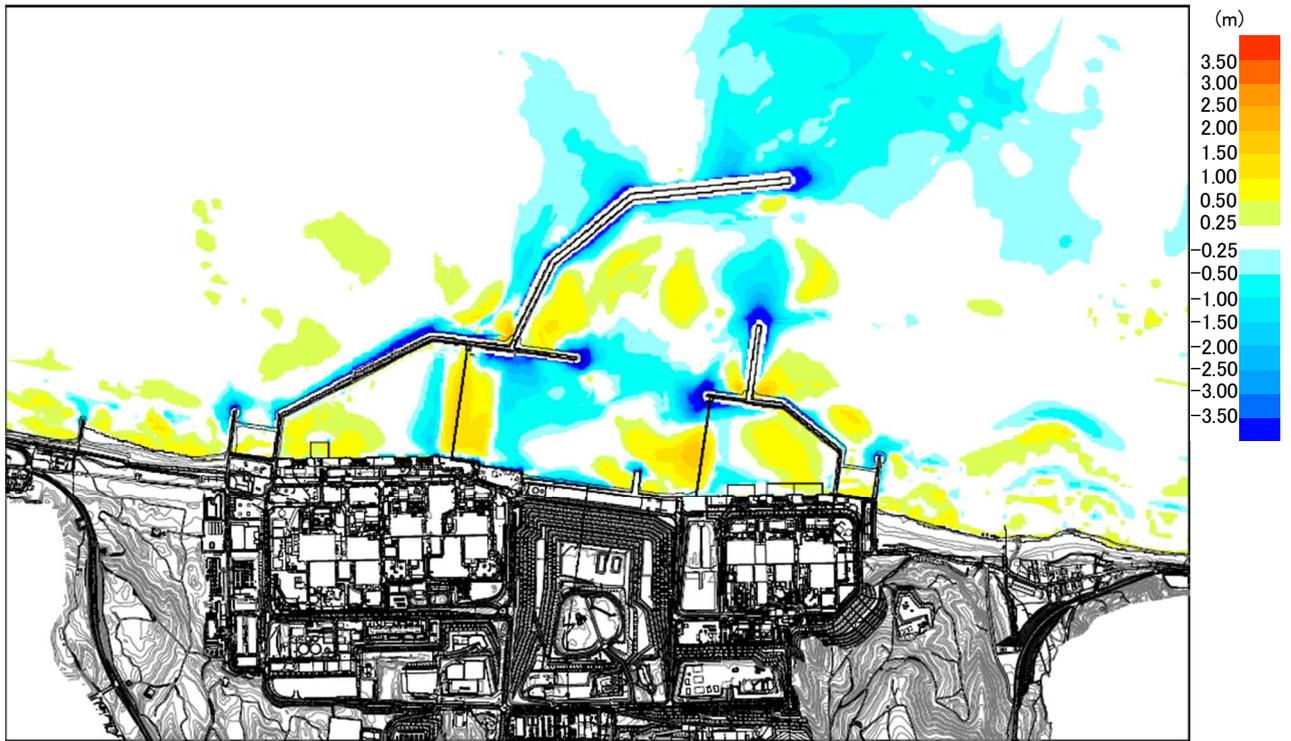
添付第 17-1 図 粒径加積曲線

添付第 17-2 表 取水口前面の堆積厚さ

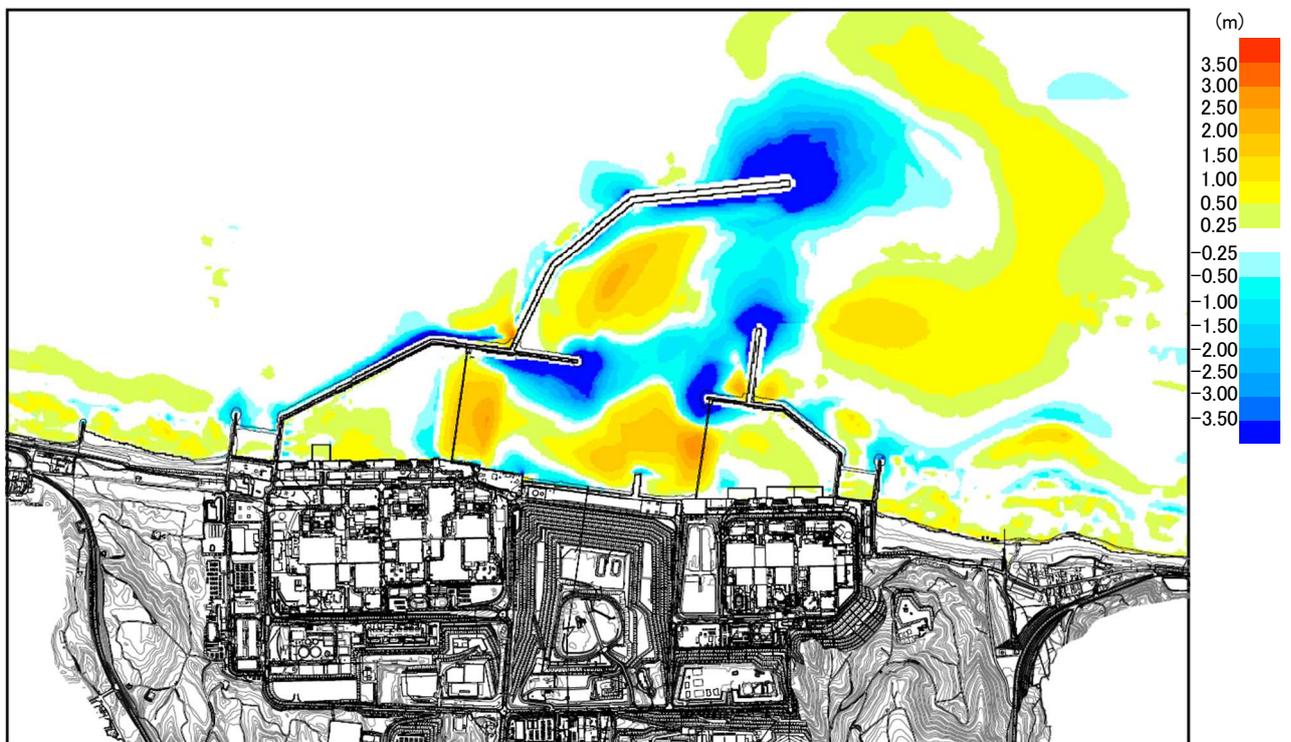
	地震	粒径	取水口前面堆積厚さ (m)						
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉
上昇側	基準津波 1 日本海東縁部 (2領域モデル+LS-2)	D50 相当 (0.27mm)	0.5	0.9	1.2	1.1	0.4	0.3	0.6
		D90 相当 (1mm)	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1	0.1	0.2
		D10 相当 (0.1mm)	0.3	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.6
下降側	基準津波 2 日本海東縁部 (2領域モデル)	D50 相当 (0.27mm)	0.2	0.7	1.0	0.8	0.2	0.2	0.4
		D90 相当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

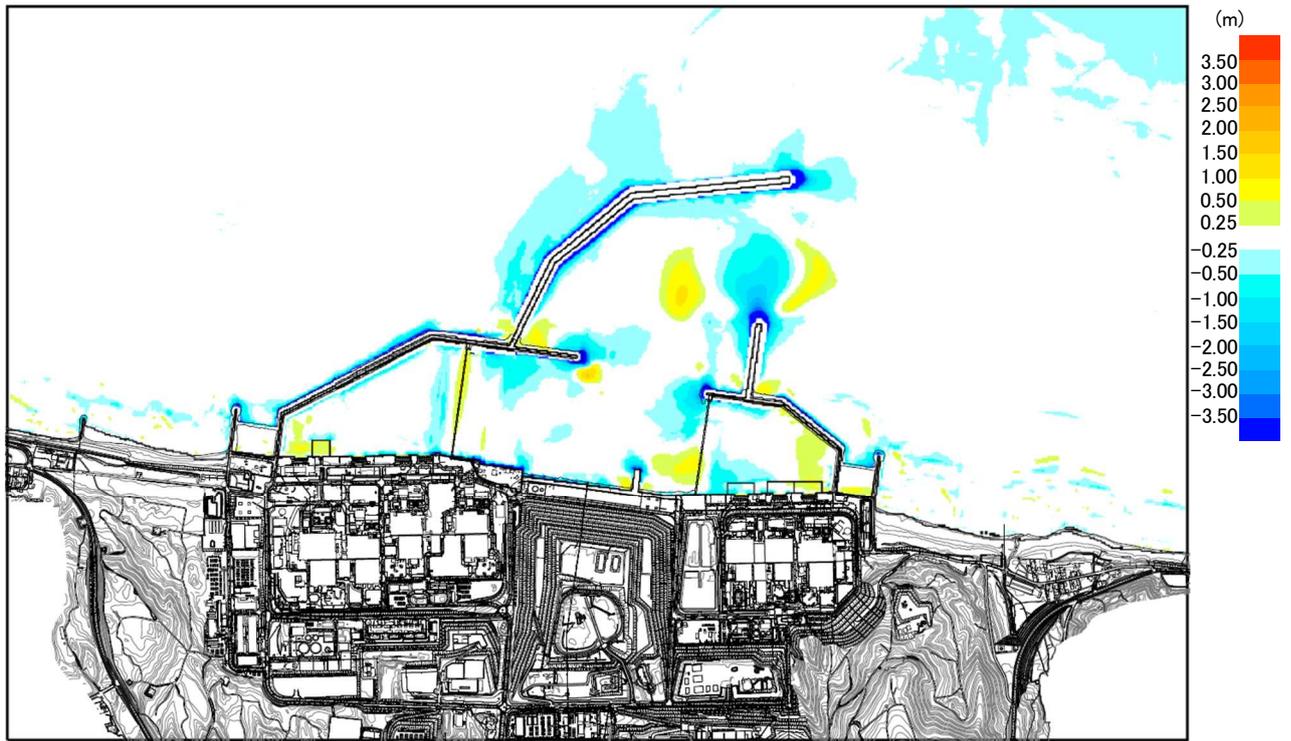
※高橋ほか (1999) , 浮遊砂濃度の上限値 1 %



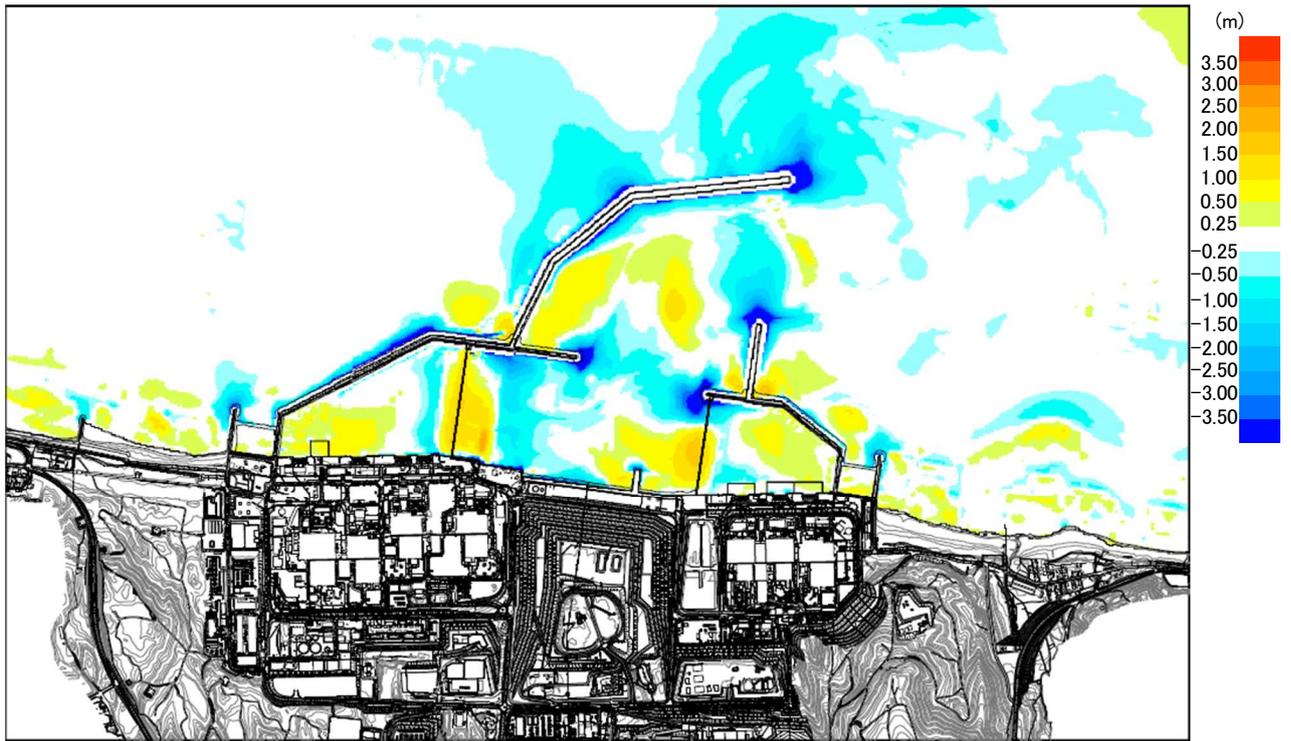
添付第 17-2 図 (1) 堆積侵食分布図 D50 相当 (0.27mm)



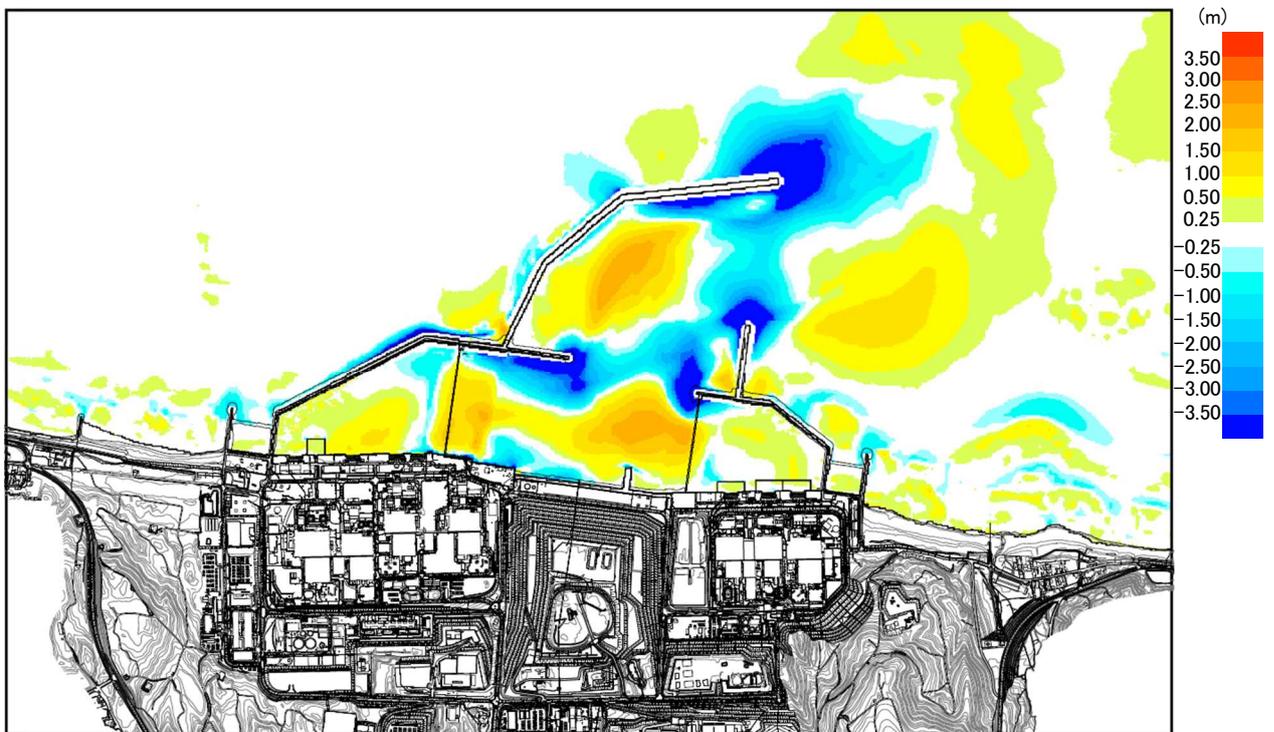
添付第 17-2 図 (2) 堆積侵食分布図 D90 相当 (1mm)



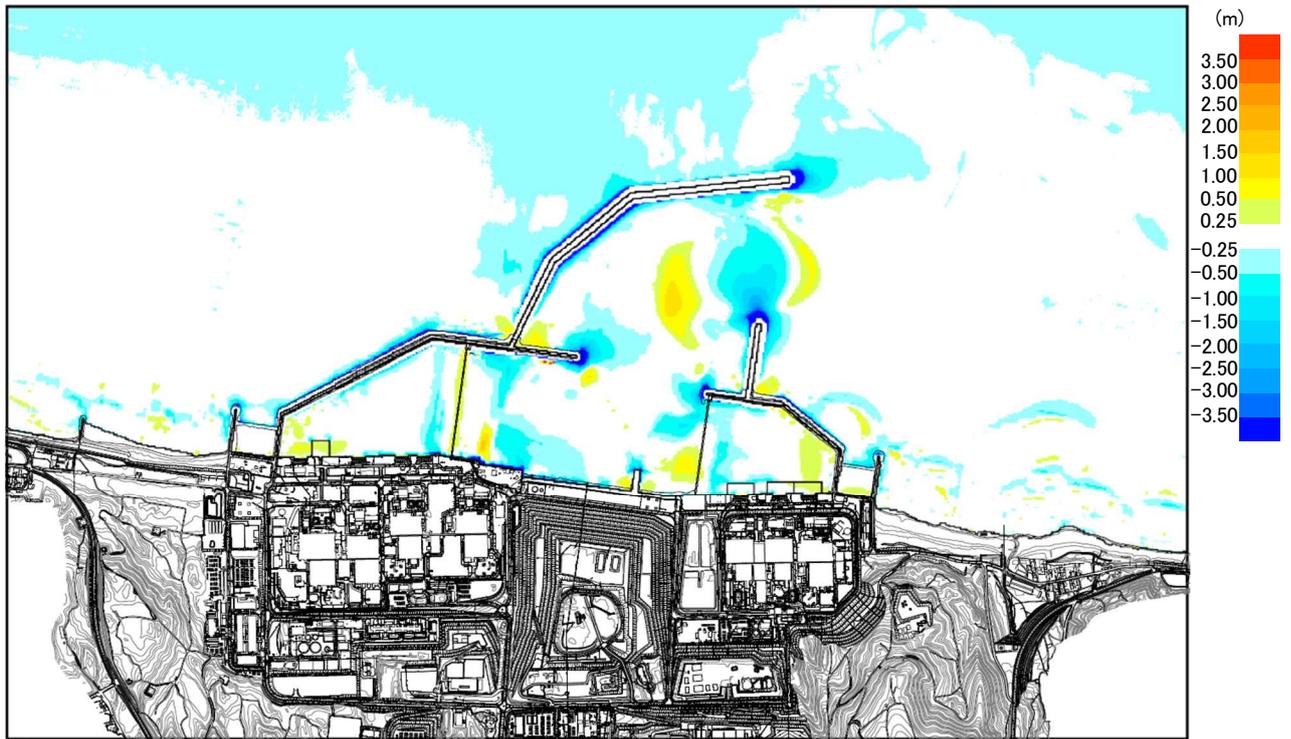
添付第 17-2 図 (3) 堆積侵食分布図 D10 相当 (0.1mm)



添付第 17-2 図 (4) 堆積侵食分布図 D50 相当 (0.27mm)



添付第 17-2 図 (5) 堆積侵食分布図 D90 相当 (1mm)



添付第 17-2 図 (6) 堆積侵食分布図 D10 相当 (0.1mm)

### 17.3 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、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「17.2 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 17-3 表に示し、堆積侵食分布図を添付第 17-3 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。

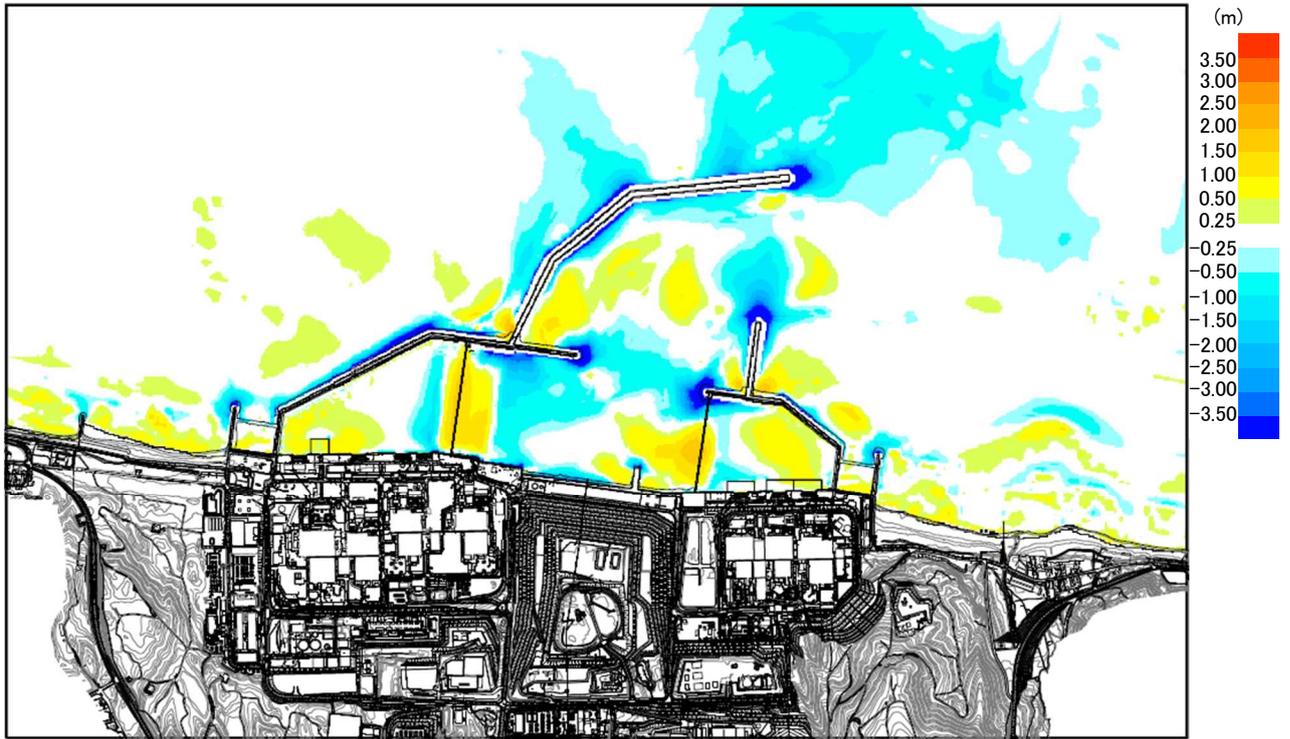
添付第 17-3 表 取水口前面の堆積厚さ

	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

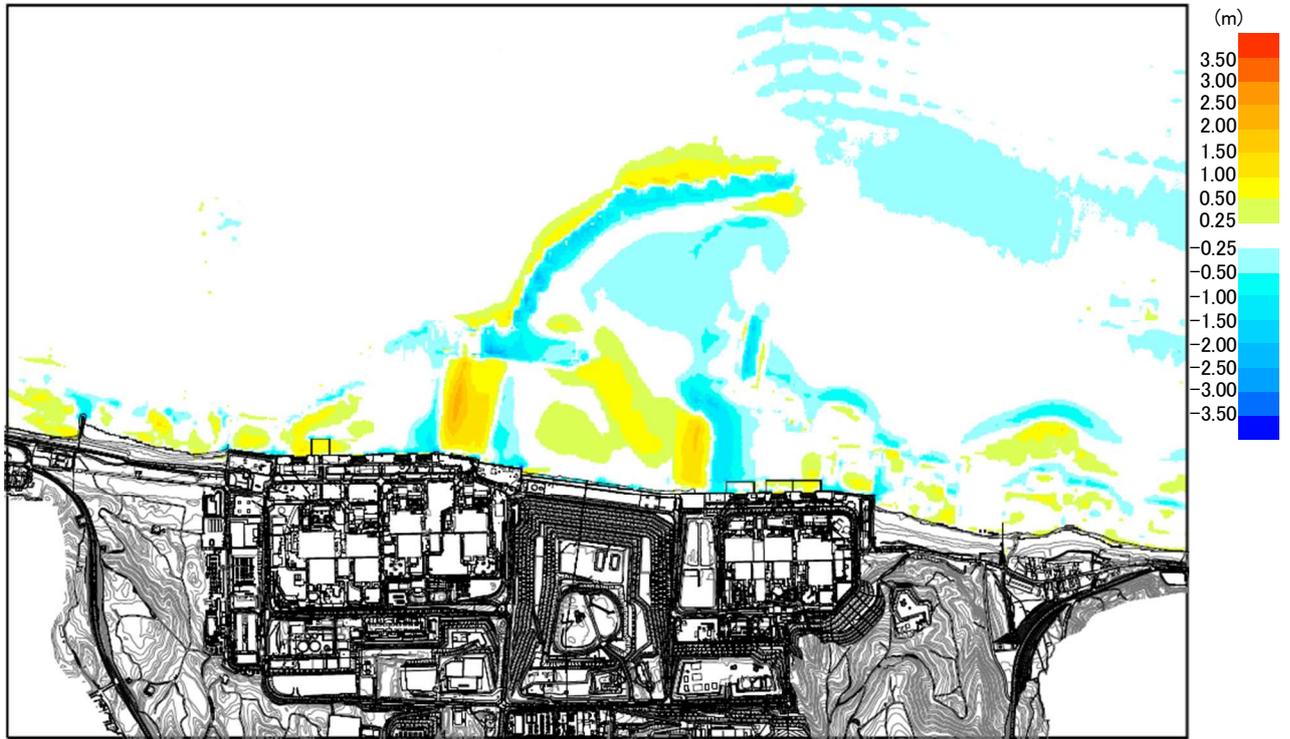
※取水口前面の堆積厚さは、取水路横断方向の堆積厚さの平均値とした

※高橋ほか (1999) , 浮遊砂濃度の上限値 1 %

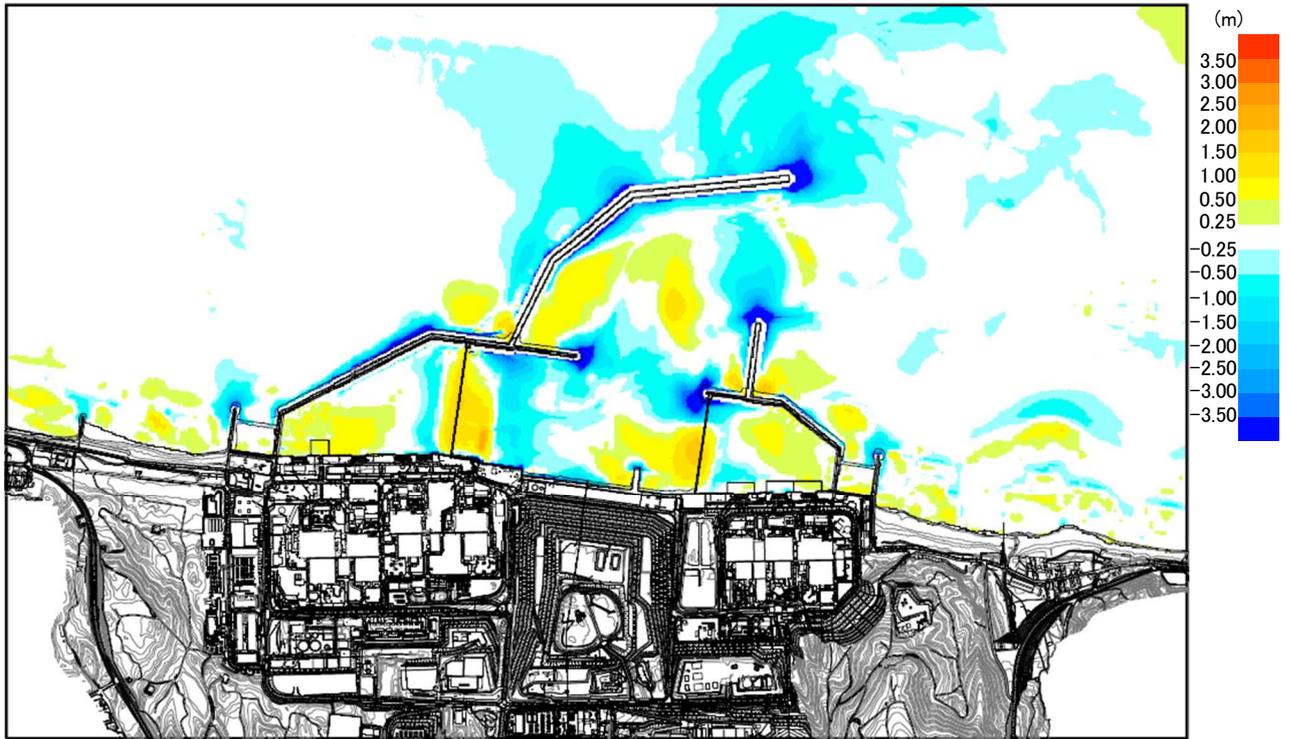
水位上昇側・基準津波 1



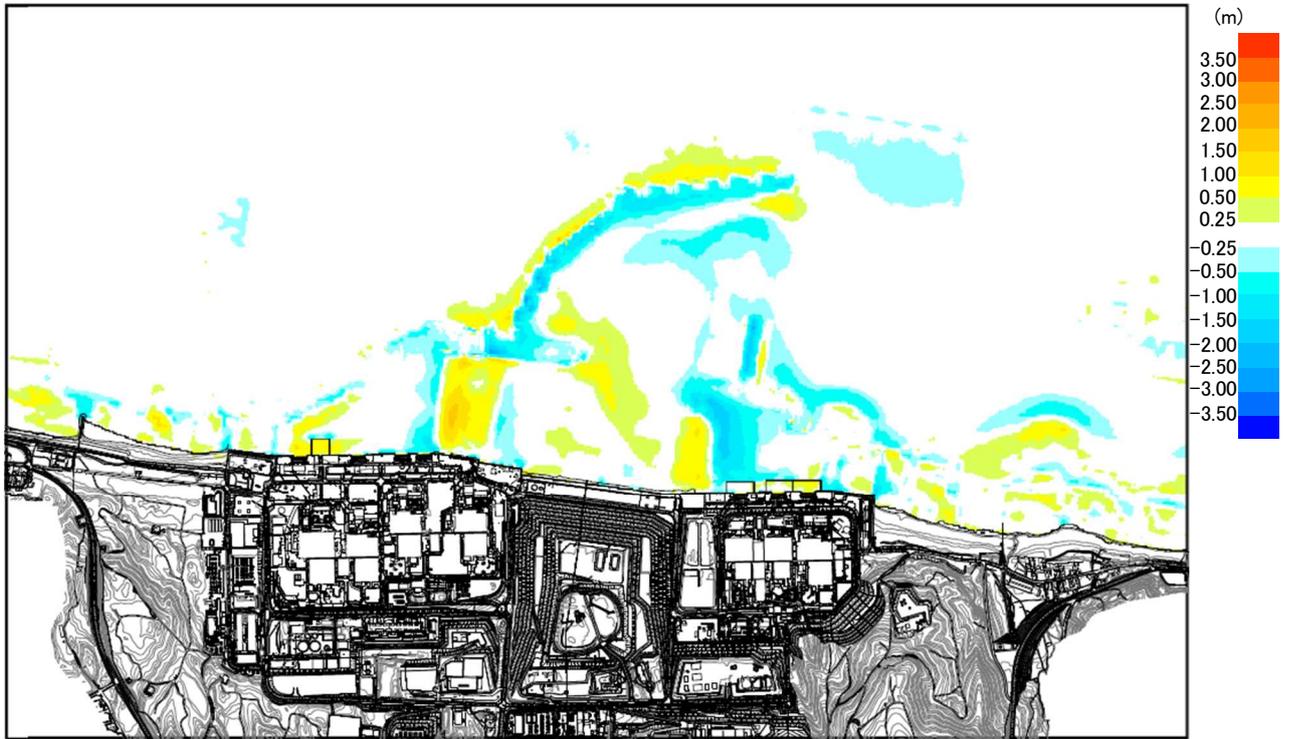
添付第 17-3 図 (1) 防波堤あり



添付第 17-3 図 (2) 防波堤なし



添付第 17-3 図 (3) 防波堤あり



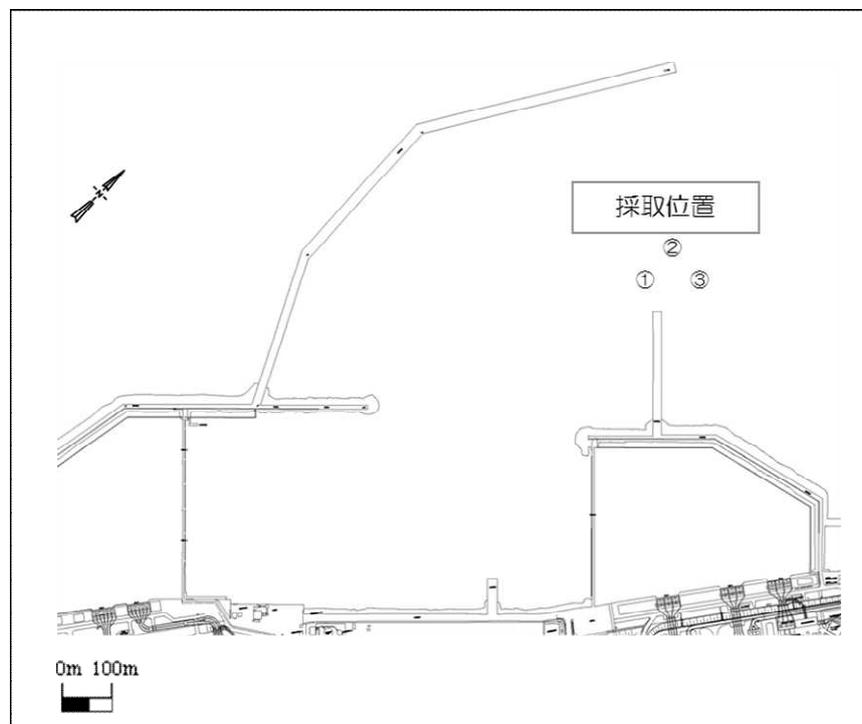
添付第 17-3 図 (4) 防波堤なし

## 添付資料 18

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

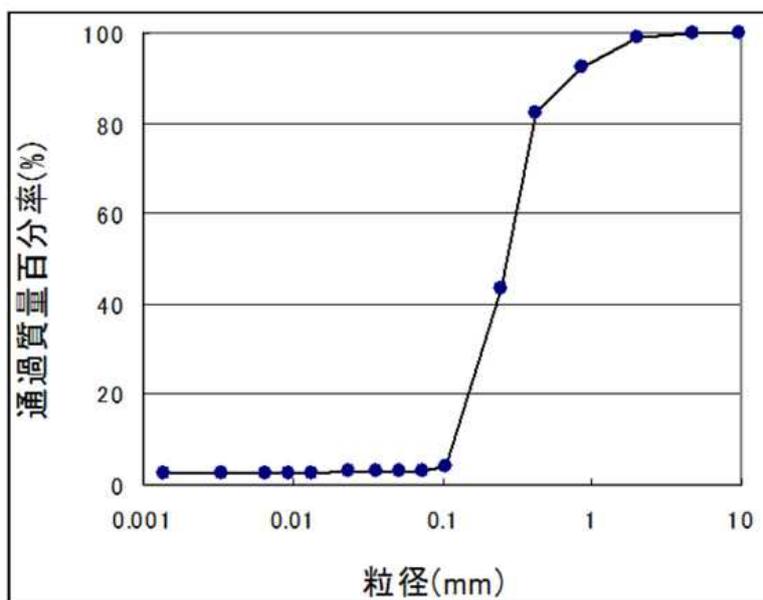
## 柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について

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、平均粒径は 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 18-1 図に、分析結果を添付第 18-2 図に示す。



添付第 18-1 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	湿潤密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	
般	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.693
	自然含水比 $w_n$ %	30.7
	間隙比 $e$	
粒	飽和度 $S_r$ %	
	石分 (75mm以上) %	
	礫分 <sup>〃</sup> (2~75mm) %	0.8
	砂分 <sup>〃</sup> (0.075~2mm) %	96.0
	シルト分 <sup>〃</sup> (0.005~0.075mm) %	0.6
	粘土分 <sup>〃</sup> (0.005mm未満) %	2.6
	最大粒径 mm	9.5
均等係数 $U_c$	2.00	



添付第 18-2 図 分析結果及び粒径加積曲線 (平成 19 年 8 月 24 日実施)

(参考)

### 砂移動の形態について

砂移動に関する技術知見としては、①～③式により砂移動の形態を作図することができ、これにより砂粒径が大きいほど、砂は移動しない、もしくは浮遊しにくいことを示すことができる。

① Rubey 式により沈降速度を算出（河川・海岸の砂移動で一般的に使用）

wf: 沈降速度 [cm/s]    s: 砂の水中比重    g: 重力加速度 [cm/s<sup>2</sup>]    d: 砂粒の粒径 [cm]  
ν : 水の動粘性係数 [cm<sup>2</sup>/s]

$$\frac{w_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36\nu^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36\nu^2}{sgd^3}}$$

② 岩垣式により砂粒の粒径から限界摩擦速度を算出（河川・海岸の砂移動で一般的に使用）

u\*<sub>c</sub> : 限界摩擦速度 [cm/s]    d : 砂粒の粒径 [cm]

$$0.303 \leq d \Rightarrow u_{*c}^2 = 80.9d$$

$$0.118 \leq d \leq 0.303 \Rightarrow u_{*c}^2 = 134.6d^{3/22}$$

$$0.0565 \leq d \leq 0.118 \Rightarrow u_{*c}^2 = 55d$$

$$0.0065 \leq d \leq 0.0565 \Rightarrow u_{*c}^2 = 8.41d^{11/32}$$

$$d \leq 0.0065 \Rightarrow u_{*c}^2 = 226d$$

③ 砂の掃流および浮遊領域を判定（荒井・清水「現場のための水理学3」より）

u\* : 摩擦速度 [cm/s]    u\*<sub>c</sub> : 限界摩擦速度 [cm/s]    wf : 沈降速度 [cm/s]

砂静止・・・u\* < u\*<sub>c</sub>。 砂移動・・・u\* > u\*<sub>c</sub>。

$$\text{掃流卓越領域} \cdots \cdots \cdots \frac{u^*}{w_f} < 1.08$$

$$\text{掃流・浮遊の混在領域} \cdots \cdots \cdots 1.08 < \frac{u^*}{w_f} < 1.67$$

$$\text{浮遊卓越領域} \cdots \cdots \cdots 1.67 < \frac{u^*}{w_f}$$

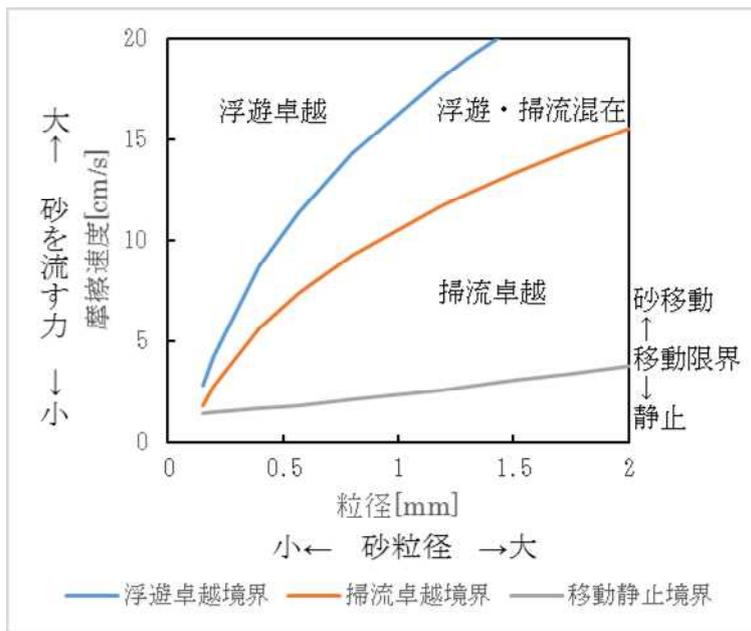


図 1 砂移動の形態

## 添付資料 19

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

### 19.1 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。

### 19.2 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」<sup>[1]</sup>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 19-1 表に示す。

添付第 19-1 表 砂移動解析の入力条件

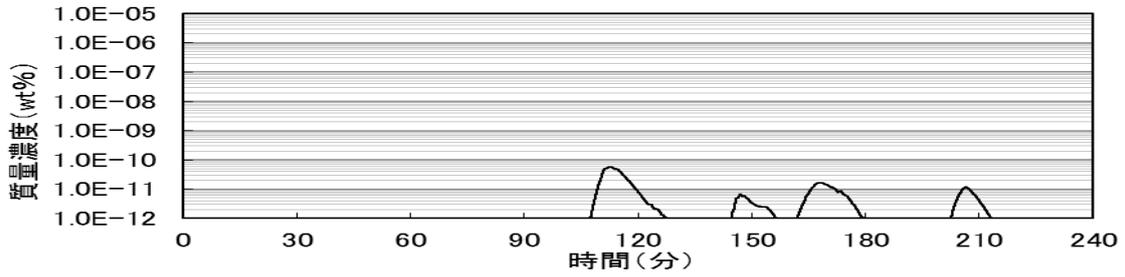
項目	入力値	設定根拠
平均粒径 [mm]	0.27	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果
空隙率	0.4	高橋ほか（1992）
砂の密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	2,690	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果
浮遊砂体積濃度上限値 [%]	1	高橋ほか（1999）

### 19.3 取水路における砂移動解析結果

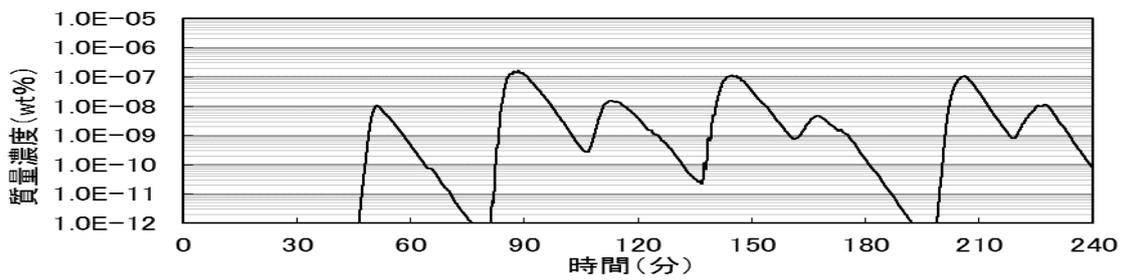
基準津波の波源および防波堤有無の各ケースにおいて、海水ポンプ取水地点における浮遊砂濃度時刻歴を示す。6号炉を添付第19-1図～添付第19-4図に、7号炉を添付第19-5図～添付第19-8図に示す。

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（防波堤なし）のケース（6号炉：添付第19-4図，7号炉：添付第19-8図）で地震発生から約140分経過した時点で、浮遊砂濃度は $1 \times 10^{-5}$ wt%以下であった。

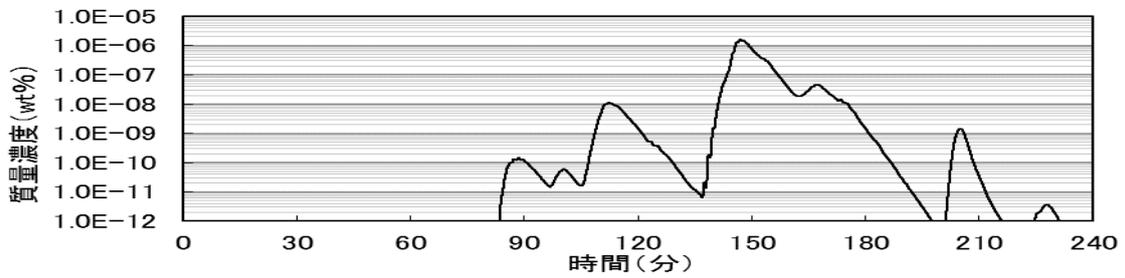
波源	基準津波 1, 2		
砂移動モデル	高橋ほか (1999)		
算出点	海水ポンプ取水地点	浮遊砂体積濃度上限値	1%



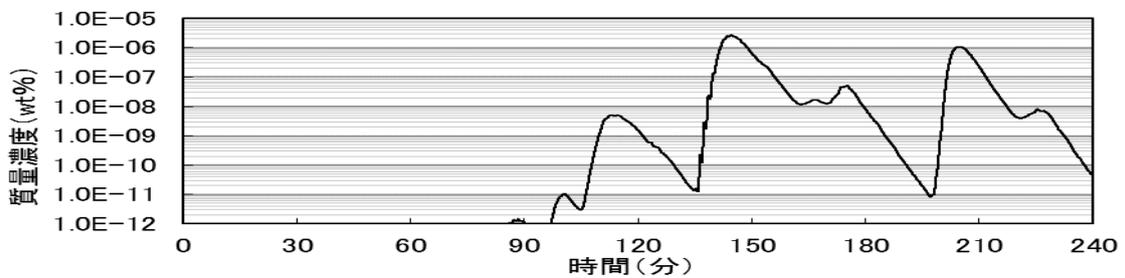
添付第 19-1 図 6号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)



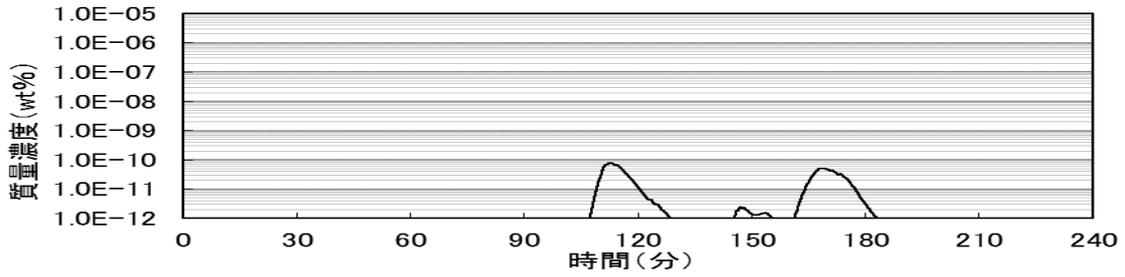
添付第 19-2 図 6号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)



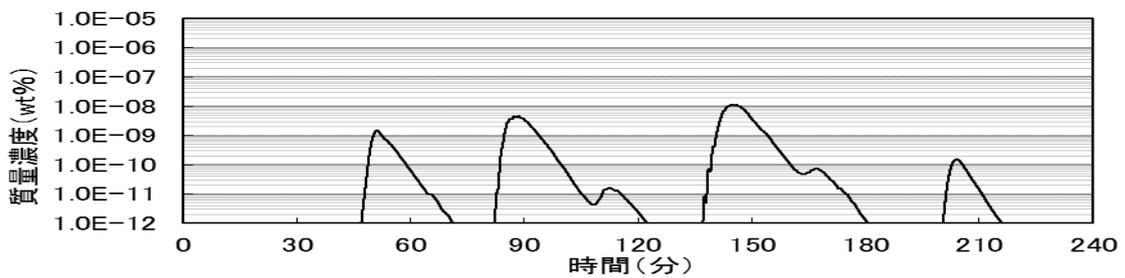
添付第 19-3 図 6号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)



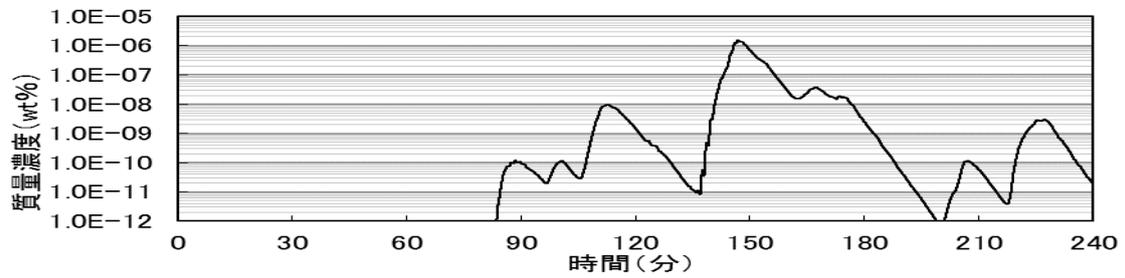
添付第 19-4 図 6号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)



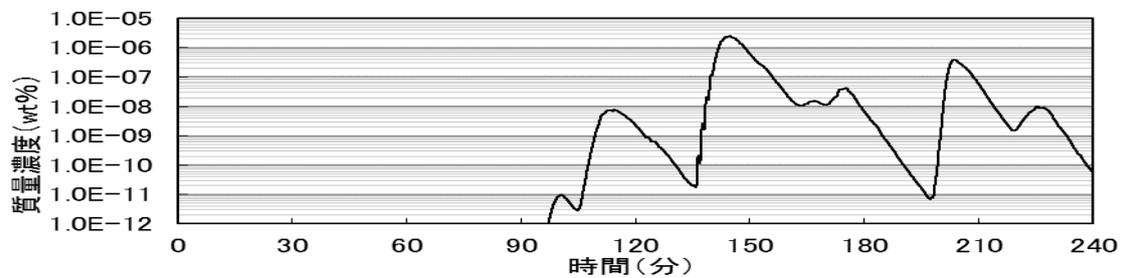
添付第 19-5 図 7号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)



添付第 19-6 図 7号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)



添付第 19-7 図 7号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)



添付第 19-8 図 7号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)

#### 19.4 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 $1 \times 10^{-5}$ wt%以下であった。

浮遊砂濃度 $1 \times 10^{-5}$ 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 20

津波漂流物の調査要領について

## 20.1 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。

## 20.2 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 20-1 表に示す。

### (3) 記録方法

調査結果記録は，別紙 2 に示す定義，考え方等に基づき，具体的に記録する。

添付第 20-1 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶</li> <li>海上設置物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資料調査</li> </ul>	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 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 港湾施設使用願</li> <li>✓ 工事用及び調査用船舶 港湾区域内作業届</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>聞き取り調査</li> </ul>	社内関係者への聞き取り調査により対象を抽出
				<ul style="list-style-type: none"> <li>現場調査</li> </ul>	現場調査により対象を抽出
B	発電所 構内	陸域	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工構造物</li> <li>可動・可搬物品</li> <li>植生等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資料調査</li> </ul>	以下の資料を調査し，調査範囲内にある建屋及び機器類並びに定例業務により常設又は仮置きされる資機材を抽出 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 建物配置図</li> <li>✓ 配置図</li> <li>✓ 資機材管理システム</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>聞き取り調査</li> </ul>	社内関係者への聞き取り調査により対象を抽出
				<ul style="list-style-type: none"> <li>現場調査</li> </ul>	現場調査により対象を抽出
C	発電所 構外	海域	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶</li> <li>海上設置物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場調査</li> </ul>	現場調査（海上及び陸上）により調査対象を抽出
				<ul style="list-style-type: none"> <li>聞き取り調査</li> </ul>	漁協及び自治体関係者への聞き取り調査並びに漁協及び自治体管理資料の調査により対象を抽出
				<ul style="list-style-type: none"> <li>資料調査</li> </ul>	
D	発電所 構外	陸域	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工構造物</li> <li>可動・可搬物品</li> <li>植生等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>図上調査</li> </ul>	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及び施設を抽出（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）
				<ul style="list-style-type: none"> <li>現場調査</li> </ul>	現場調査（海上及び陸上）により対象を抽出

### 3. 別紙

別紙 1：調査範囲の概要

別紙 2：調査時の記録方法

以上

### 調査範囲の概要

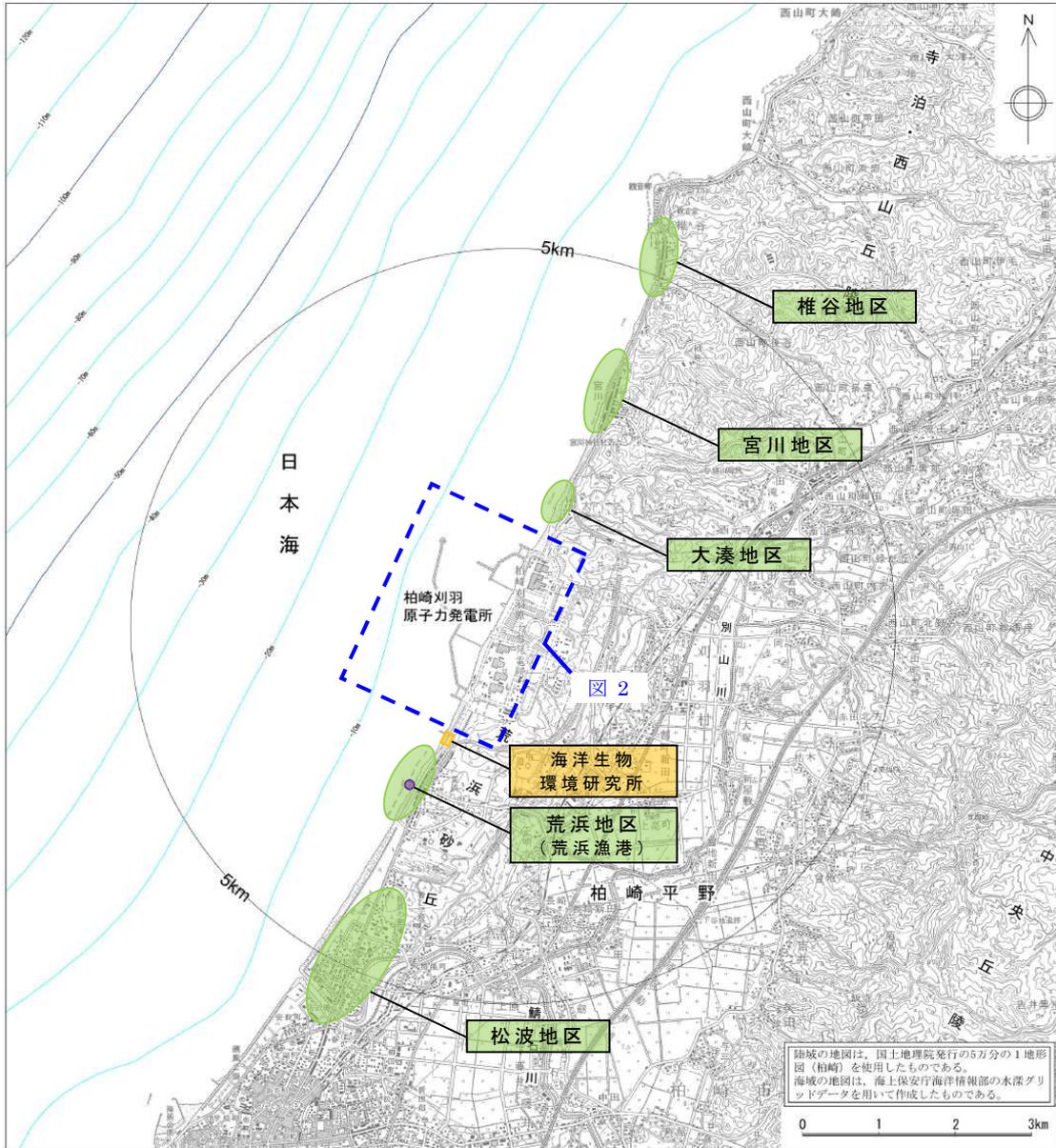


図 1 漂流物調査範囲概要 (発電所構外)



図 2 漂流物調査範囲概要 (発電所構内)

調査時の記録方法

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 ・港湾施設使用履歴 ・工事用及び調査用船舶港湾区域内作業履歴 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、委託・工事件名、作業日・出入港日、数量(来航し得る数)、使用施設及び仕様(船種、総トン数、長さ等)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 ※土木構築物(港湾施設等)及び機器類(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	名称及び属性(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)の詳細に包含されるものとして、個別での抽出・記録は不要とする
B	発電所構内	陸域	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及び機器類を抽出 ・建物配置図 ・配置図 2) 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)及び数量を記録 ※類型化できる配電盤、分電盤、制御盤等は代表を記録することとし、個別での抽出・記録は不要とする
			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		
			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又は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)及び数量を記録 ※重量より漂流物化しないもの及び手工具類等の容積・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とし、個別での抽出・記録は不要とする
			4 資機材、車両	工事用資機材のうち、工事期間中にのみ持ち込まれ仮置きされるもの、車両等		
			5 その他一般構築物、植生	人工構築物及び植生 ※1~4及び土木構築物(道路等)を除くすべての人工構築物並びに植生 <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 ・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	-	1) 現場調査(海上及び陸上)により調査対象を抽出 2) 漁協及び自治体関係者への聞き取り調査並びに漁協及び自治体管理資料の調査により上記以外の対象を抽出	種類、数量及び仕様を記録
			2 海上設置物	人工構築物 <例> ・定置網 ・浮筏 ・浮筏橋		名称を記載 ※1又は例示するものに評価が包含されるものは、代表を記録することとし、個別での抽出・記録は不要とする
D		陸域	1 家屋類	-	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及び施設を抽出(抽出に当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) 現場調査(海上及び陸上)により調査対象を抽出	名称を記載 ※例示するもの又は調査分類(A~C)の調査対象に評価が包含されるものは、代表を記録することとし、個別での抽出・記録は不要とする
			2 車両	乗用車、大型車、二輪車等		
			3 その他一般構築物、植生	人工構築物及び植生 <例> ・フェンス ・電柱 ・植生		

## 添付資料 21

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

### 21.1 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、津波流向及び物揚場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、輸送船は大型タンカーと同じ1軸船であり、水線下の形状が類似しているため、同評価を輸送船に適用することは可能と考える。

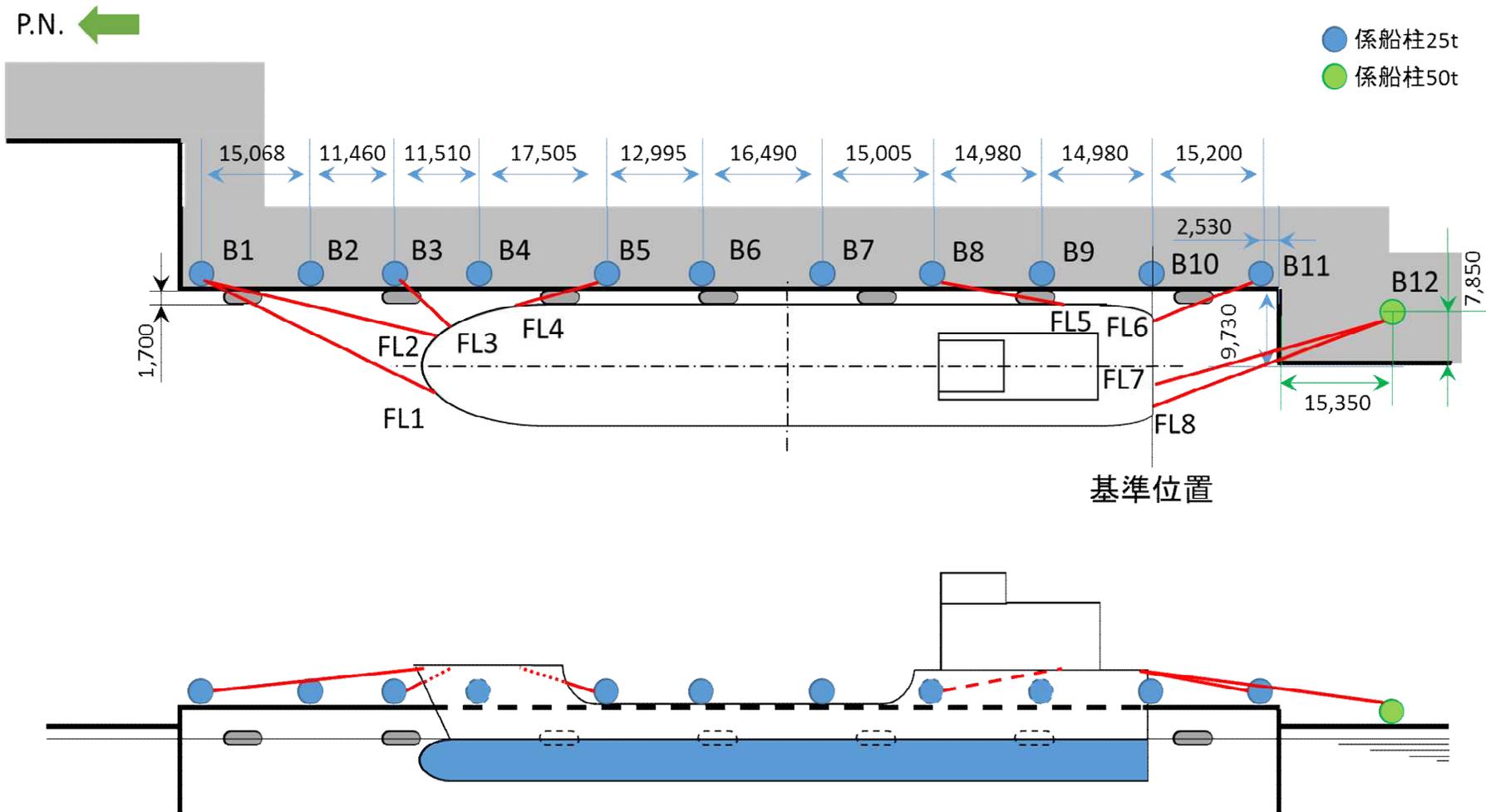
## 21.2 評価

### (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 21-1 表に, 配置を添付第 21-1 図に示す。

添付第 21-1 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	(添付第 21-1 図参照)
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	ビット数, 位置	(添付第 21-1 図参照)
	係留状態	(添付第 21-1 図参照)
	強度	25t, 50t

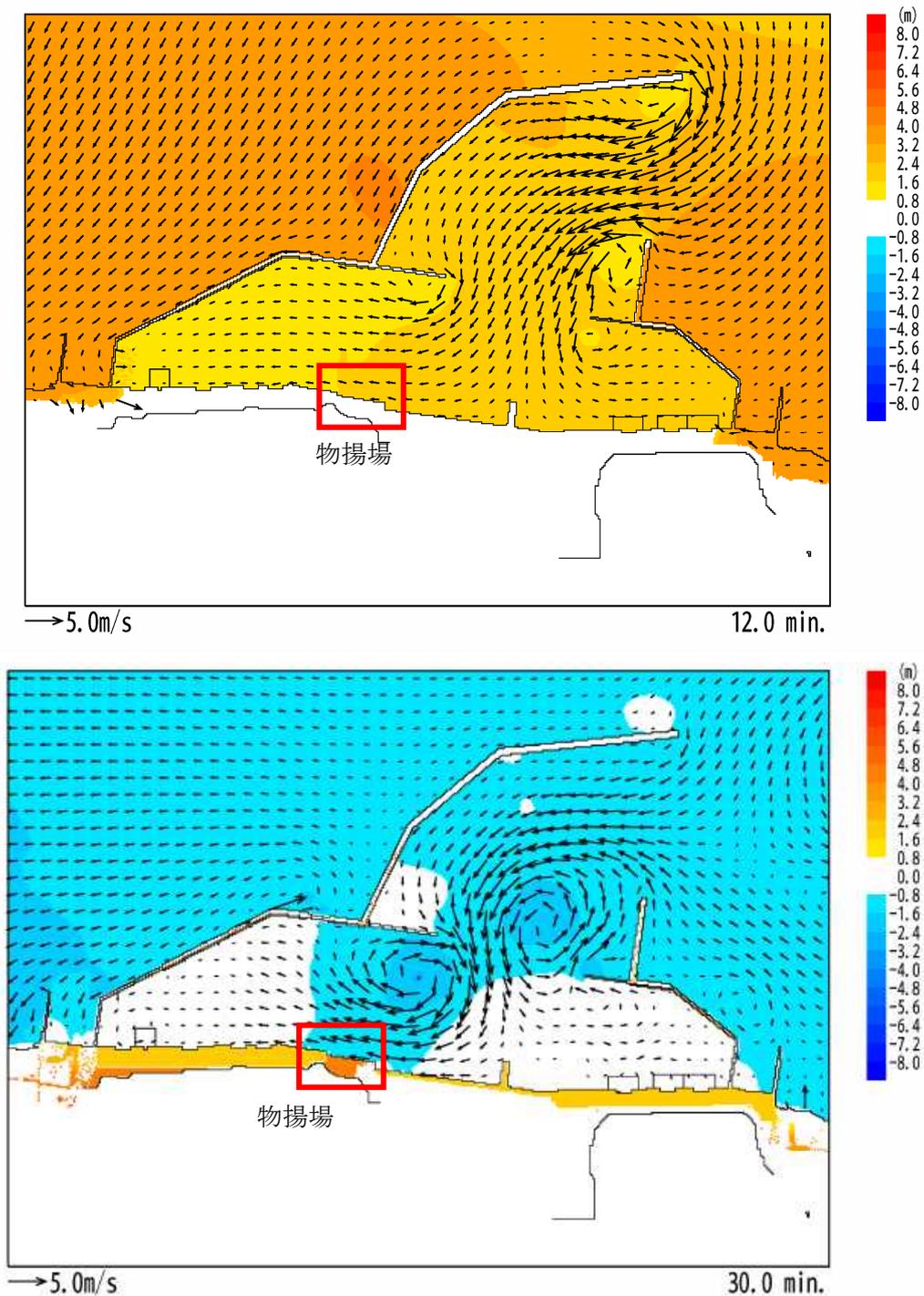


添付第 21-1 図 輸送船, 係留索, 係船柱の配置

(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 21-2 図に例示するとおり物揚場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 (コンクリート製) 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。

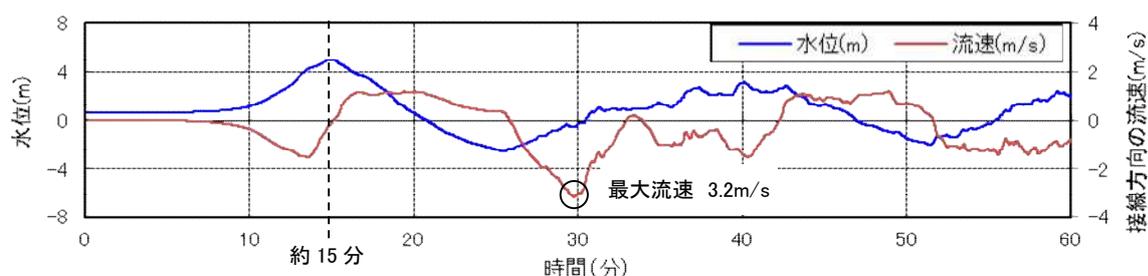


添付第 21-2 図 基準津波 3 の流向

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 21-3-1 図のとおりとなる。

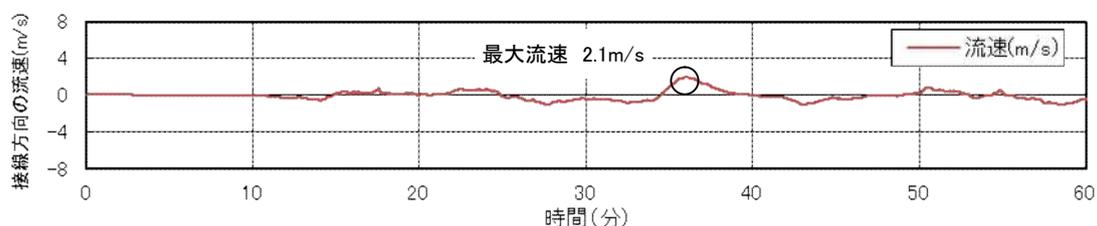
添付第 21-3-1 図に示すとおり地震発生後 15 分で第一波の最高点に達する。その後、引き波が発生し、流速は地震発生後 30 分に最大の 3.2m/s に達する。

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 21-3-1 図 基準津波 3 の水位・流速（物揚場前面）

なお、地震等により防波堤の損傷を想定した場合（防波堤なしの条件）でも、接線方向成分の流速は、添付第 21-3-2 図に示すとおり防波堤健全時（添付第 21-3-1 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 21-3-2 図 防波堤損傷時における基準津波 3 の流速（物揚場前面）

### (3) 係留力

係留力の計算方法を添付第 21-2 表に、計算結果を添付第 21-3 表、添付第 21-4 図及び添付第 21-5 図に示す。

添付第 21-2 表 係留力の計算方法<sup>1)</sup>

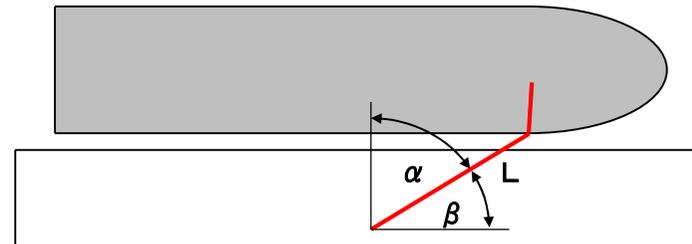
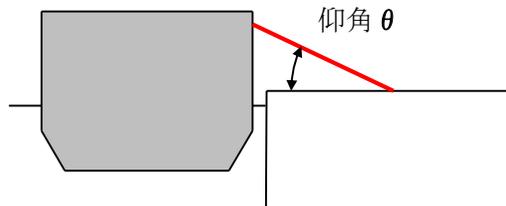
<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left( \frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left( \frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p> <math>R_x</math> : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f, 後方は添字 a)  <math>T</math> : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力 [tonf]  <math>\beta</math> : 係留索水平角 (物揚場平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

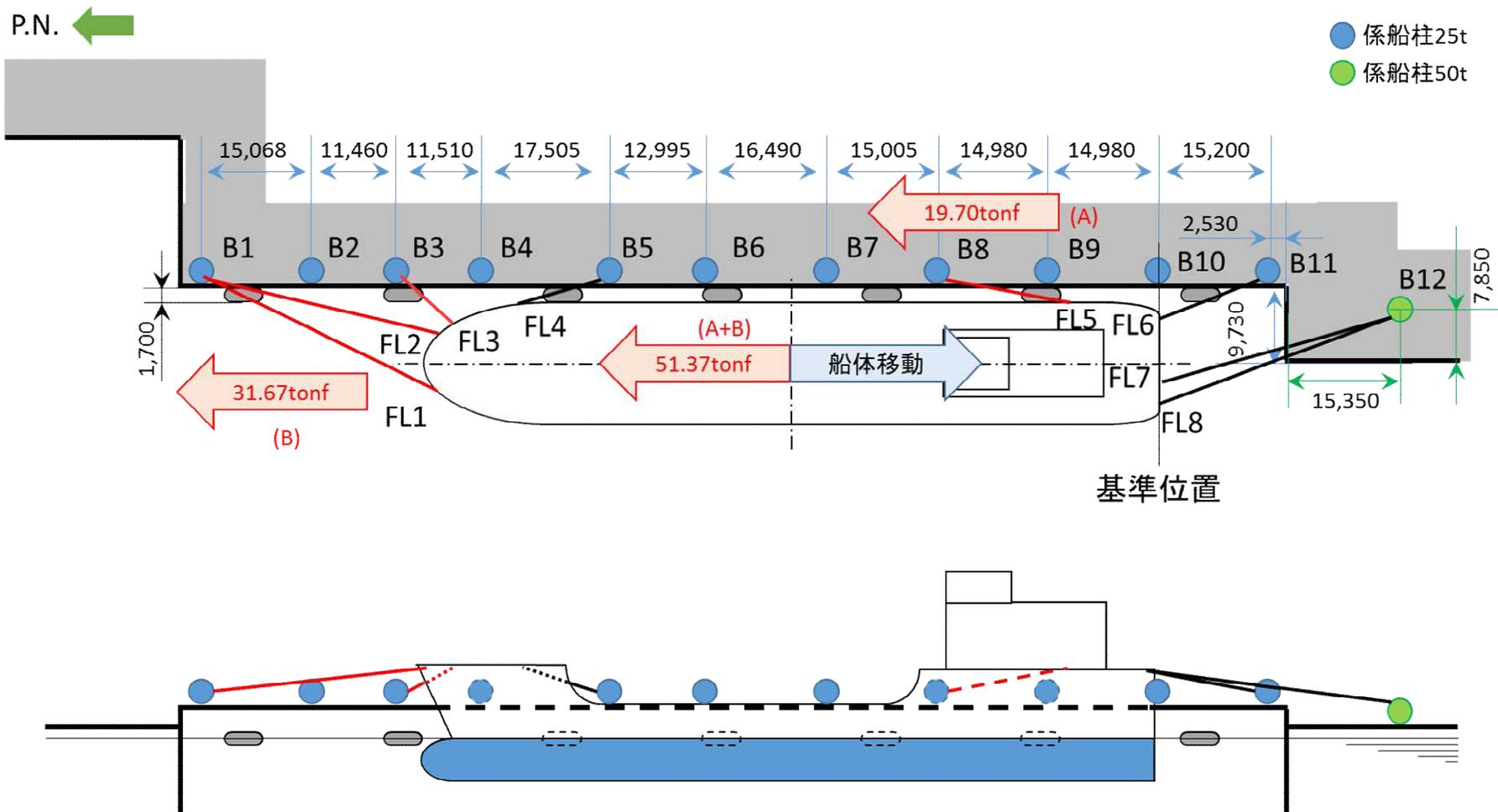
#### 参考文献

1) 日本タンカー協会：係留設備に関する指針 第 2 版, pp. 167, 2002.

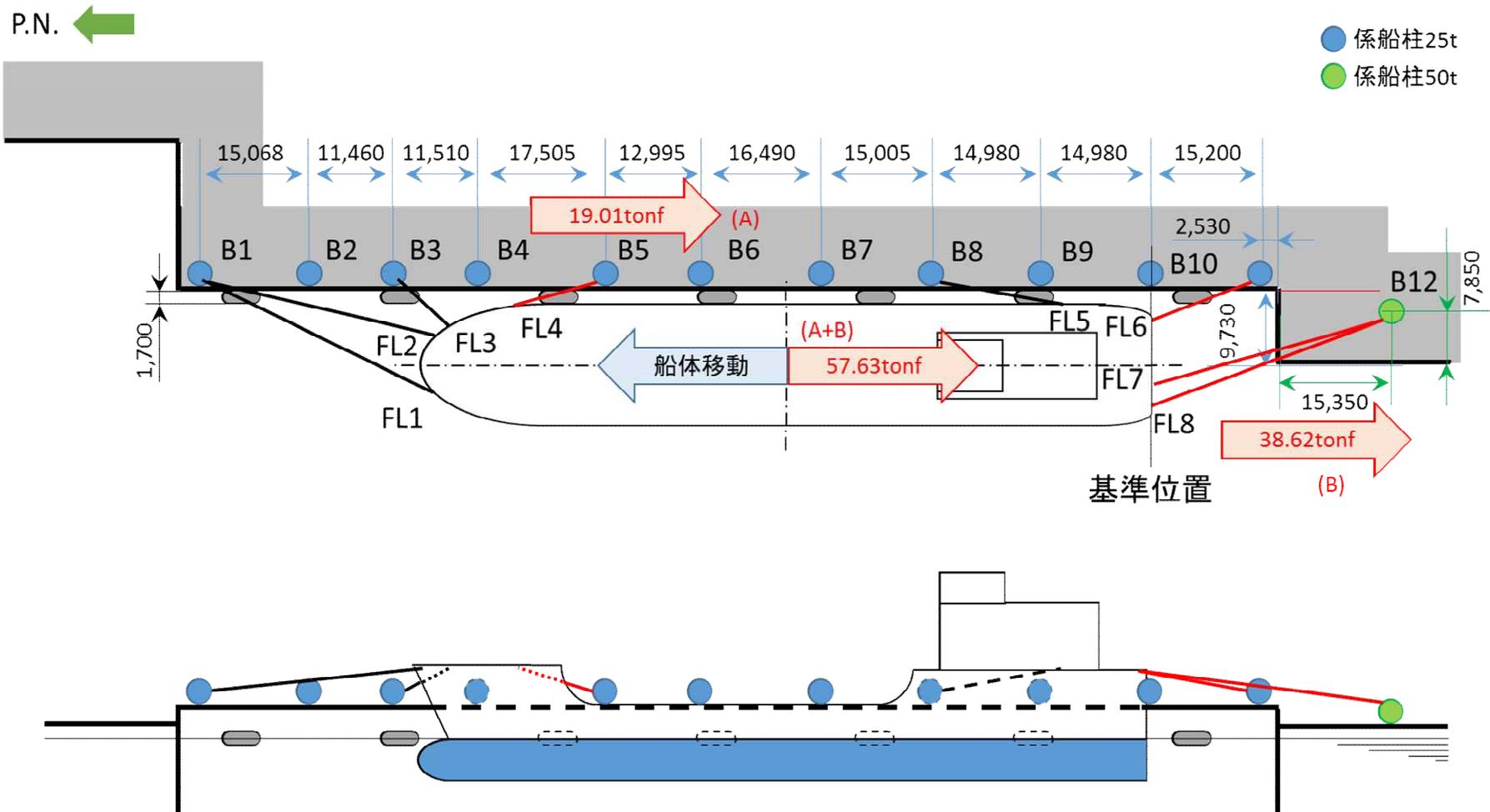
添付第 21-3 表 係留力 (添付第 21-1 図) の計算結果

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	$\theta$		$\beta$	[tonf]	[tonf]	Bitt Load	合計
FL1	Line1	B1	36.9	5.1	-24.3	20.0	-6.91	7.31	15.96	25
FL2	Line2	B1	34.2	5.5	-10.4	20.0	-8.60	8.65		
FL3	Line3	B3	10.5	18.1	-31.8	20.0	-16.16	20.00	20.00	25
							-31.67			
FL4	Line4	B5	13.7	13.7	11.9	20.0	19.01	20.00	20.00	25
							19.01			
FL5	Line5	B8	25.0	6.8	7.3	20.0	-19.70	20.00	20.00	25
							-19.70			
FL6	Line6	B11	16.6	10.3	21.0	20.0	18.37	20.00	20.00	25
FL7	Line7	B12	34.8	8.2	15.9	20.0	10.56	10.90	21.39	50
FL8	Line8	B12	35.8	8.0	21.0	20.0	9.70	10.49		
							38.62			
							前後(+) 計 57.63			
							前後(-) 計 -51.37			





添付第 21-4 図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力



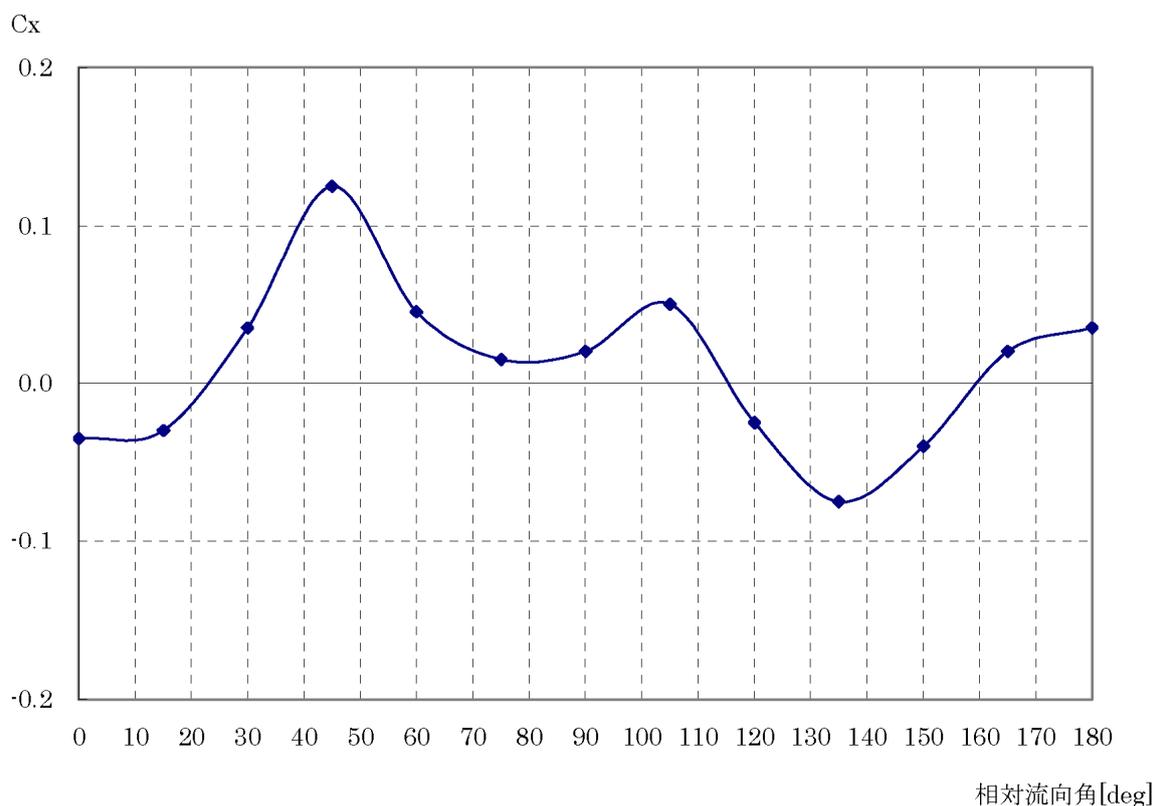
添付第 21-5 図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

(4) 流圧力

流圧力の計算方法を添付第 21-4 表に、係留力との比較結果を添付第 21-6 図に示す。

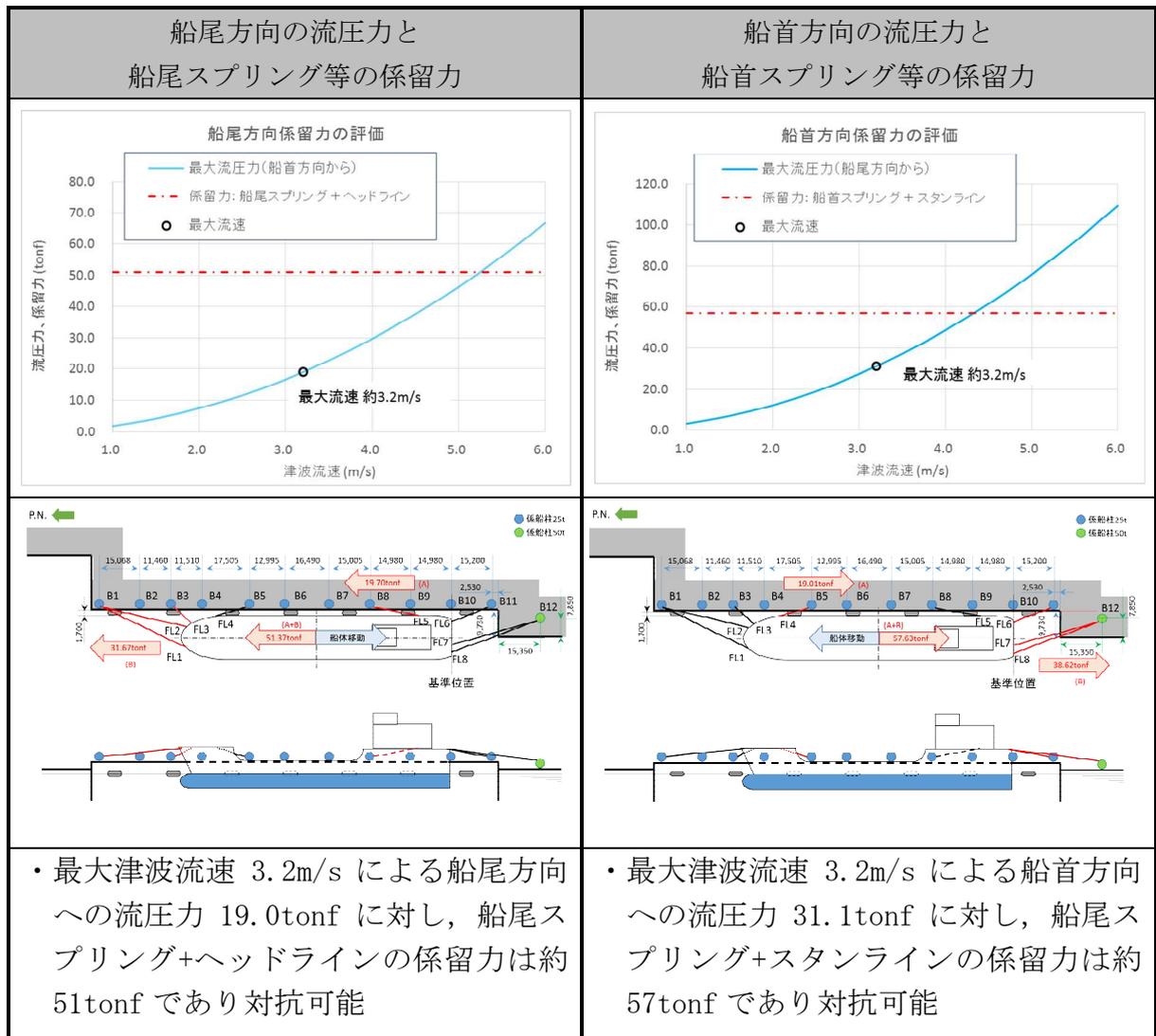
添付第 21-4 表 流圧力の計算方法<sup>1)</sup>

<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><math>F_{Xc}</math> : 縦方向流圧力 [kgf]  <math>C_{Xc}</math> : 縦方向流圧力係数  <math>V_C</math> : 流速 [m/s]  <math>L_{PP}</math> : 垂線間長 [m]  <math>d</math> : 喫水 [m]  <math>\rho_C</math> : 水密度 [kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]                  (=104.7kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</p>
--	---



参考文献

- 1) OCIMF : Mooring Equipment Guidelines 3<sup>rd</sup> Edition, pp.178, pp.187, pp.202, 2008.



添付第 21-6 図 流圧力と係留力の比較

### 21.3 結論

津波（最大流速 3.2m/s：添付第 21-3 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物揚場に留まり続けることができる。

## 添付資料 22

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

### 22.1 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、寄せ波に対して物揚場に乗り上げることのないこと、引き波に対して座礁及び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、座礁及び転覆するおそれのないことを確認する。

### 22.2 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（「物揚場への接岸」～「荷役」～「物揚場からの離岸」）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22-1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22-1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：寄せ波による物揚場への乗り上げ評価

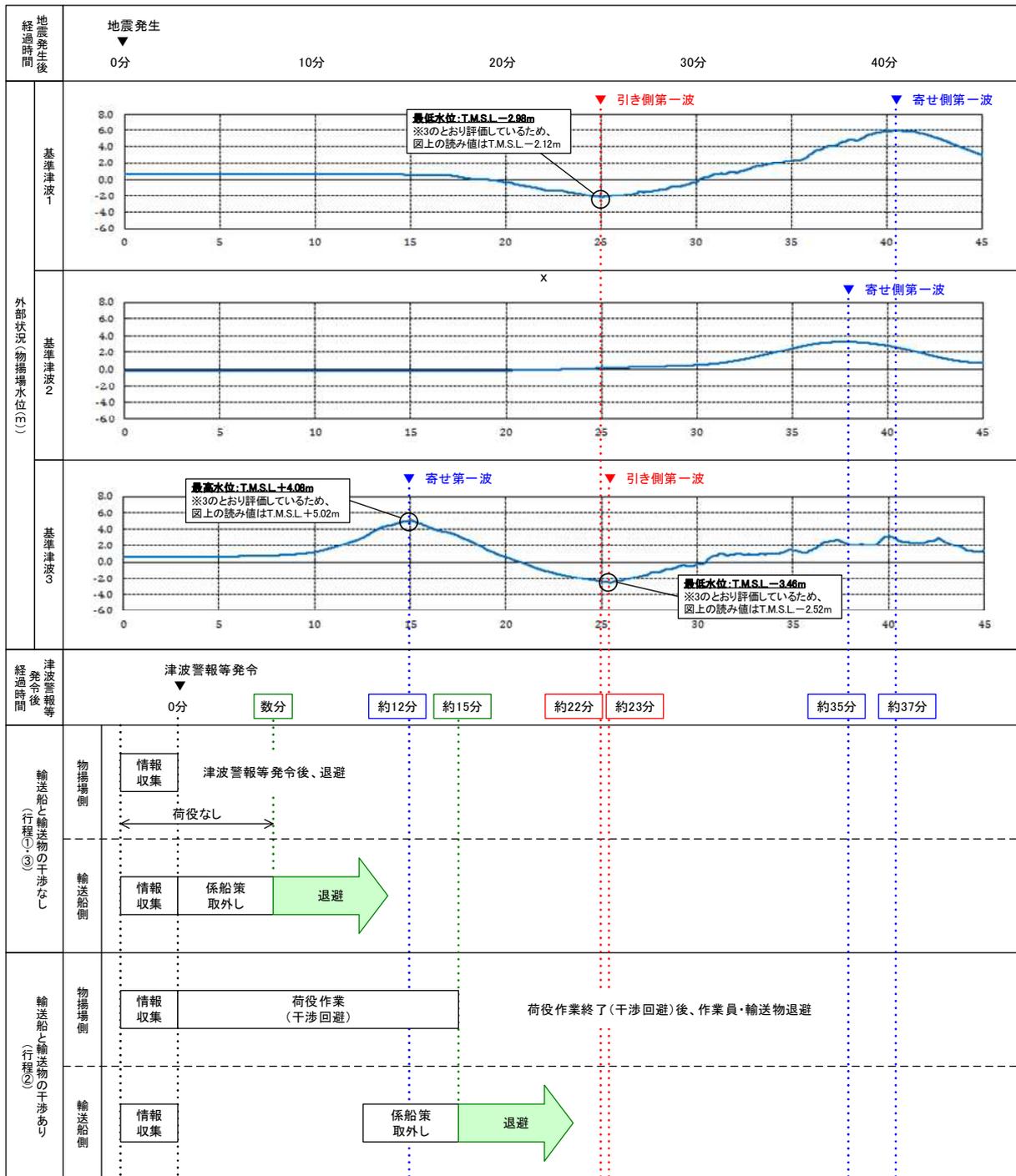
緊急退避できずに基準津波3の寄せ波第一波（※）を受ける  
※最高水位 T.M.S.L. +4.08m（発生時刻：地震後約15分）

#### ケース2：引き波による座礁及び転覆評価（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：引き波による座礁及び転覆評価（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、地震発生後の3分後(気象庁HPI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、引き側及び寄せ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)、地殻変動量(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)、地殻変動量(0.20m)  
 ・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)、地殻変動量(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  
 ※5:行程①は「物揚場への接岸」、行程②は「荷役」、行程③は「物揚場からの離岸」を示す

添付第 22-1 図 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間

## 22.3 確認結果

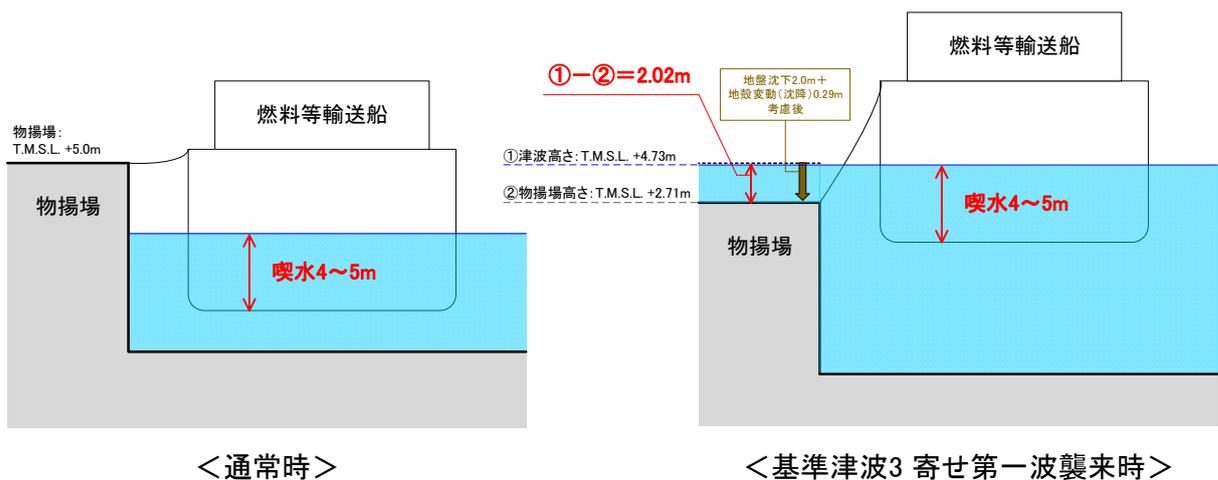
### (1) ケース 1：寄せ波による物揚場への乗り上げ評価

寄せ波による津波高さと喫水の関係を添付第 22-2 図に示す。

これより、燃料等輸送船は物揚場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 津波襲来時物揚場高さ		
・物揚場高さ(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 22-2 図 寄せ波による津波高さと喫水の関係

(2) ケース 2：引き波による座礁及び転覆評価（緊急退避不能時）

引き波による津波高さとの関係を示す添付第 22-3 図に示す。

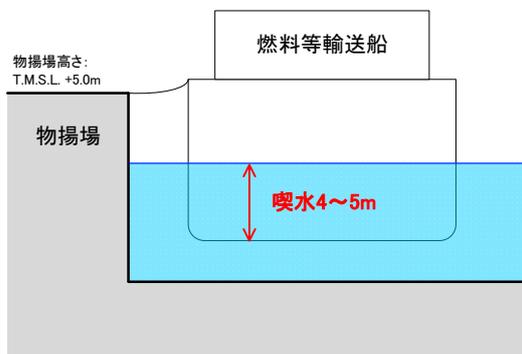
これより、燃料等輸送船は引き波のピークの際には一時的に着底し得ることが示されるが、この場合も、以下の理由より座礁及び転覆することはない（漂流物とならない）。

- 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寄せ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。

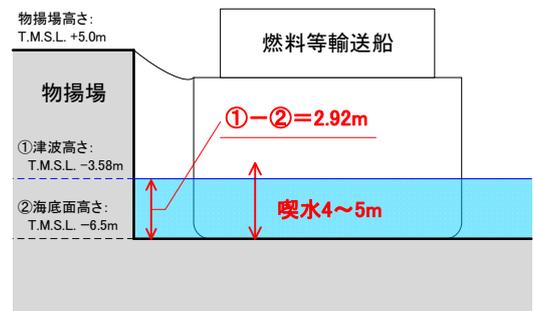
①津波高さ		
・引き波水位	T.M.S.L. - 3.46m	
・朔望平均干潮位	T.M.S.L. + 0.03m	
・潮位のばらつき	- 0.15m	
(計)	T.M.S.L. - 3.58m	
②海底面高さ	T.M.S.L. - 6.50m	

⇒

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及び地盤変状は、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 22-3 図 引き波による津波高さとの関係

### (3) ケース 3：引き波による座礁及び転覆評価（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 22-3 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、重量及び形状より、離岸後の輸送船は、座礁及び転覆することなく、退避可能（漂流物とならない）と判断できる。

## 22.4 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場合でも、座礁及び転覆しない（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 及び図 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

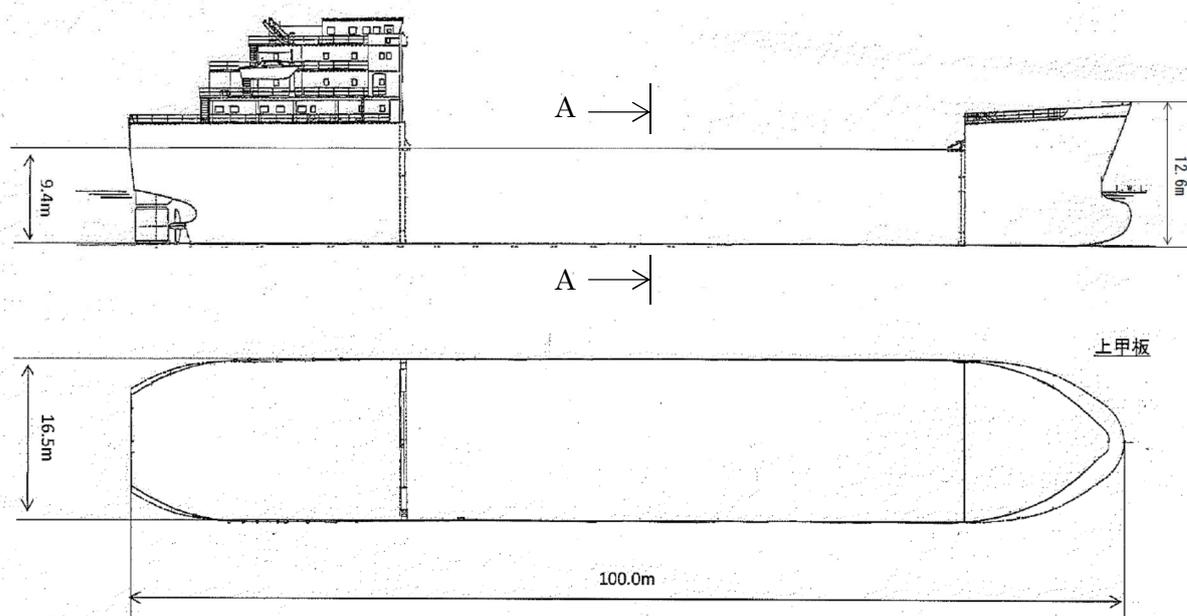


図 1 燃料等輸送船外形図

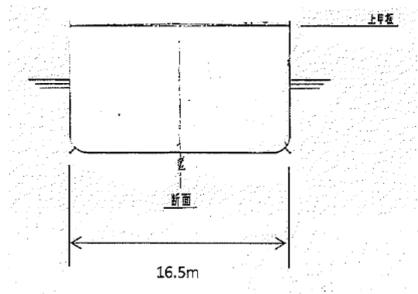


図 2 燃料等輸送船外形図 (A-A 矢視)

(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。

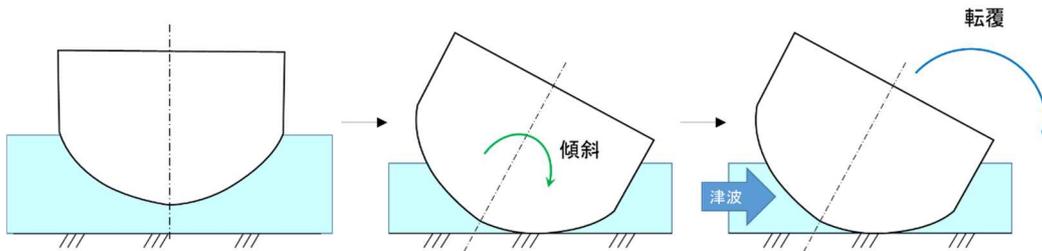


図 3 丸型の船底を有する船舶の着底状態

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。

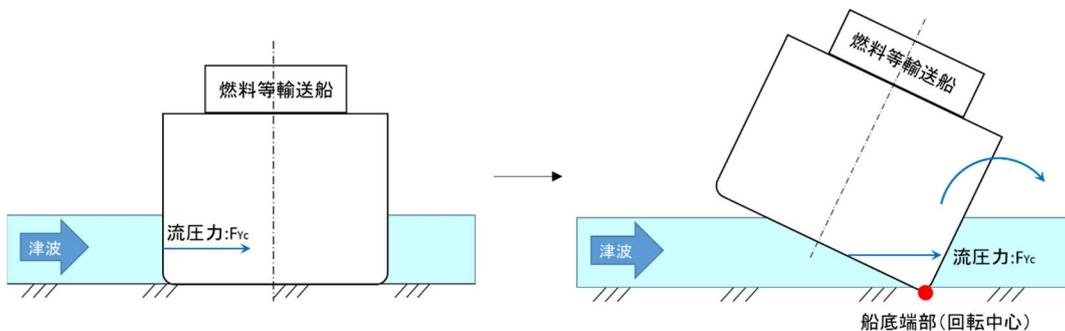


図 4 想定転覆モード

## 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。

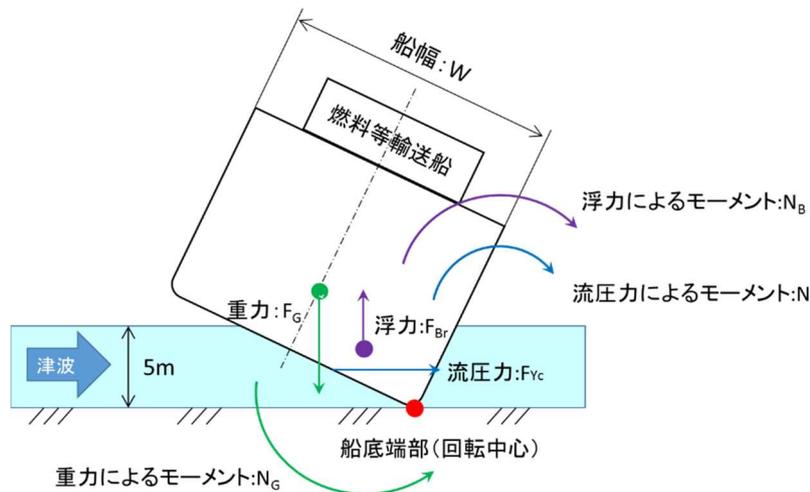


図5 燃料等輸送船に働く力とモーメント

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にあるときの傾きは約  $60^\circ$  であるため、ここでは傾きを  $30^\circ$  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。

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

$N_G$  : 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)

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

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<sup>1)</sup>

<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><math>F_{Yc}</math> : 横方向流圧力 [kgf]  <math>C_{Yc}</math> : 横方向流圧力係数  <math>V_C</math> : 流速 [m/s]  <math>L_{PP}</math> : 垂線間長 [m] (=94.4)  d : 喫水 [m] (=5)  <math>\rho_C</math> : 水密度 [kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]  (=104.7kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</p>
--	---

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。

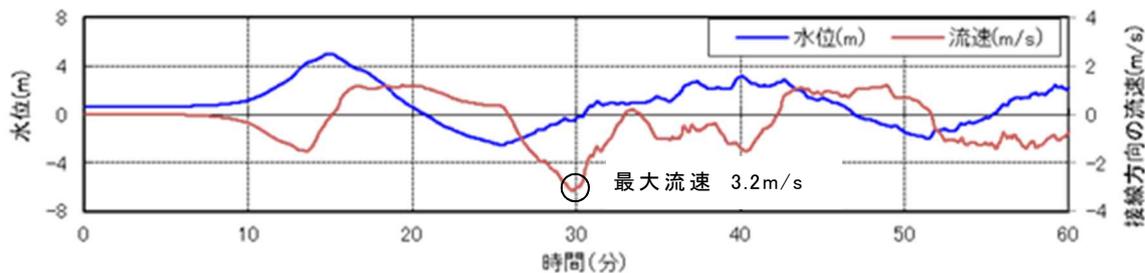


図 6-1 基準津波 3 の水位・流速 (物揚場前面)

なお、地震等により防波堤が損傷した場合でも、流速は図 6-2 に示

すとおりに防波堤健全時（図 6-1）よりも小さいため、流速条件は防波堤健全時における流速に包含される。

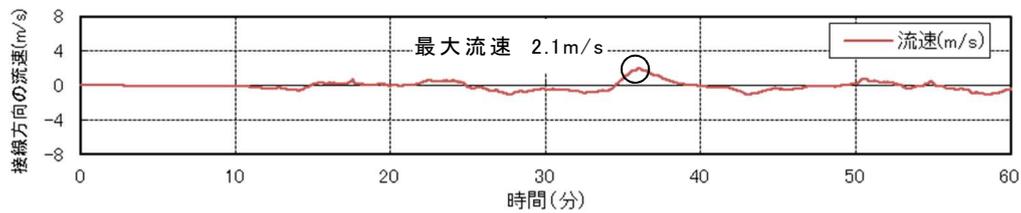


図 6-2 防波堤損傷時における基準津波 3 の流速（物揚場前面）

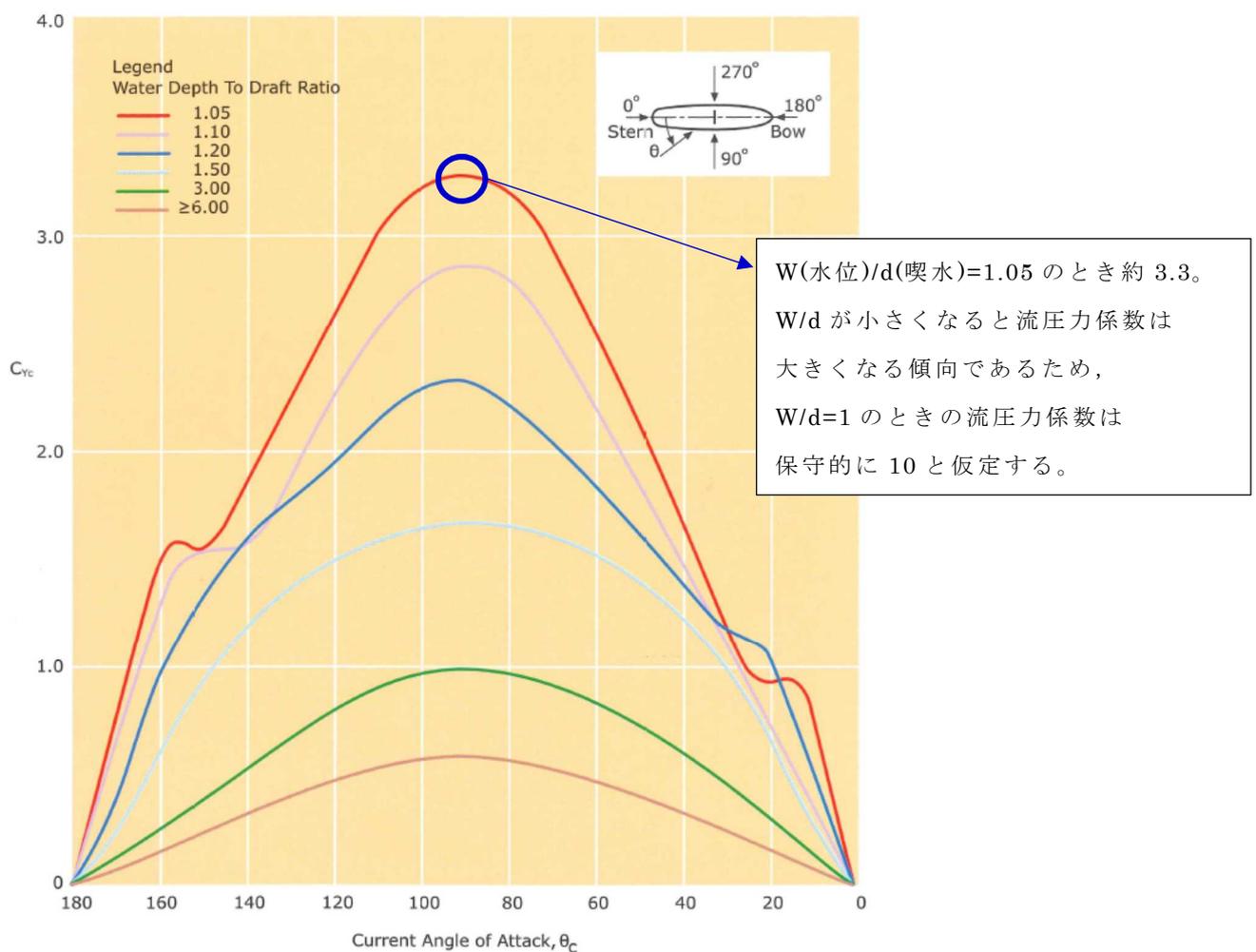


図 7 横方向の流圧力係数<sup>1)</sup>

参考文献

- 1) OCIMF: Mooring Equipment Guidelines 3<sup>rd</sup> Edition, pp.178, pp.190, pp.202, 2008.

上記の表 2 により  $F_{Yc}$  は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} F_{Yc} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.7 \times 3.2^2 \times 94.4 \times 5 \\ &\doteq 2531000 \text{ [kgf]} \\ &= 2531 \text{ [tonf]} \end{aligned}$$

従って、流圧力によるモーメントは以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N &= F_{Yc} \times d \div 2 \\ &= 2531 \times 5 \div 2 \\ &\doteq 6328 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

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。

$$\begin{aligned} N+N_B &= 6328+5000 \\ &= 11328 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} < N_G=35700 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

### 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なく、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。

## 添付資料 23

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

### 23.1 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。

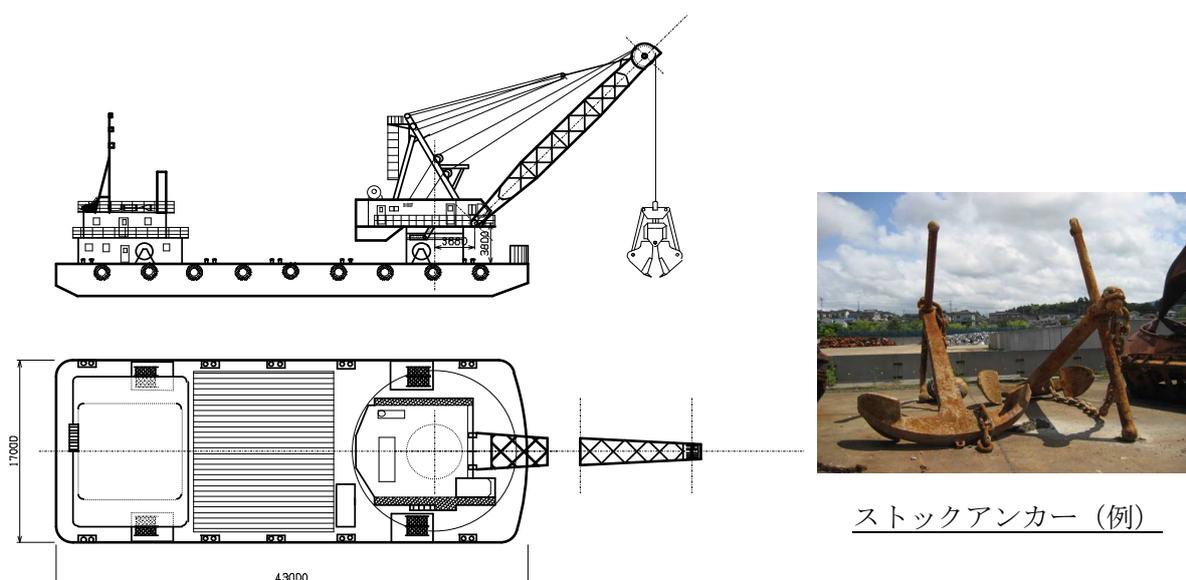
### 23.2 評価

#### (1) 浚渫船及び係船設備の仕様と錨泊状態

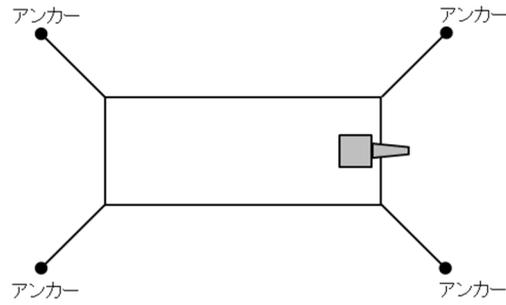
浚渫船及び係船設備の仕様を添付第 23-1 表に、浚渫船の外形図及びストックアンカーの外観図を添付第 23-1 図に、錨泊状態を添付第 23-2 図に示す。

添付第 23-1 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	1.980tonf
アンカー ライン	種類	ワイヤー
	数量	4本



添付第 23-1 図 浚渫船の外形図



添付第 23-2 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<sup>1)</sup>。なお、アンカーラインはワイヤーを使用するため、その係駐力は期待しない。

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

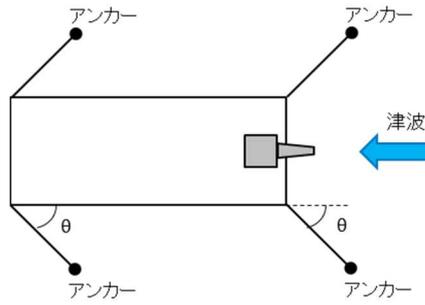
$P$  : アンカー1基あたりの把駐力[tonf]  
 $\omega_a$  : アンカーの海水中重量[tonf]  
 (= 2.475(空气中重量)  $\times$  0.87<sup>1)</sup>)  
 $\lambda_a$  : アンカーの把駐係数(=5.1<sup>2)</sup>)

なお、アンカーの空气中重量は、以下の式<sup>3)</sup>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。

$$\begin{aligned}
 \omega_1 &= \omega_s \div 0.8 \\
 &= 1.980 \div 0.8 \\
 &= 2.475
 \end{aligned}$$

$\omega_1$  : ストックレスアンカー相当重量[tonf]  
 $\omega_s$  : ストックアンカー重量[tonf] (=1.980)

ここで、添付第 23-2 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 23-3 図の状態となる。



添付第 23-3 図 走錨状態

走錨時にはアンカーラインの角度  $\theta$  は  $0^\circ$  に近づくが、ここでは保守的に  $45^\circ$  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<sup>1)</sup>。

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

$P_2$  : 4 基のアンカーによる把駐力 [tonf]  
 $\theta$  : アンカーラインの角度 [degree] (=45)

#### 参考文献

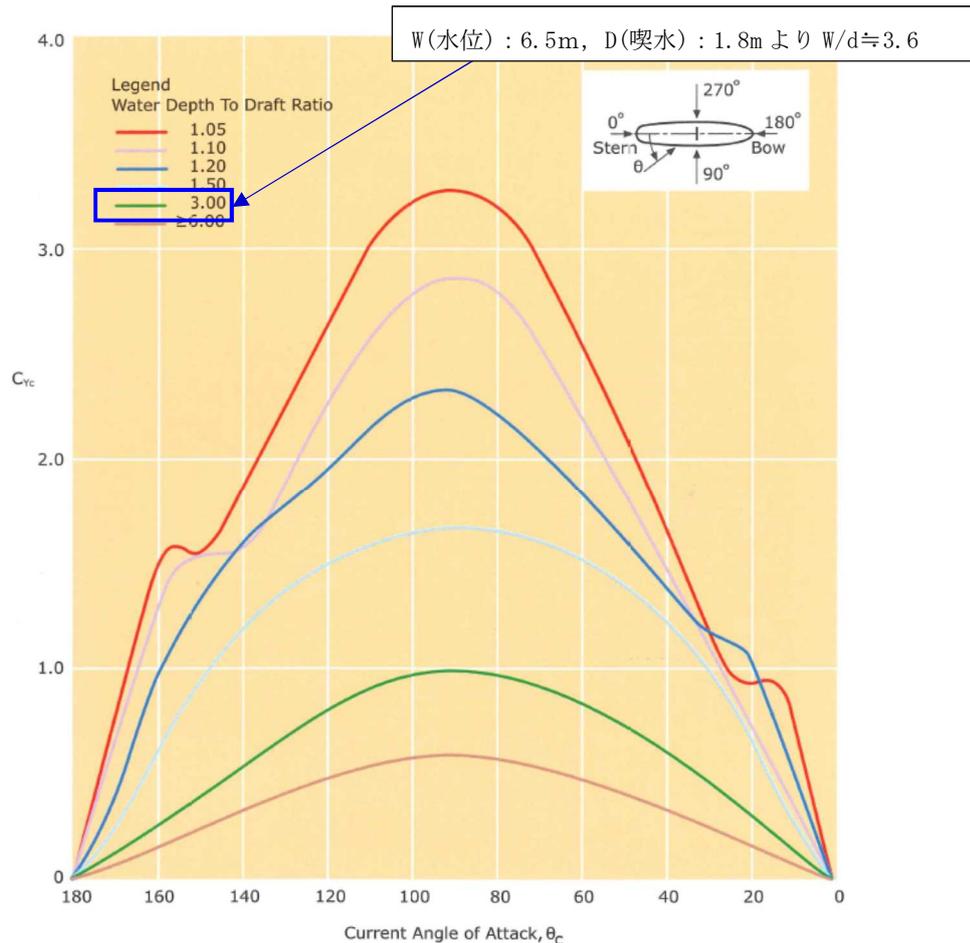
- 1) 本田啓之輔：操船通論，pp. 110, pp. 115, pp. 125，成山堂書店，2011.
- 2) 佐藤治夫：錨の把駐性能に関する一考察，[海自然と文化] 東海大学紀要海洋学部，第 3 巻第 3 号，pp. 35，2005.
- 3) 日本海事協会：鋼船規則 C 編 船体構造及び船体艤装，pp. 178, pp. 183，2016.

#### (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 23-2 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 23-2 表 流圧力の計算方法<sup>1)</sup>

<p><b>【流圧力計算式】</b></p> $F_{Y_C} = \frac{1}{2} \times C_{Y_C} \times \rho_C \times V_C^2 \times L_{P_P} \times d$	<p><math>F_{Y_C}</math> : 横方向流圧力 [kgf]  <math>C_{Y_C}</math> : 横方向流圧力係数 (=1; 添付第 23-4 図より)  <math>V_C</math> : 流速 [m/s]  <math>L_{P_P}</math> : 垂線間長 [m] (=43)  <math>d</math> : 喫水 [m] (=1.8)  <math>\rho_C</math> : 水密度 [kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]  (=104.7kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</p>
--	--



添付第 23-4 図 横方向流圧力係数  $[C_{Yc}]$ <sup>1)</sup>

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、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。

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

$$\begin{aligned}
 V_L &= \sqrt{2 \times P \div (C_{Yc} \times \rho_c \times L_{pp} \times d)} \\
 &= \sqrt{2 \times 30.8 \div (1 \times 104.7 \div 1000 \times 43 \times 1.8)} \\
 &\approx 2.7
 \end{aligned}$$

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。

#### 参考文献

- 1) OCIMF : Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition, pp.178, pp.190, pp.202, 2008.

## 添付資料 24

車両退避の実効性について

## 車両退避の実効性について

### 24.1 目的

大湊側の護岸部に取水設備の点検等の際に車両を乗り入れる場合、津波発生時には退避を実施する。本書は、漂流物化の可能性の観点より、その退避の実効性を示すものである。

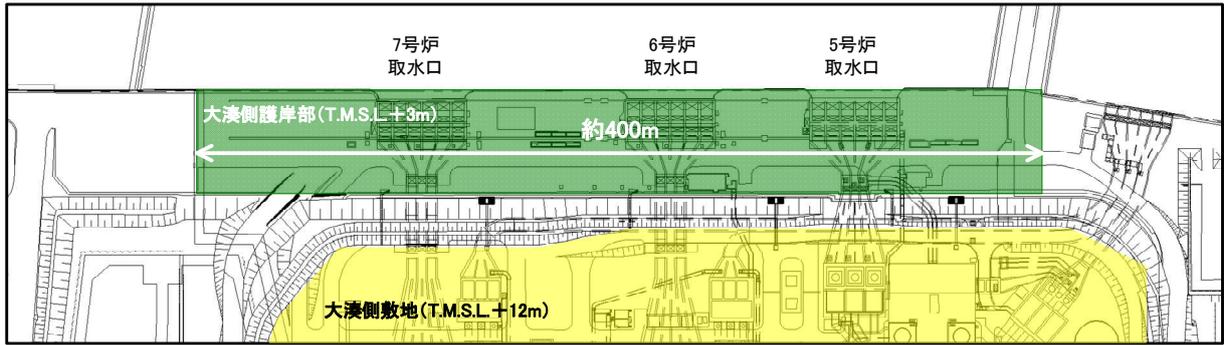
### 24.2 退避の実効性

大津波警報が発令された場合には、マニュアルに基づき発電所の所内放送により速やかに護岸部を含む所内各所に連絡がされる。点検作業等により護岸部に車両を乗り入れる場合、大津波警報発令時には、作業者はこの所内放送を受け、車両とともに護岸部から津波の遡上域外（発電所全体遡上域の最高水位 T.M.S.L. + 8.3m より高所）に退避することになる。

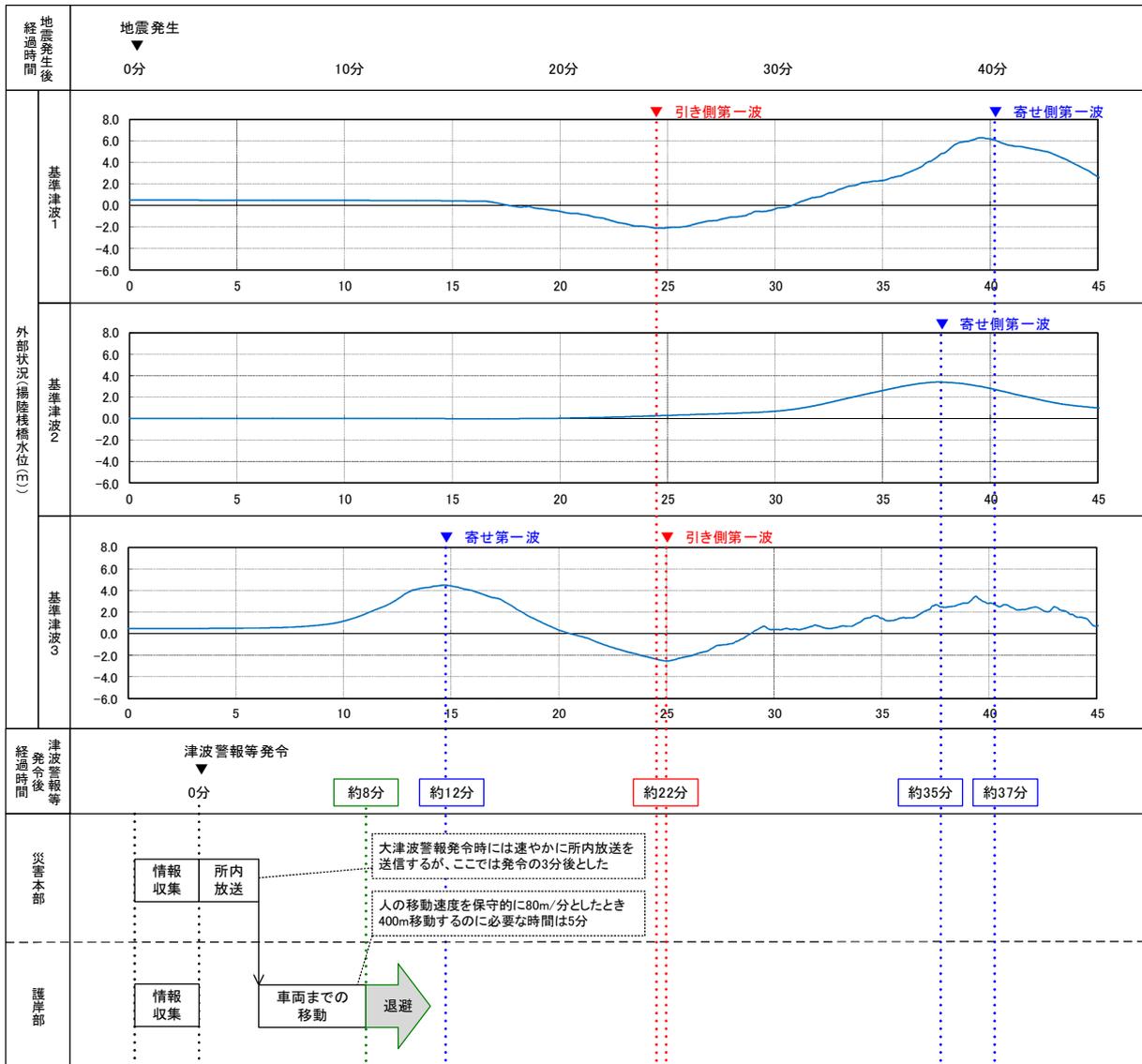
通常、作業等により車両を離れる場合は、車両は作業現場の近傍に駐車されるため、車両は所内放送の送信後に速やかに現場から退避可能と考えられるが、保守的な想定として、作業者が車両から護岸部における最長直線距離約 400m(添付第 24-1 図)離れた位置で所内放送を受けるものとし、この場合の津波の到達時間と車両の退避に要する時間の関係を整理すると添付第 24-2 図のとおりとなる。

なお、上記の保守的な想定においては、作業者が車両まで移動するのに要する時間に対し、車両により護岸部から遡上域外まで移動するのに要する時間は無視し得ると考えられるため、ここでは前者により退避に要する時間を代表する。

添付第 24-2 図より、到達までに最も余裕のない基準津波 3 の場合でもあっても、車両は十分に退避可能であることが示されるものとする。



添付第 24-1 図 大湊側護岸部の概略



※津波警報等発令後経過時間は、地震発生後の3分後(気象庁HPI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  
 ※津波の到達時間は、引き側及び寄せ側ともピークの到達時間を記載

添付第 24-2 図 津波の到達と車両の退避に要する時間

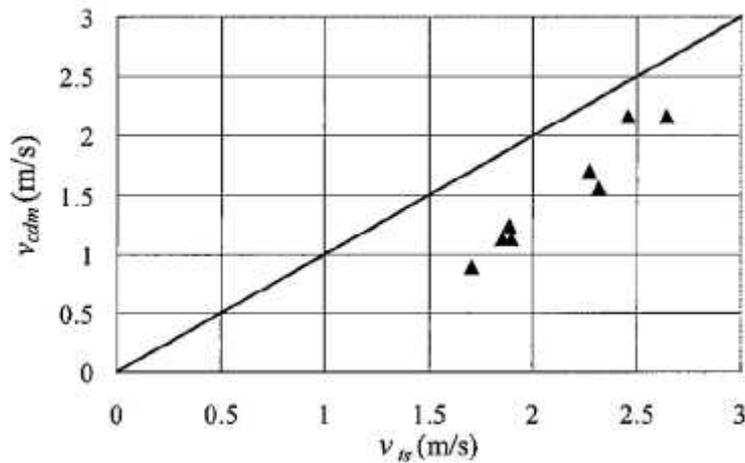
## 添付資料 25

漂流物の評価において考慮する津波の  
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

### 25.1 はじめに

津波による漂流物の漂流速度は，津波流速に支配される。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流速を用いる。



添付第 25-1 図 津波流速  $v_{ts}$  と最大漂流速度  $v_{cdm}$  の関係

※1) 有川太郎，大坪大輔，中野史丈，下迫健一郎，石川信隆：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験，土木学会論文集，Vol. 54，P846-850，2007

津波流速は，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，後述する大湊側港湾内全域の各地点の評価対象物（6号及び7号炉海水貯留堰）方向の津波流速を算出し，その中で最大となる津波流速を漂流物の衝突荷重の評価に用いる漂流速度として設定する。

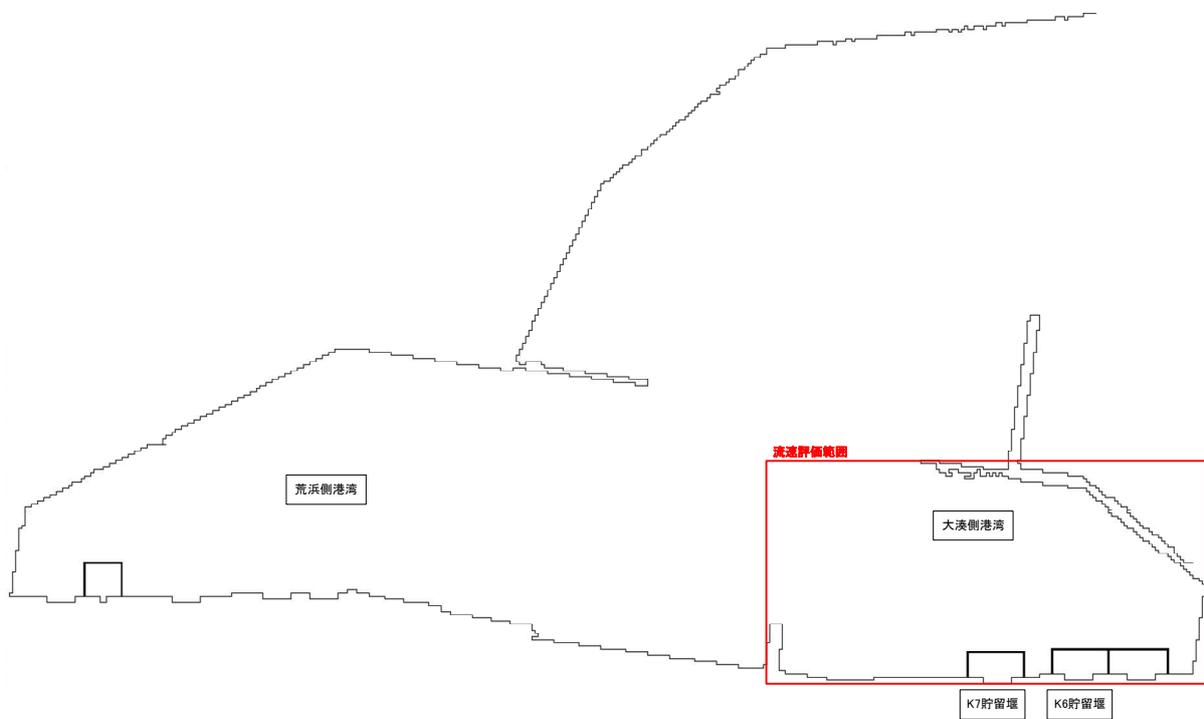
## 25.2 海水貯留堰の評価に用いる津波流速

海水貯留堰の評価に用いる漂流速度の設定は、保守的に大湊側港湾内全域の海水貯留堰方向の流速の最大津波流速とする（添付第 25-2 図参照）。

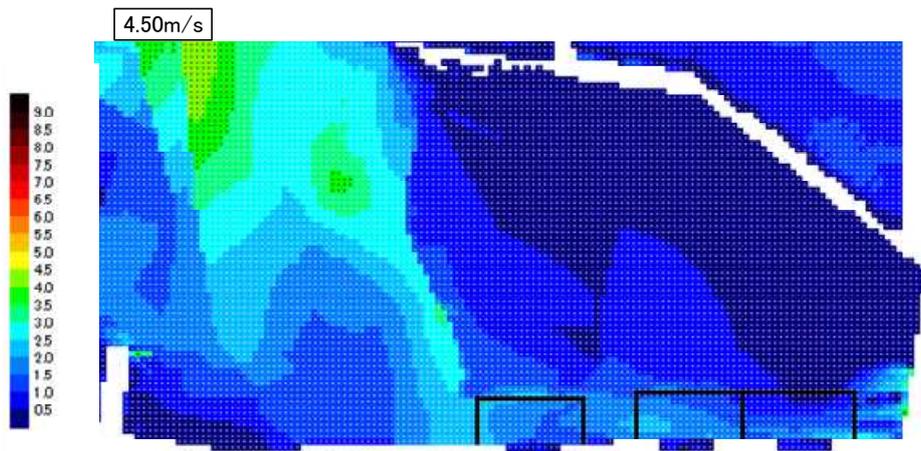
また、防波堤有無の影響を考慮するため、防波堤有無のパラメータスタディを実施し、より大きくなる流速を選定する。

結果としては、基準津波 2 の防波堤なしケースにおいて最大流速 5.64m/s が抽出されたことから、安全側に 6.0m/s を海水貯留堰の衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。

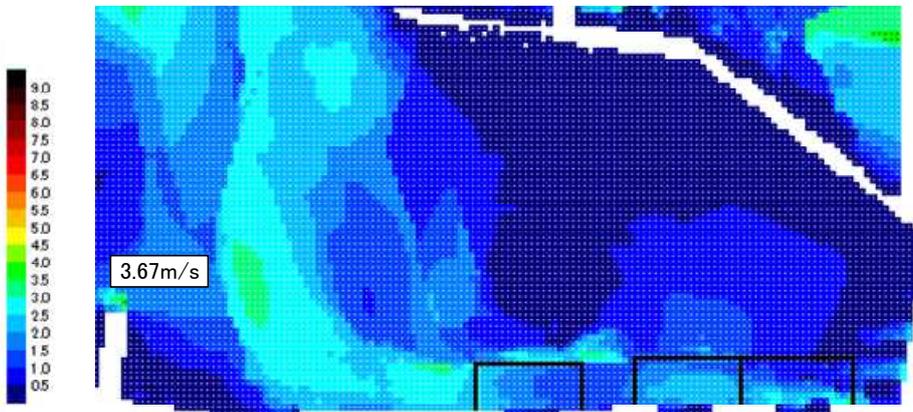
なお、6 号及び 7 号炉海水貯留堰方向の最大流速分布を添付第 25-3 図及び添付第 25-4 図に示す。



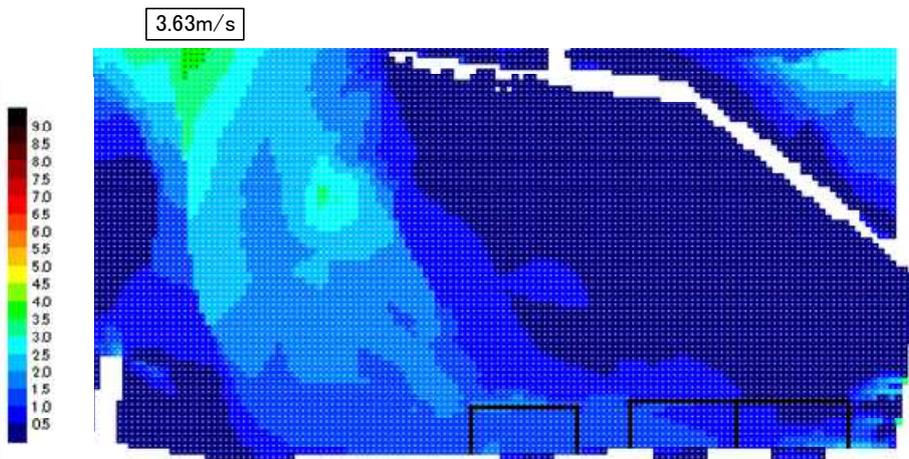
添付第 25-2 図 6 号及び 7 号炉の海水貯留堰の漂流物衝突評価に用いる漂流速度の設定にあたって最大流速を抽出する範囲



【防波堤あり】基準津波1(貯留堰方向)

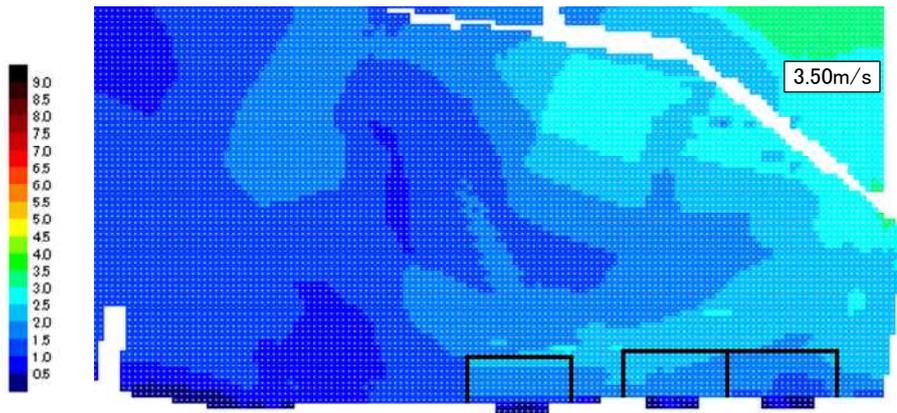


【防波堤あり】基準津波2(貯留堰方向)

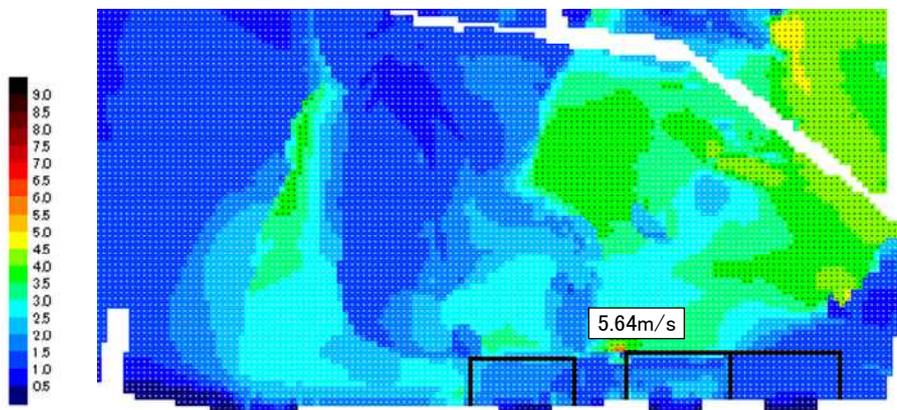


【防波堤あり】基準津波3(貯留堰方向)

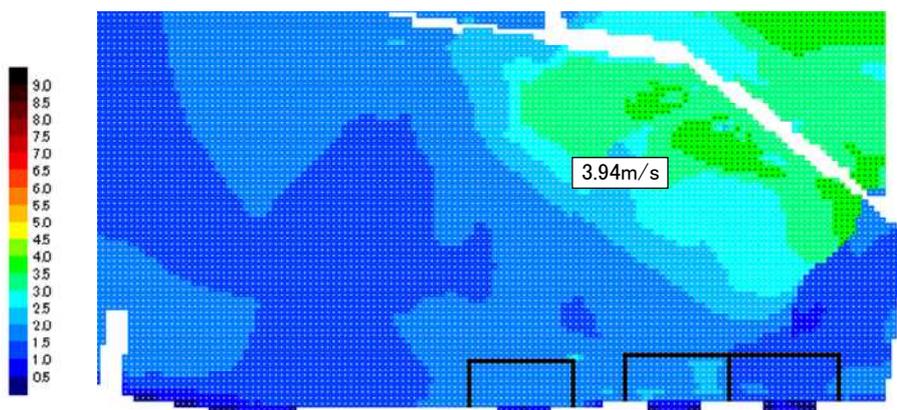
添付第 25-3 図 大湊側港湾内最大流速分布 (防波堤ありケース)



【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 25-4 図 大湊側港湾内最大流速分布 (防波堤なしケース)

## 添付資料 26

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 26-1 図に示す通り。

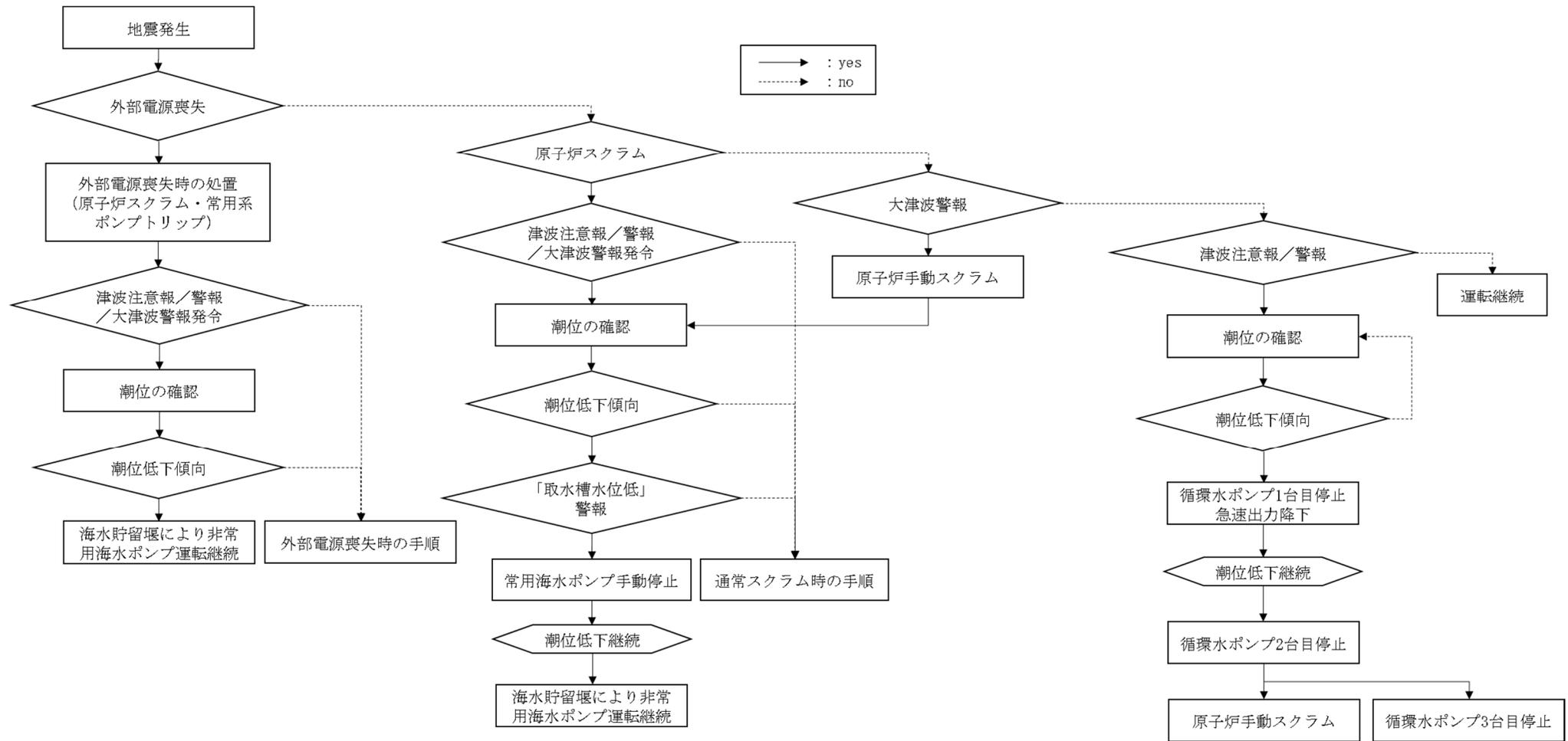
構内に設置する津波監視設備（津波監視カメラ、取水槽水位計）は、津波襲来状況及び構内の状況を監視するため、昼夜にわたって監視可能な設計としている。監視の考え方について、添付第 26-1 表に纏める。

添付第 26-1 表 津波監視の考え方

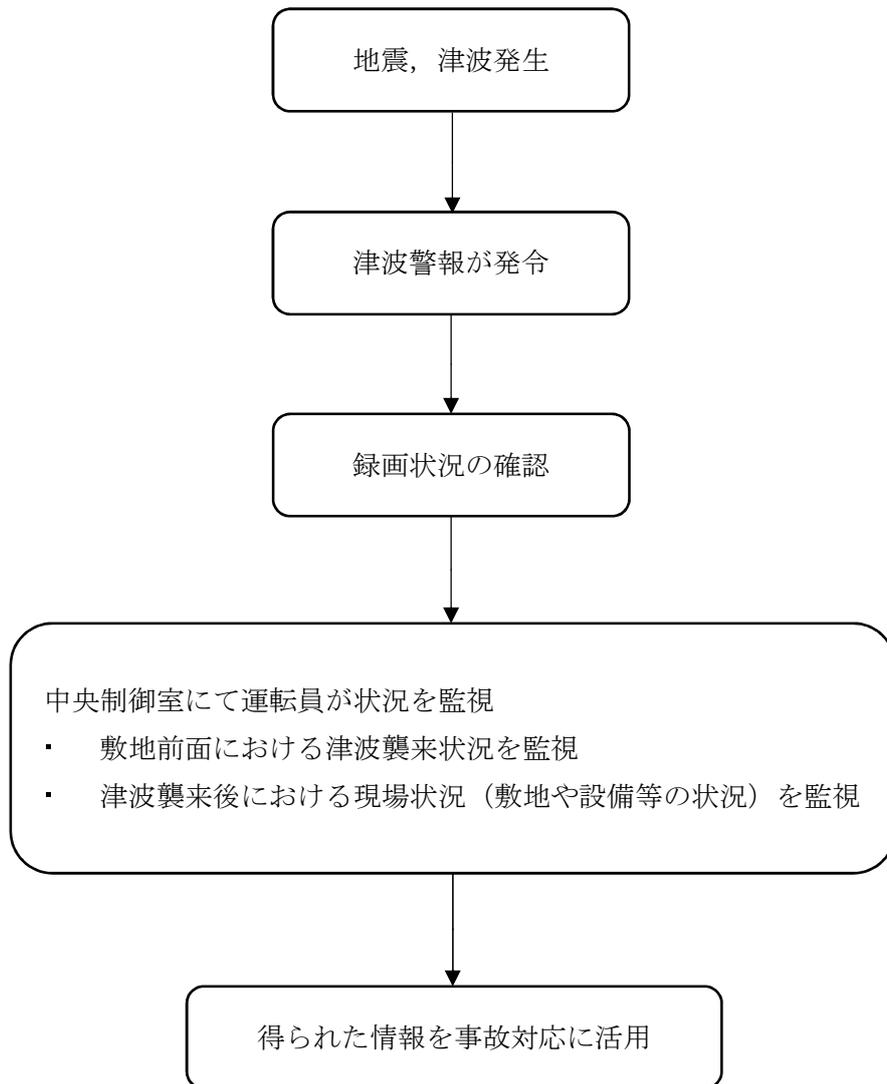
監視対象	設備	監視場所	監視設備の考え方
引き波 影響	取水槽水位計	・ 6 号及び 7 号炉中央制御室	引き波時には非常用海水冷却系の取水確保を目的として、主に取水槽水位計（6 号及び 7 号炉非常用海水ポンプ室に設置）の水位値を確認する。
	津波監視カメラ	・ 6 号及び 7 号炉中央制御室	津波監視カメラを、7 号炉主排気筒に設置し、津波（引き波）の状況を確認する。
津波襲来 状況	津波監視カメラ	・ 6 号及び 7 号炉中央制御室	津波襲来時には主に津波監視カメラ（7 号炉主排気筒に設置）の映像を確認し、襲来状況や敷地浸水状況等をリアルタイムかつ継続的に確認する。
	取水槽水位計	・ 6 号及び 7 号炉中央制御室	取水槽水位計にて、上昇側及び下降側水位を確認する。
襲来後の 構内状況	津波監視カメラ	・ 6 号及び 7 号炉中央制御室 ・ 5 号炉緊急時対策所	津波監視カメラを、7 号炉主排気筒に設置し、津波襲来後の構内状況を監視する。

津波監視カメラの映像は添付第 26-2 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、5 号炉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、カメラの操作は中央制御室にて実施する設計とする。



添付第 26-1 図 地震・津波時の対応フロー



添付第 26-2 図 津波監視カメラ運用フロー

## 添付資料 27

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

### 27.1 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 27-1 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※ <sup>1</sup> 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こと。	・常時荷重 ・地震荷重
②	耐震審査ガイド※ <sup>1</sup> 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。	・地震荷重 ・津波荷重
③	耐津波審査ガイド※ <sup>2</sup> 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。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重
④	耐津波審査ガイド※ <sup>2</sup> 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。	・漂流物衝突荷重
⑤	耐津波審査ガイド※ <sup>2</sup> 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。	・地震荷重 ・風荷重
⑥	設置許可基準規則 第 6 条	安全施設は，想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。※ <sup>3</sup>	・その他自然現象による荷重

※<sup>1</sup>：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※<sup>2</sup>：「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※<sup>3</sup>：安全施設に対する要求事項であるが，津波防護施設等の設計において準用する。

## 27.2 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頭圧等を考慮する。

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 (Ss)

基準地震動 Ss による地震力を考慮する。

### (3) 余震荷重

余震荷重として、弾性設計用地震動 Sd による地震力を考慮する。(添付資料 30 参照)

なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合における、施設内滞留水に生じるスロッシングによる荷重等も併せて考慮する。

### (4) 津波荷重 (静)

津波により設備に作用する静的荷重 (静水頭圧による荷重) を考慮する。

### (5) 津波荷重 (動・波力)

津波により設備に作用する動的荷重として、津波の波力による荷重を考慮する。

### (6) 津波荷重 (動・突き上げ)

津波により設備に作用する動的荷重として、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。

### (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，その他自然現象に伴う荷重を組合せる場合は，「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」に従い，「設計基準規模の積雪による荷重」あるいは「設計基準規模の降下火砕物による荷重及び平均規模の積雪による荷重」との組合せを考慮する。

本項においては，設計基準規模の積雪による荷重を，「積雪荷重（設計）」と標記し，平均規模の積雪による荷重を「積雪荷重（ベース）」と標記し，設計基準規模の降下火砕物による荷重を「降下火砕物荷重」と標記する。

## 27.3 荷重の組合せ

### 27.3.1 設置状況等に応じて考慮する荷重について

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，各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。

#### 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，「その他自然現象に伴う荷重」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場所に設置する施設・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場所に設置する施設・設備については，津波荷重として動的荷重を考慮し，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・波力）」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。

### 27.3.2 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ

27.3.1 に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視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

海水貯留堰の設計において考慮する荷重は、海水貯留堰の設置状況より以下のとおり整理される。

##### a. 設置場所

海中設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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る場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「津波荷重（動・波力）」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ため、「漂流物衝突荷重」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・波力)
- ③ 常時荷重＋津波荷重(動・波力)＋漂流物衝突荷重
- ④ 常時荷重＋津波荷重(動・波力)＋余震荷重

#### (2) 取水槽閉止板

取水槽閉止板の設計において考慮する荷重は、取水槽閉止板の設置状況より以下のとおり整理される。

##### a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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る場所に設置する設備であり、津波が鉛直上向きに作用する設備であるため、「津波荷重（動・突き上げ）」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

水密扉の設計において考慮する荷重は、水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「津波荷重(静)」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

止水ハッチの設計において考慮する荷重は、止水ハッチの設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「津波荷重（静）」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

貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、貫通部止水処置の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「津波荷重（静）」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の設計において考慮する荷重は、床ドレンライン浸水防止治具の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「津波荷重（静）」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

浸水防止ダクトの設計において考慮する荷重は、浸水防止ダクトの設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「津波荷重（静）」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

ダクト閉止板の設計において考慮する荷重は、ダクト閉止板の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「津波荷重(静)」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

津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、津波監視カメラの設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋外設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」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、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

なお、津波監視カメラの設計にあたっては、第5条の要求事項に従い、風荷重を組み合わせる。

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

取水槽水位計の設計において考慮する荷重は、取水槽水位計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（取水路の最奥でありタービン建屋内に位置する取水槽）設置であるため、「その他自然現象に伴う荷重」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<sup>1</sup>、津波荷重として、「津波荷重（静）」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

---

<sup>1</sup> 取水路の最奥に設置することから、設置箇所における津波の水平方向の流速は比較的小さく、津波荷重としては主に静水頭圧が作用する。

## 添付資料 28

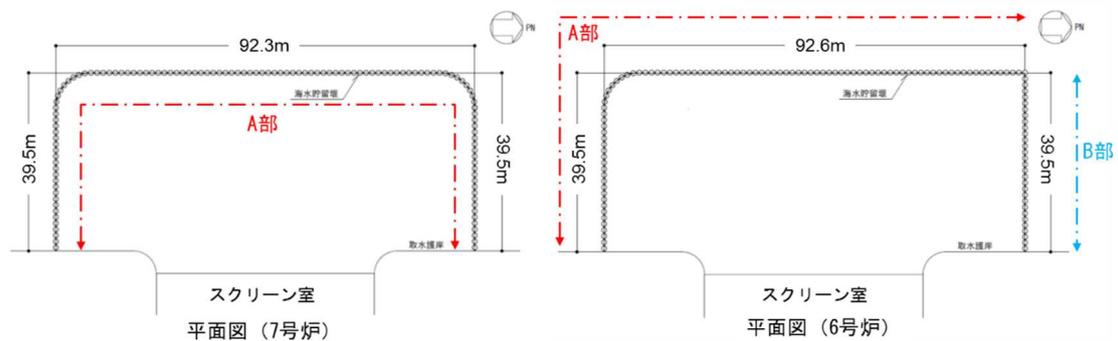
海水貯留堰における津波波力の  
設定方針について

## 海水貯留堰における津波波力の設定方針について

### 28.1 はじめに

添付第 28-1 図に海水貯留堰の平面図を，添付第 28-2 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))<sup>1)</sup>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，越流直前の波力及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 28-1 図 海水貯留堰の平面図

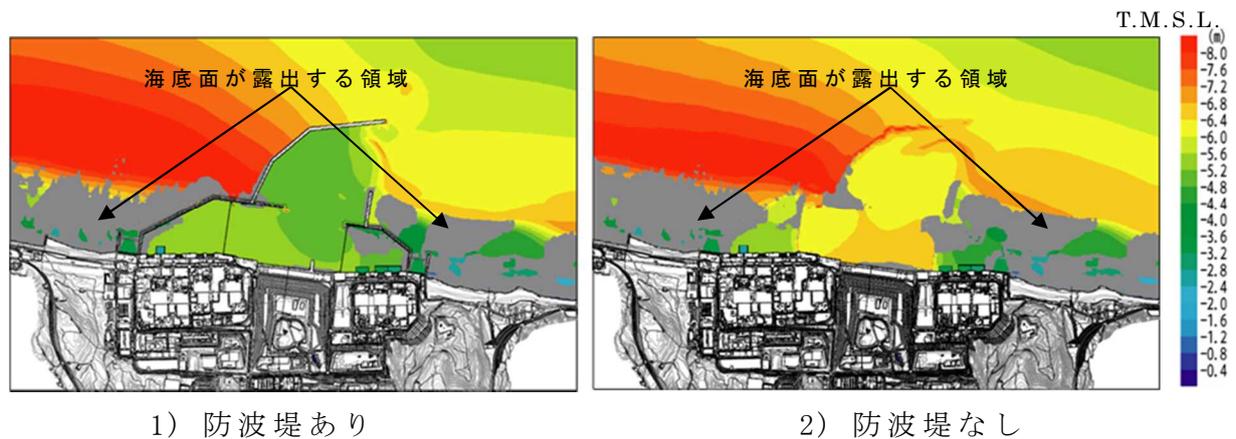


添付第 28-2 図 海水貯留堰の断面図

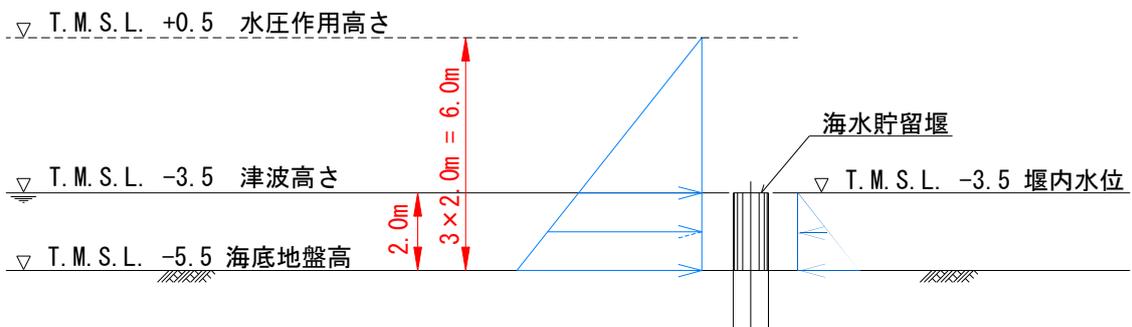
## 28.2 越流直前の津波波力の設定方針

添付第 28-3 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 及び 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」<sup>2)</sup>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 28-4 図に津波波力の作用イメージを示す。



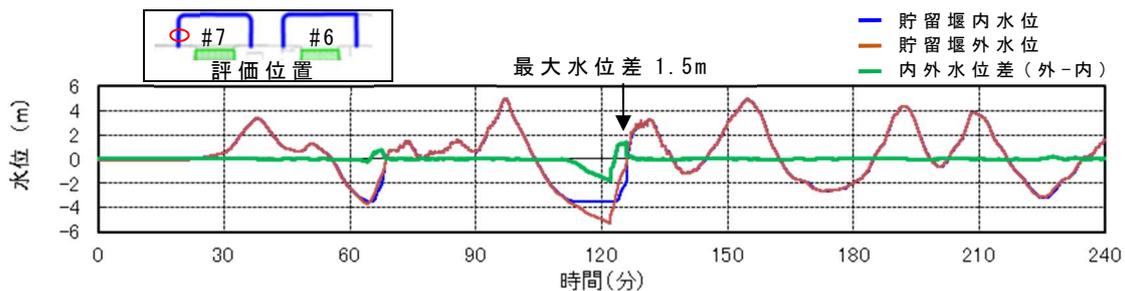
添付第 28-3 図 最低水位分布（基準津波 2）



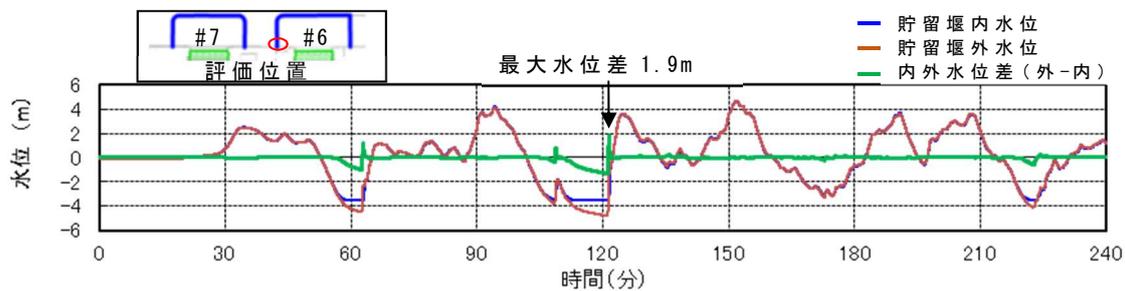
添付第 28-4 図 津波波力の作用イメージ  
（海水貯留堰天端高さ T.M.S.L. -3.5m の場合）

### 28.3 越流時の津波波力の設定方針

添付第 28-5 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 及び 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))<sup>1)</sup> による静水圧差による算定式を参考に設定する。添付第 28-6 図に津波波力の作用イメージを示す。

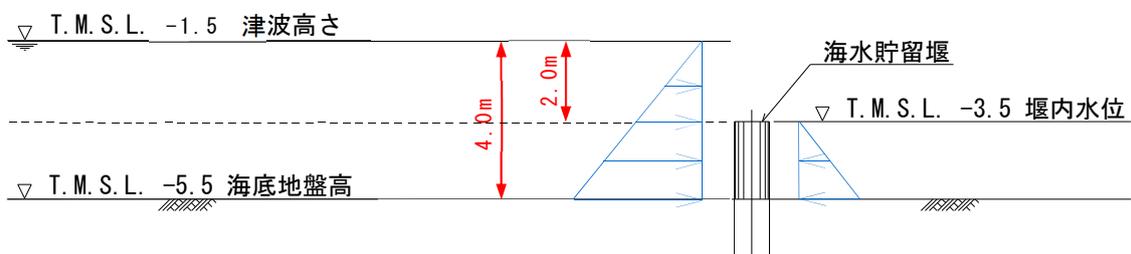


(a) 防波堤あり



(b) 防波堤なし

添付第 28-5 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 28-6 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)

#### 28.4 まとめ

海水貯留堰における津波波力について、越流直前の波力及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. 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) )<sup>1)</sup>

- 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。

- b. 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)<sup>2)</sup>

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。

$$\text{構造設計用の進行方向の津波波圧 } q_Z = \rho g (a h - Z)$$

$h$  : 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。

$\rho g$  : 海水の単位体積重量

- c. 港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成19年)<sup>3)</sup>

直立壁に作用する津波力は、静水面上 $\eta^* = 3.0 a_I$ 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。

$$\text{静水面上の波圧作用高さ } \eta^* = 3.0 a_I$$

$$\text{静水面における波圧強度 } p_I = 2.2 \rho_0 g a_I$$

$a_I$  : 入射津波の静水面上の高さ(振幅)

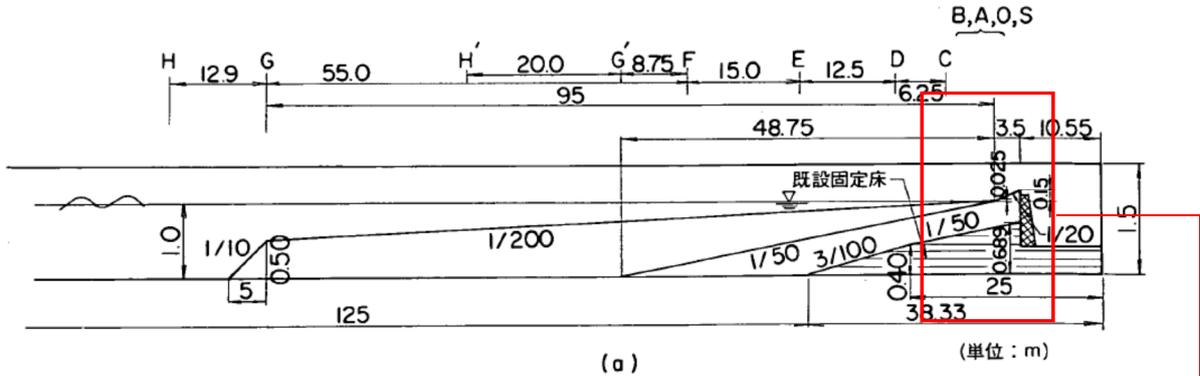
$\rho_0 g$  : 海水の単位体積重量

- d. 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<sup>4)</sup>

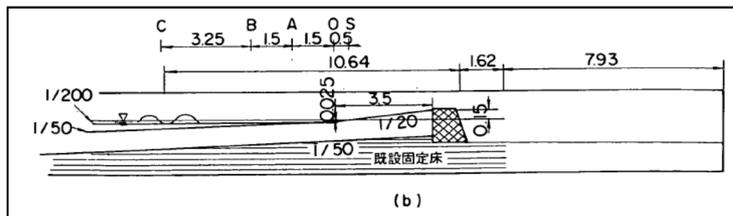
能代港の埋立地ケーソン護岸を想定した直立壁に作用する津波波力について検討している。

[実験水路]

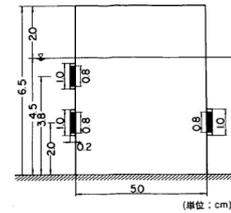
- ・長さ 163m、幅 1m、深さ 1.5m
- ・模型床勾配 水深 100m～水深 5m : 1/200、水深 5m 以浅 : 1/20
- ・縮尺 : 1/200



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



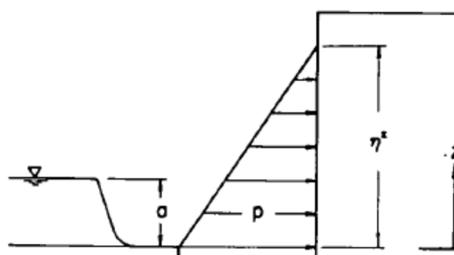
防波堤模型(水深 9m の位置に設置)



[実験条件]

周期 T(s)	波長 L(m)	振幅 a0	2a0/L
60	187.86	9 種類	$3.23 \times 10^{-5} \sim 8.52 \times 10^{-5}$
40	125.21	同上	$5.91 \times 10^{-5} \sim 2.40 \times 10^{-4}$
35	109.54	同上	$1.20 \times 10^{-4} \sim 3.22 \times 10^{-4}$

[実験結果]

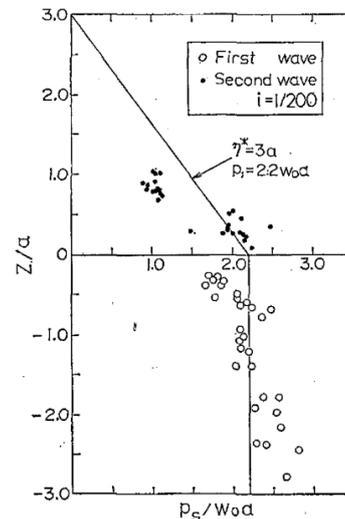


波圧分布と座標軸

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<sub>1</sub>: 入射津波の静水面上の高さ(振幅)
- w<sub>0</sub>: 流体の単位体積重量

無次元最大波圧分布



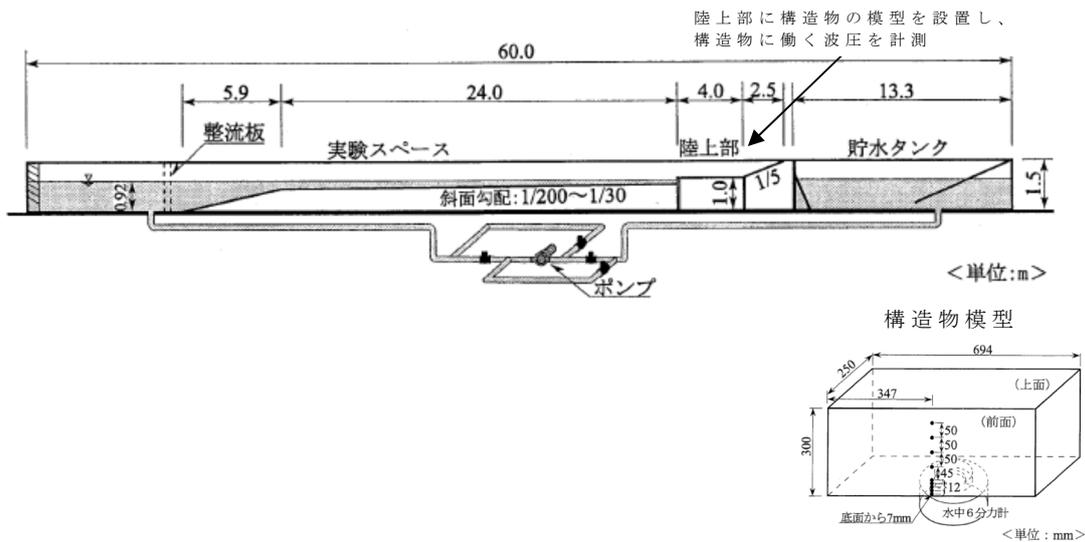
- e. 朝倉ら(2000):護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第47巻, 土木学会, 911-915<sup>5)</sup>  
 直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波力について検討している。

[実験水路]

- 長さ 60m、幅 0.7m、深さ 1.5m
- 模型床勾配 前面海域：1/200～1/30、陸上：フラット（背後斜面：1/5）
- 縮尺：1/50<sup>※</sup>

※秋山ら(2013)の類似の実験より類推。

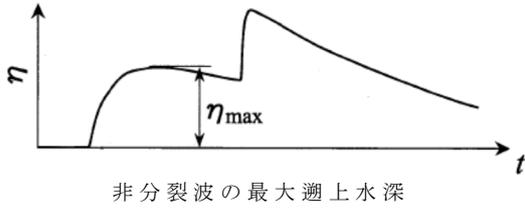
秋山義信、岩前伸幸、池谷毅：盛土上の防潮施設に作用する津波波力, 土木学会論文 文集 B3(海洋開発), Vol.69, No.2, 2013



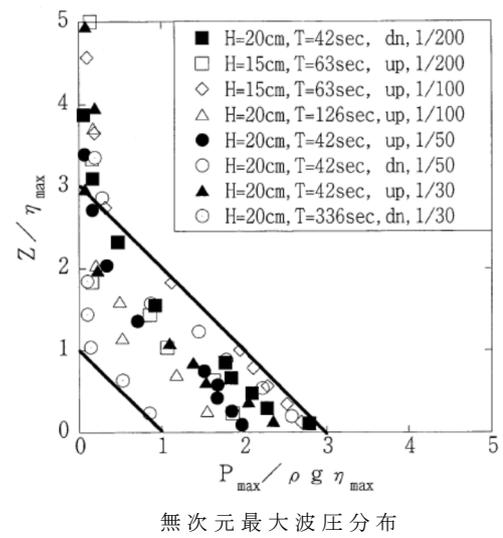
[実験条件]

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]



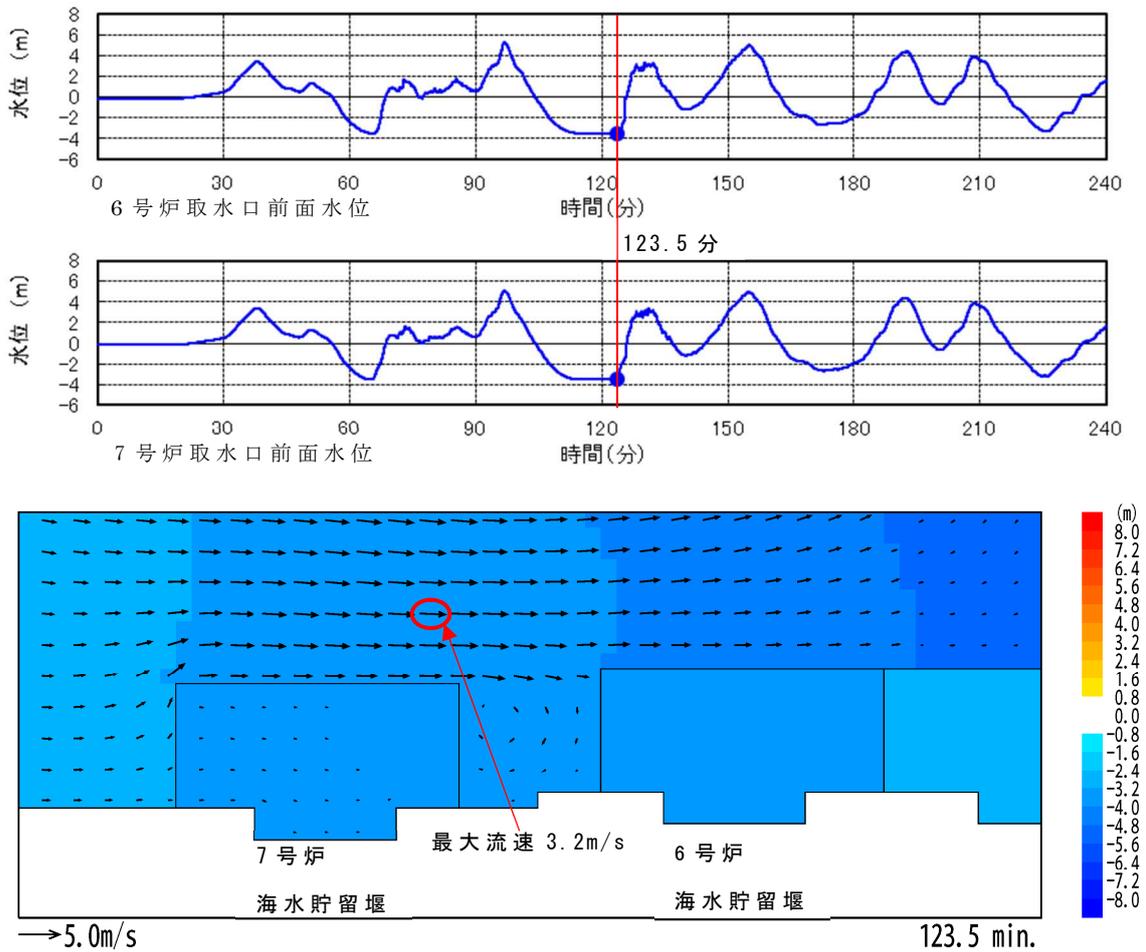
- 津波波圧  $P_1 = 3.0 \rho g \eta_{max}$
- 作用高さ  $Z = 3.0 \eta_{max}$
- $\eta_{max}$  : 最大遡上水深 (振幅)
- $\rho g$  : 海水の単位体積重量



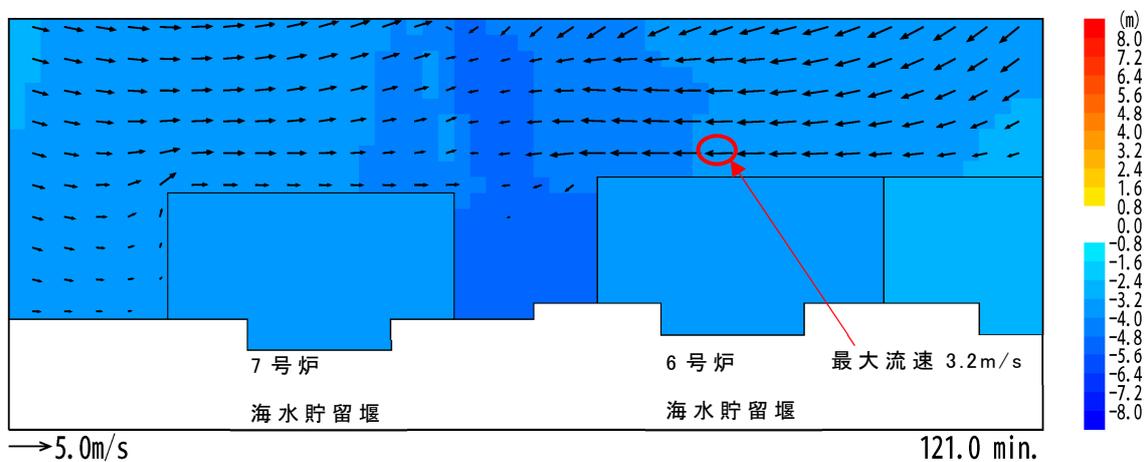
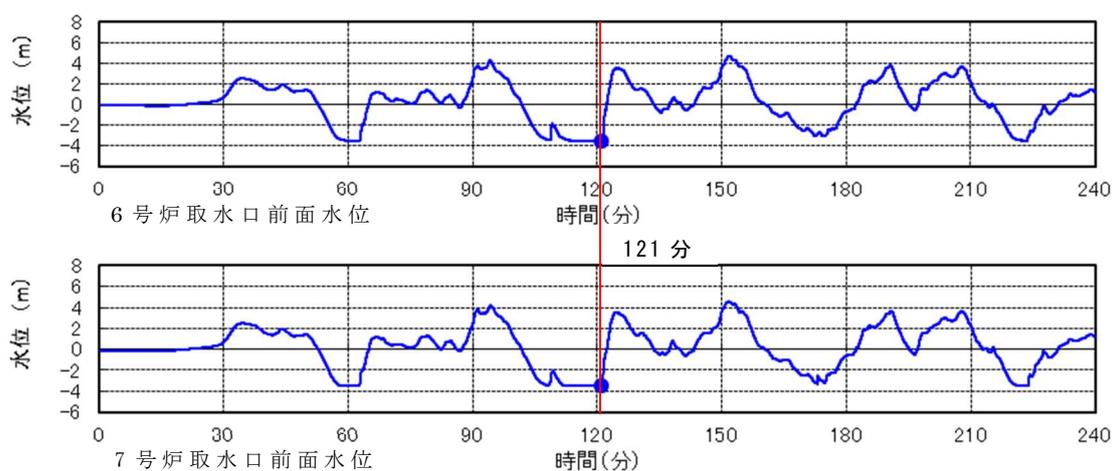
(参考 2 越流直前の津波波力の水深係数について)

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」<sup>6)</sup>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等における水深係数 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

【参考文献】

- 1)国土交通省 港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン，平成 25 年 9 月．
- 2)国土交通省住宅局長：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 11 月 17 日．
- 3)社団法人 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，平成 19 年 7 月．
- 4)谷本勝利，高山知司，村上和男，村田繁，鶴谷広一，高橋重雄，森川雅行，吉本靖俊，中野晋，平石哲也：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（運輸省港湾技術研究所），No.470，Nov.1983.
- 5)朝倉良介，岩瀬浩二，池谷毅，高尾誠，金戸俊道，藤井直樹，大森政則：護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究，海外工学論文集，第 47 卷，pp.911-915，2000.
- 6)石田暢生，森谷寛，中村英孝，飯島亨，川内英史：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，NRA 技術報告（原子力規制委員会），NTEC-2014-4001，平成 26 年 12 月．

## 添付資料 29

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

### 29.1 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・基準類のうち、漂流物の衝突荷重又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)」<sup>1)</sup>と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン平成 26 年 3 月」<sup>2)</sup>である。后者は、鋼管杭等の支柱の変形及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)<sup>1)</sup>

##### ○ 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, 寒地港湾技術研究センター, 平成 26 年)<sup>2)</sup>

##### ○ 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)

W<sub>0</sub>：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<sub>w</sub>：海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

## 29.2 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例

安藤ら(2006)<sup>3)</sup>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当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。

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 <sup>4)</sup>	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 <sup>4)</sup>	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 <sup>4)</sup>	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 <sup>4)</sup>	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s

### 29.3 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文

道路橋示方書等の基準類以外でも、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、木材やコンテナ等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）<sup>4)</sup>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<sup>5)</sup>

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とおり提案している。

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

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

$\sigma_f$ ：流木の降伏応力

$\gamma$ ：流木の単位体積重量

$g$ ：重力加速度

○ 算定式(b) :

(b)池野らの評価式<sup>6)</sup>

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とおり提案している。

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

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)

$V_H$  : 漂流物移動速度(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

○ 算定式(c) :

(c)水谷らの評価式<sup>7)</sup>

津波により漂流するコンテナの衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + W V_x / (g d t)$$

ここに,  $F_m$  : 漂流衝突力(kN)

$dt$  : 衝突時間(s)

$\eta_m$  : 最大遡上水位 (m)

$\rho_w$  : 水の密度 (t/m<sup>3</sup>)

$B_c$  : 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

○ 算定式(d) :

(d)有川らの評価式<sup>8)</sup>

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とおり提案している。

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

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

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

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)

$\nu$ : ポアソン比

m: 質量(t)

v: 衝突速度(m/s)

$\gamma_p$ : 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。

#### 29.4 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。既往の事例等を参照しても, 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。

#### 【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編，平成 14 年 3 月．
- 2) 沿岸技術研究センター，寒地港湾技術研究センター：津波漂流物対策施設設計ガイドライン，平成 26 年 3 月．
- 3) 安藤誠，小田勝也，岡本修，熊谷兼太郎：地震津波に対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，pp.5-8，2006．
- 4) 東京大学生産技術研究所：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」中間報告書その 2，平成 23 年 10 月．
- 5) 松富英夫：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，II-47，pp.111-127，1999.5．
- 6) 池野正明，田中寛好：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.721-725，2003．
- 7) 水谷法美，高木祐介，白石和睦，宮島正悟，富田孝史：エプロン上のコンテナに作用する津波力と漂流衝突力に関する研究，海岸工学論文集，第 52 巻，pp.741-745，2005．
- 8) 有川太郎，大坪大輔，中野史丈，下迫健一郎、石川信隆：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.846-850，2007．

## 添付資料 30

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み合わせについて

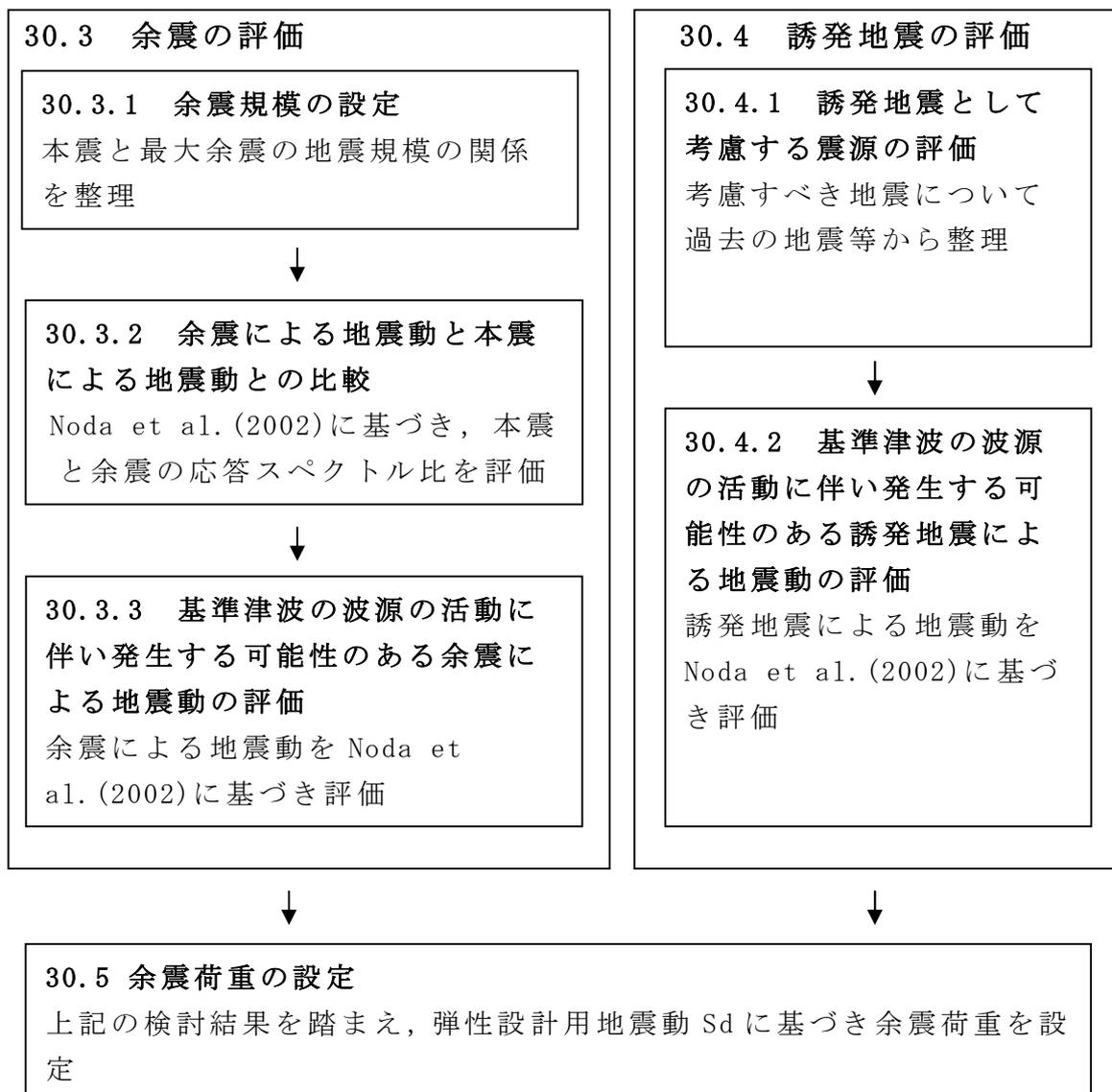
### 30.1 規制基準における要求事項等

- ・ 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。

### 30.2 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。



### 30.3 余震の評価

#### 30.3.1 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が 7.0 以上とし、かつ、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 30-1 表に、対象とした地震の諸元を示す。同表に、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が 7.0 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 30-1 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 30-2 図のとおり、 $D_1 = M_0 - M_1 = 1.4$  として評価できる。同図に示す、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。

#### 30.3.2 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 30-3 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 及び 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 30-3 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 を下回ることを確認される。

#### 30.3.3 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 30-4 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当たり、添付第 30-2 表及び添付第 30-5 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敷地における伝播特性に差が認められるため、地震波の顕著な増幅が認められる 1 号炉を含む領域を「荒浜側」と地震波の顕著な増幅が認められない 5 号炉を含む領域を「大湊側」として、添付第 30-6 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 及び 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 30-7 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 Sd を下回ることが確認される。

### 30.4 誘発地震の評価

#### 30.4.1 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当たり、添付第 30-1 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 30-8 図に示すとおり、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 30-9 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。

#### 30.4.2 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 30-3

表に諸元を，添付第 30-9 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おおむね等しいことから，添付第 30-10 図に示す補正係数を用い伝播特性を反映した。添付第 30-11 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。

### 30.5 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  $S_d$  のうち， $S_d-1$  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。

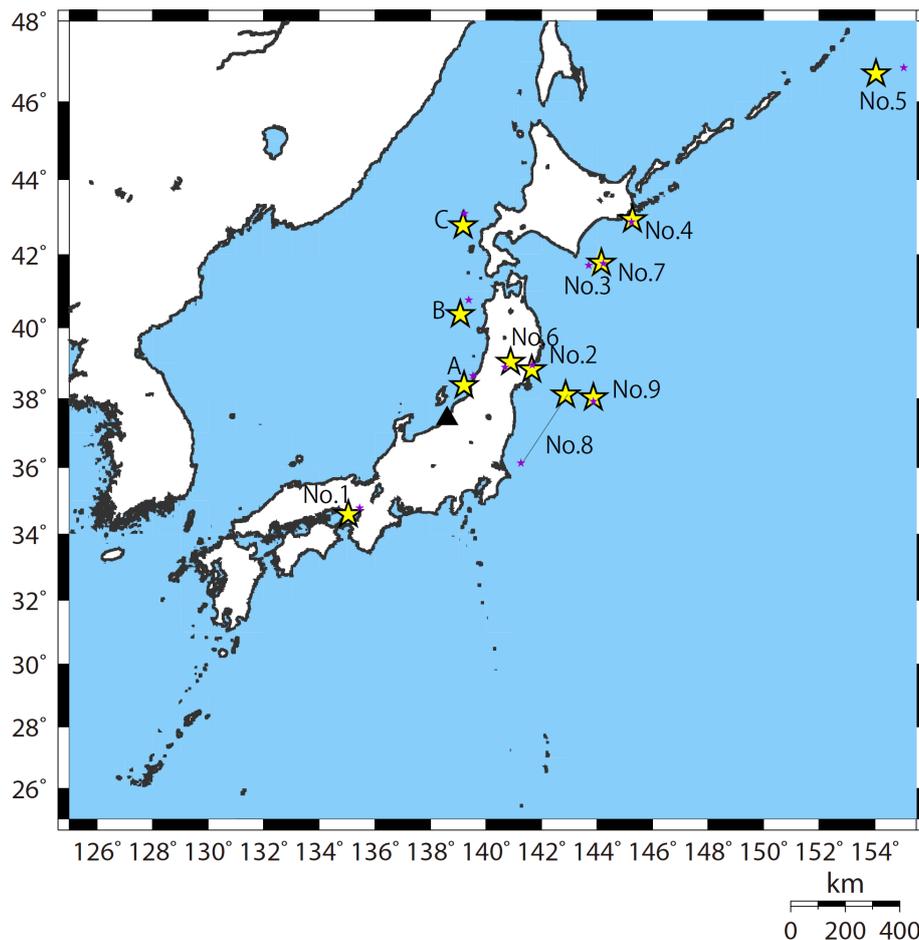
#### 【参考文献】

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

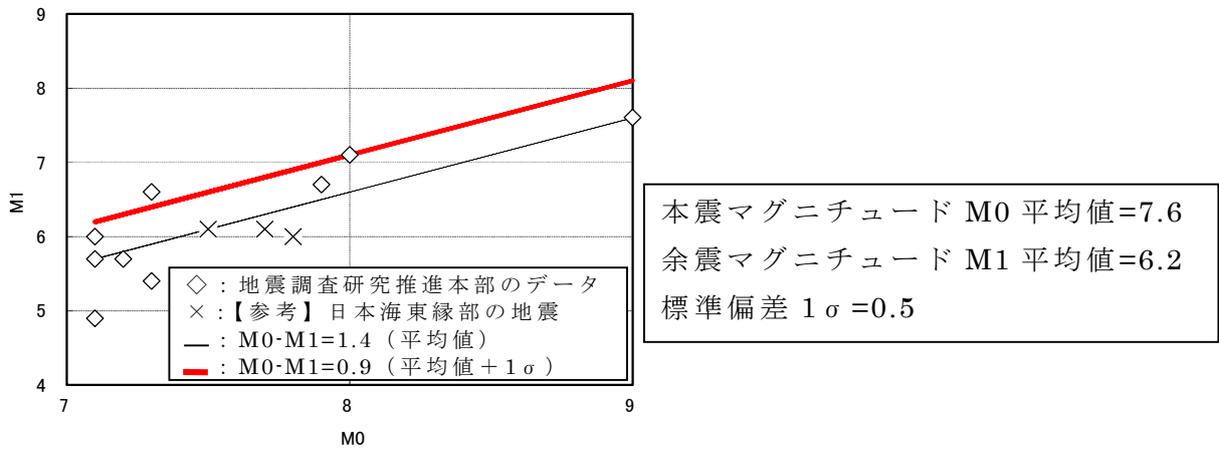
添付第 30-1 表 過去の地震における本震と最大余震の関係

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 <sup>※1</sup>	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 <sup>※1</sup>	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 <sup>※1</sup>	0:29
9	2012.12.7	三陸沖	7.3	6.6	0:13
A <sup>※2</sup>	1964.6.16	新潟地震	7.5	6.1	0:16
B <sup>※2</sup>	1983.5.26	日本海中部地震	7.7	6.1	0:57
C <sup>※2</sup>	1993.7.12	北海道南西沖地震	7.8	6.0	1:28

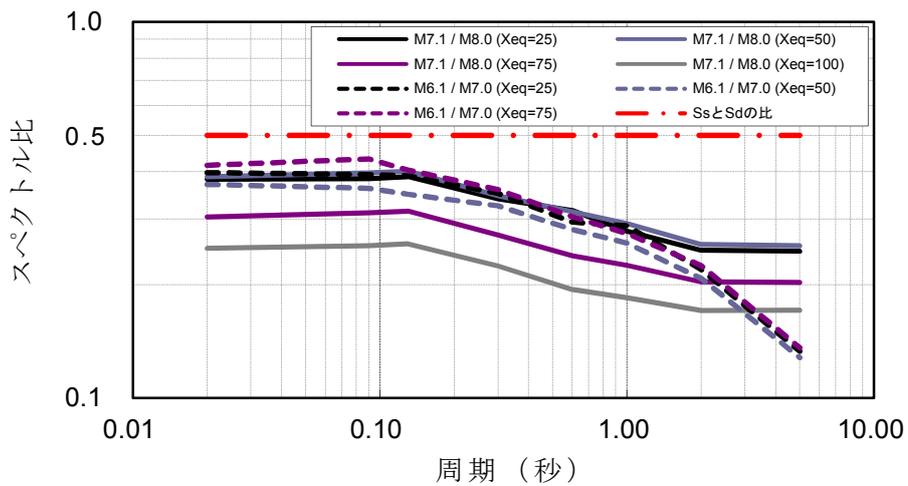
※1：気象庁による最新の震源情報を参照，※2：日本海東縁部の地震



添付第 30-1 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 (★)

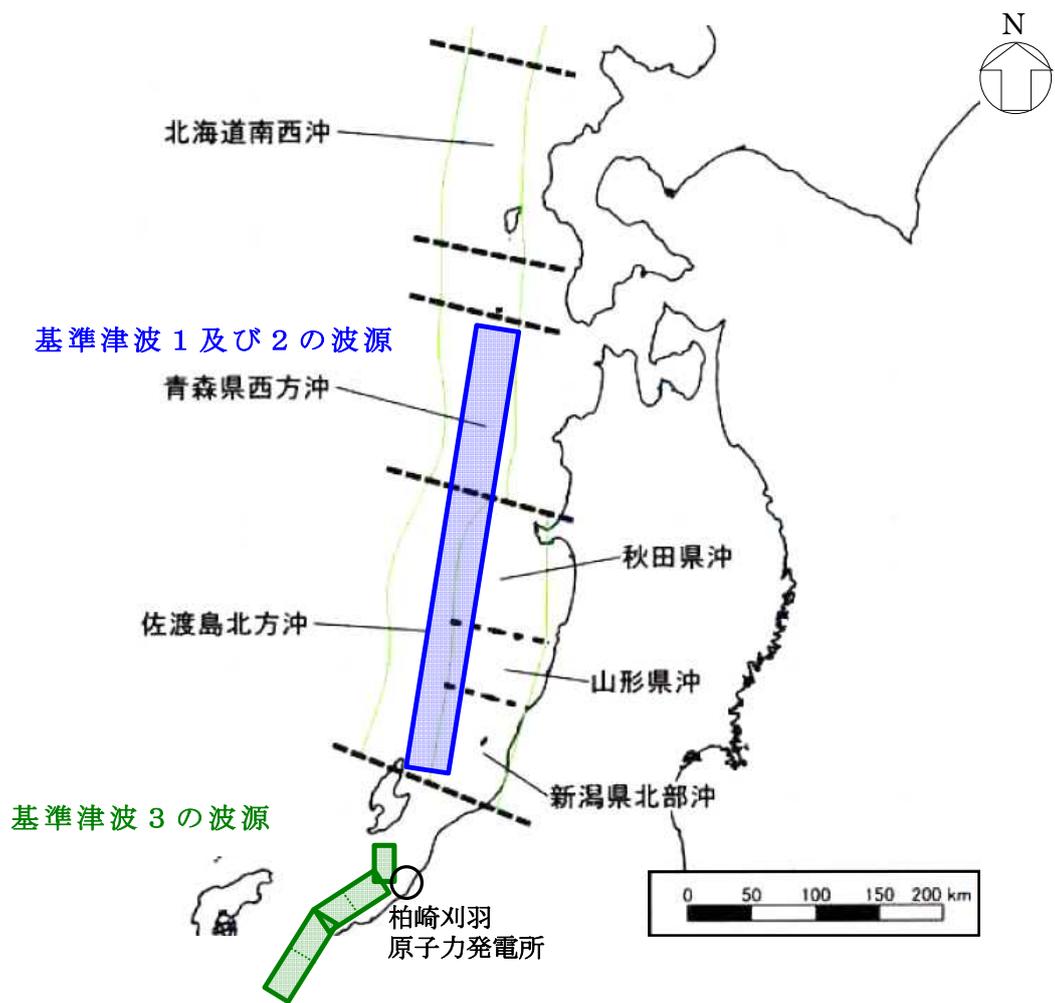


添付第 30-2 図 本震と余震の地震規模の関係

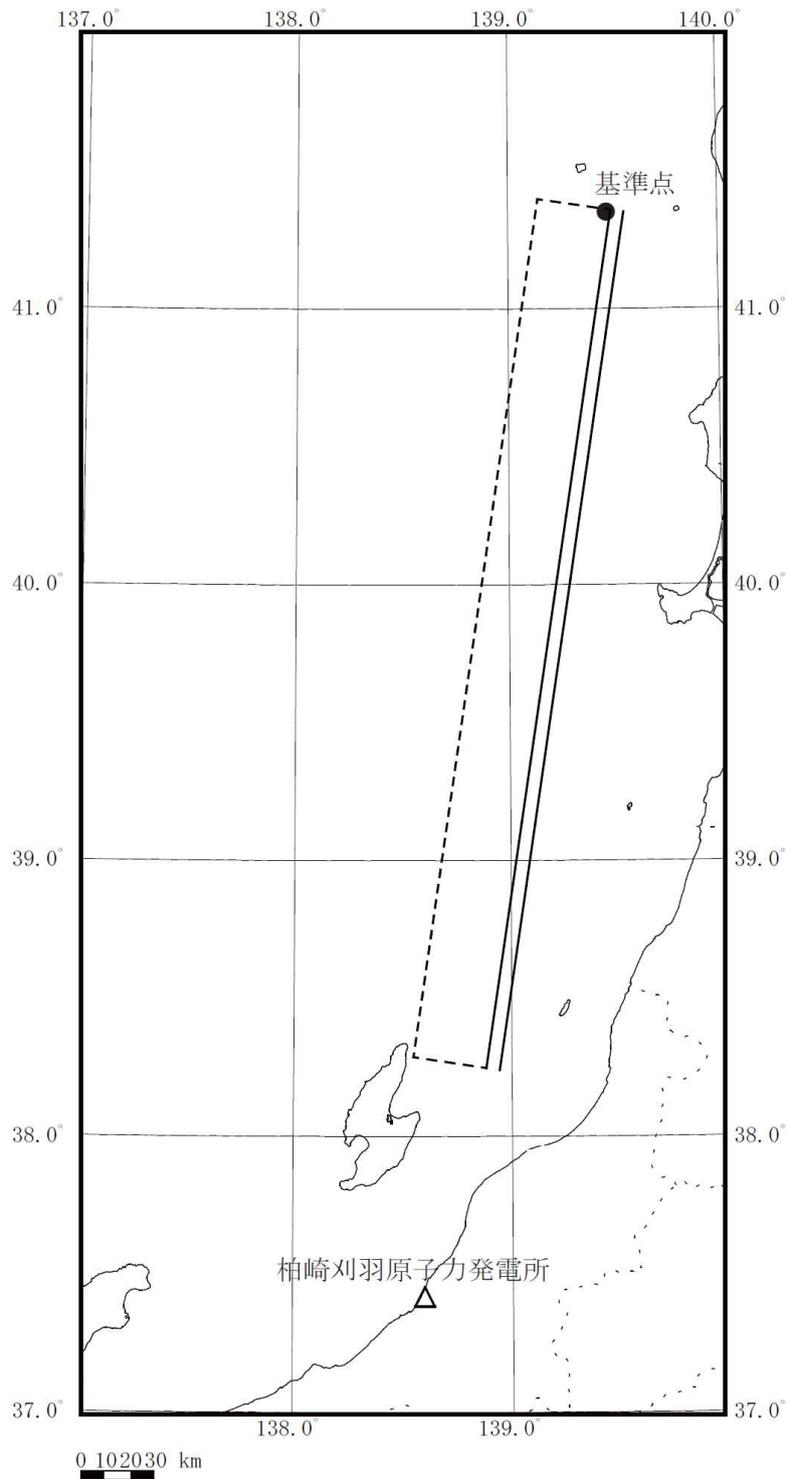


添付第 30-3 図 本震と余震のスペクトル比

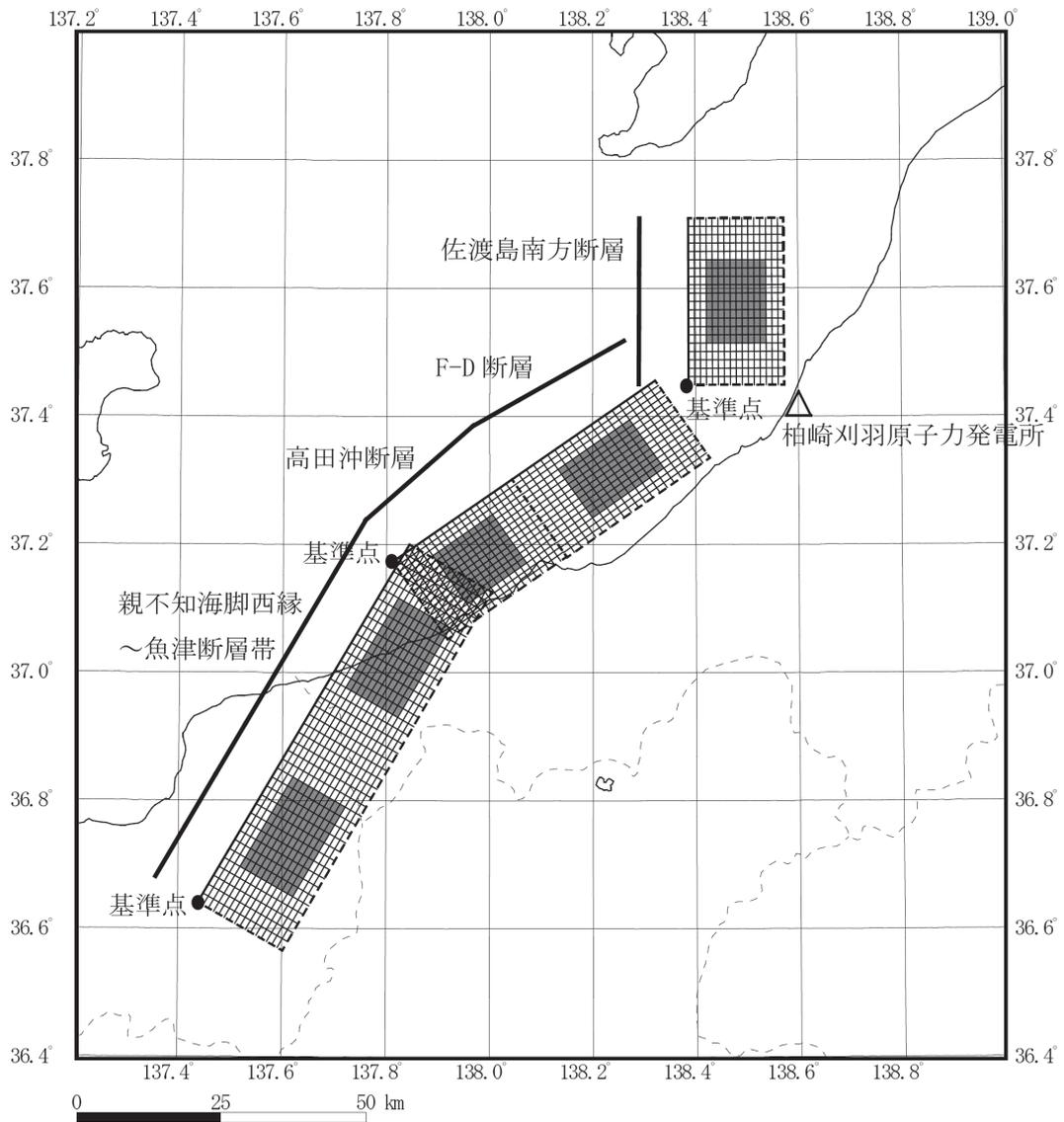
(本震を  $M_{8.0}$  及び  $M_{7.0}$  とし、それぞれの余震を  $M_{7.1}$  及び  $M_{6.1}$  と評価した場合について、Noda et al. (2002) に基づきスペクトル比を評価)



添付第 30-4 図 基準津波の波源



添付第 30-5 図(a) 基準津波 1 及び 2 の波源に対する震源モデル



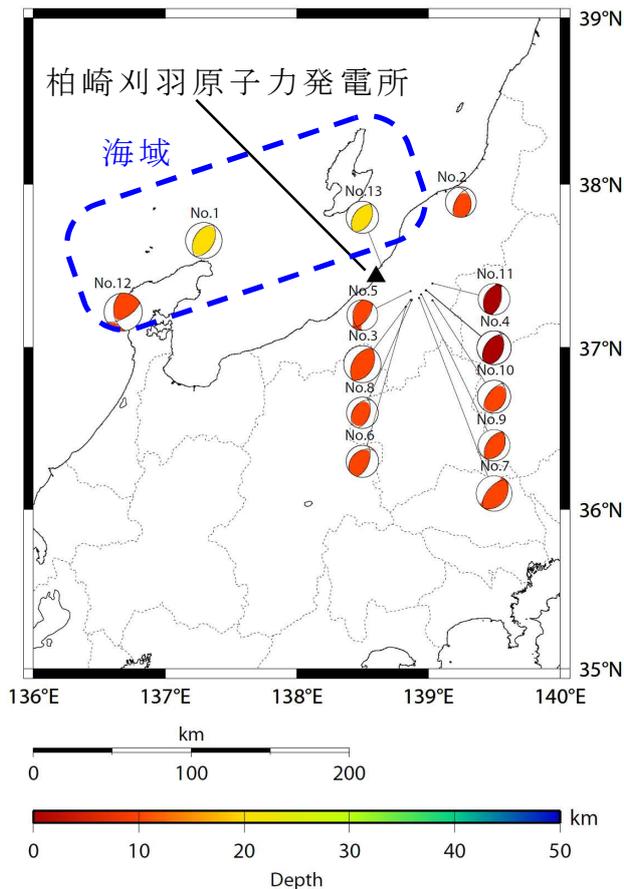
添付第 30-5 図 (b) 基準津波 3 の波源に対する震源モデル

添付第 30-2 表 設定した余震の震源諸元

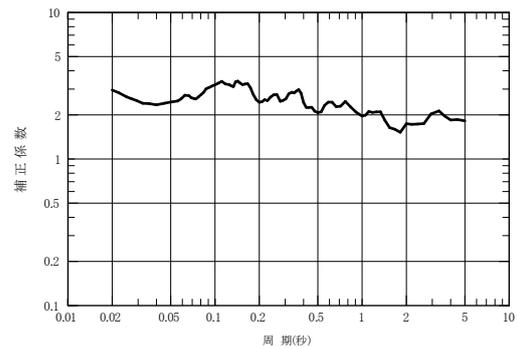
項目	設定値			
	基準津波 1 及び 2 の波源		基準津波 3 の波源	
	荒浜側	大湊側	荒浜側	大湊側
本震の地震規模	8.6		8.0	
余震の地震規模 <sup>※1</sup>	7.7		7.1	
等価震源距離 $X_{eq}$ (km) <sup>※2</sup>	204	202	41	40

※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。

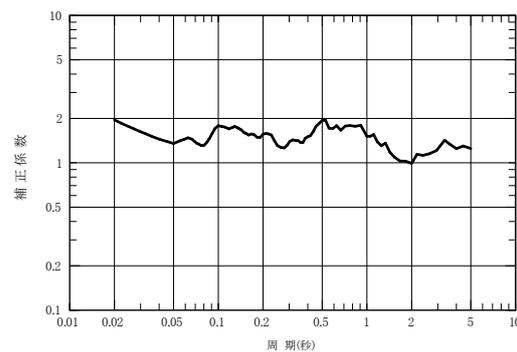
※2：添付第 30-5 図に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002) に基づき等価震源距離を評価。なお、Noda et al. (2002) による地震動評価手法の適用性については、 $M=5.4\sim 8.1$ 、等価震源距離  $X_{eq}=14\sim 218\text{km}$  の範囲で確認されていることから、今回設定した余震の評価に適用可能と判断した。



(a) 対象地震の震央分布



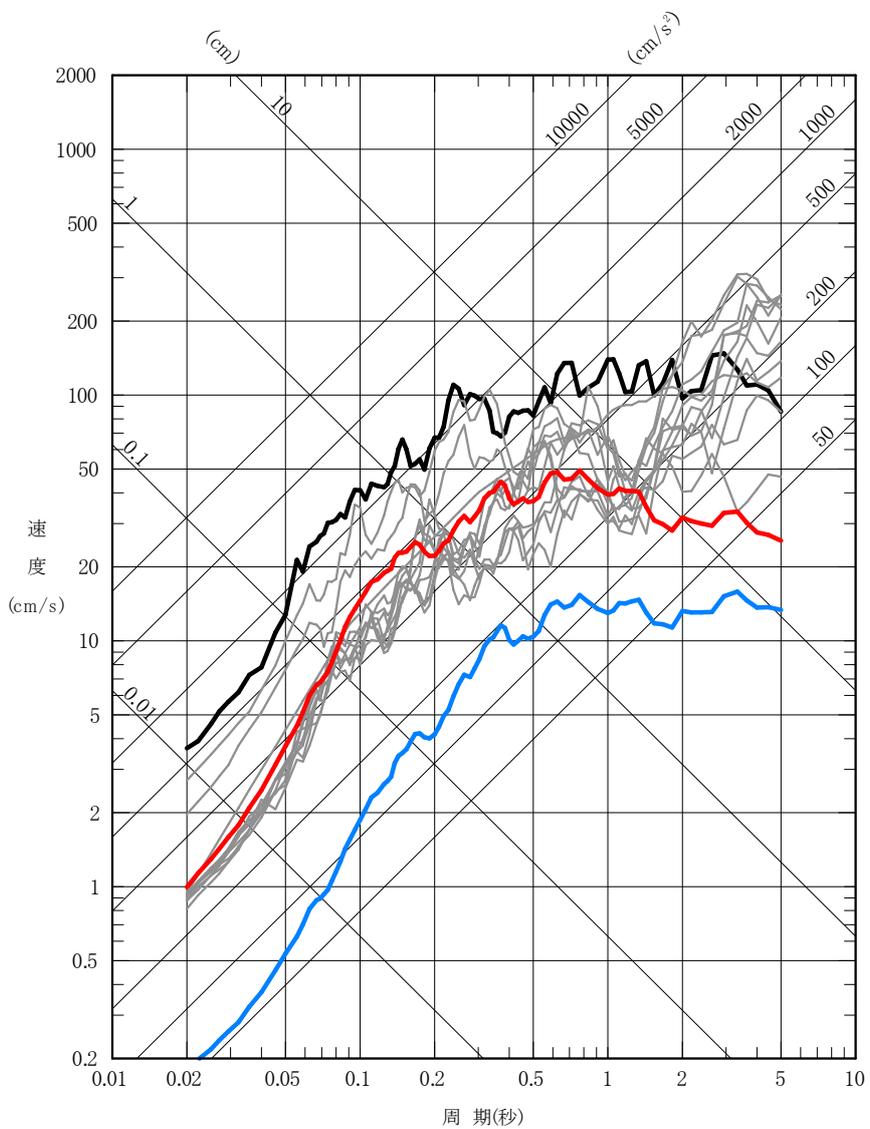
(b) 荒浜側の補正係数



(c) 大湊側の補正係数

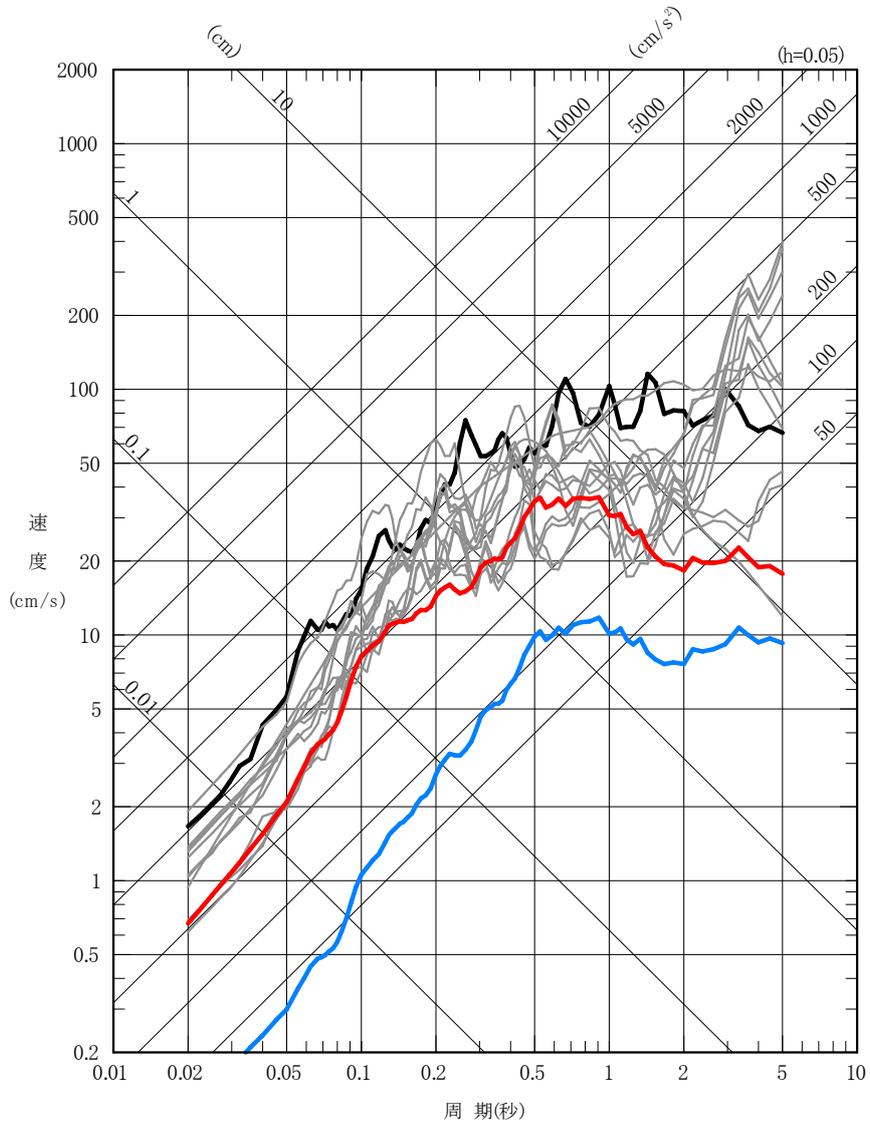
添付第 30-6 図 海城の活断層による地震の評価に用いる観測記録に基づく補正係数

- 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

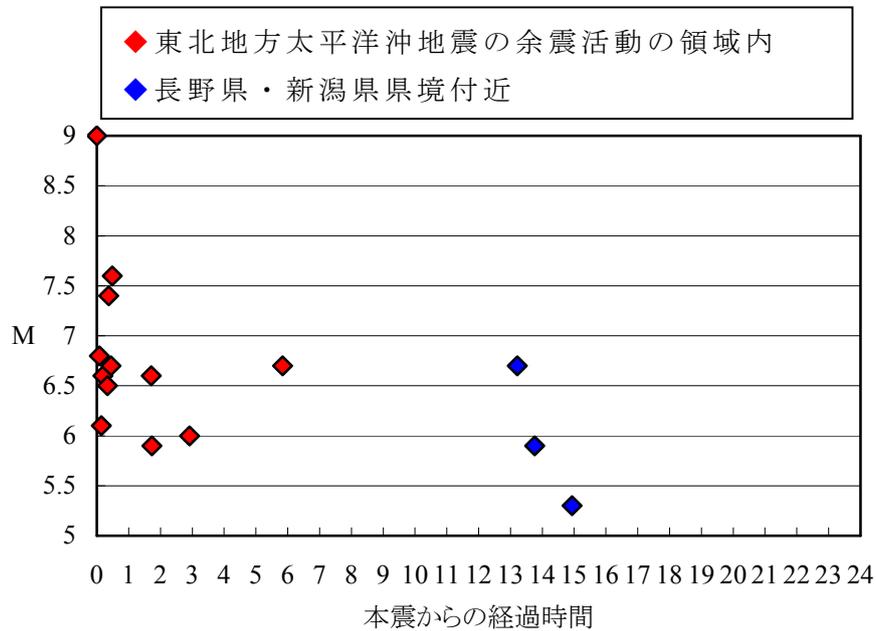


添付第 30-7 図(a) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (荒浜側)

- 弾性設計用地震動 Sd-1 ( $S_s-1 \times 0.5$ )
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-8 ( $S_s-2 \sim S_s-8 \times 0.5$ )
- 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 30-7 図 (b) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (大湊側)



添付第 30-8 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

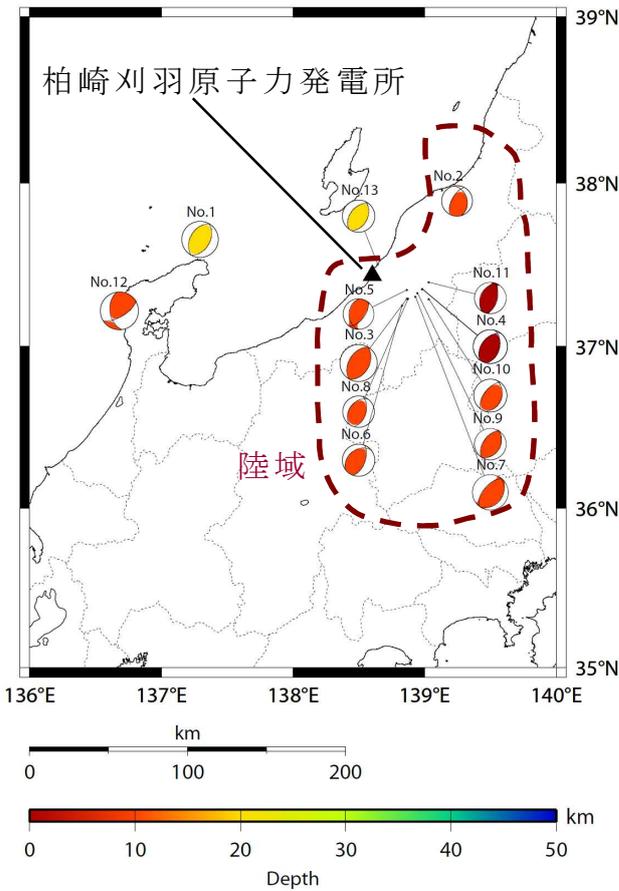
添付第 30-3 表 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	地震規模 <sup>※1</sup>	等価震源距離 X <sub>eq</sub> (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

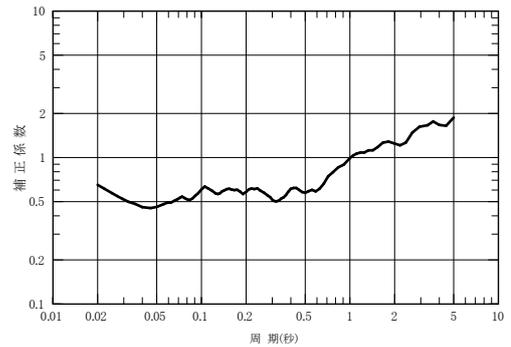
※1: 地表付近の断層長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる孤立した短い活断層については、保守的にM6.8を考慮する。



添付第 30-9 図 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布



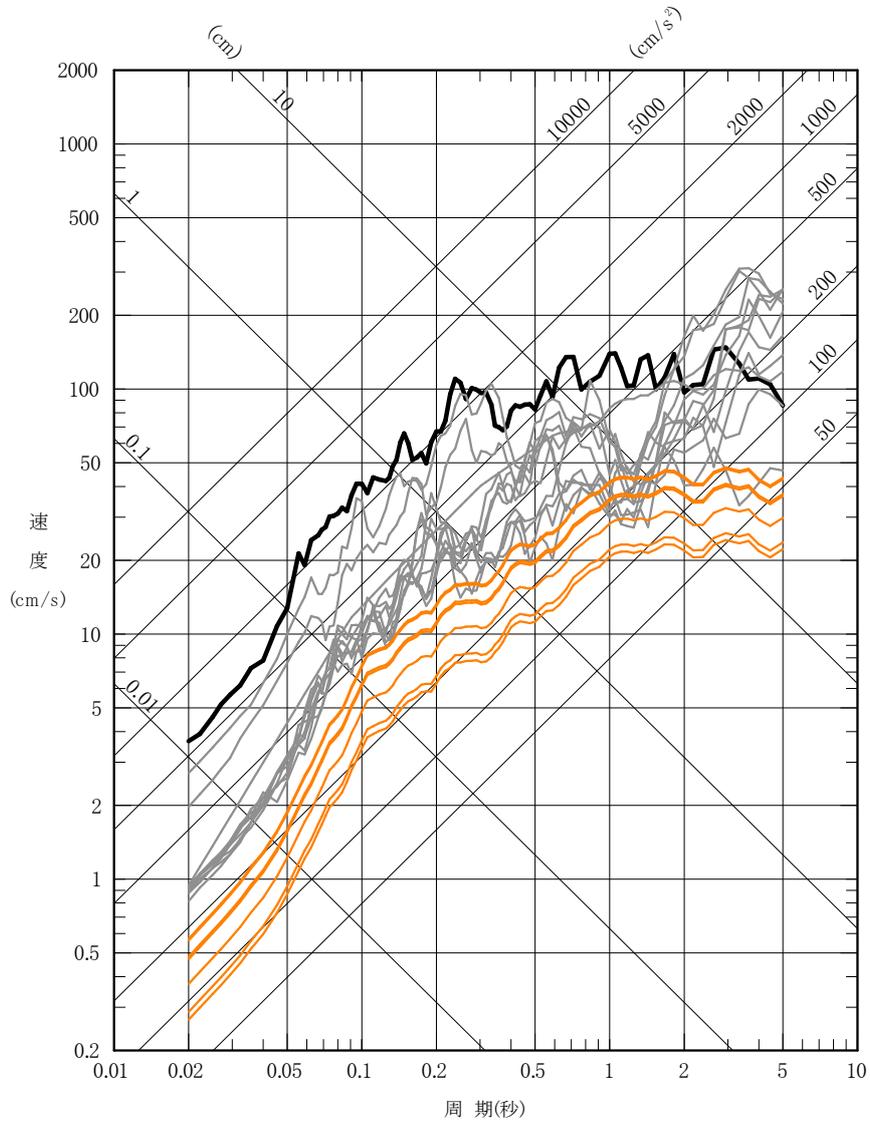
(a) 対象地震の震央分布



(b) 荒浜側及び大湊側の補正係数

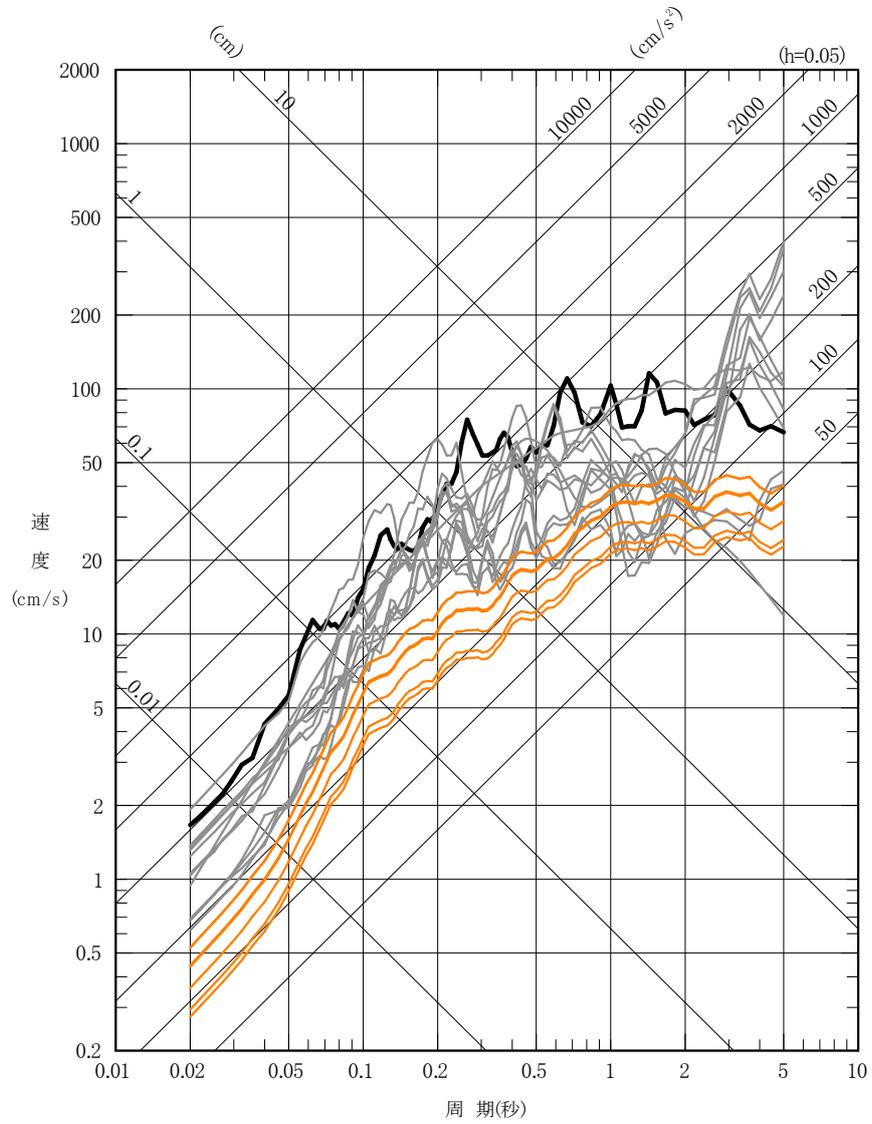
添付第 30-10 図 陸域の活断層による地震の評価に用いる観測記録に基づく補正係数

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



添付第 30-11 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 30-11 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第 1 図に示す 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。

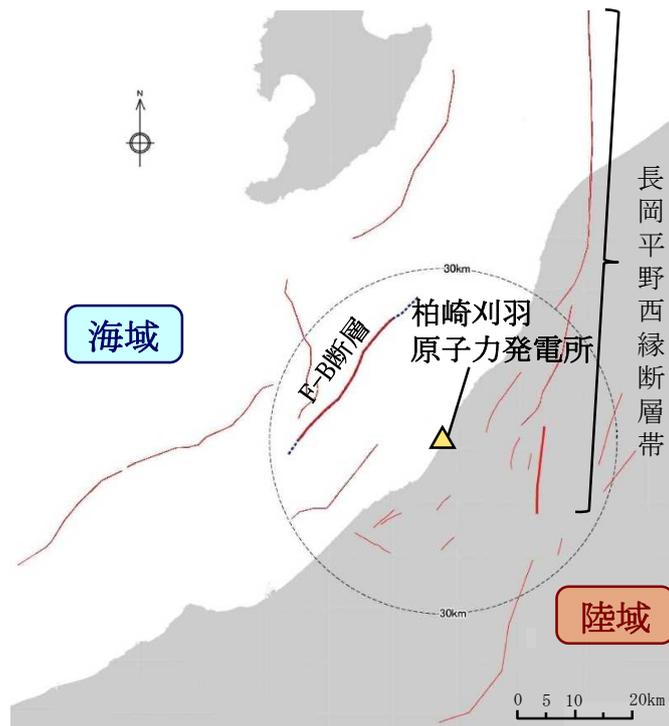
#### 2.1 基準地震動 $S_s$ の震源と津波の波源が同一の場合

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第 2 図に示すとおり、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おおむね 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。

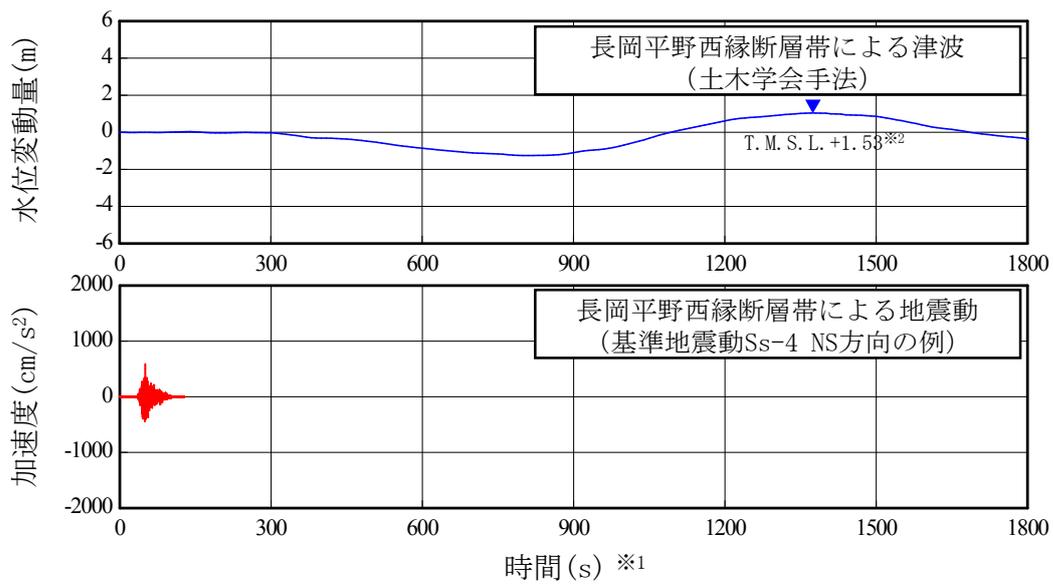
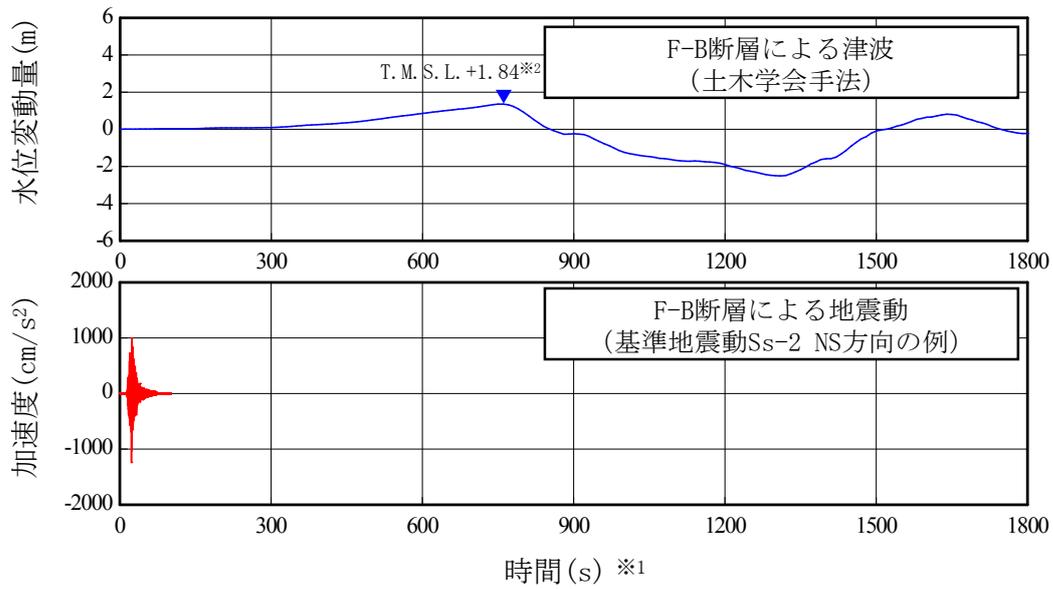
#### 2.2 基準地震動 $S_s$ の震源と津波の波源が異なる場合

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。仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、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地震発生後 1 分以内に、誘発地震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。



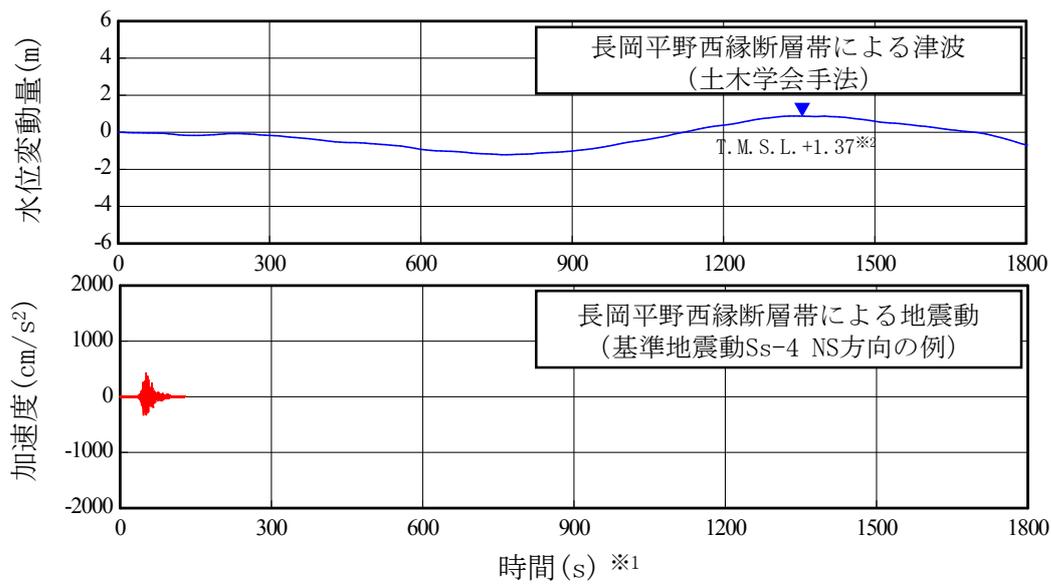
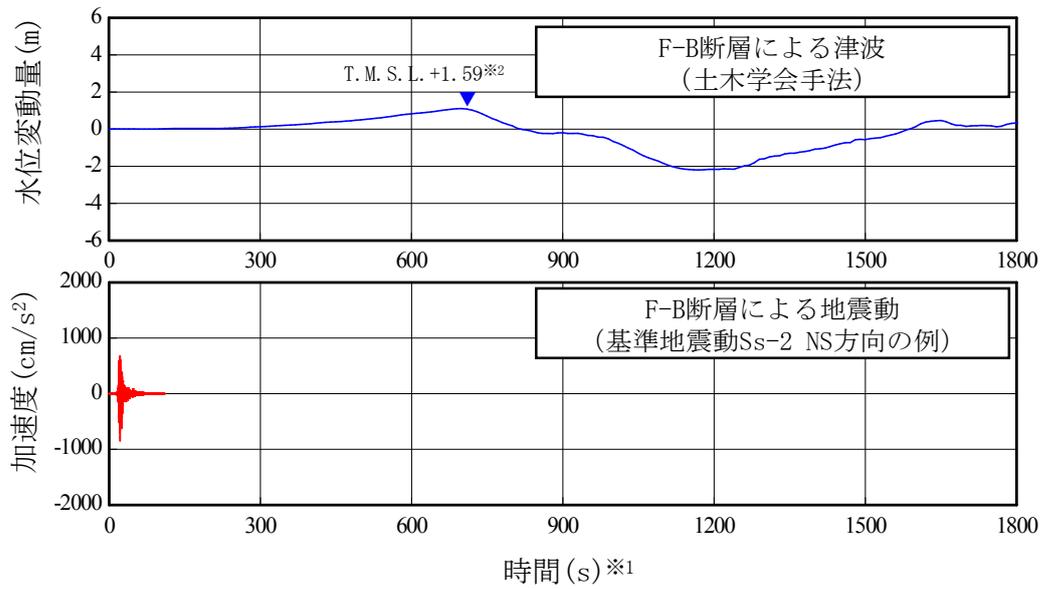
第 1 図 敷地周辺の活断層分布



第 2 図 (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



第2図(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 31

貯留堰設置地盤の支持性能について

## 貯留堰設置地盤の支持性能について

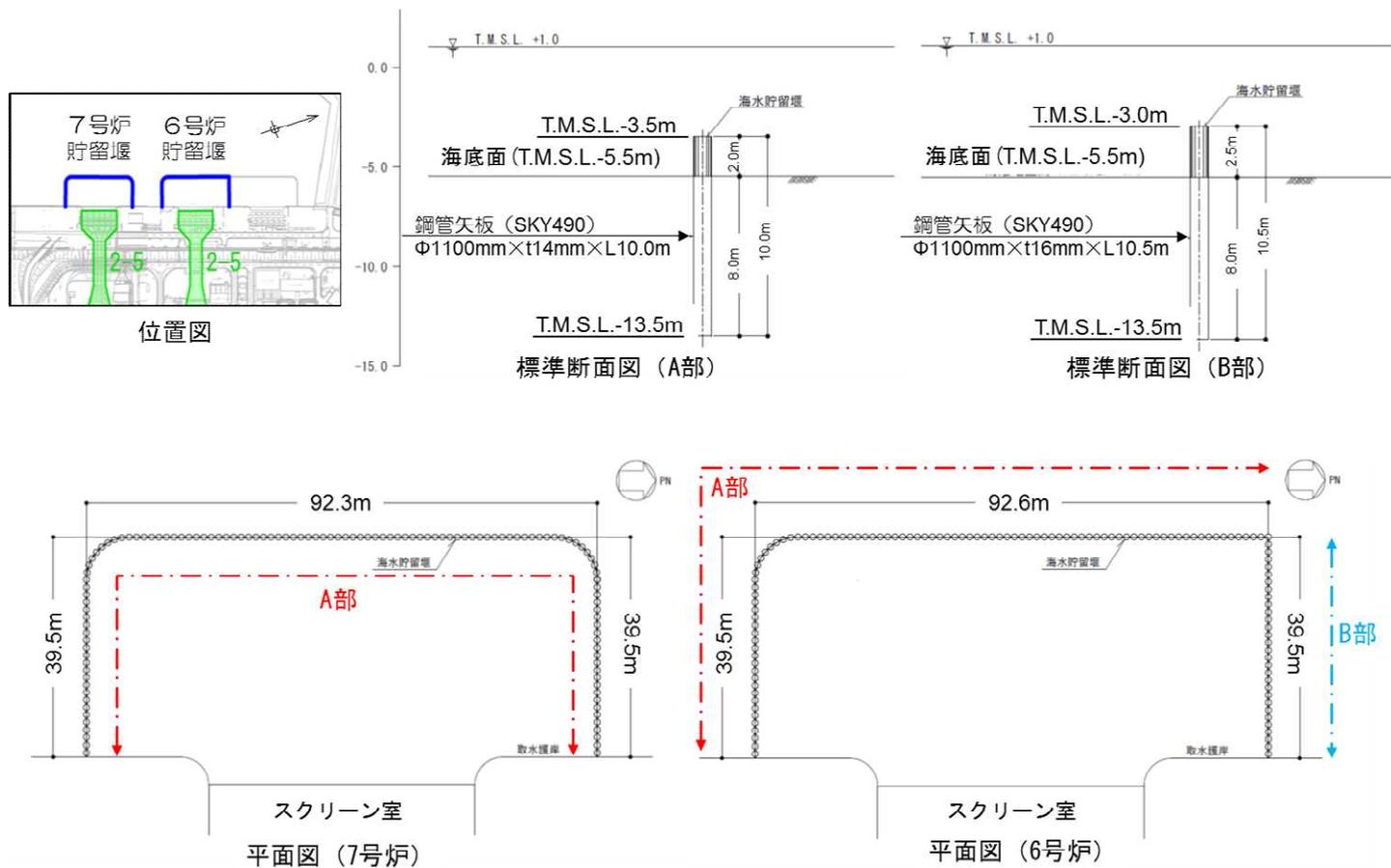
### 31.1 評価概要

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。

### 31.2 基本方針

#### 31.2.1 構造概要

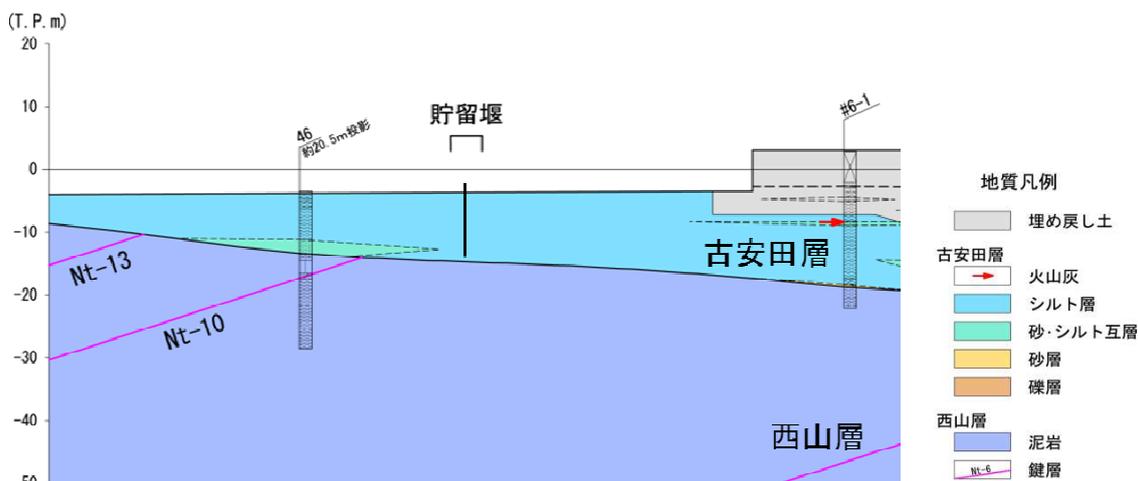
海水貯留堰の設置位置及び仕様を添付第 31-1 図に示す。



添付第 31-1 図 海水貯留堰概要図

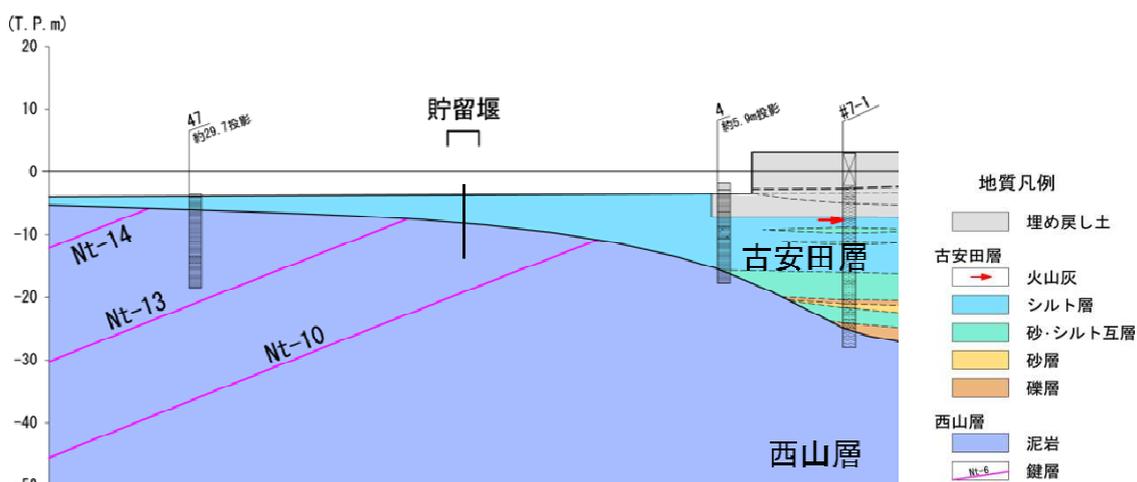
### 31.2.2 地質縦断面図

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、貯留堰は西山層及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 31-2 図 6 号炉海水貯留堰地質縦断面図

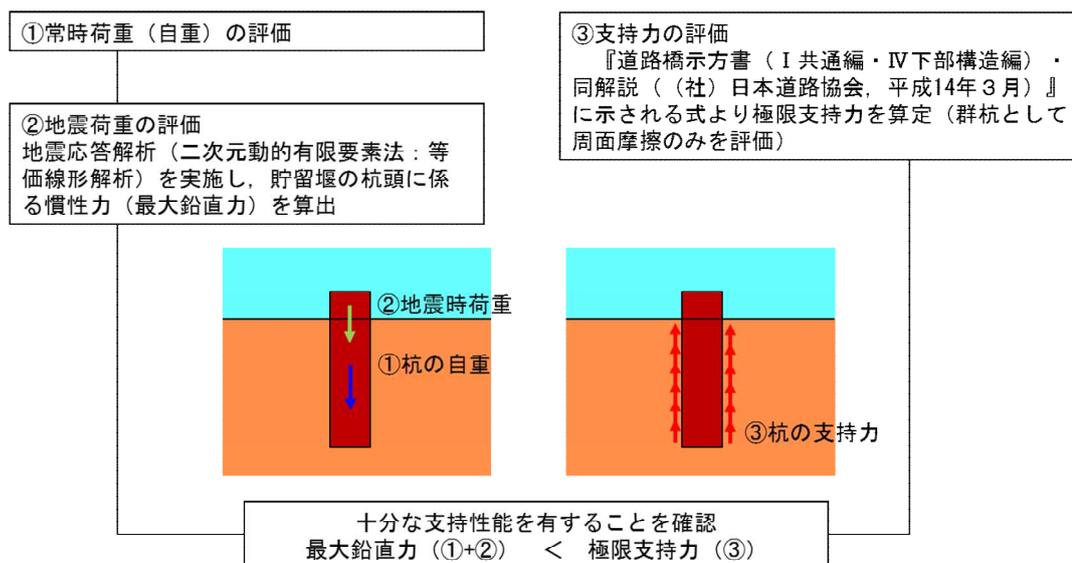


地質断面図（7号炉断面）

添付第 31-3 図 7 号炉海水貯留堰地質縦断面図

### 31.2.3 検討方針

海水貯留堰の支持性能については下記添付第 31-4 図のとおり、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）」<sup>1)</sup>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 31-4 図 海水貯留堰の評価フロー

## 31.3 評価条件

### 31.3.1 使用材料及び地盤の物性値

#### 31.3.1.1 構造物の物性値

使用材料を添付第 31-1 表に示す。

添付第 31-1 表 材料の物性値<sup>※1</sup>

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

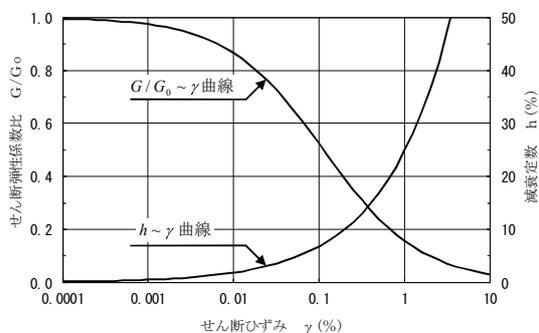
※1 港湾の施設の技術上の基準・同解説（（社）日本港湾協会，2007 年版）<sup>2)</sup>を参照

### 31.3.1.2 地盤の物性値

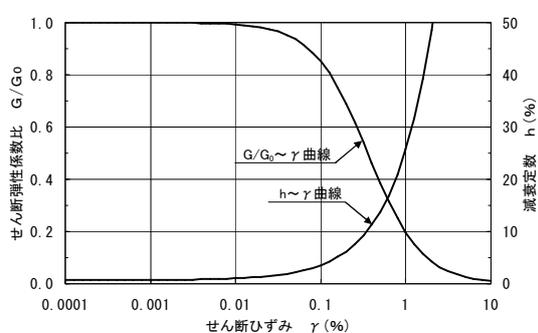
地盤の物性値は下記物性値を使用する。

添付第 31-2 表 地盤の物性値

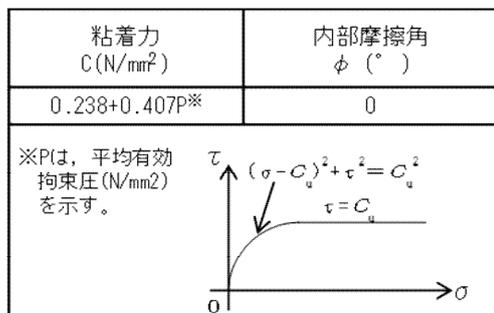
地層区分		単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	ポアソン比 $\nu$	初期せん断弾性係数 $G_0(\text{kN/m}^2)$	せん断弾性係数 G 減衰定数 h
古安田層		17.3	0.45	$1.75 \times 10^5$	ひずみ依存性を考慮
西山層	西山層上限面 ~ T.M.S.L.-33.0m	17.0	0.45	$4.15 \times 10^5$	
	~T.M.S.L.-90.0m	16.6	0.45	$4.75 \times 10^5$	
	~T.M.S.L.-136.0m	17.3	0.43	$6.13 \times 10^5$	
	~T.M.S.L.-155.0m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



添付第 31-5 図 古安田層のひずみ依存性



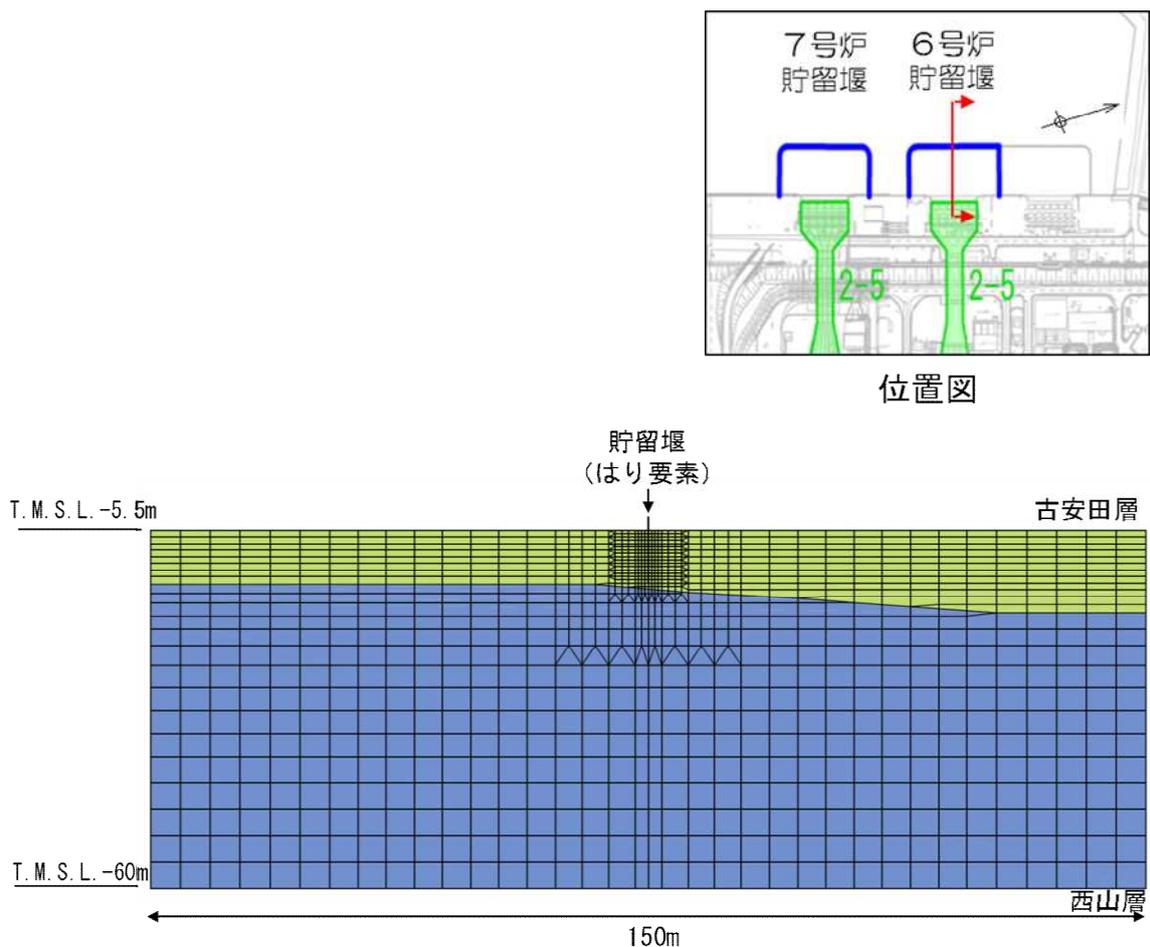
添付第 31-6 図 西山層のひずみ依存性



添付第 31-7 図 古安田層の強度特性

### 31.3.2 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 31-8 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。

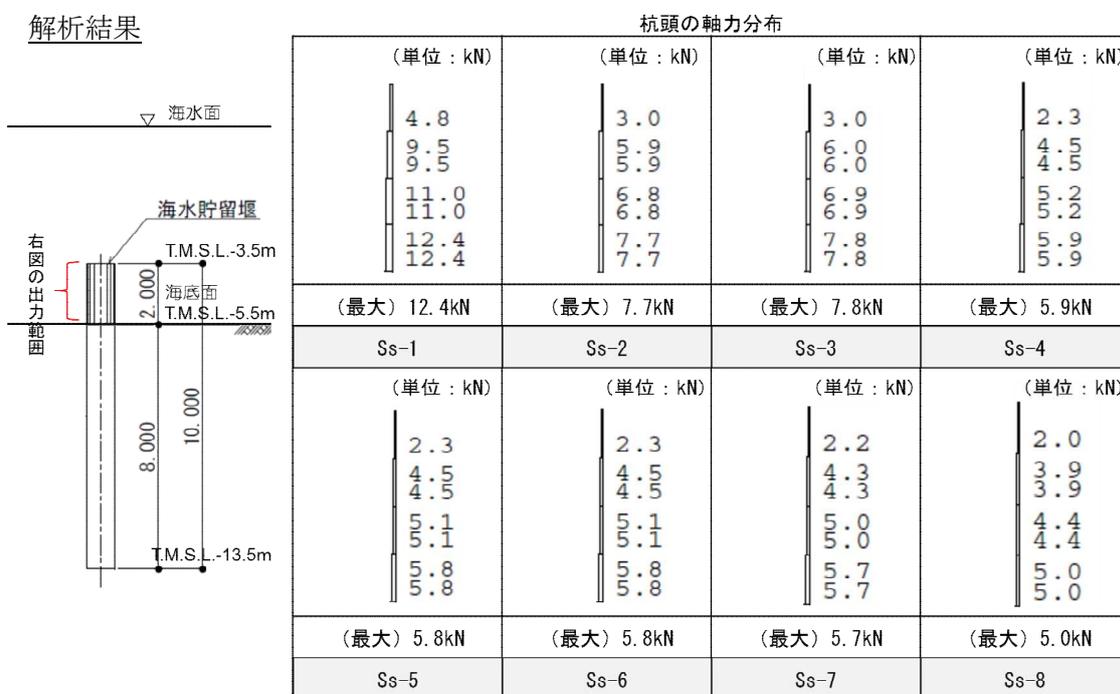


添付第 31-8 図 地震応答解析モデル

### 31.4 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）」<sup>1)</sup>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）」<sup>3)</sup>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 31-9 図に示す。

評価結果を添付第 31-3 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 31-9 図 発生軸力分布

添付第 31-3 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 <sup>3</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	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

**【参考文献】**

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（I 共通編・IV 下部構造編），平成 14 年 3 月.
- 2) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2007 年版.
- 3) 日本電気協会：乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程，JEAC4616-2009.

## 添付資料 32

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

### 32.1 評価方針

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

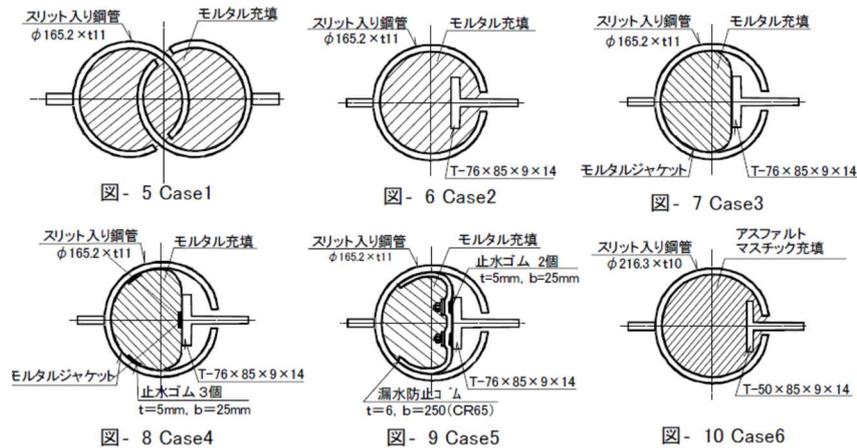


図- 8 Case4

図- 9 Case5

図- 10 Case6

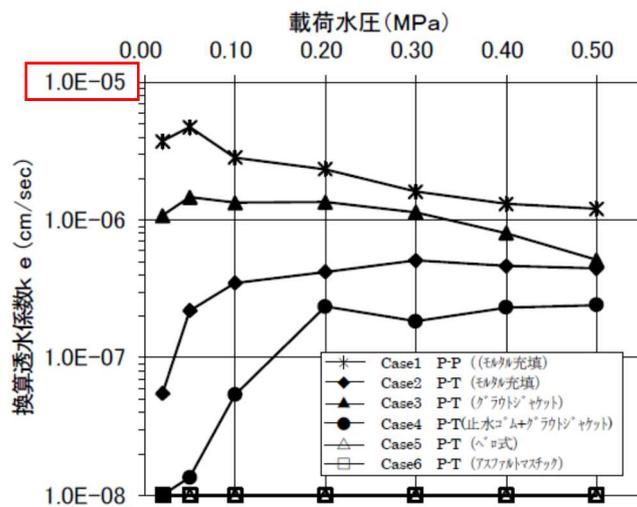


図- 11 継手遮水性能試験結果

添付第 32-1 図 鋼管矢板継手部の遮水性能試験結果<sup>1)</sup>

参考 <sup>1)</sup>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、論文中では換算透水厚さを 50cm としている。

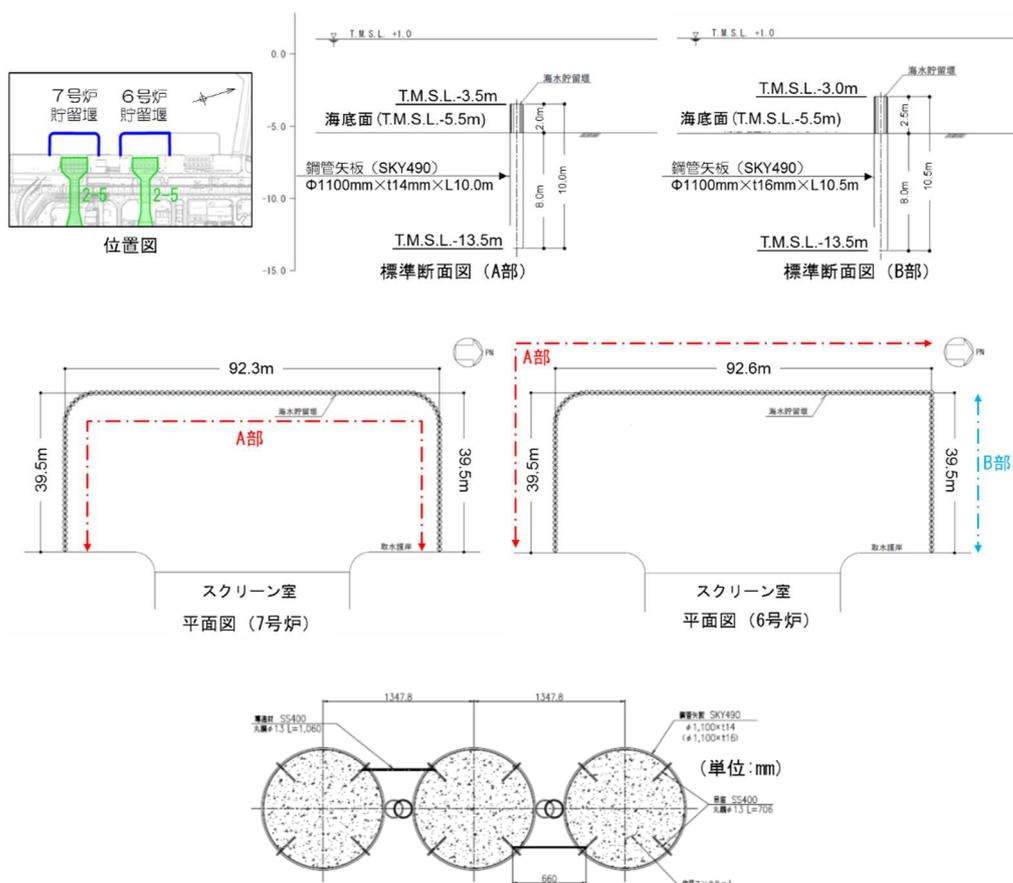
## 32.2 評価結果

海水貯留堰の構造を添付第 32-2 図に示す。継手構造は、保守的に貯留堰全周にあると仮定して計算を行う。評価時間は、「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（1）非常用海水冷却系の取水性」において、基準津波による補機取水槽内の津波高さが海水貯留堰の天端標高 T.M.S.L. -3.5m を下回る継続時間が最大でも 16 分程度であることを踏まえ、16 分とする。なお、貯留量が 6 号炉で約 10,000 (m<sup>3</sup>)、7 号炉で約 8,000 (m<sup>3</sup>) であることから、貯留量が相対的に少ない 7 号炉を代表として計算した。漏水量の計算結果を下記に示す。

漏水量  $Q = \text{換算透水係数 } k_e \text{ (m/sec)} \times \text{動水勾配 } i \times \text{全周 } L \text{ (m)} \times \text{高さ } H \text{ (m)} \times \text{時間 } t \text{ (sec)}$

$$= (1.0 \times 10^{-5} \times 10^{-2}) \times (2 / 0.5) \times 171.3 \times 2 \times (16 \times 60) \div \underline{0.14 \text{ (m}^3\text{)}}$$

上記のとおり、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 32-2 図 6 号及び 7 号炉海水貯留堰の構造概要

【参考文献】

1) 斎藤勲，吉田節，岡由剛，木下雅敬，野路正浩，吉野久能：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，V-463，pp.926-927，平成 13 年 10 月．

## 添付資料 33

水密扉の運用管理について

## 水密扉の運用管理について

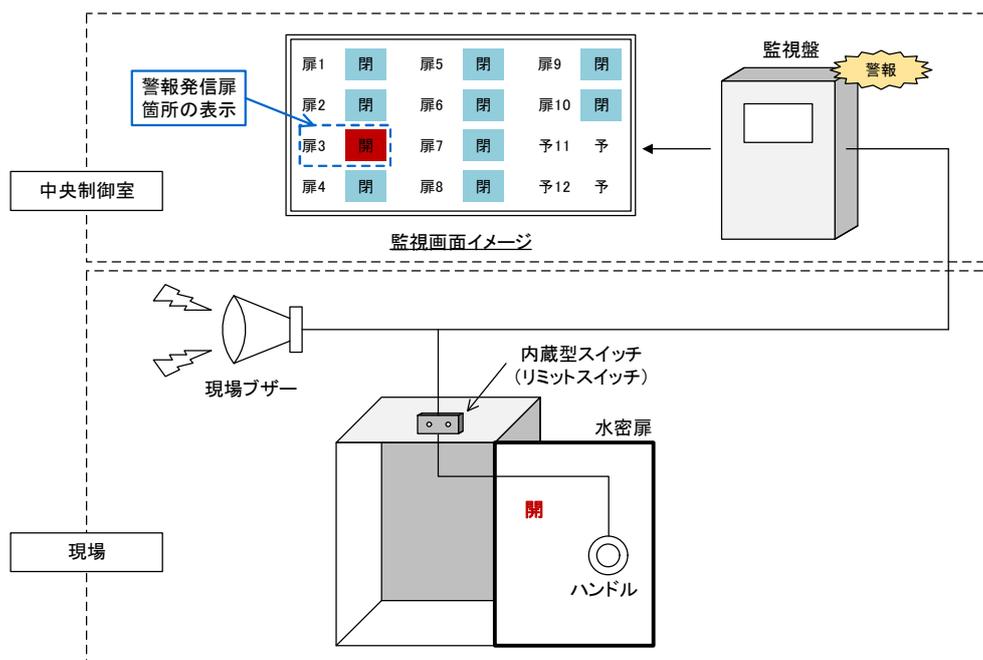
### 33.1 概要

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 33-1 図 水密扉監視設備の概略図

### 33.2 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 14 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」に示す。

## 添付資料 34

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="168 209 450 236">Ⅱ . 耐津波設計方針</p> <p data-bbox="168 296 264 323">1. 総則</p> <p data-bbox="168 339 293 367">1.1 目的</p> <p data-bbox="168 383 1120 707">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="168 767 344 794">1.2 適用範囲</p> <p data-bbox="168 810 1120 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="1144 209 1426 236">Ⅱ . 耐津波設計方針</p> <p data-bbox="1144 296 1240 323">1. 総則</p> <p data-bbox="1144 339 1167 367">—</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している。</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（海水と接した状態で機能する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 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。</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。		重大事故等対処施設に係る設置許可基準規則第三章第四十条について、規則に従い第二章第五条と同じ規定に準じ、同設計方針のもとと設計を行うこととし、適合状況を記載する。	
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="174 209 517 236">2.2 安全審査範囲及び事項</p> <p data-bbox="163 248 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="163 421 927 448">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="192 464 938 491">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="192 549 360 576">(1) 基本事項</p> <p data-bbox="244 592 371 619">略（3. 項）</p> <p data-bbox="192 676 416 703">(2) 津波防護方針</p> <p data-bbox="244 719 371 746">略（4. 項）</p> <p data-bbox="192 804 528 831">(3) 施設・設備の設計方針</p> <p data-bbox="244 847 371 874">略（5. 項）</p>	<p data-bbox="1151 209 1494 236">2.2 安全審査範囲及び事項</p> <p data-bbox="1151 248 1167 276">—</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"><li>・ 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。</li><li>・ 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。</li><li>・ 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。</li></ul> <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

表一 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 <sup>※1</sup>	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 <sup>※4</sup>
		浸水防止設備 <sup>※2</sup>	○	設置の方針
	③外殻防護 2	浸水経路・浸水想定範囲・対策 <sup>※2</sup>	○	経路・範囲・対策の方針
		浸水防止設備 <sup>※2</sup>	○	設置の方針
	④内郭防護	浸水防護重点化範囲 <sup>※2</sup>	○	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 <sup>※4</sup>	
⑥津波監視	津波監視設備 <sup>※2</sup>	○	設置の方針	
(3) 設計方針	①津波防護施設 <sup>※3</sup>	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 <sup>※3</sup>	同上	○	同上
	③津波監視設備 <sup>※3</sup>	同上	○	同上
④漂流物対策 <sup>※3</sup>	—	○	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>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）※ ※ 基本設計段階で位置が特定されているもの</p> <p>⑤ 津波監視設備（潮位計，取水ピット水位計等）※ ※ 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>屋及び廃棄物処理建屋があり，いずれも T. M. S. L. +12m の大湊側敷地に設置されている。</p> <p>② 設計基準対象施設の津波防護対象設備の屋外設備としては同じ T. M. S. L. +12m の大湊側敷地に燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ ※）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までの間に敷設されている。なお，6 号及び 7 号炉では，重要な安全機能を有する海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプは，その他の海水ポンプである循環水ポンプ，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。 ※ 燃料デイトンク，燃料フィルタ等のその他の燃料設備は原子炉建屋内に設置されている。</p> <p>③ 非常用取水設備として 6 号及び 7 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。）と位置付けて設置する。</p> <p>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，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。</p> <p>⑤ 7 号炉排気筒の T. M. S. L. +76m の位置に津波監視カメラを設置し，6 号及び 7 号炉の補機取水槽（上部床面高さ T. M. S. L. +3.5m）に取水槽水位計を設置する。</p> <p>⑥ 敷地内の遡上域の建物・構築物としては，T. M. S. L. +3m の護岸部に除塵装置やその電源室，点検用クレーンや仮設ハウス等がある。 【別添 1 II. 1. 2(2)】</p> <p>【重大事故等対処施設について】 常設設備は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又は同建屋及び区画を設置する大湊側敷地（T. M. L. S. +12m）にあ</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> <p>① 港湾施設（サイト内及びサイト外）</p> <p>② 河川堤防，海岸線の防波堤，防潮堤等</p> <p>③ 海上設置物（係留された船舶等）</p> <p>④ 遡上域の建物・構築物等（一般建物，鉄塔，タンク等）</p> <p>⑤ 敷地前面海域における通過船舶</p>	<p>ること並びに可搬型設備については，大湊側敷地（T.M.L.S. +12m）以上の高さの敷地に保管することを確認した。</p> <p>違う</p> <p>(3)敷地周辺の人工構造物の位置，形状等</p> <p>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。</p> <p>② 上記の荒浜漁港には防波堤が設置されている。</p> <p>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。</p> <p>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。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発電所から北東約 30km に赤泊～寺泊の航路が，南西約 30km に小木～直江津の航路が，北西約 30km に敦賀～新潟の航路があるが，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><b>【規制基準における要求事項等】</b></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"> <li>・敷地及び敷地周辺の地形とその標高</li> <li>・敷地沿岸域の海底地形</li> <li>・津波の敷地への侵入角度</li> <li>・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在</li> <li>・陸上の遡上・伝播の効果</li> <li>・伝播経路上の人工構造物</li> </ul> <p><b>【確認内容】</b></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> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>	<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><b>【要求事項等への対応方針】</b></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"> <li>・敷地及び敷地周辺の地形とその標高</li> <li>・敷地沿岸域の海底地形</li> <li>・津波の敷地への侵入角度</li> <li>・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在</li> <li>・陸上の遡上・伝播の効果</li> <li>・伝播経路上の人工構造物</li> </ul> <p><b>【確認状況】</b></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> <p>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。</p> <p>② 敷地沿岸域及び海底地形は、一般財団法人 日本水路協会（2011）、一般財団法人 日本水路協会（2008～2011）、深淺測量による地形データや国土地理院等による地形データを用いている。また、取・放水路の諸元、敷地標高については、発電所の竣工図等を使用する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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の</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>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> <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>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. 2, 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。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 1. 3 (1), 2. 2(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><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p>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"> <li>・地震に起因する変状による地形，河川流路の変化</li> <li>・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</li> </ul> <p><b>【確認内容】</b></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，</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><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p>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"> <li>・地震に起因する変状による地形，河川流路の変化</li> <li>・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</li> </ul> <p><b>【確認状況】</b></p> <p>(1) 津波遡上解析に当たっては，地震による地形等の変化について，以下を考慮し，解析結果を踏まえ遡上経路に及ぼす影響を検討した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動 <math>S_s</math> による健全性が確認された構造物ではない発電所防波堤及び荒浜側防潮堤について，それらの損傷を想定し，それらがいない状態の地形</li> <li>・護岸付近及び荒浜側防潮堤内敷地について，基準地震動 <math>S_s</math> による沈下を想定し，保守的に設定した沈下量 2m を反映した地形</li> <li>・発電所敷地の中央に位置する中央土捨場及び荒浜側防潮堤内敷地の周辺斜面について，基準地震動 <math>S_s</math> による斜面崩壊を考慮し，保守的に設定した土砂の堆積形状を反映した地形</li> </ul> <p>津波評価の結果，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への遡上はなく，以上の地形変化については敷地の遡上経路に影響を及ぼすものではないことを確認した</p> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II. 1.3(2)】</b></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;"><b>【別添 1 II. 1.2, 1.3(2)】</b></p> <p>(3) (1)にて記載。</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>標高変化, 河川流路の変化について, 基準地震動 <math>S_s</math> 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>(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><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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><b>【確認内容】</b></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><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p>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。</p> <p>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><b>【確認状況】</b></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;"><b>【別添 1 II.1.4】</b></p> <p>(2) 入力津波の設定にあたっては、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、各施設・設備の設計・評価において着目すべき荷重因子を選定した上で、算出される数値の切り上げ等の処理も含め、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。</p> <p>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する。</p> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.1.4】</b></p> <p>(3) 柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の津波防護において、規制基準の要求事項に適合するに当たり必要となる施設の中に、海岸線の方向に広がりをもっているものはないが、自主的な対策設備としては荒浜側防潮堤がある。これに対しては、基準津波の評価において複数位置における津波高さの大小関係を比較した上で、最大値を与える</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>(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>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> <p>波形を確認しており、当該の波形に基づき、入力津波を設定している。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.1.4】</p> <p>(4) 基準津波策定位置と港口の時刻歴波形を比較した結果、局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。また、港口と港湾内で数値シミュレーションによる基準津波の最高水位分布及び時刻歴波形を比較した結果においても、水位分布や水位変動の傾向に大きな差異はないことから、局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。</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 data-bbox="174 209 1061 236">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 data-bbox="174 248 573 276"><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p data-bbox="185 292 1115 367">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 data-bbox="208 378 1057 536">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 data-bbox="185 549 1115 707">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 data-bbox="174 764 320 791"><b>【確認内容】</b></p> <p data-bbox="185 805 1115 922">(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 data-bbox="185 1021 1115 1137">(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 data-bbox="1151 209 2038 236">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 data-bbox="1151 248 1496 276"><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <ul data-bbox="1182 292 2074 536" style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p data-bbox="1151 764 1296 791"><b>【確認状況】</b></p> <p data-bbox="1167 805 2074 922">(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験潮場）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 data-bbox="1809 935 2074 962"><b>【別添 1 II. 1. 5(1)】</b></p> <p data-bbox="1167 1021 2074 1222">(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 data-bbox="1742 1235 2074 1262"><b>【別添 1 II. 1. 5(1)，(2)】</b></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>(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>(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 61 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 <math>10^{-4} \sim 10^{-5}</math> 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. +1.08m) 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。 【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、0.21m 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、一年間の変位量は数ミリ単位で落ち着いてきており、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(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. 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><b>【規制基準における要求事項等】</b></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><b>【確認内容】</b></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><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p><b>【確認状況】</b></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"> <li>① 設計基準対象施設の津波防護対象設備（海水と接した状態で機能する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流入させない設計とする。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>

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 style="text-align: right;">【別添 1 II.2.1(1)】</p> <p>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</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> <p>①重大事故等対処施設の津波防護対象設備（海水と接した状態で機能する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流入させない設計とする。</p> <p>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、重要事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。</p> <p>③上記の 2 方針のほか、重大事故等対処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>④水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。</p> <p>⑤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できる津波監視設備を設置する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.3.1(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>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及び区画として，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，屋外設備として燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）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（原子炉補機冷却海水系）の海水ポンプが機能保持できるように海水を確保するため，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付けて設計を行う。</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，また各号炉の補機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>② 6 号及び 7 号炉の重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、その設置場所・高さにより大きく次の二つに分類できる。さらに分類Ⅰの建屋及び区画については、設計基準対象施設の津波防護対象施設の浸水防護重点化範囲との関係より次の二つに分類できる。</p> <p><u>分類Ⅰ</u>：大湊側敷地 (T. M. S. L. +12m) に設置される建屋・区画</p> <p><u>分類Ⅰ-A</u>： 設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内</p> <p><u>分類Ⅰ-B</u>： 設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外</p> <p><u>分類Ⅱ</u>：大湊側敷地 (T. M. S. L. +12m) よりも高所に設置される建屋・区画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分類Ⅰの建屋及び区画に内包又は敷設される設備の津波防護対策は、設計基準対象施設の津波防護対象設備と同様の方法により実施する。なお分類Ⅰ-Bの建屋及び区画に内包又は敷設される設備は、海域との境界から距離があること、また、保守的に想定しても建屋内外の海水系機器の地震・津波による損傷等の際に生じる溢水は、津波防護対象設備の設置高さに到達しないことから、外郭防護 2 及び内郭防護の対策は要しない。</li> <li>・分類Ⅱの建屋及び区画に設置される可搬型設備の保管場所は、高所のため津波が到達せず、かつ周囲に溢水源が存在しないことから、津波防護対策は要しない。ただ、海水の取水を目的とした可搬型の重大事故等対処設備として大容量送水車があるが、設計基準対象施設の非常用海水冷却系と同じ非常用取水設備から取水するため、設計基準対象施設の非常用海水冷却系の海水ポンプと同様に当該取水位置における津波の条件（下降側評価水位・継続時間及び浮遊砂濃度）を考慮した設計とすることで、津波に伴う水位低下及び砂混入に対する重大事故等大容量送水車の仕様（取水可能水位、取水容量、</li> </ul>

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>耐砂性) は, 同等あるいは非常用海水冷却系の海水ポンプの仕様に包含されたため, 津波に伴う水位低下及び砂混入に対する重大事故等に対処するために必要な機能への影響の防止も, 設計基準対象施設の津波防護対象設備と同様の方法により実施する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 3. 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><b>【規制基準における要求事項等】</b></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><b>【確認内容】</b></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，活用の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>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 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><b>【要求事項等への対応方針】</b></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><b>【確認状況】</b></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 号及び 7 号炉では，基準津波の遡上波による発電所敷地及び敷地周辺の最高水位分布に基づき，遡上波が到達しない十分に高い敷地として，大湊側の T.M.S.L. +12m の敷地を含め，大湊側及び荒浜側の敷地背面の T.M.S.L. +12m よりも高所の敷地から「浸水を防止する敷地」を設定する。その上で，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をこの敷地に設置することで，同建屋及び区画を設置する敷地への遡上波の地上部からの到達・流入を敷地高さにより防止する。</p> <p>具体的には，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，廃棄物処理建屋，及び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）を敷設する区画があり，これらはいずれも上記の「浸水を防止する敷地」のうち，T.M.S.L. +12m の大湊側敷地に設置している。</p> <p>これに対し，基準津波の遡上波による発電所全体遡上域の最高水</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>位は T. M. S. L. +8.3m であり、また、大湊側敷地の、遡上波の地上部からの到達・流入に対する許容津波高さ（地震による地盤沈下 1.0m を考慮）は T. M. S. L. +11.0m である。これより、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を設置する敷地に、基準津波による遡上波は地上部から到達・流入することはない。</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> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b></p> <p>(1) 基準津波の遡上解析結果における、発電所敷地及び敷地周辺の遡上の状況、浸水深の分布等を踏まえ、以下を確認した。</p> <p>① 重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち、「大湊側敷地 (T. M. S. L. +12m) に設置される建屋・区画」（分類Ⅰの建屋・区画）に内包される設備は、これらを内包する建屋・区画が、設計基準対象施設の津波防護対象設備と同様に「浸水を防止する敷地」のうち大湊側敷地 (T. M. S. L. +12m) に設置される。また、「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」（分類Ⅱの建屋・区画）に内包される設備は、これらを内包する建屋・区画が、「浸水を防止する敷地」のうち、さらに高所に設置される。</p> <p>これより、重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に対する基準津波による遡上波の地上部からの到達、流入の可能性については、設計基準対象施設の津波防護対象設備に対する評価に包含され、その可能性はない。</p> <p>② 重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地は、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を設置する敷地と同一、あるいはこれよりも高所であることから、敷地への遡上波の到達・流入の防止の方法は設計基準対</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

象施設の津波防護対象設備に対する方法に包含され、既存の地山、斜面等は活用していない。

【別添 1 II.3.2(1)】

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="185 209 864 236">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 data-bbox="165 240 1115 459" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="181 250 573 277">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="185 293 1111 450">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。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 data-bbox="181 507 320 534">【確認内容】</p> <p data-bbox="192 550 981 577">(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 data-bbox="237 593 1115 663">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> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="208 679 1111 750">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）</li> <li data-bbox="208 766 1111 877">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）</li> <li data-bbox="208 893 1111 963">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）</li> <li data-bbox="208 979 470 1007">④ 海域への排水管等</li> </ul>	<p data-bbox="1167 204 1850 231">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 data-bbox="1160 247 1496 274">【要求事項等への対応方針】</p> <p data-bbox="1164 290 2074 446">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。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 data-bbox="1160 504 1299 531">【確認状況】</p> <p data-bbox="1167 547 1951 574">(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 data-bbox="1216 580 2074 651">海域に接続する水路から敷地への津波の流入する可能のある経路を下表のとおり特定した。</p> <p data-bbox="1216 657 2074 759">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した。</p> <p data-bbox="1697 807 2056 834" style="text-align: right;">【別添 1 II. 1.5(3) , 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
		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, 循環水配管
		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, 循環水配管
		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, 循環水配管
		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 ・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> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b></p> <p>(1) 重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち，「大湊側敷地 (T. M. S. L. +12m) に設置される建屋・区画，かつ設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内」(分類 I-A の建屋・区画) に内包される設備は，これらを内包する建屋・区画が設計基準対象施設の津波防護対象設備と同一である。また，「大湊側敷地 (T. M. S. L. +12m) に設置される建屋・区画，かつ設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外」(分類 I-B の建屋・区画) に内包される設備，及び「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」(分類 II の建屋・区画) に内包される設備は，これらを内包する建屋・区画が，いずれも上記と同一の敷地面上あるいはこれよりも高所に設置されている。</p> <p>これより，重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地及び同建屋・区画に対する津波の取水路，放水路等の経路からの流入防止は，設計基準対象施設の津波防護対</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

象設備と同様の方法により達成可能であり、同方法により実施する。

【別添 1 II.3.2(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 data-bbox="174 209 922 236">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 data-bbox="185 252 387 279">4.3.1 漏水対策</p> <div data-bbox="174 288 1120 671" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="181 296 573 323"><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p data-bbox="185 339 1115 408">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。</p> <p data-bbox="185 424 1115 494">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。</p> <p data-bbox="185 510 1115 580">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。</p> <p data-bbox="185 596 1115 667">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> </div> <p data-bbox="181 683 320 710"><b>【確認内容】</b></p> <p data-bbox="185 726 1115 837">(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 data-bbox="1151 209 1899 236">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 data-bbox="1162 252 1364 279">4.3.1 漏水対策</p> <p data-bbox="1151 296 1496 323"><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p data-bbox="1178 339 2074 408">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。</p> <p data-bbox="1178 424 2074 536">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。</p> <p data-bbox="1178 552 2074 622">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 data-bbox="1151 683 1296 710"><b>【確認状況】</b></p> <p data-bbox="1167 726 2074 1182">(1) 6 号及び 7 号炉の取水路（取水槽）の入力津波高さは、海水を取水するポンプである、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を設置する取水槽及び補機取水槽の上部床面高さを上回る。このため、これらの床面に存在する開口部である補機取水槽の点検口に対しては、外郭防護 1 として、取水槽閉止板を設置し津波の流入を防止する設計としている。一方、各床面に隙間部が存在する場合には、当該部で漏水が生じ、設計基準対象施設の津波防護設備を内包するタービン建屋が浸水する可能性があることから、各海水ポンプを設置するエリア及びそのエリアに接続する原子炉補機冷却海水系熱交換器（C 系）を設置するエリアを漏水が継続することによる浸水想定範囲として設定する。</p> <p data-bbox="1223 1238 1518 1265">(a) 補機取水槽上部床面</p> <p data-bbox="1245 1281 2074 1437">補機取水槽上部床面を貫き漏水による浸水経路となり得る隙間部等としては、補機冷却海水ポンプのグランド部、グランドドレン配管接合フランジ部、ベント管接合フランジ部及びブローオフ配管接合フランジ部並びに補機取水槽のベント管、ベント管接合</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>フランジ部及び閉止板止水部が挙げられる。</p> <p>補機冷却海水ポンプのグランドはグランドパッキンが挿入されており、グランドパッキン押さえを設置し、締め付けボルトで圧縮力を与えてシールをするとともに、適宜、日常点検及びパトロールを実施し、必要に応じて増し締めによる締め付け管理をしていることから、有意な漏水が発生することはない。</p> <p>また、グランド部における漏水はグランドドレン配管を介してドレンサンプに排水されるが、ドレンサンプはタービン建屋地下にあり海域と接続されているものではないため、海水がグランドドレン配管を逆流して建屋に流入するようなこともない。</p> <p>また、グランドドレン配管、ベント管及びブローオフ配管は、それらの接合フランジ部にシール材等の浸水対策を施すとともに、適宜、日常点検及びパトロールを実施し、必要に応じて増し締めによる締め付け管理をしていることから、有意な漏水が発生することはない。</p> <p>一方、補機取水槽のベント管は、管を T. M. S. L. +12m の敷地の地表面よりも高所に導いた後に屋外に排気させているため、海水がベント管を介して建屋内に流入することはない。なお、ベント管の排気高さは補機取水槽における入力津波高さよりも高いため、ベント管を介して敷地が浸水することもない。</p> <p>また、ベント管はその接合フランジ部に、取水槽閉止板にはその止水部にシール材等の浸水対策を施すとともに、適宜、日常点検及びパトロールを実施し、必要に応じて増し締めによる締め付け管理をしていることから、有意な漏水が発生することはない。</p> <p>以上より、補機取水槽上部床面を介した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浸水の可能性はない。</p> <p>なお、補機冷却海水ポンプにはエアベント配管等の補機取水槽上部床面を貫く配管が機器付き配管として敷設されるが、これら</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>の配管は補機冷却海水ポンプと同一基礎に敷設されるとともに、補機冷却海水ポンプが剛構造であることからポンプと基礎は同一モードで振動するため、地震時において、当該配管に過大な応力が発生することはない、当該配管が地震により破損し、漏水の経路となることはない。</p> <p>(b) 取水槽上部床面</p> <p>取水槽上部床面を貫き漏水による浸水経路となり得る隙間部等としては、循環水ポンプのグランド部が挙げられるが、グランドはグランドパッキンが挿入されており、グランドパッキン押さえを設置し、締め付けボルトで圧縮力を与えてシールをするとともに、適宜、日常点検及びパトロールを実施し、必要に応じて増し締めによる締め付け管理をしていることから、有意な漏水が発生することはない。</p> <p>また、グランド部における漏水はグランドドレン配管を介してドレンサンプに排水されるが、ドレンサンプはタービン建屋地下にあり海域と接続されているものではないため、海水がグランドドレン配管を逆流して建屋に流入するようなこともない。グランドドレン配管及びベント管の接合フランジ部にはシール材等の浸水対策を施すとともに、適宜、日常点検及びパトロールを実施し、必要に応じて増し締めによる締め付け管理をしていることから、有意な漏水が発生することはない。</p> <p>なお、ドレンサンプについては、通常、サンプポンプによりドレンサンプ内の水位を一定値以下となるよう管理している。</p> <p>万一、サンプポンプが動作しない場合でも、グランドドレンの排水量はごく微量 (<math>1.5 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{h}</math> 程度) であり、ドレンサンプから溢水が発生するまでには相当程度の時間を要するとともに、ドレンサンプから溢水が生じた場合でも、以下で記載する、RCWHx(C)/A を浸水想定範囲とした場合の安全影響評価あるいは、</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="1249 209 2074 323">「4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に記載する，タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水に包含される。</p> <p data-bbox="1812 336 2074 368">【別添 1 II.2.3(1)】</p> <p data-bbox="1160 507 1664 539">【重大事故等対処施設に関する確認状況】</p> <p data-bbox="1173 547 2074 762">(1) 重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち「大湊側敷地 (T.M.S.L.+12m) に設置される建屋・区画，かつ設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内」(分類 I-A の建屋・区画)」に内包される設備については，これらを内包する建屋・区画への漏水による浸水の可能性は設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画と同様であり，その可能性はない。</p> <p data-bbox="1227 775 2074 1106">また，「大湊側敷地 (T.M.S.L.+12m) に設置される建屋・区画，かつ設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外」(分類 I-B の建屋・区画) に内包される設備，及び「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」(分類 II の建屋・区画) に内包される設備についても，これらを内包するいずれの建屋・区画も海域と接続する取水・放水施設等に繋がるあるいは近接するものではないため，同施設等における漏水による浸水の可能性はない。</p> <p data-bbox="1812 1118 2074 1150">【別添 1 II.3.3(1)】</p>

<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p>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>
<p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p><b>【規制基準における要求事項等】</b>                      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><b>【確認内容】</b>                      (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><b>【要求事項等への対応方針】</b>                      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><b>【確認状況】</b>                      (1) 4.3.1 で示したとおり、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への漏水による浸水の可能性はないが、保守的な想定として、各海水ポンプのグランド dren 配管の詰まりやベント・dren 配管の破損を考慮し、各浸水想定範囲における浸水を仮定する。その上で、浸水想定範囲である原子炉補機冷却海水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ及び循環水ポンプを設置するエリアに隣接する、原子炉補機冷却系や原子炉補機冷却海水系の機器、非常用所内電源設備等の重要な安全機能を有する設備を設置するエリアを水密扉、堰等により防水区画化する。また、浸水想定範囲内にある原子炉補機冷却系等の重要な安全機能に有する設備について、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した。</p> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.2.3(2)】</b></p> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b>                      (1) 重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画への漏水による有意な浸水の可能性はない。このため、重大事故等に対処するために必要な機能への影響はない。</p> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.3.3(2)】</b></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>4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p><b>【規制基準における要求事項等】</b>  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><b>【確認内容】</b>  (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>4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p><b>【要求事項等への対応方針】</b>  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><b>【検討結果】</b>  (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。）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 style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.2.3(3)】</b></p> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b>  (1) 重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画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 style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.3.3(3)】</b></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><b>【規制基準における要求事項等】</b>            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><b>【確認内容】</b></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><b>【要求事項等への対応方針検討方針】</b>            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><b>【検討結果】</b></p> <p>(1) 6 号及び 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並びに屋外設備である燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）を敷設する区画がある。以上の建屋及び区画を浸水防護重点化範囲として設定した。ただし、タービン建屋は重要な安全機能を有する非常用冷却海水系を設置するエリアのみを浸水防護重点化範囲とした。</p> <p>(2) 現段階において位置が確定していない設備等に対しては、工事計画認可の段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針であることを明記した。</p> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.2.4(1)】</b></p> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b></p> <p>(1) 重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち「大湊側敷地（T. M. S. L. +12m）に設置される建屋・区画」（分類 I の建屋・区画）に内包される設備は、「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内」（分類 I-A の建屋・区画）に内包される設備と「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外」（分類 I-B の建屋・区画）に内包される設備に分類できる。このうち、分類 I-A の建屋・区画に内包される設備に対する浸水防護重点化範囲は、設計基準対象施設の津波防護設備の浸水防護重点化範囲と同一の範囲とする。</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>一方、分類Ⅰ-B の建屋・区画に内包される設備についてはそれぞれ、これらを内包する次の建屋・区画を浸水防護重点化範囲として設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画</li><li>● 常設代替交流電源設備を敷設する区画</li><li>● 5 号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）</li><li>● 5 号炉東側保管場所</li><li>● 5 号炉東側第二保管場所</li></ul> <p>「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」（分類Ⅱの建屋・区画）に内包される設備に対する浸水防護重点化範囲としては、これらを内包する次の建屋・区画を浸水防護重点化範囲として設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 大湊側高台保管場所</li><li>● 荒浜側高台保管場所</li></ul> <p>(2) 現段階において位置が確定していない設備等に対しては、工事計画認可の段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針であることを明記した。</p> <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 data-bbox="188 209 837 236">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 data-bbox="181 248 573 276"><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p data-bbox="188 293 1115 448">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 data-bbox="181 507 320 534"><b>【確認内容】</b></p> <p data-bbox="192 552 1115 707">(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 data-bbox="192 979 1115 1094">(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 data-bbox="1164 209 1823 236">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 data-bbox="1158 248 1299 276"><b>【検討方針】</b></p> <p data-bbox="1164 293 2074 448">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 data-bbox="1158 507 1296 534"><b>【確認状況】</b></p> <p data-bbox="1200 552 2074 879">(1) 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，タービン建屋内において発生する地震による循環水配管等の損傷箇所からの津波の流入等が，浸水防護重点化範囲へ影響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，浸水防止ダクト及び床ドレンライン浸水防止治具の設置並びに貫通部止水処置を実施する。</p> <p data-bbox="1809 895 2056 922"><b>【別添 1 II.2.4(2)】</b></p> <p data-bbox="1171 979 2074 1094">(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>① タービン建屋における溢水として，以下 a. ～c. のとおり浸水量を評価する。</p> <p>a. 地震に起因するタービン建屋内の復水器を設置するエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス機器の損傷により，保有水が溢水するとともに，津波が取水槽及び放水庭から循環水配管に流れ込み※，循環水配管の損傷箇所を介して，タービン建屋内の復水器を設置するエリアに流入することを想定する。同エリアにおける浸水については，循環水配管の伸縮継手の全円周状破損を想定し，漏えいを検知し循環水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量，ポンプ停止から復水器出入口弁が閉止するまでの間に生じる循環水配管の損傷箇所からの津波の流入量及び低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水量を合算した水量が，同エリアに滞留するものとして浸水水位を算出する。</p> <p>b. 地震に起因するタービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス機器の損傷により，保有水が溢水するとともに，津波が取水槽及び放水庭から循環水配管に流れ込み※，循環水配管の損傷箇所を介して，タービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアに流入することを想定する。同エリアにおける浸水については，循環水配管の伸縮継手の全円周状破損を想定し，循環水ポンプの電動機が水没するまでポンプの運転が継続するものとして，ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量が同エリアに滞留するものとして浸水水位を算出する。</p> <p>c. 地震に起因するタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアに敷設するタービン補機冷却海水配管及び低耐震クラス機器の損傷により，保有水が溢水するとともに，津波が補機取水槽からタービン補機冷却海水配管に流れ込み，タービン補機冷却海水配管</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 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>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</p>	<p>の損傷箇所を介して、タービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアに流入することを想定する。</p> <p>同エリアにおける浸水については、タービン補機冷却海水配管の完全全周破断を想定し、損傷による保有水の溢水量及び損傷箇所からの津波の流入量を合算した水量が同エリアに滞留するものとして浸水水位を算出する。</p> <p>※取水路と放水路は配管及び復水器を介してつながっており、6 号及び 7 号炉の取水口前面及び放水口前面の水位の高い方から、循環水配管の損傷箇所との水頭差により海水が流入する。</p> <p>② 屋外タンク等の損傷による溢水については、別途実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価において、地震時の屋外タンクの溢水により建屋周囲が浸水することを想定し、建屋外周部における貫通部止水処置等により建屋内への流入を防止する設計としているため、屋外の溢水による浸水防護重点化範囲への影響はない。</p> <p>③ 上記①における機器・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、取水槽及び放水庭の水位が低い場合、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 上記①における浸水量については、内部溢水等の事象想定も考慮して算定する。</p> <p>⑤ 地下水の流入については、別途実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価において、地震時の排水ポンプの停止により建屋周</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>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>囲の水位が周辺の地下水位まで上昇することを想定し、建屋外周部における貫通部止水処置等により建屋内への流入を防止する設計としているため、地下水による浸水防護重点化範囲への影響はない。なお、地震における建屋の地下部外壁からの流入については、浸水防護重点化範囲への影響を安全側に評価する。</p> <p>⑥ 津波及び溢水により浸水を想定する建屋地下部において、施工上生じうる建屋間等の隙間部には、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> <p>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</p> <p>(1) 「地震による溢水の影響」について、地震による溢水事象を具体化すると次の各事象が挙げられる。</p> <p>①循環水配管による建屋内における溢水 地震に起因する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス機器の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水庭から循環水配管に流れ込み、循環水配管の損傷箇所を介して海水熱交換器建屋内（5 号炉のみ）、タービン建屋内に流入する。 なお、5 号炉については停止中であり循環水系は隔離した上で復水器も含めて水抜きを行っているため、地震・津波時におけるタービン建屋内にある循環水配管伸縮継手部からの海水の流入は生じない。</p> <p>②タービン補機冷却海水配管による建屋内における溢水 地震に起因するタービン補機冷却海水配管及び低耐震クラス機器の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が補機取水槽からタービン補機冷却海水配管に流れ込み、タービン補機冷却海水配管の損傷箇所を介して海水熱交換器建屋内（5 号炉のみ）、タービン建屋内に流入する。</p> <p>③屋外タンク等による屋外における溢水 地震により敷地内にある低耐震クラス機器である屋外タンク等が</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>損傷し、保有水が敷地内に流出する。</p> <p>④建屋外周地下部における地下水位の上昇 地震により地下水を排出するための排水設備（サブドレン）が停止し、建屋周辺の地下水位が上昇する。</p> <p>以上の各事象について浸水防護重点化範囲への影響を評価した。結果を重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画の分類ごとに、以下に示す。</p> <p><b>分類 I-A に内包される設備</b> 分類 I-A の建屋・区画に内包される設備に対する安全側に想定した浸水範囲、浸水量は、設計基準対象施設の津波防護対象設備に対するものと共通である。よって、浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策も共通とする。</p> <p><b>分類 I-B に内包される設備</b> 分類 I-B の建屋・区画に内包される設備については、浸水防護重点化範囲がいずれも T. M. S. L. +12m 以上の高さに設定されている。これは、基準津波の遡上波による最高水位（T. M. S. L. +8.3m）よりも高所であることから、津波による浸水（①、②の事象による浸水）は到達しない。また、地表面高さよりも高いため、地下水（④の事象による浸水）も及ばない。</p> <p>一方、屋外タンク等による屋外における溢水（③の事象）に対する安全側に想定した浸水範囲、浸水量は設計基準対象施設の津波防護対象に対するものと共通であり、浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策も共通の考え方、すなわち当該建屋・区画設置位置の浸水水位に対して対策を実施する。</p> <p>なお、④の事象による浸水範囲、浸水量の評価は 6 号及び 7 号炉に着目した溢水伝播挙動解析に基づくものであり、浸水防護重点化範囲のうち 5 号炉側に配置される「5 号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）」、「5 号炉東側保管場所」及び「5 号炉東側第二保管場所」は、解析条件とした溢水伝播方向の直線上になく、また解析モデルの範囲外に</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>位置する。しかしながら、溢水源となるタンクとこれらの浸水防護重点化範囲とを結ぶ直線上には、障害物となる建屋類があり、また解析モデルの範囲外には上記の浸水防護重点化範囲に影響を与える水源がないことから、これらの浸水防護重点化範囲に対する浸水範囲、浸水量の評価も、6 号及び 7 号炉に着目した評価に包含されるものと考えられる。</p> <p>具体的には、上記の 5 号炉側の各浸水防護重点化範囲位置では有意な浸水は生じないものと考えられるが、保守的に地表面上 30cm (T.M.S.L. +12.3m) までの浸水を想定し、必要な対策を実施する。</p> <p><b>分類Ⅱに内包される設備</b></p> <p>分類Ⅱの建屋・区画に内包される設備については、浸水防護重点化範囲である「大湊側高台保管場所」、「荒浜側高台保管場所」がいずれも高所のため、津波による浸水は到達しない。また、より高所の T.M.S.L. +45m の位置に淡水貯水池があるが、これは基準地震動 Ss に対して堤体から溢水が生じることがないように設計されているものであることから溢水源とならず、他に周囲に溢水源は存在しない。よって、安全側に想定した場合でも浸水防護重点化範囲の境界において浸水が生じることはないため、同境界において浸水対策は要しない。</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="174 209 1025 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="185 252 613 279">4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <div data-bbox="174 288 1120 539" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="181 296 573 323">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="185 339 1077 367">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 data-bbox="203 379 1115 531" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="203 379 1115 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> <li data-bbox="203 464 1115 531">・ 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。</li> </ul> </div> <p data-bbox="181 595 320 622">【確認内容】</p> <p data-bbox="185 638 1115 710">(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 data-bbox="203 722 1115 970" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="203 722 1115 802">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> <li data-bbox="203 895 1115 970">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。</li> </ol>	<p data-bbox="1151 209 2002 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="1162 252 1590 279">4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p data-bbox="1151 296 1469 323">【要求事項への対応方針】</p> <p data-bbox="1162 339 1968 367">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 data-bbox="1180 379 2069 531" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1180 379 2069 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> <li data-bbox="1180 464 2069 531">・ 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。</li> </ul> <p data-bbox="1151 595 1290 622">【確認状況】</p> <p data-bbox="1162 638 2069 710">(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 data-bbox="1180 722 2069 1010" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1180 722 2069 882">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> <li data-bbox="1180 895 2069 1010">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を加算や安全側に評価した値を用いる。</li> </ol> <p data-bbox="1809 1023 2058 1050" 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、水位低下に対する耐性（海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路、補機取水槽の仕様等）について、以下を確認した。</p> <p>① 引き波による水位低下時においても、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、各号炉において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 号及び 7 号炉ともに、貯留堰天端標高を T.M.S.L. -3.5m とすることで、原子炉補機冷却海水ポンプの設計取水可能水位以上の範囲で、6 号炉において約 10,000m<sup>3</sup>、7 号炉において約 8,000m<sup>3</sup> の海水を確保可能な設計とし、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 2,880m<sup>3</sup> に対して十分量の海水を堰内に貯留する。ここで、必要貯水量の算出にあたって必要となる、補機取水槽内の津波高さが海水貯留堰の天端標高 T.M.S.L. -3.5m を下回る継続時間の算出にあたっては、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（補機取水槽内の津波高さ）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。また、その際、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を加算や安全側に評価した値を用いる。なお、6 号及び 7 号炉では、大津波警報が発令された場合は、原子炉を手動スクラムする運用とする。また、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、取水槽水位計（津波監視設備）にて津波による水位低下を確認した際には、「取水槽低警報」</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>が中央制御室に発報され、運転員による手動操作で常用海水ポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を停止させる。停止操作手順の整備と運転員への教育訓練により、確実に常用海水ポンプを停止し、原子炉補機冷却海水系に必要な海水の喪失を確実に防止する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.2.5(1)】</p> <p>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</p> <p>(1) 海水の取水を目的とした重大事故等対処設備としては、常設重大事故等対処設備として原子炉補機冷却海水ポンプ、可搬型重大事故等対処設備として大容量送水車があり、その各々について、基準津波による水位の低下に対して機能保持できる設計であること及び重大事故等対処設備による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを以下のとおり確認している。</p> <p><b>a. 原子炉補機冷却海水ポンプ</b></p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプは、設計基準対象施設の非常用海水冷却系の海水ポンプと同一の設備であり、設計基準対象施設の津波防護の確認状況に示したとおりである。</p> <p><b>b. 大容量送水車</b></p> <p>大容量送水車は、6 号及び 7 号炉共用で計 7 台（予備 2 台）を備えている。同設備は水中ポンプを有しており、水中ポンプを取水路内に設置することにより海水を取水する設計としている。定格容量は約 15m<sup>3</sup>/min/台であるとともに、想定している最大同時運転台数（同一の取水路から取水を行う最大台数）が 3 台であることから、その際の取水量は約 45m<sup>3</sup>/min となる。また、水中ポンプは、水中ポンプ上端面より 0.5m 以上の水深が確保された状態で海水の取水が可能な仕様としている。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.3.5(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 data-bbox="188 209 1037 236">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 data-bbox="181 248 573 276"><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p data-bbox="188 292 1115 363">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 data-bbox="188 378 1016 405">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 data-bbox="188 421 960 448">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 data-bbox="203 464 1115 663" style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> </ul> <p data-bbox="181 679 320 707"><b>【確認内容】</b></p> <p data-bbox="188 722 1115 1050">(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 data-bbox="1167 209 2016 236">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 data-bbox="1160 248 1496 276"><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p data-bbox="1167 292 1957 363">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 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 data-bbox="1167 421 1861 448">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 data-bbox="1144 464 2078 663" style="list-style-type: none"> <li>・ 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 6 号及び 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。</li> <li>・ 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。</li> </ul> <p data-bbox="1160 679 1299 707"><b>【確認状況】</b></p> <p data-bbox="1167 722 2078 1050">(1) 6 号及び 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。これに対し、数値シミュレーションにより得られた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・堆積に対して非常用海水冷却系 (原子炉補機冷却海水系) に必要な取水口及び取水路の通水性は確保できる。</p> <p data-bbox="1809 1066 2060 1093" style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.2.5(2)】</b></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>(2) 発電所港湾内土砂の粒径分布を分析した結果、平均粒径は約 0.27mm である。原子炉補機冷却海水ポンプで取水した浮遊砂を含む多くの海水は、揚水管内側流路を通過するが、一部の海水はポンプ軸受の潤滑水として軸受摺動面に流入する構造である。主軸外径と軸受内径の差である摺動面隙間（6 号炉：約 1.2mm（許容最大）、7 号炉：約 1.5mm（許容最大））に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝（6 号炉：約 4.5mm、7 号炉：約 7.0mm）に導かれ連続排出される。一方、摺動面隙間より粒径が大きい 2.0mm 以上の礫分は、浮遊しがたいものであることに加え、港湾内土砂の約 0.8% と極僅かであることから、摺動面の隙間から混入することは考えにくい。万が一、摺動面に混入したとしても回転軸の微小なずれから発生する主軸振れ回り（歳差運動）により、粉碎もしくは排砂機能により摺動面を伝って異物逃がし溝に導かれ排出されることから、軸受摺動面や異物逃がし溝が閉塞することによるポンプ軸固着への影響はない。</p> <p>また、原子炉補機冷却海水ポンプの揚水管内側流路を通過し、原子炉補機冷却海水系の系統に混入した微小の浮遊砂は、6 号及び 7 号炉とも原子炉補機海水系ストレーナを通過し、原子炉補機冷却水系熱交換器を経て補機放水庭へ排出される。</p> <p>原子炉補機海水系ストレーナ内部にはパンチプレート式のエレメント（6 号炉：穴径 8mm、ピッチ 11mm、7 号炉：穴径 7mm、ピッチ 10mm×18mm）が設けられており、当該穴径以上の大きさの異物をエレメントにより捕捉することにより、ストレーナ以降にある原子炉補機冷却水系熱交換器伝熱管に影響を与える異物の混入を防止している。</p> <p>一方で、当該穴径以下の大きさの微小砂はストレーナを通過する可能性があるが、ストレーナ以降の最小流路幅（原子炉補機冷却水系熱交換器伝熱管内径）は、6 号炉で約 23mm、7 号炉で約 16mm であり、エレメントの穴径に対し十分大きいことから閉塞の可能性はないものと考えられ、原子炉補機冷却海水系の機能は維持可能である。</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>(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>(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、海域については発電所周辺 5km 圏内を、陸域については基準津波の遡上域を考慮し、発電所周辺 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。</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・設備等に対して、「漂流物化の可能性」、「取水口への到達の可能性」、「取水口・取水路の閉塞の可能性」の観点より、6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を行った。</p> <p>この結果、発電所構内で漂流し、6 号及び 7 号炉の取水口に到達する可能性があるものとして、護岸部に置かれる仮設ハウス類等の資機材や港湾施設点検用等の作業船等が挙げられるが、6 号及び 7 号炉の取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。</p> <p>発電所構内に来航する船舶には上記作業船のほかに燃料等輸送船、浚渫船、土運船及び曳船・揚錨船があるが、津波警報等発令時には緊急退避することから、取水性への影響はない。なお、燃料等輸送船及び土運船については、荷役等の作業中に早い津波が襲来する場合は、係留することにより漂流させない設計とする。具体的には燃料等輸送船は十分な係留力及び船体強度を有しているため漂流物とならない。土運船はその作業位置及び津波の流向により 6 号及び 7 号炉の取水口周辺には向かわないことから取水性への影響はない。また、浚渫船は、浚渫作業中に発生する基準津波に対しては、係留することにより漂流させない設計とする。</p> <p>発電所構内には防波堤があり、地震及び津波により損傷する可能性があるが、防波堤設置位置から 6 号及び 7 号炉の取水口まで約 200m の距離があること及び防波堤の主たる構成要素は 1ton 以上の</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>質量があることから、6 号及び 7 号炉の取水口に到達することはない。</p> <p>発電所構外で漂流し、6 号及び 7 号炉の取水口に到達する可能性のあるものとして、発電所近傍で航行不能になった漁船等が挙げられるが、6 号及び 7 号炉の取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。なお、6 号及び 7 号炉の取水口に到達する可能性があるもののうち、最も重量が大きい作業船を海水貯留堰に対する衝突荷重として考慮する。</p> <p>発電所近傍を通過する定期船に関しては、発電所沖合約 30km に定期航路があるが、半径 5km 以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とならない。他に発電所近傍を通過する船舶としては海上保安庁の巡視船があるが、同船は津波警報等発令時には緊急退避するため、漂流物とならない。</p> <p>除塵装置である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、津波時には除塵装置部に総トン数 10t 程度の船舶が漂流物として到達する可能性があるが、この衝突に対しても健全性が保障されているものではない。しかしながら、地震あるいは漂流物の衝突により除塵装置が破損し、変形あるいは分離・脱落し取水路内で堆積した場合でも、除塵装置は本来、通水を前提とした設備であり、主たる構成要素であるバスケットが隙間の多い構造であることから、取水路を閉塞させることはない。また、分離・脱落した構成部材が非常用海水冷却系のポンプ等の機器に影響を与える可能性については、6 号及び 7 号炉では除塵装置と補機取水槽との間に約 150m の距離があることから、構成部材は補機取水槽に到達する前に沈降し、ポンプ等の機器に影響を与えることはない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 2. 5(2)】</p> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b></p> <p>(1) 海水の取水を目的とした重大事故等対処設備である、常設重大事故</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>等対処設備の原子炉補機冷却海水ポンプ及び可搬型重大事故等対処設備の大容量送水車とともに、設計基準対象施設の非常用海水冷却系と同じ、6 号及び 7 号炉の取水口・取水路から取水する。このため、取水口及び取水路の通水性の確保に関わる評価は、設計基準対象施設の津波防護の評価に包含される。</p> <p>一方、浮遊砂等の混入に対する海水ポンプの機能保持できる設計であることについては、原子炉補機冷却海水ポンプ及び大容量送水車の各々について、以下のとおり確認している。</p> <p><b>a. 原子炉補機冷却海水ポンプ</b></p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプは、設計基準対象施設の非常用海水冷却系の海水ポンプと同一の設備であり、確認内容は設計基準対象施設の津波防護の確認状況で示したとおりである。</p> <p><b>b. 大容量送水車</b></p> <p>水位変動に伴う浮遊砂の平均濃度は、<math>1.0 \times 10^{-5}</math>wt%以下、平均粒径は 0.27mm であり、大容量送水車及び水中ポンプが取水する浮遊砂量はごく微量である。一方で、同設備は、一般的に災害時に海水を取水するために用いられる設備であり、取水への砂混入に対しても耐性を有することから、取水への砂混入により機能を喪失することはない。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II.3.5(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><b>【基準における要求事項等】</b> 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><b>【確認内容】</b> (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><b>【要求事項等への対応方針】</b> 敷地への津波の繰り返しの襲来及び発電所特有の津波挙動を把握し、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><b>【確認状況】</b> (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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・津波監視カメラ 7号炉原子炉建屋屋上に設置された主排気筒の T. M. S. L. +76m の位置に設置し、水平 360° 及び垂直±90° の旋回が可能な設備とすることで、津波の襲来及び津波挙動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。</li> <li>・取水槽水位計 6号及び7号炉の各補機取水槽に設置し、水位上昇側及び下降側の入力津波高さを考慮して、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 と設定する。</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II. 2. 6】</b></p> <p><b>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</b> 津波監視設備の設置については、設計基準対象施設に対する津波監視と同様の方針を適用する。</p> <p style="text-align: right;"><b>【別添 1 II. 3. 6】</b></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> <div data-bbox="165 284 1120 497" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>【規制基準における要求事項等】</b></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に設計すること。</p> </div> <p><b>【確認内容】</b></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><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p>津波防護施設は、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に設計する。</p> <p><b>【確認内容】</b></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、越流時の耐性や構造境界部の止水にも配慮した上で、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す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、漂流物衝突荷重及び余震荷重の組合せを考慮する。</p> <p>① 常時荷重＋地震荷重</p> <p>② 常時荷重＋津波荷重</p> <p>③ 常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重</p> <p>④ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</p> <p>なお、海水貯留堰は、水中に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。</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>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，当該構造物全体の变形能力（終局耐力時の变形）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 <math>S_s</math> 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) 漂流物衝突荷重：対象とする漂流物を定義し，漂流物の衝突力を漂流物衝突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 <math>S_d</math> 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，当該構造物全体の变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する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 4. 1】</p> <p>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</p> <p>海水の取水を目的とした重大事故等対処施設の原子炉補機冷却海水ポンプと大容量送水車は，設計基準対象施設の非常用冷却系と同じ取水口・取水路から取水するため，津波防護施設の設計の考え方及び対応は同様となる。</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 data-bbox="174 209 488 236">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="174 252 573 279"><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p data-bbox="185 293 1115 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="174 593 318 620"><b>【確認内容】</b></p> <p data-bbox="185 635 1115 753">(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 1464 236">5.2 浸水防止設備の設計</p> <p data-bbox="1151 252 1496 279"><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p data-bbox="1162 293 2076 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及び貫通部止水処置）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 593 1294 620"><b>【確認状況】</b></p> <p data-bbox="1162 635 2076 753">(1) 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。</p> <p data-bbox="1854 767 2076 794" style="text-align: right;"><b>【別添 1 II.4.2】</b></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"> <li>・ 荷重組合せ <ul style="list-style-type: none"> <li>常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重＋地震荷重</li> <li>②常時荷重＋津波荷重</li> <li>③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>・ 荷重の設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>i) 常時荷重：各設備に常時作用している荷重（自重等）を考慮する。</li> <li>ii) 地震荷重：基準地震動 <math>S_s</math> を考慮する。</li> <li>iii) 津波荷重：入力津波による各設備への影響を考慮する。</li> <li>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 <math>S_d</math> を適用する。</li> </ul> </li> <li>・ 許容限界 <p>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確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。貫通部止水処置については、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、止水性の維持を考慮して、貫通部止水処置が健全性を維持することを確認する。</p> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 4. 2】</p> </li> </ul> <p>【重大事故等対処施設に関する確認状況】</p> <p>重大事故等対処施設の津波防護対象設備は、設計基準対象施設と同様の方法により機能を維持することから、浸水防止設備の設計の考え方及び対応は同様となる。</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>5.3 津波監視設備の設計</p> <p><b>【規制基準における要求事項等】</b> 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><b>【確認内容】</b></p> <p>(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>(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>5.3 津波監視設備の設計</p> <p><b>【要求事項等への対応方針】</b> 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><b>【確認状況】</b></p> <p>(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主排気筒の 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;"><b>【別添 1 II.4.3】</b></p> <p>(2) 津波監視設備の設計においては以下のとおり、常時荷重及び地震荷重に加えて、その他自然現象等による荷重との組合せを適切に考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・津波監視カメラ <ul style="list-style-type: none"> <li>① 常時荷重＋地震荷重＋風荷重＋積雪荷重</li> <li>② 常時荷重＋地震荷重＋風荷重＋降下火砕物荷重＋積雪荷重</li> </ul> </li> <li>・取水槽水位計 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 常時荷重＋地震荷重</li> <li>② 常時荷重＋津波荷重</li> <li>③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</li> </ul> </li> </ul>

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>i) 常時荷重：各設備に常時作用している荷重（自重等）を考慮する。</p> <p>ii) 地震荷重：基準地震動 <math>S_s</math> を考慮する。</p> <p>iii) 津波荷重：入力津波による各設備への影響を考慮する。</p> <p>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 <math>S_d</math> を適用する。</p> <p>v) その他自然現象による荷重（積雪荷重、降下火砕物荷重及び風荷重）：「第六条 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。</p> <p>また、「設置許可審査ガイド」に従い、風荷重を考量する。</p> <p>ここで、風荷重としては、基準風速を適用することとし、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> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 4. 3】</p> <p>【重大事故等対処施設について】</p> <p>重体事故等対処施設の津波防護対象設備は、設計基準対象施設と同様の方法により機能を維持することから、津波監視設備の設計の考え方及び対応は同様となる。</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>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><b>【規制基準における要求事項等】</b></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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p>・</p> <p><b>【確認内容】</b></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。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><b>【要求事項等への対応方針】</b></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，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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p><b>【確認状況】</b></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 Sd を 6 号及び 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、非安全側となら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"> <li>・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、津波の繰り返しの襲来を考慮している。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p style="text-align: right;">【別添 1 II. 4. 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 data-bbox="185 209 667 236">5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p data-bbox="185 248 573 276"><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p data-bbox="185 293 1115 368">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。</p> <p data-bbox="185 379 1115 496">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 data-bbox="185 552 320 579"><b>【確認内容】</b></p> <p data-bbox="185 596 1115 667">(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 data-bbox="185 678 1115 794">(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 data-bbox="208 805 1115 1050">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 data-bbox="208 1061 1115 1136">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 data-bbox="1167 209 1648 236">5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p data-bbox="1155 248 1496 276"><b>【要求事項等への対応方針】</b></p> <p data-bbox="1155 293 2074 496">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、津波防護施設及び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。</p> <p data-bbox="1155 552 1294 579"><b>【確認状況】</b></p> <p data-bbox="1167 596 2074 879">(1), (2) 6 号及び 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付けて設計を行う海水貯留堰が挙げられる。海水貯留堰の設計においては、抽出した、海水貯留堰に衝突する可能性のある漂流物の衝突荷重を考慮し、海水貯留堰の海水貯留機能に波及的影響が及ばないことを確認する。</p> <p data-bbox="1809 895 2056 922"><b>【別添 1 II.4.4(2)】</b></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>5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p><b>【規制基準における要求事項等】</b></p> <p>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>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 style="list-style-type: none"> <li>・ 地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響</li> <li>・ 漂流物による波及的影響</li> <li>・ 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</li> <li>・ 余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ</li> <li>・ 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</li> </ul> <p>・</p> <p><b>【確認内容】</b></p> <p>(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>5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p>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> <p><b>【重大事故等対処施設について】</b></p> <p>重大事故等対処施設の津波防護設備も設計基準対象施設と同様に、津波影響軽減施設・設備の設置は要しない。</p>