

**高浜発電所 原子炉設置変更許可申請  
【津波警報が発表されない可能性がある津波への対応に係る  
指摘事項への回答及び耐津波設計について】**

**(参考資料)**

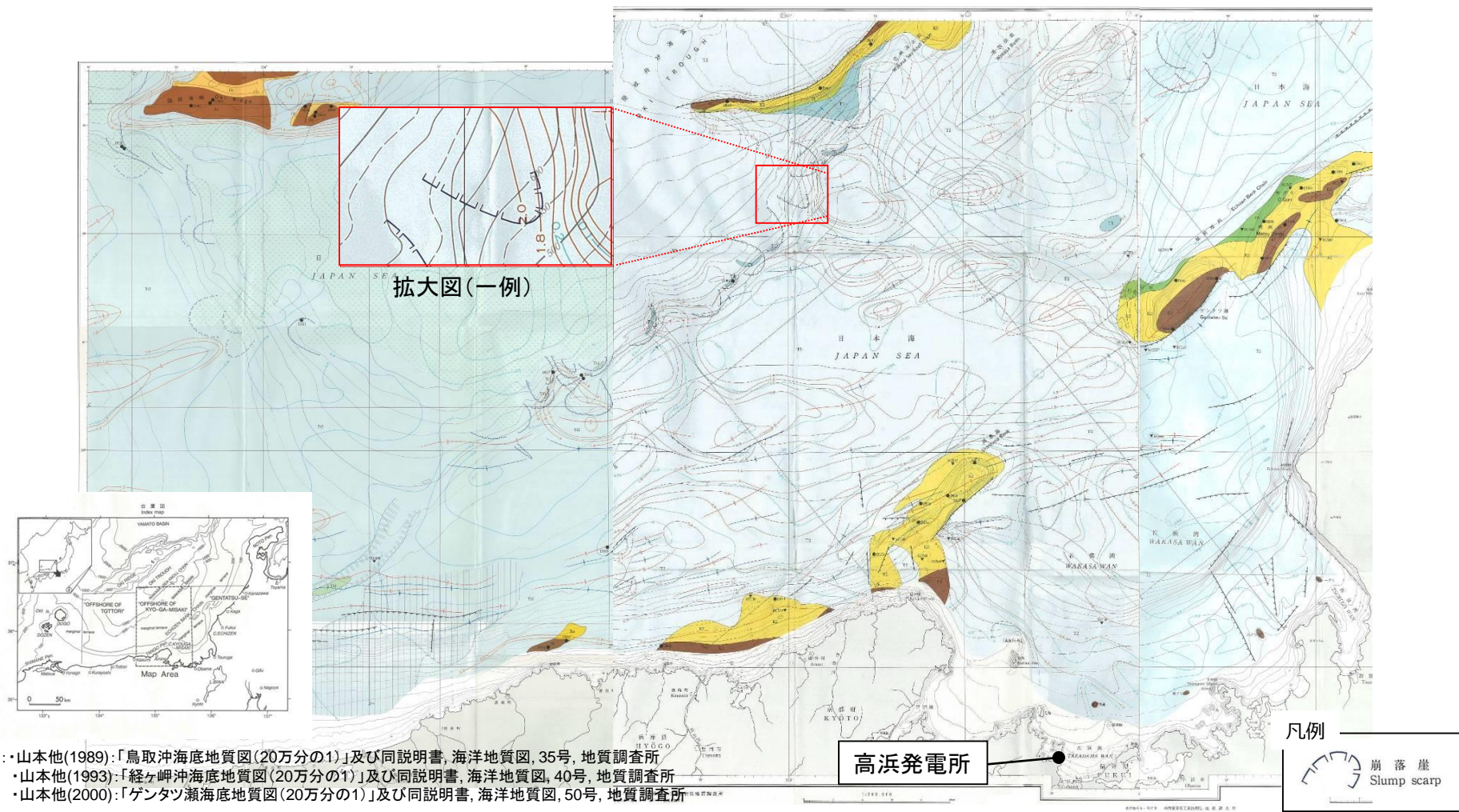
2020年3月12日  
関西電力株式会社

# 基準津波の選定ほか（参考）

トリガーの妥当性

## 若狭湾周辺海域の文献調査結果(海底地質図)

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P64再掲



※ ・山本他(1989):「鳥取沖海底地質図(20万分の1)」及び同説明書, 海洋地質図, 35号, 地質調査所  
 ・山本他(1993):「経ヶ岬沖海底地質図(20万分の1)」及び同説明書, 海洋地質図, 40号, 地質調査所  
 ・山本他(2000):「ゲンタツ瀬海底地質図(20万分の1)」及び同説明書, 海洋地質図, 50号, 地質調査所

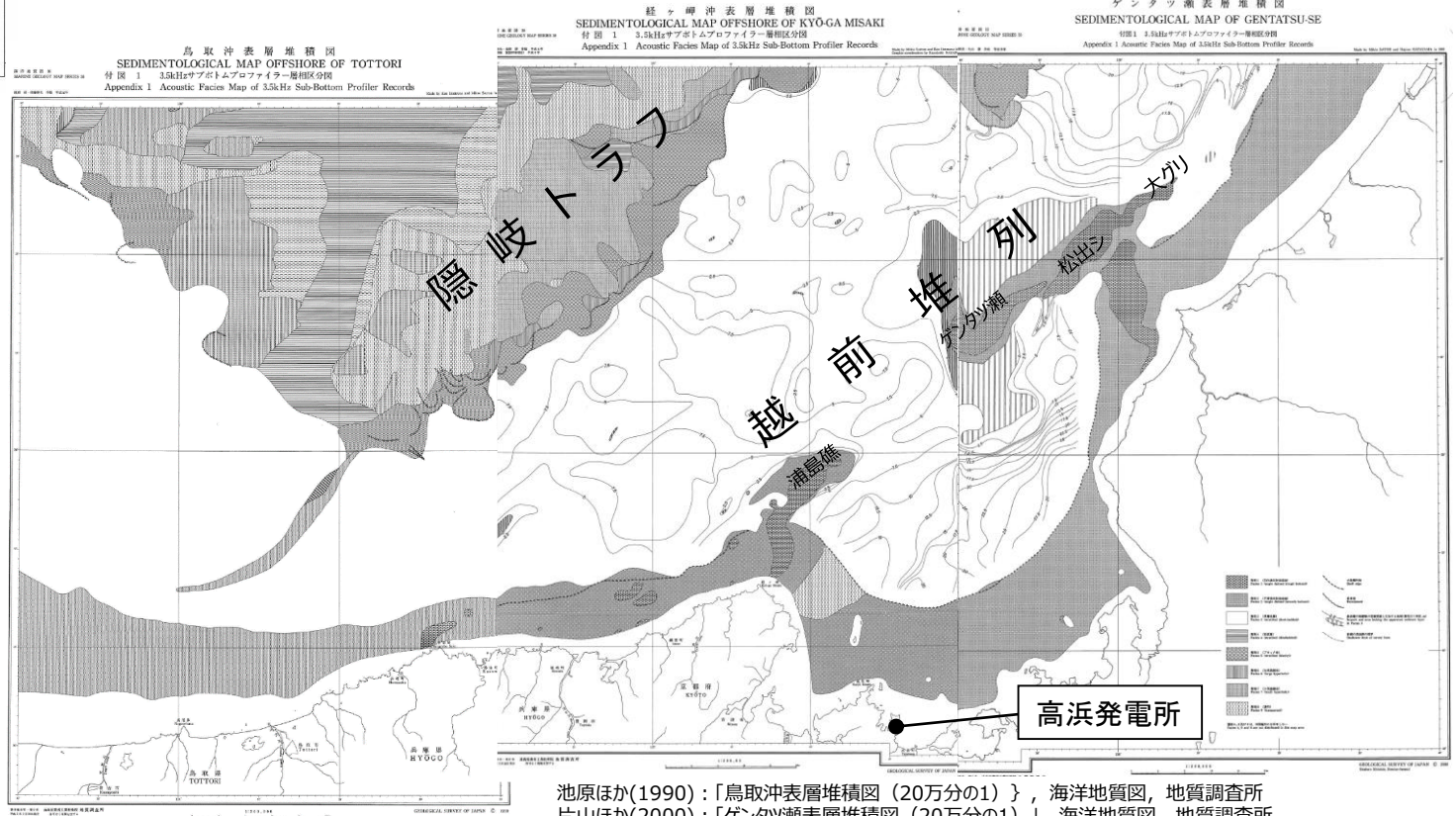
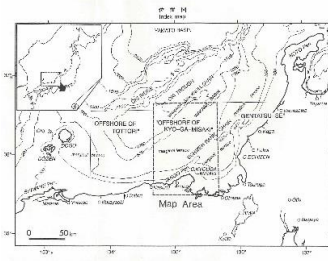
- 旧地質調査所（現（独）産業技術総合研究所・地質調査総合センター）が作成した海底地質図※では、隠岐トラフ付近に広範囲に海底地すべり跡と考えられる地形（崩落崖）が示されている。
- その他の海域には、海底地すべりを示唆するような崩落崖等は図示されていない。



トリガーの妥当性

若狭湾周辺海域の文献調査結果（表層堆積図）

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P64再掲



※凡例は次ページに掲載

池原ほか(1990)：「鳥取沖表層堆積図（20万分の1）」、海洋地質図、地質調査所  
 片山ほか(2000)：「ゲンタツ瀬表層堆積図（20万分の1）」、海洋地質図、地質調査所  
 佐藤ほか(1993)：「経ヶ岬沖表層堆積図（20万分の1）」、海洋地質図、地質調査所

- 表層堆積図によると、隠岐トラフ周辺には海底地すべりを示唆する層相（層相5、6及び7）が図示されている。
- その他の海域には、海底地すべりを示唆する層相は図示されていない。

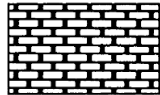


## トリガーの妥当性

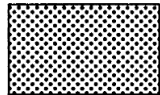
## 層相区分の考え方

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P66再掲

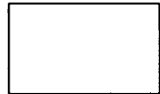
### 【層相の凡例】



層相 1 (凹凸強反射海底面)  
Facies 1 <single distinct (rough bottom)>



層相 2 (平滑強反射海底面)  
Facies 2 <single distinct (smooth bottom)>



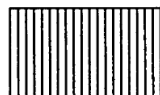
層相 3 (厚層成層)  
Facies 3 <stratified (thick-bedded)>



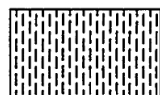
層相 4 (密成層)  
Facies 4 <stratified (thin-bedded)>



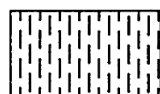
層相 5 (ブロック状)  
Facies 5 <stratified (blocky)>



層相 6 (大双曲線状)  
Facies 6 <large hyperbolic>



層相 7 (小双曲線状)  
Facies 7 <small hyperbolic>



層相 8 (透明)  
Facies 8 <transparent>

大陸棚外縁  
Shelf edge

崩落崖  
Escarpment

最表層の堆積層の等層厚線と欠如する地域(層相3)(単位,m)  
Isopach and area lacking the uppermost sediment layer  
in Facies 3

測線の浅海側の限界  
Shallower limit of survey lines

層相 4, 6 及び 8 は、本図幅内には分布しない  
Facies 4, 6 and 8 are not distributed in this map area

### 【層相の区分詳細および特徴】 (池原他(1990)※から抜粋)

Table 1. Classification and characteristics of eight acoustic facies.

\* See text for description.

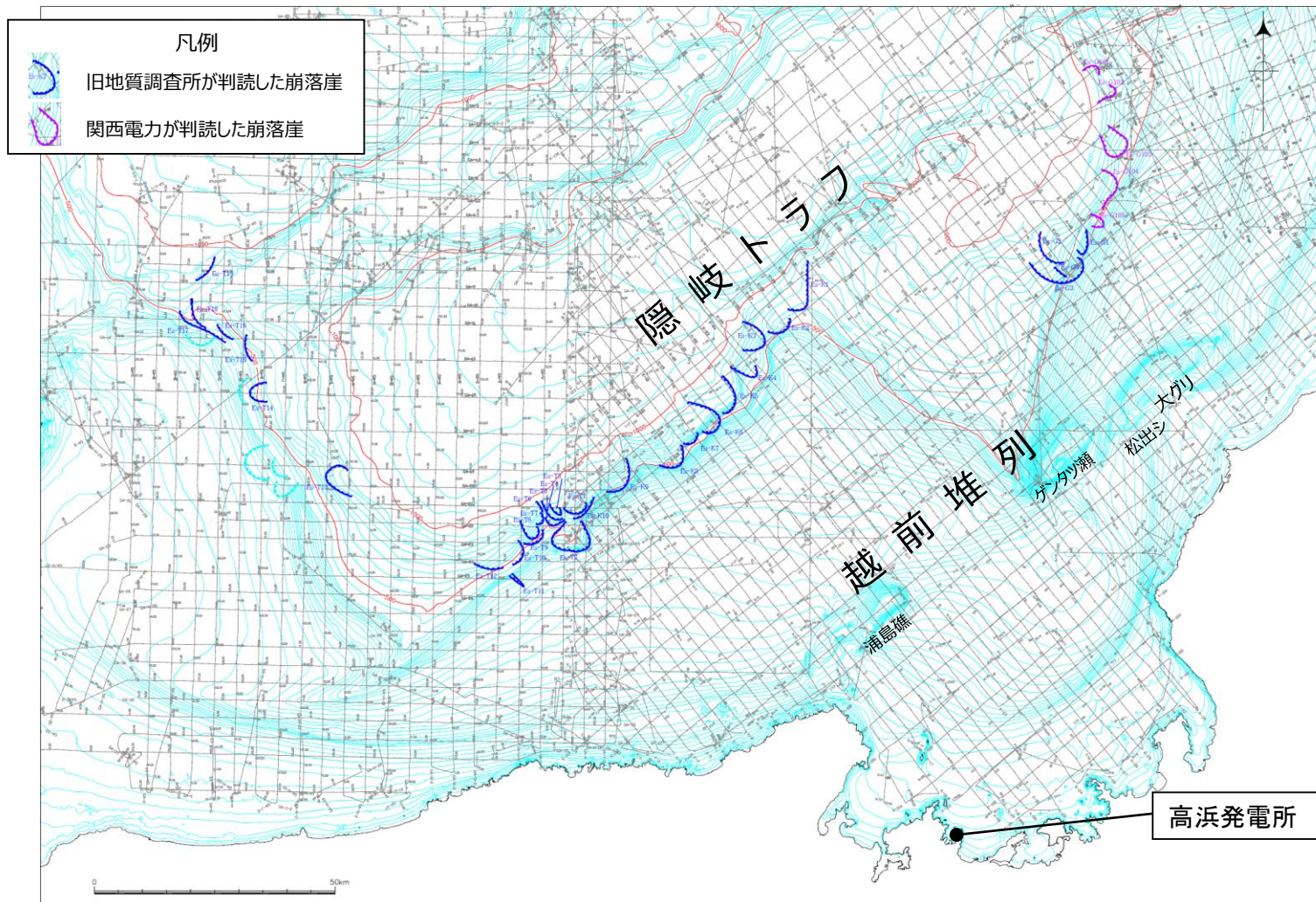
FACIES	ACOUSTIC CHARACTERS (combination of sea floor and internal reflector pattern*)	SEDIMENTS	INTERPRETATION	DISTRIBUTION
1 DISTINCT -single & rough	Strong bottom return, no or very poor internal return, rough bottom. (A&III)	Gravelly, rocky	Gravelly or rocky bottom	Oki Ridge N of Dogo
2 DISTINCT -single & smooth	Strong bottom return, no or very poor internal return, smooth bottom. (B&III)	Sandy	Sandy bottom	Oki Ridge Wakasa Sea Knoll Chain
3 STRATIFIED -thick-bedded	Internal reflectors continuous and undeformed, stratified, smooth bottom. (B&I)	Muddy (clayey silt- silty clay) massive	Muddy bottom -hemipelagic	Marginal terrace
4 STRATIFIED -thin-bedded	Internal reflectors continuous and undeformed, finely stratified, smooth bottom. (B&I)	Muddy tephra and/or sand layers interbedded	Muddy bottom -hemipelagic, (turbidite)	Central part of SW Trough most of NE Trough
5 STRATIFIED -blocky	Internal reflectors essentially continuous and undeformed, stratified, basal shear surface reflectors, smooth bottom, stepped topography. (B&I)	Muddy massive	Muddy bottom -slide, (hemipelagic)	Edge of marginal terrace
6 HYPERBOLIC -large	Sea floor reflectors largely hyperbolic or irregular and prolonged, internal reflectors poorly observed. (D&III)	Muddy massive	Muddy bottom -slump	Lower part of slope
7 HYPERBOLIC -small	Sea floor and/or internal reflectors hyperbolic or irregular and prolonged, mounded or lens-shaped, blunt distal termination. (C&I,II)	Muddy occurrence of mud clasts	Muddy bottom -debris flow	SW Trough
8 TRANSPARENT	No or very poor internal reflectors, lens or mounded-shaped or layered. (B&II)	Muddy occurrence of mud clasts massive	Muddy bottom -debris flow, hemipelagic	SW Trough

※：池原研・佐藤幹夫・山本博文(1990)：高分解能音波探査記録からみた隠岐トラフの堆積作用、  
地質学雑誌、96巻、pp.37-49.

トリガーの妥当性

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P67再掲

若狭湾周辺海域における海底地形



若狭湾周辺海域では、隠岐トラフ周辺に多数の海底地すべり地形が認められるものの、それ以外の海域には海底地すべりが疑われる地形は認められなかった。



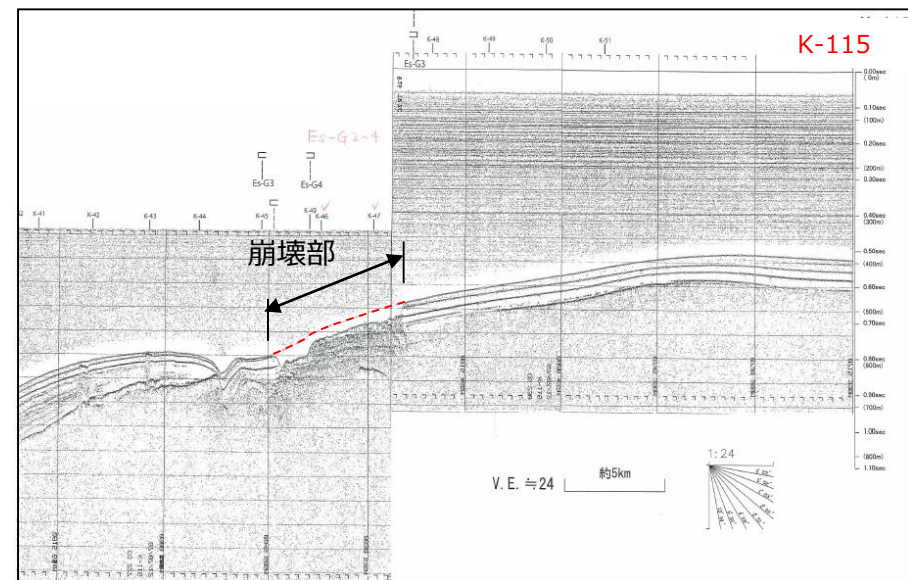
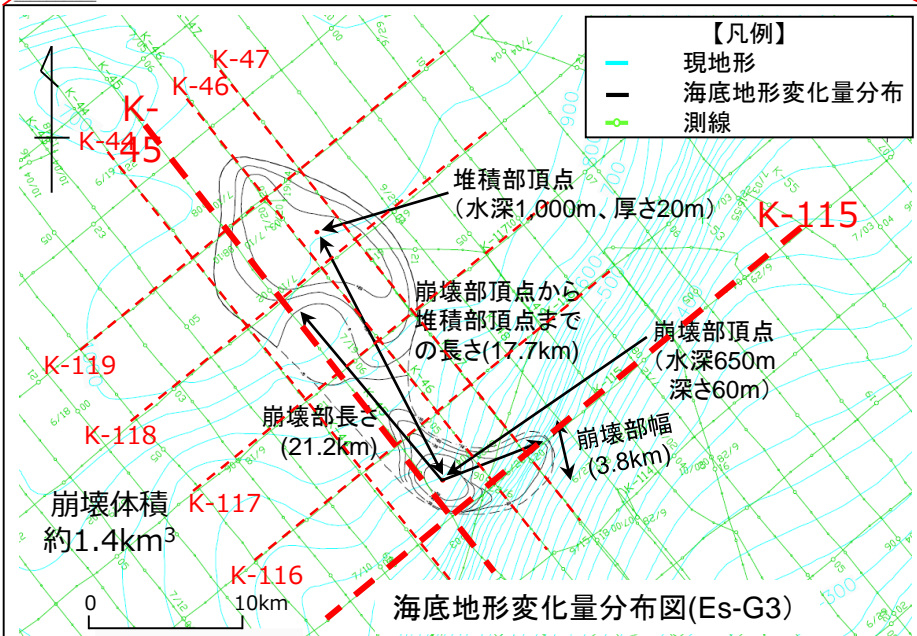
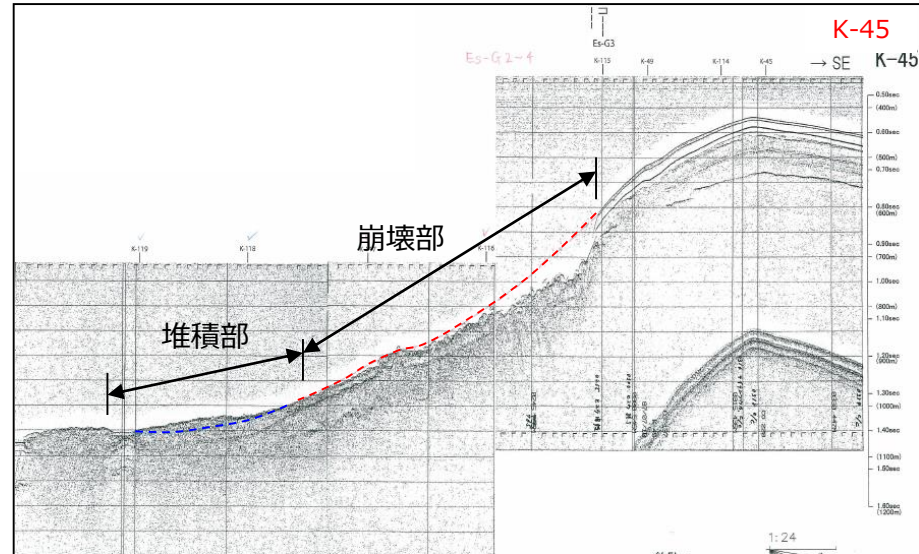
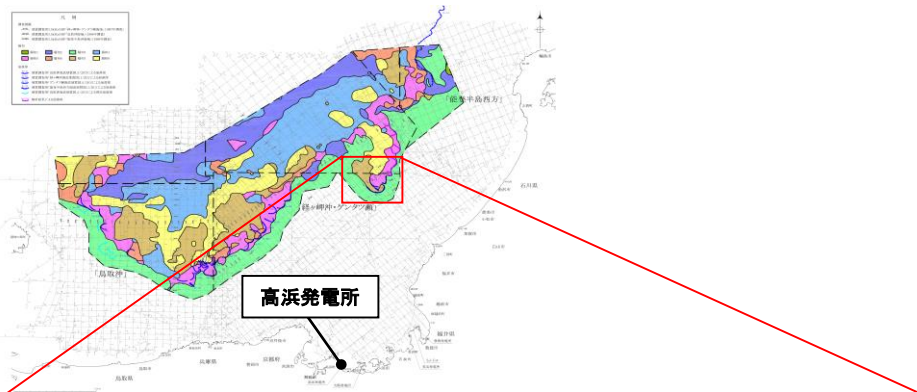
## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアA Es-G3）

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P82再掲

※測線は代表例

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

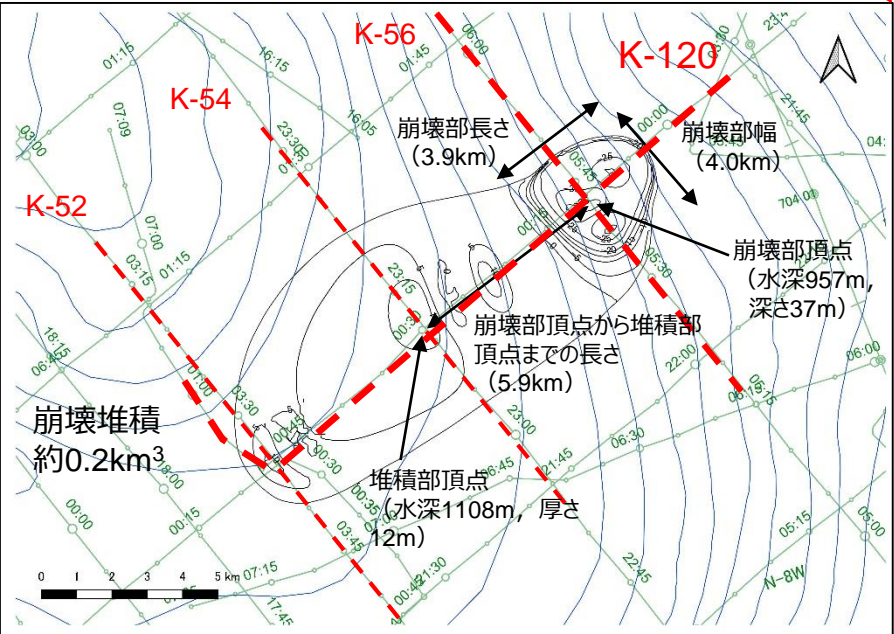
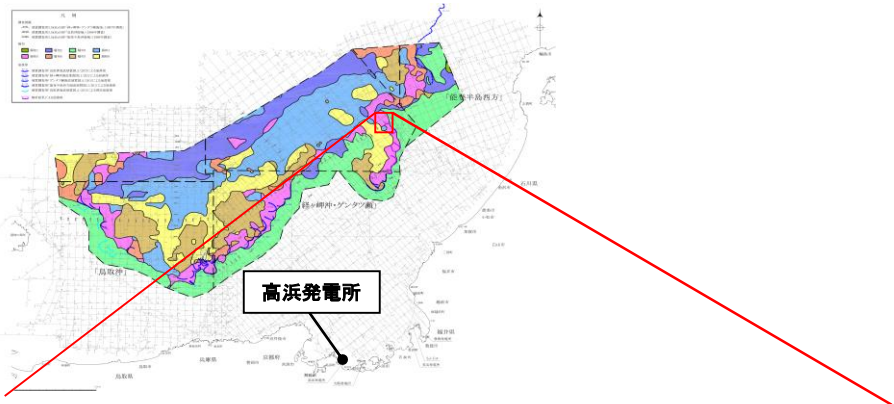




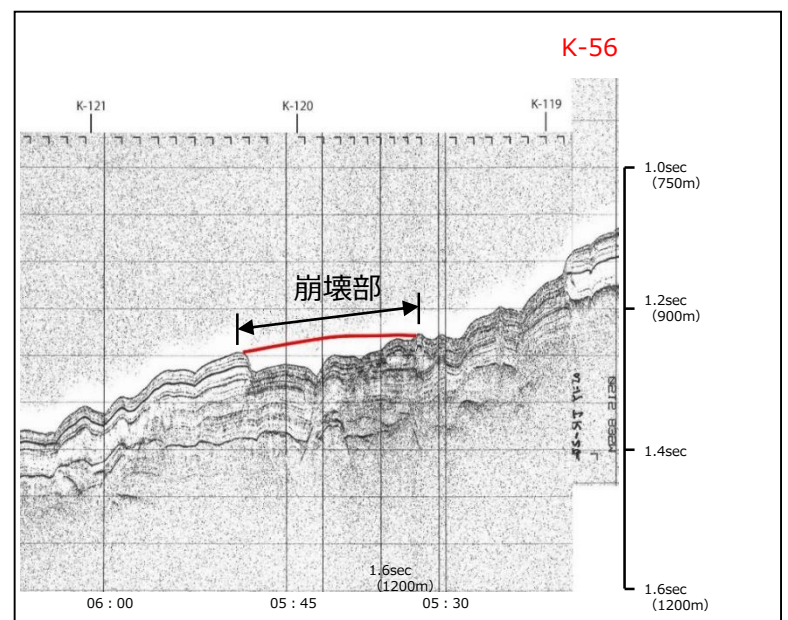
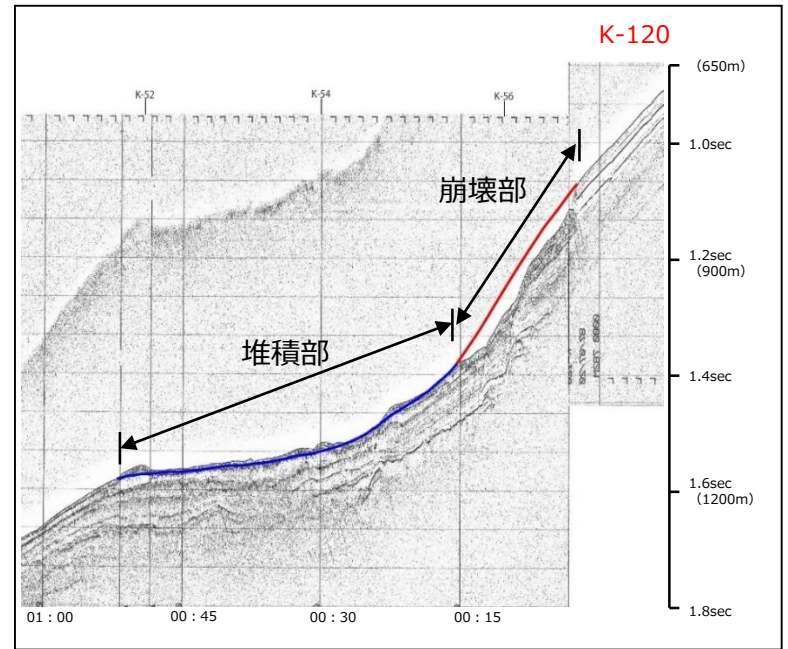
## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアA Es-G101）

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。



※測線は代表例



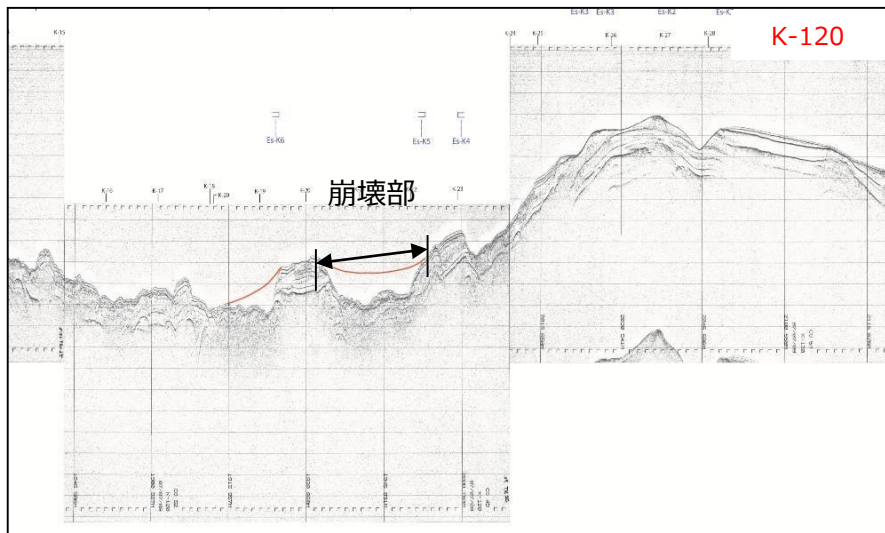
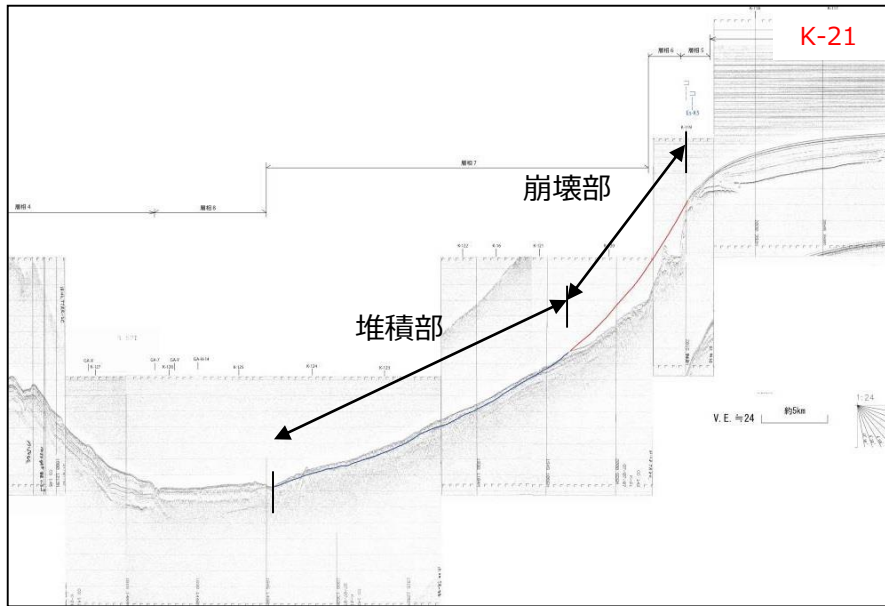
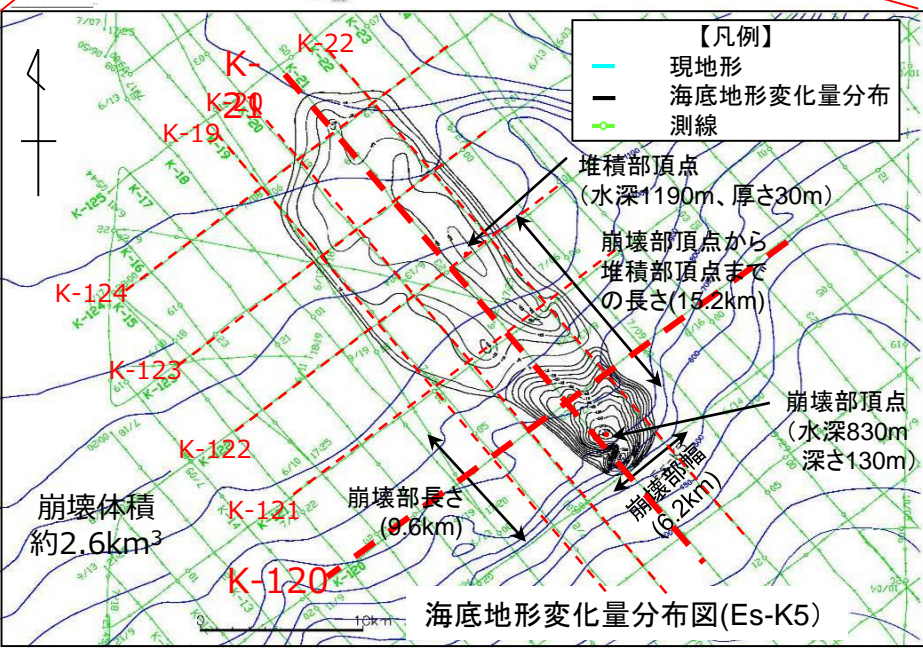
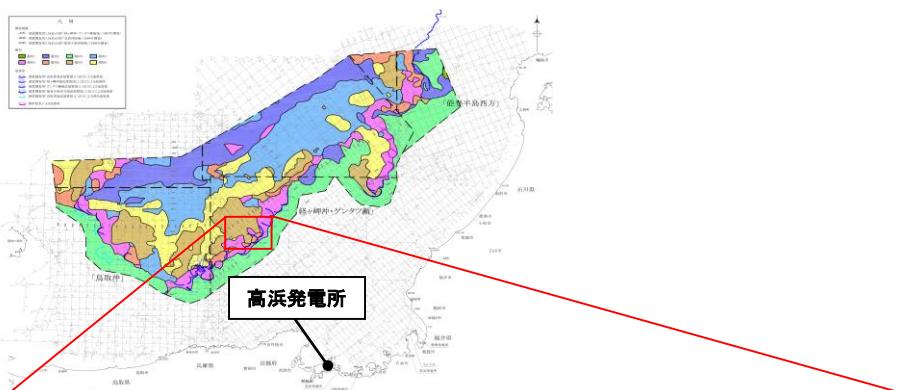
## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアB Es-K5）

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P83再掲

※測線は代表例

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

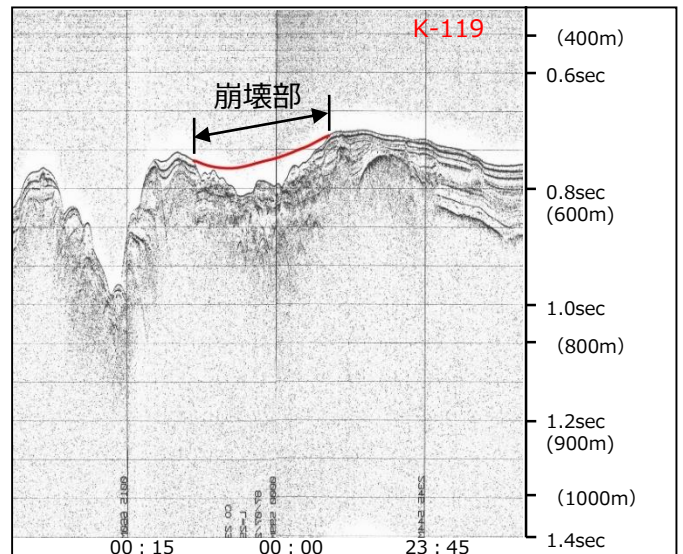
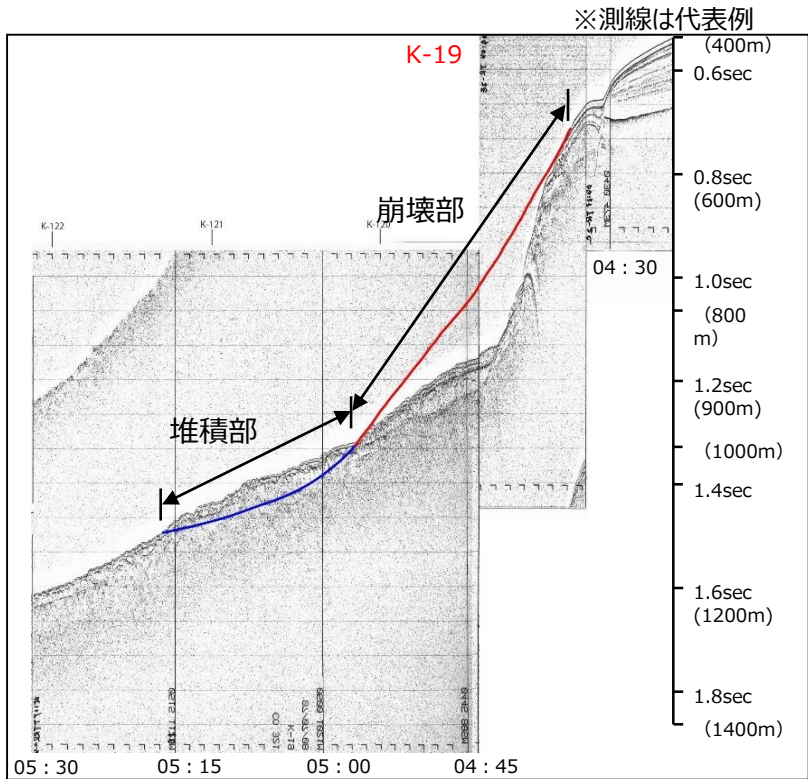
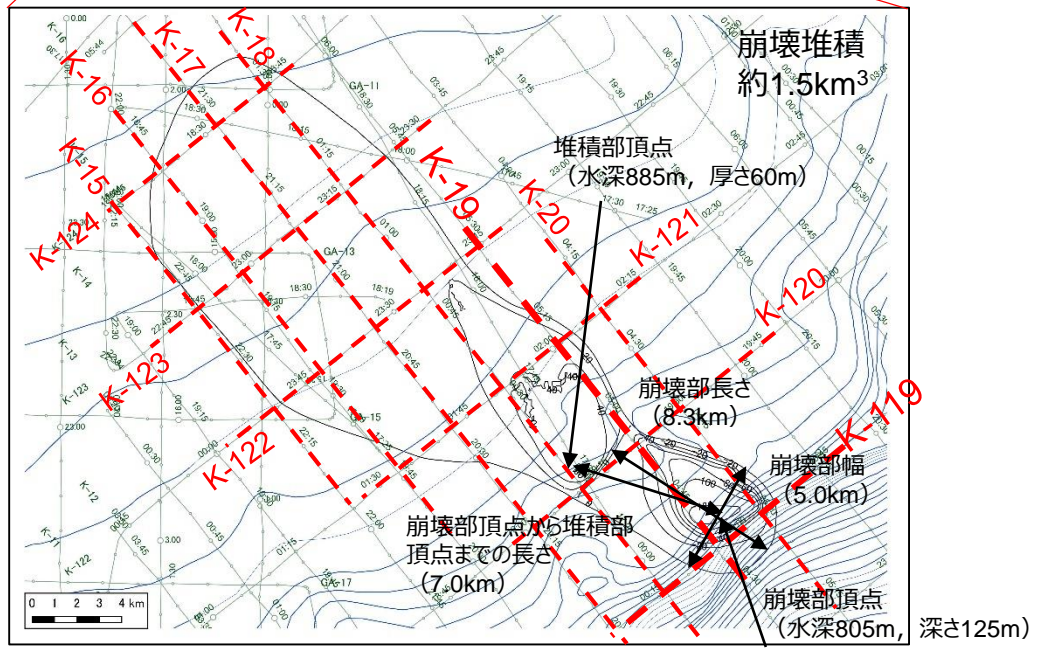
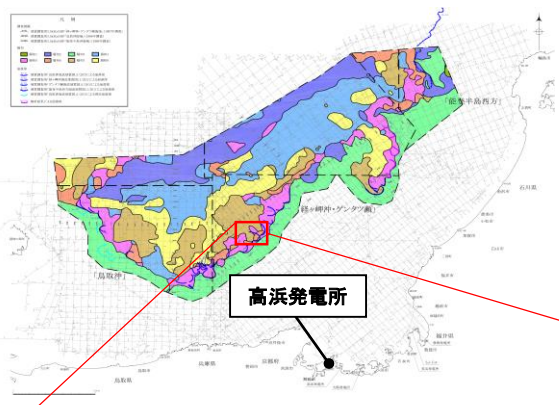




## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアB Es-K6）

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

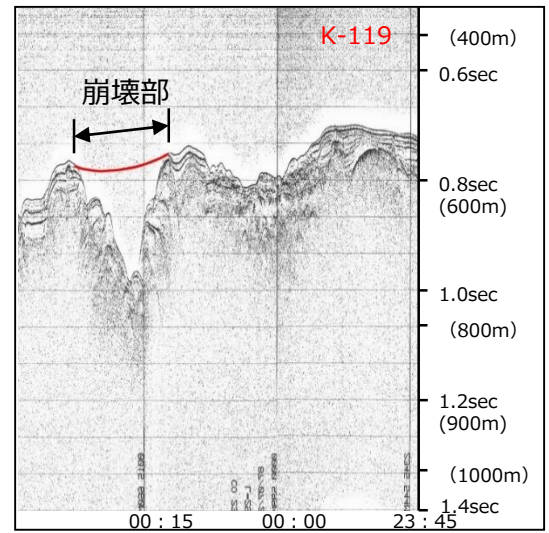
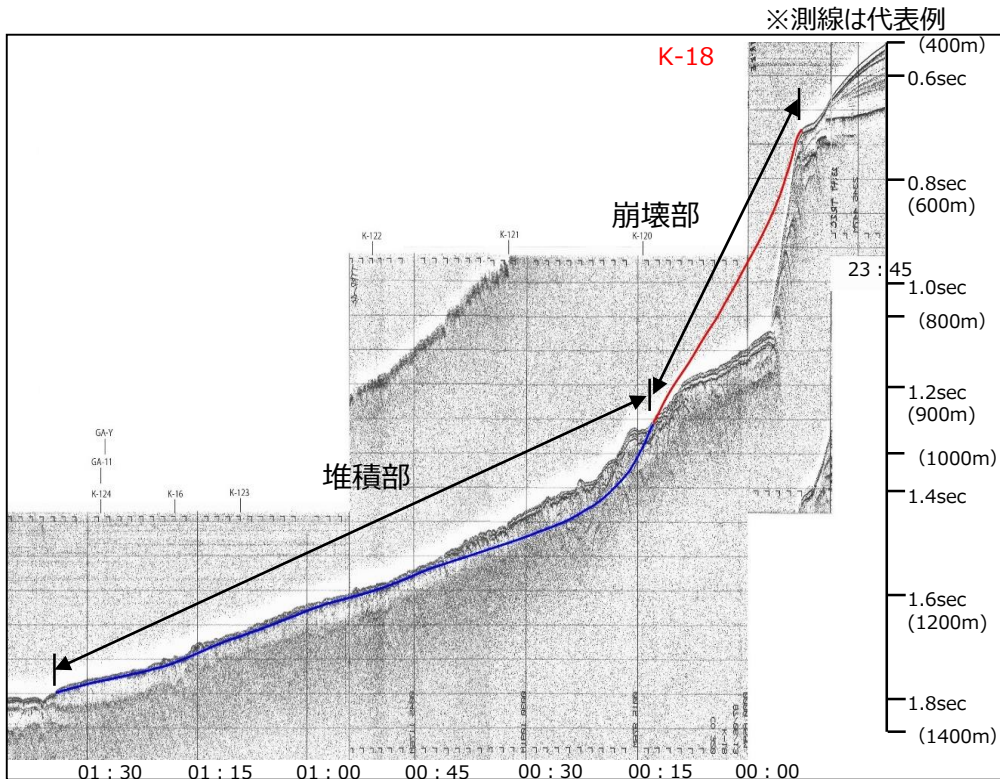
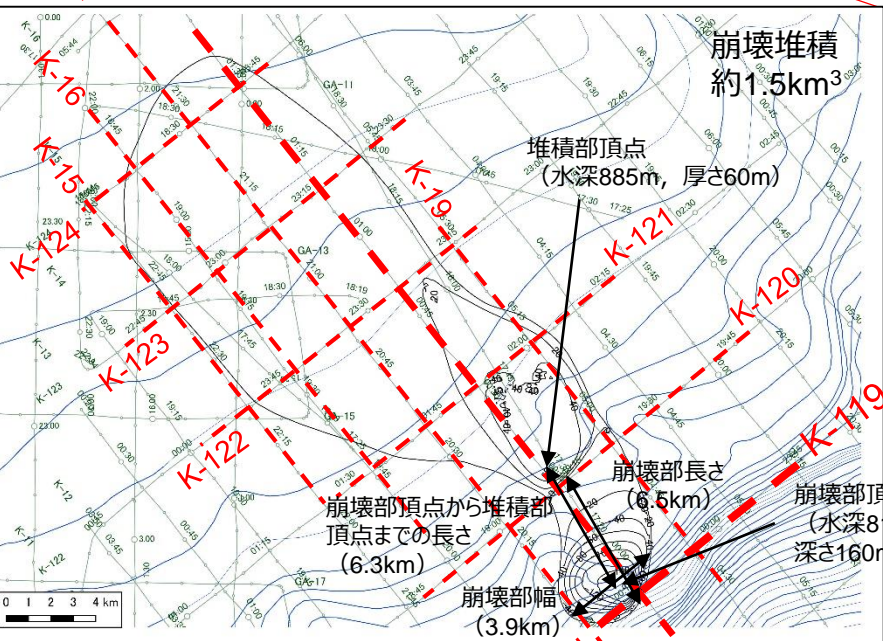
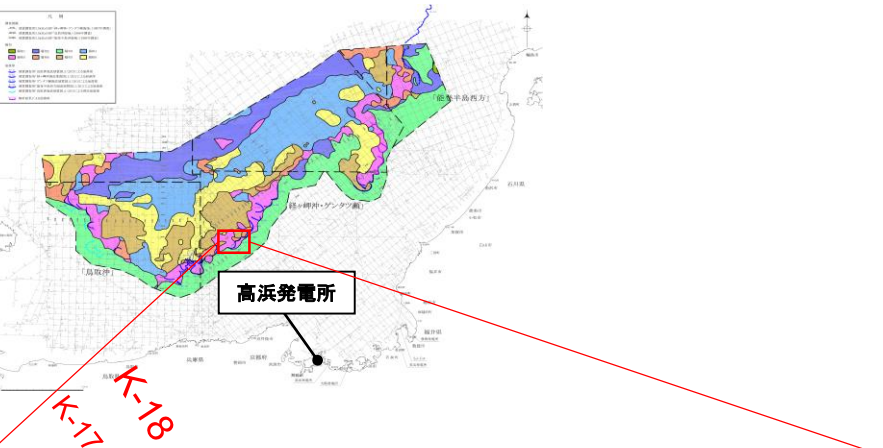




## トリガーの妥当性

### ●海底地すべり地形変化の算出（エリアB Es-K7）

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。





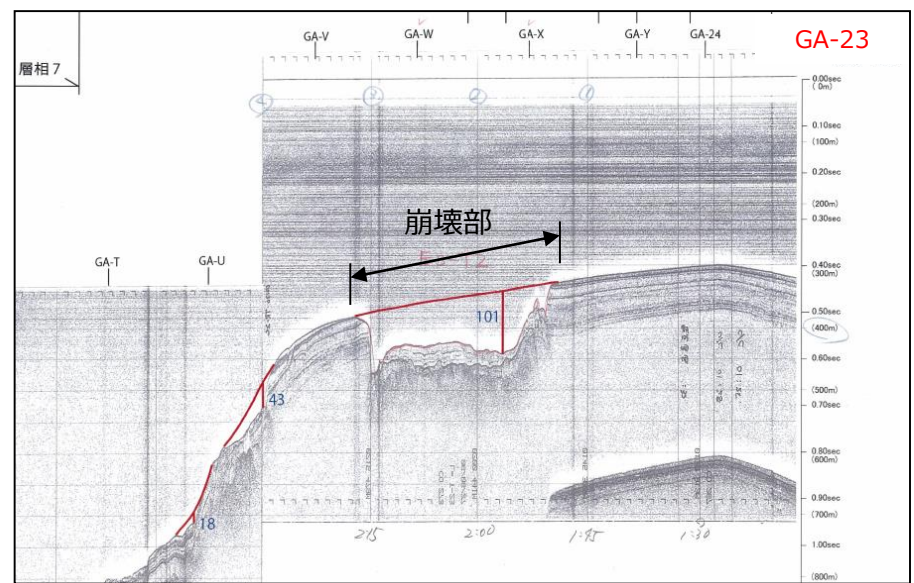
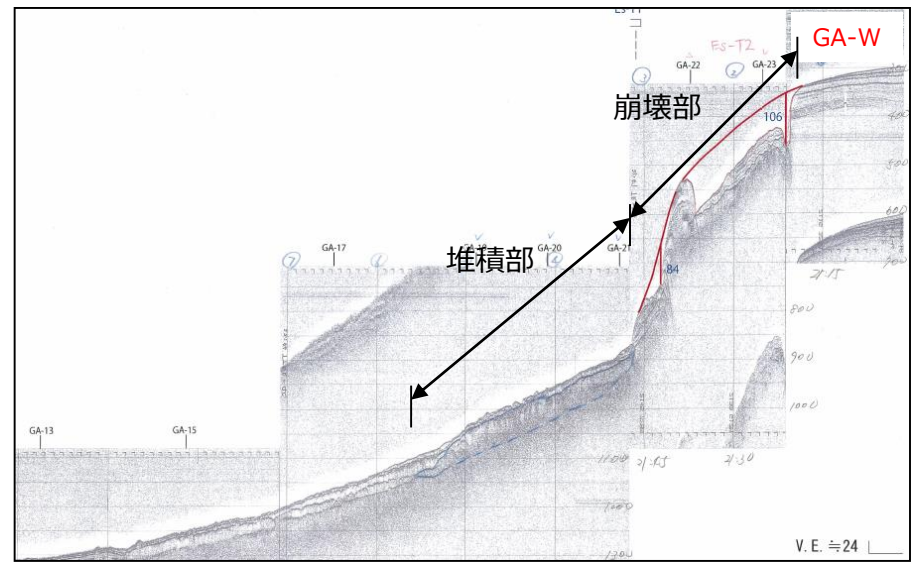
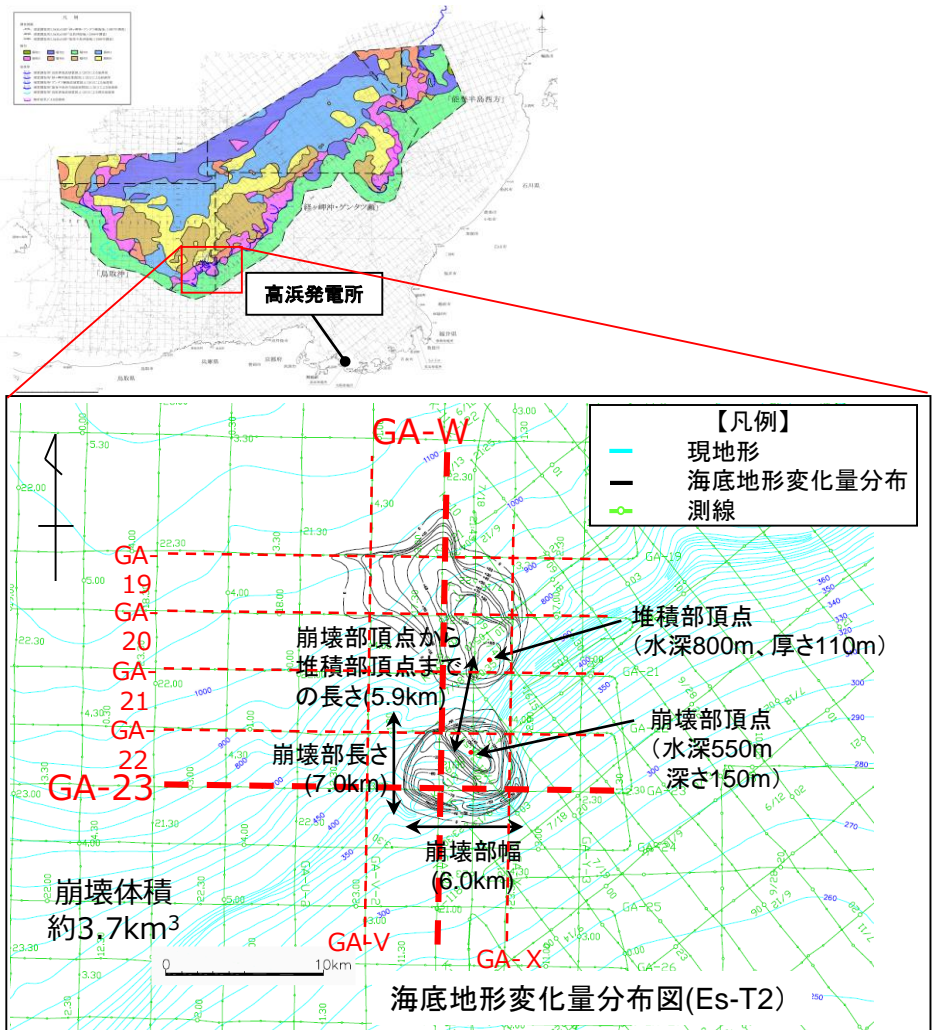
## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアC Es-T2）

第314回審査会合資料  
資料1-4-2、P84再掲

※測線は代表例

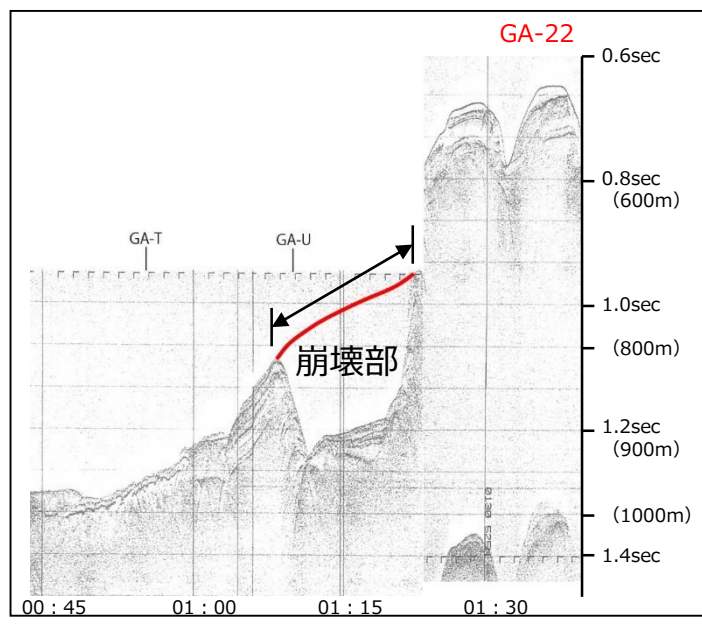
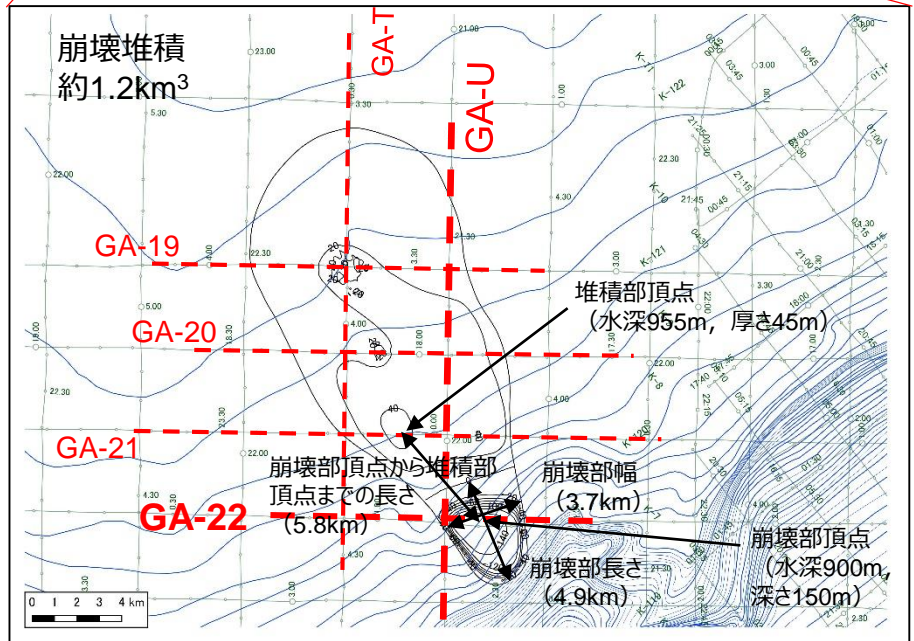
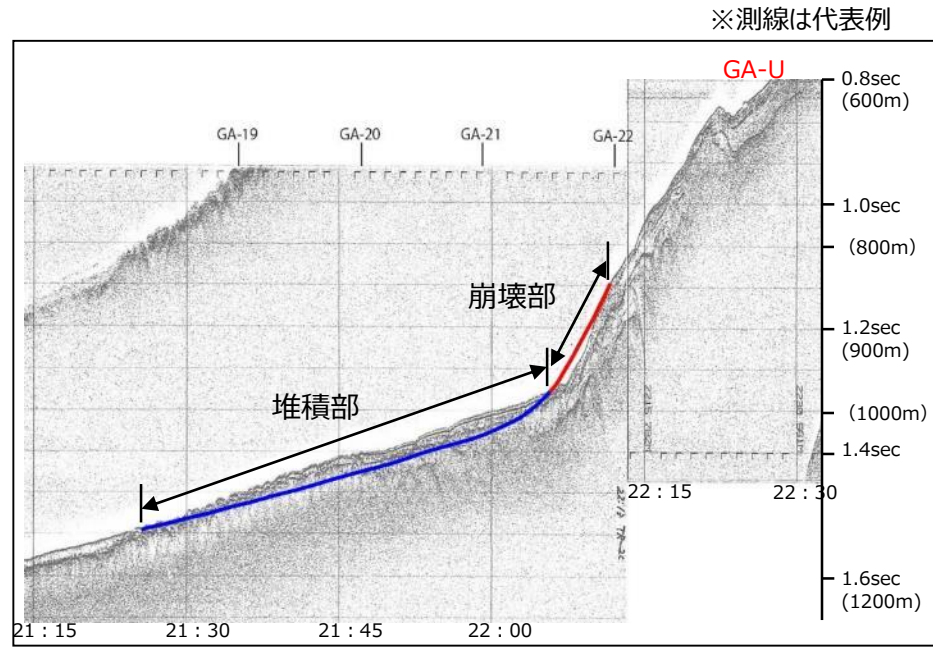
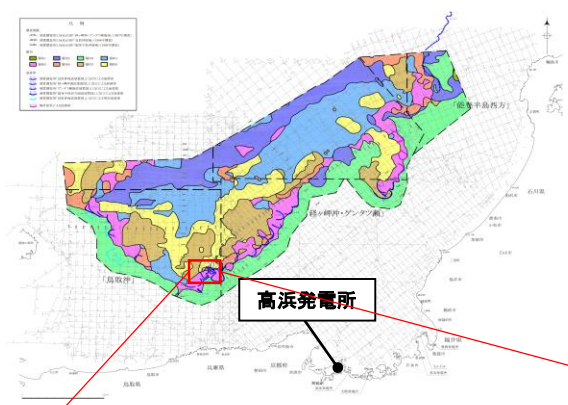
地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。



## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアC Es-T8）

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

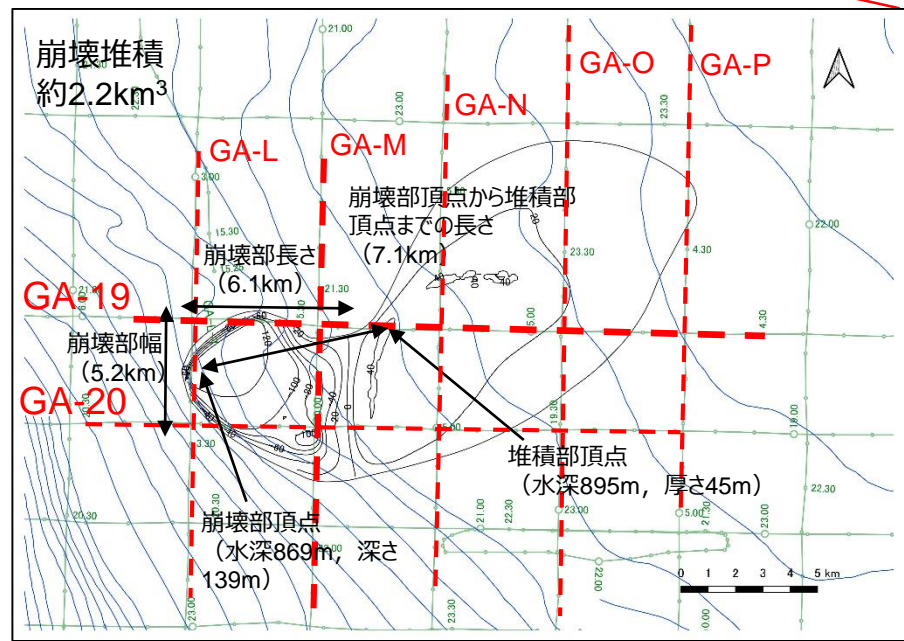
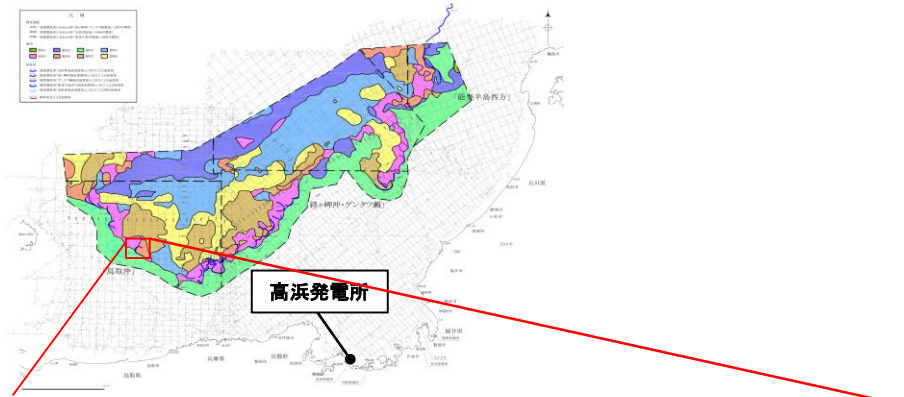




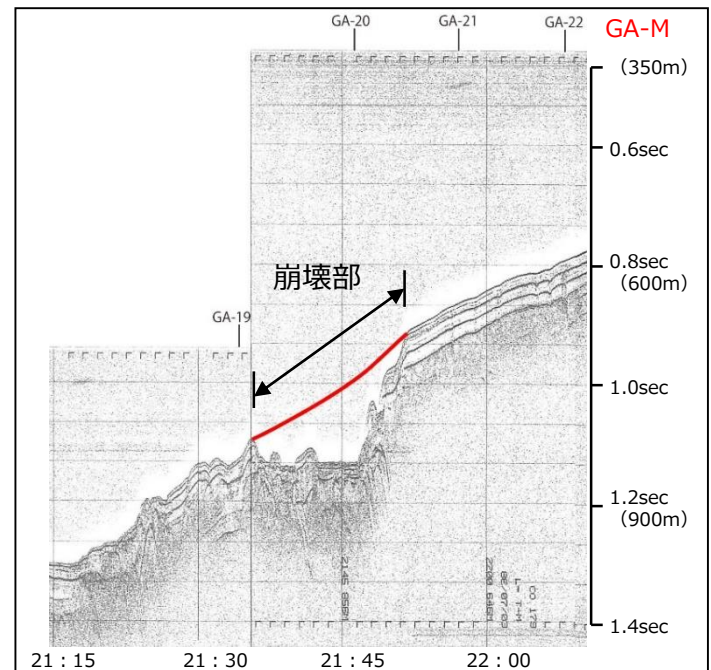
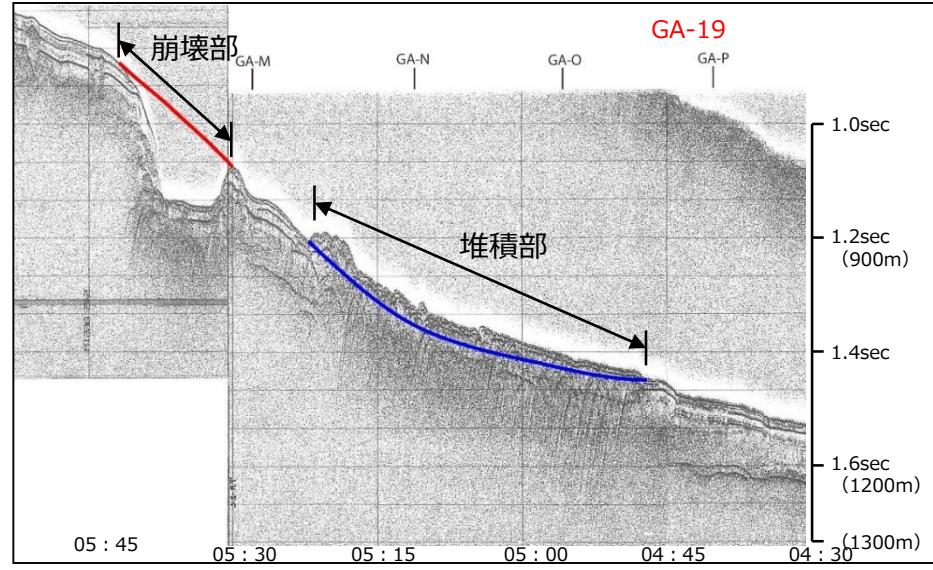
## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアC Es-T13）

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。



※測線は代表例

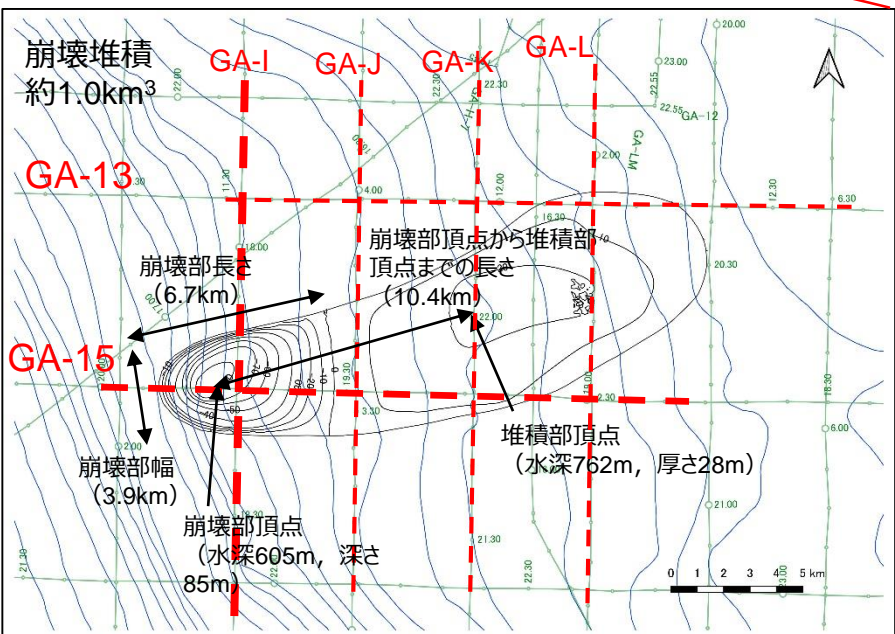
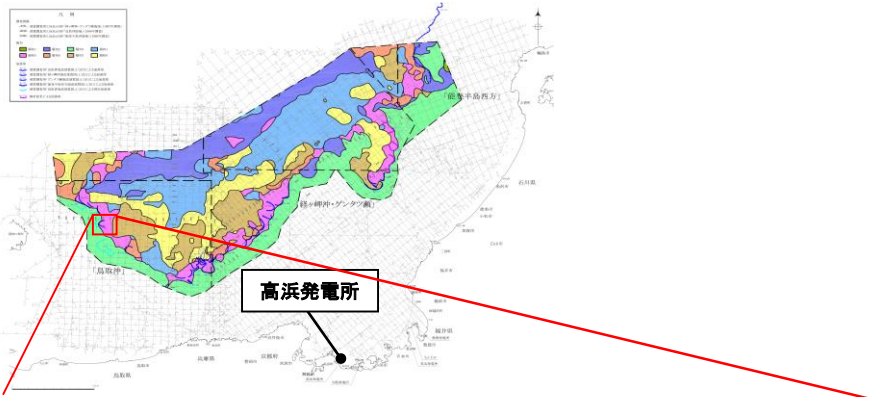




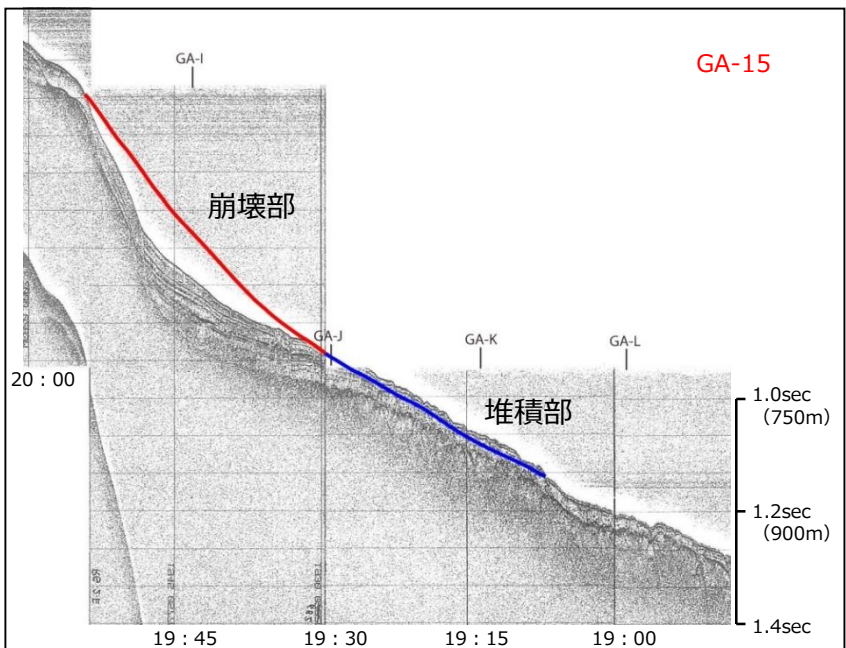
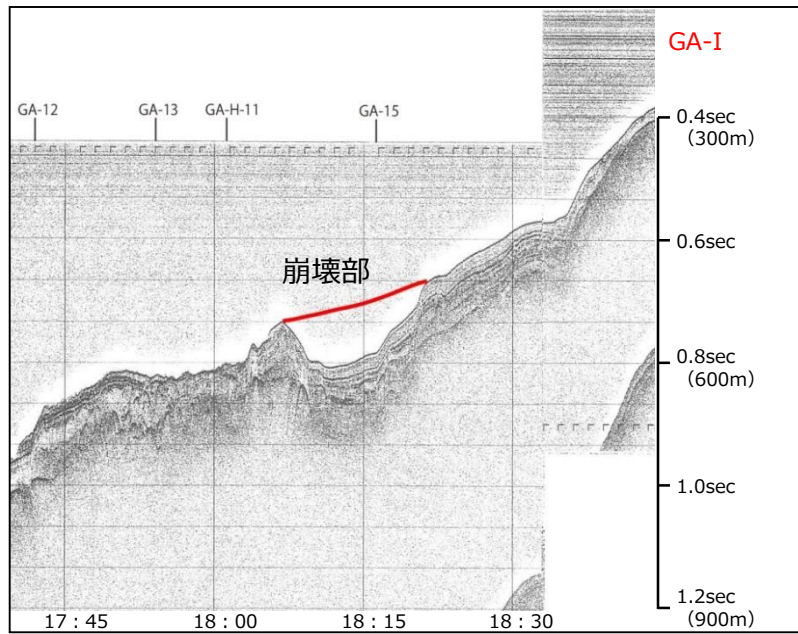
## トリガーの妥当性

### ● 海底地すべり地形変化の算出（エリアC Es-T14）

地すべり地形を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。



※測線は代表例



トリガーの妥当性

● 水位下降波先行に関する文献

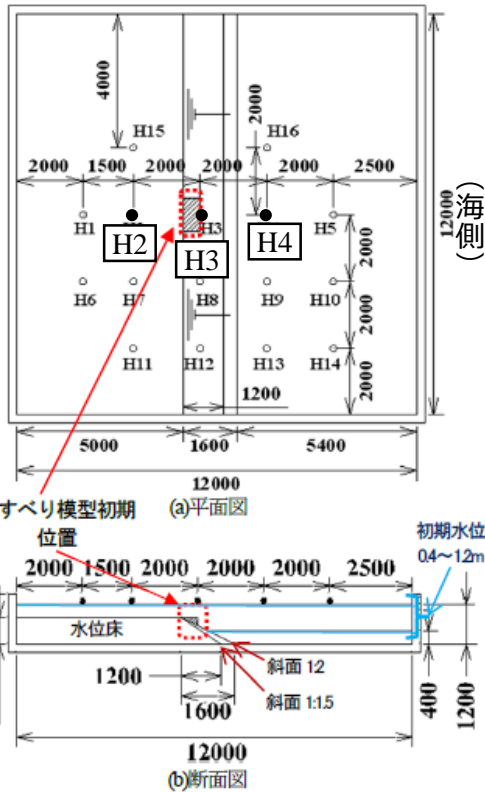
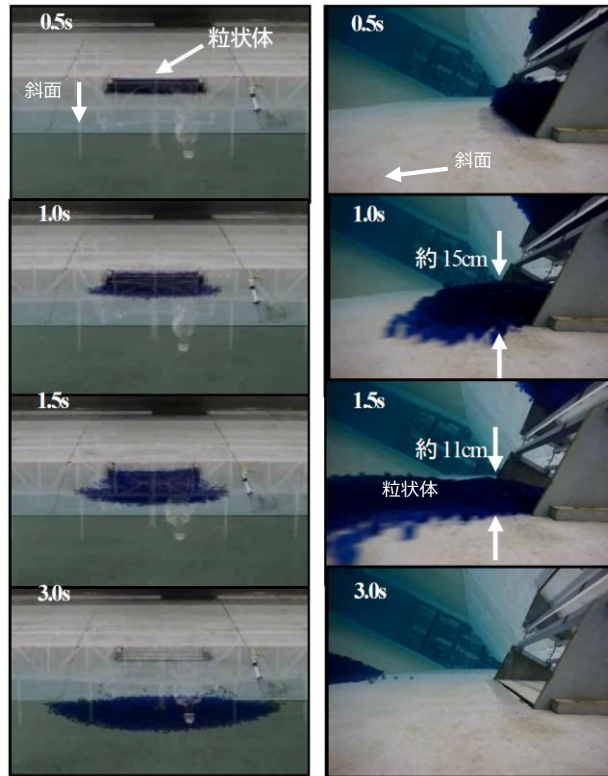


図-1 実験水槽 (H1~H16: 水位計測点) (mm)



(a) 水槽上方から撮影 (b) ゲート側方から撮影  
写真-1 粒状体の流下状況 (平面水槽)

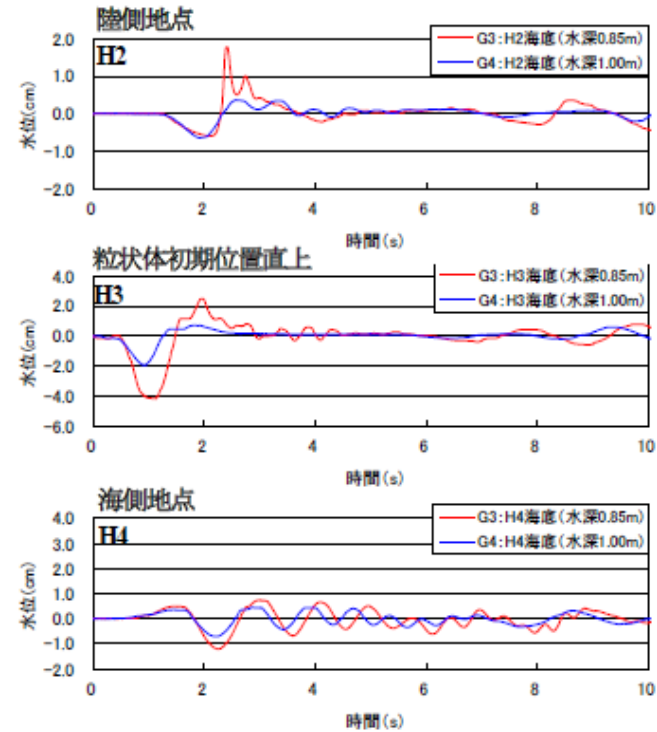


図-4 粒状体による海底地すべり津波の水位変動

[出所] 藤井直樹・松山昌史・森勇人(2018) : 地すべりによる津波の平面水槽を用いた水理模型実験, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vol.74, No.2, I\_145-I\_150, 2018.

水理模型実験により、海底地すべりによる津波では、地すべりの進展方向（海側）では上昇波が先行するのに対し、地すべりの進展方向と逆側（陸側）では下降波が先行する津波となる特徴があることが確認されている。



## トリガーの妥当性

### ● 崩壊規模のパラメータスタディ結果（水位評価結果）

数字は、T.P.(m)

海底地すべり（警報なし）		取水路防潮ゲート	水位上昇						水位下降			
			取水路防潮ゲート前面	3,4号炉循環水ポンプ室	1号炉海水ポンプ室	2号炉海水ポンプ室	3,4号炉海水ポンプ室	放水口前面	放水路（奥）	1号炉海水ポンプ室	2号炉海水ポンプ室	3,4号炉海水ポンプ室
Es-K5 (エリアB)	崩壊規模100%	開	3.57	3.82	3.68	3.76	3.72	3.69	3.91	-3.53	-3.63	-3.61
	崩壊規模80%	開	3.25	3.74	3.37	3.47	3.64	3.30	3.53	-3.01	-3.12	-3.25
	崩壊規模70%	開	3.05	3.61	3.17	3.27	3.63	3.07	3.34	—	—	—
	崩壊規模60%	開	2.82	3.33	2.93	3.06	3.55	2.73	3.02	—	—	—
	崩壊規模50%	開	2.55	3.01	2.68	2.79	3.25	2.40	2.65	—	—	—
	崩壊規模40%	開	2.25	2.68	2.36	2.49	2.90	2.05	2.24	—	—	—
ES-T2 (エリアC)	崩壊規模100%	開	3.13	3.65	3.30	3.43	3.58	3.65	3.86	—	—	—
	崩壊規模80%	開	2.96	3.46	3.17	3.26	3.43	3.39	3.53	—	—	—
	崩壊規模60%	開	2.52	3.14	2.62	2.70	3.11	2.88	3.01	—	—	—
	崩壊規模50%	開	2.48	3.04	2.55	2.63	3.00	2.52	2.74	—	—	—

潮位のばらつき（上昇側+0.15m、下降側-0.17m）  
及び高潮の裕度（上昇側+0.49m）を考慮

海底地すべり（警報なし）		取水路防潮ゲート	水位上昇						水位下降			
			取水路防潮ゲート前面	3,4号炉循環水ポンプ室	1号炉海水ポンプ室	2号炉海水ポンプ室	3,4号炉海水ポンプ室	放水口前面	放水路（奥）	1号炉海水ポンプ室	2号炉海水ポンプ室	3,4号炉海水ポンプ室
Es-K5 (エリアB)	崩壊規模100%	開	4.21	4.46	4.32	4.40	4.36	4.33	4.55	-3.70	-3.80	-3.78
	崩壊規模80%	開	3.89	4.38	4.01	4.11	4.28	3.94	4.17	-3.18	-3.29	-3.42
	崩壊規模70%	開	3.69	4.25	3.81	3.91	4.27	3.71	3.98	—	—	—
	崩壊規模60%	開	3.46	3.97	3.57	3.70	4.19	3.37	3.66	—	—	—
	崩壊規模50%	開	3.19	3.65	3.32	3.43	3.89	3.04	3.29	—	—	—
	崩壊規模40%	開	2.89	3.32	3.00	3.13	3.54	2.69	2.88	—	—	—
ES-T2 (エリアC)	崩壊規模100%	開	3.77	4.29	3.94	4.07	4.22	4.29	4.50	—	—	—
	崩壊規模80%	開	3.60	4.10	3.81	3.90	4.07	4.03	4.17	—	—	—
	崩壊規模60%	開	3.16	3.78	3.26	3.34	3.75	3.52	3.65	—	—	—
	崩壊規模50%	開	3.12	3.68	3.19	3.27	3.64	3.16	3.38	—	—	—

## トリガーの妥当性

### ●破壊伝播速度のパラメータスタディ結果（水位評価結果）

数字は、T.P.(m)

海底地すべり（警報なし）		取水路 防潮 ゲート	水位上昇						水位下降			
			取水路 防潮ゲート 前面	3,4号炉 循環水 ポンプ室	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3,4号炉 海水 ポンプ室	放水口 前面	放水路 (奥)	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3,4号炉 海水 ポンプ室
Es-K5 (エリアB)	破壊伝播速度 1.0m/s	開	3.57	3.82	3.68	3.76	3.72	3.69	3.91	-3.53	-3.63	-3.61
	破壊伝播速度 0.8m/s	開	3.23	3.73	3.37	3.47	3.69	3.38	3.63	-2.94	-3.04	-3.31
	破壊伝播速度 0.7m/s	開	3.15	3.41	3.25	3.22	3.49	3.02	3.18	-2.24	-2.38	-3.25
	破壊伝播速度 0.6m/s	開	3.08	3.22	3.15	3.16	3.20	2.78	2.91	-1.51	-1.62	-2.35
	破壊伝播速度 0.5m/s	開	2.39	2.65	2.44	2.50	2.63	2.35	2.48	-1.27	-1.38	-2.07
	破壊伝播速度 0.4m/s	開	1.71	1.83	1.70	1.73	1.88	1.78	1.91	-0.97	-1.08	-1.71
ES-T2 (エリアC)	破壊伝播速度 0.5m/s	開	3.13	3.65	3.30	3.43	3.58	3.65	3.86	-2.31	-2.42	-2.73
	破壊伝播速度 0.4m/s	開	2.58	2.90	2.53	2.61	3.06	3.29	3.42	-1.74	-1.81	-2.30
	破壊伝播速度 0.3m/s	開	1.75	1.93	1.79	1.87	1.97	2.60	2.65	-1.46	-1.57	-2.26
	破壊伝播速度 0.2m/s	開	1.11	1.38	1.17	1.22	1.51	1.21	1.29	-0.96	-1.07	-1.70

潮位のばらつき（上昇側+0.15m、下降側-0.17m）  
及び高潮の裕度（上昇側+0.49m）を考慮

海底地すべり（警報なし）		取水路 防潮 ゲート	水位上昇						水位下降			
			取水路 防潮ゲート 前面	3,4号炉 循環水 ポンプ室	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3,4号炉 海水 ポンプ室	放水口 前面	放水路 (奥)	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3,4号炉 海水 ポンプ室
Es-K5 (エリアB)	破壊伝播速度 1.0m/s	開	4.21	4.46	4.32	4.40	4.36	4.33	4.55	-3.70	-3.80	-3.78
	破壊伝播速度 0.8m/s	開	3.87	4.37	4.01	4.11	4.33	4.02	4.27	-3.11	-3.21	-3.48
	破壊伝播速度 0.7m/s	開	3.79	4.05	3.89	3.86	4.13	3.66	3.82	-2.41	-2.55	-3.42
	破壊伝播速度 0.6m/s	開	3.72	3.86	3.79	3.80	3.84	3.42	3.55	-1.68	-1.79	-2.52
	破壊伝播速度 0.5m/s	開	3.03	3.29	3.08	3.14	3.27	2.99	3.12	-1.44	-1.55	-2.24
	破壊伝播速度 0.4m/s	開	2.35	2.47	2.34	2.37	2.52	2.42	2.55	-1.14	-1.25	-1.88
ES-T2 (エリアC)	破壊伝播速度 0.5m/s	開	3.77	4.29	3.94	4.07	4.22	4.29	4.50	-2.48	-2.59	-2.90
	破壊伝播速度 0.4m/s	開	3.22	3.54	3.17	3.25	3.70	3.93	4.06	-1.91	-1.98	-2.47
	破壊伝播速度 0.3m/s	開	2.39	2.57	2.43	2.51	2.61	3.24	3.29	-1.63	-1.74	-2.43
	破壊伝播速度 0.2m/s	開	1.75	2.02	1.81	1.86	2.15	1.85	1.93	-1.13	-1.24	-1.87



## トリガーの妥当性

### ● 時刻歴波形の特徴

各波源（水位上昇側）の基準津波定義位置及び取水口前の時刻歴波形を示す。

手法	位置	エリアA	エリアB	エリアC
		Watts他の予測式	基準津波定義位置 	基準津波定義位置 
Kinematicモデルによる方法	取水口前	取水口前 	取水口前 	取水口前 
	基準津波定義位置	基準津波定義位置 	基準津波定義位置 	基準津波定義位置 

トリガーの妥当性

第810回審査会合  
資料1-1 P27再掲

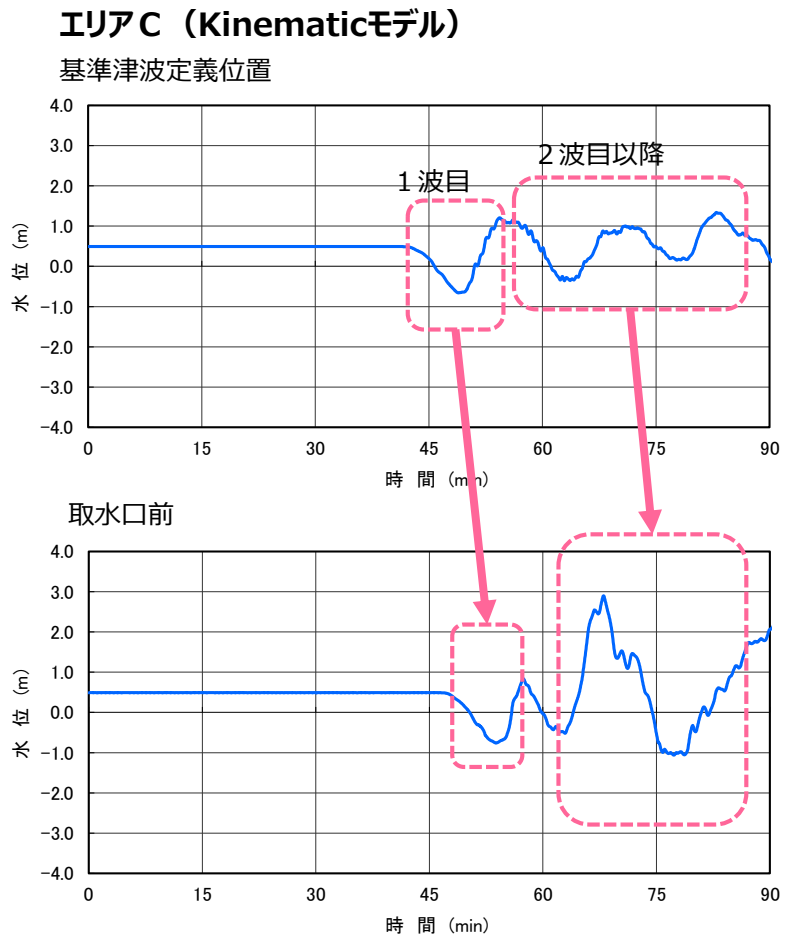
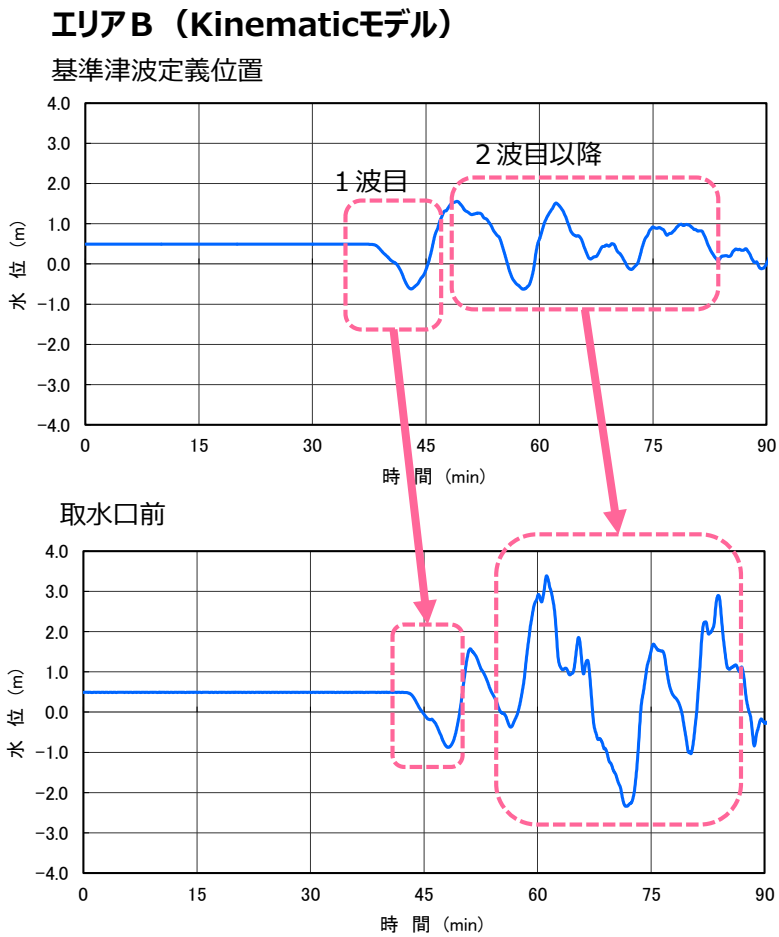
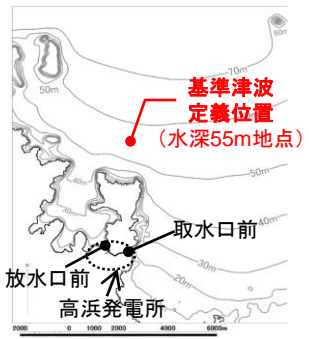
● 海底地すべり津波の計算条件の設定根拠及びパラメータスタディの要否

計算条件	設定根拠	パラメータスタディ要否
海岸地形、 海底地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>海上保安庁等による地形図及び海上音波探査の結果ならびに取水口付近の深淺測量の結果を用いて地形データを作成。</li> <li>発電所敷地の形状・標高は発電所の竣工図を使用</li> </ul>	<p>【否】 その他の設定方法がない</p>
対象とする地すべり	<ul style="list-style-type: none"> <li>M7000シリーズ等を用いて海底地形図を作成し、海底地すべりの可能性のある地形を判読。</li> <li>音波探査記録を用いて、池原他(1990)を参考に層相の区分・追記及び海底地すべりの有無を確認。</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>隠岐トラフの南東側及び南西側の水深約500m～1,000m付近の大陸斜面に馬蹄形をした38の海底地すべり跡を抽出し、その中から設定したエリアごとに最大規模の海底地すべりを用いて津波評価を行う。</p>	<p>【要】 発電所敷地方向へ崩壊する地すべり津波の確認</p>
潮位・水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>潮位条件として、近傍の検潮所データから、朔望平均満潮位T.P.+0.49m、朔望平均干潮位T.P.-0.01mを考慮した。</li> <li>循環水ポンプ、海水ポンプの取水条件                      水位上昇側：循環水ポンプ及び海水ポンプのすべてを停止                      水位下降側：海水ポンプはすべて稼働とし、循環水ポンプは大津波警報、潮位計による判断基準及びポンプの取水制限水位（T.P.-2.5m）到達の条件で停止</li> </ul>	<p>【否】 潮位は実績値に基き設定、ポンプ条件は安全側の条件を設定</p>
津波伝播計算	<p>計算手法</p> <p>Watts他の予測式（Watts他(2005)）及びKinematicモデル（佐竹・加藤(2002)による運動学的地すべりモデル）による2手法</p>	<p>【否】 複数の手法による確認を実施</p>
地すべりによる 海底地形変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>既往の文献による手法に準じ、高分解能音波探査記録を用いて、下記の手順で海底地形変化を算出。</li> <li>測線同士でのクロスチェックを行い、復元した地形が3次元的に不自然でないこと、崩壊量と堆積量のバランスを確認。</li> </ul> <p>→計算式に用いるパラメータは、地すべり地形から定まる値を設定</p>	<p>【否】 詳細調査による地形・地すべり形状を反映</p>
海底地すべりの速度 （破壊伝播速度）	<ul style="list-style-type: none"> <li>海底地すべりの速度（破壊伝播速度）や破壊継続時間を明確に定めることができる知見はまだ十分ではない。</li> <li>破壊伝播速度について、Watts他の予測式から求まる海底地すべりの速度の最大値（<math>U_{max}</math>）を採用し、破壊継続時間については、合理的と考えられる範囲で地形変化が最速となるように設定する。</li> </ul>	<p>【要】 地すべり速度の変化による津波形状の確認</p>
破壊継続時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>破壊伝播速度、破壊継続時間についてパラメータスタディを実施し、評価結果に影響がないことを確認。（既許可審査時に確認済み）</li> </ul>	<p>【否】 地すべり速度に連動</p>



## トリガーの妥当性

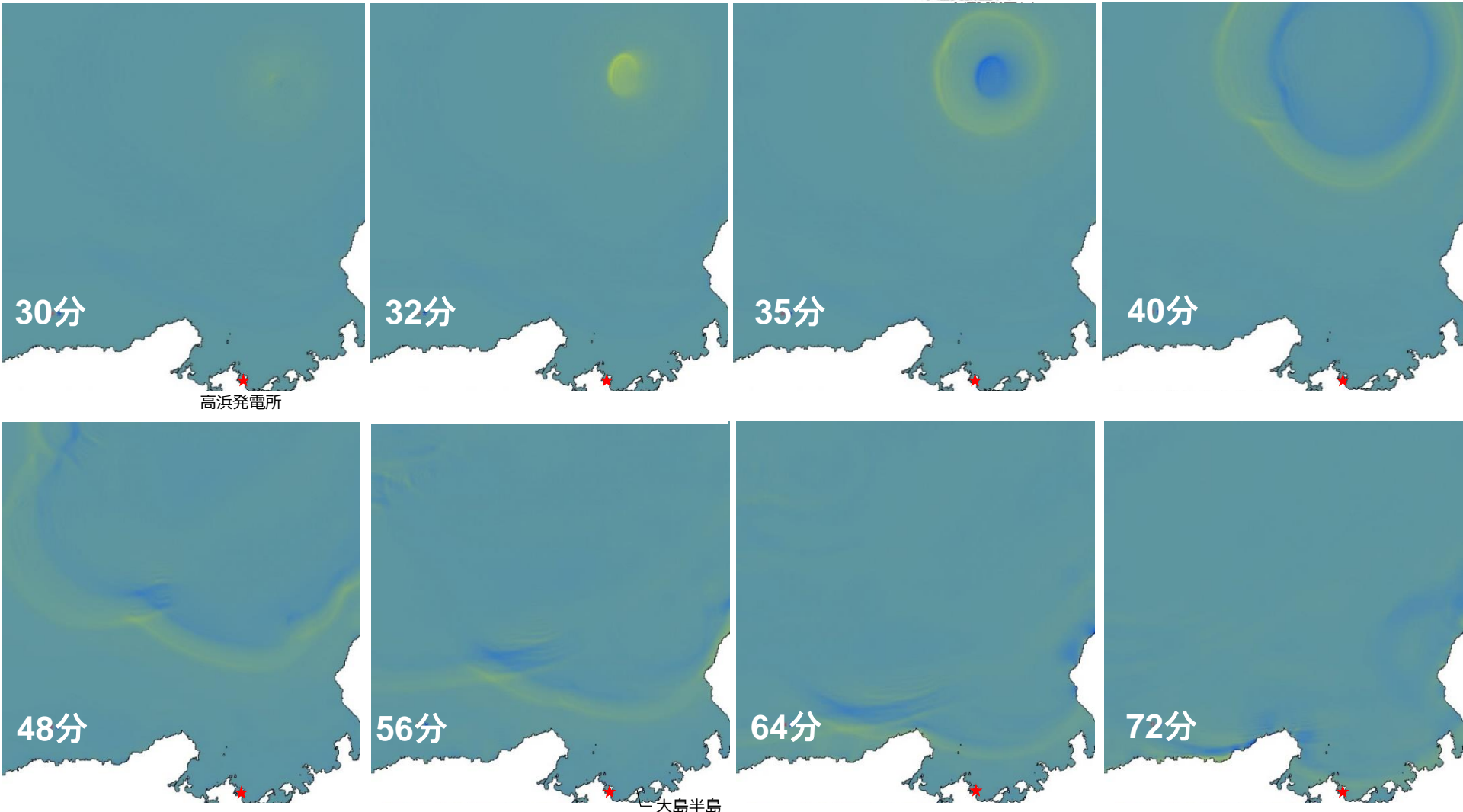
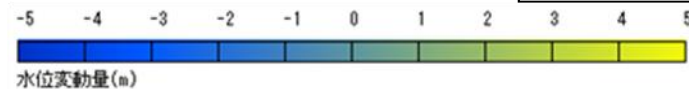
- 2波目以降の水位変動の増幅（1 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（1 / 8）



- 反射の影響の小さい沖合（基準津波定義位置）では、1波目の振幅が最大で、2波目以降では振幅は徐々に減衰する。
  - 取水口前の1波目の水位下降は、沖合（基準津波定義位置）での波形がほぼそのまま伝播してきている。
  - 沖合（基準津波定義位置）では2波目以降は徐々に振幅が減衰するのに対し、取水口前の2波目以降は1波目よりも振幅が増幅している。
- ⇒ 2波目以降の増幅には津波の伝播特性が影響していると考えられることから、スナップショットによる確認を行う。

## トリガーの妥当性

- 2波目以降の水位変動の増幅（2 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（2 / 8）
- エリアA（Kinematicモデル）

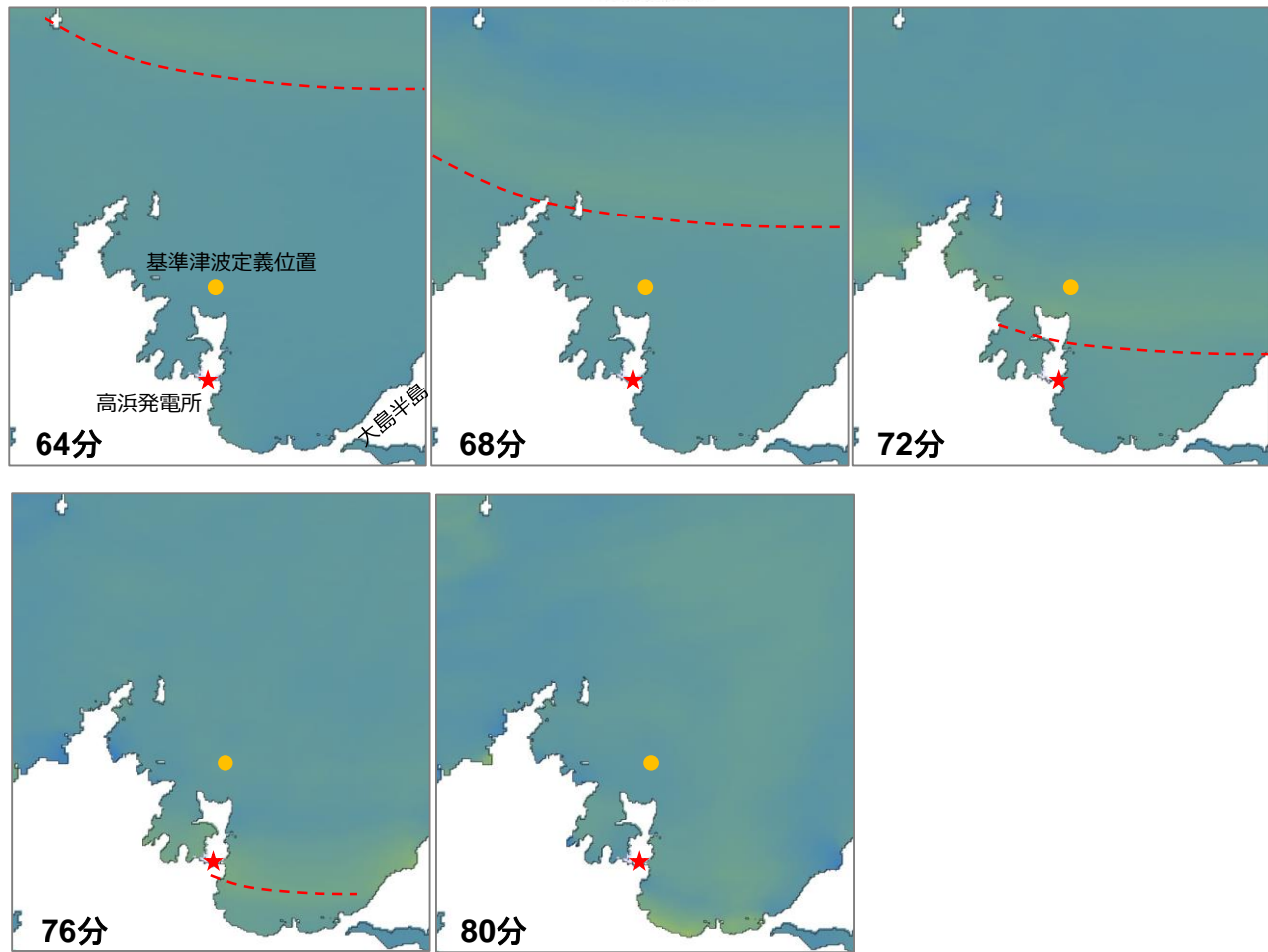


64分頃までは引き波⇒72分ごろ押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一様に伝播している。

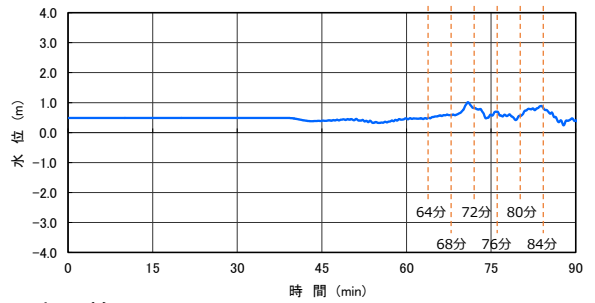


## トリガーの妥当性

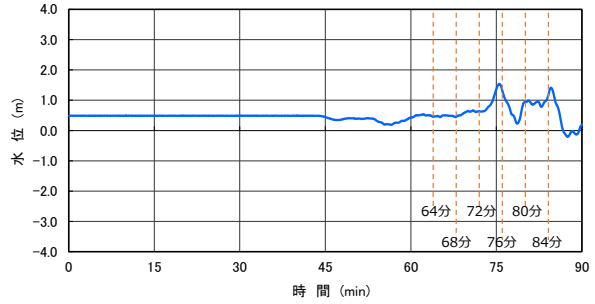
- 2波目以降の水位変動の増幅（3 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（3 / 8）
- エリアA（Kinematicモデル）



基準津波定義位置



取水口前

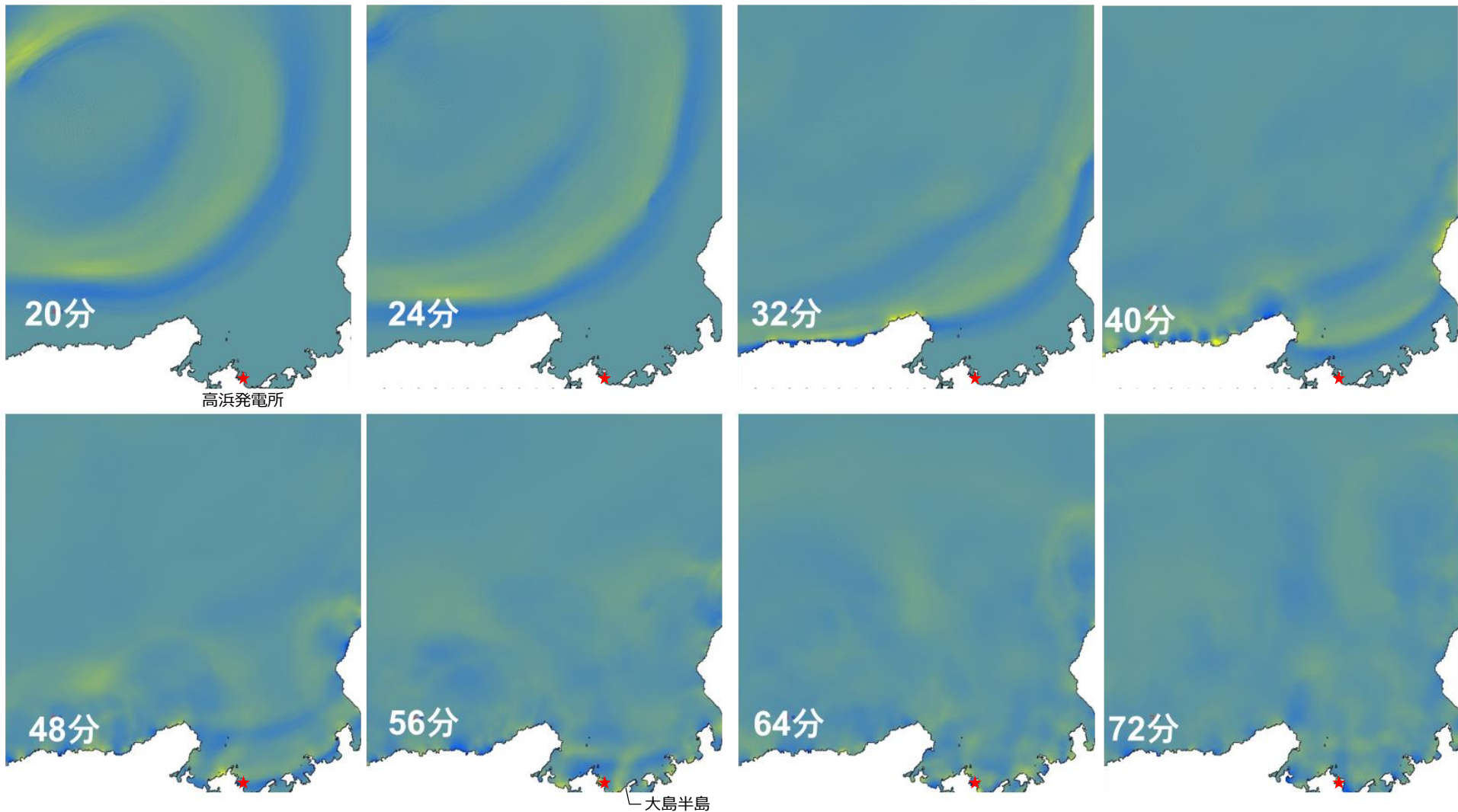


64分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、72分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

トリガーの妥当性

- 2波目以降の水位変動の増幅（4 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（4 / 8）
- エリアB（Kinematicモデル）

第810回審査会合  
資料1-2 P28再掲

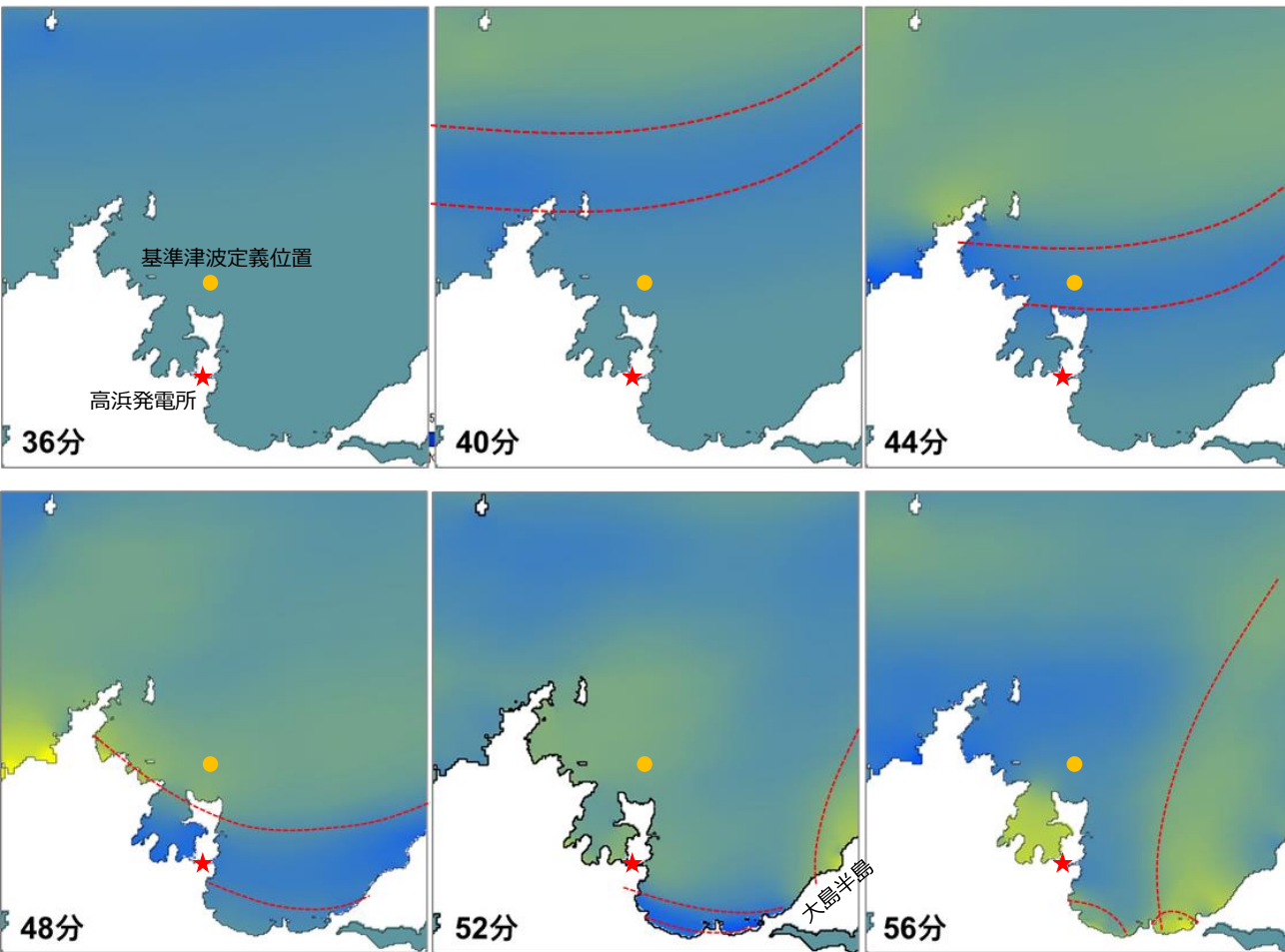


48分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、56分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

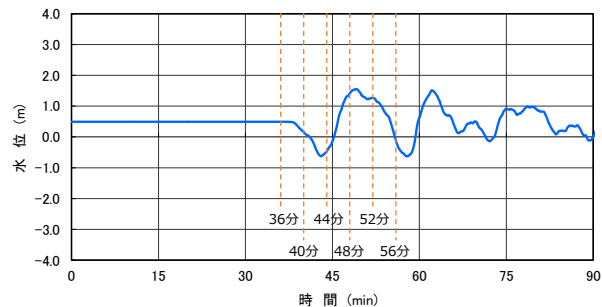


## トリガーの妥当性

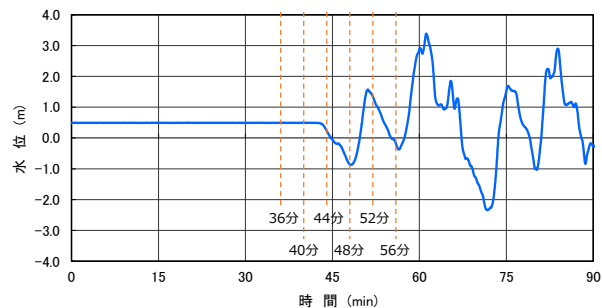
- 2波目以降の水位変動の増幅（5 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（5 / 8）
- エリアB（Kinematicモデル）



基準津波定義位置



取水口前

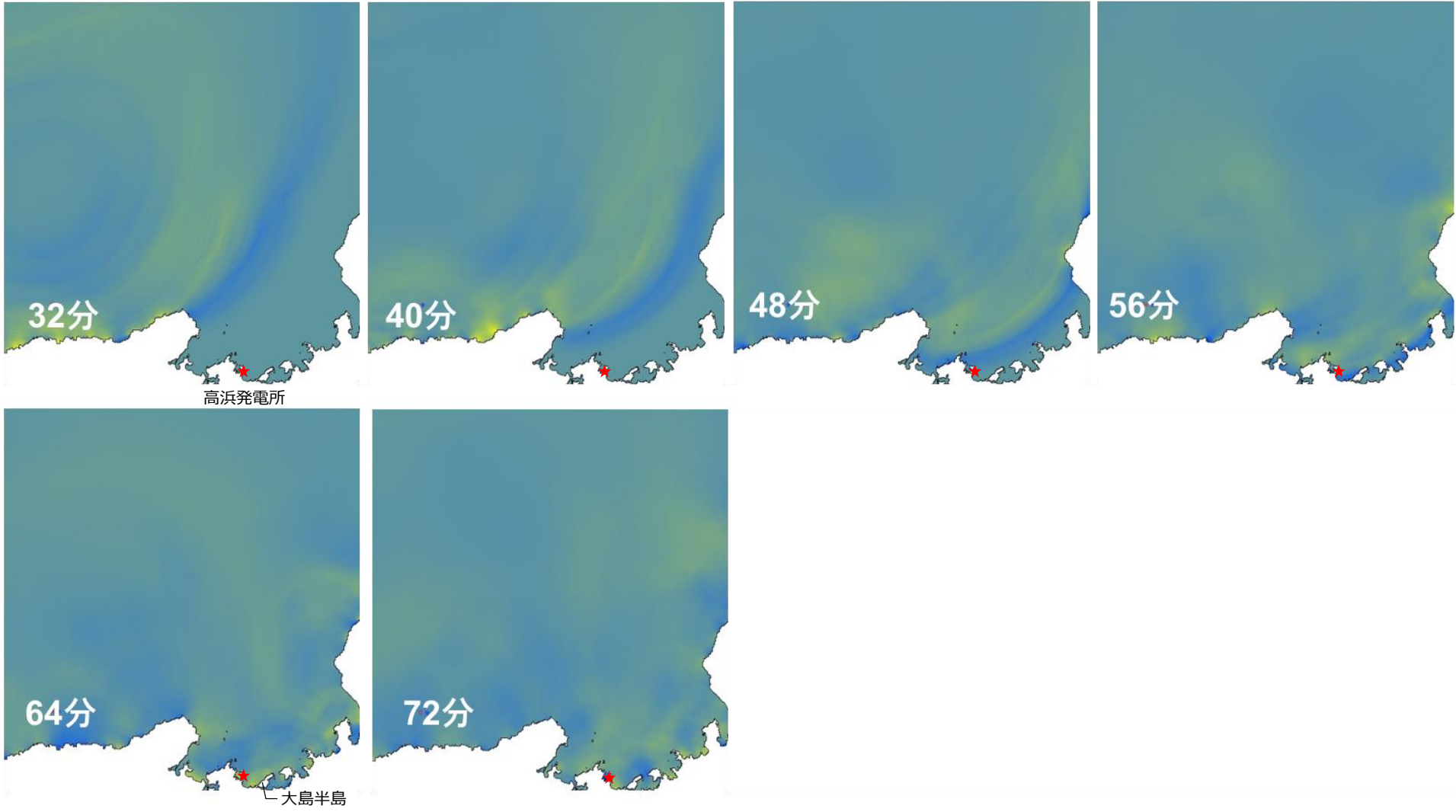


52分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、56分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

## トリガーの妥当性

- 2波目以降の水位変動の増幅（6 / 16）
  - 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（6 / 8）
- エリアC（Kinematicモデル）

第810回審査会合  
資料1-2 P30再掲



高浜発電所

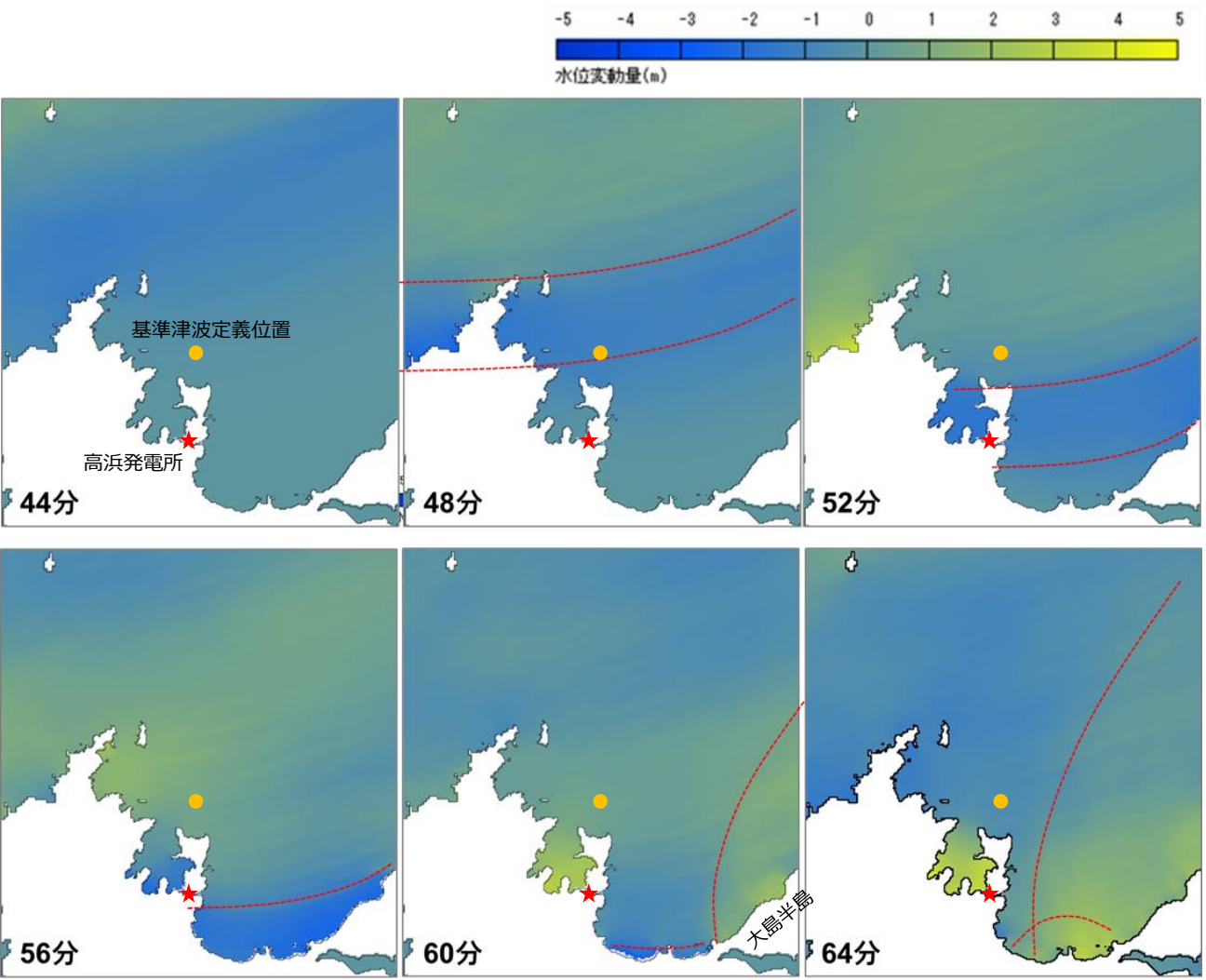
大島半島

56分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一様に伝播しているが、64分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

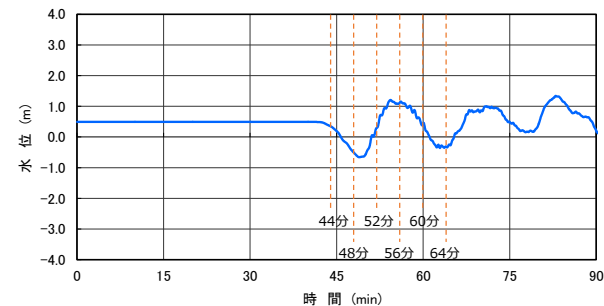


## トリガーの妥当性

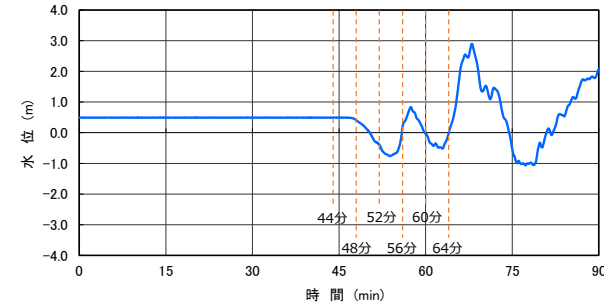
- 2波目以降の水位変動の増幅（7 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（7 / 8）
- エリアC（Kinematicモデル）



基準津波定義位置



取水口前



60分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、64分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

## トリガーの妥当性

- 2波目以降の水位変動の増幅（8 / 16）

### 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（8 / 8）

- 海底地すべりによる津波（エリアB（Kinematicモデル）、エリアC（Kinematicモデル））の波形・スナップショットから、海底地すべりによる津波自体は1波目の振幅が大きいですが、高浜発電所取水口位置においては周辺地形に起因する反射波の影響によって2波目以降の振幅が増大することを確認した。
- エリアAやWatts他の予測式による波形においても取水口位置では2波目以降の振幅が増幅されていることから、若狭湾の伝播特性によって生じる高浜発電所取水口位置の津波波形の一般的な特性と考えられる。

⇒津波波形としての一般性を確認するため、正弦波を用いた検討を行う。



## トリガーの妥当性

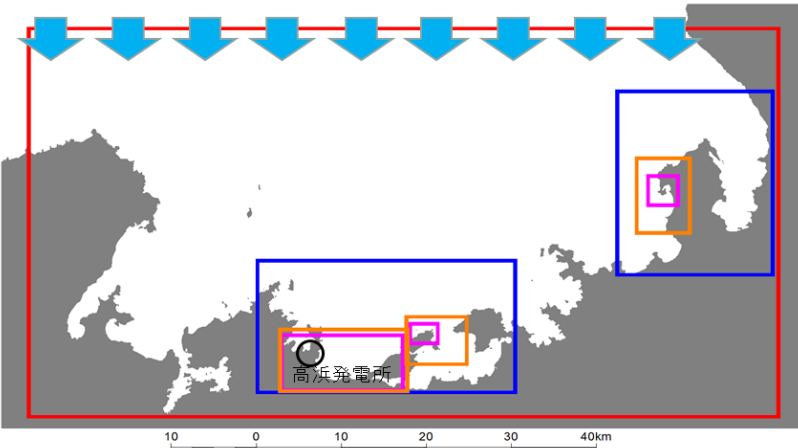
- 2波目以降の水位変動の増幅（9 / 16）
- 正弦波を用いた確認（1 / 8）

➢ 既許可時には、下記のように若狭湾北側から正弦波を一様に入力し、若狭湾の周期特性を確認している。

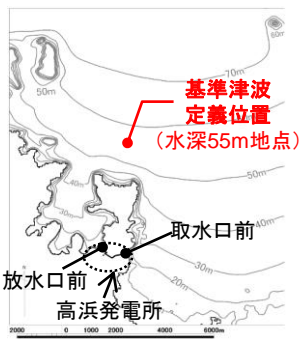
➢ 高浜発電所取水口位置における2波目以降の増幅特性を確認するため、既許可時と同様に正弦波を用いた津波の伝播特性の確認を行う。

第141回審査会合  
資料1-3、P160抜粋

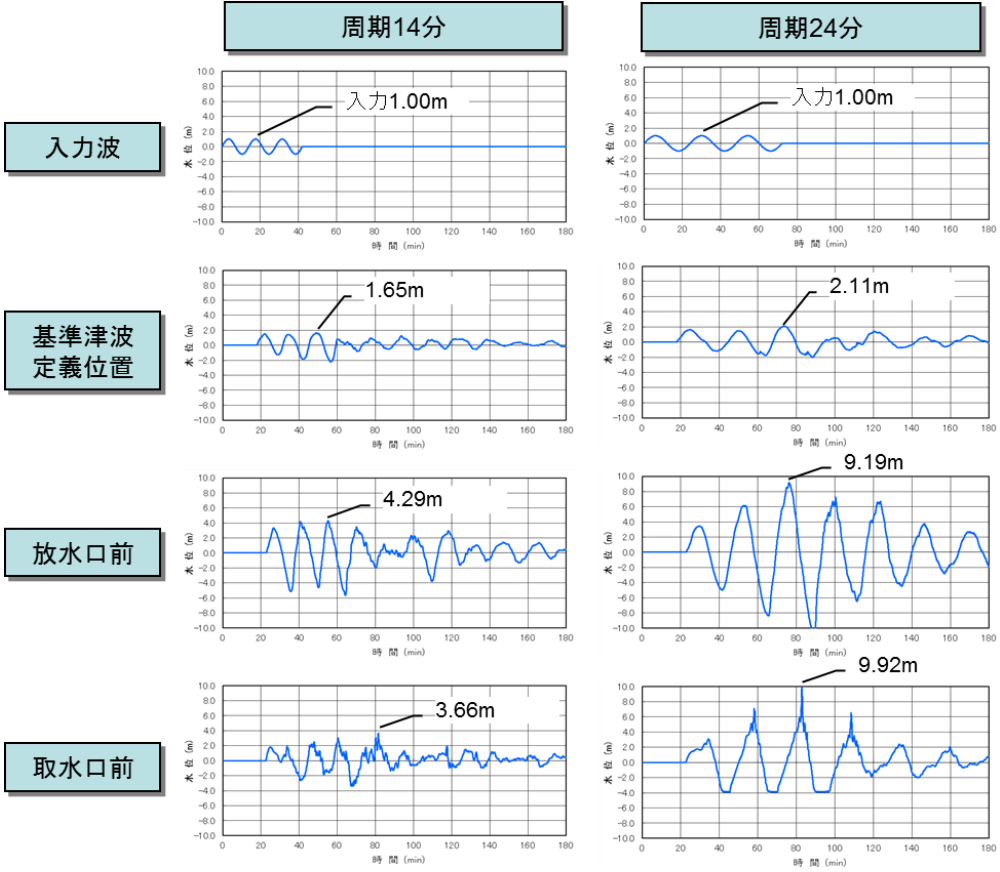
周期を変化させた正弦波(3波長)を入力



- 150m格子領域
- 50m格子領域
- 25m格子領域
- 12.5m格子領域



第141回審査会合  
資料1-3、P163抜粋



## トリガーの妥当性

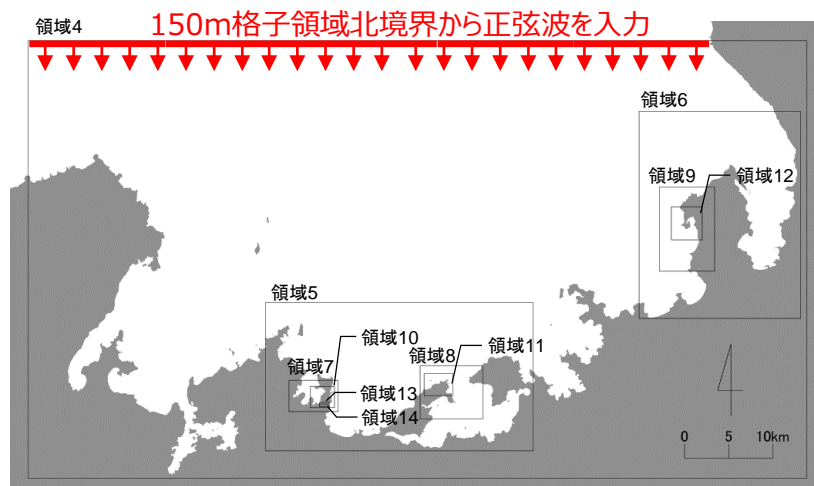
● 2波目以降の水位変動の増幅（10 / 16）

正弦波を用いた確認（2 / 8）

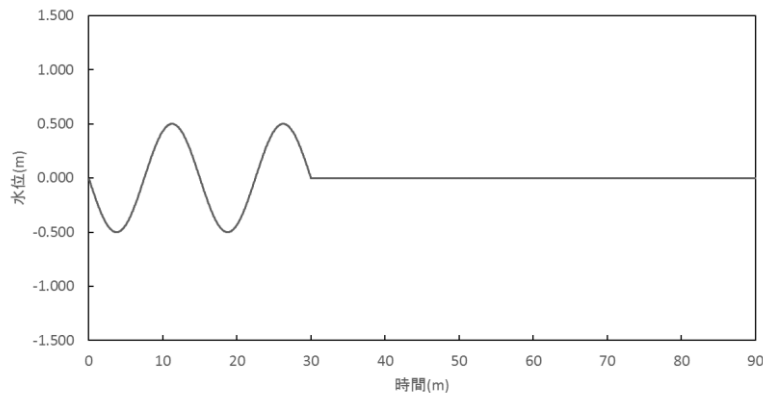
第823回審査会合  
資料2-2 P21再掲

- 海底地すべりによる津波を模擬した波形とするため、水位下降波先行の正弦波とする。
- 海底地すべりによる津波の基準津波定義位置の波形及びスナップショットから、入力波として明瞭な振幅が存在する波数として正弦波は2波とする。
- 海底地すべりによる津波の卓越周期（既許可時の分析結果）を踏まえ、正弦波の周期は15分とする。
- 取水口位置で1波目の振幅が0.7m程度となるように、入力する正弦波の振幅は0.5mとする。

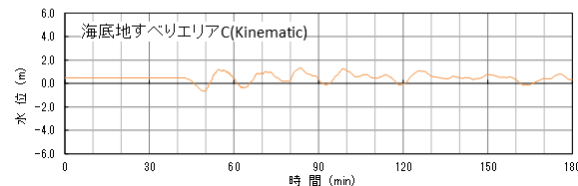
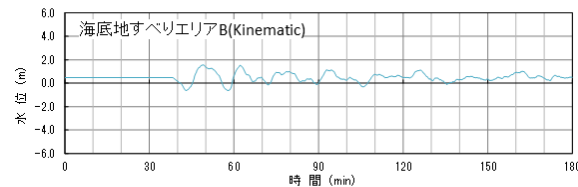
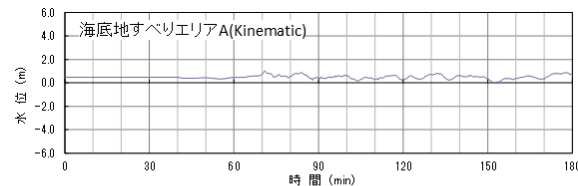
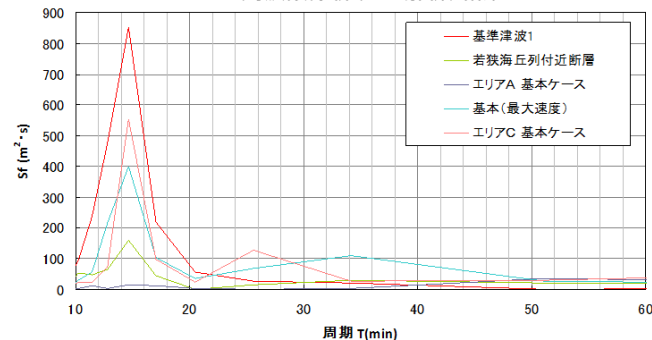
第141回審査会合  
資料1-3、P164抜粋



入力波形



周波数分析(FFT解析)結果

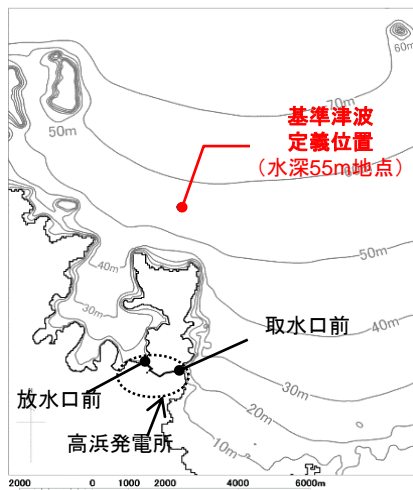




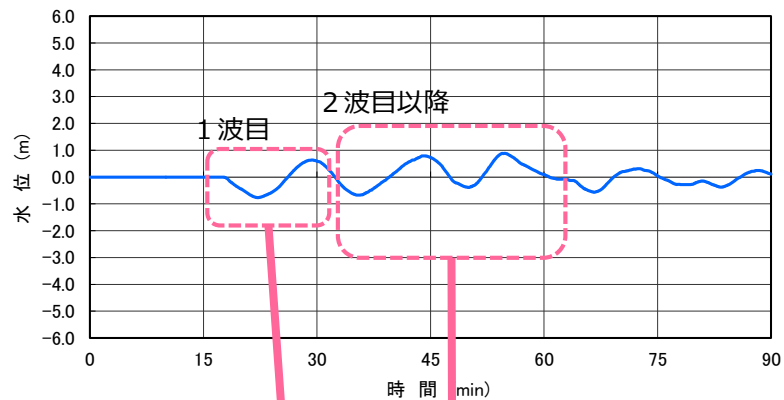
## トリガーの妥当性

● 2波目以降の水位変動の増幅（11 / 16）

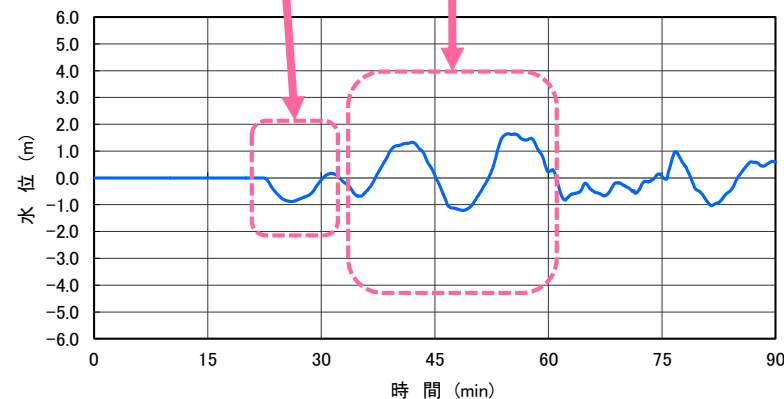
正弦波を用いた確認（3 / 8）



基準津波定義位置



取水口前



- 反射の影響の小さい沖合（基準津波定義位置）では、1波目の振幅が最大で、2波目以降では振幅は徐々に減衰する。
  - 取水口前の1波目は、沖合（基準津波定義位置）での波形がほぼそのまま伝播してきている。
  - 沖合（基準津波定義位置）では2波目以降は徐々に振幅が減衰するのに対し、取水口前の2波目以降は1波目よりも振幅が増幅している。
- ⇒ 2波目以降の増幅には津波の伝播特性が影響していると考えられることから、スナップショットによる確認を行う。

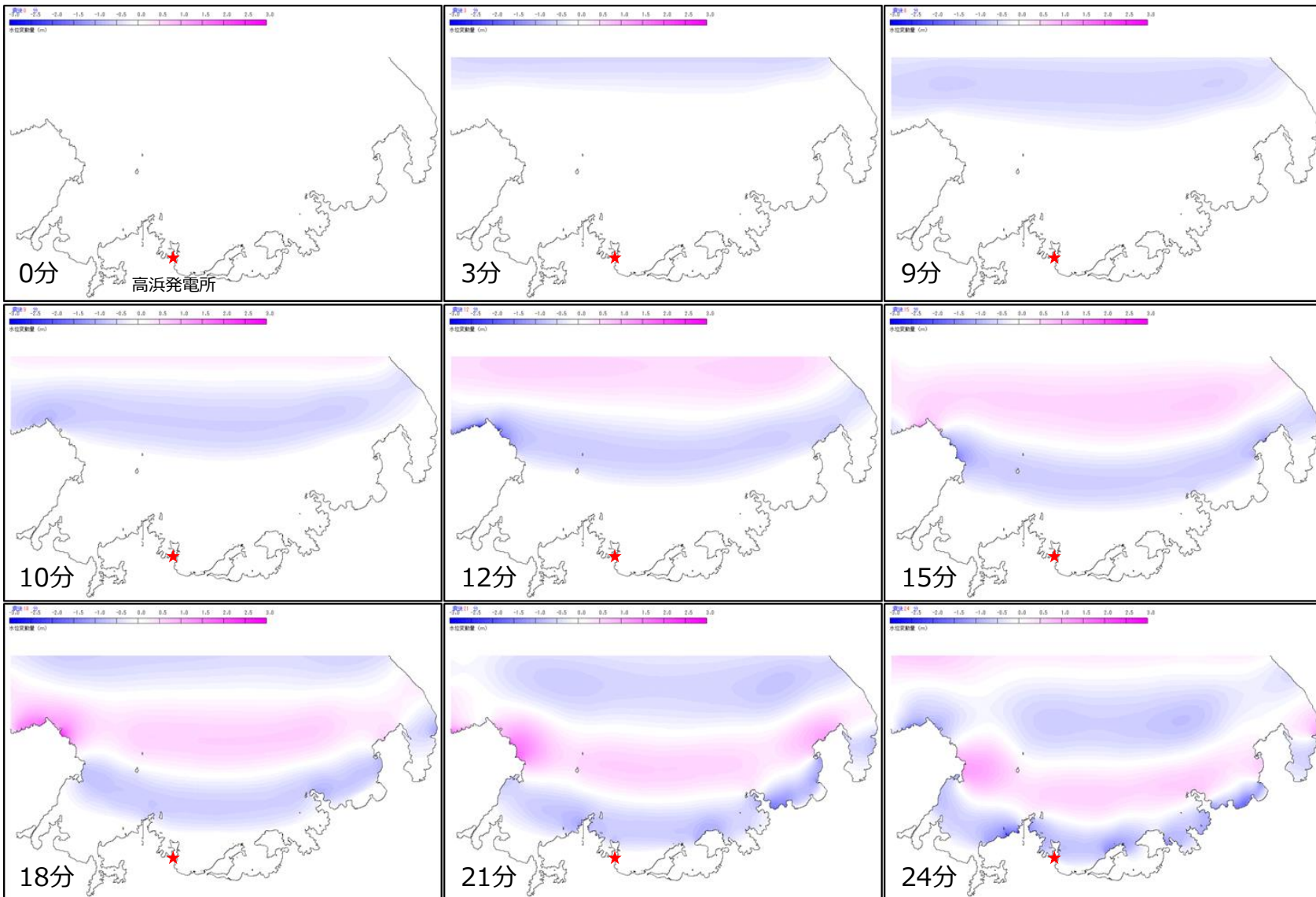
## トリガーの妥当性

● 2波目以降の水位変動の増幅（12 / 16）

正弦波を用いた確認（4 / 8）

第810回審査会合  
資料1-2 P36再掲

正弦波による検討のスナップショット



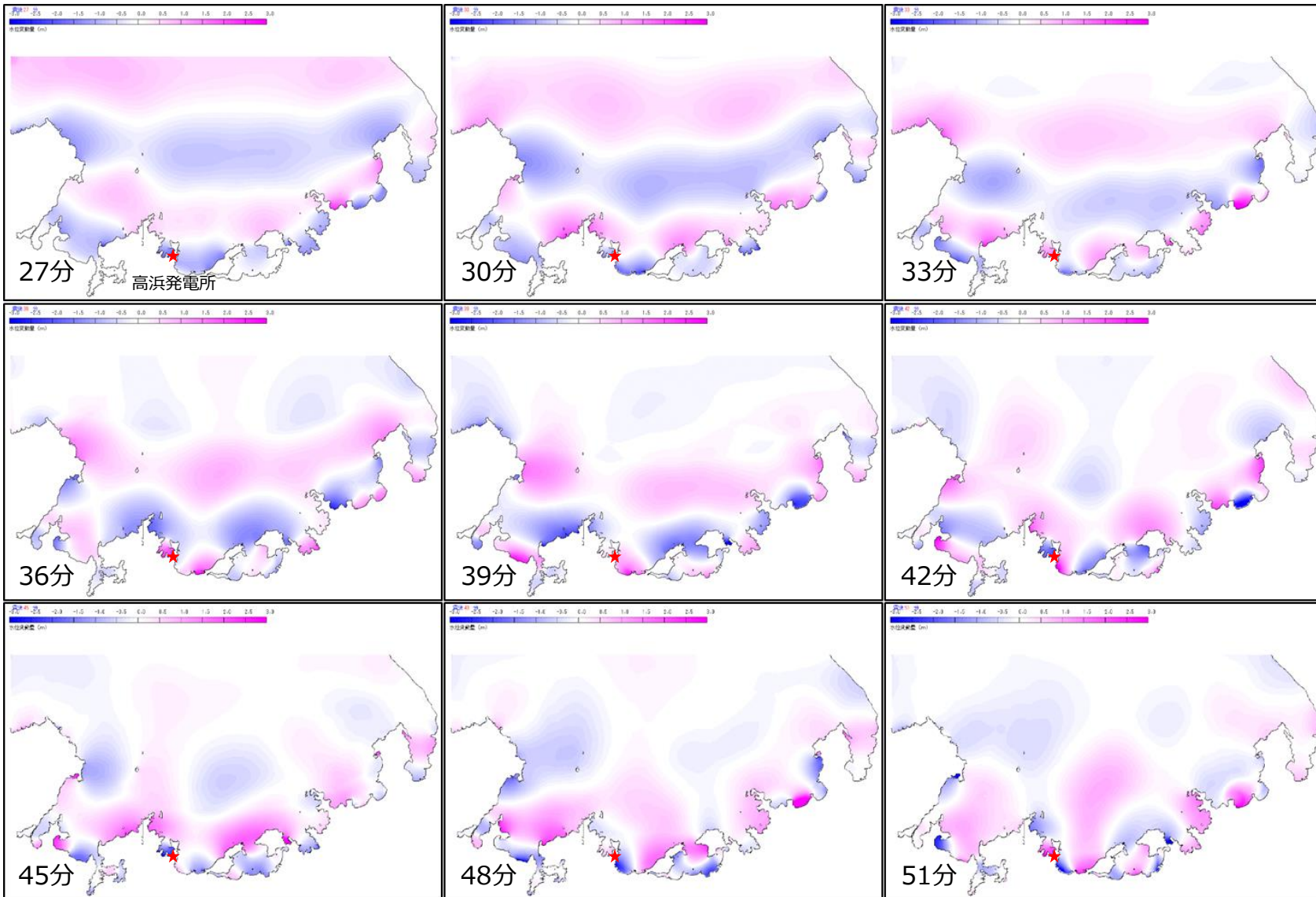
## トリガーの妥当性

● 2波目以降の水位変動の増幅（13 / 16）

正弦波を用いた確認（5 / 8）

第810回審査会合  
資料1-2 P37再掲

正弦波による検討のスナップショット

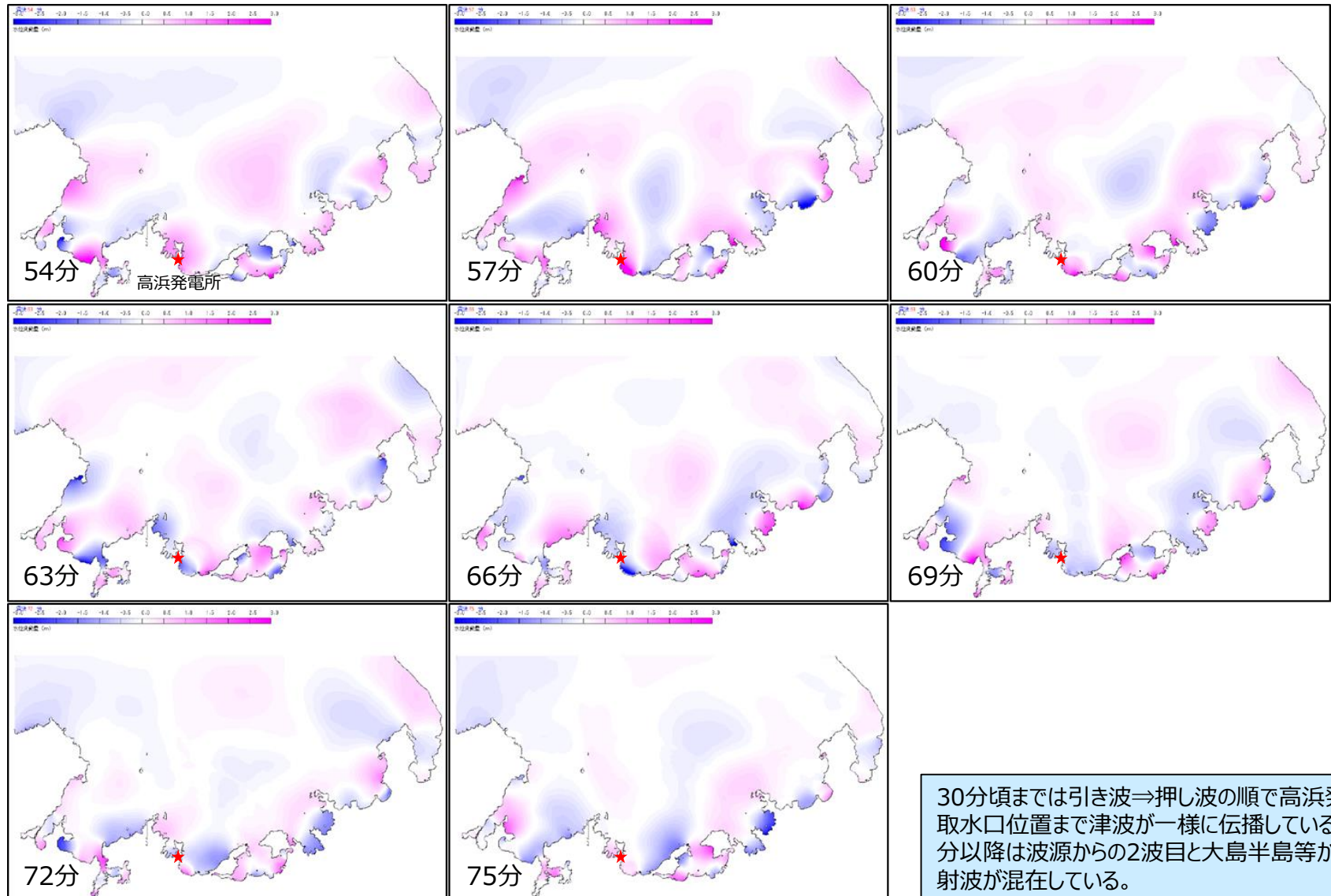




## トリガーの妥当性

- 2波目以降の水位変動の増幅（14 / 16）
- 正弦波を用いた確認（6 / 8）

正弦波による検討のスナップショット



30分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、33分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

## トリガーの妥当性

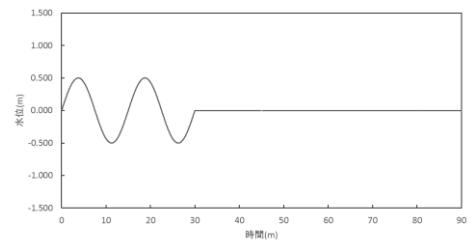
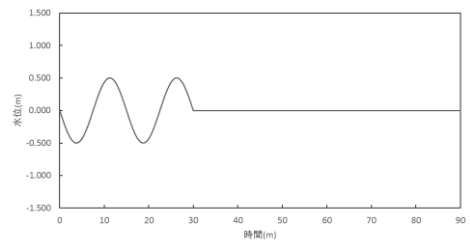
### ● 2波目以降の水位変動の増幅（15 / 16）

#### 正弦波を用いた確認（7 / 8）

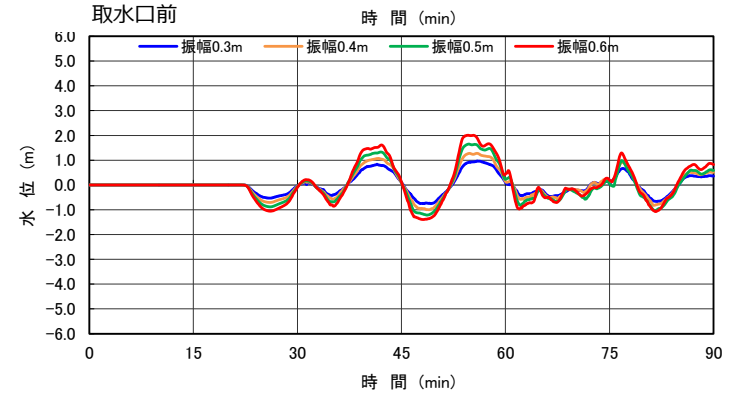
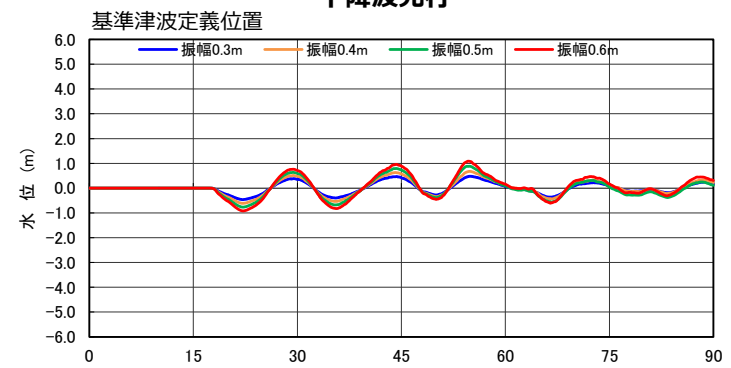
正弦波を用いた確認において、形状パターン及び振幅を変えたパラメータスタディを実施した。

#### 入力波形

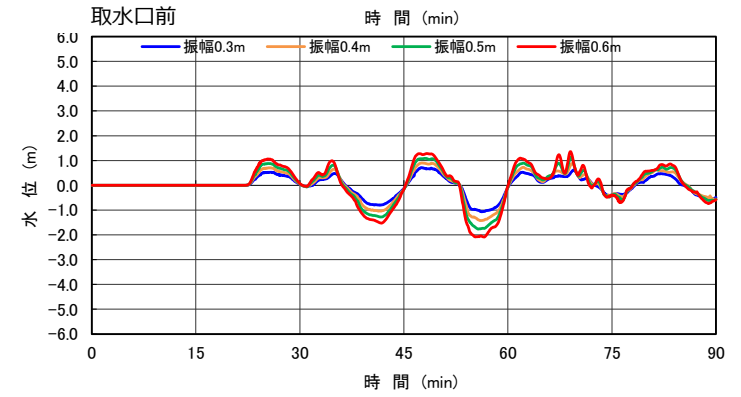
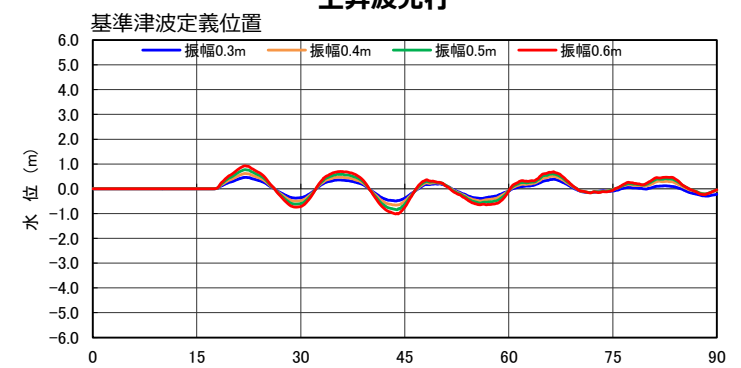
- 波形：正弦波
- 形状：下降波先行、上昇波先行
- 振幅：0.3, 0.4, 0.5, 0.6m
- 周期：15分
- 波数：2



#### 下降波先行



#### 上昇波先行



- 下降波先行・上昇波先行や入力波の振幅に関わらず、1波目より2波目以降の水位変動が大きい。
- 入力波の振幅が大きいほど水位変動が大きい。

## トリガーの妥当性

- 2波目以降の水位変動の増幅（16 / 16）

### 正弦波を用いた確認（8 / 8）

第810回審査会合  
資料1-2 P40再掲

正弦波による検討の波形・スナップショットから、高浜発電所取水口位置における1波目は沖合からの入力波がそのまま伝播しているが、周辺地形に起因する反射波の影響によって2波目以降の振幅が増大することを確認した。

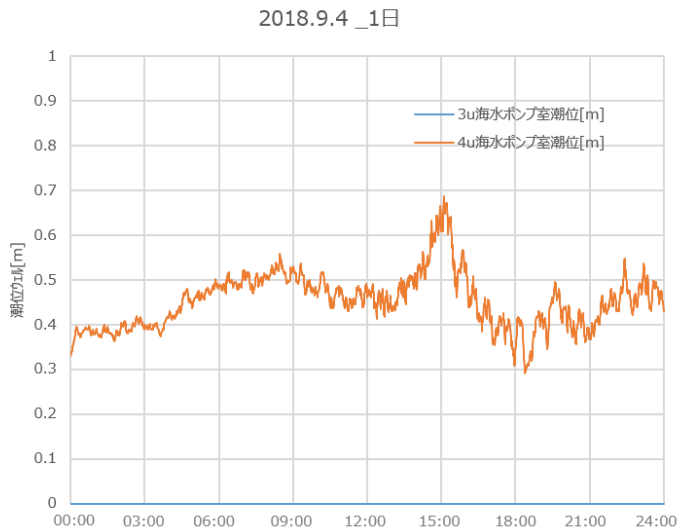
## 2波目以降の水位変動の増幅 まとめ

- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット及び正弦波を用いた検討における波形・スナップショットから、高浜発電所取水口位置においては、周辺地形に起因する反射波の影響によって2波目以降の水位変動が増幅する傾向があることを確認した。
- 2波目以降の水位変動の増幅は若狭湾の伝播特性に起因する特徴と考えられることから、前提とする津波波形の形状的特徴として妥当であると考えられる。



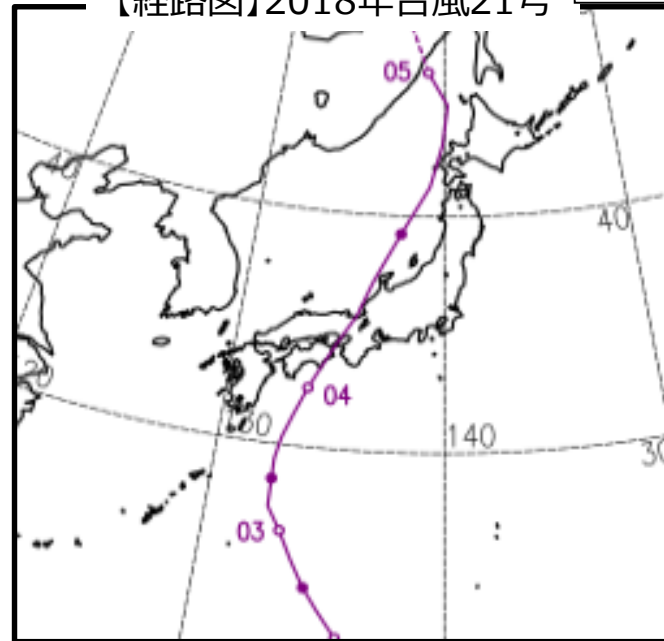
## 通常の潮汐との関係性（台風時の経路と発電所の潮位データ）

### 【2018年の台風21号の潮位データ(1分間平均値)】

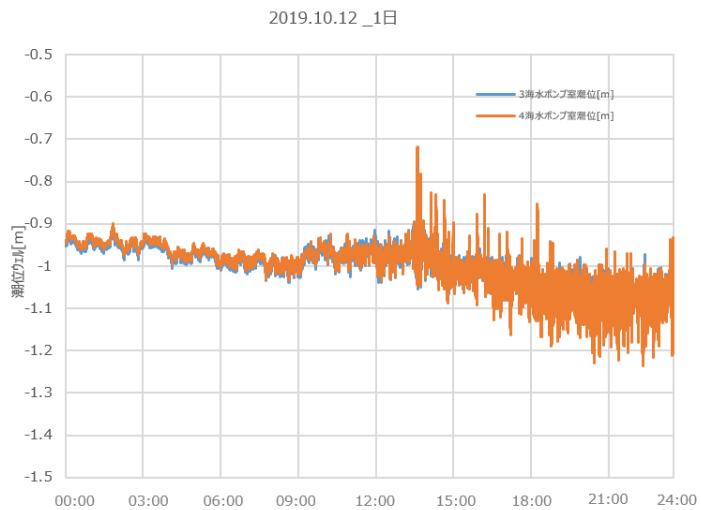


※：3号海水ポンプ室潮位計は定検作業により隔離中

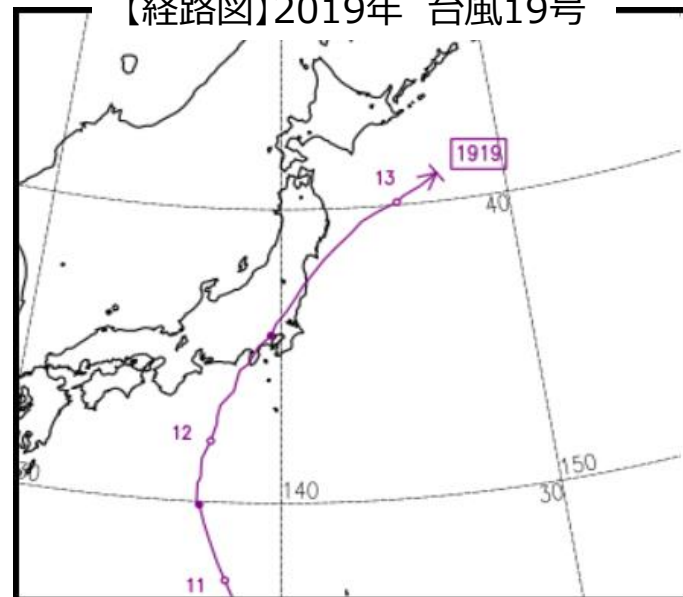
### 【経路図】2018年台風21号



### 【2019年の台風19号の潮位データ（瞬時値5秒）】

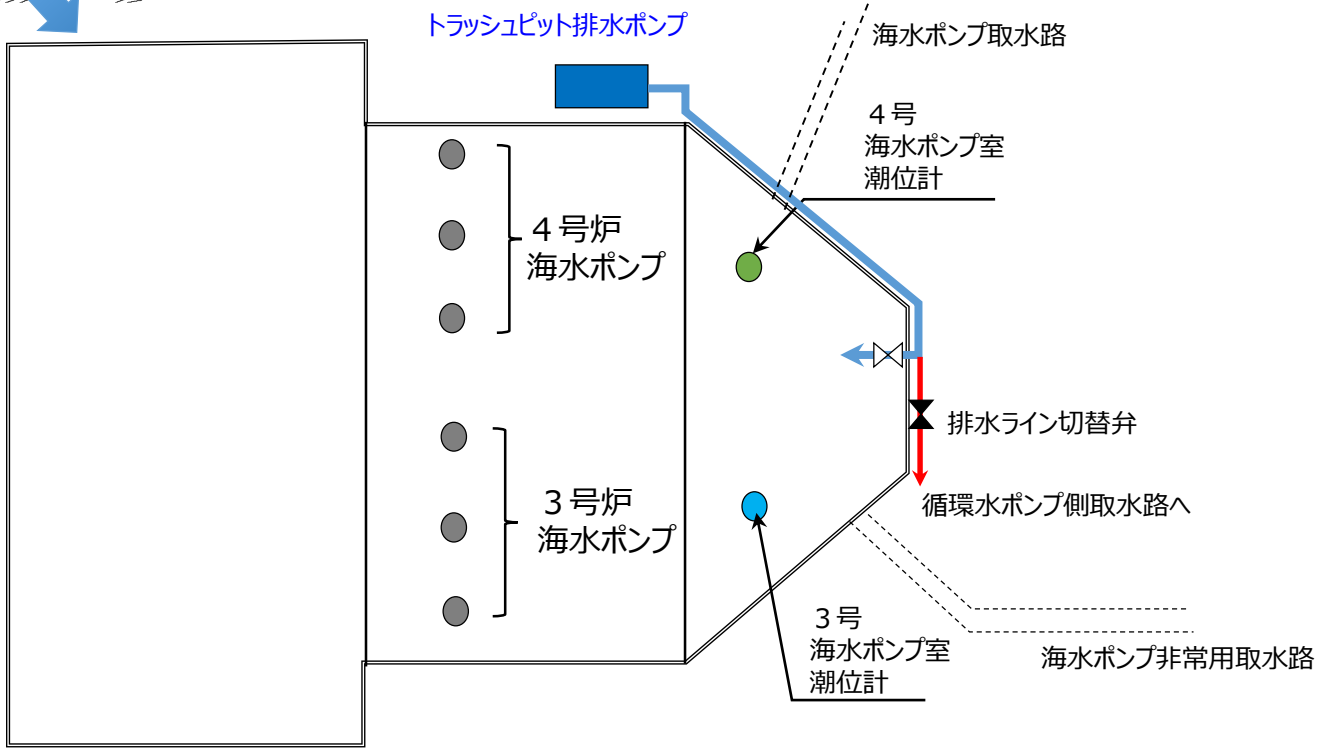
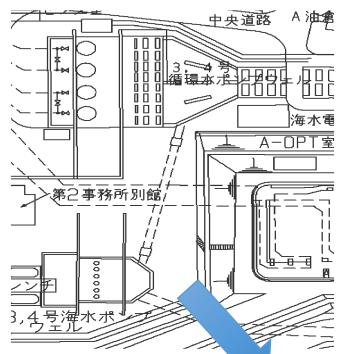


### 【経路図】2019年 台風19号



海水ポンプウェルトラッシュピット排水ラインの形状等について

【海水ポンプトラッシュピット排水ライン形状】



## 基準津波の選定の考え方

### 【審査ガイド要求事項】

#### ①基準津波について、「3.5.1 基準津波の選定方針」にて以下を要求

**基準津波は**、発生要因を考慮した波源モデルに基づき、津波の伝播の影響等を踏まえた津波を複数作成して検討した上で、安全側の評価となるよう、**想定される津波の中で施設に最も大きな影響を与えるもの**として策定されていることを確認する。

#### ②耐津波設計方針について、「2.1 基本方針の概要」にて以下を要求

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。

- ①**基準津波は**、海底地すべり津波のうち、**施設に最も影響を与えるエリアB,Cの各波源の崩壊規模・破壊伝播速度の最大のものをそれぞれ基準津波3、4**として選定。
- ②**防潮ゲートの閉止トリガーは**、原子炉施設の**安全機能を損なわない設計とするため**、基準津波3、4を用い、海底地すべりの波源特性、若狭湾の伝播特性を踏まえたパラメータスタディを実施し、施設に影響を与える津波の見逃しが無いことを確認した上で、**潮位計2台が10分以内0.7m以上の上下変動と設計**。したがって、パラメータスタディによる津波は**施設の設計行為**であるため、基準津波として選定しない。

### ①基準津波

基準津波3、4を選定  
最高・最低水位の津波

### ②耐津波設計方針

施設のハード設計（ゲート内、外の津波防護施設（防潮ゲート、潮位計等）の設計）

↑ 反映

防潮ゲート閉止トリガーの設計

0.7m以上 10分以内の上下変動

崩壊規模  
パラメータスタディ

破壊伝播速度  
パラメータスタディ

基準津波3、4（崩壊規模・破壊伝播速度最大）

添付書類六

添付書類八



## 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

### 3.5 津波評価結果からの基準津波の選定

#### 3.5.1 基準津波の選定方針

- (1) 基準津波は、発生要因を考慮した波源モデルに基づき、津波の伝播の影響等を踏まえた津波を複数作成して検討した上で、安全側の評価となるよう、想定される津波の中で施設に最も大きな影響を与えるものとして策定されていることを確認する。
- (2) 数値計算に当たっては、基準津波の断層モデルに係る不確定性を合理的な範囲で考慮したパラメータスタディを行い、これらの想定津波群による水位の中から敷地に最も影響を与える上昇水位及び下降水位を求め、これらの津波水位波形が選定されていることを確認する。
- (3) 遠地津波は周期が長いことから、引き波の際の水位下降量のみならず、水位低下の継続時間を確認する。

#### 3.5.2 基準津波の定義方法

- (1) 基準津波は、敷地前面海域の海底地形の特徴を踏まえ、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微少となるよう、施設から離れた沿岸域で定義し、時刻歴波形として示されていることを確認する。

### 3.6 基準津波の選定結果の検証

#### 3.6.1 地質学的証拠及び歴史記録等による確認

- (1) 基準津波を選定する際には、その規模が、敷地周辺における津波堆積物等の地質学的証拠や歴史記録等から推定される津波の規模を超えていることを確認する。
- (2) 歴史記録については、震源像が明らかにできない場合であっても規模が大きかったと考えられるものについて十分に考慮されていることを確認する。
- (3) 歴史記録や伝承の信頼性については、複数の専門家による客観的な評価が参照されていることを確認する。
- (4) 津波の観測記録、古文書等に記された歴史記録、伝承、考古学的調査の資料等の既存文献等の調査・分析により、敷地周辺において過去に襲った可能性のある津波の発生時期、規模、要因等について、できるだけ過去に遡って把握できていることを確認する。

#### 3.6.2 行政機関による既往評価との比較

- (1) 行政機関において敷地又はその周辺の津波が評価されている場合には、波源設定の考え方、解析条件等の相違点に着目して内容を精査した上で、安全側の評価を実施するとの観点から必要な科学的・技術的知見を基準津波の策定に反映されていることを確認する。

### 2. 基本方針

#### 2.1 基本方針の概要

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。

##### (1) 津波の敷地への流入防止

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。

##### (2) 漏水による安全機能への影響防止

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。

##### (3) 津波防護の多重化

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。

##### (4) 水位低下による安全機能への影響防止

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。

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。

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。

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。

## 誤検知回避の信頼性確保について

- 津居山地点の過去の観測記録において、潮位がTP+1.1m以上となるのがどの程度発生しているのかを整理した。

(単位：時間)

2018年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
TP+1.1m以上							0.4		0.0	0.1		

2019年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月		計
TP+1.1m以上										0.8		1.3

※空白のセルは該当時間がなかったことを示す。

過去1年10か月間（2018年1月～2019年10月）のデータにおいて、TP+1.1mとなった時間は延べ1.3時間であった。

### 構外潮位計欠測時の対応

- 構外潮位計が欠測した際の対応について、以下のとおり整理。
- 一時的に構外検知を用いずとも津波対応上の問題がないと評価できる対応は、欠測時の運用を除外し、それ以外は、津波検知した際と同等の対応を実施する。

	構外で津波検知時の対応	欠測時の対応	評価
プラント影響のある津波 (津居山で10分以内 1m上昇(下降)を 検知した場合)	構内潮位計2台、10分以内 0.7m以上の「変動」でゲート 閉止判断	左記対応を除外し、構内潮位計2台、 10分以内0.7m以上の「上下変動」 でゲート閉止判断	構内潮位計2台、10分以内0.7m以上の 「上下変動」でのゲート閉止にて、 <b>最も時間 余裕が厳しい津波</b> に対し、約9分の余裕 時間をもって、 <b>施設影響のある津波を防護 可能</b>
プラント影響の可能性が ある津波 (津居山で10分以内 0.5m上昇(下降) を検知した場合)	ゲート落下機構の確認	同左	ゲート閉止の前提条件であるため、欠測時 は同等の対応を実施。
	燃料船退避状況の情報連絡	除外として退避せず	海底地すべり津波の最大流速、最高・最低 水位に対し輸送船の <b>係留が維持できること</b> 、 輸送船が <b>岸壁に乗り上がらないこと</b> 、 <b>着底 や座礁等により航行不能にならないこと</b> を 確認しており、 <b>漂流物とならない</b> 。
	ゲート保守作業の中断	同左	作業中のゲート閉止は一定の時間を要する ため、構外潮位計が欠測した際は、 <b>直ちに 作業中断し、遠隔閉止可能な状態へ復旧</b> 。 これにより、構内潮位での検知対応する。
	津波監視カメラによる監視	同左	津波対応の前提条件であるため、欠測時は 同等の対応を実施。



## 故障による誤検知の整理 (1/2)

- 敷地外潮位観測として、外部機関の検潮所の既往観測潮位を活用（津居山検潮所を先行して検討）。
- 検潮所では、フロート式水位計を採用しており、フロートの浮き沈みによりワイヤが上下し、歯車で水位の変動を検知。
- 想定される故障モード、故障した場合に想定される中央制御室モニタでの指示変動および誤検知の有無は下表のとおり。
- 故障モードによっては、津波と同様有意な指示変動が想定され、かつ検潮所は無人で、即座に故障と断定できないため、誤検知の可能性はある。なお、ステップ変化は即座に故障と判断可能。（下表、赤字）
- 以上を踏まえ、想定される故障モードを「プラント影響のある津波」と判断する場合と、「潮位計の故障」と判断する場合に分類。（下表、青字）

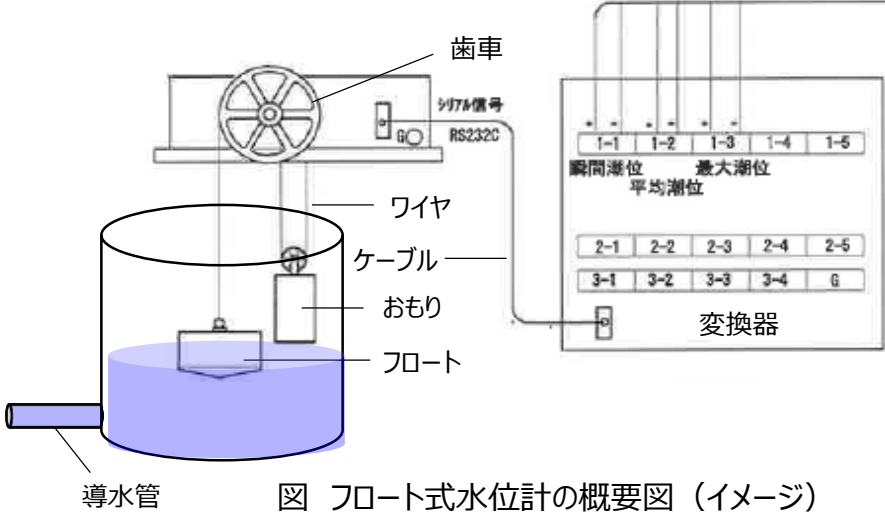


表 フロート式水位計の故障モード等の整理表

故障モード	想定される指示変動	誤検知の有無	判断内容
ワイヤ断線（フロート側）	徐々に指示上昇	10分以内の指示上昇により警報が発信し誤検知の虞あり	津波と判断
ワイヤ断裂（おもり側）	指示固定	指示固定であるため誤検知なし	故障と判断
フロート接続外れ	徐々に指示上昇	10分以内の指示上昇により警報が発信し誤検知の虞あり	津波と判断
フロート破損	徐々に指示低下	10分以内の指示低下により警報が発信し誤検知の虞あり	津波と判断
ケーブル地絡、電源断※	スケールダウン	ステップ変化により警報が発信し誤検知の虞あり	故障と判断
変換器故障、データ収録エラー※	スケールダウン又はオーバー	同上	故障と判断
歯車固着	指示固定	指示固定であるため誤検知なし	故障と判断
導水管つまり	指示固定	同上	故障と判断

※：津居山既往観測潮位にて電源断およびデータ収録エラーによる故障実績あり

## 故障による誤検知の整理 (2/2)

- 2018年1月から2019年10月までの津居山の既往潮位データを分析
- 上記期間において、トータル29回のデータ欠測のうち、16回は計画外のデータ欠測であることを確認
- 過去の計画外欠測の場合、即座に故障と判断可能。一方、津居山検潮所の潮位計の故障モードによっては、津波と同様に有意な指示変動となり、かつ即座に故障と断定できないため、今後、誤検知の可能性がある。

計 画 外				計 画 内					
No	データ欠測開始時刻		欠測時間	欠測理由	No	データ欠測開始時刻		欠測時間	欠測理由
1	2018/11/22	11:31	10分	データ収録エラー	1	2018/2/17	8:21	9時間40分	計画停電
2	2019/1/6	0:59	2日 11時間	現地潮位電源断	2	2018/3/22	9:41	1時間20分	定期点検
3	2019/4/4	23:02	15時間4分	現地潮位電源断	3	2018/3/28	11:00	1分	風向風速計交換
4	2019/5/8	9:38	13分	現地潮位電源断	4	2018/3/28	12:11	1時間	風向風速計交換
5	2019/5/9	0:02	10時間11分	現地潮位電源断	5	2018/8/2	13:01	3時間40分	現地詳細点検
6	2019/5/31	12:41	10分	データ収録エラー	6	2018/8/3	9:01	50分	現地詳細点検
7	2019/7/12	10:01	10分	データ収録エラー	7	2018/8/31	13:31	10時間29分	計画停電
8	2019/10/4	1:21	10分	データ収録エラー	8	2018/11/2	17:51	1日 15時間30分	計画停電
9	2019/10/4	22:21	10分	データ収録エラー	9	2018/11/9	17:51	2日 2時間30分	計画停電
10	2019/10/5	0:41	10分	データ収録エラー	10	2018/11/14	9:51	50分	定期点検
11	2019/10/5	3:21	10分	データ収録エラー	11	2018/11/16	19:11	2日 14時間	計画停電
12	2019/10/5	9:11	10分	データ収録エラー	12	2019/9/5	12:21	3時間40分	現地詳細点検
13	2019/10/5	12:01	10分	データ収録エラー	13	2019/9/6	9:01	1時間40分	現地詳細点検
14	2019/10/5	15:11	10分	データ収録エラー					
15	2019/10/5	19:21	10分	データ収録エラー					
16	2019/10/12	15:41	3日 1時間20分	停電					

津波以外の潮位変動（台風等も含む）による誤検知の整理

○津居山地点の潮位データ

- 2018年1月から2019年10月までの潮位データを分析。
- トリガーの設定に関しては津居山地点における津波波形をアウトプットする必要があるが、10分間の潮位変動を整理した結果は下表のとおり。最大で27cm（絶対値）。

単位:cm/10分

2018年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最大値	22	16	22	12	17	17	16	13	18	13	11	18
最小値	-27	-17	-25	-13	-15	-16	-18	-14	-16	-15	-12	-17

単位:cm/10分

2019年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月		
最大値	17	16	16	14	11	24	12	15	13	22		
最小値	-17	-15	-15	-12	-8	-20	-12	-14	-14	-22		



通常の潮汐で判断基準（1m/10分）に到達することはない。



## 誤検知による影響の整理


### ○ライフラインへの影響

- 高浜発電所4基運転時、一度に約340万KWの電源が喪失した場合、発電量の低下により、系統周波数が低下する。
- 交流送電の仕組みから、電源喪失前の電気使用量により、電源喪失時の裕度が決定される。使用量が大きければ電源喪失時に対する余裕が大きくなり、使用量が小さければ余裕が厳しくなる。
- 系統周波数の低下に伴い、系統安定化装置※が動作し、電気の使用量によっては、お客さまの電気の供給が停止される場合があり、一般公衆への波及影響が考えられる。

※周波数低下の抑制に見合った負荷を遮断する装置

### ○原子力プラントへの影響

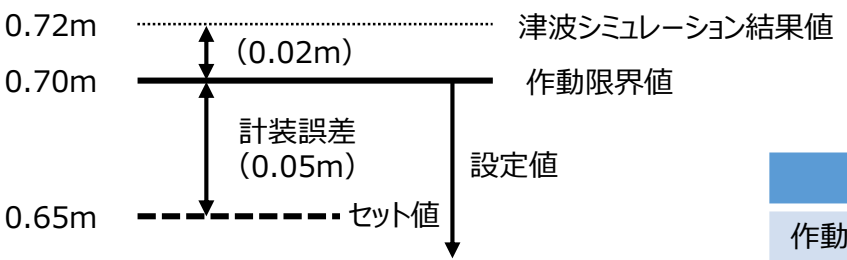
- 系統周波数が低下すれば、他の稼働中の原子力発電所の系統周波数も同様に低下する。これは、当該の発電所内も同様であり、誘導電動機を使用しているポンプの回転数が低下する。具体的には、1次冷却材ポンプの回転数が低下し、一時的に炉心を通過する冷却材流量が低下につながり、炉心の冷却状態が悪化する。



**高浜発電所4基同時停止により、送電系統運用の運用に影響を与え、ライフラインへの波及影響がある。また、系統擾乱により一時的であるが炉心冷却に温度上昇側の影響を与えるため、誤検知による不要な影響は回避すべき。**

潮位の判断基準値の考え方

- 取水路防潮ゲート閉止判断基準となる潮位の値 (0.70m) を作動限界値に設定する。
- セット値は、作動限界値から計装誤差 (0.05m) を差し引いて設定 (0.65m) する。
- 設定値は、セット値に計装誤差を加算しても確実に作動する0.70m以下とする。



●潮位計の判断基準値の概念図

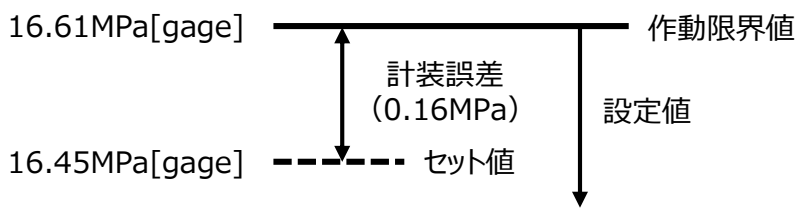
津波シミュレーション結果値：津波シミュレーションで算出した潮位変動の最小値  
 作動限界値：取水路防潮ゲート閉止判断基準となる潮位の値  
 セット値：実機の計装設備にセットする作動値  
 設定値：取水路防潮ゲート閉止判断のために必要な潮位変動値の許容範囲

表 潮位計の各値に対する許認可資料記載案について

	設置変更許可申請書	工事計画 (変更) 認可申請書
作動限界値	添付八 (0.70m)	添付資料 (0.70m)
セット値	まとめ資料 (0.65m)	添付資料 (0.65m)
設定値	まとめ資料 (0.70m以下)	要目表、添付資料 (0.70m以下)

【参考：原子炉トリップ (工学的安全施設作動) のうち加圧器圧力高原子炉トリップの例】

- 作動限界値は、設置許可申請書添十の解析で使用している作動値 (16.61MPa) を使用している。
- セット値は、作動限界値から計装誤差 (0.16MPa) を差し引いて設定 (16.45MPa) する。
- 設定値は、セット値に計装誤差を加算しても確実に作動する16.61MPa以下とする。



●加圧器圧力高原子炉トリップ設定値の概念図

作動限界値：解析で使用している原子炉トリップ信号の作動値  
 セット値：実機の計装設備にセットする作動値  
 設定値：原子炉トリップ信号の作動値の許容範囲

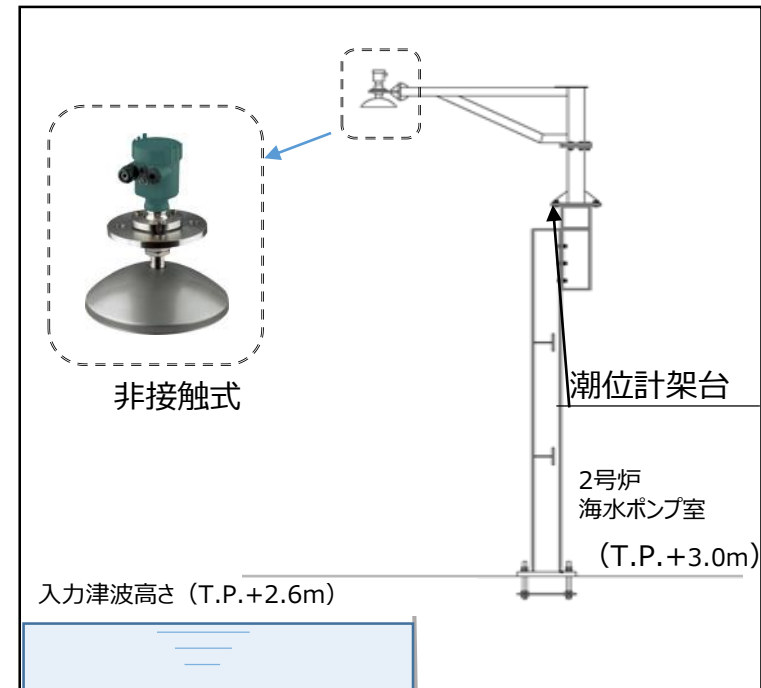
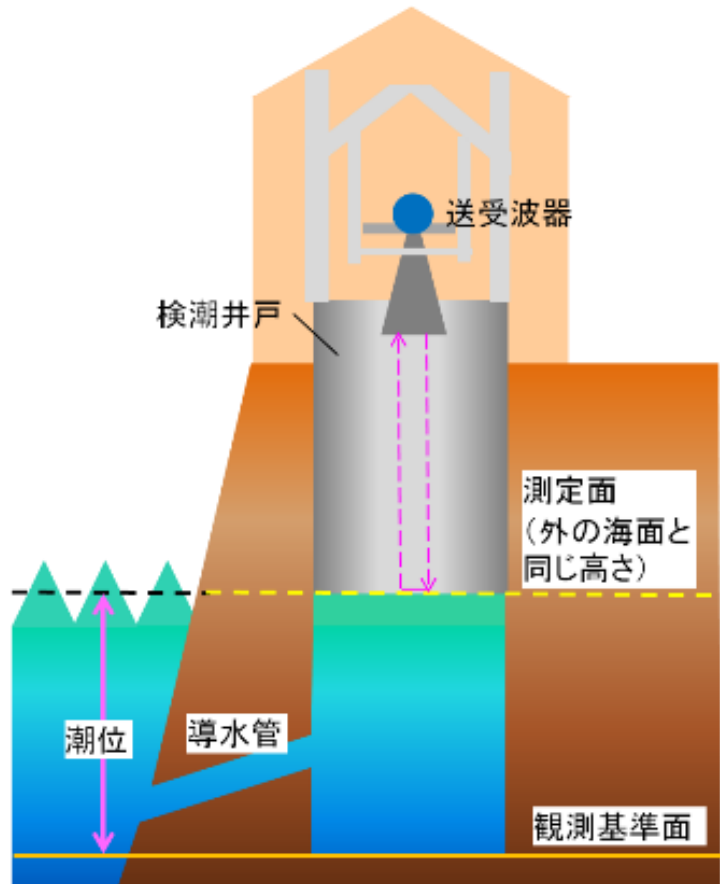
表 加圧器圧力高原子炉トリップの各値に対する許認可資料記載について

	設置変更許可申請書	工事計画 (変更) 認可申請書
作動限界値	添付十 (16.61MPa)	添付資料 (16.61MPa)
セット値	まとめ資料 (16.45MPa)	添付資料 (16.45MPa)
設定値	まとめ資料 (16.61MPa以下)	要目表、添付資料 (16.61MPa以下)

## 潮位計について

## 潮位計

- 検潮所で水位を計測するためには風浪の影響を受けないように導水管で外海とつながった検潮井戸の水位を図る必要がある。⇒ 検潮所
- 検出器から発信された超音波が海水面で反射して戻ってくるまでの時間差を測定することにより、水位として計測する。
- 観測方法としては非接触式のほかにもフロート式、差圧式などがある。

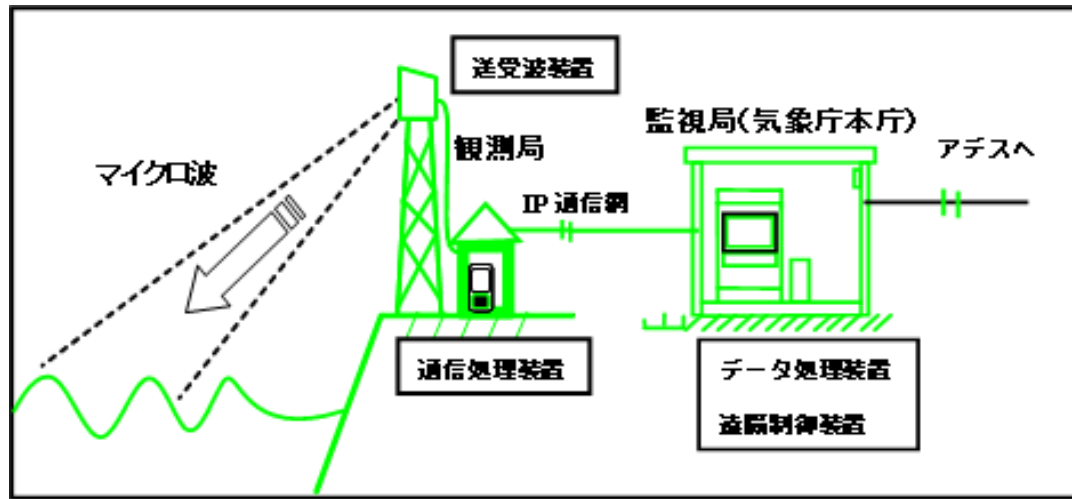


● 潮位計設置イメージ

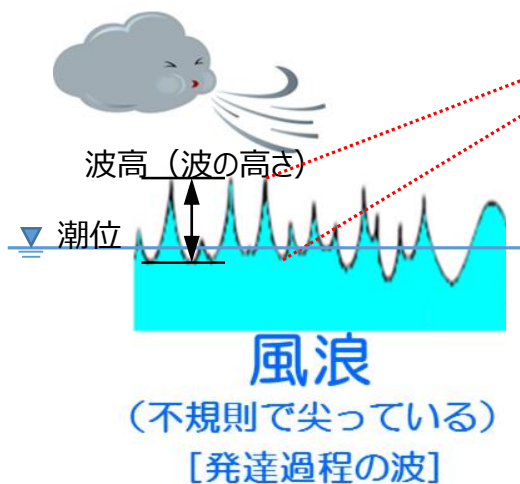


## 沿岸波浪計について

○経ヶ岬に設置されている沿岸波浪計はレーダー式波浪計であり、海岸から電波（マイクロ波）を海面に向けて発射し、波浪に伴う海面の動きに応じて反射波を測定している。



経ヶ岬沿岸波浪計（気象庁が管理）  
場所：京都府 京丹後市 経ヶ岬

沿岸  
波浪計

- 沿岸波浪計は海上にあらわれる波の山とそれに続く波の谷との高さの差を観測している。（標高を観測しているのではない）
- 潮位は基準面から計った海面の高さで、波浪など短周期の変動を平滑除去したもの。

➤ 沿岸波浪計では、一つ一つの波の表面的な動きを相対的に求めて波高としており、水位を計測しているわけではない。

## 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について(1/5)

## ○ 修正概要

- ① 計算過程におけるゲート質量の誤りを訂正した。（70t ⇒ 7.133 t）
- ② ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（社団法人ダム・堰施設技術協会，平成11年）（以下「ダム堰基準」という。）に記載のゲート開閉荷重の考え方を参照し、ゲートが自由落下する際の閉止時間評価の考え方を整理した。

ゲートの開閉時に作用する荷重としては、1．扉体の自重、2．支承、水密ゴムおよび堆泥による摩擦力、3．浮力、4．越流水による上・下向力、5．下端放流水による上・下向力及び6．その他の荷重（加味する必要がある場合）を考慮する。（ダム堰基準P.156）

  - 「2．支承、水密ゴムおよび堆泥による摩擦力」については、流速及び水圧によりゲートが押さえつけられることによる摩擦力を考慮する必要がある。第8 2 3回審査会合時においては、水圧による摩擦力として、谷本式により算定した波圧を考慮していたが、谷本式は流速の影響も含まれていることから、流速の影響を重複して考慮することとなっていた。今回、谷本式に変えて、ゲートの前面と背面の水位差を算定することで、ゲートに作用する水圧を評価することに改めた。
  - 「6．その他の荷重」として、鉛直方向の水の抗力を考慮することとした。

## 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について(2/5)

## ○ 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について

- ゲート扉体は短尺ラック棒（1m）によりゲート落下機構に固定されていることから、現状を反映したゲート閉止時間を算定する。
- ゲート扉体の落下距離6mのうち、ラック棒がゲート落下機構を通過する区間（以下「区間①」という。）は1mである。区間①においては、ゲート扉体はゲート落下機構に落下速度を制限された状態で落下し、その後の5m区間（以下「区間②」という。）については自由落下となる。

## a. 区間①の落下時間

- 長尺ラック棒（6m）がゲート落下機構を通過する時間は3m/分（検査等で確認済）であることを踏まえ、短尺ラック棒（1m）がゲート落下機構を通過する**区間①（1m）の落下時間は20秒**（ $1\text{m} / (3\text{m}/\text{分}) = 20\text{秒}$ ）と評価できる。

## b. 区間②の落下時間

- すでに津波が到達していることから、津波による流水抵抗等（保守的に流速3m/sから各抵抗力を算定）を考慮した条件で落下時間を算定した結果、**区間②（5m）の落下時間は2秒**と評価できる。（詳細は次ページ以降に示す。）

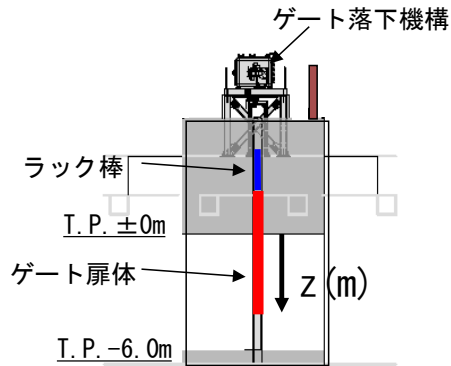
**a.及びb.より、ゲートを閉止（ゲート扉体が6m落下）するまでに要する時間は20秒程度と算定できるものの、余裕を考慮して1分と評価している。**



## 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について(3/5)

## 区間②の落下時間の算定について (1/3)

- ゲート扉体に作用する荷重を考慮した運動方程式により落下加速度を求め、落下時間を算定する。



$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = F(\downarrow) - F(\uparrow)$$

ここで、 $m$  : ゲート扉体質量 (t)  
 $z$  : ゲート扉体の落下距離 (m)  
 $F(\downarrow)$  : 下向きに作用する力 (kN)  
 $F(\uparrow)$  : 上向きに作用する力 (kN)

- ダム堰基準では、水門扉の扉体の開閉時の検討に考慮する荷重として下記1～6が示されている（ダム堰基準 P.156）。
- 1～6のうち、「4.越流水による上・下向力」については越流が発生しないこと、また、「5.下端放流水による上・下向力」については、下向きのダウンプルフォースが作用することから、ゲート閉止時の検討においては考慮しない。一方、「6.その他の荷重」については、ゲート底面に作用する鉛直方向の水の抗力を考慮する。各荷重の詳細を次ページ以降に示す。

- 扉体の自重
- 支承、水密ゴムおよび堆泥による摩擦力
- 浮力
- 越流水による上・下向力
- 下端放流水による上・下向力
- その他の荷重（加味する必要がある場合）

⇒①自重（↓）

⇒②流速による抵抗力（↑）、③水位差による抵抗力（↑）

⇒④浮力（↑）

⇒発生しない

⇒考慮しない

⇒⑤鉛直方向の水の抗力（↑）

## 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について(4/5)

### 区間②の落下時間の算定について (2/3)

前ページでの荷重の整理結果を踏まえた運動方程式は以下のとおりとなる。

$$m \frac{d^2z}{dt^2} = \underbrace{mg}_{①} - \underbrace{\mu Fa}_{②} - \underbrace{\mu Fb}_{③} - \underbrace{Fc}_{④} - \underbrace{Fd}_{⑤}$$

ここで、 $m$  : ゲート扉体質量 (t)  
 $z$  : ゲート扉体の落下距離 (m)  
 $Fa$  : 流速による抵抗力 (kN)  
 $Fb$  : 水位差による抵抗力 (kN)  
 $Fc$  : 浮力 (kN)  
 $Fd$  : 鉛直方向の水の抗力 (kN)  
 $\mu$  : 摩擦抵抗  
 (=0.4 ※ダム堰基準 P.158)

① 扉体の自重

ゲート扉体質量7.133tによる自重を考慮する。

② 流速による抵抗力

以下の式により流速による抵抗力を算定する。(ダム堰基準 P.582)

下図のとおり、ゲート閉止時の流速は0.8m/s程度であるが、抵抗力を保守的に評価するため、流速3.0m/sを考慮する。

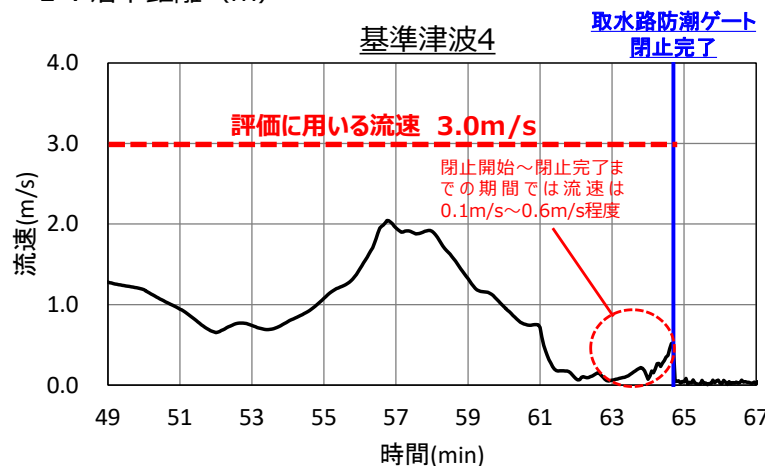
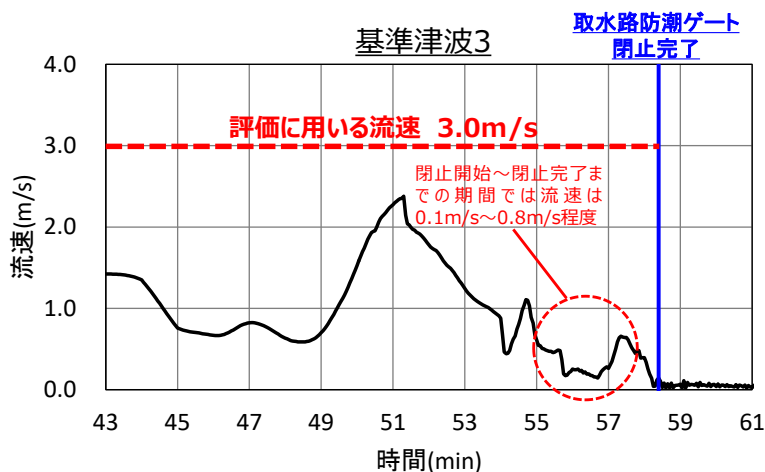
$$Fa = 1/2 \times \rho_0 \times v_a^2 \times C \times B \times z$$

$$= 1/2 \times 1.03 \times 3^2 \times 1.0 \times 3.9 \times z$$

$$= 18.077 \times z \text{ (kN)}$$

※ $z=6\text{m}$ では $Fa=108.5 \text{ (kN)}$

ここで、 $v_a$  : 流速 (3.0m/s)  
 $C$  : 水に対する抵抗係数 (=1.0)  
 ※ダム堰基準 P.582  
 $B$  : 作用幅 (3.9m)  
 $z$  : 落下距離 (m)



※ 津波シミュレーションでは、閉止完了時刻まではゲート開、閉止完了時刻以降はゲート全閉となる条件としている。  
 ※ 全方向流速 (絶対値) を示している。

## 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について(5/5)

## 区間②の落下時間の算定について (3/3)

## ③ 水位差による抵抗力

以下の式により水位差による抵抗力を算定する。(ダム堰基準 P.582)

$$\begin{aligned} F_b &= P \times B \times z \\ &= 1.03 \times 9.80665 \times 0.459 \times 3.9 \times z \\ &= \underline{18.082 \times z} \text{ (kN)} \\ &\quad \text{※}z=6\text{mでは}F_b=108.5 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここで、P：水位差による水圧（評価に用いる流速3.0m/sが作用した場合の、ゲート前面の水位上昇による水位差を考慮する。 $h=v_a^2/2g=0.459\text{m}$ より、 $P=\rho_0gh$  (kN/m<sup>2</sup>) を扉体に作用させる。）  
B：作用幅 (3.9m)  
z：落下距離 (m)

## ④ 浮力

以下の式により浮力を算定する。(ダム堰基準 P.582)

$$\begin{aligned} F_c &= \rho_0 \times g \times V \times z / 6 \\ &= 1.03 \times 9.80665 \times 0.847 \times z / 6 \\ &= \underline{1.426 \times z} \text{ (kN)} \\ &\quad \text{※}z=6\text{mでは}F_c=8.56 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここで、V：扉体の体積 (0.847m<sup>3</sup>)  
z：落下距離 (m)

※扉体はスキンプレート（片面）をH鋼等で補強している構造であり、落下時に鋼材間の空気は水と入れ替わることから、扉体に作用する浮力は鋼材体積から算定した浮力とする。

## ⑤ 鉛直方向の水の抗力

以下の式により鉛直方向の水の抗力を算定する。(ダム堰基準 P.582)

$$\begin{aligned} F_d &= 1/2 \times \rho_0 \times v_b^2 \times C \times A \\ &= 1/2 \times 1.03 \times v_b^2 \times 1.0 \times 2.125 \\ &= \underline{1.0944 \times v_b(z)^2} \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここで、 $v_b(z)$ ：z(m)地点の落下速度 (m/s) ※落下距離に応じた速度を考慮する  
C：水に対する抵抗係数 (=1.0) ※ダム堰基準 P.582  
A：ゲート底面積 (2.125m<sup>2</sup>)  
z：落下距離 (m)

①～⑤より、運動方程式は以下のとおりとなる。

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = mg - \mu F_a - \mu F_b - F_c - F_d$$

$$7.133 \times \frac{d^2 z}{dt^2} = 7.133 \times 9.80665 - 0.4 \times 18.077 \times z - 0.4 \times 18.082 \times z - 1.426 \times z - 1.0944 \times \left(\frac{dz}{dt}\right)^2$$

保守的な評価として、区間②における自由落下開始時の速度を0m/sとすると、**区間② (5m) の落下時間は約1.79秒**となる。



隠岐トラフ海底地すべり単独の津波の防潮ゲート開状態における施設影響確認 ( 1 / 4 )

- 防潮ゲート開状態における施設影響確認については、「海底地すべりエリアB (Kinematicモデルによる方法)」の津波水位計算結果に潮位のばらつき(上昇側+0.15m、下降側-0.17m)及び高潮裕度(上昇側+0.49m)を考慮した数値にて行う。
- (1) - 1. 外郭防護 1 における評価結果への影響 (地上部からの到達流入評価結果への影響)
  - 取水路防潮ゲート「開」の場合、一部設備において、地上部からの津波の到達・流入が否定できない。

第823回審査会合資料2-2 P37再掲

		状況	津波水位※1 (防潮ゲート開)	評価	
1号炉及び2号炉	設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋	T.P.+3.5m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.4m (1号炉海水ポンプ室)	到達・流入が否定できない※2	
			T.P.+4.4m (2号炉海水ポンプ室)		
			T.P.+4.6m (放水路 (奥))		
	設計基準対象施設の海水ポンプ室	T.P.+3.5m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.4m (1号炉海水ポンプ室)	到達・流入が否定できない	
			T.P.+4.4m (2号炉海水ポンプ室)		
			T.P.+4.6m (放水路 (奥))		
	設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備	復水タンク	T.P.+5.2m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.4m (1号炉海水ポンプ室)	到達・流入しない
				T.P.+4.4m (2号炉海水ポンプ室)	
				T.P.+4.6m (放水路 (奥))	
	設計基準対象施設の燃料油貯油そう	燃料油貯油そう	T.P.+24.9m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.4m (1号炉海水ポンプ室)	到達・流入しない
				T.P.+4.4m (2号炉海水ポンプ室)	
				T.P.+4.6m (放水路 (奥))	
3号炉及び4号炉	設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋	T.P.+3.5m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.5m (3, 4号炉循環水ポンプ室前面)	到達・流入が否定できない※2	
			T.P.+4.6m (放水路 (奥))		
	設計基準対象施設の海水ポンプ室	T.P.+3.5m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.5m (3, 4号炉循環水ポンプ室前面)	到達・流入が否定できない	
			T.P.+4.6m (放水路 (奥))		
			T.P.+4.6m (放水路 (奥))		
	設計基準対象施設の燃料油貯油そう	燃料油貯油そう	T.P.+3.5m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.5m (3, 4号炉循環水ポンプ室前面)	到達・流入が否定できない※3
				T.P.+4.6m (放水路 (奥))	
				T.P.+4.6m (放水路 (奥))	
	設計基準対象施設の復水タンク	復水タンク	T.P.+3.5m以上の敷地に設置されている。放水口側は高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤及び防潮扉並びに設計高さT.P.+8.0mの1号及び2号炉放水ヒット止水板を設置する。	T.P.+4.5m (3, 4号炉循環水ポンプ室前面)	到達・流入しない※4
				T.P.+4.6m (放水路 (奥))	

※1：取水路防潮ゲート開状態において、既許可の評価から変更となる水位を赤字で記載  
 ※2：建屋境界壁には、水密扉及び貫通部止水処置を施している (1, 2号：既許可で確認済みの対策、3, 4号：既許可で未確認の対策) ことから、建屋への津波の流入はないと考えられる。  
 ※3：燃料油貯油そうの蓋にかかる水圧を評価した結果 (既許可で未確認の評価)、津波の流入はないと考えられる。  
 ※4：復水タンクはT.P.15.0mの高台に設置されており、津波の到達・流入はない。

## 隠岐トラフ海底地すべり単独の津波の防潮ゲート開状態における施設影響確認 (2 / 4)

### (1) - 2. 外郭防護 1 における評価結果への影響 (各経路からの流入評価結果)

○取水路防潮ゲート「開」の場合、一部の経路からの津波の流入が否定できない。

エリア				津波水位※1 (防潮ゲート開)	許容津波水位	裕度	評価
取水路	1号炉	海水系	海水ポンプ室	T.P.+4.4m (1号炉海水ポンプ室)	T.P.+3.5m	▲0.9m	経路からの津波の流入が否定できない
		循環水系	循環水ポンプ室				
	2号炉	海水系	海水ポンプ室	T.P.+4.4m (2号炉海水ポンプ室)	T.P.+3.5m	▲0.9m	経路からの津波の流入が否定できない
		循環水系	循環水ポンプ室				
	3号及び4号炉	海水系	点検用トンネル	T.P.+4.1m	T.P.+12.1m	8.0m	流入しない
			海水ポンプ室	T.P.+4.4m	T.P.+3.5m	▲0.9m	経路からの津波の流入が否定できない
		循環水系	循環水ポンプ室	T.P.+4.5m	T.P.+3.5m	▲1.0m	経路からの津波の流入が否定できない
			取水路防潮ゲート前面	T.P.+4.3m	T.P.+8.5m	4.2m	流入しない
	1号及び2号炉	その他配管 (クリーンアップ排水管等)		T.P.+4.5m	T.P.+3.5m	▲1.0m	経路からの津波の流入が否定できない
	3号及び4号炉						
放水路	1号及び2号炉	放水路	放水口付近	T.P.+4.4m	T.P.+8.0m	3.6m	流入しない
			防潮扉前	T.P.+4.6m (放水路 (奥))	T.P.+8.0m	3.4m	流入しない
			放水路 (奥)	T.P.+4.6m	T.P.+8.0m	3.4m	流入しない
			放水ビット				
	3号及び4号炉	放水口付近		T.P.+4.4m	T.P.+8.0m	3.6m	流入しない
屋外排水路	取水路に接続される系統		T.P.+4.5m	T.P.+3.5m	▲1.0m	経路からの津波の流入が否定できない	
	1, 2号炉放水路に接続される系統		T.P.+4.6m (放水路 (奥))	T.P.+8.0m	1.3m	流入しない	
	放水口側護岸から直接海に接続される系統		T.P.+4.4m (放水口前面)	T.P.+8.0m	1.8m	流入しない	

※1：取水路防潮ゲート開状態において、既許可の評価から変更となる水位を赤字で記載

隠岐トラフ海底地すべり単独の津波の防潮ゲート開状態における施設影響確認 (3 / 4)

(2) 外郭防護 2 における評価結果への影響

- 外郭防護 2 の評価において設定した浸水想定範囲は、取水路防潮ゲート開の状態では津波が流入すると考えられる。
- なお、上記の津波の流入を想定した場合における津波水位と海水ポンプの機能保持水位との比較を実施した結果、1号炉及び2号炉海水ポンプの機能保持水位は津波水位を上回ることから、海水ポンプが機能喪失することはないが、3、4号炉海水ポンプの機能保持水位は津波水位を下回ることから、海水ポンプが機能保持できない。

	海水ポンプ機能保持水位	津波水位※1	評価
1号炉	T.P.+4.67m	T.P.+4.4m (1号炉海水ポンプ室前面)	海水ポンプ機能保持水位は津波水位を上回ることから、 <u>海水ポンプが機能喪失することはない。</u>
2号炉	T.P.+4.67m	T.P.+4.4m (2号炉海水ポンプ室前面)	
3,4号炉	T.P.+3.85m	T.P.+4.4m (T.P.+3.7m※3) (3, 4号炉循環水ポンプ室前面※2)	海水ポンプ機能保持水位は津波水位を下回ることから、 <u>海水ポンプが機能保持できない。</u> (ただし、海水ポンプ及び循環水ポンプの運転台数、解析モデルを実態に合わせた評価では、海水ポンプが機能喪失することはない。)

※1：取水路防潮ゲート開状態において、既許可の評価から変更となる水位を赤字で記載  
 ※2：3, 4号炉海水ポンプ室床面はT.P.+6.0mの水位を想定し設計した浸水防止蓋を設置していることから、海水ポンプ室頂版からの津波の流入はないため、3, 4号炉海水ポンプ室前面の値ではなく、3, 4号炉循環水ポンプ室前面の値を記載している  
 ※3：ポンプの運転台数（循環水ポンプ1号2台運転、3号2台運転、海水ポンプ全号炉2台運転）及び解析モデルを実態に合わせた場合（2019年6月13日、第1回警報が発表されない可能性のある津波への対応の現状聴取に係る会合の資料1に記載のポンプ運転台数及び解析条件における津波水位T.P.+3.0mに潮位のばらつき0.15mと高潮裕度0.49mを考慮）の3, 4号炉循環水ポンプ室の津波水位

(3) 内郭防護における評価結果への影響

- 外郭防護 2 の評価と同様に、内郭防護において設定した浸水防護重点化範囲の境界壁まで、取水路防潮ゲート開の状態では津波が直接流入すると想定した場合においても、浸水防護重点化範囲の境界壁には、水密扉及び貫通部止水処置を実施していることから、津波の流入はないと考えられる。
- なお、既許可においては、循環水配管の破断箇所からの津波流入を想定していたが、基準津波 3 は隠岐トラフ海底地すべり単独に起因するものであることから、当該箇所の破断は想定されないため、上記の津波の流入以外については考慮する必要はない。

隠岐トラフ海底地すべり単独の津波の防潮ゲート開状態における施設影響確認（4 / 4）

(4) 水位変動に伴う取水性低下のうち、海水ポンプ取水性に対する評価結果への影響

○海水ポンプの取水可能水位を下回るため、海水ポンプの取水性が確保できない。

	取水可能水位※1	津波水位※2	評価
1号炉	T.P.-3.21m	T.P.-3.7m（1号炉海水ポンプ室前面）	津波水位が海水ポンプの取水可能水位を下回るため、 <u>水位低下によって海水ポンプが機能保持できない。</u>
2号炉	T.P.-3.21m	T.P.-3.8m（2号炉海水ポンプ室前面）	
3,4号炉	T.P.-3.55m	T.P.-3.8m（3, 4号炉海水ポンプ室前面）	

※1：実験から設定した取水可能水位（1, 2号炉：既許可で確認済みの数値、3, 4号炉：既許可で未確認の数値）

※2：取水路防潮ゲート開状態において、既許可の評価から変更となる水位を赤字で記載

(5) 水位変動に伴う取水性低下のうち、津波の二次的な影響に対する評価結果への影響

○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・堆積については、取水路防潮ゲート開の場合にも、海水ポンプ室前面における砂の堆積量が既許可を上回ることはない。

○基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入については、発電所周辺海域の底質土砂の粒度分布に変更がないことから、混入した浮遊砂による海水ポンプの機能への影響は無い。

○津波の流向・流速等は、取水路防潮ゲートの条件が変更となった場合においても、発電所周辺の津波の傾向に大きな変動はないことから、漂流物による海水ポンプの機能への影響は無い。



## 潮位計による津波検知後の防潮ゲート閉止が実現できなかった場合における影響（条文との関連）（例）

設置許可基準規則	海水ポンプ	燃料油貯油そう
1条 適用範囲		
2条 定義		
3条 設計基準対象施設の地盤		
4条 地震による損傷の防止		
5条 津波による損傷の防止		
6条 外部からの衝撃による損傷の防止		
7条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		
8条 火災による損傷の防止		
9条 溢水による損傷の防止等		
10条 誤操作の防止		
11条 安全避難通路等		
12条 安全施設		
13条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止		
14条 全交流動力電源喪失対策設備		
15条 炉心等		
16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設		
17条 原子炉冷却材圧力バウンダリ		
18条 蒸気タービン		
19条 非常用炉心冷却設備	○	
20条 一次冷却材の減少分を補給する設備		
21条 残留熱を除去することができる設備		
22条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備	○	
23条 計測制御系統施設		
24条 安全保護回路		
25条 反応度制御系統及び原子炉停止系統		
26条 原子炉制御室等		
27条 放射性廃棄物の処理施設		
28条 放射性廃棄物の貯蔵施設		
29条 工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護		
30条 放射線からの放射線業務従事者の防護		
31条 監視設備		
32条 原子炉格納施設		
33条 保安電源設備		○
34条 緊急時対策所		
35条 通信連絡設備		
36条 補助ボイラー		
37条 重大事故等の拡大の防止等		
38条 重大事故等対処施設の地盤		
39条 地震による損傷の防止		
40条 津波による損傷の防止		
41条 火災による損傷の防止		
42条 特定重大事故等対処施設		
43条 重大事故等対処設備	○	○
44条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備		○
45条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備		○
46条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備		○
47条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備		○
48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備		○
49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	○	○
50条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	○	○
51条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備		○
52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		○

設置許可基準規則	海水ポンプ	燃料油貯油そう
53条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備		○
54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備		○
55条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備		
56条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備		○
57条 電源設備		○
58条 計装設備		○
59条 原子炉制御室		○
60条 監視測定設備		○
61条 緊急時対策所		○
62条 通信連絡を行うために必要な設備		○

○本表については、防潮ゲート閉止が実現できず、海水ポンプ、燃料油貯油そうが津波防護できないと仮定した場合の機能的に影響のある条文である。

○防潮ゲート閉止が実現できなかった場合には多くの条文に影響することから、信頼性を確保するため、防潮ゲートはMS-1に位置づけられていると考えられる。

○なお、これらの条文への影響については、第5条（第40条）において、防潮ゲートを閉止し、海水ポンプ等の設計基準対象施設（重大事故等対処施設）を津波から防護すること（第5条、第40条要求を満足すること）により回避できる。

## 関連条文整理表 (1 / 3)

関係性欄の凡例

今回申請での関係条文	○
今回申請での無関係の条文	×

既許可変更有無欄の凡例

既許可変更有り	○
既許可変更無し	×

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第1条	適用範囲	×	×	適用する基準(法令)についての説明であり、要求事項ではないため、関係条文ではない。
第2条	定義	×	×	言葉の定義であり、要求事項ではないため、関係条文ではない。
第3条	設計基準対象施設の地盤	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、設計基準対象施設の地盤に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第4条	地震による損傷の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、地震による損傷の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第5条	津波による損傷の防止	○	○	本条文は設計基準対象施設に関しての津波に係る条文であり、本申請に伴い、設置許可申請書の記載を変更する。
第6条	外部からの衝撃による損傷の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、外部からの衝撃による損傷の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第7条	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	本条文は発電用原子炉全般に關係するが、本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第8条	火災による損傷の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、火災による損傷の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第9条	溢水による損傷の防止等	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、溢水による損傷の防止等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第10条	誤操作の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、誤操作の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第11条	安全避難通路等	○	×	本条文は発電用原子炉全般に關係するが、本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、安全避難通路等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第12条	安全施設	○	○	本申請において、潮位計の安全機能について明記することから、設置許可申請書の記載を変更する。
第13条	運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第14条	全交流動力電源喪失対策設備	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、全交流動力電源喪失対策設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第15条	炉心等	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、炉心等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第16条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第17条	原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、原子炉冷却材圧力バウンダリに係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第18条	蒸気タービン	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、蒸気タービンに係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第19条	非常用炉心冷却設備	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、非常用炉心冷却設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第20条	一次冷却材の減少分を補給する設備	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、一次冷却材の減少分を補給する設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

## 関連条文整理表（2 / 3）

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 21 条	残留熱を除去することができる設備	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、残留熱を除去することができる設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 22 条	最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備	○	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 23 条	計測制御系統施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、計測制御系統施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 24 条	安全保護回路	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、安全保護回路に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 25 条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 26 条	原子炉制御室等	○	○	本申請に伴い、外部状況を把握する設備としての潮位計に関する記載を変更することから、設置許可申請書の記載を変更する。
第 27 条	放射性廃棄物の処理施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、放射性廃棄物の処理施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 28 条	放射性廃棄物の貯蔵施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、放射性廃棄物の貯蔵施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 29 条	工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 30 条	放射線からの放射線業務従事者の防護	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、放射線からの放射線業務従事者の防護に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 31 条	監視設備	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、監視設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 32 条	原子炉格納施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、原子炉格納施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 33 条	保安電源設備	○	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、保安電源設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 34 条	緊急時対策所	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、緊急時対策所に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 35 条	通信連絡設備	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、通信連絡設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 36 条	補助ボイラー	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、補助ボイラーに係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 37 条	重大事故等の拡大の防止等	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、有効性評価に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 38 条	重大事故等対処施設の地盤	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 39 条	地震による損傷の防止	×	×	同上
第 40 条	津波による損傷の防止	○	○	本条文は重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設に関する津波に係る条文であり、本申請に伴い、設置許可申請書の記載を変更する。
第 41 条	火災による損傷の防止	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。



## 関連条文整理表（3 / 3）

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 42 条	特定重大事故等 対処施設	○	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 43 条	重大事故等対処 設備	○	×	同上
第 44 条	緊急停止失敗時 に発電用原子炉 を未臨界にする ための設備	○	×	同上
第 45 条	原子炉冷却材圧 力パウンダリ高 圧時に発電用原 子炉を冷却する ための設備	○	×	同上
第 46 条	原子炉冷却材圧 力パウンダリを 減圧するための 設備	○	×	同上
第 47 条	原子炉冷却材圧 力パウンダリ低 圧時に発電用原 子炉を冷却する ための設備	○	×	同上
第 48 条	最終ヒートシン クへ熱を輸送す るための設備	○	×	同上
第 49 条	原子炉格納容器 内の冷却等のた めの設備	○	×	同上
第 50 条	原子炉格納容器 の過圧破損を防 止するための設 備	○	×	同上
第 51 条	原子炉格納容器 下部の熔融炉心 を冷却するための 設備	○	×	同上
第 52 条	水素爆発による 原子炉格納容器 の破損を防止す るための設備	○	×	同上
第 53 条	水素爆発による 原子炉建屋等の 損傷を防止する ための設備	○	×	同上
第 54 条	使用済燃料貯蔵 槽の冷却等のた めの設備	○	×	同上
第 55 条	工場等外への放 射性物質の拡散 を抑制するため の設備	×	×	同上

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 56 条	重大事故等の収 束に必要なとなる 水の供給設備	○	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 57 条	電源設備	○	×	同上
第 58 条	計装設備	○	×	同上
第 59 条	運転員が原子炉 制御室にとどま るための設備	○	×	同上
第 60 条	監視測定設備	○	×	同上
第 61 条	緊急時対策所	○	×	同上
第 62 条	通信連絡を行う ために必要な設 備	○	×	同上



## 原子炉保護系における「2 out of 4」の所要チャンネルの考え方

2/4ロジックにおける規制庁殿審査資料

H26.4.24審査会にて、新規基準の審査状況を踏まえた保安規定改正に係る基本方針としてご説明。

資料1-3

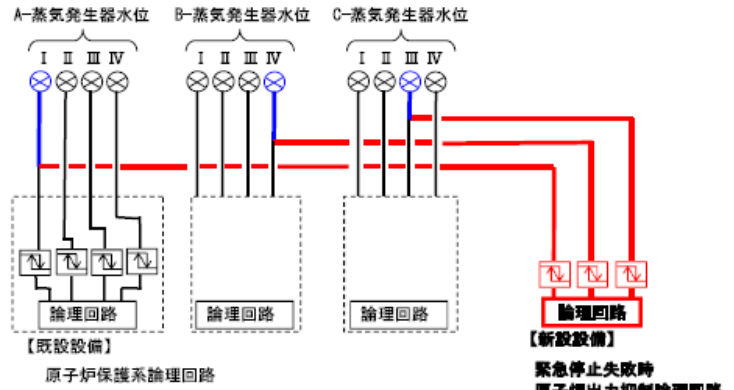
### 保安規定変更に係る基本方針

平成30年9月

北海道電力株式会社  
 関西電力株式会社  
 四国電力株式会社  
 九州電力株式会社

原子炉保護系の所要チャンネルの考え方（赤枠箇所）について、保安規定における基本方針としてご確認いただいている。

【例】保安規定記載例は、別紙-3「具体的な記載例（川内原子力発電所の例）」参照



※1： 4チャンネル構成による2 out of 4のロジックとしているプラントについては、プラントによって以下の2通りのLCOを規定している。

- ① 単一故障を想定しても、事故時に確実な動作を保証する設備数（3チャンネル）を所要チャンネルとして記載。
- ② 設置している設備数（4チャンネル）を所要チャンネル数として記載。  
 この場合、残りの3チャンネルが動作可能であることを条件に、1チャンネルのバイパスを許可し、バイパスしたチャンネルを動作不能とはみなさないことを規定している。

※2： ※1の通り、プラントにより設計基準事故対処設備の所要チャンネル数の記載が異なるため、重大事故等対処設備の所要チャンネル数は各プラントの設計基準事故対処設備の所要チャンネル数の考え方と同様に設定する。

- ①：点検時故障時共に、1ch動作不能となっても動作を保証する3chを有するためLCOとならない。
- ②：点検時は、残り3chが健全であることを前提に、1chのバイパスを動作不能とみなさないため、LCOとならない。ただ、故障時は、残り3chが健全であるか不明であるため、それが確認できるまでLCOを宣言する必要あり。

設計基準事故対処設備の「事故時監視計装」は、事故時において、事故の状態を把握し対策を講じるために必要なパラメータを監視できる機能を確保するために、適用モードにおいて動作可能であるべき所要チャンネル数を運転上の制限として規定しているものであることから、この設計基準事故対処設備のLCOに対する考え方は重大事故等への対応に必要なパラメータについても同様の考え方を適用することが妥当であることから、設計基準事故対処設備の「事故時監視計装」を参考にLCOを設定する。

(添付-4「重大事故等対処設備のうち計装設備の保安規定への規定について」(保安規定記載例は、別紙-3「具体的な記載例（川内原子力発電所の例）」参照)

## 津波警報が発表されない可能性がある津波に関する保安規定記載内容

### ➤ 高浜発電所保安規定抜粋（2020年1月16日改正版）

＜第91条＞	＜第18の3条＞	＜添付2＞
<p>(異常時の基本的な対応)</p> <p>第91条 当直課長は、原子炉施設が次の各号に該当する場合、発電室長に報告する。 なお、本節における異常とは、次の各号に該当する場合および第2項に該当する場合のことをいう。</p> <p>(1) 原子炉の自動トリップ信号が発信した場合<sup>※1</sup></p> <p>(2) 原子炉が自動トリップすべき事態が発生したと判断されるにもかかわらず、自動トリップ信号が発信しない場合</p> <p>(3) 原子炉を手動トリップした場合<sup>※1</sup></p> <p>2. 当直課長は、使用済燃料ピットにおいて燃料集合体の落下が発生した場合、発電室長に報告する。</p> <p>3. 発電室長は、第1項または第2項の報告を受けた場合、関係する各課(室)長に、その原因調査および対応措置を依頼するとともに、所長および原子炉主任技術者に報告する。</p> <p>4. 関係する各課(室)長は、第3項の依頼を受けた場合、原因調査および対応措置を実施するとともに、その結果を発電室長に連絡する。</p> <p>5. 発電室長は、第4項の連絡を受けた場合、原因および対応措置について、所長および原子炉主任技術者に報告するとともに、当直課長に連絡<sup>※2</sup>する。</p> <p>6. 第1項に定める異常の原因が、第93条第3項に該当する場合は、第3項から第5項を省略することができる。</p> <p>※1：予定された検査または確認による場合を除く。 ※2：この場合の当直課長への連絡は、その時点でその当直業務を担当している当直課長への連絡をいう。</p>	<p>(その他自然災害発生時等の体制の整備)</p> <p>第18条の3 安全・防災室長は、原子炉施設内において<u>その他自然災害(「地震、津波および竜巻等」をいう。以下、本条において同じ。)</u>が発生した場合における原子炉施設の保全のための活動<sup>※1</sup>を行う体制の整備として、次の各号を含む計画を策定し、所長の承認を得る。また、計画は、添付2に示す「火災、内部溢水、火山影響等および自然災害発生時の対応に係る実施基準」に従い策定する。</p> <p>(1) その他自然災害発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な要員の配置</p> <p>(2) その他自然災害発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う要員に対する教育訓練</p> <p>(3) その他自然災害発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な資機材の配備</p> <p>2. 各課(室)長(当直課長を除く。)は、前項の計画に基づき、<u>その他自然災害発生時における原子炉施設の保全のために必要な体制および手順の整備を実施する。</u></p> <p>3. 各課(室)長は、第2項の活動の実施結果を取りまとめ、第1項に定める事項について定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じ、安全・防災室長に報告する。安全・防災室長は、第1項に定める事項について定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じる。</p> <p>4. 各課(室)長は、その他自然災害の影響により、原子炉施設の保安に重大な影響を及ぼす可能性がある<sup>※1</sup>と判断した場合は、所長、原子炉主任技術者および関係課(室)長に連絡するとともに、必要に応じて原子炉停止等の措置について協議する。</p> <p>5. 3号炉および4号炉について、原子力技術部門統括(原子力技術)および原子力技術部門統括(土木建築)は、その他自然災害に係る新たな知見等の収集、反映等を実施する。</p> <p>6. 3号炉および4号炉について、原子力技術部門統括(原子力技術)は、その他自然災害のうち地震に関して、新たな波及的影響の観点の抽出を実施する。</p> <p>7. 3号炉および4号炉について、原子力技術部門統括(原子力技術)および原子力技術部門統括(土木建築)は、地震観測および影響確認に関する活動を実施する。</p> <p>8. 3号炉および4号炉について、原子力安全部門統括は、定期的に発電所周辺の航空路を含めた航空機落下確率評価に用いるデータの変更状況を確認し、確認結果に基づき防護措置の要否を判断する。防護措置が必要と判断された場合は、関係箇所へ防護措置の検討依頼を行う。また、関係箇所への対応が完了したことを確認する。</p> <p>※1：その他自然災害発生時に行う活動を含む(以下、本条において同じ)。</p>	<p>＜添付2＞</p> <p>5 津波</p> <p>3号炉および4号炉について、安全・防災室長は、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備として、次の5.1項から5.4項を含む計画を策定し、所長の承認を得る。また、各課(室)長は、計画に基づき、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制および手順の整備を実施する。</p> <p>5.1 要員の配置</p> <p>(1) 所長は、災害(原子力災害を除く。)が発生するおそれがある場合または発生した場合に備え、必要な要員を配置する。</p> <p>(2) 所長は、原子力災害が発生するおそれがある場合または発生した場合に備え、第12.1条に定める必要な要員を配置する。</p> <p>5.2 教育訓練の実施</p> <p>(1) 安全・防災室長は、全所員に対して、津波防護の運用管理に関する教育訓練を定期的に実施する。</p> <p>(2) 発電室長は、運転員に対して、津波発生時の運転操作等に関する教育訓練を定期的に実施する。</p> <p>(3) 各課(室)長は、各課員に対して、津波防護施設、浸水防止設備および津波監視設備の保守管理、点検に関する教育訓練を定期的に実施する。</p> <p>5.3 資機材の配備</p> <p>各課(室)長は、津波発生時に使用する資機材を配備する。</p> <p>5.4 手順書の整備</p> <p>(1) 各課(室)長(当直課長を除く。)は、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制の整備として、以下の活動を実施することを社内標準に定める。</p> <p>a. 水密扉の閉止状態の管理</p> <p>当直課長は、B中央制御室において水密扉監視設備の警報監視により、水密扉の閉止状態の確認および閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作を行う。また、各課(室)長は、水密扉解放後の確実な閉止操作および閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作を行う。</p> <p>b. 発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合の対応</p> <p>(a) 当直課長は、原則として3号炉および4号炉の循環水ポンプを停止する。また、原子炉を停止させ原子炉の冷却操作を実施するとともに、A中央制御室から取水路防潮ゲートを閉止する。</p> <p>ただし、以下の場合はその限りではない。</p> <p>ア 大津波警報が誤報であった場合</p> <p>イ 遠方で発生した地震に伴う津波であって、発電所を含む地域に、到達するまでの時間経過で、大津波警報が見直された場合</p>
<p>＜第93条＞</p> <p>(異常収束後の措置)</p> <p>第93条 当直課長は、第91条第1項の異常の収束後に原子炉を再起動する場合、その原因に対する対策が講じられていることおよび各モードにおいて適用される運転上の制限を満足していることを確認する。</p> <p>2. 当直課長は、第91条第1項の異常の収束後に原子炉を再起動する場合、原子炉主任技術者の確認を得て、所長の承認を得る。</p> <p>3. 当直課長は、第91条第1項の異常の原因が、次のいずれかに該当する場合は、第2項によらず原子炉を再起動することができる。</p> <p>(1) 発電所外で電気事故が発生し、その電気事故の波及で原子炉がトリップした場合または波及防止の措置として原子炉をトリップさせた場合</p> <p>(2) 第18条、第18条の2の2または第18条の3の措置として原子炉をトリップさせた場合</p>		<p>津波警報が発表されない可能性がある津波の対応手順(再起動判断を含む)を反映予定である。</p>

## 高浜発電所保安規定の添付 2 火災、内部溢水、火山影響等および自然災害発生時の対応に係る実施基準（抜粋）

## 5 津 波

3号炉および4号炉について、安全・防災室長は、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備として、次の5. 1項から5. 4項を含む計画を策定し、所長の承認を得る。また、各課（室）長は、計画に基づき、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制および手順の整備を実施する。

## 5. 1 要員の配置

- (1) 所長は、災害（原子力災害を除く。）が発生するおそれがある場合または発生した場合に備え、必要な要員を配置する。
- (2) 所長は、原子力災害が発生するおそれがある場合または発生した場合に備え、第121条に定める必要な要員を配置する。

## 5. 2 教育訓練の実施

- (1) 安全・防災室長は、全所員に対して、津波防護の運用管理に関する教育訓練を定期的に実施する。
- (2) 発電室長は、運転員に対して、津波発生時の運転操作等に関する教育訓練を定期的に実施する。
- (3) 各課（室）長は、各課員に対して、津波防護施設、浸水防止設備および津波監視設備の保守管理、点検に関する教育訓練を定期的に実施する。

## 5. 3 資機材の配備

各課（室）長は、津波発生時に使用する資機材を配備する。

## 5. 4 手順書の整備

- (1) 各課（室）長（当直課長を除く。）は、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制の整備として、以下の活動を実施することを社内標準に定める。

## a. 水密扉の閉止状態の管理

当直課長は、B中央制御室において水密扉監視設備の警報監視により、水密扉の閉止状態の確認および閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作を行う。また、各課（室）長は、水密扉解放後の確実な閉止操作および閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作を行う。

## b. 発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合の対応

(a) 当直課長は、原則として3号炉および4号炉の循環水ポンプを停止する。また、原子炉を停止させ原子炉の冷却操作を実施するとともに、A中央制御室から取水路防潮ゲートを閉止する。

ただし、以下の場合はその限りではない。

ア 大津波警報が誤報であった場合

イ 遠方で発生した地震に伴う津波であって、発電所を含む地域に、到達するまでの時間経過で、大津波警報が見直された場合

(b) 原子燃料課長および放射線管理課長は、燃料等輸送船に関し、津波警報等が発令された場合、荷役作業を中断し、陸側作業員および輸送物の退避に関する措置を実施する。

(c) 原子燃料課長および放射線管理課長は、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡を行う。

(d) 当直課長は、津波監視カメラおよび潮位計による津波の襲来状況の監視を実施する。

## c. 発電所を含む地域に津波警報等が発令された場合の対応

(a) 当直課長は、速やかにゲート落下機構の電源系および制御系に異常がないことを確認する。

(b) 原子燃料課長および放射線管理課長は、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡を行う。

(c) 当直課長は、津波監視カメラおよび潮位計による津波の襲来状況の監視を実施する。

## d. 取水路防潮ゲートの管理

(a) 取水路防潮ゲート4門のうち、片系列2門については、常時閉止運用とする。

(b) 当直課長は、取水路防潮ゲートの両系列4門全てが閉止した場合、または3門が閉止した場合は、3号炉および4号炉の循環水ポンプを全台停止する。また、運転中の号炉については原子炉を停止する。

## e. 防潮扉の閉止状態の管理

防潮扉については、原則閉止運用とし、当直課長は、中央制御室において防潮扉の閉止状態の確認を行う。また、各課（室）長は、防潮扉開放後の確実な閉止操作および閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作を行う。

## f. 津波発生時の原子炉施設への影響確認

各課（室）長は、発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合は、事象収束後、原子炉施設の損傷の有無を確認するとともに、その結果を所長および原子炉主任技術者に報告する。

## g. 保守管理、点検

各課（室）長は、津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備および津波影響軽減施設の要求機能を維持するため、保守管理計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。

## h. 津波評価条件の変更の要否確認

(a) 各課（室）長は、設備改造等を行う場合、都度、津波評価への影響確認を行う。

(b) 安全・防災室長は、津波評価に係る評価条件を定期的に確認する。

## 5. 5 定期的な評価

- (1) 各課（室）長は、5. 1項から5. 4項の活動の実施結果について、1年に1回以上定期的に評価を行うとともに、評価結果に基づき、より適切な活動となるように必要に応じて、計画の見直しを行い、安全・防災室長に報告する。

# 耐津波設計（参考）



## 入力津波の設定 取水口側影響評価について(1/5)

### ○取水口側影響評価について

#### ①設備形状による影響評価

既許可の津波シミュレーションモデル（以下「既許可モデル」という。）では、取水路防潮ゲートのゲート開口幅を実寸より広く設定し、取水口については取水口ケーソン重量コンクリートを考慮していないことから、現状の設備形状（ゲート開口幅を実寸に設定、取水口ケーソン重量コンクリートの形状を反映）を考慮した津波シミュレーションモデル（以下「修正モデル」という。）を用いて、津波水位に及ぼす影響を評価した。

	既許可モデル	修正モデル
取水路防潮ゲートのモデル化	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波の流入を保守的に評価するため、ゲート開口幅を実寸より広く設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状の設備形状を踏まえ、ゲート開口幅を実寸に設定</li> </ul>
取水口のモデル化	<ul style="list-style-type: none"> <li>カーテンウォール（津波影響軽減施設）をモデルに考慮</li> <li>取水口ケーソンへの重量コンクリート設置は計画前であったことから未考慮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カーテンウォール（津波影響軽減施設）をモデルに考慮</li> <li>工事認可を得て取水口ケーソンに設置された重量コンクリートを考慮</li> </ul>

## 入力津波の設定 取水口側影響評価について(2/5)

### ○取水口側影響評価について

#### ①設備形状による影響評価

設備形状の考慮有無による津波水位の比較 (設備形状を考慮した場合に津波水位が上昇 (水位上昇側) または低下 (水位下降側) するケースを赤ハッチングで示す。)

		水位上昇側										水位下降側		
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
		取水口前面	取水路 防潮ゲート 前面	1号炉 海水ポンプ室 前面	2号炉 海水ポンプ室 前面	3,4号炉循環 水ポンプ室 前面	3,4号炉 海水ポンプ室 前面	1号及び2号 炉放水口 前面	3号及び4号 炉放水口 前面	放水路 (奥)	防潮扉前面	1号炉 海水ポンプ室 前面	2号炉 海水ポンプ室 前面	3,4号炉 海水ポンプ室 前面
基準津波 1	【基本ケース】 設備形状を考慮しない (既許可モデル)	T.P.+4.5m	T.P.+5.5m	T.P.+1.2m	T.P.+1.1m	T.P.+1.3m	T.P.+1.7m	T.P.+5.3m	T.P.+5.1m	T.P.+6.2m	—※4	—※2	—※2	—※2
	【ケース1-1】 設備形状を考慮する (修正モデル)	T.P.+4.5m	T.P.+5.4m	T.P.+1.2m	T.P.+1.2m	T.P.+1.2m	T.P.+1.6m	T.P.+5.3m	T.P.+5.1m	T.P.+6.2m	—※4	—※2	—※2	—※2
基準津波 2	【基本ケース】 設備形状を考慮しない (既許可モデル)	T.P.+2.1m	T.P.+2.2m	T.P.+2.2m	T.P.+2.2m	T.P.+2.5m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	—※4	T.P.-1.8m※1	T.P.-1.8m※1	T.P.-2.0m※1
	【ケース2-1】 設備形状を考慮する (修正モデル)	T.P.+2.1m	T.P.+2.1m	T.P.+2.0m	T.P.+2.0m	T.P.+2.3m	T.P.+2.2m	T.P.+2.7m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	—※4	T.P.-1.6m※1	T.P.-1.6m※1	T.P.-1.9m※1
基準津波 3	【基本ケース】 設備形状を考慮しない (既許可モデル)	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	T.P.-1.9m	T.P.-2.0m	T.P.-2.8m
	【ケース3-1】 設備形状を考慮する (修正モデル)	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	T.P.-2.1m	T.P.-2.2m	T.P.-3.0m
基準津波 4	【基本ケース】 設備形状を考慮しない (既許可モデル)	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	T.P.-1.8m	T.P.-1.9m	T.P.-2.8m
	【ケース4-1】 設備形状を考慮する (修正モデル)	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	—※3	T.P.-2.1m	T.P.-2.2m	T.P.-3.1m

※1 地盤変動量0.23m隆起  
 ※2 水位上昇側の検討のため評価なし  
 ※3 水位下降側の検討のため評価なし  
 ※4 放水口側影響評価ケースが支配的のため評価なし

基準津波 1【水位上昇側】：各評価点の最高水位は同等または低下する傾向にあるが、2号炉海水ポンプ室前面のみ上昇する。以上より、②の検討は両ケース実施する。  
 基準津波 2【水位上昇側】：各評価点の最高水位は同等または低下する。以上より、②の検討では「設備形状 (修正モデル)」を考慮しない。  
 【水位下降側】：各評価点の最低水位は上昇する。以上より、②の検討では「設備形状 (修正モデル)」を考慮しない。  
 基準津波 3【水位下降側】：各評価点の最低水位は低下する。以上より、②の検討では「設備形状 (修正モデル)」を考慮する。  
 基準津波 4【水位下降側】：各評価点の最低水位は低下する。以上より、②の検討では「設備形状 (修正モデル)」を考慮する。

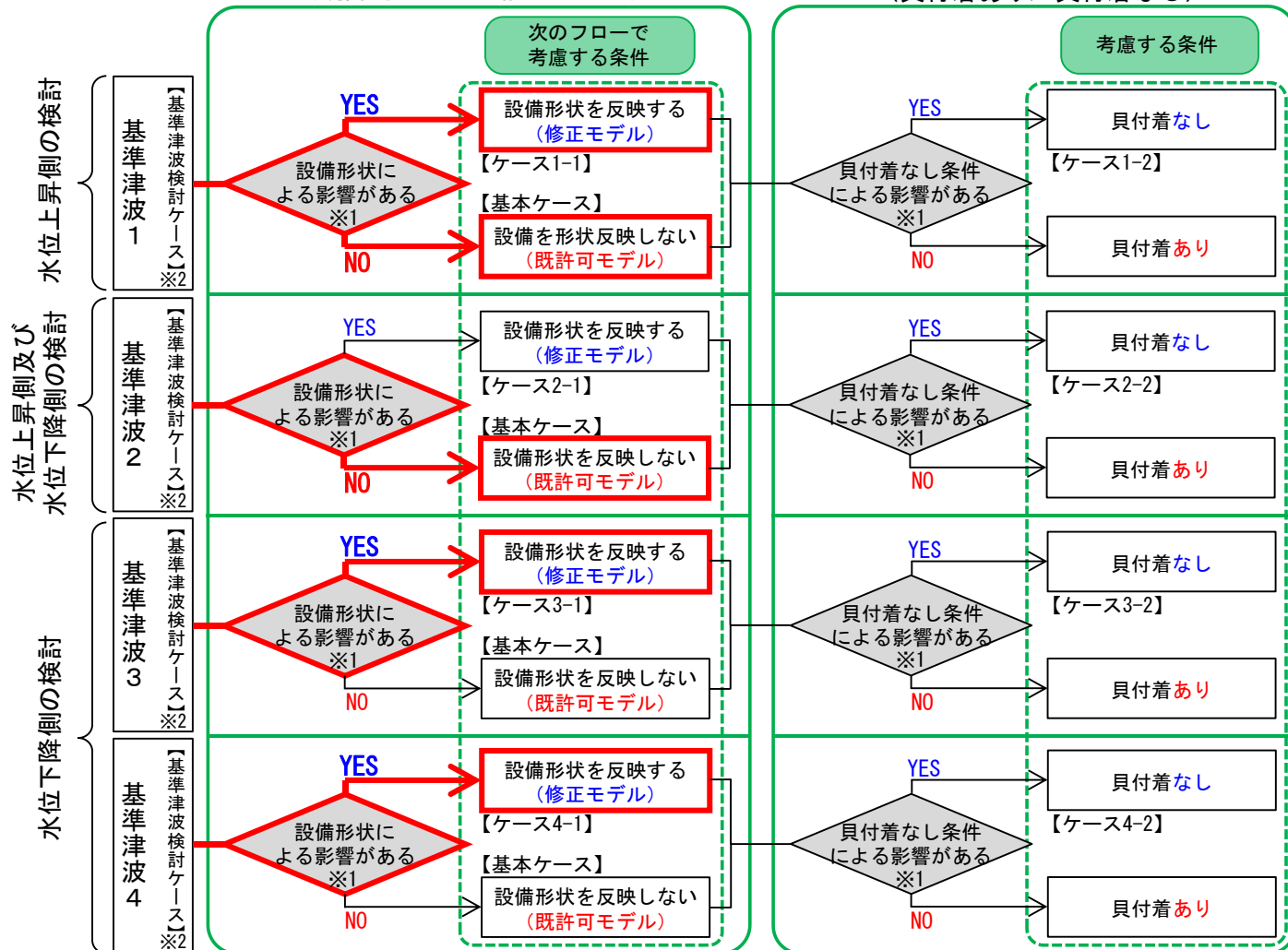
## 入力津波の設定 取水口側影響評価について(3/5)

### ○取水口側影響評価について

#### ①設備形状による影響評価

①設備形状による影響評価  
(既許可モデル/修正モデル)

②管路解析による影響評価  
(貝付着あり/貝付着なし)



※1 水位上昇側では各条件を考慮した方が津波水位が上昇する場合に、また、水位下降側では各条件を考慮した方が津波水位が低下する場合に影響があるとして次のフローでの解析に考慮する。

※2 基準津波検討ケースは「既許可モデル」+「貝付着あり」を指す。

## 入力津波の設定 取水口側影響評価について(4/5)

### ○取水口側影響評価について

#### ②管路解析による影響評価

取水口から海水ポンプ室に至る非常用取水路の管路部分については、貝付着を考慮した粗度係数を設定しているが、定期的に除貝作業を実施していることから、貝付着を考慮しない条件を津波シミュレーションのモデルに考慮し、津波水位に及ぼす影響を評価した。

	貝付着あり	貝付着なし
粗度係数	0.02	0.015

貝付着の考慮有無による津波水位の比較 (貝付着なしを考慮した場合に津波水位が上昇 (水位上昇側) または低下 (水位下降側) するケースを赤ハッチングで示す。)

			水位上昇側									水位下降側			
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
			取水口前面	取水路 防潮ゲート 前面	1号炉 海水ポンプ室 前面	2号炉 海水ポンプ室 前面	3,4号炉循環 海水ポンプ室 前面	3,4号炉 海水ポンプ室 前面	1号及び2号 炉放水口 前面	3号及び4号 炉放水口 前面	放水路 (奥)	防潮扉前面	1号炉 海水ポンプ室 前面	2号炉 海水ポンプ室 前面	3,4号炉 海水ポンプ室 前面
基準津波 1	既許可モデル	【基本ケース】 貝付着あり	T.P.+4.5m	T.P.+5.5m	T.P.+1.2m	T.P.+1.1m	T.P.+1.3m	T.P.+1.7m	T.P.+5.3m	T.P.+5.1m	T.P.+6.2m	__※4	__※2	__※2	__※2
		【ケース1-2】 貝付着なし	T.P.+4.5m	T.P.+5.5m	T.P.+1.3m	T.P.+1.2m	T.P.+1.4m	T.P.+1.9m	T.P.+5.3m	T.P.+5.1m	T.P.+6.2m	__※4	__※2	__※2	__※2
	修正モデル	【ケース1-1】 貝付着あり	T.P.+4.5m	T.P.+5.4m	T.P.+1.2m	T.P.+1.2m	T.P.+1.2m	T.P.+1.6m	T.P.+5.3m	T.P.+5.1m	T.P.+6.2m	__※4	__※2	__※2	__※2
		【ケース1-2】 貝付着なし	T.P.+4.5m	T.P.+5.4m	T.P.+1.3m	T.P.+1.3m	T.P.+1.3m	T.P.+1.9m	T.P.+5.3m	T.P.+5.1m	T.P.+6.2m	__※4	__※2	__※2	__※2
基準津波 2	既許可モデル	【基本ケース】 貝付着あり	T.P.+2.1m	T.P.+2.2m	T.P.+2.2m	T.P.+2.2m	T.P.+2.5m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	__※4	T.P.-1.8m※1	T.P.-1.8m※1	T.P.-2.0m※1
		【ケース2-2】 貝付着なし	T.P.+2.1m	T.P.+2.2m	T.P.+2.2m	T.P.+2.2m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	T.P.+2.7m	T.P.+2.5m	T.P.+2.7m	__※4	T.P.-1.8m※1	T.P.-1.8m※1	T.P.-2.1m※1
基準津波 3	修正モデル	【ケース3-1】 貝付着あり	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	T.P.-2.1m	T.P.-2.2m	T.P.-3.0m
		【ケース3-2】 貝付着なし	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	T.P.-2.1m	T.P.-2.2m	T.P.-2.9m
基準津波 4	修正モデル	【ケース4-1】 貝付着あり	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	T.P.-2.1m	T.P.-2.2m	T.P.-3.1m
		【ケース4-2】 貝付着なし	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	__※3	T.P.-2.0m	T.P.-2.2m	T.P.-3.0m

基準津波 1【水位上昇側】：各評価点の最高水位は同等または上昇する。以上より、「貝付着なし」を考慮する。  
 基準津波 2【水位上昇側】：各評価点の最高水位は同等または上昇する。以上より、「貝付着なし」を考慮する。  
 【水位下降側】：各評価点の最低水位は同等または低下する。以上より、「貝付着なし」を考慮する。  
 基準津波 3【水位下降側】：各評価点の最低水位は同等である。以上より、「貝付着なし」を考慮しない。  
 基準津波 4【水位下降側】：各評価点の最低水位は同等である。以上より、「貝付着なし」を考慮しない。

※1 地盤変動量0.23m隆起  
 ※2 水位上昇側の検討のため評価なし  
 ※3 水位下降側の検討のため評価なし  
 ※4 放水口側影響評価ケースが支配的のため評価なし



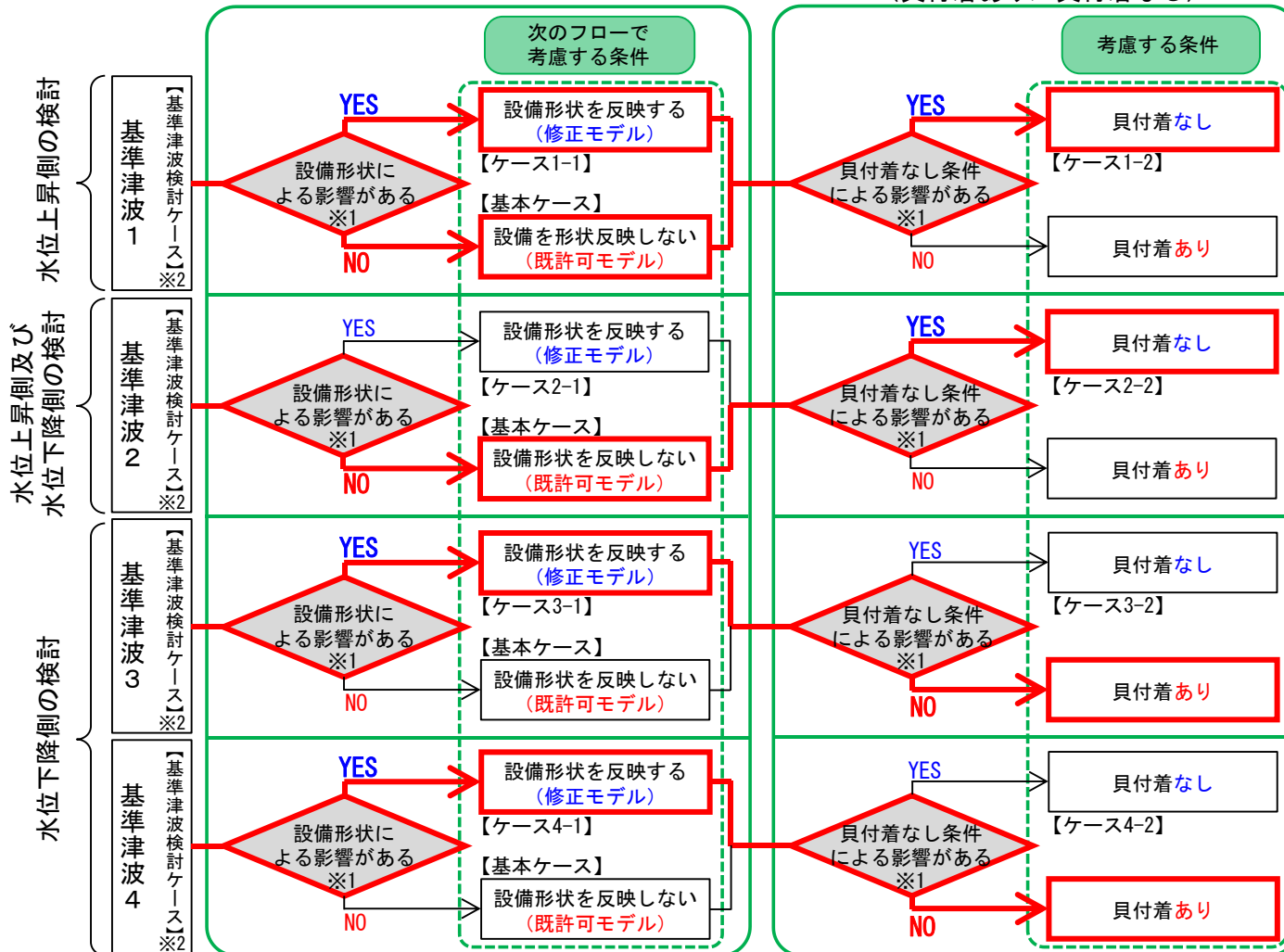
## 入力津波の設定 取水口側影響評価について(5/5)

### ○取水口側影響評価について

#### ②管路解析による影響評価

①設備形状による影響評価  
(既許可モデル/修正モデル)

②管路解析による影響評価  
(貝付着あり/貝付着なし)

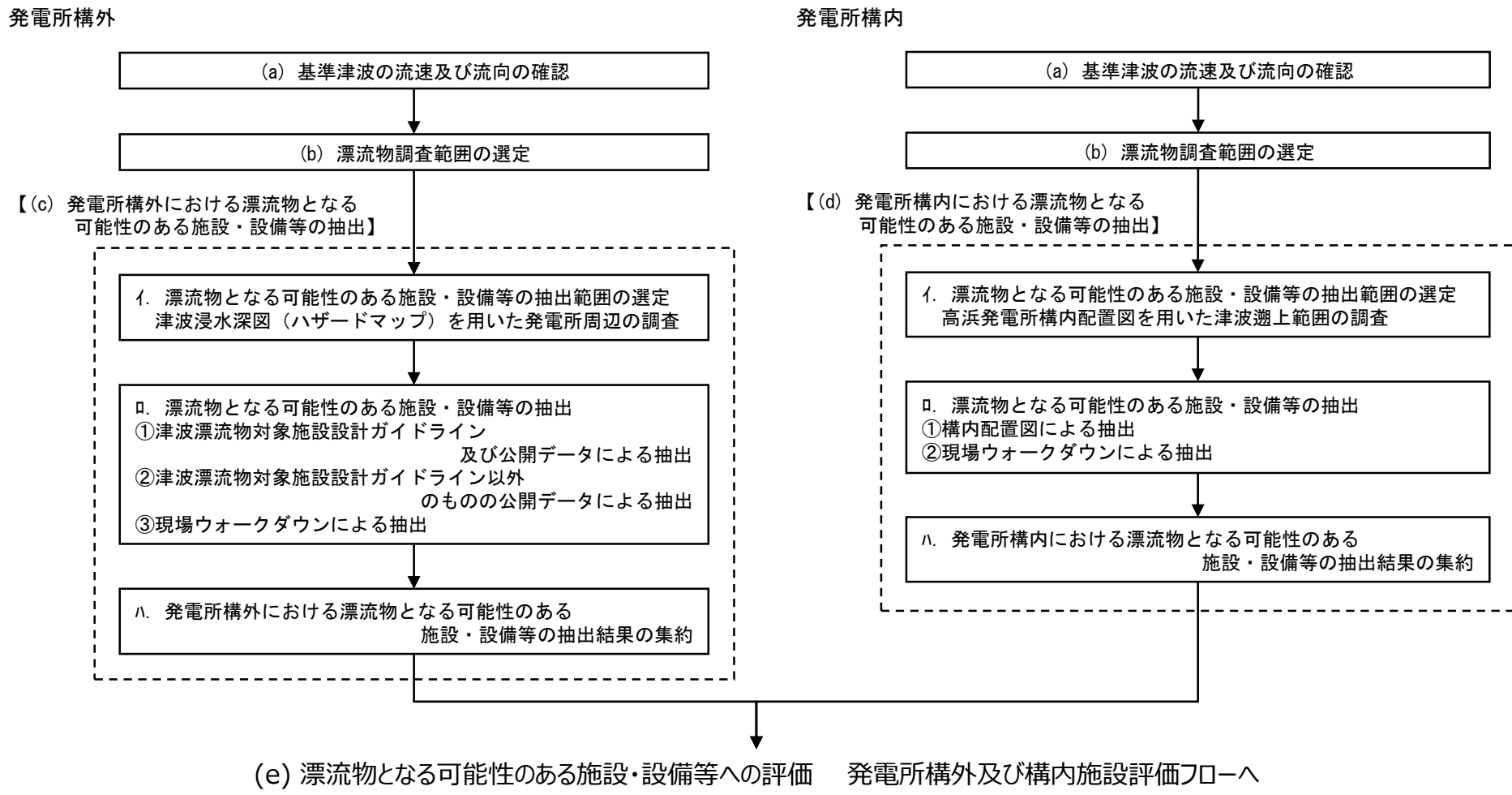


※1 水位上昇側では各条件を考慮した方が津波水位が上昇する場合に、また、水位下降側では各条件を考慮した方が津波水位が低下する場合に影響があると次での解析に考慮する。

※2 基準津波検査ケースは「既許可モデル」+「貝付着あり」を指す。

漂流物による取水性への影響についての評価

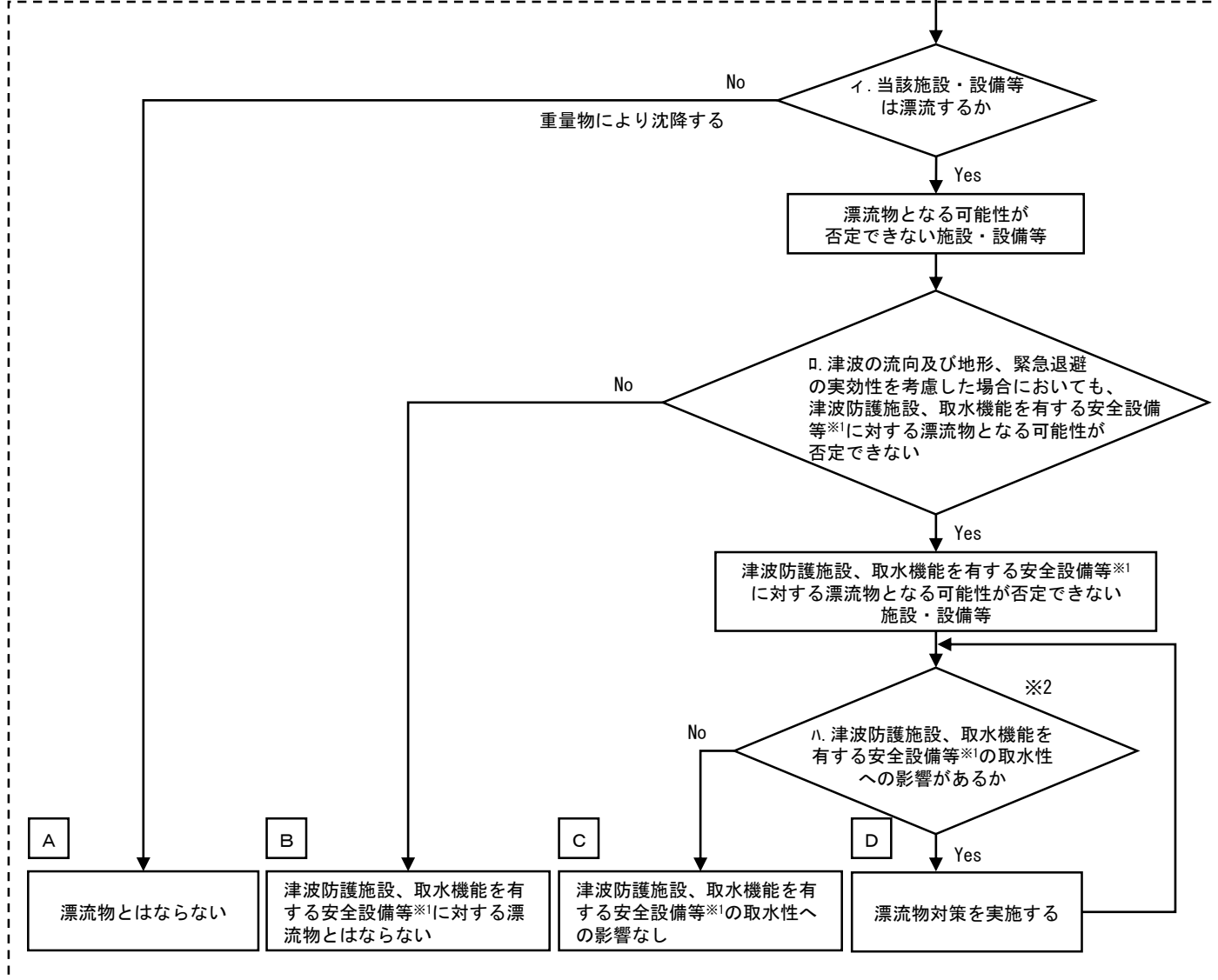
- 基準津波に伴った漂流物になりうる船舶等が取水性の確保または津波防護施設に影響を及ぼさないことを漂流物抽出フロー及び評価フローに基づき整理・確認を実施した。
- 評価のフローについては他サイト既許可プラントの評価方法を踏まえて改めて設定した。



漂流物による取水性への影響についての評価

発電所構外・構内漂流物評価フロー

【(e) 漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価】



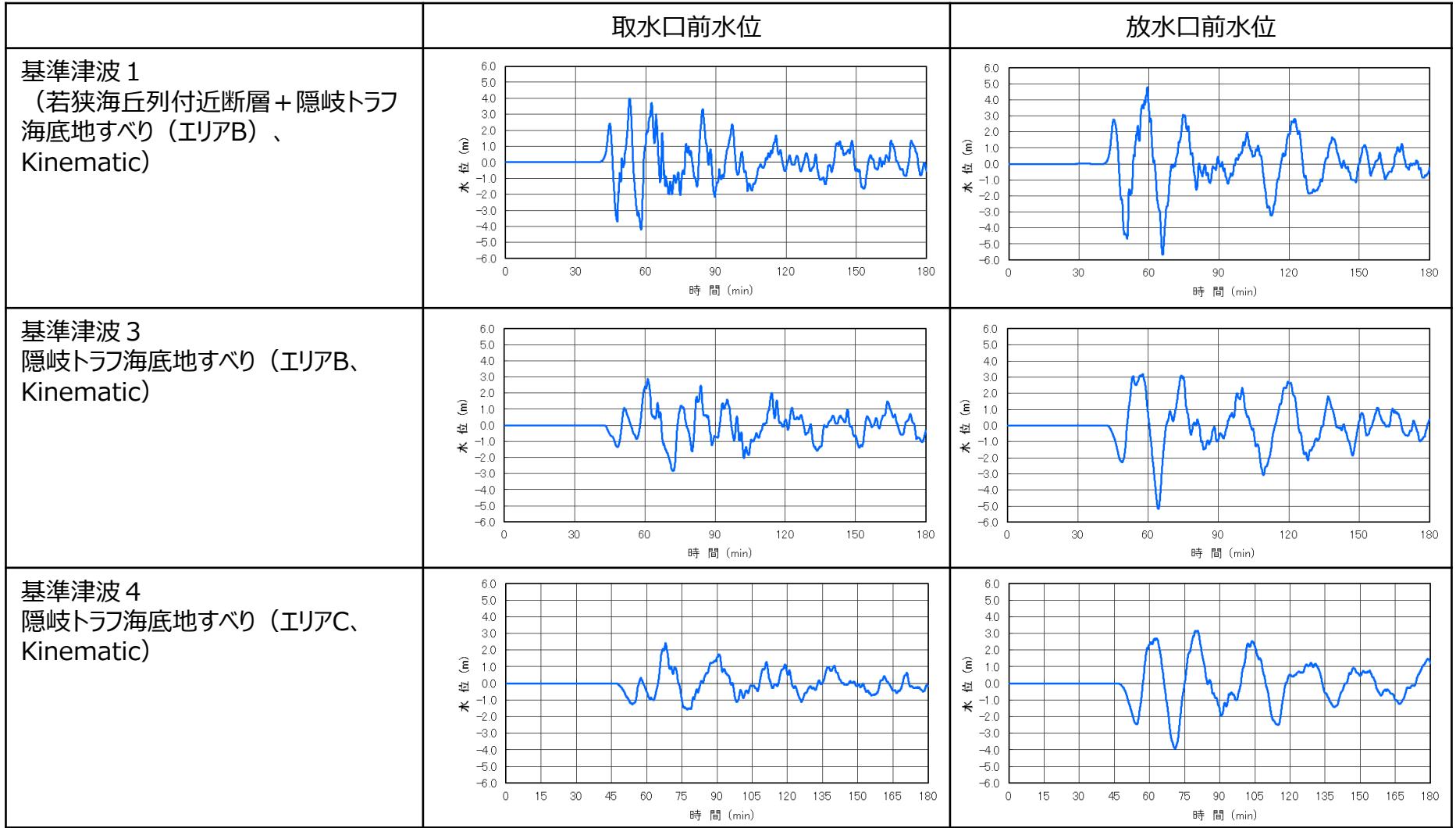
※1：取水機能を有する安全設備等とは海水取水機能を有する海水ポンプ、海水管等を示す。

※2：取水性への影響は津波防護施設の設置を考慮した評価を行う。

漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (1/9)

第823回審査会合  
資料2-2 P47再掲

基準津波 3, 4と基準津波 1について津波シミュレーション結果を比較したところ、発電所近傍の流速及び流向について内容にほぼ相違がないことを確認している。なお漂流物の影響は、押し波で最も大きな津波高さとなり、遡上域が大きくなる津波を代表として評価している。



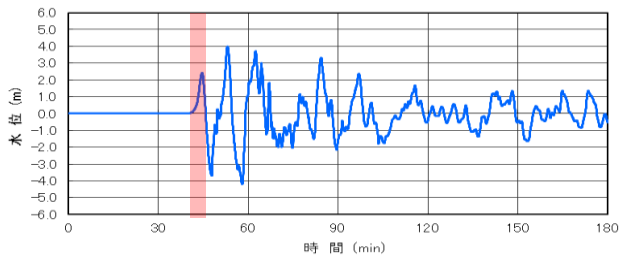
比較概要  
 エリアBについては津波の襲来開始時に差があるものの、70分以降の津波周期に大きな違いはない。  
 エリアCについては基準津波に比べて水位の変動周期が大きい傾向は変わらないことを確認している。



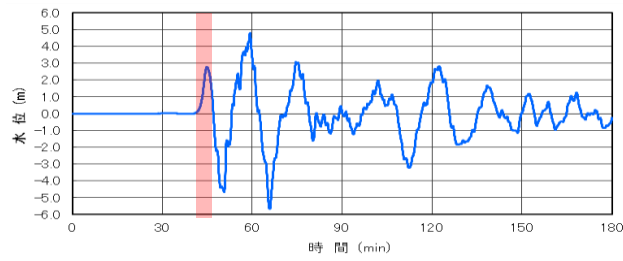
漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (2/9)

基準津波 1  
(若狭海丘列付近断層+隠岐トラフ海底地すべり (エリアB)、Kinematic)

取水口前



放水口前



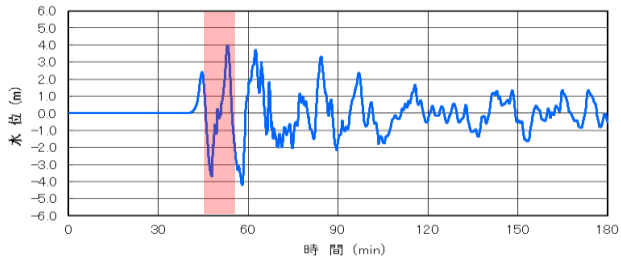
	発生後40分	発生後43分	発生後45分
波形			
概要	【取水口側・放水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する	【取水口側・放水口側】 湾内方向の押し波が敷地に襲来する	【取水口側・放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下に転じる

漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (3/9)

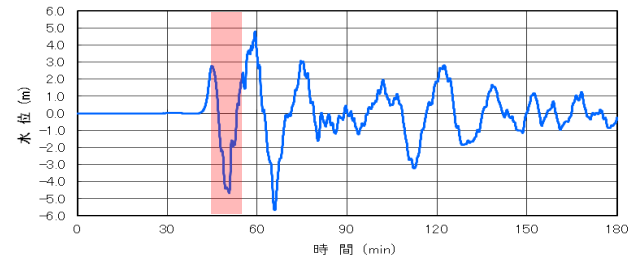
第823回審査会合  
資料2-2 P49再掲

基準津波 1  
(若狭海丘列付近断層+隠岐トラフ海底地すべり (エリアB)、Kinematic)

取水口前



放水口前

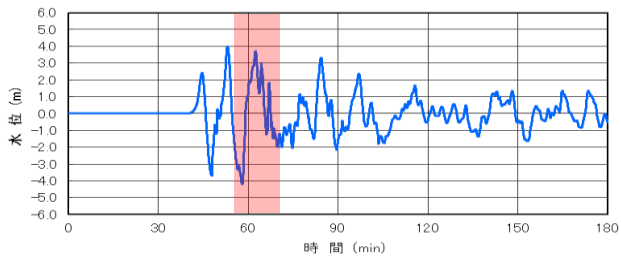


	発生後47分	発生後50分	発生後53分
波形			
概要	<p>【取水口側・放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 湾外方向の押し波により水位が上昇する 【放水口側】 沖合が湾内方向の押し波に転じ水位が上昇し始める</p>	<p>【取水口側】 湾内方向の引き波に転じ水位が低下し始める 【放水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する</p>

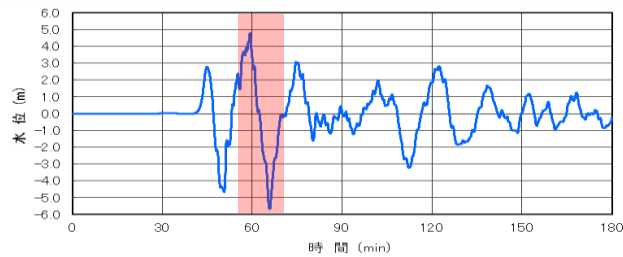
漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (4/9)

基準津波 1  
(若狭海丘列付近断層+隠岐トラフ海底地すべり (エリアB)、Kinematic)

取水口前



放水口前



	発生後60分	発生後63分	発生後70分
波形			
概要	<p>【取水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する</p> <p>【放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 流速は湾外方向に向いているが取水口前水位は上昇する</p> <p>【放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p> <p>【放水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する</p>

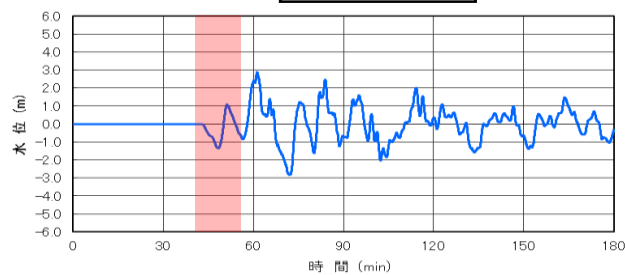


漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (5/9)

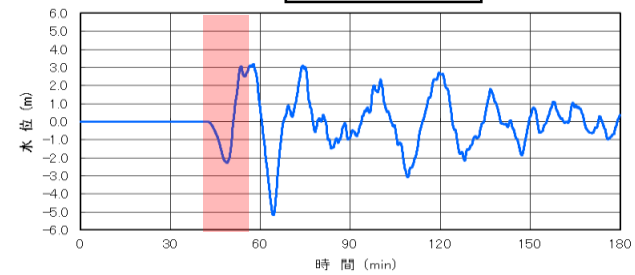
第823回審査会合  
資料2-2 P51再掲

基準津波 3  
隠岐トラフ海底地すべり (エリアB、Kinematic)

取水口前



放水口前

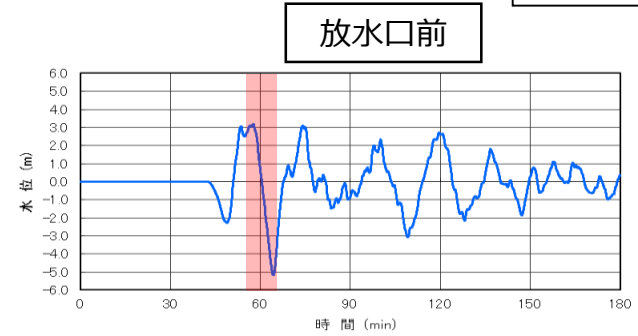
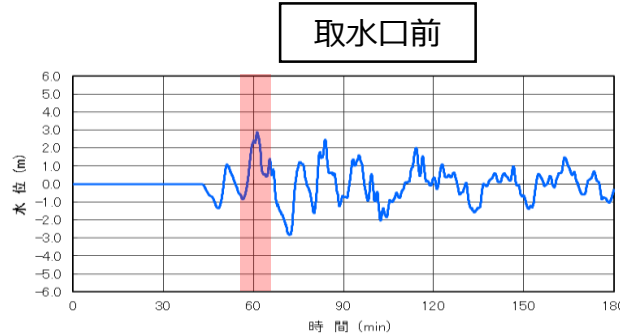


	発生後43分	発生後50分	発生後52分
波形			
概要	<p>【取水口側・放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じ敷地に襲来する 【放水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じ水位が上昇する</p>	<p>【取水口側】 流速は湾内方向に向いているが取水口前水位は下降側に転じはじめる 【放水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する</p>



漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (6/9)

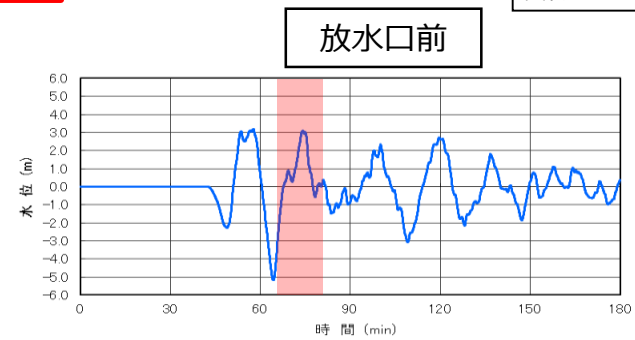
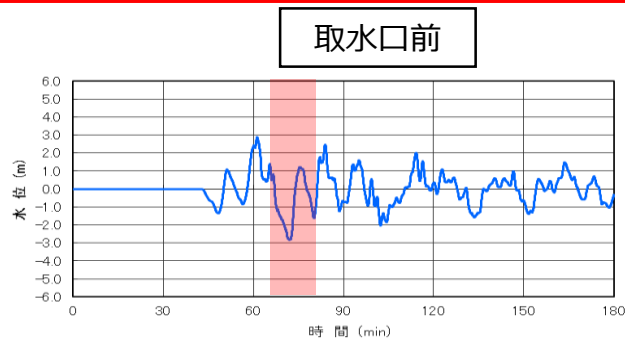
基準津波 3  
隠岐トラフ海底地すべり (エリアB、Kinematic)



	発生後57分	発生後61分	発生後64分
波形			
概要	<p>【取水口側】 流速は湾内方向に向いているが取水口前水位は上昇側に転じはじめる</p> <p>【放水口側】 沖合が湾外方向の引き波に転じ水位が低下し始める</p>	<p>【取水口側】 沖合は湾外方向の引き波に転じ始めている</p> <p>【放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p> <p>【放水口側】 沖合が湾内方向の押し波に転じ水位が上昇し始める</p>

漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (7/9)

基準津波 3  
隠岐トラフ海底地すべり (エリアB、Kinematic)

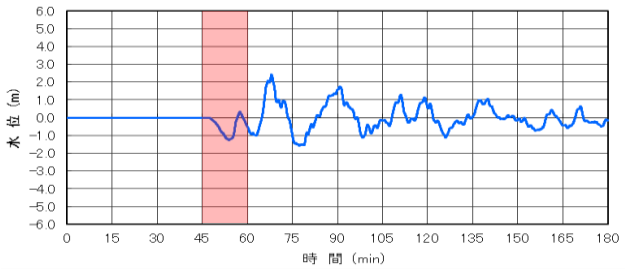


	発生後66分	発生後72分	発生後76分
波形			
概要	<p>【取水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p> <p>【放水口側】 湾内方向の押し波に転じ水位が上昇する</p>	<p>【取水口側】 流速は湾内方向に向いているが取水口前水位は低下する</p> <p>【放水口側】 沖合が湾外方向の引き波に転じ水位が低下し始める</p>	<p>【取水口側】 湾内方向の押し波により水位は上昇している。</p> <p>【放水口側】 沖合が湾内方向の押し波に転じ水位が上昇し始める</p>

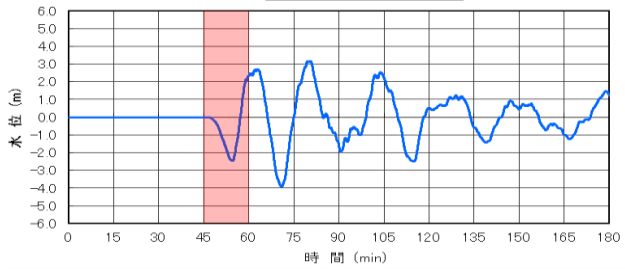
漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (8/9)

基準津波 4  
隠岐トラフ海底地すべり (エリアC、Kinematic)

取水口前



放水口前



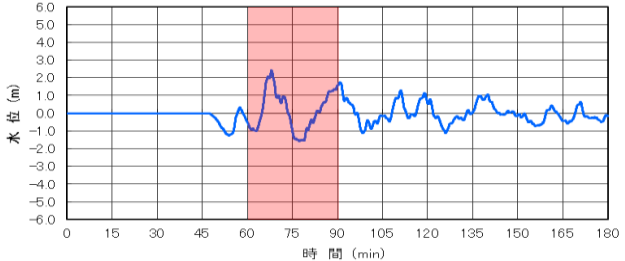
	発生後50分	発生後57分	発生後60分
波形			
概要	<p>【取水口側・放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じ敷地に襲来する 【放水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じ水位が上昇する</p>	<p>【取水口側】 流速は湾内方向に向いているが取水口前水位は下降側に転じはじめる 【放水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇している</p>



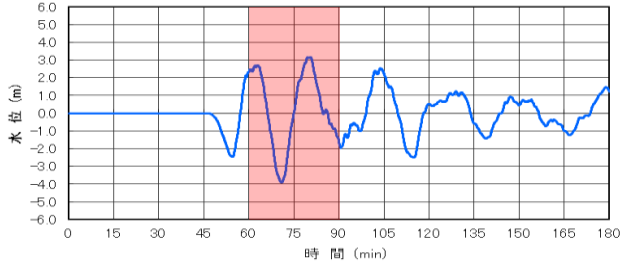
漂流物による取水性への影響についての評価 (a) 基準津波の流速及び流向の確認 (9/9)

基準津波 4  
隠岐トラフ海底地すべり (エリアC、Kinematic)

取水口前



放水口前



	発生後65分	発生後75分	発生後85分
波形			
概要	<p>【取水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じ敷地に襲来する</p> <p>【放水口側】 湾外方向の引き波に転じ水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 押し波から湾外方向の引き波に転じ水位が低下する</p> <p>【放水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じ敷地に襲来する</p>	<p>【取水口側】 引き波から湾内方向の押し波に転じて敷地に襲来する</p> <p>【放水口側】 押し波から湾外方向の引き波に転じ水位が低下する</p>



漂流物による取水性への影響についての評価 (b) ~ (e)

- (b) について：基準津波の流速及び流向について、発電所周辺5kmを調査範囲としている。（既往評価と変更なし）
- (c) (d) について：(a) 及び (b) の評価結果より、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果としては、新規規制基準時と同じ。なお、施設・設備等については、ウォークダウンを実施し漂流物の評価への影響がないことを確認している。（既往評価と変更なし）
- (e) について：以下の表の通り。なお、既往の評価と一部分類が変更となるものはあるものの、津波防護施設・取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与えるものはない。⇒ 83

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構外）

施設・設備等	種類	状況	場所	数量※	重量 (概数)	フロー 結果
漁船	船舶	停泊・航行	内浦港	1隻	10t	B
				約120隻	10t	C
			小黒飯地区	約15隻	10t	B
輸送船			内浦港	1隻	5000t未満	C
家屋（建物）	木造建屋	設置	音海地区	多数	—	B
家屋（建物）	鉄筋コンクリート造建屋		神野浦地区	多数	—	
防波堤	防波堤		日引地区	1	—	
車両	車両	駐車・走行	上瀬地区	多数	—	A
浮き筏	その他	設置	内浦港	約165床	約1t	C

※新規規制基準時のもの

フロー結果	評価
A	重量物であり漂流物とはならない。
B	津波の流向及び設置状況から、発電所に対する漂流物とはならない。
C	航行中の漁船は漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉並びにT.P.+8.5mの取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。また、浮き筏は漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。
D	漂流物となる可能性があり、津波防護施設、取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与える。

漂流物による取水性への影響についての評価 (b) ~ (e)

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果 (発電所構内)

場所	No	施設・設備等	種類	数量※	重量	フロー結果	
放水口側	1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t未満	B	
	2	岸壁クレーン	鉄骨構造	1	約400t	A	
	3	気象鉄塔及び観測小屋	鉄骨構造	1	約7t		
	4	使用済燃料輸送容器保管建屋	鉄筋コンクリート造	1	約9000t	C	
	5	協力会社事務所等	協力会社事務所	鉄骨造もしくは	4		約650t
	6		温排水研究所	軽量鉄骨構造	1		約3t
	7		水槽上屋		1		約100t
	8		温室、温排水研究所管理棟		1		約120t
	9		詰所		1		約100t
	10		監視室		1		約5t
	11		環境モニタ監視建		1		約5t
	12	その他構築物等	外灯	その他	多数	約1t	C
	13		ポール (消防ホース用)	その他	多数	約1t	
	14		PPフェンス	その他	多数	約1t	
	15		PPゲート	その他	多数	約1t	
	16		植林	その他	多数	約1t	
	17	車両等	一般車両	車両	多数	約1~2t	
	18		仮設資材	その他	多数	約1t	
3,4号炉放水口付近	1	3,4号放水口モニタ信号処理建屋	鉄筋コンクリート造	1	約26t	A	
	2	モニタポスト	鉄骨造	1	約7t	C	
	3	1,2号放水口モニタ収納ラック等	放水口モニタ収納ラック	設置	1		約5t
	4		収納盤	軽量鉄骨構造	1		約1t
取水口側	1	取水口門型クレーン	鉄骨構造	1	約70t	A	
	2	取水口ロータリーレーキ	鉄骨構造	9	約9t		
	3	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	一式	約30t	C
	4		クラゲ防止網	定置網等	2		
	5		固定ブロック	定置網等	一式	約3.5t	

フロー結果	評価
A	重量物であり漂流物とはならない。
B	固縛されていることから発電所に対する漂流物とはならない。
C	漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉並びにT.P.+8.0mの取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。
D	漂流物となる可能性があり、津波防護施設、取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与える。

※新規基準時のもの

漂流物による取水性への影響についての評価（結果の再整理）

既往評価から分類が変更となった設備及びその考え方を以下の通り整理する。

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構外）

施設・設備等	種類	状況	フロー結果		差分の理由
			既往評価結果	再評価結果	
車両	車両	駐車・走行	B	A	構外の車両については内部に空気層があり気密性が無いことから、重量物であり漂流物とならない整理を実施した。なお、仮に浮遊を考慮した場合においても津波の流向から発電所に対する漂流物とはならない。
浮き筏	その他	設置	B,C	C	浮き筏は位置ごとに発電所に襲来する可能性に違いがあるものの、その数量や位置については時期によって増減が否定できないことから、発電所に対する漂流物となる可能性のある設備として整理した。なお、襲来した場合においても放水口側防潮堤、防潮扉並びに取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構内）

場所	施設・設備等		種類	フロー結果		差分の理由
				既往評価結果	再評価結果	
取水口側	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	B	C	クラゲ防止網自体は重量物により固定された形状であることから、発電所に対する漂流物とはならないものの、切断等をされた場合には漂流物となる可能性が否定できないことから、発電所に対する漂流物となる可能性のある設備として整理した。なお、襲来した場合においても取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。
		クラゲ防止網	定置網等			
		固定ブロック	定置網等			

フロー結果	評価
A	重量物であり漂流物とはならない。
B	津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない
C	発電所に対する漂流物となる可能性があるが、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等の取水性に影響を与えない
D	漂流物となる可能性があり、津波防護施設、取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与える。（漂流物対策を実施する。）

## 燃料等輸送船への影響に対する評価の概要

津波警報が発表されない可能性がある津波が発生した場合の燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）への影響について以下のとおり、ご説明する。

なお、既許可において、輸送船が津波警報等発令後から退避するまでの20分間に襲来する早期襲来津波に対する評価（退避していない状態の評価）を行っていることから、今回の津波警報が発表されない可能性がある津波についても同様に実施した。

1. 津波警報が発表されない可能性がある津波として「隠岐トラフ海底地すべり（単独）」による津波を想定し、各波源モデルの計算結果から輸送船退避までの20分間における「最大流速」、「最高水位」、「最低水位」を選定し、評価を実施した。

● 選定結果：「最大流速」： $0.7\text{m/s}$ 、「最高水位」： $\text{T.P.}+3.85\text{m}$ 、「最低水位」： $\text{T.P.}-2.67\text{m}$ （添付-1 参照）

（1）輸送船の係留索の耐力について（添付-2 参照）

輸送船が岸壁係留中に津波警報が発表されない可能性がある津波が襲来しても係留状態が維持できることを確認した。

具体的には、最大流速から求めた流圧力に対し、輸送船、係留索、係船柱の仕様から求めた係留力が上回っていることを確認した。

（2）輸送船の喫水と津波高さの関係について（添付-3、4 参照）

輸送船が岸壁係留中または岸壁付近を航行中において、津波警報が発表されない可能性がある津波が襲来しても輸送船が岸壁に乗り上がらないことや海底に着底しても航行不能（漂流物）にならないことを確認した。

具体的には、最高水位で輸送船が岸壁に乗り上がらないこと、水位の低下により輸送船が海底に着底しても船体強度や水位変動の状態、海底の地形や船底の形状から、損傷や転覆に至らず、航行不能にならないことを確認した。また、輸送船の海底着底時の転覆の可能性として、保守的に輸送船があらかじめ傾いた状態を仮定し、転覆に至らないことを確認した。

さらに、津波の最大流速に対して輸送船の性能が上回っていることを確認し、輸送船が退避する際、漂流物にならないこと（適切な操船で退避可能であること）を確認した。

2. 結果

輸送船が岸壁に係留中または岸壁付近を航行中に津波警報が発表されない可能性がある津波が襲来しても、輸送船は漂流物にならず退避できることを確認した。



## 1. 燃料等輸送船への影響に対する評価の前提条件

- 各波源モデルによる最大流速、最高水位、最低水位を表-1に示す。
  - 最大流速① (水位上昇側) : 0.7[m/s]
  - 評価用の最高水位 : T.P.+3.85[m]  
最高水位は②のT.P.+3.7[m] (朔望平均満潮位T.P.+0.49[m]を考慮) に+0.15[m] (潮位ばらつき) を加えたT.P.+3.85[m]とする。
  - 評価用の最低水位 : T.P.-2.67[m]  
最低水位は③のT.P.-2.5[m] (朔望平均干潮位T.P.-0.01[m]を考慮) に-0.17[m] (潮位ばらつき) を加えたT.P.-2.67[m]とする。
- 各波源モデルによる最大流速、最高水位、最低水位の各波形を図-1～3に示す。また、図-4に津波流向 (イメージ) を示す。

表-1 各波源モデルによる最大流速、最高水位、最低水位 添付-1

表中の水位単位はT.P.(m)、流速単位は(m/s)

波源モデル			水位上昇		水位下降	
			放水口前面		放水口前面	
			最高水位	最大流速	最低水位	最大流速
地盤以外に起因する津波	エリアA	Watts他の予測式	0.6	0.1	-0.1	0.1
		Kinematicモデルによる方法	0.6	0.1	-0.3	0.1
	エリアB	Watts他の予測式	1.9	0.4	-1.6	0.4
		Kinematicモデルによる方法	3.7 <sup>①</sup>	0.7 <sup>②</sup>	-2.3	0.6
	エリアC	Watts他の予測式	1.1	0.3	-0.4	0.3
		Kinematicモデルによる方法	1.7	0.6	-2.5 <sup>③</sup>	0.5

※表中の数値は、津波連絡から輸送船退避までの20分間における最大値を示す。

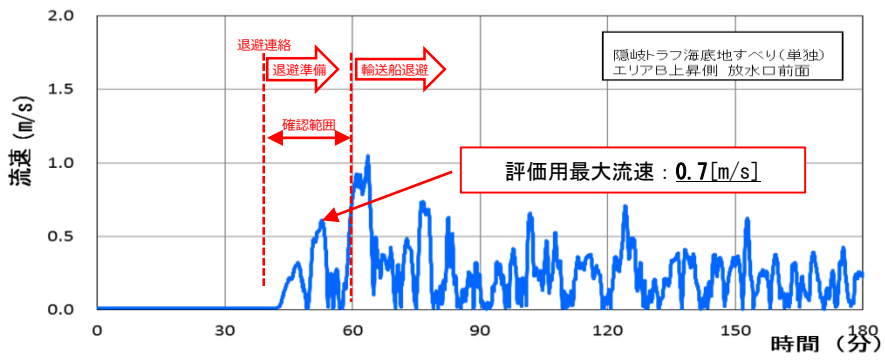


図-1 ①エリアB Kinematicモデル上昇側の流速—放水口前面—

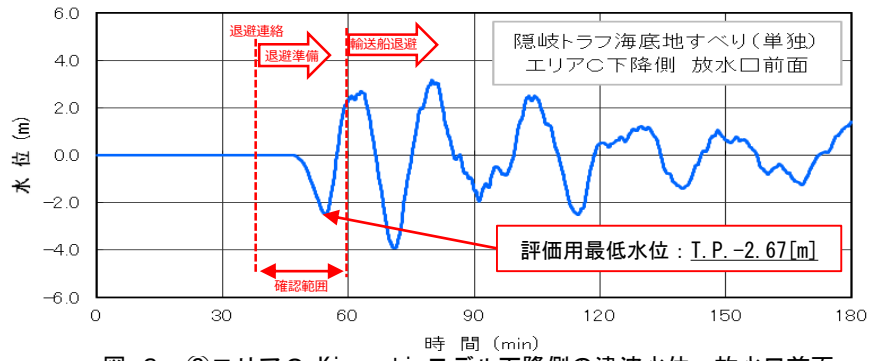


図-3 ③エリアC Kinematicモデル下降側の津波水位—放水口前面—

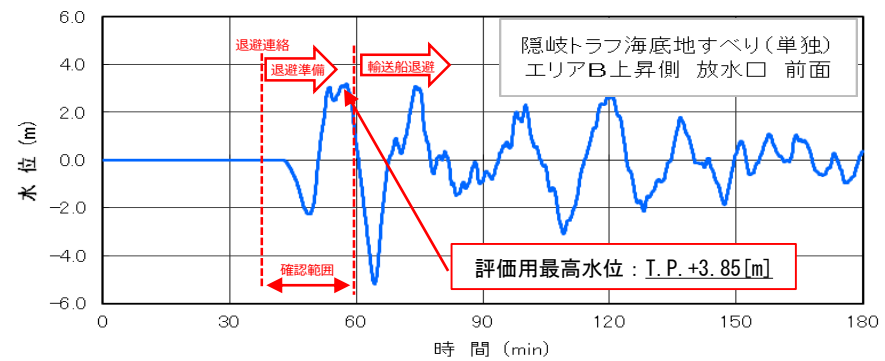


図-2 ②エリアB Kinematicモデル上昇側の津波水位—放水口前面—

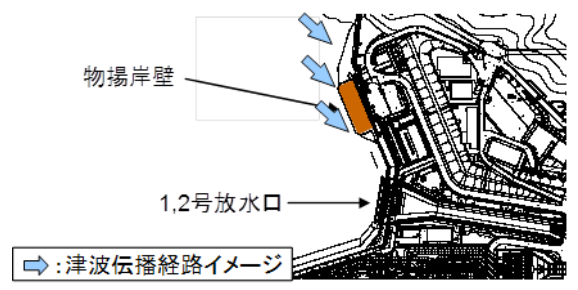


図-4 津波流向 (イメージ)

## 1（1）輸送船の係留索の耐力について（1/4）

添付-2（1/4）

### 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、緊急退避を行うが、津波警報が発表されない津波が発生した場合は、緊急退避できないおそれがある。このため、津波警報が発表されない可能性がある津波として「隠岐トラフ海底地すべり（単独）」による津波を想定し、輸送船の岸壁係留中に津波が襲来しても係留状態が維持できることを確認する。

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。

今回、輸送船が備えている係留索の係留力および津波警報が発表されない可能性がある津波による流圧力について、石油会社国際海事評議会OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）の手法を用いて算出し、係留索の耐力評価を行う。

### 2. 評価

#### （1）輸送船、係留索、係船柱

輸送船、係留索、係船柱の仕様を表-1に、配置を図-1に示す。

表-1 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5[m]
	全長	100.0[m]（垂線間長：94.4[m]）
	型幅	16.5[m]
	形状	（図-1 参照）
係留索	直径	60[mm]（ノミナル値）
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279[kN（キロニュートン）] = 28.5[tonf]
	係船機ブレーキ力	28.5[tonf] × 0.7 ≒ 20.0[tonf]
係船柱	形状	（図-1 参照）
	ビット数、位置	（図-1 参照）
	係留状態	（図-1 参照）
	強度	50[t]

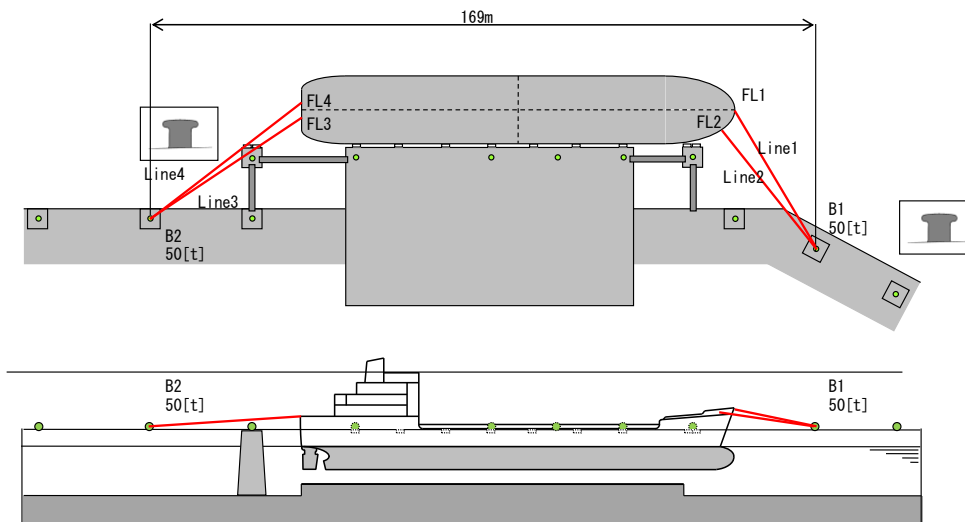


図-1 輸送船、係留索、係船柱の配置※イメージ

※接岸時は通常6本程度以上で係留する。この評価では保守的に鋼船規則上の最低本数（4本）を前提とする。

1 (1) 輸送船の係留索の耐力について (2/4)

(2) 係留力の評価

表-1の仕様と以下の計算式により係留力を求める。計算結果を表-2、図-2,3に示す。

【各索の係留力計算式】

$$R_x = T \times \left( \frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left( \frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$$

R<sub>x</sub> : 前後係留力 [tonf]

T : 係留索1本に掛けることができる最大張力 [tonf]

β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg]

θ : 係留索の仰角 [deg]

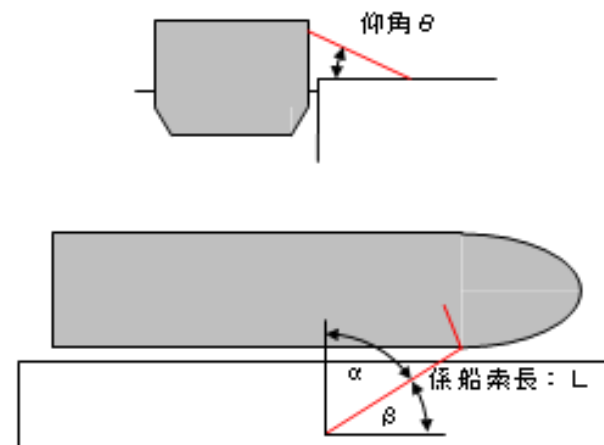
L : 係留索の長さ (船外+船内) [m]

β<sub>c</sub> : 各グループ\*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg]

θ<sub>c</sub> : 各グループ\*で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg]

L<sub>c</sub> : 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)



(出典 : 係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

表-2 係留力 (図1) の計算結果

フェアリーダ	索種類		ビット	係留索長さ [m]		係留角 [deg]		索張力 T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]		
				船外	船内	θ	β			Bitt Load	合計	係留柱強度
FL1	Line1	ヘッドライン	B1	36.7		14.2	-61.7	20.0	-5.98	16.92	Σ36.92	50
FL2	Line2		B1	34.6		15.1	-53.5	20.0	-11.49	20.0		
									-17.47			
FL3	Line3	スタンライン	B2	41.9		11.2	31.3	20.0	16.76	20.0	Σ39.60	50
FL4	Line4		B2	44.4		10.6	36.4	20.0	14.37	19.60		
									31.13			
									前後(+計)	31.13		
									前後(-計)	-17.47		

1 (1) 輸送船の係留索の耐力について (3/4)

添付-2 (3/4)

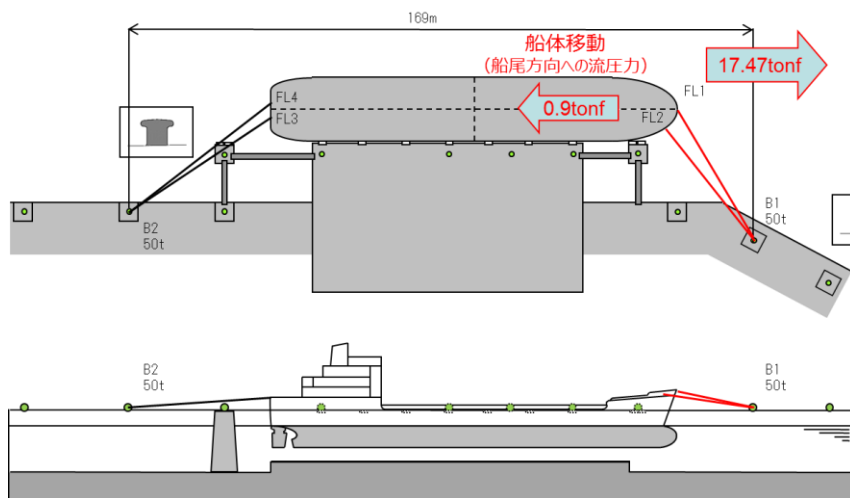


図-2 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

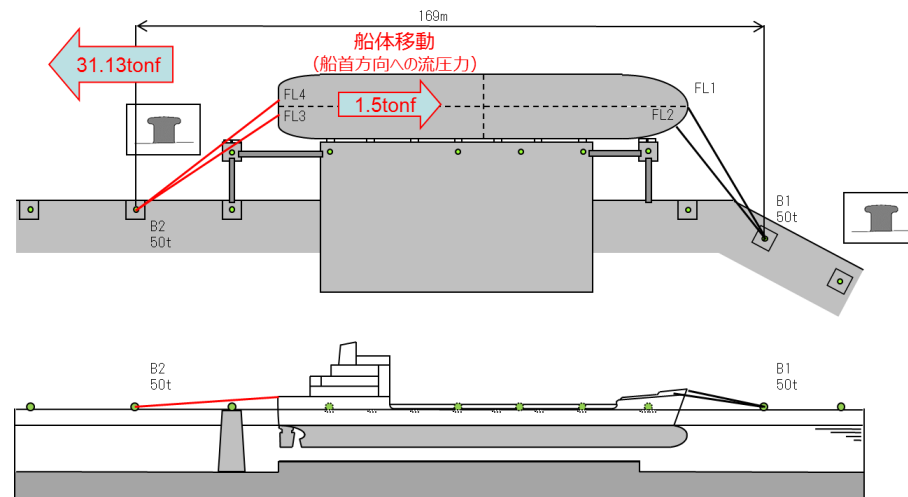


図-3 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

(3) 流圧力

添付-1の最大流速と以下の計算式により流圧力を求める。  
計算結果と前項の係留力の比較結果を図-4, 5に示す。

【流圧力計算式】

$$F_{Xc} = \frac{1}{2} \times C_{Xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$$

$F_{Xc}$  : 縦方向流圧力 [kgf]

$C_{Xc}$  : 縦方向流圧力係数

$V_c$  : 流速 [m/s]

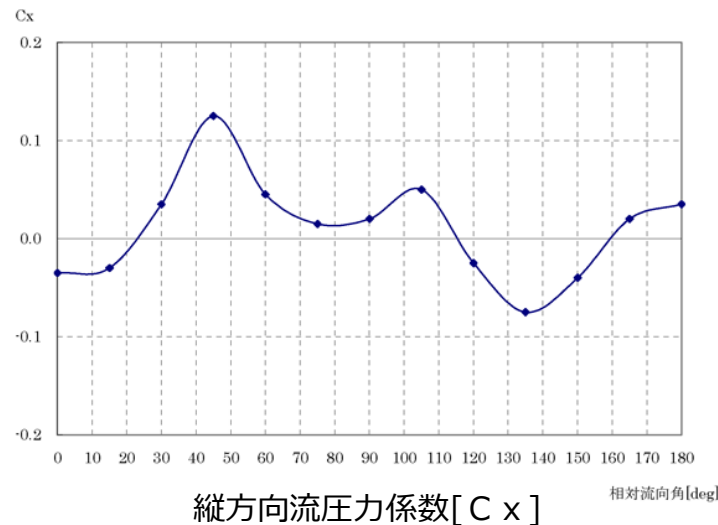
$L_{PP}$  : 垂線間長 [m]

$d$  : 喫水 [m]

$\rho_c$  : 水密度 [ $kg \cdot sec^2 / m^4$ ]

(=104.5 $kg \cdot sec^2 / m^4$ )

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF刊行)



縦方向流圧力係数[ $C_x$ ]

(出典：VLCCにおける風圧および流圧の予測 OCIMF刊行)

図-4 横方向流圧力係数



## 1 (1) 輸送船の係留索の耐力について (4/4)

添付-2 (4/4)

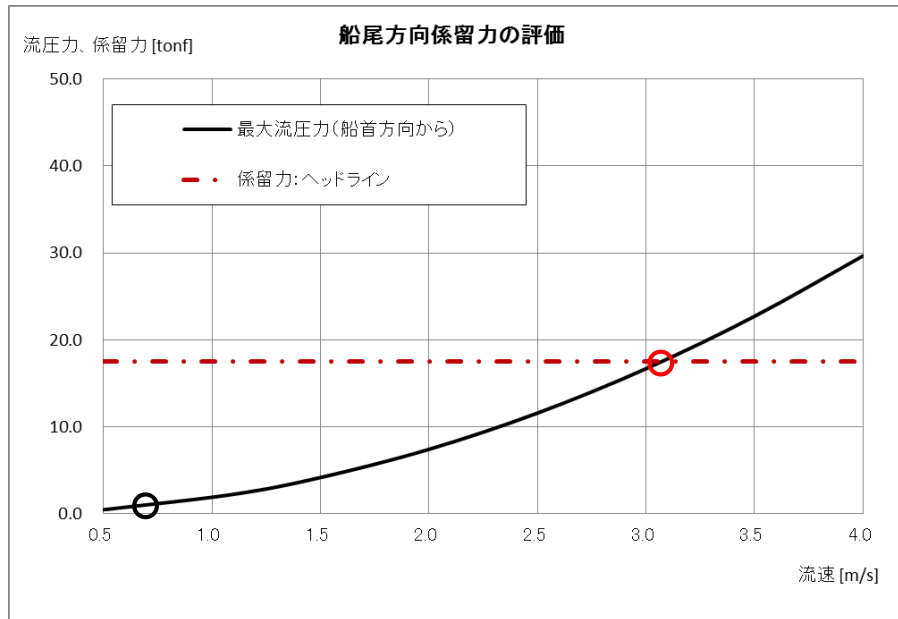


図-5 船尾方向の流圧力と係留力の比較

● 流速約0.7[m/s]での流圧力は約0.9[tonf]であり、17.47[tonf]より十分小さい。なお、船尾方向への流速約3.1[m/s]までの流圧力であればヘッドラインのみで対抗可能となる。

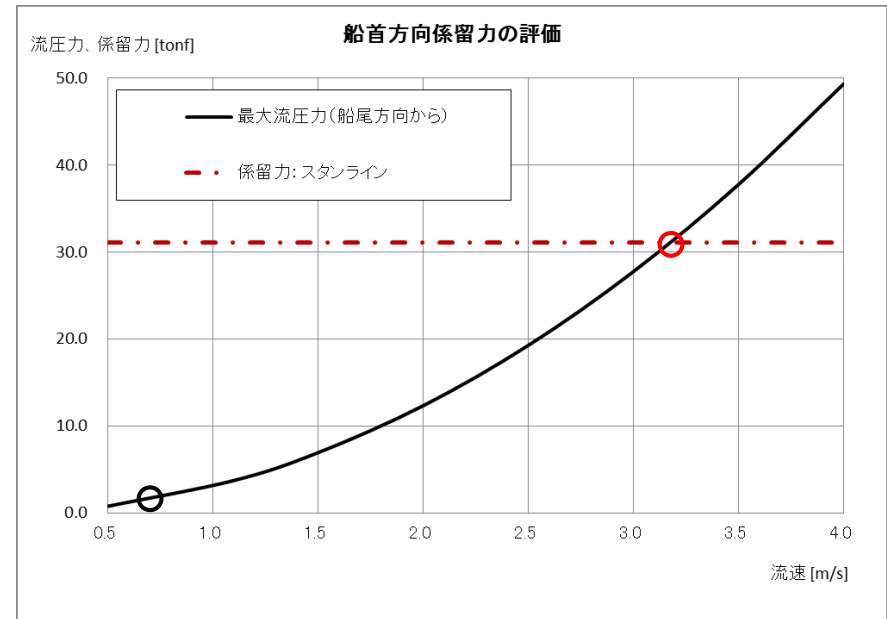


図-6 船首方向の流圧力と係留力の比較

● 流速約0.7[m/s]での流圧力は約1.5[tonf]であり、31.13[tonf]より十分小さい。なお、船首方向への流速約3.2[m/s]までの流圧力であればスタンラインのみで対抗可能となる。

## (4) 結果

最大流速となる波源モデル (流速 0.7[m/s]未満) による流圧力 (約0.9~1.5[tonf] : 図- 5, 6 参照) に対し、係留力 (約17~31[tonf] : 表- 2 参照) が上回っていることを確認した。

このことから、燃料等輸送船が退避するまでに警報が発表されない可能性がある津波の襲来があっても、輸送船は岸壁への係留状態を維持することができる。

## 1（2）輸送船の喫水と津波高さの関係について（1／3）

添付-3（1／3）

## 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、緊急退避を行うが、津波警報が発表されない可能性がある津波が発生した場合は、緊急退避できないおそれがある。このため、津波警報が発表されない可能性がある津波として「隠岐トラフ海底地すべり（単独）」による津波を想定し、輸送船が岸壁に乗り上がらないことや航行不能となり漂流物にならないことを確認する。

## (1) 係留時の輸送船評価

## a. 最高水位における輸送船の評価（係留時）

最高水位と輸送船の喫水高さを図-1に示す。

輸送船の評価は、岸壁に係留した状態、津波水位は最高水位T.P.+3.85[m]（添付-1参照）を前提とする。

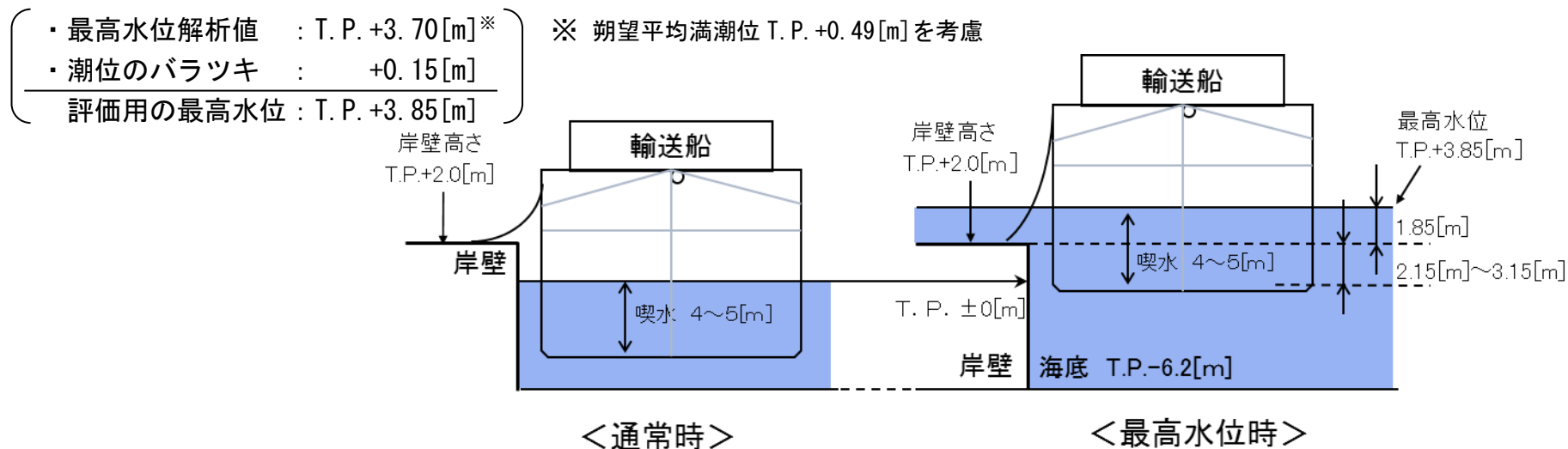


図-1 係留時における最高水位と輸送船の喫水高さ

## 【評価】

図-1のとおり最高水位はT.P.+3.85[m]まで上昇するが、この時の輸送船の船底は岸壁高さより2.15[m]~3.15[m]下にあるため、輸送船が岸壁に乗り上がることはなく、航行不能になることはない。

また、輸送船の性能は、津波の最大流速（0.7[m/s]未満/添付-1参照）を上回っているため、緊急退避する場合においても適切な操船で退避可能であり、漂流物になることはない。

## 1 (2) 輸送船の喫水と津波高さの関係について (2 / 3)

添付-3 (2 / 3)

## b. 最低水位における輸送船の評価 (係留時)

最低水位と輸送船の喫水高さを図-2に示す。

輸送船の評価は、岸壁に係留した状態、津波水位は最低水位T.P.-2.67[m] (添付-1参照)を前提とする。

- ・最低水位解析値 : T.P.-2.5 [m]※ ※ 朔望平均干潮位T.P.-0.01[m]を考慮  
 ・潮位のバラツキ : -0.17[m]  
 評価用の最低水位 : T.P.-2.67[m]

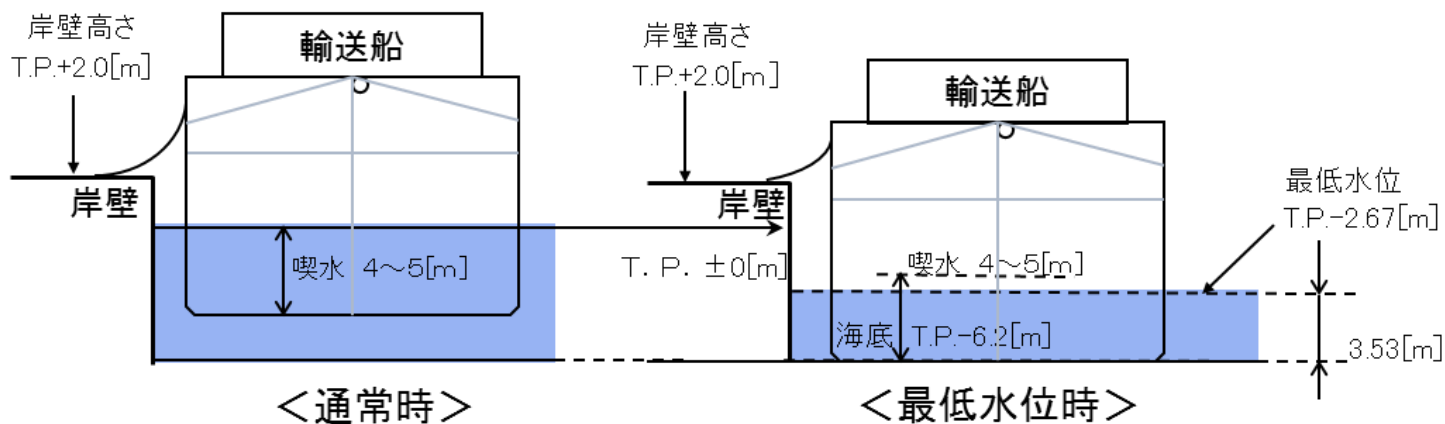


図-2 係留時における最低水位と輸送船の喫水高さ

## 【評価】

図-2のとおり最低水位はT.P.-2.67[m]まで下降する。この時、輸送船は海底に着底する可能性があるが、岸壁付近の海底が平坦であること、水位変動が緩やかであること、二重船殻構造で十分な船体強度を有していることから、輸送船が損傷し航行不能になることはない。

また、水位は最低水位から数分で上昇するため、水位回復後輸送船は退避可能である。輸送船の性能は、津波の最大流速(0.7[m/s]未満/添付-1参照)を上回っていることから、適切な操船で退避可能であり、漂流物になることはない。

1 (2) 輸送船の喫水と津波高さの関係について (3/3)

(2) 係留時以外の輸送船評価

a. 最低水位における輸送船の評価 (係留時以外)

最低水位と輸送船の喫水高さの関係を図-3に示す。

輸送船の評価は、岸壁に係留されていない状態 (接岸直前や離岸直後を想定)、津波水位は最低水位T.P.-2.67[m] (添付-1 参照) を前提とする。

- ・最低水位解析値 : T.P.-2.5 [m]※
  - ・潮位のバラツキ : -0.17[m]
- ※ 朔望平均干潮位T.P.-0.01[m]を考慮
- 評価用の最低水位 : T.P.-2.67[m]

【評価】

図-3 のとおり、岸壁付近の海底は平坦な部分が約29[m]、その外側に傾斜部分 (1:2勾配) があり、最低水位で輸送船が海底に接触する範囲は岸壁から約35[m]の範囲内である。この範囲を含めた岸壁付近の輸送船の速度は、接岸や離岸に伴い非常に慎重な速度 (数cm/s~数十cm/s程度) で操船される。

この範囲内で引き波が襲来し最低水位となった場合は、船底が海底に着底する可能性があるが、輸送船の速度や水位の低下速度が緩やかであること、輸送船は二重船殻構造で十分な船体強度を有していることから、輸送船が損傷し航行不能になることはない。

なお、海底の傾斜部分 (1:2勾配) に輸送船が着底しても、輸送船の船底が平坦であること、海底の傾斜角度 (約27°) は輸送船の重心位置による横転角度 (約48°) に比べて十分余裕があることから、輸送船が横転することはない。また、水位は最低水位から数分で上昇するため、輸送船は水位回復後退避可能である。輸送船の性能は、津波の最大流速 (0.7[m/s]未満/添付-1 参照) を上回っていることから、適切な操船で退避可能であり、漂流物になることはない。

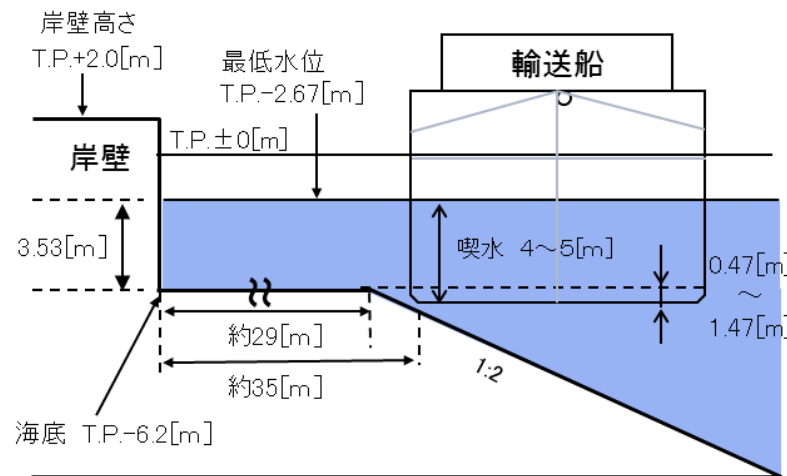


図-3 係留時以外における最低水位と輸送船の喫水高さ

2. 結果

警報が発表されない可能性がある津波が襲来した場合でも、津波高さと輸送船の喫水高さの関係から、岸壁に乗り上がることはなく、引き波により船底が海底に着底しても十分な船体強度を有していること等から航行不能となることはない。また、輸送船は水位回復後退避可能であること、輸送船の性能は津波の最大流速を上回っていることから適切な操船で退避可能であり、漂流物となることはない。



## 燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について (1/3)

### 1. 概要

燃料等輸送船（以下「輸送船」という。）の物揚岸壁における停泊中およ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。

### 2. 評価条件

#### (1) 輸送船の仕様・形状

輸送船の仕様を表-1に、外形図を図-1、図-2に示す。

表-1 輸送船の仕様

項目	仕様
満載排水量	約7,000[t] (空荷状態：約4,000[t])
積貨重量トン	約3,000[t]
喫水	約5[m]
全長	100.0[m] (垂線間長：94.4[m])
型幅	16.5[m]

#### (2) 転覆モード

輸送船は図-2に示すとおり、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で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-3に示すように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。

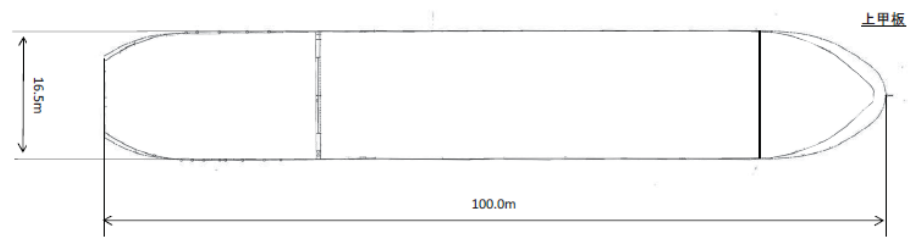
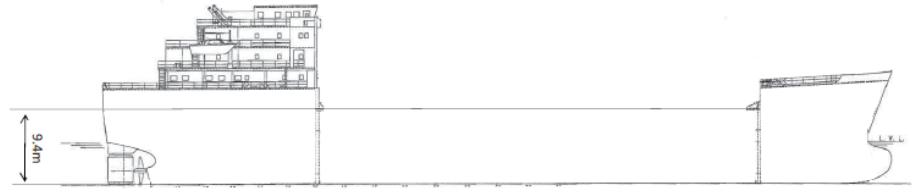


図-1 輸送船外形図

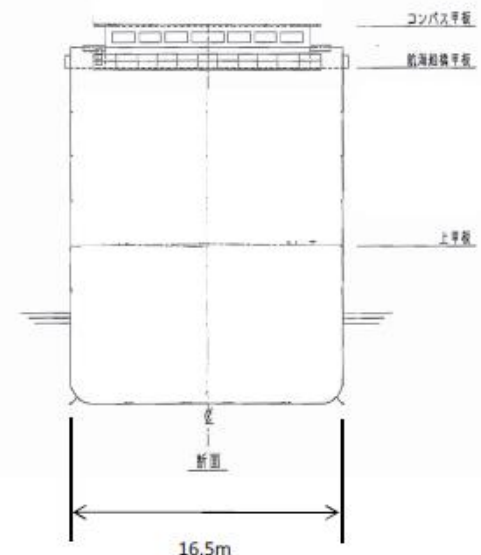


図-2 輸送船外形図

## 燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について (2/3)

### 3. 転覆評価

図-3の想定転覆モードにおいて輸送船に働く力とモーメントを図-4に示す。

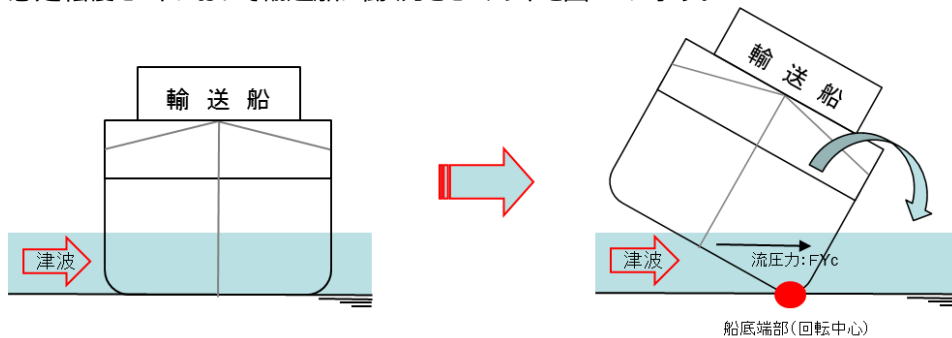


図-3 想定転覆モード

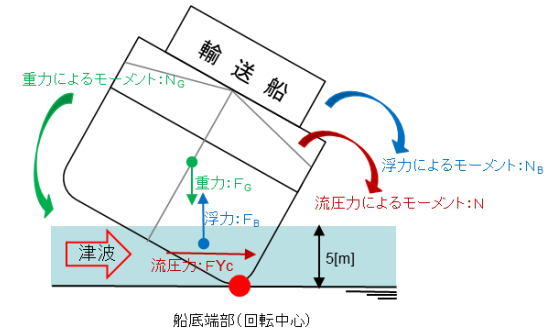


図-4 輸送船に働く力とモーメント

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、船底端部を中心に輸送船を回転させる。また、浮力  $F_B$  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輸送船の傾きを戻す。この際、流圧力および浮力によるモーメントにより傾きが増大し、重心位置が回転中心の鉛直線上を超える場合には転覆する。

重心位置が回転中心の鉛直線上にあるときの傾きは約48°であるため、ここでは傾きを24°と仮定し、流圧力によるモーメント  $N$  と浮力によるモーメント  $N_B$  の和と重力によるモーメント  $N_G$  とのモーメントの釣り合いから転覆しないことを確認する。

重力によるモーメント  $N_G$  は次式のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N_G &= F_G \times X \text{ (GR)} \\ &= 4,000 \times 4.5 \\ &= 18,000 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

- $N_G$  : 重力によるモーメント [tonf・m]
- $F_G$  : 輸送船 (空荷状態) の重量 [tonf] (≒4,000)
- $X$  (GR) : 重心と回転中心の水平方向距離 [m] (≒4.5)

次に流圧力によるモーメント  $N$  は次式にて計算できる。

$$\begin{aligned} N &= F_{Yc} \times W \div 2 \\ &= F_{Yc} \times d \div 2 \end{aligned}$$

- $N$  : 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ときに最も大きくなり、且つ、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とき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。

このとき、流速は添付-1の最大流速0.7m/sを適用、横方向流圧力係数は図-5により10<sup>\*</sup>と仮定する。

表-2 横方向流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{Yc} = \frac{1}{2} \times C_{Yc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>F_{Yc}</math> : 横方向流圧力 [kgf]</li> <li><math>C_{Yc}</math> : 横方向流圧力係数</li> <li><math>V_c</math> : 流速 [m/s]</li> <li><math>L_{PP}</math> : 垂線間長 [m]</li> <li><math>d</math> : 喫水 [m]</li> <li><math>\rho_c</math> : 水密度 [kg・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>] (=104.5kg・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</li> </ul>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について (3/3)

※ 図-5のとおり、水深と喫水の比率が1.05の場合の最大流圧力係数は約3.3であり、水深と喫水の比率が小さくなると流圧力係数は大きくなる傾向となっている。本評価上、水深(5m)と喫水(5m)の比率は1であることから、保守的に流圧力係数を10と仮定する。

表-2により $F_{YC}$ は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 F_{YC} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.5 \times 0.7^2 \times 94.4 \times 5 \\
 &= 120,844 \text{ [kgf]} \\
 &\approx 121 \text{ [tonf]}
 \end{aligned}$$

したがって、流圧力によるモーメント $N$ は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 N &= Y_{FC} \times d \div 2 \\
 &= 121 \times 5 \div 2 \\
 &= 303 \text{ [tonf}\cdot\text{m]}
 \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント $N_B$ は次式にて評価する。

$$\begin{aligned}
 N_B &= F_{Br} \times X(BR) \\
 &= 1,700 \times 3.0 \\
 &= 5,100 \text{ [tonf}\cdot\text{m]}
 \end{aligned}$$

$N_B$  : 浮力によるモーメント[tonf・m]

$F_{Br}$  : 傾いた際の輸送船の浮力[tonf] ( $\approx 1,700$ )

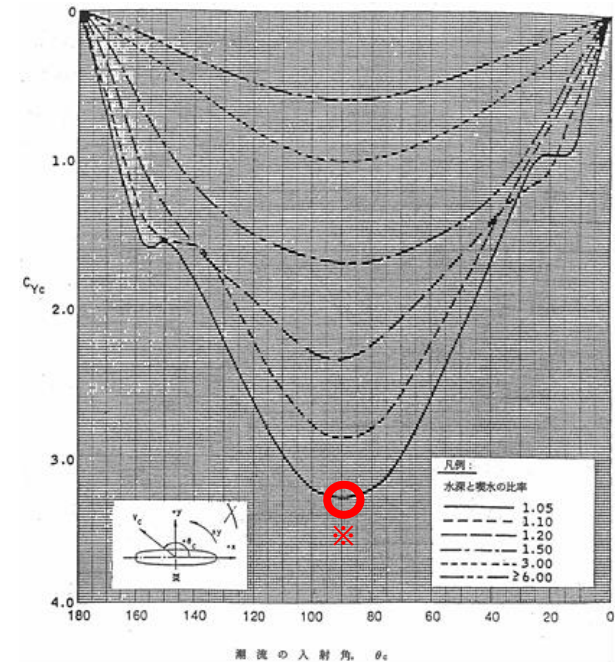
$X(BR)$  : 浮心と回転中心の水平方向距離[m] ( $\approx 3.0$ )

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、輸送船は転覆することはない。

$$\begin{aligned}
 N + N_B &= 303 + 5,100 \\
 &= 5,403 \text{ [tonf}\cdot\text{m]} < N_G (= 18,000) \text{ [tonf}\cdot\text{m]}
 \end{aligned}$$

4. 結果

輸送船の着底後に津波による流圧を受けても、船底と海底の形状から転覆に至ることはなく、さらに、保守的に船底の一部が固定される状態を想定した場合でも転覆しないことを確認した。



(出典：VLCCにおける風圧および流圧の予測 OCIMF刊行)  
図-5 横方向流圧力係数

## 防潮ゲート保守作業時の対応

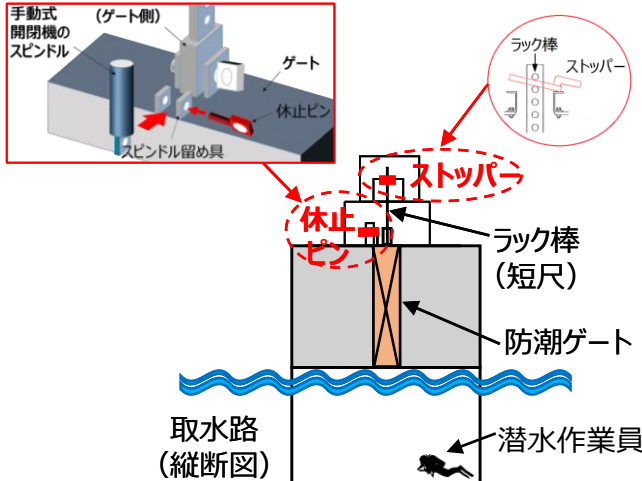
## ○過去の保安規定審査の経緯について

- 高浜発電所の防潮ゲートの保守については、作業時に遠隔閉止を手動閉止に切り替えて実施することから、保安規定第68条の2の運転上の制限に抵触するため、予防保全を目的とした点検・保守（青旗作業）を実施するべく2018年7月13日付で保安規定変更認可申請を実施した。
- 保安規定の審査において、青旗作業時の防潮ゲートの手動閉止に関して、青旗作業の具体的な内容に加え、既許可の設置変更許可申請との関係を整理し、上流規制との整合の観点でも問題ないことの説明を実施した。
- その後、2018年12月にインドネシア・スンダ海峡で発生した火山現象による津波被害に関連して、津波警報が発表されない可能性のある津波への対応も踏まえた点検・保守を実施する場合の措置等について整理、検討する必要が生じたため、2019年7月16日に保安規定変更認可申請書取り下げ願いを提出した。



防潮ゲート保守作業時の対応

防潮ゲート直下の清掃

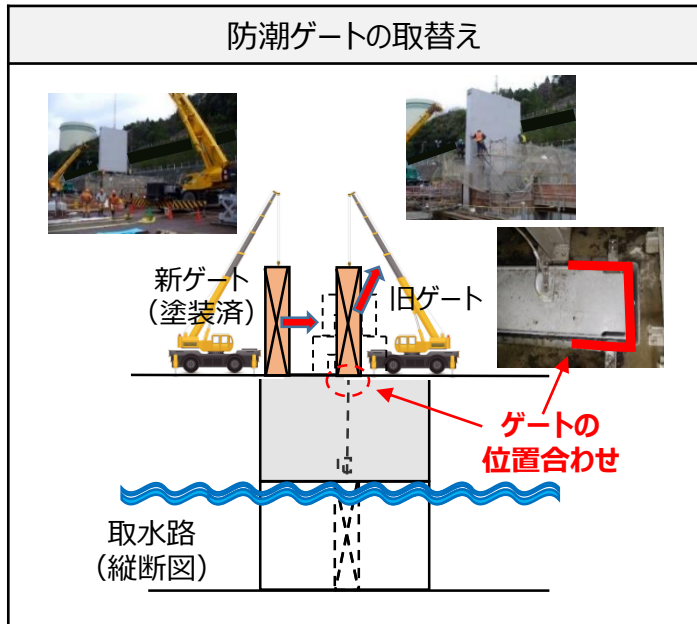


- 作業時の安全確保の観点から、休止ピンに加えて、ラック棒にストッパーを挿入する。
- 敷地外にて情報発信された後、休止ピンとストッパーを解除することで、発電所に津波が襲来する前に作業前のゲート開閉状態に復旧可能である。  
(4門とも遠隔閉止操作が可能で、敷地内潮位計による警報発信で対応。)

		作業していない側の系列	作業側の系列
ゲート開閉状態	作業前	2門開 (遠隔○)	2門開 (遠隔○)
	作業中		2門開 (遠隔×)

		「隠岐トラフ海底地すべり」による津波発生からの経過時間 (分)	対応に係る各ステップに要する時間および説明	
		30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60	時間	説明
中央制御室	構内の潮位計にて警報発信		0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信
	潮位変動の判断 運転員の指示等		5分	-
	循環水ポンプ停止		5分	-
	ユニットリップ		5分	-
	防潮ゲート閉止 (遠隔閉止)	高浜発電所に津波到達43分▽	1分	-
敷地外の潮位計にて情報発信	▽敷地外の観測地点に津波到達31分	6分	通常潮汐から10分以内に0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて情報発信	
現地	潜水作業員退避		1分	-
	防潮ゲート落下防止処置 (休止ピン、ストッパー) の解除		1分	-

防潮ゲート保守作業時の対応



- ゲート取替時はクレーン2台(旧ゲート用、新ゲート用)を使用する。
- 敷地外にて情報発信された後、ゲートが位置合わせにはめ込んでいる状態(ケース①)であれば、そのままゲートを閉止し、旧ゲート取り外し後(ケース②)であれば、新ゲートを閉止することで、発電所に津波が襲来する前に作業前のゲート開閉状態に復旧可能である。(2門閉2門開で、開のゲートは遠隔閉止操作が可能。敷地内潮位計による警報発信で対応。)
- なお、旧ゲートを引き抜く前には、敷地外の潮位データを確認し、異常がないことを判断して作業を行う。

		作業していない側の系列	作業側の系列
ゲート開閉状態	作業前	2門開 (遠隔○)	2門閉 (遠隔×)
	作業中		1門閉, 1門開 (遠隔×)

		「隠岐トラフ海底地すべり」による津波発生からの経過時間 (分)	時間	対応に係る各ステップに要する時間および説明
中央制御室		30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60		
		構内の潮位計にて警報発信	0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信
		潮位変動の判断 運転員の指示等	5分	-
		循環水ポンプ停止 ユニットトリップ	5分	-
		防潮ゲート閉止 (遠隔閉止)	1分	-
		敷地外の潮位計にて情報発信	6分	通常潮汐から10分以内に0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて情報発信
現地	ケース①	クレーンによる防潮ゲート閉止	1分	ゲート降下距離6m、クレーン巻上フック速度約10m/分より1分と評価
	ケース②	クレーンによる防潮ゲート据付け・閉止	11分	ゲート設置時の実績から10分以内で据付け可能 ゲート降下距離12m、クレーン巻上フック速度約10m/分より2分と評価

補足説明資料の変更範囲

○補足説明資料のうち、既許可から変更があるもの及び新規に確認が必要なものは以下の通り

	資料名	変更・追加の理由
既許可評価から変更あり	審査ガイドとの適合性 (耐津波設計方針)	基準津波の追加による申請範囲を網羅的に説明する必要がある。
	津波防護対策の設備の 位置づけについて※	津波監視設備である潮位計を、津波防護施設と兼用することから、設備の分類を整理する必要がある。
	海水ポンプ軸受の浮遊砂耐 性について	基準津波の追加により、浮遊砂濃度に影響がないことを確認する必要がある。
	燃料等輸送船の係留索の 耐力について	基準津波の追加により、その津波の流速等においても燃料等輸送船が係留状態を維持できることを確認する必要がある。
	燃料等輸送船の喫水と 津波高さの関係について	基準津波の追加により、その津波の高さ等においても燃料等輸送船が岸壁に乗り上がることはないことや漂流物にならないこと等を確認する必要がある。
	津波シミュレーションに用いる 数値計算モデルについて※	基準津波の追加により、防潮ゲート閉止手順を追加する必要があるため。
	発電所の湾内の局所的な 海面の励起について※	基準津波の追加により局所的な海面の励起が生じていないかの確認が必要であるため。
	津波防護施設・津波監視 設備の運用方針について	津波監視設備である潮位計を、津波防護施設と兼用することから、設備分類の整理を踏まえ、手順に関する記載を充実する必要があるため。
新規確認	漂流物影響評価における 津波の流速・流向について	追加した基準津波の傾向が、これまでの漂流物評価において検討を実施していた内容に影響を与えることが無いことを説明する必要があることから、新規に資料を追加する。
	取水路防潮ゲートの 保守作業時の対応について	防潮ゲートの保守作業時の運用は、追加したゲート閉止手順を踏まえて新たに設定することから、新規に資料を追加する。(詳細は保安規定審査にて確認。)
	関連条文の整理	個別申請内容の各条文に対する影響を整理する必要があることから、新規に資料を追加する。

※：2020/2/26ヒアリング以降に追加となった資料