

**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
指摘事項への回答について】**

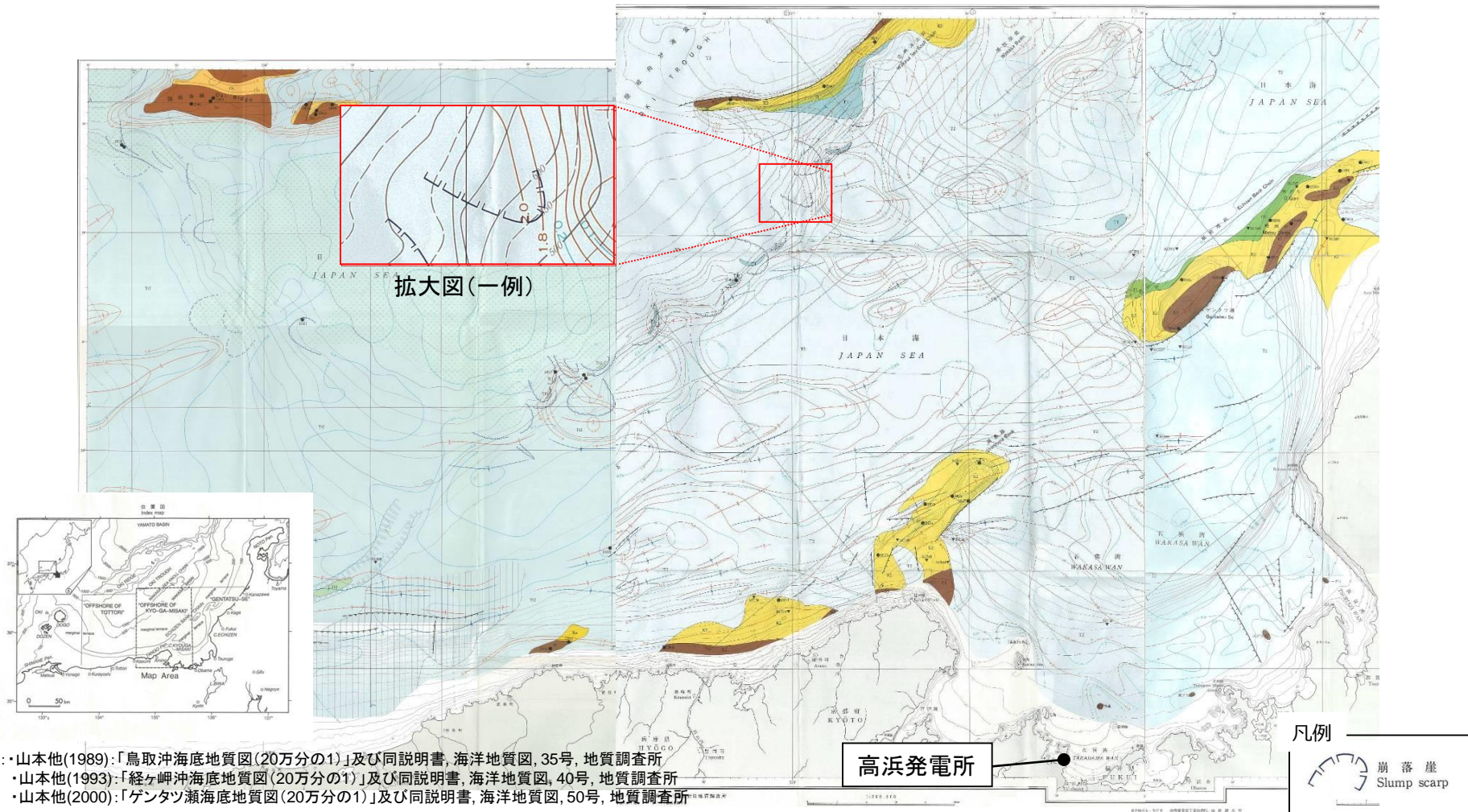
(参考資料)

2020年1月21日
関西電力株式会社

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



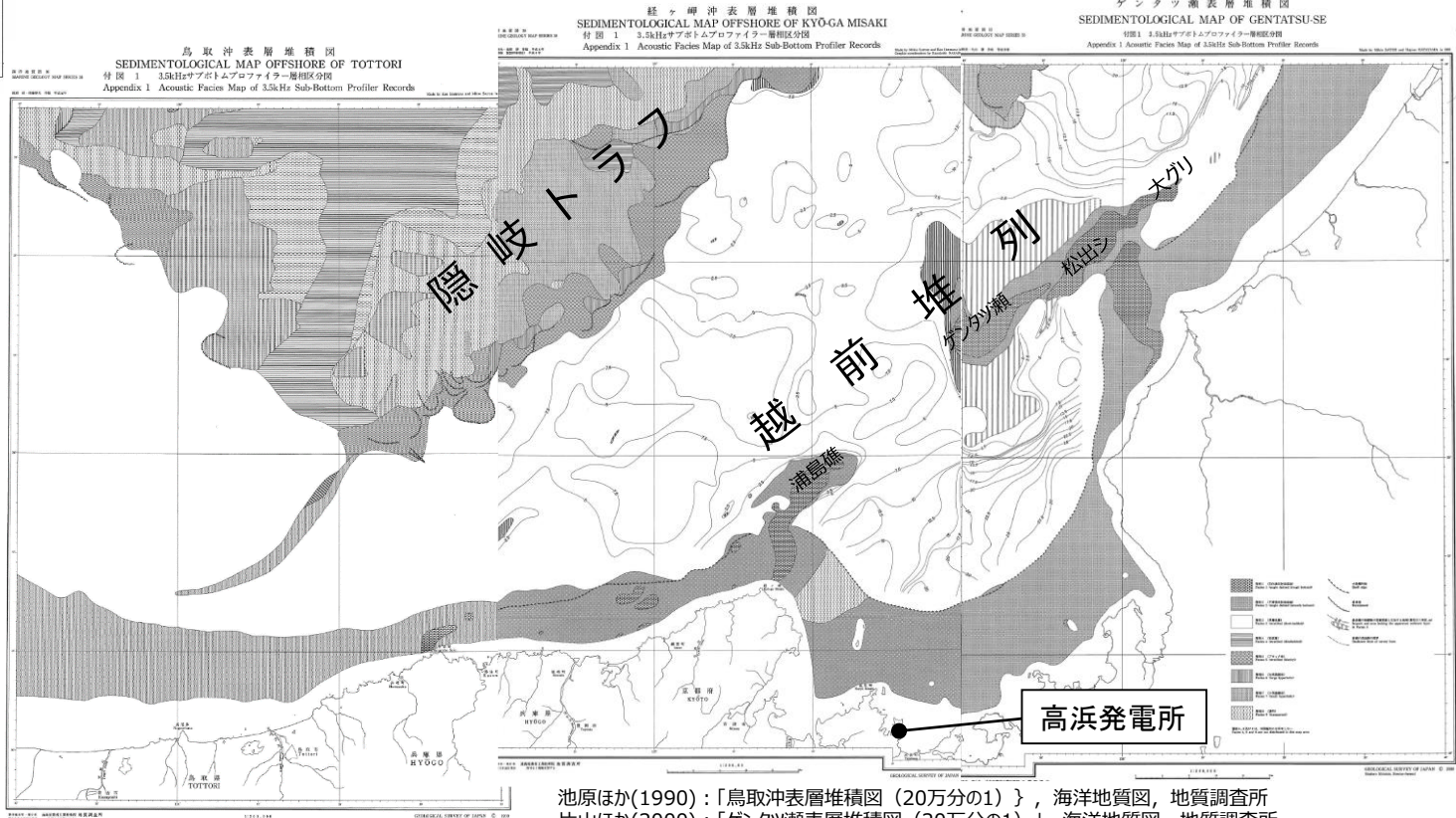
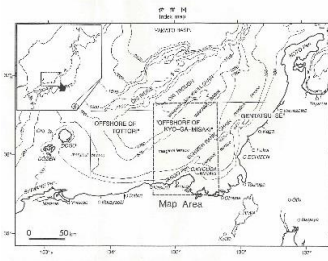
※ ・山本他(1989):「鳥取沖海底地質図(20万分の1)」及び同説明書, 海洋地質図, 35号, 地質調査所
 ・山本他(1993):「経ヶ岬沖海底地質図(20万分の1)」及び同説明書, 海洋地質図, 40号, 地質調査所
 ・山本他(2000):「ゲンタツ瀬海底地質図(20万分の1)」及び同説明書, 海洋地質図, 50号, 地質調査所

- 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

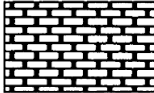
- 表層堆積図によると、隠岐トラフ周辺には海底地すべりを示唆する層相（層相5、6及び7）が図示されている。
- その他の海域には、海底地すべりを示唆する層相は図示されていない。

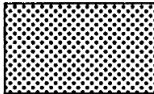
トリガーの妥当性


層相区分の考え方

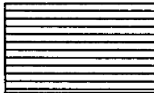
第314回審査会合資料
資料1-4-2、P66再掲


【層相の凡例】

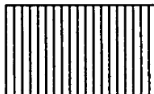
 層相 1 (凹凸強反射海底面)
Facies 1 <single distinct (rough bottom)>

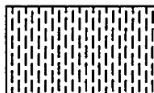
 層相 2 (平滑強反射海底面)
Facies 2 <single distinct (smooth bottom)>

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

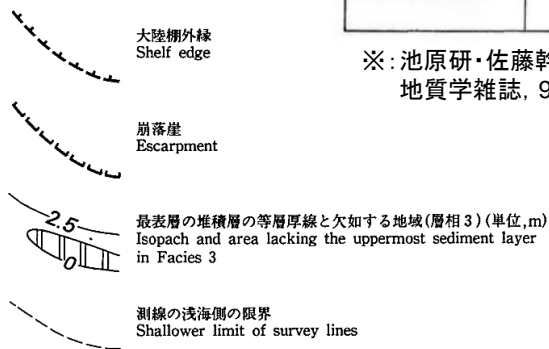
 層相 4 (密成層)
Facies 4 <stratified (thin-bedded)>

 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>



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.

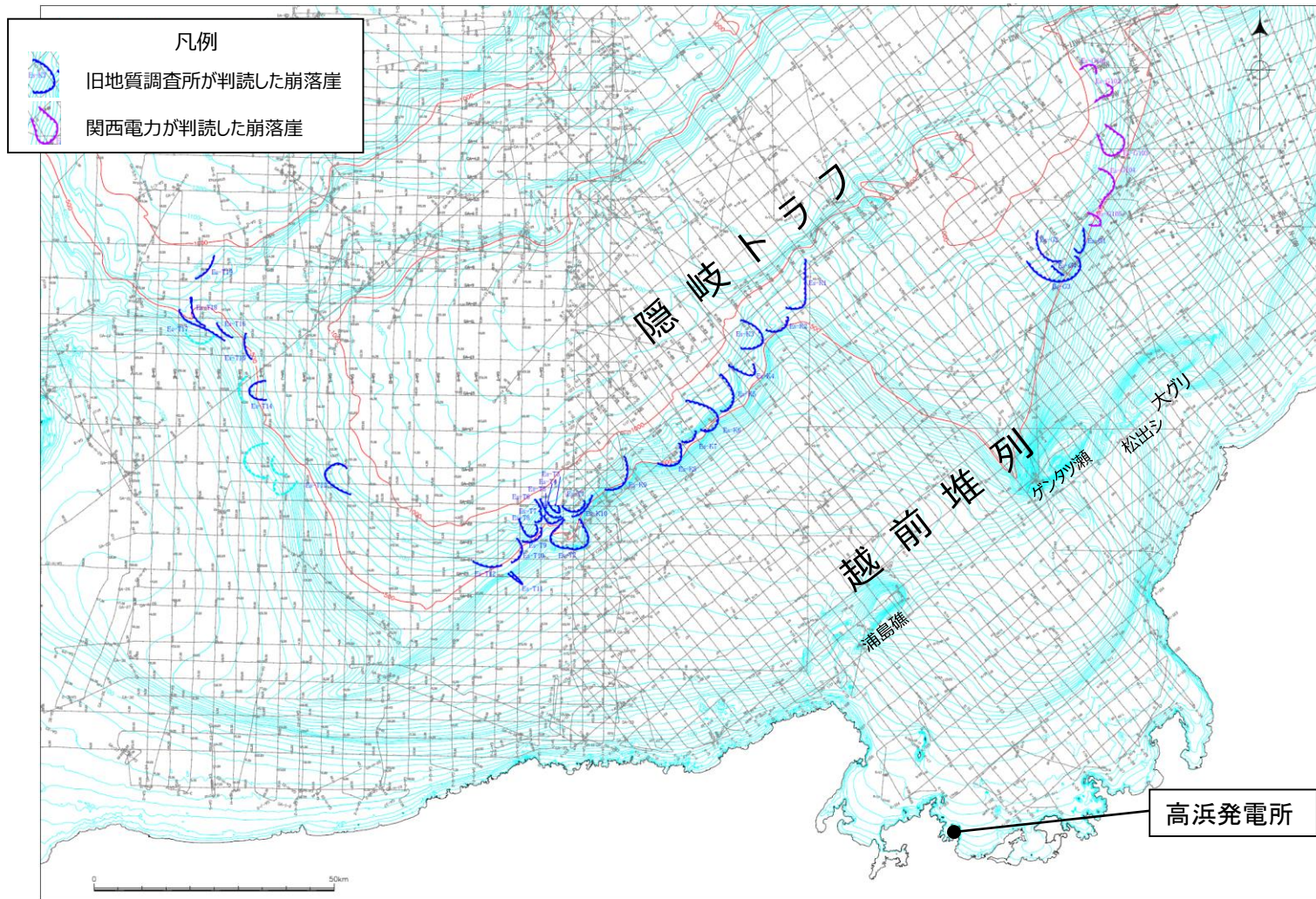
FACIES	ACOUSTIC CHARACTERS (combination of sea floor and internal reflector pattern*)	SEDIMENTS	INTERPRETATION	DISTRIBUTION
1 DISTINCT -single & rough	Strong bottom return, no or very poor internal return, rough bottom. (A&III)	Gravelly, rocky	Gravelly or rocky bottom	Oki Ridge N of Dogo
2 DISTINCT -single & 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



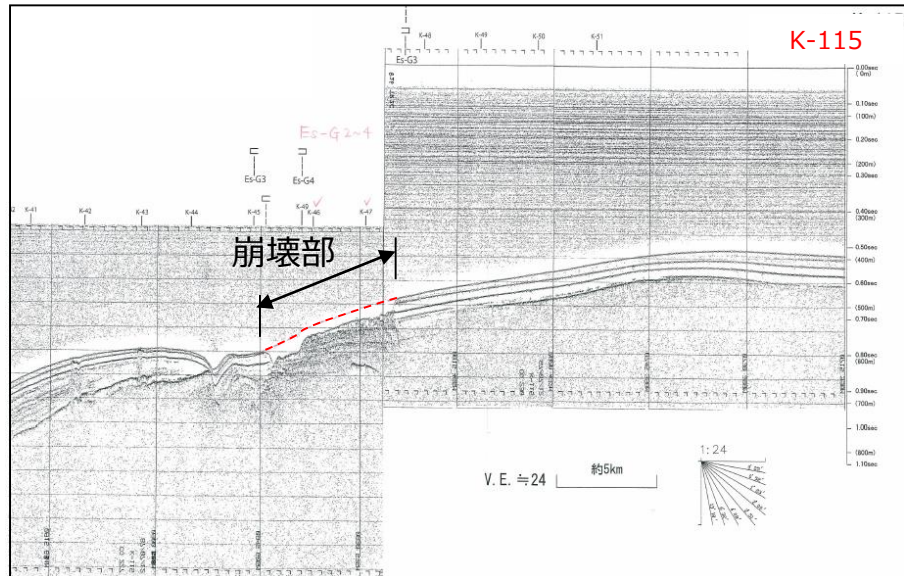
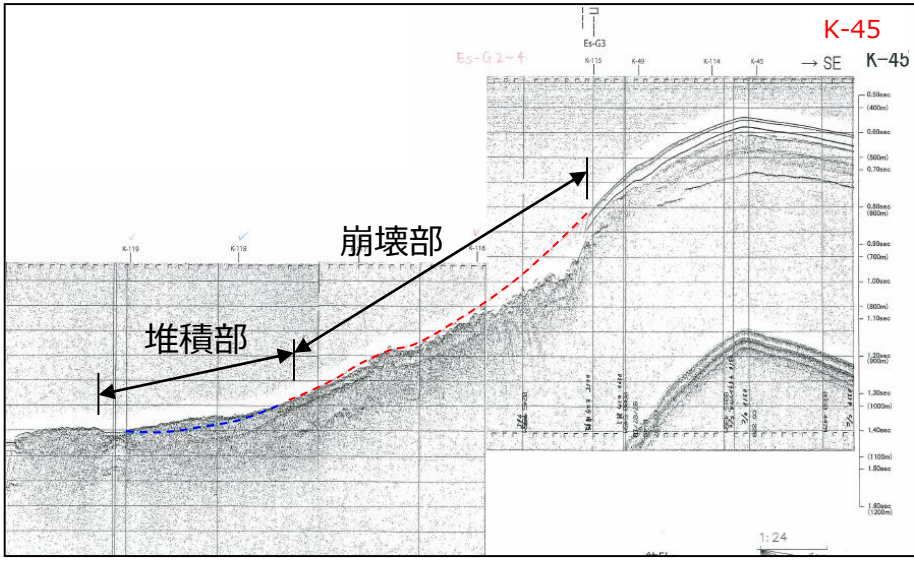
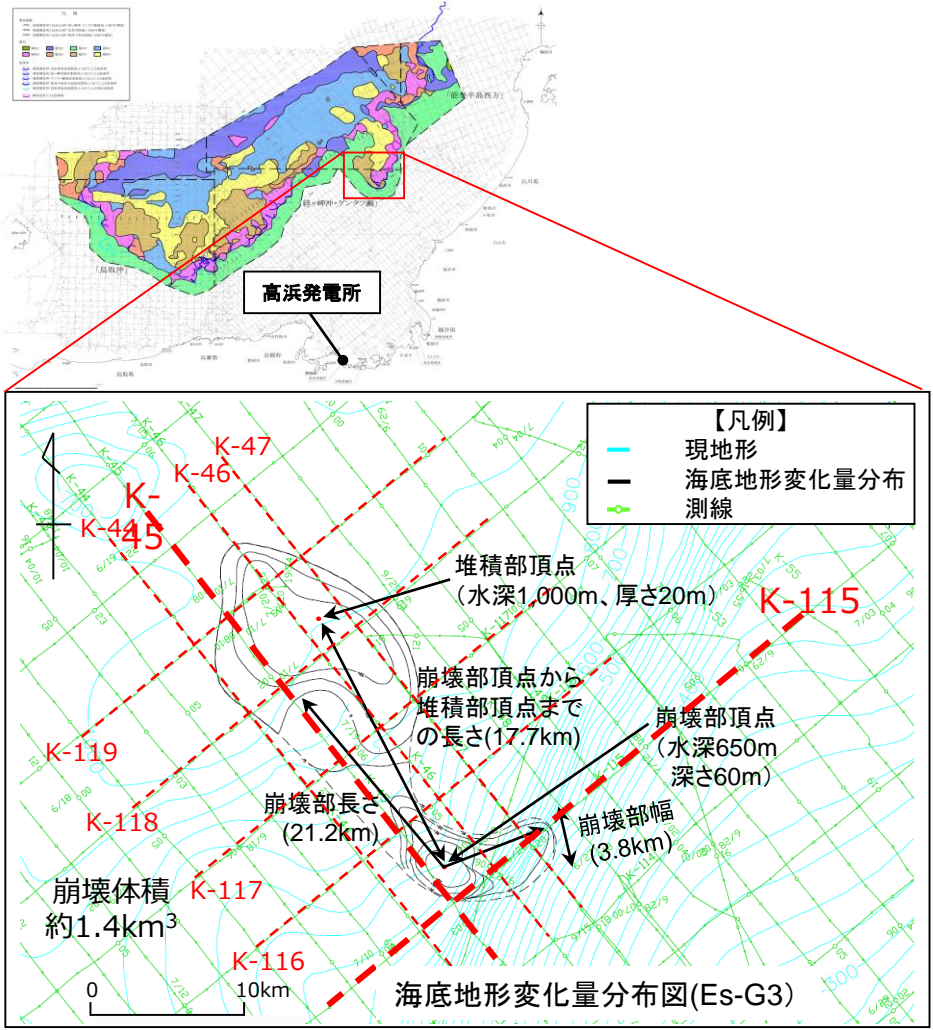
若狭湾周辺海域では、隠岐トラフ周辺に多数の海底地すべり地形が認められるものの、それ以外の海域には海底地すべりが疑われる地形は認められなかった。

トリガーの妥当性

● 評価対象とする海底地すべり地形変化の算出（エリアA）

第314回審査会合資料
資料1-4-2、P82再掲

※測線は代表例

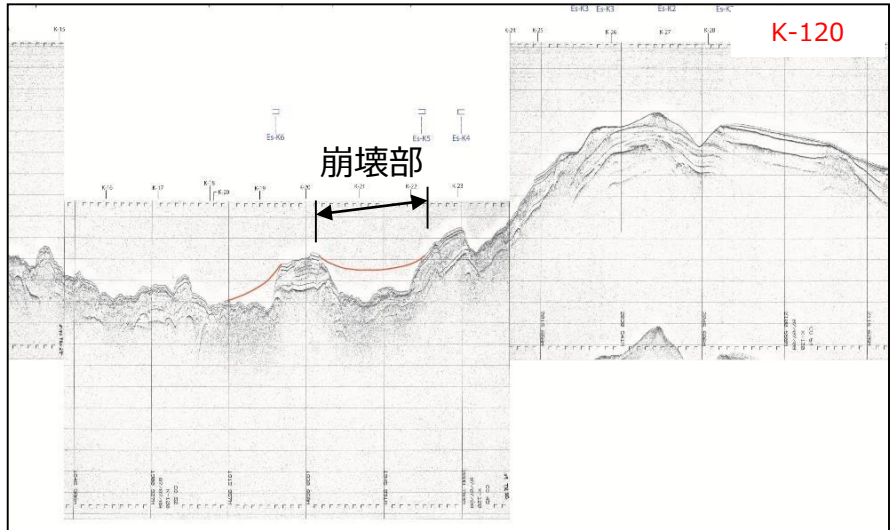
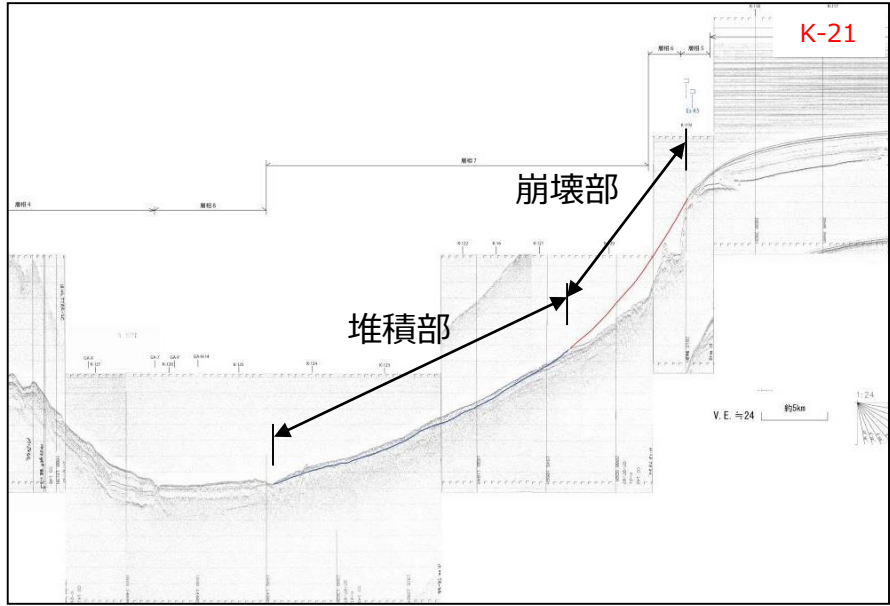
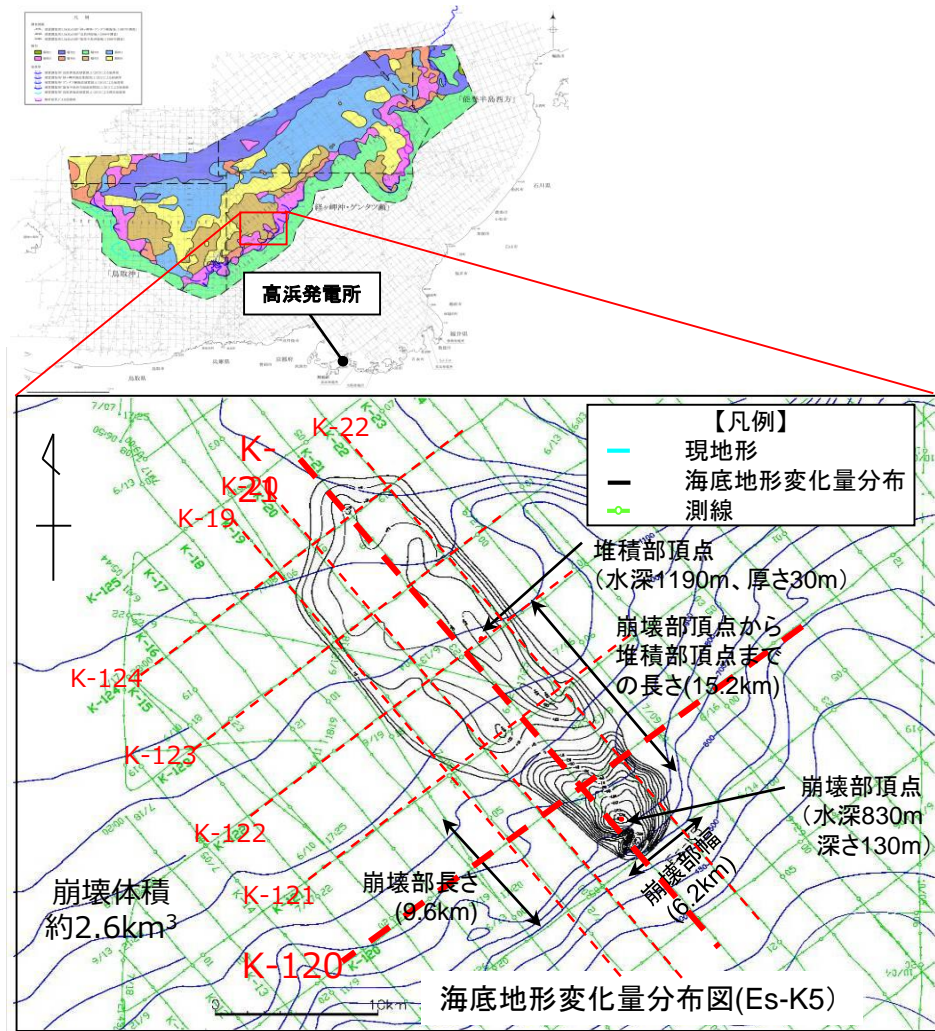


地すべり地形Es-G3を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

トリガーの妥当性

● 評価対象とする海底地すべり地形変化の算出（エリアB）

※測線は代表例

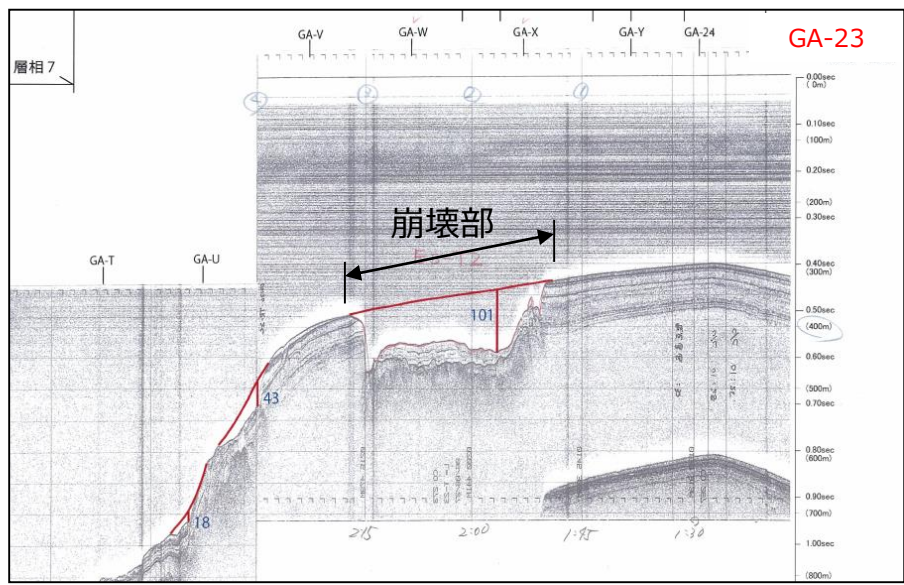
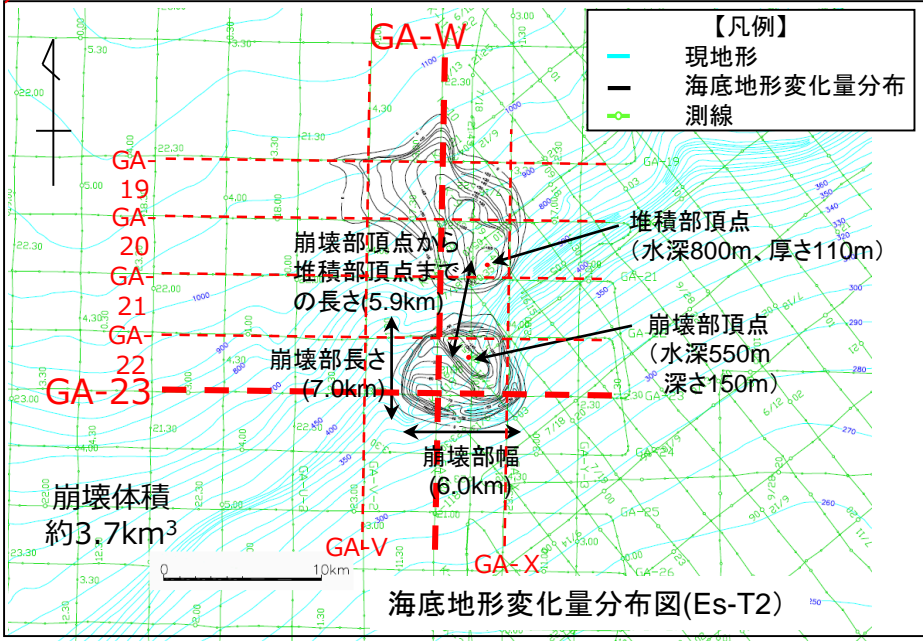
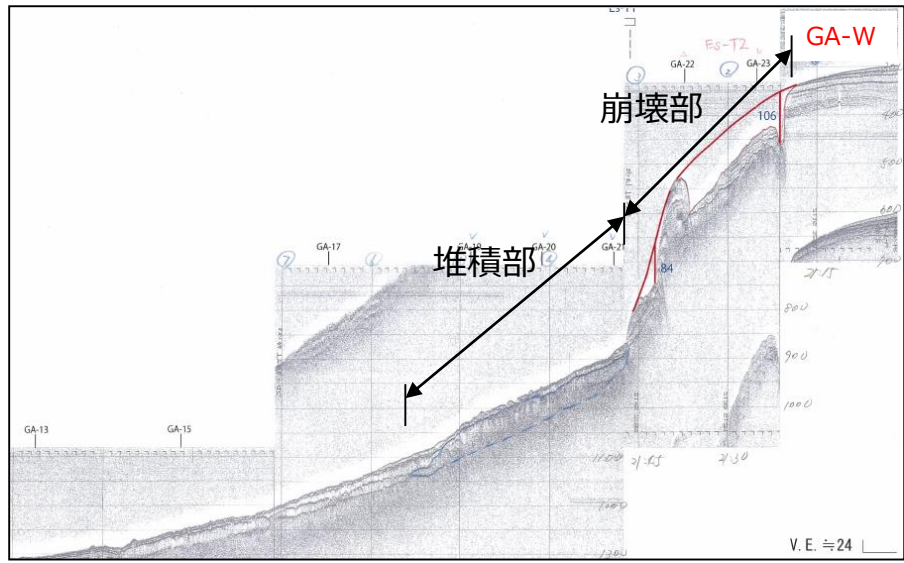
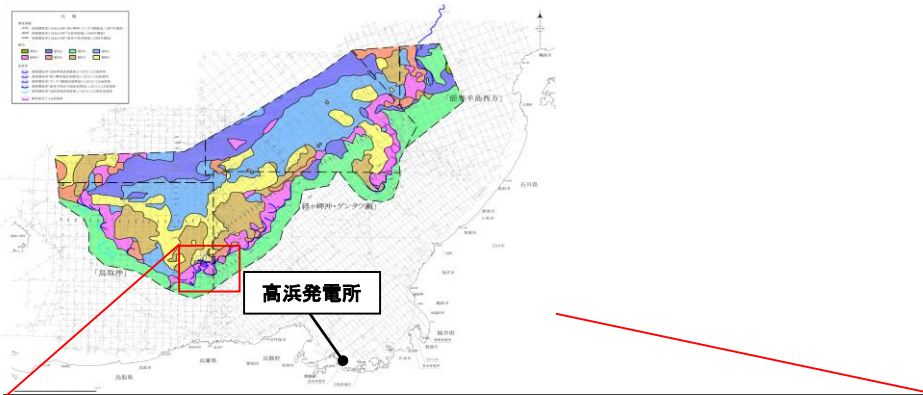


地すべり地形Es-G3を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

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）

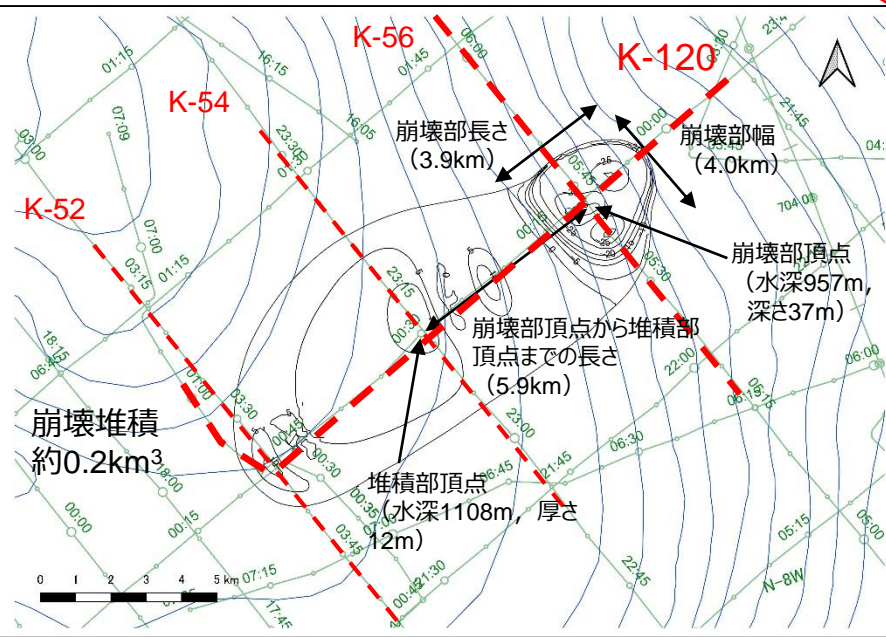
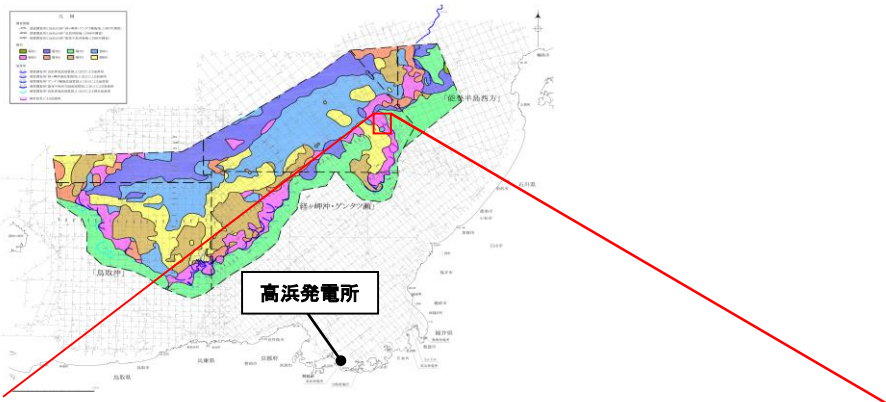
※測線は代表例



地すべり地形Es-G3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。

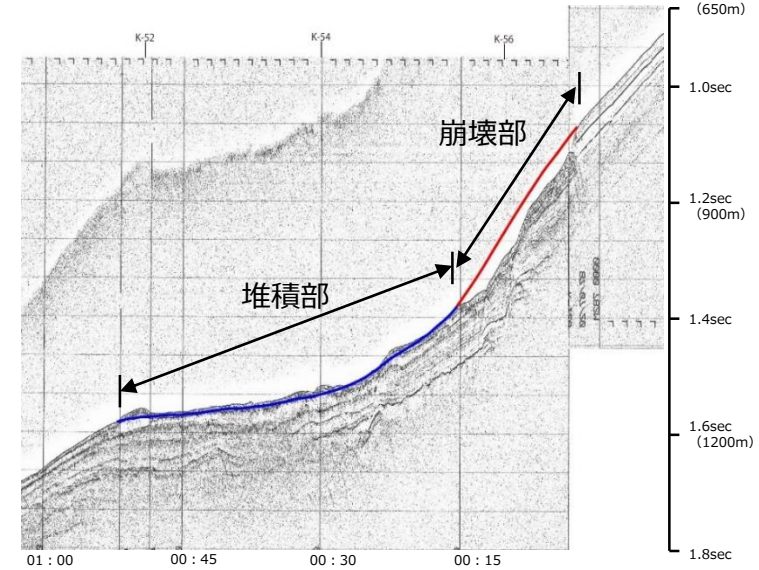
トリガーの妥当性

- 海底地すべり地形変化の算出（エリアA Es-G101）

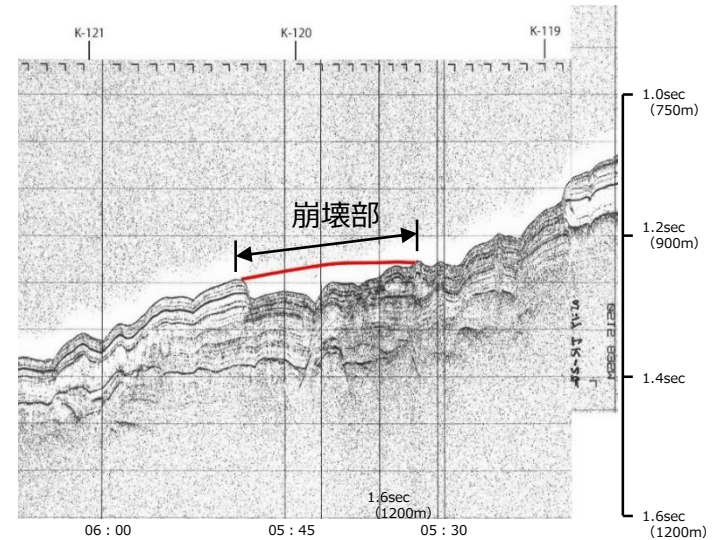


地すべり地形Es-G3を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。

※測線は代表例 K-120

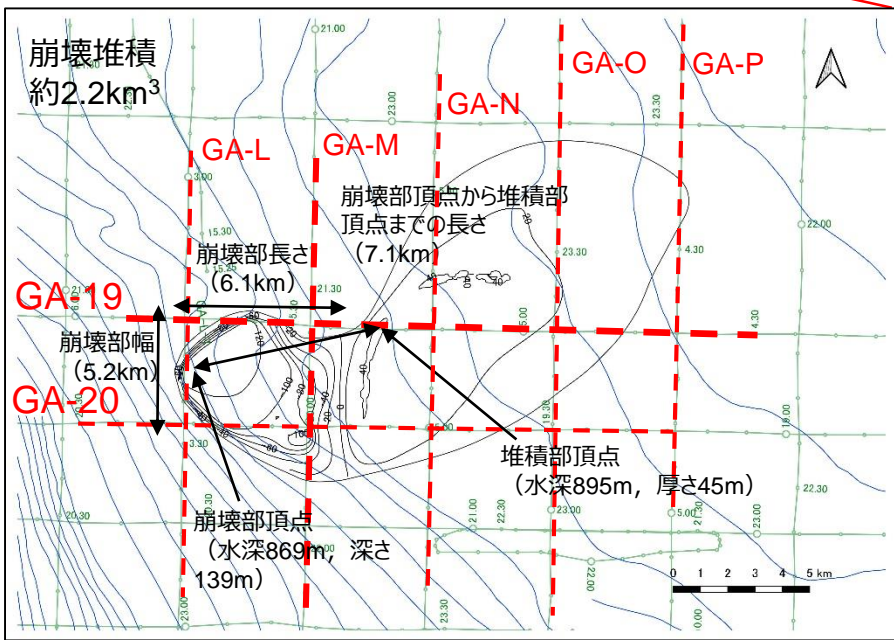
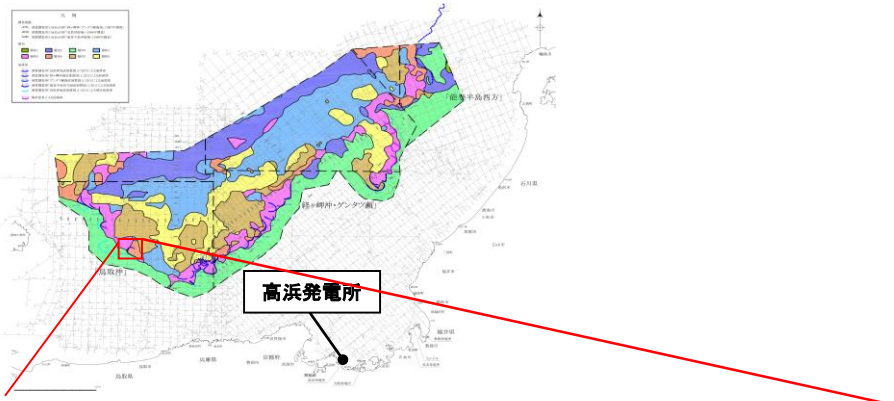


K-56



トリガーの妥当性

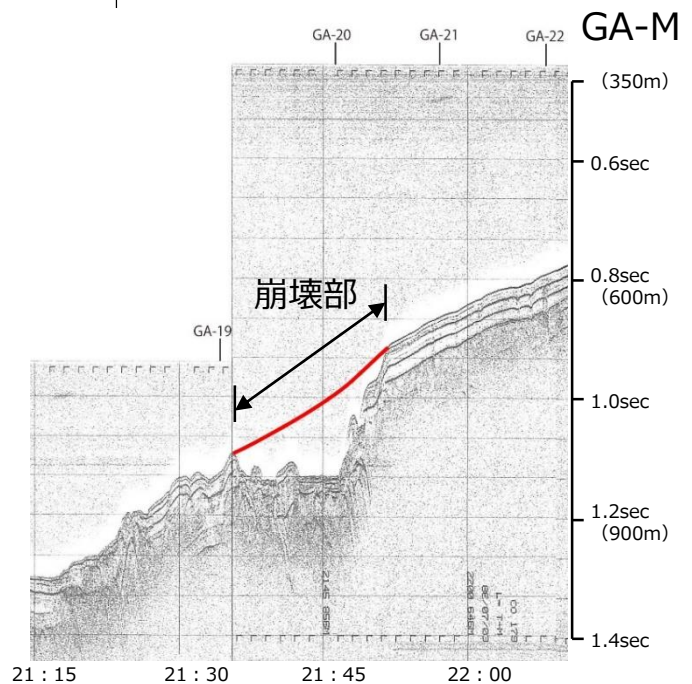
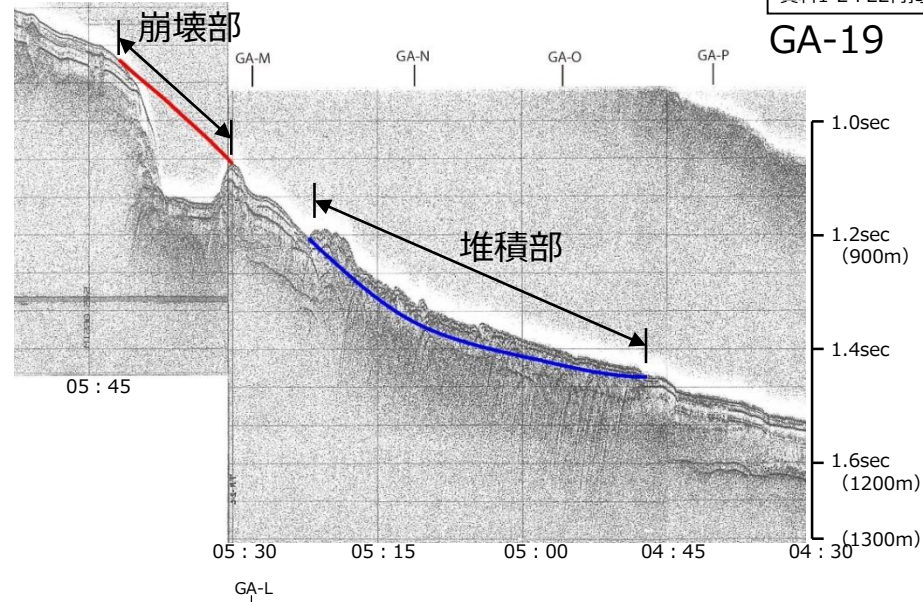
- 海底地すべり地形変化の算出（エリアC Es-T13）



地すべり地形Es-G3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

第810回審査会合
資料1-2 P22再掲

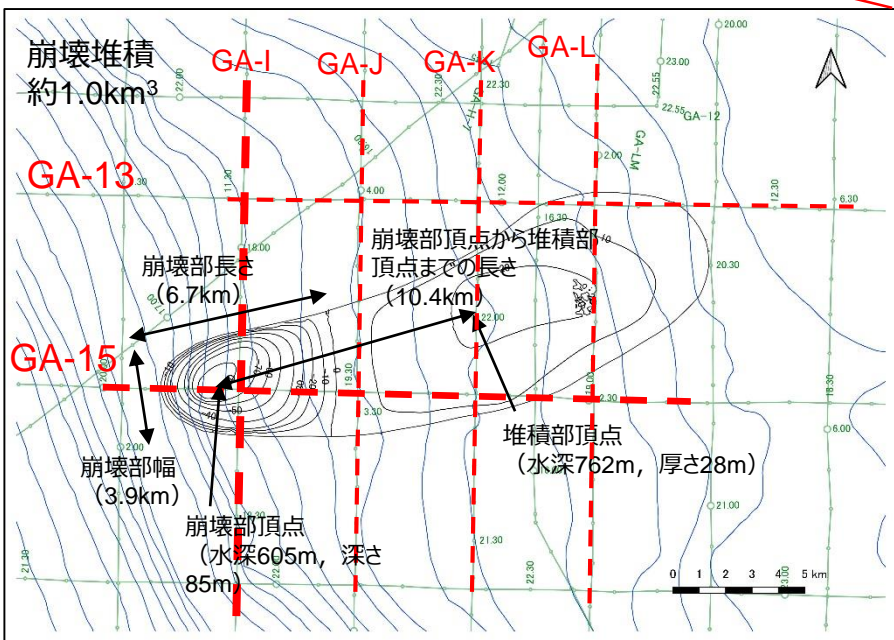
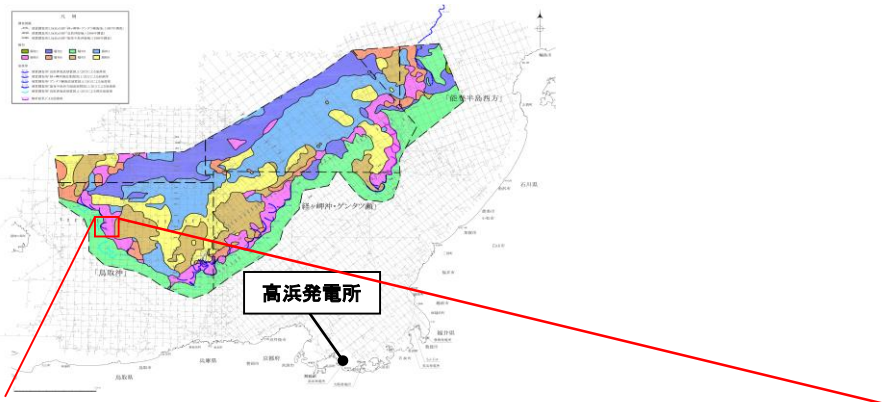


トリガーの妥当性

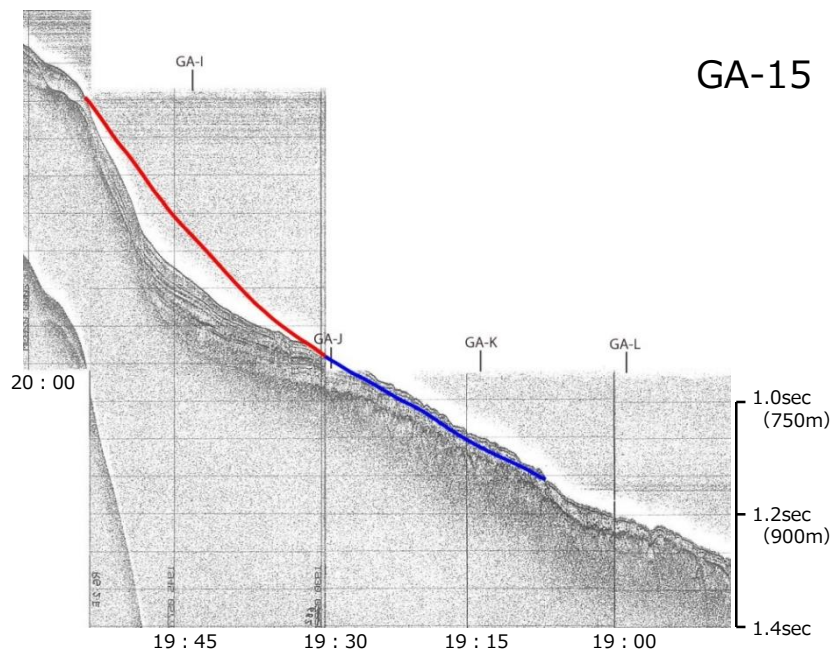
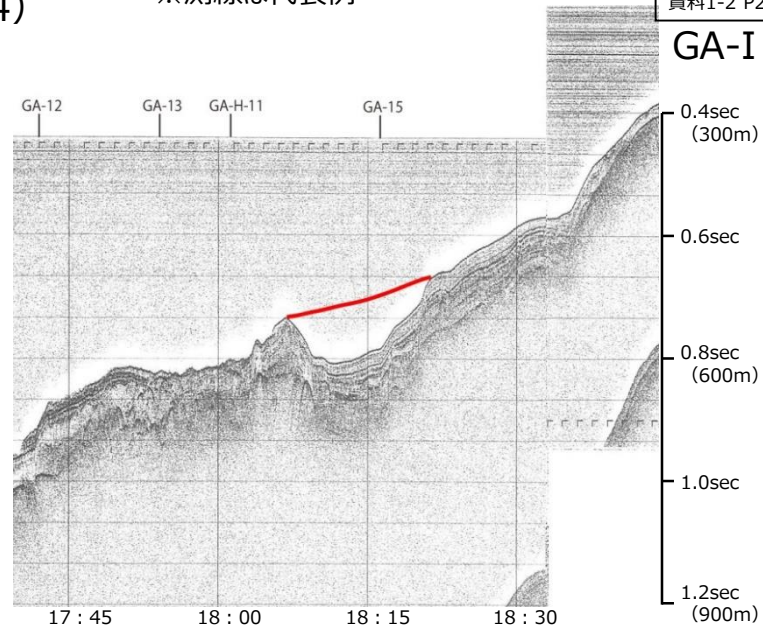
● 海底地すべり地形変化の算出（エリアC Es-T14）

※測線は代表例

第810回審査会合
資料1-2 P23再掲

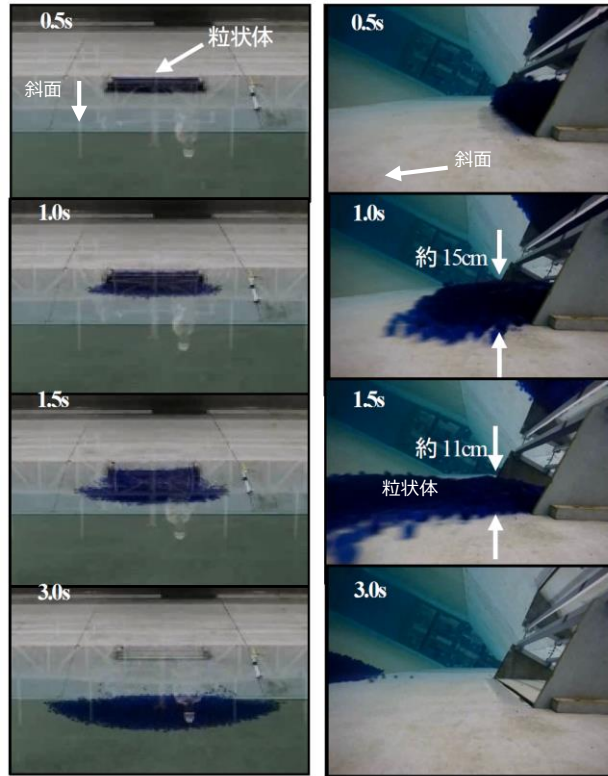
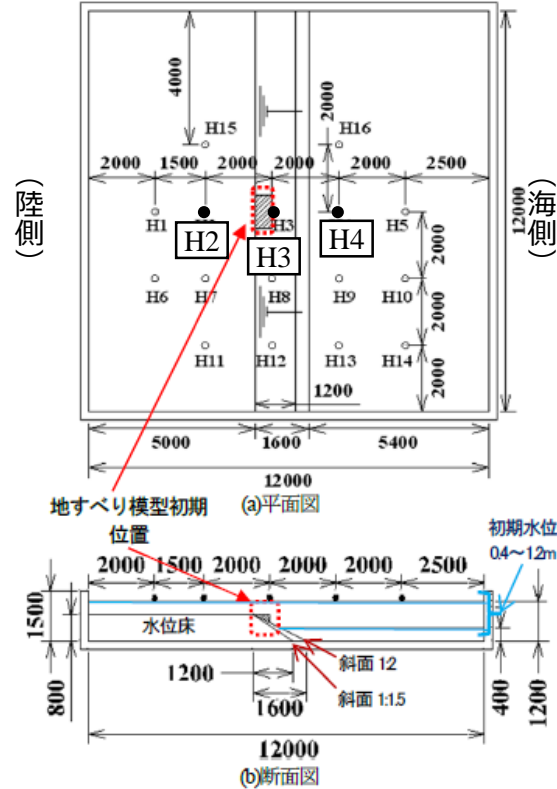


地すべり地形Es-G3を通る複数の海上音波探査記録から、崩壊部・堆積部の幅、長さ、標高等を判読し、海底地形変化量分布図を作成した。



トリガーの妥当性

● 水位下降波先行に関する文献



(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)

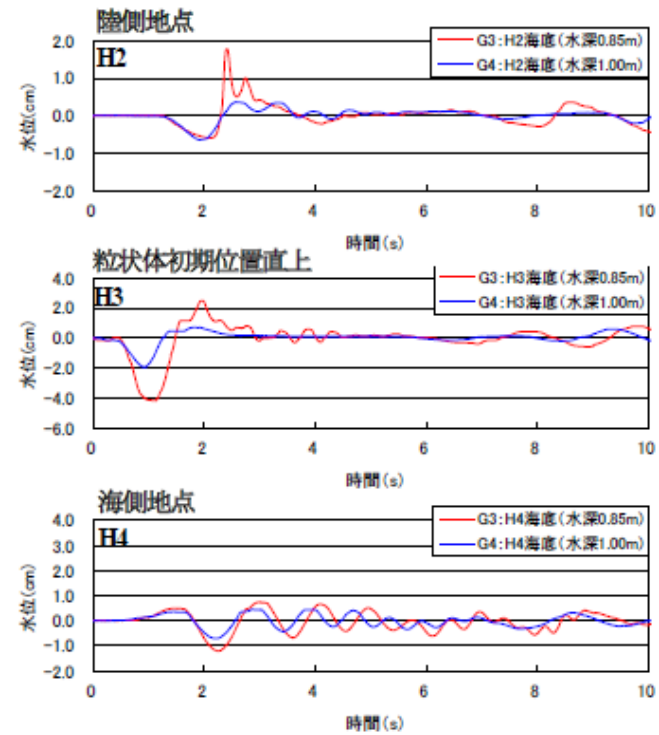


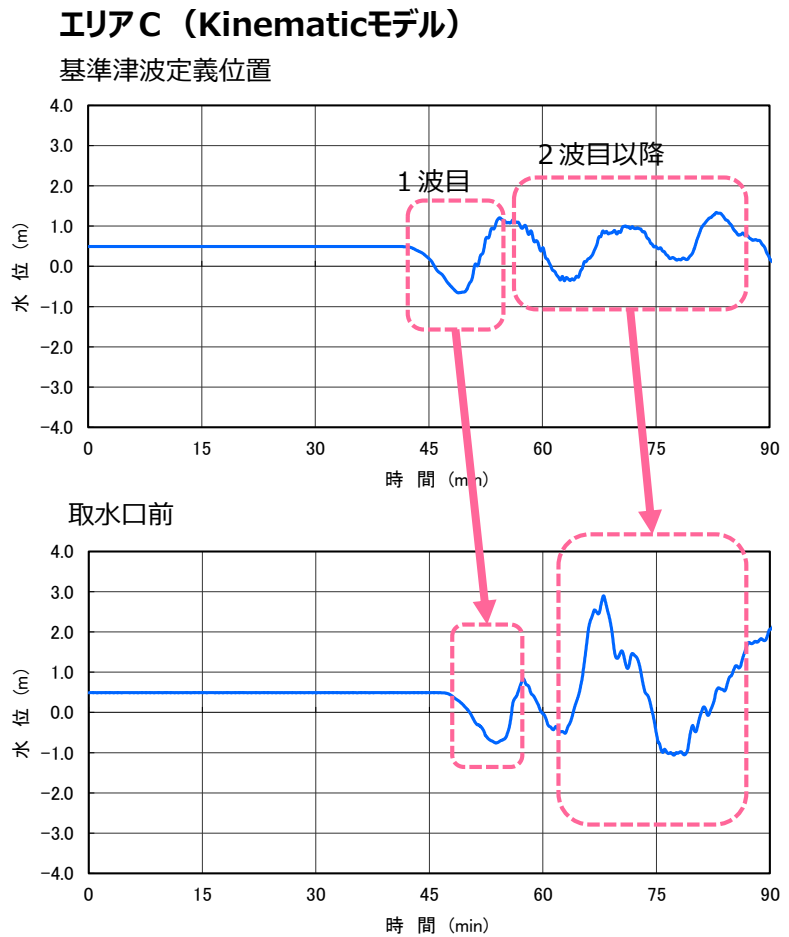
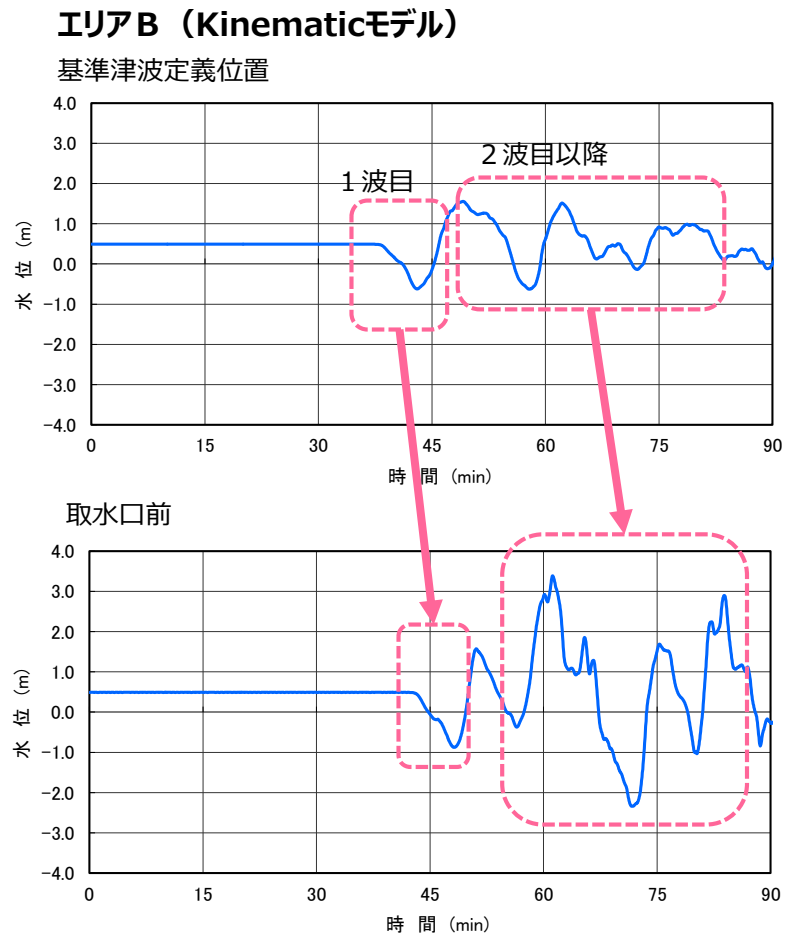
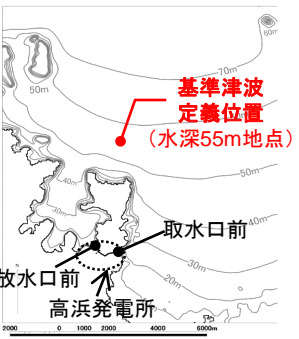
図-4 粒状体による海底地すべり津波の水位変動

[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

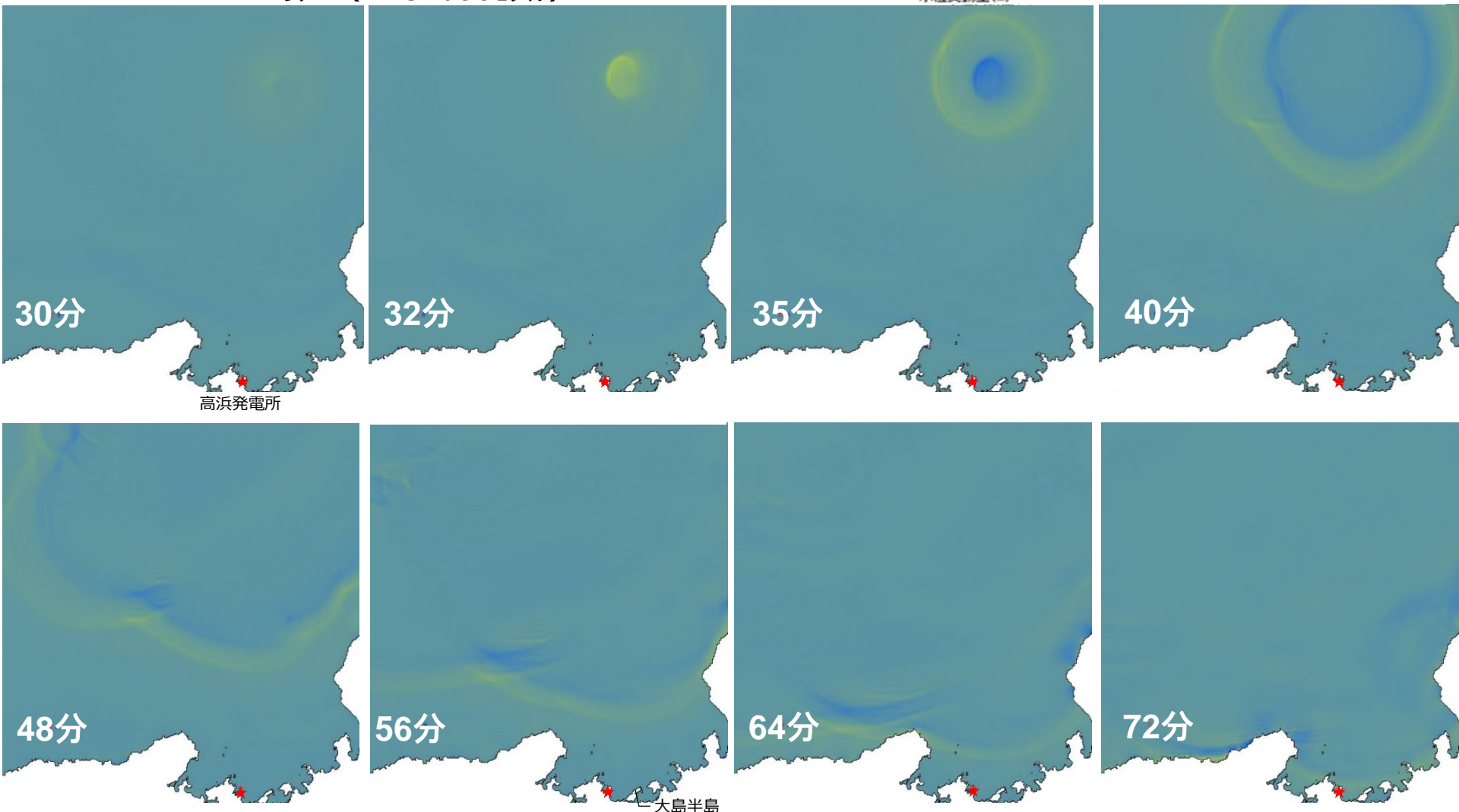
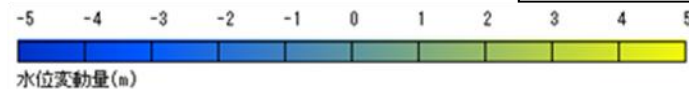
- 2波目以降の水位変動の増幅（1 / 16）
- ### 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（1 / 8）



- 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

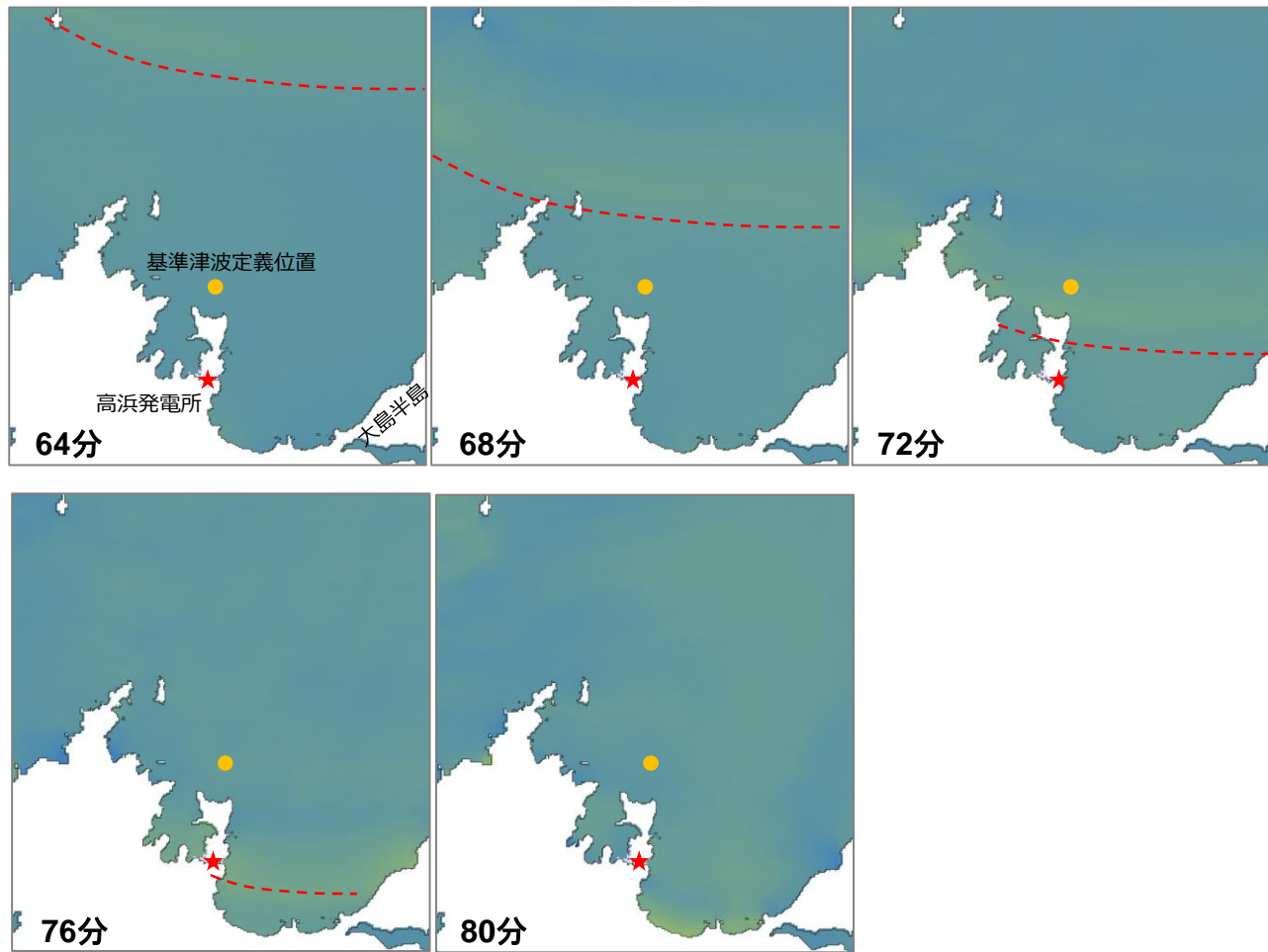
- 2波目以降の水位変動の増幅（2 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（2 / 8）
- エリアA（Kinematicモデル）



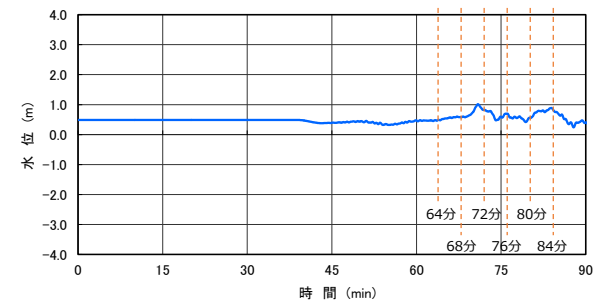
64分頃までは引き波⇒72分ごろ押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一様に伝播している。

トリガーの妥当性

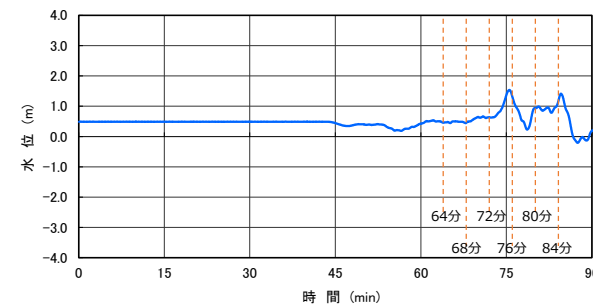
- 2波目以降の水位変動の増幅（3 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（3 / 8）
- エリアA（Kinematicモデル）



基準津波定義位置



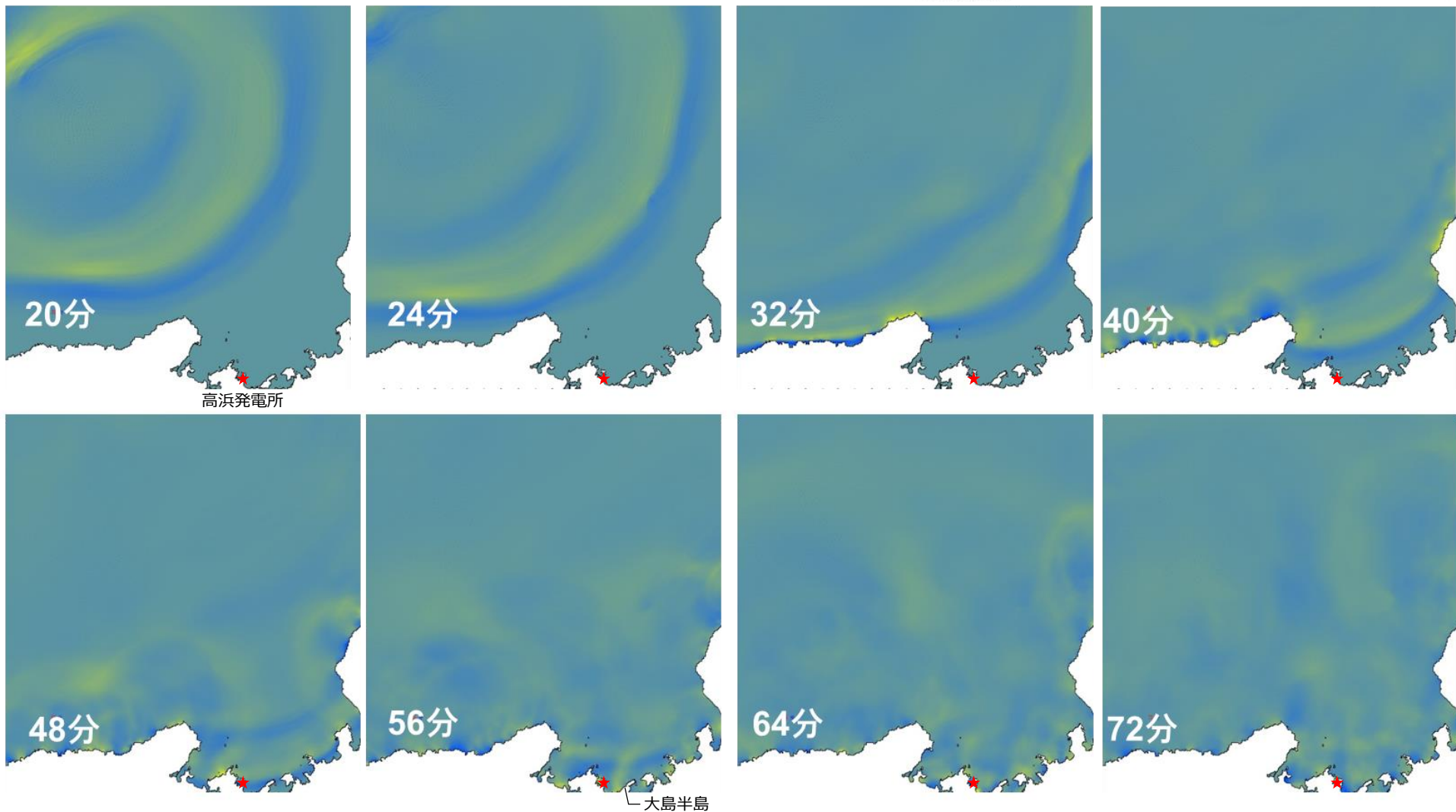
取水口前



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

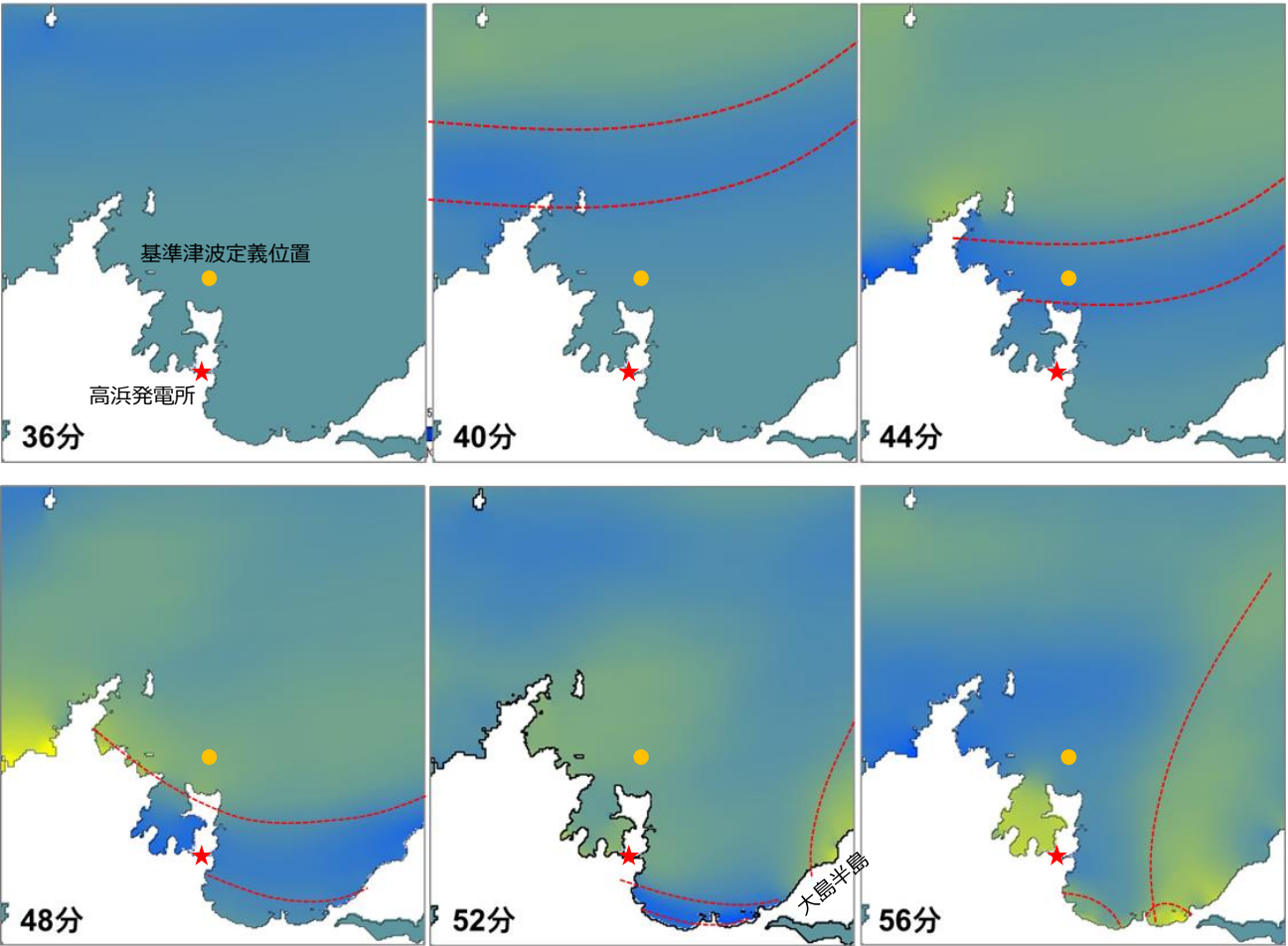
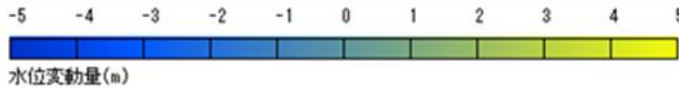
- 2波目以降の水位変動の増幅（4 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（4 / 8）
- エリアB（Kinematicモデル）



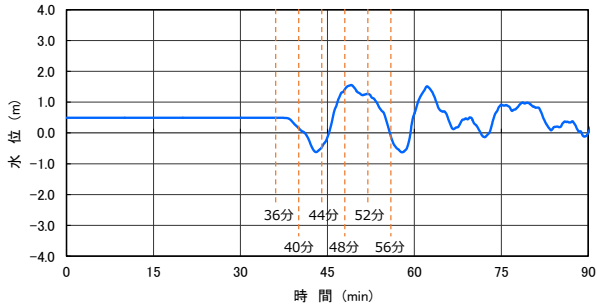
48分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、56分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

トリガーの妥当性

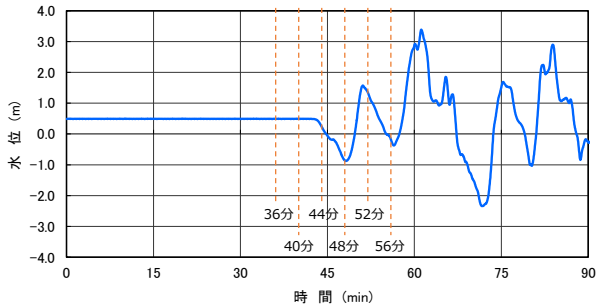
- 2波目以降の水位変動の増幅（5 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（5 / 8）
- エリアB（Kinematicモデル）



基準津波定義位置



取水口前

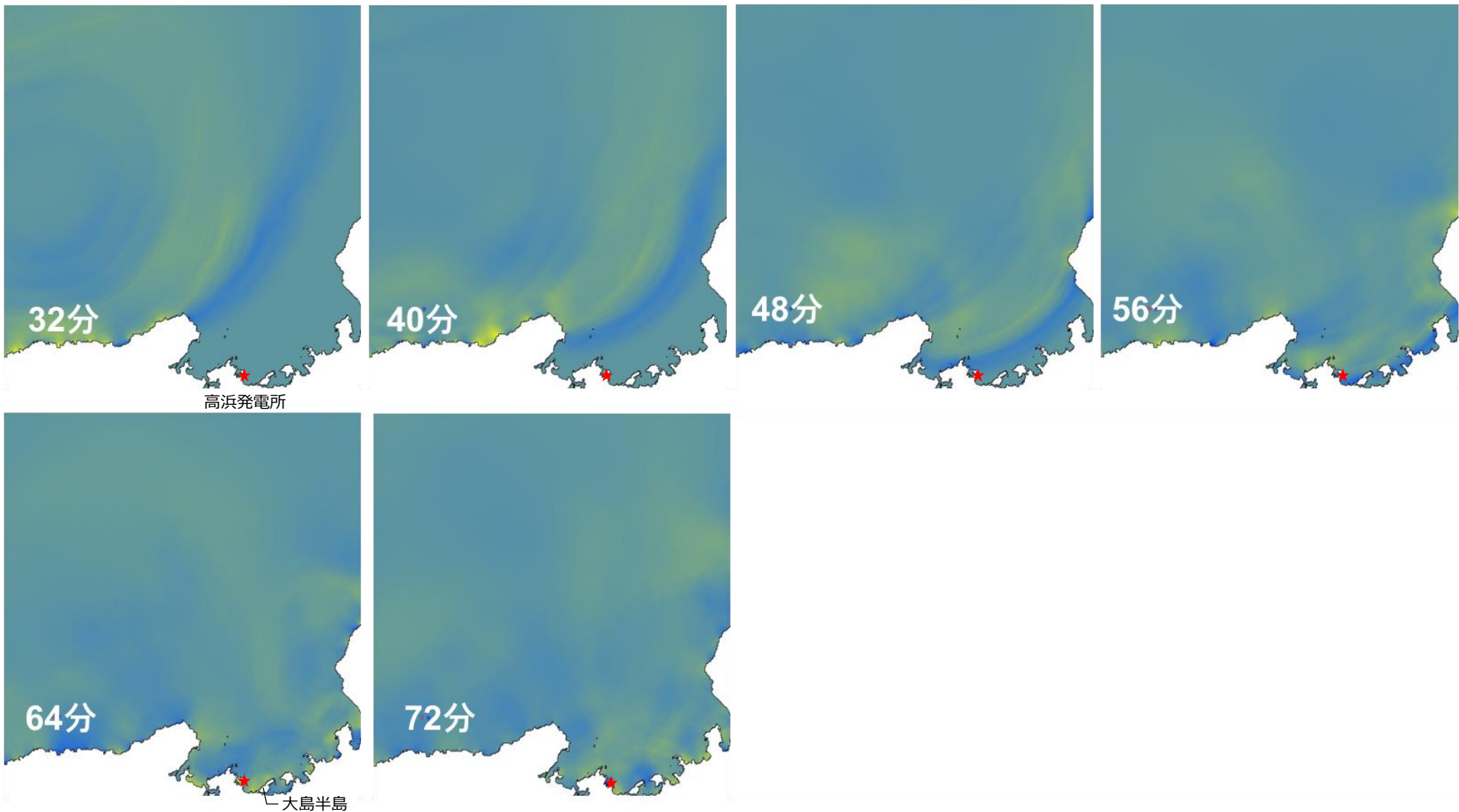
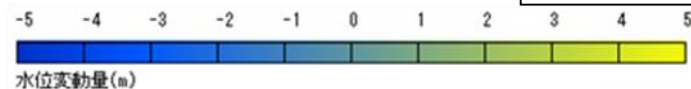


52分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一樣に伝播しているが、56分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

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）

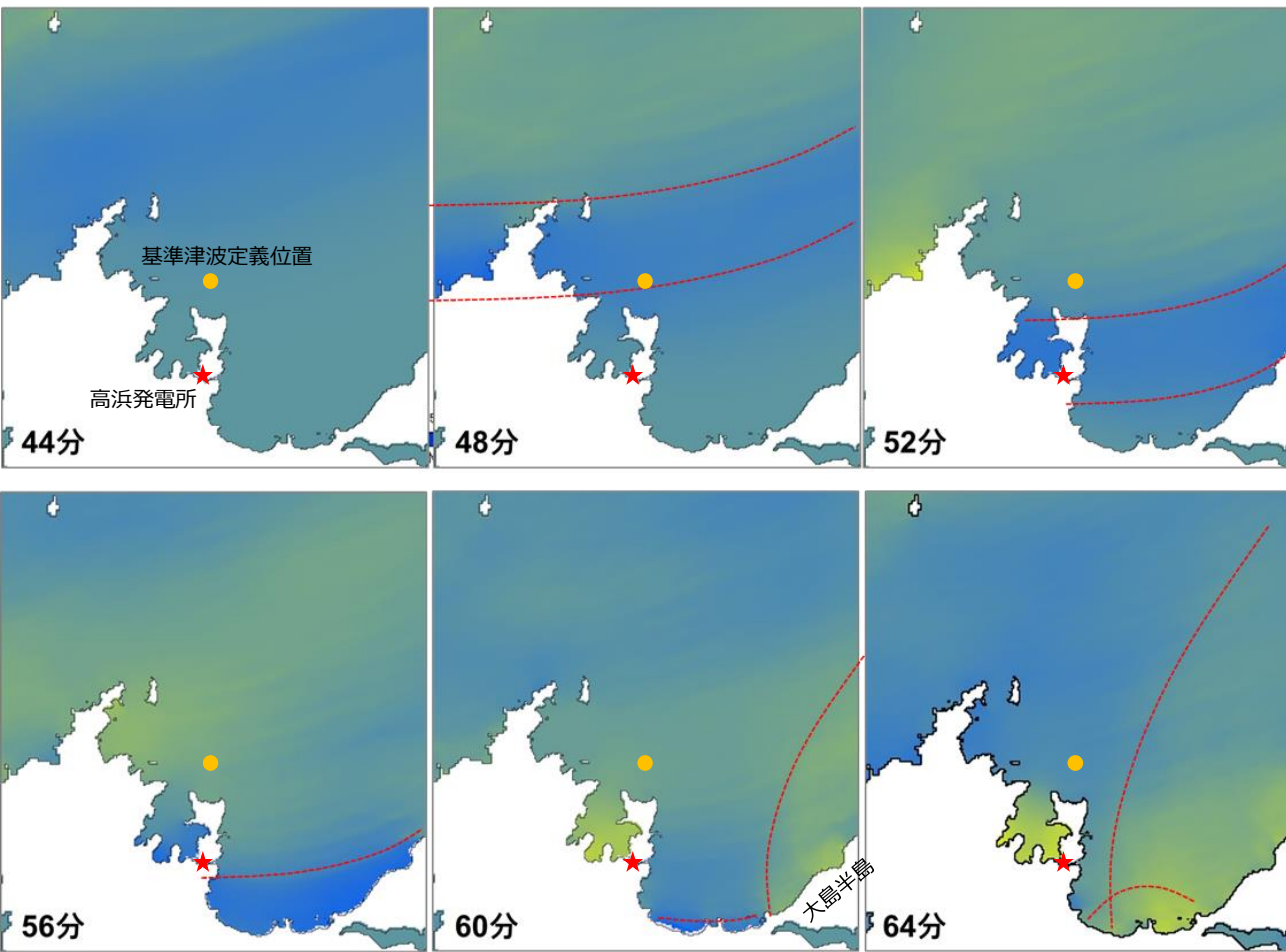
第810回審査会合
資料1-2 P30再掲



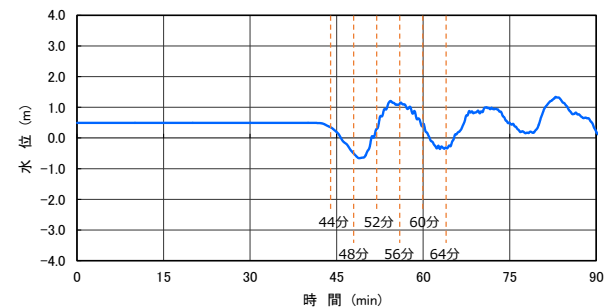
56分頃までは引き波⇒押し波の順で高浜発電所取水口位置まで津波が一様に伝播しているが、64分以降は波源からの2波目と大島半島等からの反射波が混在している。

トリガーの妥当性

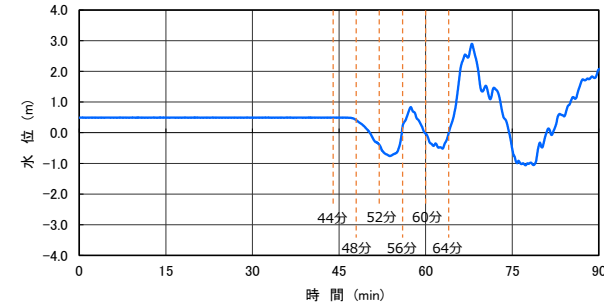
- 2波目以降の水位変動の増幅（7 / 16）
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット（7 / 8）
- エリアC（Kinematicモデル）



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（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

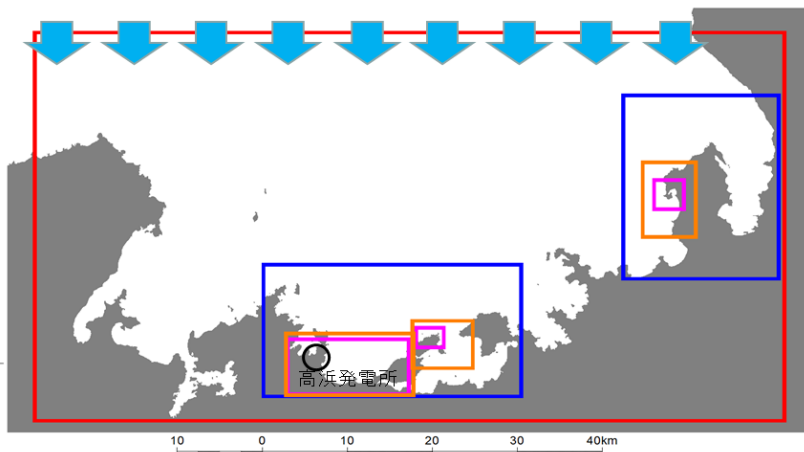
- 2波目以降の水位変動の増幅（9 / 16）
- 正弦波を用いた確認（1 / 8）

➢ 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。

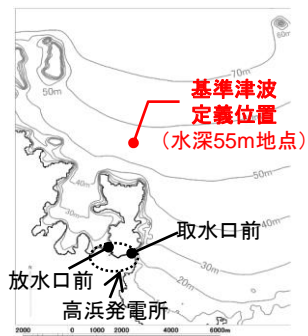
➢ 高浜発電所取水口位置における2波目以降の増幅特性を確認するため、既許可時と同様に正弦波を用いた津波の伝播特性の確認を行う。

第141回審査会合
資料1-3、P160抜粋

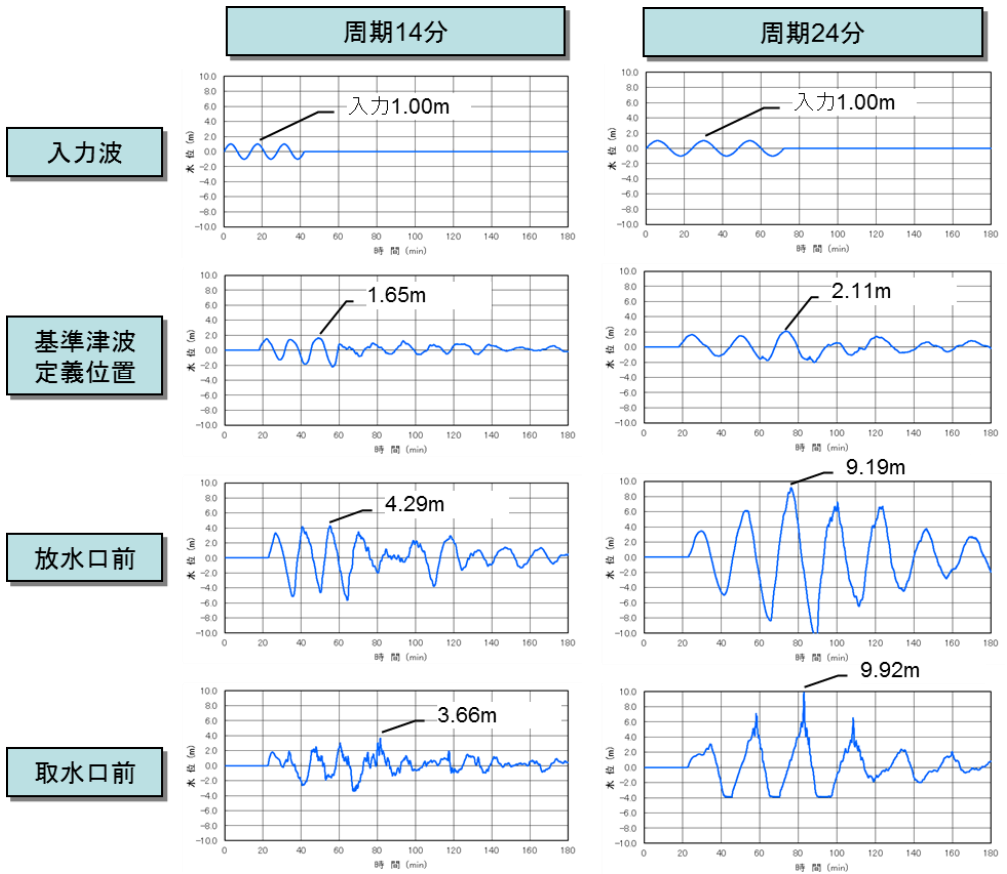
周期を変化させた正弦波(3波長)を入力



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



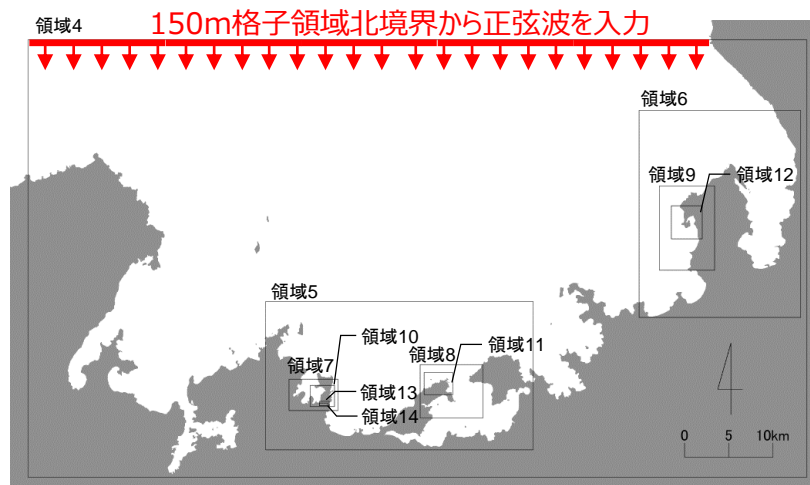
第141回審査会合
資料1-3、P163抜粋



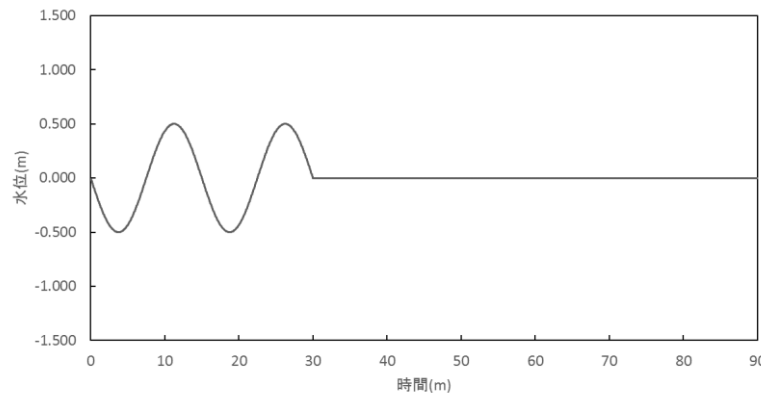
トリガーの妥当性

- 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）

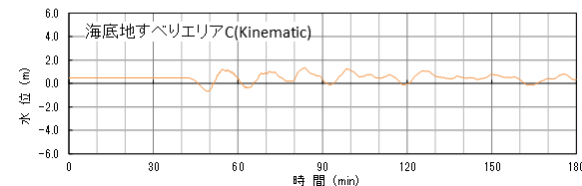
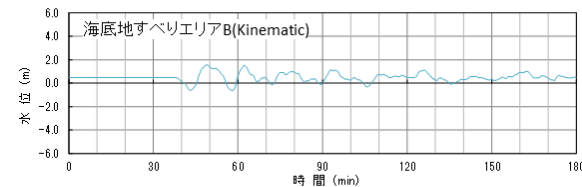
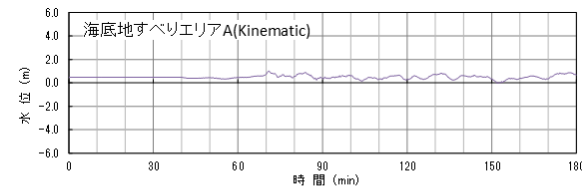
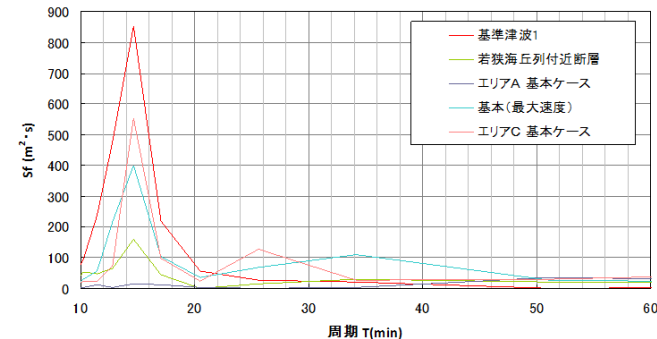
- 海底地すべりによる津波を模擬した波形とするため、水位下降波先行の正弦波とする。
- 海底地すべりによる津波の基準津波定義位置の波形及びスナップショットから、入力波として明瞭な振幅が存在する波数として正弦波は2波とする。
- 海底地すべりによる津波の卓越周期（既許可時の分析結果）を踏まえ、正弦波の周期は15分とする。
- 取水口位置で1波目の振幅が0.7m程度となるように、入力する正弦波の振幅は0.5mとする。



入力波形



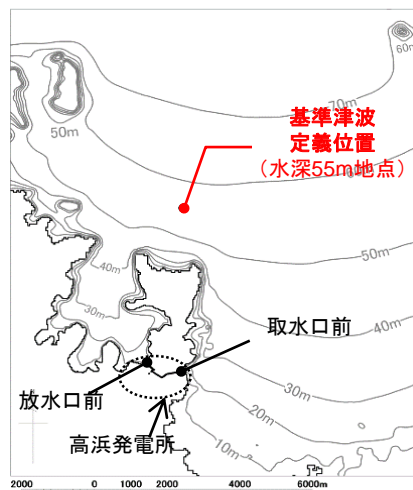
周波数分析(FFT解析)結果



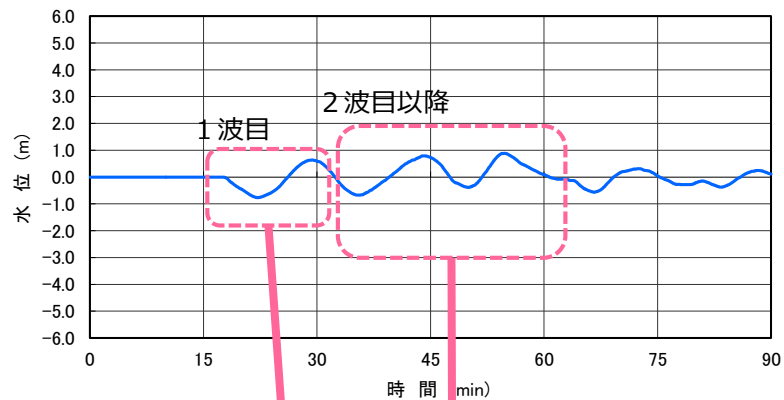
トリガーの妥当性

● 2波目以降の水位変動の増幅（11 / 16）

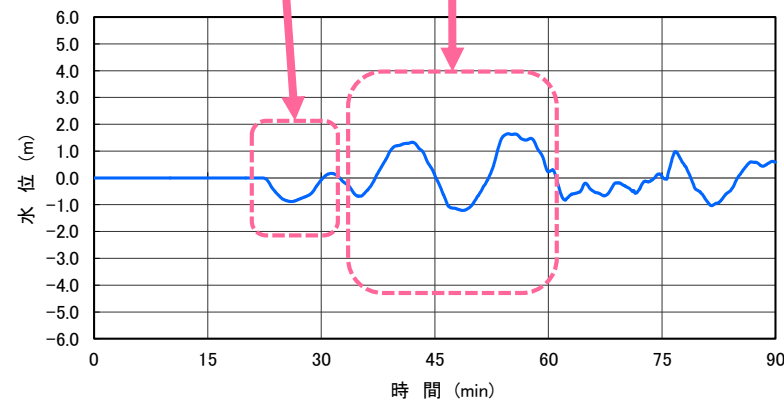
正弦波を用いた確認（3 / 8）



基準津波定義位置



取水口前



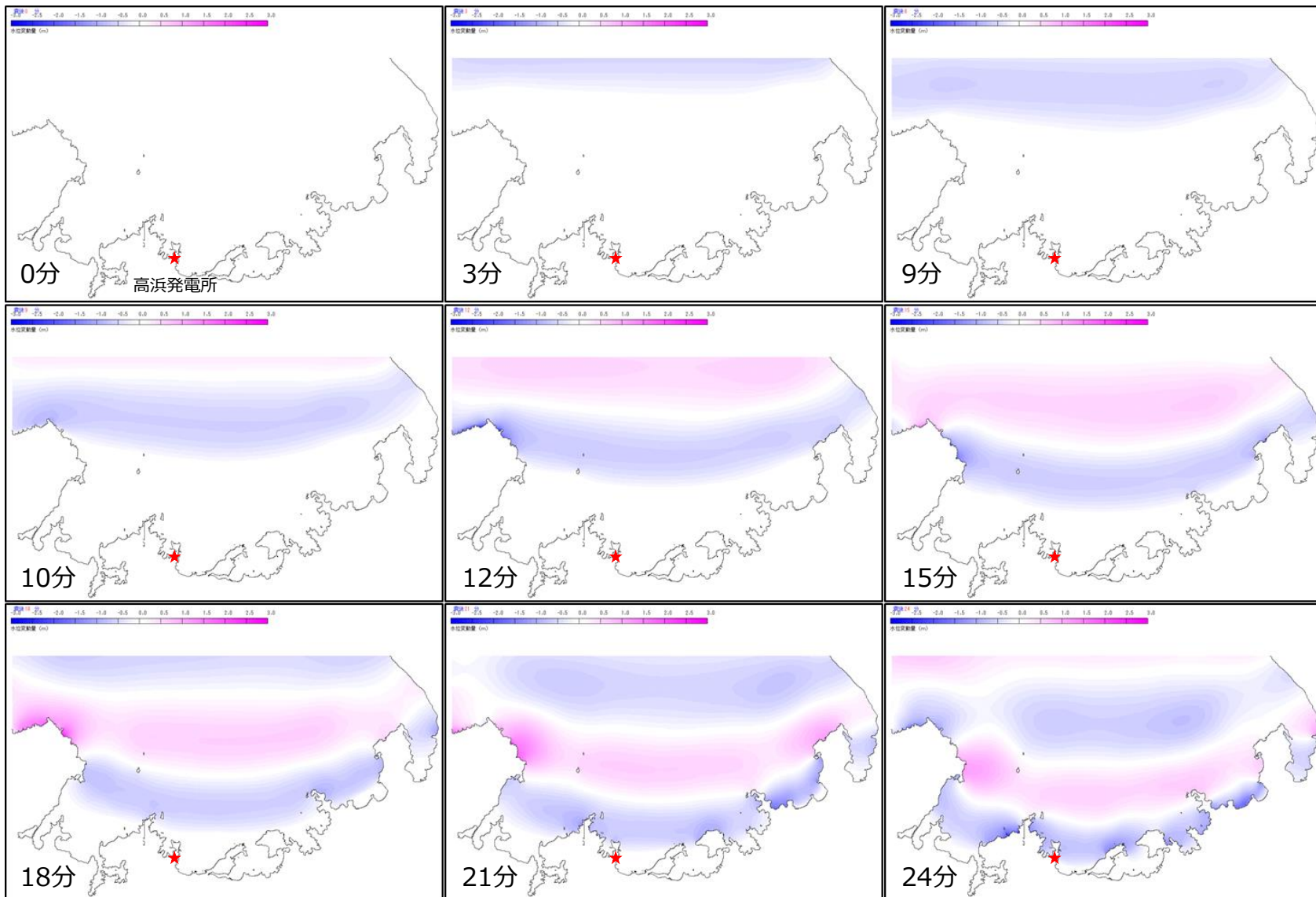
- 反射の影響の小さい沖合（基準津波定義位置）では、1波目の振幅が最大で、2波目以降では振幅は徐々に減衰する。
 - 取水口前の1波目は、沖合（基準津波定義位置）での波形がほぼそのまま伝播してきている。
 - 沖合（基準津波定義位置）では2波目以降は徐々に振幅が減衰するのに対し、取水口前の2波目以降は1波目よりも振幅が増幅している。
- ⇒ 2波目以降の増幅には津波の伝播特性が影響していると考えられることから、スナップショットによる確認を行う。

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

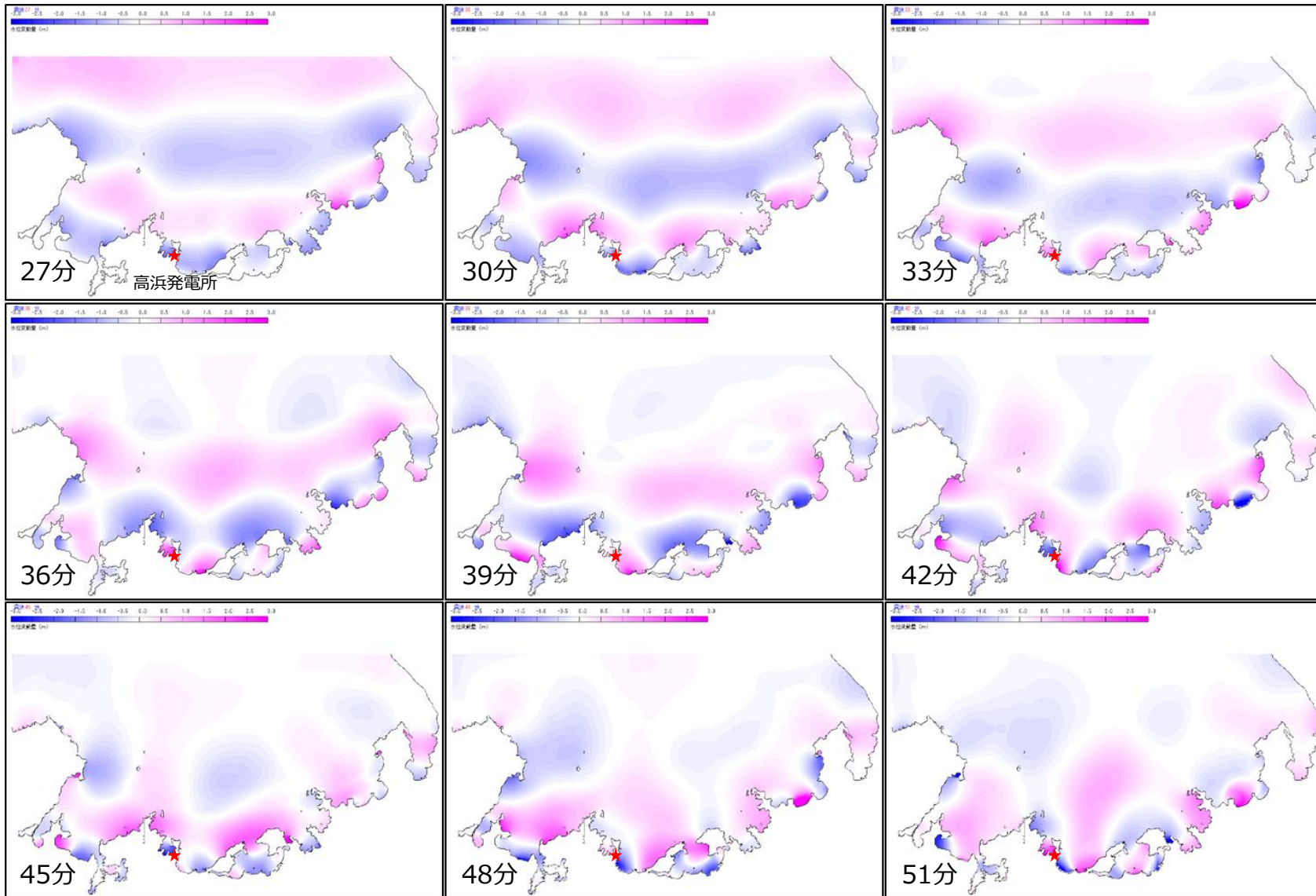


トリガーの妥当性

- 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

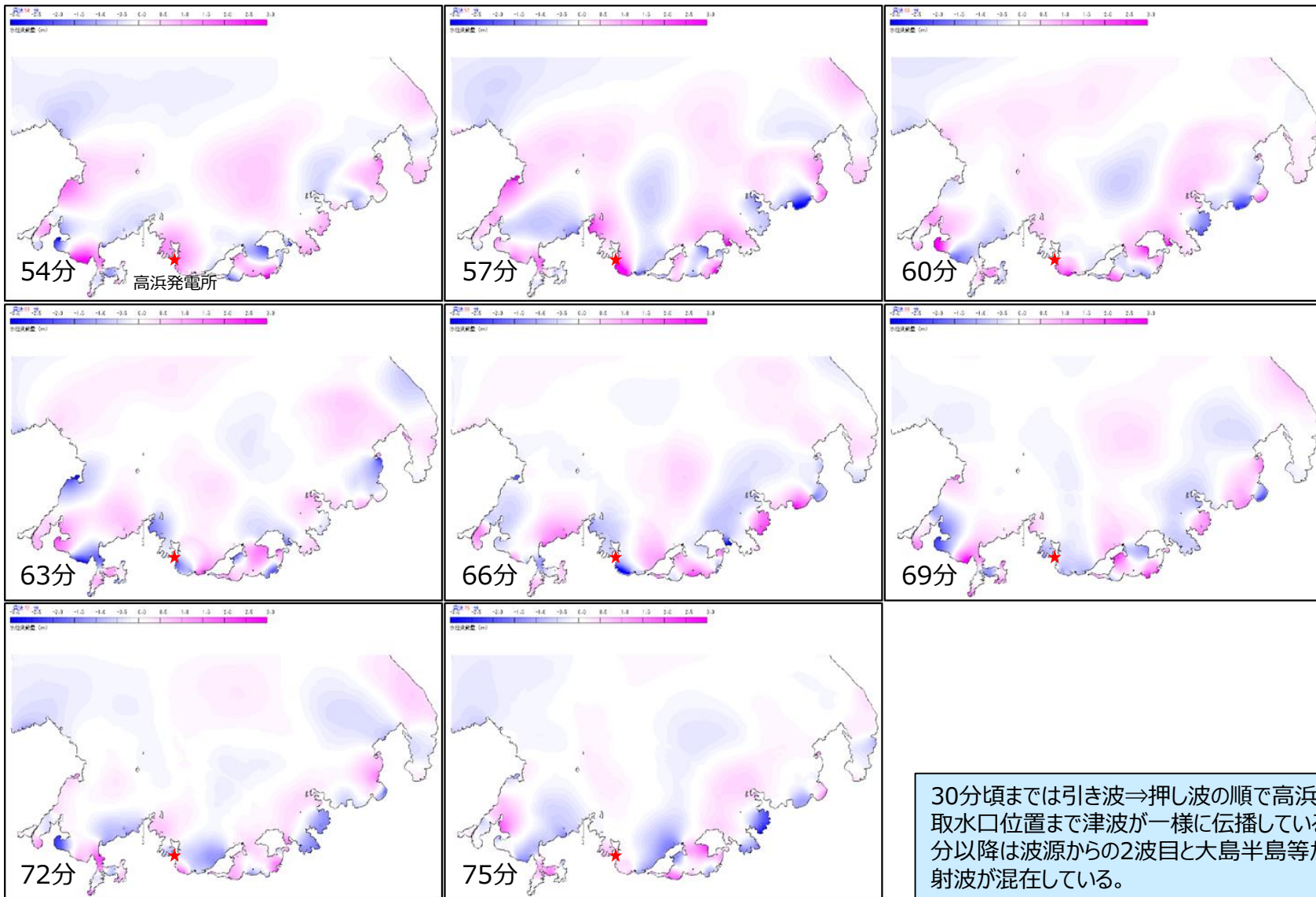


トリガーの妥当性

- 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）

第810回審査会合
資料1-2 P38再掲

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

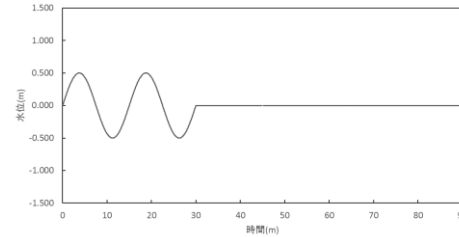
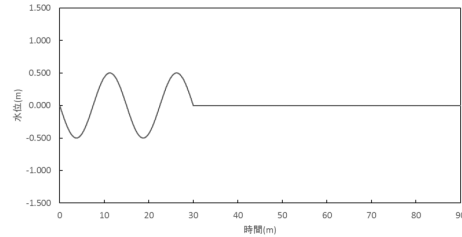
● 2波目以降の水位変動の増幅（15 / 16）

正弦波を用いた確認（7 / 8）

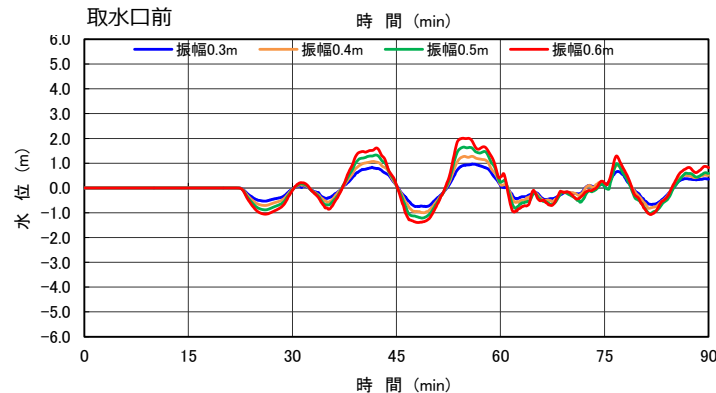
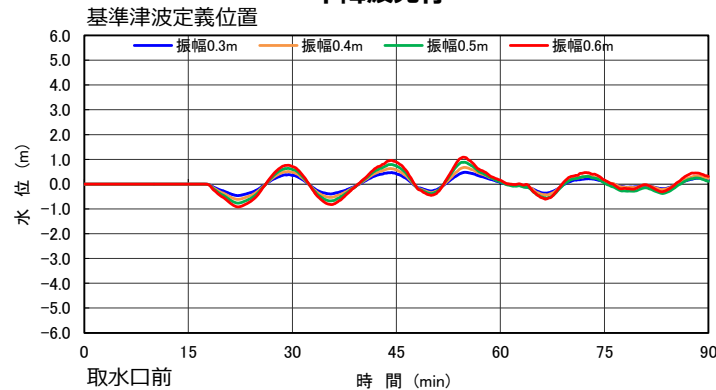
正弦波を用いた確認において、形状パターン及び振幅を変えたパラメータスタディを実施した。

入力波形

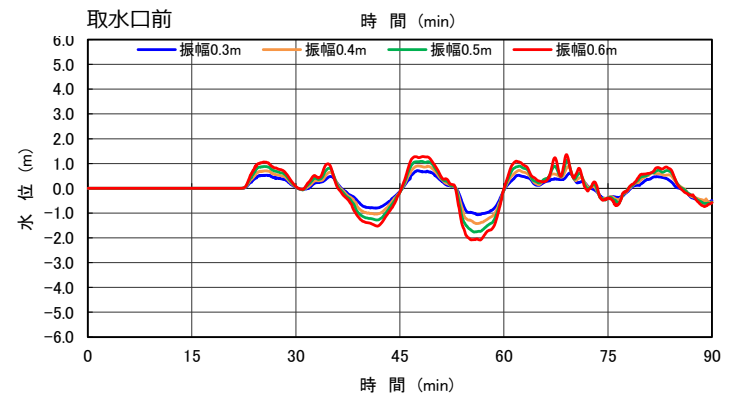
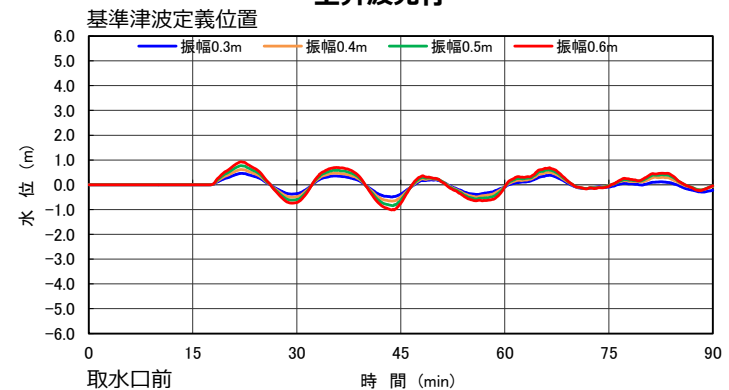
波形：正弦波
形状：下降波先行、上昇波先行
振幅：0.3, 0.4, 0.5, 0.6m
周期：15分
波数：2



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）

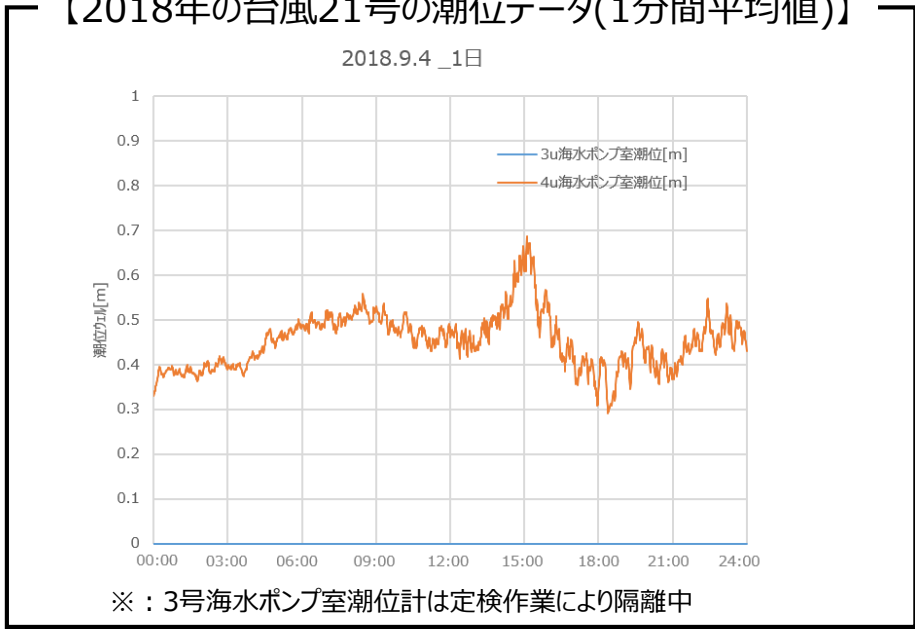
正弦波による検討の波形・スナップショットから、高浜発電所取水口位置における1波目は沖合からの入力波がそのまま伝播しているが、周辺地形に起因する反射波の影響によって2波目以降の振幅が増大することを確認した。

2波目以降の水位変動の増幅 まとめ

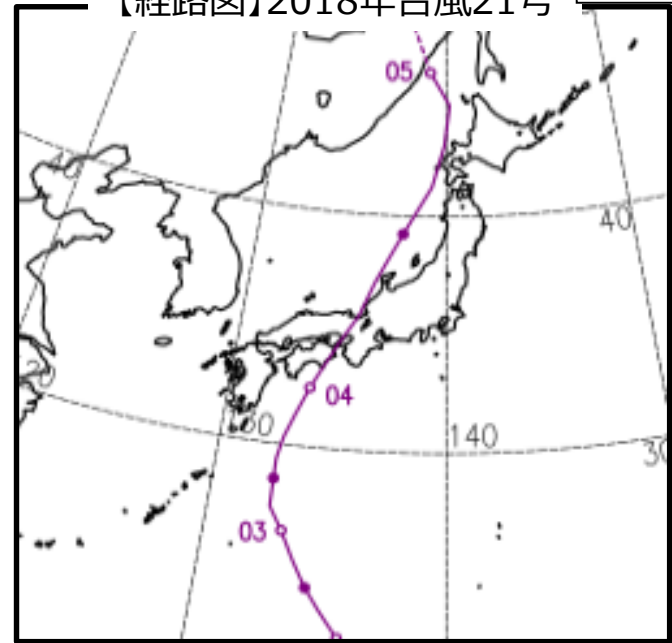
- 海底地すべりによる津波の波形・スナップショット及び正弦波を用いた検討における波形・スナップショットから、高浜発電所取水口位置においては、周辺地形に起因する反射波の影響によって2波目以降の水位変動が増幅する傾向があることを確認した。
- 2波目以降の水位変動の増幅は若狭湾の伝播特性に起因する特徴と考えられることから、前提とする津波波形の形状的特徴として妥当であると考えられる。

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）

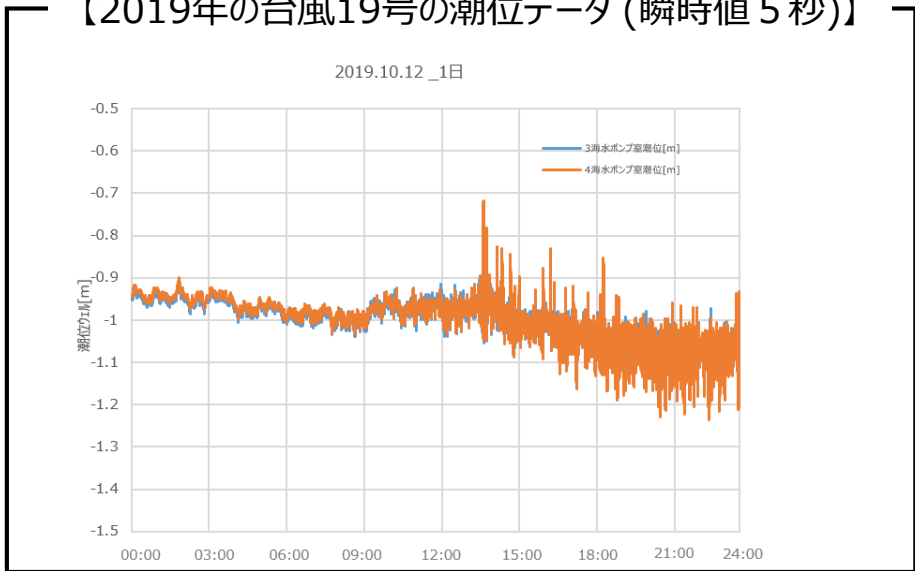
【2018年の台風21号の潮位データ(1分間平均値)】



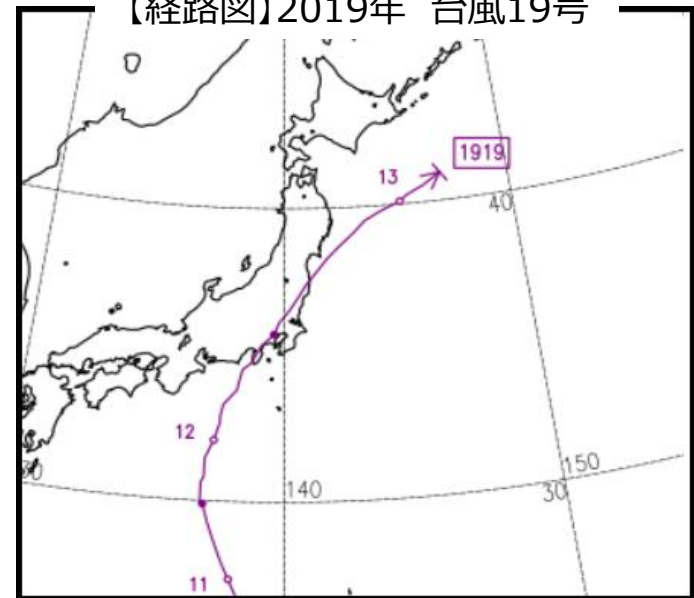
【経路図】2018年台風21号



【2019年の台風19号の潮位データ（瞬時値 5 秒）】

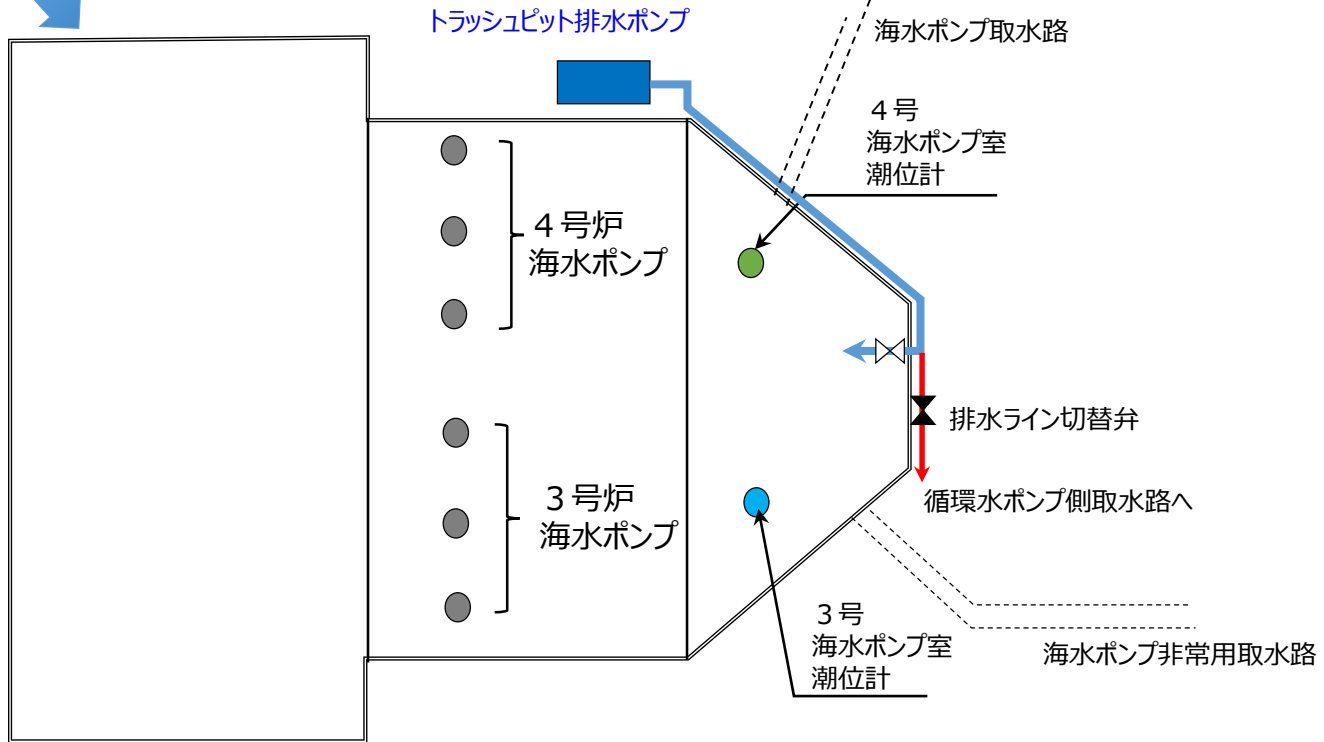
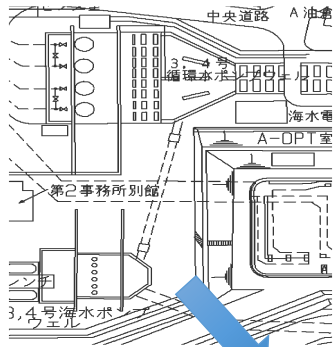


【経路図】2019年 台風19号



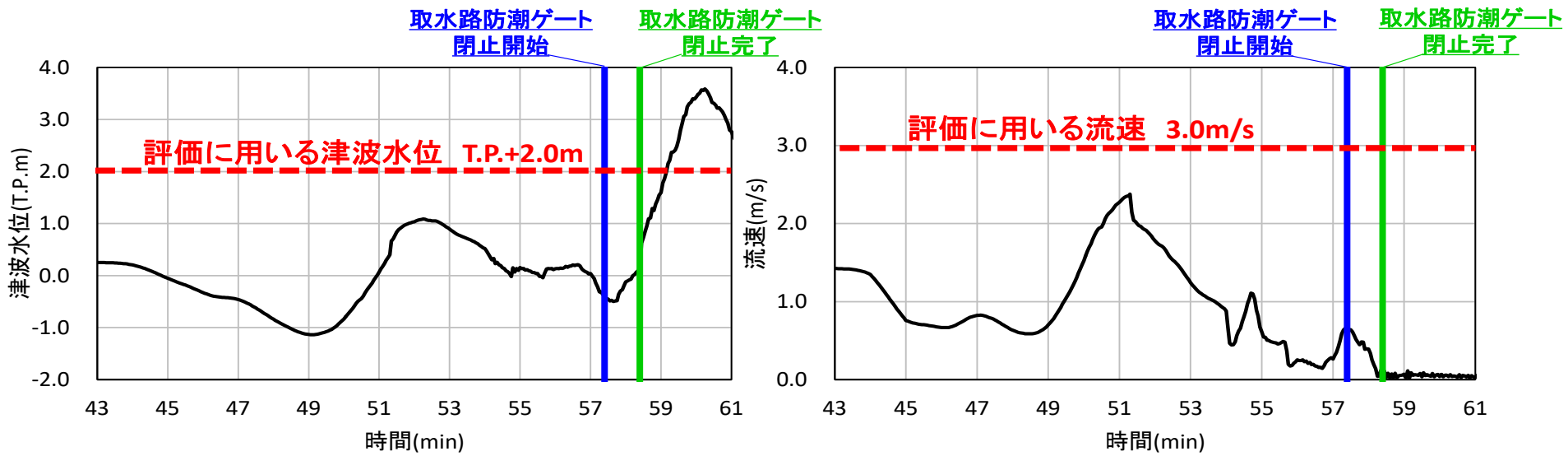
海水ポンプウェルトラッシュピット排水ラインの形状等について

【海水ポンプトラッシュピット排水ライン形状】



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(1/3)

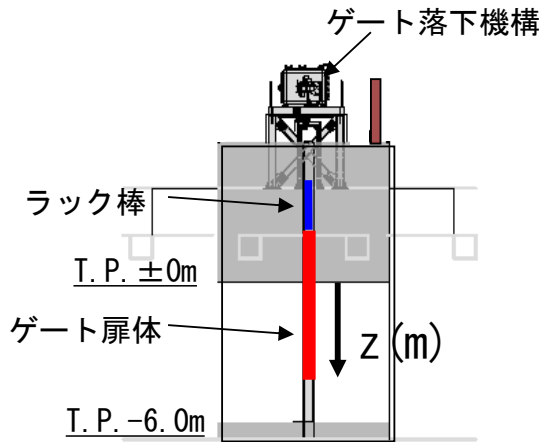
- 通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合のゲート閉止時間について
 - ゲート扉体は短尺ラック棒 (1m) によりゲート落下機構に固定されていることから、現状を反映したゲート閉止時間を算定する。
 - ゲート扉体の落下距離6mのうち、ラック棒がゲート落下機構を通過する区間 (以下「区間①」という。) は1mである。区間①においては、ゲート扉体はゲート落下機構に落下速度を制限された状態で落下し、その後の5m区間 (以下「区間②」という。) については自由落下となる。
- a. 区間①の落下時間
 - 長尺ラック棒 (6m) がゲート落下機構を通過する時間は3m/分 (検査等で確認済) であることを踏まえ、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を考慮し、落下時間を算定する。
 - 保守的な評価として、ゲート全閉時に扉体に作用する津波波力及び流速による抵抗力並びに浮力を考慮することとし、津波水位はT.P. + 2.0m、流速は3.0m/sを用いる。



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(2/3)

b. 区間②の落下時間

ゲート扉体の運動方程式を解くことにより、落下加速度を求め、落下時間を算定する



$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = mg - \mu Fa - \mu Fb - Fc \quad \dots \text{式①}$$

ここで、 m : ゲート扉体重量 (=約70 kN/m³)

z : ゲート扉体の落下距離 (m)

Fa : 津波波圧の合力 (kN) ※谷本式を用いて波力を算定

Fb : 流速による流水抵抗 (kN)

Fc : 浮力 (kN)

μ : 摩擦抵抗 (=0.4とする。)

ゲート全閉時に扉体に作用する津波波力及び流速による抵抗力並びに浮力を考慮すると、抵抗力等を考慮した落下加速度は5.49m/s²となる。【詳細は次ページ】

さらに、保守的な想定として、区間②における自由落下開始時の速度を0 m/sとすると、落下加速度5.49m/s²より、**区間② (5m) の落下時間は約1.4秒**となる。

$$\text{落下時間 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 5}{5.49}} = 1.35 \text{ s}$$

ここで、 t : ゲート落下時間 (s)

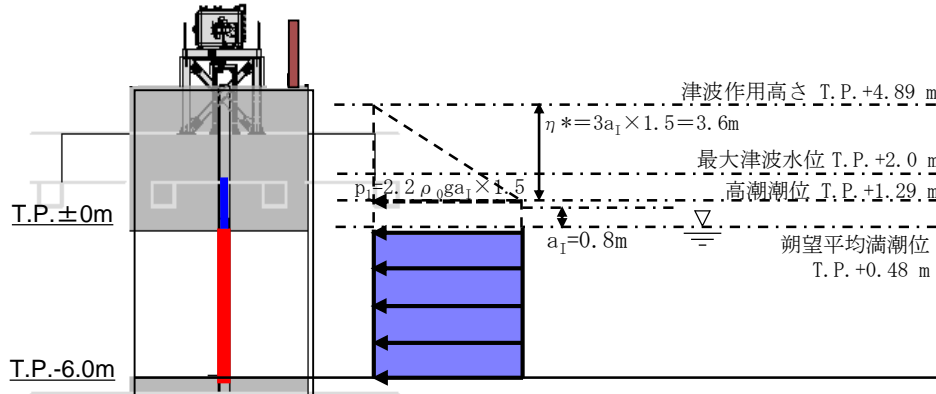
h : ゲート落下区間 (m)

g : 落下加速度 (m/s²)

a.及びb.より、取水路防潮ゲートを閉止 (ゲート扉体が6m落下) するまでに要する時間は22秒程度と算定できるものの、裕度を持たせて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(3/3)

(A) Fa : 津波波圧の合力 (kN)



谷本式により津波波力を算定する。

$$p_1 = 2.2\rho_0 g a_1 \times 1.5$$

$$= 2.2 \times 1.03 \times 9.80665 \times 0.8 \times 1.5$$

$$= 26.67 \text{ kN/m}^2$$

ゲート1枚に作用する波力は、作用幅3.9m、作用高さ6mより、

$$F_a = 26.67 \times 3.9 \times 6$$

$$= 624.1 \text{ kN}$$

(B) Fb : 流速による流水抵抗 (kN)

以下の式により抵抗力を算定する。(ダム・堰施設技術基準 (案) P.597)

$$F_b = 1/2 \times \rho_0 \times v^2 \times C \times A$$

$$= 1/2 \times 1.03 \times 3^2 \times 1.0 \times 3.9 \times 6$$

$$= 108.5 \text{ kN}$$

ここで、v : 流速 (3.0m/s)

C : 水に対する抵抗係数 (=1.0) ※ダム・堰施設技術基準 (案) P.597

(C) Fc : 浮力 (kN)

以下の式により浮力を算定する。(水門鉄管技術基準 P.44)

$$F_c = \rho_0 \times g \times V$$

$$= 1.03 \times 9.80665 \times 0.847$$

$$= 8.6 \text{ kN}$$

ここで、V : 扉体の体積 (0.847m³)

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

$$70 \times \frac{d^2 z}{dt^2} = 70 \times 9.80665 - 0.4 \times 624.1 - 0.4 \times 108.5 - 8.6$$

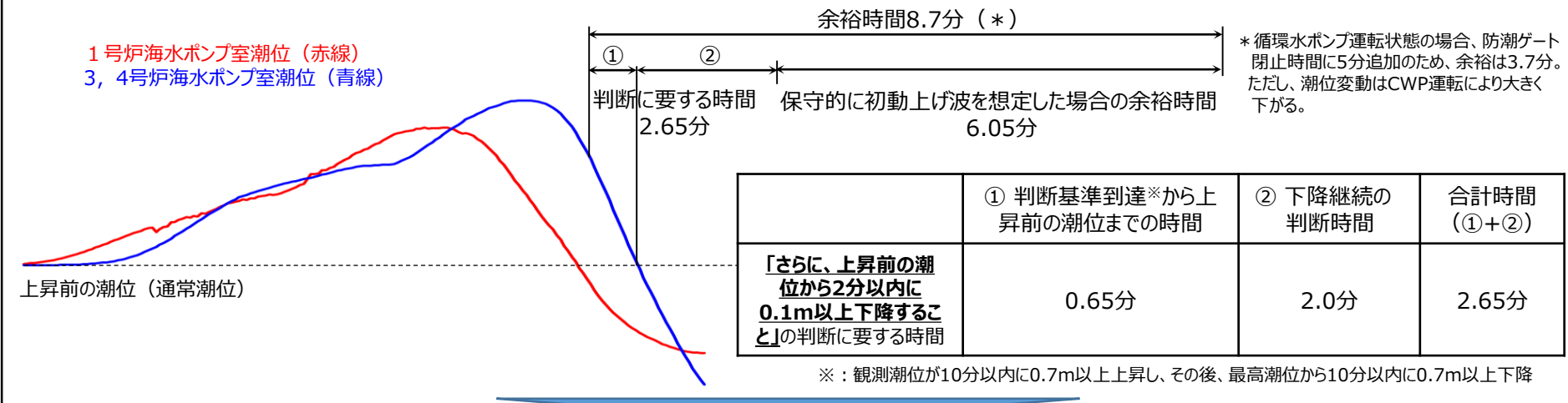
$$\frac{d^2 z}{dt^2} = 5.49 \text{ m/s}^2$$

津波検知の判断基準に初動上げ波を追加することに伴う余裕時間の評価について

- プラント影響の可能性のある初動上げ波の海底地すべり起因の津波は、下げ初動の地すべりに比べ影響が十分小さく、解析では上げ波襲来の影響は確認できなかったが、運用上、保守的に上げ初動の検知を行うこととした。
- 一方、過去の潮位変動に、**クラゲ来襲時の排水に起因し、潮位が一旦上昇し、その後下降、上昇前の潮位で安定する挙動あり**。初動上げ波を検知する場合、「観測潮位が10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降すること」に加え、「**さらに、上昇前の潮位から2分以内に0.1m以上下降すること**」を判断基準に加え、津波との判別を図る。
- 「さらに、上昇前の潮位から2分以内に0.1m以上下降すること」の追加により、防潮ゲート閉止判断のタイミングが遅くなる (= 余裕時間の減少) 可能性があるが、その影響は以下のとおり。

- **検知基準の設定には、上げ波を仮定する必要があるため、初動下げ波でプラント影響の可能性のある最も余裕時間が短い「エリアB Kinematicモデル (水位上昇側)」の波形を上下反転させ、最も保守的な条件で検討する。**
- 検討に際しては、「さらに、上昇前の潮位から2分以内に0.1m以上下降すること」の継続監視時間を**最大2分**として、評価した。

＜海底地すべりエリアB_Kinematicモデル (水位上昇側) の波形を上下反転させた波形＞



「さらに、上昇前の潮位から2分以内に0.1m以上下降すること」の判断時間を評価した結果、上昇前の潮位からの下降継続の監視時間を最大2分とした場合においても、施設影響が生じるまでの余裕内に、防潮ゲート閉止を完了できることを確認した。検討は、上げ波として保守的な条件を仮定しており、これにより、判断基準は有効であると考えている。

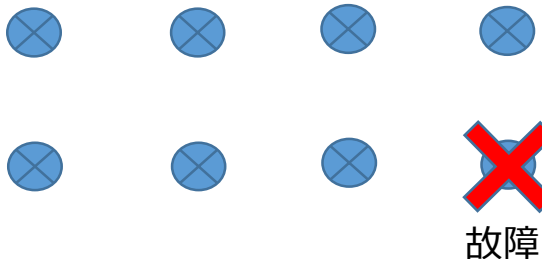
潮位計による取水路防潮ゲート閉止判断の考え方

潮位計による津波検知の判断基準において考慮する条件は以下のとおり。

- ① 「破壊伝播速度を最大とした一波目が最大となる波源による潮位変動」の津波シミュレートにおいて、プラント影響ある潮位に至る前に防潮ゲートを閉止することにより、時間に余裕をもって対応できる検知基準。
- ② 「破壊伝播速度を遅くし、一波目が低くなるが、二波目以後がプラントに影響する」津波シミュレートに対して、これを検知できる検知基準。
- ③ 過去の潮位計 3 台の潮位変動の実績調査において、津波以外の場合に誤検知せず、プラント影響ある津波を見逃さない検知基準。
- ④ 上記①～③が、4 台の潮位計のうち、1 台アウトサービス（点検又は故障）しているときも津波以外で誤検知せず、プラント影響ある津波を見逃さない検知基準。

確実な津波検知および津波以外による誤検知防止の観点より、潮位計 4 台を用い、2 台が判断基準に到達した時点で防潮ゲートを閉止。

なお、仮に 1 台が点検又は故障しても不信頼除外とでき、常に健全な 2 台で判断可能であり、原子炉安全上の影響はない。このため、保安規定における所要台数は 3 台を想定。



① 4 台が健全な場合

⇒ 4 台中 2 台が判断基準に至った時点でゲート閉止

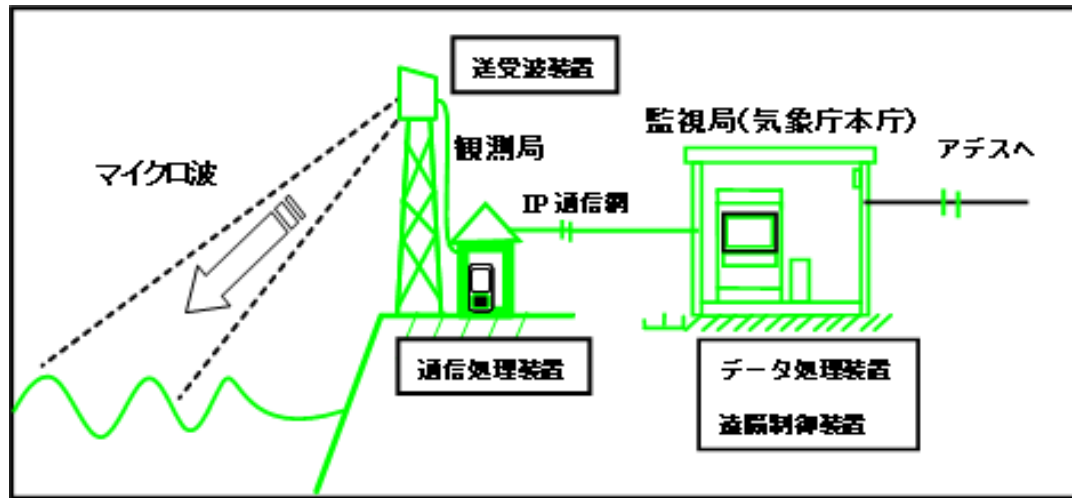
② 1 台が点検又は故障した場合

⇒ 点検又は故障した 1 台は不信頼除外とし、健全な 3 台中 2 台が判断基準に至った時点でゲート閉止

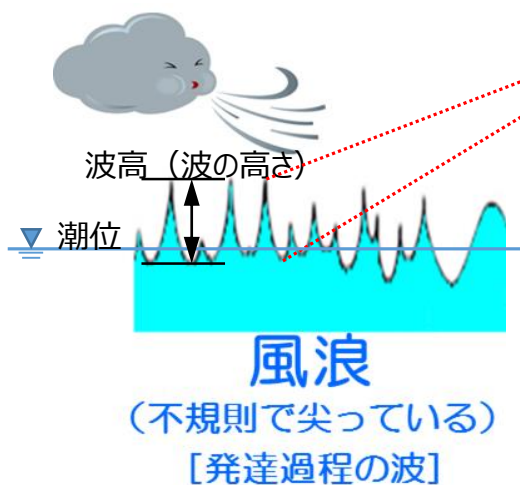
図 防潮ゲート閉止判断のイメージ

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

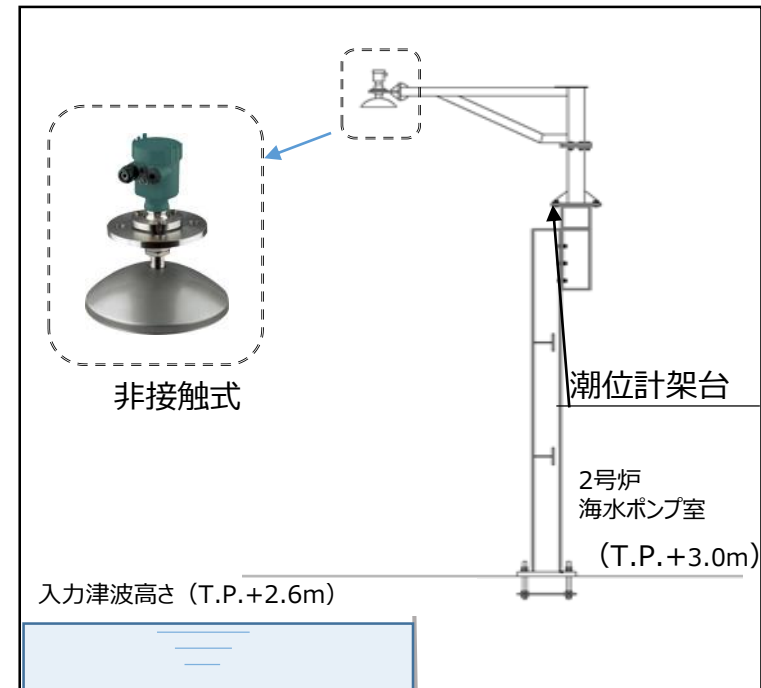
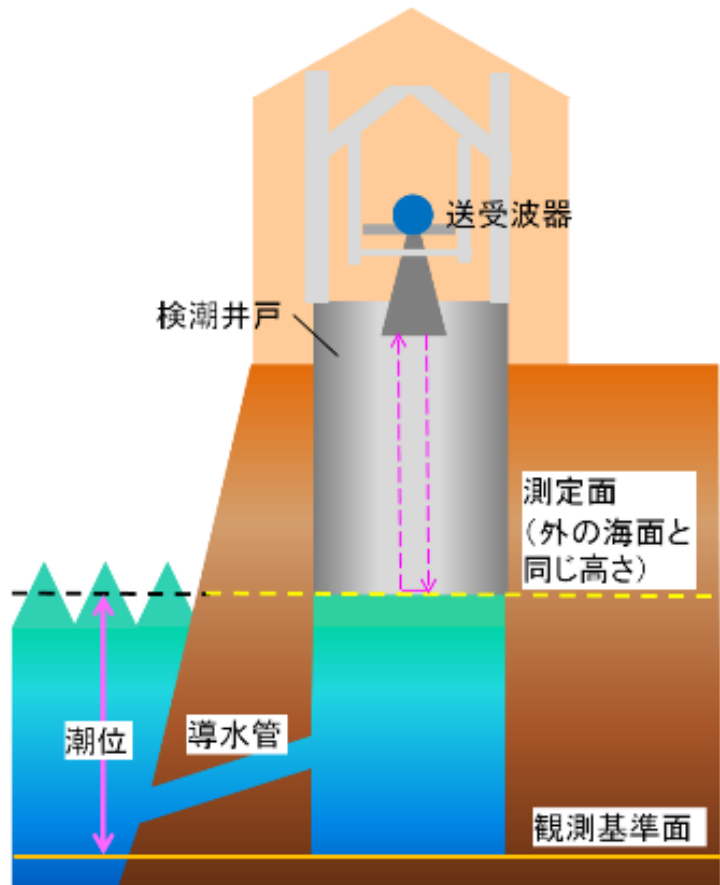
- 沿岸波浪計は海上にあらわれる波の山とそれに続く波の谷との高さの差を観測している。（標高を観測しているのではない）
- 潮位は基準面から計った海面の高さで、波浪など短周期の変動を平滑除去したもの。

- 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。

沿岸波浪計について

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

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810回審査会合
資料1-2 P1修正

		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津波防護対象設備のうち屋外設備	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））	
		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）				
	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.+4.6m（放水路（奥））	到達・流入しない	
			T.P.+4.4m（1号炉海水ポンプ室）		
			T.P.+4.4m（2号炉海水ポンプ室）		
	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津波防護対象設備のうち屋外設備		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））	
		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））					
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。

重要度分類指針（抜粋）（1 / 2）

分 類	定 義	機 能
MS-3	2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能 2) 原子炉冷却材の浄化機能
	1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能 2) 出力上昇の抑制機能 3) 原子炉冷却材の補給機能
	2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器	緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能

IV. 分類の適用の原則

第2表に示す分類を、具体的に適用する場合は、原則として次項以下に定めるところによるものとする。

1. 関連系の範囲と分類

第2表に示す安全機能を直接果たす構築物、系統及び機器（以下「当該系」という。）が、その機能を果たすために直接又は間接に必要な構築物、系統及び機器（以下「関連系」という。）の範囲と分類は、次の各号に掲げるところによるものとする。

- (1) 当該系の機能遂行に直接必要となる関連系は、当該系と同位の重要度を有するものとみなす。
- (2) 当該系の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な関連系は、当該系より下位の重要度を有するものとみなす。ただし、当該系がクラス3であるときは、関連系はクラス3とみなす。

2. 二つ以上の安全機能を有する構築物、系統及び機器

一つの構築物、系統及び機器が、二つ以上の安全機能を有するときは、果たすべきすべての安全機能に対する設計上の要求を満足しなければならない。

3. 分離及び隔離の原則

安全機能を有する構築物、系統又は機器は、これら二つ以上のもの間において、又は安全機能を有しないものとの間において、その一方の運転又は故障等により、同位ないし上位の重要度を有する他方に期待される安全機能が阻害され、もって原子炉施設の安全が損なわれることのないように、機能的隔離及び物理的分離を適切に考慮しなければならない。

一方から他方へ転用あるいは準用してはならない。

III. 安全機能の重要度分類について

本指針においては、安全性に何らかの意味で関連する原子炉施設全般を考察の対象とすることとした。さらに安全上果たすべき機能の内容によって、要求事項が異なることを考慮し、分類上着目すべき特性としては、安全性を確保するために必要な機能（安全機能）を採り上げた。

安全機能を有する構築物、系統及び機器については、まず、安全機能の性質により大別して、主として異常状態の発生を防止する機能を有するもの（Prevention System: P S）と、異常状態が発生したときにこれに対処する機能を有するもの（Mitigation System: M S）の二つの種類に分類した。これは、両者の機能に対する安全上の要求に相互に異なるところが多いことを考慮したためである。安全上の重要度は、それぞれの種類につき三つのクラスに分類することとした。これらに該当しない構築物、系統及び機器に対しては、安全上の要求はない。なお、第2表に示す機能を有する構築物、系統及び機器の具体例を参考として付表に示す。

IV. 分類の適用の原則について

本指針に示される分類の適用に当たって基本的に注意すべき点は、II. に述べたとおりであるが、さらに具体的に分類を適用するに当たっての原則的事項は、IV. の1. からIV. の4. に示すとおりである。

1. 関連系の範囲と分類

本指針においては、所要の安全機能を直接果たす構築物、系統及び機器を「当該系」と呼んでいる。例えば、原子炉冷却材喪失（以下「LOCA」という。）に際して、冷却水を注入して炉心を冷却する機能を果たすのは非常用炉心冷却系（以下「ECCS」という。）であるが、ECCSは、LOCA時の炉心冷却という機能に対する当該系となる。

しかしながら、所要の安全機能は、当該系のみで単独に果たせるとは限らない。ECCSの場合には、起動信号を発生する安全保護系、動力を供給する電源系（非常用所内電源系を含む。）、機器を冷却する補機冷却系等を始めとし、その信頼性を担保し、監視するための計装、試験用設備、機器の据付けの基礎、支持物、系統を収容する建屋とその換気空調系等が、程度の差はあっても必要である。このように、当該系が機能を果たすのに直接、間接に必要な構築物、系統及び機器を、本指針においては「関連系」と呼んでいる。

なお、上記の定義により、本来関連系として位置付けられるべきものであっても、そ

重要度分類指針 (抜粋) (2 / 2)

の支援対象が広いものについては、それ自身を当該系と位置付ける。例えば、本指針第2表のMS-1の「安全上必要なその他の構築物、手続及び機器」がその例である。

これ以外の関連系は、2種に大別して、当該系の機能遂行に直接必要となる関連系及びそれ以外の関連系とし、前者については当該系と同位の重要度を有するものとみなし、また、後者については当該系より下位の重要度を有するものとみなすこととする。ただし、後者の関連系で当該系がクラス3のものは、安全に関連する機能を有することから、クラス3であるとみなすこととする。

ここで「当該系の機能遂行に直接必要となる関連系」とは、それなくして当該系の機能遂行又は機能維持ができないような、不可欠の構築物、系統及び機器を指し、例えば起動・運転制御を行う計装、駆動系、機器冷却系、機器燃料系等を意味する。また、これらの関連系が「当該系と同位の重要度を有するものとみなす」とは、これら関連系を含めて当該系が所要の信頼性を確保し、維持することを求めるものであって、当該系に対する要求事項に、関連系を含めて適合するように、これら関連系にも当該系と同等の設計上の考慮が必要であることを意味する。

例えば、当該系に単一故障を仮定しても、その安全機能が失われない設計が要求されている場合には、当該系の機能遂行に直接必要となる関連系に単一故障を仮定しても、当該系の安全機能が失われないことが必要である。ただし、このことは、当該系と関連系とのそれぞれに独立に故障を重ねて仮定することを求めるものではない。

2. 二つ以上の安全機能を有する構築物、系統及び機器

安全機能を有する構築物、系統及び機器には、複数の異なる安全機能を有するものが少なくない。例えば、原子炉冷却材圧力バウンダリに接続される安全弁や逃がし弁は、常時は圧力バウンダリの一部としてPSの機能を果たし、圧力が異常に上昇したときにはこれを緩和するMSの機能を有している。また、1台のポンプがECCSの一部となると同時に、残留熱除去系の一部となる設計もあり得る。このように、複数の異なる安全機能を有する構築物、系統及び機器にあっては、それに期待されているすべての安全機能について、それぞれ課せられている設計上の要求を満足していることが必要である。

3. 分離及び隔離の原則

安全機能を有する構築物、系統又は機器は、他の構築物、系統又は機器との間において、相互に影響を及ぼすことが考えられる場合に、一方の影響によって同位の重要度又は上位の重要度を有する他方に期待される安全機能が損なわれてはならない。このためには、安全機能を有する構築物、系統又は機器は、同位又は下位の重要度（安全機能を有しないものを含む。）の構築物、系統又は機器の影響により所要の安全機能が阻害されないように、機能的な隔離若しくは物理的な分離又はこの両者の組合せが適切に考慮された設計であることが求められる。

ここでいう「機能的隔離」とは、例えば、タイラインを有する系統間を弁の構成によ

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 第146回 議事録（2014年10月7日）

○関西電力（玉田） 承知いたしました。概略的に申し上げますと、断層のそのモデルについては、また後ほど、御説明させていただきましても、若狭海丘列の断層につきましては、これは一樣すべりと仮定しまして、あとの上端深さとか、下端深さ、あと傾斜角は60°で設定しておりますので、そういった意味で、少しアスペリティは考慮していないと。内陸補正も考慮していないということで設定していますので、その辺りも、ちょっとモデルを含めて、また御説明させていただきます。

○大浅田調整官 よろしくお願いたします。

○更田委員 ほかにありますか。

細野さん。

○細野管理官補佐 すみません、本当に最後、1点だけ確認させてください。パワーポイントの33ページの防潮ゲートのところばかりで恐縮なんですけど、「MS-1相当の設計とする」と書いてあるのは、これは先ほどのお話を考えると、MS-1、安全施設であるというお話なので、相当ではなくて、もうMS-1としてやっていただけるということですね。ある意味、直接関連系ではありますので、ドライサイト前提なので、ここが動かなければ、もうドライサイトにはならないと思いますので、そういう理解をされていてよろしいですよという確認をさせていただきます。

以上です。

○関西電力（森北） 関西電力の森北でございます。

ここ、MS-1相当の設計というのを書かせていただいたのは、今の現行の重要度分類に防潮ゲートというものが存在しないということで、今、12条に照らして機能を比較をして、MS-1相当であるという設計にしたという意味で、「MS-1相当の設計とする」というふうに記載をさせていただいたものでございます。

○山田課長 今、議論が出ましたので、ちょっと後ほど、今後のためにということで、明確にお話をコメントさせていただこうと思っていたんですけども、今回、この可動部のある防潮ゲートというものについての重要度の分類と信頼性の要求についてということで、この防潮ゲートについては、設計基準津波が安全機能を有する設備に対して影響が及ぶことを防護するというものですので、津波防護施設に該当するというふうに考えられますけれども、従来、津波防護施設、防潮堤のような可動部のないものを想定しておりましたので、基準の中でもそういう前提で解釈のところも規定をさせていただきますけれども、今回、こういう新たな設計というか、考え方が出てきておりますので、これにつ

いての考え方としては、この津波防護施設というのは安全上重要な設備、クラス1の設備を防護するための設備ですので、当然同じクラスの信頼性、重要度が要求されるというふうに考えるべきであるというふうに思っております。したがって、この防潮ゲートについても、可動、駆動する部分については、このクラス1相当、クラス1と同じ信頼性の要求が当然加わるものというふうに判断すべきだと思っておりますので、この駆動のために必要なシステム、設備については、クラス1ということ考えるべきだということに考えています。したがって、明示的には書いてございませんけれども、これはMS-1として設計をしていただく必要があるものというふうに考えております。

以上です。

○関西電力（水田） 関西電力、水田でございます。

まさに、そういう同じような安全に対する考え方をもとに、我々、こういう、ちょっと「相当」という言葉を使っておりますけれども、ここにお書きしたような駆動部分について、そういう多重性、多様性なども考慮して設計して、こういう設計をさせていただくということを御説明しているものでございます。

○更田委員 櫻田部長。

○櫻田部長 規制庁、櫻田です。

余震の話なんですけど、資料2-1の75ページに、余震荷重の設定についてというので、評価点別に波源と余震をどういうふうに組み合わせるかということをもとめた表があるんですけど、これは、今後、こういう形で設計をして、詳細設計を行って、工事計画に反映させていくという、そういうことだと、そういう御宣言をされているというふうに理解をするんですけども、一方で、資料2-2で、設計方針が書いてあるところが150ページから先だと思うんですけど、例えば151ページの(3)の①、②、③、④、⑤とかというところを見ていくと、余震荷重のところだけ、何か余震を定義して荷重を設定するというところだけ書いてあるんですよ。これから定義して、これから設定しますということだけ書いてあって、資料2-3を見ると、資料2-1の75ページみたいな資料が出てくるんですけど、やっぱり2-2の資料のようなところでも、こういうことで定義しますということも含めて整理していただいたほうが、そこまで設計方針として考えているということが明確になるので、ぜひそうしていただけないかなと思っておりまして、いずれ設置変更許可申請書の補正とかという段階になると思うんですけども、その中でも、そういう、こういう荷重の組合せをしますよというところは整理していただいたものを添付していただくというようなこと

設置許可基準規則第12条を踏まえた潮位計の位置付け（1/2）

○規則の解釈第12条2項において安全機能を定義しており、防潮ゲートを閉止判断にかかわる情報提供機能がこれらの安全機能に該当するかを以下のとおり確認した。

安全機能	対象となる系	今回の潮位計の該当有無
原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系	潮位計の情報提供機能は対象系（制御棒）の動作判断に直接該当しない。
未臨界維持機能	化学体積制御系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	1次冷却材系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
原子炉停止後における除熱のための 残留熱除去機能	— 余熱除去系	— 潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
二次系からの除熱機能	主蒸気系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
二次系への補給水機能	補助給水系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための 原子炉内高圧時における注水機能	— 安全注入系	— 潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
原子炉内低圧時における注水機能	安全注入系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
格納容器内の放射性物質の濃度低減機能	格納容器スプレイ系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
格納容器の冷却機能	格納容器スプレイ系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
格納容器内の可燃性ガス制御機能	可燃性ガス濃度制御系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
非常用交流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	所内非常用母線（交流）	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
非常用直流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	所内非常用母線（直流）	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
非常用の交流電源機能	所内電源系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
非常用の直流電源機能	直流電源系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。

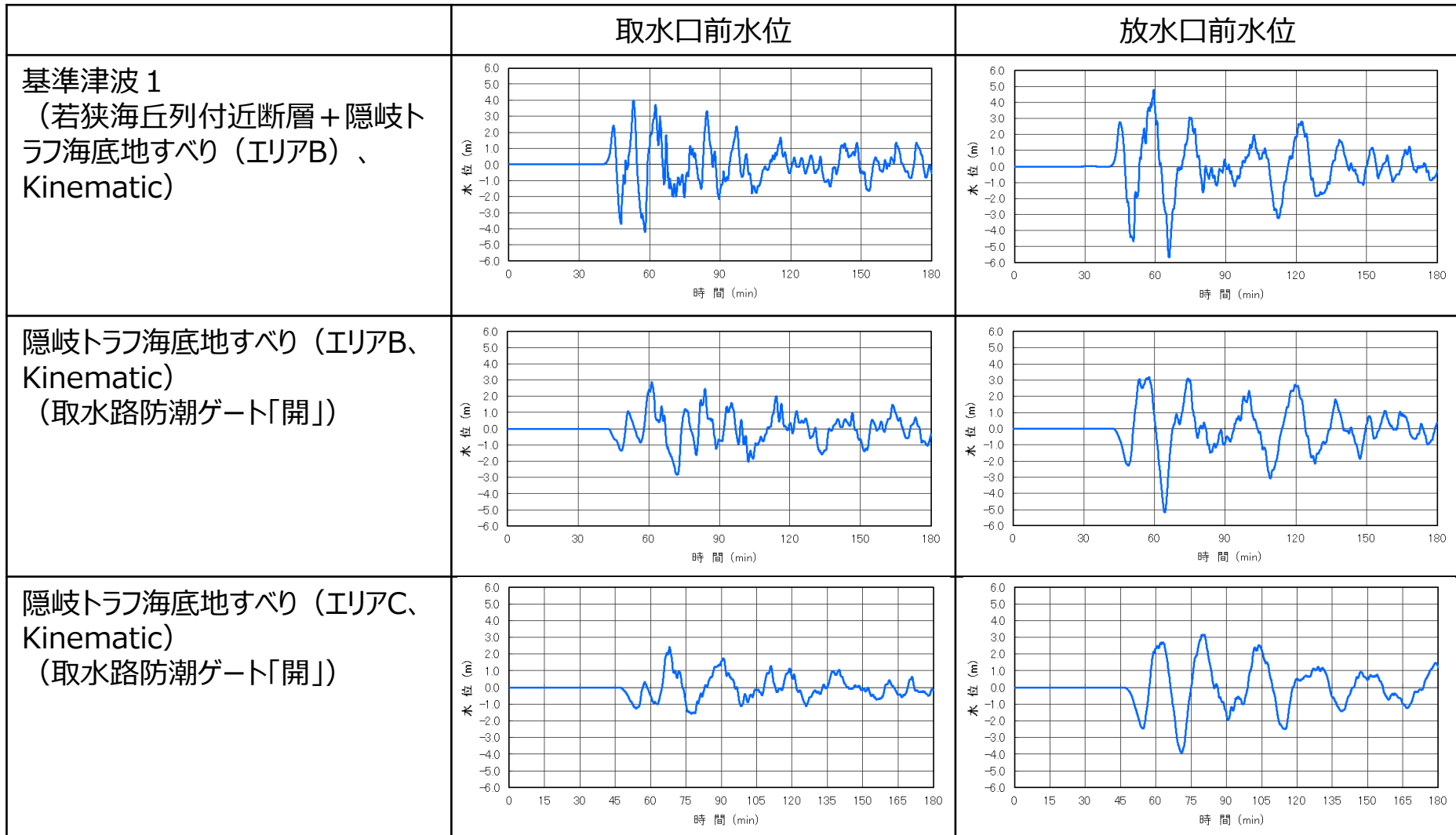
設置許可基準規則第12条を踏まえた潮位計の位置付け（2/2）

安全機能	対象となる系	今回の潮位計の該当有無
非常用の計測制御用直流電源機能	計器用電源系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
補機冷却機能	原子炉補機冷却水系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
冷却用海水供給機能	原子炉補機冷却海水系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。ただし、海水ポンプ等を防護するための防潮ゲートの閉止判断にかかわる間接関連系（MS-2）。
原子炉制御室非常用換気空調機能	中央制御室非常用循環系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
圧縮空気供給機能	制御用空気系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の隔離機能	1次冷却材系（原子炉冷却材圧力バウンダリ）	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能	主蒸気系、主給水系、補助給水系、化学体積制御系、安全注入系、余熱除去系、制御用空気系、格納容器スプレイ系、試料採取系、蒸気発生器ブローダウン系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
原子炉停止系に対する作動信号の発生機能	原子炉安全保護系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能	原子炉安全保護系	潮位計の情報提供機能は対象系の動作に直接該当しない。
事故時の原子炉の停止状態の把握機能	計測制御装置	潮位計の情報提供機能は事故時の対象装置の把握機能に直接該当しない。
事故時の炉心冷却状態の把握機能	計測制御装置	潮位計の情報提供機能は事故時の対象装置の把握機能に直接該当しない。
事故時の放射能閉じ込め状態の把握機能	放射線監視装置	潮位計の情報提供機能は事故時の対象装置の把握機能に直接該当しない。
事故時のプラント操作のための情報の把握機能	計測制御装置	潮位計の情報提供機能は事故時の対象装置の把握機能に直接該当しない。

防潮ゲート開状態における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（1/9）

第810回審査会合
資料1-2 P6修正

○基準津波 1 及び隠岐トラフ海底地すべり単独による津波の波形の比較を以下に示す。



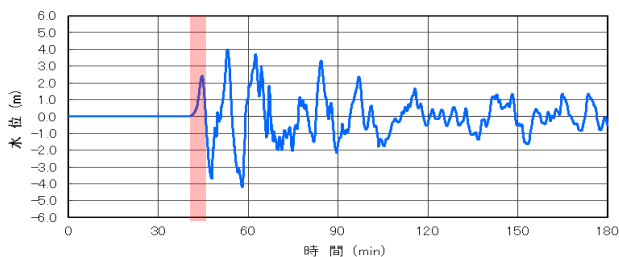
比較概要

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。

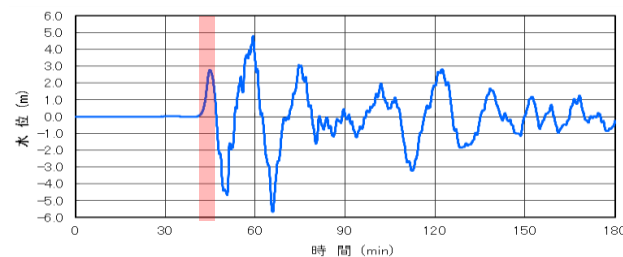
防潮ゲート開状態における水位変動に伴う取水性低下のうち、津波の二次的な影響に対する評価（2/9）

第810回審査会合
資料1-2 P7再掲

取水口前

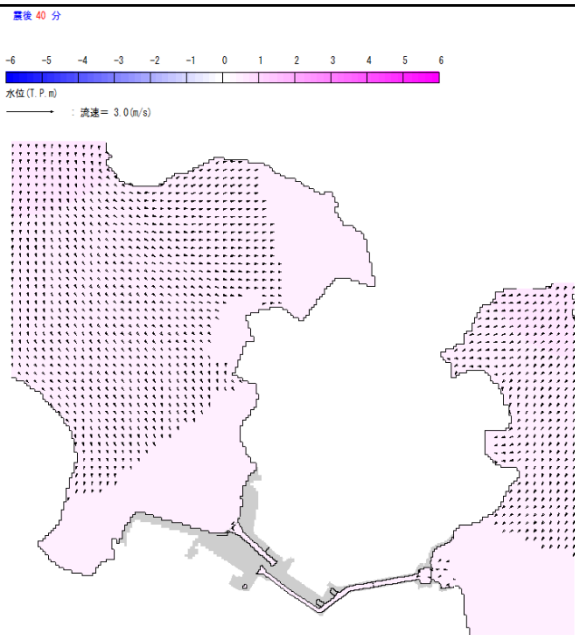


放水口前

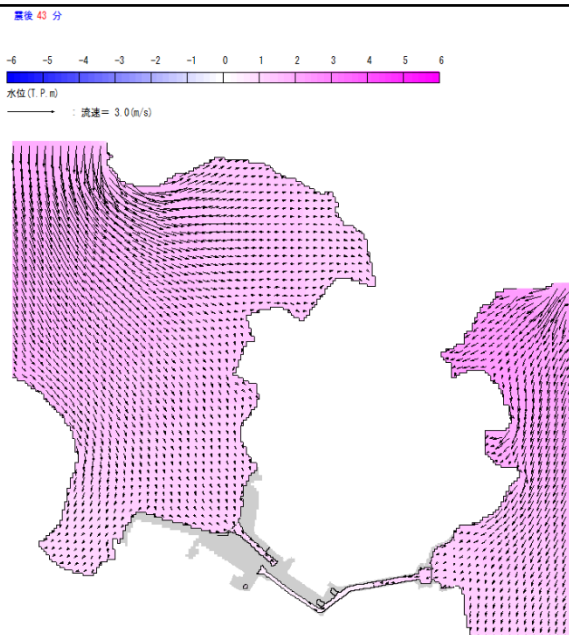


基準津波 1
（若狭海丘列付近断層+隠岐トラフ海底地すべり（エリアB）、Kinematic）

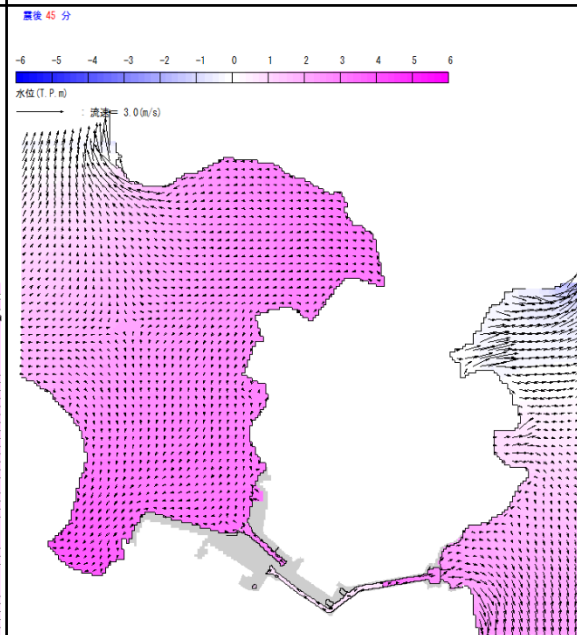
発生後40分



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

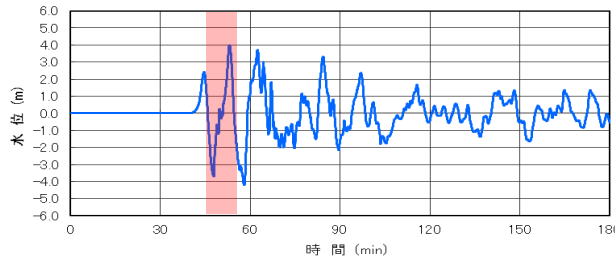
【取水口側・放水口側】
湾内方向の押し波が敷地に襲来する

【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

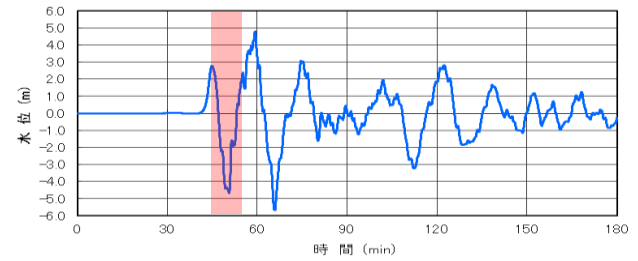
防潮ゲート開状態における水位変動に伴う取水性低下のうち、津波の二次的な影響に対する評価（3/9）

第810回審査会合
資料1-2 P8再掲

取水口前

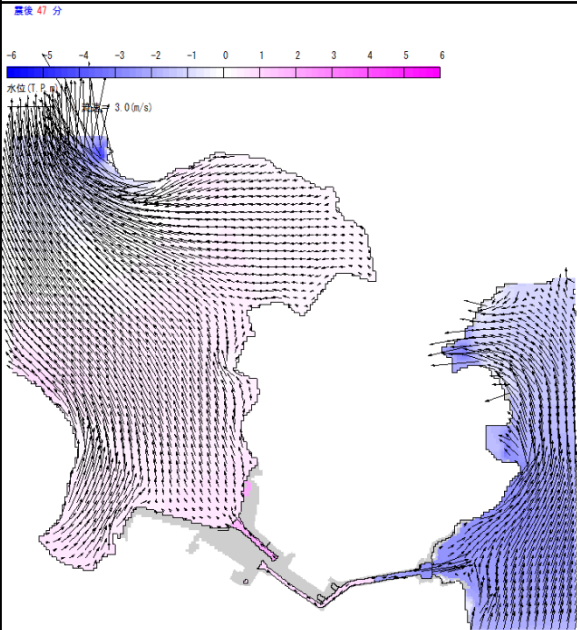


放水口前

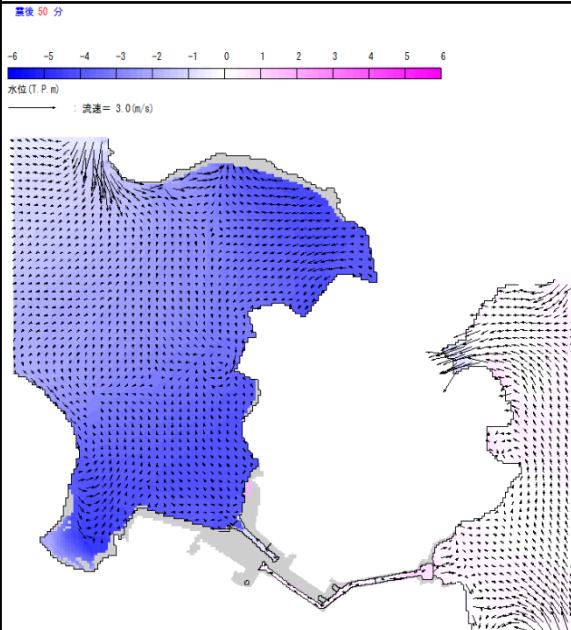


基準津波 1
（若狭海丘列付近断層+隠岐トラフ海底地すべり（エリアB）、Kinematic）

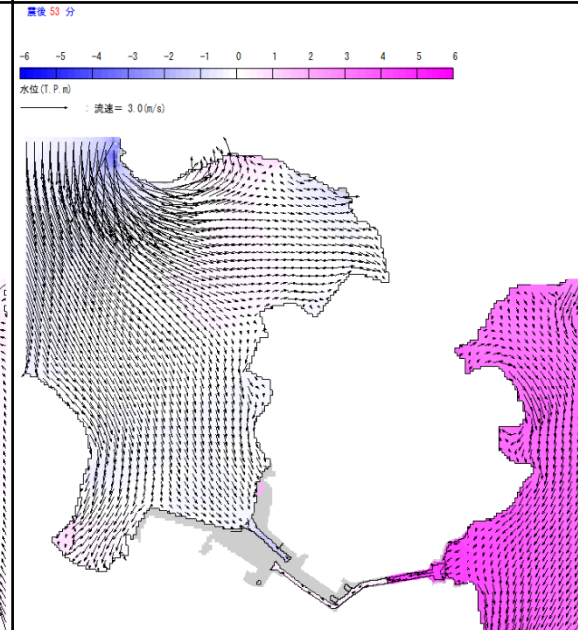
発生後47分



発生後50分



発生後53分



波形

概要

【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

【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

【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

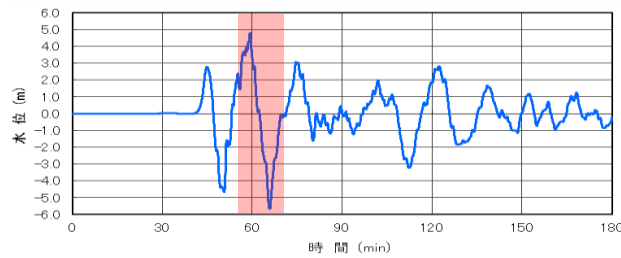
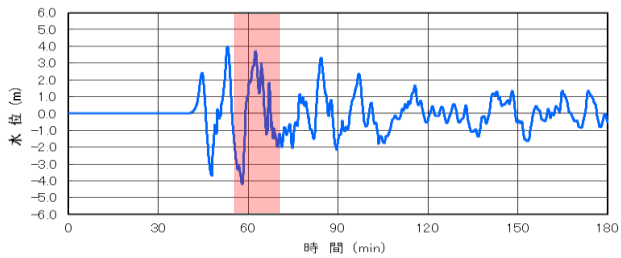
防潮ゲート開状態における水位変動に伴う取水性低下のうち、津波の二次的な影響に対する評価（4/9）

第810回審査会合
資料1-2 P9再掲

取水口前

放水口前

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）



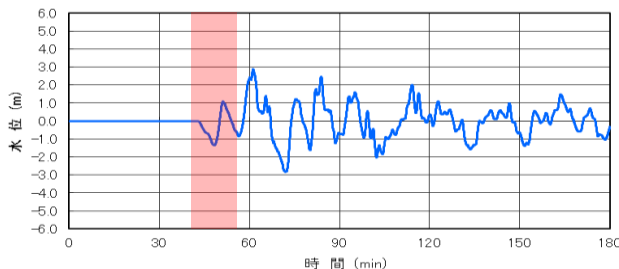
	発生後60分	発生後63分	発生後70分
波形			
概要	<p>【取水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する 【放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 流速は湾外方向に向いているが取水口前水位は上昇する 【放水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する</p>	<p>【取水口側】 湾外方向の引き波により水位が低下する 【放水口側】 湾内方向の押し波により水位が上昇する</p>

防潮ゲート開状態における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（5/9）

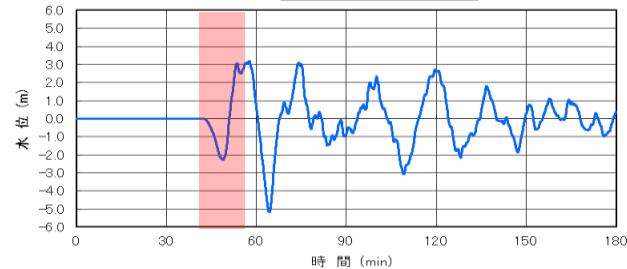
第810回審査会合
資料1-2 P10再掲

隠岐トラフ海底地すべり（エリアB、Kinematic）
（取水路防潮ゲート「開」）

取水口前



放水口前

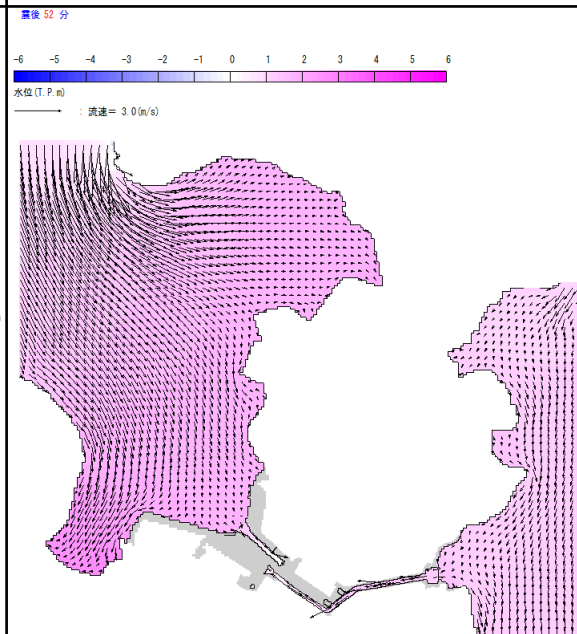
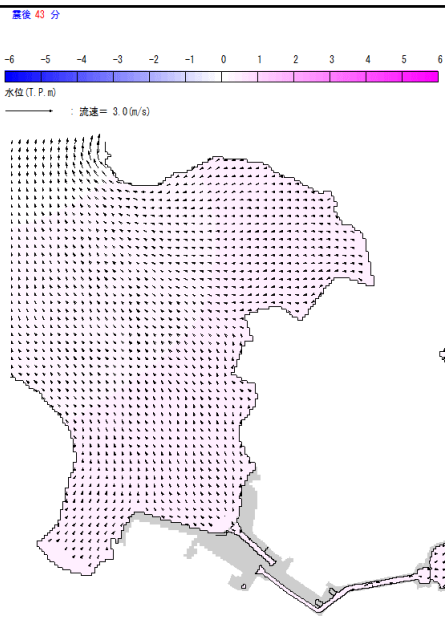


発生後43分

発生後50分

発生後52分

波形



概要

【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

【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

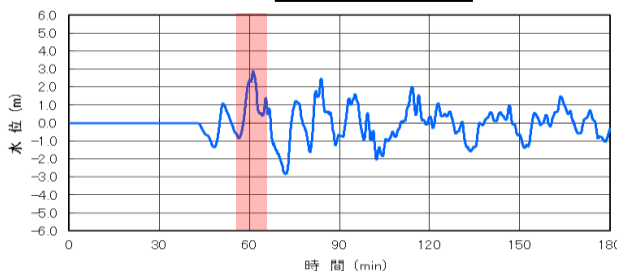
【取水口側】
流速は湾内方向に向いているが取水口前水位は下降側に転じはじめる
【放水口側】
湾内方向の押し波により水位が上昇する

防潮ゲート開状態における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（6/9）

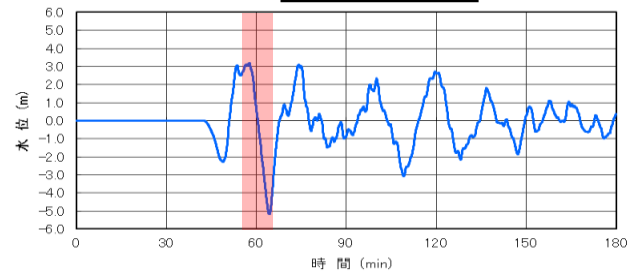
第810回審査会合
資料1-2 P11再掲

隠岐トラフ海底地すべり（エリアB、Kinematic）
（取水路防潮ゲート「開」）

取水口前



放水口前

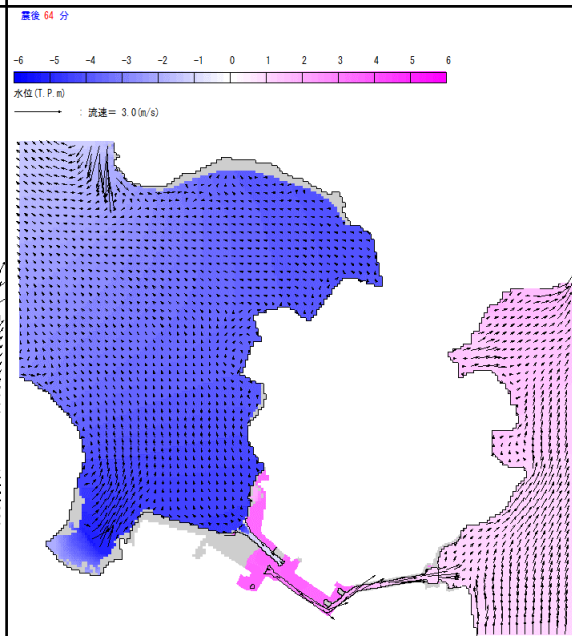
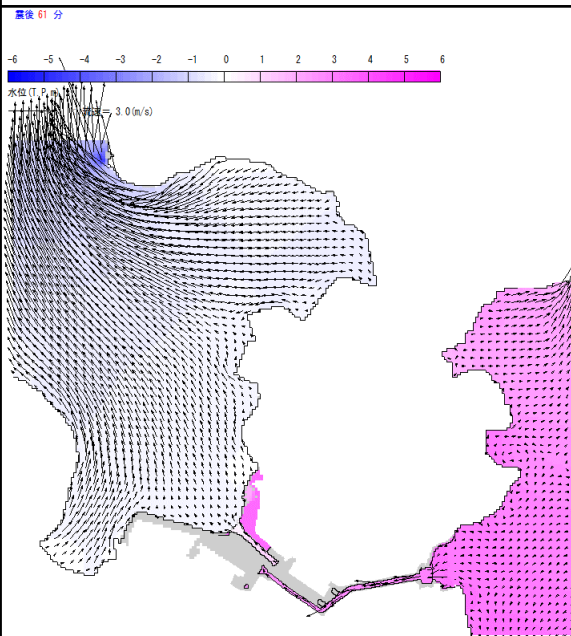
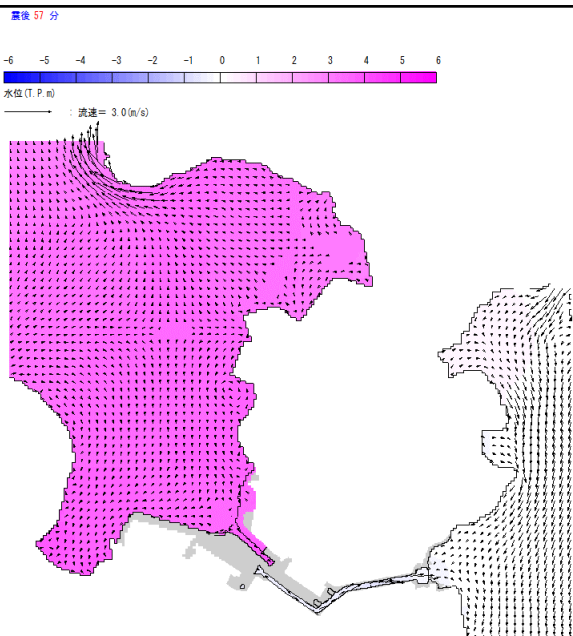


発生後57分

発生後61分

発生後64分

波形



概要

【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
【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

【取水口側】
沖合は湾外方向の引き波に転じ始めてい
る
【放水口側】
湾外方向の引き波により水位が低下する

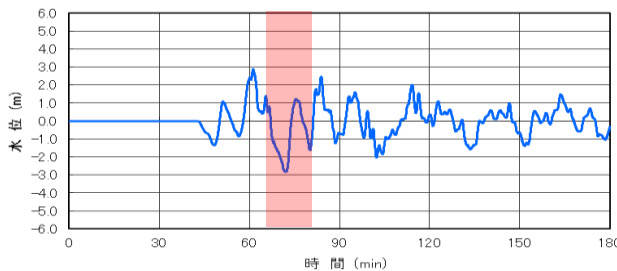
【取水口側】
湾外方向の引き波により水位が低下する
【放水口側】
沖合が湾内方向の押し波に転じ水位が上
昇し始める

防潮ゲート開状態における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 (7/9)

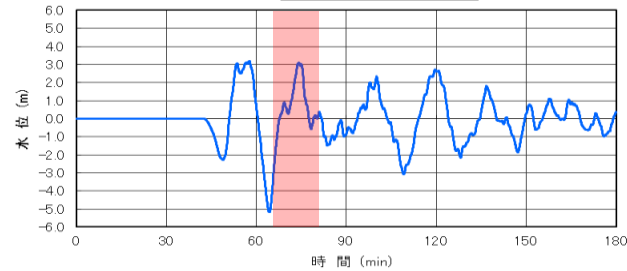
第810回審査会合
資料1-2 P12再掲

隠岐トラフ海底地すべり (エリアB、Kinematic)
(取水路防潮ゲート「開」)

取水口前



放水口前

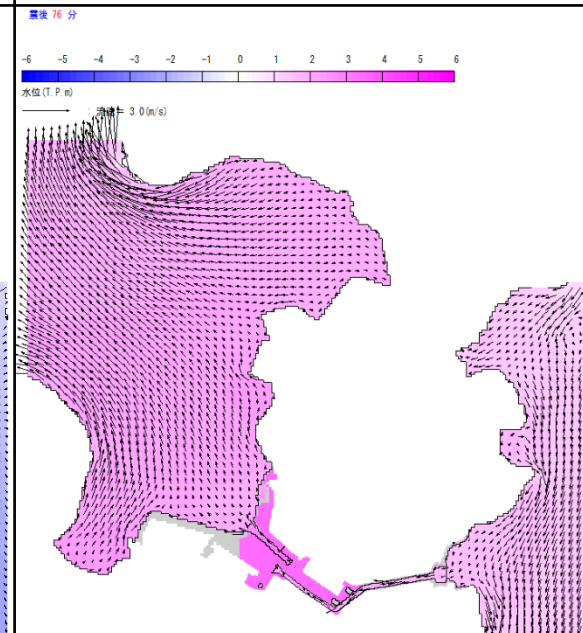
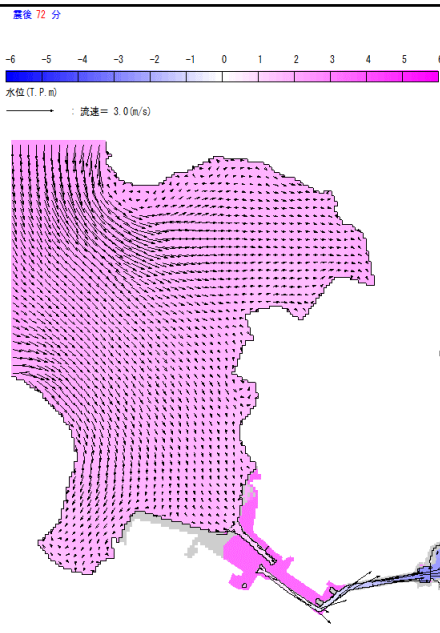
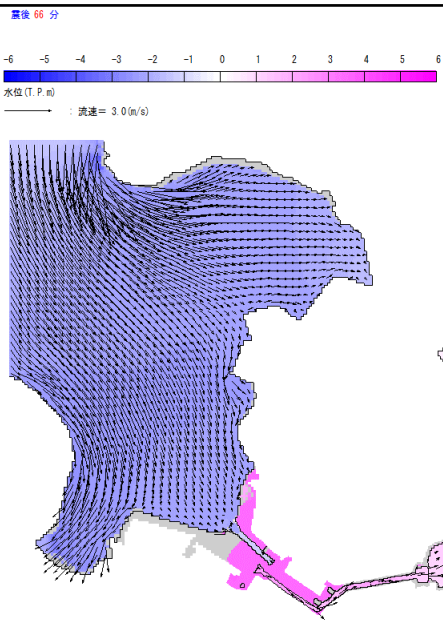


発生後66分

発生後72分

発生後76分

波形



概要

【取水口側】
湾外方向の引き波により水位が低下する
【放水口側】
湾内方向の押し波に転じ水位が上昇する

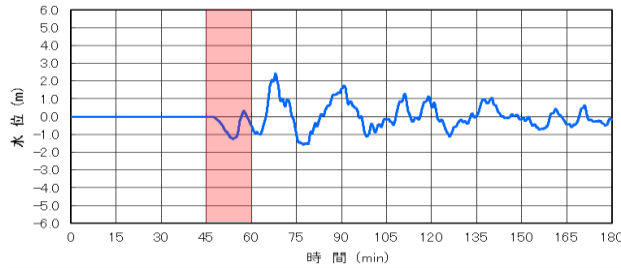
【取水口側】
流速は湾内方向に向いているが取水口前
水位は低下する
【放水口側】
沖合が湾外方向の引き波に転じ水位が低
下し始める

【取水口側】
湾内方向の押し波により水位は上昇して
いる。
【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

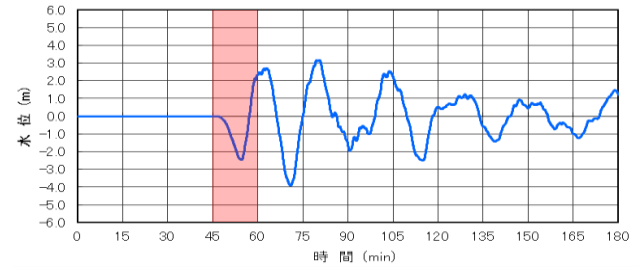
防潮ゲート開状態における水位変動に伴う取水性低下のうち、津波の二次的な影響に対する評価（8/9）

隠岐トラフ海底地すべり（エリアC、Kinematic）
（取水路防潮ゲート「開」）

取水口前



放水口前

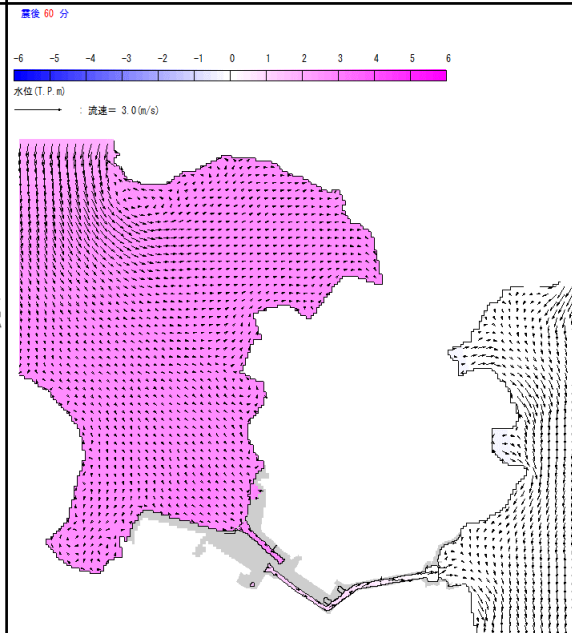
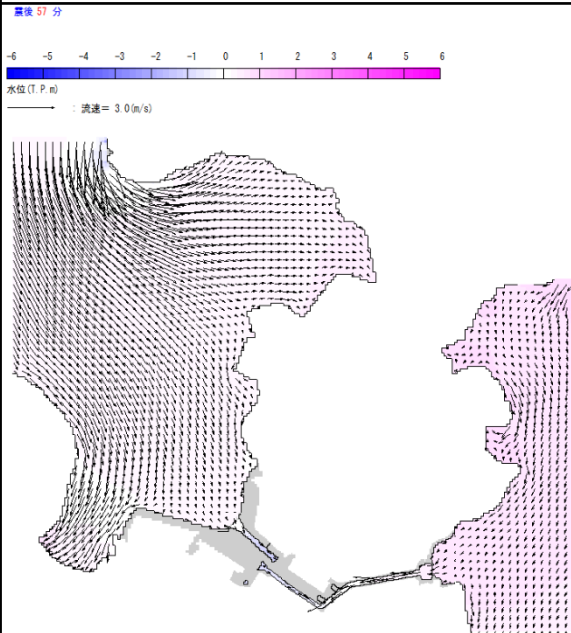
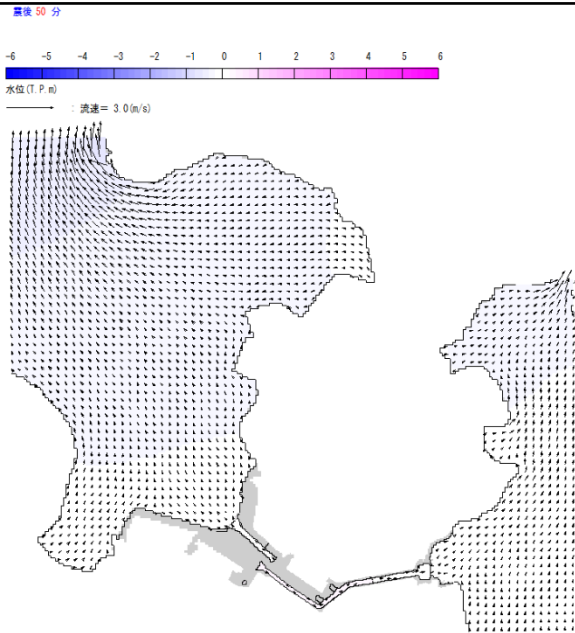


発生後50分

発生後57分

発生後60分

波形



概要

【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

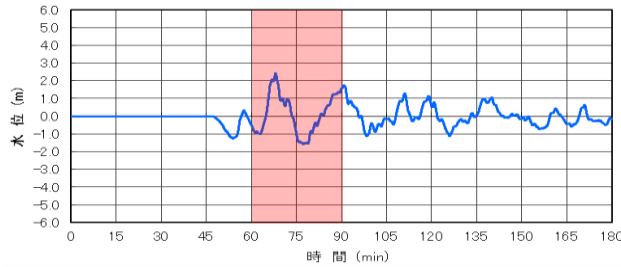
【取水口側】
引き波から湾内方向の押し波に転じ敷地に襲来する
【放水口側】
引き波から湾内方向の押し波に転じ水位が上昇する

【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

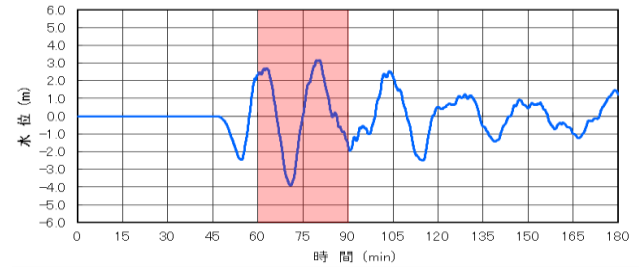
防潮ゲート開状態における水位変動に伴う取水性低下のうち、津波の二次的な影響に対する評価（9/9）

隠岐トラフ海底地すべり（エリアC、Kinematic）
（取水路防潮ゲート「開」）

取水口前



放水口前

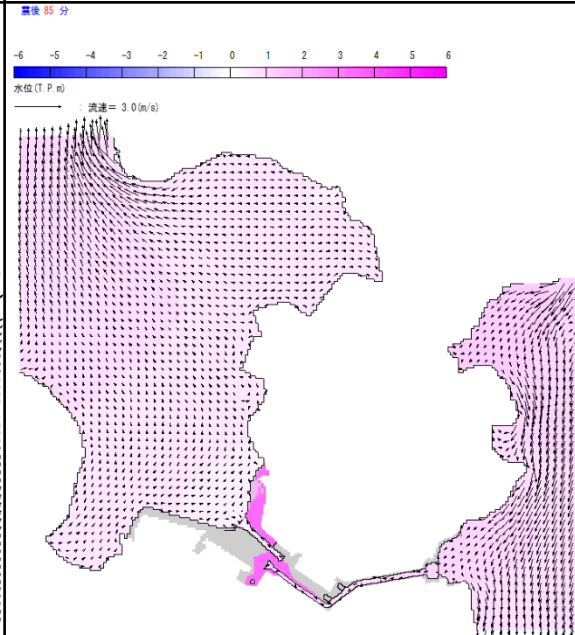
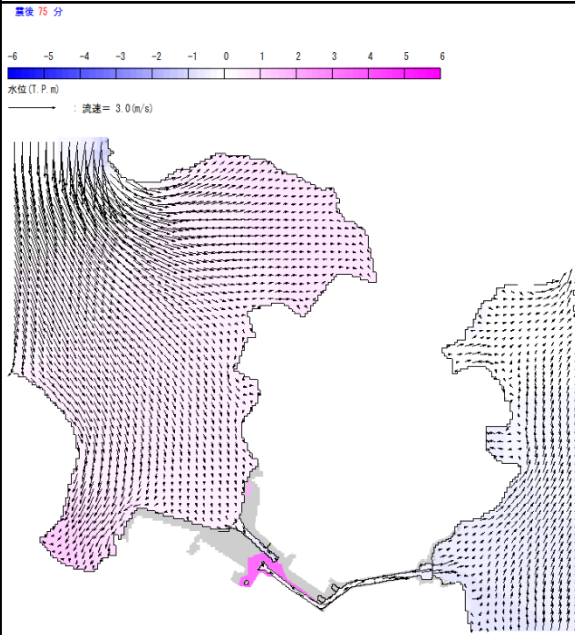
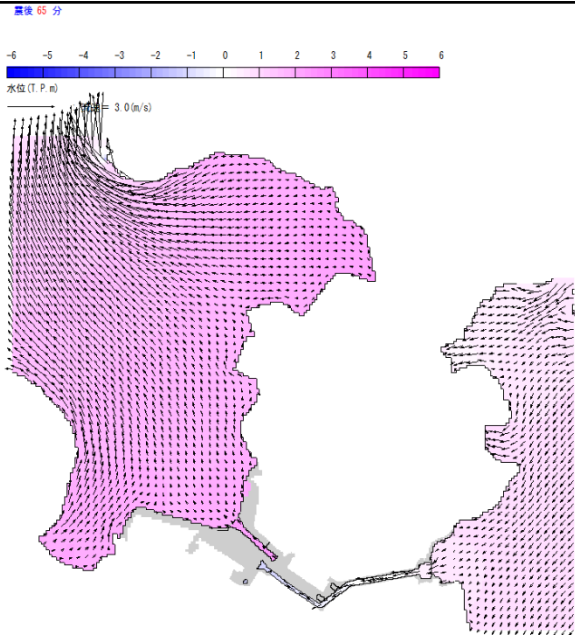


発生後65分

発生後75分

発生後85分

波形



概要

【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】
湾外方向の引き波に転じ水位が低下する

【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
【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

【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
【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

防潮ゲート閉止自動化による影響

- 防潮ゲート閉止を自動化する場合、潮位計の異常検知ロジックに加え、循環水ポンプの一連操作も自動化が必要である。
- 常用取水路が防潮ゲートにて閉止されている状態で循環水ポンプの運転を継続した場合、同じ取水路を共有する海水ポンプの取水性に影響が出るため、防潮ゲート閉止前の循環水ポンプの停止等が必須である。
- よって、これらを自動化する場合は、防潮ゲート閉止にかかる津波防護機能が、海水ポンプ取水にかかる安全系の冷却機能に悪影響を及ぼさないよう、設計配慮が必要になる。
- このため、対応時間に余裕がある限りは、安全機能への影響に考慮を要するような、新たな計装設備の追加や、複雑化を要する自動化は適切ではないと考えている。
- なお、手動操作であれば、約9分の時間余裕があり、十分余裕をもって対応可能。よって、今回申請では自動化による約40秒の時間短縮のメリットは享受せず、運転員による手動操作を選択。

