



**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】**

2019年12月12日
関西電力株式会社

審査会合でご提示いただいた論点とご指摘事項

No.	10/15審査会合にてご提示いただいた論点	具体的なご指摘事項	審査会合での状況
1	①設置許可基準規則第5条（津波による損傷の防止）への基準適合上の位置付け <ul style="list-style-type: none"> ・運用が外郭防護、内郭防護、水位低下時の取水性にもたらす効果を踏まえた基準適合上の要否 ・運用のうちトリガーとなる検知に係る設備の基本設計ないし基本的設計方針の記載の要否 	基準津波3について、防潮ゲート閉止を前提に評価しているが、取水性への影響等について、具体的な影響を確認した上で、津波防護対策の妥当性について審議することが必要と考える。したがって、防潮ゲート開の場合の津波シミュレーション結果を示すこと。	本日 回答
2	②運用のために必要となる設備の規制基準上の設計方針 <ul style="list-style-type: none"> ・運用における手順、運用のために必要な設備の明確化 ・運用のために必要な設備について、設置許可基準規則の適合条文及び設計方針（特に耐震性、信頼性に係る設計方針） 	運用におけるトリガーとなる津波の検知に係る部分については、既許可の津波警報の発表ではなく、事業者による津波の観測結果に基づく運用となることから、運用に当たっての具体的な手順、運用を成立させるために必要な設備の明確化及び設置許可基準規則への適合性に関する説明について、申請書に記載すべきか検討すること。	本日 回答
3	③運用の実現可能性 <ul style="list-style-type: none"> ・トリガーの妥当性（設定の根拠及びその網羅性） ・運用の成立性（各手順の所要時間の根拠及び余裕時間の考え方） 	基準津波3の波源として選定した海底地すべりの抽出過程及び選定の際に用いた判断基準と、通常の潮汐とは異なる水位変動との関係を整理して説明すること。	本日 回答
4		敷地外における津波検知のための対応の要否について説明すること。	本日 回答
5	④基準津波の策定及び入力津波の設定に係る評価の妥当性 <ul style="list-style-type: none"> ・評価条件に係る既許認可との相違点及びその根拠 	基準津波1、基準津波2及び基準津波3の評価において、前提条件等に差異があるが、この妥当性について説明すること（基準津波3選定の前提としている取水路防潮ゲート開閉条件の保守性（これ以外に検討すべきケースがないか）について説明すること）。	本日 回答
6	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波1及び基準津波2と基準津波3との評価条件の相違への対応要否 	基準津波1及び基準津波2の評価水位は、既許可における評価水位から変更ないが、今回の計算条件を踏まえた評価の要否について説明すること。	本日 回答

10/15審査会合にてご提示いただいた論点を踏まえ、以下の順序でご説明する。
合わせて10/15審査会合からの主な変更点を示す。

1. 基準津波の選定

- 津波警報が発表されない可能性がある津波に対して防潮ゲート開状態の津波水位計算及び基準津波の選定（ご指摘事項No.1のご説明含む）
- 津波警報が発表されない可能性がある津波に対して潮位計において津波検知後に防潮ゲートを閉止する対策を踏まえた津波水位計算及び基準津波の選定
- 評価条件、モデルの妥当性※¹（ご指摘事項No.5,6のご説明含む）

※ 1 : 10/15審査会合では、構造が確定した施設を反映したモデルを用いていたが、既許可と同様のモデルとした。

2. 潮位計において津波検知後に防潮ゲートを閉止する対策のトリガー（判断基準）※²の妥当性、網羅性（ご指摘事項No.3のご説明含む）

※ 2 : 10/15審査会合では、トリガー（判断基準）を初動下げ波、かつ潮位変動 1 m以上としていたが、初動上げ波を追加し、潮位変動 0.7 m以上とした。

3. 潮位計において津波検知後に防潮ゲートを閉止する対策の運用成立性
（ご指摘事項No.4のご説明含む）

4. 上記 1～3 を踏まえた基準適合性、申請書への記載要否
（ご指摘事項No.2のご説明含む）

1. 基準津波の選定（ご指摘事項No.1,5,6含む）（1 / 20）

高浜発電所1～4号炉の基準津波評価について、警報が発表されない可能性のある津波（警報なし津波）を考慮した上で、基準津波の選定を行う。

具体的には、既許可時の基準津波評価のうち、地震以外に起因する津波について警報が発表されない場合の津波評価を追加し、その結果を基準津波の選定に考慮する。

既許可時の基準津波評価

1. 敷地周辺に影響を及ぼした過去の津波

文献調査・津波堆積物調査より、発電所の安全性に影響を与えるような過去の津波がないことを確認

2. 地震に起因する津波

・安島大陸棚外縁～B～野坂断層
・FO-A～FO-B～熊川断層 の2波源を抽出。

3. 地震に起因する津波
（行政機関の波源モデル）

・福井県モデル（若狭海丘列付近断層）
・秋田県モデル（日本海東縁部の波源）
・検討会モデル（若狭海丘列付近断層） の3波源を抽出。

4. 地震以外に起因する津波

・海底地すべり：エリアA（Es-G3）、エリアB（Es-K5）、エリアC（Es-T2）
・陸上地すべり：No.1,2,3、No.10、No.14
を抽出。

5. 津波の組み合わせ

・福井県モデル（若狭海丘列付近断層）と海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）の組み合わせ
・FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりNo.14（運動学的手法）の組み合わせ
を抽出。

6. 基準津波の選定

基準津波1：福井県モデル（若狭海丘列付近断層）と海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）の組み合わせ（78秒ずれ）
基準津波2：FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりNo.14（運動学的手法）の組み合わせ（54秒ずれ）
の2波源を基準津波として選定。

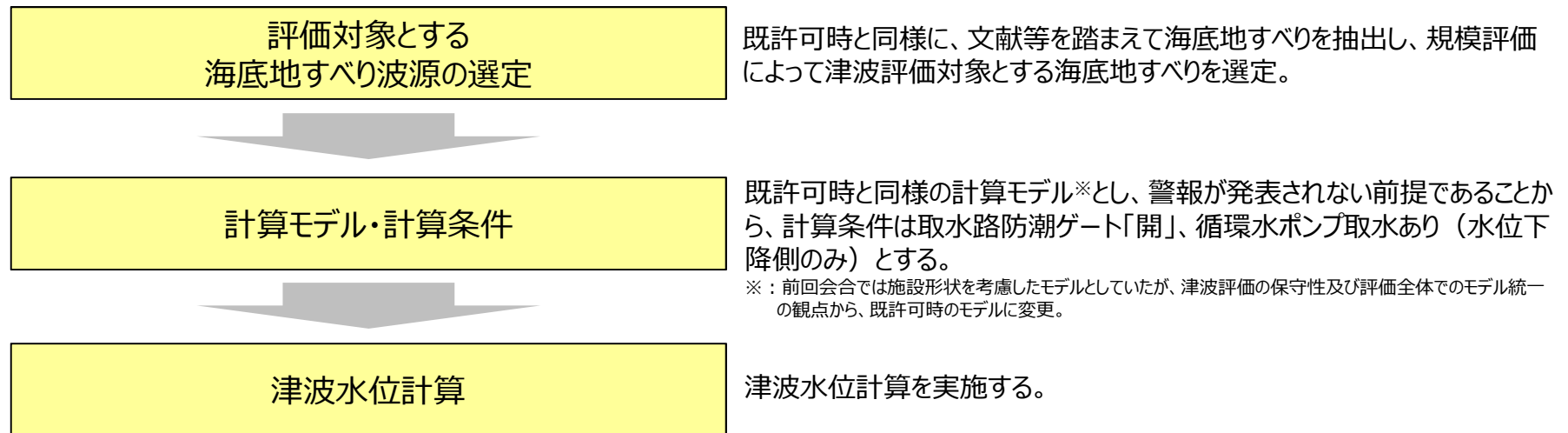
警報が発表されない可能性のある津波を考慮した基準津波評価（今回の評価）

海底地すべりについて、警報が発表されない場合の津波評価を追加。

警報が発表されない場合の津波評価結果も考慮して基準津波を選定。

4. 地震以外に起因する津波

地震以外に起因する津波のうち、警報が発表されない可能性がある「隠岐トラフ海底地すべり」による津波について、警報が発表されない場合の計算条件を設定し、津波水位計算を実施する。



4. 地震以外に起因する津波

【評価対象とする海底地すべりの選定（1 / 4）】

海底地すべりの選定フロー

①文献調査

・文献の整理・検討を行い、海底地すべりの分布を確認。

②地すべり地形の確認

- ・M7000シリーズ※1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。
- ・音波探査記録を用いて、池原他(1990)※2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。

※1：（一財）日本水路協会発行の海底地形デジタルデータ

※2：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.

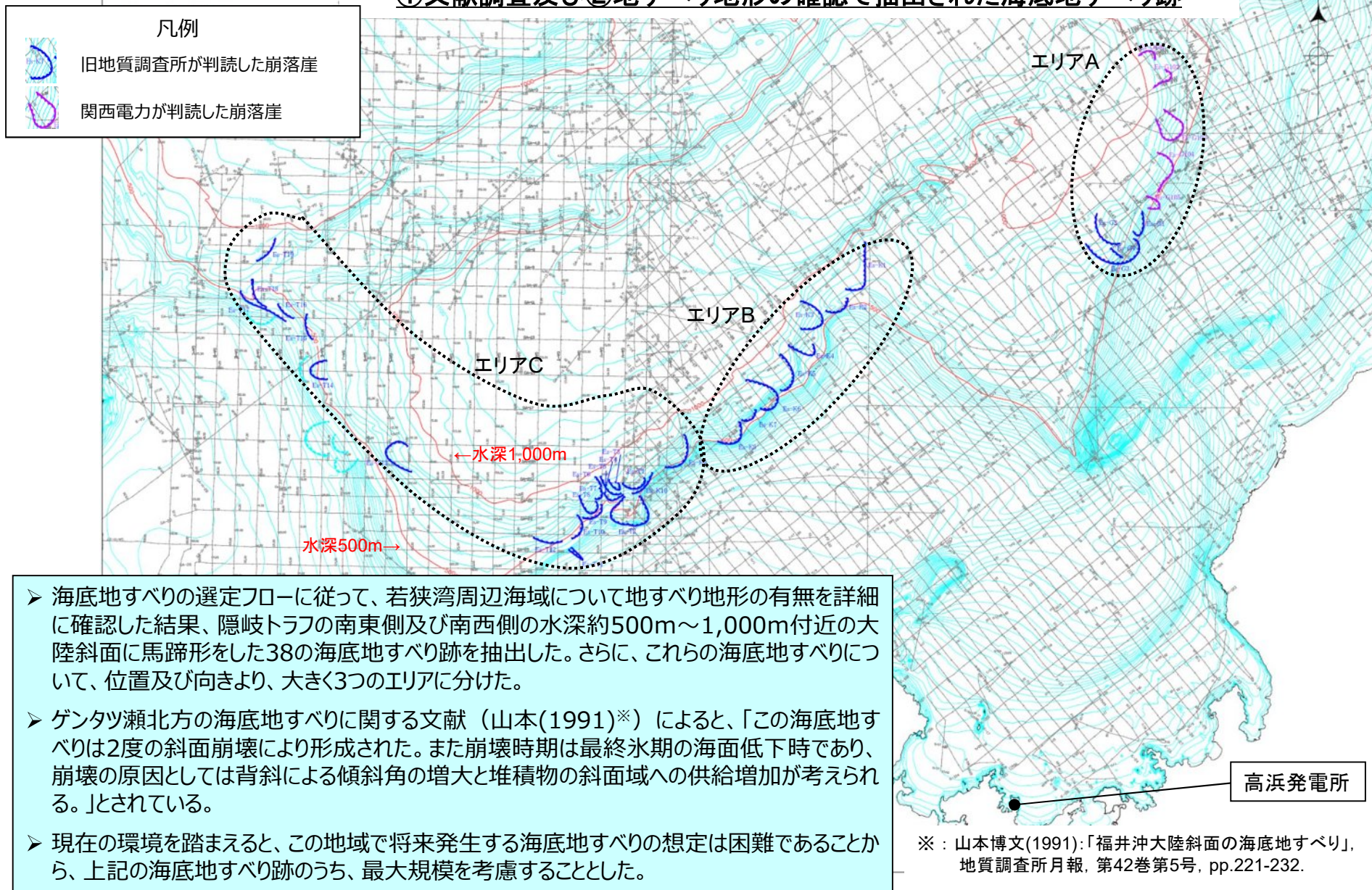
③規模評価

- ・抽出された海底地すべりについて、位置及び向きよりエリア区分を実施し、断面積等による概略評価を実施。
- ・各エリアで最大規模となった地すべりに対し、当該海域の音波探査記録の再解析により崩壊部・堆積部を判読し、詳細な地形変化を算出。

4. 地震以外に起因する津波

【評価対象とする海底地すべりの選定（2 / 4）】

①文献調査及び②地すべり地形の確認で抽出された海底地すべり跡



4. 地震以外に起因する津波

【評価対象とする海底地すべりの選定（3 / 4）】

③海底地すべりの規模の評価

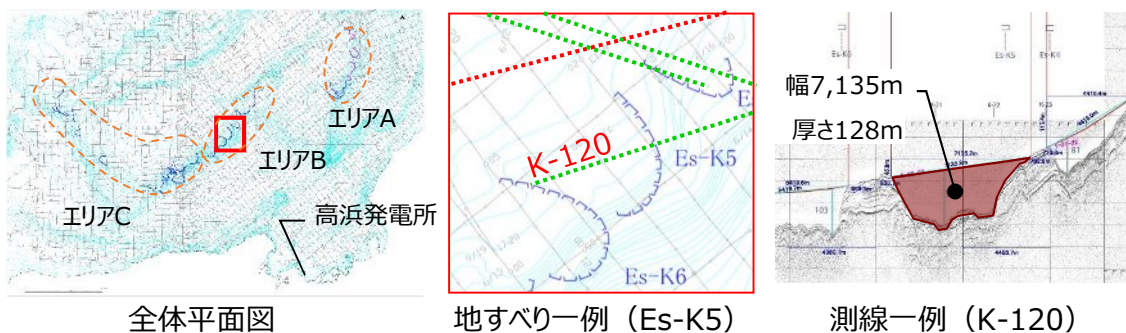
【断面積による海底地すべりの規模評価】

〔検討方法〕

津波水位評価においては、鉛直方向の水位変動による影響が大きいと考え、海底地すべりを横断する海上音波探査記録より、崩壊部の鉛直断面積（概算）を算出し、各エリアごとに最も断面積が大きい海底地すべりを抽出。

〔評価指標①〕

$$\text{崩壊部の鉛直断面積（概算）} = \text{幅} \times \text{厚さ}$$



↑ 断面積による規模評価の妥当性の確認

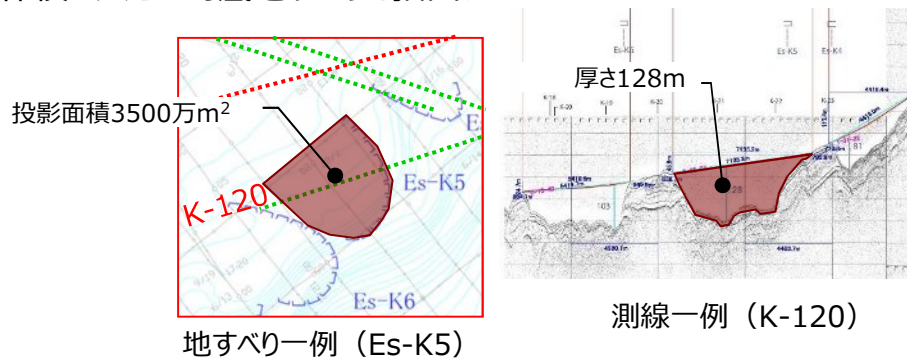
【体積による海底地すべりの規模評価】

〔検討方法〕

旧地質調査所等の海底地質図に示されている崩落崖から投影面積を算出し、厚さについては海上音波探査記録より最大の厚さを設定し、崩壊部の体積（概算）を算出し、各エリアごとに最も体積の大きい海底地すべりを抽出。

〔評価指標②〕

$$\text{崩壊部の体積（概算）} = \text{投影面積} \times \text{最大厚さ}$$



4. 地震以外に起因する津波

【評価対象とする海底地すべりの選定（4 / 4）】

③海底地すべりの規模の評価

●地すべり地形の規模の算出結果（断面積上位20個）

規模の順位	地すべり地形	エリア	測線	地すべり長さ(m)	地すべり厚さ(m)	地すべり長さ×厚さ(m ²)
1	Es-K5	B	K-120	7,135	128	913,324
2	Es-T2	C	GA-23	8,592	97	833,402
3	Es-T8	C	GA-22	4,374	150	656,141
4	Es-K7	B	K-119	3,618	160	578,850
5	Es-T13	C	GA-20	4,966	116	576,038
6	Es-K6	B	K-120	5,420	103	558,225
7	Es-T14	C	GA-15	8,970	61	547,200
8	Es-K8	B	K-119	6,557	76	498,312
9	Es-K4	B	K-120	4,418	81	357,855
10	Es-K3	B	K-121	7,596	45	341,839
11	Es-T6	C	GA-21	5,343	62	331,267
12	Es-T17	C	GA-11	1,979	158	312,678
13	Es-K2	B	K-120	4,462	67	298,932
14	Es-T15	C	GA-13	8,326	33	274,765
15	Es-K1	B	K-121	5,198	52	270,276
16	Es-G3	A	K-115	6,856	29	198,822
17	Es-G103	A	K-118	6,172	30	185,161
18	Es-T12	C	GA-T	6,284	29	182,237
19	Es-G104	A	K-51	3,584	46	164,876
20	Es-G102	A	K-119	4,413	36	158,864

●地すべり地形の規模の算出結果（体積上位20個）

規模の順位	地すべり地形	エリア	投影面積(m ²)	最大地すべり厚さ(m)	崩壊体積(概算)(km ³)
1	Es-T2	C	37,846,065	137	5.2
2	Es-K5	B	35,126,230	128	4.5
3	Es-K1	B	55,734,810	77	4.3
4	Es-T13	C	28,114,842	140	3.9
5	Es-K6	B	34,300,190	103	3.5
6	Es-T8	C	11,942,137	150	1.8
7	Es-K9	B	28,374,261	62	1.8
8	Es-G3	A	56,722,517	29	1.6
9	Es-K4	B	16,133,016	81	1.3
10	Es-K3	B	24,732,714	51	1.3
11	Es-G104	A	23,284,618	46	1.1
12	Es-T17	C	6,150,309	158	1.0
13	Es-K8	B	12,425,060	76	0.9
14	Es-T14	C	10,979,949	79	0.9
15	Es-G103	A	24,234,201	30	0.7
16	Es-T18	C	4,228,490	138	0.6
17	Es-T4	C	5,293,731	107	0.6
18	Es-T1	C	6,484,158	84	0.5
19	Es-K7	B	3,130,450	160	0.5
20	Es-K2	B	6,632,408	67	0.4

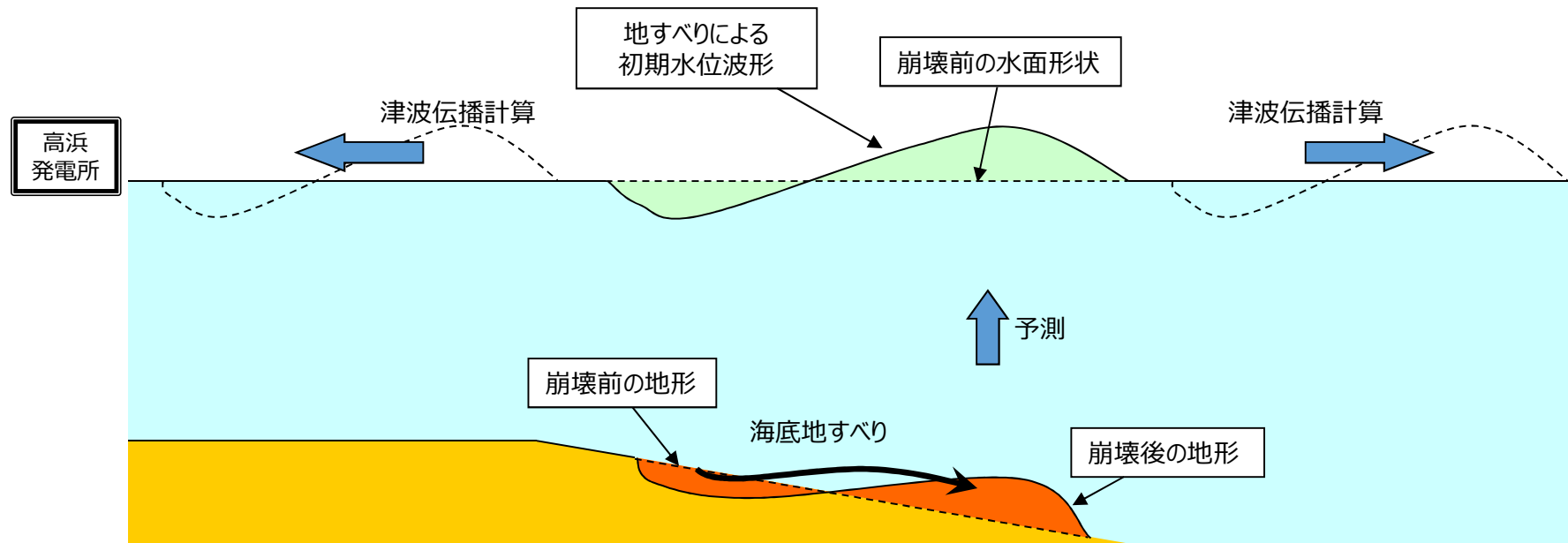
- 崩壊断面積（概算）より、エリア毎に最大規模となる海底地すべり地形として、エリアAのEs-G3、エリアBのEs-K5、エリアCのES-T2を抽出した。
- なお、崩壊体積（概算）を算出した結果、各エリア毎の最大規模の海底地すべり（エリアA：Es-G3、エリアB：Es-K5、エリアC：Es-T2）は、崩壊部の鉛直断面積より選定した結果と同じであることを確認した。
- 抽出した各エリア毎の最大規模の海底地すべりに対し、音波探査記録の再解析により崩壊部・堆積部を判読し、詳細な地形変化を算出する。

4. 地震以外に起因する津波

【計算モデル・計算条件（1 / 5）】

海底地すべりによる津波評価の方法

- ▶ 海底地すべりによる津波の評価では、崩壊前後の海底地すべり地形を元に初期水位波形を設定し、伝播計算を行う。
- ▶ 既許可と同様に、初期水位波形の設定には以下の2つの手法を用いる。



- ①実験や海底地すべりの数値解析モデルの再現性を確認しているGrilli and Watts (2005) ※1及びWatts et al. (2005) ※2による予測式（Watts他の予測式）
- ②佐竹・加藤（2002）※3が用いた運動学的海底地すべりモデルによる予測方法（Kinematicモデルによる方法）

※1 : Grilli, S.T., and P. Watts (2005) : Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. I : Modeling, Experimental Validation, and Sensitivity Analysis, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, pp.283-297.

※2 : Watts, P., S.T. Grilli, D.R. Tappin, and G.J. Fryer (2005) : Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. II: Predictive Equations and Case Studies, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, pp.298-310.

※3 : 佐竹健治・加藤幸弘(2002) : 「1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた」, 月刊海洋/号外, No.28, pp.150-160.

4. 地震以外に起因する津波

【計算モデル・計算条件（2 / 5）】

計算手法及び計算条件

計算手法及び計算条件については、既許可と同様とする。

設定項目		設定値	
津波計算	基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式(後藤他(1982) ^{※1})	
	変数配置および差分スキーム	Staggered Leap-frog法	
計算条件等	計算領域	対馬海峡から間宮海峡に至る東西方向約1,500km、南北方向約2,000km	
	空間格子間隔	1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m→6.25m→3.125m	
	時間格子間隔 ^{※2}	0.025秒（安定条件(CFL条件)を満足するように設定）	
	初期条件	（Watts他の予測式）Watts他の予測式により計算される初期水位分布を初期条件とする。 （Kinematicモデルによる方法）Kinematicモデルによる方法を用いて算出される時刻あたり地形変化量が、海面水位と海底地形にそのまま反映されるものとする。	
	境界条件	沖側境界	特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件(後藤他(1982) ^{※1})
		陸域境界	完全反射条件（発電所敷地については遡上境界とする）
	海底摩擦	マニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2016) ^{※3})	
	水平渦動粘性係数	0m ² /s	
	計算時間	3.0時間	
	計算潮位 ^{※4}	水位上昇側T.P.+0.49m、水位下降側T.P.0.00m	
評価潮位 ^{※4}	水位上昇側T.P.+0.49m、水位下降側T.P.-0.01m 〔 国土交通省・舞鶴検潮所のデータによる（2007年1月～2011年12月の5箇年） 〕		
津波水位評価	cmを切り上げ、10cm単位で評価する。		

※1 : 後藤智明・小川由信(1982) : Leap-frog法を用いた津波の数値計算法, 東北大学土木工学科資料, 1982

※2 : 既許可においては、取水路防潮ゲート閉時は0.05秒で、取水路防潮ゲート開時は0.025秒で設定。今回は取水路防潮ゲート開なので0.025秒とする。

※3 : 土木学会(2016) : 原子力発電所の津波評価技術2016.

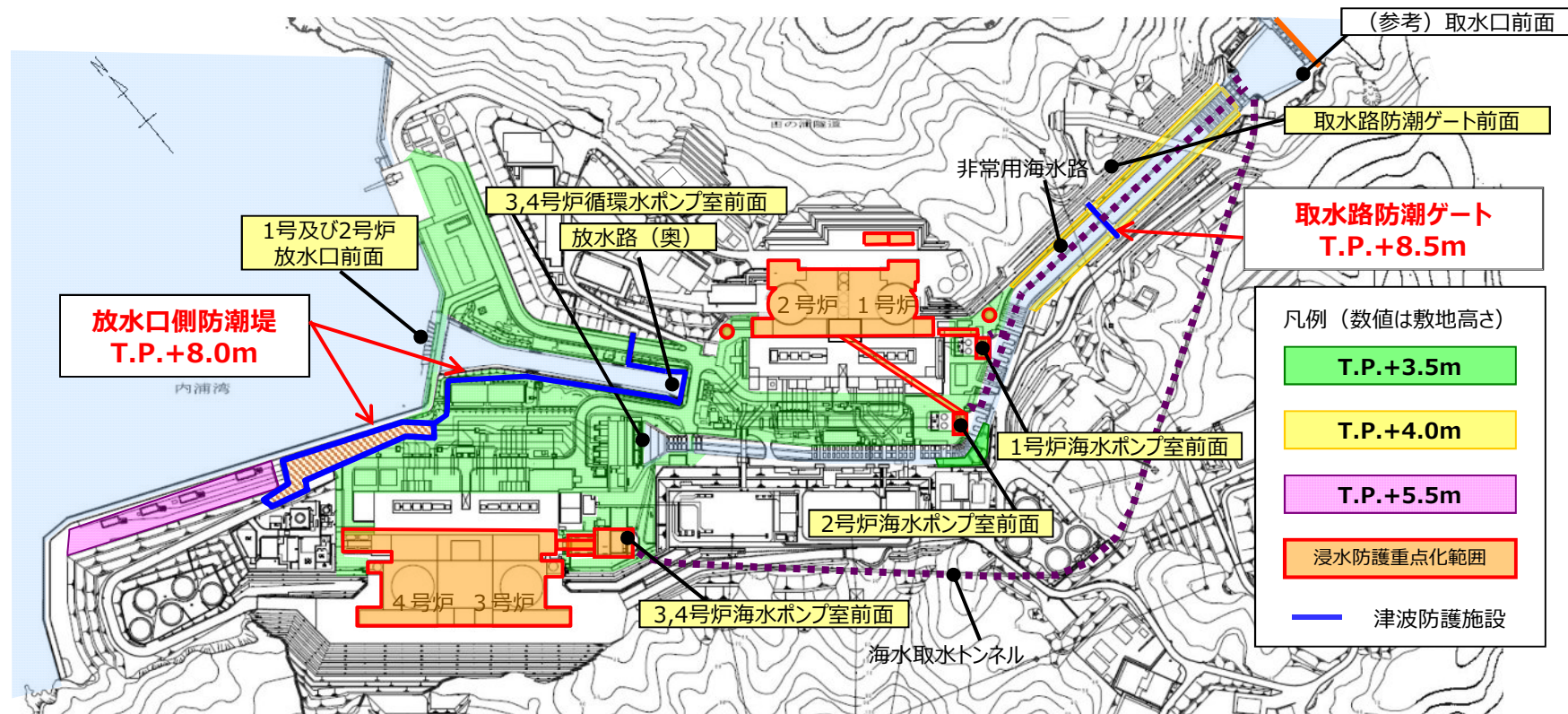
※4 : 計算潮位とは津波シミュレーションを実施する際の潮位設定を意味し、評価潮位とは水位計算結果を評価する際に考慮する潮位を意味する。水位上昇側では、浸水範囲を適切に評価する観点から津波シミュレーション実施時に朔望平均満潮位で潮位設定しているため、計算潮位・評価潮位ともにT.P.+0.49mとなる。水位下降側では、T.P.0.00mで潮位設定した津波シミュレーションによる計算水位に朔望平均干潮位T.P.-0.01mを加算して評価水位としているため、計算潮位と評価潮位が異なる。

4. 地震以外に起因する津波

【計算モデル・計算条件（3 / 5）】

津波水位評価点

- 水位上昇側の津波水位評価点については、津波防護対象への津波の影響を確認するため、取水路防潮ゲート前面、海水ポンプ室（1号炉、2号炉及び3,4号炉）、3,4号炉循環水ポンプ室、放水口前面及び放水路（奥）を選定する。
- 水位下降側の津波水位評価点については、引き津波に対する海水ポンプの取水性を確認するため、海水ポンプ室（1号炉、2号炉及び3,4号炉）を選定する。



津波防護対象

- 重要な安全機能を有する設備（浸水防護重点化範囲）：原子炉格納施設、原子補助建屋、制御建屋、中間建屋、燃料油貯油所、海水ポンプ室、復水タンク
- 重大事故等対処施設：緊急時対策所、空冷式非常用発電装置 他

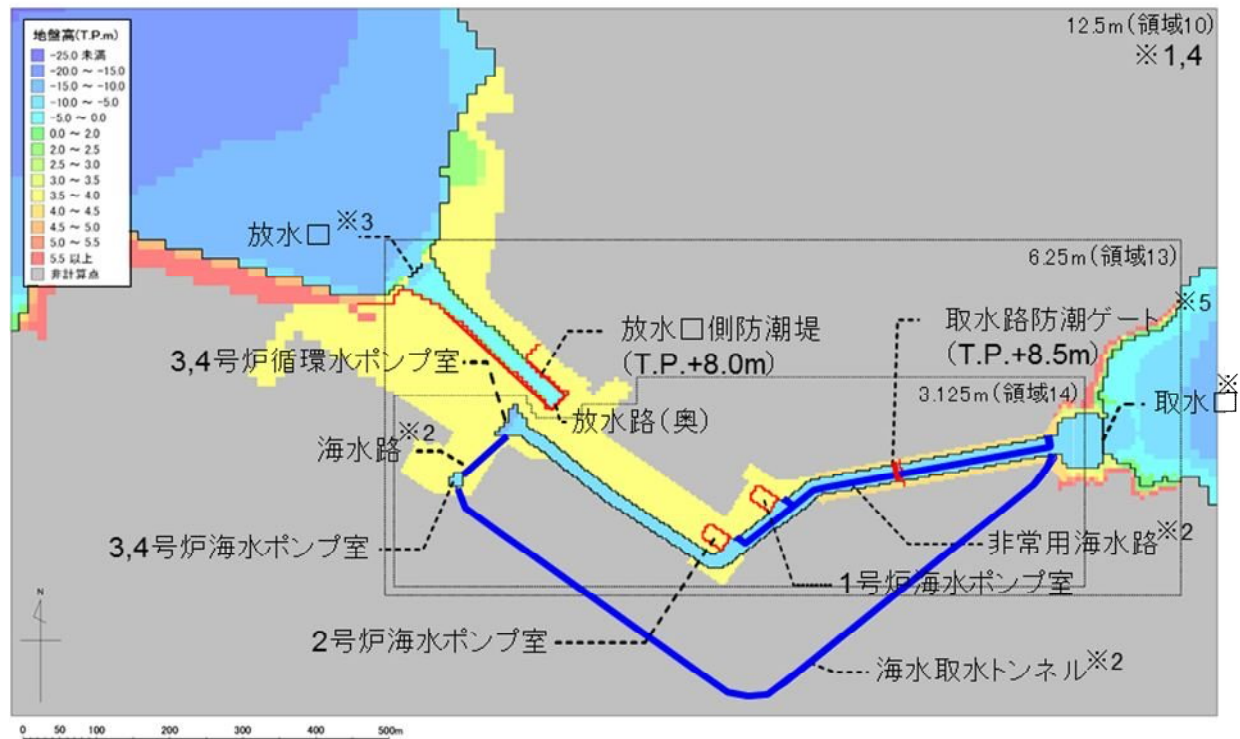
4. 地震以外に起因する津波

【計算モデル・計算条件（4 / 5）】

計算モデル

- 警報が発表されない場合の津波評価に用いる計算モデルは、既許可時と同様のモデルとする。（前回合合時には施設形状を考慮したモデルとしていたが、津波評価の保守性及び評価全体でのモデル統一の観点から、既許可時のモデルに変更する。）
- 警報が発表されない前提であることから、計算条件は、取水路防潮ゲート「開」、循環水ポンプ「取水あり（水位下降側のみ）」とする。

〔取水路等の水理特性を考慮した数値計算モデル〕



- ※1 本計算範囲は12.5m、6.25m及び3.125m格子であり、非線形長波理論式及び連続式で計算。
- ※2 海水路、海水取水トンネル（管路）、非常用海水路は、仮想スロットモデルにより一次元不定流の連続式及び運動方程式で計算。
- ※3 取放水口のカーテンウォール及び取水路防潮ゲートは、本間公式および土木研究所(1996)による計算式から、越流量および開口部通過流量を計算。
- ※4 灰色の着色部を除くメッシュで遡上計算が可能。
- ※5 取水路防潮ゲートは「開（4門開）」の条件を設定。
- ※6 循環水ポンプ・海水ポンプによる取水を考慮する。ただし、循環水ポンプは、運用上の設定水位（T.P.-2.50m）に達した場合には取水を停止する。

4. 地震以外に起因する津波

【計算モデル・計算条件（5 / 5）】

取水路防潮ゲートの開閉条件及び循環水ポンプ・海水ポンプの取水条件

- 警報が発表されない前提に基づき、取水路防潮ゲートは「開（4門開）」条件とする。
- 警報が発表されない前提に基づき、水位下降側については、循環水ポンプは「取水あり」とする。水位上昇側については、保守的に、循環水ポンプは「取水なし」とする。
- 海水ポンプの稼働状況は警報の有無によって変わらないため、海水ポンプの取水条件は既許可時と同様とする。

検討ケース	取水路防潮ゲート開閉条件	循環水ポンプ取水量※1※2		海水ポンプ取水量※1	
		水位上昇側	水位下降側	水位上昇側	水位下降側
警報が発表されないケース	開	1～4号停止時 1号：取水なし 2号：取水なし 3号：取水なし 4号：取水なし	1～4号運転時 1号：91,500m ³ /h×2 2号：91,500m ³ /h×2 3号：116,000m ³ /h×2 4号：116,000m ³ /h×2	1～4号停止時 1号：取水なし 2号：取水なし 3号：取水なし 4号：取水なし	1～4号運転時 1号：3,200m ³ /h×3 2号：3,200m ³ /h×3 3号：5,100m ³ /h×1 4号：5,100m ³ /h×1
(参考) 既許可時の検討ケース	閉 (13分以内に第1波が到達する場合は開)	1～4号停止時 1号：取水なし 2号：取水なし 3号：取水なし 4号：取水なし	1～4号停止時 1号：取水なし 2号：取水なし 3号：取水なし 4号：取水なし	1～4号停止時 1号：取水なし 2号：取水なし 3号：取水なし 4号：取水なし	1～4号運転時 1号：3,200m ³ /h×3 2号：3,200m ³ /h×3 3号：5,100m ³ /h×1 4号：5,100m ³ /h×1

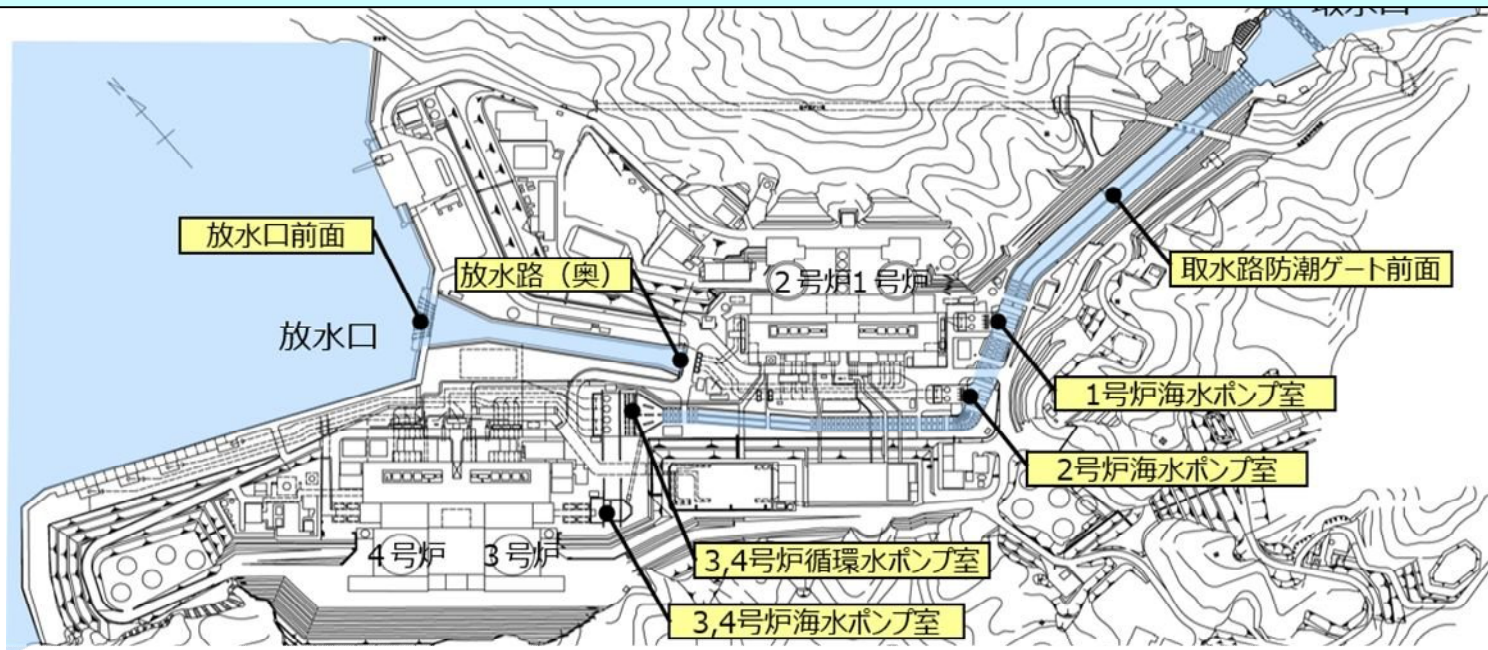
※1：循環水ポンプ・海水ポンプによる取水は水位を低下させるため、水位上昇側の評価では取水量が少ないほうが、水位下降側の評価では取水量が多いほうが、それぞれ保守的な条件設定となる。

※2：循環水ポンプは、水位がT.P.-2.50mまで低下した場合に取水を停止することから、これを計算条件として設定する。なお、水位検知からポンプ取水が完全に停止するまでの時間を考慮し、水位がT.P.-2.50mまで低下してから5分後に取水停止するものとする。

4. 地震以外に起因する津波

【津波水位計算】

- ▶ 津波水位計算の結果、各評価点における水位変動は、海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）による津波が最も大きい結果となった。
- ▶ また、海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）による津波の水位変動が2番目に大きく、放水口前面では海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）と同じ水位であった。



数字は、T.P.(m)

		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
エリアA	Watts他の予測式	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.5	-0.6	-1.1
	Kinematicモデルによる方法	開	1.9	2.3	2.1	2.2	2.6	1.6	1.8	-1.2	-1.4	-2.2
エリアB	Watts他の予測式	開	2.2	2.5	2.3	2.4	2.5	1.9	2.1	-1.4	-1.5	-2.1
	Kinematicモデルによる方法	開	3.6	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7	4.0	-3.6	-3.7	-3.7
エリアC	Watts他の予測式	開	1.4	1.8	1.4	1.6	1.8	1.1	1.4	-1.3	-1.4	-2.2
	Kinematicモデルによる方法	開	3.2	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	-2.4	-2.5	-2.8

1. 基準津波の選定 (ご指摘事項No.1,5,6含む) (13/20)

6. 基準津波の選定

【水位計算結果 (波源単体、一体計算)】

既許可時に評価した波源による津波と今回新たに評価した警報なし津波の津波水位計算結果を比較すると、海底地すべりエリアB (Kinematicモデル、警報なし) のケースが既許可時の基準津波2を超える水位となったため、基準津波として選定する。

数字はT.P.(m)、赤字は各評価点の最大値

波源モデル		取水路防波ゲート※2	水位上昇							水位下降				
			取水路防波ゲート前面	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		
地震に起因する津波	大陸棚外縁～B～野坂断層		閉	5.3	0.9	0.9	0.9	1.3	2.1	2.1	-	-	-	
	FO-A～FO-B～熊川断層		開	2.0	2.1	1.9	1.9	2.5	2.7	2.8	-1.9※3	-1.8※3	-2.0※3	
	日本海東縁部の波源		閉	-	-	-	-	-	-	-	-0.8	-0.7	-1.0	
地震以外に起因する津波	海底地すべり	エリアA	Watts他の予測式	閉	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.3	-0.3	-0.3
			Kinematicモデルによる方法	閉	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.8	-0.8	-0.8	-0.8
		エリアB	Watts他の予測式	閉	2.0	0.8	0.8	0.8	1.0	1.9	2.1	-0.7	-0.7	-0.8
			Kinematicモデルによる方法	閉	4.1	1.2	1.1	1.1	1.3	3.7	4.0	-1.1	-1.0	-1.1
		エリアC	Watts他の予測式	閉	2.4	0.8	0.7	0.7	1.1	1.1	1.3	-0.5	-0.5	-0.8
			Kinematicモデルによる方法	閉	3.3	1.1	1.1	1.1	1.2	3.7	3.9	-0.9	-0.9	-1.2
	海底地すべり(警報なし※1)	エリアA	Watts他の予測式	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.5	-0.6	-1.1
			Kinematicモデルによる方法	開	1.9	2.3	2.1	2.2	2.6	1.6	1.8	-1.2	-1.4	-2.2
		エリアB	Watts他の予測式	開	2.2	2.5	2.3	2.4	2.5	1.9	2.1	-1.4	-1.5	-2.1
			Kinematicモデルによる方法	開	3.6	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7	4.0	-3.6	-3.7	-3.7
		エリアC	Watts他の予測式	開	1.4	1.8	1.4	1.6	1.8	1.1	1.4	-1.3	-1.4	-2.2
			Kinematicモデルによる方法	開	3.2	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	-2.4	-2.5	-2.8
	陸上地すべり	No.1, 2,3	Watts他による方法	開	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	-0.1	-0.1	-0.1
			運動学的手法	開	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	2.1	2.1	-0.3	-0.3	-0.4
No.10		Watts他による方法	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	-0.1	-0.1	-0.1	
		運動学的手法	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.5	1.4	-0.1	-0.1	-0.1	
No.14		Watts他による方法	開	1.0	1.1	0.9	1.0	1.0	0.6	0.6	-0.3	-0.4	-0.4	
		運動学的手法	開	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.7	-0.3	-0.4	-0.4	
行政機関の波源モデルを用いた津波	福井県モデル (若狭海丘列付近断層)		閉	4.5	1.1	1.1	1.1	1.4	3.6	3.8	-0.8	-0.8	-1.0	
	秋田県モデル (日本海東縁部の断層)		閉	4.4	1.7	1.7	1.7	1.7	2.9	3.0	-1.4	-1.4	-1.6	
	若狭海丘列付近断層	大すべり中央	閉	3.6	0.7	0.7	0.7	1.2	2.1	2.1	-	-	-	
		大すべり隣接LRR	閉	3.6	0.7	0.7	0.7	1.2	1.9	1.9	-	-	-	
大すべり隣接LLR	閉	3.7	0.7	0.7	0.7	1.2	1.9	2.0	-	-	-			

波源モデル	発生時間のずれ	取水路防波ゲート※2	ケース	水位上昇							水位下降			
				取水路防波ゲート前面	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	
福井県モデル (若狭海丘列付近断層) と 隠岐トラフ海底地すべり(エリアB)	21秒	閉	①	4.9	1.3	1.3	1.2	1.7	5.0	5.8	-	-	-	
	63秒		②	5.1	1.3	1.3	1.2	1.8	5.3	6.1	-	-	-	
	78秒		③	5.5	1.3	1.2	1.1	1.7	5.3	6.2	-	-	-	
FO-A～FO-B～熊川断層と 陸上地すべり(No.14)	30秒	開	④	-	-	-	-	-	-	-	-1.9※3	-1.8※3	-1.9※3	
	45秒		⑤	2.1	2.4	2.1	2.1	2.5	2.7	2.7	-	-	-	
	51秒		⑥	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.8※3	-1.8※3	-2.0※3
	54秒		⑦	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.7	2.7	2.7	-1.8※3	-1.8※3	-2.0※3

※1: 警報が発表されない前提の計算条件による評価 ※2: 閉: 取水路防波ゲート天端TP+8.5mで全閉、開: 両系列のゲートが開いた状態 (TP±0～+8.5mはカーテンウォールあり) ※3: 地盤変動量0.23m隆起

1. 基準津波の選定（ご指摘事項No.1,5,6含む）（14 / 20）

6. 基準津波の選定 【施設影響を踏まえた対策の設定（1 / 2）】

数字はT.P.(m)、赤字は各評価点の最大値

	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
基準津波 1（既許可時） 福井県モデル（若狭海丘列付近断層）と海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）の組み合わせ（78秒ずれ）	閉	5.5	1.3	1.2	1.1	1.7	5.3	6.2	-	-	-
基準津波 2（既許可時） FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりNo.14の組み合わせ（54秒ずれ）	開	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.7	2.7	-1.8*	-1.8*	-2.0*
基準津波（新規追加） 海底地すべりエリアB（Kinematicモデルによる方法、警報なし）	開	3.6	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7	4.0	-3.6	-3.7	-3.7

潮位のばらつき（上昇側+0.15m、下降側-0.17m）を考慮

数字はT.P.(m)、赤字は各評価点の最大値

	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
基準津波 1（既許可時） 福井県モデル（若狭海丘列付近断層）と海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）の組み合わせ（78秒ずれ）	閉	5.6	1.4	1.4	1.3	1.8	5.5	6.3	-	-	-
基準津波 2（既許可時） FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりNo.14の組み合わせ（54秒ずれ）	開	2.3	2.6	2.3	2.3	2.7	2.8	2.9	-2.0*	-2.0*	-2.1*
基準津波（新規追加） 海底地すべりエリアB（Kinematicモデルによる方法、警報なし）	開	3.8	4.0	3.9	4.0	3.9	3.9	4.1	-3.7	-3.8	-3.8
施設影響が生じる高さ（防潮堤高さ、敷地高さ、取水可能水位等）		-	3.5	3.5	3.5	3.5	8.0	8.0	-3.2	-3.2	-3.5

※：地盤変動量0.23m隆起

- 海底地すべりエリアB（Kinematicモデルによる方法、警報なし）による津波は、水位上昇側、水位下降側ともに施設影響の可能性を否定できないことから、警報がない場合でも潮位に基づいてゲート閉止する対策を設定する。
- 具体的には、「潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇」、若しくは「潮位計のうち、複数計器の観測潮位が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以上下降し、下降が上昇前の潮位から継続」した場合に、循環水ポンプ停止・取水路防潮ゲート閉止操作を行うこととする。

6. 基準津波の選定 【施設影響を踏まえた対策の設定 (2 / 2)】

- 海底地すべりによる津波では、警報が発表されない場合に、敷地への遡上及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響が生じるおそれがあることから、以下の対策を実施。

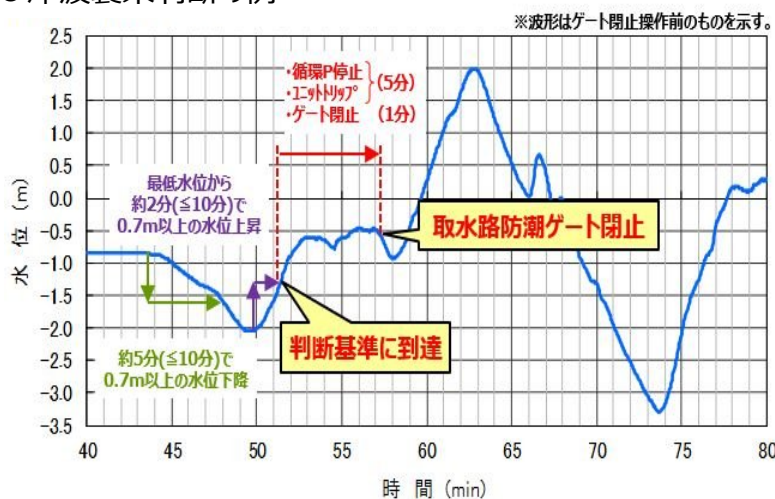
【対策】

- **通常の潮汐とは異なる潮位変動**※1を把握した場合、**津波襲来と判断し、循環水ポンプ停止・ユニット停止・取水路防潮ゲート閉止**※2の操作を行う。

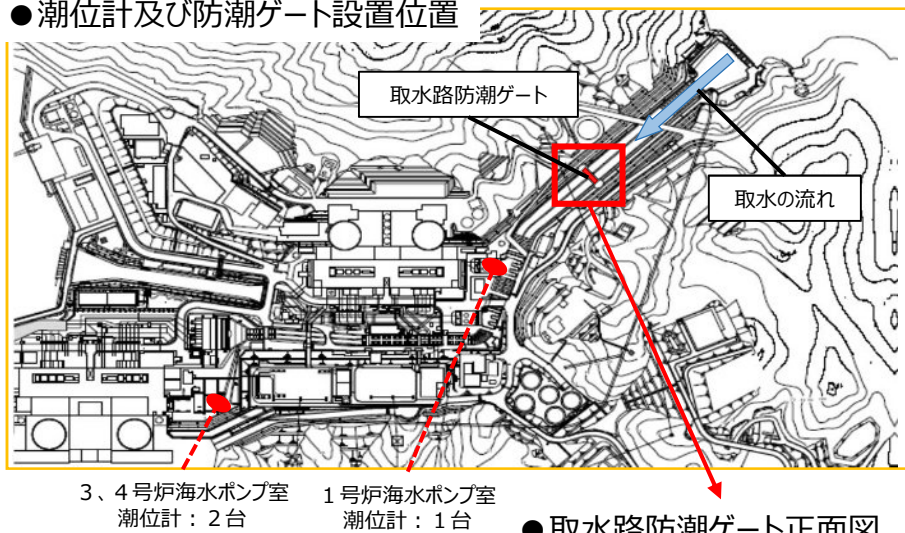
※1：潮位計（1号炉海水ポンプ室：1台、3,4号炉海水ポンプ室：2台）のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること、若しくは潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降し、下降が上昇前の潮位から継続すること。

※2：5分後に循環水ポンプ及びユニットを停止、さらに1分後に取水路防潮ゲートを閉止する。

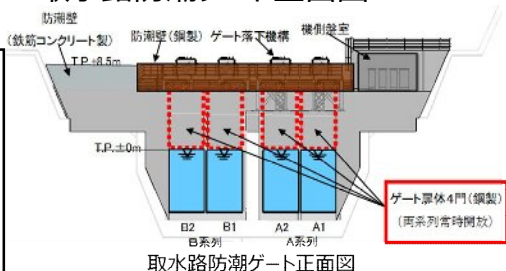
● 津波襲来判断の例



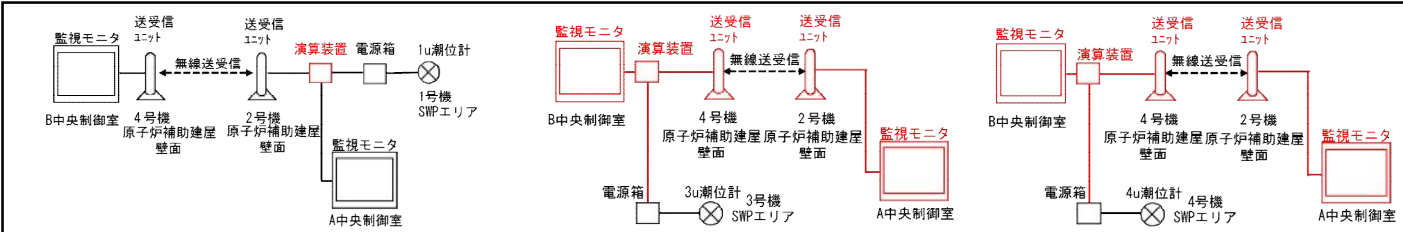
● 潮位計及び防潮ゲート設置位置



● 取水路防潮ゲート正面図



● 潮位計のループ構成 (追加設備は朱記部、潮位計3台を独立化し、警報機能を追加した。)



6. 基準津波の選定

【対策を反映した津波水位計算結果】

海底地すべりエリアA～C（警報なし）について、対策を反映した津波水位計算の結果を基準津波1，2と比較した。

数字はT.P.(m)、赤字は各評価点の最大値

		取水路 防潮 ゲート※2	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
エリアA (警報なし※1)	Watts他の予測式	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.5	-0.6	-1.1	
	Kinematicモデルによる方法	開→閉	2.0	2.0	1.6	1.7	2.2	1.6	1.8	-0.8	-0.9	-1.4	
エリアB (警報なし※1)	Watts他の予測式	開→閉	2.2	1.3	1.0	1.0	1.4	1.9	2.1	-1.2	-1.2	-1.7	
	Kinematicモデルによる方法	開→閉	4.0	2.1	1.7	1.6	2.3	3.7	4.0	-1.9	-2.0	-2.8	基準津波3
エリアC (警報なし※1)	Watts他の予測式	開→閉	2.4	1.4	1.2	1.1	1.5	1.1	1.4	-1.3	-1.4	-2.0	
	Kinematicモデルによる方法	開→閉	3.3	1.5	1.2	1.1	1.6	3.7	3.9	-1.8	-1.9	-2.8	基準津波4
基準津波1（既許可時） 福井県モデル（若狭海丘列付近断層）と海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）の組み合わせ（78秒ずれ）		閉	5.5	1.3	1.2	1.1	1.7	5.3	6.2	-	-	-	
基準津波2（既許可時） FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりNo.14の組み合わせ（54秒ずれ）		開	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.7	2.7	-1.8 ※3	-1.8 ※3	-2.0※3	

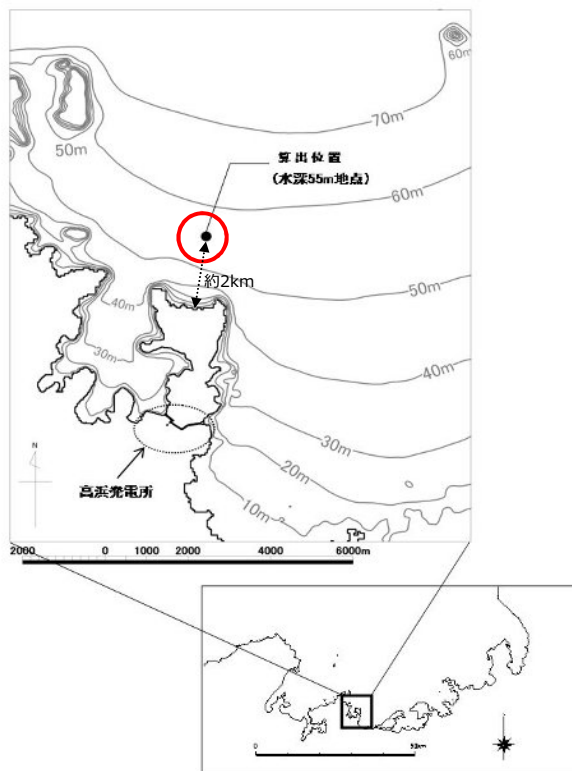
※1：警報が発表されない前提の計算条件による評価

※2：閉：取水路防潮ゲート天端TP+8.5mで全閉、開：両系列のゲートが開いた状態（TP±0～+8.5mはカーテンウォールあり）開→閉：潮位に基づき両系列のゲートを途中で全閉

※3：地盤変動量0.23m隆起

- 対策前の計算結果から基準津波として選定した海底地すべりエリアB（Kinematicモデル、警報なし）は、対策を反映した計算結果でも水位下降側の3,4号炉海水ポンプ室の水位が基準津波2（既許可時）を下回ることから、基準津波3として選定することとする。
 - 対策前の計算結果では基準津波として選定しなかったが、海底地すべりエリアC（Kinematicモデル、警報なし）は、対策を反映した計算結果で水位下降側の3,4号炉海水ポンプ室の水位が基準津波3と同等であることから、基準津波4として選定することとする。
 - 基準津波2（既許可時）は、対策を反映した計算結果と比較すると、水位上昇側の各ポンプ室の水位が基準津波3を上回り、地盤変動量を考慮すると水位下降側の1号炉海水ポンプ室、2号炉海水ポンプ室の水位も基準津波3を下回ることから、基準津波として維持する。
- ⇒以上より、警報が発表されない可能性のある津波を考慮した結果、高浜発電所1～4号炉では既許可の基準津波1，2に加え、新たに基準津波3，4を選定する。

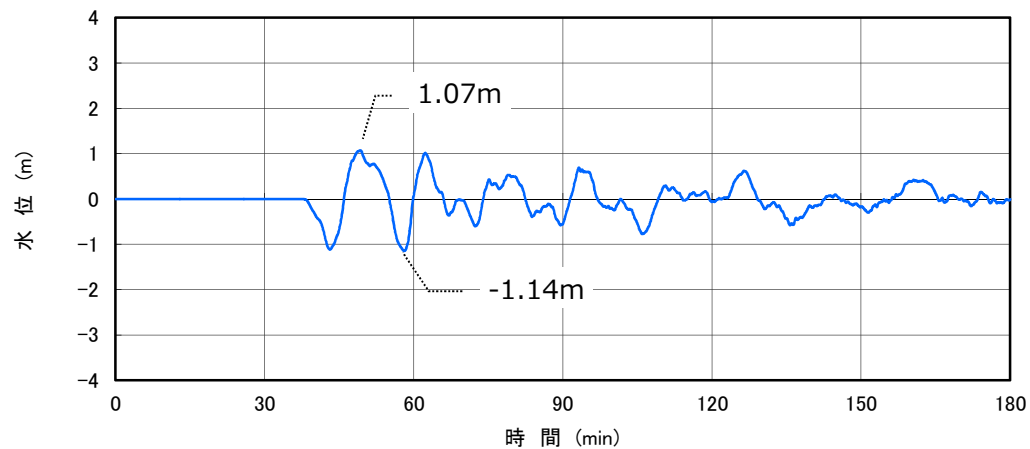
6. 基準津波の選定 【定義位置における時刻歴波形】



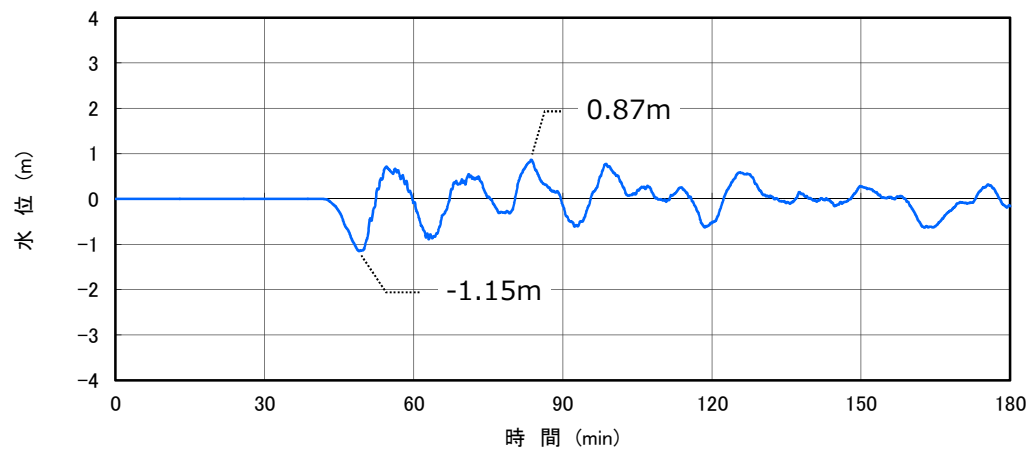
時刻歴波形の算出位置

基準津波は、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう、音海半島から約2 km離れた海域で定義した。

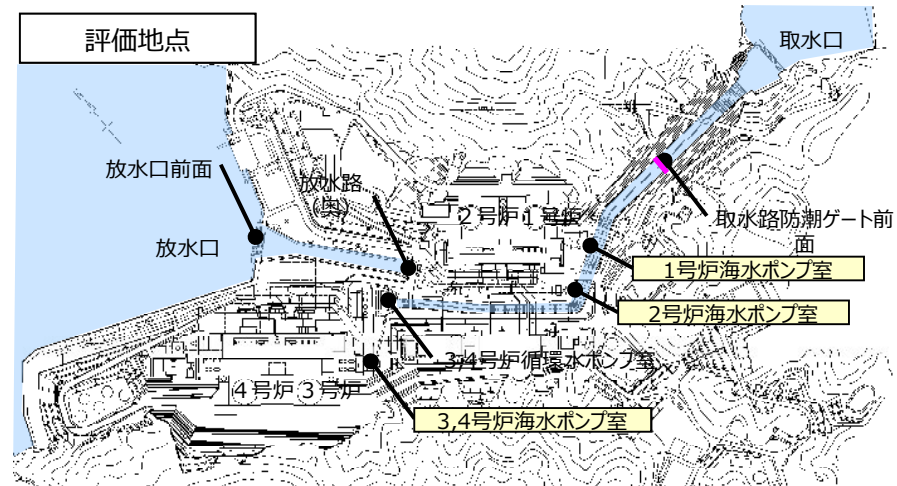
【基準津波 3】
隠岐トラフ海底地すべり (エリアB)



【基準津波 4】
隠岐トラフ海底地すべり (エリアC)

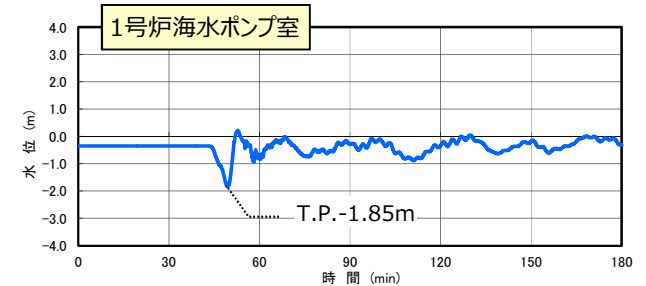
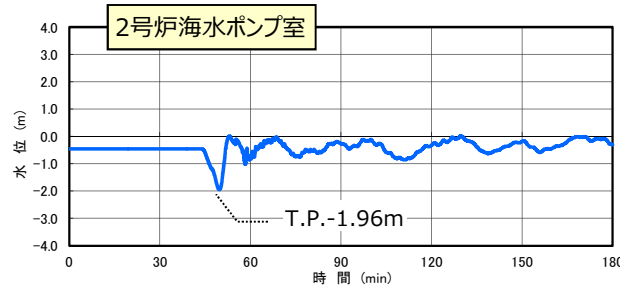
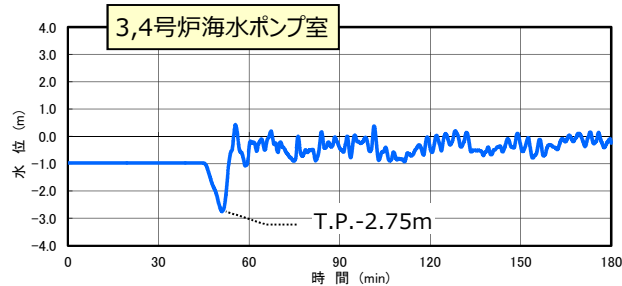


6. 基準津波の選定 【時刻歴波形図 (水位下降側)】

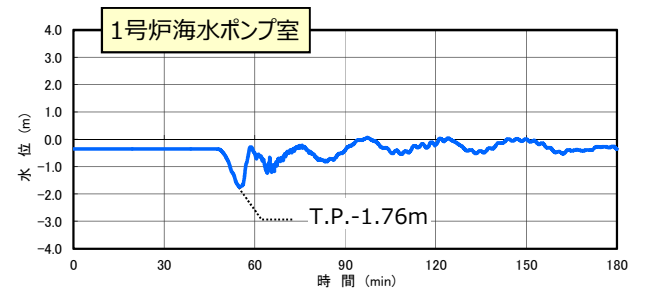
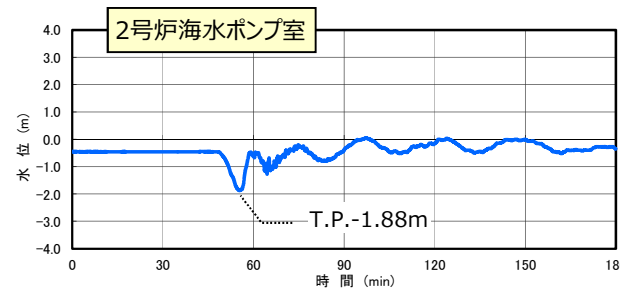
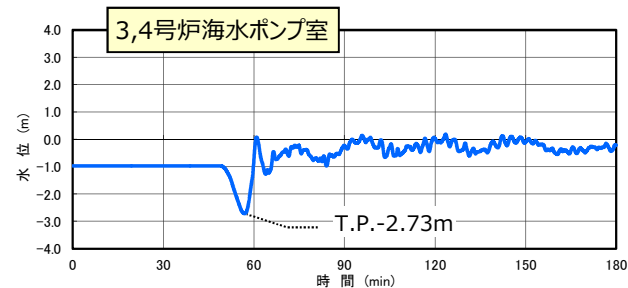


- ・潮位条件： T.P.-0.01m
- ・ポンプ取水条件： 1~4号炉循環水及び非常用取水あり

基準津波 3



基準津波 4

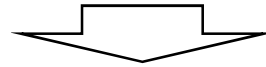


【評価条件、モデルの妥当性（1 / 2）】

● 申請書での基準津波 1～3 の条件比較

		基準津波 1（既許可）	基準津波 2（既許可）	基準津波 3（申請時）
波源		福井県モデル（若狭海丘列付近断層）と隠岐トラフ海底地すべり（エリアB、Kinematicモデル）	FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべり（No.14）	隠岐トラフ海底地すべり（エリアC、Kinematicモデル、警報なし）
津波評価計算	取水路防潮ゲートの開閉条件	閉	開	開→閉
	取水路防潮ゲートのモデル化	ゲート開口幅を実寸より広く設定		ゲート開口幅を実寸に設定
	取水口のモデル化	取水口ケーソン重量コンクリートを未考慮		取水口ケーソン重量コンクリートの形状を反映
		既許可モデル		修正モデル

- 警報なし津波については、津波による影響を適切に評価するため、運転状態及び現状の設備形状を踏まえ、既許可の計算モデル（以降、既許可モデルという）から一部条件を修正した計算モデル（以降、修正モデルという）を用いて本申請を行っていた。
- しかしながら、申請書の中で異なる計算モデルを使った津波評価を実施することにより、各基準津波の数値差異が妥当であるか判別がつきにくい状態になっているため、今回、既許可モデルと修正モデルの比較を行ったうえで、基準津波評価に用いる計算モデルを統一する。



<検討方法>

- 「既許可モデル」と「修正モデル」の差異は取水路内の計算に影響すると考えられるため、取水路防潮ゲートが「開」または「開→閉」の基準津波 2（既許可）及び基準津波 3（申請時）について、それぞれのモデルでの計算を実施し、評価点における水位を比較する。基準津波 1（既許可）は防潮ゲート「閉」条件であることから、計算による比較は省略する。
- 警報なし津波については、申請時の基準津波 3 である海底地すべりエリア C（Kinematicモデル）に加え、水位変動が大きい海底地すべりエリア B（Kinematicモデル）も検討対象とする。
- 防潮ゲート「開→閉」の場合はゲート閉止のタイミングが津波水位に影響する可能性があるため、今回のモデルの比較では、警報なし津波に関しては防潮ゲート「開」（対策なし）の条件とする。
- 循環水ポンプ・海水ポンプの取水条件は、「既許可モデル」「修正モデル」の計算において同条件とする。

【評価条件、モデルの妥当性（2 / 2）】

● 計算モデルの差異が結果に与える影響の確認結果

津波評価結果

T.P.(m)

波源	計算モデル	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	
基準津波 2	既許可モデル	開	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.7	2.7	-1.8	-1.8	-2.0	
	修正モデル	開	2.1	2.3	2.0	2.0	2.2	2.7	2.7	-1.6	-1.6	-1.9	
警報なし津波	海底地すべりエリアB (Kinematicモデル)	既許可モデル	開	3.6	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7	4.0	-3.6	-3.7	-3.7
		修正モデル	開	3.4	3.7	3.3	3.4	3.8	3.7	4.0	-3.3	-3.4	-3.5
	海底地すべりエリアC (Kinematicモデル)	既許可モデル	開	3.2	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	-2.4	-2.5	-2.8
		修正モデル	開	2.9	3.4	2.9	3.0	3.4	3.7	3.9	-2.2	-2.3	-3.1

津波	ポンプ取水条件	水位上昇側※	水位下降側※
基準津波 2	上昇側：SWP ×、CWP × 下降側：SWP ○、CWP ×	既許可モデル > 修正モデル	既許可モデル < 修正モデル
警報なし津波	上昇側：SWP ×、CWP × 下降側：SWP ○、CWP ○	既許可モデル > 修正モデル	既許可モデル < 修正モデル (一部、既許可モデル > 修正モデル)

SWP：海水ポンプ、CWP循環水ポンプ

※赤字が保守的評価

- 基準津波 2 においては、水位上昇側、水位下降側とも既許可モデルでの津波水位が保守的な数値になっている。
 - 警報なし津波においても、基本的には基準津波 2 と同様の傾向。エリア C（Kinematicモデル）の水位下降側の一部で修正モデルのほうが保守的な評価となる場合があるが、海水ポンプの取水可能水位（T.P.-3.52m）に対しては十分余裕がある。
- ⇒**全体的には既許可モデルのほうが保守的な評価となっていることから、警報なし津波についても既許可モデルを用いた評価に統一することとする。**

【トリガーの妥当性確認のための検討フロー（1/2）】

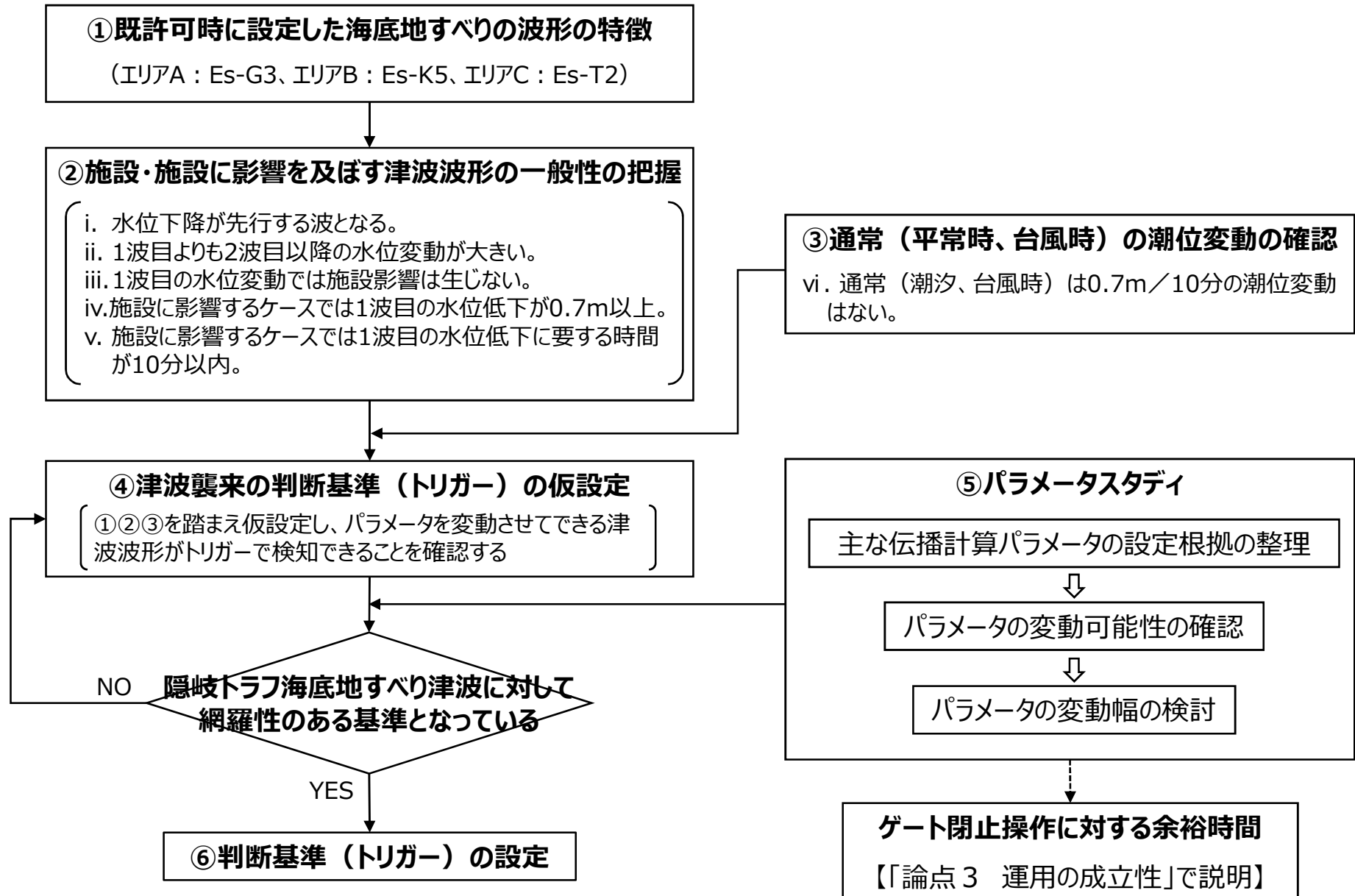
基準津波選定時の基本的な考え方

- 基準津波選定においては、施設への影響が最大となる津波を選定するため、鉛直方向の水位変動が最大となるよう、海底地すべりの規模が大きなもの抽出する。
- 抽出方法は、崩壊部の鉛直断面積及び崩壊部の体積を算出し、各エリアごとに規模の最も大きい地すべり地形を抽出。
（結果）エリアA：Es-G3、エリアB：Es-K5、エリアC：Es-T2

トリガーの妥当性確認のための検討の考え方

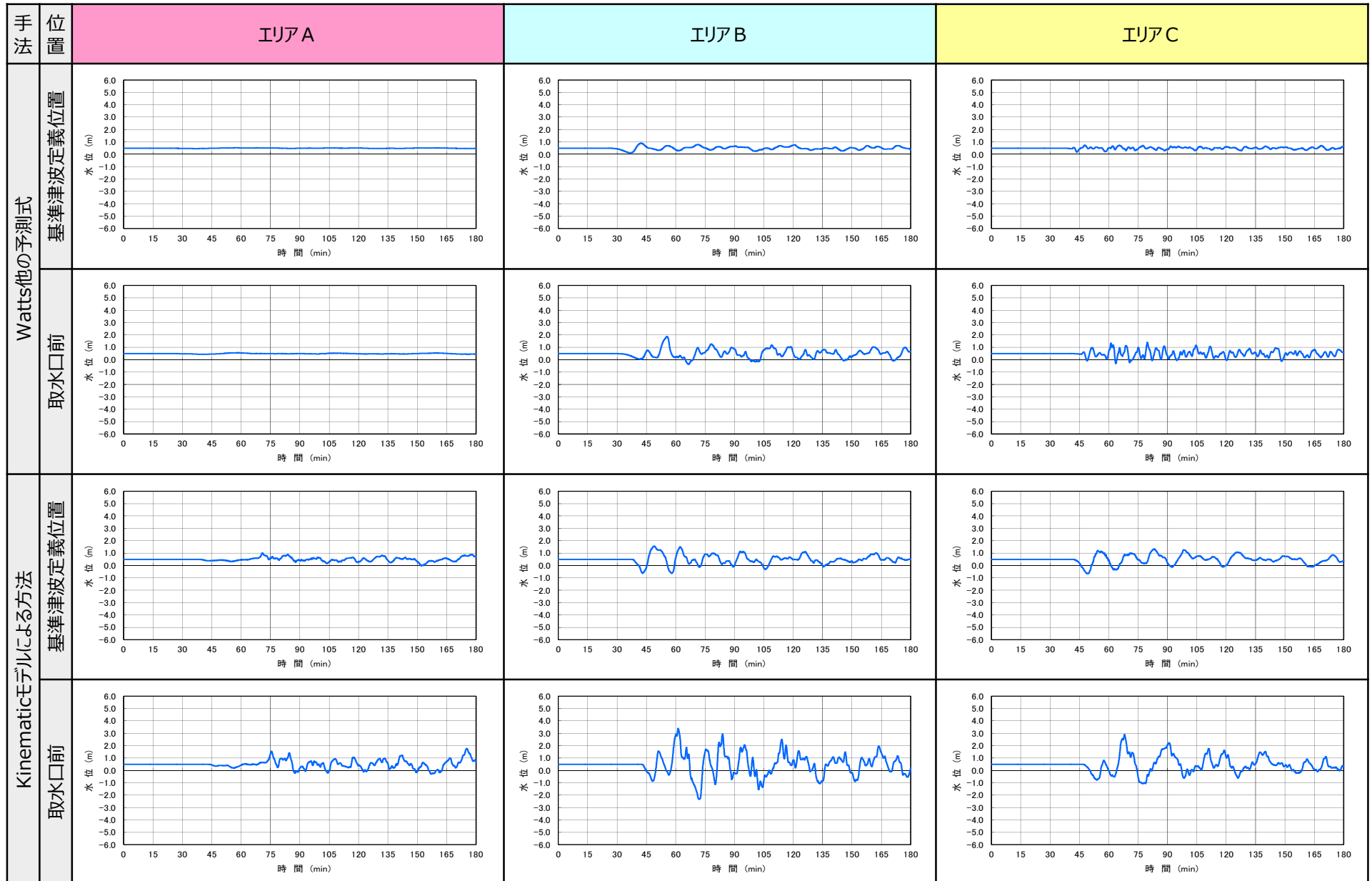
- 本検討においては、施設への影響だけでなく、今回設定した津波襲来の判断基準（トリガー）の妥当性を証明する必要がある。
- よって、隠岐トラフで発生する海底地すべり津波の特徴を確認し、設定した判断基準（トリガー）及び津波防護に係る運用（ゲート閉止操作に対する余裕時間含む）が確実に機能し、津波の襲来に対して施設の安全性を確保できることを検証する。
- 本検討フローは以下のとおりである。
 - 既許可で選定した最大規模の海底地すべりによる津波波形（次項①②）と通常時の潮位変動（次項③）を踏まえてトリガーを設定（次項④）する。
 - 次に、海底地すべりの方向及び津波の周期にも着目したパラメータスタディを実施（次項⑤）して、設定したトリガーの妥当性、網羅性を確認（次項⑥）する。

【トリガーの妥当性確認のための検討フロー（2/2）】



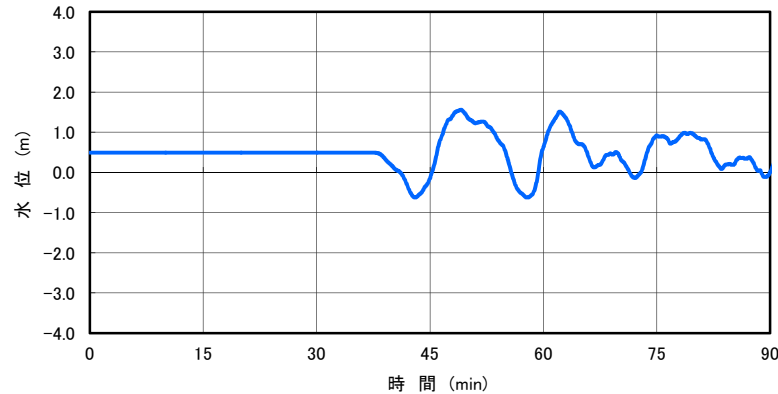
【時刻歴波形の特徴（1 / 2）】

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。

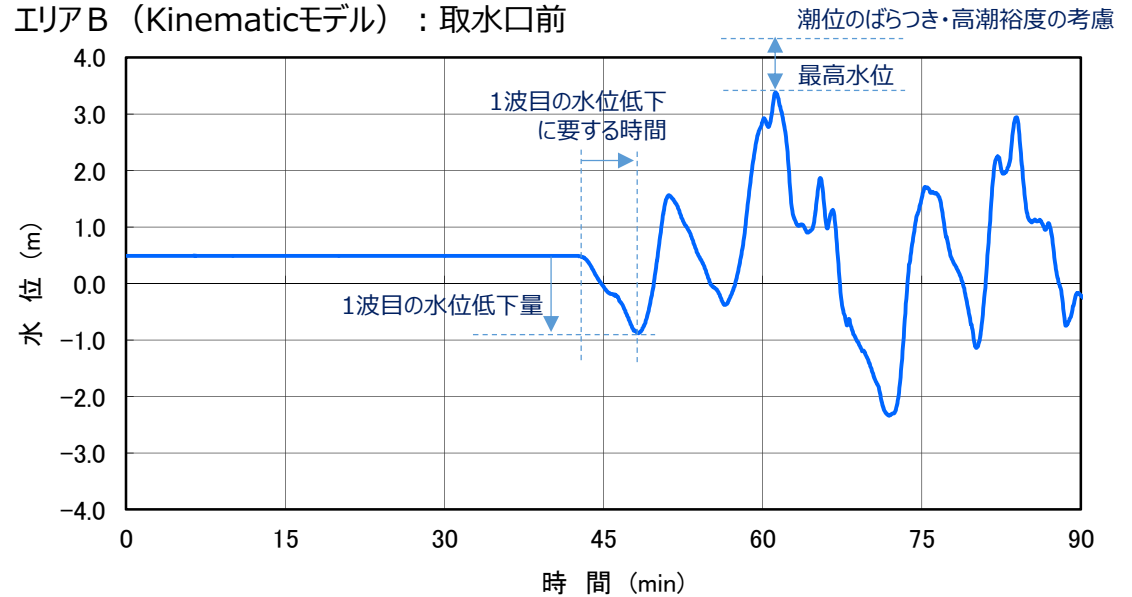


【時刻歴波形の特徴（2 / 2）】

エリアB（Kinematicモデル）：基準津波定義位置



エリアB（Kinematicモデル）：取水口前



海底地すべりエリアA～C（Kinematicモデル、Watts他の予測式）の時刻歴波形から、以下の特徴が確認された。

- i. 水位下降が先行する波となる。
- ii. 1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい。
- iii. 1波目の水位変動では施設影響は生じない。
- iv. 施設に影響するケースでは1波目の水位低下が0.7m以上。
- v. 施設に影響するケースでは1波目の水位低下に要する時間が10分以内。

上記 i～v の津波波形の一般性を踏まえ、津波を検知する判断基準（トリガー）として「10分以内に0.7m以上上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇した場合」を設定し、以降の網羅性の確認を実施する。

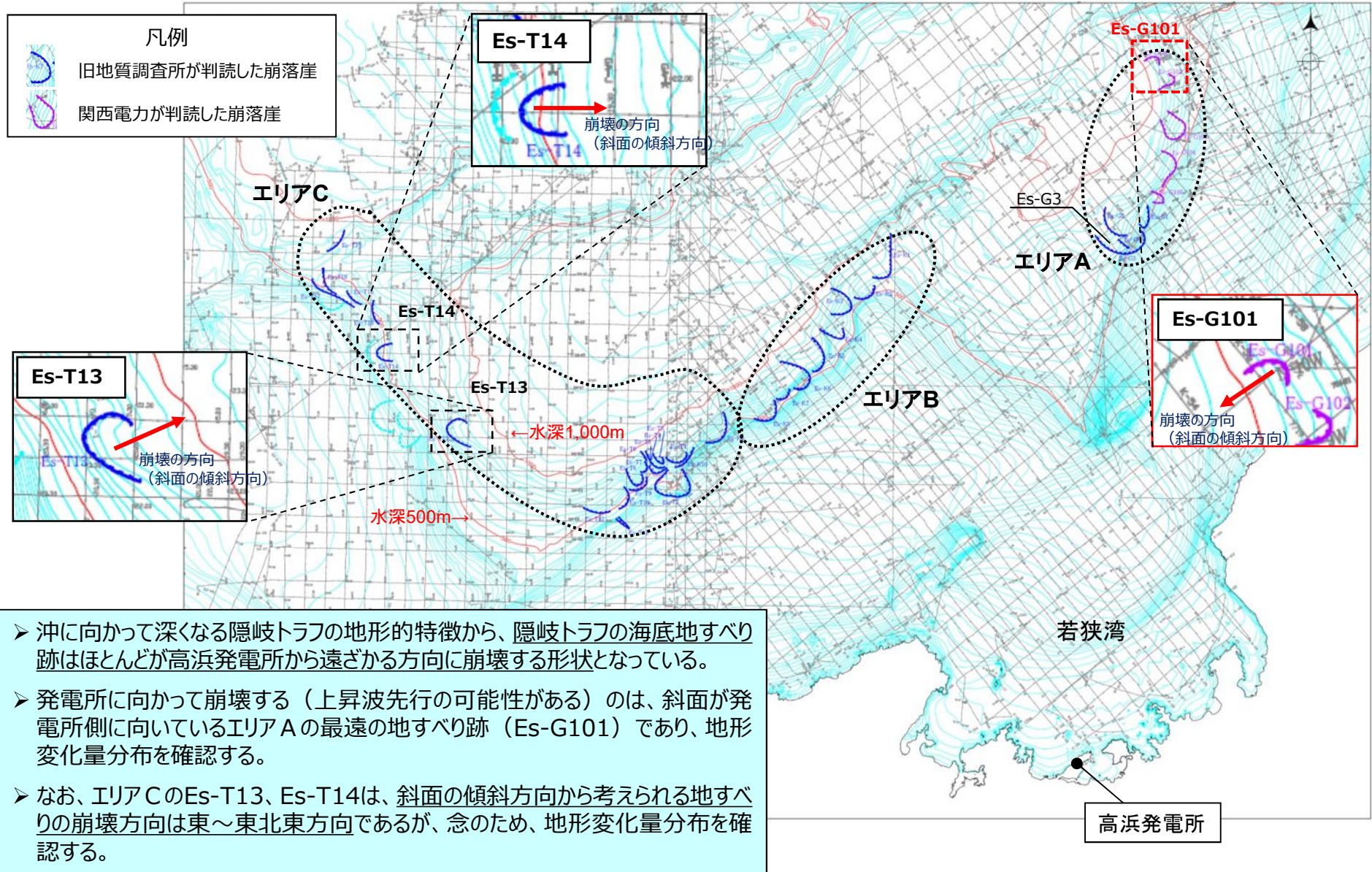
【海底地すべり津波の計算条件の設定根拠及びパラメータスタディの要否】

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"> 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。 発電所敷地の形状・標高は発電所の竣工図を使用 	<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"> 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。 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。 <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"> 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。 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 	<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>
	<p>地すべりによる海底地形変化</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 <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>
	<p>海底地すべりの速度（破壊伝播速度）</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 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（U_{max}）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。 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） 	<p>【要】 地すべり速度の変化による津波形状の確認</p>
	<p>破壊継続時間</p>	<p>【否】 地すべり速度に連動</p>

【要】とした「対象とする地すべり」と「海底地すべりの速度（破壊伝播速度）」でパラメータスタディを実施し、トリガーの網羅性を確認する。

【パラメータスタディ（対象とする地すべり）（1 / 4）】

● 隠岐トラフ海底地すべりの向き・位置

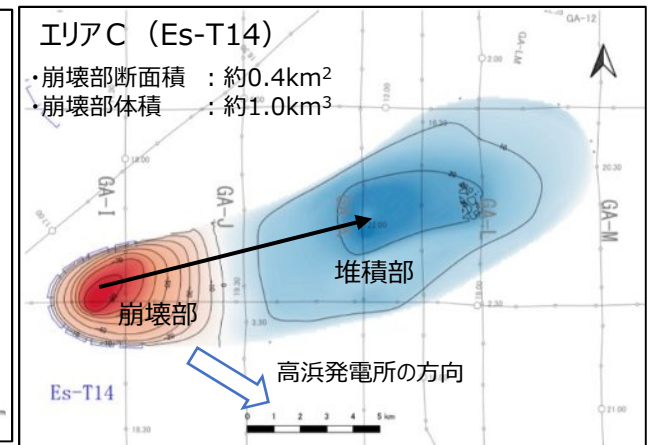
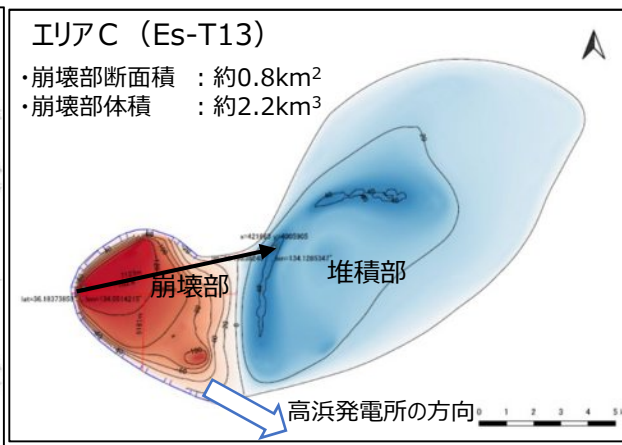
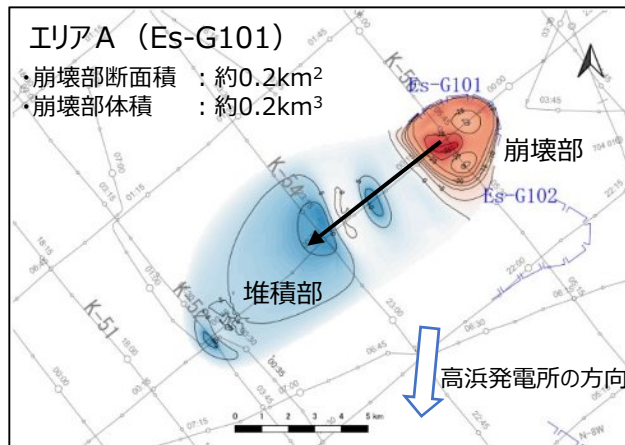


- 沖に向かって深くなる隠岐トラフの地形的特徴から、隠岐トラフの海底地すべり跡はほとんどが高浜発電所から遠ざかる方向に崩壊する形状となっている。
- 発電所に向かって崩壊する（上昇波先行の可能性はある）のは、斜面が発電所側に向いているエリアAの最遠の地すべり跡（Es-G101）であり、地形変化量分布を確認する。
- なお、エリアCのEs-T13、Es-T14は、斜面の傾斜方向から考えられる地すべりの崩壊方向は東～東北東方向であるが、念のため、地形変化量分布を確認する。

【パラメータスタディ（対象とする地すべり）（2 / 4）】

● 隠岐トラフ海底地すべりの向き・位置

- 前頁で高浜発電所に向かって崩壊する地すべりとして確認したエリアAのEs-G101について、海上音波探査記録に基づく詳細な地形判読を行い、崩壊部・堆積部の地形変化量分布を確認する。
- また、東向きに崩壊と考えられるエリアCのEs-T13及びEs-T14についても同様に崩壊部・堆積部の地形変化量分布を確認する。



エリアAのEs-G101では、堆積部と崩壊部の位置関係から、南西向きに崩壊となっている。したがって、高浜発電所に向かって崩壊していることになるが、前述のとおり、規模が小さく最遠に位置することから施設影響はないと考えられる。

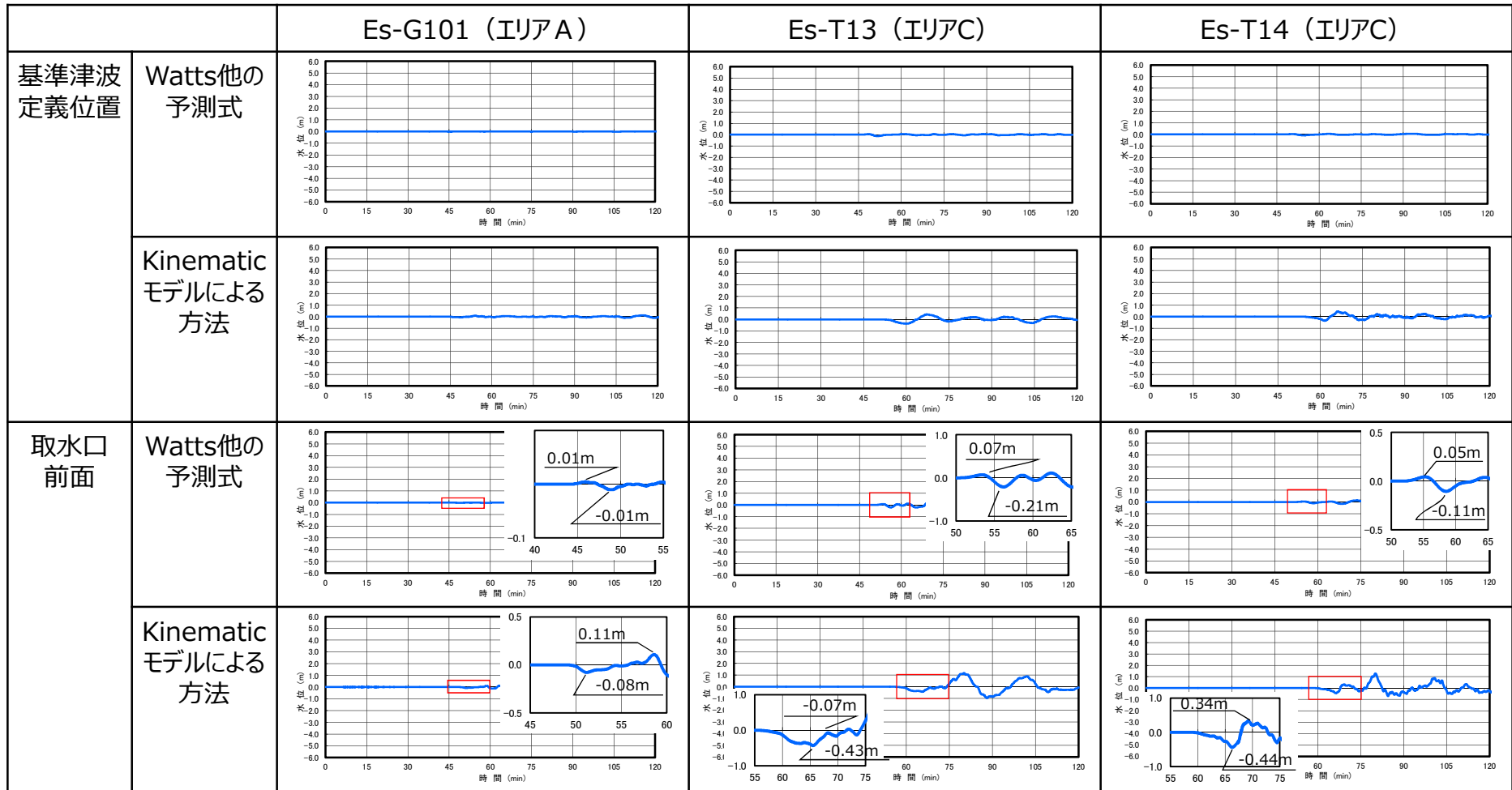
エリアCのEs-T13では、堆積部と崩壊部の位置関係から、東北東向きに崩壊となっている。したがって、高浜発電所に向かった崩壊にはなっていない。

エリアCのEs-T14では、堆積部と崩壊部の位置関係から、東北東向きに崩壊となっている。したがって、高浜発電所に向かった崩壊にはなっていない。

- 隠岐トラフでは地形的にほとんどの地すべりが発電所とは逆方向に崩壊していることから、隠岐トラフ海底地すべりの波源特性を踏まえると、水位下降波先行という前提は妥当と考えられる。
- ただし、隠岐トラフ海底地すべりの網羅性を確認する観点から、今回着目した3か所の崩壊部について、既許可と同様の手法により発電所位置での海底地すべり津波の評価を実施する。

【パラメータスタディ（対象とする地すべり）（3 / 4）】

当該地点の津波波形の一般性を確認するため、上昇波が先行する可能性のある3つの波源（エリアAのEs-G101、エリアCのEs-T13、エリアCのEs-T14）について津波波形を確認した。基準津波定義位置及び取水口前面における水位変動量を以下に示す。（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記）

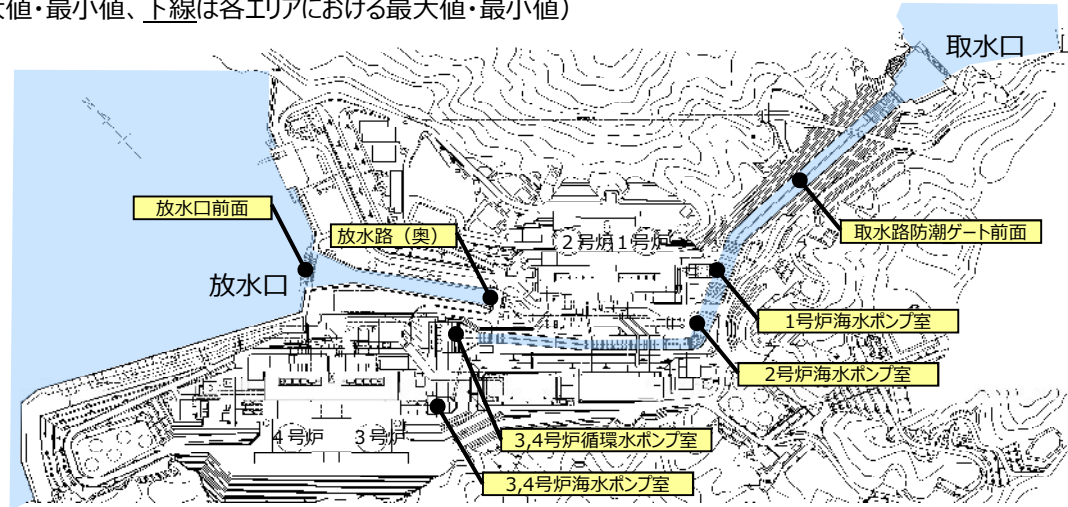


Watts他の予測式を用いた評価で上昇波先行の波形となっており、上昇波が先行する波源もあることを確認したものの、津波高さは小さく、「水位下降が先行する波となる」という当該津波波形の一般性を変更する必要はないと考える。

【パラメータスタディ（対象とする地すべり）（4 / 4）】

警報が発表されない場合の海底地すべりによる津波について、取水路防潮ゲートを開条件（4門開）とした場合の計算結果を示す。

（赤字は各評価点における最大値・最小値、下線は各エリアにおける最大値・最小値）



数字は、T.P.(m)

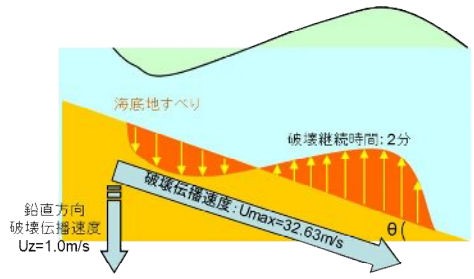
			取水路 防潮 ゲート	水位上昇						水位下降			
				取水路 防潮ゲート 前面	3, 4号炉 循環水 ポンプ室	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3, 4号炉 海水 ポンプ室	放水口 前面	放水路 (奥)	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3, 4号炉 海水 ポンプ室
エリアA	Es-G3	Watts他	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.5	-0.6	-1.1
		Kinematicモデル	開	<u>1.9</u>	<u>2.3</u>	<u>2.1</u>	<u>2.2</u>	<u>2.6</u>	<u>1.6</u>	<u>1.8</u>	<u>-1.2</u>	<u>-1.4</u>	<u>-2.2</u>
	Es-G101	Watts他	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.4	-0.5	-1.1
		Kinematicモデル	開	0.9	1.0	0.9	0.9	1.1	0.8	0.9	-0.6	-0.7	-1.3
エリアB	Es-K5	Watts他	開	2.2	2.5	2.3	2.4	2.5	1.9	2.1	-1.4	-1.5	-2.1
		Kinematicモデル	開	<u>3.6</u>	<u>3.9</u>	<u>3.7</u>	<u>3.8</u>	<u>3.8</u>	<u>3.7</u>	<u>4.0</u>	<u>-3.6</u>	<u>-3.7</u>	<u>-3.7</u>
エリアC	Es-T2	Watts他	開	1.4	1.8	1.4	1.6	1.8	1.1	1.4	-1.3	-1.4	-2.2
		Kinematicモデル	開	<u>3.2</u>	<u>3.7</u>	<u>3.3</u>	<u>3.5</u>	<u>3.6</u>	<u>3.7</u>	<u>3.9</u>	<u>-2.4</u>	<u>-2.5</u>	<u>-2.8</u>
	Es-T13	Watts他	開	0.9	1.2	0.9	1.0	1.3	0.9	0.9	-0.6	-0.7	-1.3
		Kinematicモデル	開	1.8	2.0	1.8	1.8	2.1	2.3	2.4	-1.5	-1.6	-2.3
	Es-T14	Watts他	開	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	-0.6	-0.7	-1.2
		Kinematicモデル	開	2.0	2.4	2.1	2.2	2.4	1.9	2.0	-1.5	-1.6	-2.1

青字は既許可時に選定した地すべり地形

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（1 / 11）】

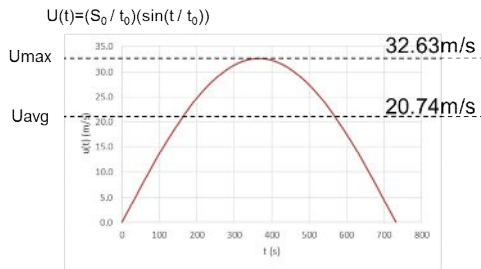
海底地すべりによる津波の計算のうち、水位変動が大きいKinematicモデルによる検討においては、破壊伝播速度としてWatts他の予測式による海底地すべりの速度の最大値 U_{max} を採用している。既許可時の検討より、破壊伝播速度が大きいほど振幅が大きくなり周期が短くなることを確認している。

基本ケース（エリアBの場合）



海底地すべり（エリアB、Es-K5）の場合、Watts他の予測式による $U_{max}=32.63\text{m/s}$ であることから、 $U_z=U_{max} \cdot \sin\theta=32.63 \times \sin 1.7=0.97\text{m/s}$ となり、鉛直方向破壊伝播速度を1.0m/sと設定する。

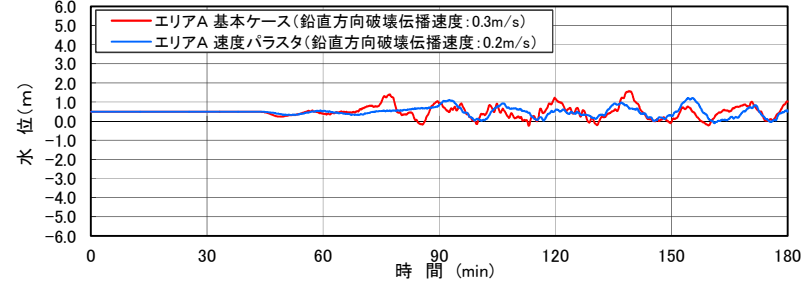
Watts他の予測式による海底地すべり速度Uの時間変化（エリアBの場合）



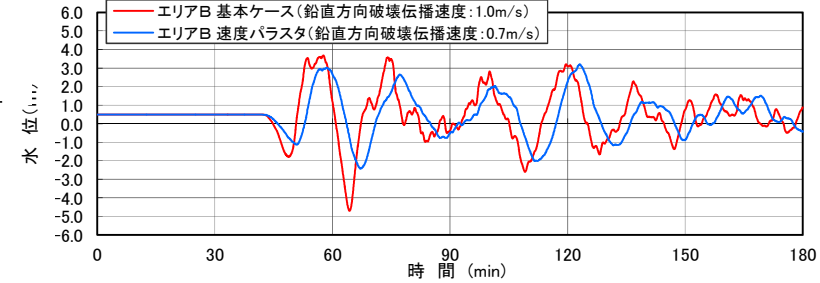
検討ケース	伝播速度 U (m/s)	鉛直伝播速度 Uz (m/s)
U_{max} (基本ケース)	32.63	1.0
U_{avg} (パラスタケース)	20.74	0.7

基準津波定義位置の津波波形

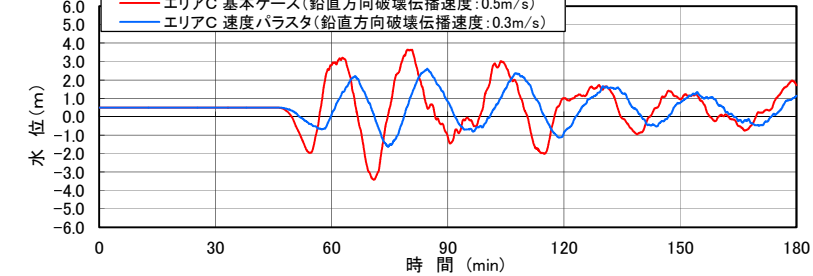
・エリアA



・エリアB



・エリアC

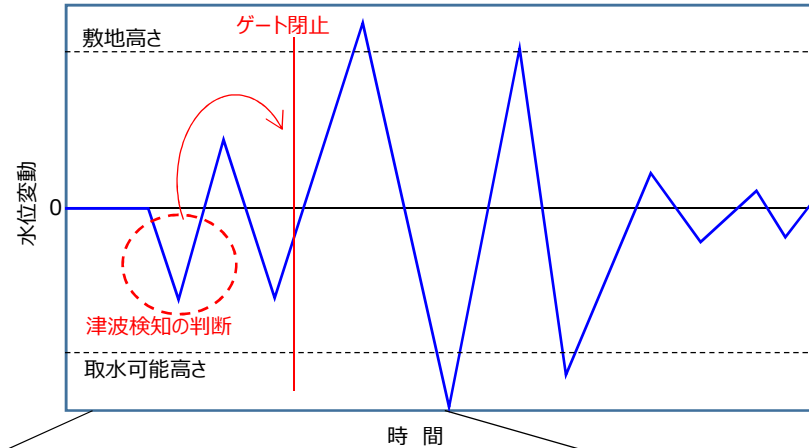


- 破壊伝播速度が大きいほど振幅が大きくなり周期が短くなる傾向があることを確認しているものの、判断基準（トリガー）の妥当性の観点から、1波目の形状変化の傾向及び1波目と2波目以降の増幅傾向を詳細に把握するため、より詳細なパラメータスタディを実施する。
- なお、パラメータの破壊伝播速度の上限値は、既許可時の検討に準じ、Watts他の予測式による破壊伝播速度の最大値 U_{max} とする。

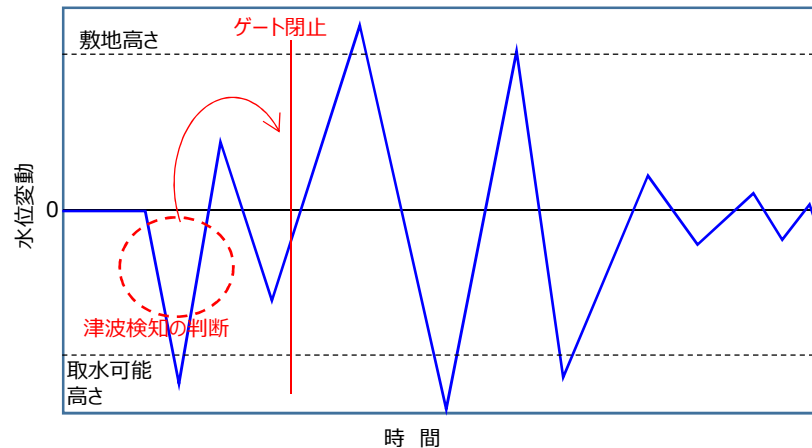
【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（2 / 11）】

● 津波波形と津波検知判断の関係（模式図）

水位下降波が先行し、2波目以降の水位変動が増幅する波形において、設定した判断基準（トリガー）が有効に機能しない可能性として以下の2つのケースが考えられる。

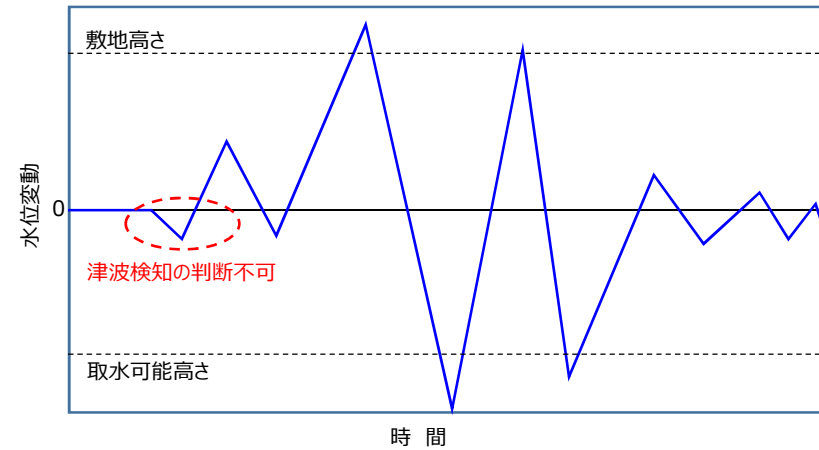


① 1波目の水位低下で施設影響が生じるケース



1波目の水位変動による施設影響の可能性について確認する。

② 1波目では検知できずに2波目以降で施設影響が生じるケース



波形の不確かさを考慮した上で、1波目の水位低下量及び所要時間と施設影響の関係について確認する。

①の影響を確認することを目的に、エリアB、C（kinematic）を代表として選定し、②の影響を確認することを目的に、破壊伝播速度を変動させるパラメータスタディを実施する。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（3 / 11）】

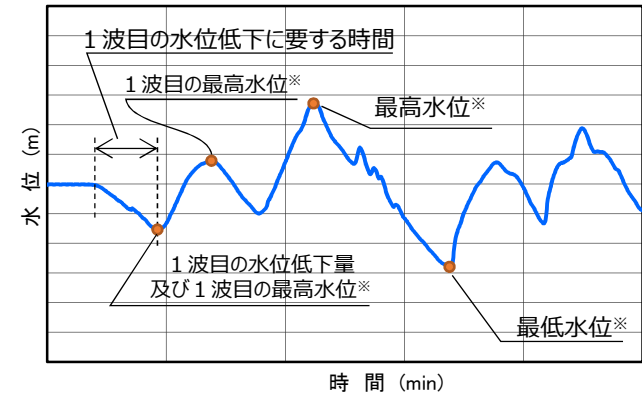
▶ 海底地すべり速度（破壊伝播速度）のパラメータスタディについては、施設影響が生じるエリアB（Kinematicモデル）、エリアC（Kinematicモデル）を選定する。

パラメータスタディの計算条件

波源	計算手法	計算潮位	海底地すべり速度（m/s）	
			基本ケース（ U_{max} ）	パラメータスタディ
エリアB (Es-K5)	Kinematicモデル	水位上昇側：T.P.+0.49m 水位下降側：T.P.-0.01m	1.0	0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4
エリアC (Es-T2)	Kinematicモデル	水位上昇側：T.P.+0.49m 水位下降側：T.P.-0.01m	0.5	0.4, 0.3, 0.2

パラメータスタディの評価項目

評価項目	説明
1波目の水位低下量	判断基準のうち、「水位低下量」を確認する
1波目の水位低下に要する時間	判断基準のうち、「水位低下時間」を確認する
1波目の最低、最高水位	判断基準のうち、「1波目の水位変動では施設影響」を確認する
最高水位または最低水位	敷地への遡上及び海水ポンプの取水といった施設影響の有無を確認する <ul style="list-style-type: none"> ・発電所敷地高さ : T.P.+3.5m ・海水ポンプ取水制限水位 1,2号炉海水ポンプ : T.P.-3.21m 3,4号炉海水ポンプ : T.P.-3.52m
波形の特徴	1波目に対し、2波目以降の水位変動が大きくなることを確認する

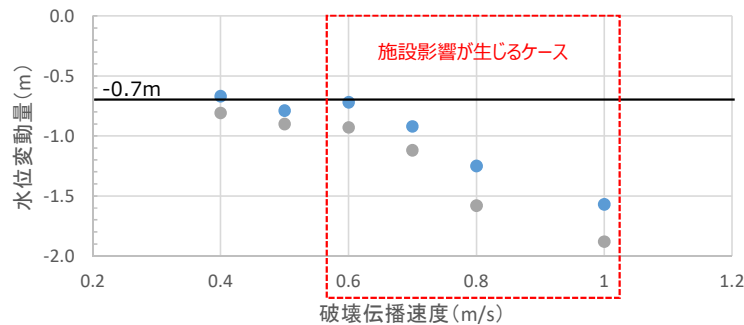


※最高水位には、潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮し、最低水位には、潮位のばらつきを考慮する

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（4 / 11）】

●海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）：水位上昇側

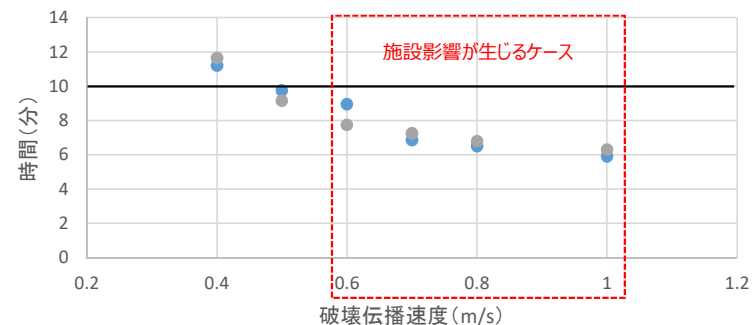
1波目の水位変動量*



● No.1SWP ● No.3,4SWP

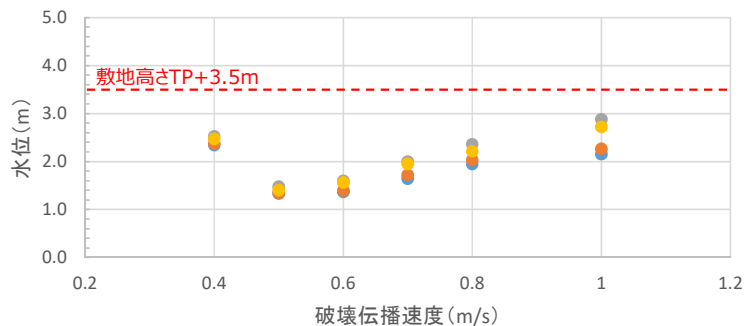
*シミュレーション上の初期水位からの水位変動量

1波目の水位低下に要する時間



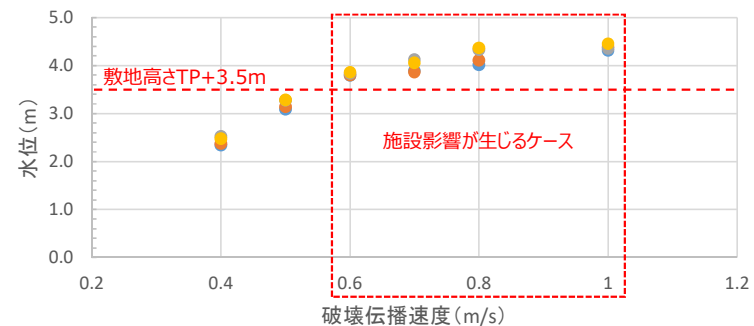
● No.1SWP ● No.3,4SWP

1波目最高水位（潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮した値）



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP ● No3,4CWP

最高水位（潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮した値）



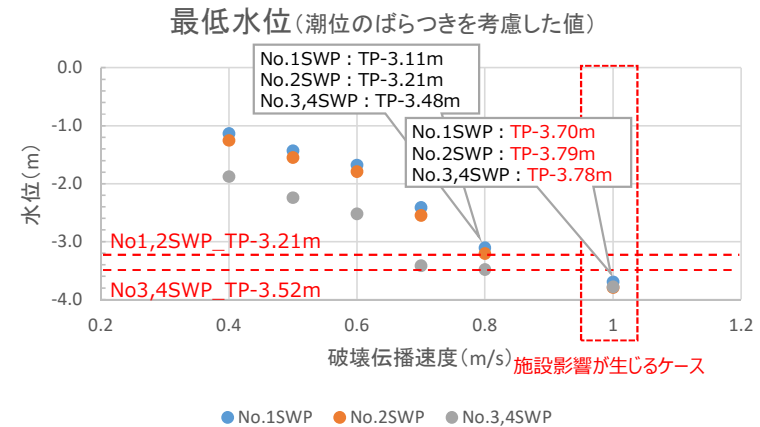
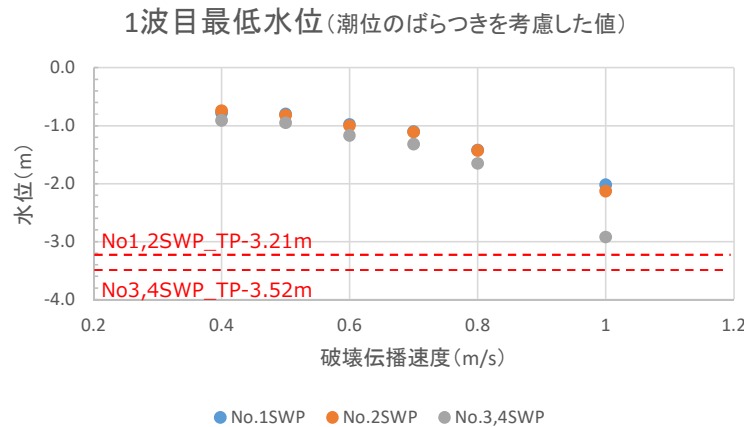
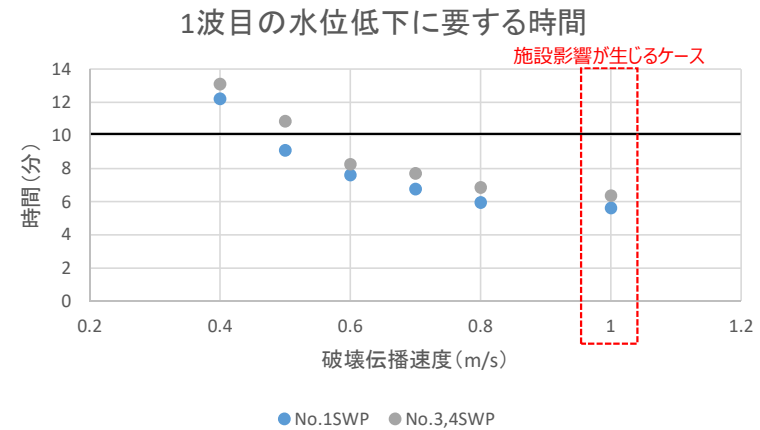
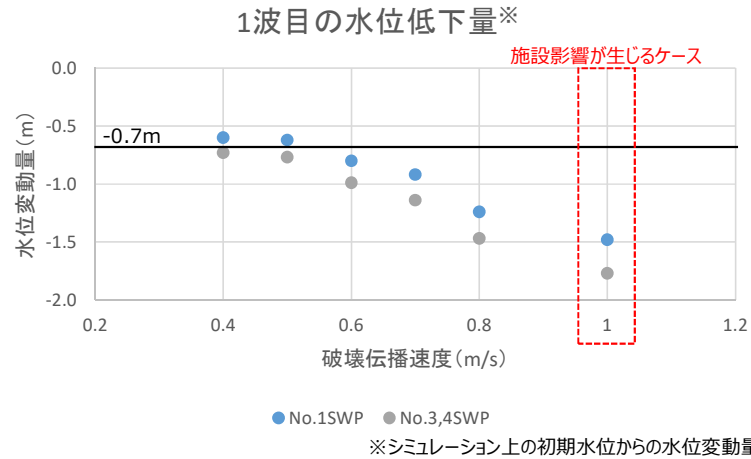
● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP ● No3,4CWP

エリアB（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位上昇側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位低下量について、敷地に影響を及ぼす津波として破壊伝播速度0.6m/sのケースでは、1号海水ポンプ室水位計は72cm、3、4号海水ポンプ室水位計は93cmとなり、10分0.7mで検知する。
- 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位上昇による施設影響がない。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（5 / 11）】

● 海底地すべりエリア B（Kinematicモデル）：水位下降側

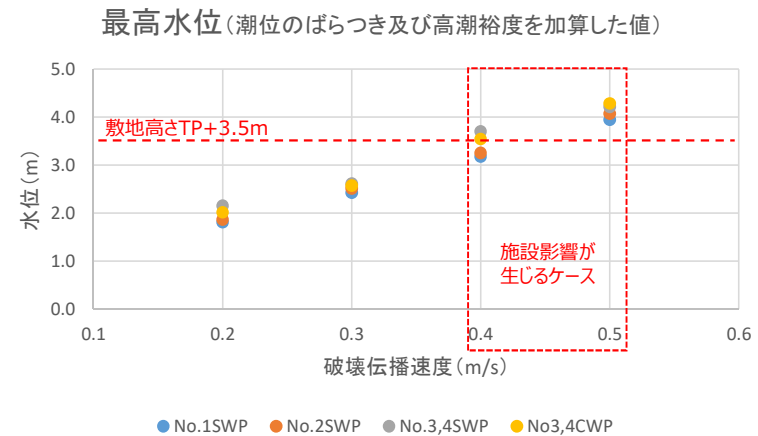
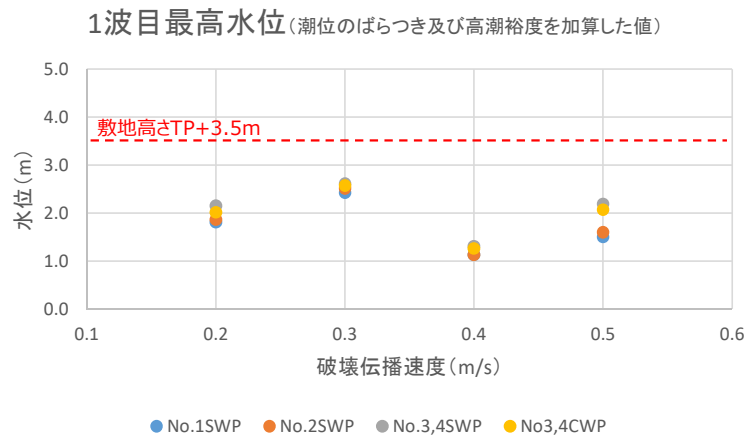
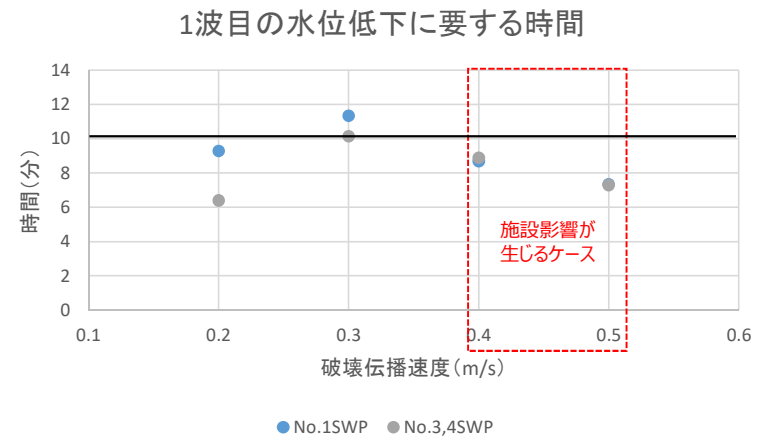
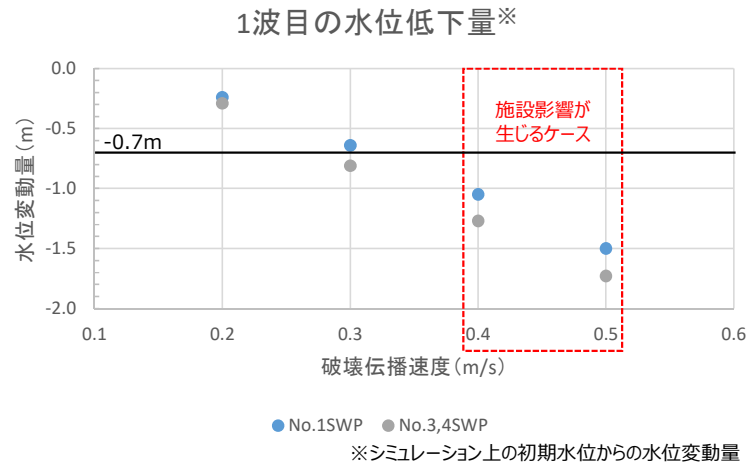


エリア B（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位低下量が0.7m未満の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下による施設影響がない。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（6 / 11）】

●海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）：水位上昇側

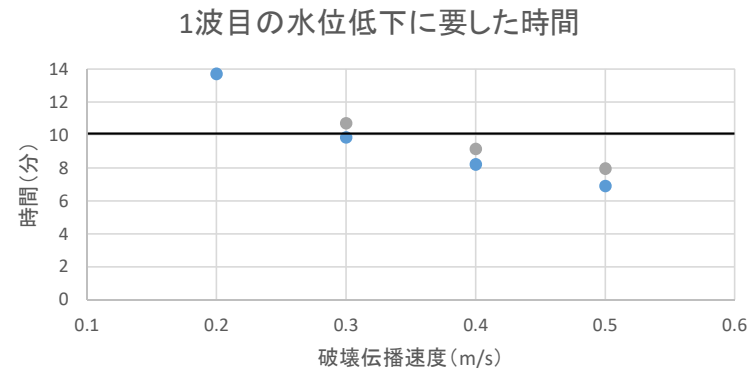
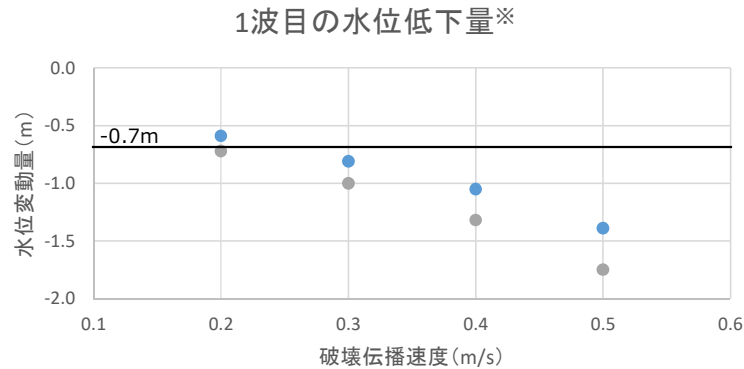


エリアC（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位上昇側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位低下量が0.7m未満の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位上昇による施設影響がない。

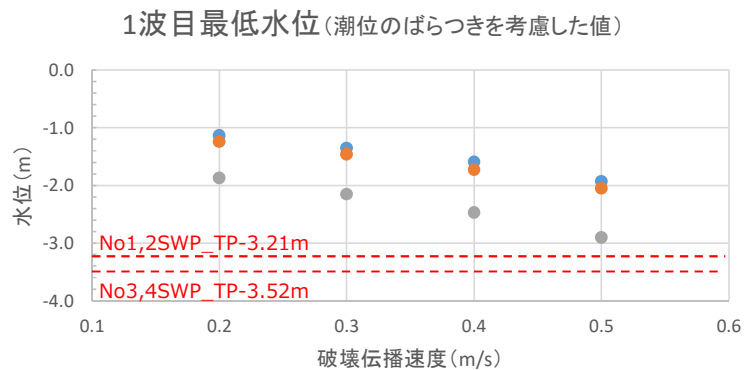
【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（7 / 11）】

● 海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）：水位下降側※ ※水下降側では施設影響が生じるケースはない。

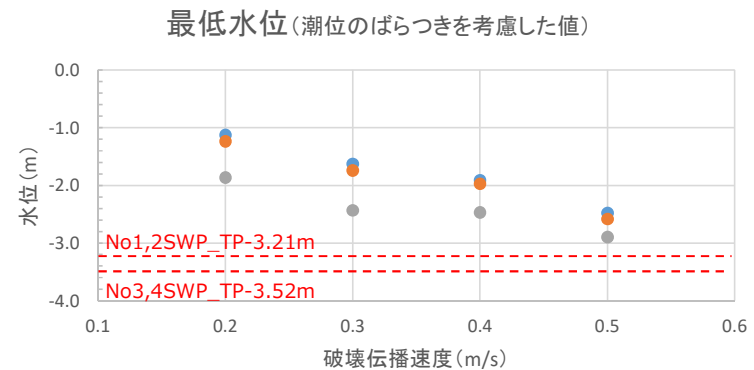


● No.1SWP ● No.3,4SWP

※シミュレーション上の初期水位からの水位変動量



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

エリアC（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

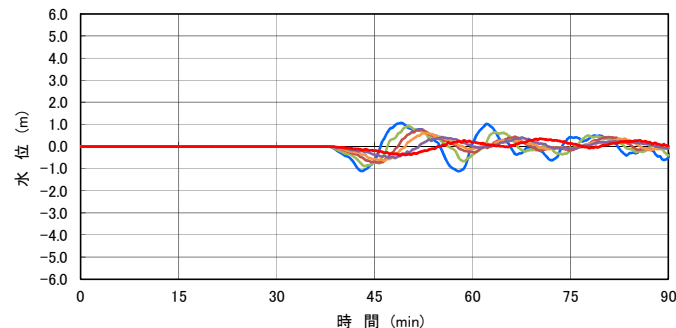
- 1波目の水位低下0.7m未満の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下による施設影響がない。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（8 / 11）】

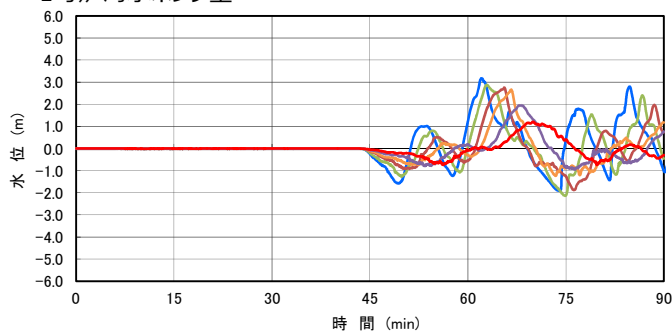
● 海底地すべりエリア B（Kinematicモデル）：水位上昇側（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記）

- 破壊伝播速度 = 1.0m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.8m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.7m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.6m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.5m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.4m/s
- } 施設影響が生じるケース

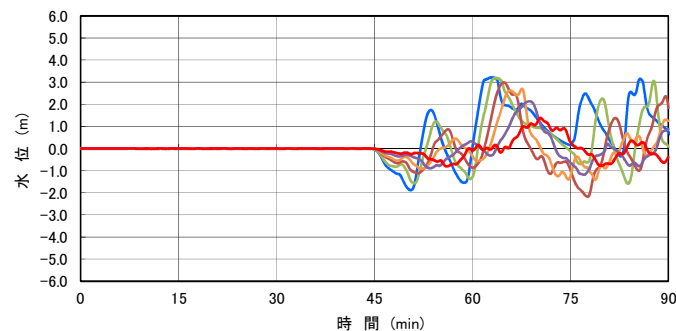
基準津波（水深5.5m）



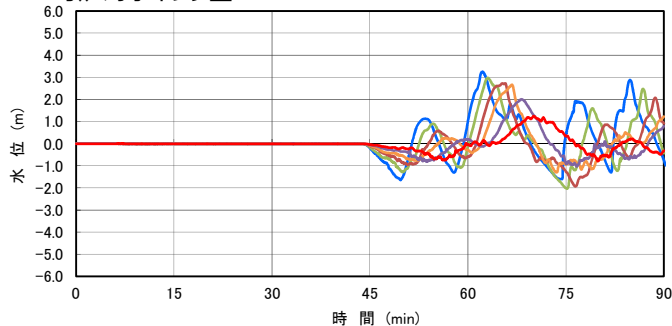
1号炉海水ポンプ室



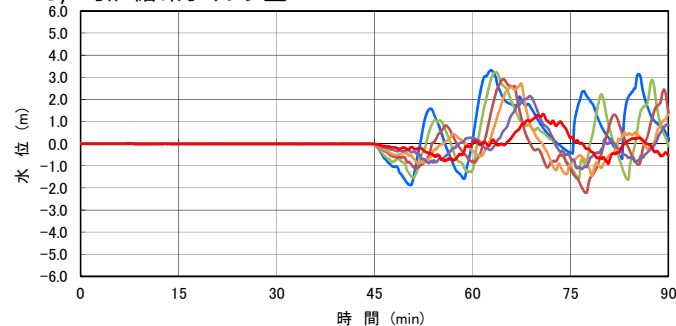
3,4号炉海水ポンプ室



2号炉海水ポンプ室



3,4号炉循環水ポンプ室



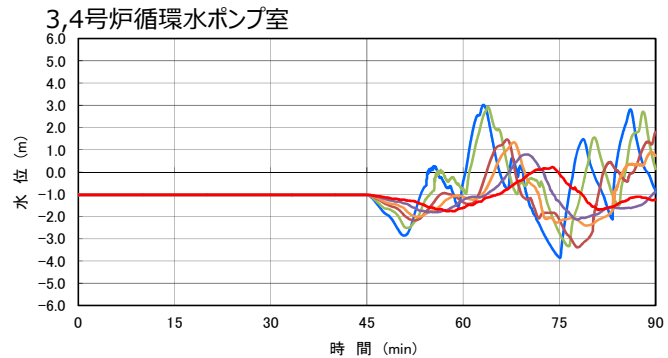
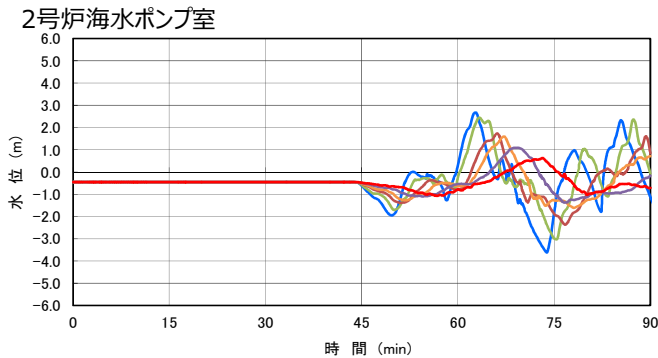
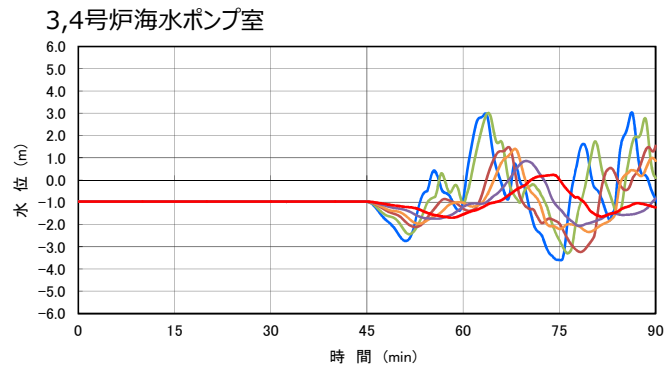
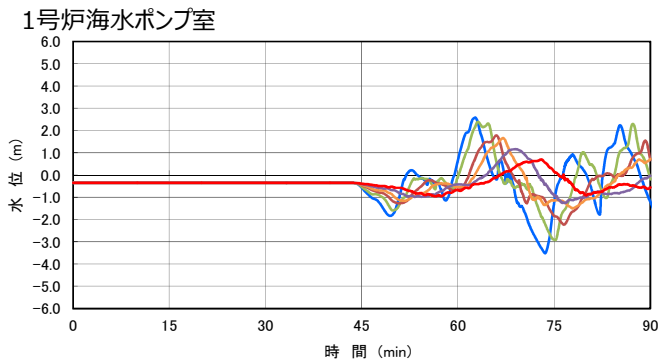
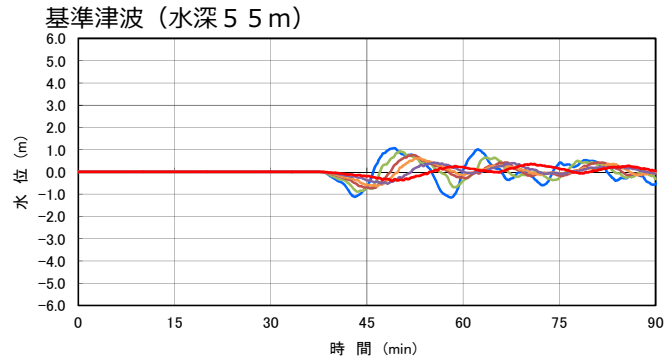
エリア B（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位変動に対して、2波目以降の水位変動が増幅する。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（9 / 11）】

●海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）：水位下降側（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記※）

- 破壊伝播速度 = 1.0m/s →施設影響が生じるケース
- 破壊伝播速度 = 0.8m/s
- 破壊伝播速度 = 0.7m/s
- 破壊伝播速度 = 0.6m/s
- 破壊伝播速度 = 0.5m/s
- 破壊伝播速度 = 0.4m/s



※各ポンプ室位置では循環水ポンプの取水による初期水位低下が生じている。

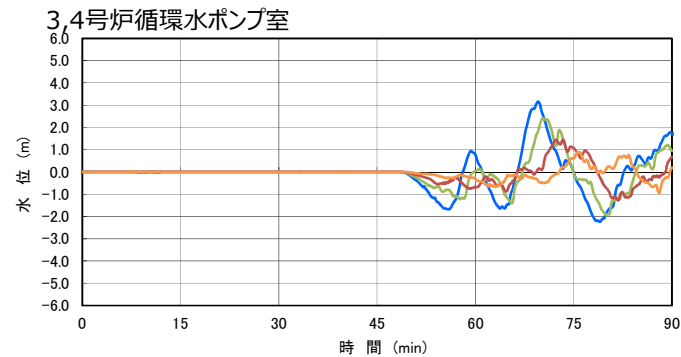
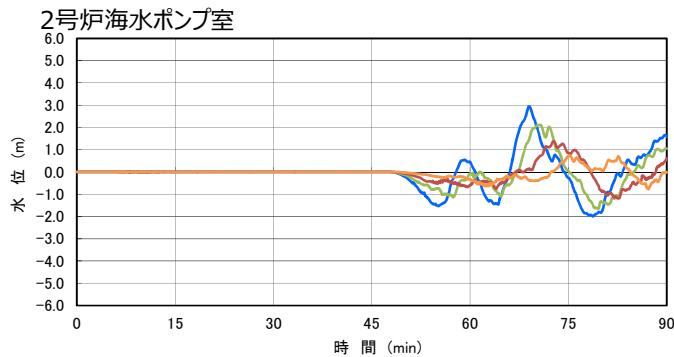
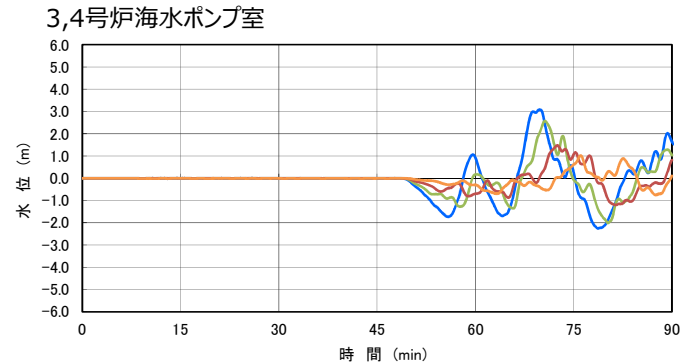
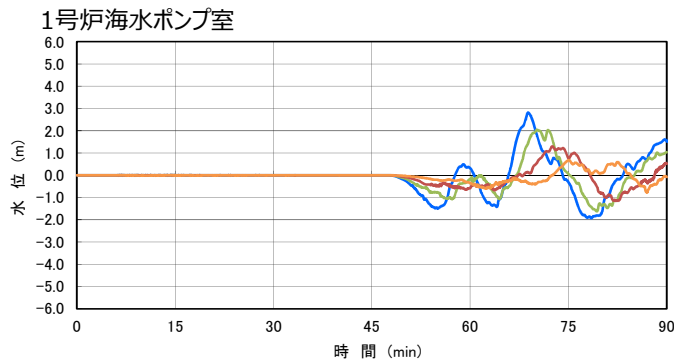
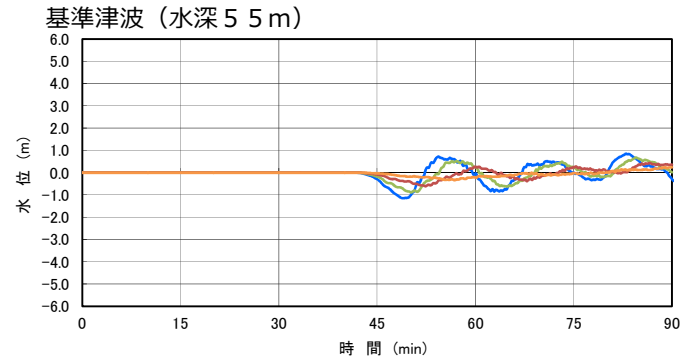
エリアB（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位変動に対して、2波目以降の水位変動が増幅する。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（10 / 11）】

●海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）：水位上昇側（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記）

- 破壊伝播速度 = 0.5m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.4m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.3m/s
 - 破壊伝播速度 = 0.2m/s
- } 施設影響が生じるケース



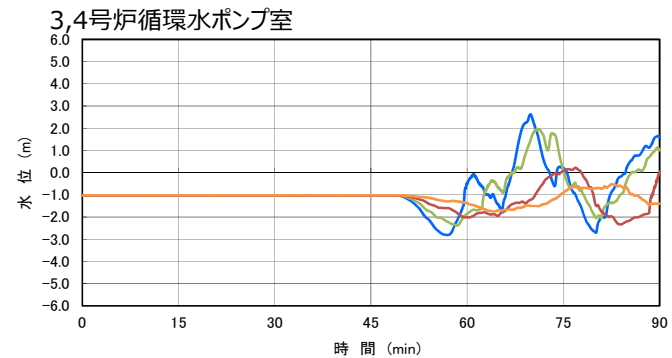
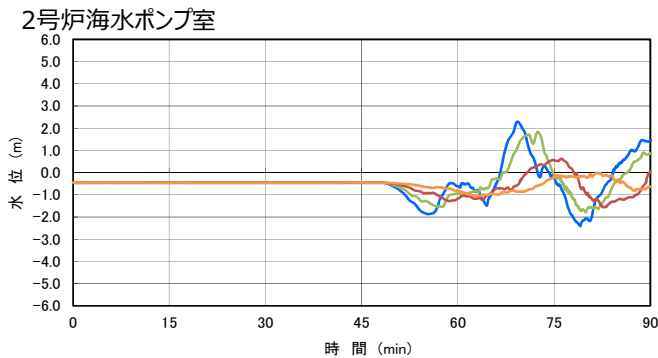
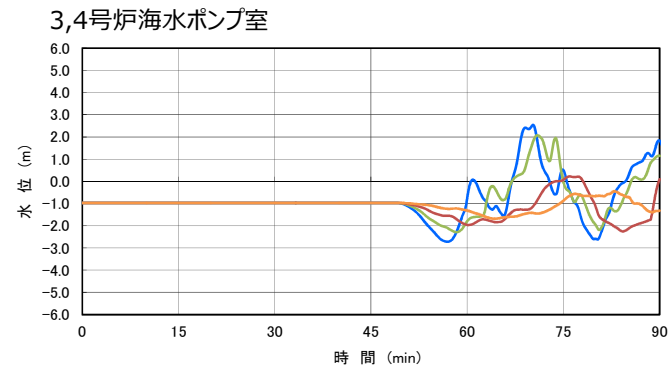
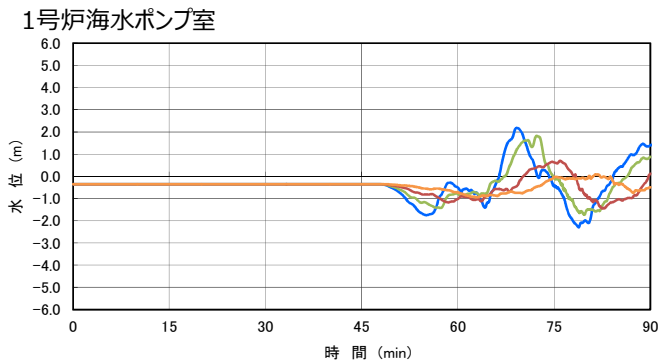
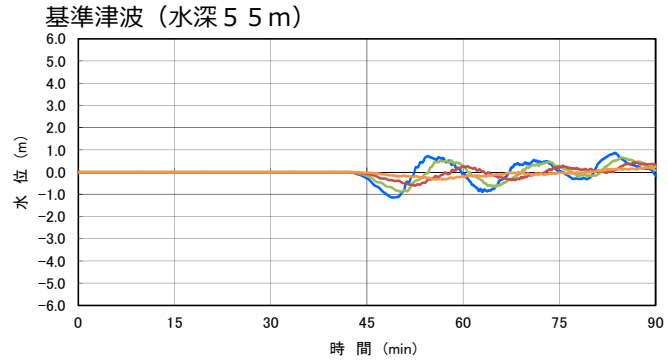
エリアC（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位上昇側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位変動に対して、2波目以降の水位変動が増幅する。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（11 / 11）】

●海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）：水位下降側（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記※）

- 破壊伝播速度 = 0.5m/s
- 破壊伝播速度 = 0.4m/s
- 破壊伝播速度 = 0.3m/s
- 破壊伝播速度 = 0.2m/s



※各ポンプ室位置では循環水ポンプの取水による初期水位低下が生じている。

エリアC（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 1波目の水位変動に対して、2波目以降の水位変動が増幅する。

【パラメータスタディのまとめ】

パラメータスタディ	結果	津波波形の特徴
対象とする地すべり	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 津波波形について、Watts他の予測式による評価において、上昇波が先行して発電所敷地に襲来する結果が得られたが、既許可の津波波形から得られた「水位下降が先行する波となる」という当該津波波形の一般性を変更する必要はない規模であることを確認した。 ➤ また、津波評価結果（津波水位）においても、パラメータスタディで実施した海底地すべりの津波水位は既許可で選定した海底地すべりによる津波水位を上回るものではなく、また、発電所敷地及び施設に影響を与えるものではないことを確認した。 ➤ 津波の伝播特性の観点では、既許可で選定した海底地すべりによる津波と同様に、1波目で敷地または設備に影響を与えるものではなく、また2波目以降で増幅する傾向を確認した。 	<ul style="list-style-type: none"> i. 水位下降が先行する波となる。 ii. 1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい。 iii. 1波目の水位変動では施設影響は生じない。
海底地すべりの速度（破壊伝播速度）	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1波目の水位低下量について、0.7m未満の津波は施設影響がない。 ➤ 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。 ➤ 1波目の水位上昇または水位低下による施設影響がない。 	<ul style="list-style-type: none"> iv. 施設に影響するケースでは1波目の水位低下が0.7m以上。 v. 施設に影響するケースでは1波目の水位低下に要する時間が10分以内。 iii. 1波目の水位変動では施設影響は生じない。

パラメータスタディの結果から、隠岐トラフの海底地すべりに起因する津波について、波形の特徴 i ~ v を網羅的に確認した。

【通常の潮汐との関係性（1 / 4）】

○過去7年間の潮位変動を調査した結果、作業と判明しなかった件数は以下のとおり。

（ ）は潮位変動の全件数

1 波目が下げ波の場合


判断基準	10分以内に0.7m以上下降	10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇
潮位計1台が変動	0件（64件）	0件（24件）
潮位計2台が変動	0件（6件）	0件（2件）

- 潮位変化は、すべて作業によるものであった。
- 作業による潮位変化のうち、2つの潮位計が同時に10分以内に0.7m以上低下し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇するケースが最も少なかった。

1 波目が上げ波の場合

判断基準	10分以内に0.7m以上上昇	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
潮位計1台が変動	96件（147件）	52件（74件）
潮位計2台が変動	0件（3件）	0件

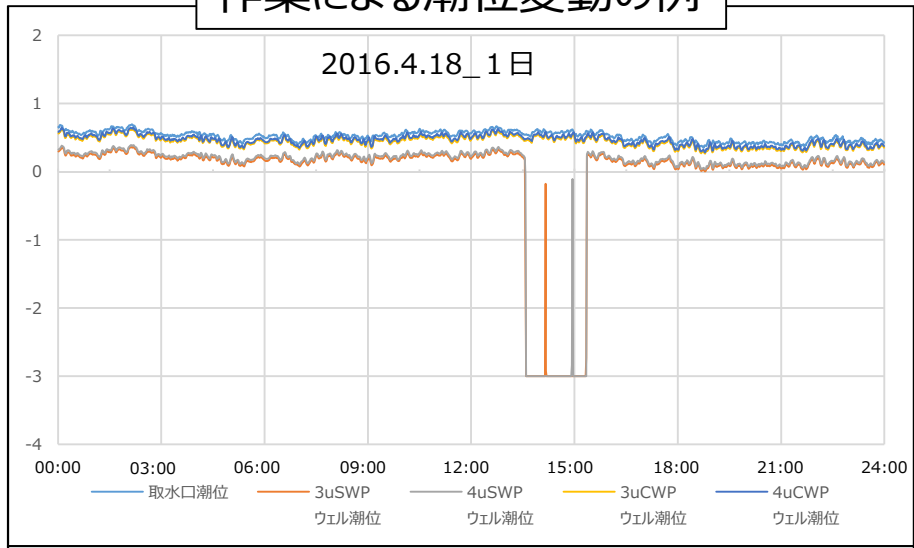
- 潮位変化は、作業によるものに加え、クラゲ襲来時の取水路への排水により、4号海水ポンプ室潮位計のみ、影響を受けるケースがあった。
- 作業要因及び排水要因による潮位変化のうち、2つの潮位計が同時に10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降するケースはなかった。
- 潮位計1台が10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降に該当するものが排水要因として52件あったが、潮位変化の特徴として、通常潮位から、一旦潮位上昇後、上昇前の潮位に戻る傾向であった。



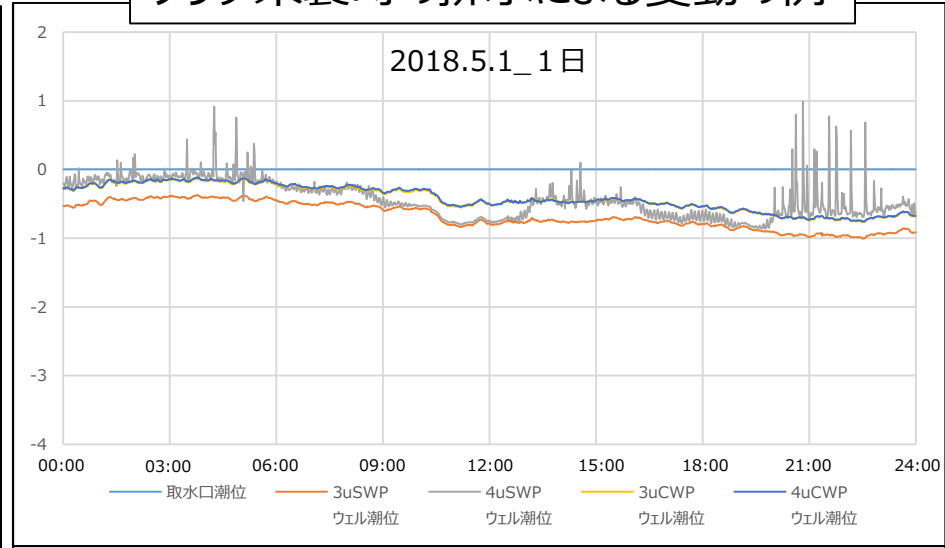
過去の潮位変動の調査結果より、潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること、（若しくは潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降し、下降が上昇前の潮位から継続すること。）を判断基準とした場合に誤検知の防止が可能である。

【通常の潮汐との関係性（2 / 4）】

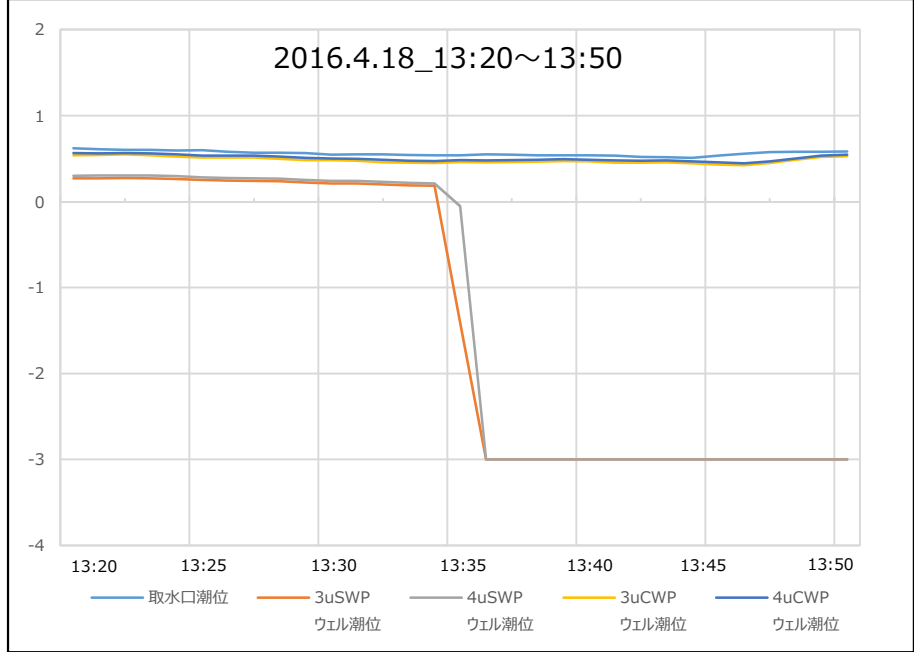
作業による潮位変動の例



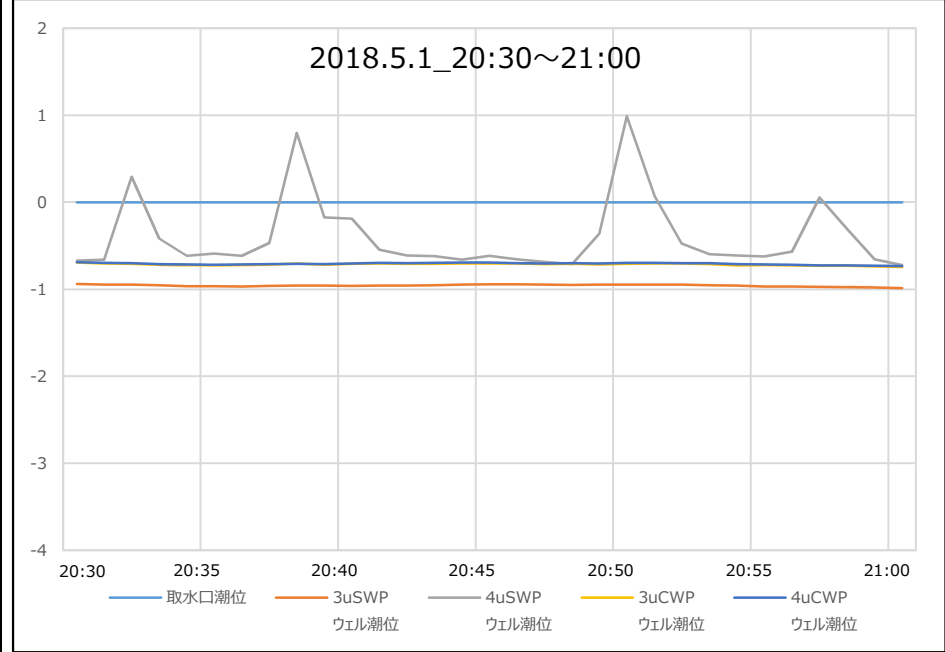
クラゲ来襲時の排水による変動の例



2016.4.18_13:20~13:50



2018.5.1_20:30~21:00

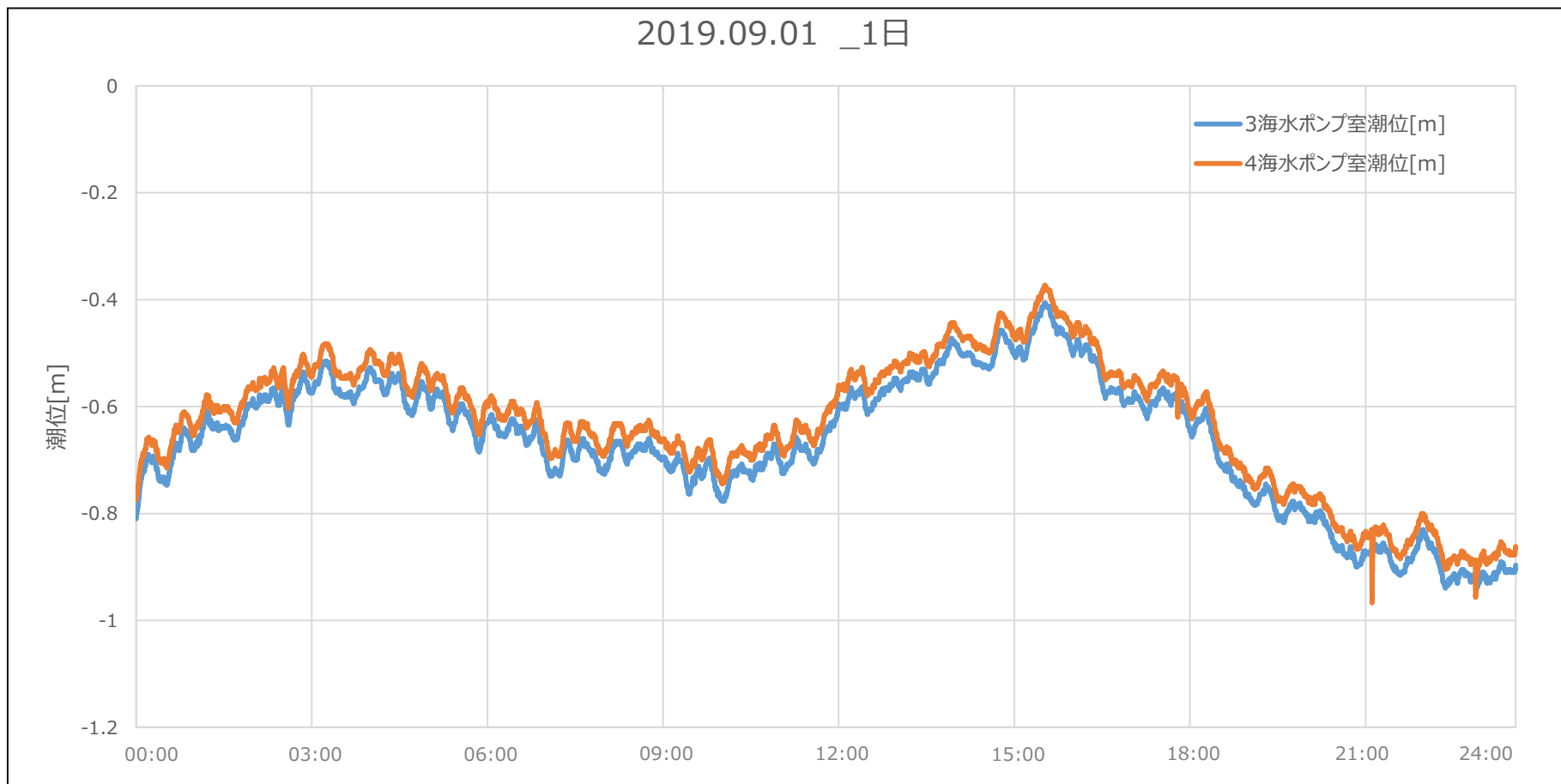


【通常の潮汐との関係性（3 / 4）】

●通常の潮汐による潮位変動

高浜発電所の潮位計で潮位を計測しているが、瞬時値としてデータ保存されているのは、2019年8月から現在までの値であり、過去3か月間データを確認したが、平常時の潮汐の変動は10分間で約10cm程度である。

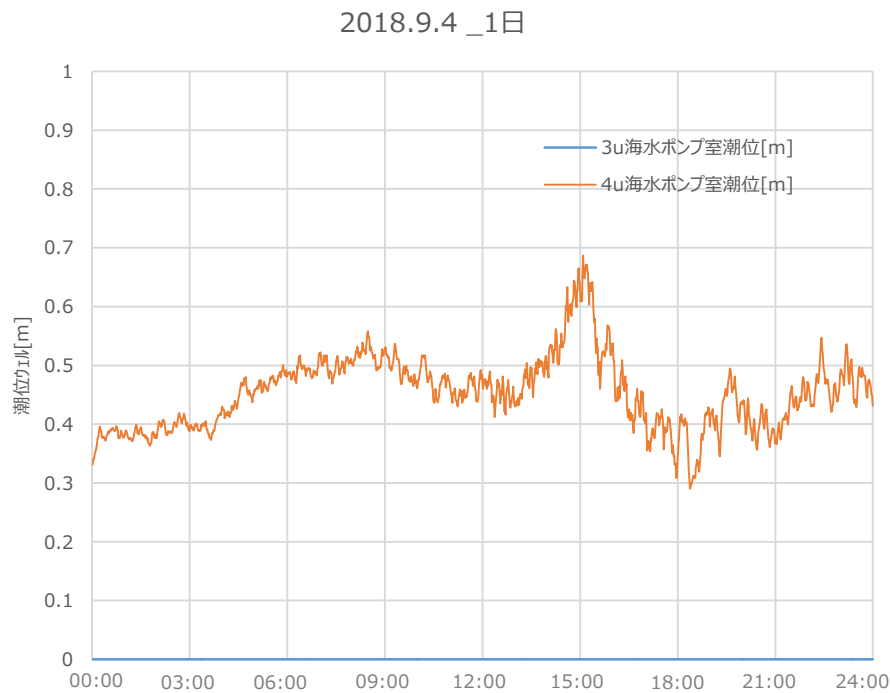
通常時の潮汐の変動 ■ 2019年9月 瞬時値（5秒）（3, 4号炉プラント稼動中）



【通常の潮汐との関係性（4 / 4）】

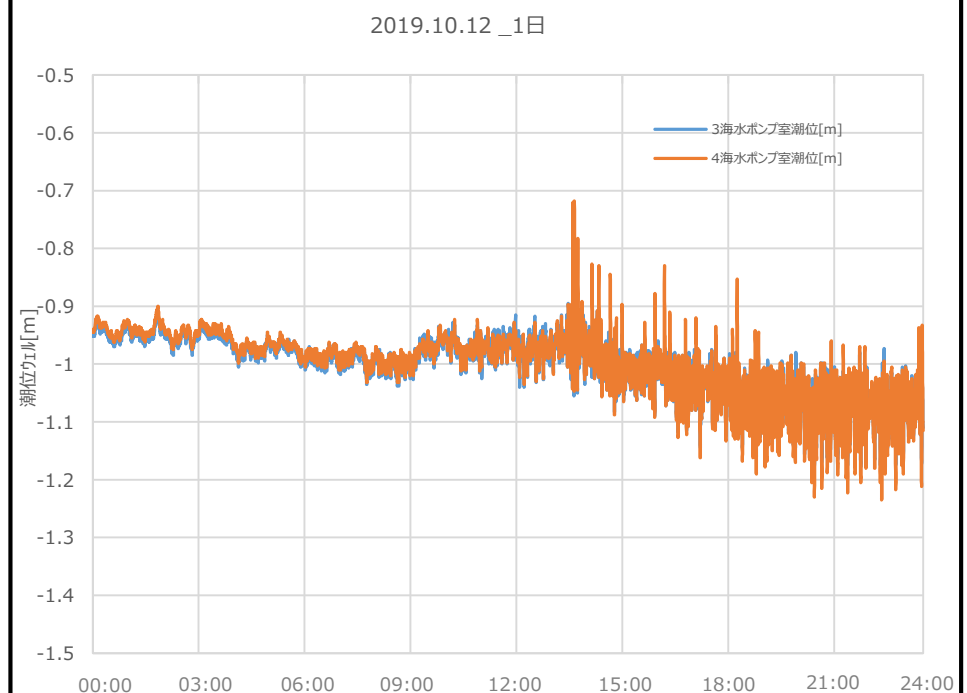
台風などの異常時の潮汐変動について、代表として若狭湾周辺の潮汐の変動が大きいと想定される2018年の台風21号（中心気圧950hPa）及び2019年の台風19号（中心気圧955hPa）時の潮汐変動を確認した。潮汐の変動は大きいところで10分間で30cm程度である。

【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

【2019年の台風19号の潮位データ(瞬時値5秒)】



➤ 通常の潮汐の干満差では、海水ポンプ室において0.7m以上の潮位変動が生じることはない。

➤ 台風時においても、海水ポンプ室において0.7m以上の潮位変動が生じることはない。

したがって、今回設定した津波検知の判断基準は通常の潮汐とは大きく異なる津波による潮位変動を検知するものとなっていると考えられる。

【まとめ】

エリアA～C（Watts他の予測式、Kinematicモデル）の波源による波形から i～v を、潮位観測データから vi を確認した。

- i. 水位下降が先行する波となる。
- ii. 1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい。
- iii. 1波目の水位変動では施設影響は生じない。
- iv. 施設に影響するケースでは1波目の水位低下が0.7m以上。
- v. 施設に影響するケースでは1波目の水位低下に要する時間が10分以内。
- vi. 通常（潮汐、台風時）は0.7m / 10分の水位変動はない。



- 隠岐トラフで上げ波が先行する可能性がある地すべり3つについて津波評価した結果、Watts他の予測式で評価した津波波形で上げ波が先行する場合もあることを確認したが、評価上問題ない規模であることを確認した。よって、隠岐トラフで発生する地すべり単独津波については、上げ波先行で襲来する津波は水位変動が小さく、評価上問題ないと考えている。
- また、地すべりにより発生する津波は、地すべり土塊がすべり落ちる際に初期水位が発生するというメカニズムを勘案すれば、下げ波初動が卓越すると考えられ、このことは今回の一連の解析結果とも整合していることから、「1波目の水位が下降し、その後、最低潮位から水位上昇した場合」を基準として考慮するのは妥当である。
- しかしながら、自然事象に対する不確実性をより広く取り入れるとの観点から、運用としては「1波目の水位が上昇し、その後、最高潮位から下降した場合」もトリガーとして考慮することとする。
- 以上を踏まえ、下記の通りトリガーを設定する。

津波検知の判断基準（トリガー）：

「潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること」

若しくは

「潮位計のうち、複数計器の観測潮位が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以上下降し、下降が上昇前の潮位から継続すること」

○潮位計における津波検知運用の実現可能性について、運用時間（潮位計での津波検知における運転員の対応時間）、余裕時間（取水路防潮ゲート閉止に係る判断基準到達後に来る押し波の敷地への到達時間）それぞれについて整理して説明する。

【運用時間（1 / 6）】

（1）検討対象とする津波の選定

通常の潮汐とは異なる潮位変動として、観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇した場合を津波襲来の判断基準とし、判断基準到達後に防潮ゲート閉止に係る一連の操作を実施している。

本検討においては、隠岐トラフ海底地すべりのうち、エリアA,B,Cの各2モデル（Watts他、Kinematicモデル）の計6ケースのうち、判断基準が短くなるエリアBのKinematicモデルを選定する。検討対象として選定した津波は下表のとおりであり、1号炉海水ポンプ室前の潮位計における検知、その後3、4号炉海水ポンプ室の潮位計で判断基準到達を判断する運用となることから本値にて検討を実施する。

＜潮位計設置位置（1号炉海水ポンプ室前、3、4号炉海水ポンプ室前）における潮位変動開始から判断基準に到達するまでの所要時間＞

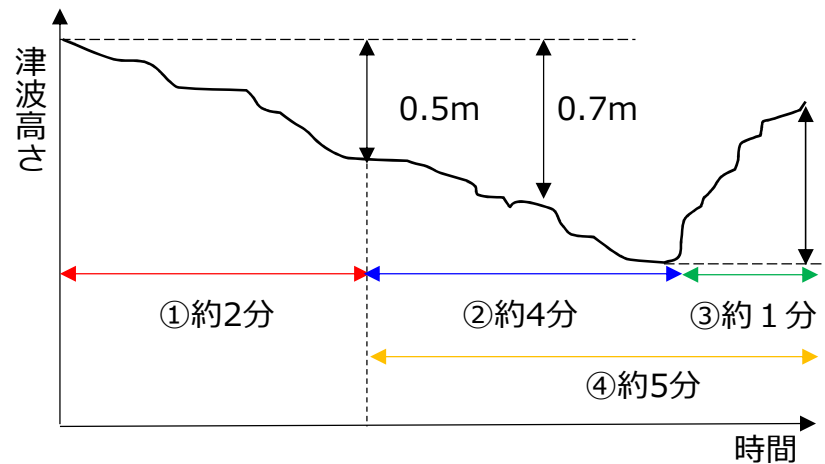
		1号炉海水ポンプ室前	3、4号炉海水ポンプ室前
下げ側	最初の0.5m※	1.90分 (44.10分～46.00分)	1.95分 (44.25分～46.20分)
	最初の0.7m	2.60分 (44.10分～46.70分)	2.35分 (44.25分～46.60分)
	全体	5.25分 (44.10分～49.35分)	6.15分 (44.25分～50.40分)
上げ側	最初の0.7m	1.15分 (49.35分～50.50分)	1.00分 (50.40分～51.40分)

※観測潮位が0.5m下降した時点で中央制御室に警報が発信

【運用時間（2 / 6）】

(2) 津波襲来の判断基準に到達するまでの対応

(1) で選定した、警報なし津波襲来時の警報発信から判断基準に到達するまでの対応について説明する。まず、観測潮位が0.5m下降した時点で中央制御室に警報が発信する。この時点で、運転員は潮位の継続的な重点監視を行うとともに、観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、最低潮位から0.7m上昇した時点でゲート閉止等の操作を行うことを当直課長が運転員へ指示する。その後、最低潮位に到達してから0.7m上昇するまでに最短でも約5分の対応時間を有している。したがって、潮位変動の観測および判断基準の確認について、運転員はこの間に十分対応できることを確認している。



- ① : 0.5m下降するまでの最短時間
- ② : ①から最低潮位に至るまでの時間
- ③ : ②から0.7m上昇するまでの最短時間
- ④ : 運転員の判断猶予時間

潮位変動開始から判断基準に到達するまでの対応イメージ（T34海水ポンプ室前）

【運用時間（3 / 6）】

(3) 警報発信から取水路防潮ゲート閉止までの運用時間

(2) のとおり警報なし津波襲来を判断すれば、まず循環水ポンプ停止操作を実施するとともにユニットトリップ操作を行う。循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを遠隔にて閉止する。

各操作に要する時間等は下表のとおり、各操作時間の設定は、余裕を持たせた設定としている。

	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	
	2	4	6	8	10	12	14	時間	説明
潮位変動を検知	↓							0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室に警報発信
潮位変動の判断 運転員の指示等	←→							5分	警報発信後、運転員は潮位の継続的な重点監視を行うとともに、観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、最低潮位から0.7m上昇した時点でゲート閉止等の操作を行うことを当直課長が運転員へ指示する。
循環水ポンプ停止	←→							5分	循環水ポンプ停止、出口弁の設計値（全開から全閉）の約3分に余裕を持たせ5分と評価している。
ユニットトリップ	←→								原子炉トリップスイッチによるユニット停止
取水路防潮ゲート閉止 (遠隔操作)	↓ 11分							1分	短尺のラック棒（長さ1m）であることから、ラック式開閉装置による落下時間は約20秒であり、その後、5mの高さをゲートが自由落下する時間は約2秒であることから余裕を考慮して、1分で閉止すると評価している。

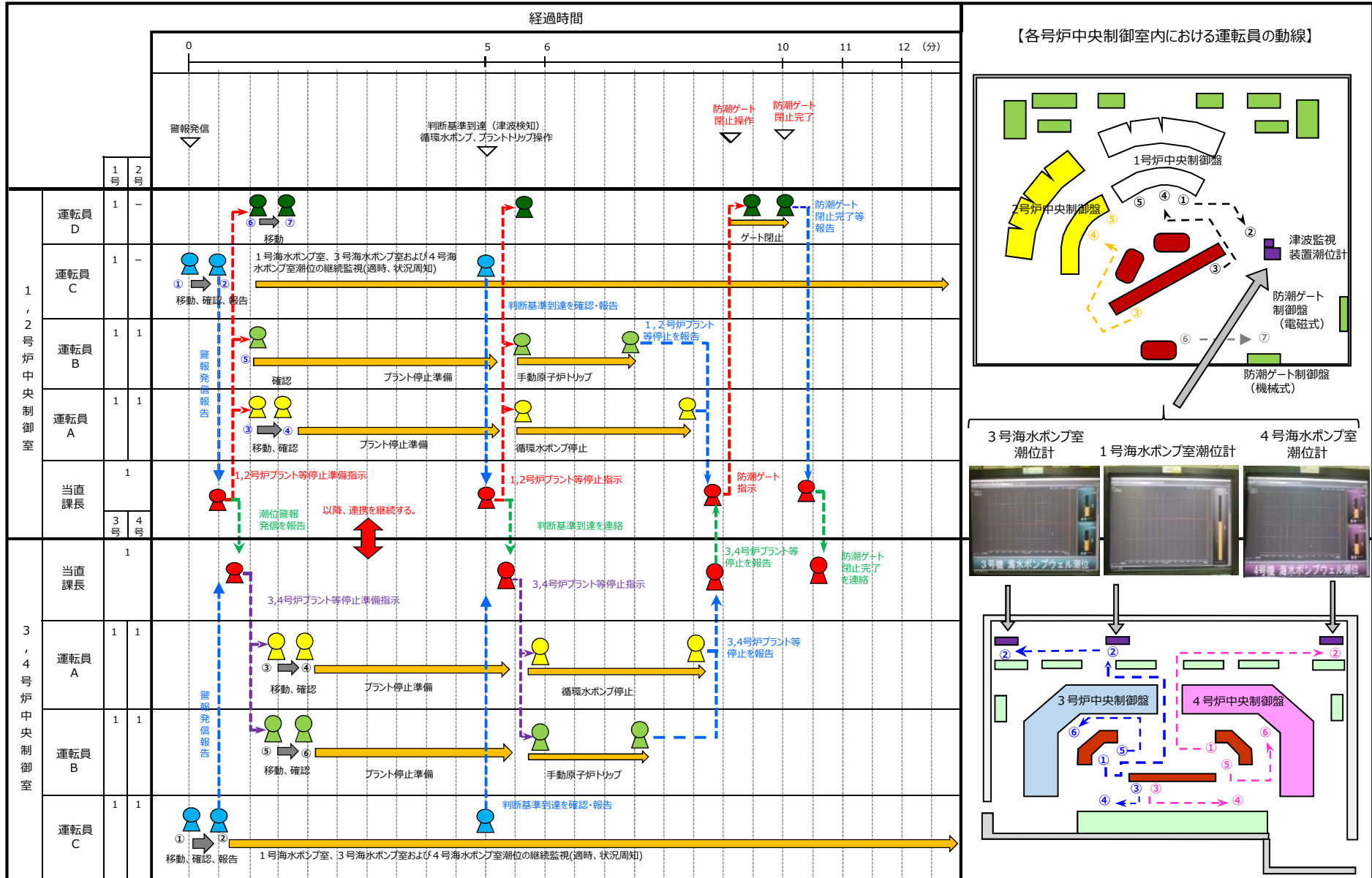
○既許可（大津波警報発令時）対応

	地震・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	
	2	4	6	8	10	12	14	時間	説明
津波情報入手	←→							3分	気象庁から津波情報入手。地震が発生してから約3分を目標に、大津波警報、津波警報または津波注意報を、津波予報区単位で発表（気象庁ホームページより）
防潮ゲート閉止判断 運転員への指示等	←→							2分	ゲート閉止等の操作を行うことを当直課長が運転員へ指示する。
循環水ポンプ停止	←→							5分	循環水ポンプ停止、出口弁の設計値（全開から全閉）の約3分に余裕を持たせ5分と評価している。
ユニットトリップ操作	←→								原子炉トリップスイッチによるユニット停止操作
防潮ゲート閉止 (遠隔操作)	↓ 13分							3分	保守的に長尺のラック棒（長さ6m）を用いて、揚程6mの高さをラック式開閉装置により閉止することとしており、その落下にかかる時間を約2分としていることから、余裕を考慮して、3分で閉止すると評価している。

3. 運用成立性 (ご指摘事項No.4含む) (4 / 10)

【運用時間 (4 / 6)】

(4) 運転員タイムチャート (1~4号炉)



【運用時間（5 / 6）】

（5）潮位計による津波検知に係るシステムの全体構成及び津波の検知方法について

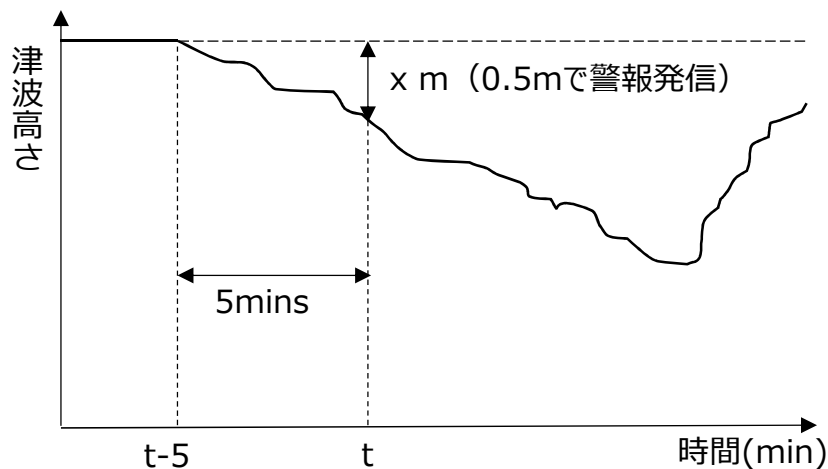
○潮位計については下記の通りのシステム構成をしており、潮位計のサンプリング周期は約3sである。潮位計の信号については演算器において計測時点（下図の「t」）の値と5分前の値（「t-5」）を比較し、潮位の変化率を監視モニタに表示する。なお、変化率が0.5mに達した時点で警報発信する。

○0.5mの水位差が発生した後、0.7mの水位差が発生する前に水位上昇することも考えられるが、警報が発信した時点で潮位変動は集中監視しており、また潮位計のサンプリング周期も約3sであるため、津波襲来の検知が大幅に遅れることはない。

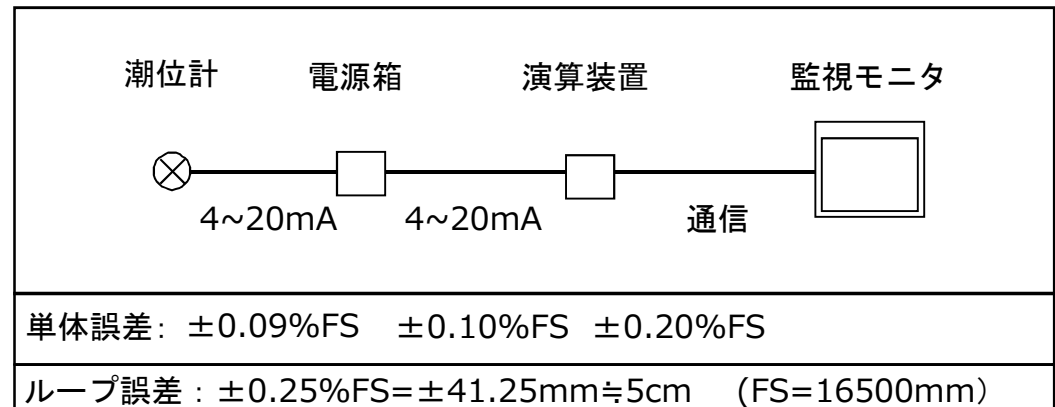
○各潮位計の故障時の表示方法については以下の通り

- ・1号炉海水ポンプ室前：レンジの下限値以下に振り切り
- ・3, 4号炉海水ポンプ室前：レンジの下限値以下に振り切り

○潮位計のループ誤差は最大で±約5cmであり、ループ誤差による検知の遅れ時間は最大約30秒であるが、津波襲来の判断基準に到達するまでに、最短でも約5分の対応時間を有しており、これに比べ時間遅れは十分に小さいことから計測誤差による影響はない。



潮位変化率の算出方法



潮位計の誤差の考え方

【運用時間（6 / 6）】

(6) 運用時間のうち、取水路防潮ゲート閉止時間について

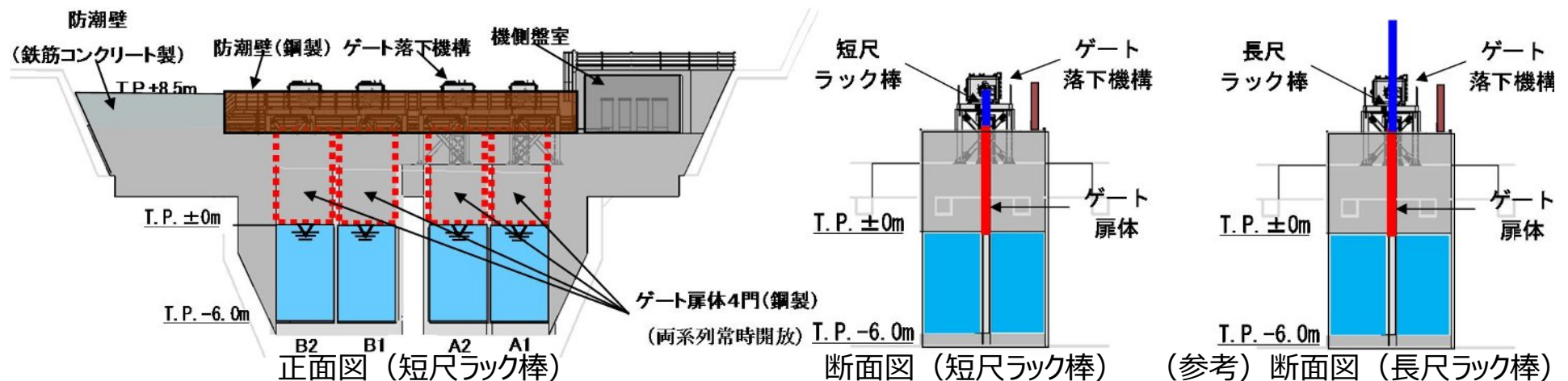
取水路防潮ゲートは防潮壁、ゲート扉体、ラック式開閉装置（以下「ゲート落下機構」という。）等で構成されており、ゲート扉体は短尺ラック棒（1m）によりゲート落下機構に固定されている。

(a) 既許可（大津波警報発令時）対応におけるゲート閉止時間

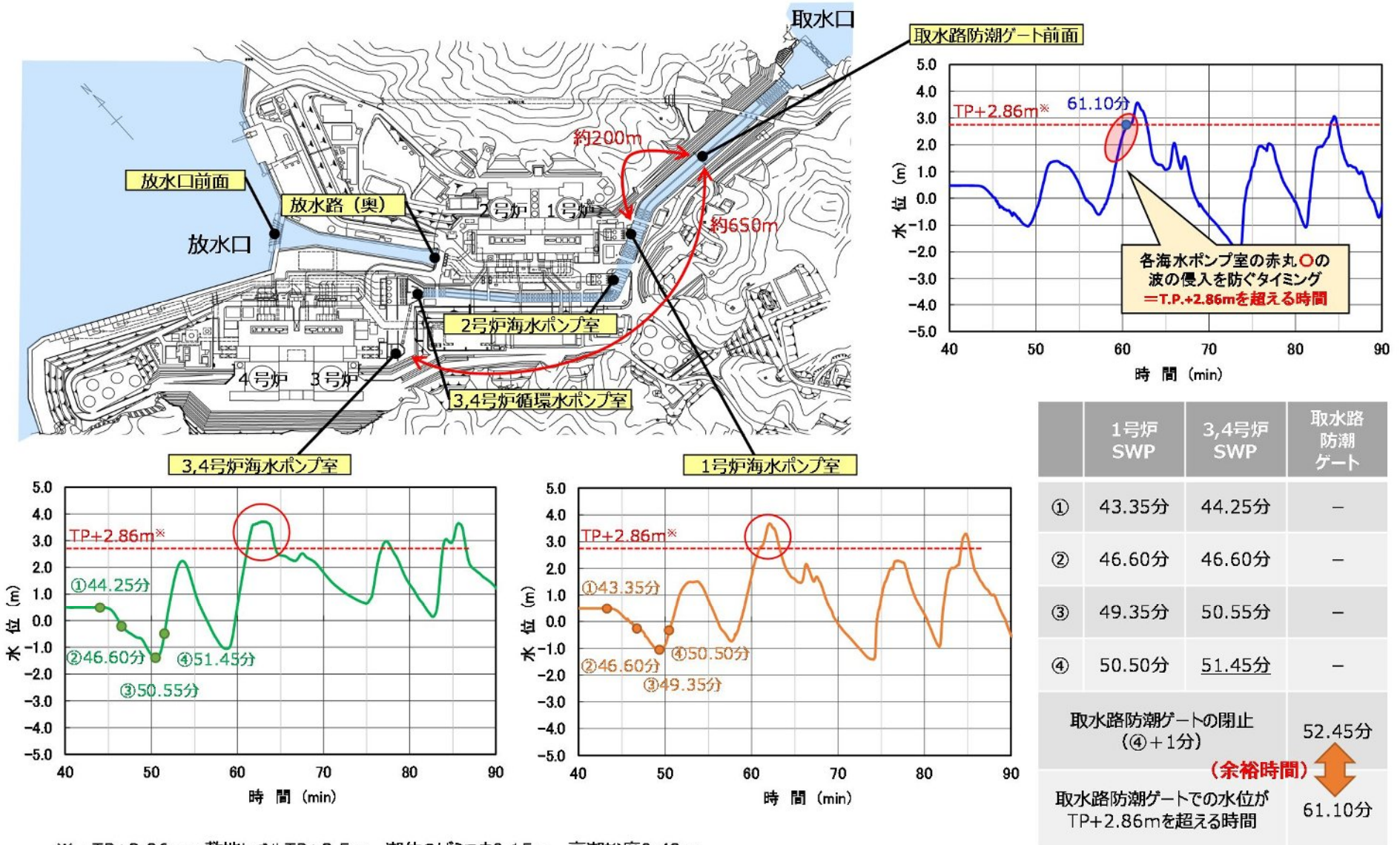
- 当初、ゲート扉体は長尺ラック棒（6m）によりゲート落下機構に固定し、揚程 6 mの高さをゲート落下機構により閉止することとしていたため、長尺ラック棒（6m）がゲート落下機構を通過する時間は3m/分（検査等で確認済）であることを踏まえ、ゲート閉止時間は2分（ $6m / (3m/分) = 2分$ ）に余裕を考慮して3分と評価していた。
- 審査の過程で、ラック棒を長尺ラック棒（6m）から短尺ラック棒（1m）に変更し、実際の運用は短尺ラック棒で行うことを審査の中で了解いただいた。ゲート扉体の落下距離6mのうち、短尺ラック棒がゲート落下機構を通過する1m区間では、ゲート扉体はゲート落下機構に落下速度を制限された状態で落下し、その後の5m区間については自由落下となる。ただし、ゲート閉止時間については、保守的に長尺ラック棒（6m）がっていることを想定し、3分のままとしている。

(b) 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

- 実運用（短尺ラック棒による運用）を踏まえてゲート閉止時間を評価する。通常の潮汐とは異なる潮位変動を検知した場合、すでに津波が到達していることを踏まえ、津波波力及び流速による抵抗力等についても考慮する。津波波力及び流速による抵抗力等を考慮したとしてもゲート閉止時間は20秒程度であることから、余裕を考慮して1分と評価する。



【余裕時間 (1 / 2)】



※ : TP+2.86m = 敷地レベルTP+3.5m - 潮位のばらつき0.15m - 高潮裕度0.49m

① : 変動開始時間、② : -0.7m水位変動
 ③ : 第1波目最低水位、④ : +0.7m水位変動

【余裕時間（2 / 2）】

○海底地すべりエリアA、B、Cにおいて2種類（Watts他の予測式、Kinematicモデル）の手法及び破壊伝播速度のパラメータスタディで確認した波形のうち、防潮ゲートを閉止しない場合に施設への影響が生じる可能性があるのは、エリアB（Kinematicモデル、水位上昇側）、エリアB（Kinematicモデル、水位下降側）、エリアC（Kinematicモデル、水位上昇側）の3ケース及びエリアBの破壊伝播速度が1.0~0.6m/sの範囲である。

○下表5ケースについて、防潮ゲートが閉止される時刻から、施設に影響する水位の波※1が防潮ゲート前面に到達するまでの時刻を、余裕時間として算出した。

	波源		潮位変動の時刻			防潮ゲートが閉止される時刻 [分]※2 (④+1分or6分)	防潮ゲート前面への到達時刻 [分]※3	余裕時間 [分]
			潮位計	0.7mの水位低下[分](②)	0.7mの水位上昇 (判断基準) [分] (④)			
水位 上昇 側	海底地すべり エリアB Vr=1.0m/s	Kinematicモデルによる方法	No.1SWP	46.60	50.50	52.45	61.10	8.7
			No.3,4SWP	46.60	51.45			
	海底地すべり エリアB Vr=0.8m/s	Kinematicモデルによる方法	No.1SWP	47.95	51.80	53.05	61.95	8.9
			No.3,4SWP	47.00	52.05			
	海底地すべり エリアB Vr=0.6m/s	Kinematicモデルによる方法	No.1SWP	51.10	55.30	56.30	65.85	9.9
			No.3,4SWP	51.00	54.35			
海底地すべり エリアC	Kinematicモデルによる方法	No.1SWP	51.90	56.70	58.25	68.15	9.9	
		No.3,4SWP	52.15	57.25				
下 降 側 水 位	海底地すべり エリアB	Kinematicモデルによる方法	No.1SWP	46.75	50.75	58.40	72.50	14.10
			No.3,4SWP	47.55	52.40			

※1：水位上昇側は、潮位のばらつきと高潮余裕度を考慮した場合に敷地高さを超える高さの波。水位下降側は、潮位のばらつきを考慮した場合に海水ポンプ取水可能高さを下回る波。

※2：水位上昇側は、循環水ポンプ全停条件としているため、判断基準到達から1分後に閉止。水位下降側は、循環水ポンプが取水している条件のため、判断基準到達から6分後に閉止。

※3：取水路防潮ゲート前面に※1の波が到達する時刻。

余裕時間について検討した結果、防潮ゲートを閉止しない場合に施設影響が生じるパラメータスタディの検討ケースを含め5ケースについては、防潮ゲート閉止時刻から施設に影響する波が到達するまでに約9~13分の余裕があることを確認した。

なお、水位上昇側については、循環水ポンプ全停条件であることから判断基準到達の1分後に防潮ゲートを閉止することとしているが、仮に循環水ポンプ稼働時と同様の6分後に防潮ゲートを閉止することとしても、約4~5分の余裕があることを確認した。

【更なる早期検知の検討（1 / 2）】

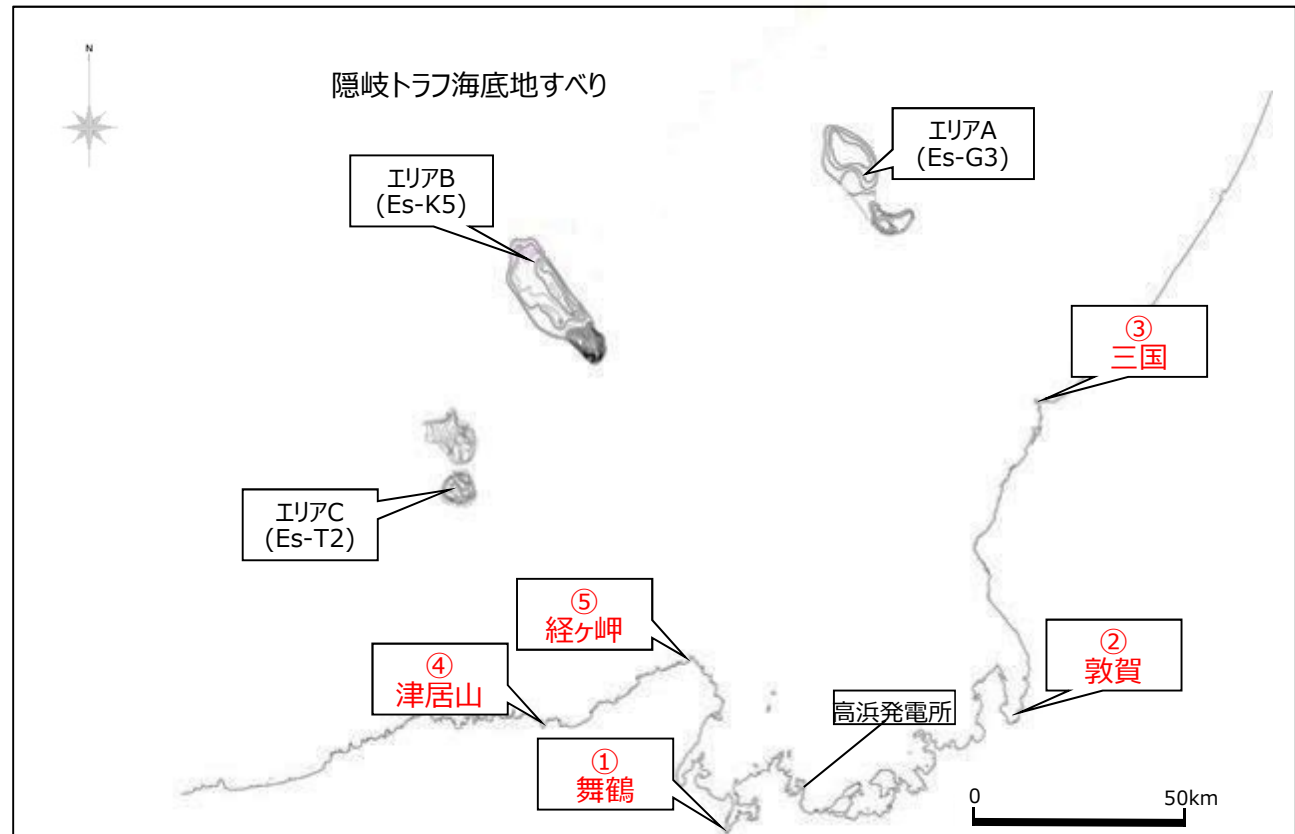
1. 早期検知に係る前提条件

○敷地内における潮位変動による警報発信により、中央制御室にて敷地内潮位の監視体制を構築する運用あるが、警報発信から最短約5分で判断基準に到達する。このため、より早期に監視体制を構築し、更なる万全の対応を図ることを目的とする。前提条件は以下のとおり。

- ・「海底地すべり津波」の検知に関して、発電所敷地内の潮位計よりも早期に検知できること。
- ・候補地における通常の潮位変動に対し「海底地すべり津波」を有意な潮位変動として検知できること。

○高浜発電所周辺の既往観測潮位地点は以下のとおり。これらを候補地として、早期検知および過去の潮位計測がトレサブルか確認し、敷地外における津波検知として既往観測潮位の活用可能性を確認する。

- ①京都府舞鶴市浜
（気象庁管轄の観測潮位）
- ②福井県敦賀市川崎町地先
（港湾局管轄の観測潮位）
- ③福井県坂井市三国町
（国土地理院管轄の観測潮位）
- ④兵庫県豊岡市小島
（兵庫県の観測潮位）
- ⑤京都府京丹後市経ヶ岬
（気象庁管轄の沿岸波浪計）



【更なる早期検知の検討（2 / 2）】

2. 早期検知可能な候補地の確認

- 早期検知の観点から、エリアB及びエリアCにおける海底地すべり津波の到達時間は以下のとおり。
津波を早期に検知できる地点は「③三国、④津居山、⑤経ヶ岬」である。

表 各地点における津波到達時間※

	① 舞鶴	② 敦賀	③ 三国	④ 津居山	⑤ 経ヶ岬	高浜発電所
エリアB Kinematic	48分	48分	40分	32分	24分	48分
エリアC Kinematic	56分	56分	48分	24分	24分	48分

※津波到達時間は目安の時間を示す。

3. 津波判断に必要な過去の観測潮位記録の蓄積有無

- ⑤経ヶ岬地点は潮位観測していない。（レーダー式沿岸波浪計である。）
○③三国は、観測潮位記録の分析が必要なため、国土地理院へデータ提供を依頼中。
○④津居山は、兵庫県より過去の観測潮位記録を受領済み。当社へリアルタイムのデータ提供の方向で調整中。

4. 敷地外における津波検知対応

- 上記の検討結果を踏まえ、エリアB又はCの早期検知が可能な「③三国、④津居山」における既往観測潮位の活用の可能性を検討。
○津居山については、通常の潮位変動に対して海底地すべり津波の波形を有意な潮位変動と判読できるか検討するとともに、リアルタイムのデータ提供により、中央制御室へ情報発信する仕組みの構築を検討中。

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（1 / 5）】

○津波の検知の判断基準は、「**潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること、若しくは潮位計のうち、複数計器の観測潮位が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以上下降し、下降が上昇前の潮位から継続すること（以下「通常の潮汐とは異なる潮位変動」という。）**」と申請書に明記する。

取水路防潮ゲート閉止の起因となる情報	取水路防潮ゲート閉止に係る 既許可の運用の申請書記載	取水路防潮ゲート閉止に係る 今回申請における運用の申請書記載
大津波警報	大津波警報が発令された場合 に敷地への津波の流入を防ぐため、1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。	同左
通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握	—	通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合 に敷地への津波の流入防止及び引き波時における海水ポンプの取水性確保のため、1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。

隠岐トラフ海底地すべり単独の津波における**取水路防潮ゲート開状態におけるプラントへの影響確認結果を踏まえて**、次ページ以降にて、津波警報が発表されない可能性がある隠岐トラフ海底地すべり単独の津波が発生した場合に「外郭防護1」、「外郭防護2」、「内郭防護」、「水位変動に伴う取水性低下」に対して、今回申請において**新たに追加した運用である「通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止する。」**を期待しているか、並びに、**申請書の記載の修正が必要か**について整理した。

4. 基準適合性、申請書記載要否（ご指摘事項No.2含む）（2 / 8）

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（2 / 5）】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可の内容 (大津波警報が発令された場合に取水路防潮ゲートを閉止)	今回申請内容 (通常の潮汐と異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止)	備考
基準要求事項	<p>【4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止】 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。</p> <p>【4.2.2 取水路・放水路等の経路からの津波の流入防止】 取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。</p>		
追加運用への期待要否	-	要	追加運用によって、取水路防潮ゲートが閉止することにより、 基準津波による遡上波が到達しない、また、経路からの津波の流入を防止している ことから期待している。
外郭防護 1 申請書の運用記載	<p>【添付資料八】 10.6.1.1.3 主要設備 (1) 取水路防潮ゲート（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設） 取水路側の敷地高さT.P.+4.0mの敷地を越える津波が襲来した場合に、津波が敷地へ到達・流入することを防止し、防護対象設備が機能喪失することのない設計とするため、取水路防潮ゲートを設置する（第10.6.1.1.1 図）。取水路防潮ゲートは、防潮壁、ゲート落下機構（電源系及び制御系を含む。）及びゲート扉体等で構成され、敷地への遡上のおそれの津波襲来前に遠隔閉止することにより津波の遡上を防止する、津波防護施設かつ重要安全施設（MS-1）である。…</p> <p>10.6.1.1.6 手順等 (1) 取水路防潮ゲート閉止手順 大津波警報が発令された場合に敷地への津波の流入を防ぐため、1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。</p> <p>((3)記載なし)</p>	<p>【添付資料八】 10.6.1.1.3 主要設備 (1) 取水路防潮ゲート（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設） 取水路側の敷地高さT.P.+4.0mの敷地を越える津波が襲来した場合に、津波が敷地へ到達・流入すること及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響を防止し、防護対象設備が機能喪失することのない設計とするため、取水路防潮ゲートを設置する（第10.6.1.1.1 図）。取水路防潮ゲートは、防潮壁、ゲート落下機構（電源系及び制御系を含む。）及びゲート扉体等で構成され、敷地への遡上若しくは水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響のおそれの津波襲来ある潮位に至る前に遠隔閉止することにより津波の遡上及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響を防止する、津波防護施設かつ重要安全施設（MS-1）である。…</p> <p>10.6.1.1.6 手順等 (1)取水路防潮ゲート閉止手順（同左）</p> <p>(3) 通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に敷地への津波の流入防止及び引き波時における海水ポンプの取水性確保のため、1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。</p>	<p>防潮ゲート開を想定した場合の評価結果により、取水路側の敷地高さT.P.+4.0mを超えない津波水位の可能性を否定できないことから赤字部分を修正する。</p> <p>また、基準津波3は津波襲来前ではなく、プラント安全性に影響のある潮位に至る前に遠隔閉止することから赤字部分を修正する。</p>
基準適合に必要な設備	【津波防護施設】取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、屋外排水路逆流防止設備、1号炉及び2号炉放水ビット止水板 【浸水防止設備】浸水防止蓋	(追加設備なし)	差分なし

4. 基準適合性、申請書記載要否（ご指摘事項No.2含む）（3 / 8）

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（3 / 5）】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可 (大津波警報が発令された場合に取水路防潮ゲートを閉止)	今回申請 (通常の潮汐と異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止)	備考		
外郭防護 2	基準要求事項 【4.3.1 漏水対策】 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。 【4.3.2 安全機能への影響確認】 浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。 【4.3.3 排水設備設置の検討】 浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。				
	追加運用への期待要否	-	-	追加運用によって、取水路防潮ゲートを閉止することにより、 浸水想定範囲を想定している ことから、期待している。	外郭防護 1 を達成することを前提に外郭防護 2 の検討を実施していることから、手順は外郭防護 1 の記載に含まれる。
	申請書の運用記載	(外郭防護 1 と同様の記載)		(外郭防護 1 と同様の記載)	
	基準適合に必要な設備	【浸水防止設備】浸水防止蓋		(追加設備なし)	差分なし
内郭防護	基準要求事項 【4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定】 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。 【4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策】 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。				
	追加運用への期待要否	-	-	追加運用によって、取水路防潮ゲートを閉止することにより、 浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口を特定しているため 、期待している。	外郭防護 1 を達成することを前提に内郭防護の検討を実施していることから、手順は外郭防護 1 の記載に含まれる。
	申請書の運用記載	(外郭防護 1 と同様の記載)		(外郭防護 1 と同様の記載)	
	基準適合に必要な設備	【浸水防止設備】中間建屋水密扉、制御建屋水密扉、貫通部止水処置		(追加設備なし)	差分なし

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（4 / 5）】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可 (大津波警報が発令された場合に取水路防潮ゲートを閉止)	今回申請 (通常の潮汐と異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止)	備考	
	<p>【4.5.1 非常用海水冷却系の取水性】 非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。 ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。</p> <p>【4.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認】 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。 非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。 ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。 ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。</p>			
	追加運用への期待要否	-	要 追加運用によって、取水路防潮ゲートを閉止することにより津波水位が海水ポンプの取水可能水位を上回るため、期待している。	
海水ポンプ取水性及び機能保持	申請書の運用記載	<p>【本文五号】 又、その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備 (3) その他の主要な事項 (iii) 浸水防護設備 a. 津波に対する防護設備 取水路防潮ゲートは、防潮壁、ゲート落下機構及びゲート扉体等で構成され、敷地への遡上のおそれのある津波襲来前に遠隔閉止を確実に実施するため、重要安全施設（MS-1）として設計する。</p> <p>【添付資料八】 1.5.1.6 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止 (1) 海水ポンプの取水性 ・・・なお、循環水ポンプ室及び海水ポンプ室は水路によって連絡されているため、発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合、引き波時における海水ポンプの取水量を確保するため、原則、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を整備する。</p>	<p>【本文五号】 又、その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備 (3) その他の主要な事項 (iii) 浸水防護設備 a. 津波に対する防護設備 取水路防潮ゲートは、防潮壁、ゲート落下機構及びゲート扉体等で構成され、敷地への遡上若しくは水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響のおそれのある津波襲来潮位に至る前に遠隔閉止を確実に実施するため、重要安全施設（MS-1）として設計する。</p> <p>【添付資料八】 1.5.1.6 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止 (1) 海水ポンプの取水性 ・・・なお、循環水ポンプ室及び海水ポンプ室は水路によって連絡されているため、発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合又は通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合、引き波時における海水ポンプの取水量を確保するため、原則、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を整備する。</p>	<p>防潮ゲート開時における隠岐トラフ海底地すべり単独による津波の津波水位より、海水ポンプの取水可能水位を下回ることから赤字部分を修正する。</p> <p>また、基準津波3は津波襲来前ではなく、プラント安全性に影響のある潮位に至る前に遠隔閉止することから赤字部分を修正する。</p>

4. 基準適合性、申請書記載要否（ご指摘事項No.2含む）（5 / 8）

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（5 / 5）】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目		既許可 (大津波警報が発令された場合に取水路防潮ゲートを閉止)	今回申請 (通常の潮汐と異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止)	備考
海水ポンプ 取水性 及び 機能保持	申請書の 運用記載	<p>10.6.1.1.3 主要設備 (1) 取水路防潮ゲート（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設） 取水路側の敷地高さT.P.+4.0mの敷地を越える津波が襲来した場合に、津波が敷地へ到達・流入することを防止し、防護対象設備が機能喪失することのない設計とするため、取水路防潮ゲートを設置する（第10.6.1.1.1 図）。取水路防潮ゲートは、防潮壁、ゲート落下機構（電源系及び制御系を含む。）及びゲート扉体等で構成され、敷地への遡上のおそれのある津波襲来前に遠隔閉止することにより津波の遡上を防止する、津波防護施設かつ重要安全施設（MS-1）である。…</p> <p>10.6.1.1.6 手順等 (1) 取水路防潮ゲート閉止手順 大津波警報が発令された場合に敷地への津波の流入を防ぐため、1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。</p> <p>((3)記載なし)</p>	<p>10.6.1.1.3 主要設備 (1) 取水路防潮ゲート（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設） 取水路側の敷地高さT.P.+4.0mの敷地を越える敷地への遡上若しくは水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響のおそれがある津波が襲来した場合に、津波が敷地へ到達・流入すること及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響を防止し、防護対象設備が機能喪失することのない設計とするため、取水路防潮ゲートを設置する（第10.6.1.1.1 図）。取水路防潮ゲートは防潮壁、ゲート落下機構（電源系及び制御系を含む。）及びゲート扉体等で構成され、敷地への遡上若しくは水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響のおそれのある津波襲来ある潮位に至る前に遠隔閉止することにより津波の遡上及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響を防止する、津波防護施設かつ重要安全施設（MS-1）である。…</p> <p>10.6.1.1.6 手順等 (1)取水路防潮ゲート閉止手順 大津波警報が発令された場合に敷地への津波の流入を防ぐため防止及び引き波時における海水ポンプの取水性確保のため、1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。</p> <p>(3) 通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に敷地への津波の流入防止及び引き波時における海水ポンプの取水性確保のため1号及び2号炉当直課長の取水路防潮ゲート閉止の判断に基づき、1号及び2号炉当直課長と3号及び4号炉当直課長の連携により、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止を実施する手順を整備し、的確に実施する。</p>	<p>防潮ゲート開時における隠岐トラフ海底地すべり単独による津波の津波水位より、海水ポンプの取水可能水位を下回ることから赤字部分を修正する。</p> <p>また、基準津波3は津波襲来前ではなく、プラント安全性に影響のある潮位に至る前に遠隔閉止することから赤字部分を修正する。</p> <p>基準津波1は若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりの組み合わせによる津波であり、基準津波3は隠岐トラフ海底地すべり単独の津波である。基準津波1は基準津波3と比べて明らかに規模が大きいため、取水路防潮ゲート開条件において、基準津波1による防潮ゲート開時の引き波時における津波水位は海水ポンプの取水可能水位を下回ると考えられることから赤字部分を修正する。</p>
	基準適合に必要な設備	(設備なし)	(追加設備なし)	差分なし

4. 基準適合性、申請書記載要否（ご指摘事項No.2含む）（6 / 8）

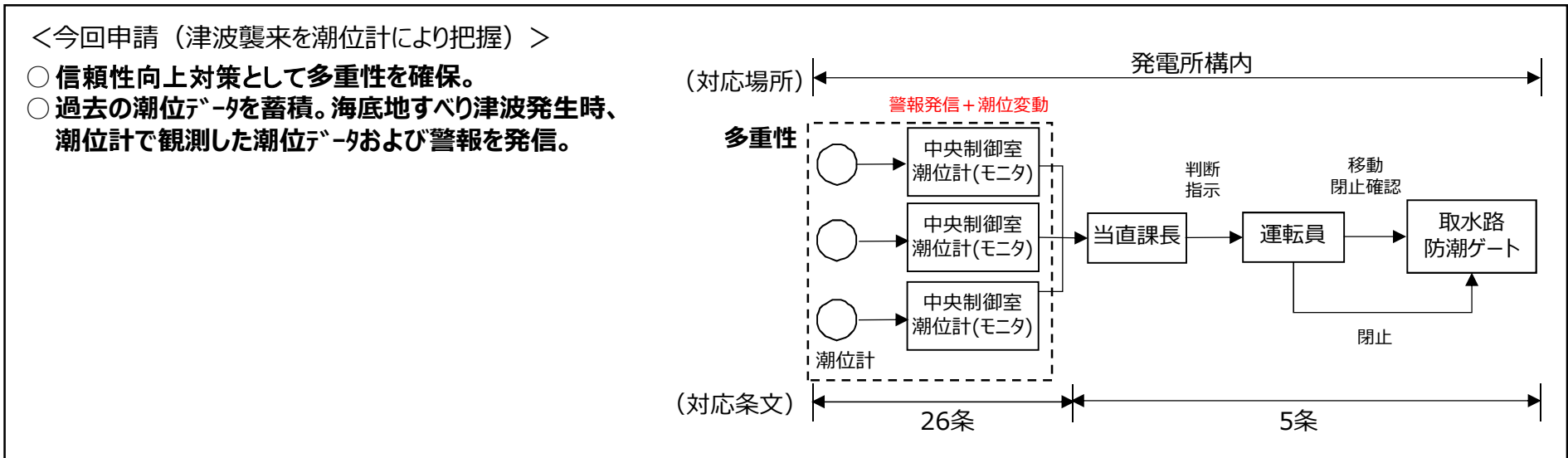
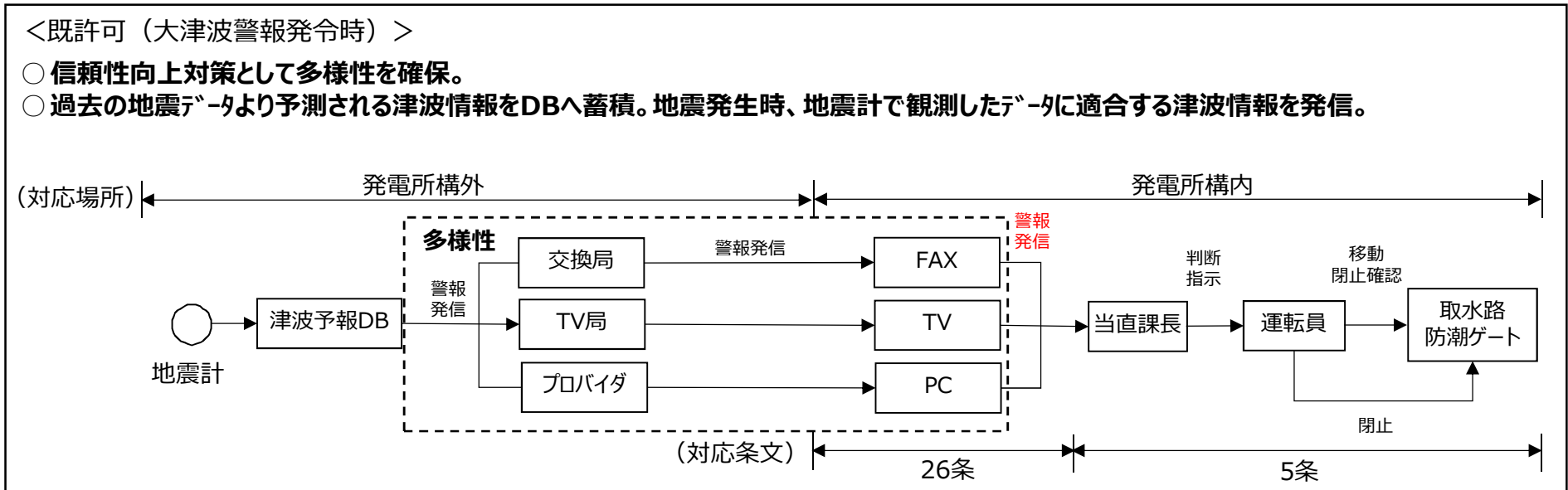
【潮位計に対する基準適合性について（1 / 3）】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可	今回申請		
概要	<p>潮位計は、設置許可基準第五条要求である津波監視設備として審査・許可され、同基準第二十六条の外部状況のうち大津波警報においては F A X により状況把握することで審査・許可されている。</p>	<p>潮位計は、左記内容に加えて、設置許可基準第二十六条の外部状況のうち大津波警報が発生しない場合の津波の把握について、潮位計により状況把握する旨、申請している。（申請にあたり本文・添付八に記載変更はないが、F A X 等の「等」で潮位計を読むこととしている。） なお、同基準第五条において、設置許可申請書の記載に一部追記があるが、これは上記変更を踏まえた記載の充実であり、津波監視の適合方針に変更はない。</p>	備考	
五条 （津波による 損傷の防 止）	基準要求事項 申請書の 主な記載	<p>敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置すること。</p> <p>【添付資料八】 1.4 耐津波設計 1.4.1.1 耐津波設計の基本方針 津波監視設備として、海水ポンプ室T.P. + 7.1m に潮位計並びに 3 号炉原子炉格納施設壁面T.P. + 46.8m 及び 4 号炉原子炉補助建屋壁面T.P. + 36.2m に津波監視カメラを設置する。 1.4.1.2 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針 地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、3 号炉原子炉格納施設壁面設及び 4 号炉原子炉補助建屋壁面に津波監視カメラ、海水ポンプ室に潮位計を設置する。</p>	<p>【添付資料八】 1.4 耐津波設計 1.4.1 設計基準対象施設の耐津波設計方針 1.4.1.1 耐津波設計の基本方針 津波監視設備として、海水ポンプ室T.P. + 7.1m及び 3, 4 号炉海水ポンプ室T.P. + 4.6m に潮位計並びに 3 号炉原子炉格納施設壁面T.P. + 46.8m 及び 4 号炉原子炉補助建屋壁面T.P. + 36.2m に津波監視カメラを設置する。 1.4.1.2 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針 地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、3 号炉原子炉格納施設壁面設及び 4 号炉原子炉補助建屋壁面に津波監視カメラ、海水ポンプ室に潮位計を設置する。 また、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握するため、津波監視設備として、海水ポンプ室及び 3, 4 号炉海水ポンプ室に潮位計を設置する。</p>	なし
第二十六条 （原子炉制 御室等）	基準要求事項 申請書の 主な記載	<p>1 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉制御室（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。 二 発電用原子炉施設の外の状況を把握する設備を有するものとする。</p> <p>【添付資料八】 6.10.1.2 中央制御室 6.10.1.2.2 主要設備 なお、原子炉施設の外の状況を把握するため、以下の設備を設置する。 c. F A X 等 公的機関からの地震、津波、竜巻、雷雨、降雨予報、天気図、台風情報等を入手するために、中央制御室に F A X、テレビ等を設置する。</p>	<p>【添付資料八】 6.10.1.2 中央制御室 6.10.1.2.2 主要設備 なお、原子炉施設の外の状況を把握するため、以下の設備を設置する。 c. F A X 等 公的機関からの地震、津波、竜巻、雷雨、降雨予報、天気図、台風情報等を入手するために、中央制御室に F A X、テレビ等を設置する。また、通常の潮汐とは異なる潮位変動情報を入手し、中央制御室へ警報を発信するため、潮位計を設置する。なお、津波検知に対する信頼性を確保するため、多重性及び独立性を有した潮位計を 3 台設置する。</p>	既許可では大津波警報を受信する設備として F A X を位置付けている。警報が発表されない可能性がある津波が襲来する場合においては、潮位計にて津波を検知するため F A X 等の記載に潮位計を追記する。

【潮位計に対する基準適合性について（2 / 3）】

○既許可（大津波警報発令時）と今回申請（津波襲来を潮位計により把握）における津波襲来時の警報発信から防潮ゲート閉止までの対応の流れは以下のとおりであり、既許可と今回申請における津波検知へ信頼性は設備面で概ね同等であると考えている。



【潮位計に対する基準適合性について（3 / 3）】

＜条文の整理（前頁参照）＞

○既許可では、大津波警報の発令を受信する設備として、中央制御室に設置しているFAX等（TV、インターネット）を、第26条の「外部状況を把握する設備」として位置づけ、大津波警報発令を受け、当直課長の判断により、取水路防潮ゲートを閉止する。

○「課長の判断に至るまでの検知部分」は第26条、課長判断以後、ゲート閉止に至る機能は第5条として、設置許可基準規則への適合性を確認している。

＜申請書への記載の整理（前々頁参照）＞

○今回、運用を追加した潮位計の機能は、「通常の潮汐とは異なる潮位変動の監視及び警報機能」であり、既許可の「課長判断に至るまでの検知部分」に相当し、第26条に位置づけられる。
既許可と今回申請の差異は下表の通り。

○第26条のFAX等での多様性を確保を踏まえ、潮位計について、多重性・独立性を確保、これを設置許可へ明記する。

	検知方法	判断基準	設備	更なる信頼性確保
既許可	運転員による地震検知	大津波警報	<u>FAX、TV、インターネット</u>	多様性
今回申請	運転員による地震検知	大津波警報	<u>FAX、TV、インターネット</u>	多様性
	潮位変動警報	潮位変動	<u>潮位計（3台）</u>	多重性