



**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】**

2020年1月21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（1 / 2）

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。	12/12 回答済
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。	
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。	
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。	
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）。	
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。	

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（12/12）	審査会合での状況
7	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 	潮位計の運用について計器信頼性を踏まえて整理すること。あわせて、設置許可基準規則第12条に対しての条文整理をすること。	本日 回答
8	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） 	発電所構外での早期検知の設置許可上の位置付けを示すこと。	
9	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） 	初動上げ波を検知する判断基準として「下降が上昇側の潮位から継続すること」とあり、既往の潮位変動を踏まえ、明確な判断基準を検討すること。	
10		判断基準がパラメータスタディの結果を踏まえた施設影響のある津波を網羅的に把握できることを示すこと。	
11		経ヶ岬等の構外検知の候補地に対し、実現性の検討結果を示すこと。	
12	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 	津波評価対象とする海底地すべりの選定プロセスについて、既許可と変更がない箇所にはその旨明記すること。	
13		修正モデルにおいても同じ基準津波1, 2が選定される（変更がない）ことを確認すること。	
14		基準津波の選定プロセスについて、ゲート開の評価の位置付けについても合わせて示すこと。	

10/15審査会合にてご提示いただいた論点及び12/12審査会合でのご指摘事項を踏まえ、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取水路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.12,14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取水路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.13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取水路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.9,10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取水路防潮ゲートを閉止する対策の運用成立性※³ （ご指摘事項No.11のご説明含む）

〔※3：10/15審査会合からの変更点として、敷地外の観測潮位を監視体制強化の位置づけとして活用することとした。また、津波検知に関する更なる信頼性確保として、敷地内潮位計を1台追加した。〕

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.7,8のご説明含む）

1. 基準津波の選定（ご指摘事項No.12,13,14含む）（1 / 24）

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

・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。

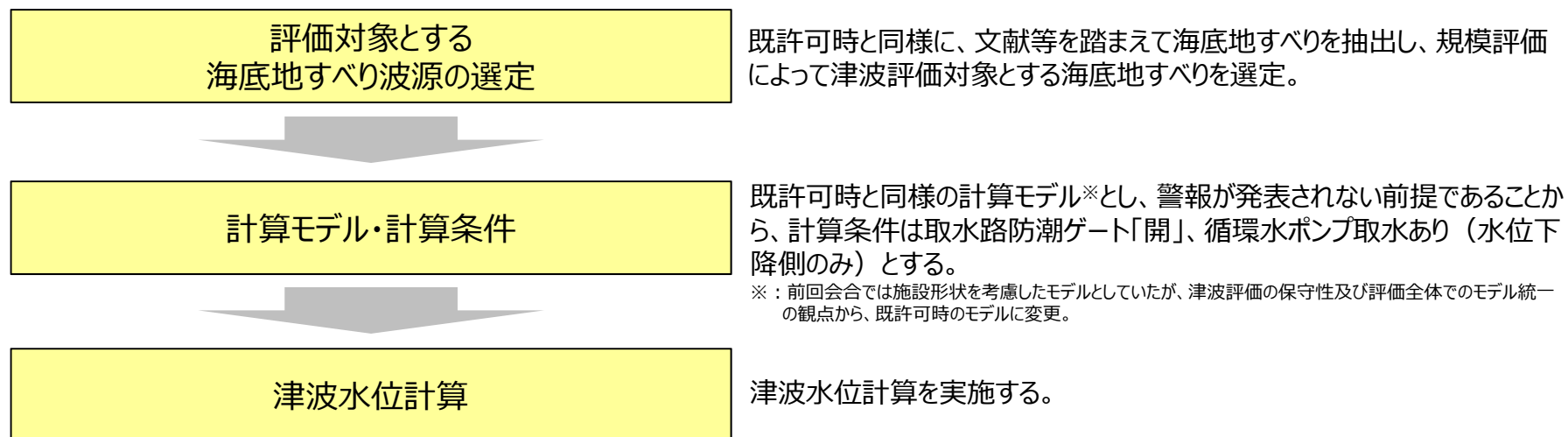
警報が発表されない可能性のある津波を考慮した基準津波評価（今回の評価）

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。



【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

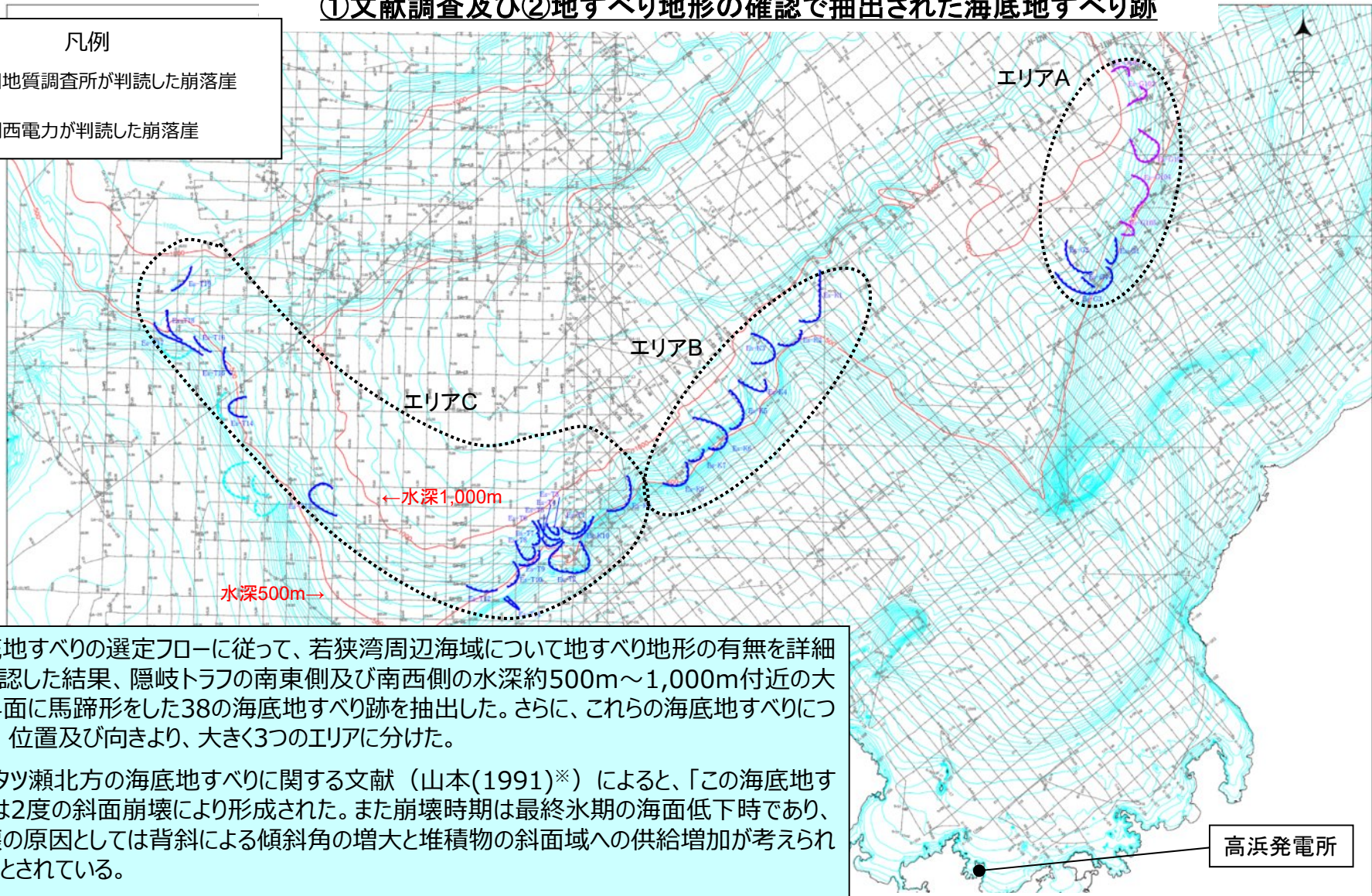
【評価対象とする海底地すべりの選定 (2 / 4)】

第314回審査会合
資料1-4-2、p.71再掲

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

凡例

-  旧地質調査所が判読した崩落崖
-  関西電力が判読した崩落崖



- 海底地すべりの選定フローに従って、若狭湾周辺海域について地すべり地形の有無を詳細に確認した結果、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た。さらに、これらの海底地すべりについて、位置及び向きより、大きく3つのエリアに分けた。
- ゲンタツ瀬北方の海底地すべりに関する文献 (山本(1991)※) によると、「この海底地すべりは2度の斜面崩壊により形成された。また崩壊時期は最終氷期の海面低下時であり、崩壊の原因としては背斜による傾斜角の増大と堆積物の斜面域への供給増加が考えられる。」とされている。
- 現在の環境を踏まえると、この地域で将来発生する海底地すべりの想定は困難であることから、上記の海底地すべり跡のうち、最大規模を考慮することとした。

※ : 山本博文(1991):「福井沖大陸斜面の海底地すべり」, 地質調査所月報, 第42巻第5号, pp.221-232.

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）】

第314回審査会合
資料1-4-2、p.73再掲

③海底地すべりの規模の評価

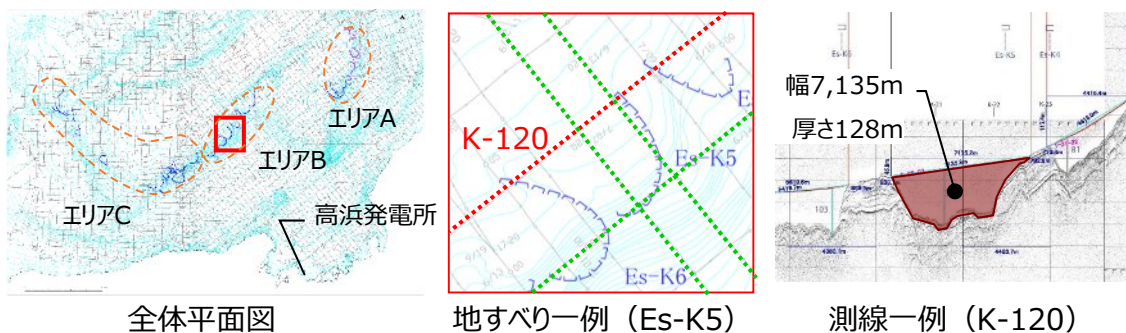
【断面積による海底地すべりの規模評価】

〔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〕

崩壊部の鉛直断面積（概算） = 幅 × 厚さ



↑ 断面積による規模評価の妥当性の確認

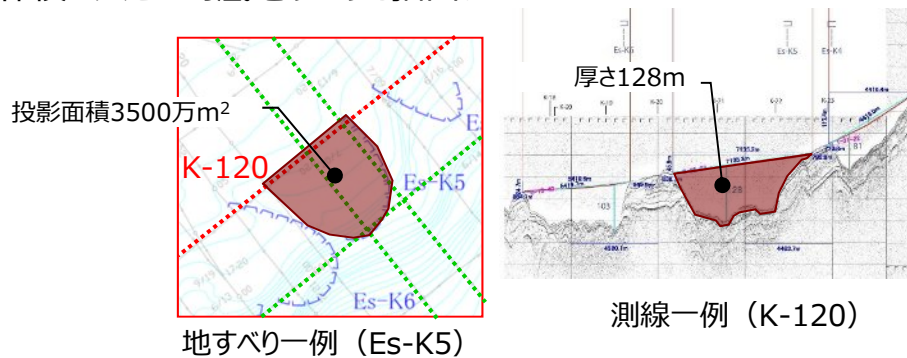
【体積による海底地すべりの規模評価】

〔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〕

崩壊部の体積（概算） = 投影面積 × 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）

第314回審査会合
資料1-4-2、p.77抜粋

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）

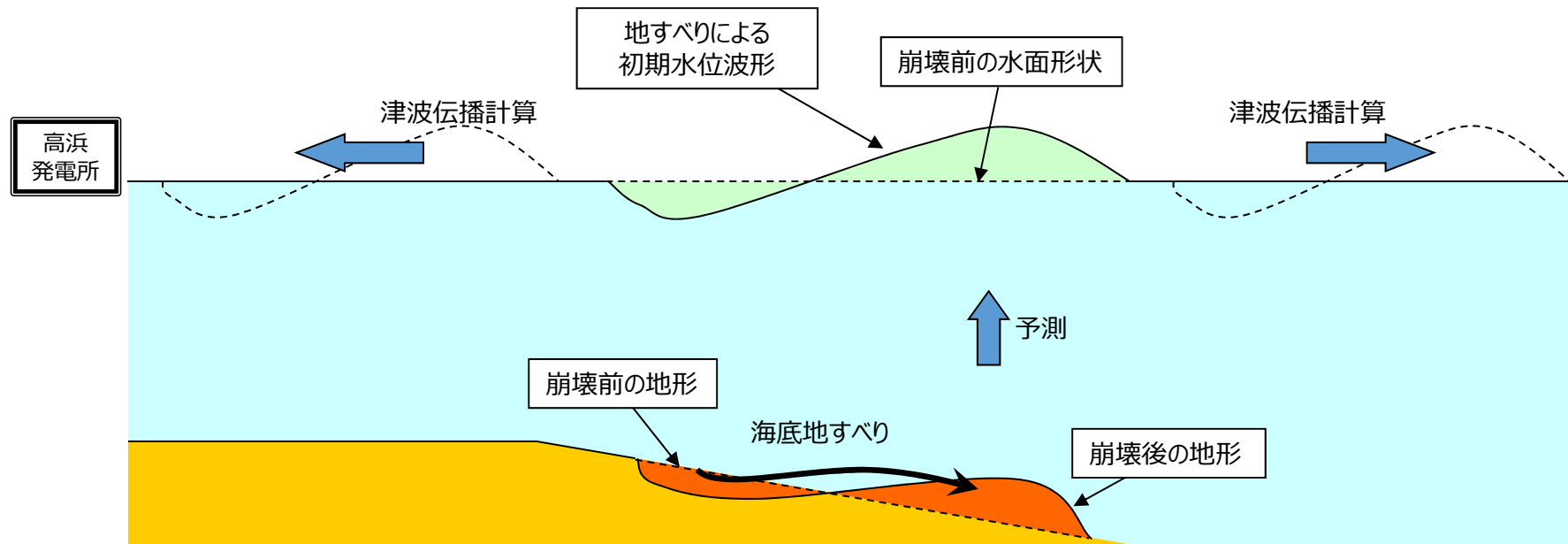
第314回審査会合
資料1-4-2、p.79抜粋

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。

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）】

第810回審査会合
資料1-1 P10再掲

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間刻みあたりの地形変化量が、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。

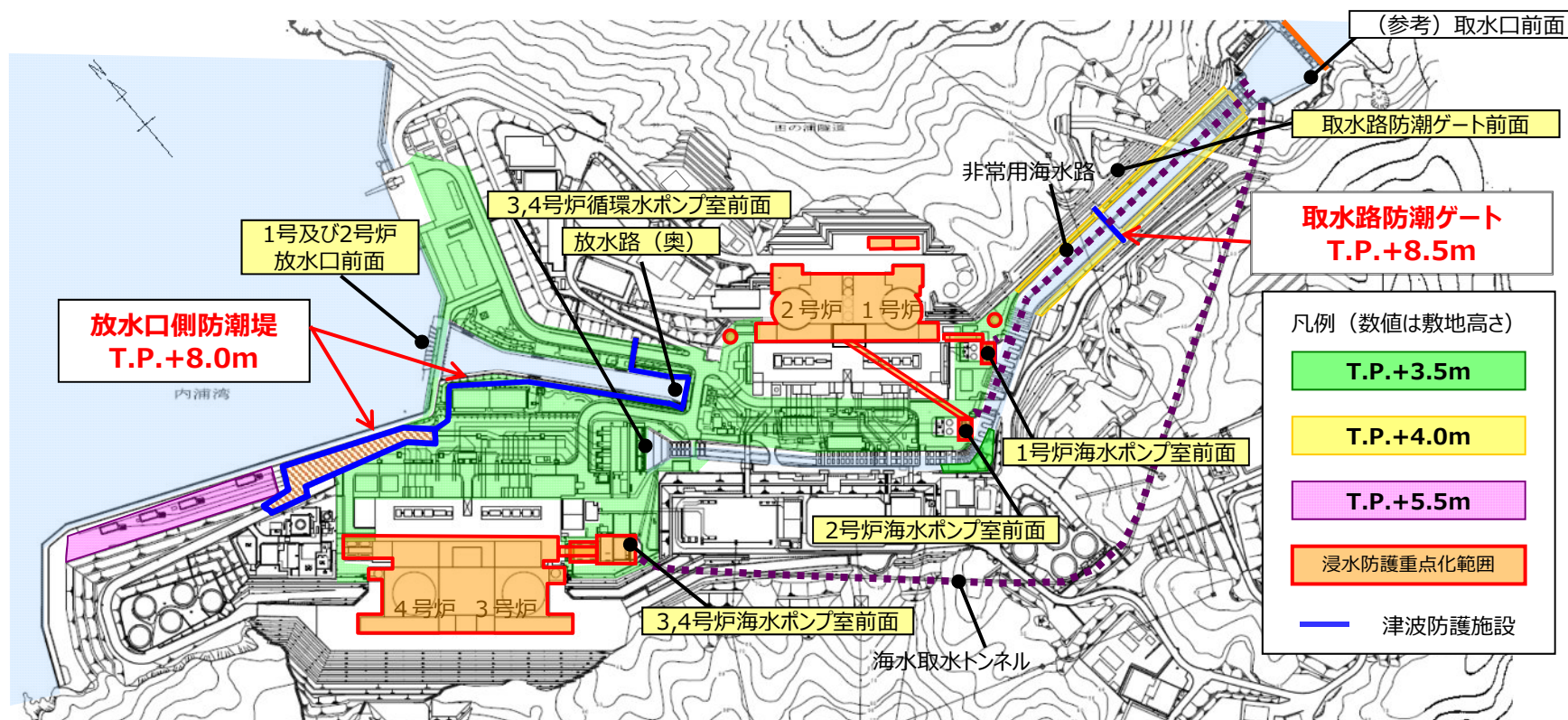
4. 地震以外に起因する津波

【計算モデル・計算条件 (3 / 5)】

第810回審査会合
資料1-1 P11再掲

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。



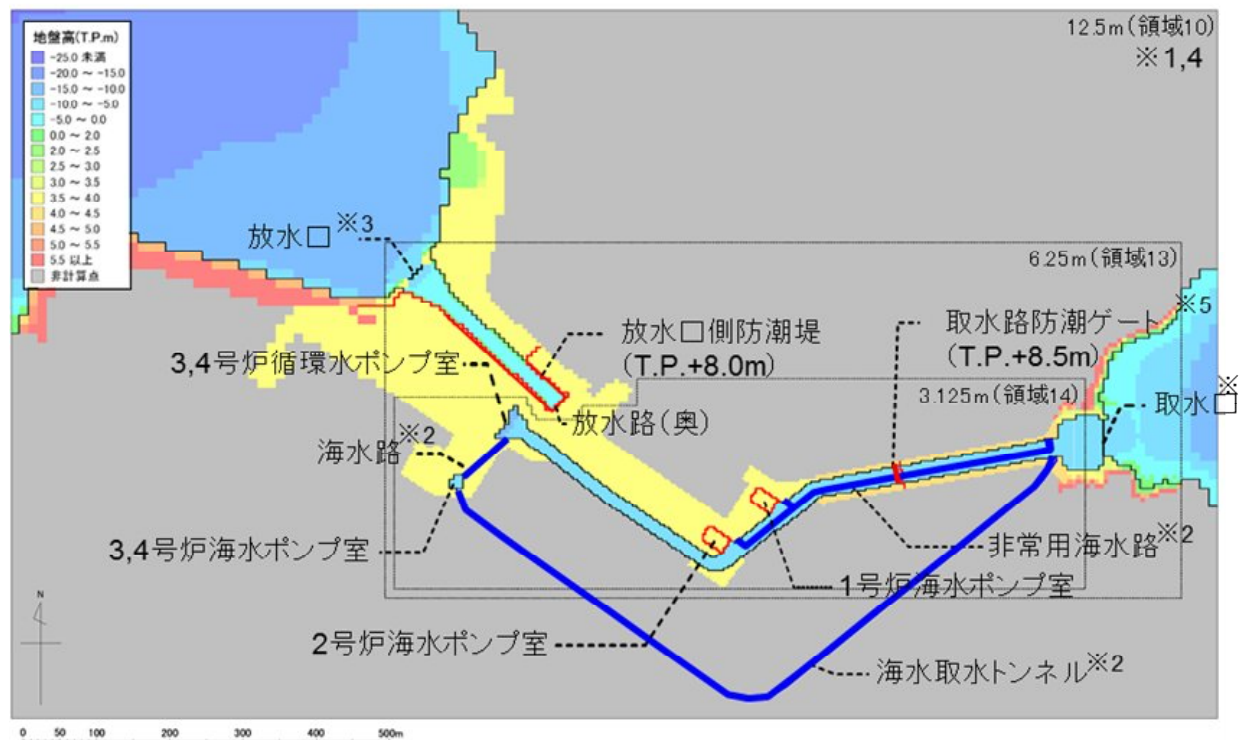
津波防護対象

- 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、燃料油貯油そう、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

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。（前回会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）】

第810回審査会合
資料1-1 P13修正

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ケースでは、後述の対策により取水路防潮ゲートは閉止されるが、第1波到達までに閉止することはできないことから、基準津波評価における計算条件として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津波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	津波警報	取水路防潮ゲート		循環水ポンプ取水量※1※2		海水ポンプ取水量※1	
		第1波到達までの閉止	計算モデルでの開閉条件	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	なし	不可	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
既許可時の検討ケース	あり	可	閉	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
		不可	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。

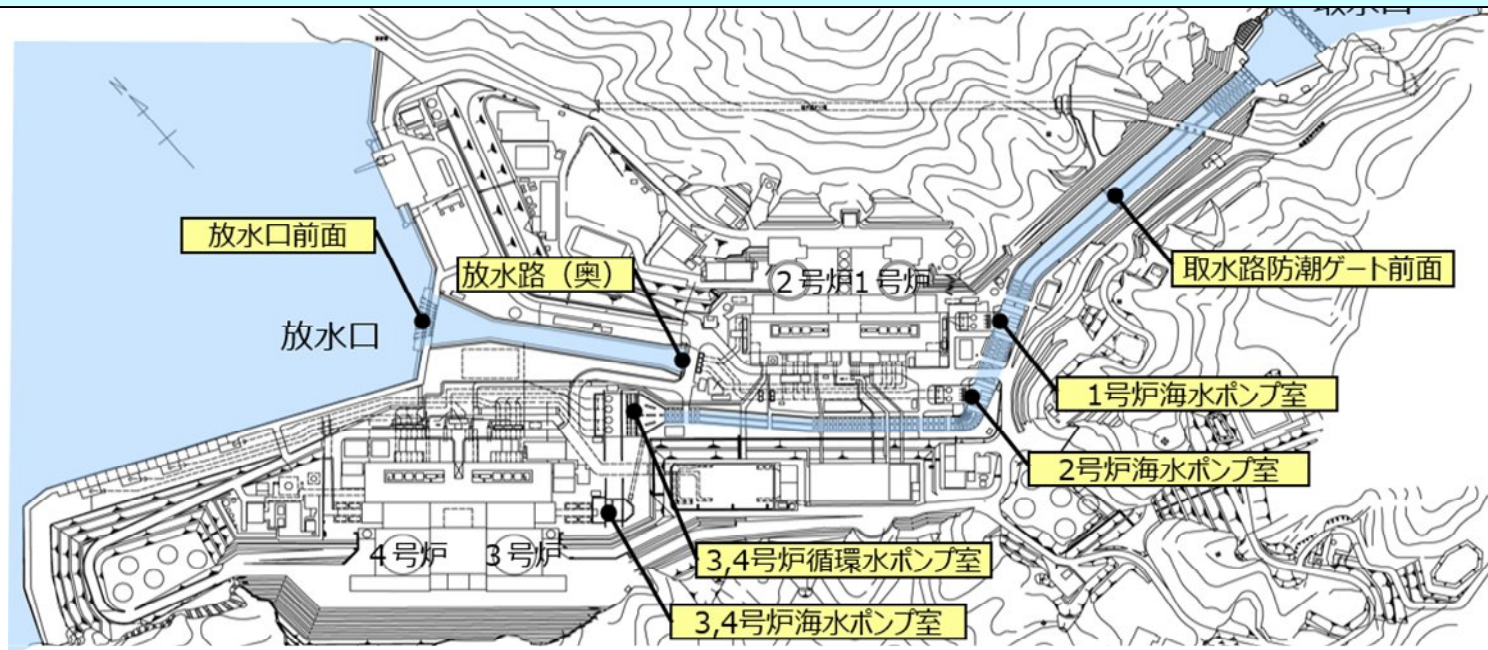
※2：循環水ポンプは、水位がT.P.-2.50mまで低下した場合に取水を停止することから、これを計算条件として設定する。なお、水位検知からポンプ取水が完全に停止するまでの時間を考慮し、水位がT.P.-2.50mまで低下してから5分後に取水停止するものとする。

4. 地震以外に起因する津波

【津波水位計算】

第810回審査会合
資料1-1 P14再掲

- ▶ 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.12,13,14含む) (13 / 24)

6. 基準津波の選定

【水位計算結果 (波源単体、一体計算)】

第810回審査会合
資料1-1 P15修正

波源単体及び一体計算における津波水位計算結果を、取水路防潮ゲート「閉」のケースと取水路防潮ゲート「開」のケースに分けて示す。この結果に基づいて、基準津波を選定する。

【取水路防潮ゲートの開閉と各評価点の関係】

- 取水路防潮ゲート「閉」のケースでは、取水路防潮ゲート前面で水位がゲート高さT.P.+8.5mを超えない限り、ゲートの内側に位置する3,4号炉循環水ポンプ室及び各海水ポンプ室では大きな水位変動は生じにくい。(非常用海水路及び海水取水トンネルがあるので、各ポンプ室位置でも水位変動は生じる。)
- 取水路防潮ゲート「開」のケースでは、取水路防潮ゲート前面で水位がゲート高さT.P.+8.5mを超えない場合でも、ゲートの内側に位置する3,4号炉循環水ポンプ室及び各海水ポンプ室において比較的大きな水位変動が生じる。
- 放水口側の放水口前面及び放水路 (奥) については、取水路防潮ゲートの開閉による影響を受けない。

● 取水路防潮ゲート「閉」のケース

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		
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	-	-	-		
	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	-0.3	-0.3	-0.3	
			Kinematicモデルによる方法	閉	2.0	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
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 防潮 ゲート※2	ケース	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
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	-	-	-

※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) ※3：地盤変動量0.23m隆起

1. 基準津波の選定 (ご指摘事項No.12,13,14含む) (14 / 24)

6. 基準津波の選定

【水位計算結果 (波源単体、一体計算)】

第810回審査会合
資料1-1 P15修正

● 取水路防潮ゲート「開」のケース

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		
地震に 起因する津波	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		
地震以外に 起因する津波	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	-0.5	-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		

基準津波 3

基準津波 4

波源モデル	発生時間 のずれ	取水路 防潮 ゲート※2	ケース	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	
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	-1.8※3	-1.8※3	-2.0※3	

基準津波 2 (既許可時)

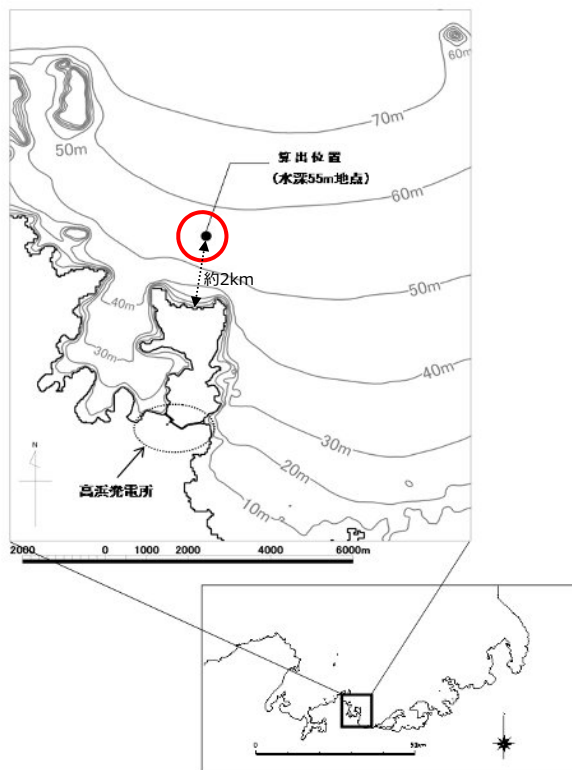
※1: 警報が発表されない前提の計算条件による評価 ※2: 閉: 取水路防潮ゲート天端TP+8.5mで全閉、開: 両系列のゲートが開いた状態 (TP±0~+8.5mはカーテンウォールあり) ※3: 地盤変動量0.23m隆起

- 既許可時評価と今回の警報なし津波を比較すると、エリアB (Kinematic、警報なし)の水位が各ポンプ室で最高・最小となるため、基準津波 3として選定する。
- エリアC (Kinematic、警報なし)については、エリアB (Kinematic、警報なし)と水位が同程度であり、3,4号炉循環水ポンプ室及び3,4号炉海水ポンプ室で敷地高さT.P.+3.5mを上回っていることから、基準津波 4として選定する。

6. 基準津波の選定

【定義位置における時刻歴波形】

第810回審査会合
資料1-1 P19再掲

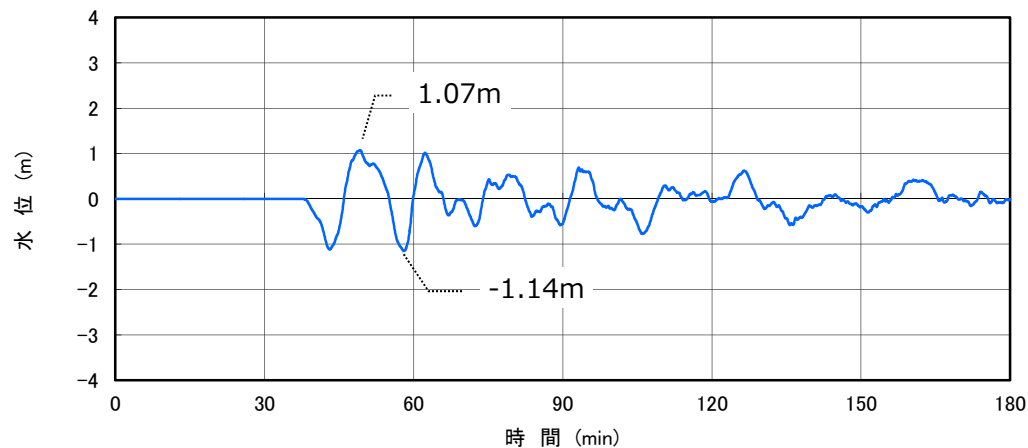


時刻歴波形の算出位置

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。

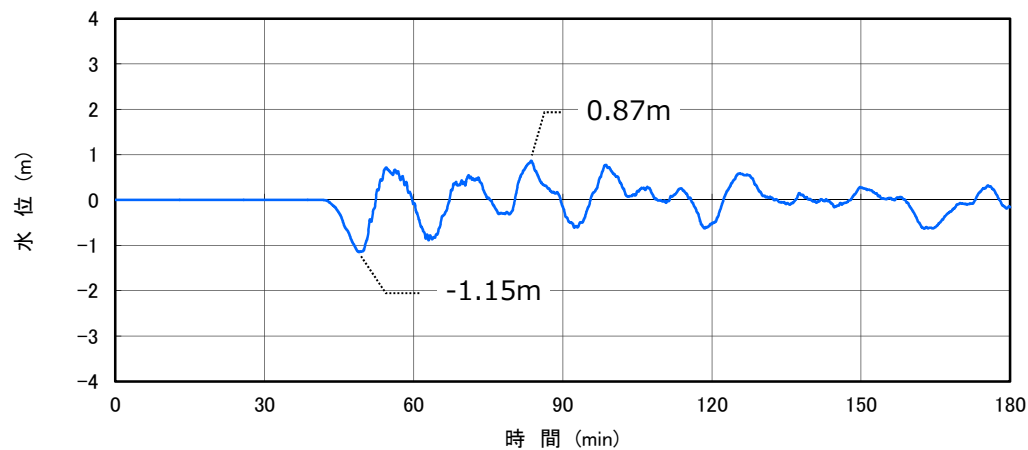
【基準津波 3】

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)



【施設影響を踏まえた対策の設定（1 / 5）】

第810回審査会合
資料1-1 P16修正

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 3（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
基準津波 4（新規追加） 海底地すべりエリアC（Kinematicモデルによる方法、警報なし）	開	3.2	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	-2.4	-2.5	-2.8

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
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	-	-	-
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*
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
海底地すべりエリアC（Kinematicモデルによる方法、警報なし）	開	3.3	3.8	3.5	3.6	3.8	3.8	4.1	-2.5	-2.6	-2.9
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

- エリアB（Kinematic、警報なし）及びエリアC（Kinematic、警報なし）による津波は、施設影響の可能性を否定できないため対策が必要。
- 次ページ以降で対策案の検討について示す。

【施設影響を踏まえた対策の設定（2 / 5）】

- 対策については、前ページまでに得られた**防潮ゲート開状態における施設影響を踏まえた検討**を行う。
- 防潮ゲート開状態における施設影響については、「①既許可で確認済みの対策のみに担保」をとる場合と、「②既許可での確認は実施していないが、実力的に発生防止、事象緩和機能を持つ設備があることや、既許可での評価条件の保守性（上昇側で、海水ポンプ・循環水ポンプを全台停止している）があることから、実運転の条件で考慮した機能影響確認（以下、**実力評価**という。）」の場合に分けて整理する。
- 以上を踏まえ、影響確認に用いる水位は、最も津波水位が厳しくなる「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)を考慮した数値を基本とする。

		施設に対する具体的な影響		
評価項目		水位上昇側（防護対象施設への浸水）	水位下降側（海水ポンプの取水性）	
基準津波3、4	高浜1、2号	既許可で確認済みの対策のみに担保	建屋 ：津波が到達する(津波水位T.P.+4.4m>敷地高さT.P.+3.5m)が建屋に水密扉、貫通部止水処置を施しており、流入しない 海水ポンプ ：津波が到達・流入するが、モータ下端まで到達しない（津波水位T.P.+4.4m<モータ下端T.P.+4.67m）ため、機能喪失しない 復水タンク ：津波は到達・流入しない（津波水位T.P.+4.4m<復水タンクT.P.+5.2m） 燃料油貯油そう ：津波は到達・流入しない（津波水位T.P.+4.4m<燃料油貯油そうT.P.+24.9m）	津波水位が実験から設定した海水ポンプの取水可能水位を下回る（津波水位T.P.-3.8m<取水可能水位T.P.-3.21m）ことから海水ポンプは機能保持できない
		実力評価	同上	同上
	高浜3、4号	既許可で確認済みの対策のみに担保	建屋 ：津波の到達・流入が否定できない（津波水位T.P.+4.4m>敷地高さT.P.+3.5m） 海水ポンプ ：津波の到達・流入が否定できず、モータ下端まで到達（津波水位T.P.+4.4m>モータ下端T.P.+3.85m）し、機能保持できない 復水タンク ：津波は到達・流入しない（津波水位T.P.+4.5m<復水タンクT.P.+15.0m） 燃料油貯油そう ：津波の到達・流入が否定できない（津波水位T.P.+4.5m>燃料油貯油そうT.P.+3.5m）	津波水位が海水ポンプのベルマウス径から計算した海水ポンプの設計取水可能水位を下回る（津波水位T.P.-3.8m<設計取水可能水位T.P.-3.52m）ことから海水ポンプは機能保持できない
		実力評価	建屋 ：津波が到達するが建屋に水密扉、貫通部止水処置を施しており、流入しない 海水ポンプ ：実態を踏まえたポンプ条件等による津波水位結果においては、津波は到達・流入しない（津波水位T.P.+3.7m<モータ下端T.P.+3.85m） 復水タンク ：同上 燃料油貯油そう ：津波の到達するが燃料油貯油そうの蓋に係る水圧の評価より流入しない	津波水位が実験から設定した海水ポンプの取水可能水位（津波水位T.P.-3.8m<取水可能水位T.P.-3.55m）を下回ることから海水ポンプは機能保持できない
(参考)基準津波1	高浜1、2号	既許可で確認済みの対策のみに担保	建屋 ：津波が到達する(津波水位T.P.+4.4m以上>敷地高さT.P.+3.5m)が建屋に水密扉、貫通部止水処置を施しており、流入しないと考えられる 海水ポンプ ：津波の到達・流入が否定できない（津波水位T.P.+4.4m以上に対し、モータ下端T.P.+4.67m） 復水タンク ：津波は到達・流入が否定できない（津波水位T.P.+4.4m以上に対し、復水タンクT.P.+5.2m） 燃料油貯油そう ：津波は到達・流入しないと考えられる（津波水位T.P.+4.4m以上に対し、燃料油貯油そうT.P.+24.9m）	津波水位が実験から設定した海水ポンプの取水可能水位を下回る（津波水位T.P.-3.7m以下<取水可能水位T.P.-3.21m）ことから海水ポンプは機能喪失する。
		実力評価	同上	同上
	高浜3、4号	既許可で確認済みの対策のみに担保	建屋 ：津波の到達・流入が否定できない（津波水位T.P.+4.4m以上>敷地高さT.P.+3.5m） 海水ポンプ ：津波の到達・流入が否定できず、モータ下端まで到達（津波水位T.P.+4.4m以上>モータ下端T.P.+3.85m）し、機能保持できない 復水タンク ：津波は到達・流入しないと考えられる（津波水位T.P.+4.5m以上に対し、復水タンクT.P.+15.0m） 燃料油貯油そう ：津波の到達・流入が否定できない（津波水位T.P.+4.5m以上>燃料油貯油そうT.P.+3.5m）	津波水位が海水ポンプのベルマウス径から計算した海水ポンプの設計取水可能水位を下回る（津波水位T.P.-3.8m以下<設計取水可能水位T.P.-3.52m）ことから海水ポンプは機能喪失する。
		実力評価	建屋 ：津波が到達するが建屋に水密扉、貫通部止水処置を施しており、流入しないと考えられる 海水ポンプ ：実態を踏まえたポンプ条件等による津波水位結果においても、津波は到達・流入が否定できないと考えられる（津波水位T.P.+3.7m以上に対し、モータ下端T.P.+3.85m） 復水タンク ：同上 燃料油貯油そう ：津波の到達するが燃料油貯油そうの蓋に係る水圧の評価より流入しないと考えられる	津波水位が実験から設定した海水ポンプの取水可能水位を下回る（津波水位T.P.-3.8m以下<取水可能水位T.P.-3.55m）ことから海水ポンプは機能喪失する。

※赤字は評価結果より影響が生じるもの。建屋は「津波防護対象施設を内包する建屋」を示す。基準津波2は「ゲート開」の状態で津波が敷地越えせず、ポンプ取水性も影響はない。

防潮ゲート開状態における施設への影響について、水位上昇側については、実力評価まで考慮した場合、施設影響はないと考えられるが、**水位下降側については、実力評価まで考慮しても海水ポンプの取水性確保が困難**

【施設影響を踏まえた対策の設定（3 / 5）】

- 前ページの施設影響の評価結果を踏まえ、津波防護対策案と津波影響について下表のとおり整理した。
- 整理した結果、対策としては、「①防潮ゲート」と「⑤防護壁+貯水堰 or 防護壁+ポンプ」が考えられる。
- ただし、⑤は、上昇側（②）および下降側（③or④）のそれぞれの対策が必要であり、これらの対策の組み合わせ（⑤）が必要となる。
また、下降側の対策は、耐震性を確保した貯水堰の設置や海水ポンプ設計の抜本的な見直しを伴うポンプ取替えが必要となり実質的に対応が困難。
- 「①防潮ゲート」は、**1つの対策で上昇側および下降側への対応が可能なこと、既許可で実績のある対策であることから合理的**である。
- したがって、設備的な条件は成立していることから、津波を検知してから施設影響のある潮位に至る前に防潮ゲートの閉止ができる時間的成立性（防潮ゲート閉止の自動化要否含む）を確認すれば有効な対策となることから、**防潮ゲート閉止の時間的成立性を確認した上で「①防潮ゲート」による対策を採用**する。（時間的成立性の確認結果は、後述する）

		対策なしの場合	対策内容				
			① 防潮ゲート (既許可対策)	② 防護壁（取水路沿い）	③ 貯水堰	④ ポンプ（改造・移設）	⑤ ②防護壁+③貯水堰 ②防護壁+④ポンプ
基準津波 3 基準津波 4	上昇側	・敷地遡上するが、実力上、設備の機能に影響なし	・運転操作あり ・敷地遡上しない	・運転操作なし ・敷地遡上しない	・運転操作なし ・敷地遡上する	・運転操作なし ・敷地遡上する	・運転操作なし ・敷地遡上しない
	下降側	・取水可能水位を下回り、海水ポンプの機能保持できない	・運転操作あり ・取水可能水位を下回らない	・運転操作なし ・取水可能水位を下回る	・運転操作なし ・取水可能水位を下回らない	・運転操作なし ・取水可能水位を下回らない	・運転操作なし ・取水可能水位を下回らない
(参考) 基準津波 1	上昇側	・敷地遡上し、海水ポンプモータの下端が浸水するため、ポンプの機能保持できないと考えられる	・運転操作あり ・敷地遡上しない	・運転操作なし ・敷地遡上しない	・運転操作なし ・敷地遡上する	・運転操作なし ・敷地遡上する	・運転操作なし ・敷地遡上しない
	下降側	・取水可能水位を下回り、海水ポンプの機能保持できない	・運転操作あり ・取水可能水位を下回らない	・運転操作なし ・取水可能水位を下回る	・運転操作なし ・取水可能水位を下回らない	・運転操作なし ・取水可能水位を下回らない	・運転操作なし ・取水可能水位を下回らない
対策方針上の論点		-	・津波検知からゲート閉止の時間成立が条件（ゲート閉止の自動化要否含む）	・耐震性確保した防護壁の設置が条件	・耐震性を確保した貯水堰の設置が条件 ・循環水ポンプによる海水ポンプ取水性能への影響回避が条件	・海水ポンプ設計の抜本的見直しが条件	・左記②～④と同様

※基準津波 2 は「ゲート開」の状態 で津波が敷地遡上せず、ポンプ取水性も影響はない

【施設影響を踏まえた対策の設定 (4 / 5)】

前ページの検討結果を踏まえ、防潮ゲートを活用した対策として、具体的に以下を設定する。

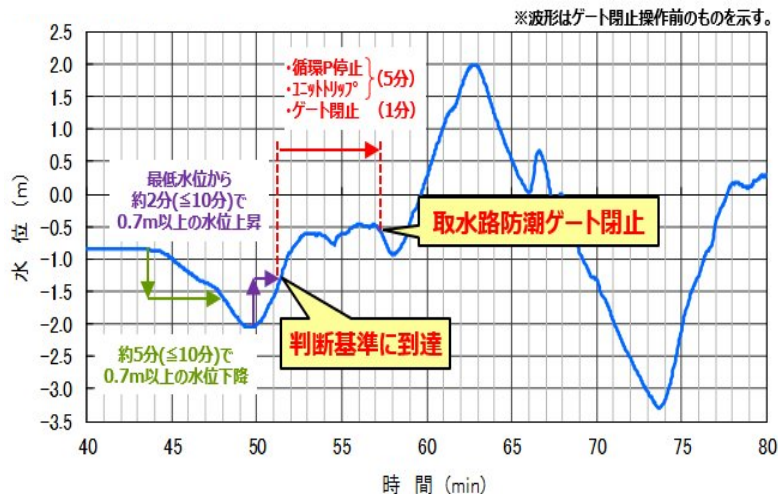
【対策】

- **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。**

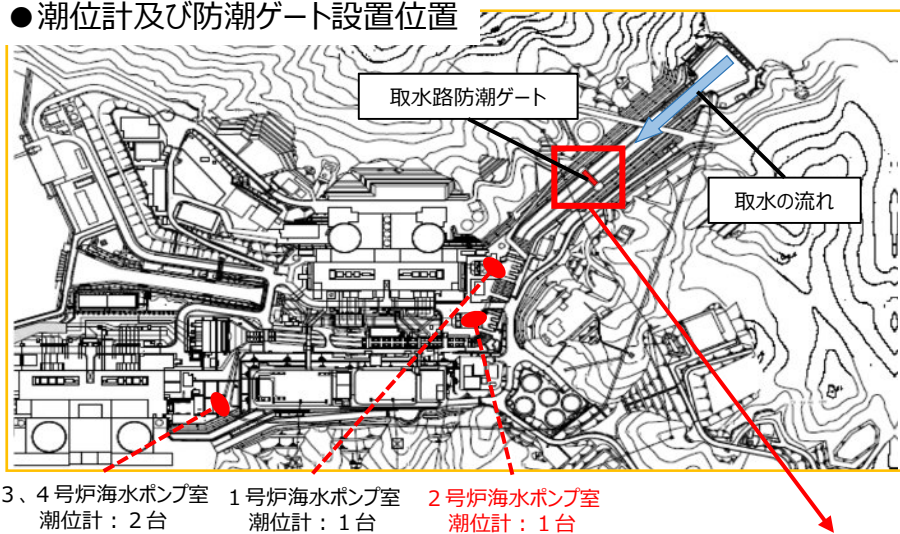
※1：潮位計（1号炉海水ポンプ室：1台、2号炉海水ポンプ室：1台、3,4号炉海水ポンプ室：2台）のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること、若しくは潮位計のうち、複数計器の観測潮位が10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降し、さらに、上昇前の潮位から2分以内に0.1m以上下降すること。

※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。

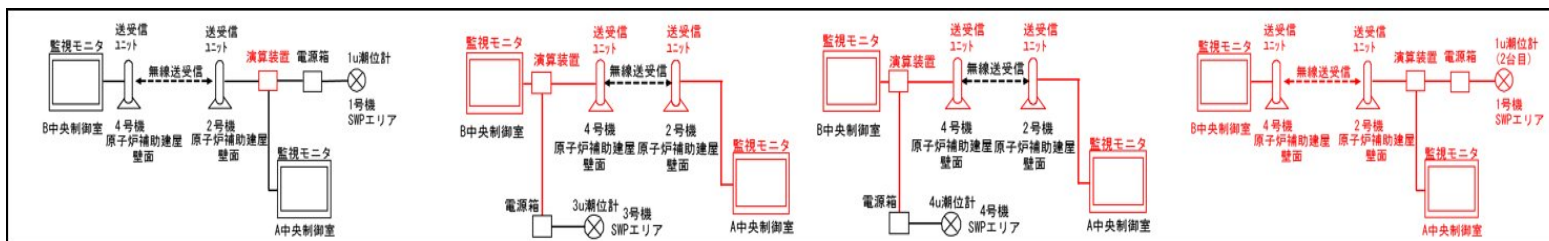
●津波襲来判断の例



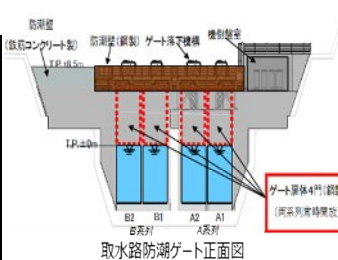
●潮位計及び防潮ゲート設置位置



●潮位計のループ構成 (追加設備は朱記部、潮位計を4重化・独立化し、警報機能を追加)



●取水路防潮ゲート正面図



1. 基準津波の選定 (ご指摘事項No.12,13,14含む) (20/24)

第810回審査会合
資料1-1 P18修正

【施設影響を踏まえた対策の設定 (5/5)】

数字はT.P.(m)

		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
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3

基準津波4

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※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	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	-0.6	-0.7	-1.3
	Kinematicモデルによる方法	開→閉	2.2	2.2	1.8	1.8	2.3	1.8	1.9	-1.0	-1.0	-1.6
エリアB (警報なし※1)	Watts他の予測式	開→閉	2.3	1.4	1.1	1.2	1.5	2.1	2.3	-1.4	-1.4	-1.9
	Kinematicモデルによる方法	開→閉	4.2	2.3	1.9	1.8	2.4	3.9	4.1	-2.1	-2.2	-3.0
エリアC (警報なし※1)	Watts他の予測式	開→閉	2.5	1.5	1.3	1.3	1.7	1.3	1.5	-1.5	-1.6	-2.1
	Kinematicモデルによる方法	開→閉	3.4	1.6	1.3	1.3	1.7	3.8	4.0	-2.0	-2.1	-2.9
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

※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

- 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、潮位のばらつきを考慮しても、いずれのケースにおいても施設への影響が生じないことを確認した。
- 対策を反映した水位評価結果については、入力津波の検討において考慮する。

【評価条件、モデルの妥当性（1 / 4）】

第810回審査会合
資料1-1 P21修正

● 既許可時と今回申請時の基準津波評価の条件比較

		既許可時の基準津波評価		今回申請時の基準津波評価 (警報なし津波のケース)
津波評価計算	取水路防潮ゲートの開閉条件	閉 (第1波到達までに防潮ゲートが閉止されるケース)	開 (第1波到達までに防潮ゲートが閉止されないケース)	開→閉 (第1波到達後に防潮ゲートを閉止)
	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）を用いて申請を行っていた。
- しかし、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付きにくい状態であったため、本資料の基準津波評価では計算モデルを既許可モデルに統一している。
- ただし、モデルの差異による基準津波選定への影響を確認する。確認方法としては、基準津波1, 2の波源及び既許可モデルで基準津波1, 2に近い水位の波源について、修正モデルでの計算を実施し、修正モデルを用いた場合でも最高水位・最低水位となる波源が変わらないことを確認する。
- また、海底地すべりエリアA～C（警報なし）について、修正モデルでの計算を実施し、修正モデルを用いた場合でも基準津波3, 4を超える波源がないことを確認する。

【評価条件、モデルの妥当性 (2 / 4)】

● 既許可モデルによる計算結果

数字はT.P.(m)、赤字は各評価点の最大値、青字は各評価点の2～4位

【取水路防潮ゲート「閉」のケース】 波源モデル			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	
地震に 起因する津波	大陸棚外縁～B～野坂断層		閉	②5.3	0.9	0.9	0.9	1.3	2.1	2.1	-	-	-	
	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	④1.1	1.3	②3.7	②4.0	④-1.1	④-1.0	-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	④1.1	1.2	②3.7	③3.9	-0.9	-0.9	④-1.2
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	③4.5	1.1	1.1	④1.1	1.4	④3.6	④3.8	-0.8	-0.8	-1.0	
	秋田県モデル (日本海東縁部の断層)		閉	④4.4	③1.7	③1.7	③1.7	③1.7	2.9	3.0	③-1.4	③-1.4	③-1.6	
	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	-	-	-	
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)の組み合わせ (78秒ずれ)			閉	①5.5	④1.3	④1.2	④1.1	③1.7	①5.3	①6.2	-	-	-	
【取水路防潮ゲート「開」のケース】 波源モデル			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	
地震に 起因する津波	FO-A～FO-B～熊川断層		開	2.0	②2.1	②1.9	②1.9	①2.5	2.7	2.8	①-1.9※3	①-1.8※3	①-2.0※3	
地震以外に 起因する津波	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
基準津波 2 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	①2.5	①2.2	①2.2	①2.5	2.7	2.7	②-1.8※3	①-1.8※3	①-2.0※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: 取水路防潮ゲート先端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

- 既許可モデルによる津波水位計算結果から、基準津波に比較的近い値になっているものとして各評価点における水位が全体の2～4位の波源を確認した。
- その結果、水位が2～4位の波源として、「大陸棚外縁～B～野坂断層」、「FO-A～FO-B～熊川断層」、「エリアB (Kinematicモデル)」、「エリアC (Kinematicモデル)」、「福井県モデル (若狭海丘列付近断層)」、「秋田県モデル (日本海東縁部の断層)」を抽出した。

【評価条件、モデルの妥当性 (3 / 4)】

● 既許可モデルによる計算結果

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「閉」のケース】 波源モデル		取水路 防潮 ゲート※1	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	
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	-	-	-	
地震以外に 起因する津波	海底地すべり	エリアB 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 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
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	
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)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	-	-	-	

【取水路防潮ゲート「開」のケース】 波源モデル		取水路 防潮 ゲート※1	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
地震に 起因する津波	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※2	-1.8※2	-2.0※2
基準津波 2 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※2	-1.8※2	-2.0※2

● 修正モデルによる計算結果

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「閉」のケース】 波源モデル		取水路 防潮 ゲート※1	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	
地震に 起因する津波	大陸棚外縁～B～野坂断層	閉	4.5	0.8	0.7	0.7	1.0	2.1	2.1	-	-	-	
地震以外に 起因する津波	海底地すべり	エリアB Kinematicモデルによる方法	閉	3.9	0.9	0.9	0.8	1.0	3.7	4.0	-1.0	-1.0	-1.1
		エリアC Kinematicモデルによる方法	閉	3.2	0.8	0.8	0.8	0.9	3.7	3.9	-0.9	-0.9	-1.0
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	4.4	0.9	0.9	0.9	1.1	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	1.5	1.5	1.5	1.5	2.9	3.0	-1.4	-1.4	-1.6	
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)の組み合わせ (78秒ずれ)		閉	5.4	0.9	0.9	0.9	1.3	5.3	6.2	-	-	-	

【取水路防潮ゲート「開」のケース】 波源モデル		取水路 防潮 ゲート※1	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
地震に 起因する津波	FO-A～FO-B～熊川断層	開	1.8	2.0	1.8	1.8	2.1	2.7	2.8	-1.7※2	-1.6※2	-1.9※2
基準津波 2 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	2.1	2.3	2.0	2.0	2.2	2.7	2.7	-1.6※2	-1.6※2	-1.9※2

※1：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) ※2：地盤変動量0.23m隆起

- 既許可モデル及び修正モデルによる計算結果の比較では、各評価点において最高水位・最低水位となる波源は同じであった。したがって、モデルの差異は基準津波の選定には影響しない。
- ただし、モデルによって水位評価結果に差異が生じることから、修正モデルの影響については入力津波の検討において考慮する。

【評価条件、モデルの妥当性（4 / 4）】

●既許可モデルによる計算結果

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 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
海底地すべり	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	2.0	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	基準津波 3	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	基準津波 4	開	3.2	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	-2.4	-2.5	-2.8

●修正モデルによる計算結果

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 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
海底地すべり	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	-1.0	-1.1	-1.7
		Kinematicモデルによる方法		開	1.9	2.2	1.9	2.0	2.3	1.6	1.8	-1.6	-1.7	-2.4
	エリアB	Watts他の予測式		開	2.0	2.3	2.1	2.2	2.3	1.9	2.2	-1.7	-1.8	-2.5
		Kinematicモデルによる方法	基準津波 3	開	3.4	3.7	3.2	3.3	3.8	3.7	4.0	-3.3	-3.4	-3.5
	エリアC	Watts他の予測式		開	1.3	1.6	1.3	1.4	1.7	1.1	1.4	-1.5	-1.6	-2.2
		Kinematicモデルによる方法	基準津波 4	開	2.9	3.3	2.8	3.0	3.4	3.7	3.9	-2.2	-2.3	-3.1

※1：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）

- 既許可モデル及び修正モデルによる計算結果の比較では、各評価点において基準津波3, 4を超える波源はなかった。したがって、モデルの差異は基準津波3, 4の選定には影響しない。
- ただし、モデルによって水位評価結果に差異が生じることから、修正モデルの影響については入力津波の検討において考慮する。

【トリガーの妥当性確認のための検討フロー（1/2）】

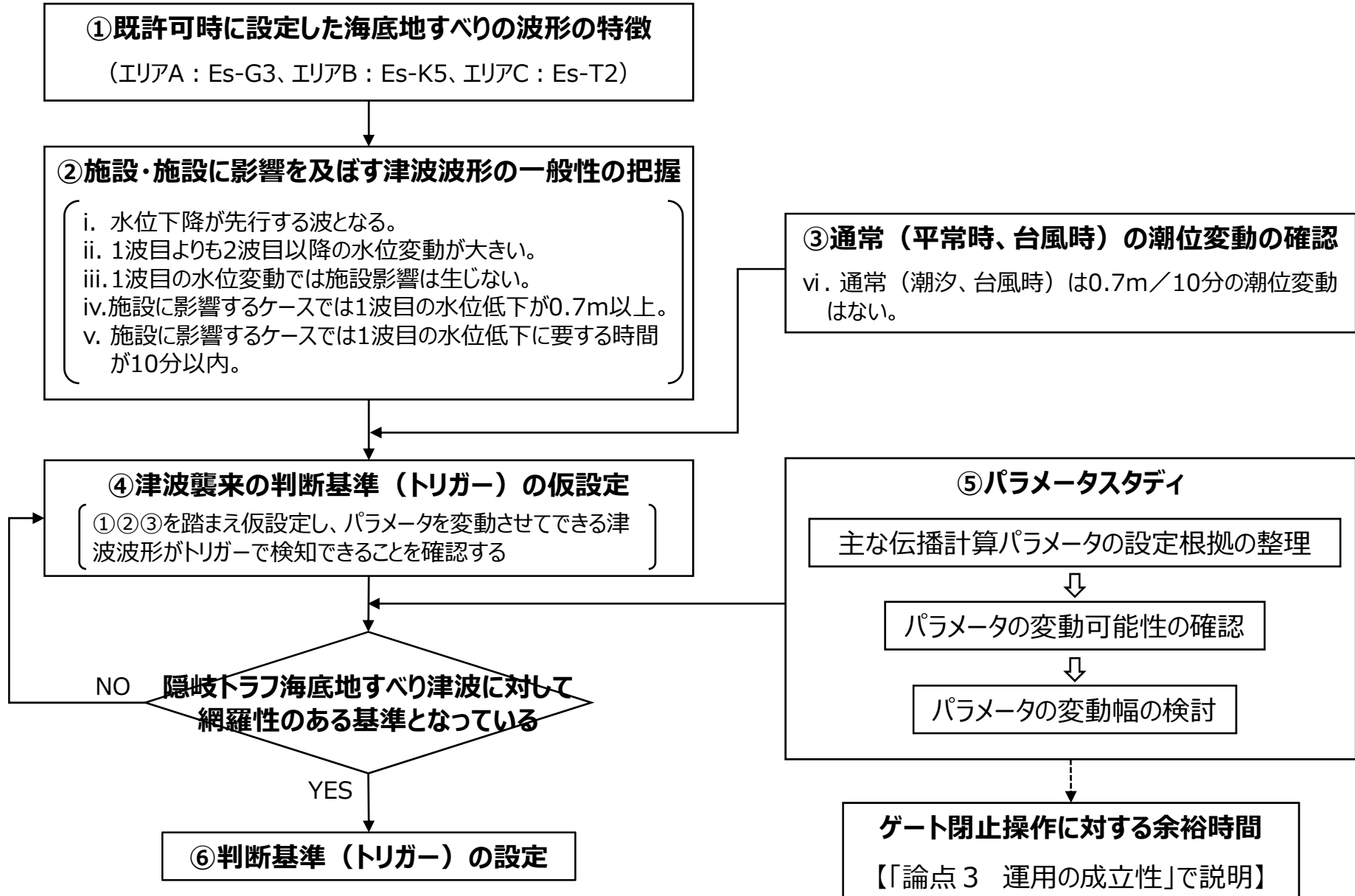
基準津波選定時の基本的な考え方

- 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きものを抽出する。
- 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。

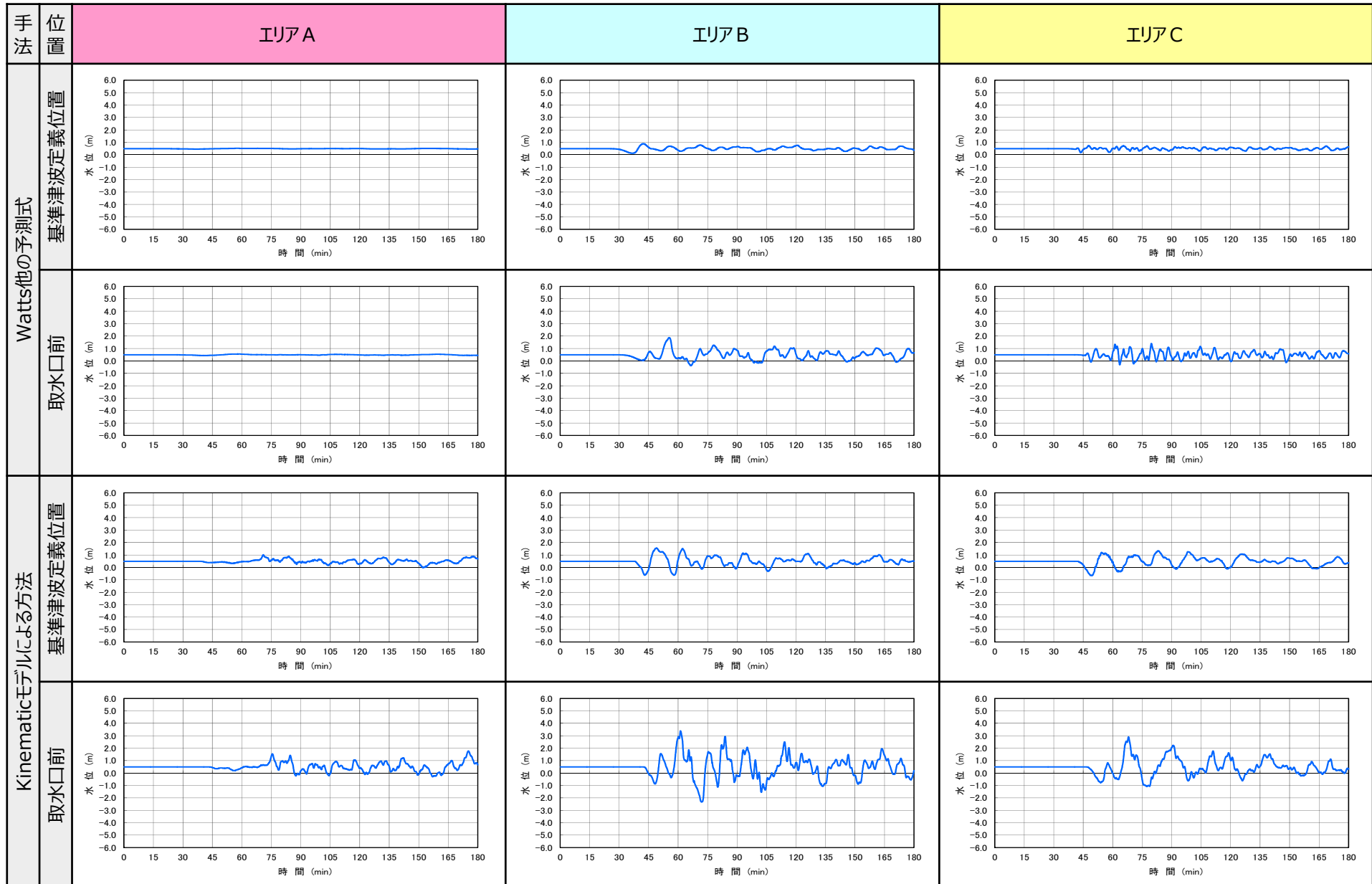
【トリガーの妥当性確認のための検討フロー（2/2）】



【時刻歴波形の特徴（1 / 2）】

第810回審査会合
資料1-1 P25再掲

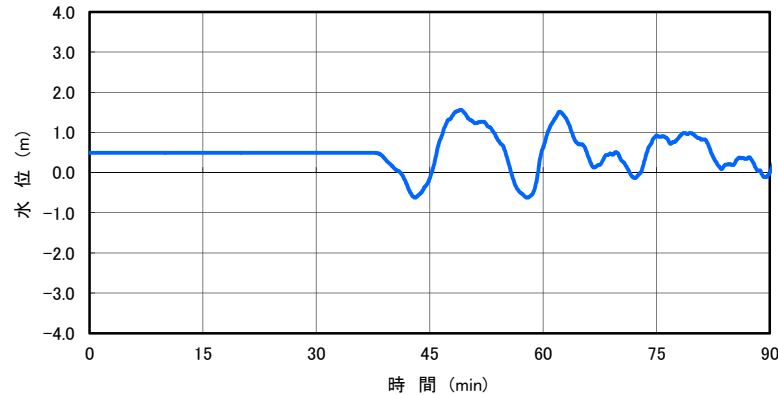
各波源（水位上昇側）の基準津波定義位置及び取水口前の時刻歴波形を示す。



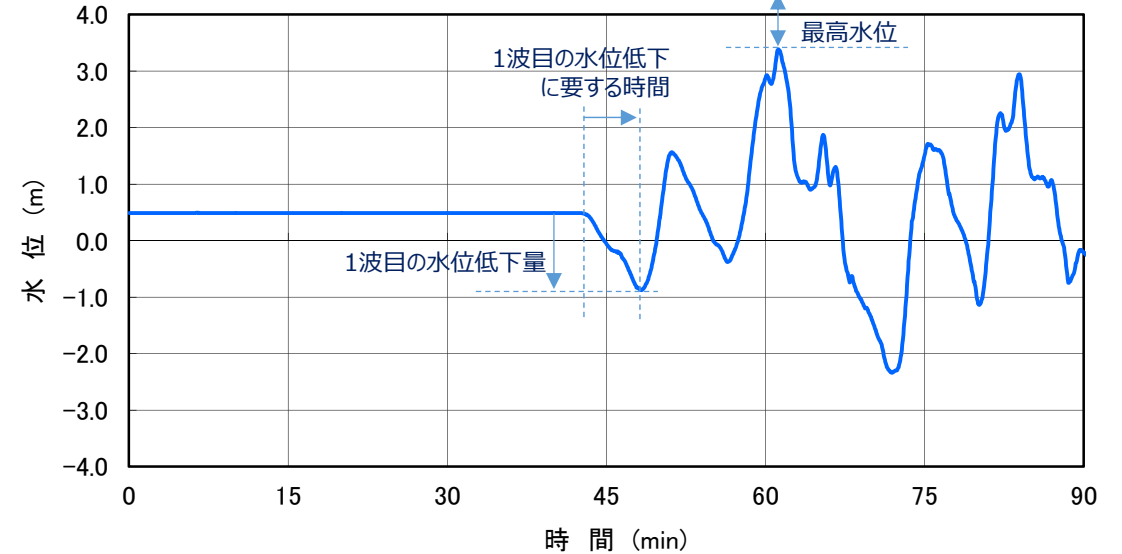
【時刻歴波形の特徴（2 / 2）】

第810回審査会合
資料1-1 P26再掲

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。

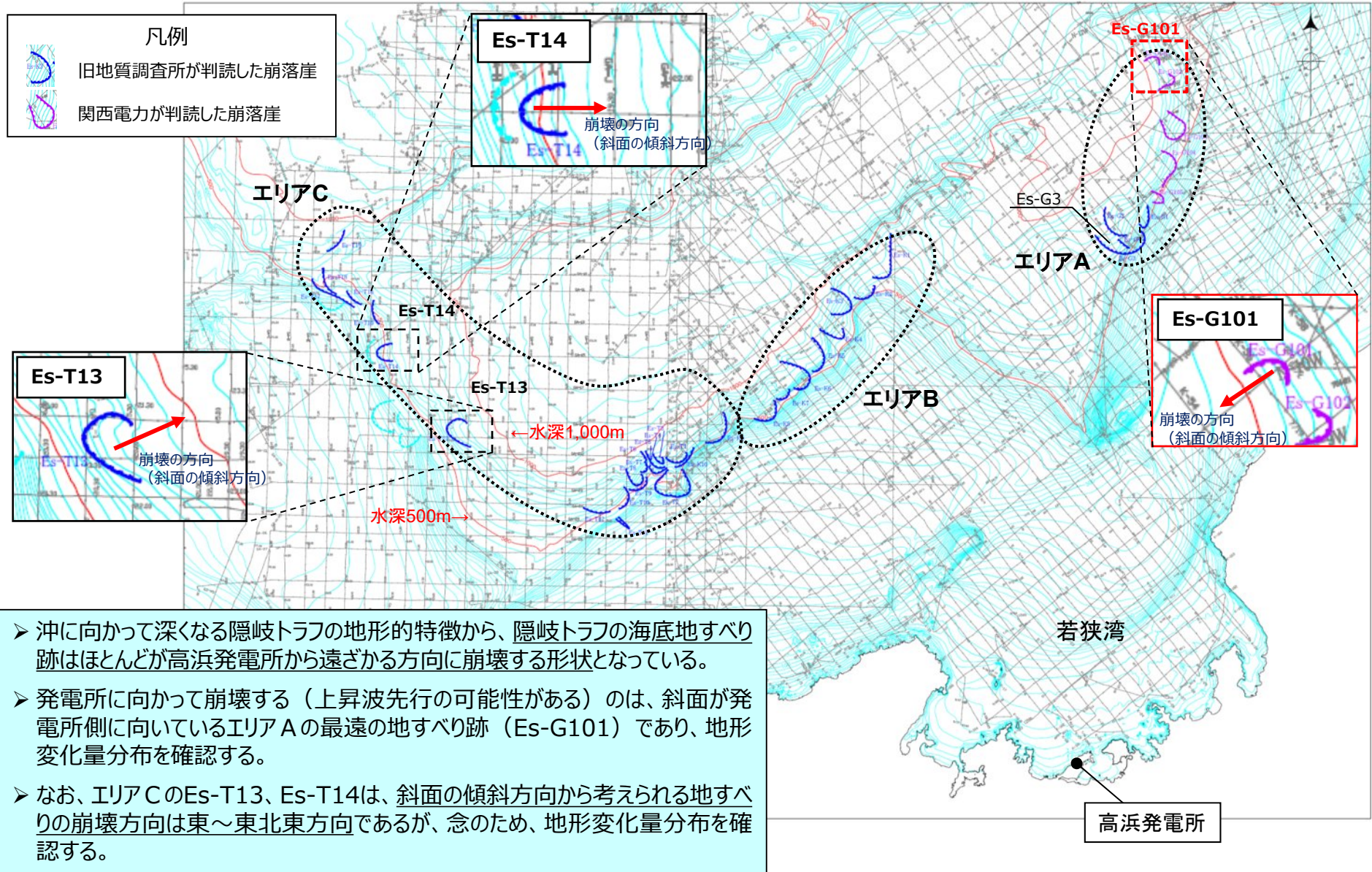
【海底地すべり津波の計算条件の設定根拠及びパラメータスタディの要否】

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。 	<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> <ul style="list-style-type: none"> 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>【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）】

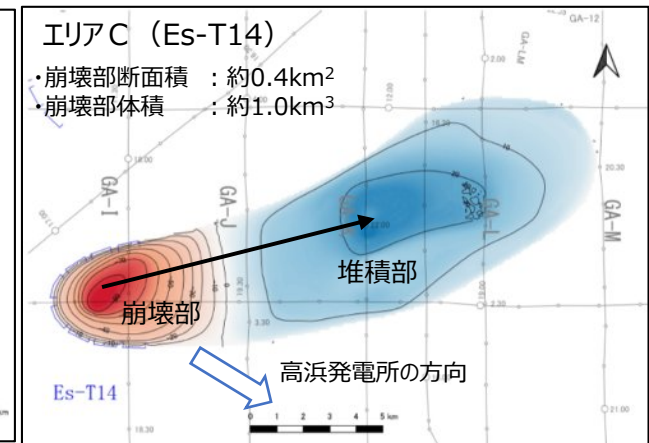
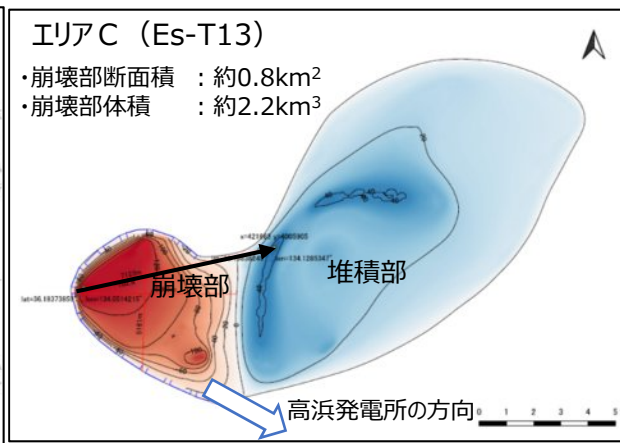
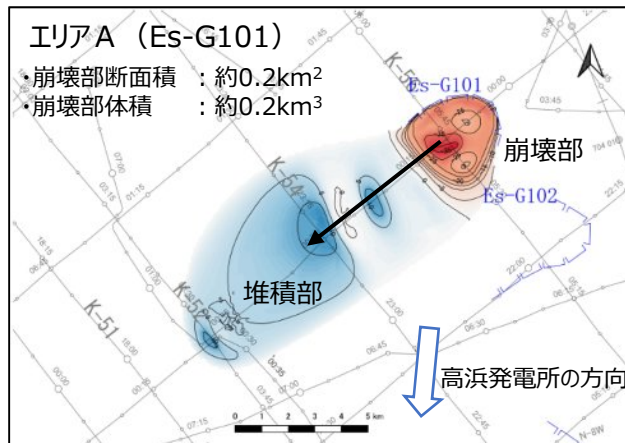
● 隠岐トラフ海底地すべりの向き・位置



【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。

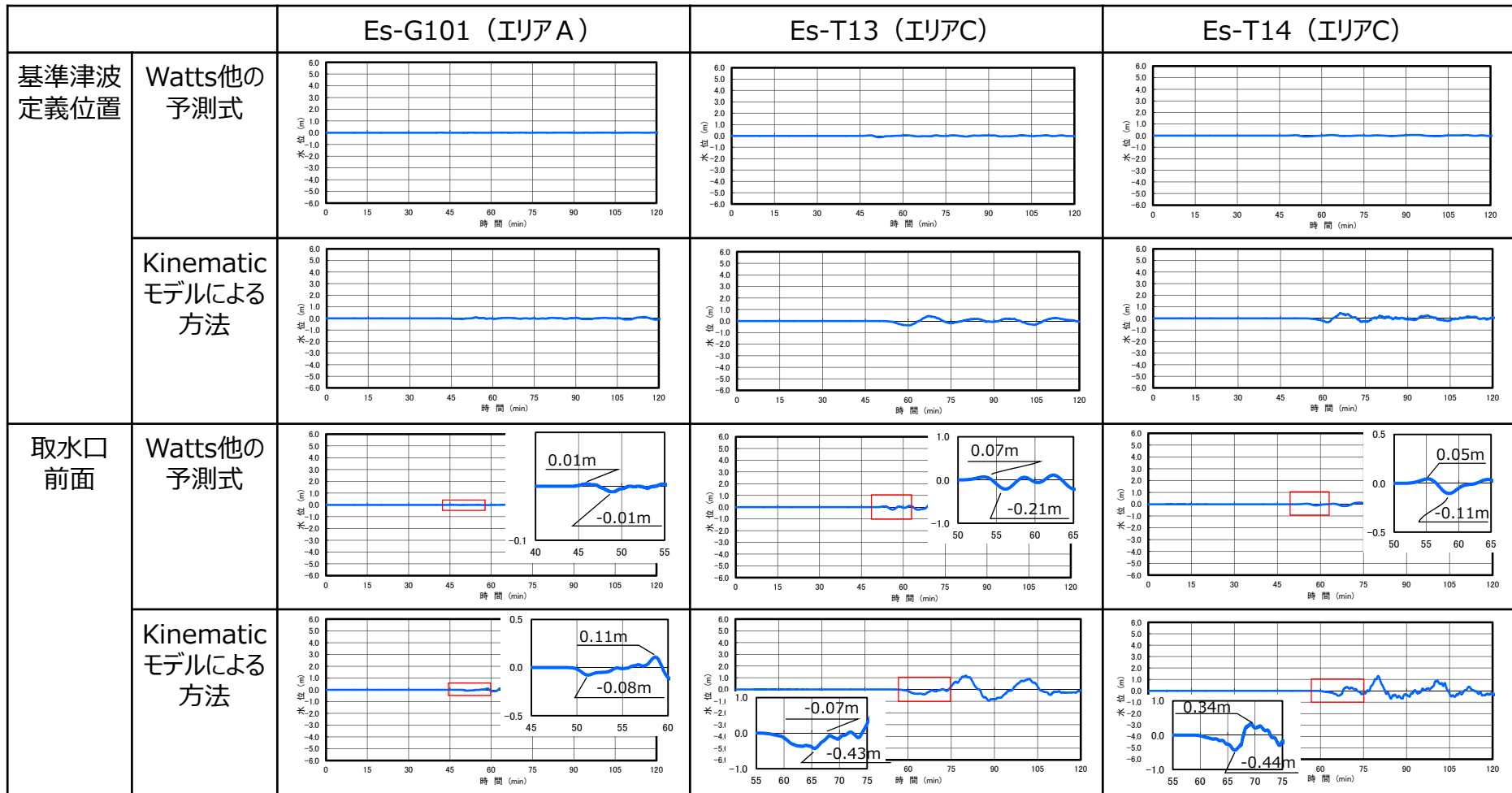
エリアCのEs-T13では、堆積部と崩壊部の位置関係から、東北東向きに崩壊となっている。したがって、高浜発電所に向かった崩壊にはなっていない。

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）

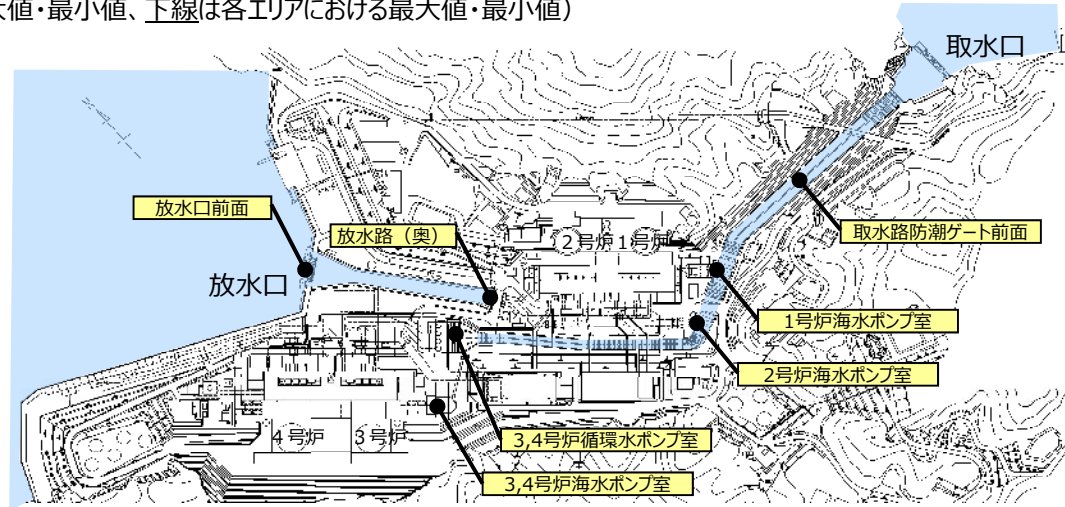


Watts他の予測式を用いた評価で上昇波先行の波形となっており、上昇波が先行する波源もあることを確認したものの、津波高さは小さく、「水位下降が先行する波となる」という当該津波波形の一般性を変更する必要はないと考える。

【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）



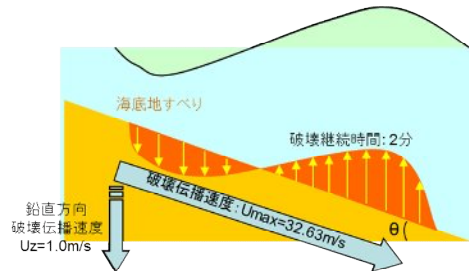
数字は、T.P.(m)

			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
青字は既許可時に選定した地すべり地形													
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

【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 / 14）】

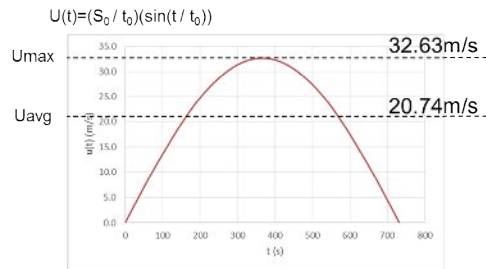
海底地すべりによる津波の計算のうち、水位変動が大きいKinematicモデルによる検討においては、破壊伝播速度としてWatts他の予測式による海底地すべりの速度の最大値 U_{max} を採用している。既許可時の検討より、破壊伝播速度が大きいほど振幅が大きくなり周期が短くなることを確認している。

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。

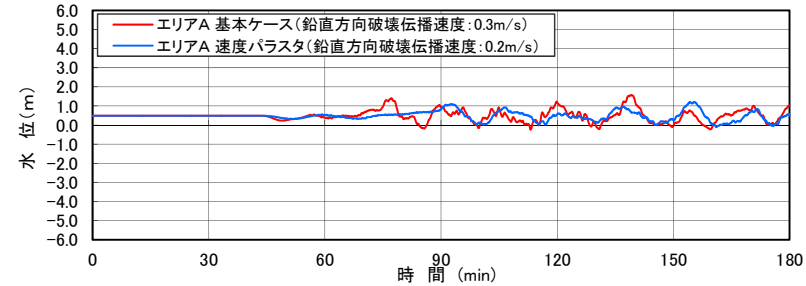
Watts他の予測式による海底地すべり速度Uの時間変化（エリアBの場合）



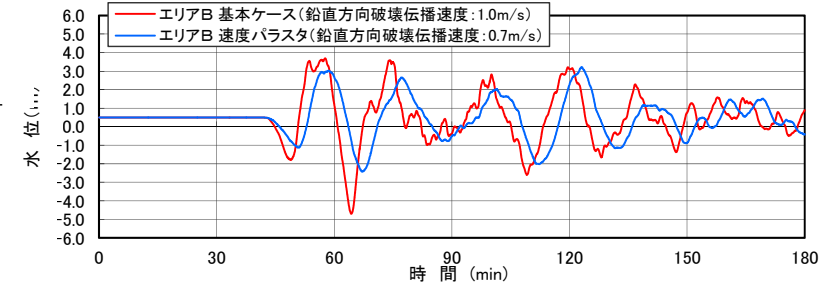
検討ケース	伝播速度 U (m/s)	鉛直伝播速度 Uz (m/s)
U_{max} (基本ケース)	32.63	1.0
U_{avg} (パラスタケース)	20.74	0.7

基準津波定義位置の津波波形

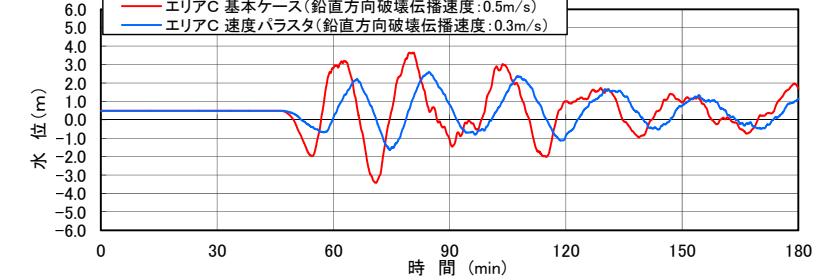
・エリアA



・エリアB



・エリアC

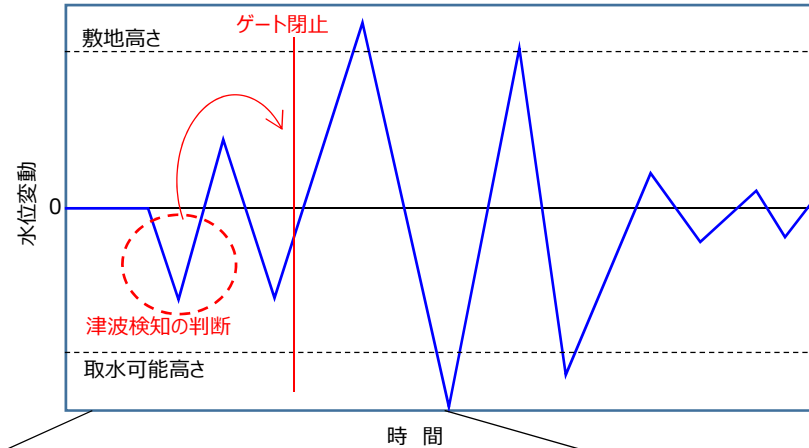


- 破壊伝播速度が大きいほど振幅が大きくなり周期が短くなる傾向があることを確認しているものの、判断基準（トリガー）の妥当性の観点から、1波目の形状変化の傾向及び1波目と2波目以降の増幅傾向を詳細に把握するため、より詳細なパラメータスタディを実施する。
- なお、パラメータの破壊伝播速度の上限値は、既許可時の検討に準じ、Watts他の予測式による破壊伝播速度の最大値 U_{max} とする。

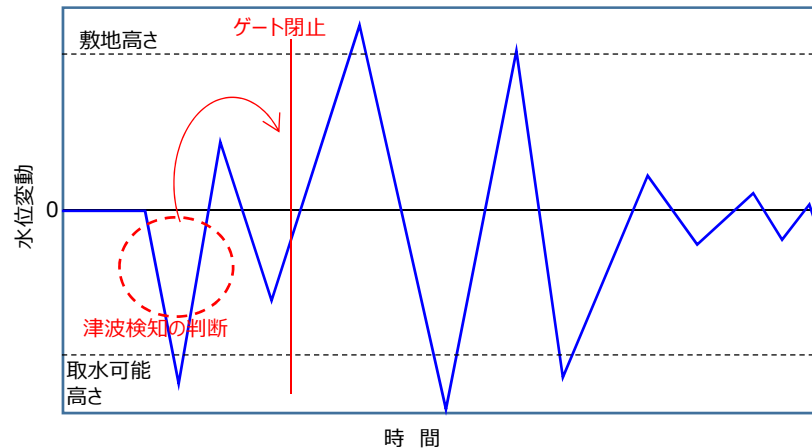
【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（2 / 14）】

●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。

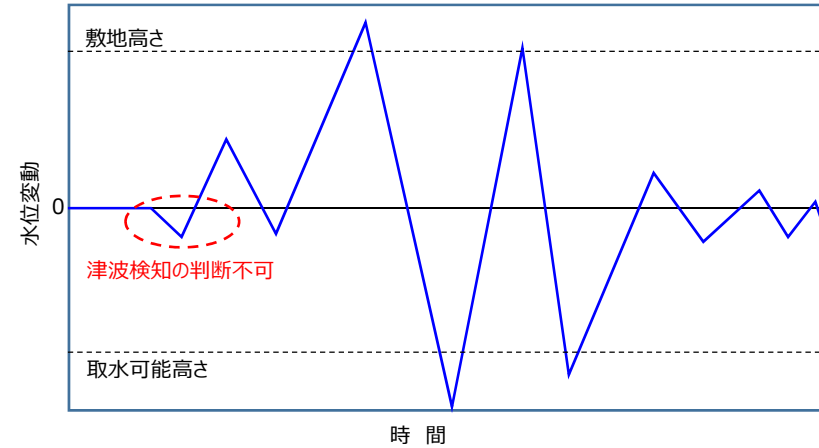


① 1波目の水位低下で施設影響が生じるケース



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 / 14）】

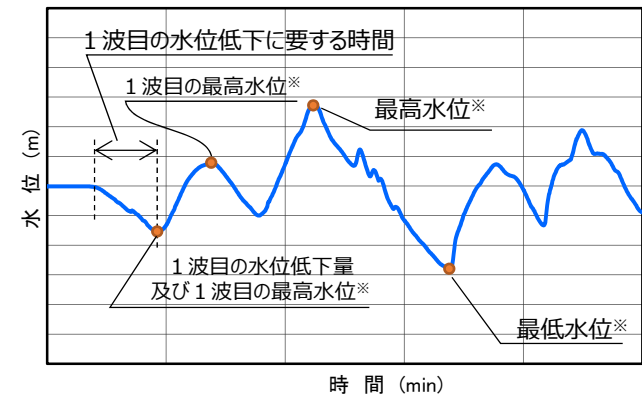
海底地すべり速度（破壊伝播速度）のパラメータスタディについては、施設影響が生じるエリアB（Kinematicモデル）、エリアC（Kinematicモデル）を選定する。

●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



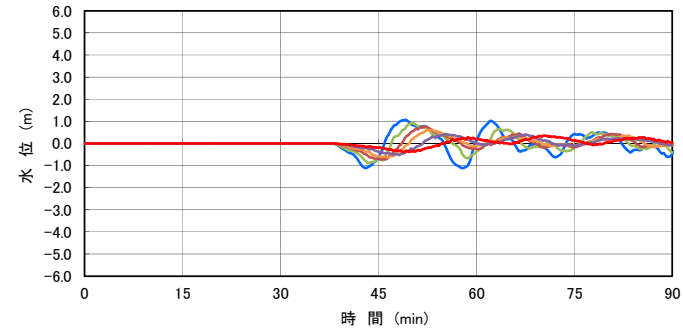
※最高水位には、潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮し、最低水位には、潮位のばらつきを考慮する

【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 / 14）】

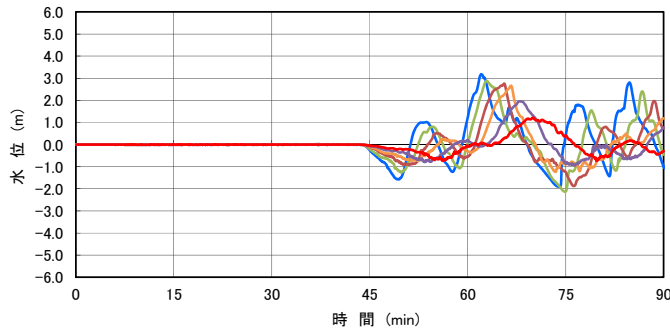
●海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）：水位上昇側（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記）

- 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

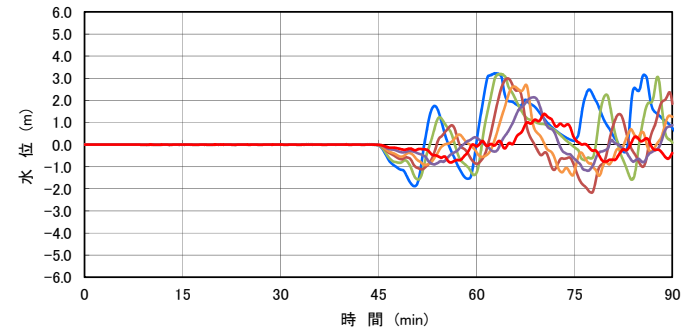
基準津波（水深5.5m）



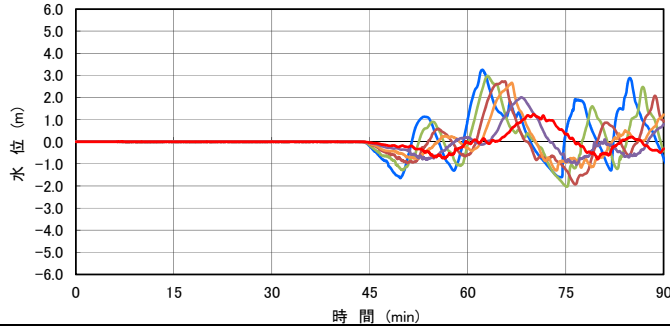
1号炉海水ポンプ室



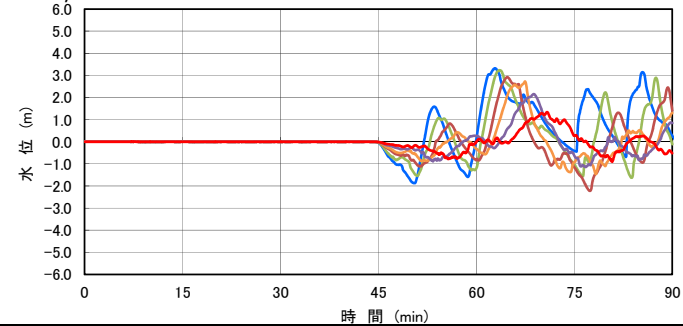
3,4号炉海水ポンプ室



2号炉海水ポンプ室



3,4号炉循環水ポンプ室



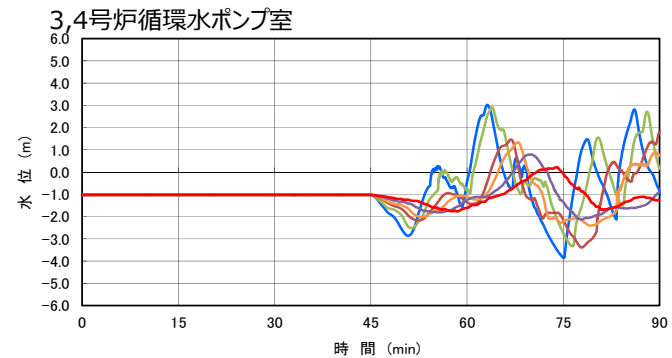
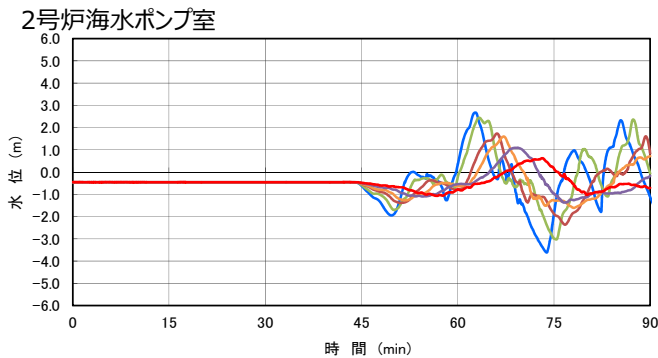
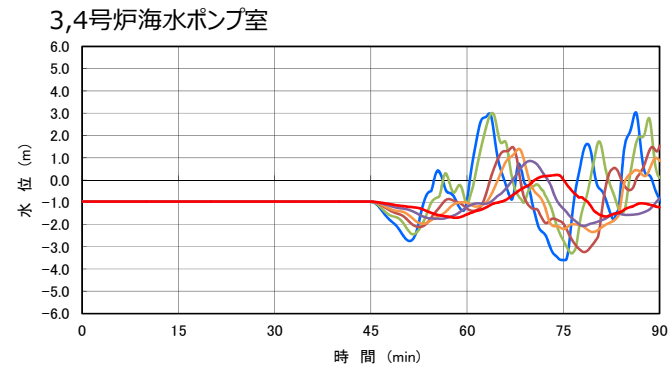
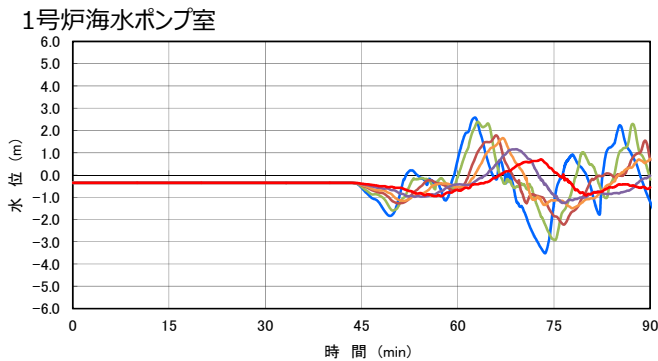
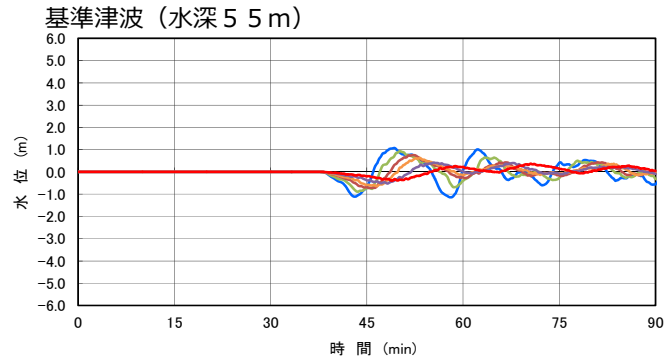
エリアB（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 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））（5 / 14）】

●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。

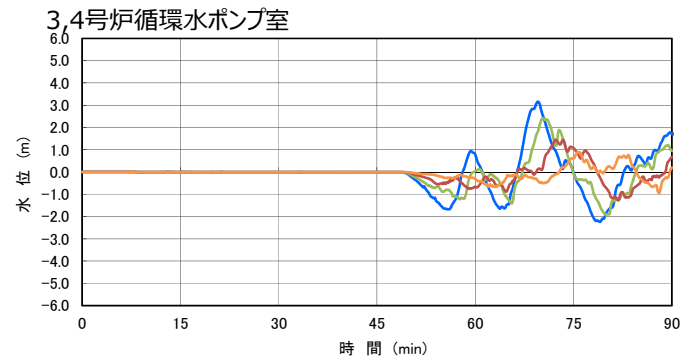
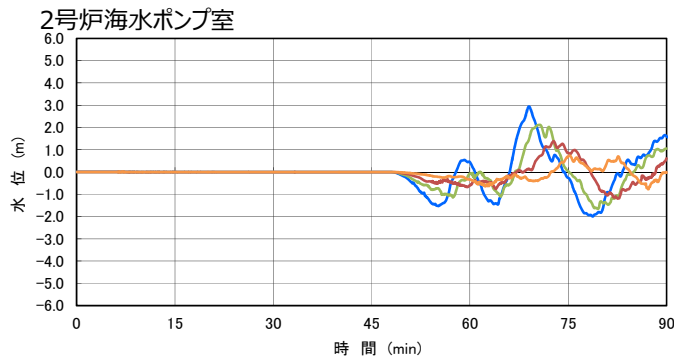
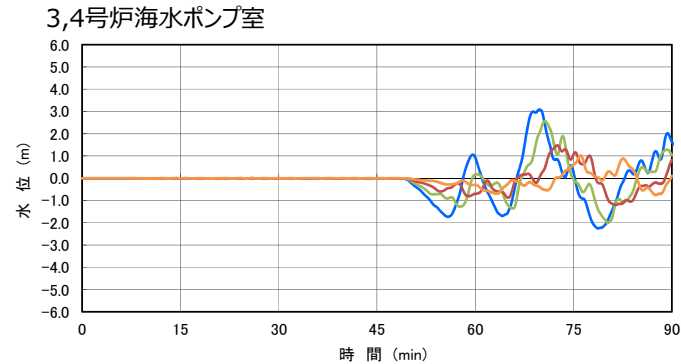
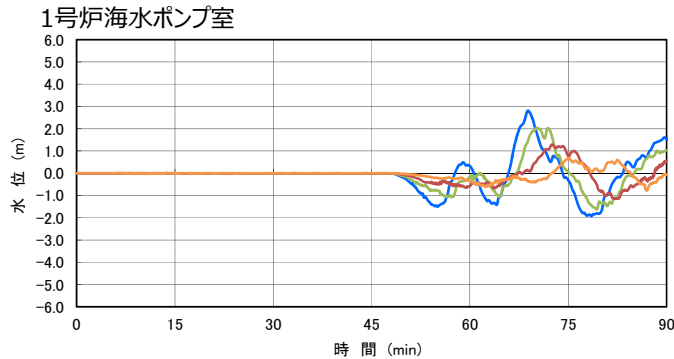
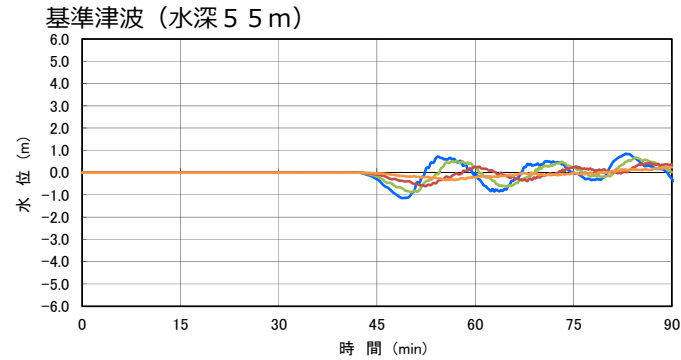
エリアB（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 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））（6 / 14）】

●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。

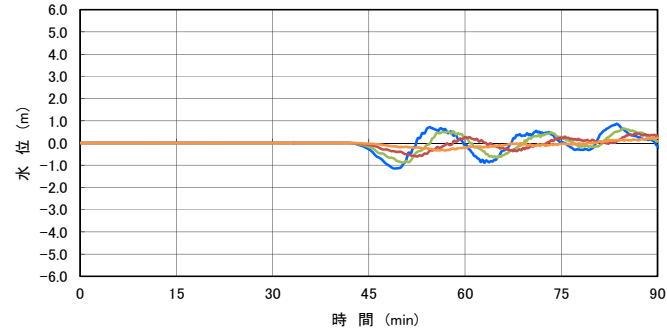
- 1波目の水位変動に対して、2波目以降の水位変動が増幅する。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（7 / 14）】

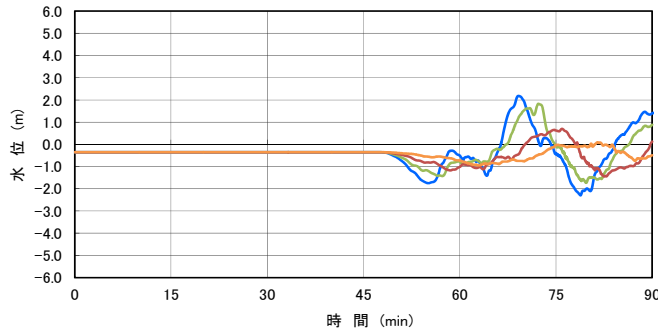
●海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）：水位下降側（水位変動の確認の観点から、計算潮位面をグラフ上の0mとして表記※）

- 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

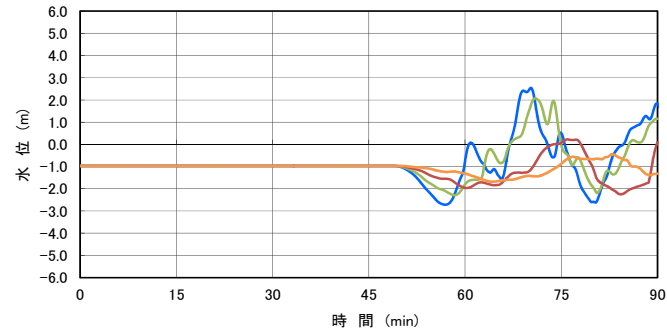
基準津波（水深5.5m）



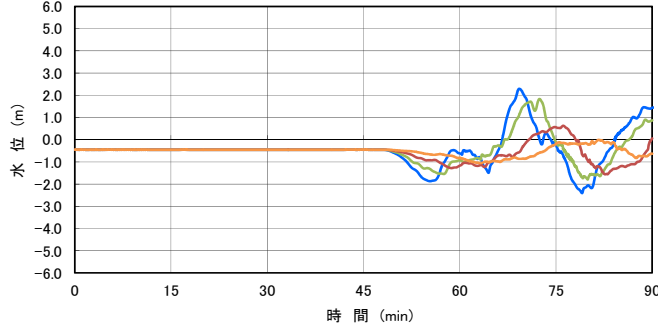
1号炉海水ポンプ室



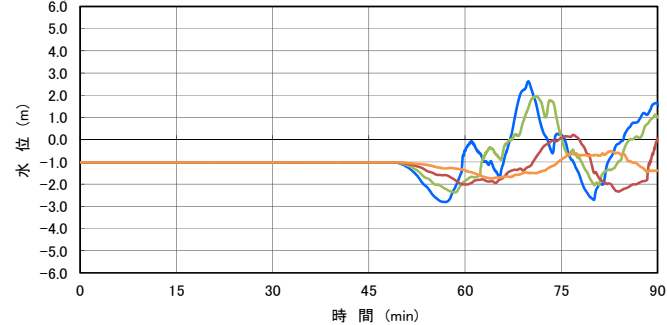
3,4号炉海水ポンプ室



2号炉海水ポンプ室



3,4号炉循環水ポンプ室



※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。

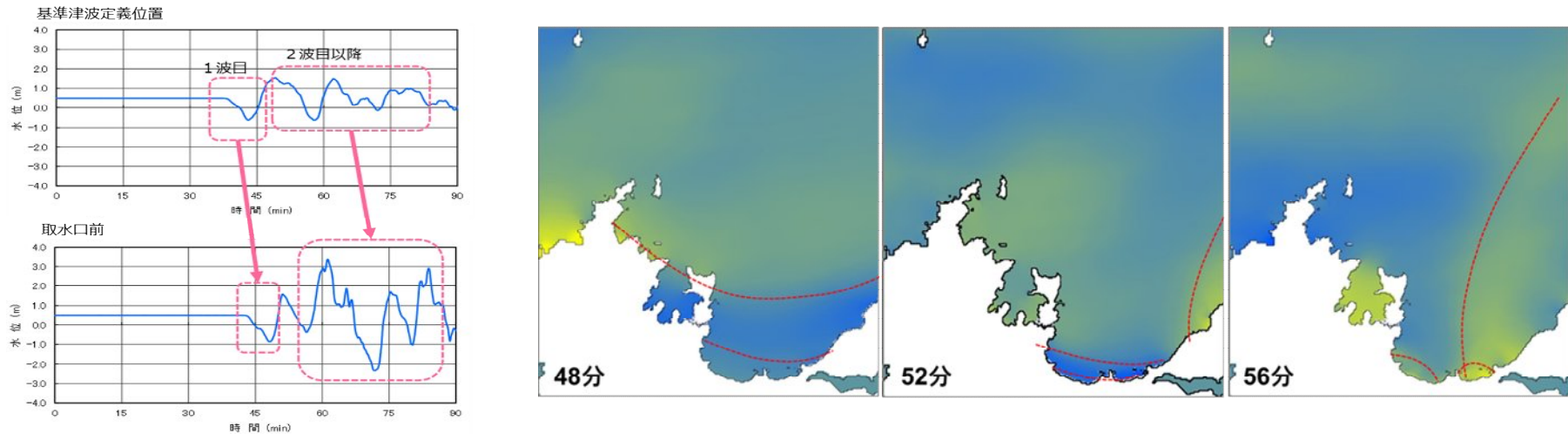
- 1波目の水位変動に対して、2波目以降の水位変動が増幅する。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（8 / 14）】

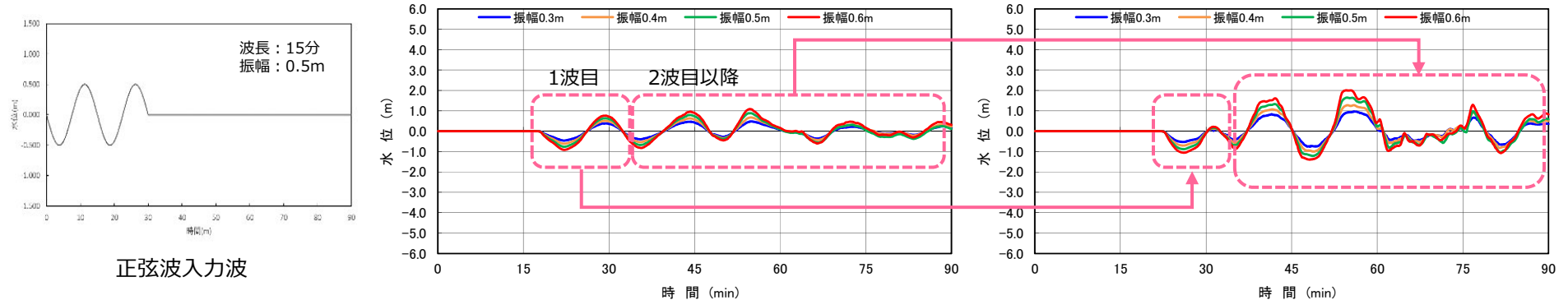
● 2波目以降の水位変動の増幅に関する補足

- 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果より、いずれのケースでも、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ことを確認した。
 - 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て取水口前では2波目以降に増幅している。スナップショットを確認した結果、取水口位置においては反射波の影響によって2波目以降の振幅が増大していると考えられる。
 - また、正弦波を用いた検討を実施した結果、上記と同様に、取水口前において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特徴として妥当と考えられる。（検討の詳細については資料2-2のP12～P27参照。）

○ 海底地すべりエリア B（Kinematic）による津波波形およびスナップショット



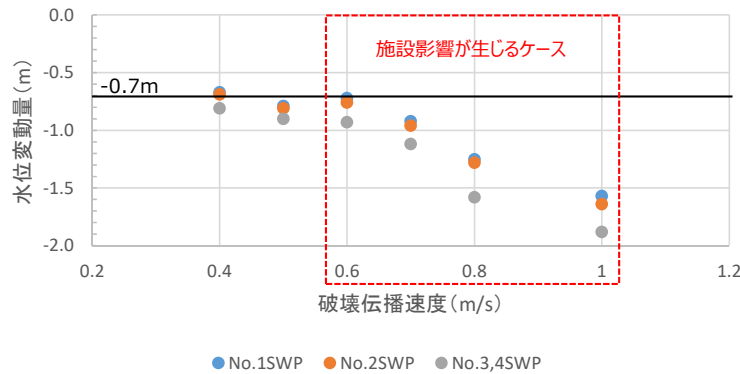
○ 正弦波を用いた検討



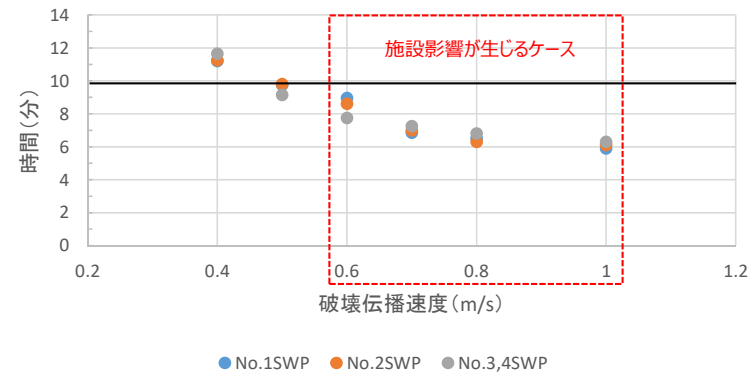
【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（9 / 14）】

●海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）：水位上昇側

1波目の水位低下量*

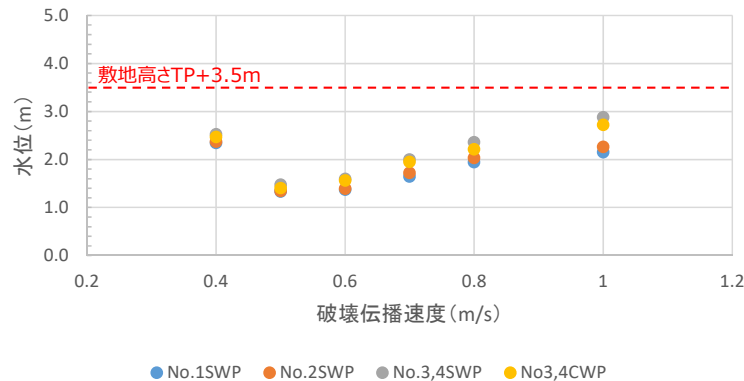


1波目の水位低下に要する時間

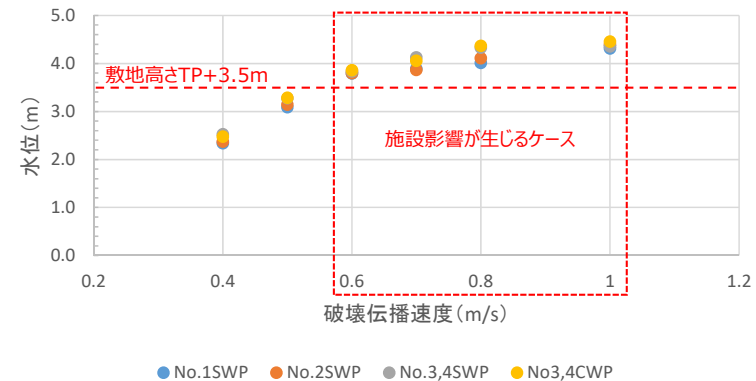


*シミュレーション上の初期水位からの水位変動量

1波目最高水位（潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮した値）



最高水位（潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮した値）



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。

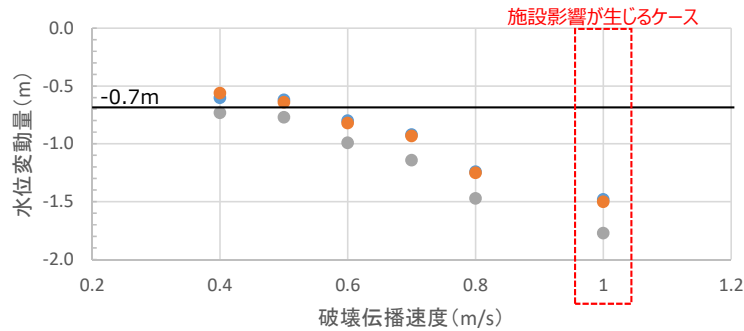
- 1波目の水位低下量について、敷地に影響を及ぼす津波として破壊伝播速度0.6m/sのケースでは、1号海水ポンプ室水位計は72cm、2号海水ポンプ室水位計は76cm、3、4号海水ポンプ室水位計は93cmとなり、10分0.7mで検知する。
- 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位上昇による施設影響がない。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（10/14）】

第810回審査会合
資料1-1 P36修正

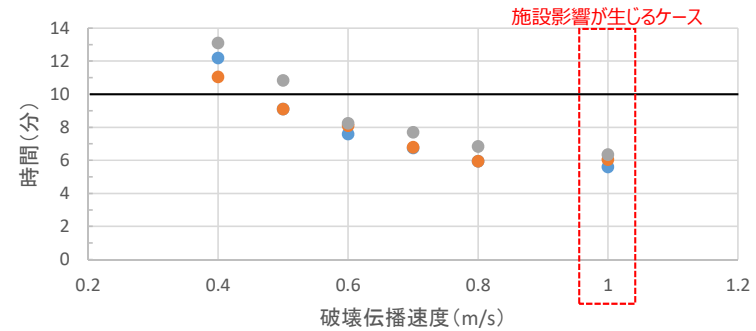
●海底地すべりエリアB（Kinematicモデル）：水位下降側

1波目の水位低下量*



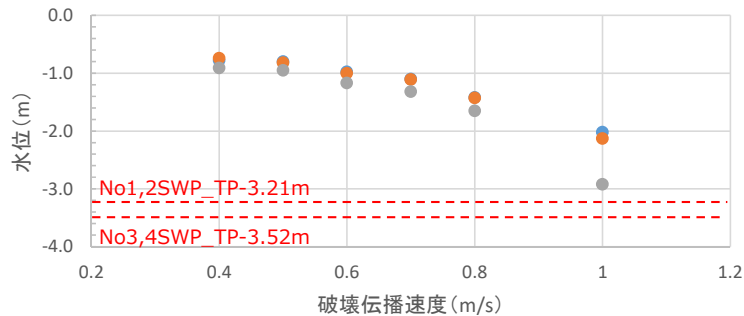
● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP
※シミュレーション上の初期水位からの水位変動量

1波目の水位低下に要する時間



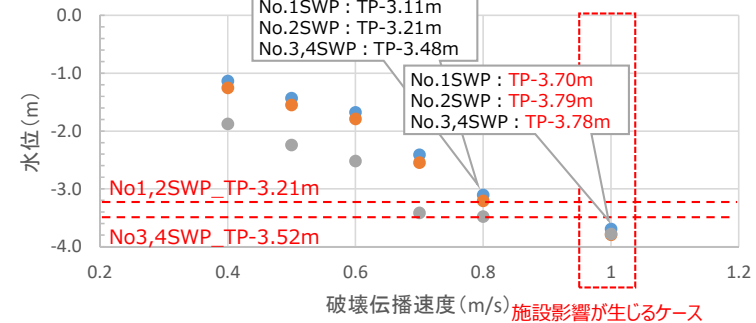
● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

1波目最低水位(潮位のばらつきを考慮した値)



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

最低水位(潮位のばらつきを考慮した値)



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

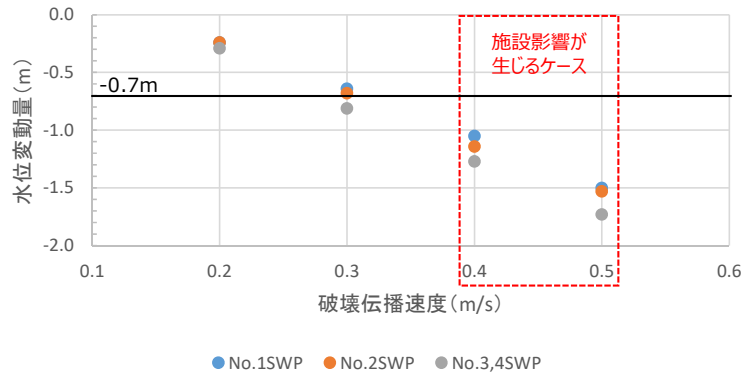
エリアB（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位下降側の波形から、以下を確認した。

- 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））（11 / 14）】

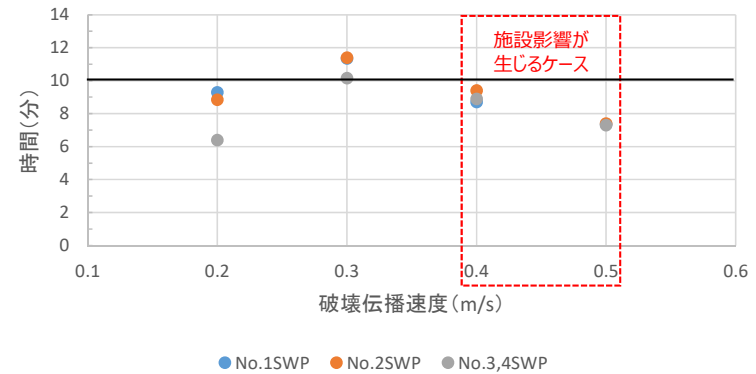
●海底地すべりエリアC（Kinematicモデル）：水位上昇側

1波目の水位低下量*

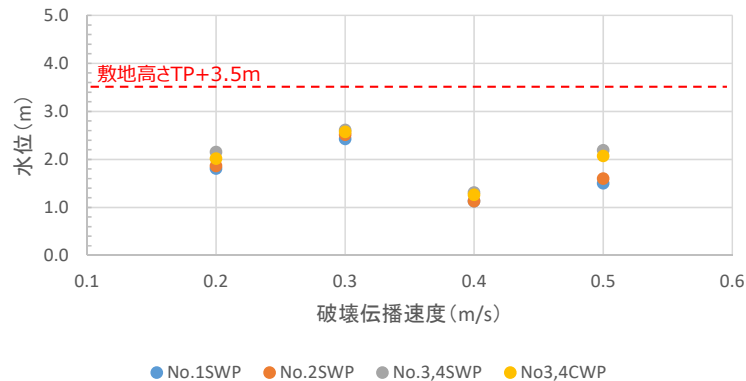


※シミュレーション上の初期水位からの水位変動量

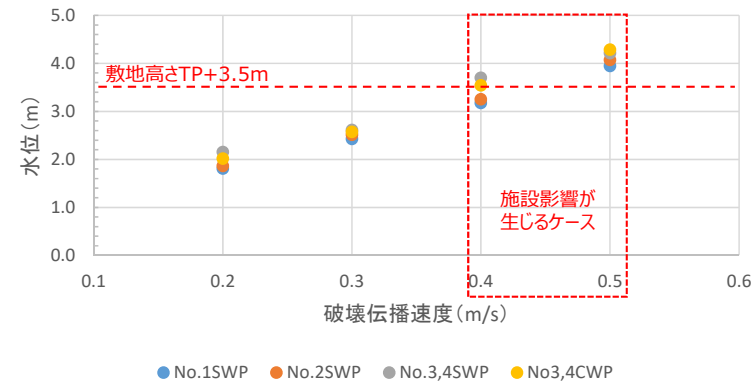
1波目の水位低下に要する時間



1波目最高水位（潮位のばらつき及び高潮裕度を加算した値）



最高水位（潮位のばらつき及び高潮裕度を加算した値）



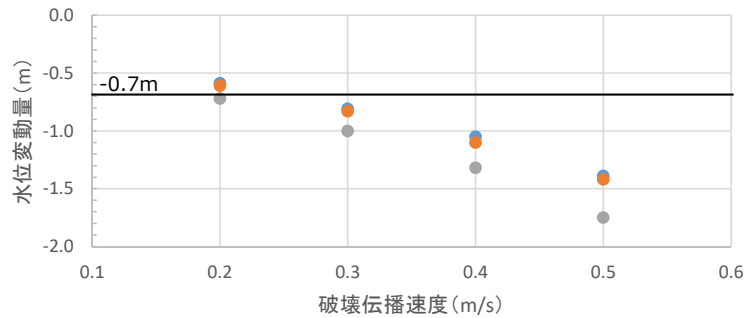
エリアC（Kinematicモデル）の破壊伝播速度のパラメータスタディによる水位上昇側の波形から、以下を確認した。

- 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））（12 / 14）】

●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。

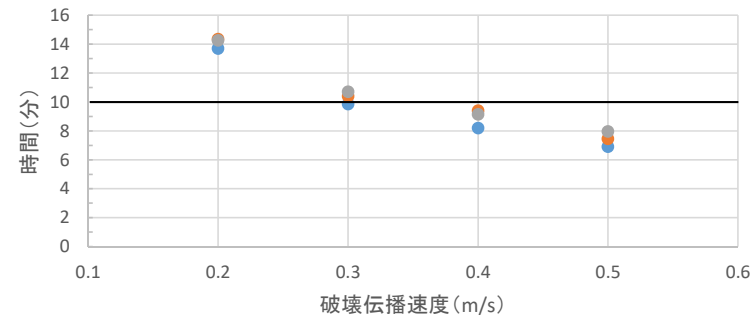
1波目の水位低下量*



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

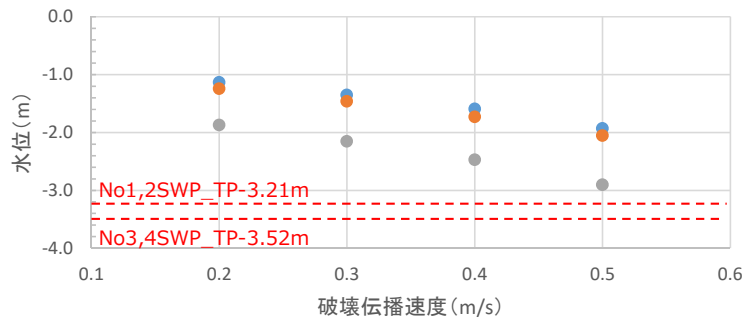
※シミュレーション上の初期水位からの水位変動量

1波目の水位低下に要した時間



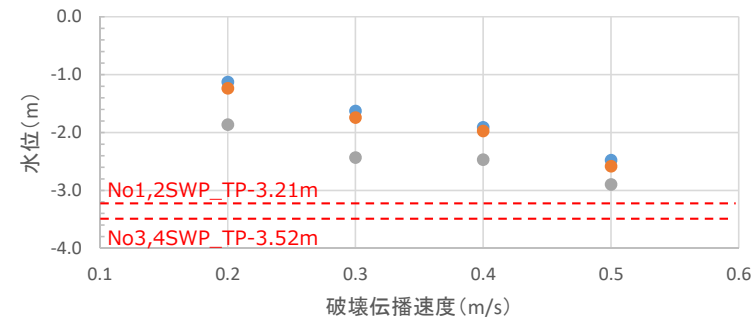
● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

1波目最低水位(潮位のばらつきを考慮した値)



● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

最低水位(潮位のばらつきを考慮した値)



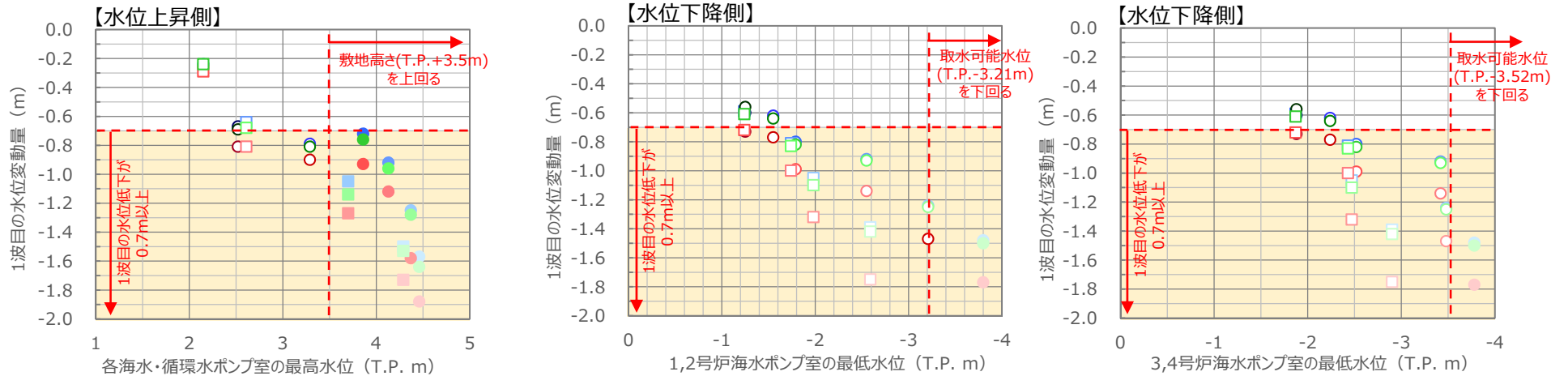
● No.1SWP ● No.2SWP ● No.3,4SWP

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。

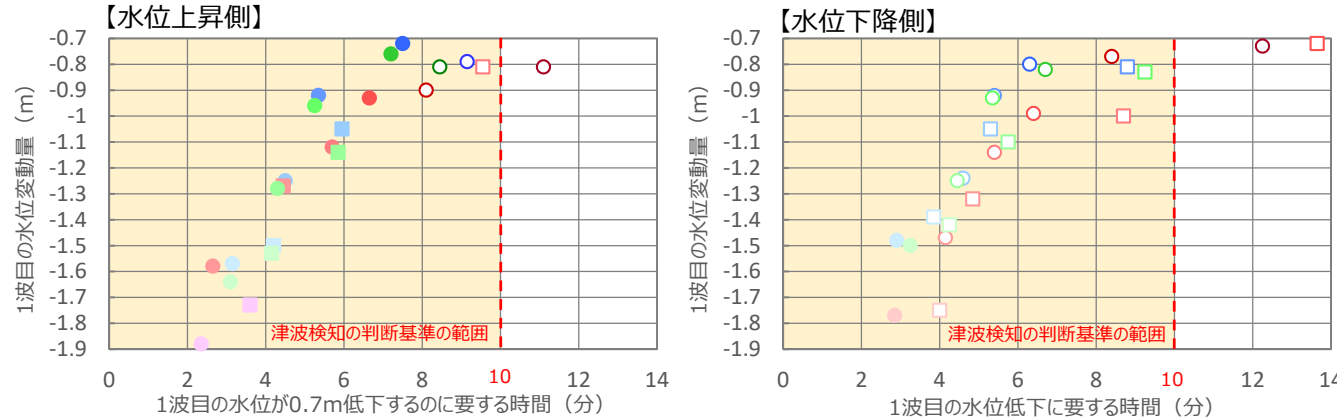
- 1波目の水位低下0.7m未満の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下に要する時間が10分超の津波は施設影響がない。
- 1波目の水位低下による施設影響がない。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（13 / 14）】

● 1波目の水位変動量と最高水位・最低水位の関係（最高水位は潮位のばらつき及び高潮裕度を考慮した値、最低水位は潮位のばらつきを考慮した値）



● 1波目の水位変動量と0.7m低下に要する時間の関係（1波目の水位低下が0.7m以上のケースのみをプロット）



【凡例（塗りつぶし：施設影響あり、白抜き：施設影響なし）】

評価点	No.1 SWP No.2 SWP No.3,4 SWP	海底地すべりエリアB (Kinematic)				海底地すべりエリアC (Kinematic)									
		破壊伝播速度 [m/s]				破壊伝播速度 [m/s]									
		1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2				
水位上昇側	No.1 SWP	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	No.2 SWP	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	No.3,4 SWP	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水位下降側	No.1 SWP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	No.2 SWP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	No.3,4 SWP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● 1波目の水位変動量と最高水位・最低水位の関係

- 1波目の水位低下が大きいくほど、最高水位は高く、最低水位は低い。
- 1波目の水位低下が0.7m未満のケースでは施設影響はない（敷地高さを上回らない／取水可能水位を下回らない）。

● 1波目の水位変動量と0.7m低下に要する時間の関係

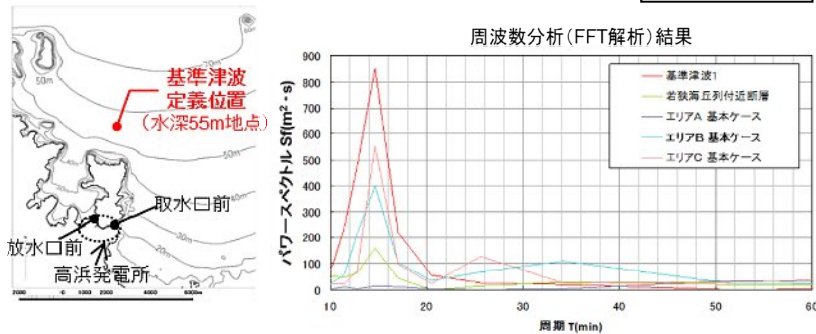
- 1波目の水位低下が大きいくほど、0.7m低下に要する時間は短い。
- 1波目の水位低下が0.7m以上のケースのうち、0.7m低下に要する時間が10分超のケースでは施設影響はない。

【パラメータスタディ（海底地すべりの速度（破壊伝播速度））（14 / 14）】

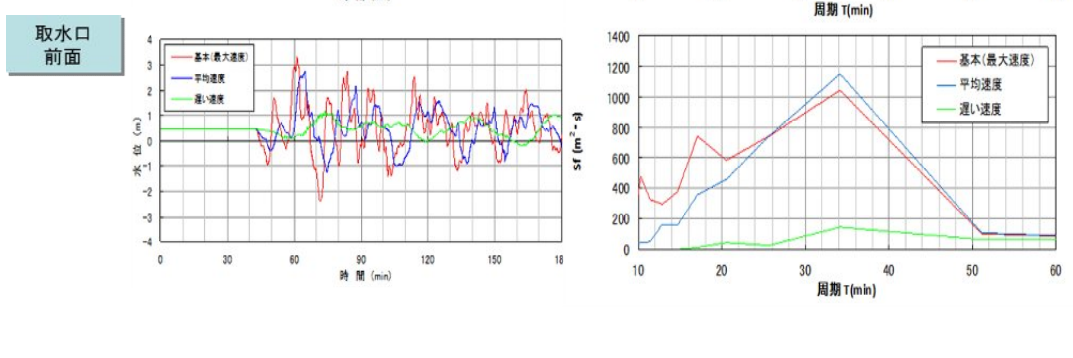
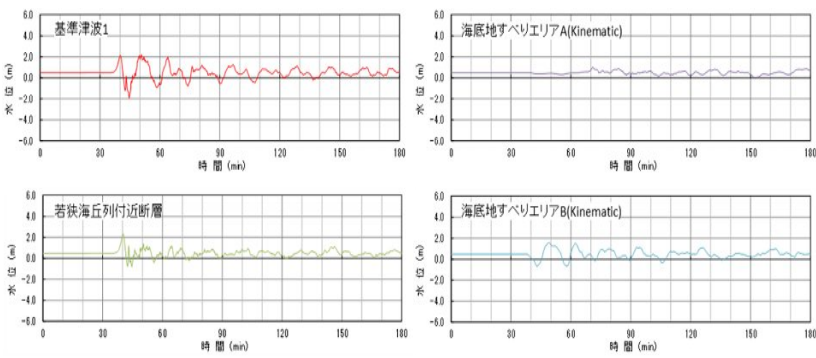
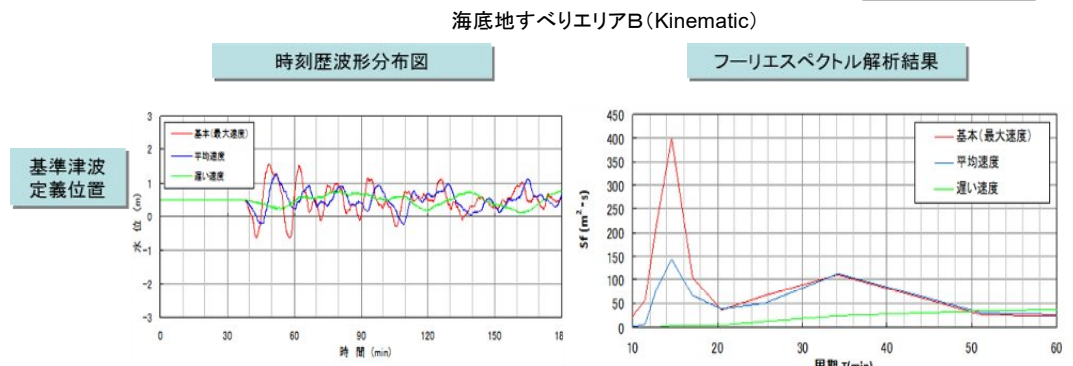
● 水位低下に要する時間が10分超のケースに関する補足

- 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果より、1波目の水位低下に要する時間が10分超のケースでは、振幅が小さく、施設影響が生じないことを確認した。
- また、若狭湾の周期特性に関する既往検討（下記参照）より、基準津波定義位置及び取水口前面での波形の卓越周期を確認すると、周期15分付近（1/4波長＝約4分）と34分付近（1/4波長＝約9分）にピークが見られるが、「1波目の水位低下に要する時間が10分超」に相当する周期40分超では顕著なピークは認められない。したがって、周期40分超の波では湾の固有周期との共振による増幅等は生じないことから、若狭湾の周期特性の観点からも、1波目の水位低下に要する時間が10分超のケースを判断基準に含める必要はないと考えられる。

第141回審査会合
資料1-3, p.164抜粋



第141回審査会合
資料1-3, p.166抜粋



○基準津波定義位置において、各波源の津波の周期特性を比較した。
○各波源とも、15分程度の周期が卓越する傾向が見られた。

○いずれの評価点においても明瞭なピーク周期が見られ、各評価点における伝播特性や若狭湾の固有周期の影響が津波シミュレーション結果に現れているものと考えられる。
○基準津波定義位置では、破壊伝播速度が遅くなるにつれて、短周期側にあるピーク（約15分）が小さくなる傾向が見られたが、卓越周期に変化は見られなかった。また、取水口前面においても、卓越周期に違いはあるものの（ピーク約34分）同様の傾向が見られた。

【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

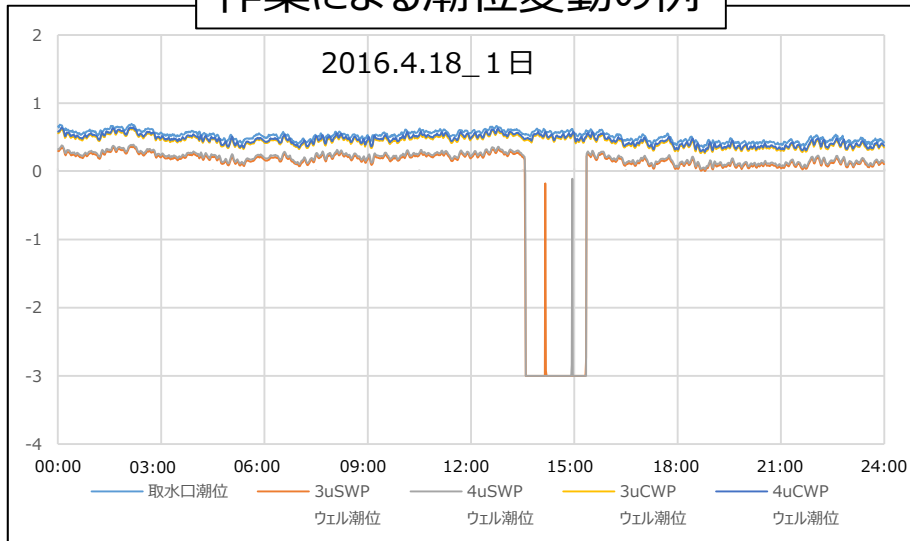
- ・ 潮位変化は、作業によるものに加え、クラゲ襲来時の取水路への排水により、4号海水ポンプ室潮位計のみ、影響を受けるケースがあった。
- ・ 作業要因及び排水要因による潮位変化のうち、2つの潮位計が同時に10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降するケースはなかった。
- ・ 潮位計1台が10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降に該当するものが排水要因として52件あったが、潮位変化の特徴として、通常潮位から、一旦潮位上昇後、上昇前の潮位に戻る傾向であった。

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、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。

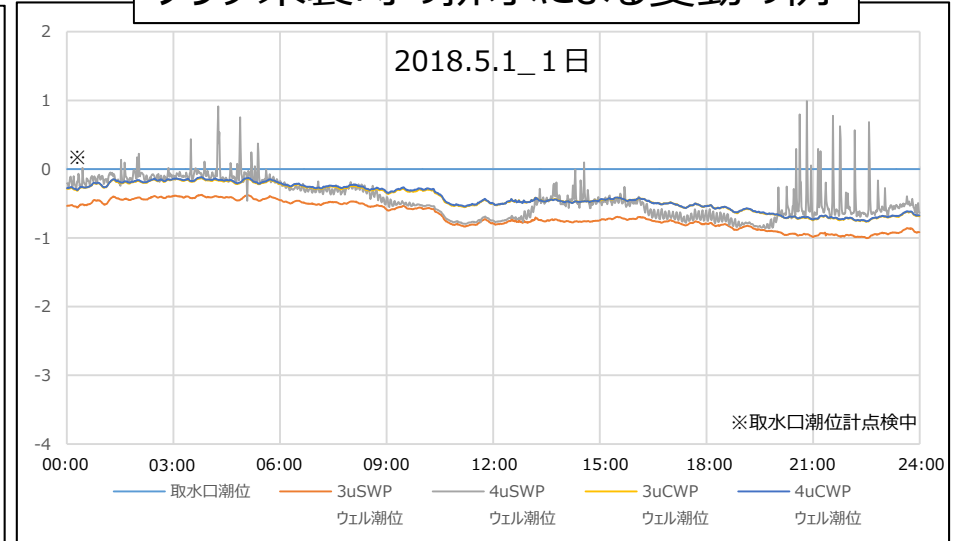
【通常の潮汐との関係性（2 / 4）】

第810回審査会合
資料1-1 P45再掲

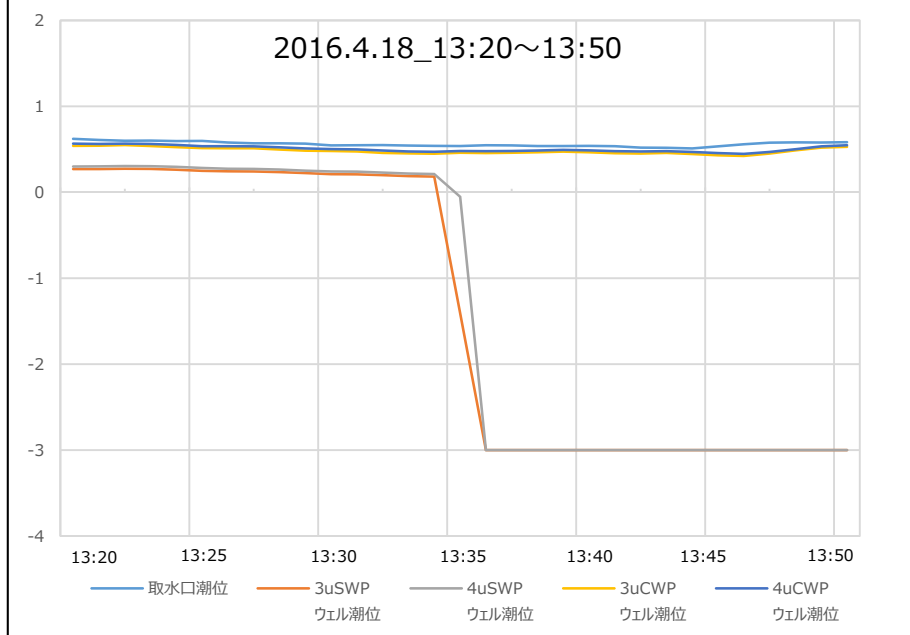
作業による潮位変動の例



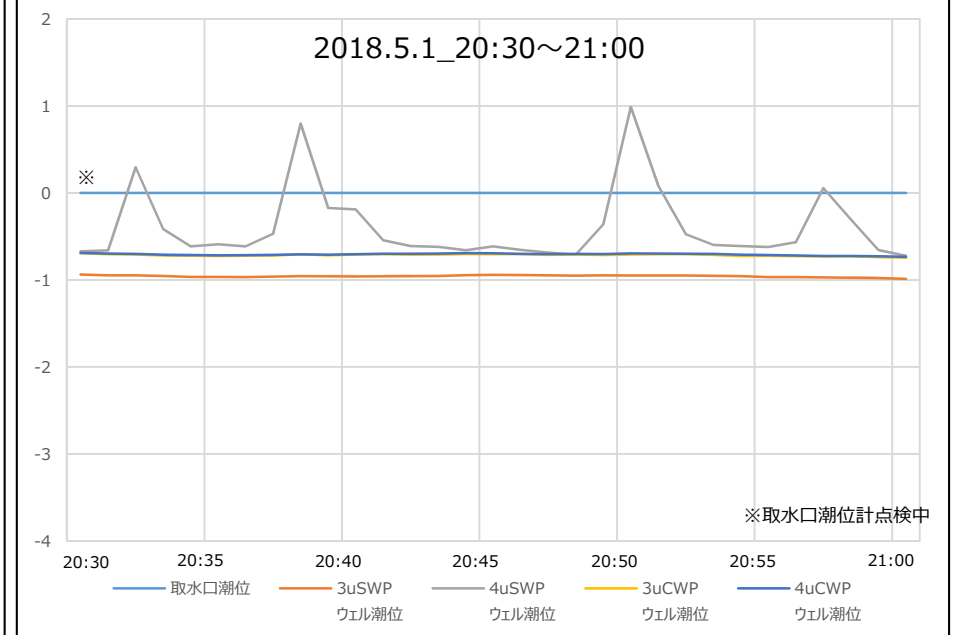
クラグ来襲時の排水による変動の例



2016.4.18_13:20~13:50



2018.5.1_20:30~21:00



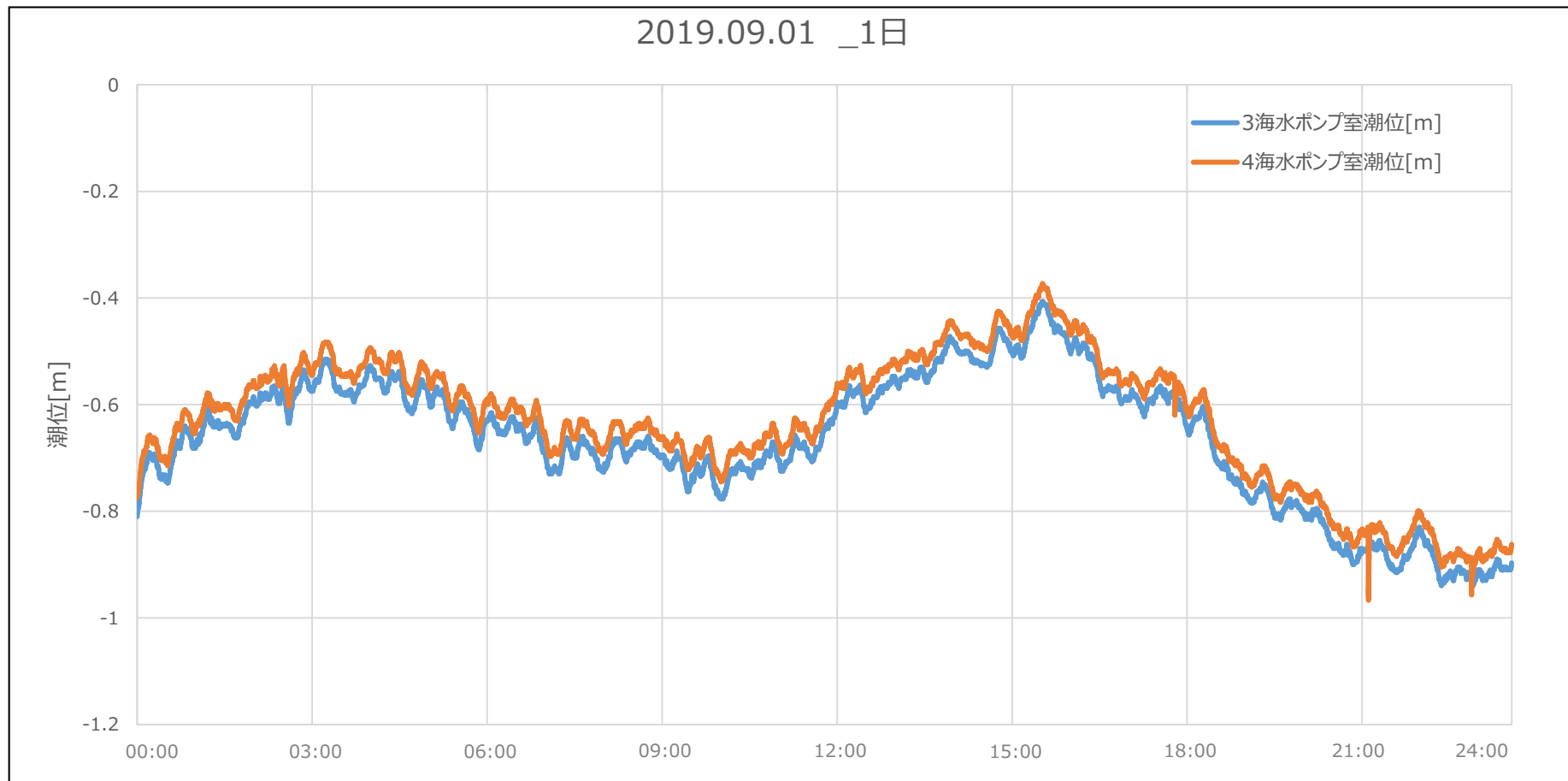
【通常の潮汐との関係性（3 / 4）】

第810回審査会合
資料1-1 P46再掲

●通常の潮汐による潮位変動

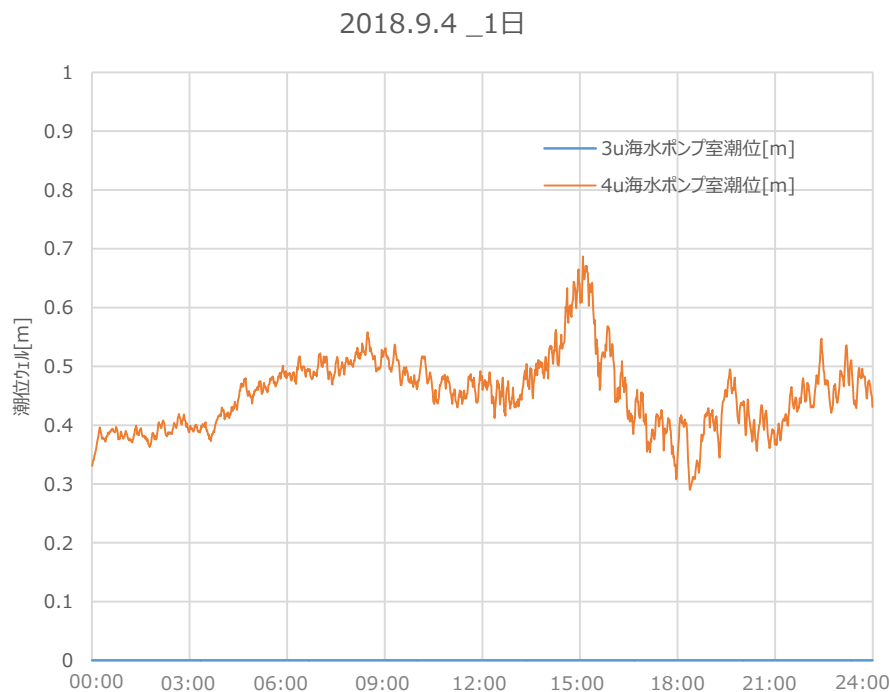
高浜発電所の潮位計で潮位を計測しているが、瞬時値としてデータ保存されているのは、2019年8月から現在までの値であり、過去3か月間データを確認したが、平常時の潮汐の変動は10分間で約10cm程度である。

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）

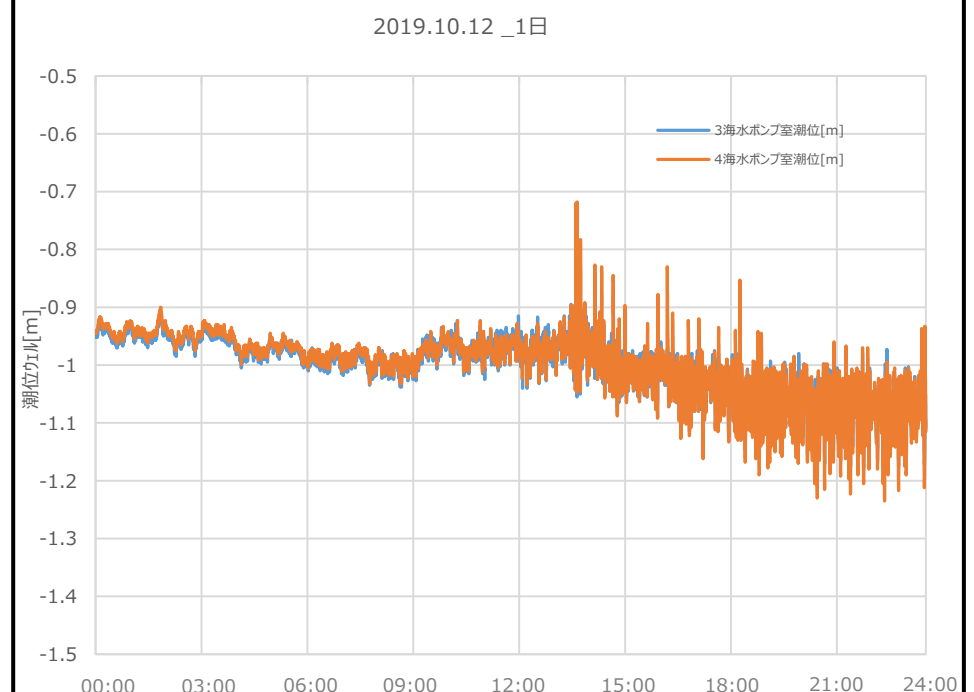


【通常の潮汐との関係性（4 / 4）】第810回審査会合
資料1-1 P47再掲

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】

第810回審査会合
資料1-1 P48修正

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、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。」

○潮位計における津波検知運用の運用成立性については、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（取水路防潮ゲートが閉止される時刻から、施設に影響する水位の波が取水路防潮ゲート前面に到達するまでの時刻）それぞれについて整理する。

【運用時間（1 / 6）】

(1) 検討対象とする津波の選定

敷地外の潮位計（津居山地点）の潮位変動情報を活用し、津波襲来と想定される場合に、中央制御室において敷地内の潮位計の監視体制強化の体制を構築する。

その後、敷地内の潮位計（1号炉海水ポンプ室：1台、2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以上上下降し、さらに、上昇前の潮位から2分以内に0.1m以上上下降した場合に津波襲来と判断し、以後に取水路防潮ゲート閉止に係る一連の操作を実施する。

したがって、運用時間の検討については、上記の敷地外の潮位計における監視体制強化を含めて**最も津波襲来の判断基準の到達が早く運用上の対応が厳しくなるエリアBのKinematicモデルを選定**する。対象の津波は下表のとおり。

● 潮位計設置位置（津居山地点、1号炉海水ポンプ室前、2号炉海水ポンプ室前、3,4号炉海水ポンプ室前）において潮位変動開始から判断基準に到達するまでの所要時間

		敷地外	敷地内		
		津居山地点	1号炉海水ポンプ室前	2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※	敷地内潮位計警報 発信の約12分前	2.45分 (43.45分～45.90分)	2.50分 (43.55分～46.05分)	1.95分 (44.25分～46.20分)
	最初の0.7m		3.25分 (43.45分～46.60分)	3.10分 (43.55分～46.65分)	2.35分 (44.25分～46.60分)
	全体		5.35分 (44.10分～49.45分)	6.15分 (43.55分～49.70分)	6.15分 (44.25分～50.40分)
上げ側	最初の0.7m	—	1.05分 (49.45分～50.50分)	1.30分 (49.35分～50.65分)	1.00分 (50.40分～51.45分)

※敷地外及び敷地内潮位計ともに観測潮位が0.5m下降した時点、または0.5m上昇した時点で中央制御室に情報（警報）が発信

【運用時間（2 / 6）】

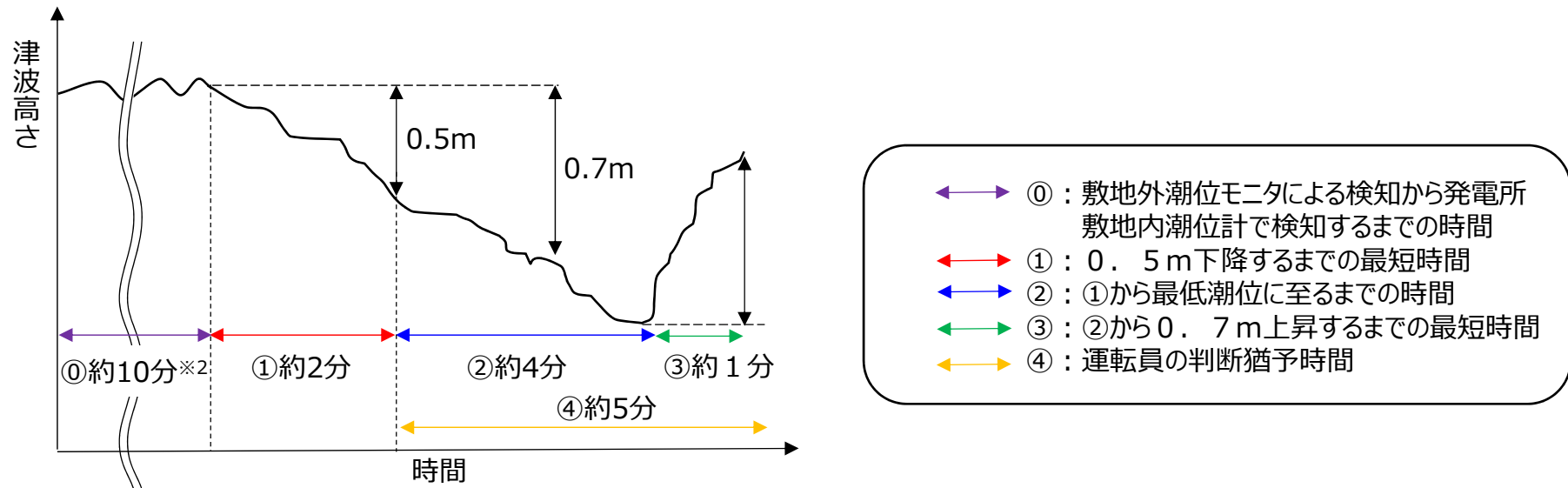
(2) 津波襲来の判断基準に到達するまでの対応

(1)で選定した津波襲来時の情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、**敷地外の潮位計の観測潮位が0.5m下降^{※1}した時点で中央制御室に情報が発信する。**この時点で、運転員は敷地内の潮位計において、潮位の継続的な重点監視を行うとともに、**敷地内の潮位計の複数計器の観測潮位が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。**

敷地外の潮位計における情報発信から敷地内の潮位計における防潮ゲート閉止の判断基準到達までに最短でも約17分の対応時間を有している。

潮位変動の観測および判断基準の確認について、上記の対応時間より運転員は十分対応できることを確認している。

※1：敷地内及び敷地外の潮位計ともに観測潮位が0.5m下降した時点、または0.5m上昇した時点で中央制御室に情報（警報）が発信



● 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

※2：敷地外（津居山地点）の潮位計の情報（警報）発信は敷地内潮位計（1号海水ポンプ室）の約12分前。

3. 運用成立性（ご指摘事項No.11含む）（3 / 14）

【運用時間（3 / 6）】

(3) 敷地外潮位計の情報発信から取水路防潮ゲート閉止までの運用時間

(2) のとおり津波襲来の判断基準到達後に、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	
		-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	時間	説明			
監視体制強化	敷地外潮位計情報発信	←																			0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室に情報発信
	敷地内潮位計警報発信							▽												12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 運転員への指示等							←													5分	情報（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。	
ユニットトリップ操作									←												原子炉トリップスイッチによるユニット停止	
防潮ゲート閉止 （遠隔操作）																			▽	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

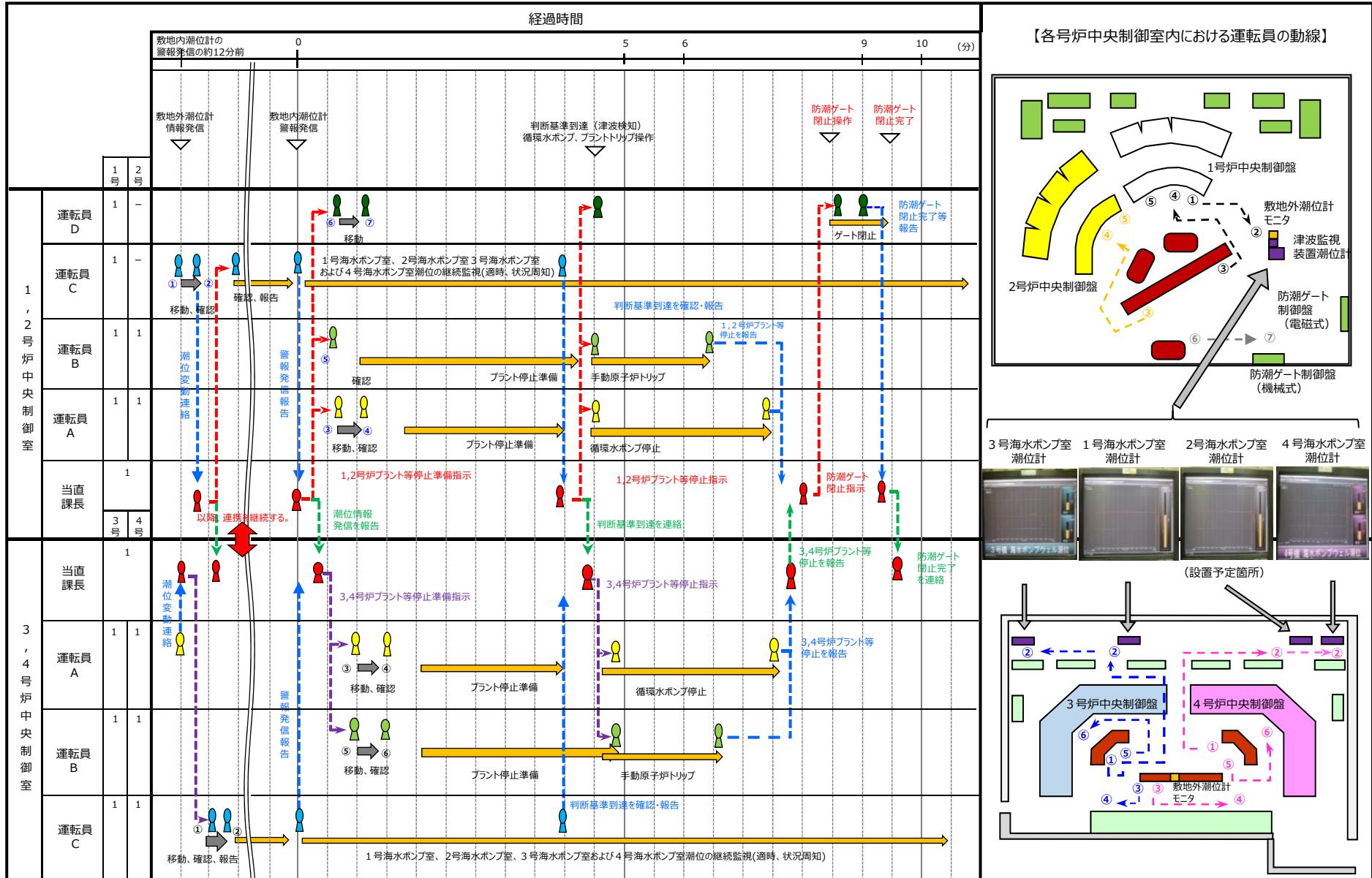
		地震・津波発生からの経過時間（分）															対応に係る各ステップに要する時間および説明				
		0	2	4	6	8	10	12	14	時間	説明										
津波情報入手				←																3分	気象庁から津波情報入手。地震が発生してから約3分を目標に、大津波警報、津波警報または津波注意報を、津波予報区単位で発表（気象庁ホームページより）
防潮ゲート閉止判断 運転員への指示等					←															2分	ゲート閉止等の操作を行うことを当直課長が運転員へ指示する。
循環水ポンプ停止							←													5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）																			▽	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.11含む) (4 / 14)

【運用時間 (4 / 6)】

第810回審査会合
資料1-1 P52修正

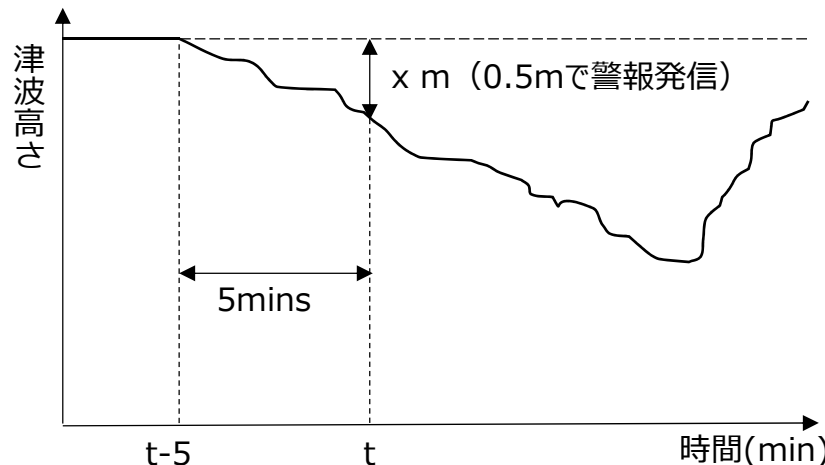
(4) 運転員タイムチャート (1~4号炉)



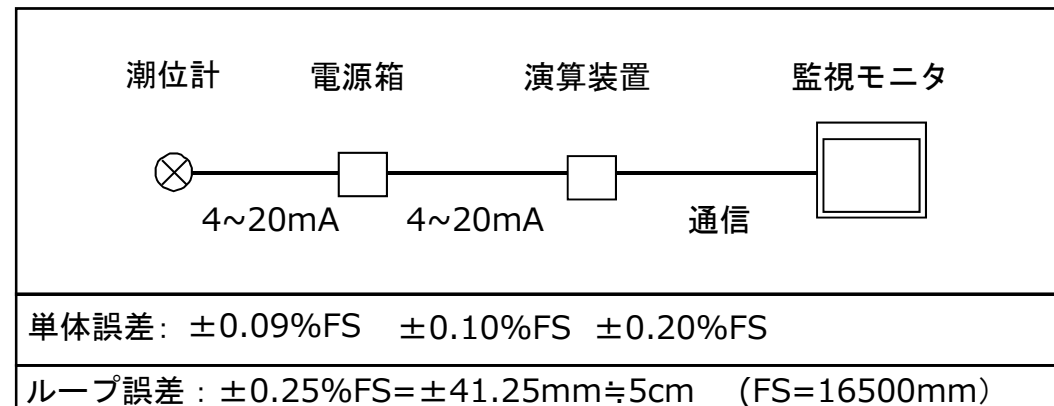
【運用時間（5 / 6）】

（5）敷地内の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装置において計測時点（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、情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。
- 各敷地内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
 - ・2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

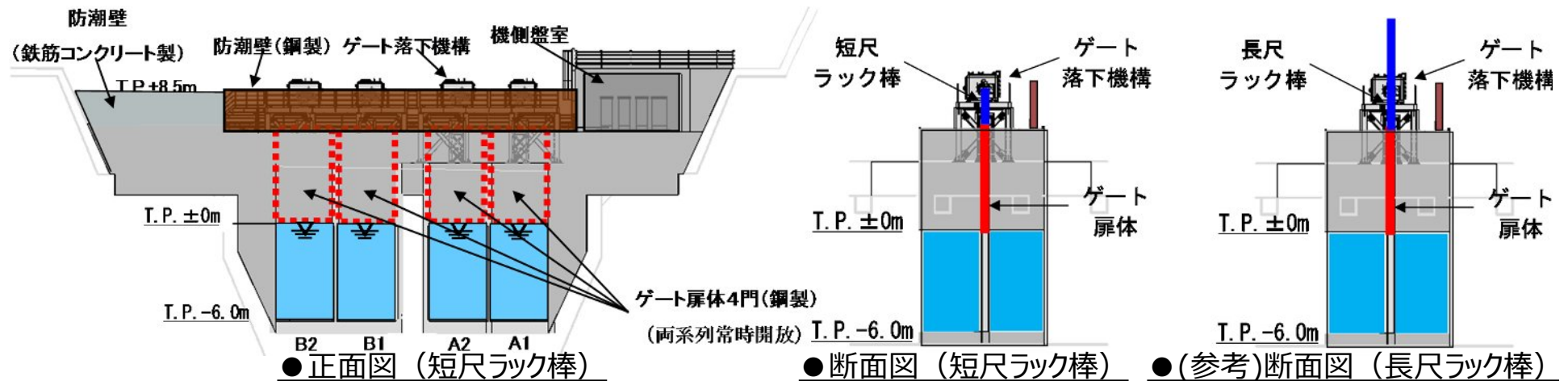
○当初、ゲート扉体は長尺ラック棒（6m）によりゲート落下機構に固定し、揚程6mの高さをゲート落下機構により閉止することとしていたため、長尺ラック棒（6m）がゲート落下機構を通過する時間は3m/分（検査等で確認済）であることを踏まえ、ゲート閉止時間は2分（ $6\text{m} / (3\text{m}/\text{分}) = 2\text{分}$ ）に余裕を考慮して3分と評価していた。

○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）ががつい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。



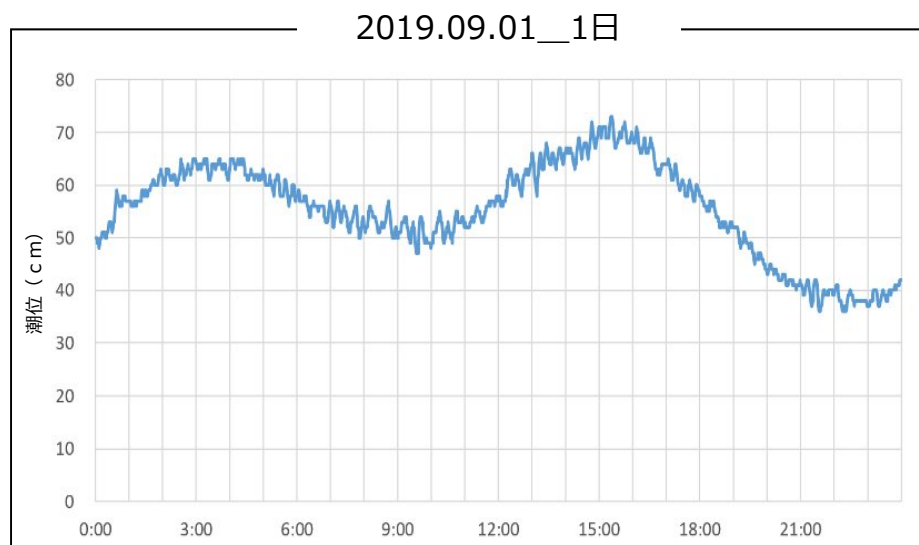
敷地外潮位計における情報発信基準

【敷地外潮位計（津居山地点）の観測実績】

○通常の潮汐による潮位変動

兵庫県の津居山地点において、兵庫県が潮位を計測しているが、観測潮位の瞬時値としてデータ提供を受けた2018年1月から2019年10月までの値で、平常時の潮汐の変動は最大で10分間において約10cm程度である。

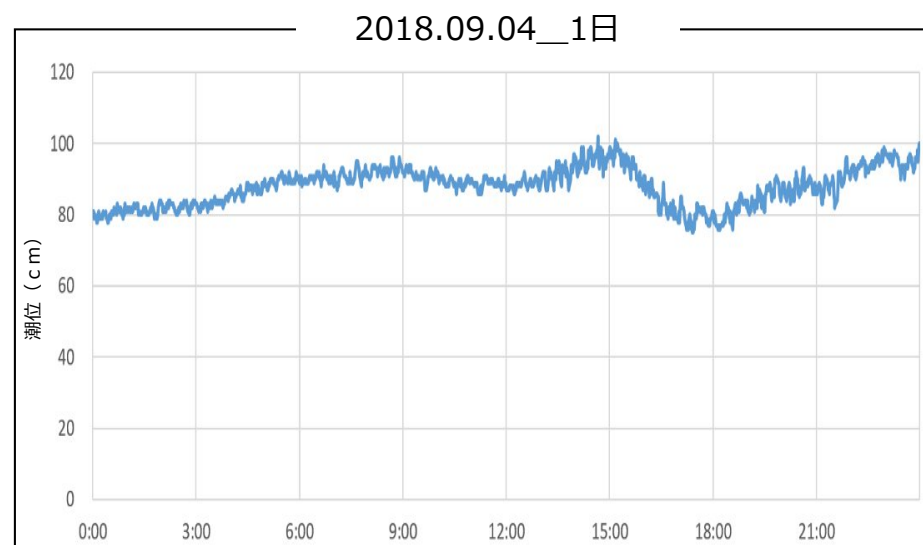
●通常時の潮汐の変動 2019年9月 瞬時値（60秒）



○台風などの異常時の潮位変動

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）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27cm程度である。

●2018年の台風21号の潮位データ 瞬時値（60秒）



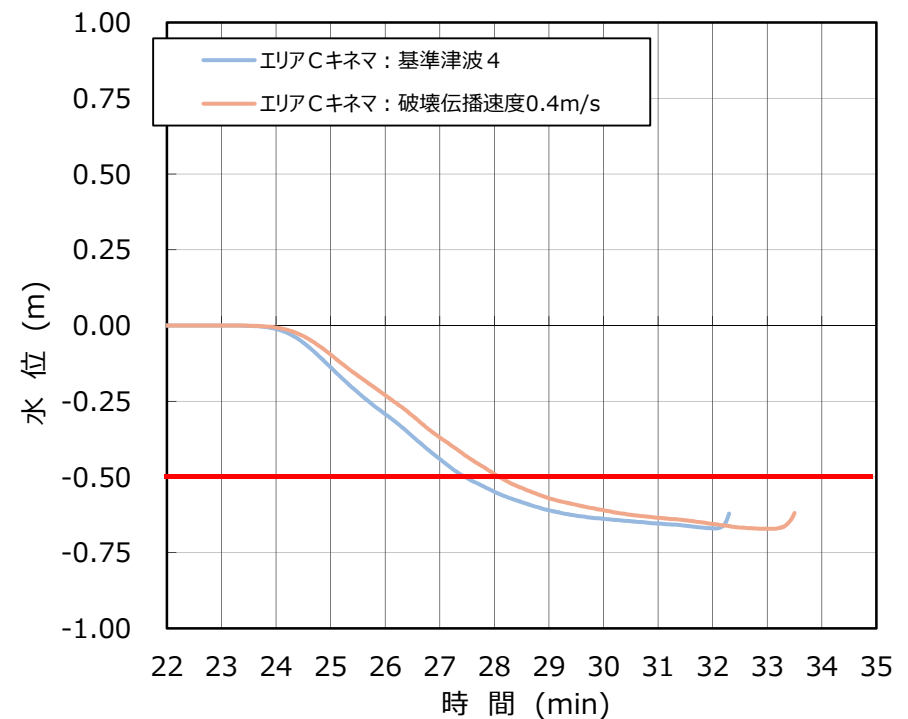
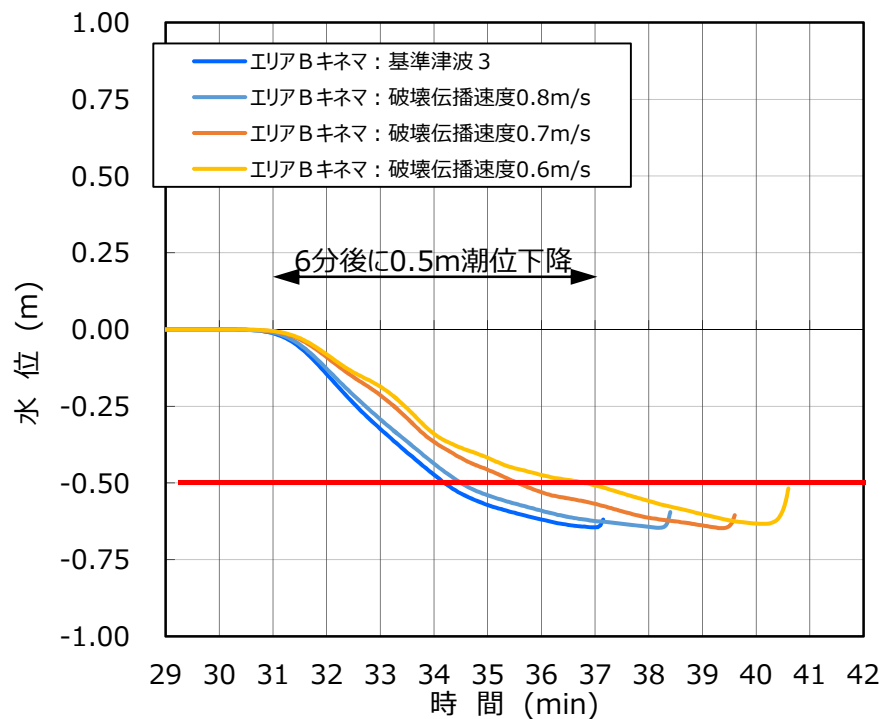
- 津居山地点における通常の潮位変動においては、10分間の変動量が10cm程度である。
- 2018年1月～2019年10月における台風時の潮位データを考慮しても、潮汐の変動は大きいところで10分間で27cm程度であった。

敷地外潮位計における情報発信基準

【敷地外潮位計（津居山地点）における津波シミュレーション結果】

○発電所に影響を及ぼす津波の波源を用いて構外潮位計（津居山地点）における津波シミュレーションを実施。

- ・エリアB（Kinematicモデル）：基準津波3、破壊伝播速度0.8,0.7,0.6m/s
- ・エリアC（Kinematicモデル）：基準津波4、破壊伝播速度0.4m/s

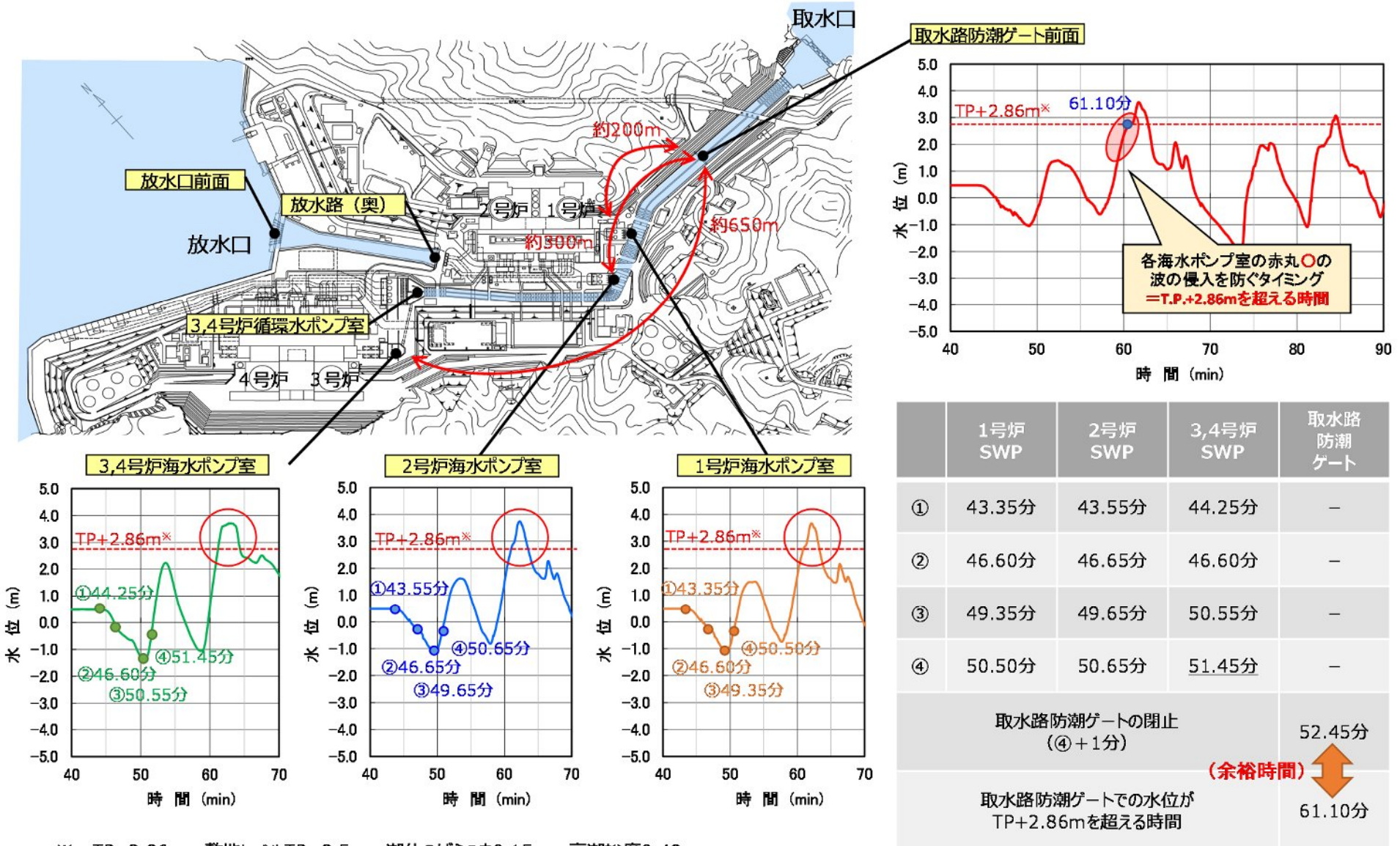


- 発電所に影響を及ぼす津波の波源を用いた津波シミュレーションの結果から、最初の下げ波について傾向を確認した。
- 最初の下げ波はいずれも0.5mよりも下降しており、発電所に影響を及ぼす津波を構外で見落とすことがないと言える。
- 0.5mの潮位下降にかかる時間は基準津波3, 4において約4分であり、長いもので約6分かかっている。
- 上記より、観測実績及び津波シミュレーション結果より敷地外で0.5m潮位が下降した場合、情報を発信することとする。

3. 運用成立性（ご指摘事項No.11含む）（9 / 14）

【余裕時間（1 / 2）】

第810回審査会合
資料1-1 P55修正



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、取水路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の地すべり速度が1.0~0.6m/sの範囲である。

○下表5ケースについて、取水路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}が取水路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			取水路防潮ゲートが閉止される時刻 [分] ^{※2} (④+1分or6分)	取水路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)			
	海底地すべり	地すべり速度						
水位 上昇側	エリアB	1.0m/s	1号炉海水ポンプ室	46.60	50.50	52.45	61.10	8.65
			2号炉海水ポンプ室	46.65	50.65			
			3,4号炉海水ポンプ室	46.60	51.45			
		0.8m/s	1号炉海水ポンプ室	47.95	51.80	53.05	61.95	8.90
			2号炉海水ポンプ室	47.90	51.95			
			3,4号炉海水ポンプ室	47.00	52.05			
		0.6m/s	1号炉海水ポンプ室	51.10	55.30	56.30	65.85	9.55
			2号炉海水ポンプ室	50.95	55.25			
			3,4号炉海水ポンプ室	51.00	54.35			
	エリアC	0.5m/s	1号炉海水ポンプ室	51.90	56.70	58.25	68.15	9.90
			2号炉海水ポンプ室	51.95	56.90			
			3,4号炉海水ポンプ室	52.15	57.25			
下 水位 側	エリアB	1.0m/s	1号炉海水ポンプ室	46.75	50.75	58.40	72.50	14.10
			2号炉海水ポンプ室	46.90	51.00			
			3,4号炉海水ポンプ室	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。

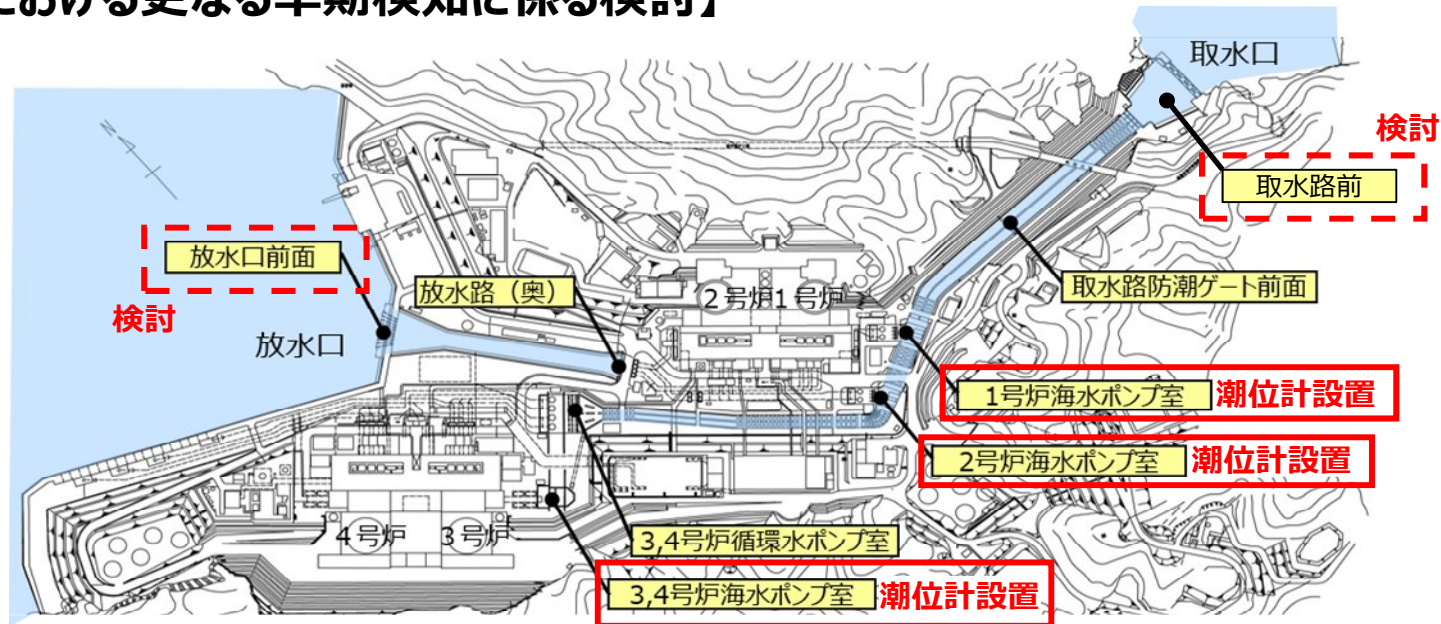
※2：水位上昇側は、循環水ポンプ全停条件としているため、判断基準到達から1分後に閉止。水位下降側は、循環水ポンプが取水している条件のため、判断基準到達から6分後に閉止。

※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、取水路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、取水路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9~14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分後に取水路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分後に取水路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。

【敷地内における更なる早期検知に係る検討】



- 現状、敷地内の潮位計は、1号炉海水ポンプ室及び3, 4号炉海水ポンプ室に設置しており、今後、2号炉海水ポンプ室に設置予定であるが、**更なる早期検知が可能な地点として、取水路前及び放水口前面**が考えられる。
- これらの地点を候補地として、施設影響が生じるおそれのある津波が1号炉、2号炉及び3, 4号炉海水ポンプ室に比べ、どの程度、早期に検知できるか検討を行った。以下に検討結果を示す。
- 取水路前、放水口前ともに最も余裕時間が短い海底地すべり津波エリアBのKinematicモデルにおいても津波検知の**判断基準到達時間が1分早くなる程度であり、早期検知の観点からは効果が小さい。**

●潮位変動の時刻

(単位：分)

	0.5m低下時間	トリガー到達
取水路前	44.85	49.60
1号炉海水ポンプ室	45.90	50.50
2号炉海水ポンプ室	46.05	50.65
3,4号炉海水ポンプ室	46.20	51.45
放水口	44.85	50.15

●津波検知の時間差

(単位：分)

	0.5m低下時間	トリガー到達
取水路前-1号炉海水ポンプ室	-1.05	-0.90
取水路前-2号炉海水ポンプ室	-1.20	-1.05
取水路前-3,4号炉海水ポンプ室	-1.35	-1.85
放水口-1号炉海水ポンプ室	-1.05	-0.35
放水口-2号炉海水ポンプ室	-1.20	-0.50
放水口-3,4号炉海水ポンプ室	-1.35	-1.30

【敷地外における早期検知の検討（1 / 3）】

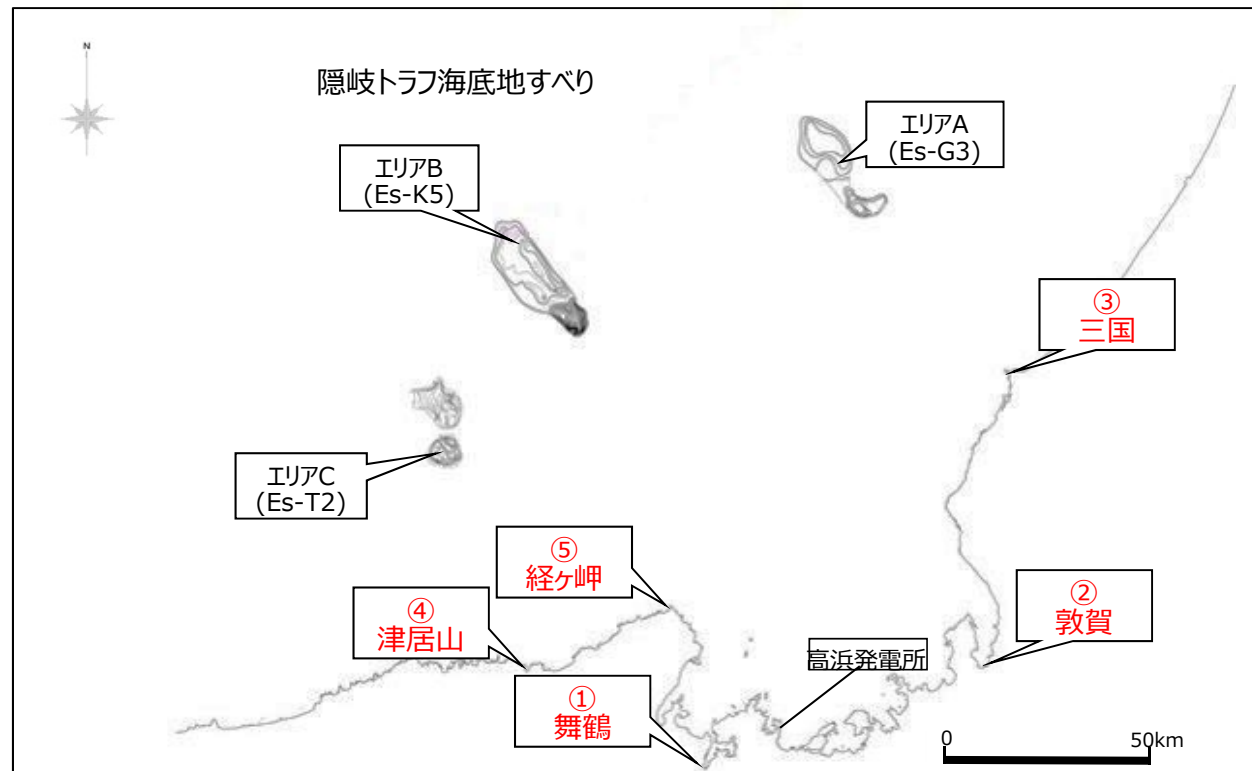
1. 前提条件

○敷地外の津居山地点の潮位計による情報発信により、中央制御室にて監視体制を構築する運用であり、本運用により、**最も時間余裕が短い（早い）津波に対しても運転員は十分対応できることを確認済みであり、また、約9分の余裕時間の確保が可能であることを確認済みであるが、可能な限り津波の兆候を事前に捉え準備することを目的に津居山地点を含むその他の敷地外の潮位計の活用について検討することとし、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設定できること。

○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であり、潮位の観測はしていない）



【敷地外における更なる早期検知の検討（2 / 3）】

第810回審査会合
資料1-1 P58修正

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	55 分	52 分	37 分	31 分	22 分	43 分
エリアC Kinematic	58 分	61 分	46 分	24 分	23 分	47 分

※津波到達時間は目安の時間を示す。高浜発電所における時間は取水口前での津波到達時間。

3. 津波判断に必要な過去の観測潮位記録の蓄積有無

- 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、兵庫県より過去の潮位データを受領済み。**当社へリアルタイムのデータ提供が可能。**
- 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。）

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、潮位を観測していること、エリアB又はCの早期検知に効果的であることから、④津居山、③三国、⑤経ヶ岬の順に敷地外における津波検知活用の可能性を検討。

- ④津居山については、既往潮位データの分析から、**潮汐と津波の区別が可能であり、また、リアルタイムデータ入手も可能なことから、津波検知後に中央制御室へ情報発信し、早期の監視体制の確立に用いる。**
- ③三国については、高浜発電所と比べて津波を早期に検知できる時間が数分程度である。潮位データの提供等について将来的な更なる安全性向上の取り組みとして検討していく。
- ⑤経ヶ岬については、**既往の観測記録の潮位データがない**。丹後半島（経ヶ岬等）に新たに潮位計を設置する場合、**設置のための立地交渉や妥当性のある潮位変動発信基準を設定するため相当期間のデータ採取が必要**であり、将来的な更なる安全性向上の取り組みとして検討していく。

以上より、津居山地点については、1, 2号炉再稼働までに対応。その他は将来的な更なる安全性向上として対応していく。

【敷地外における更なる早期検知の検討（3 / 3）】

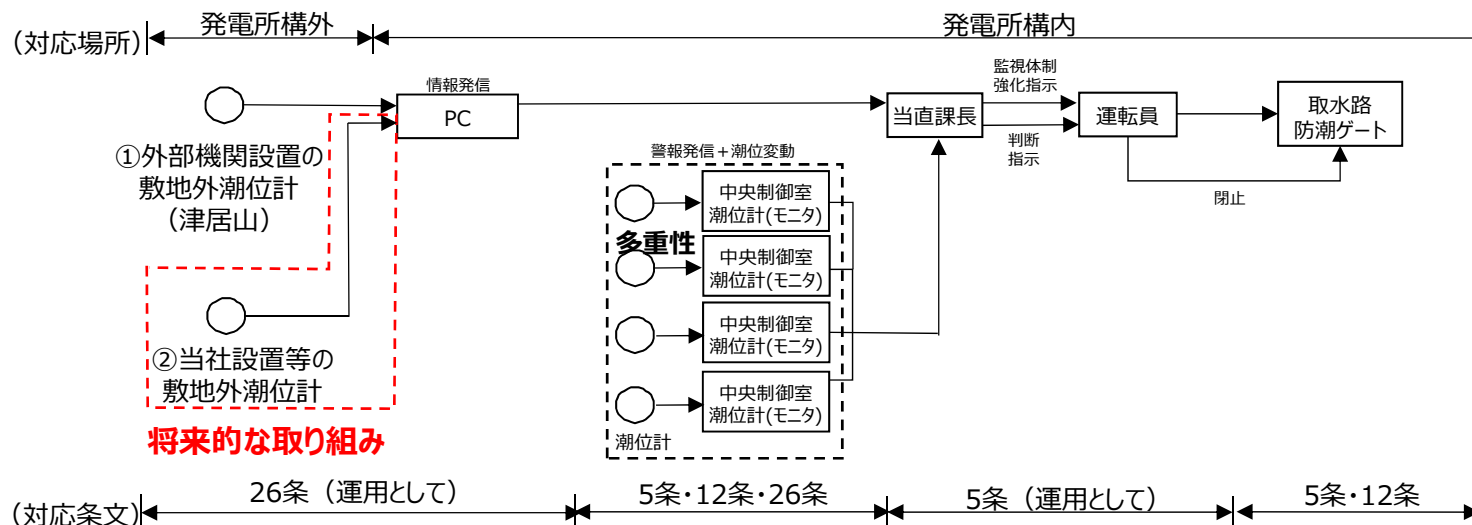
5. 更なる安全性向上に係る取り組み

- ①敷地外における津波検知対応としては、前述した候補地である、津居山地点等の外部機関による潮位データを更なる早期検知として活用する方針であり、1, 2号炉再稼働までに津居山地点の潮位データを活用する。
- ②上記にて、防潮ゲート閉止運用は十分余裕をもって、対応可能であることは確認しているが、一地点に限らず、活用できるデータは可能な限り活用し、津波の兆候を事前に捉えることが更なる安全性向上に繋がると認識。したがって、今後も引き続き、将来的な更なる安全性向上に係る取り組みとして、敷地外潮位計の多様性向上に努める。具体的には津居山地点以外の潮位計の追加活用や当社所有の潮位計の追加設置について、以下に示す案の成立の前提が確立できたものは、実施していく。

表 将来的な更なる安全性向上の取り組みに係る課題および必要な期間

	検討ケース	成立の前提	左記の確立後に必要な期間
②-a	既往観測地点の活用拡充（三国）	既往観測地点からのデータ提供の了解	約6か月（通信回線等の設置）
②-b	既往観測地点（津居山等）への当社潮位計の設置	既往観測地点における設置の了解及び配置の成立	約1年（潮位計・通信回線等の設置）
②-c	新規地点（丹後半島等）への当社潮位計の設置	立地交渉の成立	約3年（観測所の設置1年、潮位計・通信回線等の設置1年、潮位データ採取1年）

○設備構成のイメージは以下のとおり。



【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（1 / 5）】

第810回審査会合
資料1-1 P59修正

○津波検知の判断基準は以下の申請書の添付書類八において、**判断基準の記載が必要となる最初の文言**を「**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、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。（以下「通常の潮汐とは異なる潮位変動」という。）**」と記載し、以降は「**通常の潮汐とは異なる潮位変動**」と記載する。

添付書類八（赤字：追加修正が必要な箇所）	
1.5 耐津波設計	
1.5.1 設計基準対象施設の耐津波設計方針	
1.5.1.1 耐津波設計の基本方針	
(3) 入力津波の設定	
c. 取水路・放水路等の経路からの流入に伴う入力津波	
耐津波設計に用いる入力津波高さを第1.5.1表に示す。なお、敷地への津波の流入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ぐため取水路防潮ゲートを設置し、発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合、原則、循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を定めることから、大津波警報が発令された場合で、取水路防潮ゲート閉止後に敷地に到達する津波については、取水路防潮ゲート閉止を前提として評価する。また、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以上上昇すること、若しくは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、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。（以下「通常の潮汐とは異なる潮位変動」という。）を把握した場合、原則、循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を定めることから、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握してから、取水路防潮ゲート閉止に必要な時間が経過した後に、取水路防潮ゲートを閉止する条件で評価する。	

○既許可と今回申請における取水路防潮ゲート閉止運用の比較（朱記部が追加となった運用）

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**、次頁以降にて、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。

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（2 / 5）】

第810回審査会合
資料1-1 P60修正

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	-	-	<p>要</p> <p>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。</p>
外郭防護 1	<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>取水路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	<p>【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号炉放水ピット止水板 【浸水防止設備】浸水防止蓋</p>	<p>【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号炉放水ピット止水板、潮位計 【浸水防止設備】浸水防止蓋</p>	<p>潮位計を津波防護施設と兼用化</p>

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（3 / 5）】

第810回審査会合
資料1-1 P61再掲

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	<p>【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。</p> <p>【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。</p> <p>【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。</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、 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	<p>【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。</p> <p>【4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策】 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p>			
	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、 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	<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>取水路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>

【審査ガイド要求項目に対する基準適合性について（5 / 5）】

第810回審査会合
資料1-1 P63再掲

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	<p>申請書の 運用記載</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>取水路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。 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。 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による取水路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)

【潮位計に対する基準適合性について（1 / 11）敷地内潮位計について】

○潮位計に要求される安全機能について、20ページの**防潮ゲート開状態の評価結果**及び潮位計における津波検知情報を活用し、**防潮ゲート（MS-1）を操作することを念頭に以下のとおり整理を行った。**

○防潮ゲートがMS-1に位置づけられていることについては、以下のとおり。

＜発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（以下、重要度分類指針という）記載（抜粋）＞

- (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。

上記記載によると、**防潮ゲートは当該系（例．海水ポンプ）の機能遂行に直接必要ではない（海水ポンプの駆動系等ではない）**ため、(2)により、当該系より下位の重要度＝MS-2以下となるが、**過去の審査会合(2014.10.7)でのご指摘及び防潮ゲートが可動部、駆動部を有している**ことを踏まえ、(1)の「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。」と解釈し、MS-1としている。

○詳細としては、以下の2とおりが考えられる。

＜重要度分類指針記載（抜粋）＞

- ①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「**安全上必須なその他の構築物、系統及び機器**」がその例である。

→防潮ゲート閉止することにより、海水ポンプ等の設計基準対象施設を防護していることを踏まえ、**防潮ゲートにより、安全機能を担保している機器が多数（＝支援対象が広い）とみなし、MS-1と位置づけている。**

- ②「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。

→常時ではなく、**津波発生時のみだけであるが、防潮ゲートが閉止できなければ、当該系（例．海水ポンプ＝MS-1）の機能遂行又は機能維持ができないと広義でみなし、MS-1と位置づけている。**

【潮位計に対する基準適合性について（2 / 1 1）敷地内潮位計について】

○前頁の整理結果より、防潮ゲートが①、②のいずれに該当するとしても、重要度分類指針上のMS-1の「**安全上必要なその他の構築物、系統及び機器**」の「**安全上特に重要な関連機能**」に該当すると考えられる。

＜重要度分類指針の付表（抜粋）＞

分類	異常影響緩和系					備考
	定義機能	構築物、系統又は機器（PWR）	特記すべき関連系（PWR）	構築物、系統又は機器（BWR）	特記すべき関連系（BWR）	
MS-1		5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧注入系、高圧注入系、蓄圧注入系）		非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、高圧炉心スプレイ系、自動減圧系）	
		6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器、アニュラス、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイ系、アニュラス空気再循環設備、安全補機室空気浄化系、可燃性ガス濃度制御系	原子炉格納容器排気筒	原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイ冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系	排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能）
	2) 安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系		安全保護系	
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい・換気空調系・原子炉補機冷却水系、 <u>原子炉補機冷却海水系</u> 、直流電源系、制御用圧縮空気設備（いずれも、MS-1関連のもの）	ディーゼル発電機燃料輸送系、ディーゼル冷却系、 <u>取水設備</u> （屋外トレンチを含む。）	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい・非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系（いずれも、MS-1関連のもの）	ディーゼル発電機燃料輸送系、ディーゼル冷却系、取水設備（屋外トレンチを含む。）

○一方、潮位計の安全機能については、MS-1である防潮ゲートの機能遂行に直接必要となる駆動系等（直接関連系）ではなく、**防潮ゲートの閉止操作に必要な情報提供系（間接関連系）に該当するため、当該系より下位の重要度を有するもの（前頁参照）とみなし、MS-2と位置づけることが妥当**と判断する。

【潮位計に対する基準適合性について（3 / 1 1）敷地内潮位計について】

- 防潮ゲート**については、前頁までの考え方により、第5条において、**津波防護機能を有する設備であることから津波防護施設**として位置づけられている。また、MS-1に該当する重要安全施設であることから第12条においても明記されている。
- 一方、潮位計については**津波防護機能を直接有する設備ではないが**、潮位計における津波検知情報を基に防潮ゲートの閉止操作を実施することから、**津波防護機能を間接的に有するもの**であることを踏まえ、**津波防護施設と位置付け、申請書の第5条に明記**する。また、**潮位計はMS-1である防潮ゲートの閉止判断にかかわるものとして、MS-2に該当する重要安全施設である旨、申請書の第12条に明記**する。

＜設置許可申請書（第12条） 第1.2.2表（抜粋）＞

第 1.2.2 表 原子炉施設の安全上の機能別重要度分類(3/8)

分類	異常影響緩和系			特記すべき関連系(注1)
	定義	機能	構造物、系統又は機器	
MS-1	1)異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、蒸留池を冷却し、原子炉冷却材圧力バウンダリの遮断を防止し、放射性物質の漏洩の防止の放射線の影響を防止する建築物、系統及び機器	5)炉心の冷却機能	非常炉心の冷却設備 低圧注入系 高圧注入系 留圧注入系	川気筒 [MS-1] (注2)
		6)放射線物質の閉じ込め機能、放射線の遮断及び放射線減衰機能	原子炉燃料容器（原子炉燃料容器貫通部、エプロック及び機器出入口を含む） プレコラス 原子炉燃料容器覆層及び原子炉燃料容器バウンダリ配管系（範囲は、原子炉冷却材圧力バウンダリ、原子炉燃料容器バウンダリ） 原子炉燃料容器モニタリング設備 プレコラス圧力平衡設備 安全格納庫の気圧化設備 外部遮断	
2)安全に必要なその他の構造物、系統及び機器	1)工学的安全施設及び原子炉停止系統の作動信号の発生機能 2)安全上特に重要な関連機能	安全保護系 原子炉保護設備及び工学的安全施設作動設備(注4)	非常炉心内電線系 デゾーナル発電機 中央制御室及び中央制御室遮断 中央制御室換気設備 原子炉格納庫海水設備 原子炉格納庫海水設備 直噴注設備 計測制御用電源設備 直噴注空気設備 取水路防潮ゲート （以下略）MS-2に該当のもの	取水設備（原子炉格納庫海水設備にかかわるもの） [MS-1] (注2) 潮位計（取水路防潮ゲートの閉止判断にかかわるもの） [MS-2] (注3)

(注1) 関連系については、「1.2.2 分類の適用の原則」参照。
 (注2) 直接関連系に相当する。
 (注3) 間接関連系に相当する。
 (注4) 安全機能を有する計測制御装置の設計指針 JEAG 4611-1991 に準拠する。

＜既許可と今回の潮位計（MS-2）の設計項目＞

	多重性	独立性	耐震性	非常用電源	試験	記録
既許可	-	-	○	○	-	-
今回	○	○	○	○	○	○

【潮位計に対する基準適合性について（4 / 1 1）敷地外潮位計について】

- 敷地外の潮位データの活用については発電所構内での津波検知にこだわらず、可能な限り津波の兆候を事前に捉え準備することを目的として、活用する。
- ただし、敷地外の潮位データについては、点検中等の潮位観測データの欠測等や誤検知の観点から敷地内の潮位計と同等の防潮ゲートの閉止判断となる情報（トリガー）としての信頼性を確保することは困難である。
- また、敷地外の潮位観測のために設置している設備は当社所有のものではなく、今後、将来的な安全性向上に係る取り組みとして、更なる潮位データの活用についても対応していくものの、外部状況の変化等を考慮した場合、設置許可上において、地点や手段を固定化することは、困難である。
- 以上より、敷地外の潮位データについては、津波襲来に対して敷地内の潮位計よりも早期に運転員による潮位の監視体制強化のきっかけとなる情報としての位置づけとして、活用する方針であり、本内容を第26条（外部状況の把握）に記載する。
- なお、海底地すべりによる津波に対しては、前述した敷地内の潮位計において、防潮ゲート閉止を行う運用としており、これにより、施設影響のある津波の見落としがないこと、津波以外の場合の誤検知がないこと並びに、最も時間余裕が厳しい（早い）津波に対しても余裕をもって対応できることを確認している。

【潮位計に対する基準適合性について（5 / 11）申請書記載】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可	今回申請	備考
<p>五条 (津波による 損傷の防 止)</p>	<p>基準要求事項 敷地への津波の繰り返しの際を察知し、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>潮位計については津波防護機能を直接有する設備ではないが、潮位計における津波検知情報に基づき防潮ゲートの閉止操作を実施することから、津波防護機能を間接的に有するものであることを踏まえ、津波防護施設と位置付け、申請書の第5条に明記する。</p>
	<p>【本文五号】 (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 設計基準対象施設は、基準津波に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないこと、また、重大事故等対処施設は、基準津波に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならないことから、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号及び2号炉放水ピット止水板並びに、海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室浸水防止蓋、中間建屋水密扉、制御建屋水密扉、貫通部止水処置により、津波から防護する設計とする。</p> <p>申請書の主な記載 …</p>	<p>【本文五号】 (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 設計基準対象施設は、基準津波に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないこと、また、重大事故等対処施設は、基準津波に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならないことから、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号及び2号炉放水ピット止水板並びに潮位計、海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室浸水防止蓋、中間建屋水密扉、制御建屋水密扉、貫通部止水処置により、津波から防護する設計とする。</p> <p>…</p> <p>潮位計 (1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設) 個 数 4</p>	

【潮位計に対する基準適合性について（6 / 11）申請書記載】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可	今回申請	備考
<p>五条 (津波による 損傷の防 止)</p>	<p>基準要求事項 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>申請書の 主な記載</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>【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>(11) 潮位計（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設） 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4台設置する。</p> <p>潮位計は、検出器、監視モニタ等（電源系を含む）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潮位に至る前に取水路防潮ゲートを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、取水路防潮ゲートの閉止操作に必要な津波防護施設かつ情報提供系（MS-2）である。</p> <p>潮位計は、各号炉の海水ポンプ室前面の入力津波高さ（1号炉：T.P.+2.6m、2号炉：T.P.+2.6m、3号及び4号炉：T.P.+2.9m）に対して波力、漂流物の影響を受けない位置に設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。また、基準地震動に対して、機能を喪失しない設計とする。設計に当たっては、自然条件（積雪、風荷重等）との組合せを適切に考慮する。</p> <p>具体的には、潮位計は多重性、独立性、耐震性等を確保する。 さらに、原子炉の運転中又は停止中に潮位計の試験が可能な設計とする。</p>	<p>潮位計については津波防護機能を直接有する設備ではないが、潮位計における津波検知情報を基に防潮ゲートの閉止操作を実施することから、津波防護機能を間接的に有するものであることを踏まえ、津波防護施設と位置付け、申請書の第5条に明記する。</p>

【潮位計に対する基準適合性について（7 / 11）申請書記載】

赤字：追加修正が必要な箇所

項目	既許可	今回申請	備考
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		

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。

【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. FAX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FAX、テレビ等を設置する。

【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. FAX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FAX、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中央制御室へ警報発信し、取水路防潮ゲートの閉止操作に必要な情報提供系として、発電所構内に潮位計を4台設置する。

さらに、発電所構内の潮位計よりも早期に通常の潮汐とは異なる潮位変動情報を中央制御室へ発信し、運転員による潮位の監視体制強化の起因となる情報提供系として、発電所構外の観測潮位の活用を行う運用とする。

既許可では大津波警報を受信する設備としてFAX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は、潮位計にて津波を検知するためFAX等の記載に潮位計を追記する。

敷地外の潮位データについては、津波襲来に対して敷地内の潮位計よりも早期に運転員による潮位の監視体制強化のきっかけとなる情報として位置づけ、申請書の第26条に明記する。

【潮位計に対する基準適合性について（8 / 12）計器信頼性】

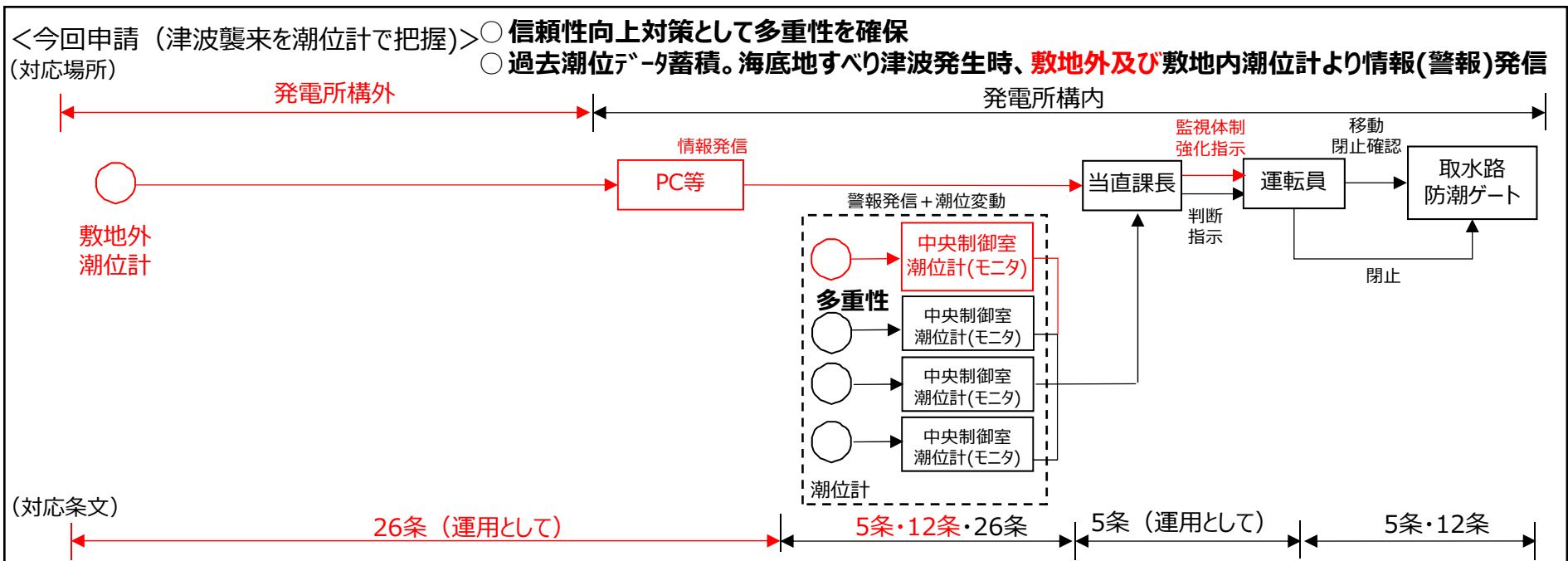
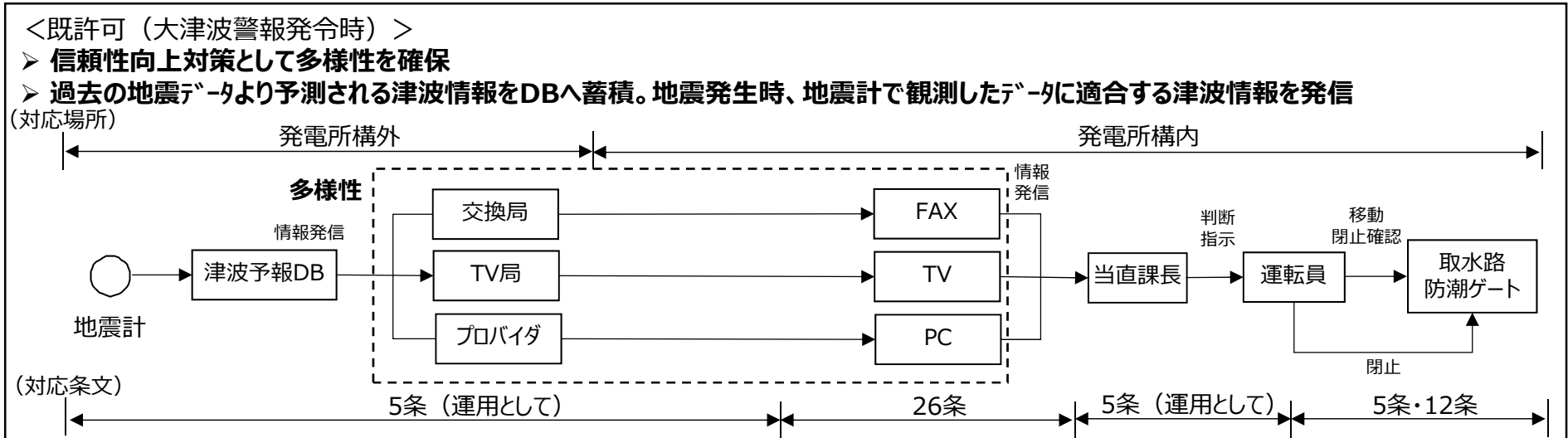
○計器信頼性を踏まえた対策の設定

発電所敷地内の潮位計4台により、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合、津波襲来と判断し、取水路防潮ゲート閉止操作を行う運用としているが、更なる計器信頼性の確保を踏まえ以下の追加対策を実施。

判断に用いる潮位計の単一故障およびプラント運転中の試験可能性を考慮するとともに、津波襲来を確実に判断するため、2号炉海水ポンプ室に潮位計を1台追加し、潮位計4台による2 out of 4を採用する。

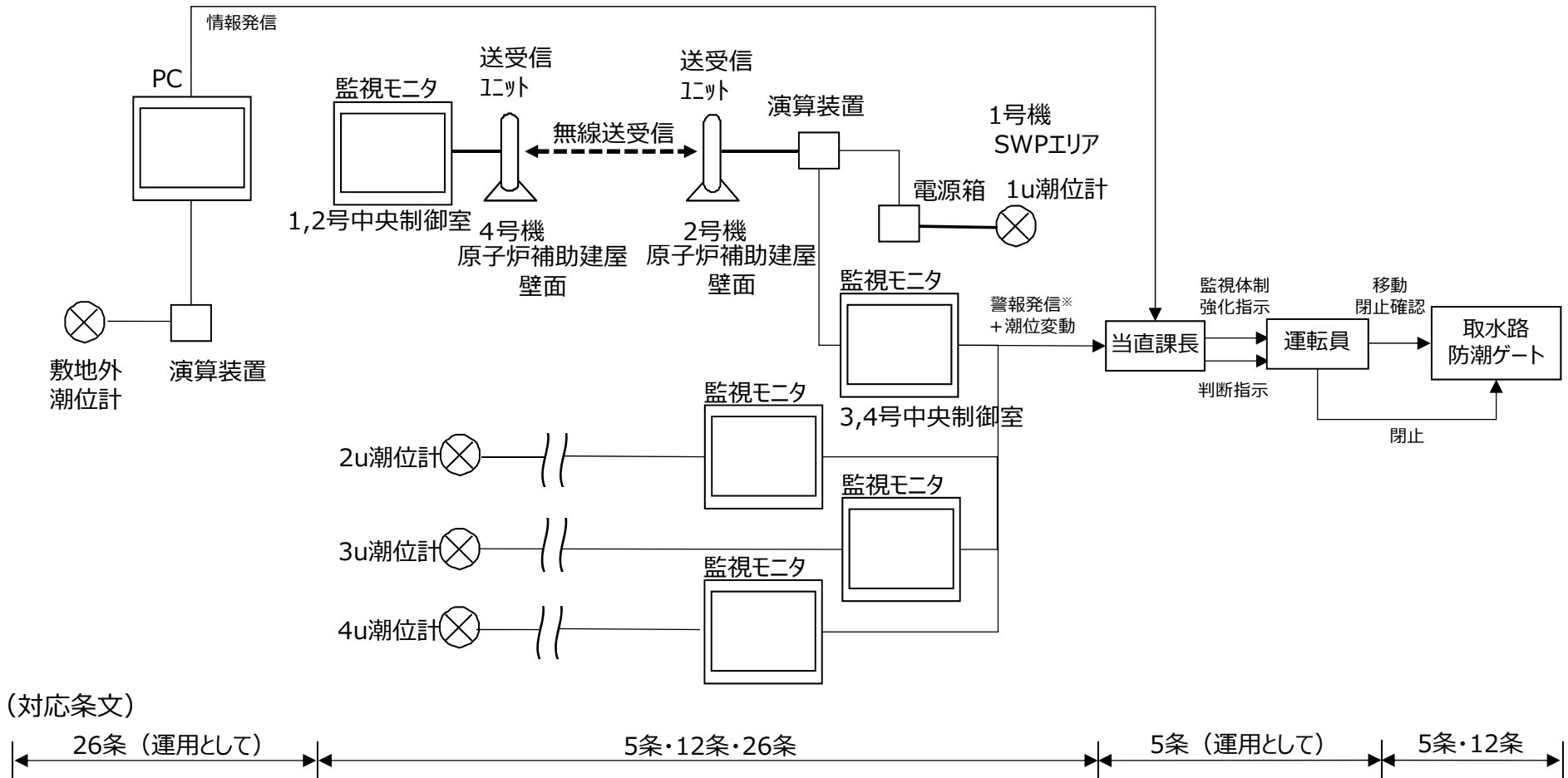
【潮位計に対する基準適合性について（8 / 11）既許可との比較】

○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情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の信頼性は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（9 / 11）運用に関連する設備】

今回（津波襲来を潮位計で把握）の運用に関する設備と各設備の関連条文を下図に示す。



※：警報発信機能については、第26条要求のみに適用

【潮位計に対する基準適合性について（10 / 11）防潮ゲート閉止自動化要否】

○防潮ゲート閉止の自動化要否について、①**自動化の技術的側面からの要否**および②**自動化要求のある安全保護系の考え方からの検証**を踏まえ、以下のとおり整理した。

①**自動化の技術的側面からの要否**を、以下の観点で検討した。

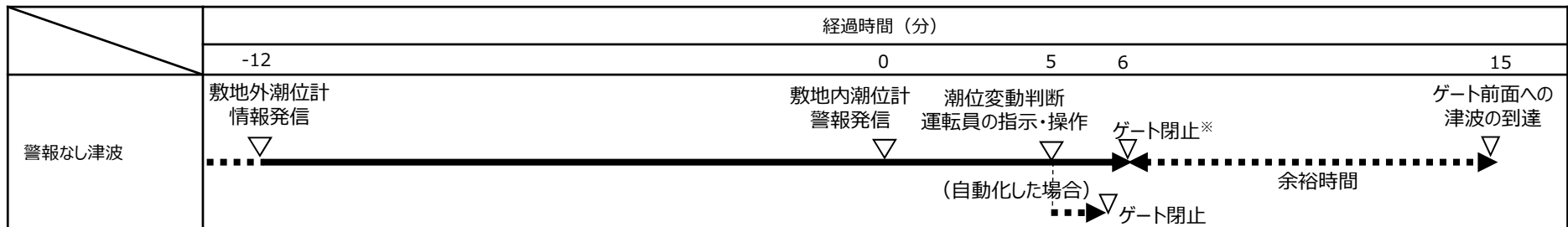
i. **運転操作上、施設影響のある津波が敷地に到達するまでに防潮ゲートの閉止が間に合うか**

ii. **自動化した場合に時間的な短縮効果があるか**

i. 運転操作上、施設影響のある津波が敷地に到達するまでに防潮ゲートの閉止が間に合うか

- ・**最も津波検知の判断基準到達までの時間が厳しい（早い）津波に対し、運転操作は時間内に余裕をもって対応できることを確認。**（P54～61）
- ・具体的には、施設影響のある津波が防潮ゲート前面までに到達する時間に対し、防潮ゲート閉止完了の**余裕時間は約9分あり、十分な余裕を有している**ことを確認。

<警報なし津波襲来時における警報発信から防潮ゲート閉止操作までの運用時間>



※：最も余裕時間の厳しい津波については、初期条件として循環水ポンプ全停としていることから判断基準到達の1分後に防潮ゲート閉止としている。

ii. **自動化した場合に時間的な短縮効果があるか**

- ・「津波警報が発表されない可能性がある津波への対応における対応手順と所要時間（高浜1, 2号炉及び3, 4号炉）」の参考資料にて、警報発信から防潮ゲート閉止までの各動作の所要時間を確認しており、**短縮効果があるのは、当直課長と運転員間のコミュニケーションの約40秒。**
- ・**余裕時間は約9分に対し、自動化により得られる効果は小さい。**

・以上より、**自動化の技術的側面からの要否を踏まえ、防潮ゲート閉止の自動化は不要**と考えている。

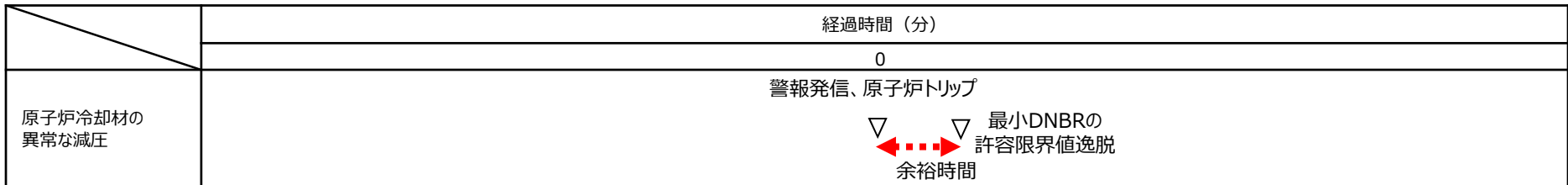
なお防潮ゲート閉止は、循環水ポンプ停止等による海水ポンプ取水性能の維持が必須条件であり、これらの自動化は、安全系の冷却機能への悪影響回避を新たに考慮が必要。したがって、自動化のための設備増加・複雑化の観点からも、時間的余裕がある限り、回避する。

【潮位計に対する基準適合性について（11 / 11）防潮ゲート閉止自動化要否】

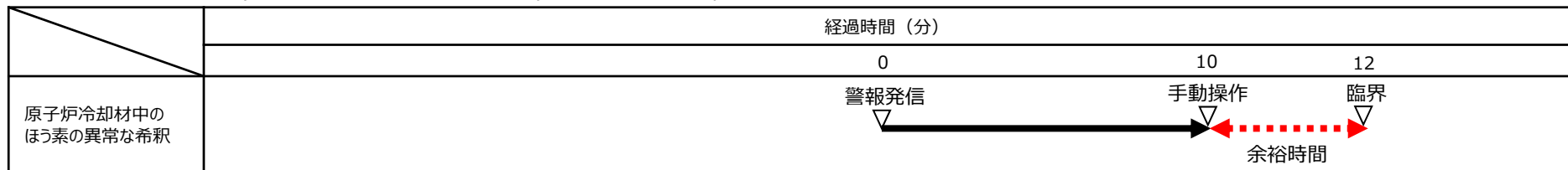
②自動化要求のある安全保護系の考え方からの検証

- ・**自動化要求のある安全保護系**では、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」の解析を実施し、過渡の場合は炉心損傷に至らない設計、事故の場合は炉心の溶融あるいは著しい損傷のおそれがない設計とするため、**事象進展の速さを考慮し、10分以内に事象進展するシナリオは自動化を採用。**
- ・10分以内の例として「原子炉冷却材の異常な減圧（i）」では、加圧器逃がし弁の誤開を想定し、未トリップを仮定した場合、数分で最小DNBRの許容限界値を逸脱することが想定されるため、約60秒で「原子炉圧力低」により自動で原子炉トリップとしている。
- ・10分以上の例として「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈（ii）」では、プラント起動時に充てんポンプ等による純水の注入を想定し、「中性子源領域中性子束高」警報から臨界に至るまでの12分以内に、手動により、希釈停止することとしている。
- ・今回の運用（iii）では、発電所敷地内での警報発信から施設影響のある津波が防潮ゲート前面に到達するまでの最速の津波でも15分で、**ゲート閉止までの操作完了に対し、約9分の余裕時間を有す。**これを**安全保護系の自動化の考えに照らしても、ゲート閉止までの運転操作の自動化は不要と考える。**なお、敷地外での情報発信により監視強化体制の早期構築を可能な運用としている。

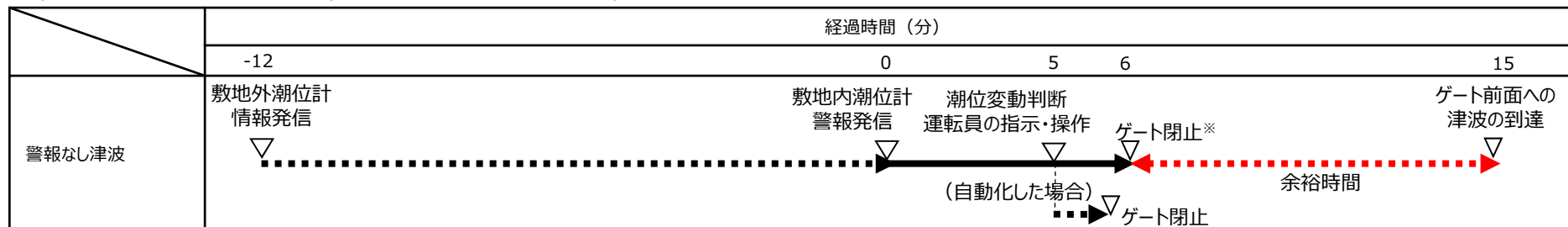
i. 原子炉冷却材の異常な減圧における自動トリップまでの時間



ii. 原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈時における警報発信から手動操作までの運用時間



iii. 警報なし津波襲来時における警報発信から防潮ゲート閉止操作までの運用時間



※：最も余裕時間の厳しい津波については、初期条件として循環水ポンプ全停としていることから判断基準到達の1分後に防潮ゲート閉止としている。