



**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4月13日
関西電力株式会社



3/12審査会合におけるご指摘事項及び反映内容 (1/2)

○前回審査会合ご説明時からの資料変更点を緑字もしくは、□とし、資料追加頁を 新規追加 としております。

3/12審査会合のご指摘事項		反映内容	本資料頁
1	破壊伝播速度を0.5m/s～0.6m/sの間に設定する場合の津波シミュレーションについて、敷地影響の有無を説明すること。	<ul style="list-style-type: none"> Es-K5（水位上昇側）の破壊伝播速度0.55m/sのケースの計算結果を追加。また、同様の観点で、Es-T2（水位上昇側）の崩壊規模45%の計算結果を追加。 施設影響があり水位低下量0.7m未滿となる津波がないことに関する説明を追加。 	3～35
2	津波シミュレーションについて、得られたパラメータスタディ結果を再整理し、判断基準の妥当性を説明すること。	<ul style="list-style-type: none"> 全てのパラスタ結果における1波目の水位変動量・水位低下時間に関するデータを記載し、施設に影響するケースは全て判断基準で検知できることを明示。 波源特性のパラメータスタディと伝播特性のパラメータスタディの関連性がわかるように、各ポンプ室の時刻歴波形での増幅比率に関する記載を充実化。 まとめページの記載を、判断基準の妥当性の観点での具体的な記載に修正。 朔望平均潮位、潮位ばらつき、高潮裕度を除いた図に修正。 高浜湾における固有振動に関する記載を追加。 	
3	防潮ゲート閉止の判断基準（水位変動量0.7m）に対する裕度の考え方について、整理して説明すること。	<ul style="list-style-type: none"> 裕度の考え方に関する説明資料を追加するとともに、裕度を踏まえ変更となったものについて説明を追記。 平常時の潮位のゆらぎを考慮し、防潮ゲート閉止の判断基準値を0.60mとして設定。 潮位計、電源箱およびループ誤差を追記。 	36～38
4	若狭湾の伝播特性のパラメータスタディも踏まえて、構外検知（10分0.5m）の妥当性について説明すること。	<p>構内の判断基準の網羅性の整理と同等の評価の実施および平常時の潮位のゆらぎを考慮して、敷地外における情報発信基準の設定を実施。</p>	39～45

3/12審査会合におけるご指摘事項及び反映内容 (2/2)

○前回審査会合ご説明時からの資料変更点を緑字もしくは、 とし、資料追加頁を 新規追加 としております。

3/12審査会合のご指摘事項		反映内容	本資料頁
5	鉛直方向に防潮ゲートを落下させ、一定程度の流速で海水が常時流れている取水路を閉止する機構に関し、防潮ゲート閉止に要する時間の算定に谷本式を適用しないこと及びダム堰基準を適用することの妥当性について、説明すること。	防潮ゲートの閉止時間を検討する際に、ダム・堰技術基準(案)を参照することの妥当性を説明。	46～53
6	漂流物の影響評価に関し、既許可の申請内容からの変更内容の有無について説明すること。	漂流物評価において、分類が変更となったものについて説明を追記。	54～71
7	漂流物の影響評価に関し、物揚岸壁における燃料輸送車両等の有無及び漂流物となる可能性の評価結果について説明すること。	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料等輸送船の停泊時に存在する燃料輸送容器、燃料輸送車両、LLW輸送容器及びLLW輸送車両について、漂流物となるかどうか評価し、これらは漂流物とならないと整理。 • 燃料輸送船およびLLW輸送車両他の緊急退避対応を追記。 	

【3/12審査会合のご指摘事項】

- 1.破壊伝播速度を0.5m/s～0.6m/sの間に設定する場合の津波シミュレーションについて、敷地影響の有無を説明すること。
- 2.津波シミュレーションについて、得られたパラメータスタディ結果を再整理し、判断基準の妥当性を説明すること。

【トリガー（判断基準）の設定の考え方】

Step 1**施設影響が生じるケースの津波波形の特徴の確認**

（確認対象…エリアA：Es-G3、エリアB：Es-K5、エリアC：Es-T2）

- 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。

Step 2**通常（平常時、台風時）の潮位変動の確認**

- vi. 通常（潮汐、台風時）は0.7m/10分の潮位変動はない。

Step 3**津波検知の判断基準の仮設定**

潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降（または上昇）し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇（または下降）。

Step 4**判断基準の網羅性の確認**

施設影響が生じるケースを様々に想定した上で、いずれの場合も検知できる判断基準であることを確認。

Step 5**津波検知の判断基準の設定**

実際には津波以外の潮位のゆらぎがあることを考慮し、トリガーとする水位変動量に0.1mの余裕を織り込んで、津波検知の判断基準を以下のとおり設定する。

潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.6m以上下降（または上昇）し、その後、最低潮位から10分以内に0.6m以上上昇（または下降）。

【Step 4 : 判断基準の網羅性の確認】**判断基準の網羅性確認の考え方**

海底地すべりによる津波のうち、施設影響が生じる様々なケースに対して、いずれの場合も検知できる判断基準となっていることを確認する。

① 海底地すべりの波源特性に関するパラメータスタディ

隠岐トラフ海底地すべりのうち、生じる津波が施設に影響する海底地すべりを全て抽出し、それらのパラメータスタディを実施することによって、生じる津波波形の不確かさを踏まえても、施設に影響するケースを網羅的に検知できる判断基準となっていることを確認する。

①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出

位置・向き・規模の特性を踏まえて複数の海底地すべりを選定し、発生する津波によって施設影響が生じるものを抽出する。

①-2 崩壊規模のパラメータスタディ

- ⊘ 基本ケースでは確認された地すべり跡に基づいて崩壊規模を設定していることから、崩壊規模を徐々に小さくしたパラメータスタディを実施する。
- ⊘ 施設に影響するケースについて、設定した判断基準で検知できることを確認する。

①-3 破壊伝播速度のパラメータスタディ

- ⊘ 基本ケースでは破壊伝播速度を最大値で設定していることから、破壊伝播速度を徐々に小さくしたパラメータスタディを実施する。
- ⊘ 施設に影響するケースについて、設定した判断基準で検知できることを確認する。

② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ

振幅・周期を様々に変えた正弦波を用いて津波水位計算を実施し、1波目と2波目以降の関係について以下を確認する。

- ・「1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい」という津波波形の特徴が津波波形の一般的な傾向であることを確認する。
- ・2波目以降の増幅の程度や影響する周期について、波源特性のパラメータスタディと異なる傾向がないか確認する。

【Step 4 ①：海底地すべりの波源特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P45再掲

検討方法（「基準津波評価」と「判断基準の網羅性の検討」の差異）

		海底地すべりの波源特性		
		位置・向きの特性 (38の海底地すべり)	崩壊特性	
			【静的】 崩壊の規模 (崩壊断面積)	【動的】 崩壊の進展速度 (破壊伝播速度)
基準津波評価 での設定	<目的> 最大規模の 津波波源の 選定。	エリア毎のチャンピオンを選定 〇 隠岐トラフ海底地すべりを位置・向きによりエリアA～Cに分類し、 <u>各エリアで最大規模のものを選定。</u>	最大値で設定 〇 複数回の斜面崩壊で形成されたとされるものも含め、 <u>一度に全て崩壊するものとして最大規模で評価。</u>	最大値で設定 〇 Kinematic モデルにおける破壊伝播速度は最大値で評価。 (Watts 他の予測式による海底地すべりの速度の最大値)
	施設に影響するケースを網羅的に検知できることを確認するために検討を充実化			
判断基準の 網羅性の検討	<目的> 施設に影響する津波波源の網羅的な確認。	施設影響が生じるケースを抽出 (①-1) 〇 隠岐トラフ海底地すべりを位置・向きによりエリアA～Cに分類し、 <u>各エリアで規模1位～3位のものを選定。</u> 〇 エリアに関わらず、 <u>発電所方向に崩壊するものを選定。</u> ⇒これらの津波計算結果から、施設影響が生じるケースを抽出。(各地すべりの崩壊規模・破壊伝播速度は最大値で設定)	パラメータスタディを実施 (①-2) 〇 地すべりの進展が途中で止まる場合を考慮し、 Kinematic モデルにおける崩壊規模を徐々に小さくしたパラメータスタディを実施。	パラメータスタディを実施 (①-3) 〇 地すべりの進展が比較的遅い場合を考慮し、 Kinematic モデルにおける破壊伝播速度を徐々に小さくしたパラメータスタディを実施。

本検討では、波源の「位置・向き」及び「崩壊特性」の観点から、施設に影響するケースを網羅的に抽出し、判断基準での検知可否を確認する。

【Step 4 : ①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出】

第847回審査会合
資料1-1 P46再掲

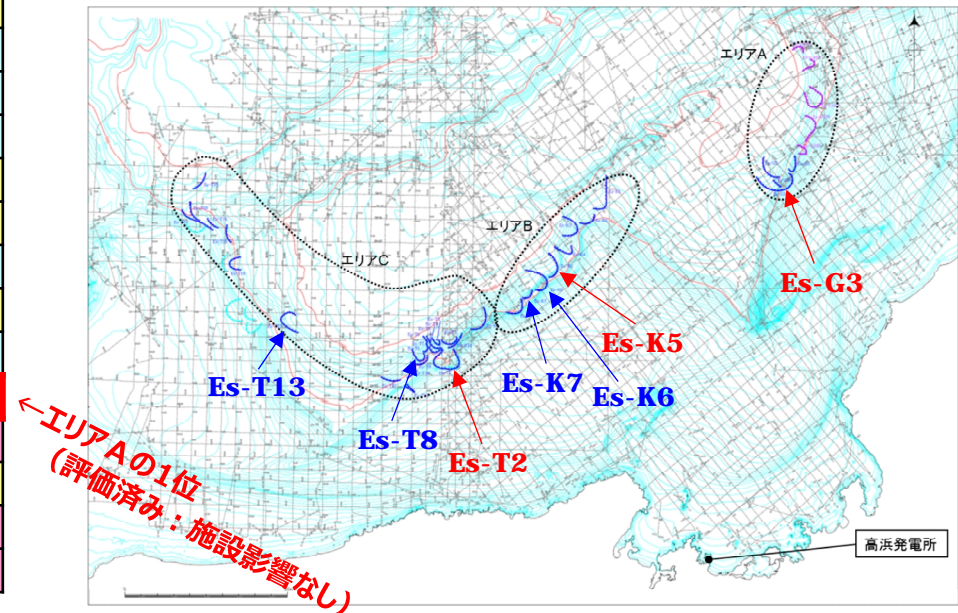
各エリアで規模が1位～3位の地すべりの選定

●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

- ←エリアBの1位（評価済み：施設影響あり）
- ←エリアCの1位（評価済み：施設影響あり）
- ←エリアCの2位（追加評価：施設影響の有無を確認する）
- ←エリアBの2位（追加評価：施設影響の有無を確認する）
- ←エリアCの3位（追加評価：施設影響の有無を確認する）
- ←エリアBの3位（追加評価：施設影響の有無を確認する）

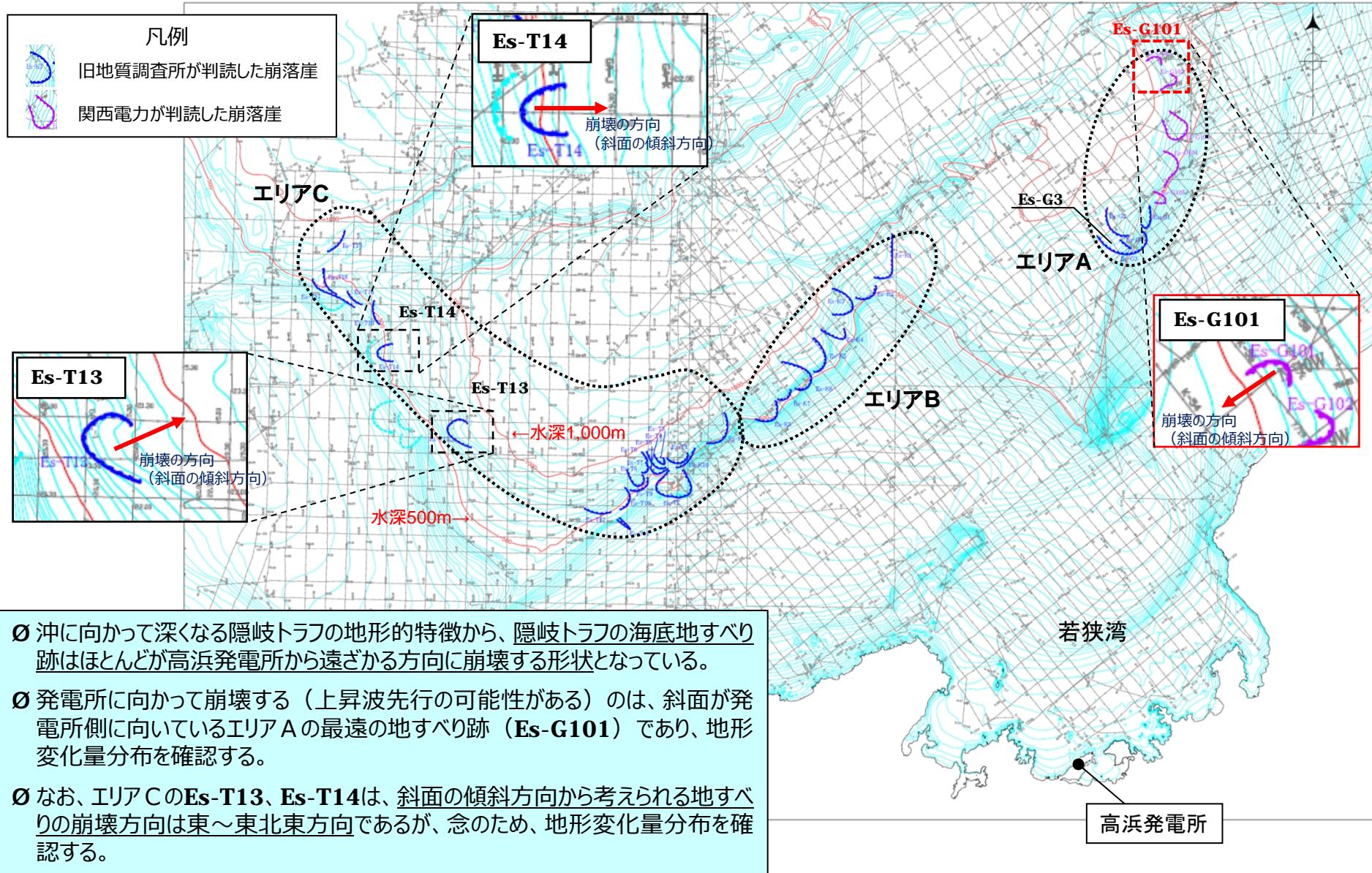


- エリアA～Cの最大規模であるEs-G3、Es-K5、Es-T2については評価済みであり、Es-K5及びEs-T2で施設影響が生じることを確認している。
- エリアBの規模2位・3位のEs-K7及びEs-K6、エリアCの規模の2位・3位のEs-T8及びEs-T13を選定し、施設影響の有無を確認する。
- エリアAは最大規模のEs-G3でも施設影響が生じないことから、規模の2位・3位の地すべりの評価は行わない。

【Step 4 : ①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出】

第847回審査会合
資料1-1 P47再掲

発電所方向に崩壊する地すべりの選定



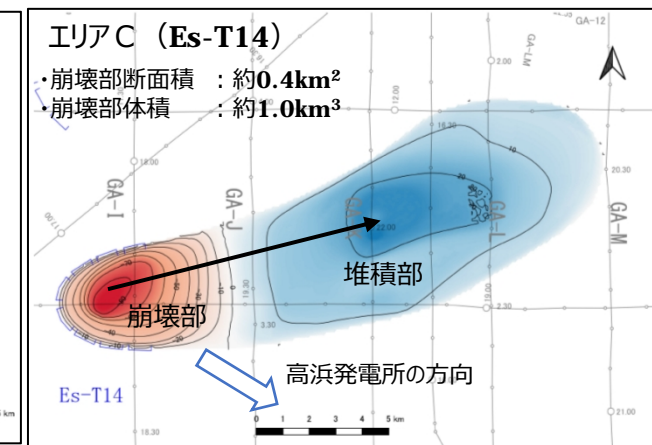
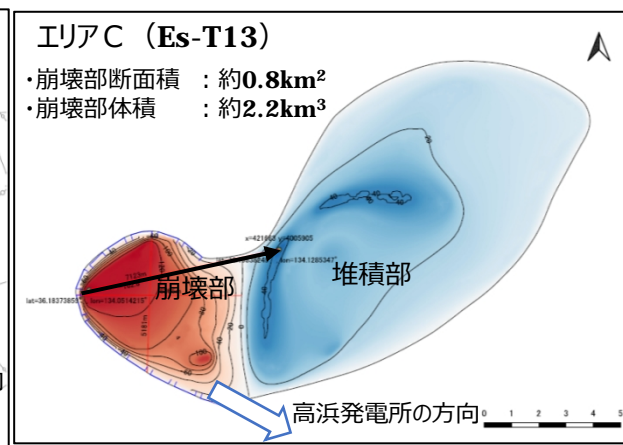
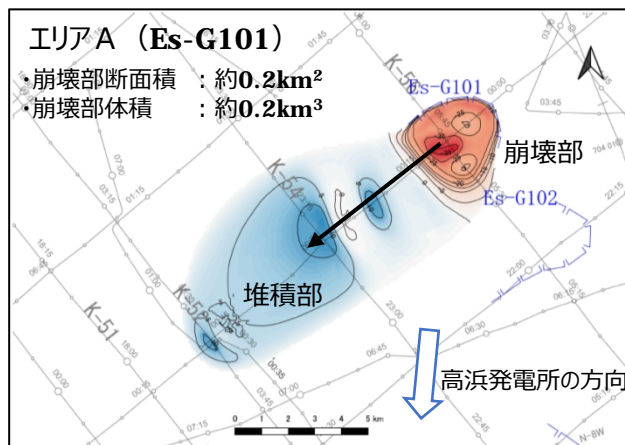
【Step 4 : ①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出】

第847回審査会合
資料1-1 P48再掲

発電所方向に崩壊する地すべりの選定

● 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。

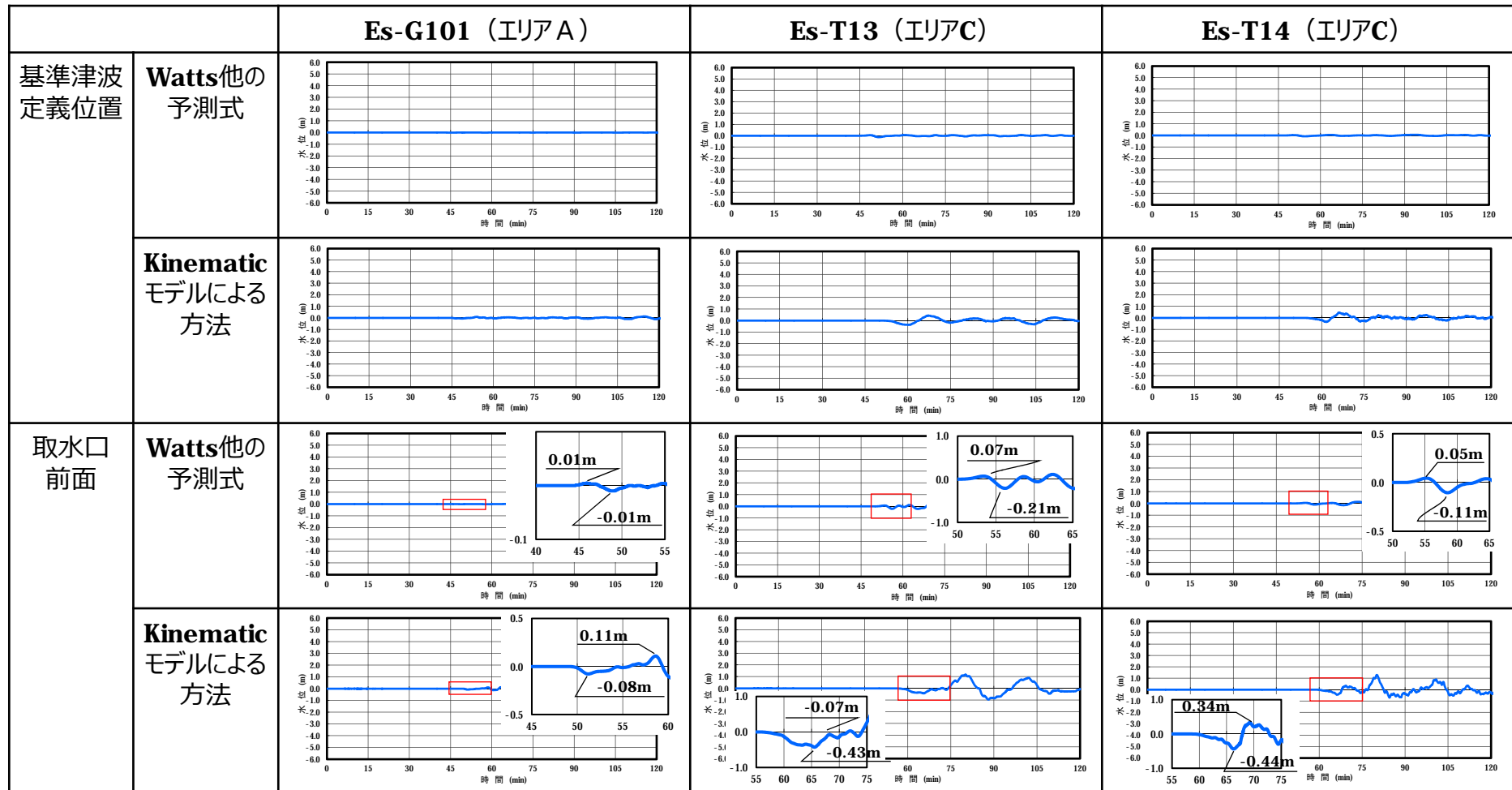
- 地形変化量分布の確認結果から、発電所方向に崩壊する地すべりはEs-G101のみと考えられる。ただし、隠岐トラフ海底地すべりの網羅性を確認する観点から、今回着目したEs-G101、Es-T13、Es-T14の3か所について、施設影響の有無を確認する。
- 隠岐トラフでは地形的にほとんどの地すべりが発電所とは逆方向に崩壊していることから、隠岐トラフ海底地すべりの波源特性を踏まえると、水位下降波先行という前提は妥当と考えられるが、発電所方向に崩壊する可能性のある地すべりとして、Es-G101、Es-T13、Es-T14の3か所については1波目の波形の形状を確認する。

【Step 4 : ①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出】

第847回審査会合
資料1-1 P49再掲

発電所方向に崩壊する地すべりの1波目の波形

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」という前提を変更する必要はないと考える。

【Step 4 : ①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出】

第847回審査会合
資料1-1 P50再掲

津波水位計算結果

エリアA～Cの各エリアの規模1位～3位の地すべり及びエリアに関わらず発電所方向に崩壊する地すべりによる津波水位計算結果を示す。
(崩壊規模及び破壊伝播速度は最大値で設定している。)

数字は、T.P.(m)

海底地すべり（警報なし）		取水路 防潮 ゲート	水位上昇							水位下降			
			取水路 防潮ゲート 前面	3,4号炉 循環水 ポンプ室	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3,4号炉 海水 ポンプ室	放水口 前面	放水路 (奥)	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3,4号炉 海水 ポンプ室	
エリアA	Es-G3 (規模1位)	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
	Es-G101 (発電所方向)	Watts他の予測式	開	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.4	-0.5	-1.1
		Kinematicモデルによる方法	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 (規模1位)	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
	Es-K7 (規模2位)	Watts他の予測式	開	1.4	1.7	1.5	1.5	1.7	1.1	1.2	-0.9	-1.0	-1.6
		Kinematicモデルによる方法	開	2.1	2.3	2.1	2.2	2.6	2.2	2.4	-1.5	-1.6	-2.4
	Es-K6 (規模3位)	Watts他の予測式	開	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	-0.7	-0.8	-1.3
		Kinematicモデルによる方法	開	2.0	2.3	2.1	2.1	2.3	1.7	1.9	-1.4	-1.5	-2.2
エリアC	Es-T2 (規模1位)	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
	Es-T8 (規模2位)	Watts他の予測式	開	1.3	1.7	1.2	1.3	1.6	0.9	1.1	-1.0	-1.0	-1.7
		Kinematicモデルによる方法	開	1.8	2.1	1.9	2.0	2.1	2.4	2.5	-1.7	-1.9	-2.6
	Es-T13 (規模3位、発 電所方向)	Watts他の予測式	開	0.9	1.2	0.9	1.0	1.3	0.9	0.9	-0.6	-0.7	-1.3
		Kinematicモデルによる方法	開	1.8	2.0	1.8	1.8	2.1	2.3	2.4	-1.5	-1.6	-2.3
Es-T14 (発電所方向)	Watts他の予測式	開	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	-0.6	-0.7	-1.2	
	Kinematicモデルによる方法	開	2.0	2.4	2.1	2.2	2.4	1.9	2.0	-1.5	-1.6	-2.1	

津波水位計算の結果、各評価点における水位変動は、エリアBのEs-K5（Kinematicモデル）が最も大きく、規模2位・3位の地すべりや発電所方向に崩壊する地すべりではこれを上回る水位変動は生じない。

【Step 4 : ①-1 施設に影響する海底地すべりの抽出】

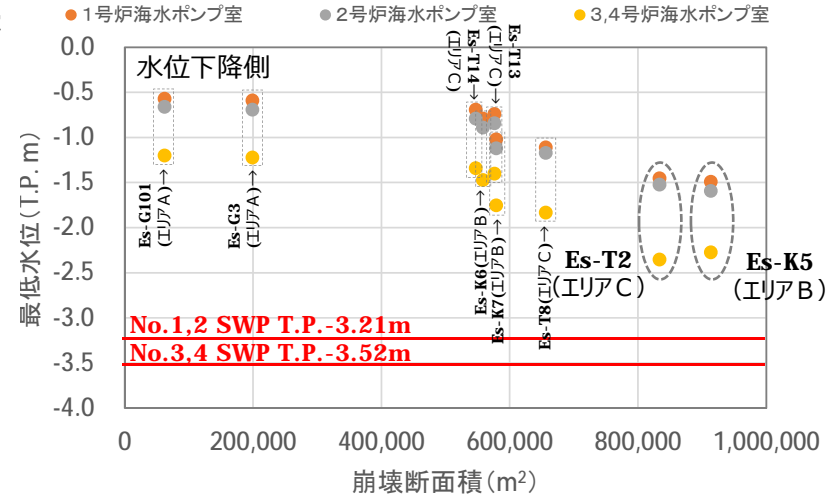
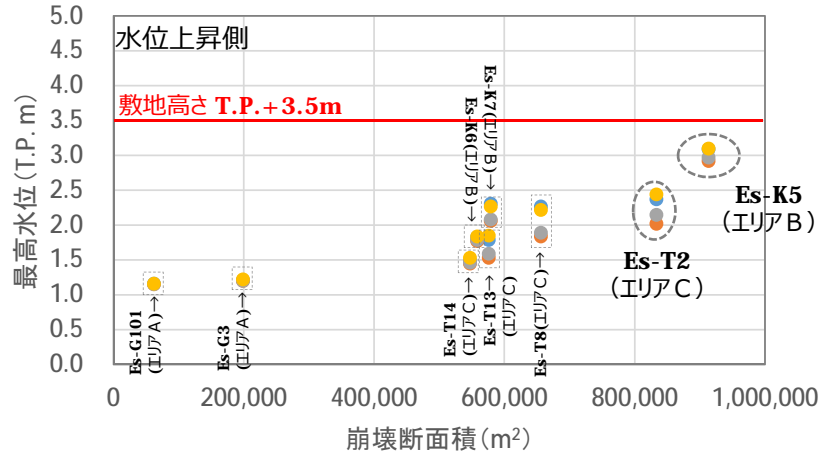
第847回審査会合
資料1-1 P51再掲

施設影響が生じるケースの確認

施設影響を確認するため、崩壊断面積と水位（上昇側：ばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49m考慮、下降側：ばらつき-0.17m考慮）の関係を整理した。

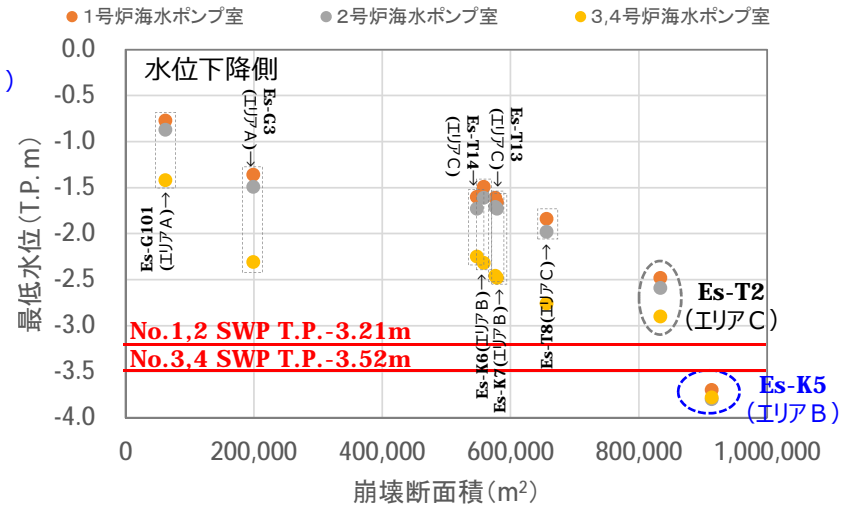
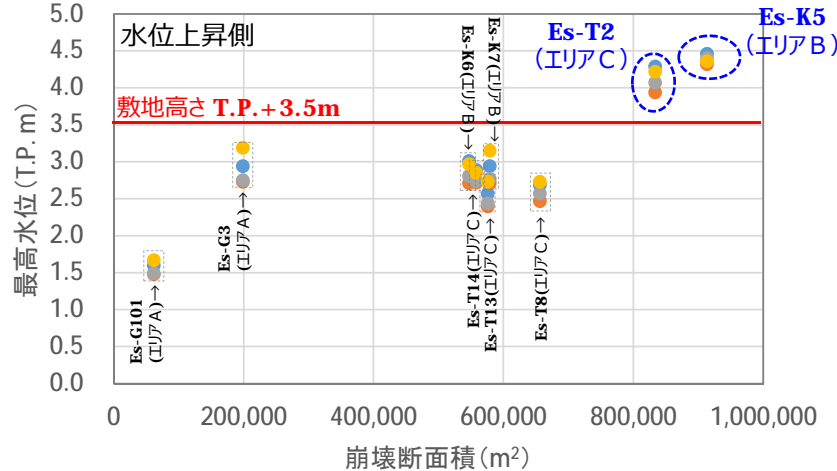
● Watts他の予測式

● 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



● Kinematicモデルによる方法

● 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



○ エリアの違いや崩壊の向きによる傾向の差異は見られず、崩壊断面積が大きいほど最高水位は高く、最低水位は低くなっている。
○ 施設影響が生じるのは、水位上昇側ではEs-K5（Kinematicモデル）とEs-T2（Kinematicモデル）、水位下降側ではEs-K5（Kinematicモデル）である。

【Step 4 : ①-2 崩壊規模のパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P52修正

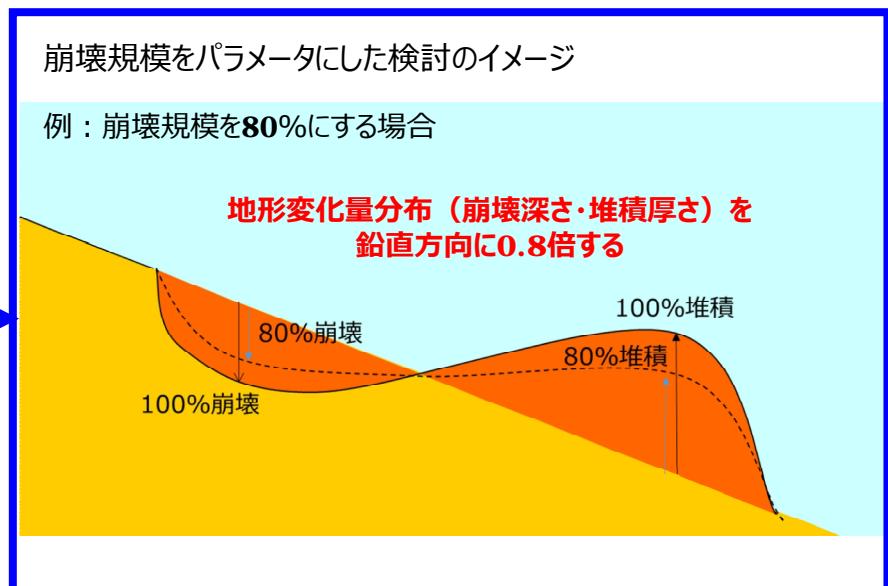
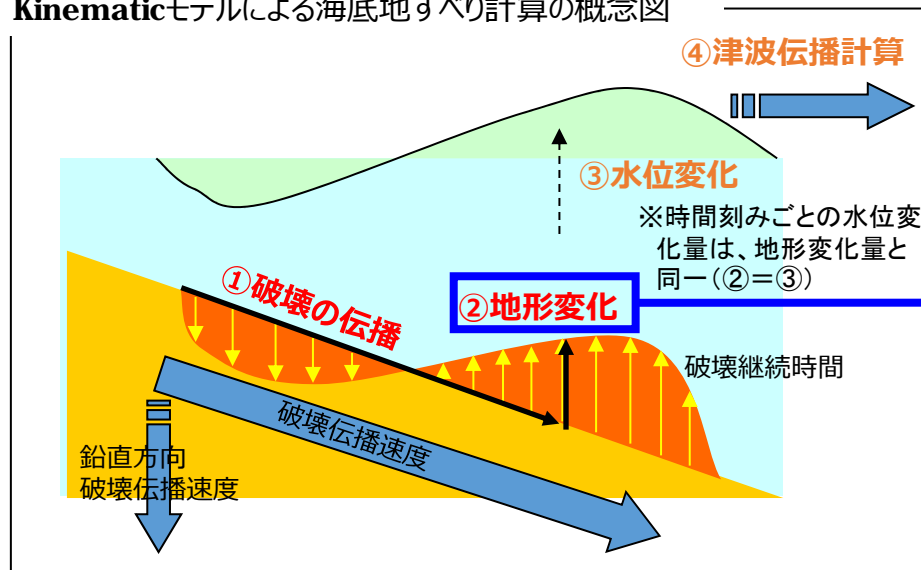
崩壊規模のパラメータスタディ方法

- 施設に影響する海底地すべりの抽出時には、複数回の斜面崩壊で形成されたとされるものも含め、一度に全て崩壊するものとして崩壊規模を最大値で設定している。
- 地すべりによって発生する津波の波形の不確かさを確認する観点から、Kinematicモデルにおいて地すべりの進展が途中で止まる場合を考慮し、崩壊規模を徐々に小さくしたパラメータスタディ（下表・下図参照）を実施する。
- パラメータスタディの対象は、施設に影響する海底地すべりとして抽出したEs-K5（水位上昇側、水位下降側）及びEs-T2（水位上昇側）とする。
- パラメータスタディ結果に基づき、施設影響が生じるケースを検知できる判断基準となっていることを確認する。

海底地すべり	崩壊規模のパラメータスタディケース	
	水位上昇側	水位下降側
Es-K5（エリアB）	100%（基本ケース）, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%	100%（基本ケース）, 80%
Es-T2（エリアC）	100%（基本ケース）, 80%, 60%, 50%, 45%*	

※第847回審査会合資料に、水位上昇側のEs-T2の崩壊規模45%のケースを追加。

Kinematicモデルによる海底地すべり計算の概念図



【Step 4 : ①-2 崩壊規模のパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P53修正

崩壊規模のパラメータスタディ結果（時刻歴波形）

（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）

● 水位上昇側（Kinematicモデル）
Es-K5（エリアB）

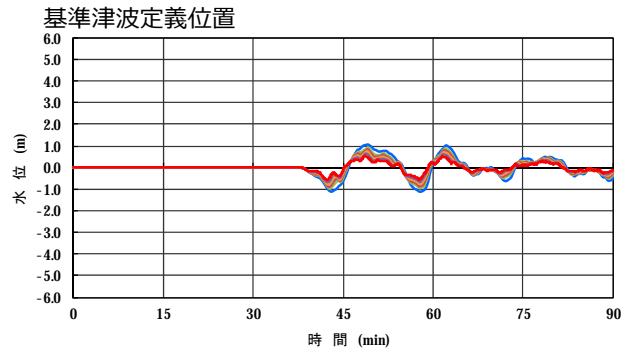
- 崩壊規模 = 100%
- 崩壊規模 = 80%
- 崩壊規模 = 70%
- 崩壊規模 = 60%
- 崩壊規模 = 50%
- 崩壊規模 = 40%

Es-T2（エリアC）

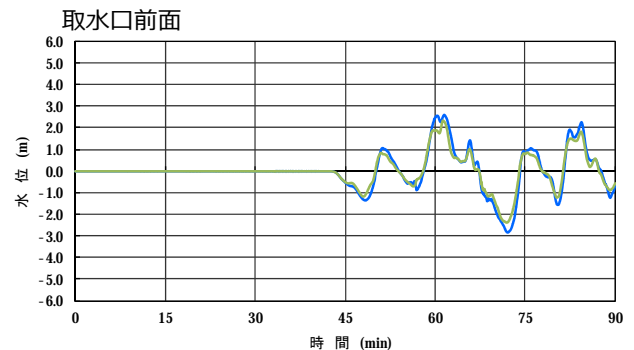
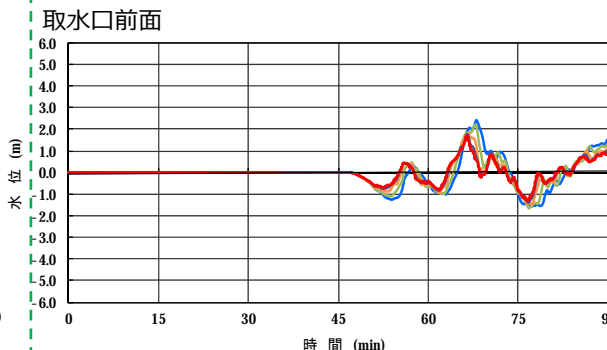
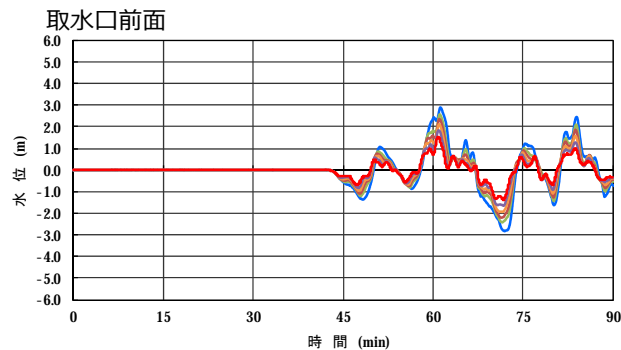
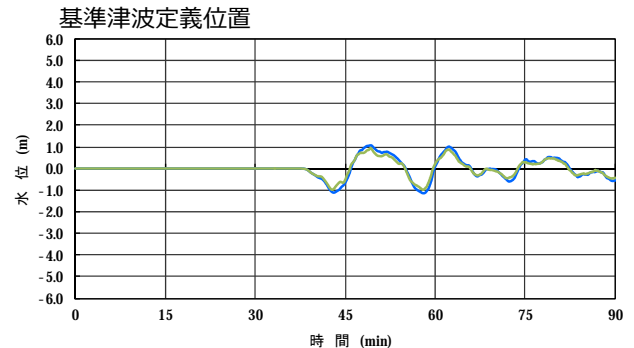
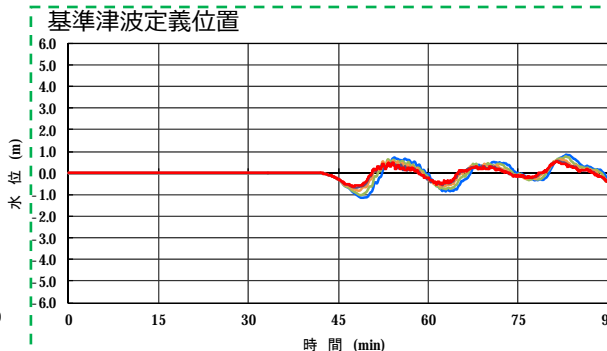
- 崩壊規模 = 100%
- 崩壊規模 = 80%
- 崩壊規模 = 60%
- 崩壊規模 = 50%
- 崩壊規模 = 45%*

● 水位下降側（Kinematicモデル）
Es-K5（エリアB）

- 崩壊規模 = 100%
- 崩壊規模 = 80%



※第847回審査会合資料に、水位上昇側のEs-T2の崩壊規模45%の計算結果を追加。



振幅：崩壊規模が小さくなるほど、振幅は小さくなる。

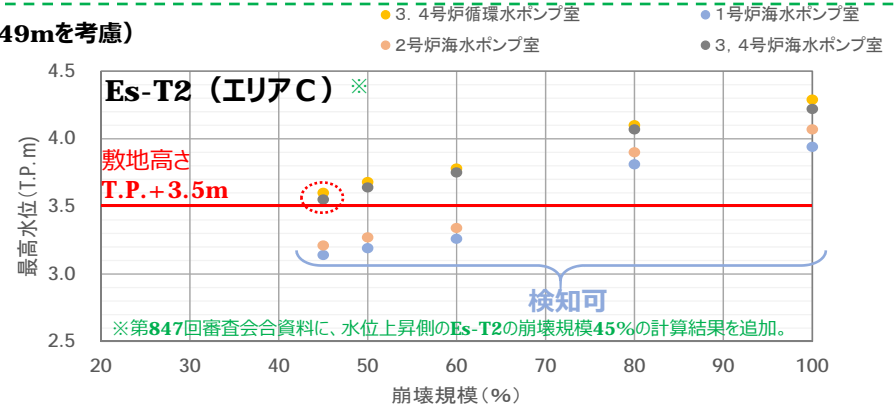
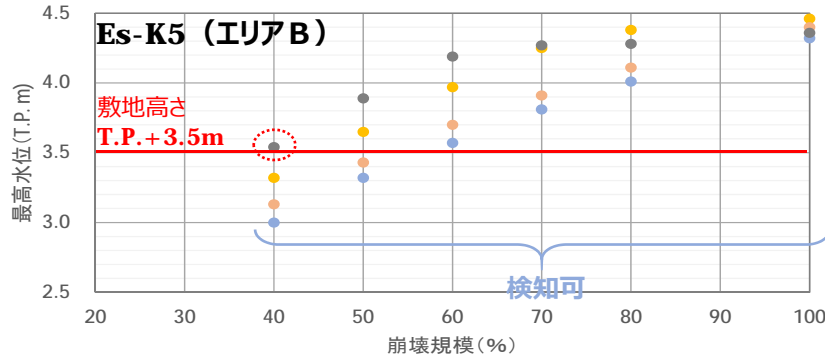
周期：崩壊規模が小さくなくても、周期に顕著な違いは見られない。

2波目以降の増幅：崩壊規模に関わらず、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。

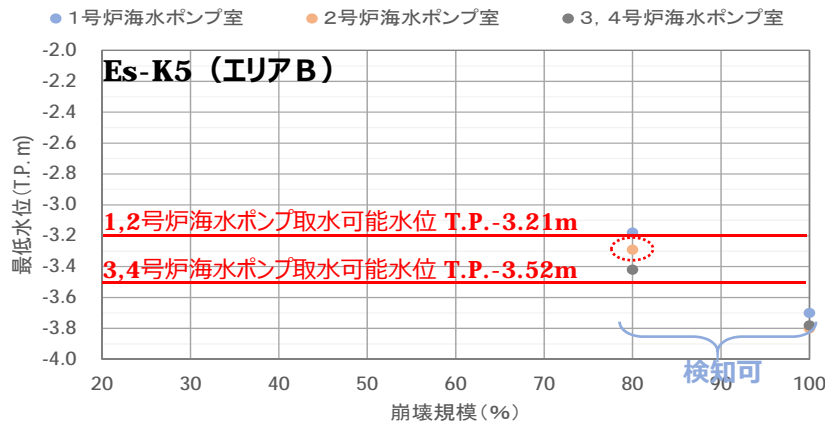
【Step 4 : ①-2 崩壊規模のパラメータスタディ】
崩壊規模のパラメータスタディ結果（施設影響の確認）

第847回審査会合
資料1-1 P54修正

● 水位上昇側（Kinematicモデル、最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮）



● 水位下降側（Kinematicモデル、最低水位には潮位のばらつき-0.17mを考慮）



◆ 判断基準（0.7m/10分）による検知可否（施設影響あり：赤 検知可能：青 検知不能：緑）

水位上昇側：Es-K5（エリアB） 最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

崩壊規模		40%			50%			60%			70%			80%			100%		
最高水位 [T.P. m]		3.54			3.89			4.19			4.27			4.38			4.46		
1波目	ポンプ室	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号
	水位低下量[m]	0.74	0.73	0.89	1.01	1.01	1.15	1.17	1.21	1.21	1.41	1.25	1.23	1.50	1.38	1.63	1.57	1.64	1.88
0.7m低下時間[分]		4.8	4.8	4.6	4.3	4.3	4.5	3.7	3.8	2.5	4.0	4.0	2.4	3.9	3.7	2.4	3.2	3.1	2.4
検知可否		○			○			○			○			○			○		

水位上昇側：Es-T2（エリアC） 最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

崩壊規模		45%			50%			60%			80%			100%		
最高水位 [T.P. m]		3.60			3.68			3.78			4.10			4.29		
1波目	ポンプ室	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号
	水位低下量[m]	0.75	0.80	0.88	0.85	0.89	0.98	1.07	1.11	1.19	1.32	1.36	1.50	1.50	1.53	1.73
0.7m低下時間[分]		4.6	4.5	3.8	4.5	4.4	3.7	4.3	4.3	3.6	4.2	3.6	4.2	4.2	4.2	3.6
検知可否		○			○			○			○			○		

水位下降側：Es-K5（エリアB） 最低水位には潮位のばらつき-0.17mを考慮

崩壊規模		80%			100%		
1波目	最低水位 [T.P. m]	1,2号	-3.29		3,4号	-3.80	
		3,4号	-3.42		-3.78		
1波目	ポンプ室	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号
	水位低下量[m]	1.27	1.27	1.45	1.48	1.50	1.77
0.7m低下時間[分]		2.8	3.8	3.2	2.9	3.3	2.9
検知可否		○			○		

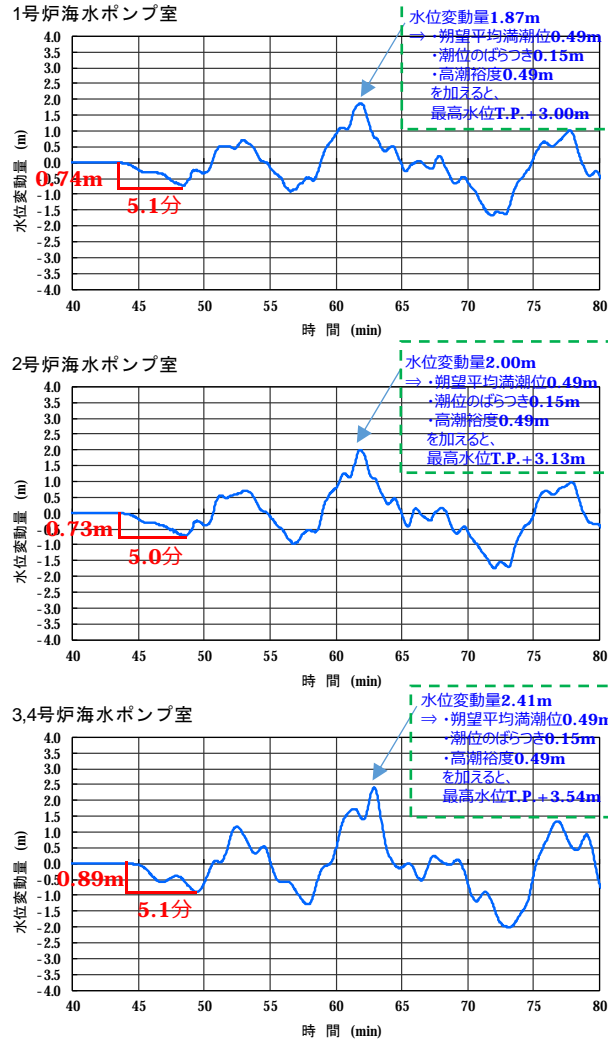
- 水位上昇側・下降側ともに、崩壊規模が小さくなるほど水位変動も小さくなることを確認した。
- 「施設影響あり」のケースの中で、各波源で最も水位変動が小さいものは、Es-K5（上昇側、崩壊規模40%）、Es-T2（上昇側、崩壊規模45%）、Es-K5（下降側、崩壊規模80%）であった。その中で、1波目の水位低下量の最小値は0.73m、0.7mの水位低下に要する時間の最大値は4.8分であり、設定した判断基準（0.7m/10分）によって施設影響が生じるケースを全て検知できることを確認した。
- 1波目の水位低下量が最小の0.73mのケースは最高水位に高潮裕度（0.49m）を足すことによって「施設影響あり」になっている振幅の小さいケースであり、最高水位に高潮裕度を考慮しない場合（0.49mを引いた場合）に「施設影響あり」となるケースの1波目の水位低下量の最小値は1.17mである。したがって、本検討における最高水位に対する高潮裕度の考慮は、本質的には1波目の水位低下量に対する裕度の考慮であり、裕度を含めても1波目の水位低下量は全て判断基準の0.7m以上となっている。

【Step 4 : ①-2 崩壊規模のパラメータスタディ】
崩壊規模のパラメータスタディ結果（判断基準による検知可否の確認）

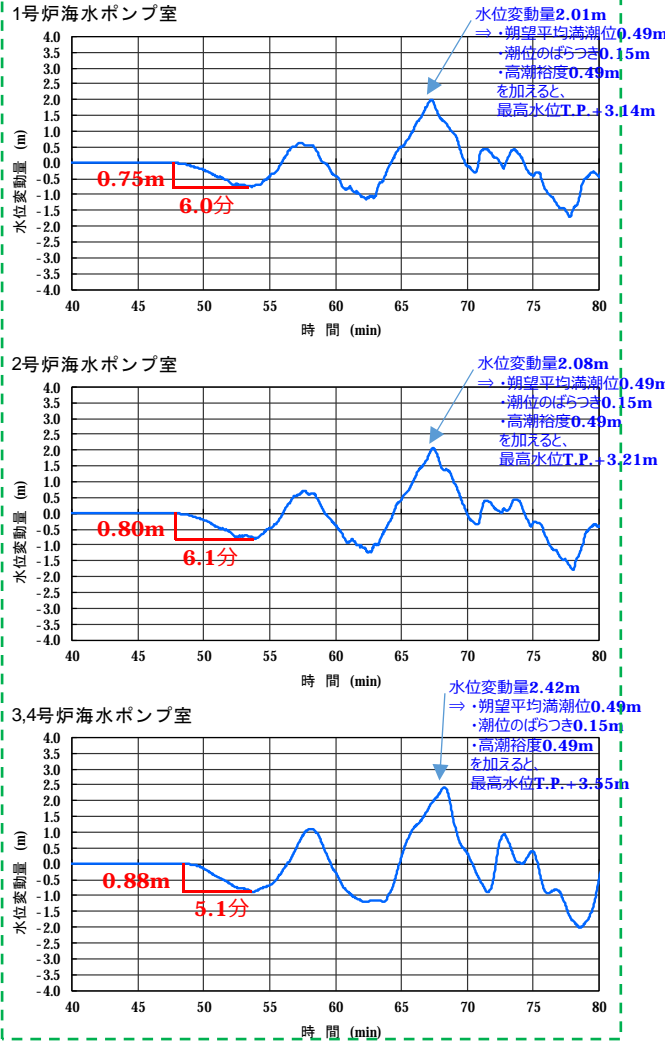
第847回審査会合
資料1-1 P55修正

※第847回審査会合資料から、水位上昇側のEs-T2は崩壊規模45%のケースに変更。

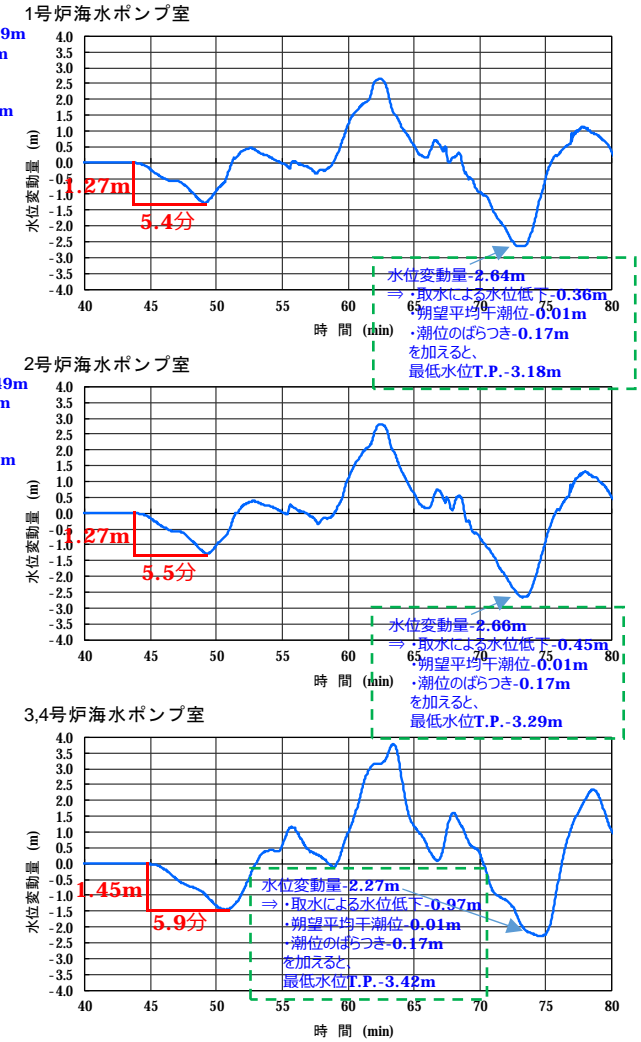
●水位上昇側：Es-K5（エリアB）崩壊規模40%



●水位上昇側：Es-T2（エリアC）崩壊規模45%*



●水位下降側：Es-K5（エリアB）崩壊規模80%



○ パラメータスタディ結果のうち、施設影響があるケースの中で各波源で最も水位変動が小さい3ケースの時刻歴波形を確認した。

○ いずれも i ~ v の条件を満たしており、設定した判断基準で津波検知が可能であることを確認した。（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。）

【Step 4 : ①-3 破壊伝播速度のパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P56修正

破壊伝播速度のパラメータスタディ方法

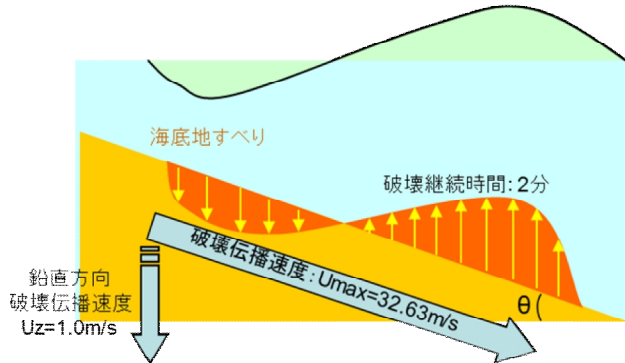
- 破壊伝播速度については、既許可時の検討より、破壊伝播速度が大きいほど振幅が大きくなり周期が短くなることを確認している。（下図参照）
- 施設に影響する海底地すべりの抽出時には、破壊伝播速度としてWatts他の予測式による海底地すべりの速度の最大値 U_{max} を採用している。
- 地すべりによって発生する津波の波形の不確かさを確認する観点から、Kinematicモデルにおいて地すべりの進展が比較的遅い場合を考慮し、破壊伝播速度を徐々に小さくしたパラメータスタディ（下表参照）を実施する。
- パラメータスタディの対象は、施設に影響する海底地すべりとして抽出したEs-K5（水位上昇側、水位下降側）及びEs-T2（水位上昇側）とする。
- パラメータスタディ結果に基づき、施設影響が生じるケースを検知できる判断基準となっていることを確認する。

海底地すべり	破壊伝播速度（鉛直方向）のパラメータスタディケース	
	水位上昇側	水位下降側
Es-K5 (エリアB)	1.0m/s（基本ケース）、0.8m/s、0.7m/s、0.6m/s、 0.55m/s* 、0.5m/s、0.4m/s	1.0m/s（基本ケース）、0.8m/s、0.7m/s、0.6m/s、0.5m/s、0.4m/s
Es-T2 (エリアC)	0.5m/s（基本ケース）、0.4m/s、0.3m/s、0.2m/s	

※第847回審査会合資料に、水位上昇側のEs-K5の破壊伝播速度0.55m/sのケースを追加。

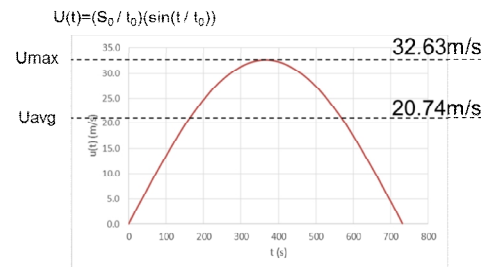
(参考) 既許可時の検討

基本ケース（エリアBの場合）



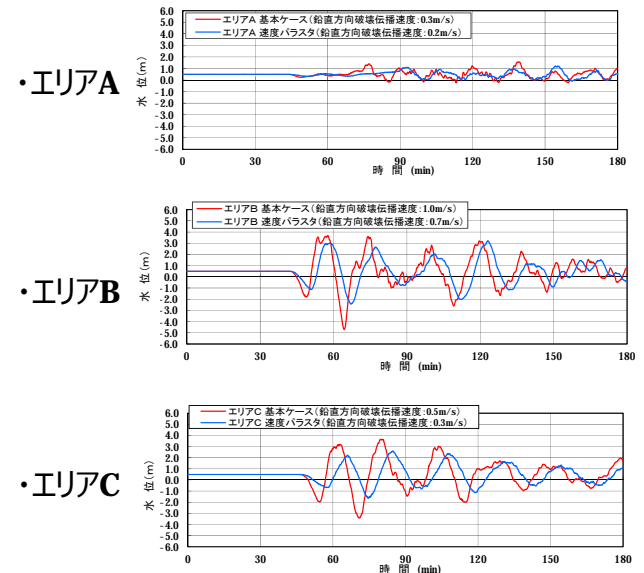
海底地すべり(エリアB、Es-K5)の場合、Watts他の予測式による $U_{max}=32.63\text{m/s}$ であることから、 $U_z=U_{max}\cdot\sin\theta=32.63\times\sin 1.7=0.97\text{m/s}$ となり、鉛直方向破壊伝播速度を1.0m/sと設定する。

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



【Step 4 : ①-3 破壊伝播速度のパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P57修正

破壊伝播速度のパラメータスタディ結果（時刻歴波形）（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）

● 水位上昇側（Kinematicモデル）
Es-K5（エリアB）

- 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 = 0.55m/s*
- 破壊伝播速度 = 0.5m/s
- 破壊伝播速度 = 0.4m/s

※第847回審査会合資料に、水位上昇側のEs-K5の破壊伝播速度0.55m/sの計算結果を追加。

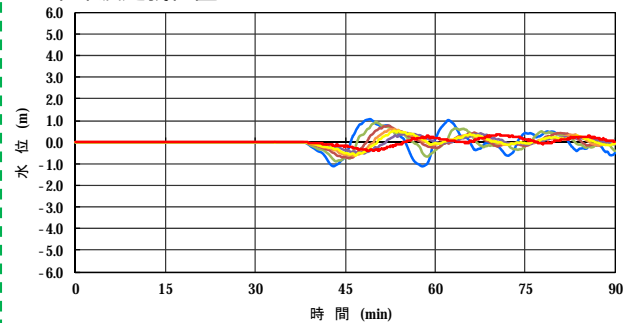
Es-T2（エリアC）

- 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

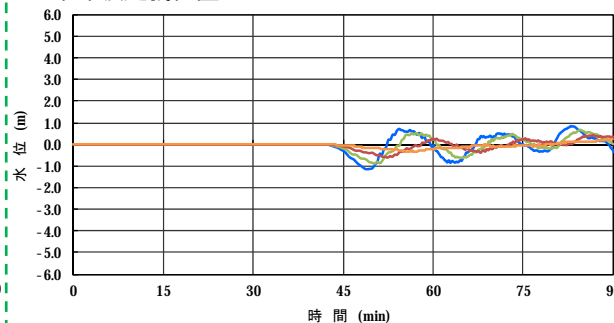
● 水位下降側（Kinematicモデル）
Es-K5（エリアB）

- 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

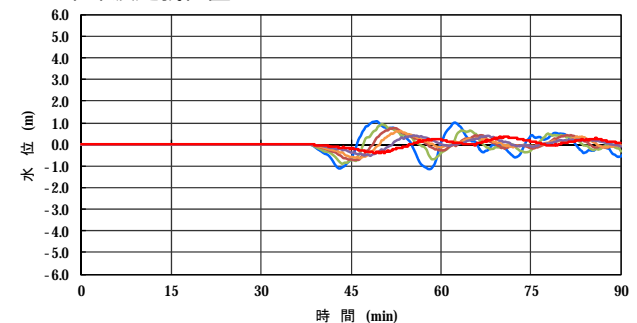
基準津波定義位置



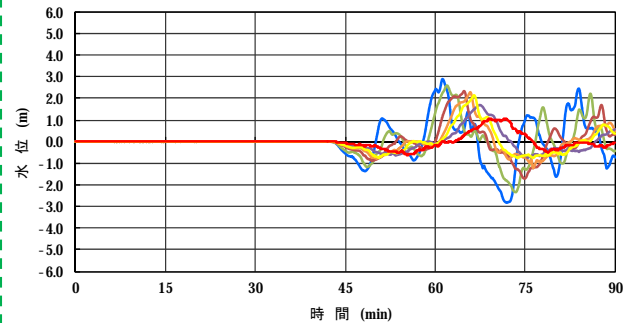
基準津波定義位置



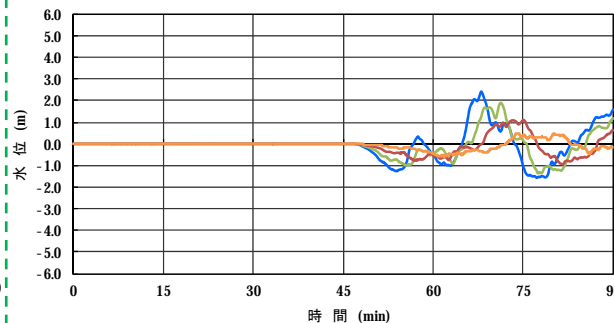
基準津波定義位置



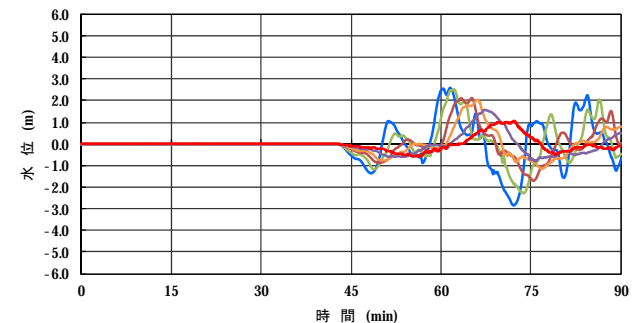
取水口前面



取水口前面



取水口前面



振幅：破壊伝播速度が小さくなるほど、振幅は小さくなる。

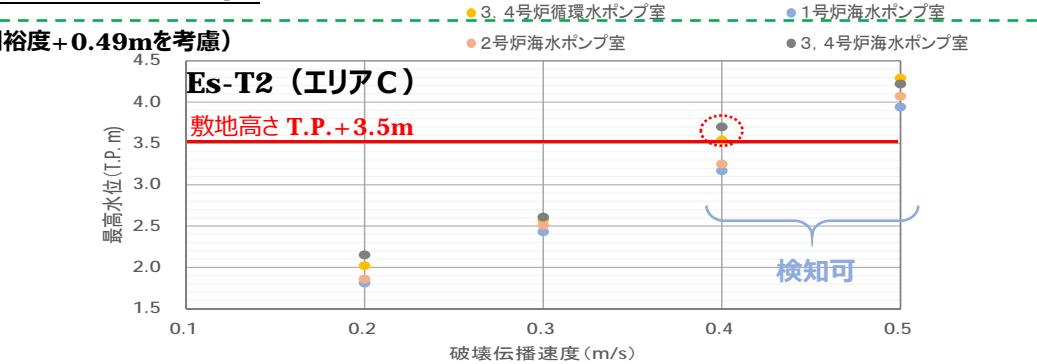
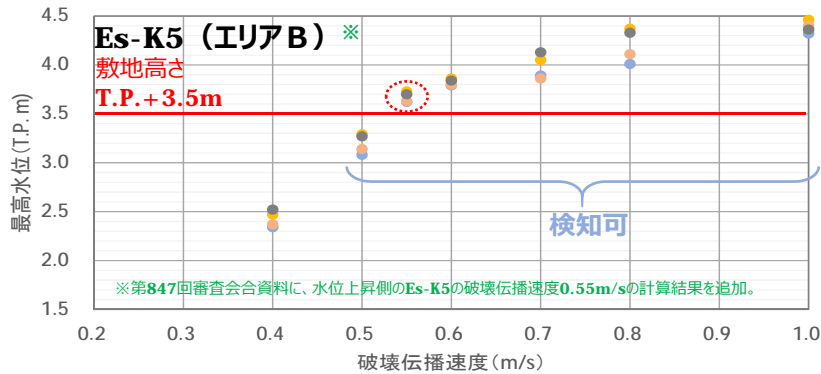
周期：破壊伝播速度が小さくなるほど、周期は長くなる。

2波目以降の増幅：破壊伝播速度に関わらず、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。

【Step 4 : ①-3 破壊伝播速度のパラメータスタディ】
破壊伝播速度のパラメータスタディ結果（施設影響・検知可否の確認）

第847回審査会合
資料1-1 P58修正

● 水位上昇側（Kinematicモデル、最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮）



◆ 判断基準（0.7m/10分）による検知可否（施設影響あり：赤 検知可能：青 検知不能：緑）

水位上昇側：Es-K5（エリアB）最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

破壊伝播速度		0.4m/s			0.5m/s			0.55m/s			0.6m/s			0.7m/s			0.8m/s			1.0m/s		
最高水位 [T.P. m]		2.52			3.29			3.73			3.86			4.13			4.37			4.46		
1波目	ポンプ室	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号
		水位低下量[m]	0.67	0.69	0.81	0.79	0.81	0.90	0.71	0.71	0.89	0.72	0.76	0.93	0.92	0.96	1.12	1.25	1.28	1.58	1.57	1.64
	0.7m低下時間[分]	-	-	11.1	9.2	8.5	8.1	9.1	9.0	7.5	7.5	7.2	6.7	5.4	5.3	5.7	4.5	4.3	2.7	3.2	3.1	2.4
	検知可否	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

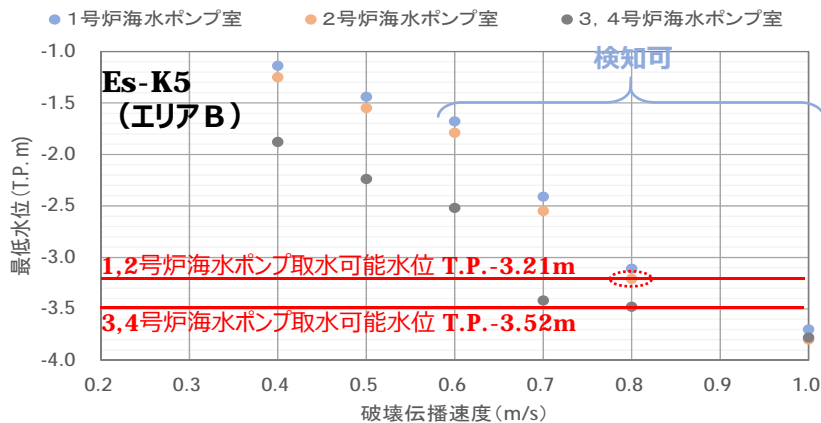
水位上昇側：Es-T2（エリアC）最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

破壊伝播速度		0.2m/s			0.3m/s			0.4m/s			0.5m/s		
最高水位 [T.P. m]		2.15			2.61			3.70			4.29		
1波目	ポンプ室	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号
		水位低下量[m]	0.60	0.64	0.70	0.64	0.68	0.81	1.05	1.14	1.27	1.50	1.53
	0.7m低下時間[分]	-	-	13.6	-	-	9.6	6.0	5.9	4.5	4.2	4.2	3.6
	検知可否	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○

水位下降側：Es-K5（エリアB）最低水位には潮位のばらつき-0.17mを考慮

破壊伝播速度		0.4m/s			0.5m/s			0.6m/s			0.7m/s			0.8m/s			1.0m/s				
最低水位 [T.P. m]		-1.25			-1.55			-1.79			-2.55			-3.21			-3.80				
1波目	ポンプ室	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号	1号	2号	3,4号		
		水位低下量[m]	0.60	0.56	0.73	0.62	0.64	0.77	0.80	0.82	0.99	0.92	0.93	1.14	1.24	1.25	1.47	1.48	1.50	1.77	
	0.7m低下時間[分]	-	-	12.3	-	-	8.4	6.3	6.7	6.4	5.4	5.4	5.4	5.4	4.6	4.5	4.2	2.9	3.3	2.9	
	検知可否	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● 水位下降側（Kinematicモデル、最低水位には潮位のばらつき-0.17mを考慮）



- 水位上昇側・下降側ともに、破壊伝播速度が小さくなるほど水位変動も小さくなることを確認した。
- 「施設影響あり」のケースの中で、各波源で最も水位変動が小さいものは、Es-K5（上昇側、破壊伝播速度0.55m/s）、Es-T2（上昇側、破壊伝播速度0.4m/s）、Es-K5（下降側、破壊伝播速度0.8m/s）であった。その中で、1波目の水位低下量の最小値は0.71m、0.7mの水位低下に要する時間の最大値は9.1分であり、設定した判断基準（0.7m/10分）によって施設影響が生じるケースを全て検知できることを確認した。
- 1波目の水位低下量が最小の0.71mのケースは最高水位に高潮裕度（0.49m）を足すことによって「施設影響あり」になっている振幅の小さいケースであり、最高水位に高潮裕度を考慮しない場合（0.49mを引いた場合）に「施設影響あり」となるケースの1波目の水位低下量の最小値は0.92mである。したがって、本検討における最高水位に対する高潮裕度の考慮は、本質的には1波目の水位低下量に対する裕度の考慮であり、裕度を含めても1波目の水位低下量は全て判断基準の0.7m以上となっている。
- Es-K5（上昇側）の破壊伝播速度0.5m/s～0.6m/sでは、1波目の水位低下量の大小が破壊伝播速度の大小と整合していない。この間での1波目の水位低下量は概ね同程度で0.8m程度であるところ、取水路周辺の詳細地形の影響等で水位変動がやや増減しているものと考えられるが、施設影響が生じない破壊伝播速度0.5m/sのケースも含めていずれも水位低下量が0.7m以上であり、検知可能であることを確認している。

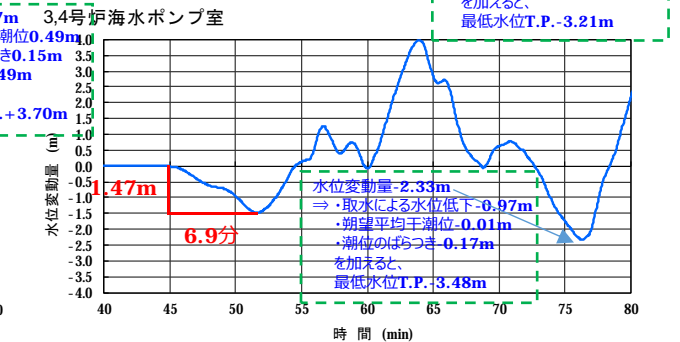
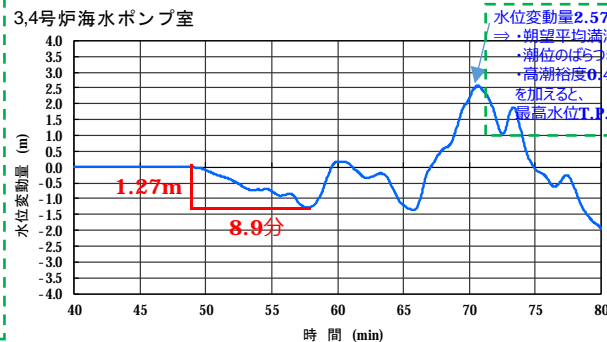
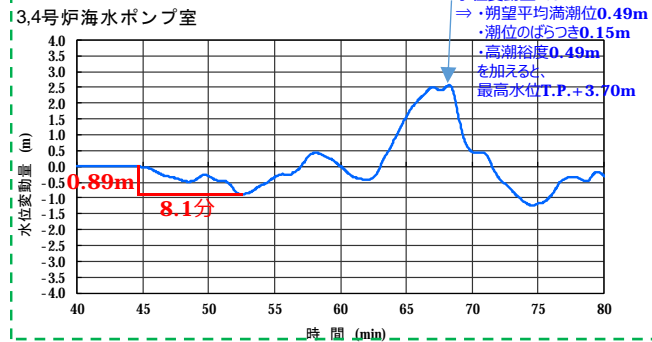
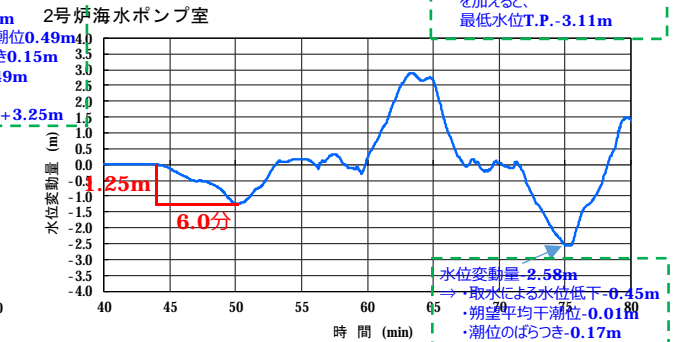
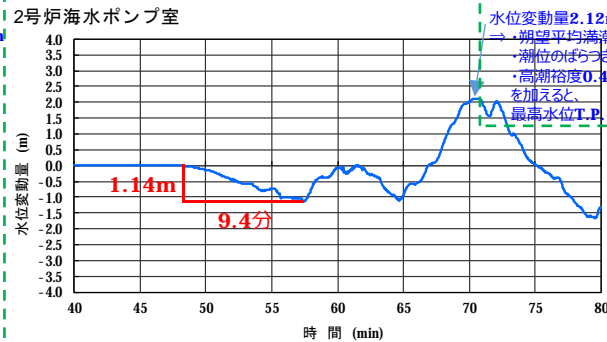
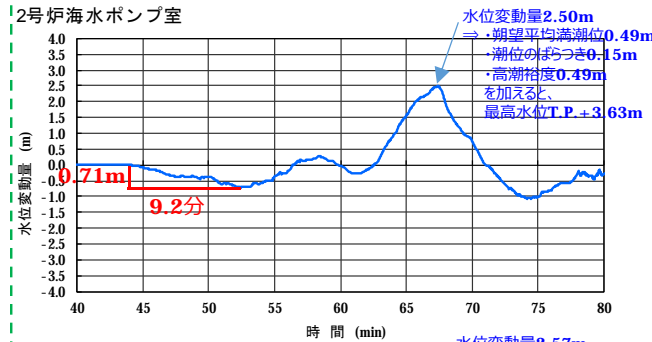
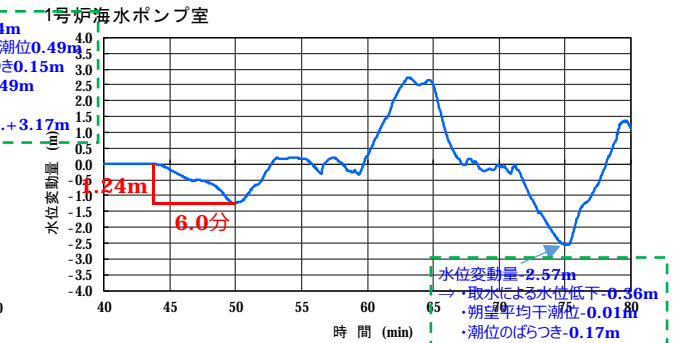
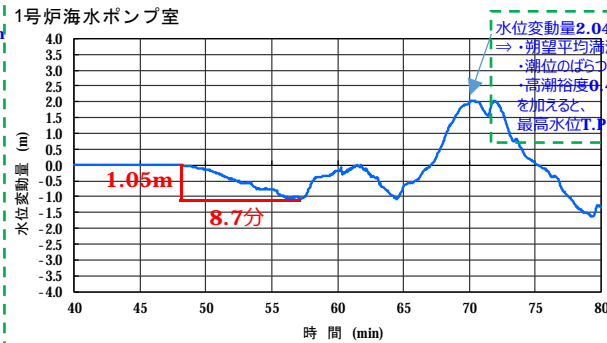
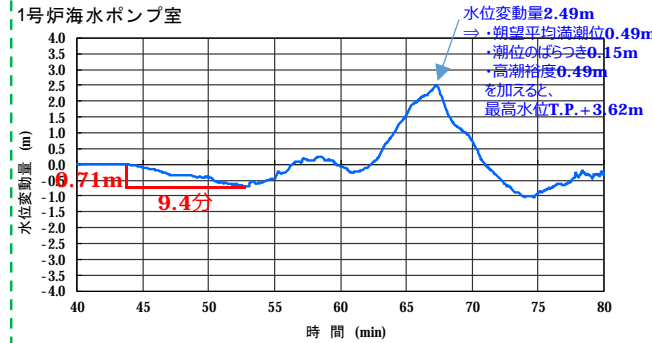
【Step 4 : ①-3 破壊伝播速度のパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P59修正

破壊伝播速度のパラメータスタディ結果（水位変動が小さいケースの検知可否の確認）

※第847回審査会合資料から、水位上昇側のEs-K5は破壊伝播速度0.55m/sのケースに変更。

●水位上昇側：Es-K5（エリアB）破壊伝播速度0.55m/s※ ●水位上昇側：Es-T2（エリアC）破壊伝播速度0.4m/s ●水位下降側：Es-K5（エリアB）破壊伝播速度0.8m/s



- パラメータスタディ結果のうち、施設影響があるケースの中で各波源で最も水位変動が小さい3ケースの時刻歴波形を確認した。
- いずれも i ~ v の条件を満たしており、設定した判断基準で津波検知が可能であることを確認した。（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。）

【Step 4 : ① 海底地すべりの波源特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P61修正

波源特性に関する検討のまとめ

		波源特性			津波検知の判断基準 (0.7m/10分) の妥当性確認
		地すべりの位置・向き (38の海底地すべり) ⇒複数の地すべりを対象に津波水位計算を実施。	崩壊の規模 (崩壊断面積) ⇒崩壊の規模を様々に変えて津波水位計算を実施。	崩壊の進展速度 (破壊伝播速度) ⇒破壊伝播速度を様々に変えて津波水位計算を実施。	
津波の時刻歴波形の特徴	振幅	地すべりの位置・向きによる傾向の差異は見られない。 (位置・向きに関わらず、崩壊断面積が大きいほど、振幅は大きい。)	崩壊の規模が大きいほど、振幅は大きくなる。	崩壊の進展速度が速いほど、振幅は大きくなる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 38の海底地すべりのうち、破壊伝播速度最大（振幅最大、周期最短）の場合に施設影響が生じるのは、崩壊の規模が特に大きいEs-K5（エリアB）とEs-T2（エリアC）。この2つによる津波を検知できることを確認した。 ○ Es-K5及びEs-T2を対象に、崩壊の規模を徐々に小さくして、振幅を小さくした計算を行い、いずれの場合でも施設影響が生じるケースを検知できることを確認した。 ○ Es-K5及びEs-T2を対象に、破壊伝播速度を徐々に小さくして、振幅を小さく且つ周期を長くした計算を行い、いずれの場合でも施設影響が生じるケースを検知できることを確認した。 ○ なお、波源特性のパラメータスタディでは、高潮裕度を考慮して施設影響の有無を確認することで1波目の水位変動が比較的小さいケースまで「施設影響あり」として抽出していることから、判断基準の妥当性確認における1波目の水位低下量は保守的な評価となっている。
	周期	—	崩壊の規模が変わっても、周期に顕著な差は生じない。	崩壊の進展速度が速いほど、周期は短くなる。	

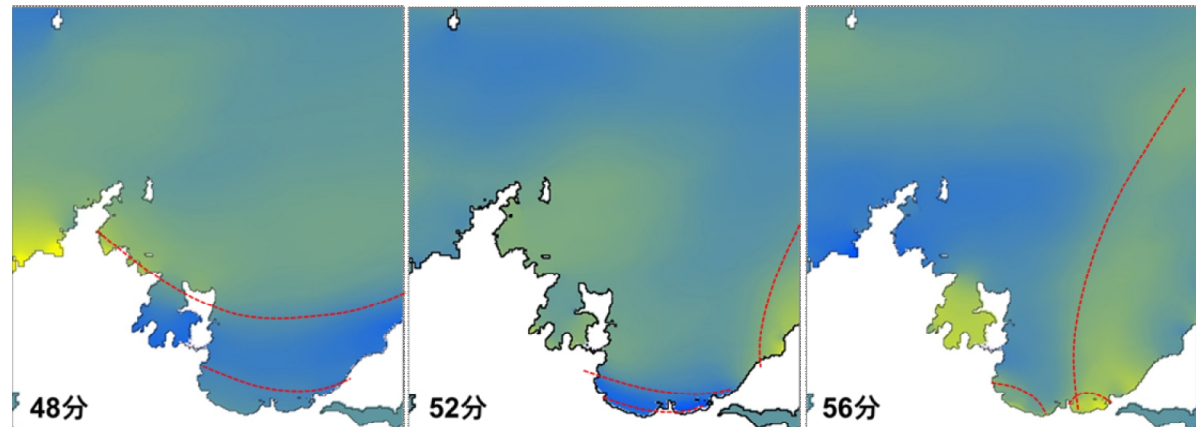
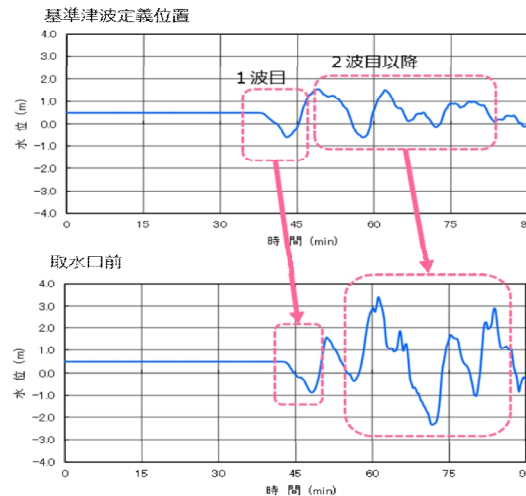
波源特性に関するパラメータスタディの結果、地すべりの位置・向き、崩壊の規模、崩壊の進展速度の違いによる津波波形の振幅・周期の特徴の違いがあっても、施設に影響するケースを網羅的に検知できる判断基準となっていることを確認した。

【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

2 波目以降の水位変動の増幅について

- 設定した判断基準では、「1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい」という前提に基づき、1波目の水位変動を検知することとしている。
- 海底地すべりによる津波の計算結果では、いずれのケースでも、基準津波定義位置の時刻歴波形では2波目以降の水位変動が1波目と同程度以下なのに対して、取水口前では2波目以降の水位変動の増幅が見られる。これは1波目では波源からの直達波のみが到達するのに対して、2波目以降では大島半島等からの反射波との重畳が生じているためと考えられる。（下図参照）
- 波源特性に関するパラメータスタディ（Step 4 ①）では、パラメータの変動に応じて生成される振幅・周期が異なる様々な津波波形においていずれの場合も取水口位置で2波目以降が増幅することが確認されており、2波目以降の増幅は若狭湾の伝播特性に起因する高浜発電所位置の津波波形の一般的な傾向であると考えられる。

○ 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



● 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ

目的：「1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい」という津波波形の特徴が津波波形の一般的な傾向であることを、より網羅的に確認する。

- ・波源のパラメータスタディ結果とは異なるような、特異的に大きな増幅傾向がないことを確認する。
- ・1波目の水位低下が10分を超えるような周期の長い波（周期40分以上）では大きな増幅はしないことを確認する。

確認方法：振幅・周期を様々に変えた正弦波を用いて津波水位計算を実施し、1波目と2波目以降の関係を確認する。

【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P63再掲

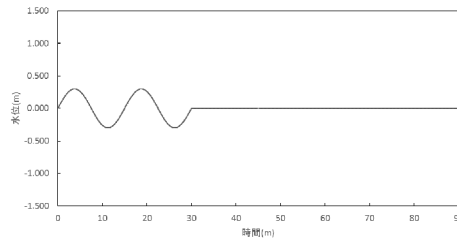
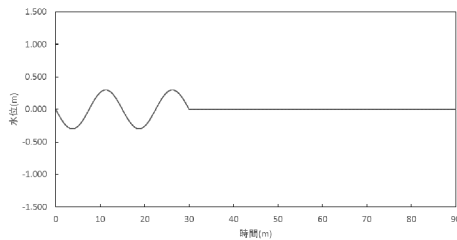
正弦波によるパラメータスタディの方法

- 若狭湾沖合（150m格子領域北端）から正弦波を入力し、津波計算を行う。
- 入力波の設定は以下のとおりとし、初動方向・振幅・周期・のパラメータスタディを行って、2波目以降の水位変動の増幅傾向を確認する。

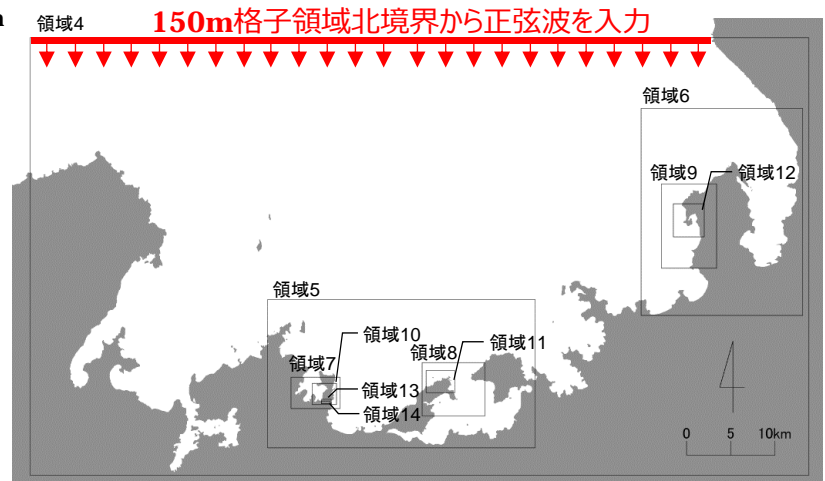
正弦波のパラメータ	設定	考え方
波数	2波	海底地すべりによる津波の基準津波定義位置の波形及びスナップショットから、入力波として明瞭な振幅が存在する波数として2波とする。
初動方向	・水位下降波先行 ・水位上昇波先行	隠岐トラフでは地形的にほとんどの地すべりが発電所とは逆方向に崩壊していることから水位下降波先行と考えられるが、発電所方向に崩壊する一部の地すべりではわずかに水位上昇波が先行する計算結果となることから、両パターンを設定する。
振幅	0.3～0.6m	・取水口位置での1波目の振幅が各周期で概ね0.7m程度となる振幅として0.3mとする。 ・周期10分・15分・40分については、施設影響が大きくなる場合の確認として0.3～0.6mのパラメータスタディを行う。
周期	5～50分	海底地すべりによる津波の周期を踏まえ、5～50分とする。

入力波形の例

- ◆ 波数2・水位下降波先行・周期15分・振幅0.3m
- ◆ 波数2・水位上昇波先行・周期15分・振幅0.3m



正弦波の入力位置

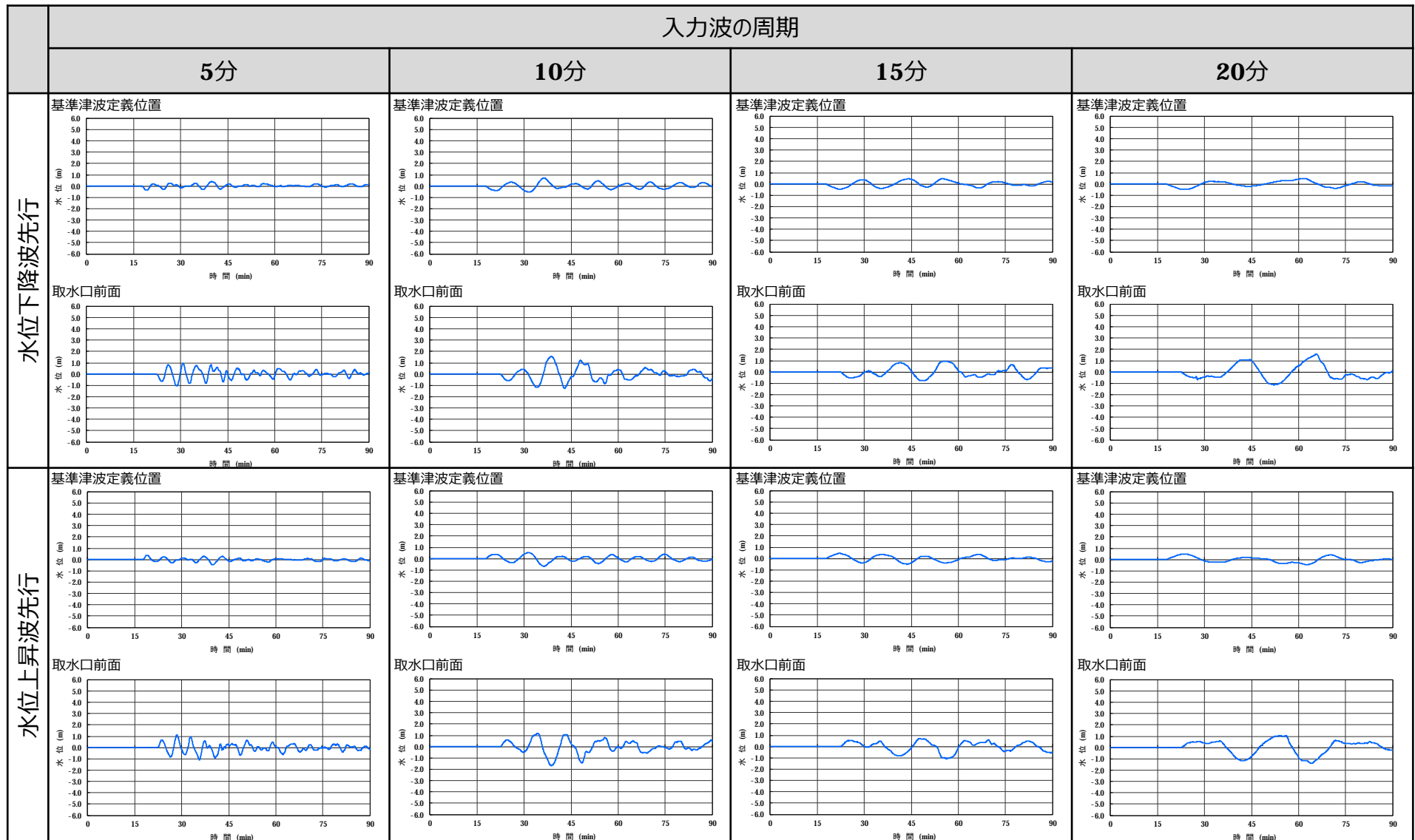


【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P64再掲

正弦波によるパラメータスタディ結果（周期のパラメータスタディ）

正弦波によるパラメータスタディによって得られた時刻歴波形を示す。

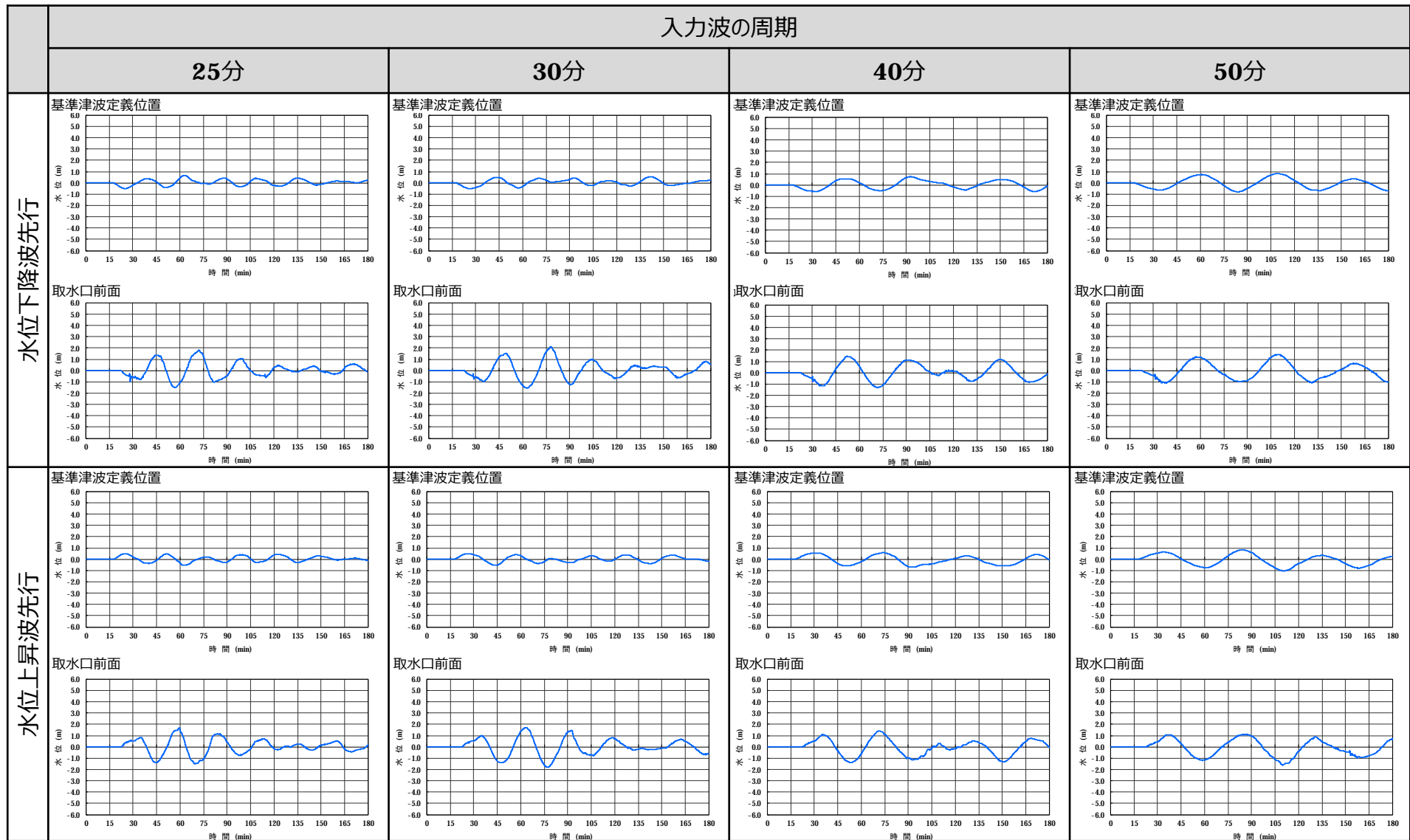


【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P65再掲

正弦波によるパラメータスタディ結果（周期のパラメータスタディ）

正弦波によるパラメータスタディによって得られた時刻歴波形を示す。

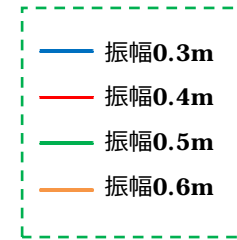
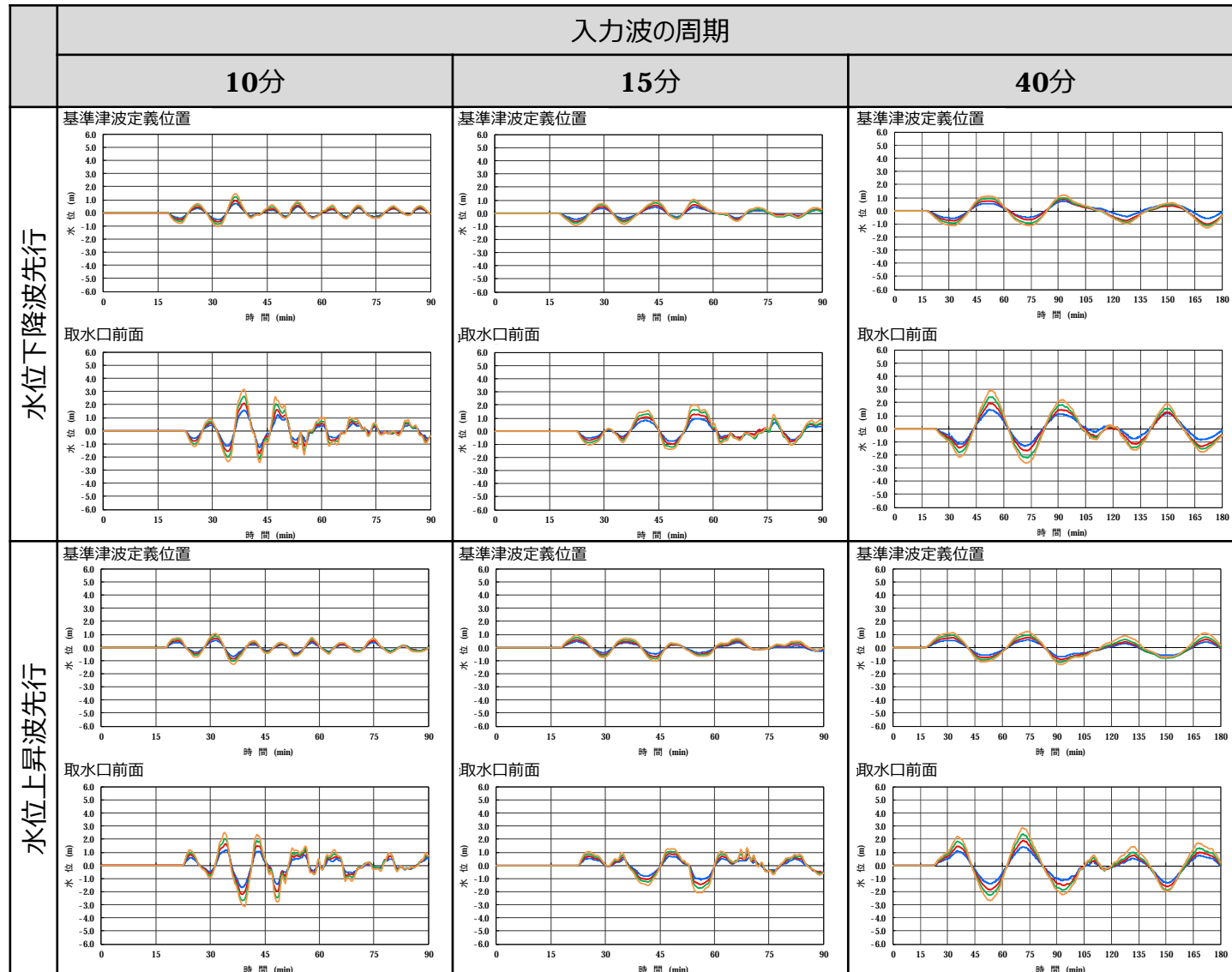


【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P66修正

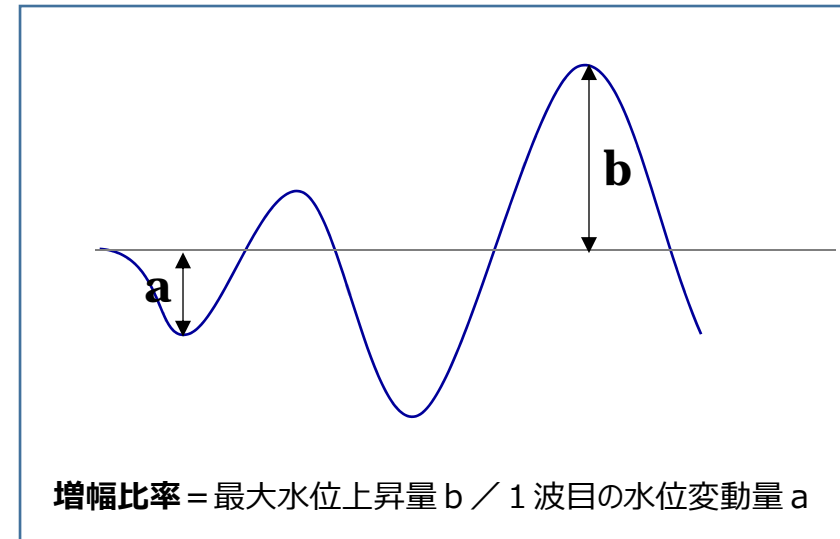
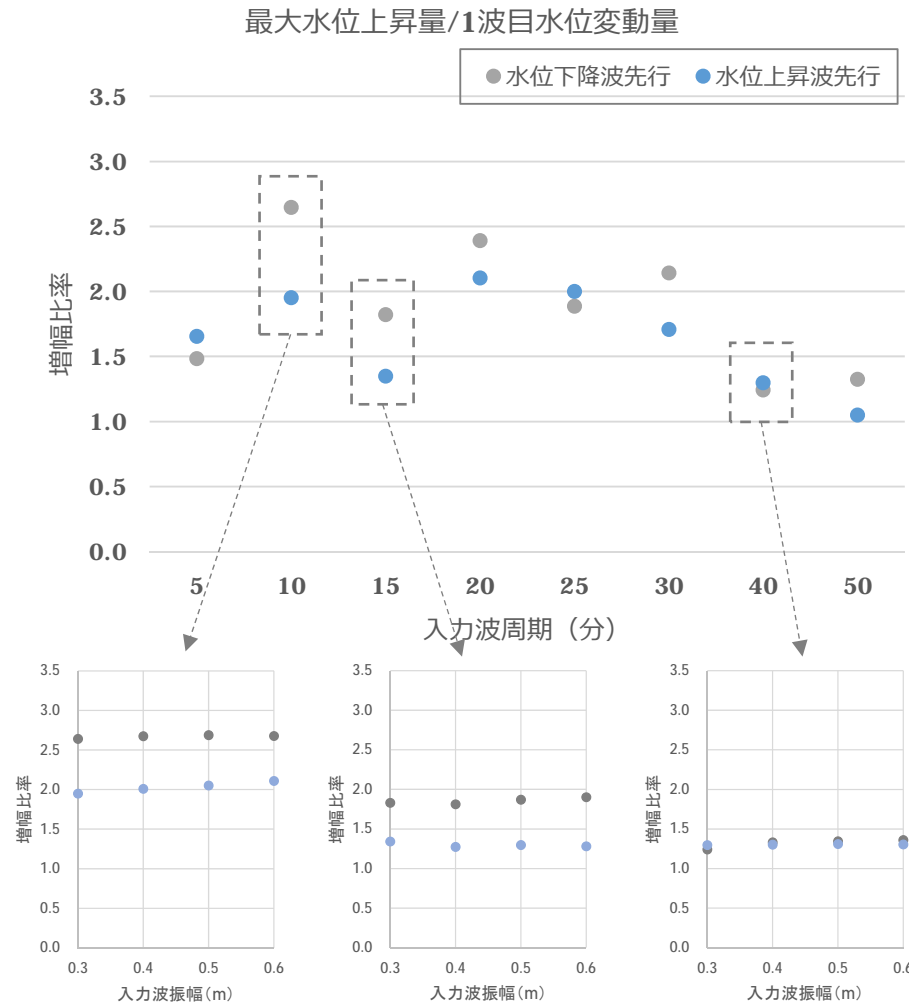
正弦波によるパラメータスタディ結果（振幅のパラメータスタディ）

正弦波によるパラメータスタディによって得られた時刻歴波形を示す。



【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】 正弦波によるパラメータスタディ結果（増幅比率）

正弦波による周期・振幅のパラメータスタディ結果の取水口前面の時刻歴波形から、1波目の水位変動量に対する最大水位上昇量の比率（増幅比率）を確認した。

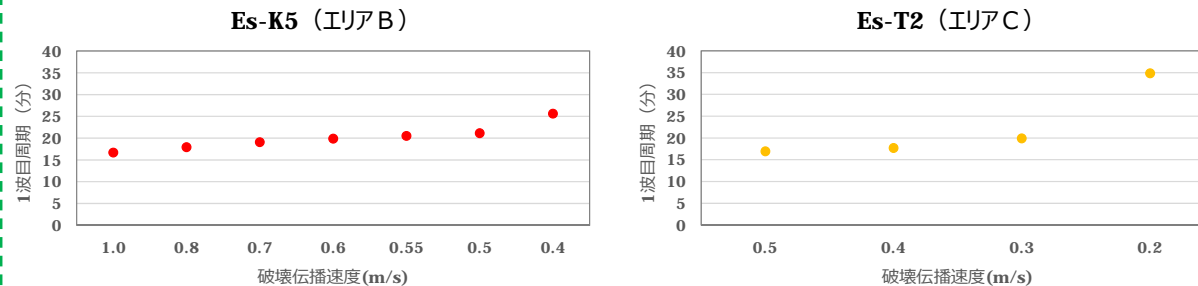


- 1波目に対する2波目以降の増幅比率は1～3程度になっており、いずれのケースでも2波目以降が増幅していること（増幅比率1以上）が確認された。
- 増幅比率は、入力波の周期が10分～20分程度の場合で特に大きい。一方、周期40分以上では、増幅比率は1に近づく（増幅は小さくなる）。
- 増幅比率は、入力波の振幅を変えてもほとんど変化しない。

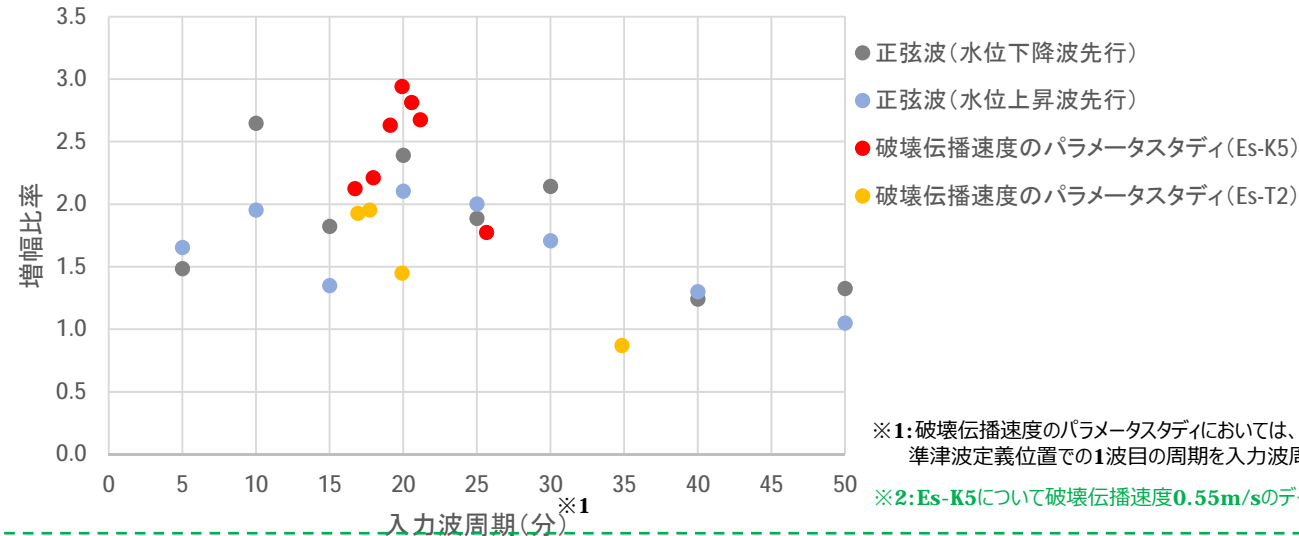
【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】 正弦波によるパラメータスタディ結果（海底地すべりによる津波の増幅比率との比較）

増幅比率は津波の周期によって変化することを踏まえ、周期に影響する破壊伝播速度のパラメータスタディ結果（Step 4 ①-3）における増幅比率（取水口前面）を確認する。

●破壊伝播速度と1波目の周期（基準津波定義位置）の関係※2



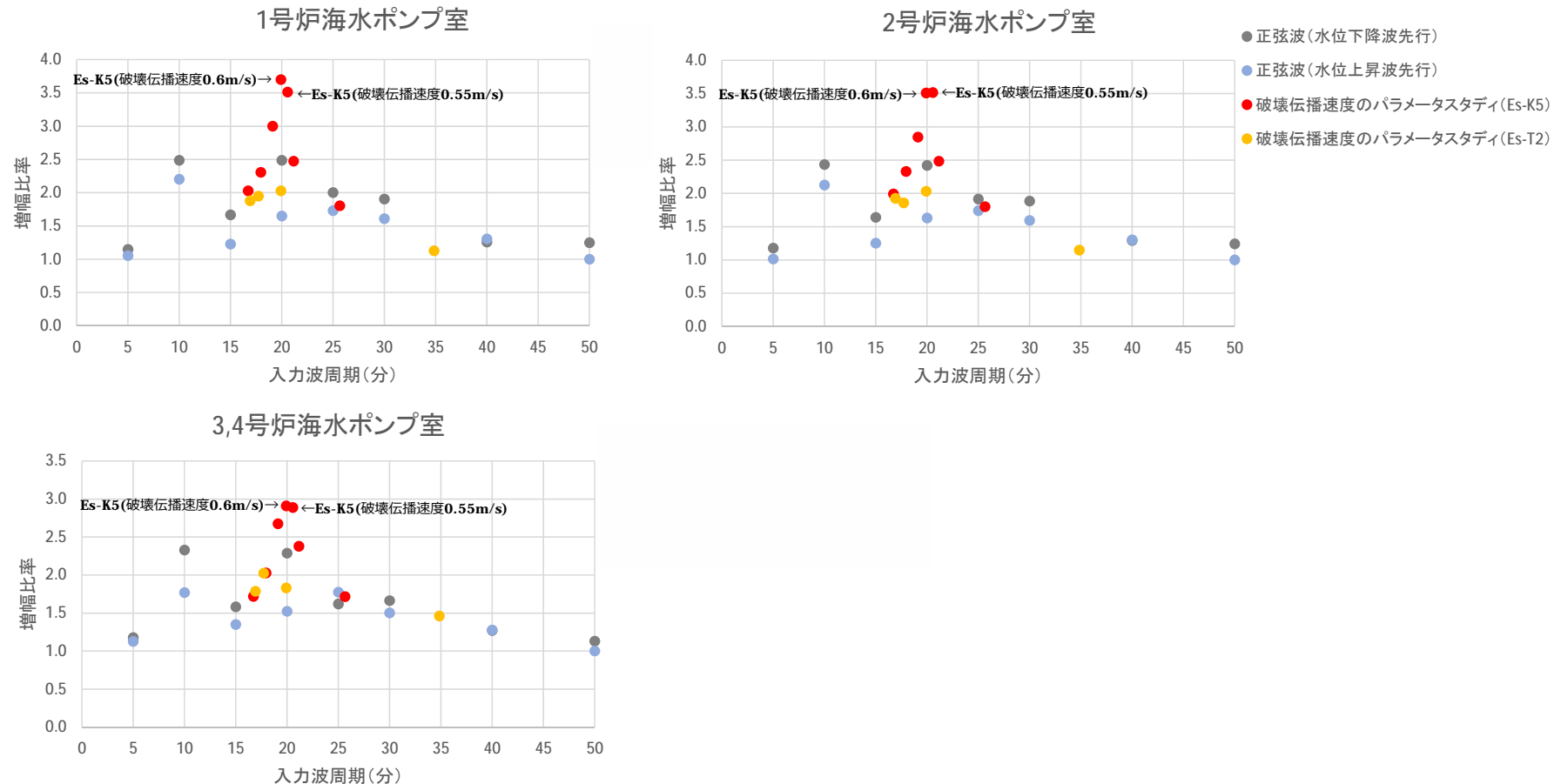
●正弦波及び破壊伝播速度のパラメータスタディによる増幅比率※2



- 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果では、1波目に対する2波目以降の増幅比率が1～3程度。⇒正弦波での検討と同じ傾向。
- 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果では、周期20分付近に増幅比率のピークがある、⇒正弦波の検討と同じ傾向。
- 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果では、周期が長いケース（35分程度）では増幅比率が1に近づく。⇒正弦波の検討と同じ傾向。

【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】 正弦波によるパラメータスタディ結果（各ポンプ室での増幅比率）

各ポンプ室の時刻歴波形においても、前ページと同様に増幅比率の検討を行った。



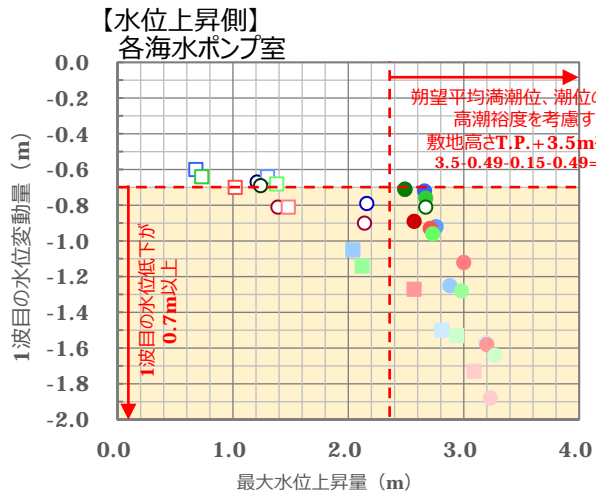
○ 各ポンプ室においても、正弦波及び破壊伝播速度のパラメータスタディ結果の増幅比率は、周期10～20分程度にピークがあり、周期が長いケースでは1に近づくと、取水口前面と同様の傾向が確認できた。

○ 1号炉海水ポンプ室及び2号炉海水ポンプ室における周期20分付近の2ケース（Es-K5の破壊伝播速度0.6m/s及び0.55m/sのケース）で増幅比率が3.5～3.7程度と特に大きくなっている。なお、これらの増幅比率が特に大きいケースでも設定した判断基準で検知できることを確認していることから、正弦波によるパラメータスタディで確認した増幅比率がこれよりも小さいケースについても設定した判断基準で対応可能と考えられる。

【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

(参考) 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果※1の水位変動量 ※1 : 参考としてEs-T2の水位下降側の結果も記載

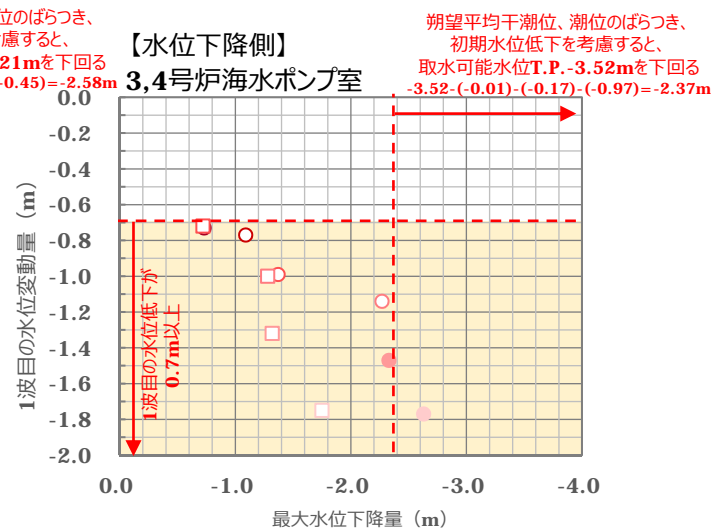
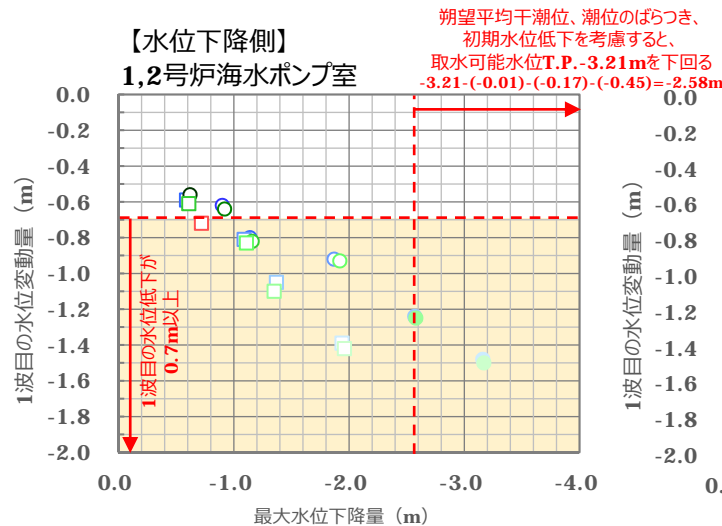
● 1波目の水位変動量と最大水位変動量の関係



【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	エリアB Es-K5 (Kinematic)						エリアC Es-T2※2 (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	0.55	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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※2 : エリアCの水位上昇側・0.2m/sのケースについては、1波目の水位低下のピークが多段になっており、第847回審査会合時には小規模なピークの値をグラフ上にプロットしていた。波形を再確認し、1波目の水位変動量を、1波目の最も大きなピークに基づいた値に変更する。

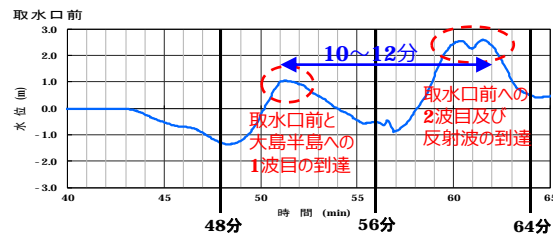
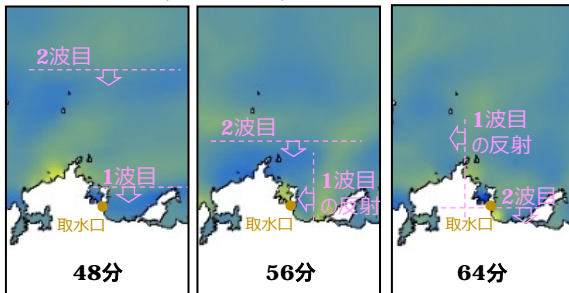


【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】 反射波の重畳に関する確認

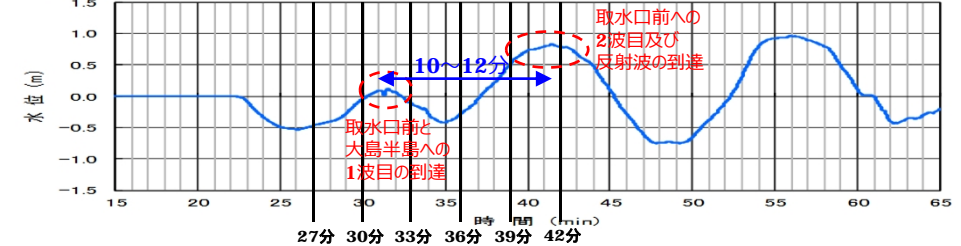
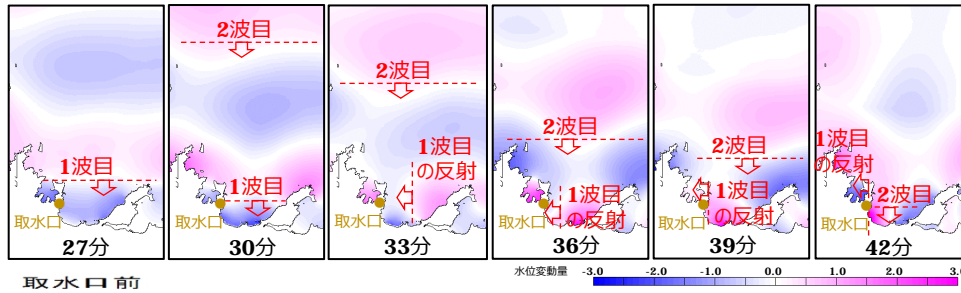
海底地すべりによる津波及び正弦波のいずれにおいても2波目以降が増幅することや、周期によって増幅比率が異なることを踏まえ、取水口位置での2波目以降に対する大島半島からの反射波の重畳について確認を行った。

●大島半島からの反射波との重畳（海底地すべりによる津波、正弦波）

エリアB Es-K5 (Kinematic)の津波伝播のスナップショット



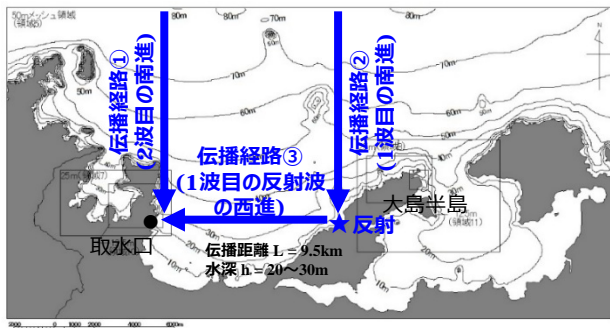
正弦波(入力波周期15分)の津波伝播のスナップショット



海底地すべりによる津波及び正弦波の伝播状況から以下を確認した。

- 取水口位置において大島半島からの反射波（1波目）が2波目と重畳する。
- 波源からの1波目及び2波目は南向きに、大島半島からの反射波（1波目）は西向きに進行する。
- 大島半島で反射した波（1波目）が取水口に到達するまでの時間は10～12分程度と考えられる。

●反射波の重畳と津波の周期の関係



左図において伝播経路①と伝播経路②が同じように津波を伝播させると仮定すると、伝播経路③の進行に要する伝播時間と津波の周期が一致する場合において、伝播経路②及び伝播経路③を通じて到達する1波目のピークと伝播経路①を通じて到達する2波目のピークが取水口前で重畳する。

伝播経路③の進行に要する伝播時間は、スナップショット及び時刻歴波形の確認結果から10～12分程度と考えられる。これは伝播距離及び波速に基づく試算とも概ね一致する。

$$\text{伝播時間} = \text{伝播距離 } L / \text{波速 } c = L / \sqrt{gh} = 9500 / \sqrt{9.8 \times 20 \text{ or } 30} \approx 554 \sim 678 [\text{sec}] \Rightarrow 9.2 \sim 11.3 [\text{min}]$$

したがって、周期10～15分程度の波において他の周期よりも2波目以降の増幅比率が高くなる傾向は、大島半島から10～12分程度で取水口前に到達する反射波との重畳が影響していると考えられる。

一方、周期が10～15分よりも大幅に長い場合に増幅比率が低くなるのは、伝播経路①を通じて2波目のピークが到達する前に大島半島からの反射波が到達してしまうことで、ピークどうしの重畳が生じないためと考えられる。

海底地すべりによる津波でも正弦波でも2波目以降での大島半島からの反射波が生じるが、ピークどうしの重畳が顕著になるのは周期が10～15分程度と考えられ、周期が大幅に長い場合にはピークどうしの重畳は生じにくいと考えられる。

【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】 高浜湾における固有振動（セイシュ）に関する確認

海底地すべりによる津波及び正弦波のいずれにおいても2波目以降が増幅することや、周期によって増幅比率が異なることを踏まえ、大島半島からの反射波の固有振動（セイシュ）について確認を行った。

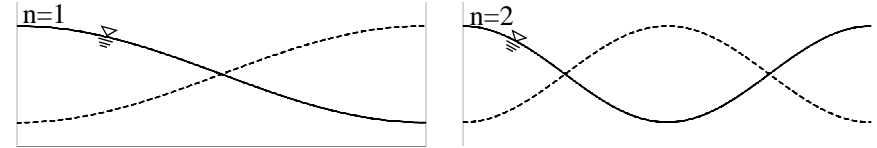
● 高浜湾におけるセイシュの周期



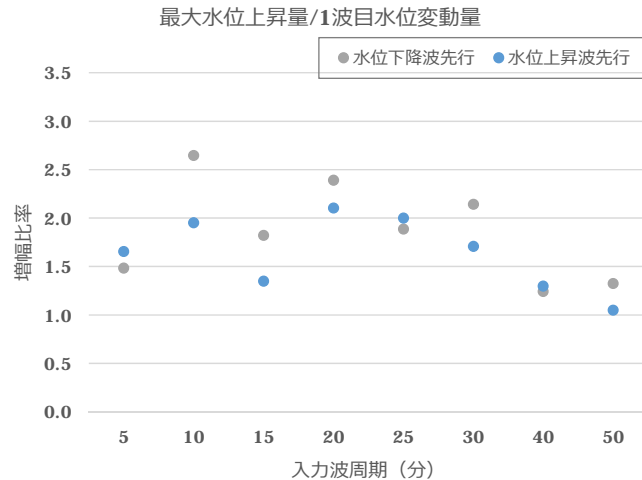
左図において伝播経路③を西進した1波目の反射波が取水口位置で反射する際に、波の周期が高浜湾の固有周期と一致する場合において、波の固有振動（セイシュ）によって振幅が励起される。

両端が岸（腹）となるセイシュが発生する固有周期 T_n は、伝播距離 L と水深 h から、 $T_n = 2L / n\sqrt{gh}$ の式で求められ、 $n=1$ の場合が1次の固有周期、 $n=2$ の場合が2次の固有周期となる。

高浜湾の伝播経路③の場合、 $L=9500m$ 、 $h=20\sim 30m$ とすると、1次固有周期が18～23分程度、2次固有周期が9～11分程度となる。

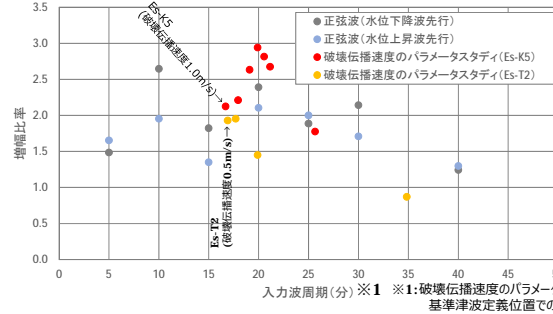


● 正弦波の増幅比率とセイシュの関係

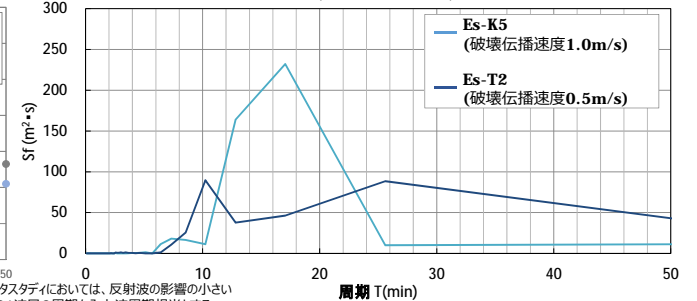


正弦波による検討結果から、増幅比率は特に周期10分と周期20分において他の周期よりも大きい。これらは伝播経路③の1次・2次の固有周期に近いことから、大島半島から反射して到達する波にはセイシュによる振幅の励起が生じている可能性がある。

● 海底地すべりによる津波とセイシュの関係



正弦波入力位置の波形(Es-K5, Es-T2)のFFT解析結果



Es-K5（破壊伝播速度1.0m/s）とEs-T2（破壊伝播速度0.5m/s）はともに、基準津波定義位置における1波目の周期が17分程度である。一方、正弦波の入力位置と同じ位置の時刻歴波形を用いてFFT解析を実施した結果、Es-K5は周期18分程度が卓越する波、Es-T2は周期10分程度と周期26分程度が卓越する波であった。1波目のみかけの周期は同程度であっても、湾の固有周期に近い周期18分の波が卓越するEs-K5のほうが増幅比率がやや高く、湾の固有周期から外れる周期26分程度の波を多く含むEs-T2では増幅比率が比較的小さい結果となっている。

大島半島からの反射波の周期が10分程度または周期20分程度の場合には湾の固有周期との一致によって振幅が励起される可能性があるが、周期が湾の1次固有周期の20分程度より大幅に長い場合には固有振動は生じず、振幅の励起は生じにくいと考えられる。

【Step 4 : ② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ】

第847回審査会合
資料1-1 P70修正

若狭湾の伝播特性に関する検討のまとめ

		正弦波による検討 ⇒周期・振幅を変えた正弦波による津波水位計算を実施。	海底地すべり Es-K5, Es-T2の検討 (波源特性のパラメータスタディ)	津波検知の判断基準 (0.7m/10分) の妥当性確認
津波の時刻歴波形の特徴	2波目以降の水位変動の増幅	増幅比率は1～3。	増幅比率は1～3。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 正弦波による検討では、いずれのケースでも増幅比率は1以上であり、「1波目よりも2波目以降の水位変動が大きい」という判断基準の前提は津波波形の一般的な傾向であることを確認した。 ○ 正弦波による検討では、2波目以降の増幅の傾向（増幅比率、増幅する周期）が波源特性のパラメータスタディと同じ傾向であることを確認した。したがって、0.7m/10分では検知できないような特異な増幅傾向はない。 ○ 1波目の水位低下が10分を超えるような周期の長い波（周期40分以上）では、2波目以降の増幅が小さいことを確認した。 ○ なお、破壊伝播速度のパラメータスタディにおける各ポンプ室での増幅比率の増幅率の最大値は3.7であったが、このケースでも設定した判断基準で検知できることを確認している。
	2波目以降の水位変動が増幅する周期	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 周期10～20分程度で増幅比率が大きい。（増幅比率2～3） ┆ 周期40分以上では増幅比率が小さい。（1程度） 	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 周期20分程度で増幅比率が大きい。（増幅比率2～3） ┆ 周期35分程度では増幅比率が小さい。（1程度） 	

正弦波による検討でも2波目以降の増幅の程度や影響する周期の傾向は波源特性のパラメータスタディ結果と同じであり、**0.7m/10分**では検知できないような特異な増幅傾向はなく、**1波目の水位低下が10分を超えるような周期の長い波**では増幅が小さいことを確認した。

【Step 4 : 判断基準の網羅性の確認】

網羅性の確認結果

① 海底地すべりの波源特性に関するパラメータスタディ

隠岐トラフ海底地すべりのうち、生じる津波が施設に影響する海底地すべりを全て抽出し、それらの波源特性についてパラメータスタディを実施し、以下を確認した。

- Ⅰ 生じる津波波形の不確かさを踏まえても、施設に影響するケースにおける1波目の水位変動量の最小値は0.71m、1波目が0.7m低下するのに要する時間の最大値は9.1分であり、施設に影響するケースは0.7m/10分の判断基準で全て検知できる。
- Ⅰ なお、波源特性のパラメータスタディでは、高潮裕度を考慮して施設影響の有無を確認することで1波目の水位変動が比較的小さいケースまで抽出していることから、判断基準の妥当性確認における1波目の水位低下量は保守的な評価となっている。

		崩壊規模のパラメータスタディ結果	破壊伝播速度のパラメータスタディ結果
最高水位・最低水位が 施設に影響するケース	1波目の水位変動量の最小値	0.73m (Es-K5 崩壊規模40%) ←0.7m以上	0.71m (Es-K5 破壊伝播速度0.55m/s) ←0.7m以上
	1波目が0.7m低下するのに要する時間の最大値	4.8分 (Es-K5 崩壊規模40%) ←10分以内	9.1分 (Es-K5 破壊伝播速度0.55m/s) ←10分以内

② 若狭湾の伝播特性に関するパラメータスタディ

振幅・周期を様々に変えた正弦波を用いて津波水位計算を実施し、1波目と2波目以降の関係について以下を確認した。

- Ⅰ 2波目以降の増幅の程度や影響する周期の傾向は、正弦波の検討でも波源特性のパラメータスタディでも同じ傾向である。
- Ⅰ 様々な振幅・周期を考慮しても、0.7m/10分の判断基準で検知できないような特異な増幅傾向はなく、1波目の水位低下が10分を超えるような周期の長い波では増幅が小さい。

波源特性に関するパラメータスタディ及び伝播特性に関するパラメータスタディの結果※から、設定した判断基準は施設影響が生じる津波を網羅的に検知できるものになっていることを確認した。

※判断基準の網羅性の確認は、耐津波設計の基本方針に基づき、重要な安全機能を有する施設が基準津波に対して安全機能を損なわないようにするための施設の設計行為である。なお、施設の設計行為に用いる基準津波は、基準津波の選定方針に基づき、施設に最も大きな影響を与えるものとして基準津波3及び基準津波4を選定した。

【Step 5 : 津波検知の判断基準の設定】

- Step 4では、1波目の0.7m／10分の水位変動を判断基準にすることで、施設影響が生じる津波を網羅的に検知できることを確認した。
- ただし、Step 4はあくまで津波シミュレーション結果に基づく確認であり、実際には平常時に短時間の潮位のゆらぎがあるため、津波検知のトリガーとする1波目の水位変動量に0.1mの余裕を織り込むこととする。



津波検知の判断基準を以下のとおり設定する。

津波検知の判断基準

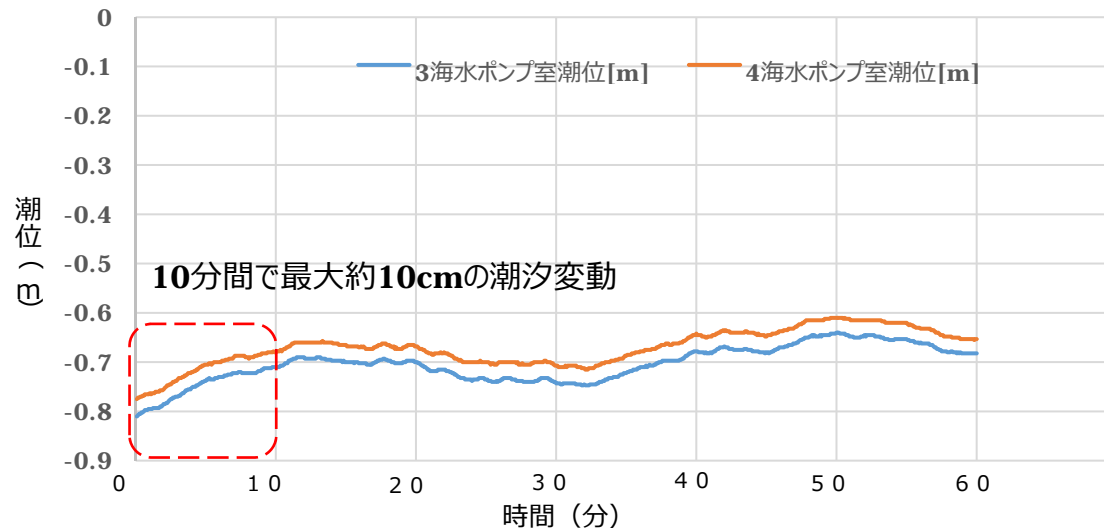
通常の潮汐とは異なる潮位変動（下記①または②）を把握した場合、津波襲来と判断し、循環水ポンプ停止・ユニット停止・取水路防潮ゲート閉止の操作を行う。

- ① 潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.6m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.6m以上上昇する。
- ② 潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.6m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.6m以上下降する。

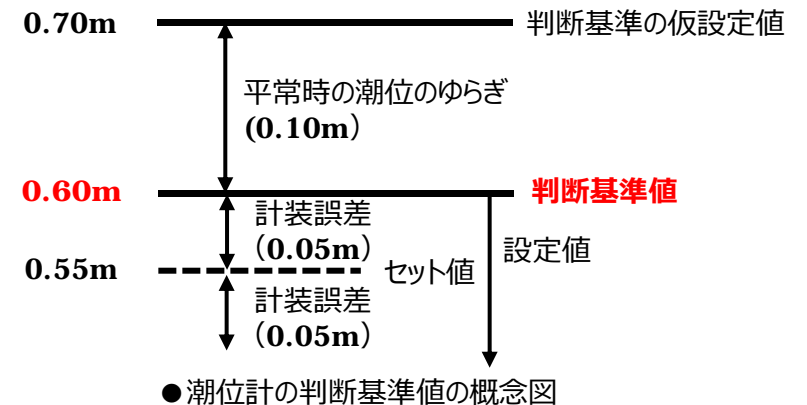
【3/12審査会合のご指摘事項】

3.防潮ゲート閉止の判断基準（水位変動量 0.7 m）に対する裕度の考え方について、整理して説明すること。

- 過去の潮位データを確認した結果、平常時において10分間で最大約0.10mの潮位変動あり。
- したがって、**津波検知の判断基準値は、施設影響が生じる津波を網羅的に検知できる1波目の水位変動量0.70mに、平常時における短時間の潮位のゆらぎ0.10mを考慮し、0.60mに設定する。**
- 判断基準値に対しては、計装誤差を考慮し、**実機のセット値は0.55mとする。**



平常時の潮汐の変動
 ■ 2019年9月瞬時値（5秒）（3, 4号炉プラント稼働中）



判断基準の仮設定値：津波シミュレーションにおける防潮ゲート閉止トリガーの仮設定値
 判断基準値：平常時の潮位のゆらぎを考慮した防潮ゲート閉止の判断基準値
 設定値：防潮ゲート閉止判断のために必要な潮位変動値の許容範囲
 セット値：実機の計装設備にセットする作動値

【運用時間（5 / 6）】 ※第847回審査会合資料から変更。潮位変化の前後で最大誤差が発生するものとして、計装誤差及び潮位計の設計を変更。

（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。

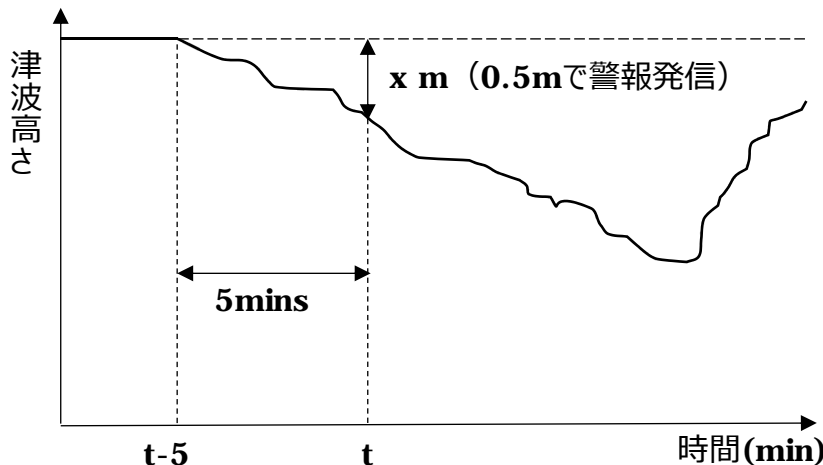
○0.5mの水位差が発生した後、0.6mの水位差が発生する前に水位上昇することも考えられるが、警報発信した時点で潮位変動は運転員が監視モニタで集中監視しており、津波襲来の検知が大幅に遅れることはない。

○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

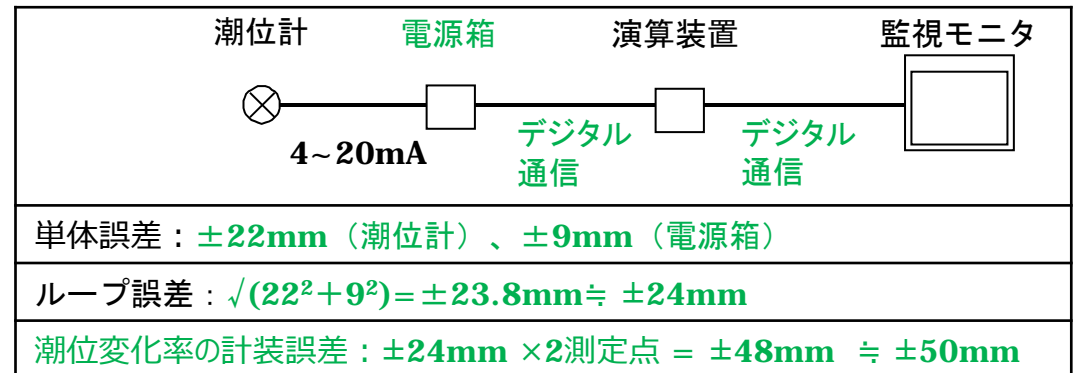
- ・1号炉海水ポンプ室前：レンジの下限値以下に振り切り
- ・2号炉海水ポンプ室前：レンジの下限値以下に振り切り
- ・3, 4号炉海水ポンプ室前：レンジの下限値以下に振り切り

○潮位計の計装誤差は最大で±約5cm^{注1}であり、計装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。

注1：防潮ゲート閉止判断基準となる0.6mにパラメータの測定誤差及び計装誤差を考慮した0.55mをセット値とする。



●潮位変化率の算出方法



●潮位計の誤差の考え方

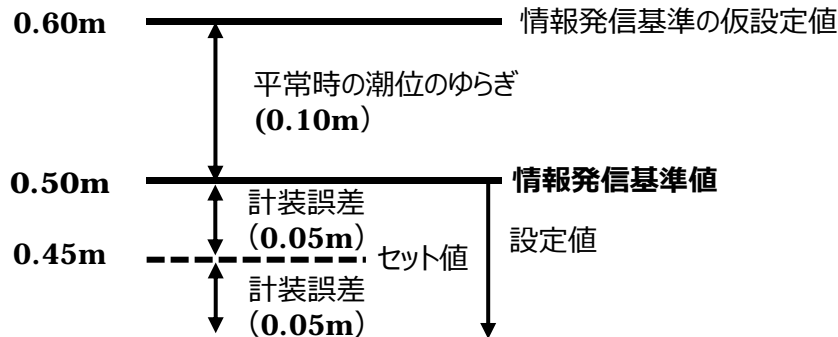
【3/12審査会合のご指摘事項】

4. 若狭湾の伝播特性のパラメータスタディも踏まえて、構外検知（10分0.5m）の妥当性について説明すること。

構外地点（津居山）の情報発信基準の設定について

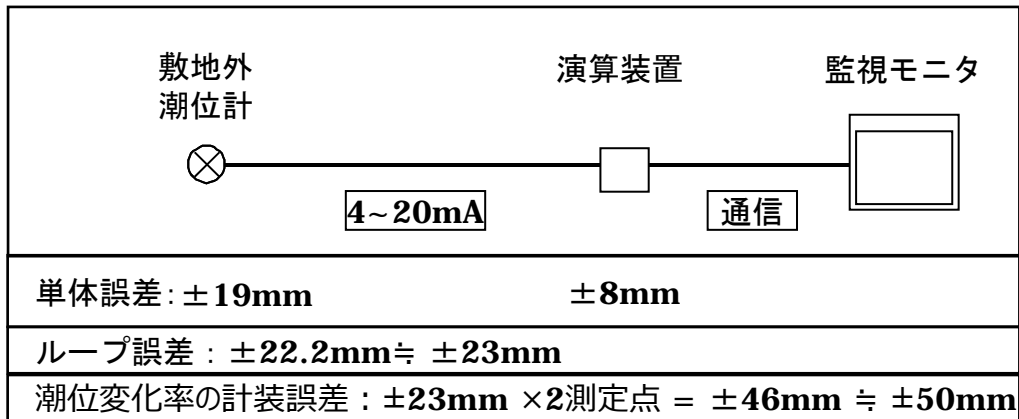
○ 構外地点（津居山）における情報発信基準の考え方

- 基準津波に加えて、発電所影響を及ぼす破壊伝播速度のパラスタケース及び崩壊規模のパラスタケースについて、構外地点（津居山）の津波シミュレーション結果における最初の下げ波の水位低下量を確認した。
- いずれのケースも最初の下げ波の水位低下量は**0.6m**以上であることを踏まえ、平常時における短時間の潮位のゆらぎを考慮して、情報発信基準を**10分以内に0.5mの水位が下降した場合**とする。
- なお、構内の潮位計における判断基準値の考え方を踏まえ、測定誤差等を考慮し、**セット値は0.45m**とする。



● 潮位計の情報発信基準値の概念図

情報発信基準の假設定値：津波シミュレーションにおける情報発信トリガーの假設定値
 情報発信基準値：平常時の潮位のゆらぎを考慮した構外地点（津居山）の基準値
 設定値：構外地点（津居山）の情報発信のために必要な潮位変動値の許容範囲
 セット値：実機の計装設備にセットする作動値

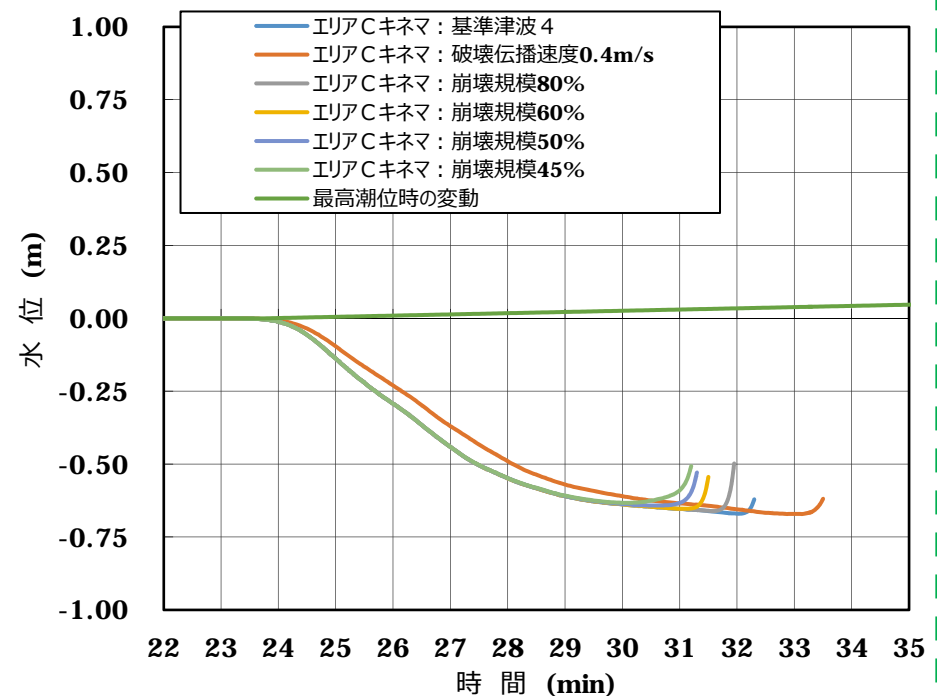
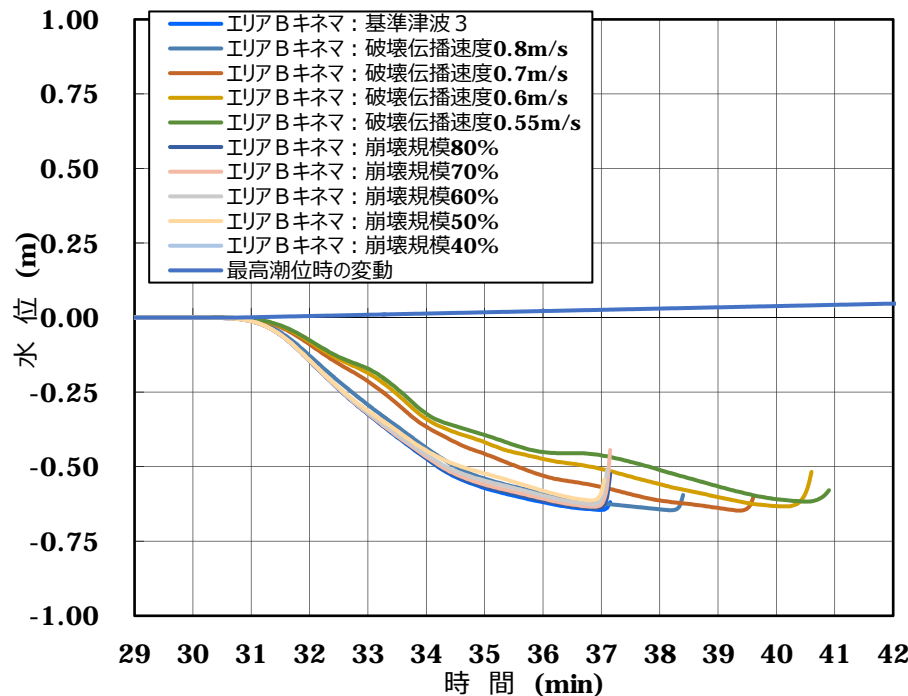


● 潮位計の誤差の考え方

7. 津居山地点の潮位観測におけるプラント影響のある津波高さ(2/2)

【誤検知回避の信頼性確保について】

- 津居山及び三国地点において、過去最高潮位がそれぞれT.P.+1.68m、T.P.+0.98mであることから、「1mの上げ」を判断基準とした場合に誤検知をする可能性がある。
- 過去最高潮位はいずれも台風や低気圧による高潮が原因であり、また高潮による潮位変動の周期（時間）は非常に長いため、誤検知防止の観点から、地すべり津波の周期に合わせて10分以内という時間軸を設定することで信頼性確保が可能。
- ただし、「プラント影響のある」津波が襲来する前の潮位が津居山地点でTP+1.1m以上、三国地点でTP+0.2m以上の場合は10分以内に1mの水位上昇をすべて把握することができないので、その際は、レンジオーバーとなったときに判断基準に達したものとする。



敷地外におけるプラント「影響のある」津波高さの判断基準を、「10分以内に1mの上げ又は下げ」とする。

8. 津居山地点の潮位観測におけるプラント影響の「可能性」ある津波高さ(1/4)

○津居山地点の観測実績

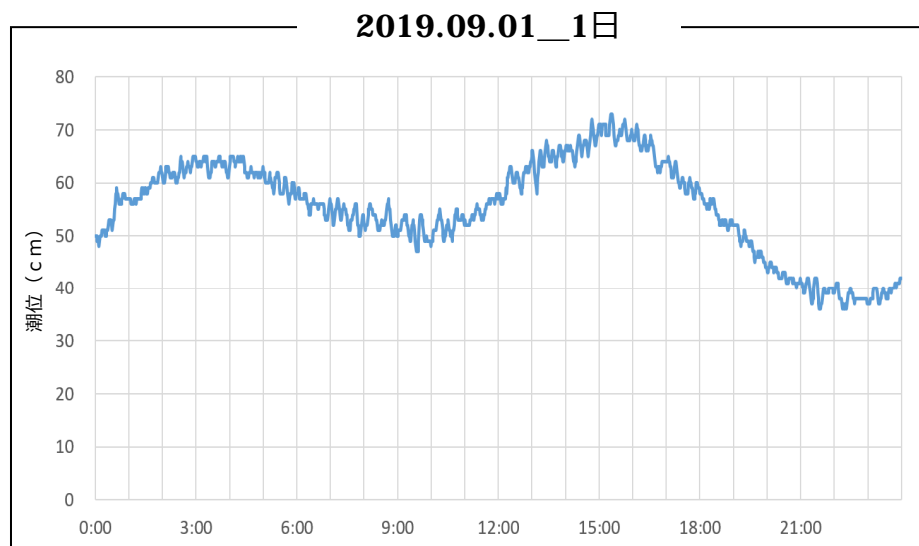
・通常の潮汐による潮位変動

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。

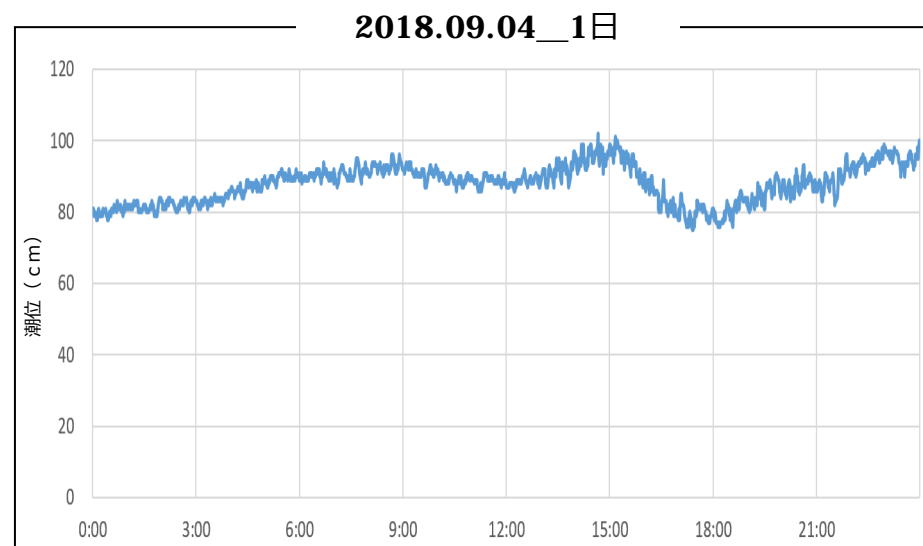
・台風などの異常時の潮位変動

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。

●通常時の潮汐の変動 2019年9月 瞬時値（60秒）



●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。

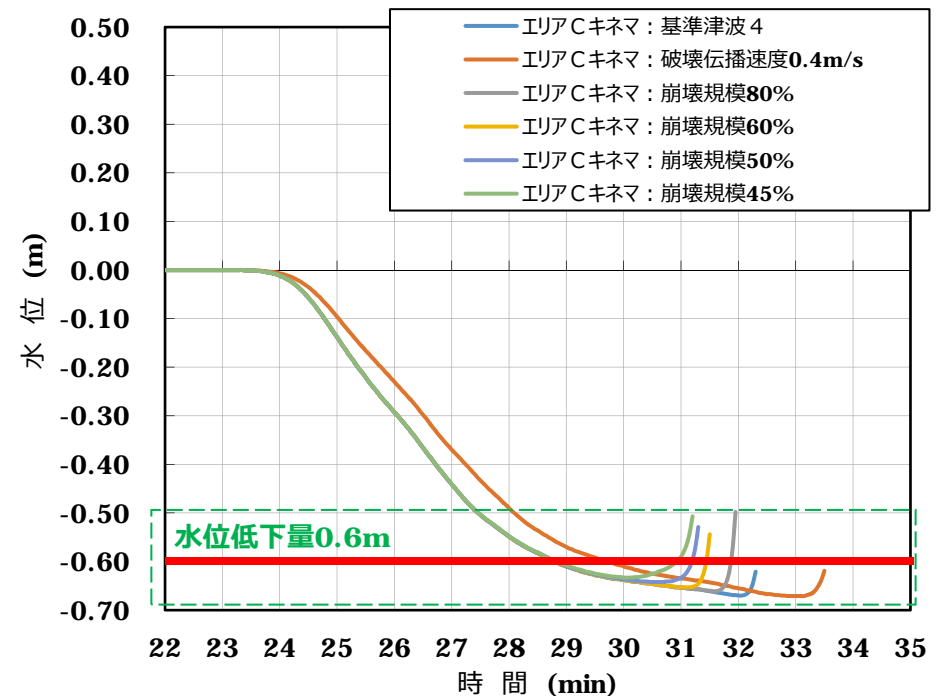
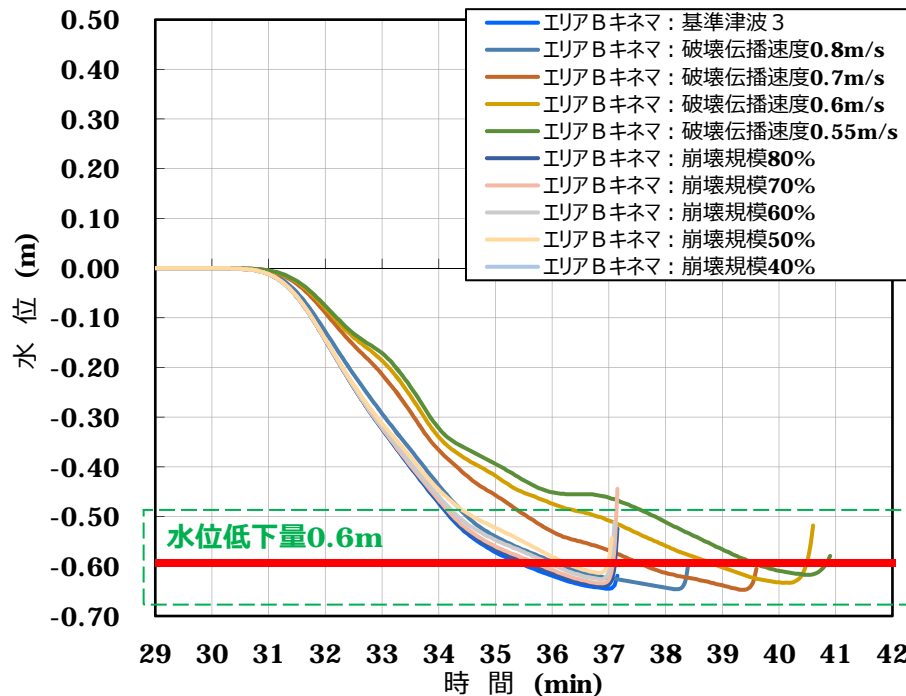
8. 津居山地点の潮位観測におけるプラント影響の「可能性」ある津波高さ(2/4)

第847回審査会合
資料1-1 P90修正

○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0.8,0.7,0.6,0.55,崩壊規模80%,70%,60%,50%,40%
- ・エリアC（Kinematicモデル）：基準津波4、破壊伝播速度0.4m/s,崩壊規模80%,60%,50%,45%



○基準津波に加えて、発電所に影響を及ぼす破壊伝播速度のパラスタケース及び崩壊規模のパラスタケースについて、津居山地点の津波シミュレーション結果における最初の下げ波の水位低下量を確認した。

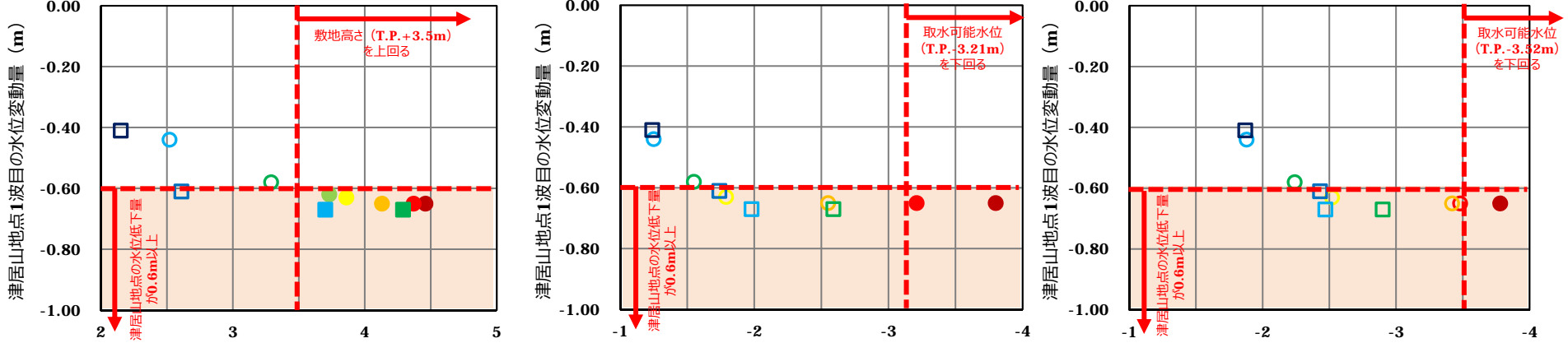
○いずれのケースも最初の下げ波の水位低下量は0.6m以上であることを踏まえ、平常時における短時間の潮位のゆらぎ0.1mを考慮し、敷地外（津居山地点）で0.5m水位が低下した場合、情報を発信することとする。

新規追加

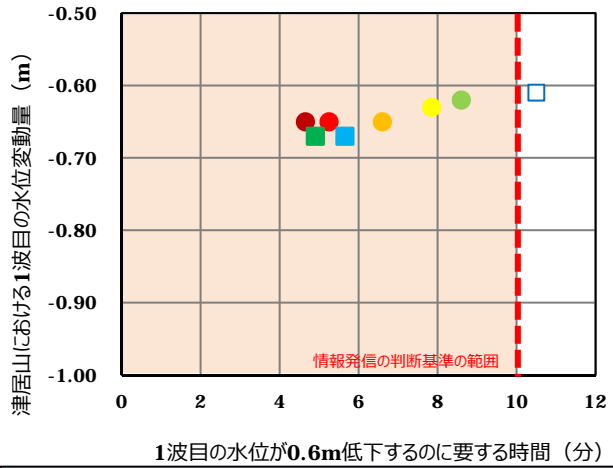
8. 津居山地点の潮位観測におけるプラント影響の「可能性」ある津波高さ(3/4)

破壊伝播速度のパラメータスタディ結果 (全ケース※1の検知可否の確認) ※1: 参考としてEs-T2の水位下降側の結果も記載

● 津居山地点1波目の水位変動量と発電所の最高水位・最低水位の関係 (最高水位は潮位のぼらつき及び高潮裕度を考慮した値、最低水位は潮位のぼらつきを考慮した値)



● 1波目の水位変動量と0.6m低下に要する時間の関係 (1波目の水位低下が0.6m以上のケースのみをプロット)



◆ 判断基準 (0.6m/10分) による検知可否 (施設影響あり: 赤 検知可能: 青 検知不能: 緑) 水位上昇側: Es-K5 (エリアB) 最高水位には潮位のぼらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

破壊伝播速度	1.0m/s	0.8m/s	0.7m/s	0.6m/s	0.55m/s	0.5m/s	0.4m/s
最高水位 [T.P.m]	4.46	4.37	4.13	3.86	3.73	3.29	2.52
水位低下量 [m]	0.65	0.65	0.65	0.63	0.62	0.58	0.44
0.6m低下時間 [分]	4.7	5.3	6.6	7.9	8.6	-	-
検知可否	○	○	○	○	○	×	×

水位上昇側: Es-T2 (エリアC) 最高水位には潮位のぼらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

破壊伝播速度	0.5m/s	0.4m/s	0.3m/s	0.2m/s
最高水位 [T.P.m]	4.29	3.70	2.61	2.15
水位低下量 [m]	0.67	0.67	0.61	0.41
0.6m低下時間 [分]	4.9	5.7	10.5	-
検知可否	○	○	×	×

水位下降側: Es-K5 (エリアB) 最低水位には潮位のぼらつき-0.17mを考慮

破壊伝播速度	1.0m/s	0.8m/s	0.7m/s	0.6m/s	0.5m/s	0.4m/s
最低水位 [T.P.m]	1,2号 -3.80	-3.21	-2.55	-1.79	-1.55	-1.25
3,4号 -3.78	-3.48	-3.42	-2.52	-2.24	-1.88	
水位低下量 [m]	0.65	0.65	0.65	0.63	0.58	0.44
0.6m低下時間 [分]	4.7	5.3	6.6	7.9	-	-
検知可否	○	○	○	○	×	×

【凡例 (塗りつぶし: 施設影響あり、白抜き: 施設影響なし)】

	エリアB Es-K5 (Kinematic)							エリアC Es-T2 (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	0.55	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2
水位上昇側	●	●	●	●	●	○	○	■	■	□	□
水位下降側	No.1,2 SWP	●	●	○	○	○	○	■	■	□	□
	No.3,4 SWP	●	○	○	○	○	○	■	■	□	□

水位下降側: Es-T2 (エリアC) 最低水位には潮位のぼらつき-0.17mを考慮

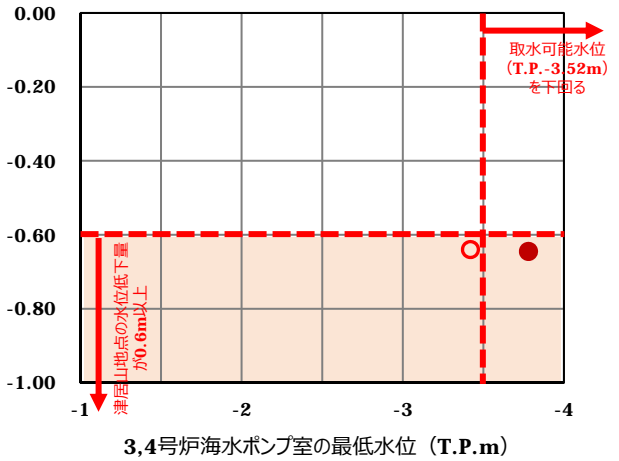
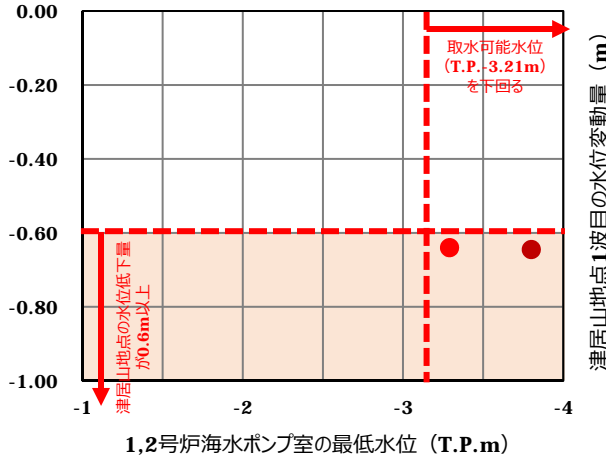
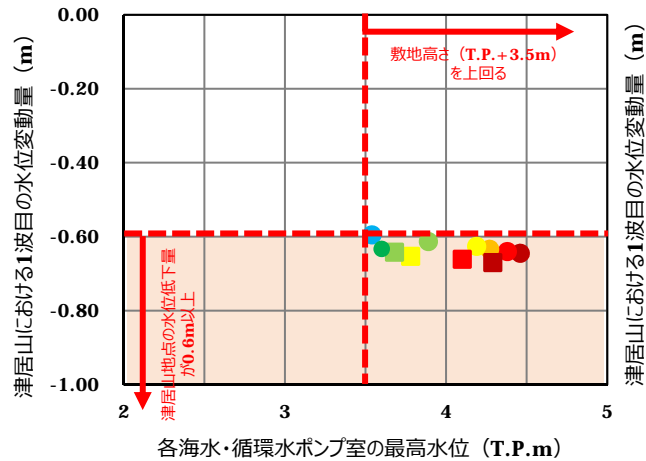
破壊伝播速度	0.5m/s	0.4m/s	0.3m/s	0.2m/s
最低水位 [T.P.m]	1,2号 -2.59	-1.98	-1.74	-1.24
3,4号 -2.90	-2.47	-2.43	-1.87	
水位低下量 [m]	0.67	0.67	0.61	0.41
0.6m低下時間 [分]	4.9	5.7	10.5	-
検知可否	○	○	×	×

I 津居山地点における1波目の水位変動量と発電所敷地内の最高水位・最低水位の関係
 ○ 発電所敷地内に影響の大きい波源ほど、津居山地点における1波目の水位変動量が大きい。
 ○ 津居山地点における1波目の水位低下が0.6m未満のケースでは発電所の施設影響はない。
I 津居山地点における1波目の水位変動量と0.6m低下に要する時間の関係
 ○ 津居山地点における1波目の水位低下が大きいほど、0.6m水位低下に要する時間は短い。
 ○ 発電所の施設影響ある津波のうち、津居山地点における0.6m水位低下に要する時間が10分超のケースはない。

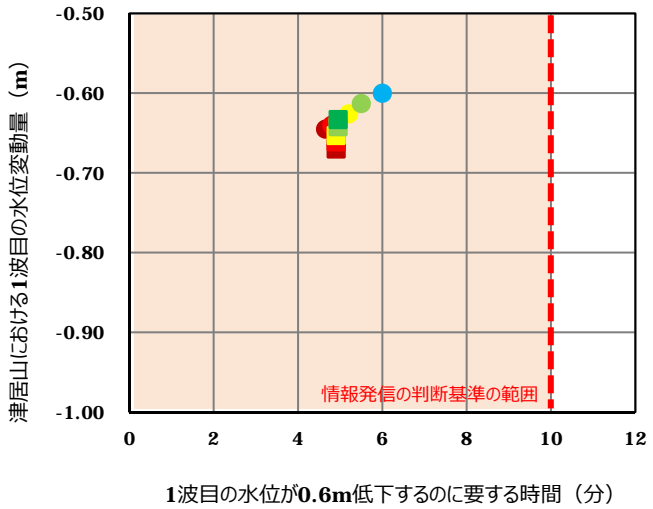
新規追加

8. 津居山地点の潮位観測におけるプラント影響の「可能性」ある津波高さ(4/4) 崩壊規模のパラメータスタディ結果 (全ケースの検知可否の確認)

● 津居山地点1波目の水位変動量と発電所の最高水位・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0.6m低下に要する時間の関係 (1波目の水位低下が0.6m以上のケースのみをプロット)



◆ 判断基準 (0.6m/10分) による検知可否 (施設影響あり: 赤 検知可能: 青 検知不能: 緑)

水位上昇側: Es-K5 (エリアB)
最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

崩壊規模	100%	80%	70%	60%	50%	40%
最高水位 [T.P. m]	4.46	4.38	4.27	4.19	3.89	3.54
水位低下量 [m]	0.65	0.64	0.63	0.63	0.61	0.60
0.6m低下時間 [分]	4.7	4.8	5.0	5.2	5.5	6.0
検知可否	○	○	○	○	○	○

水位上昇側: Es-T2 (エリアC)
最高水位には潮位のばらつき+0.15m及び高潮裕度+0.49mを考慮

崩壊規模	100%	80%	60%	50%	45%
最高水位 [T.P. m]	4.29	4.10	3.78	3.68	3.60
水位低下量 [m]	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63
0.6m低下時間 [分]	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
検知可否	○	○	○	○	○

水位下降側: Es-K5 (エリアB)
最低水位には潮位のばらつき-0.17mを考慮

崩壊規模	100%	80%
最低水位 [T.P. m]	1,2号 -3.80	-3.29
3,4号	-3.78	-3.42
水位低下量 [m]	0.65	0.64
0.6m低下時間 [分]	4.7	4.8
検知可否	○	○

【凡例 (塗りつぶし: 施設影響あり、白抜き: 施設影響なし)】

		エリアB Es-K5 (Kinematic)					エリアC Es-T2 (Kinematic)					
		崩壊規模 [%]					崩壊規模 [%]					
		100	80	70	60	50	40	100	80	60	50	45
水位上昇側		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
水位下降側	No.1,2 SWP	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	No.3,4 SWP	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○ 崩壊規模のパラメータスタディ結果についても、破壊伝播速度のパラメータスタディ結果と傾向は同様である。
○ 発電所の施設影響ある津波に関して、津居山地点における1波目の水位低下は0.6m以上であり、津居山地点における0.6m水位低下に要する時間が10分超のケースはない。

【3/12審査会合のご指摘事項】

- 5.鉛直方向に防潮ゲートを落下させ、一定程度の流速で海水が常時流れている取水路を閉止する機構に関し、防潮ゲート閉止に要する時間の算定に谷本式を適用しないこと及びダム堰基準を適用することの妥当性について、説明すること。

【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。

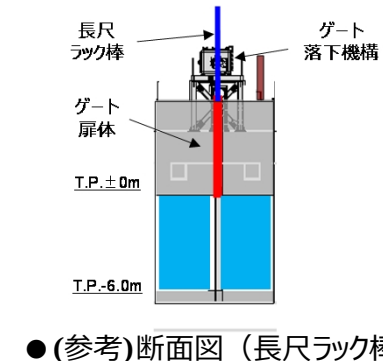
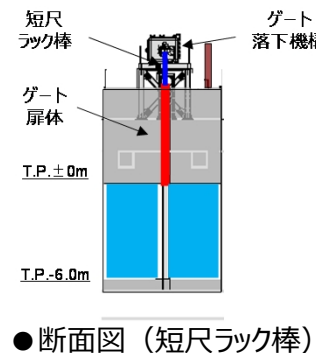
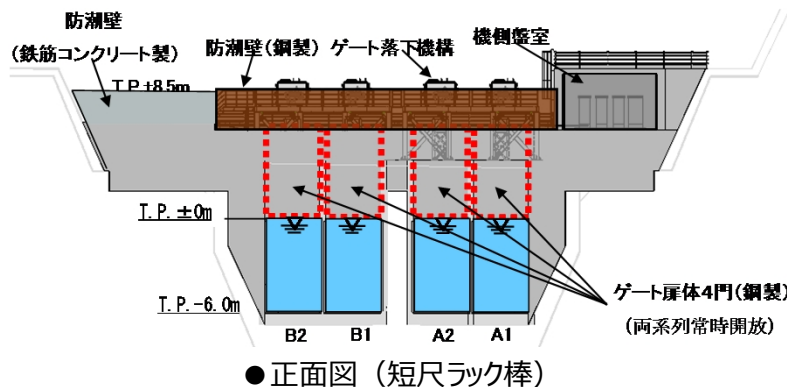
(a) 既許可（大津波警報発令時）対応におけるゲート閉止時間

○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、流速による抵抗力、ゲート前面と背面の水位差による抵抗力、浮力及び鉛直抵抗力を考慮する。これら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。

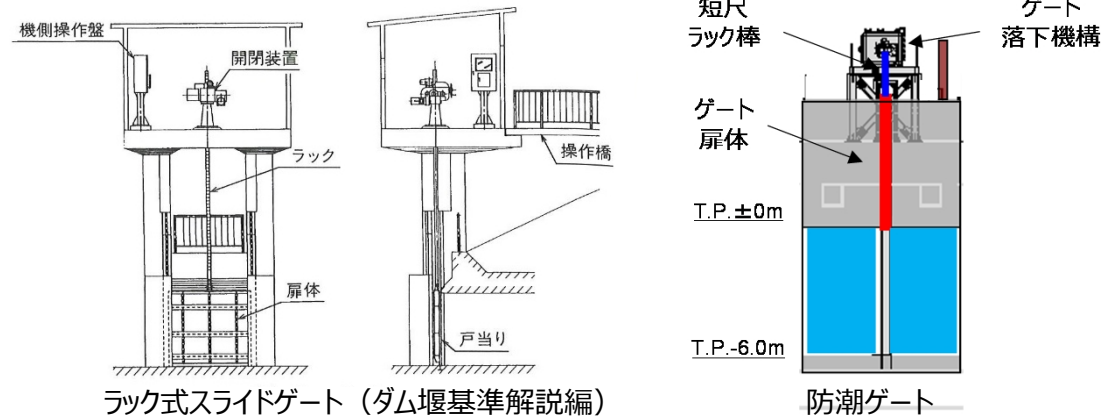


○ダム堰・堰施設技術基準（案）基準解説編の適用性について

今回の防潮ゲート閉操作は津波が襲来している状況下での操作となる。一般のゲートにおいても流水時にゲート閉操作を実施することがあるため、今回想定している状況と同じであると考え。

また、防潮ゲートの支承部は戸当たりと平面で摺動しながら開閉される形式であり、右図のようなスライドゲートの形式をとっている。

したがって、ダム・堰施設技術基準（案）基準解説編（ダム・堰施設技術協会，平成28年10月）（以下、「ダム堰基準解説編」という。）に記載されている開閉荷重を適切に考慮することで、津波襲来時の防潮ゲート閉操作にかかる荷重を設定することができるものと考え。



○開閉荷重について

ダム堰基準解説編では水門扉の扉体の開閉荷重として考慮する荷重は、扉体の自重、支承・水密ゴムおよび堆泥の摩擦力、浮力、越流水による上・下向力、下端放流水による上・下向力、その他の荷重とされている。

上記を踏まえ、開閉荷重の組み合わせは水門扉の形式ごとに例示されており、今回の防潮ゲートに類似した形式として、スライドゲートの閉操作時における開閉荷重の組み合わせを下表に示す。

【ダム堰基準解説編に示す開閉荷重の組合せ】 スライドゲート閉操作時 （ダム堰基準解説編 P.189）

開閉荷重 形式	扉体の自重	支承部 摩擦力	水密部 摩擦力	浮力	越流水による 上・下向力	下端放流水による 上・下向力	波(風波浪)による 荷重	開閉時の水の 抵抗力
スライドゲート	○	○	○	○	△	△	△	

【防潮ゲートに考慮する開閉荷重の組合せ】

防潮ゲート	○	○	—※1	○	—※2	—※3	—※4	○※5
-------	---	---	-----	---	-----	-----	-----	-----

※1 支承部に水密ゴムはないため考慮不要。 ※2 越流が発生しないため考慮不要。 ※3 下向きのダウンプルフォースが発生するが、保守的に考慮しない。 ※4 外海に面していない取水路内の流れ場であり、風波浪による影響は軽微と考えられるため考慮しない。 ※5 落下時にゲート底面に作用する水の抗力を考慮。

新規追加

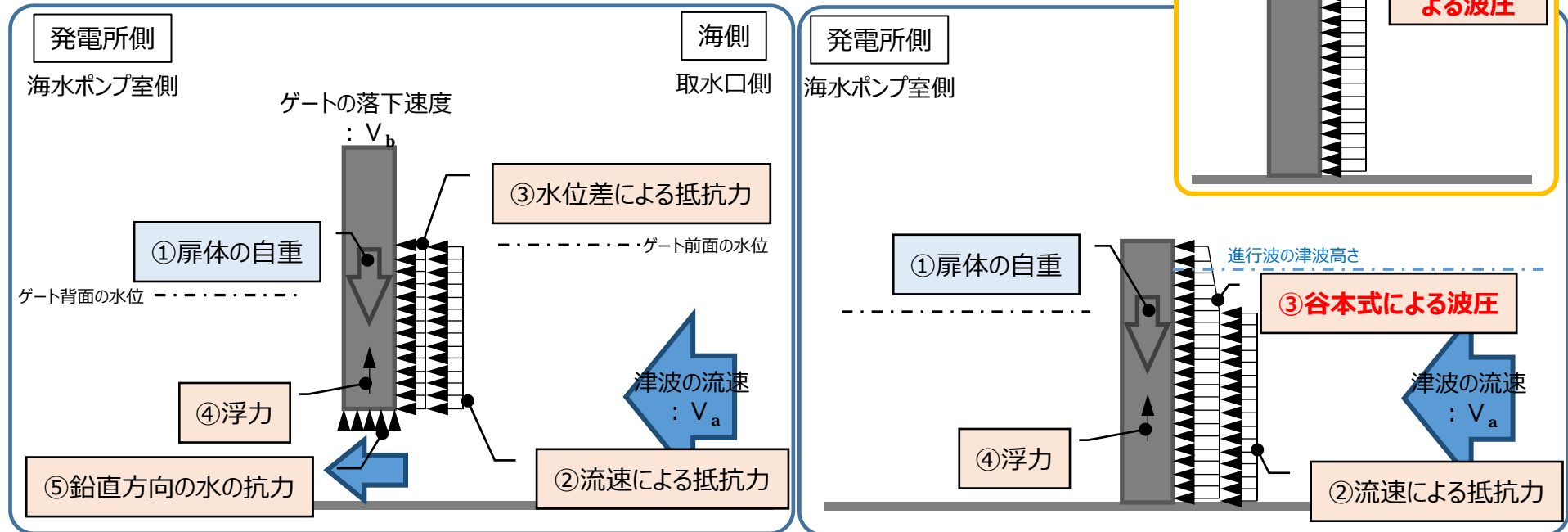
○開閉荷重について－これまでの検討との比較－

・ダム・堰施設技術基準（案）を参照した開閉荷重

○今回、ダム堰基準解説編における水門扉（防潮ゲート）の開閉荷重は、ゲート閉操作時に係る抵抗力等を考慮することとしている。したがって、水門扉（防潮ゲート）の下端は水の流れている状況である。

・第823回会合時に想定した開閉荷重

既許可における防潮ゲートの健全性評価に考慮している津波起因の荷重



○第823回会合時に想定していた開閉荷重は防潮ゲートが閉止した状態で水平方向の抵抗力として、流速による抵抗と谷本式による波圧を考慮していた。

○谷本式は直立壁のような構造物の安定性・健全性評価において、構造物に働く最大波圧を算定する際に用いられるが、今回のように短時間での防潮ゲート開閉評価において、ゲート開口から水圧が逃げていく状況では、ゲート前面と背面の水圧差による力を考慮する必要があると考える。

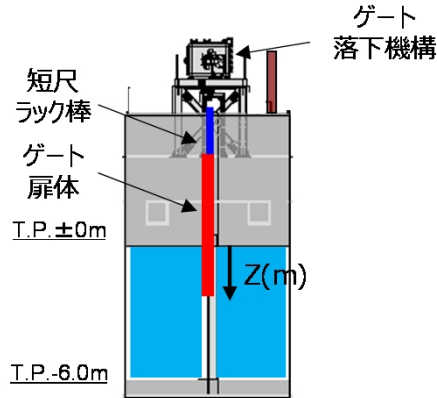
○また、谷本式による波圧は津波の流速による影響を考慮したものであり、流速による抵抗力と重複して速度による影響を考慮していたものとする。

○なお、今回考慮する開閉荷重には防潮ゲート下端部に受ける、ゲートの落下速度に応じた鉛直方向の水の抗力を考慮する。

区間②の落下時間の算定について (1/4)

第847回審査会合
資料1-3 P51修正

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



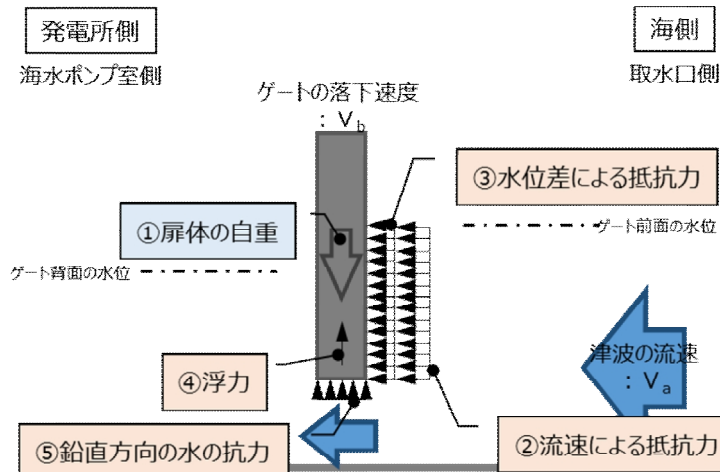
$$m \frac{d^2z}{dt^2} = F(\downarrow) - F(\uparrow)$$

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

- ダム堰基準解説編を参照し、防潮ゲートの開閉時の検討に考慮する荷重として下表の荷重を考慮する。
(ダム堰基準解説編P.189参照)

	扉体の自重	支承部摩擦	水密部摩擦	浮力	越流水による上・下向力	下端放流水による上・下向力	波(風波浪)による荷重	開閉時の水の抵抗力
防潮ゲート	①	②、③	-	④	-	-	-	⑤

○開閉荷重の作用イメージ図



下向きの力	①扉体の自重
上向きの力	②流速による抵抗力※、③水位差による抵抗力※ ※②、③は水平方向の力となり、これによる摩擦力を上向きに考慮 ④浮力、⑤鉛直方向の水の抵抗力

区間②の落下時間の算定について (2/4)

- 前ページでの荷重の整理結果を踏まえた運動方程式は以下のとおりとなる。

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

ここで、**m** : ゲート扉体質量 (t)
z : ゲート扉体の落下距離 (m)
Fa : 流速による抵抗力 (kN)
Fb : 水位差による抵抗力 (kN)
Fc : 浮力 (kN)
Fd : 鉛直方向の水の抗力 (kN)
μ : 摩擦抵抗
 (=0.4 ※ダム堰基準解説編 P.182)

① 扉体の自重

ゲート扉体質量7.133tによる自重を考慮する。

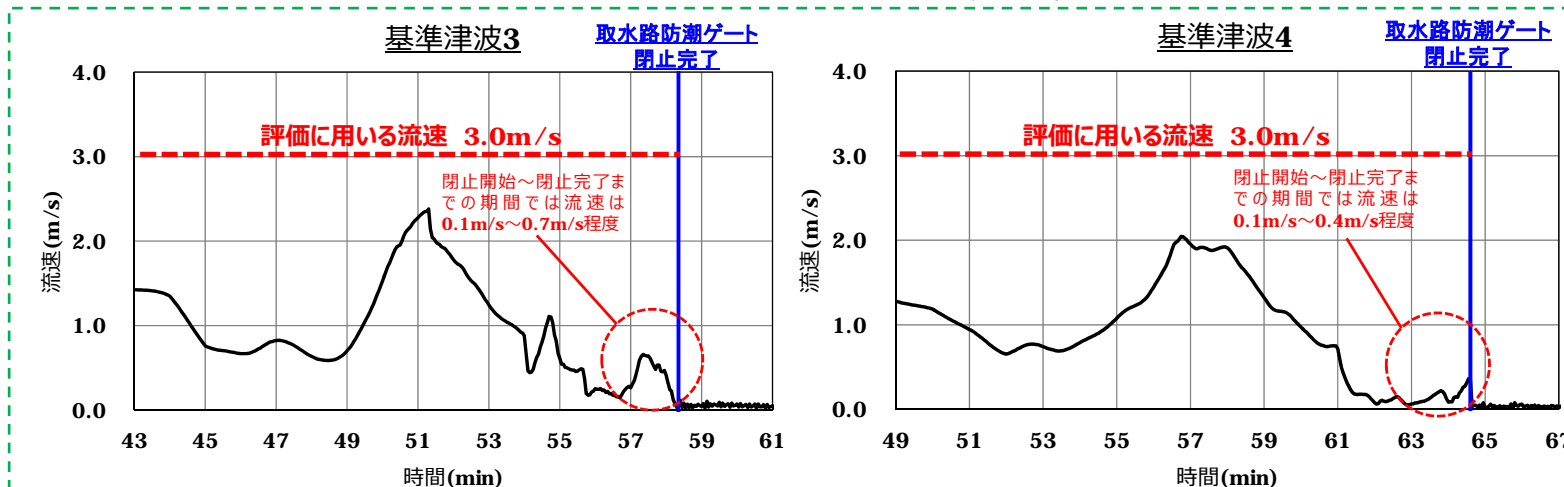
② 流速による抵抗力

以下の式により流速による抵抗力を算定する。(ダム・堰施設技術基準(案)水門扉・放流管・付属施設設計マニュアル(ダム・堰施設技術協会,平成23年7月)(以下、「ダム堰マニュアル編」という。)P.597)

下図のとおり、ゲート閉止時の流速は**0.1~0.7m/s**程度であるが、抵抗力を保守的に評価するため、流速**3.0m/s**を考慮する。

$$\begin{aligned} Fa &= 1/2 \times \rho_0 \times v_a^2 \times C \times B \times z \\ &= 1/2 \times 1.03 \times 3^2 \times 1.0 \times 3.9 \times z \\ &= \underline{18.077 \times z \text{ (kN)}} \\ &\text{※}z=6\text{mでは}Fa=108.5 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここで、**v_a** : 流速 (3.0m/s)
C : 水に対する抵抗係数 (=1.0)
 ※ダム堰マニュアル編 P.597
B : 作用幅 (3.9m)
z : 落下距離 (m)



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

区間②の落下時間の算定について (3/4)

第847回審査会合
資料1-3 P53修正

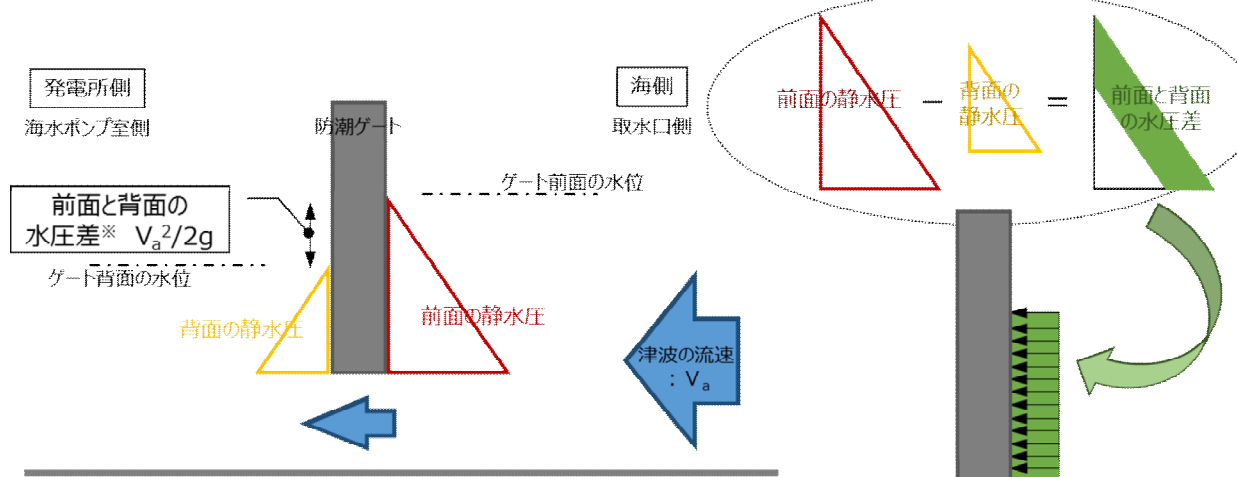
③ 水位差による抵抗力

以下の式により水位差による抵抗力を算定する。(ダム堰基準解説編 P.181)

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

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

○③水位差による抵抗力については、防潮ゲート前面と背面における静水圧の差分を考慮する。



※ゲート前面と背面の水圧差については、ゲートにあたる津波の速度水頭のすべてが、ゲート前面でゼロになると仮定し、ゲート前面の水位上昇を考慮する。



【取水路下流側から見たゲート扉体】

④ 浮力

以下の式により浮力を算定する。(ダム堰基準解説編 P.181)

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

ここで、**V**：扉体の体積 (**0.847m³**)
z：落下距離 (**m**)

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

区間②の落下時間の算定について (4/4)

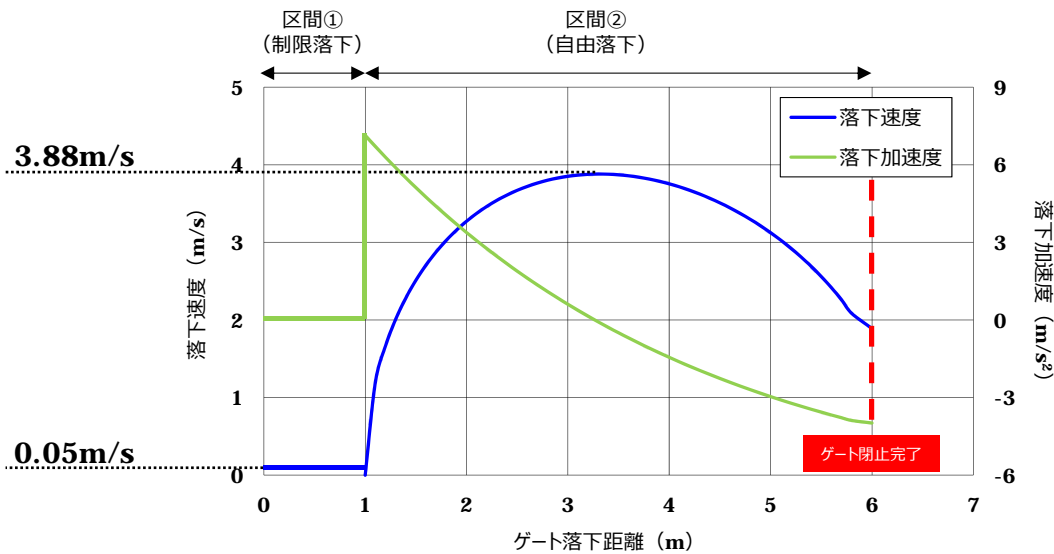
第847回審査会合
資料1-3 P53修正

⑤ 鉛直方向の水の抗力

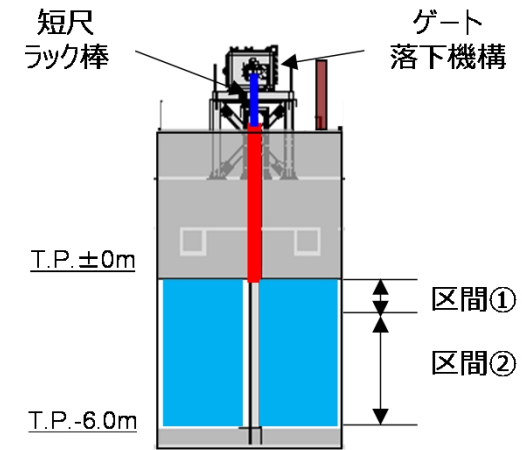
以下の式により鉛直方向の水の抗力を算定する。(ダム堰マニュアル編 P.597)

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

ここで、 $v_b(z)$: $z(m)$ 地点の落下速度 (m/s) ※落下距離に応じた速度を考慮する
 C : 水に対する抵抗係数 (=1.0) ※ダム堰マニュアル編 P.597
 A : ゲート底面積 (2.125m²)
 z : 落下距離 (m)



【区間②のゲート落下速度及び落下加速度】



【断面図】

①～⑤より、運動方程式は以下のとおりとなる。

$$m \frac{d^2z}{dt^2} = mg - \mu Fa - \mu Fb - Fc - Fd$$

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

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

【3/12審査会合のご指摘事項】

6. 漂流物の影響評価に関し、既許可の申請内容からの変更内容の有無について説明すること。
7. 漂流物の影響評価に関し、物揚岸壁における燃料輸送車両等の有無及び漂流物となる可能性の評価結果について説明すること。

○既許可からの変更点及び重要な評価項目

項目	津波警報の発表されない津波の考慮による既許可からの変更点	変更点の具体的内容と評価への影響	重要な評価項目※1
入力津波の設定	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波3,4の追加 設備形状による影響を考慮した解析モデル（修正モデル）の追加 	<ul style="list-style-type: none"> 3,4号炉海水ポンプ室前面の<input type="text" value="入力津波（下降側）の変更※2、"/>設定プロセスの妥当性確認が必要 	○
津波防護の基本方針	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波3,4の追加による耐津波設計方針の変更 	<ul style="list-style-type: none"> 取水路防潮ゲートの運用等を変更 「指摘事項への回答」と同一であり、説明を省略 	—
外郭防護 1	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波の変更（基準津波3,4の追加、修正モデルの追加） 	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波（上昇側）に変更がなく、評価結果が変わらないことから、説明を省略 	—
外郭防護 2			
内郭防護			
海水ポンプの取水性		<ul style="list-style-type: none"> 入力津波（下降側）が海水ポンプの取水可能水位を上回るため、取水性に影響なし 入力津波と取水可能水位との比較のみであり、説明を省略 	—
二次的影響	基準津波3,4の追加により、以下の項目を評価・確認 <ul style="list-style-type: none"> 砂移動の評価 水位・流向・流速を踏まえ、漂流物評価への影響確認 津波警報が発表されない条件で襲来する津波に対する燃料等輸送船評価への影響 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波1～4について津波の傾向に大きな差が無いため、漂流物評価に影響ないことを確認 漂流物評価において、分類が変更となったものについて確認が必要 	○
		<ul style="list-style-type: none"> 砂移動の評価結果に変更なし 燃料等輸送船について、警報が発表されない津波が襲来した際に漂流物とならないことを確認 これらの評価プロセスの妥当性確認が必要 	○
津波監視	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波3,4の追加により、津波監視設備を追加 	<ul style="list-style-type: none"> 潮位計を追加設置 「指摘事項への回答」と同一であり、説明を省略 	—
（その他）保守点検	<ul style="list-style-type: none"> 構内潮位計の追加や構外潮位計の活用により、防潮ゲート閉止に関する設計を変更（基準津波3,4の追加） 	<ul style="list-style-type: none"> 設計変更を踏まえ、保守点検中の警報が発表されない津波の襲来に対する、防潮ゲート等の運用成立性を整理（保安規定以下の文書に規定） 	○

※1：考え方・評価結果等が既往評価から変更となる項目を説明する ※2：耐津波設計方針の変更を踏まえ評価を実施している

○高浜発電所の設置（変更）許可以降に許可となった他プラントの知見反映整理

項目	知見反映対象有無	知見反映要否	知見反映要否の理由
入力津波の設定	×	－	・プラントごとに地盤や形状の特徴を考慮して、網羅的にパラメータスタディを実施するため、他プラントの知見反映項目なし。
津波防護の基本方針	×	－	・プラントごとに津波防護の基本方針をまとめたものであり、他プラントの知見反映項目なし。
外郭防護 1	×	－	・入力津波（上昇側）を用いて、津波の敷地への遡上及び経路からの津波流入を評価しており、他プラントの知見反映項目なし。
外郭防護 2	○	×	・一部評価内容に差異のあるプラントもあるものの、実際の設備設計を考慮すると、追加対応が必要な項目はないことから、知見反映する必要なし。
内郭防護			
海水ポンプの取水性	×	－	・海水ポンプ前面における入力津波高さ（下降側）と取水可能水位を比較して取水性を確認しており、他プラントの知見反映項目なし。
二次的影響	○	○	<ul style="list-style-type: none"> ・漂流物の選定・評価を他プラントの考え方に合わせ見直した結果、軽量物であるクラゲ防止網等が津波防護施設で防護するものと整理された。クラゲ防止網は、設計に用いる漂流物（漁船）より軽量であり、施設評価への影響はないことを確認。（評価プロセスの知見反映） ・燃料等輸送船の評価については他プラントでは燃料輸送船の転倒評価を実施しており、今回同様の評価を改めて実施し影響がないことを確認。（評価項目の知見反映） ・燃料等輸送船の停泊時に存在する燃料輸送容器、燃料輸送車両、LLW輸送容器及びLLW輸送車両について、漂流物となるかどうか評価し、これらについて漂流物とならないと整理。
		×	<ul style="list-style-type: none"> ・東海第二では、ソリトン分裂波に伴う碎波が発生するため、衝突力算定式としてFEMA式を適用している。 ・高浜では、発電所前面の海底地形からソリトン分裂波に伴う碎波は発生しないと評価しており、衝突力算定式は道路橋示方書式が適切であることから、既許可の検討から変更はない。
津波監視	×	－	・津波監視設備の考え方に差異なし。
（その他） 保守点検	×	－	・取水路防潮ゲートは発電所特有の設備であり、他プラントの知見反映項目なし。

○高浜発電所の設置（変更）許可以降に許可となった他プラントの知見反映を行い、**漂流物評価の分類の変更を検討したもの**について以下に示す。分類の変更後も**安全設備等の取水性に影響のないことを確認した。**

第847回審査会合
資料1-3 P84修正

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構外）

施設設備等	種類	状況	フロー結果		差分の理由
			既許可評価	今回評価	
車両	車両	駐車・走行	B	B（Aから再度見直し）	<ul style="list-style-type: none"> 車両については、浮遊を考慮した場合においても津波の流向から、津波防護施設、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。 （前回会合時には、車両は気密性がないため、海上漂流する間に沈降すると整理したが、車両と発電所の位置関係、および津波の流行を考慮すると発電所に対する漂流物とならないことから、評価を既許可と同様に再度「B」に見直した）
浮き筏	その他	設置	B,C	C	<ul style="list-style-type: none"> 浮き筏は数量や配置が時期によって変わることから、すべての浮き筏をまとめて発電所に対する漂流物となる可能性のある設備として再整理した。（既許可の評価内容に変更はない。） なお、襲来した場合においても放水口側防潮堤、防潮扉並びに取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構内）

場所	施設・設備等		種類	フロー結果		差分の理由
				既許可評価	今回評価	
取水口側	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	B	C	<ul style="list-style-type: none"> クラゲ防止網自体は重量物により固定された形状であることから、発電所に対する漂流物とはならないものの、切断等をされた場合の細かな破片が漂流物となる可能性が否定できないことから、発電所に対する漂流物となる可能性のある設備として整理した。 なお、漂流した場合においても防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。
		クラゲ防止網	定置網等			
		固定ブロック	定置網等			

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

既許可の燃料等輸送船評価

新規追加

(基本方針)

津波警報等発令時、原則、緊急退避を実施

(輸送船緊急退避準備時間)

- ・**高浜 1, 2号機 (3, 4号機)** 新規制基準適合性審査時は**緊急退避準備時間を20分※**と設定。

(評価対象津波と評価内容)

基本方針のもと、**評価対象津波は輸送船緊急退避準備時間よりも第一波が早く到達するもののうち、それぞれ緊急退避する20分までの津波時刻歴波形から、津波高さが最も高い、最も低い、津波流速が最も大きい以下の津波を選定し、評価を実施。**

- ・「最大流速」は「陸上地すべり (No.1,2,3)」の最大値を用い、これに対し輸送船の係留状態が維持できること
- ・「最高水位」は「陸上地すべり (No.1,2,3)」の最高値を用い、これに対し輸送船が岸壁に乗り上がらないこと
- ・「最低水位」は「FO-A～FO-B～熊川断層」の最低値を用い、これに対し輸送船が着底や座礁等により航行不能にならないこと

(※緊急退避準備時間の違い (参考))

高浜 3、4号機新規制基準適合性審査時は、**緊急退避準備に5分程度 (輸送船とクレーンの干渉回避前から係留索を取り外すなど時間短縮した場合) としていたが、高浜 1, 2号機 (3, 4号機) 新規制基準適合性審査時からこれを20分程度 (設備維持の観点から実施した訓練実績より積み上げた場合) に見直した。**

燃料等輸送船の津波影響評価の考え方 (1/2)

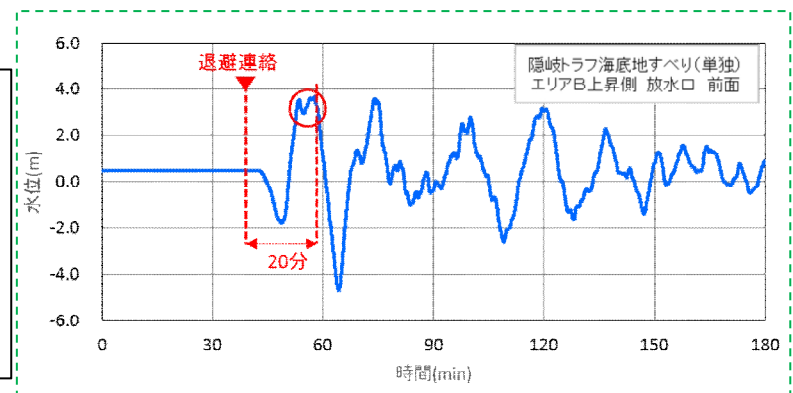
- 既認可では、津波警報等が発表された場合、燃料等輸送船は緊急退避を行う。
なお、輸送船は離岸準備に**20分間**を要するため、この間に襲来する津波（早期襲来津波）により輸送船が漂流物にならないことを評価。具体的には、以下の項目を確認。
 - ①「最大流速」から輸送船の係留状態が維持できること
 - ②「最高水位」から輸送船が岸壁に乗り上がらないこと
 - ③「最低水位」から輸送船が着底や座礁等により航行不能にならないこと
- 今回の**海底地すべり津波**については、荷役中に津波が襲来した場合は輸送船が緊急退避できない可能性があることから、荷役中に構外潮位計にて「プラント影響の可能性ある津波」を検知した場合は**緊急退避しないことを基本方針に追加**。なお、荷役中でなければ、輸送船は短時間で離岸できるため、既許可同様緊急退避を行う。

○評価にあたっては、今回の海底地すべりでは輸送船が緊急退避できない可能性があることから、20分間以降に到達する津波も対象として評価している。なお、評価方法は既許可と同様であり、海底地すべり津波の流速及び津波水位計算結果から、最大流速、最高水位、最低水位の値を確認し、**いずれも既許可の値を上回ったため**、評価を行った結果、輸送船が漂流物にならないことを確認している。

	既許可	今回
最大流速 [m/s]	1.0	1.1
最高水位(T.P) [m]	+2.20	+3.85
最低水位(T.P) [m]	-3.42	-5.57

【荷役中に津波が襲来した場合は輸送船が緊急退避できない理由】

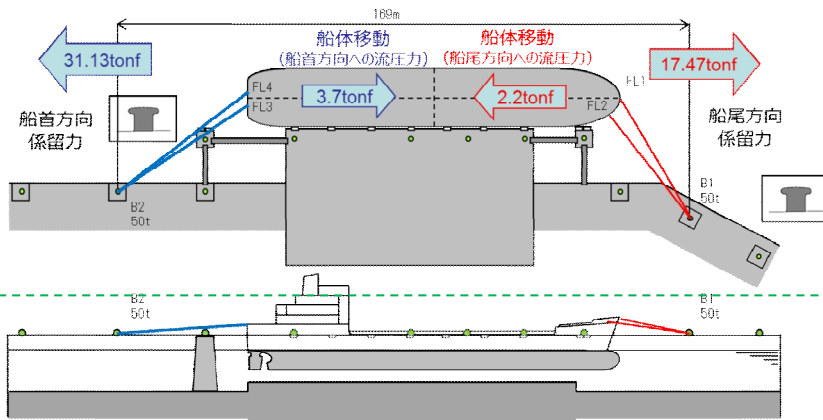
右図の海底地すべり津波においては、**20分未滿**で最高水位に到達する。荷役中であった場合、離岸前に輸送物の干渉回避後に係留索を取り外す必要があるが、津波水位が岸壁高さを大きく上回っている場合は、岸壁での係留索取り外しができないため、緊急退避できない可能性がある。



燃料等輸送船の津波影響評価の考え方 (2/2)

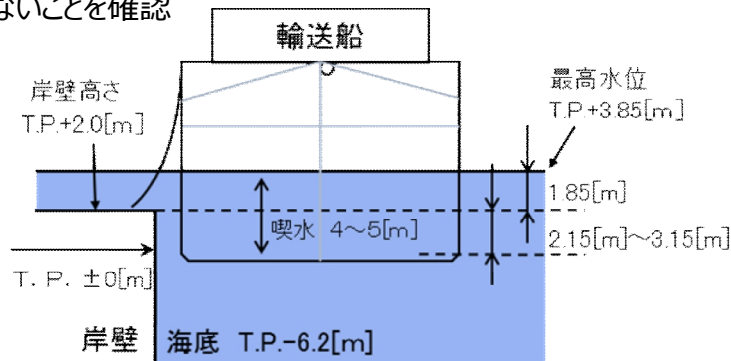
①輸送船の係留状態が維持できることの評価結果

下図のとおり最大流速 (1.1[m/s]) から求めた流圧力 (約2.2 ~ 3.7[tonf]) に対し、係留力 (約17~31[tonf]) が上回っているため、係留状態は維持可能であることを確認



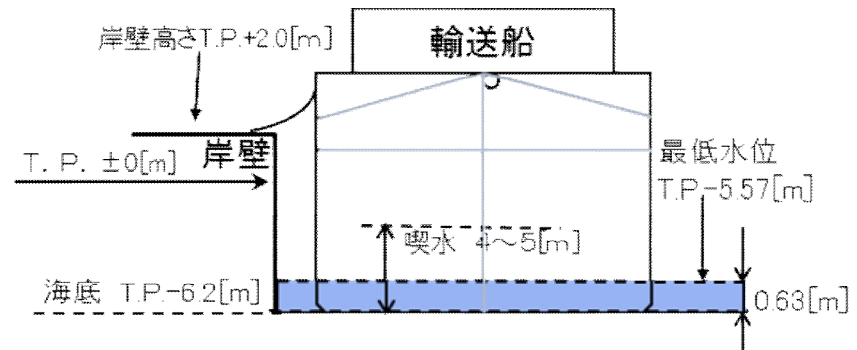
②輸送船が岸壁に乗り上がらないことの評価結果

下図のとおり最高水位 (T.P.+3.85[m]) において輸送船の船底は岸壁高さより2.15[m]~3.15[m]下であるため、輸送船は岸壁に乗り上がらないことを確認

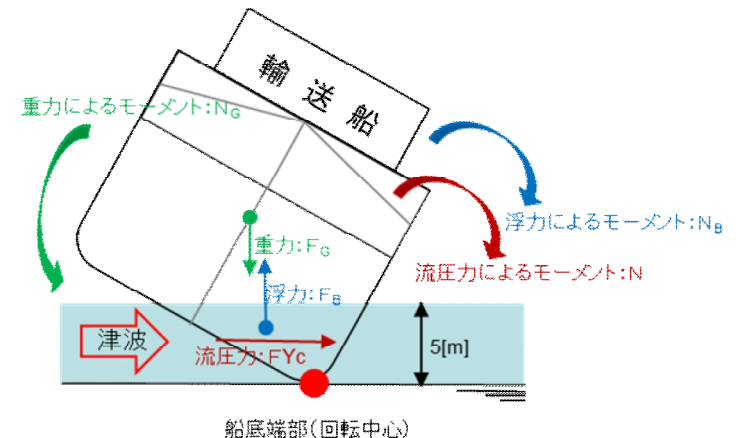


③輸送船が着底や座礁等により航行不能にならないことの評価結果

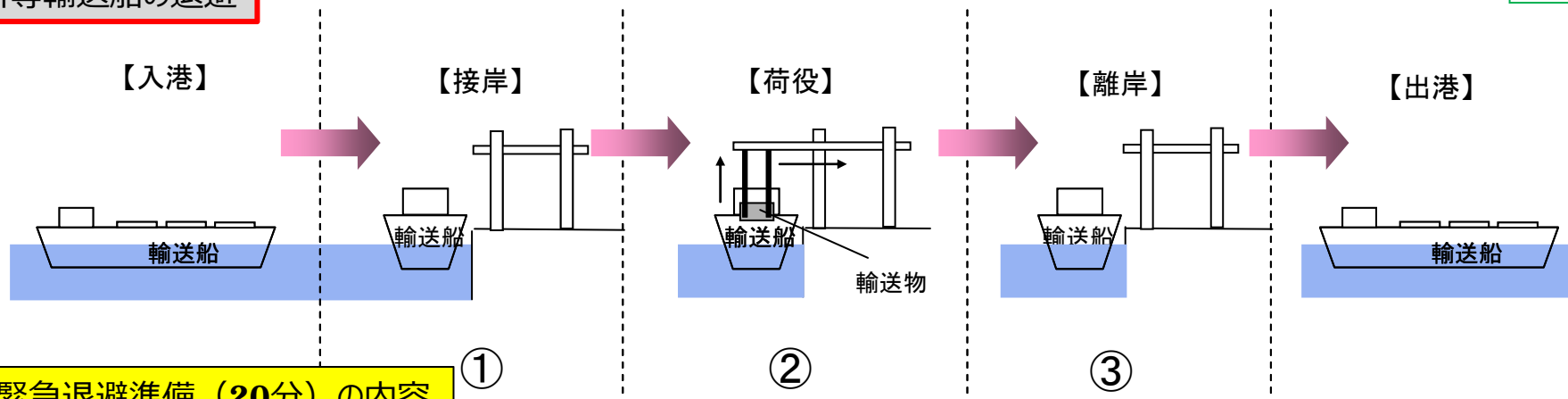
下図のとおり最低水位 (T.P.-5.57[m]) において輸送船は海底に着底する可能性があるが、輸送船は十分な船体強度を有していること等から損傷し航行不能になることはないことを確認。



下図のとおり輸送船の着底後に津波による流圧を受け、更に保守的に船底の一部が固定される状態を想定した場合でも転覆しないことを確認。



燃料等輸送船の退避



緊急退避準備 (20分) の内容

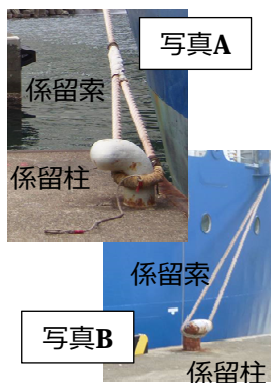
緊急退避準備
20分間の内訳

= 係留中(①～③)に輸送船が緊急退避する
際の係留索取外し作業 (約6分間)

+ 荷役作業中(②)に輸送船が緊急退避する
際の輸送物干渉回避作業 (約11分間)

係留索取外し作業の内容

- 係留索(8本中6本)を緩め、船員が係留柱から係留索を外す (写真A参照)
- 船員が船に戻り次第、係留索(8本中2本)を船上から外し離岸 (写真B参照)



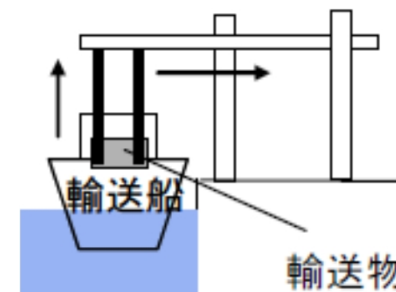
写真A ←先端が輪状の係留索を船上の操作で緩めた後係留柱から外す。

写真B ←係留柱に掛けられた係留索は船上で固定しており船上から取外すことが可能。

輸送物干渉回避作業の概要

- 荷役作業中にクレーンで吊り下げた輸送物が輸送船と干渉する場合は、輸送物を船外に移動する。
- 輸送物が輸送船と干渉しないことを確認し輸送船は離岸する。

※右図のとおり、荷役作業中に緊急退避する際、クレーンで吊り下げた輸送物が輸送船と干渉する可能性があるため、輸送物を船外に移動し干渉回避作業を行う必要がある。



○他プラントでは、燃料等輸送船の停泊時に存在する燃料輸送容器、燃料輸送車両、L L W輸送容器、L L W輸送車両について、漂流物としての検討を実施している。

○高浜発電所の物揚岸壁でも燃料等輸送船の停泊時に、同様の設備が存在し、津波襲来時に物揚岸壁が浸水するため、漂流物としての評価を実施した。

設備	重量 (tf)	浮力 (tf)	漂流の有無	漂流物として考慮する重量 (tf)	備考	フロー評価結果
燃料輸送容器	100	32.4	無	—		A
燃料輸送車両	33.0	29.4	無	—		A
L L W輸送容器	1.2	5.9	無	—	L L W輸送車両に固縛するため、漂流物とはならない	A
L L W輸送車両	10.8	8.9	無	—		A
L L W輸送車両 (輸送容器含む)	13.2 (+ウェイト)	20.7	無	—	L L W輸送車両にウェイトを積載する対策により、漂流物とはならない	A

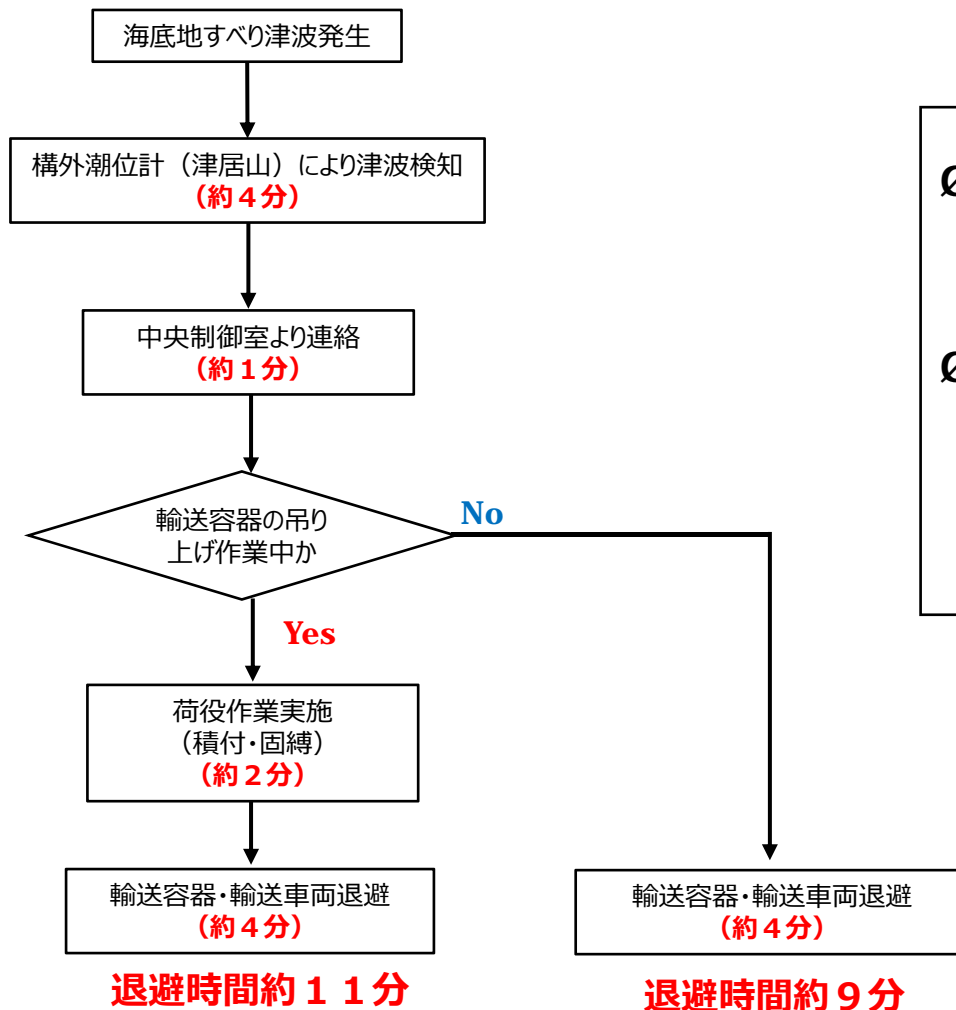


燃料輸送容器及び車両、L L W輸送容器及び車両については漂流物とならないことから、津波防護施設の設計に影響を及ぼすことはない。

なお、上記は漂流物とならないものの、可能な範囲で、津波が到達しない場所へ退避する方針とし、次ページ以降にて検討を実施した。

LLW輸送に係る津波襲来時の退避判断フロー

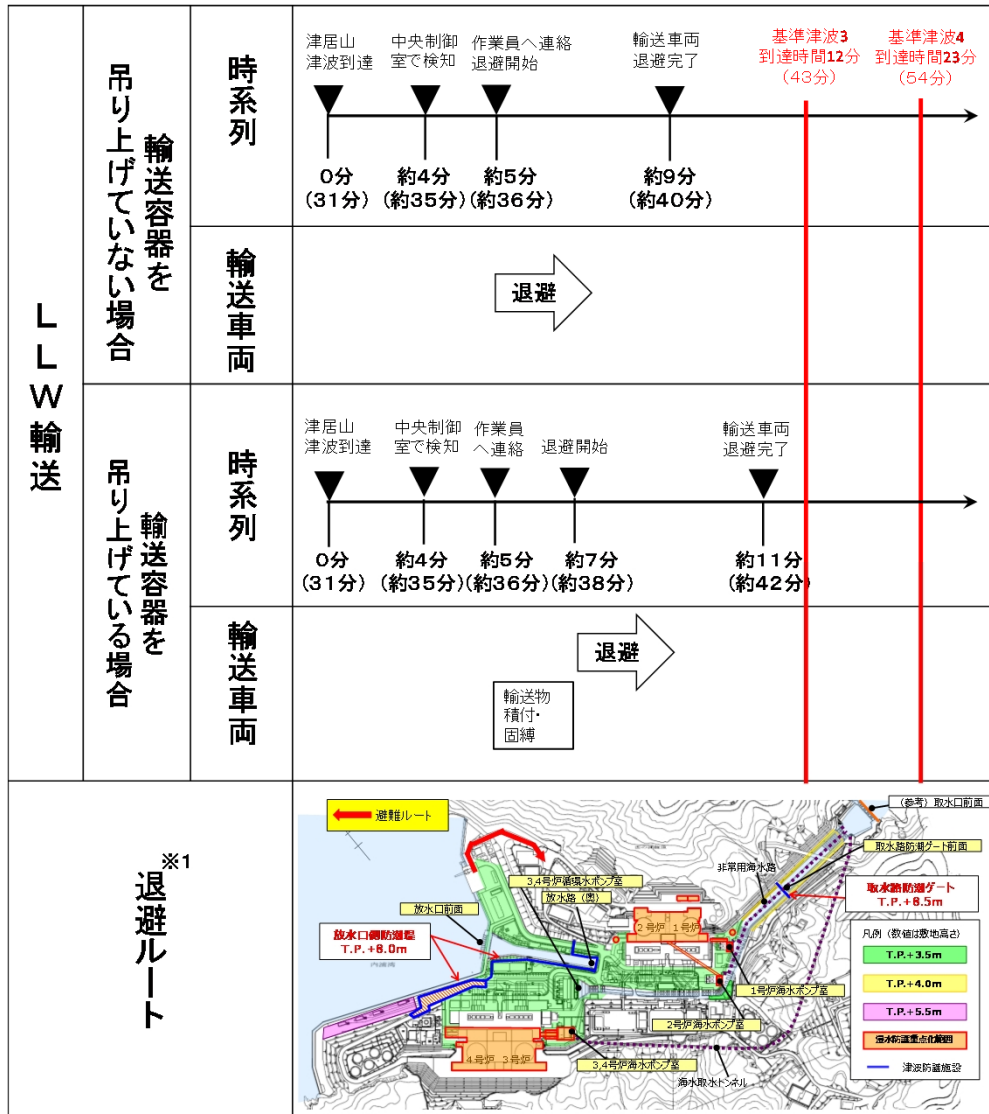
○ LLW輸送容器および LLW輸送車両は漂流物とはならないものの、津波が到達しない場所へ退避する方針とし、退避時間等について検討した。



退避時間等の検討結果

- 津居山で津波を検知してから、輸送容器を吊り上げていない場合は約9分、輸送容器を吊り上げている場合は約11分で退避可能
- 警報なし津波の高浜発電所への到達時間は津居山地点への津波到達後、最短約12分であることから、**津波到達までにLLW輸送容器およびLLW輸送車両は退避可能**

L L W輸送に係る津波襲来時の退避時系列および退避ルート



退避時間および退避ルートについては、左記のとおり。

- 津居山の潮位変化を検知すれば中央制御室に情報が伝達される。
- 中央制御室から現場作業員に伝わるまで1分、退避に4分程度と見積もると津波到達時間12分よりも早く退避可能。

※1 退避ルートの距離は約300mであり、車両走行速度10km/h (167m/min) としても、約4分間で車両の退避は十分可能である。

L L W輸送車両および輸送物の固縛方法について



- ツイストロックピンを90度回転させるレバー有。
- 操作すると長手方向一直線上にある4個のピンが同時に回転。
- トラックの振動でレバーが誤作動しないように、誤作動防止ピンを抜き差し可能



- コンテナに対し、ロック解除状態。



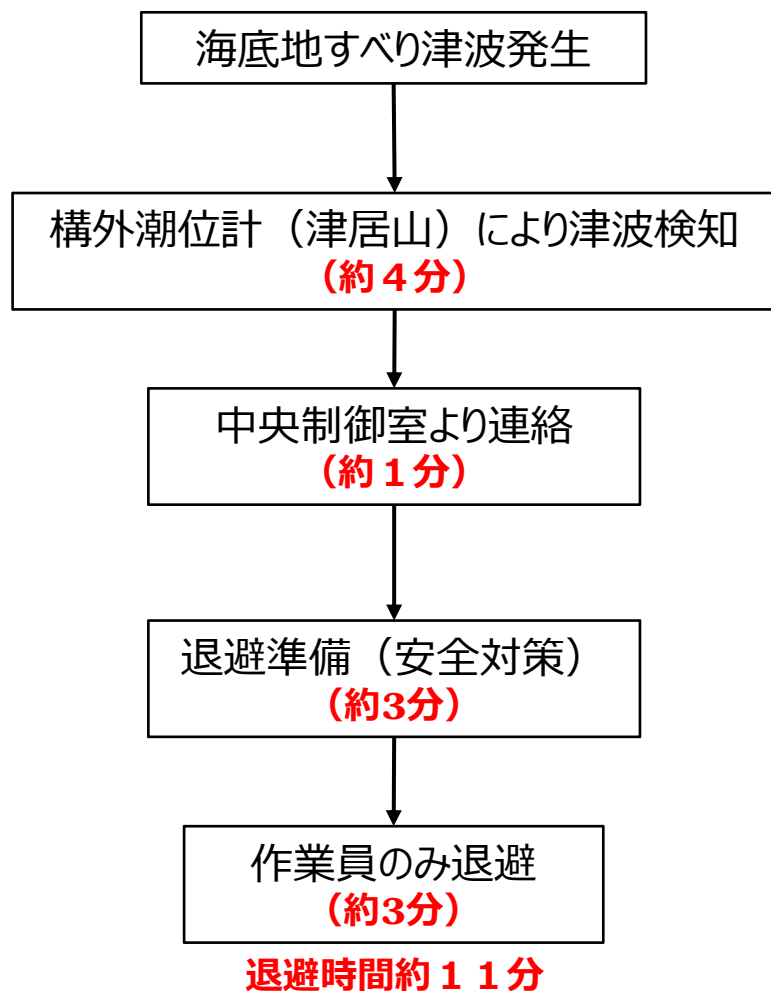
- コンテナに対し、ロック状態。

○ 輸送車両への固縛装置取付状況



使用済燃料輸送に係る津波襲来時の退避判断フロー

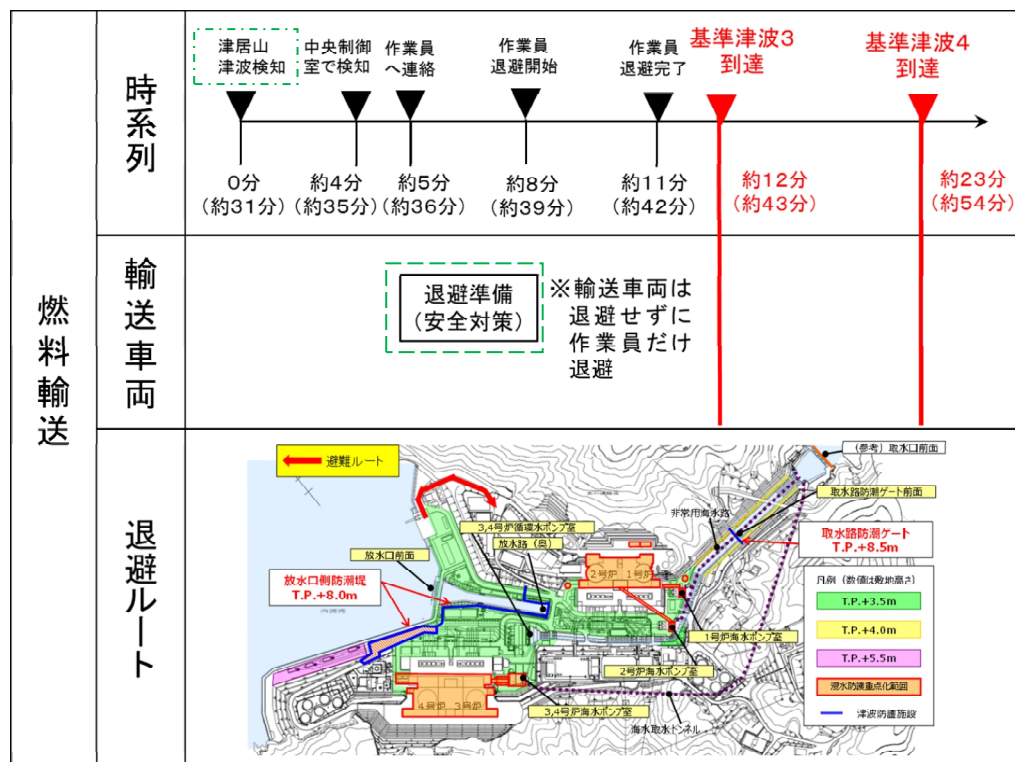
○使用済燃料の荷役中に海底地すべり津波が発生した場合、輸送車両および輸送容器は岸壁に残し、作業員は津波が到達しない場所へ退避する方針とし、退避時間等について検討した。



退避時間等の検討結果

- 輸送車両および輸送容器とともに退避するためには、輸送容器を輸送車両に固縛する必要があるが、固縛には約6分かかる
- 警報なし津波の高浜発電所への到達時間は津居山地点への津波到達後、最短約12分である
- 以上より、海底地すべり津波襲来時においては、輸送車両および輸送容器を退避させる時間的余裕がない可能性があることから、**作業員のみ退避することとする**

使用済燃料輸送に係る津波襲来時の退避時系列および退避ルート



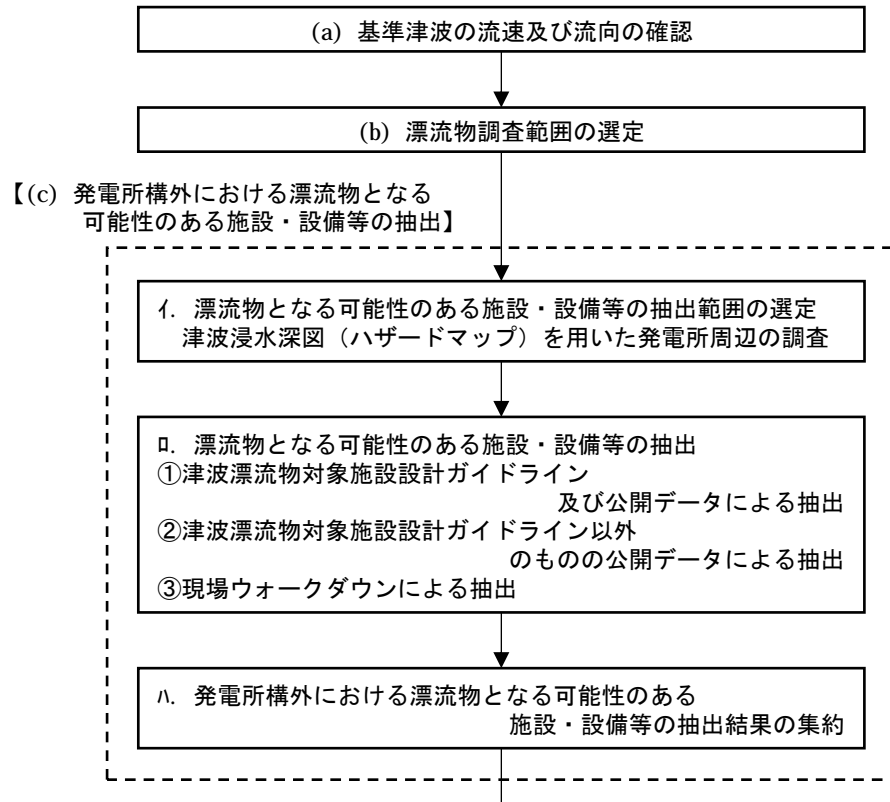
津波襲来時の時系列および退避ルートについては、左記のとおり。

- 津居山の潮位変化を検知すれば中央制御室に情報が伝達される。(約4分)
- 中央制御室から現場作業員に伝えられる(約1分)
- 情報収集・退避準備し、作業員が退避開始(約3分)
- 作業員が退避時点に到達(約3分)
- 以上より、**津波到達時間(約12分)よりも早く退避可能。**
- **輸送車両および輸送容器は退避不可の場合でも漂流物とはならない。**

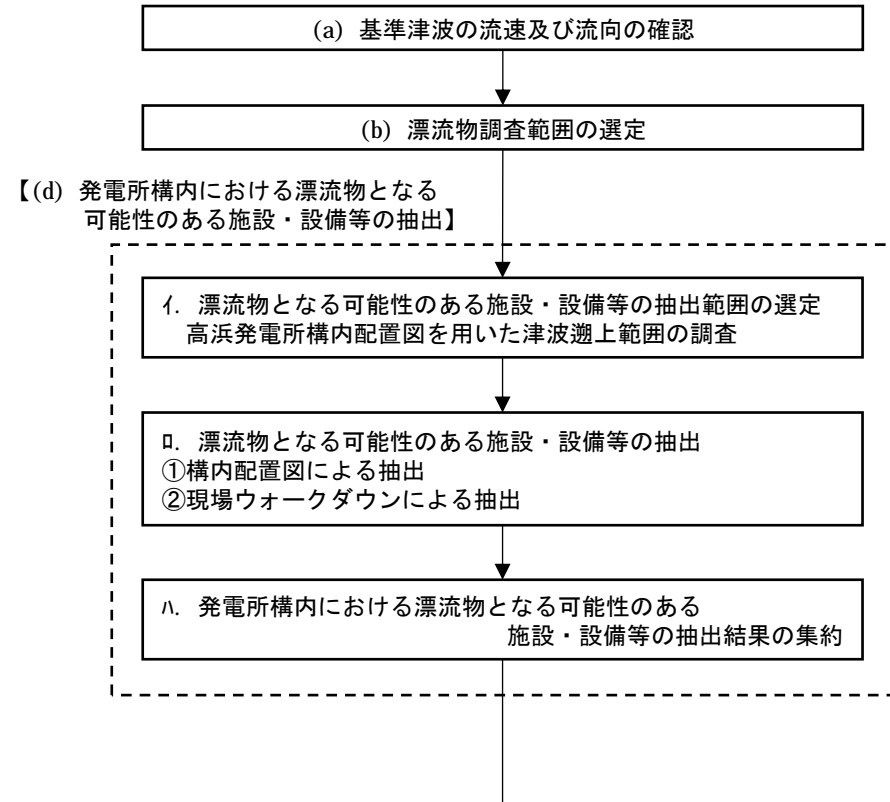
漂流物による取水性への影響についての評価

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

発電所構外



発電所構内

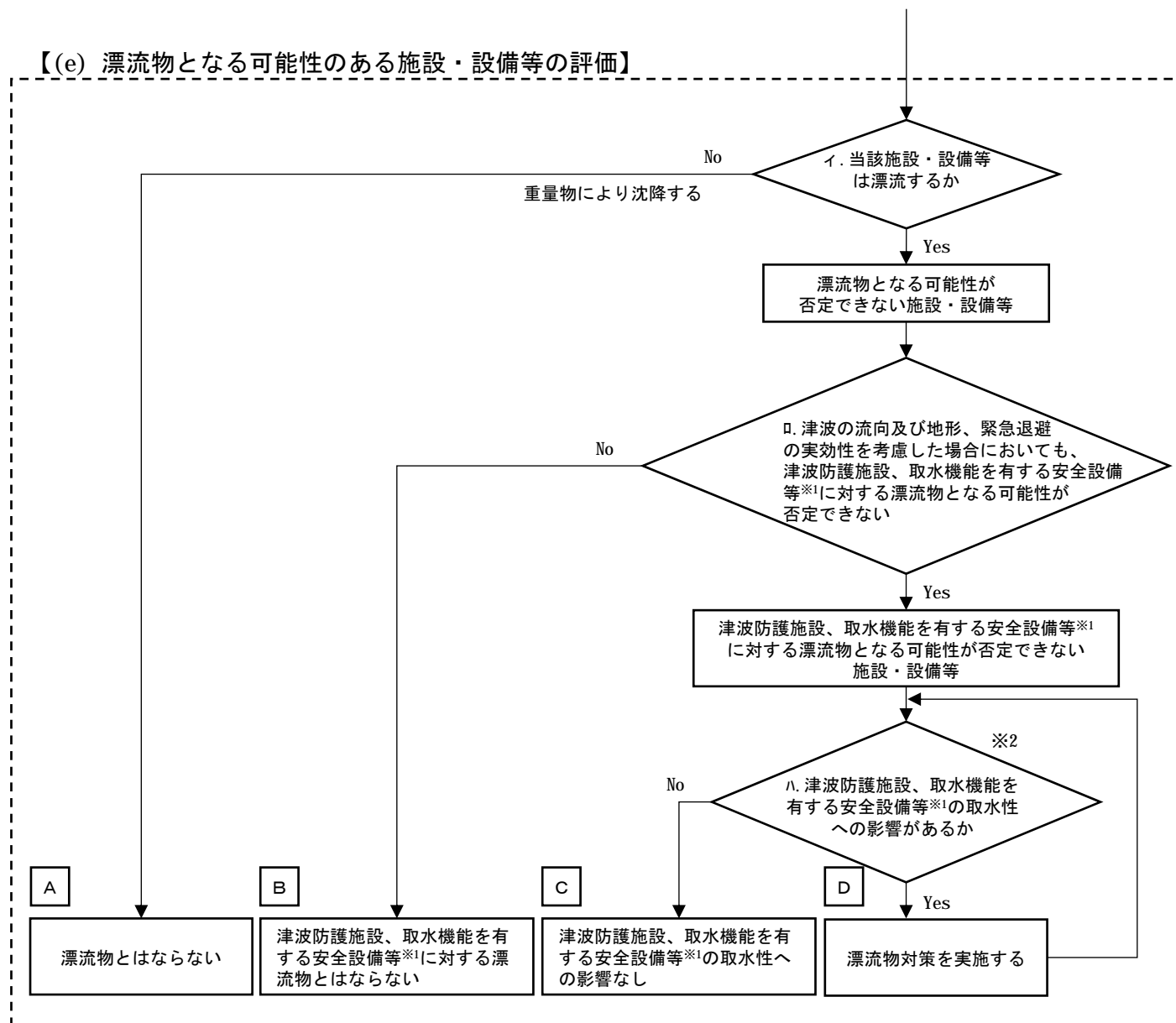


(e) 漂流物となる可能性のある施設・設備等への評価 発電所構外及び構内施設評価フローへ

漂流物による取水性への影響についての評価

発電所構外・構内漂流物評価フロー

【(e) 漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価】



※1：取水機能を有する安全設備等とは海水取水機能を有する海水ポンプ、海水管等を示す。
 ※2：取水性への影響は津波防護施設の設置を考慮した評価を行う。

漂流物による取水性への影響についての評価 (b) ~ (e)

(b) について：基準津波の流速及び流向について、発電所周辺**5km**を調査範囲としている。（既往評価と変更なし）

(c) (d) について：(a) 及び (b) の評価結果より、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果としては、新規規制基準時と同じ。なお、施設・設備等については、ウォークダウンを実施し漂流物の評価への影響がないことを確認している。（既往評価と変更なし）

(e) について：以下の表の通り。なお、既往の評価と一部分類が変更となるものはあるものの、津波防護施設・取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与えるものはない。⇒ **83**

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構外）

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

※新規規制基準時のもの

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

No.6,7 漂流物評価に関するご指摘事項回答 (17/17)

漂流物による取水性への影響についての評価 (b) ~ (e)

第847回審査会合
資料1-3 P84修正

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果 (発電所構内)

場所	No	施設・設備等	種類	数量※	重量	フロー結果	
放水口側	1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t未満	B	
	2	岸壁クレーン	鉄骨構造	1	約400t	A	
	3	気象鉄塔及び観測小屋	鉄骨構造	1	約7t		
	4	使用済燃料輸送容器保管建屋	鉄筋コンクリート造	1	約9000t		
	5	燃料輸送容器	その他	一式	約100t		
	6	燃料輸送車両	車両	一式	約43t		
	7	LLW輸送車両	車両	一式	約10.8t		
	8	LLW輸送車両(輸送容器含む)	車両	一式	約13.2t (+ウェイト)		
	9	LLW輸送容器	その他	一式	約1.2t		
	10	協会社事務所等	協会社事務所	鉄骨造もしくは 軽量鉄骨構造	4		約650t
	11		温排水研究所		1	約3t	
	12		水槽上屋		1	約100t	
	13		温室、温排水研究所管理棟		1	約120t	
	14		詰所		1	約100t	
	15		監視室		1	約5t	
	16	環境モニタ監視建		1	約5t		
	17	その他構築物等	外灯	その他	多数	約1t	C
	18		ポール(消防ホース用)	その他	多数	約1t	
	19		PPフェンス	その他	多数	約1t	
	20		PPゲート	その他	多数	約1t	
	21		植林	その他	多数	約1t	
	22	車両等	一般車両	車両	多数	約1~2t	
	23		仮設資材	その他	多数	約1t	
3,4号炉放水口付近	1	3,4号放水口モニタ信号処理建屋	鉄筋コンクリート造	1	約26t	A	
	2	モニタポスト	鉄骨造	1	約7t	C	
	3	1,2号放水口モニタ収納ラック等	放水口モニタ収納ラック	設置	1		約5t
	4		収納盤	軽量鉄骨構造	1		約1t
取水口側	1	取水口門型クレーン	鉄骨構造	1	約70t	A	
	2	取水口ロータリーレーキ	鉄骨構造	9	約9t		
	3	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	一式	約30t	C
	4		クラゲ防止網	定置網等	2		
	5		固定ブロック	定置網等	一式	約3.5t	

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

※新規制基準時のもの
(燃料輸送車両等除く)