



**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5月26日  
関西電力株式会社

# 4/30審査会合におけるご指摘事項及び反映内容

○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。

4/30審査会合のご指摘事項		反映内容	本資料頁
1	基準津波 3 及び 4 については、後段の耐津波設計方針（取水路防潮ゲート閉止の必要性とトリガーを設定する要件）を見据え、その選定方針を再整理すること。	敷地遡上の防止及び海水ポンプの取水性確保の観点から、 <b>各評価点において発電所への影響が大きい波源</b> を選定する。上記の観点から、 <b>各評価点において最高水位・最低水位となる波源を基準津波として選定するが、敷地高さを上回る波源及び海水ポンプの取水可能水位を下回る波源がある場合にはそれらを全て基準津波として選定する。</b>	2～5
2	トリガーの設定値の決定プロセスについて、崩壊規模と破壊伝播速度のパラメータスタディから求めた仮設定値だけでなく、増幅比率の観点からの仮設定値も整理したうえで、それぞれの特性に応じた不確かさを考慮し、工学的判断に基づいてそれらを包絡する判断値を設定すること。	<b>津波検知の判断基準値</b> は、各仮設定値に対し不確かさとして、 <b>10分間の潮位のゆらぎの最大約0.10m</b> を考慮した上で、さらに余裕を加味し、 <b>10分以内に0.50m上下変動</b> と設定。	6～9
3	トリガー設定に用いたパラスタケースについては基準津波 3 及び基準津波 4 の波源による検討であるので、新たに基準津波を設定するのではなく、後段規制を考慮したうえで、基準津波 3 及び基準津波 4 を用いたトリガー設定の方向性・考え方を設置許可で記載すること。	基準津波3,4を用いたトリガー設計の方向性・考え方、トリガー設定するための入力津波の作成方針について、 <b>設置許可及び設工認への記載内容を整理。</b>	10～12
4	取水路防潮ゲートの閉止時間の計算のうち、貝付着の影響を考慮する必要がないことを資料を用いて説明すること。	防潮ゲートと戸当たり金物は密着しながらゲート落下する状況であることから、 <b>金属—金属間の摩擦係数 0.4 を用いることが妥当</b> と整理。	13～16
5	構内の車両について、漂流物となりえるか整理し工認で説明すること。	構内車両について、退避する運用を定めることで <b>漂流物化しない設計へ変更。</b>	17～21
6	燃料等輸送船の退避の考え方について基準津波 2 の評価を参照のうえ、資料にて説明すること。	輸送船退避の考え方に係る既許可の早期襲来津波と警報なし津波の比較について、 <b>基準津波 2 を追加し、津波高さのみでなく、津波流速等も踏まえ、整理。</b>	22～24
7	物揚岸壁の高さや位置を踏まえた輸送車両等の滑動性について補足説明資料を用いて示すこと。	燃料輸送容器及び車両、L L W輸送容器及び車両の <b>滑動性について、津波波力を踏まえても津波防護施設に影響しないことを説明追記。</b>	25,26
8	構外潮位計が欠測した場合の対応について、対応項目ごとに分かりやすく整理して示すこと。	<b>構外潮位計欠測時対応について、フローにより、「①一時的に構外検知を用いずとも津波対応上の問題がないと評価できる対応」、「②津波検知した際と同等の対応が可能」、「③個別に代替手法を検討」に分けて対応整理。</b>	27～33
9	基準津波 1, 2 に対する輸送車両退避運用について、現場が判断できるのか、連絡ルート等について資料を用いて説明すること。既許可の範囲であるため、現場検査官に説明すること。	基準津波 1, 2 に対する輸送車両退避運用について、 <b>退避判断フローおよび退避連絡フロー等を整理。</b>	34～40

## 【4/30審査会合のご指摘事項】

1. 基準津波 3 及び 4 については、後段の耐津波設計方針（取水路防潮ゲート閉止の必要性和トリガーを設定する要件）を見据え、その選定方針を再整理すること。

## 【選定方針】

- ① 敷地遡上の防止及び海水ポンプの取水性確保の観点から、各評価点において発電所への影響が大きい波源を選定する。
- ② 上記①の観点から、各評価点において最高水位・最低水位となる波源を基準津波として選定するが、敷地高さを上回る波源及び海水ポンプの取水可能水位を下回る波源がある場合にはそれらを全て基準津波として選定する。
- ③ 警報が発表されない場合には警報に基づく取水路防潮ゲート閉止ができないため、ゲート内への津波の浸入によって施設の安全性に影響が生じるおそれがある。このため、警報に基づくゲート閉止を前提とした基準津波に加え、警報が発表されない場合についても上記①②の観点で基準津波を選定する。

## 【基準津波の選定】

### (1) 既許可時の評価

- 警報に基づいて取水路防潮ゲートを閉止する。
- 敷地高さを上回る波源及び海水ポンプの取水可能水位を下回る波源はない。(津波到達に対して防潮ゲート閉止が間に合わない波源もあるが、その場合でも敷地高さ及び取水可能水位を超えない。)
- 防潮ゲート前面、放水口前面、放水路(奥)で最高水位となる波源は「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の組み合わせ」。⇒ **基準津波1**として選定。
- 各海水ポンプ室及び3,4号炉循環水ポンプ室で最高水位・最低水位となる波源は「FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべり(No.14)の組み合わせ」。⇒ **基準津波2**として選定。

### (2) 警報が発表されない場合(今回評価)

- 警報に基づく取水路防潮ゲート閉止ができない。
- 敷地高さを上回る波源及び海水ポンプの取水可能水位を下回る波源は、「海底地すべりエリアB(Kinematicモデル)」及び「海底地すべりエリアC(Kinematicモデル)」。
- ⇒ **基準津波3**、**基準津波4**として選定。
- なお、基準津波3及び基準津波4では施設影響が生じることから、耐津波設計において、警報が発表されない津波への対策として、第1波到達以降に防潮ゲートを閉止する運用を設計し、施設影響を回避する。この対策は、施設影響が生じる基準津波3及び基準津波4の波源を用いて検討する。

## 【基準津波 1～4 の選定】

### (1) 既許可時の評価

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	波源モデル		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		
閉 (Close)	地震に起因する津波	大陸棚外縁～B～野坂断層		5.3	0.9	0.9	0.9	1.3	2.1	2.1	-	-	-	
		日本海東縁部の波源		-	-	-	-	-	-	-	-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 (Es-G3)	Watts他の予測式	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	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.8	-0.8	-0.8	-0.8
			エリアB (Es-K5)	Watts他の予測式	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	4.1	1.2	1.1	1.1	1.3	3.7	4.0	-1.1	-1.0	-1.1
	エリアC (Es-T2)	Watts他の予測式	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	3.3	1.1	1.1	1.1	1.2	3.7	3.9	-0.9	-0.9	-1.2		
		福井県モデル (若狭海丘列付近断層)		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)		4.4	1.7	1.7	1.7	1.7	2.9	3.0	-1.4	-1.4	-1.6	
	行政機関の波源モデルを用いた津波	若狭海丘列付近断層	大すべり中央	3.6	0.7	0.7	0.7	1.2	2.1	2.1	-	-	-	
			大すべり隣接LRR	3.6	0.7	0.7	0.7	1.2	1.9	1.9	-	-	-	
			大すべり隣接LLR	3.7	0.7	0.7	0.7	1.2	1.9	2.0	-	-	-	
津波の組み合わせ (一体計算)			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 (Es-K5)	21秒ずれ	4.9	1.3	1.3	1.2	1.7	5.0	5.8	-	-	-
		63秒ずれ	5.1	1.3	1.3	1.2	1.8	5.3	6.1	-	-	-		
		78秒ずれ	5.5	1.3	1.2	1.1	1.7	5.3	6.2	-	-	-		
開 (Open)	地震に起因する津波	FO-A～FO-B～熊川断層		2.0	2.1	1.9	1.9	2.5	2.7	2.8	-1.9 <sup>※3</sup>	-1.8 <sup>※3</sup>	-2.0 <sup>※3</sup>	
		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	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	-0.1	-0.1
	運動学的手法				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	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	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	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	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.7	-0.3	-0.4	-0.4
	津波の組み合わせ (一体計算)	FO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべり(No.14)		30秒ずれ	-	-	-	-	-	-	-1.9 <sup>※3</sup>	-1.8 <sup>※3</sup>	-1.9 <sup>※3</sup>	
				45秒ずれ	2.1	2.4	2.1	2.1	2.5	2.7	2.7	-	-	-
				51秒ずれ	-	-	-	-	-	-	-	-1.8 <sup>※3</sup>	-1.8 <sup>※3</sup>	-2.0 <sup>※3</sup>
				54秒ずれ	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.7	2.7	-1.8 <sup>※3</sup>	-1.8 <sup>※3</sup>	-2.0 <sup>※3</sup>

基準津波 1

基準津波 2

### (2) 警報が発表されない場合 (今回評価)

取水路防潮ゲート※2	波源モデル		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		
開 (Open)	地震以外に起因する津波	海底地すべり	エリアA (Es-G3)	Watts他の予測式	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	2.0	2.3	2.1	2.2	2.6	1.6	1.8	-1.2	-1.4	-2.2
			エリアB (Es-K5)	Watts他の予測式	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	3.6	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7	4.0	-3.6	-3.7	-3.7
			エリアC (Es-T2)	Watts他の予測式	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	3.2	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	-2.4	-2.5	-2.8

基準津波 3

基準津波 4

※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

## 【基準津波 1～4 の整理（防潮ゲート閉止運用を考慮した計算結果の確認）】

数字はT.P.(m)、赤字は各評価点の最大値、カッコ内は潮位変動に基づくゲート閉止対策を考慮した値

波源モデル	取水路 防潮 ゲート	水位上昇							水位下降			
		取水路 防潮 ゲート 前面	3, 4 号炉 循環水 ポンプ室	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3, 4 号炉 海水 ポンプ室	放水口 前面	放水路 (奥)	1号炉 海水 ポンプ室	2号炉 海水 ポンプ室	3, 4 号炉 海水 ポンプ室	
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 (Es-K5)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 1
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 2
海底地すべりエリアB (Es-K5) (Kinematicモデルによる方法)	開 (開→閉)	3.6 (4.0)	3.9 (2.1)	3.7 (1.6)	3.8 (1.5)	3.8 (2.3)	3.7 (3.7)	4.0 (4.0)	-3.6 (-1.9)	-3.7 (-2.0)	-3.7 (-2.8)	基準津波 3
海底地すべりエリアC (Es-T2) (Kinematicモデルによる方法)	開 (開→閉)	3.2 (3.3)	3.7 (1.4)	3.3 (1.1)	3.5 (1.1)	3.6 (1.5)	3.7 (3.7)	3.9 (3.9)	-2.4 (-1.8)	-2.5 (-1.9)	-2.8 (-2.8)	基準津波 4

※地盤変動量0.23m隆起

基準津波 3, 4 について防潮ゲート閉止運用を考慮した津波水位計算を実施した結果（トリガーを0.5m/10分とした計算）を踏まえると、各評価点で最も影響が大きい波源は以下のとおりであった。

- 水位上昇側の取水路防潮ゲート前面、放水口前面、放水路(奥) ⇒ 基準津波 1
- 水位上昇側の各ポンプ室、水位下降側の1,2号炉海水ポンプ室 ⇒ 基準津波 2
- 水位下降側の3,4号炉海水ポンプ室 ⇒ 基準津波 3 及び基準津波 4

（補足）

前回会合では基準津波 5 及び基準津波 6 を選定していたが、それぞれ以下の理由で今回は選定しないこととした。

基準津波 5：防潮ゲート閉止運用の有効性の観点で影響の大きな波源として、基準津波 3 を用いた特定のパラメータスタディケースを選定していたが、波源としては基準津波 3 と同一であるため、基準津波 3 に包含されることから、選定しないこととした。

基準津波 6：3,4号炉海水ポンプ室において最高水位が大きな波源として選定していたが、基準津波 2 とほぼ同程度であり、施設影響もないことから、選定しないこととした。

## 【4/30審査会合のご指摘事項】

2.トリガーの設定値の決定プロセスについて、崩壊規模と破壊伝播速度のパラメータスタディから求めた仮設定値だけでなく、増幅比率の観点からの仮設定値も整理したうえで、それぞれの特性に応じた不確かさを考慮し、工学的判断に基づいてそれらを包絡する判断値を設定すること。



## 【トリガー設定について】

○仮設定ごとの特性に応じた不確かさを考慮したトリガー設定について、「海底地すべりの波源特性」及び「若狭湾の伝播特性」に係るパラメータスタディを踏まえ、以下のとおり整理した。

		パラスタから得られた 仮設定値	不確かさの考慮 (10分間の潮位のゆらぎ)	設定結果
仮設定① (パラスタ波高 の観点)	数値(m)	0.69	0.10	0.69-0.10 = <b>0.59</b>
	考え方	パラスタから施設影響が生じるケースは、第1波の水位変動量10分以内0.70mで検知できることを確認。 さらに、施設影響が生じないケースも含め、安全側に <b>T.P.+3.5mに最近接するケース</b> (海底地すべりエリアCのEs-T2の崩壊規模40%、最高水位T.P.+3.48m)における、第1波の水位変動量として設定。	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準津波評価にて考慮する「朔望平均潮位」及び入力津波評価にて考慮する「潮位のばらつき」は、それぞれ過去の潮位データから平均値、標準偏差として算出。</li> <li>これに倣い、夏季/冬季の潮位データ観測から、統計的なばらつきを考慮した波高は0.04mと見積もられる。</li> <li>これを踏まえつつ、<b>10分間の潮位のゆらぎについては、より保守的に、過去観測の最大約0.10mを適用。</b></li> </ul>	
仮設定② (非線形性の 観点)	数値(m)	0.67		<ul style="list-style-type: none"> <li>これに倣い、夏季/冬季の潮位データ観測から、統計的なばらつきを考慮した波高は0.04mと見積もられる。</li> <li>これを踏まえつつ、<b>10分間の潮位のゆらぎについては、より保守的に、過去観測の最大約0.10mを適用。</b></li> </ul>
	考え方	海底地すべりエリアBのEs-K5の破壊伝播速度のパラスタから、 <b>①第1波の水位変動量の非線形性が見られる区間は、0.50m/s～0.60m/sの間であること。</b> <b>②0.4～1.0m/sを通し全体的な傾向は線形傾向があること。</b> から、区間①を下回る、破壊伝播速度0.40m/s(最高水位T.P.+2.52m)の第1波を、非線形性の観点での最低値に設定。 → 9ページ		
仮設定③ (増幅比率の 観点)	数値(m)	0.64	<ul style="list-style-type: none"> <li>これを踏まえつつ、<b>10分間の潮位のゆらぎについては、より保守的に、過去観測の最大約0.10mを適用。</b></li> </ul>	
	考え方	崩壊規模および破壊伝播速度のパラスタから得られた第2波以降/第1波の最大の <b>増幅比率(3.7倍)</b> を、 <b>施設影響が生じるT.P.+3.5mから逆算したものを第一波の波高として仮定し、設定</b>		

上記のとおり、**津波検知の判断基準値**は各仮設定値に対し、不確かさとして、「**10分間の潮位のゆらぎの最大約0.10m**」を考慮した上で、さらに余裕を加味し、**10分以内に0.50m上下変動**と設定する。

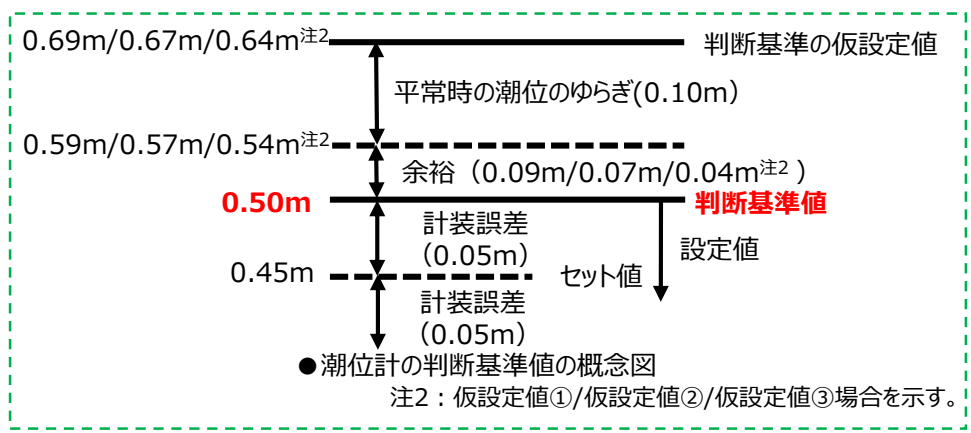


## 【潮位計による津波検知に係るシステムの全体構成及び津波の検知方法について】

※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。

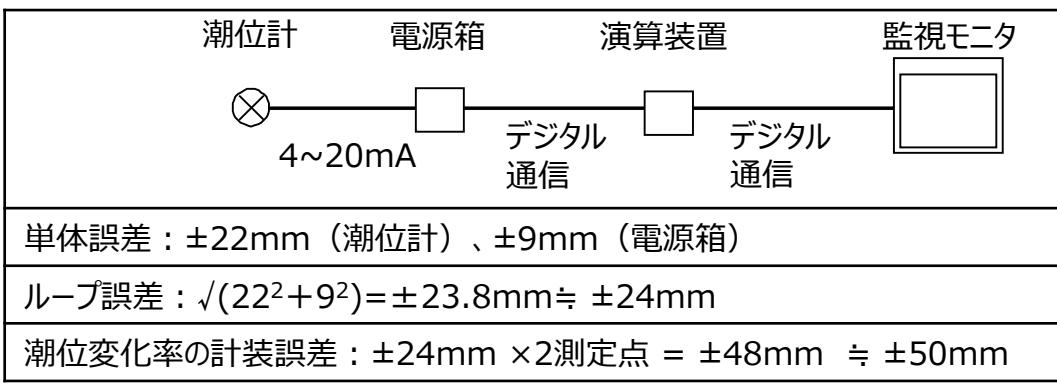
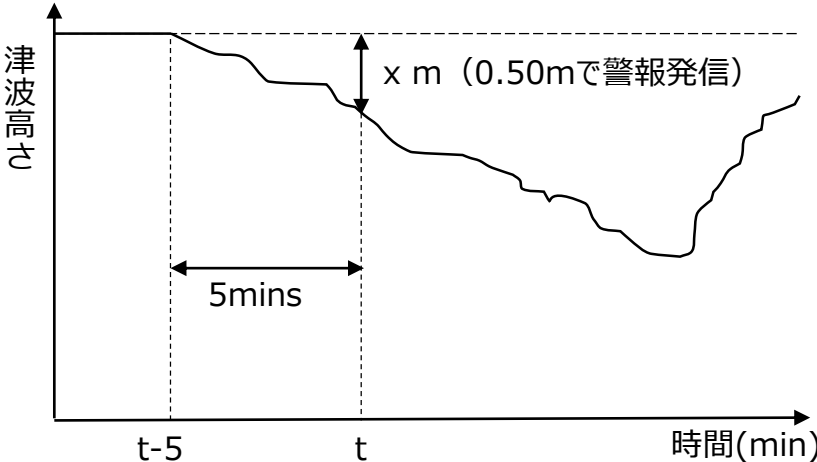
○潮位計については下記の通りのシステム構成をしており、潮位計のサンプリング周期は約3sである。潮位計の信号については演算器において計測時点（下図の「t」）の値と5分前の値（「t-5」）を比較し、潮位の変化率を監視モニタに表示する。なお、**初動の上げ又は下げ潮位の変化率が0.50mに達した時点で警報発信する**。また、警報発信した時点で潮位変動は運転員が監視モニタで集中監視しており、津波襲来の検知が大幅に遅れることはない。

- 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<sup>注1</sup>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0.50mにパラメータの測定誤差及び計装誤差を考慮した0.45mをセット値とする。



●潮位計の誤差の考え方

## 【破壊伝播速度パラメータスタディにおける1波目の非線形性】

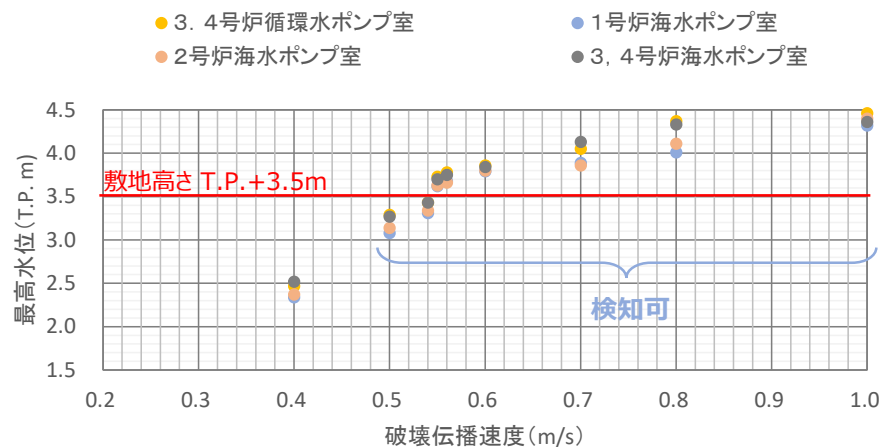
### 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果（施設影響・検知可否の確認）

● 水位上昇側：Es-K5（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）

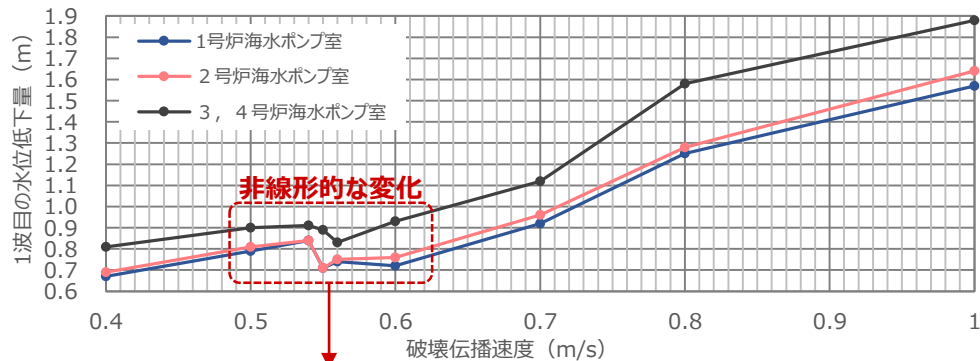
0.70m/10分による検知可否（施設影響あり：赤 検知可能：青 検知不能：緑）

破壊伝播速度		0.4m/s			0.5m/s			0.54m/s			0.55m/s			0.56m/s			0.6m/s			0.7m/s			0.8m/s			1.0m/s		
最高水位 [T.P. m]		2.52			3.29			3.43			3.73			3.78			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	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	0.84	0.84	0.91	0.71	0.71	0.89	0.74	0.75	0.83	0.72	0.76	0.93	0.92	0.96	1.12	1.25	1.28	1.58	1.57	1.64	1.88
	0.7m低下時間[分]	-	-	11.1	9.2	8.5	8.1	8.3	7.4	7.5	9.1	9.0	7.5	8.2	8.2	7.4	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		x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

### 破壊伝播速度と最高水位



### 破壊伝播速度と1波目の水位低下量



### 非線形的な区間（0.5～0.6m/s）の1波目の水位低下量

	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
平均	0.76m	0.77m	0.90m
ばらつき	0.05m	0.05m	0.04m

- Es-K5の水位上昇側のパラメータスタディ結果では、破壊伝播速度0.5～0.6m/sの区間において、破壊伝播速度と1波目の水位低下量の関係が線形的になっていないことから、破壊伝播速度0.54m/s及び0.56m/sの計算を追加し、非線形的な区間の傾向を確認した。
- 破壊伝播速度0.5～0.6m/sの区間では、1波目の水位低下量の平均値は0.76～0.90mで、ばらつきは0.05m程度であった。
- 破壊伝播速度0.4m/sでは最高水位が2.52mと小さく施設影響は生じないが、1波目の水位低下量の最低値は0.67mである。
- 海底地すべりエリアBのEs-K5の破壊伝播速度のパラスタから、「**第1波の水位変動量の非線形性が見られる区間は、0.50m/s～0.60m/sの間であること。**」及び「**0.4～1.0m/sを通し全体的な傾向は線形傾向があること。**」から、破壊伝播速度0.5～0.6m/sの区間の1波目の水位低下量の最低値は0.67m程度以上と考えられる。

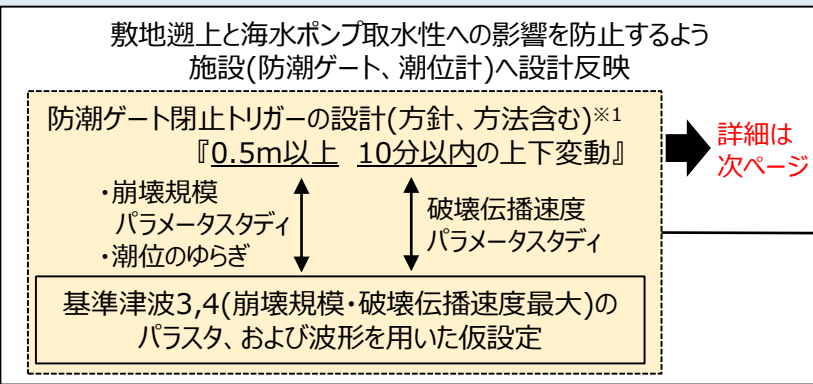
## 【4/30審査会合のご指摘事項】

3. トリガー設定に用いたパラスタケースについては基準津波 3 及び基準津波 4 の波源による検討であるので、新たに基準津波を設定するのではなく、後段規制を考慮したうえで、基準津波 3 及び基準津波 4 を用いたトリガー設定の方向性・考え方を設置許可で記載すること。

## 【トリガー設定の考え方（1 / 2）】

- 「設置許可の添付六」～「設工認の添付書類」における、「防潮ゲート閉止トリガーの設定」の概略フローは、以下の通り。
- 具体的には、下記の設計方針に基づきトリガーを設計すること、及び設計したトリガー値「10分以内0.5m上下変動」を、設置許可添付八へ記載（トリガーの詳細な設計フローは次ページ参照）。なお、設計方針は設工認の基本設計方針にも記載し、詳細の確認を経てトリガーとして確定する。
  - 海底地すべり津波波源のうち、エリアB,Cの最大波源のみ(基準津波3,4)が施設影響が生じることを確認。
  - これらに対する海底地すべりの波源特性、若狭湾の伝播特性を踏まえたパラスタから、施設に影響を与える津波を見逃さない条件を確認。
  - パラスタを全て踏まえ、安全側に複数の検知トリガーを仮設定。これに潮位のゆらぎ等を考慮の上、工学的余裕を考慮し、トリガーを設定。
- なお、上記のトリガーを設定するための「入力津波」は、以下の方針で作成することを、設置許可添付八、及び設工認基本設計方針に記載。具体的な作成結果及びトリガーの妥当性、網羅性に係る詳細は、設工認添付資料に記載。
  - 基準津波3,4に関する、「海底地すべりの波源特性」及び「若狭湾の伝播特性」のパラメータスタディ結果を全て踏まえ、より安全側に設定したトリガーの「仮設定に用いた複数の波形」から、最も適切なものを選定し、「トリガーを設定するための入力津波」を作成。

### 設置許可\_添付書類 八 (耐津波設計方針)



詳細は  
次ページ

基準津波 1 ~ 4 の波源から  
入力津波の設定

基準津波3,4の波源からトリガー  
を設定するための入力津波作成に  
係る方針、方法

施設の基本設計  
(津波防護施設(防潮ゲート、潮位計等)、浸水防止設備、津波監視設備)

### 設置許可\_添付書類 六 (基準津波)

津波警報を伴わない海底地すべり津波を基準津波として選定  
(防潮ゲート開状態における最高・最低水位の津波：基準津波 3, 4)

### 設工認\_基本設計方針

防潮ゲート閉止トリガーの設計(方針、方法含む)  
『0.5m以上 10分以内の上下変動』

基準津波3,4の波源からトリガーを設定するための  
入力津波作成に係る方針、方法

### 設工認\_添付資料

- ・ トリガーの妥当性、網羅性<sup>※2</sup>
- ・ トリガーを設定するための入力津波作成

施設の詳細設計  
(津波防護施設(防潮ゲート、潮位計等)、浸水防止設備、津波監視設備)

※1：プロセスの詳細は、これまでの会合資料を基にまとめ資料に記載

※2：詳細は、許可段階のまとめ資料を基に記載

## 【トリガー設定の考え方（2 / 2）】

## 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。

## 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

## 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。

## 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。

## 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波目以降の関係を確認する。

## Step 5

## 津波検知の判断基準(トリガー)の設定

Step4までに得られた結果と、「海底地すべりの波源特性」及び「若狭湾の伝播特性」のパラスタ結果を全て踏まえ、「パラスタ波高の観点」、「非線形性の観点」、「増幅比率の観点」から再度、安全側に仮設定値を設定し、これらに対し、10分間の潮位のゆらぎの最大約0.10mを考慮した上で、さらに余裕を加味し、津波検知の判断基準を以下のとおり設定

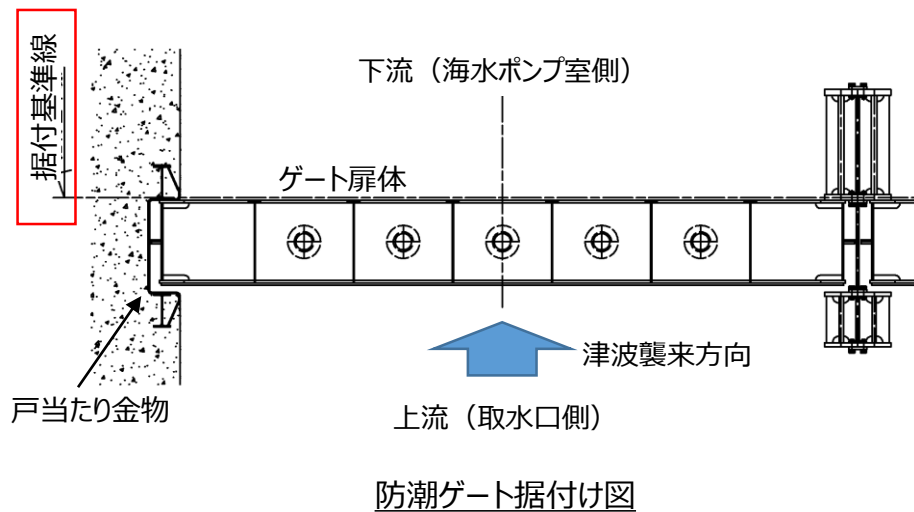
潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降（または上昇）し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇（または下降）

## 【4/30審査会合のご指摘事項】

4. 取水路防潮ゲートの閉止時間の計算のうち、貝付着の影響を考慮する必要がないことを資料を用いて説明すること。



- 防潮ゲート閉止時間の算定において、実運用で可変するのは、流速と摩擦係数である。
- 摩擦係数は、鋼製の防潮ゲート扉体と戸当たり金物との接触部における摩擦抵抗を考慮し、ダム堰基準解説編を参考に、金属間の摩擦係数である $\mu=0.4$ を設定している。
- 高速流下での使用頻度が高く、摺動面が損傷しやすい状況であれば必要に応じ0.5程度を採用するとされているが、防潮ゲートは津波襲来時にのみ使用するゲートであり、使用頻度が少なく摺動面が損傷しにくい状況であるため、摩擦係数は0.4を採用することで問題がないと考える。
- 防潮ゲートと戸当たり金物は密着し、ほぼ隙間がない状態で設置されている。その状態のまま防潮ゲートは落下することから、仮に戸当たり金物に貝が付着していたとしても、落下時にゲート底面で貝は削ぎ落され、摺動面に摩擦影響があるものは残らないと考える。
- なお、取水路においては、ストレーナの閉塞防止等の観点から定検毎に清掃（除貝）する運用である。
- 一方、流速については閉止タイミングにより可変することから、保守性を考慮して3.0m/sと設定する。また、防潮ゲート閉止タイミングの不確実性を考慮したパラメータスタディを実施し、ゲート閉止時間の変動幅による影響を確認。



参考写真：海中に設置後1年半程度経過した貝付着状況  
(高浜1,2号炉非常用海水路閉塞防止措置の状況)

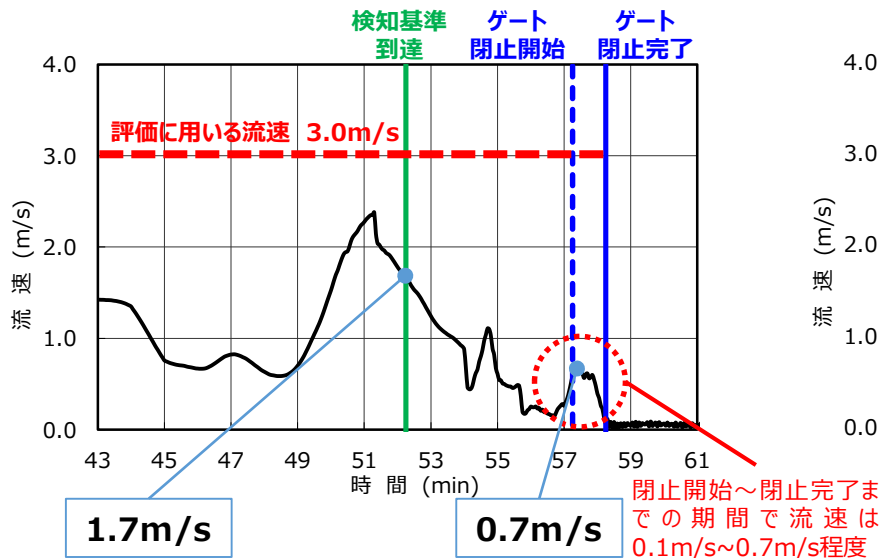
- 高浜1,2号炉非常用海水路閉塞防止措置は、海中に設置後約1年半が経過しているが、貝が付着している様子は見られない。



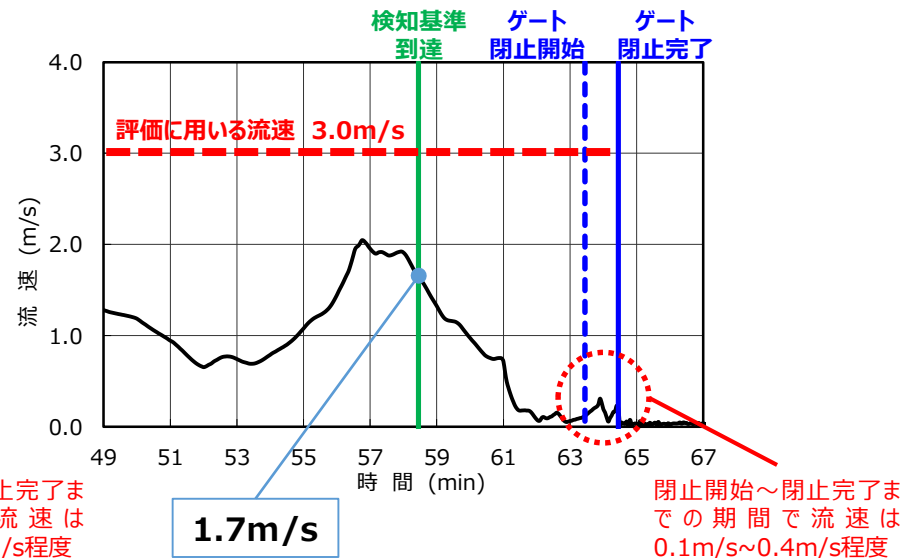
- 防潮ゲート閉止時間算定に用いる流速は、保守的に3.0m/sとする。
- 基準津波3, 4の津波シミュレーションにおいて、防潮ゲートが閉まる時間帯の最大流速は0.7m/sである。また、防潮ゲート閉止タイミングの不確実性を考慮し、検知基準到達時に防潮ゲートを閉止する状況を想定した場合（循環水ポンプが全停止している場合）の最大流速は1.7m/sである。これらの流速を用いたパラメータスタディにより、ゲート閉止時間の変動幅による影響を確認。
- なお、防潮ゲート閉止時間を算定する際の流速については、定常状態で防潮ゲートに作用する条件とする。

### 【基準津波3, 4における防潮ゲート閉止時の流速分布】

基準津波3



基準津波4



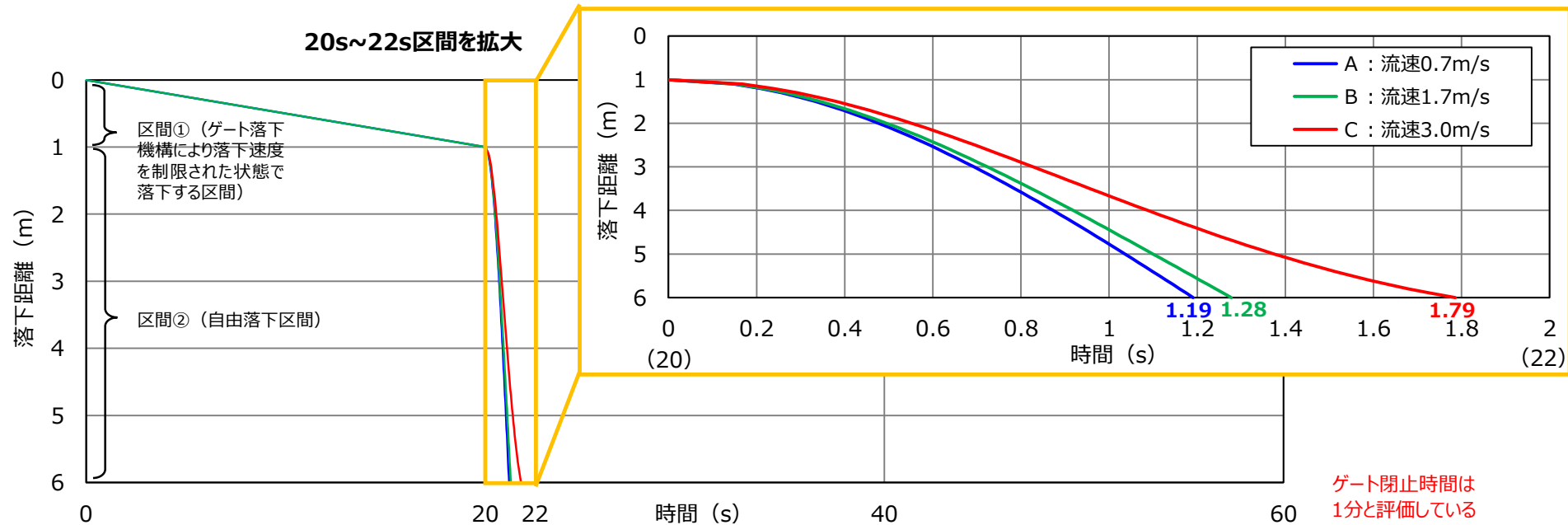
- ※ 津波シミュレーションでは、閉止完了時刻まではゲート開、閉止完了時刻以降はゲート全閉となる条件としている。
- ※ 全方向流速（絶対値）を示している。

- 防潮ゲート閉止時間帯における流速や防潮ゲート閉止タイミングの不確実性を考慮したパラメータスタディの結果、いずれのケースも自由落下区間（区間②）におけるゲート閉止時間は1秒～2秒である。
- 上記の閉止時間に、ゲート落下機構（ラック式）により落下する区間（区間①）の閉止時間を含めた合計のゲート閉止時間は20秒程度であるのに対し、保守的に防潮ゲート閉止時間として1分と評価していることから、40秒程度の時間的な余裕がある。従って、自由落下区間（区間②）のゲート閉止時間が多少変動したとしても、全体の評価への影響はない。

## 【防潮ゲート閉止タイミングの不確実さを考慮したゲート閉止時間のパラメータスタディ】

	防潮ゲート閉止時間帯における流速	閉止タイミングの不確実性を考慮した流速	基本ケース（流速を保守的に設定）
流速 (m/s)	0.7	1.7	3.0
区間② (5m) の落下時間 (s)	<b>1.19</b>	<b>1.28</b>	<b>1.79</b>

## 【防潮ゲート閉止時間（1分）の評価における余裕】



## 【4/30審査会合のご指摘事項】

5. 構内の車両について、漂流物となりえるか整理し  
工認で説明すること。

## 漂流物評価の分類変更の検討

○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。

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"> <li>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。</li> <li>（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）</li> </ul>
浮き筏	その他	設置	B,C	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。）</li> <li>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。</li> </ul>

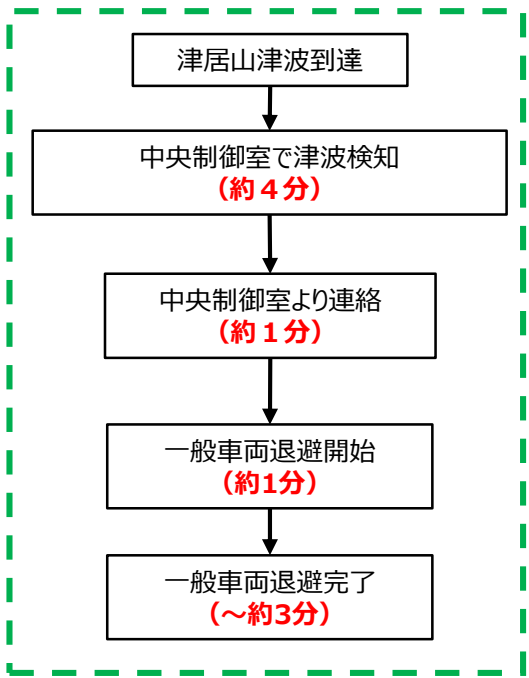
「取水口側ークラゲ防止網」の評価結果について、発電所構内の整理として次ページへ移動（評価結果に変更無し）

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。）

## 漂流物評価の分類変更の検討

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）

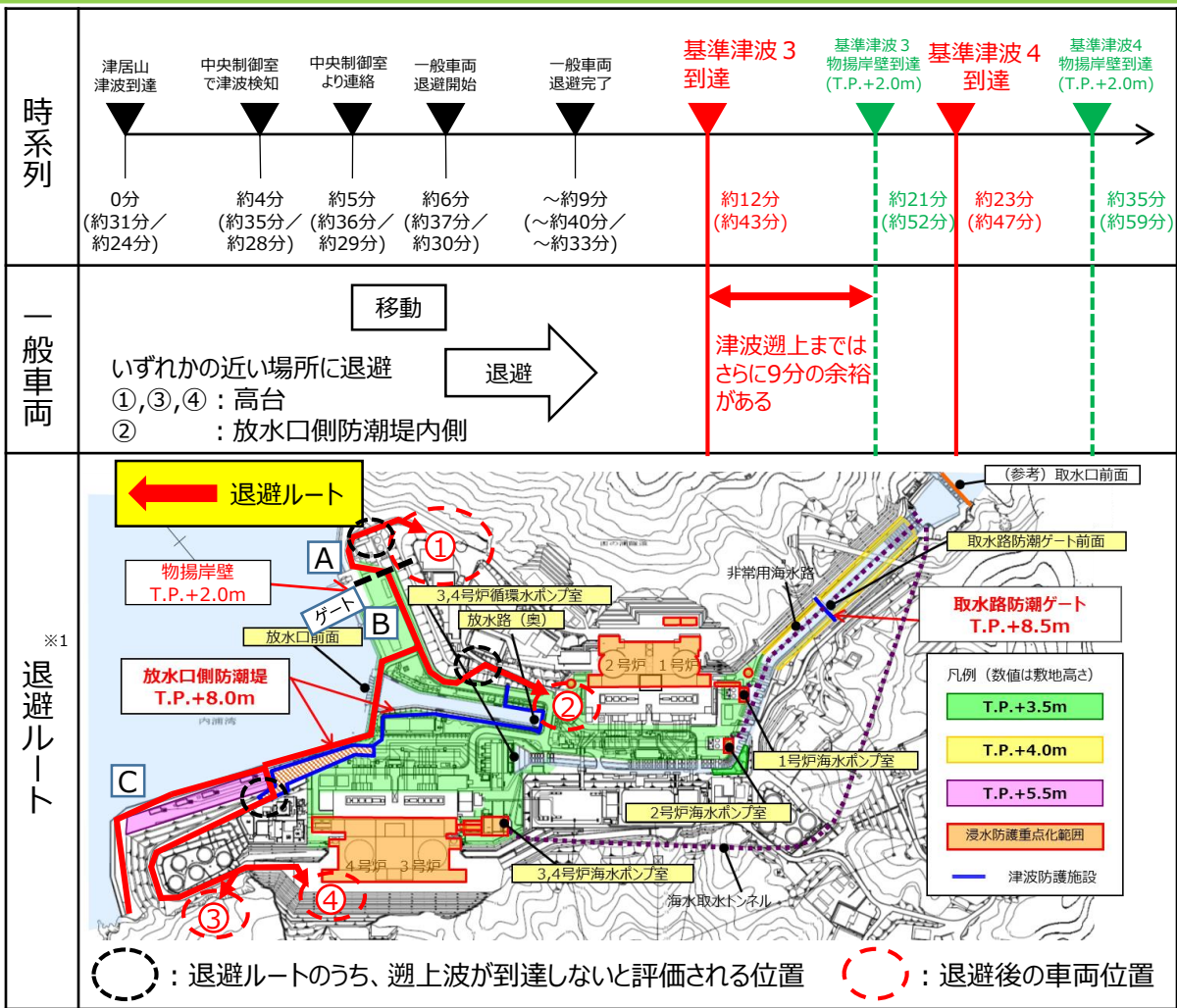
場所	施設・設備等		種類	フロー結果		差分の理由
				既許可評価	今回評価	
取水口側	クラゲ防止網	ブイ	定置網等	B	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラゲ防止網自体は重量物により固定された形状であることから、発電所に対する漂流物とはならないものの、切断等をされた場合の細かな破片が漂流物となる可能性が否定できないことから、発電所に対する漂流物となる可能性のある設備として整理した。</li> <li>なお、漂流した場合においても防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。</li> </ul>
		クラゲ防止網	定置網等			
		固定ブロック	定置網等			
放水口側	車両等	一般車両	車両	C	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般車両は燃料等輸送車両と同様に退避する運用を定めることで津波防護施設に対する漂流物とはならない設計とした</li> </ul>



### 一般車両の退避時間の検討結果

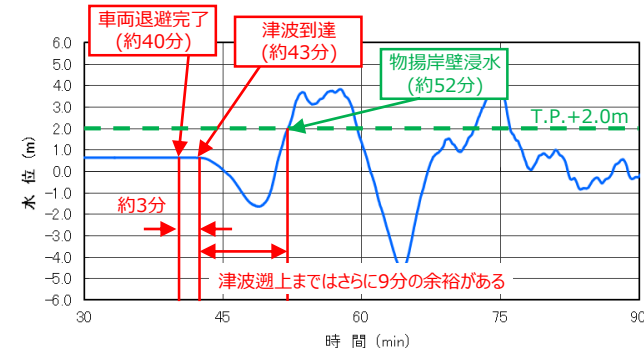
- 一般車両が退避地点に到達するには約3分必要であり、**津居山津波到達から10分以内に退避可能**
- 海底地すべり津波の高浜発電所への第一波到達時間は津居山地点への津波到達後、最短約12分であることから、**津波到達までに一般車両は退避可能**
- また、構外潮位計が欠測した場合は、**欠測した時点で退避を実施**（欠測時も検知時と同様に中央制御室より連絡を行う運用とする。）

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。）



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)
- 中央制御室より構内無線にて運転手に周知(約1分)
- 運転手が一般車両に搭乗し、退避開始(約1分)
- 一般車両が退避地点に到達(～約3分)
- 以上より、津居山津波到達～車両退避完了は約9分であり、津波到達時間(約12分)よりも早く退避可能
- なお、T.P.+2.0mの物揚岸壁に津波が遡上するまでに、基準津波3,4はそれぞれ、さらに約9分、約12分の余裕がある。



参考) 基準津波3の時刻歴波形 (放水口前面) 津波発生後30分～90分

経過時間については、  
 0分 : 津居山到達後の経過時間 (約31分/約24分)  
 海底地すべり発生後の経過時間(基準津波3)/海底地すべり発生後の経過時間(基準津波4)

※1 ・車両は主にA,B,Cのエリアに駐車しており、エリアAの車両は①に、エリアBの車両は②に、エリアCの車両は③or④に退避する。

・駐車台数が最も多いエリアBでは、車両台数を駐車スペース最大の約30台と想定。退避開始後、3秒毎に各車両が出発したとすると約2分で全車両の出発が完了する。さらに最後に出発した車両もゲートから②のエリアまでの距離が約300mであり、車両走行速度30km/h (500m/min) を考慮すると、約1分で到達できるため3分以内での車両の退避は十分可能である。なお、実測を行い、3分弱で退避可能であることを確認している。



# No.5 構内の一般車両に対する漂流物評価

## 漂流物による取水性への影響についての評価 (b) ~ (e)

漂流物となる可能性のある施設・設備等の評価結果（発電所構内）

場所	No	施設・設備等	種類	数量*	重量	フロー結果	
放水口側	1	燃料等輸送船	船舶	1隻	5000t未満	B	
	2	岸壁クレーン	鉄骨構造	1	約400t		
	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 (+ウエイト)		
	9	LLW輸送容器	その他	一式	約1.2t		
	10	協力会社事務所等	協力会社事務所	鉄骨造もしくは 軽量鉄骨構造	4	約650t	C
	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	B
	23		仮設資材	その他	多数	約1t	C
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	緊急退避の実効性を考慮した場合、発電所に対する漂流物とはならない。
C	漂流検討対象となるが、高さT.P.+8.0mの放水口側防潮堤、防潮扉並びにT.P.+8.0mの取水路防潮ゲートにより防護されるため、取水性への影響はない。
D	漂流物となる可能性があり、津波防護施設、取水機能を有する安全設備の取水性に影響を与える。

※新規基準時のもの  
(燃料輸送車両等除く)



## 【4/30審査会合のご指摘事項】

6. 燃料等輸送船の退避の考え方について基準津波 2 の評価を参照のうえ、資料にて説明すること。

## 早期襲来津波および海底地すべり津波到達時の燃料等輸送船対応について

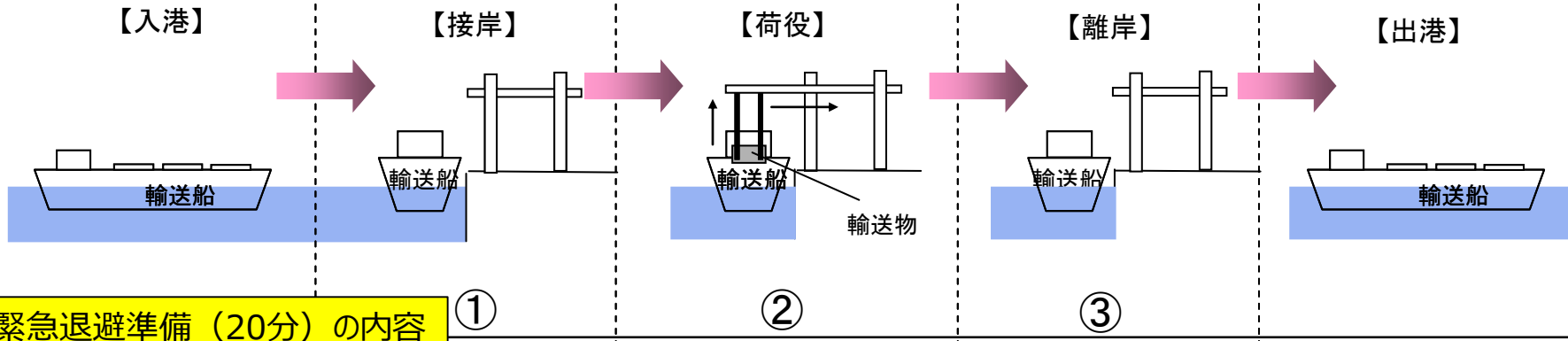
- 既許可の早期襲来津波については、水位を考慮すると、**緊急退避に係る作業への影響は軽微**であり、輸送船は緊急退避することとした。
- 一方、海底地すべりによる津波では、水位の影響が無視できず、荷役中は、緊急退避に係る作業が困難であるため、**緊急退避しないこととした。**

	早期襲来津波	海底地すべり津波
対象津波	①陸上地すべり (No.1,2,3) 津波 ②基準津波 2 (津波警報発表後、基準津波 1 より早く到達)	基準津波 3 (退避連絡後、基準津波 4 より早く到達)
第一波最高水位	①T.P.+2.20m ②T.P.+2.15m	T.P.+3.85m
岸壁遡上時間	①約 2 分後 (津波発生後) ②約 1 1 分後 (地震発生後)	約 1 6 分後 (退避連絡後)
輸送船対応	<p>(荷役中および荷役中以外)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>津波高さは物揚岸壁 (T.P.+2.0m) を僅かに超える程度の高さでかつ岸壁を超えるのは短時間 (1 分間未満) であり、水位低下後、船員が岸壁に降りて係留索取外し作業 (最大約6分間) を行うことは可能であり、既許可の早期襲来津波については、荷役中であっても、<b>輸送船は緊急退避可能</b></li> <li>なお、津波流速は最大でも1.0m/s未満であり、輸送船の性能は、津波の最大流速を上回っているため、適切な操船で退避可能であり、退避後に漂流物になることはない</li> </ul>	<p>(荷役中)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>津波高さは物揚岸壁 (T.P.+2.0m) を大きく上回り、岸壁高さを超える退避連絡後約 1 6 分*以降は岸壁で作業ができないため、20分以内に<b>緊急退避できない</b></li> <li>(荷役中以外)</li> <li>退避連絡後、速やかに係留索を取外して、第一波到達前に<b>輸送船は緊急退避可能</b></li> <li>なお、津波流速は最大でも1.1m/s未満であり、輸送船の性能は、津波の最大流速を上回っているため、適切な操船で退避可能であり、退避後に漂流物になることはない</li> </ul>
波形	<p>陸上地すべり (No.1,2,3) 上昇側 放水口 前面</p> <p>基準津波 2</p> <p>津波高さ : 2.20m 津波流速 : 1.0m/s</p> <p>津波高さ : 2.15m 津波流速 : 0.9m/s</p>	<p>基準津波 3</p>

※第859回審査会合資料から以下の点について、訂正を行った。

- ・退避連絡～岸壁高さを超える時間を記載すべきところ誤って構外潮位計到達～第一波到達時間を記載していたため訂正した。(11分 → 16分)

## 燃料等輸送船の退避



### 緊急退避準備 (20分) の内容

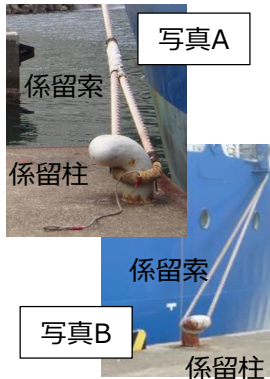
緊急退避準備  
20分間の内訳

= 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)



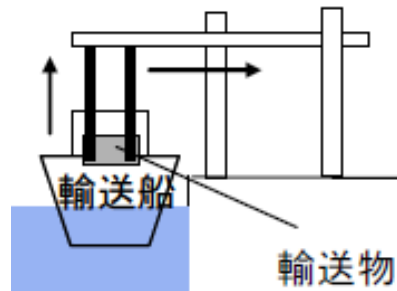
←先端が輪状の係留索を船上の操作で緩めた後係留柱から外す。

←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。



なお、係留柱等の係留設備が損傷している場合は、輸送船は発電所港に入港しない

## 【4/30審査会合のご指摘事項】

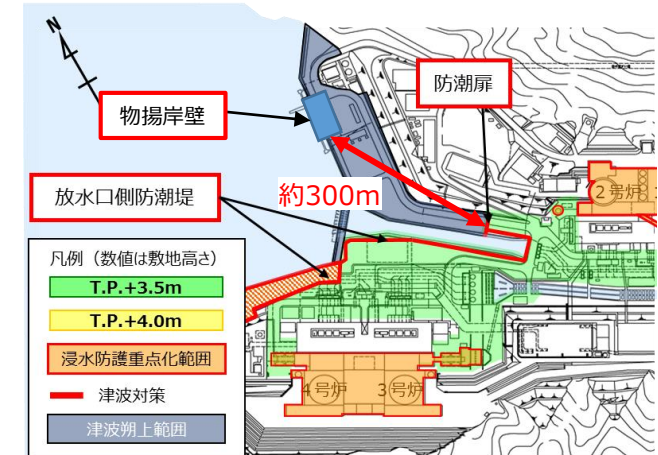
7.物揚岸壁の高さや位置を踏まえた輸送車両等の滑動性について補足説明資料を用いて示すこと。

## 燃料輸送車両等の評価について

○燃料輸送容器、燃料輸送車両、L L W輸送容器、L L W輸送車両は、重量物のため漂流物にならないが、津波防護施設に対し、滑動により衝突しないか評価する。

○津波による滑動は、津波襲来直後の波力（衝撃力）による滑動と、その後の定常的な流速に対する滑動を評価する。波力による滑動は、ある程度発生する可能性はあるが、津波防護施設との離隔や高低差が十分あるため、衝突に至ることはない。また、定常な流速による滑動は、イスバッシュ式による評価から滑動しないことを確認した。

- ・津波波力による滑動距離は、物揚岸壁から津波防護施設までの距離を考慮すると十分小さいと考えられる。（物揚岸壁～津波防護施設：約300m（右図参照））
- ・物揚岸壁の高さ(T.P.+2.0m)は敷地高さ(T.P.+3.5m)と比べて低いことから、滑動によって、敷地高さに至ることは考え難い。
- ・物揚岸壁から湾内に落下した場合は沈降すると考えられる。
- ・定常な流速条件での滑動性は、イスバッシュ式を用いて、対象物が水の流れによって動かない最大流速（安定流速）と放水口前面の最大流速を比較した結果、燃料輸送容器及び車両並びにL L W輸送容器及び車両は滑動しない



最大流速（安定流速）と放水口前面の最大流速の比較結果 ※基準津波1～4の最大流速の絶対値

設備	安定流速 (m/s)	放水口前面 最大流速※ (m/s)	滑動の 有無	評価	備考
燃料輸送容器	10.8	1.1	無	滑動しない	
燃料輸送車両	2.6	1.1	無	滑動しない	
L L W輸送車両 (退避可能だが評価実施)	2.8	1.1	無	滑動しない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LLW輸送容器は輸送車両に固縛するため、滑動しない。</li> <li>・重量が小さいほど安定流速は小さくなるため、輸送容器積載時の評価は包含される</li> </ul>

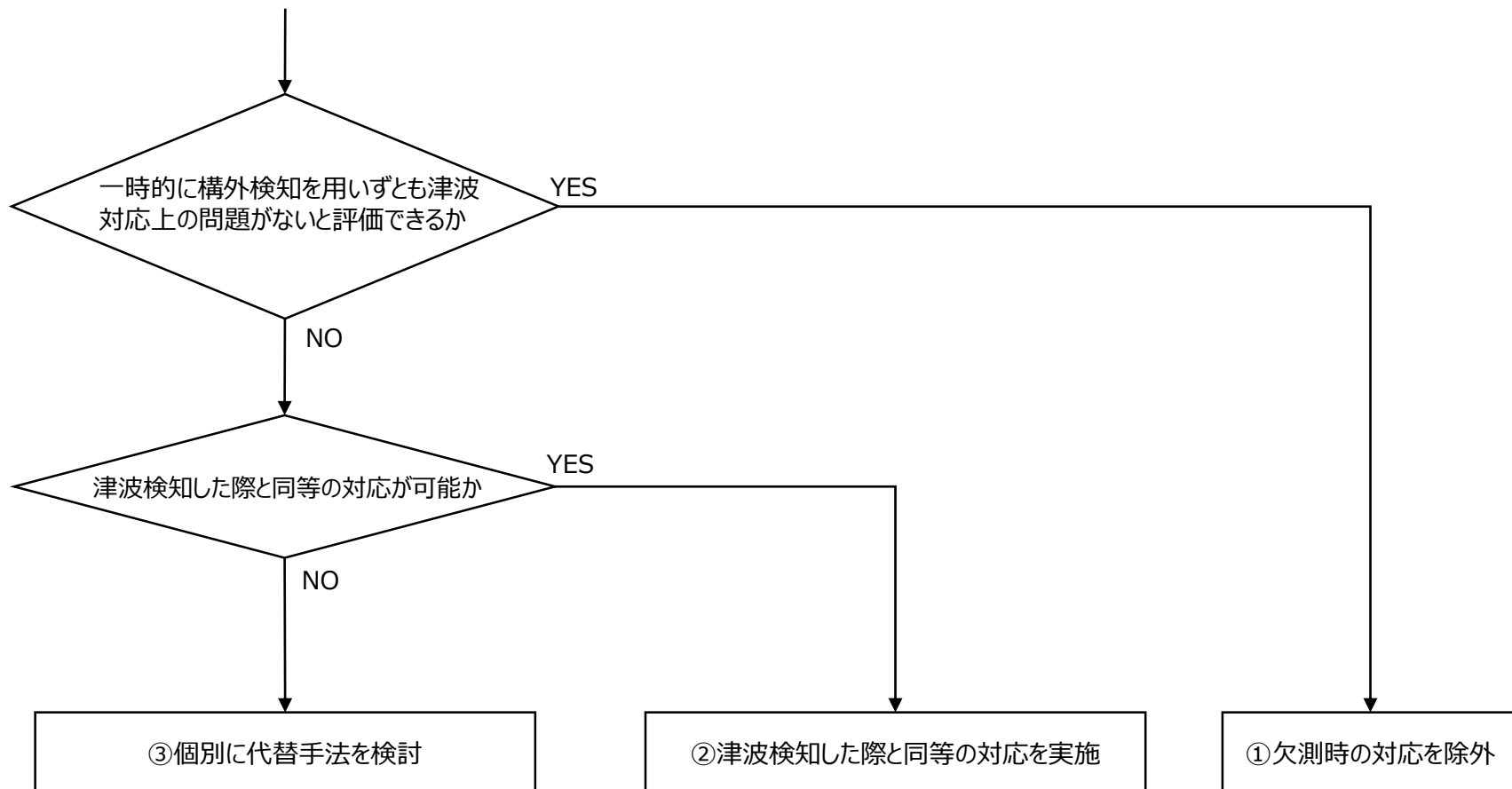
## 【4/30審査会合のご指摘事項】

8. 構外潮位計が欠測した場合の対応について、対応項目ごとに分かりやすく整理して示すこと。

## 構外潮位計欠測時の対応

- 構外潮位計が欠測した際の対応について、以下のフローに基づき、対応を整理した。
- 一時的に構外検知を用いずとも津波対応上の問題がないと評価できる対応は「欠測時の運用を除外(①)」し、津波対応上の問題がないと評価できないが、津波検知した際と同等の対応が可能な場合は、「津波検知した際と同等の対応を実施(②)」する。津波検知した際と同等の対応ができないものは、「個別に代替手法を検討(③)」する。

## 構外潮位計欠測時の対応フロー





# No.8 構外潮位計が欠測した場合の対応について

## 構外潮位計欠測時の対応

	構外で津波を検知した時の対応	構外潮位計欠測時の対応	構外潮位計欠測時の対応に係る評価	分類	
プラント影響のある津波 (津居山で10分以内 1.0m上昇(下降) を検知した場合)	構内潮位計2台、10分以内 0.5m以上の「変動」でゲート閉 止判断	左記対応を除外し、構内潮位計2台、 10分以内0.5m以上の「上下変動」で ゲート閉止判断	構内潮位計2台、10分以内0.5m以上の「上 下変動」でのゲート閉止にて、 <b>最も時間余裕 が厳しい津波</b> に対し、約9分の余裕時間をも って、 <b>施設影響のある津波を防護可能</b>	①	
プラント影響の可能性が ある津波 (津居山で10分以内 0.5m上昇(下降) を検知した場合)	ゲート保守作業の中断	同左	<b>保守的に欠測と同時に構外に津波が襲来し た場合を想定しても、発電所へ津波が襲来す るまでに復旧が可能であり、上段の対応により 施設影響のある津波を防護可能</b>  ※なお、構外での津波検知時及び欠測時は、速やかに中 央制御室より連絡が入る体制を構築する。(P30~33)	②	
	構内の一般車両の退避	同左	<b>保守的に欠測と同時に構外に津波が襲来し た場合を想定しても、発電所へ津波が襲来す るまでに退避が可能</b>	②	
	燃料 等 輸 送	(荷役中以外の場合) 輸送船の退避	左記対応を除外とし、退避せず	海底地すべり津波の最大流速、最高・最低水 位に対し輸送船の <b>係留が維持できること</b> 、輸 送船が <b>岸壁に乗り上がらないこと</b> 、 <b>着底や座 礁等により航行不能にならないこと</b> を確認して おり、 <b>漂流物とならない</b> 。	①
		(荷役中の場合) 輸送車両等の退避	<b>作業は年間数日程度であり、夜間作業 がないこと</b> 、欠測時の輸送車両等の退避 による作業中断は、輸送工程への影響が 大きいことから、作業時は構外潮位計設 置箇所へ人を配置し、仮に構外潮位計 の潮位伝送に異常が生じた場合には、現 地にて目視等にて潮位を確認し、構外潮 位の監視が途切れないよう対応	左記対応により、構外潮位を継続監視可能	③
	ゲート落下機構の確認	同左	ゲート閉止の前提条件であるため、欠測時は 同等の対応を実施。	②	
	津波監視カメラによる監視	同左	津波対応の前提条件であるため、欠測時は同 等の対応を実施。	②	

## 防潮ゲート保守作業時の対応

- 警報の発表されない津波に対し、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
- 構内潮位計は原子炉の運転時・停止時において点検が可能な設計（防潮ゲート本体は設計変更なし）
- 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）

- ( i ) 作業は、天候や波浪状況が安定していること、及び敷地外の潮位計で欠測等がなく、潮位の確認が出来る状態で実施する。万が一、作業中に敷地外の潮位の確認が出来ない状態となった場合には、直ちに作業を中断し、作業前の状態に復旧する。
- ( ii ) 敷地外の潮位計にて情報発信された場合は、中央制御室から現場作業員へ連絡し、作業中断の上、津波襲来までに作業前のゲート開閉状態に復旧する。

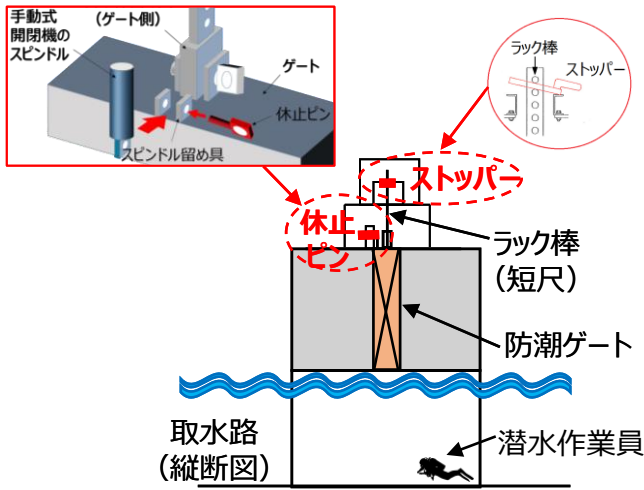
□ 上記対応により発電所の安全性への影響はない。また、津波襲来前に作業員が退避可能であるため、作業安全性の確保が可能である。

【防潮ゲートに係る保守作業の概要】

作業内容	防潮ゲート直下の清掃	防潮ゲートの取替え
概要図		

## 防潮ゲート保守作業時の対応

防潮ゲート直下の清掃



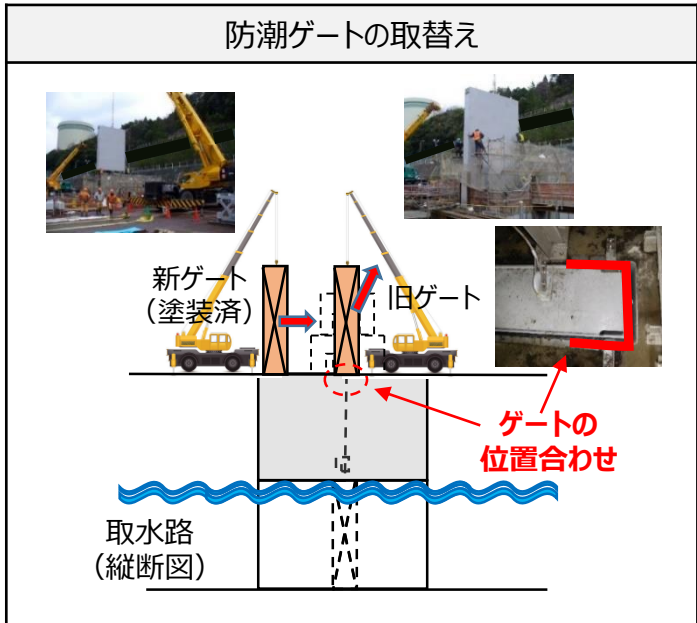
- 作業時の安全確保の観点から、休止ピンに加えて、ラック棒にストッパーを挿入する。
- 敷地外にて情報発信された後、休止ピンとストッパーを解除することで、発電所に津波が襲来する前に作業前のゲート開閉状態に復旧可能である。  
(4門とも遠隔閉止操作が可能で、敷地内潮位計による警報発信で対応。)

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

※津波検知から作業員への連絡時間を輸送車両における検討と合わせ2分→1分へ見直したことによる修正

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

## 防潮ゲート保守作業時の対応



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

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

「隠岐トラフ海底地すべり」による津波発生からの経過時間 (分)

		時間	説明
中央制御室	構内の潮位計にて警報発信	0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信
	潮位変動の判断 運転員の指示等	5分	-
	循環水ポンプ停止	5分	-
	ユニットトリップ	5分	-
	防潮ゲート閉止 (遠隔閉止)	1分	-
	敷地外の潮位計にて情報発信	5分*	通常潮汐から10分以内に0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて情報発信
現地	ケース① クレーンによる防潮ゲート閉止	1分	ゲート降下距離6m、クレーン巻上フック速度約10m/分より1分と評価
	ケース② クレーンによる防潮ゲート据付け・閉止	11分	ゲート設置時の実績から10分以内で据付け可能 ゲート降下距離12m、クレーン巻上フック速度約10m/分より2分と評価

※津波検知から作業員への連絡時間を輸送車両における検討と合わせ2分→1分へ見直したことによる修正

30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60

▽0.5m変動を検知

高浜発電所に津波到達43分▽

▽敷地外の観測地点に津波到達31分

## 敷地外で潮位の確認が出来なくなった場合の対応

- 敷地外で潮位の確認が出来なくなった場合（欠測等）において、防潮ゲート保守作業の成立性について検討した。
- 成立性の検討に当たり、保守的に欠測等が確認された時点で津波が襲来するという想定とした。
- 検討の結果、中央制御室にて欠測等を確認した後、速やかに現地作業員へ周知してから作業中断し、作業前のゲート開閉状態に復旧することにより、発電所の安全性に問題はない。また、津波襲来前に作業員が退避可能であるため、作業安全性の確保が可能である。

		「隠岐トラフ海底地すべり」による 津波発生からの経過時間（分）		対応に係る各ステップに要する 時間および説明																
				時間	説明															
中央 制御室		30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60			
		構内の潮位計にて警報発信																0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信	
		潮位変動の判断 運転員の指示等																	5分	-
		循環水ポンプ停止																	5分	-
		ユニットトリップ																	5分	-
		防潮ゲート閉止（遠隔閉止）																	1分	-
	敷地外の潮位計にて潮位の確認が出来ない状態（欠測等）																	0分	欠測等を確認した時点で、保守的に津波が襲来するという想定	
	現地作業員への周知																	1分	-	
現地	直下 清掃		潜水作業員退避															1分	-	
			防潮ゲート落下防止処置（休止ピン、ストッパー）の解除																1分	-
	ゲート 交換	ケース①	クレーンによる防潮ゲート閉止																1分	ゲート降下距離6m、クレーン巻上フック速度約10m/分より1分と評価
		ケース②	クレーンによる防潮ゲート据付け・閉止																	11分

## 【4/30審査会合のご指摘事項】

9. 基準津波 1 , 2 に対する輸送車両退避運用について、現場が判断できるのか、連絡ルート等について資料を用いて説明すること。既許可の範囲であるため、現場検査官に説明すること。



## 高浜発電所原子炉施設保安規定記載内容

新規追加

(保安規定添付2)

## 5. 津波

## 5.4 手順書の整備

**(1) b. 発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合の対応**

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

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

**(1) c. 発電所を含む地域に津波警報等が発令された場合の対応**

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

## 退避連絡フロー

## ○ LLW輸送作業における退避連絡フロー

36 頁(a)より

津波警報等発表

発電所当直課長より周知  
(ページング)放射線管理課長より、陸側  
作業員へ退避連絡

36 頁(b)へ

## ○ 燃料輸送作業における退避連絡フロー

38 頁(a)より

津波警報等発表

発電所当直課長より周知  
(ページング)原子燃料課長より、陸側作  
業員へ退避連絡

38 頁(b)へ



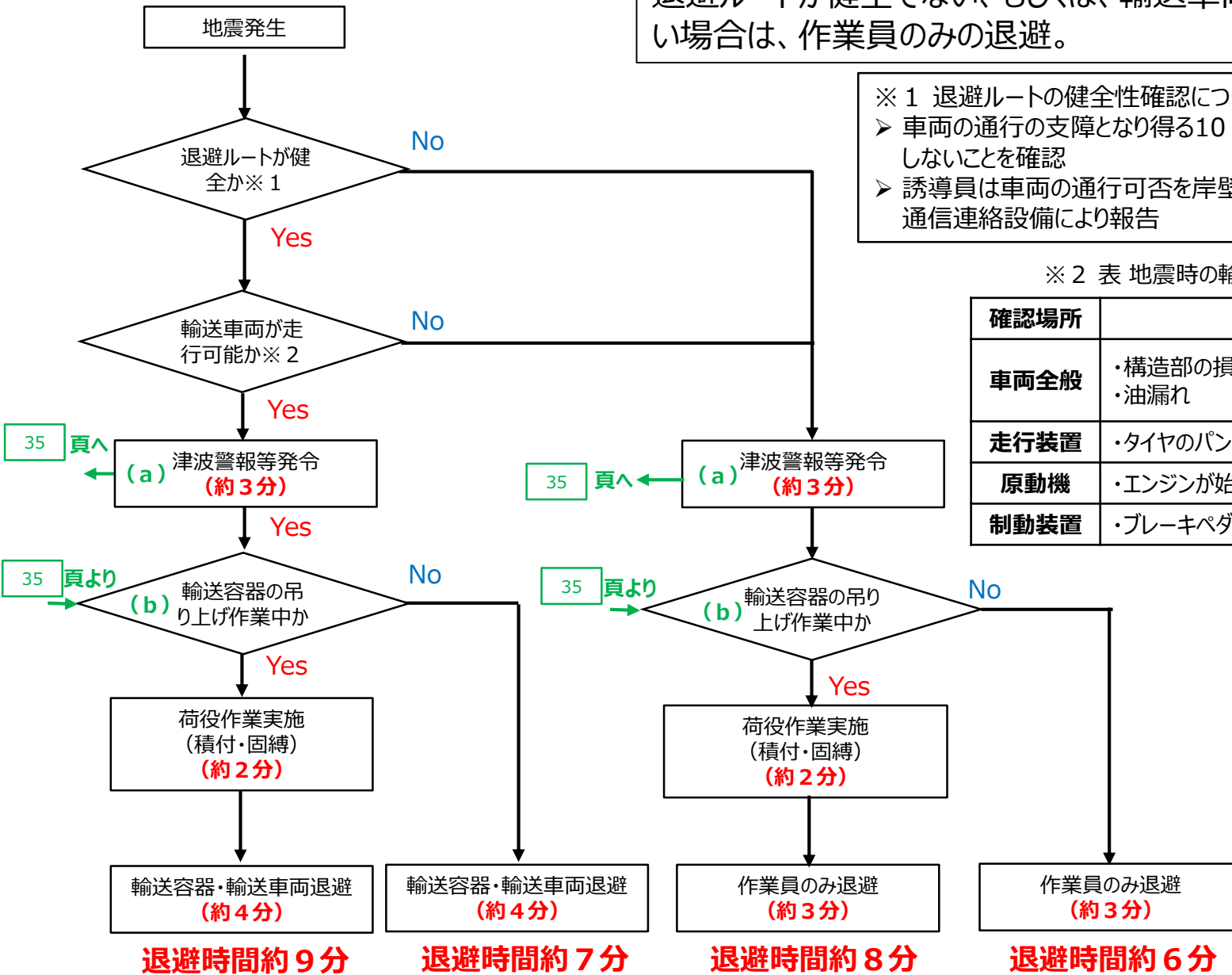
## L L W輸送に係る津波襲来時の退避判断フロー

退避についての判断フローは、以下のとおり。  
退避ルートが健全でない、もしくは、輸送車両が走行可能でない場合は、作業員のみ退避。

- ※ 1 退避ルートの健全性確認について
- 車両の通行の支障となり得る10 cmを超える段差等が発生しないことを確認
  - 誘導員は車両の通行可否を岸壁の作業責任者へ携帯する通信連絡設備により報告

※ 2 表 地震時の輸送車両の確認項目

確認場所	確認内容
車両全般	・構造部の損傷・き裂・変形 ・油漏れ
走行装置	・タイヤのパンクの有無
原動機	・エンジンが始動するか
制動装置	・ブレーキペダルの踏みしろの確認



35 頁へ

35 頁へ

35 頁より

35 頁より

## 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

L L W 輸送	吊り上げていない場合 輸送容器を	時系列	<p>地震発生 0分 津波警報等※1 約3分 輸送車両退避完了 約7分</p> <p>基準津波2 到達時間10分 基準津波1 到達時間43分</p>
	輸送車両	<p>情報収集(連携) → 退避</p>	
L L W 輸送	吊り上げている場合 輸送容器を	時系列	<p>地震発生 0分 津波警報等※1 約3分 退避開始 約5分 輸送車両退避完了 約9分</p> <p>基準津波2 到達時間10分 基準津波1 到達時間43分</p>
	輸送車両	<p>情報収集(連携) 輸送容器積付・固縛 → 退避</p>	
※2 退避ルート			

地震随伴津波の場合の、退避時間および退避ルートについては、左記のとおり。

(退避ルートが健全な場合)  
 ➤ 最大約9分程度で退避可能であり、津波到達までに退避可能

(退避ルートが健全でない場合)  
 ➤ 退避ルートは、アクセスルートではないため、退避できない可能性がある。  
 ➤ 退避不可の場合は、作業員のみでの退避とする。

※1 地震発生後の3分後（気象庁HPに記載の発表目標時間）に津波警報が発令

※2 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。

## 燃料輸送に係る津波襲来時の退避判断フロー

退避についての判断フローは、以下のとおり。  
退避ルートが健全でない、輸送車両が走行可能でない、  
津波襲来までに余裕がない場合は、作業員のみ退避する。

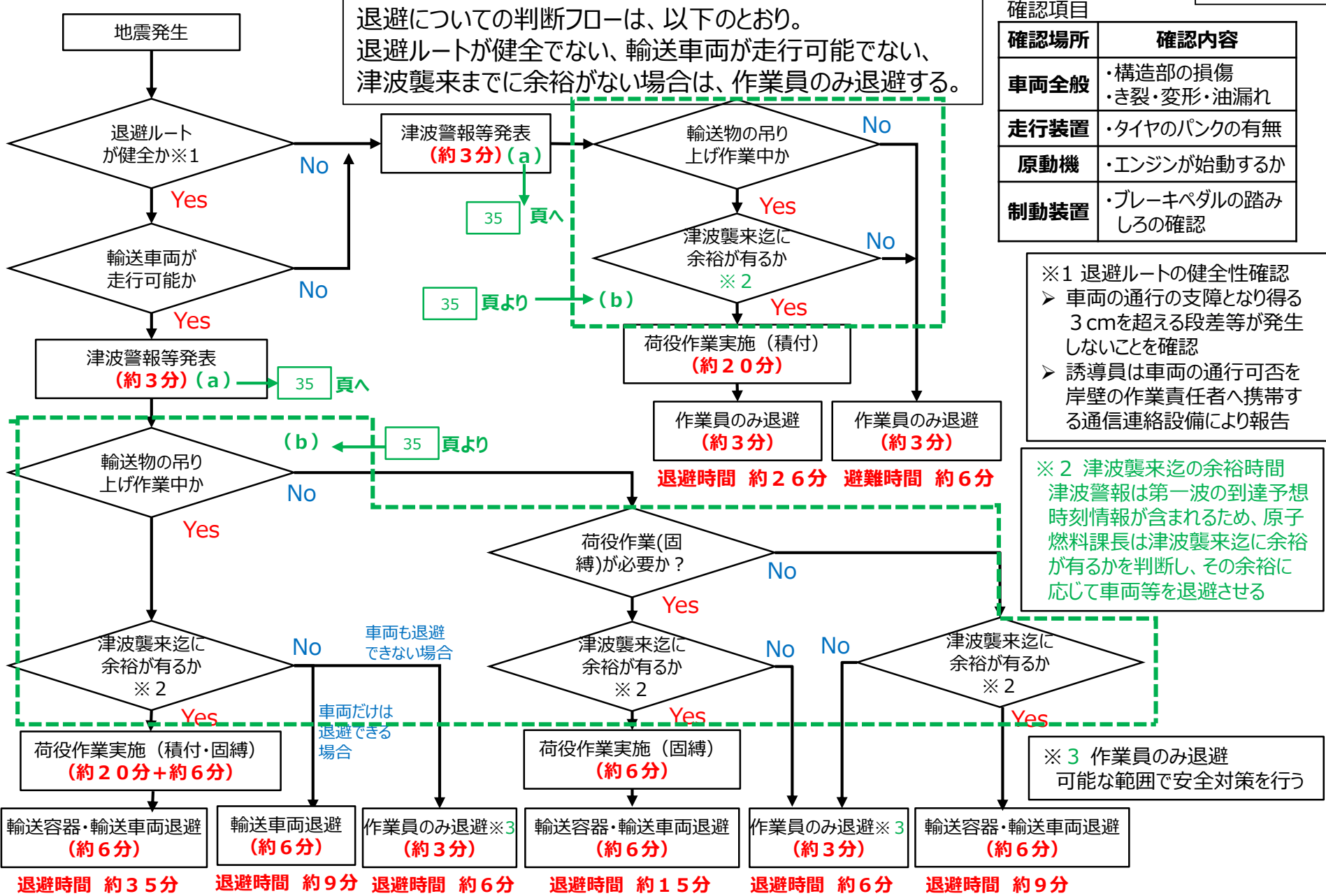
表 地震時の輸送車両の  
確認項目

確認場所	確認内容
車両全般	・構造部の損傷 ・き裂・変形・油漏れ
走行装置	・タイヤのパンクの有無
原動機	・エンジンが始動するか
制動装置	・ブレーキペダルの踏みしるの確認

※1 退避ルートの健全性確認  
 ▶ 車両の通行の支障となり得る 3cmを超える段差等が発生しないことを確認  
 ▶ 誘導員は車両の通行可否を岸壁の作業責任者へ携帯する通信連絡設備により報告

※2 津波襲来迄の余裕時間  
 津波警報は第一波の到達予想時刻情報が含まれるため、原子燃料課長は津波襲来迄に余裕が有るかを判断し、その余裕に応じて車両等を退避させる

※3 作業員のみ退避  
 可能な範囲で安全対策を行う



## 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 (基準津波 1, 2 ; 吊上げ作業中以外)

燃料輸送 (吊上げ作業中以外の場合)	基準津波1の場合	時系列	<p>地震発生 0分 津波警報等退避準備開始 約3分 退避開始 約9分 輸送車両退避完了 約15分 基準津波1到達(約43分)</p>
		輸送車両	<p>情報収集(連携) 輸送容器固縛 退避</p>
	基準津波2の場合	時系列	<p>地震発生 0分 津波警報等退避開始 約3分 作業員退避完了 約6分 輸送車両退避完了 約9分 基準津波2到達(約10分)</p>
		輸送車両	<p>情報収集(連携) 退避</p> <p>※ただし、荷役作業(固縛)が必要な場合は、可能な範囲で安全対策を行い、輸送車両は退避せずに作業員のみ退避する</p>
退避ルート			

吊上げ作業中以外に基準津波 1, 2 が襲来した場合の、退避時間および退避ルートについては、左記のとおり。

### ○基準津波 1 の場合

- 最大約 15 分で、固縛を行い車両退避。基準津波 1 到達までに退避可能。
- 退避ルートが健全でない、または輸送車両が走行可能でない場合は作業員のみ退避する。
- 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。

### ○基準津波 2 の場合

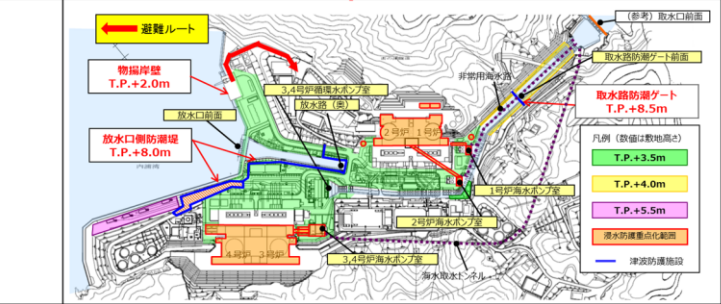
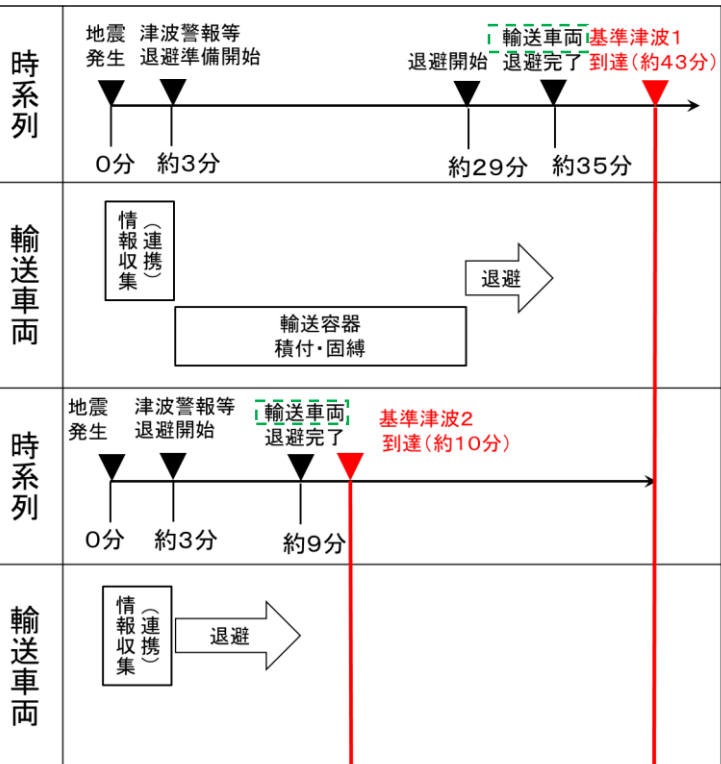
- 基準津波 2 到達は地震発生から約 10 分後であり、固縛が必要ない場合は最大約 9 分で車両退避。基準津波 2 到達までに退避可能。但し、輸送容器の輸送車両への固縛が必要な場合は車両退避が間に合わないため、作業員のみ退避する。
- 退避ルートが健全でない、または輸送車両が走行可能でない場合は、作業員のみ退避する。
- 輸送車両および輸送容器は退避不可の場合でも漂流物とはならない。

## 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 (基準津波 1, 2 ; 吊上げ作業中)

燃料輸送 (吊上げ作業中の場合)

基準津波 1 の場合

基準津波 2 の場合



吊上げ作業中に基準津波 1, 2 が襲来した場合の、退避時間および退避ルートについては、左記のとおり。

### ○基準津波 1 の場合

- 最大約 3 5 分で、積付・固縛を行い車両退避する。基準津波 1 到達までに退避可能。
- 退避ルートが健全でない、または輸送車両が走行可能でない場合は、最大約 2 6 分で、積付を行った上で作業員のみ退避する。
- 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。

### ○基準津波 2 の場合

- 基準津波 2 到達は地震発生から約 1 0 分後であり、車両退避が間に合わないため、作業員のみ退避する。基準津波 2 到達までに退避可能。
- 退避ルートが健全でない、または輸送車両が走行可能でない場合も同様。
- 輸送車両および輸送容器は漂流物とはならない。

# 參考資料



平常時における短時間の潮位のゆらぎの考え方を以下に示す。

- 基準津波評価にて考慮する「朔望平均潮位」及び入力津波評価にて考慮する「潮位のばらつき」は、それぞれ過去の潮位データから平均値、標準偏差として算出。
- これに倣い、過去6ヶ月分の夏季／冬季の潮位データ観測から、統計的なばらつきを考慮した波高は下表の結果から0.04mと見積もられる。
- これを踏まえつつ、**10分間の潮位のゆらぎについては、より保守的に、過去観測のデータの3σの値よりも大きい0.10mを適用。**

	2019.8.1～10.31 (3か月)		
	3号海水ポンプ	4号海水ポンプ	全体
中央値	0.012	0.012	0.012
標準偏差	0.013	0.015	0.014
潮位のゆらぎ	0.025	0.027	0.026

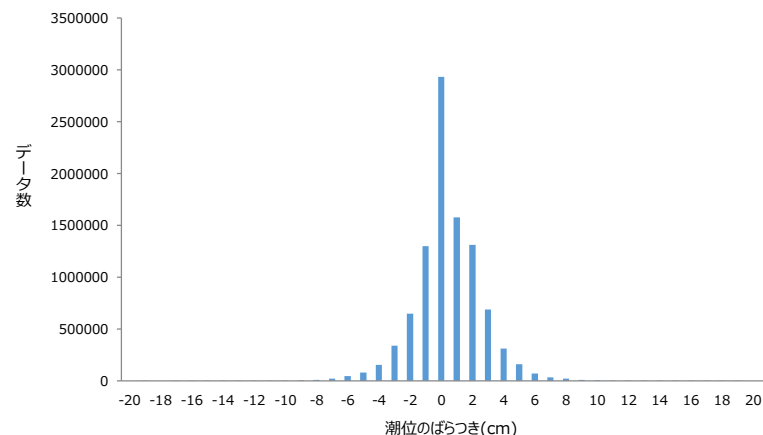
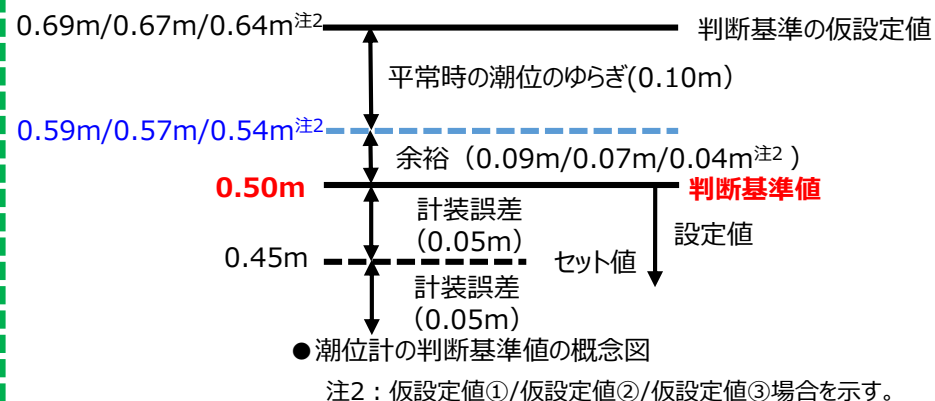
● 夏期における10分間の潮位のゆらぎ(m)

	2020.1.1～3.31 (3か月)		
	3号海水ポンプ	4号海水ポンプ	全体
中央値	0.008	0.017	0.012
標準偏差	0.010	0.019	0.014
潮位のゆらぎ	0.018	0.036	0.026

● 冬期における10分間の潮位のゆらぎ(m)

	2019.8.1～10.31及び2020.1.1～3.31(6か月)		
	3号海水ポンプ	4号海水ポンプ	全体
中央値	0.010	0.015	0.012
標準偏差	0.011	0.017	0.014
潮位のゆらぎ	0.021	0.032	0.026

● 夏期と冬期の6ヶ月データによる10分間の潮位のゆらぎ(m)

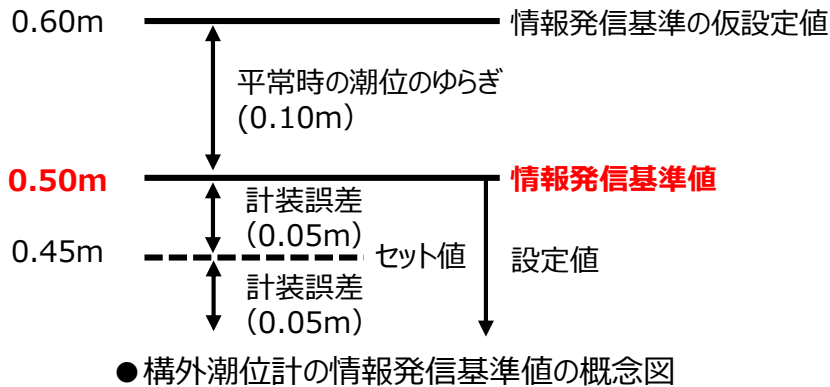


● 10分間の潮位のゆらぎのばらつき (過去データ6ヶ月分)

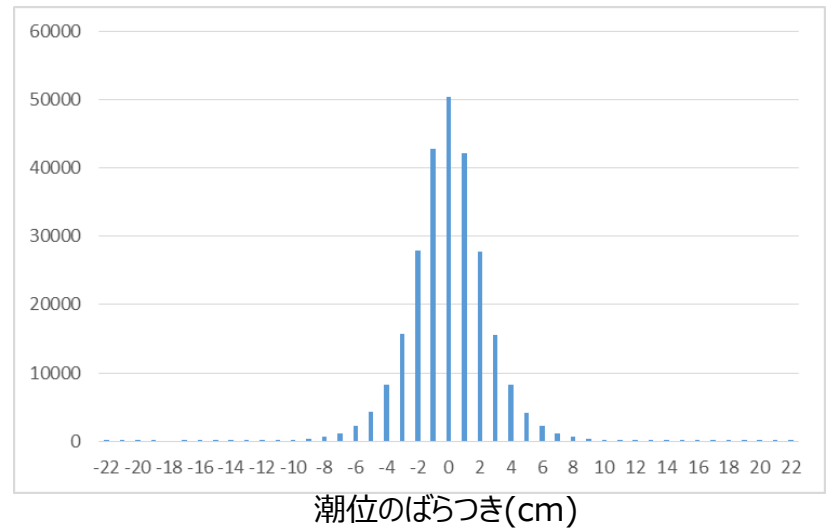


平常時における短時間の潮位のゆらぎの考え方を以下に示す。

- 構内における基準津波評価にて考慮する「朔望平均潮位」及び入力津波評価にて考慮する「潮位のばらつき」は、それぞれ過去の潮位データから平均値、標準偏差として算出。
- これに倣い、過去6ヶ月分の夏期／冬期の潮位データ観測から、統計的なばらつきを考慮した波高は下表の結果から0.03mと見積もられる。
- これを踏まえつつ、**10分間の潮位のゆらぎについては、より保守的に、過去観測のデータの3σの値よりも大きい0.10mを適用。**



データ数

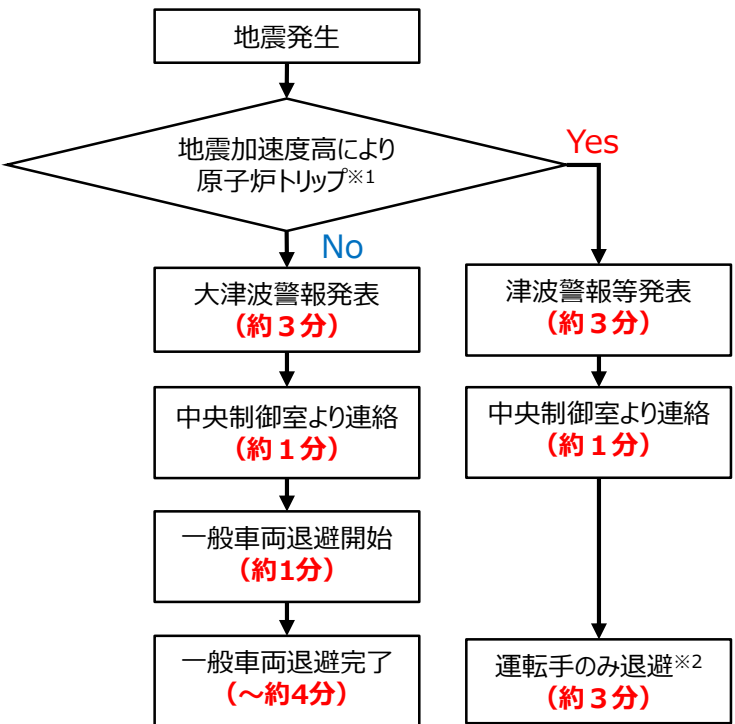


● 10分間の潮位のゆらぎのばらつき（過去データ6ヶ月分）

	夏期 2019.8.1 ~10.31	冬期 2019.1.1 ~3.31	全体
中央値	0.010	0.020	0.010
標準偏差	0.015	0.019	0.017
潮位のゆらぎ	0.025	0.039	0.028

● 夏期と冬期における10分間の潮位のゆらぎ(m)

## 一般車両に係る津波襲来時の退避時系列および退避ルート (基準津波 1, 2)



**基準津波1 (~約9分) 基準津波2 (約7分)**

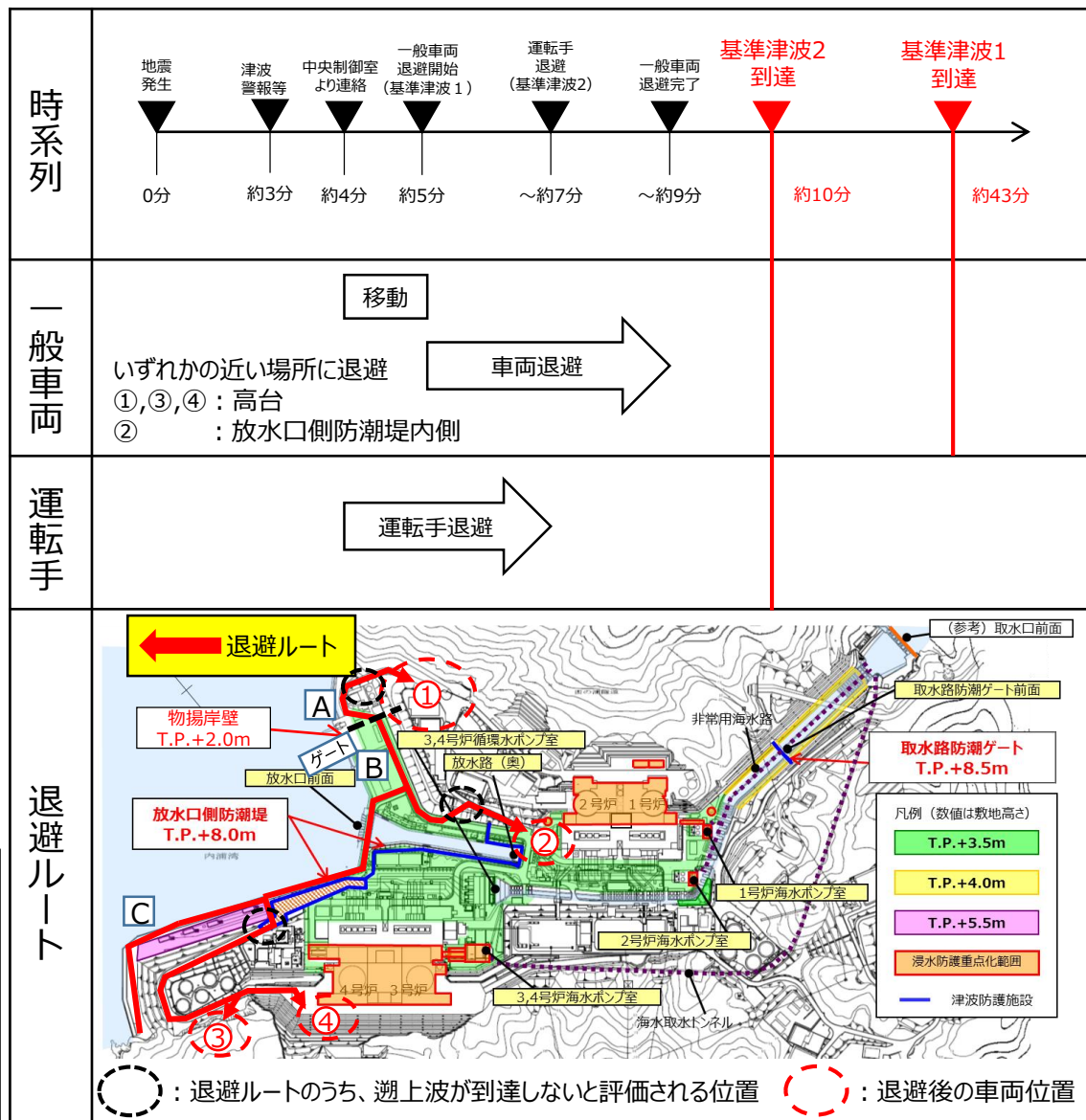
※1: 中央制御室に「水平地震大トリップ」or「鉛直地震大トリップ」警報発信

※2: 基準津波2発生時は退避ルートが健全でない可能性があるため、運転手のみ退避。(⇒次ページ)

基準津波 1, 2 が襲来した場合の、退避時間および退避ルートについては、上記のとおり。

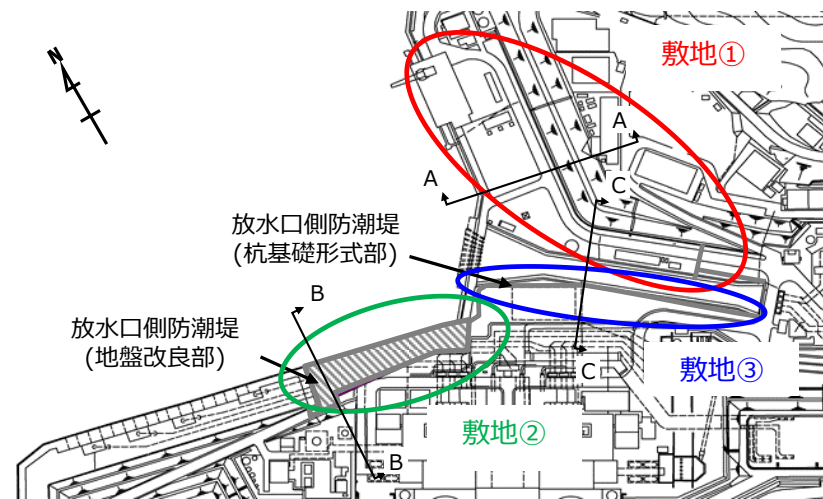
○津波襲来に時間余裕有り(基準津波 1, 2 想定)

- 基準津波 1 到達までに車両の退避可能。
- 基準津波 2 は地盤の変状を想定した場合においても、津波高さよりも津波防護施設前面の敷地高さが大きくなり、津波防護施設に対する漂流物とならないため、運転手のみ退避を実施。



## 一般車両に係る津波襲来時の津波防護施設への影響（基準津波2）

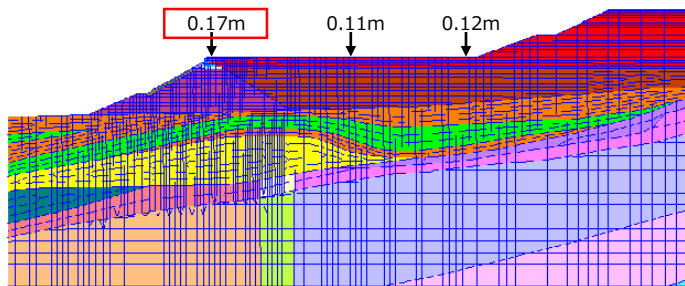
- 放水口付近は、埋立層および沖積層が分布し基準津波2の波源（FO-A～FO-B～熊川断層）の地震が作用した場合、液状化に伴い地盤沈下する可能性がある。
- 放水口側のT.P.+3.5mの敷地①については、基準津波2の波源の地震による地盤沈下量は約20cmであり、沈下後の敷地高さはT.P.+3.0m以上あると考えられる。
- 放水口側防潮堤（地盤改良部）前面のT.P.+3.5mの敷地②については、基準津波2の波源の地震による地盤沈下量は約30cmであり、沈下後の敷地高さはT.P.+3.0m以上あると考えられる。
- 放水口側防潮堤（杭基礎形式部）前面のT.P.+3.5mの敷地③については、基準津波2の波源の地震による地盤沈下量は約30cmであることから、沈下後の敷地高さはT.P.+3.0m以上あると考えられる。
- 以上より、敷地①～③については地盤沈下後の敷地高さがT.P.+3.0m以上あり、放水口前面津波高さ（T.P.+2.8m）に対して敷地高さが大きいことから、車両は津波防護施設に対する漂流物とならない。
- なお、基準津波1の波源（若狭海丘列付近断層）による地震については、作用する地震力が小さいことから、退避ルートへの影響はない。



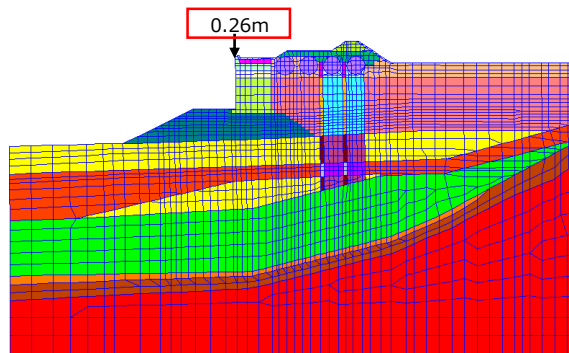
【平面図（放水口側）】

【地盤沈下量一覧】

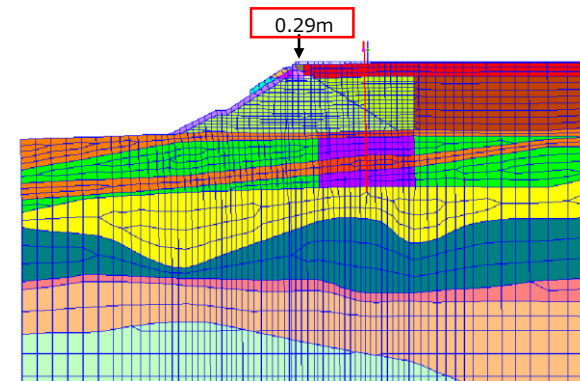
位置	地盤沈下量
敷地①	0.17m
敷地②	0.26m
敷地③	0.29m



【敷地①の地盤沈下量(断面A)】



【敷地②の地盤沈下量(断面B)】



【敷地③の地盤沈下量(断面C)】