



**高浜発電所第1号機、2号機、3号機、4号機
津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応に係る
設計及び工事の計画の認可の申請について**

2020年12月4日
関西電力株式会社

1. 警報なし津波※の許認可対応経緯	2
2. 警報なし津波※への対応に係る設置変更許可の振り返り	3
3. 設置変更許可において設計及び工事の計画で確認するとして事項	4
4. 設計及び工事の計画の認可申請の内容及び固有事項の有無について	5
5. 警報なし津波※の設工認申請における固有事項	8
(1) 潮位観測システム（防護用）の設計 （本文記載事項、健全性評価及び耐震性評価）	9
(2) 詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価	21
(3) 車両の漂流物評価	33
(4) 重大事故等時に使用するポンプの取水性	40

※本資料では、「津波警報等が発表されない可能性のある津波」を「警報なし津波」と記載する

【設置変更許可申請】

○2019年9月26日 設置変更許可申請

(設置変更許可の補正：2020年8月20日、9月3日、10月5日)

【設計及び工事の計画の認可の申請】

○2020年10月16日 設計及び工事の計画の認可の申請

(設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に関する事項)

2. 警報なし津波への対応に係る設置変更許可の振り返り

○「潮位観測システム（防護用）」の設置

- ・「潮位観測システム（防護用）」は、潮位計（4台）と衛星電話（津波防護用）（各中央制御室に3台）により構成する。
- ・潮位計は津波監視設備の潮位計（3号機設備、3・4号機共用（2台））及び潮位計（1号機設備、1・2号機共用（2台））を兼ねる。
- ・衛星電話（津波防護用）は、各中央制御室の3台のうち1台を衛星電話（固定）と兼ねる。



津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び津波影響軽減施設の配置

○「取水路防潮ゲート」の閉止手順の整備

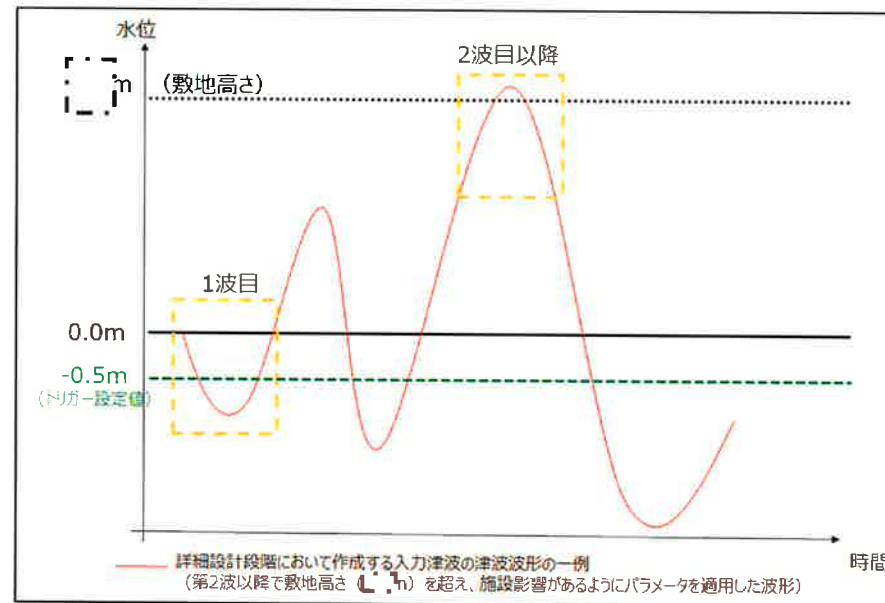
- ・潮位観測システム（防護用）により、取水路防潮ゲートの閉止判断基準※を確認した場合、津波の敷地への遡上及び水位の低下による海水ポンプへの影響（以下「施設影響」という。）を防止するため、中央制御室間の連携により循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する。

※潮位観測システム（防護用）の潮位計のうち2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降し、その後10分以内に0.5m以上上昇、またはその反対



警報なし津波襲来時の波形例（1号機海水ポンプ室）

- 詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価
 - ・「崩壊規模」及び「破壊伝播速度」並びに「設備形状及び管路解析の影響評価」を考慮し、津波の第2波以降が敷地高さ（ h ）をわずかに超え、施設影響がある津波波形を作成。
 - ・潮位観測システム（防護用）の計装誤差を考慮した場合でも、取水路防潮ゲートの閉止判断基準によって、作成した津波波形の第1波の水位変動量を確認できることを、評価する。



作成する入力津波のイメージ

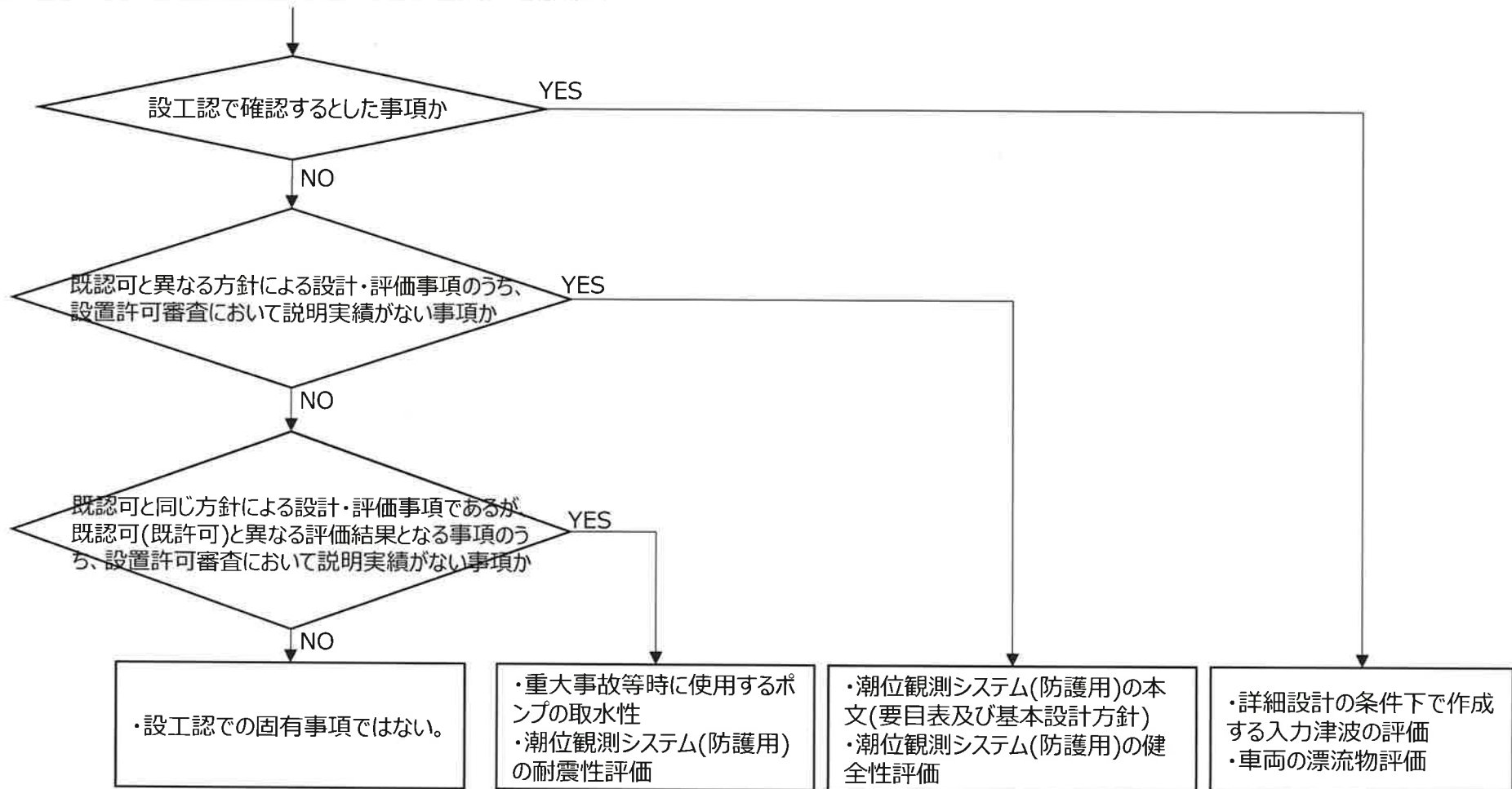
- 車両の漂流物評価
 - ・津波時における漂流物の津波防護施設への影響を低減することを目的に、発電所構外において、津波と想定される潮位の変動を観測した場合は、発電所構内の放水口側防潮堤及び取水路防潮ゲートの外側に存在し、かつ漂流物になるおそれのある車両について、津波の影響を受けない場所へ退避することとし、漂流物化しない措置を実施する。

4. 設計及び工事の計画の認可申請の内容及び固有事項の有無について (1 / 3)

5

- 設工認で審査頂く事項のうち、「設工認で確認するとした事項」、「既認可と異なる方針による設計・評価事項のうち、設置許可審査において説明実績がない事項」及び「既認可と同じ方針による設計・評価事項であるが、既認可(既許可)と異なる評価結果となる事項のうち、設置許可審査において説明実績がない事項」は、今回の申請の「固有事項」と位置づけ、優先的に確認を頂くべく抽出した。
- この固有事項の有無について、以下のフローにより抽出した。

警報なし津波設工認申請書 (本文、添付資料)



4. 設計及び工事の計画の認可申請の内容及び固有事項の有無について (2 / 3)

- 本設計及び工事の計画の認可申請において、本文の記載概要（既認可からの変更箇所）は以下のとおりである。
- 申請内容のうち、既認可と異なる方針に基づく記載事項としては、計測制御系統施設及び浸水防護施設の要目表並びに浸水防護施設の基本設計方針が挙げられる。

本文の記載概要（既認可からの変更箇所）			既認可と異なる方針に基づく記載事項の有無
施設の種類	要目表	基本設計方針	
計測制御系統施設 その他発電用原子炉の附属施設	<p>以下を変更する。</p> <p>○中央制御室機能（「c.外部状況把握」について、以下の設備を明記）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・潮位観測システム（防護用） （4号機設備、1・2・3・4号機共用） ・潮位観測システム（補助用） （4号機設備、1・2・3・4号機共用） ・潮位計（1号機設備、1・2号機共用） ・潮位計（3号機設備、3・4号機共用） 	<p>「第2章 個別項目 1.4.1 通信連絡設備（発電所内）」について、衛星電話（固定）を、衛星電話（津波防護用）として一部兼用することにかかる記載を変更する。</p>	<p style="text-align: center;">有</p> <p>要目表（中央制御室機能）に津波防護に係る設備を明記 （基本設計方針は衛星電話（固定）の兼用に係る記載の変更のみ）</p>
	<p>以下を追加する。</p> <p>○潮位観測システム（防護用） （4号機設備、1・2・3・4号機共用）</p>	<p>「第2章 個別項目」について、津波警報等が発表されない可能性のある津波に対する耐津波設計（取水路防潮ゲートの閉止判断基準の設定方法や津波防護施設としての潮位観測システム（防護用）の設計等）にかかる記載を追記する。</p>	
	緊急時対策所	変更なし	<p>「第2章 個別項目 1.1緊急時対策所の設置等」について、衛星電話（固定）を、衛星電話（津波防護用）として一部兼用することにかかる記載を変更する。</p>

4. 設計及び工事の計画の認可申請の内容及び固有事項の有無について (3 / 3)

7

- 本設工認申請において、実用炉規則別表第2に基づく添付資料は以下の通りである。
- 申請内容のうち「設工認で確認するとした事項の有無」、「既認可と異なる方針による設計・評価事項のうち、設置許可審査において説明実績が無い事項の有無」及び「既認可(既許可)と異なる評価結果となる事項のうち、設置許可審査において説明実績が無い事項の有無」の整理結果は以下のとおり。

添付資料	添付資料名	記載概要	設工認で確認するとした事項の有無	既認可と異なる方針による設計・評価事項のうち設置許可審査にて説明実績が無い事項の有無	既認可(既許可)と異なる評価結果となる事項のうち、設置許可審査にて説明実績が無い事項の有無
資料1	発電用原子炉の設置許可との整合性に関する説明書	本申請が設置変更許可申請書の基本方針に従った詳細設計であることを、設置変更許可申請書本文と設工認本文との比較表により示す。	無	無 (既認可と同様の記載方針に基づき作成している)	無 (定量的な評価の記載はない)
資料2	発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	警報なし津波に対する耐津波設計について説明する。	有 ・詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価 ・車両の漂流物評価	無 (既認可と同様の設計方針であり、設置許可審査にて説明実績有)	有 ・重大事故等時に使用するポンプの取水性
資料3*	安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	MS-1設備と同等である潮位観測システム(防護用)の「多様性及び位置的分散」、「悪影響防止」等について説明する。	無	有 ・潮位観測システム(防護用)の健全性評価	無 (定量的な評価の記載はない)
資料4*	通信連絡設備に関する説明書	衛星電話(固定)を衛星電話(津波防護用)として一部兼用することを踏まえた、通信連絡を行うために必要な設備について説明する。	無	無 (衛星電話(固定)の兼用に係る記載の変更のみである)	無 (定量的な評価の記載はない)
資料5*	耐震性に関する説明書	耐震重要度Sクラスに分類される潮位観測システム(防護用)が、基準地震動Ssによる地震力に対し、その機能を喪失しないために必要な耐震性を有していることを説明する。	無	無 (認可実績のある設備の追設であり、既認可と同様の方針に基づき設計・評価している)	有 ・潮位観測システム(防護用)の耐震性評価
資料6*	設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	本申請の品質管理の実績・計画について説明する。	無	無 (既認可と品質マネジメントシステムの変更はなく、同様の記載方針に基づき作成している)	無 (定量的な評価の記載はない)
資料7*	中央制御室の機能に関する説明書	取水路防潮ゲートの閉止判断基準を中央制御室にて確認する設計を踏まえた、中央制御室の機能(外部状況把握)に関する機能について説明する。	無	無 (既認可と同様の設計方針であり、設置許可審査にて説明実績有)	無 (定量的な評価の記載はない)

※：3・4号機の資料番号を代表で記載。1・2号機については、資料3を資料6、資料4を資料10、資料5を資料13、資料6を資料48、資料7を資料31とそれぞれ読み替える。

高浜発電所第1～4号機の警報なし津波に対する設工認申請書（本文及び添付資料）のうち、前述の整理結果に基づき抽出した固有事項は以下のとおりであり、以降これらについて説明する。

項 目		ページ
(1)	潮位観測システム(防護用)の設計 (本文記載事項、健全性評価及び耐震性評価)	9～20
(2)	詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価	21～32
(3)	車両の漂流物評価	33～39
(4)	重大事故等時に使用するポンプの取水性	40、41

(1) 潮位観測システム(防護用)の設計
(本文記載事項、健全性評価及び耐震性評価)

(1) 潮位観測システム(防護用)の設計(1/11) (要目表)

○ 潮位観測システム(防護用)は、取水路防潮ゲートの閉止にかかる直接関連系であることから、外郭浸水防護設備として要目表に記載。

その他発電用原子炉の附属施設

5 浸水防護施設

1 外郭浸水防護設備の名称、種類、主要寸法及び材料

		変更前	変更後
名称		潮位観測システム(防護用) ^(注1) (1・2・3・4号機共用)	
種類		潮位計(潮位検出器、監視モニター(モニター、電源箱、演算装置))、衛星電話(津波防護用)(衛星電話機(津波防護用)、中央制御室用衛星設備収容架(津波防護用)、中央制御室衛星電話用アンテナ(津波防護用))	
主要寸法	潮位検出器	個数	1 ^(注2) 1 ^(注3) 2 ^(注4)
	モニター (警報発信機能 ^(注6) を含む)	個数	2 ^(注5) 2 ^(注7)
	電源箱	個数	2 ^(注5) 2 ^(注7)
	演算装置 (データ演算機能 ^(注8) を含む)	個数	2 ^(注5) 2 ^(注7)
	衛星電話機 (津波防護用)	個数	3 ^(注9, 9) 3 ^(注7, 9)
	中央制御室用衛星設備収容架 (津波防護用)	個数	3 ^(注9, 10) 3 ^(注9, 11)
	中央制御室衛星電話用アンテナ (津波防護用)	個数	3 ^(注9, 12) 3 ^(注9, 11)
	材料		— ^(注13)

(注1) 計測制御系統施設のうち中央制御室機能及び中央制御室外原子炉停止機能と兼用
 (注2) 1号機海水ポンプ室に設置
 (注3) 2号機海水ポンプ室に設置
 (注4) 3・4号機海水ポンプ室に設置
 (注5) 1号及び2号機中央制御室に設置
 (注6) 警報発信機能とは、「観測潮位が10分以内に0.5m以上下降、又は上昇した時点」でモニターに警報音発信及び警報表示し、その後、「観測潮位が最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇、又は最高潮位から10分以内に0.5m以上下降した時点」でモニターに警報音発信及び警報表示する機能をいう。
 (注7) 3号及び4号機中央制御室に設置
 (注8) データ演算機能とは、「潮位計の観測潮位がいずれも10分以内に0.5m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇すること、又は10分以内に0.5m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.5m以上下降したことを演算装置にて収集・演算し検出できる機能をいう。
 (注9) 3個のうち1個は、衛星電話(固定)と兼用
 (注10) 1号及び2号機制御建屋に設置
 (注11) 3号機中間建屋に設置
 (注12) 1号及び2号機中間建屋に設置
 (注13) 津波による浸水及び漏水を直接防止する設備ではないことから対象外

(1) 潮位観測システム（防護用）の設計（2 / 11）（要目表）

- 潮位観測システム（防護用）は、取水路防潮ゲートの閉止判断基準の確認に用いることから、中央制御室の機能のうち外部状況把握のための設備として要目表に記載。

- T-II-17-2-6 -

<p>c. 外部状況把握</p> <p>発電用原子炉施設の外部の状況を把握するため、監視カメラ（「1・2・3・4号機共用、1号機に設置」（以下同じ。）」、「3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置」（以下同じ。）」及び風向、風速その他の気象条件を測定できる気象観測設備（3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置）を設置</p>	<p>c. 外部状況把握</p> <p>発電用原子炉施設の外部の状況を把握するため、監視カメラ（「1・2・3・4号機共用、1号機に設置」（以下同じ。）」、「3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置」（以下同じ。）」、風向、風速その他の気象条件を測定できる気象観測設備（3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置）。 潮位観</p>
---	---

(7/13)

- T-II-17-2-7 -

変 更 前	変 更 後
<p>し、監視カメラの映像、気象観測装置のパラメータ及び公的機関から地震、津波、竜巻情報等を入手することで中央制御室から発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を把握できるものとする。</p> <p>監視カメラは暗視機能等を持ち、中央制御室にて遠隔操作することにより、発電所構内の周辺状況（海側、山側）を昼夜にわたり把握できる機能を有する。</p>	<p>潮位観測システム（防護用）（「4号機設備、1・2・3・4号機共用、1号機に設置」、「4号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置」（浸水防護施設の設備を計測制御系統施設の設備として兼用）（以下同じ。）」、潮位計（「1・2号機共用、1号機に設置」、「1・2号機共用、2号機に設置」（以下同じ。）」及び潮位観測システム（補助用）（「1・2・3・4号機共用、1号機に設置」、「1・2・3・4号機共用、3号機に設置」（以下同じ。）」等を設置し、監視カメラの映像、気象観測装置のパラメータ、観測潮位及び公的機関から地震、津波、竜巻情報等を入手することで中央制御室から発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を把握できるものとする。</p> <p>監視カメラは暗視機能等を持ち、中央制御室にて遠隔操作することにより、発電所構内の周辺状況（海側、山側）を昼夜にわたり把握できる機能を有する。</p> <p>潮位観測システム（防護用）のうち潮位計による観測潮位と、潮位観測システム（防護用）のうち衛星電話（津波防護用）を用いた1号及び2号機当直課長並びに3号及び4号当直課長の連携により、中央制御室にて取水路防潮ゲートの閉止判断基準の確認を目的とした潮</p>

- 潮位観測システム (防護用) のうち、潮位変動値の許容範囲 (設定値) を0.45mとすることを基本設計方針に記載。

変更前	変更後
	<p>第2波以降の水位変動量が大きくなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第1波は、押し波が敷地へ遡上せず、引き波による水位の低下に対しても海水ポンプが機能保持できる。 ・第2波以降は、押し波が敷地に遡上するおそれがあり、引き波による水位の低下に対しても海水ポンプが機能保持できないおそれがある。 <p>基準津波3及び基準津波4に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準は、基準津波3及び基準津波4の波源に関する「崩壊規模」及び「破壊伝播速度」並びに若狭湾における津波の伝播特性のパラメータスタディの結果を踏まえ、敷地への遡上及び水位の低下による海水ポンプへの影響のおそれがある津波を網羅的に確認したうえで、潮位のゆらぎ等を考慮して設定する。なお、設定に当たっては、平常時及び台風時の潮位変動の影響を受けないことも確認する。</p> <p>具体的には、「潮位観測システム (防護用) のうち、2台の潮位計の観測潮位がいずれも10分以内に0.5m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇すること、又は10分以内に0.5m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.5m以上下降すること。」とする。</p> <p>この条件成立を1号及び2号機当直課長と3号及び4号機当直課長の潮位観測システム (防護用) のうち衛星電話 (津波防護用) を用いた連携により確認 (以下、この条件成立の確認を「取水路防潮ゲートの閉止判断基準を確認」という。) した場合、循環水ポンプを停止 (プラント停止) 後、取水路防潮ゲートを閉止する手順を整備する。</p>

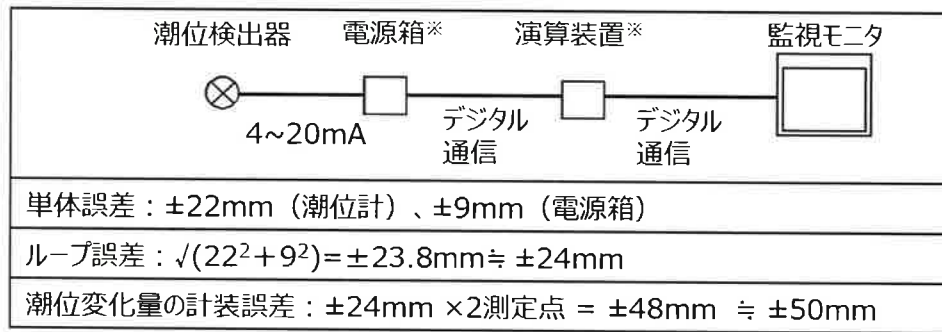
- T1-II-8-5-3-1 -

変更前	変更後
<p>3. 主要対象設備 浸水防護施設の対象となる主要な設備について、「表1 浸水防護施設の主要設備リスト」に示す。</p>	<p>3. 主要対象設備 変更なし</p>

(注1) 潮位変動値の許容範囲 (設定値) は0.45m

- T1-II-8-5-3-23/E -

- 潮位観測システム（防護用）のうち、潮位計のシステム構成図及び計装誤差の考え方を図1に示す。
- 計器の単体誤差は、潮位検出器及び電源箱において生ずる。
 なお、電源箱と監視モニタの間はデジタル通信を採用しており、A/D変換や伝送過程におけるノイズによる誤差がないことから、計装誤差は発生しない。
- この潮位検出器及び電源箱の単体誤差から、ループ誤差は±24mmとなる算出。
- 潮位計の信号は、演算装置において計測時点（ t ）からその10分前（ $t-10$ ）の間における潮位を収集・演算し、その間の最大潮位と最小潮位の差（潮位変化量）が0.5mに達した時点で監視モニタに警報発信する設計としている。
 このため、潮位変化量の計装誤差は、保守的に双方の計測点で最大のループ誤差が発生するものとし、ループ誤差の2倍に裕度を考慮し、±50mmと設定する（図2参照）。



※電源箱及び演算装置は監視モニタの盤内機器であり監視モニタの一部である。

図1 潮位計のシステム構成図及び計装誤差の考え方

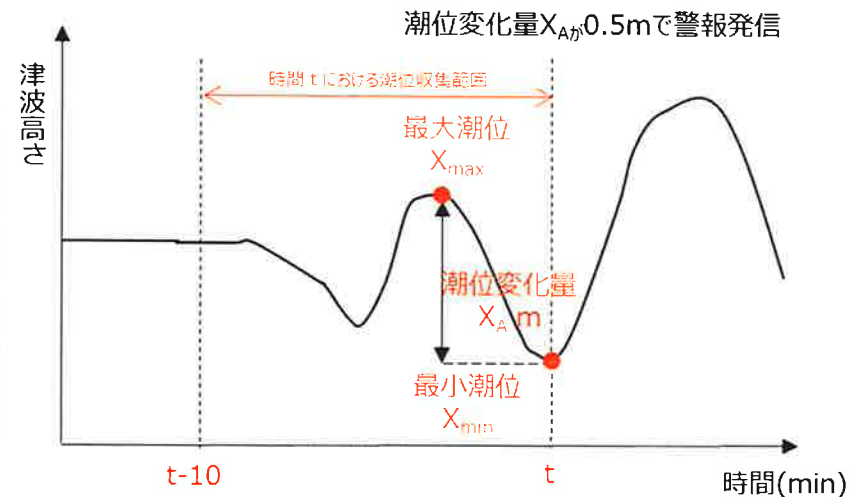


図2 潮位計のシステム構成図及び計装誤差の考え方

- 潮位計の信号は、演算装置において計測時点 (t) からその10分前 (t - 10) の間における潮位をサンプリング周期 (最大2.4秒) で収集・演算し、その間の最大潮位と最小潮位の差 (潮位変化量) を中央制御室に設置する監視モニタに0.5秒おきに1mm単位で表示・更新する。
- よって、中央制御室では、実際の変動に対し、最大2.9秒の時間遅れをもって、潮位変動量を把握する。
- なお、潮位変化量が0.5m^{*}に達した時点で監視モニタに発信される「変化量注意」と、10分以内の±0.5m^{*}の潮位変動の後、最大潮位又は最小潮位に達した時点から10分以内に潮位変化量が0.5m^{*}に達した時点で発信される「変化量警報」は、監視モニタに識別して表示する。(図3参照)

※：潮位変動値の許容範囲 (設定値) は0.45m

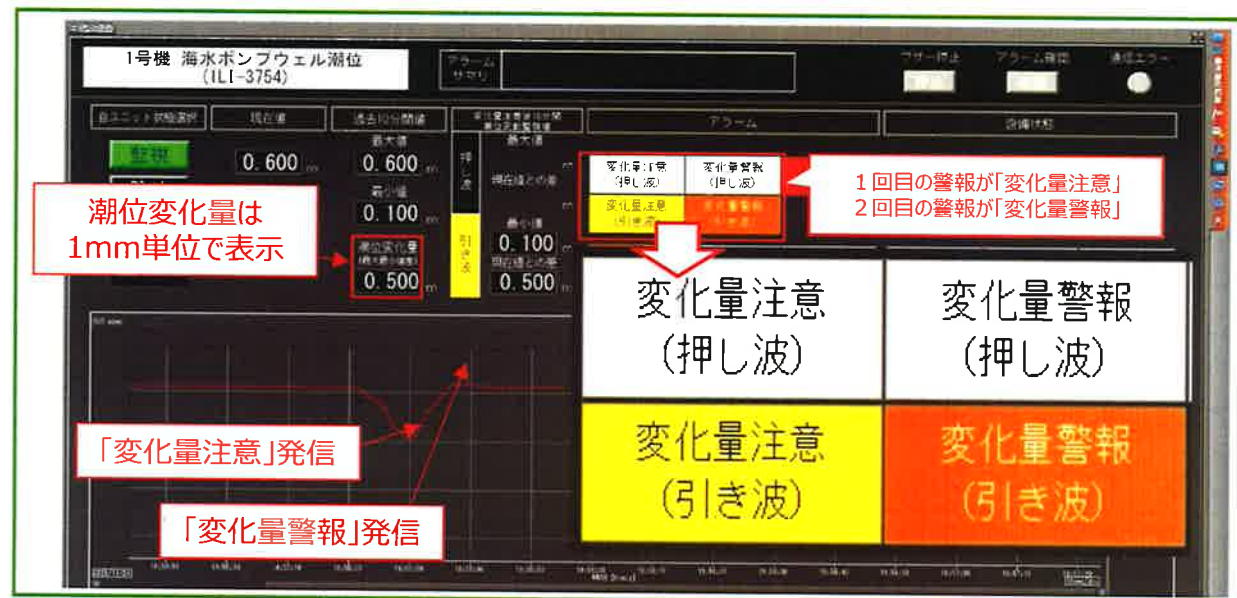


図3 監視モニタ画面イメージ (変化量警報 (引き波) 発信後)

- 今回の設計及び工事の計画において以下の設備を追設する。追設する設備は既認可と同一の機器を用いる。
 - ・ 潮位検出器及び潮位監視モニタ並びにその間の電路
 - ・ 衛星電話（津波防護用）本体、衛星設備収容架、アンテナ並びにその間電路（各中央制御室に2台）
- 追設する設備に関して、認可実績の設備との主な違い及び対応方針については以下の通り。
 - ・ 潮位検出器は、既認可の潮位計と異なる場所（2号機海水ポンプ室）に設置することから、2号機海水ポンプ室の配置を踏まえた健全性確認を実施している。
 - ・ 潮位検出器の電路については、既認可で実績のある海水管トンネルを経由し、1号及び2号機中央制御室の潮位監視モニタまで敷設する設計としている。
- 上述の内容を踏まえ、MS-1設備と同等である潮位観測システム（防護用）の健全性の確認方針を下表のとおり整理した。いずれの設備も認可実績のある設備であり、既認可と同様の方針に基づき設計・評価しており、設工認段階において新たに確認した項目（環境条件等、試験・検査性）について次頁に示す。
- また潮位観測システムの演算装置について、技術基準35条（安全保護装置）のJEAC4620、JEAG4609に記載されている設計要件に準じた設計とする。

	多重性、多様性及び位置的分散※	悪影響防止	環境条件等	試験・検査性
潮位検出器	単一故障が発生した場合でもその機能を達成できるように、潮位計は4台構成とし、各潮位計は多重性を有するとともに独立性を有する設計であることを設置許可にて確認済み。	他の設備から悪影響を受け、安全性を損なわないよう、潮位計は4台構成とし、各潮位計は多重性を有する設計であることを設置許可にて確認済み。	想定される環境条件（圧力、温度・湿度、放射線、屋外天候、電磁波）において、その機能を発揮できる設計であることを確認。	原子炉の運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検（試験及び検査を含む。）が可能な構造であり、かつ、そのために必要な配置、空間及びアクセス性を備えた設計であることを確認。
潮位監視モニタ			想定される環境条件（圧力、温度・湿度、放射線、電磁波）において、その機能を発揮できる設計であることを確認。	
衛星電話（本体）	単一故障が発生した場合でもその機能を達成できるように、衛星電話（津波防護用）は6台構成とし、各衛星電話（津波防護用）は多重性を有するとともに独立性を有する設計であることを設置許可にて確認済み。	他の設備から悪影響を受け、安全性を損なわないよう、衛星電話（津波防護用）は6台構成とし、各衛星電話（津波防護用）は多重性を有する設計であることを設置許可にて確認済み。	想定される環境条件（圧力、温度・湿度、放射線、屋外天候、電磁波）において、その機能を発揮できる設計であることを確認。	
衛星設備収容架				
衛星電話（アンテナ）				
電路				

※：位置的分散は、同一機能を有するSA/DB設備への配置要求であり、潮位観測システム（防護用）はDB設備であることから対象外

(1) 潮位観測システム（防護用）の設計（7 / 11）（健全性評価）

○環境条件等

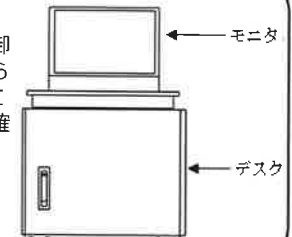
想定される以下の環境条件において、潮位観測システム（防護用）の機能を発揮できる設計であることを確認した。

環境条件	確認結果
圧力	原子炉補助建屋又は屋外に設置されており、事故時に想定される環境圧力が大気圧であることから、大気圧(0MPa[gage])にて機能を損なわない設計。
温度・湿度	環境温度と機器の最高使用温度との比較（環境温度約40℃に対し、機器の最高使用温度は60℃以上）により、環境温度以上の最高使用温度を機器仕様として設定。また、100%湿度に対し機器が機能を損なわないように、機器の外装を気密性の高い構造とし、機器内部を周囲の空気から分離すること等により、絶縁や導通等の機能が阻害される湿度に到達しない設計。
放射線	原子炉補助建屋に設置している機器は、放射線源の影響を受けないことから、通常運転時レベル以下の1mGy/h以下、屋外に設置している機器は、1mGy/h以下を設定しており、電気・計装設備は、研究の報告書により600mGy/hの環境放射線下において機能を有することが確認されており、事故時等において機能を発揮できる設計。
屋外天候	屋外の天候による影響については、屋外の機器に対して、降水及び凍結により機能を損なわないよう防水対策（設備仕様IPX5以上）及び凍結防止対策（環境温度約-8.8℃に対し、機器の最高使用温度は-20℃）を行う設計。
電磁波	電子部品等を有する機器は、鋼製筐体で覆う構造とする等の措置を講じた設計。

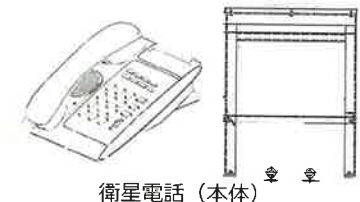
○試験・検査性

潮位観測システム（防護用）の機能・性能検査が可能なよう、工認配置図・構造図のとおり、潮位監視モニタを各中央制御室、潮位検出器を各海水ポンプ室、衛星電話（津波防護用）は、原子炉補助建屋に設置しており、配置、空間及びアクセス性を備えた設計であることを確認した。

潮位計については、機能・性能確認として、中央制御室において潮位検出器からの潮位信号を監視モニタにより監視可能であることを確認することから、中央制御室において監視可能な配置、空間及びアクセス性を備えた設計としている。



衛星電話（津波防護用）については、機能・性能確認として、中央制御室において衛星電話（本体）により通話が可能であることを確認することから、中央制御室において通話可能な配置、空間及びアクセス性を備えた設計としている。



(1) 潮位観測システム（防護用）の設計（8/11）（耐震性評価）

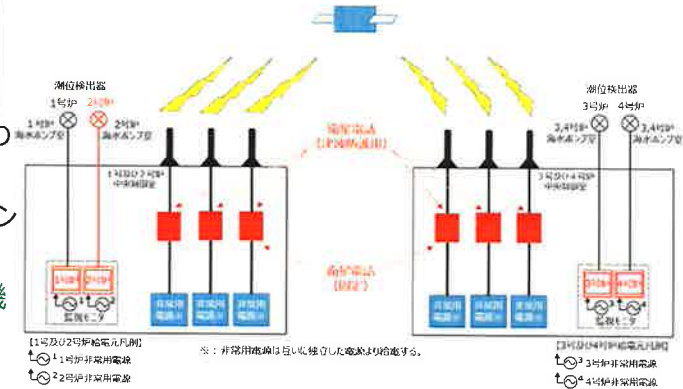
○ 今回の設計及び工事の計画において申請する潮位観測システム（防護用）は、下図に記載されている潮位計（潮位検出器（本体）、潮位検出器（架台）、監視モニタ（盤含む））及び衛星電話（津波防護用）（衛星電話機、中央制御室用衛星設備収容架、中央制御室衛星電話用アンテナ）等により構成されている。

今回申請範囲のうち、既認可実績のある津波監視設備の潮位計又は衛星電話（固定）と仕様及び設置場所が同じ設備を下図の黒字部、既認可とは仕様又は設置場所が異なる設備を下図の赤字部に示し、下表のとおり整理した。

既認可と仕様及び設置場所が同じ設備	既認可と仕様又は設置場所が異なる設備
中央制御室用衛星設備収容架 中央制御室衛星電話用アンテナ	衛星電話機、潮位検出器（本体） 潮位検出器（架台）、監視モニタ（盤含む） 電路

○ 今回申請設備に関して、既認可実績のある設備との仕様又は設置場所の違いに対する対応方針については以下の通り。

- ・潮位検出器（本体）及び潮位検出器（架台）は、既認可の潮位計と異なる場所（2号機海水ポンプ室）に設置することから、2号機海水ポンプ室の入力地震力で新たに耐震性評価を実施している。
- ・衛星電話機は、耐震性を有している場所に設置することに変更はないが、認可実績のある衛星電話機の架台形状が異なるため、新たに耐震性評価を実施している。
- ・潮位検出器の電路については、既認可で実績のある海水管トンネルを経由し、1号及び2号機中央制御室の監視モニタまでJEAGに基づいた標準支持間隔法により設計・評価を実施し敷設している。
- ・なお、衛星設備収容架及び衛星電話（アンテナ）について認可実績のある設備仕様から変更はなく、耐震性を有している場所に設置することにも変更はないが、許容応力状態の変更（IVASからⅢAS）に伴い、発生値が許容値を満足していることを確認した。



潮位観測システム（防護用）の概念図
（赤字部分が既認可と仕様又は設置場所が同じ設備）

○ 上述の内容を踏まえ、追設する設備の耐震性評価方法を下表のとおり整理した。いずれの設備も認可実績のある設備であり、既認可と同様の方針に基づき設計・評価していることを確認した。（着色箇所は既認可と仕様又は設置場所が異なる設備であるため、評価結果を次頁に示す）

			既認可との同索性	応答解析方法	応力評価方法※1	電氣的機能維持※2	認可実績例※3
潮位観測システム（防護用）	潮位計	潮位検出器	×	—	—	加振試験	資料13-17-9-4
		架台	×	FEM※4	FEM※4	—※5	
	監視モニタ（盤含む）	×	加振試験による固有値解析	規格式	加振試験		
衛星電話（津波防護用）	衛星電話機	×	加振試験による固有値解析	規格式	加振試験	資料13-17-4-34-1	
	中央制御室用衛星設備収容架	○	—※6	—※6	—※6	資料13-17-4-34-2	
	中央制御室衛星電話用アンテナ	○	—※6	—※6	—※6	資料13-17-4-34-3	
電路			○	標準支持間隔法		—※5	—※7

※1：水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価も実施。潮位計検出器（架台）は水平1方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価結果を用いてSRSS法により発生応力を求める。なお、潮位検出器（架台）以外は矩形構造物であり、明確な応答軸を有していることを確認している。

※2：機能確認済加速度の評価方法

※3：1号機新規基準準対応工認の添付資料番号を記載

※4：計算プログラムは認可実績のあるMSC NASTRAN Ver2008.0.0を使用

※5：動的機器ではないため、評価対象外

※6：既工認と仕様及び耐震性を有している場所に設置することに変更はないため新たな評価は不要ただし、発生値が許容値以内に収まっていることは確認

※7：電路は別表第2対象外のため耐震計算書の添付は不要とされており、配管と同様JEAGに基づいた標準支持間隔法により設計・評価を実施

- 潮位観測システム（防護用）は、取水路防潮ゲート（MS-1）と同等の設計とすることから独立性を有した設計とする。
- 潮位観測システム（防護用）のうち、新たに設置する潮位計（2号機）、監視モニタ及び電線路は、1号機の潮位を計測する潮位計（1号機）、監視モニタ及び電線路と互いに分離される形で敷設している。また、3号機の潮位を計測する潮位計（3号機）、監視モニタ及び電線路は、4号機の潮位を計測する潮位計（4号機）、監視モニタ及び電線路と互いに分離される形で敷設している。
- 独立性に関して、既工認と比べた今回申請の変更点を図1, 2の通り示し、潮位観測システム（防護用）が互いに独立していると共に、今回申請範囲が耐震性を有した場所に設置されていることを確認している。

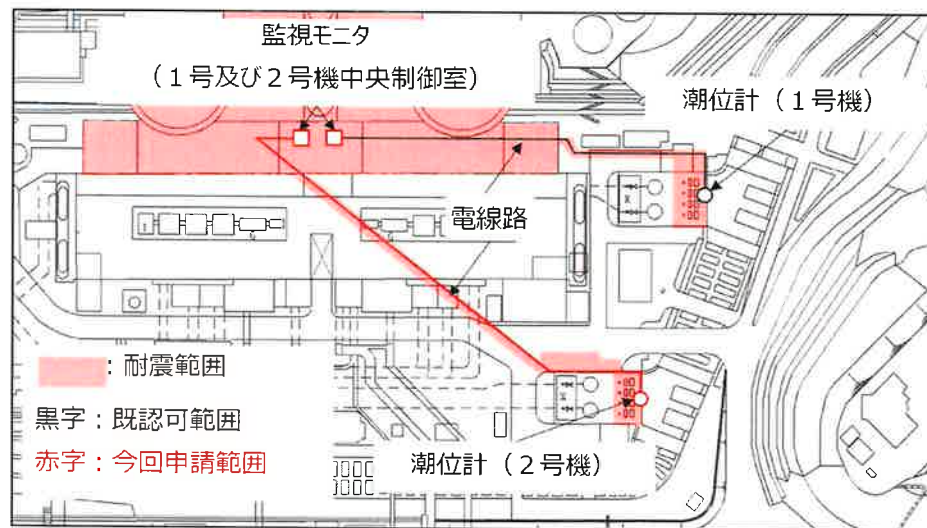


図1 今回申請の潮位計の配置図（1,2号機側）

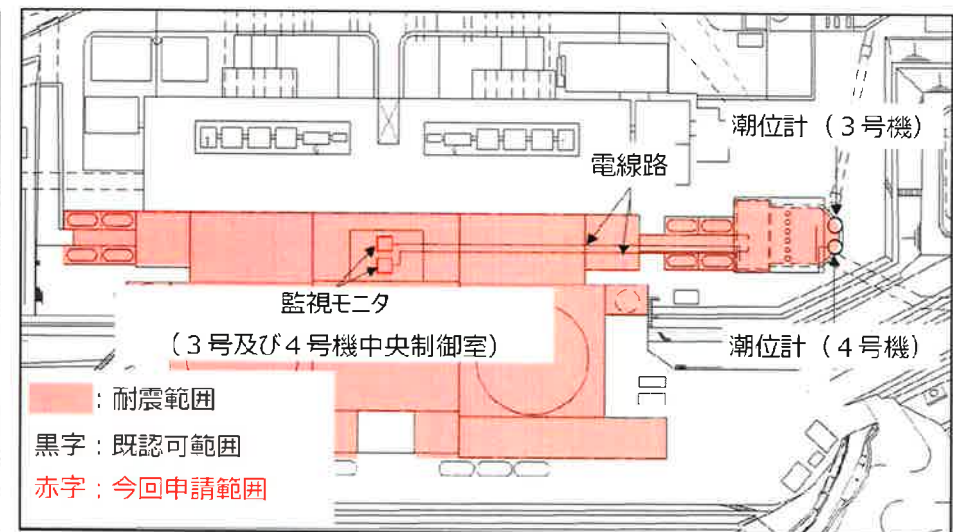
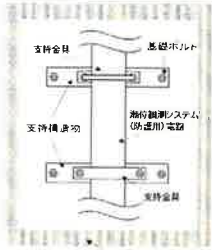


図2 今回申請の潮位計の配置図（3,4号機側）

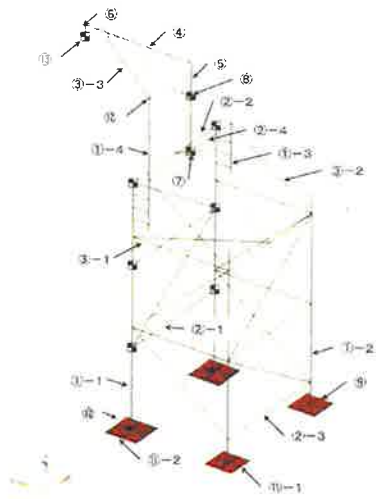
- 潮位計の電線路は、基準地震動 S_s による地震力が作用した場合でも耐震性を有することを、標準支持間隔法を用いて確認している。標準支持間隔法は、 S_s により電路に作用する地震力に対し、耐震性の確保を可能とする電線管サポートの支持間隔長を計算する手法である。
- 具体的には、配管と同様にJEAG4601・補-1984、JEAG4601-1987「原子力発電所耐震設計技術指針」等における標準支持間隔法により設計・評価するもので、その内容を以下に説明する。
- 評価方針は以下のとおり。
 - ・潮位観測システム（防護用）に用いる電線管の質量部及び地震応力に基づき、一次応力評価基準値内となる最大の支持間隔を算出する。地震力の算出に当たっては、基準地震動 S_s による床応答曲線を用いる。
 - ・潮位観測システム（防護用）の電線路の支持間隔は、この標準支持間隔に収まる設計とすることにより、基準地震動 S_s に対し耐震性を満足する設計とする。
- 許容限界と評価結果

潮位観測システム（防護用）電線路はJEAG4601・補-1984に規定される電気計装設備の規定に基づくものとし、JEAG4601・補-1984「2.9.2 電気計装設備の許容応力」に規定される電線路の許容限界以下となるよう標準支持間隔を定め、標準支持間隔内に収まる設計とする。

潮位観測システム（防護用）電路の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図 (イメージ)
	主体構造	支持構造	
潮位観測システム (防護用) 電路	潮位観測システム (防護用) 電路	潮位観測システム（防護用）電路は、支持金具にて支持構造物に取り付け、基礎ボルトにより支持構造物をコンクリート躯体に据え付ける。	

(1) 潮位観測システム（防護用）の設計（11 / 11）（耐震評価結果の概要）



潮位検出器（架台）モデル図

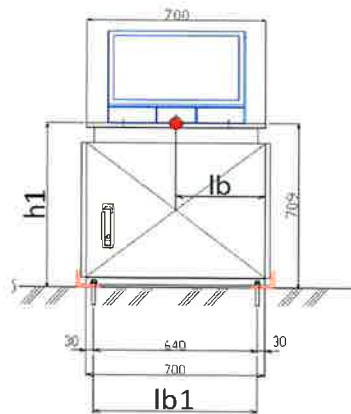
評価部位	応力分類	発生値 (Mpa)	評価基準値 (Mpa)
取付架台 ①～④ (支持はり、支柱除く)	組み 合わせ	垂直+せん断	-
		圧縮+曲げ	
		引張+曲げ	
取付架台 ⑤ (支柱)	組み 合わせ	垂直+せん断	
		圧縮+曲げ	
		引張+曲げ	
接続ボルト (A) ⑥	引張	-	
接続ボルト (B) ⑦	せん断		
接続ボルト (C) ⑧	組合せ		
接続ボルト (D) ⑫	組合せ		
据付ボルト (A) ⑨、⑪ 据付ボルト (B) ⑩、⑬	-	引張	
		せん断	
		組合せ	

潮位検出器（架台）の基準地震動Ssによる評価結果

方向	評価加速度 (G) (注1)	機能確認済加速度 (G) (注1)
水平	-	-
鉛直		

(注1) G=9.80665(m/s²)

潮位検出器（本体）の電気的機能維持評価結果



監視モニタ（盤含む）モデル図

評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値 (Mpa)	評価基準値 (Mpa)
基礎ボルト	引張	前後+鉛直	-	
		左右+鉛直		
	せん断	前後+鉛直		
		左右+鉛直		
組合せ	前後+鉛直			
	左右+鉛直			
固定ボルト	引張	前後+鉛直		
		左右+鉛直		
	せん断	前後+鉛直		
		左右+鉛直		
	組合せ	前後+鉛直		
		左右+鉛直		

監視モニタ（盤含む）の基準地震動Ssによる評価結果

方向	評価加速度 (G) (注1)	機能確認済加速度 (G) (注1)
水平	X	-
	Y	
鉛直	Z	-

(注1) G=9.80665(m/s²)

監視モニタ（盤含む）の電気的機能維持評価結果

(2) 詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価

○ 「敷地高さに近接する入力津波」の作成の観点

津波高さとしては小さいが施設に対し影響を及ぼす津波について、その津波の第1波の水位低下量を、計装誤差などを考慮しても、取水路防潮ゲートの閉止判断基準で確認できることが必要である。

施設に対して影響を及ぼす津波を検討する際の波源の設定として、以下の津波を検討する。

1. 津波の「波高」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

① 敷地高さに近接し、第1波の波高が小さい津波

- ◆ 水位上昇側の検討において、海底地すべりの波源特性「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の最高水位と第1波の水位低下量の関係を検討する。
- ◆ 「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の組合せの要否についても検討する。

② 海水ポンプの取水性に影響する水位に近接し、第1波の波高が小さい津波

- ◆ 水位下降側の検討において、海底地すべりの波源特性「崩壊規模」と「破壊伝播速度」のそれぞれのパラメータにおいて、最低水位と第1波の水位低下量の関係を検討する。

2. 津波の「周期」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

① 敷地高さに近接し、第1波の水位低下が緩やかな津波

- ◆ 水位上昇側と水位下降側の検討において、第1波の水位低下量が0.5m低下するのに要する時間と第1波の水位低下量の関係を検討する。

次ページ以降で上記観点に基づき検討を行い、入力津波を作成する際の波源の設定は、「1.①「波高」の水位上昇側」の検討で、敷地高さT.P. \dots mに近接する津波とし、「崩壊規模」をパラメータとしたもので行う。

○ 「敷地高さに近接する入力津波」の作成

「詳細設計の条件下で作成する入力津波」は、海底地すべりの波源特性である「①崩壊規模」「②破壊伝播速度」、及び「③設備形状の影響評価」「④管路解析の影響評価」を踏まえ、「敷地高さに近接する入力津波」を作成し、これに「⑤計装誤差」を考慮した場合でも、第1波の水位低下量を取水路防潮ゲートの閉止判断基準で確認できることを評価する。

1. 津波の「波高」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

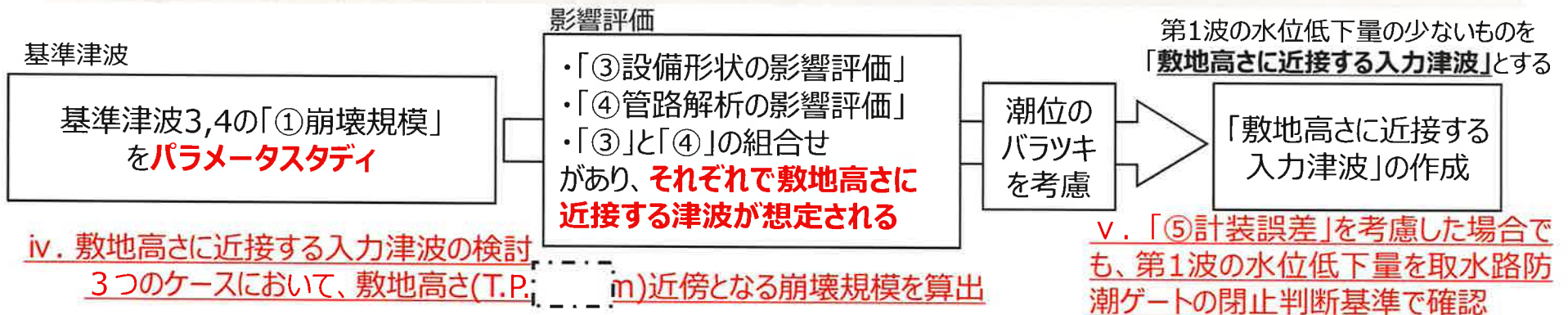
- 「①崩壊規模」「②破壊伝播速度」は、2波目以降が敷地高さ (T.P. m) 近傍となるよう算出。敷地高さ近傍に対する第1波の水位低下量の大きさを比較し、「①崩壊規模」の方が小さくなることを評価。「①崩壊規模」で設定する妥当性を確認する。
⇒ i. 海底地すべりの波源特性「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の最高水位と第1波の水位低下量の関係
- 最大水位下降量が海水ポンプの取水性に影響を及ぼす津波に関して、第1波の水位低下量を検討する。
⇒ ii. 最低水位と第1波の水位低下量の関係

2. 津波の「周期」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

- 敷地高さに近接し、第1波の水位低下が緩やかな津波に津波検知の時間遅れを考慮した検討。
⇒ iii. 水位低下の要する時間と第1波の水位低下量の関係

○ 詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価

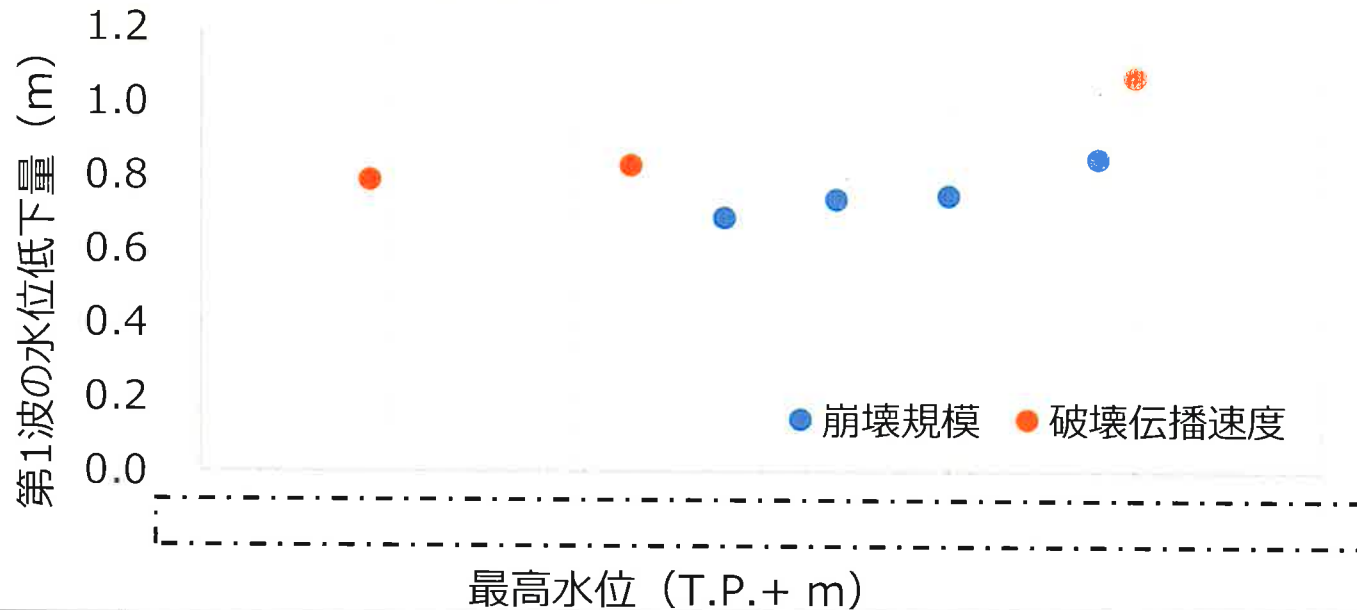
- 「③設備形状の影響評価」「④管路解析の影響評価」は「施設に最も影響が大きい入力津波」の作成で用いたものと同一のモデルを採用する。



1. 津波の「波高」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

i. 海底地すべりの波源特性「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の最高水位と第1波の水位低下量の関係

① 敷地高さに近接し、第1波の波高が小さい津波



海底地すべり箇所		Es-K5 (エリアB)									Es-T2 (エリアC)											
崩壊規模		40%			-			-			50%			45%			40%			-		
破壊伝播速度 (m/s)		-			0.54			0.50			-			-			-			0.40		
最高水位 (T.P.+m)		-			-			-			-			-			-			-		
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)	0.74	0.73	0.89	0.84	0.84	0.91	0.79	0.81	0.90	0.85	0.89	0.98	0.75	0.80	0.88	0.69	0.70	0.78	1.05	1.14	1.27

- 最高水位がT.P.+m近傍となる「崩壊規模」と「破壊伝播速度」のパラメータスタディでは、「崩壊規模」の方が、第1波の水位低下量が少なくなる傾向がある。
- 「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の組合せについては、上図の関係から、組合わせた場合は「崩壊規模」の水位低下量よりも多く水位低下することが想定されることから、「波高」の観点では「崩壊規模」による評価に包含されると整理。
- 「敷地高さに近接する入力津波」の作成においては、水位上昇側の検討で、海底地すべりの波源特性が「崩壊規模」のパラメータスタディを検討する。

1. 津波の「波高」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

ii. 最低水位と第1波の水位低下量の関係

② 海水ポンプの取水性に影響する水位に近接し、第1波の波高が小さい津波

- 水位下降側の検討では、海水ポンプの取水性に影響する水位に近接し、第1波の波高が小さい津波でも、-1.2m以上の水位低下がある。

1. 津波の「波高」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

新規追加

ii. 最低水位と第1波の水位低下量の関係

② 海水ポンプの取水性に影響する水位に近接し、第1波の波高が小さい津波

- 海水ポンプ取水可能高さに近接し、第1波の波高が小さい津波は、最も水位低下量が小さいもので1.24mである。
- このため、計装誤差(0.05m)を考慮した場合でも第1波の水位低下量は1.19mであり、取水路防潮ゲートの閉止判断基準(0.50m)より十分水位が低く、確実に確認できる。

詳細設計の条件下で作成する入力津波として、計装誤差等を考慮した上で、1波目の水位低下量が取水路防潮ゲートの閉止判断基準で確認できるかを評価するため、検知性の観点からは、水位下降側(引き波)の1波目の水位低下量は十分に検知できることから、水位上昇側(押し波)を詳細設計の条件下で作成する入力津波として設定する。

2. 津波の「周期」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

iii. 水位低下の要する時間と第1波の水位低下量の関係

① 敷地高さに近接し、第1波の水位低下が緩やかな津波

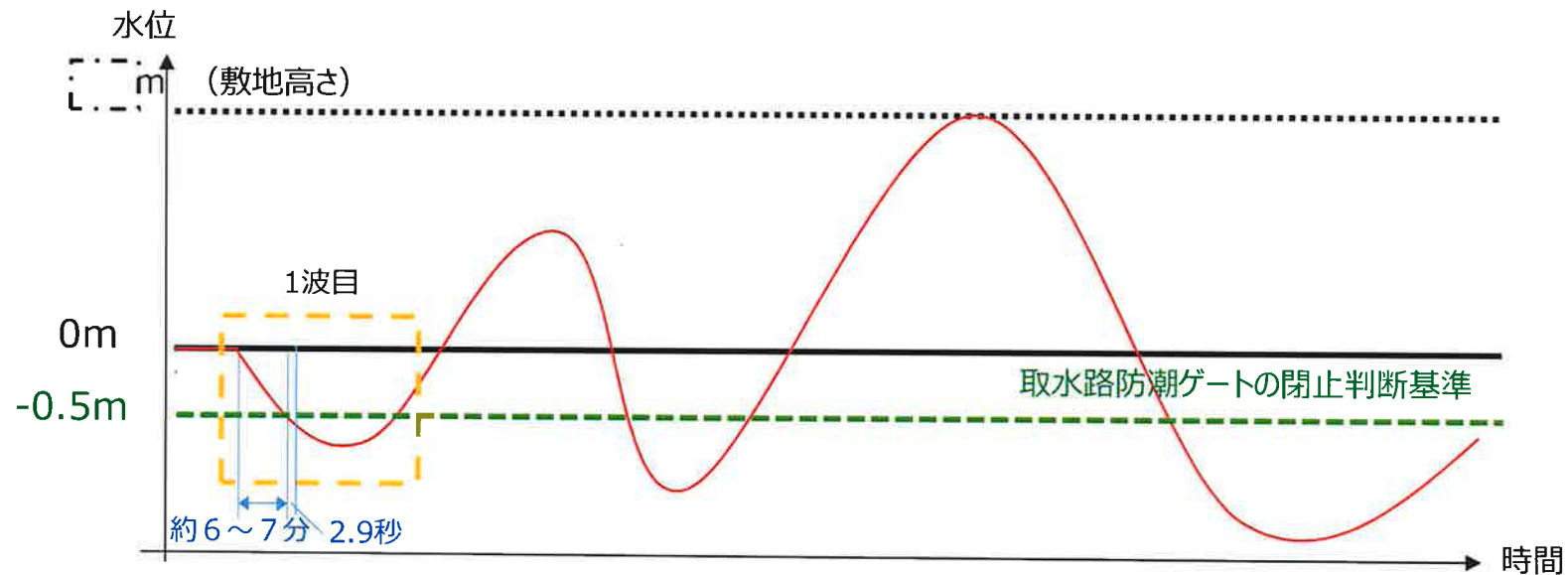
- 「周期」の観点からは、下記の通り、「破壊伝播速度」の影響が支配的であり、「崩壊規模」の影響は小さい。
よって、「周期」の観点では「破壊伝播速度」による評価に包含されると整理。

2. 津波の「周期」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

iii. 水位低下の要する時間と第1波の水位低下量の関係

① 敷地高さに近接し、第1波の水位低下が緩やかな津波

- 敷地の遡上し、第1波の水位低下が緩やかな津波は、最も緩やかなもので約5分で0.5mまで水位低下する。また、敷地高さに近接する津波では、6～7分で0.5mまで水位低下すると想定することができる。
- このため、最大の時間遅れ(2.9秒)を考慮した場合でも、10分のトリガーで1波目を検知できることが確認できる。



- なお、同様の敷地影響を与える波形を「破壊伝播速度」と「崩壊規模」の組合せで作成した場合、「周期」の観点からは「破壊伝播速度」単独での波形に比べてその寄与度が下がるため、「周期」が短くなる。よって、「破壊伝播速度」単独での波形による評価に包含されると整理。

iv. 敷地高さに近接する入力津波の検討

赤字: 設備形状を考慮した場合に水位低下量が減少したケース

海底地すべりの波源特性		取水路 防潮ゲート ※1	影響評価		最高水位 T.P.+m	1波目の水位低下量(10分間) (m)		
			設備形状	管路解析		1号機海水 ポンプ室前面	2号機海水 ポンプ室前面	3,4号機海水 ポンプ室前面
Es-K5(エリアB) Kinematicモデル による方法	崩壊規模 48%	開	○ (考慮する) 設備形状を反映する	× (考慮しない) 貝付着あり	1.18	1.00	0.99	1.26
Es-T2(エリアC) Kinematicモデル による方法	崩壊規模 40%	開	× (考慮しない) 設備形状を反映しない	○ (考慮する) 貝付着なし		0.69	0.71	0.78
Es-T2(エリアC) Kinematicモデル による方法	崩壊規模 68%	開	○ (考慮する) 設備形状を反映する	○ (考慮する) 貝付着なし		1.18	1.20	1.26

※1 開: ゲートが開いた状態であるがT.P. ... はカーテンウォールあり

- 「③設備形状の影響評価」、「④管路解析の影響評価」、「③」と「④」の組合せの3つのケースにおいて、「①崩壊規模」のパラメータスタディ※2を行い、最高水位がT.P. ... mとなる津波を算出した。
- 「敷地高さに近接する入力津波」は、上記3つのケースのうち、最も1波目の水位低下量が少ないケースとすることから、Es-T2(エリアC)の崩壊規模40%、設備形状を反映しない、貝付着なしのケースとする。この時の、1波目の水位低下量は0.69mとなる。

※ 2 「①崩壊規模」のパラメータスタディ概要 (1 / 2)

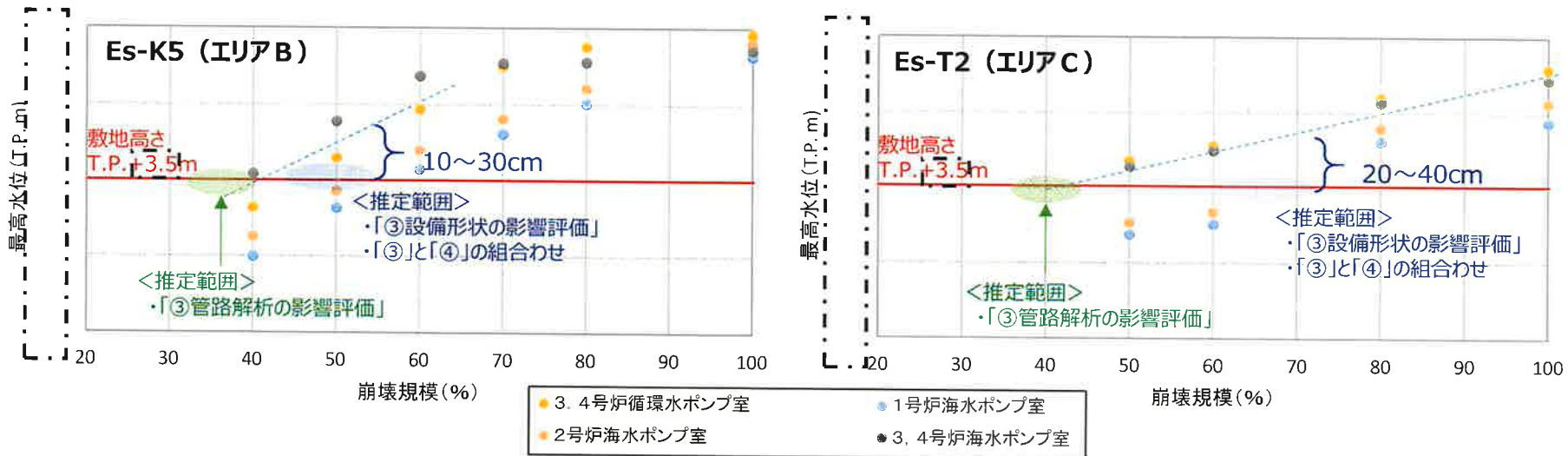
○各ケースの傾向の確認

工認添付資料2-2-3における入力津波の検討結果より「③設備形状の影響評価」、「④管路解析の影響評価」、「③」と「④」の組合わせの3つのケースで計算される2波目以降の最高水位を確認したところ、概ね次の傾向があることを確認した。

波源モデル	①崩壊規模(%)	既許可モデル	最高水位 (T.P. +m)					
			③設備形状の影響評価		④管路解析の影響評価		③と④の組み合わせ	
			最高水位	傾向	最高水位	傾向	最高水位	傾向
Es-K5(エリアB) Kinematicモデル による方法	100	[]	既許可モデルより 10~30cm程度低下	[]	既許可モデルより 数cm程度上昇	[]	既許可モデルより 10~20cm程度低下	
	40							
Es-T2(エリアC) Kinematicモデル による方法	100	[]	既許可モデルより 20~40cm程度低下	[]	既許可モデルより 数cm程度上昇	[]	既許可モデルより 20~40cm程度低下 (「③」の水位より高い)	
	40							

○各ケースの最高水位がT.P. +3.5mとなる崩壊規模の推定

上記傾向を踏まえ、既許可モデルの検討結果から、各ケースにおいて最高水位がT.P. +3.5m近傍となる崩壊規模を推定した。



(2) 詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価 (10/11)

※ 2 「①崩壊規模」のパラメータスタディ概要 (2/2)

○最高水位T.P. 1.5m近傍の津波

「③設備形状の影響評価」、「④管路解析の影響評価」、「③」と「④」の組合わせの3つのケースについて、2波目以降の最高水位がT.P. 1.5m近傍となると考えられる崩壊規模を推定した範囲でパラメータスタディを行い、T.P. 1.5mとなる津波を算出した。

・Es-K5(エリアB)Kinematicモデル

崩壊規模(%)	既許可モデル 最高水位(m)	同じ崩壊規模において各ケースで推定される最高水位	
		ケース	最高水位(m)
50	1.5	③設備形状の影響評価	1.5
		③と④の組み合わせ	1.5
40	1.5	④管路解析の影響評価	1.5

50%よりやや小さい崩壊規模で
パラメータスタディ実施

40%よりやや小さい崩壊規模で
パラメータスタディ実施

崩壊規模 パラメータスタディ結果		
ケース	①崩壊規模(%)	最高水位(m)
③設備形状の 影響評価	48	1.5
	47	1.5
③と④の 組み合わせ	45	1.5
	44	1.5
④管路解析の 影響評価	38	1.5
	37	1.5

・Es-T2(エリアC)Kinematicモデル

崩壊規模(%)	最高水位(m)	同じ崩壊規模において各ケースで推定される最高水位	
		ケース	最高水位(m)
60~80	1.5	③設備形状の影響評価	1.5
		③と④の組み合わせ	1.5
40	1.5	④管路解析の影響評価	1.5

70%程度の崩壊規模で
パラメータスタディ実施

40%程度の崩壊規模で
パラメータスタディ実施

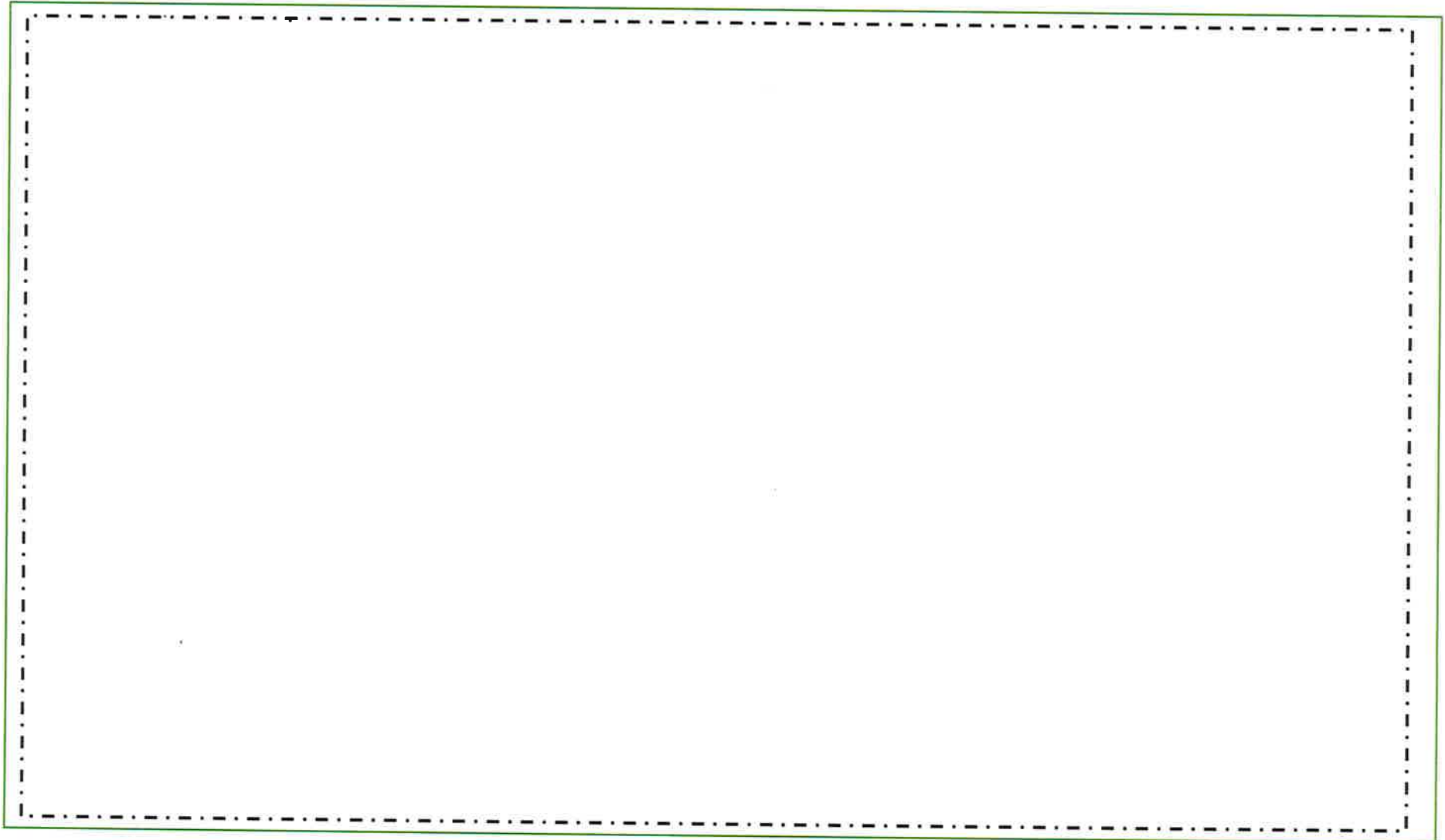
崩壊規模 パラメータスタディ結果		
ケース	①崩壊規模(%)	最高水位(m)
③設備形状の 影響評価	69	1.5
	68	1.5
③と④の 組み合わせ	68	1.5
	67	1.5
④管路解析の 影響評価	40	1.5
	39	1.5

※「③」についてはT.P. 1.5mとなる津波が2つあるため、1波目の水位低下量がより小さい津波 (Es-K5(エリアB)Kinematicモデルによる方法) で評価する。

波源モデル	崩壊規模(%)	1波目の水位低下量(10分間)(m)		
		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
Es-K5(エリアB) Kinematicモデルによる方法	48	1	0.99	1.26
Es-T2(エリアC) Kinematicモデルによる方法	69	1.18	1.2	1.27

v. 取水路防潮ゲートの閉止判断基準での確認

- 敷地高さに近接し、第1波の波高が小さい津波は、最も水位低下量が小さいもので0.69mである。
- このため、計装誤差(0.05m)を考慮した場合でも第1波の水低下量は0.64mであり、取水路防潮ゲートの閉止判断基準(0.50m)で確認できる。



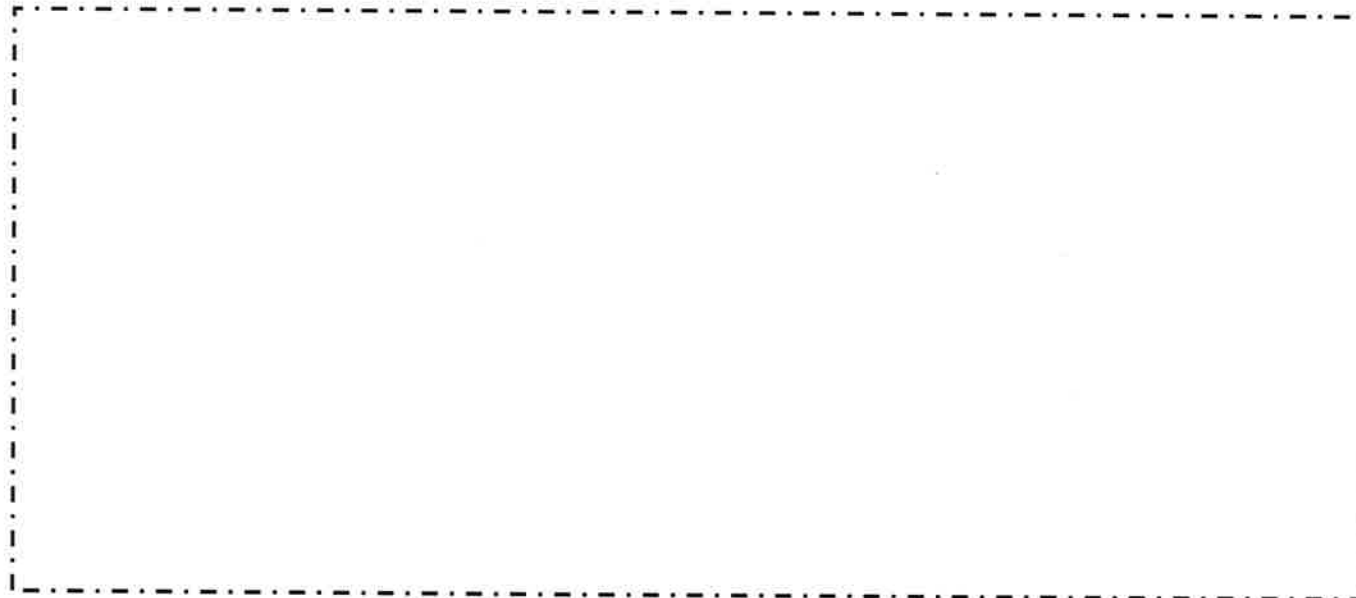
(3) 車両の漂流物評価

【経緯】

- 津波遡上範囲に位置する物揚岸壁において、燃料等輸送作業時に燃料輸送車両及びLLW輸送車両が存在する。これに対して、津波時に「漂流物とならないこと」、「津波波力及び滑動により津波防護施設へ衝突しないこと」を確認しているが、発電所構外において津波と想定される潮位の変動を確認した場合は、より安全性を高めるために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ている。
- これにならい、**津波遡上範囲に存在する燃料輸送車両及びLLW輸送車両以外の車両**について、津波時における漂流物の津波防護施設への影響を低減することを目的に、燃料輸送車両及びLLW輸送車両と同様に**退避することとし、漂流物化しない措置を実施する。**

【基本方針】

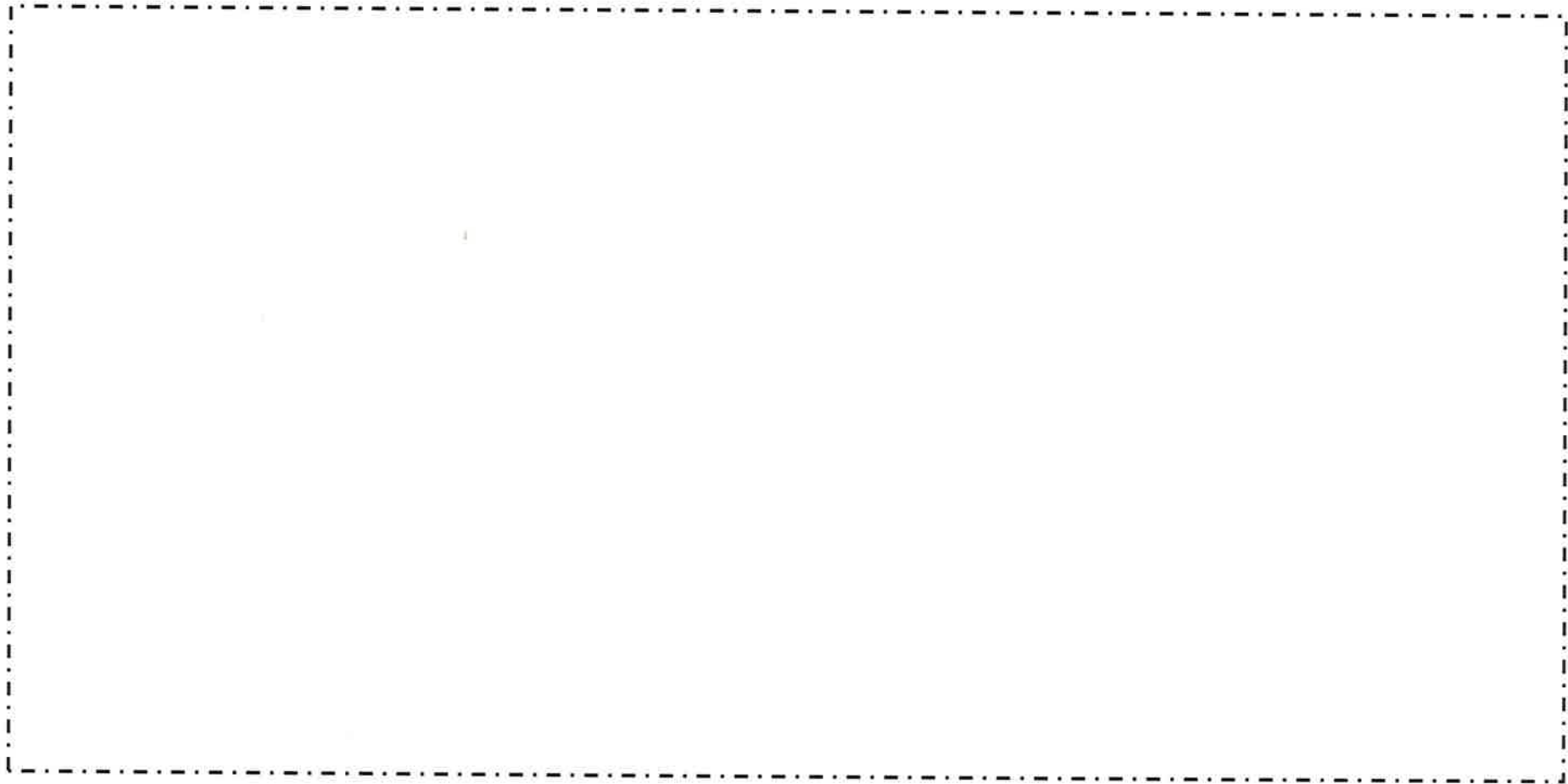
- 津波遡上範囲（放水口側防潮堤及び取水路防潮ゲートより外側）は、**原則駐車禁止**とする。ただし、当該エリアに作業で入域する等の発電所運営上必要な場合を**停車可**とし、この場合においても運転手が車両付近に常駐※し、直ちに車両を移動させることが可能な体制をとる。なお、当該エリアで車両を用いて作業を実施する場合は、**事前許可制**とし、**放水口側防潮堤の外側、取水路防潮ゲートの外側それぞれの作業車両が10台以下**となるよう管理する。
(※：車両を離れる場合は、別の者を運転手に指定する。)



高浜発電所 津波遡上範囲

【退避場所及び退避ルート】

- 発電所運営上、津波遡上範囲に入域が必要な場合の車両退避場所及び退避ルートを下図のとおり選定。退避場所は津波が到達しない場所である高台もしくは、放水口側防潮堤及び取水路防潮ゲートの内側とする。

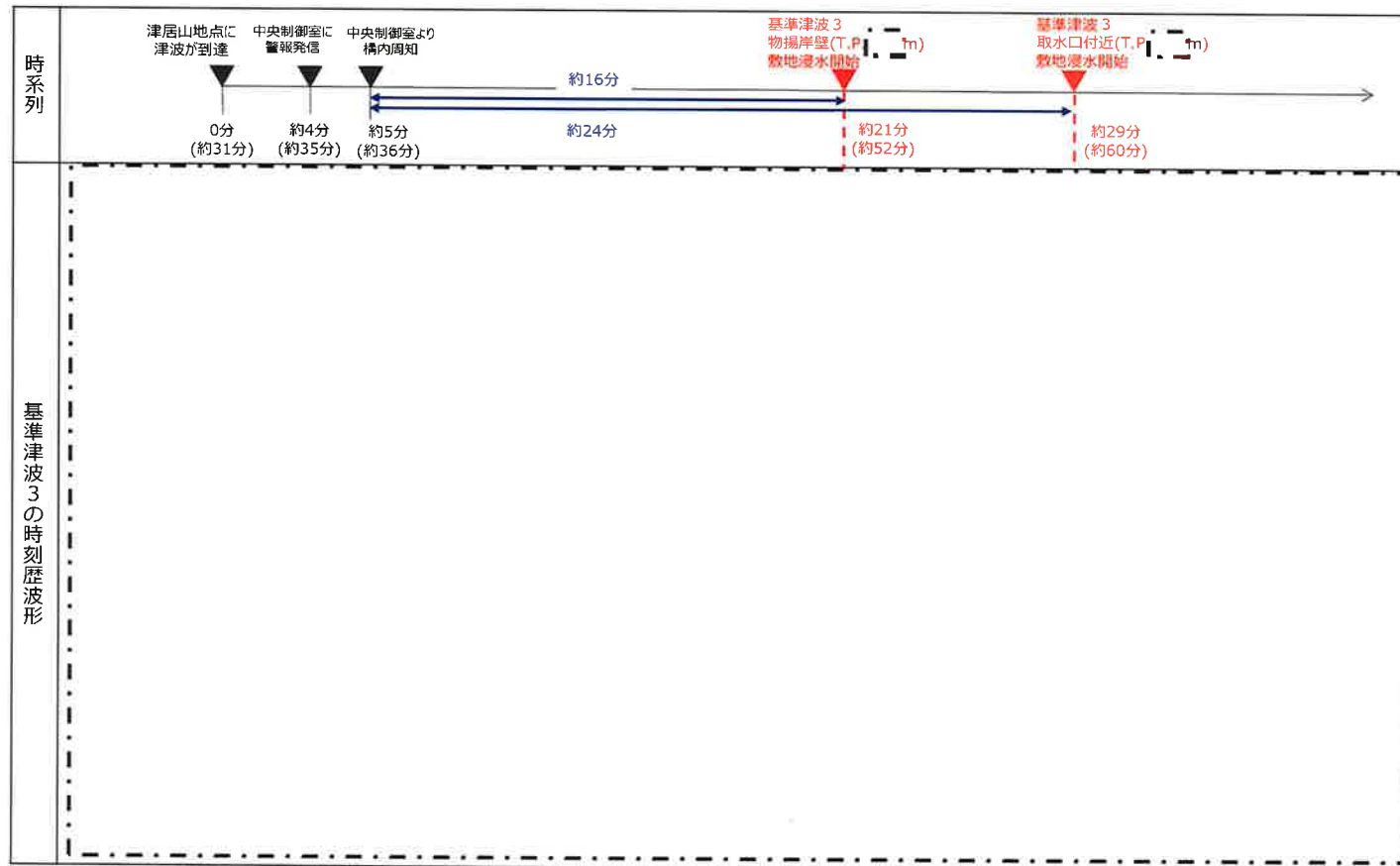


車両退避場所

【基準津波 3 襲来時の時系列※】

- 基準津波 3 の放水口前面及び取水口前面の時刻歴波形及び時系列を下図に示す。発電所構外の津居山地点への基準津波 3 到達を起点(0分)とすると、約4分後に津居山地点において0.5mの潮位変動を観測し、この時点で中央制御室にて警報が発信する。その約1分後に中央制御室から運転指令装置による構内一斉放送が完了する。その約16分後に高浜発電所の物揚岸壁が浸水する。また、基準津波 3 の放水口前面における最高水位は、T.P_i.....m (朔望平均満潮位及び潮位のバラツキを含む)、取水口前面における最高水位は、T.P_i.....m (朔望平均満潮位及び潮位のバラツキを含む) となる。

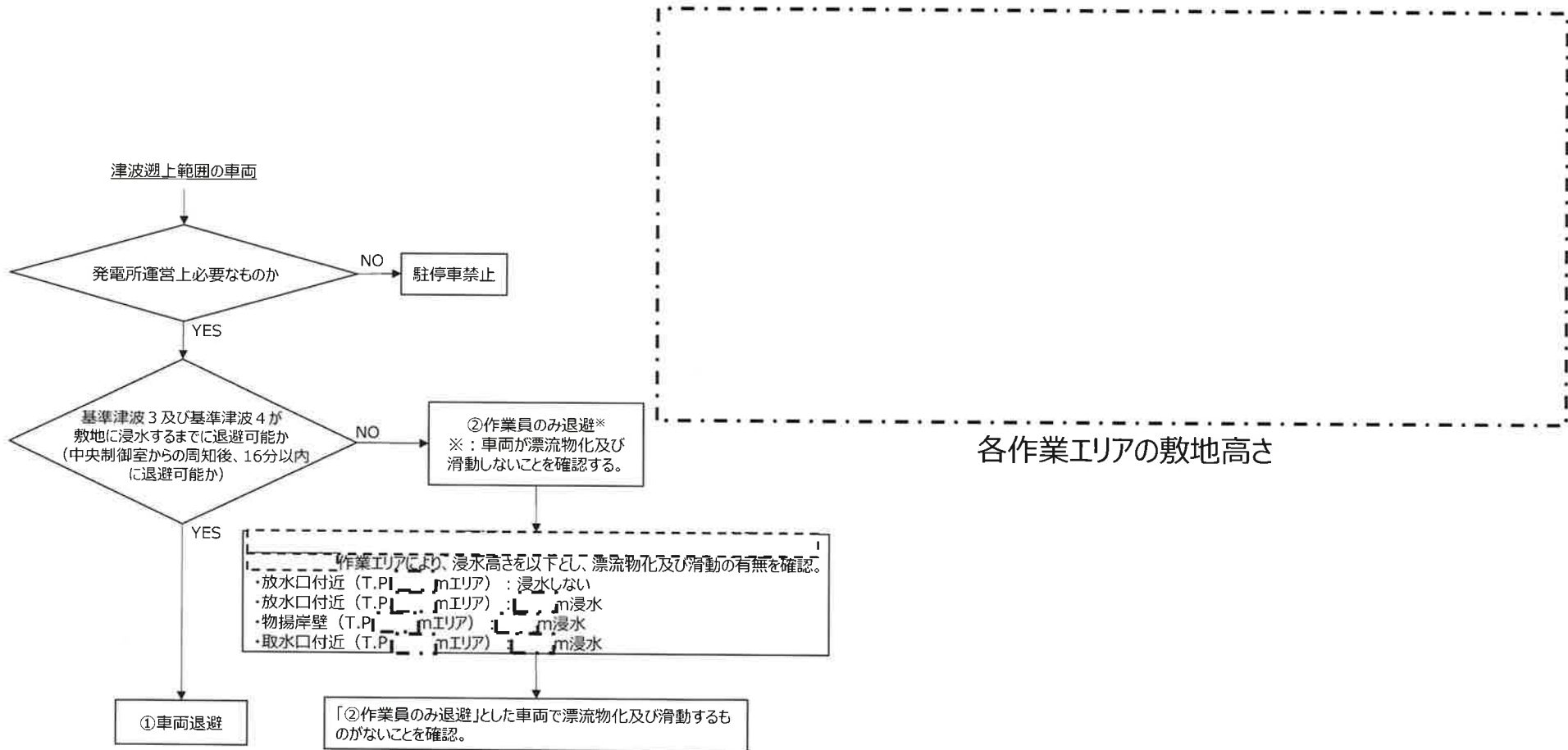
(※：基準津波 4 は、基準津波 3 よりも津波到達時間が遅く、最高水位が低いため、基準津波 3 を代表で記載。)



基準津波 3 の放水口前面及び取水口前面の時刻歴波形及び時系列

【津波遡上範囲に停車する車両への対応(1/2)】

- 基準津波3は、**中央制御室からの周知後、最短約16分で敷地が浸水**する。作業状況によっては、16分以内に退避できない可能性が想定されるため、車種に応じ、**車両退避するのか、作業員のみ退避するのかを分類**する。作業員のみ退避する場合は、**作業エリアの敷地高さと基準津波3の最高水位の差の浸水高さにより、車両が漂流物化及び滑動しないことを確認**する。
- 津波遡上範囲に停車する車両について抽出し、下図に示すフローにより、「①車両退避」するのか、「②作業員のみ退避」するのかに分類した。各作業エリアは下図のとおり。分類結果を次ページに示す。



津波遡上範囲の車両の分類フロー

(3) 車両の漂流物評価 (5 / 6)

【津波遡上範囲に停車する車両への対応(2/2)】

- **高所作業車、橋梁点検車、軽自動車、乗用車、トラック及びユニック**は基準津波3が敷地に浸水する16分以内に退避可能であることから、**車両退避することとし**、その他の車両については、作業状況によっては基準津波3が敷地に浸水する16分以内に退避でき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が、車両が漂流物化(重量>浮力となること)及び滑動しないこと(安定流速^{※1}>津波流速2.7m/s)を確認した。**

(※1: イスバッシュ式を準用し評価した対象物が水の流れによって動かない最大流速)

津波遡上範囲に停車する車両の分類結果 (車種ごとの代表例)

車種	作業エリア	用途	分類	浸水部におけるパラメータ				浮力(tf)	重量(tf)	漂流物化有無	安定流速(m/s)	滑動有無
				長さ(m)	幅(m)	高さ ^{※2} (m)	体積(m ³)					
60tクレーン	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)	放水口点検	②作業員のみ退避	-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)	・くらげ防網定期修繕 ・取水路ロータリーレーキ定期修繕 ・橋型クレーン点検		9.475	3.000	-	15.63	39.635	無	8.11	無	
25tクレーン	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)	・海水取水トンネル点検 ・非常用海水路点検 ・くらげ防止網定期修繕 ・取水路ロータリーレーキ定期修繕	②作業員のみ退避	7.810	2.620	-	11.25	25.595	無	6.83	無	
100tクレーン	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)	・くらげ防止網定期修繕 ・取水路ロータリーレーキ定期修繕	②作業員のみ退避	10.780	2.780	-	16.48	39.800	無	7.85	無	
高所作業車	放水口付近(T.P.+3.5mエリア)	橋梁点検	①車両退避	7.960	2.170	-	6.05	7.830	無	-	-	
橋梁点検車	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)	橋梁点検	①車両退避	5.700	2.180	-	6.83	7.810	無	-	-	
軽自動車	放水口付近(T.P.+3.5mエリア)	人員/資機材運搬	①車両退避	3.400	1.480	-	1.76	0.600	有	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)			3.400	1.480	-	2.77	0.600	有	-	-	
	物揚岸壁(T.P.+2.0mエリア)			3.400	1.480	-	9.31	0.600	有	-	-	
	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)			-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	
乗用車	放水口付近(T.P.+3.5mエリア)	人員/資機材運搬	①車両退避	4.480	1.745	-	2.74	1.300	有	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)			4.480	1.745	-	4.30	1.300	有	-	-	
	物揚岸壁(T.P.+2.0mエリア)			4.480	1.745	-	11.65	1.300	有	-	-	
	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)			-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	
トラック	放水口付近(T.P.+3.5mエリア)	資機材運搬	①車両退避	4.700	1.700	-	2.80	5.000	無	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)			4.700	1.700	-	4.39	5.000	無	-	-	
	物揚岸壁(T.P.+2.0mエリア)			4.700	1.700	-	14.78	5.000	有	-	-	
	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)			-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	
ユニック	放水口付近(T.P.+3.5mエリア)	設備吊り上げ	①車両退避	5.990	1.890	-	3.96	5.725	無	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)			5.990	1.890	-	6.23	5.725	有	-	-	
	物揚岸壁(T.P.+2.0mエリア)			5.990	1.890	-	20.94	5.725	有	-	-	
	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)			-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	

※2: 地表から車両までの空間を考慮せず、保守的に評価している。

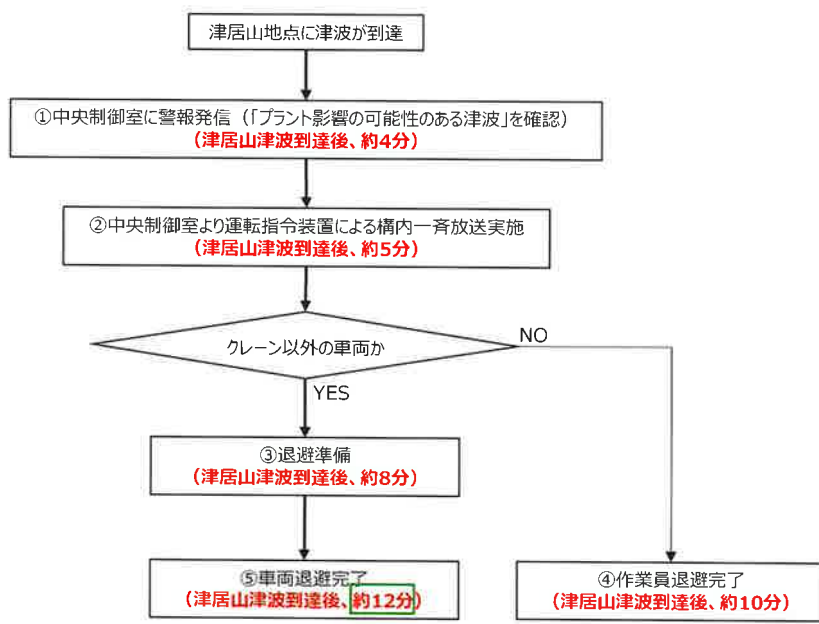
※3: 高所作業車、橋梁点検車、軽自動車、乗用車、トラック及びユニックは退避するが、参考として漂流物化の有無を記載

【退避手順及び退避運用の成立性】

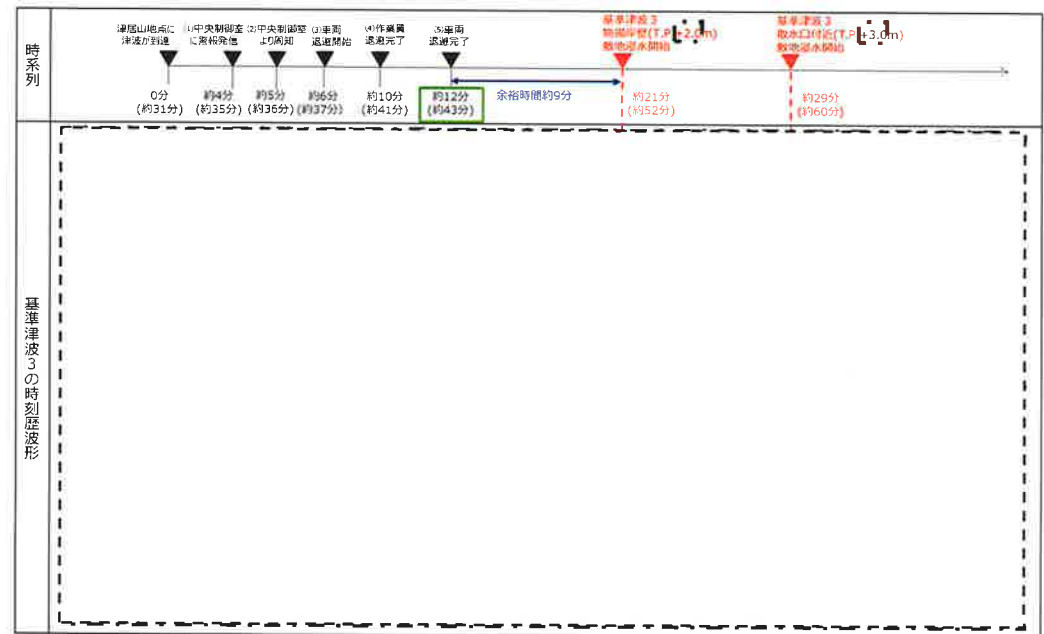
「①車両退避」と分類した車両(以下、クレーン以外の車両という。)及び作業員の退避は以下の手順で行う。また、退避フロー及び各手順完了までの時系列を下図に示す。評価結果より、津波が敷地に浸水し始める前に、車両は退避可能であり、退避運用は成立することを確認した。

<退避手順>

- ①発電所構外で津波と想定される潮位の変動(津居山地点においては、10分以内に0.5mの上昇(もしくは下降))を観測した場合に、中央制御室において警報が発信
- ②この時点で中央制御室から運転指令装置による構内一斉放送(異常時であることが分かるようサイレン音が鳴る仕様とし、退避開始の遅れを防ぐ)を行い、津波遡上範囲にいるクレーン以外の車両に対し、退避場所への退避を周知。また、この時点で作業員は退避を開始。
(時間根拠): 構内一斉放送に要する時間は40秒程度であるが、余裕を持たせ、**約1分と算定**
- ③中央制御室からの周知によりクレーン以外の車両が退避準備を実施
(時間根拠): 保守的な想定として、ユニックの荷揚中を想定した場合、荷下ろし、フック巻取り、ブーム格納、アウトリガー格納、乗車までに要する時間は2分程度(実測)であるが、余裕を持たせ、**約3分と算定**
- ④作業員の退避が完了
(時間根拠): 津波の到達しない場所から最も遠い場所からの退避を想定した場合、距離は500m程度であり、速度100m/minとすると、**約5分で退避可能**
- ⑤車両が退避完了
(時間根拠): 保守的な想定として、退避場所から最も遠い場所を起点として10台の作業車両が順次、退避する場合を想定する。まず、10台の車両が10秒おきに出発したとすると、全車両の出発までに2分程度要する。また、最も遠いところからの退避を想定した場合、距離は1km程度であり、車両走行速度30km/hとすると、車両の退避に2分程度要する。したがって、最後に出発した車両の退避に要する時間を**約4分と算定**



車両退避フロー



経過時間については、
0分 : 津居山津波到達後の経過時間
(約31分) : 海底地震発生後の経過時間

各手順完了までの時系列

(4) 重大事故等時に使用するポンプの取水性

- 重大事故等時に使用するポンプのうち、各号機の海水ポンプ室から取水するものとしては、大容量ポンプの水中ポンプ及び送水車がある。
- 1号機海水ポンプ室及び2号機海水ポンプ室については、水位下降側の入力津波高さに変更がないことから、1号機及び2号機の海水ポンプにおける取水性については変更はない。
- 3・4号機の海水ポンプについては、海水ポンプ室前面下降側水位がT.P. 11.3mからT.P. 35.3mへ変更となるが、下表のとおり、各ポンプの「定格揚程」(下表の(c))が「水位下降側の入力津波高さ」と送水先高さの差」(下表の(b))を上回っており、取水性の確保が可能である。

	送水先高さ (a)	「3,4号海水ポンプ室の水位 下降側の入力津波高さ(T.P. 11.3 m)」と「送水先高さ」の差 (b)=(a)-(11.3m)	各ポンプの 定格揚程 (c)
大容量ポンプの水中ポンプ	T.P. 11.3m	11.3m	19m
送水車	T.P. 35.3m	35.3m	100m