



**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申請
【ご指摘事項への回答について】**

2020年12月11日
関西電力株式会社

12/10審査会合におけるご指摘事項

- 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。

12/10審査会合のご指摘事項		本資料頁
1	潮位観測システム（防護用）の構成機器の単体誤差(22mm（潮位検出器）と9mm(電源箱))について、数値の考え方を説明すること	P. 8
2	衛星電話、モニタ、電線路の独立性を示す図面を設工認申請書で示すこと。	P. 1 3、1 4
3	「波高」が保守的と整理しているが、「周期」の観点や許可で確認した「非線形性」の観点からも定量的に示し、入力津波の妥当性を説明すること	P. 1 9～3 2
4	水位上昇側だけでなく、水位下降側の入力津波についても検討すること	
5	TP-2.5mを下回った場合のCWPの停止手順について、取水防潮ゲートの閉止運用への効果、悪影響について説明すること（手順は自主的なもので、閉止運用の有効性評価（時間評価）では閉止判断基準が早まる効果を考慮していないことを説明）	P. 3 4
6	3・4号機のCWP停止と1・2号機の閉止判断基準が錯綜する場合に、閉止判断に悪影響がないことを示すこと（操作及び中央間の情報錯綜の観点で）	P. 3 5、3 6
7	基本設計方針において、「取水路防潮ゲートの閉止判断にあたり、台風時・平常時の影響を受けない」との記載に対して、「影響を受けないこととその根拠」説明すること（信頼性向上での改善、基準適合への設備充実の観点など）	P. 3 8
8	車両退避において、より厳しい条件（大雪、路面凍結、夜間等）においても成立することを説明すること	P. 4 0、4 1

【12/10審査会合のご指摘事項】

1. 潮位観測システム（防護用）の構成機器の単体誤差(22mm(潮位検出器)と9mm(電源箱))について、数値の考え方を説明すること。
2. 衛星電話、モニタ、電線路の独立性を示す図面を設工認申請書で示すこと。

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)

【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	監視モニター	潮位検出器	個数
		1 ^(注2)	1 ^(注3)
	2 ^(注4)	2 ^(注5)	
	2 ^(注7)	2 ^(注5)	
	2 ^(注7)	2 ^(注5)	
	2 ^(注7)	2 ^(注5)	
	2 ^(注7)	2 ^(注7)	
	2 ^(注7)	2 ^(注7)	
	2 ^(注7)	2 ^(注7)	
	2 ^(注7)	2 ^(注7)	
	衛星電話機 (津波防護用)	個数	3 ^(注5、9)
	中央制御室用衛星設備収容架 (津波防護用)	個数	3 ^(注7、9)
	中央制御室衛星電話用アンテナ (津波防護用)	個数	3 ^(注9、10)
	中央制御室衛星電話用アンテナ (津波防護用)	個数	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)
	中央制御室衛星電話用アンテナ (津波防護用)	個数	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

【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。

- T1-II-4-2-6 -

<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)

- T1-II-4-2-7 -

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、</p> <p>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>

【基本設計方針】

- 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。

- T1-II-8-5-3-4 -

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>

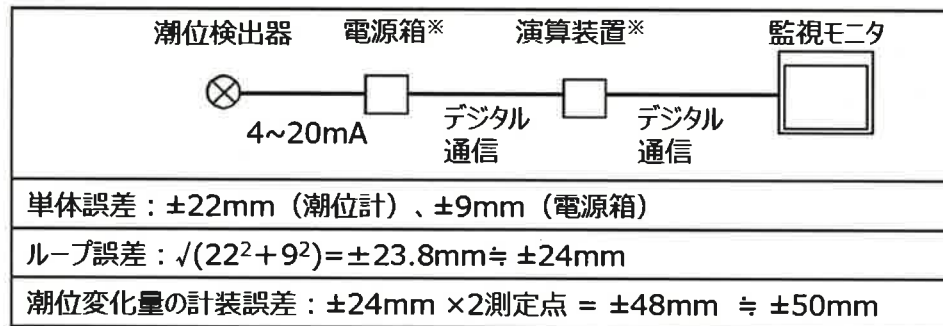
- T1-II-8-5-3-23/E -

変更前	変更後
<p>3. 主要対象設備</p> <p>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</p> <p style="text-align: center;">変更なし</p>

(注1) 潮位変動値の許容範囲（設定値）は0.45m

【計装誤差（1 / 2）】

- 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

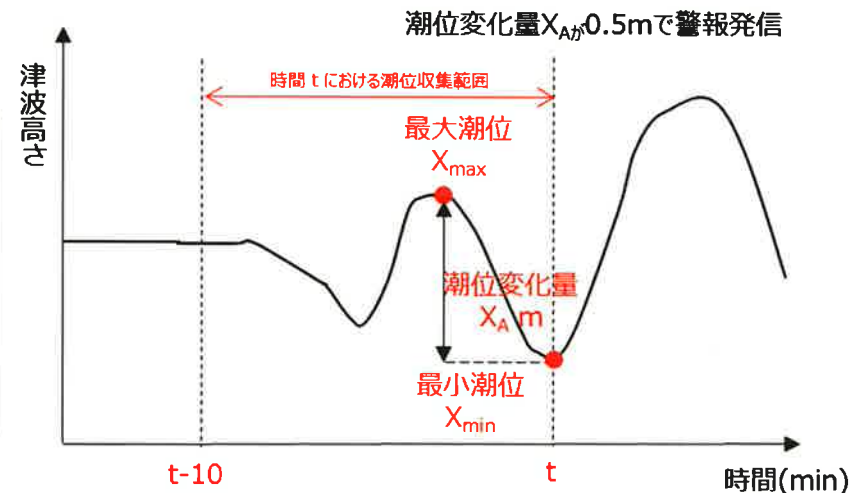


図2 潮位計のシステム構成図及び計装誤差の考え方

【計装誤差（2 / 2）】

- 単体誤差を有する潮位検出器及び電源箱の単体誤差の考え方を以下に示す。

【単体誤差の算出方法（3号機及び4号機 潮位計の場合）】

- 潮位検出器は、測定範囲（不感帯^{※1}含む）の幅（8618mm）に機器固有の誤差（±0.25%）を乗じた値が、潮位検出器の単体誤差（±22mm）となる。

＜潮位検出器の単体誤差の計算方法＞

$$8618\text{mm}(\text{測定範囲(不感帯}^{\ast 1}\text{含む)}) \times \pm 0.25\%(\text{誤差}) \div \pm 22\text{mm}$$

- 電源箱は、測定範囲（不感帯^{※1}を除く）の幅（8000mm）に機器固有の誤差（±0.1%）を乗じ、1dig^{※2}=1mmを加算又は引算した値が、電源箱の単体誤差（±9mm）となる。

＜電源箱の単体誤差の計算方法＞

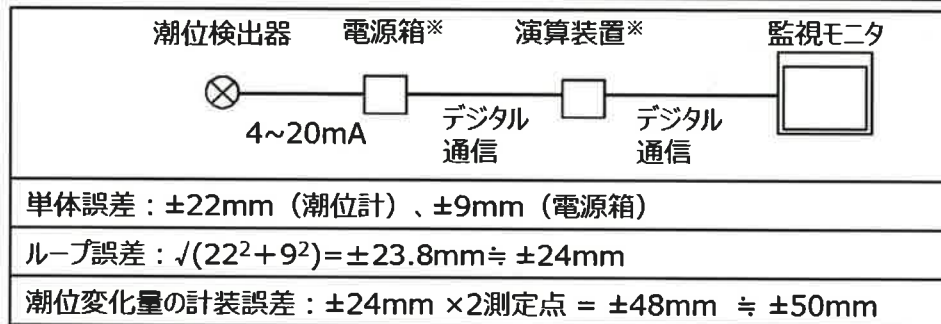
$$8000\text{mm}(\text{測定範囲(不感帯}^{\ast 1}\text{除く)}) \times \pm 0.1\%(\text{誤差}) + \pm 0.1\text{mm}(\text{誤差}) = \pm 9\text{mm}$$

【単体誤差の算出方法（1号機及び2号機 潮位計の場合）】

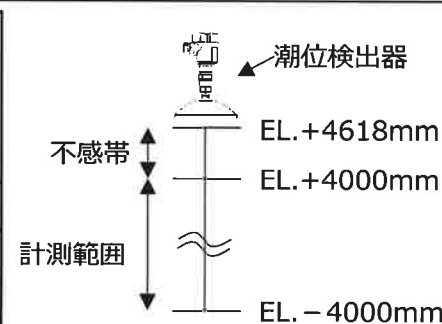
- 潮位検出器は、機器固有の誤差として±15mm^{※3}を有している。
- 電源箱は、測定範囲の幅（16500mm）に機器固有の誤差（±0.1%）を乗じ、1dig^{※2}=1mmを加算又は引算した値が、電源箱の単体誤差（±18mm）となる。

＜電源箱の単体誤差の計算方法＞

$$16500\text{mm}(\text{測定範囲}) \times \pm 0.1\%(\text{誤差}) + \pm 0.1\text{mm}(\text{誤差}) \div \pm 18\text{mm}^{\ast 3}$$



※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。



※1：当該計器へ入力されているが、出力として感知できない範囲（図2参照）

※2：当該計器が表示することができる最小位桁の最小単位（今回の場合は 1dig=1mm）

※3：1号機及び2号機の単体誤差は、3号機及び4号機の単体誤差と異なるが、1号機及び2号機のループ誤差（±23.5mm）が、3号機及び4号機のループ誤差（±23.8mm）以内に収まっていることを確認している。

図1 潮位計のシステム構成図及び計装誤差の考え方（3号機及び4号機）

図2 不感帯の考え方

【潮位変化量表示の即応性】

- 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 $\pm 0.5\text{m}^*$ 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）

【健全性評価】

- 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經由し、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

【健全性評価】

○ 環境条件等

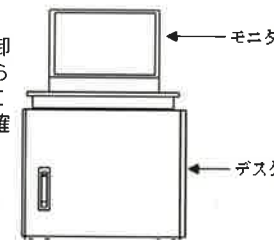
想定される以下の環境条件において、潮位観測システム（防護用）の機能を発揮できる設計であることを確認した。

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 25°C に対し、機器の最高使用温度は 40°C 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、 85% 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 0.1mGy/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 1mGy/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 5°C に対し、機器の最高使用温度は 10°C ）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。

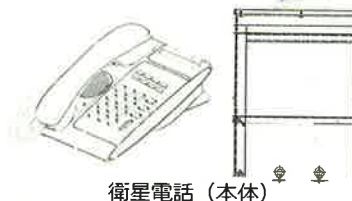
○ 試験・検査性

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。



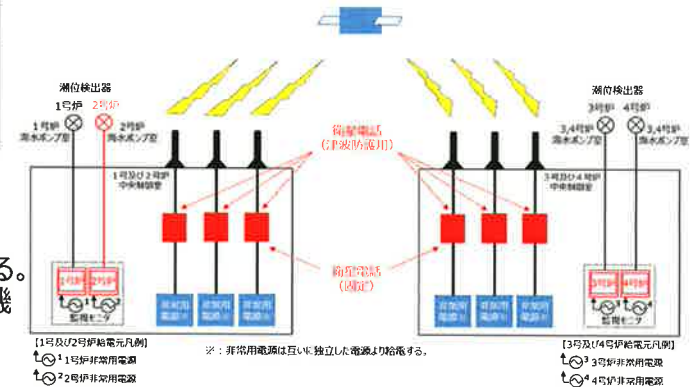
【耐震性評価】

○ 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P23に示す）

			既認可との同等性	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
		本体					
	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号機新規規制基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

【電線路の独立性（1 / 2）】

- 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、既工認と比べた新設範囲を図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、表1により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。

表1 電線路の設置場所及び高さ

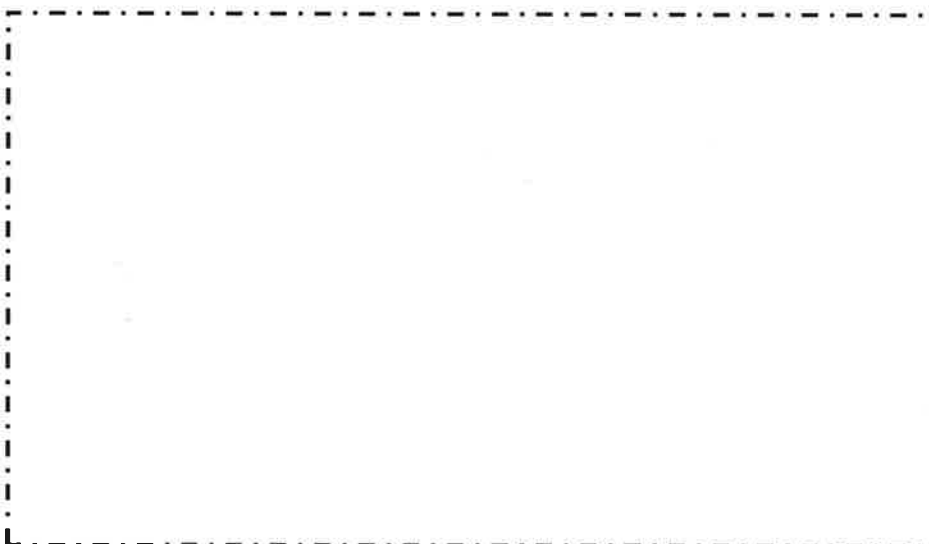


図1 今回申請の潮位計の配置図（1,2号機側）

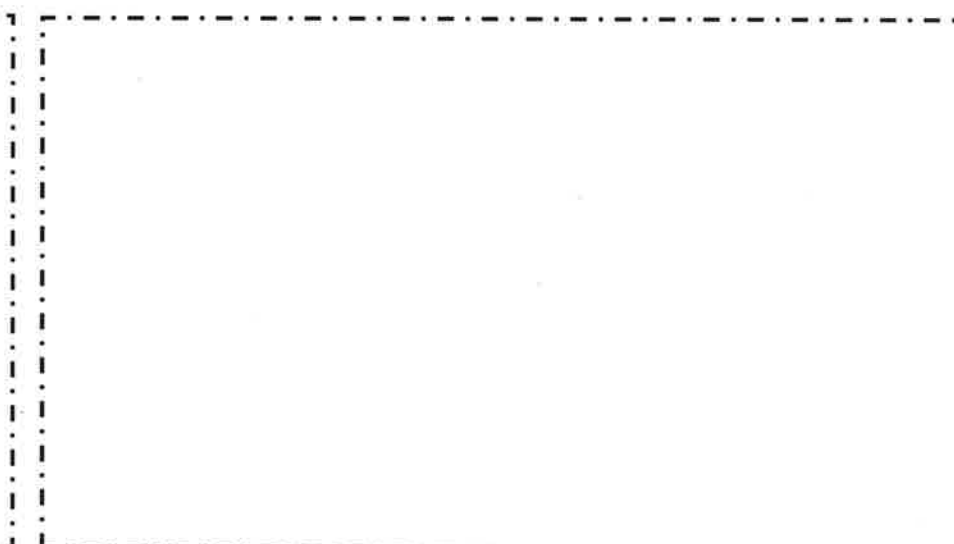


図2 今回申請の潮位計の配置図（3,4号機側）

新規追加

【電線路の独立性（2 / 2）】

- 衛星電話（津波防護用）は、1号及び2号機中央制御室に3台、3号及び4号機中央制御室に3台設置する。それぞれの衛星電話（津波防護用）（衛星電話本体、衛星アンテナ、収容架及び電線路）は、互いに分離される形で敷設する。
- 独立性に関して、既工認と比べた新設範囲を図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、表1により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。

表1 電線路の設置場所及び高さ

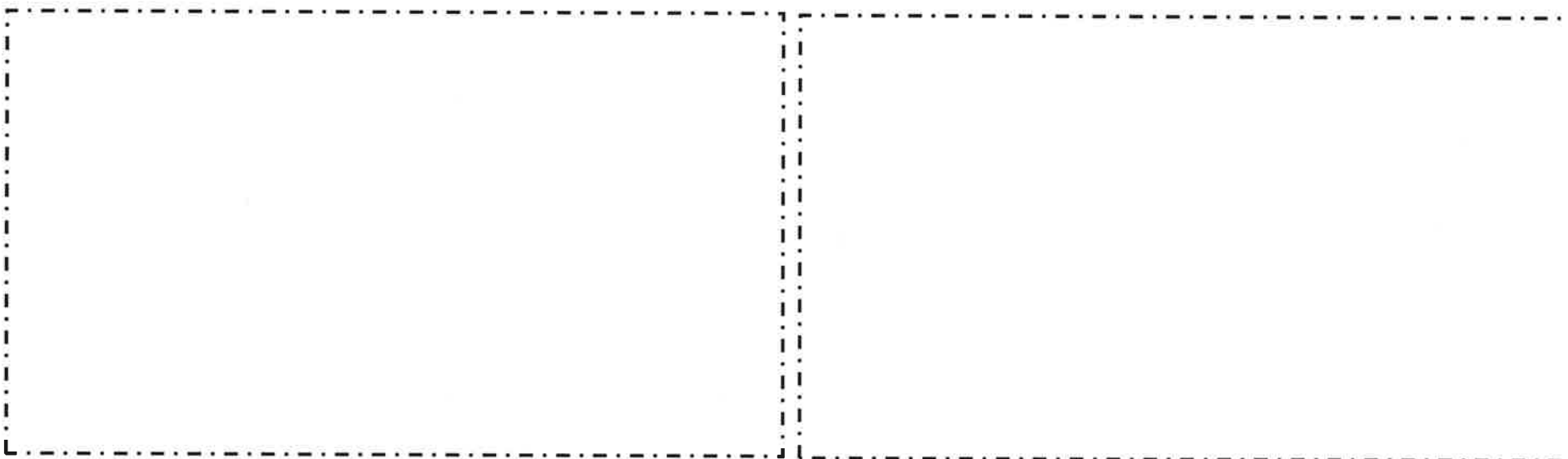


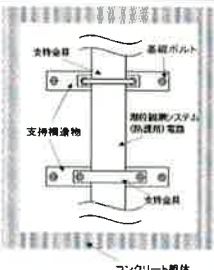
図1 今回申請の衛星電話（津波防護用）の配置図（1,2号機側）

図2 今回申請の衛星電話（津波防護用）の配置図（3,4号機側）

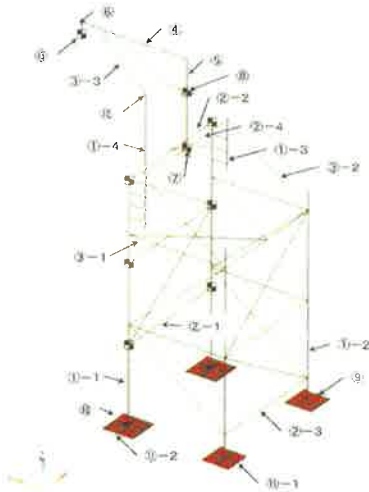
【電線路の耐震性】

- 潮位計の電線路は、基準地震動 S_s の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。	

【耐震性評価結果の概要】



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 接続ボルト (B) ⑦ 接続ボルト (C) ⑧ 接続ボルト (D) ⑫	引張	.....	.....
	せん断	.....	.....
	組合せ	.....	.....

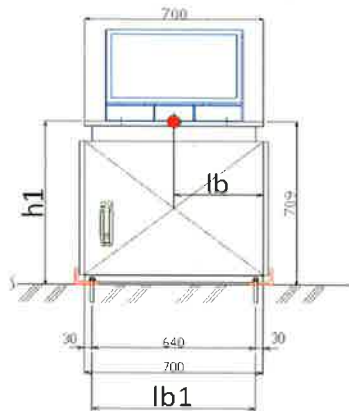
据付ボルト (A) ⑨、⑪ 据付ボルト (B) ⑩、⑬	引張	.....	.....
	せん断	.....	.....
	組合せ	.....	.....

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
電氣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

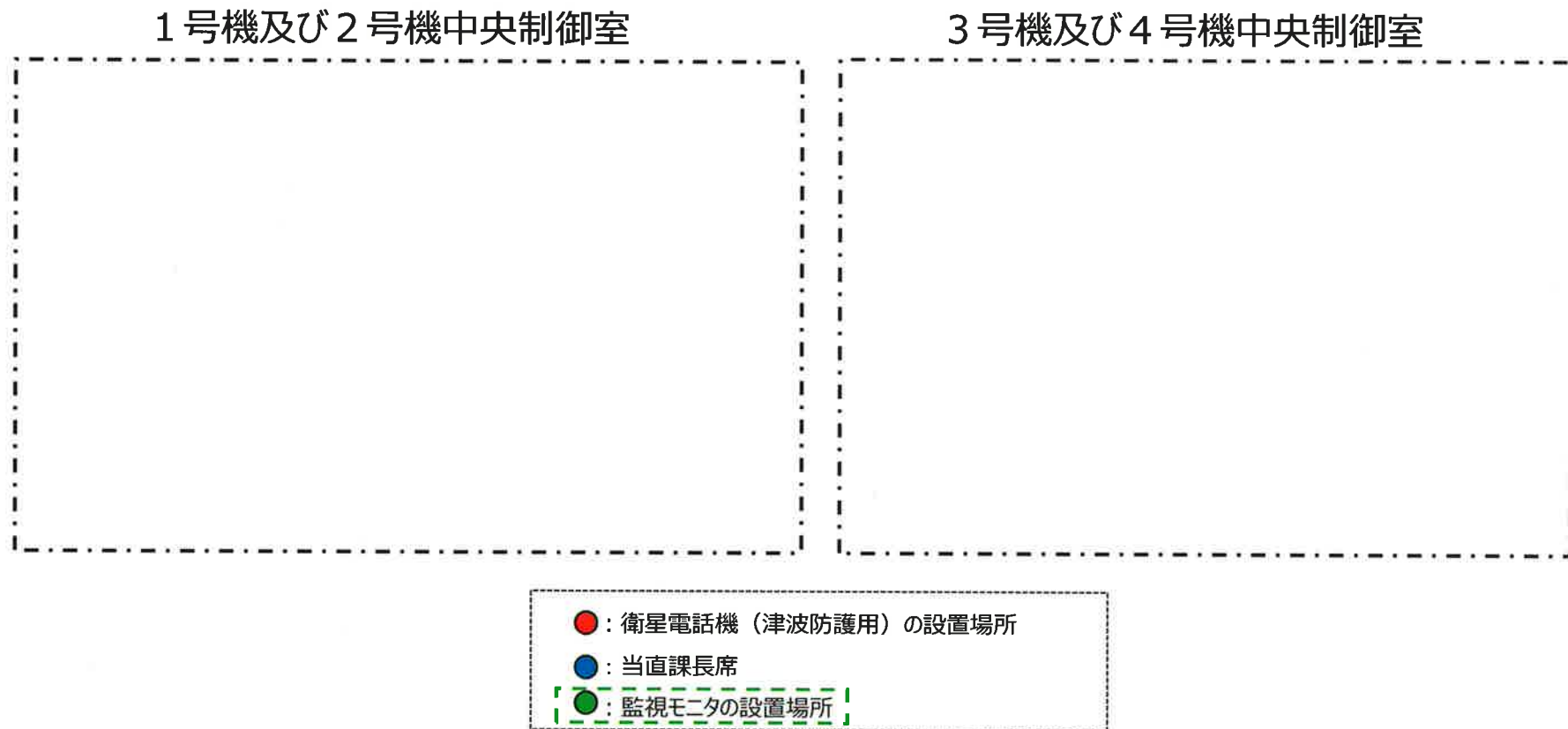
方向	評価加速度 (G) (注1)	機能確認済加速度 (G) (注1)
水平	X	.....
	Y	.....
鉛直	Z	.....

(注1) G=9.80665(m/s²)

監視モニタ（盤含む）の
電氣的機能維持評価結果

衛星電話 (津波防護用) は、当直課長席近傍に 1 台設置し、残りの 2 台は独立性及び分散配置の観点から、下図のとおり設置場所を設定している。

潮位計のうち監視モニタは、1 号及び 2 号機中央制御室に 2 台、3 号及び 4 号機中央制御室に 2 台を、各監視モニタが独立性を確保した設計で、下図の通り設置場所を設定している。



【12/10審査会合のご指摘事項】

3. 「波高」が保守的と整理しているが、「周期」の観点や許可で確認した「非線形性」の観点からも定量的に示し、入力津波の妥当性を説明すること。
4. 水位上昇側だけでなく、水位下降側の入力津波についても検討すること。

詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価

○ 「詳細設計の条件下で作成する入力津波」の概要

津波高さとしては小さいが施設に対して影響を及ぼす津波について、その津波の第 1 波の水位低下量が、計装誤差などを考慮した場合でも、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。

評価に用いる入力津波の作成に当たっては、以下の観点を検討する。

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 波の水位低下量が小さい津波

- ◆ 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。
- ◆ 非線形性の区間※については「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の組合せ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 波の水位低下量が小さい津波

- ◆ 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、周期が長い津波

- ◆ 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 に達するまでに要する時間と第 1 波の水位低下量の関係を検討する。

※破壊伝播速度のパラメータスタディにおいて、最高水位と第1波の水位低下量の関係が非線形的な傾向を示す区間 (0.50m/s~0.60m/sの区間)

上記を踏まえた検討に加え、設備形状や管路解析の影響評価を行い、以下のとおり入力津波を作成する。

- 水位上昇側：敷地高さ T.P. ± 0.1 m に近接し、第 1 波の水位低下量が小さい津波
- 水位下降側：海水ポンプの取水性に影響する水位 T.P. ± 0.1 m に近接し、第 1 波の水位低下量が小さい津波

○ 詳細設計の条件下での入力津波の作成

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

- 水位上昇側の検討として、「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。非線形性を踏まえて「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の組合せについても検討する。

⇒ 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

P.20

- 水位下降側の検討として、「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。

⇒ ii. 最低水位と第1波の水位低下量の関係

P.22

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

- 第1波の水位低下量が0.5mに達するまでに要する時間と第1波の水位低下量の関係を検討する。

⇒ iii. 水位低下の要する時間と第1波の水位低下量の関係

P.23

i ~ iii の結果を踏まえて、検知性の観点でより保守的なケースについて「設備形状の影響評価」及び「管路解析の影響評価」※を行う。

⇒ iv. ①敷地高さに近接する入力津波の検討 iv. ②海水ポンプの取水性に影響する入力津波の検討

P.25

※「設備形状の影響評価」「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。

○ 取水路防潮ゲートの閉止判断基準での確認

作成した入力津波の第1波の水位低下量が、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で確認できることを評価する。

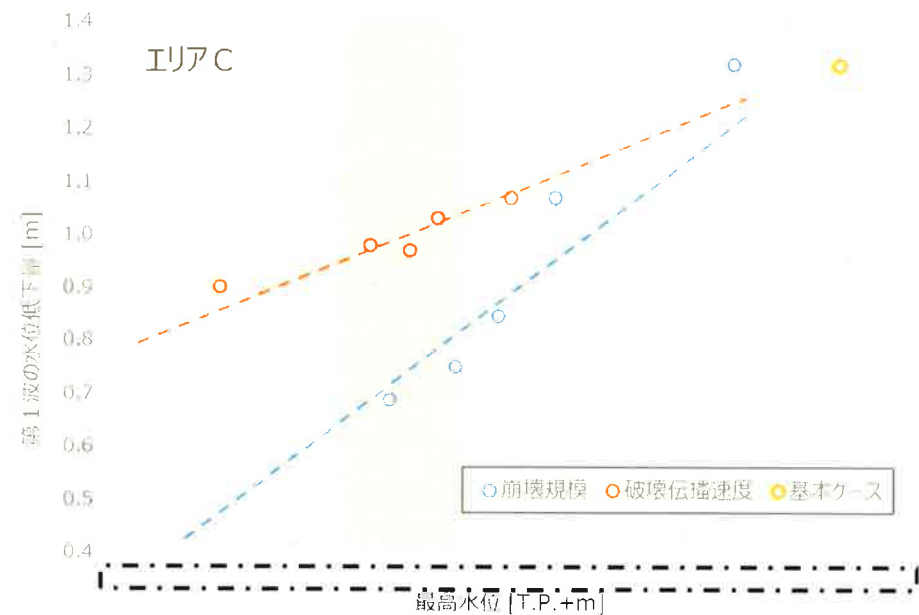
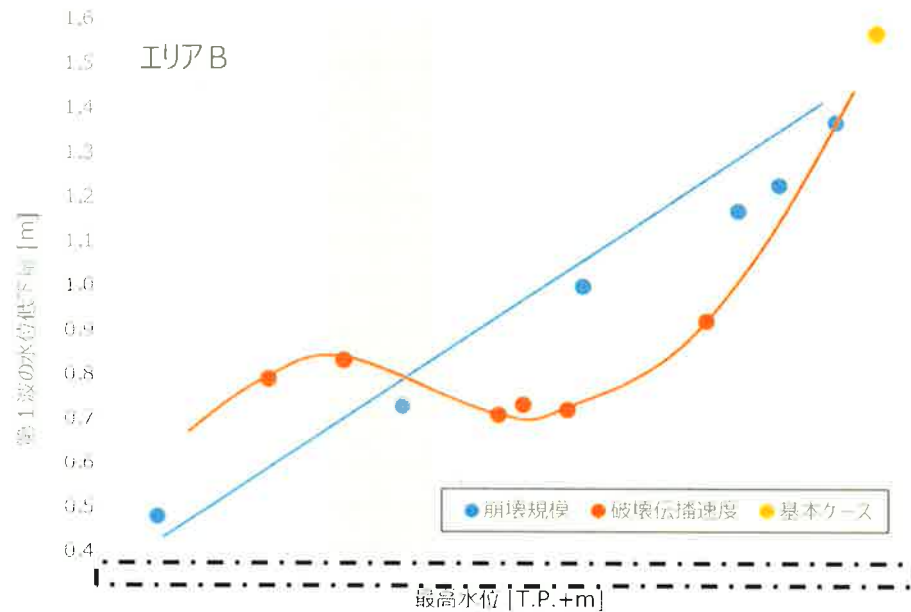
⇒ v. 「計装誤差」を考慮した場合でも、第1波の水位低下量を取水路防潮ゲートの閉止判断基準で確認

P.29

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波の水位低下量が小さい津波



○ 「崩壊規模」と「破壊伝播速度」のパラメータスタディ結果の整理により、以下の傾向を確認。

a. T.P.i+...m近傍までは「崩壊規模」の方が第1波の水位低下量が小さい

b. エリアB及びエリアCの「崩壊規模」並びにエリアCの「破壊伝播速度」は、最高水位と第1波の水位低下量の関係が線形的

c. エリアBの「破壊伝播速度」は、最高水位と第1波の水位低下量の関係が非線形的

○ 「a. T.P.i+...m近傍までは「崩壊規模」の方が第1波の水位低下量が小さい」の傾向を踏まえ、「崩壊規模」のパラメータスタディのうち、敷地高さに近接し、第1波の水位低下量が小さいケースを選定し、「設備形状の影響評価」及び「管路解析の影響評価」を実施する。 → iv. ①敷地高さに近接する入力津波の検討

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波の水位低下量が小さい津波

- a. T.P.i + 1.0m 近傍までは「崩壊規模」の方が第1波の水位低下量が小さい
- b. エリアB及びエリアCの「崩壊規模」並びにエリアCの「破壊伝播速度」は、最高水位と第1波の水位低下量の関係が線形的
- c. エリアBの「破壊伝播速度」は、最高水位と第1波の水位低下量の関係が非線形的

- 「c. エリアBの「破壊伝播速度」は、最高水位と第1波の水位低下量の関係が非線形的」の傾向を踏まえ、「崩壊規模」と「破壊伝播速度」の組合せによるパラメータスタディを実施。
- 崩壊規模を93%に変更したケースでパラメータスタディを実施した結果、最高水位がT.P.i + 1.0m となることを確認。この時の、第1波の水位低下量が0.69mであったため、「設備形状の影響評価」及び「管路解析の影響評価」を実施する。
→ iv. ① 敷地高さに近接する入力津波の検討



【崩壊規模と破壊伝播速度の組合せ】

非線形的な傾向が確認された破壊伝播速度0.55m/sに対して、崩壊規模を90%, 92%, 94%, 96%, 98%に変更してパラスタを実施

崩壊規模92%, 94%のパラスタで、最高水位がそれぞれT.P.i + 1.0m, T.P.i + 1.0m となったため、より敷地高さT.P.i + 1.0m に近接するよう、崩壊規模を93%に変更してパラスタを実施

崩壊規模93%のパラスタで、最高水位がT.P.i + 1.0m となり、第1波の水位低下量が0.69mであることを確認

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波の水位低下量が小さい津波

- 水位下降側の検討では、海水ポンプの取水性に影響するケースを用いて、「設備形状の影響評価」「管路解析の影響評価」等の検討を行い、詳細設計の条件下で作成する入力津波の評価を行う。

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、周期が長い津波

- 「周期」の観点からは、「破壊伝播速度」のパラメータ設定により、水位低下時間に影響がでてる。
- 水位上昇側の検討の方が、第1波の水位低下に要する時間が長いことから、水位上昇側の検討を行う。

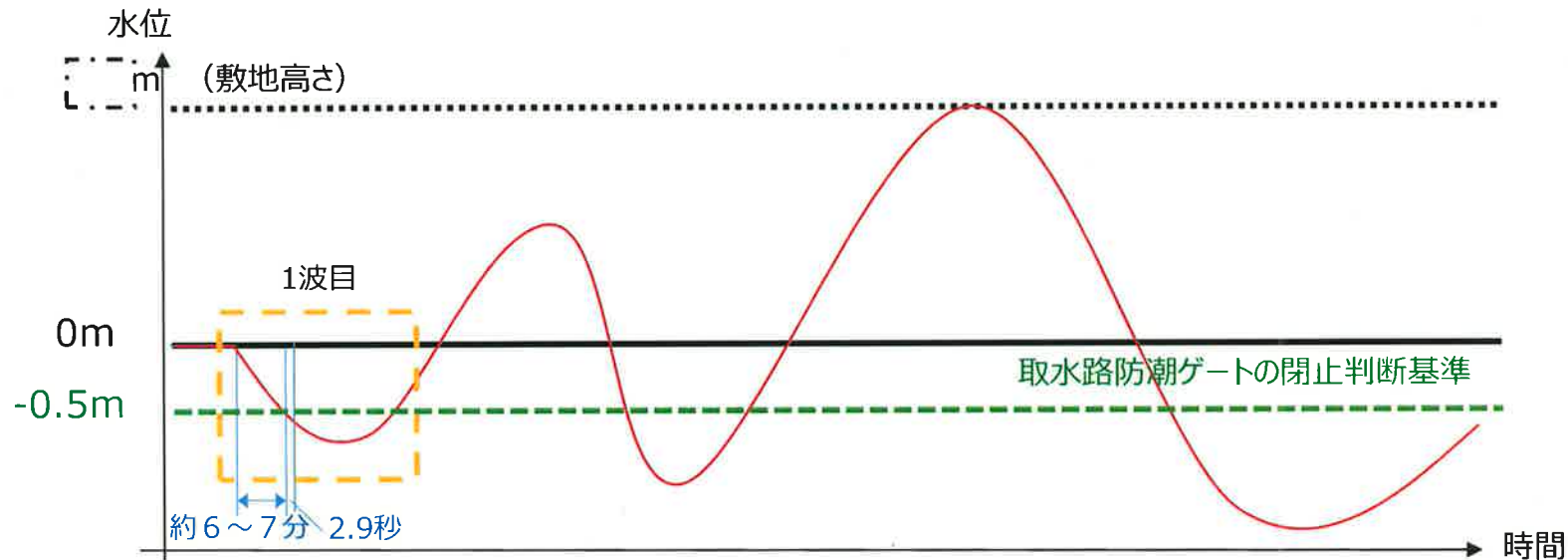


2. 津波の「周期」に対する取水路防潮ゲートの閉止判断基準の検知性の観点

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、周期が長い津波

- 敷地に遡上し、周期が長い津波は、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される。
- このため、潮位観測システム（防護用）の最大の時間遅れ(2.9秒)を考慮した場合でも、10分の取水路防潮ゲートの閉止判断基準で第1波を検知できることが確認できる。



- 計装誤差等を考慮した場合の取水路防潮ゲートの閉止判断基準における検知性の観点では、「周期」の観点よりも、「波高」の観点の方がより詳細に検討をする必要があることから、施設評価の影響評価を考慮した検討については、「波高」の観点で検討を行う。

iv. ① 敷地高さに近接する入力津波の検討

- 「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を行った。結果として、それぞれのケースにおいて、エリアBの崩壊規模48%、エリアCの崩壊規模40%、エリアCの崩壊規模68%となった。
- 「崩壊規模」と「破壊伝播速度のパラメータスタディ」の組合せのパラメータスタディについて、「設備形状の影響評価」、「管路解析の影響評価」並びにそれらの組合せの影響評価を実施した。
- 影響評価の結果、最も第1波の水位低下量が小さいケースとして、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を「敷地高さに近接する入力津波」として設定する。

赤字: 水位低下量が最も小さいケース

影響評価ケース		海底地すべりの波源特性		取水路 防潮ゲート ※1	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					
崩壊規模のみ	× (考慮しない) 設備形状を反映しない	× (考慮しない) 貝付着あり	Es-K5(エリアB) Kinematicモデル による方法	崩壊規模 39%	開	0.72	0.73	0.86					
	○ (考慮する) 設備形状を反映する	× (考慮しない) 貝付着あり							崩壊規模 48%				
	× (考慮しない) 設備形状を反映しない	○ (考慮する) 貝付着なし	Es-T2(エリアC) Kinematicモデル による方法	崩壊規模 40%					0.69 (0.686)	0.71	0.78		
	○ (考慮する) 設備形状を反映する	○ (考慮する) 貝付着なし							崩壊規模 68%			1.18	1.20	1.26
崩壊規模 + 破壊伝播速度 の組合せ	× (考慮しない) 設備形状を反映しない	× (考慮しない) 貝付着あり	Es-K5(エリアB) Kinematicモデル による方法	崩壊規模 93% 破壊伝播速度 0.55m/s					0.69 (0.692)	0.75	0.93		
	○ (考慮する) 設備形状を反映する	× (考慮しない) 貝付着あり							0.78			0.83	1.05
	× (考慮しない) 設備形状を反映しない	○ (考慮する) 貝付着なし							0.74					0.75	0.96
	○ (考慮する) 設備形状を反映する	○ (考慮する) 貝付着なし							0.77			0.77	1.11

※1 開: ゲートが開いた状態であるがT.P.±0m~+6.5はカーテンウォールあり

iv. ① 敷地高さに近接する入力津波の検討

※ 2 「崩壊規模」のパラメータスタディ概要 (1 / 2)

○影響評価による津波水位の傾向について

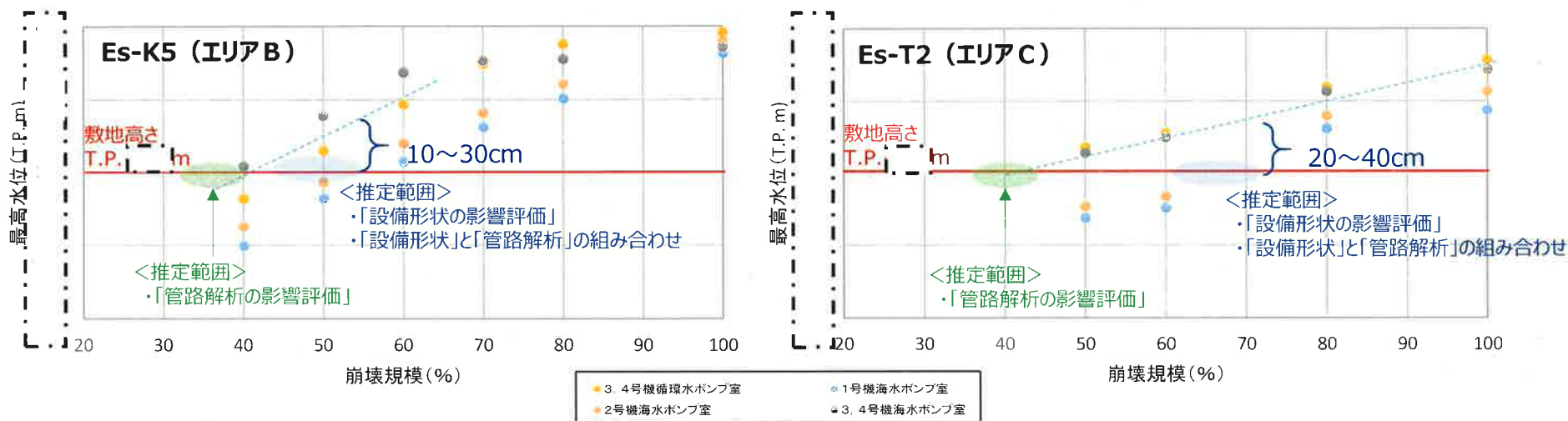
資料2-2-3「入力津波の設定」に示す結果より「設備形状の影響評価」、「管路解析の影響評価」並びにそれらの組み合わせの3つのケースで計算される2波目以降の最高水位を確認したところ、概ね以下の傾向があることを確認した。

波源モデル	崩壊規模(%)	既許可モデル	設備形状の影響評価		管路解析の影響評価		設備形状と管路解析の組み合わせ	
			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]	[最高水位]	既許可モデルより 10~30cm程度低下	[最高水位]	既許可モデルより 数cm程度上昇	[最高水位]	既許可モデルより 10~20cm程度低下
	40								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)
100	[最高水位]		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						[最高水位]	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)

※既許可モデルとは、基準津波3及び基準津波4の検討に用いたモデルを指す。

○各ケースの最高水位がT.P. []mに近接する崩壊規模の推定

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. []mに近接する崩壊規模を推定した。



iv. ① 敷地高さに近接する入力津波の検討

※ 2 「崩壊規模」のパラメータスタディ概要 (2 / 2)

○最高水位が敷地高さT.P.i. 1.0mに近接する津波

「設備形状の影響評価」、「管路解析の影響評価」並びにそれらの組み合わせの3つのケースについて、2波目以降の最高水位がT.P.i. 1.0mに近接す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、最高水位がT.P.i. 1.0m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	1.0	設備形状の影響評価	1.0
		設備形状と管路解析の組み合わせ	1.0
40	1.0	管路解析の影響評価	1.0

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	崩壊規模(%)	最高水位(m)
設備形状の影響評価	48	1.0
設備形状と管路解析の組み合わせ	47	1.0
設備形状と管路解析の組み合わせ	45	1.0
管路解析の影響評価	44	1.0
管路解析の影響評価	38	1.0
管路解析の影響評価	37	1.0

・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	1.0	設備形状の影響評価	1.0
		設備形状と管路解析の組み合わせ	1.0
40	1.0	管路解析の影響評価	1.0

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	崩壊規模(%)	最高水位(m)
設備形状の影響評価	69	1.0
設備形状の影響評価	68	1.0
設備形状と管路解析の組み合わせ	68	1.0
設備形状と管路解析の組み合わせ	67	1.0
管路解析の影響評価	40	1.0
管路解析の影響評価	39	1.0

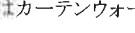
※「設備形状の影響評価」については2ケースでT.P.i. 1.0mとなるため、第1波の水位低下量がより小さいケース(Es-K5(エリアB)Kinematicモデルによる方法)で評価する。

波源モデル	崩壊規模(%)	1波目の水位低下量(10分間)(m)		
		1号機 海水ポンプ室	2号機 海水ポンプ室	3,4号機 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

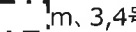

iv. ② 海水ポンプの取水性に影響する入力津波の検討

赤字: 水位低下量が最も小さいケース


影響評価ケース		海底地すべりの波源特性	取水路 防潮ゲート ※1	最低水位 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
× (考慮しない) 設備形状を反映しない	× (考慮しない) 貝付着あり	Es-K5(エリアB) Kinematicモデル による方法	開		1.49	1.50	1.77
○ (考慮する) 設備形状を反映する	× (考慮しない) 貝付着あり				1.20	1.20	1.44
○ (考慮する) 設備形状を反映する	○ (考慮する) 貝付着なし				1.21	1.22	1.45
× (考慮しない) 設備形状を反映しない	○ (考慮する) 貝付着なし				破壊伝播速度 0.8m/s	1.25	1.26	1.48

※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

海水ポンプの取水可能水位

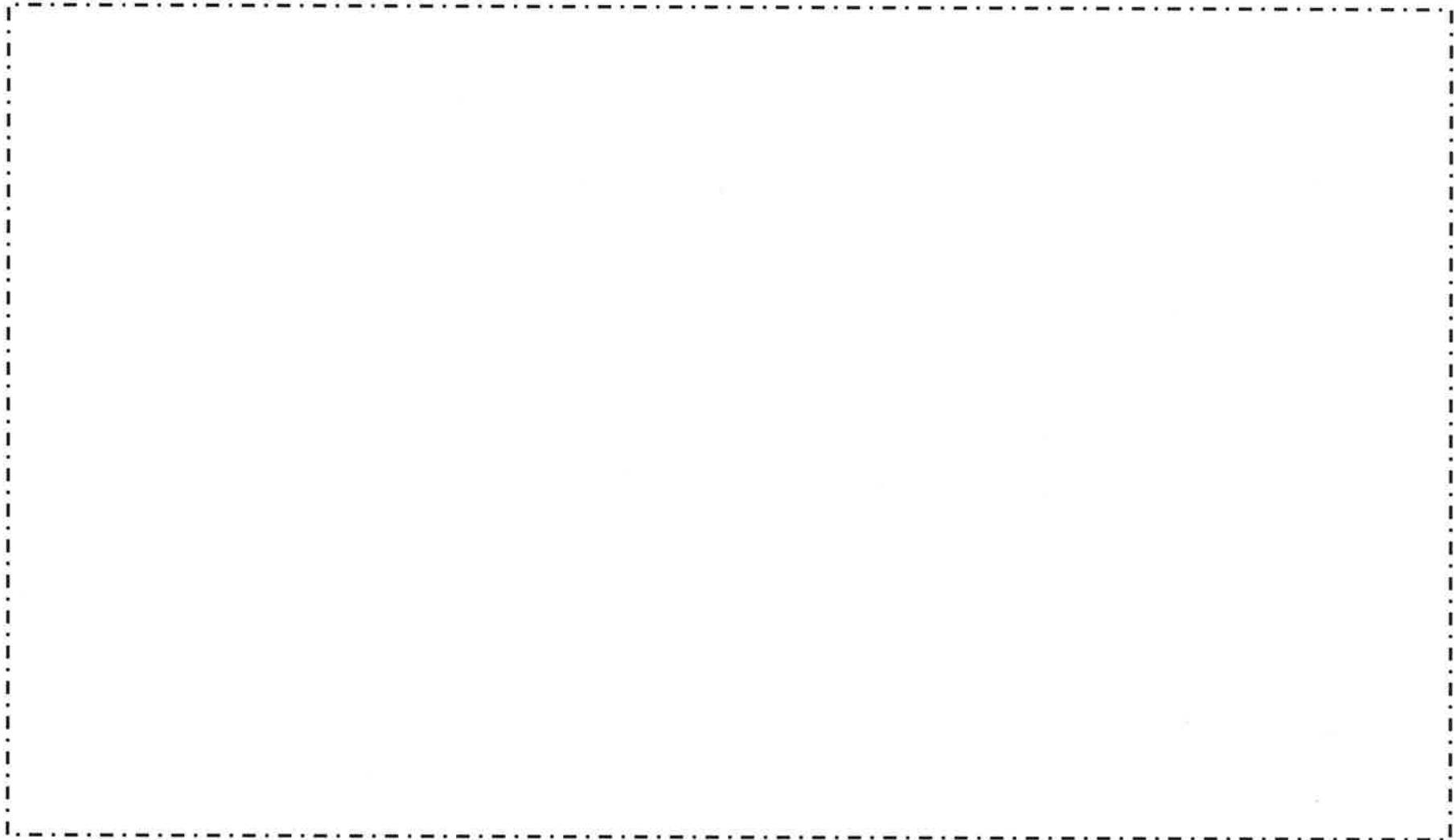
1,2号機海水ポンプ: T.P.  m、3,4号機海水ポンプ: T.P.  m

※2 崩壊規模:100%、破壊伝播速度:1.0m/s

- 「設備形状の影響評価」、「管路解析の影響評価」並びにそれらの組合せの3つのケースにおいて、3,4号機海水ポンプ室前面の最低水位がT.P.  mを下回るケースを検討した。
- 「海水ポンプの取水性に影響する入力津波」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-K5(エリアB)の施設影響が最も大きくなる崩壊規模及び破壊伝播速度(崩壊規模100%、破壊伝播速度1.0m/s)で、設備形状を反映し、貝付着ありのケースとする。この時の、1波目の水位低下量は1.20mとなる。

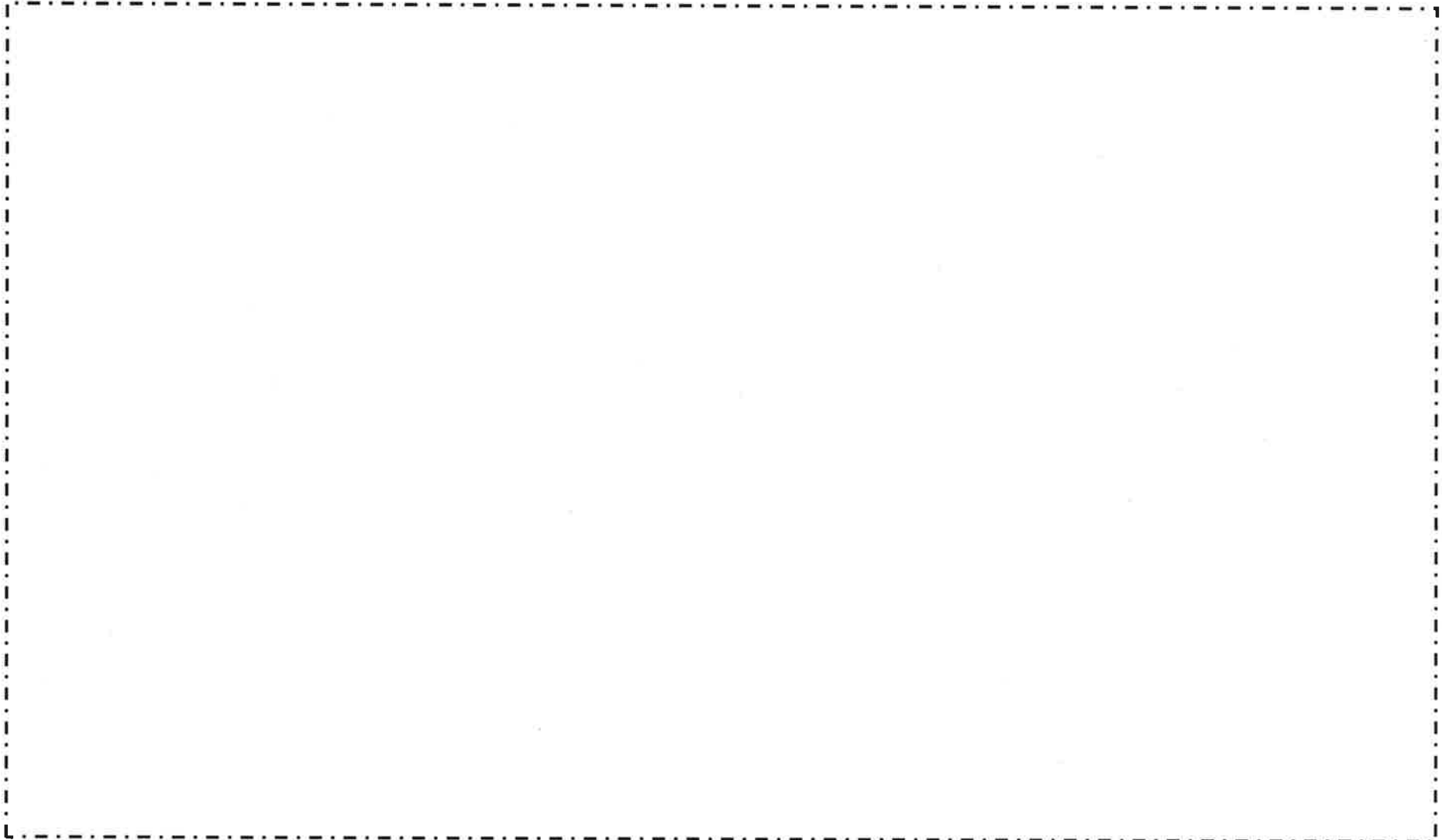
v. ① 敷地高さに近接する入力津波の取水路防潮ゲートの閉止判断基準での確認

- 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。



v. ② 海水ポンプの取水性に影響する入力津波の取水路防潮ゲートの閉止判断基準での確認

- 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1.20m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1.15m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。

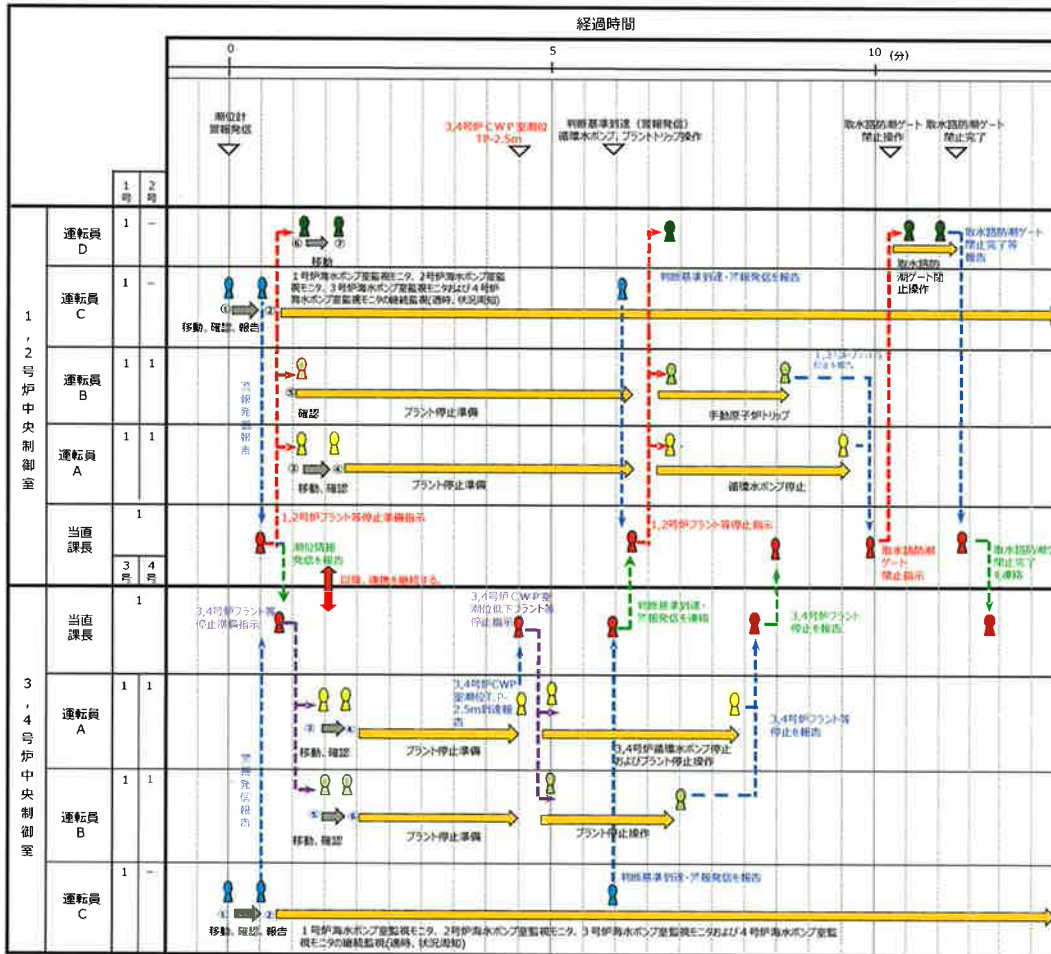


【12/10審査会合のご指摘事項】

5. T.P.-2.5mを下回った場合のCWPの停止手順について、取水防潮ゲートの閉止運用への効果、悪影響について説明すること。(手順は自主的なもので、閉止運用の有効性評価(時間評価)では閉止判断基準が早まる効果を考慮していないことを説明)
6. 3・4号機のCWP停止と1 2号機の閉止判断基準が錯綜する場合に、閉止判断に悪影響がないことを示すこと。(操作及び中央間の情報錯綜の観点で)

【運転操作・情報連携への影響】

- 津波検知した場合のユニット操作、ポンプ操作、潮位監視に対応する各運転員の役割分担は明確に分離しており、運転操作手順書にも、循環水ポンプ停止がゲート閉止判断より先になる場合の操作手順・課長の判断を記載することから、運転員の対応や中央制御室間の情報連携に影響はない。
- 具体的には、取水路防潮ゲートの「閉止判断基準到達前」に1波目の水位低下量がT.P.-2.5m以下になった場合、通常は「閉止判断基準到達後」に循環水ポンプ停止を担当する運転員（下記タイムチャートの「運転員A」）が、当直課長からの指示に基づき循環水ポンプ停止に当たるため、運転員A及びその他の要員の体制・役割に影響はない。



- また、中央制御室間の連携に関して、当直課長は、「潮位観測を継続し、閉止判断基準に到達すれば他号炉の当直課長へ連絡すること」及び「循環水ポンプが停止した旨の連絡を、他号炉の当直課長に報告すること」に変わりはなく、運用手順において影響を受けることはない。
- なお、現状の余裕時間確認にかかる検討シナリオに比べ、CWPの停止操作が早期に完了することから、1, 2号および3, 4号の両方でCWPを停止する場合は、防潮ゲート閉止基準到達後から防潮ゲート閉止操作までの対応時間が早まる効果がある。

【運転操作・情報連携への影響】

運転操作手順書(案)

順序	担当	操 作	確認および注意
7	当直班長 主機員	海底地すべり津波発生に伴い、関連パラメータの監視を強化する。 <(1)~(4)> (1)津波監視設備	次の各パラメータ等を確認する。 a. 津波監視カメラ b. 構内自然現象監視カメラ c. 津波監視装置潮位モニタ「1・2・3・4号海水ポンプウエル潮位計」 (1・2・3・4号機 津波監視コンソールB) d. 1(2)(3)(4)号海水ポンプウエル潮位 (SY90-3/3) e. 潮位(3(4)海水ポンプウエル(LR-3754)) 各潮位計の指示および津波監視装置潮位モニタで発信した警報は、A中央制御室当直課長とB中央制御室当直課長が連携し、衛星電話(津波防護用)を使用して情報共有を行う。 f. 津波監視装置構外潮位モニタ「構外潮位計1・2」
(中略)			
	制御員 主機員	(3)ロータリスクリーン下流側水位が低い場合は、循環水ポンプ出口圧力および海水ヘッダ圧力の監視を強化する。	a. 津波による人身災害を防止するため、中央制御室計器により監視する。 b. ロータリスクリーン下流側水位が海水ポンプ、循環水ポンプの許容量最低水位以下に低下する場合は、【別紙-5】「潮位異常低下時の処置」に従い処置する。
(中略)			
8	当直課長	次のいずれかの状態となり、海底地すべり津波によるプラント停止を判断すれば、対応操作を行うよう全員に指示する。 (1)津波監視装置潮位モニタ「1(2)(3)(4)号海水ポンプウエル潮位計」のうち、2台の観測潮	A中央制御室当直課長と衛星電話(津波防護用)を使用して情報共有を行う。 指示変動が誤検知および計器故障でないことを次により確認する。

別紙-5

潮位異常低下時の処置

順序	担当	操 作	確認および注意
1	当直課長 当直班長 主機員 全 員	循環水ポンプウエルA・B・C・Dロータリスクリーン後水位が、EL-2.5m以下に低下した場合は、次の操作を行う。 (1)タービンを「手動」でトリップさせるよう主機員に指示する。 (2)ユニットトリップさせることを需給運用グループに連絡する。 (3)当直課長の指示により、タービンを「手動」でトリップさせる。 (4)「ユニットトリップ」時の処置を行う。	現場における監視は危険を伴うため、中央制御室計器により判断する。 ○ 海水ポンプ許容最低水位 EL-3.520m ○ 循環水ポンプ許容最低水位 EL-3.000m 運転操作所則(電気関係) 「B-3 発電機停止」 運転操作所則(タービン関係) 「T-3 タービン停止」 運転操作所則(原子炉関係) 「D-1 原子炉トリップ」 の項に従う。
2	当直課長	循環水ポンプを全台停止するよう主機員に指示する。	
3	主機員	A・B循環水ポンプを停止する。	運転操作所則(タービン関係) 「T-42-(1) 循環水ポンプ」の項に従う。

【12/10審査会合のご指摘事項】

7. 基本設計方針において、「取水路防潮ゲートの閉止判断にあたり、台風時・平常時の影響を受けない」との記載に対して、「影響を受けないこととその根拠」を説明すること。（信頼性向上での改善、基準適合への設備充実の観点など）

【平常時の影響について】

- 過去7年間の潮位変動に対し、10分以内0.4m以上※に該当する潮位変動の実績と発生要因を下表のとおり整理した。
- 潮位計2台同時の潮位変動は、潮位計の点検や工事に伴う電源隔離および校正等の作業によるものであった。

※取水路防潮ゲートの閉止判断基準（0.5m）を踏まえた潮位計のセット値（0.45m）に計装誤差（0.05m）を考慮した値

潮位変動要因	潮位変動件数	今後発生させないための措置
潮位計点検・校正作業	14件	独立性を有する設計 複数台の同時点検をしない運用

⇒潮位計4台は、独立性を有する設計とするため、今後、同作業を実施しても2台同時に潮位変動は生じない。また、点検中の潮位計は予備として除外運用するとともに、潮位計の点検を複数台同時に実施しないことは、保安規定以下の社内標準に定めて管理する。

- 潮位計1台の潮位変動は、クラゲ襲来時のクラゲ排水作業によるものと潮位計の校正等の作業によるものであった。

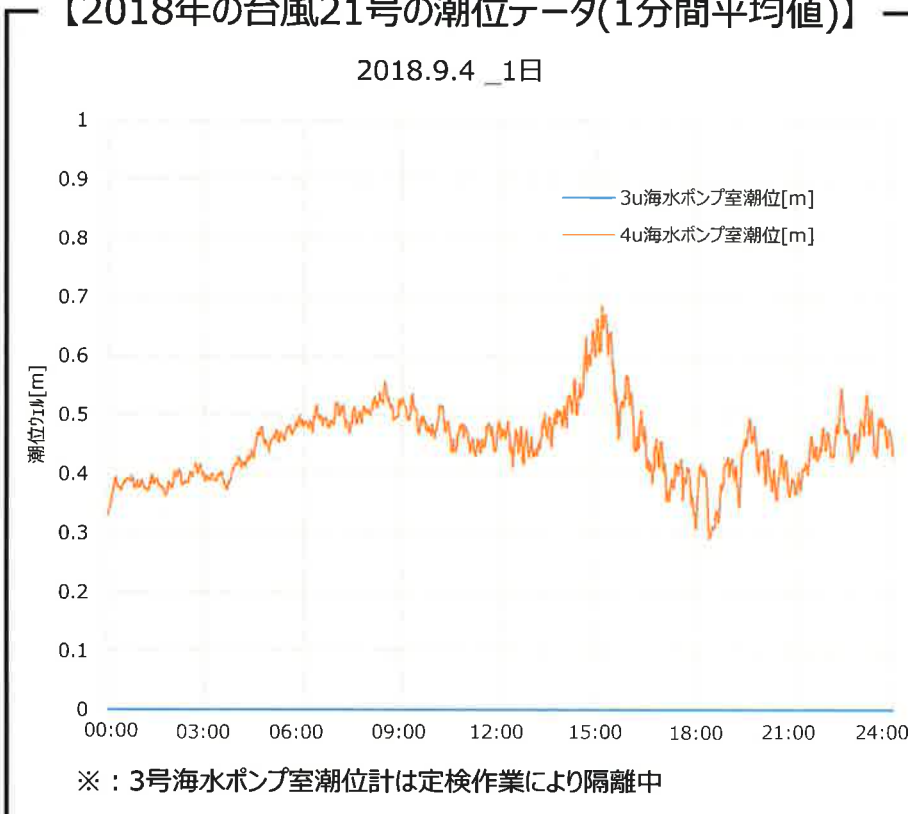
潮位変動要因	潮位変動件数	今後発生させないための措置
潮位計点検・校正作業	134件	作業管理により、作業期間中は潮位計器を除外運用
クラゲ排水作業	204件	排水先の切替

⇒クラゲ排水作業は、クラゲと共に回収した海水を4号海水ポンプ室潮位計の近傍に排水していたため水位変動が生じたものであるが、今後、排水先を循環水ポンプ側取水路へ切り替えることから、同事象は発生しない。また、潮位計の校正等の作業で、取水路防潮ゲートの閉止判断基準に該当するような潮位計の水位変動に影響を与える作業は、作業管理により予め水位変動が把握できることから、当該作業の間、潮位計を除外する。なお、潮位のゆらぎは継続的に確認し、ゆらぎの妥当性を評価するとともに、今後の自然現象の変化による水位変動が取水路防潮ゲートの閉止判断基準に該当するケースなどを確認の上、設計や運用に反映していく。

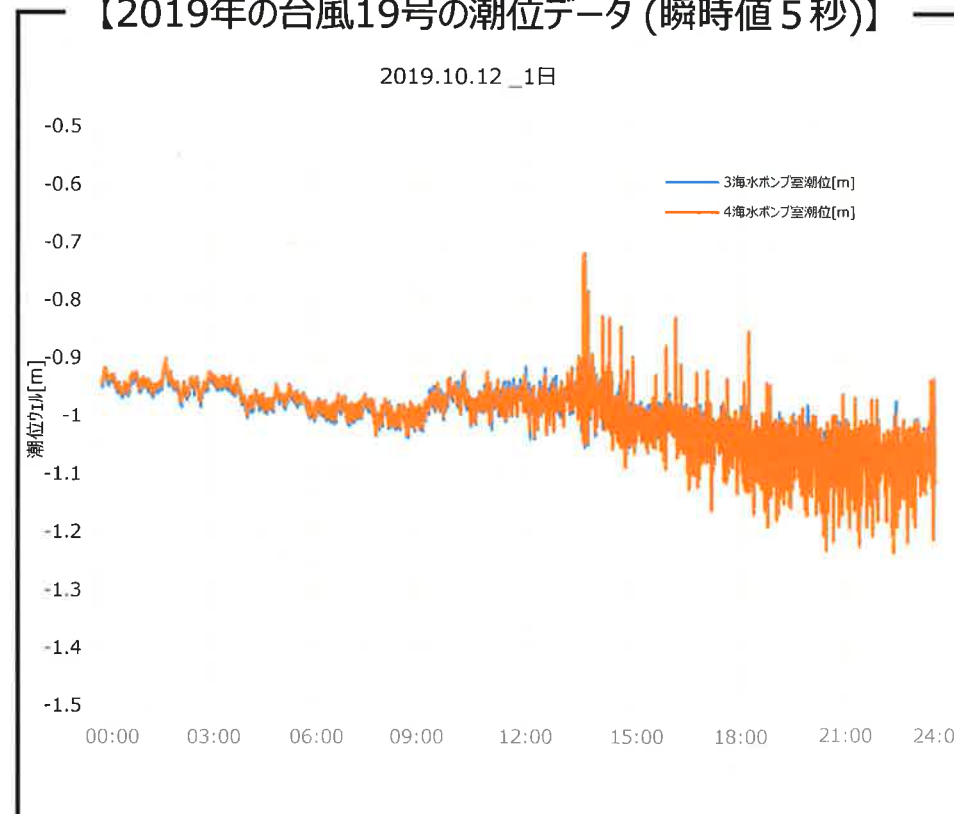
【台風時の影響について】

- 台風時の潮汐変動について、代表として若狭湾周辺の潮汐の変動が大きいと想定される2018年の台風21号（中心気圧950hPa）及び2019年の台風19号（中心気圧955hPa）時の潮汐変動を確認した。潮汐の変動は大きいところで10分間で30cm程度であり、取水路防潮ゲートの閉止判断基準（10分以内0.5m以上）、及びセット値（10分以内0.4m以上※）には影響しない。

【2018年の台風21号の潮位データ(1分間平均値)】



【2019年の台風19号の潮位データ(瞬時値5秒)】

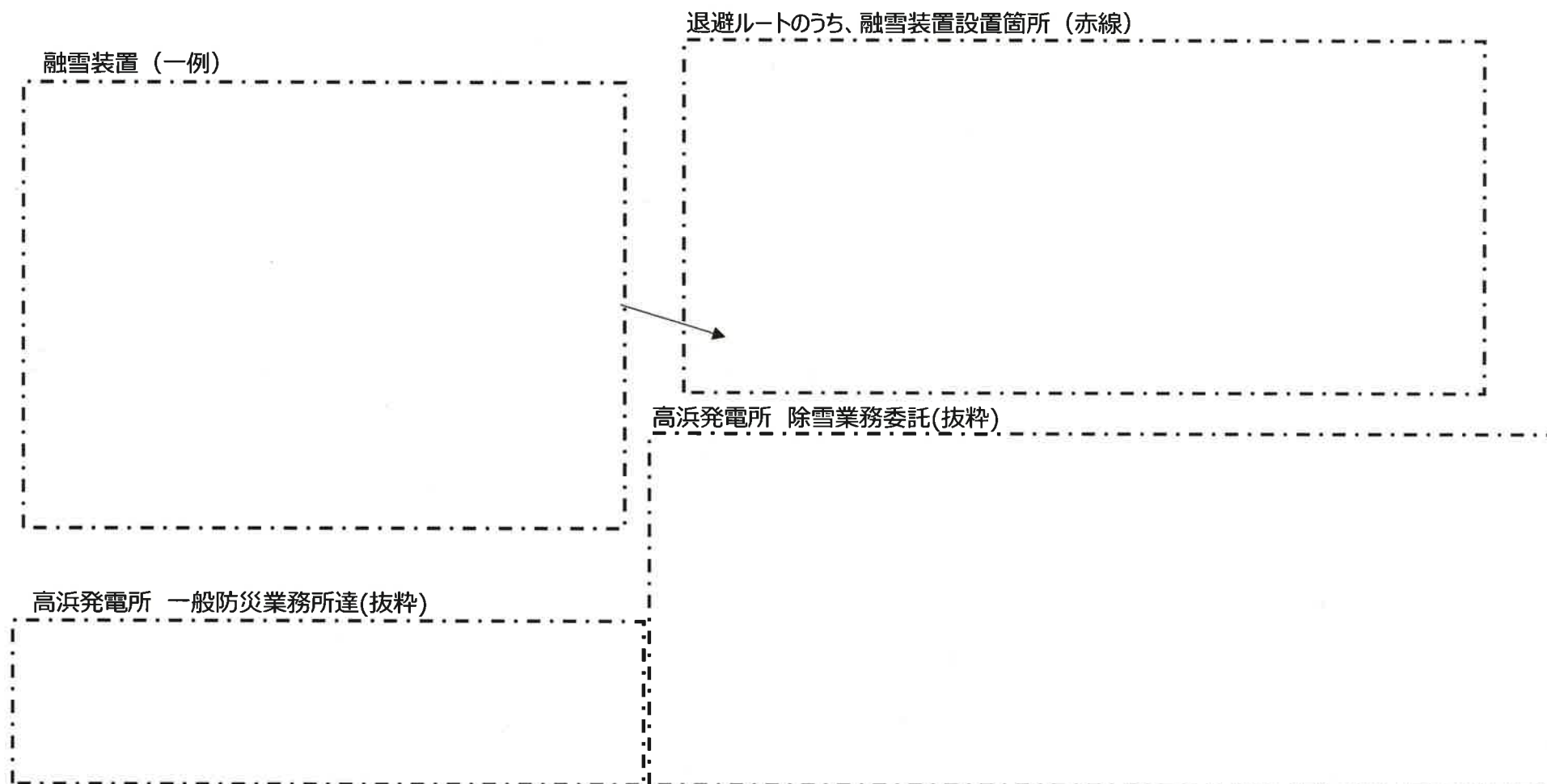


【12/10審査会合のご指摘事項】

8. 車両退避において、より厳しい条件（大雪、路面凍結、夜間等）においても成立することを説明すること。

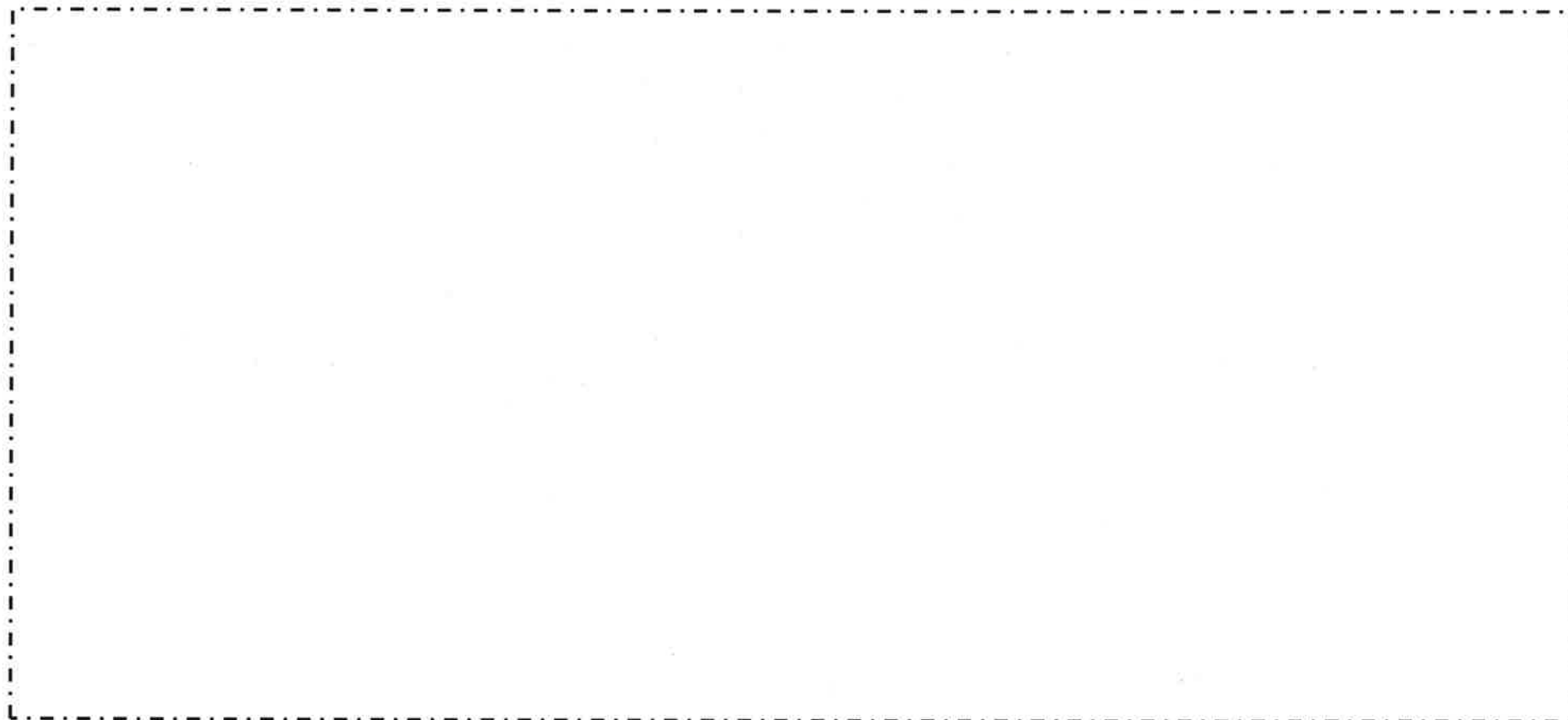
【大雪及び路面凍結の影響について】

- 退避ルートของ 주요な箇所には、融雪装置を設置している。(下図)
- また、「融雪装置が設置されていない箇所においても、融雪剤(凍結防止剤)の散布や除雪を行う運用」、「冬季に発電所構内へ入構する車両は必ずスノータイヤを装着する運用」としている。
- 以上を踏まえ、大雪や路面凍結による現状評価へ影響は軽微と考えている。



【夜間退避について】

- 構外の観測潮位において、津波と想定される潮位(10分以内0.5mの潮位変動)を確認した場合は、**昼夜を問わず、中央制御室からの構成一斉放送(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)を実施**する。
- また、「発電所構内の主要な箇所には、**街灯を設置していること**」(下図)、「**車両に搭載されたライトにより、道路状況の確認が可能**であること」から、夜間においても視認性の確保は可能である。
- 以上を踏まえ、夜間帯における退避が現状評価に与える影響は軽微と考えている。



退避ルート上の街灯設置状況

參考資料

【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**退避を基本とし、漂流物化しない措置を実施する。**

【基本方針】

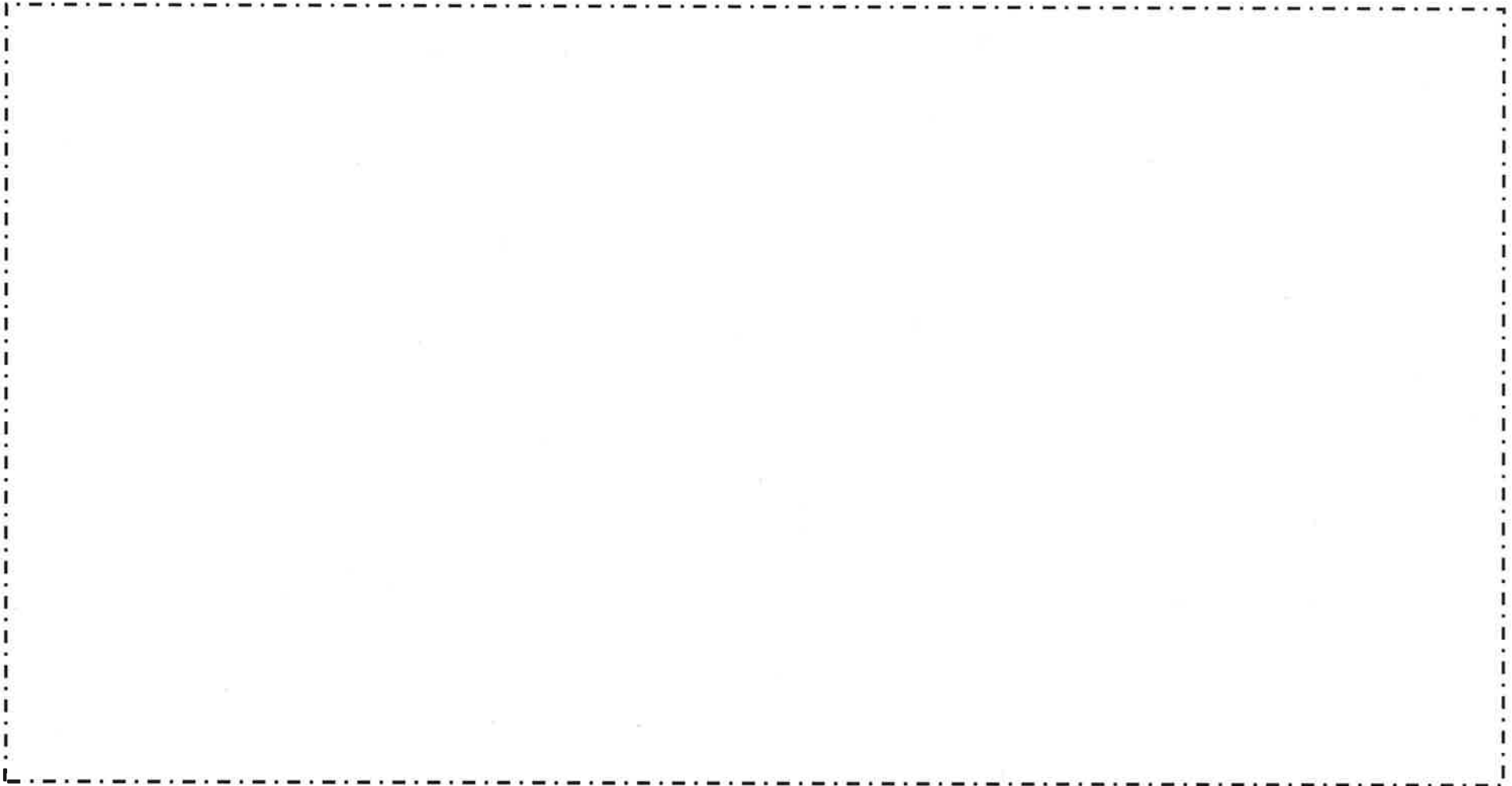
- 津波遡上範囲（放水口側防潮堤及び取水路防潮ゲートより外側）は、**原則駐車禁止**とする。ただし、当該エリアに作業で入域する等の発電所運営上必要な場合は停車可とし、この場合においても運転手が車両付近に常駐※（荷役などの車両を用いた作業との兼務は可とする。）し、直ちに車両を移動させることが可能な体制をとる。なお、当該エリアで車両を用いて作業を実施する場合は、事前許可制とし、放水口側防潮堤の外側、取水路防潮ゲートの外側それぞれの作業車両が10台以下となるよう管理する。具体的には、後述の「津波遡上範囲に停車する車両への対応」にて「①車両退避」と分類した作業車両が10台以下となるよう管理する。
（※：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。

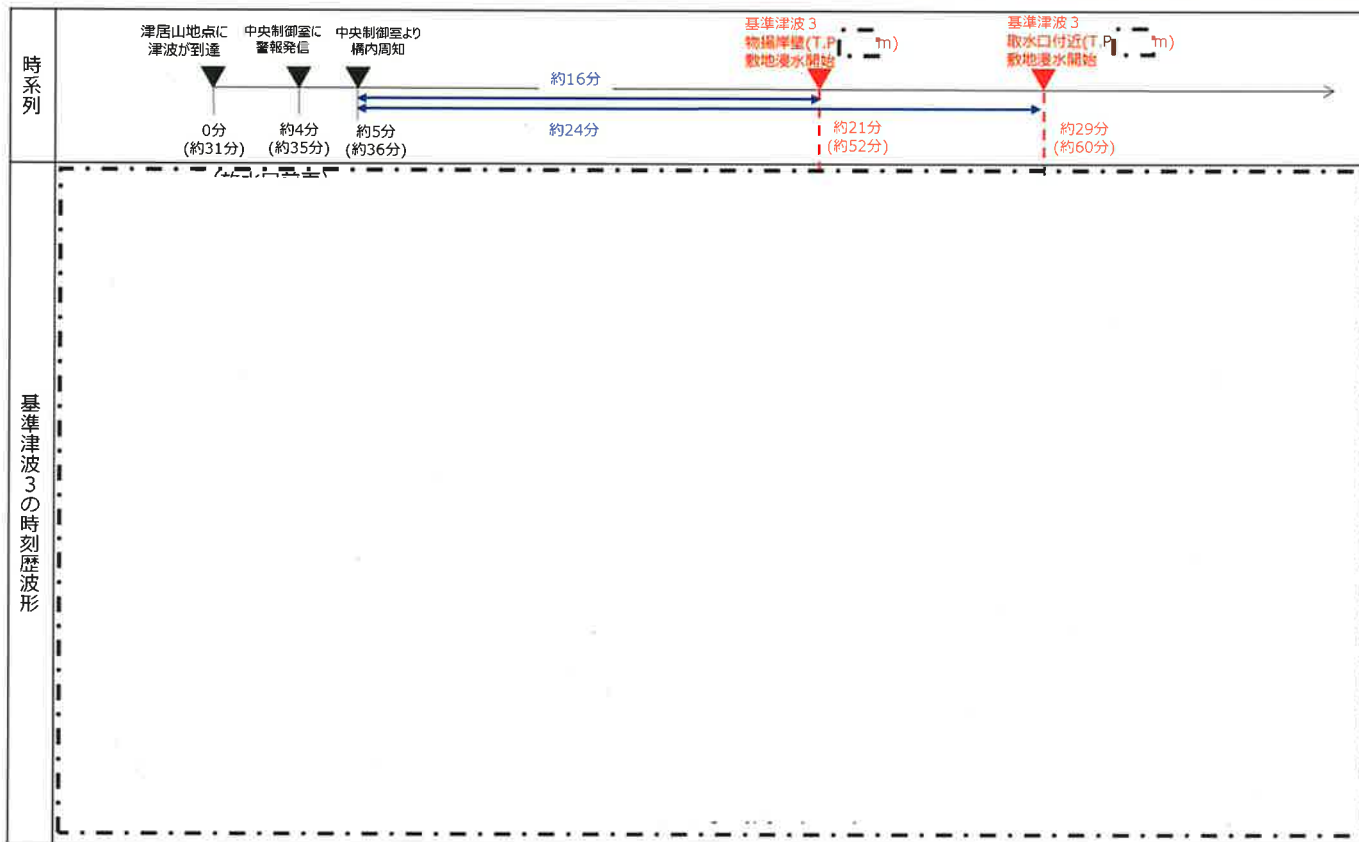


車両退避場所

【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、 $T.P_1$ 1m (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、 $T.P_2$ 1m (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。)

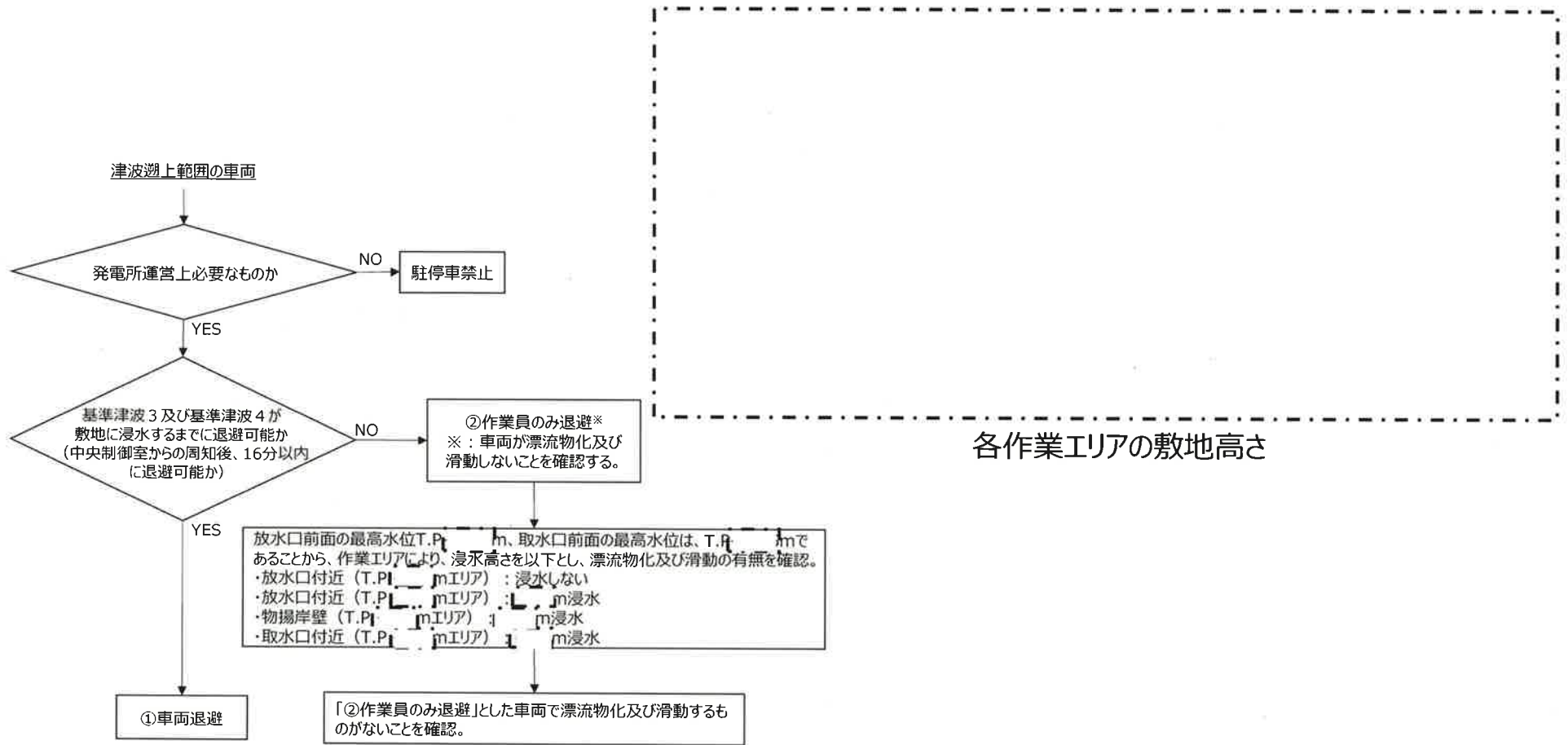


経過時間については、
 0分：津居山津波到達後の経過時間
 (約31分)：海底地すべり発生後の経過時間

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

【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）

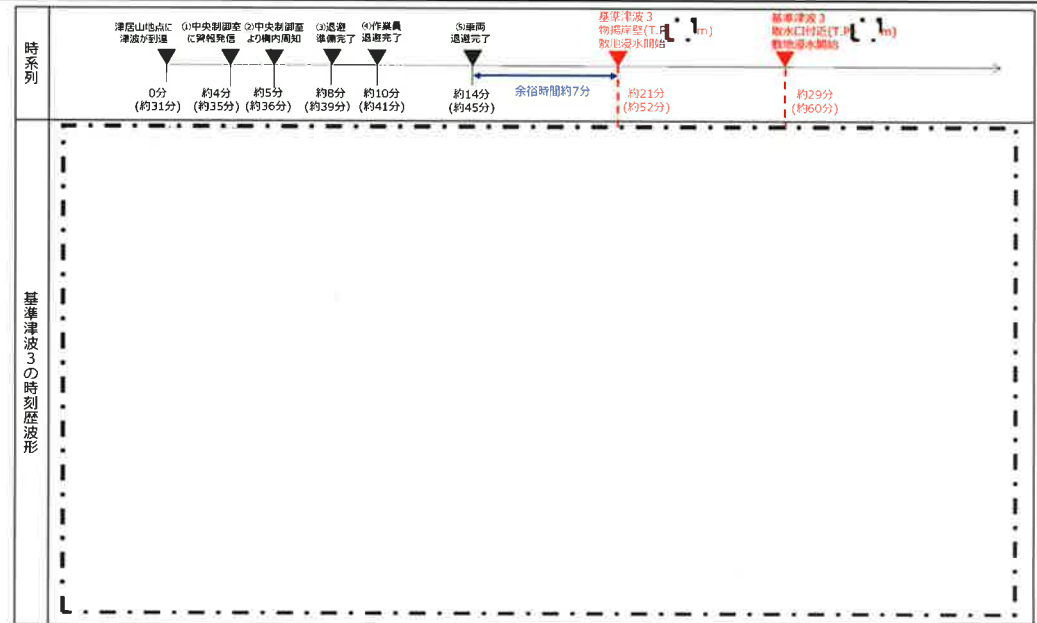
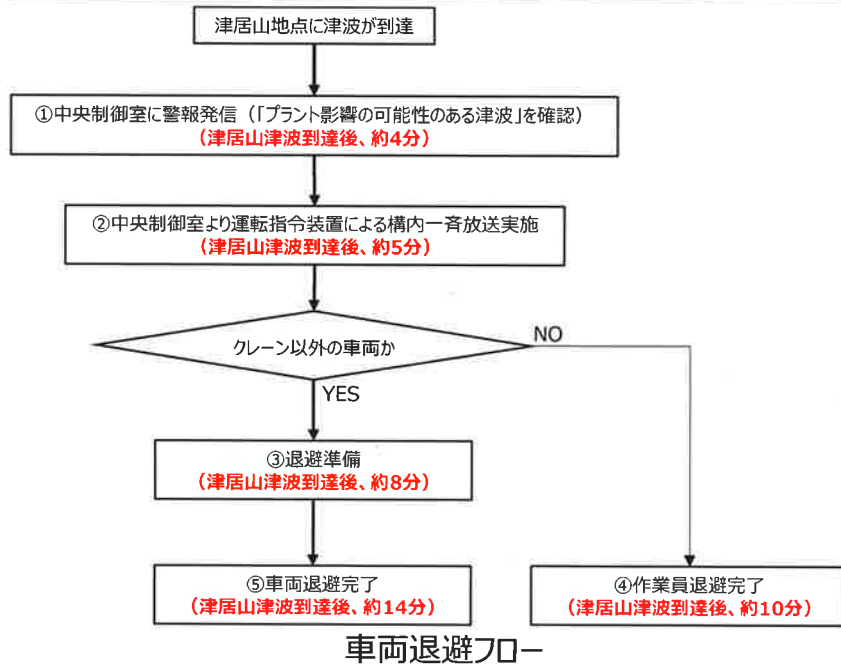
車種	作業エリア	用途	分類	浸水部におけるパラメータ				浮力(tf)	重量(tf)	車両密度※3 (t/m ³)	漂流物化有無※4	安定流速 (m/s)	滑動有無
				長さ(m)	幅(m)	高さ(m)	体積(m ³)						
60tクレーン	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)	放水口点検	②作業員のみ退避	-	-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)	・くらげ防網定期修繕 ・取水路ロータリーレーキ定期修繕 ・橋型クレーン点検		9.475	3.000	-	15.63	39.635	-	無	8.11	無	
25tクレーン	取水口付近(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	2.060	-	無	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)			4.700	1.700	-	4.39	2.060	0.79	有	-	-	
	物揚岸壁(T.P.+2.0mエリア)			4.700	1.700	-	14.78	2.060	0.79	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	3.460	1.120	無※5	-	-	
	取水口付近(T.P.+3.0mエリア)			5.990	1.890	-	6.23	3.460	1.120	無※5	-	-	
	物揚岸壁(T.P.+2.0mエリア)			5.990	1.890	-	20.94	3.460	1.120	無※5	-	-	
	放水口付近(T.P.+4.5mエリア)			-	-	-	-	-	-	無(浸水しない)	-	-	

※1：地表から車両までの空間等を考慮せず、保守的に評価している。
 ※2：詳細評価(地表から車両までの空間等を考慮した場合)の値
 ※3：詳細評価(車両密度評価)の結果
 ※4：「①車両退避」と分類した車両の漂流物化有無については、参考として記載
 ※5：車両密度が海水密度(1.03t/m³)を上回るため漂流物化しない

【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。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ることを確認した。また、模擬訓練を実施し、下記の評価時間内に収まることを確認した。

- <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^{※1}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^{※2}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^{※3}かつ最大勾配が6.5%程度であり、これを考慮した車両走行速度15km/h^{※4}とすると、車両の退避に4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6分と算定** (※1: 当該箇所は道路幅6m程度であり、10台の作業車両が同一箇所で作業することはないが、保守的に同一箇所での作業を想定。※2: 一般的に車間距離40m以下(1kmあたりの車両台数が25台程度)になった際に渋滞が発生しやすいことから、車間距離40m以上確保可能な10秒おきの出発を想定。※3: 津波が到達しない高さまでの距離は500m程度であるが、保守的に退避場所までの距離1kmにて評価。※4: 構内速度制限30km/hより保守的に設定)



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) : 海底地すべり発生後の経過時間

各手順完了までの時系列

【車両退避に係る模擬訓練】

○ 模擬訓練内容

発電所構外の観測潮位が津波と想定される潮位(津居山地点において10分以内に0.5mの上昇若しくは下降)になり、中央制御室より運転指令装置による構内一斉放送がなされたと仮定し、退避完了までの時間を以下の条件にて実測。実測の結果、机上評価に包含されることを確認した。

なお、実測においては1台目の車両が出発し、2台目以降の車両が間隔を置かず出発しているが、渋滞は発生しなかった。距離が1km程度、車両台数が10台であり、渋滞が発生する環境ではないことが要因と考えられる。

- ・退避開始地点：指定退避場所(下図の赤点線)から最も遠い場所を退避開始地点とする。(下図緑丸)
- ・退避ルート：退避ルートのうち、最も時間を要するルートとする。(下図の緑ルート)
- ・退避台数：作業車両を10台に制限し、管理することから、10台とする。(当該箇所は道路幅6mであり、10台の作業車両が同一箇所で作業することはないが、保守的に同一箇所での作業を仮定)

模擬訓練における実測結果

	(a)退避準備(ブーム、アウトリガー格納等)に要する時間	(b)1台目出発から10台目出発までの時間	(c)10台目出発から10台目退避完了までの時間	中央制御室からの周知後、退避完了までに要する時間((a)+(b)+(c))
模擬訓練 1 回目	2分23秒	1分10秒	3分9秒	計 6分42秒
模擬訓練 2 回目	1分33秒	49秒	3分16秒	計 5分38秒
(参考)机上評価における算定	約3分	約2分	約4分	計 約9分

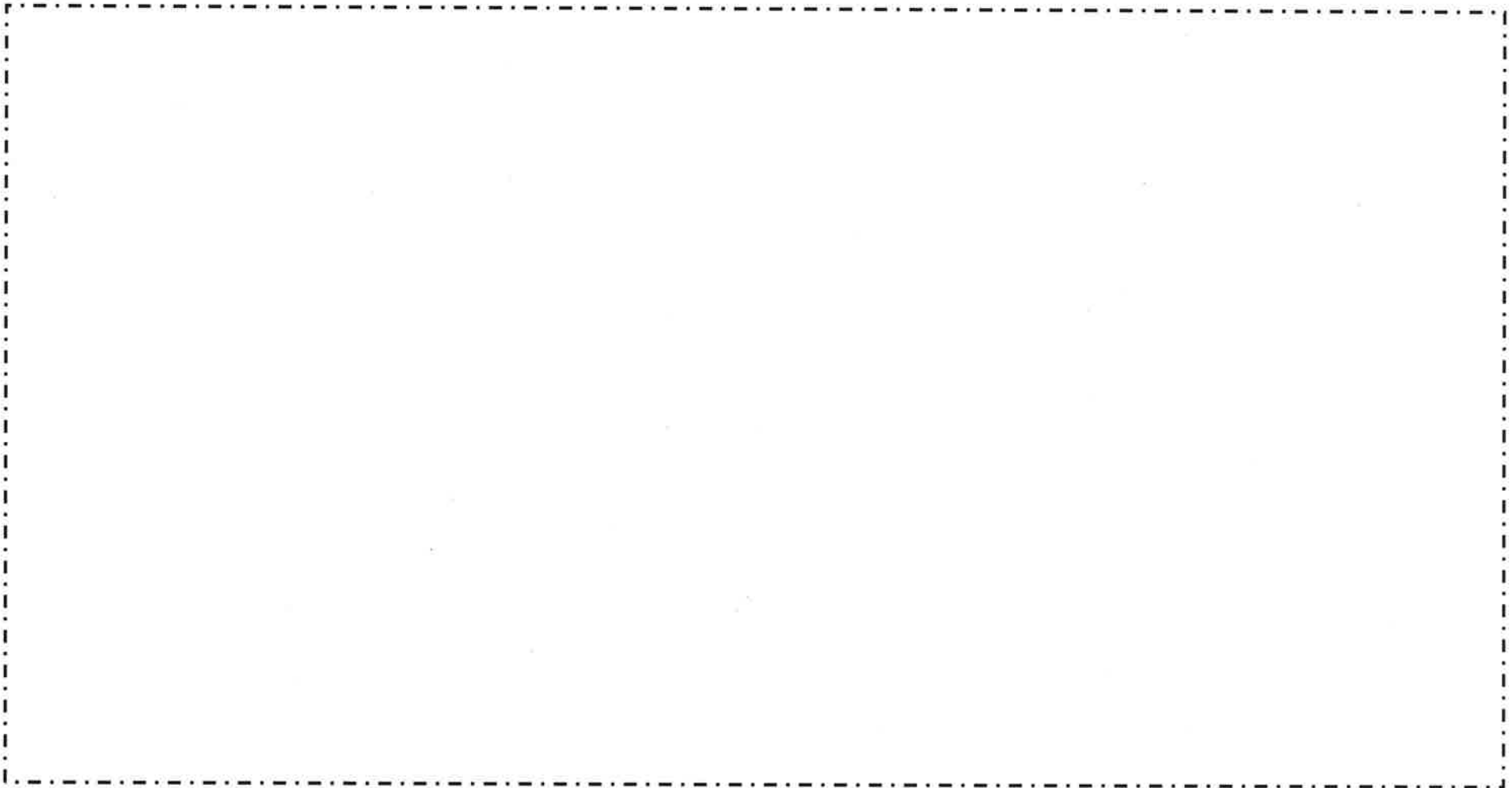


車両退避ルートのうち、最も時間の要するルート

模擬訓練の様子

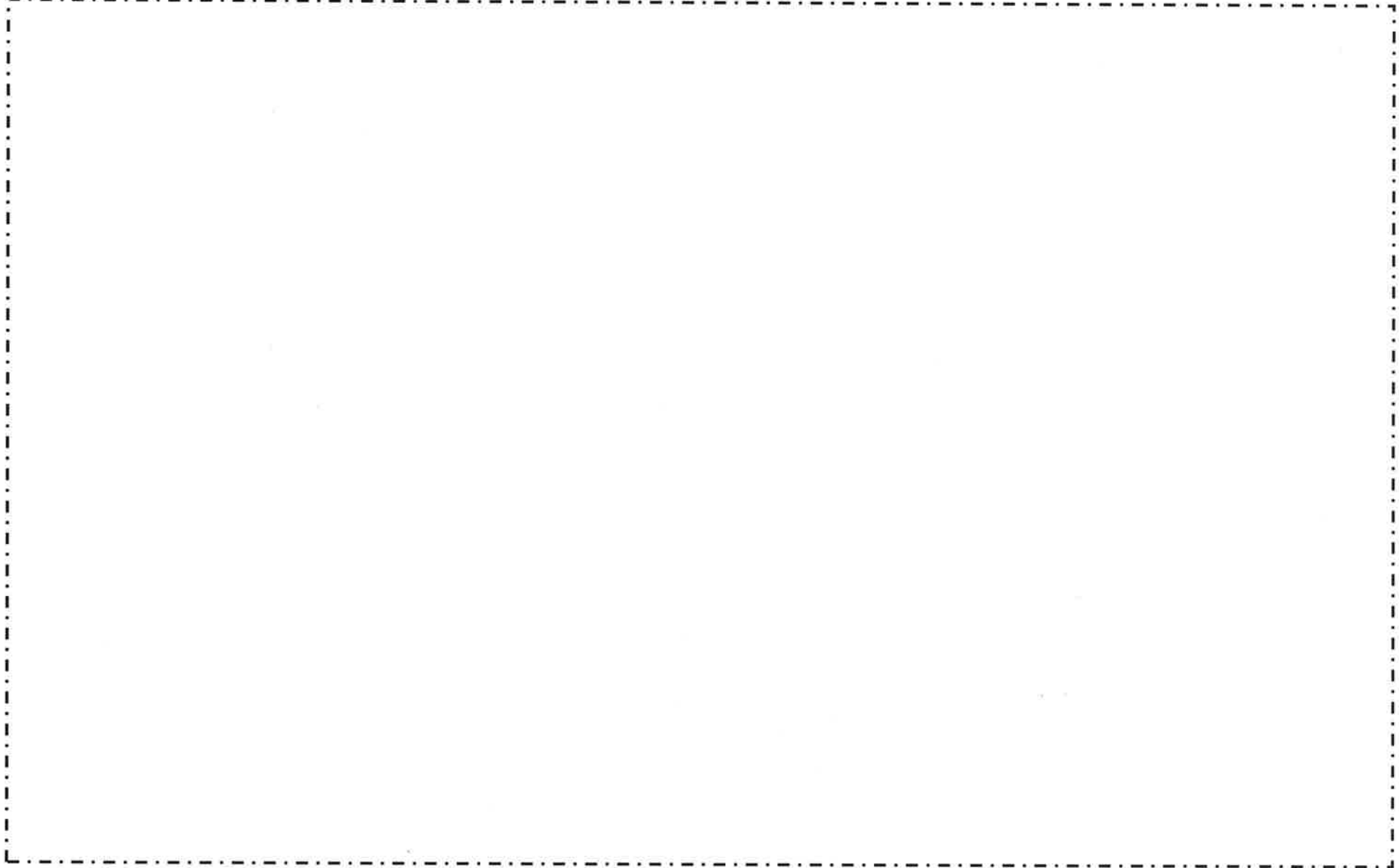
【退避ルート現場写真(1/2)】

- 退避ルートの矢視図及び、矢視に該当する現場写真を以下に示す。



【退避ルート現場写真(2/2)】

- 退避ルートの矢視図及び、矢視に該当する現場写真を以下に示す。

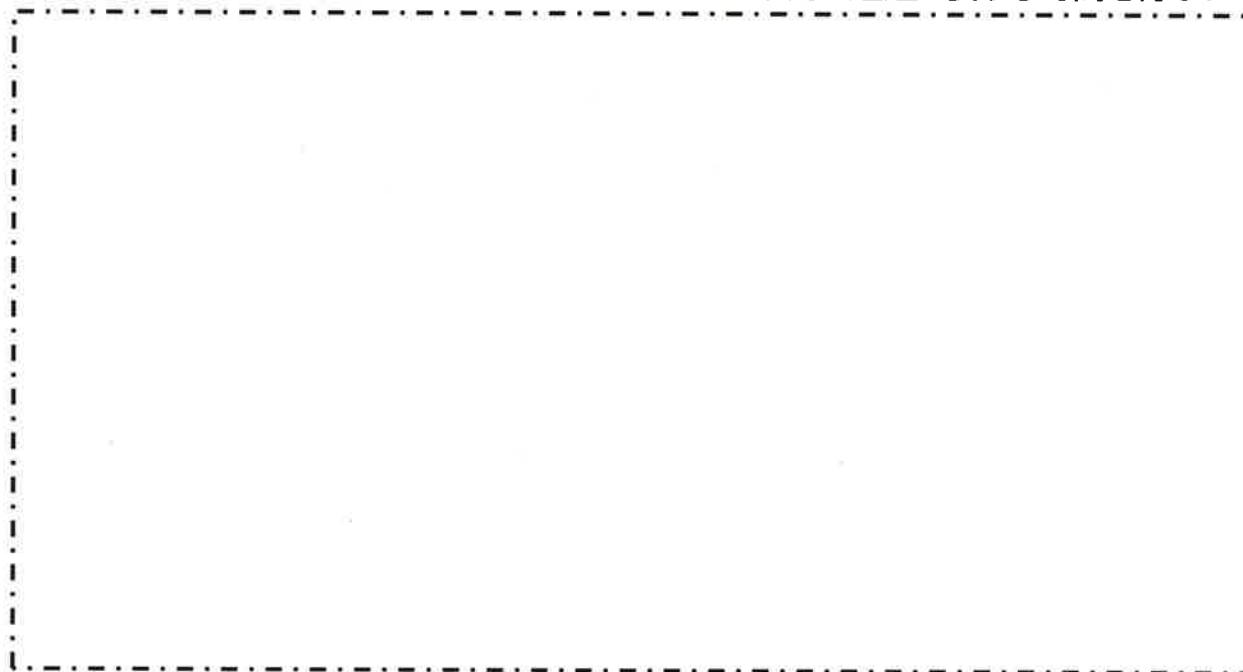


津波遡上範囲からの車両退避に関し、エリアAに停車・通行している場合は①（高台）に、エリアBに停車・通行している場合は②（放水口側防潮堤の内側）に、エリアCに停車・通行している場合は③（高台）もしくは④（高台）へ退避し、取水路防潮ゲートより外側のエリアDは、⑤（取水路防潮ゲートの内側）へ退避する。これらの各エリアにおいて、最も退避に時間を要するルートの退避時間を以下のとおり算定した。

前述の「退避手順及び退避運用の成立性」のうち、「③中央制御室からの周知～退避準備完了」までに要する時間は、各エリアともに共通であることから、退避ルートの違いによる退避時間を算定した。以下の算定結果より、エリアCで想定したケースが最も退避に時間を要することを確認した。

【エリアAにおいて最も退避に時間を要するルート】

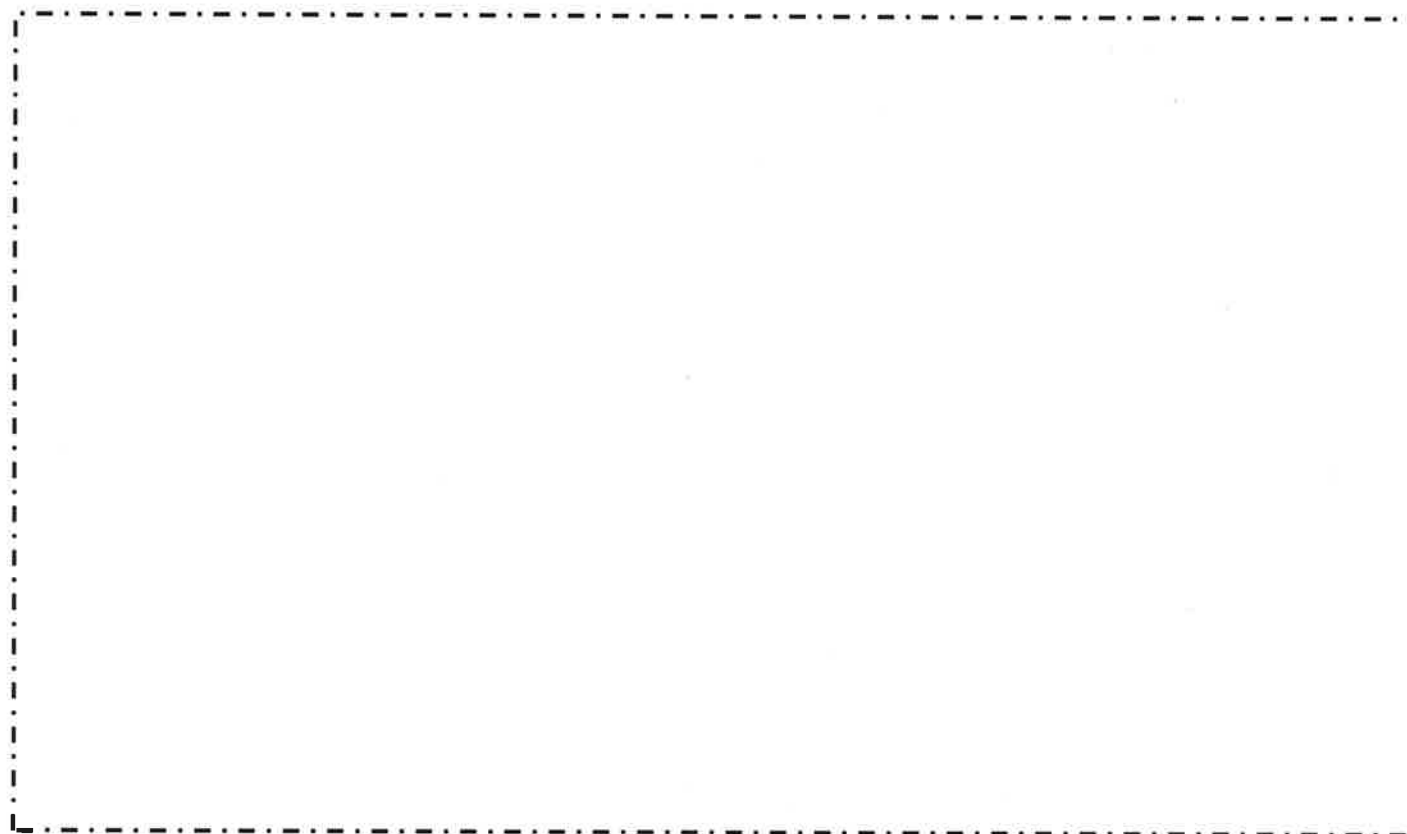
下図の緑ルートの車両退避開始位置（想定）から車両退避場所まで10台の作業車両が順次、退避する場合を想定する。10台の車両が10秒おき^{※1}に出発したとすると、全車両の出発までに2分程度要する。また、最も遠いところからの退避を想定した場合、距離は300m程度かつ最大勾配が5.5%程度であり、これを考慮した車両走行速度を15km/h（250m/min）^{※2}とすると、車両の退避に1.2分程度要する。したがって、最後に出発した車両の退避に要する時間を約3.2分と算定。



エリアAにおいて最も時間を要するルート

【エリアBにおいて最も退避に時間を要するルート】

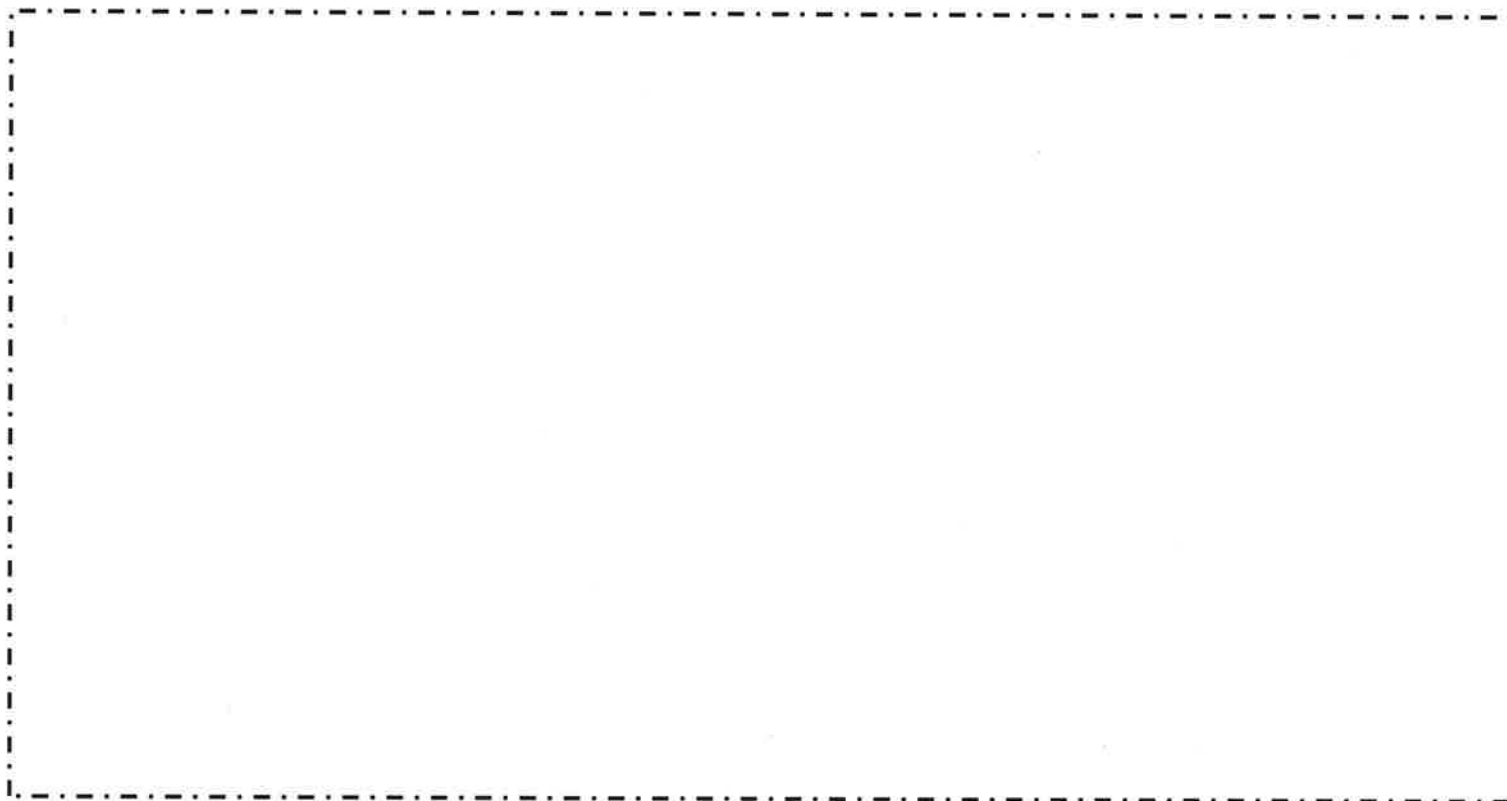
下図の緑ルートの車両退避開始位置(想定)から車両退避場所まで10台の作業車両が順次、退避する場合を想定する。10台の車両が10秒おき^{*1}に出発したとすると、全車両の出発までに2分程度要する。また、最も遠いところからの退避を想定した場合、距離は400m程度かつ最大勾配が10%程度であり、これを考慮した車両走行速度を15km/h(250m/min)^{*2}とすると、車両の退避に1.6分程度要する。したがって、最後に出発した車両の退避に要する時間を約3.6分と算定。



エリアBにおいて最も時間を要するルート

【エリアCにおいて最も退避に時間を要するルート】

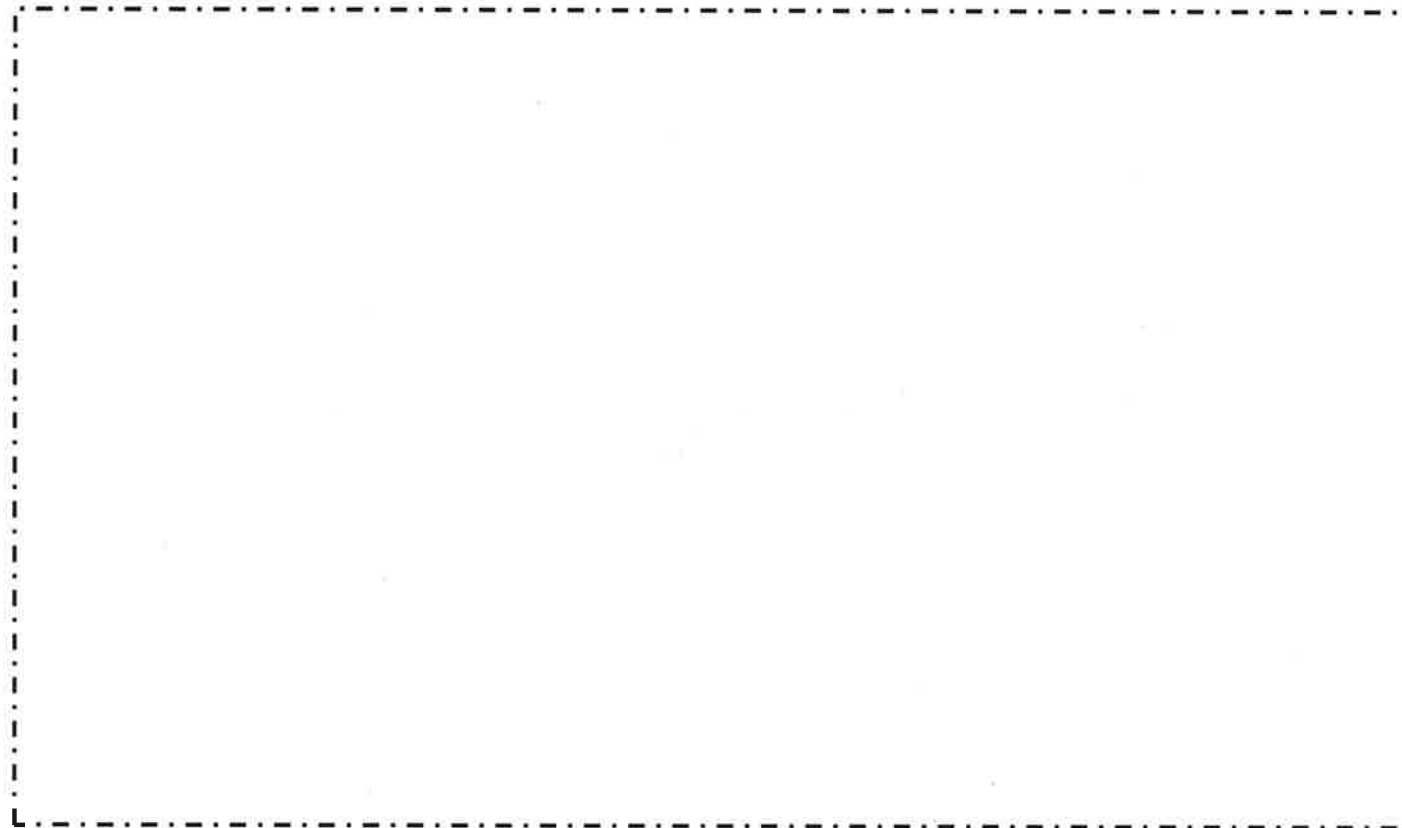
下図の緑ルートの車両退避開始位置(想定)から車両退避場所まで10台の作業車両が順次、退避する場合を想定する。10台の車両が10秒おき^{※1}に出発したとすると、全車両の出発までに2分程度要する。また、最も遠いところからの退避を想定した場合、距離は1km程度かつ最大勾配が6.5%程度であり、これを考慮した車両走行速度を15km/h(250m/min)^{※2}とすると、車両の退避に4分程度要する。したがって、最後に出発した車両の退避に要する時間を約6分と算定。



エリアCにおいて最も時間を要するルート

【エリアDにおいて最も退避に時間を要するルート】

下図の緑ルートの車両退避開始位置(想定)から車両退避場所まで10台の作業車両が順次、退避する場合を想定する。10台の車両が10秒おき^{※1}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程度かつ最大勾配が6.5%程度であり、これを考慮した車両走行速度を15km/h(250m/min)^{※2}とすると、車両の退避に4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6分と算定。



エリアDにおいて最も時間を要するルート