


**高浜発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請に係る
審査会合におけるご指摘事項への回答について
(津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応)**

2020年12月22日
関西電力株式会社



審査会合におけるご指摘事項（目次）

2020年12月10日の審査会合における指摘事項回答

✓ 前回の審査会合で下表の指摘を受けたため、本日回答する。

No.	指摘事項	頁
1	保安規定に記載する潮位計に含まれる構成品（演算装置、モニタ、電源）を明確化すること。	P2
2	A O T（動作可能な潮位計が2台未満になった場合、12時間以内にモード3、56時間以内にモード5とした後に取水路防潮ゲートを閉止していること）について、参考としたD B設備のA O Tも含め、考え方を説明すること。	P3～7
3	予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合等において、「構外の観測潮位に異常がないこと」を確認するが、潮位異常なのか、設備異常なのか明確にすること。（構外潮位計の種類、故障モード等を踏まえ説明すること。）	P8～11
4	警報なし津波が地震起因でないこと、既存の通信連絡設備も含め、衛星電話（津波防護用）のL C O / A O Tを説明すること。	P12～13
5	附則の記載のうち「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関連する規定」の整理を踏まえ、下部規定等で明確になる仕組みを説明すること。	P14

○指摘事項

保安規定に記載する潮位計に含まれる構成品（演算装置、モニタ、電源）を明確化すること。

○回答

- ✓ 潮位計は、システムとして、「潮位検出器」、「電源箱」、「演算装置」、「監視モニタ」で構成されている。（下図参照）
- ✓ 保安規定第68条の2において、以下のとおり潮位計の定義を記載し、明確化する。

保安規定記載方針

（津波防護施設）
第68条の2 モード1、2、3、4、5、6および使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間において、津波防護施設は、表68の2-1で定める事項を運転上の制限とする。
2. 津波防護施設が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次の各号を実施する。
(1) 当直課長は、モード1、2、3、4、5、6および使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間において、1日に1回、ゲート落下機構の電源系および制御系に異常がないこと、ならびに潮位観測システム（防護用）のうち潮位計（潮位検出器、監視モニタ（モニタ、電源箱、演算装置）を含む。以下、本条において「潮位計」という）が動作可能であることを確認する。

（以下略）

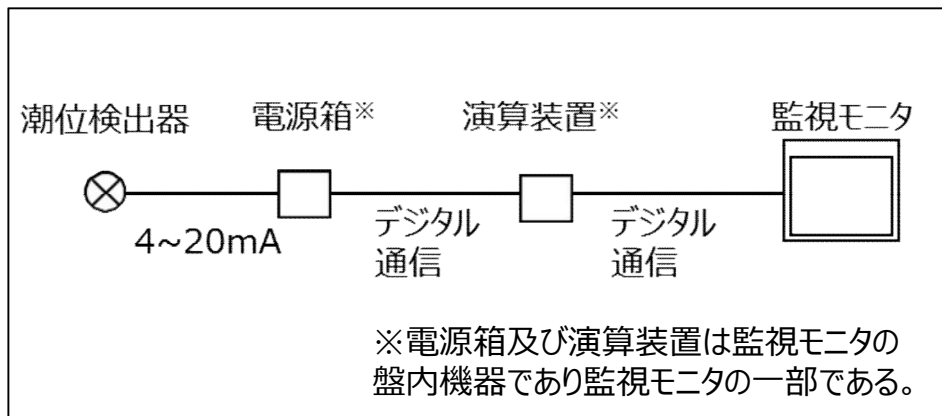


図 潮位計のシステム構成図

○指摘事項

AOT (動作可能な潮位計が2台未満になった場合、12時間以内にモード3、56時間以内にモード5とした後に取水路防潮ゲートを閉止するとしていること) について、参考としたDB設備のAOTも含め、考え方を説明すること。

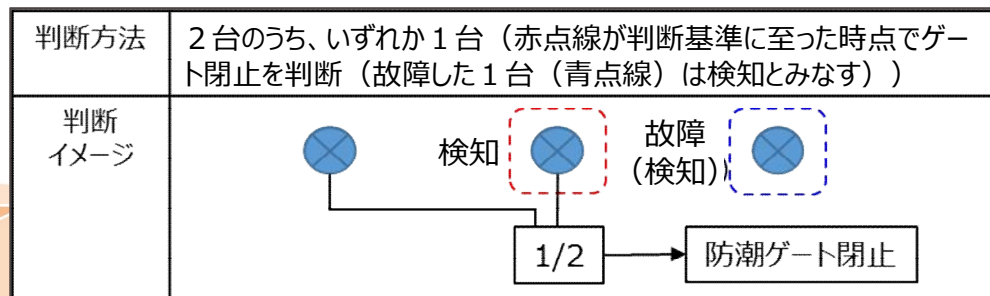
○回答

- ✓ 潮位計がLCO逸脱した場合の要求される措置、AOTを右表に示す。

<2台の潮位計が動作可能※1である場合>

- ✓ 要求される措置のB.1で、動作不能※2となっている潮位計1台を取水路防潮ゲート閉止判断基準に係る潮位変動を確認した(検知)と扱うのは、動作可能な潮位計が残り2台となった場合に、故障による検知失敗の可能性を低減し、3台中2台の検知による判断と同等の信頼性を確保するためにこのような扱いとしているものである。(なお、動作可能な潮位計による津波の検知がなければ条件Bでは取水路防潮ゲートを閉止しない。下図参照)

※1：動作可能とは、監視モニタにて潮位変化量の表示及び警報の発信ができる場合をいう。
 ※2：動作不能とは、点検・修理のために当該チャンネルを除外する場合又は演算装置のハードウェア又はソフトウェアの故障等により、監視モニタにて潮位変化量を表示又は警報を発信できない場合をいう。



【潮位計の要求される措置、AOTについて】

条件	要求される措置	完了時間
B. 2台の潮位計が動作可能である場合	B.1 当直課長は、3台のうち動作不能となっている潮位計1台にて取水路防潮ゲートの閉止判断基準に係る潮位変動※4を確認したとみなす。 および B.2 当直課長は、動作不能となっている潮位計を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。	速やかに 速やかに
C. モード1、2、3および4において2台未満の潮位計が動作可能である場合	C.1 当直課長は、モード3にする。 および C.2 当直課長は、モード5にする。 および C.3 当直課長は、モード5到達後、取水路防潮ゲートを閉止する。	12時間 56時間 速やかに
D. モード5、6および使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間において2台未満の潮位計が動作可能である場合	D.1 当直課長は、動作不能となっている潮位計を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。 および D.2 原子燃料課長は、照射済燃料移動中の場合は、照射済燃料の移動を中止する。 および D.3 当直課長は、1次冷却材中のほう素濃度が低下する操作を全て中止する。 および D.4 当直課長は、1次冷却系の水抜き操作を行っている場合は、水抜きを中止する。 および D.5 当直課長は、取水路防潮ゲートを閉止する措置を開始する。	速やかに 速やかに 速やかに 速やかに

※4：取水路防潮ゲートの閉止判断基準に係る潮位変動とは、潮位計の観測潮位が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、または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以上下降することをいう。

＜2台未満の潮位計が動作可能である場合＞

- ✓ 動作可能な潮位計が2台未満となった状態では、津波検知ができず、津波防護機能を喪失している状況であることから、津波襲来の有無に係わらず取水路防潮ゲートを閉止する。

＜2台未満の潮位計が動作可能である場合のAOTの考え方＞

- ✓ 2台未満の潮位計が動作可能である場合、取水路防潮ゲートが「開」状態のまま、警報なし津波が襲来する可能性があるため、この場合の影響と対応について、押し波と引き波に分けて下表に整理する。

	取水路防潮ゲートが閉止できない場合の影響	対応
押し波	1.海水ポンプモータ下端まで津波が到達し、機能保持できない可能性がある。 2.津波が敷地へ遡上する可能性がある。	1.津波により海水ポンプが機能喪失した場合には既に整備済みの海水系機能喪失時の手順により対応する。 2.津波襲来に備え、作業中断、人と車両の退避を行う。
引き波	1.海水ポンプの取水可能水位を下回り、機能保持できない可能性がある。	1.津波により海水ポンプが機能喪失した場合には既に整備済みの海水系機能喪失時の手順により対応する。

- ✓ プラントへの影響としては、押し波、引き波のいずれの場合においても海水ポンプの機能喪失が考えられる。
- ✓ 取水路防潮ゲート閉止にあたっては原子炉停止が必要なところ、津波が襲来している状態ではないことから、原子炉を通常停止した後に取水路防潮ゲートを閉止することとし、AOT設定にあたっては、影響を受ける可能性のある「海水ポンプ」が機能喪失した場合の原子炉停止に係るAOTを参照した。⇒ 5 ページ
- ✓ また、取水路防潮ゲート閉止（原子炉停止）までの津波襲来を考慮した措置について、プラント以外への影響の観点も含め検討した。⇒ 6 ページ

＜海水系機能喪失時の手順＞

- ①現場確認を行い、海水系統の機能回復操作を試みる。
引き波により運転中の海水ポンプが停止した場合には、他の停止中（待機中）の予備機の海水ポンプを使用することで、海水冷却機能が回復すれば、モード5（低温停止）に移行することが可能である。
- ②海水冷却機能が回復しない場合であっても、2次系（蒸気発生器）による原子炉の冷却を行いつつ、大容量ポンプによる代替補機冷却水通水および格納容器内自然対流冷却の準備(想定準備時間約7.5時間)を並行して進める。
代替補機冷却の準備完了後は、余熱除去系統の冷却による原子炉の低温停止に移行する。

< 2 台未満の潮位計が動作可能である場合の A O T の考え方 (続き) >

- ✓ 海水ポンプ (原子炉補機冷却海水系に含まれる) の A O T を下表に示す。
「原子炉補機冷却海水系 2 系統が動作不能」 (海水ポンプが全台機能喪失している状態を含む) の場合、下表赤枠のとおりモード移行することとしている。「2 台未満の潮位計が動作可能である場合」 (海水ポンプは機能喪失していない) においても、津波襲来時に取水路防潮ゲートにより防護すべき設備である海水ポンプの機能喪失時に設定している規定と同様に、1 2 時間以内にモード 3、5 6 時間以内にモード 5 へ移行することとする。

【原子炉補機冷却海水系の A O T について】

状態	原子炉補機冷却海水系の A O T	備考
1 系統が動作不能	1 0 日 (動作可能な状態に復旧) および 4 時間 (その後の 8 時間に 1 回) (残りの検討が動作可能であることの確認)	保安規定第 6 8 条 3 項
2 系統が動作不能	1 3 時間以内にモード 3、5 7 時間以内にモード 5 へ移行※	保安規定第 8 8 条 5 項

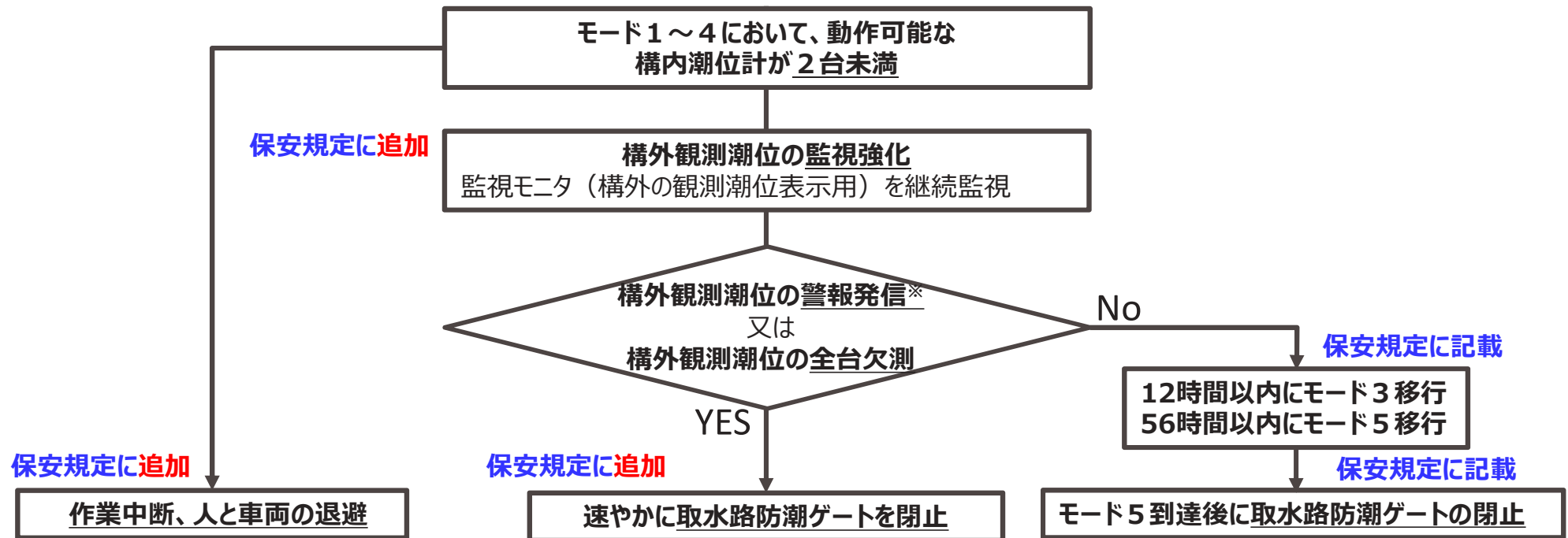
※ : 8 8 条 5 項に基づく A O T は、条文毎に要求される措置のいずれの条件にも該当しないと判断した場合に適用するものであるため、その判断した時間から手順書確認、負荷降下のための中給指令所への連絡等の諸準備が必要なことから、1 時間の準備時間を含んでいる。

- ✓ また、津波防護機能を早期に回復させる観点から、機能喪失した潮位計を可能な限り短時間で復旧することが重要と考え、動作不能となった潮位計を速やかに復旧する措置を開始することを保安規定に定める。
- ✓ さらに、モード移行後においても津波防護機能は要求されることから、モード 5 到達後速やかに取水路防潮ゲートを閉止することについても規定する。

< 2台未満の潮位計が動作可能である場合のAOTの考え方 (続き) >

- ✓ 構外の観測潮位は「予防保全を目的とした点検・保守」や「車両退避」等に係る運用で活用することとしており、取水路防潮ゲート閉止までのモード移行中は津波防護機能が喪失した状況であることを踏まえると、**「動作可能な潮位計が2台未満」という状況でも構外の観測潮位を活用することとした。**
- ✓ 具体的には、構外觀測潮位の監視強化をした上で、下記フローに基づき対応することを保安規定に定め、取水路防潮ゲート閉止（原子炉停止）までの期間においても津波防護機能を確保する措置を講じる。
- ✓ また、取水路防潮ゲートを閉止できない場合には、津波が敷地へ遡上しプラント以外への影響の可能性もあるため、**「作業中断」並びに「人及び車両の退避」**に係る措置も講じることとする。

【動作可能な潮位計が2台未満の状況における構外の観測潮位の活用フロー】



※：プラント影響の可能性のある津波（10分以内0.5m上昇（下降））を確認した場合

< 2台未満の潮位計が動作可能である場合のAOTの考え方 (続き) >

✓ 前述の考え方を踏まえ、保安規定第68条の2および添付2の記載について以下のとおり見直す。

【保安規定記載方針】

第68条の2 (津波防護施設)

条 件	要求される措置	完了時間
C. モード1、2、3および4 において2台未満の潮位計 が動作可能である場合	<u>C.1 当直課長は、動作不能となっている潮位計を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。</u>	<u>速やかに</u>
	および C.2 当直課長は、モード3にする。	12時間
	および C.3 当直課長は、モード5にする。	56時間
	および C.4 当直課長は、モード5到達後、取水路防潮ゲートを閉止する。	速やかに
	および <u>C.5 当直課長は、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または発電所構外の観測潮位が欠測した場合は、取水路防潮ゲートを閉止する。</u>	<u>速やかに</u>

添付2 (火災、内部溢水、火山影響等、自然災害および有毒ガス発生時の対応に係る実施基準)

5 津波

5.4 手順書の整備

(1) 各課(室)長(当直課長を除く。)は、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制の整備として、以下の活動を実施することを社内標準に定める。

h. 津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応

(c) 動作可能な潮位計が2台未満となった場合の対応

ア. 当直課長は、発電所構外の観測潮位による津波の襲来状況の監視を行う。

イ. 安全・防災室長は、作業の中断、所員と車両の退避に係る措置を実施する。

○指摘事項

予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合等において、「構外の観測潮位に異常がないこと」を確認するが、潮位異常なのか、設備異常なのか明確にすること。
（構外潮位計の種類、故障モード等を踏まえ説明すること。）

○回答

- ✓ 予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合等において、「構外の観測潮位に異常がないこと」を確認したうえで、作業を実施することとしている。具体的には、作業実施前に**通常の潮汐とは異なる潮位変動及び設備故障がないことを確認**し、各種点検・保守に着手する。
- ✓ 上記を踏まえ、予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合の点検時の措置に係る記載を「**構外の観測潮位に通常の潮汐とは異なる潮位変動や故障を示す指示変動がないこと**」と見直すこととする。

<構外潮位計の種類>

津居山の既往観測潮位計はフロート式を採用しており、フロートの浮き沈みによりワイヤが上下し、歯車で水位の変動を検知する。
また、当社が新たに設置する潮位計は、差圧式を採用しており、水頭圧を測定することで水位の変動を検知する。（右図参照）

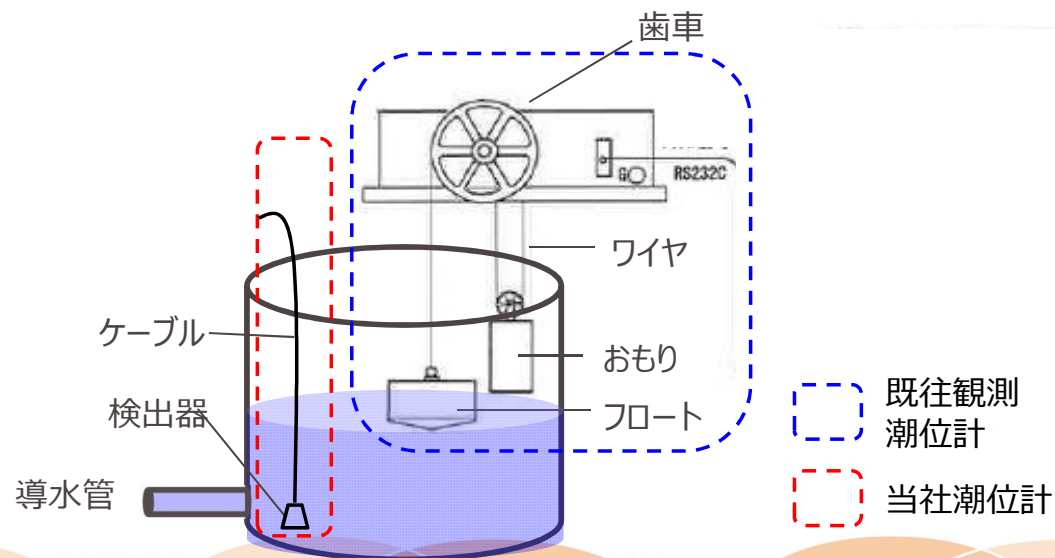


図 津居山潮位概要

<構外潮位計に想定される故障モード>

- ✓ 既往観測潮位計及び当社潮位計の故障モード、故障時に想定される監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の指示変動及び指示変動に伴う故障確認をそれぞれ次頁の表 1, 2 に示す。
- ✓ 故障モードによって、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の指示は、**指示固定、スケールダウン又はスケールオーバー**となる。

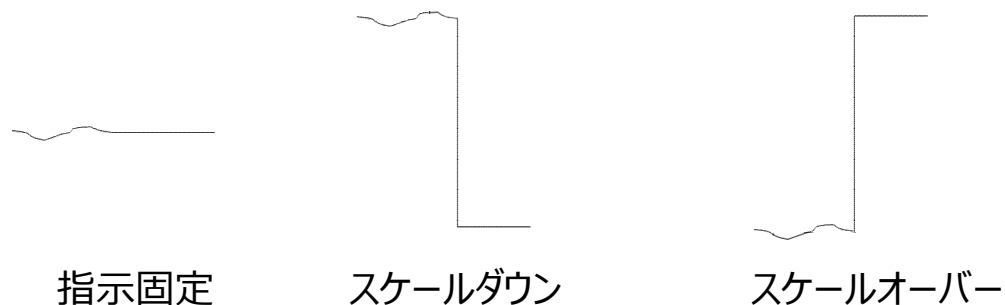


図 監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の指示変動イメージ

<設備故障の確認方法>

- ✓ 指示固定した場合は監視モニタ（構外の観測潮位表示用）に「信号不信頼」、スケールダウン又はスケールオーバーした場合は監視モニタ（構外の観測潮位表示用）に「故障」の**警報が発信する設計**としている。
- ✓ **運転員は、中央制御室において、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の警報音が発信したことを把握し、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の画面上で警報名称及び潮位のトレンドグラフを目視確認することにより、即座に故障を確認できる。**

審査会合における指摘事項の回答 (No.3) (3/4)

表1 既往観測潮位計（フロート式）の故障モード等の整理表

故障モード	監視モニタ指示変動	指示変動に伴う判断方法
ワイヤ断裂（おもり側）	指示固定	監視モニタ（構外の観測潮位表示用）に「信号不信頼」の警報が発信し、運転員は、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の警報音が発信したことを把握し、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の画面上で警報名称及び潮位のトレンドグラフを目視確認することにより、即座に故障を確認できる。
歯車固着	指示固定	同上
導水管詰まり	指示固定	同上
ケーブル地絡、電源断※	スケールダウン	監視モニタ（構外の観測潮位表示用）に「故障」の警報が発信し、運転員は、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の警報音が発信したことを把握し、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の画面上で警報名称及び潮位のトレンドグラフを目視確認することにより、即座に故障を確認できる。
変換器故障、データ収録エラー※	スケールダウン又はスケールオーバー	同上

※：津居山既往観測潮位にて電源断及びデータ収録エラーによる故障実績有あり

表2 当社潮位計（差圧式）の故障モード等の整理表

故障モード	監視モニタ指示変動	指示変動に伴う判断方法
検出器圧力導入口の詰まり	指示固定	監視モニタ（構外の観測潮位表示用）に「信号不信頼」の警報が発信し、運転員は、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の警報音が発信したことを把握し、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の画面上で警報名称及び潮位のトレンドグラフを目視確認することにより、即座に故障を確認できる。
導水管詰まり	指示固定	同上
ケーブル地絡、電源断	スケールダウン	監視モニタ（構外の観測潮位表示用）に「故障」の警報が発信し、運転員は、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の警報音が発信したことを把握し、監視モニタ（構外の観測潮位表示用）の画面上で警報名称及び潮位のトレンドグラフを目視確認することにより、即座に故障を確認できる。
変換器故障、データ収録エラー	スケールダウン又はスケールオーバー	同上

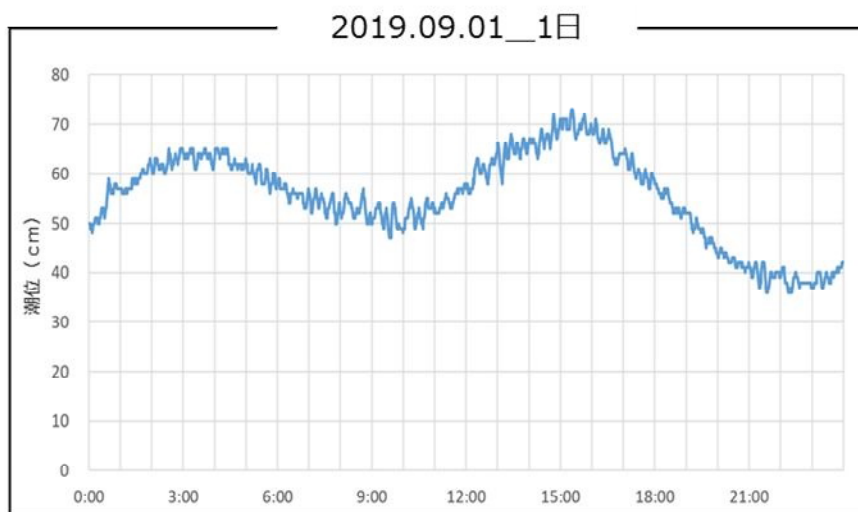
<通常の潮汐とは異なる潮位変動の確認方法>

津居山地点における過去の潮位データを踏まえ、平常時の短時間の潮位変動は10分間で最大約0.1mであるのに対して、台風などの異常時の潮位変動は10分間で最大0.27m程度であり、通常の潮汐とは異なる潮位変動を確認できる。

・平常時の潮汐による潮位変動

兵庫県の津居山地点において、兵庫県が潮位を計測しているが、観測潮位の瞬時値としてデータ提供を受けた2018年1月から2019年10月までの値で、平常時の潮汐の変動は最大で10分間において約0.10m程度である。

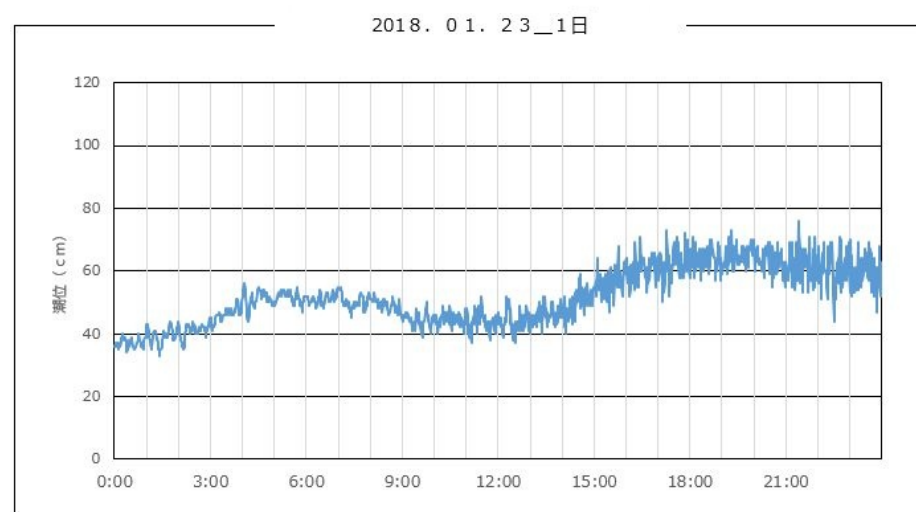
- 通常時の潮汐の変動 2019年9月 瞬時値 (60秒間隔採取)



・台風などの異常時の潮位変動

台風などの異常時の潮汐変動について、代表として若狭湾周辺の潮汐の変動が大きいと想定される2018年の台風21号 (中心気圧950hPa) の潮汐変動を確認した。潮汐の変動は大きいところで10分間で0.27m程度である。

- 2018年の台風21号の潮位データ 瞬時値 (60秒間隔採取)



- 津居山地点における通常の潮位変動においては、10分間の変動量が0.10m程度である。
- 2018年1月～2019年10月における台風時の潮位データを考慮しても、潮汐の変動は大きいところで10分間で0.27m程度であった。

○指摘事項

警報なし津波が地震起因でないこと、既存の通信連絡設備も含め、衛星電話（津波防護用）の L C O / A O T を説明すること。

○回答

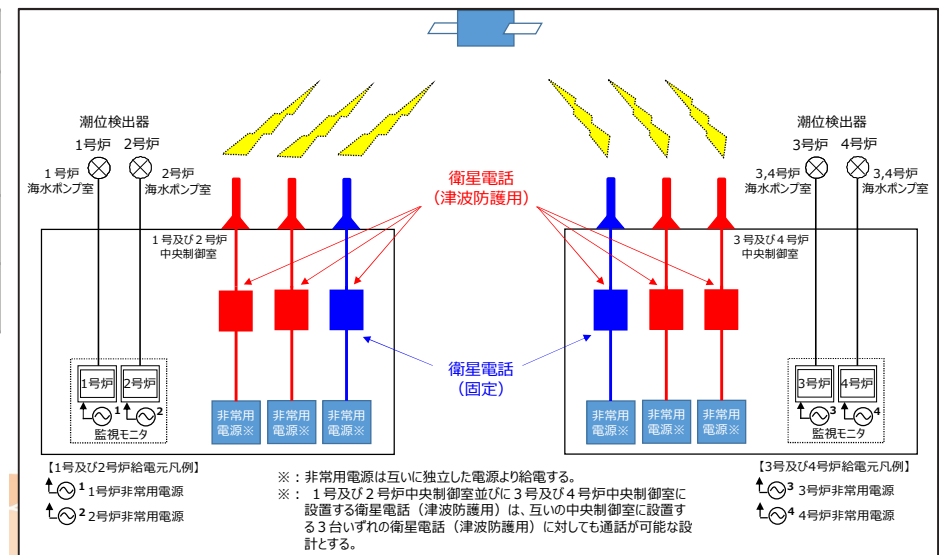
< L C O について >

- ✓ 潮位観測システム（防護用）は潮位計、並びに中央制御室間で取水路防潮ゲートの閉止判断を共有するための通信設備である衛星電話（津波防護用）で構成し、津波防護施設として位置付け、安全機能の重要度分類を取水路防潮ゲート（MS-1）と同等としていることを踏まえ、潮位計及び衛星電話（津波防護用）の L C O、サーベイランス、要求される措置及び A O T を設定し、運用・管理する。

項目	運転上の制限
津波防護施設	(1) 取水路防潮ゲートが 2 系統※ ¹ のゲート落下機構により動作可能※ ² であること
	(2) 潮位計 3 台が動作可能※ ³ であること
	(3) 衛星電話（津波防護用） 4 台※⁵※⁶が動作可能であること

※⁵：衛星電話（津波防護用） 4 台とは、A 中央制御室および B 中央制御室の各々 2 台をいう。また、衛星電話（津波防護用）には、衛星電話（固定）と兼用するものを A 中央制御室および B 中央制御室で各々 1 台含めることができる。

※⁶：衛星電話（津波防護用）と兼用する衛星電話（固定）が動作不能時は、第 8 5 条（表 8 5 - 2 0）の運転上の制限も確認する。



<AOTについて>

- ✓ 衛星電話（津波防護用）の補助設備である保安電話（携帯）、保安電話（固定）及び運転指令設備については、基準地震動に対する耐性は有していないが、津波警報等が発表されない可能性のある津波が地震起因でないこと等を踏まえると、代替手段として有効と考え、保安規定に定めることとする。また、同種の通信機器として衛星電話（固定）も有効である。
- ✓ よって、衛星電話（津波防護用）がLCO逸脱した場合の要求される措置として、中央制御室間の連携の容易性の観点から、下表の優先順位により代替の通信手段を速やかに確保（確保できない場合はプラント停止）する。
- ✓ これにより、中央制御室間で連携できるようにするが、津波防護施設ではないことからLCO復帰とはせず、衛星電話（津波防護用）を可能な限り短時間で復旧する措置を開始することが必要と考え、動作不能となった設備を「速やかに」復旧する措置を開始することも規定する。

表 代替手段の優先順位

優先順位	設備	台数	
		A 中央制御室	B 中央制御室
1	保安電話（携帯）	7台	7台
2	保安電話（固定）	5台	5台
3	運転指令設備	13台	19台
4	衛星電話（固定）	1台	1台

保安規定記載方針

条件	要求される措置	完了時間
E.4 台未満の衛星電話（津波防護用）が動作可能である場合	E.1 電気保修課長は、動作不能となっている設備を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。 および E.2 電気保修課長は、代替手段※8を実施する。	速やかに※7 速やかに
F.条件Eの措置を完了時間内に達成できない場合（モード1～4の場合）	F.1 当直課長は、モード3にする。 および F.2 当直課長は、モード5にする。 および F.3 当直課長は、モード5到達後、取水路防潮ゲートを閉止する。	1 2 時間 5 6 時間 速やかに

※7：原子炉設置者所掌外の設備（通信衛星等の他の事業者等が所掌する設備）の故障等により運転上の制限を逸脱した場合は、当該要求される措置に対する完了時間を除外する。

※8：保安電話（携帯）、保安電話（固定）、運転指令設備および衛星電話（固定）のいずれかによる通信手段を確保する。

○指摘事項

附則の記載のうち「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関連する規定」の整理を踏まえ、下部規定等で明確になる仕組みを説明すること。

○回答

- ✓ 「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関連する規定」の対象条文は、警報なし津波に係る変更条文すべてとし、第68条の2（津波防護施設）、第89条（予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合）、添付2および添付3とする。（詳細は下表及び補足説明資料参照）
- ✓ 下表の施行時期も含めた詳細運用は、審査結果も踏まえ社内標準へ反映し、管理する。

保安規定条文・項目		記載内容
第68条の2（津波防護施設）		運転上の制限(サーベイランス、要求される措置等を含む)
第89条（予防保全を目的とした点検・保守を実施する場合）		表89-1（点検対象設備に取水路防潮ゲートを追加）
添付2 5 津波 5.2 教育訓練の実施	(1) 安全・防災室長は、全所員に対して、津波防護の運用管理および津波発生時における車両退避に関する教育訓練を定期的実施する。	-
添付2 5 津波 5.4 手順書の整備	(1) 各課（室）長（当直課長を除く。）は、津波発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制の整備として、以下の活動を実施することを社内標準に定める。	b. 取水路防潮ゲートの管理 d. 車両の管理 h. 津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応 i. 津波発生時の原子炉施設への影響確認 j. 施設管理、点検
添付2 6 竜巻 6.4 手順書の整備	(1) 各課（室）長（当直課長を除く。）は、竜巻発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制の整備として、以下の活動を実施することを社内標準に定める。	f. 竜巻により原子炉施設等が損傷した場合の処置
添付3 1 重大事故等対策 1.3 手順書の整備	(1) 各課（室）長（当直課長を除く。）は、重大事故等発生時において、事象の種類および事象の進展に応じて、的確かつ状況に応じて柔軟に対処するための内容を社内標準に定める。 また、重大事故等の対処に関する事項について、使用主体に応じた内容および重大事故等対策に用いる特重施設に係る内容を社内標準に定める。	ク 各課（室）長は、前兆事象として把握ができるか、重大事故を引き起こす可能性があるかを考慮して、設備の安全機能の維持ならびに事故の未然防止対策をあらかじめ検討しておき、前兆事象を確認した時点で事前の対応ができる体制および手順を社内標準に定める