

1. 件名：「新規制基準適合性審査に関する事業者ヒアリング(高浜1, 2, 3, 4号機の設計及び工事の計画の認可申請(津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応)【5】、及び、高浜保安規定(新規制基準対応)【26】)」

2. 日時： 令和2年12月11日 14時30分～18時30分

3. 場所： 原子力規制庁 9階C会議室 (TV会議システムを利用)

4. 出席 (※・・TV会議システムによる出席)

原子力規制庁：

(新基準適合性審査チーム)

岩田安全管理調査官、名倉安全管理調査官、江寄企画調査官、立元管理官補佐、中野上席安全審査官、中房上席安全審査官、深堀上席安全審査官、松野上席安全審査官、石井主任安全審査官、井上主任安全審査官

関西電力株式会社：

原子力事業本部 原子力技術部長他9名 及び 担当者30名※

5. 要旨

(1) 関西電力から、高浜発電所1号機、2号機、3号機及び4号機の設計及び工事の計画の認可申請及び保安規定変更認可申請(津波警報等が発表されない可能性のある津波への対策等)について、本日の提出資料に基づき説明があった。

(2) これに対し、原子力規制庁は事実確認等を行い、12月10日実施の第928回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合で言及した以下の点について、詳細に説明することを求めるとともに、引き続き、内容を確認することとした。

1) 入力津波の作成の考え方について

①崩壊規模及び破壊伝播速度について、これらのパラメータを組み合わせた津波シミュレーションを行うことの要否を含め、基準津波3及び基準津波4による押し波側及び引き波側の影響に対応した入力津波の作成の考え方を説明すること。また、波高に対する検知性の観点のみならず、周期に対する検知性の観点からの入力津波の作成の要否に係る検討を行い、その結果を説明すること。

②上記のパラメータ解析については、貝付着の有無等の管路条件を含む解析条件を明示させた上で、解析結果に認められる非線形性を考慮した保守側の整理を行っていることを説明すること。

2) 潮位観測システム(防護用)の電路の耐震性評価について

①経路に加えて設備の配置状態を明確にした上で、耐震性評価結果を説明すること。

3) 潮位観測システム(防護用)の演算装置について

①技術基準規則解釈第35条(安全保護装置)の4に準じて、日本電気協会「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」(JEAC 4620-2008)及

び「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」（J E A G 4 6 0 9 - 2 0 0 8）を踏まえた設計としていることについて、参照の程度感を説明すること。

②また、循環水ポンプには運転下限水位が設定されていることから、水位変動状況によっては、取水路防潮ゲート閉止判断よりも前に循環水ポンプを停止する場合が生じうる。この点も踏まえた、関連する手順の考え方を説明すること。

③②に加えて、潮位観測システム（防護用）の潮位計4台のうち、健全なものが2台未満となった場合の措置については、動作不能状態の潮位計を閉止判断基準検知と扱うとの考え方に照らすと、即時の取水路防潮ゲート閉止となる。これに対し、12時間若しくは56時間経過後の取水路防潮ゲート閉止を容認するAOTとしていること、の考え方を、説明すること。

④③に加えて、潮位計、演算装置の計装誤差については、機器のスペック（測定精度、測定範囲等）を示した上で、計装誤差評価の根拠・妥当性を説明すること。

4) 取水路及び取水路防潮ゲートの予防保全を目的とした点検・補修における津波襲来時の対応、及び発電所構外の観測潮位を活用した津波防護対策について

①高浜発電所の構外にある津居山地点での観測潮位について、外部機関から提供されるデータと、事業者自らが取得するデータの2種類が得られることから、両者の信頼性を踏まえた、関連する手順の考え方を説明すること。

5) 中央制御室間の連携について

①中央制御室間の連携について、使用可能な機材を明示した上で、潮位観測システム（防護用）の衛星電話を含めた、中央制御室の連携に係る手順並びに関連するLCO及びAOTの設定の考え方を説明すること。

②また、外部からの衝撃に対しても対応する必要があるが、屋外設置となる、中央制御室間連携用の衛星電話のアンテナ部分については、竜巻防護対策は行わず、速やかに復旧するとの設計方針となっている。この点を考慮した、関連する手順、並びにLCO及びAOTの設定の考え方を説明すること。

③②については、竜巻対応の観点から、連携に用いる設備に、既認可の設計基準事故対処設備以外の設備を用いること、の考え方も説明すること。

④これらに加えて、中央制御室の連携に関するLCO及びAOTは、4)に関するLCO及びAOTとの関係性を踏まえて設定するとの考え方もありうる（連携機能喪失と監視機能喪失の同時発生でプラント停止とする／各々の単独発生でプラント停止とする）。その点についての考え方を説明すること。

6) 外部機関への情報提供の方法

①取水路防潮ゲート閉止判断基準に到達した旨、及び、閉止措置を実施した旨を外部機関に提供する仕組みについて、所則等の下位文書を含めた、保安規定中での規定の考え方を説明すること。

7) 保安規定の附則で規定すべき内容について

①取水路防潮ゲートを3門以上開にする時期について、その条件も含めた、保安規定の附則中での規定の考え方を説明すること。

8) 発電所構内の車両を対象とする津波襲来時の漂流物影響評価内容について

- ①車両退避において、厳しい環境条件（冬期の多雪、路面凍結、夜間等）においても時間内に成立することの理由、根拠を説明すること。
- ②津波遡上範囲に停車する車両の漂流・滑動の分類表について、柏崎・刈羽7号設工認等の最新の審査実績の浮力評価及び車両密度評価を反映した、より合理的な評価結果を説明すること。

9) その他

- ①T. P. -2. 5mを下回る水位低下時における循環水ポンプの停止手順について、取水路防潮ゲートの閉止運用への効果及び悪影響について、説明すること。
- ②浸水防護施設の基本設計方針において、取水路防潮ゲートの閉止判断基準の設定に当たって、平常時及び台風時の潮位変動の影響を受けないことを確認しているため、影響を受けないこと及びその根拠について、より一層の信頼性向上の観点での改善を含めて説明すること。

(3) 関西電力から、了解した旨の回答があった。

6. その他

提出資料：

- ・高浜発電所 警報なし津波 設工認ヒアリングスケジュール案
- ・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
- ・高浜発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請ヒアリングスケジュール案（津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応）
- ・高浜発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請書審査資料（抜粋）

以上

高浜発電所審査資料	R0
提出年月日	2020年12月16日

高浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書

審査資料（抜粋）

関西電力株式会社

審査会合における指摘事項の回答 (No.2) (1/2)

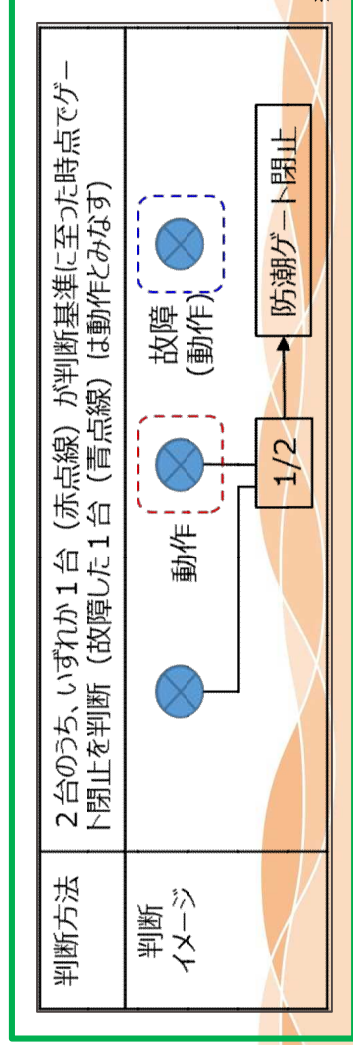
3

○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である場合＞
 要求される措置のB.1で、動作不能状態の潮位計を閉止判断基準検知と扱うのは、動作可能な潮位計が残り2台となった場合に、2台中2台の検知による判断については故障による検知失敗の可能性があるため、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に扱いとしているものである。（津波の襲来がなければ条件Bでは取水路防潮ゲートを閉止しない。下図参照）



【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
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。	1 2時間 5 6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次冷却材中のほぼ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。

審査会合における指摘事項の回答 (No.2) (2/2)

4

<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、津波検知に対する信頼性が低下する（又は津波検知できない）ため、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。
- ✓ 取水路防潮ゲート閉止前の原子炉停止に係る考え方
津波検知時の取水路防潮ゲート閉止の手順は、まず循環水ポンプを停止することになるが、この場合、原子炉を負荷を持った状態から手動トリップさせることとなり、冷却系の機器に対して急激な熱負荷を与える等の観点からは望ましいものではない。しかし、津波を検知している状況では、外郭防護の観点から取水路防潮ゲートを速やかに閉止しなければ、敷地への遡上や水位の低下による海水ポンプへの影響のおそれがあるため、原子炉を負荷を持った状態からトリップさせることとしている。
- ✓ 2台未満の潮位計が動作可能な場合は取水路防潮ゲートを閉止するが、津波が襲来している状態ではなく、負荷を持った状態から手動トリップが必要なほど切迫している状況ではないことから、通常の停止操作によりプラント停止することを規定している。(要求される措置のC.1~3参照)
- ✓ なお、DGやECCSの2系列動作不能時も、通常の停止操作によってプラント停止することとしており、LCO逸脱によって、原子炉を負荷降下せずにトリップさせる措置を行う保安規定条文はない。
- ✓ 以上を踏まえ、動作可能な潮位計の台数毎の対応を整理した結果を下表に示す。

条件	動作可能な台数	閉止判断基準の検知	LCO	対応
1	3台	○	満足	なし。 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を確認したとみなし、残りの動作可能な2台のうち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を確認できる。(残りの動作可能な潮位計で津波を検知しなければ、 <u>原子炉停止および取水路防潮ゲート閉止はしない</u>)
2	2台	○	逸脱	動作可能な潮位計が1台あり、取水路防潮ゲートの閉止判断基準を確認はできないものの、設計条件を満たさないため、 <u>原子炉を停止し、停止後に取水路防潮ゲートを閉止する。</u>
3	1台	×	逸脱	動作可能な潮位計がなく、取水路防潮ゲートの閉止判断基準を検知できないため、 <u>原子炉を停止し、停止後に取水路防潮ゲートを閉止する。</u>
4	0台	×	逸脱	

潮位観測システム（防護用）のLCO逸脱時の対応について

1. 潮位観測システム（防護用）のLCO逸脱時の要求される措置

モード1、2、3及び4において、潮位観測システム（防護用）のLCO逸脱時に要求される措置について、潮位計と衛星電話（津波防護用）がそれぞれ（1）、（2）の条件に該当する場合、12時間以内にモード3に、56時間以内にモード5に、モード5到達後に速やかに防潮ゲートを閉止することとしている。

（1）潮位計

2台未満の潮位計が動作可能な場合

（AOT記載方針）

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

（2）衛星電話（津波防護用）

「4台未満の衛星電話（津波防護用）が動作可能な場合」、かつ、「代替手段（※）を実施できずA中央制御室とB中央制御室との間の連携ができない場合」

（※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）

（AOT記載方針）

条 件	要求される措置 記載方針（案）	完了時間
E. モード1、2、3および4において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 ^{※5} を実施する。	速やかに ^{※7} 速やかに
G. モード1、2、3および4において条件AまたはEの措置を完了時間内に達成できない場合	G.1 当直課長は、モード3にする。 および G.2 当直課長は、モード5にする。 および G.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

2. モード5到達後に速やかに防潮ゲートを閉止している理由

（1）概要

LCO逸脱は設備の故障等により発生するものであり、津波が襲来しているわけではないので、緊急のプラント停止ではなく、他のLCO逸脱時の措置と同様に、通常負荷降下によるモード5到達後に防潮ゲートを閉止することを規定している。

（（2）参照）

（2）他のLCO逸脱時の措置を踏まえた検討

○潮位観測システム（防護用）と同じDBのMS-1設備であるECCS、DG（SWS）のLCO逸脱時の措置として、2系列動作不能時の要求される措置（添付1参照）を確認したところ、2系列動作不能時は要求される措置に記載がなく、保安規定第88条に基づき、通常の停止操作を行うこととしている。（13時間以内にモード3、37時間以内にモード4、57時間以内にモード5へ移行する）（添付2参照）

なお、LCO逸脱によって、原子炉を負荷降下せずにトリップさせる措置を行う保安規定条文はなく、2台未満の潮位計が動作可能な場合においても、取水路防潮ゲートを閉止する必要はあるが、津波が襲来している状態ではなく、負荷を持った状態から手動トリップが必要なほど切迫している状況ではないことから、通常の停止操作によりプラント停止することが妥当と考える。

- したがって、潮位観測システム（防護用）のLCO逸脱時（上記1.の（1）、（2）の場合）においても、12時間以内にモード3に、56時間以内にモード5にしたうえで、モード5到達後に速やかに防潮ゲートを閉止することを規定している。

なお、第88条5項に基づくAOT（13時間以内にモード3、57時間以内にモード5）については、条文毎に記載する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、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時間の準備時間を考慮しているためである。（添付2参照）

今回の潮位観測システム（防護用）のAOTについては、取水路防潮ゲートを閉止する措置を含めた記載とするため、第88条5項ではなく個別条文（第68条の2）に明記することから1時間の準備時間を不要とし、12時間以内にモード3、56時間以内にモード5とした。

3. 取水路防潮ゲート閉止に伴うプラント等への影響

取水路防潮ゲート閉止の前に循環水ポンプを停止すると、原子炉を負荷を持った状態から手動トリップさせることとなり、冷却系の機器に対して急激な熱負荷を与えるという観点からは望ましいものではない。また、タービンバイパス弁の使用には復水器真空維持のため循環水ポンプ運転が必要なところ、循環水ポンプを停止するとタービンバイパス弁が使用できないため、加圧器逃がし弁が動作し、1次系圧力の過渡変化が大きくなる（津波が襲来している状況ではないが、プラントに過渡変化を生じさせることとなる）。

さらに、プラント全出力状態からトリップさせ、過渡的な負荷を加えると最大340万kW（1～4号機稼働時）の電源が同時に喪失し、その影響は無視できない（添付3参照）ことから、LCO逸脱時の措置としては、他のLCO逸脱時の対応と同様に通常負荷降下によるモード5到達後に取水路防潮ゲートを閉止することが適切と考えている。

4. その他

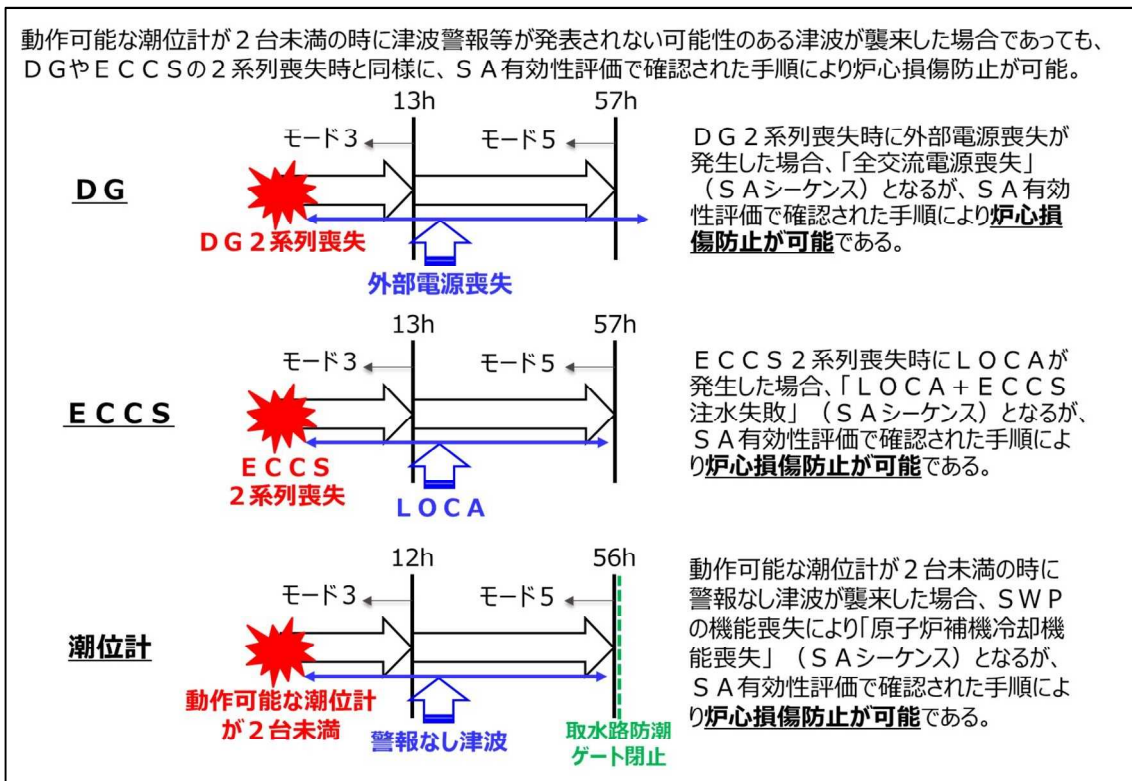
潮位観測システム（防護用）のLCO逸脱（上記1.の（1）、（2）の場合）に伴う取水路防潮ゲート閉止前に、警報なし津波が発生する可能性は否定できないことから、その場合の対応について検討した。

- 潮位観測システム（防護用）がLCO逸脱（上記1.の（1）、（2）の場合）に伴うモード移行中の期間において、仮に警報なし津波が発生した場合は、取水路防潮ゲートを閉止できない可能性がある。
- 取水路防潮ゲートを閉止できない場合、押し波の水位上昇に対しては、ポンプ運転状態や水密扉等の設備対策を考慮した実運転の条件では、津波が敷地内へ遡上するものの、浸水高さはわずかであり、施設への影響はない。一方、引き波の水位低下に対しては、津波水位が海水ポンプの取水可能水位を下回るため、海水ポンプが機能喪失する可能性がある。（なお、本津波による外部電源の喪失は発生しない。）
- ここで、海水ポンプの機能喪失については、「海水系統機能喪失」の手順書（海水ポンプ全台の機能喪失により、最終ヒートシンクが喪失した場合の手順）を整備しており、海水系統の機能喪失を判断した場合は、この手順書に基づく対応

(以下①または②)により、万一、取水路防潮ゲート閉止前に警報なし津波が発生した場合であっても対応は可能と考えている。

- ①現場確認を行い、海水系統の機能回復操作を試みる。例えば、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）の海水ポンプを使用することで、海水系統の機能回復ができる場合もある。
- ②海水ポンプ全台の機能が喪失した場合の主要な対応としては、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及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冷温停止に移行する。なお、大容量ポンプ準備作業は、津波による浸水、排水状況を考慮したうえでアクセスルートを復旧し実施する。

これは、MS-1の機器が機能喪失したことに伴うモード移行期間中において、当該緩和系が必要となる起因事象が発生したとしても、SA有効性評価で確認された手順により炉心損傷防止が可能という観点で、DGやECCSの2系列喪失時と同様と考えている。（下図参照）



以上

(添付)

1. 保安規定第52条、第68条、第74条（抜粋）
2. 保安規定第88条（抜粋）及び解釈
3. 設置許可まとめ資料 第三編（抜粋）