

高浜発電所3,4号炉 運転期間延長認可申請 審査会合における指摘／質問事項の回答

2023年11月27日
関西電力株式会社

審査会合における指摘／質問事項の一覧

No	日時	指摘／質問事項	回答頁
① 特別点検(コンクリート)	2023年 6月1日	遅延膨張性のアルカリ骨材反応の潜在性について説明すること。	2023年9月5日 回答済
② 共通事項	2023年 6月1日	社内規程に基づいてどのような体制で評価プロセスのチェックを行ったか説明すること。	2023年10月10日 回答済
③ 中性子照射脆化	2023年 6月1日	第5回監視試験で得られたデータについて、どのように分析して、特異な脆化が生じていないと考えたか説明すること。	個別事項説明時 別途説明予定
④ 照射誘起型応力腐食割れ	2023年 6月1日	3号炉の第9回定検で実施したバッフルフォーマボルトの超音波探傷検査について、具体的な方法、目的、適用規格等について説明すること。	個別事項説明時 別途説明予定
⑤ 特別点検(原子炉容器)	2023年 9月5日	炉心領域の超音波探傷試験(UT)の規格について、審査会合資料には3号炉はJEAC4207-2008、4号炉は2016との記載があるが、特別点検結果報告書では3・4号炉とも2008または2016となっている。実際に適用した規格を特別点検結果報告書に明記すること。	2023年10月10日 回答済
⑥ 特別点検(原子炉容器)	2023年 9月5日	渦流探傷試験(ECT)の検出性について、一次冷却材ノズルコーナ一部(1mm)と炉内計装筒(0.5mm)の違いを整理すること。(BMI確性試験の成績書を提示すること。)	2023年10月10日 回答済
⑦ 特別点検(原子炉容器)	2023年 9月5日	炉心領域の超音波探傷試験(UT)の試験範囲について、自主点検として中性子照射量が $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$ を超える範囲まで拡大していることが分かる記録を提示すること。	2023年10月10日 回答済

審査会合における指摘／質問事項の一覧

No	日時	指摘／質問事項	回答頁
⑧ 特別点検(原子炉格納容器)	2023年 9月5日	壁面走行ロボットによる遠隔目視において、ロボットの走行による塗膜への影響がないこと、点検範囲を重ねて実施しているといった点検手順や内容が特別点検としての適切性を有していることを説明すること。	2023年10月10日 回答済
⑨ 特別点検(コンクリート)	2023年 9月5日、 10月10日	中性化深さの点検について、削孔時に切断水を使用しているかどうかについて確認し、切断水を使用している場合は、点検方法の適切性を説明すること。 中性化深さ測定における切断水について、コンクリート標準示方書では切断水を用いると正確な測定ができないと記載されている。切断水による測定への影響について説明すること。	P.3
⑩ 共通事項	2023年 10月10日	蒸気発生器取替に伴う影響確認実施を長期施設管理方針とするか検討すること	P.6
⑪ 絶縁低下	2023年 10月10日	モジュラー型電気ペネトレーションについて、審査会合資料で代表としている理由(劣化モード観点)、導入の経緯(知見に基づいての観点)を説明すること。	P.7

⑨ 中性化深さ測定における水の影響要因と対策について

中性化試験における切断水の使用による影響要因の確認

コンクリート標準示方書[維持管理編]において、「コンクリートの切断に水を用いると正確な中性化深さが測定できない」と記載されている点について、当該記載に関与された学識経験者へ確認した結果、当該記載のもととなった文献および記載の解釈が確認できた。

2022年制定コンクリート標準示方書[維持管理編:標準付属書]

(P.106)1編劣化機構, 3章中性化と水の浸透に伴う鋼材腐食

中性化深さは、フェノールフタレイン溶液をコンクリート割裂面に吹き付けたときの非発色部分とし、コンクリート表面から発色部と非発色部の境界までの深さを数箇所求め、その平均値を中性化深さとする。

測定は、コアを採取した後、速やかに行う必要がある。また、コンクリートの切断に水を用いると正確な中性化深さが測定できないので、割裂により測定面を露出させる必要がある。

中性化深さの測定方法については、JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」を参考とすることができる。

○文献の確認

記載のもととなった文献:コンクリート構造物の耐久性シリーズ・中性化 p.5-6,1986

- 「水酸化カルシウムは水溶性であるため、溶出したり、移動したりして着色の境界線が不正確になりがちである。」と水の影響の要因が記載されている。
- 「ボーリング面やダイヤモンドカッタで切断した面において中性化を測定する場合には、その面を十分水洗いし、表面水を乾燥させた後で試薬を噴霧することが必要である。」と水を使用した場合の対応策が記載。

○学識経験者への記載の解釈の確認

- コンクリート標準示方書[維持管理編]に記載されている水の影響は上記文献に記載の水酸化カルシウムの溶出・移動の影響であり、コンクリート標準示方書[維持管理編]として、水の影響を受けない方法を推奨していること。
- 一方で、水の影響に対する対応策は、上記文献にも記載されており、JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」における対応を適切に行えば問題はないということ。

⑨ 高浜3・4号炉 特別点検における切断水の使用に対する対応策について

JIS A 1152:2018「コンクリートの中性化深さの測定方法」

5 測定方法

5.1 測定面の準備

測定面の準備は、次のいずれかによる。

なお、a)～c)において**測定面がぬれている場合は、測定面を自然乾燥させるか、ドライヤを用いるなどして乾燥させる。**

a) 試験室又は現場で作製されたコンクリート供試体を用いる場合

割裂面を測定面とする場合は、圧縮試験機などで供試体を割裂し、割裂面に付着するコンクリートの小片、粉などをはけ、電気掃除機などで除去する。

切断面を測定面とする場合は、コンクリートカッタなどで供試体を切断する。切断時に散水しない場合は切断面に付着するコンクリートの粉をはけ、電気掃除機などで除去し、散水する場合は切断面付着している切断面に付着するのろを**水洗い**によって除去する。

注記 散水しない場合は切断面が過度に高温にならないように注意する。また、散水の有無にかかわらず、コンクリートの粉、のろなどが切断面に付着していると中性化深さの測定が正確に行われなことがある。

b) コア供試体を用いる場合

割裂面を測定面とする場合は、a)による。側面を測定面とする場合は、コア供試体採取後、その側面に付着するのろを水洗いによって除去する。

注記 圧縮強度試験に供するコア供試体を用いて中性化深さの測定を行う場合には、圧縮強度試験時に最大荷重に到達した後できるだけ速やかに除荷して供試体の破損を避けるのが望ましい。圧縮強度試験に供するコア供試体に研磨による端面処理を行う場合、中性化した部分が削られ、中性化深さの測定が正確に行われなことがある。このため、研磨前にコアの任意の位置に印を付け、端面からの距離を測定しておくなど、研磨による中性化深さの欠損量が分かるような対策を事前に行うことが望ましい。

c) コンクリート構造物のはつり面で測定する場合

はつり面は、a)によってコンクリートの小片、粉などを除去する。

注記 コンクリートをはつるとき、あらかじめはつり面の周囲にコンクリートカッタで切れ込みを入れておくと、はつり及び中性化深さの測定が容易になる。

高浜3・4号炉 特別点検における切断水の対応について

高浜3・4号炉の特別点検で、コンクリートの切断に水を用いている場合には、JIS A 1152:2018「コンクリートの中性化深さの測定方法」に従い、測定面を水洗いし、ドライヤを用いて乾燥させており、コンクリート標準示方書[維持管理編]の記載のもととなった文献の対応策とも整合している。

まとめ

- 学識経験者への聞き取りの結果、以下の通り、高浜3・4号炉の中性化測定への切断水の影響に対する対応が適切であることが確認できたことから、切断水の影響は問題ないものとする。
- 1. コンクリート標準示方書[維持管理編]に記載されている水の影響は水酸化カルシウムの移動・溶出であること。
- 2. 水の影響に対しては、JIS A 1152:2018「コンクリートの中性化深さ測定方法の方法」だけでなく、コンクリート標準示方書[維持管理編]のもととなった文献にも対応策(水洗い・測定面の乾燥)が記載されていること。
- 3. 高浜3・4号炉の中性化深さ測定は2. に基づく方法で実施していること。

⑩ 蒸気発生器取替に伴う影響確認

長期施設管理方針として策定する事項

蒸気発生器の取替に当たっては、高経年化技術評価への影響確認を行うこととしているが、前回審査会合(2023.10.10)のご指摘も踏まえ、取組みを明確にしておく観点から、長期施設管理方針に追記し管理することとする。

現行申請書の長期施設管理方針

機器名	長期施設管理方針	実施時期
蒸気発生器	蒸気発生器については、取替計画に基づき取替を実施する。	中長期

補正案 (変更箇所赤字)

機器名	長期施設管理方針	実施時期
蒸気発生器	蒸気発生器については、取替計画に基づき取替を実施するとともに、高経年化技術評価への影響を確認する。	中長期

短期 : 3号炉は2025年1月17日、4号炉は2025年6月5日からの5年間
 中長期: 3号炉は2025年1月17日、4号炉は2025年6月5日からの10年間
 長期 : 3号炉は2025年1月17日、4号炉は2025年6月5日からの20年間

⑪ モジュール型電気ペネトレーションの代表の理由、導入の経緯について

モジュール型電気ペネトレーションを審査会合資料で代表としている理由について

➤ 気密性に係る構造

○キャニスター型

ステンレス鋼製円筒の両端に端板を溶接し、この端板を貫通する銅棒とアルミナ磁器間およびアルミナ磁器と端板間に熱膨張係数の小さい封着金具(ニッケル合金)をろう付することにより気密性を維持。【シール構造は金属シール】

○モジュール型

胴体部分をエポキシ樹脂でモールドしたものを2重Oリング(EPゴム)の端板部分で保持し気密性を維持。【シール構造は有機材シール】

⇒モジュール型は有機材が熱および放射線により経年劣化が進行することにより気密性が低下するおそれがある。

➤ 想定される経年劣化事象

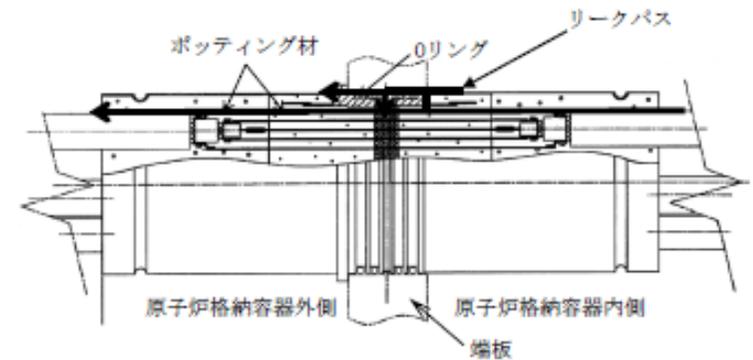
○キャニスター型

絶縁低下(本体、外部リード)

○モジュール型

絶縁低下(本体、外部リード)

原子炉格納容器バウンダリ機能に係る気密性低下(本体)



モジュール型の構造図

絶縁低下と気密性の経年劣化事象が想定されるモジュール型を審査会合資料で説明

モジュール型電気ペネトレーション導入の経緯について

- 原子力規制庁の安全研究成果報告である「電気・計装設備用高分子材料の長期健全性評価に係る研究(RREP-2020-1001)」(令和2年6月。以下、「成果報告」という。)において、SA時環境下の電気ペネトレーションの絶縁性能等に係る調査・試験が行われている。
- 成果報告と同等の条件による長期健全性試験に基づいて、キャニスター型三重同軸型電気ペネトレーションの評価の実施を想定すると、従来の評価に比べて厳しい結果になることは否定できない。
- このため、高浜発電所3、4号炉の事故時に環境条件が著しく悪化する環境において機能要求のあるキャニスター型三重同軸型電気ペネトレーション2台／ユニットについて、今後の長期健全性確保を見据え、自主的安全性向上対応として、60年の通常運転に加えてその後の事故環境においても健全性を維持できることを評価しているモジュール型への取替えを計画※1した。

※1 高浜3号炉:令和4年12月28日付(原規規発第2212285号)で認可を受けた工事計画認可申請※2

高浜4号炉:令和4年12月28日付(原規規発第2212286号)で認可を受けた工事計画認可申請※2

※2 高浜発電所3、4号機において、事故時環境下で絶縁性能の要求がある電気ペネトレーションには、キャニスター型のピッグテール型電気ペネトレーションも存在するが、ピッグテール型については、成果報告の劣化手法と同等の手法にて、供用期間の健全性は確認できている。