

# 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第1154回

令和5年6月1日（木）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第1154回 議事録

1. 日時

令和5年6月1日（木） 13:30～15:11

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

原子力規制委員会

杉山 智之 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

小野 祐二 審議官  
渡邊 桂一 安全規制管理官（実用炉審査担当）  
戸ヶ崎 康 安全規制調整官  
宮崎 毅 企画調査官  
塚部 暢之 上席安全審査官  
雨夜 隆之 上席安全審査官  
小嶋 正義 上席技術研究調整官  
森田 憲二 上席原子力専門検査官  
日高 慎士郎 安全審査専門職  
藤川 亮祐 安全審査官  
鈴木 謙一 技術参与

関西電力株式会社

田中 剛司	原子力事業本部	副事業本部長	原子力発電部門統括	
岩崎 正伸	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー
内山 康志	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー
三山 彰一	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー
北条 隆志	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー

森 弘行	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー
木谷 博	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	リーダー
辻 峰史	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	リーダー
木村 圭佑	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	リーダー
仲 竜太郎	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	
西村 航	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	
中山 晶夫	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	課長
高道 孝幸	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	課長
森山 晃宏	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	副長
岸本 雅弘	原子力事業本部	原子力土木建築センター	土木建築設備グループ	
中野 利彦	原子力事業本部	原子力安全・技術部門	安全・防災グループ	マネジャー

#### 九州電力株式会社

林田 道生	常務執行役員	原子力発電本部	副本部長	
石井 朝行	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	長	
牟田 健二	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長	
上村 佳広	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長	
仙名 直樹	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長	
中原 弘	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当	
西田 慶志	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当	
生貞 幸治	土木建築本部(原子力土木建築)	副部長	兼	土木建築本部 調査・計画 グループ長
大熊 信之	土木建築本部	調査・計画グループ	課長	
植田 正紀	土木建築本部	調査・計画グループ	副長	
井手 雄太	土木建築本部	調査・計画グループ	担当	
村岡 直紀	土木建築本部	調査・計画グループ	担当	

#### 4. 議題

- (1) 関西電力(株)高浜発電所3号炉及び4号炉の運転期間延長認可申請等に係る審査について
- (2) 九州電力(株)川内原子力発電所1号炉及び2号炉の運転期間延長認可申請等に係る審査について
- (3) その他

#### 5. 配付資料

- 資料1-1 高浜発電所3,4号炉 運転期間延長認可申請の概要
- 資料1-2 高浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書
- 資料1-3 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
- 資料1-4 高浜発電所3号炉 運転期間延長認可申請(共通事項)補足説明資料
- 資料1-5 高浜発電所3号炉 特別点検(原子炉容器)補足説明資料
- 資料1-6 高浜発電所3号炉 特別点検(原子炉格納容器)補足説明資料
- 資料1-7 高浜発電所3号炉 特別点検(コンクリート構造物)補足説明資料
- 資料1-8 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(低サイクル疲労)補足説明資料
- 資料1-9 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(中性子照射脆化)補足説明資料
- 資料1-10 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(照射誘起型応力腐食割れ)補足説明資料
- 資料1-11 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(2相ステンレス鋼の熱時効)補足説明資料
- 資料1-12 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(電気・計装品の絶縁低下)補足説明資料
- 資料1-13 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(コンクリート構造物及び鉄骨構造物)補足説明資料
- 資料1-14 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(耐震安全性評価)補足説明資料
- 資料1-15 高浜発電所3号炉 劣化状況評価(耐津波安全性評価)補足説明資料
- 資料1-16 高浜発電所4号炉 運転期間延長認可申請(共通事項)補足説明資料
- 資料1-17 高浜発電所4号炉 特別点検(原子炉容器)補足説明資料
- 資料1-18 高浜発電所4号炉 特別点検(原子炉格納容器)補足説明資料

資料 1 - 1 9	高浜発電所 4 号炉	特別点検（コンクリート構造物）	補足説明資料
資料 1 - 2 0	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（低サイクル疲労）	補足説明資料
資料 1 - 2 1	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（中性子照射脆化）	補足説明資料
資料 1 - 2 2	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（照射誘起型応力腐食割れ）	補足説明資料
資料 1 - 2 3	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（2相ステンレス鋼の熱時効）	補足説明資料
資料 1 - 2 4	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（電気・計装品の絶縁低下）	補足説明資料
資料 1 - 2 5	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（コンクリート構造物及び鉄骨構造物）	補足説明資料
資料 1 - 2 6	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（耐震安全性評価）	補足説明資料
資料 1 - 2 7	高浜発電所 4 号炉	劣化状況評価（耐津波安全性評価）	補足説明資料
資料 2 - 1	川内原子力発電所 1, 2 号炉	運転期間延長認可申請（審査会合における指摘事項の回答）	
資料 2 - 2 - 1	川内原子力発電所 1 号炉	特別点検（原子炉容器）	補足説明資料
資料 2 - 2 - 2	川内原子力発電所 2 号炉	特別点検（原子炉容器）	補足説明資料
資料 2 - 3 - 1	川内原子力発電所 1 号炉	特別点検（原子炉格納容器）	補足説明資料
資料 2 - 3 - 2	川内原子力発電所 2 号炉	特別点検（原子炉格納容器）	補足説明資料
資料 2 - 4 - 1	川内原子力発電所 1 号炉	劣化状況評価（コンクリート構造物及び鉄骨構造物）	補足説明資料
資料 2 - 4 - 2	川内原子力発電所 2 号炉	劣化状況評価（コンクリート構造物及び鉄骨構造物）	補足説明資料

## 6. 議事録

○杉山委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第1154回会合を開催いたします。

本日の議題は、議事次第に記載された2件です。

本日の会合は、テレビ会議システムを使用して実施いたします。映像・音声等に乱れが生じた場合には、お互いその旨を伝えるようお願いいたします。

それでは、議事に入ります。

最初の議題は、議題1、関西電力株式会社高浜発電所3号炉及び4号炉の運転期間延長認可申請等に係る審査についてです。

では、関西電力は資料の説明を開始してください。

○関西電力（田中） 関西電力、田中でございます。

4月25日に申請しました高浜3、4号機の運転期間延長認可申請並びに40年以降の運転を前提とした保安規定変更認可申請の全体概要について、担当の保全グループ、内山より説明させていただきます。よろしく願いいたします。

○関西電力（内山） 関西電力の内山です。

それでは、お手元の資料1-1を用いまして、高浜3、4号炉運転期間延長認可申請の概要について説明いたします。

次ページをお願いいたします。目次は御覧のとおりで、まず運転期間延長認可申請についての法的な根拠を説明した上で、特別点検の結果、劣化状況評価の結果、施設管理方針を順次説明いたします。

それでは、2ページをお願いします。運転期間延長認可申請についてです。

3ページ目をお願いいたします。高浜3、4号炉は、40年間運転できる期限をおのおの2025年1月16日と同年6月4日に迎えることから、炉規法43条3の32に基づきまして、最大の20年間、つまり3号炉は2045年1月16日、4号炉は同年6月4日までの延長申請をいたしました。なお、申請に当たり実施しました特別点検結果を反映した劣化状況評価の結果、抽出した現状保全に追加すべき施設管理方針は、申請書の添付資料三の施設管理方針に取りまとめるとともに、保安規定の長期施設管理方針にも反映するため、併せて実用炉規則第92条に基づく保安規定変更認可申請も行っております。

次、4ページをお願いいたします。ここから3、4号炉の特別点検結果の説明になります。

では、5ページをお願いします。今回実施した特別点検の内容は、御覧のとおりとなっております。対象機器の原子炉容器、原子炉格納容器、コンクリート構造物の各対象部位と点検方法については、NRAの運転期間延長認可申請に係る運用ガイドに準拠したものになりますので、説明は割愛させていただきます。

6ページをお願いいたします。原子炉容器の特別点検結果です。まず、原子炉容器の母材及び溶接部ですが、右中ほどにある検査ロボットを用いて超音波探傷試験を実施しまして、有意な欠陥は認められませんでした。

7ページをお願いします。原子炉容器の一次冷却材ノズルコーナー部につきましては、同じ検査ロボットのアーム先端の検出器を変えまして、クラッド部に渦流探傷試験を実施しました。本試験の結果、有意な欠陥は認められませんでした。

8ページをお願いします。炉内計装筒につきましては、溶接部に対して目視点検装置、管内面に対しては渦流探傷試験装置を燃料取替クレーンでつり下げまして、それぞれ点検を実施しました。本点検の結果、有意な欠陥は認められませんでした。

9ページをお願いします。原子炉格納容器の特別点検結果です。原子炉格納容器の鋼板につきましては、左の図に外面、右の図に内面を示しておりますが、接近性を考慮しまして、直接目視または遠隔目視により点検を実施しました。本点検の結果、構造健全性または気密性に影響を与えるおそれのある塗膜の劣化や腐食は認められませんでした。

10ページをお願いします。コンクリート構造物の特別点検結果です。コンクリート構造物につきましては、中ほどに示しますとおり、採取したコアサンプルによる強度、遮蔽能力、中性化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応の確認を実施しました。本点検と評価の結果、コンクリート構造物の健全性に影響を与えるおそれのある劣化は認められませんでした。

以上が特別点検の結果でございます。

次、11ページをお願いします。ここからは、3、4号炉の劣化状況評価結果を説明いたします。

12ページをお願いします。劣化状況評価のフローは、御覧のとおりとなっております。まず、浸水防護施設を含む安全機能の重要度分類クラス1、2、3の機器・構造物と常設重大事故等対処設備を評価対象機器として抽出しまして、これらを15機種にカテゴリー化し、さらに型式、材料など、分類基準によって類似したものをグループ化します。次に、そのグループの中から、重要度、使用条件など、選定基準から代表機器を選定しまして、その代表機器について、原子力学会標準の経年劣化メカニズムのまとめ表を参考に、経年劣化事象と部位の組合せを抽出した上で、その中から高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を抽出します。便宜上、以降、高経年化対策上着目すべき経年結果事象を「○事象」と呼ばさせていただきます。この○事象について、60年の運転を想定した健全性評価結果と現状保全内容を踏まえて総合的な評価をするとともに、その代表機器の評価結果を展開して、グループ内の全機器の評価を同様に行います。また、これらの健全性評価結果等を踏まえた耐震・耐津波安全性評価も行い、これら全ての評価結果から、現状保全に追加すべき保全策として、「施設管理方針」を策定しました。なお、原子炉容器、原子炉格納容器、コ

ンクリート構造物については、特別点検の結果も踏まえて評価を行っております。また、本評価の中には、冷温停止状態維持を前提とした評価、また、30年目の長期施設管理方針の有効性評価などを含む40年目の追加評価も含んでおります。

13ページをお願いします。ここからは、高浜3号炉について、①～⑥で主要6事象、⑦～⑧で耐震・耐津波安全性評価、⑨で冷温停止時に厳しくなる劣化事象の評価の結果を説明します。なお、○事象である電気ペネトレーションの気密性低下は、⑤の絶縁低下のところで併せて説明いたします。

14ページをお願いします。低サイクル疲労について、原子炉容器を評価例として説明いたします。健全性評価といたしまして、プラントの実績過渡回数から、60年時点の過渡回数を推定して、60年時点での疲労累積係数を評価しています。結果としては、右下の表で示すとおり、60年時点の疲労累積係数は、全て許容値である1以下であることを確認しました。また、現状保全の二つ目の○にあるとおり、特別点検では、原子炉容器出入口管台に有意な欠陥が認められませんでした。したがって、定期的な非破壊検査の実施等の現状保全も踏まえ、総合評価として、疲労割れが問題となる可能性はないと評価しました。一方、高経年化への対応としましては、疲労割れ評価結果は実績過渡回数に依存するため、継続的に実績過渡回数を把握して、評価で用いた推定過渡回数を超えないことを確認していくということを施設管理方針として策定いたしました。

15ページをお願いします。原子炉容器の中性子照射脆化について説明します。これまで実施してきました5回の監視試験結果を基に、日本電気協会規格のJEAC4201に基づく国内脆化予測法による評価を実施し、右図の関連温度の予測値と監視試験結果の関係で示しますように、第1回～第4回の監視試験の関連温度実測値は、母材、溶接金属とも、脆化予測にマージンを見込んだ値を逸脱しておらず、特異な傾向は認められないということを確認しました。なお、第5回監視試験については、中性子照射量がJEAC4201の国内脆化予測法の適用範囲を超えるため、適用範囲までの予測結果の傾向と第5回監視試験結果を比較した結果、特異な劣化は生じていないと考えております。

16ページをお願いします。次に、60年経過時点での上部棚吸収エネルギーの予測値を評価した結果を右上の表に示しております。JEAC4206で要求している68J以上を満足しており、十分な上部棚吸収エネルギーがあることを確認しました。さらに、運転開始後60年経過時点の加圧熱衝撃が生じることを仮定した評価を、右下のPTS評価結果の図に示しております。破壊に対する抵抗力 $K_{Ic}$ が運転開始後60年を経過して右側にシフトしてきまして

も、各事故モードにおける亀裂を想定した破壊力 $K_I$ に交わることはなく、常に上回っていることから、不安定破壊しないということを確認いたしました。また、現状保全の四つ目の○にありますとおり、特別点検で中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥は認められませんでした。したがって、現状保全も踏まえ、総合評価として中性子照射脆化が原子炉の健全性に影響を与えることはありませんが、高経年化への対応としては、経年劣化管理をより万全にするため、今後の原子炉の運転時間、照射量を勘案して、第6回監視試験の実施計画を策定するということを施設管理方針といたしました。

17ページをお願いします。照射誘起型応力腐食割れ（IASCC）について、炉内構造物のバッフルフォーマボルトを例に説明いたします。バッフルフォーマボルトについては、最新知見を用いた損傷予測により、60年時点においてボルト損傷本数は、維持規格に規定されている管理損傷ボルト数以下の0本となっており、安全に関わる機能を維持できるということを確認いたしました。したがって、現状保全も踏まえ、総合評価として、バッフルフォーマボルトの損傷が炉心の健全性に影響を与える可能性は小さいことから、高経年化への対応としては追加すべきものではありません。

18ページをお願いします。熱時効について、1次冷却材管により説明いたします。右上に、亀裂安定性評価として亀裂進展抵抗（ $J_{mat}$ ）と亀裂進展力（ $J_{app}$ ）の関係を図示しております。運転開始後60年時点までの疲労亀裂進展長さを考慮した評価用亀裂を想定しましても、交点において $J_{mat}$ の傾きが $J_{app}$ の傾きを上回ることから、配管は不安定破壊せず、問題とはならないということを確認しております。したがって、現状保全も踏まえ、総合評価として1次冷却材管の熱時効が問題となる可能性はないことから、高経年化への対応として追加すべきものではありません。

19ページをお願いします。電気・計装品の絶縁低下及びCVバウンダリ機能に係る気密性低下について、事故時に機能要求のあるLV型電気ペネトレーションと難燃PHケーブルを例に説明いたします。以降、CVバウンダリ機能に係る気密性を略して「気密性」と呼ばせていただきます。まず手順ですが、いずれも似た手順となりますので、ここではLV型電気ペネトレーションを例示しています。右の枠内にIEEEに準拠した長期健全性試験の手順を示していますが、60年の通常運転相当の熱、放射線による劣化と、その後の設計基準事故または重大事故等時相当の放射線、熱、蒸気雰囲気暴露を模擬した上で、絶縁低下、気密性低下の判定を行う長期健全性試験で健全性評価を実施しました。

20ページをお願いします。LV型電気ペネトレーションの評価結果です。右上の表が長期

健全性試験の条件と、60年間の実機使用での劣化条件と、設計基準事故時、重大事故等時の環境条件を並べたものになります。全ての項目において、試験条件は実機条件を包絡しており、また、右下の試験結果も問題ない結果となっておりますので、運転開始後60年時点においても、絶縁性と気密性に係る機能は維持できると評価いたしました。したがって、現状保全も踏まえ、総合評価として、経年劣化による絶縁低下または気密性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと評価いたしました。したがって、高経年化への対応としましても、追加すべきものはございません。

21ページをお願いします。難燃PHケーブルの評価結果です。先ほどと同様に、右上の表に示すとおり、全ての項目において、試験条件は実機条件を包絡しており、また、右下の試験結果も問題ない結果となっておりますので、運転開始後60年時点においても、絶縁機能は維持できると評価いたしました。したがって、現状保全も踏まえて、総合評価としては、絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと評価しました。したがって、高経年化への対応としましても、追加すべきものはございません。

22ページをお願いします。コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下について説明します。左側に強度低下の評価例として、中性化を記載していますが、特別点検での中性化深さ測定結果の①を踏まえて、速度試験を用いて推定した運転開始後60年経過時点の中性化深さである②は、鉄筋が腐食し始める中性化深さである③を下回っております。右側に遮蔽能力低下の評価例として熱を記載しておりますが、温度分布解析の結果として、最高温度は約65℃であり、温度制限値以下であることを確認しております。また、特別点検において、より保守的に乾燥単位容積質量を確認した結果、放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力を担保する値を上回っております。したがって、現状保全を踏まえて、総合評価としては、今後、強度低下が急激に発生する可能性は極めて小さく、遮蔽能力低下の可能性はないと考えられ、高経年化への対応として追加すべきものはないと評価いたしました。

23ページをお願いします。耐震安全性評価です。お示ししている表は、左側に想定される経年劣化事象の例と代表的な機器を示しまして、右側にそれぞれに対しての実施した耐震安全性評価の結果の概要をまとめたものです。いずれの評価におきましても、各経年劣化事象を考慮しても耐震安全性に問題はなく、したがって、高経年化への対応として追加すべきものはございません。なお、これら以外にも、腐食や高サイクル熱疲労などを抽出して、耐震安全性評価を実施しまして、安全性を確認しております。代表的な耐震安全性

評価の例としまして、流れ加速型腐食による配管減肉を想定した評価結果を次のページに示します。

24ページをお願いします。本評価では、評価期間を運転開始後60年と想定した上で、最も厳しい評価条件として、必要最小肉厚まで減肉したと仮定しまして、その上で、地震時の発生応力を算出し、許容応力を超えないか、また、疲労累積係数が許容値の1を超えないかを確認しております。右側に耐震重要度Cクラス及びSクラスの配管の評価結果を記載しております。いずれの部位につきましても、耐震安全性上問題ないことを確認しております。したがって、高経年化への対応として追加すべきものはございません。

25ページをお願いします。耐津波安全性評価です。評価対象は、表に示しているとおりでありますが、評価対象機器・構造物における経年劣化事象から「現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの」を抽出した結果、耐津波安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されませんでした。したがって、高経年化への対応として追加すべきものはございません。

26ページをお願いします。冷温時に厳しくなる劣化事象の評価になります。ここでは高経年化対策上着目すべき事象を「○事象」、高経年化対策上着目すべき事象ではない事象を「△事象」と呼ばさせていただきます。評価の手順としては、断続運転時に想定される△事象で、冷温停止時において○事象になるものがないかを確認するステップと、断続運転時の○事象で冷温停止時において発生・進展がより厳しくなる経年劣化事象を抽出し、冷温停止を踏まえた再評価が必要な機器・事象として評価を実施するというステップを踏んでおります。再評価対象となった事象は1件で、具体的には余熱除去ポンプモータの絶縁低下になります。なお、同モータについても、冷温停止状態維持を前提とした再評価から、高経年化への対応としての追加すべきものは抽出されませんでした。

27ページをお願いします。ここからは4号炉の評価結果になりますが、高浜3、4号炉はツインユニットでありまして、評価内容は3号炉とほぼ同じ内容の繰り返しになりますので、説明は割愛させていただきますが、評価の結果、抽出された追加保全策である施設管理方針も3号炉と同様となっております。

では、少し飛ばしまして、41ページをお願いします。こちらは特定重大事故等対処施設の評価についての説明になります。以降、本施設を「特重施設」と呼ばさせていただきます。評価の手順としましては、まず、特重施設に属する機器・構造物を抽出して評価対象設備としまして、その評価方法は、特重施設以外の機器・構造物と同じになります。ただし、

特重施設情報は公開できないことから、評価書は単独の別冊を設けております。なお、安全重要度クラス1、2等の機能を兼務する機器・構造物につきましては、特重施設特有の評価条件による評価の必要性を検討しまして、必要な場合は追加評価を行っております。また、特重施設の評価に当たっては、下のフローに示しますように、評価構造物を四つの評価区分に分類して、評価の合理化を図っております。なお、このフローで15機種の技術評価書と書いてありますが、それは新設の特重施設以外の既設のDB機器、SA機器の技術評価書のことを意味しております。具体的には、新設設備につきましては、本評価書において代表機器として評価するというA1区分と、15機種評価書のいずれかのグループに含めることができるというものは、本評価において非代表機器として評価を行う、そういったA2区分。次に、既設・兼用の設備につきましては、特重施設と評価条件が変わるものは、本評価書で変更となる条件に係る評価のみを行うというB区分と、評価条件も変わらないというものは、本評価では改めて評価は行わず、15機種評価書を参照すると、そういうふうにしたC区分といったように区分して評価を行っております。評価の結果、高経年化への対応として、現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはないことを確認いたしました。

42ページをお願いします。40年目の追加評価として、30年目の高経年化技術評価を、その後の供用実績、保全実績、技術的知見をもって検証し、次の3項目について評価を行いました。まず一つ目として、経年劣化傾向の評価ですが、30年目の評価で予測した経年劣化の発生、進展傾向と、供用実績を反映した40年目評価で予測する経年劣化の傾向を比較した結果、30年目の評価から大きく乖離するものはなかったことから、評価結果は有効であったと考えております。

43ページをお願いします。二つ目として、保全実績の評価ですが、30年目の評価で、現状保全の継続により健全性を維持できると評価したものについて、当該プラントにおいて30年目の評価以降に発生した事故・トラブル等を調査した結果、経年劣化事象に起因する事故・トラブル等は高浜3号で3件、高浜4号で3件ありまして、そのうち蒸気発生器伝熱管の損傷（管指示板直下部摩耗）につきましては、30年目の評価で発生を想定できなかったものでありまして、40年目の評価に反映を行っております。説明は割愛いたしますが、40年目に反映しました評価の概要を下に示しております。

44ページをお願いします。三つ目としまして、長期施設管理方針の有効性評価ですが、30年目に策定した長期施設管理方針について、保全実績等に基づき評価を実施した結果、

健全性を確認できたことから、長期施設管理方針は有効であったと考えております。これも説明は割愛いたしますが、30年目の耐震評価結果に基づく長期施設管理方針とその実施内容について、下に例示しております。

45ページをお願いいたします。ここからが施設管理方針になります。劣化状況評価の結果を踏まえまして策定した、3号炉及び4号炉の長期施設管理方針をまとめております。

46ページをお願いします。3号炉の技術評価の結果、4件の追加保全策を抽出いたしました。一つ目、中性子照射脆化の評価結果からの追加保全策です。これまでの監視試験結果による健全性評価において、原子炉容器の中性子照射脆化が原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないとの評価結果を得ましたが、健全性評価の妥当性を確認するため、原子炉の運転時間・照射量を勘案して、次回、第6回監視試験の実施計画を策定することとします。二つ目、低サイクル疲労の評価結果からの追加保全策です。原子炉容器等の疲労割れについては、運転開始後60年時点における疲労累積係数による評価を実施した結果、許容値に対し余裕のある値を得ましたが、疲労割れ評価結果は実績過渡回数に依存するため、継続的に実績過渡回数を把握し、評価に用いた推定過渡回数の保守性を確認していくこととします。三つ目、ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れに関する評価結果からの追加保全策になります。これは「大飯発電所3号炉加圧器スプレィ配管溶接部における有意な指示」の運転経験によるもので、国内外のPWRプラントにおいて類似の事例は確認されておらず、当社の原子炉プラントにおいても、同様の事象発生の可能性があるとして推定された部位全てに対して追加調査が行われましたが、亀裂は認められていないということから、本件は特異な事象であったとは考えておりますが、メカニズムが全て明らかになっていないということから、今後実施する知見拡充結果に基づきまして、第27保全サイクルまで継続して実施する類似性の高い箇所に対する検査結果も踏まえて、第28保全サイクル以降の検査対象及び頻度を検討しまして、供用期間中検査計画に反映を行うことといたします。四つ目、蒸気発生器伝熱管の応力腐食割れ等に関する評価結果からの追加保全策です。蒸気発生器伝熱管が600系ニッケル基合金であり、管板、各管部の応力腐食割れ等の発生が否定できないことから、最新設計を反映した蒸気発生器への取替計画を策定していることも踏まえ、計画に基づき、取替を実施することを方針として定めることにいたしました。

47ページをお願いします。4号炉の技術評価の結果、4件の追加保全策が抽出されております。3項目のステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れに対す

る追加保全策の実施時期、保全サイクルが3号炉と異なるだけで、あとは3号炉の施設管理方針と同じ内容になっております。

48ページをお願いします。最後に、今後の取組みについてです。今回実施しました高経年化技術評価は、現在の最新知見に基づき実施したのですが、今後、ここに示すような運転経験や最新知見等を踏まえて、適切な時期に再評価・変更を実施していきます。また、高経年化対策に関する活動を通じまして、今後とも原子力プラントの安全・安定運転に努めまして、安全性・信頼性のなお一層の向上に取り組んでいく所存であります。

高浜3、4号炉の特別点検及び劣化状況評価の概要についての説明は以上になります。

○杉山委員 ただいまの説明内容に関しまして、質問、コメント等をお願いします。

森田さん。

○森田上席原子力専門検査官 原子力規制庁、専門検査部門の森田です。

御説明ありがとうございました。資料の6ページ目について質問します。原子炉容器の母材と溶接部の超音波探傷試験の実施期間について、括弧内に記載されていますけども、先に実施した3号炉では、データ採取に約4か月くらい要しているというのに対して、後のほうで実施した4号炉では、約2か月くらいで完了しています。試験対象の3号炉と4号炉の原子炉容器は、構造的な違いはほとんどなかったと思っていまして、また、この試験自体は、御説明にもありましたけども、ロボットを用いているということで、必要な試験期間にあまり差が生じにくいものだと理解していたのですけれども、今回のように、期間に2倍程度の違いが出た背景に何かあれば、御説明をお願いします。

特に、ちょっと気になっているのは、4号炉の申請書にある特別点検結果報告書の、該当する点検記録があるんですけども、3号炉のそれと違って、母材と溶接部が分かれた記載になっていないのがあって、4号炉における何か試験の仕方に、何か変更とか、そういうものを加えているのかどうかというのは、もし分かれば御説明をお願いします。

○関西電力（木村） すみません、関西電力の木村と申します。

まず、御質問がありました3号炉と4号炉のデータ採取期間の違いにつきましては、まず、検査範囲につきましては、3号炉、4号炉、同じ範囲を実施してございます。また、検査のやり方についても、大きな差はございません。御質問がございました溶接部と母材部が分かれた記録になっているかどうかというところでございますけれども、高浜3号炉の検査をした際には、手順としまして、溶接部は溶接部だけでUTをして、母材部は母材部だけでUTをするという工程を踏んでいたんですけども、これ、理由としましては、併せて

RVISIのほうも実施しておりまして、RVISIの対象としておる溶接部と母材部の検査を明確に分けるといような形で工程を考えておりました。そういった対応を高浜3号機では実施いたしました。しかしながら、実際は、これ、溶接部と母材部もひっくるめて検査した後に、データ上でどの部分を確認しているかというのは、判別可能でございますので、4号炉のデータ採取をした際には、溶接部と母材部を切り分けて探傷するということはせずに、溶接部と母材部を一体として検査した後に、データ採取箇所を判別しまして、RVISIの記録と特別点検の自主点検としての記録というふうに分割したといういきさつがございます。そういったことで、作業上の、多少、ちょっと3号炉のほうで探傷に時間がかかったというところはございますけれども、期間として2倍ほどかかっているというのは、そこまで作業量が増えたということではございませんで、こちらは当時の定検中の工程等を勘案しまして、RVの探傷をした後に、その後、データの分析等をするというような工程がございますので、その辺りを、作業都合によって少し3号炉はゆっくり時間をかけてできるという事情もございまして、期間がかかったというところでございます。

以上でございます。

○森田上席原子力専門検査官 規制庁の森田です。

御説明ありがとうございます。期間の違いがあるのは、工程によるものだとということと、試験の仕方については、ちょっと超音波探傷試験の当て方に少し違いがあるということですので、それはちょっと今後のヒアリングとか次の会合とかで、少し詳しく確認したいと思います。ありがとうございます。

○杉山委員 ほかにお願いします。

小嶋さん。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

説明いただきありがとうございます。ただいま説明いただきました概要のパワーポイント資料、10ページのコンクリート構造物の特別点検でございますけれども、こちらでアルカリ骨材反応、コアサンプルを採取して、アルカリ骨材反応が生じていないことを確認したと記載されております。これにつきましては、高浜3号機、4号機ともに、遅れて反応するアルカリ骨材反応、いわゆる遅延膨張性のアルカリ骨材反応というものについて、その潜在性がどうだったかということを確認させてください。次回以降の会合で結構でございますので、その内容について説明をお願いしたいと思います。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

アルカリ骨材反応の遅延膨張性骨材の潜在性について、次回以降の審査会合で御説明するという事で拝承いたしました。

以上です。

○杉山委員 ほかにございますか。

小嶋さん。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

それでは、劣化状況評価のところについて確認させてください。具体的には、照射誘起型応力腐食割れ、17ページでございますけれども、こちらの右の真ん中辺、現状保全のところ、バッフルフォーマボルトに対して、第9回定期点検時に超音波探傷試験を実施して、有意な指示がなかったというようなことが記載されております。この超音波探傷試験（UT）の内容について、具体的に確認したいと思いますので、その詳細を、次回以降で結構ですので準備していただければと思います。詳細というのは、具体的な方法だとか、どういった目的で実施したのかとか、あとは何か規格等がございましたら、その内容について御説明いただければと思います。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

今、御質問いただきました第9回の定期検査のときのバッフルフォーマボルトのUT検査の方法につきまして、次回の審査会合以降で詳細に説明させていただきます。

以上です。

○杉山委員 ほかにございますか。

塚部さん。

○塚部上席安全審査官 規制庁の塚部です。

私も劣化評価のところでお聞きしたいんですけど、パワーポイントの15ページ目のところで中性子照射脆化がございまして、先ほど御説明の中でも、第5回の監視試験の結果というのがJEACの適用範囲を超えているということで、具体的には $13 \times 10^{19}$ を超えているからということかと思いますが、ここの15ページ目の左の表の下の\*2のところ、第5回目についても特異な脆化は生じていないことを確認したということで、既に補足説明資料のほうでも少し触れられていると思いますが、こちらについて具体的に、個別評価のときで結構ですので、事業者さんとして、どのような評価をして、どのような観点で特異でないということと考えられているかということをお説明いただければと思います。右のほうで、図にあるとおり、実際のプラントの運転年数と比較すると、十分高いデータが取れて

いるということで、高いデータが取れていること自身は、技術的にも意味があるかなと思っておりますが、今回得られた第5回のデータをどのように分析されているかということ、を次回以降、御説明いただければと思いますが、いかがでしょうか。

○関西電力（北条） 関西電力の北条です。

今御意見いただきました第5回の監視試験結果に関しまして、特異な脆化が生じていないと考えているというところにつきまして、次回以降で詳細に説明させていただきたいと思っております。

以上です。

○塚部上席安全審査官 規制庁、塚部です。

関連してですけど、16ページ目の一番下のところで、高経年化への対応ということで、これは施設管理方針にも挙げられているものですが、第6回の監視試験を中長期、今後10年で計画を立てますということ、を挙げられていると思うんですが、運転サイクルとか照射量を勘案してということですが、具体的に取出し時期をいつにするかというのは、具体的に決まっているのかということと、あと、高浜3、4号とも、カプセルとしては6個入っていて、今回、5個目まで取り出しているかと思うんですが、今後、これ以降の取出しといたしますか、どのような監視試験をしていくかというお考えがあれば御説明ください。

○関西電力（北条） 関西電力の北条です。

第6回の監視試験に関しまして、具体的な時期というところの御質問ですけども、まさにちょっとここで記載させていただいておりますとおり、適切な照射量の第5回の監視試験をした照射量とかを、運転の実績等も踏まえまして、適切な時期というのを考えたいと思っております。現時点で、今具体的にいつというところについては決めてございませんので、これからの運転計画も踏まえて決めていきたいというふうに考えてございます。

それから、監視試験カプセルの残りの数量に関しましてですけども、今お話しいただいたとおり、残りの試験片の数量としましては、一つになってございますけども、JEACの中で、監視試験片の再装荷、再生というところにつきましても規定されてございまして、既に監視試験をした使用済の監視試験片、こちらを活用しまして、再装荷、再生をすることで、今後も監視試験というのは継続してできるというふうに考えてございます。

以上です。

○塚部上席安全審査官 規制庁、塚部です。

分かりました。監視試験の実際のデータとしては、もうかなり高いところまで取れてい

ると認識していますが、説明、了解いたしました。

以上です。

○杉山委員 ほかにございますか。

小嶋さん。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

それでは、劣化状況評価のうち、コンクリートの強度低下について確認させてください。具体的には、3号炉ですと22ページ、4号炉ですと36ページになります。

こちらの左側の下ですね、コンクリートの中性化深さの評価結果について記載されております。この表のうち、特に一番下と下から2番目ですね、原子炉補助建屋1・2号炉というもの、あと、取水構造物1・2号炉というものが抽出されていると、それら进行评估しているということでございます。これら、評価した、している理由、3・4号炉の評価に対して1・2号炉のものが選ばれて評価をしているという理由について、確認をさせてください。特に、この1・2号炉のこの設備が、構造上、何か強度に影響したときに、3・4号炉の運転に何か影響を及ぼすものかどうかというようなことを特に確認させてください。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

原子炉補助建屋1・2号炉、基礎マット、それから取水構造物1・2号炉、気中帯、これらにつきましては、3・4号炉の共用設備としまして、評価の対象の構造物として認識してございます。ですので、3・4号炉の設備、3・4号炉の評価書の評価対象として評価をしているものでございます。

以上です。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

共用ということは理解いたしました。ただ、これ、特につながっているというものなのか、そういったものでもないと思うんですけれども、どのような形で共用というふうなことになるのか、そこもちょっと確認させてください。

○関西電力（森山） 関西電力の森山でございます。

建物、構造物といたしましては、3・4号炉のものと1・2号炉のものにつながっているというようなことはございません。ただ、3・4号炉の運転のために必要な設備を支持しているため共用の設備であると、そういった整理をしてございます。

以上です。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。それでは、我々も、この1・2号炉の補助建屋の基礎マット及び取水構造物ですね、こちらについても重要な機器ということで、同じような審査確認をさせていただきたいと思います。

○杉山委員 ほかに。

塚部さん。

○塚部上席安全審査官 塚部です。

ちょっと今の話と関連するんですけど、3・4号のその運転のために、共有のために必要な機能を支持するという御説明ですけど、具体的に何の設備になるんでしょうか。

○関西電力（中山） 関西電力の中山です。

具体的には、1・2号の原子炉補助建屋につきましては、浸水防護施設の関係になるんですけども、衛星電話、それから取水構造物のほうにつきましても潮位、こちらが支持対象の設備として設けております。

以上です。

○塚部上席安全審査官 分かりました。そういう意味では、一般的な構造物の安全機能という観点でというよりも、共用設備であるので見ていますという御説明だったと思えばよろしいですか。

○関西電力（中山） 御認識のとおりで結構です。

○塚部上席安全審査官 分かりました。

ちょっと続けてとなりますけど、資料の46ページ目が3号で、47ページ目が4号になるんですけど、施設管理方針のところで幾つか確認させてください。

で、最初が4番目の蒸気発生器の取替計画を、取替を実施するというのを今回挙げられているんですが、資料の70ページ目のほうで、その30年目の高経年化技術評価における長期施設管理方針が挙がっておりまして、その1番目で、蒸気発生器の伝熱管の損傷については、蒸気発生器取替も含めた保全方法を検討するという事になっていて、この時点でも、交換もある種想定していて、その後、その高浜4号・3号におけるスケールに伴う伝熱管の損傷等もその間にあったかと思うんですが、今回、新たに取替えますという施設管理方針を立てた、その経緯とといいますか、30年目から今回の40年目で取替を実施しますという、その考え方に至った、その経緯とといいますか、関係性を御説明いただければと思います。

○関西電力（岩崎） すみません、関西電力、岩崎でございます。

今の御質問ですけれども、塚部さんのおっしゃっていただいたとおり、高浜3・4号炉におきましては、30年目のPLM評価での長期施設管理方針として、蒸気発生器については、取替も含めた保全を検討しますとこういったことをコミットさせていただきまして、今回、40年目以降の延長申請に当たるに際しまして、この検討の結果、当社といたしましては、蒸気発生器を取り替えるということを決定しております。こういった我々の保全活動と申しますか、これを着実に、的確に実施していくと、遂行していくためにも、自主的に長期施設管理方針としてここでコミットさせていただいて、着実にやるということを前提といたしまして、この方針に取り込んだというところで考えております。

以上でございます。

○塚部上席安全審査官 規制庁、塚部です。

分かりました。念のための確認なのですが、今回、その技術評価上で評価されているのは、全て、現行設置されている600基（合金）のSGについて、それぞれ個別に評価をされているという認識でよろしいですか。そういう意味で、新しいものについて、何か評価をしているものではないという認識でよろしいでしょうか。

○関西電力（岩崎） 関西電力、岩崎でございます。

今、塚部さんのおっしゃっていただいたように、40年時点では、現行の600基合金を使ったSGで共用するという状態になりますので、今回の申請におきましては、その現行の蒸気発生器を使用しても60年問題ないというところで評価をさせていただいて、新たな蒸気発生器という観点では、この申請では評価をしてないという立てつけにしております。

以上でございます。

○塚部上席安全審査官 規制庁、塚部です。

分かりました。で、蒸気発生器の取替については、既に設置許可の変更申請をなされていて、それぞれ2026年とか2027年に竣工ということになっているので、今回の評価に含まれていないというのは了解したんですが、実際、その新しいSGが入った後、この評価上の扱いと申しますか、具体的に、当然、例えば低サイクル疲労であれば保守側に行くような形になると思いますが、新しいSGになった場合の評価であるとか、評価の見直しとか、そういうことに関して、現時点で方針等あれば教えてください。

○関西電力（岩崎） 関西電力、岩崎でございます。

40年目以降にSGを現状取り替える計画ではございますけれども、その新型の、新のSGに取り替えた後につきましては、その状態でPLMとして、こういった影響があるかといった

ところは確認させていただきまして、必要に応じて、それに伴い、万が一、長期施設管理方針を策定するとか、評価を見直すような必要性があった場合には、そういった対応をさせていただくというところで、現在考えております。

以上でございます。

○塚部上席安全審査官 規制庁、塚部です。

分かりました。

○杉山委員 ほかに。

戸ヶ崎さん。

○戸ヶ崎安全規制調整官 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

先ほどの30年のときの蒸気発生器の交換の方針と、あと、その後に発生したスケールの問題と、今回、その40年でSGの交換を計画というところの関係について、もう一度ちょっと確認したいんですけど、30年のときには想定していなかった、そういうスケールの問題というのは出たんですけど、それについてはちゃんと、その薬品処理とかで問題はなく、今のSGでちゃんと60年間使えるという想定をされているんですけど、それを着実に交換する計画を立てて、40年のところで、その計画を記載したという理解でよろしいのでしょうか。

○関西電力（岩崎） 関西電力、岩崎でございます。

今おっしゃっていただいた御理解で問題ございません。

○戸ヶ崎安全規制調整官 規制庁の戸ヶ崎です。

分かりました。

○杉山委員 ほかに。

雨夜さん。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

パワーポイントの61ページを御覧ください。技術評価の実施体制の表が記載されております。この表の左下に空欄が、空欄といいますか、空いた部分があります。原子力発電部門、保修管理グループ他と書いている下のほうに、下に相当する場所に、PLM30年のときには、原子力発電部門、品質保証グループというグループ名の記載がありました。で、その内容は、内部監査、プロセス監査ということになっております。今回、この40年目のものを見ますと、プロセス確認という類似した文字が、原子力発電部門、保全計画グループというところに記載があります。

それで質問ですが、この30年目のPLMのときにあった、この内部監査というものと、それから、現在のこのプロセス確認との関係、それから、もう一つは、どうしてこの30年目のときにあった品質保証グループという独立した部門で行っている内部監査をなくしているのかと、この2点につきまして説明をしてください。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

まず、PLM30年のときに品質保証グループがここに入っていたことですがけれども、当時から、品質保証グループは原子力事業本部、原子力部門の中の一グループでありまして、明確な完全独立グループではないんですけれども、評価書を作成した人間でないところにプロセスを確認してもらうという位置づけから、できるだけ離れた場所の人間で、自部門で品質保証グループがありますので、そこで品質監査という形でやってもらっておりました。それは社内標準にきちんと定めてやっていたんですけれども、その後、品証規定が明確になりまして、自部門の中の人間が内部監査という形の審査ができない、そういうことができないということが明確になったことを踏まえて、社内的に、その体制、PLM対応の評価の体制も含めてどうするかというのをちゃんと検討しまして、その自部門の品質保証グループの中で作業してもらうのではなく、我々の評価書を作成していない別の第三者がプロセスを、やる内容は全く一緒なんですけども、同じことを確認して、プロセスの手抜きがないかということを確認するというふうにルールを変更しました。これは社内標準のほうに適切に、社内ルールに従いまして、社内標準に反映して、そのとおり実施しております。それによって、品証グループのほうでPLM評価書の作業、作成作業に関わるものがなくなったので、この表から消えております。これは、そういうことになっております。

このような回答でよろしいでしょうか。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

とすると、独立した品証をやる部門が、この61ページに記載されている、この人たちのほかにまだいるという、そういう理解でよろしいですか。

○関西電力（内山） 関西電力、内山でございます。

独立した別グループの人間ではなく、同じ部門の中で、本PLM評価書、高浜3・4号炉の40年目の評価に携わっていない人間が確認するというようにしております。そういう人間が確認するというのを、社内標準できちんと制定した上で作業をしております。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

この評価の実施にかかる組織をどういうふうにくくるかだと思っておりますけども、ただ、

こちら側から見れば、その品質保証をしているという、そういった組織があるということも重要です。ここの今のお話の理解ですと、この書いてある組織以外に、この技術評価を、評価する品証グループがあると、そういう理解でよろしいでしょうか。

○戸ヶ崎安全規制調整官 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

今のその事業者からの回答では、この独立した品質管理である部門が今回チェックしたのではなくて、その同じ、61ページに書いてあるそのグループの中で、その評価に携わっていない人たちがチェックをするというような御説明だったと思います。で、それは社内規定に書かれて、ちゃんとやられているということでしたので、どういう体制でそういう品質管理の観点からのチェックをやられたということ、今後、説明していただきたいと思っています。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

承知しました。ちょっと先ほどの補足しますと、品証規定が出来上がるまでは、同一部門の中にあつた品証グループが、内部監査という形ができるという位置づけがありましたので、そのシステムを活用して、我々の目的としては、プロセスに手抜けがないか、手順書どおりちゃんとできているかということを申請前に確認したいということが、そもそも本来の目的ですので、それを、一部門の中にあつた品証グループの内部監査という形を活用してやっていたんですけれども、品証規定ができて、厳格化されて、そういう活用できるプロセスが、活用できる箱がなくなったので、別途、我々のほうで社内標準で、部門にかかわらず、他グループとかそういうことを制限なく、評価を作成してない第三者が確認すればよいということを明確に社内標準に定めて実施したということで、一応こちらは、社内ルールに従ってきちんとやっておりますので、また、別途説明させていただきたいと思っています。

説明につきましては、恐らく次の各6事象とか、共通事項とかの審査会合があると思うんですけれども、そちらで回答するという形でよろしいでしょうか。

○戸ヶ崎安全規制調整官 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

次回以降の審査会合で御回答いただきたいと思っています。

○関西電力（内山） 関西電力、内山です。

承知いたしました。

○杉山委員 ほかにございますか。

藤川さん。

○藤川安全審査官 原子力規制庁の藤川です。

2点、今後の審査に向けたコメントになります。

まず、パワーポイント、70、71ページのところで、30年目の長期施設管理方針が書かれていますが、これに関する実績とか有効性の確認結果について、これは今後、個別の事象の説明の際に詳細なところの説明をお願いします。

で、もう一つ、パワーポイント42ページですね、個別の劣化事象ごとの、これも個別の劣化事象ごとのときに説明していただきたいと考えているんですが、30年目と40年目の評価に関して差があったところとか、そういうところがある場合は、具体的にその個別の事象のところで説明してください。

以上です。

○関西電力（内山） 関西電力の内山でございます。

承知いたしました。

○杉山委員 そのほか、ございますか。よろしいですか。

関西電力から何か、特にございますか、今日全体を通して。

○関西電力（内山） 関西電力からはございません。

○杉山委員 それでは、今日出た質問の回答を含めて、次回以降の審査会合の準備を進めてください。

では、以上をもって議題1を終了といたします。

ここで一旦休憩を入れます。再開は14時45分といたします。

ありがとうございました。

（休憩 関西電力退室 九州電力入室）

○杉山委員 会合を再開いたします。

次の議題は、議題2、九州電力株式会社、川内原子力発電所1号炉及び2号炉の運転期間延長認可申請等に係る審査についてです。

では、九州電力は資料の説明を開始してください。

○九州電力（中原） 九州電力、中原でございます。

資料2-1につきまして御説明させていただきます。審査会合における指摘事項の回答ということで、3件、本日、御説明させていただきます。

1ページ目と2ページ目にあります目次で7、8、10番、この三つについて御説明させていただきます。

まず、7番、一つ目になります。3ページを御覧ください。いただいた御質問は、ノズルコーナー部のECTについて、JEAG4217では、原則基準感度の20%以上の指示を抽出するとされているが、今回、これと異なる基準を用いたことについて、その妥当性を説明することで御質問を、御指摘をいただいております。

当社では、SN比を基準とした抽出方法を実施してございまして、3ページになりますが、JEAGの記載に関しまして、JEAG4217-2010には、抽出基準として、原則として「基準感度の20%以上の指示部」と記載されております。一方で、こうも書かれております。「基準感度の20%以上の指示部より高い抽出性能を有することが確認されている場合は、抽出基準『基準感度の20%以上の指示部』の代わりに、その他の抽出基準により、欠陥の疑いのある指示部を抽出してもよい」と記載されてございます。

4ページに行きまして、ノズルコーナー部のECTについてです。当該検査箇所はSUSクラッド部であります。SUSクラッド施工時、溶接時の影響による透磁率変化、溶金中のフェライト偏析・析出などによる局所的な材質のばらつきにより発生しますノイズ信号レベルの高い部位と低い部位が混在した透磁率変化部が存在します。

基準感度の20%を抽出基準とする際、ノイズ信号レベルと指示信号レベルの間に抽出基準が設定される場合には適切な抽出が可能です。ただし、当該検査箇所のようにノイズ信号レベルが高い部位と低い部位が混在する場合、ノイズ信号レベルが低い部位では振幅が基準感度20%近傍の微小な信号を見逃す可能性があります。

一方で、当社が用いていますSN比を抽出基準とした場合、評価対象箇所のノイズ状況に応じて信号を抽出できるというふうに考えてございます。

5ページになります。ノイズ信号レベルが大きい場合であっても、欠陥により発生する信号は急峻な信号分布として現れる特徴があります。また、仮に欠陥による微小指示信号があり、ノイズ信号で確認しづらい場合でも、リサージュ波形を対象範囲全体に対して順に確認していき、ノイズ成分と欠陥成分の位相角の違いにより、ノイズへの欠陥成分の複合有無を確認することで欠陥波形をノイズ波形と識別、欠陥指示か否かを総合的に判断しております。また、ノイズ信号レベルが小さい場合には、微小指示信号を見逃すことはないと考えてございます。

6ページになります。先ほど申しましたとおり、当該箇所のようにノイズ信号レベルが変動する場合における指示の抽出方法としまして、SN比がより高い抽出性能を有することになりますので、これを抽出基準として用いております。

なお、ノイズ信号の信号振幅が高い箇所は磁気飽和型のMAGプローブで得られた信号も合わせて評価してございますので、信号振幅が低減している場合、透磁率変化に起因するノイズ信号であると評価し、適切な判断が可能と考えております。

また、SN比を抽出基準とすることにより、SUSクラッド部上の深さ1mm程度の疲労割れを検出できることを確認してございます。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

続きまして、指摘事項のNo. 8について御回答させていただきます。

まず、指摘事項の内容なんですけれども、塗膜の劣化、こちらは特別点検の原子炉格納容器のほうでいただいております。

内容なんですけれども、塗膜の劣化に関する通常点検のうち、リングガード部について、今後実施する具体的な点検について説明することといただいております。

こちらの回答としまして、7ページをお願いします。こちらに、リングガード部の点検方法の改善についてということでもまとめさせていただきます。

まず、1号炉のリングガード部の鋼板に劣化が確認されているということを報告しておりました。で、以下の点検方法にて改善することを検討しと記載しておりました。今年2月から4月の1号炉の第27回定期事業者検査の中で、リングガード内部を覗き込むことができる体制を確保した上で、照度を確保し、直接目視による点検というものを試運用として実施しました。その結果、今まで見つらなかったリングガード部の鋼板の点検方法の確認ができたので、次回の定期事業者検査より本運用とするというふうにまとめてございます。

今、本運用の点検実施時期としましては、1号炉が第28回の定期事業者検査、で、2号炉が現在実施しております第26回定期事業者検査から本運用としていっております。

まず、リングガード部の点検方法の改善についての説明は以上となります。

○九州電力（村岡） それでは、8ページより説明者が変わります。九州電力、土木建築本部の村岡と申します。

コンクリート構造物につきまして、コメントNo. 10、取水構造物（干満帯）と2号原子炉補助建屋内壁及び床の平均圧縮強度につきまして、過去の試験結果との比較を踏まえた考察を行っておりますので、その内容について御説明をさせていただきます。

8ページになります。こちら、3月14日の審査会合資料を再掲しております。改めてになりますが、下表、強度試験結果の赤枠で示す部位におきまして、相対的な強度差が確認されております。

9ページをお願いいたします。このページでは、今回の考察の全体像をお示ししております。今回、約40年経過した時点で採取したコアサンプルによる強度試験の結果、全ての部位で設計基準強度を満足していることが確認できたものの、相対的な強度差が確認されたことから、以下の3ステップで考察を行っております。

右下のフロー図になりますけれども、まず、Step1として、強度のばらつき程度の確認を行います。一般に、そもそもコンクリート構造物の強度がどの程度のばらつきを有しているか、また、川内原子力発電所のコンクリート強度のばらつきがどの程度かを確認いたします。

次に、Step2としまして、経年変動の有無とその程度の確認を行います。コメントいただきました相対的な強度差がある部位につきまして、過去の強度試験結果との比較を行います。

次に、Step3としまして、なぜ強度差が生じたか、相対的な強度差に関する考察を行います。

加えて、参考としまして、末尾に、強度同様、PLM30と比較が可能な劣化要因を整理し、比較が可能なものにつきましては、経年変動の有無とその程度の確認を行います。

10ページをお願いいたします。

まず、Step1として、強度のばらつき程度の確認結果になります。全国の既設原子力発電所を対象にした調査結果に基づきますと、強度比、これは設計基準強度に対する比ですが、この値が1.0～2.8程度の範囲でばらつきがあり、その平均値は1.8と報告をされております。

一方、一般構造物の強度比は平均で1.3程度とされておりました、既設原子力発電所の強度比は、一般構造物と比較して高い傾向にあるとされております。

今回、川内原子力発電所における強度比は、こちら右下の図、緑のグラフでお示しをしておりますが、その値が1.0～2.8程度の範囲でばらつきがあり、その平均値は1.9で、既設原子力発電所と同様の傾向を示していることが分かりました。また、相対的な強度差が確認された部位、こちら強度比は平均で1.3程度で、その値は一般構造物の平均と同等であり、設計基準強度に対しては、十分な強度を有しているということを改めて確認しました。

以上がStep1になります。

続きまして、11ページをお願いいたします。こちらからStep2としまして、経年変動の

有無とその程度の確認を行っております。

まず、原子炉補助建屋（内壁及び床）です。今回、原子炉補助建屋（内壁及び床）につきましては、下の図のとおり左に1号炉、右に2号炉としまして、外壁や基礎マットといったその他の部位もあわせて、建設時における強度試験結果との比較を行っております。確認結果ですが、コメントいただきました内壁及び床につきましては、図にお示ししていませんとおり、平均値の比較において若干の増進傾向が確認されております。また、上記以外の部位につきましても、平均値の比較において増進傾向が確認されました。

なお、PLM30とPLM40の非破壊試験の結果の比較におきましても、低下傾向はないことを確認しております。

以上から、原子炉補助建屋につきましては、少なくとも建設時から強度低下の傾向はないことを確認しております。

続きまして12ページをお願いいたします。次は取水構造物（干満帯）になります。こちらも、干満帯だけではなくて海中帯、気中帯といったその他の部位もあわせて比較を行っております。取水構造物につきましてはPLM30、この比較を行っております。

確認結果です。まず、海中帯及び気中帯につきましては、こちらはコアサンプル採取箇所はPLM30とPLM40で同一の部位でありまして、平均値及び標準偏差の比較において増進傾向が確認されております。また、コメントいただきました干満帯につきましては、こちらはPLM30と40で、採取箇所は壁や床といった部位が異なりますので、異なる部位を含めた平均値の比較では低下傾向があるように見えますが、上に抜き出していますとおり、今回、PLM40で集中的に3本採取した箇所と同じ場所である同一区画の床、こちらに着目して比較を行った結果、ばらつきはあるものの、概ね同等な結果であることが確認されました。

なお、こちらの非破壊試験結果の比較におきましても、低下傾向はないことを確認しております。

以上より、取水構造物（干満帯）につきましても、少なくともPLM30からの10年間で強度低下の傾向はないことを確認しております。

13ページをお願いいたします。こちらからStep3になりまして、コメントいただいた部位で、なぜ相対的な強度差が生じたか考察を行っております。

まず、こちらではコンクリート強度の変動に影響を及ぼす主な要因を、文献を参考に表で整理をしております。今回の考察に際しましては、上から使用材料、製造、運搬、施工、これらについては大差はないと考えておりますので、下の強度発現特性、この違いによっ

て相対的な強度差が生じたものと推定をしております。

14ページをお願いいたします。今回、相対的な強度差が確認された部位につきまして、黄色ハッチングで再掲をしておりますが、ローマ数字 i ~ iii の部位同士で比較考察を行っております。先ほど述べましたとおり、強度差が生じた要因としましては、強度発現特性の「温度」、「水分」、「部位」、これらの影響が考えられます。このうち、温度の影響につきましては、i ~ iii に共通して考えられる要因の一つではありますが、今回「温度」、養生温度に関する明確な記録が保存されていないことから、下表の赤枠でお示ししておりますとおりの「水分」と「部位」を考えられる要因として詳細な考察を行っております。

15ページをお願いいたします。

まず、水分の影響についてです。こちらは海中帯と干満帯の比較を行っております。文献に基づきますと、海中帯においては外部から水分が絶えず供給される環境下にありますので、強度増進に寄与するセメントの水和反応が継続的に進行し、相対的な強度差が生じる傾向にあるとされております。今回、川内原子力発電所における比、こちらは海中帯と干満帯の比になりますけれども、確認したところ、2号で約1.21、1号で約1.29でして、文献と類似の傾向を示していることから、川内におきましても、「水分」の影響によって海中帯と干満帯で相対的な強度差が生じたものと考えられます。

続きまして、16ページをお願いいたします。次は部位による影響についてです。

まず、文献に基づきますと、部位については、自重による圧密効果の影響があるとされておまして、コンクリート打継位置の浅い部分と深い部分において、相対的な強度差が生じる傾向にあるとされております。

まず、原子炉補助建屋（内壁及び床）につきましては、1号炉のうち、こちら、青丸でお示しをしておりますが、打継位置に近い「1号炉のコア①」と、打継位置から離れている「1号炉のコア②、③」及び「2号炉のコア④～⑥」、これらの平均値の比は、表でお示ししておりますとおりの1.67でした。また、取水構造物につきましては、こちらは壁から採取している気中帯と床から採取している干満帯の比較になりますが、気中帯の打継位置に近い「1号炉のコア②、③」及び「2号炉のコア⑥」、これらの平均値と、圧密効果が期待できない床、干満帯の平均値の比は1.45でした。

以上のことから、川内におきましても、文献に示されているように、打継位置に近いほど相対的に高い強度を示していることから、「部位」の影響によって内壁及び床、及び干満帯におきまして相対的な強度差が生じたものと考えられます。

17ページをお願いいたします。17ページは、以上の整理結果のまとめとして記載をさせていただきます。

改めてになりますけれども、過去の試験結果の比較より、コメントいただきました部位において、経年により強度低下の傾向はないということ、また、強度差が生じた要因としては、「水分」と「部位」の影響が考えられるということをもとめさせていただきます。

最後に、18ページと19ページに、強度以外の劣化要因に関する経年変動もあわせて確認しております、その結果を記載しております。

まず、18ページをお願いいたします。18ページにおきましては、比較が可能な劣化要因としまして、塩分浸透と中性化を抽出しております、いずれもPLM30からは若干の増加傾向を確認しております。

19ページをお願いいたします。中性化、塩分浸透ともに、PLM30からPLM40にかけて、やや増加傾向は確認されたものの、下の推定式を用いることで、その増加傾向は適切に推定されていることを確認しております。下のグラフに相関図を示しておりますが、こちらは、縦軸はPLM30の結果に基づく今回の推定値、で、横軸はPLM40、今回の結果を提示しております。中性化、塩分浸透、いずれもばらつきはありますけれども、そのPLM30からの推定値というものは、今回のPLM40の結果と概ね一致していることを確認しております。

以上で、コメントNo. 10、コンクリート関係のコメント回答の御説明を終わらせていただきます。

○杉山委員 ただいまの説明に関しまして、質問、コメント等をお願いいたします。

森田さん。

○森田上席原子力専門検査官 原子力規制庁、専門検査部門の森田です。

資料の3ページから、原子炉容器のノズルコーナー部のECTの試験方法の妥当性について御説明ありがとうございました。現地で確認させていただいた内容も踏まえて、今の御説明内容で、内容は承知しました。

御説明ありがとうございます。

○杉山委員 ほかにございますか。

雨夜さん。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

パワポ資料の7ページ、リングガード部の点検方法の改善につきましてということで、御説明ありがとうございました。

一つ確認をさせていただきたいんですけれども、頻度としては、ここには、この文章の中で、次回の定期事業者検査より本運用とするということですので、定期事業者検査があれば、これを実施するという、そういった頻度感という理解でよろしいでしょうか。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

その御認識のとおり、毎定検ごとに実施していくというふうな計画としております。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 ありがとうございます。今後の点検方法について承知いたしました。

ありがとうございます。

○杉山委員 ほかにありますか。

小嶋さん。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

質問番号10番、コンクリート構造物の平均圧縮強度に関する考察について、8ページ以降、丁寧に考察をしていただきました。これらについて、強度の差に関する考察について、特に私、追加でコメントするというようなことはございません。

ただ、1点、ちょっと確認させていただきたいんですけれども、今回、干満帯の部分が低かったというところで、その干満帯に関係するところなんですけれども、参考として18ページに、PLM30年、40年の比較というのが、1号炉、2号炉で、結果で記載されております。この表の塩分浸透の干満帯のところのPLM40のところなんですけれども、塩化物イオン量、実測で計測したものが記載されております。具体的には、1号炉PLM40のところ、干満帯で4.3kg/m<sup>3</sup>、2号炉のところ、PLM40干満帯3.0kg/m<sup>3</sup>と記載されてございます。

当然、これ、この値から、腐食減量等々を調べた上で、構造的には問題ないということは承知の上で、ちょっと質問、確認をさせていただきたいんですけれども、この4.3と3.0という値ですね、これは塩化物イオン濃度を考えたときには、恐らく腐食の発生限界を超えていると思われま。具体的には、土木学会のコンクリート標準示方書等々の記載内容を見ますと、そういった腐食の発生限界というんですか、そういったものの値を恐らく超えていると思いますので、ここからちょっと確認をさせていただきたいところなんですけれども、この腐食発生限界を超えているところ、干満帯の部分なんですけれども、これに対し

て、今後、現状保全等々ですね、どのように保全していくのか、その注意点等々があれば確認させてください。特に、定期的な目視点検を今後継続してやっていくということなので、何か注意すべきこととか、気にするようなことがあれば共有させていただきたいと思っています。

○九州電力（村岡） 九州電力の村岡でございます。

御指摘いただきましたとおり、干満帯につきましては、今後の日常保全の中でしっかりとひび割れ等の有無を、ないことを確認してまいりたいと思います。しっかりと、精緻に確認していきます。なおかつ、今後の高経年化技術評価におきましても、引き続き干満帯からはコアサンプルを採取し、データをしっかりと蓄積しながら、適切に評価を行ってきたいと考えております。

以上でございます。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。特に、腐食発生限界を超えているということなので、特に、目視確認のときにはさび汁だとか、そういったものが出てないかだとか、もちろん、塩化物という形では強度は大丈夫なんでしょうけど、いろんな複合的なものから、さび汁等が発生してないかというようなことを含めて、丁寧に目視点検していただければと思います。

あと、こちら、ちょっとお願いがあるんですけども、説明いただきました、この8ページ以降の資料のうち、幾つか出典が記載されてございます。例えば、9ページのところを見ていただきますと、土木学会の耐震性能照査指針といったものが記載されております。この指針ですけれども、土木学会からは、マニュアル照査編というものと技術資料編というものと、あと別冊と三つ分かれて、分冊で分かれて発行されているものなんです。なので、それぞれどの別冊だとか、どこの部分に書かれているのかとか、さらには、どのページに書かれているかというようなことを、そこら辺が分かるように、補足説明資料へ書いていただくときには、そのどこの部分だと、3冊のうち、どこなのか、また、どこのページなのかということが分かるように記載してください。

これは性能照査だけではなくて、別の出典もございます。例えば、日本建築学会の研究の動向と問題点だとか、いろいろありますので、そこら辺もページ番号等々分かるように記載していただければと思います。これは、記載していただくのは、資料でいきますと、2-4-1と2-4-2の補足説明資料のほうに、別紙の19という形で丁寧に、またこれ転記していただいているので、そこに反映していただくように、こちらお願いいたします。

○九州電力（村岡） 九州電力の村岡でございます。

補足説明資料のほうに、適切にページ番号等の情報を反映させていただきたいと思えます。

以上です。

○杉山委員 ほかにございますか。よろしいですか。

これで、指摘事項への回答は一通りそろったということで。

戸ヶ崎さん。

○戸ヶ崎安全規制調整官 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

今回、前回の審査会合とその前々回の審査会合で質問をしたところは、今日の資料、2-1の1ページ、2ページのところで、回答は終わっています。

で、今後は、各その劣化事象の説明で、コンクリートについては前回終わっているんですけど、それ以外のものがありますので、各劣化事象の説明をしていただきたいと思います。

○杉山委員 ありがとうございます。

では、本日、全体を通して何か、九州電力からございましたらお願いします。

○九州電力（西田） 九州電力の西田です。

こちらからは、特にございません。

○杉山委員 ありがとうございます。

それでは、以上で議題2を終了いたします。

本日、予定していた議題は以上となります。

今後の審査会合の予定に関するお知らせですが、6月6日、13時30分より、プラント関係の非公開の会合を予定しております。

それでは、第1154回審査会合を閉会いたします。

ありがとうございました。