

原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合

第21回

議事録

日時：令和3年1月21日（木）14：30～15：24

場所：原子力規制委員会 13階 会議室A

出席者

原子力規制庁

山形 浩史	緊急事態対策監
田口 達也	安全規制管理官（実用炉審査担当）
藤森 昭裕	安全管理調査官
塚部 暢之	管理官補佐
宮本 大	安全審査専門職
河野 克己	主任技術研究調査官
北條 智博	技術研究調査官
日高 慎士郎	主任技術研究調査官
鈴木 謙一	技術参与

関西電力株式会社

決得 恭弘	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力発電部長
日下 浩作	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力保全担当部長
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
石川 達雄	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
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
出野 尚	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 副部長
北川 高史	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

中野 利彦 原子力事業本部 原子力安全部門 安全管理グループ マネジャー

羽生 新吾 原子力事業本部 原子力安全部門 安全管理グループ 担当

議事

○山形対策監 定刻になりましたので、これより第21回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を始めます。

本日の議題は、関西電力株式会社大飯発電所3号炉の高経年化技術評価についてです。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用しています。音声等が乱れた場合には、お互いその旨を伝えるようにしてください。

それでは、議事に入ります。大飯発電所3号炉の高経年化技術評価について、資料に基づき説明を始めてください。

○関西電力（決得） 関西電力の決得でございます。

本日は大飯3号機の高経年化技術評価につきまして御説明させていただきます。大飯3号機は1991年12月18日に営業運転を開始しまして、今年の12月で30年を迎えるということになります。したがって、規制法に基づき30年目の高経年度技術評価を実施し、長期保全、長期設備管理方針を策定しまして、昨年12月2日に保安規定の変更認可申請をさせていただいております。本日はその概要につきまして、資料1-1に基づき、内山のほうから説明させていただきます。

○関西電力（内山） 関西電力原子力事業本部の内山でございます。

それでは、資料1-1、大飯発電所3号炉高経年化技術評価に係る原子炉施設保安規定変更認可申請について、御説明いたします。

次ページ、お願いいたします。目次です。御覧の構成で、保安規定の変更認可申請理由と概要、プラントの概要と保全実績、主な高経年化技術評価の概要と長期施設管理方針、今後の取組みを御説明いたします。

では、2ページをお願いいたします。初めに保安規定の変更認可申請の理由と概要について御説明します。大飯3号炉は、この度、実用炉規則第82条1項に従って高経年化技術評価を行いまして、この評価結果を基に、第92条第1項に基づいて、保安規定に3号炉の長期施設管理方針の追加と関連条文の変更のため、保安規定変更認可申請を実施いたしました。

変更後の主な記載内容としましては、第125条の6、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価および長期施設管理方針のところ、3号炉に関しましては、運転開始後30年を経過する日までに、高経年化技術評価のために設定した条件、評価方法を変更する場合は評価を見直し、それに基づいて長期施設管理方針を変更すること。4号機に関しましては、運転開始後30年を経過する日までに、実施手順、体制を定めて、高経年化技術評価を実施して、長期施設管理方針を策定すること。そして3号炉の長期施設管理方針を添付6に記載すること、としております。

また、添付6の長期施設管理方針を追加いたしました。長期施設管理方針につきましては、御覧のとおりの内容ですけれども、後ほど詳しく説明いたしますので、ここでは割愛させていただきます。

では、3ページ目をお願いいたします。大飯3号炉の概要と運転開始以降に実施した主な改善について説明します。

4ページをお願いいたします。大飯3号炉の概要です。主要な仕様につきましては御覧のとおりで、営業運転の開始日は1991年12月18日になります。あと運転実績として、2020年3月末時点の累積平均設備利用率は66.4%、計画外停止回数は2回となっております。

5ページ目をお願いします。こちら、運転開始後に実施した最近の主な改善事例です。原子炉容器上蓋用管台の応力腐食割れの発生の対策として、管台、溶接材料を耐力腐食割れ性を向上させた690系ニッケル基合金に改良した上蓋への取替を実施するなど、御覧のような改善を実施していきました。

6ページ目をお願いいたします。こちらは前ページの整理したのを、運転開始以降に実施した、その主な改善点のプラント概要図に落としたものになります。

7ページ目をお願いいたします。この章では、高経年化技術評価の概要として、高経年化技術評価の要求事項、体制、実施工程、運転経験、最新知見の反映、評価フローの概要について説明いたします。

8ページ目をお願いします。高経年化技術評価の要求事項についてです。本年12月に30年目を迎える大飯3号機、実用炉規則82条及び92条に従いまして、PLM評価を行い、保安規定の記載事項とする、30年目以降10年間に実施すべき長期施設管理方針を定めました。評価における具体的な要求事項は、高経年化対策実施ガイドに従っております。

大飯3号機は新規制基準適合後の再稼働プラントですので、今回のPLM評価は、安全機能の重要度分類クラス1、2、3の機能を有する機器・構造物、浸水防護施設属する機器及び

構造物、常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物について、運転開始後60年を想定した機器・構造物の健全性評価と耐震安全性、耐津波安全性評価を実施したものになります。また、断続運転を前提とした評価と冷温停止状態の維持を前提とした評価の両方を実施しております。

9ページ目をお願いいたします。こちら、高経年化技術評価の体制です。大飯3号機の実施体制として、原子力事業本部原子力発電部門統轄を総括責任者として、原子力事業本部大飯発電所の組織で評価の実施に係る役割を設定しております。主たる評価作成箇所は、事業本部保全計画グループと事業本部土木建築設備グループになります。

10ページ目をお願いいたします。高経年化技術評価の実施工程です。大飯3号機のPLM申請期限の2020年12月17日までの申請のために、2018年10月に実施計画、実施手順を作成しまして、技術評価を開始し、御覧のような工程を経て、2020年12月2日に申請を行いました。

11ページをお願いいたします。11ページ、運転経験、最新知見の反映についてです。大飯3号機のPLM評価を実施するにあたり、これまで実施した先行プラントの高経年化技術評価を参考にするとともに、2020年5月までを調査対象期間として、国内外の運転経験と最新知見について高経年化への影響を検討し、反映要否を判断しています。また、調査対象期間以降の運転経験、最新知見についても適宜反映要否を検討していきます。

具体的には、御覧のような情報等を参考に収集しておりまして、結果としまして、高経年化技術評価に新たに反映した主な運転経験、最新知見は、フランスベルビル2号炉、制御棒駆動機構のサーマルスリーブの摩耗、あとNRA技術報告の中性子照射がコンクリートの強度に及ぼす影響という2件となりました。しかし、昨年9月に確認された大飯3号炉加圧器スプレイ配管溶接部における有意な指示についても、現在、原因究明中であることから、進捗等を踏まえて、高経年化技術評価の補正を検討してまいります。

12ページをお願いいたします。高経年化技術評価の評価フローの概要についてです。まず、評価対象機器として、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・構造物及び常設重大事故等対処設備を選定して、日本原子力学会高経年化対策実施基準の附属書に取りまとめられた経年劣化メカニズムまとめ表を参考に、各機器の部位ごとに経年劣化事象を抽出しまして、抽出された経年劣化事象を踏まえて、機器・構造物の健全性評価、耐震安全性評価、耐津波安全性評価を実施します。これらの機器・構造物の経年劣化事象の評価、耐震安全性評価、耐津波安全性評価は、断続運転を前提とした評価と

冷温停止状態を前提とした評価の両方を実施します。そして、断続及び冷温の双方の評価から抽出された現状保全に追加すべき保全策を取りまとめまして、長期施設管理方針を策定いたします。

13ページをお願いします。本章では、評価対象設備の抽出フロー、評価対象設備の例、経年劣化事象の抽出について説明いたします。

14ページ、お願いします。評価対象設備の抽出フローです。評価対象設備は、プラント内の全系統、全機器・構造物の中から抽出された浸水防護施設含む重要度分類指針のクラス1、2、3の機器・構造物、常設重大事故等対処設備になります。なお、クラス3につきましては、そのうち最高使用温度が95℃を超える、あるいは最高使用圧力が1,900kPaを超える高温高圧の機器・構造物が審査の対象となります。本フローの下段側が冷温停止評価対象機器の抽出フローを示しています。冷温停止評価対象機器は、断続運転評価対象機器の中から、冷温停止状態の維持または冷温停止モード時の保安規定遵守のために、直接的または間接的に必要となる機器になります。

15ページをお願いいたします。評価対象設備の例です。ここでは、ターボポンプについて、各ポンプを型式、流体の区分でグループ化し、各グループの中から、重要度、使用条件等の選定基準によって代表機器を選定している例を示しています。例えば、型式のターボポンプ横うず巻型、液体、1次冷却材ほう酸水というのを一つの Kategorie としまして、三つのポンプをグループ化して、そのグループの中で重要度と最高使用温度の高さから余熱除去ポンプをこのグループの代表機器として選定しております。機器・構造物の経年劣化事象の評価は、この代表機器について構造部位ごとの劣化事象を詳細に評価し、その評価結果をグループ内のほかの機器に展開して、全機器の評価を効率的に実施するようにしております。

なお、冷温停止状態の維持を前提とする評価手法におきましては、この表の青枠にありますように、低温停止状態の維持に必要な機器というのを、そちらのほうは識別して示しております。

16ページをお願いします。経年劣化事象の抽出についてです。経年劣化事象の評価に当たって実施する経年劣化事象の抽出の手順を左側のフローに示しています。このフローのように、先行のPLM評価情報を含みます原子力学会の経年劣化メカニズムまとめ表などを参考に、大飯3号機の個別の実機条件なども考慮し、想定される機器の各部位と劣化事象の組み合わせを抽出します。そして、各組み合わせが高経年化対策上着目すべき経年劣化

事象か否かの区分をして、評価の効率化を図っております。

なお、PLM実施ガイドの主要6事象につきましては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として抽出していますが、その他の経年劣化事象につきましても、劣化傾向に対する知見や現状の保全活動を踏まえて、着目すべき経年劣化事象の抽出を行って技術評価を実施しております。

また、耐震・耐津波安全性評価に際しては、着目すべき経年劣化事象ではない日常劣化事象も含めて、構造・強度などへの影響が有意な経年劣化事象、改めて抽出しまして、評価を行いました。右の四角枠内には抽出されました高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理しています。6事象以外からは、プレストレストコンクリート製原子炉格納容器のテンドンの緊張力が抽出されております。

では、17ページ、お願いします。ここからは、主な経年劣化事象の評価内容と評価結果について、その概要をまとめています。①から⑦が高経年化対策上着目すべき経年劣化事象で、主要6事象とプレストレストコンクリート製原子炉格納容器のテンドンの緊張力低下、⑧は耐震安全性評価、⑨は耐津波安全性評価、⑩は冷温時に厳しくなる劣化事象の評価の結果になります。なお、各事象別の評価はおのおの附属説明資料に取りまとめている、今後詳細に審査いただくものと思いますので、ここでは簡潔に説明させていただきたいと思っております。

18ページをお願いいたします。まず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します。健全性評価としまして、プラントの実績過渡回数から60年時点での過渡回数を推定して、各評価対象部位に劣化が進展する場合の60年時点での疲労累積定数を評価しています。結果を右下の表に示しておりますが、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いたしました。以上のことから、総合評価としまして、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ては、疲労割れ評価の結果は実績過渡回数に依存しますので、継続的に実績過渡回数を把握して、評価で持ってきた推計過渡回数を上回らないことを確認することを長期施設管理方針として策定いたしました。

19ページをお願いいたします。原子炉容器の中性子照射脆化についてです。健全性評価としまして、これまで実施してきました3回の監視試験結果によりまして、炉心領域の中性子照射脆化は、日本電気協会（JEAC4201）に基づく国内脆化予測法による評価の結果において、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、母材の脆化予

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ことを確認いたしました。

20ページをお願いいたします。次に、運転開始後60年経過時点で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います。破壊に対する抵抗力である 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である K_I に交わることはなく、常に上回っていることから、不安定破壊はしないということを確認いたしました。また、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は右上の表になりますが、JEAC4206に基づきまして、不安定破壊が生じないことを確認しました。

以上のことから、総合評価として、原子炉の健全性に影響を与えることなく、高経年化への対応としましては、経年劣化管理をより万全にするために、今後の原子炉の運転時間・照射量を勘案して第4回監視試験の実施計画を策定すること、それを長期施設管理方針といたしました。

21ページをお願いいたします。照射誘起型応力腐食割れについて、炉内構造物のバッフルフォーマボルトを例に御説明します。健全性評価ですが、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年経過時点においてボルト損傷本数は0本となり、維持規格に規定される管理損傷ボルト数以下で、安全に関わる機能を維持できることを確認いたしました。現状保全としましては、定期的に水中カメラによる可視範囲の目視検査を実施しております。

以上のことから、総合評価として、バッフルフォーマボルトの損傷は、炉心の健全性に影響を与える可能性は小さく、高経年化への対応でも追加すべきものはございません。

22ページをお願いいたします。熱時効について、1次冷却材管を例に説明いたします。健全性評価としまして、右上に亀裂安定性評価として、亀裂進展抵抗である J_{mat} と亀裂進展力である J_{app} の関係を図示しています。運転開始後60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、配管は不安定破壊をせず、問題としないことを確認しております。現状保全としましては、定期的に溶接部の超音波探傷検査を実施しております。

以上のことから、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く、高経年化への対応でも追加すべきものはございません。

23ページをお願いいたします。電気・計装品の絶縁低下について、設計基準事故時に機

能要求のある低圧ケーブルを例に御説明いたします。左の図は、プラントの通常運転時及びその後の設計基準事故時の絶縁低下のイメージを示したものになります。右側にIEEE規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法としてまとめられた電気学会推奨案での長期健全性試験手順を示していますが、事故時雰囲気内で機能要求のあるケーブルについては、60年相当の通常運転環境内での熱、放射線による劣化と、その後の事故時雰囲気内での放射線・熱・蒸気・雰囲気暴露を模擬した長期健全性試験にて、健全性評価を実施いたしました。

24ページをお願いいたします。健全性評価としまして、長期健全性試験の条件と60年間の実機での使用条件に基づく劣化条件及び設計基準事故時の環境条件を並べたものが、右側の表になります。全ての項目におきまして、試験条件は実機条件を包絡していますので、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できると評価することができました。現状保全としましては、定期的に系統機器の動作確認、または絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認しております。

以上のことから、総合評価としまして、絶縁体の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追加すべきものはございません。

25ページをお願いいたします。コンクリート構造物及び鉄骨構造物の評価について説明します。左の表に、コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下に影響を及ぼす要因ごとの評価結果を示しています。要因は、熱、放射線、中性化、塩分浸透、機械振動、アルカリ骨材反応、凍結融解がありますが、いずれの要因についても、強度低下、遮蔽能力低下に及ぼす影響として問題とならないことを確認いたしました。現状保全として、定期的にコンクリート、塗膜の状態を目視確認し、必要に応じて塗装の塗り替え等を実施しており、非破壊検査等を実施することにより健全性を確認しています。総合評価ですが、今後強度低下が急激に発生する可能性は極めて低いし、また、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ましても、現状の保全方法より健全性を確認していくこととされています。

26ページをお願いします。この図はコンクリートの強度試験のためのコアの採取箇所を示したものです。なお、外部遮蔽壁につきましては、プレストレスト構造ですので、リバウンドハンマーを用いた非破壊試験により強度を確認しています。

27ページをお願いします。プレストレストコンクリート製原子炉格納容器のテンドンの

緊張力低下についてです。テンドンの緊張力低下に影響を及ぼす各要因に対する評価結果を左の表に示しています。プレストレス損失については、60年後の予測値が設計要求値を上回っていることを確認しています。右下の表がその結果になっています。熱、放射線、腐食、疲労破壊については、発生する可能性がない、または極めて低いということを確認しています。また、現状保全として、定期的に緊張力検査や定着部の目視確認を実施することより、健全性を確認しています。総合評価としては、プレストレス損失を考慮したテンドンの緊張力が設計要求値を上回っており、また、緊張力の低下が検知可能だと評価しています。したがって、高経年化への対応としては、今後も現状の保全方法により健全性を確認していくこととしております

28ページをお願いします。耐震安全性評価です。技術評価で想定された経年劣化事象のうち、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象で、振動応答特性上又は構造・強度上、軽微もしくは無視できない事象を抽出しまして、保守的に経年劣化状態を想定した上で、運転開始後60年間の評価期間として耐震安全性評価を実施しました。

お示ししている表は、左側に、想定される経年劣化事象と代表的な機器を整理しまして、右側にそれぞれに対して実施した耐震安全性評価についての概要をまとめたものです。いずれの評価におい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ましても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まして、耐震安全性評価を実施しております。

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に御説明いたします。

次ページ、29ページをお願いします。左側に配管減肉を想定したイメージ図を示していますが、本評価では、評価期間を運転開始後60年を想定した上で、最も厳しい条件として、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て、許容応力を上回らないか、または、疲労累積係数が許容値の1を上回らないかを確認しています。

右側に耐震重要度C及びSクラス配管の評価結果を記載しています。いずれの部位についても、発生応力が許容値を上回らない、あるいは疲労累積係数が1を上回っておらず、耐震安全性上問題ないことを確認しています。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。

30ページをお願いいたします。耐津波安全性評価です。こちらも、これまでに御説明してきたように、技術評価の結果を踏まえて、機器・構造物に対して経年劣化を保守的に想定した上で、耐津波安全性評価を実施することとしています。評価対象は、津波の影響を受ける浸水防護施設に属する機器・構造物であり、表に評価結果を示しております。これらの対象設備に想定される経年劣化事象のうち、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、これらの事象が顕在した場合に、構造強度上、取水性上、影響が有意なもの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ましても追加すべきものはございません。

31ページをお願いします。こちらは冷温停止時に厳しくなる劣化事象の評価です。評価の手順としましては、断続的運転時に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象で、それらが冷温停止時において着目すべき経年劣化事象となる事象がないということを確認するステップと、断続運転時に高経年化対策上着目すべき経年劣化事象で、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ケースとして、低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件となりまして、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。余熱除去ポンプは、冷温停止状態の長期間の維持を仮定しますと、これは原子炉容器内から燃料を取り出さずに、延々と冷却補佐を継続するという仮想の状態になるんですが、その場合におきましては、断続運転時と比べて、年間のポンプモータの運転時間が長くなります。なりますので、モータの絶縁低下の面からは条件が厳しくなります。しかし、当該のモータはその運転年数に基づいて、絶縁診断の周期を短縮して管理することとしているので、冷温停止状態維持を前提とした運転手法としても適切であり、したがって、現状保全を継続していくことで健全性の維持を確認、維持可能と評価いたしました。したがって、同モータについて、冷温停止状態維持を前提する評価から、高経年化への対応として追加すべきものは抽出されませんでした。

32ページをお願いします。32ページ、技術評価の結果の概要と長期施設管理方針を説明します。

33ページをお願いします。大飯3号機の技術評価の結果、2点の追加保全策が抽出されました。一つ目、原子炉容器の中性子評価脆化の評価結果からの追加保全策です。これまで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・照射量を勘案しまして、次回、第4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、許容値に対して余裕のある結果を得ましたが、疲労割れの評価結果は実績過渡回数に依存しますので、継続的に実績過渡回数を把握して、評価に基づいた推計過渡回数の保守性を確認していくこととします。

34ページをお願いします。以上を踏まえまして、今回策定した長期施設管理方針をまとめた表です。大飯3号機につきましては、60年間の運転期間を仮定しても、大部分の機器・構造物は、現在行っている保全活動を継続していくことで、健全性を維持可能と評価されました。抽出された長期施設管理方針としては、原子炉容器の中性子照射脆化に係る第4回監視試験の実施計画の策定、原子炉容器等の疲労割れに係る実績過渡回数の継続的な確認の2点となりました。なお、どちらの長期施設管理方針も、運転開始後30年目以降10年間に実施すべき方針としております。

35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ものですが、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、高経年化対策に係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、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。

大飯3号機のPLMの概要につきましての説明は以上でございます。

○山形対策監 はい。ありがとうございました。

それでは、ただいまの関西電力の説明について質疑を行いたいと思います。どなたか、ありますか。

河野さん。

○河野主任技術研究調査官 規制庁の河野です。

御説明ありがとうございました。この資料の5ページ、6ページ目でございますが、運転開始以降に実施した主な改善ということで、6ページの絵の中では、格納容器の中に、加圧器、圧力容器、それと蒸気発生器とあって、加圧器、圧力容器のSCC対策をやられているというふうに記載されておるんですけど、蒸気発生器では何かやられておるんでは

うか。やられておるんだったら、ちょっと説明をお願いいたします。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

蒸気発生器につきましても、出入口管台につきましてもは応力改善を実施しております。

以上でございます。

○河野主任技術研究調査官 規制庁の河野です。

了解いたしました。格納容器の主要機器ですので、ここの実施した改善の中に、それも記載されていてもいいのかなという気はしました。

以上です。

規制庁の河野です。今回、ここ、記載されている改善の中に、SGというのの対応ですね、それは記載されるのでしょうか。そこを教えてくださいませんか。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

評価書本文へ明確に記載にするという趣旨だと理解いたしましたので、今後、補正の機会あると思いますので、その際に適切に対応させていただきます。なお、別冊のほうで蒸気発生器の個別の評価書ございますけれども、その中におきましては、今申しましたことを既に記載しておりますが、本文のほうにも反映するということは検討してまいりたいと思います。

以上です。

○河野主任技術研究調査官 規制庁の河野です。

了解いたしました。

○塚部管理官補佐 原子力規制庁の塚部です。

資料11ページ目の運転経験と最新知見についてお伺いしたいんですが、1点目の運転経験について、国内についてはNUCIAですということで、国外の運転経験について、今、例示で挙げられているのが米国のものでなんなんですが、具体的にこれ以外の情報源というか、情報の収集元としている情報というのは、具体的にどんなものになるのか教えていただけますでしょうか。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

今御質問のありました運転経験ですが、米国以外の情報につきましても、まず当社の社内組織として、欧州のほう、パリ事務所など有しておりますし、社外組織としましても協力いただいております、例えば弊社のグループ会社、INSSであったり、メーカーさんであったり、あと米国のEPRIであったり、そのようなところから各種情報を頂いております。

ので、そのような情報も参考に反映を検討しているということでございます。

以上です。

○塚部管理官補佐 規制庁の塚部です。

今後、補足説明資料のほうも御説明いただけるとは思っているんですが、具体的に、ある程度広めに、広く情報を集めて、国外の情報も集めているということであれば、その旨の説明も併せてお願いします。

というのが1点と、あと最新知見のほうについては、今、国内の主な学協会の規格等を書かれているんですが、海外でも、米国もそうですし、EU諸国等、あとIAEA等でも、経年管理に関する教訓等をまとめたプログラムが動いて、例えばIAEAのIGALLとかになります。そういう国外での経年管理に関する動向というのは、最新知見としてもウオッチされているという理解でよろしいでしょうか。

○関西電力（岩崎） 関西電力の岩崎でございます。

今、塚部さんから御指摘いただいたとおり、IGALLとかいろいろな欧州の情報とか、そういうものも我々の検討の対象範囲として検討しております。

○塚部管理官補佐 規制庁の塚部です。

では、そちらについても、先ほどちょっとお願いしたように、また補足説明資料等に書いていただいて、御説明いただければと思います。

あともう1点が、同じ11ページ目の最後に、加圧器スプレイ配管の指示の件を書かれているんですが、こちらについては、今、高経年化技術上は、その配管の応力腐食割れで、硬化による応力腐食割れの可能性があるという御説明は記入いただいている、まさしく今ここで資料に書かれているように、この件に関しては別の場で議論されていると認識しております。そちらの議論も踏まえて、最終的に高経年化技術評価の中でどのように取り扱うということは、また改めて御説明いただければと思いますが、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。

今頂いた御指摘につきましては、拝承いたしました。今後の進捗に応じて、高経年化技術評価の中でもしっかり説明させていただきたいと思っております。

○塚部管理官補佐 規制庁、塚部です。

それと、ちょっとまた飛んでしまうんですけど、35ページの最後の取組みのところ、1点、ちょっと記載の内容について確認させていただきたいんですが、今、「今後以下に示す」というところで列記されているものの中で、発電用原子炉の定格熱出力の変更という

ことが書かれているんですが、こちらが意味するところというのは、どういう意味なんですか。

○関西電力（内山） 関西電力原子力事業本部の内山でございます。

こちらにつきましては、プラント出力のアップレート等を採用するようなケースがあった場合の話なんですけれども、そういうときは、そのPLM評価の評価条件等に反映して評価の見直しをすると、そういうことを意味しております。

○塚部管理官補佐 規制庁、塚部です。

アップレートということですが、具体的にそういう計画があるというのは、あまり認識はしていないんですが、御社としてそのようなお考えがあるという、どう捉えればいいのかというのを、もう少し御説明いただければと思います。

○関西電力（内山） 関西電力原子力事業本部の内山でございます。

当社として、そのような計画と考えていることは、今考えているということはないんですけれども、こちらに書かれている知見のところは、PLM実施ガイドのところの記載を使わせていただいて、我々の取組としても、こういうことが起きたらちゃんと見直しをしますということを宣言させていただいているものでございます。

○塚部管理官補佐 規制庁、塚部です。

具体的な計画はないということで、了解いたしました。

○北條技術研究調査官 規制庁の北條です。

説明していただいた資料の19ページ、20ページの中性子照射脆化について質問させていただきます。評価対象機器の記載の箇所、運転開始後60年時点における中性子照射量が 1.0×10^{17} を超える範囲に構造不連続部は含まれていないという記載がありますが、これについて、下部胴の上下の周方向の溶接線とか、何かそこら辺も、 1×10^{17} を超える範囲に含まれていないのかということと、含まれている場合にはちゃんと評価を行っているのかということをお聞かせください。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

今御質問のありました下部胴の上下の溶接部につきましては、我々が想定している60年時点の照射量におきましては、 1×10^{17} を超えるという予測になることを確認しております。

溶接部の評価につきましては問題になるものではないと考えてございますが、今の補足説明資料、その旨明記していないと思いますので、今後、説明として追加させていただき

たいと思います。

以上です。

○北條技術研究調査官 規制庁の北條です。

はい。よろしく願いいたします。

同じく、続いて中性子照射脆化で、ちょっとここは参考にお聞きしたいんですが、現在、JEAC4206の2007年版で、PTS、加圧熱衝撃事象の評価を行っておりますが、ここ、最新版の規格では2016年というのがありまして、そちらのほうでは参考で評価を行っているのかということと、あと現在策定中ではあると思うんですが、JEAC4201の最新版、電気協会で策定中の最新版のほうで、国内の脆化予測は参考にされているのかどうかということ、ちょっとお聞かせください。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

まずJEAC4206、2016年版でございますけれども、こちらのほうは発刊されてございますので、当社のほうで自主的に内容、評価の確認はして、問題ないことまでは確認してございます。

一方、4201の改定内容でございますけれども、改定内容をフォローはしておりますけれども、まだ発刊には至ってございませんので、高経年化技術評価の中では確認してございません。

以上です。

○北條技術研究調査官 規制庁の北條です。

分かりました。ありがとうございます。

続きまして、21ページ、スライド21ページのIASCCについてお聞かせいただきます。現状保全の箇所、定期的に水中テレビカメラによる可視範囲の目視検査を実施しているというふうに記載がありますが、可視不可能範囲というものも必ずあるかと思っておりますが、そういう可視不可能範囲に対する評価の考え方などをお聞かせください。

○関西電力（石川） 関西電力の石川でございます。

補足説明資料の中で詳細に書いてございますけれども、当社のほうにおきましては、炉内構造物の中で、照射誘起型応力腐食割れ、最も影響あるものとしてはバッフルフォーマボルトであると考えてございまして、バッフルフォーマボルトをまず代表として評価し、影響が、IASCCの発生する可能性が極めて小さいというところを評価しております。そのバッフルフォーマボルトに対しまして、現状は頭部の目視検査をすることによって、現状

保全を行っているという考え方でございます。

以上です。

○北條技術研究調査官 はい、分かりました。ありがとうございます。

○宮本安全審査専門職 原子力規制庁の宮本です。

スライドの27ページのコンクリート構造物（PCCV）のテンドンの緊張力低下についてになります。今回、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象としまして、主要6事象以外で、このプレストレスト製原子炉格納容器のテンドンの緊張力低下、こちらを抽出しているというのが、この大飯3号炉の本件の高経年化評価の特徴の一つかなと考えております。ですので、この評価内容につきましては、今後、ヒアリング等々で丁寧に確認していきたいと考えておりますので、よろしくお願いたします。

全ての質問事項をこの場でということではなくて、それはヒアリングで確認していきたいと思いますが、例えばですけれども、総合評価のところに、緊張力低下が検知可能というふうに書いてあるんですけども、どのような測定をすることによって、例えば検知可能というふうに考えているのかとか、あるいはテンドンの緊張力のデータというのが右下にありますけれども、そこに記載されている予測値、あるいは設計要求値、こういったものが、どのように根拠でどのように算出されているのかということ、そういったところも一つずつ確認していきたいと考えておりますので、今後説明してください。よろしくお願いたします。

○関西電力（北川） 関西電力の原子力事業本部の北川と申します。

ありがとうございます。今後、御指摘のとおり、ヒアリング等で、補足説明資料のほうにもそういった計算過程のほうも詳細に記載しておりますので、また適切に御説明させていただきます。よろしくお願いたします。

以上です。

○日高主任技術研究調査官 原子力規制庁の日高です。

耐震安全性評価から2点、耐津波安全性評価から1点、質問します。29ページの上側に耐震重要度Cクラス配管の評価結果が記載されてございます。この第5抽気系統配管の応力比が0.98というふうになっておりますが、配管減肉に係る耐震安全性評価において、どのような保守性を考慮しているのか、その原因と、要因と、その評価への影響について説明してください。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

当該の第5抽気系統配管の評価の保守性について御説明させていただきます。耐震評価を実施している解析ブロックにつきましては、複数の減肉管理箇所が存在します。実機におきましては、配管が減肉していた速度というのは部位ごとに異なりますので、減肉状態は各部位において異なってきます。実機の配管取替えにおいては、ブロックの中で一番減肉速度の速い部位が必要最小肉厚に到達する前に取り替えるということをしておりますので、それ以外の周りの部位については、結果的には必要最小肉厚に達しない肉厚であっても、併せて取替えを行っているということになります。

一方で、耐震評価におきましては、解析モデルにおいて、全ての減肉管理部位に対して、周方向、軸方向一様に必要最小肉厚まで減肉した状態を想定しておりまして、全体としては保守的な評価になっていると考えております。

さらにですけれども、当該箇所については3次元はりモデルを採用してございます。3次元はりモデルのほうは、エルボなどの構造不連続部に補助的な応力集中係数を一律に乗じた評価を実施しておりまして、FEMと比べますと保守性を持たせた評価になっていると考えてございます。当該箇所につきましては、エルボでございまして、保守的な評価になっているものと考えてございます。

以上でございます。

○日高主任技術研究調査官 はい。ありがとうございます。評価の要因については理解しました。

あと、評価への影響も含めて、今後、補足説明資料に記載を充実させていただけますでしょうか。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

承知しました。

○日高主任技術研究調査官 はい。

次ですが、その下、29ページの下側、右下に、耐震重要度Sクラス配管の評価結果が記載されております。この一次プラス二次の評価の中で、主蒸気系統配管は1.58で、蒸気発生器ブローダウン系統配管は1.40で、若干、主蒸気系統配管のほうが大きめに出ております。一方、その右側に疲労累積係数が記載されておりますが、主蒸気系統配管は0.104、蒸気発生器ブローダウン系統配管は0.554と、大きさが逆転しております。この理由について説明してください。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

疲労累積係数による評価を行う場合につきましては、一次プラス二次応力に、応力集中を考慮した応力係数を掛けることでピーク応力を算出しまして、それを用いて疲労累積係数を算出しております。SGブローダウンの評価部位につきましてはエルボ部であるのに対しまして、主蒸気系統配管は直管部でございますので、SGブローダウンのほうの応力係数が大きくなるという状況になっています。その結果、一次プラス二次応力で両者はほぼほぼ変わらず、主蒸気系統のほうが少し大きいぐらいなんですけれども、一次プラス二次応力のピーク応力はSGブローダウンのほうが大きくなりまして、結果として疲労累積係数も大きくなっているということになります。

以上になります。

○日高主任技術研究調査官 規制庁の日高です。

評価部位の違いによって、その応力係数が異なることで、逆転現象が生じているというようなこと、理解いたしました。

次なんです、耐津波安全性評価、30ページに、評価対象構造物がそれぞれ記載されております。ここの潮位計（防護壁）におきましては、評価対象が、※印が打っておりまして、「波力の影響を受けない位置に設置するとともに、漂流物の影響を受けた場合であっても他の津波監視設備で機能補完を行うことから、耐津波安全性評価対象外とする。」というふうに記載しております。この評価対象外とするその理由、考え方ですね、もう少し丁寧に説明していただけますでしょうか。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

潮位計（防護壁）と書かれているものにつきましては、防護壁に設置されている潮位計にありまして、非常に高い位置、10メートルとか、それぐらいの位置に設置されているものでございます。したがって、津波が来たとしても、津波の波力の影響を受けない位置にあるということで、評価対象外というふうな整理としてございます。

すみません、以上でございます。

○日高主任技術研究調査官 規制庁の日高です。

津波監視設備で機能補完を行うというふうに記載してありますけれども、少しこの考え方についても、もう少し丁寧に、補足説明資料に図表等を用いて詳細を記載していただくことは可能でしょうか。

○関西電力（辻） 関西電力の辻でございます。

失礼いたしました。漂流物の影響のお話ですけれども、潮位計の防護壁につきましては、

例えば漂流物が来たときに機能喪失した場合であっても、顕著な津波高さの上昇の監視するために、監視カメラ等で状況を確認できるというようなことができますので、そういった点が機能補完できるという意味でございました。こちらについては補足説明資料のほうでもう少し詳しく記載させていただきます。

以上でございます。

○日高主任技術研究調査官 規制庁の日高です。

了解いたしました。

○山形対策監 ほかにありますか。いいですか。

それでは、一通り終わりましたので、本日はここまでとしたいと思います。今後の会合について、時期は未定ですが、準備が整い次第、会合を開催したいと思います。

それでは、本日の会合を終了いたします。お疲れさまでした。