

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第1169回

令和5年7月18日（火）

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1169回 議事録

1. 日時

令和5年7月18日（火） 13:30～16:10

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

杉山 智之 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

金城 慎司 審議官
渡邊 桂一 安全規制管理官（実用炉審査担当）
塚部 暢之 安全規制調整官
雨夜 隆之 上席安全審査官
皆川 武史 主任技術研究調査官
日高 慎士郎 安全審査専門職
藤川 亮祐 安全審査官
渡辺 藍己 技術研究調査官
水田 航平 技術研究調査官
小野 祐二 原子力規制制度研究官
鈴木 謙一 技術参与

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
池田 純也 原子力発電本部 部長（原子力建設）
生貞 幸治 土木建築本部（原子力土木建築）副部長 兼調査・計画グループ長
石井 朝行 原子力発電本部 原子力経年対策グループ長
竹下 恭平 原子力発電本部 原子力経年対策グループ 課長

牟田 健二	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	課長
上村 佳広	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	副長
瀬之口 諭	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
福山 壘	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
跡部 亮太	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
青木 秀幸	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
安部 将史	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
人見 崇也	原子力発電本部	原子力経年対策グループ	担当
八木 努	原子力発電本部	原子力工事グループ	課長
星子 純輝	原子力発電本部	原子力工事グループ	担当

4. 議題

- (1) 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
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料1-1-1 川内原子力発電所1、2号炉 劣化状況評価(低サイクル疲労)
- 資料1-1-2 川内原子力発電所1号炉 劣化状況評価(低サイクル疲労) 補足説明資料
- 資料1-1-3 川内原子力発電所2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 川内原子力発電所1、2号炉 劣化状況評価(原子炉容器の中性子照射脆化)
- 資料1-2-2 川内原子力発電所1号炉 劣化状況評価(中性子照射脆化) 補足説明資料
- 資料1-2-3 川内原子力発電所2号炉 劣化状況評価(中性子照射脆化) 補足説明資料

- 資料 1-3-1 川内原子力発電所 1、2 号炉 劣化状況評価（照射誘起型応力腐食割れ）
- 資料 1-3-2 川内原子力発電所 1 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 1-3-3 川内原子力発電所 2 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 1-4-1 川内原子力発電所 1、2 号炉 劣化状況評価（2 相ステンレス鋼の熱時効）
- 資料 1-4-2 川内原子力発電所 1 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 1-4-3 川内原子力発電所 2 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 1-5-1 川内原子力発電所 1、2 号炉 劣化状況評価（電気・計装品の絶縁低下）
- 資料 1-5-2 川内原子力発電所 1 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 1-5-3 川内原子力発電所 2 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 1-6-1 川内原子力発電所 1、2 号炉 劣化状況評価（耐震・耐津波安全性評価）
- 資料 1-6-2 川内原子力発電所 1 号炉 劣化状況評価（耐震安全性評価）補足説明資料
- 資料 1-6-3 川内原子力発電所 2 号炉 劣化状況評価（耐震安全性評価）補足説明資料
- 資料 1-6-4 川内原子力発電所 1 号炉 劣化状況評価（耐津波安全性評価）補足説明資料
- 資料 1-6-5 川内原子力発電所 2 号炉 劣化状況評価（耐津波安全性評価）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1169回会合を開催いたします。

本日の議題は、議題次第に記載の1件です。

本日の会合では、テレビ会議システムを使用しております。映像や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、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です。

この後、資料ごとに質疑応答の時間を設けようと思います。

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（西田） 九州電力の西田と申します。

本日は、川内原子力発電所1、2号炉の劣化状況評価を各劣化事象ごとに説明させていただきます。

まずは資料1-1を用いまして、低サイクル疲労について説明させていただきます。

まず、右上1ページになります。こちら、目次を記載しておりまして、資料の構成は以下のとおりとなっております。

2ページ、お願いします。このページには概要と基本方針を記載してございます。

次のページ、3ページ、お願いします。こちらには、低サイクル疲労についてということで、こういった劣化事象であるということを記載してございます。

続きまして、4ページ、お願いします。こちらには、評価対象機器の抽出についてということで、低サイクル疲労に係る評価対象機器と代表機器の選定ということを記載してございます。以降の説明は、評価対象機器のうち、プラント安全上最も重要と考える原子炉容器を代表機器としまして選定しておりますので、そちらの具体的な評価結果を以降の説明でさせていただきます。

次、5ページ、お願いします。こちらは評価手法を記載しておりまして、低サイクル疲労の技術評価フローと適用規格・基準を記載してございます。

次に、6ページ、お願いいたします。こちらには、代表機器の技術評価ということで、原子炉容器の評価対象部位をお示ししてございます。

次のページ、7ページ、お願いいたします。こちらには過渡回数の設定を記載してございまして、取替えを行っていない未取替機器と取替えを行った取替機器、それぞれ推定過

渡回数の設定方法というものを記載してございます。

次のページ、8ページ、お願いいたします。こちらには過渡回数策定方針特記事項を記載してございます。こちら、項目11にあります。評価用過渡回数の算出に当たっては、実過渡回数に1.5倍を掛けたものに余裕を考慮してございます。

次のページ、9ページ、お願いいたします。こちらには1号炉の過渡回数の設定イメージ（「停止」の例）ということで記載してございます。赤色が推定過渡回数で、青色の線が実績過渡回数となっており、青色の実績の過渡回数に基づいて1.5倍した傾きというものがこの赤線になってございます。

続きまして、10ページ、お願いいたします。こちらは疲労評価に用いた過渡回数ということで、10ページから13ページまでに過渡回数を、それぞれ運転状態Ⅰ、Ⅱ、1号炉、2号炉それぞれ記載してございます。詳細の説明については、割愛させていただきます。

続きまして、14ページ、お願いいたします。こちらは代表機器の評価結果ということで、原子炉容器の評価結果一覧をお示ししてございます。表1に記載してございますとおり、設計・建設規格による解析結果と環境疲労評価手法による解析結果を記載してございます。いずれもUf値が1を下回ることを確認してございます。

続きまして、15ページ、お願いいたします。こちらは原子炉容器のうち、出口管台の評価結果ということで、例でお示ししているページになってございます。こちらの全ての評価点において、疲労累積係数が許容値を下回ることを、1を下回ることを確認してございます。一番高かったところがUf値0.042でありました。環境疲労評価を行ったところ、0.001という結果を得ました。いずれも許容値1を下回ることを確認してございます。

続きまして、16ページ、お願いいたします。こちらでは、特別点検を踏まえた評価結果ということで、点検内容と点検結果を記載してございます。

点検内容としましては、原子炉容器出入口管台のノズルコーナー部に対しまして、渦流探傷試験を実施しました。その結果、1、2号炉共に有意な欠陥は認められませんでした。この結果より、ステンレスクラッドに疲労割れ等の有意な経年劣化は発生しておらず、母材部はステンレスクラッドにより適切に保護されていることが確認できました。

続きまして、17ページ、お願いいたします。こちらは現状保全を記載しております。現状保全としまして、維持規格に従った検査プログラム、試験方法及び試験範囲で供用期間中検査としてUT超音波探傷検査、浸透探傷検査、目視確認を実施して健全性を確認してございます。

また、内面のクラッドに関しましては、開放点検時に目視確認を実施し、クラッドの損傷などの異常の有無を確認してございます。

これまでの点検の結果、問題ないことを確認できてございます。

続きまして、18ページ、お願いします。18ページは、原子炉容器本体の供用期間中検査の内容を記載してございます。異常がないか確認してございまして、検査結果、良という結果が得られてございます。

続きまして、19ページ、お願いします。こちらには、総合評価と高経年化への対応という記事を記載してございます。こちら、先ほど御説明いたしました、原子炉容器の疲労評価結果は、疲労累積係数が1を下回り、疲労割れの発生が問題となる可能性はないと考えてございます。

高経年化への対応としましては、先ほどの疲労累積係数が1を下回って、疲労割れの発生が問題となる可能性はないと言っておりましたが、疲労評価は実過渡回数に依存するため、今後も実過渡回数を把握して評価する必要があるとございます。そのため、運転開始60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認するために、施設管理に関する方針として策定します。

続きまして、20ページ、お願いいたします。こちらには代表機器以外の技術評価ということで、原子炉容器以外で評価を行っている機器の評価結果をこちら、20ページから22ページに記載してございます。いずれも全て疲労累積係数が1を下回ることを確認してございます。

続きまして、23ページ、お願いいたします。こちらは経年劣化傾向の評価を記載してございます。後ほどお示ししてございますが、24ページに川内1号炉の疲労評価に用いた過渡回数の比較、25ページに2号炉の分の比較を記載してございまして、26ページに疲労累積係数の予測評価の比較ということで、1号と2号、30年目の評価結果と40年目の評価結果を記載してございます。その比較を行った結果、どういったことが分かったかということも記載してございます。原子炉容器等の60年時点での疲労累積係数におきましては、30年目の評価よりも40年目の評価のほうが大きくなっている機器・設備がございまして、これは運転開始60年時点の評価用過渡回数の設定に当たりまして、30年目の評価時には考慮していなかった余裕、冒頭で御説明しました1.5倍掛けております、その余裕を40年目の評価においては考慮したためであると考えてございます。

また、蒸気発生器や原子炉容器のスタッドボルトのように機器・設備の取替えに伴い、

実績過渡回数が減少したことや解析条件の見直しにより、60年時点の疲労累積係数において、40年目の評価のほうが小さくなっている機器もございます。

なお、評価結果はいずれも許容値1を下回ること及び定期的に超音波試験等を実施してございまして、異常のないことを確認してございます。ですので、低サイクル疲労に対する30年目の評価及びそれ以降の保全は有効であったと評価できております。

続きまして、27ページ、お願いします。こちらには長期施設の管理方針の有効性評価を記載してございます。有効性評価としましては、先ほども御説明しましたが、計画的な評価による確認を実施することにより健全性が確認できていることから、長期施設管理方針は有効であったと考えてございます。

続きまして、28ページ、まとめになります。こちらには審査基準の適合性と施設管理に関する方針として策定する事項を記載してございます。健全性評価の結果としましては、評価対象部位の運転開始後60年時点における疲れ累積係数が、全ての部位で1を下回ることを確認しました。

それを受けまして11.2です。川内原子力発電所の1、2号炉の延長しようとする期間における原子炉とその他の設備に係る施設管理方針については、疲労割れになりますが、原子炉容器等の疲労割れについては、実過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認していきます。

以上で、低サイクル疲労の説明は終了いたします。

○杉山委員 ただいまの説明内容に関しまして、質問、コメント等お願いします。

○水田技術研究調査官 原子力規制庁の水田です。

説明資料17ページの原子炉容器内面のクラッドに対して、開放点検時に目視点検を実施して、損傷などの異常の有無を確認していると記載されております。こちらは原子炉容器の内面については、クラッドによって環境疲労評価を実施しないことが担保として記載されているものと理解しておりますが、この目視点検の方法と結果について、詳細に説明をしてください。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

こちらの点検方法に関しましては、原子炉容器の開放点検時に炉内構造物の下部の部分です。それを吊り上げるタイミングがございます。そのときに水中カメラを使用しまして目視確認を実施しているということになります。

以上です。

○水田技術研究調査官 規制庁の水田です。

その点検結果の記録というものは残されているのでしょうか。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

異常がないことを確認しているという点検結果としましては、残しているという状況でございます。

○水田技術研究調査官 規制庁の水田です。

今回、維持規格で求めている検査の範囲を自主点検で内面のクラッドを検査されているということは理解しました。今後も自主的にされているということで、しっかりと内面の自主点検の目的と結果が達成できる保全計画を実施されていくことを望みます。

私からは以上です。

○九州電力（西田） 九州電力の西田です。

御意見ありがとうございます。引き続き実施していきたいと思っております。

○杉山委員 塚部さん。

○塚部安全規制調整官 規制庁の塚部ですけど、今のところ、クラッドの損傷がないことを水中カメラで見られているということなのですが、実際、どの程度見られていて、クラッドに異常がないという記録を残されているかというところは、そこも次回以降で結構ですので、御説明いただければと思いますが、よろしいでしょうか。

○九州電力（西田） 九州電力の西田です。

承知しました。

○杉山委員 ほかにありますか。

藤川さん。

○藤川安全審査官 原子力規制庁の藤川です。

スライド23ページをお願いします。その4パラグラフ目、「また、」のところで、取替えに伴って実績過渡回数が減少したことや解析条件の見直しによって40年目の評価が小さくなっている機器もあるというふうに書かれているのですが、解析条件の見直しというのは、具体的にどういうふうな見直しをされたのでしょうか、説明をお願いします。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

こちらは取替えに伴いまして、荷重だったりが変わってございます。そういった入力条件が変わっているということを加味しまして、こういった記載をさせていただいております。

以上であります。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

ということは、だから変わったのは、あくまで蒸気発生器と原子炉容器のスタッドボルトだけということでしょうか。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

まず、26ページのほうで、表4ということで疲労累積係数の予測評価の比較というものを示してございます。こちら、御覧いただきますと、1次冷却材ポンプのケーシング脚部が、2号のほうは30年目の評価から40年目の評価に関しましては、値が実際には少なくなっております。こういったものも、こちらのまた書きで記載している条件に当てはまるということになってございます。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

まず確認ですけど、これも、要は解析条件の見直しということなのですよ。すみません、一応確認です。

○九州電力（西田） 九州電力の西田です。

御認識のとおりでございます。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

分かりました。その旨って、補足説明とかどこかで書かれていましたっけ。すみません。書かれていなければ、記載お願いしたいのですが。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

補足説明資料のほうには記載しておりませんでしたので、今後、反映させていただきま

す。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

よろしく申し上げます。

私からは以上です。

○杉山委員 ほかにありますか。

渡邊管理官。

○渡邊安全管理官 規制庁の渡邊です。

ちょっと今のところ、念のため確認ですけれども、取替えを行ったのは蒸気発生器と多分これ、スタッドボルトということなので、原子炉容器の上蓋だと思うのですが、

その二つを取り替えているというだけで、それ以外にも、先ほどおっしゃったような1次冷却材ポンプのケーシング脚部、それから、ほかにもあるのかもしれないですけど、について解析条件の見直しを行っている。解析条件の見直しとしては、荷重などの入力条件のほうの見直しを行っていて、解析のやり方とか、そういったところについては、特に変更がないというふうな理解でよろしいですか。

○九州電力（西田） 九州電力の西田です。

その御認識で問題ございません。

○渡邊安全管理官 原子力規制庁の渡邊です。

でしたら、その旨、ちょっと詳しくに補足説明資料に入れておいてください。

以上です。

○九州電力（西田） 九州電力の西田でございます。

承知いたしました。

○杉山委員 ほかにありますか。よろしいですか。

それでは、次の資料の説明をお願いいたします。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

私からは、資料1-2-1に基づきまして、川内原子力発電所1、2号炉劣化状況評価のうち、原子炉容器の中性子照射脆化について説明いたします。

1ページ目を御覧ください。こちらは目次となっておりまして、今回、このような構成で説明させていただきます。

2ページ目、お願いいたします。本ページには概要を記載してございます。

次のページ、3ページをお願いいたします。こちら、3ページには基本方針を記載してございます。こちら、下表に示しますように、審査基準に対する要求事項を今回記載してございます。

4ページ目をお願いいたします。こちらは原子炉容器の中性子照射脆化について、メカニズムを御説明するものです。下のグラフの照射脆化の模式図にもありますように、温度の低下に伴い、延性破壊から非延性破壊へ破壊形態が変化する温度を関連温度、また、関連温度より高温側の延性破壊を生ずる領域を上部棚領域といいます。

次に、スライド5ページをお願いいたします。評価対象機器の抽出につきまして、評価対象は原子炉容器を代表機器として評価してございます。評価手法ですが、「JEAC4201」、「JEAC4206」、あとは「技術基準に関する規則の解釈別記-1」に基づき評価を実施してご

ざいます。

次に、6ページをお願いいたします。健全性評価です。右図の原子炉容器のイメージ図にありますように、中性子照射脆化に対し健全性評価上厳しい箇所は、炉心領域の下部胴でございます。下の表の部分に評価時期における内表面位置の中性子照射量、また本体胴における主な仕様、また中性子照射脆化に影響を与える化学成分を記載してございます。

7ページをお願いいたします。こちら、監視試験結果を示してございます。これまで1号炉で5回、2号炉で4回の監視試験を実施しています。1号炉の監視試験結果を以下に示します。各監視試験回次に対しまして、 T_{r30} 、上部棚吸収エネルギーの値を記載してございます。

8ページには2号炉の監視試験結果を示してございます。

9ページをお願いいたします。こちら、関連温度評価です。JEAC4201の国内脆化予測法による関連温度予測値を示してございます。評価時期に対しまして、関連温度を母材、溶接金属、熱影響部ごとに示しているものでございます。

次に、10ページをお願いいたします。監視試験結果とJEAC4201の国内脆化予測法による予測の関係を示してございます。監視試験結果と関連温度予測値から、当該部位の中性子照射脆化は、国内脆化予測法による予測の範囲内であることを確認してございます。

10ページには1号炉の母材、11ページには1号炉の溶接金属、続きまして、12ページには2号炉の母材、13ページには2号炉の溶接金属を示してございまして、繰り返しのなりますが、国内脆化予測法による予測の範囲内であることを確認してございます。

次に、スライド14ページをお願いいたします。こちら、PTS評価結果を示してございませぬ。運転開始後60年時点での関連温度を想定しまして、通常の1次冷却材の加圧・冷却時の1次冷却材温度・圧力の制限範囲及び検査時の最低温度について評価をしているものでございます。この評価結果より、通常運転時及び試験時に制限範囲を遵守可能であることを確認してございます。

この14ページには1号炉の結果を示してございまして、15ページには2号炉の結果を示してございます。

次に、16ページをお願いいたします。こちら、上部棚吸収エネルギーの評価結果となっております。上部棚吸収エネルギーの予測式、JEAC4201に基づく予測式を用いて、運転開始後60年時点での上部棚吸収エネルギー予測値を評価しているものでございます。

その結果、JEAC4206で要求している68J以上を満足しておりまして、十分な上部棚吸収

エネルギーがあることを確認してございます。

なお、国内USE予測式につきましては、適用範囲が定められておりまして、その適用範囲内にある監視試験結果を用いて導出をしてございます。下表に上部棚吸収エネルギーの予測値を1号炉、2号炉共に示してございます。

17ページをお願いいたします。こちら、加圧熱衝撃事象の結果です。評価方法としましては、JEAC4206及び技術基準規則解釈別記-1に基づきまして評価を行ってございます。事象としましては、DB指標・SA指標を想定して評価をしてございます。

ページの真ん中ほどに示しております K_{Ic} の下限包絡曲線とPTS状態遷移曲線を比較して評価をしておりまして、その結果を18ページに示してございます。

18ページをお願いいたします。こちら、評価結果です。評価の結果、深さ10mmの亀裂を想定しても、脆性破壊に対する抵抗値、 K_{Ic} 曲線は負荷状態を応力拡大係数 K_1 で示すPTS状態遷移曲線を上回っていることから、脆性破壊は起こらないことを確認してございます。

下のほうに1号炉と2号炉の K_{Ic} 曲線、 K_1 曲線のグラフを示してございます。

次に、19ページをお願いいたします。中性子照射脆化につきましては、特別点検を踏まえた評価を行ってございます。

点検内容としましては、特別点検に係るデータ採取におきまして、原子炉容器炉心領域部の母材及び溶接部に対して超音波探傷試験を実施してございます。

点検結果としましては、深さ10mmを想定したPTS評価に対しまして、深さ5mm程度の欠陥が検出可能なUTにより確認した結果、有意な欠陥は認められなかったことを確認してございます。

この結果より、炉心領域全体において、PTS評価に影響を及ぼすような有意な欠陥は認められなかったことを確認してございます。

次に、20ページをお願いいたします。こちらは、照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価結果を示してございます。各ガイドの規定に従い評価を実施してございまして、評価手法としましては、これまで実施した監視試験によって採取した破壊靱性実測値をプロットしまして、1号機の第1回から4回の監視試験データについて、それぞれ測定した T_{r30} の実測値と1号機第5回監視試験で測定した T_{r30} 実測値の差分だけ温度シフトをしています。2号機も同様にシフトしています。

1号機の第5回、2号機の第4回監視試験の照射量は、原子炉容器内表面から深さ10mmの位置の照射量に換算すると、1号機は運転開始後約87年時点の照射量に相当し、2号機は約86

年時点の照射量に相当することを確認してございます。

次に、21ページをお願いいたします。現状保全についてです。胴部材料につきましては、計画的に監視試験を実施しまして、破壊靱性の変化の傾向を把握してございます。また、監視試験のカプセルを取り出しまして、原子炉容器の健全性を評価してございます。監視試験結果から、運転管理上の制限として加熱・冷却制限曲線を設定し、運用しています。また、照射量が 1×10^{17} 範囲の溶接部については、定期的に超音波探傷検査を実施し、有意な欠陥がないことを確認してございます。

次に、22ページをお願いいたします。6番、総合評価です。健全性評価結果から判断しまして、胴部の中性子照射脆化が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考えています。また、胴部の中性子照射脆化に対しましては、今後も計画的に監視試験を実施して健全性評価の妥当性を確認する必要があります。また、有意な欠陥がないことを超音波探傷試験により確認していることから、保全内容として適切であると評価しています。

7番、高経年化への対応ですが、こちら、定期的なUTの実施と加熱・冷却制限曲線の運用を行い、今後、1号炉は第6回、2号炉は第5回の監視試験の実施計画を策定します。こちらに関しましては、施設管理に関する方針として策定をしております。

次に、23ページをお願いします。経年劣化傾向の評価です。川内1、2号炉の30年目の評価実施後、1号炉は2019年に第5回、2号炉は2020年に第4回目の照射試験片の取り出しを実施し、照射脆化の監視試験を実施してございます。

まず関連温度ですが、60年時点の関連温度の予測値について、25ページに示してございます。評価結果は脆化予測式による予測を逸脱しておらず、特異な脆化は認められないことを確認しています。

また、深さ10mmの想定欠陥を用いた加圧熱衝撃評価に対しまして、深さ5mm程度の欠陥が検出可能なUTを行った結果、脆性破壊の起点となるような有意な欠陥がないことを確認してございます。

よって、30年目及び40年目の評価で実施した加圧熱衝撃評価は十分保守的な評価手法であり、評価結果の妥当性が確認できたと考えます。

24ページをお願いいたします。こちらは上部棚吸収エネルギーの結果です。60年時点の上部棚吸収エネルギーの予測値については、25ページに示してございます。上部棚吸収エネルギーの予測値は68Jを上回っており、十分な上部棚吸収エネルギーがあることを確認してございます。また、定期的に超音波探傷検査を実施し、有意な欠陥がないことを確認

できています。

1号炉第5回、2号炉第4回の監視試験について、監視試験の上部棚吸収エネルギー実測値を参考に比較した結果、JEAC4206で要求している68Jを上回っていることを確認しています。

以上のことから、原子炉容器の照射脆化につきましては、30年目の評価及びそれ以降の保全は有効であったと評価できております。

25ページに、先ほど説明させていただきました関連温度と上部棚吸収エネルギーの比較を1、2号炉共に載せてございます。

26ページ、お願いします。9番の長期施設管理方針の有効性評価です。30年目の長期施設管理方針としましては、精度向上が図られた脆化予測式に基づく評価を実施することとなっています。これに対しまして、実施状況を確認した結果、特異な脆化傾向は認められなかったことを確認しています。また、40年目の評価においても、原子炉容器の健全性に問題はないことを確認し、長期施設管理方針は有効であったと考えてございます。

27ページをお願いします。こちらは審査基準適合性を示してございます。要求事項に対して健全性評価結果を示してございます。

28ページをお願いします。こちら、施設管理に関する方針として策定する事項を1、2号炉共に示しておりまして、1号炉の長期施設管理方針としましては、1号炉は第6回、2号炉は第5回の監視試験を実施することを実施時期、中長期的に策定をしてございます。

以上で、中性子照射脆化の説明を終わります。

○杉山委員 ただいまの説明内容に対しまして、質問、コメントお願いいたします。

藤川さん。

○藤川安全審査官 規制庁の藤川です。

スライド6ページ目のところをお願いします。健全性評価に関してなのですが、稼働率を2020年4月以降、稼働率100%で運転すると仮定するとありますが、この100%と仮定したのはなぜなのでしょう。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

こちら、稼働率100%に関しましては、最大の保守性を見込んで、このように設定をしてございます。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

保守性を見込んでということでした。あまり現実的な数字ではないなと思ったので、念のため確認したかった次第です。

ちなみに、この100%というのは、定検で止まったりとか、そういうのはなしで、ずっと動かし続けると、そういう下で計算したということでしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

その御認識どおりでございます。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

分かりました。続きまして、スライドの14・15ページのところで、加熱制限曲線、冷却制限曲線に関して、ちょっと補足説明資料の別紙7、67ページとかにも絡むのですが、30年と40年のときにも同じように加熱制限曲線とかで評価されていて、そこで30年のときと40年のときで補足説明資料にある適用加熱率の数値が違うのですが、これはなぜなのでしょう。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

PLM40に関しましては、実運用のPLM30のときの20℃/hよりも加熱制限曲線の制限範囲が狭い55.6℃で今回評価をしております。

以上です。

○藤川安全審査官 30年のときは実運用を用いて、今回、では55.6というのは、これはどこから出ている数字なのでしょう。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

55.6℃/hにつきましては、設備スペックの最大値の値でございます。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

つまり、設備スペック最大値でやっても大丈夫という評価をなされたということですね。実際、実運用としては20℃で、そこは変わっていないということで。一応、念のため確認です。よろしいでしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

20℃で実運用、変わってございません。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

分かりました。あくまで保守的に評価をし直したということで理解しました。

私からは以上です。

○杉山委員 ほかにありますか。

雨夜さん。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

18ページ、お願いします。ここには加圧熱衝撃の評価の結果、今回の結果が左側に1号炉、右側に2号炉の記載があります。同じようなこの加圧熱衝撃の評価というのをPLM30年のときにも実施しております。この30年目のときの結果と今回の40年目のときの評価について比較し、説明をしてください。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

30年目と40年目の評価の比較ということですが、1号炉につきましては、規格の変遷に伴いまして、単純な比較ができていないことになってございます。2号炉に関しましては、別途確認をさせていただきます。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 規制庁の雨夜です。

1号炉のところ、ちょっと聞き取りづらかったので、もう一度お話しください。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

大変失礼いたしました。1号炉に関しましては、評価する規格が変遷をして変わってございますので、30年目と40年目で比較ができないということでございます。回答になってございますでしょうか。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

例えば川内1号炉の場合で、 K_{1c} と K_1 を比較したグラフがありますが、これに、例えば30年目の評価結果というのを同じ図に記載するという、それによって比較するということはできないでしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

そちら、可能でございます。可能ですので、また別途お示しいたします。

○雨夜上席安全審査官 それでは、別途の機会に説明をしてください。

○九州電力（人見） 九州電力、人見です。

承知いたしました。

○雨夜上席安全審査官 よろしく申し上げます。

続きまして、規制庁の雨夜です。パワーポイントの25ページをお願いいたします。パワーポイントの25ページには、上に1号炉、下段に2号炉につきまして表がありますが、例えば1号炉で言えば、関連温度のところでは部位が三つありまして、60年時点の予測値ということで、30年と40年目の評価が記載されております。これについての質問になります。1号炉では、30年目と40年目、40年目のほうが大きくなっている。そして、2号炉では、逆に小さくなっているように記載されていますが、この傾向につきまして、どのように分析をしているのでしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

1号炉に関しましては、規格の違いにより、このような差が出てございます。2号炉に関しましては、ばらつきによるものであると考えられます。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 規制庁の雨夜です。

例えば1号炉の場合で、追補版の違いという話ですが、例えば同じベースにした場合には、データは大きく変わるとか、あるいは全然変わらないとか、そういった傾向の確認とすることができると思うのですが、そういった検討はされていないのでしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

2号炉と同じようなばらつきの結果になるとは思いますが、現在、評価結果を持ち合わせてございません。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 結果はないということですが、そういったことを比較して、こちらのほうに掲示するということはあるのでしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

可能でございますので、また別途お示しさせていただければと思います。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 規制庁の雨夜です。

2号炉のデータにつきましても、中性子の照射量がどうなのかということも含めて、もう一度見ていただいて、そういう観点からも検討して比較するということが可能でしょうか。

○九州電力（人見） 九州電力の人見です。

照射量に関しましても、別途確認しまして、お示しいたします。

以上でございます。

○雨夜上席安全審査官 規制庁の雨夜です。

そういうことで、30年目の評価と40年目の評価、単にばらつきということではなくて、もう少し深掘りをして、比較・評価してこちらのほうに説明していただければいいかなと思いますので、よろしく願いいたします。

○九州電力（人見） 九州電力、人見です。

承知いたしました。

○杉山委員 ほかにありますか。よろしいですか。

それでは、次の資料の説明をお願いします。

○九州電力（安部） 九州電力から安部と申します。

私のほうから、資料1-3-1、川内原子力発電所1、2号炉の劣化状況評価の照射誘起型応力腐食割れについての御説明をさせていただこうと思います。

資料をめくっていただきまして、1ページ、こちら目次になっております。この資料構成の流れで御説明をさせていただきたいと思います。

ページめくっていただきまして、右肩2ページをお願いいたします。こちらに概要と評価における基本方針をお示しさせていただいてございます。

続きまして、ページめくっていただきまして、右肩3ページ、お願いいたします。こちらに照射誘起型応力腐食割れについての概要をお示しさせていただいております。照射誘起型応力腐食割れに関しましては、中性子照射量が高くなるほど感度は高くなり、環境等に従って発生するというような現象になってございます。

続きまして、右肩4ページをお願いいたします。こちら、評価対象機器の抽出についてでございます。評価対象機器の抽出につきましては、材料がステンレス鋼で、IASCC、照射誘起型応力腐食割れの感受性の発生が考えられる中性子照射量が 10^{21} 以上のオーダーである機器を抽出してございます。その結果、対象機器としましては、炉内構造物のみとなっております。この炉内構造物のうち、中性子照射量と温度が最も高く、応力レベルも高い、海外で損傷事例もあるバッフルフォーマボルトを最も厳しい評価部位として代表として選定をしてございます。

ページめくっていただきまして、5ページ、お願いいたします。先ほど御説明させていただきました評価対象機器の抽出につきましては、代表として選定したバッフルフォーマボルト、それと、それ以外の炉内構造物の対象部位についての整理をした表になっておりま

す。こちら、黄色で示しておりますとおり、バッフルフォーマボルトが中性子照射レベルが 1×10^{23} レベル、温度については約321℃、応力レベルも大きいものとして考えられておりました、海外の損傷事例もあるとなっております。それらの条件から、バッフルフォーマボルトを代表機器として選定してございます。

そのほかの機器につきましては、中性子の照射レベルや温度、応力レベル等が比較的バッフルフォーマボルトに比べ小さいということで、代表機器から外しているというふうな状態でございます。

続いて、右肩6ページが1号側の整理表、7ページ、8ページが2号側の整理を行った代表機器整理の表になってございます。

続きまして、右肩9ページをお願いいたします。代表機器の技術評価として、評価に用いる適用規格、評価条件等を示させていただきます。

照射誘起型応力腐食割れの損傷予測評価としましては、「平成20年度 照射誘起型応力腐食割れ評価技術に関する報告書」に示された評価ガイド（案）及び原子力安全推進協会の「PWR炉内構造物点検評価ガイドライン」のバッフルフォーマボルトに基づいて評価を行ってございます。

なお、維持規格におきましても、バッフルフォーマボルトについての記載がございまして、ボルトの全体の約7割が損傷した状態の場合でも炉心の健全性は確保可能であるという評価がなされており、その維持規格においては、バッフルフォーマボルトの使用材料等を鑑みまして、IASCCに対する感受性の高い順にプラントがグルーピングされております。こちらのグルーピングにおきましては、川内1、2号炉については、グループ4に属しているということを確認してございます。

続きまして、ページめくっていただきまして、10ページをお願いいたします。こちらに評価の流れについてお示しさせていただきます。評価ガイドに基づく評価方法としましては、フローに示しておりますとおり、まずバッフルフォーマボルトの応力履歴を算出し、ガイドに定められております割れの発生応力線図と重ね合わせまして、その割れの発生応力線図を超えた部分をもってIASCCの発生と考えてございます。最終的に割れが発生したボルトの本数と管理損傷ボルト数を比較するという流れになってございます。

ページめくっていただきまして、11ページ、こちらに評価の流れについて詳細に記載をさせていただきます。

続きまして、ページめくっていただきまして、12ページ、評価結果についての内容にご

ざいます。運転時間50万時間におけるバッフルフォーマボルトの損傷予測評価の結果をグラフとして示してございます。運転開始60年時点を超える50万時間の間にバッフルフォーマボルトの応力履歴が割れ発生応力線図を超えることはなく、IASCC発生の可能性が小さいことを確認してございます。

続きまして、同じページ、5.2、現状保全についてです。現状保全につきましては、炉内構造物のステンレス鋼のIASCCについては、維持規格に従いまして、供用期間中検査として水中カメラによる目視検査を実施しておりまして、これまで異常が認められたことはありません。

ページめくっていただきまして、13ページ、総合評価と高経年化への対応になってございます。総合評価といたしましては、照射誘起型応力腐食割れ評価技術に関する報告書で得られた知見を用いまして評価した結果、60年時点でのボルトの損傷本数は0本となり、バッフルフォーマボルトのIASCCが炉内構造物の強度・機能の健全性に影響を与える可能性は小さいと考えてございます。なお、バッフルフォーマボルト以外の部位については、バッフルフォーマボルトとの比較から、相対的にレベルが低いと判断し、IASCCの発生の可能性は小さいと考えてございます。

高経年化への対応といたしましては、炉内構造部のIASCCについては、高経年化対策の観点から現状の保全項目に追加すべき項目はないと判断をしてございます。

続きまして、14ページ、お願いいたします。経年劣化傾向の評価になります。こちら、30年目と40年目の評価の比較を行っている内容になりまして、主な相違点としましては、30年目の評価後、運転実績を反映させたことにより、運転開始後60年までの運転時間が相違しているという点が挙げられます。このような相違点がありますが、バックルフォーマボルトについては、先ほどの評価でもお示ししたとおり、運転開始後60年時点においてボルトの損傷は発生しないと評価しておりまして、炉心の健全性に影響を与える可能性はないと考えてございます。

バッフルフォーマボルト以外の炉内構造物につきましても、同様の観点からバッフルフォーマボルトの評価を基に相対的な評価をしておりまして、照射誘起型応力腐食割れの発生がないことを評価してございます。炉内構造物のステンレス鋼の照射誘起型応力腐食割れについては、先ほども御説明させていただきましたとおり、定期的に水中カメラによる目視点検を実施し、有意な欠陥がないことを確認しておりまして、30年目の評価及びそれ以降の保全は有効であったと判断をしてございます。

15ページに30年目と40年目の評価の比較を表として整理してございます。

続きまして、16ページ、こちらが2号側の30年目と40年目の評価の比較となっております。

最後、17ページになります。まとめになります。これまで御説明させていただきました内容を踏まえまして、評価結果として、審査基準に規定されている延長しようとする期間における要求事項との対比を以下の表に示してございます。

最後になりますが、施設管理方針としましては、照射誘起型応力腐食割れに関する評価結果によりまして、長期施設管理に関する新たな方針は抽出されなかったと判断してございます。

照射誘起型応力腐食割れについての御説明は以上となります。

○杉山委員 ただいまの説明内容に対しまして、質問、コメント等お願いいたします。

日高さん。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

5ページをお願いします。ここにステンレス鋼のIASCCの可能性評価が記載されておりますが、海外での損傷事例として、炉心槽溶接部に割れが生じていることが報告されていることを把握していますでしょうか。よろしくをお願いします。

○九州電力（上村） 九州電力の上村です。

先ほどお話ありました炉心槽におきます損傷事例につきましては、NRCのほうで報告がなされている概要程度は存じ上げておりますけれども、まだ詳しい内容につきましては、確認中でございます。

以上になります。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

NRCで報告がなされているとは思いますが、表1の炉心槽の海外損傷事例について「なし」というふうに記載されておりますけれども、こういった事例が川内1、2号機の知見収集の対象に含まれているかどうかについて説明してください。

○九州電力（上村） 九州電力、上村です。

知見収集につきましては、共通の審査会合等で御説明させていただいておりますが、今回の技術評価書の作成に当たりましては、2020年3月までの知見の収集としてございます。ですので、これからも我々、海外、国内含めて知見収集をしていきますので、その中で詳しく確認をして、改めてIASCC、こちらで海外の事例として恐らく挙げることになるかと

思っておりますけれども、内容確認しながら、川内でも起き得るかどうか、それも含めて評価をしていきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○日高安全審査専門職 この炉心槽に関わる海外事例について整理した上で、川内1、2号炉と当てはめて考えた上で説明をしていただけますでしょうか。

○九州電力（上村） 九州電力の上村です。

承知いたしました。我々も情報をもう少し確認しまして、可能な限り川内と比較をして御説明させていただければと思います。

以上であります。

○日高安全審査専門職 了解しました。

○杉山委員 ほかに、お願いします。

藤川さん。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

12ページのところで、現状保全に関することなのですが、バッフルフォーマボルトに関して、維持規格に基づく超音波探傷試験（UT）を実施する予定等はあるでしょうか。

○九州電力（安部） 九州電力から安部でございます。

維持規格に基づく非破壊検査に関しましては、運転開始後50年という時間が維持規格に記載されてございますので、その時間をもつての評価を検討しているということになると考えてございます。

以上になります。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

検討されているということで理解しました。

私からは以上です。

○杉山委員 ほかにありますか。

それでは、次の資料の説明をお願いします。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

それでは、資料1-4-1のパワーポイントの資料に従いまして、2相ステンレス鋼の熱時効について御説明させていただきます。

ページをめくっていただきまして、1ページ目をお願いいたします。こちら、目次となつてございまして、本日は、この構成に従って御説明をさせていただきます。

2ページをお願いいたします。こちらが1. 概要と2. 基本方針となっております。2ポツの基本方針の中で、延長の審査基準に対する記載がされている要求事項をこの形で整理しておりますが、本日は、この確認内容について御説明をさせていただきます。

3ページ目をお願いいたします。まず2相ステンレス鋼の熱時効についての説明となります。この熱時効につきましては、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるステンレス鋼鋳鋼におきまして、高温で加熱されると時間と共にフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとして相分離が起き、靱性が低下する可能性があるといったことが知られてございます。この靱性低下への影響につきましては、フェライト量が多いこと、使用温度が高いこと、また、使用条件として、応力（荷重）が大きいほど厳しくなるということで、本日は、この内容に従った評価を後段で実施してまいります。

4ページ目をお願いいたします。評価対象機器の抽出についてです。この評価対象機器及び対象部位につきましては、「日本原子力学会 原子力発電所の高経年化対策実施基準」に基づきまして、以下の三つの条件を含んだ機器、部位を評価対象として抽出をいたします。

観点としては、使用温度が250℃以上、使用材料が2相ステンレス鋼であること、あと、亀裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定される部位であるということ。この3点を行いまして、対象の抽出、行ってございますが、後ほど、次のページに示しておりますけども、ここに抽出された機器のうち、最も条件の厳しい1次冷却材管の評価内容につきましては、7ページ以降で御説明させていただきます。

5ページ目をお願いいたします。こちらが各機器、分類ごとに評価対象を抽出した整理表となっております。それぞれ使用温度、フェライト量、発生応力の整理をしてございます。この中で黄色で示してございますけども、1次冷却材管を最も厳しい部位として抽出をいたしました。また、白抜きにしておりますところは、選定後、除外した理由を白で記載させていただいております。5ページ目が1号炉の結果になります。

6ページ目をお願いいたします。こちらが2号炉の結果となりまして、こちらも1号炉と同様の結果となっております。

7ページ目をお願いいたします。こちらは評価点の抽出についてです。右側に評価対象としました1次冷却材管の概要図を示しておりますが、これらの中から評価点として三つの観点を用いた評価点の抽出を行います。

観点としては、一つ目が応力が最も大きい箇所、二つ目がフェライト量が最も大きい箇

所、三つ目に応力とフェライト量の組合せということで、米印の1番に記載しておりますけれども、①、②の抽出結果と比較をいたしまして、応力またはフェライト量のいずれかの値が大きい箇所、①、②の条件として包絡をされない箇所を③番として抽出いたします。また、④番に、米印の2で記載しておりますが、形状を考慮して選定した箇所ということで、エルボ部での応力が最も大きい箇所を抽出いたします。この結果について、次ページ以降でお示しをいたします。

8ページ目、お願いいたします。評価対象機器の抽出についてです。左側が1号炉、右側が2号炉の結果となっております。

まず、左側の1号炉についてですが、応力が最も大きい箇所として抽出したのが緑色で示しておりますホットレグの直管、フェライト量が最も大きい箇所が青色で示しておりますコールドレグの直管、応力とフェライト量の組合せで抽出した箇所が蓄圧タンクの注入管台、エルボ部で抽出した箇所がSG入り口の50°エルボとなっております。

続いて、右側に2号炉の結果を記載しておりますが、こちらは1号炉と異なりまして、フェライト量と応力量の最大箇所がホットレグの直管となっております。したがって、黄色の観点である応力とフェライト量の組合せにより抽出される箇所はございません。また、ピンク色で示しておりますエルボ部で応力が最も大きい箇所は、SG入り口の50°エルボとなっております。

9ページ目をお願いいたします。こちらから健全性評価の内容となっております。

まず、評価対象期間における脆化の予測については、H3Tモデルを用いまして、脆化の予測を行います。米印の1番に記載しておりますけれども、破壊靱性値は熱時効と共に低下をして、最終的には底値に落ち着くということで、今回の評価におきましては、保守的に破壊抵抗値の底値を使用しております。

また、(2)番に記載している想定亀裂ですけれども、こちらはJEAG4613に準拠いたしまして、超音波探傷検査の検出能力を考慮した設定を実施しております。具体的な内容につきましては、米印の2番に記載しておりますが、過去に実施をされました国の実証事業におきまして、ステンレス鋼の深さ0.18tの疲労亀裂を検出可能であるということが確認されておきまして、これらを保守的に設定するという観点では、0.2tに設定してございます。

10ページ目、お願いいたします。健全性評価の数値となりますが、この初期亀裂がプラントの運転中に生じる応力サイクルによりまして、60年間で進展する量をJEAGに基づき算

出をいたします。応力のサイクルにつきましては、実際の過渡回数に基づきまして、60年までの予測を実施いたします。応力拡大係数につきましては、供用状態のA、B及び1/3Sd地震時におけます内圧・熱応力・曲げモーメントの荷重を用いて算出をいたします。

疲労亀裂進展解析の結果を表5、次ページで示しますが、まず、この時点におきまして、60年間の亀裂の進展を想定しても、配管の貫通には至らないということを確認しております。

11ページ目をお願いいたします。こちらに1号炉、2号炉、それぞれ先ほど評価点として抽出いたしましたそれぞれの部位における初期と60年時点の亀裂の深さ及び亀裂の長さを記載しております。

12ページ目をお願いいたします。亀裂不安定性評価用の想定亀裂についてです。この亀裂不安定性評価におきましては、安全側に評価を実施するために、先ほど算出をいたしました疲労亀裂を貫通亀裂と置き換えまして、評価を実施いたします。貫通亀裂を想定した状態におきまして、配管が不安定破壊しないということの評価として実施をいたします。

13ページ目、お願いいたします。破壊評価による健全性評価の結果となります。熱時効後におけます材料の亀裂進展抵抗、 J_{mat} と呼びますが、これと供用状態A、Bの条件よりも厳しいSAの荷重条件を用いて求めました想定亀裂に生じる亀裂進展力 (J_{app}) の比較を行いました。また、想定する荷重としましては、供用状態A、Bと重大事故等時、それぞれの想定をいたしますが、重大事故等時のほうが条件として厳しいことから、重大事故等時における評価で代表させております。評価の結果としては、いずれの評価点におきまして、不安定破壊を起こすことはないということが確認できました。

14ページ目をお願いいたします。こちらは2号炉の結果となっております、こちらも先ほどと同様の評価を行った結果、不安定破壊することはないことを確認しております。

また、5.2の現状保全についてですが、1次冷却材管につきましては、定期的に溶接部の超音波探傷検査及び漏えい検査を実施しておりますので、異常のないことが確認できております。

15ページ目をお願いいたします。総合評価です。運転開始後60年時点を想定した健全性評価の結果、熱時効が構造健全性で問題となる可能性はないことが確認できました。

また、内面からの割れにつきましては、溶接部の超音波探傷検査により検知可能でございますので、点検手法としても適切であるというふうに考えてございます。

また、冷温停止状態におきましては、条件として、今回実施した条件よりも厳しくなっ

てございますので、現状の保全を実施することで健全性が維持できると考えてございます。

7ポツの高経年化への対策ですが、1次冷却材管の熱時効につきましては、結果として現状保全の項目に追加すべき項目はないと判断いたしました。

16ページ目、お願いいたします。経年劣化傾向の評価、30年目と40年目の評価の比較となりますが、それぞれ30年、40年で選定をいたしました評価対象部位に対しまして評価を実施した結果、いずれにつきましても、配管は不安定破壊することなく、健全性評価上問題とならないこと及び定期的に超音波探傷検査を実施し、有意な欠陥がないことを確認できていることから、30年目に実施をいたしました評価内容及びそれ以降の保全は有効であったというふうに考えてございます。

表7に30年目、40年目、それぞれで評価点として抽出をした部位を記載しております。

17ページ目、お願いいたします。まず、審査基準適合性についてですが、以上の結果を踏まえまして、審査基準に規定されております延長しようとする期間における要求事項との対比について確認ができたというふうに考えてございます。

また、9.2の長期施設管理方針として策定する項目ですが、今回の結果から抽出される方針は、抽出されませんでした。

説明は以上となります。

○杉山委員 ただいまの説明内容に対して、質問、コメント等お願いします。

水田さん。

○水田技術研究調査官 規制庁の水田です。

資料5ページ、6ページについてですが、代表評価機器としまして、1次冷却材管を選定されています。この1次冷却材管ですが、これはどのループのものなのか説明してください。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

申し訳ございません。今、ちょっと手元で確認できる資料がございませんので、確認をして別途御回答させていただければというふうに考えてございます。

以上です。

○水田技術研究調査官 規制庁の水田です。

後日回答いただけるとのこと、了解いたしました。確認していただいた資料については、今後、説明していただくとともに、また補足説明資料にも併せて記載するようお願いいたします。

私からは以上です。

○九州電力（福山） 九州電力の福山です。

承知いたしました。

○杉山委員 ほかにありますか。

藤川さん。

○藤川安全審査官 規制庁の藤川です。

6ページの2号の評価対象機器に関して質問なのですが、蓄圧タンク出口第2逆止弁のフェライト量が代表にされた1次冷却材管よりも若干大きい数字になっているのですが、なぜこの蓄圧タンク出口第2逆止弁は代表にはなっていないのでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

この蓄圧タンク出口の第2逆止弁につきましては、まず疲労割れによる亀裂は想定されるのですが、疲労評価の結果、許容値を満足するため亀裂が発生する可能性は小さいといったことがまずございます。こちらは弁になりますので、厚板で製造されているということも踏まえますと、1次冷却材管のほうが評価上厳しくなるというふうに判断をいたしまして、またフェライト量以外の条件も踏まえますと、そちらのほうが代表として適切だろうというふうな判断をしているものでございます。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

今の説明、基本的に応力に関する説明だったのかなと思うのですが、フェライト量に関しては、何か考察というか、代表しなくていいというか、考慮されているのでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

定性的な確認にはなっております。フェライト量の差異というのは、おっしゃっていただいたとおり、蓄圧タンクの逆止弁のほうが大きくはなっているのですが、若干の差でございます。定性的な判断にはなるのですが、そのほかの条件、使用温度ですとか発生応力、こちらのほうが評価条件を効いてくるであろうということと、そもそもこの逆止弁が厚板であるということも踏まえて、総合的に判断をしているといったものになります。

以上です。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

今の説明は、多分、資料上からは読み取れなくて、1次冷却材管の選定理由のところ

も、フェライト量、発生応力共に大きいためというふうな記載になっているので、その点はちょっと正していただいたほうがいいかなと思います。いかがでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山です。

おっしゃるとおりかと思しますので、もう少し丁寧な説明、記載ぶりを検討させていただきます。御指摘ありがとうございます。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

承知しました。続きましてなのですが、資料の8ページへ行っていただいて、1次冷却材管の中から評価対象部位を選定されているのですが、この中で、また2号炉なのですが、フェライト量がホットレグ直管が一番多いということで、青四角で囲まれているのですが、同じくクロスオーバーレグ直管（垂直管）ですとか、クロスオーバーレグ直管（水平管）についても、フェライト量が同じく約17.3というふうになっていますが、ここはなぜホットレグ直管のみを代表にしているのでしょうか。この詳細、約の小数点以下の数字のところ、ホットレグ直管が一番大きいということなのでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

今おっしゃっていただいた小数点以下の数値については、今ちょっと確認ができないので、詳細にはお答えしかねるところでございますが、こちらも記載ぶり、よくなかったかなと思いますが、こちらも先ほどと同様でして、この2号炉については、ホットレグの直管がフェライト量が大量なのに加えて、応力の値も断トツでというか、圧倒的に大きくなっておりまして、評価点の抽出においては、こちらを選ぶのが妥当であるというふうな判断をまずしてございます。今おっしゃっていただいたフェライト量の点がありますが、小数点以下の数値を踏まえましても、いずれにしても代表として抽出するのはホットレグ直管が適切だろうというふうに思います。とはいえ、誤解を呼ぶというか、最大であることには変わりはないので、もう少し適切な記載ぶりというのを検討させていただければと思います。

○藤川安全審査官 規制庁、藤川です。

一番厳しくなるのはホットレグ直管というのは分かるのですが、7ページのところとか、評価点としてはフェライト量が最も多い箇所も評価点として出すというふうに書かれているので、その点について、誤解のないようにしていただければと思います。

私からは以上です。

○杉山委員 ほかにありますか。

日高さん。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

16ページをお願いします。表7の30年目及び40年目の評価部位において、30年目の2号炉では、蓄圧タンク注入管台を応力が最大の箇所として選定していましたが、蒸気発生器の取替工事を反映した結果、応力の最大箇所がホットレグ直管に変更になった理由を説明してください。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

今おっしゃっていただきましたとおり、30年目と40年目の間で蒸気発生器の取替工事を実施しております。この取替工事の結果、1次冷却材管を含んだループ解析と呼んでおりますけれども、解析における進展の荷重、その他の条件が変更になっておりまして、解析を再度実施しているということが30年目と40年目の間でございました。この解析の結果、荷重が逆転をしているといったものになります。

以上です。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

ループ解析の解析条件が異なることによって、応力の最大箇所が変更になったというふうな説明と捉えましたけれども、これについては、補足説明資料の中に記載されていますでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

熱時効の補足説明資料の中には、現状、含まれておりませんので、ちょっと適切な箇所を検討させていただいて、もっと詳細に、なぜこういった逆転が起きているのかを補足させていただければというふうに考えております。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

詳細な考察を補足説明資料に記載いただくということで了解いたしました。

○杉山委員 ほかにありますか。よろしいですか。

そうしましたら、次の資料に進む前に、双方で出席者の交代がありますので、ここで休憩を設けます。再開時刻は14時55分といたします。

（休憩）

○杉山委員 再開いたします。

九州電力は次の資料の説明を開始してください。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部でございます。

それでは、引き続き資料1-5-1に基づきまして、川内原子力発電所1、2号炉劣化状況評価のうち、電気・計装品の絶縁低下について説明いたします。

資料をめくっていただきまして、1ページ、2ページになります。こちら、目次になりまして、本資料は、記載の構成となっております。

続いて、3ページをお願いします。こちらは概要と基本方針について記載をしてございます。

続いて、4ページをお願いします。事象の概要になります。電気・計装品には、プラスチック等の高分子材料が使用されており、絶縁低下は、これら高分子材料が機械的、電氣的及び環境的な要因で劣化することにより電気抵抗が低下し、絶縁性が維持できなくなる劣化事象でございます。

続いて、5ページをお願いします。評価対象についてです。電気・計装品の絶縁低下に対する評価対象は、記載の15機種分類のうち、絶縁低下の可能性のある全ての機器としてございます。絶縁低下が想定される機器は多数存在するため、本資料においては、環境条件が著しく悪化する設計基準事故または重大事故等時において、期待される安全機能を発揮し、維持できることが要求される機器のうち、難燃PHケーブル及びピッグテイル型電線貫通部の評価の詳細を説明いたします。

ページめくっていただきまして、6ページ及び7ページにつきましては、15機種分類のうち絶縁低下が想定される機器、また環境条件が著しく悪化する環境においても機能要求のある機器を整理した表になってございます。

続いて、8ページをお願いします。評価方法のうち、評価に用いる環境条件につきましては、40年目の評価前に自主的に実施した環境調査結果及び30年目の評価に適用した環境調査結果は、厳しい条件を選定し、さらに、川内1、2号炉を包絡する条件にて設定をしてございます。

評価に用いる規格等は、以下に記載のとおりとなっております。

続いて、9ページをお願いします。選定機器の技術評価として、まず難燃PHケーブルの評価を説明いたします。ここでは難燃PHケーブルの構造図、使用材料、また、実機での使用条件として、通常運転時、設計基準事故時、重大事故等時の温度と圧力、また放射線の条件をまとめております。

続いて、10ページをお願いします。難燃PHケーブルの健全性評価は、下の表に示す2種類の手法がございまして、IEEEの規格を根幹にした電気学会推奨案による健全性評価、ま

た、JNESにより取りまとめられたACAガイドによる健全性評価になります。それぞれの評価事象に基づく評価の内容を次に説明いたします。

11ページをお願いします。まず、一つ目の手法である電気学会推奨案による健全性評価です。この試験手順を下のフローに示しております。このフローにありますとおり、供試ケーブルに対して、熱と放射線による60年間相当の加速熱劣化を実施した後、事故時相当の放射線照射、また、事故時雰囲気暴露を行いまして、最終判定として、屈曲浸水耐電圧試験を実施して健全性を確認するものです。

それでは、12ページをお願いします。中ほどにあります表につきましては、60年間の通常運転、設計基準事故、重大事故の試験条件を示しております。こちらは川内の実機条件、右の列になりますが、こちらを加味したものとなっております。表の中列にある試験条件が、表の右列にある実機条件を包絡するものとなっております。最終判定として、屈曲浸水耐電圧試験を実施し、合格していることを確認しております。評価結果としましては、運転開始後60年時点においても、絶縁機能を維持できることを確認しております。

続いて、13ページをお願いします。二つ目の手法であるACAガイドに基づく試験手順になります。フローを下に示しておりますが、供試ケーブルに対して、熱と放射線による加速同時劣化をした後に事故時相当の放射線照射、また、事故時雰囲気暴露を行い、最終判定として耐圧試験を実施しております。評価に当たっては、原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書の試験結果を用いております。この@ページの右の表にあります試験条件と試験結果につきましては、本報告書より引用したものであり、試験条件を実機条件で換算して、難燃相当の健全性が担保されるかを確認してございます。

続いて、14ページをお願いします。こちらが、先ほど申しました換算の結果でございます。表の評価期間が60年未満のものにつきましては、これまでに既に更新を行ってございまして、その更新結果、実績を踏まえますと、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できることを確認しております。

15ページをお願いします。現状保全、総合評価は記載のとおりでございます。高経年化に対応して、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と判断いたしました。

続いて、16ページをお願いします。ここからは、2号炉の低圧ケーブルの評価となっております。こちらに関しましては、1号炉と同様の評価結果のため、説明は割愛させ

ていただきます。

ページ飛びまして、23ページをお願いします。電気ペネトレーションの技術評価としまして、ピッグテイル型電線貫通部の評価結果になります。ここでは、当該貫通部の構造図、使用材料、また、実機での使用条件として、通常運転時、設計基準事故時、重大事故等時の温度、圧力、放射線の条件をまとめたものになります。

24ページをお願いします。電気ペネトレーションの健全性評価は、下の表に示す規格等に準拠した方法により実証してございます。ピッグテイル型電線貫通部につきましては、IEEEに準拠した試験結果に基づき評価を行っておりますが、これに加えまして、外部リード単独での絶縁性能についても評価を実施してございます。外部リードにつきましては、製造メーカーの違いにより分類を行っておりまして、それぞれにつきまして、ケーブルの評価に準じた評価を実施してございます。

25ページをお願いします。IEEEに準拠したピッグテイル型電線貫通部の長期健全性の手順をこちらに示します。フローとしましては、供試体に対し通常時運転期間相当の加速熱劣化、そして、通常時と事故時の放射線照射、その後に加振試験と事故時の雰囲気暴露を実施してございます。

26ページをお願いします。試験条件及び試験結果になります。こちらの表につきましても、右列の川内の1号炉の劣化条件を包絡する試験条件で実施してございまして、この試験結果を踏まえまして、運転開始後60年時点においても絶縁性能を維持できるということを確認してございます。

27ページをお願いします。こちらは外部リードの健全性評価のうち、電気学会推奨案による健全性評価であります。試験の手順につきましては、ケーブルの説明時に示したものと同様となっております。

続いて、28ページをお願いします。長期健全性試験条件（外部リード1-1）の条件と結果を示してございます。こちらも同様に、川内の実機環境を包絡した試験条件で試験を行ってございまして、結果として、問題がないことを確認してございます。

29ページをお願いします。こちらが外部リード1-2の試験条件と結果をまとめたものでございまして、外部リード1-2に関しましては、事故時の機能要求がないため、通常運転相当のみの試験となっております。その結果を踏まえて、問題がないことを確認してございます。また、これら電気学会推奨案に基づく評価結果により、運転開始後60年時点においても絶縁機能を維持できることを確認してございます。

30ページをお願いします。こちらが、ACAガイドに基づく試験手順になります。こちらにも同様に、ケーブルのときに説明したものと同じです。

31ページをお願いします。試験条件と試験結果になります。こちらも、先ほどと同様に、川内の実機環境を包絡した試験条件で試験を行ってございまして、試験結果を踏まえて、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いうことを確認しております。

32ページをお願いします。現状保全と総合評価については記載のとおりで、高経年化への対応としましては、現状の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と判断いたしております。

続いて、33ページをお願いします。ここからは2号炉の電気ペネトレーションの評価になりますが、1号炉と相違点がございまして、5ページめくっていただいて38ページをお願いします。川内2号炉の外部リードにつきましては、絶縁材料及び製造メーカーの違いによりまして、表のとおり分類をしております。この分類された数に1号炉と相違がございまして、それぞれの分類ごとに評価を実施してございまして、評価結果としましては、60年時点においても絶縁機能の維持に問題がないことを確認しております。

続きましてページ飛びまして、47ページをお願いします。47ページ以降につきましては、これまでに説明した選定機器以外の技術評価を載せております。こちら一覧表の機器につきましては説明は割愛いたしますが、いずれについても現状保全を踏まえて、機器の長期健全性を確認しております。

続いて、54ページをお願いします。経年劣化傾向の評価です。30年目の評価以降、40年目の評価として新たに実施した実機環境評価結果に基づく温度と放射線量を踏まえた評価を実施し、事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては、60年間の健全性について確認することができました。また、事故時雰囲気内で機能要求がないケーブルにつきましても、今後も現状保全を継続することとしております。

これらのケーブルにつきましては、30年目で実施した評価内容及びそれ以降の保全が有効であったと考えます。

また、ケーブル以外の事故時雰囲気内で機能要求がある電気・計装品につきましては、健全性確認等により、30年目以降も適切な対応がなされたと考えます。

なお、事故時雰囲気内で機能要求がある機器の管理につきましては、設置環境と健全性結果を基にリスト化する等、整備を進めてございまして、定期取替品としている電気・計装品の取替管理につきましては、機器個別の評価寿命を超過しない期間内で取替を実施して

おります。

55ページをお願いします。まとめになります。技術評価を行った結果、2ポツの基本方針で示した全ての要求事項を満足していることを確認しました。また、長期施設管理に関する方針は抽出されませんでした。

電気・計装品の絶縁低下に関する説明は以上になります。

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

皆川さん。

○皆川主任技術研究調査官 原子力規制庁の皆川です。

私からは5点ほど質問したいと思います。

まず、初めに共通的な部分について質問いたします。

一つ目ですが、パワーポイント8ページを御覧ください。8ページの(2)評価方法(a)のところですが、評価に用いる環境条件については、40年目の評価前に自主的に実施した環境調査、これと過去にNISA合意書に基づき実施した環境調査結果に基づいているとされています。このように、環境を的確に把握することは、電気・計装品の寿命評価等においても重要なことかと思いますので、こういった取組については妥当と考えます。

その上での質問ですけれども、この自主的に実施されている環境測定に関する実施方針ですね、具体的には、測定項目と測定方法、測定時期、こういった考え方について説明をお願いします。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

環境調査につきましては、まず、測定の目的としましては、EQ機器の設置環境の変化が寿命評価に影響するかどうかの確認を目的として、大体现状10年に1回程度実施してございます。その調査範囲としましては、主にEQ機器が設置されている原子炉格納容器内と主蒸気配管室、あと、使用済燃料ピットエリアを対象に評価を実施してございます。

40年目の評価前に実施した測定結果につきましては、大体60か所の測定点を測っておりまして、それに基づき実機の健全性を評価してございます。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 はい、分かりました。

で、ちょっと追加的にお伺いしますけれども、その過去にNISA文書に基づいて実施した環境測定と、それから、最近やった環境測定、これで何か相違点等ありますでしょうか。具体的には、NISA文書対応では、放射線測定についてはアラニン線量計を使ったり、温度

計については温度メモリですね、それからラベルタイプ、そういったものを使って測定されたと伺っていますが、そういった使った機器とか、あるいはその範囲等について違いがあれば説明してください。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

測定機器につきまして、相違点については、現状資料を持ち合わせておりませんので、別途御回答いたします。

なお、NISA文書に基づいた測定と、あと40年前に実施した測定に関しまして、測定箇所が大体20か所ぐらい変わっておりまして、至近に実施した、40年前に実施したものについては、30年目より10か所多く測定してございます。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 はい、分かりました。追加的に御説明いただけるところについては、また別途よろしく申し上げます。

二つ目の御質問ですが、先ほどの箇所と関連するところです。8ページのところで、その測定結果から厳しい条件を選定して、さらに1号、2号を包絡する厳しい条件にて設定しているというふうに書かれておりまして、これについては、12ページ、19ページ辺りにありますケーブルの電気学会推奨案に関して条件設定の考え方を書かれているのかなと思っております。

一方で、14ページ、19ページにありますACAガイドについては、その布設区分、布設箇所に応じて、個々の温度とか放射線線量率をインプットして寿命を評価されていると思いますので、この8ページに書いてある、その包絡する厳しい条件に設定するという話は、そのACAの評価には当てはまらないと思いますけども、その理解でよろしいでしょうか。

○九州電力（青木） 九州電力です。少々お待ちください。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

すみません、確認して、別途お答えいたします。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 はい、分かりました。

次に、3点目の質問に移りたいと思います。次は電気ペネトレーションに関する内容についての質問になります。

30ページを御覧いただけますでしょうか。ここでは、電気ペネトレーションの外部リードに関する評価としてACAガイドに基づく評価を行ったというふうにされております。

まず、最初に御確認ですけれども、ここで、31ページ目に具体的な試験条件などが書かれておりますけれども、この手法について、そのACAガイドに準拠していますということのその理由としては、当方の理解としては、一つ目として、その31ページ目の米印の一つ目にありますけれども、実機環境の線量率が低いということで、熱による劣化が支配的な領域であるというところから、その放射線の模擬を上表でバーとしておりますけれども、ここで、その根拠として使った熱による劣化が支配的な領域であるということのその根拠が、そのACAガイドを参照しているACA報告書のデータを用いていること、それが1点目。それから、試験条件の温度の換算において活性化エネルギーを使っていると思いますけれども、その設定方法を、そのACAの考え方に基づいているというところ、それが2点目。3点目として、最後の耐電圧試験を、実耐電圧試験を用いていると、こういった理由によって、そのACAガイドに準拠しているとそういうふうに言っていると理解していますが、それよろしいでしょうか。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

今、おっしゃった3点につきましては、御認識のとおりでございます。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 はい、分かりました

その上で、31ページの実際の試験条件についての質問ですけれども、ここでは、実機で使用された実機ケーブルを使って、それに追加的に劣化を加えて試験をすると、そういった実機ケーブルを使った試験をしているということで、こういった手法は海外でもやられておりますし、JEAGにも規定されていることで、妥当な手法かと思っております。

で、一方で注意しなきゃいけないのは、ここで47℃-21.3年と、これは実機ケーブルが使われていた環境とか期間を、ここ書かれていると思いますけれども、これは的確に指定するということが大事かと思っておりますけれども、ここら辺が、その温度、それから年数ですね、これを的確に設定されているのか、説明してください。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

この試験に用いておりますサンプリングレートにつきましては、まず、格納部におきまして実際に布設されたケーブルを基に試験をしてございます。で、そのケーブルにつきましては、実布設期間が38.7年。あと、稼働率の55%を踏まえまして、21.3年という年数を算出してございます。

すみません、温度については、ちょっとすみません、確認してまた別途回答いたします。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 規制庁、皆川です。

その21.3年というところについては、そのプラントが通常の運転をしている時間だけを設定していて、カウントしていて、それ以外の止まっている期間、止まっている期間でも、ある程度劣化は進行するかと思えますけども、そういった部分は考慮せずに、保守的な設定になっていると、そういう理解でいいのでしょうか。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

今の御認識で問題ございません。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 はい、分かりました。それでは、その温度の設定のところについて、別途回答の準備をお願いします。

それから、4点目になります。また、共通的な内容に戻りますけれども、54ページを御覧いただけますでしょうか。54ページで、真ん中よりも下のほうになお書きで書いておりますけども、事故時雰囲気内で機能要求がある機器の管理については、設置環境と健全性結果を基にリスト化する等、整備を進めておりという記載がございます。その電気・計装設備のこういった事故時、機能要求のある重要な機器の健全性評価においては、そのベースとなる資料として、その機器のリストですね、こういったものの整備というのは非常に重要なことだと思います。

で、質問は、川内原子力発電所1、2号機において、こういった機器リストの整備状況ですね、それから、今後の整備の計画について御説明をお願いします。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

今おっしゃった事故時雰囲気内で機能要求がある機器の管理については、事故時雰囲気内、DB事象に関する機器に関しましては、EQ管理リストを定めて確認をしております。また、常設SAにつきましては、高経年化技術評価において健全性の確認や保全の妥当性確認を実施してございまして、現在、運用しております保全プログラムを継続することによって、60年時点においても絶縁機能を維持できると判断しております。また、SA設備のうち、定期取替品となっているものにつきましては、今後、JEAG4623を踏まえまして、EQ管理リストのほうに追加する方針で今考えております。

以上になります。

○皆川主任技術研究調査官 原子力規制庁の皆川です。

今おっしゃったことをちょっと確認したいんですけども、設計基準事故設備のそのEQ管理リストについては整備が完了していて、で、重大事故対処設備については、今後、整備を進めると、そういったことでよろしいでしょうか。

○九州電力（跡部） 九州電力、跡部です。

御認識のとおりです。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 分かりました。規制庁、皆川です。

ということは、現状では、その重大事故対処設備については、そのリストの整備はまだ途中であるというふうに理解しますけども、こういった状況においても、適切に管理はなされて、その機器の寿命に至る前に、取替えが確実に行われるということは、どうやってそれを担保しているのかについて説明をしてください。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

SAの事故時に機能要求がある定期取替品のうち、プロセス制御設備関連のものにつきましては、補足説明資料の別紙6のほうに取替周期の妥当性について検討してございます。SAの定取品につきましては、この中で評価をされた年数を超過しない年数で、今、現状、運用していることを確認してございます。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 原子力規制庁、皆川です。

ということは、現状保全の中できちっと、その取替えについては担保されているということを理解しました。

最後の質問、5点目ですけども、この資料自体には書かれていないんですけども、最新知見の反映についてお伺いします。2019年に、NRA技術報告としまして、「重大事故環境下におけるケーブルの絶縁特性の分析」という研究報告書が発行されております。これを受けて、原子力規制庁ではATENAとの意見交換を行いまして、この中で、PWR用のケーブルについては、その重大事故環境下における絶縁抵抗の低下を考慮しても、その有意な測定の誤差、計装に用いる場合は、測定の誤差を生じないというふうに説明されております。こういった知見を受けて、その川内1、2号における個別の設置の環境とか、個別の状況を踏まえて、どのように評価されているのか、御説明をお願いします。

○九州電力（跡部） 九州電力の跡部です。

ただいまのことに关しましては、補足説明資料、1号炉で言いますと別紙13、2号炉で言

いますと別紙14に記載をしてございまして、原子炉格納容器内の重大事故時環境下で機能要求があるケーブルにつきましては、それぞれ実機の、川内の最大ケーブル長により絶縁抵抗値を算出してございまして、それぞれ重大事故時に監視するパラメータの測定結果の影響を受けまして、非常に、どれも小さいものと考えますので、影響はないものという事で確認をしてございます。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 原子力規制庁、皆川です。

はい、理解をいたしました。で、ここで、その書かれているケーブルの線種とか、あるいは、ケーブルの最大長ですね、こういったところがポイントになると思いますけども、そのケーブルは、レポートに書かれているものと同じメーカーのものなのかという点と、それから、ケーブルの長さについてはどのように算出されたのか、的確に算出されているのかについて御説明をお願いします。

○九州電力（青木） 九州電力の青木でございまして。

NRA技術報告に記載のケーブルについて、同じメーカーのケーブルを使用してございまして、最大ケーブル長を求める方法としましては、ケーブルを布設したときの記録を参照して、ケーブル長を求めてございまして。

以上です。

○皆川主任技術研究調査官 原子力規制庁の皆川です。

はい、理解をいたしました。的確に最新知見を反映されているのだろうということが理解できました。

私からは以上になります。

○杉山委員 ほかに、はい、雨夜さん。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

この高経年化技術評価とは直接関係しませんが、施工不良状態が長時間経過後に発現した事象の観点で質問します。電気ペネトレーションの外部リードに関連し、経年劣化事象はありませんが、本年1月に、国内の他プラントにおいて、外部リードで荷重がかかったことによる通電不良により、原子炉一時停止の事例がありました。本事例を踏まえて、川内1、2号炉において、同様の状況がないことを確認しているでしょうか。

○九州電力（瀬之口） 九州電力の瀬之口です。

事象については承知をしてございまして、川内につきましては、1号炉については前回

の定期検査、それから2号炉につきましては、今、実施している定期検査の中で確認を実施しております。具体的な内容としましては、ケーブルの布設状況を確認しまして、外部リードに過剰な荷重がかかっていないことの確認、それから、CRDMにつきましては、電流の連続監視をしまして、同様の問題がないということを確認しております。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 御説明ありがとうございます。川内1号炉、2号炉のほうにおいて、同様な事象はないということを実際に見て確認したというふうに理解しましたが、それでよろしいでしょうか。

○九州電力（瀬之口） 九州電力の瀬之口です。

その御認識のとおりでございます。

以上です。

○雨夜上席安全審査官 規制庁、雨夜です。

了解いたしました。

○杉山委員 ほかにありますか。

それでは、次の資料の説明をお願いいたします。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

それでは、資料1-6-1に従いまして、耐震・耐津波安全性評価についての御説明をさせていただきます。

表紙めくっていただきまして、1ページ目をお願いいたします。大きな構成としましては、1ポツで耐震安全性評価、2ポツで耐津波安全性評価について、御説明をさせていただきます。

ページをめくっていただきまして、3ページ目をお願いいたします。3ページ目は概要、4ページ目は基本方針となっておりますが、これまでの資料の構成と同様に、2ポツのところでは基本方針としまして、「延長の審査基準」に記載をされている要求事項を表の形で整理をしておりますので、この内容についての説明をさせていただきます。

5ページ目をお願いいたします。まず、評価対象と評価手法についてです。評価対象につきましては、耐震安全性評価の前段で使用しております「技術評価」における評価対象と同様となっております。このページは、評価手順につきまして説明をさせていただきます。

こちら、以下でフローの形で整理しておりますけれども、まず、(1)によって記載してお

ります代表機器の選定を実施します。この機器の選定につきましては、「技術評価」における代表機器を基本としますが、同一グループ内に耐震重要度が上位の機器があればこれについても代表機器として選定を実施いたします。

(2)として、これらの選定した機器それぞれに対しまして、耐震安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行った後に、(3)として、それぞれの経年劣化事象に対する耐震安全性評価を実施いたします。また、(4)として、それぞれの評価の結果につきましては、評価対象機器全体に対して同様の評価が可能かどうかの検討を実施した上で、全体の展開を行います。(5)で記載しておりますが、地震時に動的機能が要求される機器に対する動的機能維持評価についても実施をした上で、以上の評価結果を踏まえて、保全対策に反映すべき項目の確認を実施いたします。

6ページ目、お願いいたします。本ページは、前ページで御説明をいたしました耐震安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出の流れを示してございます。抽出に当たりましては、技術評価で抽出されました経年劣化事象を、こちら(1)から(3)で記載しておりますが、このうち(1)である高経年化対策上着目すべき事象、丸事象、及び(2)で記載しております高経年化対策上着目すべき経年化事象ではない日常劣化管理事象、白三角事象を母数として、以下のフローに基づく評価を実施いたします。

で、この観点といたしましては、一つ目が、技術評価の結果、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事象であるか。また、振動応答特性上、または構造・強度上「軽微もしくは無視」できない事象であるかを踏まえまして、耐震安全性評価上考慮する必要のある事象の抽出を行います。

7ページ目をお願いいたします。本表は、先ほどのフローに従いまして抽出した結果を示しておりまして、まず縦軸、縦方向にポンプ、熱交換器等の劣化状況評価における小区分ごとに、それぞれの経年劣化事象に対する整理結果をまとめてございます。で、耐震安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象を二重丸で示しておりまして、これら抽出された事象に対する説明を後半で実施いたします。

8ページ目をお願いいたします。前段で二重丸でお示ししました、機器ごとに想定される経年劣化事象それぞれに対する評価手法をまとめてございます。評価に当たりましては、技術評価の結果から、運転開始後60年時点までに起こり得る劣化の状態を保守的に考慮いたしまして、基準地震動の S_s 、及び弾性設計用地震動 S_d を考慮いたしましても、それぞれの許容値を満足するということを確認しております。

一例で申し上げますと、一番上に記載してございますが、低サイクル疲労につきまして、運転開始後60年時点の過渡回数を考慮して、通常運転時及び地震時の疲労累積計指数の合計が許容値の1を上回らないことを確認いたします。

また、その下に記載しております中性子照射脆化、熱時効等々の材料の特性の変化を伴う事象に対する評価につきましては、それぞれの破壊靱性値を保守的に想定いたしまして、地震時の亀裂安定性評価を実施してございます。

9ページ目をお願いいたします。前ページからの続きとなりますが、評価手法についてです。上から申しますと、摩耗、流れ加速型腐食と全面腐食につきましては、いずれも劣化によって、それぞれの断面積の変化によって発生応力の増加が想定されます。この想定を踏まえまして、いずれについても耐震安全性評価上許容値を満足することを確認したものとさせていただきます。また、動的機能維持評価につきましては、地震時に動的機能維持が要求される弁・ポンプ等の機器につきまして、振動応答特性上、または構造・強度上、「軽微もしくは無視」できない事象を考慮しても、動的機能が維持されることを確認いたします。

10ページ目をお願いいたします。こちら、新規制基準の適合性審査におきまして用いた評価手法の、今回の劣化状況評価への適用の対応内容について整理したものとさせていただきます。まず、基準地震動につきましては、設計と同様に、基準地震動の S_s-1 及び S_s-2 とを用いてございます。また、弁の動的機能維持評価におけます $1.2ZPA$ の考慮ですとか、水平2方向の地震を考慮した場合の代表設備の影響評価等々、設工認と工事計画認可で適用いたしました耐震評価手法についても、今回、採用してございます。また、耐津波安全性評価の対象設備では、常設の重大事故等対処設備につきましても、基準地震動 S_s に対する評価を行ってございます。

11ページ目をお願いいたします。評価用地震力についての説明です。こちら、先ほどと同様、各設備の耐震重要度に応じて、設計時と同様、S、B、Cそれぞれのクラスに適用される地震力を入力としてございます。

12ページ目をお願いいたします。それぞれの評価地震動について、原子炉設置変更許可において設定している基準地震動を用いているということを記載させていただいております。それから、表の形で S_s-1 、設計用模擬地震波、及び S_s-2 、こちらは北海道の留萌支庁南部地震を考慮した地震波となりますが、それぞれの最大加速度について、水平方向、垂直方向の値を整理しているものとなっております。

13ページ目をお願いいたします。こちらからは代表の選定となります。今回の御説明に当たりましては、それぞれの事象ごとに評価内容及びその結果を代表にて御説明させていただくこととしてございます。で、本ページと次のページに代表として選定をいたしました機器・部位、及びその選定の理由につきまして、表の形で整理をさせていただいております。いずれの事象につきましても、基本的には評価条件が厳しい部位、最も厳しい部位を代表として選定をしてございますが、こちらの一番上に記載しております低サイクル疲労のように、評価手法が複数ある場合につきましては、それぞれを代表として選定をしてございます。

14ページ目をお願いします。こちらは前ページと同様で、代表機器の選定について整理をしているものとなっております。

15ページ目をお願いいたします。本ページから、具体的な評価結果についての説明をしてまいります。先ほど選定いたしました経年劣化事象ごとの代表の評価機器、部位ごとに評価の内容を記載しております。

まず、本ページにつきましては、主蒸気系統配管貫通部の伸縮継手に対する低サイクル疲労を考慮した耐震安全性評価となっております。こちらの評価につきましては、技術評価において算出いたしました運転開始後60年までの推定過渡回数を考慮した疲労累積係数、これと評価用地震動 S_s による疲労累積係数の合計が1を下回るということを確認しております。この結果は、耐震安全評価上問題がないということを確認してございます。

16ページ目をお願いいたします。こちらは低サイクル疲労のもう一つの評価となっております。余熱除去系統配管のアンカーサポートの取付部についての評価となっております。こちらの評価におきましては、溶接箇所、3か所ございますが、それぞれに対しまして評価用地震力 S_s に対する発生応力を算出いたしまして、許容応力との比較を実施します。いずれの分につきましても、応力比が1を下回ることから、耐震安全性評価上問題がないことを確認しております。

なお、本評価におきましては、弾性設計用地震力に対する評価と、静的地震力による評価を省略してございますが、米印の1番で記載しておりますが S_s の地震力は S_d の地震力及び静的地震力よりも大きく、また、 S_s 地震力による発生応力は S_d 及び S 、静的地震力の許容応力を下回る場合には記載を省略してございまして、これは以降の評価についても同様となっております。

17ページ目をお願いいたします。余熱除去系統ステンレス鋼配管の高サイクル熱疲労に

に対する評価です。当該系統の高低温水の合流部に周方向の貫通亀裂を想定し、評価用地震力 S_s により発生する応力を算出いたします。いずれの号炉におきましても、亀裂安定限界応力を超えず、耐震安全性評価上問題がないことを確認してございます。

18ページ目をお願いいたします。原子炉容器胴部の炉心領域部に対する中性子照射脆化に対する評価となっております。運転開始後60年時点の破壊靱性値と、保守的に設定しており想定亀裂に対する応力拡大係数、この比較を実施しておりまして、応力拡大係数は、技術評価において評価された加圧熱衝撃で生じる荷重に加えて、地震による、地震の S_s による荷重に上乘せをして評価を行ってございます。1号、2号をそれぞれグラフに示してございますが、応力拡大係数が破壊靱性値を上回らず、問題ないことを確認しております。

19ページ目をお願いいたします。こちらは1次冷却材管に対する熱時効に関する評価となっております。運転開始後60年時点までの疲労亀裂、及び熱時効による材料の靱性低下を考慮した亀裂進展抵抗に対しまして、基準地震動 S_s を含めました運転時の荷重による亀裂進展力、この評価を実施した結果、健全性に問題のないことを確認しております。

20ページをお願いいたします。炉心槽（溶接部）の中性子照射に対する靱性低下に対する評価です。本評価におきましては、運転開始後60年時点における破壊靱性値、疲労亀裂を考慮いたしまして、評価用地震動 S_s 地震発生時の応力拡大係数と破壊靱性値の比較を行います。この結果、耐震安全性評価上問題ないことを確認いたしました。

21ページ目をお願いいたします。原子炉容器サポートのサポートブラケットの中性子及び γ 線照射脆化に対する評価です。こちらは、評価用地震動 S_s に対する運転開始後60年時点の応力拡大係数及び破壊靱性値の比を算出いたします。この結果、1号炉、2号炉いずれの号炉につきましても1を超えず、問題ないことを確認しております。

22ページ目をお願いいたします。廃液蒸発装置、蒸気発生器胴板の応力腐食割れに対する評価です。本設備は、耐震重要度がBとなっておりますので、評価用地震力については $1/2S_d$ を用います。貫通亀裂を想定した地震時の応力と亀裂安定限界応力の比較を行い、応力比が1を下回るということを確認できたことから、耐震安全性評価上問題のないことを確認できております。

23ページ目をお願いいたします。制御棒クラスタ制御棒被覆管の摩耗に対する評価です。この評価におきましては、制御棒被覆管肉厚までの摩耗を想定し、評価用地震動 S_s に対する発生値を算出し、許容値との比較を行います。この結果、いずれの号炉におきましても、応力比が1を下回ることを確認しております。

24ページ目をお願いいたします。こちらは、炭素鋼配管である主蒸気系統配管の流れ加速型腐食に対する耐震安全性評価となっております。本評価におきましては、配管内面の必要最小肉厚までの一様減肉を想定した耐震安全性評価を実施しております。いずれの評価においても、応力が1を上回らないこと、また、応力比が1を上回る場合には、JEAGの4601に基づく疲労評価を実施いたしまして、これが許容値を上回らないということを確認できております。

25ページ目をお願いいたします。原子炉補機冷却水冷却器の流れ加速型腐食についての評価です。本評価におきましては、伝熱管の内面が施栓基準の肉厚まで減肉したと想定いたしまして、自重及び評価用地震力の S_s により発生する応力が許容値を満足するということを確認しております。

26ページ目をお願いいたします。こちら復水タンク、基礎ボルトの全面腐食に対する評価です。本評価におきましては、運転開始後60年時点での減肉を想定した引張応力及びせん断応力が、それぞれ許容応力を上回らないことを確認しております。

27ページ目をお願いいたします。制御棒クラスタ案内管及び制御棒被覆管の摩耗を想定しました制御棒の挿入評価を行っております。こちら、いずれの号炉におきましても、経年劣化を想定した地震時の挿入時間が設計上の規定値を上回らないことを確認しております。

なお、この規定値につきましては、米印の1番で記載しておりますが、工事計画認可申請書の中で記載されている値というふうになってございます。

28ページ目をお願いいたします。主蒸気逃がし弁に対する動的機能維持に対する評価です。まず、本評価におきましては、流れ加速型腐食による減肉を想定したモデルを用いたスペクトルモーダル解析を行っておりまして、対象となる弁の応答加速度の算出を行っております。この結果、設計上の機能確認済の加速度を上回らないことを確認しております。また、入力するスペクトルにつきましては、周波数を100Hzまで拡張した応答加速度についての評価も実施してございまして、この場合、拡張した場合におきましても、加速度の増分が3%未満であるということから、この影響が軽微であるということも併せて確認しております。

29ページ目をお願いいたします。こちらは、水平2方向と鉛直方向の組合せの影響評価についてです。28ページで御説明いたしました主蒸気逃がし弁につきましては、 S_s 地震動による水平2方向と鉛直方向の組合せについての評価も実施をしておりまして、応答加速

度が機能確認済加速度を下回ることから、耐震安全性評価に影響がないことを確認しております。

30ページ目をお願いいたします。現状保全につきましては、「技術評価」のとおりとなっております。

31ページ目をお願いいたします。総合評価ですが、経年劣化事象を考慮いたしました場合においても、「延長の審査基準」の要求事項を満足し、耐震安全性に問題がないことを確認しております。

また、30年目に策定しております長期施設（保守）管理方針との差異がございますが、下の表に記載しておりますとおり、30年目の評価におきましては、肉厚計測による実測のデータの拡充を行うといった旨の長期施設管理方針を策定しておりました。で、この差異の理由について、ポツの形で記載しておりますが、まず、30年目の評価におきましては、必要最小肉厚において耐震の評価を満足しない箇所について、評価完了から申請までの期間が比較的短かったということもございまして、耐震補強工事による対応ではなく、予想肉厚の適用により評価を満足することを確認した上で、長期保守管理方針への保全策の追加というものを実施しておりました。今回は30年目の評価の結果がございましたので、結果として、全ての箇所で必要最小肉厚による耐震評価を満足することが確認できてございます。で、その結果、長期施設管理方針として抽出する必要はございませんでした。

32ページ目をお願いいたします。長期施設管理方針の有効性の評価についてです。

まず、一つ目の、30年目の長期保守管理方針についてですが、肉厚計測による実測データに基づいた耐震安全性評価を実施した炭素鋼配管の腐食についてですけれども、この実施状況は、1号炉、2号炉、それぞれ記載しておりますとおり、対策のサポート追設工事等々を実施してございまして、有効性評価の結果として、計画的な予防保全、また点検を実施することによって健全性が確認できていることから、長期保守管理方針が有効であったというふうに考えてございます。

33ページ目をお願いいたします。こちらは、基準地震動 S_s-2 に対する評価です。30年目におきましては、 S_s-2 は選択期間中に追加をされましたが、長期保守管理方針として、この S_s-2 に対する評価が必要な全ての機器・経年劣化事象について、 S_s-1 、 S_s-2 両方を考慮した評価を実施してございまして、この健全性の確認ができております。したがって、長期保守管理本心については有効であるというふうに考えております。

34ページは審査基準の適合性についてですが、これまで御説明させていただきましたと

おり、いずれの要求事項に対しても満足しているというふうに考えてございます。

以上です。

○九州電力（青木）引き続きまして、35ページ目以降より、耐津波安全性評価について御説明させていただきます。九州電力の青木と申します。

36ページ目に耐津波安全性評価の概要、37ページ目に基本方針を示してございます。

38ページ目をお願いいたします。耐津波安全性評価の評価対象になります。「劣化状況評価」の対象機器・構造物のうち、津波の影響を受ける浸水防護施設を耐津波安全性評価の対象といたします。対象設備としましては、以下のとおりとなっておりまして、39ページ目に評価対象設備の配置を示してございます。

40ページ目をお願いいたします。評価手法でございます。耐津波安全性評価では、津波の影響を受ける浸水防護施設に想定されます劣化事象に対しまして、以下に示しますフローに基づき、耐津波安全性に影響を及ぼす可能性のあるものを抽出しまして、基準津波を考慮した耐津波安全性評価を実施いたしました。

41ページ目をお願いいたします。ここから、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出について説明をさせていただきます。「劣化状況評価」の結果から、まず、1号炉の浸水防護施設に想定されます高経年化対策上着目すべき経年劣化事象につきましては、以下の表のとおりとなっておりまして、コンクリート構造物の海水ポンプエリア防護壁と、貯留堰がございまして、こちらにつきまして、中性化による強度低下と、塩分浸透による強度低下が想定される経年劣化事象として抽出されております。こちらの事象につきましては、注書きで示します2と3番の理由によりまして、評価対象から除外をしております。

また、2号炉の浸水防護施設に想定されます高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は、抽出されませんでした。

42ページをお願いいたします。先ほど、41ページで整理をしました高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち、耐津波安全上考慮すべき経年劣化事象は抽出されませんでした。

43ページをお願いいたします。こちらでは、浸水防護施設に想定されます高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象のうち、耐津波安全上考慮すべき経年劣化事象を整理してございまして、1号炉は43ページから45ページ、2号炉につきましては46ページから48ページに、その整理結果を記載してございます。

その結果、整理の結果、1号炉におきましては、45ページに記載してございます計測制御設備の取水ピット水位の基礎ボルトの腐食を、耐津波安全上考慮すべき経年劣化事象として抽出をしてございます。また、2号炉につきましては、48ページに記載してございます計測制御設備のうち、取水ピット水位と津波監視カメラの基礎ボルトの腐食を、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出をしてございます。

49ページ目をお願いいたします。経年劣化事象を考慮した耐津波安全性評価についてです。「2.4の(1)耐津波安全性評価」にて抽出されました、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対しまして、耐津波安全性評価を実施いたしました。以下に、基礎ボルトの腐食に対しまして耐津波安全性評価を示してございます。こちらは、1、2号炉の取水ピット水位の評価例を示してございます。基礎ボルトの腐食を考慮しまして、津波時の発生応力を算出し、評価した結果、津波時の応力比は許容値である1を上回らずに、耐津波安全上問題がないことを確認いたしました。

50ページ目をお願いいたします。保全対策に反映すべき事項の抽出について、浸水防護施設におきまして、「技術評価」にて検討されました保全対策に、耐津波安全上の観点から追加すべき項目はございませんでした。

51ページ目をお願いいたします。審査基準への適合性につきまして、2.2の基本方針で示しております要求事項につきまして、耐津波安全性評価を行った結果、全ての要求事項を満足しており、審査基準に適合していることを確認しております。また、施設管理に関する方針として策定する事項につきましても、抽出されませんでした。

以上で、耐津波安全性評価の説明を終了します。

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

鈴木さん。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

パワポ資料の15ページ、ここに主蒸気系統配管貫通部の伸縮継手の疲労累積係数の値が出ております。これによりますと、1号炉の場合、基準地震動 S_s に対しては、0.279という数字になっておりますが、他方、30年時の評価書によりますと、同じ部位の疲労累積係数は約3倍大きい値だったんですね。で、30年と40年で約3分の1の小さい数字に変わった、その理由を説明してください。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

まず、30年目の評価結果につきましては、代表として選定をしておりましたA系の評価

結果になります。で、今回記載をしております、この0.279という値についてはB系の評価結果になります。30年目と40年目で、この代表が変わった理由というところなんですけれども、代表選定に当たりましては、その前段で実施いたします技術評価、この表で言いますと、この左側の0.021、この値を用いて評価が、値が大きくなっている傾向の評価結果を代表として選定をしているということで、30年目にはB系の評価は使用してなかったんですけれども、40年目実施をしたことで、B系を代表として選ばれてしまったということで、結果として、この記載する数値が小さくなってしまっているといった経緯があって、そういった違いが生まれているものとなってございます。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

御説明は分かりましたが、そうしますと、このA系のほうの値の40年目評価での数字はどうなっているのでしょうか。同じ数字になるのでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

地震時のUfで申しますと、30年目が0.944でした。で、40年目も0.944ということで、値としては同じ数値となっております。

以上です。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

分かりました。今の御説明に戻りますと、技術評価側での代表のラインが今回はB系となったということで、今回のような記載になったということなんです。他方、耐震の評価という面で見ますと、運転時の疲労累積係数と基準地震動Ssによる数値の足し算がどういうレベルにあったかということが大きな着目点になりますので、この今回のA系とB系の結果をそれぞれ着目点が違うという意味においても、評価書のほうに併記していただくことは可能でしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

御指摘のとおりだと思いますので、記載する方向で検討いたします。

なお、本日、御提示させていただいております補足説明資料、こちらでは、A系、B系それぞれの値を記載させていただいております。評価のフローといいますか流れを、その前段で実施しているものを材料として抽出をしているということに結果的になっておると、そういうことに、結果的にはなってしまうしておりますが、その経過として、いずれも御提示させていただきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

よろしく申し上げます。

もう1点質問させてください。パワポ資料の24ページ、この24ページに炭素鋼配管、この場合、主蒸気系統配管の流れ加速型腐食に対する評価結果が記載されております。これを見ますと、1号炉のこれは主蒸気系統配管なんですけど、質問させていただきたいのは、評価書の別冊を見ますと、主給水系統配管の流れ加速型腐食に対する評価結果として、この地震動による疲労累積係数が出ておりました、今回、40年時評価が、評価書では0.037という数字が出ているんですが、30年時評価ですと、約3倍の大きな値になっておりました。この評価結果の30年と40年での評価結果の違いの理由について説明してください。

○九州電力（青木） 九州電力の青木です。少々お待ちください。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

ただいまの御質問いただいた箇所というのは、40年目の評価結果として0.037といった値を記載させていただいている。で、この値を30年目から比べると小さくなっているんだけど、その理由についてといった趣旨かと理解したんですけども、まず、その質問の趣旨としてはそれでよろしいでしょうか。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

そのとおりです。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。失礼いたしました。

まず、30年目の評価においては、当該箇所、評価の結果は厳しい評価になってございました。評価の手法がまず異なっております。当時は時刻歴による解析を実施しておりました。当該部については、その評価が厳しかったので、30年と40年の間で改造の工事を実施しております。具体的には炭素鋼から低合金鋼への材料の変更を行っております。で、その結果、評価としては緩くというか安全ラインになりましたので、評価の手法をスペクトルモーダル解析に変更するという事も併せて実施をしております、この結果として、30年の結果よりはだいぶ小さい値になっているという違いが生まれてございます。

以上です。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

今の御説明の筋は分かりましたが、それ、補足説明書にはまだ記載されていないですね。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

今おっしゃっていただいたとおり、その具体的数値というのは記載はございません。今日、提出させていただいている補足説明資料に、別紙21という形で、30年目と40年目の相違の理由という整理をしておりますが、その中で、その違いというのは定性的な御説明をさせていただいています。

なお、その理由については、そこで御覧いただけるかなと思うんですけども、その具体的数字の違いについては記載箇所がございませんので、適切な記載箇所をちょっと検討していただければというふうに思います。

○鈴木技術参与 規制庁、鈴木です。

分かりました、できれば、評価条件とか評価内容が、違いが分かるように対比する形で、記載を補足説明書のほうに追記していただきたいと思います。

よろしく申し上げます。

○九州電力（福山） 九州電力の福山です。

承知いたしました。

○杉山委員 はい、日高さん。

○日高安全審査専門職 規制庁、日高です。

32ページをお願いします。32ページの真ん中の表には、30年目の評価において、実測データ地を用いた耐震安全性評価を実施した6系統の炭素鋼配管が記載されております。で、今回40年目の評価においては、この6系統の炭素鋼配管に設備対策を実施することで、必要最小肉厚を用いて耐震安全性評価を実施しております。

で、表の下に、その実施状況としまして、例えば1号炉では、22回定期検査、23回定期検査、それぞれにおいて、分けて設備対策が行われているんですが、どのような設備対策、どのように設備対策の優先度を決定していたのかというところを説明してください。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

まず、それぞれ精緻化を実施した箇所については、要するにどれほどの緊急性があるかというのをその時点で確認をいたします。で、当該箇所についてはいずれについても、その、すぐに対策を行わなかったとしても、何か構造健全性上問題があるものではないということは、まず大前提として確認をいたします。で、その後のその優先度ということにつきましては、他の工事ですとか、保全上のそのサイクルの考え方ですとか、他の作業との干渉等々を踏まえて、優先度を定めるものとなってございます。なので、答えとしては、その大丈夫であることは当然確認はさせていただいた上で、その他の作業との兼ね合いで

優先度を決めていくと、そういったことを実施しております。

以上です。

○日高安全審査専門職 規制庁の日高です。

他の作業との兼ね合いでというふうにおっしゃられたんですけども、もう少し、その具体的な、何というんでしょう、具体的にどのような考えで設備対策の優先度を決めていったのかというところは、何か九州電力のほうでお考えはなかったのでしょうか。もしくは、考えを説明できますでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

当該箇所について、どうだったかというのは、持ち帰って確認はさせていただく必要があるかと思いますが、基本的には、例えば、サポート打ちたい箇所の近くで足場を組むですとか、その系統全体の分解点検を実施するですとかというようなものがあれば、当然それと同時に実施したほうが効率もよくなってまいります。で、その保全の考え方としても、点検サイクルごとに実施するものと、保全計画と呼んでいますけども、1年前単位に実施するものと、それぞれの保全のサイクルの考え方といったものもそれぞれの設備にございます。そういったものを総合的に判断していくというのが基本的な考え方になりますので、この当該箇所についてどうであったかというのは、ちょっと持ち帰らせていただきたいと思いますが、基本的な考え方はそういった考え方になってまいります。

以上です。

○日高安全審査専門職 規制庁の日高です。

保全サイクルと、あと作業効率の考え方というところから、総合的に決めているということは理解しました。もう少し整理をした上で、補足説明資料の中に、記載の充実を図っていただけますでしょうか。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

承知しました。ちょっと、もう少し補足的に、御理解いただけるような記載にしたいと思います。

○日高安全審査専門職 規制庁の日高です。

了解いたしました。

○杉山委員 ほかにありますか。

はい、塚部さん。

○塚部安全規制調整官 規制庁の塚部です。

先ほど、鈴木からコメントさせていただいた15ページ目の疲労累積係数に絡んでなんですけど、その、今回御説明いただいたのは、実はこれより、ここに書かれているよりも大きな数字がA系でありますよということだと思っておりますが、同様に、そのほかの評価において、同じように、その評価書に表れていない厳しい数字が出ているようなものがあるかということと、そういうものがあるのであれば、同様に、その評価書上どう記載するかというのは並行して検討いただければと思います。

以上です。

○九州電力（福山） 九州電力の福山でございます。

ほかにもないかというところについては、当然、我々としても確認させていただいてるところであります。で、記載すべき数値がほかにもしあるの、漏れてないのかということとは、もう一回整理をさせていただいて、記載すべきところについては、どんどん追記をさせていただくという対応を取らせていただきたいと思います。

以上です。

○塚部安全規制調整官 はい、よろしく申し上げます。

○杉山委員 ほかにありますか。よろしいですか。

それでは、資料はこれで全てですね。本日、全体を通して何かございますか。

はい、金城さん。

○金城審議官 規制庁の金城ですけれども、今日追加の説明ですね、多分、聞いていても分かると思いますけれども、やっぱり30年目の評価と、あと40年目の評価の違いに対するしっかりとした説明というのが足りなかったかなと思っています。定性的には、規格が変わったとか、入力が変わったとか、代表部位が変わったとかがあるんですけど、やはりこれ、具体的な評価でもって成り立っている高経年化、劣化評価ですから、しっかりと定量的な説明をしていただきたいと思います。特に最後のところね、疲労累積係数は、30年目が0.944とか、0.858ですかね、そういう大きな値になったところがしっかりと説明されていないというのは、やはりちょっと、むしろね、その我々が、こうやって確認する時間がかかってしまう要因にもなりますので、早くやはり説明したいということであれば、できるだけ丁寧な、定量的な説明をよろしくお願ひしたいと思います。

以上です。

○九州電力（上村） 九州電力の上村です。御指摘ありがとうございます。

先ほどいただきました御指摘を踏まえまして、30年目と40年目の評価をできる限り定量

的に今後お示ししていきたいと思います。

ありがとうございます。

○杉山委員 ほかにありますか。

今の30年目、40年目の話、私もちょっと追加させていただきますと、現象論、その物理化学現象として比較したとき、どうなるはずだという我々の見通しとか見込みがあって、それとの比較を行う上で、評価式が変わりました、あるいは、評価部位が変わりました、それでは現象そのものを見極めることはできません。そういう意味で、その今の時点の合格・不合格というだけではなくて、やはりその、きちんとその変化を追えていること自体も確認できるような、そういったような資料をお願いしたいと思います。

あと、もう1点ですね、途中で、あれはIASCCの資料でしたか、最新知見、その海外事例について、今の資料は、基本的に2020年までの事例を拾っているというような御説明だったと思いますけど、その最新知見の取り込みという点では、期限を設けず対応いただきたいと思います。

で、これは、今、高経年化への対応について、これまでずっと検討を続けておりますけれども、最新知見を取り込むということは、本当に重要なアクションだと思っておりまして、これは、制度が新しくなるからとか関係なく、今もうそういった姿勢を見せていただきたいと思っております。その点、よろしくをお願いします。

今日、全体に関しまして、九州電力から何か、もしございましたらお願いします。

○九州電力（林田） 林田です。

杉山委員からのお言葉、よく分かりました。現象としてしっかり見れているというところもお示ししたいと思います。今後とも御指導のほど、よろしくお願いいたします。

九州電力からは以上です。

○杉山委員 それでは、本日予定していた議題は以上となります。以上で議題1を終了いたします。

今後の審査会合の予定ですけれども、7月20日、木曜日、13時30分から、プラント関係の公開の会合を予定しております。

それでは、第1169回審査会合を閉会いたします。

ありがとうございました。