

原子力施設等における事故トラブル事
象への対応に関する公開会合
第20回議事録

令和5年3月14日（火）

原子力規制庁

原子力施設等における事故トラブル事象への対応に関する公開会合
第20回
議事録

1. 日 時：令和5年3月14日（火）13:30～14:40

2. 場 所：原子力規制委員会 13階会議室B, C, D

3. 出席者

(1) 原子力規制委員会

杉本 孝信	実用炉監視部門	安全規制管理官（実用炉監視担当）
村田 真一	実用炉監視部門	統括監視指導官
小野 達也	実用炉監視部門	上級原子炉解析専門官
菊川 明広	実用炉監視部門	管理官補佐
小林 慎治	実用炉監視部門	主任監視指導官
林 奏太	実用炉監視部門	原子力規制専門員
嶋崎 昭夫	高浜原子力規制事務所	統括原子力運転検査官

(2) 事業者

関西電力株式会社

鶴 一隆	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力発電部長
棚橋 晶	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力保全担当部長
横田 昌樹	高浜発電所	運営統括長	
久我 徹	原子力事業本部	原子力発電部門	保修管理グループ マネジャー
吉沢 浩一	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
三井 和樹	高浜発電所	電気保修課	電気保修課長
宇野 誠高	高浜発電所	原子燃料課長	
岡本 庄司	原子力事業本部	原子力発電部門	保修管理グループ チーフマネジャー
目木 義久	原子力安全・技術部門	プラント・保全技術グループ	マネジャー
下野 哲也	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー
日数谷 命	高浜発電所	電気保修課	作業長

4. 議 事

- (1) 関西電力株式会社高浜発電所4号機における原子炉自動停止事象について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料1-1 高浜発電所4号機 原子炉自動停止について（3月7日公開会合
でのご指摘事項への対応方針）

6. 議事録

○杉本安全規制管理官 それでは、定刻になりましたので、第20回原子力施設等における事故トラブル事象への対応に関する公開会合を開催します。

司会進行を務めさせていただきます、実用炉監視部門、安全規制管理官の杉本でございます。

初めに、新型コロナウイルス感染症対策につきまして、原子力規制委員会では、昨日の3月13日からマスクの着用に関しましては個人の判断に委ねるということを基本とすることになりましたので、本会合においても着用は御自身の判断にお任せしたいと思います。

本日の配付資料は、議事次第に記載のとおりでございますが、御確認いただき、過不足があれば事務局まで御連絡ください。

それでは、本日の議題は、3月7日の公開会合に引き続いて、関西電力株式会社高浜発電所4号機原子炉自動停止事象についてでございます。

それでは、前回公開会合の場において指摘した事項などについて、御説明いただきたいと思います。よろしく申し上げます。

○鶴発電部長 関西電力、原子力発電部長の鶴でございます。

本日は、高浜発電所4号機原子炉自動停止につきまして、前回の会合で御指摘いただきました事項、6項目について御回答申し上げます。

それでは、高浜発電所運営統括長の横田より、資料に基づき御説明をさせていただきます。よろしく申し上げます。

○横田運営統括長 関西電力の横田でございます。私のほうから、御説明をさせていただきますと思います。

まず冒頭、資料の構成についてですけれども、最初の9枚、パワーポイントの資料になっておりまして、こちらが、いただいた御指摘内容と、それを受けて先日御提示しました分厚い報告書、その本文をどう変えるのかという、新旧比較の形で整理してございます。その後ろにNIS挙動解析という資料、左肩に別紙（1/6）～（6/6）まであるんですけれども、これは、この分厚い報告書の添付資料-33を抜き出している形でつけてございます。その後ろに参考資料と。そういう構成で資料のほうはつけさせていただいております。

それでは、説明に入らせていただきたいと思います。

1枚パワーポイント資料をめくっていただきまして、こちらが目次になります。いただいた六つの御指摘につきまして、次のページから、我々としての対応内容を御説明したいと思います。

1ページめくっていただきまして、右肩2ページです。まず、一つ目の御指摘事項ですけれども、これはNIS挙動の解析関連のものでございまして、2点ほど指摘をいただきました。一つ目は、制御棒挿入解析条件のエビデンスを報告書へ追記することと。二つ目は、M10の位置の近傍の制御棒が落下した際の解析結果を提示することと。この2点でございます。

一つ目の解析条件のエビデンスについてですけれども、このページの真ん中より下に表

の形でお示ししてございますが、静特性解析のものと動特性解析（時刻歴解析）に関する解析条件として、左に縦三つ書いてございますが、炉心条件、制御棒の挿入方法、解析コード、これを記載してございます。この内容を報告書本文の20ページと添付資料-33に追記することといたします。

具体的な追記内容につきましては、次の3ページを御覧ください。こちらのほうは、報告書の本文の変更前と変更後の記載内容を示したものでございます。赤字部が今回追加もしくは変更を行った内容でございます。

下の変更後のところで、4行目から5行目にかけて見ていただきますと、静特性解析に関して「20ステップ」ずつ挿入していること、それと、解析コードとして「ANCコード」を用いたということを追記してございます。

そして、真ん中よりもやや下側の「これを踏まえ」というところの文章以降で、時刻歴解析の解析モデルとして、「TWINKLEコードを使用した」とこということを追記するとともに、前回の会合の場のやりとりの中で、口頭で御説明させていただきましたが、解析における制御棒が落下し始めた時間の設定の考え方、こういったものをこちらのほうに追記いたしております。

さらに、ちょっと資料としては後ろに行ってしまうのですが、先ほど申し上げた、左肩、別紙（1/6）～（6/6）のほうの資料に少し説明を移りたいのですが、こちらが報告書の添付資料-33になりますが、こちらの左肩、別紙（1/6）と書いてございますペーパーを御覧いただきたいと思っております。こちらに、赤字でなお書き以降で書いていますとおり、解析の炉心条件というのを赤字で追記したいと考えております。

また、時刻歴解析における制御棒の挿入方法、すなわち、どのタイミングで全制御棒が挿入されたかというのを設定しているかの考え方について、別紙（3/6）を御覧いただきたいと思っております。こちらのほうに、全制御棒の挿入のタイミングについて記載してございます。まず、下側の赤で囲っているグラフを見ていただきたいのですが、縦軸にNISの変化率、横軸に時間を示しております、黒の点線で示してありますが、原子炉トリップの設定値でありますNIS変化率が-7%というところを示しております。これを見ると、まず紫のN44が-7%に到達して、その次に青のN41が-7%に到達し、その時点で、解析上、制御棒を全挿入しているというものを示したグラフでございます。その内容を上のほうの赤字のところにも追記をしたというものでございます。

また戻っていただいて恐縮ですけれども、パワーポイントの右肩3ページのところに戻っていただきたいと思っております。次に、二つ目の御指摘でありましたM10の近傍の制御棒が落下したときの解析結果についてでございますが、まず、ここの3ページを御覧いただくと、一番下から3行目、なお書き以降で、「なお、M10位置以外の制御棒が落下した場合のNIS挙動の違いを参照する観点で、M10位置近傍4箇所の制御棒1本が落下した場合等の時刻歴解析を行っており、いずれの結果もM10位置の制御棒1本が落下した場合の解析の方が、実機のNIS挙動に使いことを確認している」と。このように追記してございます。

この結果を、またちょっと後ろに行くんですけれども、先ほどの別紙（4/6）～（6/6）、こちらのほうに具体的な解析結果を追記しております。

この（4/6）～（6/6）の内容を簡単に御説明させていただきますと、具体的には、ここに炉心を上から見たイメージ図をつけておりますけれども、M10の近傍のN09、P10、L11、M12、これをそれぞれ1本ずつ落下させた場合の解析を行った結果を別紙（4/6）と（5/6）に示しております。これを見ると、いずれも実機と解析値の挙動が異なるということが分かりました。

次に、（5/6）ページを見ていただきまして、さらに、M10と同じ2BDパワーキャビネットで制御して、かつM10の近くにいるJ09、K10というものをそれぞれM10と同時に落下させた場合の挙動というものを解析で確認をしてございます。その結果が最後の別紙（6/6）になります。これを見ても、いずれも実機と解析の挙動が異なるということが分かりました。

以上のところが一つ目の御指摘に対する変更内容でございますが、その他、赤字になっているところもございますが、それらは、より分かりやすくという観点で、記載の適正化を図ったものでございます。

続きまして、二つ目の御指摘事項についてということで、右肩4ページを御覧いただければと思います。御指摘の内容は、報告書の2ページの記載について、電流低下した1本の制御棒がD6であることを報告書に明記するというものでございますが、こちらは変更後のほうを見ていただくと分かる通り、括弧書きで「D6」というものを追記することといたします。

次、右肩5ページをお願いいたします。次に、三つ目の御指摘事項についてでございます。内容は、電流値が上下するメカニズムについて、振動や熱の影響等、エポキシによって固定されていることも含めて補足説明を報告書へ追記するというものでございます。

これに関しては、下の変更後のところの赤字で記載を追加させていただいておりますが、本日は読み上げることはいたしません。記載内容としましては、前回の会合で、口頭で御説明した内容を文字として、こちらのほうに追記するという形でございます。

これに関連する追加事項としまして、ちょっとまた後ろに行くんですけれども、一番後ろのページの参考資料5というものがございますが、こちらに、はんだ付け部の耐力を確認するために、今回実施した模擬引張試験結果を示しております。それが一番最後の参考資料5になります。この内容を報告書にも追加をしたいというふうに考えております。内容につきましては、固定部のはんだの溶け込み量を変化させて、こちらに写真で示しますような引張試験機で引張試験を行って、はんだ部の引張力に対する耐力を確認したものでございます。

以上が三つ目の御指摘事項に関するものでございます。

右肩6ページをお願いいたします。四つ目の御指摘事項に関するもので、内容としましては、原因調査過程で発生した、部分挿入事象で得られた知見、再発防止について、補足

追記するというものでございます。

これに関しては、赤字で書いていますとおり、本文側の記載に追記をしたいと思っております。ちょっと読み上げさせていただきますが、「また、通常の起動停止とは異なる故障時の調査等、特殊な状況においても、原則、今回のような電源操作を実施することはないが、万が一、電源操作を実施する必要がある場合には、今回の調査の過程で判明した瞬間的な電流低下事象に十分留意する。さらには、今回のようにMGA、MGBを電源投入した場合、投入後にMGCのMGコイルを一旦、強制保持状態とすることで、その後、SGコイル電源投入時の電流変動があってもMGコイルによるラッチが可能となるため、今回と同様な事象が発生することはない」ということで、今回得られた知見をこのように反映したいと考えております。

続きまして、右肩7ページでございます。こちらが五つ目の御指摘事項についてでございます。内容としては2点でございます。1点目は、重故障警報発信後の手順については、対策として必要ではないかというもの。二つ目は、一次原因となったケーブルが覆いかぶさって荷重となっていた点について、推定原因に追記すべきではないかというものでございます。

この御指摘に対する報告書の変更内容ですが、パワーポイントの7ページと8ページ、7ページが推定原因、8ページが対策の新旧というものを示しております。赤字が一つ目の御指摘に対する対応、青字が二つ目の御指摘に対する対応ということで示しております。

まず、一つ目の重故障警報発信後の手順につきましては、パワーポイントの8ページ、次のところの8ページに、報告書の9項の対策に関する記載、変更前と変更後を示しておりますけれども、赤字に記載のとおり、なお書き以降、ちょっと読みますが、「なお、原子炉が運転している状態において、点検調査の操作にて制御棒をシングルホールド状態とした際に原子炉が自動停止した事象であったことを踏まえ、今後、「CRDM重故障」の警報が発信した場合に慎重な原因調査を進めるための点検方法を定める」という文言を追記したいと考えております。

また、この対策の記載内容の追記に対応する形で、7ページの推定原因のところにも赤字で書いていますけれども、1行目のところ、「点検のためにMGラッチのコイル電源を切り」ということを、推定原因のところにも対応する形で追記をしたいというふうに思っています。

御指摘の二つ目、ケーブルが覆いかぶさっていたことを推定原因に追記すべきではないかということについては、スライドの7ページに青字で記載のとおり、「また、電気ケーブルの接触不良の原因は、原子炉格納容器貫通部出口（原子炉格納容器内側）と端子台の間において、貫通部出口側電気ケーブルに、コイル側電気ケーブルが覆いかぶさっていたことにより、原子炉格納容器貫通部内から引き抜かれる方向に力が働いていたためと推定した」というような記載を追記したいと考えてございます。

ここで、今、このスライドの8ページの対策のところにも書いてある内容について、具体的な今我々が考えている内容を、少し参考資料を用いながら、4点ほど御説明をさせてい

ただきたいと思っております。

まず1点目が、対策のところのボツの一つ目で書いてございます、今回の事象を受けた点検・保守方法の見直しというものの具体的な内容でございまして、後ろのほうの参考資料1と2を御覧いただければと思います。

まず初めに、参考資料1を御覧いただければと思ひまして、これは今回、ケーブルが覆いかぶさっていたことに対する保全内容の見直しでございまして、具体的には、チェックが三つありまして、一つ目と二つ目のチェックが、現在運転中のプラントに対する対応でございまして、一つ目のチェックですが、運転中プラントについては、次回定期検査時に、原子炉格納容器貫通部から端子箱までのケーブルを点検し、今回の事象と同様の荷重を受けていないことを確認し、荷重を受けていることが確認された箇所については、点検のうえ、適切な処置を講じるというものです。高浜1、2号機については、現在の停止期間中に点検を実施いたします。

二つ目のチェック、次回定期検査までの期間については、故障時は警報監視によって感知できることから、有意な兆候がないか、警報やパラメータを監視していくというものでございまして。

三つ目のチェックにつきましては、我々の保全プログラムへの追加事項でございまして、表に記載してありますとおり、点検内容の根拠、判断基準を書いてございましてけれども、こういった内容を点検・保守方法に関する観点として、保全のプログラムのほうに取り込んでいくということを考えてございまして。

次に、参考資料2を御覧いただきたいと思ひます。まず、今回のCRDMの電流低下事象というのは、これまでの定期検査で行ってきた点検メニューでは異常が確認されなかったというものでしたが、今回の事象を受けた後、実施した電流の連続的な監視というもので異常が確認できたということを踏まえた保全内容の見直しになってございまして。

具体的には、こちらにフローを示しておりますけれども、まず、全ての電気計装回路を対象に、ダイヤの①、ケーブルへの外力の影響を受けにくい端子部構造となっているか、ダイヤの二つ目、②として、通常運転中の監視・点検の中で回路抵抗の変化を確認可能か、三つ目、現状の点検で機能影響のある回路抵抗の変化を確認可能かと、フローを流した結果、資料中のチェックの一つ目に記載のとおり、定期検査中の点検において電氣的な点検追加が必要な対象となるのは、CRDMの回路であるということになりました。

二つ目のチェックのところに記載してありますとおり、CRDMの回路については、定期検査中の点検において連続監視を行って、回路抵抗変化の傾向を監視するというものを保全内容に追加したいというふうに考えております。

引き続きまして、参考資料3のほうを御覧いただきたいと思ひます。こちらは、ちょっと戻るとあれなので読み上げますが、対策のところ二つ目のボツがございまして、設備改造等によるケーブル付設時の注意事項を請負工事に関する心得集に追記するという文言を記載しているんですけども、その心得集というものに、どういう記載を追加するのかと

いうのを説明したものでございます。

今申し上げた文書というのは、工事の請負会社に対する当社の調達要求事項というものを定めた文書でございまして、追記する内容が赤字で書いているものでございます。読み上げると、「余長ケーブルによってケーブル接続部近傍に荷重が付加された場合、接続部の導通不良や接触不良に繋がる可能性があるため、ケーブル布設時は余長ケーブル等による荷重がかからないようにすること」ということを追記して、当社の調達要求事項として定めたいというふうに思っております。

参考資料3というのは、上のところに書いていますとおり、「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」、「原子力発電所請負工事に関する心得集」ということで、これは事業本部の上位文書になりますので、この内容は高浜だけではなくて、美浜、大飯にも展開されるものになってございます。

引き続きまして、先ほど少し説明をした、CRDMの重故障の警報が出たときに、どのようなことをするのか点検方法を定めるという御説明をしたんですけれども、その点検方法の案を示しているのが参考資料4になります。参考資料4のほうを御覧いただければと思います。

これは今、現状、検討している内容を記載しているんですけれども、まず一つ目、CRDMの重故障が発信した場合は、制御盤内の表示灯の点灯状態を確認すると。その上で、ダブルホールドを維持した状態で実施可能なコイル電流波形の連続監視や盤内配線の接続調査等の原因調査を実施すると。

②として、①の調査で原因が特定できなかった場合は、シングルホールド状態とするときのシングルホールド側となるコイルの電流波形に異常がなく、健全性を確認できた場合に限り、シングルホールドとした上で不具合箇所を特定するための追加調査を実施するというようなことを考えておまして、いずれにしても、今回と同様な事象を発生させないように、慎重な対応をしていきたいと思っております。

それでは、パワーポイントのほうに少し戻りたいのですが、パワーポイントの右肩9ページを御覧いただければと思います。こちらが最後の六つ目の御指摘事項に関するものでございます。

内容は、ケーブル貫通部について、施工履歴や保守点検内容・履歴、そして導通不良が発生した経緯を明記するという御指摘の内容になっています。

これに対しては、変更後のところの赤字で書いていますとおり、「なお、当該の原子炉格納容器貫通部および端子箱内のケーブルについては建設以降改造した実績はなく、布設状態に変更はないことから、建設時から原子炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上に他のケーブルが覆いかぶさっている状態であったと推定した」というような記載を追加させていただきたいと考えております。

説明のほうは以上になります。ありがとうございました。

○杉本安全規制管理官 ありがとうございました。

それでは、質問や確認事項があればお願いします。規制庁側から、ありますでしょうか。
はい、村田さん。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

ちょっと説明の確認等、幾つかさせていただければと思うんですけども、まず、パワーポイントの資料で言うと右肩の5ページのところになるんですけども、追記いただいた内容については、理解はしているつもりなんですけれども、この中に、先ほど説明のあった参考資料5の部分の今回引張試験をやられた結果を盛り込んでいるというようなお話、説明だったかと思っているんですけども、具体的にどの部分に、この引張試験の結果というか、それを踏まえた表現が入っているのかをちょっと確認だけさせてもらえればと思っているんですけども、どの部分を追加したというふうに認識すればいいでしょうか。

○久我マネジャー 関西電力の久我でございます。

右肩5ページ、こちらの赤線部のところの「この引張力は」から始まる場所の真ん中辺りです。「そのため」というところからなんです、「今回の引張力が、建設以降から事象発生までの間に、ケーブル心線を介して接続金具のはんだ付けの部分に伝播・作用し、はんだ付けが剥離した可能性がある」と、このように書かせていただいているところでございます。

実際、はんだ付けの部分というのは、強度の確認、強度を持たせる、引張に対しての、そういう設計をしていたところではないので、実際、どの程度張るのかということを確認しなくてはならないというふうに我々考えまして、参考資料5にあります模擬はんだ付け部の引張試験、これをさせていただいたというものでございます。参考資料5にありますとおり、耐力が確認されたというところで、可能性を見出したというところでございます。
以上です。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

ありがとうございました。場所はよく分かりました。

それで、今回の参考資料5に示されている引張試験は、これはいわゆる引張試験なので、破断というか、取れてしまうまで多分引張っての試験をやっているところだと思っていますので、今回の事象のメカニズムで推定されている、完全に抜けるというわけではなく、ちょっと剥がれたといいますか、剥離して点接触になっているといったような状態を必ずしも模擬しているというわけではないとは思っているんですけども、そういった意味で、この試験で、ある程度の力がかかれば、負荷がかかれば、はんだ付け部分のところに何らかの不具合が生じる可能性はある、推定できるという、確たる証拠ではないものの、傍証というか、可能性としてありますという、そこら辺が、証明とまではいきませんが、推測できるものであったという、そこまで確認できたと、そういう理解でよろしいんですか。

○久我マネジャー 関西電力の久我でございます。

おっしゃるとおりです。我々、前回の会合の中で、抵抗値増加のメカニズムとしてお示

しました、いわゆる正常な状態から正常ではない状態に至る、ここの部分ですね、ここがまず、やはりキーになっていると思ってしまして、そういった部分を試験の中で確認をできたと、そういうように考えてございます。

以上です。

○村田統括監視指導官 規制庁、村田です。

了解しました。やられたことについて、特に何か問題があるとか、そういうことではないんですけども、ただ、やはり我々も報告書、先週から頂いたものを読まさせていただいた中で、やはりここのはんだ付けの部分が不具合を起こしてというところは、どうしても推測の域を出ないというところがあるなと思ってまして、ほかの部分はいろいろ実測をされて、潰されてきているので、残りの可能性の部分というと、こういう引張試験をされたりなんかして、不具合のところ、ある程度特定はされているとは認識はしているんですけども、やはり実際にもものを見て、現物で試すであるとか、そういったことができていない今の状態だと、ここは推測をどうしても出ないなと思ってるので、例えば今、現にあるものを取り出すであるとか、正確な模擬をやってみるであるとか、そういったことを可能性としてやれるものなのかどうか、その可能性について今、ちょっとどういうふうに考えておられるのか少しお話を伺えればと思うんですけども。

○棚橋部長 関西電力の棚橋でございます。

今、完全な模擬みたいな形のお話をいただきましたけども、この部位は、先ほど久我が申し上げた接続部は樹脂の中に埋もれております。これで、もし、まず当該のものについては、現在、空き端子を使用して再使用するつもりでございますので、その部分だけ取り出しても、これ結構、リガメントが小さいものでございますので、そこを取り出すとなると、今度、ほかに影響を与えてしまう可能性があります。ですから、ちょっと類似のもの等で例えば作りまして、それを見ようと思っても、樹脂に埋もれてしまっていますので、完全な模擬をしたとしても、その樹脂を剥ぎ取っていく段階で、例えば正常なものも不正常になってしまったり、いろいろ、これやり方がかなり難しいと思っています。だから完全な再現まではちょっと難しいのかなというのが我々の認識でございます。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

確におっしゃるとおり、なかなかこの当該部分だけをこう、今、微妙な接触状態にあるのを抜き出して、それをそのまま外に出して同じように再現ができるかということ、おっしゃるとおり難しい部分は当然あるんだとは思っているので、そういう意味では、別の引張試験をやって補強されているという認識を持ってはいるんですけども、とはいえ、やっぱりもう少し、本事象の推定部分をもう少し補強することってできないのかなというのをちょっと思ったりもしてまして、この想定自体を否定するものではないんですけども、少し後でもいいんですけど、何か補強するような形で別途その調査を行うということもあっていいのかなと思って。というのは、やっぱり見えない状態のところであるので、それを、あと長年荷重がかかってきていたというところで、ある程度年月がたって出てき

てしまったものであるというのもありますし、あと検査をやっても見つかってなかったという事実もあるので、少しこの辺のところについてもう一步、検証とまではいかないまでも、何か違う形で評価できるような調査を継続されるであるとか、そういったことを少しお考えになられてもいいんじゃないのかなと思っているんですけども、その辺について何か、今の時点でお考えがあればお聞かせ願えますか。

○棚橋部長 関西電力の棚橋でございます。

御指摘、ありがとうございます。確かにおっしゃるとおりでございます。今回、新たに、先ほど説明申し上げました電流値を測定するとか目視の点検をするというのを追加しましたけども、我々のほうは、これ、確かにこういう事象というのはまれな事象でございますので、例えば、今、取替を計画しております、今ではないんですけども、次回以降に取替を計画しております貫通部の取替とか、我々、廃止措置プラントも持っておりますので、こちらの同じようなものを取り出して、そこを見るということは可能だと思うんですけども、何分にも先ほどちょっと申し上げたように、ちょっとうまくいくかどうか分からないということで、これからのちょっと取組として考えさせていただきたいと思いません。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

今、お話のちょっと確認だけなんですけれども、取替を予定しているというお話がありましたけれども、それは具体的に高浜4号というか3号というか、その辺りなんでしょうか。少し具体的にもし可能であれば教えていただけますか。

○三井課長 関西電力の三井です。

取替を予定しています貫通部は、高浜4号機の三重同軸型の電気ペネトレーションになります。次回、第25回定検、本年12月頃から開始を予定しておりますけれども、その定検において取替工事を計画しております。

以上です。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

ありがとうございました。そこは今事象が起こった場所と似たような構造を持っていると理解をしておけばいいでしょうか。

○三井課長 関西電力の三井です。

構造としては似たようなものです。ただ、種類として三重同軸型ペネということで、今回、故障が、不具合がありましたピッグテイル型とは多少違いますけども、似たような構造にはなっております。

以上です。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

ありがとうございました。今おっしゃった12月頃に予定されているところで、どうせ交換するので、それ取り出したところで、それを使って何か少し試験の拡充を図るようなことをされるというふうなことをお話しいただいたと理解をしております。ありがとうございます。

いました。

○杉本安全規制管理官 ほかに質問、確認事項はありますか。

はい、小林さん。

○小林主任監視指導官 実用炉監視部門、小林です。

参考資料2について、ちょっとお教え願いたいんですが、一番最後のほうに、一番下のほうですね、「回路抵抗変化の傾向を監視する」とあるんですが、ちょっと場所というか確認なんですが、前回の公開会合資料の26ページ、よろしいですかね。で、(イ) (ロ) (ハ) (ニ) という、こういう記号が振られてるんですが、タイトルからすると(ロ)の部分をやられるのかなとも思い、また、最初のパワーキャビネットからのコイルアセンブリ、Lコイル、MGコイル、SGコイルのところまで一気通貫でやるのか、どういうやり方でやるのかをちょっとお教え願いたいと思います。

○三井課長 関西電力の三井です。

前回の会合の資料の26ページ、先ほどいただきましたところですけども、(イ) (ロ) (ハ) (ニ)、これ全て接続した状態でこのパワーキャビネットから電流をコイルまで送りまして、その電流の値を取りあえず監視するという事で考えてございます。

以上です。

○小林主任監視指導官 規制庁、小林です。

(ロ)に特化したというわけではないということですね。

○三井課長 関西電力の三井です。

(ロ)の部分を見たいというのが一番でございますけども、特化する形ではなく、全体を俯瞰して見えるように、(イ) (ロ) (ハ) (ニ)をつないで見るという事で考えてございます。

以上です。

○小林主任監視指導官 規制庁、小林です。

ありがとうございました。

○杉本安全規制管理官 ほかに質問等ございますか。

じゃあ、高浜事務所の嶋崎さん。

○嶋崎統括原子力運転検査官 高浜規制事務所、嶋崎です。

何点か単純な質問も含めて確認をさせていただきたいなと思います。それで、まず1ポツの解析関係で、別紙にもちょっと記載があるところなんですけども、前回でもNISの変化率という定義について、ちょっと説明してくださいみたいなところを申し上げておりました。基本的に私としては、そのNISの出力について、微分回路みたいなのを設けて、その変化率を求める仕組みになっていて、厳密に言うと、その%という単位が付いてますけど、 $\Delta\%/\Delta t$ みたいな値をちゃんと求めているのではないかなと思うんですけど、実際そのとおりかどうかというのをちょっと1回確認させていただけないでしょうか。

○宇野課長 関西電力の宇野です。

おっしゃるとおり微分回路を通してまして、NISの変化率というのは、このNISのデータの微分を取りまして、実際に嶋崎さんがおっしゃられたような内容で変化率を求めているということになります。

以上です。

○嶋崎統括原子力運転検査官 どうもありがとうございます。それで、安全解析に関して、若干ちょっと頭の整理といいますか確認を取らせていただきたいと思いますと思うんですけども、そもそも設置許可などで制御棒1本の落下事象というのが過渡解析事象としてあります。過渡解析事象というのが、要は、その制御棒1本が落下したとしても、落下して炉心の出力分布にひずみが生じることが想定されるが、燃料への影響がないことを確認するというのが解析の目的かと思っております。それで、今回の実際に起こったことに照らしてみたときに、要はそういう事前に解析とか、安全確認とかで、要はその安全性が確保されているということを確認している、そういう想定範囲内で今回の制御棒落下というのが、その後も含めてですけど、挙動として推移したと、そう理解すればよろしいのでしょうか。ちょっとその辺りを説明いただけないでしょうか。

○宇野課長 関西電力の宇野でございます。

まず、燃料健全性というところの観点でございますけれども、高浜4号機、第25サイクルの取替炉心の安全性において制御棒1本落下というのは評価をしてございます。その評価の結果、安全解析の範囲内であることも確認してございますので、また今回、その評価、M10の位置の落下ということで確認してございますけれども、この位置はその取替炉心の安全性における制御棒位置落下、1本落下の場所でもございまして、炉心の安全性としては問題ないことが確認できてございます。

また、燃料の健全性という観点では、なおという説明になるかもしれないんですけども、原子炉運転中、それから停止後の原子炉一次冷却材中のヨウ素濃度の確認もしております。健全性に問題ないことも確認してございます。

説明は以上です。

○嶋崎統括原子力運転検査官 高浜、嶋崎です。

御説明、ありがとうございます。

続けて、ちょっと別の質問もしてもよろしいでしょうか。

○杉本安全規制管理官 はい、どうぞ。

○嶋崎統括原子力運転検査官 すみません。ちょっと全体的に、今さらながらの感もある質問なんですけども、こういう制御棒とかを含めて技術基準で、技術基準の規則の第36条なんですけども、反応度制御系統及び原子炉停止系統というところの要求がございまして、確認したいのは、この技術基準に照らして、これまでも含めて違反することがなかったのかどうか。当該条項も含めてなんですけど、ほかの条項の技術基準にも抵触することがなかったのかというところを御説明いただけないかなと思うんですけども、いかがでしょうか。

○三井課長 関西電力の三井です。

技術基準に照らしましても、今回の事象については、制御棒が落下しないだとか、あと動かないというような状態にはなっていないということで、逸脱しているというものではないと考えてございます。

以上です。

○嶋崎統括原子力運転検査官 どうも説明、ありがとうございます。そういう意味でいくと、ちょっと念のための確認なんですけれども、この制御棒駆動系統のこのケーブルについて、安全機能上の位置づけとして、どのようにお考えになっているのかというところを再度ちょっと確認させていただけないでしょうか。

○三井課長 関西電力の三井です。

このCRDMの制御盤とかケーブルに関しては、安全重要度クラスでは3、PS-3として考えてございます。

以上です。

○嶋崎統括原子力運転検査官 ありがとうございます。今の説明は全体を繰り返すと、制御棒の駆動系統のケーブルについてはPS-3、安全上の位置づけがあるけれども、その技術基準規則に照らして技術基準に適合しない、違反があるわけではないという説明として理解してよろしいということですね。

○三井課長 関西電力の三井です。

今、嶋崎所長がおっしゃられたとおりと考えてございます。

以上です。

○嶋崎統括原子力運転検査官 いろいろ御説明、ありがとうございます。最後は、現地の規制事務所の検査官としてのコメントなんですけれども、お示しいただいている対策につきまして、細かくは参考資料の1~3、4とか、いろいろ御説明いただいているところでございますけれども、それぞれの対応がちゃんと、マニュアルであればちゃんと規定される、あと、その現場の対応としてはきちんと実施されているということは、現地で原子力規制検査の中でしっかりと確認をしていきたいなと思っております。そういう意味で、いろいろエビデンスも含めて、事業者さんからは提示いただきたいと思っておりますので、その現場での確認あるいは資料の提示等については的確に、タイムリーにお願いしたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

私からは以上です。

○横田運営統括長 関西電力の横田でございます。

今御指摘いただいたとおり速やかに、タイムリーに情報共有のほうをしていきたいと思っておりますので、引き続きよろしく願いいたします。

○杉本安全規制管理官 それでは、ほかに確認事項等。

はい、じゃあ、菊川さん。

○菊川管理官補佐 規制庁の菊川でございます。

まず、これは3ページ目だけはコメントなんですけど、これでM10が落下したことが確からしいということは確認いたしました。どうもありがとうございます。

それで、ちょっと私からの質問なんですけど、参考資料4になります。今、ちょっと嶋崎からもありましたけども、この警報発信時の対応につきまして①②というふうに記載してございますけども、この①②の対応については、警報発信時の諸則というか、手順書に追記する方針であるということでしょうかね。

○三井課長 関西電力の三井です。

まず、こういった手順をチェックできるような形にしまして、社内意思決定文書として、QMSの文書として決定するというふうに考えてございます。

以上です。

○菊川管理官補佐 はい、承知しました。参考資料3の要綱指針には美浜、大飯も含むというような発案もございましたけども、こちら参考資料の4の手順というのは、他のサイト、プラント、美浜、大飯なんかに反映する予定なんでしょうかね。

○棚橋部長 これは事業本部のほうで回答できますでしょうか。

○岡本チーフマネジャー 原子力事業本部から保修管理グループの岡本でございます。

高浜発電所のほうで文書として決定された後、その内容を美浜、大飯にも展開する形を取りたいと思っております。

以上です。

○菊川管理官補佐 はい、承知しました。

それで、ちょっと参考資料の中身に入って行って、その②のところ、この②の対応に関しましては、健全性を、コイルの電流波形に異常がなく、健全性を確認できた場合に限りということになってございまして、つまりこの②の健全性が確認できなかった場合、今回のようなトリップ事象も起こるおそれもあるんですけども、その辺り、事業者としてどのように所則というか、手順書等を手当てする予定にしているのか確認させてください。

○三井課長 関西電力の三井です。

まず、このコイルのところ健全性が確認できなければ、その時点で立ち止まりまして、プラントを停止することも視野に入れまして点検方法を検討していきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○菊川管理官補佐 承知しました。トリップに至らないように慎重に検討して、停止も含めた対応を取るというふうに理解しました。

○杉本安全規制管理官 そのほか、質問、確認事項ございますか。

村田さん。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

ちょっと確認だけですけども、先ほどのページで言うと、右肩8ページのところで対策が書かれていますけれども、その中で、具体的な点検のやり方としてフロー図が参考資

料2に書かれていると理解をしているんですけども、これは単なる確認ですけど、そもそも今回の定検で見つかって、普段の定期検査をやっているときには、こういう事例が見つからないということを踏まえての追加ということですので、これまでやっていなかった連続監視というのを新たに定期検査の中に追加をしていくと、そういうことだと理解をしているんですけど、具体的に③の部分がそれを踏まえて追加しているという、そういうイメージになるのでしょうか。それとも、そもそもこういうフローを作ってやっていくこと自体が、今回見つからなかった、連続監視を行うというところに通じるものとしてやっているということではないのでしょうか。

○三井課長 関西電力の三井です。

後者のほうで、そもそもこういったフローを作ってやっていくということが今回の事象を踏まえた対応というふうに考えてございます。ケーブルに荷重が載ってて、そのはんだ付け部に荷重がかかることによって導通不良が起きるということを踏まえまして、①とかも含めて検討した結果がこのフローによる結果となってございます。

以上です。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

ありがとうございます。分かりました。それでいくと、一応、今回のフローをやっていくと、残りはCRDMだけが残っていきますというふうにここではなってるんですけども、実際にそのケーブル、例えば①であればケーブル、受けにくい構造となっているんですけども、実際に構造上はそうになっていたとしても、実際見に行くと、ケーブルに載っかっているという事象ってあり得るかもしれないなと思ったりはしてるんですけど、そういうものというのは、この構造を考えるだけではじかれてしまう気もするんですけども、これは、①というのはあれですかね、現場で見るというよりは書類上で、例えばその盤なり、何かケーブルがある部分の大きさなりを確認することでYes、Noが決まっていくと、そういうことなんでしょうか。

○三井課長 関西電力の三井です。

まずは書類上で確認します。今回、はんだ付け部というのが、この電気ペネトレーションの内部ということで目視確認ができないところというところですので、あと、圧着端子だとかコネクタというところについては、目視でも見えるという観点も含めまして、この①のところで影響を受けにくいとかということの判断をしてございます。

○横田運営統括長 関西電力の横田です。

1点だけ補足をさせていただければと思います。フローはそうなんですけれども、この参考資料の1のところ、これは全ての貫通部に対して目視点検をやる内容になってございまして、ここで今おっしゃっていただいたような荷重が載っているとか、そういう事象が確認されれば、ここで書いてます適切な措置ということになるんですけども、その荷重を受けてたら連続監視もしかりですし、何かしらの健全性確認をやっていくというような考えでございます。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

了解しました。

あと、もう1点確認ですが、ここの参考資料2の部分については、当然、高浜のほうではやられるとは思いますが、これも確認ですけど、ほかの美浜、大飯のほうでも同じようなことを検査でやられるということによろしいのでしょうか。

○岡本チーフマネジャー 原子力事業本部の岡本でございます。

今の御指摘のとおりでして、美浜発電所、大飯発電所についても同じことを、次回の定検以降進めていきたいと考えております。

○村田統括監視指導官 実用炉監視部門、村田です。

了解しました。今回、前回のときもそうでしたけど、この定期検査をやっているときに、結局この電流低下を見つけられなかったという、その反映をしたものが今回のフローであって、それで、発電所で展開されるというふうに理解をしました。ありがとうございます。

○杉本安全規制管理官 ほかに質問事項等はございますか。

ちょっと私のほうから、前回の会合で、高経年化の観点についてどう考えておられますかという質問をさせていただきました。そのとき、前回の資料の最後のページ、58ページで、高経年化技術評価上の扱いというのをこういうふうに書いてますと。それを基にまた関西電力の認識というのを御説明いただいたところですけども、この高経年化技術評価というのは平成26年6月に申請したものかなと思っておりますけれども、それはちょっと違ったら、また御指摘いただければ、訂正いただければと思いますが、その評価のところ、この58ページの三つ目の矢羽根のところにも、最後のチェックのところにありますけども、「高経年化、経年劣化とは、設計通りの施工を前提として、時間経過に伴い、使用環境や条件により、機能、性能に影響を及ぼすおそれがある事象である」というふうに説明されております。いま一度確認ですが、こうしたケーブルが載った、荷重がかかったような状態の施工というのは、施工認どおりではないという御理解かというのを確認したいのと、また、こうした状態になった場合、どのぐらいの時間が経過すると、今回のような事象、導通不良が起こると考えるかということ、前回も関連したことがあったかもしれませんが、いま一度、そこの御認識を確認させてください。

○岡本チーフマネジャー 原子力事業本部から関西電力の岡本でございます。

まず一つ目ですけども、こちらは記載させていただいているとおりでして、今回の事象は、施工時に想定していなかった荷重として、ほかの余長ケーブルが覆いかぶさっていたと。それによって過大な荷重がかかっていたということを考えておりますので、こういった事象は、いわゆる設計どおりの施工であるというものには該当しないというふうに考えております。こちらは1点目でございます。

2点目でして、こういった過大な荷重がかかれば、どれぐらいで破損というか接触不良に至るかという点について、これはちょっと非常に難しいところがあると思っております。

先ほどちょっと最終ページで御説明しました模擬試験等でありましたら非常に短時間で接触不良に至って、そのまますぽっと抜けるような形になっておりますけれども、ケーブルの上に荷重がかかっているような状況でして、その状況によって異なりますので、どれぐらいかというのを御説明するのはちょっと難しいというふうに考えておりますけれども、結果的にそれが今回、顕在化したというふうになるという、ちょっと結果論になりますけれども、そのように考えてございます。

○杉本安全規制管理官 ありがとうございます。先ほど、ほかの部位だとか廃炉のプラントとか、そういうものでの類似の部分を取り出して、それで試験もしていくことを考えたいとおっしゃいましたけれども、今後そういうことをやったときに、こういった荷重がかかったらどうなるかとかというの、希望的観測ではありますけど、そういうのも、もしかしたら分かっていくかもしれないという気がしますけれども、その辺、どう考えられますか。

○棚橋部長 関西電力の棚橋でございます。

おっしゃるとおりでございます。新たな知見が得られれば、速やかに我々は保全に反映していくと、こういった流れになりますので、新たな知見が得られれば、そういうことをしていきたいと思っておりますが、現時点では、当該接続部というのは、樹脂の中に埋もれた非常に安定した環境にありますので、劣化とか、そういったものではないという認識を持ってございます。

○杉本安全規制管理官 ありがとうございます。

ほかに確認事項等、ございますでしょうか。

高浜事務所の嶋崎さんもよろしいですか。

○嶋崎統括原子力運転検査官 ありがとうございます。特にもうございませぬ。

○杉本安全規制管理官 はい。

それでは、規制庁側からの確認事項は、取りあえずいろいろ確認できたということでございます。

それでは、前回と今回の会合を通じて本事象に関する確認等はさせていただけたと思っておりますので、今後、規制庁としての評価を作成して、本日の報告とともに、原子力規制委員会に報告していく方向になろうかと思っております。

関西電力から何か御質問等はございますでしょうか。

○鶴発電部長 関西電力の鶴でございます。

本日は大変ありがとうございました。本日御説明させていただいた内容につきましては、事故故障報告書、あちらのほうに反映して、補正版として速やかに提出をさせていただきたいと思っております。

それからまた、先ほど嶋崎所長からの御指摘いただきました、今日、参考資料でお示しした対策については、現場のほうでしっかりエビデンスなどを御提示しながら対応を進めてまいりたいというふうに思っております。

関西電力からは以上です。

○杉本安全規制管理官 それでは、ほかに特にはないようですね。

それでは、以上をもちまして、第20回原子力施設等における事故トラブル事象への対応に関する公開会合を終了したいと思います。

どうもありがとうございました。