

第63回（平成30年度第2回）福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会

1 日 時：平成30年7月24日（火）

2 場 所：杉妻会館4階「牡丹」

3 出席者：別紙出席者名簿のとおり

4 議事項目

(1) 3号機燃料取扱設備クレーン不具合調査について

(2) -① 福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会（2018.2.8）宿題回答

-② 3号機使用済燃料プール内の小ガレキ撤去について

5 議事

○事務局

それでは、定刻になりましたので、ただいまより福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会を開催いたします。開会に当たりまして、当協議会会長であります福島県危機管理部長の成田より挨拶申し上げます。

○成田危機管理部長

福島県危機管理部長の成田と申します。どうぞよろしくお願い申し上げます。

本日は、お忙しい中ご出席を賜りまして誠にありがとうございます。また、専門委員並びに市町村の皆様には、本県の復旧・復興に対しまして各方面からご尽力、ご協力いただいておりますことを重ねて感謝を申し上げます。

本日の議題であります。3号機におきまして燃料取り出し用のカバーの設置が完了しまして、今年度中に使用済燃料プールからの燃料取り出しの開始が予定され、今準備が進められているところでございます。この3号機におきまして、5月11日の動作試験中にクレーンに不具合が発生いたしまして、動作試験を中止して、原因の調査が進められてまいりました。先日、その調査結果が公表されたところでございますので、今回はその不具合の調査結果につきまして内容、再発防止対策等について確認をさせていただきたいと考えております。

また、これまでの協議会におきまして宿題となっていた件、それから今後の予定など、あわせて専門委員の皆様、市町村の皆様とともに確認してまいりたいと考えております。

本日はどうぞよろしくお願い申し上げます。

○事務局

次に、本日の出席者についてですが、配布しております名簿による紹介によって代えさせて

いただきます。それでは、早速議事に入りたいと思います。会長の成田部長が議事を進行いたします。よろしく申し上げます。

○成田危機管理部長

それでは、本日の議題に入らせていただきます。

議事の（１）３号機燃料取扱設備クレーン不具合調査につきまして、説明を３０分程度を目安にお願いを申し上げます。

○東京電力 小野ＣＤＯ

東京電力ホールディングス福島第一廃炉推進カンパニーの小野でございます。

本日は３号機の話を中心にご説明をさせていただき、忌憚のないご意見、ご指導を仰ぎたいと思います。

まず３号機ですけれども、今お話ございましたように本年度の中ごろに燃料取り出しを開始したいということで、今その準備を進めているところです。この準備の段階で、燃料を取り扱うキャスクを扱うクレーンがあるわけですが、こちらのほうでこの３月から５月ぐらいに不具合が発生しています。今日はその不具合の原因、対策について、中心にご説明をさせていただきたいというふうに思います。

クレーンにつきましては、７月１４日から動作確認を行って、現在は正常に動作をするということが確認できていまして、試運転を再開しているという状況です。今回のクレーンの不具合によりまして、その原因究明、それから対策の実施というところで、２カ月程度の時間を費やしてございますが、引き続き工程をしっかりと精査をしながら、安全最優先で着実に燃料取り出しに向けた準備作業を進めてまいりたいというふうに考えています。

それでは、詳細は担当の者から説明をさせていただきます。

○東京電力 金子部長

それでは、燃料対策・冷却設備部、金子から説明させていただきます。よろしくお願いいたします。

資料のほうは、右肩に資料（１）と書いてある「３号機燃料取扱設備クレーン不具合調査について」という資料です。本件の事象については、５月１６日の廃炉協の中で概略はご説明しておりますが、簡単に設備の説明をさせていただきたいと思います。

申し訳ございませんが、１６ページのほうに目を通していただきたいと思います。

１６ページの右肩に「３号機燃料取り出し用カバーイメージ」とございます。３号機原子炉建屋の上部にドーム状に金属製のカバーを設置してあります。これがその外観でございます。

続いて、前のページの15ページ、こちらがそのカバーの中の機器の設置の状況になります。中央にあるオレンジ色の設備、これが燃料取扱機、その真下に現在使用済燃料プールがございまして、その中に566体の燃料がある状態でございます。この燃料取扱機で、マストという設備がありますが、これで燃料を1本1本取って、輸送用の輸送容器に入れまして、その容器を下ろす装置、巻き上げ、巻き下げをする装置が手前でございます黄色い装置でございますが、これがクレーンです。このクレーンで不具合の事象が発生しているという状況でございます。

概要については以上でございます。

それでは、1ページに戻っていただきまして、この1ページは5月11日に発生した事象ですけれども、まず発生事象といたしましては5月11日の試運転において、主巻の巻き下げ停止操作をしていたところ、3号機の原子炉建屋のR/Bオペフロに設置してある制御盤コンテナ内のクレーン主巻インバータから異音が発生し、クレーンが停止したと。クレーン主巻インバータ内部を確認したところ、内部にすすが付着がしていたということをご報告済みです。ここで主巻と申していますのは、クレーンに巻き上げ、巻き下げする装置が2つあります。吊り上げ荷重が大きいもの、小さいものがありまして、我々は大きいほうを主巻と呼んでおります。

調査状況です。翌日5月12日にクレーンの主巻インバータ異常の調査のため、R/Bオペフロに設置してある制御盤コンテナ内機器の外観点検を行っていたところ、クレーンの制御盤背景にあるブレーキレジスタに損傷を確認しました。その制御盤コンテナですが、左側の図の手前に制御盤コンテナとあります。このカバーの外側に直方体のコンテナがありますが、一番手前のコンテナに当該制御盤コンテナがありまして、その制御盤コンテナの断面図が右手にあります。制御盤コンテナの中には、クレーン制御盤があります。その中に主巻インバータ盤、ブレーキユニット、ブレーキレジスタ、クレーン主巻が設置されています。通常、クレーンに荷を吊って、定常のスピードで下ろしたりするときは、この主巻インバータのほうに大元の交流電源が来まして、主巻インバータの中に入ると。その後、クレーン右下のクレーン主巻のほうに電気を送る構造ですが、荷の荷重を重たくしたり、スピードを変更したりすると、電圧の変更が必要になりますので、そのためにインバータで変更します。ブレーキをかけると、今度はモーターが発電機代わりになりますから、そのときに回生電流というものが発生します。その回生電流が発生したときに、このブレーキユニットというところを介して、過電圧にならないように余計な電流をブレーキレジスタに送って、電気エネルギーを熱エネルギーに変えてあげるといふ設備になっております。

続いて、次のページをお願いいたします。

クレーン不具合状況ですけれども、5月11日の原因を究明するために、さかのぼってクレーンの試験を開始したときからどのような不具合というか異常等があったかというのを整理したものです。

まず、3月16日にクレーンの点検を開始するために電源を投入した際に複数の警報が発報しています。

続きまして、28日に通信異常やケーブルの一部断線の復旧を実施しましたが、主巻インバータ異常の警報のみクリアしませんでした。

4月5日には、インバータ内整流部の損傷を確認。

4月21日は、主巻インバータ異常は機器単体の故障と考え、主巻インバータの交換を実施。動作確認の中で主巻の巻き下げ速度を上昇させた際、主巻インバータ異常の警報を確認。

そして4月25日、ブレーキユニットのヒューズに損傷を確認しております。

ここまでは、その都度部品を交換して対応してきましたが、5月11日に先ほどご説明した事象に至っているということです。

下の写真ですけれども、そのときに現場のほうで確認できたそれぞれ損傷のあった物品の画像を載せております。①が主巻インバータの内部写真、②が主巻インバータ内部に設置されている整流器の写真です。上に移りまして、③がブレーキユニットの内部写真でして、その右下、④損傷の確認されたヒューズ、白いところにヒューズがありますが、こちらの交換を実施しております。その上の写真で⑤はブレーキレジスタの内部写真、その内部のケーブルですけれども、⑥の写真に写っているようにブレーキレジスタの内部の損傷が確認されております。⑦が主巻インバータ内部のすすの状況の写真です。

これを受けまして、次のページでございますが、全ての機械品、電気制御施設について事実関係の確認を実施いたしました。そこで抽出されたものが、今回電気品に関係する事実関係でして、ここに書いております。

まず1点目が、動作確認を行った工場と発電所では電源電圧が異なっていることがわかりました。米国の工場では380ボルト、国内工場では420ボルト、発電所では480ボルトと電圧の仕様が違っていたということがわかっております。

2つ目にわかったことでございますが、米国出荷時において電源電圧の違いを主巻のインバータの電圧設定に反映しておりましたが、ブレーキユニットの設定は低いままとなっていたという事実関係がわかっております。

この後、機器の詳細点検を実施しました。そのページの下のほうに現場調査の写真が入って

おりますが、こちら全て目視点検を実施しまして、正常な部分の外観写真を載せております。右手に現場調査実施項目がありますが、電源ケーブル20本、制御盤内機器37種類、絶縁抵抗測定11カ所、導通確認は電源ケーブル20本等を実施しておりまして、くまなく点検を済ませております。

次のページですけれども、不具合箇所が見つかりました機器の詳細点検の結果でございますが、まずブレーキレジスタの外観確認において、端子台の絶縁物が溶けていることが確認されております。下の写真の左上の①ですが、これがブレーキレジスタの中の構造を撮ったところ です。下のほうの写真、②は端子台が損傷していると。そして③の写真がそのレジスタのケーシング部の金属部分が一部焦げて、溶けていると。次に右上の④端子台の外観ですけれども、先ほどご説明した端子台の外観がこのように溶けたような、絶縁物が溶融して、このような状態になっています。⑤ですけれども、この④の端子台をX線の写真で見たところ、2本のケーブル上下の端子台の金属部が接触しているということがわかっております。

これを受けまして、絶縁物の溶融により端子部が接触したことで短絡が発生し、端子台と盤扉の機械的な接触がないことから、短絡時の放電によって盤扉と端子台間で地絡が発生したと推定しております。

続きまして、5ページでございます。

原因と対策です。

現場での調査を受けまして、まずブレーキユニットの電圧設定が米国出荷時の低い設定のままとなっていたことから、電源投入時よりブレーキレジスタに連続して電流が流れる状態となっていました。

続きまして2番目ですが、ブレーキレジスタ盤内が高温になり、端子台の絶縁物が変形し、端子部で短絡が発生していると。

3番目といたしまして、短絡時の放電によりブレーキレジスタ盤扉と端子台間で地絡が発生していると。

4番目に、ブレーキレジスタから主巻インバータへ短絡・地絡電流が流れ、インバータが損傷したということに行き着きました。

これが、電気回路としてはちょっとわかりづらいので、どういうことが起こっていたかというのを9ページ、10ページでご説明したいと思います。

9ページの上半分の主巻運転時、これは通常の荷重が同じ状態で、同じスピードで主巻を動かした場合ですけれども、交流電源から電流が来て、赤い矢印が電流経路でございますが、イ

ンバータに送られ、主巻モーターからインバータ回路に電源がまた返ってきます。このような赤い電流経路を示しますが、では回生電流、先ほどご説明しました回生制動時、これは主巻に送られるスピードを変えて負荷がかかったりした場合ですけれども、主巻モーターが逆回転しようとした際、回生電流が発生します。そのときに、回路が過電圧にならないようにブレーキユニットのほうに電流が流れて、右下のほうに電圧検知というものがございますが、そこにスイッチがございます。こちらが電圧の設定によって設定の電圧以上の電圧がかかった場合、電流を逃がしてやるために、回路がオンになって、通電するようになっています。通電して、電流がレジスタに流れて、熱エネルギーに変えていくという事象でございます。これが主巻の通常の回生制動時の状況でございます。

次に10ページになります。

10ページの上の図になります。事象が発生したときは、この電圧検知の設定値が低いことによって、これが主巻モーターを動かさなくても、交流電源から電源をオンにした時点で常に電流が定常的に流れている。つまり、ずっとレジスタに電流が流れているという状況が続いていたということでございます。

回路的には以上でご説明は終わりますが、もう一度5ページに戻っていただきまして、5ページの中央に「端子台を横から見たイメージ」という絵がございますが、この電圧設定値が低いことにより定常的に電流が流れていることにより、このブレーキレジスタの盤内の温度が非常に高くなっております。絵が3つありますが、一番左の写真は正常時の状態です。これは断面になっております。この絶縁物、これはポリカーボネートでできていますけれども、これが高熱により溶けてやわらかくなって、真ん中の絵になりますが、上のケーブルと下のケーブル、金属製の端子台が接触して、ここで短絡が起きると。そのときに、金属蒸気が発生いたしました。その金属蒸気によって気中で放電して、レジスタの盤内と放電効果が発生して、地絡に至ったというものを表現したものでございます。このような事象で今回の事象が発生したと推定しております。

5ページの一番下ですけれども、当該の損傷箇所については以下の対策を実施し、クレーンを復旧しております。まず1つ目は損傷した部品の交換、2番目といたしましては発電所の電源電圧をブレーキユニットの設定に反映した、3番目にブレーキレジスタ端子台の接続部の改良を実施しております。

続きまして、6ページでございます。

今回の品質管理上の問題点に対する対応といたしましては、ちょっと読ませていただきます

が、当該クレーンについては、工場で動作確認、荷重試験等を実施して問題ないことを確認した上で発電所に設置したが、発電所で動作不良が発生している。工場で確認したにもかかわらず発電所で動作不良が発生したのは、工場と発電所の試験条件が異なっていて、その確認ができていなかったことが主な要因だと思っております。ほかの燃料取扱設備についても、試験条件の違いの有無を確認し、問題ないことを確認していきたいと思っております。

なお、先ほどご説明がありましたが、当該の件につきましては7月14日よりクレーンの動作確認を再開いたしまして、このクレーンの動作管理については社内で問題がないことを確認済みでございます。

2点目でございます。今回の不具合対応において初期段階で原因を突き止められなかったことに対し、以下の対策を実施する。絶縁抵抗測定を、いろいろとパラメータ等を測りましたが、故障の有無についての判断が困難な箇所については、全部事象が発生したときに目視で確認するところを我々東京電力としては一部できなかつたところがありました。ですので、測定値、測定したパラメータ等を安易に断定せず、適切な範囲で絶縁抵抗測定や外観目視点検を組み合わせ、故障範囲の切り分けを確実に実施し、速やかに問題解決につなげるということ、2番目の対応策として挙げております。

最後に、スケジュールでございますが、次の7ページです。一番下の燃料取り出しの時期ですけれども、今クレーンの試運転等についてはこれから落成検査、規制庁による使用前検査がありますが、順調にいきますと今のところは燃料取り出しの開始は2018年中ごろの予定を目指してまして、今工程を精査中です。

3号機について説明は以上でございます。

○成田危機管理部長

ありがとうございました。それでは、ご質問、ご意見がございましたらお願いいたします。大越委員、お願いいたします。

○大越委員

ご説明ありがとうございました。

2ページ目のところで、時系列の話が書かれておりますが、3月16日に電源投入した際、主巻インバータ異常のほか複数の警報を確認と書かれています。これは米国、あと国内の工場において作動検査を行った上で3号機に設置したのち、3月16日に電源投入したときに異常がいろいろ出てきているという話のように読めますが、国内の工場も含めて問題がなかったのに、3月16日に電源を投入した際に複数の異常が発生したということに対して、東電さんは

どのような考えで対応されたのでしょうか。

○東京電力 金子部長

ご質問ありがとうございます。

先ほどご説明いたしました10ページで、【参考】主巻インバータ損傷に至るメカニズム(2/4)、こちらの左上に書いてある3/16というのは日付ですが、これは事象を追ってどういうことが電気回路で起きていたかというものを説明したものです。実は3月16日、試験開始当時に、先ほどご説明した電圧の設定が低いということで、既に電源を入れたときに電流が流れて、レジスタに流れていると。そのときに、この下半分の絵ですけれども、既にレジスタのところ短絡が起きていたものと推測しております。その短絡によって、異常警報が複数発生したと推定しております。

○成田危機管理部長

それは、今だとそう思っている、今はそうわかったということだと思うんですけども、当時どうだったのかということですね。16日のときにどういう考えで対処したのかということです。

○東京電力 金子部長

そのときには、インバータ単体の故障であると我々は判断して、主巻インバータの交換をしております。3月16日から4月21日の時点でブレーキユニットの設定値が低いということに気づきまして、そこで設定値を変更しているということですが、その時点ではブレーキユニットの背面を目視点検してなかったのが、原因を突き止めるまでに時間がかかったということでございます。

○成田危機管理部長

大越委員、いかがですか。

○大越委員

そういう意味では、3月16日にまだ電圧の設定が低いままだったということで、常時電流が流れていて、この時点でかなり端子台の溶融は始まっていたと。

○東京電力 金子部長

と思われまして。

○大越委員

そこまでは気づいていなかったのが、部品交換だけで何とか乗り切れるんじゃないかということに進めてしまったと。

○東京電力 金子部長

そうございます。

○大越委員

そういう意味では、電圧の設定が間違っていたということは割と短い時間で、数日間ではわかったということですか。

○東京電力 小松GM

電気関係のマネージャーやらせていただいています小松と申します。3月16日に発生した時点で、かなりいろんなものを調査しています。複数の警報という中に、実は通信系の異常も発生していて、こちらのトラブルシュートも実は並行して、今は解決しておりますけれども、それ以外に電圧の設定値の確認というのは3月16日以降、4月5日のインバータ内損傷、この辺になると盤内の設定値が、ブレーキユニットの設定値が380ボルトというのはちょっとおかしいなというのはこの時点では確認できておりました。なので、比較的早い段階で電圧設定値の異常には気づいてはいましたが、その後、抵抗値、いろんなところをテスターで測って、海外のメーカーに問い合わせ、問題がないかどうかというのはずっと現地の企業さんとかどやってきたんですけれども、この段階ではいろんなテスターで測った数値を問い合わせ、問題ない、問題ないという中に、このブレーキレジスタについても測定しています。この段階で、実はちゃんとテスターで抵抗を測ると、海外のメーカーのほうでOKだと言っている値、抵抗以上の値を示していました。それもあって、海外に問い合わせたところ、その抵抗値以上あればレジスタは問題ないという回答もいただいておりますので、実際にインバータ盤の中の、整流器が燃えているんですけれども、ダイオードなんですけれども、そちらがかなりの故障の状況を示したんですね。我々として、東京電力も請負のメーカーさんもインバータ盤の内部の故障だということに、故障原因をそっちに考えてしまっていたところもあって、レジスタ側も抵抗値がちゃんと海外メーカーの推奨値以上を示しているということで、故障原因から外れてしまっていて、調査を進めてしまい、最終的にはインバータ盤側の単体故障であるというところで落ち着いてしまいました。

インバータ盤を単体で交換して、再度整流器を取り換えた後に、また4月21日に試運転を行って、このときもブレーキユニットの設定値は戻したんです。380ボルトから正規の電圧、480ボルトに戻して試運転したんですけれども、この4月21日の段階で巻き下げ速度を上昇させて、ずっとすごいスピードで主巻の動作確認をしたところ、トリップしてしまったんですが、このときはブレーキユニット内のヒューズが切れていたことが確認されました。この段

階で、ヒューズが切れているのはなぜだろうというところで、トラブルシュートをしたのですが、そこでもやっぱりインバータ盤内のダイオードが切れているとここのヒューズは切れるという回路のパスができておりまして、メーカーも我々もそういうことでインバータ盤のダイオードの損傷が原因だと考え、ここで2度目のトラブルシュートのミスをしてしまいました。

5月11日に、今度はインバータ盤のブレーキユニット、ヒューズが切れていないブレーキユニットに取り換えて、試運転したところ、レジスタの端子台のところが短絡したままの状態でした。これがなぜテスターで見つからなかったのかというのがちょっとまた難しい話になっているんですけども、こちら端子台のほう、テスターで測ると、テスターって電圧が低いんですね。3ボルトぐらいの電池で動いているので、絶縁抵抗というのはやっぱり高い電圧をかけると酸化皮膜等で、端子台が覆われてしまうと3ボルトぐらいではゼロΩというような、抵抗値が低い値が出てこないところが確かにありまして、そこで実際は絶縁抵抗計で測るのが正しいのですが、この値で海外メーカーからのOKが出ていた、テスターの値も7Ωあるということで、ここでレジスタ側を故障原因として外してしまったところが問題でした。

そこで5月11日に再度電圧をかけたところ、400ボルト以上の電圧をかけたときに端子台がまた再度短絡して、再度故障してしまったというようなことを引き起こしています。

そういうのもありまして、メーカーからのトラブル要因を言われて我々もそこで納得してしまっただけで、個別の切り分けを行って、ちゃんと現場の外観目視を全て行っていれば、今回の事象は防げたと思っております。今回はテスターで抵抗を測ったことによってちょうどいい抵抗値が出されたので、ミスリードしてしまいましたというのが顛末です。すみません、長々と。以上です。

○成田危機管理部長

すみません、今の説明で1点確認ですけど、電圧の設定が間違っていたのに気づいたのは、最初の説明を聞くと5月11日以降なのかなと思ったんですが、今の説明の中では4月5日にはおかしいというふうに思っていたということですが、それは間違いはないですか。

○東京電力 小松GM

間違いはないです。その段階で、電圧おかしいですよという話はあったんですけども、メーカーからは抵抗値がちゃんと7Ω出ていけば壊れてはいないという回答をいただいてしまったので、故障原因の対象から外してしまったところが悪さの一つであります。

○成田危機管理部長

長谷川委員、お願いします。

○長谷川委員

これを考えますと、重要機器のヒューマンエラーの典型的なものに挙げられる一つだと思います。個々のことはわかりますが、例えば米国での電圧と国内の通常の電圧、発電所は480ボルトと、そういうことの認識がしっかりしてないわけですね。そういう認識がなかったということ、特にそれがこの機器に対して反映してなかったとことが今回現れたのではないのでしょうか。

一方、この資料を見ますと、インバータの設定には反映しているけれども、ブレーキユニットには反映していない。ということは、社内で担当者によって違っているのか。同じ人が同じことを担当していて、片方は気づいていたのに片方は気づいていなかったのかと。そのようなことが、類推ですけど浮かび上がってくるんですね。そのようなことをしっかりしていただかないと、これはこれでいろんな解決策を実行しておられたんですが、今後このようなことがないように、ちゃんとしっかりしていただきたい。

それからもう一つは、このクレーンが例えば国内工場であるとか、ほかの原発とか何かで同じようなクレーンを、同じようなものを使っているのか使っていないのか、そのようなことはどうなっているんだということも疑問になってきます。何かそこらもうちょっと、全体の、個々の問題点というのはちょっと別な観点から、しっかり見つめ直していただきたいと思います。以上です。

○東京電力 小松GM

ブレーキユニットの電圧設定のことですけれども、基本的に米国工場では380ボルトで動かして、こちらでは440ボルト±10%を仕様にしてくれというのは、購入の段階から話が出ておりました。実際問題、インバータそのものにも電圧を設定するポイントがありまして、盤内についている専用トランス等のタップの切り替え、380ボルトを440ボルトにして、米国から出荷されたインバータの設定値も米国仕様から日本仕様に変更して持ってきていると。

○長谷川委員

仕様になっていたんですね。

○東京電力 小松GM

そこまではしっかりやっていたんです。ブレーキユニットは、非常に基盤付きの、本当にふたを開けて中を見ていかないとわからないもので、通常であればあまりこれもユーザーが触るところではないんです。海外のメーカーからも、国内のメーカーに渡すときにここは380ボ

ルトに変更しなきゃだめだよと、そういう連絡もなかったということで、かなり特殊なものではあるんですけども、ほかの天井クレーン等にも使っているものはあります。確認したところ、そこはちゃんと電圧がしっかり設定されていたんですけども、言い訳になって申し訳ないですが、あまりユーザーが普段見るところではなかったというところが、今回悪さをした。今後はこういうものがちゃんと、別置きのブレーキユニットみたいなものがある場合は、設定値を変更するものがある、ということはしっかり水平展開させていただきたいと思っております。

○長谷川委員

やっぱり深掘りを少しやっておかないといけないと思います。

それから、他の電力とか他のクレーンですね、同じものが入っているんですか。

○東京電力 小松GM

これは海外メーカーのものですけれども、実は国内の安川電機のOEM供給のもので、国内でも同じような設定ができる、380V設定から440V設定に変換できるブレーキユニットであることがわかっておりまして、そういうのは基本的には国内の工場で試験をやると、どう間違っても440Vにしっかり設定されていて問題はないので、国内で作っている限りは絶対このようなことは起きないと。

○長谷川委員

外国でつくったものとしては初めてなんでしょうか。

○東京電力 小松GM

そうですね。海外で天井クレーンをつくって、こちらに持ってきたというのは恐らく、私の知る限り初めてだと思います。

○長谷川委員

そういうことが重なったと思うんですが、ともかくそこらまで見ておいていただかないと、これはかなり重要な機器ですから。私から言うまでもない。よろしくお願いします。

○東京電力 小松GM

はい。承知しました。

○成田危機管理部長

高坂総括専門員、お願いします。

○高坂原子力総括専門員

今、長谷川先生がおっしゃったこととまるっきり同じですけども、いろいろこれは根本的な問題があると思います。5ページに原因と対策をまとめて書いていただいておりますが、東京

電力さんは今回起こったものについては経験しているので、同じトラブルはもう起こさないようにしていただくとと思いますが、今後、廃炉作業でこういう遠隔操作装置などで、海外製品を使うことが増えると思われるので、そのときに備えて、根本的な原因分析と、再発防止の対策をきちんと検討していただくことが必要だと思います。そうした場合、今回の対応は本当に十分だったかどうか。

東京電力さんは実際に物を使って、起こった後にトラブル報告はもの上手にまとめられるんですけども、それを起こる前に、最初に異常兆候が見られた段階でその原因調査と異常進展を防ぐ検討をきちんとやっていただかなければならなかったと思うんです。5 ページに、今回の損傷箇所の対策は以下のことをして復旧したと書いてあります。損傷した部品を交換する、これは当たり前ですけど、電源電圧の設定の問題があったので、設定を正しいものに変更する、それからブレーキレジスタの端子台の接続部を改良したということです。これ以外に、例えば工場出荷のときの検査が本当に十分だったかどうか。それは海外製造メーカーにおいて、製品を購入した国内メーカーにおいて、それを全体的に管理される東京電力さんにおいて、それぞれ、出荷検査、記録確認をきちんとやっていたのかどうか。

一番の問題は変更管理がなされていないことだと思います。東京電力さんが専門の電源電圧の問題でトラブルを起こすのは非常におかしい。海外メーカーの試験時の電源電圧の380ボルトに対して、東京電力の原子力発電所は480ボルトを使っているということで、そこに100ボルトの差がある、電源電圧の変更に対して電気品のトラブルが起こらないかという目で見たと変更管理を、製造メーカー、購入するメーカー、東京電力において、きちんとやらないと、同じ様なトラブルを起こす可能性があるのでは、変更管理をきちんとやっていただきたい。

品質管理として、電源電圧の変更が、製品、工場試験、現地試験にきちんと反映されるようにしないといけない。電圧設定においても、ブレーキユニットの設定とレジスタの設定と、片方が変わっていても片方が変わっていなかったとのことなので、抜けがないか、そういうところをちゃんと見ないといけないと思います。

それからもう一つ、後になって東電の目で見ると、端子台の絶縁距離が少なく、材料も見直して、もっと高温に耐えるものに替えたとのこと。そう見ると設計が原子力発電所で使用して問題無いものになっていたのか、海外製品の設計不良もあったんじゃないかと懸念される。そういうことに対して設計図面とか構造図等を取り寄せて見ておく必要があったんじゃないかと思えます。

ということで、要は申し上げたかったのは、今回経験したトラブルへの対応はきちんと実施

いただけたと思いますが、同じような品質管理の不良による事象の発生を防止するためには、調達品の品質管理、設計レビュー、変更管理、試験・検査による品質確認、性能確認等、基本的な東電さんの品質管理を今後徹底してきちんとやっていただきたいと思います。

○東京電力 金子部長

ご意見ありがとうございます。

まず、1つ目の5ページの下で、当該損傷箇所については以下の対策を実施しますと書いてございますが、すみません、今回の資料には盛り込んでございませんが、実はその変更箇所について、ソフトも含めて二千数十カ所も変更箇所がある・なしの確認をしております。当然ソフト以外にハードについても似たような変更箇所がないのか、品質管理上、今の仕様と違う、現場の仕様と違うところがないのかを全て調査しております。今回資料に盛り込まなかったことは申し訳ございませんが、この当該箇所だけの対応では終わっていないことをご説明したいと思います。

あとは、2番目ですけれども、変更箇所の管理という意味では先ほど申したようにソフトで二千数十カ所のパラメータがございますが、これらは異常がないことを確認しています。ただし、今回、図書ですが、メーカーさんが製造するとユーザー側に設備図書や設計図書が来ますが、その図書の中に今回のブレーキユニットの設定に関することがございませんでした。例えば我々が使っているスマートフォンがございますが、その基板には当然設定変更するスイッチがありますが、それが取扱説明書に載っていないのは皆さんおわかりだと思います。そういうところが何か所かやっぱりあるようです。ですので、我々としてはできるだけこのような海外のものを使う場合には、日本のメーカーのものと比べたりして、設備図書に足りないものは何かというのをこれからできる限り整理して、対策を進めてまいりたいと思っております。

以上でございます。貴重なご意見、ありがとうございました。

○高坂原子力総括専門員

それで、起こった後からやるのではなく、それをできるだけ、事前に、変更管理や設備図書のレビュー等からやらないと、トラブルが起こってから見ていたのでは間に合わないので、前向きな対応をお願いします。

○東京電力 小野CDO

今高坂さんがおっしゃったコメントに対して私も答えたいと思います。おっしゃるとおりで、たぶんこの機器に関しては、たぶんクリアされているんだと思いますが、これからいろんな設備を1Fの中に入れていくと思います。その中には当然海外製品も入ってきますし、日本のも

のも使うと。海外だからよくないとかそういうことではなくて、やっぱりどういうところにきちんと我々が着目してチェックしていかなければいけないかというのは、もう一回ちょっと私としては見直して、そこら辺徹底したいなというふうに思っています。

これも言い訳がましいですけども、この設備って結構ドタバタしている最中に発注して、入れてきちやったという経緯があって、今図書管理の話もちらっと言いましたけど、いろんなところで、我々が通常これまで事故前にやってきたような管理が及んでいないところが多分にあるというふうにも思っています。事故前の管理がそれで十分だったかということも、当然我々確認しなければいけないと思っていますけど、そういう意味では非常にいい例と言ったら言葉は悪いですけど、我々が反省するに足る事例だと思っています。これを生かして、今後の品質管理のあり方をもう一回きちんと議論をして、やっていきたいなというふうに考えてございます。ありがとうございます。

○成田危機管理部長

では、角山先生からお願いいたします。

○角山原子力対策監

今の議論のお話と大体似ていますが、数年前にTMIのレイク・バレットさんと会って、TMIのときにNRCが15項目ぐらい検討の課題に挙げていたと思います。最初のほうは再臨界のテーマで、私が気になったのは10番目ぐらいに古い電気システムのスペックと、現在あるものとの整合性という項目が書いてあって、事前に現場の状況と今後の専門的な視点でNRCもきちんとやっているなと思って、実はその項目だけ感心して見ていたんですが、やはりそういう視点が要るのかなと感想として述べさせて頂きました。

○成田危機管理部長

岡嶋委員、お願いします。

○岡嶋委員

同じようなことの繰り返しだと思うので、ちょっと僕は違うポイントが気になっているところなんです。それは、今日のご説明ですが、資料の3ページの事実関係整理、動作確認の試験、電源電圧が異なっているというので、3つの電圧を挙げられています。それに対して、この資料の17ページ、参考資料ということで電圧設定変更の経緯というのが挙げられていますね。ここで、まず発注仕様を見ると、使用電圧が440ボルト±10%に指定されています。ということは、設計仕様は、全部この電圧であり、この電圧範囲での使用を条件に設計しているということですよ。具体的に言うと、396ボルトから484ボルトで使いますということですよ。

よね。それを踏まえて、もう一度試験実施の電圧を確認しますと、国内工場で420ボルト、それから1Fで480ボルト、これらは全部仕様の範囲内ですが、米国で行われた試験のときの電圧は380ボルト。つまり、仕様範囲外ですよね。ということは、まず、なぜこの仕様範囲外で試験をされたのか。そうすると、使用電圧について、国内での使用範囲と異なる条件で試験が実施されたというところにポイントがあると思います。

ということは、なぜこんなことが行われたのか、その理由が何なのか、どうしてこういうことで試験をやっているのかについて、考える必要があります。試験要領書が実は必要で、380ボルトで試験をやったことが440±10%の仕様の範囲内での試験実施に相当するような形のロジックになっているのかということを実は確認すべきだったのではないかと思います。あわせて、ここの試験を380ボルトで実施したということがわかれば、この電圧の相違に伴う問題点は、ソフト的にもう少し防げたのではないかと思います。とすると、試験要領書等々のチェックまできちんと注意深く実施する必要があるのと、あるいはこの仕様を見て、その点に気づかなければならないということが不足しているのではないのでしょうか。そういう部分が何となくちょっと危惧する部分の一つであるのではないかと私は思えるんです。

だから、そういう点で、今回起こったことは起こったことで、原因調査をこういう形でされているのですけれども、先ほど小野さんもおっしゃったように、今後こういうことが起こっていくとやっぱり困る事態になっていくだろうと思います。そのようなセンスも含めて、こういうチョットしたポイントを見逃さないようなシステムというのが必要ではないのかと思えてなりません。そういう点が、やっぱりミスを未然に防ぐという具体的な手だての一つではないかと。経験値という点では、今回はその一例だと思うのですけれども、この経験を十分に生かしていただくのはそういう点じゃないのかなと思います。素人の私でさえ、そういう点が気になって仕方がないというのが現実です。どうぞよろしくお願ひしたいと思います。

○東京電力 金子部長

貴重なご意見、ありがとうございます。

○成田危機管理部長

片倉委員、お願いします。

○片倉委員

ちょっとお聞きしたいのは、このクレーンは東電さんで購入ということなんですか。

○東京電力 金子部長

そうです。クレーン本体は当社から国内メーカーさんにお願ひをして一旦購入しているもの

でございます。

○片倉委員

クレーンを使用するのは東電さんじゃないんですよね。作業するのは元請とかそういうこと
ですよね。

○東京電力 金子部長

操作するということですか。

○片倉委員

ええ。

○東京電力 金子部長

所有は我々ですが、操作に関してはまたその操作の契約をしている業者さんが操作します。

○片倉委員

元請とかそういうことになりますよね。

○東京電力 金子部長

はい。

○片倉委員

そうすると、元請についてはまさに新規設備等の導入ですから、安衛法のリスクアセスマン
トの対象になるわけですが、元請のほうはしっかりリスクアセスマントはやっておりますかね。

○東京電力 金子部長

しております。

○片倉委員

元請としては情報が少ないと思いますので、ちゃんと適正な、十分な情報を元請に提供して、
元請がリスクアセスマントに十分対応できるような、そういう形をとっていただきたいと思っ
ております。あと、東電さんとしては元請のリスクアセスマントの状況をしっかり確認して、
こうした事故がないように対応していただきたいと考えてところです。

○東京電力 金子部長

このクレーンに関しましては、米国内で元請さんのところで工場試験で動かすときも我々も
品質管理上立ち会いをさせていただいたりしているんですけども、今回抜けがなかったかど
うかといったところは改めて確認したいと思っております。ありがとうございます。

○東京電力 小野CDO

すみません、今元請さんというのが、今彼がメーカーさんの話をしたと思うんですけど、実

際には国内メーカーさんの工場で、燃料を取り扱う、我々がお願いする企業さんには十分な訓練をまず積んでいただいています。この後、このものが例えば規制庁さんのほうから使用許可をいただいた後、我々としては十分時間をかけて、これは遠隔操作にもなりますので、その企業さんのほうの訓練というか、そういうのはきっちりやってまいるつもりです。そこは十分やっていないと、後で困るのは我々になってしまいますし、そこら辺は十分安全確保を第一にということで、しっかりやってまいるつもりでおります。ありがとうございます。

○成田危機管理部長

では、兼本委員、お願いします。

○兼本委員

2つほど、同じようなものと違うのもあるんですけども、17ページの「東電、元請はブレーキユニットの設定値が変更可能との認識がなかった」という部分です。2013年に開始していますので、バタバタしていたのは確かですけど、4号機に同じような、キャスクを下ろすものを設置したとき、そのときのノウハウと、例えば元請が違うということがあると思えますけれども、そういう個々のノウハウがお互いに共有されていたのかどうかということですね。当然回生電流の制御でしたら、同じようなノウハウは持っているんじゃないかなと推定するのが一つ、その辺の背景を教えてほしい。というのは、やはりいろんな会社が入っていますので、そのノウハウの継承というか、それを記述するというのは非常に大事ですので、その辺をちゃんと掘り下げて、説明してほしいなというのが一つです。

それからもう1点だけ、お願いがあります。これはキャスクを下ろすときの装置なので、非常に大事だと思いますが、これが回生電流というか、インバータが壊れたときに、最終的にどんなことになって、どんなリスクが起こるのでしょうか。当然モーターが止まって、クレーンはそこで停止状態になると思いますが、ちゃんとそういう応答されたときに、インバータを直す間どうするのでしょうか。別の方法でキャスクをちゃんと安定な状態に持っていくのかとか、そういうところも少し記載をしておかないと、やっぱり心配です。当たり前のことではありますけど、心配になる人が多いんじゃないかなという気がします。その辺ちょっとお願いしたいと思っています。

○東京電力 小松GM

最初の4号の燃料取扱機での話ですけども、再確認しております。基本的にこのような外付けのブレーキユニットはなかったというところがわかっています。今後、もう我々経験しましたので、これに関しては全て後続のものに関してはレビューかけるようにしたいと思っています。

ます。

○東京電力 金子部長

2番目の、もし操作しているときにこのような事故が起きた場合、例えば輸送用キャスクを吊ったまま使用済燃料プールの直上で停止してしまった場合などは、想定しておりまして、手でそのクレーンを走行することができます。一番危険な燃料プール直上からオペレーティングフロアの床のほうに移動するという方法は準備しております。

○兼本委員

それはどこかに記載しておいたほうが、聞かれた人は安心するんじゃないかなと思います。

○東京電力 金子GM

はい。次の章で、二重化、フェイルセーフの設備がどういうものか、ちょっと簡単にご説明させていただきます。ありがとうございます。

○成田危機管理部長

ほかにごございますでしょうか。原委員、お願いします。

○原委員

すみません。ありがとうございました。

私ちょっと素朴にわからなかったことを教えていただきたいのですが、6ページの下の方の「今回の不具合対応において初期段階で原因を突き止められなかったことに対して、以下の対策を実施する」と。これすごく日本語が難しくてよくわからなくて、抵抗値だけ測っていたのじゃちょっとまずかったので、外観目視点検を組み合わせるということで、ちゃんと覗いてみればわかったんじゃないのというような話と思いますが、そうだとすれば、どこの段階で何を発見できて、どこら辺でちゃんとした対策が開始されるということになったのかなということを平たく教えていただきたいのです。2ページ、例えば3月16日の電源投入のときにどこをのぞけば何を発見して、例えば溶け始めている状態が見つかって、これやばいねというふうに発見できることまでさかのぼるような話になるのでしょうか。見ればわかると。

○東京電力 小松GM

今思えばということになってしまうんですが、2ページにブレーキレジスタの内部写真がありますが、実はシャッターがガラガラと閉まっています、普段は周回できなくて、わざわざシャッターを全部開けないと見られないところだったので、外観目視が不足してしまったのも要因の一つであります。なので、初めからこのブレーキレジスタを疑って、テスターで測って、海外メーカーからの推奨値以上だから問題ないというので、そこで故障の要因から外してしま

わずに、しっかり外観を見ていれば、かなり最初の段階で、ここに扉の穴というのが見えますので、ここで焼けた、地絡した跡がありましたので、そこは最初の段階から発見できたのは間違いないと思います。

○原委員

そうすると、3月16日には複数の警報を確認しながらという、そこで覗いていれば、焦げた部分みたいなのが見つければ、そこでもっと対策が早くできたと。この3月16日の段階にさかのぼるためには、外観点検がなかったのも、ここまでさかのぼるのが遅れたのですよね。そういう話ですよね。わかりました。

じゃあ、この警報というのは何を示しているのかわからないんですけど、不具合の部分ができるような警報という設定というか設計はできないんですか。

○東京電力 小松GM

実際にこのレジスタの中に温度センサーが入ってまして、この警報の中の一つに温度高というのが出ています。レジスタ温度高が出ています。

○原委員

それは溶ける温度という意味ですか。

○東京電力 小松GM

そうですね。盤内の温度が非常に高くなっているよと。

○原委員

じゃあ溶けるということを疑わなかったというのもおかしいような気がする。

○東京電力 小松GM

そのとおりです。この警報のところで、通信異常が出ていたり、そっちのほうのトラブルシューティングをしまして。

○原委員

そうすると、信号の誤動作というふうにも考えちゃったんだ。

○東京電力 小松GM

そうです。通信系が悪かったというのもあって。

○原委員

それを信じていれば、じゃあ溶けたところがあるはずだという方向に行ったわけですね。

○東京電力 小松GM

そうですね。温度高しか出ていなければ、そこを重点的に調べたんですが。

○原委員

いっぱい出たので、通信系がだめだと。

○東京電力 小松GM

はい。そこで見誤ってしまいました。

○原委員

わかりました。そういうところを頑張って、これから対応していただいて、特に遠隔操作になっちゃうから、何か起こったらなかなか今度に対応できないでしょうから、よろしくお願いします。

○東京電力 小松GM

現状、温度高が出たらすぐメイン電源を切るという運用で、壊れないような対策はしております。

○原委員

それもそうでしょうけどね、だんだん使っているうちにどんどん少しずつ溶けていくという現象だと、なかなか気づかないケースがありますよね。そういう積算的なもので、警報が出ないレベルでいろいろ進んでいくと、今度遠隔操作になるとまた入っていくのが大変なので、ぜひ気をつけてください。初期不良、だめ出しを出していただいて、作業に入って頂く。よろしくお願いします。

○東京電力 小松GM

はい、わかりました。ありがとうございます。

○成田危機管理部長

ほかに。

○東京電力 小野CDO

すみません、さっき品質の話をしました。これは作り込みの問題になります。そこに対しては当然今回の件をちょっと参考にしていろいろやっていきたいと思います。

それから、今のお話にあったのは、どちらかというところとトラブルシューティングというか、原因究明に私は今回ミスというか不備があったと思っています。そのところも、やっぱり先入観を持って動いてしまうと、どうしても見落としてしまうことがあります。ちょっとこれは話が違ってもいいかもしれませんが、過去にもこれは計器の故障みたいだろうみたいな思い込みで、実際には実動作していたという話も私経験していますので、トラブルシューティングのところはやっぱりもう少しみんなと、今回の例、過去の例も含めて、もう一回念押しで、先入観を持っ

てやらないというところをきちんとやる必要があると思っています。この2点は、しっかり対応したいなというふうに思います。ありがとうございます。

○原委員

思い出したんですけれども、タンクの水深を測るセンサーが水没して、それでタンクの水深が測れなくなったんですね。実際はあふれるぐらい水が入っていたのに。音波が入ってくる速度が速くなり、表示された距離が短くなったので、すごい浅いところに表示が行っているという、誤動作に気づかないということがあったと思います。あれはやっぱり知っている人が見ていれば、これは違う、水没じゃないかとかいうようなことを言えるので、少しその現場の人たちの中に、もうちょっとアドバイスできるような人たちが参加できるような、何かちょっとやっておけば、随分変わるかなと思っていたので、それもやっぱり動作監視の時近くにベテランが居て、こっちのほうも見ておいたほうがいいよと一言言えればまた変わるのかなと思うので、そんな対策を講じていただいてもいいかなと思います。

○成田危機管理部長

では、田中委員、お願いします。

○田中委員

先ほどの岡嶋委員のご指摘とちょっと似ているかもしれないですけども、17ページ、説明がなかったんですが、ブレーキユニットが380ボルトに設定されていて、これはアメリカで試験した後に日本でも420ボルトで試験をされているということなんですか。私このあたりよくわからないんですけども、設定が380ボルトで、もし使用電圧が±10%だとすると、420を超えている可能性があります。そうすると、そこで何か起こっていたという可能性もなくはないかなという気もするのと、やはり電圧はかなり低いので、実際の使用電圧は440±10%で、最終的に480でしているとすると、やはりこのあたりちょっと何か問題があるんじゃないかなという気がするので、そのあたりについて、いかがでしょうか。

○東京電力 小松GM

国内工場の420ボルトの状態ですと、ブレーキユニットがAC380ボルト設定の場合はレジスタがオンになる、先ほど説明があった電圧検知をする電圧値がDCで630ボルトでスイッチがオンになるという状態になります。これは、国内工場でもAC240ボルトですと、普通に正弦波のカーブを思い描いて頂くと、頂頭値が598ボルトぐらいで終わります。なので、最大でも598ボルトしかいかないの、レジスタの設定は決してオンになることはないと考えております。逆に言うと、1Fも480ボルト、電源電圧なので実際は465ボルトぐらい

なんですけれども、それだとDCの制御後の電圧が630ボルトをちょっと超えてしまう632ボルト、そういう電圧になってしまっていて、今回の事故が発生しているというところで、この辺は実際の復旧の際に再現試験を実施しまして、このとおりの値を示すことは確認いたしておりますので、国内工場においては大丈夫だったと言い切っていていいと考えております。

○成田危機管理部長

ほかにごございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、時間の都合上、先に進めさせていただきたいと思います。何かありましたらまた最後で出していただければというふうに思います。

それでは、議題の(2)のその他になりますけれども、2月の廃炉協のときに宿題となっていた案件につきましてのご説明をお願いいたします。

○東京電力 金子部長

ご説明させていただきます。

右肩に資料(2)-①と書いてある資料でございます。こちらは2月8日の廃炉協で宿題をいただいたものの回答でございます。

1ページを見ていただきたいと思います。

まず、藤城委員のご質問でございます。それに対して今回ご説明させていただくのが3号機使用済燃料プールの水質変化の件について、それから3号機使用済燃料プール水の浄化設備の効果について、この2点でございます。このご質問は、2月8日の廃炉協で、当社でご説明した水質の水位に変化、改善が見られないという観点からのご質問です。

続きまして2番目、長谷川委員からのご質問ですけれども、3号機使用済燃料プールの2017年1月のセシウムの放射能濃度の変化についてということで、こちらは2月8日にご説明いたしました当社の水質の変動の2017年1月のポイントに特異点のような変化がありましたので、それは何かということでご説明したいと思います。

続きまして、2ページでございます。

上半分が3号機使用済燃料プールの水質の水位を表しております。上半分が放射性セシウム濃度が縦軸にあって、横に時間軸となっております。前回、2018年2月8日の廃炉協のほうでご説明した期間というのが上の右側のほうに書いてございますが、2016年1月あたりから2017年の2月あたり、この範囲を拡大してご説明した際に、2017年1月のポイントで一部へこんでいるところが、数字、濃度が下がっているところがありましたが、今回準備させていただいたのは2011年3月から2019年3月です。おしなべていきますと、事故

当時のところから大体 1.0×10^8 Bq/Lの放射能濃度がありましたが、セシウムの除去と書いてありますが、この間、2カ月間装置を使いまして吸着を行いまして低減していると。その効果があって、徐々に放射能濃度が低下しています。2017年1月の変位につきましては、これはおしなべて見ていただきますと特に特異点というものではございません。こちらのほうは、徐々に低下した後、水位は安定していると思っております。

それで、前回ご説明しなかった下半分、塩化物イオン濃度ですけれども、縦軸はppm、横軸が同じ時間軸でございます。この間、事故時は大体1,750ppmの値を示しておりましたが、約11カ月間でROイオン交換装置、モバイル逆浸透膜装置を使って、イオンの除去を実施しております、2013年3月には非常に安定した値となっているということです。

まず、先ほどご説明した変位については、そのような解釈で理解をしております。

次のページです。3ページに移らせていただきます。

これは説明してしまいましたが、2012年から2013年に線量低減及び塩分除去を実施しております。まず塩分除去の事前準備としてセシウム吸着塔による線量低減を実施、あとは塩化物イオン除去につきましては、逆浸透膜装置、イオン交換装置、モバイル逆浸透膜装置により塩化物イオンの除去を実施しています。

なお、塩化物イオンの濃度につきましては、今現在100以下の数値を示しております。この100ppm以下というのは、保安規定上の制限数値でございます、右下にあります、これが知見です。大気開放条件で304ステンレスの腐食マップです。ここに書いてありますのは、ちょうど点線で左側の軸が温度、右側がイオン濃度となっておりますが、40℃、160ppmのところ、それ以下ならば腐食の発生なしという環境となります。現在、3号機水温は約35℃、pH値は8.5と非常に安定した状態で、腐食の可能性はないと思っております。

続きまして、4ページでございます。

こちらは原委員からのご質問でございます。こちらの回答といたしまして準備させていただいたのが、3号機取扱設備クレーンの構内用輸送容器取り扱い時の安全対策についてでございます。こちらは、前回4号機の燃料取り出し時に輸送燃料の吊り上げ時に緩衝材を設置したほうがいいんじゃないかというコメントをいただきましたが、クレーンの安全対策として冒頭の二重化を実施したことを受けて、引き続きその3号の燃料取り出しについても緊張感を持ってやってほしいという観点からのご意見を受けております。

今回、3号機の、先ほどもちょっとお話が出ましたが、設備の安全性について5ページから説明させていただきたいと思っております。

5 ページ、まず既存の燃料取扱設備クレーンと同様の二重化、フェイルセーフ設計であります。こちらは、文字を読んでいただくより、7 ページご覧ください。クレーンの落下対策についてですが、左上にありますのが先ほどご説明したクレーンの巻き上げ装置のワイヤーになっております。これがブルーとオレンジの二重構造になっていまして、このブルー1本であっても定格荷重、吊り上げ荷重は50 トンで、しっかりと吊り上げ、吊り下げる。万一これが切れたとしても、二重構造としてその内側のワイヤーで荷重を受けるということになっております。

続きまして、右上でございます。フックの外れ止めでございます。これは両吊り形のフックで、荷をかけたなら逆に外れないような構造になっておりまして、外れ止めを設置しております。こちらは既存の原子力発電所のフックと同じ構造になっております。

それと、一番下ですけれども、クレーンの巻き上げ装置ブレーキですけれども、こちらは通常主巻のモーターが動いているときには電磁ブレーキで、電気がかかった状態で、下のほうにばねがありますがそのばねの反力に打ち勝ってブレーキを解除する。ただし、電源に何か故障が発生した際は、電気が来なくなったときにばねの反力でブレーキがかかると、右の図に移るといことで、電源が止まってもしっかりとブレーキの制動をコントロールすることができるという構造になっております。

戻っていただきまして6 ページですけれども、吊具です。これは輸送用容器の吊具ですけれども、こちらもいろいろ複雑な構造になっておりますが、右上のほう、まず荷重をクレーンフックピン2本で支えます。容器自体の荷重というのは、左の写真を見ていただいて下のほうにイカの足のようなものが4つありますが、これの対角上の主アームでこのキャスクの荷重を受けます。この主アームが壊れた際は、対角上にもう一つアームがございます、補アームというものがございますが、こちらで荷重を受けるという二重構造になっておりまして、荷重を受けるものに関しては全て二重化を実施し、安全な設計となっております。

続きまして、5 ページに戻っていただきます。

耐震設計についてですけれども、原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C）に基づいて、基準地震動でありますSs 600galに耐えられるよう設計をしております。

3 ポツ目です。構内用輸送容器落下時の敷地境界の線量については、落下を仮定した評価で、内包する7本の燃料が破損した場合の敷地境界の実効線量は約 $1.6 \times 10^{-3} \text{ m S v}$ と十分小さいと。これは当社で通常作業管理している1日の被曝1 mSvと比較しても十分低い値となっております。

最後に4番目です。遠隔操作の訓練の実施。先ほどご説明したクレーン、それと燃料取扱機

等に関しては、吊具の訓練は工場にて実施しておりまして、今後燃料取り出しの場合に現場での訓練を実施していく予定です。

続きまして、8ページです。

万一の落下に対する備え、こちら先ほどご説明しましたように、4号と同じように、左手に図がございますが、クレーン、燃料取扱機で構内用輸送容器の中に燃料をしまった後、クレーンで輸送用のトラックに移動しますが、その際に落下しても大丈夫なように、下のほうに緩衝体を置いて、燃料が破損しないように万全の安全対策をして実施する予定です。

本件については以上です。

○成田危機管理部長

ありがとうございました。

それでは、皆さんからご質問、ご意見がありましたらお願いいたします。大越委員、お願いします。

○大越委員

すみません、2ページのセシウムの放射能濃度のグラフについて教えていただきたいのですが、セシウム134と137と濃度がプロットされていて、かなり134と137が相関よく動いているように見えるのですが、新たな供給源がないとすると、セシウム134の半減期が2年で、137は30年ですので、何となくもう少し134の割合が137に比べて下がっていくのかなと思うのですが、実際この具体的なデジタルな数字で比較されると、137と134の比って、半減期に見合った形で変化しているのでしょうか。ちょっとこのままのグラフではわかりかねるところがあって。気にしているのは、セシウムの新たな供給源が燃料のほうからないのかなというところが気になるんですけども、それはどういう形になっていますでしょうか。

○東京電力 金子部長

ご意見ありがとうございます。

今おっしゃったように、セシウムの137と134の半減期は137が30年、134が2年ということで、この差分の上下については半減期の影響はあると思いますが、すみません、今手元に細かい数字がございませんので、その半減期の差分というのがこの差に現れているのかというのは、ちょっと今回はお答えできないんですけども、確認させていただけますでしょうか。

○大越委員

わかりました。何となくこのグラフだけだと、あまりセシウム134が下がっていないかなというふうにも見えてしまうのですが、そこら辺、やはり今後燃料取り出しに向けて、燃料が破損していないかどうかというのは、一つ重要な要素だと思いますので。

○東京電力 小野CDO

それは確認いたします。私が見るとひいき目に、この両者の間隔が、時間とともに開いて見えますんですけど、その辺デジタル値で確認いたします。

○成田危機管理部長

高坂専門員、お願いします。

○高坂原子力総括専門員

前回の原先生のご質問に対する回答で、燃料輸送容器の落下防止対策を今回細かく説明していただいたのは、それで良いと思うのですが。ただ前に伺っていた原先生のご質問のご趣旨は、燃料輸送容器の落下対策を例に言及されていましたが、それだけではなくて、4号機において、使用済燃料の取り出しに対しては、燃料を損傷させないように、例えば燃料のプール内移動速度とか、燃料を吊り上げる時に引っかかり発生時に最大荷重（限度を設定して）いくらまで引き抜く等、いろいろな手順や採られた対策を確認させていただいたので、そういうことを、3号機の燃料取出しにおいても同じようにきちんとやっていたらいいんじゃないかと、ということが趣旨だったと思います。

今回は輸送容器の落下防止対策の説明という意味ではいいのですが、そのところを今後、3号機の燃料取出しの手順とかを具体的に詰めていく段階で、特に4号機と3号機を比較して、安全上問題ないようにきちんとやられていることについての説明を次のステップでやっていただきたい。特に4号機と違って3号機の場合はほとんどが遠隔操作でやりますので、そうすると遠隔操作の難しさが加わり、4号機でやったよりはもっと慎重に安全上の考慮をして、工夫をしないといけないと思います。それを踏まえて、燃料取り出し作業において、燃料を傷つけないようにするための対策をきちんとやっていただきたいので、その手順とか考え方も含めてどういうことを工夫されているかをまとめて、次回以降でもご説明願いたいと思います。

○東京電力 金子部長

ありがとうございます。すみません、今回紙面に載せませんでしたが、4号機のとくに準備していた安全機能については、今回3号機のほうにも全て反映しております。今お話あったように、抵抗があったときにはロードセルというものもございまして、余計な荷重がかかっていないかと。荷重があった場合は作業をストップして、その間に小ガレキが入っていないかを確

認するようになっています。ご心配をおかけして申し訳ございません。

○高坂原子力総括専門員

そういうところを整理していただいて、安心できるように進めていただきたい。特に遠隔操作なので、プール内で遠隔操作する際の、視認性が充分なのかですね、位置決めや作業状況の確認をどうするんだろうか。いろいろ難しさがあると思うので、たぶん次の議題の小ガレキの除去作業についても同じだと思いますが、その辺のところを十分整理していただいて、ご説明願いたいと思います。

○東京電力 金子部長

すみません、ありがとうございます。視認性については、今回資料のほうでは14ページですけれども、こちら細かい資料になりますが、4号機と3号機の設備の比較でございます。視認性につきましては、中段に「監視」という項目がございますが、4号機の場合は水中カメラ1台、webカメラ1台でございますが、今回の3号機につきましてはITVカメラが35台、webカメラが7台ということで、視認性については十分気をつけて作業を進めていく所存でございます。

○高坂原子力総括専門員

それを体系的にご説明願いたい。というのは、燃料取扱機を使用した訓練をやると思うんですね。そういうところが、工場で行っていたのと比べて実際現場でやったらどうかというのを見ないといけない。視認性が特に大事ですが、燃料取出し作業時に燃料を傷つけないように考慮された手順や対策が、これからの訓練にどう反映されているかも説明いただきたいということです。

○東京電力 小野CDO

おっしゃるとおりで、カメラ35台あるからいいですよというのではなくて、あると逆に見なければいけない箇所が35カ所あるということなので、その情報をいかに処理して、判断をしていくかということが結構大変な状態だと思います。そこはまさに訓練だと思っていますので、どういう形でご説明させていただければ一番わかりやすいかも含めて、ちょっとまたご相談させていただきながら、またこういう場でご説明を申し上げたいというふうに思います。

○成田危機管理部長

ほかにもございますでしょうか。長谷川委員、お願いします。

○長谷川委員

まず、私の質問にちゃんと、最近のトレンドまで示していただいて、よくわかりました。そ

こだけを見ると何かおかしいなと思ったので。

あとお聞きしたいのは、隙間腐食というか、2ページですか、塩化物の濃度が最近下がっている。ただし、その直後に塩化物濃度が、これは海水のせいだと思いますが高くなっている。今はもうよくなったから大丈夫だとは思いますが、腐食というのは今隙間腐食というのはよく知らないのわかりませんが、一旦そういう塩化物の高い濃度を経験してとか、履歴があると、その後にその履歴の影響が出るのか出ないのか。今の塩化物濃度が低ければ、これでよしと考えていいのか、ちょっとわからないので教えていただきたい。要するに直後に塩化物の濃度が1,600とか、高いところは1,800あった。その影響は全くないと思っていいのかどうか。それがちょっと気になるものですから、教えていただきたい。

○東京電力 小野CDO

私からお答えいたしますけれども、このデータも今日は持ち合わせがないので、さっき高坂さんがおっしゃったところも含めてご説明申し上げるときにあわせてご説明しようと思っておりますけれども、私どもは4号もやっぱり同じような履歴を持ってまして。4号のときは私のところはたしか2体だったかな、事前に燃料を一回取り出して、腐食ありやなしやというのを全部チェックしたと思っていますので、そのときの理論的な考え方とたぶん合ったと思っていますので、それと実際の現物を見たとき、それを評価して今回の場合は大丈夫だろうという判断をしているはずなので、そこら辺の資料をまとめるようにいたします。

○長谷川委員

そういう履歴がありますので、そこがちょっと気になりますので、説明いただければと思います。

○金子燃料対策・冷却設備部長

みません、参考までになんですけれども、10ページになります。海水を注入したときに我々腐食を気にしておりまして、試験をやりました。2012年、これは使用済燃料ですけれども、未照射燃料の調査といたしまして2012年7月に2体を取り出して、まず全体的に有意な傷も腐食もないことを確認しました。あとは、下部タイプレートの一部にわずかなさびが見られたという状態の、今現状どうなっているかというのを確認しております。それがまず第1点。

2番目が、この使用済燃料プール内の水質と水温を模擬した燃料構造部材の腐食試験を実施しております。なお、コンクリートも入っていますので、まず条件の一つとしては最も多く海水を注水した4号機SFPと同様のコンクリートが3号のほうにも入ったということ。

2番目といたしましては、腐食試験といたしまして震災初期の腐食リスクが最も高い代替冷却実施前かつ塩化物イオン濃度が高い状態を模擬したのが2点目。

そして3つ目、燃料棒のジルカロイですけれども、それに有意な腐食は見られなかった。

それを実施した結果、燃料棒に有意な腐食は見られなかったことと、あとはステンレス鋼には孔食がまれに発生するが、発生確率は低く、燃料の健全性へは影響がないという、このような試験をっております。

○長谷川委員

それから、ちょっと追加したいのですが、この塩素濃度というか、このほかに一般的に、またこれも専門じゃないからよくわからないのですが、pHとか酸素濃度、そういうものはどういうふうに考えておられるのか、それもお聞きしたいと思います。

○東京電力 金子部長

溶存酸素につきましては、ヒドラジンというものを注入しております、溶存酸素を除去するというのをやっておりまして、次にご質問のありましたpHですけれども、3ページ目に図がございますが、ステンレス鋼というのは今現状3号のプールでは水温35℃、pH値が約8のあたりを推移しております。ステンレス鋼というのは、対アルカリ腐食には強いものでございますので、今この曲線が、pHが高くなると右斜め上に推移していきます。これはpH7の線ですけれども、この腐食発生可能性なしと書いてある範囲が、温度が上がると大きくなります。また、ppm、塩化物イオンの濃度が増えたとしても、pHが上がっても腐食しない領域というのは大きくなるという知見はあります。

先ほど腐食に関するお答えはあちらでよろしかったでしょうか。検査をしているということ。

○長谷川委員

はい。

○東京電力 金子部長

ありがとうございます。

○成田危機管理部長

ほかにごございますか。高坂専門員、お願いします。

○高坂原子力総括専門員

今の話で、4号機でやったデータがあるので3号機でやらないとおっしゃっているのですか。やはりいろいろ条件が違うので、3号機でも同じことをやるべきでしょう。

○東京電力 金子部長

そうです、下は3号です。3号の場合を模擬してやっています。

○高坂原子力総括専門員

じゃあ今回はそれで確認して十分ということでしょうか。

○東京電力 金子部長

申し訳ございません。

○成田危機管理部長

ほかにございますか。よろしいでしょうか。

それでは、次の議題となりますが、3号機使用済燃料プール内の小ガレキの撤去につきまして、ご説明をお願いします。

○東京電力 金子部長

それでは、右肩に資料(2)－②と書いてある資料です。3号機使用済燃料プールの小ガレキ撤去について、ご説明させていただきます。

1ページをご覧ください。

左下のほうに書いてございますが、オレンジ色が燃料取扱機、左の黄色いのが先ほどご説明したクレーンになっております。絵が小さくて恐縮ですが、まず右半分のほうですけれども、燃料取扱機でマニピュレータを下ろしまして、触手にガレキ吸引装置を握らせませす。それで細かい塵とか小さめの小ガレキを全部吸い取ります。その後、残った小ガレキにつきましては、今度は左手の絵に移りますが、燃料取扱機で同じマニピュレータを積んで、その先の触手で小ガレキをつまんで、小ガレキ収納バスケットというものに水中で積みませす。それをオペフロ上に持ち上げまして、その上げたバスケットを今度は遮蔽性を有する小ガレキ収納コンテナというものに積んで、クレーンで下ろして運ぶと。燃料プールのほうから除去するという手順を、これを続けて実施していきたいと思っております。

そして、右半分に写真がございませすが、これはその都度作業内容によって変えて使うバケツト、鉄筋カッター、ケーブルカッターを使い分けて、小ガレキを撤去するという手順になっております。

それで、3つ目のポツにございませすが、この燃料取扱機の試験を実施した後、燃料ハンドルより上の小ガレキから撤去し、訓練をして、習熟後に燃料ハンドル付近の小ガレキを今ご説明した手順で除去していく計画でおります。

設備については、後ほど詳しくご説明させていただければと思っております。

次のページでございます。

2 ページですけれども、こちらは今の3号機の使用済燃料プールを鳥瞰から写真を撮りまして、その模様を載せたものでございます。中央の、この四角い図が使用済燃料プールの状況でございます。北側が上を示しております。それぞれの場所に矢印を引いてございますが、この色分けしたエリアに、ブルーで非常に見づらいのですが、例えば1番の写真ですが制御棒があったり、②がついている写真ですと細かいコンクリートのチリのようなものが置いてあったりと、いろいろ大きいものやら小さいものが点在しております。

3 ページでございます。

これは上の①の写真を拡大したものですけれども、①の写真の黄色い正方形ですけれども、これが燃料ラック1セルの約150×150mmの大きさになります。それと比較して、例えば1番の真ん中にある鉄板状のようなものは、大きさを比較してほしいのですが、大体700から750ぐらいと考えられています。②につきましては、コンクリート片だと思われる、右上のほうにあります。この150mmに比べると30センチ、直径長手方向で30cmくらいあるということで、大きさがわかるように比較対象とするセルのほうに矢印を入れさせていただいております。

続きまして、4 ページでございます。

先ほど1ページでご説明いたしました使用するつかみ具等の説明でございます。上からつかみ具、これは金属プレート、コンクリート片等を把持する場合に使用する予定でございます。続きまして、2番目がカッター、こちらは鉄筋とケーブルの切断に使うカッターを2種類用意してあります。3番目にバケット、こちらは比較的大きなコンクリート片を把持して除去するときに使うもの。そして4番目です。こちらは吸引装置、先ほどご説明しました比較的小さいものを吸引して、吸い取る装置になります。

次のページでございます。5 ページです。

こちらはエアリフト装置と申しまして、吸引装置を別なものを用意しておりまして、比較的大きめのものをこの吸引装置によって上のバスケットのほうに吸い取ってしまうというエアリフト装置というのも用意しております。右のほう、対象に書いてございますが、コンクリート片の大きさといましては約Φ100mm以下を想定しております。

続きまして、2行目です。小ガレキ収納バスケット、こちらは先ほどご説明したマニピュレータで取った小ガレキをこちらのバスケットのほうに入れるものでございます。

そのバスケットを、次に遮蔽性を持っている入れ物、その下の小ガレキ収納コンテナというものにこのバスケットが2つ入るような構造になっておりまして、運搬を実施するために使う

ものでございます。

簡単ですけども、以上でございます。

○成田危機管理部長

では、ただいまの説明にご質問、ご意見ありますでしょうか。高坂総括専門員、お願いします。

○高坂原子力総括専門員

小ガレキ撤去については、今日のご説明で概要はわかったんですけど、先ほどとダブるんですけど、小ガレキの撤去作業で、燃料を傷つけないようにということが大事なので、どういう手順でどんな安全上の考慮をしてやっていくのかというところを、実際に小ガレキ撤去の作業が始まる前には、もう少し安心できる説明をお願いできないでしょうか。例えば、マニピュレータの先にいろんなつかみ具等工具をつけて作業する時に、燃料のハンドル付近の小ガレキを撤去する時に、ぶつかったり何かして燃料に影響を与えないように、たぶん移動ルート、高さ、接近距離の制限だとかいろいろあると思います。それから3ページに、小ガレキの中に、燃料ラックのセルに比べてはるかに大きな寸法のある大きなコンクリート片や、長い針金等があると記載されており、また、4ページにそれぞれのつかみ具の、把持能力が57kg、吸引する場合には25mmまでとか、バスケットの把持納涼区は360kgとありますが、これらの大きめのガレキ類は、用意している把持装置なり切断装置なり吸引装置で処理できる範囲を超えるものはないのでしょうか。これらの装置類を扱って作業しているときに、小ガレキや作業ツール類が燃料上に落下したり衝突したりすることは問題ないのかどうか。いろいろ対策をとっているのですが、どのような手順でどんな対策が採られているのか明確じゃないので、その辺のところのご説明をお願いしたい。

○東京電力 金子部長

詳しい説明はまた次回にさせていただいて、荷重については、今ロードセルという加重計がついていまして、把持したものの重量は分かるようにしていると、今のところこの装置を持っていけばどけられるとは思ってはおりますが、また別の機会にご説明させていただきたいと思っております。

○成田危機管理部長

よろしいでしょうか。ほかにございますでしょうか。長谷川委員、お願いします。

○長谷川委員

ちょっと教えていただきたいのですが、2ページの右上の制御棒というのがありますね。こ

の制御棒はプールにどういう状態であったのでしょうか。これを見ると、横たわっているように見えるのですが。プールにあるのは知っていましたが、どうなっていたのか。

○東京電力 金子部長

状態といたしましては、横たわっております。

○長谷川委員

横たわっているんですね。もともと。そうですか。はい。

○成田危機管理部長

ほかにございますでしょうか。兼本委員、お願いします。

○兼本委員

さっき高坂委員からもあった、小ガレキといっても30センチ四方で、結構大きいなという感想ですが、これもいろんな取り出しの訓練みたいなものはやられているのですか。途中で割れたりというもあるでしょうし、変な形なので、把持した後に落ちてしまうということもあると思うんですけど、それは現場でやるということなのか、同じような訓練をしているのか。

○東京電力 金子部長

訓練はこれからですけれども、今ご指摘いただいた細かいものはなるべく触れないようにして吸引でまず取るというのが基本でございます。

○兼本委員

吸引はできないんですね、30くらいのは。

○東京電力 金子部長

そうですね。それは結局、つかむなりしなくてはいけないですけれども。

○兼本委員

それを落とさないかというのが。

○東京電力 金子部長

そのための訓練はこれからですね。

○兼本委員

これからですか。ぜひ訓練のときの写真を一度見せていただきたいと思いますね。安心できるとお思いますので。よろしくお願いします。

○東京電力 金子部長

はい、わかりました。ありがとうございます。

○成田危機管理部長

田中委員、お願いします。

○田中委員

これはカッターで切るようになっていますが、切るときは破片は固定して切る。どういう切り方をするのでしょうか。

○東京電力 金子部長

マニピュレータで片方をつまんで、切断して途中まで切って、完全に切ってしまうと落ちてしまいますから、その前にもう片方をマニピュレータでつかんで、落とさないように作業する、という手順です。

○田中委員

かなりテクニックというか、いろいろ訓練が大変なような気がするんですけども。

○東京電力 金子部長

ありがとうございます。

○成田危機管理部長

ほかにございますか。よろしいでしょうか。

では、詳細につきましては作業が始まる前にもう一度説明ということで、よろしくお願いたいと思います。

本日の議題はこれで終了になりますけれども、最後に全体を通して何かご質問とかございますか。市町村の皆様はよろしいですか。では、双葉町さん、お願いします。

○双葉町 平岩復興推進課長

双葉町です。改めてこの機会にお願いをしたいと思います。

今回、3号機燃料取扱設備クレーンの不具合があるということで、いろいろ原因究明等をされたという報告をいただきました。が、原因究明にちょっと時間がかかったのではないかなという率直な印象はありますけれども、今後、3号機使用済燃料取り出しなど重要な作業を控えております。地域住民が安心できるような廃炉措置をぜひお願いしたいと思いますし、安全に安定的に廃炉作業を進めることが町の復興にもつながりますので、その点について十分ご認識いただいて、作業を進めていただければと思います。よろしくお願いします。

○東京電力 小野CDO

ありがとうございます。我々もこれからいろいろ訓練を含めしっかりやってまいりたいというふうに思いますし、あともう一つ大事なのがやっぱり透明性ということは非常に大事だと思っていますので、通報の遅れ等がないように、もしあった場合はきちんと通報の遅れがないよ

うに、皆様にもきちんと情報提供ができるように、そこら辺もあわせてもう一回念を押して準備のほうを進めてまいりたいと思います。ありがとうございます。

○成田危機管理部長

ほかにございますでしょうか。よろしいですか。

では、最後に私から一言だけ。今回のメーンのクレーンの不具合について、いろいろ委員の皆さんから意見が出されましたけれども、しっかりと受け止めていただきたいと思います。特に不具合がいくつかあって、兆候に気づく機会がいくつかあったと思いますし、電圧の違いというのも割と早い段階からあるなというのは頭にあったということもありましたので、そういったところを、真の原因究明がしっかりとなされないできて、最後に停止してしまったということになってしまいましたので、今後こういうことのないように、しっかり品質管理の問題として認識をいただいて、類似のトラブルを起こさないように、しっかり対策をとっていただきたいと思いますので、よろしくお願ひしたいと思います。

それでは、これで議事のほうを終了したいと思います。

○事務局

審議については以上となりますが、本日の資料等について追加のご意見、ご質問等がございましたならば、8月7日火曜日まで事務局のほうにメール等でご連絡をお願いしたいと思います。以上で廃炉安全監視協議会を終了といたします。ご協力ありがとうございました。