

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11回議事録

令和2年2月12日（水）

原子力規制委員会

（注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。）

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11回
議事次第

1. 日 時：令和2年2月12日（水）14:30～15:51

2. 場 所：原子力規制委員会 13階会議室A

3. 出席者

(1) 原子力規制委員会

武山 松次	実用炉監視部門	安全規制管理官（実用炉監視担当）
吉野 昌治	実用炉監視部門	企画調査官
小野 達也	実用炉監視部門	上級原子炉解析専門官
吉田 実	実用炉監視部門	主任監視指導官
東 侑記	実用炉監視部門	原子力規制専門員
渡邊 健一	検査監督総括課	課長補佐

(2) 事業者

四国電力株式会社

渡辺 浩	原子力部	発電管理部長
森田 英司	原子力部	設備保全グループリーダー
中川 和重	原子力部	設備保全グループ 副リーダー
伊達 智博	伊方発電所	保修部 機械計画第一課 課長
青木 保弘	原子力部	燃料技術グループリーダー
白形 俊浩	伊方発電所	安全管理部 安全技術課 副長
大政 安彦	原子力部	核物質防護・工事グループリーダー
立石 真一	原子力部	核物質防護・工事グループ 副リーダー
横田 直樹	原子力部	原子力企画グループリーダー

4. 議 事

(1) 伊方発電所3号機 原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がりについて

(2) その他

5. 配付資料

- 資料 1 - 1 伊方発電所第 3 号機 原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がりについて（概要版）
- 資料 1 - 2 伊方発電所第 3 号機 原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がりについて
- 参考資料 1 - 1 伊方発電所第 3 号機 燃料集合体点検時の落下信号発信について（概要版）
- 参考資料 1 - 2 伊方発電所第 3 号機 燃料集合体点検時の落下信号発信について
- 参考資料 2 - 1 伊方発電所 1 8 7 k V 送電線の遮断について（概要版）
- 参考資料 2 - 2 伊方発電所 1 8 7 k V 送電線の遮断について

6. 議事録

○武山安全規制管理官 定刻になりましたので、第11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。

私は司会進行を務めます実用炉監視部門の安全規制管理官をしています武山です。

本日の議題は、伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がりについてです。

本件は、本年1月12日に定期検査中の四国電力伊方発電所3号機の原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時に制御棒クラスタ1本が切り離されずに上部炉心構造物とともに引き上がりが発生した事案でございます。

本事案は発生から1カ月程度経過をしておりますけれども、四国電力のほうから原因調査に時間を要するとお聞きしておりますので、時間を要している理由や調査に関しての課題など、これまで判明している事実関係や今後の進め方について説明をしてもらうために開催するものでございます。今後、原因究明や対策については引き続き公開会合で議論していきたいと思っております。

あわせて、法令報告事項ではありませんけれども、燃料集合体点検時の落下信号の発信、それから187kV送電線の遮断、これについても事実関係について説明をしていただくということになっております。

それでは、まず、制御棒の引き上げについて御説明をお願いいたします。

○渡辺発電管理部長 四国電力、渡辺です。

初めに、少し一言述べさせていただきたいと思っております。

弊社伊方発電所では、年明け以降トラブルが続いておりまして、皆様に御心配をおかけしております。大変申し訳なく思っております。改めてお詫び申し上げます。

現在、原子力本部長の山田が伊方発電所に常駐しておりまして、原因究明、再発防止対策の策定、これに全力で取り組んでおるところでございます。本日はその経過報告をさせていただきます。調査が終わった項目もありますけれども、今後、原因究明をしていく中で、また本日の議論も踏まえまして深掘りさせていただきたいと思っておりますので、よろしくをお願いいたします。

また、187kV送電線の遮断時には、使用済燃料ピットの冷却が一時的に停止したということが後日大きく報道されましたけれども、これについてはトラブル当初の御説明が十分ちゃんとできていなかったというふうなところもあるというふうに我々も反省しておりまして、本日この点も詳しく御説明させていただきたいと思っております。

それでは、1件ずつ報告させていただいて、質疑応答という形でやらさせていただきます。

まずは制御棒の引き上がりについて、担当のほうから御説明させていただきます。

○森田設備保全グループリーダー 四国電力の森田です。

まず、資料の説明です。法令による国への報告対象である制御棒引き上がり事象についての資料は1-1、1-2です。また、燃料集合体点検時の落下信号発信についての資料は参考

資料1-1、1-2及び187kV送電線の遮断についての資料は参考資料2-1、2-2です。

では、資料1-1の概要版を用いて、伊方3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がりについて御説明いたします。

1ページ、事象概要を説明します。

伊方3号機は定期検査中、燃料取り出し作業のため、制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作業を行った後、原子炉容器の上部炉心構造物を吊り上げていたところ、1月12日13時20分、制御棒クラスタ1体が上部炉心構造物とともに引き上げられていることを確認しました。

本事象による環境への放射能の影響はなく、また燃料取り出し作業に備えてあらかじめ原子炉容器内の一次冷却材ほう素濃度を高めていたことから、未臨界は維持されていました。

左の図は原子炉容器から上部炉心構造物を吊り上げている状況において制御棒クラスタ1体が上部炉心構造物とともに引き上げられたことを示しており、右上の写真はその水中カメラ映像です。引き上げられた1体は48体中6体目に切り離し作業を実施した制御棒クラスタでした。駆動軸48本は上部炉心構造物とともに吊り上げられていますが、制御棒クラスタは駆動軸と切り離されているので、当該以外の47体の制御棒クラスタは燃料とともに炉心に残っている状況です。

次ページをお願いいたします。2ページ、これまでの作業の流れを左に示します。

点検を開始すると、ほう酸濃縮等により高温停止・低温停止の状態にし、原子炉容器のスタッドボルトを緩めることで上蓋を開放します。上蓋を吊り上げながらキャビティに水を張った後、制御棒クラスタと駆動軸を切り離し、上部炉心構造物の吊り上げ、原子炉容器内点検、燃料取り出しを行う予定でしたが、水色で示す上部炉心構造物吊り上げの際に本事象が発生しました。

右の図は制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業の概要図です。キャビティは満水であり、上部炉心構造物は原子炉容器内にあり、駆動軸は制御棒クラスタと結合されています。切り離し作業は燃料取替クレーンからホイスト、荷重計等を介して吊り下げられた駆動軸取り外し工具を用いて行います。燃料取替クレーンによる作業員が取り外し工具を操作することにより、制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作業を行います。

右の写真は駆動軸の先端のものです。両側の凸凹した接手により制御棒クラスタの頭部と結合しています。中心にある位置決めナットが下端まで下がったこの状態では、接手が内側にたわむことができないので、制御棒クラスタとの結合が解除されることはありません。切り離しの際は、中心にある位置決めナットを上を引き上げることにより接手が内側にたわむことができるので、結合を切り離すことができる構造となっております。

次ページをお願いいたします。3ページ、制御棒クラスタと駆動軸の結合について説明します。

Aです。運転中など、駆動軸が結合されている状態をAで示しています。ピンク色の駆動

軸下端の接手は水色の制御棒クラスタに入り込み、凹凸部分でかみ合っています。このとき、駆動軸内部の緑色の取り外し軸は下端まで下がっており、接手は広がった状態で拘束されるので、しっかりと結合しています。

Bです。駆動軸中心の緑色の取り外し軸を引き上げることにより接手の拘束が解かれ、接手が内側にたわむことが可能となります。

C、この状態で駆動軸本体を上昇させることで接手が内側にたわみ、弾性変形し、制御棒クラスタから切り離されます。接手がクラスタ頭部から抜けるということです。

D、次に、緑色の取り外し軸を下げることで水色の接手が広がった状態で拘束され、接手が内側にたわむことができない状態になります。

E、駆動軸を下降させ、水色の制御棒クラスタに着座させますが、このとき接手は押し広げられているため制御棒クラスタ結合部には入らず、結合しません。制御棒クラスタ頭部に乗っかるイメージです。

次、お願いいたします。4ページです。制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業の手順を御説明いたします。

左肩にあるアルファベットのAは前ページの接手の結合状態を示しています。①で対象の駆動軸アドレスの確認を行った後、②工具単体の重量を測定します。③工具をゆっくりと下げていき、工具の重量が駆動軸に乗ったところ、荷重計が0kgになったところで停止し、このときベースプレートの位置を計測します。④工具を操作し、工具と駆動軸本体をラッチ、しっかりとつかみます。⑤工具を吊り上げていきますが、このときは制御棒クラスタと駆動軸は結合されているので、制御棒クラスタも一緒に持ち上げるため、計測される重量は工具と駆動軸と制御棒クラスタの三つの合計重量となります。

次ページをお願いします。5ページです。⑥着底するまで工具を下げ、ベースプレートの高さ位置を計測します。⑦結合を切り離すため工具を操作し、取り外し軸を上昇させ、接手部の拘束を解きます。このとき、取り外し軸の上昇に伴い工具のインジケータロッドも上昇します。⑧工具を吊り上げることでより結合が解かれ、制御棒クラスタと駆動軸が切り離されます。ここで重量測定し、工具と駆動軸のみの重さになっていることを確認します。この重量測定により、制御棒クラスタが切り離されていることを確認しています。⑨接手部が内側にたわまないよう取り外し軸を下降させます。

次ページをお願いします。6ページです。⑩で、着座するまで荷重計が0kgになるまで工具を下ろしていきますが、接手が広がったまま内側にたわむことができないため、結合することなく制御棒クラスタの上に着座します。⑪で、このときのベースプレートの高さを測定し、結合していた⑥の状態からの浮き上がり寸法を確認します。この寸法計測からも制御棒クラスタが切り離されていることを確認しています。⑫駆動軸本体から工具をアンラッチします。⑬工具を吊り上げ、工具単体の重量となっていることを確認し、工具を取り外します。

以上が制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業の一連の流れです。

次ページをお願いします。7ページでは、事象発生後の状況を説明しています。

まず、事象発生後、上部炉心構造物を下ろして駆動軸と制御棒クラスタの結合、切り離し確認等を実施し、正常に結合、切り離しができること等を確認しています。具体的には事象発生後、上部炉心構造物を吊り上げた状態から下ろして吊り上げ作業開始前の状態に戻した後、取り外し工具にて駆動軸を引き上げたところ、この時点では制御棒クラスタは引き上がりず、制御棒クラスタと駆動軸は結合されていないことを重量計測により確認しています。この状態で取り外し工具にて駆動軸と制御棒クラスタの結合、切り離し作業を実施し、正常に結合、切り離しができることを確認しています。このとき、駆動軸と制御棒クラスタを結合した状態で上下方向に操作しており、上部炉心構造物と干渉せずスムーズに操作できることを確認しています。その後、再度、上部炉心構造物を吊り上げた際には、制御棒クラスタは引き上がることなく事象は再現しませんでした。

次ページをお願いします。今回の作業体制、作業手順書は従来と同様であり、定められた手順どおりに重量確認と寸法確認を実施し、確実に切り離し作業が行われていることを確認しています。

具体的には表のとおり、作業手順、作業記録については当社にて承認された作業手順書に基づき実施していること。今回の作業手順書は過去の定検と同様であり、過去の定検では同様の事象は発生していないこと。作業開始前に読み合わせを実施し、作業手順や過去の不具合事例等について確認していること。定められた手順どおりに重量確認と寸法確認を実施し、確実に切り離し作業が行われていることなどを確認しています。

作業体制は、過去に十分な実績のある作業体制で同じであること、力量は右に示すとおり、主要な操作を行う者は現場操作に十分な経験と知識を有していたことなどを確認しています。

作業環境、聞き取り調査においても、表に記載のとおり問題はなかったと考えています。

また、事象発生後の駆動軸引き上げ時に制御棒クラスタが引き上がらなかったことから、そもそも切り離し操作自体をしていなかったというような重要な手順の抜けやアドレス間違い等の作業ミスは考えがたいと考えております。

次ページをお願いいたします。9ページでは、類似事例を調査した結果を示します。

類似事例を調査した結果、国内の加圧水型軽水炉において制御棒の引き上がりにより類似した事例は確認されていませんが、海外事例として表の事象が確認されたことから、引き続き詳細を調査いたします。

次ページをお願いいたします。10ページです。駆動軸取り外し工具の調査結果を示します。

駆動軸取り外し工具について外観確認及び動作確認を実施しましたが、調査結果に問題はなく、当該工具を使用した駆動軸の動作確認等でも問題は確認されておりません。

次ページをお願いいたします。11ページです。制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作

業に使用した荷重計及びスケールの調査結果に問題はありませんでした。

次ページをお願いいたします。12ページです。駆動軸及び制御棒クラスタの調査を実施しています。

事象が発生したアドレスのほかに、比較対象として他の2カ所のアドレスを選定し、合計3カ所のアドレスについて調査を実施しています。比較のために当該のM-4アドレスに対し、一つは制御棒クラスタの使用期間がM-4と同等なものとしてM-12を、もう一つはM-4及びM-12が炉心外周部に近いことから、炉心中心近傍のJ-7を比較対象として選定しております。

次ページをお願いします。13ページです。駆動軸接手内外面の外観確認を実施しています。

当該駆動軸の接手外面には黄色枠で示す金属光沢を有する接触痕が観察されました。比較対象においてもオレンジ色枠で示す接触痕が確認されましたが、金属光沢はありませんでした。

また、上の写真に灰色枠で示すテーパ部の周方向接触痕は、通常の手操作である切り離し操作後の駆動軸仮置きで制御棒クラスタと取り合う箇所に相当し、金属光沢はありませんでした。

下の写真の当該駆動軸の接手内面には緑色で囲った金属光沢を有する接触痕が観察されました。これらの調査の結果、接手の内外面に金属光沢のある接触痕が確認されたため、今回の事象に関連している可能性について継続調査を行います。

次ページをお願いします。14ページです。前ページの黄色枠の接触痕について型取り調査を行っています。

当該駆動軸に見られた接手外面の局所的な接触痕は、比較対象の接触痕に比べ有意に深かったことが確認されています。下の2枚の画像は当該と比較対象を重ねたものですが、灰色の部分は当該駆動軸がへこんでいること、ピンク色の部分は当該駆動軸が出っ張っていることを示しており、接触痕の深さは約0.04～0.12mmでした。

次ページをお願いします。15ページについて説明します。13ページの灰色枠の周方向の接触痕についての型取り調査結果です。

外面テーパ部の周方向接触痕は当該駆動軸の接触痕深さも検出限界以下であり、接手外面の局所的な接触痕、黄色の部分に比べ軽微でした。また、当該駆動軸と比較対象の接触痕に有意な差はありませんでした。

次ページをお願いします。16ページ。接手部の寸法計測及び取り外し軸の動作確認結果です。当該駆動軸の接手部の寸法に問題はなく、比較対象との有意な差はありませんでした。また、取り外し軸の動作についても問題はなく、比較対象との有意な差はありませんでした。

次ページをお願いします。17ページです。取り外し工具と組み合わせて動作確認を実施しています。

当該駆動軸のストローク量、追従性に問題はありませんでした。なお、定格0.7MPaに対し、約0.2MPaといった空気圧がかなり低い状態では取り外し軸の引き上げが不十分となることが確認されましたが、比較対象の駆動軸との有意な差はありませんでした。また、後述しますが、駆動源となる所内用空気の圧力の低下は確認されていません。

次ページをお願いします。18ページです。制御棒クラスタの調査の結果、当該制御棒クラスタ及び比較対象の制御棒クラスタのいずれにも、頭部の円筒部内に堆積物が確認されました。この堆積物について現在、採取分析などの調査を継続しており、今回の事象に関連している可能性についても調査を行います。

次ページをお願いします。19ページです。駆動軸、制御棒クラスタについて、製造履歴、点検履歴、所内用空気圧力を含む運転履歴等を調査しましたが、問題ありませんでした。

次ページをお願いします。20ページ。今後の調査工程です。

現在実施している接触痕の詳細調査、堆積物調査及び海外類似事例調査について継続して実施していきます。また、事象発生メカニズムの解明、推定原因の検討を行い、再発防止対策につなげていきたいと考えています。

次ページをお願いします。まとめです。

事象発生後の結合状況調査、その後の上部炉心構造物の吊り上げにおいて本事象は再現していません。作業体制、作業手順書は従来と同様でした。定められた手順どおりに重量確認と寸法確認を実施しており、確実に切り離し作業が行われていることを確認しています。事象発生後の駆動軸引き上げにおいて制御棒クラスタは引き上がらなかったことから、切り離し操作自体をしていないといったような重要な手順の抜けやアドレス間違い等の作業ミスは考えがたいと考えています。

海外の類似事例については引き続き調査をしてまいります。

使用工具・計測器、製造履歴や運転履歴等の調査結果に問題はなく、今回の事象の発生要因となった可能性は低いと考えています。

これまでの調査の結果、当該駆動軸の接手部に金属光沢のある接触痕が確認されました。また、制御棒クラスタ頭部の円筒部内に堆積物を確認しています。

これら接触痕や堆積物が今回の事象に関連している可能性について継続して調査してまいります。

今後、事象発生メカニズム及び推定原因の解明、再発防止対策等を検討し、原因対策報告書をまとめていきます。参考に、現時点の要因分析図を次ページ、22ページに添付しています。

説明は以上です。

○武山安全規制管理官 ありがとうございます。

それでは、質問、確認などお願いいたします。どうぞ。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

2点確認させてください。まず6ページなんですけど、6ページの駆動軸の浮き上がり寸法の確認というところなんですけど、こちら判定基準のほうを満足していると思うんですけど、過去の結果と比べてどれぐらい違いがあるとか、そういったところをわかる範囲で教えていただいてもよろしいですか。

○中川設備保全グループ副リーダー 四国電力の中川でございます。

6ページの引き上がり時の寸法の確認ですが、今回の作業時の記録ももちろんこの判定値を満足しております。過去の判定値ももちろん満足しております。

ばらつきはその範囲内でばらつくこともあるんですが、基本的にはその範囲内に入っております。

以上です。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

18ページに制御棒の頭部の写真があると思うんですけど、大分堆積物、特に該当の制御棒クラスタについては大分堆積物がたまっている感じに見えるんですけど、こちらについて、その厚さ等も加味しても特に問題はないというふうに考えられているのでしょうか。

○中川設備保全グループ副リーダー 四国電力の中川です。

堆積物の深さを考慮しても、この接手がはまり込むときには自重で堆積物を押しつけて入らないと、ここの段になっている部分にかみ込まないこととなります。ですので、結合を確認した際には、接手は下までちゃんと入っているということです。堆積物の深さによってここは大きくばらつくことはないのではないかと推定してございます。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

ありがとうございます。

あともう一点、確認なんですけど、9ページ、海外事例を五つ挙げられていると思うんですけど、このうち一番下のセントルーシー1号について、もし今現時点でわかっている状況、部分的に結合が継続して引き上がったという事象を推定原因として書かれているんですけど、どれぐらい入っていたとか、その辺り、わかる範囲で説明してください。

○横田原子力企画グループリーダー 四国電力、横田でございます。

セントルーシー1号の推定原因について簡単に報告さしあげます。

どれぐらい入っていたかという御質問だったんですが、そこまでの報告は上がっておりません。ただ、この報告書によりますと、1本だけ制御棒が吊り上がっているんですけども、それに対応する駆動軸につきましては、ここにも少し書いてあるんですけど、内面の摩擦力が高い状態だったと。あと、セントルーシーでは、その駆動軸をアンラッチする作業について、ビデオでの記録がたまたまあったんですけども、そのときに、この駆動軸だけについては作業がまごついていたといいますか、スムーズにはできていなかったと、そのような報告になっております。お聞きいただいた幾らぐらいとかという定量的なものはないんですが、そういった報告がセントルーシー1号ではなされております。

以上です。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

ありがとうございました。

○武山安全規制管理官 ほかはどうでしょうか。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

9ページですけれども、国内では類似例が確認されなかったということですが、今回の事象はラッチ・アンラッチ作業で何らかのトラブルがあったということも考えられますので、国内においては制御棒クラスタの引き上がりだけでなく、制御棒のラッチ・アンラッチ作業におけるトラブルの事例についても調査願えないでしょうか。よろしく願いいたします。

○森田設置保全グループリーダー 四国電力、森田です。

国内の駆動軸の過去のトラブルについても調査実施してまいりたいと思います。

以上です。

○武山安全規制管理官 ほかはどうでしょう。

○吉野企画調査官 実用炉監視部門の吉野です。

先ほど、東のほうから質問がありました件と関係するけれど、6ページ目のベースプレートの高さの件です、今回のクラスタが他のクラスタと比べて大きな相違があったのかどうか。先ほどの御説明ではなかったということですが、ここのところについて他の要因、重さとかベースプレートの高さとか、何か違いがあるのであれば御説明いただけますでしょうか。

○中川設備保全グループ副リーダー 四国電力の中川です。

先ほどの寸法についてですが、他の駆動軸との差ということでありましたら、差はあります。ただ、この範囲内ということになります。

重量確認はもちろん切り離し操作後のクラスタの重量がない重量ということを確認しております。

○吉野企画調査官 わかりました。ありがとうございました。

引き続き、有意な差でないにしても、何か要因が考えられるので、その観点は見えていただければと思います。

あと、8ページ目のところで、作業手順、作業記録の中で、3番目です、過去の不具合事例等について確認なんですけれど、今回のこういう事象はなかったということなんですけれど、これの過去の不具合事例、具体的にはどういうものがあって、先ほど発言のありましたラッチ・アンラッチの件とか、そういうものがあったのかどうかを御説明いただけますでしょうか。

○中川設備保全グループ副リーダー 四国電力の中川です。

この要領書の読み合わせについてですが、今回のこの作業については、要領書としては原子炉容器の開放作業という要領書単位になっていまして、かなり多くの範囲の手順がまとめられた手順書になっています。なので、今回の要領書の読み合わせで駆動軸の切り

離し作業に特化したような不具合事例の周知というのはされていないんですが、この際、されていたのは、例えば、原子炉容器上蓋を開放するためにスタットボルトを引き抜くんですが、その引き抜き時のボルトの解放の確認を工具でやった後、手できちんとやらないと、上蓋を吊り上げるときにボルトを傷めるといった話や、ボルトを取り外したときにワッシャがボルトのほうについてくると、それが途中で落ちてけがをすとか、そういった事例について確認をされています。

以上です。

○吉野企画調査官 わかりました。ありがとうございます。

あと最後の質問ですけれど、今回、四国電力から検討には時間を要するという話を聞いているんですけれど、今回のスケジュールでも2月以降という形になってはいますが、大きな要因としては何に検討を要するのかというのと、目処等がわかるのであれば御説明いただけますでしょうか。

○渡辺発電管理部長 四国電力、渡辺です。

現地の調査等は鋭意進めておりますけれども、正直言いまして、今のところ、これが原因だということの特定がまだできていないというような状況でございまして、そういった意味で、いつまでというのが、なかなか申し上げにくい状況でございまして、鋭意進めてまいりたいと思っております。

○吉野企画調整官 わかりました。ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 ほか。どうぞ。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

現時点では調査結果から電力さんがお考えになられているのは、21ページのまとめの2番目に記載があるように、切り離し作業は確実に行われたと、ちゃんと切り離されていたと。しかしながら、何らかの理由により制御棒が吊り上がったという現時点のお考えということよろしいですかね。

○伊達機械計画第一課長 四国電力の伊達です。

はい、そういう考えでおります。

○武山安全規制管理官 ほかは何かありますか。

私のほうから質問させていただきます。スライドの3ページかな、切り離し作業の4分の1というやつですかね。3ページで、Eで駆動軸着底というのがありますが、要は今回事象が起きる前は、いわゆる取り外し工具でもって取り外した状態で全部の制御棒クラスタについて、このEという状態で全ての制御棒クラスタなり、駆動軸が置かれていたという、そういうことですよ。

それで、ここで質問なのは、こういうふうに置かれた状態で上部炉心構造物が上にあるわけですがけれども、この制御棒クラスタの上のほうの軸が制御棒クラスタと接触している状態で置いてあるんですけれども、このときに制御棒クラスタに荷重ってどのぐらいかかるものなんですか。極端なことを言うと、これでもって全部支えているとすると、上部

炉心構造物の重量がここに全部加わっているのかどうかということなんですけども。

○伊達機械設計第一課長 四国電力 伊達です。

荷重は駆動軸1本分の荷重がクラスタの上部にかかっている状態になります。

以上です。

○武山安全規制管理官 クラスタ1本分のやつは、クラスタというか、駆動軸にかかっている、ほかの例えば構造物があるわけですけど、この荷重というのは、どういう形で支えられるものなんですか。

○渡辺発電管理部長 四国電力、渡辺です。

炉心と燃料があって、上部炉心構造物はその上に乗っかっている形になります。軸と制御棒がフリーで上部に動くという形になっていますので、上部炉心構造物は燃料集合体の上に乗っかっている、そこで支えているという状態になります。

軸は、その燃料の上に制御棒クラスタが上に乗っかって、その制御棒クラスタの上に駆動軸がEのところでは乗っかっているという状態になります。ですから、駆動軸の自重だけが制御棒クラスタの上の接触しているところにかかっている。

○武山安全規制管理官 それで気になったのは何かというと、要するに、今回、こういう形で全部入っているわけです。先ほど、接手のところの写真とかというので、ちょっと傷がありましたということなんです。かつ、断面のスケッチングを見ると、少しへこんでいるところもあつたりとかするという話だったので、ちょっと気になったのは、このところが、こういうふうに置かれている状態であって、当該制御棒に関しては、もうちょっとめり込んでいる形があつたのかもしれないと思ったんです。そうすると、ちょっとめり込んでいると、もしかしたら、その部分で摩擦力が高くて、一時的についてきちゃったのかなとか、わかりませんが、というようなこともあるのかもしれないなというふうに思ったんです。そこら辺の調査というのもされるんですかね。先ほど、今後、いろいろな調査をしますという中にあるんですけれども。

○伊達機械設計第一課長 四国電力、伊達です。

今、ありましたように、若干の接触痕がございます。それは先ほどの3ページ目のところの先ほど御説明がありましたEのところの状態、通常接触しているところの接触痕以外のところにもございましたので、そこについて何か原因があるのではないかとということも含めて、今、検討をしているところでございます。

○武山安全規制管理官 あと、先ほどの制御棒クラスタのスパイダー側の堆積物が少し多いねとかというのもあつたので、こういうのが全部関係あるのかもしれないというところなんですけども、そういう意味でこの部分が少しくつきやすい状態だったのかもしれないというふうに思われるので、調査のほうを引き続きということだと思います。

それから、資料1-2だったかな、もう1個、今回概要を説明ということになっているんですけど、資料1-2でクラスタの引き上がりということで、詳細なレポートを出しているんですけど、ここでたしか時系列があつたと思うんです。資料1-2の添付1の9

ページ目ですけれども、ここでずっと時系列が書いてあって、今回起きた事象が1月12日なので、次のページ、10ページのところであるわけです。

それで、ちょっとこれわからなかったのが、1月12日の13時20分に制御棒クラスタ1体が引き上がっていることを現場で確認をされました。ということで、上部炉心構造物吊り下しの作業開始が17時32分ということで、4時間ちょっと、この間あるんですけれども、この間というのは何をやっていたんでしょうか。

○伊達機械計画第一課長 この間、一番、我々が気になったのは、制御棒クラスタ自体が燃料集合体から抜け切っていないこと、それが非常に気になっておりました、その確認のために時間を要しておりました。つまり、上部炉心構造物を再度下ろすときに、クラスタが抜け切っていると、下ろすことが非常に困難になりますので、そこを慎重に見極めるための時間を要しておりました。

以上です。

○武山安全規制管理官 そのまま下げちゃっても大丈夫かと、そういうことですね。もしかしたら、途中で変形しているかもしれないみたいな話があったので、この辺を確認に要したということですね。わかりました。ありがとうございます。

○伊達機械計画第一課長 そのとおりです。

○武山安全規制管理官 あと、細かい話なんですけど、資料1-1のほうに戻っていただいて、10ページ目に原因調査ということで、取り外し工具の写真があるんですけど、外観確認ですね。この右側の写真で、これはボタンのつかみ金具のところ拡大した形になっているわけなんですけれども、ちょっとわからなかったのは、真ん中辺に棒みたいなものがあるんですけど、この棒みたいなものって何なんですかというのが質問なんですけど。

○中川設備保全グループ副リーダー 四国電力の中川です。

これは棒のように見えるんですけど、実はへこんでいて、溝みたいな形になっています。ボタンの先端に。

○武山安全規制管理官 溝なんですか。

○中川設備保全グループ副リーダー 溝になります。

○武山安全規制管理官 溝が切っただけなんですか。わかりました。ありがとうございます。

ほかに何かございますか。

○吉野企画調査官 実用炉監視部門の吉野です。

先ほど18ページ目の堆積物の御説明はあったんですけど、このクラスタの上に堆積物は確認していますけれども、それ以外に何か異物みたいなものがあったのか、その辺りは確認されていますでしょうか。

○中川設備保全グループ副リーダー 四国電力の中川です。

現在、堆積物を回収して、その堆積物について詳細調査中で、まだその結果が出ていませんので、今の段階ではまだ堆積物はどのような物質のものかというのはわかっていませ

ん。

○吉野企画調査官 堆積物以外に何か違うようなものが出たとか。要は筒の中ではなくて、筒の外に何かあったとか、そういうものは見られていますでしょうかということです。

○伊達機械計画第一課長 今のところ、筒の外では特別なものは見られておりません。

○吉野企画調査官 わかりました。ありがとうございます。

あともう一点、細かい話になりますけれど、資料1-2の4ページ目ですけれど、上から4行目で、なお書きがありまして、これは切り離すために工具を揺するという操作がありますけれど、この揺するという操作というのは、どのタイミングで行うことになりますでしょうか。

○伊達機械計画第一課長 四国電力、伊達です。

資料1-1の。

○吉野企画調査官 4ページ、5ページ目で御説明いただければわかるのかなと。

○伊達機械計画第一課長 5ページのところの⑦、⑧にかけてのところですけど、⑦のところではボタンアップをして、中の軸をとりあえず上げます。通常ですと、中の接手の部分は内側にたわむんですけれど、前の前固定検でラッチした後、ワンサイクル運転して、かみ合っていますので、そこで若干振動を与えることによってうまく離れると、接手の部分がクラスタ側の凸凹と離れるというところで、そこで揺するという作業をいたします。

○吉野企画調査官 わかりました。⑦で揺すって、その後、⑧で上げるという、そんなイメージですか。⑧で上げるときも揺すっているということでしょうか。

○伊達機械計画第一課長 ⑧で上げるときに、なかなか上がらないようなときに揺する作業を⑦番でやるという形です。

○吉野企画調査官 わかりました。⑧のほうで上がったという確認をした上で、次のクラスタの操作に移るという形ですか。

○伊達機械計画第一課長 そうでございます。

○吉野企画調査官 わかりました。ありがとうございます。

○伊達機械計画第一課長 ⑧で吊り上がって重量を確認いたしまして、クラスタが外れているということを重量で確認いたします。

○吉野企画調査官 わかりました。先ほど御説明があったように、⑦でかみ合っているということになりますと、それによって若干傷がつくというのもあり得るかなと。今回、光沢痕があったということなんで、そういう要因もあるかなと思って質問させていただきました。ありがとうございました。

○武山安全規制管理官 ほかに何か。

○渡邊課長補佐 原子力規制庁の渡邊です。

資料1-1でページの4から5にかけてお伺いしたいんですが、過去で切り離し作業において重量の確認をされていて、特に⑤、⑧のところに関してなんですが、手順のほうは正しくされていて、特に重量の計測器なんかも特に問題はないということだったんですが、⑧

のところの重さとかに何か今回有意なものがあったりとか、そういうのは何もなかったんでしょうか。

○伊達機械計画第一課長 四国電力、伊達です。

当時の作業記録を改めて確認いたしましたけれども、特に有意な差はございませんでした。ですので、このときに当該駆動軸とクラスタは一旦は確実に切り離しができていたものと考えております。

○渡邊課長補佐 ということは⑧のところは一旦切り離されていたけども、その後、何らか吊り上がったということですか。

○伊達機械計画第一課長 四国電力、伊達です。

はい、再度、クラスタの上に置きますので、それ以降に何らかの原因で結合することがあったんじゃないかと考えております。

以上です。

○渡邊課長補佐 ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 ほかにありますでしょうか。特になければ、これで本件についての説明は今日はここまでということにさせていただきます。

(なし)

○武山安全規制管理官 次、引き続きまして、先ほど申しあげましたように、ほかの事象、燃料集合体点検時の落下信号の発信事象、それから、187kVの送電の関係、これについてもあわせて事実関係を御説明、お願いします。

○青木燃料技術グループリーダー 四国電力の青木です。

それでは、参考資料1-1に基づきまして、伊方発電所3号機燃料集合体点検時の落下信号発信の事象についての御説明をさせていただきます。

ページ1枚めぐりまして、まず、スライド1でございます。まずは事象の概要を御説明させていただきます。

伊方発電所3号機の使用済燃料ピットにおきまして、燃料集合体の点検をするため、燃料集合体を移動させていた際に、1月20日の14時18分に燃料集合体の落下信号が発信いたしました。

状況については、このスライドの下の写真を御覧いただきたいのですが、左下の写真のとおり、吊り上げ工具を使って移動していた燃料集合体が点検装置のラックに乗り上げてございます。乗り上げの具体的な状況については右側のほうの図に示しておりますが、燃料集合体の一番下部の部品であります下部ノズル、ここには四つ足があるんですけども、そのうちの三つがラックの枠に乗り上げたために使用済燃料ピットクレーンの吊り上げ荷重が減少して信号が発信したものです。当該燃料集合体は、同日16時12分に使用済燃料ピット内の所定の保管位置に戻してございます。

なお、燃料集合体落下信号に伴いまして、アニュラス排気ファンが起動するなど、使用済燃料ピットエリアの排気系統が自動的に切り替えられる、こういうロジックがござい

ますが、これらについては設計どおり作動しておりまして、それを確認した後、16時17分に同信号をリセットしてございます。

なお、本事象によるプラントへの影響及び周辺環境への放射能の影響はございませんでした。

次のスライドです。続きまして、燃料集合体点検作業の概要を御説明いたします。

燃料集合体の点検作業は、使用済燃料ラックの上に下図に示す専用の点検装置を設置いたしまして、ここの装置の真ん中付近にあります点検装置ラック、ここに燃料集合体を挿入いたしまして、ここで燃料集合体を吊り下げた状態で燃料棒の間隙にファイバースコープを挿入することによって、燃料集合体内部の点検を行う、こういった作業でございます。

操作員は、一番左側の図に示しますように、使用済燃料ピットクレーンのブリッジの上からクレーンの移動、工具の操作を行うことによって、約11m下に設置された点検装置ラックに燃料集合体を挿入いたします。

具体的な点検作業の流れは、右側の図に示してございます。まず、使用済燃料ラックから燃料を吊り上げまして、それを点検装置に移動します。ラックの上で位置合わせを行いまして、その後、ラックに燃料を挿入して点検を行います。点検は燃料集合体の四つの面、我々、ABCDと呼んでおりますが、A面、B面、C面、D面と呼んでおりますが、四つの面を順次確認することといたしまして、1面を確認するごとに燃料を吊り上げまして、90度回転させた後に再度位置合わせを行って再挿入して点検を行うと、そういう流れとなっております。

今回の定期検査では5体の燃料集合体の点検を行うこととしておりましたが、本事象は4体目で発生してございます。

次のスライドです。こちらからは現在の調査状況について御説明させていただきます。

まずは燃料集合体点検に使用した点検装置について御説明いたします。

図の左側を御覧いただきたいのですが、点検装置ラック、こちらの胴部の内寸法につきましては、先ほど申し上げましたように、ファイバースコープを燃料棒の間隙に挿入して点検をすると、そういった点検でございますので、点検中に燃料集合体が揺れたり、回転したりする、そういったことを防止するために、燃料集合体の外寸が214mmでございますが、それに対してすき間を片側2mmに制限しておりまして、218mmに設定してございます。これは右側に使用済燃料ラックの寸法を記載してございますが、この使用済燃料ラックの内寸法、こちらは228mmでございますが、こちらよりも厳しい値に設定されてございます。

また、点検装置ラックの開口部、この図で言えばラッパの口みたいに開いているところなんですが、こちらの寸法につきましても、使用済燃料ラックが259mm、あるいは272mmと設定されているのに対しまして、点検装置ラックのほうは248.5mmというふうに小さく設定されているというものでございます。

また、右側の写真を御覧いただければと思うんですが、使用済燃料ピットの水中照明

によりまして、点検装置ラックに影ができるということになっておりますので、ラックの開口部が使用済燃料ラックに比べますと、若干見えにくいという状況になってございました。

次のスライドをお願いします。次に、作業状況の調査状況です。

本点検作業は、過去の定期検査において2回実施した実績がございまして、作業要領書や作業体制について、過去の2回と変更はございませんでした。

また、作業員につきましては、燃料取扱作業の経験を有する者を配置してございました。点検時の作業員の配置は、下の図の左側の図に示すとおりでございます。クレーンの上には3名の操作員が乗っておりまして、この真ん中の工具操作員、この人が燃料の位置決めを行いまして、3人のうち一番下に書いてあるクレーンの操作員がクレーンの巻き下げ等の操作を行うこととしてございます。ピットの脇には弊社の担当者、あと元請一次、二次協力会社の作業責任者、それとともにファイバー検査のための燃料検査員3名がいたような状況となっております。

資料の三つ目の矢羽根からは事象発生時の具体的な作業の状況を御説明させていただきます。先ほど申し上げましたとおり、点検はA面、B面、C面、D面の順番で実施いたしますが、ラックの乗り上げが発生する直前の作業、すなわちC面の点検時におきまして、燃料とラックが接触し、クレーンのインターロックによって燃料集合体の下降が自動停止すると、そういったことが発生してございます。具体的には下の右側の図の上側、C面観察時に示すような状況でございまして、下部ノズルとラックの内壁面が接触したことによって、クレーンに荷重変動が発生したものでございますが、燃料の荷重がラックに乗ることなく横に逃げたような形になりましたので、使用済燃料ピットクレーンの吊荷荷重はすぐに接触前の荷重に戻ってございます。

その後、C面につきましては、燃料集合体を一度吊り上げまして、センタリングに問題がないということを再度確認した後、少しずつ下降させる、インチング操作と我々は呼んでおりますが、そのインチング操作によって燃料集合体を下降して点検装置ラック内に挿入し、C面の点検を行ってございます。

続きまして、D面の点検に移りましたが、燃料集合体の点検ラックへの挿入に当たりましては、C面点検時と同様にインチング操作によって燃料集合体を下降させておりましたが、図のD面観察時、こちらにありますように、燃料集合体の三つの足が点検装置ラックに乗り上げましたため、燃料集合体の荷重の多くの部分がラックに乗ってしまったということから、クレーンの吊荷荷重が減少したままとなりまして、燃料集合体落下信号が発信したものでございます。このときのクレーンの吊荷荷重は842kgから167kgに減少してございます。

次のスライドです。続きまして、ラックに乗り上げました燃料集合体の健全性についての御説明です。まず、当該燃料集合体の側面と底面、こちらを水中テレビカメラを用いて外観確認を実施し、有意な傷や変形等がないことの確認をしてございます。

また、点検装置ラックに乗り上げた下部ノズルの底面、こちらにつきましては、通常と異なる状況で着底いたしましたことから、右側の写真に示しますように、さらに詳細に確認を行いまして、有意な傷や変形等がないことの確認をしてございます。

また、当該燃料集合体が点検装置ラックに乗り上げた際に当該燃料集合体に作用した荷重、こちらを評価いたしまして、燃料集合体の設計において健全性が確認されている荷重に対して十分な余裕があることの確認をしてございます。

具体的には、燃料集合体が乗り上げた際に発生した荷重は約1,100kgでございますが、燃料集合体は約4,100kgの荷重が生じた場合においても変形等が生じることがなく、健全性が確認されておりますので、本事象による燃料集合体の健全性には問題はないというふうな判断をしてございます。

次のスライドです。今後の調査等工程でございます。

現在、原因調査及び燃料集合体の健全性を実施しておりますが、こちらについては概ね終了したところと考えてございます。今後、推定原因の分析を進めまして、再発防止対策を立案してまいりたいというふうに考えてございます。

説明は以上でございます。

○武山安全規制管理官 ありがとうございます。

ここで一端といいますか、燃料集合体の関係で御質問。どうぞ。

○東原子力規制専門員 原子力規制庁の東です。

2点質問をさせていただきます。まず、4ページの作業状況のところでは1点確認です。こちら、センタリングについてなんですけど、こちら作業員は何名の方でセンタリングの確認をしていたのでしょうか。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

センタリングの確認は、真ん中の使用済燃料工具操作員ですね、この方が1人で最終確認をするという手順、こういう手順になっております。

以上です。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

じゃあ、お一人の方が基本的に一方向の部分でセンタリングの確認をされていたのでしょうか。

○白形安全技術課副長 2方向ですね。前後方向と左右方向、両方確認をいたします。前後方向については、遠い側の面というのは見づらいなので、近いほうの面を確認するという事で確認をしております。

以上です。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

じゃあ多方向から確認して、問題ないことを確認してから作業を行ったということでしょうか。

○白形安全技術課副長 はい、その御理解で結構です。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

ありがとうございます。

あと、もう一点確認なんですけど、3ページ目の点検装置ラックの開口部、使用済燃料ラックと比べて非常に小さいということで書かれているんですけど、こちら、この燃料の検査というのは、多分、ほかの発電所でも同じようにやられるような内容だと思うんですけど、その辺り、点検ラックというのは伊方特有のものなのか、それとも共通したものなのか、その辺り御説明をお願いします。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

同様の点検をしている発電所の点検ラックについて確認をしましたところ、開口寸法については伊方と同等というふうに聞いております。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

ありがとうございます。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

3ページの最後の段落ですけれども、「点検装置ラック開口部が使用済燃料ラックに比べ見え難い状況であった」という御説明でしたけれども、この状況というのは以前から認識されておられたのか、あるいは、今回の事象を受けて作業員の方に聞き取りにより初めて認識されたということでしょうか。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

本件につきましては、今回の事象を踏まえまして、作業員に聞き取りをさせていただきまして、その中で作業員の方からこういう話があるということをお聞きしました。

以上です。

○武山安全規制管理官 ほかはありますか。どうぞ。

○吉野企画調査官 実用炉監視部門の吉野です。

今の3ページ目、再度確認ですけれど、センタリングについては真ん中の人の工具操作員が確認をするということなんですけれど、この位置ですよ。照明器具が、4ページ目でいきますと、上のほうにあります燃料点検員側から照明がつくのかなと思いますので、逆に工具操作員が照明側に寄れば、左右のほうの片面は確認できるかなと思っただけなんですけれど、この配置については、これはマニュアル上、こういうふうに配置しなければいけないというのか、それとも見づらければ見やすい位置に移動しても構わないという扱いにされていたのかどうか教えてください。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

作業員の具体的は配置まではマニュアル上、決められたものはありません。おっしゃるとおり、やはり必要な場合は移動して確認するという、これは原則だと思っております。

以上です。

○吉野企画調査官 わかりました。

資料の参考資料1-2のところでございますけれど、5ページ目をちょっと確認させていた

だきたいんですが、5ページ目の(4)で作業要領の記載がありまして、この作業要領のところで2段落目ですけれど、燃料集合体取扱作業の作業手順は記載されているけれど、荷重変動が発生した場合の措置は記載がなかったということがあって、さらに、ページを進めていきますと7ページ目のb.の⑥ですけれど、「四国電力社員は、作業員に対して注意喚起などの積極的な対応をとっていなかった」ということがあるんですけれど、これについてはどういふふうにお考えになりますでしょうか。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

荷重変動が起きた場合の措置については、これは、通常の定期検査の燃料取り出しとか、装荷とかにおいても、たまに、まれに発生する事象ということで、ある程度の技量を持った操作員であれば、標準的にできるものということなので、今回の要領書には記載がなかったということでございます。

ということで、それにつながるんですけれども、7ページの⑥についても、乗り上げが発生するまでは標準的な操作を間違いなくやっていたというのは確認をしていたものでありまして、そういうことから、注意喚起はしなかったという、そういうことでございます。

○吉野企画調査官 ですから、今の御説明ですと、協力会社の力量があるから、細かいことは記載していなかったと。逆に言いますと、四国電力では、協力会社の力量については、このぐらいのレベルがあると、荷重変動があった場合については十分対応できるということまで力量を確認した上で作業をさせていると、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

それは、もう作業員の経験を踏まえて、我々はそれができると判断しております。

○吉野企画調査官 それは、経験だけという形でしょうか。何かそれ以外に力量表とか、何かを確認するとかということはどういうことでしょうか。

○白形安全技術課副長 具体的には、もう燃料取扱作業の経験ということだけでございます。

○吉野企画調査官 わかりました。ありがとうございました。

○武山安全規制管理官 ほか。

私からじゃあ一つ、参考資料1-1の4ページですね。調査状況(2/3)というやつです。

これを見ると、過去に13回と14回の定期検査でも点検をしていましたと、こういうことです。で、今回において、まず、今回の事象が起きる前に、実は、下部ノズルがラックの内側と接触して下降が停止したという事案があったということなんですけれども、こういうものというのは、過去2回においても起きていたんですか。

○白形安全技術課副長 四国電力、白形です。

これまでの2回の点検におきましては、こういう荷重変動の事象は発生しておりません。以上です。

○武山安全規制管理官 わかりました。ありがとうございます。

ほか、ありますか。

○吉野企画調査官 すみません、6ページ目のところですが、2月以降ということになってはいますけれど、これについてのスケジュール感について御説明いただくことはできませんでしょうか。

○渡辺発電管理部長 四国電力、渡辺です。

3件の中では、これが比較的、調査としては進んでおるという認識でおりますので、ここに書いておるとおり、原因調査は一とおわり終えたと思っております、推定原因の分析というところで進めたいと思っておりますので、そんなに長くはかからないというふうに思っております。

○吉野企画調査官 ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 じゃあそれで。じゃあ次の送電線の遮断に関して御説明をお願いします。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 四国電力の大政でございます。

伊方発電所187kV送電線の遮断につきまして、参考資料2-1で説明させていただきます。

1ページをお願いします。事象発生時の運転状況でございますが、1号機は廃止措置中、2号機は運転終了、3号機は第15回定期検査中でございます。

右の図を御覧ください。通常の伊方発電所の外部電源からの受電系統をちょっと説明いたします。伊方3号機におきましては、500kV送電線2回線より所内電源を通常受電しております。予備系統としまして、187kV送電線4回線を有しております。それから、1、2号機におきましては、通常、187kV送電線4回線から受電しております、予備系統として66kV送電線1回線が待機しております。

事象発生時でございますが、リレー試験のために3号機は予備系統の187kV送電線、こちらのほうから受電しておりました。また、187kV送電線ではありますが、通常は、この横の線を引っ張っているところに2回線ずつ、母線ごとに2回線ずつ接続になるんですが、事象当時は、187kV送電線4回線は一つの母線に接続していたという状況にございました。

事象発生の状況を説明させていただきます。1月25日15時44分、1、2号機の屋内開閉所で、187kVのブスタイリレーの取替え終了後の確認作業をしておりましたところ、187kV母線保護リレーが動作し、乙母線に接続されておりました187kV送電線4回線、全ての遮断器が開放し受電が停止しました。1、2号機は予備系統から受電されまして、3号機は非常用ディーゼル発電機が起動し受電しました。その後500kV送電線からの受電に切り替えております。

2ページをお願いします。事象発生時の系統状態の詳細につきましては、左の図に示しておりますとおり、さきにも説明しておりましたが、リレー試験のため、3号機の所内電源は、左の予備変圧器を通して甲母線に接続しておりました。それから、予備系統では187kV送電線に関しましては、乙母線側に4回線とも接続していた状態でございます。

右のほうの図を御覧ください。現場確認の結果、右下に故障箇所と示しておりますが、伊方南幹線1号線の乙母線用の断路器ユニット、こちらのほうで故障の発生を確認しまし

たことから、当該電路を切り離し、187kV送電線3回線で復旧をいたしております。

3ページをお願いします。電源確保の状況ですが、3号機では、187kVブスタイリレー試験のため、187kVから受電していたことから、左の図に示しますとおり、自動起動しましたDG(非常用ディーゼル発電機)から一度受電した後に500kV送電線側に切り替えております。1、2号、3号機とも設計どおりの動作をして電源が確保されております。

4ページをお願いします。3号機の使用済燃料の冷却再開までの対応ですが、右の図の系統図を御覧ください。使用済燃料ピットを冷却するには、まず、ポンプの電動機を駆動するための電源、それから、熱交換のための海水や原子炉補機冷却水の通水を確保した後で、使用済燃料ピットのポンプを運転する必要があるとございます。

左のフロー図を御覧ください。15時44分の事象発生直後、3号機中央制御室では、警報発信等の状況確認を行った後、運転員が手分けいたしまして各現場に向かい、非常用ディーゼル発電機や海水ポンプ、それから原子炉補機冷却水ポンプの運転状態を確認しております。また、これら作業と並行して自動起動した非常用ディーゼル発電機3Bから外部電源である500kV送電線へ所内電源を切り替えており、27分後に完了しております。

これら使用済燃料の冷却に必要な機器がそろった後、使用済燃料ピットポンプ運転のためのラインアップを行い、43分後に現場操作にて使用済燃料ピットポンプを運転しました。これら一連の対応は、運転手順に基づく対応でございました。

5ページは割愛して6ページをお願いいたします。左下のところに3号機の使用済燃料ピットの水温を示しております。1月16日に伊方3号機は燃料を取り出し、使用済燃料ピットで冷却をしておりました。1月25日15時44分に電源が停止したため、使用済燃料ピットの冷却が一時停止しました。その後、電源等が復旧し、43分後の16時27分に冷却を再開しております。

左の上側の図に当日の水温を拡大して示しております。水温は最大で1.1℃上昇しておりますが、その後、冷却状態に移行した状況がわかるかと思えます。

7ページを御覧ください。リレー試験に係る業務プロセスにおきましては、四国電力系統運用指針等に従いまして作業計画を策定し、一指令ごとに一操作を行い、確実に操作が実施されていることを確認してございます。

8ページを御覧ください。リレーの方向試験における電源系統構成については、右側の図に示しますとおり、送電線4回線を乙母線に、それから1～3号機の所内負荷、変圧器と書いておりますが、こちらのほうを甲母線に接続しまして、その間に母線連絡遮断器というところに約7MW相当の電流を流す必要がございました。

今回の試験では、廃止決定に伴いまして、1号、2号の所内電源負荷が少なくなっておりまして、3号機の所内負荷も接続しております。

また、リレー試験時ですが、187kV以外の外部電源、それからディーゼル発電機等の非常用電源は確保している状況でございました。しかしながら、今回の事象を踏まえ、今回の試験系統については再評価した上で、今後の系統構成については検討してまいりたいと

考えております。

9ページをお願いします。故障箇所が伊方南幹線1号線乙母線断路器ユニット内であることが特定されましたため、現地で内部確認を実施しました。タンク内には分解ガスによるフッ化物の堆積が見られ、V-W相間には断路器絶縁操作軸に黒色の炭化痕跡が見られています。また、一部の導体表面の損傷や溶融物の飛散も確認しております。また、V相可動接触子については、W相、U相と比べ位置の不整合を確認しております。

今後、要因分析図を作成し、メーカー工場において詳細調査を行い、原因調査、対策を講じてまいります。

10ページを御覧ください。今後の調査工程を示しております。事象原因につきましては、工場での詳細調査を進めながら、発生メカニズム、推定原因等の検討を進めてまいりたいと考えております。

参考資料を御覧ください。右肩の参考の1ページ、2ページ、3ページには、事象発生前後の所内電源の受電状況を図で示しております。さきの説明を写したものでありますことから、説明は割愛いたします。

参考の4ページを御覧ください。今回取り替えを行いましたブスタイリレーを25年前に取り替えておまして、そのときのリレーの方向試験時の系統構成を示しております。当時は、伊方2号が運転中のごさいまして、母線連絡遮断器は2号発電機からの電流が流れますため、今回の系統構成とは異なっている状態のごさいました。

参考の5ページを御覧ください。ニューシアの公開情報より国内での外部電源喪失に伴いディーゼル発電機が起動した事例を抽出した結果を示しております。国内では12件の事例が抽出されております。

簡単ですが、説明は以上で終わります。

○武山安全規制管理官 ありがとうございます。

御質問。どうぞ。

○吉田主任監視指導官 規制庁、吉田です。

2ページになりますが、右側の図面で故障箇所とあるんですが、この箇所は、この一連の今回の作業の中で点検をされている箇所なんでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 四国電力の大政です。

点検の箇所とは全く関係がないところのごさいました。

○吉田主任監視指導官 規制庁、吉田です。

そうしますと、前回点検したのはいつごろで、点検した以降、この断路器の操作実績があったのかどうかというのはお分かりでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー すみません、ちょっと前回、今確認をしておりますが、もともこの断路器自体は、3年、6年で点検を確かしているもののごさいますので、そういった間隔での点検になります。すみません、点検時期は、申し訳ございません。

○吉田主任監視指導官 操作実績があるかどうかですか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 操作実績に関しましては、もともと、今回、事象発生の1月25日より3日ほど前に、もともとこの系統の切り替えの操作をしているときに同じような操作をしているのを確認しております。

○吉田主任監視指導官 規制庁、吉田です。

了解しました。ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 ほかにありますでしょうか。どうぞ。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

7ページ、8ページに事象発生時の作業状況について御説明いただいていますけれども、今回の作業においては、3号機の負荷を500kVから187kVに切り替えた後に187kV母線の遮断器の操作を実施されたという理解ですけれども、これを逆に、187kV母線の遮断器の操作の完了後に3号機の負荷を500kVから187kVに切り替える手順というのは、技術的に可能だったのでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 四国電力の大政です。

技術的には可能でございます。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

可能ということであれば、両者の手順のメリット、デメリットも含めて、今回の手順を選択した理由について御説明願えないでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 今回の事象を踏まえますと、500kV送電線にもともと3号は所内電源は受けておりましたので、これを断路器ユニットのいわゆる電気事故が起きる前、すみません、500kV送電線で受電している状態でありましたら、3号機側は停電しなかったということにはなると思います。ただし、500kVから187kVに切り替えている途中で起きますと、やはり3号側は停電するタイミングはあったかというふうに理解しております。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

最後に切り替えたときに当然起これば、同様の事象にはなるかと思うんですけれども、基本的に上流側から操作をやっていって、上流側がちゃんとスタンバイできた後に下流側を切り替えるというのが基本じゃないのかなとちょっと思っているんですが、いかがでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 基本的な操作としてはそのとおりだと思います。ただ、今回、予備変圧器のちょうど点検をしておまして、その最終日でございます。まずは点検したものの健全性確認といったところからやっておまして、無負荷での受電、それから負荷での受電としたところまでやりました。そこから、このリレー側の試験に移行したというところでございますので、結果としては先に3号の所内電源が切り替わった状態からスタートしてしまったということと理解しております。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

承知しました。

○武山安全規制管理官 どうぞ。

○吉野企画調査官 実用炉監視部門の吉野です。

参考の4です。前回の負荷切り替えの件ですけれど、このときには、この構成を見ますと、負荷としては3号、2号、負荷をとっていたという理解でよろしいのでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 四国電力の大政です。

ちょっと図が悪いかもしれませんが、3号側は予備変圧器は無負荷の状態でのことになりまして、500kV、3号運転中でしたので、発電機で送電している状態です。

○吉野企画調査官 ということは、このときの構成でいくと、2号は発電機、ですから、1号で負荷をとっていたということでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 四国電力の大政です。

方向試験におきましては、この図の矢印の方向に所定の電流が流れればよいというものでございまして、この母線を連絡する遮断器を入れることによりまして、2号の発電機から送電線、その回り込んで2回線のほうに電流が流れて、送電できる形になりますので、もう発電機の電流の約半分が流れている状態で、試験が確認ができるといった系統構成でございました。

○吉野企画調査官 わかりました。そうしますと、今回の1、2号の負荷が足りなくて、3号の負荷を追加したというのは、今回が初めてということになりますね。そうしますと、今回のこのちょうど7ページ目にあります本店の中給と伊方発電所の運用担当、これがどういう考え方に基づいて3号の負荷を取り入れたのかどうかというのを御説明いただけますでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー まずはリレーの試験として必要最低限、どれぐらいの負荷が要るかというところを発電所側で考えまして、その系統構成について相談をしております。

電氣的なつながりとしたしましては、伊方3号機は予備の18万からも受けられる系統にはなっておりますので、接続すること自体は、特段、特別なものではないというところだったかと思えます。そういったところから、実際の負荷を使いまして、1、2、3号のこういった試験構成を検討の結果、手順化していったというものでございます。

○吉野企画調査官 実用炉監視部門の吉野です。

そうしますと、18万7,000Vの送電線で単一故障等があった場合の対応についてというのは、何か検討はされたのでしょうか。一応、資料等を見ますと、1、2号については6万6,000Vの予備回線がありますと。3号についてはDG(非常用ディーゼル発電機)がありますという記載はあるんですけど、何かそれに頼っているような記載と読み取れるものですか、今回の操作についてどういう検討をされたのかどうか、要は18万7,000Vの単一故障等を考慮した検討をされたのかどうかについて御説明いただけますでしょうか。

○大政核物質防護・工事グループリーダー 四国電力の大政です。

基本的に送電線に関しましては、よく雷等での故障もありますので、そういったことを考慮しまして1回線、もしくは2回線といったようなところは考えております。そういった意味では、今回、送電線としては4回線、18万Vをまず確保しておりますので、そういったところとしてのリスクヘッジはできていたのかなと思います。

しかしながら、母線側の事故、こちらに対しては、今回、やっぱり停電してしまうようなことになっておりますので、こちらへの検討については、ちょっと今後、今回の試験系統を再評価した上で、どういったことがよりできたかといったところを確認してまいりたいと思っております。

○吉野企画調査官 実用炉監視部門の吉野です。

ありがとうございました。それについては引き続き検討のほうをよろしくお願いいたします。

○武山安全規制管理官 ほかにありますか。特にありませんか。

(なし)

○武山安全規制管理官 では、今日は三つの事象について御説明をいただきまして、全て、今、原因と対策について調査検討がなされているところということでございますので、今後、我々のほうとしても公開会合において、一番最初の制御棒に関しては、これは法令報告なので通常どおりなんですけれども、ほかの2件に関してもあわせて今後、この場でもって確認をしていきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

これで今日は終わらせていただきたいと思います。ありがとうございました。