

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14回議事録

令和2年10月9日（金）

原子力規制委員会

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14回
議事録

1. 日 時：令和2年10月9日（金）10:00～11:15

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）
高須 洋司	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
東 侑記	実用炉監視部門	原子力規制専門員
吉野 昌治	専門検査部門	企画調査官
栗原 睦	検査監督総括課	課長補佐
片岡 一芳	原子力規制企画課・技術基盤課	専門職
西村 正美	福井地域原子力規制総括調整官事務所	地域原子力規制総括調整官
山西 忠敏	高浜原子力規制事務所	総括原子力運転検査官

(2) 事業者

関西電力株式会社

日下 浩作	原子力事業本部	原子力発電部門	原子力保全担当部長
千秋 隆博	原子力事業本部	原子力発電部門	保守管理グループ マネジャー
丹羽 悠介	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ リーダー
佐藤 友康	高浜発電所	運営統括長	
白子 博章	高浜発電所	原子炉保修課	課長
志和屋 裕士	高浜発電所	課長	
今岡 友久	高浜発電所	タービン保修課	係長
藤井 浩之	東京支社	技術グループ	チーフマネジャー
佐藤 安彦	東京支社	技術グループ	マネジャー

4. 議 事

- (1) 高浜発電3号機 蒸気発生器伝熱管の損傷について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料1-1 高浜発電所3号機 蒸気発生器伝熱管の損傷について（概要版）
- 資料1-2 原子炉施設故障等報告書
- 資料2 関西電力株式会社からの高浜発電所3号機蒸気発生器伝熱管の損傷に係る報告に対する評価及び今後の対応について（案）

6. 議事録

○武山安全規制管理官 定刻になりましたので、これから第14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いたします。

司会進行を務めます、実用炉監視部門、安全規制管理官の武山です。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用しております。テレビ会議システムでの会合について注意事項を説明いたします。

説明者及び質問者は、まず、所属とお名前をおっしゃってから発言をしてください。映像から発言者が特定できるように必要に応じて挙手をしてから発言を行っていただきたいと思います。また、説明終了時には、説明が終わったことが分かるようにしていただければと思います。説明に当たっては、説明している資料の項目やページ番号を明確にしてくださいと思います。音声について不明瞭な点があれば、お互いがその旨を伝えて、再度説明をしていただくようお願いいたしますので、よろしく願いをいたします。

本日の議題は、高浜発電所3号機蒸気発生器伝熱管の損傷についてでございます。これについては、本年7月22日の第13回の公開会合におきまして、関西電力のほうから原因調査に関する中間報告をいただいているところでした。そこで、9月7日付でこれについての原因と対策についての報告書の提出がございましたので、本日はその内容について関西電力のほうから御説明をお願いいたします。

それでは、関西電力、よろしくお願いいたします。

○日下部長 関西電力の日下でございます。

本日は、先ほどもございましたように、7月22日の公開会合以降の調査結果及び原因対策も併せて全体を取りまとめてまいりました。

また、前回の公開会合でいただいたコメントを踏まえ、資料の充実も図ってございます。

説明は、主に前回から追加した点を中心に実施させていただきたいと考えておりますので、よろしくお願いいたします。

それでは、高浜発電所の方から御説明いたします。

○志和屋課長 関西電力の志和屋です。

そうしましたら、資料1-1に基づきまして説明いたします。よろしくお願いいたします。

本日の説明におきましては、前回の公開会合で説明した内容につきましての詳細な説明というところは省略させていただきます。必要に応じ、質疑の中で詳細に御説明いたします。

2ページをお願いします。本日の説明内容は以下のとおりで、事象の概要から対策まで順に説明いたします。

続いて3ページ、次ページをお願いします。こちら、3ページと4ページのほうは、事象の概要になります。検査にてB、C-SGの伝熱管にて外面からの減肉と見られる有意な信号指示を確認し、2次側からの小型カメラでの確認の結果、摩耗痕を確認しております。こ

ちら、前回の会合で御説明した箇所になりますので、説明は割愛いたします。

続いて、5ページのほうをお願いします。5ページのほう、こちらは要因分析に基づく調査結果についてです。本内容につきましても、前回の会合で説明した箇所になりますので割愛しますが、本日は黒ポツの一番下、異物による損傷の可能性についての調査に関しまして、次ページ以降、詳細に説明してまいります。

次、お願いします。6ページです。まず、異物の調査に関する点検フローをお示ししています。こちら前回会合にて説明した箇所になりますけれども、以降の説明の流れになりますので簡単に説明しますけれども、右側の点検フローの①、②、⑤、⑥にてSG器内に関する調査をしており、小型カメラによる点検やN₂バブリング等を実施しています。また、③、④にてSG器外、SGBDの点検を実施しております。

次、お願いします。7ページをお願いします。こちら、まず①、②、⑤、⑥のSG器内の点検の結果について御説明いたします。

次、8ページをお願いします。こちら、第三管支持板下面より下の確認結果になります。A及びCにて写真のような金属片を確認しましたが、その他スラッジ以外に異物は確認されませんでした。こちらにつきましても前回の会合にて御説明した箇所になります。

次、お願いします。続いて、9ページです。こちら、カメラの点検方法に関するものとして、金属片とスラッジの見え方の比較についてです。前回の公開会合におきまして、金属片の場合とスラッジの場合の写り方を比較することの御指摘をいただいています。4号機前回（22回）定期検査で確認した金属片と、今回の定期検査で確認したスラッジとの映像比較をしてございますが、スラッジかどうかの判断は、厚み、R形状などの形状及び金属光沢により実施しており、スラッジであれば伝熱管から剥がれ落ちたものであるため、直線あるいは瓦状の形状をしており、金属光沢は見られません。

金属片とスラッジの違いは、小型カメラにより判別可能と考えていますが、判断に迷った場合は回収して確認をしております。

次、お願いします。10ページです。金属片の分析についてです。ステンレス製の幅が約5mmのうず巻きガasketのフープ材であると推定しております。こちらの内容も前回の会合にて御説明した箇所になりますので、説明は割愛いたします。

次、お願いします。11ページです。金属片の分析の続きとなりますけれども、前回会合にて金属片に伝熱管の成分が付着しているかとの御指摘を受けています。C-SGの金属片と、伝熱管と接触したと推定される角部に伝熱管の主成分であるニッケルの付着があるかどうかを調査するため、当該の角部を切断して断面の化学分析を実施しました。化学分析の結果、どの切断面におきましても表面には伝熱管の成分と考えられるニッケルの成分は検出されませんでした。これにより、当該金属片がC-SG伝熱管を損傷させたとの特定には至りませんでした。2000年の美浜3号機異物によるSGの伝熱管外面摩耗減肉事象のように、原因となった異物の表面の付着物分析を行った結果、スラッジの主成分であるマグネタイト以外は認められなかった事例はございます。

次、お願いします。12ページです。こちらは、SG器内の第三管支持板上面以上の範囲の小型カメラによる目視点検結果となります。全てのSGにおきまして、スラッジ以外に異物がないことを確認してございます。

次、お願いします。13ページです。こちらは、小型カメラによる点検以外の結果となります。まず、管板部に堆積したスラッジを除去するスラッジランシングを実施した結果ですが、スラッジ以外に異物は確認できませんでした。

また、SG上部構造物の湿分分離器よりも下部に設置されているデッキプレート上面についても確認しましたが、異物は確認できていません。

さらに、SG器内に水を張り、底部からN₂を噴射させた後、水を抜くことによる異物回収を実施しましたが、スラッジ以外に異物は確認されませんでした。

次、お願いします。14ページです。次に、SG器内の異物の発生源調査としてSG器内部品の脱落についても確認してございます。後ほど御説明しますが、減肉メカニズムの検討において、今回の異物の形状は薄片であるというふうに想定しており、SG内部部品でこれに該当する形状があるかを設計図面により確認しました。

その結果、振止め金具のキー固定板等において、このような内部品が使用されていることを確認しました。

ただし、これらの内部品は、溶接止めされていること、若しくは、周囲を溶接止めされた構造物に囲まれていることから、内部部品の脱落の可能性はないというふうに考えています。

続いて、15ページをお願いします。こちら、SG器内の2次側の経年劣化事象を起因とする脱落については、流れ加速型腐食による給水内管裏当金の脱落の可能性が考えられます。念のため、当該部をカメラにより確認した結果、当該部の溶接部に損傷は確認されませんでした。なお、A及びCで発見された金属片は、SUS304相当品であることから、SGの内部で用いられている材料でないことも確認いたしております。

次、お願いします。16ページです。次に、点検において確認されたスラッジによる摩耗減肉の可能性についても検討しております。今回、3号機の定検において回収したスラッジでも確認しておりますが、スラッジは脆い性質であると考えられ、押付力を1Nに設定したスラッジによる伝熱管摩耗試験を実施した結果、伝熱管に軽微なきずは付くものの、スラッジは伝熱管の摩耗に比べ約4倍の速さで摩滅しました。以上より、スラッジとの接触によって伝熱管が摩耗減肉する可能性は低いと考えられます。

次、17ページをお願いします。ここまでの説明がSG器内に関する調査結果について御説明しましたが、次は、③、④ということで、SG器外、SGBDラインの点検結果について御説明いたします。

続いて、18ページをお願いします。18ページ、19ページは、SG器外、SGBDラインの点検結果について示しており、異物は確認できておりません。本内容につきましても、前回会合にて説明した箇所になりますので、説明は割愛いたします。なお、18ページの下部の

系統図、下側の復水器回収ラインから復水器ホットウェルラインを記載してございますが、異物が復水器ホットウェルラインへ流入にした場合、タービンサンプへ流出する可能性は否定できないと考えております。

次、お願いします。20ページをお願いします。前回の会合におきまして、この異物が入り得る可能性のある範囲につきましては網羅的に対応することとの御指摘を受けています。このことから、異物が流入する可能性のある範囲を網羅的に確認したところ、点検範囲としている範囲以外では、異物が流入する可能性は極めて低いものの、SGBDサンプルラインの一部に異物流入の可能性があるかと判断しました。こちらのSGBDサンプルラインにつきましては、点検当初から異物が流入する可能性が考えられる3/4インチ以上の配管を対象に小型カメラでの点検範囲としましたが、今回、3/8インチ配管につきましても念のため空気でのフラッシングによる確認を行いました。その結果、異物は確認できませんでした。

SGBDラインにつきましては、その他の異物が流入する可能性のあるラインはなく、分岐管を含め、網羅的に確認してございます。

次、お願いします。21ページです。こちら、SG器内、SG器外の点検結果のまとめになります。A、C-SGでそれぞれ一つずつの金属片を確認しました。

こちらの金属片はオーステナイト系ステンレス鋼でした。さらに、形状の類似性から金属片はうず巻きガスケットの一部であるというふうに推定しています。

金属片以外は、目視点検及びスラッジランシング、並びにN₂バブリングを実施した結果、スラッジ以外に異物は確認できませんでした。

SGBD系統の仮設ストレーナ、タンク、水位制御弁及び異物が滞留し得る配管等について目視点検を実施した結果、異物は確認できませんでした。

A、C-SGで確認した金属片に部分的な筋状の擦れ跡等を確認したこと、また、一部に減肉が認められたことから、C-SGの伝熱管のきずは、回収した金属片が伝熱管にきずを付けた可能性は否定できないというふうに考えてございます。

B-SGでは異物が確認されなかったことから、SGBD系統へ流出した異物が復水器回収ラインを通じて復水器ホットウェルに流入し、タービンサンプへ異物が流出した可能性は否定できないと考えています。

次、お願いします。22ページです。ここからは減肉メカニズムということで、異物による減肉の可能性の検討としまして、C-SGで回収した金属片が今回の原因である可能性と、その金属片以外の異物が原因の可能性についても調査した結果の説明となります。

この調査の流れにつきましては、基本的には前回の4号機の調査で確立した手法を用いていますが、その調査の流れを示したものがこのフローという形になります。こちらにつきましても前回の会合にて説明した箇所になりますので、詳細な説明は割愛しますが、簡単に流れを御紹介します。

まず、①では、金属片が減肉痕と接触したらどのような姿勢が考えられるかを推定す

るとともに、管支持板の接触痕等の位置関係から金属片以外で想定される異物の形状、接触状態を推定します。

次に、②では、SG器内へ流入した金属片、又は金属片以外の異物、以下、「金属片等の異物」といいますが、減肉を発生させた管支持板下面まで到達するまでの挙動を推定するとともに、モックアップ試験により①で推定した接触状態が実機二相流条件下で再現するかを確認します。

次に、③では、今回の減肉が金属片等の異物の振動により生じたのか、伝熱管の振動により生じたのか、摩耗の仕事率に相当するワークレートという指標を用いて推定します。

続いて、④-1では、実機の減肉が再現できるかどうかを確認するため、模擬の伝熱管と異物を用いて実機相当の減肉形状を取得します。

④-2では、④-1で取得した減肉形状と同等の人工欠陥を伝熱管のモックアップに与え、ECT信号を取得し、実機のECT信号と一致するかを確認します。

最後に、⑤では、④までの試験では時間的ファクターが考慮されていないため、1サイクルで発生し得る摩耗量を算出し、算出した摩耗量と④-2で実機のECT信号との一致を確認した人工欠陥との体積を比較し、両者が整合すれば今回の減肉が金属片等の異物により1サイクルで発生させた可能性があるということが確認できるということで、このフローに基づきまして次ページ以降、検討してございます。

次ページ、23ページをお願いします。まず、①の金属片の異物の接触状態の推定です。こちらにつきましても前回の会合にて御説明した箇所になりますので、詳細な説明は割愛しますが、C-SGは2か所の減肉痕があることから、金属片は二つの姿勢を取る必要があるというふうに推定しています。

最初に、金属片の角部が減肉痕、こちらに記載しています②の位置で伝熱管とBEC穴のランド部に挟まれ拘束された状態で減肉が進み、その後、減肉の進展に伴い拘束が緩和され、より安定な減肉痕①と接触する姿勢に変化したというふうに推定してございます。

続いて、24ページをお願いします。今し方の説明のところに対しまして、前回の公開会合につきまして、先ほどの減肉痕②との接触状態について具体的に説明するようにとのコメントをいただいておりますので、詳細に補足をしてございます。

図に示しますとおり、管支持板BEC穴のランド部には、角部にR状の面取りが施されており、また、ランド部と伝熱管の間には隙間がございまして。

金属片の厚みは約0.2mmであることから、幾何学的にこの隙間に挟まることが可能であり、また、ランド部の角部はR状であることから、金属片は管支持板に対して角度を持った状態で挟まることが可能です。

したがって、金属片は、流体力がなくとも管支持板と伝熱管の拘束力により支持され管支持板下面で保持されていた可能性があるというふうに考えています。

続いて、25ページをお願いします。先ほどは金属片の接触状態を推定しましたが、ここからは金属片以外の異物につきましても、管支持板表面の接触痕等の位置関係から推定

を行ってございます。このスライドでは、C-SGで想定される異物について御説明しますが、前回の会合でいただいた、あらゆる想定を行うようにとのコメントを踏まえまして、図のとおり、金属片を含め二つの異物が同時に接触したパターンと、一つの異物が接触したパターンを想定してございます。

その結果、C-SGにおいて、金属片以外で想定される異物として三つの形状を想定しました。なお、パターンが四つあるのは、それら3種類の想定異物と金属片の組合せによるものです。

この結果から、金属片と合わせて計4種類の異物について考えることとなりますが、これら異物はサイズに大きな違いはなく、また、二つの減肉痕それぞれに対する接触の仕方、角度にも違いがないため、以降のC-SGの検証は金属片を代表に行っております。

続いて、26ページをお願いします。こちらは、B-SGについて異物を想定した結果になります。B-SGでは、減肉痕が一つであるため、異物の形状は左側のパターン1がまず考えられます。ただし、C-SGでうず巻きガスケットと見られる金属片が発見されたことを踏まえ、パターン2のとおり、ガスケット形状も想定いたしました。両者の異物形状や伝熱管の接触状態に大きな違いはないため、以降のBの検証はパターン1の想定異物を代表に行ってください。

続いて、27ページをお願いします。ここでは、フローの②に当たるSG器内の異物挙動の推定とモックアップ試験による接触状態の再現について説明いたします。SG器内に流入した金属片等の異物は、最下部の管板上に到達後は、器内の上昇流に乗って上昇し、流量分配板及び各管支持板フロースロットを通過したと考えられます。

第一管支持板より上方では、上昇流に加え高温側から低温側への水平方向流もあることから、異物は第三管支持板の低温側下面に至ったものと推定しています。

28ページをお願いします。ここではフロー①の推定した接触状態が実機相当条件下においても管支持板下面で保持されるかを確認するため、C-SG金属片を代表として、2次側の流況のモックアップ試験を行った結果を示してございます。

C-SGでは減肉痕が2か所ございましたが、試験の結果、2か所に対する接触姿勢ともに実機二相流相当条件下におきましても管支持板下面で保持されることを確認しました。特に減肉痕①の姿勢は、管支持板下面に張り付く姿勢であり、金属片以外で想定される全ての異物に共通した姿勢であるため、この結果から金属片以外の想定異物についても管支持板下面に張り付く可能性が確認されました。

続いて、29ページをお願いします。ここからは、フロー③に当たる摩耗形態の推定について御説明します。今回の摩耗減肉が金属片等の異物の振動によるものなのか、伝熱管の振動によるものなのかを推定するため、摩耗の仕事率に相当するワークレートという指標を用います。今回の摩耗量を得るためには、1mWオーダーのワークレートが必要なため、異物振動と伝熱管振動、両者のワークレートの大きさを次ページ以降、確認しています。

30ページをお願いします。まずは、金属片等の異物振動の場合のワークレートです。

金属片等の異物が継続して伝熱管に摺動し続けるには、一方が固定された片持ち梁の状態を想定する必要があるため、その状態のワークレートを計算しました。その結果、ワークレートは0.01mWにも至らず、今回の摩耗量は発生し得ないことを確認しました。

続いて、31ページをお願いします。こちら、伝熱管振動の場合です。流動振動解析によりワークレートを試算した結果、約3mWと十分な大きさが得られたことから、今回の摩耗減肉は伝熱管の振動によるものと推定しました。

続いて、32ページをお願いします。ここからは、これまでに推定した接触状態、摩耗形態で、実機の減肉形状が得られるかを試験により確認した結果を説明します。まずは、フロー④-1に当たる減肉試験です。石膏で作った模型の伝熱管にステンレス板で模擬した異物を接触させ、模擬伝熱管の振動により摩耗減肉を発生させ、断面を取って減肉形状を確認します。形状の観察のしやすさから、試験は2倍スケールで行い、模擬異物の伝熱管に対する接触角度は、メカニズム冒頭のフロー①で推定しました接触状態と整合するように設定してございます。

33ページをお願いします。まず、C-SGの減肉の形状です。写真のとおり、減肉痕①、②ともに異物は角部、かつ、角度を持った状態で接触していることから、それぞれ周、軸、両断面ともに三角型の断面形状となっていることが分かります。スケールモデルのため得られた減肉形状の寸法から、実機相当寸法に補正した結果を下の表に整理してございます。

続いて、34ページをお願いします。続いて、B-SGの減肉形状です。先ほどのC-SGと同様に、異物は角部、かつ、角度を持った状態で接触しているため、こちらも三角型の形状が得られました。

続いて、35ページをお願いします。こちらは、フロー④-2のECTモックアップ試験結果です。先ほどの減肉試験で得られた減肉形状と同じ形状の人工欠陥をTT600合金製の伝熱管モックアップに与え、ECT信号を取得しました。得られたECT信号は、実機のECT信号と比較し、両者が整合するかの確認を行っています。まずは、C-SGの結果ですけれども、振幅、位相、リサージュともによく一致することが確認されています。

続いて、36ページをお願いします。こちら、B-SGの結果ですが、こちらも実機ECT信号とよく一致するという結果が得られました。

ここまでの結果から推定した接触状態及び摩耗形態により、実機相当の減肉形状が得られることが確認できたと言えます。

続いて、37ページをお願いします。フロー最後の⑤の摩耗体積評価について御説明します。先ほどまでの検討では、今回の減肉が1サイクルで起こり得たかという時間的要因の検証ができていませんので、ここではフロー③で推定しました伝熱管振動のワークレートをを用いて1サイクルの運転時間で得られる摩耗体積を計算し、④の試験で実機整合性を確認した減肉形状との体積の比較を行います。

二つの表がございしますが、上の表が④の試験で確認した減肉形状の体積、下の表がワークレートをを用いた摩耗体積の算出結果でございします。赤枠がC-SG、緑枠がB-SGの結果を示

します。

まず、C-SGにつきましては、フロー①で推定しましたとおり、金属片単体が減肉痕②から①の順にきずを付けたケース1と、それ以外に二つ又は一つの異物が同時に2か所接触したケース2の両ケースについて摩耗体積の算出を行っています。

その結果、B、C-SGともに摩耗体積の計算結果は実験で再現した実機相当の減肉形状と体積が整合することを確認しました。

以上、①から⑤の一連の検証結果から、C-SGで回収した金属片及びその他の想定異物は、前回運転サイクル中に今回の摩耗減肉を発生させた可能性があるとの結論に至りました。

38ページをお願いします。前回の公開会合におきまして、前回定期検査、23回定期検査ですけれども、そのときに確認したきずと、今回、A-SGで確認した金属片に関連性があるかどうかの御指摘を受けました。高浜3号機の前回定期検査では、A-SGの第三管支持板下面近傍において有意な信号指示ではないものの、深さ20%未満の微小減肉が認められました。

今回、24回定期検査では、A-SGより回収した金属片が、前回23回定期検査で認められた微小減肉の原因である可能性について調査した結果を次項に示します。

39ページをお願いします。A-SGの金属片が3号機の前回の定期検査で認められたBEC穴下面よりも約5mm上面の減肉痕の位置で伝熱管と接触するには、金属片が管支持板BEC穴の縁で支持される接触例1、若しくは接触例2の姿勢を取る必要がございますが、右側の写真のとおり、BEC穴周辺には接触痕は認められていません。

したがって、当該の金属片が前回の減肉事象の原因である可能性は低いというふうに考えてございます。

続いて、40ページをお願いします。A-SGで確認された金属片が伝熱管にきずを付けた場合、どの程度のリスクがあったのかというところの御指摘も受けています。今回の検査では、A-SGでは有意な信号指示は検出されませんでした。ここではA-SGで発見した金属片が伝熱管に減肉を与えた場合を想定し、その最大減肉深さを評価しました。

また、最大深さの減肉を有する状態での伝熱管の強度、耐震性を確認しました。評価の流れは、このフローのとおりで、先ほどの減肉メカニズムのフローをベースにしてございます。①伝熱管との接触状態の想定では、金属片の形状、重量から金属片はSG器内を上昇流で浮き上がり、運転中は管支持板下面で保持された状態で伝熱管と接触すると想定しました。

②摩耗形態の選定では、金属片と伝熱管、どちらの振動で有意な摩耗減肉が生じるかを確認しました。両者の摩耗の仕事率、ワークレートを解析により算出した結果、伝熱管振動では金属片振動に比べて大きなワークレートを得られることを確認しました。

③最大減肉深さの評価では伝熱管振動で得られる最大減肉深さを評価した結果、振動振幅の制限からここに示す数値のとおりとなり、貫通には至らないことを確認いたしました。

④伝熱管健全性の評価では、最大減肉深さの減肉部の強度・耐震性を評価した結果、いずれも十分耐えることを確認いたしました。

続いて、41ページをお願いします。ここでは国内外における異物による外面からの減肉事象の事例を確認した結果を示してございます。国内外で報告されている異物による外面減肉事象を調査し、国内では4件、海外では多数の事例があることを確認しました。

続いて、42ページをお願いします。ここからは、異物流入に関する調査について説明します。まず、異物の流入経路につきまして説明します。異物がSGに流入する可能性がある範囲を調査して、その結果をこの黄色にマーキングしています主給水系統及びSGの水張系統の脱気器タンクからSGに入るラインというのを抽出しています。

次、お願いします。43ページです。次に、SGへ流入の可能性として運転中の混入と、作業中の混入が考えられますが、まずは運転中の混入についてです。SG内部品以外の2次系機器の内部構成部品が脱落し、異物となってSGへ流入する可能性について検討しました。

下の表に示しますとおり、先ほどの黄色でマーキングされた系統内の機器の内部構成部品について検討した結果、異物流入経路の系統範囲における機器の内部構成部品であって、想定される異物と類似形状を持つうず巻きガスケットを抽出しました。

次、お願いします。44ページ、45ページにガスケットの混入についての確認結果を示してございますけれども、その対象につきまして、前回の公開会合において約5mm以外のサイズのガスケットパッキンを使用している機器の点検の要否はとの御指摘を受けています。

まず、44ページですけれども、点検対象範囲の脱気器からSGの機器に使用していますガスケットパッキンのサイズは約3mmと約5mmのものがございます。約3mmのガスケットパッキンは部品同士がかみ合い、構造上、ガスケットパッキンが流出しないインロータイプであり、万が一、運転中にガスケットパッキンが破損してもSGへ流入する可能性はありません。

以上より、約5mmのガスケットパッキンで接液するタイプを使用している機器について点検を実施しています。

次、お願いします。45ページです。その結果、合計20か所について調査しています。今回の定期検査で開放した機器のガスケットパッキンは健全であること及び開放していない機器につきましても追加で開放し、ガスケットパッキンが健全であることを確認しました。

また、過去の工事記録まで遡り、ガスケットパッキンが損傷したという記録がないことを確認しています。

次、お願いします。46ページです。今回、SG器内で確認された金属片の発生源調査として、金属片の端部の組織観察を行い、どのようにガスケットパッキンがこのような形状になったのか確認を行いました。

端部の結晶組織には変形が認められず、また、カエリが残っていることから、ニッパ

一で切断した際に生じるようなせん断破壊や低サイクル疲労のように過大な荷重により塑性変形を伴う破壊モードではなく、グラインダー切断のように結晶組織に塑性変形を行わない破壊モードで小片状になったというふうに推定しています。

次、お願いします。47ページです。ガスケットパッキンの現場作業に関する聞き取り調査結果を示します。前回の公開会合において、ガスケットパッキンを交換する際、古い物を外すときに、ガスケットパッキンの一部が切れたり、処分する際に裁断し、その裁断したかけらが異物として機器に混入する可能性はないかとの御指摘を受けています。

ガスケットパッキンは機器に固着し剥がれにくい場合がございしますが、その際はスクレーパーやニッパーを使用し、取り外しを行っています。その際、フープが外れ広がることはあるものの、短く切断することはありません。また、ガスケットパッキンは分解点検の都度、新品に交換することから、使用済ガスケットパッキンは廃棄しており、使用済ガスケットパッキンはそのままの形で廃棄するというので、作業現場（開口部）で裁断することはありません。

以上のことから、使用済ガスケットパッキンを現場でニッパー等により裁断することはないが、ただし、構外を含む作業現場から離れた場所において、裁断され廃棄された際にガスケットパッキンの小片等が発生した可能性は否定できないというふうに考えてございます。

次、お願いします。48ページです。次に、ガスケットパッキン以外の異物の可能性として発電所の現場作業において発生する可能性がある異物として推定される資機材について調査をしています。

写真に示しますように、保温材外装板や配管識別表示の現地合わせで形状やサイズ調整をする際に切れ端が発生します。また、配管取替えの際、既設管の切断や開先加工時に切削くずが発生します。このような切れ端や切削くずは、今回想定した異物と類似した形状になることを確認しています。

次、お願いします。49ページです。前ページまで、発電所で発生し得る異物について、SGへの流入の可能性について、作業中の混入についての調査を実施しています。42ページの黄色のマーキングで示しますSGに流入する可能性のある系統において、全ての開放点検等の対象機器は351か所あり、これらの箇所につきまして、異物管理状況について確認しました。

その結果、67か所につきましては、各機器の点検作業時、開口部養生等の異物管理は適宜実施していますが、小型カメラを用いない目視確認では最終異物確認が困難な範囲があることを確認しました。

下のポンチ絵に示す弁分解点検作業、ストレーナ開放点検作業、脱気器タンク開放点検作業において万が一、作業時に資機材等が系統内に混入した際、緑色のところでございますけれども、最終異物確認時に目視確認が困難な範囲があること、異物混入の可能性があることから、異物混入の可能性が否定できないことを確認しました。

続いて、50ページをお願いします。前回の公開会合において3号機と4号機の異物管理の変遷を説明することの御指摘を受けました。異物管理の変遷につきましては、表で示したとおりですが、3号機の前回23回の定期検査と、4号機前回の22回定期検査の変遷について説明いたします。なお、従来の対策の欄の下に括弧書きで記載していますが、4号機22回定期検査前の状況では、作業時期の関係から3号機前回23回定期検査ではなく、従来の対策となっております。

4号機の22回定期検査以降の対策の差異としましては、まず一つ目、1行目でございますけれども、機器立入対策におきましては、機器内部に立ち入る前に器内作業用の作業服に着替え、靴カバーを着用すること、開口部に周辺作業と隔離したエリアを設けることとされています。

次に、垂直配管取付弁の作業におきましては、新ウエスを使用することとし、新ウエスは再使用ウエスと区別した場所で管理することとしています。なお、3号機前回23回定期検査において、社内標準に反映が間に合わず標準化しておりませんが、前回、異物確認時に直接目視で異物確認できない範囲を小型カメラで確認しております。しかしながら、SG水張ラインは前回の減肉で想定された異物ではSGに移動しないと評価し、対象外としているため、一部対象範囲の違いがございます。

一番下のその他の対策の差としましては、保温材の切れ端等の清掃・片づけは一作業一片づけを徹底し、作業服、靴の異物の付着確認を行うこと、異物混入防止対策が作業手順書どおりに実施されていることを現場パトロール等で管理強化することなどがございます。

以上を踏まえると、異物は3号機前回23回定期検査以前にSG水張系統から混入したか、若しくは、3号機前々回定期検査以前に主給水系統から混入したものと考えています。

続いて、51ページをお願いします。これまでの説明を踏まえ、推定原因は次のとおりと考えています。まず、①ですが、前回定期検査以前に実施した機器の開放点検において異物が混入し、②異物がプラント運転時に主給水系統を通じてSGに到達、前回運転サイクル中にSG内の上昇流に乗って第三管支持板下面に到達、保持され、伝熱管と接触したと推定しました。

その後、運転中の伝熱管の振動によって、伝熱管外表面を摩耗させ、きずをつけたものと考えています。

次をお願いします。続いて52ページ、最後に対策について御説明します。具体的な内容は次ページ以降で説明しますが、ここでは対策をまとめております。

一つ目といたしまして、従来の方法と同じく、減肉伝熱管の施栓です。本件に関しましては、9月7日に、本対策に伴う設計及び工事計画の届出を実施しています。

二つ目として、異物流入対策ですが、こちらにつきましては、前回3号機（23回）定期検査に実施している異物管理を継続的に実施するものと、前回4号機（22回）定期検査の際に実施している異物管理を、3号機としても、今回の24回定期検査から実施するもので

ございます。

次をお願いします。53ページです。三つ目は、今回、3号機（24回）定期検査で新たに実施する対策です。SG水張系統からの異物混入対策として、SG水張ポンプ入口にストレーナを設置します。

次に、今回、うず巻きガスケットの小片をSG器内で発見したことを踏まえ、機器開放時におけるうず巻きガスケットの破損状況の不具合、懸案事項の確認や異物管理、施工管理を徹底する観点から記録を取得すべきであるため、今後機器を開放した時点でうず巻きガスケット等の金属製の消耗品に損傷を確認した場合は、当社工事担当者に報告することに加え、工事報告書に必要事項を確認することを調達要求文書に定めます。

次、54ページをお願いします。それぞれの対策について説明します。

まず、減肉伝熱管の施栓です。従来と同じく、外面減肉が認められたSG伝熱管の高温側及び低温側のSG管板部で施栓を行い、供用外とします。施栓方法は機械式栓を用いており、図に示しているとおり、栓の中の中子を引き下げ、線を押し広げ、施栓を実施します。

次、55ページをお願いします。ここでは3号機前回定期検査で実施した異物管理対策の継続実施する対策でございます。作業員の立ち入る作業前に作業服、靴等に異物の付着がないことを本人以外が確認します。垂直配管に取り付けられている弁の点検時は、弁箱内部に使用する機材に異物の付着がないことを確実に確認します。最終異物確認時において直接目視にて異物の有無が確認できない範囲につきましては、小型カメラによる目視点検を行います。

次をお願いします。56ページです。二つ目として、4号機前回定期検査で実施した異物管理対策を継続実施する対策です。作業員が機器内部に立ち入って作業を行う場合は、機器内部へ立ち入る直前に器内作業用の作業服に着替え、靴カバーを着用します。開口部に周辺作業と隔離したエリアを設けることで、異物の混入防止を図ります。

続いて、57ページをお願いします。先ほどの続きでございますけれども、ウエスを使用する場合、新しいウエスに限るものとし、新ウエスは再使用ウエスと区別して管理いたします。作業中に発生した保温材の切れ端等の清掃、片づけにつきましては一作業一片づけを徹底するとともに、作業服、靴に異物が付着していないかを確認することにより、異物の拡散を防止します。当該作業における異物混入防止対策が作業手順書通りに実施されていることを確認するため、現場パトロールの実施等による管理強化を図ります。

次をお願いします。58ページです。その他の新規の対策としまして、SG水張系統からの異物混入対策としましては、SG水張ポンプ入口にストレーナを設置します。これらの対策により、異物管理の対策をしっかりと進めてまいります。

以上で説明を終了します。

○武山安全規制管理官 ありがとうございます。

それでは、規制庁のほうで質問、確認があればお願いいたします。

山西さん、お願いします。

○山西統括原子力運転検査官 高浜規制事務所の山西です。

2件、ちょっと質問があります。

まず、47ページ、47ページの、今回、ガスケットパッキンは現場で細断することはないということなんですけれども、これは、例えば現場から離れた場所で、まあまあ作業エリアで細断するとき、実際にグラインダーを使って裁断するということがあるのかどうかという確認が一つです。

それから、もう一つは、53ページの対策、その他の対策、追加対策ですけれども、これについては、対象のガスケットについては、ガスケットの交換の際の、その調達要求文書に記載をするということですが、これは確認ですけれども、3mm、5mm、両方のガスケットに対して対象とするということなんでしょうか。

この2点の質問をお願いします。

○志和屋課長 関西電力の志和屋でございます。

まず、47ページのほうのガスケットパッキンの処分の方法でございますけれども、構外を含む作業場所での作業につきましては、グラインダーを必ず使うのかということころは、そこは、グラインダーを必ず使わないということは言い切れないので、やはり、そこで発生した可能性というのは否定できないというふうに考えてございます。

2点目の、53ページのところの今後の記録のところでございますけれども、こちらにつきましては、対象のほうは3mm、5mmともに対象にいたします。

○山西統括原子力運転検査官 高浜規制事務所です。

了解しました。

○武山安全規制管理官 西村さん、お願いします。

○西村地域原子力規制総括調整官 規制庁、西村です。

この53ページなんですが、今の続きの質問が一つと、もう一つの質問、二つあります。

一つは、今、この報告の対象って3mm、5mmと言われたんですが、3mm、5mm以外でも、大きなものが破損して、細かい小片になるということも考えられると思うんですけれども、3mm、5mmに限定される理由を教えてくださいというのと、もう一つ、開放したときにはガスケットが正常なんだけれども、剥がしているときに相当押しつけられているので、ちぎれた場合ですね、そういった場合の報告というのはどうされるのかというのを教えてください、この2点でございます。

○志和屋課長 関西電力、志和屋でございます。

まず、限定のところでございますけれども、限定は全くしません。発電所のほうの飲料水とか、そういうような系統以外の系統のものにつきましては、全て金属製の消耗品に損傷、破損等を確認した場合には、この対応することといたします。

新しく付ける際に出た場合、どうなるのかということころでございますけれども、そちらにつきましては、通常の作業手順の中で、そういう異常がないような形で、しっかりと作

業をやっていくというところはもちろん決めてございますし、万が一、そのようなことがあった場合につきましては、しっかりと対応して、もちろん、当社の工事担当者に報告をして対処するというような形になります。そのまま放置して閉じてしまうようなことはございません。

以上でございます。

○武山安全規制管理官 西村さん、お願いします。

○西村地域原子力規制総括調整官 すみません、規制庁、西村です。

後段のほうの説明は、新しく付けたではなくて、開放して交換するときに、古いガasketを、その開いたときには正常だったんだけど、要は破損はなかったんだけど、取り外すときに、ある意味、バリバリというか、無理やりに剥がした結果、破れたような場合にも報告を求めるのかという質問です。

○志和屋課長 関西電力、志和屋でございます。

取り外した際にも、まず破損がないかというところを確認いたします。その後の作業で、外すときには、もちろんフープが広がるようなことはございますので、そちらのほうは対象といたしません、その作業において、万が一、物が流入したという場合については、もちろん処置をしなければならないので、対処処置のほうを実施いたします。

○西村地域原子力規制総括調整官 すみません、流入というよりは破れたときですね、要は、作業者は、破れて流入してないと思うんだけど、もしかすると第三者が見れば、破れた一部というのは流入しているかもしれないという確認というのが必要ではないかと思うんですけども。

○佐藤運営統括長 関西電力の佐藤でございます。

まず、開放したときに損傷があるかどうかは確認しますと。それを取り外すときに、当然、固着とかしていると、もうある意味、壊して剥がすような場合もあるので、それは報告対象とはいたしません。ただ、それが中にあるか、異物として中に入ってしまったかどうかというのは、その最終の異物確認のときに目視、若しくは、ファイバースコープで確認いたしますので、異物が混入して、そのままSGのほうへ行くというようなことはないというふうに考えております。

以上です。

○西村地域原子力規制総括調整官 承知しました。そういう意味で、その入る可能性の高さですね。要は、壊れてなければ入る可能性は低いと思うんですけども、今みたいに、おっしゃるように剥がしているときに小片ができるような形で剥がしたときのほうが、より中に入る可能性が高いと思うので、それを何か把握されていたほうが良いように思うんですけども、それを把握しなくていい理由は何なんでしょうか。

○佐藤運営統括長 関西電力の佐藤でございます。

そもそも、その旧品というのは、再使用はしないので、壊し方というのは、やっぱり、その取り外したときのその状況によって、そのまま取れたり、損傷させながら外すという

ことがあるので、それをもう一律全て報告を求めるとするのは、ただ現実的ではないかなと思っておりますし、最終的にやはりその異物、閉止をする、組み立てるときに、中に異物がないというところをもって、我々、確認をしていけばいいのかなというふうに考えておりますので、そういった考え方に基づいて、今、御回答した次第です。

以上です。

○西村地域原子力規制総括調整官 承知しました。しっかり、確認いただければと思います。

○武山安全規制管理官 ほかには。じゃあ高須さん。

○高須統括監視指導官 規制庁の高須です。

今の53ページの続きなんですけど、報告書に記載するように調達要求をするということなんですけど、この確認されて、報告書に記載されて、その後のその具体的な手続きとか運用的なところを少し御説明いただきたいと思うんですが。

○志和屋課長 関西電力の志和屋でございます。

まず、そのような、開けてみて損傷があった場合、そのタイミングでは、こちらの53ページにも記載していますとおり、こちらの工事担当者に報告をします。そのタイミングで、その壊れたもののかげらがどうなったかというところの対応を実施いたします。今、記載しています、工事報告書に必要事項を記載するというところにつきましても、これまでのこの異物関係のところがございます、最終的に異物がなかったことを確認するというところをしっかりと担保する必要があるというところがございますので、そういった意味で、記録のほうに記載するというところを考えているところでございます。

○高須統括監視指導官 御説明ありがとうございます。異物があつて、仮にすぐ直下に落ちていて、見れないところでファイバースコープを見たらあつたのだと、もし仮になかった場合は、どこまで、どういうふうな対応を考えられているかというのがありますか。

○志和屋課長 関西電力の志和屋です。

開けて、もし見つからない場合というところにつきましても、もちろん、その評価、リスク関係の評価をしまして、最終的には必ず見つけに行くというような作業を実施いたします。

○高須統括監視指導官 分かりました。可能な限り検索して見つけるということの理解できました。ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 東さん、じゃあお願いします。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

すみません、流入調査のことで質問させていただきます。

まず今回、そのSG器内であつたりとか、あとSG器外、あらゆるところを目視点検されたり、あとN₂バブリングされているので、一応この系統内のほうには異物、その伝熱管を損傷させるような異物というのは残っていないという理解でよろしかったでしょうか。

○志和屋課長 関西電力の志和屋です。

その理解で問題ありません。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

そうであれば、今後、同様の事象が起こる可能性があるのは、多分、外から入ってくる異物が影響してくると考えられるんですけど、今回、その高浜4号機の異物混入防止対策ですね、その徹底を行うとともに、ハード対策としてSGの水張ポンプのところにストレーナを設けるということで、今後は、SG器内のほうに異物が持ち込まれる可能性はないという理解でよろしかったでしょうか。

○志和屋課長 関西電力の志和屋です。

その理解で問題ありません。今回は45ページのところに、SG器内に入り得る系統のところを図示して、黄色のところでもマーキングしているものがございます。42ページですね、すみません。

今回、この黄色、入り得るところにつきましては、先ほど申しました対策等により異物が混入しないような対策を実施しますので、SGのほうには入らないような形になります。

○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した。

あと、最後、1点なんですけど、このハード対策ですね、SGの水張ポンプのストレーナなんですけど、こちらは他号炉等に水平展開される予定はありますでしょうか。

○志和屋課長 関西電力の志和屋です。

他号炉にも設置のところを水平展開いたします。

○東原子力規制専門員 規制庁の東です。

承知しました。ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 小野さん、お願いします。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

53ページをお願いします。新規対策でSG水張ポンプの入口にストレーナを設置することですけども、そもそもSG水張ポンプは、定検中、どのくらいの頻度、時間で使われていますかね、ちょっと教えてください。

○今岡係長 関西電力の今岡です。

SG水張ポンプの使用の頻度につきましては、停止の際に蒸気発生器に給水するタイミングと、プラント起動時に、蒸気発生器に給水するタイミングで起動しております。ポンプを使用しております。時間的に言いますと、数日というレベル感の運転頻度でございます。

以上です。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野です。

数日ですか。数日が1回、2回というイメージですか。

○今岡係長 関西電力の今岡です。

プラント停止に使用する、起動・停止に使用するポンプですので、起動・停止に関しては、停止時に1回、起動時に1回です。

以上です。

○小野上級原子炉解析専門官　じゃあ、1回水張って、それで1回ですかね。

○今岡係長　その御理解で結構です。停止時に1回、プラントが、SGの給水が終わるまで、起動時にSGの給水が主給水ポンプに切り替わるまで、以上の頻度で使用しております。

○小野上級原子炉解析専門官　規制庁、小野です。

ありがとうございます。

○武山安全規制管理官　吉野さん、お願いします。

○吉野企画調査官　規制庁の吉野です。

ちょっと先ほどの東の質問とダブるかと思うんですけども、51ページの推定原因で、前回とか、前々回で異物が入ったことが一つの原因ではないかという記載があって、今回、SG内とかブローダウン系統、全て異物があるのかどうかの確認を実施しました。それを受けて、もう既に器内、要はSGも含めて、ブローダウン系統も含めて、過去、定検で入っただろうという異物は存在しないというふうに断定していいものかどうか、その点について、まず御説明いただけますでしょうか。

○志和屋課長　関西電力の志和屋でございます。

まず、過去、入ったところにつきましては、通常の運転の流れの中で、その入ったタイミングの次の運転によって、SG器内のほうに異物は運ばれるというふうに考えてございます。で、今回、SG内につきましては、小型カメラのところで確認いたしましたので、異物についてはないというふうに考えてございます。

○吉野企画調査官　規制庁の吉野です。

分かりました。じゃあ、もう既に過去の異物は存在しないと。ということから、一応、対策については、これから新たに入るものに対しての対策を取るということで、52ページ以降、対策を取っていると。一方で、今回追加された対策なんですけれども、SG水張ラインにストレーナを設置するというのは、SG水張ラインの入口側のラインに何らか原因がある、異物が入っているということ想定しているのか、又は新たに異物が入ったとしても、それについては、このラインで除去できるというお考えになっているのかどうかを、御説明いただけますでしょうか。

○志和屋課長　関西電力の志和屋です。

新たに今後入るものを対象に考えてございます。42ページのところに、入り得る可能性の図示させていただいているものがございますけれども、これ、SG水張ポンプ下に、一番下のラインでございますけれども、これ以外のポンプのところにつきましては、入口ラインのところにもこのようなストレーナがついてございます。このような形で、SG水張ポンプのラインについてもストレーナをつけて、少しでも今後の異物流入のところのリスクを下げるというところの目的にしてございます。

○吉野企画調査官　分かりました。ありがとうございます。

○武山安全規制管理官　ほかにありますでしょうか。

○西村地域原子力規制総括調整官　西村です、よろしいでしょうか。

○武山安全規制管理官　　お願いします、西村さん。

○西村地域原子力規制総括調整官　規制庁、西村です。

18ページを御覧いただきたいと思うんですが、たしかここで、この下の図で、ホットウエルからタービンサンプに移して取水口へ排水した経緯で、もしかしたら異物が流れたかもしれないというお話があったと思うんですが、今後、次回以降になると思うんですけれども、ここにストレーナがなかったの、出たのかどうかよく分からないということに、今現在なっていると思うんですが、次回以降は、ここにもストレーナを付けて、万一、異物が入っていなかったかという確認はされるのでしょうか。

○志和屋課長　　関西電力の志和屋でございます。

こちらのほうにもストレーナを設置いたします。

○西村地域原子力規制総括調整官　承知しました。ありがとうございました。

○武山安全規制管理官　　ほか、皆さん。

山西さん、お願いします。

○山西統括原子力運転検査官　高浜規制事務所の山西です。

質問ではないんですけれども、53ページの新たに追加した対策の、このガスケットの交換作業については、4号機の定検が7日から開始されましたので、現場の事務所のほうで現場の作業、交換作業については現場確認させていただきますので、御協力のほどよろしくをお願いします。

以上です。

○志和屋課長　　関西電力の志和屋です。

了解いたしました。

○武山安全規制管理官　　ほかは何かありますか。

片岡さん、お願いします。

○片岡専門職　　規制庁、片岡です。

私は、運転経験反映プログラムに従事している者でございます、世界で再発、日本だけじゃなくて、世界で再発、似たようなことが起こらないようにするための教訓などを伝えたり、受け取ったりする役目をしております。

その上で、今回、対策のところ、まず、原因と、推定している原因は、とにかく異物を作業のときに外から持ち込んだ可能性が高いということで、その持ち込みを防ぐための対策というのが挙げられているんですけれども、その検討の過程で、よく海外ではあるんですけど、いわゆるミスですね、人間のミス、ヒューマンエラーで何かやらしてしまったということはあるんですけれども、今回の場合は、いろいろ検討したけれども、ヒューマンエラー的なものは見つからなかったという理解でよろしいのでしょうか。

○志和屋課長　　関西電力の志和屋です。

今回の事象のところでは、ヒューマンエラーというところを検知しているものはございません。ただし、今後の対策のところ、例えば、56ページですけれども、56ページの対策

のところであれば、器内に入って、そういうような点検、異物混入するようないリスクがある作業に対しましては、こちら、そういうヒューマンエラーとかを防ぐという、ヒューマンエラーがあったとしても入らないような対策としまして、服を着替えるとか、靴カバーをする、さらには、周辺作業との隔離をするようなエリアを設置するというような形の対策を実施していくというふうなふうに考えてございます。

○片岡原子力規制企画課専門職 よく分かりました。ありがとうございます。

○武山安全規制管理官 ほかにありますでしょうか。特にないですかね。

では、私からちょっと一言。私の理解は、今回の事象については、まず、去年ですね、経験した、いわゆる高浜4号機のSGの伝熱管損傷ですね。このときに異物で損傷したわけですけれども、このときのことと類似のものだということだと思います。したがって対策も、当然ながら4号機の対策というのを踏襲しなきゃいけないというふうに思うんですけれども、3号機については、その4号機が起きたときは運転していたので、その対策をしていなかったわけですけれども、今回、その3号機、定検に入って、こういう形で異物であろうということで、異物による損傷が見つかった、異物によるその損傷というものが見つかったんですけれども、当然これ、今3号機については、今回の第24回定検ですか、のときは、もう既に4号機の対策は実施しているんですよ。

○志和屋課長 関西電力の志和屋でございます。

4号機の対策については、今回の定検時においても実施してございます。

○武山安全規制管理官 分かりました、ということですね。

したがって、今回、4号機のやつは当然、もう既にやっているんですけれども、それが実際に効き目、要するに功を奏するかどうかというのは、今回のやつで、まずあるというのが一つと、それから、今回、ガasketのフープ材というのが見つかったというところが、ちょっと4号機とちょっと違うところなんですけれども、これについても、見つかったということなので、このガasketなどの金属製のその消耗品についての管理を強化するということが追加されているという理解だと思います。

ちなみに、そのガasketですね、ガasketのフープ材は金属なんですけれども、それ以外の消耗品として、どんなものが考えられるんですかね。

○志和屋課長 関西電力の志和屋でございます。

例えば、ゴムパッキンとかは考えられますけれども、こちらにつきましては、伝熱管に損傷を与えるようなものではないというふうに考えてございます。

○武山安全規制管理官 そうですね、金属製ということが一番ネックだとは思いますが、金属製で何かそれ以外にどんなのがあるのかなというのをちょっと知りたかったものですから。

○志和屋課長 関西電力、志和屋でございます。

Oリングとかメカシール、ワッシャー等がでございます。

○武山安全規制管理官 なるほど、分かりました。ありがとうございます。

確認することはありませんかね。

それじゃあ、今日、こういう形で原因と対策を聞きまして、先ほど私が申し上げたように、基本的には4号機で起きたことと類似ということだと思っています。ちょっと高浜です、4号で起きて、また3号でも起きているということで、2回続けて起きているわけで、ちょっとここら辺が非常に心配なところではあるんですけども、ちょっと確認したいのは、関西電力として、今回、その高浜4号、3号と続けて起きたことに対して、どういうふうな考えをお持ちですかね。

○佐藤運営統括長 関西電力の佐藤でございます。

高浜につきましては、前回の4号だけじゃなくて、その前の、前々回の3号、前回の3号から考えて3回連続、起こしておりますので、これ自体は非常に重く受け止めております。高浜固有の事象として、固有といいますか、状況が、その1・2号の安全対策工事、それから3・4号、動いているプラントということで、4機抱えているというところはあるんですけども、異物管理という観点からいけば、他サイトと同様に、我々もしっかり対応しているつもりではあるんですけども、結果として、ちょっとこういう事態が続いているということで、前回4号で御説明した対策、これもしっかりと次の、今回の3号以降も対策をしていって、今後こういうことがないように、しっかり管理をしていきたいというふうに考えております。

以上です。

○武山安全規制管理官 分かりました。先ほど、山西所長からもお話がありましたけれども、4号は、もう定検に今度入ったということで、また、蒸気発生器の検査をしたりとかすると思うんですけども、今回どうなるかというところが非常に我々としても注視をしていて、ある意味、その再発防止対策が功を奏するのかどうかというところが非常に心配があるところですので、我々としても監視をしっかりしていきたいと思います。

それでは、今日、中身を一応確認したということで、我々としても、今までヒアリングでも、また、9月7日にも提出した報告書を読んで、我々としての評価というものを一応まとめています。まだ案ですけども、これについて少し御紹介をして、事業者と意見を交わりたいと思いますので、よろしく願いをいたします。

ちょっと小野さん、説明ですかね。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁、小野でございます。

ちょっと資料は事前に配付してございませんけれども、モニタのほうで御確認をお願いします。

まず、1ページですけども、今回の伝熱管損傷に係る報告に対する評価及び今後の対応についてということで、案を作成しております。

まず、1ページ目の経緯から、次の2の事業者からの報告内容と、ここについては、もうこれまで御説明した内容を記載しております。

それから、2ページに行きまして、あと3ページ、4ページ、5ページ、6ページまで、事

業者さんの、これまで御説明していただいた推定原因、再発防止対策等を含めて記載しております。

7ページに、我々の評価及び考察を記載しております。

資料をお配りしていませんので、読ませていただきます。

3.1で原因調査結果等についてということで、SG伝熱管の損傷に至った原因については、2.1のとおり、水質管理、SG伝熱管の減肉状況及び粒界腐食割れ等の表面形状との比較から、異物による摩耗減肉と考えることは妥当であると評価しております。

また、SG伝熱管を損傷させた異物は確認できていませんが、C-SGで確認された金属片又は摩耗痕から想定した形状のその他の異物がSG内で移動し減肉を発生させることをモックアップ及び解析等により確認しており、当該異物が管支持板下面で保持され、伝熱管の振動により摩耗したと推定することは妥当であると評価しております。

続きまして、3.2の安全上の影響についてでございますけれども、本事象において、異物によりSG伝熱管2本が減肉しましたが、3.1で妥当と評価した伝熱管の振動による減肉においては、伝熱管と管支持板との隙間により振幅が制限されるため、貫通には至らないこと及び破断等による他の伝熱管への影響もないと考えられると。

また、最大深さの減肉を有する伝熱管の破断圧力、これは通常運転中の伝熱管の内外差圧に対して3倍以上の裕度があることから、「原子力安全に係る重要度評価に関するガイド」の「附属書1 出力運転時の検査指摘事項に対する重要度評価ガイド」によれば、重要度は「緑」となると。これは、今年度から開始しました新検査制度による評価でございます。

この「緑」がどういう水準のものかというのは、下の注釈のほうに書いております。安全確保の機能又は性能への影響はあるが限定的かつ極めて小さいものであり、事業者の改善措置活動により改善が見込める水準というふうに判断しております。

以上のことから、原子炉施設の安全機能は確保されていたものと評価しております。

次、3.3の再発防止対策についてでございますけれども、2.6のとおり、高浜4号機で採られている異物混入防止対策の徹底を行うとともに、SG水張系統からの異物混入対策として、SG水張ポンプ入口にストレーナを設置すること及びSG器内で渦巻きガスケットの金属片が確認されたことを踏まえ、当該ガスケット等の金属製の消耗品に損傷を確認した場合は、工事担当者に報告することに加え、必要事項を工事報告書に記載することとしており、推定原因を踏まえ、これらの対策は妥当と評価しております。

次、8ページの4.今後の対応でございますけれども、当委員会としては、今後も関西電力が行う定期事業者検査、SGの伝熱管体積検査の結果及び異物混入防止対策の実施状況について、今後の原子力規制検査にて確認を行うこととする。

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。

ちょっと、事業者の報告内容については省略させていただきましたけれども、基本的に

は、関西電力のほうから頂いた報告書に沿って、我々としてまとめてみたというものでございまして、それに対しての我々の評価として、3.にあるような形で今回評価をしました。

安全上の影響に関しては、新しい新検査制度で使っています重要度評価、これを参考として評価をしているというものでございます。

これについて、関西電力のほうで、ちょっと今日初めて見たかもしれませんので、ちょっと事実関係でもし何かあれば確認いただくと同時に、ちょっと今この場で、どうかというのは分からないかもしれませんので、それは後日また頂ければと思うんですけども、今聞いて、何か御意見があればお願いいたしたいと思います。

○佐藤運営統括長 関西電力の佐藤でございます。

先ほど御説明いただいた中身に関しましては、特段こちらから申し上げることはございません。

以上です。

○武山安全規制管理官 分かりました。ありがとうございます。

規制庁のほうで何かありますか。特に、補足して説明することはないですか。

なければ、今回この報告についての評価について、この資料2を原子力規制委員会のほうに報告をして審議をしていただくということにしたいと思っています。その際には、いわゆる国際原子力事象評価尺度のINESの評価もつけた形で評価を出したいと思っていますけれども、基本的には4号と同様な評価というふうになっていると思います。ということでございます。

ほかに何かございますでしょうか。

(なし)

○武山安全規制管理官 事業者のほうからは何かございますでしょうか。

○佐藤運営統括長 関西電力の佐藤ですが、特にございません。

○武山安全規制管理官 分かりました。

それでは、本日、この会合は、本件については、これで終わらせていただきたいと思います。

では、第14回の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させていただきたいと思います。

ありがとうございました。