

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2回議事録

平成30年10月3日（水）

原子力規制庁

（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。）

第2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合
議事録

1. 日 時：平成30年10月3日（水）14:00～16:15

2. 場 所：原子力規制委員会 13階会議室A

3. 出席者

(1) 原子力規制庁職員

古金谷敏之 安全規制管理官（実用炉監視担当）
小坂 淳彦 実用炉監視部門企画調査官
志賀 徹也 実用炉監視部門主任監視指導官
片岸 信一 実用炉監視部門主任原子力専門検査官
畠山 凌輔 実用炉監視部門係員
川下 泰弘 専門検査部門企画調査官
上田 洋 専門検査部門上席原子力専門検査官
古作 泰雄 検査監督総括課課長補佐
小澤 正義 システム安全研究部門統括技術研究調査官
菊池 正明 システム安全研究部門技術参与

(2) 事業者

吉丸 秀明 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保修部長
浜田 誠一 中部電力（株）原子力部 運営グループ長
竹山 弘恭 中部電力（株）原子力部 部長
松永 泰三 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保修部 課長
稲場 満裕 中部電力（株）浜岡原子力発電所 危機管理部 総括管理課
副長
嶋本 一幸 中部電力（株）浜岡原子力発電所 発電部 運転管理課
副長
今井 富康 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保修部 保守管理課
副長
森本 祥弘 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保修部 設備保全課
副長
小野 貴栄 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保修部 原子炉課 副長
黒野 晃平 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保修部 原子炉課 主任
鈴木 悠資 中部電力（株）浜岡原子力発電所 危機管理部 総括管理課

主任

林 栄昌 中部電力（株）浜岡原子力発電所 保守部 原子炉課

4. 議 事

- (1) 浜岡原子力発電所5号機 非常用ディーゼル発電機（B）排気管伸縮継手破損による排気漏えいに伴う運転上の制限からの逸脱について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料1 浜岡原子力発電所5号機 非常用ディーゼル発電機（B）排気管伸縮継手破損による排気漏えいに伴う運転上の制限からの逸脱について（中部電力資料）

6. 議事録

○古金谷安全規制管理官 では、定刻になりましたので、ただいまから第2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たいと思います。

私は、今回の司会進行を務めさせていただきます、実用炉監視部門の安全規制管理官をやっております古金谷と申します。よろしくお願いいたします。

では、今回の議題は、浜岡の5号機でディーゼル発電機（D/G）のトラブルがあったということで、8月にも一度御報告を会合でいただきましたけれども、その後、9月になりまして、原因究明と再発防止対策に関しましても報告書を提出されたということがありますので、今回は、この報告書に基づきまして、まず中部電力のほうから御説明をいただきまして、その後、意見交換、議論させていただきたいなというふうに思います。

議論に当たっては、前回も申し上げましたけれども、機能への影響だとか、あるいは原因究明だとか再発防止だとか、セクションセクションに分けて御議論させていただきたいなというふうに思います。時間のある範囲で議論させていただいて、もし時間が足りなければ、また次回にさせていただくということもあるかもしれませんが、できるだけ我々も理解を深めたいなというふうに思っておりますので、自由闊達に意見交換をさせていただければ、御議論をさせていただければというふうに思っておりますので、よろしくお願いいたします。

では、まず、中部電力のほうから説明をよろしくお願いいたします。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山でございます。

今、古金谷管理官から御紹介いただきましたように、弊社の浜岡5号ディーゼル発電機B号機の排気管の伸縮継手、破損の不具合を起こしておりまして、8月に一度、状況報告をさせていただいております。その後、原因調査、対策の検討等を進めてまいりまして、9月20日に報告書のほうを提出させていただきました。今日は、御提出させていただいた報告書を用いまして、前回説明した以降の検討を中心に、今、御指示がありましたように、原因、対策、それから安全等への影響というところで、分けながら担当の鈴木のほうから説明させていただ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と思っております。

あと、本日、現物の破損した継手等も持ってきておりますので、これも、原因のところの説明が終わったところで一度見ていただきたいと思います。

以上でございます。それでは、説明のほうをよろしくお願いいたします。

○鈴木中部電力総括管理課主任 中部電力の鈴木でございます。

本日の説明でございますが、お手元にあります、先日提出させていただきました原因、対策の報告書にて説明させていただきます。報告書のうちの別添という資料がございますが、電子系のほうですとPDFで16ページになります。こちらを用いて説明させていただきます。以降、説明上、別添の本文を「本文」と、別添の添付資料を「添付資料」とさせていただきますので、御了承ください。

次のページに行ってくださいまして、目次でございます。本日の説明の範囲でございま

すが、中段にあります5.10、排気管伸縮継手破損が機能要求に与える影響ということで、前回の事象状況というところは割愛させていただきまして、これ以降、追加更新した箇所について説明させていただきます。

それでは、本文の7ページ、PDFで25ページのほうをお開きください。5.10、排気管伸縮継手破損がD/Gの機能要求へ与える影響ということで、前回の調査状況を説明させていただきました公開会合にて御指摘いただいた点も踏まえて、今回、原因調査とあわせて破損が与える影響について評価してまいりました。詳細につきましては、添付資料のほうで説明させていただきます。

紙系のほうでは55ページ、PDFのほうで73ページのほうをお開きください。添付資料16になります。添付資料16でございますが、排気管伸縮継手破損がD/Gの機能要求へ与える影響ということで、まず、本評価の目的でございますが、1.に示しますとおり、評価は、排気管の1本の破損を想定して、排気ガスの漏えいの影響を評価してございます。D/Gの機能要求ということで、こちらにつきましては、実用炉発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則、これをもとに抽出してございます。

2.伸縮継手の破損想定でございますが、伸縮継手1個のベローズと内筒という部品がございますが、こちらが破損して、保守的に、伸縮継手が設置されている配管1本に流れる排気ガスが全て漏えいすることを想定しました。

次のページへ行っていただきまして、3.で、与える影響ということで結果でございます。評価については(1)と(2)とございまして、直接的に与える影響、間接的に与える影響、二つの観点で確認してございます。

まず、(1)直接的に与える影響ということで、中段にあります表16-1というところで、機能ということで、出力、回転数、起動時間等、それに対する要求時間、要求等がおのこの表のほうに書いてありますが、結果としまして、性能確認試験の結果等を用いて評価した結果、これらに与える影響はないということで確認をいたしました。

次のページへ移っていただきまして、(2)の機能へ間接的に与える影響ということで、表16-2になりますが、環境条件としてD/Gの機関温度やD/Gの室温等を確認した結果、確認としましては、こちらについても性能試験の確認結果や定期試験、あと、試運転時の測定結果等、これを用いて評価した結果、影響がないということを確認してございます。

4.まとめでございますが、伸縮継手破損によってD/Gの排気ガスの漏えいがD/Gの機能要求へ与える影響を確認した結果、伸縮継手の破損が1個までであれば出力等の直接的な機能、そのほか間接的な機能、両者を満足しておりまして、運転継続が可能であると評価いたしました。

本件については以上でございます。

続いて、原因調査のほうに移らせていただきます。ページのほうは、ちょっと戻っていただきまして、本文の7ページ、PDFでいきますと25ページのほうをお開きください。

6章、原因調査になります。まず、6.1というところで、6.1で、当該排気管伸縮継手の

破損状況の確認としまして、回収した破片から組立てて復元した伸縮継手の外観確認や、各破片に対して各種の顕微鏡による破面の観察を実施してまいりました。

(1)回収した破片による復元及び外観観察というところになります。ベローズの復元作業につきましては、各破片の割れが一致する破片をつなぎ合わせることで実施しております。これに対して全体の外観やマクロ的な破壊などを観察してまいりました。なお、復元の作業をやっていくに当たって、一部、破片の欠損等が見られましたので、追加で破片の回収を行っております。本日、復元した実物をお持ちしておりますので、資料説明を一通り終えた後に、簡単に実物を用いて状況を御紹介させていただきます。

次のページに行ってくださいまして、こちらの観察の結果でございますが、観察した結果、ベローズの2か所に比較的大きな円弧状の凹みがありまして、いずれも打痕の中心部に鋭角な凹みがあったことから、これらが打痕であるというふうに推定しました。片方の打痕については、ベローズの破片領域のほぼ中心にありまして、また、き裂の特徴としましては、周方向のき裂は当該打痕の近傍を除いてベローズの山部に進展していることや、軸方向のき裂については比較的直線上に並んでいることの特徴が見られてございます。

続きまして、(2)の破片の破面観察の結果でございます。こちらは観察の結果でございますが、文章の中段、第2パラグラフになりますが、観察した破片の大部分は破面が潰れておりまして有益な情報が得られなかったものの、破片の一部に疲労破壊の特徴であるストライエーション状模様、これが確認されました。この模様については、内外表面を起点とする破面や一方向に進行する破面に観察されてございます。

続いて、(3)としまして、これらの結果から考察というところですが、こちらにつきましては、次の要因分析図の結果とあわせて、破損に至ったメカニズムとあわせて後ほど説明させていただきますので、この部分は割愛させていただきます。

次のページに移っていただきまして、中段にあります6.2の要因分析図による調査について説明させていただきます。復元したベローズの外観観察結果等も踏まえまして、要因分析図では、調査の観点としまして、設計、製作、施工、運転管理、保守管理、経年劣化及び運転経験の反映、これらの観点で要因を抽出して、細分化した上で評価を行ってまいりました。こちらにつきましても添付資料を用いて説明させていただきます。

添付資料20になります。紙のほうでは88ページ、電子系のほうで106ページをお開きください。添付資料20の要因分析図になります。こちらの要因分析図ですが、左から区分、要因、調査方法、調査結果で、要因となり得るかの判定結果を示しております。調査の結果、総論としましては、判定が三角となっている2項目ございますが、上段のほうにあります施工に関して組立て時の不良ということで打痕・傷、また、下段のほうにあります、経年劣化に関して熱疲労による熱疲労割れが、先ほどの外観観察等の結果から、破損の要因になった可能性があるというような結論に至りました。

このほか、各項目でございますが、いずれも破損の要因ではないというふうに結論づけてございます。

簡単に破損要因でないものについても御説明させていただきますと、要因分析図のほうの上のほうから区分ごとに確認した結果、主立ったものを中心に説明させていただきますと、設計につきましては、設計要件については実使用環境に対して十分余裕を考慮した値となっており、妥当であるというふうに確認しました。

また、製作につきましては、材料不良や製作不良、溶接不良の観点で確認しておりますが、製作時の試験検査記録や、設計で規定した材質が規格値を満足していることや、溶接についても適切な施工要領に基づいて実施されていることを確認しており、妥当であると確認しました。

また、施工に関しましても、組立て時の打痕等を除いて、ボルトの締付け不良や芯ずれ、ねじれといった観点で確認した結果、各種記録類や現物の確認結果から問題は生じていないと、要因ではないというふうに確認してございます。

また、要因分析図、中段のほうになります。保守管理の面での確認としまして、こちらにつきましても、保全の対象範囲の策定や保全重要度の策定、また、保全の計画の設定において、非常用ディーゼル発電設備の一部である伸縮継手として、保全内容は妥当であるというふうに評価しております。

あと、経年劣化につきましても、各種腐食や材料劣化が観察結果等には生じていないことを確認するとともに、疲労の要因として、例えば振動につきましても、当該の伸縮継手の振動測定値が他の継手と同程度であることや、打診試験の結果でも共振も生じていないということを確認しておりますので、これらについて破損の要因ではないということを確認しました。

以上、簡単ではございますが、要因分析図による調査結果になります。

次に、この結果を用いて事象の推定メカニズムを検討しておりますので、こちらについて、また本文のほうにお戻りください。

本文の17ページ、電子系ではPDFで35ページになります。6.3項の事象発生推定メカニズムという項になります。本項では、調査結果により抽出された二つの要因、打痕と熱疲労につきまして初期き裂の発生メカニズムを推定するとともに、き裂の進展によって伸縮継手が破損に至るメカニズム、これについて推定いたしました。

まず、6.3.1の初期き裂発生メカニズムについてですが、二つの要因ですが、まず、こちらの検討に当たっては、打痕と熱疲労、おのおのの要因が単一で要因となった可能性、または、二つが複合して要因となった可能性がありますので、これについて3パターンで確認をいたしました。

まず、(1)打痕が単一のき裂の要因となり得るかという点に関しましては、ベローズの材質の特性や、後ほど御説明しますが、繰り返し疲労試験を実施してございまして、その試験体作成時に実際に確認された打痕と同程度の打痕を使用済みの伸縮継手へ付与したものがあっても、その際にも浸透探傷試験で線状指示が確認されていなかったということ踏まえて、打痕のみがき裂の単一要因にはならないというふうに評価いたしまし

た。

次のページに移っていただきまして、(2)としまして、熱疲労が単一要因になり得るかというところを確認した結果、本事象発生時におきまして、当該のD/Gの起動・停止回数については設計で考慮する繰り返し寿命回数に至っていないことや、D/Gの運転中の伸縮継手の収缩量については設計仕様と比較しても小さいこと、こういったことを確認しておりますので、熱疲労についても単体で要因にはならないと結論づけました。

最後、(3)でございますが、打痕と熱疲労の複合要因というところで、これに対しては、ベローズに打痕がついていることで、熱収縮によって打痕の近傍に設計上、想定されるひずみより大きなひずみが生じて初期き裂を生じさせた可能性があるというふうな形で考えました。

この結果を踏まえまして、6.3.2項の初期き裂発生推定メカニズムの検証ということで、打痕と熱疲労の複合要因について、打痕がついた原因を調査するとともに、その裏づけとしまして構造解析を実施し、さらに実証ということで、繰り返し疲労試験で検証を実施いたしております。それぞれについて説明させていただきます。

まず、(1)の打痕の原因を調査した結果でございますが、これにつきましては、当該の伸縮継手製作時の品質管理は妥当でありましたし、取付け以降は保温材を取り外していないこと、また、こちらは文章で最後のパラグラフになりますが、現場作業の観察結果から、伸縮継手取付け時に落下させて作業エリアの突起物と接触した可能性が高いということを確認しました。

次のページでございますが、打痕があったことによる影響を検証するために、(2)ということで構造解析を行っております。解析については、打痕を円弧状の形状で模擬したモデルを用いてひずみ量の算定と、それを用いた疲労破壊に至る繰り返し数を評価いたしました。その結果でございますが、打痕近傍部ではひずみ量が増大すること、また、一定の打痕形状で今回破損した伸縮継手の繰り返し回数と近い150回程度で疲労割れが発生するということを確認しております。

続きまして、(3)ということで、この解析結果も踏まえて、さらに実証する意味も含めまして、(3)ということで繰り返し疲労試験を行っております。この試験におきましては、この文章の第2パラグラフにあります、現場の突起物を模擬した金属棒に実機から取り外した伸縮継手を実際に落下させて、試験体として打痕を付与しております。この試験体を用いて、材料強度試験機にて軸方向の許容変位量で繰り返し変位を与えております。その結果でございますが、打痕部の周辺に割れが生じることを確認しました。

検証については以上でして、6.3.3項ということで、初期き裂発生から破損に至るまでの推定メカニズムということで、以上の検証結果より、こちらは第2パラグラフになりますが、メカニズムとしましては打痕ということで、斜め方向に鋭角な凹みがある打痕部近傍において、熱収縮によってベローズの変位の繰り返しによる応力集中によって初期き裂が発生しまして、その後に伸縮継手内部にかかっております内圧の影響によってフランジ

部へき裂が進展したとともに、また、周期的な内圧の変動によってき裂が周方向へも進展しベローズが破損に至ったものと推定しました。

メカニズムについては以上でございます。

次のページに移っていただきまして、7項の事象の原因でございます。

本事象につきましては、打痕があったことが主な原因だと考えておりまして、このため、こちらの文章の第2パラグラフに記載しておりますが、打痕がついた原因というのは、打痕の大きさやその場所、作業エリアの状況から、取付け時に落下させた可能性が高いと推定してございます。これについていろいろ調査等をした結果でございますが、伸縮継手の取付け時の作業手順が使用治工具の指定も含めて明確に定められておらず、打痕に対する判定基準も不明確でありました。そのため、現場にて打痕が軽微であったと判断された可能性もありますし、当社社員につきましても記録上で確認を行っていたため打痕と認識していなかったものと原因としては考えております。

これに関する要因としまして、中段のほうに記載しております(1)、(2)というところで要因として2点、抽出しました。まず1点目、(1)でございますが、現場作業要領の不備ということで、作業要領にベローズの取扱いに関する注意点の記載がなく、適正工具の使用を含めた作業手順が明確でなかったこと、また、(2)としまして、薄肉部材に対して打痕が与える影響に関する力量不足ということですが、伸縮継手については定期的な取替えを行っておらず、取扱い経験も少なかったために、打痕の影響を受けやすい部材であるという認識が低くて打痕を防止する対策もとらず、また、見つけた際にも誤った判断をしてしまったものと考えております。

事象の原因については以上です。

次のページに移っていただきまして、13の再発防止対策でございます。本事象の原因ですが、打痕がある状態に熱疲労が加わったことで事象が発生したと考えてございまして、対策につきましては、偶発事象ということで、経年劣化以外の例えば製作不良とかも含めて幅広に対策を考えていきたいと思いました。また、これまで過去に発生したD/Gの不具合についても、対策はしておりますが、さらに現場対策を強化するという意味で対策を検討しております。

具体的には、対策については、大きく3段階に対策を図ることとしております。まず、一つ目でございますが、(1)に記載しております打痕がつくことを防止する対策としまして、まずa項でございますが、伸縮継手取付け後の外観確認を当社社員立会い項目として追加するという事。また、b項でございますが、現場作業の手順の明確化として、①としまして、打痕防止用の養生の実施や、②としまして、取付け時の落下防止対策を行うこと。

続いて、次のページに移っていただきまして、③としまして、締付け時において適正工具の使用を明確にすることや、④取付け後の外観点検時の判定基準の明確化、⑤としましては、取付け後の外観点検方法を明確化し狭隘部まで確認する旨を各種手順に追加するこ

とを対策としたいと考えております。

また、c項の薄肉部材に対して打痕が与える影響の意識向上としましては、①、②、③とございますが、それぞれ作業要領にベローズの取扱いに関する注意事項の追記や、着工前と取付作業打ち合わせ時において取扱い上の注意点を注意喚起するということや、あと、弊社の発電所の教育プログラムに本事例を盛り込むことで対策をしていきたいというふうに考えております。

続いて、この対策に加えて、このページ下段、(2)でございますが、経年劣化以外の偶発事象というところに対して、これを早期に検知するための対策も考えてございます。

具体的には次のページ、23ページになりますが、通常、伸縮継手に設置されている保温材を取り外して、外観点検を定期的に行っていく打痕等の異常が発生していないことを確認する旨、これを点検計画に明記していきたいというふうに考えてございます。

さらに、(3)としまして、万一、仮に伸縮継手破損が発生した場合の対策としましても二つ考えてございまして、まずa項でございますが、保温材の形状の変更をすることによって、保温材が破損して黒煙等が室内に漏れ出した際にも検知性を向上していくこと、b項でございますが、予備品を常時確保することとともに交換基準を定めることで、何らかの事象が行った際にも速やかな復旧を可能としていきたいというふうに考えてございます。

これらの対策ですが、保温材の形状変更は来年11月を目標に、そのほかの対策は本年中を目標に対策を完了させていきたいと考えております。

資料の説明は以上でございますが、1件、前回の公開会合の場で弊社が回答した内容に一部誤りがございましたので、この場をかりて訂正させていただきたいと思っております。

具体的には、伸縮継手のベローズと内筒のすき間の寸法について、前回会合の間では4mmとお答えしましたが、正確には〇〇(数値非公開)でございました。関連する図面は添付資料21で、今、前に映させていただいているものなんですけれども、また、こちらを御参照ください。申し訳ございませんでした。

最後に、復元したベローズについて、ちょっと簡単に御紹介させていただきます。

○今井中部電力保守管理課副長 中部電力の今井です。

復元したベローズ、今からお持ちしますが、今、こちらの復元したもの、一応取り付けてあるんですけど、外れやすくなっておりますので、一度お持ちして、御覧いただきたいと思っております。

もう一つ、実際に打痕がついていた破片のところは、別で御覧いただけるように小分けしてありますので、こちらは個別に詳細に見ていただければと思っております。

では、今からちょっとお持ちします。

○古金谷安全規制管理官 あまり動かさないほうがいいと思っておりますので、我々がそっちに見に行きます。皆さん、行きましょう。

○今井中部電力保守管理課副長 御覧いただいているのは天地が逆になっている状態で、こちら側が上流、こっちが下流になります。破片の、今、打痕がついていたというものが、

ちょうどこの辺りとここにありまして、今、取り外した状態になっております。破片がありまして、ちょうど、これがここにこうありまして、これがこうですね。こういった状態になっています。

実際に、こちらのほうは後から御覧いただきたいと思っているんですけども、こことここがこのように、実際には、打痕のところは、へこんだところが割れているというような形になっておりまして、裏側の特に谷側、谷側のところは、このように大きく変形しているという傾向が非常に見られています。ちょっと回してみますと、裏側が健全な部分なんですけれども。ちょっと外れちゃいましたね。

○古金谷安全規制管理官 打痕は4か所と書いてあるとおっしゃった、そこだけじゃなくて。

○今井中部電力保守管理課副長 そうですね。ここと、4か所と数えていますのは、こことこの部分で2か所、それから、こちらが、少しわかりにくいですけど、ここと、こちら側にもつながって。

○古金谷安全規制管理官 ここと。

○今井中部電力保守管理課副長 そうです。ちょっと復元すると見づらいですけど、こことここですね。こうなっているので、こことここ。ここですね。

○古金谷安全規制管理官 4か所と、そこは別なんですね。

○今井中部電力保守管理課副長 ここと、ここと、こことここです。それで、ここが割れているところなので。ここですね。ちょうど円弧状に、やっぱり何か形があるものが当たったような形。二山にわたっています。

○古金谷安全規制管理官 機械の落下か何かで、ここが。

○今井中部電力保守管理課副長 そうですね。

○古金谷安全規制管理官 こっちはこっちで。

○今井中部電力保守管理課副長 こっちはこっちで同じように二山、ここが当たっているような。

○古金谷安全規制管理官 こことここは全く離れた場所なんですね。

○今井中部電力保守管理課副長 そうですね。離れています。それで、たまたまなのかもしれませんが、ほぼ同じラインの山のところで、こちら側とこちら側にあると、そういった形になっています。絵で見ていただくと、ちょうど今御覧いただいていた、こことここに打痕が、こことここにありますがという形になります。

○古金谷安全規制管理官 何か質問はありますか。座ってからでも。

○今井中部電力保守管理課副長 そうですね。ちなみに、溶接線があるというところは、この部分ですね。ここに少し溶接線の跡が見えているんですけど、このラインですね。ここは、ちょうど溶接線のところの観察をするために切り出していますので、ここで切断してちょっとピースがないようには見えますが、ここに溶接線があるという形です。いいですか。

○古作課長補佐 すみません。今の溶接線云々の話は、放送を見ている方だと全然わからないので、添付資料の25なりを使いながら、正面に投影されているものをベースに、もう一度説明いただいたらいいのかなと思うのですけれども。より適切な資料があれば、それで。あるいは、カメラの前でやってもいいですけど。どちらでも。

○古金谷安全規制管理官 カメラを近づけることは可能ですか、破損のほうに。大丈夫ですか。今、そうですね、アップになっているから、ちょっと簡単に、じゃあ、御説明ください。

○今井中部電力保守管理課副長 簡単に御説明します。

こちら側が、向かってこちらが上流で、こちらが下流。今、カメラのほうに向けて映っている、この辺りが地側、下側です。今、ちょうどここが欠けているんですけども、ここに打痕があった破片というものはまっていたということになります。溶接線は、ちょうどぐるっと回して、この辺りにずっと線が入っていて、ここに少し切り出した跡があるところは、溶接線の周りの観察をするために切り出しているというようなことになります。

○古金谷安全規制管理官 あと、すみません、打痕のあったところを簡単に御説明ください。

○今井中部電力保守管理課副長 跡、映りますか。ちょうどこのピース、わかりますか。ここに打痕が1か所、2か所。ずっとこちら側へ行っていて、ここに1か所、2か所で、この部分が、もう一つのかげらのここと、ちょうど重なり合うところで割れているというような形になります。

○古金谷安全規制管理官 説明は以上でよろしいですか。

○今井中部電力保守管理課副長 はい。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

では、今、御説明いただいた内容を主に、御議論、あと、質疑応答をさせていただきたいと思いますが、冒頭申し上げましたように、幾つかのカテゴリーに分けて議論を進めたいと思います。

まず、先ほど最初に御説明がありました機能への影響です。恐らく、添付16、紙でいうと55ページからですけれども、これについて少し議論させていただきたいと思います。御説明は56ページ、57ページということでしたけれども、具体的な評価の内容は、さらに別紙という形で、別紙2、別紙3というところで評価されているかと思います。恐らく、こういった内容に踏み込まないと具体的な議論には至らないと思いますので、この辺も含めて質疑応答をさせていただければというふうに思いますので、よろしくお願いします。

では、規制庁側から誰か御質問あるいはコメントがございましたら。

志賀さん、お願いします。

○志賀主任監視指導官 実用炉監視部門の志賀です。

御説明ありがとうございます。前回の会合で、こちらからの質問について、報告書ではちょっと確認ができない箇所がありましたので、その辺について質問いたします。

まず、非常用D/Gの機能影響についてですが、複数のベローズが破損した場合の影響についてということで、報告書の添付資料16、ページと言うと56ページですが、このなお書きのところで、「排気管伸縮継手1個の破損に加え、別の排気管の排気管伸縮継手1個が破損を仮定すると、D/Gの機能を満足しない恐れがある」と記載がありますが、D/Gの機能を満足しないおそれがあると評価した具体的な検討内容はどのような評価を行ったか、御説明をお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

まず、排気管伸縮継手が1個壊れた場合ということで、55ページに戻っていただきまして、12.5%の破損を想定して評価をしております。

例えば、その評価の中身ですが、次の次のページのPDFの78ページのところになるんですけど、例えば、出力のところで燃料供給量の増加分と設計燃費との比較量というのが、値のほうは記載されているとおりのんですけど、こちらのとおりで、大体9割ぐらいのところまで行っていますので、1個のときまでここまで行っていますので、2個になると、そこまでは行かないだろうというような評価になっています。ただ、実際は、今、保守的に内筒も全部壊れたという想定で評価をしているのですが、実際の排気は、温度差から大体、その6割程度、内筒がありますから、そんなに排気は出ないと考えております。

また、定格出力のほうですけど、こちらも、5,880kWに対して、実際、起動試験で確認しております実際の静定出力のほうは、その6割ぐらいということになっていますので、実力上は1個ではなくて2個程度ぐらいまではもつのではないかというような評価結果になっております。

以上です。

○志賀主任監視指導官 ありがとうございます。

続けてなんですけど、D/Gの構造でちょっと教えていただきたいのが、過給機出口側のベローズ以外に口径の異なるベローズはほかにはありますか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

はい、あります。この資料には出てきていないですけど、例えば、〇〇(非公開情報)の伸縮継手があります。排気管、ディーゼル発電機室の1階から屋上のほうへ排気を流していきますので、排気管が長いものですから、その熱膨張差を吸収するために排気管が幾つか設置されております。

以上です。

○志賀主任監視指導官 ありがとうございます。規制庁の志賀です。

過給機出口側のベローズが損傷した場合に、D/Gの機能に直接影響するのかというのを御説明願えますか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

ディーゼル発電機の排気側の伸縮継手につきましては、仮に破損したといたしましても、排気側ですのでディーゼル発電機の機能に直接影響しないかと思っています。ただ、ディ

一ゼル発電機の部屋にそういう排気ガスが出てくるということで、換気ファンを回しながら空気を外へ出しながら運転していくということになるかと思えます。

以上です。

○志賀主任監視指導官 実用炉監視部門の志賀です。

そうしますと、複数個のベローズの破損と、あと、過給機出口側のベローズ破損が生じた場合におけるD/Gの機能への影響についてはどのような検討を行っておりますか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

今回、別々の評価にはなっているのですが、排気管の出口側のほうにつきましても、直接関係ありませんので、同時に破損したとしてもD/Gの運転継続には影響ないかなというふうに評価しています。

○古金谷安全規制管理官 よろしいですか。ほかにございますか。

じゃあ、畠山さん。

○畠山係員 実用炉監視部門、畠山です。

すみません。先ほどの御説明のところちょっと追加で伺いたいのですが、例えば、破損した場合の他の機器への影響といったところというのは、どのようにお考えでしょうか。特に、複数個壊れたというのも一つですけれども、排気側のほうの〇〇(非公開情報)でしたかね。そういった寸法のところの排気管が破損した場合の他の機器への影響というところも御説明をお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

排気側の伸縮継手につきましても、かなり屋上の高いところについておりますので、その周りには特に重要な機器等は設置されていませんので、換気をすることで、特にD/Gへの影響というのは、あまり大きな影響はないかなというふうに考えております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

今の御説明だと、基本的には、ベローズが偶発的な事象で一つ壊れる。一つ壊れた場合には、機能上、影響を及ぼすことはないだろうという評価を中部電力はしていて、それが二つ以上になると、今の御説明のように、例えば、出力のところでの燃料供給が増加する分が二つだとさらに増えるので、所定の値を超えてしまうおそれがありますというような評価をされているということですよ。

それで、排気側のベローズの破損については、特に大きな具体的な検討はこの中ではされていなくて、今お答えになったような形で、機能への影響はないだろうし、部屋全体への温度の影響だとか環境への影響というものも限定的だろうというような御説明だと理解しましたけれども、それでよろしいでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

御指摘のとおりで正しいかと思えます。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

何か、今の関係でも結構ですけれども、追加的に御質問はございますか。恐らく、我々としては、ここは一つ重要なポイントだと思っています。D/Gの機能が維持されていたかどうかというところでの合理的な説明がなされているかどうかというところはしっかり確認したいと思いますので、どなたか質問があればお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

では、小坂さん。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂でございます。

今、志賀が質問したことにちょっと関連しているんですけども、56ページのところで、複数、1個破損しても機能は満足すると。先ほど、1個といっても、評価上は完全になくなったような状態で評価しているので、保守的に評価をしていますよということだと思っておりますけれども、それが結局、二つになったら機能は満足できませんということが、この下のお書きのことなんでしょうか。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山でございます。

繰り返しの御説明になろうかと思っておりますけれど、まず、何ををもって性能が維持されているかというところで、もともと定格出力そのものを維持できるかどうかという観点でまず検討しておりまして、その場合には、内筒を含めて1個排気管が壊れて、そこに通っているガスが全部出てしまうという仮定をしても、燃料が供給されて最高使用温度を超えないような状態で確保ができます、要は、フルな状態が維持できますというのが一つ目です。

それから、二つ目としまして、どこまで壊れたかというところですけど、まず、一つ目としまして、今回と同じような壊れ方をした場合、これは、今回壊れたときの温度上昇等はわかっていますので、そこから、どれぐらい漏れているかというところから逆算をしますと、二つ壊れても、1個壊れた想定12.5%を下回っているだろうと、もしくは同程度だろうということでもありますので、ほとんど全周が壊れているんですけど、今回壊れたのと同じ程度の壊れ方、漏れ具合であれば、二つぐらいまでは大丈夫だろうと。

もう一つ、実際問題は、ピックアップした後に、設定しているところで出力が出ればいいものですから、設計裕度的なもの、あと、実際使っている電力から見ると、ほぼほぼ二つ、12.5%×2、壊れても評価的には満足できそうではあるのですが、おそれがあると申しましたのは、例えば、図16-4と、図16-2等も今回の評価を使った、メーカー等を含めて、とっているデータというのが、ある意味で言うと、85%ぐらいのところまでしかデータがないものですから、12.5%×2をしますと、もともと設計等のためにとったデータの範囲をちょっと逸脱してしまうということもありまして、そこまで来ると、ある意味で、出力的、実力的にはもつだろうけれど、とっているデータがある範囲を超えますものですから、2個壊れて、それが全量、出るような、25%、排気が出てしまうような状態になった場合は、設計的に100%もちますということとは言えないということでございます。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂でございます。

ありがとうございます。

それで、今、燃料のところの御説明だったんですけど、要は、燃料が7日間もたなくなるとのことなのか、そもそも過給機のほうに送られる排ガス量が減るので、要は、出力自体がだめだから機能が満足できない。要は、どこが一番クリティカルになってくるのでしょうか。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山でございます。

後者でございます、当然、この排気のラインで過給機を回してございますので、そこを駆動する排気量が減るということは、給気側の過給機で圧縮する量が減りますので、効率が悪くなります。ただし、ディーゼル発電機、定格で出そうとします、要は、燃料をたくさん入れて、その分だけ補おうとすることになります。もともと燃料を供給するほうにも当然余裕がありますので、その余裕部分までは効率が悪くなって燃料をたくさん食いながら定格を回すという形になります。

その状態で、何が次にクリティカルになるかと。当然、たくさんの燃料を燃やしていますので排気温度が上がってきますので、一つは、排気温度の上昇を、最高使用温度をもつかどうかで判定をしています。二つ目は、先ほど小坂さんもおっしゃいますように、あるところまで来ると、今度は出力が出なくなってくるものですから、それについてどうだということは、先ほど申しましたように、出力が下がってはくるんですけど、当然、D/Gが持っています設計の定格出力と、実際に負荷が入ったような実負荷の差がありますものですから、その差分ぐらいは二つぐらいまでは十分カバーできていると思っています。という御説明でございます。

○小坂企画調査官 ありがとうございます。そういうような状態の中で、56ページにもありますけど、7日間連続運転が要求されているので、結局、それが機能できるかということと、それを評価しないといけないのかなと思っているんですけども、そういう観点では評価をされていらっしゃるのでしょうか。

○松永中部電力保守部課長 中部電力の松永です。

56ページの燃料使用量のところを御参照いただければと思うんですけど。燃料貯蔵量です。まず、設計燃費を満足しておりますと、設計燃費の範囲の中であれば、それで燃料の貯蔵量が担保できるものですから、設計燃費を超えるか超えないかというところで、まず判断をしています。その使用量のところが、その上段の1,5451/hのところの欄の評価になってございます。

以上です。

○小坂企画調査官 小坂でございます。

すみません。ちょっと私の質問の仕方が悪くて申し訳ありません。要は、2個破損したときに、表16-1にあるような評価をしたときに、7日間というのが満足できるのでしょうか。それは、なお書きで難しいという、「機能を満足しない恐れがある」というふうなことが書かれているんですけど、要は、表の16-1と同じような評価を2個以上のケースにつ

いても評価をされましたでしょうかというふうに聞いたつもりでございます。すみません。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

正確には、2個の御指摘のような評価というのはやっていないということです。まず、確実に言えるのは、1個までならオーケーなんですけれども、それ以上を超えると、もう割ってしまうということがわかっているものですから、あとは実力上、先ほどの排出量の評価で御説明したとおりの中で、きっと実力上的には2個ぐらまでは今の破損状態ならもつだろうということと考えているんですけど、2個で別紙の2のような評価をそれぞれやっているというわけではございません。

以上です。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂ですが、今、質問させていただいた意図は、非常用ディーゼル発電機は御承知のように非常時に使用するものですから、1個破損しても、そのままずっと、今回は止められる状態だったので止めて点検をしたということなんですけれども、要は、そのまま要求されている、7日間動かし続けたときに、二つ目とか三つ目とか、やはり、報告書の中にありますけれども、ほかにも打痕があったものが見つかったので、そういった複数に及ぶ可能性というのは否定ができないのではないかなと。そういったときに、7日間を機能維持できる状態にあったかどうかを確認したいということで御質問させていただいています。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山でございます。

若干繰り返しになりますけれども、内筒があるような今回のような破損の状態でありまして、二つぐらい壊れても、1個の今の保守的な仮定と大体似たようなところにありますので、実力的には7日間、大丈夫だと思っています。

あと、燃料の面から言いますと、釈迦に説法かもしれませんが、当然、ディーゼル発電機、LOCAが起きて外電喪失をしてオートピックアップしてしゅうとしてなるような状態がありますので、そこには当然余裕があります。それプラス、7日間となりますと、当然、その後、LOCA相当ですので、負荷を操作で切り離すということも十分できますので、そういうことを考えれば、多少燃料の効率が悪くて供給が多くなったとしても、今のフルスペックで見ている7日間というものは、運転操作も含めれば実力的には十分大丈夫だと思っています。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂です。

少し質問を変えさせていただきますが、先ほど畠山が、環境の影響という、要は、設置されているエリアの中の状況についてちょっと確認をさせていただきましたけれども、一番排ガス量が放出される部分というのは過給機の排気側、下流側にあるベローズのところで、先ほど、そこが一番大きいんですよという確認もさせていただいたのですけれども、片系統の排ガスが全てディーゼル発電機室の中に排気されるような状態になる可能性があるわけですね。

これは、1個の場合であっても、そういうふうに想定をしないといけないのかなと思っ

ているんですけれども、そういった場合に、要は、室内のディーゼル発電機が機能する温度というのは、7日間、ここに1日なのか、よくわからないんですけれども、試験のときの温度上昇からいって大丈夫ですよという記載はあるんですけれども、これを、事故時においての7日間において、破損した場所が過給機のそういった下流側の一番大きい、たくさん排ガスが放出されるであろうというところで見積もったとしても、ディーゼル発電機に対して問題はない状態なのでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

今回は、排気伸縮継手の破損に対する原因と対策の調査ということで実施しております、排気側の破損の評価というのは、定量的に実施していませんので、ちょっと御説明することはできないかなというふうに考えています。

○小坂企画調査官 ありがとうございます。

○古金谷安全規制管理官 その点に関しまして。恐らく、室内温度の評価を別紙3のところで行われていると思うのですけれども、この関係も少し教えてほしいのですけれども、要するに、通常の試験のときと比べて、今回、事象発生時には約15℃ぐらい、通常の時よりも温度上昇している。外気温との関係で考えると、室内の温度が50℃とか、それぐらいまで上昇してしまうというところがあると思うのですけれども、その場合に、設計の室温を超え得るということかと思うのですけれども、そうすると、D/Gとしての機能、所定の機能というものは満たしていないというふうにも思われるのですけれども、その辺はいかがでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

御指摘のとおり、D/G室の設計の室温は超えることにはなるのですけれども、D/Gの操作とか監視のほうは中央制御室でできますので、運転継続のほうは可能かというふうに考えております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ただ、説明文を読むと、設計室温を超過した場合には、絶縁抵抗の低下による発電機の故障というようなことにもつながるといふふうに書いていますので、そもそも外で操作するよりも、そもそも故障してしまうということではないでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

そちらにつきましては、記載のとおりですが、発電機のところに関しましては、温度耐量、温度の制限よりも低いということで、ここが一番クリティカル、発電機のところがクリティカルになりますので、故障まではいかないかなというふうに思っております。

あと、制御系につきましても、D/Gの機器付きということになりますので、もともとかなり高いところでD/Gが使われることになりますので、こちらももつということで評価しております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 あと、もう一つだけ。温度上昇の評価は、これは、今回の異常が発生した試験のときと通常時の試験のときとの比較ということですよ。そうすると、試験としては、動かしていた本当の稼働時間は1時間試験するとして、その前後で数時間というオーダーだと思っただけですけども、これが仮に7日間、機能を要求されている7日間、動いていたとした場合に、どの程度室温が上昇するかという評価はされておりますでしょうか。

○黒野中部電力原子炉課主任 中部電力の黒野でございます。

こちらの評価は、おっしゃるとおり、サーベランスのときの結果となっておりますので、実際の数時間の結果から出しております。ですが、基本的には、給気ファンが正常に起動しておりましたら、1時間の中で、もう温度上昇は止まっておりまして、温度は変化しなくなっているということを確認した上で、こちらの数値を出しておりますので、7日間継続運転したとしても、温度がこれ以上、上昇することはないというふうに考えております。

○古金谷安全規制管理官 それは、要するに、温度がある一定のところまで、もう試験中にサチって、そのまま一定の温度になっていると。そのデータはしっかりとられているということで、お示しすることは可能ですか。

○黒野中部電力原子炉課主任 中部電力の黒野です。

こちらのデータですけども、D/G室内の温度計を測定しておりまして、トレンドはありますので、すみません、ちょっと今、手元にないんですけども、お示しすることは可能です。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。ありがとうございます。

ほかに何か御質問はございますか。

古作さん。

○古作課長補佐 検査監督総括課の古作です。

今の点、また資料に追加をするなどで対応いただければと思うんですけども、あわせて、先ほど御説明いただいた、今回の資料の提示としては1本を想定ということで、2本であった場合はといったところで不透明な部分、今、やりとりがありましたけど、実質は、内筒は壊れていなくて漏えい量は限定されていたということの実績も温度データから分析をしてということをお説明されておりましたので、その点もあわせて提示いただければ、複数本の扱いといったところも、少し、より実態に即した評価ができるのかなというふうに思いますので、整理をいただければいいと思います。

○吉丸中部電力保修部長 中部電力の吉丸でございます。

2本破損ですね。それについても、実力評価も含めてということになると思いますけれども、その点も評価してお示ししたいと思います。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。今回は12.5%という漏えい率を想定しておりますけれども、実際は、先ほどおっしゃった、その6割程度というような数値が実際に出てい

た排気量というふうに理解したんですけれども。要するに、2本破損すると同じような量が、単純に2倍になると、そういうふうに考えればよろしいですかね。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

ページ数でいきますと61ページです。61ページのところの表の3行目のところです。ちょっと今、数字はデジタルな値を申し上げませんでした。過給機への給気量が減少というところ、ここの記載の値になります。ここでもって約6割というふうな御説明をさせていただきました。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

ほかに、どうぞ。

○古作課長補佐 今の「割」というのと、非開示なのであまり数字は言いませんけど、書かれているところの内容が整合がとれていたように見えなかったんですけど。しかも、書いてあるのは「給気量が」という。すみません。どこのところで今、お話をされたのか、もう一度御説明いただけますか。

○古金谷安全規制管理官 12.5%の6掛けという、そういう趣旨ですかね。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

そのとおりです。

○古作課長補佐 わかりました。6割をどうのこうのと言ったところをここで表していませんという意味ではなくて、6掛けの前の数字がここの部分ですというお話をされただけということですか。

○古金谷安全規制管理官 12.5%が6掛けの前の数字ということです。

○古作課長補佐 わかりました。何らか6割のことが書かれていますと、今、説明されたのかとちょっと勘違いをしました。失礼しました。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山です。

若干誤解があるとあれですけど、ちょっと表現が悪いんですけど、これは過給機への給気量と書いてありまして、D/Gへの給気量ではなくて過給機に入ってくるものですので、先ほど私が言った排気量と、逆に言うと、逆向きでイコールになるということです。

○古金谷安全規制管理官 ほかに何か御質問、コメントはございますか。

そうすると、ちょっとまとめたいと思うんですけれども、少し、今回の機能影響というのは、一つ破損したという影響について、ある保守的な想定をもとに検証いただいておりますけれども、もう少し複数破損、例えば2本だとか、3本になれば、もう完全に機能は失うということかもしれませんけれども、幾つか複数破損した場合の影響、それから、排気側のベローズが、そもそも設置の環境が違うので、同じようなことが起きるのかどうかというところ。疲労だとしたときに、同じような振動があるのかどうかというところは、私自身はちょっとよくわかりませんが、そういったところも、同じような打痕があった場合に破損するおそれが否定できないということであれば、そういったところが破損し

た場合、そこから排気が漏れた場合にどういった機能への影響があるのかというようなどころについても、少し検証をお願いできませんか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

2本以上の想定と、あと、大口径の排気側の影響ですね、こちらの評価の追加のほうは了解いたしました。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

では、ほかに機能影響の点で何か追加的にはよろしいですか。わかりました。

じゃあ、機能影響に関しての議論はこれぐらいにしまして、続きましては、原因の分析の点につきまして議論させていただきたいというふうに思いますので、規制庁側、どなたか御質問、コメントを。

じゃあ、畠山さん。

○畠山係員 実用炉監視部門の畠山です。

3点ほど事実確認をさせていただきたいのですが、よろしいでしょうか。まず、報告書の6.2.7のところ、運転経験の反映というところがあるかと思うのですが、そのところで、NUCIAのトラブルの情報とスクリーニングの報告書を確認して、他プラントについては情報がないことを確認したということで記載がありますが、これは原子力産業界とか一般産業界で同様な事例がないかというのは、D/Gメーカーであったりベローズのメーカーに確認したのかを御説明をお願いします。

2点目なのですけれども、当初、ベローズの外観点検の結果について、添付資料11の辺り、破損のあったベローズを除いて点検結果は良としていたところですが、改めて打痕がないことを確認して、添付資料19辺りですかね。5個のベローズに打痕を確認したとの記載がありましたが、これは、当時は中部電力においてベローズの打痕は問題視していなかったかということの事実確認を、御説明をお願いします。

また、3点目として、報告書でベローズの取替えに打痕を生じさせた可能性があるとしておりましたが、その際の据付工事の作業員の体制と中部電力監理員の対応について、詳細に御説明をお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

まず、原子力のところにつきましては、NUCIAのほうで、こちらのほうで調べております。あと、一般産業のほうはメーカーさんとかに問い合わせ、資料中、今、ちょっとまだ探し切れていないのですが、一般産業で〇〇件(非公開情報)あるというふうにお伺いして、主に内筒のこすれとか打痕というようなことも聞いております。

以上です。

○稲場中部電力総括管理課副長 補足させてください。中部電力の稲場です。

NUCIAへの登録につきましては、他電力さんで伸縮継手のほうが1件ございますけれども、こちらのほう、材料のほうの問題がありまして、そちらについては、今回、5号機につい

ては、もう既に設計上で反映されているものということで、今回、当社でありました関連するものはないということで書かせていただいております。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

あと、補足させてください。先ほどの一般産業の話ですけど、PDFでは107ページ、紙ベースで89ページのところに、添付資料21の3分の1のところで同種の一般産業における不具合のほうを確認してございます。数値は記載のとおりでございます。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。今の89ページは調査結果のところですね。メーカーへの聞き込みとか、その辺のお話という。これでよろしいわけですね、この89ページの話というのは。

○松永中部電力保修部課長 89ページのこの記載の件数が一般産業の不具合ということになっています。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。

よろしいですか。

畠山さん。

○畠山係員 すみません。事実確認として先ほどあったのは、添付資料21のところと、あと、27のところですかね。その辺りで、設計の話と製作・組立てのところと、一般産業界では数件ほどの確認をしているということで、原子力産業界のほうでは1件あるということとよろしいですかね、そのほかに。これはNUCIAにはない情報ということで。

○稲場中部電力総括管理課副長 中部電力の稲場です。

NUCIAに登録されている情報でございます。

○畠山係員 わかりました。

あと2点ほど、すみません、先ほどコメントしましたが、そちらのほうの回答をお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

すみません。もう一度質問をお伺いしてもよろしいでしょうか。

○畠山係員 失礼いたしました。

では、1件ずつ、すみません、質問させていただきます。もう一点のほうは、当初、ベローズのほうで、添付資料11のほうで、外観点検の結果について、破損のあったベローズを除いて点検結果は良としていたと思います。ここのところから、改めてまた……。

○古金谷安全規制管理官 畠山さん、もうちょっとゆっくり。添付資料11ですね。

○畠山係員 はい。

○古金谷安全規制管理官 何ページですか。

○畠山係員 失礼しました。添付資料11のほうですね。

○古金谷安全規制管理官 紙で言うと43ページですね。

○畠山係員 失礼しました。添付の11のところ、紙で言うと44ページのほうを見ていただ

ければと思いますが、外観の点検の結果のところ、1件破損したところを除いて結果は良となっていたかと思います。その後、改めて点検を確認したということで、添付資料19です。

○古金谷安全規制管理官 82ページですね、紙で。

○畠山係員 失礼しました。紙のほうで82ページのほうで、打痕のほうで確認されたところ、Bでは四つとAで一つでしたかね、あったかと思いますが、これは、中部電力さん、当時としては打痕は問題視をされていなかったという理解でよろしいでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

御質問は、事象発生翌日の点検で打痕が確認できなかったのかということだと思えますけど、こちらのほうは、破損があった翌日ということで、まず、き裂があるかとか破損があるかというような思いで点検をしております。当社社員のほうも物を見に行っているんですけど、先ほど申し上げましたように、破損品の同様なき裂がないかということに着眼をして見てございます。

あわせて作業員のほうも見てはいたんですけど、打痕にはどうも気がついていたようですけど、こちらの打痕につきましては軽微ということで、運転継続というところについて問題ないというふうに判断していました。このため、記録等にそういう軽微な打痕があるということに記載もしなかったし、当社のほうにも報告しなかったということです。その後、打痕が原因かもということで、再度、打痕の有無について、もう一度確認した結果、添付資料19に示すような点検結果が得られたと、こういうことでございます。

以上です。

○畠山係員 ありがとうございます。

すみません、もう1点質問させていただきます。報告書のほうで、ベローズの取替え時に打痕を生じさせた可能性があるとして記載があったかと思いますが、その際の据付工事の作業員の体制であったり中部電力監理員の対応等について、詳細に御説明をお願いします。資料で言うと、11ページのところに記載があるところです。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

約10年前の取替えの体制といたしましては、プラントメーカーさん、あと、D/Gメーカーさんという形になっています。当社との関わりにつきましては、記録確認ということになっております。

以上です。

○畠山係員 ということは、中部電力さんは立ち会われていないということですね。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

立ち会った記録が残っていないということです。

以上です。

○畠山係員 原子力規制庁の畠山です。

ということでありまして、5号機に限らず、3号機、4号機でも同様の事例が発生してい

る可能性があると思いますが、添付資料の9ページです。ここのほうでは、5号機はA号機からC号機までの点検を実施しているとありましたが、3号機、4号機のほうはされなくてよいのでしょうか。そこの検討をされていまして、御説明をお願いします。

○古金谷安全規制管理官 添付資料の9ページですか。

○畠山係員 9ページです。外観観察、破面観察結果による考察のページの一番後ろのほうで、なお書きで書かれているところです。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

御質問は、3・4号機の同じ場所の排気管伸縮継手に関する御質問かと思うんですけど、こちらのほうは、今、イン・サービスになっておりまして、ちょっとアクセスが近づくと危ないということと、あと、保温材がかぶっていますので、今は直接見られないような状態になっております。アウト・サービスできるタイミングを見て、できるだけ速やかに見たいと思っています。ただ、取替実績のほうはございません。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 よろしいですか。

ほかに何か御質問はございますか。

どうぞ、菊池さん、お願いします。

○菊池技術参与 システム安全の菊池と申します。

事象発生の推定メカニズムという17ページのところなのですけれども、ここのところで、結局、打痕の単一要因ではない、それから、熱疲労の単一要因ではないということで、最終的には、打痕と熱疲労の組み合わせで考えれば160回程度で壊れるということを実験と、それから解析で示せたといっているのですが、実際のもは相当き裂が進展して、下半分が壊れているのですけれども、進展のところの期間というのはどのぐらいの時間というか、回数を考えておられるのですか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

実際のところ、破損しているところでは、保温材とかもかぶっておりまして、はっきりいつ壊れたかというようなところまではわからないのですけれども、一応、今回のサーベランスの中で、ちょっと比較的温度が高かったというのが最初の記録確認のところまで得られていますので、その辺なんかを考えてみますと、大体破損してからとめるまでの1時間半ぐらいですね。14時半から16時ぐらいの間にここまで行ったんじゃないかなというふうに推定はしています。でも、あくまでも推定でございます。

以上です。

○菊池技術参与 先ほど破面を見させていただきましたけれども、すごく変色してしまっていて、本当に1時間半でいったのかなというのは疑問です。後々点検計画を考えられるときに、やはり、最後の破損のときまでの時間、発生までと、それから、進展して破壊するときの大体の目安がわからないと、計画が立てられないと思うんですけど、そういう趣旨で今お聞きしたんですけれど。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

御指摘、ありがとうございます。今回、5号につきましては、打痕のほうは除去いたしましたので、打痕と、打痕による破損というところにつきましては除去できるんじゃないかなと思っています。ただ、ほかにも、発生時期とか場所が予測できないような偶発的な故障というものは考えられますので、そちらにつきまして、ちょっと対策のほうでも述べさせていただいているんですけど、保温材の改造とかを行って、検知ができるだけ早く、煙とか、そういうところが出てきたところで気づけるような対策に努めてまいりたいというふうに思っております。

以上です。

○菊池技術参与 今の件に関して、あと、添付18の破面の資料について。

○古金谷安全規制管理官 ページで言うと80ページです。

○菊池技術参与 78ページ、それから、今申し上げた80ページ、それから、81ページの周方向の破面を見ますと、例えば78ページですと、この方向性を書いてございますように、両側からいったと書いていますね。ただ、その次の80ページのものも、同じような破面なのに、そういう記載がない。それから、81ページには、やはり同じような破面、特に、ここには、例えば、右上のほうのマクロの写真のところにラチェットマークというのがいっぱい出ているというような書き方をされています。これですと、多分起点が複数出て、それが板厚方向に行ったのではないかということを示唆されると思いますが、今回の伸縮継手の周方向の割れは、どの断面でも周方向に結構多くの起点があつて、それがある程度同時に進展していったのではないかなというようにも推定されます。以上は私の勝手な推察ですけれども、御社のお考えをお聞かせください。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

先ほど実物を見ていただいたかと思うんですけど、打痕の周辺のところが大きく内側から外側まで変形しているのが見てとれていまして、多分、最初の破壊の起点はその打痕のところでき裂が発生して、開口したんじゃないかなと思っています。その後は、排気の噴出によって二次的に力を受けまして、それがもとで周方向に割れていっているんじゃないかなと思っています。その後の破損形態というのは複雑でなかなか再現できないと思いますが、場所によっては内側からと外側から、両側から進んでいくものもありますし、周方向に沿っていく場合もあります。あと、場所によってはラチェットマークが見えるようなところも出てきていますが、これらにつきましては二次的なき裂ではないかなというふうに、我々のほうはマクロ的な観察、あと、波面観察等々から勘案しまして、そういうような判断といたしております。

以上です。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山です。

若干補足させていただきますと、御指摘のように、我々もゆっくりとき裂が進展していくというほうが均一性も上がりますので、そういうモードであればというふうに考えてい

るんですけど、実態からしますと、前回の壊れるまでのサーベランスでは異常はありませんし、今回のサーベランスも、起動初期については、当然、起動時は運転員等もそばにいるんですけど、初期は異常を認知しておりません。そういうことで、どこまでクラックが進展していたかということはわからないですけど、排気が外に漏れてくるというようなモードになってくるのは、比較的あまり長くない時間で進展してしまう可能性があるのではないかとこのように考えています。その関係で、均一性を上げるということで、できるだけ保温等のところから漏れ始めがわかるようなところも対策をとっているということです。物としてどうしてこうなるかということもいろいろディスカッションをしているんですけど、当然、熱疲労のように、起動停止で1回ぐっとかかるだけではなくて、あるき裂が進展して、ある意味でガスが漏れ始めるところのガスの漏れでばかばかし始めますと、逆にそこでも、気筒が動くたびに薄いベローズが動くということも出てくるモードに切り替わってしまうのではないかと考えていて、あるところまでき裂が進展して漏れ始めると、逆に排気が漏れることによって、そこでまた周方向にどンドンき裂が進展していくというようなモードで、割れ始めると比較的早い段階でこういう細片化をしていくのではないかとこのように考えています。

以上でございます。

○菊池技術参与 考え方はいろいろあると思います。今のお考えを否定するわけではないですけども、私が申し上げたいのは、今の破損というか、打痕を受けて変形した部位から割れが出てから、その後、ほかの部位からも割れが出たのだろうという話ではなくて、大体同時ぐらいか、もっと早目に周方向の割れが出ていて、それで壊れたのではないかと。だから、時期は、160回じゃなくて、もっと前に出ている可能性はないですかねということで、そういうことも考えて、保守的に点検を考えられたほうがいいのではないかと、そういうことで申し上げたところです。

○古金谷安全規制管理官 ちょっといいですか、今の点で。

恐らく、一つポイントになるのは、やはり、今回の定例試験で初めて壊れて、排気が漏れ出して、あそこまで壊れたのか。それとも、今、菊池さんが申しましたように、徐々に、前からちょっとずつき裂があって、ちょっとずつ漏れていて、今回、試験で大破断につながって、温度差の既定値を超えたというようなことにもなっていないかなというような、私も疑問に思っていて、それで、報告書を見ると、運転管理で定例試験をしていて、異常はなかったというようなことが書いてあるんですけども、その運転試験のデータとか結果とか温度とかを記録しているのであれば、全く何か変化の傾向とか、そういうのがなかったのかというところは、やはりちょっと我々としても疑問に思うところがあるんですけど、その辺を実際、運転記録だとか試験記録というのを御提示いただくことというのは可能ですか。

○嶋本中部電力運転管理課副長 中部電力の嶋本でございます。

今おっしゃられたような定期試験のデータというのとはっておりますので、それをトレ

ンドとしてお示しすることは可能でございます。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

では、まずは、小澤さん。

○小澤統括技術研究調査官 システム安全研究部門の小澤でございます。

菊池が申しあげたことに補足的な確認ですが、先ほど破損した実物を見せていただいたところ、真ん中のほうはかなり破面が黒く汚れている状況があったんですけど、外側については、破面において金属光沢が認められるものがありました。そうすると、もしかすると、内側に1回き裂が発生した後、ゆっくりとでもき裂が進行して行って、最後は一気に破壊したのではないかと、そういうことも考えられるのではないかとということで、菊池の指摘もそういう観点でもさせていただいたということと理解しています。

○今井中部電力保守管理課副長 中部電力の今井です。

最初のき裂の初期がどこであったかという理論は、今は打痕の近傍で大きな変形があるとか、特に谷側にめくれがあるとか、そういう特徴は認められているんですけど、じゃあ、実際に細かくどこなのだとするところは、やはりかなり破面がこすれていて潰れていることありまして、ストライエーションとかも見えるところはかなり限定的なところというのがあるので、局所的なところまではちょっと捉えるのはなかなか難しいかなと。

資料の75ページをご覧くださいと、全体の観察した結果をお示した図があるんですけど、図18-2ですね。こちらで、まず、特徴的なマクロ的に見た観察結果としては、打痕のちょうど、我々は打痕Aと呼んでいるんですけど、ちょうどこの図の中心にある打痕ですね。こちらが全体のき裂のど真ん中にあるという、そういうことです。さらに、打痕の真下の1番というピースがあるんですけども、このピースのところ、図を拡大していただくと、矢印がちょっと入っているんですけど、ちょうど観察できた、捉えたストライエーションでは、1番の軸方向に上流から下流に向けての疲労があると。さらに、1番の下流側の周方向は内外表面から割れているということ踏まえると、打痕のところ破損が起きたものの後に、ピストンが周期的に動くことによって、周期的に内圧がかかることによって、1番がぺこぺこめくれる、上下に動いているというのが観察として推定できます。さらに、13番と11番の間の打痕のところから直線的に上流側、下流側にきれいにき裂がつながっているんですね。ほかのところは結構、例えば、38番と3番、もう少し下流側にあるんですけど、軸周方向のところT字でちょっと当たってしまっているような、そういったところはどちらかというと、基本的に内圧の振動によって影響しているのではないかとというふうに推定しています。マクロ的なところを見ると、やはり、打痕のところから、左上側のフランジ側のところですね。左上に向かって進んでいる。右上の溶接線側の近傍を右上に進んでいる。下側も、さらに段々左下に向かって進んでいるところを見ると、そういった全体的なことを見ていくと、打痕近傍の谷と山と山の間の形もかなり潰れているというのが、71ページですね。71ページのところにスケッチを入れてあるんですけども、下流側の山のところは、ほぼほぼ健全部と同じような、山と山の間のギャップを保っていて、上流

側の打痕があったところですね。その近傍の山と山のギャップというんですかね。かなり変形しているということで、かなり初期に大きな力がかかったのであろうというのが想像できます。その辺を踏まえると、打痕のところから進んでいって、最終的に内圧で壊れていったのではないかという、そういった考察をしております。

以上です。

○小澤統括技術研究調査官 了解しました。

それで、もう一度改めて確認ですが、破面の汚れ具合というんですかね。排気によって黒ずんだり、あるいは、先ほど拝見したところでは金属光沢がしっかり見えるところもあって、その辺りの差というのはどのようにお考えでしょうか。

○今井中部電力保守管理課副長 かなりいろいろ見たんですけども、やはり、しっかりと汚れみたいなものが残っている場合と、やはり、こすれてしまえば、その汚れもとれてしまうので、その汚れ加減というところで何かを判断するというのが非常に難しいと思っております。それと、やっぱり、こすれているというところがあるので、なかなかその辺りの考察は難しいかなと思っております。

○小澤統括技術研究調査官 了解しました。

○古金谷安全規制管理官 古作さん。

○古作課長補佐 検総課の古作です。

ちょうど今御説明していただいたようなものを整理していただかないと、部分部分だけのデータがいっぱい出てしまうと、その関係性だとかというのがわからないので、そこは分析されているのであれば、整理して提示してくださいというお願いをしようと思っておりました。

その点では、今の汚れの件もそうなんですけど、最初に菊池さんから話のあったストライエーションが出ているとかという、そういうところも、今想定されているメカニズムとの関係での整理もできるのではないかという気もしますので、一旦開口してから進展していったといったところの関係ですとか、そういうところは説明をさらにまとめていただいたらいいのかなというふうに思っていますが、私のイメージとそちらの考えているメカニズムとの関係では整合していますでしょうか。大丈夫ですか。

○鈴木中部電力総括管理課主任 中部電力、鈴木でございます。

今、破面の観察結果と外観観察結果に対する考察というところですが、資料の8ページ、9ページにわたりまして、私の御説明のほうで飛ばさせていただいたところだったんですけども、8ページの下のほうにあります(3)のところで、外観観察及び破面観察結果による考察というところで、こちらに一通り、今お話をさせていただいたような内容を記載してございます。この結果を踏まえて、後ほどのページで示していますメカニズムも考えたというところで、一応、資料を今のところ記載しているという認識でございます。

○古作課長補佐 検総課の古作です。

概略が書かれているのはいいんですけど、具体的に添付資料の18の各データとリンクづ

けがうまくつけられていないので、勝手に推定しているだけじゃないかというふうに見えちゃうので、ちゃんとそこら辺の裏づけといったところでの整理をお願いしますという意味です。

○鈴木中部電力総括管理課主任 中部電力の鈴木でございます。

承知いたしました。本文と添付資料の図面とのひも付けというところをわかるようにしたいと思います。

○古金谷安全規制管理官 ほかに何かございますか。

志賀さん。

○志賀主任監視指導官 実用炉監視部門の志賀です。

先ほど畠山が質問した件でもう一度確認なんですけど、据付工事のときに打痕が軽微でありという判断をしたというのはどなたがされたんですか。20ページです。正確に申しますと、打痕は軽微であり機器の健全性に影響を及ぼすものではないと判断されたのはどなたですかということなんですけど。

○古金谷安全規制管理官 20ページの三つ目の段落です。7の原因のところのです。

○今井中部電力保守管理課副長 中部電力の今井です。

最初の、今回のベローズについては、2008年に取替えをしていますので、その際ということでのよろしいですかね。

○志賀主任監視指導官 はい。

○今井中部電力保守管理課副長 そういたしますと、その際は、作業員のほうで実施しております。弊社のほうは記録確認という形になっております。作業員のほうに、当時の作業員に確認、今、聞き取りをしたんですけれども、10年以上経過しており、明確にはちょっと覚えていないということもありまして、ちょっと推定になってしまうんですけれども、打痕が軽微であり、運転継続に関して問題ないと判断して、記録しなかったか、もしくは、狭隘部というところで若干見逃してしまったという手順的なもの、いずれかの可能性はあるというふうに考えております。

○志賀主任監視指導官 実用炉監視部門の志賀です。

作業員の体制の中にはメーカーの方は含まれているんですか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

メーカーさんも入っております。現場監督者という立場で入っております。

以上です。

○志賀主任監視指導官 ありがとうございます。

○古金谷安全規制管理官 ほかにどなたかございますか。

片岸さん。

○片岸主任原子力専門検査官 実用炉監視部門の片岸です。

23ページ、早期に検知するための対策というところですけども、ここで、保温材を取り外して排気管継手の外観点検を定期的に行いとあるんですけども、この定期的というの

はどういう定期的かというのがまず1点。

○古金谷安全規制管理官 片岸さん、対策はもうちょっと後でいいですか。原因調査のほうを今はやっているの。対策は後で時間を設けますので、すみません。原因のほうで何かあれば質問をお願いします。

○片岸主任原子力専門検査官 ございません。

○古金谷安全規制管理官 大丈夫ですか。わかりました。

小坂さん、お願いします。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂です。

資料55、178ページのところで繰り返し疲労試験結果ということで書かれていて、この結果から熱疲労があるというふうに結び付いているように読めるんですけども、ただ、その関係がちょっとこの報告書からなかなか理解ができないので、確かに、熱疲労試験をやるというのは非常に難しいだろうなどは想像はするんですけども、これが何で熱疲労のかわりの試験として成り立つのかというところをちょっと教えていただきたいんですが。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

御指摘のとおり、高温での試験というのもちょっと検討はしてみたんですけど、ちょっと期間的というところもありまして、室温のほうでやっております。

今回のこの疲労試験の目的といいますのは、我々の見立てどおり、本当に打痕の近傍からひびが発生するのかというところを主眼にしてやっております。

温度に関するところでは、回数で効いてくるというところで、そこは解析等々とかでちょっと突き合わせはやってはございますけど、まず、打痕のところから割れ得るところと、あと、温度のところは補正をかけて検討したということでございます。

以上です。

○小坂企画調査官 そうしますと、単純に繰り返し応力では、熱疲労というふうにこだわらなくても、繰り返し応力が打痕プラス繰り返し応力ということでもいいのかと思ったんですが、なぜ熱疲労になっているのか、その辺がよくわからないんですね。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山でございます。

熱疲労ということがちょっと正しいかどうかはあれなんですけど、今回、この部位に係る熱疲労は、温度が室温から600℃弱に上がることによって、配管等が伸びたり押ししたりしますので、その関係で、この部分というのは配管がぐっと詰まるような形になります。それで、力がかかることの繰り返しが、このベローズにとっては一番の疲労になりますので、だてに温度差で疲労をしているわけではなくて、その配管が、温度が上がることによって、そこである意味で圧縮応力がかかるということで、今回の試験はしています。その関係で、当然、実機として運転中にどれだけここに縮まって力がかかるかというところを模擬して、それに合うような形で室温でサイクル試験をしていると。起動停止で、そこが伸び縮みしますので、そこでぐっと起動ごとに1回ずつ力がかかるというのが、ここで言

うサイクル疲労の形になっています。

○小坂企画調査官 多分そういうようなメカニズムになるのだろうと思うんですけども、そうすると、起動したときの熱による収縮応力によってという、その160回のことになるんですけど、それであれば、運転している途中に、今回、そういう事象になっているので、そことの関係が何かうまく整理ができていない。私が理解できないのかもしれませんが、単純に運転中であつたとしても、何らかの応力がかかっている、それで、回みのところから、さっき御説明があつたような、ぴっと初期き裂がはいって、あとは、繰り返しのいろんな応力でばらばらと行って、最後は内圧でボンといっちゃつたとかね。というようなことを考えたんですけど、そこに熱疲労のサイクル、要は、起動、停止の繰り返しだけのことを考えると、何かうまく整理ができないので、その辺をもう少し整理していただきたいなと思っています。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

答えになっているかどうかはわかりませんが、起動、停止を模擬した形でストロークがかかっていくということを何度も繰り返して行って、あるところで疲労のき裂が、初期の形で小さいき裂ができて、その状態の中で、さらに起動、停止での配管の伸びによって伸縮継手が押されたり戻ったりということを繰り返している間に破損に至って、あとは内圧に従って破損が広がっていったというふうにメカニズムとして考えております。

○小坂企画調査官 そういうふうに考えますと、初めにプチッといったのは、今回の起動のときじゃなくて、前にあつたようにちょっと理解してしまうんですけど。要は、今回のサーバランスで起動したときの熱影響でプチッといったのであれば、その状態がさらにどういうふうに進展していくかということになるんだと思うんですけど、そうではなくて、その前の段階の起動、停止の熱サイクルの中でまず初期き裂が入って、さらに、何回か繰り返しているうちにどんどん広がっていったということであれば、割とわかりやすいんですけども、そこら辺がちょっと理解できないんですが。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山でございます。

我々も、今回のサーバランスの起動でぐっと押されて、一気にそこでピッと傷が入つたかどうかということとはわからないと思つていまして、当然、サイクル疲労がどれぐらいの速さでき裂が進展したかというのは難しいところがあるんですけど、当然、何回か、先ほど御指摘がありましたように、応力がかかったところの多分内側のところのほうがひずみが出ますので、内側からき裂が始まっていると思います。それで、縦方向に打痕が入っていますので、軸方向に内側でき裂が進みながら、今度は、進んでくると、その部分でまた応力、ひずみが集中しますので、当然上からも下からも傷が広がってきて、あるところで当然貫通もするでしょうし、薄くなってくるところは、もともと普通の健全の形ですと、起動時のひずみがほぼドミナントでして、排気の振動等の内圧等は圧力がかからないんですけど、当然、き裂が進展して、弱部ができますと、そういうところも当然、内圧のあれでぼこぼここと、若干来るようになると思いますので、当然、あるところになつてくると、

き裂も進展が早くなっているんだと思っています。ですので、今回、前回のサーベランスまで健全な状態で、今回の起動で一気になっていたと我々が思っているわけではないんですけど、あるところまでは当然、起動、停止で、クラックが徐々に発展して、それがあるところに来ると、当然、起動停止でもより応力がかかるようになりますし、あるところになると、内圧の力だったり、内圧の振動等でもき裂が振動して来ますし、それがまた抜けるようになると、自分たちも動くようになりますので、それでますます広がっていくという形で、我々としては縦方向にき裂の内側がそのうちつながって、そこが弱くなって振動しますので、周方向にもクラックがいて、あるところから、打痕が中心だと思えますけど、それがパカッと外れると、吊りピース座もパカパカしますものですから、それで、肩持ちのような形になると、ますますそこでサイクルごとに振られることになりますので、き裂が進展するし、ラチェットのような形でぶらぶらになりますので、ラチェットのような形になってくると。逆に、ぱらぱらしますので、イメージになりますけど、周方向を離れば離れるほど薄片も長くなっていくと。ある長さになるとそこでパチッと折れていくと。その後進展がかかっていくという形になっているのかなと思っています。

以上でございます。

○小坂企画調査官 ありがとうございます。どちらにしても、ある面、推定の域を出ないところは、どうしても残るのは仕方がないと思っておりますけれども、先ほど来、破面のところの質問とか、もっと早く検知できたんじゃないとか、いろんな質問が出ていると思うんですけど、今御説明いただいたところが、それぞれパーツパーツは、報告書の中でさっき、繰り返し疲労の試験をやられたりとか、破面の説明があったりとかがあるんですけども、それが全体としてまとまった御説明がこの報告書の中で読み取れないので、ぜひそこは全体的な考え方を整理していただきたいと思いますので、よろしく願います。

○竹山中部電力原子力部部長 了解しました。

あと、この55にはあまり明記していませんけど、繰り返し試験につきましても、打痕の形状が、今回御紹介したクラックが発生したものよりも、打痕の形状が緩い形状でやった場合には、かなりの繰り返し回数をやってもき裂が出なかったものですから、そういう意味では、健全な状態だったり、かなり厳しい打痕がない状態であれば、十分使用については、き裂が発生したことを確認した上で、そうは言いながら、今回、こういうのが発生したというところのメカニズムを考えて御紹介していましたので、少しその辺をまとめさせていただいて、御報告させていただきたいと思います。

以上でございます。

○古金谷安全規制管理官 今の点で言うと、設計上、既に考慮されていますと、打痕がなければですねというような御説明が報告書の中にあったと思うんですけども、もし、それをもう少し、細かな具体的な内容が、設計上こういうことで考えられているというのであれば、あわせて記載いただくと助かります。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山です。

設計上ということではなくて、今回、我々もいろいろ原因をやっていく中で、報告が遅れた原因の一つにもなっているんですけど、8月ぐらいにやった繰り返し試験では、かなり繰り返しをしても、き裂が発生しませんでした。それは、逆向きに言うと、設計だとか管理というのが、かなり変形の大きい打痕がなければ、十分妥当なことになっていた、裏返しにもなると思いますので、今回、原因究明を中心に書かせていただきましたものですから、少しその辺のところはしておりませんが、そのことも含めてまとめさせていただきたいと思います。

以上でございます。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

補足をさせていただきます。

先ほどの竹山の話のところですけど、PDFで200ページ、紙のほうでは182ページに記載がございます。一番下のところですけど、一番下の行ですけど、繰り返し回数ですね。1万1,000回でも破損にいたりませんでした。設計回数もかなり何倍もの回数なんですけど、破損には至りませんでした。

その形状の例が、次のページの図55-7のところになるんですけど、そちらのほうで、左のほうは治工具の接触を模擬した形になりまして、右は落下の模擬なんですけど、左側のほうですと、1万を超えても割れないという結果を得られております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。ありがとうございます。

何かこの点で。

すみません、一つ教えてください。今の傷のところの違いにも関係するんですけども、報告書の中にも書いてあったんですけど、現場作業で、例えば、183ページの写真の右ぐらいにある、傷が発生する可能性のある、何か現場の実際の状況というのはあるんですか。何か突起物があって、実際にそこに落とし得るような場所で作業をしていると、そういうものがあり得る、そういう環境にその事実というのはあるのでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

PDFの196ページです。報告書では178ページに記載がございます。写真で、図55-1、排気管伸縮継手設置状況というところになります。当該の伸縮継手は、ここに見えている伸縮継手の上になるんですけど、この下に赤い丸で吊ピース座というのがございまして、ここに当たったんじゃないかというふうに推定しています。一応、伸縮について、フランジなんかもあるんですけど、現場に持って行って位置関係を確認したところ、置き方によっては接触し得るということも確認しておりまして、高さが大体1m前後というところまで確認しております。この辺の現場の状況を勘案した上で、繰り返し疲労試験のほうの打痕の再現を実施しております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 実際、打痕の形状とピースの形というのは合うんですか、この

傷の形とすると。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

吊りピース座の径と円弧の形と打痕のほうの径を比較しておりまして、若干破損していただきますので変形があるんですけど、概ね曲率は合っているんじゃないかなというふうに判断しています。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

ほかに何かございますか、原因究明の観点で。よろしいですか。

どうぞ。

○稲場中部電力総括管理課副長 中部電力の稲場です。

先ほど、畠山さんの質問で、NUCIAの1件を申し上げさせていただきましたが、こちらはちょっと説明が足りないところがあったので、追加で説明させていただきます。

こちらは、資料でいきますと172ページ、不適合事象の反映のところになります。こちらのほう、5号機の供用後の不適合事象の反映ということで整理させていただいております。そのため、報告書のほうについては、NUCIAトラブル情報については破損事象がないということで書かせていただいております。1件畠山さんからありました件については、こちらは説明もさせていただきましたけど、常に設計で反映されている、FTA（フォルトツリー解析）でいきますと、設計の項目のところでは不適合事象を反映するという仕組みができていたところで見ているというふうに整理をさせていただいております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

よろしいですか。

原因調査の件はこの辺だと思いますけれども、ちょっと整理をいたしますと、小坂さんが言っていたのはどれでしたっけ、お願いしたのは。繰り返し応力ですね。繰り返し応力のところと熱疲労との関係の考え方の整理と、あと、全体的に本文と添付との書きぶりの整合性をとる。古作のほうからもコメントがございましたけれども、ちょっとその点も含めて御考慮いただければなというふうに思います。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

了解いたしました。

○古金谷安全規制管理官 では、続きまして、若干時間が超過してしまうかもしれませんが、再発防止対策のところについて、御質問、御議論をいただければと思いますけれども、片岸さん、いかがですか。

○片岸主任原子力専門検査官 実用炉監視部門の片岸です。

再発防止対策のところ、本文の23ページのところです。ここに、保温材を取り外して、排気管伸縮継手の外観点検を定期的に行うとあるんですけども、定期的というのはどういうインターバルであるかということと、あと、打痕がないということが確認できれば、

以降は確認しないということですか。その辺のところをお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

点検するインターバルにつきましては、年に1回、定期点検のときに実施したいというふうに。保温材を取り外しての点検については1年に1回というふうに考えています。打痕につきましては、今回、5号につきましては、それは取り替えてはいるんですけど、もしかしたら、点検をするときにつけてしまうということも一応あるかもしれないので、そういう観点で見るとということと、本文の23ページのところの上から4行目、5行目のところにちょっと記載させていただいているんですけど、今回の原因調査の中で、点検していますと、フランジと、あと、ベローズの1山目のところのすき間がちょっと変わっているということがわかっておりまして、その辺がちょっとまだ、どういうことでそういうことが起きるのかということがまだ原因がつかめておりませんので、それを確認するということで、ベローズとフランジのすき間の確認及び外観上の打痕等も含めた変形がないということの観点の二つで見たいというふうに考えております。

以上です。

○片岸主任原子力専門検査官 わかりました。

そうすると、保守管理の計画の根本的なところにふれているんだけど、要するに、伸縮継手は劣化の観点から全然問題ないから見なくていいんだというふうに言い切っているんだけど、こういう偶発的な事象が当然考えられるから、やっぱり定期的に保温材をはぐって見るということは基本的なことだから、ぜひこれは、これだけの問題じゃなくて、中部電力さんの全体の保守管理にかかわるところなので、そここのところはぜひ水平展開をお願いします。

以上です。

○森本中部電力設備保全課副長 中部電力の森本です。

わかりました。基本的には、時間依存性のある劣化事象については分解点検で、そのほかについては状態監視でと思っていますので、状態監視について充実していきたいというふうに考えております。

以上です。

○片岸主任原子力専門検査官 わかりました。ありがとうございます。

○古金谷安全規制管理官 古作さん。

○古作課長補佐 検総課の古作です。

今の点は、状態監視の視点で、今回、保温材をはがしての外観点検というのを追加するという御説明をされたと思うんですけど、その際に、ここの資料では定期的にと書かれていますけど、状態監視での定期といったところの考え方とかというのは、何か整理はありますでしょうか。

○森本中部電力設備保全課副長 基本的にD/Gですので、一応1年に1回ほど点検しているということにあわせて、一応定期的に確認ということですか。その後、もちろん、サーベラ

ンスの状態、1カ月に1回程度、発電部のほうとともに巡視、点検等で確認しているという形です。

○古作課長補佐 検総課の古作です。

今、水平展開の話もありましたので、全体としてこういう状態監視での点検をしていくといったときの考え方を整理されておかないと、展開の仕方というのがうまく回らないのかなと思ってお伺いしました。少なくとも、D/Gについては年1回に定期事業者検査ということでやられているということもあるので、その一環の中でやっていきますという御説明だと思えますけれども、ほかのときにどうするのかといったところも、今後整理をして、保全計画の充実といったことを進めていただければと思います。

○森本中部電力設備保全課副長 中部電力の森本です。

基本的には、重要度の高いところについて、状態監視保全というところでの、偶発故障も含めて監視していくということにしていますので、今後は特に充実していきたいというふうに考えております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 小坂さん。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂です。

21ページのところから、打痕がつくことを防止する対策、そして、Bのところ、現場の作業手順の明確化ということで書かれているんですけども、現場の作業手順の明確化というのは、今回、随分昔に作業をやったときにつけていただろうということ前提にして書かれているので、本当にどの作業の、この取替作業の中のどこが原因かというのがわからない状態で検討されていらっしゃると思うんですけども、やはり、もう少し、そういったリスクがあるところをしっかりと絞り込んだ対策をされたほうが、現場的にはしっかりと管理ができるのではないかなというのと、それから、あと、今後、定期的に保温材を外す作業が出てくるので、取替えのときだけではなくて、要は、ベローズがむき出しになっている状態のことも考えておかないと、点検したときはよかったけれども、次に開けたらまた傷ついていましたという可能性もあるので、ディーゼル発電機全体の工事の中で、何をしっかりと管理しないといけないのか。当然、取り替えた後とか、復旧する前に、社員の方がしっかりと確認するというのは当然必要なことだと思いますけれども、もう少しポイントをしっかりと定めてやられたほうが、管理としては適切なのかなというふうに思いました。

○松永中部電力保守部課長 中部電力の松永です。

御指摘、ありがとうございました。リスクがどこかというところに関しましては、今回の反省点というところが、ベローズのような薄肉の部材に対する配慮というのをもう少しやっておくべきだったかなというふうに考えておりますので、いろいろ機器、部材はありますけども、伸縮継手ですね、こちらのほうを取り扱うときには十分注意してと。対象としては、そういうベローズのアクセスをすとか取り替えるとか、そういうところに着目

したいかなというふうに思っています。

あと、今後の取替え以外のときなんですけど、個々の伸縮継手は割と排気管のところも普段はまかれておりまして、普通、あまり足場とかが出るようなところではございませんし、ほかの伸縮継手も割と高い位置にありますので、その辺も考えますと、取替え以外のときに当てるとかということはありませんかなというふうに思います。あるとすると、何かの大きな機器を取り替えるときに、何かを触るとか、そういうようなところはあると思いますので、その辺は、現場の実態なんかを確認しながら、適切に品質向上につなげていきたいというふうに考えています。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 よろしいですか。

ほかにどなたか。

片岸さん。

○片岸主任原子力専門検査官 あと、すみません、もう一つ。23ページで、予備品化して交換基準を設定してやるというんですけど、この交換基準というのは大体どれぐらいを考えておりますか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

交換の期間ですか。期間につきましては、打痕がなければ、基本的にプラント寿命中には経年劣化が顕在化することはないというふうに考えておりますので、特に定期的な交換というふうには考えておりません。ただ、何らかの原因で、外観とかそういうところに変化が見られた場合には取り替えるということになります。そういうふうに考えております。

以上です。

○片岸主任原子力専門検査官 わかりました。

ほかに、プラント寿命中は交換しないということはわかったんですけど、メーカー側の推奨値とか、そういった情報というのは入っていないんですか。この間に交換したほうが望ましいとか、そういう類のものなんですが。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

メーカーさんからは、取替えの期間のほうは提示はされております。具体的には8年になります、この伸縮継手の場合はです。それは、メーカーさんの想定される使用頻度というところからメーカーさんが設定されているものではあるんですけど、当社の場合は非常用電源というところから考えたり、あと、先行号機とかの運転実績、あと、点検の状況から勘案いたしまして、取替えの基準とか判断につきましては当社のほうで決めていきたいというふうに考えております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 すみません、今の点について、もう少し具体的な中身を、次回の場合でも結構なんですけれども、具体的に設計としてはこういう設計になっているというのが提示されていて、それはメーカー推奨なり何なりがあって、自分たちの使用環境はこ

うなので、そういうところを技術的にこういう検証をすると、自分たちはこう考えているんですというようなところを、もう少し具体的なデータなんかも出せるものは出していただいて、ちょっと教えていただけないですか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

了解いたしました。

○古金谷安全規制管理官 古作さん。

○古作課長補佐 今、管理官が言われたので、指摘としては包含されているんですけど、メーカー推奨があるということは何らかの理由があつてということだと思いますので、その理由が何かといったところから、浜岡での使い方がどうでというふうに展開をされないと、あの人はこう言っているけど私はこう思いますということだけになってしまうと、幾ら頑張っても整理をされても、最終的に合理性を確認し切れなくなっちゃいますので、そこら辺も含めてメーカーにも聞いていただいたらというふうに思います。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

設計の回数がメーカーさんのノウハウになりますので、それを今、数字……。

○古作課長補佐 数字を出せというわけではなくて、メーカーとそういうやりとりをして、出せる範囲で結構なんですけど、そういうコミュニケーションをとっているということは非常に大事だと思っていますので、その点はよろしくお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

年間の想定起動回数と、あと、設計上考えられている繰り返し回数、そこから取替年数の基準を設けております。その中である程度安全率をとられて、メーカーさんのほうでは推奨されている値になります。

以上です。

○古作課長補佐 わかりました。そうしましたら、その点を含めて、先ほど管理官から話のあったところでまとめていただければと思います。よろしくお願いします。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

了解いたしました。

○鈴木中部電力総括管理課主任 中部電力の鈴木でございます。

今、松永のほうから説明していただいた話については、既に資料のほうに書いておりました、添付資料22になりますが、93ページです。ベローズの設計要件に係る箇所の一部として、93ページの③、④、⑤とありますが、⑧の繰り返し寿命回数というところで、こちらにて、今御説明させていただいた状況を書いております。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ざっと読んでからあれしますが、ここに書いてある条件でもって、その8年というものが推奨されているということですね。それに対して、中部電力としての考え方としては、自分たちの仕様はこうだからこうなんですという具体的な分析というのは入っているんですか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

また次回のときに整理して御説明させていただきたいと思っておりますが、先ほどの93ページのところの一番下の行の580回という回数がございますので、その辺と比較していただければと思っております。また整理して御説明させていただきたいというふうに思います。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。ちょっとこちらでももう一度読んでおきます。ありがとうございます。

再発防止、ほかに何かございますか。

上田さん、お願いします。

○上田上席原子力専門検査官 専門検査の上田です。

資料の22ページのほうに、今後、外観点検をされる上で、判定基準を明確にして行うというようなことで御検討されていると思っておりますけれども、今、この判定基準というものに対して、具体的なイメージといいますか、お考えというのはあるのでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

打痕については許容しないということになります。すき間につきましては管理値を設けます。先ほど申し上げましたフランジとベローズのすき間の値に関しましては、管理値を設定いたしまして管理していきたいというふうに思っております。

以上です。

○上田上席原子力専門検査官 専門検査の上田です。

打痕以外の、例えば傷ですとか、そういったものについては、これまでも判定基準というのは定めておられたのでしょうか。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

有害な傷がないことという形で、判定基準としてはございます。

○上田上席原子力専門検査官 わかりました。

○古金谷安全規制管理官 ほかに何かございますか。

古作さん。

○古作課長補佐 すみません、本当は原因のほうでお話をすればよかったですけど、途中で小坂企画調査官のほうから話があったんですけど、この対策のところでも、最初に熱疲労という言葉が出ていて、本当にこのモードを熱疲労と表現していいのだろうかという。全体系からしたら温度が上がったことによる変形ではあるんですけど、その点は何か専門家の方に御意見を聞いたりとかということにはされておりますでしょうか。

○今井中部電力保守管理課副長 圧力容器も結局、起動停止の熱というものを熱疲労と呼んでおりますので、基本的には問題ないかなと思っておりますが。

○古作課長補佐 というのは、通常、熱疲労は熱応力ということなのかなと思ってお聞きしているんですけど、熱応力の場合は、拘束をしてある状態で、温度が変わることでの応力がかかっていくということですので、こちらの場合は、ベローズは拘束していない状

態、フランジは拘束しているんですけど、というところで、ちょっとニュアンスが違うなというところがあって、そこでの用語の使い方ということなんですけど。

○吉丸中部電力保修部長 中部電力の吉丸でございます。

おっしゃっていることは、要は、排気管に熱が入ることによって、ベローズに変位を与えることによる、その繰り返しによる疲労という、おっしゃっていることは、そういうニュアンスがこの言葉では伝わらないねと、そういうことですね。

○古作課長補佐 はい、そのとおりです。単純に用語の使い方だけです。

○吉丸中部電力保修部長 ちょっとその辺りは工夫したいと思います。

○小坂企画調査官 実用炉監視部門の小坂ですけど、そういう点では、私もずっと、さっきもちょっとお話をさせていただいたように、じっくりこないなというところは、要は、D/Gの起動と停止と大きなスパンで見たときの熱サイクルというのは一つあるんですけど、要は、それぞれのシリンダーから放出されるガスですね。あれのタイミングによる、位置的に見ると、そこでも熱疲労というものはあるはずなんですよね。そこに、一つのシリンダーだけじゃなく、複数のシリンダーがくっついてあるわけで、その排気タイミングは違っているので、そこを位置と考えるのかということもありますし、ですから、その辺のちょっと考え方がなかなかまだじっくりこないなというところで、さっきもちょっと御質問をさせていただいたんですけども、どういうふうに熱疲労というのを捉えるかによっても、またちょっと考え方が変わってくるということもあるので、その辺も含めて、ちょっと今、古作が申し上げたようなことを整理していただければと思います。

○松永中部電力保修部課長 中部電力の松永です。

熱疲労の用語の使い方ですね。こちらのほうの再検討をさせていただきます。

以上です。

○古金谷安全規制管理官 ありがとうございます。

じゃあ、一通り議論をさせていただいたと思うんですけども、そうすると、今後どういうふうに進めていくかということについて、少し御議論をさせていただいて、今日は終わりたいと思うんですけども、幾つか御指摘をさせていただきました。また、議事録は公開をさせていただきますので、ちょっとそれをお読みいただきながら、どういったポイントがあったのかというのをちょっと御認識いただきながら、少し追加すべき情報があれば、追補版的なもので結構でございますので、御検討をさらに加えていただきたいと思いますと思うんですけども、そうすると、次のこういった会合のタイミングということになるんですけども、今すぐいつなら大丈夫ですというのは、中部電力のほうからも今、現時点で申し上げられる状況ではないのかもしれませんが、何かもし目安があるのであれば、今おっしゃっていただいても、もし難しいようであれば、改めて面談の中で、具体的なタイミングだけでもちょっと御相談させていただきたいんですけど、いかがでしょうか。

○竹山中部電力原子力部部長 中部電力の竹山です。

今日いただいたもので、新たな実験等は必要ないかと思っているんですけど、一番時

間がかかりそうなのは、一番最初にいただきました、過給機の後ろ側の、今回とは違うベローズが壊れたときにどうだということ、これは多分、後ろ側、大気に出てくるところと破損したところと、どう排気を分岐するかとか、そういうところをちょっと見なきゃいけないと思いますので、そのところは想定と解析が若干時間がかかるかなと思いますもの、ですから、ちょっとそこところは、どれぐらいでできるかということを確認させていただいてから、いつごろできるかということをお返事させていただければと思いますけど、よろしいでしょうか。そんなに長くはかからないと思いますけれど、一、二週間というのはちょっと難しいかなと思います。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。じゃあ、来週ぐらい中で、いつごろにできそうかということだけでも面談をさせていただきますか。

○竹山中部電力原子力部部長 じゃあ、来週にスケジュールのほうを面談させていただきたいと思います。

以上でございます。

○古金谷安全規制管理官 わかりました。

ほかに何か。よろしいですか。事務的に次回会合はまた御相談させていただくとして、中身につきましては、少し今日の指摘を踏まえて御検討いただいて、また改めてこの場で御議論をさせていただければなというふうに思いますので、よろしく願いいたします。

では、以上で第2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。