

玄海原子力発電所3号機2次系設備からの蒸気漏れに関する 専門家の意見聴取会 議事録

日時：平成30年4月13日（金曜日）
9時30分から11時50分
会場：ホテルマリターレ創世 佐賀 4階
[佐賀市神野東2丁目5-15]

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

それでは、定刻となりましたので、ただいまから、玄海3号機2次系設備からの蒸気漏れに関する専門家の意見聴取会を開催いたします。

開会に当たりまして、佐賀県県民環境部長の落合から一言御挨拶を申し上げます。

○落合県民環境部長

皆様おはようございます。県民環境部長の落合です。どうぞよろしく申し上げます。

先生方におかれましては、年度始めの大変お忙しい中に急な申し出だったにもかかわらず、本日御出席をいただきまして本当にありがとうございます。

本日は昨年度末、3月30日に玄海原子力発電所3号機において発生いたしました2次系設備からの蒸気漏れについて、先生方の御意見を伺うということで設定をさせていただきました。

玄海原子力発電所3号機は、先月23日に原子炉の起動、25日に発電再開をされておりましたが、30日に2次系設備から蒸気漏れが発生したということで、現在、発電を停止され、原因調査、あるいは再発防止策などに取り組まれているということで承知をいたしております。

今回の事象そのものは、放射性物質を含まない2次系設備で起きたということでございますけれども、約7年間の停止期間の後の再開ということで、これまで以上に慎重な取り組みが必要な時期だったことから、先生方に今回の事象そのもの、あるいは九電のほうでお考えになっている再発防止策などについて、ぜひ専門的な観点から御意見をお伺いしたいということで、この会合を開催させていただきました。

先生方におかれましては、本日、九州電力のほうからこれまで調べられた原因、あるいは今後の対策などについて御説明をいただくとお思いますけれども、それにつきまして、忌憚の

ない御意見をいただけたらと思います。どうぞ本日はよろしく願いいたします。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

それでは、議事に入ります前に、皆様のお手元に資料を配付しております。資料の確認をさせていただきますと思います。

一番上に次第が載っているかと思えます。それから出席者名簿、配席図、それから、右肩に資料1としたもの、それから、1枚物で資料2、それと参考資料1、参考資料2、以上でございませう。過不足ございましたら、お知らせいただければと思えます。

よろしいでしょうか。

それでは、議題に入ります。

議題1の玄海原子力発電所3号機脱気器空気抜き管からの蒸気漏れについて、九州電力から説明をお願いしたいと思います。

○九州電力（山元取締役（原子力推進統括））

皆様おはようございませう。九州電力でございませう。玄海3号の2次系設備の配管からの蒸気漏れに関しましては、皆様にいろいろと御心配をおかけしてございませう。トラブルの発生状況から対策に至る一連の状況につきまして、担当から説明をさせていただきますので、よろしく願いいたします。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

九州電力の大久保と申します。お手元の資料1で御説明をさせていただきますと思えます。座らせて御説明させていただきます。

それでは、表紙をめくっていただきまして次に目次がございませう。1番から5番までが今回の3号のご説明、6番が4号での対応ということで、後ほど御説明いたします。

それと、補足のほうですが、対策ですな、いろいろ今後考えていることがございまして、その辺の方向性とかも含めて補足のほうで御説明させていただきますと思っております。

ページをめくっていただきまして2ページ、事象発生の状況でございませう。

玄海3号機につきましては、発電機出力75%で調整運転を行っていたところ、3月30日19時ごろに2次系設備である脱気器空気抜き管から微少な蒸気漏れを確認いたしてございませう。

蒸気漏れが確認されたところが隔離できないというところございまして、発電機出力を75%から負荷降下を行い、発電を停止し、その後、点検及び調査を実施してございませう。

本事象による環境への放射能の影響は、ございませう。

時系列につきましては、以下のとおりでございます。

引き続き3ページをおあげください。

蒸気漏れが発生したところの場所を示してございます。左側にピンクのところがありますが、ここは我々でいう1次系といいまして、原子炉で発生した熱をポンプでぐるぐる回して、蒸気発生器で2次系の水と熱交換すると。ピンク色のところにつきましては、放射性物質を含む系統水、ブルーのところは放射性物質を含まない系統水でございます。

左側の原子炉格納容器の中に蒸気発生器というのがございまして、ここでそのピンク色の部分の水とブルー色の水の部分の熱交換を行います。そこから出てきた蒸気がタービンのほうに入りまして発電機を回し、発電を起こすと。その蒸気は海水のほうで復水器で復水されまして、その後、加熱されまして、蒸気発生器に戻ると。その途中に四角囲みで蒸気漏れ箇所と書いてございます脱気器というのがございます。これは屋外に設置してございまして、当時75%時の発電機出力のときの状態というのが温度が170度で、圧力0.7メガパスカルということでございます。

4ページをお願いいたします。

脱気器でございますが、この脱気器は給水中の非凝縮性ガスを取り除いて給水を加熱するというものでございます。

左の図の1-2の脱気器の概要図で、3A脱気器、3B脱気器と書いてございますが、ここが水が入ってきて、下から蒸気が入って脱気をしながら給水が落ちていくと。その水のほうは脱気器タンクというところに貯水されるということでございます。

通常、600立米ぐらい入っているタンクでございます。その3Bの脱気器の上に空気抜き管というのがございまして、これは脱気の中で非凝縮性ガスというのを常に大気のほうに放出してございまして、その管がAとBそれぞれ8本ずつついてございます。B側の左から5本目のところで今回蒸気漏れを起こしたということでございます。

右の絵が、その5本目を縦に横から見たような図でございまして、下に脱気器、右に丸くなっていますが、集合管でございます。集合管というのは、3Aと3Bの脱気器が上のところにつながっている管がありまして、それを横から見たような絵とさせていただければと思います。

脱気器から上がってきた非凝縮性ガスが、この集合管のところに集まりまして、その後、大気に放出されると。この配管の長さが約2メートルでございます。集合管の長さが奥側に

約40メートル、外径165ミリのものがございます。

空気抜き管の仕様でございますが、表1-1でございます。Aに8本、Bに8本ありまして、合計16本。漏れたのは、Bの左から5本目の1本でございます。外径が60.5ミリ、肉厚が3.9ミリで、材質は炭素鋼でSTPG38を使用してございました。

次のページをお願いします。

この配管につきましては、保温材と外装板がついてございます。図1-4のように保温材概要図（直管部）というところを示してございます。後ほど蒸気漏れが発生したところはこのような部位になってございますので、参考としてつけてございます。

保温材というのは何をするかというと、ここの配管というのは蒸気系統、高温配管でございますので、放熱の低減や、やけどの防止するために、この保温材というのがございます。

保温材の外周には、防湿・保護などを目的として外装板を取り付けてございます。

赤く見えているのは、配管のほうに防錆塗装というのを施してございます。

保温材の仕様、外装板の仕様、防錆塗装の仕様につきましては、右側の表に書いておりでございます。

ここで、保温材の厚さ約50ミリというのは、当該箇所、50ミリ程度厚さがあるところでございます。外装板が約0.3ミリでございます。

保温材の厚さというのは、中の配管内部の温度から外装板表面の温度が外気温程度になるのに必要な厚さを計算いたしまして、もともと保温材というのは標準サイズからありますので、適切なものを選んで施工しているというものでございます。

次に、6ページでございます。

ここからが当該漏れた箇所の点検の状況になります。

写真があります。右のほうに撮影箇所というのがございまして、先ほどの絵で脱気器と集合管があって、そこにこの配管が通っていると。そこを下から見たような写真でございます。

右側のほうに、少し茶色く赤く見えているところが配管でございまして、この写真を写した状態というのは、ここにも保温材というのが通常時はついてございますが、そこを外して撮影した写真でございます。

ここでの特徴的なものといましては、保温材の下のほうに「B-5-②」と書いてある赤テープの左側に、外装板に錆が発生しているところがあります。この錆につきましては貫通しているような錆でございまして、著しい錆が確認されました。

次に、7ページでございます。

この写真は、前の写真で保温材を外しまして、配管の上面から写した写真でございます。外観ですけど、写真の真ん中よりちょっと右側のところで、配管の上面のところに穴があります。

くぼみの1カ所に、この辺がちょっと、周りに明らかなくぼみがありまして、その中の1カ所に貫通孔が確認されてございます。

貫通孔の大きさは、長さが約13ミリ、幅が6ミリ程度でございます。

貫通孔近傍の配管は、外面から内面に向かい、段々にくぼんでいったということが観察されてございます。

今度は内面のほうですが、内面からの明らかな腐食とくぼみは確認されておらず、特に問題なかったということでございます。

8ページをお願いいたします。

当該管の過去の点検実績でございます。

最初に結論めいたことを書いてございますが、当該管、蒸気漏れを起こしたところですね、この水平部分というのは、外装板と保温材を取り付けた状態での巡視点検などは実施しておりましたが、保温材を取り外しての点検実績はございませんでした。

下のほうに点検実績を記載してございます。

(1)で、定期検査時の点検ということで、当該管の漏えい箇所近傍の水平部分は保温材を取り外した外観点検を実施してございません。ただし、当該管の漏えい箇所近傍の曲がり部ですね、右の図2-3のところで赤く塗っているところです。ここというのは曲がりがありまして、中に蒸気が流れますので、内部からの配管減肉を継続的に監視するところがございます。肉厚測定をやってございます。肉厚測定をする際は、その赤く線で囲った部分の保温を外す必要があります。保温を外すので、その配管と漏れたところの近傍の保温材とか、見えている範囲になりますけど、そこに何らかの異常があれば気づくところがございますが、その当時の記録の中から著しい腐食があるとの所見は確認されてございません。

(2)でございます。異音、振動、漏えい等の有無の確認でございます。

毎日の巡視点検、月に1回の総合点検、あと各発電機出力における起動時点検において配管等の異音、振動、漏えい等の有無を確認してございます。

過去のチェックシートを確認いたしましたが、異常があるとの所見は確認されてござい

せん。

9ページに行きます。

9ページから、これらの点検結果をもとに考察をしてございます。

このスライドだけはちょっと、スライドを映させていただいて、立って御説明させていただきます。

[スライドにより説明]

先ほど言いましたように、この配管、漏れた配管がございまして、この外に保温材、これが配管ですね、ここに保温材というのがありまして、ここに外装板というのがあります。

外装板というのは継ぎ目がありまして、コーキングとか、金属同士で織り込んだりして、なるべく水が入らないように施しているところがございますが、保温がついた状態というのは、ここに配管がありまして、保温がこうあります。保温自体、やっぱり重みがありますので、上のほうは密着した形で、下のほうはやっぱりすき間があいているという状況です。その上を外装板でぐるぐるっと巻いていると。

今、ここは仮定でこうしておりますが、何らかの要因で、結局、継ぎ目みたいなところから雨水等が入ってきますと、もともと脱気器自体が屋外に設置してございますので、海、海塩粒子ですね、海の粒子、塩分などがやっぱりこの保温材についておりまして、それらと一緒に水が入ってくるという想定をします。そうすると、温度が低い状態は、ここは配管外面を見ているんですけど、全面的に腐食が発生するだろうと、要は皆様よくごらんになっている赤錆というものです、赤錆というのが配管全面に、接触しているところにはできるだろうというふうに考えてございます。

その後、運転をいたしますと、この配管自体が温かくなりまして、この辺の水が飛んでいくと、蒸発してしまうと。蒸発すると、安定的な鉄の保護皮膜ですね、マグネタイトという酸化皮膜ができて、黒いものですが、そういうのができると考えてございます。

一方、外装板のこの下のところは、一回水が入ってしまうと、配管の温度に比べますと、保温材を通してどうしてもやっぱり外気に近いほうになるというところで、ここはなかなか水分が抜けにくく、腐食環境が続いているんじゃないかというふうに推定してございます。

ここの線というのが、過去の定検、運転中、定検、運転中、定検、運転中というのを横グラフで示してございます。平成22年12月から長期停止に入ってございまして、ことしの3月30日に発電機出力75%の横の線を引いてございます。

この中で、今のこの状態を想定いたしますと、何らか、どこかのところで、ここのコーキングのところから雨水が入りまして、赤錆ができて、運転に入って、マグネタイトができて、こういう層ができてくると。マグネタイトというのは、状態によってはやっぱり薄いところができたり、厚いところができたり、均一にはできないと想定はしてございます。

外装板のほうは、先ほど申したように、運転中も含めて、なかなかここは水分が蒸発しないだろうということで、外装板が腐食をしたと、仮にこの辺から雨水が入って腐食をしたと考えれば、外装板のほうはずっと腐食をされる期間というのが続いていたのではなかろうかと。

一方、配管のほうは、1回運転をしますと、やっぱりこの辺の上のほうは蒸発いたしますので、ごくわずかなマグネタイトの層でございますが、そこでとまってしまって、特に腐食が進展するという状況には至らないと。

22年12月に、また何らかの要因で雨水が浸入したとします。そうすると、1回マグネタイトはできているんですけど、先ほど申しましたように、マグネタイトも均一にできているわけではないので、どこかやっぱり薄いところがあったと仮定すると、そこが、やっぱりこの下のところは配管の鉄のところでございますが、やっぱり局所的に腐食しやすい状況になってくると考えてございます。

この長期停止期間中に、この腐食環境下においてずっと局所的な腐食が続いて薄くなっていて、発電機出力75%のところまで蒸気漏れを起こしたということでございます。

済みません、また座らせて説明させていただきます。

そういうことを想定できるということを9ページのほうで御説明させていただきました。

次に、10ページでございます。

過去の点検状況から、いつごろから起きたのかということを想定してございます。1つ目の丸のところは、先ほど8ページで御説明いたしました赤く塗っているところが保温材を外しているところでございます。この写真で見る赤く塗ったところがその保温材でございますが、配管減肉の測定をするときというのは保温材を外すと。そのときの記録で、今回の曲がり部近傍に特に異常はないと所見があるので、発生しているとすれば、それ以降に発生したのかなと、この状況からして我々はそのように考えてございます。

2つ目のポチでございますが、外装板のこの下の外面というのは、巡視点検等で確認しており、ここでの錆ですが、錆という認識は、見たらわかるとおりになんですけど、担当課では、

要するに配管の中が腐食しているとまではやっぱり考えが及ばず、保温材を取り外して点検するほどの異常とはやっぱり認識していなかったと考察してございます。

11ページ目に、これまでの考察をまとめまして、推定原因を考えてございます。

当該管には外装板及び保温材が施工されており、何らかの要因で外装板の隙間より雨水などが浸入し、外面からの腐食が引き起こされ、さらに長期間湿潤環境となったことによりそれが進展し、貫通に至ったと推定してございます。

以上が原因の考察でございます。

12ページ、ここからが今回の事象を受けました対策でございます。

まず、当該管への対応ということで、貫通孔が確認された当該管1本につきましては、配管、外装板及び保温材の取替えを実施いたしてございます。残り15本ありますが、これも同様に取替えを実施してございます。

取替え前の配管と取替え後の配管の形状と材質を右の絵とともに御説明させていただきます。

脱気器とこの集合管を結んでいる空気抜き管というのは、取替え前の状態では、1本の配管を曲げ加工してつくってございまして、その脱気器の管台のところと集合管の管台のところを溶接でつないでございます。

集合管と脱気器というのは固定されておまして、実は外すときも結構苦労したんですけど、やはり付けるときの施工性を考えて、ソケット継ぎ手というのを、下の絵の真ん中に配管と配管をつなぐ継ぎ手というのをつけてございまして、こういうのを使いまして、脱気器と集合管の間を溶接してございます。

材料でございますが、もともとの材料が炭素鋼のSTPG38というのを使ってございます。今回取替えたのが炭素鋼のSTPT370というのを使用してございます。

ともに炭素鋼でございまして、今回使用した炭素鋼につきましても、2次系全般で幅広く使用されてございまして、もともとの炭素鋼と同等以上の配管材でございます。特に高温の耐熱性というのがSTPT370が550度程度まで、前の配管が350度ということで向上しているものでございます。

もともと炭素鋼に替えてございまして、下の括弧書きで書いていますとおり、配管の肉厚測定結果から内面に減肉が発生しにくい部位ということで、取替え前の配管と同じ炭素鋼としてございます。

確かに、今回の原因が外面腐食ということで、ステンレスというのもございますが、炭素鋼もこれまで使用実績もあり、適切に対策を行えば外面からの腐食は防げるものであるということで問題ないと考えていることと。ステンレスであっても、塩分については、やはり腐食割れなどをやっぱり考慮する必要があるまして、ともに管理が必要なものでございます。

今回は、再稼働後の、もう一回再稼働をさせていただくということで、万全な復旧を目指したいということで、極力やっぱりリスクを減らした形での復旧を目指したいということで、炭素鋼での、もともとの炭素鋼としての取替えをしたいというふうに判断いたしてございます。

参考に、当社の他プラントの脱気器の空気抜き管の状況ということでございまして、当該の玄海3号も含めまして、炭素鋼でございます。

川内のほうはステンレス鋼でございまして、もともとは炭素鋼でございまして、ステンレスに替えていると。

取替えた理由は、先ほど曲がり部で内面からの減肉のために肉厚測定をしておりますが、若干の減肉が見られたということで内面からの腐食、ま、減肉ですね、減肉に対して、管理が不要なステンレス鋼に取替えたということでございます。

玄海1、2号をも取替えをいたしておりますが、これは同様に、現在、原設計と同じ炭素鋼に替えているというものでございます。

13ページに移らせていただきます。

今回、異常な錆ということ、錆とは確認できたんですが、配管の中がそのままそういう状態になっているということ踏まえまして、教育を実施してございます。今回の経験を踏まえ、発電所に対して点検巡視等における意識向上のための教育を直ちに実施してございます。

ポイントとしては、異常のないことを当たり前と思わず、異常は常に存在し得るものとの意識を常に持つ。わずかな変化でも、その先には機器の故障が潜んでいるとの認識を常に持つ。異常の兆候を発見した際には、組織内での活発な報告、共有を行うということ直に行いまして今後も繰り返し教育をすることで、継続的に意識向上を図りたいというふうに考えてございます。

次のページでございます。

今度は、点検・保守のほうでございます。

今回、外装板の下面に著しく錆があったと。そういう状況においては、中の配管が今回のように腐食している可能性がやっぱりあるということで、屋内と屋外に設置されている蒸気系統の配管に対しまして、外装板の下面に著しい錆がないことを確認いたしてございます。

さらに、設備全体に対しまして、機器配管、外装板及び保温材の変形、錆などの腐食、めくれ、緩み等の異常の兆候を観点とした確認を行い、問題ないことを確認してございます。

今後、ハード的な対応ということで、屋外の外装板及び保温材について使用環境を考慮した取替え計画を策定し、また、外装板及び保温材が施工されている屋外配管については、計画的な点検計画を策定し、順次実施すると。これは後ほど補足のほうで御説明させていただきます。

なお、実機で今回外面からの腐食という実機サンプルがありますので、今回の調査とは別に知見の有効活用をするため、今後、当該管の断面観察を行いたいというふうに考えてございます。

15ページに行きます。

共有する仕組みの構築ということで、2ページ前の教育の内容というのを明文化いたしまして、気づきの強化を行うと。点検巡視などにより気づきを発見したら、これまで右のほうに行きますと、担当課で個別情報としてその気づきに対して処置が要るか要らないかという判断をしていました。今後は、発電所の所長以下、各課の方がみんなで集まって、情報の収集と集約をして、その気づきの点につきましてさまざまな視点で確認、判断を行うことにより、詳細にその気づきについて深掘りができるのではないかとということで、処置の必要性の判断の強化を行う会議体を新設したいというふうに考えてございます。

16ページでございます。以上が3号機の対策でございます。

4号機につきましても、3号機と同様の対策を実施するというふうに考えてございます。

脱気器空気抜き管、玄海3号機で蒸気の漏れが起こったところでございますが、今は外装板がついている状態でございますが、特に問題ないことを確認してございます。さらに念のため3号機の残りの15本と同様に、この16本につきまして、外装板、保温材及び配管の取替えを実施いたします。

それと、3号機と同様に、屋内と屋外に設置されている蒸気系統の配管に対する外装板下面に著しい錆がないことの確認と設備全体に対する異常の兆候を観点とした確認も行います。

今後、策定される屋外の外装板と保温材の点検計画につきましても、3号機と同様策定し、

順次実施していきます。

軽微な気づきを共有する仕組みの構築につきましても、当然3号機との共通の対策として取り組む予定でございます。

以上が説明の骨子でございます。

1ページ挟んで、補足も合わせて御説明させていただきます。

18ページ目でございます。今回、蒸気漏れが発生いたしまして、屋内に設置している安全上重要な設備から、今回の事象が発生した重要度の低い屋外設備も含めた設備に対して安全性の確認を実施してございます。これは先ほど御説明しました蒸気の系統のところの点検と設備に関する点検のところでございます。

まず、(1)で蒸気漏れを踏まえた確認ということで、今月の1日から4日にかけて実施してございます。蒸気漏れが発生する可能性がある屋内外の蒸気系統設備を対象に安全確認を実施してございます。ポイントといたしましては、保温材外装板下面について著しい錆の有無を確認し、著しい錆がある場合には発生源を確認の上、問題ないことを確認するというところで、対象設備は屋内、屋外、以下のものがございます。

確認結果でございますが、確認のポイントを踏まえた安全確認の結果、異常は認められてございません。

なお、一部の屋外の外装板に軽微な錆が確認されましたが、容易に除去できた外側からの錆でございました。なので、問題はなく、念のため錆の除去をして塗装して復旧してございます。

19ページでございます。これは2つ目の安全確認でございまして、長期停止に伴い発生すると考えられる異常の兆候を踏まえた確認を実施してございます。これにつきましては4月4日から4月8日に確認してございます。

確認のポイントといたしましては、長期停止に伴い発生すると考えられる異常の兆候を見逃すことがないよう、想像を働かせ実施するというところで、何でそんなになっているんだろうとか、原因は何だろうとか、内部はどうなっているかなというのを想像しながら安全確認をしたということでございます。

確認に当たっては、可能な限り目視を目指してございまして、一部遠隔のカメラとか、検出器とか、そういうのでパラメータを確認することもありましたが、全ての設備に対して安全確認を行ってございます。

確認の結果といたしまして、ポイントを踏まえた安全確認の結果、異常は認められてございません。

まとめといたしまして、蒸気漏れが発生する可能性がある屋内外の蒸気系統設備及び3号機に関係する全ての設備に対して安全確認を実施した結果、安全性に影響するような異常は確認されませんでした。

以上が安全確認の報告でございます。

20ページ目からが、外装板と保温材の取替え、今後、点検計画を策定して実施していくところでございますが、その考え方を、今の現段階でのところの御説明でございます。

21ページに行ってくださいでしょうか。外装板・保温材の取替え、配管の点検の実施に当たっては、以下の方針で取替え計画を定めて、優先順位に応じて取替えを実施したいというふうに考えてございます。

配管については、外装板と保温材を取替えたら配管が見えるわけなので、それに合わせて実施するように点検計画を策定したいと考えてございます。

まずは外装板・保温材の取替え方針ということで、今回の事象を踏まえまして、使用環境による腐食の発生しやすさと、対象配管の安全重要度から設定した保全重要度の両面を考慮して、取替え計画を策定した。

使用環境の観点ということで、今回、屋外の設備で雨風を受けるということで、そこで深掘りというか、どういうところが受けやすい、受けにくいというのを考える位置づけで観点を考えました。風雨（海塩粒子）の影響を直接上から受ける環境にある設備が一番厳しいんじゃないだろうかということで、今回、蒸気漏れがございました脱気器周りの保温材等がそれに該当するのではないかと。この辺は最優先にすべきというふうに考えてございます。

今度は海水の影響を受ける環境にある設備ということで、例として、取水ピットエリアの保温材等が考えられる。次に、海塩粒子の影響を直接上から受けないが、湿潤環境にある設備ということで、配管トレンチ内の保温材等がそれに該当するのではないかとというふうに考えてございます。

保全重要度の考慮は、保全重要度高として、安全重要度クラス1、2ということで、右四角の囲みに書いてございますが、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」を踏まえて、安全機能の重要度付けをしているということで、ここで言うクラス1、2の設備等が該当すると。例として、海水ポンプ周りかなというふうに考えてござい

ます。

それと、安全重要度クラス3の設備、循環水ポンプ周り等が考えられると。

(2)で配管の点検方針で、外装板、保温材の取替え時に合わせて実施するよう点検計画を策定するというので、22ページにそれらを表というか、マトリックスに並べてございます。

左側が外装板・保温材、先ほどの環境を考慮した3つの視点、それと配管のほうは保全重要度とそれ以外の安全重要度クラス3のところをマトリックスで示して、そこから優先度の高低というのを考えていこうかというふうに考えてございます。

外装板の保温材の海塩粒子の影響を受けるというのが高であれば、保全重要度の高とクロスしたところは当然高になりまして、そういう分け方をして計画をつくっていききたいと。優先度高となる対象設備につきましては、次回の定期検査から外装板と保温材の取替え並びに配管の点検を開始できるような計画を策定したいと。優先度低となる設備につきましては、優先度高の設備に引き続き外装板と保温材の取替えと配管の点検を開始できる計画を策定したいと。これらの点検頻度というのは、取替え時の状況とか点検結果を踏まえて逐次計画の見直しを行っていききたいというふうに考えてございます。これが今我々が考えているところの案でございます。

もう一つは、今後の点検のやり方の評価ということで、我々がやっている保全の有効性評価でどのようになっているかというところをお示ししたところでございます。

現状の点検でございますが、発電所の設備の点検というのは、安全重要度の高さにより保全重要度を設定して、その重要度に応じて点検の内容、点検周期を定めて定期的に点検を実施してございます。結果として、安全重要度の高い設備に重点を置いた点検を実施してございました。その点検内容というのは、定期検査中の分解点検、非破壊試験、機能・性能確認等、日常時の目視点検等がでございます。

今回、長期停止期間中にも各設備の使用状況等を踏まえた設備の保管対策、追加点検、追加点検ももう数多くやっております。数多くの健全性確認も実施しておりました。

そういう中で、今回、この脱気器の空気抜き管の点検もどうだったかということで、当該部につきましては、2次系設備で、放射性物質を含まない安全重要度が低い設備であることから、保全の重要度を低く設定し、保温材内部の配管点検計画を策定してございませんでした。

また、長期停止期間中の「特別な保全計画」というのを策定してございますが、その中でも脱気器本体内部の保管対策は行ってございましたが、保温材内部の配管点検は計画してご

ありませんでした。というのが、長期間の湿潤環境で外面腐食が起こって貫通に至るという認識がなかったということでございます。

今回実施する対策というのが5つ書いてございまして、先ほど御説明した内容でございます。これらを保全の有効性評価というのを実施いたしまして、今回の事象を踏まえるということでございます。

次のページに行きまして、今回の事象発生を踏まえた保全の有効性評価でございます。通常、社内規定に基づき、定期的に評価を行いP D C Aを回すということで、保全の改善を図るという仕組みを構築してございます。いつもは定期的な評価ということで、定期検査開始の約4カ月前に実施してございました。今回は、今回の事象を踏まえ、定期的な評価を待たず、速やかにこれまでの保全の有効性評価を実施したいと考えております。

P D C Aを回す上で、今回の事象の保全の有効性評価のインプットとして、安全上の重要度の低い設備の故障で発電停止に至った事象であること、長期停止中に屋外配管の外面腐食が進展した事象であること、保温材の外装板の錆を見て、配管保温材を取り外して点検するほどの異常とは気づけなかった事象であることというのをインプットとして、今それら进行评估するとアウトプットのイメージとして、右側のほうにいきますけど、2次系の設備であっても、その故障により発電停止となる設備については、保全重要度を高くする。長期停止中の保全を定める「特別な保全計画」の策定ルールを定めている社内規定の見直しを行う。日常点検にて使用するチェックシートの見直しを行うというのがアウトプットのイメージとして出てきます。

保全の変更のイメージですが、保全の重要度を高くすることにより、2次系設備であっても点検計画を策定するというので、1つ前で話をしました保温材の取替えとか、そういう点検計画というのが策定されていくのが入ってくるのかなど。それらを定期検査の申請書に添付する保全計画に記載を追加するようなことになっていくのだろうというふうに考えてございます。

25ページ目に加圧水型原子力発電所の系統図をつけておりますが、赤く点線囲みでくくっているところ、格納容器とかその辺のところには、先ほど御説明しました安全重要度分類指針クラスの高い（クラス1、2）の原子力安全上重要な設備を含む系統が含まれるところ、青いところが今回の脱気器のような安全重要度分類指針クラスの低い設備、系統のところでございます。

今回の見直しによって、右下でございますが、安全重要度は低いんですけど、その故障により発電停止となる設備については、保全の重要度を高とするということになるのではと考えてございます。

以上が保全計画に関する説明でございます。

26ページでございます。先ほど配管の保温材の中での腐食のメカニズムにつきまして御説明をいたしました。ここにつきましては、今まで我々が知る文献の中で、配管と外装板がどれぐらいで貫通するかというのを考察してございます。

結果のところでございますが、配管につきましては、配管肉厚が約3.9mmと、文献の腐食速度、速い速度のほうですけど、これが約0.9mm/年という文献データがございますので、それから試算すると約4.3年、外装板が貫通に至る時間ということで、外装板の肉厚0.3mmでございます。文献の腐食速度が0.1mm/年というのがございまして、それらから試算をいたしますと約3年ということで、貫通に至るまでの時間は配管より外装板のほうが早いだろうと。かつ外装板のほうにつきましては、プラント運転中も何らかの要因で保温材の中に水が入れば湿潤環境になるので、外装板の腐食は進展するから、配管よりも外装板のほうが先に貫通に至ると推定されますということでございます。

以上が資料1の説明でございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

はい、ありがとうございました。

それでは、ただいまの御説明につきまして、先生方の御意見をお伺いする前に、本日、ご欠席の岡山大学の竹中先生から、この資料についての御意見をいただいておりますので、これを御紹介させていただきまして、これに対して九州電力のほうから対応等を御説明いただきたいと思っております。

それでは、資料の2、A4の1枚物があるかと思っております。

資料の記としてしているところから下の1と2、この2つの項目が先生からいただいた意見でございます。読ませていただきます。

1、資料の何箇所かで「何らかの要因で雨水が保温材中に浸入」とありますが、この「何らかの要因」と表現されているのは、

A：考えられている要因が多すぎて短くかけないので、そういう風に表現した

B：要因は多くないが複数考えられ、どれが主な要因か特定できない

C：要因が皆目分からない

のうちどれでしょうか？

Cの場合は、まずは要因を調べる必要があるでしょうが、AやBの場合、停止時も含めて雨水の浸入を防ぐ、あるいは軽減する対策は取る、あるいは取られたのでしょうか？

それとも、雨水の浸入を完全に防ぐことは困難なので、そのような対策よりも点検等の他の方策を重視する方針を取られるということでしょうか？

2、（今回のような配管だけでなく）覆われて見えない設備を非破壊検査などでモニタリングすることはできないのでしょうか？

今回の場合、実際に配管に貫通穴があったわけですが、非破壊検査では検出できないのでしょうか？

「5. 対策【今回の事象を踏まえた新たな取組み】」にあるような精神面的な対策も大事ではありますが、異常を可視化できればより安心です。
という2つの御意見でございます。

あと、この資料の記の上に3行、文章を書いておりますけれども、この中に配付資料1「玄海原子力規制事務所3号機」となっておりますが、これは「玄海原子力発電所3号機」の誤りでございます。訂正させていただきます。

ただいまの竹中先生の御意見に関しまして、九州電力のほうからお考え等を御説明いただければと思います。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

私のほうから御説明させていただきます。

先ほどの資料の1の6をおあげください。ちょっとこの資料中では、何らかの要因というふうに書いてございましたが、保温材というのは外装板で守られておりまして、どうしても今、きっちり右のほうを外れているようなところの外装板との継ぎ目（発言する者あり）、済みません、資料の6ページでございます。済みませんでした。資料1の6ページでございます。

私、この資料の中で何らかの要因というふうに、いろいろ書いてございましたが、保温材というのは、外装板で守られておりまして、右の写真のところでは先ほど御説明しましたが、保温材というのは、外れて、外してございまして、その保温材の外装板というのがあります。外装板と外装板というのは、やっぱり継ぎ目がございまして、できるだけ雨水とか入らない

ような加工というか、施工はしているんですけども、やっぱり継ぎ目がある以上、入る可能性がある。入ってくるところは、やっぱりこの保温材、外装板の継ぎ目のところというのはわかってはいるんですけど、じゃ、どこの継ぎ目かというのが、1回ここも蒸気も出てございまして、すき間がいろいろできているということもございまして、どこの場所かの継ぎ目というのが特定できないので、表現上ですね、何らかの要因というふうに書かせていただいた次第でございます。

竹中先生御指摘のとおりですね、雨水の浸入というのは、完全に防ぐというのはやはり困難だというふうに考えてございまして、とは言いつつ、やっぱり外装板、保温材の施工はやっぱり確実にやって、あとはパトロールの強化、さらには保温材、外装板の取替え計画をつくって、配管の点検も計画的にやっていくというような対策で今回の事象について対応していきたいというふうに考えているところでございます。

2番目のモニタリングの件でございます。外装板、保温材を通して、配管の状況をですね非破壊検査などでモニタリングするというような情報というのは、ちょっと我々存じあげていないところでございます。

とは言いつつですね、この配管ではないんですけど、例えば、配電盤とかの、こう接触点とか、高電圧とか、近づきにくいときにですね、サーモグラフィーで測る、要は遠隔からサーモグラフィー、赤外線みたいなものを当ててですね、その温度を測って、そのところの浮きがないとか、そういう遠隔でするような技術というのも試行をしております。

我々といたしましても、そのような技術というのは、常日ごろウオッチしているところでございまして、今後も引き続き、いろんな状況等を把握していきたいというふうに考えているところでございます。

以上です。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ありがとうございました。

それでは、最初の九州電力さんの資料の説明及び先ほどの竹中先生からの御意見に対する九州電力さんの説明につきまして、先生方、御意見等ございましたら、よろしく願います。出光先生願います。

○出光教授

出光です。ちょっと幾つか質問させていただきたいんですが、今回腐食が起きたところの

配管、交換されていますが、これはもともとシームレス管ですか、それとも曲げ溶接した管を使われているかというのわかりますか。

○九州電力（川江技術担当次長）

九州電力の川江と申します。

曲げ管です。

○出光教授

腐食したところが、その溶接部分であったかどうかとか、そこは見られましたか。

○九州電力（川江技術担当次長）

溶接部ではありません。

○出光教授

溶接部ではなかったということですね。はい、わかりました。

それと、腐食している部分、結構大きな穴があいているんですが、あの、腐食している部分ですね、7ページで見ますと、局部腐食なので、ここだけ集中的に腐食したと思うんですが、その錆部分というのは、どこへ行ったか。錆びると、大体体積膨張しますので、保温材側のほうに大分押しつけられて、そちら側にくっついているのか、それとも内側に抜けてしまったのかというのは、そのあたりはどんな感じですか。

○九州電力（川江技術担当次長）

一応添付資料－5（2／2）ページで言いますと、大体抜けた、穴があいたところは、保温材側のほうにちょっとひっついたような形で残存しています。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

参考資料1というのがお手元にあると思います。その添付資料－5（2／2）の下の方の写真に蒸気漏れ箇所付近の保温材の内面というところがございます。下の注記のところ、写真③というところですね。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

お手元の参考資料1という、もう一つここに資料1というのがございまして、その下にページがないんですけど、右肩の添付資料－5（2／2）というページがございます。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

その5（2／2）の下の方の写真ですね。写真③というところがございます。

これは保温材、白い保温材のところの、ちょうど漏れたところの保温材の内側がちょっと

割れているんですけど、見たところでございまして、真ん中よりちょっと上のところに茶褐色に変色している部分が貫通孔近傍の保温材と配管が接触した箇所ということで、ちょうどこの貫通しているところが、ちょうどこの横のほうに、これを縦にすると、ちょうどこの貫通孔のところがピタッと保温材のほうについているところですね。ここが茶褐色のところということでございます。

○出光教授

わかります。この色の濃くなっている部分がちょうど穴があいている部分に接触していた部分ということですね。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

はい。

○出光教授

わかりました。

あと、ちょっと順不同で済みませんが、ページでいくと、最初の説明資料のページで10ページ目ですけれども、蒸気漏れ箇所があって、底部の腐食部分がありますけれども、これは底部の腐食部分、ここは先ほど少し貫通しているというふうに言われたと思いますが、蒸気漏れ部分は横で、下の部分に穴があいているという理解でよろしいですか。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

はい、そのような理解で。

○出光教授

蒸気は下からは漏れていなくて、横から漏れていたということですかね。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

済みません、もう一回ちょっと御説明させていただきますと、黒いのが中に配管が入っているところで、想像で書いています。漏れ箇所というのは配管の上面で、この保温材の下の部分の外装板の腐食している部分は下でという御説明でよろしかったですか。

○出光教授

それはわかっています。下のほうは穴があいているけど、蒸気は横から漏れてきていた、そういうことですか。

○九州電力（川江技術担当次長）

そうですね。それとあと上のほうからも少し。

○出光教授

上からも少し。じゃ、上のほうも漏れていたということは、そのあたりが水の浸入経路というふうには考えられるわけですね、もともとの。

○九州電力（川江技術担当次長）

そうですね、はい。

○出光教授

ということは、コーキング部分のコーキングがうまく機能していなかったからということですかね。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

そうですね。蒸気が吹いた後なんですけど、見るとやっぱりちょっと浮いていたり、蒸気の影響で浮いているのかわからないんですけど、やっぱりそういうのはところどころ少し観察されておるようでございます。

○出光教授

はい、わかりました。

あと最後のほうで、文献値から配管の腐食速度、年0.9ミリというふうにありましたけど、これは要は局部腐食のスピードでこういうふうに出されているんですか。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

配管のほうは、結局、そうですね。保温材が入ったところでの局部腐食という腐食速度を文献値から記載しています。

○出光教授

これまでの観測値の中で大体このあたりというのが出されているという数字ということですね。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

はい、出展のほうから、文献のほうから調査いたしました。

○出光教授

わかりました。

あと、腐食の観点からちょっとコメントといいますか、ずっと濡れている状態の錆のスピードよりも、要は濡れたり乾いたりという繰り返しのときのほうが腐食速度はその濡れている期間の腐食速度は恐らく早くなると思いますので、ずっと濡れている状態と、あと乾い

てしまえば水がないので腐食はしないんですが、だんだん濃くなってくると塩分濃度がその分でだんだん濃くなってきて、非常に過敏になっているところで腐食がわっと進んで、その繰り返しをすると、こういう局部腐食的にどこか1カ所弱いところがとにかく錆び始めて、そこだけが錆びると、そういう現象になりますので、要は最初の腐食が起き始めるところを注意しないと、局部腐食ですから、どこが腐食し始めるかわからないので、そのあたりはちょっと注意する必要があると思います。

今回の場合は、漏れがあつて外から、開放系で雨水が容易に当たるような場所だったということで、海沿いですから塩分がこういうところはたまりやすくて、それで乾燥していった濃度が高くなって、ちょっとどこか錆が始まると、そこがどんどん錆びていくということだと思いますので、コーキングがどのぐらいできているとか、そのあたりの仕上げの検査とか、あと底面部分ですけれども、錆が出て、穴があいていると、そういう状態まで錆びて、ちょっとそのままにしてしまっていたというところ、そのあたりがやっぱり今後検討していくところだろうなというふうには思っています。

あと、特にステンレスとかは余り錆びないということで、確かにそうなんですけれども、この場合は鉄ですけれども、仮にステンレスであったとしても、一回錆びると、その錆のスピードで少し早くなります。局部腐食になると早くなりますので、とにかく錆を見つけたら何らかすぐ対処をする、そういう姿勢でないと、ここはステンレスだから大丈夫だとか、ほかの話になりますが、そういうふうに安心していると、そこだけ錆が進んで貫通してしまつたとか、そういうことは起こり得ますので、特にこういう錆びるとわかっているものについては、錆に関しては非常にセンシティブに検査するようになっていただければと思います。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

今、出光先生がおっしゃった、錆の知見といいますか、そういうものも今後、我々、長期的にいいですか、ずっと点検を今後も続けてまいりますので、そういう点検計画とか、もしくは計画だけではなくて、我々の意識としてもそういうことをしっかりと反映して取り組んでいきたいと思えます。

○出光教授

錆というのはステンレスもそうですけれども、もらい錆というのがあって、別の錆がくっつくところから錆が発生するという現象がありますので、本体は大丈夫で、外側が錆びているという場合には、その錆が本体側に行った場合には、そこでまた新たに錆をつくるという

ことがありますので、とにかく錆を見たらできるだけ早くとってしまおうと、そういう姿勢も大事かと思えます。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

ありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

じゃ、守田先生お願いします。

○守田教授

九州大学の守田です。説明どうもありがとうございました。

今、出光先生からの御指摘がございました件に関係するんですけども、12ページのところで、他プラントの脱気器の空気抜き管の状況というのはお示しをいただいております。それで、今回、先ほどの御説明ですと、万全の復旧のために取替え前の配管と同じ材質としては炭素鋼を選択されたということの御説明があったんですが、これをステンレス鋼にはしなかったと。実際には川内ではもともと炭素鋼だったものを、違う理由ですけども、ステンレス鋼に交換されているということ。それから、他電力のプラントでは恐らくステンレス鋼が使われている例もあるかと思えますし、玄海の場合は屋外にこの脱気器が設置されているんですが、他電力では屋内にある、もともと雨がかからないような場所に置いてあるというふうにも伺っております。

お伺いしたのは、今回の取替え後の配管をこういうふうにしたということが、どういう視点でベストの判断であったのかということと、それから、雨水が浸入したことがそもそもの原因だと思いますので、雨水が浸入しないようなことは考えられないのか、例えば、9ページの図ですと、上にコーキングのところがあって、何らかの要因で雨水が浸入と書いてありますが、この継ぎ目の部分を下のほうに仮に、技術的にできるのかどうかは存じ上げませんが、入らないようなもともとの配置にするとか、そういったような抜本的な対応ができないのかということについてお伺いをさせていただきます。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

どうも御意見ありがとうございます。

まず、ステンレスにつきましては、再度御説明することになると思うんですけど、炭素鋼であってもステンレス鋼に変えたとしても、どちらもやっぱり塩分に対しては管理が必要になるというふうに考えてございます。

今回、12ページの取替え前後の絵を見ていただくと、ステンレスを使って戻そうとすると、やっぱり溶接部が増えたりして、塩分がそういうところで仮に濃縮してしまうと、SCCが起きたりという、そういうことも考えられるということで、炭素鋼にしてもステンレス鋼にしても、適切な管理を行えば使えるということで、私たちは仕様としてはどちらでもいいというふうに思っています。事実、当社のほうも玄海と川内で取替えた理由は違うんですけど、どちらの材料も選択し得ると。

今回は、もともとが炭素鋼で、とにかくやっぱりもう万全に復旧をしたいということで、外面腐食については確かにステンレスのほうが優位であるかもしれませけど、炭素鋼でも管理をやれば、2次系設備、炭素鋼はいっぱいありますので、管理すれば十分使えるということで、原設計での復旧をするという判断をいたしております。

それと、保温材なんですけど、先生御指摘のとおり、水が全く入らないような施工というのができるといいんですけど、やっぱり継ぎ手というのが、要するに外装板というのは保温の形状に合わせてきっちりできるわけでもなく、曲がりがあれば曲げて加工したり、機器が丸かったら丸い加工もしないといけないし、どうしても継ぎ目と形状の変化があって、その継ぎ目というのはコーキングをしたり、二重に金属を折ったりして、なるべく入らないような施工をして、極力入らないようにしてございます。ただし、ゼロにできるかという、ゼロにはちょっとできないと思っております、それで対策といたしまして、保温材の計画的な取替えと配管の点検ですね、それにあわせて、先ほど先生から御紹介ありましたように、何か他電力様では直接雨を受けないような屋根とかそういうこともされているというふうに聞いていますので、今後、計画を策定する上で、その辺のところも視野に入れながら検討させていただきたいというふうに思っております。

○守田教授

どうもありがとうございます。ぜひ、今回は従来と、取替え前と同じような形で配管取替えをされたということなんですけれども、抜本的に錆を防ぐような対応がもしとれるのであれば、長期的にはそういうこともぜひ考えて、不安感がないようにぜひお願いをしたいと思います。ありがとうございました。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

ありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ほかに。じゃ、井嶋先生お願いします。

○井嶋教授

佐賀大学の井嶋です。

私、地震工学とともに橋梁工学もやっておりますが、橋梁は海上や沿岸部に建設され、原発よりも条件が厳しい場所に建設されています。このような箇所の鋼橋には溶融亜鉛メッキの鋼材は余り使わないほうがよいことが分かっており、また、耐候性鋼材、これは酸化皮膜の錆によって逆に錆が内部に入っていくのを防ぐ鋼材ですが、海上部や沿岸部では防錆の効果はなく、すぐ錆びていくというのが橋梁のほうでは常識になっております。

じゃ、どうしているかという、塗装ですね、塗装にフッ素樹脂のような塗料を用いるとか、いろいろありますが、要は塗装によって対応している。しかし、塗装もしばらくたつと防錆効果が無くなるため再塗装をやって、削って塗装を落としてしまってからまた再塗装をやるかというふうな形で錆を防いでいます。溶融亜鉛メッキや酸化皮膜により防錆対策を行なっている点が、十分ではないと思いました。

それからあと、この管には内部からの減肉も起こるといえるのか、肉厚が内側から減るといえることもあるということであれば、さっき岡山大学の竹中先生が言われたように、非破壊検査が必要じゃないかなと思いました。例えば、打音検査を用いれば、フーリエスペクトル解析によりある程度剛性のわずかな違いというのも計測できたりするような報告もありますから、この辺、橋梁工学の技術をちょっと参考にされてみたらよろしいかと思います。

大体以上です。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

ありがとうございます。井嶋先生が言われたメッキの話と、塗装が大事だということ、沿岸部だということで、今後、先ほど御説明しましたように、取替えの計画等を今後立てていく中で、そういうところもしっかりと押さえた上で取り組んでまいりたいと思います。

○井嶋教授

保温材内部の配管にも十分に塗装をやられたほうが良いと思います。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

配管自体をですね。はい、わかりました。

それと、非破壊検査のこと、先ほどの岡山大学の竹中先生からもいただいておりますが、今の時点で我々、そういう技術と申しますか、そういう検査方法、実用的なものがある

るのは、ちょっと持っていないんですけど、今後そういうところが開発されるなり何かありましたら、そういうものの採用についても検討してまいりたいと思います。どうもありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ほかにございますでしょうか。片山先生お願いします。

○片山准教授

九州大学の片山です。まず、その外装板についてなんですけど、例えば、水が入った場合にたまらないように下部に小さな穴をあけるとかというようなことはよくない方向に働くんでしょうか。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

単純に、その外装板の腐食だけを考えればいいのかもしれないんですけど、結局水が入るルートをつくってしまうと、本来、守るべき配管のほうの腐食にも影響することがあると思いますので、できるだけ保温材の外装板というところは継ぎ目のところから入らないようにしたいというふうにしています。

○片山准教授

下部であっても、要はある程度水蒸気分圧が侵入してくるのもよくないということ。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

結構この保温材というのが湿度を吸いやすいというか、そういうのもあるので、一回吸ってしまうと、なかなか、結局下からしか出ないようなことになってしまうので、できるだけ穴をあけないほうがいいのかなどというふうには今も思っています。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

雨も、静かに降ってくる雨もありますし、台風のときのように巻き上げるようなものもありますので、その辺も考えますと、穴をあけるのは一概にいいとは言えないような感じは持っております。

○片山准教授

エルボー、曲がり部分とかを見ると、そのあたりの密閉性とかもそれほど高くないのかなと思っていて、ある程度湿気が入るのを前提にした構造を検討してもいいのかなというのをちょっと思いました。

それと、最初の経緯のところ、よく私のほうでわかっていないのは、調整運転をしてい

て蒸気漏れを確認したということなんですけど、これがどういうふうに発見されたかというのを教えていただきたいんですけども。

○九州電力（川江技術担当次長）

調整運転の段階で起動して、発電を開始します。発電を開始したら、すぐに100%まで上げるわけではなくて、今回の場合は30%の発電機出力をキープして、機器に異常がないかを確認します。それが終われば、今度は50%になったときに全ての機器を見て異常がないかを確認をしまいます。今回見つかったのは、75%になったということでパトロールをしていたときに、ちょっとそこから、ちょっと微少なリークがあったということがわかったということでございます。

○片山准教授

そしたら、特に圧力系統の計器があって、その圧が通常の運転時まで高まっていないかということではなくて、巡視で、目視で蒸気漏れを発見したという経緯ですか。

○九州電力（川江技術担当次長）

そうです。脱気器自体も電気出力が上がるごとに圧力が徐々に上がってまいります。例えば、50%であれば0.4から0.5、今回75%だったんですが、0.7ぐらいです。電気出力100%の場合は1.1メガパスカルぐらいまでの圧力が上がってまいります。

○片山准教授

調整運転前から多分穴はあいていて、出力が弱いところでは漏れていても、それに気づけなかったという理解でいいですか。

○九州電力（川江技術担当次長）

一応全てのところをパトロールしてまして、50%のときにはそういう兆候が見えなかったということでございます。

○片山准教授

できるだけ早くそういうものを検知できるのがいいと思うんですけど、そもそもこの調整運転というのが、私の理解では、発電システムというか、プラント全体が不調なく動くかどうかを確認していると、そういう段階で不備が見つかって、今対処しているということで考えると、全体の安全のシステムとしては機能しているというふうに理解しているんですけど、そういうことでよろしいですかね。

○九州電力（川江技術担当次長）

今回、調整運転ということで各出力段階で機器の状況を確認しながら、大丈夫だということで次のステップに手順を踏んで上げていっていたということでございます。

○片山准教授

定検のちょっと外すとか、ということが点検項目等になかったので、そういう意味では長期間運転しない期間が続いて、想定されて——これ、言い方かどうかあれですけども、余り想定していなかったようなことが起こったけれども、運転の調整段階でそれを発見することができたというふうに私のほうは理解していて、これで、こういった事故は極力起こさないようにするということが非常に重要なんですけれども、それでもやはり、こういうことが起きると、それを次のステップで食いとめる。点検の段階でうまく見つけれなかったことは、この調整運転の段階で見つけるというふうな、多層の安全の防護という形でシステム全体を組んでいて、その調整運転という段階で発見したということなんですよ。そういうことなんですよ——はい、わかりました。

この件はそれでいいんですけど、共有の仕組みというところで、九州電力さんの内部で他の課も含めて共有するということがあったんですけども、さっき守田先生のほうからも御指摘ありましたけど、他社との情報の共有というのがどういうふうな仕組みになっているのかというのを、ちょっと教えていただきたいんですけども、こういった仕組みは多分ほかの電力さんもあって、例えば、今回のこういったような事故はそれぞれの会社からも安全部門の方が出て、お互いに安全対策について情報を共有するというような、そういう取り組みは今までも行われているのでしょうか。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

国内外を問わず、いろんな知見を集約して原子力発電所の安全性、信頼性をより少しでもより高めていこうという活動は、これは随分前からある活動でありまして、今でもこういうトラブル、例えば、法令に基づくとかよくっておりますけど、国への報告対象の異常事象、それ未満のものについても共有して、それが価値があるといいますか、有効であるようなものについては、そういう仕組みは我々電力事業者で持っております。

ですから、そういうところをしっかりと活用しながら、もしくはまたほかのいろんな集まりがあります。例えば、保全に関して集まるような会議体とかもございますので、そういう場を活用しながら、活かしながら取り組んでいきたいというふうに思っております。

○片山准教授

そういう仕組みがあれば、そういうのを実際に意味のあるような、本当に現場の方々が議論するような場で検討を続けていただければというふうに思っています。

大体こういうところです。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ありがとうございました。

それでは、工藤先生お願いします。

○工藤名誉教授

工藤でございます。元に戻りまして、原因のことについてもう少し、ちょっと確認させていただくと、一つ意見を言わせていただきます。

資料1の図2-1の外装板を外した空気抜き管や、その次の図2-2を見ますと、上の赤いところは防錆塗装だと思いますけれども、その下から赤錆が始まっているということは、水の浸入経路としては集合管と空気抜き管を結ぶ保温材の外装板あたりから水が入って、それが空気抜き管を錆させた、そういうふうな感じに見えるんですけど、浸入経路ということであると、どのように見られているかをもう少しお尋ねしたいんですが。

というのが、竹中先生もおっしゃっていた何らかの要因でということ、これは原因がわかっていませんという風に捉えてしまうのですけれども、もう少し明確な御説明はいただけないでしょうか。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

ここに、ちょっと今写真がないんですけど、工藤先生おっしゃったように、ここに保温材が入ってまして、この外装板というのが、写真でいいますと、8ページの絵のところ、ピンクのところがあって、この斜めのところは保温材が入っていて、外装板が真上に巻いてあるんですね。真上に垂直に継ぎ目がありまして、そこと、さっきの6ページ目の今保温が外れている周方向の最終端のほうですね。ここにコーキングがありまして、ちょっと蒸気が漏れた後のことなんですけど、少しやっぱり少しすき間が見えるんですね。だから多分この赤いところと腐食のところからすると、先生御指摘のとおり、この辺から雨水が入ってきているんだろうというふうに考えてございます。

○工藤名誉教授

最後の点検でいうと、平成22年に原子炉が止まって、それから配管の腐食が進展したと9ページ目の図3-1のほうでは書いてあって、一方外装板のほうはそれよりずっと前から腐

食していただろうということで、今の御説明でいけば、外装板の腐食と配管の腐食というのは別物というか、相互の関係が直接にはないような感じがします。ですから、配管の腐食が起こることが水によるという、この下の説明は分かるんですけども、そのときに、例えば今の御説明のようなことだと、6ページ目の図2-1でいいますと、今御説明のあった周方向の外装板の継ぎ目と、その上の空気抜き管の曲がり個所と集合管との接合部との継ぎ目、そのあたりの浸入経路というのをきちんと御説明いただいていたほうが、単なる何らかの要因というよりもはっきりするし、その部分を例えば、今までよりも雨仕舞いの施工を変えて嚴重にするとかいったような対策もとっていただければと思うんですけども、いかがでしょう。

今もう既に取替えは終わっているというのはお聞きしたんですけども、それまでと同じような施工でやられたということであれば、例えば、今回と同じような外装板やコーキングの劣化によってそういう水漏れというのが起こらないということも言えないんじゃないかなと思うんですけども。

○九州電力（川江技術担当次長）

今回の施工に当たって、我々としてしっかり外装板のところのシリコンの塗り方とか、そういうのを一つ一つ確認しながら実施いたしました。ただし、ではこれがずっと長期間に亘って、それが維持できるかどうかというのがやはり分かりませんので、やっぱり定期的に外装板なり現物の配管まで確認しながら、保全をしていこうというふうな思いであります。

○工藤名誉教授

ありがとうございます。私も最初の施工だけで完全に防げるとは全く思っておりませんが、その後の雨仕舞いをしっかり見ていくということが重要なことだと思っております。ありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

それでは、續先生お願いします。

○續客員教授

金属の腐食とか経年劣化のことについては専門じゃないのでちょっとわかりませんが、現在、今回の報告書に書かれているのは、どういうところからこういう事態になったんだろうという原因究明を一応、可能な限りされて、現在どういう対策をとりましたという御報告だったと思うんですね。そのとき、いろいろな専門の立場から御指摘があったのはいいんで

すが、16本のうち1本で蒸気漏れトラブルに繋がった異常が見つかったと。そして、15本は取替えましたということなのですが、残りの15本に関して、これに至らないまでも、同じような傾向が見られたのか、あるいは、それに関しては今後もっと詳しい検査をして、社内に取りまとめをされ、今後の対策に活かされるのかということはどうお考えか、その状況を教えていただきたいのが1点です。

それともう一つは、この発生した事象に対して次にどうするかということについての問題で、非常に重要なものだと思いますのは、13ページに教育ということで、とにかく異常のないことを当たり前と思わずという、この3つの方針は僕は非常に大事だと思いますし、情報共有も、もちろん社内が一番最初ですが、広く同様な事業を行っている会社との連携も必要だと思うんですね。

それで、教育に関して一応参考資料の2のほうに、教育等実績ということがありましたけれども、資料がぽんと置いてあるだけなので、少しどういうふうな実施状況であったのかについても、少し御説明を追加していただければと思います。

○九州電力（江島原子力経年対策グループ長）

九州電力の江島でございます。

お手元の参考資料2といたしますが、先ほどから御説明させていただいております教育と安全確認の結果を集約したものでございます。

もう一つ、先生方の机の前に1冊、冊子を乗せてございます。本来こちらで御説明をするんですけど、こちらは1,000ページほどございます。こちらのほうが一式版ということですので、御説明のほうはこちらのほうの抜粋版のほうで御説明をさせていただきたいと思えます。

まず、1ページ目をあけていただきまして、今回、実施体制といたしましては、所長をトップといたしまして、発電所総動員で実施してございます。

2ページ目に教育を書いております。

教育に関しましては、下のほうに①、②と書いてございますが、兆候を見逃さない意識の向上を図るということと、あと屋外設備、今回のように屋外設備でも発電停止に至るといったことの意識を向上させる教育というのを、一番下のなお書きでも書いてございますけれども、今後も継続して実施していきたいというふうに考えてございます。

こちらのほうが教育でございまして、教育の実績に関しましては、後ろのほうから真ん中

ぐらいのほうに添付資料を2ということで教育実績をこちらのほうに抜粋して載せさせていただいているというのが内容でございます。

そして、本文の3ページ目でございます。

こちらのほうから、実際に安全確認をやった結果というものを、内容を載せてございます。

3. 1 蒸気漏れを踏まえた確認、今回2点、2つのポイントで確認を実施してございまして3. 1の蒸気漏れを踏まえた確認、こちらは、蒸気漏れが発生する可能性がございます蒸気系統設備に関しまして、対象にした、まず確認を実施しているというものでございます。

その次のページ、4ページ目でございます。

こちらのほうに、3. 2 長期停止に伴い発生すると考えられる異常の兆候を踏まえた確認ということで、こちらにつきましては、3号機に関係する全ての設備に関しまして、先ほどの蒸気系統に特化するのではなくて、兆候を見逃さない、要するに、わずかな変化でも、その先に何か故障が潜んでいるんじゃないかなという目で全設備を確認するということ、2つの確認を実施してございます。

結果といたしまして、問題となることはなかったということで、2枚ほどめくっていただいたところに、添付資料、下の番号で資料1-2というところで、こちらのほうでは、蒸気漏れを踏まえた確認結果一覧ということで、こちら、見た蒸気系統について全てリストアップしてございまして、全ての点において良、問題なかったことを確認してございます。

それから、その次の資料-2というところ、こちらのほうが長期停止に伴う、兆候を踏まえた確認ということで、全設備を対象に実施してございます。今回、こちらの抜粋版のほうにはこの一部を抜粋してございますけれども、一式版のほうには、全ての、見たエリアも含めましてチェックしていると。

実際にチェックしたチェックシートと申しますのが、一番最後のページのほうを見ていただきますと、こちら、長期停止に伴い発生すると考えられるチェックシートでございます。このようなチェックシートを各エリア、フロア等、資料の一番最後から2枚目、ページ番号が添6-保二(汽)-1と書いてございますけど、こちらが長期停止に伴い発生すると考えられる異常な兆候を踏まえた確認チェックシートと。こちら意識の教育を行った後で、発電所総動員でこのような各設備をチェックして回って問題ないということを確認してございます。

こちらのチェックシートを取りまとめたものが、実際、お手元のほうに置いてございます

A 4冊子のほうが一式版でございまして、こちらのほうで問題ない、安全確認を実施したというものでございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

済みません、續先生は恐らく教育のところをどうされたかというのをもう少し詳しくということだったと思うんで、そのところを済みません、よろしくお願いします。

○九州電力（江島原子力経年対策グループ長）

教育につきまして、2ページ目を見ていただきたいと思います。

まず、2ページ目、2. 2安全確認実施にあたっての教育。済みません、今、参考資料2、安全確認結果（抜粋）のところでございます。

この資料の2ページ目に、2. 2安全確認実施にあたっての教育というふうに項目を書かせていただいております。

まず、今回、2段落目に書いてございます蒸気漏れを踏まえた確認、こちら、同様の事象が蒸気系統に発生していないかどうかということを確認するために行う確認でございますけど、これを行う前に、まず、実施計画を定めまして、それを実施手順等を実施対象者に対してまず周知を4月1日に実施してございます。

そして、蒸気漏れを踏まえた確認というのを蒸気系統設備に対して実施してございます。

そして、その次に、3段落目でございます。今度は、全ての3号機に関連する設備の点検をする前に、やはり安全の確認の意義を十分に理解させる必要があるということで、兆候を見逃さない意識の向上に対する教育と、今回屋外設備で起きましたので、屋外設備も重視する教育、この意識の向上を踏まえた教育をまず全所員に実施いたしまして、それから安全確認を実施したというものでございます。

○續客員教授

したがって、工程表が添付されていますけれども、4月1日、日曜日に、いわゆる蒸気漏れを踏まえた確認ということに向けて計画を立て教育研修をされたと。そして、その後、蒸気に関しては4日、5日の2日間にわたって、ここに配布された資料の中に1つだけ例として添付されていますけど、3つに集約されている「今後見逃さないというような方針」を全所員に伝達し、それを実施して、その後点検・確認作業を行ったと、そういう理解でよろしいでしょうか。

○九州電力（川江技術担当次長）

先生、最初の質問で……

○續客員教授

今回の蒸気漏れトラブルを受けて残りの15本も、実際に取替えされたのは、万が一のということで、リーズナブルだと思うんですけども、それについての詳細な検討が、どういう状況ですかということです。

○九州電力（川江技術担当次長）

参考資料の1のほうに、2ページなんですけど、一応、当該管の漏れ以外の管につきましても、外装板、保温材、それと配管の確認を実施しております。当該管のような錆、外装板の錆、保温材の状況、色ですね。それとあと、配管自体の外面等には異常が認められておりません。

○續客員教授

ということであれば、先ほど工藤先生から御指摘があったんですけども、集合管との継ぎ目のところからの雨水の侵入の可能性が考えられるが、このような可能性に関しては問題があった配管特異的な事象であって、さらにその外装板の錆を見逃していたけれども、重大とは思わなかったという判断とは、全くインディペンデントという考え方で結論を導かれたのかという御質問になるんですけど、そういう理解でよろしいですか。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

同じように保温の施工がしてあるので……

○續客員教授

いや、だけど、要するに一応10ページのところで比較的丁寧に説明されましたけれども、巡視段階で外装板でも錆があったと。だけど、重大なトラブルに至るとは考えていなかったというふうなコメントがあったんですよ。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

はい。

○續客員教授

そういうことはなかったわけですよ、だから。ほかの残りの15本の配管についてはトラブルがなかったとの結論になったわけですよ。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

はい。

○續客員教授

となると、原因究明のほうの視点からいけば、この配管1つだけが問題であり、トラブルを起こした配管のどこに限局される可能性が高いか、すなわち集合管との継ぎ目の部分が問題ではなかったのかという工藤先生の御指摘というのは、結構大事な観点じゃないかなという印象を持っています。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

御指摘ありがとうございます。先ほど我々のほうで説明をさせていただいた、どうしても継ぎ目のところというのが出てきますので、そここのところの施工を確実にやって、継続的にやっぱりその確認をしていくことが大事だと思っていますので、今後も、引き続きちゃんと管理をしていきたいというふうに思っています。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

では、守田先生お願いします。

○守田教授

まず、事実関係の確認をさせていただきたいんですけども、外装板の錆自体は、今回の再稼働する前の点検で確認があったというふうに伺っていますが、これは、どの時期からこういった錆があるということの確認がされて、こういった範囲で情報共有がされていたのかということがまず1点でございます。

もう一つは、26ページのところの御説明で、配管が貫通に至る時間というのは、文献等の知見から大体4.3年というふうに今のところ考察をされているという御説明がございました。こういったことをあわせて、今回の空気抜き管が腐食して貫通した状態になったのは、どれぐらいの期間であったのかということ推定されているのか、このことについてまず教えてくださいませんか。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

2つ目の質問のやつですけど、今回やっぱり、通常運転、平成22年12月までは運転して停止して、運転して停止してということで、仮に配管の中に水が入ったとしても、温度が上がって水分がなくなるので、そのときにマグネタイトができて、腐食はとまるので、もともと大体運転して二、三カ月点検して、運転して二、三カ月というサイクルをずっと繰り返していたので、要するに表面の、もし水が入っていれば表面の腐食はあったけど、こういうふうに貫通するところまではまだ至る状況じゃないというふうに思っています。

今回の特徴というのは、平成22年の12月から3号機を再稼働させていただくまでの間に、冷たい時間というのが7年間あって、その中で水が入ってしまうとマグネタイトの薄いところが選択的にやられて、そこに腐食が集まって行って、この長い冷たい期間の中で漏れに至ったんだろうというふうに考えてございまして、どちらかという、長期間停止していたことの中で起こっているものというふうに考えてございます。

それと、最初の質問、非常に難しい質問でして、錆というのは、正直言うと海に面していますので、大なり小なり錆というのがあって、錆の状況というか、今回の錆というのは目の上のところにあつて、錆があるというか、普通に錆があるという認識はできているんですけど、やっぱり貫通するまでの大きい腐食の錆だというふうには見れなかったというところで、じゃ、いつからあつたのかと言われると。

○九州電力（川江技術担当次長）

ここの配管自体、内面からのエロージョン、蒸気見ているので、一応エルボ部に関しては内面の点検を、保温を外して配管の肉厚を測定しています。その時期が平成19年ですかね、ここの保温を外して、ここのエルボ部なんですけど、その確認をしております。そのときに、こういう保温自体、こういう事象があれば取り替えていると思っていますので、それ以降に何がしかすき間ができて、保温自体のほうがじわじわと、保温というか、外装板ですかね、そういうのがあつたのじゃないかというふうに推察しております。

○九州電力（川江技術担当次長）

今まで情報共有、何となくということで、ここまで配管が腐食するという認識はちょっとなかったもので、担当課、担当者レベルぐらいで何となくという形で終わっていたと思うんですね。だから、そういうところがないように、やはりちょっとした気づきを集めて、やはり担当者、担当課だけでなく、やはり所内全体で情報共有して、ではみんなの意見を出し合つてどういう保全をやっていくのか、どういう点検をやっていくのかというのをやはりしっかりやっていかなきゃいけないというところを反省してございまして、そういう会議体を設けて、そういう小さなことでも見逃さないようなシステムをつくっていきたいというふうに考えております。

○守田教授

はい、ありがとうございました。

最初の質問につきましては、やはり今後、保全活動の中でしっかりやられるということだ

と思いますけれども、情報を共有していくとか、それを報告するといったようなものは、基本的に安全をどういうふうにか考えるかという、そういう文化の話につながっていると思いますので、ぜひ今回のことを踏まえて、そういった安全文化に対してどういうふうにか考えるかということに、そういう安全文化の醸成につながるような活動をしっかりしていただきたいというふうにか思います。

2点目の質問は、ちょっと私の質問の意図は、どれぐらいの期間穴が開いていたというふうにか現状を推定されるのか、あるいは今のところよくわからないのか、その点でございませう。

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

配管の穴のほうになるんですかね。

○守田教授

はい

○九州電力（大久保原子力設備グループ長）

蒸気の流れを確認したのが75%の調整運転のときでございませうので、それまでは多分、薄皮1枚の状態まで腐食していて、75%の温度と圧力になったときに、その薄皮が1枚はがれて蒸気漏れに至ったというふうにか考えてございませう。

○守田教授

わかりませう。3ページの図を見ていただくと、今回、2次系で蒸気漏れがあったということで、直接的に安全上大きな問題ではなかつたというのはそのとおりかと思ひませう。

一方で、3ページの図の1の概略系統の図を見てもらうと、蒸気発生器のところでは1次系の放射性物質を含む水が流れていて、2次系と蒸気発生器の伝熱管を介して熱の交換を行っているシステムになってございませうけれども、蒸気発生器の、仮に伝熱管が破損するような事態が起こった場合は、1次系の放射性物質を含む水が2次系に多少なりとも出ていくような事態は想定されると思ひませう。そうなつた場合に、すぐに蒸気発生器を隔離するなり、放射性物質が広がらないような対応を当然とられている、ような手順になっていると思ひませうので、そこはしっかりできるようなふうにか思ひませうが、今回の蒸気漏れの箇所、これは2次系でございませうけれども、仮に2次系が1次系の水で汚染されるような状況になつたときに、今回は75%の運転のところで蒸気漏れが運転員の巡視の保全活動がしっかりいって、それが発見できたようなことで、それはよかつたと思ひませうけれども、仮に運転

中、そういうことがわからないまま運転をしてしまって、今の伝熱管の破損のような、そういった事故が起こった場合に、2次系の蒸気漏れの箇所を介して、放射性物質が環境中に出るような事態というのは想定しなくてもよかったのかどうか、その辺のところを少し教えていただけませんか。

○九州電力（安藤発電第二課長）

九州電力の安藤でございます。今の御質問ですけれども、1次系の蒸気発生器の細管が破損した場合の2次系の汚染拡大防止という観点でございましたけれども、まず、伝熱管の材質は、インコネル690という非常に優秀な配管を使っています、非常に細管漏えいが置きにくい配管を使っております。万が一、先ほど申されたように漏えいが起こった場合においても、点検期間中の脱気器の圧力は大気圧になってございました。ということは、その漏えい箇所、穴が開いていた箇所から放射性物質が環境へ出るおそれはほとんどなかったと考えています。

2次系が大気側へつながっているラインというものは、復水器のベントと、脱気器のベントの2つがございます。この2つのベントにつきましては、放射線監視システムでモニターが上がったということを検知されますと自動でインターロックが動作することによって環境への放出がとまるシステムになってございますので、今回の異常な蒸気漏れがあったとしても、環境への影響はなかったと考えております。

以上でございます。

○守田教授

済みません、ありがとうございました。

確認なんですけれども、そのとき、インターロックがかかって、脱気器から大気に抜けるラインが恐らくクローズされるというふうに理解しているんですけれども、それは今回の空気抜き管の蒸気漏れ箇所から見て下流側なんですか、上流側なんでしょうか。

○九州電力（安藤発電第二課長）

ベントが一番外側になっていますので、切り替わる手前側に貫通穴があると。実際に点検をする際に、ベント弁を復水器側に切り替えることによって、脱気器の圧力を負圧に維持させました。負圧に維持ができたということで大気への放出がないような状況に維持できたと考えております。

○守田教授

ありがとうございます。それは通常の、今回は75%運転のときに、運転員の方が巡視でそういうことを発見されて、そういう対応の話なのか、これは通常運転中に蒸気漏れが巡視等で発見されない状態で空気抜き管に穴が開いた場合でも、今おっしゃったように大気、環境への放射性物質の漏えいというのはないというふうな理解でよろしいのでしょうか。

○九州電力（安藤発電第二課長）

そのとおりでございます。

○守田教授

どうもありがとうございました。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

出光先生お願いします。

○出光教授

済みません、先ほど守田先生の質問の最初の分のさびの点検のところについてですけれども、多分、この配管系でいくとエロージョンのほう心配なので、内側のほうを先に心配をして、そちらのほうを見ていくということを御説明されたと思いますけれども、そのとおりでよくて、エルボ部分が一番エロージョンが多いから、エロージョンが起きやすいエルボ部分を調べて、そこで起きていなければ直管の部分は起きないだろう。そこもいいと思います。

今回は、内側の錆ではなくて、外側からの錆だったということで、それにちょっと頭は至っていなかったと。思いが至っていなかったということで見逃していたということですが、内側の管、先ほどのこの資料でいくと、26ページでいくと、内側の管に貫通が行く時間は比較的長くて、それから、外側のほうの腐食、こちらのほうが割と早く起きると。この因果関係があるかどうかは、これはまた別になるんですけれども、何らかの要因でそういう前兆がどこかであらわれるというのを、要は感度を鋭くして見ていくと。そこが重要になるかと思えます。

それで、今回の場合は錆があるのは確認していたということなんですが、多分、一番最初見ているときは、錆があるというときにはその外側を巻いている亜鉛メッキ管の外から錆びているんだらうと、そういうふうに多分想像すると思うんですね。だけど、多分こういうふうにして錆が起きたんだらうというのを見ていきますと、その部分については、内側から錆びて、それで外に向けて貫通が起きていると、そういうふうに見れますので、場合によっては、これは錆を少し落として見たときに、表面の錆であればすぐ落ちてしまってなくなる

わけですけれども、内側から錆びている場合は落ちないわけですね。内側が錆びているから。そういうふうなところまで考えが進んでいけばちょっと当たってみて、その部分の錆びが、これは深い錆だということに気づいたかもしれない、そういうところの気づきの話だと思いますので、そういったところを教育のほうに入れていただければと思います。

あと錆も落とせばいいという話じゃなくて、これも気をつけていただきたいんですが、錆は落としてどこか、その部分はきれいになるんですが、落とした錆はどこかに行ってしまうと、そこがまた新たな錆の原因になりますので、落とすときはその錆はちゃんと片づけてしまうとか、そういうところの教育も含めてお願いしたいと思います。

以上です。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

ありがとうございました。今後の教育にしっかりと反映いたします。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ほかにございますでしょうか。工藤先生お願いします。

○工藤名誉教授

今のに関係したことで、先ほども私が申しましたように、外装板の貫通というのは、そのすぐそばにあった円周部のコーキングあたりから漏れたものであり、一方、空気抜き管自身の貫通というのはそれより上の集合管あたりからの水漏れによるものかなと思っています。それをはっきりさせるという意味ですけれども、この資料の9ページですね、図3-1にあるところですが、空気抜き管の腐食のほうはもちろん重要なわけですが、空気抜き管の腐食は定期定検ごとにとめて、常温になったときに少しずつ進行するという可能性があるということをこの図3-1でもおっしゃっておられるわけですが、そうすると、今そのまま、トラブル前と同じ炭素鋼を使うということであれば、定期点検の期間が何カ月もかかることもあるわけです。これまでもあったわけですが、そういうことを含めて、どれぐらいの期間で錆が貫通して漏れるかといったことを把握する、もちろん現物をチェックするとともに、例えばですけれども所外での同じ材料の炭素鋼管についての加速試験ですね、そういったことを行われて、並行してチェックするといったことが望まれるんじゃないかなと思います。

それと、他プラントのお話もありましたけれども、他プラントがステンレスに替えられたということは、それなりの何らかの評価をされてからのことでしょうか、そこをしっかりと

チェックというか、どういう理由でそういうふうにされたかということも、川内原子力発電所も含めて検討されて、今、替えられた炭素鋼で大丈夫であるということを確認していただくことを望みます。より安全を目指すということでの選択ということで、将来、より丈夫な材料を使うことにするとかいったようなことも並行して、検討をやっていただきたいなと思います。

以上でございます。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

ありがとうございます。将来の計画を立案する際に、そのようなことを含めてしっかりと対応したいと思います。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ありがとうございました。ほかにございますか。片山先生お願いします。

○片山准教授

先ほどから何度も出てはいるんですけど、10ページのところの錆は認識していたんですけどもという、そこがですね、すごくやっぱり気になります。この巡視の体制というのは、例えば経験のある方と経験の浅い方とかが一緒になって、教育も兼ねて回っていくというような体制とは違うんですかね。どういう体制、形……

○九州電力（川江技術担当次長）

一応、発電課の場合は巡視員が教育を受けて、資格を持った人間が回っています。あと、教育、そのパトロールには教育生がついていく場合もあります。そういう形でOJTで教育生は育てていきながらやっている。

発電課の場合、どうしても見る観点というのが、発電に影響するような漏れとか、異臭とか、そういう観点がやっぱり今までメインで回っていたところもありました。そういう面で、やはりこういうところの気づきがですね、こんな事態に陥るとというのが、ちょっと認識が足りなかったのかなというふうに思っております。何かちょっと、甘く考えていたって言われれば、そうなのかなというふうに思っていますので、やはりそういう意味で教育をしっかりと、今回の事象を繰り返し教育していくのが非常に重要ではないかというふうに考えております。それを実践していきたいというふうに思っております。

○片山准教授

実際が、その点検の際にどういう形でここが行われていたのかはわからないんですけど

も、ほかの部分に錆がなくて、ここだけあるというのが、特に経験が余りない方がぱっと見たときに、ここだけ何かおかしいんじゃないかと思うと思うんですね。そう思ったときに、逆に経験のある方が、いや、これはこうこうこういうことで大丈夫なんだよというようなことで見逃されているようなことがあると、ちょっとそれはこの件にかかわる、いろんなところでそういうのがもしかしたらあるのかなという点で、そういうのが重要なポイントかなと思っているんですね。

私たちも学生に実験のやり方とか指導するときに、学生のほうから上がってくる意見というのは、往々にして、こうこうこうだから大丈夫とか、こうなっているんだよとかっていうことを言うてしまうことが多いんですけども、やっぱり中には核心をついているような、これは確認したほうがいいかなというようなこともやっぱりあって、そういうところはちょっと共通するところかなというのもあって、新しい方が次々入ってこられるからですね。そういう部分で、今回がきっかけになるかもわからないんですけど、経験されている方の意識をですね、ちょっと若い方の意見とか、常識にとらわれないといいますかね、そういう観点で注意を置いていただければ、より安全に向かっているのかなというふうに思います。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

ありがとうございます。今後の教育にそういう観点をしっかりと生かして、継続して行きたいと思います。ありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ほかにございますでしょうか。出光先生お願いします。

○出光教授

今の片山先生の意見に追加というか、同じことですが、割れ窓の理論というのがあります。要は、窓が割れているところを放置していると、だんだん治安が悪くなっていくということがありますが、この錆も同じだと思います。この錆があるのが当たり前と見逃してしましますので、とにかく錆に限らずですけど、通常と違うものがあるというのは、それを当たり前だと思わずに、その部分は常にきれいな状態に持っていくと、保全の基本だと思いますが、その精神でもって保全活動をしていただければと思います。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

そのようなことが一番大事だと思いますので、しっかりと教育、訓練等に反映して、継続的に、風化しないように、安全文化といいますか、定着するように取り組んでまいります。

ありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

工藤先生お願いします。

○工藤名誉教授

今に関連して、点検に関してのことですけれども、いただいた資料で、資料1の24ページの「保全の有効性のアウトプットイメージ」の欄について意見を言わせていただきます。

今、出光先生もおっしゃったように、割れ窓の理論じゃありませんけれども、例えば原子力規制委員会の更田委員長が、今回のことは軽微なことではあるけれども、それが繰り返されるようであれば、企業の信頼にまでかかわってくるというお話、私、全くそのとおりでと思っています。点検に関してのことについてですけれども、このアウトプットイメージという欄に書いてありますチェックシートの見直しということです。少し長くなるんですが、ほかのところでも書いてあるように、非常に微小な変化、わずかな変化について気づき、関係者間で意見交換するというようなこと、それが重要だと思います。今のこのいただいた資料だけで見ると、いわゆる微小な変化ということをつまみにくいんじゃないかなという感じがいたします。何を申したいかということ、いろんなところで著しい錆がないか点検するという書き方をされております。錆は、今回のような大きな錆が長期間いわば、失礼ながら、見逃されていたということがありますけれども、小さい錆をその前に把握しておくということが大事なわけですね。著しい錆を点検保守のときに見るというふうな書き方はされているんですけど、わずかな変化をどうやって見て記録するかということについては具体的に書いてございません。

ということで、このチェックシートの形式よりも、時間的にどう変化したかの経時変化、そこが捉えられるようなチェックシートでないと、だんだんと、例えば1年ごとでも結構なんですけれども、あるときの状況、少しでも錆があったらそこを写真に撮っておくなり、詳しく書いておくなりして、1年後にそれが大きくなったとかいった経時変化が捉えられるようなチェックシートでないと、このわずかな変化というのはなかなか捉えにくいと思います。担当者が替わったときに、そこを見逃されるということだってあり得ると思うので、せっかくチェックシートの見直しということを書かれておりますので、写真に記録する、あるいは詳細に備考なりに書くとか、そういった形での経時変化が捉えられるようなチェックのやり方をお願いしたいと思うんですが、いかがでしょうか。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

今後取り組んでまいりの中で、そのようなところもしっかりと取り組んでまいりたいと思います。ありがとうございます。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

井嶋先生お願いします。

○井嶋教授

15ページに書かれている内容についてですが、点検巡視における意識改革およびチェックシートの使用などは分かりました。その後については、現状では担当課だけに処置を任せていたのを会議体にするという点ですが、本当に効果あるのでしょうか。会議にかけるまでに時間が掛かりますし、また、中には会議で声の大きい人の意見が通ってしまって、その程度は大丈夫だとかいうこともあたりませんか。会議体にする事で本当にきちっと処理につなげることができるかどうかという点について、何か考えておられたら説明をお願いします。

○九州電力（篠原原子力管理部長）

この15ページで御説明していますように、あえて色分けをしておりますけど、やっぱり、例えば運転をする課、設備を見る保修課、いろんな課があります。それぞれの課の目線から見ると、これはまだこのままでいいんじゃないとか、いや、ここは危ないよとか、そういうことが狙いでこういう会議体にしていきます。先生がおっしゃるように、形骸化といいますか、そういうことが非常によくはないわけで、でも、そのベースになるのは、先ほどの意識、それと教育、そういうところがベースになって、こういう会議体の仕組みをつくって生かしていくんだと思っておりますので、そういうところはしっかりと取り組んでいきたいと思っております。

○事務局（諸岡原子力安全対策課長）

ほかにございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、本日、先生方からいろんな意見を出していただきまして、今後反映すべきところも多々あったと思いますので、九州電力さんにはしっかりと対応をお願いしたいと思います。

先生方におかれましては、長時間にわたりましていろんな御意見いただきまして、ありがとうございました。

これを持ちまして、本日の専門家からの意見聴取を閉会したいと思います。ありがとうございます。

ございました。お疲れさまでした。