

第13回 福井県原子力安全専門委員会 議事概要

原子力安全対策課

1. 日 時：平成16年12月21日 17:00～19:15

2. 場 所：県庁地下一階「正庁」

(委員) 中川委員長、木村委員、山本(和)委員、飯井委員、榎田委員、岡委員、岩崎委員

(国) 西田敦賀原子力保安検査官事務所長、須之内美浜原子力保安検査官事務所長

(關西電力) 松村常務、牧野チーフマネージャー、松永次長(美浜発電所)、田中次長(美浜発電所)、亀山マネージャー

(本願) 佐藤副所長(敦賀発電所)

(県) 来馬企画幹、森阪課長、寺川参事

3. 会議次第

1) 美浜発電所3号機の設備影響調査の実施結果について

2) 美浜発電所3号機の2次系配管の点検結果について(第1回報告)

3) 美浜発電所3号機2次系配管破損事故調査委員会(第7回)について

4) 高浜発電所2号機および敦賀発電所2号機の定期検査における2次系配管の点検計画等について

4. 配付資料

・会議次第

・資料 1 美浜発電所3号機の2次系配管破損事故に伴う設備影響調査の実施結果について
[関西電力株式会社]

・資料 2 美浜発電所3号機2次系配管の点検結果について(第1回報告)
[関西電力株式会社]

・資料 3 美浜発電所3号機2次系配管破損事故調査委員会(第7回)資料
[関西電力株式会社]

・資料 4 高浜発電所2号機 第22回定期検査における2次系配管の点検計画等について
[関西電力株式会社]

・資料 5 敦賀発電所2号機 第14回定期検査における2次系配管の点検計画等について
[日本原子力発電株式会社]

[参考]

・美浜発電所3号機の第21回定期検査開始について(平成16年8月13日発表資料)

5. 議事概要

(質疑開始時点で中川委員長不在のため、木村委員が委員長代理として司会を務めた。)

1) 美浜発電所3号機の設備影響調査の実施結果について

(関西電力の田中次長(美浜発電所)より説明)

<質疑応答>

(木村委員)

・電気設備、計装設備、機械設備など、主なものも含めてすべて点検は終了したと考えてよいか。

(関西電力：田中次長)

- ・そうである。

(岩崎委員)

- ・ 8 ページ目の表(美浜 3 号機 設備影響調査結果(電気設備)2/7)について、例えば電動弁に 6 A、6 B(高圧給水ヒータ入口弁)があるが、調査結果として、目視外観点検、カバー等を開放した状態での外観点検の結果では影響はないが、分解等による内部詳細調査では影響があるとの結果になっている。
- ・ 同じように、他の機器でカバー等を開放して外観点検をやっているが、分解等による内部詳細調査は行ってないものがある。これは、分解すると、まだ故障(影響)がでる可能性があるという資料にみえるが、そう理解してよいか。結局、全部分解しないと分からないという資料にみえるがどうか。

(関西電力：田中次長)

- ・ 基本的に、(カバーなどを開放して行う外観点検の次のステップである)動作試験(特性試験)まで行い、問題のないことを確認している。カバーを外すというのは、もともと蒸気や熱水が浸入しているかどうかを確認するために行っている。
- ・ その観点とは別に、機器が、破口部から近い場合は、徹底的に分解点検しようと考えている。近くで問題がないということが確認できれば、それ以上遠くの機器については、すべて分解点検は行わなわず、サンプリング的に分解点検を行い、問題のないことを確認すればよいと考えている。

(岩崎委員)

- ・ よい、悪いの問題ではなく、サイエンスの面から考えると、どこかでトラブルが発生した場合、工場全体が止まるという理解をしており、抜き打ちの調査でよいという根拠にはならないだろうと考えている。全部やらなければいけないということではないかもしれないが、危険は残るという印象を受ける。

(木村委員)

- ・ 機器の性能そのものは、動作試験などで確認できるのではないか。

(関西電力：田中次長)

- ・ 動作試験、特性試験、シーケンス試験で機器の性能状態を調べている。

(木村委員)

- ・ 16 ページ(資料 No . 1 の資料 3 1/2-2/2)の中間・制御建屋の水滴痕についてだが、これを見ると、空調装置の吸気口から直流電源装置室へ蒸気が入ったということである。
- ・ 制御室の中に入っていたら大変なことになっていたと思うが、図を見ると制御盤の下のところに青い矢印が引いてあるが、それ以上は蒸気の侵入はなかったということか。

(関西電力：田中次長)

- ・ 制御盤の一部に侵入が認められたので、その中の機器をすべて点検して、問題のないことを確認している。

(木村委員)

- ・それ以上の侵入はなかったという理解でよいか。その場に人がいたと思うが分からなかったのか。

(関西電力：田中次長)

- ・多少、もやみたいたに見えたものもあったようだが、それが運転に支障を及ぼすとか、そういうものではない。

(岡委員)

- ・調査の目的が、設備影響の全容を把握するということが、損壊はどのくらいあるのか。損害額が分かれば全容が把握できたという見方もできるが。

(関西電力：田中次長)

- ・額については、この場で答えることができないが、修理をするということで、額については1つ1つ積み重ねているところである。

(山本和委員)

- ・影響の大きいものから小さいものまでであるが、今後、将来的にどの部分を新品に交換して、また別の部分は修理をしてというようなリストを提出していただけるのか。

(関西電力：田中次長)

- ・その予定である。影響レベルが、「3」というのが、いわゆる全損に近い形である。「2」というのがいわゆる部品レベルの交換であるが、これはまた物によって大小あり、数値だけでは分からないので、そのようなリストを作っていきたいと考えている。

(山本和委員)

- ・1つ気にしているのは、例えば、拭くだけで終わるような影響小のものでも、影響のないものから比べると、長期的には腐食の進行が早まったりする可能性もゼロではない。
- ・そういう部分に対して、点検の頻度などを決める必要があるのではないかと。

(関西電力：田中次長)

- ・今回のデータは、非常に貴重なものであり、今後のメンテナンスにも活用して行きたいと考えている。

(榎田委員)

- ・今回の事故以前に、例えば、原子力や火力発電所での蒸気漏れの事例で、そのトラブルの影響で計装品への影響があったものがあると思うが、そこで得られた技術の蓄積を踏まえ、「この程度であれば、交換する」というようなことを反映することはできないのか。
- ・できるだけ過去の知見、経験を反映した確実な補修をお願いしたい。

(関西電力：田中次長)

- ・今回のように880トン近くの水がタービン建屋全域に広がったというのは、極めてまれであり、逆に我々のデータが、世の中の人にとっては、知りたいデータではないかなというくらいの大規模な

漏えいであったと考えている。

- ・ 今回の計装品にどの程度影響が及んだについて、水で影響を受けたのか、蒸気で影響を受けたのかというあたりのデータが役に立つと考えている。
- ・ 今回、かなり大規模な調査を行っており、そういう意味では1から1つ1つ積み重ねている。

(榎田委員)

- ・ 今回からということではなくて、今までの経験を活かさない心配な点が残る。

(中嶋マシジャー)

- ・ 基本的には、修理をするときの判定基準を明確にしているが、そのあたりが、過去の事例、経験を踏まえていると考えている。

(榎田委員)

- ・ 今回の場合、影響の及ぶ範囲は非常に大規模であったが、取替えの基準については、過去の技術的な知見は活かしており、その意味では安心できるという点を確認していただきたい。

(木村委員)

- ・ 事例があまりないというのが化学プラントなどでは結構あるように思う。メーカーであれば、そういう事例とデータを持っているのではないか。

(県：寺川参事)

- ・ 格納容器内で水が漏えいしポンプを取替えた事例など、我々としても、これまで経験しているものがあるが、今回のように、蒸気系でこれだけ大量の水が漏えいした事例は少ないので、先ほど岩崎委員から指摘があったように、分解点検をしていないというようなものについては、どういう補修、点検をしていくのかについて、県として逐一内容を確認させていただきたいと考えている。

(木村委員)

- ・ これまでの点検結果を活かして、今後の点検をどうしていくのかという先ほどの話も含めて、後日、説明いただくことにして、議題1についての質疑は終了する。

2) 美浜発電所3号機の2次系配管の点検結果について(第1回報告)

(関西電力の松永次長(美浜発電所)より説明)

(飯井委員)

- ・ 資料が分かりにくいですが、資料2の9ページ(添付資料-4 3/3 注意書き)で、「技術基準に定める必要最小板厚を下回っているため、その健全性を確認するように指示された」ということであれば、結果は、「健全性に問題はなかった」という表現が適切ではないか。
- ・ 肉厚がどんどん薄くなり何が起こるかということ、割れが発生するとか変形が起きることであり、そういう点検をするということが健全性の確認ではないかと考えている。
- ・ しかし、この資料を見る限り、肉厚を再度測定したという結果であり、求められたことに対する作業をしていないのではないかと感じるが、このあたりについて、原子力安全・保安院はなにかコメ

ントしているのか。

- ・今日、原子力安全・保安院は出席していないが、このあたりについて、関西電力として点検しているのか。

(松永次長)

- ・これについては、前回の定期検査で、技術基準で定められている必要最小厚さを下回っており、今回も下回っているため不合格である。
- ・材料データに基づく実力評価については、いろいろと議論があり、技術基準適合という言葉ではなくて、健全性という表現は残っているが、不合格として扱っている。

(飯井委員)

- ・もちろん不合格である。結局、取替えを行うため、そのあたりは結果オーライということがあると思うが、必要最小厚さを下回っていることは測定前から予想できていたわけである。
- ・以前議論にもあがったが、仮に技術基準の解釈等を行うことによって、継続して使用するということであれば、再び肉厚を測定するというのではなく、「肉厚を下回っていった時に起こりうる事象に対して大丈夫であった」という検査結果がでてくるはずである。
- ・先ほど話をしたように、割れが生じるとか変形が起こることに対するチェックを行ったという結果がでてくるのが自然ではないかと感じている。
- ・取替えるからよいという判断があったのかかもしれないが、健全性に対する評価ということに関して、誰もが考えて妥当な検査が行われるということを希望する。

(木村委員)

- ・県の考え方はどうか。

(県：寺川参事)

- ・割れなどの測定の場合には、当然のことながら、どういう形状のものができて、それに対してどのような技術的評価をするのかということまでいって始めて正式な評価という形になる。それをもとに、次の定期検査まで持つのかどうかという評価を行っていく話である。
- ・例えば、蒸気発生器など過去の補修の場合、現在割れがあった場合に、次回定期検査までにどうかという評価を行っているというのが実態である。
- ・今回は、このような形での評価は行っていないが、割れ等のモードになれば、そのような評価になってくると考えている。

(岡委員)

- ・資料2の9ページ(添付資料 - 4 3/3 スケルトン番号 103 - 31)について、備考欄に取替補修を実施するとあるが、この箇所について取替えるという根拠は何か。

(関西電力：松永次長)

- ・この箇所については、減肉の傾向は確認されていないが、相手方の配管との溶接の際にシンニングを行い約 3.0mmとなっているが、必要最小厚さも約 3.0mmであるため余裕がないことから、厚みのあるものに取替えるということである。

(岡委員)

- ・必要最小厚さ約3.0mmに対して実測値3.0mmであるが、余寿命が4年となっているのはなぜか。

(関西電力：松永次長)

- ・前回の定期検査時の測定値は約3.0mmであるが、溶接端の近くを測定していることから、シンニングの影響で今回の測定では、約3.2mmとなったためである。

(木村委員)

- ・この表だけみると分かりづらい。

(山本和委員)

- ・資料 No.2 の参考資料 - 1 で (2) の項目として「マーキング消失による測定位置の差異」というものがあるが、これについては他の発電所でも、こういうマーキングが消えてしまっていたという事例があったと思う。
- ・マーキングの場所というのは、何回か測定して(減肉傾向を割り出すために)最小二乗法などの方法で計算が行われるが、同じ場所が測定されているというデータでないといけない。
- ・これから点検される場合に、マーキングを正確に保持するための方策というものは何か考えておられるのか。

(関西電力：松永次長)

- ・この配管は屋外に設置されており、雨水等によって錆等が発生し、当該位置(給水ポンプミニマムフロー管オリフィス下流 D-4点)のマーキングについては、(測定点として)消失していた。
- ・マーキングの位置には消えない塗料を塗って継続して監視するルールにしたいと考えている。
- ・マーキングの位置には塗料を塗って継続して監視するルールとしているが、今後は、マーキングが消失せず、継続して監視できるよう工夫したい。

(山本和委員)

- ・他プラントの事例では、マーキングの塗料の上にさらに別の塗料を塗ったために、元の塗料が見えなかったという場所があったと思うが。

(関西電力：松永次長)

- ・今回、(マーキングに関して)いろいろな指摘を受けたが、その中で美浜発電所においても、今ご指摘のような事例もあった。その件についても反省して、今後マーキング位置を確実に残すようにしたいと考えている。

(山本和委員)

- ・それから、超音波による厚さ測定というのは、壁面に対して直角にきちっと測定を行えば、それほど誤差がでるものではないと考える。このため、(同ページ(2)にあるような)検査会社が変わったから数値が変わったというような記載があるが、これは、明らかに測定する場所が変わったと考える。そういう意味では、マーキングの大きさの問題について、特にシンニング部では、マーキングの円の中のどの部分を測るかによって厚さが変わるわけであり、単純に、マーキングを行うのではなく、もっと正確に測定できるようなポイントを決めないといけない。そうでないと、せっかくデータを取得しても、その意義がないのではないかと考える。

(木村委員)

- ・今回のデータシートにはグラフ(円周方向板厚分布図)が付いていない。グラフがある方がよい。

(関西電力：松永次長)

- ・今回は、三菱重工が測定しており、記録様式が異なる。今後は別の検査会社(日本アーム)が測定していくので、その会社の記録様式である(木村委員がおっしゃる)データシートを出させていた
- たく。

3) 美浜発電所3号機2次系配管破損事故調査委員会(第7回)について

(県原子力安全対策課 寺川参事より説明)

(関西電力の亀山マネジャーより説明)

(飯井委員)

- ・仮に、乱流エネルギー分布というものと、減肉傾向に何らかの相関があるという前提での質問だが、まず、計算条件に関して、肉厚が初期の設計肉厚が保たれているものとして流れの解析をされていると理解してよいか。

(県：寺川参事)

- ・途中で変化していくという話か。

(飯井委員)

- ・おそらく、それは設計肉厚で計算されていると思うが、もし、エネルギー分布と減肉傾向というものに相関があるとすると、減肉が進展し周方向に一様でない減肉が進んでいくと、その傾向が加速されるのかということに関心がある。
- ・つまり、現在は減肉量を二次関数として評価しているが、それが十分かどうかについて計算で分かるかもしれない。

(県：寺川参事)

- ・その件については、確認させていただく。どこまで実際のシミュレーションでそれができるかどうか分からないが、そのような計算も一つの案であると考える。

(飯井委員)

- ・関西電力の資料の別添4の添付資料1-3について、可視化試験というものがあり、1/2.6スケールの試験体を使用されたと記載されている。
- ・もともとレイノルズ数 5.8×10^6 というものを模擬試験で実現するのは難しいと思うが、今回、主流と旋回流の流速の比についてレイノルズ数の影響を補正するというようなことはできなかったのか。
- ・今回の試験により、A系とB系に違いがあるというのは理解できるが、必ずしも実機と対応しているとは限らず、そのあたりについて評価、解析等を行うことによって何らかの考察ができなかったのかなという気がする。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・そのことについては、詳細を記載していない。確かに可視化試験では実機よりもレイノルズ数が下がっているが、乱流領域ということでは同じ領域になっている。解析については、大きさの制約がないため、実機大を想定して解析を行っている。可視化試験と解析が同様の結果を示しているということで、我々としては評価できたと考えている。

(飯井委員)

- ・工学的判断としては理解できるが、例えば、計算同士で、レイノルズ数が一桁違うものを比較して、傾向に大差がないことを確認した上で、モデル試験結果と対比させることにより、「実機とモデル試験の結果はよく対応している」という流れの方が、ロジックとしてより自然であると思うがどうか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・そういう解析も行っており、それが分かるように資料を整理させていただく。

(木村委員)

- ・今回、主に旋回流の影響でA系とB系に(減肉の)差が出たということ、また、A系だけをみても、配管の上下に(減肉の)差がでたということであるが、これで減肉の状況がほぼ説明できると考えてよいか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・今回、調査の過程で日本原子力研究所や原子力安全基盤機構からも意見を伺ってきたが、A系の特徴というものはある程度捉えることができたと考えている。ただ、この考察からは、A系の配管下部が減肉していなかったという結果は得られていない。
- ・しかし、A系、B系を比べた時のA系の特徴が起因しているものと思われるが、A系の特異な事象というものも今回認められておらず、そういった意味ではエロージョンコロージョンの範囲内の事象であったのではないかと考えている。

(木村委員)

- ・今後、新たな指針が策定されると思うが、これらのデータをそれに反映するようなことはあるのか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・第7回事故調査委員会においても、現在、日本機械学会等で検討している指針作りに反映するようなことがあれば、検討するというところで、宿題をいただいているところである。

(中川委員長)

- ・旋回流が原因として大きく寄与していたという理解であったが、今の説明では、そうではないということか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・(旋回流が)特徴ではあるが、旋回流で加わった速度で減肉が加速されるということではなくて、回っている程度の影響が旋回流の影響であると考えている。

(中川委員長)

- ・減肉が非常に偏った原因が旋回流であるということが言えるということか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・そうである。

(中川委員長)

- ・こういう旋回流が発生するという事は、これまで分かっていことなのか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・今回の検討で明らかになった。

(中川委員長)

- ・(例えば)曲がり配管の中で旋回流が発生するという事について、これまでに実験とか解析とかなかったのか。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・減肉に結びつけるようなものは特になかったと聞いている。こういう事象があったとしても、委員会で報告されたように、減肉速度が、そもそも指針で決められていた0.45mm/年に等しいということで、(旋回流は)特徴的であるが、特に異常なものではないと考えている。

(県：寺川参事)

- ・旋回流が発生するという話について、例えば、敦賀2号機で配管が割れたという事例で、原因を調査した結果、旋回流が発生していたということがあり、旋回流が起きるということは基本的な概念としてはあると思うが、それが、設計の段階で考慮されるとか、今回のように配管に影響を与えるというような評価は行われていないと思う。

(岩崎委員)

- ・今回、このように精密に解析を行っているが、結局、(配管の肉厚)測定を行っていれば避けられた事故という解釈でよいか。そうであるならば、これからの測定は安心を生むということで理解できる。
- ・委員会では、最初に議論したときに、(原因が何か)予想できない事故であったかどうかということが焦点になっていたと思う。

(関西電力 亀山マネジャー)

- ・ご指摘の通りであり、特に特異な事象ではなかったというのが、この検討結果である。よくみていれば(管理して点検を行っていれば)防げたものと考えている。

(木村委員)

- ・他に何か質問等あればお願いします。

(県：寺川参事)

- ・美浜3号機は、今、停止している状態だが、事故が発生した8月9日前にもともと8月14日からの定期検査を予定しており、県として8月13日に定期検査入りのプレスを行っている。
- ・（事故の影響調査等の）調査を優先していたため、定期検査の作業はほとんど行われていなかったが、調査もほとんど終わったため、今後、順次、定期検査作業を実施することになる。
- ・定期検査の内容については、参考資料として配付させていただいているが、今回、定期検査の工事著しては、かなり大掛かりな作業もあり、原子炉容器管台溶接部等の超音波探傷検査や2次系の復水器や熱交換器の取替えなどが行われる予定である。
- ・2次系配管の点検も継続して行われているため、このあたりの取り合いもあり、いつ終了するかは未定である。

4) 美浜発電所2号機および敦賀発電所2号機の定期検査における2次系配管の点検計画等について

（関西電力の牧野チーフマネジャーより説明）

（日本原子力発電の佐藤副所長より説明）

（飯井委員）

- ・日本原電の資料5の添付資料1（P3）だが、配管の取替工事に関して、配管の材質について以前質問したが、炭素鋼の配管を取替える場合には、低合金への取替を原則として考えているという説明があったと思う。
- ・この資料を見ると、給水出口配管についてはステンレス鋼に取替を予定しており、また次ページ（P4の）低圧給水加熱器ドレンタンク常用推移制御弁下流側配管についても、当該部は温度がかなり低いステンレス鋼への取替を予定している。
- ・このあたりの材料選定の方針について説明いただきたい。

（日本原電：佐藤副所長）

- ・材料の選定方法については、まず、寿命評価を行い、これからの運転を考えて低合金鋼で十分と考えられる場合、基本的に低合金鋼に取替える。しかし、減肉の進展が速いような箇所について、ステンレス鋼で安心できる場合はステンレス鋼に取替える。
- ・（P4の）低圧給水加熱器ドレンタンク常用推移制御弁下流側配管については、低合金鋼への取替で十分であると考えますが、事象発生が今年の10月であり、材料手配の関係からステンレス鋼であれば間に合うということで、材料も耐食性に優れておりステンレス鋼にしている。このように、その年ごとの状況によっては、若干異なる場合がある。

（飯井委員）

- ・同じような質問を関西電力に対しても行いたい。以前、説明では、原則としてステンレス鋼に取替えるという説明であったが、資料4の添付資料2-2（高浜2号機 第22回定検において減肉等により配管を取替える箇所一覧表）の ~ の配管については、炭素鋼から低合金鋼に交換すると記載されている。このあたりの材料選定の方針について説明いただきたい。

（関西電力 牧野チーフマネジャー）

- ・基本的には、今ほど日本原電の方から説明があったような考え方であるが、他には配管を溶接するポンプや弁など相手側の材料によって、溶接部の熱処理が必要な場合は、熱処理が可能な低合金鋼にするというような材料選定を行っている。

(飯井委員)

- ・今の回答であると、(溶接する)相手側の配管によって材料を選定するということが、今回、ヒータドレン管であり、特に鋳物であるタービンのケーシングに取り付けるようなものではないと思われるため、全部、ステンレス鋼にしてもよいという感じがするが。

(関西電力 牧野チーフマネジャー)

- ・熱膨張等も考慮して最適な材料を選定するわけだが、耐食性材料である SUS 3 304 (ステンレス) もしくは同種材料に取替えることとしており、そのあたりを総合的に勘案して決めている。

(飯井委員)

- ・熱膨張を考慮するという事になると、主給水ラインの方が大きいと思うが、今回、第4給水加熱器ヒータ近くでステンレス鋼に取替えができて、ヒータドレン管で、それができないというのは、一般論としては分かるが、技術的に考えるとどうかという印象を受ける。

(関西電力 牧野チーフマネジャー)

- ・今、細部についてのデータを持ち合わせていないので・・・。

(飯井委員)

- ・毎回、同じような質問をしており、(資料には)「こういう理由でこの材料を選定した」という説明をいれていただくと能率的に(議論が)できるので助かるが。

(木村委員)

- ・そのような記載があると分かりやすいと思う。

(県：寺川参事)

- ・美浜3号機については、先ほど話をさせていただいた通り、定期検査を実施しているが、今回長期間の定期検査であり、また、事故を起こした発電所ということもあり、県としても必要な部分については、これまで以上に立ち会って確認していきたいと考えている。
- ・今回、原子炉圧力容器の超音波探傷検査のための新しい装置も導入されており、そのような検査が行われる際には、委員の先生方にもご紹介して、立ち会いをお願いできる場合は、そうしたいと考えているので、よろしく願いしたい。

(木村委員)

- ・臨機応変に対応したい。
- ・他に何かあればお願いしたい。

(県：寺川参事)

- ・県では、四半期毎に福井県原子力環境安全管理協議会を開催しているが、次回の協議会開催を1月中旬以降に予定しているが、この協議会開催までに一度、この委員会を開催さひたいと考えている。
- ・このため、日程について、1月10日～20日の間で調整させていただきたい。

以上