

## 第 49 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 20 年 10 月 13 日（月）14:00～16:00

2 場所：県庁 6 階 大会議室

3 出席者

（委員）

中川 委員長、木村 委員、田島 委員、岩崎 委員、山本(章)委員

（原子力安全・保安院）

原山 地域原子力安全統括管理官

（関西電力株）

鈎 原子力事業本部 原子力技術部門統括、岩崎 機械技術グループマネージャー、  
長谷川 機械技術グループリーダー

（福井県）

品谷 安全環境部長、櫻本 原子力安全対策課長、岩永 原子力安全対策課参事

4 会議次第

（1）県内原子力発電所の最近の異常事象について

5 配付資料

・会議次第

・資料 No. 1 大飯発電所 3 号機の原子炉容器出口管台溶接部の傷について  
（関西電力株）

・資料 No. 2-1 関西電力株大飯発電所 3 号機原子炉容器 A ループ出口管台溶接部の  
損傷について （原子力安全・保安院）

・資料 No. 2-2 関西電力株大飯発電所 3 号機原子炉容器 A ループ出口管台溶接部の  
損傷の原因と対策について （原子力安全・保安院）

・資料 No. 3 県内原子力発電所の最近の異常事象について  
（福井県原子力安全対策課）

## 6 議事概要

### 議題 1 県内原子力発電所の最近の異常事象について

- ・大飯発電所 3 号機の原子炉容器出口管台溶接部の傷について  
(関西電力株から資料 No. 1 の内容について説明)  
(原子力安全・保安院から資料 No. 2-1, 2-2 の内容について説明)

#### < 質疑応答 >

(山本(章)委員)

- ・資料 No. 1 の 9 ページで許容応力を判定基準としているが、許容応力の位置付けを詳しく教えて欲しい。
- ・原子力安全・保安院の資料では、事故、過渡変化を含めて考慮するとある。事故時は、原子炉冷却材圧力バウンダリに 1.2 倍の応力がかかることも踏まえて許容応力が設定されていると思うが、許容応力を超えると即時、配管などは破断するという状態に至るものなのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・許容応力は、材料の引張強度に対して余裕を持って設定された応力である。したがって、仮に許容応力を超えた場合でも、直ぐに配管が破断するというようなことはない。

(山本(章)委員)

- ・強度評価結果で 20mm 程度削って、発生応力が 101MPa から 107MPa へと 6 MPa 上昇している。更に 20mm 削った場合、更に 6 MPa 上がるという見方をしてよいのか。それとも別途評価して結果が変わるものなのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・応力と板厚は比例関係にあるわけではなく、更に 20mm 削った場合の発生応力は有限要素法で評価する必要がある。なお、更に 20mm 削った場合でも 6 MPa も上がらないと考えている。

(山本(章)委員)

- ・窪みを残して運転した場合、一次冷却材の乱流等によって当該部にエロージョンが起きる心配がある。リンガルス事例では、削って 2 サイクル運転したとのことであるが、停止後の窪みの観察結果はあるのか。

(関西電力：岩崎M)

- ・傷を削って、2 サイクル運転した後、溶接補修を行ったと聞いているが、観察結果までは情報を入手できていない。

(山本(章)委員)

- ・傷の埋め戻し工事をしたということは、2サイクル運転後、再度窪み部を観察しているはずであり、傷の形状変化は確認されていないのか。

(関西電力：岩崎M)

- ・入手した情報では、特段そのような報告は含まれていないことから、形状変化などの問題はなかったと考えている。

※事務局注

委員会終了後、関西電力がリングルス発電所に問い合わせ、各サイクル運転後の窪み部および周辺の点検において、形状変化などの異常はなかったことを確認した。

(田島委員)

- ・資料 No. 1 の 7 ページで、一次冷却材量の増加等とあるが、これはどういうことか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・管が窪んでいる分だけ一次冷却材の体積が増えることになるため、その影響について評価している。(1次冷却系の全体積と比較して非常に小さいので)影響は無いと分かっていたが、念のため定量的な評価を行ったものである。

(木村委員)

- ・ウォータージェットピーニング (以下「WJP」という。) は実施済みなのか。
- ・WJP により溶接部の残留応力を除去する技術は確立されたものだと思うが、応力改善効果のデータがあれば教えて欲しい。

(原子力安全・保安院：原山地域原子力安全統括管理官)

- ・WJP は実施済みであり、外観検査や据付検査でその結果を確認している。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・WJP の効果については、これまでに確証試験を行っており、対象部位表面では実施後 400MPa 程度の圧縮応力に改善され、表面から 1mm 程度の深さまで応力改善できる結果が得られており、PWSCC 対策として十分なものであると考えている。

(岩崎委員)

- ・現在の板厚は 53mm で、安全性は担保できるとのことであるが、実際はどこまで削ることができるのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・まだ、原子力安全・保安院の確認を受けたものではないが、社内で色々と検討した結果、更に 6 mm (板厚 47mm) 程度までの切削であれば、許容応力内に収まると思わ

れる。

(岩崎委員)

- ・資料 No. 2-1 の 3 ページに工事計画届出の経緯が記載されており、5月13日に70mmから64mm、7月30日に64mmから53mmと2回板厚の変更手続きを行っているが、一般人から見ると奇異な印象を受ける。なぜこのような手続きを行ったのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・当初、超音波探傷試験の結果から、傷は浅く板厚70mmまで削れば消失すると判断していた。その後、70mmまで削っても傷は消えなかったが、それでもまだ傷は浅く、10mm程度削れば消えると判断し、64mmとして届出を行った。実際の傷は、更に深く、判断が甘かったと反省している。

(原子力安全対策課：岩永参事)

- ・補足させていただくと、当該部は水中環境であり、肉盛溶接を行う工法は採れない。肉盛溶接ができるのであれば、元の板厚まで戻せるため、板厚の変更手続きは不要であるが、今回の場合、窪みを残すため、板厚の変更手続きが必要であった。
- ・なお、まず国の確認を受けてから切削する手順となるため、2回の手続きを行うこととなった。

(中川委員長)

- ・原子力安全・保安院として、工事計画の妥当性の判断は、発生応力と許容応力との関係で決まるということが良いのか。

(原子力安全・保安院：原山地域原子力安全統括管理官)

- ・その通りである。

(山本(章)委員)

- ・当該部の応力評価の際、材料強度の低いステンレス鋼を用いて保守的な評価をしたとのことであるが、どの程度保守的となっているのか。
- ・耐震評価はS1, S2地震動で評価したとのことであるが、これは旧耐震指針による評価ということか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・600系ニッケル基合金の材料強度値164MPaに対し、今回評価に用いたステンレス鋼(SUSF316)では114MPaであり、5割程度、保守的な評価となっている。
- ・耐震評価については、旧指針によるS1, S2地震動のうち、大きい方であるS2の405galで評価している。
- ・なお、3月の耐震安全性評価の中間報告で、新耐震指針に基づく基準地震動Ssは

600gal と報告しており、この地震動でも参考解析を行い、600gal でも問題ないことを確認しており、十分な耐震性が確保されていると考えている。

(田島委員)

- ・資料 No. 1 の 9 ページで、許容応力 114MPa に対し、発生応力が 107MPa であり、余裕が僅かしかない。114MPa でも壊れないとのことではあるが、素人目には恐ろしい状況になるように思える。

(中川委員長)

- ・実際の破壊応力に対して、許容応力はどの辺りに設定されているかを回答願いたい。

(関西電力：岩崎M)

- ・この評価において、許容応力は、実際の材料強度に対し、3分の1の所に設定しており、壊れるまでに3倍程度の余裕があると考えられる。

(田島委員)

- ・一般の方にそのように言ってもいいものなのか。

(関西電力：岩崎M)

- ・規格で定められているものであり問題ない。

(中川委員長)

- ・リングルス発電所の2サイクル運転後の対応はどうしたのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・窪みを肉盛りした後、接液部を耐食性の高い材料で溶接したと聞いている。

(中川委員長)

- ・その方法は、今回の大飯3号機についても使えるのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・リングルス発電所と同様な方法で、(次回定期検査時に) 窪みの深い部分は 600 系ニッケル基合金で肉盛溶接した後、溶接部全周を 690 系ニッケル基合金で肉盛溶接する方法で対応する。

(中川委員長)

- ・当該部の水を抜く方法も同じなのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・水を抜いて気中の環境を作る方法についても、リングルス発電所で行われた方法と同様に行って溶接する予定である。

(中川委員長)

- ・大飯3号機原子炉容器管台溶接部の傷について、原子力安全・保安院の見解も踏まえ、原因および現状の対策は、妥当なものと考えられる。
- ・現在の解析結果を見る限り、特に安全上の問題はないとのことであるが、窪みを残した状態でいつまでも運転するわけにはいかないので、次回の定期検査時には、元の形状に戻す計画をしっかりと実行することが重要である。
- ・同様な事象は、今後、国内PWRで発生する可能性があり、対策の工法についても事前に十分検討して取り組んでいただきたい。肉盛溶接については、蒸気発生器で工事実績があるが、品質保証活動に万全を期していただきたい。
- ・応力腐食割れについて、蒸気発生器管台溶接部でも多数確認されていることから、適切なタイミングで点検を行い、積極的に応力改善など、予防保全対策を実施していただきたい。また、このような作業を行う場合には、作業員の被ばく低減について十分考慮していただきたい。
- ・この件に関し、材料強度の専門家に意見を伺ったが、窪みを残した状態で運転することは大丈夫であるとのことであった。しかし、補修する計画を確実に実行できるよう十分準備をして欲しいという意見をいただいているので、付け加えておく。

## 議題1 県内原子力発電所の最近の異常事象について

- ・その他の事象について

(福井県原子力安全対策課から資料No. 3の内容について説明)

<質疑応答>

(山本(章)委員)

- ・資料No. 3の3-4ページの「もんじゅ」の屋外排気ダクトの腐食孔について、写真を見ると減肉している上から塗装しているように見えるがその理解でよいか。

(原子力安全対策課：木下主任)

- ・そのとおり。

(山本(章)委員)

- ・前回塗装した時、減肉があることは、ある程度わかっていたのか。

(原子力安全対策課：木下主任)

- ・はい。平成 11 年に屋外排気ダクトの全面塗装を行っており、腐食した上から塗装したと考えられる。

(山本(章)委員)

- ・ということは、外観の目視点検を行うことにより、このような腐食孔の発生は防げるということか。

(原子力安全対策課：木下主任)

- ・しっかりと外観点検を行うことにより、防ぐことができたと考えられる。

(中川委員長)

- ・腐食することがわかっていて、その上から塗装したということか。

(原子力安全対策課：木下主任)

- ・現場を確認すると、腐食している上に塗料が乗っている状態であるので、そのように考えている。

(中川委員長)

- ・これ以外の部分で、孔は開いていないが腐食している上に塗装しているところはあるのか。

(原子力安全対策課：木下主任)

- ・屋外に設置されている設備であり、ダクト上面は雨水が溜まりやすい構造なので、現状でも錆びて茶色く変色している箇所がかなり見ついている。これ以外にも 1 箇所、表面が荒れた箇所があり、サンプルを切り出して分析した結果、外面から減肉していることが判明している。
- ・他にも減肉箇所がないか、現在、肉厚測定を実施しているところであり、その結果を踏まえ対応していくこととしたい。

(木村委員)

- ・資料 No. 3 の 1 - 1 ページの高浜 4 号機の蒸気発生器伝熱管について、A～C 号機それぞれ 100 本余り施栓されている。高浜 4 号機の伝熱管の材質は、600 系ニッケル基合金であったと思うが、690 系ニッケル基合金に取り替える計画はあるのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・600 系ニッケル基合金は、応力腐食割れに対して感受性が高いため、将来的には 690 系ニッケル基合金への取り替えを検討する。

(木村委員)

- ・資料 No. 3 の 1 - 2 ページの高浜 4 号機の蒸気発生器管台溶接部の傷について、応力腐食割れの発生原因およびその対策は、先ほど説明のあった大飯 3 号機原子炉管台溶接部の傷と同様なのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・同様である。
- ・傷を削り取り、その窪みは 600 系ニッケル基合金で埋め、接液部は 690 系ニッケル基合金で溶接する計画である。なお、高浜 4 号機の当該部は、元々、計画的に補修工事を行う予定をしていた。

(木村委員)

- ・窪みの肉盛溶接および接液部の溶接とも 690 系ニッケル基合金で行わない理由はなぜか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・窪みは、周辺に 600 系ニッケル基合金が残っているため、(溶接性のよい) 600 系ニッケル基合金で肉盛溶接し、接液部については 690 系ニッケル基合金で溶接することとしている。

(岩崎委員)

- ・資料 No. 3 の 1 - 1 ページの伝熱管施栓履歴表について、10%まで施栓しても問題ないという理解でよいのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・はい。伝熱管施栓率を 10%まで見込んで安全評価を行っており、その評価に問題のないことを原子炉設置許可申請書で確認していただいている。

(岩崎委員)

- ・伝熱管の施栓率が 10%となった場合は、蒸気発生器を交換することになるのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・いいえ。安全評価を行った条件の範囲を超えるため、再度安全評価を行うことになる。

(岩崎委員)

- ・高浜 4 号機とは関係ないかもしれないが、原子力発電所は高経年化に対応していくという話を耳にしている。毎年、伝熱管を施栓していくと使用できる管が減っていくことになるが、どのように理解すればよいのか。

(関西電力：鈎原子力技術部門統括)

- ・伝熱管については、応力改善対策を実施し、十分効果があったと考えており、損傷の発生件数は大幅に下げることができたと考えている。今回、1件発生したことから、今後の推移を見て、予防保全の効果について検証していきたい。

(山本(章)委員)

- ・資料No.3の2-1ページの敦賀1号機の原子炉給水ポンプの事象と2-2ページの原子炉再循環ポンプの事象に関連性はあるのか。

(原子力安全対策課：吉田企画主査)

- ・今回の2つの事象には、特に関連性はないと考えている。

(山本(章)委員)

- ・資料No.3の3-2ページの敦賀2号機のタービン動補助給水ポンプでのトラブルは、異常事象ではあるが試運転時に見つかったということであり、成功事例ではないか。

(原子力安全対策課：吉田企画主査)

- ・県の中でもそのような意見はあったが、国のトラブルにも該当していることから安全協定上の異常事象として扱っている。

(原子力安全対策課：岩永参事)

- ・残念ながら、この部品（ブレーキ部）は、今まで全く点検されておらず、当該ポンプの試運転時にブレーキ部の摩擦板が脱落したため発見できたものである。事故時に動作不良が発生してはいけないという意味では、（接着状態の確認は難しいものではあるが、）今後確実に点検していただく必要がある。

(中川委員長)

- ・資料No.3の3-1ページの敦賀2号機の高圧タービン車室からの蒸気漏れの原因は、現在調査中という理解でよいか。

(原子力安全対策課：吉田企画主査)

- ・そのとおり。現在、原因調査中である。
- ・資料番号は付していないが、関西電力の大飯3、4号機の低圧／高圧タービン取替計画に係る事前了解願いを10月9日に受理したので、県が発表したプレス文で紹介させていただく。
- ・本計画は、海外で発生した低圧タービンにおける応力腐食割れ事象を踏まえて、予防保全対策として取替えるというものである。あわせて、高圧タービンについても信頼性の向上を図るために取り替える。また、最新の設計手法を用いることから、効率が多少上がると聞いている。

- ・先程説明したとおり、敦賀2号機で高圧タービンからの蒸気漏れ事象が発生しており、現在、原因を調査中である。大飯3、4号機のタービンは基本的に敦賀2号機と同設計であるため、敦賀2号機での事象の原因を踏まえ、反映すべき知見があれば、関西電力には適切に対応して頂くよう事前了解願いを受けた際に、県から申し入れを行っている。

(中川委員長)

- ・敦賀1号機の原子炉給水ポンプは、A号機、C号機とも復旧しているのか。

(原子力安全対策課：神戸主事)

- ・両機とも対策をとって、A号機は運転、C号機は待機状態に復帰している。

(田島委員)

- ・メカニカルシールについて、回転リングと固定リングは100%接触して、漏れないようにしているのか。構造について教えて欲しい。

(原子力安全対策課：藤内企画主査)

- ・資料No.3の2-2ページの敦賀1号機再循環ポンプおよび2-3ページ的美浜2号機余熱除去ポンプのメカニカルシールは、どちらも回転リングと固定リングが接触して、水が漏れ出るのを防ぐ構造となっている。ただし、完全に密着してしまうとポンプを回せなくなってしまうので、ある程度は隙間がある。このため、水が若干漏れることは考慮されており、漏れた水を確実に回収するためにドレン配管等が設けられている。

(中川委員長)

- ・色々な事象の報告を受け、委員からは色々な意見を受けた。
- ・原子力発電所の安全・安心のために、各事業者は、委員から出された意見を踏まえ、異常事象の減少に向けてより一層の努力をお願いしたい。

以上