

第 42 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 1 月 16 日（水）13:30～15:30

2 場所：国際交流会館 3 階 特別会議室

3 出席者

（委員）

中川 委員長、木村 委員、柴田 委員、安井 委員、山本(和) 委員、
岩崎 委員、飯井 委員、山本(章) 委員

（関西電力株）

肥田 原子力事業本部 副事業本部長、
尾崎 原子力事業本部 土木建築グループチーフマネージャー、
永田 原子力事業本部 発電グループマネージャー

（(独)日本原子力研究開発機構）

伊藤 理事、岸和田 新型転換炉ふげん発電所 所長、
飯島 敦賀本部 技術主席

（福井県）

筑後 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、前川 原子力安全対策課参事

4 会議次第

- (1) 新型転換炉「ふげん」原子炉補助建屋のコンクリートに係る調査結果について
- (2) 関西電力株「トラブル低減に向けた取組み計画」について

5 配付資料

・会議次第

・資料 No. 1-1 新型転換炉「ふげん」発電所における原子炉補助建屋の
コンクリート強度の低い原因等について
(独)日本原子力研究開発機構)

・資料 No. 1-2 新型転換炉「ふげん」原子炉補助建屋のコンクリートに係る
調査結果について
(独)日本原子力研究開発機構)

・資料 No. 1-3 新型転換炉ふげん発電所における原子炉補助建屋のコンクリート
強度の低い原因等について日本原子力研究開発機構からの報告に
ついて
(原子力安全・保安院)

・資料 No. 2 トラブル低減に向けた取組み計画
(関西電力株)

6 議事概要

議題 1 新型転換炉「ふげん」原子炉補助建屋のコンクリートに係る調査結果について

(飯島 技術主席から資料 1-1～1-3 の内容について説明)

<質疑応答>

(安井委員)

- ・今回の報告では、コンクリート強度が不足していた理由として、フライアッシュが含まれていたためとしているが、コンクリート内からフライアッシュが見つかったからといって、そう言えるのか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- ・第三者機関に委託して分析を行った結果、分析した全 26 試料からフライアッシュが確認され、顕微鏡で観察するとフライアッシュが容易に見つかることから、不純物程度の混入ではなく、ある一定程度含まれていたと考えられると報告を受けている。フライアッシュを混合したコンクリートの試料の分析結果とふげんの試料の分析結果の比較からも、フライアッシュが相当量含まれていたと判断できる。
- ・専門家にフライアッシュの含有量の定量化ができないか尋ねたが、顕微鏡観察で数を数えるしかないとのことであった。また、化学的な組成が、フライアッシュと骨材は似ているため、化学的な分析も難しい。
- ・また、フライアッシュを混合したコンクリートについては、施工後に適切な養生を行わないと強度が不足することがわかっており、こうしたことから今回の事象の原因として、フライアッシュを混合したコンクリートを適切に養生しなかったことと推定している。

(安井委員)

- ・「ふげん」は 1970 年から 1978 年に建設され、関西電力のプラントは 1967 年頃から建設を開始しており、「ふげん」とほぼ同時期に建設が進行していた。どちらもフライアッシュが入ったコンクリートを使っているが、何故、「ふげん」だけ適切な施工がされず強度問題が発生したのか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- ・原子力機構としても、原因解明に努力したが、何故フライアッシュを入れたのか、あるいは、何故最初からフライアッシュを使用した仕様書にしなかったのかについては、記録等が残っておらず、証言も得られなかったことから、詳しいことは解明できなかった。
- ・仕様書において、普通ポルトランドセメントにした理由も調査したが、明確な採用理由は記録されていなかった。ただし、当時、「ふげん」以外の旧動燃（動力炉・核燃料開発事業団。現在の日本原子力研究開発機構。）の施設でも普通ポルトランドセメントの採用実績はあり、普通ポルトランドセメントとしたことが間違いだったとは言えないと考える。

(中川委員長)

- ・関西電力のプラントについては、施工記録などは残っているのか。

(関西電力株：尾崎チーフマネージャー)

- 例えば、美浜発電所1、2号機で、フライアッシュセメントB種を使用していたことは、当時の建設記録等で確認できている。

(中川委員長)

- 施工後の養生は1960年の基準どおり行われていたのか。

(関西電力株：尾崎チーフマネージャー)

- 施工記録や要領書などで、基準どおりに施工していたことを確認している。

(木村委員)

- 「ふげん」では、建屋の全てのコンクリートにフライアッシュが含まれていたのか。強度の弱かった箇所によく含まれていたというようなことはなかったのか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- 地下2階から地上3階までの厚い壁、薄い壁あるいは、壁の表層部や中心部から、万遍なく採取した26試料のいずれからも同様に確認されており、その様相も同じようであった。

(木村委員)

- ほぼ同時期に施工されている電力会社には施工記録が残っており、当時の動燃には残っていないとのことだが、動燃は電力会社に比べ、コンクリートのことが分かる土木や建築の技術者が少なかったということはないか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- 資料の保存については、当時の文書規定が明確でなかったこともあり、どの時点で無くなったのか分からない*。「もんじゅ」については、壁毎の施工記録が保存されていることを確認している。

(※事務局注釈：原子炉補助建屋の壁毎の施工記録は残っていないが、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき使用前検査を実施した壁についての記録は保存されている。)

- 技術者については、当時の動燃は、発足してからそれほど時期が経過しておらず、プラント建設の経験のある技術者はいなかった。このため、施工管理は外部に委託していた。資料 No. 1-1 に記載のある37名というのは、「ふげん」建屋のコンクリート工事に携わった技術者の数である。プラントの建設に携わった技術者の数としては、もっと大勢であった。

(木村委員)

- 資料 No. 1-1 の8ページに37名のうち、亡くなられた方等を除く29名に聞き取り調査をしたとあるが、施工した会社や工事をした技術者を含むのか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- 37名の内訳は、動燃が8名、施工管理会社が9名、工事施工会社が20名であり、亡くなられた方以外に聞き取りを行った。

(木村委員)

- この時期は、バブルの時代で土木、建築工事が多く、コンクリートに関しても品質が悪いなど、いろいろとトラブルがあったと記憶しているが、他のプラントでは十分な強度があったことから、根本原因の観点でお聞きした。今後、廃止措置を進めるに当たり、更にコンクリートに関する技術者が必要になると思うが、技術者は充足されているのか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- 「ふげん」建設当時にはサイトにいなかったため、経験のある会社から出向していただき、建設した。現在は高経年化に関する技術者など、人数は充足していると考えている。

(日本原子力研究開発機構：岸和田所長)

- 「ふげん」建設当時、動燃では、FBR、濃縮、再処理などいろいろなプロジェクトが進められていたが、縦割り組織であった。現在の原子力機構は、横断的な組織として、本部に建設部を設けており、土木や建設などの技術者が所属している。

(柴田委員)

- 他プラントの高経年化の報告書で、コンクリート強度にはある程度のばらつきがあるということであったが、「ふげん」で測定されたコンクリート強度は、他のいろいろな所で採取しているデータのばらつきの範囲内に入っているのか。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- 厚壁の中心部など、健全な部分は、ばらつきの範囲内に入っていると考えている。表層部や薄い壁の強度については、今回の原因究明がされる以前は、養生が不十分であった箇所は強度が弱いという認識が無かったため、ばらつきが大きいと判断していたが、適切に施工された部位については、ばらつきは小さいと考えている。

(飯井委員)

- 今回、明らかになったことを今後を活かしていくことが重要である。
- 対策として掲げられている「品質マネジメントのより一層の改善」あるいは、「最新の情報を適切に工事仕様書等に反映し、工事施工における品質管理を更に充実」とは具体的にどういうものをもう少し補足して欲しい。
- 金属材料を扱っている立場では、ミルシートというものがあり、基本的に全ての材料に対して、サンプル強度を記録として残すのが常識となっている。そのような観点からすると、他プラントのコンクリート強度の確認状況でコアを採取していないところも見られるが、コアの採取は必須ではないのか。「品質マネジメントのより一層の改善」とは沢山のコアを採取して強度を確認するということなのか。それとも、施工管理をしっかり行えば強度が出るということで、実体強度確認はやらないということなのか。その辺を明確にしていきたい。
- このような事例が、例えば建築学会の指針等で今後の管理の改善につながるようになれば、今回の事例も活きると思う。

(日本原子力研究開発機構：飯島技術主席)

- 現在の原子力機構の建屋建設に係る品質マネジメントシステムは、これまでの経験を踏まえて、改善を図ってきている。品質マネジメントシステム改善についての具

体的な取り組みとして、発注に際しての要求事項の明確化、必要に応じた受注者監査など、実際の面で今回の教訓を活かしていく。

- ・建築学会の指針類への取り込みについては、指針は順次改訂されてきており、改訂の状況を常に把握しながら、適切に工事仕様書に反映していくことが必要と考えている。

(関西電力株：尾崎チーフマネージャー)

- ・コアを建物から採取することが必須なのかという点については、基本的に必須ではない。コアを抜くことは、出来上がっているものを微少なながらも傷つけることになり、また鉄筋を切る可能性もあるため慎重に行う必要がある。このため、資料 No. 1-1 の「もんじゅ」の説明のところにも記載があるが、最近では、建設時の同材料を使用した試験体を作り対応している。また、コンクリート強度確認のためだけにコアを採取することは、リスクなので、大きな機器改造工事等で壁を撤去・復旧するような機会を利用して、その壁からコアを採取するようにしている。
- ・施工管理の反映については、建築学会でも、構造体の品質を確保するため施工管理に反映させる方向であり、JASS（建築工事標準仕様書）も厳しくなっている。

(飯井委員)

- ・壁厚によって、施工管理が変わるような指針となっているのか。

(関西電力株：尾崎チーフマネージャー)

- ・そのようにはなっていない。

(山本(章)委員)

- ・原子炉建屋や補助建屋については強度が保たれることがよくわかったが、例えば、サービスビルに設置される緊急時対策室について、同様な心配をしなくてよいのか。

(原子力安全対策課：嶋崎企画主査)

- ・現在、国において、新潟県中越沖地震を踏まえた検討が行われており、柏崎刈羽発電所で緊急時対策室が使用できなかったという問題についても、いろいろ検討されたと聞いている。
- ・昨年末に出された報告書の中で、緊急対策室について耐震性を確保するように示されており、今後、各事業者においては、耐震Bクラス並（建築基準法の1.5倍の地震力）を確保する方向で検討がされていくと聞いている。

(中川委員長)

- ・「ふげん」原子炉補助建屋の健全性は10月27日の本委員会でも確認されている。今回、強度が弱かった原因について、妥当な説明がされたと思うが、国の方でも専門家の意見を聞いて、調査結果の妥当性について検討することになっており、その結果がまとまった段階で、国から説明を受け、必要に応じて、本委員会でも審議することとしたい。
- ・原子力機構においては、今回の調査結果を県民に対して分かりやすく説明するとともに、廃止措置を着実に進めてもらいたい。

議題2 関西電力株「トラブル低減に向けた取組み計画」について

(肥田 副事業本部長から資料2の内容について説明)

(木村委員)

- ・「深堀分析」という言葉を使用しているが、国や当委員会などでも使用している「根本原因分析」ではなく、「深堀分析」とする意味は何か。
- ・美浜発電所3号機の事故を踏まえた29項目の再発防止対策の1つとして、技術アドバイザー制度を設置し、平成18年度に異常事象件数が減ったときには、技術アドバイザー設置の効果が現れてきたのではないかという報告があったと記憶しているが、この計画は技術アドバイザーに触れられていない。29項目の対策と今回の計画の関係はどうなっているのか。また、国が位置づけを見直した原子炉主任技術者が、今回の計画でどのような役割を果たすのか説明いただきたい。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・「深堀分析」と「根本原因分析」との関係であるが、「根本原因分析」を行うには、関係者に、その事象に至るまでの背景を聞き取ったりする必要がある。今回は過去5年間のトラブルの分析を行ったが、昔の事象についての聞き取りはできないため、「根本原因分析」レベルまでの分析はできていない。また、今回の分析では、単なる作業不良といったような分類で終わるのではなく、どういう理由で作業不良となったのかまで分析するというので、言い方は適当だったかはわからないが、「深堀分析」という言葉を用いた。

(木村委員)

- ・原子力関係者はわかりにくい言葉を使うことが多いとされている。「深堀分析」という用語についても、一般的に使用されている「根本原因分析」との違いをしっかりと説明しておいた方がよい。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・「深堀分析」については、資料No.2の2ページで「トラブルの人的背後要因を分析」することである旨、注釈を付けているが、わかりにくかったかもしれない。
- ・また、当時、技術アドバイザーを設置した目的は、特に技術基準の理解が不足していたという問題があったため、技術基準の深い知識を有する者をアドバイザーとして設置し、技術基準を遵守できるようにするためである。今回のトラブル分析では、技術基準がらみではなく、作業計画や現場作業での問題であったため、技術アドバイザーが果たす役割とは違うと考えている。
- ・原子炉主任技術者について、国が言っているのは、原子炉事故に至るような大きな事象に対して、原子炉主任技術者の役割を明確にするとともに、原子炉主任技術者の体制を独立させ、権限を強化するというのが目的である。今回、いろいろなトラブルを分析したが、原子炉安全に直接関わるようなものはなかったと考えている。

(木村委員)

- ・技術アドバイザーの設置は、技術基準の理解不足を補うためとの説明だが、原子炉主任技術者を補助してトラブル対策に当たるために恒久的に設置し、将来は保安規定にも位置づけられるものと理解していたが、そうではなくて、期間限定的なものということか。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・技術アドバイザーは、恒久的に設置する。主たる設置理由である技術基準の遵守を第一に行ったうえで、技術的な相談に応じトラブルを防止の役割を果たしていく。

(中川委員長)

- ・技術アドバイザーは、現場をあまり見たりしないということか。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・必要な場合には行くと思うが、実質的に、技術アドバイザーが現場作業の指図をしたりすることはない。改造工事等の計画や定期点検結果等を見て、技術基準に適合しているかどうかを確認することが主目的である。

(山本(章)委員)

- ・美浜発電所3号機の事故以降、保守に対し、かなりの投資をされたと記憶しているが、その効果が出ていないのか。それとも、投資をしていなければ、もっとひどい状態になっていたのか。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・美浜発電所3号機の事故以降、作業性の悪い箇所や安全上問題のある箇所などの分析を行うとともに、協力会社から積極的に意見を出していただいて、それに対し資源を投入し、かなりの数の改善をしてきている。
- ・しかし、最近のトラブル分析を見ると、作業安全というよりは、作業品質が悪い点が見受けられる。具体的には、美浜発電所1号機で昨年発生した事象で、傾いていたフランジを無理やり締め付けたため、時間が経って蒸気が漏れたというものがあった。そのような箇所が、現場にはまだ残っているのではないかと考えている。今回は、そのような箇所を積極的に抽出し、対策をとっていきたいと考えている。

(山本(章)委員)

- ・美浜、大飯、高浜のサイト間で協力会社との関係が違っているように思える。3つのサイトで、雰囲気や体質がかなり違っていたように記憶しており、その違いが協力会社との関係に影響しているのではないか。その影響が検討できればよいと思う。
- ・本日、説明のあった内容は、問題点を深く掘り下げられているが、例えば、高浜発電所では比較的トラブルが少ないが、何故うまく行っているのかを分析することも必要だと思う。そういった観点で、深く掘り下げることが必要ではないか。
- ・また、トラブルが発生しているのは関西電力だけではなく、他電力も同じであると思うので、他電力の取組みも参考にしたい。例えば、私は地元が名古屋であり、中部電力と話をする機会があるが、資料に無いような取組みもいくつか行われており、参考になると思うので、是非情報交換をしていただければと思う。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・ご意見いただいた点について、分析などしていききたい。

(岩崎委員)

- ・平成19年8月以降、トラブルが多発しているが、この局面の分析に関してお聞きする。この部分についても、美浜、大飯1号機が問題であったと考えているのか。

(関西電力株：永田マネージャー)

- ・最近のトラブルについても、5年間全体の分析と同様な傾向があると考えていただければ結構である。

(岩崎委員)

- ・資料 No. 2 の 10 ページのトラブル低減に向けた取組み計画として、「熟練技術者の確実な定着に向けた施策を実施する。」とあるが、どういうことをいつ頃までにどのようにするのが見えない。協力会社との調整等もあり、難しいとは思いますが、もっと具体的に踏み込んで、安心に向かっていることがわかればよいと思う。具体的に考えがあるのか。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・定期検査時は仕事がたくさんあり、大勢の技術者が発電所に来て作業をするが、定期検査が無い時期は仕事があまり無いため、定期検査を行っている他の発電所に優秀な技術者が行ってしまう。次の定期検査時にその熟練技術者が戻ってくるかどうか問題となる。今までは何とかうまくやれているが、確実に戻ってきてもらえるかどうか懸念される。非定期検査時も優秀な熟練技術者が若狭地区に残り、プラント運転中の日常の保守点検や次回定期検査の作業計画の仕事等に関わってもらえるよう、年間契約すること等を考えているが、相手があることであり、調整しているところである。近々に具体的なものを示せるようにしたいと思う。

(飯井委員)

- ・資料 No. 2 の 2 ページのグラフで、軽微と異常事象件数の推移が示されているが、全体として再現性があるというように理解したが、それでよいか。また、そういう背景でトラブルに対する水平展開のやり方を改善・工夫をしていくと理解したが、その場合、水平展開が不足していたことによるトラブルがなかったかという観点での整理もしていただきたい。
- ・例えば、敦賀発電所 1 号機で真空機器に接続されるラインで減肉が認められた。これに対する水平展開として、優先順位をつけ常用ラインから点検を行った。その後、しばらくして、大飯発電所 2 号機で起動時にのみ使用する真空機器に接続されるラインで減肉が発生した。
- ・分析において、事象が再現していると単純に分類するのではなく、水平展開の突っ込み不足によって、再発した事象はないかという観点でも、整理していただきたい。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- ・ご指摘のあった真空ラインの減肉は、大飯発電所で発生したが、この事象については、その知見がなかったということで、経年劣化にはつながらないと整理している。
- ・大飯 2 号機の主給水配管で技術基準を満足していなかった事象については、それ以前に大飯 1 号機でも同様な事象が発生している。その水平展開がしっかりされており、昨年点検した際、減肉が見つかったものであり、計画不足と分類している。水平展開は再評価するが、当社としてはその辺も踏まえ整理している。

(飯井委員)

- ・関西電力の中では水平展開がしっかりされているかもしれないが、他電力でのトラブルの水平展開についても、自社においてもあり得るという視点で検討してもらいたい。

(山本(和)委員)

- トラブルを減らそうと大号令が掛かると、現場で隠せるものは出さないでおこうということになりかねないのではないか。
- 軽微事象になる前のマイナーなトラブルというものがあり、それをきちんと発見して対策することで、より大きな異常事象を防ぐことができる。そういった意味で、「トラブル軽減」という掛け声だけが大きくなり、マイナートラブルが現場からきちんと上がって来なくならないよう気を付けていただきたい。

(関西電力株：肥田副事業本部長)

- 透明性の確保については、全社を上げて取り組んでいる。トラブルを減らす努力は重要なことであり、やらなくてはならないが、トラブルが発生してしまった後は、隠したりせず、次のトラブルを低減するための糧としていく。

(中川委員長)

- トラブル低減に向けた取組みの対策の部分は、実施時期や具体的な計画はまだこれからということであるが、項目によっては直ぐに実施できそうなものもあり、また、かなり難しいようなものもある。
- 本日、各委員から出た意見も踏まえ、出来るだけ早く、実効性のある取組みを構築し、トラブル発生防止に向けて前に進んでいただきたい。

以上