

総合エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力防災小委員会
第49回事故故障対策WG 議事録

日 時 : 平成22年3月19日(金) 10:00~12:15

場 所 : 経済産業省別館11階各省庁共用1111号会議室

議 題

1. 原子炉施設の事故・故障等の原因と対策について

- 1-1 日本原燃(株)再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋における固化セル内の漏えいに関する原因と対策について
- 1-2 日本原燃(株)再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉Aにおける炉内異常について(原因究明の経過及び今後の計画について)
- 1-3 (独)日本原子力研究開発機構原子炉廃止措置研究開発センター(ふげん)における管理区域内での放射性物質の漏えいに関する原因と対策について
- 1-4 北陸電力(株)志賀原子力発電所2号機の原子炉手動停止に関する原因と対策について
- 1-5 中部電力(株)浜岡原子力発電所3号機における管理区域内での放射性廃液の漏えいについて
- 1-6 日本原子力発電(株)敦賀発電所1号機の定期検査中に確認された高圧注水系ディーゼル冷却用海水配管の減肉に関する原因と対策について
- 1-7 日本原子力発電(株)東海第二発電所の定期検査中に確認された残留熱除去系海水系配管の減肉に関する原因と対策について
- 1-8 関西電力(株)美浜発電所1号機の発電機出力上昇操作中における出力変化に関する原因と対策について

2. その他

議事内容

○はじめに

- ・第48回(前回)WGの議事録の確認をし、コメントがあれば3月26日までに事務局に連絡することとなった。

1. 原子炉施設の事故・故障の原因と対策について

- 1-1「日本原燃(株)再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋における固化セル内の漏えいに関する原因と対策について」

事務局より配付資料(事対2149・002)の説明があった。

(上坂委員)

インパクトレンチは電動式でしょうか。

(事務局)

はい。

(上坂委員)

高レベル廃液や硝酸、蒸気、霧などで劣化する前例はありますか。

(事務局)

当該インパクトレンチは、平成21年の1月に高レベル廃液が漏えいした際に、当該閉止フランジの取り外しで使用していることから、硝酸の影響を受けていると考えられ、実際にモックアップ試験をおこなったところ、インパクトレンチのモータの絶縁抵抗が低下することを確認しています。

(齋藤(孝)委員)

資料の推定原因②がよく理解できないので説明していただけますか。対策で液面を下げる理由も教えていただきたい。

(事務局)

高レベル廃液供給槽は閉止フランジにつながっている場所で、廃液移送時にはエアリフトに100L/h程度の空気を流して、空気とともに廃液を移送し、気液分離器で廃液と空気を分離して、ガラス溶融炉に廃液を供給します。設備停止時にも放射性雰囲気逆流防止のため、パージ空気を液位が上がらない程度に送っていますが、高レベル廃液の泡立ちまでは考慮されていませんでした。対策としましては、高レベル廃液供給槽内の液面をパージ空気の吹き込み部に接触しないように下げて、泡立ちが発生ないようにします。パージ空気も20L/h程度から5L/h程度にして、高レベル廃液の移送が起きないようにします。

(齋藤(孝)委員)

通常運転時に気泡ポンプを利用しているのに、設備停止時、パージ空気を流して泡立ちが考慮されていないとは考えにくいのですが。

(田村事故故障対策室長)

今回、廃液が泡立ちやすいということが新知見としてわかりました。そこで液面を下げて、パージ空気に触れないような水位にすれば、泡立ちを回避できます。今後、長期停止時などの高レベル廃液の供給が必要ない場合の対策としています。

(秋本委員)

金属ガスケットを使用し、丸みが残っていて、十分なシール性がなかった可能性ありとされています。金属ガスケットはフランジによって押しつけて、潰して、シール性を確保するものですが、フランジ面の隙間を確認しないまま運転しているのでしょうか。対策として、トルク管理だけでなく締め付けた後の管理も考えられませんか。

(事務局)

丸みが残っていたというのは、フランジを外した際に丸みがつぶれていなかったとい

うことで、締め付け力が十分に発揮されていないだろうと推定しています。今後の対策として、インパクトレンチのトルク管理を行って、十分な締め付けでフランジを固定することになっています。トルクで締め付けられていれば、形状的にはガスケットはきちんと潰れるので、トルクの確認をしっかりとすることを基本に対策はとられています。通常で隙間管理をどの程度おこなっているかにつきましては、今回、固化セル内作業ということで難しいところもありますので、まずはトルク管理という基本を押さえる対応をとっています。

(杉山委員)

高レベル廃液に起因する硝酸を含む蒸気や霧により締め付け性能が低下した、つまり、インパクトレンチの性能が低下しなければ、今の金属ガスケットの丸みの話などは全部問題がないということで対策も考えていない。その低下した原因がインパクトレンチのどこなのか、原因は特定できているのでしょうか。いろいろトラブルがあったために、そのような蒸気や霧が、初期に想定していたより短期間に出たために、インパクトレンチの性能が想定していたより短期間で低下したということであれば、設計のときに考慮した条件から外れているのであり、問題はないのでしょうか。

(事務局)

当該のインパクトレンチについては、モータ部の抵抗値測定を実施し、通常、3Ω程度が、400MΩを超えており、性能が低下していたことが確認されました。

(杉山委員)

酸化により導通性を持たないまでモータ部の性能が下がっていたので、対策を立てたのでしょうか。

(事務局)

そうです。硝酸雰囲気中で作業をすることが設計上は想定しておらず、その影響が大きいのと思われます。対策にありますが、今後、使用実績に関するデータの管理として、使用条件、使用条件に伴う劣化をわかるように管理して、しっかりと見ていくことにしています。

(宮主査)

同じような漏えいが以前もあったと思いますが、その時の締め付けについてはどのような取り扱いをしたのでしょうか。

(事務局)

平成21年1月と2月に漏えいが発生していますが、1回目の1月の漏えいにつきましては、エアリフトのページ空気量が増大したために起こったもので、閉止フランジの締め付け性能については検討がされていません。対応として閉止フランジを締め付けていましたが、十分に締め付けられていたかについては確認していませんでした。

1-2「日本原燃(株)再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉Aにおける炉内異常について（原因究明の経過及び今後の計画について）」

事務局より配付資料（事対 2149・003）の説明があった。

（上坂委員）

計画外停止というのはどのようなもので、どの程度コントロールされているものなのでしょうか。また、他のレンガが落ちる可能性はどのように評価されているのでしょうか。

（事務局）

計画外の停止につきましては、化学試験、アクティブ試験等でインターロックにより停止というものが複数回発生しています。また、試験運転による確認というもので、通常とは違う運転操作を行って温度降下が発生したというものがあります。他のレンガにつきましても、間接加熱装置周辺のレンガについては、今回落下したレンガと同様な力がかかっていると思われませんが、観察した結果に異常は認められていません。更に評価としましては、2列ありますアンカーレンガというものがすべてダボ部というくびれた部分より下が脱落しても、ガラス溶融炉の健全性には問題ないことを確認しています。

（田村事故故障対策室長）

今回の評価においては、アンカーレンガにどれだけの熱応力がかかるかという評価を行っていきまして、特に間接加熱装置というものは熱を発生する部分ですので、その近傍のアンカーレンガで同じような熱応力が発生する箇所がそのほか3箇所ありまして、脱落する可能性は必ずしも否定できません。しかし、それらが脱落したとしても、評価としては、安全上、機能上の支障をもたらすことはないとしています。

（上坂委員）

熱応力は何 MPa くらいだったのでしょうか。

（事務局）

最大で 3.4MPa 程度の熱応力が発生していたと、解析による結果から出ています。

（田村事故故障対策室長）

対策としましては、それを十分余裕を持って下回るような、特に温度降下の場合が最大応力を発生するという評価がでていきますので、運転管理上、急激に温度を下げないような操作をしていくこととしています。

（秋本委員）

レンガの形状を見るとくびれがあり、そこが破断面となったように思えるが、レンガのこのくびれは何のためにあるのか。

（事務局）

天井レンガにつきましては、アンカーレンガと呼ばれる溶融炉のケーシングにアンカーリップというもので固定されてぶら下がっているレンガが2列ありまして、更に平

板レンガがせりもち構造によって互いに力を掛け合って、脱落しないようになっています。せりもち構造とダボと呼ばれるくびれによって互いに支え合うようになっています。
(田村事故故障対策室長)

天井を耐火レンガで覆う必要があるのですが、それを吊り構造で支えているような形のレンガがアンカーレンガと呼ばれているものです。

(齋藤(孝)委員)

一般的なガラス溶融炉の共通の問題なのか、それとも運転とか、設計上で特殊な問題とっておられるのかお聞きしたい。

(事務局)

間接加熱装置は本ガラス溶融炉特有の構造ですので、一般的なものとは若干違うと思います。

(齋藤(孝)委員)

レンガを貼るとき、そのような問題は共通ではないでしょうか。

(事務局)

この再処理施設のガラス溶融炉につきましては、熱上げと熱下げのサイクルが非常に短いという特徴がありまして、一般的なガラス溶融炉は非常に長い間ずっと熱を上げた状態があるのですが、本ガラス溶融炉については、熱の上昇や降下が多いということがあります。

(飯井委員)

素朴な疑問が2つあります。

まず1つ目は、溝が必要なかということで、これは先ほど御回答いただいて、必要だということだったと思います。

もう一つの疑問は、仮に溝が必要であったとしても、その下側の部分について、末広がりの構造である必要があるのでしょうか。もしこれが下側にすぼまるような構造であれば落ちなかったと思います。仮に溝の部分が切れたとしても、下側に落下することはなかったと思います。この意味において、末広がりの構造というのはどうしても必要な構造なのでしょうか。

(事務局)

ダボで押さえているというより、末広がりの形状で押さえています。

(田村事故故障対策室長)

この形状でレンガが割れると、確かに落下するのですが、このレンガは平板レンガを全体のくさび形で押さえるという目的になっています。これは、一般工業炉においても通常使われてきた手法です。いろいろ意見聴取会を開かせていただきましたが、一般工業炉の方々からのご意見では、最新炉においてあまり採用はされていないが、一昔前までは一般的に使われていたということです。

(飯井委員)

下向きのくさびであれば落下していなかったのでしょうか。

(田村事故故障対策室長)

脱落を前提とするとその通りですが、レンガ全体で支え合っているため、このような形状となっています。

(渡邊委員)

マニピュレータについてお伺いしたいのですが、荷重が想定よりも超えていたとのことですがアラームやインターロックはついていなかったのでしょうか。

(事務局)

ございません。

(渡邊委員)

今後つける予定はないのですか。

(事務局)

予定はありません。

(渡邊委員)

マニピュレータがあったから攪拌棒が変形したのですから、もっと前に気づけば、もう少し損傷は軽微に済んだのではないのでしょうか。

(事務局)

攪拌操作時にはパワーマニピュレータによる押し込みはしないことにしていますので、今後、曲がりは発生いたしません。

(宮主査)

レンガの回収など今後の予定はどうなっていますか。

(事務局)

現在、ガラス溶融炉の熱上げを17日より実施しています。2週間程ガラス溶融炉の熱上げ期間があり、その後、レンガの回収作業、これは1週間程度を予定しています。その後、ガラスの抜き出し、炉内の詳細観察の予定になっています。

(杉山委員)

レンガの温度分布は容易にできますが、放射熱を受けてその面だけが非常に温度が上がるという効果もありますから、そのような熱放射の影響も含めた解析の結果と理解していいのでしょうか。

(事務局)

はい。

1-3 「(独)日本原子力研究開発機構原子炉廃止措置研究開発センター（ふげん）における管理区域内での放射性物質の漏えいに関する原因と対策について」

事務局より配付資料（事対 2149・004）の説明があった。

なお、本件に関しては、(独)日本原子力研究開発機構の森下委員及び渡邊委員は席を外し、議論に参加しないこととなった。

(質疑なし)

1-4「北陸電力(株)志賀原子力発電所2号機の原子炉手動停止に関する原因と対策について」

事務局より配付資料(事対 2149・005)の説明があった。

(渡邊委員)

建設段階の検討で、自社に適切なものがなくて、実績のあるものを採用したということですが、そうすると、明らかに全体として設計管理が悪かったというイメージがありますが、そのような理解でよろしいでしょうか。設定する圧力に対して適切なものがなかった、使用実績がないものを代用したような話だったと思いますが、この圧力制御逆止弁は必要なものなのでしょうか。また、同じような圧力制御逆止弁を使っているプラントは他にあるのでしょうか。

(事務局)

このタイプの圧力制御逆止弁は、志賀2号機のみです。圧力制御逆止弁がついているタイプとそうでないものがありますが、ついているタイプでも、今回の場合は、海外の製造メーカーからの技術提携で導入したのですが、技術導入する際、オリジナルの設計に対して、圧力の変更を行ったのですが、変更後の圧力に合致する圧力制御逆止弁は使用実績がなかったため、メーカーが使用を推奨しなかったということで、国内で使用実績のある圧力制御逆止弁を導入したという経緯があります。国内の原子力プラントで同じタイプのDGはないと聞いております。

(上坂委員)

潤滑油の交換ということですが、大きなリユースになると、あまり潤滑しなくて、どこかにたまってしまうということはないのでしょうか。大きなリユースになる場合は、弁自体の交換等が必要ないのでしょうか。

(事務局)

潤滑油の問題以前として、構造として問題が生じないような弁の構造に対策を講じた上で、潤滑油についても念のため定期的に取り替えを行うというものです。

(関村委員)

構造として弁を交換するというのはよく理解できましたが、潤滑油について、事業者は潤滑油診断という技術を導入していくと理解していますが、そういう意味では、潤滑油診断も含めた定期的な検査というか、こういうものを導入していくというのは対策に

は入らないのでしょうか。

(事務局)

潤滑油診断は導入されており、今度も継続されると聞いております。

1-5「中部電力(株)浜岡原子力発電所3号機における管理区域内での放射性廃液の漏えいについて」

事務局より配付資料(事対2149・006)の説明があった。

(渡邊委員)

技術基準の適合性が確認されていなかったとありますが、具体的にどういうことでしょうか。工事計画認可との関係はどうなっているのでしょうか。

(事務局)

技術基準で要求される耐震性、材料・構造などが該当する項目ですが、今回、排水した液体廃棄物処理系のサンプのところは、耐震性としてはノンクラスで、材料・構造としてもノンクラスとして設計されているのですが、仮に37kBq以上の濃度のものを流すということをおおきく想定とした場合、そこについては、耐震クラスとしてはCクラスに、また、材料・構造としては4種管(クラス3)にしなければいけないのですが、そういうことを事前に検討した上で、廃液が流せるかどうかを確認する必要があったところ、これがなされていなかったということです。

(宮主査)

排水系配管を使うということは、通常は行わないということですね。

(事務局)

タンクの内面ライニングの点検等を行う際に、タンクの中の廃液を空にする必要があり、その場合、方法としては、廃液の全量を本来の移送系統である固体廃棄物処理系に送ってしまう方法が出来ればいいのですが、廃液が移送出来ない状況の場合には、例えば、タンクの上澄みの部分をファンネルに落とした上で、残った高濃度の部分を仮設ラインを設けて別のタンクへ移送するといった方法が考えられますが、今回は、上澄みの部分も缶底の高濃度の部分も、全てファンネルのところから流してしまったという状況でした。

(上坂委員)

堆積物の体積は、どのくらいの期間でこれだけの量が溜まったのでしょうか。今後の対策と定検の期間で、二度とこのような堆積物はないということは確認できるのでしょうか

(事務局)

今回、排水する1ヶ月位前にタンク内の攪拌を実施していたと聞いております。排水

の直前に攪拌をしていれば、多少は上澄みの部分と缶底の部分が少し混合した状態にはなっていたと思いますが、いずれにしても、かなり懸濁度濃度の高い状態になりますので、それを本来の移送系統でないファンネルに全量流すと、こういう事象の懸念があるということです。

1-6「日本原子力発電(株)敦賀発電所1号機の定期検査中に確認された高圧注水系ディゼル冷却用海水配管の減肉に関する原因と対策について」

1-7「日本原子力発電(株)東海第二発電所の定期検査中に確認された残留熱除去系海水系配管の減肉に関する原因と対策について」

事務局より配付資料（事対 2149・007、事対 2149・008）の説明があった。

(飯井委員)

敦賀1号機の事象について、2点あるのですが、まず1点目は、海生物の付着によってライニングが損傷した事象というのは、これまでどのくらいの実績があるのでしょうか。また、発生した場合には、どのくらいの年数でそういう事象が発生するのでしょうか。2点目は、どうして当該部位だけが損傷を受けているのでしょうか。代表部位の選定に問題はなかったのでしょうか。

また、東海第二の事象について、水が溜まっていたというのは一つのキーポイントではないかと思えます。たしか、敦賀1号機のダクトの腐食でもあったと思えますが、水が溜まりやすい構造になっていないのかという観点での部位の選定というのはされているのでしょうか。

(事務局)

まず、敦賀1号機の事象についてですが、いわゆる海水系配管の内面には通常、ライニングを施しますけれども、それが損傷して配管から漏えいする、あるいは減肉するという事象は一般的に認められております。それが何年で発生するかということですが、ライニングの種類や海水系の環境条件も異なりますので、一概には言えないのではないかと考えております。それで、どうしてここだけの発生なのかというご指摘ですが、ライニングの損傷を確認するため、代表部位として DG の冷却器の定期点検に合わせて、取り合い部の配管の内面を観察するという事で選定され、そこを代表として見ようとしていたんですけども、そこに損傷が認められたということで、手直しを行ってしまった。そうしますと、代表部位がきれいに直っているということで、そこからの水平展開といいますか、同じ系に対するライニングの適切な保守点検がなされなかったというのが今回の事象でございます。

東海第二については、ハッチは場所としては屋外扱いであるため、屋外配管として認識した上で管理する必要があるということで、配管表面に仕上げ塗装を行った上で、そ

の塗装が適切に管理されれば、外面腐食を防止できますが、今回の事象は、ハッチから侵入した雨水が配管のアンカーサポートに溜まり、配管に滴下したという状況でしたが、アンカーサポートがコンクリートに接して施工されたため、仕上げ塗装が施工されなかったということで、今後は、アンカーサポート部に囲まれる部分についても仕上げ塗装を適切に行い、配管の外面状況を確認できるよう、サポートを少し離すという対策にしております。

(飯井委員)

対策は適切だと思うのですが、水が溜まるような構造をした箇所という観点で網をかけた方がよいと思います。

(事務局)

ご指摘のとおり、今回、水が溜まって落下したことによる外面減肉という事象ですので、こういった環境にあるところは、他プラントにおいても、この事象を踏まえて、類似箇所についてはきちんと点検して行く必要があると思っています。

(辻川委員)

敦賀1号の方は40年経過しており、6mmあったものが3.2mm減って、40年で割ると0.08mmです。腐食速度は海水中で普通鋼が年間0.1mmであり、それよりも少し低い数字になっているので、特に問題ないと思う。東海第二の方は、公称肉厚が12.7mmに対し、損傷箇所は6.7mmで、30年で割ると約0.2mm/年と、敦賀1号機の事象の2倍くらいなので、あまり効いていないのかもしれないが、一応、マクロセル腐食というのを念頭においておいた方がよいと思う。

(渡邊委員)

貝やフジツボなどの海生物については、20年程前にも問題になったと思いますが、その時の対策はどういったものだったか、お分かりでしたら教えていただきたい。

(事務局)

海水系の配管については、内面のライニング材をタールエポキシライニングから耐食性の良いライニングに変更してきていると聞いております。

1-8「関西電力(株)美浜発電所1号機の発電機出力上昇操作中における出力変化に関する原因と対策について」

事務局より配付資料(事対2149・009)の説明があった。

(飯井委員)

今回の事象は、原子力では初めてのよう聞いています。ただし、いろいろ調べてみますと、1990年代に火力で国内でも結構起こっています。したがって、設計的に同型の油圧ガバナは非常にごみのかみこみに対してセンシティブな設計、構造になっている

ると考え、ほかの事業者も注意をすることが大事ではないかと思えます。

(事務局)

これについては、PWRのプラントでも使っているところは、少数になっていますが、そのほかのプラントも含めまして、よく動向を見ていきたいと考えています。

2. その他

- ・特になし

問い合わせ先

経済産業省原子力安全・保安院原子力防災課原子力事故故障対策室

電話：03-3501-1637

FAX：03-3580-8539