

第4回 もんじゅ安全性調査検討専門委員会議事概要

1. 日時；平成13年11月28日 9時00分 ~ 16時00分
2. 場所；大洗工学センター テクノ大洗（展示館）
3. 参加者；
委員；児嶋座長、若林委員、柴田委員、堀池委員、榎田委員
県、市；松浦理事、来馬課長、岩永主任、山本技師、小西技師（福井県）
笹岡課長、加藤技師（敦賀市）
サイクル機構；柳沢所長、早野副所長、山下副所長、餘吾部長、
鈴木次長、近藤次長、三宅GL（大洗）
伊藤所長代理、向部長、前田次長、中島GL、弟子丸課長、
小林GL（敦賀）

4. 議題

- 1) 高速増殖炉の「放射線管理^{*}」について
^{*}「もんじゅ」全体の安全性に対する「県民の意見」での課題
- 2) 高速増殖炉に係る実験施設等の視察
ナトリウム・安全工学試験施設等
・蒸気発生器安全性試験関連施設
・ナトリウム燃焼実験関連施設
高速実験炉「常陽」
- 3) 今後の委員会の進め方について

5. 配布資料；

- ・会議次第
- ・資料 No.1 「県民の意見」概要の整理項目と論点
- ・資料 No.1-2 「県民の意見」概要の整理項目と論点
- ・資料 No.2 「県民の意見」に対するサイクル機構の見解（放射線管理）
- ・資料 No.3-1 「もんじゅ」安全性に関わる研究開発
- ・資料 No.3-2 ナトリウム漏えい事故原因究明のために実施された
解析、実験等
- ・資料 No.3-3 ナトリウム漏えい対策に関する研究開発
- ・資料 No.4 今後の委員会の進め方（案）

6. 議事概要

- 1) 「県民の意見」に対するサイクル機構の見解（放射線管理）について

（若林委員）

- ・CP（腐食生成物）に関連する話として、純度管理について、いわゆるナトリウムの澱みがあるようなところが構造的にあると思うが、この澱みが発生しないようにどのような事をやっておられるのか。

(前田次長)

- ・基本的には、純度管理として、(ナトリウム中の)酸素濃度を下げて燃料被覆管の腐食率を上げないようにしている。

(若林委員)

- ・澱む部分は腐食は起こらないのか。

(前田次長)

- ・腐食は起こらない。

(若林委員)

- ・計装配管部分が澱む部分はどうか。

(前田次長)

- ・腐食は、比較的構造材表面に新しい酸素がついて、反応して出て行くというような機構を想定している。澱んでいる部分は、表面に酸素がいかないので腐食の心配はしていない。

(伊藤所長代理)

- ・原子炉容器とかメインの機器では、澱む構造を極力避けている。メインの配管にはドレインする枝管があり、この部分で澱みが生じている。しかし、この部分は、基本的に温度が低いのでそれほど腐食は進まない。

(若林委員)

- ・2次系のSGリークによるナトリウムダンプ等により、流れの中に水素がたまるようなことはないだろうか。別のことで腐食につながるような事が起こりはしないか。一度、腐食の専門家に調査してもらいたい。

(柴田委員)

- ・燃料被覆管等が主であって、熱交換器などの部分は寄与しないのか。

(前田次長)

- ・腐食率が非常に低いので燃料被覆管以外は問題とならない。

(柴田委員)

- ・燃料被覆管からのCPがメインということか。

(伊藤所長代理)

- ・やはり温度が腐食率に効いてくる。

(前田次長)

- ・温度は指数関数的に効いてくる。

(柴田委員)

- ・2週間ということだが、半減期の短いNa(ナトリウム)24は良いとしても、半減期の長いNa22は問題とならないのか。

(前田次長)

- ・半減期の長いものは、生成量が少ない。

(児嶋座長)

- ・Na 2 2の経年変化はどのくらいなのか。放射能的にはどうなのか。

(前田次長)

- ・Na 2 2はほとんど変化しない。また、放射能的には、性能試験の時の値ですが、Na 2 2は 1×10^3 Bq/g、Na 2 4は 1×10^8 B/gで10万分の1程度である。

(伊藤所長代理)

- ・Naは基本的に抜いて作業を行う。

(前田次長)

- ・配管表面に残っているのが線源になる。

(児嶋座長)

- ・実測値はあるのか。

(前田次長)

- ・もんじゅではまだ測っていない。まだ線源があがらない。将来的には、Naをドレンしても残るCPが問題となる。

(児嶋座長)

- ・CPの量を測ったことはあるのか。

(山下副所長)

- ・常陽で測ったことはあるが数値は覚えていない。保守をする時に被ばくの基になるのはCo(コバルト)やMn(マンガン)となる。中間熱交換器には吸着しているので線源的には高い。
- ・それでもMK-の工事などでの被ばく量としては、軽水炉のメンテナンスと比較して特に高いところで同等か約半分程度である。

(前田次長)

- ・常陽でナトリウムドレン後の配管保温材表面での測定結果では、0.1mSvから6mSv程度である。

(児嶋座長)

- ・それは直後の値か。

(前田次長)

- ・時間的にあまり変わらない。高い所でも数mSvなので、時間的な作業管理をすれば十分作業ができる。

(児嶋座長)

- ・例えば2週間後に、Na 2 4が減衰さえすれば、作業ができないような状況ではないということか。

(前田次長)

- ・Na 2 4の減衰さえ待てば作業ができる。

(堀池委員)

- ・Ar (アルゴン) 4 1はどうか。

(前田次長)

- ・Ar (アルゴン)系は、原子炉容器の自由液面のところを循環するようになっていて、これらの系統には原子炉運転中は近づかない遮へい区分を作って管理している。原子炉を停止すると1.8時間程度の半減期であり、1日待てば十分線源上影響ない程度まで落ちてくる。

(堀池委員)

- ・クローズになっているので、減衰まで待つことができるということか。

(前田次長)

- ・そうである。

(榎田委員)

- ・被ばく管理について、事業所規則で定める管理目安値を遵守しているとのことだが、これまでの実績はどの程度の被ばく量があるのか。
- ・もんじゅから放出される液体、気体廃棄物の濃度限度に比べて十分低い値と思うが、一般の方が知りたいと思ったときのアクセス手段はどういったものがあるのか。

(前田次長)

- ・被ばくの件は、1日あたり1mSv以下に抑える管理をしている。実際には、「もんじゅ」ではまだ被ばくはない。将来的にCP等の沈着分布を想定して評価している。常陽からの紹介もあったように、軽水炉と同等かそれ以下に管理していきたい。
- ・放射性廃棄物についても、まだ廃棄物系に評価する程の実績がない。

(榎田委員)

- ・排水口やスタックから定常的に出されるものをモニタしていて確認しているのではないか。データは、例えばインターネットで公開しているとかないのか。

(前田次長)

- ・インターネットでは、放射性物質の放射能の量ではなく、周辺環境の放射線量率を出している。現状ではバックグラウンドを測っているようなものである。もちろん運転開始以降も通常運転時では外部に影響あるような放出がないよう管理していく。安全審査では、安全側の評価した上で燃料欠陥を想定しても法律に比較して100分の1以下になる結果となっている。

(伊藤所長代理)

- ・スタック及び排水の指示値は24時間公開されている。

(前田次長)

- ・値はcpsで出ている。ストレートに測った値が公開されている。

(岩永主任)

- ・安全協定上、四半期毎に事業者より連絡を受けて、県の方でも公開している。四半期での報告書や、年度報告書でもまとめて出している。

2)「もんじゅ」に関する研究開発について

- ・「もんじゅ」安全性に関する研究開発
- ・漏えい事故の原因究明
- ・ナトリウム漏えい対策の研究開発

(若林委員)

- ・FBR機器の信頼データベースは何を使用しているのか。

(近藤次長)

- ・この資料の中では十分、説明しきれていないが、電気系統、水系統は軽水炉と同じであり、軽水炉で用いられているものを使用している。(資料3-3のP14)ここで記載されているFBR機器信頼性データベースというのは、FBRに特有な、特にナトリウムに関わる機器のデータベースである。例えば一番いい例を申し上げますと、ナトリウム用のバルブというものがある。
- ・こういったバルブは常陽でも使われており、それ以外の試験ループでも使われておりますので、試験ループ、常陽の故障したデータ、運転時間に対する故障の回数といったものから、例えば故障率というものが決まってくるので、そういったものを用いているということである。そして、約40ないし50ぐらいのデータのFBR特有の機器に対するデータベースができています。
- ・もう1つ補足すると、これをスタートしたときには、アメリカのDOEと協力して、アメリカのEBR-2などのナトリウムループでのデータとかも、我々のデータベースの中に入っている。

(若林委員)

- ・フランスのフェニックスなどのデータは入っているのか。

(近藤次長)

- ・ヨーロッパに対しても、こういったデータベースを共同で整備しようとして働きかけは何度か行ったが、FBRのPSAはあまりヨーロッパではやられていないということで、協力はできなかったということがあった。

(若林委員)

- ・日本のデータが中心ということか。

(近藤次長)

- ・基本的には日米のデータである。プラントという意味では常陽のデータが一番多い。

(堀池委員)

- ・フェニックスなどでも、結構こういうデータはとっているのでは。

(近藤次長)

- ・P S Aに適應できるというデータベースでの形では整備されていない。

(堀池委員)

- ・P S Aをやっていない理由というのは何かあるのか。

(近藤次長)

- ・フランスでP S Aをやっているというようなことは特に報道されていない。ドイツではやっている。

(児嶋座長)

- ・フェニックスなどと、今後データのやり取りをする予定とかはないのか。

(近藤次長)

- ・(データ整備には)かなりマンパワーかかる作業である。しかもP S Aをやるような研究部隊がいて、それに加えてプラントで、データベース用に整備する人達を確保できるかということにかかってくると思う。

(柴田委員)

- ・資料の中で(資料3 - 3のP 1 4) 第1回目、2回目、3回目と右肩下がっているが、事故があったりすると、これ(炉心損傷発生頻度相対値)は上がったりののか。

(近藤次長)

- ・この図ではちょっと表現できない。先ほどの話になるが、F B R用のデータベースの中の故障率の数値が悪くなるということになる。たくさん破損したりすると、故障率が悪くなるので、相対値が上がることになる。
- ・(この図は)設計条件や運転条件の見直しで下がってきている。

(柴田委員)

- ・(この図だけ見ていると)みないい結果ばかりで、何か起こった場合でも、その反映がみえにくい。

(堀池委員)

- ・(資料3 - 3のP 1 0)で、炉心損傷事故時の即発臨界による機械的エネルギーの評価で3 8 0 M Jが1 1 0 M Jに変わっているのは、簡単に言うとどこが変わってこうなったのか。
- ・もう一つ、「即発臨界なしで最大限の保守性を考慮しても機械的エネルギーは1 1 1 0 M J」というのも読んでいて分かりにくい。

(近藤次長)

- ・ 380MJと書かれているところは、起因過程と呼ばれているところで、ボイド反応度がプラスに入る可能性を多めに評価するとか、いろんな負のメカニズムが作用することが判明しているが、その辺の解析を無視した形で評価している。その結果出てきたものが380MJである。
- ・ 負の反応度効果が重要になるような現象、1つ例を挙げると、燃料棒というのは温度が上がると、少し伸びるが、伸びると(密度が)薄くなるため、負の反応度となるが、そういったことを無視している。
- ・ その辺のところは、実験でやられたことなどで十分に評価できる。それからボイド反応度などを安全審査当時の不確かさはプラスマイナス50%ぐらいあった。それに対し、現在は20%から30%ぐらいの幅であるため、核データの話と解析コードの信頼性の向上といったものを全部含めると、現状時点での不確かさは、安全審査当時にさかのぼっているが、その範囲内では即発臨界にはいかないということである。
- ・ それから遷移過程のほうでは、基準ケースと書いてあるのは、燃料が溶融したときの話であるが、その時に溶けたものが隙間があれば外に流れていく、例えばブランケットの燃料集合体の束の隙間から外に出ていこうとする。それから制御棒案内管の壁を破ると、大きな穴があるわけでそこから燃料が流出するということは当然考えられるわけである。
- ・ そのことを考慮すると、反応度は単調に下がって行って即発臨界に至ることはないというのが基準ケースでの考え方である。
- ・ 一方、ここに書いたことが、十分な実験的なデータベースによって裏づけができるかということ、必ずしも現状でも不十分なことがあって、保守側のケースではこういった燃料流出は考慮しないというような想定でおきますと、三回目の即発臨界が発生して結果として燃料の温度が4100K(ケルビン)と非常に高温になって、それが膨張して機械的なエネルギーに変換されるわけであるが、そのエネルギーが110MJということである。
- ・ 細かい説明は省くが、安全審査当時も行われた高エントロピー膨張というような仮定を用いて熱力学的に評価した比較の値がこういう表になる。
- ・ これは、非常に簡易評価である。この中でただし書きで書いたが、実際は高エントロピー膨張というのは、熱のロスとか移動はまったくないという想定であり、現状設備をちゃんと考えていくと、事実にエネルギーとしてはもっと低いということである。

(柴田委員)

- ・ (資料3-3のP14)ここにあるリビングPSAはどういう見方をするのか。何かモニタリングなどを行っているのか。

(近藤次長)

- ・ モニタリングするというわけではない。

(柴田委員)

- ・ 現在はこういう数値だということではでるのか。

(近藤次長)

- ・今、軽水炉でもやられているのは、リスクモニタやセーフティモニタといわれるもので、制御室の横に、そのモニタがあり常に炉心損傷の発生頻度が表示されていて、ある系統を仮に落とす（ダウンさせる）時に、その値がどのように変化するかということモニタするものが導入されている。
- ・「もんじゅ」では、まだそこまでいっておらず、オフライン的にリビング P S A システムを置いており、これから保守の計画を作成したりするときに、どう変化するかということを確認しながら進めていくということである。

（若林委員）

- ・アメリカの E B R - では燃料のボーイングが正の反応度になったということを知ったことがあるが、常陽で燃料の温度が上がったときの曲がりや伸びはあるのか。伸びはありますか。

（三宅 G L）

- ・照射用試験の中では、取り出した燃料はそれなりに曲がっているのですが、それを評価している。炉内での挙動と取り出した後の挙動では若干の差があるが、炉心の安全解析コードは結構整備されており、それが再現できるかということは、結構しつこくやっている。
- ・しかし、ものによっては、曲がりの方向が逆になっていたりするため、現在では曲がりの挙動を評価できるような精度にはいたっていない。ただ、E B R - の事象などは常陽の設計段階でも取り入れている。
- ・反射体の剛性が高いとその反力で炉心が真ん中の方に追いやられて正の反応度が加わるということになるため、常陽では柔構造というか、炉心が曲がれば同じように曲がるような構造にしている。
- ・結局、全体がフラワーリング（花が開いた状態）にしており、湾曲での反応度は負になるということである。

（若林委員）

- ・（他でのトラブルなどで得られた）データや経験は、常陽の設計にもいれているということか。

（三宅 G L）

- ・そうである。

（児嶋座長）

- ・（資料 3 - 3 の P 1 3）「ナトリウム - 水反応に関する研究」の表で、伝熱管加熱温度 1 2 0 0 において破断する時間というのと、その（伝熱管壁にかかる）応力が 3 以上の場合、一瞬に破断するということを言っているのか。

（三宅 G L）

- ・急速加圧実験というのは、伝熱管の温度を 1 2 0 0 に保持しておいて、内圧を徐々に上げていく。この場合だと、1 M P a / s で昇圧しており、かなり急速である。
- ・基本的に、破断するメカニズムはクリープ的現象であり、時間遅れをもって破断するということになる。

(児嶋座長)

- ・一番左上のもの(プロット点)の場合、1秒~2秒の間で破断するというのではないのか。

(三宅GL)

- ・そうである。

(児嶋座長)

- ・次に、右側に向かって(時間係数が)下がるというのはどういうことか。

(三宅GL)

- ・基本的には、クリープの試験をやっている。例えば、この図で(伝熱管にかかる応力が)2(kgf/mm²)のところ、80秒ぐらいで破断したというプロット点がある。これは、伝熱管の形状でやったもので数が少ないが、もともとは材料試験片でデータをとっている。それでこのような線をランソンミラパラメータという評価式でひいている。
- ・質問で1秒で破損しているプロット点がたくさんあるということだが、ある意味ではご指摘の通りであるが、4(kgf/mm²)ぐらいかかっているものは、瞬時に破断するという意味である。
- ・このへんは、延性破断と知っているが、この応力の場合にはクリープの効果は期待せずというか瞬時に破損するという判定をしようということである。
- ・破断時間が10秒までは、評価式はフラットにしているが、この10秒以内についてはそういう判定をしている。

(児嶋座長)

- ・そうすると、その左に書いてある、「もんじゅ安全性総点検へ反映し、安全裕度確認」というものとどう関係してくるのか。

(三宅GL)

- ・このデータを用いて、実際の運転条件、伝熱管の中に水が流れているので圧力がかかっている。そこでナトリウム-水反応が起きると反応熱により温度が上昇する。その温度の上昇と内圧の変化、(ブローすると内圧は下がるが・・・)その時間の兼ね合いを別に計算コードで評価している。
- ・その評価の結果、裕度を確認したということである。

(児嶋座長)

- ・そうすると、実際にナトリウム-水反応が起きた場合、応力はどこまで上がることを想定しているのか。

(三宅GL)

- ・応力は、伝熱管の内圧の部分の応力のことであり、(水を)ブローしてしまうと下がるということで、ナトリウム-水反応で応力が上がるということはない。
- ・ただ、ナトリウム-水反応によって熱負荷がかかるため、温度があがり(伝熱管の)強度が下がってしまう。強度がどんどん下がるが応力がかかっているので、応力のほうが上回ると破損するという判断をする。

(児嶋座長)

- ・その評価について、この図から「安全性の裕度」への流れの中にどこに論点があるのかわかりにくい。

(三宅GL)

- ・この図で説明したのは、評価モデルのデータベースの1つを「こうやってとっている」とうことである。実際の評価は応力と温度変化を解説する計算コードで行っている。

(児嶋座長)

- ・1200 というデータ(伝熱管加熱温度)をだしているのは、どういうことか。実際には、こういう温度にはならないと思うが、瞬時になるということか。

(三宅GL)

- ・実際の温度としては、ナトリウムと水との反応のジェットで、その温度は大体1000を少し上回る程度である。ただ、伝熱管はすぐにその温度になるというわけではない。温度はあくまでジェットの温度である。
- ・それで、伝熱管が1000であぶられるため、伝熱管の温度も1000度に上がっていくということである。
- ・現在の評価上の温度としては、1170とかそのくらいを設定している。

(柴田委員)

- ・何本かあるうちの1本に穴が開いて、水とナトリウムの反応により温度が高くなり、隣のところの伝熱管がラプチャするのかどうかという判定をしているのか。条件は隣からやってくるということか。
- ・今、児嶋座長もおっしゃったが、1200 というものはどこからくるものなのか。

(三宅GL)

- ・おっしゃるとおりであり、まず、初期リークというのを仮定する。そうすると、水が噴き出す。これが反応ジェットのイメージである。この領域(図面にて説明)が先ほどあったように1000くらいになる。この1000くらいで周りの伝熱管がさらされるわけであり、その時に(高温に)さらされた伝熱管が大丈夫かという評価をする。
- ・先ほどの応力であるが、伝熱管の中には、水・蒸気が流れているので、通常状態だと150気圧くらいの圧力がかかっており、伝熱管に応力が加わっている。
- ・ただ、事故が起こっても、それ(リーク)を検出して、伝熱管の中の水をブローする。そういう意味で、応力という観点からは、一番最初が一番高く、ブローが始まるとだんだん下がっていく。しかし、温度は上がっていくので、その兼ね合いで、伝熱管が大丈夫かどうかの判断をする。

(若林委員)

この前の会議のときに、水ブローする時間が確か数秒ということ聞いたが。

(三宅GL)

- ・水をブローする時間は、大体100秒くらいであり、約2分くらいである。お

そらく数10秒ということをお答えたのだと思う。

- ・蒸発器の入口放出弁と、出口放出弁の両側でブローするが、やはり減圧沸騰してしまうので、圧力はすぐには下がらず、100秒ぐらいかかる。

(小林GL)

- ・改造後は、ブロー弁を増設するため、(ブロー時間は)もっと早くなると思う。

(柴田委員)

- ・そうすると、評価の結果、(1本がリークしても)となりに影響を及ぼすことはほとんどないということか。

(小林GL)

- ・(「もんじゅ」の)改造後についても、そういう評価をしているが、伝熱管の連鎖的な破損は起こらないという評価結果は得られている。

(事務局：岩永主任)

- ・県民の意見の中でも、こういう問題に対する意見が多い。この問題については、どういう研究を行ってきてどういう成果があるかということをもう少し整理をしていきたい。
- ・具体的には、「圧力で確実に検出して、ブローを確実にする」ということで安全上のシステムをいれていることが1つのポイントになると思う。
- ・(破損が)起こる、起こらないは、クリープで破損するのか、延性で破損するのかといった学術論的な問題であり、そのへんのデータとシステムのところを整理して、もう一度この場で議論していただきたいと考えている。

(若林委員)

- ・もう1つ聞か、(資料3-3のP13) というのはどんな定数か。

(三宅GL)

- ・ $\alpha = 1$ というのが、材料試験片で取ったデータそのものを一番フィッティングしたものである。これに関して厳しくするために、例えば、 $\alpha = 1.5$ というのは時間で $1/1.5$ にしている。 $\alpha = 3$ というのは(時間軸に対し)左側に $1/3$ にしている。

(若林委員)

- ・試験の結果は $\alpha = 1.5$ がどうやら合っているようだということか。

(三宅GL)

- ・そうである。いわゆる、試験片だと $\alpha = 1$ であるが、実際には管の形状などの効果がきいてくるので、 $\alpha = 1$ の線にはのらず、大体 $\alpha = 1.5$ にのってくる。

(榎田委員)

- ・ $\alpha = 1.5$ のところ、管形状とした試験体のデータと材料試験から得られた $\alpha = 1$ 、これは、材料力学的に、また理論的にも大体そうなるという説明はで

きるのか。

(三宅GL)

- ・(この場ですぐに説明できないが)ある程度できると聞いている。

(榎田委員)

- ・破断時間10秒までは(は値に関わらず)直線できているが、管形状にした場合の試験体の場合に、実際にどうなのかということについては、データというものはないのか。たまたま1点だけあるが。

(三宅GL)

- ・(を)まっすぐにしたままのデータでは、安全側ではないため、ある程度のところで、こういう「しきい」をしている。今の質問に対しては、それ以上答えられないが・・・。
- ・これは、もんじゅ対応ということで、もう一度材料試験をやった結果得られているものである。

(伊藤所長代理)

- ・($= 1$ の)点線を引いてある部分の材料試験はかなりやっている。管形状になると、あまりプロット数がないが。

(児嶋座長)

- ・この(ナトリウム - 水反応に関する研究の)部分は、今後大きな論点になりそうなところであると考えている。

(榎田委員)

- ・(資料3 - 3のP8)熱流動解析の最初のところで説明のあった解析コードだが、資料の中では多次元と書いてあるが3次元と考えていいのか。

(三宅GL)

- ・そうである。

(榎田委員)

- ・40%出力からのトリップ試験データというのは、もちろん「もんじゅ」の前に3次元の計算コードを実証するために、試験をやりデータをとっていると思うが、40%での試験データを計算コードにフィードバックするとき何をしているのか。

(三宅GL)

- ・多次元の熱流動のコードであるため、模擬体系に限らず、いろんなデータで検証している。
- ・特にこういった現象を扱う上では、乱流構造モデルとかも重要となってくるため、いろんな検証例があって、「もんじゅ」の体系で、「もんじゅ」の実データを用いてという意味で、体系を3次元モデル化して、実際のプラントデータを使っているということである。

(榎田委員)

- ・プラントデータといってもいろいろあると思うが。

(三宅GL)

- ・いろいろあるが、温度計測の点などは限られていると思うので、限られた点であわせている。

(榎田委員)

- ・(資料3 - 3のP12)ナトリウムの漏えい燃焼試験で、(試験の条件として)漏えい室の空気というものはどういうものを入れているのか。

(三宅GL)

- ・空気は、実験室は2階建ての構造で、各々の部屋は70m²～80m²あるが、実験を行うとすぐに酸欠になってしまう。実験としては、ある程度空気雰囲気を保って行いたいため、実験上わざと換気している。(空気をいれている)

(榎田委員)

- ・実験室の湿り具合というのは、どういう風にコントロールしているのか。

(三宅GL)

- ・今日、午後から実験室を見ていただく予定をしているが、その部屋の雰囲気を吸い込んでいるため、成り行きというか、その時の自然な湿度状態になっている。

(児嶋座長)

- ・実験のときは、温度や湿度はどのような状態だったのか。今日のような乾燥した日だったのか。

(三宅GL)

- ・(当時の状態がすぐに分からなかったため)後ほど、現場にて説明させていただく。(その後、1月に実施していたという説明があった。)

(柴田委員)

- ・(資料3 - 3 P11)図1.2 - 1で(ナトリウム漏えい率に対して)途中に床ライナ最高温度が下がるのはどういう理由からか。

(小林GL)

- ・床ライナに供給されるナトリウム温度が507 という状態であり、かなり燃えたナトリウムが床ライナに到達して、また床でも燃えるということで、かなり高温になるが、漏れる量が大きくなると、507 のまま、あまり温度上昇しないで床ライナに到達する量が増えてくるようになる。
- ・こういうわけで床ライナ最高温度がいったん下がる形になる。しかし、さらに漏れい量が多くなってくると、今度は、燃えながら落ちてくる量も大きくなるので部屋の温度自体が上がるようになる。そうすると、それに引きずられるように(床ライナの)温度が上昇する。

(柴田委員)

- ・もう1点、複合酸化物型腐食と溶融塩型腐食があるが、(どちらの腐食形態になるのか)主として決めているのは水分量であるということであるが、水分量が変わったからこういう腐食になるというのは推定の話なのか確認実験から分かっていることなのか。

(小林GL)

- ・資料3-3P11の実験条件のところを見ていただきたいが、P12でプロットしているのはF7-3、F8-1、F8-2の3点ある。湿分濃度を見ていただくと分かるが、F8-2は、通常では考えられないような高い湿分濃度である。(夏場の一番きつい状態の時以上の濃度である。)
- ・これで、腐食の具合を確認したかったため、次のP13の図1.2-3であるが。

(柴田委員)

- ・この図は減肉量でプロットされているが、減肉量だけでは(どちらの腐食形態になるのか)分からないのではないかと。

(小林GL)

- ・実験で得られたのは、溶融塩型腐食に至らないという結果であった。実際に、燃烧実験では溶融塩型腐食が起こったわけであるが、先ほど実験条件で示したように、部屋の湿分濃度、空気の湿分濃度だけを書いている。燃烧実験では、予期せぬコンクリート壁からの水分があった。

(柴田委員)

- ・実際に、それは再現されているのか。

(小林GL)

- ・どこまで湿分が出れば溶融塩型腐食になるかという実験はやっていない。すべて水酸化ナトリウムになってしまうということを前提に評価はしている。
- ・設計の妥当性を確認するときには、すでに溶融塩型腐食が起こるということを前提に評価することにしたので、どこで腐食機構が変わるのかというところの区別をつけるまでの実験はやっていない。
- ・どこで切り替わるのか(を調べる)ということは、かなり難しそうである。一部、実験をやっているが、大体の境界しか分からないということのようである。

(若林委員)

- ・給気湿分の話で、実際「もんじゅ」では、2次系の部屋の湿分濃度コントロールをやる予定はあるのか。

(小林GL)

- ・湿度コントロールはやらない予定である。

(若林委員)

- ・そうすると、ここに書いてある最高のところが、「もんじゅ」で実際に起こった場合の最高値と考えてよいか。

(小林GL)

- ・ そのように考えており、評価ではそれを使っている。

(若林委員)

- ・ (資料3 - 3 P 18)の窒素注入で、約1時間つまり3600秒で(酸素濃度が)5%に落ちるといふことか。そうすると窒素注入は、(ナトリウム)リークが起こってから(ある程度)窒素注入は遅れるだろうから、実際に(酸素濃度が)5%になるのにどのぐらいの時間がかかるのか。
- ・ また、(窒素注入を加味すると)腐食はどの程度になるのか。

(小林GL)

- ・ このグラフは、実験での結果であり、実際には1時間もかからないで(酸素濃度を)5%に落とせるような改善をしようと考えている。
- ・ 実際には45分以内で(酸素濃度を)5%に落とせるようになる。
- ・ 窒素注入の開始の時期は、仮定の話ができないが、注入する前提として、人が退避したということを考えないといけないので、今、考えているのは、ナトリウム漏えいが終了した後注入する予定をしている。
- ・ 漏えいが終了つまりドレンが終了するまでに、大体30分かかる。その後、窒素注入ということになるので、トータルで(酸素濃度が)5%になるのに1時間20分ぐらいかかる。

(若林委員)

- ・ その1時間20分では、どのぐらい腐食するのか。

(小林GL)

- ・ 腐食が進むのは、漏えいして燃焼している間だけである。その燃焼している間だけであるが、ドレンが終わって供給されるナトリウム量がなくなると、急激に温度が下がってくる。
- ・ 窒素を注入しなくても、すでに温度は下がってしまう。このため、むしろドレンが終了して窒素を注入するまでは、再発火を防ぐというような位置づけに変わる。
- ・ ドレンに失敗した場合には(その時点で)窒素を注入しないといけないが、ただ、ドレンが失敗しないように、バルブをダブルでつけて信頼性をあげるようなことをやっている。

(若林委員)

- ・ こういう漏えい実験は、燃焼実験装置をつかってもう一度確認することはないのか。

(小林GL)

- ・ 今のところ予定はしていない。燃焼実験、もかなり大掛かりな実験で、時間も準備等にかかりかかったが、ナトリウム漏えい対策の改善方策の妥当性を調べるためには、総合的な実験ではなくて要素実験の項目ごとに、ある程度小さな実験で確認してきたので、総合的なものまで必要ないのではないかと考えている。

(若林委員)

- ・ 燃焼実験、などは事故が起こってからすぐにやったと思うが。

(小林GL)

- ・ 事故の翌年の6月にやったが、かなり大変だったと思う。今、こういうものをやろうとすると、準備に半年以上かかるのではないかなと思う。

(柳沢所長)

- ・ 今、総合的な試験についての話があったが、専門家の先生方といろいろ話をしている。
- ・ 今の研究の姿勢としては、マクロでとらえていたコードについても、もっとメカニスティックな現象論的に細かくみたものを用いて、フルのシュミレーションができることが重要だろうと思っている。
- ・ そのためには、今まで割合よくやっていた要素の試験を組み合わせたいと考えている。

(若林委員)

- ・ 要素試験を中心にやられて総合試験をする予定がないという話だが、要素試験は確かに重要ではあるが、各要素の試験をやっても、総合的な効果というものをやはり一度チェックしておかないと、要素のインタラクションを見落とすということがあり得るわけで、一度、総合的な試験をやることが重要であると考えている。

(伊藤所長代理)

- ・ 今、計画はないが、また検討させていただく。

(若林委員)

- ・ ナトリウムリークで総合試験をやる必要があるかは別として、要素試験をやっていくとしても、あるところで総合試験、それが試運転時になるかもしれないが(必要ではないか)。

(児嶋座長)

- ・ 実際に実験をやるかどうかは別としても、ある程度シュミレーションなどできちっとやることは必要だと思う。

(榎田委員)トラック80

- ・ 燃焼実験の床ライナの破損が起きた実験の評価について教えていただきたい。まず、資料3-3P11の実験では給気湿分濃度をパラメータとして、水分の影響を評価して、その次のページの溶融塩型腐食について、測定値と評価値を比較して、評価値の方が小さいので、評価としては保守側にしている。
- ・ その流れで燃焼実験の方を考えると、ライナの腐食量の評価した場合、実際にライナが抜けるという評価になるのか。必ずしもそうならないと思うが。
- ・ また、それに関連して、燃焼実験ではコンクリートがあり、そこからの水分放出があると思うが、このコンクリートからの湿分放出については十分な知見があって、例えばもんじゅの2次系ナトリウムが漏れた場合、局所的な温度が

上がる部分からの水分量の放出も含めて十分評価ができると考えているのか。

(小林GL)

- ・まず燃焼実験 については、約3時間10分のところで、大きな温度のピークが出ていた。おそらく、その時に床ライナに穴があいたものと推定している。実際には穴があくのに少し時間遅れがあると思うが、約3時間ぐらい熔融塩型腐食が進んだ場合に、約800度(プラス数十度)の温度で推移していたため、腐食速度をかけると(床ライナの厚みである)6mmを超える。
- ・2点目の、コンクリートからの水分放出については、実際に「もんじゅ」の2次系の部屋からコンクリートコアを抜き出して、総合加熱試験を実施し、放出される水分量を測っている。
- ・これを計算コードにいれて、燃焼によって部屋の温度が上昇したときに、どのぐらいコンクリートからでていくかということのを考慮できるようにしている。それはASSCOPSというコードの中に実際に組み入れて行っている。
- ・しかし、先生ご指摘の局所部の温度上昇に関しては、どこに漏えい場所を想定していいのかということが非常に難しいため、いろんなケースがでてくる。
- ・仮に、漏えい事故と同じところから(再び)漏えいしたと仮定した場合、一番接近しているコンクリートの温度がどうなるのかということについても、別途、多次元コードで評価をしている。
- ・このため、実験データがあるので、温度分布が分かればコンクリートからの水分放出量が評価できると考えている。そのような3次元効果を考慮した水分放出量とASSCOPE Sのような1点近似をする大まかな評価コードを比べてみると、3次元効果を考慮しない1点近似の方が保守的な結果になる。

(堀池委員)

- ・資料3 - 3P18の図は、窒素を吹き込んだときに酸素濃度がどう変わるのかということを表しているという理解でいいか。

(小林GL)

- ・そうである。

(堀池委員)

- ・実際には、ナトリウムが燃焼しているため、酸素濃度ももっと早く下がると思うが、その燃焼による酸素の消費効果は、割合的にはどのぐらいになるのか。

(小林GL)

- ・漏えいの規模によって、効果はまったく異なるが、大規模漏えいの時はかなり効く。この燃焼による酸素消費効果を加えると、倍ぐらいの速さで落ちる(酸素濃度が低下する)と思う。小規模漏えいの場合は、あまり考慮できないと思う。

(児嶋座長)

- ・温度計について、新しいタイプのものについての評価、例えば振動評価などを当然行っていると思うが。

(近藤次長)

- ・もんじゅ事故の教訓を踏まえて、サイクル機構の中では機械学会の基準に基づいて評価している。

(小林GL)

- ・水流動試験でも、(温度計が)振動しないことを確認している。

3. 今後の委員会の進め方(案)について

(事務局：岩永主任)

- ・これまでの第3回、4かいでの議論を少しまとめたいと考えている。次回第5回の委員会での検討課題については、1月まで時間を頂き、検討していきたい。次回については、1月下旬から2月頃に実施したいと考えている。

(事務局：来馬課長)

- ・前回にも話があったが、国の一次審査の状況については、経済産業省原子力安全・保安院にも確認しているが、審議状況を我々に説明できる段階まで進んでいないということである。もう少し審議を進めた段階になれば、説明できるのではないかという回答であった。
- ・今後の予定については、我々としても国の対応を十分確認しながら、この委員会でのどのように、そういう説明を聞いていただくかということも、今後相談させていただきたい。

(若林委員)

- ・国の審査がある程度進んで、結論が出る前に説明していただきたいと考えている。やはり、国の結論が出る前に、こちらの委員会にも計られれば、意見が言いやすいと考えている。

(堀池委員)

- ・これまで3回の会議があったが、結構時間がかかるという印象を持っている。検討課題毎の審議項目があり、県民の意見も幅広く寄せられている。
- ・ある程度答えを出さないといけないとすると、かなり時間がかかると考えており、できるだけ委員会開催の回数を増やすか、1日かけて集中的な審議が必要ではないか。
- ・その他、例えば事務局にワーキンググループをつくるといったことがいいのかどうか分からないが、とにかく時間がかかった仕方がないという事態になることを危惧している。

(児嶋座長)

- ・例えば、国の審査にない耐震性の話もあり、かなり密度の濃いやり方でいかないと、国の審査結果は出たが、こちらの方はもたもたしているという可能性は確かにあるかもしれない。
- ・次回以降の審議については、効率的に実施することが必要だと思う。

(事務局：岩永主任)

- ・国の安全審査の状況がはっきり見えていない事もあるが、1次審査がいつ終わ

るのかというのは1つのキーワードだと思う。そこまでには、ある程度「ナトリウム漏えい対策」とか「蒸気発生器の問題」などある程度ポイントをしばって1次審査が終わるくらいまでには、ある程度まとめていきたい。

- ・耐震安全性については、「県民の意見を聴く会」でも話をされていたように、この場だけで議論するのはなかなか難しいものがあるため、その件については、もう少し、今後どのように検討していくのかについて、来年になってからやりたいと考えている。
- ・これまで先生方からいただいた意見や指摘点について、先生方と相談しながら資料の直し等を行い、次回までにある程度形をつくってまとめたいと考えている。

4) 「常陽」メンテナンス建家での火災について

- ・資料を用いて説明。(特に質疑はなし)

5) 現場視察

- ・設備や試験内容に関する質問があった。

6) 現場視察後の質疑応答

(児嶋座長)

- ・本日の会議でも丁寧な説明をいただいているが、県民の目から見て、判りづらい、例えば略語についても多用されているので、理解が難しいところもある。トリップや कोरोジョンプロダクト等々。そのあたりを平易に説明しないと、市民レベルで理解が進まない。
- ・そのあたりを見直して、我々としてはレポートを書かないといけないと思う。

(柴田委員)

- ・常陽のナトリウム火災についてご説明いただいたが、もんじゅ委員会においても、当然関連する質問があるだろうし、もんじゅ委員会に大きな影響を及ぼすのではないかと思う。

(柳沢所長)

- ・今回の常陽の火災事故は、本体ではなくてメンテナンス建屋の事故で、Mark-工事後始末の段階で起きた事故である。
- ・消防の方からいただいた資料を見てみると、廃棄物というのは品質管理をしないものであるが、一方、我々は普通の活動は、品質管理をやり、いい物を作り、そのために材料を選んだり工程を選んだりする。
- ・ところが、廃棄物はそういう物から除外されており、一番管理から遠いもので、何が入っているかわからない。そういうものを不燃物である紙のごみ箱に入れるのはまずいことである。我々はむしろ、従来の経験からして、廃棄物をなるべく減らすという事を随分取り組んできた。そういう中の工夫で、紙のごみ箱に入れるという方にシフトしてしまったという面がある。
- ・やはり火災は起こしてはならないわけだから、その原点を安全第一、火災を起こさないというところにまずシフトした上で、加えて廃棄物を減らしていく工

夫をしていくということで大幅に原点を移さないといけないというのが、今回の我々の大きな動きである。

- ・「もんじゅ」については、そこまでの段階に至ってないわけであり、得られた知見を取り入れていくことになるだろう。この知見自体は今日、あまり説明できなかったが、例えば濡れたタオルにナトリウムの欠片があっても、これは燃えない。苛性ソーダになって紙が全部吸収してくれたり、濡れてると温度が下がってしまい燃えない。乾いた紙でもやはり苛性ソーダが吸収したり、吸い取り紙のように吸い取られて燃えない。
- ・ただ、ビニールみたいなものが上にあると、これは吸い取られないで、なおかつ湿分があった時には、苛性ソーダと湿分は反応する。そうすると、発火した時に、たまたまそばに紙があった場合、紙が燃える。
- ・そのこと自体は、消防の先生方も初めて知ったことだと書いていた。今回の原因究明の中で、新しい知見を得た。従来は、廃棄物の中で、そういう状況にはなり得なかったのだろうと思う。

(柴田委員)

- ・きちっと処置をしたことと、「もんじゅ」の場合にもその知見を生かすということで、県民の不安をなくすよう努力するべきだ。

(伊藤所長代理)

- ・常陽の場合は、廃棄物を燃やして減溶するために、わざわざ紙の箱に入れている。現在、「もんじゅ」の場合には、本来は持つべきなのだが、サイト内に放射性のそういったものを燃やす施設がなく、そういったものはドラム缶に入れている。わざわざ紙の中に入れるという作業はなく、ビニール袋に入れて管理している。
- ・最終的な水平展開は行っていないが、管理を厳重にしていきたい。ナトリウム漏えい工事については、2次系であり放射性でないので放射性管理の話ではないが、ナトリウムを扱うので常陽の経験を十分に生かしていきたい。

(児嶋座長)

- ・要素試験を重ねられており大いに評価できるが、ぜひ総合的な視点でも再度試験をやっていただき、もんじゅ全体を見直していただきたい。

(若林委員)

- ・試運転の時に総合試験をやらざるを得ないだろう。試運転だから少々事故を起こしてもいいとはいかないから、小さなトラブルは見つけるのが試運転であるので、出来るだけ慎重にやって欲しい。

(柳沢所長)

- ・現在、常陽の機器を取り替えて出力を1.4倍にするという工事をやっている。火災で停止命令を受けているが、その前に中間熱交換器、あるいは最後のラジエーターみたいな空気中に熱を出す冷却器はすべて取り替えている。
- ・色々、温度条件も変わり流量も変わったので、ある意味で新しいプラントである。試運転時から本格的な運転まで、非常に慎重にやらなければならないし、古い部分と新しい部分が混在するので相当慎重に進めていかなければならない。そういう経験が「もんじゅ」にとっても重要であると考えている。

(若林委員)

- ・システムを動かす場合、各パーツパーツは立派であっても、総合する時に、何らかの形でインタラクションが起こることがある。理屈どおりにならない事もあることをよく認識しておいてほしい。

以上