

第5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14年2月13日（水）13時から15時

2. 場 所：敦賀 プラザ万象 小ホール

3. 出席者：

（委 員）児嶋座長、柴田委員、若林委員、堀池委員、榎田委員
（中込委員は欠席）

（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）菊池理事、伊藤所長代理、向部長、永田センター長、小林G L、
三宅G L、弟子丸課長、池田二課長、他

4. 議題

1) 蒸気発生器の安全性*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) 今後の委員会の進め方について

3) その他

5. 配布資料

・ 会議次第

・ 資料№1 「県民の意見」概要の整理項目と論点

・ 資料№2-1 「県民の意見」に対するサイクル機構の見解
（蒸気発生器の安全性）

・ 資料№2-2 蒸気発生器の安全対策及び事故対策

・ 資料№3 今後の委員会の進め方（案）

・ 参考資料 「高速増殖原型炉もんじゅの蒸気発生器計装等の設置許可申請書
への記載に係る核燃料サイクル開発機構への通知について」

6. 議事概要

1) 「県民の意見」に対するサイクル機構の見解（蒸気発生器の安全性）について

（若林委員）

- ・ 伝熱管破損時の事故対策設備ということで水素計の説明があったが、この設備は国の審査基準にはいっているものなのか。安全設備として設置されているものなのか。
- ・ 圧力計の警報発信レベルが170から150ということであるが、このレベルは原子炉を停止するのと同じ設定か。

（サイクル機構）

- ・ あるレベルを超えたら、一連の自動操作（蒸気発生器の隔離、水・蒸気系の放

出操作)を行うという設定値である。

- ・ 1点目の、水素計に関しては、プロセス計装で、安全系ではない。(プロセス計装の中で原子炉の停止等に係るものは、安全系に位置付けられている。例えば原子炉容器出口ナトリウム温度計は安全系である。)
- ・ しかしながら、水漏えいを検出するという重要な役割をもっていることから、一定時間内の(水素濃度の)上昇率を検知し、上昇率の設定値を超えた場合は、水漏えいが起きたものと判断し、炉を停止する操作を行うこととしている。
- ・ このように重要な役割をもっているが、安全系の設備としては考えておらず、安全性を評価するときの条件としても、水素計があることを無視した解析を行っている。

(若林委員)

- ・ 操作手順書の方には水素計のことを記載しているが、安全解析では無視しているということか。

(サイクル機構)

- ・ そうである。十分な信頼性と多重性を確保することになる。

(児嶋座長)

- ・ 水素計で検出したら、すぐに原子炉を止めるということか。

(サイクル機構)

- ・ 水素計で検出した場合、水漏えいと判断した後に原子炉を止める。
- ・ 「安全系」という言葉が分かりづらいかもしれないが、設置許可書にどう書くかというだけの話であり、安全性を確保する機器という意味では、位置づけは同じだが、どこまでその役割に期待するかということで、安全系にするかしないかという区分けをしている。
- ・ 安全系にするというときには、十分な信頼性あるいは多重性というものを確保する必要があるので、少しグレードを上げた安全系を設計するというになっている。(安全系にするかどうかで機器のグレードが異なる。)

(児嶋座長)

- ・ 圧力計についてはどうか。

(サイクル機構)

- ・ 圧力計や圧力開放板については、信頼性を確保できるように設計するということである。

(児嶋座長)

- ・ 圧力計と圧力開放板の設定値についてであるが、最初に圧力計の方で検知し原子炉を停止するということか。

(サイクル機構)

- ・ 圧力計はすでに設置されているので、その設定値まで圧力が上がれば原子炉は自動的に停止する。実際に、圧力開放板が開くまで何もしないということはないが、安全性を評価する場合は、圧力計は無視して、圧力開放板が開くまでほっておいたらどうなるかということで評価している。

(児嶋座長)

- ・ 水素計はどのぐらいのレベルのものを検出できるのか。

(サイクル機構)

- ・ 約 0 . 0 2 mm ぐらいの非常に小さな穴の場合、水素の上昇率を検知して 1 0 分程度で停止する。

(事務局)

- ・ 少し補足させていただく。水の漏えいをどうやって検出するかという話だが、水素計は常時、系統内の水素濃度を監視している。
- ・ ナトリウム中の水素濃度にはバックグランドがあり変化を見つけることになる。その変化をとらえて、あるレベルになると (バックグランドの何倍とかになると) 警報が発信するため、運転員が処置 (対応) できることになる。
- ・ この水素濃度の変化以外の検知として、水素濃度がいきなり上がった場合は、自動的に原子炉が停止するようになっている。
- ・ もう一方のカバーガス圧力計や圧力開放板については、あくまでも圧力が上がって、あるレベルになると信号を発信するようになっているものである。(圧力の変化を常時監視するものではない)。
- ・ ある程度大きな漏えいの場合、圧力を検出するものであり、水素計とは、また種類が異なる。

(柴田委員)

- ・ 蒸気発生器には蒸発器と過熱器があるが、このように伝熱管がスパイラル状の場合、溶接部はどの場所に何箇所程度あるのか。

(サイクル機構)

- ・ このヘリカルコイル (伝熱管) 1 本の長さは約 8 0 m 弱ぐらいである。もともとの管は 1 本 2 0 m のものを使用して、これらを溶接でつないでコイル状に巻き上げている。
- ・ 全体を組み立てるときに、ヘリカルコイル以外のところは、ベント (曲げ) 管と直管をつなげて組み立てている。このベント管と直管をつなげる溶接部分も加えると伝熱管 1 本について十数箇所溶接がある。
- ・ 伝熱管は蒸発器だと 1 4 0 本、加熱器だと 1 5 0 本程度あるので、その倍数だけということになる。

(堀池委員)

- ・ 蒸気発生器はPWR（加圧水型軽水炉）でも使われており、万全の工学的配慮をもって製作しているが、何度もトラブルが発生しており難儀なものではないかと思う。
- ・ 「もんじゅ」の蒸気発生器は、軽水炉とはかなり違った構造であり、もんじゅ特有の問題があるのではないかと思う。
- ・ 先ほどの説明で紹介していただいたイギリスのPFRでの事故や軽水炉の蒸気発生器でも、伝熱管の外側から振動によりたたかれてやられてしまう事故が多いと思う。
- ・ もんじゅの伝熱管はヘリカルコイルであり、縦型に支持されているという他にはない構造になっているが、その支持を完璧にするため、フレットニング（磨り減り）が起こらないようにするなどの研究をやっているのか。

(サイクル機構：模型を用いて説明)

- ・ 蒸気発生器を製作する際に色々検討を行い、試験施設を造り50MWの蒸気発生器（もんじゅの蒸気発生器1基（250MW）の5分の1）のモデルを組み立てた。
- ・ 今、堀池委員の指摘のように、フレットニングがおきないかなどについても実際にこの設備で確認を行った。この設備の運転を数年間行い、その後、伝熱管を裁断して、特に問題になるような状況がないことを確認している。
- ・ これらを踏まえて、もんじゅの蒸気発生器の製作を行っている。

(堀池委員)

- ・ 50MW蒸気発生器施設の運転時間はどのくらいだったのか。また、実機とは運転時間や振動回数の違いなどがあると思うが、どう評価しているのか。
- ・ 伝熱管については、検査の対象か。

(サイクル機構)

- ・ 私の記憶では、約3万時間程度運転していたと思う。
- ・ 伝熱管のサポート部分を目視で点検するというのは、構造上難しい。目視で外から見ることは難しいが、（第2回委員会で供用期間中検査について紹介させていただいたが）、減肉を測定する。20%減肉以上を測定できると説明したが、それはサポート部分も含めての話である。
- ・ 今の検査装置を使って、定期検査の中で確認していきたいと考えている。

(若林委員)

- ・ いろいろな国で伝熱管事故が発生しているが、伝熱管から漏えいした場合、その伝熱管を施栓すると思うが、その施栓はどのような手順で進められるのか。
- ・ PFRでは伝熱管破損事故から6ヶ月で運転再開しており、逆にフェニックスでは1年以上かかっているという話を聞いているが、修復にはどのぐらいの期

間がかかるのか。

（サイクル機構）

- ・ まだ、検討途中であり、確実にどのぐらいの時間で修復できるということは今、答えることはできない状況である。
- ・ 手順としては、どの伝熱管で破損が生じたのかをまず確認して、その後、伝熱管に栓をする。しかし、施栓をする前に原因究明をやらなくてはならないのでその期間がどの位かかるかによる。施栓自体はそれほど長くはかからない。
- ・ 施栓は、蒸気発生器の上部を開けて、伝熱管の頭の部分に栓をするという作業になる。もちろんナトリウムがある環境であり、十分な安全上の対策をしながら工事をすることになるが、それでも年オーダーの作業にはならないと思う。

（サイクル機構）

- ・ 先ほどの説明の補足だが、50 MWの蒸気発生器の運転時間はナトリウム中で26700時間、通水した時間は16000時間である。
- ・ 大洗では蒸気発生器の管束部を引き抜いて、伝熱管の外面をみたが異常のないことを確認している。
- ・ スーパーフェニックスの蒸気発生器では漏えいが発生したことはない。フェニックスはもんじゅとは型が違うが、聞いたところによると、現在、蒸気発生器の修理をしているとのことだが、伝熱管の修理ではなく、蒸気発生器の中でも外側（胴側）の配管の一部を修理しているということである。
- ・ 施栓の手順についてはできあがっている。

（若林委員）

- ・ 軽水炉では、伝熱管が破損した場合、その伝熱管を切り取って材料試験などをおこない原因調査を行っているが、高速炉（もんじゅ）の場合、原因究明はどのような手順で行うのか。

（サイクル機構）

- ・ もんじゅの場合、伝熱管は、上部の蓋に吊り下げられている構造になっている。そのために、上部の蓋を取り外せば、伝熱管は引き抜ける形になる。
- ・ 修理する際には、ナトリウムを抜いて、伝熱管の管束を引き抜いて行う。しかしながら、施栓については管束は引き抜かずに管板部で実施できる。

（榎田委員）

- ・ 高温ラブチャ型の破損に関して、経済産業省の原子力安全・保安院からサイクル機構に対して指示文書がでているが、その中で、伝熱管の肉厚について3.5 mmということで評価をするということである。
- ・ 今日の資料（資料 2-2 P18）を見ると、蒸気発生器主要目の公称値で、蒸気器の伝熱管肉厚は3.8 mm、過熱器で3.5 mmとなっている。品質管理上の肉厚、例えば製作時の公差はどのぐらいか。また、管理上はどのようになって

いるのか。

（サイクル機構）

- ・ 3 . 8 mmというのは公称板厚である。まず、3 . 5 mmというのは、設工認に書いてある。設置許可申請書と設工認申請書という2つの文書を提出するが、設工認申請書というのは詳細なスペックを書いたものである。ここに書いてある最小板厚が3 . 5 mmということである。
- ・ 先ほど、話にあった3 . 6 mmというところは、伝熱管を溶接でつなぎ合わせている部分の寸法の最小値である。（内面加工の際に寸法をとっている）
- ・ 3 . 8 mmというのは先ほどにも説明したが公称板厚である。伝熱管を作るときには、最初に4 . 1 ~ 4 . 2 mmの素管を購入して、それを曲げ等で加工する。その加工を行うと編肉するので、それらを見越しても3 . 5 mm以下にはならないということである。

（榎田委員）

- ・ そうすると先ほどの3 . 6 mmというのは溶接部という特別な場所であり、それ以外のところでそういう薄い（3 . 6 mm）のところはないと理解してよいのか。

（サイクル機構）

- ・ そうである。

（堀池委員）

- ・ （資料 2-2 P27）「もんじゅはPFRと構造が違う」「もんじゅでは当初から対応済み」というようなことが書いてあるが、県民意見では、「もんじゅの安全審査にどう活かされているのか」といったようにもんじゅの安全性にどう反映しているのかということを問いかけている。
- ・ 「PFRでは、なぜ、水素計が故障したまま運転していたのか」などについて、例えば「プロジェクト管理のあり方が問題であったから」「サイクル機構ではこう反映している」というような答えが必要ではないか。

（サイクル機構）

- ・ PFRの構造の問題、それから運転の問題等を資料には記載しているが、特に運転管理の面では、最初の説明のように、我々、保安規定で「水素計故障時は運転しない」ということにしている。
- ・ 保安規定というのは、運転手順の一番上に位置するものであり、それを遵守して運転を行っている。
- ・ もんじゅでは、水素計が故障したまま運転をするということはない。
- ・ また、設備面でも、もんじゅには高圧ブロー系があり、設計上からみてもPFRのようなことにはならないと考えている。
- ・ PFRの運転のあり方については、それぞれの国の文化があると思うが、PFR

Rには人も派遣しており、状況を聞いている。

- ・ P F Rについては、設計上、運転面でもんじゅの参考にはしているが、このような事故は起こさないように運転したい。(保安規定を遵守していく)

(堀池委員)

- ・ 先ほどの説明で、伝熱管からの「小漏えい」「中漏えい」「大漏えい」があったが、「大漏えい」の場合は、「これ以上大きく数字を拡大しようがない(漏れようがない)」という意味で、特に詳しく説明はしていないという理解でよいのか。

(サイクル機構)

- ・ 大漏えい時の破損伝播について少し説明させていただきたい。
- ・ 漏えい率が非常に大きい場合、ナトリウムと水の反応が激しいためナトリウムが排除されてしまう状態になる。実際の実験データをみると、大漏えいの場合にはかえって水が噴き出して温度が低くなり温度も安定しない。したがって温度が上下して安定した高温状態にならないため、今、議論になっている高温ラブチャは起こらない。
- ・ 大洗工学センターでは、大きな実験装置を用いて大漏えいの実験を計7回行っている。そういう実験の際にガス加圧管という高圧にした管を用いており、時間的に短いという点はあるが高温ラブチャは生じてない。ウェステージも当然、非常に小さくなっている。
- ・ このため、実験事実からも大漏えいでは破損伝播は特に問題にならないと考えている。

(堀池委員)

- ・ 「問題ない」というのは、ある程度大きいとそれ以上は破損が拡大しないという意味か。

(サイクル機構)

- ・ そうである。

(柴田委員)

- ・ 先ほど、蒸気発生器の伝熱管について溶接部の数をお聞きしたが、かなりの箇所が存在するというので、一番これらの溶接部からトラブルがあり得る、確率が高いという意味では、これらの箇所かと思う。
- ・ 検査で特に気をつけている点、特別な考え方を持って行っていることはあるのか。

(サイクル機構)

- ・ この部分については、分類上は第3種機器であるが、蒸気発生器の伝熱管ということで気をつけて製作している。
- ・ 一方で運転に入った後、どういう検査を行うのかといったところでは、渦電流

探傷装置を用いて伝熱管全長に対して、溶接部も含めて定期的に検査する。

- ・ そのためにも検査装置を作っており、その校正試験施設もそろえている。そこで、装置を使用する人間とシステムの両方をチェックしながら検査していくという考えである。

（児嶋座長）

- ・ 耐圧漏えい試験（圧力をかけたリーク試験）はどのような段階で実施するのか。

（サイクル機構）

- ・ 製作段階では、伝熱管個別に実施している。その後、1つの機器になったときに耐圧漏えい試験を実施し、一連の機器の製作の仕上げになる。
- ・ その間、工場から現地に搬入した際に、配管を繋いで系統を構築するが、その時にも検査を行う。
- ・ また、定期検査の段階になると、系統の耐圧漏えい試験を定期的に行う。

（児嶋座長）

- ・ 県民の意見の中には、「渦電流で検査するときには、減肉は分かるが割れは検査できない」というものがあるが、これに対して、耐圧リーク試験で確認できると考えているのか。それとも他の方法があるのか。

（サイクル機構）

- ・ 基本的には、もし非常に小さなリークがあると、先ほど説明した漏えい検出で検出する。
- ・ プラントが動き出す前は、耐圧漏えい検査、運転後は水素計等での検出となる。

（若林委員）

- ・ 先ほど、柴田委員から溶接線のところでのリークの話があったが、渦電流探傷試験は、減肉に対しては有効だが、溶接線で割れるようなものについては非常に検出しにくいのではないかと。
- ・ 新しい技術はどんどん進んでいくだろうが、その点（新しい検査）について、現在どのように努力しておられるのか。

（サイクル機構）

- ・ もんじゅ構内に校正試験施設というものを建設したが、その施設を用いて実際の蒸気発生器伝熱管と同じ形状の伝熱管（蒸発器では、144本のうちの6本、過熱器では4本を模擬）を使った試験が行われるような段階にようやく来たところである。
- ・ 現在、その装置を使い、今、若林委員指摘の「現状より性能の良いもの」をつくりあげたいということで、試験を開始している。
- ・ もんじゅは現在安全審査中であるが、これから運転再開に至るまでに時間がかかるが、その時間を使って、今の検査装置よりもさらに性能のよいものを（現

状では2割程度減肉等の検出ができるように行っているが、その半分の1割以下の検出ができるよう)開発していきたいと考えている。

- ・このような研究開発を進め、適宜紹介させていただくことで、県民の方により安心感をもって運転を見ていただきたいと考えている。

2) 今後の委員会の進め方について

(堀池委員)

- ・9月以降、意見募集を継続中だが追加で新たな意見はあったのか。

(事務局)

- ・新たな意見はなかった。新たなものがあれば次の委員会の時までにまとめて報告する。

(児嶋座長)

- ・県民の意見について審議を行ったが、県民に審議の結果を確認してもらい「この点がたりない」、「この点を審議してもらいたい」などの追加意見があれば、それについても耳を傾けることが必要である。
- ・どういうことをまとめるか、また確認していくかということを委員からそれぞれ出してもらいたいと思う。

(若林委員)

- ・県民の方の意見を聴いたが、意見が重複している等の問題があるので、一度、委員の方で重要なものをまとめる必要がある。場合によっては、重要度まで決定するのもよいと思う。

(児嶋座長)

- ・重要度を含めて確認しておくべきことをまとめてみるという作業を次回に行う。

(柴田委員)

- ・もんじゅ委員会は、もんじゅ全体の安全性を踏まえてという事だったが、これから総論的な議論をしないといけない。一つ一つこれまで委員会ごとに細かい点について県民の疑問についてサイクル機構の説明等、審議を行ってきたが、全体を見渡した上の議論も必要。

(児嶋座長)

- ・耐震性の問題と、原子力安全性の問題はこれから審議しなければならないが、それ以外については、安全性総点検という視点での意見も確認する必要がある。
- ・委員の先生方から、確認しておくべき事項を出してもらい、そして事務局でまとめてもらい、それについて議論をするということを次回行う。

（事務局）

- ・先生方の意見を出してもらい、事務局で整理し再度先生方にお返しし、次回の会議資料とさせていただく。

（若林委員）

- ・これまでの議論をまとめ、審議の項目を考えるにあたり、議事録が非常に参考になる。前回の議事録は既にいただいているが、今回の議事録もできるだけ早めに頂いて、前回と合わせて参考にしながら考えたい。

（児嶋座長）

- ・耐震安全性、原子炉の安全性、あるいは高速増殖炉全体についての安全性についての議論をどう進めるかだが、耐震性については我々委員の中に専門家がないので、専門家をお呼びして、色々話を聞き委員と専門家の間で議論をするというような形で進めて行ってはいかがかと思う。どんな専門家をお呼びするかについてはこれから考えないといけない。
- ・高速増殖炉全体の安全性についてだが、ナトリウム FBR についての県民の意見があったがこれらをひっくるめて議論をするということで一度委員会を開きたいと思う。専門家の都合もあるのでわからないが、4、5月のどちらかに耐震性についての問題をやり、また原子炉の安全性の問題について議論するという事とする。

（岩永主任）

- ・耐震性の専門家の先生について、どのような先生がいいのか相談をさせて頂くので、リストアップをさせていただく。それを含めて4、5月の予定は決めさせていただく。

（児嶋座長）

- ・国の安全審査の第1次審査が予定より遅れているということだが、安全審査の出るタイミングについて、来馬課長からご説明していただく。

（事務局）

- ・昨年12月に補正申請が出され、保安院の方では一次審査を追加でやっている。担当のセクションに確認はしたが、いつ終わるという見通しははっきりとは答えてもらえていない。まだかかりそうだというニュアンスであった。次回の委員会は3月であるが、まだその頃は終わっていないだろう。

（児嶋座長）

- ・もんじゅ委員会と国の審査とのスタンスの問題があるが、我々は国とは独立した意見をもって国の審査に対応するという事が必要である。

- ・この点について、国の保安院の方に意見を聴いたり、我々の意見を聴いていただくとか、ある箇所についてしっかりと確認していただきたいというような要請が必要ではないかと思う。

（事務局）

- ・審査そのものは、大きく分けて一次審査と二次審査があるが、今の段階では一次審査も終わっていない状況なので、まだまだ審査は続くと思う。
- ・国の審査や色んな確認を県民の立場にたって考えなければならないし、また、この委員会では県民から意見を頂いているので、次回の委員会において確認すべき事項を整理し、それを踏まえた形で国に確認事項について申し入れる事は当然考えられる。

（児嶋座長）

- ・国の審査を我々は聞くだけでは独自性がなく意味がない。
- ・県民の視点から国の審査を判定する必要がある。なんらかの形で、この委員会の独自の意見として国のほうに確認をすることが必要である。

（若林委員）

- ・国は、安全ということを重要だと考えているが、我々は（その視点とは別に）住民の立場にたった発言をしなければならない。
- ・そういう点もあり、国と視点が違うのは当たり前であり、我々は、プラントの信頼性というような視点から考え、国へ確認してもらうということをやっているかなければならない。

< 会場より >

（山本正雄議員）

- ・細かいところまで勉強させてもらった。公開の場で議論を行ってもらっていることについて大変うれしく思っている。特に国へ、県民の立場に立ってきちんとやっていただくのは大変うれしく、また、ありがたいと思う。