

第 57 回 福井県原子力安全専門委員会 議事概要

1 日 時：平成 22 年 1 月 25 日（月）13：00～16：00 頃

2 場 所：日本原子力研究開発機構 高速増殖炉研究開発センター

3 出席者：

（委員）

中川 委員長、木村 委員、柴田 委員、田島 委員、岩崎 委員、山本(章) 委員

（独立行政法人 日本原子力研究開発機構）

早瀬 副理事長 敦賀本部長、向 高速増殖炉研究開発センター所長、

弟子丸 高速増殖研究開発センター 技術部長、

高山 高速増殖研究開発センター プラント保全部次長

（福井県）

櫻本 原子力安全対策課長、岩永 原子力安全対策課参事

（敦賀市）

松永 企画部技監 原子力安全対策課長

4 会議次第：

1）高速増殖原型炉もんじゅについて

・性能試験について

・設備健全性の確認状況について

5 配付資料：

・会議次第

・資料N o. 1 もんじゅの性能試験について

（（独）日本原子力研究開発機構）

・資料N o. 2 設備健全性の確認状況（炉心確認試験に向けて）

（（独）日本原子力研究開発機構）

6 議事概要：

1) 高速増殖原型炉もんじゅについて（性能試験について）

（(独)日本原子力研究開発機構 弟子丸部長から資料No.1 の内容について説明）

<質疑応答>

（山本(章)委員）

- ・説明資料を拝見した限り、炉心確認試験で想定されている実施項目は、大学の学生実験で行われているような比較的基础的な試験が主体で、そういう意味では、試験の手順は十分確立されていると思うが、細心の注意を払って実施していただきたい。
- ・例えば、年度末という時期を想定した場合、炉心の余剰反応度はどれぐらいで、その予測精度はどの程度なのか。
- ・臨界試験を行う際、トリップ設定点はどのように設定されているのか。

（原子力機構：弟子丸部長）

- ・余剰反応度については、平成7年の原子炉運転以降、原子炉は停止しているが、それ以降、燃料交換を行っており、燃料の組成に基づいて解析している。今の予測では、0.5%程度の余剰反応度と考えている。長期間止まっていることから、予測誤差もそれに近いものになっていると思うが、臨界は可能と考えている。
- ・トリップ設定値については、1次系は通常の運転状態であるため、運転状態のトリップ設定値である。2次系は通常時と異なり、ほぼ停止状態、約7%という低い流量であるので、トリップ設定値の適用を外すという対応をしている。運転状態であればもう少し高いトリップ設定値になっている。除熱能力の観点から、十分に低いところで試験を行うので、安全性は十分に確保されている。
- ・流量を段階的に49%から100%に変化させるが、流量の変動に伴う反応度の変化を抑えるようにしている。49%流量の上下限の（設定値の）状態で、そのまま（流量を）上げて行くと原子炉がトリップするので、段階的な出力上昇に伴い、トリップ設定値を変える対応をとることとしている。

（山本(章)委員）

- ・核計装に関して、トリップ設定点はどのようになっているのか。

（原子力機構：弟子丸部長）

- ・核計装については、資料にも記載している（17 ページ）が、起動状態で働くのが約10%程度である。我々はその手前で管理しているので、十分管理できると考えている。

（田島委員）

- ・性能試験の目的に、過剰反応度測定試験というものがある。資料 14 ページでは、出

力がフラットなところで行っている。最初、過剰反応度測定試験とは、増殖率がいわゆる即発臨界を超えるような危険な状態を作ったときにどうなるのかを測定する試験かと思ったが、先程、臨界に達するには、制御棒を少しずつ抜いて行って、なるべく振動させないで臨界に近づけていくという説明だったと思う。「過剰」とは、どういうことを言うのか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・法律用語と言うか、炉心がどれくらい沢山の反応度を持っているかということである。委員が言われたような即発臨界が起こるようなものではない。炉心がどの程度余分な反応度を持っているのかということである。臨界時は、制御棒がある程度挿入されているので、端的に言えば、挿入されている制御棒の反応度価値が過剰反応度になる。
- ・臨界の状態では、余剰反応度・過剰反応度がゼロの状態になる。プラスの反応度はない状態で制御棒が入っており、その制御棒で炉心が持っている反応度を抑えているので、その臨界状態で入っている制御棒の反応度の価値というか、反応度の割合を求めれば、それが過剰反応度となる。

(田島委員)

- ・計算で求めるのか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・実際の反応度の測定の仕方としては、制御棒を少し抜き、どれくらい出力が上がるかを測定すれば反応度価値が求まる。これをペリオド法というが、測定後、それを足していき、どれくらいの反応度があるかを求める。

(田島委員)

- ・同じく 14 ページでフィードバック反応度評価というものがあるが、反応度を変えるため、制御棒をかなり抜く必要があるのではないか。制御棒を抜いて、振動状態を作らないと分からないと思うが。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・引き抜き量は、およそ 10mm 程度である。反応度単位では、ドルやセントというが、セント単位の少し小さい値を入れ、抜いてどれくらい出力が上がるのかを確認して、どこまで自己制御能力があるかを確認する。

(田島委員)

- ・危険な即発臨界を超えるような事を仮にやってみるとか、或いはシミュレーションするようなことはしないのか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・そのようなことは行わない。
- ・即発臨界は1ドルという反応度であるが、我々の投入する反応度は、その10分の1や100分の1程度であり、その場合、運転員が操作できるような出力上昇速度である。後程、シミュレーションを見ていただくが、その程度の対応できるスピードの反応度しか投入をしないことを手順としている。

(木村委員)

- ・ナトリウムが入っている炉心ではやり難いと思うが、炉心内の中性子束の絶対値および中性子スペクトル、スペクトルインデックスでもよいが、このようなものは、どの段階で測定する予定なのか。後で、燃料がどれくらい燃焼したかということから求めるだけなのか。それとも別途、予め求めておくのか。
- ・次に、中性子計装を使って、出力ゆらぎの測定を行う計画はあるか。また、流れの状況との相関を取ることも重要なことだと思う。以前、フェニックスで反応度のピークが出たことがあったと思うが、そのようなことに対しても、ゆらぎの測定をした方がよいと思う。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・炉心の反応率を測定するのかという質問であるが、それについては、平成6年にウランの箔やプルトニウム239の箔を実際に炉心に入れて、その状態で、炉内のプルトニウムの核分裂の割合を測定している。今回は、その当時とあまり変わらないと考えており、同じ試験を行わないこととしている。委員が言われた炉内のスペクトルインデックスに使えるデータは、平成6年に取得している。それに基づき、増殖比も評価している。
- ・中性子ゆらぎについては、未臨界度測定法を適用することから、炉雑音を測定することとしている。それに、出力のゆらぎというか、制御系のゆらぎも含めて、40%出力段階において、或るランダムな制御信号を入れて、追従できることを確認する試験を行うこととしている。

(木村委員)

- ・中性子束の絶対値およびスペクトルインデックスについては、今回も実施した方がよいと思ったのだが、以前実施しているからやらなくてもよいという考えか。
- ・ゆらぎの測定については了解した。もんじゅでは、以前プロセス計装におけるゆらぎの測定という先駆的なことを実施しているので、今後も、是非実施したらよいと思う。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・前回試験を行ったので、それも含めて今回も継続して行う。
- ・未臨界法については、もう少し精密な中性子検出器を炉内に入れ、測定することとし

ている。

(柴田委員)

- ・ 以前から色々改善されているが、温度計測の新しい超音波温度計については、既にナトリウムの中でチェックされていると思うが、初めて使われるということなのか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・ 超音波温度計は、対象物の表面から測定する温度計で、配管の表面に超音波発信器を取り付けて計測する。この検出器は、大洗において実規模で実験している。もんじゅでは数年前に取り付け、現在もデータを取っている。

1) 高速増殖原型炉もんじゅについて（設備健全性の確認状況について）

((独)日本原子力研究開発機構 高山次長から資料No.2の内容について説明)

<質疑応答>

(木村委員)

- ・ 格納容器漏えい率検査については、プラントが長く停まっていたので、もっと悪い結果になるかと思っていたが、非常に良い結果が得られてよかったと思う。今回の結果は建設当時のものと比較してどうか。また、温度補正など色々あって大変だと思うが、誤差はどの程度か。
- ・ 非常用排気系のフィルタにはチャコール（活性炭）が入っていたと思うが、いよいよ運転するということで非常用排気系のフィルタ点検はどうなっているのか。
- ・ 増設された地震計はあるのか。また、地震計の点検はどのようなことを行っているのか。

(原子力機構：高山次長)

- ・ 建設当時の格納容器漏えい率検査結果は、0.02%であった。建設時よりも今回の方が良い結果となっているが、それは測定誤差だと思う。誤算は、僅かであり、測定値と同程度のオーダーであると考えている。
- ・ 非常用換気系のフィルタは、PWRと同様に、アニュラス排気に非常用のチャコールフィルタが付いている。中央制御室の換気系にも付いている。また、格納容器の外側に燃料取扱設備室があり、燃料交換中の事故が発生した時のためにチャコール付き非常用フィルタを備えている。

(木村委員)

- ・チャコールフィルタは 14 年間そのままだったのか、それともチャコールを入れ替えているのか。また、チャコールの劣化等は調べたのか。

(原子力機構：坂本機械保修課長代理)

- ・これらのチャコールについては、平成 20 年度に全て交換している。

(原子力機構：高山次長)

- ・地震計のトリップ設定値は、180gal（正しくは 160gal）だったと思う。当初からの地震計を現在も使用しており、増設はしていない。地震計の校正の仕方までは承知していないが、軽水炉と同様な点検を行っている。

(木村委員)

- ・これまでに、地震動が来て、建屋がどうなるかというような議論もあったことから、地震計が増設されているのかと思い質問した。

(原子力機構：高山次長)

- ・委員の質問に対し、安全保護系の地震計と勘違いして回答していた。
- ・安全保護系は増設していないが、観測用の地震計は何台か増設している。台数については、後ほど回答させていただく。

(中川委員長)

- ・地震計の校正をしているということは、定期的に点検をしているということか。

(原子力機構：高山次長)

- ・安全保護系に使用している地震計は、年 1 回、定期的に点検を行っている。

(柴田委員)

- ・資料 11 ページにナトリウム純度管理として、測定値が出ているが、以前の値よりも今の（酸素濃度の）値が少し下がっている。純度が下がるのは空気中の水分の影響だったと思うが、（酸素濃度が）低下しているということは、（純度が）良くなっているということか。

(原子力機構：高山次長)

- ・その通り。

(田島委員)

- ・性能試験に関しての質問に戻るが、制御棒は、1 m 程度を引き抜き、臨界後も、色々

な試験で、mm 単位で変化させるということであったが、仮に、制御棒（の操作）を間違えて、1 cm や数 cm のオーダーで引抜いた場合に危険性はあるのか。

（原子力機構：弟子丸部長）

- ・制御棒を引き抜く長さは、全部で1 mである。制御棒を1 cm、2 cm のオーダーで引抜いた場合でも、実際に中性子の検出値が上がっていくスピード、これをダブリングタイムというが、この値は、100 秒、200 秒という時間であるので、ゆっくり上がっていく。

（田島委員）

- ・増殖率が低く、遅発中性子が効いているということか。臨界に達していて、その後に危険性はないのか。

（原子力機構：弟子丸部長）

- ・臨界後のどのような状態においても、例えば、制御棒を10mm 引抜いた時のダブリングタイムは、100 秒や200 秒というゆっくりとした上昇である。このため、人間が制御することが可能であり、上がり過ぎたと判断すれば、直ぐに制御棒を挿入して上昇を止めることが可能である。数秒で出力が急激に上がるという状態での試験は実施しない。

（岩崎委員）

- ・1次系ナトリウムは、原子炉の中を循環する間に放射化するのか。

（原子力機構：弟子丸部長）

- ・ナトリウムは、中性子を受けるとナトリウム22や24といった γ 線を出す物質に変わる。ただし、長く運転してから点検に入っても、強い γ 線を出すナトリウムは、半減期が短いので、ある程度時間が経てば作業には影響ないと考えている。ナトリウム自身は、放射化する物質を持っている。

（岩崎委員）

- ・長く動かしていると、ほとんどがラジオアイソトープ化してしまうということか。

（原子力機構：弟子丸部長）

- ・ナトリウムの一部が放射化するということである。

（岩崎委員）

- ・早い時期に平衡状態になるということか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・その通り。

2) 現場確認 (確認箇所は以下のとおり)

- ①シミュレータ室
- ②原子炉格納容器内の制御棒駆動機構
- ③原子炉格納容器内の 1 次主循環ポンプ

<質疑応答>

(山本(章)委員)

- ・現在、停止中ということで、ナトリウムの流量がほとんどない状態でメンテナンスされているということであるが、実際、炉心を臨界にする前に、例えば、冷却材の流量を非常に高いところまで上げて、1 次系、2 次系も含めて、色々なテストをするということは想定されているのか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・1 次系および 2 次系の流量については、ポニーモータによる 10%流量から、1 次系であれば主モータで 49%から 100%まで上げていくことができるので、これまでに実施したプラント確認試験の中で、その範囲で流量の上昇・下降を行ない、正常にポンプが動くことを確認している。これは平成 20 年に実施した。そのような実績もあるので、今後、特段、1 次系流量を臨界前に上げるといった計画はない。プラント確認試験で十分確認したと考えている。2 次系についても同様である。

(岩崎委員)

- ・中央制御装置（シミュレータ）を確認した際に、制御棒が 19 本あり、操作は 1 本ずつしかできないということであったが、設計上、どういう意味があるのか教えて欲しい。全部同時に操作できる方が良いのではないか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・制御棒は 19 本あり、もんじゅの場合、出力制御は制御棒だけで行う。制御棒が複数本抜けることを前提とすると、反応度がどの程度加わるかということのを相当大きく見積もる必要がある。安全審査では、起動時ならびに出力上昇時に制御棒が異常に引き抜けた場合、過剰な反応度が入り、急激な出力上昇で燃料が破損しないかどうかということまで確認しており、その前提では、反応度添加率と呼んでいるが、1

秒間あたりの反応度添加率を制限している。そのためにも1本ずつ引き抜く構造としている。なお、当然のことであるが、スクラム信号が発信すれば、制御棒は全て一斉に入る。

(中川委員長)

- ・出力を上げる時は、制御棒を1本ずつ抜いていくということか。

(原子力機構：弟子丸部長)

- ・その通り。

(原子力機構：高山次長)

- ・先ほどの木村委員からの地震計の質問に回答する。
- ・元々、観測用の地震計はもんじゅの場合、建物や地層の中に合計9箇所設置されていたが、阪神淡路震災以降の平成15年に、地層に埋め込む地震計を2箇所追加しており、現在は合計11箇所となっている。それとは別に安全保護系の8チャンネル（正しくは6チャンネル）がある。

(木村委員)

- ・新潟県中越沖地震の際、柏崎刈羽原子力発電所では、地震の観測記録が一部消えてしまふことがあったと聞いているが、もんじゅは、次の信号に上書きされず、地震記録はちゃんと残っていくようになっているのか。

(原子力機構：高山次長)

- ・それに関しては、地震の記録装置の容量が以前は128MBであったのを倍にするという対応をとっている。（もんじゅの地震計のメモ리카ードのデータは、当初から支援システムのパソコンへ自動転送される機能を有しているため、データが上書きされて消失することはない。また、メモ리카ードは1回60秒の地震約180回分の記憶容量であったが、2倍の約360回分を記憶できるようにした。新潟県中越沖地震の発生から2週間の震度1以上の地震回数138回（気象庁ホームページより）を踏まえても十分な記憶容量と考えられる。）その時期は、地震計の増設と同様、平成15年か16年頃だったと思う（正しくは平成21年2月）。

(木村委員)

- ・先日、非常電源の起動試験において、正常に動作しなかった機器があったと聞いている。今後、通常の運転に入った時には、非常電源の起動試験を運転中にやるべきかどうかはちょっと難しいが、どのように非常電源の起動試験を行うこととしているのか。

(原子力機構：高山次長)

- ・原子炉運転中も月 1 回、非常用電源は 3 系統あるので、合計月 3 回、ディーゼル発電機を手動で起動させ、実際に負荷もとって問題なく動作するかを確認することになっている。

(木村委員)

- ・ディーゼル発電機の燃料は、重油かと思うが、運転が何時間分できるタンク容量があるのか。

(原子力機構：高山次長)

- ・7 日間分運転できる容量であったと思う。なお、燃料は、重油ではなく軽油を使用している。

(木村委員)

- ・新潟県中越沖地震の際に、柏崎刈羽原子力発電所では、非常用電源用の油タンクの下部で損傷が発生していたと記憶しているが、もんじゅの軽油タンクは十分な耐震性があるか。

(原子力機構：田畑副所長)

- ・もちろん耐震性を有している。なお、柏崎刈羽でのタンク損傷は、ディーゼルの燃料タンクではなく、ろ過水タンクだったと記憶している。

(木村委員)

- ・柏崎刈羽原子力発電所の油タンクを実際に見たところ、大したことはないが、少し傷んでいたように思う。

(中川委員長)

- ・本日の委員会では、今後計画されている性能試験に関して、性能試験の全体的な流れと計画されている試験項目、また、炉心確認試験での具体的な試験内容や安全確保の仕組み、更にはこれら性能試験に関係するものとして、一部ではあるが、平成 15 年に公表された（県の）もんじゅ委員会の意見に対する対応状況について説明があった。
- ・炉心確認試験で運転状態となる機器に関し、例えば、燃料や制御棒、1 次主循環ポンプ等でこれまでに実施した点検状況等について説明を受けた。更に、運転シミュレータ室では臨界操作時の模様、また、原子炉格納容器では原子炉容器上部の制御棒駆動機構や 1 次主循環ポンプの状況について現場確認を行った。
- ・本日の審議で、今後もんじゅにおいて計画されている炉心確認試験や性能試験の概要が現場の状況も含めて理解されたと思う。
- ・本日、いくつかの質問が委員会で出され、大体回答されたと思う。これから炉心確認

試験に入っていく時に、確認試験の手順そのものは、割合、標準的なものであるとのことだが、やはり細心の注意を払って進めていただきたい。また、本日、委員から出された意見についても、再度踏まえ、今後も慎重に点検作業を進めていただきたい。

- 最後のところをきちんと確認しながら、先へ進めて欲しいと本委員会としても要望する。
- 国の原子力安全・保安院では、現在、原子力機構の安全性総点検報告に対する評価等も行なわれているところであり、今後、これら国の対応についても引き続き審議をしていくこととしたい。

以上