

## 第6回原子燃料管理検討会 議事録

1. 日 時 平成 25 年 6 月 5 日 (水) 13:30 ~ 17:45

2. 場 所 日本電気協会 4 階 C 会議室

3. 出 席 者 (敬称略, 順不同)

出席委員: 上村勝一郎主査 (原子力安全基盤機構), 高木幹事 (東京電力), 原田 (中部電力), 中嶋 (グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン), 土内 (原子燃料工業), 垣内 (原子燃料工業), 布川 (三菱原子燃料), 黒沼 (北海道電力), 松永 (九州電力), 福田 (三菱重工業)

(計 10 名)

代理出席: 一川 (関西電力・山地幹事), 宮本 (北陸電力・荒川代理), 竹野 (日本原子力発電・島田代理), 加藤 (東北電力・高橋代理), 藤木 (中国電力・別府代理)

(計 5 名)

常時参加者: 黒石 (原子燃料工業)

(計 1 名)

オブザーバ: 井上 (東芝), 安田 (日立 GE), 奥田 (グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン), 守下 (電源開発)

(計 4 名)

事務局: 芝, 志田 (日本電気協会)

(計 2 名)

4. 配付資料

資料 6-1 第5回原子燃料管理検討会議事録 (案)

資料 6-2-1 国内外の漏えい燃料の実績整理 (PWR)

資料 6-2-2 国内外の漏えい燃料の実績整理 (BWR)

資料 6-2-3 守るべきレベルの明確化

資料 6-3 漏えい燃料有無の判断、監視方法

資料 6-4-1 漏えい燃料発生時の対応 (PWR)

資料 6-4-2 漏えい燃料発生時の対応 (BWR)

資料 6-5 調査・検討事項 5 「漏えい燃料存在下での過渡・事象への影響」

参考資料 1 原子燃料管理検討会委員名簿

参考資料 2 用語の定義

5. 議事

(1) 会議定足数の確認, 新規委員候補の紹介

事務局より, 委員総数 16 名に対し, 代理出席者を含めて本日の委員の出席者は 15 名であり, 会議成立条件である「委員総数の 2 / 3 以上の出席」を満たしていることの報告があった。

事務局より以下の新規委員候補 1 名の紹介があった。

・竹野美奈子 (日本原子力発電)

(2) 前回議事録の確認

資料 6-1 に基づき, 第 5 回原子燃料管理検討会議事録 (案) の内容について確認を行い, オブザーバ出席者を安田 (日立 GE) から曾根田 (日立 GE) に変更することで承認された。

### (3) 前回検討会の反映

#### 1) 国内外の漏えい燃料の実績整理修正案

委員より、資料 6-2-1(PWR 関係)、6-2-2(BWR 関係)に基づき、前回検討会のコメントを反映した国内外の漏えい燃料の実績整理修正案について報告があった。今回は用語等について修正しているが、次回の検討会までには両資料をひとつにまとめる予定であるとの報告があった。

確認の結果、両資料中に挿入されている一部の図に不鮮明な物があり差し替えることとなった。

#### (主な質疑・コメント)

- ・資料 6-2-2 の 6 頁の損傷している燃料集合体の図が見難いので、鮮明な図に差し替えること。その他、資料 6-2-1 も含めて見難い図があれば差し替えること。

拝承

#### 2) 守るべきレベルの明確化修正案

委員より、資料 6-2-3 に基づき、調査・検討事項 3 守るべきレベルの明確化の修正案について、報告があった。一部誤植があるので修正することとなった。

#### 【修正内容】

- ・1 頁及び別紙 1 の、「1 次冷却水中の・・・」「冷却水中の・・・」
- ・別紙 1 の参考メモの、下から 15 行目「燃料の設計断面では・・・」「燃料の設計段階では・・・」

#### (主な質疑・コメント)

- ・「ペレットの脱落・飛散に至る破損の防止を未然に防ぐ」という観点は削除することになっているが、この理由は設計でこのような基準を設けて扱っていないのでここに入れるのは無理があるということであるが、漏えい燃料の比較を作る上では何らかの判断が必要になるので、この検討会ではこの部分について規程化していくために作りだす必要がある。  
これまでの整理の中で、例えばこの後の議題になるモニタのレベル等が定めればそれを反映していくことになる。
- ・守られるレベルの明確化の中に入れるかどうかは、後から入れるかまたは実際の運用の中で入れ込んでいく方法がある。  
守られるレベルとしては、この 1 及び 2 を実施して、対応の中で指標が決まっていけばそれが守られるレベルになる。
- ・これについては留意すべき点として残していき、後で実際のレベルを検討する中で判断する。

### (4) 漏えい燃料有無の判断、監視方法

委員より、資料 6-3 に基づき、BWR の漏えい燃料有無の判断、監視方法について報告があった。議論の結果、図 1 対応フローに使われている、判断を求めている各条件(例、<判定基準 1 以上か>)については考え方及び根拠を明確にすることとなった。また、資料 6-4-2 にも運転継続の可否判断フローがあるが、整合性を取り監視から運転継続の可否判断までを、ひとつのフローとすることとなった。また、データを収集し、PWR(資料番号 1-5)と同じようなアプローチを行うこととなった。

PWR については第 1 回検討会資料(資料番号 1-5)に基づき検討を行った。議論の結果、技術的にみて強力なサポートになるので、ガイドラインに示した時に必要な位置付けあるいは性格付けを記載する必要がある。

#### 【資料 6-3 に係る主な質疑・コメント】

- ・2 頁の「出力抑制法(PST)を実施し運転継続」を「出力抑制法(PST)を実施した後に運転継続」

に修文すること。

拝承。

- ・図1のフローで、<判定基準1以上か>でNoの場合に[通常運転]に戻っているが[通常監視]へ戻す、それに[通常監視]、[監視強化1]及び[監視強化2]をそれぞれ[通常運転・通常監視]、[通常運転・監視強化1]及び[通常運転・監視強化2]に変更する。

拝承。

- ・前段で、通常運転時に漏えいがどの様に進展するかという観点で記述すること。加えて後段に漏えい発生時の対応についての説明が必要である。
- ・<判定基準1,2,3>についても、定量的な数字は炉によって異なると思うので一律に決めることは難しいが考え方、根拠についての説明を記述すること。また、レベルについては例として代表的な数字を提示できないか。

漏えいの判定は監視の程度を変えるだけに使う、その後の進展は運用を考える上で使う。

- ・<判定基準1,2>はそれでよいと思うが、<判定基準3>はプラントを停止する判断になるので、損傷の進展、規模を含んでいる。なぜそこでプラントを停止しなくてはならないかという技術的な根拠が必要になる。大変であるが、本検討会の山場になるので力を入れてやっていきたい。<判定基準1>はバックグラウンドから水質、ガスモニタのレベルが増えてきたときに、燃料からの漏えいなのかははっきりさせるために[監視強化ステップ1]の段階に入る。これについてはJBOGが作成したPSTのガイドラインに判定基準がある。それは<判定基準2>となる。また、漏えいが確認出来るのが<判定基準2>とすると、<判定基準3>はかなり進展して主排気筒まで到達するところとなり、<判定基準2>と<判定基準3>の間はかなり開きがある。

資料6-4-2に同じように漏えい燃料発生時の対応のフローを示しているが、ここでは<判定基準2>になった場合<PST>の実施判断をしてYesとなった場合に[PST]を実施し、成功した場合は[局所出力抑制運転]になり、<判定基準3>では放射性物質を大量に出さないようにプラント停止、<判定基準4>では保安規定を守るために直ちに停止という対応を考えている。

- ・[局所出力抑制運転]になった場合に監視はどうするのか。また、監視は通常監視かあるいは監視強化になるのか。

監視強化になる。

- ・監視強化をしながら漏えいが進展してきたら<判定基準2,3,4>の判断をする必要があることからループにしないでほしい。

過去にPSTを実施して、再度PSTを実施した例は無い。

- ・過去に無いから、今後もPSTをやることは無いと言っているが、そのような考えは根拠がないので改めなければいけない。

拝承

- ・PSTを実施する判断基準は何か。説明がない。  
この判断基準はJBOGで作成したものががあるので、これを使用するのがよいと考える。この中にPSTを実施することになった段階での流れ・判断の仕方が含まれている。
- ・PSTの手法をどの様に実施するかはこの検討会で議論する必要はないが、しかしどの様な時にPSTを使うのかの運用について議論しなければいけない。
- ・PSTを実施した場合はかなりの進展を抑制する効果があるといった判断について議論する必要がある。

PSTの効果については実績ベースで示すことになる。

- ・PSTの実績ベースになると限られるので、これまで破損実績を調査したが、これらを照らし合わせながら出力を抑制するとどのような破損進展が防止出来るのか、どうして出力を抑制すると破

損モードは進展しないのか考察する必要がある。

出力を下げることは温度が下がることになる，そうすると腐食，水素の発生，蒸気圧が抑制される等メカニズムを考えて全て結論付けることは難しいが，考えられる範囲で考えるとこのように方向になるということまで検討すること。

- ・検討事項 6 は根拠作りに重点があり，検討事項 7 は最終的なガイドラインになる。

#### 【資料 1-5 に係る主な質疑・コメント】

- ・漏えいの有無の判断基準は PWR プラント共通のものか。  
共通のものである。
- ・38，39 頁にリーク本数増加事例の FP 挙動の図がある。原子炉内は見えないが，微小な進展は許容しているのか。  
理屈上はフローに従うので，レベルが保安規定になったら停止する。それ以外の判断で止める場合もある。したがって，漏えいがすこし増えた場合でも処置をするトリガにならない。
- ・設計で本数が増える場合があるのか。  
設計ではないが異物によりダメージを受ける場合本数が増えることがある。設計でも本数が増えることがないとは言えない。
- ・BWR では増加傾向があれば保安規定より十分余裕がある場合でも停止判断をすることがある。
- ・3 年前に起こしたグリッドフレティングの事例はここに入っていないのか  
27 頁のニューシアのデータで No31，33 がグリッドフレティングの事例である。領域区分図では A-23，24 である。
- ・バッフルジェットに比べると大きくない。  
バッフルジェットに比べるとかなり低い。バッフルジェットは領域区分図では A-3，4 である。
- ・グリッドフレティングの事例はかなり系統的に起きて何回も発生している，なぜ早く防げなかったか。  
データを見ても漏えいがあるということは分かるが，なにによって起こっているかは分からない。したがって，現状のレベルで，特にピンホール等についての原因を究明することは難しい。
- ・PWR の場合はこれだけのデータがあり，理屈付けもされているので漏えいの有無についての判定は信頼できる。運転継続の判定は妥当なのかを根拠付けるかである。保安規定に達するまでのレベルだけでなく対応するまでの時間の余裕があるという説明をどう作るか。
- ・図 4.1-7 は放射能濃度で損傷領域，ピンホール領域等を区分しているが，物理的な事象のカテゴリで領域を別けることは可能か。  
物理的なメカニズムと対比しての領域別けはしていない。進行性(BJ タイプ)と非進行性(それ以外)については付録 B に進行度合いを示している。
- ・これについては，I-131 と I-133 の半減期の時間差から言えるのか。  
I-131 は 8 日ぐらい，I-133 は 1 日弱なので，多く出てくる場合は比が小さいが，小さな孔から出てくる場合は時間を要するので比は大きくなる。したがって，進行性あるいは非進行性ということの傾向が分かる。指標としては耐えられると思う。
- ・検討項目 6 の基準作りの資料として，これは技術的にみて強力なサポートになるので，示した時に記述の仕方として，位置付けあるいは性格付けを記載する必要がある。
- ・BWR の方もこれに相当するアプローチは出来ると思う。PWR が出来ているので，やれば出来ないことはないと思う。2 次破損を起こさないということなので，その前に PST を実施している。その根拠作りが必要である。  
2 次破損に至った例はあり，そのときの炉水のデータはあるが，例えば放射能濃度にしても普通

- の漏えいの時と大差はなかった。データをもってきてもPWRのようにきれいな傾向は見られない。
- それだけでは難しいと思うのでいくつかの例を集めて説明することは出来ないか。  
BWR の場合は漏えいが発生すると直ぐに止めてしまう場合が多かったので、上がり始めのデータはあるが、その後の2次破損までは至らないが安定したデータは無い。したがって、上がり始めのデータを集めても何かを言う資料としてまとめるのは難しいと思う。
- 2次破損が発生しているということは2次破損まで運転していることである。そのときのデータないのか。既存のデータでは集まらないと思う。目的意識を持って集めること。  
2次破損に至ったデータ3~4例を集めてみたが相関がとれなかった。データを提出するのは出来るが、出す意味が見いだせなかった。
- 2次破損と言っても、程度問題であり一気にジッパシー拳に放射能が上がる場合と、最初の孔からすこし離れたところに孔が開いただけでは、孔が2箇所あるだけで大破損が発生したということではない。その理屈をつくる必要がある。

#### (5) 漏えい燃料発生時の対応

委員より、資料6-4-1に基づき、PWR運転中の漏えい燃料発生時の守るべきレベルについて説明があった。議論の結果、BWRに合わせて対応フローを作成することとなった。

BWRについては、資料5-4-2に基づいて、BWR運転中の漏えい燃料発生時の守るべきレベルについて説明があった。

##### 【資料6-4-1に係る質疑・コメント】

- 検討事項6「漏えい燃料有無の判断、監視方法」と検討事項7「漏えい燃料発生時の対応漏えい燃料発生時の対応」の仕分けについて、ダブっている内容があるように見える、また書くべき内容がこれでよいのか。  
フローは検討事項6で記載し、具体的な判断基準、根拠等は検討事項7に記載する案もある。  
第1回の検討会で仕分けについては議論しているが、今の案のとおりである。
- 結論としては、検討事項6ではフローと漏えい燃料の判断基準、その根拠を記載し、検討事項7には運用について出来るだけ具体的な対応(根拠も含め)方法を記載する。例えば、検討事項7で、PSTはなぜ実施するのか、それによってどう効果があるのか等を記載することになる。
- 1頁の の11行目の下線部に「一定時間」と記載されているが、どの程度の時間かまた技術的根拠は。  
解説等で記載することで考えている。時間の根拠については、各プラントの保安規定の規定値に基づくものであるので、一例として記載することになる。
- 1頁の の6行目の下線部に、「漏えい孔が比較的小さい状態であると考えられ、継続運転に支障ない」は飛躍しすぎているので、考え方あるいは根拠をいえないか。  
検討する。
- 2頁の3行目の下線部に「…、燃料破損防止のための措置をとる」とあるがどのような措置をとるのか中身がわからない。
- 2頁の に運転継続した期間(Lockeカーブ)の記載があるが、資料番号1-5にある燃料気化水素化破損可能性は相当古く昔の燃焼度の上がない時のものなので、今の高燃焼度の場合では閾値は変わると考えられるので、Lockeカーブを使うのは無理があると思う。  
、 は判断材料であるが、 は判断材料ではないのでここに書くのはよくない。
- 今の、コメントを参考にして記載を考えること。
- の2行目の下線部に、「放出管理目標値」とあるが、具体的には何処から何処へのことを言っているのか。4行の「放出放射エネルギー」についても根拠を示すこと。それと、5行目の「最近の…」

範囲にある。」をここに記載している意図が分からない。

- ・PWRには、全体的なフローがない。有ったほうが解りやすいのでBWRに合わせて運転対応（監視だけで炉停止等が明確になっていない）フローを作成すること。

#### 【資料6-4-2に係る主な質疑・コメント】

- ・フローで<PST実施判断>でNoとなった場合監視強化に戻るが、一時的なもので判定基準1以下になった場合にも監視は続けなければならないのか。  
作った時にそのような観点では考えていなかった。
- ・資料6-3-2の資料と合わせて一つに作りなおしになるので今のコメントも含めて作成すること。
- ・1頁に「判定基準」,「判断基準」と二通りの言い方をしているが整理すること。

#### (6) MOX燃料への対応

委員より、資料1-5の資料H1,2に基づき、MOXの適用についての説明があった。基本的には第3回検討会で紹介された内容で問題ないと考えている。UO2とMOXについてはペレットの属性、特性等定性的および実績からほとんど変わりがなく同じ考え方で管理ができるという説明があった。

##### (主な質疑・コメント)

- ・H1頁で、4行目で核種(ヨウ素と希ガス)の生成率は同程度である。したがって、UO2とMOXのヨウ素と希ガスの放出挙動には差がないとの記載があるが、これは少し論理的には変である。生成率と放出挙動は別である、生成率はどうであって、挙動はどうであるという説明を間に入れること。次に、モニタリングであるが、破損挙動として違いがないかということがここでは触れていない。UO2とMOXをモニタしていても破損の進展、規模に違うことを予測しなければいけないかとの側面がある。

基本的に燃料構造は同じであるので、被覆管の中が違うということであり、被覆管とペレットのインターアクションの要素がなければ基本的には同じと思う。

- ・ガスモニタリングでガスの振舞について、先ほど言った二つのことが変わらないということがいえれば、そのことはいえると思う。しかし破損メカニズムは別であるので、UO2とMOXの破損のメカニズムが同じであるかあるいは別なのか考えておく必要がある。燃料がディスパースする場合、同じ燃焼度でUO2に比べMOXのほうがディスパースし易いという例がある。したがって、ディスパースした時の振舞をUO2では考えなくてもよい時もMOXでは考えなければいけない。逆にMOXのほうがPCI破損を起こしにくいということもあるといわれている。  
漏えい燃料についても検討を進めなければいけないので、平行して進めるが少し時間が欲しい。

#### (7) 「漏えい燃料存在下での過渡・事故事象への影響」に関し課題の整理

委員より、資料6-5に基づき、「漏えい燃料存在下での過渡・事故事象への影響」の議論を今後進めるにあたり課題について説明があった。

- ・1頁の , , としては通常時のところから異常時・過渡時についても損傷が進行、進展しないかを検討しようとしているのか。  
一つの考え方として , は過渡で燃料の損傷が進行、進展しないかどうか , の検討は燃料が損傷して異常な過渡変化で破損した燃料が他の燃料を損傷させることも考えられるので、これがクリアできたら過渡は大丈夫と言える。
- ・ について、事故は問題であるが、通常時に漏れている燃料が過渡変化時は放射能を閉じ込めるという機能は損なわれているので、その判断基準は適用外であり、異常な過渡変化に対しては何も要求する必要がないということに対してそれは理論の飛躍があり、例えば閉じ込められなくて

出てくる量が異常な過渡で増えてくることがある。そのようなことを , , で積み上げていくということか。

その通りである。

- ・一旦燃料リークが発生したので、すぐには取り出す必要はないということは異常な過渡とは区別して考えること。今後このアプローチについてどう考えるか検討を進めていく。  
例えばトピカルレポートは技術的な内容とその後ろに品質保証等最新の知見をどのようにとらえるかであるが、どっちかというところのほうに入っていく感じがする。

( 8 ) その他

- a) 次回検討会は、7月29日(月)午後を開催することとなった。

以 上