

第3回 原子燃料管理検討会 議事録

1. 日 時 平成 24 年 12 月 18 日 (火) 13:30 ~ 17:20

2. 場 所 日本電気協会 4 階 B 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), 上村勝哉幹事 (東京電力), 山地幹事 (関西電力), 青木 (四国電力), 島田 (日本原子力発電), 原田 (中部電力), 中嶋 (グローバル・ユークリア・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), 高橋 (東北電力), 別府 (中国電力), 松永 (九州電力), 福田 (三菱重工業) (計 15 名)

代理委員 : 宮本 (北陸電力・荒川代理) (計 1 名)

常時参加 : 黒石 (原子燃料工業), 柳沢 (電源開発) (計 2 名)

オブザーバ : 高木 (東京電力), 庄山 (原子燃料工業) (計 2 名)

事務局 : 芝, 黒瀬, 志田 (日本電気協会) (計 3 名)

4. 配付資料

資料 3-1 第2回原子燃料管理検討会議事録(案)

資料 3-2 用語の定義

資料 3-3 国内外の BWR/PWR 漏えい燃料の実績整理

資料 3-4 要求事項

資料 3-5-1 MOX 燃料への適用について(ウラン燃料と MOX 燃料の違いの整理)

資料 3-5-2 MOX 燃料への適用について(PWR 炉心の FP ガス分析値に基づく漏えい燃料の推定)

資料 3-6 成果物の取り纏め方

参考資料 1 原子燃料管理検討会委員名簿

参考資料 2 原子燃料管理検討会の進め方(第2回検討会資料)

(1) 会議定足数の確認

事務局より, 委員総数 16 名に対し, 本日の委員出席者は代理含め 16 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 2 名のオブザーバの紹介があり, 主査より参加の承認があった。

(2) 前回議事録の確認

事務局より, 資料 3-1 に基づき, 第 2 回原子燃料管理検討会議事録(案)の説明を実施した。委員からのコメントは無く, 原案の内容で正式議事録とした。

(3) 用語の定義

青木委員より、資料 3-2 に基づき、「原子力発電所の運転中における漏えい燃料発生時の対応規格」の策定にあたり誤解を生じることなく意図したとおり記述する観点から使用する用語(案)の説明があった。

下記議論をふまえて、「用語の定義」の策定作業を進めて、次回中間報告を行うことになった。

(主な質疑・コメント)

- ・ P3 の「損傷」, 「破損」の用語は, PWR/BWR のガイドラインでは同じ言葉が違う意味で使われているあるいは同じ意味を指しているのに違う言葉が使われているということか。
その通りである。
 - ・ 違う用語・用例はピックアップしようと思えば可能か。
代表的なものについては, P5 に「定義が必要な用語についての他の既存文書における定義, 用例等」として表にまとめている。
 - ・ 用語の定義という作業そのものは目的の一つであるが, もう一つは他の検討作業を進めるにあたり用語の使い方が違っていると議論が混乱して非効率的になることから予め用語を定義するという目的がある。後者からすると出来るだけ早めに整理しておく必要があり, それでも抜けているものが出てきたら追加するという方法で進めることが必要である。
- 拝承
- ・ 最終的には, 整理したものを「定義」として規格の中に取り込もうとして考えているのか。
規格の一部として巻頭あるいは巻末に付けることを考えている。
 - ・ P1 の1章 基本方針に「……, 社会一般あるいは広く原子力学界で用いられる……」との記載が漠然としているので, もっともメインになるのを具体的に入れたほうがよい。例えば, P2 の4章の「具体的作業」に記載のあるドキュメントを用いて「……, 原子力安全委員会指針集等を中心にその他ドキュメントを参考に……」のような記載にしたほうがよい。
オーソライズされた法令・規格に書かれている用語の定義を最大限尊重する旨の記載に変更する。
 - ・ この規格を制定する意図は漏えいが有っても運転を継続できるレベルあるいはできないレベルを明確にしたいということである。指針類の定義では漏えいはレベルに係らず全て破損となっている。したがって, 指針類をそのまま使えば, 今後不都合が発生することも想定される。
指針類の定義と BWR-GL (BWR ガイドライン) の定義が一致していない。BWR-GL では「破損」と「損傷」が同じになっていて, 「破損」からいきなり「破断」に飛んでいる。一方, 指針類では経年劣化, 貫通あるいは非貫通も含めて「損傷」と定義されている。その中で, 貫通性損傷のことを「破損」と定義し, 破損の中には孔が開き始めた状態, 孔が大きくなった状態及び破断した事象も含まれている定義となっている。SRP は「損傷」が「ダメージ」, 「孔の発生」が「フェイリア」, 「破断」が「クレービリティの喪失」であり, 指針類の整理と比較的合っているので, BWR-GL の定義は忘れたほうが混乱しないと思う。ただし, 我々が使おうとしている定義を原安委の指針類の整理の中でどのように特化していくか議論していかないと発散する。特に損傷, 破損及び破断の定義が対象になる。
BWR-GL は, 漏えいが起こった後の対応を記載しているものであり, すこしの損傷で漏えいが起こった事象から大きく損傷する 2 次破損を含めて「破損」として「損傷」と「破損」を明確に区別していないと想定される。ガイドラインを作成した時の定義の決め方が, まだ確認できていないので確認しながら PWR 側と調整する必要がある。

SRP では燃料にピンホールが発生したものは「燃料フェイリア」でなく「漏えい燃料」と定義されている。日本の指針とも違っている、例えば指針の「破損」は漏えいから始まって破断まで含まれる。米国では原子炉だけではなく燃料輸送や貯蔵の話があり、キャスクで破損燃料を輸送する場合特別の許可があるが、漏えい燃料の場合は特別の許可がない。したがって、「損傷」は全体を包含している言葉であるので「損傷」と「破損」の2つの区別だけではなく、「漏えい(燃料)」、「燃料破損」も検討する必要がある。指針通りの使い方に固執する必要はないが、指針を外れると誤解を生じる可能性があるため、指針の概念から枝分かれした概念を用いる工夫がある。また、添付2の表では指針類とP/B-GLだけであるがNRC関連(炉以外に輸送等も含めて)の情報も整理し表に追加すること。

- ・指針の定義で、燃料の破損により放射性物質の漏えいと言えば燃料の被覆管からの漏えいを指すが、一般の人がイメージすることは系外への漏えいであるのでのそれについてもはっきりさせる必要がある。

- ・例えば、通常の配管であれば配管から水のしみがある場合あるいはこしの漏えいに対しては破断とは言わなく損傷という、これと同じである。出来れば、このような形でどうかという案を作らなければ決められないと思う。

思いつきの提案をすると後で矛盾が生じて不都合が出るので、最初の調査が必要になる。また、いま作ろうとしている規格が何を目的にして、どう区別するかのニーズ出しをして、それにそって最終的にどの様な用語が必要で、それに対する定義を決める必要がある。

今後、過渡時あるいは事故時への影響を検討したときに、これまで損傷していてもプラントを止める必要はない等の技術的な理解が深まっていき、ここまで孔が開いていてもよいという境目が分かってくるので、そこまでは戦略的に損傷と定義しようということが見えてくる。このことから、すぐ提案出来るものと出来ないものがあり議論と並行してやっていく部分がある。

- ・「燃料リーク」あるいは「燃料漏えい」は一般的に使用しているが、あまり好ましくないとの意見があるが。

「燃料漏えい」といっても燃料が出ていくのではなく、燃料からの漏えいという意味で使用している。

一般的な感覚から言うと、燃料の漏えいはIAEAでは紛失を言うが、基本的な定義からすると放射性物質の漏えいになるので、「漏えい燃料」という表現は漏えいした燃料との定義にすることが出来る。

現象を表現したいときには燃料からの漏えいが発生しているとなり、代替的な表現は無い。

- ・燃料と言えば燃料ペレットを指していて、燃料集合体を指してはいない。しかし、燃料破損はペレットの破損ではなく、燃料集合体の被覆管が破損している。

燃料の言葉の定義が必要になる。あるいは燃料という言葉は使わなく燃料集合体、燃料ペレット等の言葉だけで表現するか。

- ・「リーク」と「漏えい」は同意義の言葉であるので、暫定として今後は「漏えい」に統一する。
- ・「系統的・・・」、「偶発的・・・」の用語は規格を作るにあたっては必要なく、「進行性・・・」、「進展性・・・」の概念を明確にすればよいと思う。

炉の蓋を開けてみなければわからないときに判断しなければならない場合には「系統的・・・」、「偶発的・・・」ということとは関係なく、どのレベルに炉心になっているかということが重要である。そうすると、モニタリングしていくことが重要になる。

- ・「進行性・・・」、「進展性・・・」もどちらかに統一出来ないか。

現象、メカニズムをとらえて判断する必要があるため、二者択一には言えない。

(4) 国内外の BWR/PWR 漏えい燃料の実績整理

布川委員より、資料 3-3 に基づき、国内外の BWR/PWR 漏えい燃料の実績調査の方案について報告があった。

下記議論をふまえて、調査作業を進めて、次回中間報告を行うことになった。

(主な質疑・コメント)

- ・実績の中には、PCI のように過去に対策を実施しているものは分かるようにしてほしい。文献から対策が読み取れるものは反映可能である。書き方に注意が必要である。例えば、この不具合についてはこのような対策を行ったので今後発生しないという記載でなく、この原因についてはこのような改善を行った。という様な記載にすること。
- ・調査で押さえておく視点(事項)を記載したほうがよい。例えば、破損の規模、対策の有無、メカニズム等がある。また、規格作成に必要と思われる。目的志向で調査してほしい。

(5) 要求事項

黒沼委員より、資料 3-4 に基づき、守るべきレベルの明確化(漏えい燃料に関しての要求事項の明確化、要求事項の根拠)についての報告があった。

(主な質疑・コメント)

- ・安全審査を受けて、実際の運転管理上の燃料漏えい、冷却材中の放射線量の評価が認められたときに管理上どうするか。
P(5/10)の 4.2 節「事故」の(5)項「周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」に則り通常運転時の量を考える必要があり、保安規定に繋がっている。RIA も考慮しなければならず、浸水燃料の破裂により(3)の原子炉圧力バウンダリの健全性に影響を与えないようにすることと思われる。また、浸水燃料に孔が開いている状態で LOCA に対しては(1)項の十分な冷却が可能かということになっているかという基準に則ることになると考える。それ以外については保安規定に繋がっている。(1)項についてはこれから世界に先駆けて作っていかねばいけない。
- ・保安規定に定められているからよいということだけでなく、元々の基準からこのような管理基準にすれば問題ないという技術的な説明が必要である。
安全評価で 7 つ事象が有り、そのうち 4 つが漏えい燃料を想定しているので、それらの事象と保安規定の関係を埋めるということによりか。
- ・通常運転時に漏えい燃料が有っても限定されていて問題ないということと、燃料が漏えいしている状態で事故が起こってもこの範囲に収まるから大丈夫であるという 2 つのことがある。現在、LOCA の場合については考えていないのか。
P(7/10)の 3.3.2 項にあるように LOCA のときも被ばくの見点では考慮している。また、P(8/10)の 3 章 判断基準 (3)項で破裂による衝撃波においても RPV の健全性を評価している。
- ・事故時の被ばく線量というよりは、ここで想定しているのは浸水燃料が 1%の均一に分布している状態で評価している。実際に漏えい燃料が発生した状態で進展した場合と 1%の均一に分

布している状態との関係はどう考えるのか。

事故時の評価における初期値は FP が外にでてしまった状態であり、実際の場合は FP を検知することになる。

ただ、1%と言えば数 100 本の燃料漏えいが出始めている状態であり何処まで行くのか、どこで止めるのかになる。しかし、実態としてはレベルがかけ離れているので進行性あるいは進展性を考慮しても十分に対応出来る。

- ・しかし、低レベルから急速に 1%のレベルに移行しないか。その時に事故が起こったら基準値を超えることになる。
- ・腐食を考慮すると数 100 本になる可能性は否定できない。その繋がりを検討する必要は。PWR-GL にある領域区分図でいえば、監視しながら高レベルにある保安規定記載制限値に到達する前に停止する。監視については頻度、方法を適切に決めることにより対応可能と考える。
- ・今回の調査で具体的な監視頻度、方法等を根拠付けし規格の中に入れられないか。それについては、今後の検討項目(No.6,7)で実施することになっている。
- ・指針と実際の運転管理のレベルを決めているところを繋ぐ説明が必要になる。ゆくゆくはクーラビリティを失う可能性があるから、すこしでもペレットが出てくる状態を防ぎたいとの保守的な判断のもとにレベルを決めることになる。
領域区分図から言うと保安規定の制限値は被ばく評価の値が入力となっている。もうひとつあって、損傷領域を守るレベルであって、それは過去の事例からペレットディスパースまでいかないが、それが進展してきてクーラビリティが損なわれることが考えられる。もともとクーラビリティは指針でも要求されているものだから守りたい。
- ・クーラビリティからきている話であれば相当余裕がある。運転管理上の作業員の被ばくからきているのではないか。
ペレットが落ちたらどう回収するのかという話と、美浜一号機のように後遺症が残る話がある。この場では解らないが、報告書を書く場合は両方いると思う。燃料機械設計と安全評価をする人とが密接ではなかった頃の話である。今は保安規定と安全解析とが紐付けされて論じられる時代である。
BWR は主蒸気がタービンの軸シールに使われていて、チャコールをバイパスして減衰管を通してスタックへ導かれるので、キセノン等の濃度によっては規制を受ける。また、プラントの汚染での制約を受けることもあるが過去の実績からは大きな破損までに至っていない。
- ・今回、冷却材阻害という機能にかかわる部分と運用にかかわる部分は分けて整理して規格にする必要がある。また、PWR、BWR で異なる場合も分けて整理する必要がある。

(6) MOX 燃料への適用について

垣内、庄山委員より、資料 3-5-1、3-5-2 に基づき、国内外の BWR/PWR 漏えい燃料の実績調査の方案について報告があった。

(主な質疑・コメント)

- ・ MOX 燃料とウラン燃料の破損事象について差はないが、このような差があるので、これからこのようなことが起こりうるということはないか。また、漏えい燃料を見つけたときに挙動性(進展性)、破損に関して運転管理上で違いがないのか。
ガイドラインの添付 H では、物性、放出率等で MOX とウラン燃料とも大差がないとなっている。
- ・それについて、この際まとめておいたほうがよい。それと RIA のときに燃料が破損してディ

スパスした時、昔は燃料のかけらが飛び出すと言われていたが、NRC 等の LOCA 試験ではファインパウダが飛び出すというデータが発表されている。JNES のキャスクの落下を想定した炉外燃料棒衝撃試験でも燃料破片は飛び出す、そのうち半分はファインパウダ状であることが観察されている。

NRC がスポンサになりスツーズヴィックでやっている試験は最新の知見であり NRC でさえその知見をどのように料理するか決まっていな。したがって MOX のところにそれについて組み込むことはハードルが高い。

- ・ NRC のレポートはすでに公表されているし、規格が 2 年後に制定されることを勘案すると考慮しておく必要がある。
そもそも、LOCA の話であり、通常燃料ではそこまで見ていない。
- ・ 10 年ほど前に IRSN はカブリでウランと MOX の RIA 試験を実施して、MOX のほうがディスパースしやすいというデータが出ている。原研の NSRR でやった ATR MOX 燃料の RIA 試験でも類似の事象が見られた。そのような知見が認められていたが、それと最近の LOCA 試験時の挙動には共通した点が見られる。MOX の LOCA 試験はこれまで実施されていないが、RIA 試験時にウランよりはディスパースしやすいことから想定することが出来る。

(7) 成果物の取り纏め方

事務局より、電気協会で作成した報告書の規格への引用の実績の説明があった。今後、検討会で検討・作成した資料については、規格を作る上でその根拠となる技術的知見であり、後から見て解るように整理し、報告書(束ねる)としてまとめていくこととなった。なお、その報告書は、公開が前提であり、公開の方法については別途検討することとなった。

(8) その他

次回検討会は平成 24 年 2 月,13(水),18(月),20(水)日 PM のいずれかに行うこととなった。

以上