

第27回 原子燃料管理検討会 議事録

1. 日 時 平成30年3月19日(月) 13:30~17:00

2. 場 所 電気倶楽部 A会議室

3. 出席者(敬称略, 順不同)

出席委員: 北島主査(電中研), 石崎副主査(関西電力), 平林副主査(東京電力HD), 島本
(四国電力), 吉村(日本原子力発電), 片山(原子燃料工業), 早川(GNF・J), 佐藤
(三菱原子燃料), 原田(中部電力), 福田(三菱重工業), 田島(電源開発)

(計11名)

代理出席者: 菅間(東北電力・新井代理), 山本(北陸電力・安田広代理) (計2名)

常時参加者: 山内(原子力規制庁), 大脇(原子燃料工業), 佐合(中部電力) (計3名)

欠席委員: 鈴木(北海道電力), 新田(中国電力), 西嶋(九州電力), 本谷(東芝エネルギーシステムズ),
安田賢(日立GE) (計5名)

事務局: 永野, 大村(日本電気協会) (計2名)

4. 配付資料

資料 27-1 第26回 原子燃料管理検討会 議事録(案)

資料 27-2-1 燃料管理業務の全体像(PWR)

資料 27-2-2 燃料管理業務の全体像(BWR)

資料 27-2-3 燃料管理業務の全体像(設計・PWR)

資料 27-2-4 燃料管理業務の全体像(BWR(燃料設計含む))

資料 27-3-1 燃料管理の各段階における諸活動への要求事項—新燃料輸送の記載例(案)

資料 27-3-2 燃料管理の各段階における諸活動への要求事項(炉心設計の例)

資料 27-4 燃料体の安全性確保に関する基本的な流れと検査の位置付けについての検討

資料 27-5-1 原子燃料管理規程(仮称) 課題・論点まとめ表

資料 27-5-2 設計・製造・運用にフィードバックした改善事項

資料 27-6 「原子燃料管理規程(仮)」策定スケジュール(案)

参考資料-1 原子燃料管理検討会 委員名簿

参考資料-2 第40回 原子燃料分科会 議事録(案)

5. 議事

(1) 会議定足数等の確認

事務局より代理出席者2名の紹介があり, 主査の承認を得た。代理出席者を含めた出席委員数は13名であり, 検討会決議に必要な条件(委員総数(19名)の3分の2以上の出席)を満たしているとの報告があった。また, 常時参加者の紹介があった。

(2) 前回議事録の確認等

事務局より資料 27-1 の前回議事録（案）は、各委員に事前に送付し、コメントを反映したものである旨説明があり、下記の箇所を修正することで承認された。

- ・P8 8行目：各項目→書く項目

(3) 原子燃料管理規程（仮称）について

1) 燃料管理業務の全体像（PWR）

石崎副主査より資料 27-2-1 に基づき、PWR の燃料管理業務の全体像の説明があった。

（主な説明）

- ・資料 27-2-1 は、前回検討会及び分科会コメントを踏まえて修正したものである。
- ・内挿物と燃料のフローを別々にした方が良いというご意見もあったが、燃料以外のどこまでを対象とするかの議論もあったため、この部分は前回の資料から変更はしていない。

（主な意見・コメント等）

- ・内挿物入替手順では、取出し手順も含まれているのか。また、取出し時に燃料の検査を行うのか。
→取出し手順は含まれていない。下から 3 つ目に燃料の取出しの項目が入っている。
- 取出した時に検査をするのではない。取出しと並行して検査する電力会社もあるが、位置付けとしては、一旦取出して、燃料ピットにおいて、次の炉心を設計する。外観検査は、図の下から上に戻って合流したところの検査である。
- ・燃料・内挿物の入替の欄にいろいろな項目を詰め込んでいる感がある。もう少し分解しても良いのではないか。
→燃料取出手順の作成に関する項目を追加する。また、燃料・内挿物の入替の欄の記載方法について検討する。
- ・分科会で頂いた、燃料と内挿物を分けるというコメントは、意図が分からなかった。QA で一体管理をした方が良いということになるのか。
→燃料と内挿物は、組み合わせた後は一体管理となる。取出した後は、燃料と内挿物を分けて管理する。
- ・実際には分けるのか。
→実際には燃料の中に内挿物が挿入されている状態であるが、組み合わせには何の意味も無く、次サイクルの炉心設計をして、装荷する燃料と内挿物については新しく組み合わせることになる。
- ・使用済み燃料の貯蔵以降（輸送あるいはキャスク貯蔵の段階）の内挿物はどうなるのか。
→一部の内挿物は使用済み燃料と一緒に運搬していく。貯蔵以降については処分方法が決まっていないため、貯蔵されるのみである。
- ・安全性に関係ないと判断できれば、記載しなくても良い。
- ・分科会のコメントは、状況を理解されていない部分もあるようである。
- ・状況を理解されていない部分について、もう少し分かり易くしていただきたい。
- 取出し以降の内挿物の管理について詳細な記載を検討する。
- ・「使用済み燃料の運搬」と「使用済み燃料の貯蔵（SFP）」との間は、下向きの矢印（↓）のみでなく、上下両方の矢印（↓↑）が必要である。
→検討する。

2) 燃料管理業務の全体像 (BWR)

平林副主査より資料 27-2-2 に基づき、BWR の燃料管理業務の全体像の説明があった。

(主な説明)

- PWR と同様に、項目毎に色分けを行った。
- 現行の資料で「炉心設計」と記載されているところは、PWR に表記を合わせて「燃料取替」に変更する。
- 「燃料の取出し」の横に燃料集合体 SHIPPING 検査と燃料集合体外観検査を記載した。
- 貯蔵、輸送の項目は両矢印に変更した。

(主な意見・コメント等)

- 検査で※1 がついている箇所は、次の工程にリリースするという観点では、下の方が良いのではないか。例えば、制御棒では、制御棒製造から制御棒受入れ・貯蔵へのリリースではないか。
- 検査と※1 を関連付けているのではなく、※1 は左横の項目と関連づけている。しかし、余白が少ないため矢印のところに記載した。項目の真下が意図する場所である。
- 記載方法について、工夫していただきたい。
- 評価段階の欄は、設計や開発がいきなり出てくるが、その前に実績評価があるのではないか。
- 実績評価から入ってくるものは不具合への対応で、例えばデブリフィルタ等である。不具合対応ではなく、性能を上げようとするものは、下の方に入っている。
- 不具合によらず、何らかの実績を反映して性能向上をする。※1 は必ずしも不具合のみにつながる としない方が良くも知れない。
- 例えば、曲がりの少ないチャンネルボックスを作りたいというのは、運転実績に基づくものである。※1 の記載をもう少し工夫する必要がある。いわゆる、高性能化である。
- 評価段階欄の記載の工夫を検討いただきたい。
- 資料 27-2-1 及び 27-2-2 を比較して見た場合、今回の検討で、PWR と BWR の全体像はおおよそ同様の記載になっているとして良いか。
- 制御棒の記載は、BWR のみにある。
- 現状では記載を残しているが、前回の議論を踏まえると削除しても良い。
- 制御棒の取出しはあるが、そうすると廃棄物管理になる。チャンネルボックスの取り扱いも微妙である。
- BWR のみに制御棒を記載する理由はあるか。
- 理由はない。取替頻度がやや高い。
- PWR では、制御棒は 15 年程度使用出来る。但し、内挿物の中には制御棒も入る。
- 制御棒クラスタ検査は入っており、そういう意味では、両方が入っている。
- 上の項目に制御棒がある。制御棒の項目を削除する、又は下に項目を追記して齟齬がないようにする、のどちらの対応とするか。
- とり急ぎ、下に項目を追加する。本文を作成する段階において、本文で記載が無い場合は、削除すれば良い。

3) 燃料管理業務の全体像（設計・PWR）

福田委員より資料 27-2-3 に基づき、燃料管理業務（設計・PWR）の全体像の説明があった。

（主な説明）

- ・資料 27-2-1, 27-2-2 と同様に設計関係を作成したものである。
- ・【参考】において、安全機能（レベル 2）欄の「地震時（Sd）」は「地震時（～Ss）」、基本設計審査欄の「Sd 地震」は「Ss 地震」、にそれぞれ修正する。

（主な意見・コメント等）

- ・「新設計燃料（設計変更）のニーズ」の項目にある、「新增設炉心対応」の意味合いは何か。
→プラント新設計の炉心対応の意味合いである。例えば APWR 等を指す。
- ・メーカにも国内プラントの最新知見をインプットされているので、この項目に入れて良いか。
→「運転実績を踏まえた」のところに、国内外の運転実績、最新知見が繋がってくる。
- ・資料 27-2-3 は、上の半分はメーカ中心、下の半分は電力会社中心のイメージで良いか。
→右下の「燃料体製造」は燃料加工メーカ、左下の「サイト外搬出」は電力会社である。
- ・検査の項目は、設計者としてはサイクル全体を見なければいけない。
- ・電力会社が視点のフローと設計者が視点のフローがあり、それぞれ設計者と運用者の視点で記載する。
- ・規格を作成する場合、各項目は主体となる方が記載することとなる。主体は、電力会社となるか、それとも電力会社とメーカの両方か。
→本来、検査は事業者及びオペレータの業務である。但し、オペレータの検査状況はメーカが把握し、設計のフォローとして活動をしている。その内容は明示した方が良い。
- 燃料集合体外観検査は、メーカにフィードバックしていない。要求事項とした場合は、外観検査の結果を毎回把握しなければならなくなる。
- ・今までと傾向が変わった場合、変更したことをフィードバックしてはどうか。
- ・不具合の対策の検討については、メーカも半分程度携わっているか。
- 不具合を起こせば、メーカもフィードバックして、設計に反映する。
- ・基本設計をメーカが記載し、それ以外は設計を細かくして関与を示す。設計フローを充実すべき。
- ・設計と検査との関係は、炉心の安全性を細かくし、検査データのフィードバックも同様とする。
- ・炉物理検査、外観検査等は記載されているが、安全性の評価条件になっている保安規定の詳細をどう位置づけるか。まだ調整はできていない。
- ・設計者と事業者を合わせて、全体として最後まで設計要求を担保していることを作らなくてはいけない。
- ・使用が終わるまで、メーカと事業者での担保は必要である。業務にはそれぞれ役割があるため、メーカと事業者が実施している内容を明確にすれば良い。メーカと事業者を分ける必要はない。
- ・1 枚のフローにおいて、メーカと事業者の活動を全て記載し、設計から使用終了までで燃料の安全性が担保できること、またその活動が安全性に関与していることが分かれば良い。
- 規格であるため、実施すべきことを記載する必要がある。
- 理由が分かるようにしておく必要がある。
- ・安全設計という面では、メーカと電力会社は同じと思うが、違いがあれば明らかにして、共有できれば良いと考える。

- ・規格の最終形に影響すると思われる。ある項目に対して、電力、メーカでそれぞれ要求事項がある。
 - ・基本的には、フローで示した項目は実施しているが、メーカ又は電力のどちらが実施しているかを分かるようにしておいた方が良い。なお、記載する場所は、本文または附属書のどちらでも構わない。
 - ・第1章に実際のファクトを図に書いて、附属書で設計者側と運用側のインターフェースを書く。
 - ・燃料体検査は何をするか、細かく規定する。
 - ・業務の必要事項は、1枚にまとめなければいけない。そのレベルには細かいところがある。
 - ・分科会でも意見の分かれたところではあるが、安全の検査と品質のための検査を別々とするか、それとも一緒とするか。品質を高めるための検査は安全の強化と連携するが、階層的にいくらでも細かいものが出てくる。それをどのように整理して、どこを義務的事項や推奨事項とするか。
 - ・新設計の導入も ROP の対象かということに関しては、義務的事項や推奨事項を記載しておけば、本規格に従っていると示すことができる。
 - ・資料 27-2-3 は、設計で担保している部分と運用で担保すべきものを整理したものである。
- 必要とされる可能性がある検査は、全ての項目を上げる。素案を作成する。

4) 燃料管理業務の全体像 (設計・BWR)

大脇委員より資料 27-2-4 に基づき、燃料管理業務 (設計・BWR) の全体像の説明があった。

(主な説明)

- ・資料 27-2-4 は、資料 27-2-2 に設計部分を追加する形で作成した。

(主な意見・コメント等)

- ・基本設計の「部材設計／集合体構造設計」と詳細設計の「部材／集合体詳細設計」は違う内容であるのか。2段階の設計となっている。
- 設置許可において、取扱い、輸送時の健全性の記載があるため、基本設計ができていないといけない。
- ・規格の構成は、細かい部分は後で良い。基本的な部品、タイプレート、スペーサは最初から決められていないとならない。
- ・少数体照射試験を通らずに導入はあり得るか。
- 先行使用燃料では、試験を実施するものとししないものがある。
- ・照射試験は、少数体であっても、バッチであっても、規制のルールの中では一緒である。評価段階では、照射試験がなくても良い。量産から上がってくる矢印に含まれるという考えもある。
- ・あえて業務に含めずに、解説又は附属書で記載するか。
- 基本設計に材料設計があり、材料の設計に対する評価が材料照射試験であると考えた。また、例えば、9×9 燃料や 10×10 燃料をどう評価するか。それらの解析は、評価段階の前と考えた。新しい燃料の評価としては、少数体照射試験であった。
- ・設計の項目だけで、PDCA を回すのは無理がある。
- PDCA を回したいという意図があった。PDCA の評価は耐久試験かと考えたが、あまりなじまない。
- ・材料に対する材料照射試験のように、対になるものはない。削除して良い。

- ・研究開発の要素はどうか。

→設計には、物を形として作り上げるものと、作り上げたものの評価をするものがある。開発段階で、材料、構造を模索して形を作る。設計の中であれば、照射データも少数体照射も入る。

→燃料を設計して、物が出来上がる。その前に研究段階が入る。

- ・附属書等にそれらを記載すれば良い。全体像の図では、あまり細かい部分にこだわらなくて良い。

- ・設計を一通り記載したが、チャンネルボックスと制御棒が入っていないのが不自然である。

→記載内容は、それ程変わらないと思う。

→制御棒、内挿物については、炉心の核設計、燃料棒、核燃設計、実績データベースで評価する。

- ・燃料チャンネルボックスの開発、炉心設計の観点では附属書で記載する。

- ・資料 27-2-4 の他に、設計を1つの枠にまとめて、詳細は別紙に記載した全体像の図がもう1つあっても良い。

○メーカー担当分は、もう少し検討を進めながら決めていくこととする。

○記載のシナリオがあって、骨組みがあって、肉付けの段階で整理すれば良い。

5) 燃料管理の各段階における諸活動への要求事項 (新燃料輸送)

早川委員より資料 27-3-1 に基づき、燃料管理の各段階における諸活動への要求事項(新燃料輸送)の説明があった。

(主な説明)

- ・新燃料の輸送について要求事項をまとめ、レベル 3 とレベル 4 を記載した。

(主な意見・コメント等)

- ・輸送の要求には、燃料体技術基準が関わってくるのか。

→発電所で輸送が終わった後に検査するというのは、輸送の影響がないことが1つの観点であった。

- ・燃料体技術基準で考えた場合、発電所からの返送はどうなるか。再組立てするとどうなるか。

→もう1回使用する場合は、加工メーカーにおいて必要な検査を行い確認する。もう1回使用しなければ、検査は不要と考える。

→燃料体技術基準は、燃料体検査の技術基準である。輸送とは直接関係はないと思う。

→輸送中の安全は、未臨界と放射性物質の閉じ込めである。炉心への影響は、寸法変化、材料変化である。表面のわれ、油脂等については、品質で取り扱う、又は安全で取り扱う、の2つの意見がある。様々な視点で徐々に検討していけば良い。

→炉心で使用する場合について記載している。

- ・材料変化がないことについては、検査を行うのか。

→受入れ検査を行う。

- ・PWR の MOX では、温度が高くなり物性値が変化する。評価側で 6G を 4G にする等、何らかの対応が必要である。

- ・MOX の考え方について、記載は可能か。

→あくまでも仕様規格レベルの考え方である。

- ・止める、冷やす、閉じ込める、の3機能のうち、冷やすの記載がない。

→冷却材の通り道があるため、変形が大きすぎると、炉に入った時に止める、冷やすに影響する。

- ・輸送そのものの安全性を議論する場合、冷やすはあるのか。

→MOXの輸送容器にはフィンがついているため、これが冷やすに相当する。

・新燃料の受入れ検査は、規格に記載しない予定であるか。

→記載しない予定であるが、関連規程がない場合は、本規格で言及する必要がある。

→関連規程がないような、抜け落ちた項目を集めることが必要である。

・資料 27-3-1 のレベルで記載例が整理できれば、本文が作成できると思われる。コメントを反映いただきたい。

・輸送容器関係は、法令が整備されているため、本規格ではあまり言及するところはない。

→法令が整備されているかを確認する。整備されているとすれば、本規格で取り扱わなくて良い。

6) 燃料管理の各段階における諸活動への要求事項 (炉心設計)

佐合常時参加者より資料 27-3-2 に基づき、燃料管理の各段階における諸活動への要求事項 (炉心設計) の説明があった。

(主な説明)

・要求事項のレベル 3, レベル 4 について記載した。安全機能要求レベル 2 と性能水準要求レベル 3 は同一である。

(主な意見・コメント等)

・規格に記載する要求事項は、本資料のパラメータか。

→レベル 4 の実施すべき活動は、本文に記載する。レベル 4 を実施する理由は、附属書等に記載する。設置許可の要求事項で評価すべき項目のうち、設置許可では担保しきれない部分が本項目である。

→取替炉心の安全性は運用段階であり、検査と同じ仲間である。但し、設置許可では最初から放棄している。安全性と安定性を一緒に取り扱った方が良いか、それとも分けた方が良いかは、検討する必要がある。

→今まで発行した JEAC では、安定性は安全性ではないとの記載はない。取替炉心の安全性は拡張されており、安定性を含んでいると考える。

・燃料集合体燃焼度は、閉じ込め機能、集合体の冷やす機能である。これらは前提条件であり、確認している。

・本規格より下位に位置付けされている規格、例えば取替炉心の安全性確認規程が改定された場合、上位の本規格に反映することは疑問がある。下位規格が変更される度に上位規格を変更するのはおかしい。

→当該の規格内で対応すれば良い。あえて変更内容を本規格に記載する必要はない。

・海外の動向までを記載出来れば良い。

・安全機能要求レベル 2 と性能水準要求レベル 3 は同様であるとの説明があったが、完全に一致するのか。必要十分条件か。機械設計についても、取安規程を確認しているのか。

→機械設計を含めて、炉心設計のタイミングで担保しなくては行けないが、結果として、機械設計は良いという結論と思う。結果的には、熟しか確認していない。

→BWR の場合、燃料の出力履歴が機械設計の前提条件となる。

・一部だけ確認しているという表現ではないか。本資料の記載では、全て取替炉心の安全性確認規程となる。

→今の取替炉心の安全性確認規程の要求事項には、記載されていない。規程を変えなければならない。

○コメントを採用いただき、他と横並びで考えていただきたい。

7) 燃料体の安全性確保に関する基本的な流れと検査の位置付けについての検討

福田委員より資料 27-4 に基づき、燃料体の安全確保に関する基本的な流れと検査の位置づけについての検討について、説明があった。

(主な説明)

・ P5 の吹き出しで示した内容について整理を行いたい。

(主な意見・コメント等)

・ 資料の位置付けは、規程を作るにあたっての共通認識を持つためであるのか。

→その通り。全ての項目について検査を行うということではない。

・ 設計段階を記載する。炉心等の変化するものは、検査や監視で対応する。細かい項目は今後検討していく。

・ レベル 4 の評価の前提条件、入力を確認する検査も階層的になっている。取安は PWR と BWR で共通する部分はあるが、設置許可だけでは包絡できない。PWR は設計のみで、BWR は設計の他に監視も含めている。PWR と BWR で異なるのは、制御棒のパターンの違いが大きい。

・ 設計と制御棒のパターンを確認すれば担保できる。PWR は取安の設計だけで確認すれば良い。実際に確認出来ないところは保安規定を確認しなければならない。

・ 資料 27-2-3 において、資料 27-2-1 及び 27-2-2 の内容を踏まえて検査名を記載した場合、もう一段階隠れたレベルが出てくる。

・ 設計と評価において、安全性を担保するものが多数あると思うが、メーカーで把握しているか。

→メーカーはマストに近いものにベターを含めると、許認可でカバーできている。

→ベターも足さないといけない。

・ 基本は設置許可とする。

→設置許可をベースにして、もう少し広げた議論とする。

・ 評価項目と評価方法は解析か。

→許認可、設置許可と、閉じ込め機能が最初にあり、被覆管、RCS、CV がある。止める、冷やすは設置許可の閉じ込め機能の入力である。冷却性の細かい項目を記載する必要はない。

・ 階層的な整理をした場合、設計条件を守るために、保安規定の条件を超えてはいけないと規定されている。設計を運用側で担保するために作られており、保安規定はそれで良いか。

→何のために設計条件が守られているかという場合、解析の前提条件の担保と結びつくのか。

→保安規定の基準は設計したものを守るためであるが、それが全てであるかを理解しなければならない。

○保安規定、設置許可は包絡するようにする。万一足りないものがあれば追加するとして進める。

8) 設計・製造・運用にフィードバックした改善事項

山本委員より資料 27-5-2 に基づき、改善事項の説明があった。

(主な説明)

- ・設計・製造・運用にフィードバックした改善事項として、異物フレットング対策を紹介する。

(主な意見・コメント等)

- ・本資料の作成意図は、PDCA を回しているということか。
- 資料 27-5-1 No.5 の課題・論点に対応するもので、PDCA について記載した。
- ・資料の記載は客観的となっている。この記載方法で良いか。
- 具体的には、どのように利用するかは決まっていない。附属書の PDCA の例として記載するものと考えている。

9) 原子燃料管理規程 (仮称) 課題・論点まとめ表

平林副主査より資料 27-5-1 に基づき、課題・論点のまとめについて説明があった。

(主な意見・コメント等)

- ・No.12, 分科会委員のコメントである濃縮ウランの調達は、課題・論点の項目に挙げたとしてもあまり記載する内容がない。
- 分科会委員のコメントの趣旨は、全体像を示していると謳っているのに、全体像がないということである。
- 全体像に燃料メーカーの工程が含まれるのかを強く気にされていた。
- ・燃料製造は調達までをカバーしており、品質保証上はメーカーが原料調達から適切に実施している。
- ・解説に記載する方向で考慮する。濃縮ウランは電力会社が調達して、メーカーに引き渡す。そのため、電力会社が責任を持つ構成として記載しなくてはならない。
- ・燃料の成型加工の前工程には、転換、濃縮、再転換の工程がある。
- ・重要なものは濃縮である、また、燃料製造上重要なのは再転換である。
- ・JEAC であるため、国内の範囲で考えるべきである。すなわち、燃料メーカーに直接支給する日本原燃までとなる。
- ・規格への記載は、「一般論として、こういった再転換法がある」という教科書的な内容とする。
- Safety がある以上、SA を全く除外することはできない。燃料に関係した SA を規格に含める。
- ・SA では、燃料に関する事項は多くなく、燃料周辺の事項がメインであるため、規格に含めるのはやり過ぎのような気がする。
- 本件はペンディングとする。
- 要求事項は、本文に記載する。
- 本文はシンプルで良い。必要なものは附属書等で説明すれば良い。
- 各委員が持ち帰って確認していただき、次回の検討会でコメントをいただくこととする。

(3) その他

1) 次回検討会の日程について

次回の検討会は、5月22日(火) 13:30に開催することとした。なお、場所は決まり次第別途連絡する。

2) 次回の検討事項等

次回の検討までに対応が必要な事項は、以下の通り。

- 資料 27-3-1, 27-3-2 において、要求事項の追加等を修正する。
- 菅間委員：新燃料の受入れ貯蔵
- 福田委員：設計分野の要求事項
- 吉村委員：次々回の報告とするが、次回の報告も可。なお、議題は任意とする。

以 上