

第25回 原子燃料管理検討会 議事録

1. 日 時 平成29年11月20日(月) 13:30~17:00

2. 場 所 日本電気協会 4階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), 大脇(原子燃料工業), 栗田(日本原子力発電), 片山(原子燃料工業), 早川(GNF・J), 原田(中部電力), 新田(中国電力), 西嶋(九州電力), 福田(三菱重工業), 安田賢(日立GE), 田島(電源開発) (計14名)

代理出席者: 野田(北海道電力・鈴木代理), 東(北陸電力・安田広代理), 佐藤(三菱原子燃料・布川代理) (計3名)

常時参加者: 廣瀬(原子力規制庁), 佐合(中部電力) (計2名)

欠席委員: 新井(東北電力), 井上(東芝エネルギーシステムズ) (計2名)

事務局: 永野, 大村(日本電気協会) (計2名)

4. 配付資料

資料 25-1 第24回 原子燃料管理検討会 議事録(案)

資料 25-2-1 燃料管理業務の全体像(PWR)

資料 25-2-2 燃料管理業務の全体像(BWR)

資料 25-3-1-1 発電用軽水型原子炉の炉心及び燃料の安全設計に関する報告書(抜粋)

資料 25-3-1-2 旧原安委 安全審査指針類(燃料関連)の整理・分析

資料 25-3-2 燃料設計に関する指針類における要求事項一覧(PWR)

資料 25-3-3 燃料設計に関する指針類における要求事項一覧(BWR)

資料 25-4-1 運転業務と民間規格の関係

資料 25-4-2 原子燃料管理規程(仮称)の関連規格

資料 25-4-3 燃料の設計・製造・運用に関する規格類リスト(PWR)

資料 25-5 「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64回原子力規格委員会 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3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17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り, 主査の承認を得た。

(2) 前回議事録の確認等

事務局より資料 25-1 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。

- ・ P9 4 行目 福島第一，東海第二，浜岡で → 福島第一，東海第二で実施しており，浜岡で

(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

石崎副主査より資料 25-2-1 に基づき、PWR の燃料管理業務の全体像、平林副主査より資料 25-2-2 に基づき、BWR の燃料管理業務の全体像について、それぞれ説明があった。

（主な意見・コメント等）

- ・ PWR の「燃料・内挿物の入替」の項目の横に記載している、燃料集合体炉内配置検査（SFP 側）とは何か。

→新しい炉心を組んだ時に、燃料と内挿物の組み合わせが設計通りに入っていることを確認する検査である。装荷後の検査を燃料配置と燃料番号の確認のみにするために、SFP 側で事前に実施するものである。

- ・ BWR でも同様な検査を行っているか。

→BWR には内挿物がないため、実施していない。

- ・ PWR に新設計の導入と記載されているが、初装荷燃料も新設計の導入時に確認するのではないか。

→今後検討する。

- ・ プロコンと冷温臨界，制御棒挿入性は，炉心管理，運転管理，原子炉停止余裕検査の一部に含まれるのか。

→制御棒挿入性検査は，原子炉停止余裕検査の次に制御棒が動かせるようになるということで，フロー図の燃料健全性評価の前辺りに来る。冷温臨界試験には BOC と EOC があり，タイミングは 2 つある。

- ・ BWR の関連規格に記載ミスがある。「取替炉心の安全性」は JEAC4211，「耐震設計」は JEAC4601 / JEAG4601，「全般（品質保証等）」は JEAC4111 / JEAG4121 が，それぞれ正しい記載ではないか。

→確認の上，正しい記載に修正する。

- ・ BWR のフロー図では，「炉心性能計算機の管理」業務が単独項目となっているが，「運転管理、炉心管理（パターン調整，PST 含む）」業務と関連があるのではないか。

- ・ 統計的安全評価（AESJ-SC-S001）とシミュレーション信頼性（AESC-SC-A008）は，「新型燃料，チャンネルボックス，制御棒」の項目と関連があるのではないか。

- ・ 関連規格の書き方だが，フロー図の上側を取替炉心と直結する業務，下側を直結しない業務とした場合，取替炉心の安全性評価規程（JEAC4211）と Post BT（AESJ-SC-P002）が上側，統計的安全評価（AESJ-SC-S001）とシミュレーション信頼性（AESC-SC-A008）は下側となるのではないか。また，フロー図の上側を炉心安全，下側を燃料ハードとした場合は，安定性評価（AESJ-SC-P007）が上側となり，燃料安全設計報告書（AESJ-SC-T009）は，燃料安全と炉心安全の両方と関連するため，上側及び下側の両方に記載することになるのではないか。業務のくくり方によって，関連規格の記載場所が変わってくる。

- 同じ規格が複数の業務に関連する場合もある。そのため、1つの規格を1か所で表すのは、難しいと思う。ただ、関連規格をフロー図に記載しておくことにより、参照すべき規格のチェック漏れが防げる。
- ・制御棒挿入性の検査は、**BWR**では重要な項目に上がるが、**PWR**は考えなくても良いか。
- PWR**でも同様の検査はあるが、燃料側ではなくプラント制御系としての検査となる。燃料集合体が甚だしく曲がっている場合は、制御棒が入らない意味合いがある。
- 制御棒駆動装置はガイドチューブと燃料集合体にまたがる検査である。地震時の遅れを評価して、添付十の解析に使っており、検査可能な場所については検査している。
- ・**JEAC4212**炉心燃料検査規程に、制御棒挿入性に係る検査の項目はあるか。
- 入っていない。但し、規程にはないが実際はスクラム試験を行っている。**PWR**の制御棒クラスタ自体の検査は規程に入っている。
- ・燃料との接触、照射によるチャンネルボックスの曲がり等、燃料担当者が確認しなければならない項目の確認方法は、どの様に実施しているか。
- 東京電力 **HD** では、スクラム検査は重要度の高い検査に位置付けており、保修担当者と検査実施担当者を分離する決まりとなっている。また、検査は燃料担当者が独立して実施している。
- ・検査方法は、電力各社で共通か。それとも、東京電力 **HD** の独自の手法か。
- 電力各社で独立性が求められているため、各社で検査方法は異なると思う。
- ・**BWR**の制御棒製造、検査は、取替実施計画から来るのか。
- 端折って記載しているが、運転管理・炉心管理計画を含めた、もう少し幅広い計画から来るイメージである。
- ・チャンネルボックスは、運転計画で取り扱うのか。
- その通り。チャンネルボックスは燃料と1対1で調達する。燃焼実績から制御棒の取り替え体数が出てくる。
- ・運転計画は、ある程度先々を見据えた大まかなものはあるため、フロー図の上側に記載して一括手配とした方が、図が見易くなる。
- ・**BWR**のフロー図の矢印は、業務に忠実に書くと分かりにくくなるため、分かり易さを優先した方が良いのではないか。
- 拝承。
- ・**BWR**では評価段階に検査を記載している。**PWR**のフロー図と書き方が異なっている。
- PWR**は実施段階に検査を記載、**BWR**は評価段階に検査を記載と統一が取れていない。どちらかに統一をした方が良いと思う。
- ・**PWR**のフロー図の方が、検査項目を欄外に赤字で記載しているため、図として見易い。
- PWR**のフロー図を参考にして、**BWR**のフロー図を修正する。
- ・フロー図を作成するに当たり、計画段階、実施段階、評価段階、反映段階の4分類で良いか。
- フロー図は **QMS** から引用したため、**PDCA** で分類したと思われる。
- 例えば、**PWR**であれば、設計、輸送、貯蔵、炉心設計、運転等、横に線を引いて、グループ分けをした方が良い。それぞれのグループの規格を明確にする事により、規格が入っていない項目が分かる。規格が入っていない項目は、対応が必要となる。
- ・実施段階の分類に記載している検査の項目は、評価段階の分類へと移動する必要があるのか。

- ・移動しても良いし、実施段階の分類に記載して、評価段階と直結する検査と、直結しない検査を分けても良いのでは。
- 検査は重要な項目であり、PDCAの基礎となるため、同じ分類にあった方が良い。
- ・PWRのフロー図には、「新設計の導入」がある。また、事業者としては設置許可の取得がある。BWRはどうなっているか。
- フロー図左下の「燃料の基本設計、詳細設計」が、新設計の導入に該当する業務である。
- ・許認可の取得で種々の評価を行っているため、基本設計に入れた方が良いと考える。
- ・燃料の基本設計、詳細設計には、許認可対応が含まれる。
- ・PWRのフロー図は、設計が上部にある。一方、BWRのフロー図は、最初に燃料があつて、改良を実施するため図の下から上へ矢印が流れている。最初に設計をするのか、改良という視点で書くか、双方で統一した方が良い。
- ・BWRの「IAEA・国の査察（保障措置）」及び「核物質防護」は、どの様に取り扱うか。保障措置はPWRのフロー図の様な記載で良いかも知れない。
- フロー図には記載しても良いが、最終的には本規程の対象外となる。
- ・その他の項目についてはどうか。
- フロー図から輸送を除外するのは難しい。計量管理は、系統が異なる。公衆被ばく、臨界管理の点から見ても異なっている。
- ・BWRは構外運搬やキャスクも記載されているが、線引きをどうするか。
- ・構外運搬の一部として構内運搬がある。また、構内キャスク貯蔵、構外キャスク貯蔵の両方がある。
- ・構外運搬は、荷主によって責任者が変わる。燃料工場から運搬した場合は、燃料メーカーが責任者となる。
- ・構外運搬、構内運搬によらず、保安規定で規定されている。
- ・電事連において、検査制度の関連事項を検討している。そこでは、構外輸送の構内までを含めるとしている。
- ・これらの状況を鑑みて、本規程で取り扱うのは構内輸送までとするか。
- 解説に記載するのであれば良いが、本文に記載するレベルではないと考える。
- ・使用済燃料の冷却に係る重大事故等の対処設備、手順の管理がフロー図に入っていない。また、使用済燃料ピットの配置検査も入っていない。
- これらの業務は、ある意味、貯蔵管理に含まれる内容であるため、その中に記載すれば良い。別項目として取り扱う内容ではない。
- ・全体的に事故対応は、フェーズが異なるのではないか。
- ・SA対応の手順は、別途必要ということになっている。
- SA対応は、燃料配置を考慮することのみを記載しておけば良い。
- 新規制基準対応関連の規格等があれば、可搬型設備対応としてそちらに入れた方が良い。
- ・PWR及びBWRのフロー図を並べてみると、明らかに照射燃料に対する処置が抜け落ちている。フロー図を作ることにより、現行の規格で不足している箇所があぶり出されてくる。
- ・ROPでは説明が必要となってくる。何らかの記録を残しておけば、各社が説明に困ることはなくなる。

○今回の議論を踏まえ、資料 25-2-1 は石崎副主査、資料 25-2-2 は平林副主査がそれぞれ修正を行う。

2) 燃料設計に関する指針類における要求事項一覧

大脇委員より資料 25-3-2 及び 3-3 に基づき、燃料設計に関する指針類における要求事項一覧の説明があった。なお、一部のコメントは、資料 25-4-3 に対するものである。

(主な説明)

- ・前回のコメントを受け、資料の安全審査指針を設置許可基準に置き換え、MOX の項目を追加した。また、PWR, BWR とも同様に見直しを行った。
- ・設置許可基準では、燃料に係る箇所を記載した。
- ・MOX の具体的な要求事項は、ウランと同じである。

(主な意見・コメント等)

- ・輸送中の項目の対象は、新燃料のみか。それとも使用済燃料も含まれるのか。
→輸送容器の設計は、基本的に新燃料のみとなるため、新燃料のみを対象としている。
- ・使用済燃料の取り扱い等は、他で決めているのか。設計で考慮するのではなく、変形しないように保護をしているのか。
→その通り。なお、設計で考慮するのは、燃焼するまでの段階である。
- ・使用済燃料は、(使用済燃料の) 輸送容器の設計をしているという理解である。
- ・基本的に設計は新燃料だと思う。使用済燃料の構外輸送は、輸送容器で評価している。
- ・健全性の観点から、輸送した使用済燃料は原子炉には入れられないため、新燃料と設計のフェーズが異なる。
- ・設計の考え方は、燃料を原子炉から取り出すまでであり、放射性物質の密封性等を担保するものである。使用済燃料の輸送、貯蔵については、異なる考え方に基づいて記載する必要がある。
- ・燃料体の技術基準は、記載しなくて良いか。
→燃料体の技術基準は、検査、製造、設計に係るものであり、資料 25-4-3 の番号 1 に記載している。
- ・設置許可基準の第四条 5 には、制御棒の挿入性の規定もあるが、一覧表に記載されていない。
→一覧表は燃料に関連するもののみを抽出している。制御棒の挿入性は、設備に関連する事項であるため記載していない。
- ・燃料関係では、設置許可基準、技術基準、燃料体の基準の 3 つが関係する。
- ・工認の規則第 2 3 条に燃料関係の基準があったと思うが、資料 25-4-3 に記載されていない。
→調べた上で追加する。
- ・燃料設計手法は、MOX のみか。
→MOX の要求事項は、基本的にウランの要求事項と同じであるため MOX のみとした。なお、MOX 燃料設計の考え方は、燃料設計手法を引用して適合性が記載されているとした。
- ・BWR の一覧表には、MOX として 8 行 8 列型の燃料集合体の基準を入れているが、9 行 9 列型の基準を入れないのか。
→9 行 9 列型の MOX は現在作られていないため、8 行 8 列型の基準を入れている。
- ・要求事項の一覧表に MOX を追加したが、規格の全体又は構成に影響しないか。

→具体的な要求事項は MOX に入っていないため、新たな要求事項はない。従って、規格の内容には影響しない。

- ・使用済燃料プールは、設備側の要求事項であるから一覧表に入れていない。ECCS 評価指針はどう取り扱うのか。
- ・ロジックとしては、ECCS 評価指針は後から変更できないため、燃料側で変更することになる。
- ・要求事項は、設置許可基準第 13 条が該当する。燃料はそこでカバーできている。

→PWR の P6/8, 5-1 及び 5-2 に ECCS 評価指針があり、具体的な要求事項（燃料被覆の温度計算値の最高値は、1,200°C以下／燃料被覆の化学量論的酸化量の計算値は、酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの 15%以下）を記載した。

- ・ウランの使用済燃料ピットに対し、昔の指針類には、冷却性、未臨界性等の基準はなかった。
- ・使用済燃料以降の取り扱いとは別のフェーズとなり、設備としての要求事項に切り替わっていく。
- ・本来あるべき姿を踏まえて規格を作るべきである。例えば、未臨界、冷却性が、許認可を受ける上で電力会社として必要であれば、要求事項にするということである。
- ・要求事項で足りない部分については、民間規格で指針を作成し、カバーする必要がある。

○今回の議論を踏まえ、資料 25-3-1-2 の表を充実させていく。

3) 旧原子力安全委員会 安全審査指針類（燃料関連）の整理・分析

福田委員より資料 25-3-1-2 に基づき、旧原子力安全委員会 安全審査指針類（燃料関連）の整理・分析について説明があった。

（主な説明）

- ・レベル 3 は性能規定でひずみや応力等の評価項目、レベル 4 は仕様規定で具体的な判断基準値を示したものとなる。
- ・日本原子力学会の技術レポートに記載している事項について、レベル 3（国の基準）、レベル 4（民間規格）へ展開した。なお、レベル 3 とレベル 4 は、明確に区分できない所があるため、将来的には国と民間規格とで区分について調整が必要である。
- ・耐震及び取替炉心に関する事項は、対象外とした。

（主な意見・コメント等）

- ・燃料設計、安全審査関係の基準は、20 年前に作られた以降に見直しが行われていない。見直しを行わないと内容が忘れられてしまう。米国では GESTAR において、安全評価の手法が決められている。日本では、それに代わる民間規格を作成する必要があるのではないか。
- ・全体的な条件事項はあるが、安全評価に基づいて実現するための明文化されたルールがない。何に基づいているかをまとめておかないといけない。
- ・本規格に内容を反映する必要があるか。

→燃料の設計に関する事項は、どこかで明文化しておかないと失敗が繰り返されてしまうため、本規格に反映する必要があると考える。

- ・取替炉心の安全性評価規程（JEAC4211）、統計的安全評価（AESJ-SC-S001）、Post BT（AESJ-SC-P002）、安定性評価（AESJ-SC-P007）は、レベル 4 に分類される。レベル 4 は数が膨大であるため、全てを揃えるには時間が掛かるので、レベル 4 で、レベル 3、2 への展開が分かるもの（例：V&V 標準）があれば良いと思う。それらがまとめれば、技術の継承、伝承が行える。

- ・本資料は、設計についてまとめたものか。

→その通り。

- ・本規程の設計部分に要求事項を記載する場合、対象はレベル 2 と 3 の間というイメージか。

→当面は、資料 25-3-1-1~3-3 の資料を参考にしながら、フロー図の中に関連規格を記載していく。

なお、レベル 2 と 3 の間では上位過ぎるため、もう少し下のレベルになるとのイメージである。

- ・運用段階の要求事項と比較すると、設計段階は体系的で詳細な内容と見えるのではないか。後段の使用済燃料関係にレベル 2, 3, 4 の体系があつて、できるかどうかであろうか。

→安全機能という意味では、レベル 2 は「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」である。「閉じ込める」をレベル 3 で行うと、燃料被覆管は炉水の検査のみで良くなる。集合体の安全停止と炉心形状維持は、基本的に寸法安定性であるため外観検査で良い。現状を是とできると思っている。

- ・資料は、添付八及び添付十を基に展開しているが、添付八及び添付十を出発点として良いのか。それ以外は記載しないのか。

→それ以外のものとしては、日本原子力学会 技術レポート、SRP を記載すれば良いと思う。

- ・設計は、日本原子力学会で精力的に取り組んでいるため、設計を JEAC に記載する場合は、実務の視点としてはどうか。実務的な視点は、日本原子力学会で行われていない。

- ・設計は、今回の規程と少し異質のものである。運用と言う意味では中心的ではないと考える。

- ・設計でしっかりやられており、通常運転、また設計基準事故が起こっても安全機能は守られる。

- ・設計と検査と監視で、安全を担保することになる。これら全体で安全が担保できることを記載すれば良い。

- ・設計のところはかなりまとまっているので、本規程に記載することは可能である。

- ・詳細な記載とする場合は、単独の規格を作成すれば良い。従って、本規格ではあまり詳細な記載は不要と考える。海外の実務を踏まえた PDCA を記載すれば良いのではないか。

→要求事項としては、詳細な記載は不要である。燃料の設計、製造、貯蔵の段階で行うべきこと、日本原子力学会標準等を考慮し、評価項目を記載すれば良い。

→日本原子力学会 技術レポートは、レベル 1 からレベル 3 に近いレベル 4 まで取り扱っている。具体的な判断基準値等は今後決めるため、決め方の直前までが記載してある。本規程への具体的な記載は今後行えば良い。その際、取替炉心ごとに炉心の多様性で変わるものに着目する。

4) 発電用軽水型原子炉の炉心及び燃料の安全設計に関する報告書（抜粋）

福田委員より資料 25-3-1-1 に基づき、発電用軽水型原子炉の炉心及び燃料の安全設計に関する報告書（抜粋）の概要について説明があった。

（主な意見・コメント等）

- ・設計について詳細に展開されている。設計以外の項目は、レベル 1 からレベル 3 までを記載する必要がある。なお、レベル 2 では炉内と炉外に分ける必要があるため、炉外で取り扱う場合は、未臨界を考慮しなければならない。

- ・設計は数が多いため、レベル 2 までを記載し、レベル 3 以下は参照のみで良いか等、取り扱い方法を検討する必要がある。

- ・事業者の実際の業務をグループ分けし、レベル 1 から展開したものを本規程で定めるため、今後の作業のために規格の目次を作っておきたい。

- ・炉心側と貯蔵をレベル 1 から展開すると、ほとんど設備に該当すると考える。

- ・輸送時について記載する場合は、輸送容器を明記しないとしないため、議論しておく必要がある。
- ・報告書には、フロー図に記載されていない項目が多く含まれている。燃料は、ある設計、大前提のもとで作られる。運用の中で外観検査等、発電所側で必要な確認すれば良いとする整理があるが、欠落した項目が出てくる。一方、観点から管理する必要があるとすれば、規程を作る必要がある。観点をもとにして、今の運用上の行為があるという整理を行い、フロー図を作成するのか。あるいは、燃料の設計、要求事項があり、各ステージの要求事項があるという整理をしていくのか。前者と後者の2つの切り口がある。後者であると、設備側の展開が大きくなる。
- ・燃料が設計通りに作られ、輸送されて、原子炉に入れば問題はない。可能な範囲で、閉じ込め機能、寸法安定性を確認しているため、仮に事故が起きても安全は確保される。
- ・取替炉心はJEACがあり、設認で網羅している。冷却性は、外観が安定していれば良く、水を流して定格出力、定格流量が出ていれば、閉塞が起きていない傍証となる。従って、現在実施している業務は、レベル2の安全性をどこまで考慮しているかについて、整理すれば良いかと考える。
- 設計についてはあまりメインに置かずに、運用を中心に考える。設計は引用に留めておき、運用について記載する。また、検査等は特記をして、設計がキープされているかを検査すれば、全体の安全性が確保される。
- ・設計について詳細に記載するのであれば、添付資料とすれば良い。
- ・要求事項の主語は事業者である。事業者はアウトソーシングで安全設計を実施し、設置許可申請を行う。要求事項をベースに設計されたものについて、安全評価を行う。要求事項と根拠を書き加えてはどうか。
- 設計は、日本原子力学会 技術レポートとの関連を記載するのみとし、本規程では詳細を記載しない。
- ・使用済燃料となる前と後では、要求事項が変わってくる。それをどう書き分けるかが課題。前者は設計、安全管理の体系で記載できる。後者は設備が安全要求事項になると思われる。
- ・JEAC であるため、事業者又は燃料メーカ（場合によってはプラントメーカ）が本文の主語とする。
- プラントメーカに責任があるなら、規格の主語をプラントメーカにしても良い。発電所の使用、製造は電力会社が責任を持つことを含め、事業者が燃料に対して責任を持つという考えで要求事項を整理する。具体的な行動と根拠を踏まえて、要求事項を考慮する。

5) 作業分担

作業分担は、以下の通り。

- ・PWR, BWR 全体像のブラッシュアップ：平林副主査，石崎副主査
- ・目次案作成（小項目まで）：佐合常時参加者
- ・要求事項の整理：大脇委員
- ・資料 25-3-1-2 の更新，設計から検査につながる部分の案：福田委員

6) 策定スケジュール

平林副主査より資料 25-5 に基づき、規程の策定スケジュールについて説明があった。なお、次回の原子燃料分科会（1月又は2月開催）では、活動報告を実施する。

(4) その他

1) 検査制度見直し関連の動向について

事務局より、検査制度見直し関連の動向について説明があった。

(主な説明)

- ・電事連の要望により、本規程の策定目標期限は、「新検査制度以降でも可」から「新検査制度までに（平成32年3月までに）」へ変更となった。なお、策定目標は規格の発刊ではなく、公衆審査終了でも可としている。
- ・検査制度見直し対応は、電事連の規格類意見交換会で検討を行っている。なお、開催は不定期であり、過去の実績から判断すると、1～2ヶ月に1回程度の開催と思われる。
- ・原子燃料分科会所掌規格では、新規制定の2規格を含め、4規格が検査制度見直しの対象となる。

(主な意見・コメント等)

- ・検査制度見直しに対し、JEAG4204「発電用原子燃料の製造に係る品質管理指針」は、規格の改定、又は新規制定のどちらで対応するのか。
→「発電用原子燃料の製造に係る燃料体検査規程（仮称）」を新規に制定するものとして、検討を開始した。
- ・今後も検査制度見直しに関連する情報があれば、逐次提供して頂きたい。
→新しい情報が入れば提供する。

2) 次回検討会の日程について

次回の検討会は、1月19日（金）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。

以 上