

第21回 取替炉心安全性評価検討会 議事録

1. 開催日時 : 平成31年1月25日(金) 13:30～15:40
2. 開催場所 : 航空会館 801 会議室
3. 出席者 (順不同, 敬称略)
 - 出席委員: 北田主査(大阪大学), 山田副主査(関西電力), 原田幹事(中部電力), 吉村(日本原子力発電), 金子(グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン), 本谷(東芝エネルギーシステムズ), 長野(原子燃料工業), 青木(三菱原子燃料), 滝井(日立GEニュークリア・エナジー), 松井(三菱重工業), 宮地(原子燃料工業), 工藤(電力中央研究所) (計12名)
 - 代理出席者: 山田(東京電力HD・平林代理) (計1名)
 - 欠席: 鈴木(原子力安全推進協会) (計1名)
 - 常時参加者: 吉井(テプコスシステムズ), 中居(電源開発), 松本(グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン), 三輪(原子力エンジニアリング), 田渕(原子力エンジニアリング), 福田(三菱重工業), 木村(中電シティーアイ)*1, 吉岡(原電エンジニアリング), 梅原(四国電力), 今村(四電エンジニアリング), 石谷(原電エンジニアリング), 兵頭(原子燃料工業) (計12名)
 - オブザーバ: 左藤(三菱重工業), 山崎(スラスビック・ジャパン) (計2名)
 - 事務局: 小平, 大村(日本電気協会) (計2名)

*1: 議題(2)にて常時参加者に就任

4. 配付資料

資料 21-1 第20回 取替炉心安全性評価検討会議事録(案)

資料 21-2 取安解析コード規程の方向性の検討

参考資料-1 取替炉心安全性検討会 委員名簿

参考資料-2 第41回 原子燃料分科会 議事録(案)

参考資料-3 V&Vに関わる技術標準の動向

5. 議事

議事に先立ち, 事務局より競争法などに抵触する発言を控えるよう依頼があった。

(1) オブザーバ承認, 会議定足数の確認, 配付資料の確認

事務局より代理出席者, オブザーバの紹介があり, 主査の承認を得た。代理を含めて出席委員数は13名であり, 検討会決議に必要な条件(委員総数(14名)の3分の2以上の出席)を満たしていることが確認された。また, 事務局より配付資料の確認が行われた。

(2) 委員の交代，常時参加者の承認

事務局より参考資料-1に基づき，委員の交代及び常時参加者の変更の紹介があった。
委員は，次回分科会で承認される。

松井 委員（三菱重工業） → 左藤 新委員候補（同左）
平林 委員（東京電力 HD） → 山田 新委員候補（同左）

常時参加者については，異論なく承認された。

退任

金子 常時参加者（テプ コシステムズ）
尾上 常時参加者（三菱重工業）
山内 常時参加者（中電シティーアイ）

新常時参加者候補

吉井 新常時参加者候補（テプ コシステムズ）
松井 新常時参加者候補（三菱重工業）
木村 新常時参加者候補（中電シティーアイ）

(3) 前回議事録の確認

事務局より前回議事録案資料 21-1 について紹介があり，承認された。

(4) 取替炉心の安全性の解析に用いる解析コードの規程の方向性の検討

副主査より資料 21-2 に基づき，取安解析コード規程の策定について説明があった。
検討の結果，以下にて進めることとなった。

- ・ 2 週間を目途に，コメントを事務局へ送付する。
- ・ 分科会へは，主査から，検討状況を報告する。

(主な説明)

- ・ スケジュールとしては，2019 年 3 月に目次案決定，2020 年 3 月中間報告，2021 年 3 月規格制定の目標。
- ・ 規程目次案：対象をコードだけを管理対象とした場合と解析結果も対象に含めた場合の 2 ケースを作成。
- ・ 安全解析評価手法の種類：決定論的評価と確率論的評価があり，決定論的評価には，保守的評価 (EM)，最適評価 (BE)，統計的安全評価 (BEPU)，数値流体解析 (CFD) がある。現行の取替炉心の安全性確認は，EM あるいは BE である。
- ・ 原子力学会標準「統計的安全評価の実施基準」は BEPU と言えるものを定めたもの。
- ・ 想定される課題：①適用範囲（コードに限定か解析全体か）。②記載の深さ（性能規定か仕様規定か）。③V&V の手法（プロダクト V&V かモデル V&V か）。④取安解析に対する品質管理（上位規程（原子燃料管理規程）か本規定か）。⑤具体的な運用方

法（安全解析との整合性）

（主なご意見，コメント）

- 他の検討会でも，業務フローに照らして規格を作るとなっている。業務プロセスとの観点を整理しておかないと，解析コードの V&V を取替炉心ごとに確認するようになってしまう。
- 解析コードであるので，1 回確認すれば使えるというイメージであった。留意する。
- P7 の想定される課題はそれぞれが絡み合う。⑤の安全解析との整合性とは，②の記載の深さ，性能規定とするか仕様規定とするかとも絡み合う。解析には EM と BE，BEPU があるが，例えば，EM を使用する場合，評価した結果が保守的な結果を見込む場合（限界値），性能水準要求で規程を構成することは難しい。自前で判断基準を用意しなければいけない。それを規程内とするか，外とするか。外であれば具体的な運用方法，橋渡しが必要である。判断基準は仕様規定的で，あるパラメータをどこまで保守的にするか問題となる。そうすると①の範囲に絡んできて解析コードに限定するか，解析全体かに波及する。①の範囲を決めて，あとの議論をするのが良い。
- 取安規程では，妥当性の確認されたコードを用いることになっている。コードが確認されたものであっても使い方を間違えると，間違った答えとなる。取安の一連の解析作業を網羅するところに落とし込むのが目標にある。コードだけに限定すると，解析が正しく行われていることが担保できない。
- 使い勝手の良い規程としたい。が，時間的な問題やどこまで書けるかという問題があり，目次案としてはコードのみを管理対象とした場合が良い。後から膨らませることは可能であるが，先に広げておいて，分科会，規格委員会で後から範囲を狭めるのは難しい。
- コードのみとしても EM か BE かで書き方が変わる。最初に方向性を決めないと具体的に展開できない。
 - 安全解析評価手法の種類で，添付十のコードは古いコードは EM で，新しいコードはまず BE を求めてから BEPU になる。取替炉心のコード限定であれば，BE+不確かさである。原子力学会で統計的安全評価手法の標準の見直しをしているが，BEPU は統計的な BEPU と非統計的な BEPU がある。炉心設計は非統計的な BEPU，BE+不確かさという統計論か決定論でやる。PWR は核的設計がメインで，BWR は熱流が入る。基本非統計的な BEPU でコードだけ規定化する。出発は BEPU である。
 - BWR の場合は，コード自体は BE，BE+不確かさである。ただし，一部 EM 的なものもあるので，メインは BE で書いて一部違うところは補足的に書くことができると考える。

- 炉心解析のアウトプットから安全解析の入力にいくときに、特に設置許可では、プラス不確かさ、多様性を考慮するため、保守性、包絡性がある。取替炉心で個々に評価すると、基本的に BEPU で、プラス多様性は取り除くことができる。設置許可段階で BEPU+多様性であるが、取替炉心だけであると BEPU かと思う。
- BWR でも、多様性という意味で、評価対象は BEPU である。
- BE は、正確なコードでも、ばらつきが小さいということもない。BE は実験値と解析値を X 軸、Y 軸とすると、全体の平均が 45 度線になるだけである。取安コードを BE と定義した時に不確かさをどのように取扱うか。不確かさを正面から取扱うか、限界基準も入ってくるのか、性能基準だけでよいか、そこを考えておく必要がある。
- 例えば、BWR のスクラムカーブでは設計カーブがあって、横軸に制御棒挿入割合、縦軸に制御棒反応度があって、設計曲線より上側にある。解析コードが上側にあることを保証する。ノミナル値で評価した時にそれよりも十分に上側にある。BE であればそれだけである。BEPU であると解析上の不確かさ、入力の不確かさがその幅の下限 95/95 値が上回ることを要求する。BEPU はあり得る幅でスクラムカーブと比較する。BE は中央値で見る。判断基準をどうするか考える必要がある。
- 取安の解析では不確かさを見込んで満足することという書きぶりになる。
- そういうことだとすれば BWR ではどうか。
- 不確かさを考慮してという書き方であれば、可能である。
- PWR は大丈夫か。
- PWR では、BWR のスクラム反応度というのに対応するのがトリップ反応度曲線、横軸が有効長さあるいは時間、縦軸は添加反応度。設置許可の時にはかなり保守的なので、取替炉心の時にトリップ反応度を評価する必要がない。
- EM とセットになるのは BEPU である。コード規程としてどこまで BEPU を前面に押し出すか。BEPU を念頭に性能水準要求で規程全体を引っ張ることは可能かと考える。
- プラス不確かさでは、PWR は実測データが豊富でどんなコードでも設定できるが、安全解析まで考慮すると、解析全体として、不確かさの設定法がないと宙に浮くパラメータが出てくる。
- PWR では、添十解析の一部では、入力の一部を添八の炉心設計側へ戻ってあるパラメータのピークを考慮したものから解析を始めるものもある。
- 規程の中で、各社独自のコードが使われている事情があり、規程として、定めることはできたとしても、使える規程になるのか、という部分は議論が必要かと考える。
- BWR は、安全評価はどちらかというと EM である。不確かさを定義として具体的に取り扱われていない。炉心の運転状態の多様性に対する包絡性を取扱う際、現象に対

してもある程度包絡して別の取扱いでやってしまう。一点近似であり、いろいろ取り扱えないことが多い。入力データ、取扱いの不確かさ、そこを限界条件とすることにより、実際は取扱えている。それがどこまで通用するか微妙ではある。PWR の意見のように、不確かさを安全評価につなげることに對して、BWR はつながらないところが出てくる。BWR が将来、BEPU コードで安全解析すれば変わってくる。現状では難しい。BWR は一般論とし、不確かさを考慮することと規定するのが実際上は限界かと思う。

・ PWR, BWR のコードで、不確かさを考慮するが、考え方まで書けるか。

→考慮する範囲はある程度は書ける。そこは作文力の問題かと考える。

・ 目次で PWR と BWR では別に記載する。それに見合った書き方は可能と考える。

→方向性は、性能基準的な記載のところまでと考える。書けるところまでの努力はする。

その時に PWR と BWR では、必ずしも、記載のレベルの一致は不要かと思うが、上位の委員会で変わる（一致させるよう）かも知れない。

・ 性能水準要求的な規程とする場合、PWR と BWR であり方が違うのは認めにくい。解釈での差異は許容されても、規程本文では厳しいと思われる。

・ 言い換えると、BEPU を規定しないといけませんが、BE は各社の考え方やコードの新旧があり、共通のことは書けないが、BEPU はそれぞれ書くと仕様規定となる。BEPU で共通のことを書こうとすると更に性能要求的なものになってしまうということか。仕様規定となると JEAC のレベルではなく、それこそトピカルレポートの扱いとなるか。

・ そうしたバランスを考慮して、⑤の具体的な運用方法の記載が実現できるか。詰めておかないと乖離が生じる。次回にたたき台を踏まえて議論することになると思われる。

・ 外部環境として保安規定の改定がされる。それを踏まえて運用を考える必要がある。

・ 現状は、プロダクト V&V (ソフトウェア V&V) を中核として、必要なところにモデル V&V を取り入れるところかと思うが、これまでの WG での議論の経緯はどのようなものか。

→モデル V&V で行くという考えもあるが、答えが合えば良いかという議論ができた。

それはプロダクト V&V にしてもしかりである。細かいこと（モデル）を書くと縛られる（それを使わないとダメと言われる）。結果として合うことは必要でプロダクト V&V は必要である。ただし、それだけでは中身がブラックボックスになりかねない。なので、モデル V&V も必要に応じて入れるという考えであり、ただし、それが良いという訳でもない。

・ 比較的古いコードの安定性解析コードがある。それを学会標準コードとして考え方を

記載している。古いコードでモデル V&V でやるのは難しく、プロダクト V&V を適用するという考え方である。しかし、その後の原子力学会の議論として、モデル V&V を一度は入れるよう、上位委員会の意見もあって変わった。学会の方向に合わせて、本規程もモデル V&V の方向となるのではないか。

- プロダクト V&V (品質 V&V) とモデル V&V は、解析コードの妥当性を確認するものであるが、妥当性の確認の意味が異なる。モデル V&V は実際の現象に対して確認する。プロダクト V&V (品質 V&V) は、製品としての品質を満たしていることを確認する。両者はどちらも必要で、片方だけでは不備とのコメントで原子力学会標準を急ぎ見直した。ただし、モデル V&V は必要最小限の記載としている。
- 最終的に判断基準と比較するパラメータは実験で確認する。ブラックボックス的な中身は他のコードとの比較を行う。場合によってはモデルレベルでの比較もするが。最終的な判断基準と比較するパラメータは試験、実験と突き合わせ、それ以外はモデルの比較も含めできるだけ簡略化する方向性かと考える。
- 取安コードが何をどこまでやるコードなのかという範囲をしっかりと限定することが優先されるのではないか。

- 目次案の P3 と P4 があるが、P3 で始めていき、結果に関しては、コードの妥当性確認で、不確かさの取扱いを議論、具体的な書きぶりを見ながら進めたい。
- コードの規格であり、まずはコードに着目して進めていく。

- 広い範囲とした場合に、品質保証の記載範囲をどこまでにするか。品証には JANSI のガイドラインがある。それ以外に、参考資料-3 の P23 で、工学シミュレーションの品質マネジメントがある。似たようなものが他にあるが、取安規程で、改めて書くのか、ガイドラインとかでは不十分なところを特化したものを書くのか。改めて書くことになるか品質保証の専門家を交える必要があると考えている。どこまでのつもりでいるかご意見を伺いたい。

→特化するところを書く。

- 解析全体の品質保証について真正面からやるか、差異の部分だけで良いか。
- 取替炉心として不適合が起こっている。過去の不適合に踏まえて、留意したい。
- 差分だけでなく、本来の品質保証的なところでも強調すべきところは書くということか。

→他の規程でも過去の不適合を取り込んでいる。技術伝承の観点もある。

→目次案の 2.4 の留意点で受けることができる。また、炉心管理のプロセス全体の品質保証、管理の中で、どのタイミングで本規程を使うのかを明確にする必要がある。どの部分が変わったら使うのか、議論が必要である。規程を使うタイミングに解釈が生じてまちまちになる。

- ・P3の目次では、2.4以外は解析コードそのものについてであり、2.4は解析作業についてである。構成を含めて見直す方向とする。
- ・品質保証に係る規定を仕様規定レベルまで詳細に作った時に、どこの流れでどのように使うというのは規定されるが、性能基準としてはそこまで使用方法には左右されずに済むのではないか。不適合事例は、例として技術伝承という目的として書かれれば、そういった問題には直面しないのではないか。

- ・例えばBWRの2.1.1取替炉心ごとに解析で確認する項目、これはできている。2.1.2解析コードが考慮すべき物理現象、これは何を想定しているのか。

→決めていない。

- ・PWRは核設計コードであり、それなりに書けると思う。BWRはどこまで書けるか、議論が必要である。

→WGで擦り合わせていただきたい。

○2週間を目途に、ご意見を事務局へ送付する。

○2月8日分科会で、活動計画は分科会審議となる。状況報告は主査にて説明する。

(5) 品質V&VとモデルV&V 参考資料-3

金子委員より参考資料-3に基づき、品質V&VとモデルV&Vの説明があった。

(6) その他

1) 次回：5~6月ころを目途に開催。

2) 案を作り、BWRのWGで検討、BWR-PWR間で少人数で調整し、検討会に出す。

以 上