

(社)日本原子力学会 標準委員会 発電炉専門部会
第5回 BWR核熱水力安定性評価分科会 (P5SC) 議事録

1. 日時 2003年12月10日(水) 13:30~17:00

2. 場所 日本原子力学会 会議室

3. 出席者 (敬称略)

(出席委員) 三島(主査), 安濃田(副主査), 北村(幹事), 池田, 稲田, 久保, 黒田, 鈴木, 曾根田, 竹田, 深堀, 更田, 松浦, 山田(14名)

(欠席委員) 有富, 木下, (2名)

(常時参加者) 石井, 茶木, 溝上, 山中(4名)

(発言希望者) 瀧川, 徳永(2名)

(傍聴者) 大谷(1名)

(事務局) 太田

4. 配付資料

P5SC5-1 第4回分科会議事録(案)

P5SC5-2 標準委員会の活動概況

P5SC5-3 不安定事象(出力・流量振動)発生時における燃料健全性評価

P5SC5-4 BWRの核熱水力安定性評価基準(本体素案)

5. 議事

議事に先立ち, 委員16名中14名が出席しており, 定足数を満足していることが報告された。

1) 前回議事録確認(資料 P5SC5-1)

前回議事録について以下の質疑・修正を行い承認された。

・ 3頁, 下から6行: 「軸方向のトランジェント」とはどういう意味か?

→ここでは振動時の軸方向出力分布が燃料健全性に与える影響を考慮する必要があるか否かという意味で使われている。

上記を踏まえて, 当該部分を以下のように修正する。

(修正後)

・ 現象として注目すべき点を取り上げて整理すべき。例えば, ラチェット効果の繰り返しによる影響等。

・ 軸方向の出力分布が変わることによる影響はないのかということも検討の一項目となるのではないか。

・ 「軸方向の・・・」と「ラチェティング」との関係は?

→両者は並列的に議論されており, 不安定振動下の燃料健全性を考える上で考慮が必要と考えられる事項である。

・ 「チャンネル安定性を確認することで炉心領域安定性の評価精度が向上する」とはどういうことか?

→チャンネル安定性を確認することで, 炉内に極端なピーキングを有した燃料体が存在することを回避できる。例えば, 極端なピーキングが発生した場合, 現行の設計評価手法では解析の精度が低下する可能性がある。

2) 標準活動状況報告(資料 P5SC5-2)

事務局より標準活動の概況報告を行い, この中で, 「標準委員会特別会合の提言」などを受けて, 新規標準案件についての立ち上げに向けた検討が進められていることの報告があった。以下のような質疑が行われた。

・ 燃料健全性評価基準について国に検討要望をしたその後の状況は?

→安全委員会事務局とは一度打ち合わせを行った。保安院とは特に行っていないが, 維持基準や品質保証などで国が民間基準を採用する枠組みができあがりつつある。

・ “燃料の補修に関する標準”の前回タスクでの扱いは?

→前回タスクでは出て来なかった。

・ 燃料集合体の補修に関わる標準作成の提案が先の特別会合で提示された背景は?

→特に, 燃料集合体内の燃料棒数の多いPWR事業者からの要望。海外では, 破損燃料棒をダミー燃料棒と交換して再利用するのが普通であるが, 日本の現在の規制では, 一本でも燃料棒が破損した場合には, その燃料集合体を補修して再利用できない。

・ どのような内容が考えられるのか?

→技術的な手順, 方法に係るガイドライン的なものとなることが考えられる。

3) 標準本体素案について(資料 P5SC5-4)

北村幹事より, 標準本体素案の説明があり, 以下のような質疑が行われた。ここでの議論を受けて用語定義の文章等を全体的に見直すこととした。

・ 「1-1マップ」等の過去に議論となった問題については解説にて記載すべきである。

・ 今までの許認可の考え方と今回の標準の間では, 何が違ったか, そしてその理由と意義を記載する。また「運転上の設

計基準」減幅比0.25の撤廃に関する考え方を記載するべきである。

→ 今回配布した附属書4にいている。

(まえがき)

- ・まえがきに不安定事象は燃料健全性に影響が無いとの記述を入れることにより、安定性の判断基準(減幅比 < 1)が安全/非安全の境界であるとはとられないように配慮している。
- ・燃料の健全性に問題が無いのに発振させないというのはいかにもわかりにくい。
- 振動自体が健全性に影響があるというわけではないので、減衰特性を持たせるということである。
- ・振動が長期に継続することが問題であるから、時間の概念を入れるべき。
- どれくらいの時間というようには線を引けないので難しいが、検討する。
 - ・最後の文章の「不安定振動の発生を防止することにより、燃料の健全性を担保する・・・」の記述は誤解を与えるので修正すべき。
- 指針13において、安定性について要求されているのは“燃料の許容設計を超えないこと”であるので、それを満足するような表現として、燃料の健全性にこだわった書き方をした。誤解を与えないような表現を検討する。

(2.定義)

- ・“チャンネル安定性”は、核のフィードバックの無い、純粋に熱水力的なものであるが、慣用的には核熱水力安定性の一部として取り扱われている。そのことを明確にして、核熱水力安定性の定義を最初に持ってきてはどうか。
- “炉心安定性”の部分において、“メカニズム的に”の記載は不要。“臨界状態”は領域安定性の説明の記載と整合させ書かない方が良い。“振動”ではなく“振動の特性”ではないか。
- ・“領域安定性”についても上と同様に修正。
 - ・“減幅比”を「減幅比が小さい程系が安定になる」に修正。
 - 今回のコメントを考慮して、用語定義の文章等を全面的に見直すこととしたい。

(3. 核熱水力安定性評価基準)

- ・「評価基準」と「判断基準」の用語の使い分けはどういうものか？
 - 「評価手法」と「判断基準」を合わせたものを「評価基準」としており、Post-Bt基準や規制文書での位置付けと同じであると考えている。
 - ・評価基準は、両者とも「ねばならない」で終わっているが、判断基準はともかくとして、評価手法も要求事項であるのか。
 - 判断基準の保守性を担保するための評価手法という位置付けもあるため、「ねばならない」としている。ただし、その取扱いについてはあいまいなところもあるので、次回までに要求事項、推奨事項等の位置付けを明確化することとしたい。
- ・本体や附属書(規定)の中でも、推奨事項や許可事項として選択肢を設けることについては許容されている。また、語尾を「ねばならない」としても「する」としても、どちらも要求であることには変りはない。
- ・“a.核熱水力安定性の判断基準”において「BWRにおいてチャンネル安定性、炉心安定性、領域安定性のそれぞれの安定性の減幅比が許容限界値1.0未満、もしくは減衰係数が零より大きいこと。」に修正。

(附属書1) 曾根田委員より説明

- ・現在の記述では、要求事項と推奨事項の区別がつかない。標準として最低限要求される内容を明確に規定すべき。
- ・近似の方法、守るべき条件、許容される条件、注意すべき事項が書いてなければ、この標準を初めて見る人には理解できないように思われる。
- ・解析モデルについて考慮すべき項目は附属書で整理して記述されることが望ましい。
- ・2.核熱水力安定性解析モデルで、「・・・妥当である」としているが、これらのモデルが無いと解けないのであれば要求事項とすべき。
 - 現在の内容では、熱水力モデル、燃料棒熱伝達モデル、核動特性モデルについて記述のレベルが異なるので、今回のコメントを考慮して、解析モデルのそれぞれの内容を再度検討することとしたい。
 - ・核動特性は一点炉モデルと明記しているが、より高度化された手法を用いることも許容されるべきである。
- ・ここでは現行の設計コードが採用しているモデルの内容を書いていると思われるが、なぜそのモデルが使用されるのか、また、その近似が妥当であるかなどの背景が欠落している。例えば、安定性解析での炉内熱水力モデルでは軸方向のボイド伝播が適切に模擬される点を明記すれば、その上でここに記載されるモデルが最低限必要な規定であることが自明になる。
- より高度化されたモデルが採用できること、モデルに要求される最低限の要求事項が明確に読み取れる形で再整理したい。
- ・2のモデル、3のコードのモデル・コードという言葉の使い方はおかしい。また、その二つの切り分けが良くわからない。
- 2は基礎式、3を解析モデルとして整理したい。
- ・数式の記号の説明が少ないので、わかりやすく書き直すべきである。
- ・熱水力グルーピング、メッシュ分割について記載されていない。
- 熱水力グルーピングについては附属書2で簡単に触れているが、詳細については解説に記載する予定である。

(附属書2) 池田委員より説明

- ・安定性解析においては、解析条件にのみ保守性があると受け取れるが、そうなのか？
- そうである。附属書1に記載される解析モデルは、特に、結果を保守的にするモデル等が選択されているわけではない。
- ・ この核熱水力安定性の評価手法を用いることにより、なぜ、適切な保守性が担保されるのかについての考えかたを明らかにしておいたほうがよい。
- ・ 通常、動特性パラメータという言葉の定義に反応度係数（ボイド係数・ドップラー係数）は含まれていない。
- 書き方を工夫することとしたい。
- ・ 最後の「原子炉の運転条件、炉心出力分布及びボイド反応度係数の全てが同一の状態でも必ずしも最も保守的もしくは包絡的になるとは限らない。」の箇所が分かりにくい。
- 最も結果が厳しくなるような実在の炉心条件を選択し、それを入力値とすると、保守性という意味では不十分であるということ。それぞれのパラメータについて、最も結果が厳しくなるような値を想定する炉心状態の中から選び、それを組み合わせて、実際には存在しない炉心条件を作成して解析を行うという意味である。
- ・ 附属書1に統一できないか。そうしないと、附属書1のみでは保守性を担保できないのではないか。
- 本体には、附属書1と附属書2の両者を組み合わせて評価を行うことを要求している。位置付けとしては、附属書1は手法、附属書2は入力条件である。この2つの条件により適切な保守性を担保できると考えている。
- (附属書3) 深堀委員より説明
- ・ 使用する解析モデルは附属書1に規定されるものに準じているならば、これを明記すべき。
- 書くこととすると「附属書1で規定した方法」のような書き方になるだろう。
- 附属書1と旨く対応させた形にすれば良いのでは。
- ・ これまでの標準の例で見ると、附属書3は解説でも良いように思われる。附属書にするなら、附属書2と関連付けて、その補足となるような書き方をすればよいと思われる。
- ・ 自動流量下限での減幅比は必要か？
- 核熱水力の報告書には運転上の制限値とともに記載されていた。特に必要はないが、現状の設置許可申請書の記載事項ではある。削除するかどうかは検討する。
- ・ 図中のA,Bについても、何のことかわからないので、説明を入れるべき。
- 設置許可解析における解析点（出力／流量）であることを記述する。
- (附属書4) 久保委員より説明
- ・ 7頁16行目、「炉心が十分な減衰特性を持つ」の「十分な」は言い過ぎ。
- ・ 「運転上の設計基準」は目標値であり規制値ではないことが設置許可に記載されているとあるが、本当か？
- 記載されている。ただし、この事実は本分科会で議論されたものではないので、これについては参考紹介の扱いとしたい。標準での書き方は、再度、検討する。
- ・ 運転上の設計基準の必要性の有無を議論するのに、設置許可の記載は根拠にはならないのではないか。
- ・ 「運転上の設計基準」の廃止を実際の規制に反映する場合、附属書（参考）に記載する形で説得力があるか？
- 本文もしくは附属書（規定）が好ましいと考える。
- ・ 本体には書きにくい。そもそも、現在の基準をなくすということを明示的に標準に記述するのは難しい。「運転上の設計基準」の廃止は、新規基準・規定としての色が薄いので附属書（規定）にも書きにくい。
- 「附属書5（参考もしくは規定）運転上の設計基準について（仮題）」を新規に作成し、本附属書と切り離すのはどうか？

4) 燃料の健全性の整理について(資料 P5SC5-3)

深堀委員、徳永氏より説明があり、以下のような質疑が行われた。

- ・ 定格運転時にPCIが発生したとしても（再循環ポンプトリップ等による出力低減の状態にある）発振開始時では温度も低下しているため、ペレットが収縮し、PCIは発生しないと思われる。発振開始直後にPCIが生じるとすると、定格運転時にはより大きなPCIが発生している必要があり、現実的ではない。ここでは、保守的な例もしくは仮にPCIが生じた場合にはどの程度の応力が発生するかを示すためにこのような条件設定も含めたと思われるが、「標準・解説」に記述するときは非現実的な状況なので慎重さが必要となる。
- ・ 結論として、本標準で検討すべき条件の範囲では、スクラムの作動も期待できるため、燃料健全性には全く問題ないことがクリアになったものと思われる。燃料健全性に対する解説として、標準にこれを記載すればよいのではないか。
- ・ ペレット温度は上昇しているように見えるが、中性子束の振動(平均=0)であるから、温度上昇は起こらないのではないか？

→本解析の場合は、発振後に発生熱と除熱がバランスするまでペレット温度等は上昇することになる。

6. 次回の予定

次回第6回分科会は以下について審議の予定。

- ・ 標準本体及び附属書（案）〈本日の議論を受けて見直したもの〉
- ・ 標準の解説

日程は、来年2月上旬で、後日のアンケートにより決定する。

以上