

(社)日本原子力学会 標準委員会 発電炉専門部会  
第5回 炉心・燃料分科会 (P2SC) 議事録 (案)

1. 日時 平成12年11月29日 (水) 13:30~17:30
2. 場所 原子力学会 会議室
3. 出席者 (敬称略)  
(出席委員) 三島 (主査)、古田 (副主査)、姉川 (幹事)、秋山、安濃田、上塚、木下、久保、剣田、永田、橋本、林、藤、藤井 (14名)  
(代理出席委員) 増原 (小村代理) (1名)  
(欠席委員) 井上、大橋、重宗 (3名)  
(常時参加者) 安尾、西田、原 (3名)  
(発言希望者) 江畑、大水、師岡 (3名)  
(事務局) 太田、市園
4. 配布資料  
P2SC5-1 第4回 炉心・燃料分科会議事録 (案)  
P2SC5-2 標準委員会の活動状況  
P2SC5-3 過渡沸騰遷移時の燃料健全性について  
P2SC5-4 リウエット相関式の補足説明  
P2SC5-5 PWRでのDNB設計基準緩和について  
P2SC5-6 文献調査報告  
P2SC5-7 燃料材料に関する文献調査状況  
P2SC5-8 過渡沸騰遷移基準の骨子 (案)

5. 議事  
議事に先立ち、事務局より、委員18名中15名が出席しており、本会議が決議に必要な定足数を満たしていることが報告された。

1) 前回議事録の確認

前回議事録について承認された (P2SC5-1)。

2) 燃料の健全性について

姉川幹事より、P2SC5-3により、過渡沸騰遷移時の燃料健全性についての説明があった。本資料については、今日の議論を踏まえ見直すこととなった。主な議論は以下の通り；

① 燃料被覆管の非破損の判断基準

- ・ 提案されている基準でも破損するとは考えにくいですが、酸化量1%は根拠として弱い。ジルカロイは800数十℃~900℃を超えると $\alpha \rightarrow \beta$ 変態を経験して特性が変わる。保守的かもしれないが、材料特性が変わらないことを条件として、これ以下の温度としてはどうか。
- ・ 運転時の異常な過渡変化の基準としては、燃料が破損しないだけでなく、燃料取出し等のハンドリングに耐える必要があり、機械特性が大きく変わらないことも条件として考慮するべきでは。
- ・ 酸化量の評価にBaker-Just式やORNLの式を用いているが、これらの式はいずれも1000℃以上のデータに基づくもの。低温では酸化速度が遅く、保守側と思われるが、できれば試験データに基づくべき。短時間側という条件付きではあるが、650-1650℃の温度範囲に適用できる酸化速度式がKfKのLeistikow等によって提案されている。また、原研はこれを見直すために約500℃以上の範囲で実験を行っており、ほぼ終了しているのでこのデータを整理する。

② 燃料再使用の判断基準

- ・ 本分科会の範囲に含めて議論をする。
- ・ 変形量0.1%を根拠とする場合、燃料自体の健全性だけでなく、変形後の冷却性能への影響も評価する必要がある。
- ・ 600℃程度でジルコニウムの再結晶化が起こる。再結晶の有無により強度が有意に低下するかどうかの判断ができると思われるので、確認が必要ではあるが、この温度を一つの条件としてはどうか。
- ・ 燃料製造時の焼鈍温度から600℃程度が問題ないといえるのではないかと。
- ・ 高燃焼度の被覆管で水素吸収が大きいと、650℃程度で水素化物の再分布が起こる。600℃程度以下の温度では水素化物の再分布は短時間には生じないことを確かめている。
- ・ 高温を経験するとリム組織が壊れてFPガスが放出されるが (当該温度では最大20%程度)、継続時間に制限を設けることで影響を排除できる。

③ 燃焼度の扱い

- ・ 高燃焼度化に対する燃料特性については、燃料の許認可で審議される。沸騰遷移の基準としては、現在予定されている55GWd/tまでは燃焼度による制約を設けなくても良いのではないかと。

#### 4) リウエット相関式の補足

師岡氏より、P2SC5-4により、第3回分科会で議論となったリウエット相関式の補足説明があった。電共研方式のリウエット相関式について、種々議論があり、次回以降、再度検討することとした。コメント等あれば、メールで事務局に送付する。主な議論は以下の通り；

- ・リウエットをクオリティで判断するのは妥当か。温度条件で決まるのではないか。
  - ・沸騰曲線を見るとクオリティ基準とするのも納得できるが、一般的な認識と異なるように見えるので、その理由を説明できるようにした方がよい。
- 電共研で実施した定常単管試験では、局所熱流束を用いて相関式を作成したように、再冠水時のリウエット現象に近いものと考えていた。しかし実際は上流効果を考慮した方がリウエット現象、特にリウエット順序を良く予測する。これは、GEXL相関式等の上流効果（沸騰長さ）を考慮したクオリティ基準相関式が、沸騰遷移時刻を良く予測することと同じ傾向である。従って、局所熱流束の代わりに等価一様熱流束を用いることで上流効果を導入した。BWRの過渡沸騰遷移では出力が速やかに下がるため、再冠水現象に比べ局所の効果は小さくなり、このため、クオリティで整理できたと考える。
- ・単管試験における沸騰長を仮定して等価一様熱流束を求め、現相関式（等価一様熱流束を使用するとリウエット現象を良く予測できる）との間を埋める必要があるのではないか。入口から二相流が流入する一様加熱流路の場合の限界出力については、甲藤先生の論文にあるので参考にしようか。
- 検討する。
  - ・軸方向出力分布が一樣の場合では相関式の予測性能はどうか。
- 過渡沸騰遷移試験では、軸方向分布の違い（コサインと一様）による差異は見られない。

#### 5) PWRの状況

秋山委員より、P2SC5-3により、PWRでのDNB設計基準緩和について以下の説明があり、これに対して特に異論はなかった。

- ・PWRでは改良統計的熱設計手法が認められたので、差し迫ってDNB基準緩和の必要性はないが、将来的には設計合理化の選択肢の一つとして適用を検討している。
- ・燃料取替を前提とすれば、燃料破損が発生しないことを条件とすれば良く、このための要求事項、その技術的根拠が標準で明確になっていればよい。

#### 6) 文献調査

文献調査の各委員より、P2SC5-6、P2SC5-7により、文献調査状況についての説明があった。主な議論は以下の通り；

- ・文献のリストアップは終わり、内容を読んだ段階で、横並びのまとめを検討する。
  - ・熱伝達について、特に最近の新しい知見はないと考えられるが、最近の文献をレビューする。

#### 7) 標準骨子の検討

原氏より、P2SC5-8により、12月6日の発電炉部会で報告するための資料として、過渡沸騰遷移基準の骨子（案）の説明があった。主な議論は下の通り；

- ・基準案そのものについては、本日2)項の議論でかなりのコメントがあり、その内容を踏まえて書き直す。
- ・数字についてはまだ議論があるところであり、骨子がわかれば良いので、具体的な数値は入れない。
- ・燃料被覆管「非破損の判断基準」との表現は、これを超えると壊れるとの印象をうけ、事実と異なる。例えば、健全性が保たれるような表現の方が良い。
- ・適用範囲の記載は、現象から追いかけて素直に書いたものであり、「事故を含めない」というような記載は必要ない。
- ・附属書は、目次の記載からその内容が分かるので、省略する。

#### 5. その他

- ① 次回会議の審議内容は、以下とする。
  - ・文献調査結果
  - ・原研での成果（安濃田委員）
- ② 3月頃の発電炉部会に中間報告をすることを考えることとする。

#### 6. 今後の予定

第6回分科会を、平成13年1月16日（火）、13：30から行うこととした。