

750MWe JSFR 金属燃料炉心の設計

(2) 炉心核設計

Core design study on 750MWe JSFR with metal fuel

(2) Core neutronics design

*大釜 和也¹, 太田 宏一², 生澤 佳久¹, 大木 繁夫¹, 尾形 孝成²

¹日本原子力研究開発機構, ²電力中央研究所

金属燃料照射挙動を核設計に反映し、中型金属燃料炉心を再評価した結果、冷却材 Na ボイド反応度が従来よりも増加したため、炉心・燃料の再設計を行った。燃料インベントリを保存しつつ、燃料ピンを太径化することで、冷却材体積比および炉心高さを低減し、冷却材 Na ボイド反応度を改善した炉心を構築した。

キーワード：金属燃料、高速炉、核設計、燃料照射挙動、冷却材 Na ボイド反応度

1. 緒言

日本原子力研究開発機構および電力中央研究所は、共同研究により金属燃料高速炉の設計検討を行っている。本検討では、金属燃料のスエリングによる軸方向への伸びおよびボンド Na のプレナム部への排出を核計算に反映して中型炉[1]の特性を評価した。また、この炉心の冷却材 Na ボイド反応度改善の検討を行った。

2. 検討条件・解析方法

金属燃料照射挙動評価により得られた燃料の軸伸び(8%)は、核計算において、炉心部の燃料構成核種の原子数密度の減少および軸方向形状変化として扱った。また、ボンド Na のプレナム部への排出(80%)挙動は、炉心部のボンド Na 原子数密度の減少および燃料スラグ上部への Na 層を付加することでモデル化した。

3. 検討結果

表.1 に、照射挙動を考慮した 2 次元拡散燃焼計算の結果を示す。炉心の軸方向への伸びと上部プレナムへのボンド Na の蓄積により中性子が漏れにくくなること、また、ボンド Na 排出により炉心部の Na が減少することから、冷却材 Na ボイド反応度が約 0.8\$ 増加した。

この炉心を対象に、冷却材 Na ボイド反応度改善のためのサーベイを実施した。燃料インベントリを保存しつつ、燃料ピン径を増加することで、集合体の燃料体積比を増加し、炉心高さを低減させたケースの炉心特性を評価した。なお、取出燃焼度および運転期間は元の炉心と同条件としている。過去に実施した金属燃料炉心の安全性向上の検討を踏まえ、冷却材 Na ボイド反応度目標値を約 6\$ と暫定した[2]。図.1 のとおり、ピン径増加とともに、冷却材 Na ボイド反応度が改善する。ドブプラ係数の絶対値も減少するが、両者の比から、冷却材 Na ボイド反応度の改善効果の方が優位となることを確認できた。一方、燃焼反応度、最大線出力などの炉心特性は、太径化による炉心高さを低減させるとともに悪化している。そこで、目標値をほぼ満足する 8.5mm のピン径の炉心を採用した。本検討により、燃料照射挙動を考慮しても冷却材 Na ボイド反応度の目標値を満足する設計ができる見通しが得られた。今後、3 次元詳細核計算を予定している。

参考文献

[1] 大木他, ナトリウム冷却炉の炉心・燃料設計検討(金属燃料炉心) 2005 年報告, JAEA-Research-2006-077, (2006).

[2] 小川他, ナトリウム冷却金属燃料高出口温度型炉心の安全性向上に関する検討, 日本原子力学会 2007 年秋の大会, 予稿集, D36 (2007).

謝辞 解析作業における(株)NESI 曾我彰氏、菰田宏氏の協力を感謝の意を表す。

*Kazuya Ohgama¹, Hirokazu Ohta², Yoshihisa Ikusawa¹, Shigeo Ohki¹ and Takanari Ogata²

¹ Japan Atomic Energy Agency, ² Central Research Institute of Electric Power Industry.

表.1 照射挙動を考慮した特性評価

	Case1	Case2	Case3
燃料の軸伸び	-	考慮	考慮
ボンド Na 排出	-	-	考慮
Pu 富化度 (wt%) ^{*1}	12.3/12.3	12.9/12.9	12.5/12.5
スマヤ密度(%TD) ^{*1}	70/75	70/75	70/75
燃焼反応度 (%Δk/k')	0.38	0.84	0.68
冷却材 Na ボイド反応度(\$)	7.4	7.8	8.2
β_{eff} (-)	3.6×10^{-3}	3.5×10^{-3}	3.5×10^{-3}
ドブプラ係数(Tdk/TdT)	-4.1×10^{-3}	-4.1×10^{-3}	-3.9×10^{-3}

^{*1} 内側炉心/外側炉心

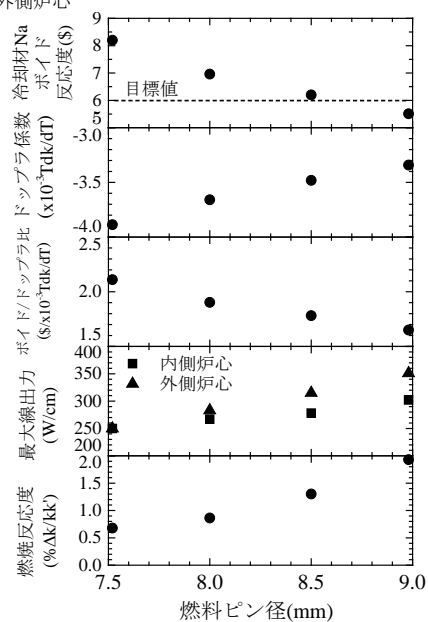


図.1 サーベイ結果