

MA 含有ブランケット燃料を活用した固有安全高速炉の開発

(8) ボイド反応度低減のための感度解析

Development of Inherent Safety Fast Reactor by Using Blanket Bearing Minor Actinides

(8) Survey for Achieving Low Void Reactivity

* 瀧田 翔¹, 藤村 幸治¹, 藤又 和博¹, 竹田 敏², 竹田 敏一³

¹日立 GE, ²大阪大学, ³福井大学

ULOF, UTOP のいずれにも炉心損傷を回避できる固有安全高速炉概念を開発中である[1]。本研究では、GEMを設置し内部ブランケットにMAを添加したナトリウムプレナム付き軸方向非均質炉心を対象とした、内側炉心上端へのMA添加や上部軸方向遮へい体への減速材装荷等のボイド反応度低減策により、燃焼反応度1\$以下とGEMを考慮したボイド反応度負を両立できる見通しが得られた。

*ULOF: スクラム失敗流量喪失事象、UTOP: スクラム失敗制御棒誤引抜事象、GEM: ガス膨張機構

キーワード: SFR, Inherent Safety, ULOF, UTOP, Burnup reactivity, Void reactivity, GEM

1. 緒言

ULOF、UTOPのいずれにも炉心損傷を回避するため、本研究では燃焼反応度1\$以下と負のボイド反応度（GEM反応度を考慮）の同時達成を設計目標とした。

図1に、燃焼反応度とボイド反応度が約0.85\$となった前報[1]の炉心構成を示す。燃焼反応度1\$以下を維持しつつ、ボイド反応度を負とするための低減策として、①内部ブランケットのMA添加率、②下部軸方向ブランケット燃料へのMA添加、③内側炉心上端へのMA添加、④上部軸方向遮へい体下端への減速材(ZrH_{1.6})装荷を設定し、その影響を感度解析で評価する。

2. 検討条件

電気出力は750MWe、炉心燃料はMOX燃料、内部ブランケット燃料は劣化UとMAの酸化物とした。運転期間を12ヶ月として、平衡サイクル末期に臨界となる炉心燃料のPu富化度を拡散燃焼計算で求め、ボイド反応度を摂動計算で評価した。

3. 検討結果

図2に内部ブランケットのMA添加率が燃焼反応度とボイド反応度に与える影響を示す。内部ブランケットのMA添加率に対して燃焼反応度とボイド反応度はほぼ線形に増減する。この関係性を用い、ボイド反応度低減策②～④を個別に適用した炉心に対して燃焼反応度が1\$になるように調整した際の、ボイド反応度の予想値を表1に示す。低減策③によるボイド反応度低減効果は約0.07\$と予想される。また、低減策④ではボイド反応度の予想値が約0.04\$となり、低減策③と組み合わせることで設計目標を達成する見込みを確認した。今後これらの方策を組み合わせ、燃焼反応度1\$以下、ボイド反応度負を達成する固有安全高速炉の炉心概念を開発する。

参考文献

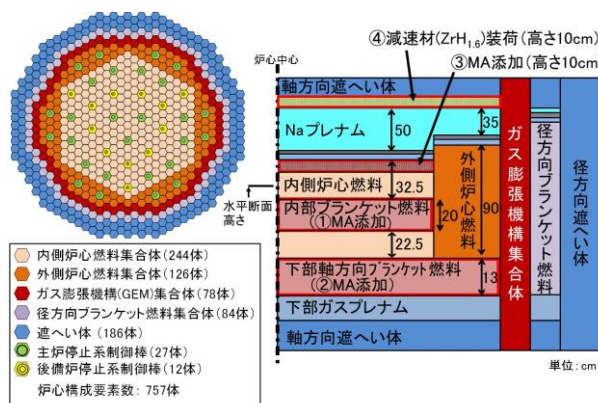
[1] 瀧田 翔他, 日本原子力学会 2019年春の年会, 2J20.

謝辞

本研究は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、福井大学が実施している「MA含有ブランケット燃料を活用した固有安全高速炉の開発」の成果を含みます。

*Sho Fuchita¹, Koji Fujimura¹, Kazuhiro Fujimata¹, Satoshi Takeda² and Toshikazu Takeda³.

¹Hitachi-GE, ²Osaka University and ³University of Fukui.



(a) 炉心水平断面図 (b) 1/2炉心垂直断面図

図1 検討のベースとなる炉心の構成

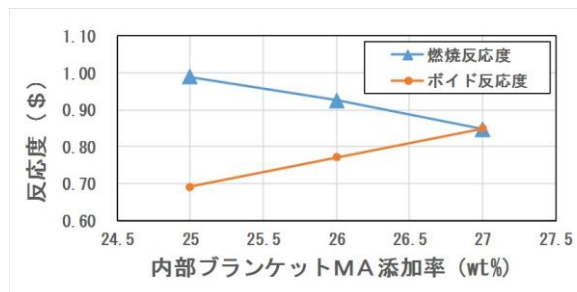


図2 低減策①の感度解析結果

表1 ボイド反応度低減策の効果

ボイド反応度低減策	燃焼/ボイド反応度(計算値)	ボイド反応度(予想値*)	ボイド反応度低減効果: ①と②～④の差分(予想値)
①: 内部ブランケットのMA添加率(25wt%)	0.99 \$/0.69 \$	0.68 \$	—
②: 下部軸ブランケットへのMA添加(20wt%)	0.80 \$/0.90 \$	0.68 \$	なし
③: 内側炉心上端へのMA添加(10wt%)	0.66 \$/0.99 \$	0.61 \$	0.07 \$
④: 上部軸遮へい体下端への減速材添加	0.84 \$/0.22 \$	0.04 \$	0.64 \$

*1 燃焼反応度が1\$になるように内部ブランケットのMA添加率を増減させた場合のボイド反応度予想値