

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 (9)制御棒位置が Na プレナム付き炉心のボイド反応度に与える影響評価

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

(9) Effect of Control Rod Position on Void Reactivity for Fast Reactor with Sodium Plenum

* 潤田 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 等の事故時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。GEM と Na プレナムを設置した軸方向非均質炉心を対象に、後備炉停止系制御棒の待機位置が Na プレナムのボイド反応度低減効果に与える影響を評価しボイド反応度 (ULOF 時) 負と燃焼反応度 1\$以下の両立を達成した。

* 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, Void Reactivity, Sodium Plenum, Control Rod, Inherent Safety, ULOF, UTOP, GEM

1. 緒言

ULOF, UTOP のいずれにも炉心損傷を回避するため、本研究では負のボイド反応度 (ULOF 時) と 1\$以下の燃焼反応度 (対 UTOP) を同時に達成することを設計目標とした。図 1 に 2019 秋の大会で報告した[1]Na プレナムと GEM を設置した炉心の構成を示す。前報では、減速材不使用の場合、燃焼反応度を 1\$とすると ULOF 時のボイド反応度予想値は約 0.6\$ (2次元拡散計算+輸送補正) であり、更なるボイド反応度低減が必要であった。そこで炉心構成を変えない対策として、BCR (後備炉停止系制御棒) の待機位置を炉心上端から Na プレナム上端に変更し、Na プレナムのボイド反応度低減効果を増大させる効果を評価した。

2. 検討条件

電気出力は 750MW、炉心燃料は MOX 燃料、内部ブランケット燃料は劣化 U と MA (マイナーアクチニド) の酸化物とした。運転期間を 12 ヶ月とし、平衡サイクル末期に臨界となる炉心燃料の Pu 富化度と、燃焼反応度が 1\$以下となる MA 添加率を拡散燃焼計算で求めた。さらに炉心に 12 体設置した BCR の待機位置を図 2 に示すように炉心上端から Na プレナム上端に変更した場合のボイド反応度を前報より高精度な 3 次元輸送計算で評価した。

3. 検討結果

表 1 に示すように、BCR 待機位置の変更による炉心特性に与える影響は、ボイド時の炉心領域からの中性子漏れ量が増大し、ボイド反応度 (ULOF 時) が約 0.55\$ (=0.47-(-0.08)) 低下した。なお、燃焼反応度への影響は小さい。これにより負のボイド反応度 (ULOF 時) と 1\$以下の燃焼反応度を同時に達成できた。

参考文献

[1] 潤田 翔他, 日本原子力学会 2019 年秋の大会, 2J19.

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.

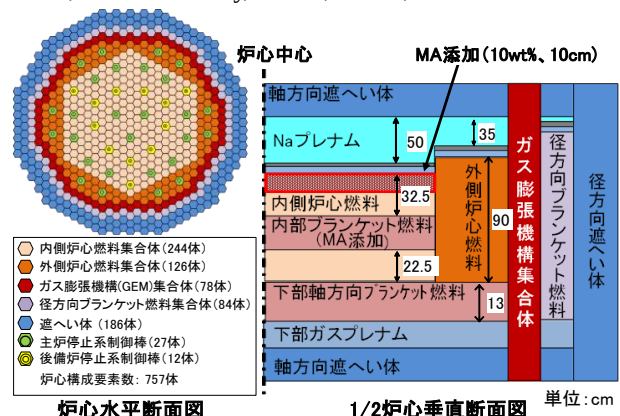


図 1 炉心の構成

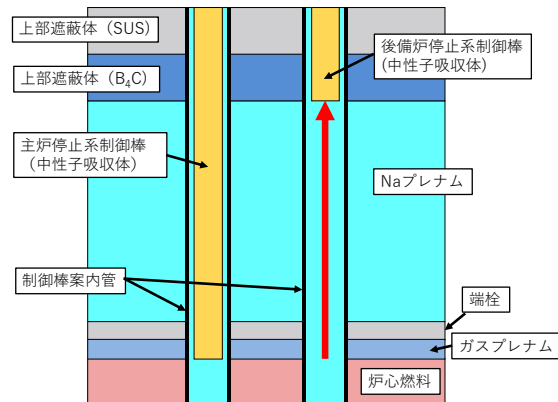


図 2 後備炉停止系制御棒の待機位置を Na プレナム上端とした状態

表 1 後備炉停止系制御棒の待機位置が炉心特性に与える影響

項目	値	
制御棒の待機位置	炉心上端	Na プレナム上端
プルトニウム富化度 (内側/外側)	28.0/24.4 wt%	27.2/23.8 wt%
内部ブランケットの MA 添加率	23.0 wt%	23.1 wt%
燃焼反応度 (拡散燃焼計算)	0.98 \$	0.95 \$
ULOF 時のボイド反応度*1 (3次元輸送計算)	0.47 \$	-0.08 \$

*1: GEM 反応度を含む