

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

(2) 燃焼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

(2) Survey for Achieving Low Burnup Reactivity

*藤村 幸治¹, 藤又 和博¹, 竹田 敏², 北田 孝典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^[1]。本研究では、燃焼反応度 1 ドル(\$)¹以下の達成を目標として、種々の炉心概念を比較検討して、ナトリウムプレナム付き軸方向非均質炉心の内部ブランケットに MA を添加する炉心の感度解析を実施した。その結果、内部ブランケットの MA 含有率を 27wt%²として、燃焼反応度を目標の 1\$³以下とできることが分かった。

*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

キーワード: 高速炉, 固有安全性, ULOF, UTOP, 燃焼反応度, マイナーアクチニド(MA)

1. 緒言

ULOF、UTOP のいずれの事故時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と 1\$¹以下の燃焼反応度を同時に達成できることを設計目標とした。まず、均質炉心やナトリウム(Na)プレナム付き軸方向非均質炉心等の候補炉心概念の得失を整理した。その結果、燃焼反応度の増大を招かないボイド反応度低減策として炉上部へ Na プレナムを設置した軸方向非均質炉心(AHC: Axially heterogeneous core)^[2]構成を採用した。また、MA の優れた燃料親物質としての特長を活用して燃焼反応度を低減しつつボイド反応度の増大を招かない装荷方法を検討し、上記の AHC の内部ブランケットに MA を装荷することとした。

図 1 に検討のベースとした基準炉心の炉心構成を示す。基準炉心の内部ブランケットの MA 含有率をパラメータとした燃焼反応度低減のための感度解析を行い、目標である 1\$¹以下を達成する MA 含有率を求めた。

2. 検討条件

熱出力は 1765MW とした。炉心燃料は劣化 U と Pu の混合酸化物(MOX)、内部ブランケット燃料は劣化 U と MA の酸化物とし、燃料組成は取出燃焼度 60GWd/t、冷却期間 30 年の軽水炉使用済燃料から湿式再処理法で回収した Pu と MA の同位体組成とした。移行期を想定して、軽水炉取出し組成に固定した平衡炉心の核特性解析を実施して、平衡サイクル末期に臨界となる炉心燃料の Pu 富化度を求め、主要な核特性を評価した。

3. 検討結果

図 2 に、運転期間 12ヶ月の場合の燃焼反応度及びボイド反応度の MA 含有率依存性を示す。この図より、MA 含有率 27wt%²で、燃焼反応度を 1\$³以下とできることが分かる。一方で、ボイド反応度は 1\$¹を超えるが、ガス膨張機構(GEM: Gas Expansion Module)の負の反応度は 1\$³超が見込まれ、今後 GEM の炉心最外周への設置等のボイド反応度低減策を検討して、設計目標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] 竹田 敏一他, 日本原子力学会 2018 年春の年会, G08, [2] 藤村幸治他, 日本原子力学会 2015 年秋の大会, A14.

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」の平成 29 年度の成果を含みます。

*Koji Fujimura¹, Kazuhiro Fujimata¹, Satoshi Takeda², Takanori Kitada² and Toshikazu Takeda³./

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

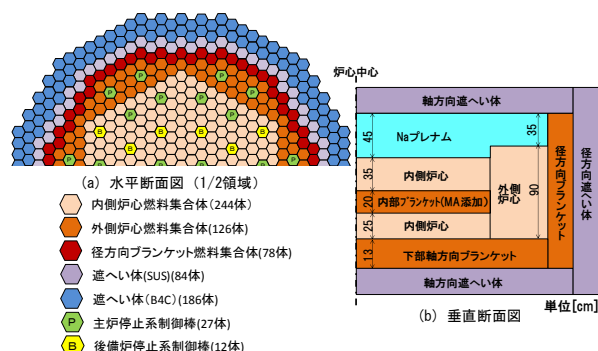


図1 基準炉心の炉心構成

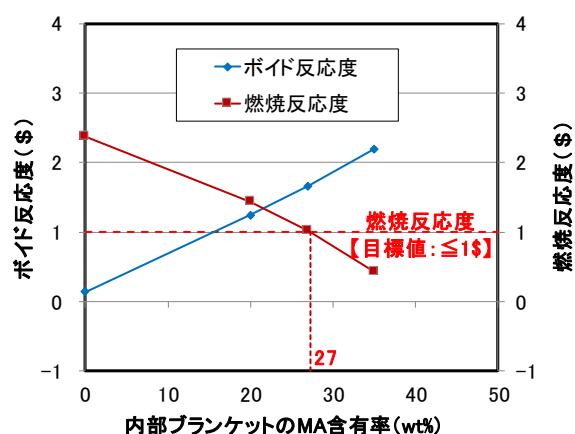


図2 燃焼反応度とボイド反応度のMA含有率依存性