

核融合炉による MA 核変換より生成される偶数 Pu を装荷した高速炉炉心特性評価

Evaluation of fast reactor core characteristics with even number Pu generated from MA transmutation by a fusion reactor

*穴戸 博紀¹, 清水 雅生¹, 橋爪 秀利¹

¹東北大学

本研究では、核融合中性子を用いたマイナーアクチノイド核変換によって生成された Pu を、高速炉において有効利用することを検討する。偶数核種を主とする核変換生成 Pu を装荷した高速炉の炉心特性について、中性子輸送解析および燃焼解析により評価する。

キーワード：分離変換，ナトリウム冷却高速炉，MOX 燃料，MVP，MVP-BURN

1. 背景

原子力発電所より生じるマイナーアクチノイド (MA) の処分方法の一つとして、核融合炉を利用した核変換処理システムが提案されている^[1]。先行研究により、当該システムにおいてあえて熱中性子場とすることで、核分裂による発熱を抑え、システムの熱設計条件を緩和しつつ、多くの MA 核種を吸収反応によって Pu 偶数核種、特に ²³⁸Pu へ核変換できることが明らかとなった^[2]。これを受け、偶数 Pu を高速炉に装荷することで、運転初期においては中性子を吸収し過剰反応度を抑制し、運転に伴い ²³⁹Pu へ変換されていくことで、実効増倍率を一定に維持できることが期待される。本研究では、偶数核種を主とする核変換生成 Pu を装荷した高速炉の炉心特性について、中性子輸送解析および燃焼解析により評価する。

2. 数値解析手法

本研究では、MOX 燃料を用いた熱出力 3,600 MW の Na 冷却高速炉における、燃料ピン 271 本から構成される六角形の燃料集合体^[3]に対し特性を評価する。図 1 に数値解析体系を示す。当該体系において、一部の MOX 燃料を核変換後の Pu 同位体組成へ変更した場合の実効増倍率を評価する。中性子輸送解析コード MVP3、および断面積ライブラリ JENDL-4.0 を使用した^[4]。

3. 数値解析結果

図 2 にフルパワー(燃料集合体当たりの熱出力 7.95 MW)で 410 日間運転したときの実効増倍率を示す。従来 MOX 燃料の場合、 k_{eff} は運転に伴い減少するが、核変換 Pu の燃料ピンを 30 本(全体の 11%程度)装荷することで k_{eff} はほぼ一定を示している。また、核変換 Pu の装荷位置は k_{eff} へほとんど影響せず、本数にのみ依存することが確認されている。以上より、核変換 Pu により k_{eff} を一定に維持する炉心形成の可能性が見出された。

参考文献

- [1] W. Wolkenhauer, et al., BNWL-1772, (1973). [2] Y. Furudate et al., Prog. Nucl. Energy 103 (2018) 28-32.
[3] OECD/NEA, NEA/NSC/R(2015)9, (2016). [4] Y. Nagaya et al., JAEA-Data/Code 2016-018, (2017).

*Hiroki Shishido¹, Masaki Shimizu¹ and Hidetoshi Hashizume¹

¹Tohoku Univ.

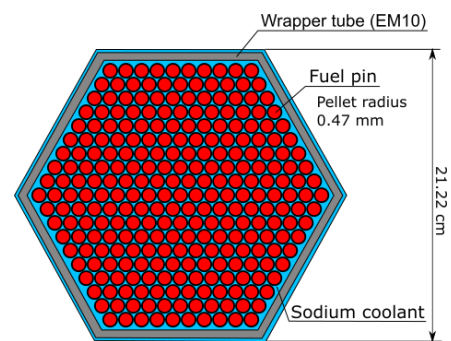


図 1 数値解析体系^[3]

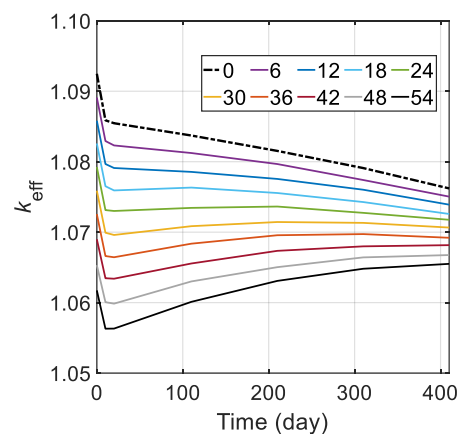


図 2 核変換 Pu 本数に対する
実効増倍率の変化