

ナトリウム冷却窒化物燃料 RFBB のトランジションフェーズ最適化

Optimization of transition phase RFBB for sodium-cooled nitride fuel

* 関司 裕一朗¹, 小原 徹¹

¹ 東京科学大学

ナトリウム冷却窒化物燃料の RFBB について起動時から臨界を達成する炉心の設計を行い、さらに初期燃料濃縮度を調整することで余剰反応度の最適化が可能であることを明らかにした。また各主要指標について解析を行い原子炉の安全上の問題がないことを明らかにした。

キーワード：高速炉, RFBB, 窒化物燃料, ナトリウム冷却, 炉心特性

1. 緒言

RFBB は天然ウランを燃料とする高速炉であり、適切に燃料集合体を移動（シャッフリング）させることで出力分布を安定させ、高いウラン利用効率で再処理施設が不要になる特徴を有する。表 1 に炉心設計パラメータを示す。本研究では熱出力 450MW, 高さ 180cm, 等価半径 134cm の炉心サイズでトランジションフェーズにおける炉心設計の最適化および各主要指標の解析を行い、ウラン資源を有効活用できる安定した原子力発電を提案する。

表 1 炉心設計パラメータ

パラメータ	値
熱出力(MW)	450
炉心高さ (cm)	180
上下反射材厚さ(cm)	50
炉心等価半径(cm)	134
燃料	窒化物ウラン
被覆管	ODS鋼
冷却材	ナトリウム
ダクト	ODS鋼
反射材	鉛ビスマス
制御棒	炭化ホウ素
シャッフリングインターバル(days)	1120
シャッフリングステップ数	70

2. 方法

まず天然ウランのみを用いて平衡状態で臨界に達する炉心を設計し、これをベースに最初に装荷する燃料を濃縮ウランに置き換えて起動時から臨界に達する炉心を設計した。その後濃縮度を調整した炉心を設計し、燃焼度や損傷度など各主要指標の変化を解析した。さらに制御棒挿入やボイド発生などのシナリオについても検討した。

3. 結果

図 1 に運転開始後の実効増倍率の変化を示す。解析の結果、実効増倍率 1.004~1.025, 取り出し燃料燃焼度 258MWd/kgHM, 被覆管最大損傷度 674DPA となった。また制御棒の完全挿入により炉心は未臨界になり、ボイド係数 2.69\$, ドップラー係数-0.41pcm/K となった。

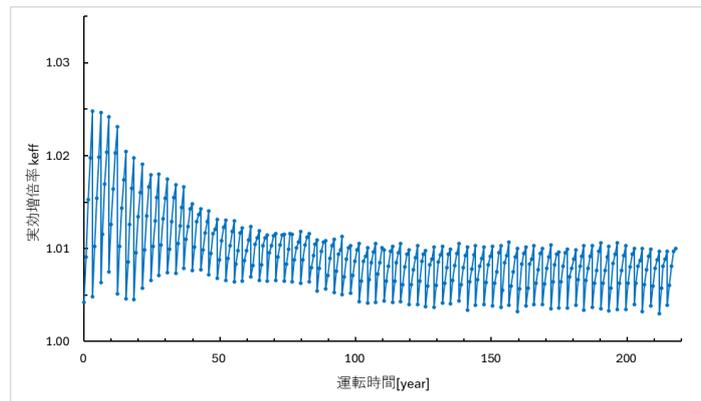


図 1 運転開始後の実効増倍率の変化

参考文献

[1] Tsendsuren Amarjargal, et al., *Ann. Nucl. Energy*, Vol. 201, 110445 (2024).

*Yuichiro Zushi¹, Toru Obara¹

¹Institute of Science Tokyo