

次世代高速炉の核設計における燃焼核特性評価の解析条件の検討

An Investigation of the Core Neutronics Analysis Conditions for Evaluation
of Burnup Nuclear Characteristics of Next-Generation Fast Reactors

*滝野 一夫¹, 杉野 和輝¹, 横山 賢治¹, 神 智之², 大木 繁夫¹

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 株式会社 NESI

高い燃焼度を設計目標とする次世代高速炉の核設計高度化のため、汎用炉心解析システム MARBLE2 を用いて種々の解析条件の違いによる影響を評価し、燃焼核特性評価の計算コストと精度の関係を整理した。

キーワード：次世代高速炉、核設計、燃焼核特性、解析条件、MARBLE2

1. 緒言

許容される計算時間内で得られる解析精度を把握する観点から、格子計算及び炉心計算における解析条件の違いが及ぼす燃焼核特性と計算時間への影響の整理を行う。

2. 解析条件

電気出力 750MWe の次世代ナトリウム冷却高速炉を対象に、種々の解析条件で 3 次元 Tri-Z 体系炉心燃焼計算を行い、平衡サイクルにおける主要核特性の解析精度を評価する。エネルギーの取り扱いでは 175 群超微細群炉定数適用時(連続エネルギー相当)に対して 70 群、18 群、7 群と簡略化し、中性子輸送の取り扱いでは S_4 輸送 24 メッシュ/集合体(輸送計算の無限 S_N 、無限小空間メッシュ相当)に対して 6 メッシュ/集合体、拡散計算 24 メッシュ/集合体、拡散計算 6 メッシュ/集合体と簡略化し、核特性や組成、計算時間へ与える影響を定量化する。解析には汎用炉心解析システム MARBLE2 を用い、拡散ソルバーとして DIF3D コードを選択し、輸送ソルバーとしては MINISTRI コードを MARBLE2 の炉心燃焼計算機能上に整備して適用した。

3. 解析結果

評価例として、径方向出力分布の結果を図 1 に示す。また、表 1 には平衡サイクル末期到達までに要した各解析条件の計算時間について、解析条件を最も簡略化した場合(7 群拡散・6 メッシュ/集合体)を基準とした相対比を示す。図 1 より解析条件の簡略化により炉心部では差異が最大で 2% 見られると共に、燃焼に伴い、最大で 2% 程度の変動が見られており、冷却材流量配分の観点から、これらの差異と変動は解析条件選定の上で有意と考えられる。ブランケットでは炉心部と比較して差異は大きいが燃焼に伴う変動はあまり見られない。また、表 1 より計算時間の観点からは、エネルギーの取扱いに関しては 70 群以下であれば大差は見られない一方で、中性子輸送の取扱いでは輸送計算とすることで大幅な増加が見られることが分かる。

4. 結言

格子計算と炉心計算に関して、解析条件の違いが及ぼす核特性と計算時間への影響を整理した。この結果より、許容される計算時間に応じた精度が得られる解析条件を選択することが可能となった。

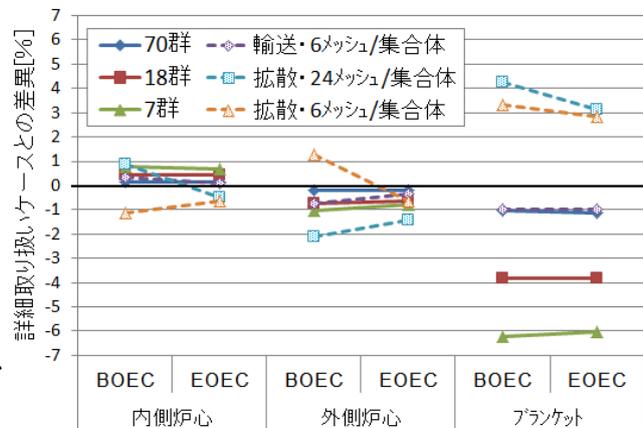


図 1 径方向出力分布における各簡略化ケースの詳細取り扱いケースとの最大差異

* BOEC:平衡サイクル初期 EOEC:平衡サイクル末期

表 1 EOEC 到達までに要した CPU 時間の相対比 (CPU クロック周波数: 3.07GHz)

7 群拡散・6 メッシュ/集合体の計算時間: 1.1 時間

	7 群	18 群	70 群	175 群
拡散・6 メッシュ	1 (基準)	1.1	2.8	12
拡散・24 メッシュ	2.3	2.6*	6.5*	28 *
輸送・6 メッシュ	16	18 *	44 *	187 *
輸送・24 メッシュ	64	71 *	179*	761*

* 推定比

¹Kazuo Takino¹, Kazuteru Sugino¹, Kenji Yokoyama¹, Tomoyuki Jin² and Shigeo Ohki¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²NESI Inc.