

次世代高速炉核設計手法のモデル V&V および UQ

(2) Verification

Model V&V and UQ procedure for the neutronics design methodology for the next generation fast reactor

(2) Verification

*池田 一三¹, 菅 太郎², 丸山 修平³, 大釜 和也³

¹三菱 FBR システムズ, ²三菱重工業, ³日本原子力研究開発機構

75 万 kWe の次世代ナトリウム冷却高速炉を対象として、3 次元の As-built 体系に対する連続エネルギーモンテカルロ法による計算結果を参照解とし、核設計への適用を検討している決定論・最確評価手法の解析モデルに起因する不確かさを検討した。

キーワード: Verification, neutronics design, SFR, MVP, Monte Carlo Calculation

1. 緒言

「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン」に基づき、次世代高速炉の核設計手法の Verification(検証) に資する検討を行った。75 万 kWe の次世代ナトリウム冷却高速炉の実効増倍率、ナトリウムボイド反応度およびドップラ反応度を対象として、参照解との比較により、決定論・最確評価手法による評価値の解析モデルに起因する不確かさを検討した。

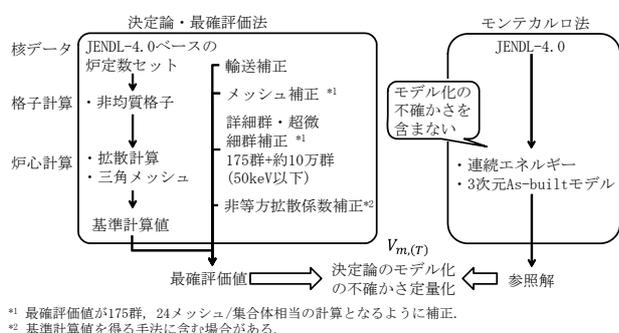
2. 検証の方法

詳細な決定論的手法を適用し、JENDL-4.0 に基づく炉定数セットを用い、非均質格子計算により実効断面積を得て、三角メッシュの拡散計算により炉心核特性を計算した。この基準計算に、輸送、メッシュおよび詳細群・超微細群等の補正を適用して、最確評価値を得た。

解析モデルに起因する不確かさを把握するため、最確評価値を参照解と比較した(図.1)。ここでは、3次元の As built 体系に対する連続エネルギーモンテカルロ法による解析を実施し、参照解とした。解析体系の形状のモデル化、エネルギー群縮約、適用理論等における近似が少ないため、統計誤差が十分に小さくなるヒストリーを確保すれば、理論解に近い解析結果を得られる。ここでは、のべ約 1 億 2000 万ヒストリーとし、実効増倍率の FSD(相対標準偏差)差が 0.00005 未満となるように解析した。

3. 結果

最確評価値と参照解を表.1 に比較する。参照解と最確評価値の差は、実効増倍率では 0.1% Δk 、ナトリウムボイド反応度およびドップラ反応度では 1% となった。この結果により、決定論・最確評価手法により得られた評価値の解析モデル不確かさの程度が明らかとなり、同手法は高い精度を有することを確認した。



*1 最確評価値が175群、24メッシュ/集合体相当の計算となるように補正。
*2 基準計算値を得る手法に含む場合がある。

図.1 本検討における検証の考え方

本報告は、経済産業省からの受託事業である「高速炉等技術開発」の一環として実施した成果を含む。

表.1 最確評価値と参照解の比較

	決定論	モンテカルロ法	決定論とモンテカルロ法の差*2
実効増倍率*1	1.0443	1.0435	0.0009 Δk
Naボイド反応度*1 (% $\Delta k/kk'$)	1.09	1.10	0.991
ドップラ反応度*1 (% $\Delta k/kk'$)	-1.10	-1.09	1.009

*1 BOIC、制御棒全抜状態における評価結果。

*2 決定論とモンテカルロ法の差あるいは比

Kazumi Ikeda¹, Taro Kan², Shuhei Maruyama³ and Kazuya Ohgama³

¹ Mitsubishi FBR Systems, ² Mitsubishi Heavy Industries, ³ Japan Atomic Energy Agency.