

炉心管理コードシステム SHIKOKU2 の開発 (2) 輸送計算モデルの改良

Development of Core Management Code System SHIKOKU2

(1) Improvement of Neutron Transport Calculation Model

*川本洋右¹, 平野雅美¹, 吉田絵美¹, 宮脇康介¹, 大堀和真², 馬越豊²

¹ 四電エンジニアリング(株), ² 四国電力(株)

SHIKOKU2 は輸送計算モデルとして ASMOC3D を採用している。従来 ASMOC3D ではメッシュ内の径方向中性子源分布を平坦であると近似していたが、これを 1 次多項式で展開するモデルに改良した。モデル改良後の SHIKOKU2 により炉心解析を実施し、解析精度が向上することを確認した。

キーワード : SHIKOKU2、ASMOC3D、径方向中性子源分布、重み付き残差法。

1. 緒言

SHIKOKU2 で輸送計算モデルとして採用している ASMOC3D[1]は、2 次元 MOC を軸方向に拡張した 3 次元輸送計算手法である。従来 ASMOC3D はメッシュ内の中性子源分布を軸方向 1 次、径方向 0 次で展開していたが、反射体隣接部や小体系等の中性子源勾配が大きい体系では、解析精度を保つために径方向のメッシュ分割を詳細にする必要があった。そこで、径方向中性子源分布を 1 次で展開するよう計算モデルを改良し、解析精度への影響を評価した。

2. 手法

径方向中性子源分布を 1 次で展開するにあたり、メッシュ内の径方向中性子源勾配を求める必要がある。勾配の算出手法としては重み付き残差法[2]を採用した。得られた中性子源勾配より、①ASMOC3D に基づく輸送方程式の径方向中性子源勾配項、②メッシュ内に多数存在する各中性子トラックの中性子源、を設定し輸送計算を実行する。

3. 結果

C5G7-3D(unrodded)体系[3]を対象として解析を行い、モデル改良の影響を評価した。径方向中性子源展開を 1 次としたケース (LS)、0 次としたケース (FS) に加え、0 次とした上でメッシュ分割をより詳細にしたケース (FS_fine) の解析を行った。各ケースのメッシュ分割を表 1 に、解析結果を表 2 に示す。FS と比較して LS は、計算時間が 2 倍強になっているものの、出力分布精度が大幅に向上している。FS_fine と LS を比較すると、LS の方が計算時間は短く、かつ出力分布精度が高い結果となった。

表 1 各ケースのメッシュ分割

	燃料棒	反射体
LS/FS		
FS_fine		

表 2 C5G7-3D(unrodded)体系 解析結果比較

	LS	FS	FS_fine
実効増倍率誤差[pcm]	-20	11	-24
燃料棒出力最大誤差[%]	0.675	3.356	1.269
燃料棒出力 RMS[%]	0.210	0.959	0.371
計算時間[s]	7400	3300	8100

※誤差は MCNP 計算値との差

4. 結論

SHIKOKU2 で採用している ASMOC3D に、径方向中性子源勾配を 1 次で展開するモデル改良を行った。C5G7-3D(unrodded)体系を対象とする 3 次元解析を実施し、径方向中性子源勾配を 0 次で展開した従来のモデルと比較して出力分布精度が大幅に向上することを確認した。当日の発表では、上記結果に加えて PWR 実機炉心体系を対象とした解析結果を紹介する。

参考文献

- [1] A. Giho, K. Sakai, Y. Imamura, M. Sakuragi, K. Miyawaki, "Development of Axially Simplified Method of Characteristics in Three-Dimensional Geometry," J. Nucl. Sci. Technol., 45[10], 985-996 (2008).
 [2] K. Smith, "Linear Source Approximation in CASMO5", Proc. PHYSOR2012, Knoxville Tennessee, USA, April 15-20, (2012).
 [3] Nuclear Energy Agency, "Benchmark on Deterministic Transport Calculations Without Spatial Homogenisation- A 2-D/3-D MOX Fuel Assembly Benchmark" NEA/NSC/DOC(2003)16, (2003).

*Yosuke Kawamoto¹, Masami Hirano¹, Emi Yoshida¹, Kosuke Miyawaki¹, Kazuma Ohori² and Yutaka Umakoshi²

¹Yonden Eng., ²YONDEN.