

微積分型輸送方程式における SPH 法の適用性に関する検討

名古屋大学工学部物理工学科 量子エネルギー工学コース 山本章夫研究室 澤田憲人

1. 緒言 微積分型 Boltzmann 輸送方程式の厳密解法である MOC は、集合体解析や炉心解析の有効な手法として広く用いられているが、炉心計算では計算時間の観点から ray trace 幅や方位角・極角分割数などの計算条件を詳細に取ることが難しいという問題がある。この解決のため、簡略計算から詳細計算の結果を再現する手法として、使用する核反応断面積を補正する SPH 補正法がある。しかし、Direct 法と呼ばれる、核反応断面積全てに SPH 因子 μ を乗じる従来手法では体系内に制御棒などの強吸収体がある場合に補正がうまくなされないことが分かっており、核反応断面積の総和 Σ_t のみを μ で除する Simultaneous 法や Σ_t 以外の核反応断面積にのみ μ を乗じる No correct total 法などの新しい SPH 補正法が提案されている[1]。本研究では、Direct 法に加え、新しい SPH 補正法を軽水炉体系に適用することでその効果を検証した。

2. 解析手法 まず、図 1 に示す UO_2 燃料集合体

(①)、MOX 燃料集合体 (②)、可燃性毒物入り MOX 燃料集合体 (③)、可燃性毒物入り UO_2 燃料集合体 (④) 及び制御棒入り UO_2 燃料集合体 (⑤) で構成される小型炉心体系を計算対象として、MOC を用いた計算コードである GENESIS を使用し、参照解として詳細な計算条件の計算を行った。その後、種々の SPH 法を適用した断面積データを用いて簡略条件の計算を行い、各簡略条件での無限増倍率と燃料棒ごとの出力分布を比較することで補正効果を確認した。詳細条件は ray trace 幅 0.05cm、方位角分割数 96、極角分割数 6、とし、簡略条件は ray trace 幅 0.1cm、方位角分割数 8、極角分割数 2 とし、エネルギー群数は両条件ともに 7 群として計算した。SPH 法は上記の 3 種類を適用した。

3. 計算結果 計算結果を表 1 に示す。

表 1 計算結果の比較

補正	実効増倍率		燃料棒ごとの出力の差異			
	実効増倍率	差異[%]	最大値[%]	最小値[%]	平均値[%]	RMS[%]
参照値	1.1350					
なし	1.1345	-0.05	2.16	-4.09	-0.23	0.96
Direct	1.1406	0.49	3.31	-10.64	-1.04	2.56
No correct total	1.1390	0.35	2.72	-5.92	-0.52	1.36
Simultaneous	1.1374	0.21	2.18	-1.12	0.02	0.48

Direct 法に比べて、特に Simultaneous 法は理論通り補正効果が大きいことが分かった。

参考文献

[1] G. Chiba, M. Tsuji, K. Sugiyama, and T. Narabayashi, "A note on application of superhomogénéisation factors to integro-differential neutron transport equations," *J. Nucl. Sci. Technol.*, **49**[2], 272-280, (2012)

発表実績 : 澤田憲人, 遠藤知弘, 山本章夫, 日本原子力学会中部支部第 50 回研究発表会, 名古屋大学, 12 月 11-12 日, (2018).

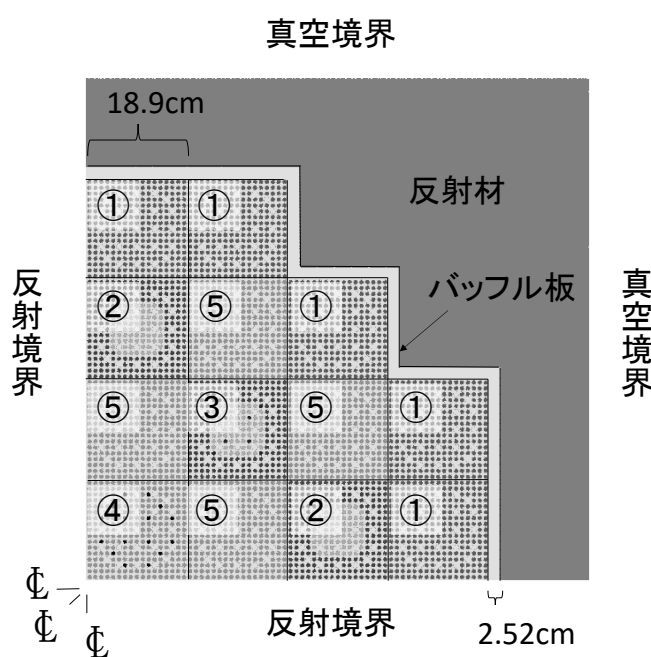


図 1 計算体系の模式図

補正を行っていない簡略条件計算において、実効増倍率、燃料棒ごとの出力分布の差異が小さいが、燃料棒出力の誤差を合わせて考えると、誤差の打消しによるものと推定される。また、補正方法による誤差低減度を比較すると、従来手法である