

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
Study on Applicability of the SPH Method for the Method of Characteristics

*澤田憲人¹, 遠藤知弘¹, 山本章夫¹
¹名古屋大学

MOC は集合体解析や炉心計算において広く用いられているが、3 次元炉心計算など計算体系が大きい場合、計算時間の観点から詳細な計算条件を用いることが難しい。簡略な計算条件から詳細な計算条件の計算結果を再現する方法として SPH 法が用いられるが、体系内に局所的に強吸収体が存在する場合、SPH 因子の計算が収束しない課題がある。本検討では、千葉によって提案された Simultaneous SPH 法を軽水炉 2x2 燃料集合体体系に適用し、補正効果を従来法と比較検討した。

キーワード：輸送計算, キャラクタリスティクス法, SPH 法

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、簡略計算により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 SPH 因子 μ を用いて補正する SPH 法がある。しかし、Direct 法と呼ばれる、核反応断面積全てに μ を乗じる従来手法では、制御棒などの強吸収体を含む体系で SPH 因子算出の際の反復計算が収束しないことが分かっており、全断面積 Σ_t のみを μ で除する Simultaneous 法[1]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 法が提案されている。本検討では、従来の Direct 法に加え、2 つの新手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 図 1 に示す UO₂燃料集合体①及び制御棒入り UO₂燃料集合体②を組み合わせた 2x2 集合体体系を計算対象として、MOC 計算コードである GENESIS を用いて参照解として詳細な計算条件の計算を行った。次に、種々の SPH 法を単一集合体体系で適用した断面積データを用いて、2x2 集合体体系で簡略条件の計算を行い、各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、エネルギー群数を 7 群とし、簡略条件は ray trace 幅 0.1cm、方位角分割数 8、極角分割数 2、エネルギー群数を 2 群として計算した。SPH 法は上記の 3 種類を適用した。

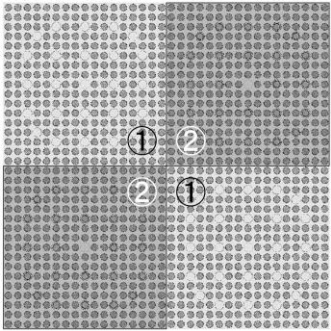


図 1 2x2 集合体体系の模式図

3. 結果・今後の課題 計算結果を表 1 に示す。

表 1 SPH 法による補正効果の比較

Correct	K-effective		Difference of pin powers			Calculation time [s]
	K-effective	Difference [%]	Maximum [%]	Minimum [%]	RMS [%]	
Ref.	1.0841					740.4
No	1.0840	-0.01	1.54	-4.19	1.63	17.3
Direct	1.0912	0.67	1.69	-3.93	1.64	17.3
No correct total	1.0889	-0.21	0.74	-2.02	0.69	77.7
Simultaneous	1.0865	-0.22	0.94	-0.42	0.36	74.9

無限増倍率に着目すると、SPH 法により差異が増大しているが、燃料棒出力の差異を考慮すると、誤差のキャンセルによるものと推定される。燃料棒ごとの出力分布では、SPH 法による誤差の削減効果が確認できた。また、補正方法による誤差低減度の差異に着目すると、

従来法に比べ新手法は低減効果が大きいことが分かった。今後の課題としては計算時間の削減が考えられる。

参考文献

[1] G. Chiba, M. Tsuji, K. Sugiyama, and T. Narabayashi, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **49**[2], 272-280, (2012)

*Kento SAWADA¹, Tomohiro ENDO¹, and Akio YAMAMOTO¹

¹Nagoya Univ.