

スペクトルインデックスを用いた高温ガス炉の炉心解析における 少数群断面積の補正方法

Correction Method Few-Group Cross Section for Core Analysis of
High Temperature Gas-Cooled Reactor Using Spectral Index

*芳賀 周¹, 遠藤 知弘¹, 山本 章夫¹, 千葉 豪²

¹名古屋大学, ²北海道大学

エネルギー群縮約に伴う炉心計算の誤差を低減するため、高温ガス炉の炉心計算において用いる少数群断面積の補正方法について検討を行った。高速群と熱群の中性子束の比であるスペクトルインデックスの関数として除去散乱断面積を補正することにより、高温工学試験研究炉(HTR)の二次元全炉心非均質モデルにおいて、実効増倍率と燃料コンパクト毎の相対出力分布の計算精度が向上することを確認した。

キーワード: 少数群断面積, 炉心解析, HTR, 高温ガス炉, スペクトルインデックス

1. 緒言 高温ガス炉の炉心解析では、詳細群で単一燃料要素計算を実施することにより少数群断面積を作成し、炉心計算を実施する。しかし、少数群断面積を作成する際に使用する単一体系の中性子スペクトルは炉心体系の中性子スペクトルと異なるため、少数群での炉心計算結果は詳細群での炉心計算結果と比べて誤差が大きくなることが分かっている[1]。本研究では、高温ガス炉におけるエネルギー群縮約誤差の低減を目的として、スペクトルインデックス(SI)[2]を用いた少数群断面積の補正を検討する。

2. 計算方法 まず、補正前の少数群計算の誤差を確認するため、少数群と詳細群で炉心計算を実施し、実効増倍率と燃料コンパクト毎の相対核分裂出力分布の差異を比較する。次に、詳細群での炉心計算結果をもとに、炉心の燃料/反射体/制御要素内の領域ごとに得られる SI と式(1)で定義される*i*群の全除去散乱断面積 $\Sigma_{s,rem,i}$ を用いて、最小二乗法による多項式フィッティングで SI から $\Sigma_{s,rem,i}$ を算出するための近似式を導出する。続いて、補正前の少数群炉心計算で得られる炉心要素内の領域ごとの SI を近似式に適用して $\Sigma_{s,rem,i}$ の補正を行い、その補正係数を式(2)により求める。この補正係数を散乱断面積に乘じ、補正した少数群断面積を用いて炉心計算を実施する。最後に、得られる実効増倍率および燃料コンパクトごとの相対核分裂出力分布を参照解と比較することで、提案手法の有効性を検証する。

$$\Sigma_{s,rem,i} = \sum_{g \neq i} \Sigma_{s,i \rightarrow g} \quad (1)$$

$$a_{s,rem,i} = \frac{\Sigma_{s,rem,i}^{cor}}{\Sigma_{s,rem,i}^{no}} \quad (2)$$

cor : 補正後、no : 補正前

3. 計算結果 高温工学試験研究炉(HTR)の二次元全炉心非均質モデル(制御棒挿入体系)を対象とし、炉心計算には MOC 計算コード GENESIS を使用した。参照解としては、詳細群(361 群)での炉心計算結果を使用し、少数群を 9 群とした場合の検証を行った。炉心解析結果を表 1 に示す。差異は(9 群-361 群)/361 群で計算している。表 1 から、補正を適用する前の少数群炉心計算では参照解との差異が大きくなること、SI と全除去散乱断面積を用いた補正方法では、参照解との差異が小さくなることが確認された。本検討では、手法の検証として詳細群での炉心計算結果を用いたが、今後は詳細群での炉心計算結果を使用せず少数群断面積を補正する方法について検討する予定である。

表 1 補正の有無による詳細群解析結果と差異

エネルギー群数	条件	実効増倍率の差異 [%]	燃料コンパクト毎の相対熱出力分布の差異 [%]		
			RMS	Max	Min
9	補正前	1.86	2.0	2.7	-8.3
	補正後	-0.25	0.9	1.6	-2.7

参考文献

[1] A. Yamamoto, G. Chiba, *Proc. Physor2024*, San Francisco, CA, Apr. 21-24, 2024.

[2] S. Palmtag, K. Smith, *Proc. Physor1998*, Long Island, NY, Oct. 5-8, 1998.

*Amane Haga¹, Tomohiro Endo¹, Akio Yamamoto¹ and Go Chiba²

¹Nagoya Univ., ²Hokkaido Univ.