

炉物理解析コードシステム CBZ の放射線遮蔽計算への適用

(2)二次元モデルの解析

Application of a reactor physics code system CBZ to radiation shielding calculations

(2) Analysis of two-dimensional model

*千葉 豪¹

¹北大

炉物理解析コードシステム CBZ を (r,θ) 座標系で記述される二次元体系の遮蔽計算に適用した結果を示す。

キーワード：決定論的手法、中性子輸送計算、FRENDY、CBZ、 (r,θ) 座標系

1. 背景 北大・原子炉工学研究室では、炉物理解析を主な用途とするコードシステム CBZ を放射線遮蔽問題に適用する検討を進めている。これまでに、一次元球体系を対象とした計算を行い、その精度を定量評価するとともに計算手法の構築を行った[1]。今回、新たに (r,θ) 座標系で記述される二次元体系への適用を行った。

2. CBZ による放射線遮蔽計算 CBZ は C++で開発された決定論的手法に基づくコードシステムであり、多群の中性子・ガンマ線輸送方程式を解くためのソルバーが複数実装されている。放射線遮蔽解析では主に離散座標法に基づくソルバーを用いる。多群の実効断面積は、体系を構成する媒質に対して無限均質モデルを想定し FRENDY コードにより計算したものをを用いる。これまでの一次元球体系モデルを用いた検討により、4,412 群の中性子輸送計算により連続エネルギーモンテカルロコード相当の解が得られること、4,412 群の輸送計算で得られた中性子束と中性子流を用いて位置依存の少数群断面積を計算し、それを輸送計算に用いることによって、少数群であっても良好な精度の解が得られることが分かっている[1]。これらを踏まえた (r,θ) 座標系二次元体系の計算手続きとして、はじめに簡易一次元モデルに対する 4,412 群の中性子輸送計算を行い、実効断面積の位置依存性が大きい鋼材領域についてのみ位置依存の少数群断面積を計算し、それ以外は無限均質モデルで少数群断面積を計算したうえで、 (r,θ) 座標系の二次元体系の少数群中性子輸送計算を行うというものを提案する。

3. 計算例 BWR の原子炉遮蔽壁までをモデル化した (r,θ) 座標系の二次元体系の問題を作成した。物質配置を図 1 に示すが、炉心燃料領域における燃料集合体の矩形構造や、外側遮蔽壁における切り込み構造を考慮したモデルとなっている。4,412 群の二次元中性子輸送計算 (P1S4) 結果を参照解としたときの、少数群を 47 とした今回提案する計算手続きにより得られた熱中性子束分布 (<5eV) の相対誤差を図 2 に示す。概ね 10%程度の精度で参照解を再現していることが分かる。

参考文献 [1] 千葉、2024 年春の大会。

* Go Chiba¹

¹ Hokkaido University

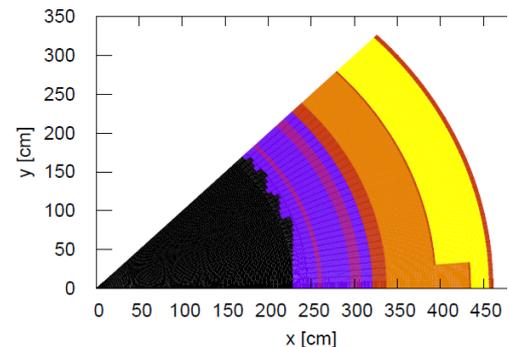


図 1 二次元体系における物質配置

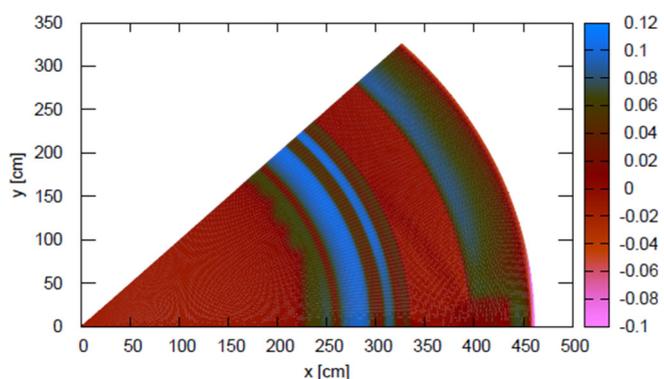


図 2 熱中性子束の相対誤差