

ナトリウム冷却高速炉におけるボイド反応度の解析手法に関する研究

Study on Calculation of Void Reactivity for Sodium Fast Reactors with sodium-plenum

*牛原 将太¹, 北田 孝典¹, 竹田 敏¹

¹大阪大学

ボイド反応度を負にするため、ナトリウムプレナム領域を設けた高速炉が考案されている。その解析において冷却材のボイド率が高い場合、拡散計算ではボイド反応度を精度良く評価できない可能性がある。今回は高速炉における、解析手法、及び用いる拡散係数について考察する。SP₃方程式を用いた解析は中性子の異方性について、拡散方程式よりも高精度であることが特徴である。Benoist の理論に基づく方向依存拡散係数^[1]を用い、その結果に対して輸送方程式を用いた S_N法コードを参照解とし比較を行った。

キーワード：高速炉， SP₃方程式， ナトリウム冷却高速炉、ボイド反応度、異方性拡散係数

1. 背景

高速炉の安全性を評価するために過渡解析を実施する必要があるが、冷却材のナトリウム領域において、高いボイド率の場合、拡散方程式では中性子の異方性を適切に処理できないという問題がある。高精度な過渡解析のために、拡散方程式に代わる手法が必要である。

2. 目的

ナトリウムボイド反応度及び中性子束分布を、拡散方程式および S_N法と比較する形で SP₃方程式の計算結果を評価する。拡散係数においても通常の等方拡散係数と Benoist の理論による異方性のものを使用する。

3. 計算体系と結果

計算体系は図 1 に示す。燃料とナトリウムプレナム部、遮蔽体からなる R-Z 体系で、ナトリウムボイド反応度の変化による計算結果の差を確認する。

計算結果は表 1 に示す。ボイド反応度の変化に対して、拡散方程式よりも SP₃方程式が S_N法に近い結果を与えていることがわかる。拡散係数を変更した場合のボイド反応度の差異は、拡散方程式よりも SP₃方程式で小さくなった。今後は、より実機に近い体系での断面積・炉心体系による計算を行い、解析手法の有効性を検討する。

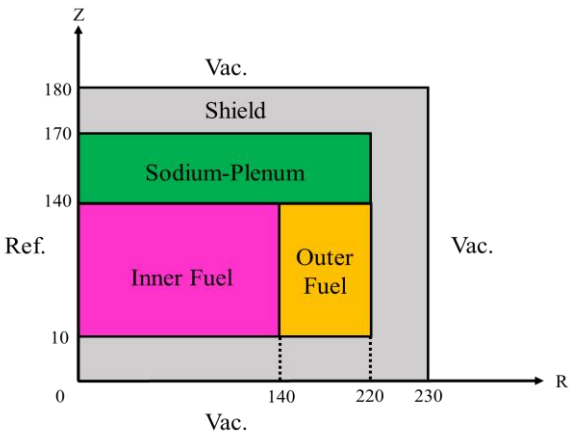


図 1. 計算に使用する高速炉体系

表 1. 計算結果

ボイド率	拡散係数	Method	反応度(Δρ)	S16からの誤差(%)
0->50	等方拡散係数	diffusion	- 3381.4	+ 15.2
		SP3	- 3009.0	+ 4.9
		S16	- 2868.7	
0->90	等方拡散係数	diffusion	- 7945.9	+ 23.9
		SP3	- 7095.3	+ 14.8
		S16	- 6044.8	
0->50	異方性拡散係数	diffusion	- 3190.6	+ 10.1
		SP3	- 2998.2	+ 4.3
		S16	- 2868.7	
0->90	異方性拡散係数	diffusion	- 7843.0	+ 22.9
		SP3	- 7046.0	+ 14.2
		S16	- 6044.8	

[1] Toshikazu TAKEDA Tamotsu SEKIYA. Comparison of the Anisotropic Diffusion Coefficients Based on the Benoist and Deniz Formulas, Journal of Nuclear Science and Technology, 9:11, 682-685 (1972)

[2] Tadashi YOSHIDA Shungo IJIMA. Numerical Study on Applicability of Benoist’s Diffusion Coefficient to Sodium Void Reactivity Analysis Journal of Nuclear Science and Technology, 13:8 464-467(1976)

*Shota Ushihara¹, Takanori Kitada¹ and Satoshi Takeda¹

¹Osaka Univ.