

1.緒言 高レベル放射性廃棄物の処理を目的とした加速器駆動未臨界炉(ADSR)では、加速器から供給される陽子ビームによる核破砕反応を利用することで、パルス状の中性子を未臨界状態の炉心に周期的に打ち込み続け、炉心の核分裂出力を維持する。ADSRの出力はパルス中中性子打ち込み直後にピークとなり、その後の短い時間スケールで時間および空間的に大きく変動するが、そのような数値計算上厳しい条件下において、現在までに提案されてきた動特性計算手法が核分裂出力の変化を精度良く予測可能であるかについては十分な検証がなされていない。そこで本研究では、京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)で実施されたADSRベンチマーク実験の解析を行い、2節で述べる各動特性計算手法の適用可能性について検証した。

2.適用した動特性計算手法 ADSRの動特性計算手法として、現行の主要な動特性計算手法である①完全陰解法及び②周波数変換法、新たに提案された手法である③Multigrid Amplitude Function Method(MAF法)^[1]の3つの手法を適用した。周波数変換法は中性子束の時間変化を単項の指数関数で近似する手法であり、現在軽水炉の動特性計算コードによく用いられている。MAF法は名古屋大学で開発された動特性計算手法であり、中性子束を $\phi(r,t) = P_{i,g}(t) \times \varphi_g(r,t)$ のように振幅関数 $P_{i,g}(t)$ と形状関数 $\varphi_g(r,t)$ に分離して考える。 $P_{i,g}(t)$ は空間に弱く時間に強く依存する項であり、空間を粗く離散化した粗メッシュ体系で詳細タイムステップの計算を行う。 $\varphi_g(r,t)$ は空間に強く時間に弱く依存する項であり、空間を詳細に離散化した詳細メッシュ体系で粗タイムステップの計算を行う。MAF法ではこれら2つの計算を組み合わせることで動特性計算を行う。

3.計算体系 KUCAで実施されたADSRベンチマーク実験を模擬した体系で検証計算を実施した^[2]。計算体系を図1に示す。実際の実験体系では炉心外部に中性子源が存在するが、今回は簡易化のため燃料部正面にパルス状中性子源が存在すると近似した。実験を模擬した3次元動特性計算をエネルギー2群の拡散近似に基づいて行い、図1の計算位置における中性子密度の時間変化を計算した。

4.計算結果 図2に各動特性計算手法を用いて計算した中性子密度の参照解との相対差異の時間変化を示す。各手法の計算はタイムステップを1.375msecとし、MAF法の詳細タイムステップ計算についてはタイムステップを55μsecとしている。なお参照解は、タイムステップを5.5μsecとした完全陰解法の結果とした。図2より、完全陰解法の計算結果は大きく過大評価する傾向がある。周波数変換法の結果は他の2つの手法の傾向と異なり過小評価となるが、この原因は時間変化を単項の指数関数で近似した為であると考えられる。MAF法の結果は、完全陰解法と同様に過大評価ではあるが、参照解との相対差異は大きく軽減できている。これは、MAF法の場合には詳細なタイムステップにより求めた振幅関数 $P_{i,g}(t)$ の計算を組み合わせることで、時間変化をより正確に再現できている為だと考えられる。以上より、MAF法は現行の動特性計算手法よりも、時間的変動の大きいADSRの動特性計算に適していると考えられる。

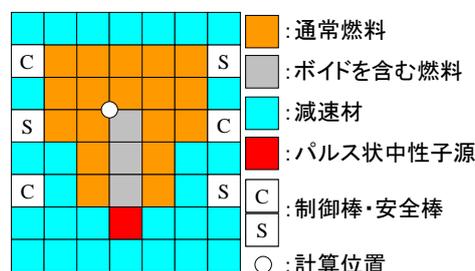


図1 計算体系

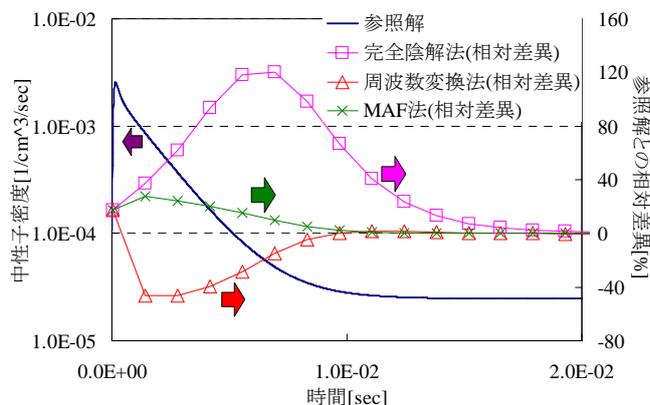


図2 参照解との相対差異

参考文献

[1]伴雄一郎, 修士論文, 名古屋大学, (2011). [2]C. Pyeon et al., *J. Nucl.Sci.Technol.*, **48,2**, 243-255, (2011).

公刊論文(口頭発表)

- 1) 久保田直人, 遠藤知弘, 山本章夫, 日本原子力学会 春の年会, 福井大学, 3月 28-30 日, 2011, (2011).
- 2) 久保田直人, 遠藤知弘, 山本章夫, 日本原子力学会 秋の大会, 北九州国際会議場ほか, 9月 19-22 日, 2011, (2011).
- 3) 久保田直人, 遠藤知弘, 山本章夫, 日本原子力学会 春の年会, 福井大学, 3月 19-21 日, 2012, (2012). (to be presented)