MA 含有ブランケット燃料を活用した固有安全高速炉の開発
（１）全体計画と 3 次元過渡核解析手法の調査・検討

Development of Inherently Safe Fast Reactor by Using Blanket Bearing Minor-Actinides
(1) Overall Plan and Investigation of 3 Dimensional Transient Analysis Method

*竹田 敏一[1]，藤村 幸治[2]，北田孝典[3]
[1]福井大学，[2]日立 GE，[3]大阪大学

平成 29 年度から 4 年間の計画で ULOF, UTOP 等の重大事故時にも炉心溶融が発生しない固有安全性を有する高速炉の概念設計を実施中である。安全性を確認するための 3 次元過渡解析手法を確立する計画である。本発表ではプロジェクトの全体計画と 3 次元過渡解析手法の調査・検討結果を述べる。

キーワード：高速炉、固有安全性、概念設計、過渡解析

1. 全体計画

本研究では、ナトリウムボイド反応度負とゼロ近傍の燃焼反応度を両立させて、炉心損傷を回避できる固有安全 SFR の炉心概念を開発し、その炉心の過渡特性を正確に評価するため、輸送理論に基づく多次元過渡解析手法を開発する。この手法をプラント動特性解析手法と結合して固有安全 SFR の炉心が ULOF、UTOP 時に炉心損傷を回避できることを確認する。さらに、設計手法検証のための国際協力を実施する。

2. 3 次元過渡解析手法の検討結果

提案する固有安全高速炉は炉心にナトリウムプレナム、MA 含有内部ブランケット、ガス膨張機構（GEM）を有しており、ULOF 事象が生じると GEM, ナトリウムプレナム内のナトリウムがボイドあるいは低密度になり、中性子ストリーミング効果により負の反応度が添加される。拡散理論でこのボイド反応度を計算すると約３０％も過大評価される。さらに、ナトリウムプレナムのサブ領域のボイド反応度はボイド伝播に大きく影響を受け、各サブ領域のみがボイドになるとした場合にくらべ約 2 倍も変化することが分かった。(参考文献１)

以上のことから、過渡解析手法として 3 次元輸送理論に基づく解析が望まれる。しかし、3 次元輸送計算を詳細な時間ステップで実行すると膨大な計算時間となってしまう。このため、3 段階の過渡解析手法について調査検討している。

第一段階は粗い時間ステップでの詳細輸送計算であり、燃料集合体内の非均質性を考慮する計算手法、集合体内を均質化する輸送計算手法がある。それぞれのメリット、デメリットについて述べる。第二段階はより細かい時間ステップでの加速計算手法であり、粗メッシュ有限差分近似、ラーセンのテンソル型拡散係数および統一拡散係数を用いた拡散計算、SP_3 計算、輸送断面積の修正による拡散計算の比較検討結果について発表する。ラーセンのテンソル型拡散係数および統一拡散係数はボイド領域を含んだ体系での積分型輸送理論から導出されたものであり、両拡散係数の物理的意味および関連性について述べる。第三段階では一点炉動特性モデルを用い、出力変化を計算する方式を検討した。

謝辞 本研究は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、福井大学が実施している「MA 含有ブランケット燃料を活用した固有安全高速炉の開発」の平成 29 年度の成果を含みます。

参考文献

[1] 竹田、藤村　日本原子力学会２０１７春の年会、3F09

*Toshikazu Takeda[1] Koji Fujimura[2] and Takanori Kitada[3]
[1] University of Fukui, [2] Hitachi-GE Nuclear Energy, [3] Osaka University