

3次元詳細炉心動特性解析コード RYUHO の開発

(1) プロトタイプを用いたベンチマーク解析結果及び今後の開発計画

Development of Three-Dimensional Heterogeneous Transient Calculation Code RYUHO

(1) Benchmark Calculation Results by Prototype Code and Future Development Works

*藤田 達也¹, 塚本 直史¹

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

国際的に BEPU (Best Estimate Plus Uncertainty) 手法の導入が進められていることを踏まえ、運転時の異常な過渡変化及び事故時の事象を精緻に把握し、炉心及び集合体内で生じる局所的な事象の変化を評価することが可能な最適評価コードの開発を計画している。本稿では、3次元詳細炉心動特性解析コード RYUHO のプロトタイプを用いたベンチマーク解析結果を報告するとともに、今後の本格開発に係る計画を示す。

キーワード : 3次元動特性解析, プレナーMOC, RYUHO, C5G7 ベンチマーク, C5G7-TD ベンチマーク

1. 序論 従前の炉心動特性解析では、炉心を集合体単位の空間スケールで取り扱う解析コードを採用してきた。一方で、例えば反応度投入事故時に想定される集合体内外における局所的なボイド発生といった熱流動挙動の変化に伴う事象では、中性子束の空間分布に対してもその影響が強く現れることから、炉心を燃料棒単位の空間スケールに詳細化することが必要になる。これに対して、プレナーキャラクターリスティックス法 (以下「プレナーMOC」という。) に着目し、これに基づく3次元詳細炉心動特性解析コード RYUHO のプロトタイプを開発した[1]。また、ベンチマーク解析をとおして、プレナーMOCに基づくプロトタイプの適用性を確認するとともに、今後解決すべき課題を抽出した。

2. ベンチマーク解析 プレナーMOC では、炉心を軸方向に分割した径方向2次元プレーン体系 (燃料、被覆管、減速材などから構成される非均質断面) の計算とその体系を径方向に燃料棒単位で均質にした上で積み重ねた3次元体系の計算を結合させることで炉心全体を対象とした解析を実施する。プロトタイプを用いて、C5G7 ベンチマーク[2,3]及びC5G7-TD ベンチマーク[4]の解析を実施した。一例として、C5G7-TD ベンチマーク TD4-5 の概要及び解析結果 (他機関[5]と比較) を図1及び2に示す。RYUHO の解析結果は他機関のものと良く一致していることから、プレナーMOCに基づくプロトタイプの適用性を確認した。

3. 今後の開発計画 令和3~6年度に RYUHO の本格開発を実施し、プレナーMOCによる静特性解析機能・動特性解析機能を整備する。また、その後 RYUHO を実機解析に適用していくに当たっての技術的課題の解決として、プロトタイプの開発段階では未着手となっている並列化処理による計算コスト低減、制御棒キャスピングモデルの導入検討、集合体核計算コードからの核反応断面積の受渡し・再構築手法の検討などに取り組む。

4. 結論 プレナーMOCに基づく RYUHO のプロトタイプを用いたベンチマーク解析結果を踏まえ、引き続き同手法を採用した RYUHO の本格開発を実施していく。また、実機適用に当たっての技術的課題を解決していく。

参考文献 [1] 安全研究成果報告, RREP-2019-1005, (2019). [2] NEA/NSC/DOC(2003)16. [3] NEA/NSC/DOC(2015)16 [4] J. Hou et al., Nucl. Eng. Design, 317, pp.177-189, (2017). [5] M. Ryu et al., Proc. M&C2017, (2017).

*FUJITA Tatsuya¹ and TSUKAMOTO Naofumi¹

¹Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

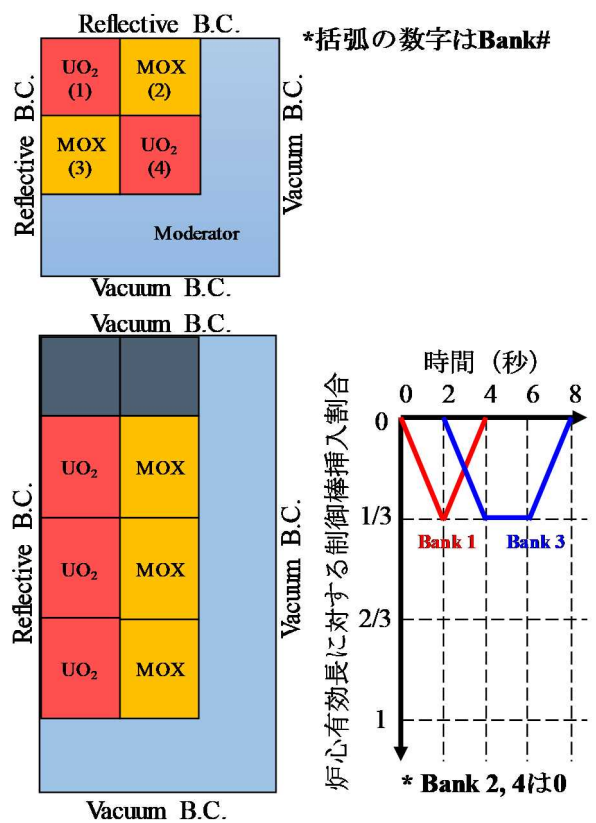


図1 C5G7-TDベンチマークTD4-5の概要

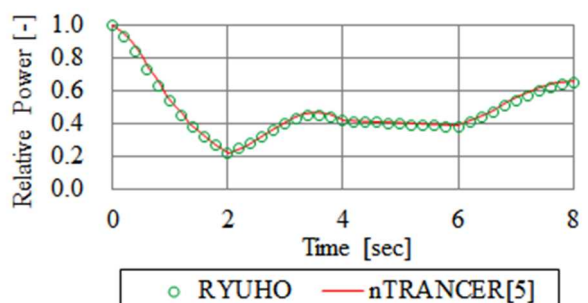


図2 C5G7-TDベンチマークTD4-5の解析結果 (相対炉心出力の時間変化)