

炉内挙動シミュレータ DONJON コードの BWR 解析への適用を目的とした熱流動モジュールの開発

Development of thermal-hydraulic module of DONJON for BWR simulation

*吉永 恭平¹, Augusto Hernandez Solis², Henrik Sjöstrand², 竹下 健二¹

¹東京工業大学大学院, ²Uppsala University

PWR や, CANDU 炉の炉内解析に使用されている DRAGON(中性子輸送解析コード)、DONJON(原子炉内解析コード)のカップリングコードの BWR への適用性を検討した。冷却材熱流動モジュールと燃料熱伝導モジュールを開発した。ベンチマーク計算により、開発したコードの有効性を評価した。

キーワード: DRAGON, DONJON, 熱流動解析, 熱伝導解析, BWR

1. 緒言

PWR や CANDU 炉の炉内解析を目的としてモントリオール大学で開発されている DRAGON/DONJON コードは、中性子挙動計算精度に優れている、LINUX ベースでモジュール改良が容易である、無償公開されているという特徴を持つ。本研究では DONJON コードの炉内計算モジュールに合わせ、1次元多チャンネル冷却材熱流動解析コード、燃料棒内一次元熱伝導解析コードを開発した。さらに OECD-NEF/NRC BFBT ベンチマーク^[1]による開発コードの検証を行った。

2. 計算

冷却材熱流動解析において流動場を支配する方程式、連続の式、運動量方程式、エネルギー方程式を適用し解析した。サブクール沸騰、バルク沸騰の判定にはペクレ数 Pe を用いる Saha-Zuber モデルを適用した。ボイド率の計算には Zuber-Findlay らによるドリフトフラックスモデルを採用した。

燃料棒内熱伝導解析は燃料棒径方向一次元熱伝導方程式を用いて燃料棒内の温度分布の過渡変化を計算した。径方向における発熱分布を一定に与え、燃料、被覆管における物性値は温度の関数として与えた。過渡計算にはクランクニコルソン法を用いた。

3. 結果・考察

上部ベッセル圧力と流入冷却水の流速、エンタルピー、出力情報から冷却水密度、燃料棒温度を解析した。定常(Fig.1)、過渡変化(Fig.2-4)における BFBT ベンチマークテストの結果を示す。炉内ボイド状態を再現できることが確認された。今後、冷却材ボイド効果と燃料温度をもつて反応度変化を解析し、DONJON コードによる中性子拡散計算に組み込むことで、BWR 解析、原子炉燃料サイクル計算が可能となると考えられる。

参考文献

[1] Aydogan, F., Hochreiter, L., Ivanov, K., 2007. NUPEC BWR Full-size Fine-mesh Bundle, Tests (BFBT) Benchmark.

*Kyohei Yoshinaga¹, Augusto Hernandez Solis², Henrik Sjöstrand² and Kenji Takeshita¹

¹Tokyo Institute of Technology, ²Uppsala Univ.

