

ABWR MOX ベンチマーク問題による設計コードの検証

(1) 全体計画

Verifications of design codes using ABWR MOX benchmark problems

(1) Overall plan

*吉 一仁¹, 中居 倫宏¹, 笹川 勝², 山名 哲平², 東條 匡志², 岩本 達也², 池原 正²

¹電源開発, ²GNF-J

連続エネルギーモンテカルロ計算コード MCNP を参照解とした ABWR 全炉心ベンチマーク問題を全ウランから全 MOX に至る炉心条件の下に設定し, MOX 燃料装荷炉心に対する BWR 設計コードの妥当性を確認した。更に炉物理的な観点に立った差異の要因分析による BWR 設計コードのモデル検証を実施した。

キーワード: ABWR, MOX, 全炉心ベンチマーク, MCNP, 検証および妥当性確認

1. 緒言

フル MOX-ABWR における MOX 燃料装荷炉心に対する設計コード (燃料集合体核計算コード HINES (ウラン燃料:Ver.7,MOX 燃料:Ver.7(MOX)), 三次元沸騰水型原子炉模擬計算コード PANACH Ver.9)¹⁾ の検証の目的として, FUBILA 臨界試験解析²⁾, 東京電力福島第一原子力発電所 3 号機における MOX 燃料装荷炉心の運転実績評価³⁾等を行ってきた。本研究では, 連続エネルギーモンテカルロ計算コード MCNP (β , l 以外: MCNP5_DBRC (MCNP5 に重核種上方散乱効果考慮モデル追加)⁴⁾, β , l : MCNP6, ライブラリは ENDF/B-VII.0) を用いた全炉心ベンチマーク評価により, 全炉心条件でのコードの妥当性確認を実施した。また, コードのモデル検証の観点から, 主要特性のベンチマーク評価結果における設計コードと MCNP の差異の要因分析を行った。

本稿(1)では, ベンチマーク評価の計算コードと問題設定及び検証の全体計画について報告する。また, (2)ではコードの妥当性確認結果を, (3), (4)では差異の要因分析結果 ((3): バンドル軸方向出力分布, (4): 制御棒価値, 他) を, (5)では全体のまとめ及び今後の課題を報告する。

2. ベンチマーク評価について

表 1 にベンチマーク問題の一覧を示す。対象炉心は, フル MOX-ABWR における炉心特性の MOX 装荷率依存性を評価する観点から, 全ウラン炉心, 1/3MOX 炉心 (MOX 装荷率 360/872), 全 MOX 炉心とし, 評価サイクルは, 燃料集合体間の燃焼度及び燃料タイプ (ウラン, MOX) の相違による mismatch 効果が生じる平衡サイクルで, ボイド反応度の絶対値が大きくなるサイクル末期とした。計算体系は, 炉心径方向 2 次元 (集合体燃焼度は各装荷バッチ平均で模擬) を基本とし, 参考として, 軸方向出力分布評価用に炉心 3 次元 (軸方向ボイド分布は 3 領域でモデル化=軸方向ボイド率は離散的に変化するので設計コード誤差評価上より厳しい問題設定) での評価も実施した。ベンチマーク問題で評価した炉心パラメータは, バンドル出力分布 (径方向, 軸方向), 燃料棒出力分布, 制御棒価値, ボロン価値, ボイド反応度, ドップラ反応度, β , l である。なお, 差異分析用に, 設計コードより物理モデルが詳細化された LANCR-AETNA⁵⁾を使用した。

参考文献

- [1] 日立 GE ニュークリア・エナジー HLR-066R2 (2008)
- [2] 柳沢 他, 本会 2014 年春の年会 予稿集 O02
- [3] 石黒 他, 本会 2014 年秋の大会 予稿集 L43
- [4] 土田 他, 本会 2012 年秋の大会 予稿集 Q19
- [5] GNF-J 炉心核熱水力特性解析システム GLR-005

* Kazuhito Yoshi¹, Michihiro Nakai¹, Masaru Sasagawa², Teppei Yamana², Masayuki Tojo², Tatsuya Iwamoto², Tadashi Ikehara²

¹J-Power, ²GNF-J

表1 ABWR全炉心ベンチマーク問題

炉心パラメータ	炉心条件	計算体系, 他
バンドル出力分布 (径方向分布)	HOT・一様ボイド V=0%, 40%, 70%	炉心径方向2次元 (他の炉心パラメータも共通)
(軸方向分布)	HOT・軸方向ボイド率 3領域モデル*2	炉心3次元(本炉心パラメータのみ)
燃料棒出力分布	HOT・一様ボイド V=0%, 40%, 70%	
制御棒価値	COLD・1本引抜	インシーケンス臨界CR パターンより引抜
ボロン価値	COLD・ボロン濃度 =0→850ppm	
ボイド反応度	HOT・V=40→0% V=40→70%	
ドップラ反応度	HOT・燃料温度 =定格→1500°C	MCNPのDBRC効果 無、有2ケース計算*1
β , l (即発中性子 寿命)	HOT・V=40%	

*1 その他の炉心パラメータのMCNPはDBRC効果・無で計算

ここでDBRC効果とは重核種の熱振動による中性子上方散乱効果であり, 有にするとドップラ反応度がより負側に評価される

*2 下部/中央部/上部ボイド率=0%/40%/70%