ABWR　MOX ベンチマーク問題による設計コードの検証
(5) 検証結果のまとめ

Verifications of design codes using ABWR MOX benchmark problems

(5) Conclusions of verification results

*池原 正[1]，山名 哲平[1]，東條 匡志[1]，岩本 達也[1]，笹川　勝[1]，吉　一仁[2]，中居 倫宏[2]
[1]GNF-J，[2]電源開発

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

本ベンチマークでは，MCNP を用いた全炉心計算の結果を参照解とすることで，全 MOX 炉心を含む炉心条件での現行設計コード HINES-PANACH[1)]の妥当性確認（Validation）を実施し，その精度が全ウラン炉心から全 MOX 炉心に至る条件で安定していることを確認した。更に炉心設計パラメータと密接に関係する出力分布や実効増倍率（各種反応度価値）の参照解からの差異を原子炉模擬コード PANACH の計算モデルに遡り差異の要因を分析（Verification）した。即ち，MOX 装荷割合に対する PANACH の誤差の挙動を，基礎方程式の解法やエネルギー群数，境界条件，さらに上流側の集合体核計算コード HINES 核定数などを最新の知見を反映した新手法 LANCR-AETNA[2)]系へ入れ替える方法で観察した。設計コードの V&V のプラクティスとして，MCNP ベンチマークの活用と今後の展望についてまとめる。

2. まとめ

現行設計コードの総合的精度評価としての妥当性確認に加え，新設計コードを仲介させることで表１に示す個別モデル誤差の評価を行った。その結果，1)核定数の改善で実効増倍率やそのボイド率依存性，制御棒価値の予測精度が向上し，また 2) 炉心計算の３群化による熱群中性子束の直接計算は，熱群のスペクトルミスマッチ効果の取込精度を改善し，バンドル出力分布の局所的誤差のばらつき（不確かさ）を低減させ，同時に 3)集合体無限体系での燃料棒出力結果と組み合わせることで得られる炉心内の燃料棒出力計算精度を向上させる。こうした個別モデル効果は，MCNP による広範な条件での参照計算結果との比較・分析により把握することが可能となり，設計コードの V&V においては不確かさの伝播・統合で要求される [3)]。一方参照コード MCNP の利用についても a)高速計算機利用環境の構築，b)DBRC モデル [4)]などの物理モデル改良，c)モンテカルロ計算精度を支配する統計精度や収束判定，d)不確かさの主要因である核データ共分散情報の活用，などの基礎固めをすると共に MCNP 自体の V&V を実施することでベンチマーク参照解に求められる妥当性水準に達していると結論づけられ，今後の MCNP ベンチマークの積極的活用に展望が開けた。

表１.個別モデル誤差評価結果

主な炉心パラメータ		核定数 入替効果 HINES→LANCR（3群拡散 ENDF/B4,5 ⇨ 35群輸送 ENDF/B7.0）	拡散ノード法群数効果 AETNA（AETNA 1.5G (≅PANACH) ⇨ AETNA 3G）	拡散定数D調整効果	境界条件（中性子漏れ量)調整効果
バンドル出力	径方向分布	― 大局的分布への感度は殆どない	感度顕著 大局的分布よりは局所的な誤差ばらつき改善（スペクトルミスマッチ改善）	感度あり	感度あり
バンドル出力	軸方向分布	感度顕著 LANCR核定数で改善（ボイド率依存性改善）	感度あり 分布形プロファイル改善	感度あり	感度あり
実効増倍率		感度顕著 LANCR核定数による改善	―	―	―
制御棒価値		感度顕著 LANCR核定数による改善	感度あり 平均値よりは個別ケースの誤差ばらつきを改善（スペクトルミスマッチ改善）	感度あり	―

参考文献

[1] 日立 GE ニュークリア・エナジー　HLR-066R2 (2008)，[2] GNF-J 炉心核熱水力特性解析システム GLR-005
[3] 堀田他,日本原子力学会年秋の大会,BC07 (2012)，　[4] 土田他,日本原子力学会秋の大会, Q19 (2012)

*Tadashi Ikehara[1], Teppei Yamana[1], Masayuki Tojo[1], Tatsuya Iwamoto[1], Masaru Sasagawa[1], Kazuhito Yoshi[2], Michihiro Nakai[2], [1]GNF-J, [2]J-Power