

燃料集合体体系における製造上の不確かさの取扱方法による評価結果の違い

Discrepancy of Calculation Results Due to Treatment of Manufacturing Uncertainties in Fuel Assembly Geometry

*藤田 達也¹

¹原子力規制庁

燃料集合体体系における製造上の不確かさを考慮した核特性パラメータの評価では、各燃料棒に対する不確かさの取扱方法が課題の1つとなっている。本稿では、FUBILA試験の燃料棒配置を参考としたMOX燃料集合体を対象として、製造上の不確かさの燃料棒間でのばらつきの取扱方法による評価結果の違いについて報告する。

キーワード：製造上の不確かさ，MOX燃料集合体，FUBILA試験，ランダムサンプリング法，CASMO5

1. 序論 製造上の不確かさを考慮した核特性パラメータの評価について、OECD/NEA/NSCのLWR-UAMベンチマーク問題Phase Iにおける UO_2 燃料棒体系のベンチマーク問題[1]及びFUBILA試験[2]の製造データに基づくMOX燃料棒体系を対象とした評価結果から、無限増倍率の不確かさの主要因となる製造上の不確かさが特定されている[3,4]。また、 UO_2 燃料集合体体系を対象とした先行研究では、製造上の不確かさが燃料棒間でばらつくことに着目し、その際の不確かさ評価結果の変化について報告されている[5]。本稿では、FUBILA試験の燃料棒配置を参考としたMOX燃料集合体体系において、製造上の不確かさの燃料棒間でのばらつきの取扱方法が集合体無限増倍率及び核分裂反応率分布の不確かさ評価結果に与える影響を確認した。

2. 不確かさ評価手順 9×9 基準炉心[2]のテスト領域を参考に 9×9 MOX燃料集合体体系を設定し、集合体核特性解析コードCASMO5を用いて、集合体無限増倍率及び核分裂反応率分布の不確かさをランダムサンプリング法によって評価した。MOX燃料棒体系を対象とした先行研究では、燃料棒の製造上の不確かさのうち、①燃料ペレット密度、②燃料ペレット半径、③被覆管内外径及び④オーバークラッド内外径が不確かさ評価結果に大きく影響することを確認している[4]。そこで、本稿では上記①から④まで及び⑤燃料棒位置のずれに着目することとした。また、製造上の不確かさの燃料棒間でのばらつきは、体系内の燃料棒に与えられる摂動に対して相関（相関係数が0（無相関）から1（正の完全相関）まで）を仮定することで考慮した。

3. 不確かさ評価結果 図1に示す集合体無限増倍率及び核分裂反応率分布の不確かさ評価結果から、両者とも燃料棒間の摂動の相関係数に対して不確かさ評価結果が大きく異なるが、その傾向は正反対であることを確認した。これは、集合体無限増倍率については、燃料棒間の摂動が無相関のとき、各燃料棒における中性子生成・消滅のバランスに対する摂動が体系内でキャンセルアウトするためと考えられる。核分裂反応率分布については、上記とは正反対の定性的な考察となる。また、両者とも、燃料棒間の摂動の相関係数に依らず、燃料ペレット半径の不確かさが支配的であった。以上から、燃料集合体体系における製造上の不確かさを考慮した評価では、燃料棒間の摂動に対する相関が不確かさ評価結果を大きく変えうることを確認した。

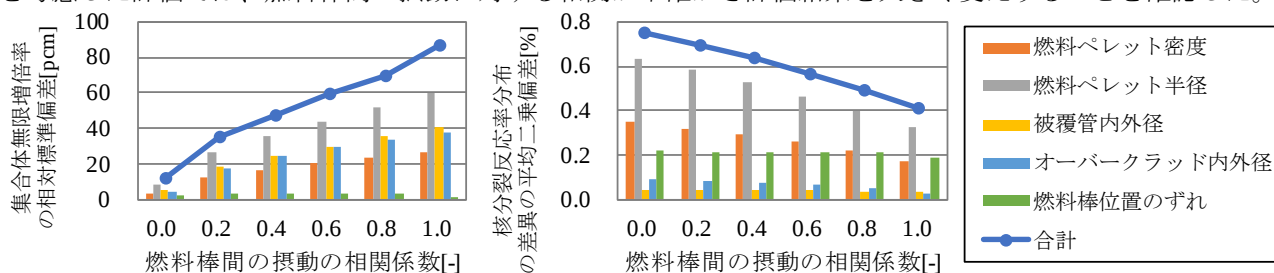


図1 集合体無限増倍率及び核分裂反応率分布の不確かさ評価結果

4. 結論 FUBILA試験の燃料棒配置を参考としたMOX燃料集合体体系において、製造上の不確かさを考慮して、核特性パラメータの不確かさを評価した。燃料棒間の摂動の相関に応じて、不確かさ評価結果が大きく異なり、その傾向は評価対象とする核特性パラメータによっても異なることを確認した。したがって、燃料集合体体系において製造上の不確かさを考慮する場合には、燃料棒間の摂動に対する相関の取扱が重要な観点であると結論づけられる。

謝辞 本研究の実施に当たって貴重な助言をいただきました酒井友宏氏（原子力規制庁）に厚く御礼申し上げます。

参考文献 [1] NEA/NSC/DOC(2013)7 [2] JNES-SS-0622, (2007). [3] E. Canuti et al., Sci. Technol. Nucl. Install., 2012, 817185 (2012). [4] T. Fujita, Proc. PHYSOR2022, (2022). [5] M. Pecchia et al., Proc. PHYSOR2014, (2014).

*FUJITA Tatsuya¹

¹Nuclear Regulatory Authority (NRA)