

燃料挙動解析コード FEMAXI-8 の開発 軽水炉燃料挙動モデルの改良と総合性能の検証

Development of Fuel Performance Code FEMAXI-8

Model Improvements for Light Water Reactor Fuel Analysis and Systematic Validation

*宇田川 豊¹, 天谷 政樹¹

¹ 日本原子力研究開発機構

燃料挙動解析コード FEMAXI-8 を開発した。前バージョンに対しモデル改良及び新規モデル導入、データ/処理構造の見直し等を行い、144 ケースに拡充した検証データベースによりその予測/計算性能を確認した。

キーワード：燃料挙動解析コード，FEMAXI，軽水炉燃料，高燃焼度，核分裂生成ガス放出

1. 緒言

FEMAXI-8 は、軽水炉燃料の通常運転時及び異常過渡条件下の挙動解析を目的として日本原子力研究開発機構が開発整備を進めてきた FEMAXI（前バージョン FEMAXI-7 は 2012 年公開[1]）の最新バージョンである。FEMAXI については、実験データ解析や燃料設計等研究/開発のツールとして主に高燃焼度燃料の挙動解析向けモデル等の拡充を進めてきたが、照射試験データに基づく検証は前バージョンまで小規模に留まり、燃料研究分野における更なる適用拡大や燃料安全評価等の分野での活用に向け、解析結果の信頼性向上が課題であった。そこで、FEMAXI-8 の開発に合わせ、FEMAXI の検証として最大となる 144 ケースの照射試験データを用いた検証を行い、その軽水炉燃料挙動に関する予測性能/計算性能を確認した。

2. FEMAXI 検証用データベース構築

燃料挙動全体に及ぼす影響が大きく重要度の高い、燃料中心温度及び核分裂生成ガス放出率（FGR）を主たる検証項目とし、これらの実測データが充実する OECD ハルデン計画の照射試験データ、OECD/NEA の国際燃料実験（IFPE）データベース内のランプ試験データ、等を収集し、FEMAXI 検証用のデータベースを構築した。

3. FEMAXI-8 開発に係る課題抽出及びプログラム改良

前バージョンにおいて、急激な温度変化の繰り返しを伴う解析時の数値的な安定性、及び実測データの再現性の問題が確認されたことから、前者については熱/力学連成、軸方向ノード間相互作用、摩擦力算定、応力再配分及び時間制御に係る各アルゴリズムの改良、後者については燃料ペレット内部におけるクラックの熱的影響の考慮、FGR を決定づける結晶粒界ガスバブル連結過程における粒界やガスバブルのジオメトリ効果の考慮等の改良を行った。

4. 検証解析

UO₂、MOX 及び Gd 添加燃料を対象とした照射試験 144 ケース（到達燃焼度 3-99 GWd/tU、最大線出力 146-585 W/cm、初期内圧 0.1-3.4 MPa、He 組成比 0.0-1.0、初期ギャップ 42-508 μm の範囲）について、FEMAXI-8 の検証解析を実施した。解析値/実測値間の誤差は燃料中心温度については概ね相対誤差 10%以内（図 1：UO₂ 燃料ケースの例）、FGR については検証ケース全体の標準偏差（絶対値）にして 5%以内であった。

参考文献

[1] 鈴木他、”軽水炉燃料解析コード FEMAXI-7 のモデルと構造”、JAEA-Data/Code 2013-014 (2013)

*Yutaka Udagawa¹, and Masaki Amaya¹

¹Japan Atomic Energy Agency

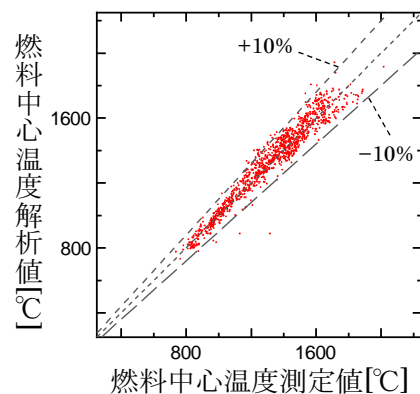


図 1 UO₂ 燃料中心温度の比較