

BWR 炉心安全性向上のための SiC 材料適用に向けた研究開発

(3) SiC 被覆管燃料炉心の RIA 解析評価

R&D for introducing silicon carbide materials to safety improvement of BWR's core

(3) Plant transient analysis with SiC cladding fuel for RIA accident

*堀江 英樹¹, 武内 豊¹, 垣内 一雄¹, 佐藤 寿樹¹, 白数 訓子², 齋藤 裕明², 山下 真一郎²,
深堀 智生²

¹東芝エネルギーシステムズ, ²日本原子力研究開発機構

事故耐性炉心構造材の 1 つである SiC 複合材を燃料被覆管に用いた BWR プラントの反応度投入事故における熱水力挙動、および燃料棒の機械挙動を評価し、従来の Zry 被覆管を用いた燃料棒と比較した。

キーワード：事故耐性燃料, SiC, 反応度投入事故, TRACTTM, FEMAXI

1. 緒言

SiC を被覆管に適用した燃料挙動を現行の Zry 被覆管燃料と比較し、事故耐性燃料開発における課題を整理・検討した。前報[1]において、プラント過渡安全解析コード TRACTTM を用いた過渡挙動評価の結果を、燃料棒ふるまい解析コード FEMAXI の被覆管表面における熱水力境界条件として与えることで、プラントの熱水力挙動と燃料棒の機械挙動を連携して解析評価する手法を開発し、LOCA 等での解析結果を報告した。本報では、反応度投入事故 (RIA) を対象に評価した。

2. SiC 被覆管燃料の RIA 時の挙動評価

2-1. プラント過渡安全解析

対象プラント、燃料として、それぞれ ABWR、9x9 STEP-IIIa を選定した。RIA の過渡事象として制御棒 1 本の自然落下 (投入反応度: 0.89% Δk) を想定し、低温時/平衡サイクル初期の条件について評価した。その結果、燃料エンタルピー (図 1)、出力応答等の挙動について顕著な差は見られなかった。なお、図 1 の差の要因は熱伝導率の違いである。

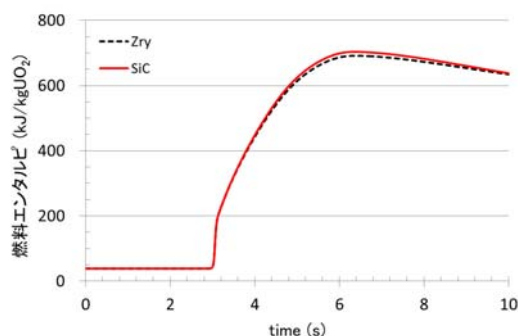


図 1 燃料エンタルピーの比較

2-2. 燃料棒の機械挙動の比較

2-1 の結果を境界条件として燃料棒の機械挙動を評価した結果、Zry にはギャップ喪失による PCMI が生じたが、初期ギャップ幅を Zry (100μm) よりも広い 200μm とした SiC に対する本評価では、RIA 時もギャップが閉じることなく PCMI による応力増加は生じなかった。

3. 結論

SiC を燃料被覆管に適用した燃料の RIA 時における熱水力挙動と燃料棒の機械挙動を評価し、熱水力挙動については、Zry と比べて顕著な差異がないことを確認した。また、機械挙動については、運転条件、ギャップ幅等の条件を含めた検討が必要であることを確認した。

備考：本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 29 年度「原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業」(安全性向上に資する新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた技術基盤整備) の成果である。

参考文献

[1] 武内ら、日本原子力学会 2017 年秋の大会 予稿 2I09

*Hideki Horie¹, Yutaka Takeuchi¹, Kazuo Kakiuchi¹, Hisaki Sato¹, Noriko Shirasu², Hiroaki Saito², Shinichiro Yamashita², and Tokio Fukahori²

¹Toshiba Energy Systems and Solutions Corp., ²JAEA