

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研究開発 (3) BWR 用 SiC 複合材料

R&D for introducing advanced fuels contributing to safety improvement of current LWRs

(3) SiC composite material for BWR

*垣内 一雄¹, 佐藤 寿樹¹, 石橋 良², 近藤 貴夫²

井岡 郁夫³, 山下 真一郎³, 加治 芳行³

¹東芝, ²日立 GE, ³JAEA

事故耐性を高めた新型燃料の既存軽水炉への導入に向けて BWR 燃料材料用 SiC 複合材料の開発を進めている。本発表では平成 28 年度に得られた成果の概要を紹介する。

キーワード: 軽水炉、安全性向上、事故耐性、燃料被覆管、SiC

1. 緒言

事故耐性を高めた新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた研究開発として、BWR 用被覆管、チャンネルボックスへの適用を目指した SiC 複合材料の開発を進めている。本発表では、平成 28 年度に実施した成果の概要を紹介する（腐食試験及び過渡・LOCA 解析結果は本学会にて別途シリーズ発表する）。

2. 成果概要

2-1. 既存軽水炉に装荷した場合の影響評価

通常燃料ふるまいでは、SiC 被覆管の径方向スエリングを考慮した FEMAXI-7-SiC 版を用い、スエリングの影響を把握するとともに、ペレット被覆管ギャップ幅、プレナム体積、燃料棒寸法をパラメータとした解析を実施し、SiC 被覆管の燃料設計成立性について検討した。また、SiC のスエリング特性は、チャンネルボックスの曲がりに影響し、照射初期で顕著なチャンネル曲がりが発生するものの、燃焼に伴い曲がりは解消することが示唆された。

安全解析では、BWR 代表過酷事故の予備解析として、シビアアクシデントコードを用いた解析を実施し、SiC に置き換えることで水素発生量低減効果があることを確認した。また、過渡解析コード (TRACTTM) を用いて仮想的に厳しい条件で負荷遮断時の過渡解析を行い、更に TRACTTM と FEMAXI との連携解析を実施し、燃料棒の機械的特性を評価し、現行ジルカロイ被覆管と大きな違いがないことを確認した。

2-2. 材料物性データの取得

腐食特性として、種々の SiC の製造プロセス及び表面状態（コーティング）をもつ試験片に対し、溶存酸素濃度をパラメータとした高温腐食試験（温度：288℃、圧力：飽和蒸気圧以上）を実施し、腐食は製造プロセスに依存すること、及び高耐食性を有するコーティング材質について確認した。また、熱水力特性として、SiC 被覆管・チャンネルボックスの表面状態を模擬した試験片を用いた圧力損失試験（温度：20~60℃、圧力：常圧、流速：1~5m/s）を行い、SiC 表面性状が摩擦係数に与える影響を確認した。

2-3. 照射試験計画の検討

試験炉照射試験において確認すべき項目を抽出し、BWR 環境下における腐食特性、及びスエリングに起因したチャンネル曲がり特性に着目した照射試験計画を策定した。

備考: 本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 28 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（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。

*Kazuo Kakiuchi¹, Hisaki Sato¹, Ryo Ishibashi², Takao Kondo², Ikuo Ioka³, Shinichiro Yamashita³ and Yoshiyuki Kaji³

¹Toshiba, ²Hitachi GE, ³JAEA