

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

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

(3) SiC for BWR

*佐藤 寿樹¹, 垣内 一雄¹, 石橋 良², 池側智彦², 近藤 貴夫²

山下 真一郎³, 深堀 智生³

¹東芝エネルギーシステムズ, 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 29 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 29 年度に実施した成果の概要を紹介する（RIA 解析の評価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

通常時の燃料ふるまいでは、SiC 被覆管の複合化（肉厚方向の多層化）を考慮した FEMAXI-7-SiC 版を用い、多層化による影響を把握するとともに、ペレット被覆管ギャップ幅、熱伝導度、燃料棒寸法等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感度の高いパラメータを確認した。

安全解析では、BWR の代表的な事象進展シーケンスに対して、MAAP5.05 β を用いた過酷事故解析を実施し、ジルカロイを SiC に置き換えることにより、燃料破損を防止するための減圧時間余裕や必要注水量に係る、アクシデントマネジメントの裕度を拡大できることを確認した。また、過渡解析コード（TRACTTM）を用いて RIA 解析を行い、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。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た。

2-2. 材料物性データの取得

腐食特性として、良好な耐食性を示す CVD プロセスを施した SiC/SiC 複合材試験片、及びコーティングを施した SiC/SiC 複合材試験片に対し、高温水腐食試験（温度：288℃以上、溶存酸素濃度：8 ppm、圧力：飽和蒸気圧以上）を約 1000 時間まで実施し、これまでと同等の良好な耐食性を有すること、及び高耐食性を有するコーティング材質を確認した。

また、熱水力特性として、SiC 材料特性が熱流動特性に与える影響を把握するために、被覆管内面粗さ、表面熱伝達、材料中の空孔率等の違いによる影響を調査し、ペレット温度に与える影響は、被覆管内面粗さが大きく影響し、表面熱伝達や空孔率は小さいことを確認した。

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。

*Hisaki Sato¹, Kazuo Kakiuchi¹, Ryo Ishibashi², Tomohiko Ikegawa², Takao Kondo², Shinichiro Yamashita³, Tokio Fukahori³

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corp., ²Hitachi GE, ³JAEA