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
（4）PWR 用 SiC 複合材料

R&D for introducing advanced fuels contributing to safety improvement of current LWRs
(4) SiC composite material for PWR

*渡部清一 [1]，佐藤大樹 [1]，古本健一郎 [1]，村上望 [2]，山下真一郎 [3]，深堀智生 [3]，
[1] 三菱原子燃料，[2] 三菱重工，[3] JAEA,

加圧水型軽水炉（PWR）向けの事故耐性燃料被覆管として、SiC 複合材製の燃料被覆管（SiC 被覆管）を適用した場合の影響評価を実施している。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。なお、研究成果の詳細は、本学会におけるシリーズ発表「事故耐性燃料としての SiC 複合材被覆管の既設 PWR への適用性に関する評価(5)～(7)」において紹介する。

キーワード：軽水炉、安全性向上、事故耐性、燃料被覆管、PWR

1. 緒言

事故耐性燃料の被覆管材料として有力な材料の一つである SiC 複合材の主な課題として、①材料・照射特性の把握、②燃料設計の成立性評価、③事故時安全性への影響評価、が挙げられる。本研究では、上述した①～③の課題解決を目的として、SiC 被覆管を用いた炉外試験及び照射試験、燃料ふるまい・炉心特性及び事故時安全性の評価手法の開発並びに解析評価を計画・実施している。

2. 成果概要

2-1. 材料・照射特性の把握

本研究では、PWR 燃料のふるまい評価（設計成立性評価）に必要な材料特性のうち、SiC 複合材に特徴的かつ燃料ふるまいへの影響が大きい特性を優先的に調査する計画としている。平成 29 年度は、前年度からの継続となる長時間腐食試験及び熱物性測定、並びに機械特性試験を実施し、SiC 被覆管の材料特性データを蓄積した。

また、必要な照射特性データ（熱伝導率、スエリング、腐食等）を研究炉で取得するための照射試験計画を立案し、試験用の模擬ロッド（SiC 端栓で加圧封入した被覆管）を作製した。

2-2. 燃料設計の成立性

SiC 被覆管のふるまい解析コードを用いて、燃料の機械設計の成立性を評価した。前年度までの成果（燃料ペレット設計の中空化）に加え、新たな技術オプションとして燃料棒の細径化も有効な方策の一つであることが確認された。また、炉心特性解析により、燃料棒の細径化は炉心核設計の観点でも有効な技術オプションであることが確認された。

2-3. 事故時安全性への影響評価

現行の PWR 燃料被覆管と同じ体系で、SiC 被覆管の LOCA 模擬試験を実施した。SiC 被覆管は現行の LOCA 基準より厳しい条件でも膨れ・破裂・急冷時の破損がなく、LOCA 時の耐性が高いことを確認した。

また、シビアアクシデント（SA）のうち比較的発生確率の高いケースを模擬した事故進展解析の結果、SiC 被覆管には事故進展を抑制あるいは防止する効果があることが確認された。

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。

*Seiichi Watanabe[1], Daiki Sato[1], Kenichiro Furumoto[1], Nozomu Murakami[2], Shinichiro Yamashita[3], Tokio Fukahori[3],
[1] MNF, [2] MHI, [3] JAEA