

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
(7) LOCA 模擬試験

The feasibility study on SiC composite fuel cladding

for the Accident Tolerant Fuel to the existing PWR plants (7) LOCA simulated test

*佐藤 大樹¹, 渡部 清一¹, 小宮山 大輔¹, 古本 健一郎¹,
岡本 倫明², 大和 正明², 山下 真一郎³, 深堀 智生³,
¹三菱原子燃料, ²三菱重工業, ³原子力機構

事故耐性燃料（ATF：Accident Tolerant Fuel）としての SiC 被覆管を既設 PWR に使用した場合の LOCA 時挙動について調査するため、SiC 被覆管用に LOCA 模擬試験装置を製作し、試験を実施した。試験結果より、SiC 被覆管の耐 LOCA 性能は Zr 基合金被覆管に比べて優れていることを確認した。

キーワード：軽水炉, 安全性向上, 事故耐性, 燃料被覆管, SiC, LOCA

1. 緒言

SiC 被覆管は、既設 PWR の LOCA 時に想定される高温環境において、高耐食性及び高強度を示すことが期待されているが、LOCA 時を模擬して取得された SiC 被覆管の挙動データは少ない。そこで、SiC 被覆管用に LOCA 模擬試験装置を製作して試験を実施し、SiC 被覆管の LOCA 時挙動を調査した。

2. 試験

試験の項目と概要を表 1 に示す。昇温試験、クエンチ試験ともに最高で 1600℃まで昇温した。

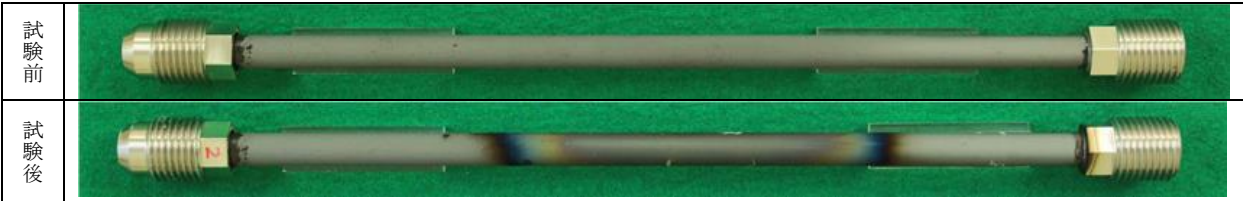
表 1 LOCA 模擬試験の概要

項目	概要
LOCA 模擬 昇温試験	・ 初期内圧を付与した被覆管を、大気中において所定温度まで一定速度で昇温後、空冷する。 →LOCA 時の変形挙動データを取得する。
LOCA 模擬 クエンチ試験	・ 初期内圧を付与した被覆管を、水蒸気雰囲気において所定温度まで一定速度で昇温後、所定時間保持し、水急冷する。 →急冷後の状態（破損の有無等）を確認する。

3. 結果

SiC 被覆管試料の昇温試験の結果、Zr 基合金被覆管に見られる被覆管の膨れやバーストは見られず、気密性を維持した。試験前後の外径変化率はおよそ±1%以下であり、有意な変形は認められなかった。また、SiC 被覆管試料のクエンチ試験の結果、図 1 に示す外観例のように、Zr 基合金被覆管が水急冷時に折損しうる条件（例：1200℃で 1000 秒保持）や現行の ECCS 基準を超える温度条件（1400℃、1600℃）において折損しなかった。

図 1 LOCA 模擬クエンチ試験前後の SiC 被覆管試料の外観例（1600℃、100 秒保持）



4. 結論

SiC 被覆管の LOCA 模擬試験により、既設 PWR の LOCA 時に想定される高温環境または現行 ECCS 基準よりも過酷な条件において、SiC 被覆管は殆ど変形せず、折損しなかった。このように、SiC 被覆管の耐 LOCA 性能は Zr 基合金被覆管に比べて優れている可能性が示唆された。

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。

* Daiki Sato¹, Seiichi Watanabe¹, Daisuke Komiyama¹, Kenichiro Furumoto¹, Michiaki Okamoto², Masaaki Yamato², Shinichiro Yamashita³ and Tokio Fukahori³

¹ Mitsubishi Nuclear Fuel, ² Mitsubishi Heavy Industries, ³ Japan Atomic Energy Agency