

## 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 (3) 設計基準事故評価における安全性に関する評価

The feasibility study on SiC composite fuel cladding for the Accident Tolerant Fuel to the existing PWR plants

### (3) Study on fuel behavior during design base accident

\*渡部清一<sup>1</sup>, 手島英行<sup>1</sup>, 古本健一郎<sup>1</sup>, 片山正晶<sup>2</sup>, 山下真一郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>三菱原子燃料, <sup>2</sup>三菱重工業, <sup>3</sup>日本原子力研究開発機構

SiC 複合材を事故耐性燃料被覆管として既設 PWR に適用した場合の、設計基準事故時の安全性を評価するため、設計基準事故 (DBA) を模擬できる試験装置を開発し、モックアップ試験を実施した。

キーワード：事故耐性燃料、SiC 複合材、被覆管、PWR、設計基準事故

#### 1. 緒言

SiC 複合材は高温での安定性に優れ、反応熱や水素発生が殆どないことから、シビアアクシデントを抑制しうる事故耐性燃料被覆管として有力な材料の一つである。しかし、DBA 発生時における SiC 複合材の挙動に関する知見は少ない。そこで本研究では、DBA 発生時の挙動を評価するための試験装置を開発し、SiC 複合材被覆管 (SiC 被覆管) を用いてモックアップ試験を実施した。

#### 2. 実施内容

##### 2-1. 試験の概要

試験装置は、加圧した被覆管サンプルを水蒸気中で昇温した後、再冠水により急冷することで冷却材喪失事故 (LOCA) を模擬した試験が可能である。また、中子ペレットを装填し、軸方向に圧縮して円周方向に膨張させることで、燃料ペレットと被覆管の機械的相互作用 (PCMI) を模擬した試験も可能である。

##### 2-2. モックアップ試験結果

SiC 被覆管サンプルを用いてモックアップ試験を実施し、LOCA を模擬した昇温、急冷が可能であること、並びに中子ペレットによる PCMI 模擬が可能であることを確認できた。

LOCA 模擬のモックアップ試験において、SiC 被覆管は高温でも膨れ・破裂することなく、また急冷後も破断することなく形状を維持していた

(右図参照)。このことは、Zr 合金に較べて SiC 被覆管は LOCA 時の耐性に優れていることを示している。

#### 3. 結論

SiC 被覆管の DBA 条件下での挙動を評価するための試験装置を開発した。モックアップ試験では、試験装置の妥当性に加え、SiC 被覆管が LOCA 時の耐性に優れていることを示す結果が得られた。今後、同試験装置により DBA 条件での SiC 被覆管の特性データを拡充し、DBA 発生時を模擬した解析を実施することで、DBA 発生時の SiC 被覆管の挙動・安全性を評価する計画である。

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。



図 1,200°Cに昇温して1,000 sec保持した後に急冷した SiC 被覆管の試験前後の外観写真 (両端は試験治具)

\*Seiichi Watanabe<sup>1</sup>, Hideyuki Teshima<sup>1</sup>, Kenichiro Furumoto<sup>1</sup>, Masaaki Katayama<sup>2</sup>, Shinichiro Yamashita<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mitsubishi Nuclear Fuel, <sup>2</sup>Mitsubishi Heavy Industries, <sup>3</sup>Japan Atomic Energy Agency