

## 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) 事故時高温特性

The feasibility study on SiC composite fuel cladding for the Accident Tolerant Fuel to the existing PWR plants (3) High temperature properties simulating DBA and BDBA

\*小宮山 大輔<sup>1</sup>, 渡部 清一<sup>1</sup>, 佐藤 大樹<sup>1</sup>, 古本 健一郎<sup>1</sup>, 湯村 尚典<sup>2</sup>

岡本 倫明<sup>2</sup>, 村上 望<sup>2</sup>, 山下 真一郎<sup>3</sup>, 川西 智弘<sup>3</sup>, 深堀 智生<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

既設 PWR 燃料における燃料被覆管の燃料挙動のうち SiC 複合材被覆管を適用した場合の事故時安全性評価への影響について検討するため、SiC 複合材被覆管の高温特性試験を実施した。

**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 被覆管は高温での機械的及び化学的安定性が優れていることから、LOCA 等の事故耐性が高いと期待されているが、事故模擬条件の材料特性データが不足し、事故耐性に対する定量的評価が為されていない。このため、LOCA 模擬試験の実施と、得られた知見を組み込んだ LOCA 解析コードによる設計基準事故 (DBA) よりも厳しい条件での LOCA 解析を行った。

### 2. 研究成果

#### 2-1. 試験

大破断 LOCA よりも厳しい高温酸化及び急冷により、SiC 被覆管の折損有無を調べた。その結果、現行の LOCA 基準を超える厳しい条件であっても、被覆管は折損せず形状を維持した (図 1)。このことから、LOCA 時に想定される高温負荷及び熱衝撃に対し、従来被覆材よりも高い冷却形状維持性能を有することを確認した。また、軸方向荷重を負荷した条件においても SiC 被覆管の折損は確認されなかった。

#### 2-2. 評価

公開知見に基づく SiC 被覆管の材料特性 (酸化/気化反応モデル、等含む) を LOCA 解析コードに組み込み、試験結果から設定した炉心損傷判定条件を用いて大破断 LOCA 時に必要な非常用炉心冷却設備 (ECCS) の容量を確認した。その結果、DBA よりも ECCS 容量を減らした厳しい条件において、従来被覆管では炉心損傷に至るが、SiC 被覆管であれば炉心冷却性を維持できる可能性を確認した (図 2)。

### 3. 結論

SiC 被覆管を用いた試験により、従来被覆材と比較して優れた LOCA 耐性を確認した。また、その結果を取り込んだ解析評価により、SiC 被覆管の LOCA 時における優位性を定量的に確認した。但し実用化のためには、LOCA を想定した高温状態における SiC 被覆管の諸特性データ等の更なる拡充が必要である。

本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 30 年度原子力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。

\*Daisuke Komiyama<sup>1</sup>, Seiichi Watanabe<sup>1</sup>, Daiki Sato<sup>1</sup>, Kenichiro Furumoto<sup>1</sup>, Takanori Yumura<sup>2</sup>, Michiaki Okamoto<sup>2</sup>, Nozomu Murakami<sup>2</sup>, Shinichiro Yamashita<sup>3</sup>, Tomohiro Kawanishi<sup>3</sup> and Tokio Fukahori<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MNF, <sup>2</sup>MHI and <sup>3</sup>JAEA

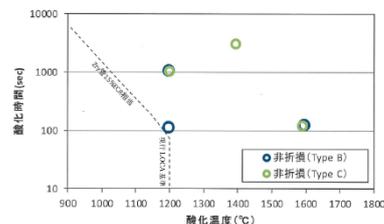


図 1 LOCA クエンチ試験における試料折損/非折損

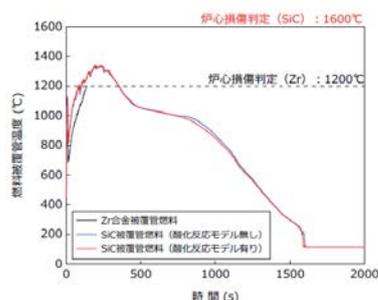


図 2 DBA よりも厳しい条件での LOCA 解析結果例