

高速炉燃料被覆管用 ODS 鋼の照射挙動評価

Irradiation behavior of ODS steel for fuel cladding tube of fast reactor

岡 弘、 丹野 敬嗣、 矢野 康英、 大塚 智史、 皆藤 威二
Hiroshi OKA Takashi TANNO Yasuhide YANO Satoshi OHTSUKA Takeji KAITO

日本原子力研究開発機構

(概要)

酸化物分散強化型 (ODS: Oxide Dispersion Strengthened) 鋼は、母相に均一に分散したナノサイズ酸化物粒子により優れた高温クリープ強度を有し、高速炉燃料被覆管材料として期待されている。本研究では ODS 鋼中のナノサイズ粒子が重照射環境下でも安定であるか確認するため、TIARA の 3MV タンデム加速器を用いて Fe³⁺イオン照射を実施した。今年度までの照射により累積損傷導入量 240dpa に到達し目標損傷量をほぼ達成するとともに、200dpa までの照射材の微細組織観察を実施した。観察の結果、ナノサイズ粒子の分散状態は照射前後で大きく変化しておらず、ODS 鋼の主たる強化因子であるナノサイズ粒子は高い照射下安定性を有していると考えられる。今後、240dpa 照射材の微細組織観察を実施する予定である。また、今年度より、ODS 鋼の耐ポイドスエリング性を評価するための Fe イオン+He イオン同時照射試験を開始した。

キーワード：酸化物分散強化型 (ODS) 鋼、自己イオン照射、照射損傷、高速炉燃料被覆管

1. 目的

高速炉燃料被覆管材料として開発を進めている酸化物分散強化型 (ODS) 鋼は、優れた高温クリープ強度特性を有する鉄鋼材料である。良好な強度特性は、強化因子であるナノサイズ酸化物粒子¹⁾が高温・長時間でも安定であることに起因すると考えられ、ODS 鋼の耐照射性評価においてはナノサイズ粒子の照射下安定性評価が最重要である。本研究では、短期間で高い照射損傷導入量を実現可能な自己イオン照射試験を実施し、微細組織観察によりナノサイズ粒子の分散状態を評価した。

2. 実施方法

1050℃で炉冷処理した 9 クロム (Cr) ODS 鋼および 11Cr-ODS 鋼から 3mm×6mm×0.5mm の短冊状試料を切り出し、TIARA の 3MV タンデム加速器および MT1 ポートに設置したトリプリーオン照射チャンバーを用いて、700℃にて 10.5MeV の Fe³⁺イオンを照射した。照射後の試料から収束イオンビーム (FIB) 加工装置を用いて薄膜試料を採取し、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて Fe イオンによる照射損傷導入領域の微細組織観察を実施し、照射によるナノサイズ粒子の分散状態変化を評価した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

本研究では従前より一つの試料に対して継続的に照射試験を行ってきており、今年度の照射により累積損傷導入量は 240dpa に到達した。9Cr-ODS 鋼の 200dpa 照射試料の照射損傷導入領域について TEM 観察を実施した結果、ナノサイズ粒子径、数密度とも照射前後で大きな変化はなかった。したがって、ODS 鋼の酸化物分散状態は 700℃/200dpa までは安定であると考えられる。今後、240dpa 照射材の微細組織観察を進めるとともに、微細組織観察の視野数を増やすなどして、ナノサイズ粒子の照射下安定性評価を継続していく。また、ODS 鋼の耐ポイドスエリング性を評価するため、本年度新たに開始した Fe イオン+He イオン同時照射試験 (3MV タンデム加速器及び 3MV シングルエンド加速器を使用) についても、約 13dpa までの照射を完了した。次年度以降、継続して照射試験を進めるとともに、適宜、微細組織観察を行う。

4. 引用(参照)文献等

- 1) T. Tanno, S. Ohtsuka, Y. Yano, T. Kaito, Y. Oba, M. Ohnuma, S. Koyama, K. Tanaka, J. Nucl. Mater. 440 (2013) 568-574.