

高速炉燃料被覆管用マルテンサイト系 ODS 鋼の照射挙動評価

Evaluation of irradiation behavior of martensitic ODS steel for fuel cladding tube of fast reactor

丹野 敬嗣¹⁾ 岡 弘¹⁾ 矢野 康英¹⁾ 大塚 智史¹⁾ 皆藤 威二¹⁾

Takashi TANNO Hiroshi OKA Yasuhide YANO Satoshi OHTSUKA Takeji KAITO

¹⁾原子力機構

(概要)

9クロム(Cr)および11Cr 酸化物分散強化型(ODS)鋼の酸化物分散状態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、今年度までの照射で累積損傷導入量 200dpa を達成した。微細組織観察により照射前後の酸化物分散状態を評価した結果、酸化物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酸化物分散粒子は高い照射下安定性を有していると考えられる。

キーワード：酸化物分散強化型鋼、自己イオン照射、照射損傷、微細組織、酸化物分散状態

1. 目的

高速炉の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、強化因子である酸化物ナノ粒子¹⁾が高温・長時間でも安定であることから、同環境でも強度が低下しにくい特徴を有する。よって ODS 鋼の耐照射性評価においては、強化因子である酸化物分散粒子の照射下安定性評価が最重要である。そこで、酸化物分散粒子の照射下安定性を比較的短期間で把握するため、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を実施し、微細組織観察を用いた分散状態評価を実施した。

2. 実施方法

1050°C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厚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ルイオン照射チャンバーを用いて、700°Cで10.5MeV-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部の微細組織観察を実施した。照射前後の試料について酸化物分散粒子の大きさと数密度を測定し、照射による酸化物分散状態の変化を評価した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

2016年度の700°C照射試験では、前年度までの継続照射分と合わせて累積照射損傷導入量が200dpa(目標250dpa)に到達した。9Cr-ODS鋼の未照射試料および200dpa照射試料の照射損傷部についてTEM観察を実施し酸化物分散状態を評価した結果、未照射試料と200dpa試料ともに粒子径約5nm、数密度約 $3 \times 10^{22}/\text{m}^3$ と評価され、照射前後で大きな変化がないことが分かった。したがって、ODS鋼の酸化物分散状態は700°C/200dpaまでは安定であると考えられる。次年度以降の照射で最終目標である250dpaを達成するとともに、微細組織観察の視野数を増やすなどして、酸化物分散粒子の照射下安定性評価を継続して進める。

著しい照射硬化の可能性の有無を評価する400°C照射については別途進めているが、装置不具合により2016年度は照射を実施することができなかった。次年度以降継続照射を実施し、250dpaまでの照射硬化を評価する計画である。

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.