

高速炉燃料被覆管用 ODS 鋼の照射下寸法安定性評価

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

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

日本原子力研究開発機構

（概要）

母相にナノサイズの酸化物を分散させた酸化物分散強化型鋼（以下、「ODS 鋼」という。）のボイドスエリング抵抗性を評価するため、複数種の ODS 鋼及び非 ODS 鋼について、TIARA での $\text{Fe}^{3+} + \text{He}^+$ デュアルイオン照射を行った。組織観察の結果、ODS 鋼は非 ODS 鋼に比べて明らかにボイド数密度が小さく、良好なボイドスエリング抵抗性を有することがわかった。

キーワード：酸化物分散強化、ODS、ボイドスエリング、TIARA、デュアル照射、高速炉燃料被覆管

1. 目的

高速炉燃料被覆管における課題の一つとして、中性子照射による材料の寸法変化、いわゆるボイドスエリングが挙げられる。ODS 鋼は優れた高温クリープ強度を有し、高速炉燃料被覆管の有力な候補材料であるが、ODS 鋼のボイドスエリング抵抗性を評価したデータは現状では必ずしも豊富とは言えない。そこで本研究では、ODS 鋼のボイドスエリング抵抗性を評価するため、弾き出し損傷と核変換生成ヘリウムガスを模擬した Fe^{3+} イオン+ He^+ イオン同時照射試験を実施した。試験対象鋼種は、母相組織の異なる複数種の ODS 鋼、及び比較評価用として非 ODS 鋼である PNC-FMS (11Cr-マルテンサイト鋼)と PNC316 鋼 (SUS316 相当鋼)とし、母相組織の差異やナノサイズ粒子の有無がボイドスエリング抵抗性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実施方法

試料は 9Cr-ODS 鋼、12Cr-ODS 鋼それぞれの被覆管材及び棒材、及び PNC-FMS、並びに PNC316 鋼の被覆管材及び棒材である。TIARA のタンデム加速器及びシングルエンド加速器を用いて、 Fe^{3+} イオン及び He^+ イオンを同時に照射した。 He^+ イオンの深さ方向分布を平坦化するためエネルギーディグレーダを使用した。照射温度は 470℃、照射量は昨年度からの累積で 94.5 dpa である。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^{3+} イオンによる照射損傷導入領域の微細組織観察を行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

観察の結果、ナノサイズ酸化物を有する ODS 鋼は、非 ODS 鋼 (PNC-FMS 及び PNC316 鋼) に比べボイドの数密度が小さかった。これは、ナノ粒子界面が照射によって導入された点欠陥に対するシンクサイトとして働き、ボイド成長を抑制した結果と考えられ、ODS 鋼が良好なボイドスエリング抵抗性を有することを端的に示す結果といえる。

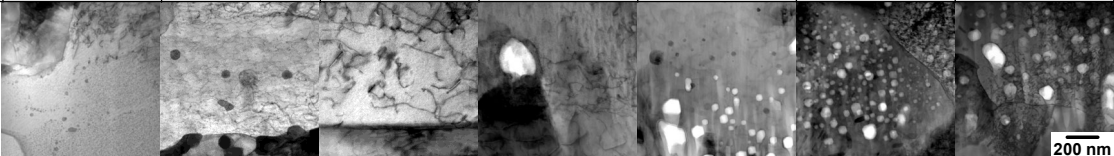
鋼種	9Cr-ODS鋼	9Cr-ODS鋼	12Cr-ODS鋼	12Cr-ODS鋼	PNC-FMS	PNC316鋼	PNC316鋼
形状	棒材	被覆管	棒材	被覆管	板材	棒材	被覆管
母相組織	焼きなまし フェライト	焼き戻し マルテンサイト	フェライト	再結晶フェライト	焼き戻しマルテンサイト (ナノ粒子なし)	20%冷間加工 オーステナイト	20%冷間加工 オーステナイト
							200 nm

図 透過電子顕微鏡による観察結果

4. 引用(参照)文献等

[1] D. S. Gelles, J. Nucl. Mater. **233-237** (1996) 293-298.