

改良ステンレス鋼燃料被覆管の BWR 装荷に向けた研究開発

(7) 照射挙動評価

R&D of advanced stainless steels for BWR fuel claddings

(7) Irradiation behavior evaluation

*山下真一郎¹, 近藤啓悦¹, 青木 聡¹, 橋本直幸², 鶴飼重治², 坂本寛³, 平井睦³,
木村晃彦⁴, 草ヶ谷和幸⁵

¹JAEA, ²北大, ³NFD, ⁴京大, ⁵GNF-J

FeCrAl-ODS 鋼の試験炉照射に向けた照射特性の予備評価を目的に、イオン照射した試験片の硬さ測定と組織観察を実施した。硬さ変化はイオン照射初期 (0.5dpa) から見られたのに対し、照射欠陥クラスターの形成・成長は照射初期 (0.5dpa) にはあまり見られず、より高い照射量 (5.0dpa) で顕在化した。

キーワード: 事故耐性、燃料被覆管、酸化物分散強化、フェライト鋼、イオン照射、微小硬さ

1. 緒言

軽水炉の安全性向上に資する事故耐性を高めた新型燃料部材の研究開発が進められている。有力な候補材料の一つとして検討されている FeCrAl-ODS 鋼では、材料開発と並行して炉心設計に必要な種々の材料特性データを計画的に整備していく必要がある。本発表では、炉心設計に必要な試験炉照射のデータ取得に向けた準備段階として、現在、化学成分や熱処理温度等の最適化が進められている FeCrAl-ODS 鋼に関する照射特性の予備的な評価を目的に、イオン照射した試験片の硬さ測定と組織観察を実施した。

2. 試験方法

イオン照射試験に供した材料の化学組成は、12Cr-6Al-0.5Ti-0.4Zr-0.5Y₂O₃-0.24Ex.O(wt%)である。熱間で押出加工された棒材から 3 x 6 x 0.2-0.5[mm³]の短冊試験片を採取した。イオン照射は、この短冊形状の 3 x 6 [mm²]の端面中心部に対して行い、300°Cで Fe イオン照射 (加速電圧: 10.5 MeV) により、イオンを照射した試料表面からの深さが 1μm の位置において 0.5, 5, 20 dpa に達するまで実施した。イオン照射後の試料は、照射による硬さ変化と組織変化を調べるために、微小硬度測定と電子顕微鏡観察を実施した。

3. 結果及び考察

図 1 から、硬さ値は Fe イオン照射により 0.5 dpa で一度大きく上昇し、0.5 dpa 以降は照射量増大とともに徐々に硬化した。一方、図 2 の組織観察からは、0.5 dpa では組織変化は見られないが、5.0 dpa まで照射されると顕著な照射欠陥組織の核形成・成長が見られ、照射初期の硬さ変化に寄与した微小な組織要因の存在が示唆された。

備考: 本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 27 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。

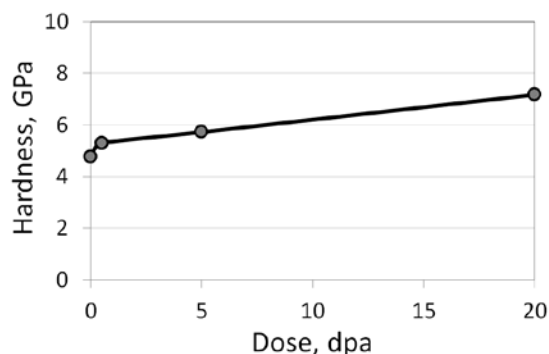


図 1 イオン照射による FeCrAl-ODS 鋼の硬さ変化の照射量依存性

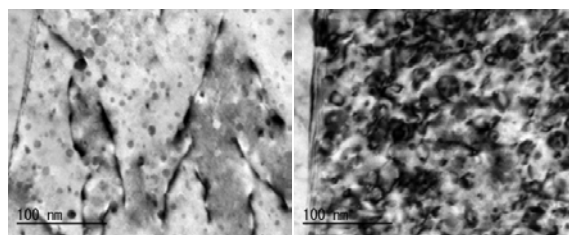


図 2 300°Cでイオン照射した時の FeCrAl-ODS 鋼の微細組織 (左) 0.5 dpa (右) 5.0 dpa

*Shinichiro Yamashita¹, Keietsu Kondo¹, So Aoki¹, Naoyuki Hashimoto², Shigeharu Ukai², Kan Sakamoto³, Mutsumi Hirai³, Akihiko Kimura⁴, Kazuyuki Kusagaya⁵,

¹ JAEA, ² Hokkaido-Univ., ³ NFD, ⁴ Kyoto-Univ., ⁵ GNF-J