

照射下における Fe-Cr-Al 合金の微細組織変化

Microstructural evolution in Fe-Cr-Al alloys under irradiation

*豊田 晃大¹, 橋本 直幸¹, 磯部 繁人¹

¹ 北大工

原子炉内部は中性子照射環境であり、構造材料内部では欠陥（照射導入欠陥）が生成する。そのため原子炉構造材料には耐照射性が求められる。また、福島第一原子力発電所での事故以来、原子炉構造材料には耐腐食性が今まで以上に求められるようになった。本研究では、原子炉候補材料である Fe-Cr-Al 合金を対象として照射下の微細組織変化を精査した。

キーワード : Fe-Cr-Al 合金, 電子線照射, 転位ループ, ODS 合金

1. 緒言

現行の原子炉では、代表的な構造材料として、オーステナイト鋼とフェライト鋼が挙げられる。このうちフェライト鋼は、耐照射特性、特に耐スエリング性が比較的高いとされ、中性子負荷の大きい次世代原子炉や核融合炉の構造材料として Fe-(2-12)Cr フェライト鋼が着目されている。一方、近年、耐食性の観点から表面にアルミナを形成させた Fe-Cr-Al 系フェライト鋼が注目され、耐照射性と耐食性を併せ持つ材料として期待されている。しかし、Fe-Cr-Al 系フェライト鋼の照射損傷挙動に関する研究は発展途上であり、シミュレーション照射による詳細な微細構造解析が必要である。本研究では、Fe-Cr-Al 系フェライト鋼に電子線照射し、結晶粒内に形成する照射誘起二次欠陥(特に転位ループ)のサイズ分布および数密度の変化を精査した。また、モデル合金の次段階として Fe-Cr-Al フェライト ODS 合金についても電子線照射を行った。

2. 実験方法

Fe-12Cr-5Al モデル合金を作製し、切断、圧延、打ち抜き、機械研磨により厚さ 0.10mm 直径 3mmΦ のディスクとした後、800℃で 2 時間溶体化処理した。0.08mm 厚まで機械研磨した後、電解研磨により照射実験用薄膜試料とした。電子線照射は、超高压電子顕微鏡を用いて、照射温度 400℃、500℃、600℃、損傷速度 1.0×10^3 dpa/s で 2dpa まで行った。

3. 結論

Fig.1 は各温度における Fe-12Cr-5Al モデル合金の 1 dpa 時の組織写真である。電子線照射により、Fe-12Cr-5Al モデル合金中に転位ループが形成した。形成した転位ループのサイズおよび数密度は照射温度に強く依存し、400℃照射した試料における転位ループのサイズは最小で、数密度は最大となった。この転位ループ分布の温度依存性は Fe-12Cr モデル合金でも同様に観られたが、比較実験により、Al の存在が転位ループの成長方位に影響を与える可能性が示唆された。

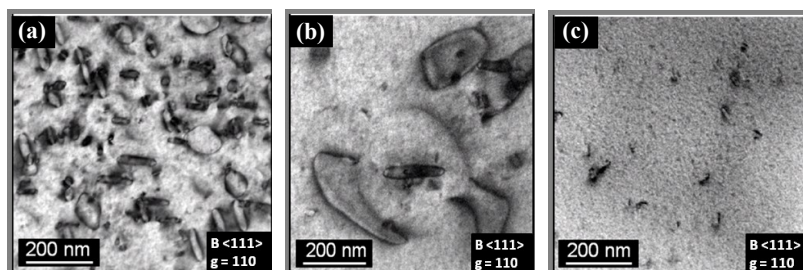


Fig.1 Fe-12Cr-5Al モデル合金の 1 dpa 時の組織写真 (a) 400 °C (b) 500 °C (c) 600 °C

*Kodai Toyota¹, Naoyuki Hashimoto¹ and Shigehito Isobe¹

¹Hokkaido Univ. Engineering