

[H27-01]

加速器を利用した照射材料挙動モデルの構築と微小試験法の開発

Modeling of microstructural evolution in irradiated materials by using ion accelerator and development of experimental method with miniature specimen

被照射材における熱負荷の影響の評価

Effect of heat load on microstructure in irradiated materials

橋本直幸^{A)}, 鈴木恵理子^{A)}
Naoyuki Hashimoto^{A)}, Eriko Suzuki^{A)}
^{A)} Hokkaido University

1. はじめに

316L ステンレス鋼は軽水炉圧力容器内の構造材に使用されており、核分裂中性子の照射により脆化する。通常運転時における構造材の想定温度は 288°C であるが、シビアアクシデントによる冷却系統停止時にはこの想定温度をはるかに超える高温にさらされ、急激もしくは徐々に冷却されることも想定される。このような環境下では材料の性質が変化し、材料の健全性と安全性を損なう可能性がある。本研究では、シビアアクシデント時の熱負荷及びその後の冷却過程が圧力容器構造材の微細組織に与える影響を調査することを目的とした。特に、昇温速度及び冷却速度をパラメータとして、材料中に形成した転位ループ、転位線、キャビティのサイズと密度の変化に着目した。

2. 実験方法

316L ステンレス鋼とモデル合金 (Fe-16Cr-14Ni) に対して電子線照射とイオン照射により照射欠陥を導入した。電子線照射は、電圧:1250keV、温度:290°C、損傷速度: 1.0×10^{-4} dpa/s、損傷量:0.1 と 1dpa とした。イオン照射は、温度:350°C、イオン種: 10.5MeV Fe³⁺、380keV H⁺、1.05MeV He⁺、損傷量:Fe 10dpa、H 112ppm、He 15ppm とした。照射後の熱負荷は、290-700°C の昇温、700-290°C の降温である。昇温/冷却時間は 5/5min., 20/80min., 200/80min., 20/800min. とした。熱負荷実験後、材料の微細組織を TEM により観察した。

3. 結果・考察

電子線照射とイオン照射により積層欠陥を伴う

転位ループ (フランクグループ)、ブラックドット、及びキャビティが形成し、その後の熱処理条件に応じてサイズ及び数密度が変化した。Fig. 1 にイオン照射したモデル合金における熱処理後のフランクグループの平均直径を、Fig. 2 には同試料の熱処理後のキャビティの平均直径を示す。

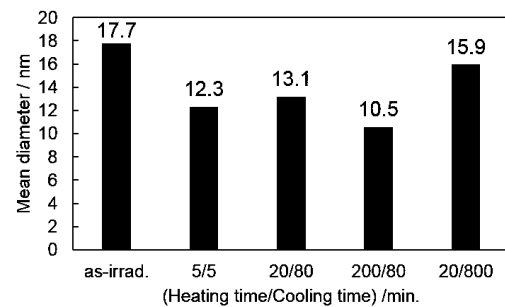


Fig. 1 Change of mean diameter after each heat treatment

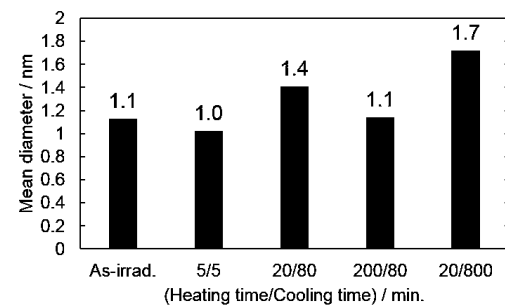


Fig. 2 Change of number density after each heat treatment

熱処理による照射誘起二次欠陥のサイズや数密度の変化は、温度変化に伴う空孔の流束に強く依存する。照射によって生じた母相中の過飽和な空孔に加え、昇温による熱平衡空孔濃度の上昇に起因したキャビティから母相中への空孔放出が起こり、多量の空孔を吸収したフランクグループが縮小した

[H27-01]

と推察される。一方、降温時間の長い試料においては、熱平衡空孔濃度の高い高温域において、母相中の空孔がフランクループよりも高シンク強度

のキャビティへと優先的に流れた結果、キャビティの成長およびフランクループの縮小が観られたと考えられる。