

照射ステンレス鋼の粒界部の引張破壊挙動 (3)

- 照射量およびマイクロ組織との関係 -

Tensile fracture behavior at grain boundary in neutron-irradiated stainless steels (3)

- Dose dependence and relationship with microstructure -

*三浦照光¹、藤井克彦¹、福谷耕司¹、瀬戸仁史²

¹原子力安全システム研究所、²日本核燃料開発

PWR で最大 74dpa まで中性子照射された 316 ステンレス鋼の粒界部の引張破壊挙動を室温の超微小引張試験で調べた。照射量が増すにつれて粒界破面率が増加しており、粒界の結合強度が照射により低下することを個別粒界の試験により明らかにした。粒界には照射によりキャビティが形成している様子が認められ、粒界破壊の一要因と推定された。

キーワード: ステンレス鋼、中性子照射、粒界破壊、超微小引張試験、照射誘起応力腐食割れ

1. 緒言

照射誘起応力腐食割れ (IASCC) の発生要因として、照射や腐食による粒界のマイクロ組織と組成の変化に起因する粒界の結合強度の低下が考えられるが、粒界の結合強度と照射量やマイクロ組織および組成との関係は良く分かっていない。これまでに PWR で 17dpa と 74dpa まで中性子照射された 316 ステンレス鋼 (以下、316 鋼) について大傾角粒界の引張破壊挙動を超微小引張試験法で調べ、照射量が高いと粒界破壊が起こり易いことを報告した[1]。本研究では、照射量 12dpa の 316 鋼について粒界部の引張破壊挙動を調べるとともに、粒界のマイクロ組織を TEM 観察により調べ、粒界の結合強度の照射量依存性を検討した。

2. 試験

PWR で 12dpa まで中性子照射された 316 鋼から、大傾角粒界 1 個を含む超微小引張試験片 (8×4×2μm) を FIB-SEM (HITACHI NB5000) を用いて作製した。粒界面を試験片中央に応力軸に対して垂直に配し、スリットを導入して粒界部の大きさを 0.3×2μm とした後、FIB-SEM 内で室温にて引張試験した。試験後、破面を SEM 観察し、破壊の様子を調べた。また、照射量 12、17、73dpa の 316 鋼について、大傾角粒界のマイクロ組織を TEM 観察により調べ、粒界部の引張破壊挙動との関係を検討した。

3. 結果

試験片の破面を図に示す。延性破壊の様相を呈しており、粒界破壊は認められなかった。照射量 17dpa の試験片では 10%の破面率で粒界破壊が認められ、照射量 74dpa の試験片ではほぼ全面が粒界破面であった[1]。照射量が増すにつれて粒界の結合強度が低下する照射量依存性を確認した。また、粒内と粒界には直径 1nm のキャビティと思われるフレネルコントラストが認められた。照射量が増すにつれて粒界キャビティの数が増加する傾向が認められ、粒界の結合強度を低下させる一要因と推察された。ただし、キャビティの像の多くは TEM 試料を傾斜させた際には粒界端部 (粒界のコントラストと粒内の境界) に認められ、粒界転位等を含んで評価している可能性が高い。数密度等の粒界キャビティの定量評価は今後の課題である。

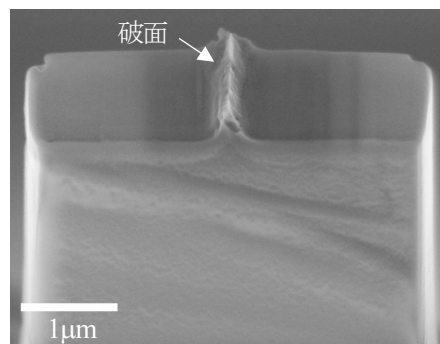


図 試験片破面の SEM 像

参考文献

[1] 三浦他, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 2B09.

*Terumitsu Miura¹, Katsuhiko Fujii¹, Koji Fukuya¹, Hitoshi Seto²

¹Institute of Nuclear Safety System, ²Nippon Nuclear Fuel Development