

平成 28 年度原子炉压力容器及び炉内構造物の照射影響評価手法の高度化
(3) 中性子照射を受けた 316L ステンレス鋼の照射に伴うミクロ組織変化の評価
 FY2016 Investigation for Improvement of Evaluation Method of Irradiation Effects on Reactor Pressure
 Vessel and Core Internals

(3) Characterization of Microstructural Change on Neutron Irradiated Type 316L Stainless Steel

*宮原 勇一¹, 西田 憲二¹, 陳 思維¹, 藤井 克彦², 橘内 裕寿³

¹電力中央研究所, ²原子力安全システム研究所, ³日本核燃料開発

中性子照射量が異なる 316L ステンレス鋼に対する透過型電子顕微鏡(TEM)観察と三次元アトムプローブ (APT)分析により、照射により形成されたミクロ組織を評価した。APT 分析ではニッケルとシリコンが濃化した溶質原子クラスターが、TEM 観察ではブラックドット、転位ループが観察された。オロワン機構に基づきクラスターによる強度因子を一定と仮定して推定した降伏応力の増分は実測値とよく一致した。

キーワード : 316L ステンレス鋼, 中性子照射, アトムプローブ, 溶質原子クラスター

1. 緒言

中性子照射を受けたオーステナイト系ステンレス鋼については、TEM 観察による照射欠陥の定量化に関する報告が多く、降伏応力等の機械的特性との相関について検討が進められている。一方、APT 分析では鋼材中の Ni、Si 等が濃化した溶質原子クラスターの形成が報告されているが、定量的な評価結果は少ない状況にある。本事業では、TEM と APT を併用することで、中性子照射によるミクロ組織変化を定量的に評価し、機械的特性との相関を得ることを目指す。

2. 実験

平成 28 年度は JNES IASCC 事業において JMTR で照射された SUS316L 鋼^[1]について、照射量が異なる 6 材料 (照射量 0.61, 0.95, 1.51, 2.74, 4.44, 12.4 dpa) を対象に TEM 観察と APT 分析を実施し、ミクロ組織変化と降伏応力の変化の相関について検討した。

3. 結果

TEM 観察では、ブラックドット(3~4 nm)、完全転位ループ(8~9 nm)及びフランクループ(4~8 nm)が観察されたが、キャビティや γ' 相は観察されなかった。APT 分析では、Ni-Si クラスター(3~4 nm)の形成が確認された。図 1 に降伏強度増分の実測値とオロワンモデルに基づいた降伏強度増分の計算値を示す。TEM 観察による照射欠陥の寄与は、欠陥サイズに応じた強度因子^[2]を求め計算した。実測値と TEM 観察による照射欠陥の寄与との差をクラスターの寄与と仮定し、クラスターの強度因子 α を一定値の 0.068 とすることで計算値と実測値はよく一致した。

参考文献

[1] 「平成 17 年度照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」, 独立行政法人原子力安全基盤機構, (平成 18 年 7 月) .

[2] L. Tan and J.T. Busby, J. Nucl. Mater. 465 (2015) 724-730.

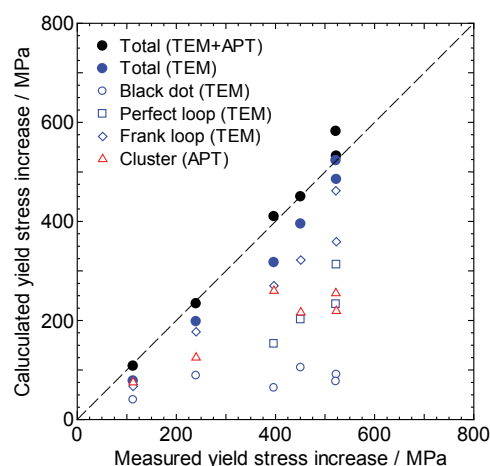


図 1 降伏強度増分の実測値と計算値

*Yuichi Miyahara¹, Kenji Nishida¹, Siwei Chen¹, Katsuhiko Fujii², Yuji Kitsunai³

¹CRIEPI, ²INSS, ³NFD