

平成 29 年度原子炉圧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オーステナイト系ステンレス鋼のミクロ組織と降伏強度 の相関

FY2017 investigation for improvement of evaluation methods of irradiation effects on reactor pressure vessel and core internals

(3) Correlation between microstructure and yield strength in neutron irradiated austenitic stainless steels

*宮原 勇一¹, 西田 憲二¹, 陳 思維¹, 藤井 克彦²

¹電力中央研究所, ²原子力安全システム研究所

高速炉で照射されたオーステナイト系ステンレス鋼のミクロ組織を透過型電子顕微鏡(TEM)観察とアトムプローブトモグラフィー(APT)分析により評価した。照射に伴う降伏強度の増分は、前報^[1]の熱中性子炉で照射されたステンレス鋼と同様にオロワン機構に基づいて推定できることを確認した。

キーワード：オーステナイト系ステンレス鋼, 中性子照射, アトムプローブ, TEM, 降伏強度

1. 緒言

前報^[1]では、熱中性子炉 (JMTR) で照射されたステンレス鋼において、クラスターの強度因子 α を一定値の 0.068 とすることでオロワン機構に基づいた降伏強度増分の推定が可能となることを報告した。本報では、高速炉 (BOR-60) で照射された市販純度 (CP) のステンレス鋼の結果を報告する。

2. 実験

米国の CIR プロジェクトにおいて高速炉 (BOR-60) で約 5~47dpa 照射されたステンレス鋼 (CIR CP316 と CIR CP304L) の TEM 観察と APT 分析を実施し、ミクロ組織と降伏強度増分の相関について検討した。

3. 結果

TEM では、ブラックドット、完全転位ループおよびフランクループが観察され、一部の試料では γ' 相が観察された。APT では、ニッケルとシリコンが濃化したクラスター (Ni-Si クラスター) と一部の試料で銅が濃化したクラスター (Cu クラスター) が観察された。表 1 に観察したミクロ組織のサイズと数密度の範囲を示す。また、降伏強度増分の実測値と前報と同様の手法で推定した計算値の関係を図 1 に示す。図中の Ref. は、文献の TEM 観察結果を用いて評価している。照射前の加工度が高い CIR CP316 において計算値が高い傾向にあるが、クラスターの強度因子を 0.068 とした前報と同様の手法で降伏強度の増分を比較的良く推定できることが確認された。

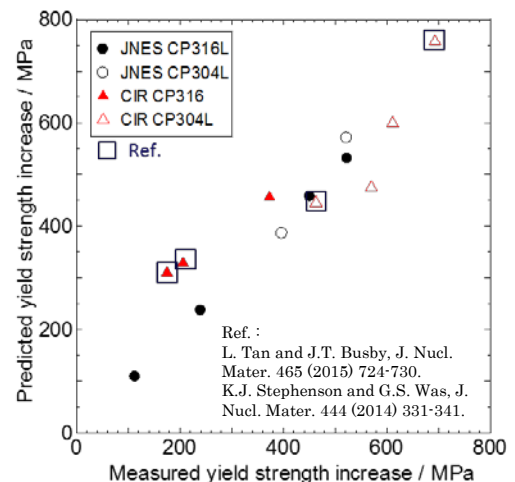


図 1 降伏強度増分の実測値と計算値

表 1 CIR プロジェクト材で観察されたミクロ組織の平均サイズと数密度の範囲

	ブラックドット 完全転位ループ	フランクループ	γ'	Ni-Si クラスター	Cu クラスター
サイズ (nm)	5.5~5.8	7.7~9.8	~6.1	2.6~8.6	2.0~2.5
数密度 (m^{-3})	$1.0 \sim 1.4 \times 10^{23}$	$5.9 \sim 8.3 \times 10^{22}$	$\sim 5.7 \times 10^{21}$	$1.7 \sim 6.8 \times 10^{23}$	$4.6 \sim 9.5 \times 10^{23}$

本成果は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 29 年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業 (原子炉圧力容器及び炉内構造物の照射影響評価手法の高度化) により得られたものである。

参考文献

[1] 宮原他, 日本原子力学会 2017 年秋の大会, 2I03 (2017).

*Yuichi Miyahara¹, Kenji Nishida¹, Siwei Chen¹ and Katsuhiko Fujii²

¹CRIEPI, ²INSS