

## 炉材料の強度及び微細組織への事故時の過熱の影響 (2)炉内機器の微細組織などへの事故時熱影響の検討

Annealing effects on strength and microstructure of LWR steels during severe accident

(2) Effect of heating on the microstructure and strength of the steels for reactor internals during the severe accident

\*野口 耕平<sup>1</sup>、橋本 健吾<sup>1</sup>、實川 資朗<sup>1</sup>

<sup>1</sup>福島工業高等専門学校

**抄録** 照射損傷+熱履歴を与えた 316 鋼の硬さ及び微細組織から、熱履歴が転位ループの密度低下及び大きさの増加をもたらすこと、これが温度と時間に強く依存するとの結果が得られた。他の事故履歴解析の情報などと組み合わせることにより、より詳細な知見を提供できる可能性があると思われる。

**キーワード**：ステンレス鋼 照射損傷 微細組織 過酷事故 廃止措置

### 1. 緒言

316 鋼などの炉内機器材料では、中性子の照射損傷により微細組織が変化する。この微細組織は、加熱により特徴的な変化を生じるとしばしば指摘される。これを用いれば、微細組織から事故時の熱履歴などを推定し得ると考えられる。この手法は、福島第一原発などでの過酷事故の解析に、さらに炉内機器の残存強度推定の手がかりにもなると考えられるため、微細組織変化と焼鈍条件の関係を評価することにした。なお、TMI-2 では、圧力容器の温度履歴の推定に、硬さ及び微細組織が用いられた[1, 2]。

### 2. 実験方法

試料には 6mm×3mm×0.75mm の短冊状の 316 鋼(0.013C-0.47Si-17.4Cr-12.6Ni-1.55Mn-2.5Mo-0.025P-0.001S-0.1N-Fe、Kobelco 製)を用いた。試料を 1100℃で溶体化処理し、表面をバフ研磨、電解研磨(リン酸-硫酸-メタノール)にて仕上げ、これに原子力機構の高崎研究所 TIARA 施設にて、10MeV の Fe<sup>3+</sup>と、1MeV の He<sup>+</sup>を照射した。照射温度は 300℃などとした。照射量は、弾き出し損傷量にして 1dpa、また He 注入量を 10appm とした(<sup>10</sup>B 不純物の影響などを考慮し注入した)。照射後、400℃以上で焼鈍し、FIB にて電子顕微鏡試料を作製して微細組織観察を行うと共に、硬さの変化を評価した。

### 3. 結果・考察

比較的低い温度である 450℃×10000s の焼鈍で少なくない変化が生じ、転位ループ(格子間原子型と考えられる)の数密度は、照射後のままの 4.5×10<sup>23</sup>/m<sup>3</sup>程度から半分程度に、大きさは平均して 2 倍程度に増加した。500℃及び 650℃の焼鈍でも、それぞれ 3000s から 300s 程度の保持時間で同様な変化が観察された。焼鈍後の微細組織例を図(左)に示す。また、数密度及び平均径の変化を図(右)にまとめる。このように、微細組織の変化は敏感に生じることから、炉内からサンプルが取り出せれば、事故履歴の理解に向けた情報を得ることができると考えられる。なお、焼鈍温度及び時間に従い、数密度と大きさ両方が同時に重なって変化するため、数密度-大きさ関係から事故時の温度と時間を独立に解析することは簡単ではないが、事故の継続時間は限られることから炉内機器の受けた温度履歴の推測に寄与できると期待している。

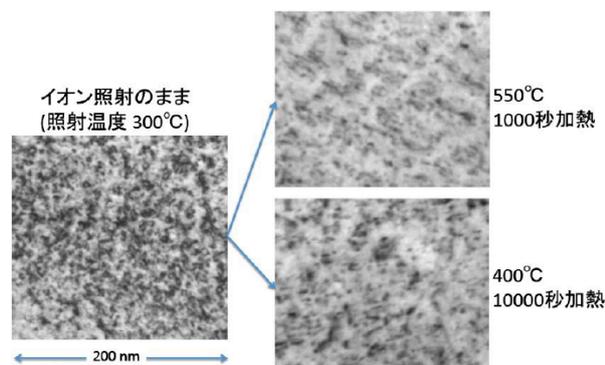


図 450℃×10000s、550℃×1000s 焼鈍後の微細組織

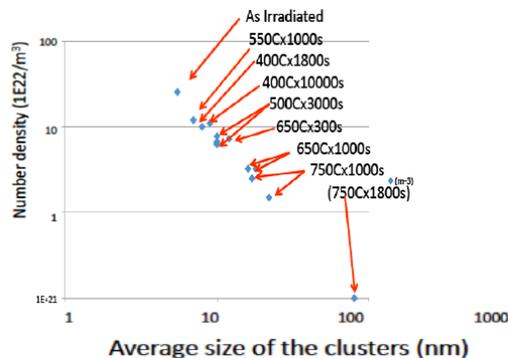


図 焼鈍による転位ループの数密度と平均径の変化

### 参考文献

[1] R. Pelli, TMIV(92)SF01.

[2] G.E. Korth, et al., Nuclear Engineering Design 167(1997)267-285

\*Kohei Noguchi<sup>1</sup>, Kengo Hashimoto<sup>1</sup>, Shiro Jitsukawa<sup>1</sup>

1. National Institute of Technology, Fukushima College