

BWR 環境における二相ステンレス鋼のミクロ組織に及ぼす熱及び照射の影響

Thermal and irradiation effect on microstructure of duplex stainless steel in BWR environment

*田中 重彰¹、阿部 友紀¹、橋内 裕寿²、豊田 哲也³、神長 貴幸⁴、大木 俊⁴

¹東芝、²日本核燃料開発、³日立GEニュークリア・エナジー、⁴東京電力ホールディングス

実炉あるいは試験炉で照射された溶接部を用いて、BWR 運転条件下に長時間さらされた二相ステンレス鋼の材料特性に及ぼす熱および照射の影響を評価した。BWR 運転条件下ではフェライト相中にスピノーダル分解が生じないこと及び、クラスタ体積分率や硬さの変化は主に照射の影響が大きいことが確認された。

キーワード：二相ステンレス鋼、熱時効、照射脆化

1. 緒言

BWR 運転条件下に長時間さらされた二相ステンレス鋼の材料特性に及ぼす熱および照射の影響を評価し、両者が重畳することによるフェライト相の硬化の影響を検討することを目的に、実炉あるいは試験炉で照射された溶接部より溶接金属を採取し、アトムプローブ (APT) 分析および微小硬さ測定を実施した。

2. 結果

APT 分析で得られた Cr の濃度プロファイルよりスピノーダル分解の傾向を評価した。V パラメータ法及び第一近接分布解析 (1NN) 法による解析結果では Cr 濃度の変調を示唆する挙動は見られず、BWR 運転温度ではスピノーダル分解は確認されなかった。図 1 に 1NN 法による評価結果を文献値^[1]と比較して示す。本研究の評価値は未時効材と同程度だった。また、APT 分析において数 nm の大きさで Ni、Mn および Si が濃化した領域 (以降、クラスタと称する) が検出され、その寸法、数密度及び、体積分率と中性子照射量との関係性を評価したところ、体積分率との間で最も良い相関を示し、照射条件 (中性子束、照射時間) により若干分離する傾向が見られたものの、照射量の増加とともにクラスタの体積分率も増加する。同様にフェライト相中の硬さと中性子照射量との関係性を図 2 に示す。硬さと照射量はよい相関を示し、照射条件による差異は見られなかった。なお、クラスタ、硬さとも鋼種による有意な違いはなかった。

3. 結論

APT 分析及び微小硬さ測定の結果より、BWR 運転温度ではスピノーダル分解は確認されなかった。また、クラスタ及びフェライト相中硬さは主に照射量に依存して増加した。

引用文献

[1] 藤井ら, INSS JOURNAL, Vol.22 (2015), NT-4.

謝辞

APT 分析に協力いただきました電力中央研究所ならびに原子力安全システム研究所の研究関係各位に感謝の意を表します。

*Shigeaki Tanaka¹, Tomonori Abe¹, Yuuji Kitsunai², Testuya Toyota³, Takayuki Kaminaga⁴, and Suguru Ooki⁴

¹Toshiba Corporation, ²Nippon Nuclear Fuel Development Co., LTD., ³Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ⁴Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.

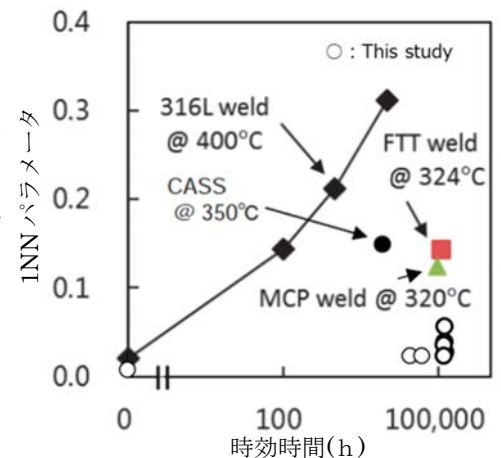


図 1 Cr-Cr の第一近接間距離の頻度分布^[1]

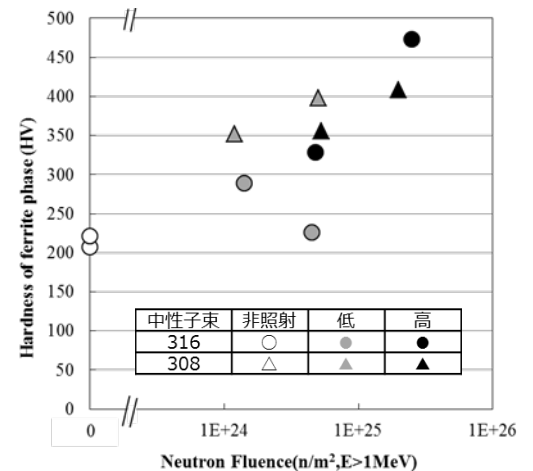


図 2 中性子照射量とフェライト相硬さの関係