

浜岡 1 号炉モックアップ材を用いた照射・熱時効影響評価(2)

Effects of irradiation and heat treatment on PRV mock up material of Hamaoka 1 reactor

*渡邊英雄¹, 大法友樹¹, 鎌田康寛², 熊野秀樹³

¹九州大学, ²岩手大学, ³中部電力

中部電力(株)浜岡 1 号炉モックアップ材を用いて、イオン照射並びに時効処理前後の微小硬さ並びに組織観察から、高経年化炉特有の現象について考察した。

キーワード: 原子炉压力容器, 照射脆化, 浜岡 1 号炉, イオン照射, 時効処理, 収差補正電子顕微鏡

1. 緒言

原子力発電所の主要構造物として原子炉压力容器があり、その中性子による材料の劣化(照射脆化)は最も重要な高経年化評価の対象となっている。原子炉压力容器は監視試験片と脆化予測式から管理運営がされているが、いくつかの未解明な事象について科学的根拠を示すことは重要な課題である。本研究では、実機とほぼ同一の熱履歴と予測されるモックアップ(UT ブロック)材に対してイオン照射並びに熱処理による影響を評価した。

2. 実験方法

浜岡原子力発電所 1 号炉 UT ブロックとして使用された材料から各種試験片を切り出し、照射前の組織を詳細に観察した。鉄イオン照射は、九州大学応用力学研究所設置のタンデム型加速器を用いて、290℃にて 1.0dpa まで実施した。クラッド部(2 相ステンレス部)、溶融部(熱影響部)、母相部に対して照射を行い、照射後、九州大学の収差補正機能を有する高精度の電子顕微鏡による STEM 観察や微小硬さ変化を測定した。また、400℃にて 1 万時間までの熱処理を行い、磁気測定並びにクラッド部に形成される G 相等の観察及び熱処理に伴う微小硬さを測定した。

3. 実験結果

中性子照射に伴う照射脆化の原因として、不純物として含まれる銅の析出物に加え、高経年化原子炉特有の現象として格子間原子型の転位ループの形成が知られている。浜岡 1 号炉模擬材の内部組織を示す。表面クラッド・容器界面近傍は溶接時の熱の影響の為、粒成長、炭化物の形成が顕著であり母相とクラッド界面では照射前の硬度が高い。図 2 に母相硬さ変化の 290℃照射による照射量(dpa)依存性を示す。入熱の影響の無い母材部分のイオン照射による脆化挙動は、これまでの銅濃度の異なる IVAR 材とよい一致を示しており、銅濃度依存性に関する各種の知見が本実機模擬材料においても活用可能であることが示された。図 2 に 400℃時効材の硬さ変化、図 3 に 1000 時間時効材の STEM-EDS の結果を示す。1000 時間を超えると α 相の硬さが増加し、これは G 相の形成と密接な関連があることが示された。

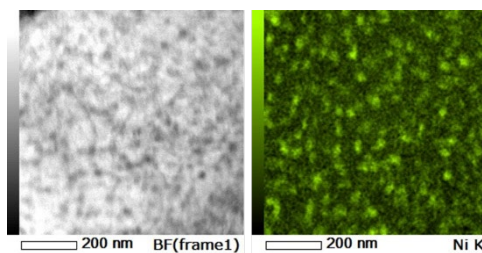
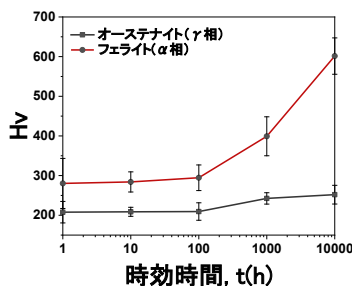
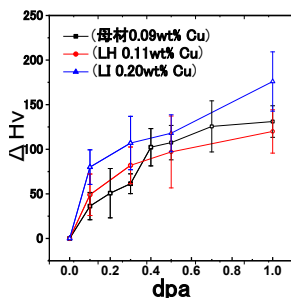


図 1 硬度変化の照射量依存性

図 2 クラッド部硬さ変化

図 3 STEM-EDS 観察結果(400℃、1000 h)

*Hideo Watanabe¹, Omoki Onori¹, Yasuhiro Kamada² and Hideki Yuya³

¹Kyushu Univ. ²Iwate Univ. ³Chubu Electric Power Co.