

PWR 模擬水中における 19 dpa 中性子照射ステンレス鋼の粒界酸化挙動

Grain Boundary Oxidation Behavior of 19 dpa Neutron Irradiated Stainless Steels in Simulated PWR Water

*福村 卓也¹, 三浦 照光¹, 藤井 克彦¹, 福谷 耕司¹, 橋内 裕寿²

¹原子力安全システム研究所, ²日本核燃料開発

19dpa まで中性子照射されたステンレス鋼を PWR 一次系模擬水中で腐食試験し, 粒界酸化挙動を調べた。観察した全ての粒界に粒界酸化が観察された。これまでに調べた 3 および 73 dpa 照射材と比較した結果, 粒界酸化長さは照射量とともに増加する照射量依存性が確認された。

キーワード: 粒界酸化, IASCC, ステンレス鋼, PWR, 腐食

1. 緒言

照射による腐食挙動の変化は照射誘起腐食割れ (IASCC) に関係していると考えられることから, IASCC メカニズム解明には照射材の腐食挙動の把握が重要になる。前報[1, 2]までに実機 PWR で照射された 316 ステンレス鋼製フラックスシンプルチューブに定荷重を負荷したまま温度 320℃ の PWR 模擬水中で 1149 時間の腐食試験を行い, 73 dpa 照射材の粒界酸化長さは 3 dpa 照射材より長いなどの知見を報告した。本研究では 19 dpa 照射材の粒界酸化状況を詳細に調べ, 粒界酸化長さの照射量依存性や粒界酸化物の構造と組成を調べた。

2. 試験

本研究では前報[1]で腐食試験に供した 19 dpa 照射材から粒界を含む薄膜試料を集束イオンビーム加工で作製し, 透過電子顕微鏡(TEM)とエネルギー分散型 X 線分析を用いて粒界酸化部の断面観察と組成分析を行った。19 dpa 照射材の照射条件は 4.8×10^{-8} dpa/s, 照射温度は 323℃ である。

3. 結果と考察

19 dpa 照射材で観察された粒界酸化部の断面 TEM 像 (Z コントラスト像) の一例を図 1 に示す。観察した 4 個の粒界全てに同様な粒界酸化が観察された。粒界酸化長さおよび内層酸化膜厚さと照射量の関係を図 2 に示す。粒界酸化長さは 3 dpa から 19 dpa にかけて大きく増加し, 73 dpa にかけて緩やかに増加する照射量依存性が認められた。内層酸化膜厚さは 19 dpa で飽和する傾向が認められた。粒界酸化部は電子線回折からスピネル型の氧化物であることが確認された。粒界酸化部では Fe と Ni の欠乏, Cr と Si の僅かな濃化と粒界酸化の前方の粒界には Ni の濃化が確認された。構造と組成に照射量による違いは認められず, 粒界酸化の基本的なプロセスは 3~73 dpa で変化しないことが分かった。照射量とともに粒界酸化長さが増加する要因として, 照射誘起偏析の影響が考えられる。

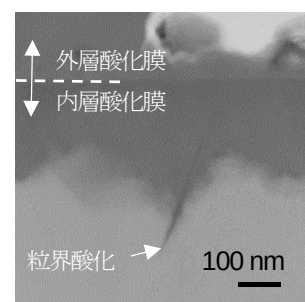


図 1 19dpa 照射材の粒界酸化断面 TEM

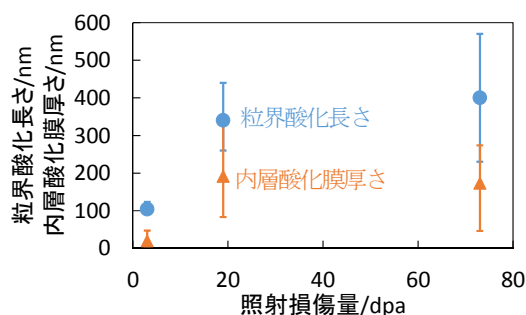


図 2 粒界酸化長さとお内層酸化膜厚さの照射量依存性

参考文献

- [1] 福村卓也, 福谷耕司, 藤井克彦, 三浦照光, 橋内裕寿, 日本原子力学会 2016 年秋の大会予稿集, 2B10, 2016.
 [2] 福村卓也, 福谷耕司, 藤井克彦, 三浦照光, 橋内裕寿, 日本原子力学会 2015 年秋の大会予稿集, I26, 2015.

*Takuya Fukumura¹, Terumitsu Miura¹, Katsuhiko Fujii¹, Koji Fukuya¹ and Yuji Kitsunai²

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc., ²Nuclae Fuel Development Co., Ltd.