2020年春の年会

PWR 構成材料の SCC の機構研究 一腐食に及ぼす Ni 濃度および温度の影響ー

SCC Mechanistic Study on PWR Structural Materials

- Influence of Ni Concentration and Temperature on Corrosion -

*寺地 巧¹, 山田 卓陽¹, 岡本 マキエ², 宮本 友樹² 有岡 孝司¹

¹原子力安全システム研究所,²神戸工業試験場

SCC 機構研究として、PWR1 次系模擬環境下で 600 合金、ステンレス鋼および Ni-Cr-Fe モデル合金の腐食量を 評価した。290℃では低 Ni 材ほど皮膜が厚く成長するが、360℃の高温条件では Ni 濃度依存性が小さいことが分か った。また、20%以下の Ni 濃度では低温側で腐食量が増加する傾向が認められ SCC 進展への影響が示唆された。

キーワード: PWR1 次系, SCC, 皮膜厚さ, 材料組成, Ni 基合金, 温度依存性

1. 緒言

加圧水型軽水炉 (PWR) の主要な一次系構成材料である Ni 基合金やステンレス鋼は、Fe-Cr-Ni を基本組成とし、 高温高圧水中で優れた耐食性を示す材料である。これら材料は応力腐食割れ (SCC)の感受性を有するため、SCC 進展速度への冷間加工、腐食電位、温度条件、材料組成などについての評価が行われてきた[1]。その結果、290℃ ~360℃の温度範囲で 600 合金の SCC 進展速度はアレニウス型の温度依存性を示すが、比較的 Ni 濃度が低い材料 では高温側で進展が停滞する条件があることが分かっている[1]。Terachi ら[2]は同様の環境でステンレス鋼の腐食 が高温側で抑制されること確認し、腐食の抑制が SCC 進展への影響因子として寄与すると考えたが、材料組成と 温度の腐食への影響を体系的に調べた研究はなく、詳細は明らかになっていない。そこで本研究では、SCC 進展 試験に供した 0.5TCT 試験片を用い、皮膜厚さの評価を行うことで Ni 濃度と温度の影響について考察した。

2. 実験

600 合金、ステンレス鋼および 10~75wt%Ni-16wt%Cr-Bal.Fe の代表組成を持つモデル合金について、20%CW 材の 0.5TCT 試験片を製作し、底部を 3µm のダイアモンドペーストで研磨した。SCC 進展試験は、PWR1 次系模擬 環境下(500ppmB+2ppmLi+DH 30cc/kg H₂O, 290~360℃)で行い、表面に形成した皮膜を収束イオンビーム加工 装置またはクロスセクションポリッシャーにて断面加工を施した後、SEM による観察から内層の皮膜厚さを求め た。また、試験時間の異なる部材を評価するため、内層皮膜厚さを放物線速度定数(Kp)(x²=2Kpt:x皮膜厚さ、 t:試験温度)に換算し、Ni 濃度および温度の影響について評価した。

3. 結果・考察

Kp に及ぼす Ni 濃度および温度の影響を図1に示す。 290℃では低 Ni 材(高 Fe 材)ほど皮膜が厚く成長した。 一方、340 および 360℃の高温条件では Ni 濃度依存性が 小さく、皮膜成長傾向に大きな差はない。これらの傾向 は、材料中の Ni 濃度により腐食の温度依存性が変化する ことを示し、同時に SCC 進展傾向と腐食の間に関連があ ることが示唆された。

[1] 例えば、K. Arioka et al., Corrosion, 74[1], (2018)
[2] T. Terachi et al., NPC 2010. Quebec. (2010)

^{*}Takumi Terachi¹, Takuyo Yamada¹, Makie Okamoto², Tomoki Miyamoto² and Koji Arioka¹

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc. ²Kobe Material testing Lab.



