

高温水中のステンレス鋳鋼の SCC 進展に及ぼす熱時効の影響

Aging effect on SCC Growth of Cast Austenitic Stainless Steels in High Temperature Water

*山田 卓陽¹, 寺地 巧¹, 宮本 友樹¹, 有岡 孝司¹

¹原子力安全システム研究所

PWR1 次冷却材模擬環境下におけるステンレス鋳鋼の SCC 進展は、溶存酸素を含む環境下では有意に進展するが、水素添加条件では進展が観察されず、同環境で優れた耐 SCC 進展性を示す。本報告ではこの続報として、長時間熱時効後の SCC 進展挙動を、熱時効の影響発生時間、高温腐食挙動などの観点から調べた結果を報告する。

キーワード：応力腐食割れ、ステンレス鋳鋼、SCC 進展、高温腐食挙動、熱時効

1. 緒言：PWR1 次冷却材模擬環境下におけるステンレス鋳鋼 (SCS14A、SCS13A) の SCC 進展は、溶存酸素を含む環境下 (以下 DO 環境) で進展するが、水素添加条件 (以下 DH 環境) では SCC 進展が観察されず、優れた SCC 進展抑制傾向を示すことが報告されている⁽¹⁻³⁾。これらの材料は長時間の熱時効によりフェライト () 相の硬さが増加し靱性が低下することが知られており⁽⁴⁾、熱時効により SCC 挙動が変化する可能性がある。しかし熱時効の影響を考慮した SCC 挙動の報告例は少ない。そこで 400 °C で 4 万時間の長時間熱時効材を用いた SCC 進展試験により、DO 環境の SCC 進展は一桁程度促進されること、一方で DH 環境では優れた耐 SCC 進展性を維持することを既に報告した⁽¹⁻³⁾。この熱時効による DO 環境の SCC 進展促進挙動、DH 環境下の抑制挙動について、その機構や熱時効条件については明らかになっていない。本報告では、熱時効条件 (400 °C で 3 万時間熱時効材) を追加し、DO 環境、DH 環境の SCC 進展試験を行い、SCC 進展挙動に及ぼす熱時効の影響を検討した。また、硬さや高温腐食挙動などを調べ、熱時効による促進機構 (DO 環境) および抑制機構 (DH 環境) について考察した。

2. 実験：種々熱時効条件 (400 °C で 4 万時間熱時効まで) の SCS14A (フェライト =8, 15%)、SCS13A (フェライト =8%) を、圧下率 10% の冷間圧延を施した後、T-S 方位で CT 試験片を採取し SCC 進展試験に供した。SCC 進展試験は、320 °C の高温水中 (500 ppm B + 2 ppm Li) で、DO 環境 (DO: 8 ppm)、DH 環境 (DH: 30cc/kgH₂O) 中、応力拡大係数 K_I = 30MPa^{1/2} の一定荷重条件 (DH 環境で一部台形波 (R=0.7) 期間あり) で実施した。試験時間は、DO 環境で 263 ~ 673h、DH 環境で 982h 以上、最長 7,818h とした。

3. 結果・考察：図のように DO 環境の SCC 進展は未時効材で 2×10^{-7} mm/sec 程度の SCC 進展を示し、400 °C で 3 万時間以上の熱時効で促進された。き裂断面観察で フェライト相の粒内 (TG) SCC が熱時効材で観察されたが、未時効材では観察されなかった。熱時効により フェライト相の TGSCC 感受性が增大することが DO 環境の促進の一因と推察された。一方で、DH 環境の SCC 進展は未時効、熱時効材ともに SCC 進展が観察されず、熱時効の影響は認められなかった。DH 環境では長時間の熱時効後も フェライト相の高温腐食が抑制された。この高温腐食挙動が、DH 環境の SCC 進展抑制の一因と推定された。

参考文献：[1] 山田ら, INSS Journal 18(2011).

[2,3] T.Yamada et.al., Proc. of NPC2010., NPC2012.

[4] T.Yamada et.al., Journal of Nuclear Materials, 350, pp. 47-55.(2006).

*Takuyo Yamada¹, Takumi Terachi¹, Tomoki Miyamoto¹ and Koji Arioka¹

¹Institute of Nuclear Safety System, inc.

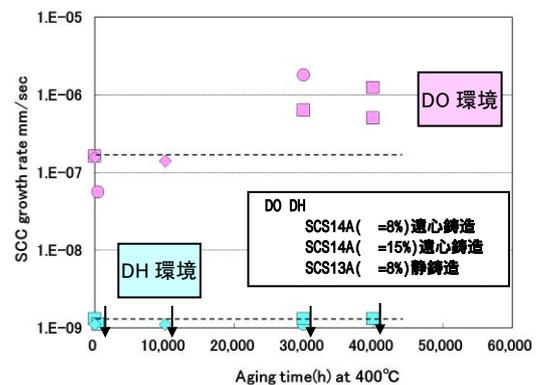


図1 SCC 進展に及ぼす熱時効の影響