

SUS630 の高温水中 SCC 挙動に及ぼす熱時効による微細組織の影響

Effect of microstructure on SCC growth behavior of thermal aged SUS630 in high-temperature water

*山田 卓陽¹, 國谷 耕平¹, 大厩 徹¹, 有岡 孝司¹

¹INSS

SUS630 は 400~320°C20,000 時間までの熱時効で時効時間につれて硬化し、また SCC 進展が増加する。320°C20,000 時間時効材を対象として、この熱時効による微細組織変化と水素吸収量を調べ、高温水中の SCC 進展挙動との関係を調べた。その結果、熱時効により生成した数 nm サイズの Cu-rich 相と隣接して生成する G 相が硬さと SCC 挙動へ影響する可能性が示唆された。一方で水素吸収の観点では、それらの熱時効生成物は水素のトラップサイトとは関係しないことが示唆された。

キーワード : SUS630、17-4PH ステンレス鋼、高温水中 SCC 挙動、熱時効、析出硬化熱処理、軽水炉

1. 緒言 : SUS630 は 400~320°C20,000 時間までの熱時効で時効時間につれて硬化し、また SCC 進展が増加することをこれまでの研究で明らかにした[1]。図 1 に SCC 進展速度の 320°C の熱時効依存性を示す[1]。図中 SUS630 (H1100, H1150) 320°Cx20,000 熱時効材は、同一熱時効条件で硬さは HV1=400 で同程度であるが SCC 進展に 1 桁程度の差異が観察された。本報告では、この熱時効条件に着目し、長時間熱時効による微細組織変化と SCC 挙動の関係を調べた。また、SUS630 の弁棒破損事例では水素の関与した擬へき開状の割れとの報告があり[2]、本研究では水素チャージ後の水素吸収量の観点で水素の関与を調べた。

2. 実験方法 : SCC 進展試験は、標準的な PWR 1 次系環境を模擬し 500 ppm B + 2 ppm Li、30 cc/kg-DH の水中 320°C で行った。応力拡大係数は $K=30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ で一定荷重、目標試験時間は約 1,000 時間とした。熱時効材の微細組織観察はアトムプローブ分析を実施し、クラスタ解析とスピノーダル分解の評価を実施した。また微細析出物の生成が水素吸収量に影響することを想定し、水素チャージした熱時効材を対象とし昇温脱離分析 (Thermal Desorption Analysis, TDA) を実施した。

3. 結論 : 図 2 に H1150 と H1100 の 320°C20,000 時間熱時効材のアトムマップを示した。30nm サイズの Cu-rich 相は、析出硬化熱処理後 (熱時効前) に生成した析出物である。その部分を除外した赤枠内の解析の結果、数 nm サイズの Cu-rich 相と隣接して生成する G 相が確認され、一方でスピノーダル分解の進行は両者とも明瞭ではなかった。以上から、前者の熱時効生成物がこれら熱時効材の硬化と SCC 進展の増加に寄与した可能性が示唆された。一方で水素吸収量は熱時効の前後で明瞭な差が観察されず、微細な熱時効生成物は水素のトラップサイトとは関係しないことが示唆された。今後、熱時効した SUS630 の SCC メカニズム検討のため、高温水中の酸化挙動や亀裂進展経路など、さらなる検討を予定している。

参考文献: [1]山田ら, 日本原子力学会 2021 年春の年会, 1K06

[2]ニューシア, <http://www.nuciac.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=1517>

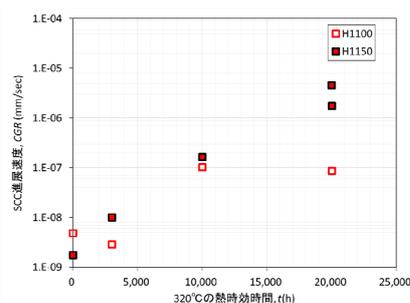
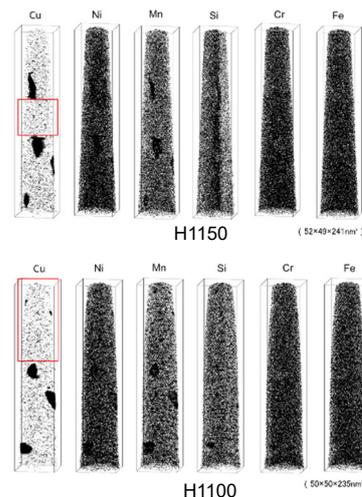


図 1 SCC 進展速度の熱時効時間依存性



材料条件	H1150 320°C20kh	H1100 320°C20kh
クラスタ直径 (nm)	3.34	3.26
クラスタ数密度 (m ³)	1.04E+24	9.02E+23
スピノーダル1NN	0.055	0.057

図 2 アトムプローブによる微細組織 (320°C20,000 時間時効材)

*Takuyo Yamada¹, Kohei Kokutani¹, Toru Ohumaya¹, Koji Arioka¹ ¹INSS