

気液交番環境における炭素鋼の腐食加速現象の研究

－ (2) 鉄さび層の構造と加速機構 －

Study of the accelerated corrosion of carbon steel in air-solution alternating environment

－ (2) Iron rust structure and the acceleration mechanism －

*大谷恭平¹、塚田隆¹、上野文義¹、山本正弘¹

¹ 日本原子力研究開発機構

気中と水中へ交互に暴露される環境（気液交番環境）で炭素鋼の腐食は加速する。気液交番環境で炭素鋼に形成した鉄さび層の断面観察および分析より、気液交番環境で炭素鋼の腐食が加速する理由は常に溶存酸素（DO）濃度の高い場所でカソード反応が生じ続ける構造の鉄さび層が形成するためだと考えられる。

キーワード：腐食、炭素鋼、原子炉格納容器、回転型腐食試験、希釈人工海水、塩化物イオン濃度

1. 緒言

既報^[1,2]より、気液交番環境における炭素鋼の腐食速度および鉄さび厚さは、常時水中に浸漬されて流れのある環境（全浸漬環境）に比べて増大することが明らかになった。（図1）本研究では、気液交番環境で炭素鋼に形成した鉄さび層の断面観察および分析により、気液交番環境における炭素鋼の腐食加速機構を解明することを目的とする。

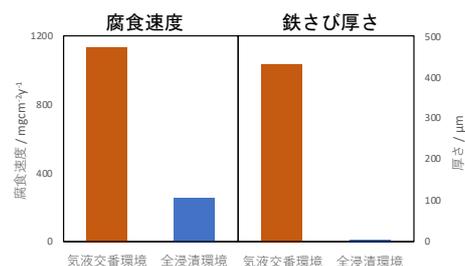


図1 各環境における腐食速度と鉄さび厚さ

2. 実験

SGV480 相当材炭素鋼を 40 x 10 x 2 mm に切断し、研磨および超音波洗浄を行い試料とした。溶液には 200 倍希釈人工海水を用いた。気液交番環境における腐食試験は大気開放で 144 時間実施した。気中に出ている期間の試料表面は乾燥せず常に水膜が形成していた。観察はデジタルカメラ、マイクロスコープ、金属顕微鏡、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて行い、分析は顕微ラマン分光分析装置 (Raman) およびエネルギー分散型 X 線分光器(EDS)、オージェ電子分光分析装置(AES)を用いて行った。

3. 結果・考察

図2に気液交番環境で腐食試験後の試料断面 SEM 写真を示す。SEM 写真より、試験後の試料には 300 μm を超える多層構造の厚い鉄さび層が形成していたことがわかる。図2の(a)で示す範囲には白色の外殻のような密な層（クラスト層）と外側に灰色の層が確認でき、Raman 分析より内側のクラスト層は Fe₃O₄、外側の灰色の層は γ-FeOOH であったため、鉄さび層の最外部で γ-FeOOH が Fe₃O₄ に還元する反応が生じていたと考えられる。図2の(b)で示す範囲には AES 分析より Fe₃O₄ の結晶が存在することがわかり、この結晶によりクラスト層と素地 Fe は電氣的に接続されていることを確認した。このことは、クラスト層に内部の Fe₃O₄ の結晶を介して素地 Fe から電子が供給可能であることを意味し、酸素還元反応（カソード反応）は水膜により DO 濃度の高い鉄さび層最外部で生じていたと考えられる。すなわち、気液交番環境で鉄さび層が厚く成長しても、カソード反応は常に水膜の影響によって加速される状態が維持されていたといえる。以上のように気液交番環境では特殊な形状の鉄さび層が形成するため、炭素鋼の腐食速度は全浸漬環境に比べて速かったと考えられる。この環境での腐食速度は水中および気中の酸素濃度に大きく影響を受けると考えられる。

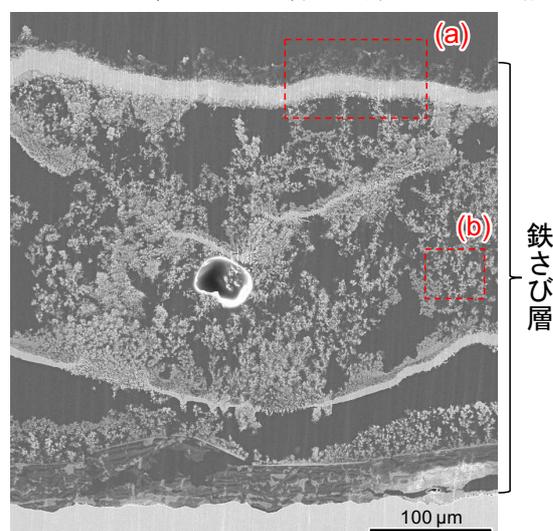


図2 腐食試験後の試料断面 SEM 写真

参考文献

- [1] 塚田ら、日本原子力学会 2016 年春の年会予稿集、1N10。
 [2] 塚田ら、日本原子力学会 2017 年春の年会予稿集、2104。

*K. Otani¹, T. Tsukada¹, F. Ueno¹, and M. Yamamoto¹

¹Japan Atomic Energy Agency