

液中電位分布計測技術を用いた 炭素鋼の腐食機構のナノスケールその場解析

In-situ Nanoscale Analysis of Corrosion Mechanism of Carbon Steel by In-Liquid Potential Distribution Measurement Technique

金大¹

○山本伸之介¹, 平田海斗¹, 水島大地¹, 福間剛士¹

Kanazawa Univ.¹

○Shinnosuke Yamamoto¹, Kaito Hirata¹, Daichi Mizushima¹, Takeshi Fukuma¹

E-mail: syamamoto@stu.kanazawa-u.ac.jp

金属の腐食は様々な産業で問題となっている。過去の研究によると、腐食の引き起こす経済損失は年間 15~20 兆円にもものぼるとされており、防食技術の発展や腐食機構の解明が求められている。特に炭素鋼は、建築資材や水道管など幅広い場面で使用されており、活発な腐食研究がなされている。鉄に炭素を添加することで機械的強度が上昇するが、形成されるパーライト組織に起因して耐食性が低下する。パーライトはフェライト (Fe) とセメンタイト (Fe_3C) が縞状に並んだ組織である。耐食性の低下は、フェライトがアノード、セメンタイトがカソードの腐食電池を形成するため生じると考えられている。しかし、腐食電池は液中で形成され、ナノスケールで分布するために直接観察は困難であり、腐食電池の形成や腐食生成物の堆積を含む腐食機構には不明な点が多い。

そこで本研究では、腐食を電位分布として直接観察可能なオープンループ電位顕微鏡 (OL-EPM) を用いて、炭素鋼の腐食の経時変化観察を行った (Fig. 1)。腐食溶液には脱気した NaCl 溶液を用い、溶液環境を一定とするために 0.15mL/h で溶液をフローしながら計測を行った。

OL-EPM 計測より得られた表面形状像と電位像の経時変化を Fig. 2 に示す。形状像において低い領域がフェライト、高い領域がセメンタイトであり、フェライトが高電位、セメンタイトが低電位であることが示された。観察開始直後、セメンタイト上に腐食生成物が観察された (Fig. 2(a)青矢印)。この腐食生成物はセメンタイトよりも低電位であることがわかる。また、形状像と電位像から、腐食生成物は時間経過と共に成長する様子が観察された (Fig. 2(a)~(c) 青矢印)。70min では、電位像において腐食生成物と思われる低電位領域が、セメンタイト表面のほとんどを覆っていることがわかる (Fig. 2(c)青矢印)。

これらの結果より、炭素鋼の腐食過程ではフェライトがアノード、セメンタイトがカソードの腐食電池を形成することが示された。腐食の進行に伴い発生した腐食生成物は、カソードであるセメンタイト上に堆積することが明らかとなった。本研究では OL-EPM 計測により、炭素鋼の表面上においてナノスケールで生じる腐食過程を可視化することに成功した。

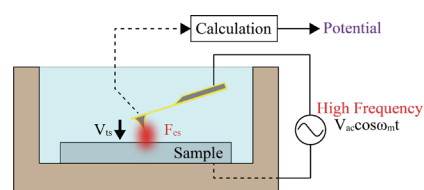


Fig.1 Experimental setup of OL-EPM in Electrolyte.

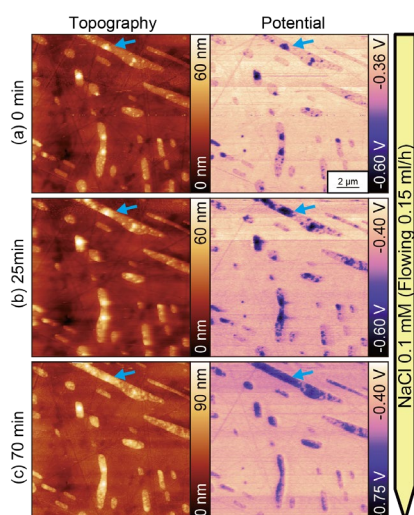


Fig. 2 Topography and potential images of carbon steel in NaCl solution.