

液中ナノスケール電位分布計測技術を用いた Al 合金中の Al-Fe 金属間化合物粒子周囲における局所腐食挙動の直接観察

Direct Observation of Local Corrosion around the Al-Fe Intermetallic Particle in the Al Alloy by In-liquid Nanoscale Potential Measurement Technique

金沢大学¹, 神戸製鋼所²

°平田 海斗¹, 岡本 貴浩¹, 北川 拓弥¹, 小澤 敬祐², 福間 剛士¹

Kanazawa Univ.¹, KOBE STEEL, LTD.²

°Kaito Hirata¹, Takahiro Okamoto¹, Takuya Kitagawa¹, Takahiro Ozawa², Takeshi Fukuma¹

E-mail: k.hirata@staff.kanazawa-u.ac.jp

近年、輸送機の軽量化ニーズに伴い、軽量かつ高耐食・高強度・高成形性を有する Al 合金の適用が進んでいる。そこで、より過酷環境で用いることができる、従来よりも高耐食性な Al 合金が要求される。Al 合金は、不可避不純物である Fe により、金属間化合物粒子である Al-Fe 系晶出物を形成する。腐食溶液中では、この Al-Fe が合金母相と局所腐食 (Fig.1a) を形成するとされており、これが初期的な要因となって徐々に合金内の腐食が拡大していくケースもある。しかし、従来技術では局所腐食のナノ計測が困難であった為、局在する Al-Fe 周囲の腐食については未解明な点が多い。本研究では、我々が独自開発した原子間力顕微鏡 (AFM) ベースの液中ナノスケール電位分布計測技術、オープンループ電位顕微鏡 (OL-EPM) により、希硫酸中の Al-Fe 周囲における腐食挙動を観察し、その機構に関するナノレベルでの理解を目指した (図 b)。

まず、走査型電子顕微鏡 (SEM) とエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) を用いた表面観察と元素分析で Al-Fe を同定した。次に SEM-EDX 観察と同箇所の OL-EPM 計測により、希硫酸中 (pH = 2.5) の形状・電位像の経時変化を観察した。この時、局所腐食の初期過程観察のため、自作 AFM 用溶液置換システムを用いて計測途中で超純水中から希硫酸中へ溶液を置換した。

Fig.1c に OL-EPM で同時取得した表面形状・電位像を示す。希硫酸置換直後を 0 分と定義する。0 分の電位像 (Fig.1c (ii)) では、電位分布の偏りは小さく、概ね一様である。一方、36 分後の電位像では Al-Fe 周囲 (Fig.1c (ii) 36 min 緑矢印) や Al-Fe 内の一部 (Fig.1c (ii) 36 min 赤矢印) が局所的に高電位となる。従来の結果から OL-EPM 電位の高電位領域で金属溶解が進行することがわかっている。従って、Al-Fe 周囲の局所腐食では、母相が Al-Fe との接触界面で局所腐食を形成するのに加えて、Al-Fe 内でも腐食反応が進行していると考えられる (Fig.1 d)。この様な局所腐食モデルは、従来から腐食機構の説明に仮定されることがあるが、直接可視化されているわけではない。一方で、本研究結果より、OL-EPM は局所腐食の直接観察からメカニズム理解に貢献すると考える。今後、本技術により腐食科学分野のナノスケール研究が飛躍的に発展すると期待できる。

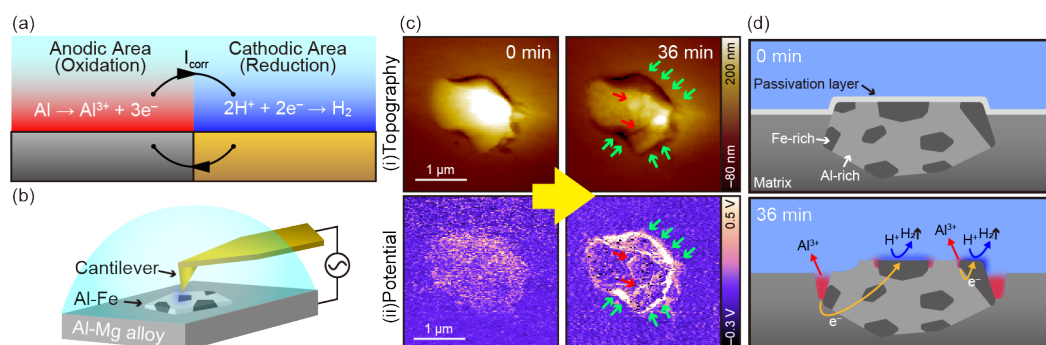


Figure1: (a) Typical local corrosion mechanism. (b) Schematic illustration of OL-EPM measurement of Al-Fe. (c) Topographic and potential images obtained by OL-EPM measurement in diluted H₂SO₄, and (d) The expected mechanism of local corrosion formed around Al-Fe.