

近接した塗膜傷間における鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究

九州大学 学生会員 ○増本 岳 九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
九州大学大学院 学生会員 小林 淳二 九州大学大学院 学生会員 藤本 拓史
鉄道総合技術研究所 正会員 坂本 達朗

1. はじめに 飛来海塩環境などの腐食性が高い環境に曝される塗装鋼構造物では、紫外線により塗膜劣化がほとんど生じていない部位であっても、ピンホールなどの物理的傷が起点となり、局部腐食が発生・進行する場合がある。また、腐食は単体の塗膜傷部からの進行に加え、複数の塗膜傷部が相互干渉しながら進行・結合することもある。そこで、本研究では近接した複数の塗膜傷を有する普通鋼板の腐食挙動の電気化学機構を検討するために、モデル試験体を製作し、その塗膜傷間に生じる鋼材のマクロセル腐食電流を測定した。

2. 試験方法 試験体はウェザロサイズ (150×70×19mm) の普通鋼板 (JIS G3106 SM490A) を機械加工することで製作した。試験体の概略図を図-1 に示す。電極の直径は 20mm とし、試験体の各電極間には、絶縁と電極の固定を目的としてエポキシ系樹脂を充填した。試験体の片面に厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料を約 60 μ m 塗布し、乾燥後に電極部分を機械切削した。また、図-1 (a) に示すように、直径を 1, 3, 5 および 10mm とした円形傷を機械加工で導入した。試験体の裏側については、図-1 (b) に示すように、導線を介して 2 つの電極を接続することで、電極間におけるマクロセル腐食電流を計測するための回路を構築した。本試験では塗膜傷間における電気的な相互干渉効果を定量的に把握するため、試験体を 3.5wt%NaCl aq (水深: 5mm, 温度: 22℃) に浸漬させ、塗膜傷間で流れるマクロセル腐食電流を測定した。

3. 試験結果 試験体の外観変化を図-2 に示す。浸漬試験開始後から塗膜傷部で腐食が進行している。裏面の導線を介して電極間が接続されている塗膜傷部は腐食の進行性が異なっており、試験時間が増加するにしたがって、片側の塗膜傷には赤褐色、他方の塗膜傷には黒色の腐食生成物が生成されている。

マクロセル腐食電流密度 i_{corr} の経時変化を図-3 に示す。電極により若干傾向は異なるが、電流密度は一定にならず、正負交番している。これは 2 つの塗膜傷が相互干渉し、一方の電極がアノードに、他方の電極がカソードに固定されたことを意味している。また、塗膜傷径によらず、すべての電極間で同程度の i_{corr} が生じている。これは塗膜傷面積の増加にともない、反応場も増加したことが原因として考えられる。

図-3 に示したように、直径 10mm の傷については、試験開始から 6 日後まで正の電流となっている。その結果、図-2 (c) に示すように、左側の電極では黒色、右側の電極では赤褐色の腐食生成物が生成されている。その後、10mm の傷間では 24 日後まで負の電流となっている。そのため、試験開始 14 日後については、図-2 (d) に示すように、左側に赤褐色、右側に黒色の腐食生成物が生成されている。また、試験開始 28 日後においては、10mm の傷間で再び、

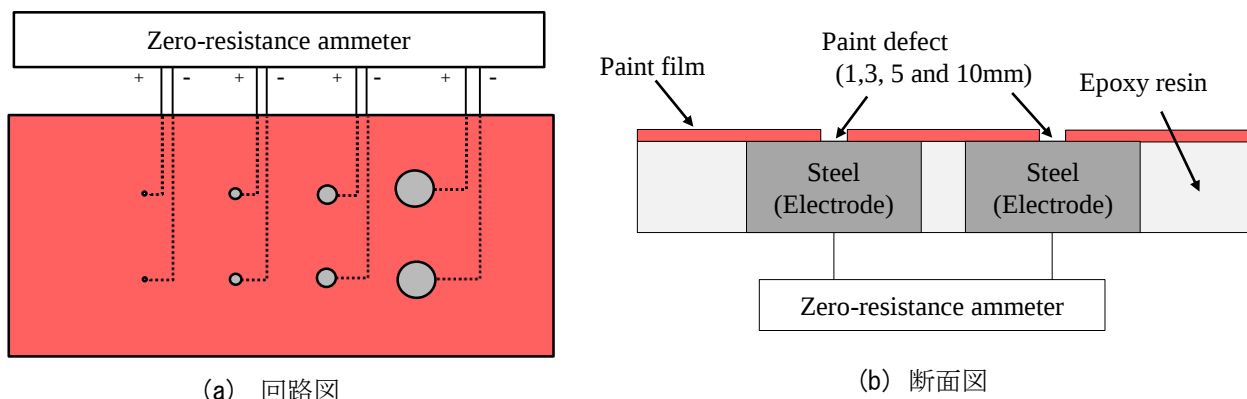


図-1 試験体とマクロセル腐食電流の測定システムの概略図

キーワード 腐食 塗膜傷 腐食電流 マクロセル腐食 ミクロセル腐食
連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 ウェスト 2 号館 1104 号室 TEL 092-802-3392

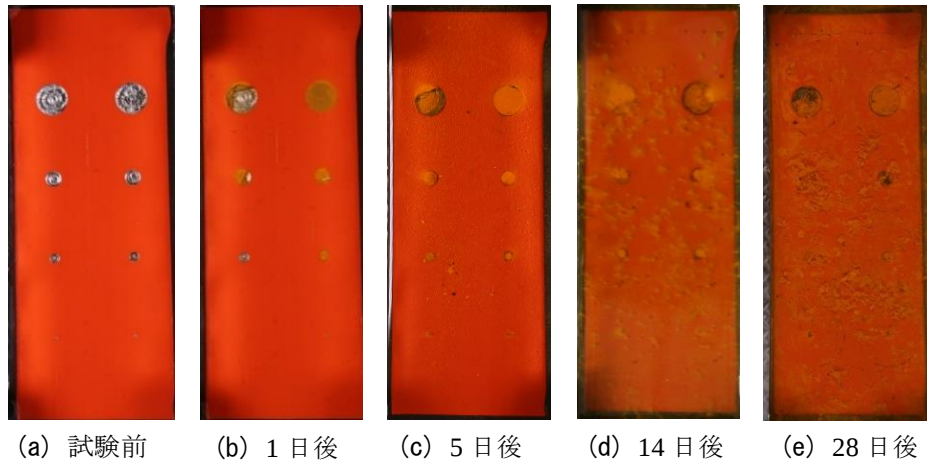


図-2 試験体の外観変化

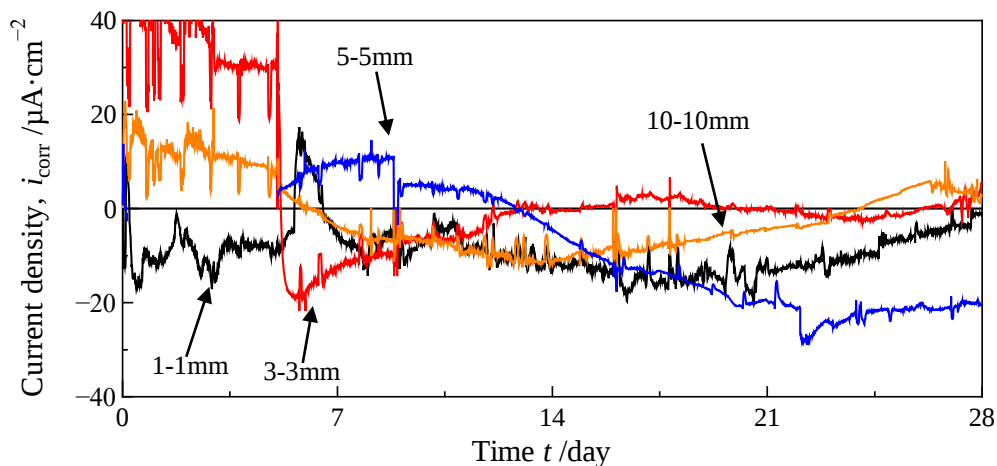
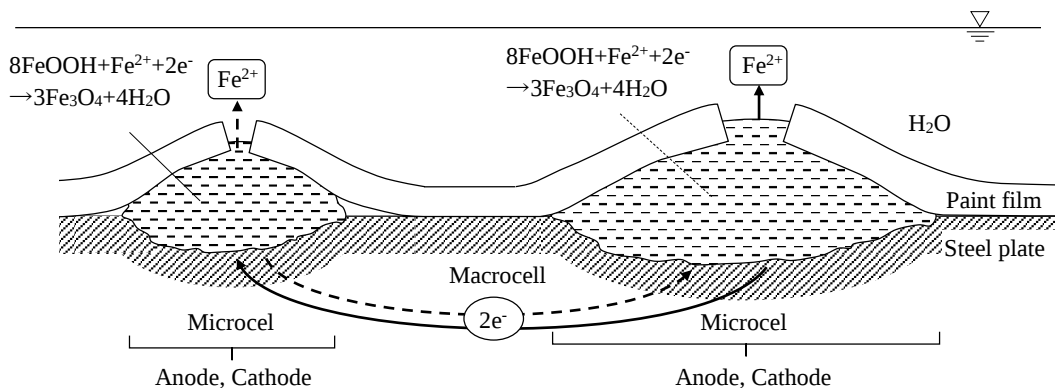
図-3 マクロセル腐食の電流密度 i_{corr} 

図-4 塗膜傷間で生じる電気的短絡の模式図

正の電流となり、図-2(e)に示すように、アノードとカソードが交番している。本試験のように、近接する塗膜傷が電気的に短絡した場合には、単体の塗膜傷内における自己腐食反応に加え、図-4に示すような各傷がそれぞれアノードおよびカソードとなる電気化学反応に伴う腐食が進行すると言える。その際、アノード側ではFeの溶解により赤褐色のFeOOHが生成され、カソード側ではFeOOHの還元反応により黒色を呈するFe₃O₄が生成される。この反応により、アノードとなる塗膜傷では、単体の塗膜傷に比して腐食速度が大きくなると言える。また、アノードとカソードが交番しながら腐食は進行すると言える。

4. まとめ 1) 近接した2つの塗膜傷から生じる鋼材の腐食は、傷部がアノードあるいはカソードになり、これらが相互干渉しながら進行する。2) 2つの塗膜傷部から発生する腐食は、それらのアノード部とカソード部が交互に入れ替わりながら進行する。3) 2つの塗膜傷部から発生する腐食の進行性は、単体の傷部に比して高い。

参考文献 1) 田中誠：鋼構造物の塗装の寿命とは、(財) 鉄道総合技術研究所, RRR, 1991.9号, pp.9-14, 1991.