

近接した塗膜傷間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

1. はじめに

飛来海塩環境などの腐食性が高い環境における塗装鋼構造物では、紫外線等により塗膜が劣化する前にピンホールや線傷などの物理的な傷が起点となり、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から進行するだけでなく、複数の塗膜傷が相互干渉しながら進展・結合することもある。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を電気化学的に検討するために、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、乾燥後に電極部分に対して機械切削を行った。また、図-1 (a) に示すように 1, 3, 5 および 10mm の円形傷を機械加工で導入した。試験体の裏側においては、図-1 (b) に示すように、導線を介して 2 つの電極を接続し、電極間におけるマクロセルの腐食電流を計測するための回路を構築した。本研究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 $^{\circ}$ C) に浸漬させ、塗膜傷間で流れるマクロセルの腐食電流密度を計測した。

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。マクロセルの腐食電流密度 i_{corr} の経時変化を図-3 に示す。試験開始 7 日後から電流値がほぼ安定しているが、電流密度は一定にならず、正負交番している。これは 2 つの塗膜傷間が相互に干渉し、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示している。また、塗膜傷径によらず、すべての電極間で同程度の i_{corr} が計測された。これは塗膜傷面積の増加に伴い、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、径 10mm の傷では、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、正の電流となり、図-2 (e) に示すように、アノード・カソードが交番している。本研究のように、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 に示すような各傷をアノードおよびカソードとした電気化学反応に伴う腐食が進行すると考えられる。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¹⁾。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考えられる。また、アノードとカソードが交番しながら腐食が進行すると考えられる。

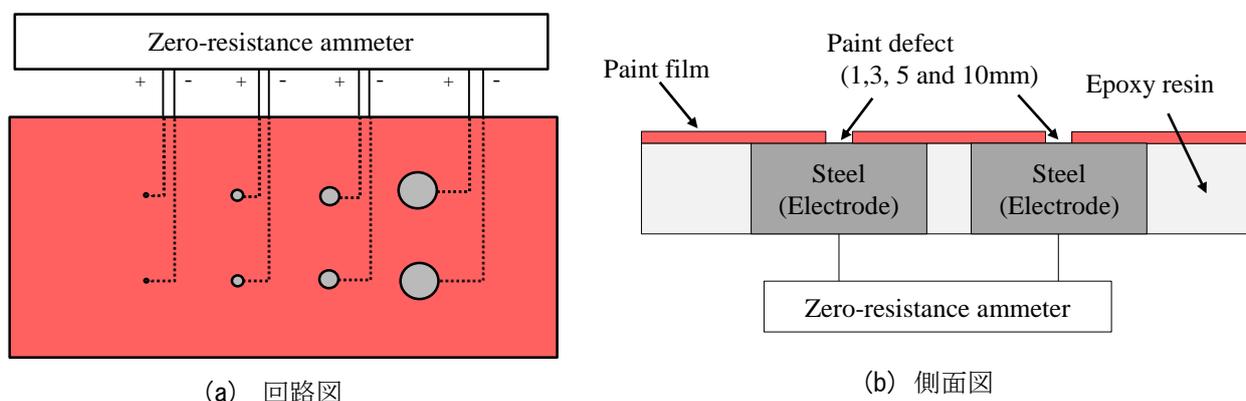


図-1 試験体とマクロセル腐食電流測定システムの概略図

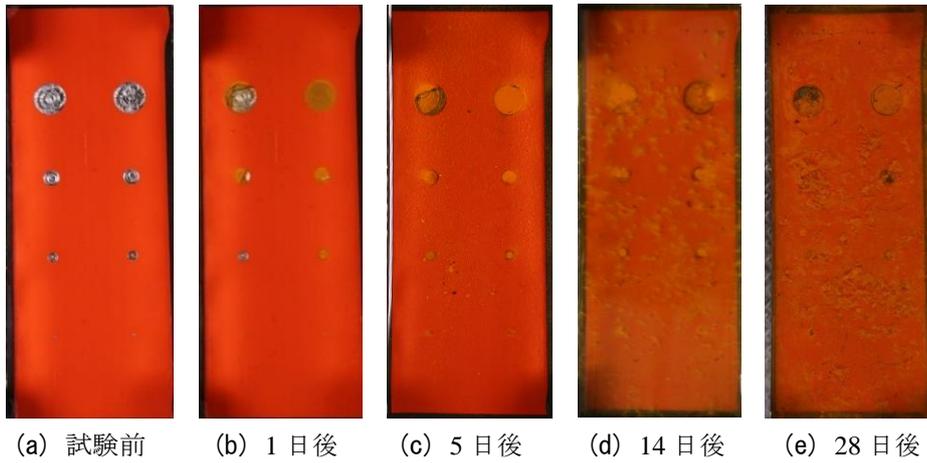


図-2 試験体の外観変化

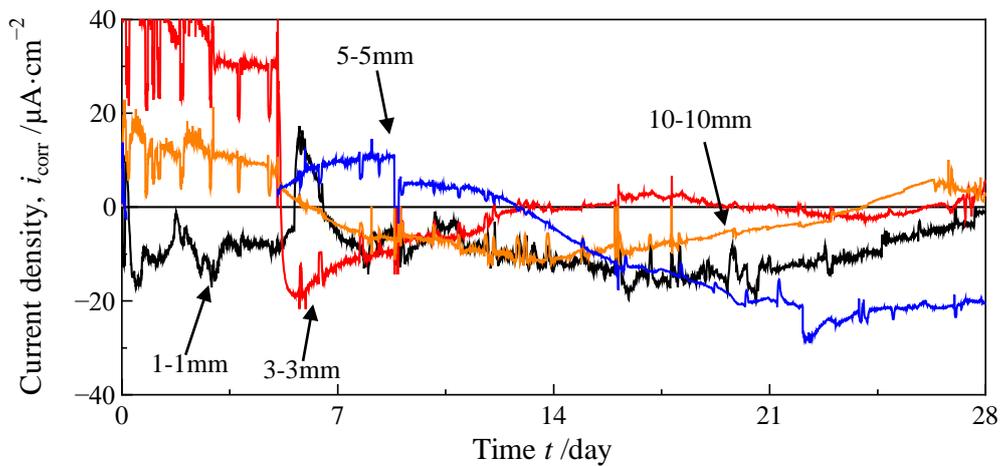


図-3 マクロセル腐食電流密度 i_{corr}

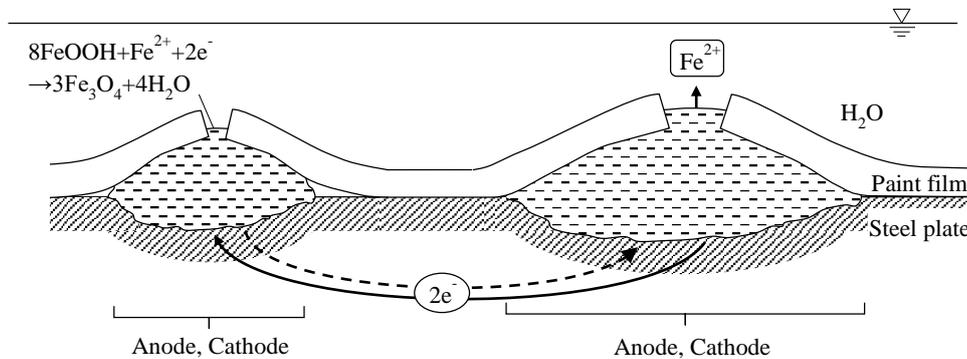


図-4 塗膜欠陥間の電氣的短絡の推定図

4. まとめ

本研究では近接した2つの塗膜傷を有する普通鋼板の腐食挙動を浸漬試験による電気化学的測定を行うことで、それらの傷間の相互干渉について検討した。本研究で得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 近接した2つの円形傷から生じる腐食は、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) 傷部のアノードとカソードが相互干渉しながら進行する腐食の進行性は、単体の傷から進行する腐食に比して高い。
- 3) 傷部のアノードとカソードは、経時的に交番する。

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.