

## 複数塗膜傷間の鋼材腐食に対するジンクリッチペイントの防食効果に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○井上 凌  
九州大学大学院 学生会員 劉 偉傑

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信  
九州大学大学院 非会員 佐島 隆生

**1. はじめに** 塗装鋼構造物の複数の塗膜傷部で鋼材が電氣的に短絡すると、それらの電気化学的な相互作用によって、特定の塗膜傷部における鋼材の腐食が促進される。そこで、著者らは先行研究<sup>1)2)</sup>で、エポキシ樹脂と電極を用いて塗膜傷を模擬した試験体を考案し、浸漬環境で電気化学試験を24時間実施した。その結果、面積が大きい側の塗膜傷がアノード、面積の小さい側の塗膜傷がカソードとなることで初期腐食が進行することを明らかにした。鋼構造物の塗装塗替え時には、防食下地として厚膜有機ジンクリッチペイント（以下、有機ジンク）が、新設橋には厚膜形無機ジンクリッチペイント（以下、無機ジンク）が一般に採用される。しかし、塗膜傷間の相互干渉により、進行する腐食に対するジンクリッチペイントの犠牲防食効果については検討されていない。そこで、本研究ではジンクリッチペイントと下塗り塗料を塗装後に塗膜傷を機械加工で導入したモデル試験体を製作して、先行研究と同様の方法でその塗膜傷間のマクロセル腐食電流を測定した。

**2. 測定方法** 試験体の電極は、普通鋼板（JIS G3106 SM490A）を機械加工することで製作した。試験体の各電極間には、絶縁と電極を固定するためにエポキシ系樹脂を充填した。試験体の概略図と断面図を図-1に示す。先行研究<sup>1)2)</sup>では電極に突起を設けることで、塗膜傷を模擬したモデル試験体を製作したが、本試験では電極製作時に突起を設けず、塗装後に機械加工による塗膜傷を導入した。1つの試験体に露出面積の異なる2つの塗膜傷を配置し、塗膜傷径の対は10-3mmおよび2-1mmとした。塗装はジンクリッチペイントを75 $\mu$ m塗布した後、変性エポキシ樹脂塗料を120 $\mu$ m塗布した。試験体の裏側については、図-1(b)に示すように、2つの電極を導線で接続することで、マクロセル腐食電流を計測するための回路を構築した。電解溶液は3.5mass%NaClaq（水膜厚：10mm、水温：22℃）とした。

**3. 測定結果** 2電極間のマクロセル腐食電流密度  $i_{\text{corr}}$  を図-2に示す。図中の  $i_{\text{corr}}$  は、電極間に生じた腐食電流をアノード側の電極面積で除すことで算出した。試験開始初期の  $i_{\text{corr}}$  は不安定な挙動を示している。これは溶存酸素の拡散状態が不安定となることや、傷部に腐食生成物が生成されたことが原因と考えられる。有機ジンクについては塗膜傷径の組み合わせによらず、電極間のマクロセルの  $i_{\text{corr}}$  は正の値となっている。これは面積の異なる塗膜傷が短絡すると、面積が大きい側の塗膜傷がアノードに固定されて、腐食が進行することを意味している。また2-1mm対では  $i_{\text{corr}}$  が経時的に増加する傾向があるが、これは機械加工時に露出した亜鉛末が早期に消費されたことで有機ジンクの犠牲防食効果が消失したためと考えられる。無機ジンクの  $i_{\text{corr}}$  は初期に負の値となっている。これは大きい側の塗膜傷に比して、小さい側の塗膜傷が鋼素地露出面積に対する溶出亜鉛量の割合が大きいため、小さい側塗膜傷部の亜鉛が酸化することで、大きい側の塗膜傷がカソードサイトとなるためと考えられる。その後、時間経過とともに  $i_{\text{corr}}$  は0近傍に収束する。これは小さい側の塗膜傷部が亜鉛の酸化皮膜で保護されることで、塗膜傷間の電気的短絡が抑制されるためと推測される。塗膜傷の面積比  $R_A$  とマクロセル腐食電流密度  $i_{\text{corr}}$  の関係を図-3に示す。図中のプロットは浸漬時間650h以降の  $i_{\text{corr}}$  の平均値を示している。また、径の異なる塗膜傷をエポキシ樹脂と電極上の突起で模擬した先行研究の結果<sup>1)2)</sup>も併記する。有機ジンクの試験結果は、エポキシ樹脂の場合の回帰直線近傍に位置している。また、2-1mm対では  $i_{\text{corr}}$  が720h経過時点でも増加していることから、長期的にはさらに回帰直線に接近していくと考えられる。これらの結果から、有機ジンクの防食効果はマクロセル腐食に対して期待できないと言える。一方、無機ジンクの  $i_{\text{corr}}$  は有機ジンクに比して小さく、エポキシ樹脂と比して10-3mm対では約60%、2-

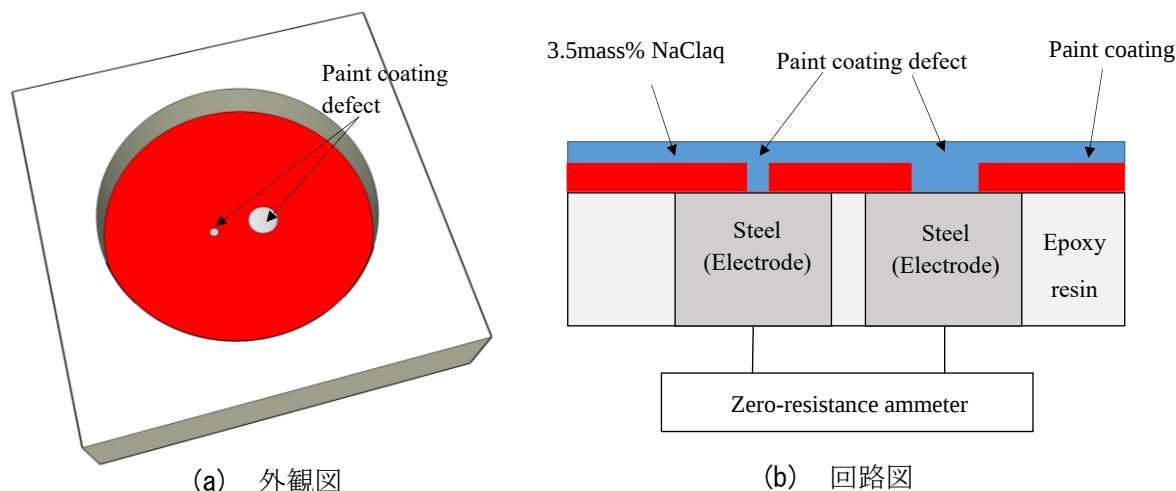
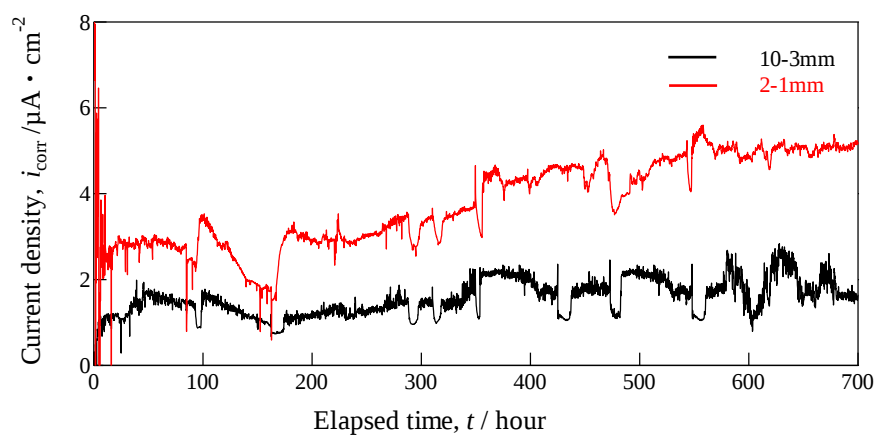


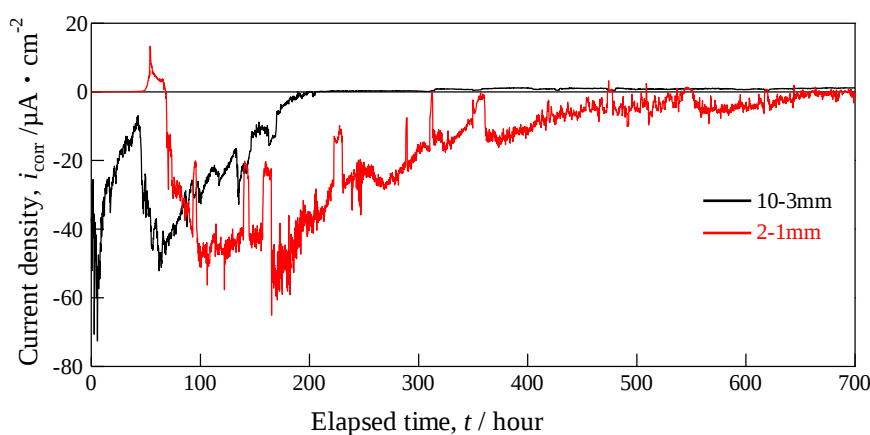
図-1 試験体の概要

キーワード 腐食, 塗装, ジンクリッチペイント, 電気化学特性

連絡先〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744番地 ウェスト2号館 1104号室 TEL:092-802-3392



(a) 有機ジンク



(b) 無機ジンク

図-2 電流密度の経時変化

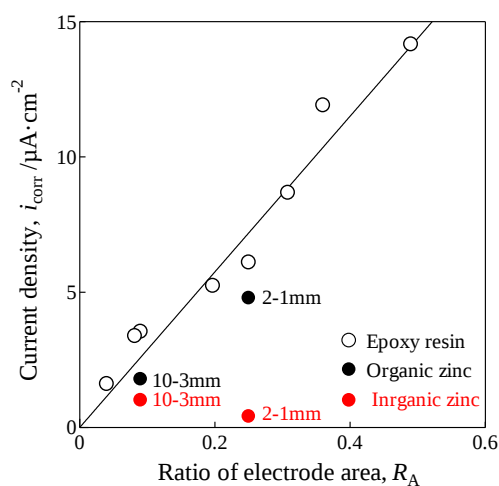


図-3 マクロセル腐食電流密度と塗膜傷面積比の関係

1mm 対では約 7%となっている。この結果から無機ジンクはマクロセル腐食に対して高い防食効果を有していると言える。以上の結果から、塗膜傷が電気化学的に相互干渉しながら進行する腐食に対して、有機ジンクは防食効果が期待できないが、無機ジンクについては高い防食効果を有していると言える。

**4. まとめ** 1) 塗膜傷が塩水滞水環境で短絡する環境下において、有機ジンクの防食下地を有する塗装系の塗膜傷電氣的に短絡する場合、先行研究<sup>1)2)</sup>と同様に径の大きい側の塗膜傷がアノードに固定されて腐食が進行する。2) 有機ジンクリッチペイントは塗膜傷間のマクロセル腐食に対して犠牲防食効果がほとんどないが、無機ジンクリッチペイントについては、防食効果が期待できる。

**参考文献** 1) 貝沼重信, 増本岳, 楊沐野, 佐島隆生: 近接する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, 材料と環境, 2017, Vol.67, No.11, 2017. 2) 長谷川昂志, 貝沼重信, 増本岳, 佐島隆生: 滞水環境下における複数塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 材料と環境 2018, B-201, pp. 147-150, 2018.