

## 塗膜傷を有する重防食系塗装鋼材の防食効果の定量評価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 学生会員 鈴木 啓介

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** 海洋鋼構造物において浮遊物の衝突による塗膜傷が生じると、鋼材が電氣的に短絡し、それらの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<sup>1)2)</sup>。

また、海洋鋼構造物を建設する際、構造物の耐用年数に対し、従来の防食塗装では適切な防食塗装が存在せず、性能不足による腐食の進行が大きな問題となっている。そこで、本研究は種々の重防食塗装を施した試験体を製作した後、塗膜傷を導入した試験体を製作して先行研究と同様の電気化学試験を実施することで、各塗装系を定量的に評価した上で最も適切な塗装系を提案することを目的としている。

**2. 測定方法** 試験体の電極は、板厚36mmの普通鋼板(JIS G3106 SM490A)を機械加工することで製作した。試験体の各電極間には、絶縁と電極を固定することを目的としてエポキシ系樹脂を充填した。塗装を施し硬化後に機械加工により塗膜傷を導入した。試験体の外観図を図-1(a)に示す。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 $\phi 2-1\text{mm}$ とした。また、塗装仕様とナンバリングを表-1に示す。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、マクロセル腐食電流を計測するための回路を構築した。水膜は3.5mass%NaClaq(水膜厚:10mm,水温:22°C)とした。本研究では、マクロセル腐食を塗膜傷間の電子の移動による腐食と定義し、マイクロセル腐食を各塗膜傷内で電子のやり取りが行われる全面的な自己腐食として定義した。

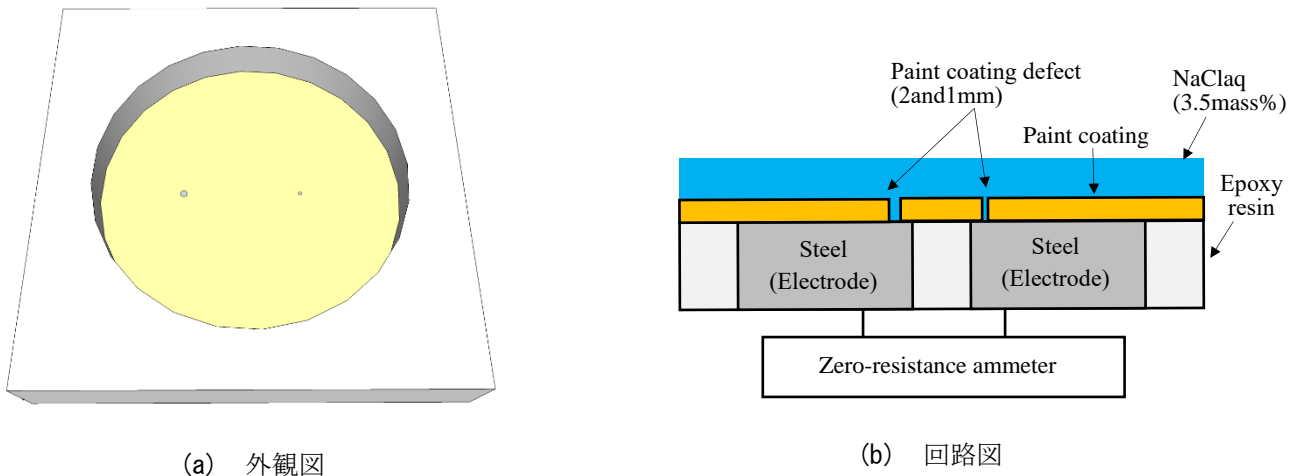


図-1 試験体の概要

表-1 試験体の塗装仕様とナンバリング

No.	防食下地	防食層		
		1層目	2層目	3層目
1	有機ジンクリッチ 60 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$		
2	有機ジンクリッチ 60 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	
3	有機ジンクリッチ 60 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$
4	なし	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$
5	有機ジンクリッチ 20 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$
6	無機ジンクリッチ 60 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$
7	有機ジンクリッチ 60 $\mu\text{m}$	エポキシ樹脂塗料 240 $\mu\text{m}$	超厚膜形エポキシ 樹脂塗料 500 $\mu\text{m}$	超厚膜形エポキシ 樹脂塗料 500 $\mu\text{m}$

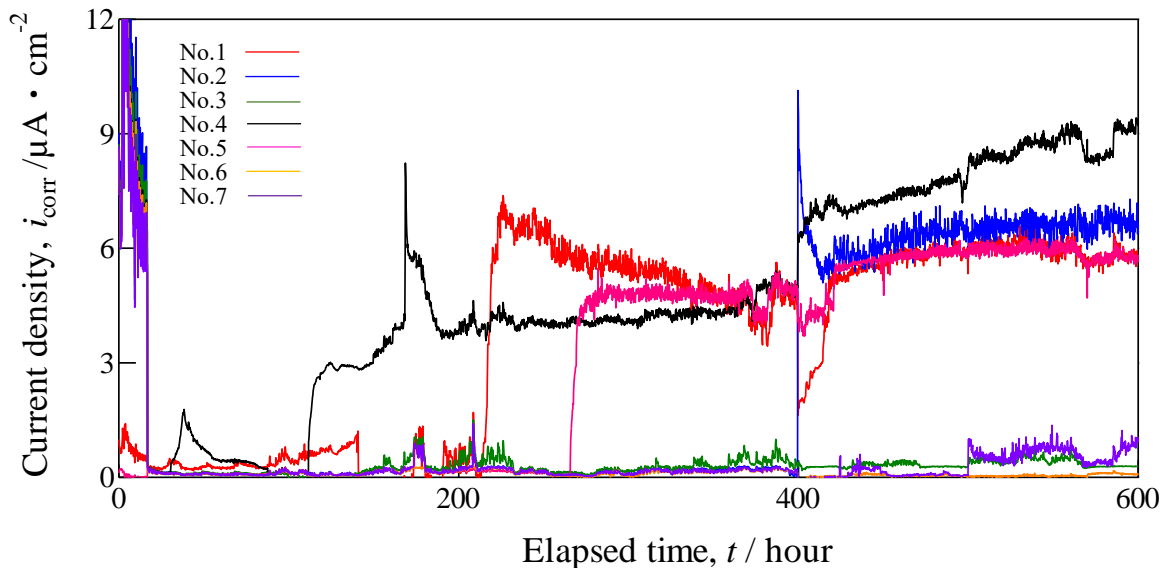


図-2 マクロセル腐食電流密度の経時変化

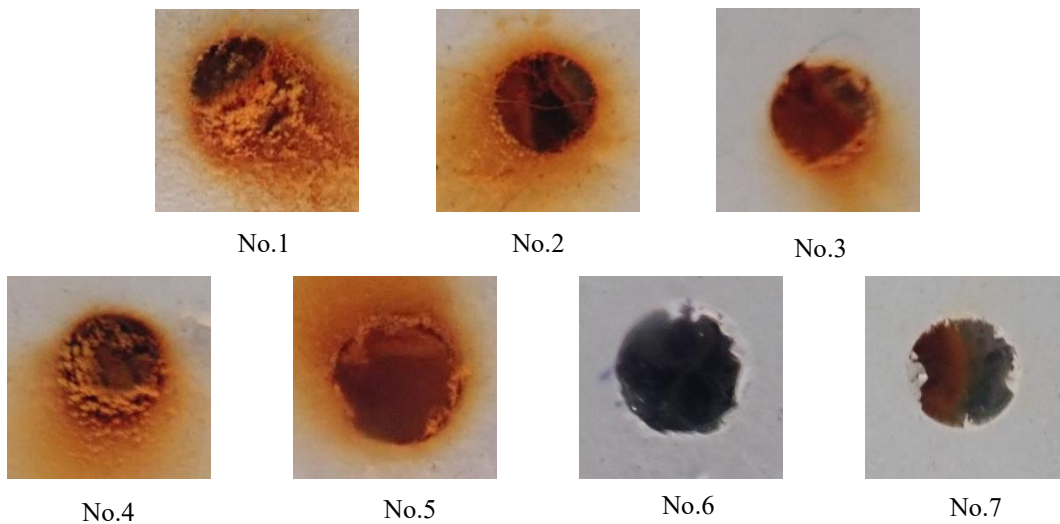


図-3 アノード部における 600h の外観図

**3. 測定結果** 2 電極間のマクロセル腐食電流密度を図-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おり、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。また、全ての  $i_{\text{corr}}$  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。150h まで電流値がほとんど確認されておらず、これは先行の研究<sup>1),2)</sup>の試験体と比して、膜厚が大きくなっているため、酸素の供給が阻害され、塗膜傷間の短絡までに時間を要したためと考えられる。その後、180h において防食下地を施していない No.4 の  $i_{\text{corr}}$  は上昇し、経時的な増加が確認された。200h 以降において No.1, No.5, No.2 の順で  $i_{\text{corr}}$  は増加し、一定の値になっている。No.1 に比して No.2 のエポキシ樹脂の膜厚は大きいと、酸素の供給量により、短絡時間に差異が生じたと考えられる。また No.5 においては有機ジンの含有量が他の防食下地が有機ジンの試験体より少ないことから亜鉛による犠牲防食効果が早期に消失したためと考えられる。アノード部における 600h の外観図を図-3 に示す。No.7 においては腐食領域が一部確認されており、500h 以降にわずかに  $i_{\text{corr}}$  は増加していることから、マクロセルでの腐食が進行している。No.3 において全面に腐食が確認される一方、電流が増加していないから、マイクロセルでの腐食が進行していると考えられる。また、No.6 は  $i_{\text{corr}}$  の増加および外観からも腐食が確認されていないことから、マイクロセル、マクロセルともに防食効果を期待できる。以上より、有機ジンはジンク量および膜厚によって、短絡時間による差異は生じるが防食効果は期待できない一方、無機ジンは高い防食効果が期待できると言える。

**4. まとめ** 1) 有機ジンはジンク量および膜厚によらず、防食効果は期待できない 2) 無機ジンはマイクロセルおよびマクロセル腐食に対して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.