

腐食した鋼部材の大気犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究 —犠牲陽極の腐食生成物に対する効果の検証—

三井造船(株) 正会員 ○石原 修二 九州大学大学院 正会員 貝沼 重信
三井造船(株) 正会員 内田 大介 九州大学大学院 学生会員 木下 優
日本軽金属(株) 正会員 兼子 彬 日本エクスラン工業(株) 正会員 山内 孝郎

1. はじめに 大気環境における鋼構造物の防食方法として塗装が一般に用いられている。しかし、再塗装時の鋼素地に腐食生成物や塩化物が残留することで、塗膜の耐久性が著しく低下する場合が少なくない。そこで、著者らは無腐食鋼材だけではなく、このような鋼素地に対しても高い防食性能が期待される多孔質陽極材と保水性繊維シートを用いた防食技術¹⁾を開発した。この技術が無腐食材に対して高い防食性能を有することは検証できているが、腐食生成物と塩化物が残留した鋼素地に対する防食効果については不明である。本研究では、海塩環境の影響を受ける大気環境で暴露した腐食鋼板に犠牲陽極を設置し、腐食性の高い湿潤環境に保持することで、鋼材表面に残留した腐食生成物や塩化物に対する防食効果の基礎的検討を行った。

2. 試験方法 本犠牲陽極防食技術の検討対象とする腐食鋼板は、飛来海塩と降雨の影響を受ける琉球大学構内で7カ月間大気暴露した無塗装鋼板 (JIS G3106 SM400A, 100×100×9mm) である。腐食鋼板の表面状態を図1に示す。鋼板表面には赤い腐食生成物が均一に生じている。

試験体は図1に示す腐食鋼板を用いて、既往の研究¹⁾の構成に基づき、図2に示すように、多孔質板、繊維シート、鋼板を使用して製作した。多孔質板には80%Al-20%Znの合金粉を用いた焼結板(66×66×5mm)を用いた。また、繊維シートには架橋型アクリレート繊維を用いた。腐食環境の差異が防食効果に及ぼす影響を検討するため、繊維シートに濃度の異なる塩化物水溶液(0wt% (イオン交換水), 0.1wt%NaCl, 26.4wt%NaCl)を浸漬・吸水させた。鋼板に多孔質板が接触する領域(66mm×66mm)のみの犠牲陽極効果を評価するために、その領域以外をブラスト処理し、陽極材表面を除く全表面をシリコーン樹脂でシーリングした。

試験体を保持する環境は、恒温恒湿槽を用いて、大気暴露地点の夏季の降雨時に相当するように、温度と相対湿度をそれぞれ30℃と100%とした。試験体の防食効果を電気化学的に評価するために、試験体の防食電流を10分毎に測定・記録した。

3. 試験結果 試験体における防食電流の経時変化を図3に示す。防食電流は塩化物濃度が高いほど大きくなっており、腐食性が高い環境ほど防食電流が大きくなると言える。塩化物濃度0%および0.1wt%の試験体では、電流出力が安定しているが、26.4wt%では安定せず、防食電流が発生していない領域もある。

試験開始から400時間後までの総電気量を図4に示す。26.4wt%NaClの試験体の総電気量は、0.1wt%の場合に対して約7倍に著しく増加している。

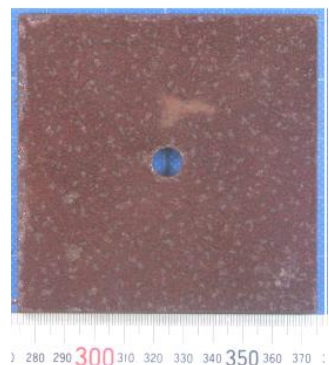


図1 腐食鋼板

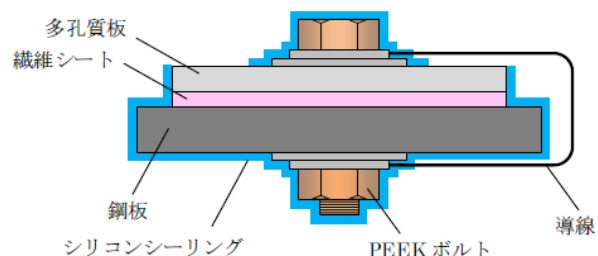


図2 試験体の構成

キーワード 腐食, 防食, 大気犠牲陽極, 多孔質板, 繊維シート

連絡先 〒706-0014 岡山県玉野市玉原 3-16-1 三井造船株式会社 基盤技術センター TEL:0863-23-3103

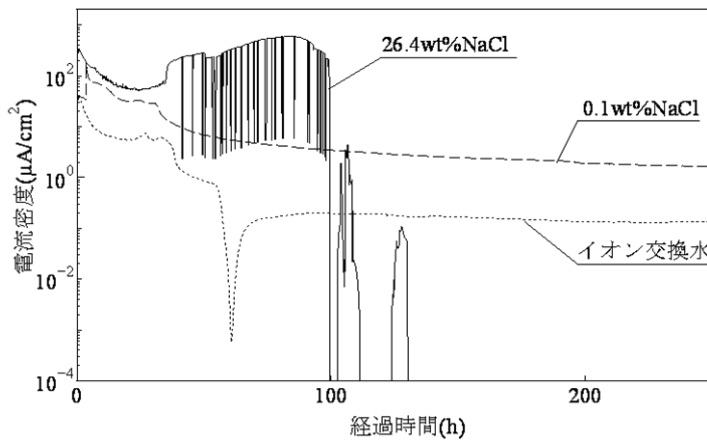


図3 防食電流の経時変化

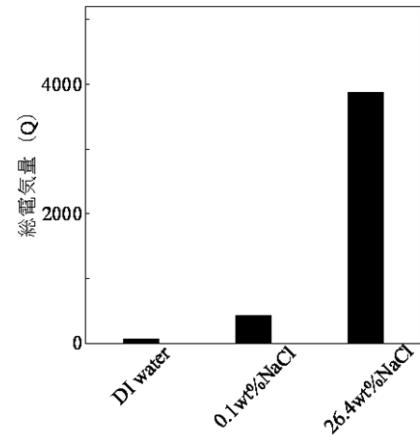


図4 試験期間中の総電気量



(a) 陽極材の外観

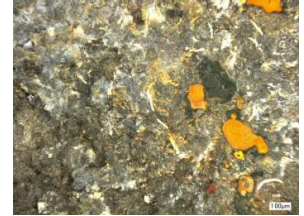


(b) 陽極材直下の鋼材表面

図5 試験後の外観 (26.4wt%NaCl の試験体)



(a) 試験開始前



(b) 試験開始後

図6 試験前後のさび層の拡大観察

(26.4wt%NaCl の試験体)

試験開始後 400 時間における 26.4wt%NaCl の試験体の状況を図5に示す。図5(a)は陽極材の外観、図5(b)は陽極材直下の鋼材表面を示している。陽極材の板厚は著しく減少しており、数カ所で割れが生じている。一方、陽極材直下の鋼材表面については、試験前の鋼材の腐食生成物の色は図1で示したように赤褐色であったが、試験後では全領域の70%程度が黒色に変化している。試験後の腐食生成物をX線回折で分析結果、試験前の不安定な腐食生成物が Fe_3O_4 に変化していた。この結果から、犠牲陽極作用で発生した電子が腐食生成物の還元反応に使われたと考えられる。

試験開始前後の 26.4wt%NaCl の試験体の腐食生成物の状況を図6に示す。図5(b)で示したように、不安定な腐食生成物がほぼ全領域で Fe_3O_4 に変化した。一部の領域で試験中に生じたと考えられる新たな腐食生成物が認められた。これは鋼材と Fe_3O_4 との電気化学反応²⁾によるものと推定され、図3中で防食電流が確認できない時間帯で生じたと考えられる。

4. まとめ

鋼素地に腐食生成物と塩化物が残留した鋼材を対象として、Al-Zn 多孔質陽極板と繊維シートによる大気防食技術の適用性に関する基礎的検討を行った。本検討で得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 鋼素地表面に腐食生成物と塩化物が残留している場合、陽極材は腐食生成物の還元反応で消費される。その反応速度は塩化物濃度に依存し、塩化物濃度が高いほど反応速度が増加する。
- 2) 防食電流は鋼素地表面の腐食生成物が完全に還元された後に著しく低下する。
- 3) 鋼材表面の腐食生成物の変化は、防食電流をモニタリングすることで推定できると考えられる。

参考文献

- 1) 貝沼重信, 宇都宮一浩, 石原修二, 内田大介, 兼子彬: 多孔質焼結板と繊維シートを用いた鋼部材の大気環境における犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究, 材料と環境, Vol.60, No.12, pp.535-540, 2011.
- 2) 木村航, 石川雄一, 酒井潤一: 酸素を含む中性水溶液中における Fe_3O_4 による炭素鋼の腐食促進, 第58回材料と環境討論会, E-216, 2011.