

部材閉塞部における犠牲陽極防食技術の適用性に関する基礎的研究

九州大学	学生会員	橋本 大樹	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	高木 魁士	(株)三井 E&S マテリアル	正会員	石原 修二
日本軽金属(株)	正会員	兼子 彬	三井住友建設鉄構エンジニアリング(株)	正会員	井上 大地
(株)ナカボーテック	非会員	仲谷 伸人	日本エクスパン工業(株)	非会員	住谷 龍明

1. はじめに 標識・照明柱や鋼製高欄等の部材閉塞部において、塩化物を含む雨水や結露水が滞水し、腐食が部材内面から進行することで、部材破断する事例が報告されている。先行研究^{1)~3)}で著者らは塩類や腐食生成物が部分的に残置された部材に対する防食方法として、Al-3%Zn 合金鋳造板（以下、陽極板）と架橋型アクリレート繊維（以下、繊維シート）を用いた犠牲陽極防食技術を開発した。本研究では、この防食技術で用いた材料を部材閉塞部に適用することによる防食技術を開発することを最終目的とする。その基礎的研究として、電解液濃度（塩水濃度）と陽極板の設置方向が部材閉塞部の防食作用に及ぼす影響を検討した。この検討は、鋼製箱の内側に陽極板と NaCl 電解液を含浸させた繊維を充填した犠牲陽極防食のモデル試験体を用いて、その自然電位と鋼材と陽極板との防食電流をモニタリングすることで行った。

2. 試験方法 試験体の概略図を図-1 に示す。モデル試験体は、鋼板（150×150×6mm）、陽極板（66×66×5mm）および綿状繊維（150g/m²）を用いて製作した。モデル試験体に用いた繊維に飽和給水させた電解液（NaCl 溶液）は、0.1 と 3.5mass% の 2 種類とし、陽極板は鉛直と水平の方向に設置した場合と設置しない場合の 3 種類とすることで、計 6 種類の試験体を製作した。鋼製箱の寸法は、陽極板と鋼製箱の距離が全面において均一（40mm）となるように決定した。試験に先立って、溶存酸素濃度が等しくなるよう、試験体内の水位は均一（底面から 110mm）にした。陽極板を介して電解液を繊維に吸水させるために、円孔の面積が陽極板の表面積に対して 6% となるように、φ3.8mm の円孔を 24 個、陽極板に開けた⁴⁾。また、試験体は 100% 程度の高湿度に維持するためのケースに各 2 個収納した。ケースには温湿度センサ（測定間隔：10 分）を設置し、鋼製箱の側面と底面の鋼板に対する陽極材の防食電流を無抵抗電流計により、10 分間隔で測定した。なお、鋼板の側面同士を導通させ、側面と底面は絶縁した。また、鋼板の側面水位線（底面から 110mm）、中心部（同 75mm）、下部（同 40mm）および底面（同 0mm）の自然電位を Ag/AgCl の参照電極を用いて、7 日毎に測定した。

3. 試験結果 測定開始から 816h 後までの電流密度 i の経時変化を図-2 に示す。 i は防食電流を測定位置の鋼板の表面積で除すことで算出した。陽極材の設置方向によらず、3.5mass% の i は 0.1mass% に比して大きくなっている。この結果から、電解液の塩分濃度が増加するほど、犠牲陽極作用が発現しやすいと推察される。陽極材を水平方向に設置した場合の i は、鉛直方向に設置した場合に比して大きくなる傾向がある。測定開始から 840h 後までの鋼板の各測定位置の自然電位 E を図-3 に示す。図中の黒線は、Fe の防食電位である -725mV vs. Ag/AgCl である⁴⁾。陽極材を鉛直方向に設置した場合については、いずれの測定位置においても -600mV 程度となっており、防食電位に比して貴となった。一方、水平方向に設置した場合では、0.1mass% の底面、3.5mass% のすべての測定位置で防食電位に比して卑となる傾向になっている。また、試験条件によらず、測定位置が高くなるほど防食電位に比して貴となっている。これは試験体内に設置した繊維の保水状態や、繊維と鋼板の密着度の差異に起因すると考えられる。

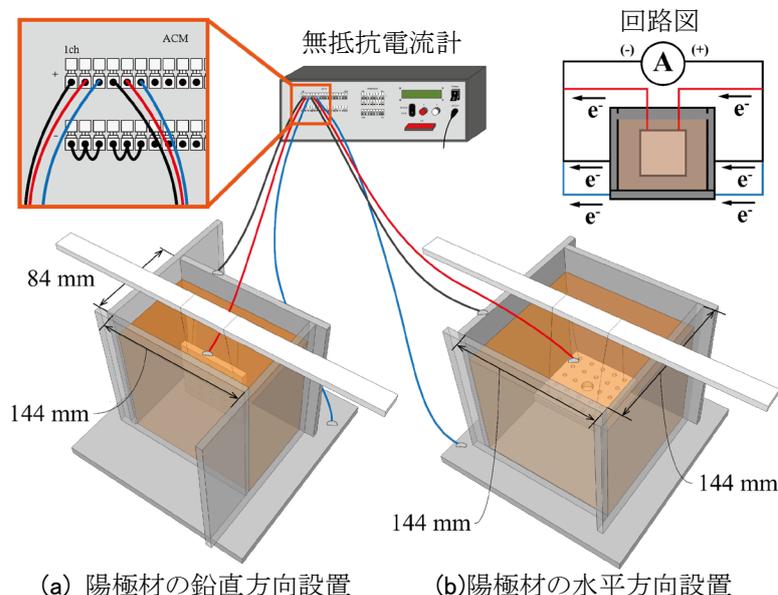
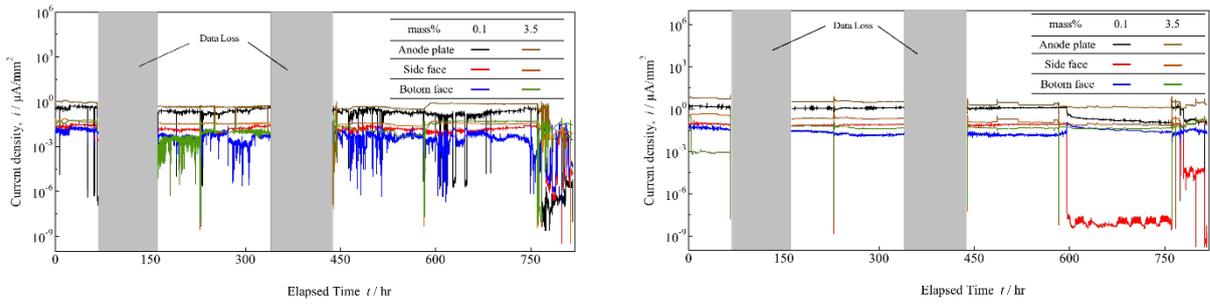


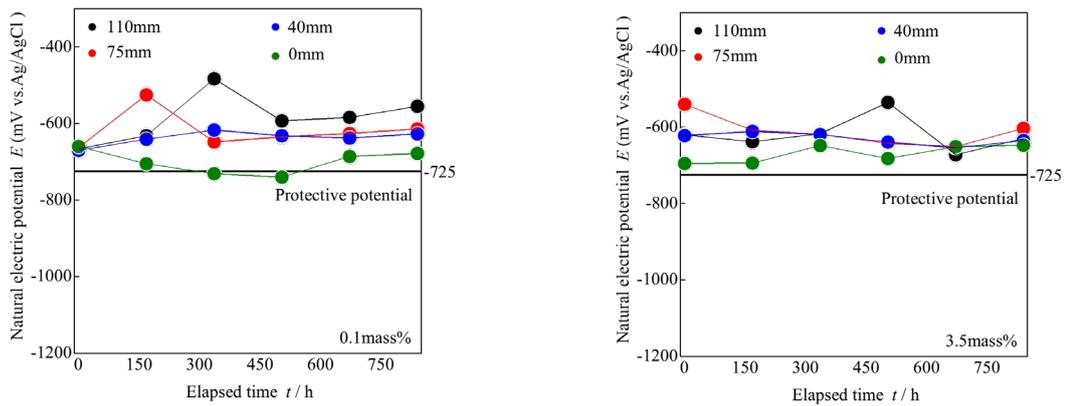
図-1 試験体と接続方法の概要図



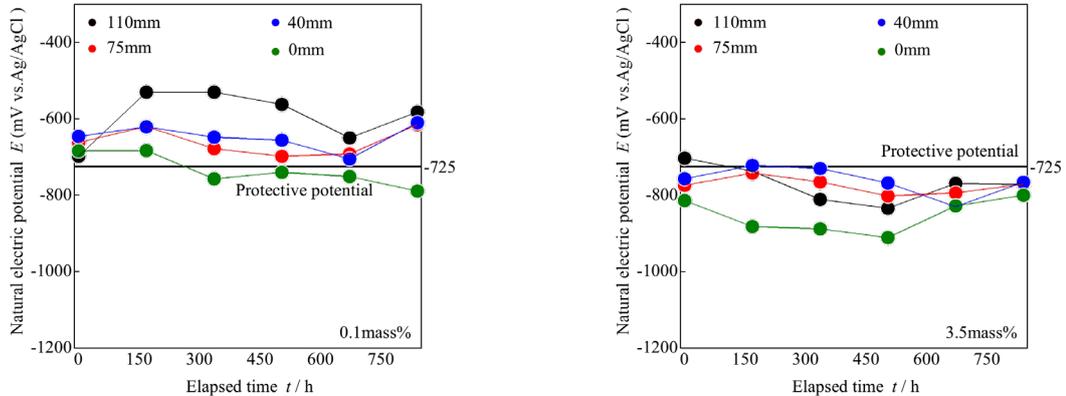
(a)陽極材の鉛直方向設置

(b)陽極材の水平方向設置

図-2 電流密度の経時変化



(a)陽極材を鉛直方向に設置



(b)陽極材を水平方向に設置

図-3 試験体の自然電位

4. まとめ 部材閉塞部を模擬したモデル試験体を用いて、電解液濃度（塩水濃度）と陽極板の設置方向が部材閉塞部の防食作用に及ぼす影響を検討した結果、陽極板を水平設置し、3.5mass%程度のNaCl電解液を繊維に飽和給水させることで、最も高い犠牲陽極作用を得られる。防食作用については、試験体を構成する各鋼板の表面性状の科学分析と重量測定を実施することで、詳細評価する予定である。

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) 貝沼重信, 土橋洋平, 石原修二, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎: Al-Zn陽極材と吸水・保水繊維シートを用いた鋼部材の大気犠牲陽極防食技術に関する研究, 土木学会論文集A1, Vol.73, No.2, pp.313-329, 2017. 3) S. Kainuma, M. Yang, S. Ishihara, A. Kaneko and T. Yamauchi: Corrosion Protection of Steel Members Using an Al-Zn Base Sacrificial Anode and Fiber Sheet in an Atmospheric Environment, *Construction & Building Materials*, Vol.224, pp.880-893, 2019. 4) 篠田吉央: 電気防食と塗装, 色材協会誌, Vol.88, No.7, pp.232-237, 2015.