

大気犠牲陽極防食で使用した繊維シートの吸湿性が防食電流に及ぼす影響評価

九州大学大学院 学生会員 ○竹田 智紀 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 山下 和也 (株)三井 E&S マシナリー 正会員 石原 修二
日本軽金属(株) 正会員 兼子 彬 (株)三井 E&S 鉄構エンジニアリング 正会員 井上 大地
日本エクスラン工業(株) 非会員 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、一般に塗装などによる表面被覆が用いられる。しかし、塗装の塗り替え時の鋼素地に腐食生成物や塩化物等が残置されると、塗膜下腐食が早期に発生することが多い。そこで、著者らは塗装などのように高品質の鋼素地調整を必要としない新しい防食方法として Al-3%Zn 合金鋳造板（以下、鋳造材）と架橋型アクリレート繊維シート（以下、繊維シート）を用いた犠牲陽極防食技術を開発した。しかし、本技術に長期間使用した繊維シートの吸湿性が防食電流に及ぼす影響は不明である。本研究では、使用した繊維シートの吸湿性に着目して、相対湿度と防食電流密度の関係を定量的に明らかにすることを目的とした。そのために、本技術が鋼橋に適用した後の繊維シートと未使用の繊維シートおよび鋳造板と鋼板を用いた犠牲陽極防食のモデル試験体を製作して、鋳造材と鋼板の間の防食電流をモニタリングした。

2. 試験方法 試験体の概略図を図-1 に示す。試験体は熔融アルミナ（モース硬度：12，JIS 粒度指数：57.8，比重：4.0）でブラスト処理（ISO 8501-1 Sa2.5）した JIS G 3106 SM490A 材（150×70×6mm），繊維シートおよび陽極材（66×66×5mm）を用いて製作した。先行研究¹⁾⁴⁾に基づいて、陽極材と繊維シートにはそれぞれ Al-3%Zn 合金の鋳造材と水分の給水・保水の性能に優れた架橋型アクリレート繊維を用いた。試験中に試験体外部からの水分を繊維に吸水させるよう、鋳造材にφ3.8 の円孔を 24 ヶ所設けた。A 橋（鋼 I 桁橋，架設位置：Lat.31°61'N，Long.130°38'E，防食期間：2015/10～2017/9）と B 橋（鋼 I 桁橋，架設位置：Lat.33°22'N，Long.130°31'E，防食期間：2014/10～2015/11）で使用した繊維シートの外観写真を図-2 に示す。試験には A 橋と B 橋に使用した繊維シート（以下，A 橋シート，B 橋シート）と未使用の繊維シートの 3 種類を用いそれぞれ 2 体ずつ試験体を製作した。なお使用済みの繊維シートについては、試験終了まで繊維としての効果は持続していたため、外観や厚さから最も劣化していると推定された繊維を選定した。また，A 橋と B 橋に使用した繊維シートには NaCl（Cl 付着量に基づき NaCl 換算）がそれぞれ 539mg/m²，381mg/m² 付着していたため，同等の塩分量をそれぞれ未使用の繊維シートにも付着させる（以下，塩付着シート）ことで，使用した繊維シートが吸湿性に及ぼす影響を検討した。試験は試験体を恒温恒湿槽（温度：40℃，湿度：45%RH）に設置して，温度を一定に保ったまま，湿度を 2 時間ごとに 5%増加させて，湿度が 95%RH になった時点で終了した。また，この際に鋳造材と鋼板の間の防食電流を無抵抗電流計により 10 分間隔で測定・記録した。

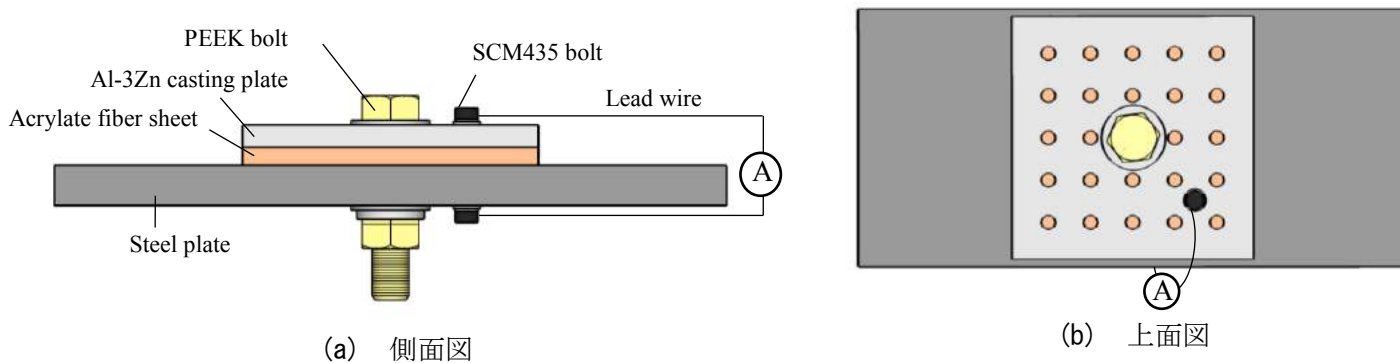


図-1 試験体の概略図

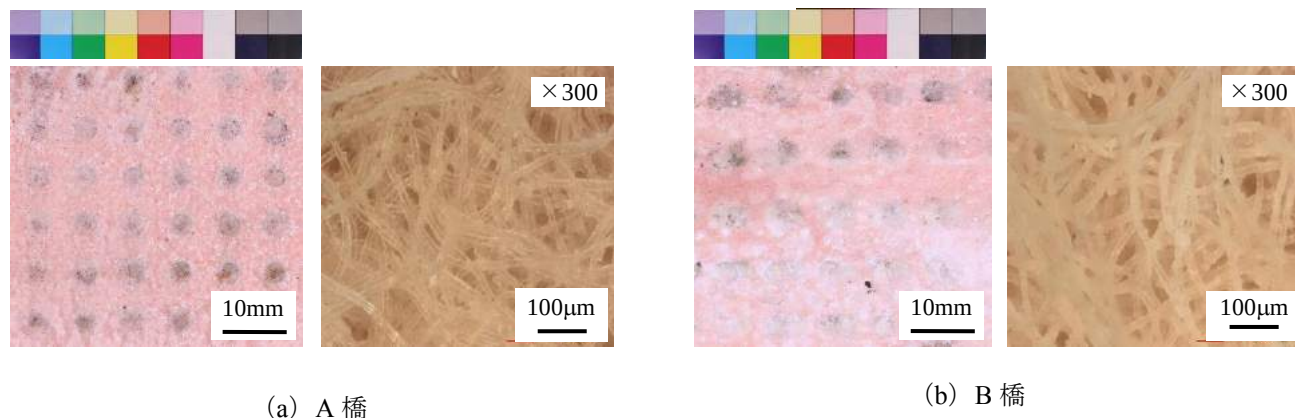


図-2 繊維シート（架橋型アクリレート繊維）

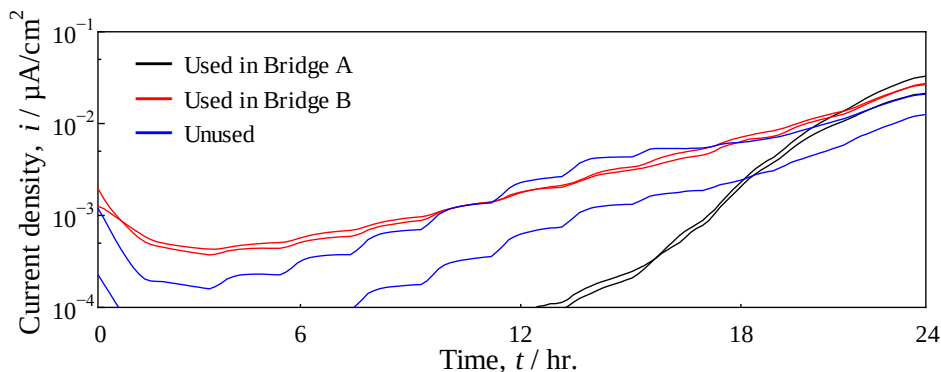


図-3 防食電流密度の経時変化

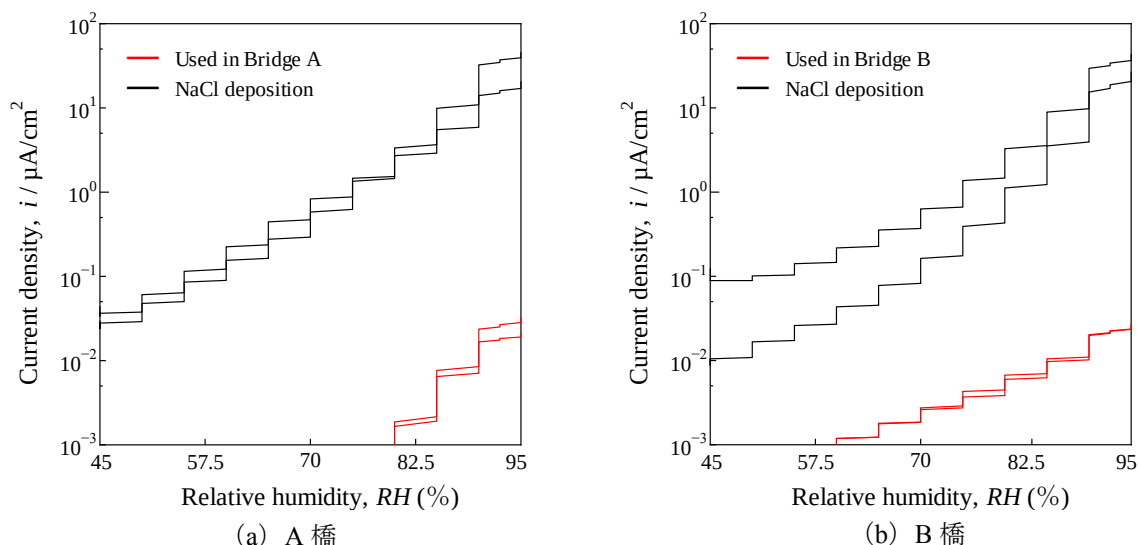


図-4 防食電流密度と相対湿度の経時変化

3. 試験結果 測定開始から、24 時間後までの防食電流密度 i の経時変化を図-3 に示す. 図中には参考値として NaCl が付着していない未使用の繊維シートの i の経時変化も示す. A 橋シートの防食電流は, B 橋シートに比して約 12 時間送れて発生している. これは A 橋シートに溶出した塩により, 吸湿性能が低下し, 導通に必要とする吸湿に時間が要したと考えられる. また, 24 時間後の i は繊維シートによらず同程度になっている. 防食電流の発生時期は繊維シートの使用度により異なるが, i は繊維シートによらず湿度が増加すると同程度となる. これより, 使用した繊維シートは未使用繊維シートと比較し, 実用上問題ない範囲の劣化範囲と考えられる. i と相対湿度の経時性を図-4 に示す. 繊維によらず, 湿度の増加に伴い i は増加しており, 湿度が一定の期間は i も同様に一定値となっている. A 橋と B 橋の繊維シートで i が発生した相対湿度 RH はそれぞれ 80% と 60% であり, NaCl を付着した繊維シートに比して高くなっている. これは, 陽極材に生成される酸化物が繊維シート内に付着・蓄積することで, 繊維シート内の吸湿性が低下したためと考えられる. そのため, 使用した繊維シートでは, 給水時間が塩付着した繊維シートに比して長くなったと推察される. また, 使用した繊維シートによらず, 湿度が同じ環境下では塩付着シートに比して防食電流密度が低くなっている. これは繊維の使用に伴い, 繊維シート内に陽極材由来の酸化物が付着・蓄積することで, i が低下したためと考えられる. 以上の結果から, 繊維シートの導電に必要とする吸湿性は, 繊維の使用により低下するがさび還元であれば実用上問題ない範囲の低下と言える.

4. まとめ 1) 橋梁で使用した繊維シートは未使用シートに比して劣化するが, 実用上問題ないことを明らかにした. 2) 橋梁で使用した繊維シートは, 陽極材由来の酸化物が付着・蓄積することで, 使用した繊維シートの同様の NaCl を含む未使用シートに比して吸湿性能が低下する. 今後, 陽極材から生じる酸化物が繊維シートに与える影響を検討する予定である.

参考文献 1) 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 合金鋳造板と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基礎的研究, 材料と環境, Vol.65, No.9, pp.390-397, 2016. 2) 石原修二, 貝沼重信, 木下優, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎: 多孔質焼結板と繊維シートを用いた腐食鋼部材の大気犠牲陽極防食効果に関する基礎的研究, 材料と環境, Vol.63, No.12, pp.609-615, 2014. 3) 貝沼重信, 宇都宮一浩, 石原修二, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎: 大気環境における鋼材の犠牲陽極防食効果に及ぼす Al-Zn 多孔質焼結板の配合・気孔率と繊維シート特性の影響, 材料と環境, Vol.62, No.8, pp.278-288, 2013. 4) 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.