

シュリンク材を用いた防食方法の有効性評価

石川工業高等専門学校 正会員 ○前田健児
石川工業高等専門学校 非会員 葭田怜生

1. はじめに

現在、我が国では市区町村における橋梁保全業務に携わる土木技術者数が減少していることや建設後50年以上経過する道路橋の割合は2033年には6割を超えることが予想されていること、さらに鋼橋の架替理由として改良工事および幅員不足などの機能上の問題によるものを除くと、上部構造の損傷、耐震対策が主な理由であり、この上部構造の損傷が原因とされる鋼橋において約6割が鋼材の腐食である¹⁾という3つの視点から簡単で安価な防食技術開発が必要であると考えられる。本研究では、誰でも容易に施工が可能なシュリンク材を用いた防食方法の開発を試みる。シュリンク材を用いた防食方法を開発することによって、シュリンク材を鋼橋の維持管理が困難な箇所貼り付けるだけという容易な作業であり、誰でも容易に施工が可能になり、技術者不足に貢献できることが考えられる。また、低コストで防食を行うことができるため維持管理費用を削減することができる。具体的な内容として、腐食が発生しやすいボルト部をシュリンク材で保護し、定期点検の頻度である5年程度の耐久性を有する防食方法開発を目的とする。

2. 実験場所と方法

使用するシュリンク材の諸元を表-1に示す。使用するシュリンク材はフィルム型2種類(No.1:PO, No.2:PET)、チューブ型3種類(No.3,4:PO, No.5:PVC)の計5種類を用いる。フィルム型シュリンク材は保護方法の違いによる保護性を比較するため、シュリンク材を分割して保護した場合と分割しない場合の2種類とする。シュリンク材No.1およびNo.2は分割包装と未分割包装の各2種類、チューブ型3種、比較用として、塗装しないセンサ、従来の塗装であるZnペイントを塗布したセンサの計9種を屋外暴露試験により評価する。屋外暴露試験は海岸から約7.5km離れた石川高等専門学校の屋上に角度45°、西向きに設置し、北陸地域で最も腐食が進行する冬季に実験を行う。期間は2022年12月から2023年3月の4ヶ月である。

3. 評価方法

シュリンク材による鋼の防食性評価には、ACMセンサ(JIS Z 2384)を使用する。一般的に大気腐食環境を評価するために使用されるが、近年では塗装の評価に使用されている。ACMセンサの電流出力はデータロ

表-1 シュリンク材の諸元

No.	測定機	使用材料	厚さ(μm)	型式・規格
1	シュリンクス製 データロガー	なし	—	無塗装
2		Znペイント	32.7	塗装
3		シュリンク材 No.1 (PO)	12	フィルム型・分割包装
4		シュリンク材 No.1 (PO)	12	フィルム型・未分割包装
5		シュリンク材 No.2 (PET)	18	フィルム型・分割包装
6		シュリンク材 No.2 (PET)	18	フィルム型・未分割包装
7		シュリンク材 No.3 (PO)	340	チューブ型
8		シュリンク材 No.4 (PO)	570	チューブ型
9	植田工業 データロガー	シュリンク材 No.5 (PVC)	85	チューブ型

キーワード 維持管理 ボルト部 防食 シュリンク

連絡先 〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条タ1 石川工業高等専門学校 TEL076-288-8172

ガー（4ch ACM データロガー SACM-304B, (株)シュリンクス）および大気腐食モニター（PG5000 系, 植田工業(株)）にて 10 分間隔で連続計測する。

ACM センサ出力データの整理方法は、降雨期間は $1\mu\text{A}$ 以上となる出力期間と定義し、センサ出力が $1\mu\text{A}$ 以下となった時点を降雨終了と定義する。降雨期間の出力は、降雨終了時の出力に換算係数 α を乗じた値を一律与えることで定義する方法を採用し α を 20% とする²⁾。ACM センサの電流出力が $1\mu\text{A}$ 以上を Q_{rain} (降雨), $0.01\sim 1\mu\text{A}$ 未満を Q_{dew} (湿り), $0.01\mu\text{A}$ 未満を Q_{dry} (乾燥) に分け、それぞれの合計値を算出する。出力データより降雨時間: $T_{\text{rain}}(\text{day})$, 湿り時間: $T_{\text{dew}}(\text{day})$, 乾燥時間: $T_{\text{dry}}(\text{day})$ を算出する。算出された各 Q および各 T より積算電気量 $Q(\text{C/day})$ を算出する。これまでの研究により北陸地域の腐食環境は、12 月から 3 月の冬季 4 ヶ月で年間の約 7 割を占めることが示されているため³⁾, 年間腐食速度 (mm/year) = 冬季 4 ヶ月の腐食速度 $\times 1/0.7$ として算出する。算出した年間腐食速度を日本における腐食環境性分類例を基に等級分けを行う。

4. 結果と考察

試験結果を表-2 に示す。5ch は測定器の接触不良のため評価から除外する。

フィルム型シュリンク材 3ch～6ch の腐食環境性分類は特大に分類され、無塗装の腐食環境性分類である大を超える結果となった。チューブ型シュリンク材の腐食環境性分類は 7ch～9ch 全て小である。

フィルム型シュリンク材の年間腐食速度を従来塗装である Zn ペイントと比較しても速く、従来塗装より腐

食が進行することが示された。この原因は保護材として使用したシュリンク材内に水が浸入し、水を溜め込む傾向があり、防食するのではなく腐食を促進させたと考えられる。フィルム型シュリンク材を折りたたんだ隙間から水が浸入したと考えられる。腐食促進効果は 1.4～2.5 倍である。

チューブ型シュリンク材の年間腐食速度を Zn ペイントと比較すると非常に遅く、従来塗装と比較しても防食性があることが示された。チューブ型シュリンク材の結果から、防食効果を得るためにはシュリンク材の形状が重要であることが示唆された。チューブ型シュリンク材は接着剤などを使用せずとも容易に保護できる方法であり、センサーを隙間なく包み込む効果がフィルム型シュリンク材に比べ高いことが示された。チューブ型シュリンク材による腐食速度の低減効果は $1/5\sim 1/15$ である。

5. まとめ

本研究では、誰でも容易に施工が可能なシュリンク材を用いた防食方法の開発を試みた。屋外暴露試験では、シュリンク材の種類、形状、包装方法の違いによる防食性を評価した。その結果、防食性が高い方法を確認することができた。以下に得られた知見をまとめる。

- (1) 大気中におけるフィルム型シュリンク材による防食性は、フィルム内に雨水等が浸入した場合、腐食を促進させる。
- (2) 大気中におけるチューブ型シュリンク材による防食性は、内部に雨水等が浸入することがないため、防食性が期待できる。

表-2 屋外暴露試験結果

No.	形式・規格	年間腐食速度 CR (mm/year)	腐食環境性 分類例
1	無塗装	0.044	大
2	Zn ペイント(32.7μm)	0.032	中
3	フィルム型分割包装(PO)	0.090	特大
4	フィルム型未分割包装(PO)	0.063	特大
5	フィルム型分割包装(PET)	欠測	—
6	フィルム型未分割包装(PET)	0.111	特大
7	チューブ型(PO)	0.003	小
8	チューブ型(PO)	0.009	小
9	チューブ型(PVC)	0.007	小

参考文献

1) 国土技術政策総合研究所:橋梁の架替に関する調査結果(V), 国総研資料第 1112 号, 2020.6.

2) 貝沼重信, 山本悠哉, 伊藤義浩, 押川渡:Fe/Ag 対 ACM センサーを用いた降雨を受ける無塗装普通鋼板の平均腐食深さの予測方法,材料と環境討論会, pp497-503, 2011.

3) 前田健児, 鈴木啓悟, 近藤泰光:河川距離に基づく地域別腐食環境レベルの推定,鋼構造論文集, 第 28 巻,第 112 号,2021.12.