

ACMセンサーによる応急塗装の腐食速度評価

福井県建設技術研究センター 正会員 ○前田 健児
福井県工業技術センター 非会員 中津美智代
福井県建設技術研究センター 正会員 三田村文寛

1. はじめに

福井県では、昭和 30 年から昭和 50 年にかけて建設された橋梁が約 31%を占め、10 年後には約 41%が建設 50 年を経過する。笹子トンネル天井板落下事故以降、規則の改正により 5 年に 1 度、近接目視による全数監視が義務付けられ、5 年に 1 度の橋梁点検の際に足場や橋梁点検車が必要になり、今後、インフラの維持管理費は増大、集中するばかりである。そこで、橋梁点検足場を利用した、点検と同時にできる補修作業を確立することにより、別途補修工事足場を設置せずとも補修工事が実施でき、コストの縮減に繋がる。本研究では、予防保全により鋼橋の長寿命化を図ることで、維持管理費のコスト縮減、平均化を図ることを目的として、局部的に腐食した箇所のみを 5 年に 1 度の点検と同時に簡易な除錆および塗装をして、全面塗り替え時期を延ばす塗装（以下、応急塗装とする）を確立するため、応急塗装の腐食速度を評価した結果を報告する。

2. 腐食速度測定方法

暴露箇所は、福井県建設技術研究センター敷地内（福井県福井市春日、海岸より約 17km）で実施した。300×300×800mm の H 形鋼に ACM センサーを厚さ 1mm の屋外用両面テープで接着させ、南向き 45° に取り付けた。ACM センサーには塗装系を塗付して、暴露期間中の電流出力 I、温度℃、湿度%RH を計測した。ACM センサーとは、2 種類の金属（Fe - Ag）を互いに絶縁して大気中に暴露すると、降雨や結露で表面に水膜が形成され、その水膜が 2 種類の金属を覆い電流が流れる。その電流を測定して解析することにより腐食速度を推定するものである。

塗装系は 10 種類行い、表－1 のとおりとした。塗装は、下地処理後 4 日間養生。養生後下塗り 1 回目を塗付。下塗り 1 回目完了後、24 時間再養生。再養生後下塗り 2 回目を塗付。塗装系を安定させるため、下塗り 2 回目後 4 日間最終養生を行った。ACM センサーは、大きさ 64mm×64mm の Fe - Ag 型、腐食防食学会認定品を用い、ACM センサーの電流出力と温度、湿度はデータロガー（4ch ACM データロガー SACM-304B、㈱シュリンクス）にて 10 分間隔で連続計測した。解析には、解析ソフト（Ver. 1. 2、腐食防食学会頒布）を使用した。試験期間は、平成 27 年 12 月から平成 28 年 3 月の約 4 ヶ月間である。

3. 腐食速度測定結果

図－1 に、測定期間中の降雨時間（ T_{rain} , $I \geq 1\mu A$ ）、湿り時間（ T_{dew} , $1\mu A > I > 10nA$ ）、乾燥時間（ T_{dry} , $I \leq 10nA$ ）

表－1 ACM センサー上の塗装条件

塗装系名	下地処理 (μm)		下塗り 1 回 (μm)		下塗り 2 回 (μm)		膜 厚 (μm)
Z n 4 0	有機ジンクリッチペイント	4 0	な し	－	な し	－	4 0
Z n 6 0	有機ジンクリッチペイント	6 0	な し	－	な し	－	6 0
Z n 8 0	有機ジンクリッチペイント	8 0	な し	－	な し	－	8 0
E p 4 0	な し	－	エ ポ キ シ 樹 脂	4 0	な し	－	4 0
M E p 4 0	な し	－	変性エポキシ樹脂	4 0	な し	－	4 0
A n 4 0	な し	－	さび止めペイント	4 0	な し	－	4 0
Z E 8 0	有機ジンクリッチペイント	4 0	エ ポ キ シ 樹 脂	4 0	な し	－	8 0
Z M 8 0	有機ジンクリッチペイント	4 0	変性エポキシ樹脂	4 0	な し	－	8 0
Z A 8 0	有機ジンクリッチペイント	4 0	さび止めペイント	4 0	な し	－	8 0
Z M II 1 2 0	有機ジンクリッチペイント	4 0	変性エポキシ樹脂	4 0	変性エポキシ樹脂	4 0	1 2 0

キーワード 鋼橋 腐食 塗装 ACM センサー
連絡先 〒918-8108 福井県福井市春日 3 丁目 303 番地 T E L 0776-35-2412

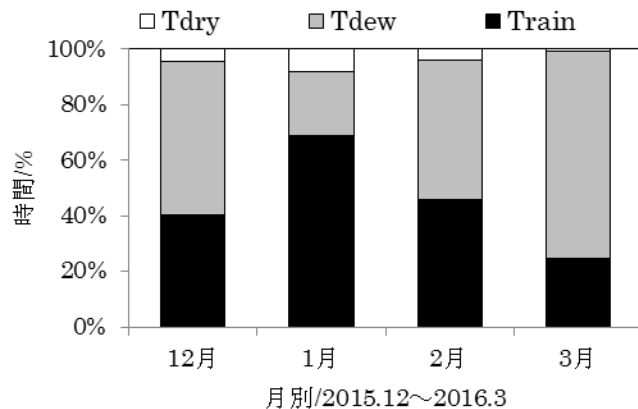


図-1 月別降雨, 湿り, 乾燥時間

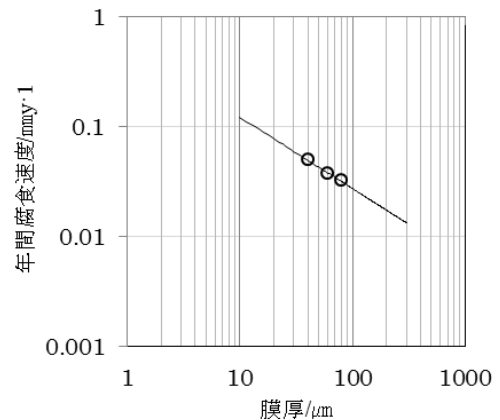


図-2 有機ジンクリッチペイントの年間腐食速度と膜厚の関係

に分け¹⁾, 月ごとに示す. 平成 27 年 12 月から平成 28 年 3 月の平均値は, T_{rain} が 41.3%, T_{dew} が 55.3%, T_{dry} が 3.5%と冬期に曇りや雨が多い日本海側気候が顕著に現れた.

表-2 に, 測定期間中の湿りおよび乾燥期間における塗装系 10 種類を塗付した ACM センサーの全電気量 C とそれから推定される炭素鋼の年間腐食速度 CR (mm/y)²⁾ を示す. 湿りおよび乾燥期間は, 無塗装 ACM センサーの電流出力 I から解析ソフトにより判別した.

無塗装 ACM センサーの年間腐食速度は 0.071 mm/y. 年間腐食速度が最も遅い塗装系は Ep40, ZE80 の 0.007 mm/y であり, エポキシ樹脂 Ep の環境遮断性が腐食抑制効果に繋がったと示唆される.

有機ジンクリッチペイント Zn の年間腐食速度は, 厚さ 40 μ m で 0.050 mm/y, 厚さ 60 μ m で 0.037mm/y, 厚さ 80 μ m で 0.032mm/y と厚さに伴い低下した. 図-2 のとおり年間腐食速度 CR と膜厚 T の関係は直線で示され, 関係式は次式で表される.

$$\log CR \text{ (mm/y)} = -0.65 \log T \text{ (}\mu\text{m)} - 0.264 \quad (1)$$

変性エポキシ樹脂 MEp を使用した塗装系の年間腐食速度は, MEp40 で 0.013 mm/y, ZM80 で 0.009 mm/y, ZM II 120 で 0.007 mm/y, と変性エポキシ樹脂 MEp でも有機ジンクリッチペイント Zn と同じく, 厚さに伴い低下した.

有機ジンクリッチペイント Zn80 の年間腐食速度は無塗装時の約 45%であり, 膜厚が半分のエポキシ樹脂 Ep40 の約 457%, 変性エポキシ樹脂 MEp40 の約 246%と高く, 単層での応急塗装は有効ではないことが確認された.

4. まとめ

本研究では, ACM センサーによる塗装系の年間腐食速度を計測して, 応急塗装として有効かどうか検討した. 以下に本研究で得られた主な結果を示す. 1) Ep40, ZE80 の年間腐食速度は 0.007 mm/y であり, エポキシ樹脂 Ep の環境遮断性が腐食速度を低下させ, 応急塗装に有効である. 2) 有機ジンクリッチペイント Zn の年間腐食速度 CR と膜厚 T の関係は次式で示される. $\log CR \text{ (mm/y)} = -0.65 \log T \text{ (}\mu\text{m)} - 0.264$. 3) 有機ジンクリッチペイント Zn と変性エポキシ樹脂 MEp は膜厚が増加すると年間腐食速度が低下する. 4) 有機ジンクリッチペイント Zn は他の塗装に比べて腐食速度を低下させる効果が低く, 単層での応急塗装は有効ではない.

参考文献

- 1) 元田慎一, 鈴木揚之助, 篠原 正, 辻川茂男, 押川 渡, 糸村昌祐, 福島敏郎, 出雲茂人: ACM 型腐食センサーで測定した海洋性大気腐食環境条件の年変化, 材料と環境, Vol.44, No.4, pp.218-225, 1995
- 2) 押川 渡, 糸村昌祐, 篠原 正, 辻川茂男: 雨かかりのない条件下に暴露された炭素鋼の腐食速度と ACM センサー出力との関係, 材料と環境, Vol.51, No.9, pp.398-403, 2002

表-2 腐食速度測定および腐食抑制効果率

塗 装 系 名	計測期間の 全電気量(C)	腐食速度* (mm/y)
無 塗 装	5 2, 0 4 0	0. 0 7 1
Z n 4 0	1 5, 3 1 7	0. 0 5 0
Z n 6 0	4, 4 9 7	0. 0 3 7
Z n 8 0	3, 4 3 2	0. 0 3 2
E p 4 0	4 8	0. 0 0 7
M E p 4 0	8 9 1	0. 0 1 3
A n 4 0	2 6 7	0. 0 0 8
Z E 8 0	1 7 5	0. 0 0 7
Z M 8 0	2 9 7	0. 0 0 9
Z A 8 0	3 1 1	0. 0 1 0
Z M II 1 2 0	8 3	0. 0 0 7

※測定期間は 2016 年 1 月～3 月