

沖縄県内の雨がかり下における ACM センサーの適用性

(社) 沖縄建設弘済会 正会員 ○玉城喜章 琉球大学 710-会員 矢吹哲哉
琉球大学 正会員 有住康則 琉球大学 正会員 下里哲弘
琉球大学 正会員 淵脇秀晃

1. はじめに

鋼橋の外桁と内桁の腐食度は、雨水が桁外面に付着した海塩粒子を洗い流す除塩効果によって桁外面が内面に比べ小さくなることが知られている。鋼構造物の腐食度の評価には雨がかりの影響を考慮することが重要である。

鋼構造物の各部位の腐食環境評価において、ACM センサーは長期間暴露試験を行うことなしに腐食環境評価が期待され、多くの実験が行われている。しかし、ACM センサーは、雨がかりのない屋内における腐食環境評価においてその有用性が確認されているが¹⁾、雨がかりのある屋外における腐食環境評価の適用性は、研究事例²⁾があるものの未だ確立されていない。本研究では、ACM センサーを雨がかり下での ACM センサー試験を行い、その適用性を検討した。

2. ACM センサー出力電流のしきい値の検討

ACM センサーを屋外で使用した場合の出力電流は、降雨の無いときの出力電流と比較して約 10,000 倍以上とかなり大きな電流が得られる²⁾。この電流値は、腐食電気量以上の電流が流れており、降雨に起因して電流が生じている。このため、ACM センサーの出力電流にしきい値を設定するために、以下のような人工降雨実験を行った。

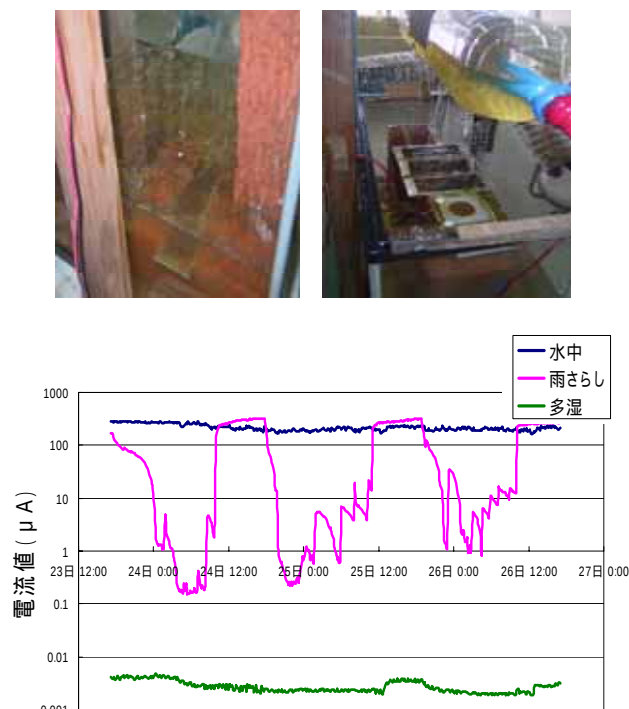
2.1 人工降雨実験

ACM センサーの雨がかりの影響を検証するために簡易的な人工降雨装置を用いて大気中、水中、雨さらしの3つの条件下で、鋼板腐食試験および ACM センサー試験を行った。大気中の平均気温は、29.1℃、平均湿度は 85.3%の多湿環境であった。人工降雨装置を用いて水中、雨さらしの実験状況を写真 1 に示す。降雨時間は一日あたり約 7 時間とし、4 日間行った。図 1-(a) に大気中、水中、雨さらしを想定した ACM センサーの電流値を示し、図 1-(b) に鋼板腐食度を示す。これらの図において降雨時の電流値は水中浸漬とほぼ同じ値で 400 μA 程度を示し、降雨状態を止めたときは 0.2 ~ 50 μA と低下する。鋼板腐食度は、降雨中の腐食度が水中や多湿環境の腐食度に比べ大きい。水中と多湿環境の腐食度に、大きな違いは見られない。

2.2 ACM センサーの出力電流のしきい値

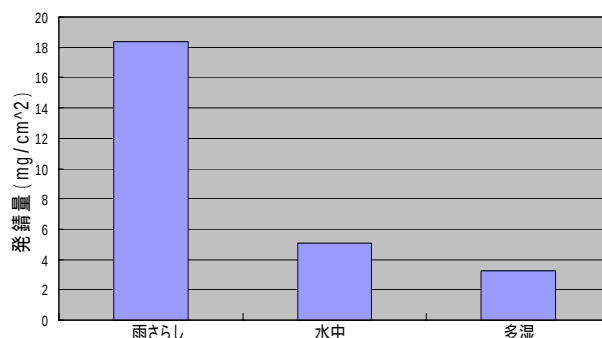
図 1 より水中と多湿環境の腐食度は同程度であるが、ACM センサーの出力電流は数万倍以上の差があるた

写真 1 人工降雨実験 (左: 水中, 右: 雨さらし)



日数 (平成 19 年 7 月 23 日 ~ 7 月 26 日)

(a) ACM センサー出力



(b) 鋼板腐食度

図 1 人工降雨実験結果

め、出力電流のほとんどが水中に起因して電流が生じている。これは、2 の冒頭で述べた ACM センサーを屋外で使用した場合の降雨時と降雨の無いときの出力電流の関係と同様の結果となっている。

雨さらしでは、降雨時は水中と同じ程度の電流値を示しているが、降雨状態を止めたときは 0.2 ~ 50 μA 程度の電流値を示しており、腐食度も水中や多湿環境に比べて大きいことから、腐食電流の占める割合が大き

いと考えられる．このことより，雨がかりのある腐食環境での ACM センサー出力電流のしきい値を $100 \mu A$ としてそれ以下の電流値を積算して電気量を算出した．

3. ACM センサーの適用性

ACM センサーと日平均電気量と鋼材の腐食速度の関係を求めるために，鋼板暴露試験を行いその時の ACM センサーにおける日平均電気量を測定した．

試験期間は平成 18 年 1 月～平成 20 年 1 月である．試験場所は沖縄本島内の海岸部，内陸部，市街地，国道沿，北部の 5 箇所で行った．以下に実験内容を示す．

3.1 鋼板暴露試験

鋼板は写真 2 に示すように，アルミ蒸着テープで暴露面以外を被覆し，東西南北または南北の方角に向けて設置した．約 1 ヶ月ごとに鋼板の設置回収を繰り返し，塩酸法で除錆を行い，以下の式で腐食速度を算出した．

$$CR = C \times 365 \times 10^{-4} / \rho \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$C = (W_0 - W_1) / (A \cdot T) \quad \dots \dots \dots (2)$$

CR：腐食速度[mm/y]， ρ ：鉄密度[g/cm³]，

C：腐食度[mdd=mg/(dm²・day)]，

W₀：暴露前質量[mg]，W₁：除錆後質量[mg]，

A：暴露面積[dm²]，T：暴露日数[days]

3.2 ACM センサー試験

ACM センサーは写真 2 に示すように，鋼板と同様に東西南北または南北の方角に向けて垂直に設置した．ACM センサーから出力される電流は 10 分間隔でデータロガーに記録される．1 ヶ月ごとに ACM センサーの交換と記録データの回収を行った．記録データから市販の解析ソフトで，鋼材腐食環境評価に必要な日平均電気量を計算した．

ACM センサーは互いに絶縁された二つの Ag，Fe の異種金属のタイプを用いた．降雨や結露により両金属が連結した際の腐食電流 [$\mu A = \mu C/sec$] を時間的に積算し，腐食電気量 [C] を求めた．

3.3 鋼板腐食速度と日平均電気量の関係

図 2 に鋼板腐食度と日平均電気量の関係を示す．前節より，電流値のしきい値を $100 \mu A$ として日平均電気量を算出した．図より，鋼板腐食速度と日平均電気量の間には正の相関関係が見られ，相関係数は 0.438 で比較的相関が強い傾向にある．雨がかり下の鋼板腐食速度と日平均電気量との関係は，傾きは，鋼材の腐食特性を示すと考えられるので，雨がかりのない環境下での評価式(3)¹⁾の傾きを採用し式(3)の切片を変化させ最小二乗法により雨がかり下の回帰式(4)を求めた．

$$\log CR_{(i)} = 0.378 \log Q - 0.636 \quad \dots \dots \dots (3)^{1)}$$

$$\log CR_{(o)} = 0.378 \log Q - 0.700 \quad \dots \dots \dots (4)$$

写真 2 実験状況

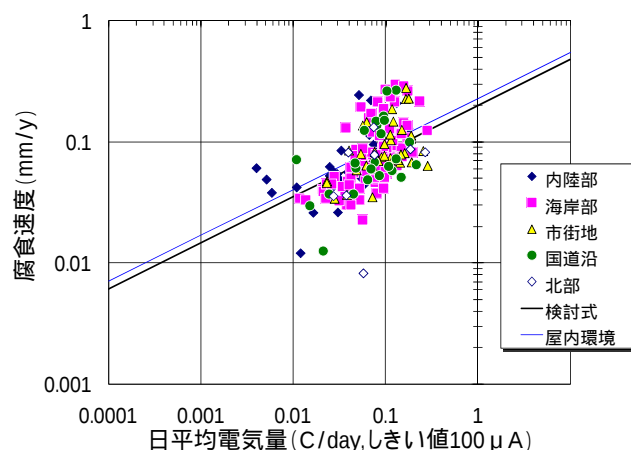
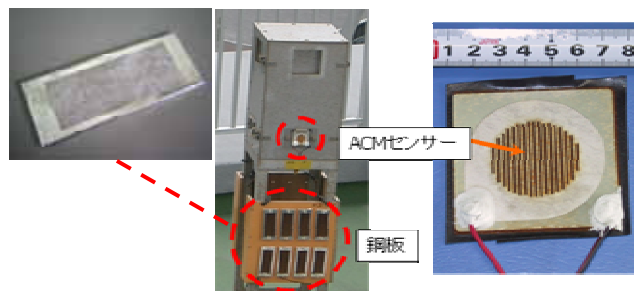


図 2 腐食速度と日平均電気量の関係

式(3)と(4)より雨がかりのある環境下では雨がかりのない環境下に比べ，腐食速度が $CR_{(o)}/CR_{(i)}=0.863$ と約 14% 遅くなる結果となった．これは雨がかり下にある鋼板腐食度が，雨がかりのない環境の鋼板腐食度に比べて小さいという事実と一致する．

4. まとめ

(1) 雨がかり下での ACM センサーのしきい値を $100 \mu A$ に設定した場合，屋外環境と屋内環境での日平均電気量と腐食速度の評価式を比較すると，屋外環境の腐食環境が厳しくないという事実と一致した．

(2) 雨がかり下にある ACM センサーの出力電流は，腐食電流と ACM センサーの表面水に起因する電流であるのか不明確であり，しきい値については今後も検討が必要である．

【参考文献】

- 1) 例えば，押川渡，糸村昌祐，藤原正，辻川茂男：雨が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．
- 2) 淵脇秀晃，矢吹哲哉，有住康則，山田義智，下里哲弘，諸見里朋子：沖縄県内の屋外における鋼材腐食環境評価と ACM センサーの適用性，平成 19 年度土木学会西部支部研究発表会，-23，pp.45-46，2008.3