

沖縄地域の ACM センサーによる屋外の鋼材腐食環境評価に関する検討

沖縄建設弘済会 正会員 ○玉城喜章

琉球大学 フェロー会員 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

鋼構造の維持管理において、鋼材腐食環境を評価することは非常に重要なことである。沖縄地域は高温多湿の気候である。また、海岸までの距離が4～20kmと短く、海からの塩分が多く飛来する。近年、鋼材腐食環境評価に関する研究として、ACM センサーを用いた研究が多数行われている<sup>1)</sup>。既往の研究では沖縄地域の鋼材腐食環境評価を目的として、雨がかり下での鋼材腐食環境における ACM センサーの有用性を検討している<sup>2)</sup>。ACM センサーは直接雨がかかると、その出力電流値が著しく大きくなることを確認している。たとえば、実橋の腐食環境評価において雨が直接かかる部位などに、このセンサーを適用すると降雨によって腐食環境の厳しさが決まってしまう。しかし、一般に実橋の腐食状況は外桁より内桁のほうが著しく腐食している。鋼材腐食において雨など水分の影響は欠かせず、降雨時の電流値の取扱いが難しい<sup>3)</sup>。そこで本研究では、雨がかりのある環境で鋼板暴露試験と ACM センサーによる測定を行い、鋼材腐食環境評価の検討を行った。

2. 実験概要

本研究の試験期間は平成18年1月～平成20年1月である。試験場所は表1に示すとおり沖縄海岸部、沖縄内陸部、沖縄市街地、沖縄国道沿、沖縄北部の5箇所である。また、各試験地での試験期間を同表に示す。

表 1 試験場概要

| 場所    | 海岸線までの距離 | 試験期間             |
|-------|----------|------------------|
| 沖縄内陸部 | 2500 m   | 平成18年1月～平成20年1月  |
| 沖縄海岸部 | 10 m     | 平成18年1月～平成20年1月  |
| 沖縄市街地 | 750 m    | 平成18年1月～平成19年8月  |
| 沖縄国道沿 | 1800 m   | 平成18年3月～平成19年8月  |
| 沖縄北部  | 1900 m   | 平成19年10月～平成20年1月 |

1) 鋼板暴露試験

鋼板は写真1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。

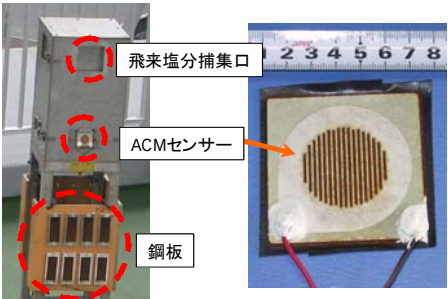


写真 1 実験状況

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

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

CR：腐食速度[mm/y]， ρ：鉄密度[g/cm<sup>3</sup>]， C：腐食度[mdd=mg/(dm<sup>2</sup>・day)]，  
W<sub>0</sub>：暴露前質量[mg]， W<sub>1</sub>：除錆後質量[mg]， A：暴露面積[dm<sup>2</sup>]， T：暴露日数[days]

2) ACM センサー試験

ACM センサーは写真1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。

3. ACM センサー出力電流のしきい値

一般に、雨がかりのない環境では、腐食電流のしきい値を 1μA としている<sup>1)</sup>。本研究では雨がかりのある環境で試験を行っているため、このしきい値の適用性を明らかにする必要がある。そこで、雨がかり下の ACM センサーの電流値がどの程度出力されるかを検討するために、水槽用ポンプ汲み

キーワード：鋼材腐食， 腐食速度， 腐食度， ACM センサー， 日平均電気量， 濡れ時間  
連 絡 先：〒903-0129 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地  
国立大学法人 琉球大学 工学部 技術部 土木技術職員室 TEL：098-895-8641， FAX：098-895-8677

上げによる水滴落下とミストノズルによる人工降雨実験と自然雨(小雨)実験を行った。表 2 にこれらの実験で得られた降雨強度と、最大電流値を示す。表 2 よりセンサーに直接水をかけたときの電流値は、降雨強度にかかわらず、100  $\mu$ A 以上に及ぶ。水中に浸漬した ACM センサーの電流値は常時 100  $\mu$ A 以上であった。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異常値を 100  $\mu$ A 以上とし、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することを提案する。

#### 4. 鋼板腐食度と日平均電気量の関係

図 4 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。

#### 5. 腐食環境評価式

前節の図 4 より、雨がかり下の腐食環境評価式を求めた。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)<sup>1)</sup>の傾きを採用した。式(3)の切片を変化させ最小二乗法により雨がかり下の腐食環境評価式(4)を求めた。

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

$$\log CR = 0.378 \log Q - 0.700 \quad \dots \dots \dots (4)$$

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 비해、腐食速度が 0.064[mm/y] 遅くなる結果となった。これは雨がかりのない環境では鋼板に付着した飛来塩分が蓄積され、腐食が促進される。一方、雨がかりのある環境下では、雨により飛来塩分が洗浄され、鋼板への影響は少なくなる。よって、雨がかりのない環境下 비해、雨がかりのある環境下では腐食速度が遅くなると考えられる。

#### 6. 腐食環境評価について

腐食環境評価については、腐食環境の厳しさによって 3 段階程度にランク付けする手法が考えられる。例えば ACM センサーを用いる場合、図 4 において I～III の領域に区切ること、腐食環境レベルを評価することが出来る。しかし、ランクの区切りについて、今後さらに検討する必要がある。

#### 7. まとめ

以下に、本研究で得られた結果をまとめる。

- (1) 雨がかり下での ACM センサーのしきい値を 100  $\mu$ A とすることを提案した。
- (2) 雨がかりのある腐食環境下での日平均電気量と腐食速度との評価式を提言した。
- (3) ACM センサーを用いた腐食環境評価手法について提案した。

腐食環境のランク区切りについては更に検討を重ねていく。

#### 【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) 例えば、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：沖縄地域における ACM センサーを用いた濡れ時間と鋼板腐食の相関評価—沖縄本島海岸部，内陸部を事例として—，土木学会第 62 回年次学術講演会，I-394，pp.783-784，2007.9。
- 3) 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，I-23，pp.45-46，2008.3。

表 2 人工降雨実験結果

| 試験条件   | 降雨強度<br>(mm/min) | 最大電流値<br>( $\mu$ A) |
|--------|------------------|---------------------|
| 水中     | —                | 286                 |
| ポンプ水   | 90.8             | 322                 |
| ミストノズル | 0.002            | 980                 |
| 自然小雨   | 0.05             | 600                 |
| 屋内     | 0.0              | 0.005               |

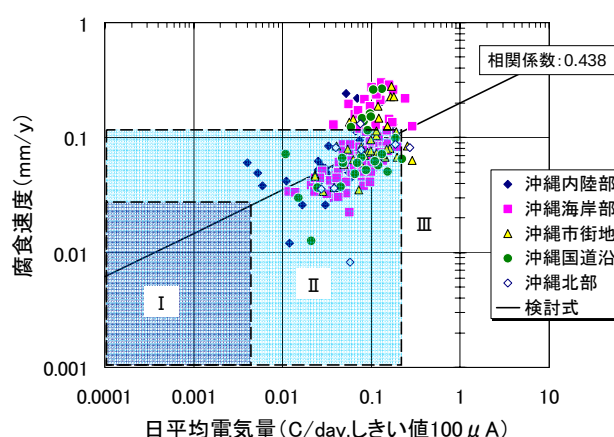


図 4 腐食速度と日平均電気量の関係