

ACM 型腐食センサを用いた鋼材の経時腐食挙動の評価・予測手法の提案

九州大学大学院	学生会員	○杉谷 国博	九州大学大学院	正会員	貝沼 重信
九州大学大学院	学生会員	香月 大翔	日本工営株式会社	正会員	友田 富男
九州大学大学院	学生会員	向川 優貴			

1. はじめに 鋼構造物の腐食挙動は各構造部材・部位で大きく異なる．したがって，鋼構造物の腐食挙動を精度良く評価・予測するためには，各構造部材・部位レベルのミクロ腐食環境を把握することが不可欠である．その腐食環境を評価する方法の1つとして，ACM 型腐食センサ(以後，ACM センサ)を用いる方法が注目されている．しかし，ACM センサを用いた様々な大気腐食環境や経時腐食挙動を評価する方法は提案されていない．腐食環境の評価から腐食挙動の予測への検討が十分になされていない．そこで，本研究では飛来塩分環境における大気暴露試験，および腐食促進試験を行うとともに，ACM センサを用いた腐食環境モニタリングを実施した．これらの結果に基づき，ACM 型腐食センサを用いた鋼構造部材の経時腐食挙動の評価・予測手法の提案した．

2. 腐食試験方法および大気腐食環境モニタリング 腐食試験には無塗装の普通鋼板 (JIS G 3106 SM490A) を用いた．大気暴露試験は飛来塩分の影響を受ける海岸線から約 3km に位置する琉球大学構内(Lat.26°15'N Long.127°46'E) で実施した．様々な大気ミクロ腐食環境における腐食挙動のデータを効率的に収集するために，試験体を水平に対して，0°，45°および 90°として暴露台に設置した．試験期間は 0.5 年，1 年および 2 年とし，試験体の表裏面（対空面および対地面）を検討対象とした．また，ACM 腐食センサを用いて，各暴露角度に設置した試験体の表裏面の腐食電流を 10 分毎に測定することで大気ミクロ腐食環境をモニタリングした．なお，ACM センサの劣化による腐食電流の出力低下の影響を回避するために，ACM センサを 2 ヶ月毎に交換することとした．腐食促進試験は複合サイクル試験機を用いて実施した．腐食サイクルには JIS Z 2371 S6-cycle を用い，その繰返し回数を 1200cycle，1800cycle および 2400cycle とした．腐食環境のモニタリングは，大気暴露試験と同様に試験体の表裏面に ACM センサをそれぞれ貼付することで実施した．腐食試験終了後の試験体の表裏面における平均腐食深さは，電子重量計およびレーザーフォーカス深度計（測定ピッチ：0.2mm）の測定結果を併用することで算出した．

大気暴露試験における平均腐食深さの経時変化を図-1 に示す．図中の実線は，平均腐食深さに対する暴露期間の累乗回帰曲線を示している．試験体の設置角度や表裏面により腐食深さの経時性は，大きく異なっている．これは大気ミクロ腐食環境が異なっていることを示している．以下では，この腐食環境の相違をそれぞれ定量的に評価するために，日平均電気量の算出方法について検討した．

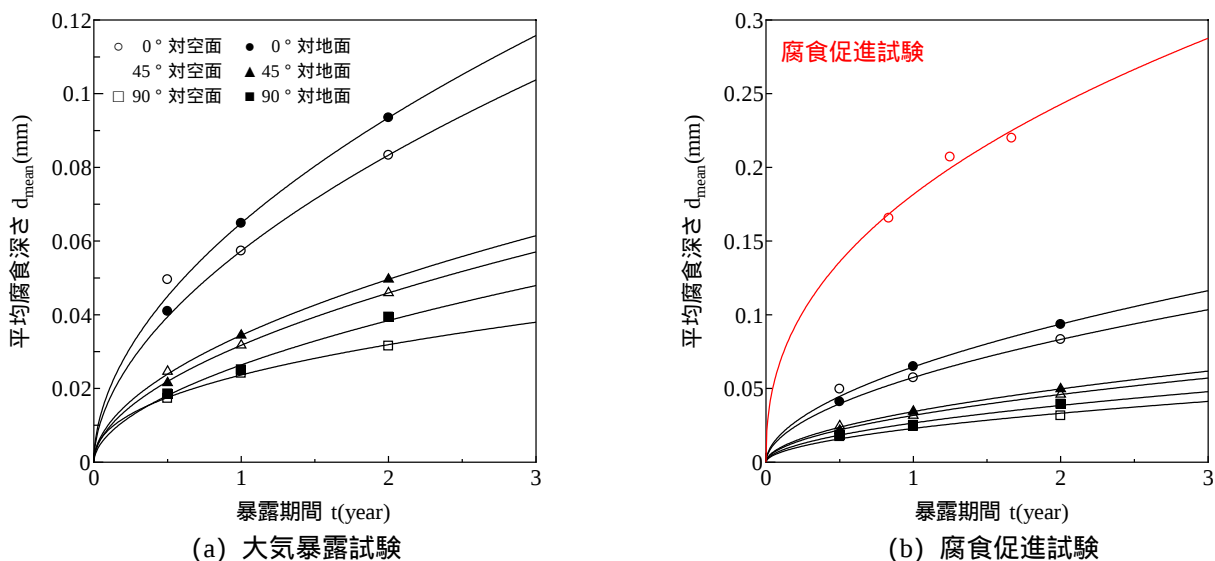


図-1 平均腐食深さの経時変化

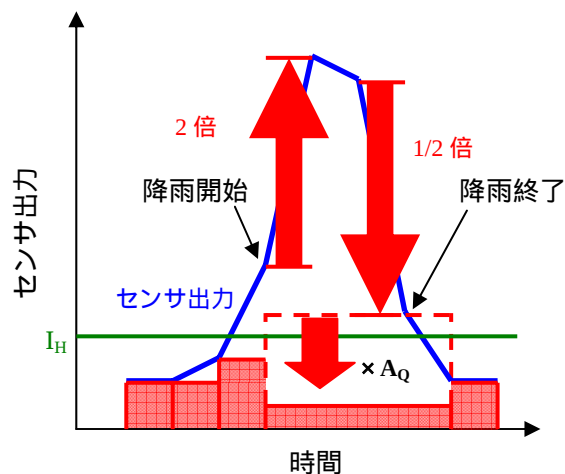


図-2 降雨期間の出力の換算

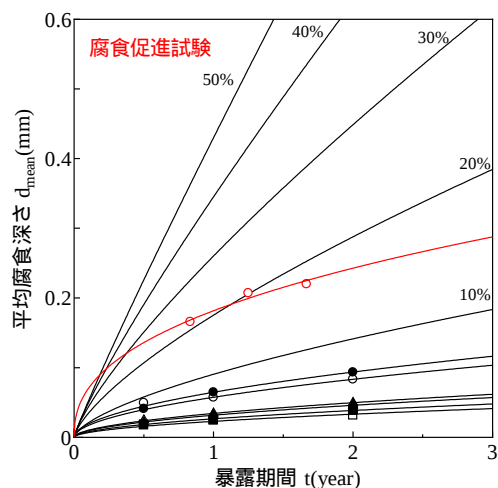
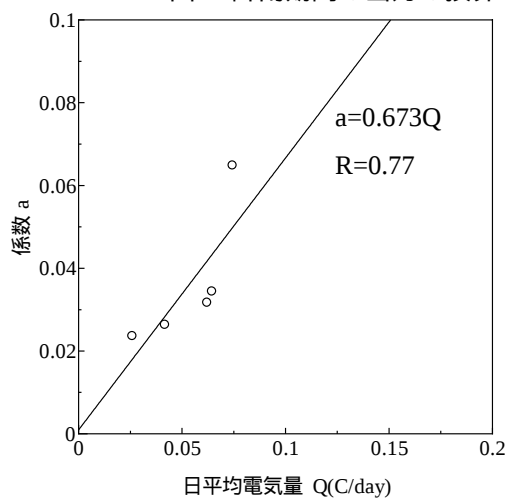
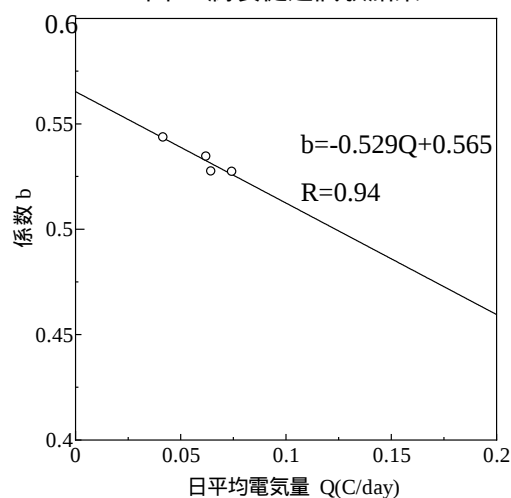


図-3 腐食促進試験結果



(a) 係数 a



(b) 係数 b

図-4 回帰曲線 $d_{\text{mean}} = a \cdot t^b$ の係数 a, b と日平均電気量の関係

3. 大気腐食環境の評価 降雨時には、ACM センサ出力（腐食電流）は鋼材自体に生じる腐食電流に比較して著しく増加する。したがって、この出力に基づき鋼材の腐食挙動を評価することはできない。そのため、降雨時の出力を鋼板の腐食量との相関が得られるように、減じることで補正する必要がある。降雨時における出力の換算方法の概念図を図-2 に示す。降雨の影響を受けない ACM センサ出力から決定したしきい値（ $1\mu\text{A}$ ）を超えて、任意の出力と 10 分後の出力との変化率が 2 以上になるときを降雨開始時と定義した。また、降雨開始後、任意の出力と 10 分後の出力との変化率が $1/2$ 以下になるとき、または出力がしきい値を初めて下回るときを降雨終了時と定義した。本研究では降雨時の出力を、降雨終了時の出力に換算係数 A_Q を乗じた値とした。腐食促進試験の平均腐食深さから求めた回帰曲線と日平均電気量から求めた予測線を図-3 に示す。プロットが換算係数 20% の予測線に最も近く、回帰曲線と比較して安全側に予測ができています。したがって、換算係数 A_Q が 20% のとき最も精度よく評価できると考えられる。図-1 中の回帰曲線 $d_{\text{mean}} = a \cdot t^b$ の係数 a および b と日平均電気量の関係を図-4 に示す。図中の実線は、日平均電気量に対する係数 a または b の回帰直線を示している。この回帰直線の相関係数は比較的高いことから、プロットの傾向を良く表していると言える。したがって、平均腐食深さと日平均電気量の関係は、次式で表すことができる。

$$d_{\text{mean}} = 0.673 Q \cdot t^{-0.529Q+0.565}$$

4. まとめ 1) 降雨が ACM センサの出力に及ぼす影響を考慮可能な腐食電気量の算出方法を提案した。 2) ACM センサを用いた鋼構造部材の経時腐食挙動の評価・予測手法を提案した。

参考文献 1) 元田慎一，鈴木揚之助，篠原正，兒島洋一，辻川茂男，押川渡，糸村昌祐，福島敏郎，出雲茂人：海洋性大気環境の腐食性評価のための ACM 型腐食センサ，材料と環境，Vol.43，p.550-556，1994.， 2) 伊藤義人，岩田厚司，貝沼重信：鋼材の腐食耐久性評価のための環境促進実験とその促進倍率に関する研究，構造工学論文集，Vol.48A，p.1021-1029，2002。