

ACM 型腐食センサを用いた無塗装普通鋼板の経時腐食挙動の評価・予測手法

九州大学大学院 学生会員 ○杉谷 国博
(株)神戸製鋼所 正会員 香月 大翔

九州大学大学院 正会員 貝沼 重信
(株)神戸製鋼所 非会員 伊藤 義浩

1. はじめに 鋼構造物を適切に維持管理するためには、その部位・部材レベルにおけるマイクロ腐食環境を明らかにした上で腐食挙動の経時性を明らかにする必要がある。本研究では無塗装普通鋼板を用いて、飛来塩分環境下における大気暴露試験、および腐食促進試験を実施するとともに、ACM センサによる腐食環境モニタリングを行った。また、これらの結果に基づき、ACM センサ出力を用いて、大気マイクロ腐食環境を評価した上で、無塗装普通鋼板の経時腐食挙動の評価・予測手法を提案した。

2. 腐食試験および大気腐食環境モニタリング 腐食試験には図-1 に示す無塗装の普通鋼板 (JIS G 3106 SM490A) を用いた。試験体の化学成分を表-1 に示す。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。大気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°として暴露台上に設置し、試験体の表裏面 (対空面および対地面) を検討対象とした。暴露期間は0.5年、1年および2年とし、それぞれの期間について各3体の試験体を暴露した。また、ACM センサを用いて、各暴露角度に設置した試験体と同形状・寸法の鋼板の表裏面の腐食電流を10分毎に測定することで腐食環境をモニタリングした。腐食促進試験には塩水噴霧複合サイクル試験機を用いた。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。試験には各腐食サイクル数について、各5体の試験体を用いた。

大気暴露試験から得られた平均腐食深さの経時性を図-2 に示す。図-2(a)は各暴露期間の3体の試験体の平均値から得られた平均腐食深さ d_{mean} を示している。暴露期間 0.5 年のデータについては、1 年間の腐食環境の変動に配慮し、参考値として図中に示している。実線は暴露期間 1 年および 2 年から算出した d_{mean} (mm) に対する暴露期間 t (year) の累乗回帰曲線である。図-2(b)は図-2(a)の大気暴露試験と腐食促進試験の結果を比較した図である。腐食促進試験の結果は、各腐食サイクルの5体の試験体の平均値から得られた d_{mean} を示している。腐食促進試験の d_{mean} は、試験期間 1 年で大気暴露試験の 45°対空面に対して 5 倍以上となっており、厳しい腐食環境であると言える。

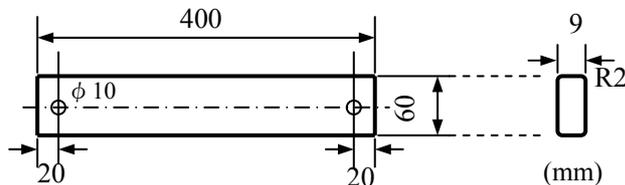


表-1 鋼材の化学成分 (%)

C	Si	Mn	P	S
0.16	0.36	1.45	0.014	0.007

図-1 試験体の形状・寸法

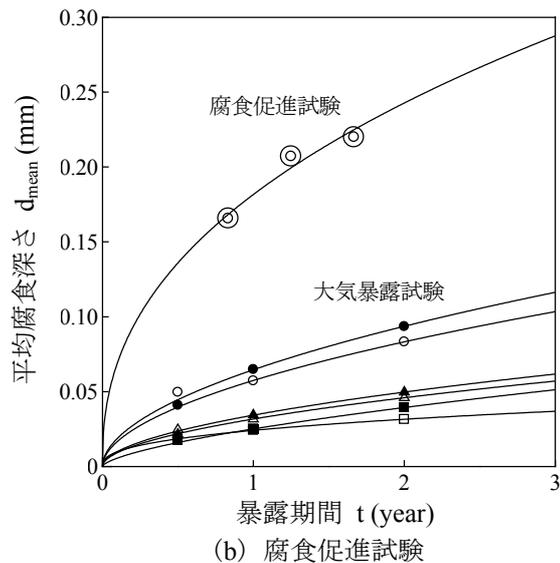
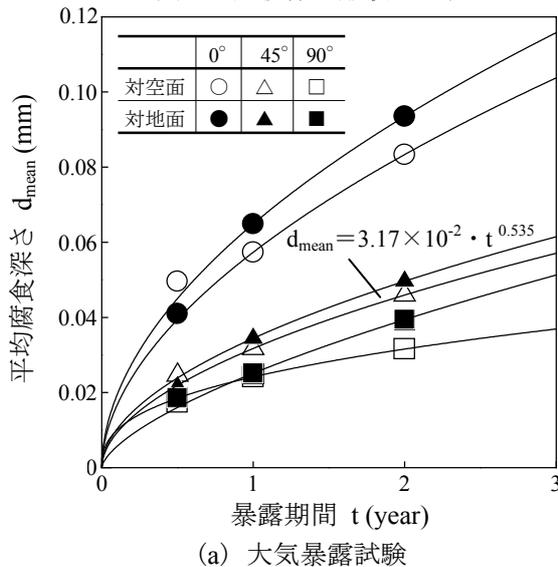


図-2 平均腐食深さの経時性

キーワード 腐食環境評価, ACM 型腐食センサ, 大気暴露試験, 腐食促進試験
連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3392

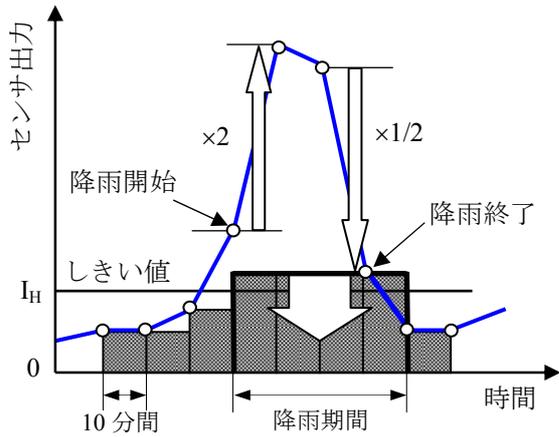


図-3 降雨期間の ACM 出力の換算方法

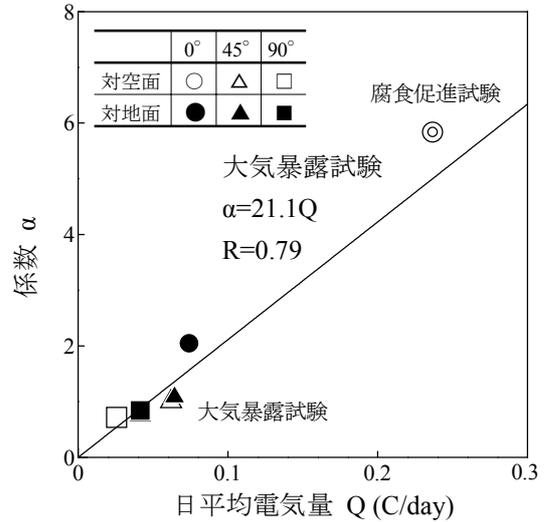


図-4 α と日平均電気量 Q の関係

3. 大気マイクロ腐食環境の評価 ACM センサの出力は、降雨時には鋼材自体に生じる腐食電流に比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直接評価することは困難である。そこで、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換算することとした。降雨時における出力の換算方法の概念図を図-3 に示す。降雨開始時は降雨の影響を受けない大気暴露試験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 倍以上になる時点と定義した*)。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 倍以下になるとき、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¹⁾。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 を乗じた値として算出した。

Q の大小関係は A_Q が 25% 以下の場合に図-2(a) の平均腐食深さ d_{mean} と一致することになる。そこで、以下では A_Q を 20% と仮定し、ACM 出力から Q を算出することとした。

4. 経時腐食挙動の評価・予測 図-2(a) の d_{mean} に対する t の各回帰曲線は、マイクロ腐食環境の相違により大きく異なっている。ここでは、45°対空面の回帰曲線の係数 α を 45°対空面を基準($\alpha=1$)とした日平均電気量 Q の関数と定義する。この定義に基づき、 α と他のマイクロ腐食環境における日平均電気量 Q との相関について検討する。図-4 は α と Q の関係を示している。図中の実線は、大気暴露試験結果から算出した α に対する Q の回帰曲線を示している。相関係数 R が 0.79 と比較的高く、この回帰直線が腐食促進試験結果の傾向を良く表していることから、 α と Q の関係は次式で表すことができる。

$$\alpha = 21.1 \cdot Q \tag{1}$$

式(1)に基づき回帰した各マイクロ腐食環境における大気暴露試験の平均腐食深さ d_{mean} の経時性を図-5 に示す。いずれの回帰曲線も大気暴露試験結果の経時性を良く表している。したがって、 d_{mean} は図-2(a)中の 45°対空面から得られた回帰曲線に式(1)を代入することで、次式で評価・予測できると考えられる。

$$d_{\text{mean}} = 0.669 \cdot Q \cdot t^{0.535} \quad (0.026 \leq Q \leq 0.237(\text{C/day})) \tag{2}$$

4. まとめ 腐食環境の評価パラメータである腐食電気量 Q(C/day)を降雨期間を考慮した ACM センサ出力を用いて、算出する方法を提案した。また、塩分環境 ($Q=0.026\sim 0.237(\text{C/day})$) における無塗装普通鋼板の平均腐食深さ (全面腐食) を ACM センサ出力に基づき評価・予測する手法を提案した。

参考文献 *) 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.

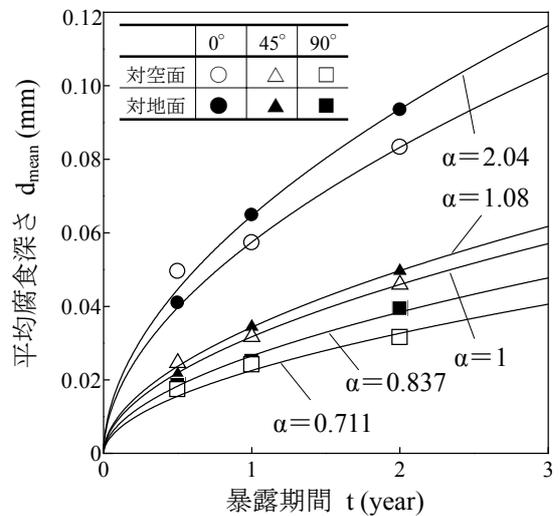


図-5 45°対空面に対する d_{mean} の係数 α