

鋼製材料の腐食に関する大気環境評価

Evaluation Atmosphere Environment for Corrosion of Steel Member of Civil Structure

北見工業大学 ○正 員 山崎智之 (Tomoyuki Yamazaki)
 北見工業大学 フェロー 大島俊之 (Toshiyuki Oshima)
 北見工業大学 正 員 三上修一 (Shuichi Mikami)
 (株)ドーコン 正 員 安江 哲 (Satoshi Yasue)

1. はじめに

土木構造物を維持管理する上で、鋼製材料の腐食状態あるいは腐食環境を知ることは非常に重要なことである。特に構造物の置かれている環境（大気中）が鋼材の腐食にどのように影響しているか定量的に測定できれば、構造物の劣化予測や維持補修の目安として有効な評価ができると思われる。

本研究は近年開発されたACM(Atmospheric Corrosion Monitor)型腐食センサ¹⁾を用いて、大気中の腐食環境を測定し、土木構造物におよぼす腐食環境の定量的評価を目的としている。本実験では室内外におけるセンサの暴露実験や人為的に設定した環境による腐食促進実験をむき出しのセンサおよび塗膜を施したセンサを用いて測定した結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 実験装置

(1) ACM腐食型センサ¹⁾

ACMセンサ(図-1, 写真-1)の構成は厚さ0.8mmの炭素鋼板(64×64mm)を基板とし、その上に絶縁ペースト(厚さ30~35 μ m)を塗付し、さらにその上から導電ペースト(Ag, 厚さ30~40 μ m)を基板との絶縁が保たれるように絶縁ペーストのパターン上に積層印刷したものである。この導電ペーストがセンサのカソードとなり、炭素鋼基板のパターン露出部がアノードとなる。また導電ペースト上には導線の端子とするための銅箔(5×5mm)が接着してある。これらの製作過程では基板や導電ペーストなどの酸化を防ぐため超音波洗浄や窒素雰囲気中での作業などが行われている。

このセンサの原理は二つの異種金属(Fe-Ag)を互いに絶縁した状態で樹脂中に埋め込み、両者の端部を大気中へ露出させることで、溶液中ではもちろん、大気中または室内環境においても比較的高い湿度条件で両金属間に水膜ができ、金属間が連結されて腐食電流が流れる。この電流を測定し腐食が起こる大気環境をモニタリングする。

センサの特性としてはセンサ出力の測定範囲は1nA~13mAであり、その分解能は1nA~10 μ Aで1nA、10 μ A~13mAでは1 μ Aである。このセンサでは10nAより大きい電流を腐食に対して有意な信号としている。またセンサの寿命は数ヶ月程度ではあるが、これを更新して長期間の腐食情報を計測することが可能である(量産性、再現性がある)。

(2) ACMデータロガー

このデータロガー(写真-2)はACMセンサ16チ

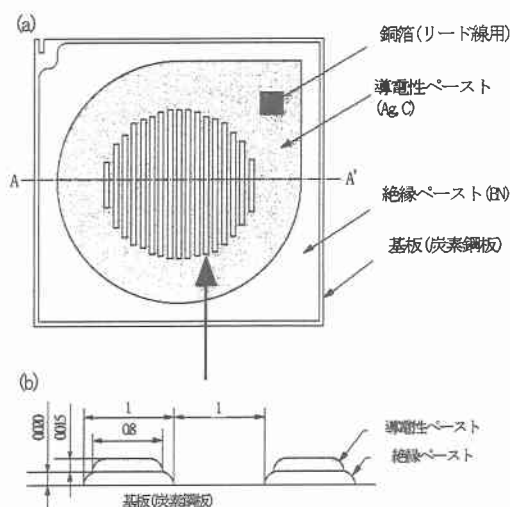


図-1 ACMセンサの概要図

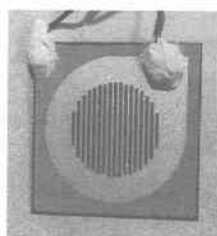


写真-1 ACMセンサ

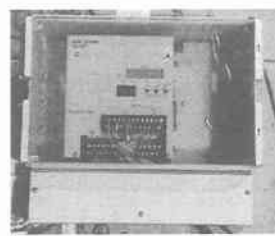


写真-2 データロガー

ャンネル、温湿度計8チャンネルを同時に計測できるものである。データ測定は自動計測が可能で最小測定間隔は10分である。記録装置にはCompactFlashメモリーカードを使用し、電源にはバッテリーおよび直流電源を使用することができる。

2.2 実験条件

(1) 測定時のセンサの状況

ACMセンサはセンサ自体だけで測定できるものであるが、センサの基板が腐食性の炭素鋼材であることから、本実験ではこのセンサを150×150×6mmのSS400鋼材片に絶縁した状態で接着させて暴露実験を行った。特に鋼材片に接着させた理由はないが、鋼材の腐食状態の観察することができる。また、これと対比させるため上記の状態のセンサを橋梁の鋼桁に施す塗装と同等の塗装をし、同じ環境下における測定を行った。

(2) 環境条件

環境条件は以下の3つの条件でセンサを暴露した。

- ①実験室内における室内暴露試験
- ②実験室外における屋外暴露試験

③実験室内の密閉した容器内でセンサに直接海水を噴霧器で吹き掛け約2日間容器内に放置し、その後容器から取り出し室内で約2日間乾燥させる。これを繰り返し行いながら測定する。(促進環境試験)

本計測は以上のような条件で測定を行うため6個のセンサを使用し、10分間隔で自動計測を行っている。また同時に環境条件毎に温湿度計による計測も行っている。センサの置き方は地表面に対してセンサ端子面が水平になるように設置した。表-1に各センサの番号と試験条件をまとめて表記する。

表-1 試験条件

センサ番号	塗装条件	環境条件
ACM1	無	室内暴露
ACM2	有	室内暴露
ACM3	無	屋外暴露
ACM4	有	屋外暴露
ACM5	無	促進環境
ACM6	有	促進環境

3. 測定結果

測定結果は測定時刻に対する腐食電流で表す。測定は2001年9月27日から開始しており現在も継続中である。図-2、3に測定データの一例を示す。このデータはセンサ番号ACM3(屋外暴露、塗装無し)で、10/27~10/30の間のデータである。縦軸に測定した腐食電流、横軸に測定日時を示している。腐食電流は測定値の差が大きいので対数表示している。これらは降雨期間(Rain)、結露期間(Dew)、乾燥期間(Dry)に判定されるが、このデータからは10nA以下の乾燥期間とそれ以外期間(結露+降雨期間=ぬれ時間)に区別できる。このぬれ時間を月毎あるいは通年において総時間の時間分率(%)で表せば腐食環境条件の評価につながる。図-2は10月下旬の晴天および雨天時におけるデータで、図-3は11/27~12/2の積雪時のデータである。図-3のデータは11/30の明け方から降雪が始まり積雪した状態となっている。注目する点は12/1と12/2の12:00頃のデータで、電流が10 μ A以上となっている。積雪前までは晴天の日中(12:00頃)において電流は10nA以下とほとんど発生していないが、積雪した場合は全く逆の状態になっている。これは積雪した雪が日中に融雪して端子間が結露し、腐食電流が発生したものと考えられる。

図-4はセンサ番号ACM5(促進環境、塗装無し)のデータで、10/1~10/7の間のデータである。

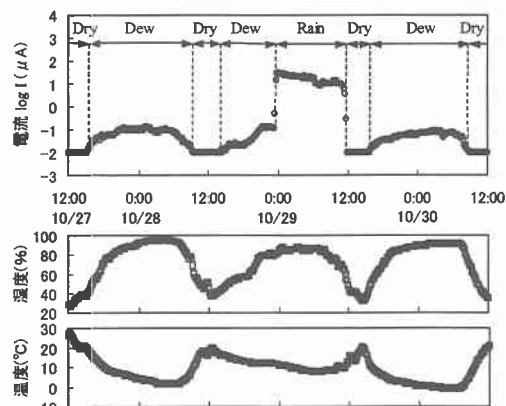


図-2 ACM3 センサ出力結果
(10月27日~10月30日)

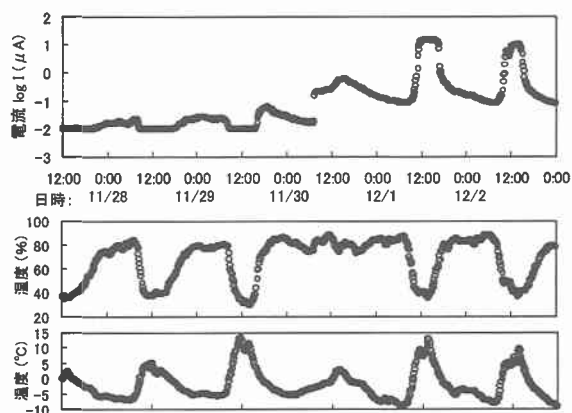


図-3 ACM3 センサ出力結果
(11月28日~12月2日)

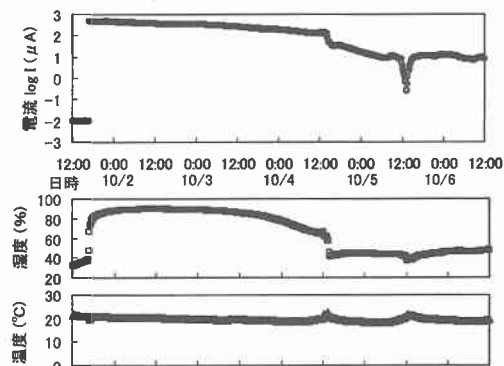


図-4 ACM5 センサ出力結果
(10月1日~10月6日)

ータで、10/1~10/7の間のデータである。10/1, 17:00に海水を吹き掛け、密閉箱に入れて、10/4, 13:00に密閉箱から出して実験室内で乾燥させている。海水を吹き掛けた直後から高い電流が発生し、10/4の乾燥後にわずかに電流は下がったが、引き続き腐食電流は発生している。この後も電流は発生し続け、ほとんど10nA以下になることなかった。これは端子についた海水の塩分が乾燥しても電流を流し続けるのではないかと考えられる。

他のセンサ(ACM1, ACM2, ACM4, ACM6 室内暴露センサおよび塗装センサ)のこれまでの測定結果からは10nA以上の腐食に関する電流は発生していない。

4. あとがき

この測定によるぬれ時間などから鋼材腐食に関する環境評価を定量的に行うことが可能であると考えられる。さらには構造物の各部材位置での環境評価もできる。

現在、現場での計測として網走湖畔の鋼矢板付近での暴露試験を行っている。このデータについては後日発表時に紹介したい。この現場における計測には網走開発建設部の多大なる御協力をいただきここに感謝意を表します。

最後に本実験を行うに当たり北見工業大学土木開発工学科の京谷 智君には多大なる御協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 元田, 鈴木, 篠原, 他6名: 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, 43, pp. 550~556, 1994