

鋼部材地際のマクロセル腐食に対する環境評価センサの出力特性

九州大学大学院 学生会員 ○木下 優 九州大学大学院 正会員 貝沼 重信
三井造船株式会社 正会員 石原 修二 九州大学 学生会員 土橋 洋平

1. はじめに 鋼部材のコンクリート地際に雨水や凍結防止剤などが長期間停滞することで、塗膜が加水分解などにより早期劣化し、著しい局部腐食が発生する事例が多数報告されている。地際部の腐食損傷は、塗膜劣化後に、鋼部材のアノード部とカソード部が電氣的に短絡することで生じるマクロセル腐食により生じる。この腐食は進行性が速いため、その発生の有無や進行性を早期に把握することは、鋼構造物を経済的に維持管理する上で重要となる。本研究では鋼部材の地際近傍の腐食環境を電気化学的に定量評価することを目的として、実用性を考慮した環境評価センサを開発し、その出力の基本特性を把握するため、模擬環境を測定・評価した。

2. 腐食環境評価センサ 腐食環境センサは、鋼材と対極材の組み合わせで生じるガルバニック電流を測定するための電気回路で構成されている。センサの構造を図-1 および図-2 に示す。センサは基板 (SUS430 (100×60×0.8mm)) の測定対象面のみを露出し、その面に絶縁ペーストをスクリーンプリントした後、焼成硬化させることで製作した。SUS 材の露出面積は 20×1.0mm とし、これを高さ方向に 16 ヶ所配置した。また、ローガーと接続するためのコネクタ部にはプリント基板 (50×60×0.8mm) を採用した。また、SUS 材とプリント基板は、裏面からガラスエポキシ樹脂 (150×60×0.8mm) を貼り付けることで一体化した。さらに、Ag ペーストで SUS 材とプリント基板を跨ぐようにパターン印刷し、焼成硬化させた。最後に、カーボンペーストを櫛面の絶縁ペーストの上にプリントして、測定面を除いてレジストプリントすることで製作した。

3. 試験方法 本センサの出力性能を評価するため、気液界面と土壌地際の模擬環境において、センサの電流出力を測定した。模擬環境は 1) 0.1wt%NaClaq, 2) 1.0wt%NaClaq, 3) 5.0wt%NaClaq, 4) 10wt%NaClaq, 5) 26.4wt%NaClaq, 6) 豊浦標準砂+0.1wt%NaClaq, および 7) 豊浦標準砂+26.4wt%NaClaq の計 7 種とした。6)と7) は電解液で飽和状態の土壌で測定した。本測定システムを図-3 に示す。測定には無抵抗電流計 (電流レンジ: 0.1nA~100mA) を用い、3 分毎に電流を測定・記録した。なお、測定はセンサ出力の再現性も検討するため、3 枚のセンサ (センサ 1, 2 および 3) に対して、3 回あるいは 4 回行った。なお、測定期間は 24 時間とした。

4. 試験結果 2つのセンサの 24 時間時における電流分布を図-4 に示す。測定環境は 0.1wt%NaClaq とした。同一センサの出力値は、ほぼ同程度となっているため、再現性があると言える。しかし、センサが異なれば同じ環境であっても出力値は異なっている。この原因として、センサのアノードとカソードの電位差が各センサで異なっていることが考えられる。そこで、センサのアノードとなる SUS430 とカソードとなるカーボンの電位差をエレクトロメータ (測定レンジ: 0~±10V, 入力抵抗: $1 \times 10^{13} \Omega$) を用いて測定した。電位差の測定の際における腐食環境は、予備測定でセンサ出力の再現性が最も高い 5.0wt%NaClaq とした。

前述の検討で使用済みのセンサ 2 と未使用のセンサ 3 の 2つのセンサに対して、それぞれ測定された電位差の分布を図-5 に示す。センサ 2 とセンサ 3 はともに、高さによらず電位差が安定している。また、センサ 2 については、センサの上端部の電位差が他の位置と比べて大きくなっている。これはセンサの再現性確認等の繰り返しの試験時に、センサ上端部の SUS430 基板のみが電解液に浸漬されず、他の位置の基板のようにアノードとして作用していなかったことが原因として考えられる。しかし、今後、SUS430 基板の表面状態の分析が必要とされる。

電位差測定と同環境である 5.0wt%NaClaq における電流分布を図-6 (a) に示す。センサ 3 の電流分布は、センサ 2 に比して大きくなっている。センサの電位差とガルバニック電流には比例関係があるため、電位差とセンサの出力の傾向は一致する。そこで、センサの表面状態を疑似的に統一するため、事前に測定した電位差を 100mV に換算して、センサの出力値を補正することとした。それによる図-6 (a) の電流分布の補正結果を図-6 (b) に示す。電位で出力を補正することでセンサによらず、同一環境において同様程度の電流分布が得られている。

5. まとめ 本センサにより腐食環境を評価する際には、センサのアノードとカソードの電位差を測定し、その電位差でセンサの電流出力を補正することで、各センサの出力特性の差異を補正できる。この方法を用

いれば、本センサを用いて鋼部材の地際近傍における腐食環境評価の実現が期待できる。今後は、本センサを大気環境において、土壌やコンクリート等の地際に適用し、センサの出力特性を検討した上で、実構造物の地際の腐食環境を評価する予定である。

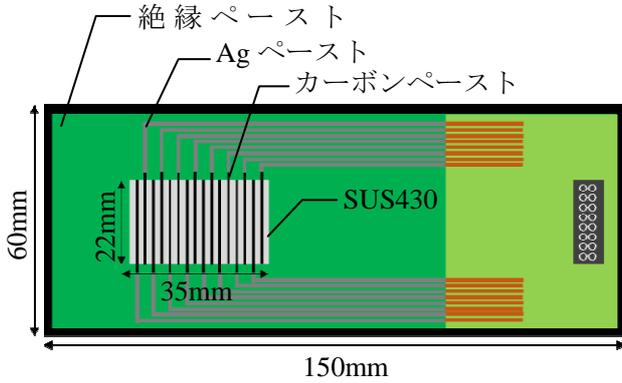


図-1 センサの表面構造

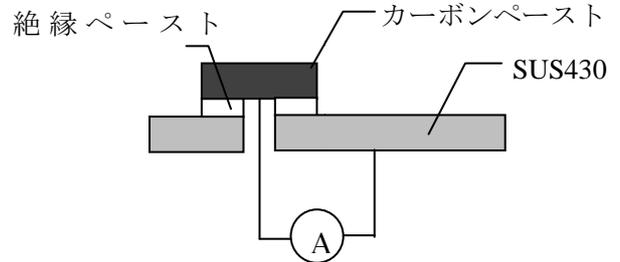
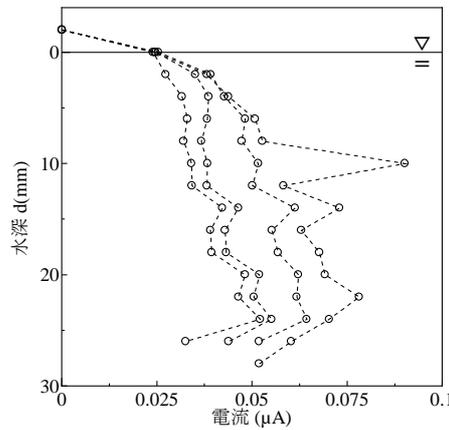


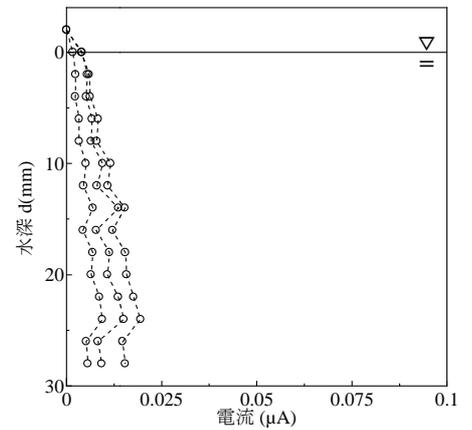
図-2 センサの断面構造



図-3 試験システム



(a) センサ 1



(b) センサ 2

図-4 電流分布

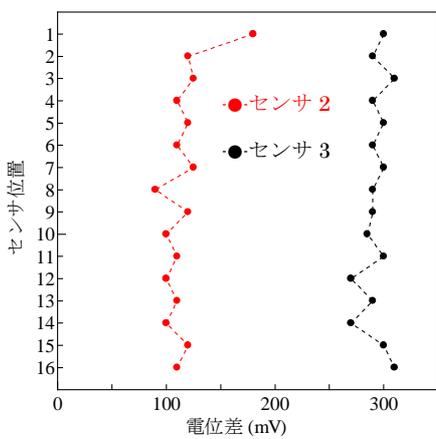
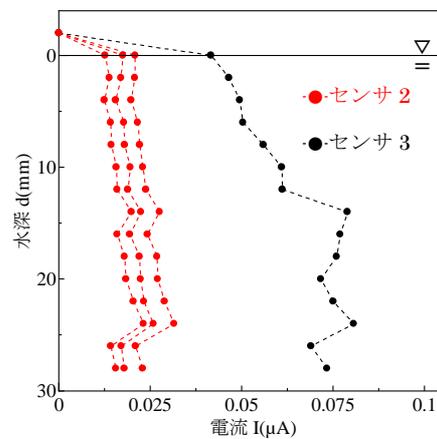
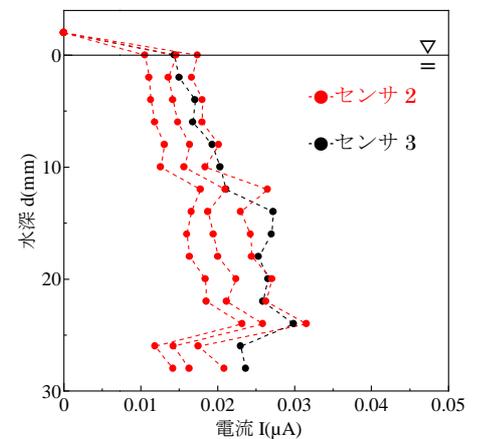


図-5 高さ と 電位差 の 関係



(a) 補正前の電流分布



(b) 補正後の電流分布

図-6 電位差による補正前後の電流分布