

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007年度～2008年度  
 課題番号：19560483  
 研究課題名（和文） 社会資本の維持管理技術確立のための腐食環境評価  
 研究課題名（英文） Corrosion environment evaluation for maintenance management technology of infrastructure  
 研究代表者 押川 渡（OSHIKAWA WATARU）  
 国立大学法人 琉球大学・工学部・准教授  
 研究者番号：80224228

研究成果の概要：島嶼地域における社会資本の維持管理のために、実際の大型鋼構造物の部位別腐食環境評価を ACM センサを用いて行った。センサ出力と腐食量の関係は、1ヶ月の短期間の測定においては、センサ出力が低い領域で、従来の結果よりも腐食速度が大きくなっていった。1年間にわたり継続して計測したセンサ出力と腐食量の関係は、降雨がかからない内桁では屋内の関係式と一致しており、外桁では屋外の関係式で表されることが判明した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：維持管理工学，腐食環境評価

## 1. 研究開始当初の背景

高度経済成長期に建設された社会資本も2020年代には50代を迎え、老朽化改修や更新の時期を迎えつつある。維持管理のためには、個々の社会資本の劣化状況の把握とその寿命予測および、劣化状況に対応した補修・補強による延命化を図る必要がある。

沖縄県のような島嶼地域における鋼構造物などの社会資本は極めて過酷な腐食環境下で使用されている。このような過

酷な腐食環境下においては、耐候性鋼材や、亜鉛、アルミニウムなどの金属溶射の犠牲防食能と多重防食塗装が用いられている。しかし、塗膜中の欠陥は避けられず、風雨および塩害等による外的要因によって経年劣化していく。定期的な塗り替え作業は定期的に行う計画であるが、予算上の問題から必ずしもそうではない現状にある。したがって、使用環境を適切に評価し、その環境における使用材料の適切な寿命予測評価が維持管理の上か

らも重要となる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、社会資本の維持管理のために、実際の大型鋼構造物の大気腐食環境評価を行い、適切な寿命評価を行う手法の確立を目指すものである。実際の大型鋼構造物は、各種部材毎に置かれている環境が異なることが予想され、ACM センサを用いた実橋梁における腐食モニタリング手法により、部位別の腐食環境評価を行うものである。

ACM センサでは、センサ出力から腐食速度を推定可能であるが、その信頼度の精度を向上させる必要がある。また、Fe を基板としたセンサでは、センサ自体の寿命が短いため、長寿命化を図る必要性がある。この対策として、Zn を基板としたセンサの開発を行ってきたが、長寿命型の Zn センサ出力とデータの蓄積のある Fe センサを比較することで、腐食量だけでなく、モニタリングデータから得られる環境評価からデータの信頼度向上を図る。

また、使用している鋼材の今現在の腐食速度が得られれば、維持管理する上で有用な情報となる。そのため、供用中の鋼材をアノードとし、絶縁層とカソードを後から貼付け付与するようなセンサの開発を目指す。

- (1) Fe/Ag センサと Zn/Ag センサの出力の相関関係
- (2) センサ出力と腐食量の関係および部材毎の腐食環境の関係
- (3) 海塩付着量と腐食量の関係
- (4) 腐食環境の定量化手法の確立と長期寿命予測手法の確立
- (5) カソード付与タイプの新センサの開発

## 3. 研究の方法

実際の橋梁において、従来型 (Fe/Ag 対) と長寿命型 (Zn/Ag 対) の ACM センサを用いて部位別の腐食モニタリングを行った。雨に濡れない内桁および雨のかかる外桁の計 5 つの部位に 2 種類のセンサを短期用と長期用としてセットした。センサ出力及び温度・湿度データは 10 分間毎に計測し、毎月の値および年間の値としてまとめた。同時に毎月および長期の海塩付着量を計測するために、ステンレス鋼板を暴露し、回収後、イオン分析計にて塩化物イオン量を測定し、海塩付着量とした。また鋼板も暴露し、毎月及び長期間暴露し、回収後の重量減から腐食速度を求めた。

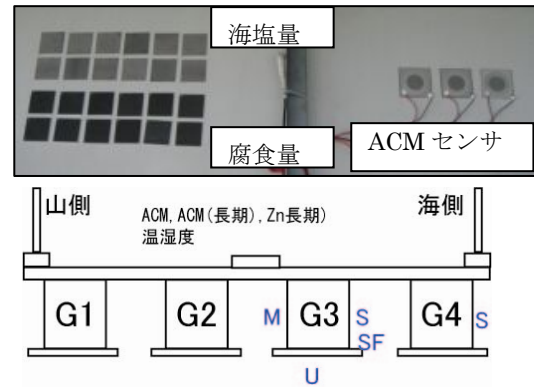


図1 橋梁への試験片の設置状況

## 4. 研究成果

実際の橋梁の 5 つの部位において、Fe および Zn センサ出力を 1 年間にわたり継続して測定した。その結果を図 2~4 に示す。図 2 に示すように、内桁では、雨にかからないため、センサ出力は  $1\mu\text{A}$  を超えることはなく、年間を通してマイルドな環境といえる。Zn センサ出力との差はほとんどなかった。マイルドな環境下であれば、Fe センサでも 1 年間の継続したセンサ出力が得られ、1 ヶ月毎に更新したセンサ出力とも差はほとんどなかった。

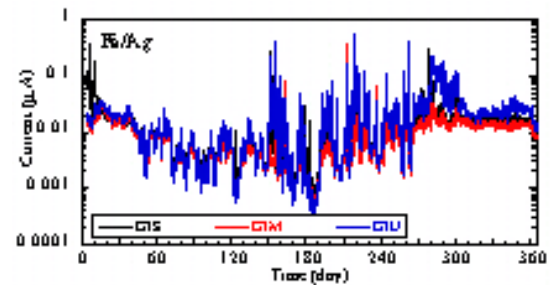


図2 内桁の Fe センサ出力

ただし、同じ雨に濡れない内桁でもフランジ部では、後述するように、海塩付着量が多いため、センサ出力が大きく、 $1\mu\text{A}$  以上を記録することもある。Fe センサと Zn センサとの出力にも差異が生じた。これは両センサの海塩量に対する影響が異なることが考えられるが、その原因については明らかにできなかった。Zn の腐食生成物の影響も加味して、今後、検討する必要がある。

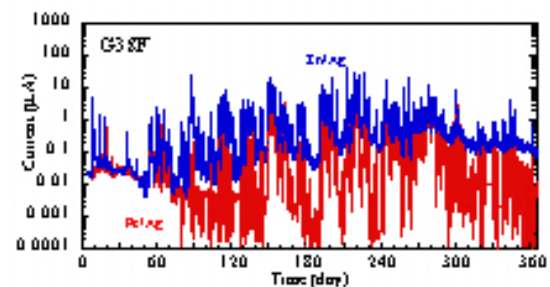


図3 内桁フランジ部での両センサ出力

雨のかかる外桁では、図4に示すようにこれまでの報告同様、Fe センサ出力は  $10\mu\text{A}$  を超える大きな出力になる。そのため、1年間を通した測定においては、300日経過頃からセンサ出力の変動が大きくなり、不安定となった。それに対し、Zn センサは継続して安定した出力を維持し、長期モニタリングに適していることが判明した。

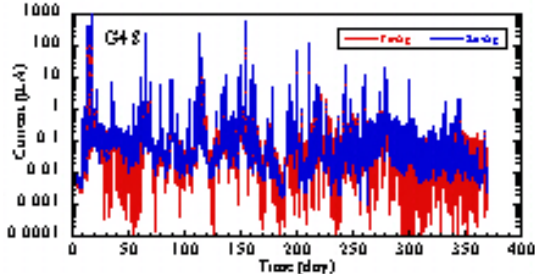


図4 外桁の両センサ出力

これらのセンサ出力結果を裏付けるように、海塩付着量と鋼板の腐食量も内桁では小さく、フランジ部では大きい。外桁では降雨の影響があるので、海塩付着量はやや多いが、腐食量は大きい結果となった。海塩付着量は内桁では期間とともに増加傾向にあり1年間で  $100\text{mg}/\text{m}^2$  であるのに対し、フランジ部では蓄積効果が大き、  $1000\text{mg}/\text{m}^2$  と非常に多い。外桁では降雨により洗浄されるため、  $100\text{mg}/\text{m}^2$  とほとんど変化しない。海塩付着量の値は、設置環境により異なるが、内桁が増加傾向にあることを示すことができた。今後は、このまま上昇するのか、停滞するのか、引き続き検討が必要であろう。また、この設置環境による飛来量を海岸からの距離や風況データから推定し、部位別の海塩付着量との対応関係が明らかになれば、部位別の腐食状況を推定することが可能となるであろう。

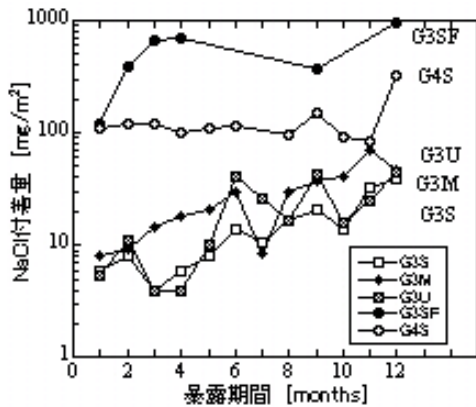


図5 海塩付着量の経時変化

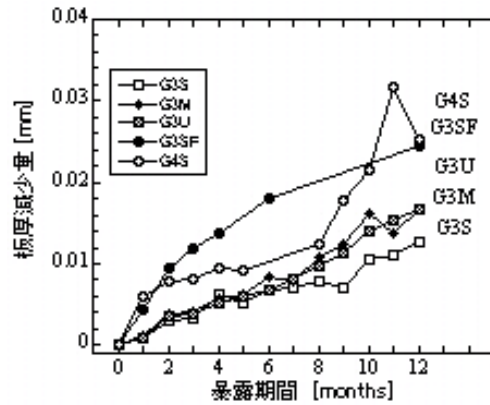


図6 腐食量の経時変化

センサ出力と腐食速度の関係においては、センサの日平均電気量との関係を検討した。1ヶ月の短期間の測定では、日平均電気量が小さい領域で、従来の報告結果よりも腐食速度が大きくなっていった。1年間にわたり継続して計測したセンサ出力の日平均電気量と腐食速度の関係は、降雨がかからない内桁では屋内の関係式と一致しており、外桁では屋外の関係式で表されることが判明した(図7)。Zn センサに関してはこれまでセンサ出力と腐食速度の関係式が得られていなかったが、今回のデータから両者の関係もほぼ Fe センサと同様の結果が得られた。

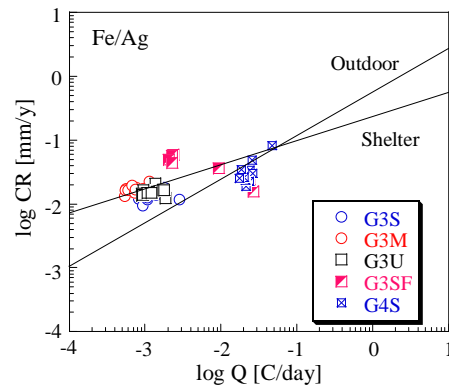


図7 電気量と腐食速度の関係 (Fe センサ)

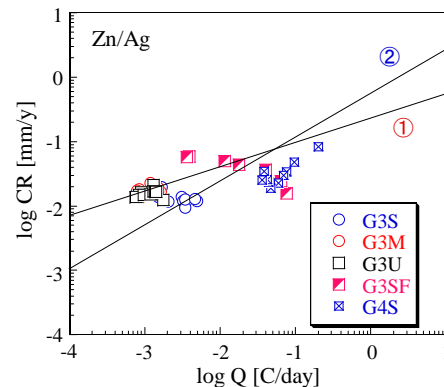


図8 電気量と腐食速度の関係 (Zn センサ)

以上の結果より、センサ出力は海塩付着量の影響を受け、海塩付着量が多い部位ではセンサ出力も大きくなることが判明した。またセンサ出力から腐食速度を推定することが可能となった。今後は長期の寿命予測の精度を上げることが重要となる。そのためには、実際の環境を模擬した加速試験方法の開発も必要と考えている。

なお、当初の計画ではカソード付与タイプの新センサの開発を目指していたが、実現できなかった。代わりに、ステンレス鋼をアノードとしたセンサを作製し、フィールドでのモニタリングを試みた。しかし、腐食形態が局部腐食となるため、センサ出力の大きさと腐食量が必ずしも一致しないことが判明した。今後、カソード付与タイプのセンサ開発とあわせて検討が必要である。

(3) 連携研究者      なし

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 4 件)

- ① 押川 渡, 長山 雅, 篠原 正: ACM センサを用いた実橋梁における腐食環境評価, 第 55 回材料と環境討論会, D203, 335-338 (2008) (査読なし)
- ② 長山 雅, 押川 渡, 篠原 正: 沖縄県での Zn/Ag 対 ACM センサを用いた環境腐食性評価, 第 55 回材料と環境討論会, D204, 339-342 (2008) (査読なし)
- ③ 中野 敦, 押川 渡: 大気腐食に及ぼす付着海塩量と相対湿度の影響, 第 55 回材料と環境討論会, D205, 343-346 (2008) (査読なし)
- ④ 押川 渡, 長山 雅, 篠原 正: Fe/Al および Zn/Ag 対 ACM 型腐食センサによる腐食環境評価, 第 165 回腐食防食シンポジウム, 32-36, (2008) (査読なし)

[その他]

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

押川 渡 (OSHIKAWA WATARU)

琉球大学・工学部・准教授

研究者番号: 80224228

(2) 研究分担者      なし