

鋼製構造物各部位における腐食モニタリングシステムの開発

物質・材料研究機構	正会員	○片山 英樹
中日本高速道路(株)	正会員	山本 貴文
中日本高速道路(株)	正会員	時枝 寛之
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)	正会員	弓納持 昇

1. 背景と目的

高速道路において照明設備等の鋼材製構造物（以下「構造物」という）は非常に多く設置されており、これらは経年劣化により塗装やめっきが消失すると鋼材素地の腐食が開始・進行する。これらの腐食速度は、場所や地域によってさまざまであり、例えば同一のトンネル内であっても入口付近と出口付近とでは著しく腐食速度が異なる場合がある。特に、冬期に凍結防止剤を散布する地域のトンネルではその影響が大きく異なり、影響が大きい場所では構造物の腐食速度が速くなる傾向がある。したがって、高速道路における設備等の点検の時期やサイクルなどの計画を立てる際にあらかじめ各環境下での腐食速度を定量的に把握しておくことが重要であるが、これまで腐食速度を長期間、定量的に把握する測定技術がなかった。

本研究では各環境下の腐食速度を長期間、定量的に把握するとともに各部位の腐食速度データを一元管理することが可能な腐食モニタリングシステムの開発を行った。

2. 腐食モニタリング測定の実理

腐食モニタリングセンサ（以下、センサ）¹⁾の模式図を図1に示す。センサは鋼製（JIS SM490A）のピン型とリング型の2電極からなり、2つの電極にそれぞれリード線を接着し、100 μm の絶縁体を介して同心円状にエポキシ樹脂に埋め込んで作製した。2つの電極はエポキシ樹脂と金属界面でのすきま腐食を避けるため、あらかじめ電着塗装が施されている。また、センサ表面に露出しているピン型電極の面積はリング型電極の面積と同じになるように電極サイズを決定した。

腐食モニタリングは電気化学インピーダンス測定により行った。センサ上に結露や雨などで表面が濡れた場合、両電極間の電気的等価回路は図2に示すように表すことができる。ここで R_{ct} は腐食抵抗、 C_{dl} は金属/溶液界面の電気二重層容量、 R_{sol} は溶液抵抗を示している。この等価回路について電気化学インピーダンス測定により交流電圧を印加し周波数を変化させながらインピーダンスを測定すると、それぞれのインピーダンスの周波数特性から高周波数域では R_{sol} が求められ、低周波数域では $2R_{ct} + R_{sol}$ を得ることができる。すなわち、高周波数域でのインピーダンスと低周波数域でのインピーダンスを測定することで、表面の濡れの情報に対応する R_{sol} と腐食速度の情報に対応する R_{ct} の値を求めることができる。

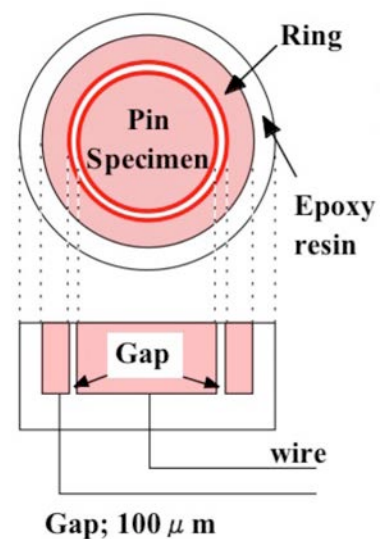


図1 腐食モニタリングセンサの模式図

3. 腐食モニタリング測定システム

腐食モニタリング測定システムは、センサとデータロガーからなり、センサは対象とする鋼製構造物の各部位に設置される。得られた測定データは、図3に示すように電話回線を利用して管制センター内の専用PCに一元管理される。測定データの取り込みやデータの整理・管理は専用のソフトウェアで実施しており、その

キーワード 鋼製構造物, 腐食, モニタリング, 電気化学インピーダンス

連絡先 〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1 (国研) 物質・材料研究機構 TEL 029-859-2000 (代表)

画面の一例を図4に示す。一番上のグラフは腐食速度および累計腐食量の経時変化を示したもので、データロガーを選択することにより場所ごとのデータを同時に表示し、比較・検討を行うことができる。

4. 腐食モニタリングの測定例

中日本高速道路(株)金沢支社管轄内の鋼製付帯設備として、冬期に凍結防止剤を散布する地域にあるトンネル内抗口のジェットファン、ケーブルラック、火災報知器にセンサをそれぞれ取り付け、およそ18ヶ月間腐食モニタリング測定を行った。3月末からモニタリングを開始し、初期は気温や相対湿度など環境の変化に対応する信号応答は見られたが、腐食に大きく影響するほどの腐食速度の上昇はほとんど見られなかった。しかしながら、凍結防止剤の散布開始時期とほぼ同じ時期に非常に大きな腐食速度の変化が見られた。これは走行する車両に付着した凍結防止剤がトンネル内に持ち込まれ、センサ表面に付着したことに起因する。また、この時の測定ではジェットファンの腐食速度が最も高く、次いで火災報知器、ケーブルラックの順であった。腐食速度の大きさについてはセンサ表面の向きも非常に重要であり、ジェットファンのセンサは下向きであったため車両の走行による凍結防止剤の巻き上げが大きく影響したと考えられる。

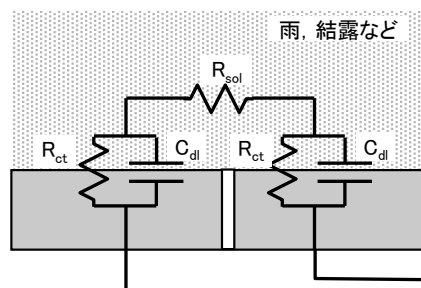


図2 センサ上に結露や雨などで表面が濡れた場合の両電極間の電気的等価回路

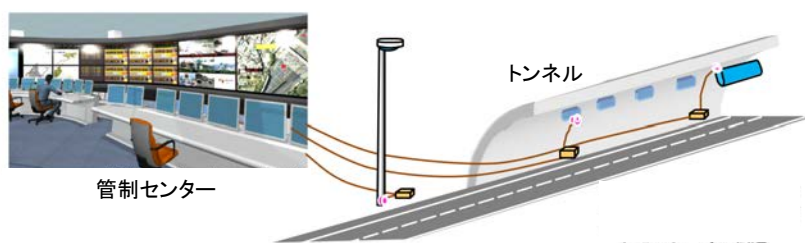


図3 開発した腐食モニタリング測定システムのイメージ図

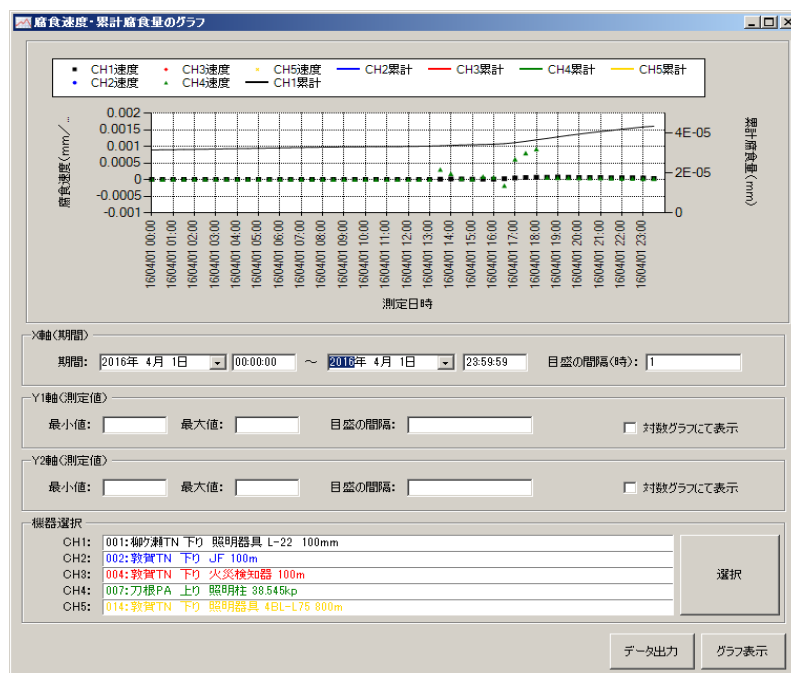


図4 管理ソフトウェアの画面の一例

参考文献

- 1) 片山, 野田, 山本, 小玉: 日本金属学会誌, **65**, 298-302(2001).