

### 腐食生成物層の厚さを用いた腐食性評価手法の都市内高速道路橋への適用

応用地質(株) 正会員 ○小川 重之 正会員 香川紳一郎  
福岡北九州高速道路公社 正会員 片山 英資  
九州大学大学院 フェロー 貝沼 重信

**1. はじめに** 国土交通省では、平成 25 年度を「社会資本メンテナンス元年」と位置づけて、国民生活や経済の基盤である社会資本が的確に維持されるよう、様々な施設の老朽化対策に総合的かつ重点的に取り組んでいく姿勢を明確に打ち出した。しかし、莫大な数の社会資本に対する維持管理の効率化や、劣化・損傷箇所の早期発見・定量的評価等の点検技術の開発・導入等が遅れている。本研究で用いた腐食環境の定量的評価技術は、社会資本の多くを占める鋼構造物において突出した損傷形態である腐食損傷について、部位・部材レベルにおける腐食性を評価するために提案<sup>1)</sup>された。本研究は本手法の都市内高速道路橋への適用性を検証するために、福岡市と北九州市内における都市内高速道路の鋼橋を対象として、その主桁の各部位でモニタリング鋼板（無塗装普通鋼）を 1 年間暴露した後に、その腐食生成物層の厚さを測定した。

**2. 対象部位と調査方法** 対象橋梁は高速道路鋼橋の 5 橋（以下、A～E 橋）とし、図 1 に示す温湿度センサ、ACM センサおよびモニタリング鋼板を対象部位に設置した。ACM センサとモニタリング鋼板は、図 2 に示すように、桁架け違い部の下フランジ上面（B 橋のみ箱桁下面）およびウェブに 1 年間設置した。

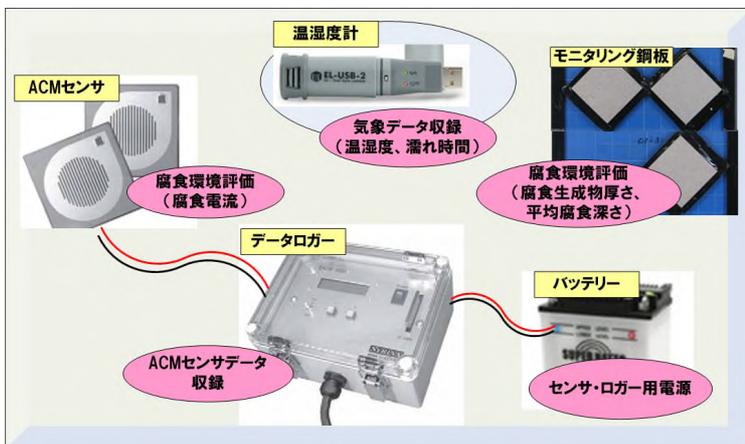


図 1 温湿度センサ，ACM センサおよびモニタリング鋼板

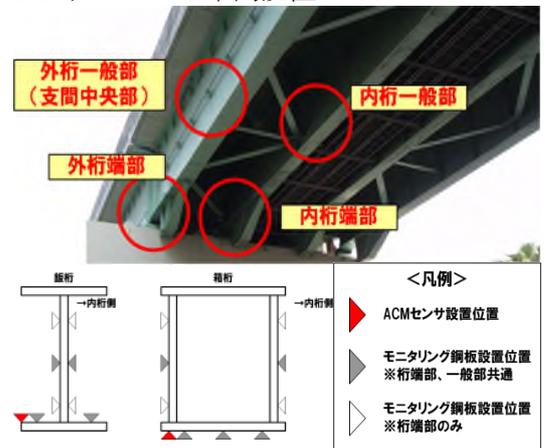


図 2 ACM センサと鋼板の設置部位

### 3. 調査結果

本調査では、各地点の気温及び相対湿度のサンプリング結果<sup>2)</sup>から「濡れ時間」(ISO 9223 (0℃以上で相対湿度が 80%以上となる時間))を大気環境の指標として示した(表 1)。温湿度計は鋼桁下フランジ上面に設置することを基本としたが、B 橋のみ箱桁下面に設置したことから、他の 4 橋との濡れ時間に差が生じた。また E 橋は桁下高さが 5m 程度と低く(他の 4 橋は 10～20m 程度)桁下片側側面が林に覆われているなど、架橋環境が違うことから、B 橋を除く 3 橋に比べ相対的に濡れ時間が長い。

腐食環境の指標となるモニタリング鋼板の腐食生成物層の厚さは、D 橋を除き外桁端部が内桁端部や一般部と比較して高い傾向となった。また、ACM センサの出力から算出した「日平均電気量」<sup>3)</sup>についても同様の傾向であったことから、D 橋を除く 4 橋では ACM センサが感知しやすい部材レベルの腐食環境の変化が、防食機能の低下などに影響すると考えられる。なお、D 橋においては、現況部材の漏水による腐食進行(表 1 写真)が示すように、部材レベルの腐食環境が卓越していることを日平均電気量が示しているものと考えられる。

### 4. 結果の考察

**4.1 各腐食環境の指標と現況との対比** 構造物の腐食環境は、大気レベルの腐食環境(大気腐食環境)と部材レベルの腐食環境(部材腐食環境)に分類される。温度と相対湿度により算出される濡れ時間は、比較的大気腐食環境を捉えやすいと考えられ、水と塩の直接的影響を捉える ACM センサからの日平均電気量は、部材腐食環境を捉えやすいと考えられる。さらに、これら大気腐食環境と部材腐食環境の合算により発生する腐食生成物層の厚さは、測定部位等を考慮することにより、どちらの腐食環境が支配的であることを示すことが出来

キーワード 腐食，環境評価，モニタリング鋼板，ACM センサ，主桁端部

連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町 2-61-5 応用地質(株) エンジニアリング本部 TEL048-652-3874

と考えられる。本調査では、濡れ時間が長いこと（高湿度）が直接損傷に結びついていないことから、大気腐食環境（濡れ時間）が支配的な腐食環境で無いと言える。一方、日平均電氣量が高く、腐食生成物層の厚さが厚い箇所については、現況部材に漏水等による明確な腐食損傷が認められたことから、対象部材における腐食環境は、部材レベルの腐食環境と考えられた。

4.2 腐食生成物厚さによる腐食環境評価

モニタリング鋼板に形成される腐食生成物層の厚さは、腐食環境を構成する大気腐食環境と部材レベルの腐食環境との両方の環境に起因する。したがって、一般的に桁の支間中央部付近（一般部）は、漏水や滞水などの部材レベルの腐食環境の影響を受けにくいことから、大気腐食環境を代表すると考えられ、一方桁端部は伸縮装置や排水装置等からの漏水・滞水の影響を受けやすく、また土砂・ゴミ・廃材等の放置・堆積、さらに桁端部特有の後付けの落橋防止構造等により通風性の悪化などにより、部材レベルでの腐食環境が支配的になると考えられる。大気腐食環境を代表すると考えられる外桁と内桁の一般部では、外桁ではB橋のみが低くなっているが、箱桁下面という他の橋との測定環境の違いによるものと推測される。また、部材レベルでの腐食環境の影響を受けやすい桁端部では、内桁においてD橋のみが高い。この部材は、腐食損傷により板厚が減少しているため、部材レベルの腐食環境を的確に評価したものと考えられる。

5. 実用化に向けて

本調査で得られた結果を以下に要約して示す。①A・C・D橋は、大気腐食環境の差は小さいものの、腐食生成物厚さに部材差があることから、部材腐食環境によるものと思われる。②モニタリング鋼板の設置部位に配慮することで、大気腐食環境と部材腐食環境の程度を腐食生成物厚さにより相対的に判定できた。③腐食生成物層の厚さと鋼板の平均腐食深さの相関式<sup>1)</sup>を適用し、D,E橋の平均腐食深さの経時変化(図3)を求めると、D橋はB橋の10倍近い腐食速度であることがわかった。④本調査では、大気環境の影響推定のため1年間の暴露期間を設けたが、腐食環境改善対策の実施前後に本技術を採用する場合には、その前後の短期間の測定で腐食環境の改善程度が確認できる。

④本調査では、大気環境の影響推定のため1年間の暴露期間を設けたが、腐食環境改善対策の実施前後に本技術を採用する場合には、その前後の短期間の測定で腐食環境の改善程度が確認できる。

参考文献

- 1) 貝沼重信, 山本悠哉, 伊藤義浩, 林秀幸, 押川渡: 腐食生成物層の厚さをを用いた無塗装普通鋼材の腐食深さとその経時性の評価方法, 材料と環境, Vol.61, No.12, pp.483-494, 2012.
- 2) 香川紳一郎, 小川重之, 片山英資, 貝沼重信: 都市内高速道路橋への腐食環境評価技術の適用と評価について, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 2013.
- 3) 貝沼重信, 山本悠哉, 伊藤義浩, 押川渡: Fe/Ag 対 ACM 型腐食センサを用いた降雨を受ける無塗装普通鋼板の平均腐食深さの予測方法, 材料と環境, Vol.59, No.10, pp.497-503, 2011.

表1 調査結果と現況部材の対比

対象部位	濡れ時間 (hr/月)	腐食生成物厚さ(μm)	日平均電氣量 (C/day)	現況部材	
A	外桁端部	169	111	0.06	B橋 主桁・支承 →健全
	内桁端部	149	68	0.01	
	外桁一般部	175	94	0.03	
	内桁一般部	166	58	0.01	
B*	外桁端部	271	100	0.14	C橋 伸縮装置 止水材破損 →桁端部の漏水
	内桁端部	251	74	0.02	
	外桁一般部	221	48	0.01	
	内桁一般部	257	40	0.00	
C	外桁端部	190	134	0.37	D橋 主桁・垂直補剛材 →断面欠損
	内桁端部	177	60	0.01	
	外桁一般部	199	100	0.33	
	内桁一般部	187	50	0.01	
D	外桁端部	147	97	0.53	E橋 主桁・支承 →健全
	内桁端部	208	144	0.14	
	外桁一般部	(211)	74	0.98	
	内桁一般部	209	65	0.01	
E	外桁端部	(393)	87	0.16	
	内桁端部	308	57	0.01	
	外桁一般部	294	74	0.06	
	内桁一般部	294	65	0.01	

※B橋のみ「濡れ時間」「日平均電氣」は箱桁下面(対地面)における測定値

表2 部材毎の腐食生成物層の厚さ

対象部位	腐食生成物厚さ(μm)						
	A	B	C	D	E	平均	
一般部 (大気腐食環境)	外桁	94	48	100	74	74	78
	内桁	58	40	50	65	65	55
桁端部 (部材腐食環境)	外桁	111	100	134	97	87	106
	内桁	68	74	60	144	57	80

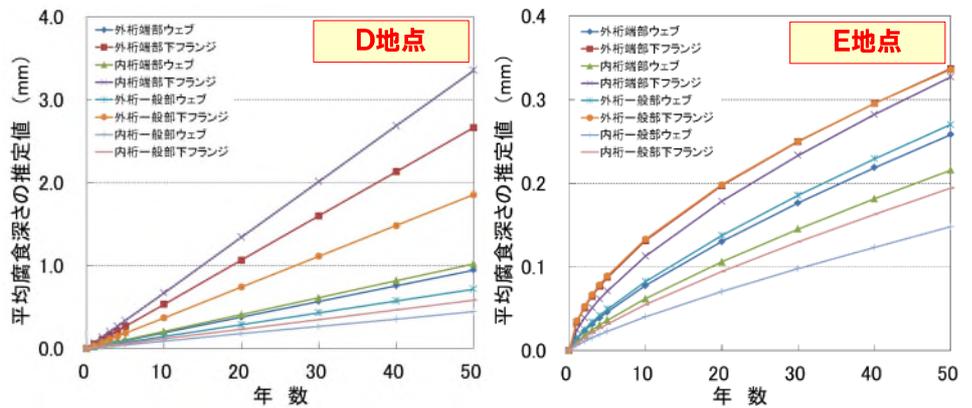


図3 平均腐食深さの経時性予測