

高腐食性環境下の無塗装耐候性鋼トラス橋における腐食損傷の要因推定 (その4) —構造部位レベルの腐食性評価—

九州大学大学院 学生会員 ○道野正嗣 フェロー会員 貝沼重信
西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 正会員 藤岡靖 正会員 藁科彰 高木真一郎
西日本高速道路(株) 内野雅彦

1. はじめに 本研究では腐食性の高い環境に曝されている無塗装耐候性鋼橋を対象として、その橋梁の効果的な防食対策を選定するため、構造部位レベルの腐食性について検討した。そのために、モニタリング鋼板 (以下、MSP) と Fe/Ag 対 ACM 型腐食センサ (以下、ACM センサ) を用いて、著者が提案した手法¹⁾に基づき部位レベルの腐食環境を総合的に定量評価するとともに腐食要因を分析した。また、部位レベルの平均腐食深さの経時性を推定した。

2. 腐食環境の評価方法 本研究では海岸線から約 5km に位置する無塗装耐候性鋼 4 径間連続 (箱トラス) 橋を対象とした。対象橋梁の諸元を図 1 に示す。腐食環境の評価に先立って、図 1 に示すように、JIS G 3106 SM490A と JIS G 3114 SMA490AW を用いた 60×60×3mm のアルミナブラスト処理 (ISO Sa2.5) した MSP (以下、それぞれ MSP-C, MSP-W), ACM センサ, 温湿度センサおよび飛来塩分量測定のためのガーゼ枠 (ドライガーゼ法 (JIS Z 2382)) を設置した。モニタリングの期間は、2012/12/3 から 2013/12/6 の約 1 年間とした。対象部位の腐食環境評価は、MSP の腐食生成物層の厚さ $t_{r,mean}$, 平均腐食深さ d_{mean} および ACM センサを用いて、文献 1) および 2) の手法に基づき行った。 $t_{r,mean}$ は電磁式デジタル膜厚計 (測定範囲: 0~10mm, 分解能: 1 μ m (0~999 μ m), 0.01mm (1~10mm)) を用いて測定した。 d_{mean} は、設置前と腐食生成物除去後の重量変化量に基づき算出した。ACM センサの出力は、10 分毎に計測・記録した。

3. 腐食環境の評価結果 温度と湿度の測定結果は、設置部位によらず全て同程度であった。そこで、格点 10 の北側下弦材の測定結果を対象橋梁の代表値とした。モニタリング期間における温度 T, 湿度 RH, および月平均濡れ時間 (ISO

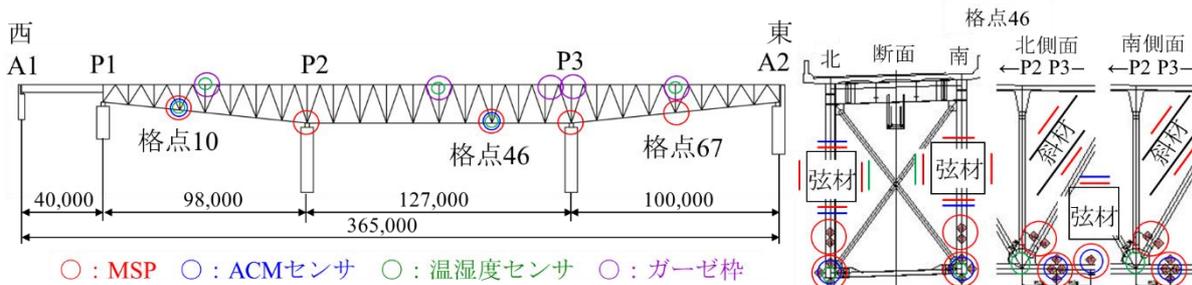


図 1 対象橋梁の諸元および ACM センサ等の設置位置

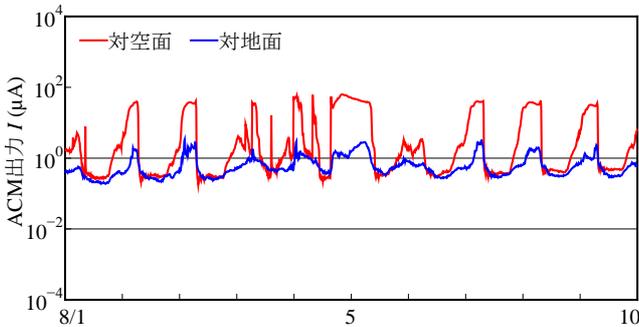
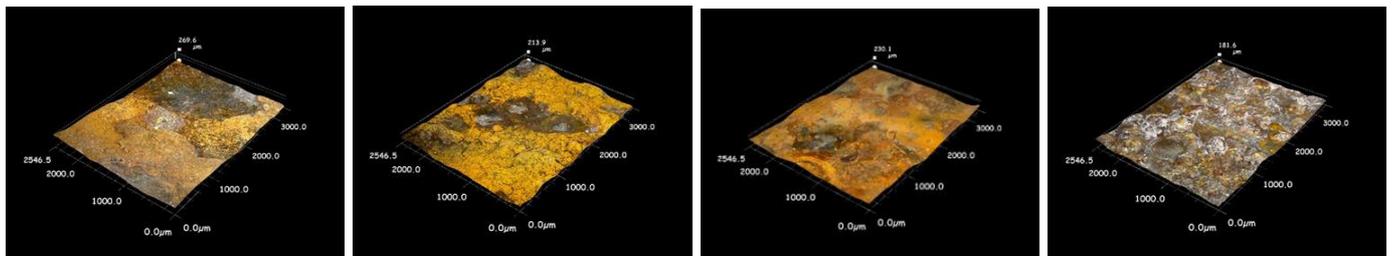


図 2 ACM センサの出力

表 1 ACM センサの出力から算出した降水時間および濡れ時間

		ACM降水時間 (Hr)/(month%)	ACM濡れ時間 (Hr)/(month%)
格点10	対空面	178/24	737/99
	対地面	20/3	595/80
格点46	対空面	266/36	726/98
	対地面	82/11	737/99



(a) 北側対空面

(b) 北側対地面

(c) 南側対空面

(d) 南側対地面

図 3 下弦材における MSP-W の腐食状況

キーワード 腐食性評価, 腐食深さ, 耐候性鋼橋, ACM 型腐食センサ, 飛来塩分, 濡れ
連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 TEL:092-802-3392

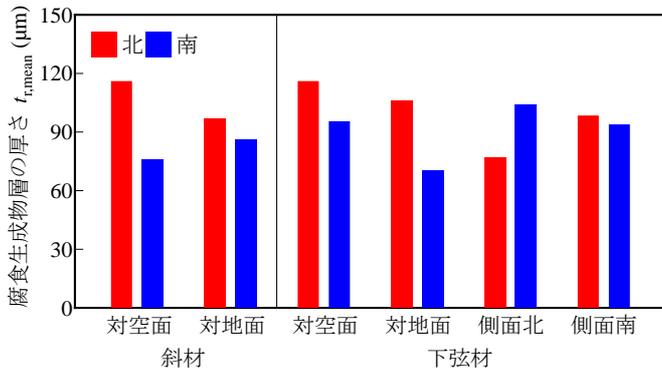


図4 腐食生成物層の厚さ

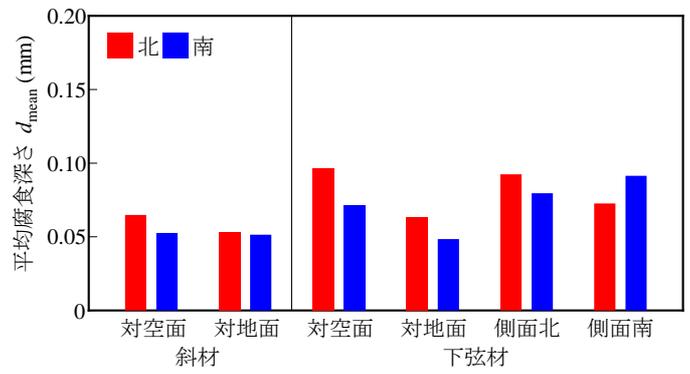
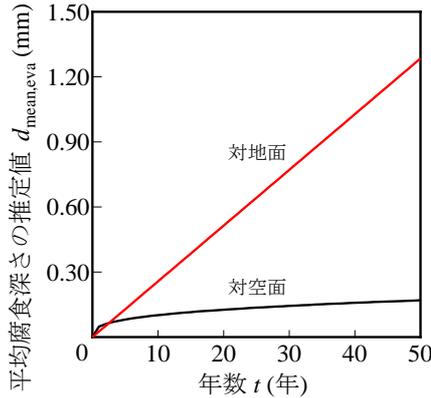
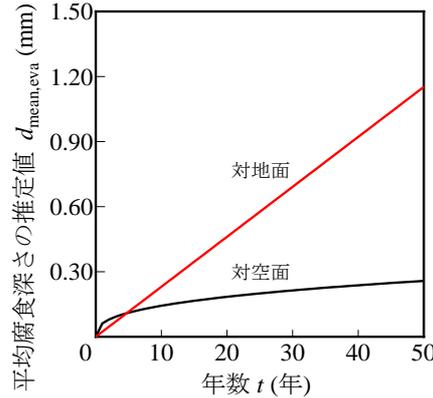


図5 平均腐食深さ



(a) 北側の下弦材



(b) 南側の下弦材

図6 平均腐食深さの経時予測結果

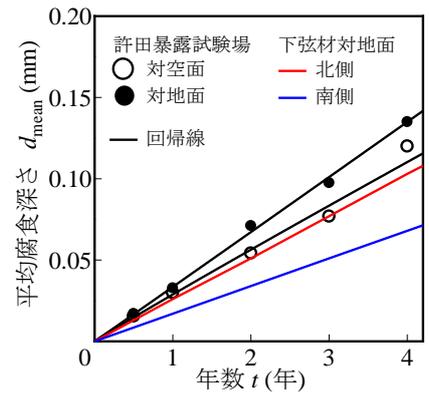


図7 本推定値と大気暴露試験結果(許田)

9223 ($T \geq 0^\circ\text{C}$ かつ $\text{RH} \geq 80\%$ となる時間) 平均値は, 17.4°C , 75.1% および 319Hr/month であった. また, 飛来塩分量については, 凍結防止剤の散布期間によらず無塗装耐候性鋼材適用限界値 0.05mdd^3 より常時大きくなっていった.

格点 46 の北側下弦材の対空面と対地面に設置した ACM センサの出力 I の例を図 2 に示す. 図中の黒実線は, 降雨のしきい値 $1\mu\text{A}$, および濡れのしきい値 $0.01\mu\text{A}^4$ を示している. 対地面の I は対空面と比較して小さく, $1\mu\text{A}$ 以上になることはほとんどない. また, 対空面と対地面ともに常時 $0.01\mu\text{A}$ 以上となっている.

ACM センサの出力 I から算出した降水時間 ($I \geq 1\mu\text{A}$) と濡れ時間 ($I \geq 0.01\mu\text{A}$) を表 1 示す. 採用期間は ACM センサの設置初期の低出力と経時劣化を考慮し, 7 月~10 月とした. 対空面の降水時間と比較して対地面は短いため, 対地面は降水の影響を受けにくいと言える. また, 濡れ時間については対空面と対地面は降雨, 結露, 霧の影響により, 常時, 濡れ状態にあると言える. この濡れ状況は, デジタルカメラによるインターバル撮影においても観察している. これらの結果から, 飛来塩分と濡れが対象橋梁の主な腐食要因であると考えられる.

格点 46 における南北の下弦材の対空面と対地面に設置した MSP-W の腐食状況を図 3 に示す. 対空面は対地面に比して表面の凹凸が小さくなっている. これは対空面では雨がかりがあり, 表面の腐食生成物が降雨で流されているためと考えられる. 格点 46 に設置した MSP-W の腐食生成物層の厚さ $t_{r,mean}$, および平均腐食深さ d_{mean} をそれぞれ図 4 および図 5 に示す. 北側の部材の $t_{r,mean}$ と d_{mean} は南側に比べて大きいため, 北側の腐食性は, 南側に比して高いと考えられる.

格点 46 における南北の下弦材の対空面と対地面に設置した MSP-W の平均腐食深さ d_{mean} の経時性を図 6 に示す. d_{mean} の経時性は, 飛来塩分量, ACM センサの出力, および構造に基づき, 対空面を滞水かつ飛来塩分の付着・蓄積が無い環境, 対地面を飛来塩分の付着・蓄積がある環境として推定した. 対空面の d_{mean} は初期の数年間に著しく増加するが, その後, 増加率は小さくなる. 一方, 対地面の d_{mean} は, ほぼ線形的に増加し続けると推定されることから, 対地面の腐食性は, 対空面に比して高いと考えられる. 沖縄自動車道の高架橋下 (以下, 許田) ($\text{Lat.}26^\circ32'\text{N}$, $\text{Long.}127^\circ57'\text{E}$) で大気暴露した無塗装耐候性鋼板の平均腐食深さ d_{mean} と, 格点 46 における下弦材の対地面の d_{mean} の推測値を図 7 に示す. 下弦材の対地面における腐食性は, 海岸から約 20m に位置する許田と同程度であると言える.

4. まとめ 対象橋梁の損傷部位の主な腐食要因は, 飛来塩分と濡れである. 飛来海塩の腐食性に及ぼす影響は, 凍結防止剤に比して大きい. 2) 北側の下弦材の腐食性は南側に比して高く, 対地面の腐食性は対空面に比して高い.

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) 貝沼重信, 山本悠哉, 林秀幸, 伊藤義浩, 押川渡: Fe/Ag 対 ACM 型腐食センサを用いた大気環境における無塗装普通鋼板の経時腐食深さの評価方法, 材料と環境, Vol.63, No.2, pp.1-8, 2014. 3) 日本鋼構造協会: 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, JSSC テクニカルレポート, No.73, 2006. 4) 篠原正, 元田慎一, 押川渡: ACM センサによる環境腐食性評価, 材料と環境, Vol.54, pp.375-382, 2005.