

## 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2) —大気マクロ腐食環境調査—

九州大学大学院 フェロー会員 ○貝沼 重信 学生会員 道野 正嗣  
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) 仲 健一

**1. はじめに** 本研究では供用開始後の比較的早期に下弦材, 斜材や格点部などの特定部位に著しい腐食損傷が生じた無塗装耐候性鋼トラス橋<sup>1)</sup>を対象として, その腐食損傷の主要因を推定するために, 対象橋梁が曝されている大気マクロ腐食環境を調査した. 本調査では凍結防止剤, 海塩, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, 霧, 結露, 降雨, 火山灰などの腐食要因に着目することで, 温度・湿度センサ, 風向風速計, 飛来物質捕捉のためのガーゼ枠および飛来物質の方向別捕捉器を設置した.

**2. 腐食環境の評価方法** 対象橋梁は図1に示すように, 西側の海岸線から約5kmの北西方向の谷筋に架設されており, 周辺には温泉施設, ガスを排出している化学工場と廃棄物最終処分場が約5km範囲内にある. また, 架設地点は耐候性鋼材が適用可能となる目安の海岸線(太平洋沿岸部)から2kmを約3km超える地域<sup>2)</sup>に位置している. 対象橋梁は橋長365mの4径間連続(40+98+127+100m)の上路橋(箱桁+トラス)であり, その仕様は無塗装耐候性鋼である. この橋梁の諸元と温度・湿度センサ, 風向風速計, 飛来物質捕捉のためのガーゼ枠(ドライガーゼ法(JIS Z 2382))および飛来物質の方向別捕捉器の設置位置を図2に示す. 対象橋梁の橋軸方向の位置におけるマクロな大気腐食環境を評価するため, 温湿度センサをP1-P2, P2-P3およびP3-A2のスパン中央に位置する検査路と格点10および格点46の5ヶ所に設置した. 風向風速計については, 地形を考慮し, P3近傍の格点に設置した. また, 飛来物質捕捉のためのガーゼ枠は, P1-P2, P2-P3およびP3-A2のスパン中央と橋脚上の格点と箱桁部の5ヶ所の検査路に設置した. 飛来物質の方向別捕捉器については, P3近傍の格点に橋軸直角方向に位置する北と南に設置した. 温度・湿度センサ, 風向風速計および飛来物質の方向別捕捉器による調査期間は, それぞれ2012/12~2013/12(約1年間), 2013/8~2013/12(約5ヶ月間)および2013/7~2013/12(約6ヶ月間)である. 飛来物質捕捉のためのガーゼ枠については, スパン中央位置および橋脚上について, それぞれ2012/12~2013/12(約1年間)および2013/2~2013/12(約10ヶ月間)である. ガーゼにより捕捉した飛来物質は, アニオン(Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), 必要に応じてカチオン(Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)についてイオンクロマトグラフ法により分析した. 海塩や凍結防止剤由来の塩NaClについては, Cl<sup>-</sup>から換算することで算出した.

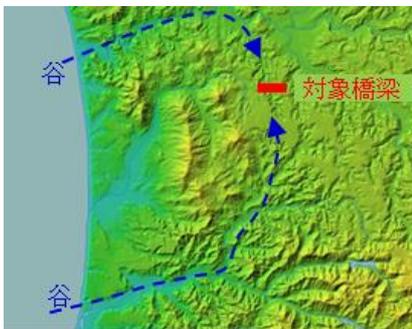


図1 対象橋梁の架設位置

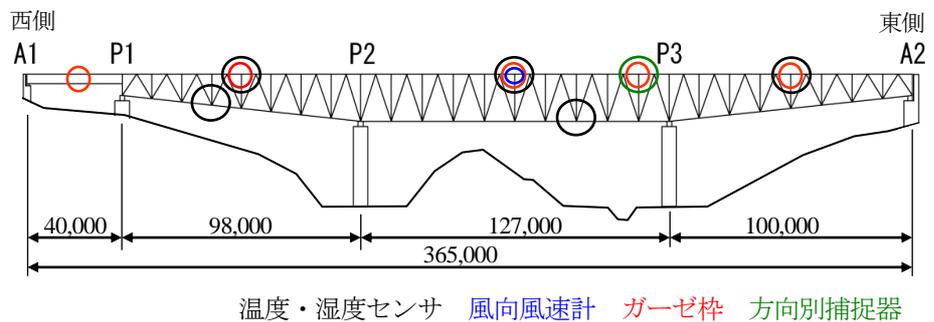


図2 対象橋梁の諸元と温湿度センサ等の設置位置

**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. 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(ISO9223(T≥0°CかつRH≥80%となる時間))平均値は, 17.4°C, 75.1%および319Hr/monthであった. しかし, この濡れ時間に比して, 部材によっては, 降雨, 結露や霧により濡れ時間が著しく長いことが観察されている.

Cl<sup>-</sup>から換算で算出した飛来塩分量を図3に示す. 飛来塩分量の平均値および最大値は, それぞれ0.38mddおよび0.97mddであり, 凍結防止剤が散布される時期に関わらず, 1年を通じて, 耐候性鋼材の橋梁の適用基準値となる0.05mddに比して著しく多くなっている. また, トラス部の飛来塩分量は箱桁部に比して, 3倍以上大きくなっている. 北と南の方向別における飛来塩分量および風配図をそれぞれ図4および図5に示す. 図5中の青および赤は, それぞれ方向別の出現総数および方向別の風速の累積を示している. 北と南の両側から塩分が飛来している. 調査期間中の風は, 北西方向と南東方向が卓越していることから, 塩類はこれらの方角から飛来したと言える. 図1に示したように, 西側の海岸線から約5kmの北西方向の谷筋に架設されている. このことから, 東シナ海からの風(西からの風)は, 季節により対象橋梁周辺の複雑な谷地形において南北に方向を変え, 対象橋梁橋が架橋されている谷筋に入り, 北西と南東の風に変化したと考えられる. 飛来塩の塩類組成を図6に示す. 塩類の分析した結果, Mg<sup>2+</sup>やCa<sup>2+</sup>は, 凍結防止剤には含まれず, 飛来海塩には含まれることから, 対象橋梁の飛来塩は主として海塩由来であると言える.

キーワード 腐食環境, 無塗装耐候性鋼橋, 飛来塩  
連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3394

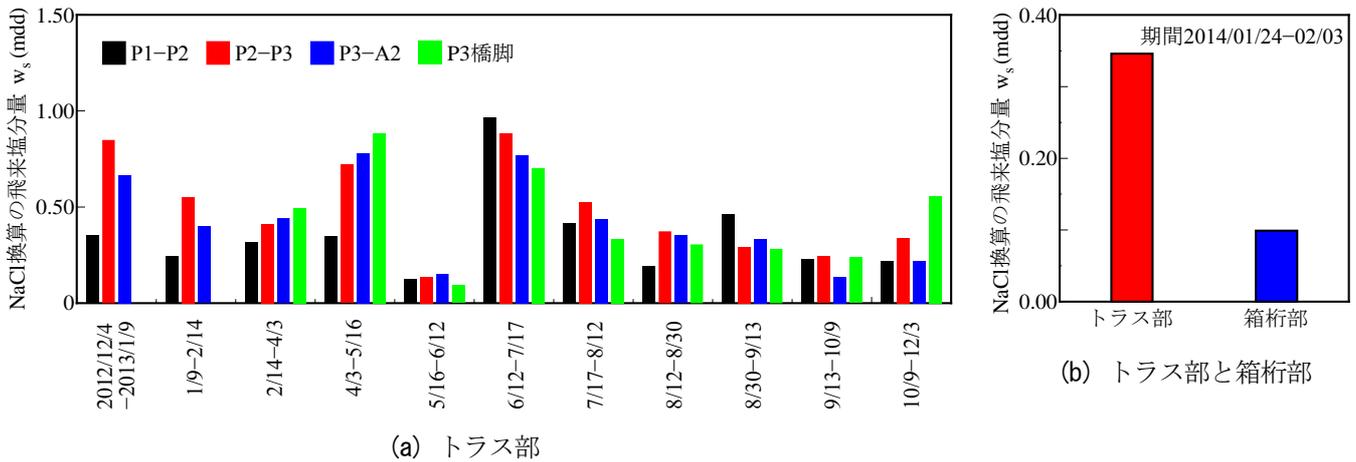


図3 Cl量から換算した飛来塩分量 NaCl

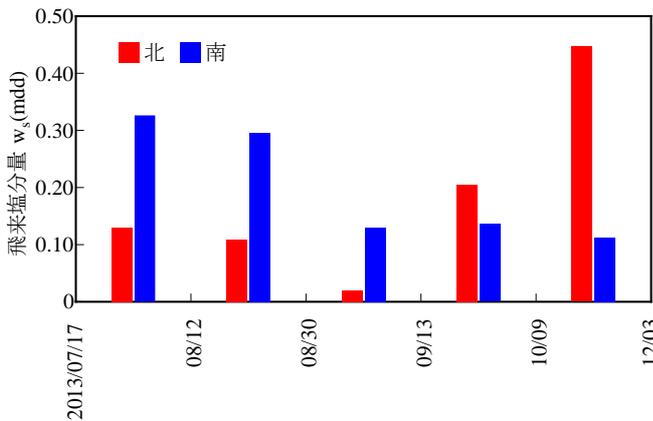


図4 北と南の方向別の飛来塩分量

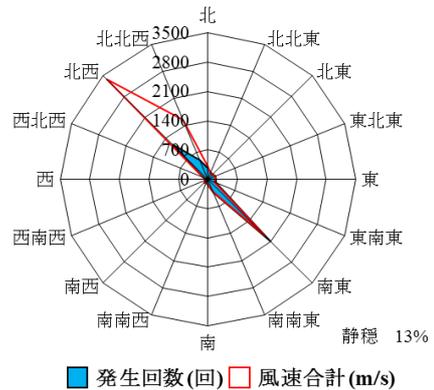


図5 風配図 (2013/10/9-12/03)

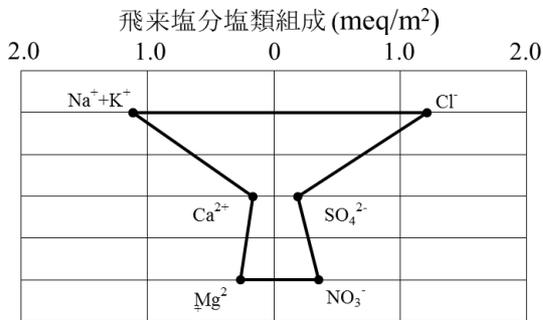


図6 飛来塩の塩類組成

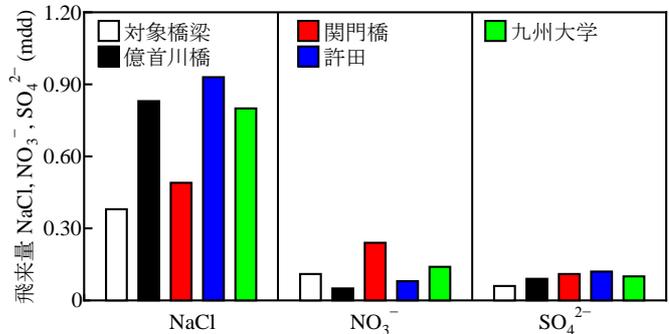


図7 アニオン (Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) の量

対象橋梁の大気環境におけるアニオン (Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) の量を図7に示す。なお、図中には億首川橋(沖縄自動車道、海岸線から約1.5km、山間部)、関門橋(関門自動車道、海上橋、工業地帯)、許田高架橋(沖縄自動車道、海岸線)、九州大学伊都キャンパス(海岸線から約2.5km、平野部)の各地点のデータについても示している。対象橋梁のNO<sub>3</sub>値は、船舶の排気ガスなどの影響を受ける関門橋に比して50%以下であり、九州大学と同程度になっている。また、とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の値については、関門橋や九州大学の50%程度以下になっていることから、対象橋梁の腐食性に及ぼすNO<sub>3</sub>やSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の影響はほとんど無いと考えられる。

**4. まとめ** 対象橋梁に飛来する塩は、主として海塩であり、その塩分量は耐候性鋼材の適用基準値の7倍以上である。この海塩は北西と南東から谷筋を介して海から対象橋梁に飛来する。冬季には飛来海塩に加えて、凍結防止剤の飛来の影響も受ける。対象橋梁の腐食性に及ぼすNO<sub>3</sub>やSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の影響はほとんど無い。

**参考文献**

- 1) 藤岡靖, 窪修, 井手逸夫, 藁科彰, 高木真一郎: 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1) -腐食損傷の調査結果-, 第69回年次学術講演会講演概要集, 2014.
- 2) 建設省土木研究所, 鋼材倶楽部, 日本橋梁建設協会: 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XX) -無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(改訂案) -, 1993.