

大気中の塩分濃度計測に基づく鋼材への塩分付着率の推定

松江工業高等専門学校	学生会員	○坪倉 佑太
松江工業高等専門学校	正会員	広瀬 望
松江工業高等専門学校	正会員	武邊 勝道
松江工業高等専門学校	正会員	大屋 誠
東亜建設工業(株)	非会員	土江 彩季
西日本旅客鉄道(株)	非会員	高見 航右

1. 緒言

鋼橋において、塩分粒子の付着は腐食を促進する主要因である。鋼橋に付着する塩分粒子の多くは、波浪によって生成され、内陸部まで輸送された海塩粒子が起源である。したがって、海塩粒子の生成、内陸部への輸送、鋼材表面への付着までの各プロセスを明らかにすることで、個々の鋼橋における付着塩分量の推定が可能となる。大気中の海塩粒子濃度に関しては、ドライゲージ法や土研式タンク法といった観測の他に、領域気候モデル(WRF/Chem)や数値モデルを用いて広域的に予測できることが示されている¹⁾。大気中の海塩粒子が鋼橋に付着する物理過程を明らかにすることで、個々の鋼橋における付着塩分量の推定が可能となる。著者らはこれまでに、鋼材表面に供給される海塩粒子が、鋼材表面に付着する割合(塩分付着率)を明らかにすることで付着塩分量の推定を試みてきた²⁾。ただし、季節や地域、鋼橋の部位(ウェブ・フランジ)の違いによる塩分付着率の差の検討などの課題が残っていた。本研究では、これらの点についての検討を実施し、鋼橋における付着塩分量の推定の高度化を目指すことを目的とする。

2. 塩分付着率の推定方法

島根県松江市に位置する松江工業高等専門学校屋上に櫓を仮設し、この内部にステンレス製の鋼板を設置した(図-1a,b)。この鋼板を1日毎にイオン交換水で洗い流し、イオンクロマトグラフィーを用いて溶液に含まれる塩化物イオン濃度を計測した。本研究では、塩化物イオン濃度を塩化ナトリウム濃度に換算し、鋼板の単位面積あたりに付着した塩化ナトリウム量を付着塩分量[mdd]と定義する。櫓の内部には、風速計および温湿度計を、櫓外部には風向風速計を設置し、鋼板に対する風速および温湿度を常時計測した。また、櫓の隣に設置したグローバルサンプラーGS-10N(東京ダイレック社製)を用いて、フィルターパック法により大気中の海塩粒子濃度を1日毎に計測した。

大気中の海塩粒子濃度 $c[\text{g}/\text{m}^3]$ と鋼板に対する風速 $u_x[\text{m}/\text{s}]$ から、鋼板に供給される海塩粒子量を算出し、実際キーワード 塩分付着率, 付着塩分量, 大気中の海塩粒子濃度

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町14-4 松江工業高等専門学校 TEL 0852-36-5111

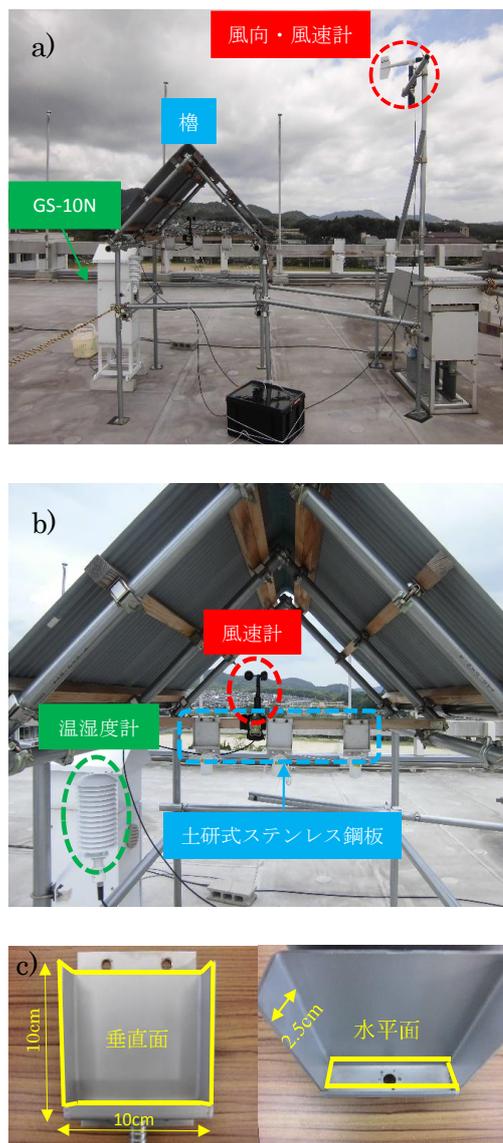


図-1 a)~c),土研式ステンレス鋼板を用いた付着塩分量測定の概要

の鋼板の付着塩分量 C [mg/dm²/day]と比較することで塩分付着率 γ_x を算出する(式1)。尚、この式は元々紀平らが、飛来塩分量と捕捉率、大気中の塩分濃度および観測面に対する風速の関係を記述したものである³⁾。本研究では、飛来塩分量を付着塩分量、捕捉率を塩分付着率と変換している。

$$C = 8.64 \times 10^5 \cdot \gamma_x \cdot c \cdot |u_x| \quad (1)$$

尚、ここで使用したステンレス鋼板は、土研式タンク法に用いられるもので、縦横10cm、奥行き2.5cmの立体構造をなしている。ステンレス鋼板の部位を垂直・水平と定義し(図-1c)、部位ごとの付着塩分量を計測した。具体的には、まず水平面をイオン交換水で洗い流し、その後垂直面を洗い流す。尚、ステンレス鋼板一枚当たりの面積は垂直面が1.5dm²、水平面が0.25dm²となっている。付着塩分量測定において、土研式タンク法に用いられるステンレス鋼板を用いた意義は次の通りである。

仮に、地上に対して垂直に平面のステンレス鋼板を設置した場合、鋼板表面に付着した塩分粒子が結露の影響や粒子自体の重さによって流れ落ち、消失する可能性がある。この流れ落ちる粒子を受け止める面を設置する必要があるが、この面をあまりにも大きくしすぎると、多くの塩分が直接付着する可能性がある。その点、土研式タンク法に用いられるステンレス鋼板は、流れ落ちた塩分粒子を水平面に留めることが出来る。また、水平面の面積が小さいため、この面に直接付着する塩分を最小限に抑えることが出来る。以上のような理由から本研究ではこの鋼板を採用した。また、今回の観測でステンレス製の鋼板を用いたのは、ステンレス鋼は表面に不動態皮膜を形成するため、長期間の観測に渡って錆びにくく、常に一定の状態を保つことが可能であるためである。ただし、鋼板の材質(表面の粗さ)によって付着特性が異なる可能性があるため、本研究で得られる結果をその他の鋼板に対しても適用できるか、検証を行わなければならないことを付しておく。

3. 既往の塩分付着率の推定結果

2015年4月～6月にかけての観測の結果、土研式タンク法のステンレス鋼板に対する塩分付着率は、約7%で一定値を示した。また、垂直面に比べて水平面の付着塩分量が常に多く、大部分の海塩粒子が水平面に降下していることが明らかになった。ただし、ここでの塩分付着率は、水平面に付着した海塩粒子は全て、一度垂直面に付着したものであるという仮定のもとに算出している。つまり、地上に対して垂直な観測面に対する塩分付着率である。

夏季においては、大気中の海塩粒子濃度が近海の有義波高の低下に伴って減少するため、計測精度の問題上、塩分付着率の算出が困難であった。海塩粒子濃度が上昇した冬季以降、観測を再開し、現在も継続中である。

4. 地上に対する鋼板の角度が塩分付着率に及ぼす影響

土研式タンク法に用いられるステンレス鋼板を用いた従来の観測では、鋼板を地上に対して垂直に設置し、付着塩分量の計測を行っていた。しかし、地上に対して水平に鋼板を設置した場合、重力の影響などで塩分付着率が異なる可能性がある。そこで新たに、地上に対して水平に平面のステンレス鋼板を設置し、観測を行っている。また、同時に平面のステンレス鋼板を地上に対して垂直に設置し、土研式タンク法のステンレス鋼板における観測結果と比較し、整合性の検証を行う。

地上に対して垂直な面、水平な面に対する塩分付着率および一度垂直面に付着した海塩粒子が水平面に降下する割合、これらを明らかにすることで部位(ウェブ・フランジ)ごとの付着塩分量推定が可能となる。

参考文献

- 1) 小畑誠, 村上太郎: 腐食環境評価のための浮遊塩分量調査とその数値予測について, 構造工学論文集 Vol.60A, pp596-604, 2014.
- 2) 坪倉佑太, 広瀬望, 武邊勝道, 大屋誠: 山陰地方における大気中の塩分濃度計測に基づく鋼材への塩分付着率の推定, 構造工学論文集 Vol.62A, pp549-558, 2016.
- 3) 紀平寛, 田辺康児, 楠隆, 竹澤博, 安波博道, 田中睦人, 松岡和巳, 原田佳幸: 耐候性鋼の腐食減耗予測モデルに関する研究, 土木学会論文集No.780, pp71-86, 2005.