

気象データを用いた飛来塩分量の空間分布予測

松江工業高等専門学校 正会員 〇大屋 誠, 武邊 勝道, 広瀬 望
(株) ワールド測量設計 糸賀 俊輝
東海旅客鉄道 (株) 白子 喜悠

1. はじめに

近年、インフラ構造物において長期耐久性が求められており、腐食は構造物の長期耐久性と経済的な維持管理を実現するために重要である。鋼橋梁において、自らのさびで腐食速度を低減可能な耐候性鋼材の適用が増加している。しかしながら、腐食環境の厳しい地域では期待通りの防食機能が発揮されない場合があるため、適切な環境評価を行わなければならない。腐食に関する環境評価指標として飛来塩分量があるが、飛来塩分量は気象条件に左右され、年によって大きくばらつきがみられるため、観測した結果が建設予定地の長期耐久性の性能を判断する上での腐食環境を評価する代表値とならない可能性がある。そのため既存の気象データや数値シミュレーション技術を用いて腐食環境を長期予測する技術開発が求められている。

そこで本研究では、飛来塩分量の空間分布予測に向けた基礎資料として、島根県内において同じ期間に広域な飛来塩分調査を実施し、観測された飛来塩分量の飛来特性と著者らが提案する風力エネルギー係数²⁾を用いた気象データとの関係を議論し、気象観測データより、飛来塩分量が推定可能か検討を行う。

2. 飛来塩分量の調査概要と風力エネルギー係数

調査対象橋梁と近接する気象観測所の概要を図1と表1に示す。飛来塩分量は、各橋梁の桁下（橋軸に平行）に捕集ガーゼ（10cm×10cm）を設置し、1ヶ月毎に測定した。本研究では2017年10月から2018年9月の1年間の飛来塩分量の観測結果を示す。著者らが提案する風力エネルギー係数²⁾を以下に示す。風力エネルギー係数は、運動エネルギーの定義を用いて、風速の3乗に比例し、空気密度と断面積に比例する係数である。

$$P_D[W/day] = \sum_D \frac{1}{2} \rho (V \cdot C)^3 \cdot A \cdot T \tag{1}$$

ここで、 ρ ：空気密度[kg/m³]（約1.2kg/m³）、 V ：時間平均風速[m/s]、 C ：ガーゼ捕集面にあたる風速の方向成分、 T ：観測時間、 A ：単位面積 [1 m²]、 D ：1日である。また、 C は次式で与えられ、 θ は観測時間の最多風向とガーゼ捕集面との成す角度である。

$$C = \cos \theta \quad (|\theta| < 90^\circ), \quad C = 0 \quad (|\theta| \geq 90^\circ) \tag{2}$$

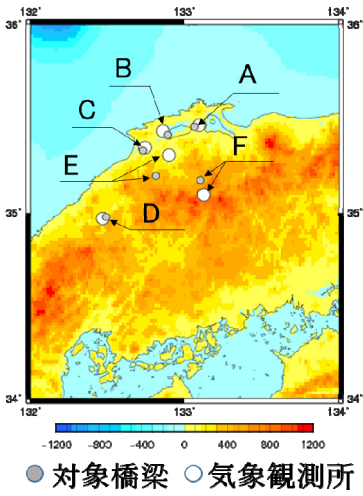


表 1 対象橋梁と年平均飛来塩分量の観測結果

対象橋梁	ガーゼ面方向	気象観測所	距離	平均飛来塩分量 [mdd]		相関係数 R
				観測値	予測値	
A	W-E	松江	約 3km	0.855	0.902	0.883
B	W-E	斐川	約 3km	0.612	0.608	0.730
C	NW-SE	出雲	約 2km	0.877	0.916	0.920
D	NNE-SSW	川本	約 2km	0.246	0.236	0.525
E	NW-SE	掛合	約 14km	0.279	0.244	-0.048
F	NNW-SSE	横田	約 9km	0.288	0.286	0.900

図 1 対象橋梁と気象観測所の位置

キーワード 腐食環境, 飛来塩分, 気象観測データ, 風力エネルギー係数

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町1 4-4 松江工業高等専門学校環境・建設工学科 TEL 0852-36-5268

3. 飛来塩分の飛来特性とその予測

3. 1 飛来塩分量の飛来特性

各橋梁の年平均飛来塩分量の観測結果と風力エネルギー係数を用いて予測した予測結果を表1に示す。図2に橋梁Cの飛来塩分量観測結果 $C[\text{mdd}]$ と近隣の気象観測所の風向・風速データから求めた風力エネルギー係数 $P_D[\text{W/day}]$ の月変化を示す。また、図3に相関図を示す。橋梁AからCの飛来塩分量の観測結果を見ると、出雲から松江の平野部の飛来塩分量は、同程度の非常に高い値を示す。橋梁DとEは、それぞれ1級河川の江の川と斐伊川の上流部で、平野部に比べ飛来塩分量は小さくなっている。橋梁Fは、島根県と広島県の県境に架かる橋で、離岸距離が約50kmであるが、飛来塩分量は0.288mddと橋梁DやEと同程度の値を示している。また、図4に橋梁Fの4月の観測結果のヘキサダイアグラムを示す。図4より、 Na^+ と Cl^- の値が同程度で、他のイオンのバランスが海水の組成に類似している。他の月のヘキサダイアグラムも同様な組成をしており、海由来の海塩粒子が中国山地の県境付近まで来ているものと推察される。

3. 2 飛来塩分量観測結果と風力エネルギー係数の関係

図2及び図3より、近接する気象観測所の風向・風速データを用いた風力エネルギー係数 P_D は、飛来塩分量観測値 C の月変化の傾向をかなりの精度で表現可能であることが分かる。図3に、最小二乗法を用いて、原点を通る予測式を示す。また、予測式と飛来塩分量観測値の相関関係 R を表1に示す。橋梁Eを除き、対象橋梁と気象観測所結果から飛来塩分量の推定がかなりの精度で可能であることを確認した。河川に沿って遡上する飛来塩分量に関しては、対象橋梁と気象観測所の位置関係でその精度に差が生じるものと思われる。

4. まとめ

本研究において、同期間に島根県内の広範囲な飛来塩分調査より、海塩粒子の飛来特性を把握することができた。本調査結果より、離岸距離が約50kmの島根県と広島県の県境においても海塩粒子が飛来していることが確認された。また、近接する気象観測所の風向・風速データより、著者らが提案する風力エネルギー係数により、ある程度の精度で飛来塩分量を予測可能であることが確認された。本調査を今後も継続し、気象の再現解析を用いた数値シミュレーションによる飛来塩分量の予測可能性について検討を行いたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K06482 により助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防安全，JSSC テクニカルレポート，No.86，2009。
- 2) 大屋誠，武邊勝道，広瀬望，松浦葉月，今井篤実：風向風速データを用いた飛来塩分予測，*Zairyo-to-Kankyo*，62 巻，11 号，pp.430-433，2013。

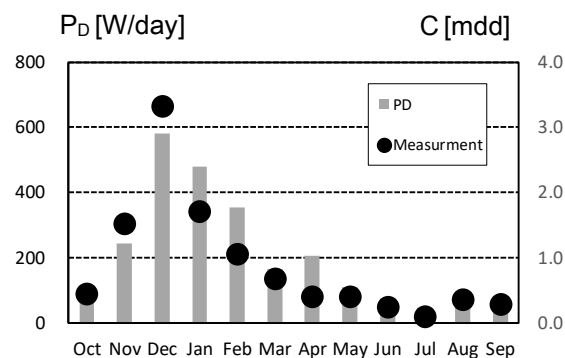


図2 橋梁Cの風力エネルギー係数 P_D と飛来塩分量観測値 C の月変化

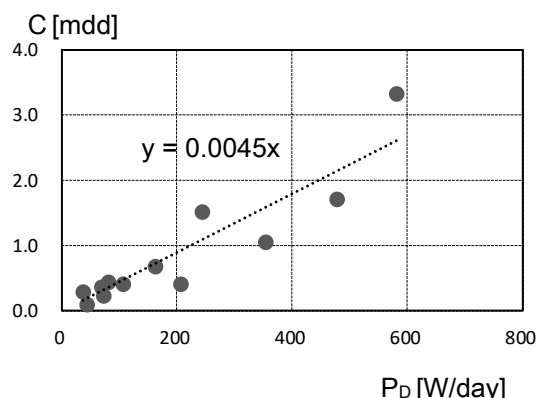


図3 橋梁Cの風力エネルギー係数 P_D と飛来塩分量観測値 C の相関図

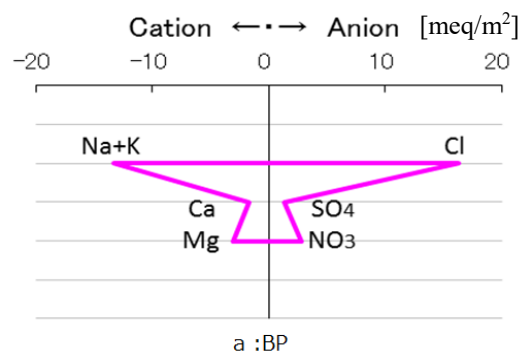


図4 飛来塩分ヘキサダイアグラム (橋梁Fの4月観測結果)