

観測結果に基づく飛来塩分量と大気中の Cl⁻濃度との関係

松江工業高等専門学校 学生会員 ○松林直樹
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
山口大学大学院 正会員 麻生稔彦

1. はじめに

耐候性鋼材はさびでさびを制するというユニークな特性ゆえに橋梁をはじめとする多くの実構造物に適用されてきた。その結果、構造物の維持管理コスト低減に成功している事例が多い。しかし、飛来塩分の多い海浜地域や凍結防止剤散布の影響を受ける部位などに不用意に適用した場合、問題が生じることもある。これらの問題は耐候性鋼材の防食機能自体に問題があったわけではなく、環境と材料の整合性の検討過程において、照査指標体系が未整備であったことを示唆している。そのため、ミニマムメンテナンスによる長寿命化を安全・安心に実現するためには、計画・設計段階での環境の吟味と適正な材料選定プロセスにおける判断精度を向上する必要があると考える。特に、山陰地方は日本海側に面し、西からの季節風によって、日本海から塩分が多く輸送されることによって、耐候性鋼橋梁の腐食評価に大きな影響を与えると考えられる。そのため、中国地方の耐候性鋼橋梁の腐食環境評価のための現地観測が豊富に行われ、大気腐食性環境評価指標を検討する場として、有効な地域であると考えられる。

そのため、本研究では、腐食環境評価手法の高度化を提案し、架橋地点の腐食環境予測を試みる。具体的には、①数値モデルによる気象要素や大気中の Cl⁻濃度分布の予測、②観測結果に基づく飛来塩分量と大気中の Cl⁻濃度との関係把握、③腐食環境評価指標の推定と腐食減耗量の面的な分布予測の3つを進める。特に、②は①と③を結ぶ本研究計画の根幹である。そこで、本研究では、飛来塩分量と大気中の Cl⁻濃度との関係に着目し、両者の関係を詳細に検討することを目的とする。

2. 飛来塩分量の輸送プロセス

海岸部では、海塩粒子が波浪によって巻き上げられ、大気中の Cl⁻濃度が増加し、大陸からの季節風によって内陸部に輸送される。鋼橋梁に付着した飛来塩分量は、腐食の主因となるため、耐候性鋼橋梁の腐食環境を診断する上で欠かせない観測項目である。紀平ら¹⁾は飛来塩分量が大気中の海塩粒子濃度と風速に依存することに着目し、式(1)のように定式化した。

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

ここで、C は飛来塩分量、 γ_x は x 軸方向の捕捉率、c は大気中の海塩粒子濃度、 u_x は x 軸方向の風速であり、x 軸は観測面に対して垂直に定義される。

したがって、飛来塩分量の付着プロセスを詳細に検討するためには、現地の風向・風速と大気中の Cl⁻濃度を考慮しなければならない。そこで、本研究では、飛来塩分量の季節変動プロセスを明らかにするため、大気中の Cl⁻濃度と風向・風速に着目し、詳細な検討を行う。

3. データ

本研究では、飛来塩分量、風向・風速、大気中の Cl⁻濃度の3つの観測データを用いた。表1に本研究で使用したデータの概要を示した。

飛来塩分量は角井大橋、高津川派川橋(図1)において、ドライガーゼ法で観測された結果である。また、風向・風速は両地点において、10分間隔で計測されたデータである。一方、大気中の Cl⁻濃度は二週間毎にフィルターパック法で測定された結果である。東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)で収集されたものを使用した。

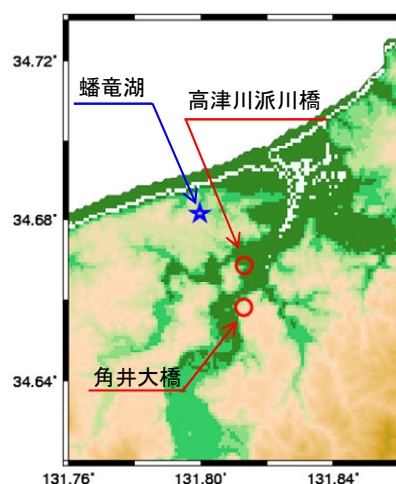


図1 益田市周辺の飛来塩分量(○)と大気中の Cl⁻濃度の観測地点(☆)を示した。

表1 本研究で用いた観測データの概略

	地点	期間
飛来塩分量 [mdd]	角井大橋	2007/03-2007/12
風向・風速	高津川派川橋	2007/03-2007/12
大気中の Cl ⁻ 濃度 [μg/m ³]	益田市蟠竜湖	2003/04-2007/12

4. 大気中の Cl⁻濃度と飛来塩分量の関係

図 2 に益田市蟠竜湖における大気中の Cl⁻濃度の季節変化を示した。2003 年から 2007 年までの月平均値(平年値)を求め、2007 年の結果と比較した。平年値は冬期に大きく、夏期に小さい明瞭な季節変化を示した。2007 年における大気中の Cl⁻濃度も同様な季節変化を示した。また、図 3 に二つの地点における飛来塩分量の観測結果を示した。角井大橋の飛来塩分は高津川派川橋より大きく、離岸距離に応じていない。また、飛来塩分の季節変化は両橋梁で同様な傾向であった。また、大気中の Cl⁻濃度の季節変化と同様の傾向であった。これは、冬季に発達する日本海側からの季節風により、Cl⁻が海岸部から輸送されているためである。

図 4 に飛来塩分量と大気中の Cl⁻濃度との関係を示した。両橋梁で両者に正の相関がみられる。しかし、バラツキも大きく、大気中の Cl⁻濃度のみでは、両地点で観測された飛来塩分量の変化を説明できない。そのため、現地の風向・風速を考慮して、両者の関係を検討する必要がある。

5. 風向・風速が飛来塩分量に与える影響

図 6、図 7 に角井大橋、高津川派川橋の風向割合を示した。1m/s 以上の風速であった風向を積算し、その割合の変化を示したものである。角井大橋は北東・東北東からの風が卓越する。高津川派川橋は南南西からの風が卓越し、両者の風況は大きく異なる。Cl⁻が海岸部から輸送されることを考慮すれば、両橋梁における飛来塩分量の違いを説明できる。すなわち、角井大橋は海岸部からの風を示す北東、東北東が主風向となっている。また、角井大橋の飛来塩分量は北東、東北東の割合の月変化とよく一致している。一方、高津川派川橋は南西、南南西が主風向である。これは高津川派川橋の北西には石見空港があり、海からの風がこの丘陵を迂回して到達しているためである。その結果、北東、東北東の風を主風向とする角井大橋は海岸から離れているにもかかわらず、飛来塩分量が大きくなったと推測できる。

6. まとめと今後の課題

本研究で分かったことは次の 2 点である。一つは飛来塩分量と大気中の Cl⁻濃度は正の相関を示すものの、バラツキが大きいことである。もう一つは飛来塩分量が海岸部からの風向に依存することである。

今後は複数の地域で同様な検討を進め、大気中の Cl⁻濃度の予測結果より橋梁周辺部の飛来塩分量を推定する手法を立案する予定である。

参考文献

- 1) 紀平寛ら、2005；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/I、pp.71-86。

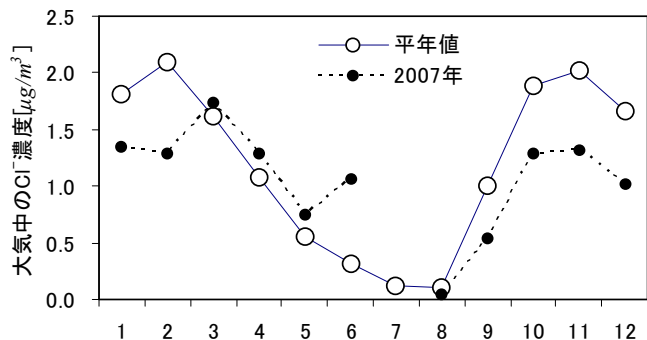


図 2 大気中の Cl⁻濃度の季節変化(益田市蟠竜湖)

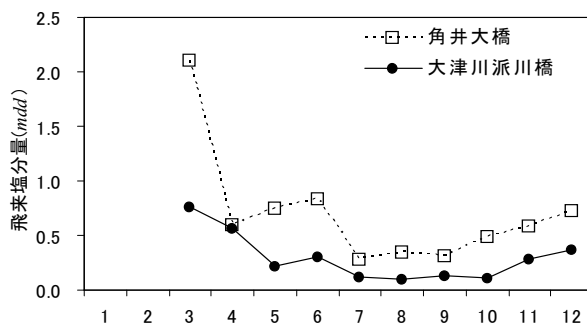


図 3 各地点の飛来塩分量の比較(2007 年)

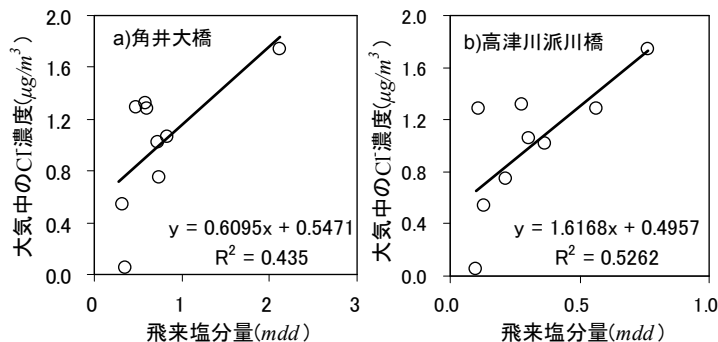


図 4 飛来塩分量と大気中の Cl⁻濃度との関係

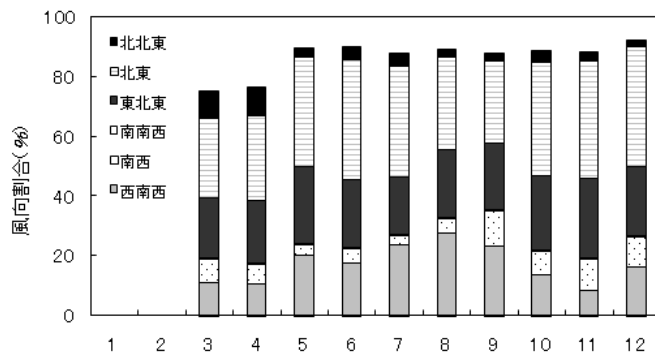


図 5 角井大橋における月毎の風向割合

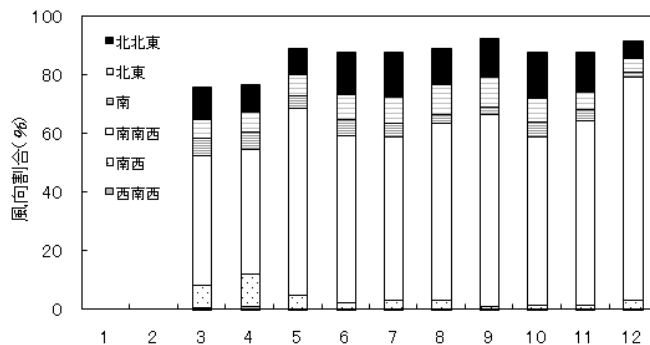


図 6 高津川派川橋における月毎の風向割合