島根県松江市における飛来塩類組成と付着塩類組成の対比

松江工業高等専門学校専攻科（学生会員）○落部圭史，立花祐輔，安達　良，大田隼也，北川直樹
松江工業高等専門学校　（正会員）大屋　誠，武邊勝道
中国電力（株）（非会員）梶谷　慧，　（株）コスモ建設コンサルタント（非会員）原　貴之
（株）ウエスコ（正会員）松崎靖彦，　山口大学大学院　（正会員）麻生稔彦

1.はじめに

近年，財政の悪化に伴う公共事業費の削減の観点から，ライフサイクルコスト（LCC）の低減が求められている．LCC を低減できるとして注目されているのが耐候性鋼材を用いた構造物である．表面に発生する保護性さびにより腐食速度が低減されるため，耐候性鋼材は無塗装でも橋梁鋼材として使用できる．無塗装耐候性鋼橋梁を 100 年間維持する場合の LCC は塗装橋梁の 3～25%程度で済む[1),2)]．しかし，飛来塩類の多い地域では，保護性さびがうまく生成されないため，耐候性鋼材は充分な耐腐食性を示せない．

耐候性鋼の腐食の進行度合いは飛来塩類量に関係するため，耐候性鋼橋梁の仕様は飛来塩類量を基準に判断されるのが一般的である[3)]．しかし，鋼材の腐食と直接関係するのは飛来塩類ではなく付着塩類である．したがって，より現実を反映した腐食環境の評価のためには付着塩類組成に着目する必要がある[4)]．ただし，橋梁建設前の時点では，飛来塩類量を測定することは出来るものの，付着塩類量を測定することは出来ない．したがって，付着塩類量は建設予定地で得られる飛来塩類量から推定する以外に方法がない．この推定を行うためには，飛来塩類量と付着塩類量の関係性に関する知見をあらかじめ得ておく必要がある．そこで本研究では，松江市中心部において飛来塩類量と付着塩類量の両方を分析し，その組成比較を行った．

2.調査方法

計測場所は，島根県松江市第五大橋建設地域南渡河部の高さ約 10m の櫓上（百葉箱 A），渡河部から南 0.8km 地点にある二階建ての建物の屋上（百葉箱 B），渡河部から西 2.5km 地点にある塗装橋梁（橋梁 C）の 3 地点である．3 地点の海岸からの直線距離は 10km 前後である．百葉箱での調査では，10cm×10cm のガーゼで捕集される飛来塩類量とＬ字型の鋼材の垂直面および水平面(15×30cm)に付着した塩類量の比較を行った．塗装橋梁では，桁下に設置された 10cm×10cm のガーゼで捕集される飛来塩分類組成とウェブ面(52×19cm)に付着した塩類組成を比較した．飛来塩類と付着塩類は 1 ヶ月ごとに採取した．付着塩類は鋼板面を濡れたガーゼ 2 枚と乾燥ガーゼ 1 枚で拭取ることにより採取した．回収した飛来塩類と付着塩類はともにイオン交換水に溶かし，そのイオン濃度を島根産業技術センターのイオンクロマトグラフィ（DX－500）により定量した．

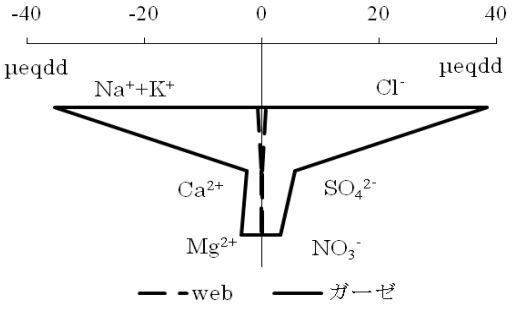

図 1　塗装橋梁での飛来塩類と付着塩類のイオン組成

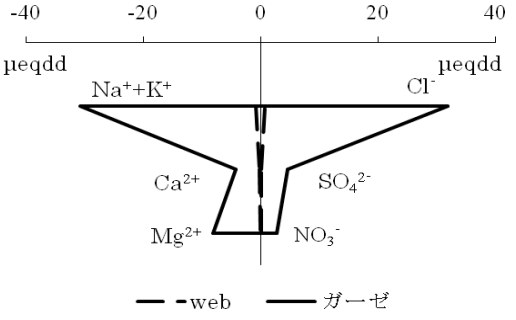

図 2　百葉箱 B での飛来塩類と付着塩類のイオン組成

キーワード：飛来塩類量　付着塩類量　耐候性鋼
連絡先：松江工業高等専門学校　〒690-8518　島根県松江市西生馬町 14-4　TEL：0852-36-5182

3.調査結果

図 1, 図 2 はそれぞれ塗装橋梁と百葉箱で採取した 3 月の飛来塩類と付着塩類のイオン組成図である．飛来塩類は極端に Cl^-と Na^+に富んでいる．付着塩類も同様に Cl^-と Na^+が卓越する．ただし，飛来塩類に比べるとその量はかなり少ない．

図 3 は月毎の飛来 Cl^-量を示したものである. 飛来量は 11 月から 6 月に多く，特に 2007 年 3 月には，すべての調査場所で 1.0mdd を越えた. 7 月から 9 月にかけての飛来塩類量は低く，0.03mdd 以下である．

図 4 には月毎の付着 Cl^-量を示した. 飛来塩類量と同様に付着量も 11 月から 6 月に多い. 2007 年の 1 月と 3 月は特に多く，約 0.03mdd に達する．7 月から 9 月にかけては 0.002mdd 程度の低い値を示す．調査場所により飛来塩類量はばらつく一方で，付着塩類量は場所による違いは小さい．

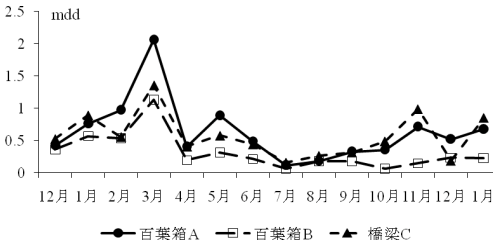

図 3　月毎の飛来 Cl^- 量

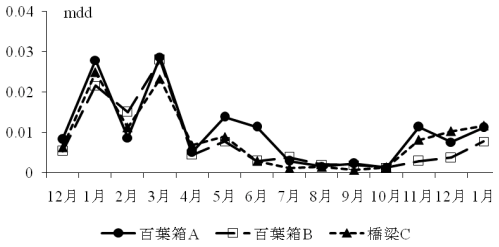

図 4　月毎の付着 Cl^- 量

図 5 は，Cl^-の飛来量と付着量を比較したものである．Cl^-も Na^+も，付着量と飛来量は正の相関関係を示す．飛来量に対する付着量の比率は平均で，1：0.02 である．

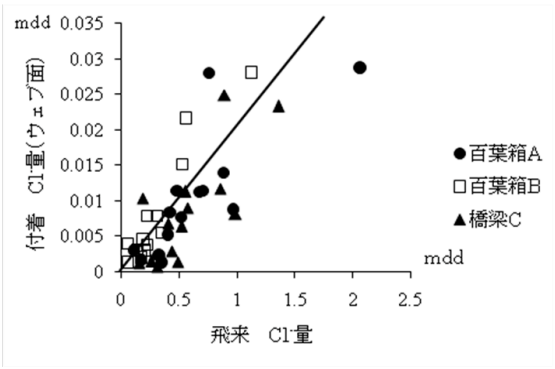

図 5　付着 Cl^- 量と飛来 Cl^- 量の相関図

4.考察

Cl^-と Na^+に富むという飛来塩類と付着塩類の特徴は，海水の溶存組成によく似ている．このことから，これらのイオンは，主に海水に由来すると考えられる．飛来塩類量と付着塩類量が冬季から春季に多く夏季に少ないことは，冬季から春季にかけては季節風が強まり，多くの海塩が飛来する一方で, 夏季には季節風が弱まり海塩の供給量が減少することを反映していると考えられる．

飛来塩類量は橋と百葉箱で近い値を示すことから，百葉箱を用いたガーゼ法で橋梁の桁下の飛来塩類量を再現できると考えられる．百葉箱内の L 字型鋼の付着塩類量も橋梁桁内の付着塩類量によく一致する．よって，百葉箱内の L 字型鋼材で桁内のウェブ面に付着する塩類量を再現できると考えられる．さらに本研究で明らかになった飛来塩類と付着塩類の比率を用いることで，飛来塩分から，付着塩類量がある程度予測できると考えられる．

5.まとめ

本研究では，島根県松江市内においての橋梁の桁周辺と百葉箱内の飛来塩類量と付着塩類量の比較を行った．その結果，付着塩類量は飛来塩類量の 1/50 倍であることと，百葉箱内の L 字型鋼材で桁内のウェブ面に付着する塩類量を再現できることが明らかになった．

謝辞：今回の研究成果は、島根県と松江高専との共同研究「松江第五大橋道路の鋼橋における腐食環境評価」の成果の一部をまとめたものである．島根県産業技術センターの塩村隆信科長，永田善明博士には分析に際しご指導頂いた．ここに記して感謝申し上げる．

参考文献：1)紀平　寛：無塗装橋梁長期耐久化技術体系の展開，防錆管理,Vol. 48, pp1-8, 2004 ． 2) 三木千壽，市川篤司：現代の橋梁工学，塗装しない鋼と橋の技術最前線，数理工学社 p.130, 2004．3) 建設省土木研究所ほか：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告，No.84, p.88, 1993．4) 武邊勝道ほか：耐候性鋼橋梁の表面状態と付塩類の関係，土木学会論文集 F, vol,63 ,p.172-180,2007