

橋梁桁内鋼板面における付着塩分の滞留時間

松江工業高等専門学校 正会員 ○武邊勝道
松江高専専攻科 学生会員 後藤和也

まるなか建設（株） 非会員 北尾昂平
松江工業高等専門学校 正会員 大屋 誠
松江工業高等専門学校 正会員 広瀬 望

1. はじめに

国土交通省や地方自治体により道路橋の長寿命化修繕計画が策定されており，道路橋を適切に管理し，長寿命化を図ることが社会的に求められている．鋼橋の場合，長寿命化を図るためには，鋼橋の新設や維持・管理の場面において，橋を取り巻く腐食環境を正確に解析する必要がある．腐食環境を表す代表的な指標としては，飛来塩分量が広く用いられる．しかし，腐食に直接作用するのは，塩分の供給量よりも，鋼板面上に存在する塩分量であると考えられる．鋼板面上の付着塩分量は，必ずしも経過年数とともに増加せず，付着した塩分は露による洗い流しのために移動することが知られている^{1)~3)}．このため，腐食環境を正しく評価するには，塩分が鋼板面上に度留まる程度を解析する必要があると考えられる．本研究では，塗装橋梁桁内において，飛来塩分，付着塩分，鋼板面から流れ落ちる結露水に含まれる塩分を捕集し，そのイオン組成の分析を行った．そして，鋼板面への飛来塩分の付着率，塩分の滞留時間について検討を行う．

2. 対象橋梁および分析方法

分析対象は，島根県松江市の大橋川に架橋された，橋軸方向は南北の 2 主桁の塗装橋梁である．対象橋梁は 1979 年 8 月に供用されている．本研究では，橋梁の北端部の東側の箱桁の西向きのウェブ面（桁内向）周辺で，飛来塩分，付着塩分，結露水を採取し，その化学組成を，松江高専のイオンクロマトグラフィ（ICS-1600）を用いて分析した．この地域は西風が卓越する⁴⁾ので，分析対象とした部位は飛来塩分が供給されやすい部位であると考えられる．



図 1 調査対象橋梁位置

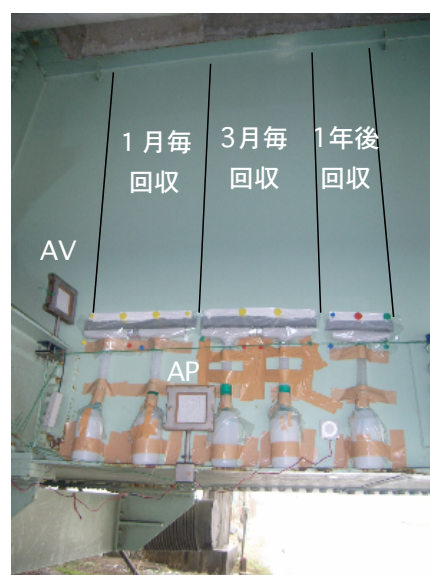


図 2 調査対象橋梁桁内の調査状況

飛来塩分はドライガーゼ法を用いて，2012 年 2 月 17 日から 1 ヶ月間毎に捕集した．飛来塩分捕集用ガーゼは，桁下 1 m 部分にウェブ鋼板面と平行に設置したものを BP，桁内で鋼板面と垂直と平行に設置した物を AV および AP とする．AV および AP の飛来塩分の捕集部位は，鋼板面から約 10 cm 程度しか離れていない．JIS 規格のドライガーゼ法（JIS Z2381）では，木枠にはめたガーゼの表と裏の両面を合わせた面積を捕集面として飛来塩分量を計算する

こととされている。しかし、今回の調査地域周辺では西側一方からの飛来塩分供給量が卓越すること²⁾と、APに関しては鋼板面側からの飛来塩の供給がほとんどないと考えられることから、片面のみの面積を用いて飛来塩分量を算出した。したがって、本報告で述べる飛来塩分量や飛来 Cl⁻量(mdd: mg/100cm²/day)は、100 cm²の枠内を通過する飛来塩分量または飛来 Cl⁻量を表す。

付着塩分の回収に先立ち調査対象部位をイオン交換水で洗浄した。その後、ウェブ面を、付着塩および結露水の回収を1月毎、3ヶ月毎、1年後に回収する部位に分けた(図1)。調査対象ウェブ面の下部には結露水回収用のガーゼを貼付した。付着塩分の回収は、結露水の回収を行った後、鋼板面をイオン交換水で洗い流し、その洗液を下部の捕集器に集めて回収した。付着塩分量および結露水中の塩分の量は、供給速度として mdd の単位で表す。

3. 結果

2/17~3/15の飛来 Cl⁻量はBPで1.1 mddである。この値は、NaCl量に換算すると2.8 mddに相当する。一方、桁内で得られる飛来 Cl⁻量はAVで0.34 mdd、APで0.15 mddであった。鋼板付着 Cl⁻量は0.00095 mddで、結露水としての Cl⁻量は0.00022 mddである。

4. 考察

4. 1. 飛来 Cl⁻と付着 Cl⁻

飛来 Cl⁻量の比較から、桁下を流れていく Cl⁻量(BP)に対して、鋼板面に吹き付けられる Cl⁻量(AP)は1~2割程度であると考えられる。また、ガーゼ法による塩分捕捉率を0.7として⁵⁾、桁内のウェブ面に供給された Cl⁻量をAPで得られた Cl⁻量をもとに算出し、供給された Cl⁻量に対する鋼板面に一度付着した Cl⁻量(付着 Cl⁻量+結露水の Cl⁻量)の比率を計算すると、0.6 %程度となった。

4. 2. 鋼板面上での Cl⁻の平均滞留時間

鋼板面に供給される付着塩分量を J_{in} (mdd)、鋼板面から露等による洗い流しで取除かれる量を J_{out} (mdd)、鋼板上に滞在する付着 Cl⁻

の量を N (mg/100cm²)、曝露時間を t (day) とすると、鋼板面上の付着塩分量の変化は、

$$\frac{dN}{dt} = J_{in} - J_{out} \quad \cdots \textcircled{1}$$

と表される。

$$J_{out} = k \cdot N \quad \cdots \textcircled{2} \quad (k \text{ は定数})$$

と仮定して、この微分方程式①を解くと、

$$N = \frac{J_{in}}{k} (1 - e^{-kt}) \quad \cdots \textcircled{3}$$

となる。 k は鋼板表面からの付着 Cl⁻の洗い流し効果を現す係数であり、その逆数($1/k = \tau$)は Cl⁻の鋼板面上での平均滞留時間を表す。 N に1月間の鋼板面上の Cl⁻存在量、 J_{in} に付着 Cl⁻量と結露水中の Cl⁻量の和(mdd)、 t に曝露期間(day)を代入して算出された2/17~3/15の Cl⁻の平均滞留時間は、62日であった。今後、1月毎の平均滞留時間の算出を続けて、季節による滞留時間の変動を検討する。また、滞留時間を計算するに当たっての式や仮定の妥当性を検証する必要があると考えられる。

5. まとめ

島根県松江市の塗装橋梁の桁内鋼板面の飛来および付着塩分組成から、Cl⁻の平均滞留時間の算出を試みた。その結果、2~3月の平均滞留時間は62日と算出された。

謝辞：対象橋梁を長期的に調査するにあたっては松江県土整備事務所にご協力頂いた。また、本研究報告は平成23年度前田記念工学振興財団研究助成「橋梁鋼板面上の付着塩分の平均滞留時間」の一部をまとめたものである。ここに記して感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 武邊勝道ほか、耐候性鋼橋梁の表面状態と付着塩類量の関係、土木学会論文集 F, 63 172(2007)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編、2002。
- 2) 武邊勝道ほか、橋梁桁内の付着イオンの露による洗い流し効果について、材料と環境、57, 188-193(2008)。
- 3) M. Takebe et al., Estimation of Quantity of Cl⁻ from deicing salt on weathering steel used for bridges, International Journal of Steel Structure, 8, 73(2008)。
- 4) 松崎靖彦ほか、島根県における既設耐候性鋼橋梁の腐食実態、構造工学論文集, 53A, 805(2007)。
- 5) 岩崎英治ほか、塩分捕集器具の設置方向と飛来塩分の関係、構造工学論文集, 56A, 616(2010)。