

海岸部橋梁の部位別付着塩分量の調査と検討

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○白井 睦弥
京都大学大学院工学研究科 正会員 平野 裕一
京都大学大学院工学研究科 正会員 An Lin

西日本高速道路 (株) (研究当時京都大学) 嘉屋 明信
京都大学大学院工学研究科 非会員 Zhang Yukun
京都大学大学院工学研究科 正会員 白土 博通

1. 序論

沿岸部に位置するコンクリート構造物は飛来塩分による塩害が深刻である。そのため、効率的に維持管理するためには、構造物への付着塩分量の定量的評価が重要である。現行のコンクリート標準示方書では、コンクリート構造物の表面における塩分濃度は海岸からの距離によって推定される。しかし、複雑な形状を持つ構造物への付着塩分量は構造物の部位によって大きく異なることが想定される。また、降雨などの気象条件や風況によっても付着塩分量は影響されると考えられる。そのため、より精度の高い予測をするためには、それらの影響について検討する必要があるといえる。そこで本研究では、和歌山県南部の海岸部に位置する天鳥橋を対象に、2014年9月19日～2017年4月8日にかけて橋梁の部位別の付着塩分量を調査した。また、大気中塩分濃度と気象の観測から付着塩分量の推定を行った。その調査結果をまとめ、比較すると共に、橋梁の部位や気象条件による影響について検討する。

2. 部位別付着塩分量調査の概要

和歌山県西牟婁郡すさみ町内の国道42号線上に位置する3主桁を有する鋼桁橋の天鳥橋を対象に飛来塩分付着量を計測した。対象橋梁の橋軸は北西-南東であり、南西側は太平洋に、北東側は崖に面する。40 mm×40 mm×5 mm のパネル状のモルタル供試体（以後単にパネルと呼称する）を3主桁のフランジ・ウェブ上の計30箇所（図1）に貼り付け、一定期間暴露した。暴露期間は表1に示す5期間である。回収後砕粉し、電位差滴定によりパネルに含まれる全塩化物イオン量を測定した。また、期間1～4では、パネル貼り付け箇所付近の橋梁桁表面に付着した塩分量も計測した。

3. 部位別付着塩分量の推定

大気中塩分濃度と気象の観測から付着塩分量の推

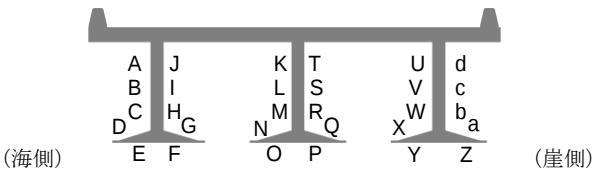


図1 飛来塩分部位別計測位置

表1 モルタルパネル貼り付け期間

	貼り付け開始	貼り付け終了
期間 1	2014.9.19	2014.10.24
期間 2	2015.7.23	2015.8.28
期間 3	2015.7.23	2015.9.30
期間 4	2016.3.31	2016.6.29
期間 5	2016.12.20	2017.4.8

定を行った。付着塩分量を推定するために、まず構造物周囲の流れ場を計算する必要があり、野口らが計算した天鳥橋周りの定常流れ場^{1),2)}を用いた。これは、RANS 方程式を乱流モデルとして標準 $k-\epsilon$ モデルを利用し数値的に解くことにより天鳥橋と周辺地形の定常流れ場を算出したものである。同期間における10分間最頻風向、10分間平均風速、雨量および円筒型飛来塩分捕集器で得た大気中塩分濃度を用いて、鋼材表面に飛来する塩分量を計算した。単位面積当たりの付着量 Q [mg/m²]は海塩粒子の慣性衝突と表面からの拡散の合計と考えられるので、式1として表せる。 θ は下フランジ面の傾斜角であり、下フランジ下面で $\cos\theta = -1.0$ 、フランジ上部で $\cos\theta = 0.89$ 、ウェブ部で $\cos\theta = 0$ である。海塩粒子の終端速度 V_s は0.011 m/s、空気の動粘性係数 D は 1.5×10^{-5} m²/s とした。

$$Q = Q_i + Q_d = C \cdot (V_n + V_s \cos\theta) \cdot \Delta t + C \cdot \int_0^{\Delta t} \sqrt{\frac{D}{\pi t}} dt \quad 1)$$

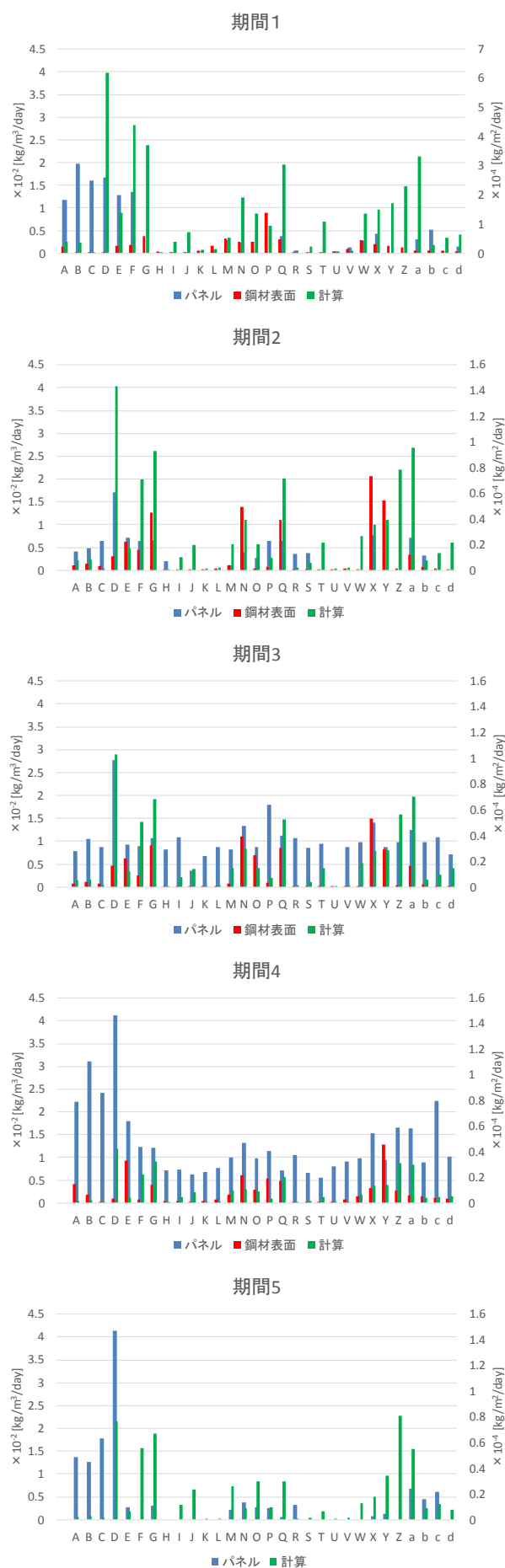


図2 部位別付着塩分量

4. 調査結果と考察

部位別付着塩分量の調査結果を図2に示す。パネルへの付着塩分量はパネルに含まれる塩化物イオン量 $[\text{kg}]$ をパネルの体積 $[\text{m}^3]$ と暴露期間 $[\text{day}]$ で除したものである。鋼材表面の付着塩分量と計算による付着塩分量は単位面積当たりの付着塩化物イオン量 $[\text{kg/m}^2]$ を暴露期間 $[\text{day}]$ で除したものである。左軸にパネルへの付着塩分量、右軸に鋼材表面と計算による付着塩分量を示す。期間1の右軸のみ他とスケールが異なる。期間1の鋼材表面と計算結果が他の期間に比べ4倍程度大きくなったのは、期間2から5での大気中塩分濃度の観測結果が 0.04 mg/m^3 程度であったのに対し、期間1では 0.47 mg/m^3 と非常に大きい値をとっていたためと考えられる。全体を通してフランジ同士で挟まれた床版付近で付着塩分量は少なく、フランジ下部で多くなるという傾向が見あり、吹き付ける風速の違いによるものと考えられる。また、パネルへの付着量をみると、海側のA～D点での付着量が多くなる傾向があり、鋼材表面の塩分が雨により洗い流されたときに塩分を含んだ水滴がパネルにあたり吸水したためと考えられる。計算結果との比較では、海側ウェブ部全体に当たる風からD点に流れ到達する塩分が多い計算結果に対し、その分が途中のパネルに留まったと考えられる。期間3, 4でパネルの付着量がウェブ部でも多い原因は、この期間で塩分を十分に含んだ強風が吹いていたことが推察される。鋼材表面での付着塩分量は全体的にフランジ部で多くなる傾向があり、ウェブ部では雨水や結露水により洗い流されたためと考えられる。

5. 結論

付着塩分量は構造物の部位だけでなく、風速や構造物の材質、測定時期によっても異なることが確認された。精度の高い付着塩分量を推定するためにはこれら諸条件の影響を考慮する必要があるといえる。

謝辞 本研究の一部はJSPS 科研費 15H02261 の助成を受けた。

参考文献

- 1) 野口恭平：海沿粒子挙動の検討と確率モデルを用いた付着量の予測，京都大学大学院修士論文，2014
- 2) 金城佑紀，野口恭平，秦聡一郎，姜詠，白土博通，八木知己，服部洋：数値解析による構造物表面への飛来塩分量の予測，第23回 風工学シンポジウム論文集，pp511-516，2014