

## 海岸沿いの橋梁における飛来海塩粒子の付着状況

北海道開発局 正員 三田村 浩 ドーコン 正員 佐々木 聡  
 川田工業 正員 勝俣 盛 川田工業 正員 枝元 勝哉  
 橋梁メンテナンス 正員 磯 光夫 橋梁メンテナンス 小松 和憲

### 1. まえがき

我が国では、海岸部における鋼材の腐食量が他の地域に比べ著しく多いことから、海塩粒子の影響の有無によって腐食環境を分類している。その飛来量は風向・風速、局地形および海岸線からの距離などに大きく依存することが知られているが、付着状況は構造的因子や気象条件の影響などによって異なり概念的に理解されているに過ぎない。

そこで、積雪寒冷地の沿岸部に位置する大浜中橋において雨風の影響が少ない中桁の塩分付着性状を明らかにすることを目的に飛来海塩粒子の捕集とCFDによる橋梁下面の流れを解析した。また、望来橋において昨年実施した橋梁洗浄の効果を確認するため、約11ヶ月経過後の付着塩分の状況を調査した。本報告は、これら2橋の結果から得られた知見について述べるものである。

### 2. 大浜中橋を対象とした塩分付着性状の確認

#### (1) 海塩粒子の捕集

大浜中橋は、北海道余市湾南の沿岸部で海岸線から約100m離れた地点に架橋され、砕波点から橋梁までの間に障害物がないため、飛来塩分の付着状況を観察するのに適している。当該地域の気候は、AMeDASの気象観測データによれば、風向頻度が一年を通じて日本海からの海風が卓越し、厳冬期から春先にかけて風速が高くなるとともに降水量が減少することが分かっている。これを踏まえて、飛来海塩粒子の捕集は2000年10月18日から2001年3月1日にかけて行った。



図-1 大浜中橋の全景

断面構成が図-2に示すように複雑であることから、主桁間の塩分付着性状にのみ着目することとし、捕集箇所は外桁下フランジ下面の海側(No.1)と山側(No.3)、床版下面(No.2)および中桁ウェブの海側面(No.5)と山側面(No.4)の計5箇所とした(図中の印)。捕集方法はドライガーゼ法に準じ、捕集面積10cm×10cmの木枠に2枚重ねのガーゼをはめ込む標準的な暴露方法を採用した。なお、部材面から剥離する塩分の影響を軽減するため、捕集器はいずれも部材面に対し垂直に約20cm離して設置した。捕集した塩分はイオンクロマトグラフ分析法によって塩素イオン量を計測しmgNaCl/day/dm<sup>2</sup>に換算した。

表-1は捕集結果を示したものである。これより、捕集量は各期間ともNo.1、No.3、No.4、No.2、No.5の順であった。そのうちNo.1とNo.3は同程度の塩分濃度を示す場合もあり、他の下フランジ下面もほぼ同じ傾向を示すものと考えられる。また、ウェブに関しては主流に面する海側面(No.4)の方が付着塩分の多いことが判明した。

#### (2) CFDによる橋梁下面の流れ状況の把握

海から作用する風が、対象とする桁断面のまわりをどのように流れるかについて、桁断面を単純化したモデルに対する流れ解析(CFD)を実施した。なお、今回の計算では、桁下面における定性的な流況特性を把握することを目的としているため、塩分濃度の移流拡散現象は考慮していない。解析手法として文献2)に示される分離型有限要素法を使

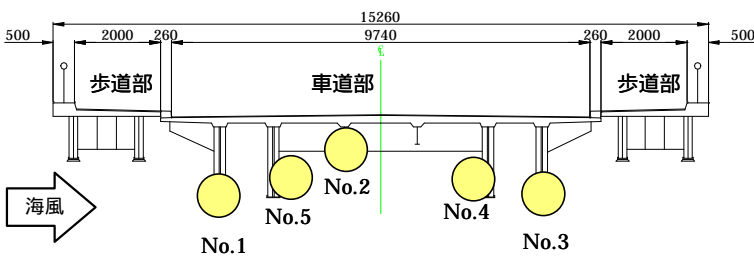


図-2 飛来塩分の捕集箇所

表-1 海塩粒子の捕集量

(単位: mgNaCl/day/dm<sup>2</sup>)

| 測定箇所 | 第1回捕集                      | 第2回捕集                      | 第3回捕集                      |
|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|      | 始:'00.10.18<br>至:'00.11.30 | 始:'00.11.30<br>至:'00.12.29 | 始:'00.12.29<br>至:'01.03.01 |
| No.1 | 0.361                      | 1.735                      | 0.881                      |
| No.2 | 0.037                      | 0.310                      | 0.147                      |
| No.3 | 0.278                      | 1.562                      | 0.578                      |
| No.4 | 0.131                      | 0.786                      | 0.475                      |
| No.5 | 0.031                      | 0.096                      | 0.072                      |

キーワード：橋梁、海塩粒子、CFD、洗浄

連絡先：〒321-3325 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台122-1 TEL.028-677-5611 FAX.028-677-5707

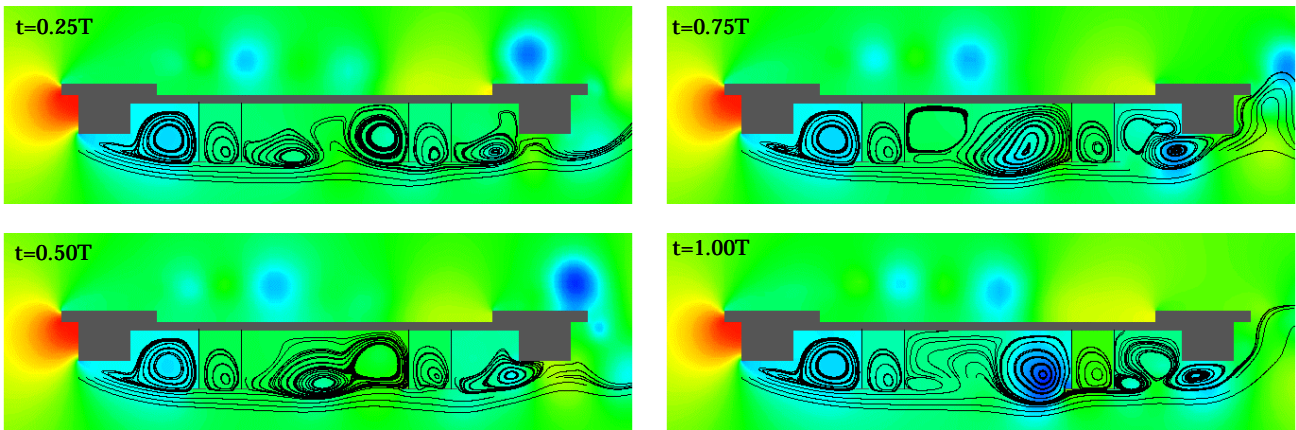


図-3 圧力分布と流線の変化(T:揚力変動の周期)

用し、桁高を代表長としたレイノルズ数を1000に設定している。

図-3は、準定常時の揚力変動一周期分の解析結果に基づき、桁周囲の圧力分布と流線の推移を示したものである。図-3を観察すると、各主桁の下フランジ下面(No. 1, 3)は常に主流の作用下にあることが分かる。また、下流側のウェブ内面(No. 4)についても、主流の巻き込みにより発生する周期的な渦の作用を受けていることが観察される。一方、中桁の下面(No. 2)と上流側のウェブ内面(No. 5)に関しては、ほぼ流れが停留した状態にあり、主流の作用は直接受けていないと思われる。これらの主流に影響される度合は、表-1における塩分付着状況と定性的に良く一致しているものと判断される。

### 3. 望来橋を対象とした桁洗浄効果の確認

望来橋<sup>1)</sup>の洗浄効果を確認するため、表面塩分計(東亜ディーケーケー製 ;SNA-2000)を用いて11ヶ月経過後の付着塩分量を測定し、洗浄前後での平均値を比較した。測定箇所は図-4に示す海側外桁・中桁のウェブ両面と下フランジの上下面で沓から3mの範囲である。昨年の結果と合わせて図-5に示す。

図-5から判断すると、洗浄前に最も付着塩分量が多いのは中桁下フランジ上面の海側(中桁 )であり、次いで下フランジ下面 (外桁・中桁 )であるが、外桁と中桁による違いは認められなかった。また、下フランジ下面( ), 山側下フランジ上面( )および山側ウェブ( )に着目すると、外桁と中桁で同じ傾向にあり、その値もほぼ同程度とみなせる。なお、外桁のウェブ(外桁 )と下フランジ上面(外桁 )の値が小さい理由は、雨水による洗い流し効果と思われる。

一方、雨水の影響が少ない外桁 , および中桁 ~ に着目すると、11ヶ月経過後でも大幅に低減していることから、洗浄効果は持続しているといえる。しかしながら、ウェブの値はいずれも増加しており、この理由は北海道では厳冬期に月積算凍結融解回数が少なくなることから結露などによって液滴化して降下することなく保持されたためと思われる。従って、この凍結融解回数が多くなる晩秋から初冬、もしくは早春に洗浄することで塩分の蓄積を抑制できると考える。

### 4. あとがき

本研究によって、雨水による洗い流し効果を期待できない中桁における飛来海塩粒子の付着性状を一部明らかにするとともに、洗浄による付着塩分の除去効果を確認できた。しかし、付着塩分量と腐食進行の関係、および塗膜延命の程度を定量的に把握するまでには至っていないため、今後はこれらの課題について検討を進める予定である。

#### 【参考文献】

- (1) 三田村浩ほか：橋梁洗浄に関する一検討，土木学会第55回年次学術講演会概要集，CS104，2000.9。
- (2) 枝元勝哉ほか：偏平箱桁断面の静的空気力特性に対する2次元および3次元数値流体解析とその適用性評価，土木学会論文集，No.619/I-47，1999.4。

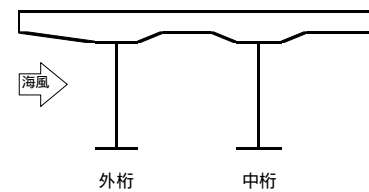


図-4 付着塩分量の測定箇所

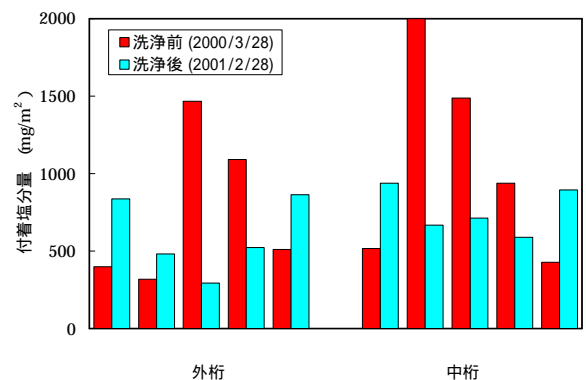


図-5 望来橋洗浄後の付着塩分量