

海岸沿いの橋梁における塩分付着状況

構造研究室 藤野戸 宏樹*

1. はじめに

本格的なメンテナンス時代を迎えようとしている日本においては、橋梁などの構造物を適切に維持管理し、長寿命化を図ることは、これからの社会資本整備において極めて重要なことである。橋梁は建設された直後から様々な周辺環境条件の影響により、腐食などの劣化が徐々に進行し時間の経過とともに保有性能や美観が低下することがある。特に、飛来海塩粒子や凍結防止剤散布の影響を受ける厳しい環境下では塗膜劣化や鋼材の腐食が著しく促進される。

そこで、本資料では、積雪寒冷地の沿岸部に位置する大浜中橋において、橋梁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橋梁下面に着目した数値流体力学を用いた風に関する CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析を行った。また、以前、月報の技術資料(参考文献(1))で望来橋における橋梁洗浄の結果を紹介したが、今回は、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追跡調査したので、以上の 2 橋について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験橋梁概要

本試験で使用した大浜中橋は、北海道余市湾南(図-1参照)の海岸線から約 100m 離れた地点の一般国道 5 号に架橋された鋼桁橋で、塗装の塗り替え後約 3 年

が経過している。また、砕波点から橋梁までの間に障害物となる橋梁がないため、飛来塩分の付着状況を観察するのに適している。大浜中橋の全景を写真-1に示す。

また、昨年実施した橋梁洗浄の効果を確認するため使用した望来橋は、北海道厚田郡厚田村(図-1参照)に位置し、海岸線よりおよそ 300m 離れた地点の一般国道 231 号に架設されている鋼桁橋である。望来橋の全景を写真-2に示す。



写真 - 1 大浜中橋

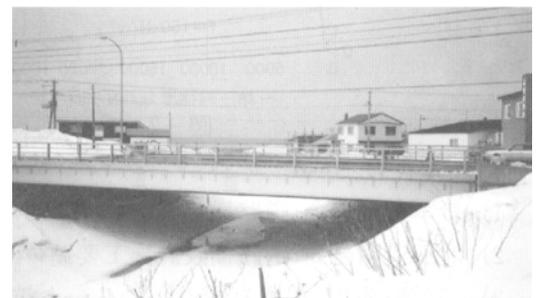


写真 - 2 望来橋



図 - 1 試験場所

2.2 試験方法

2.2.1 大浜中橋に関する試験方法

当該地域の気候は、アメダス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くる。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。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

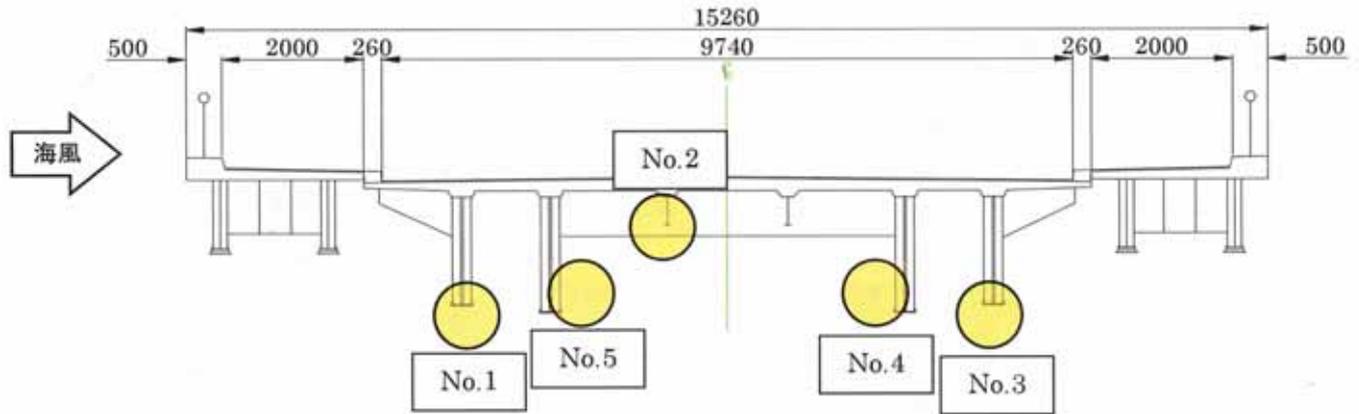


図-2 大浜中橋断面図

ジ下面(No.1)、(No.3)、縦桁下面(No.2)および中桁ウェブ(No.4)、(No.5)の計5箇所とした(図中の印)。

捕集方法はドライガーゼ法(JIS Z 2382)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捕集器を作成し、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付着塩分量を計測し、分析結果は $R_{(NaCl)}[NaCl \cdot mg/(m^2 \cdot d)]$ で表す。

さらに、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分離型有限要素法を使用したCFD解析を実施した。なお、本ケースでは、桁下面における定性的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。また、解析における計算の簡略のために本ケースでは、縦桁はモデル化を行っていない。

2.2.2 望来橋に関する試験方法

望来橋の洗浄効果を確認するため、表面塩分計(東亜電波工業製; 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。

3. 試験結果

3.1 大浜中橋の試験結果

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

表 - 1 海塩粒子の捕集量

(単位: $NaCl \cdot mg/(m^2 \cdot d)$)

測定箇所	第1回捕集	第2回捕集	第3回捕集
	10月18日 ~11月30日	11月30日 ~12月29日	12月29日 ~3月1日
No.1	0.361	1.735	0.881
No.2	0.037	0.31	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

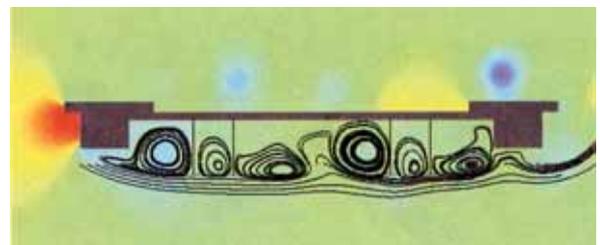


図 - 3 圧力分布と流線の変化 $t=0.25T$ 時
(T : 揚力変動の周期)

同じ傾向を示すものと考えられる。また、ウェブに関しては海側を向いている中桁ウェブ(No.4)の方が、山側を向いている中桁ウェブ(No.5)より付着塩分の多いことが判明した。

図-3は、CFD解析より得られた準定常時の揚力変動一周分の結果に基づき、桁周囲の圧力分布と流線を示したものである。図-3より、各主桁の下フランジの下面は常に主流の作用下にあることが分かる。また、中桁ウェブ(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ものと考えられる。一方、中桁ウェブ(No.5)は、中桁ウェブ(No.4)程の周期的な渦の影響を受けていないものと考えられる。このことから、表-1の結果と併せて考えると主

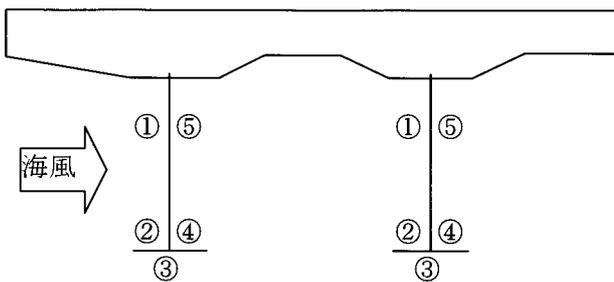


図 - 4 付着塩分量測定箇所（望来橋）

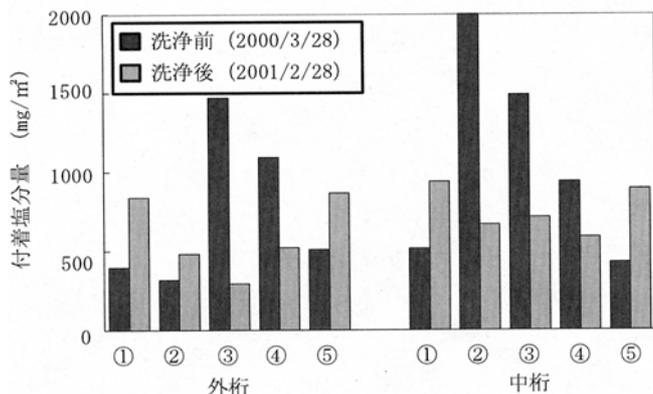


図 - 5 洗浄前後の付着塩分量

流に影響される度合いが大きいほど塩分が付着しやすいものと考えられる。

3.2 望来橋の試験結果

望来橋の洗浄効果を確認するため、表面塩分計(東亜電波工業製；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()であるが、この部分の数値は、表面塩分計の最大計測値の2000を示しているため、実際の値は2000を越えていると考えられる。次に外桁および中桁の下フランジ下面()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る。

なお、外桁のウェブ()と下フランジ上面()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増える晩秋から初冬、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、飛来海塩粒子の付着状況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、塗膜延命の程度、及びコンクリートと付着塩分量の関係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) 黒川 國夫、磯 光夫、勝俣 盛：橋梁洗浄技術の開発、開発土木研究所月報、2000.8



藤野戸 宏樹*
Hiroki FUJINOTO
北海道開発土木
研究所
構造部
構造研究室
室員