

釧路地域における耐候性鋼橋梁に着目した飛来塩分量と気象条件に関する一検討

A consideration on amount of flying salinity and weather conditions focused on weathering-steel bridges in Kushiro District

北海道道路エンジニアリング(株)	○正 員	五十嵐 元次 (Mototsugu Igarashi)
北海道道路エンジニアリング(株)	正 員	伊藤 浩 (Hiroshi Itou)
室蘭工業大学大学院	正 員	赤代 恵司 (Shakushiro Keiji)
室蘭工業大学大学院	正 員	小室 雅人 (Masato Komuro)
室蘭工業大学大学院	フェロー	岸 徳光 (Norimitsu Kishi)

1. はじめに

耐候性鋼材は、塗替え塗装が不要であり LCC 低減に優位であると言われている。

その鋼橋への適用実績は年々上昇傾向にあり、2008 年度に 32%とピークを向かえ、2012 年度の段階で全鋼橋の 20%程度を占めるまでに至っている¹⁾。

道路橋示方書（以後、道示）では、無塗装で耐候性鋼材が使用できる条件として“飛来塩分量が 0.05 mdd (mg/100 cm²/day) を超えない地域”，又は“飛来塩分量の測定を省略してもよい地域（太平洋沿岸部において海岸線から 2 km を超える地域）”と規定されている。

北海道道東に位置する釧路地域は、夏期に海霧が多く発生する地域である。海岸線から 2 km を越える地域においても海霧によって飛来塩分量が多く鋼材の腐食が進展することが懸念され、道示の適用の妥当性を検討することは興味のあるところである。

このような観点から、本研究では海岸線から 2 km を越えた地点における耐候性鋼材を使用した 2 橋梁を対象に、飛来塩分量と気象条件（気温、湿度、風向・風速）に関する通年観測を行い、鋼材の腐食進展との関連について検討を行ったので、報告する。

2. 対象橋梁の架橋条件とさび厚調査結果

2.1 架橋条件

対象橋梁の概要と架橋位置を以下（図-1）に示す。

A 橋：平成 25 年架設、橋長 56.6m、河川橋、
離岸距離 3 km、耐候性鋼材使用



図-1 対象橋梁架橋位置

B 橋：平成 19 年架設、橋長 58.4m、河川橋、
離岸距離 17 km、耐候性鋼材使用

2.2 さび厚調査条件

現橋の腐食状態を把握することを目的にさび厚の計測を行った。

① 観測期間：平成 27 年 2 月

② 観測位置：外気の影響を受けやすいと考えられる

【橋梁外桁(上流側、下流側)】を対象

③ 使用機器と調査方法（写真-1、2）

：電磁式膜厚計を用いて選択した範囲内において 9 点を観測



写真-1 調査実施状況



写真-2 電磁式膜厚計

2.3 さび厚調査結果

図-2 には、A 橋の調査結果を示している。

A 橋は耐候性鋼材を用いた鋼床版箱桁であることから、1 主桁当りウェブ両外面、下フランジの計 3 箇所、両外桁の合計 6 箇所実施した。

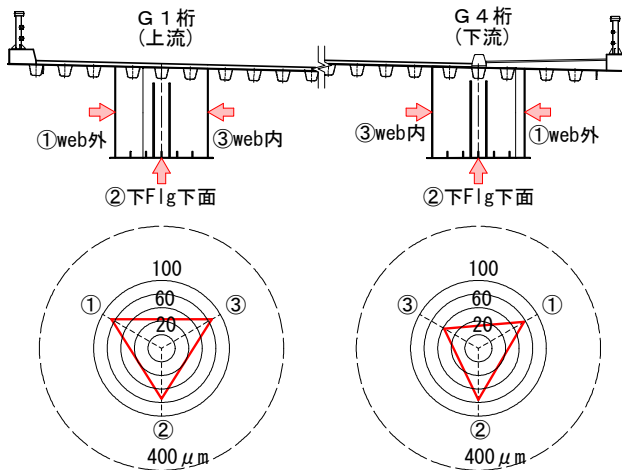


図-2 A橋におけるさび厚調査結果

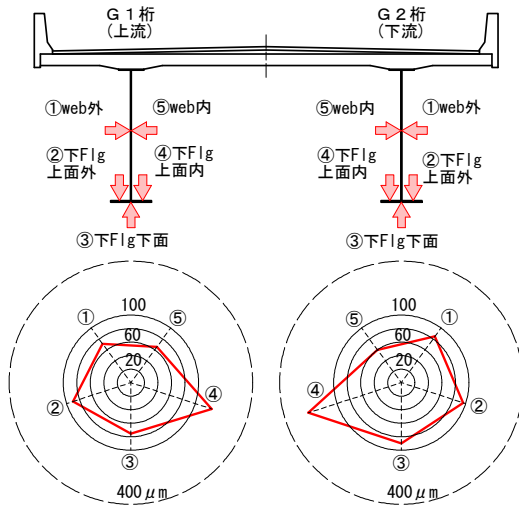


図-3 B橋におけるさび厚調査結果

測定されたさび厚は、いずれも 100 μm 以下であり、突出した値を示す調査箇所は確認されなかった。

図-3 には、B 橋での調査結果を示している。

B 橋は耐候性鋼材を用いた鋼板桁であることから、1 主桁当りウェブ両外面、下フランジの上面に 2 箇所、下面に 1 箇所の計 5 箇所、両外桁の合計 10 箇所実施した。

測定されたさび厚は、平均 100 μm 以下であるが、主桁内側下フランジ上面にて 100 μm を超える値が確認されている。

以上より、対象橋梁は、何れも耐候性鋼用表面処理仕様の外観評価基準において処置が不要とされている“評点 3（さび厚 400 μm 程度未満）”以下²⁾であることが明らかになった。

3. 対象橋梁の気象観測結果

3.1 気象観測条件

各気象観測は「JIS Z 2381 大気暴露試験方法通則」に準拠し、以下に示す手法で行った。

① 観測期間

平成 28 年 9 月 16 日 ～平成 29 年 9 月 29 日

② 観測位置（図-4、写真-3、4）

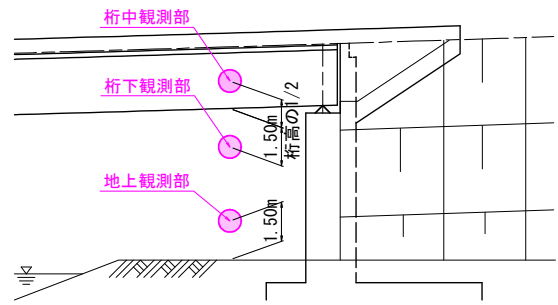


図-4 観測位置例



写真-3 地上観測部と観測機器



写真-4 桁下、桁中観測部

・ 桁中観測部：

主桁高さの 1/2 の位置で下記③～⑤を観測

・ 桁下観測部：

桁下から 1.5 m の位置で下記③～⑤を観測

・ 地上観測部：

地上から 1.5 m の位置で下記③～⑤を観測

③ 温度・湿度観測

- ・ 温度観測：1 日の気温を連続観測し、月平均で整理
- ・ 湿度観測：1 日の相対湿度を連続観測し、月平均で整理

④ 飛来塩分量観測

- ・ ドライガーゼ法を用い、捕集器は雨に当たらない風通しの良い位置に橋梁主桁と平行設置。月次で回収を行い濃度分析（mdd）し、観測期間中継続。

⑤ 風向・風速観測

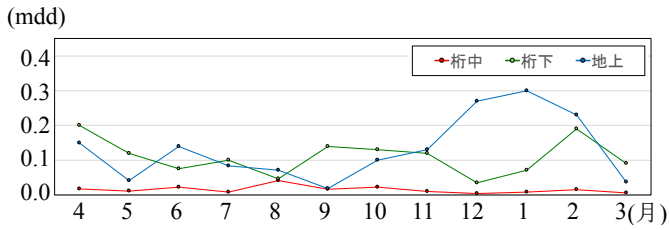
- ・ 風向観測：16 方位に区分し、最多頻度で現れた風向を月の代表風向とした。
- ・ 風速観測：月の代表風向の平均値（m/s）を表示。

3.2 飛来塩分量観測結果

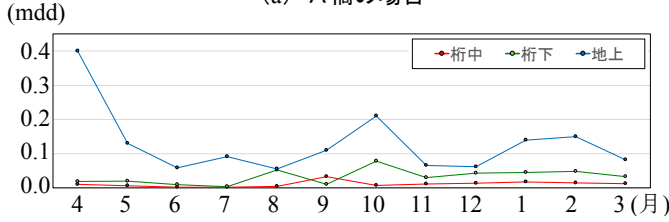
図-5 には、A 橋と B 橋における一年間の飛来塩分量分布を示している。

図より、桁中部の飛来塩分量は、A 橋 B 橋共に適用限界である 0.05 mdd を下回っていることが分かる。

一方で、桁下および地上観測部に着目すると、離岸距



(a) A橋の場合



(b) B橋の場合

図-5 各橋の月平均飛来塩分量

離が 3 km であるA橋においては、いずれの観測部においても 10 ヶ月間は適用限界を超えており、特に地上部では最大 0.3 mdd に達していることが分かる。

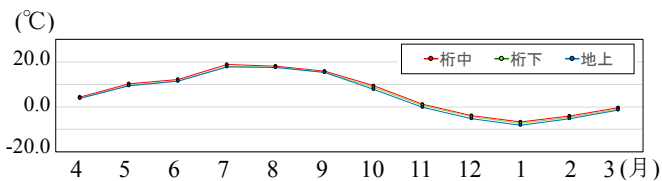
また、4月から11月までは桁下と地上間で大差はないが、冬期間は桁下部での飛来塩分量が多いことが分かる。

一方、離岸距離が 17km であるB橋に着目すると、桁下部の飛来塩分量は桁中部に比較して若干多いものの、年間を通してほぼ一定の分布性状を示している。

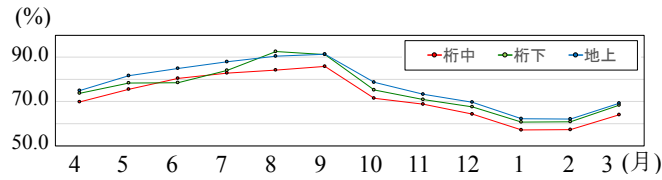
最大値は 0.1 mdd 以下である。これに対して地上部では、常に桁下部より多く、特に春先の4月が異常に大きく 0.4 mdd に達している。

3.3 気象観測結果

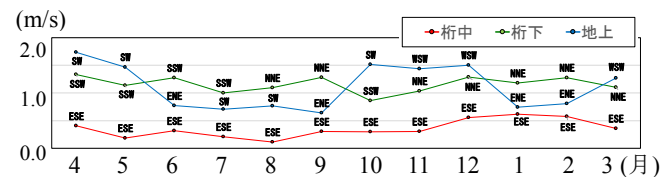
上述の飛来塩分量の分布性状と気象観測結果の相関について検討を行うため、橋梁毎に温度・湿度、風向・風速分布について整理している(図-6,7)。以下に、図-6, 7 を下に、温度・湿度、風向・風速に分けて考察を行う。



(a) 気温



(b) 湿度



(c) 風向・風速

図-6 A橋の気象に関する通年平均観測結果

(1) 温度・湿度観測結果

(a)図の温度に関しては、橋梁の地点にかかわらず類似の分布を示している。また、各地点における観測位置での差異もない。最大気温は 7~8 月に発生するが 20℃ に達していないことが分かる。

これは、釧路地域特有の霧の発生によって、直射日光が遮られることに起因しているものと推察される。なお、霧の発生は、本州地方に太平洋高気圧が張り出すため、湿った南風が道東地域に吹きこむものの、北からの親潮寒流によって急激に冷やされて発生するものである。

また、最低気温は 1 月期に-10℃前後に達している。冬期には冬型の気圧配置により湿った空気が大雪山系や夕張山地で雪となるため、釧路地域には乾燥した空気が流れかつ晴天が続くものの放射冷却によって気温が低くなる。

(b)図の湿度分布に関しては、(a)図の温度分布に対応して、夏期に高く冬期に低い分布を示している。

その性状は、夏期で 8, 9 月期に約 90 %に達し、1 月に 60 %前後に低下している。

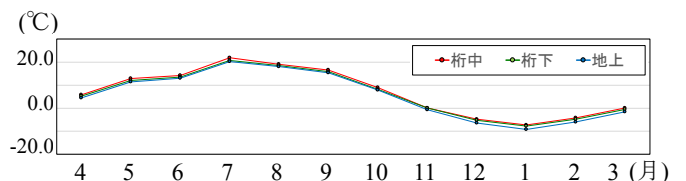
なお、夏期に湿度が高く示されるが、本州地域と大きく異なるのは、上述のように気温が 20℃以下となっており、直射日光による温度の上昇がない処である。

このような環境は、鋼材の腐食進展条件として上げられる乾湿の繰り返しが少ないことを意味している。

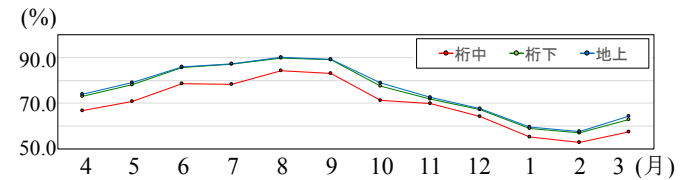
各地点の観測位置での湿度分布の差異は、通年を通して桁中部が桁下および地上部よりも小さく、その差は最大 10 %程度である。また、桁下と地上部では、A橋の場合には、通年で地上部が若干大きい傾向を示している。また、B橋の場合には、双方で差がない。

(2) 風向・風速観測結果

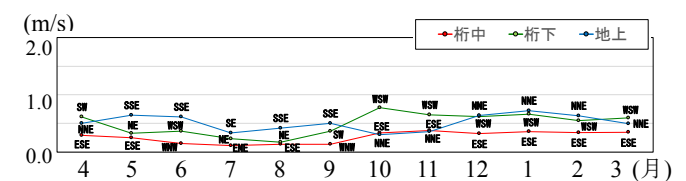
(c)図の風向・風速分布から、両橋での桁下及び地上での風速分布を比較すると、離岸距離が小さいA橋の場合には最大 1.75 m/s 前後の風速となっているが、B橋



(a) 気温



(b) 湿度



(c) 風向・風速

図-7 B橋の気象に関する通年平均観測結果

近傍では最大でも 1 m/s 未満と小さい。これは、B 橋の場合には、離岸距離も大きく山間部に近いことによるものと推察される。

また、主な風向を調べると、A 橋と B 橋共に、春から秋にかけては太平洋高気圧の影響により SW あるいは WSW からの風が多く、冬期には冬型の気圧配置の影響により ENE が多いことが分かる。

桁中部に着目すると、いずれの橋梁においても風（無風）状態が支配的となっており、桁中部には風の流入や空気の対流が少ないことが明らかになった。

4. まとめ

A 橋は離岸距離が 2 km よりも遠いが、飛来塩分量が多く、道示の規定に対応していない。しかしながら、さび厚調査の結果(100 μm 以下)からは、飛来塩分量が多い地域としては腐食の進行が抑制されていることが示唆された。これより、道示の規定を満たしていないものの釧路地域の気象条件下では、耐候性鋼材を採用することは特に問題がないものと判断される。

その要因は、夏には海霧の発生等により直射日光の照

射回数が少なく気温も一定していることより、乾湿の繰り返しが少ないことや、冬期には晴天が続くものの、冬型の気圧配置により湿度が低くかつ気温も低いことによるものと判断される。従って、釧路地域では通年で乾湿の繰り返しが起きる環境ではなく、腐食の進行が抑制されるためと推察される。

一方、離岸距離が 17 km と離れている B 橋の場合には、飛来塩分量も少なく、道示の規定値以内の値を示している。また、さび厚測定結果は A 橋よりも若干多いものの今後の処置が不要の状態であり、腐食の進行が十分抑制されているものと推察される。その要因は、前述の A 橋の場合と同様に釧路地域の特殊な気象条件によるものと推察される。

参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：耐候性鋼橋の適用環境評価手法に関する研究，国土技術政策総合研究資料，第 777 号，2014.1
- 2) 一般社団法人 日本橋梁建設協会：耐候性鋼橋梁の手引き 平成 25 年 4 月