

凍結防止剤散布地域での耐候性鋼橋の適用性評価に関する検討

長岡技術科学大学 学生員 ○石井 一騎
 長岡技術科学大学 正会員 岩崎 英治
 大日コンサルタント 正会員 多和田 寛
 秋田工業高等専門学校 正会員 中嶋龍一郎

1. まえがき

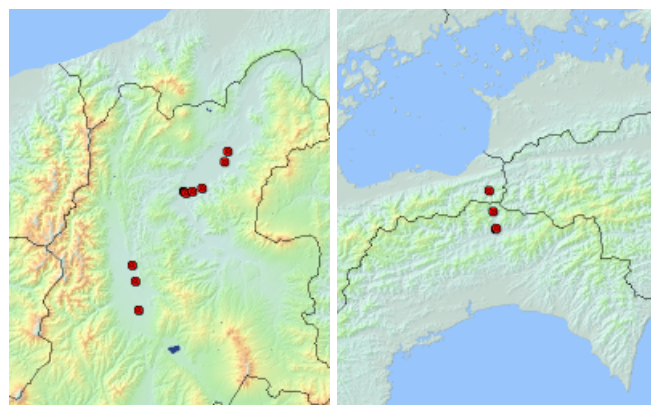
積雪寒冷地では、スパイクタイヤの使用禁止以降、凍結防止剤として大量の塩化物を散布している。これにより、橋梁などの鋼構造物の腐食損傷が多数見られる。橋梁建設後の経年によりジョイント部の非排水性の喪失や、排水管からの水漏れなどによる腐食損傷が多数を占めているが、路面上の凍結防止剤の飛散による腐食事例も報告されている^{1),2)}。岩崎ら³⁾は、長野市郊外の高差のない並列橋を対象にして、凍結防止剤の桁部や桁下への飛散量と鋼材の板厚減少量を調べている。この結果、凍結防止剤の飛散による腐食に注意する必要があるのは、外桁下部に限られることを示している。しかし、路面上に散布された凍結防止剤の散布量と飛散量の関係や腐食に関する十分な知見は得られておらず、高知道での鋼橋の腐食状況に基づいた適用の目安があるのみである⁴⁾。そこで、長野県内の平地部に建設された上信越道と長野道の橋梁、適用の目安⁴⁾の元になっている高知県と愛媛県の県境付近の高知道の橋梁を対象に、凍結防止剤の散布量と桁部への飛散量、鋼材の腐食量の関係を定量的に調べた結果を報告する。

2. 対象地域と機器の設置状況

凍結防止剤の散布量や交通量の信頼性の高いデータが入手しやすい高速道路の橋梁を対象にして、これらの橋梁の桁下部に、凍結防止剤の飛散量を測定するドライガーゼ式塩分捕集器具と腐食による板厚減少量を調べるためのワッペン式鋼材曝露試験片を設置した。図-1に赤印で橋梁の設置地域を示す。また、図-2にはこれらの器具の橋梁内での設置位置と設置状況を示す。機器は、凍結防止剤が多く飛散する外桁の下部にウェブと下フランジに平行に設置した。また、高低差のある並列橋では、内桁にも多くの凍結防止剤が飛散するため、高知道の高低差のある橋梁は、内桁にも設置した。

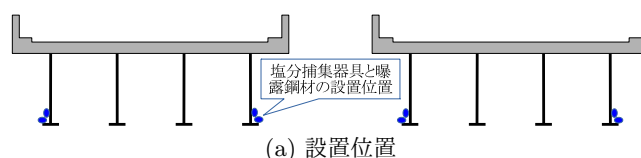
3. 対象地域の凍結防止剤散布量と交通量

対象橋梁は、上信越道の信州中野ICから更埴JCT間、長野道の更埴JCTから塩尻北IC間と高知道の新宮ICから大豊IC間にある。これらの区間の凍結防止剤の散布量と交通量を、4地域に分けて表-1に



(a) 上信越道, 長野道 (b) 高知道

図-1 対象地域と橋梁の位置 (表示範囲:110km×150km)



(a) 設置位置



(b) 設置状況

図-2 塩分捕集器具と曝露試験片の設置状況

表-1 対象地域の交通量と散布量

地域	交通量 (台/日)	大型車 (%)	散布量 (kg/m)
長野北	18,000	34	59
長野南	34,000	27	51
松本	32,000	25	40
高知	14,000	19	36

示す。上信越道と長野道での調査は2014年冬から1年間、高知道での調査は2016年冬から1年間行ったため、これらのデータも調査した期間の値である。また、交通量は上下線の合計を表し、凍結防止剤の散布量も上下線の合計の路線1m当たりの平均値である。

4. 凍結防止剤の散布量と飛散量の関係

凍結防止剤の散布量と桁部への飛散量の関係を調べるため、散布量を1か月毎の塩分捕集器具の交換時期に合わせて算出し、さらに、凍結防止剤の散布を終了した春以降も飛散量を測定した結果、飛散量は

キーワード 凍結防止剤, 耐候性鋼, 腐食

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市富岡町 1603-1 TEL 0258-47-9617 FAX 0258-47-9600

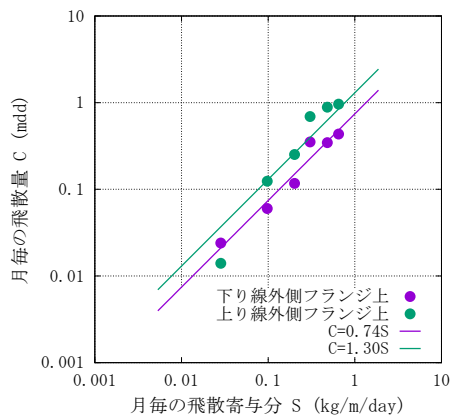


図-3 凍結防止剤の散布量と飛散量の関係

前月の2割から3割程度の値が測定されることから、散布量の2割から3割は翌月の飛散量に寄与しているものと考えて、散布量の飛散に寄与する分として、当該月の散布量の8割から7割に、前月の散布量の2割から3割を加えた合計散布量を飛散寄与分と表現したものと桁部への飛散量の関係を図-3に示す。この図は上信越道の並列橋の外側桁下フランジ上面の飛散量と、この橋梁区間の散布量から算出した飛散寄与分との関係を示している。ここでは、一例として上信越道の一橋のみを示したが、 k を飛散寄与率と定義して、散布量の飛散寄与分 S と各橋梁内の最大飛散部位の飛散量 $C(=kS)$ の関係を調べると、長野や高知ではこれらの地域に寄らず飛散寄与率は、およそ $k=0.5\sim 3.0$ の範囲になった。

図-3に示した橋梁区間の年間の散布量は 53.5kg/m であるので、年平均值 $0.147\text{kg/m/day}(=53.5/365)$ を図中の回帰式に当てはめると、年平均飛散量は下り線フランジでは 0.109mdd 、上り線では 0.191mdd の値が得られる。これの部位の実測値はそれぞれ 0.113mdd と 0.248mdd が得られているので、実測値と比較すると若干の誤差はあるが、飛散寄与率 k が得られていると凍結防止剤の散布量から桁部位の飛散量が推定可能なことが分かる。

5. 凍結防止剤の飛散量と鋼材板厚減少量の関係

長野県内の上信越道と長野道、および高知と愛媛の県境付近の高知道の橋梁で調査を行った凍結防止剤の年平均飛散量と鋼材の1年板厚減少量を図-4に示す。これより地域に寄らず、年平均飛散量が同じであっても、下フランジ上面の板厚減少量は、ウェブに比べて多いこと、また、高知道の板厚減少量は、長野に比べて多いことが分かる。これは既往の知見と同様に、垂直なウェブ面に比べて、水平なフランジ上面は、凍結防止剤だけでなく、空気中の塵や埃が堆積しやすいために板厚減少量が多くなっているためである。一方、高知が長野に比べて板厚減少量が多く

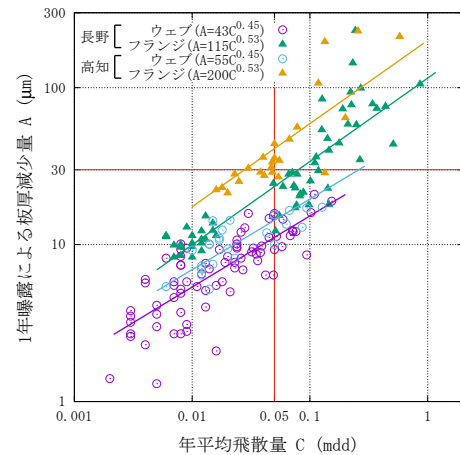


図-4 凍結防止剤の飛散量と腐食量の関係

なっているのは、年間の降水量や年平均温湿度が高く、濡れ時間が長くなっているためと考えられる。海からの飛来塩分環境での無塗装耐候性鋼材の既往の知見¹⁾より、年平均飛来塩分が 0.05mdd 以下、或いは水平曝露の鋼材の1年板厚減少量が $30\mu\text{m}$ 以下であれば、剥離性のさびが発生しないことが示されていることから、図中にはこれらに相当する値に赤線を記している。既往の知見¹⁾は国内を包括する全地域の調査結果から得られたものであり、濡れ時間は全地域で平均化されていることを考えると、今回の凍結防止剤散布地域での飛散量と腐食量の回帰曲線は、既往の知見(0.05mdd , $30\mu\text{m}$)に近い位置を通っていることから、妥当な結果であることが分かる。

6. あとがき

散布量と飛散量の関係を表す飛散寄与率 k は凍結防止剤の桁部への飛散経路の影響を受けることから、橋梁の断面諸元や並列橋の位置関係などにより異なるが、調査した範囲では、概ね $k=0.5\sim 3.0$ の範囲にあることが明らかになった。また、飛散量と板厚減少量は、既往の飛来塩分環境での知見に整合する結果が得られた。

謝辞: 本研究を実施するにあたり、東日本高速道路長野道路事務所、中日本高速道路松本保全サービスセンター、西日本高速道路高知高速道路事務所には橋梁への機器設置の便宜を図って頂いた。また、日本鉄鋼連盟の学術研究助成により実施したので、ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本鉄鋼連盟, 日本橋梁建設協会: 耐候性鋼の橋梁への適用 [解説書], 2002.9.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 日本鉄鋼連盟, 日本橋梁建設協会: 耐候性鋼橋の適用環境評価手法の高度化に関する研究 (II) -凍結防止剤散布の影響に関する検討-, 国土技術政策総合研究所資料, No.778, 2014.1.
- 3) 岩崎英治, 永藤壽宮, 湯浅 昭, 西 剛広: 凍結防止剤の飛散と鋼橋の腐食, 構造工学論文集, Vol.58A, pp.655-667, 2012.3.
- 4) 日本道路協会: 鋼道路橋防食便覧, 丸善, 2014.3.