

凍結防止剤の劣化進行への影響分析を踏まえた

橋梁洗浄による予防保全の取組み

パシフィックコンサルタンツ株式会社 橋本 啓汰

1. はじめに

積雪寒冷地においては、路面凍結防止のため、凍結防止剤散布が不可欠であり、中部地整管内においても標高の高い山間部で散布している状況にある。凍結防止剤は、主に塩化ナトリウムを使用しており、管内には塩害対策指針整備以前に架設された橋梁も多いため、塩分を要因とした劣化進行が懸念される。塩分への対策としては、コンクリート橋では表面保護、鋼橋では塗装塗替が代表的であるが、特に塗装塗替は高額な費用を要することから、橋梁延命化のための予防保全対策が重要である。

本稿では、比較的安価かつ簡易に実行可能な予防保全対策として、高圧水等により橋梁表面に付着した塩分を除去する橋梁洗浄に着目し、中部地整管内の橋梁を対象として、蓄積された点検データの活用により、凍結防止剤の散布影響を分析するとともに、それら結果を踏まえて洗浄の試験施工を実施し、塩分除去効果の確認と今後の計画的実行に向けた課題抽出を行った。

2. 点検データを活用した損傷傾向分析

管内橋梁の劣化状況や凍結防止剤の影響を把握し、洗浄方法検討に活用するため、中部管内の橋梁 5,486 橋（鋼橋 3 割、PC 橋 3 割、RC 橋 4 割）を対象として、点検データを用いた損傷傾向分析を実施した。

a) 劣化状況

橋梁種別ごとの損傷状況を整理した結果、主要部材において健全度Ⅲ判定にあたる C2 判定の損傷は、鋼橋で最も多く発生しており、部材としては主桁で主に発生していた。鋼橋主桁の損傷種別としては、防食機能の劣化とそれに伴う腐食が顕著であり、腐食については、中間部よりも桁端部で損傷が進行している傾向がみられた。

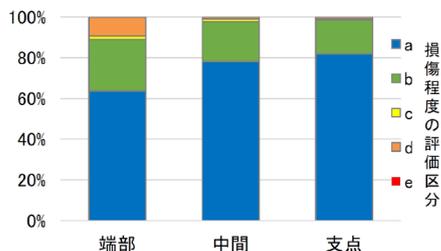
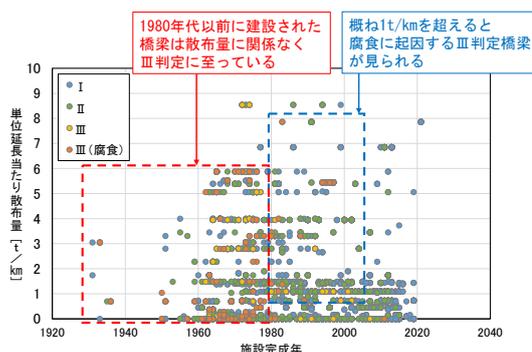


図-1 鋼橋主桁の部位ごとの損傷程度割合

b) 凍結防止剤散布の影響を踏まえた損傷分析

管内路線を管理する事務所のうち、多いところでは年間で平均 3.0t/km 以上の凍結防止剤を散布している。橋梁洗浄の効果的な実施に向けて、凍結防止剤の影響を把握し、散布影響が大きい橋梁を抽出するため、凍結防止剤散布量と健全性の関係を整理した。散布量は路線単位データであることから、明確な傾向は見られなかったものの、比較的新しい橋梁については、概ね 1t/km の散布量を超えると主桁の腐食に起因したⅢ判定橋梁が発生する傾向にあることが推察された。



※径間単位データを使用、2017～2021年度の点検結果

図-2 散布量と鋼橋主桁の健全度判定結果

3. 洗浄実施事例の調査

限られた予算内での最適な洗浄方法検討においては、既往知見の活用が有効であると考え、橋梁洗浄の実施事例を調査した。

東北地方整備局¹⁾では、鋼橋を対象として2008年度より2年に1度のサイクルで洗浄を実施している。洗浄水は、水道水を使用しており、損傷が発生しやすい桁端部から1.5mの範囲を標準として、洗浄後の付着塩分が50mg/m²以下となるよう洗浄している。

NEXCO 中日本²⁾では、鋼橋およびコンクリート橋を対象として、2016年より5年に1度のサイクルでナノバブル水を用いた橋梁洗浄を実施している。ナノバブル水とは、大きさ1万分の1mm以下の極小の気泡を含む水であり、気泡はマイナス電位を帯びているため、汚れなどのプラスのものに付着しやすい特性を有している。

4. 試験施工の実施

橋梁洗浄による塩分除去効果の確認と、実行に向けた課題抽出を目的とした洗浄試験施工を実施した。

a) 対象橋梁

対象橋梁の選定にあたっては、洗浄が効果的な橋梁であることは前提として、試行的位置づけであることから経済面・施工面での実施の難易度が低く、今後の実行を見据えた最適解選定のための比較材料収集が重要となる。したがって、本試験施工では、散布量 1t/km 以上の路線の大規模な仮設が不要かつ異なる形式の鋼橋 2 橋を選定した。また、事例調査も踏まえ、参考として PC 橋 1 橋も対象とした。

b) 施工方法

2 章の分析結果から洗浄箇所は桁端部周辺とし、高压洗浄機により、NEXCO 中日本より提供いただいたナノバブル水を供給して洗浄を実施した。施工の概要と洗浄実施状況を以下に示す。

表 - 1 施工方法

項目	内容
洗浄方法	高压洗浄
洗浄箇所	桁端部から 1.5m 以内の主桁およびその周辺部材
使用機材	高压洗浄機、給水タンク、ランス、運搬トラック
洗浄水	ナノバブル水 (NEXCO 中日本より提供)
塩分調査方法	表面塩分計 (効果確認のため、洗浄前・洗浄後に計測実施)
塩分調査箇所	鋼橋：主桁のウェブ・下フランジ、下横構等 PC 橋：主桁下部、床版間詰部等



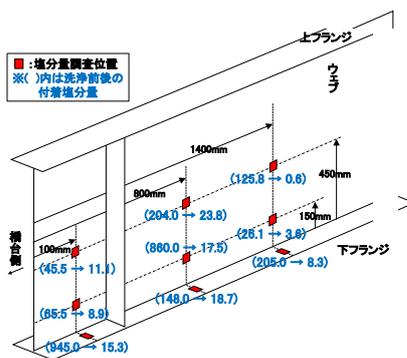
図 - 3 洗浄実施状況

c) 結果と考察

鋼橋においては、洗浄により付着塩分は概ね 20mg/m² 以下に減じており、部位によりばらつきはあるものの、最大で 99.5%の塩分減少が見られた。塩分量は、特に下フランジ上面で多い傾向にあり、水平部材である下フランジには、ウェブを伝って流れてきた路面水が滞りやすいためであると推察される。

コンクリート橋においては、鋼橋のような塩分除去効果は見られず、洗浄後のほうが塩分量の多い箇所が見られた。これは、コンクリート表面の凹凸やひび割れの影響で、表面塩分計を密着できていなかったことが原因と推察される。

■ 鋼桁橋 (外桁外面)



■ 単純鋼トラス橋 (外桁内面)

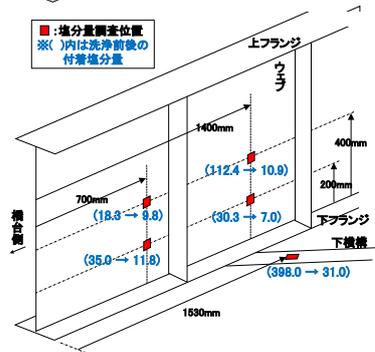


図 - 4 鋼主桁の洗浄前後の付着塩分量 (mg/m²)

5. まとめ

本稿では、管内橋梁の損傷傾向分析や試験施工を実施し、橋梁の損傷状況や塩分付着傾向、洗浄による塩分除去効果等を確認した。また、それら検討や結果を踏まえ、橋梁洗浄の計画的運用に向けた今後の検討課題を下表のとおり抽出した。今後も試験施工によるデータ収集を継続するとともに、施工性・経済性・健全性等、総合的な観点から最適案を比較検討し、より簡易かつ効果的な洗浄手法を確立していく予定である。

表 - 2 今後の検討課題

視点	課題
対象橋梁	洗浄効果の高い橋梁の抽出、実施制約条件の整理
洗浄水	費用対効果を考慮した洗浄水の決定
洗浄方法	洗浄機材・洗浄方法の簡易化、洗浄水の飛散対策
洗浄頻度	塩分付き戻り量の把握
洗浄箇所	塩分付着傾向を踏まえた効果的な洗浄範囲設定
効果検証	洗浄実施橋梁の継続的なモニタリングによる延命化効果の検証
調査方法	一定の計測精度を担保した効率的な調査方法の確立
調査箇所	適切な洗浄範囲設定に向けた塩分調査箇所の決定

参考文献

- 1) 田村正樹, 加藤保, 千葉洋: 鋼道路橋の付着塩分に伴う対策について, ゆきみらい 2016 研究発表資料, 2016.
- 2) 「NEXCO 中日本名古屋支社 大規模更新・大規模修繕事業が本格化」道路構造物ジャーナル, 2018.7.25 公開. <https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/interviews/11221/?spage=3> (最終閲覧日: 2024.8.5)