

道路構造物延命化の更なる取り組みをスタート

岡山 椋太¹

¹飯田国道事務所 管理第二課（〒395-0024 長野県飯田市東栄町3350）

飯田国道事務所管内は冬期に路面の凍結防止などを目的に凍結防止剤（塩化ナトリウム）を散布する。この為、橋梁をはじめとした道路構造物には塩害による腐食等の損傷が発生している。損傷については、補修工事にて対応しているが、補修数を上回る損傷数が確認されており、予防保全型メンテナンスサイクルへの移行が進まない状況となっている。

このような状況を踏まえ、現状の健全性を維持するために始めた、橋梁の桁洗浄や適切な凍結防止剤散布の取り組みについて紹介する。

キーワード 橋梁桁洗浄、凍結防止剤散布、塩害、維持管理の効率化

1. はじめに

高度経済成長期に架設された多くの橋梁は老朽化が進行し、飯田国道事務所管内でも損傷の進行がみられる。中でも主な損傷要因は塩害である。積雪寒冷地である飯田国道事務所管内は凍結、積雪によるスタック等の予防のために全区間で凍結防止剤（塩化ナトリウム）の散布を行っており、塩害による損傷の進行が懸念される。特に損傷が激しい部位は伸縮装置の止水材劣化などによる路面水の影響を受けやすい桁端部であり、鋼橋では腐食、コンクリート橋では凍害に伴うひび割れ、ひび割れから塩分を含んだ水の進入による鉄筋の腐食、膨張などがみられている。（図-1 参照）

飯田国道事務所では限られた予算内で予防保全メンテナンスサイクルへ移行していくために、補修による性能の回復だけでなく、現状の健全性を維持し、補修工事の費用を抑えていくことが必要であると考えている。

本論文では飯田国道事務所において令和5年度より試行している桁洗浄の結果を踏まえ、本格運用に向けたマニュアル作成のための検討項目整理を行った。

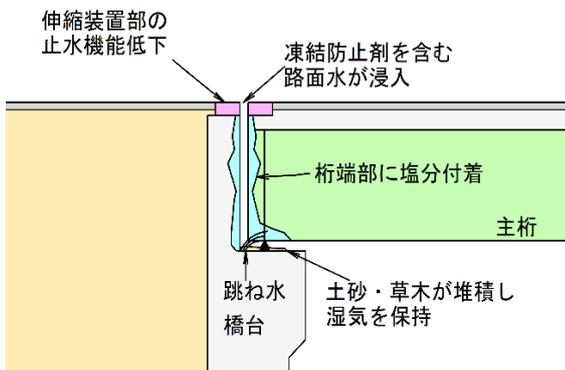


図-1 桁端部損傷模式図

2. 管内橋梁の現状

(1) 管理橋梁

飯田国道事務所では356橋を管理しており、そのうち鋼橋が137橋、PC橋が79橋、RC橋が140橋となっている。（図-2 参照）

(2) 管内の橋梁健全性

令和5年度末の時点で定期点検の結果、健全性が飯田国道管内においてIII判定となっている橋梁は65橋あり、全体の約18%を占める。このうち、橋梁種別で整理すると鋼橋におけるIII判定の割合が39%と最も高くなっていることから鋼橋の健全性の改善が課題である。

（図-3 参照）

更に、伸縮装置の止水材劣化などの影響を受けやすい桁端部に注目して整理を行った。桁端部 C1,C2 判定の鋼橋は46橋あり、全体の33%を占める。

PC,RC橋においてはC1,C2判定を受けている橋梁がPC橋12%、RC橋13%であり、特に鋼橋において桁端部の損傷が深刻化している。（図-3 参照）

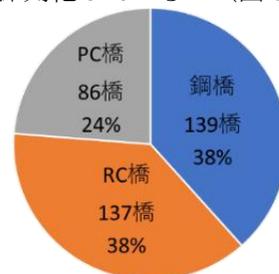


図-2 飯田国道事務所管理橋梁種別

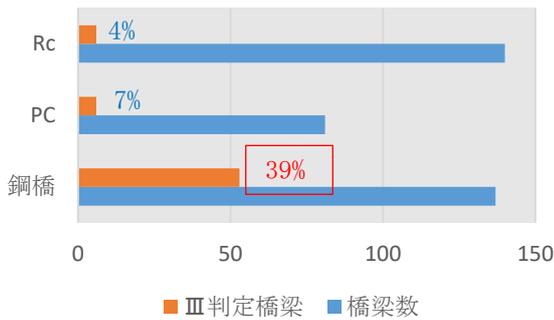


図-3 橋梁種別Ⅲ判定割合

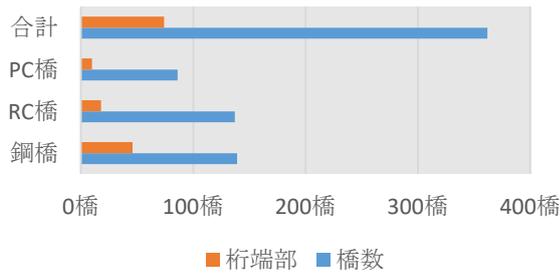


図-4 桁端部損傷割合

(3) 桁端部損傷

桁端部の損傷によって令和6年3月28日に19号尾沢橋（塩尻市）A1側にて伸縮装置に約3cmの段差が発生した。（写真-1 参照）

段差の原因は桁端部に発生した亀裂からの主桁破断が原因であり、今回亀裂が確認された箇所は令和2年度点検では腐食によるⅢ（C2）判定だったものの、亀裂などは確認されておらず、4年で損傷が進行していることが分かる。

（写真-2、写真-3 参照）

本橋梁は谷地形の中央部に位置しており、桁端部へ凍結防止剤が溶解した水が多く供給されやすかったことも損傷が加速した要因であると推察される。



写真-1 19号尾沢橋 A1橋台伸縮装置部



写真-2 令和2年度点検時 A1橋台桁端部



写真-3 令和6年3月緊急点検時 A1橋台桁端部

3. 橋梁桁洗浄の試行

(1) 令和5年度の試行

尾沢橋の損傷事例を受け、塩分を含んだ水による鋼橋への影響を少なくすることが橋梁の長寿命化には必要であるため、令和5年度に引き続き桁洗浄を実施することとした。

a)目的

付着塩分濃度減少に対する効果把握、塩分付戻り状況確認のための準備、洗浄水による効果比較、洗浄費用の調査を目的とした。

b)対象橋梁

令和5年度の試行では、交通規制が不要となる橋梁を選定した。また、道路橋だけでなく、横断歩道橋の塩分付着状況を確認するため、歩道橋を含め6橋を対象とした。

(2) 結果

洗浄後コンクリート橋である新平谷橋を除いた鋼橋では塩分濃度が概ね40mg/m²以下に減じており、最大で99.2%の減少が認められた。

（表-1 参照）

また、ナノバブル水（1マイクロメートルより小さい泡）と水道水の比較においては塩分付着濃度について顕著な差は認められないものの、作業員の体感では施工時間が短く、ナノバブル水の方が洗浄効率が良かったとのことである。洗浄前の付着塩分濃度について、横断歩道橋の階段下が最も高い数値になっていることについては除雪によってよけられた雪が長時間堆積していたことが関係していると推察される。

表-1 令和5年度 試行結果

対象橋梁	測点	塩分濃度測定値 (mg/m ³)		洗浄水	付着塩分濃度減少率
	測定位置詳細	洗浄前	3分間洗浄後		
桐ヶ洞橋	下フランジ上面 桁端部より100mm	945.0	15.3	ナノバブル	98.4%
	下フランジ上面 桁端部より800mm	148.0	18.7	ナノバブル	87.4%
柳橋	主桁内側 桁端部より1400mm	112.4	10.9	ナノバブル	90.3%
	下横鋼上面 桁端部より1400mm	398.0	31.0	ナノバブル	92.2%
新平谷橋	主桁 下面 桁端部より1000mm	259.0	444.0	ナノバブル	-71.4%
	主桁 下面 桁端部より1500mm	282.0	186.0	ナノバブル	34.0%
槻橋A2側	主桁右から5本目 内側 伸縮装置Cより950mm	773.0	6.1	水道水	99.2%
	主桁右から3本目 下り線側 伸縮装置Cより850mm	863.0	24.5	水道水	97.2%
小平橋A2側	主桁右から4本目 内側 伸縮装置Cより900mm	154.2	14.1	水道水	90.9%
	主桁右から3本目 上り線側 伸縮装置Cより900mm	181.9	4.7	水道水	97.4%
飯田歩道橋 西側階段部	階段下面で地上高1.500mm 道路側より600mm	1926.0	15.4	水道水	99.2%
	階段下面で地上高1.500mm 道路側より1.600mm	1999.0	37.9	水道水	98.1%
	階段踊り場下面 NEXCO駐車場側	635.0	21.4	水道水	96.6%
天竜峡大橋	主桁伸縮装置内側 フランジ上面 終点側(下り線側)	361.0	25.0	水道水	93.1%
	右側主桁伸縮装置内側 フランジ上面 起点側(下り線側)	585.0	8.1	水道水	98.6%

(3) 令和6年度の試行

a)目的

令和6年度の試行においては令和5年度施行による塩分濃度低減を受け、本格運用に向けての課題抽出を目的とした。

b)選定方法

令和6年度においては施工性を重視し、橋梁近辺に散水車等の機材を置くスペースがある橋梁のうち、交通規制を伴う橋梁も対象とし、25橋を選定した。コンクリート橋については鋼橋ほどの付着塩分濃度が確認されなかったことから、令和6年度の試行では明らかに付着塩分濃度が減少すると判明した鋼橋のみを対象として施工することとした。

c)実施状況

飯田維持管内(153号, 474号)についてはナノバブル水、木曾維持管内(19号)については水道水を使用し、洗浄を実施した。(写真-4参照)洗浄前、洗浄後の付着塩分濃度測定箇所については、令和5年度の試行の際に濃度が高い傾向にあった下フランジ上面を基本とし、下フランジの幅によって計測ができなかった橋梁についてはウェブの下部を対象とした。

また、計測数は令和5年度試行においても2箇所ですでに十分に付着塩分濃度の減少が確認できたことから、施工性を重視し、各橋梁2箇所を基本として測定を行った。一部主桁内側に占用管がある場合などについては一か所のみの測定となった橋梁もある。

(4) 令和6年度の結果、考察

表-4に示す通り、令和5年度の試行と同じく、ほぼ全ての橋梁において付着塩分濃度の減少が認められた。最大の減少率は洗浄後の付着塩分濃度が0となった100%であり、平均でも69.3%塩分量が減少している。洗浄後に塩分濃度が上昇した箇所についてはウェブ上部などに付着していた塩分が洗浄によって下部へ移動したと推測される。

また、塩分濃度の減少という本来の目的のほか、支承周辺も合わせて洗浄することで、土砂堆積などのM判定の解消、劣化状況の視認性の向上による点検の精度向上という副次的な効果も得られるのではないかと考えられる。本来であれば伸縮装置の止水対策をするべきであるが、当面の対策として桁洗浄は安価であり、費用面からも継続すべきと考えている。

表-2 令和6年度

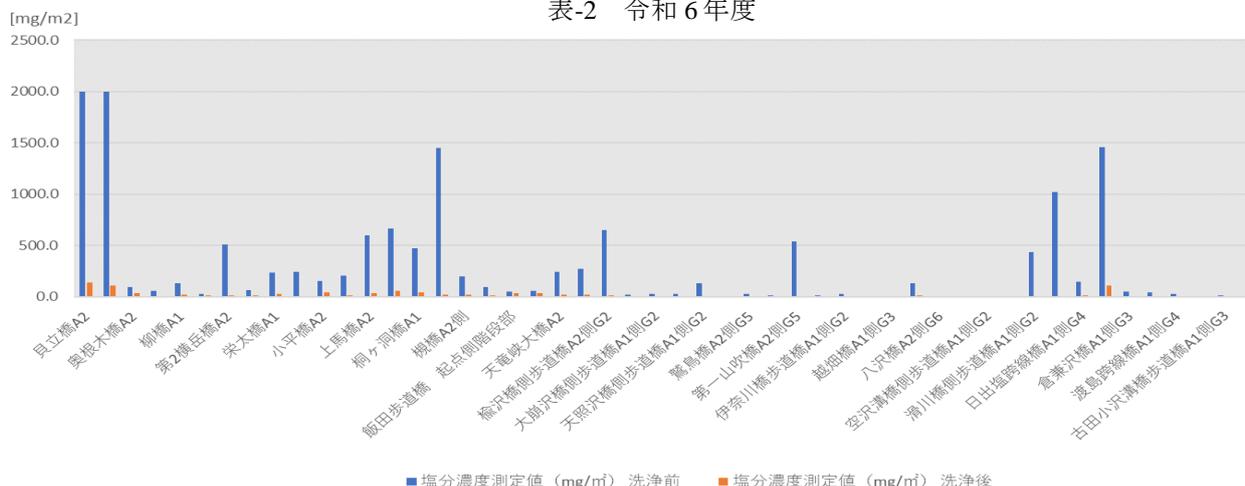




写真-4 洗浄の様子



写真-5 洗浄前



写真-6 洗浄後

4. 路面塩分濃度計

(1) 路面塩分濃度計

飯田国道事務所は積雪寒冷地であり、凍結防止剤散布量が中部地方整備局管内では高山国道事務所と並んで多い。(年平均凍結防止剤散布量：3.0t/km) 凍結防止剤の散布は路面の凍結防止対策として非常に重要であると同時に、要旨でも述べたように橋梁の塩害被害の原因となっている。現在凍結防止剤の散布量は20g/m²を目安とし、凍結防止剤散布車のオペレーターが路面状況、天候、気温を考慮して散布しているが、区間単位の散布量しか把握していなかった。しかし、凍結防止剤の撒きすぎは費用の増大や道路構造物の腐食などの悪影響があり、オペレーターによる散布が最適な散布量かを確認するため、凍結防止剤散布車に塩分濃度計兼路面温度計を

車体に取り付け、路面の塩分濃度と路面温度をリアルタイムに把握する試験を行った。



写真-7 塩分濃度計取付状況

写真-7のように運転席から塩分濃度状況が把握できることで、本当に凍結防止剤をまく必要がある箇所に散布できる可能性が高まった。本件については昨年度より試行しており、現在、得られているデータが令和5年度冬季のデータのためのため、比較検証等を行えていない。しかし、オペレーターからはリアルタイムの路面状況を把握でき、散布の目安となるとの事である。

5. まとめ（今度の検討項目）

管内橋梁の現状の分析や試験施工の結果を踏まえ、橋梁桁洗浄マニュアルを作成するための検討事項を以下に示す。

(1) 経済比較

今回の概算洗浄コストは表-3のとおりである。

表-3 経済比較

出張所名	洗浄コスト[万円/橋]	備考
飯田維持出張所	10～15	ナノバブル水
木曽維持出張所	16～17	水道水

洗浄実施から日が浅く、詳細な施工金額は得られなかったため、維持業者より口頭にて聞き取りを行った。交通規制の有無によって洗浄にかかる金額は大きく変動するため、今回の試行で一概に水道水のコストが高いとは言えない。現在施工性で有利と考えられているのはナノバブル水だが、ナノバブル発生装置等の機器を購入する費用、機器の維持管理を検討した際に経済性で水道水が有利と考えられる。ナノバブル水発生装置は種類があり、金額も大きく違うことから、発生装置による施工性、経済性の比較は引き続き検討が必要である。

(2) 洗浄頻度・実施時期

今年度は施工の都合上洗浄を7月に実施した。昨年度は6月と11月に実施しており、11月洗浄の3橋については1シーズンで11月の洗浄後と比較し低い箇所では3倍、高い箇所では44倍の塩分濃度となっている。同一の橋梁においても大きな差が生じており、桁の内側、外側、縦断勾配の上側、下側など水が溜まりやすい箇所において塩分の付着が多くなっていると考えられる。

(3) 対象橋梁

コンクリート橋の洗浄効果については不明確な部分が多く、鋼橋と比較し桁端部の損傷が少ないことから、鋼橋のみを洗浄対象とする。今回施工でも大規模な仮設が不要となる橋梁のみを対象としたが、洗浄頻度によっては橋梁点検や補修工事に帯同することで洗浄実施ができないか検討が必要である。

(4) 計測箇所について

令和5年度と比べ、今回は対象橋梁が多いことから施工性を重視し、一橋当たりの測定箇所を平均6箇所から2箇所と減少させた。昨年度の施工結果よ

り、ウェブ上部などよりも下フランジなど滞水しやすい箇所の塩分濃度が高いことが分かっているため、下フランジを測定しておくことで、その橋梁の付着塩分の最大量が分かると考えられる。最大塩分付着量が減少していることが分かればその橋梁全体の付着塩分量は減少していると判定することができる。

したがって、今後施工していくにあたって、下フランジ（下フランジで計測不可の場合、下フランジ近辺のウェブ）のみ塩分濃度を計測すればよいと考えられる。

道路構造物の適切な管理を進めることが、橋梁の長寿命化につながるため、今後、この取り組みを進め、精度を高めていきたい。

謝辞：本論文の作成にあたり、試験施工をしていただいた出張所の皆さま、維持業者の皆様に深く感謝を申し上げます。また、論文の内容につきまして多くのご指導を賜りました管理第二課をはじめとする飯田国道事務所の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) ゆき 2023 12 月 (No.133) 飯田国道管内の冬季の雪氷対応について