

中部地方整備局管内の橋梁損傷傾向 分析を踏まえた橋梁洗浄手法の検討

大野 凌雅¹，太田 宗徳²

¹中部地方整備局 道路部 道路管理課 (〒460-8514 愛知県名古屋市中区三の丸2-5-1)

²中部地方整備局 飯田国道事務所 飯田維持出張所 (〒395-0814 長野県飯田市八幡町427-1) .

道路施設の保全については、限られた予算で計画的に老朽化対策に取り組み、予防保全へ移行するため、損傷の原因となっている塩害への対応として、本論文では、橋梁洗浄の計画的な実行を目指して、管内橋梁の劣化状況と洗浄導入事例を調査するとともに、飯田国道事務所が実施した試験施工の結果から、橋梁洗浄を実行するうえで今後検討すべき課題について報告する。

キーワード 橋梁洗浄，塩害，凍結防止剤，付着塩分，桁端部

1. はじめに

高度経済成長期に多く架設されたインフラを中心に老朽化が進行しており、近年では、厳しい使用条件および環境条件に建設された構造物の早期劣化が進展している。代表的な劣化原因としては塩害が挙げられ、1993年にスパイクタイヤの使用が禁止されて以降、積雪や凍結の恐れがある地域においては、路面凍結を防止するために凍結防止剤(主に塩化ナトリウム)の散布が不可欠であり、塩害劣化の進展が懸念される。

特に桁端部は塩分を含む路面水の影響を受けやすく(図-1 参照)，鋼橋では腐食，コンクリート橋では塩害に伴うひび割れ，鉄筋腐食等の損傷が桁端部に発生している橋梁も増加している。

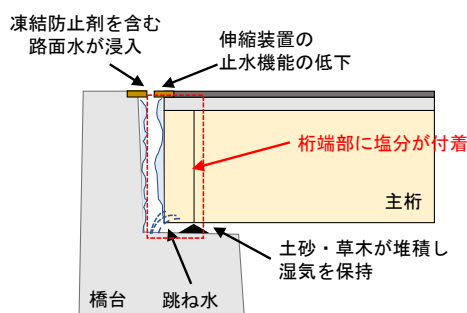


図-1 桁端部の塩分付着プロセス

中部地整では、限られた予算内で対応するため、日常的な予防保全対策の実行をすることで、道路橋の延命化とそれに伴うコスト縮減を期待している。

本論文では、橋梁洗浄の計画的な取り組みに向けて管内橋梁の劣化状況と洗浄導入事例の調査を実施するとともに、橋梁洗浄の試験施工の結果を踏まえ、橋梁洗浄を実行する上で今後検討すべき課題の抽出を行った。

2. 管内橋梁の現状

(1) 管理状況

中部地方整備局では、5,486橋の橋梁を管理しており、そのうち鋼橋が3割，PC橋が3割，RC橋が4割となっている。(図-2 参照)

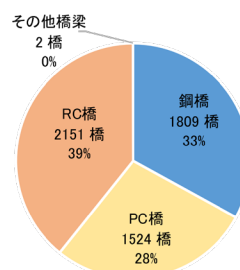


図-2 管内橋梁種別 (2021 年度末時点)

凍結防止剤については、高山国道事務所、飯田国道事務所の散布量が多く、1年で単位延長あたり3.0t/km以上の凍結防止剤を散布している(図-3 参照)。

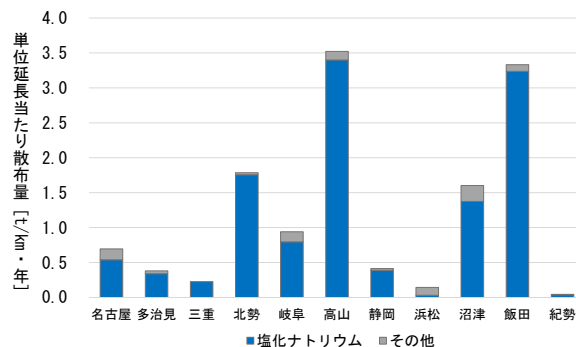


図-3 事務所別の凍結防止剤散布量
(2018～2021 年度実績)

(2) 劣化状況

過年度の点検結果をもとに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いた(図-4 参照)。また、図-5、図-6より、損傷は主に主桁で発生しており、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多い。鋼橋主桁の腐食については、中間部よりも桁端部での損傷が進行している傾向がみられる(図-7 参照)。

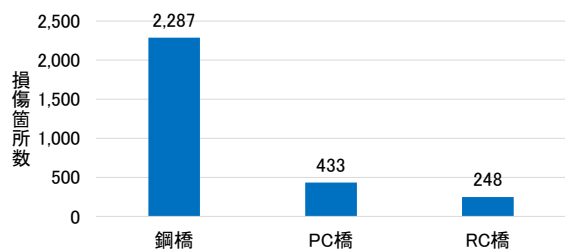


図4 橋梁種別ごとのC2判定箇所数（主要部材）

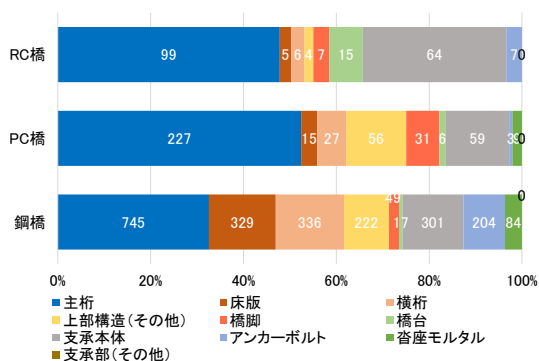


図-5 部材ごとの損傷数 (C2 判定)

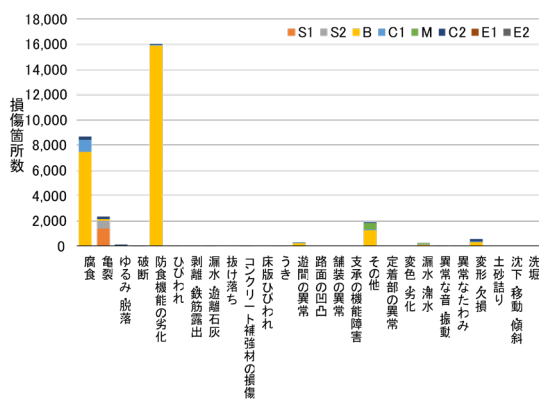


図-6 鋼橋主桁の損傷種類別 発生箇所数 (1809 橋)

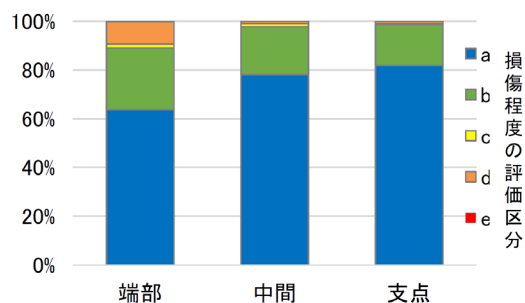


図-7 鋼橋主桁の部位ごとの損傷程度

(3) 凍結防止剤散布の影響を踏まえた損傷分析

高山国道事務所や飯田国道事務所の管内すべての橋梁で対策を実施することは、施工環境や予算上、現実的ではないため、塩害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。

1980年代以前に建設された橋梁については、凍結防止剤散布量に関係なくⅢ判定に至っているものの、その他の橋梁については、おおむね1t/km程度の散布量を超えると主桁の腐食に起因したⅢ判定橋梁が増加する傾向にあることが確認された（図-8参照）。

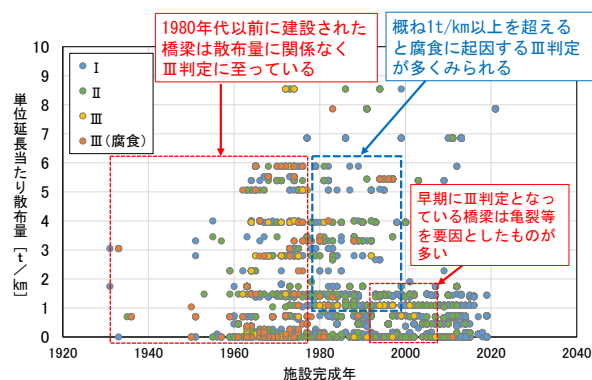


図-8 散布量と鋼橋主桁の健全度判定結果
(径間単位データを活用, 2017~2021 年度の点検結果)

3. 洗淨導入事例

橋梁洗浄は、すでに複数の実施事例が報告されており、東北地方整備局とNEXCO中日本の導入事例を整理した。

東北地方整備局では、「鋼道路橋の橋梁洗浄の手引き」を作成し、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¹⁾²⁾。洗浄水は、水道水を使用し、洗浄後の付着塩分が50mg/m²以下となるように、桁端部から1.5mの範囲を標準として洗浄している。

NEXCO中日本では、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る。気泡はマイナス電位を帯びており、汚れなどのプラスのものに付着しやすい特性を持っている。

4. 試験施工の実施

(1) 目的

橋梁洗浄による塩分除去効果の確認と、今後の課題抽出を目的として、飯田国道事務所が試験施工を実施した。

(2) 対象橋梁

対象橋梁の選定条件については、施工性の観点から、大規模な仮設等が不要であることを重視し、鋼橋とコンクリート橋で洗浄効果の差を確認するため鋼橋2橋（桐ヶ洞橋、柳橋）とPC橋1橋（新平谷橋）で洗浄を実施した。各橋梁の諸元を表-1に示す。

(3) 施工方法および検証事項

施工方法としては、高圧洗浄機を用いて、給水タンクからNEXCO中日本より提供いただいたナノバブル水を供給することにより洗浄を実施した（写真-1 参照）。洗浄範囲は、主に桁とその周辺部材とし、桁の端部から1.5mほどの範囲を洗浄した。洗浄状況を写真-2に示す。

また、洗浄による塩分除去効果を確認するため、表面塩分計を用いて、洗浄前と洗浄後に付着塩分量調査を実施した（写真-3 参照）。

試験施工には、飯田国道事務所・飯田維持出張所・中部道路メンテナンスセンター・道路部道路管理課職員が臨場し、さらに、WEB中継を繋ぎ、多くの職員が洗浄状況や塩分調査状況を確認できるような体制のなか、塩分量調査箇所や実行時の課題等を話し合いながら試験施工を実施した。

具体的な検証事項は、ナノバブル水での洗浄によりどのくらい塩分除去効果が見られるのか、その塩分除去効果に橋梁種別による違いは見られるのか、また、部材・部位にどのような塩分付着傾向が見られるのか等を想定した。

(4) 結果と考察

各橋梁における塩分量調査箇所例と洗浄前後の付着塩分量を図-9～11に示す。また、試験施工の結果とその結果に基づく考察を以下に示す。

- 1) 鋼橋においては、洗浄により付着塩分は概ね $20\text{mg}/\text{m}^2$ 以下に減じており、最大では99.5%の塩分減少が見られた。部位によりばらつきはあるものの、すべての計測箇所、一般的に目標値とされる $50\text{mg}/\text{m}^2$ を下回る結果となった（図-9、図-10 参照）。
- 2) 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（図-11参照）。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



写真-1 使用機材（給水タンク、高圧洗浄機）



写真-2 洗浄状況



写真-3 調査状況

きていなかったことが原因であると推察される。

- 3) 主に桐ヶ洞橋において、下部構造に直近した測定位置のほうが、洗浄前・洗浄後ともに付着塩分量が多い傾向にあり、特に下フランジ上面の塩分量が多い。（図-9参照）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溜まりやすく、経年的に塩分量が増加したと推察される。洗浄後については、塩分を含んだ洗浄水が下フランジに滞水したためであると推察される。

表-1 対象橋梁諸元

橋梁名	国道 153 号桐ヶ洞橋	国道 153 号柳橋	国道 153 号新平谷橋
構造形式	4 径間連続鋼ラーメン橋 単純非合成版桁橋	単純鋼トラス橋	単純 PC ポステン T 桁 単純 PC プレテン T 桁
完成年	1979 年	1976 年	1979 年
橋長 [m]	135.00	82.05	40.79
昼間交通量 [台/12h]	2,483	2,483	2,156

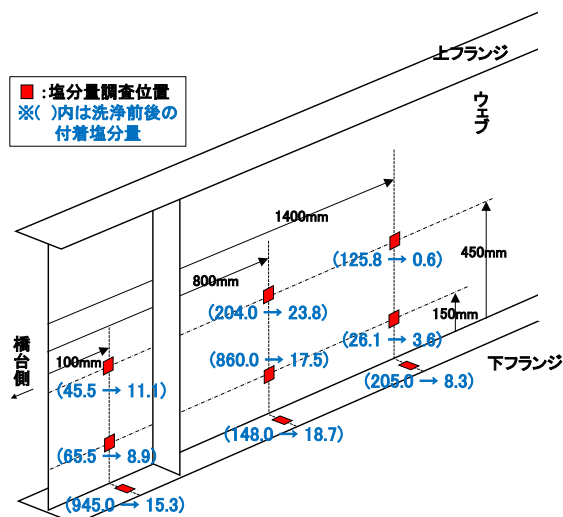


図-9 調査位置例と洗浄前後の付着塩分量 [mg/m²]
(桐ヶ洞橋, 外桁外面)

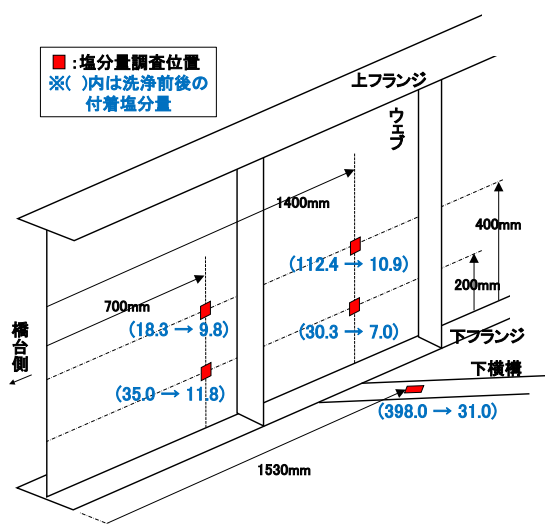


図-10 調査位置例と洗浄前後の付着塩分量 [mg/m²]
(柳橋, 外桁内面)

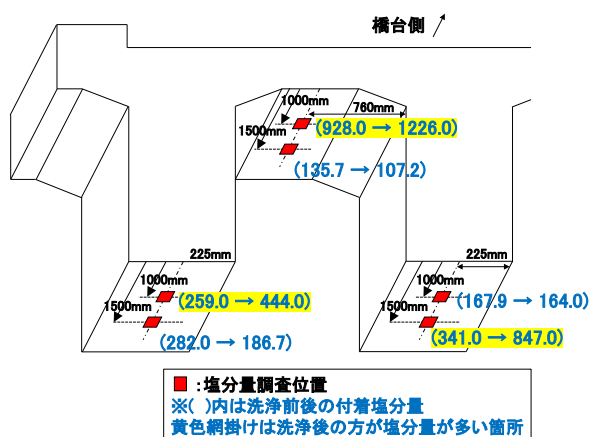


図-11 調査位置例と洗浄前後の付着塩分量 [mg/m²]
(新平谷橋)

5. まとめ（今後の検討課題）

管内橋梁の現状分析結果や洗浄の試験施工を踏まえ、本論文のまとめとして今後検討が必要な課題を整理し、検討項目を表-2に示す。

- 1) 今回の試験施工においては、洗浄方法の経済性を考慮できていないため、コスト面を含めた効果検証方法を検討する必要がある。また、洗浄方法についても、水道水の使用やウエスによる拭き取り方式での実施など、より安価な方法を検討していく必要がある。
- 2) コンクリート橋について、表面塩分計では正確な塩分量調査が実施できなかったため、洗浄の必要性や塩分量調査手法について検討する必要がある。
- 3) 今後、洗浄を行っていくためには、洗浄方法や塩分調査方法等の検討を踏まえ、施工性だけでなく、経済性、耐久性（橋梁種別、損傷程度、桁端部の排水状況）など、総合的な観点から洗浄が効果的な橋梁の選定方法について検討する必要がある。

表-2 今後の検討項目

項目		課題
洗浄	対象橋梁	凍結防止剤の影響程度、対象橋梁の選定方法
	洗浄水種別	洗浄水の決定
	洗浄機械	簡易化がどこまで可能か
	洗浄頻度	塩分の付き戻り状況が不明
	洗浄範囲	適切な洗浄範囲の決定 下フランジ上面の塩分が多い
	効果検証	コスト面を含めた方法の決定
塩分量調査	調査方法	塩分調査方法の確立 計測精度が不明
	調査箇所	適切な洗浄範囲の確立に向けた塩分調査箇所の決定
	調査頻度	塩分調査頻度の決定

謝辞：本論文の作成にあたり、試験施工の洗浄にナノバブル水の提供をしていただきましたNEXCO中日本飯田保全・サービスセンター様、試験施工をしていただきました飯田国道事務所のご担当者様、維持業者の関係者の皆様に心から感謝を致します。

また、論文の内容につきまして、多くのご指導をいただきました道路管理課の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 東北地方整備局 道路部 東北技術事務所：橋梁洗浄の手引き（案），2011。
- 2) 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