

黒部市音沢橋の直轄修繕代行事業について

江藤 聡志¹・村中 祐治¹・此川 孝悦¹・石崎 直¹

¹富山河川国道事務所 道路管理第二課 (〒930-8537 富山県富山市奥田新町2番1号)

北陸地方整備局は、地方公共団体への支援策の一つとして、2017年度に黒部市が管理する音沢橋の直轄診断を実施した。診断の結果、上部構造の鋼部材に塗膜のはがれ・色あせ・腐食、下部構造のコンクリートにひびわれ・遊離石灰、さらに橋脚基礎部に洗掘が確認され、補修には高度な専門的知識等を要することが判明した。このことより、黒部市の要請を受け、2017年に道路法が改正されて以来、北陸地方整備局管内で初となる道路法に基づく修繕代行制度を実施し、2021年度に全ての修繕工事が完了したので報告する。

キーワード 橋梁補修、直轄診断、修繕代行、技術集団

1. はじめに

音沢橋は一級河川黒部川に架かる市道橋であり、1971年11月に竣工の鋼単純下路式トラス橋+鋼単純合成版桁、延長110mの橋梁である。地区で唯一の公共交通機関である富山地方鉄道音沢駅と音沢地区を結ぶ重要な路線にある。また、音沢地区における医療機関へのアクセスや上水道の供給ルート、宇奈月温泉や黒部峡谷へのアクセスルートとしても重要な役割を担っている。



図-1 位置図

2. 直轄診断

本橋は劣化原因の特定や今後の維持管理について高度な技術力が必要になるとの理由より、黒部市から要請を受け、直轄診断を実施することとした。直轄診断とは、地方公共団体の技術力等に鑑みて支援が必要な施設に地方整備局、国土技術政策総合研究所、土木研究所の職員で構成する「道路メンテナンス技術集団」を派遣し、技

術的な助言を行うことである。

近接で損傷の状況や要因を確認し、診断に必要な情報を得るため、橋梁点検車や高所作業車を活用した橋梁全体の近接目視調査を行うとともに、竣工図書や補修履歴・河川測量等の資料調査、現地計測や試料を採取しての観察および室内試験を実施した。

表-1 橋梁診断表

工種	名称	数量	備考
① 変状調査	外観目視調査	1橋	
②	洗掘深計測	1基	
③	水中ひびわれ調査	1基	
④ 測量調査	路面測量	110m	地覆上面
⑤	構造物測量	1基	P1橋脚のはり端部
⑥ 亀裂調査	磁粉探傷試験	6箇所	
⑦ コンクリート品質調査	コア採取・観察	6箇所	P1橋脚、A2橋台
⑧	ASR判定	1箇所	ゲルフルオレッセンス法
⑨ 鉄筋腐食調査	はつり調査	1箇所	P1橋脚
⑩ 塗膜調査	試料採取・成分調査	1箇所	



写真-1 橋梁診断状況

3. 診断結果（所見）

(1) 上部構造の調査

本橋は1994年の塗装塗替えから23年が経過しており、全体的に塗膜の劣化が見られる。また、素地調整作業が容易でない部位や塗膜が薄くなり易い部位、過去の塗装のすべてを除去せず補修塗装を施した箇所、水の影響を受けやすい箇所に腐食が見られる。このように現状の塗膜劣化の程度には環境要因のみならず、施工品質も相応に影響している状況が見られ、診断時点で耐荷力に影響を及ぼすような腐食減肉は見られないが、劣化が広範囲に進行しつつあることから、今後不規則かつ広範囲に腐食が生じる可能性もあり、早期に全体の防食機能の回復を図ることが予防保全の観点からも維持負担の軽減の観点からも有効となる可能性が高い状況である。なお、塗装塗替えを行う際は、素地調整の難しいトラス格点や支承回りなどの狭隘部、塗膜が薄くなり易い角部や凸部は橋梁全体の防食機能の耐久性を均等化し、合理的な維持管理を図る観点で塗装の方法や仕様を検討することが望ましい。

また、本橋の場合、構造的な要因から水の影響を受けやすい箇所は特に防食上の弱点となりやすいことから、水の影響を排除するような予防保全的対策を施すことはライフサイクルコストの観点から有効と考える。

今回亀裂は確認されなかったが、亀裂は自動車荷重や風荷重等の繰り返し荷重が原因で生じる損傷であり、今後顕在化する可能性もある。亀裂は溶接や切断加工等の製作品質からも影響を受けることから、交通量が少ない場合でも亀裂を生じる可能性もある。よって、今回塗膜割れが確認されなかった箇所も含め、防食のための塗装の更新等に合わせて全体的に亀裂調査を行い、必要に応じて補修や溶接ビードの整形など耐久性向上余地について検討することが合理的と考える。また、将来にわたって亀裂の発生する可能性のある溶接部は位置、可能性の高い亀裂形態を整理し、今後の点検の際に参照し易いよう整理することが効率的かつ確実な維持管理に有効と考える。



写真2 トラス部腐食状況

(2) 床版の調査

本橋の床版のひびわれは一方にしか卓越してはいない状況であり、ひびわれの間隔および幅から、疲労損傷に至るものであったとしても初期の段階であると推定できる。桁端部では鉄筋露出が見られるが、これは漏水だけでなく、鉄筋露出部のかぶりが少ないことも要因の一つと考える。また、桁端部では凍害やアルカリシリカ反応（以下、「ASR」という。）の疑いも見られ、この損傷は継続的な水の供給と関係が大きい状況であった。

今後交通量が増加しなければ、本橋の構造的特徴からも疲労によるひびわれが急激に進行することは考えにくい。水の供給はひびわれをはじめ、うき・剥離・鉄筋腐食・ASR等の新たな変状の発生または現損傷の進行につながるため、水の供給経路となっている床版上面や伸縮装置の後打ちコンクリート損傷部からの浸透や床版端部からの伝い水等を検証し、損傷部の補修および予防保全対策を検討することが、長寿命化の観点から有効と考える。



写真3 桁端部鉄筋露出状況

(3) 下部構造の調査

橋脚のはり部側面に大きなひびわれ、白色生成物が見られ、また、はり部と柱部に骨材の変状も見られたため、コアを採取し、ひびわれ深さ、骨材の割れ性状を確認するとともに、ASRが懸念されたことからASR判定および偏光顕微鏡による岩石学的調査を行った。

骨材の変状について、表面の骨材を構成する鉱物の境界に浸透した水の凍結融解作用による骨材の変色とみられる状況が確認され、また内部ではASRを生じた岩石に遅延膨張性の鉱物の存在が確認されたことから、ASRがゆっくり反応している可能性があるかと推定される。

コンクリートのひびわれに関しても凍結融解作用およびASRによる可能性が高いと考える。なお、ひびわれは顕著な箇所を調査したもののコンクリート内部にまでは達しておらず、鉄筋の腐食も確認できなかったことから、現状においては耐荷力の低下は起きていないとみてよいと判断できる状況であった。

凍結融解作用およびASRは今後も継続的に進行する状況であることから、水の浸入を防止し、進行を抑制することは予防保全の観点から有効と考える。特に橋脚はり部天端は路面の外に張出しており、雨水や堆雪を直接受ける構造であることから、水の浸入を防止するだけでなく、コンクリート内に水を滞留させないような対策も検討するのが良い。また、現状において橋脚天端の状況を確認するには、橋梁点検車を用いる必要があるため、予防保全対策の一つとして、容易にアクセスできる検査路等の維持管理施設を設置することも検討するのがよい。

現状で顕著なひびわれが生じていない箇所についても、凍結融解作用およびASRによる損傷が生じる可能性は十分であることから、ライフサイクルコストの観点からは合理的な予防保全対策を検討するのがよい。



写真4 橋脚損傷状況

(4) 橋脚基礎構造の調査

橋脚周辺が洗掘されていることを確認し、洗掘後の地盤高は最も深い場所でケーソン天端から2.3mの深さであったが、路面および橋脚はり部の測量結果では、橋脚が沈下や傾斜している状況を示す高低差は見られなかった。また、ケーソンの止水壁には多数のひびわれが生じていたが、ひびわれは打ち継ぎ目で止まっており、ケーソン本体のひびわれと連続しているものは確認できなかった。以上のことから、ケーソンは現時点で著しい支持力不足が生じていない状況であると考えられる。

今後の対応を検討するにあたり河道の状況を確認した結果、架橋位置が狭隘部であることから、滞筋の大きな変化は生じ難い場所であるが、経年的に河床低下を生じていることが確認できた。

これ以上の洗掘の進展を防止する当面の対策として、現河床付近の橋脚回りに根固めブロックを配置することは有効な対策であるが、根固めブロックは橋脚の安定を確保する上で重要な部材であることから、今後洗掘が懸念されるような異常出水が発生した際や定期点検で継続的に健全性を確認しておくことが不可欠である。また、橋脚には今回の測量に用いたターゲットが貼付けてあるため、沈下や傾斜が懸念される場合は本測量との変化を

確認することが可能となっている。

なお、現河床は洪水末期から平常時に至る土砂堆積の影響により、出水時の最大洗掘深より浅い可能性がある。したがって、現河床よりも一定程度の深いところまでケーソン本体に損傷が及んでいる可能性も否定できないことから、根固めブロック設置に伴う河床掘削の際に、再度ケーソン本体の調査を行い、適切に補修範囲の見直しを行うことが望ましい。



写真5 橋脚洗掘状況

(5) 伸縮装置の調査

伸縮装置周辺のコンクリート床版に漏水が見られるため、雨天時に伸縮装置を近接目視したところ、止水ゴムは乾いていたが、コンクリート床版との接合を行うための後打ちコンクリート部には漏水跡が見られたことから床版コンクリートへの水みちになっている可能性が確認された。

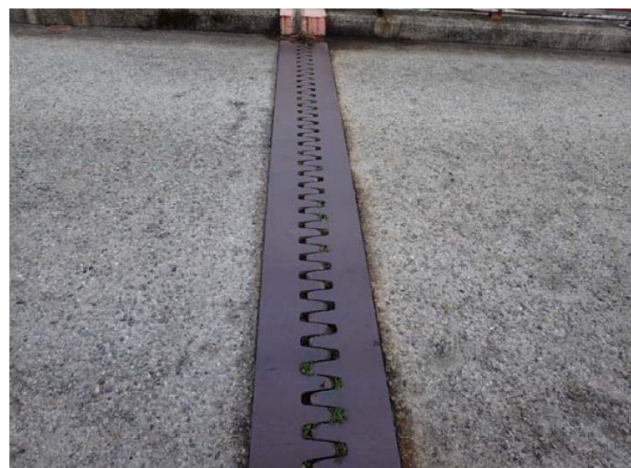


写真6 伸縮装置状況

(6) まとめ

現地調査および各種室内試験の結果から、橋梁全体として、供用安全性の観点から緊急対応が求められるような状態である可能性は低いと判断した。

一方で、上部構造における塗装の劣化および鋼部材の腐食状況からは、今後急速に防食機能の低下による劣化

の進展が生じる可能性が高いと判断した。

また、現地での骨材の観察やコアを採取して試験を行うとASR反応性鉱物が含まれていることが明らかになった。

そして、漏水している床版、既に顕著なひびわれが生じている下部構造およびケーソンについては、漏水やひびわれの発生状況から、今後も継続される作用の繰り返しのよって確実に耐荷性能に影響を及ぼす状態へ推移していく可能性がある一方で、その推定される原因からは早く対策することで確実な予防保全がはかれる可能性が高いと言える。

ケーソン基礎は既に洗掘の影響を受けており、状況が変わらなければ今後も進展することが想定される。

4. 修繕代工事

2018年度に行った直轄診断結果を受けて同年から補修設計を行い、橋梁修繕代工事を実施した。修繕代行とは、道路法第十七条6に規定されるものであり、地方公共団体の要請を受け、高度の技術を要すると判断された工事について、国が代わって執り行うものである。

(1)橋梁補修工

現コンクリート舗装には、ひびわれが生じており、P1橋脚上にある伸縮装置の後打ちコンクリートからは漏水が生じている。また、過去の補修履歴から防水層は設置されていない可能性が高い。以上を踏まえ、床版に対する予防保全の観点から、防水層を設置することが望ましいが、コンクリート舗装を切削すると現床版まで損傷する恐れがあることから、コンクリート舗装上に防水工を設置し、アスファルト舗装をオーバーレイすることとした。なお、橋梁前後における路面の摺り付け長を計画する。また、橋梁の前後には直近まで融雪装置が埋設されていることから、融雪装置に影響しないよう橋梁内で摺り付けを納める計画とする。

(2)下部構造補修工

本橋の下部構造はASRが原因と思われるひびわれが生じている。また、少量ではあるが、剥離・鉄筋露出も生じていることから、合わせて補修を行う。

ひびわれ注入材には、エポキシ樹脂やアクリル樹脂などの有機系、セメント系、ポリマーセメント系などがある。また、ひびわれ充填材には、ポリマーセメント系やシーラント系などがある。ひびわれ補修材料について、これまで「S63総プロ補修補強指針」に示された材料が一般に使用されてきており、一定の補修効果が得られていることから、これを基本とする。

断面修復に用いる断面修復材には、主な3種類のうち、最も使用実績が多く、耐久性もしくは経済性が手頃な「ポリマーセメントモルタル」を採用する。また、補修方法は補修面積が小さく場合に適する「左官工法」を採用する。

本橋は橋梁点検車がないと、損傷が生じ易い桁端部の近接目視が容易でないため、近接困難なA1橋台およびP1橋脚に下部構造検査路を設置する。

(3)根固め工

洗掘防止対策としての根固め工はコスト縮減および工期短縮を図るため、河川管理者が予定している災害復旧工事と同時に施工する計画とする。よって、仮締切堤は災害復旧工事を含む範囲とした。

(4)伸縮装置補修工

本橋はP1橋脚上の伸縮装置から漏水し、床版および鋼桁の損傷原因になっていることから、新たな伸縮装置へ取替えを行うこととする。ちなみに、両橋台上の伸縮装置は平成25年に取替済みであるが、P1橋脚上の伸縮装置は取替えた記録が残っておらず、建設当初の竣工図と現地も整合していることから、P1橋脚上の伸縮装置は建設当初から一度も取替えられていない可能性が高い。なお、P1橋脚上の伸縮装置は、設計要領に準じ、既設と同形式の鋼製フィンガージョイント（EJ-I）を採用することとした。

(5)その他

現防護柵は全体的に生じている防食機能の劣化を除けば、概ね健全であるが、一部の横さんにおいて車両の衝突が原因と考えられる変形が生じている。防食機能の劣化は橋体と合わせて行う塗装塗替えで対処することとし、ここでは、変形した横さんに対しての補修を計画する。

表-2 修繕工事対応表

損傷箇所	主な損傷	損傷の要因	補修内容										補修方法	備考			
			鋼部材補修工	防食対策工	支承補修工	表面保護工	部材補修工	コンクリート	排水補修工	伸縮補修工	橋面防水工	その他			経過観察		
上部構造	塗膜劣化 腐食	経年劣化、水の影響、 施工品質		●											● ※	再塗装工	※定期点検時に亀裂の有無を確認
床版	一方ひび割れ 鉄筋露出	床版上面や伸縮部 からの漏水					●						●			断面修復工 舗装打替え工+橋面防水工	
下部構造	ひび割れ 白色生成物 骨材の変状	ASR、凍結融解				●	●							●		ひび割れ注入工 表面被覆工 下部工検査路設置工	
橋脚基礎構造	洗掘	河床低下												●	● ※	根固め工	※定期点検時や異常出水時に健全性を確認
伸縮装置	後打ちコンクリート の損傷	経年劣化										●				伸縮装置取り替え工	



写真-7 着工前音沢橋
(左上：舗装，右上：橋脚，左下：橋台，右下：根固め)



写真-8 着工後音沢橋
(左上：舗装，右上：橋脚，左下：橋台，右下：根固め)



写真-9 修繕完了時の音沢橋

5. おわりに

修繕代行業では2019年～2021年にかけて修繕代行業を行ない、2021年10月4日に工事完成図書を黒部市長に引き渡した。黒部市長からは「地域の皆さんに末永く

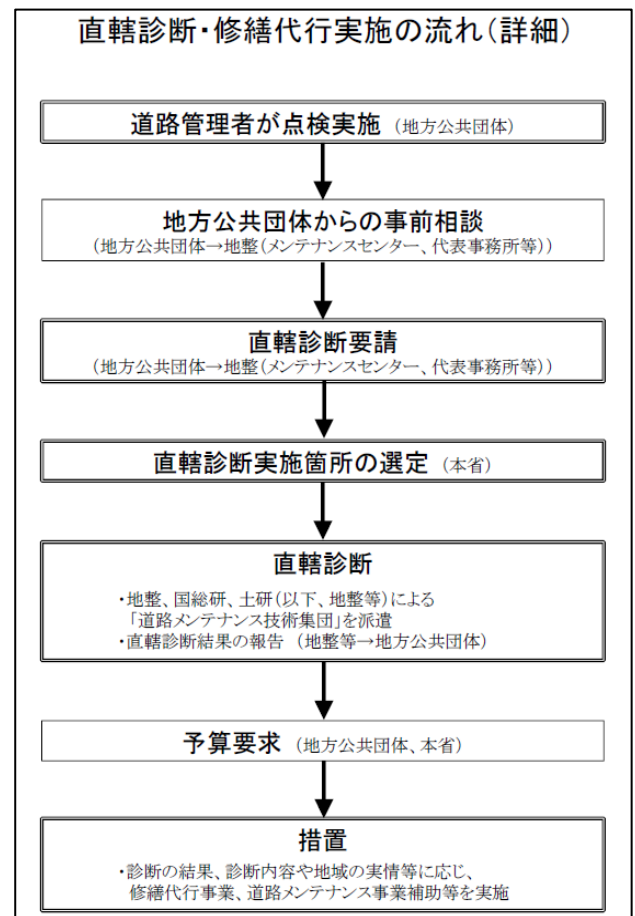
活用されることを願う」とお言葉をいただいた。

最近では、構造物の50年問題が浮き彫りに出てきている中、地方公共団体が抱えている老朽化対策対象構造物は多々存在する。その時に国から技術力を提供し、同様に修繕代行業が推進されることで問題の早期解決を図ることが重要だと考える。



写真-10 修繕代行業完了引き渡し
(左：富山河川国道事務所長，右：黒部市長)

表-3 直轄診断・修繕代行フロー



謝辞：本論文を作成するにあたり、多大なるご協力をいただきました関係者の皆様に深く御礼申し上げます。