

# 上山市における橋梁直営補修の取り組みについて

## — 継続的な橋梁維持管理を見据えた実証 —

山形県 上山市 建設課

### 1. はじめに

上山市は山形県の南東部に位置し、人口約2万8千人、面積240.93km<sup>2</sup>の市です（図1）。令和5年度現在174橋を管理しており、高度経済成長期に集中的に建設された橋齢50年以上となる橋梁の割合は図2に示すように、現在35%、10年後には65%、20年後には76%と急激に増加し、急速に老朽化が進むことで、維持管理コストの急激な増大が懸念されます。

主な損傷としては、RC橋・PC橋は床板・高欄・地覆・下部工において、防水工の不備によるひび割れや剥離・断面欠損等が主体となっており、鋼橋は鋼部材や支承の腐食・防食機能の劣化が主な損傷です。山形県の気象条件は積雪寒冷な気候で上山市は特別豪雪地帯に指定されており、道路橋の塩害、凍害の影響を受け、材料の経年劣化による損傷および過年度に対策を実施した構造物の再劣化が顕著となっています。

そのため、上山市では橋梁長寿命化修繕計画に基づき、平成25年度から予防保全の観点で計画的に橋梁の補修に取り組んでまいりました。

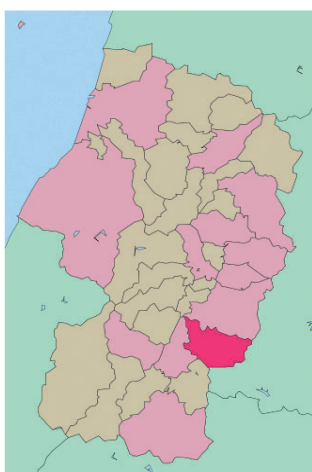


図1 上山市の位置

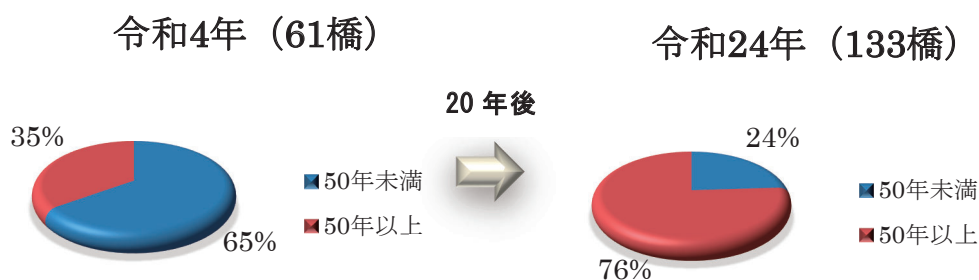


図2 建設後50年以上経過橋梁の推移

### 2. 橋梁維持管理における現状と課題

橋梁補修工事の現状としては、橋梁のメンテナンスサイクルは決して順調な訳では無く、補助金の配分により予算額が上下するため、計画通りの補修設計や補修工事ができない現状です。特に小規模橋梁は、補修設計及び工事を発注しても、採算性が低く入札辞退の原因となっており、やむを得ず15m以上の橋梁と複数橋一括で発注をしなければ補修が進まない状況でした。

また、近年の道路メンテナンスや橋梁定期点検等の費用増加に伴い、補修工事は当初の計画よりも先送りせざるを得ず、特に小規模橋梁は点検・診断から数年後の補修措置となってしまい、その間に損傷が進展してしまう事が課題となっていました。

一方、道路を管理する体制は、20年前のピークと比較し半分の職員数となっており、近年少しずつ若手技術職員の採用が図られ、現在は土木技術者5名と事務職1名、現業職員2名で道路の維持管理を行っています。

しかし、橋梁維持管理に携わる経験職員はうち2名であり、将来的には若手技術職員が橋梁補修の知識や経験が無いまま、橋梁点検や補修工事を担当しなければなりません。橋梁に関する知識や経験が少ない職員が、道路管理者として「なぜこうなってしまったのか、防ぐ方法は何をすれば良いのか」と現場を熟知していないために、現在でも補修設計費や補修工事費が過大となり予算を圧迫する原因となることもあり、メンテナンスサイクルを構築していくうえで、予算不足、人員不足、技術力不足が喫緊の課題となっています。

### 3. 橋梁直営補修の取り組み

上山市は、橋梁の老朽化対策に対応する人員や予算、技術力不足による課題解決に向け、東北大学大学院工学研究科インフラ・マネジメント研究センター（以下、東北大学IMC）と平成25年3月に連携協定を締結しました。平成25年より試行期間を含め4年間、ICT技術（タブレット端末等）を活用した直営点検導入による共同研究を行い（図3、写真1）、定期点検の効率化とコスト縮減、さらには職員の技術力の確保を目指した取り組みを行ってきました。

また、前章で述べた課題を解決する一方策として、床版補修の打替え工法の実証や簡易的な補修で対応できる断面欠損は発見した早期に職員自らが補修するという直営補修の実証を導入してきました。

平成29年度より継続的な橋梁維持管理を見据えた管理方法を研究テーマとして6橋の直営補修を共同研究の取組みとして行ってきました（写真2～写真5）。

橋梁の直営補修を実施する事で、橋梁の損傷の進展をできるだけ抑制でき、今後は職員が点検する際に軽微な断面欠損は早期に補修する事で、危険性の回避、長寿命化の促進、補修設計費や補修工事費を削減し、年々膨れ上がる橋梁補修費用を低減できる可能性があります。

また、最近の課題としては点検費や診断費が増大する中、補修設計や工事でも新技術活用が要件化され、点検・診断、補修設計、補修工事で積極的に新技術を活用しているかによって、補助金の内示率にも影響していることから、今後補修工事で使用するNETIS登録の材料や工法を熟知しておかなければ、補修設計や補修工事で積極的に選定・採用することが難しい状況です。

よって、この取組みを持続可能なものとするためには若手技術者の技術力向上が不可欠であり、東北大学IMCとの共同研究により、技術指導を仰ぎながら継続的な橋梁維持管理方法を構築するために必要な直営補修の方法を検討してきました。

なお、直営補修の対象橋梁及び施工箇所は、補修作業未経験の職員でも施工が可能であること、補修後に万が一はく落が生じても第三者影響度の懸念が無いこと、足場や建設機械等の投入が不要であること、施工に際して通行規制が可能であることを考慮して選定しました。

### ICT技術を活用した橋梁点検

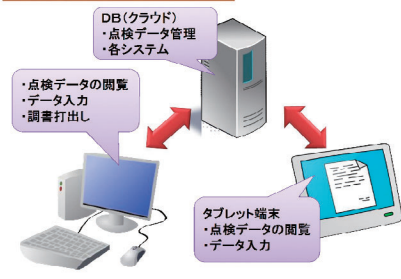


写真1 ICT技術を活用した直営点検



写真2 地覆の断面補修



写真3 洗掘による橋台欠損部の断面補修



写真4 紫外線硬化型シートによる高欄腐食部補修



写真5 防食材貼付による支承補修

## 4. 直営補修の実証

### (1) 実証①

補修箇所は架設から64年経過したRC桁橋の主桁（上流側・下流側）及び床版下面で、凍害により、はく離及び断面欠損が発生し、今後も欠損部の損傷の進展・拡大が懸念された箇所です。

補修材料は、作業性、仕上がり、再劣化などを比較検証することを目的として、一般市販品材料と高性能材料をそれぞれ1種類ずつ選定しました。一般市販品材料は、セメントと細骨材が混合された状態で袋詰めにしたものであり、練上りは粘性が低いため未経験者でも容易に練り混ぜることができます。一方、高性能材料は超速硬セメントベースのグラスファイバー入りポリマーセメント軽量モルタルであり、一般市販品材料と比較して水やエマルジョンの配合や練混ぜに留意が必要な材料です。なお、鉄筋露出部には再乳化型粉末樹脂と亜硝酸リチウムを主剤とする防錆材をあらかじめ塗布することとしました。

主桁の補修については、上面のはく離している箇所をピックやドリルを使用してはつり、整形、清掃、プライマー塗布（鉄筋露出部は防錆材塗布後）を行いました。下流側の断面補修は、ミキサーにより混練した高性能材料の密着性を高めるため下地塗りを行った後に塗り重ね仕上げを行いました。上流側の断面補修は、スコップで練混ぜた市販品材料を同様に塗り重ねて仕上げました。そして、直射日光や急激な乾燥を防ぐため、濡れ布により養生を行いました（写真6）。

床版下面については、主桁同様はつりとプライマー塗布作業後に、高性能材料を塗布し補修材がだれないよう数回に分けてコテにより塗り重ねを行いました（写真7）。補修作業は10人により作業を分担し、約7時間で完了しました。





写真6 主桁の断面補修の流れ



写真7 床版下面の断面補修の流れ

## (2) 実証②

補修箇所は架設から41年経過したBOX橋の側壁のハンチ部分の軽微なひび割れであり、今後も河川の水位により水の侵入等から凍結融解による亀裂部の損傷の進展・拡大が懸念された箇所です。

小規模橋梁の特に損傷事例が多いひび割れ補修について、NETIS登録商品を積極的に使用して直営補修を行うことで、技術力の向上と新技術の活用（補修設計・工事）の選定に活かさればと考えました。補修材料は、NETIS登録の工法・製品から今後の新技術活用に向け効果や信頼性を確認するため、作業性、仕上がり、再劣化などを比較検証することを目的として、A1側とA2側に分けて2工法の材料を選定し、浸透型エポキシ樹脂による塗布型注入工法と塗布型・浸透エポキシ接着剤を採用しました。

塗布作業は10分程度の間隔でどちらも5～7回程度重ね塗りを行い、ひび割れ面より接着剤を浸透させる方法で実施した結果、作業時間は5～6人程度で分担しどちらも1時間程度で完了しました（写真8）。



写真8 BOXひび割れ塗布補修の流れ

## (3) モニタリングによる実証結果

実証後、補修箇所の状況を観察するため、1か月毎に目視及び打音調査により状況確認を行いました。

その結果、実証①の主桁及び床版下面の補修材料は正常に硬化していました。市販品材料の仕上がりは良好でしたが、高性能材料を使用した主桁は材料を薄く塗り付けた部分に、補修断面厚さの不均一に起因すると推定されるひび割れが発生していました。やはり、高性能材料の使用には、それに見合う施工のスキルが必要であると感じました（写真9）。



実証②では両側ともひび割れ注入が硬化しているものの、A1側の表面には空隙が目立ち、材料の特性上浸透性が早いことから実証による塗布回数の不足が原因であることが分かりました。A2側は粘性度が高くある程度の浸透で硬化し空隙も無いことが分かりました（写真10）。

今後も定期的にモニタリングを実施し、補修箇所の再劣化の有無を確認するとともに、発生したひび割れの進行性及び防水性を注視したいと考えています。



写真9 主桁・床版の断面補修後のモニタリング

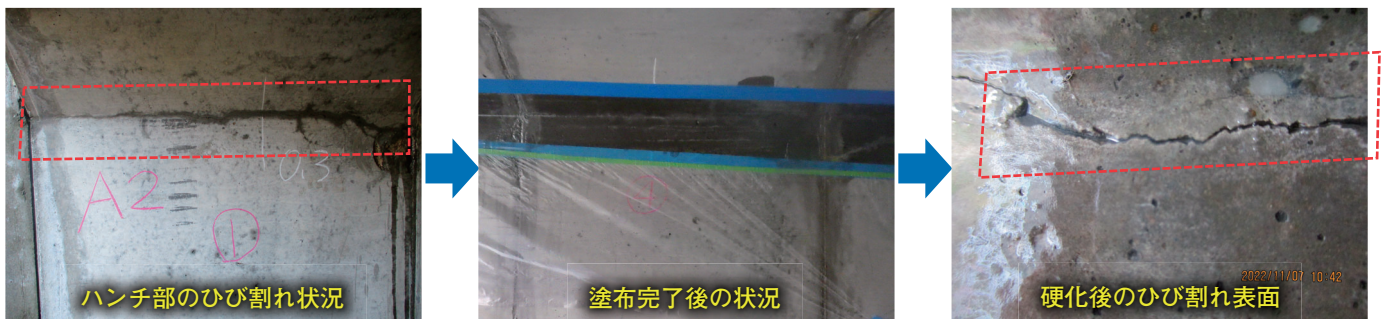


写真10 BOXひび割れ塗布後のモニタリング

## 5. おわりに（今後の展望）

直営補修を通して損傷原因の分析や専門家によるアドバイスを経て知識を深めながら、若手技術職員が補修方法の検討から施工までの経験を積むことにより、技術力の向上が図られたと期待されます。

また、この実務経験を活かし、日常的な現場点検で軽微な断面欠損を発見した際は、断面補修等の直営補修を実施してきており、この積み重ねが若手技術職員への技術の伝承となるとともに、損傷部の劣化の進行を抑制することで補修費が低減され、将来に渡って継続的な橋梁維持管理が行える方法であると考えます。

なお、直営補修の実証に際しては、周辺自治体への積極的な情報提供を行い、合同での現場作業を行ってきましたが（写真11）、この取り組みを更に周辺自治体へ発信していき、情報の共有を図ることで、同じ悩みを抱えている自治体の橋梁維持管理の課題解決の糸口になることを期待しています。



写真11 現場合同実証状況