

赤山橋におけるプレキャストRC床版取替工法の実証事例

武田秀人・高橋明彦・久田 真

1. はじめに

地方公共団体が管理するインフラ施設は、中小規模ながらも多くの施設を維持・管理しており、老朽化に伴う財源不足や建設業関連技術者・作業員不足、人口減少・少子高齢化の進行による維持管理を支える人員不足など、多くの課題を抱えている。

近年、地方公共団体が管理する道路橋RC床版は、老朽化や塩害、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長寿命化対策を実施した構造物の再劣化が顕著となっている。

これまで、山形県上山市（かみのやまし）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」という。）と2014年3月に連携協定を締結し、橋梁点検の高度化や修繕の効率化などの共同研究の取組みを進めてきた。一方、東北大学IMCを中心とした共同研究チームは、地方道路橋床版の老朽化に着目し、地方の企業・技術者が従来の技術を基礎とした取替用プレキャスト床版の研究を進め、室内試験での結果を実橋へ応用する段階まで検証が進んでいた。今般、上山市が管理する床版の損傷が著しい赤山橋を対象に新技術導入の実証実験を実施した。これらの取り組みについて紹介する。

2. 実証実験の概要

2.1 共同研究組織体制

取替床版の実証は、東北大学IMCと上山市との協定に基づき、同市が管理する赤山橋を共同研究のフィールドとして提供し、図-1に示す共同研究チームが2017年から2019年に渡り、研究した成果を基に対象橋梁の諸元に沿った詳細設計および現地実装を行った。小野工業所が隣接する山形市のプレキャスト製造工場に製作を依頼し、地方の建設関連企業が主体となった施工実験を行った。

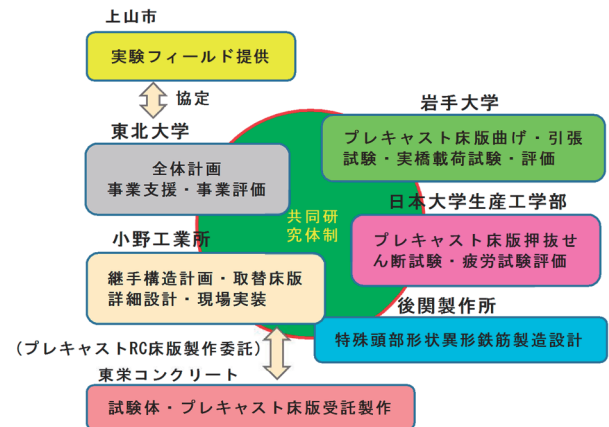


図-1 共同研究体制と分担

2.2 赤山橋の概要

実装対象とした赤山橋（あかやまばし）は、設計荷重14t、橋長16.1m、幅員7.0m、上部工が鋼合成単純H形桁で構成される橋梁であり、1974年に架設された。2006年まで山形県道として管理されてきたが以後上山市に管理移管され、16年間管理してきた。床版取替実験時の損傷状況は、砂利化と層状ひび割れが進行した状態であった。以下に図-2に橋梁一般図、写真-1～4に赤山橋の状況写真を示す。

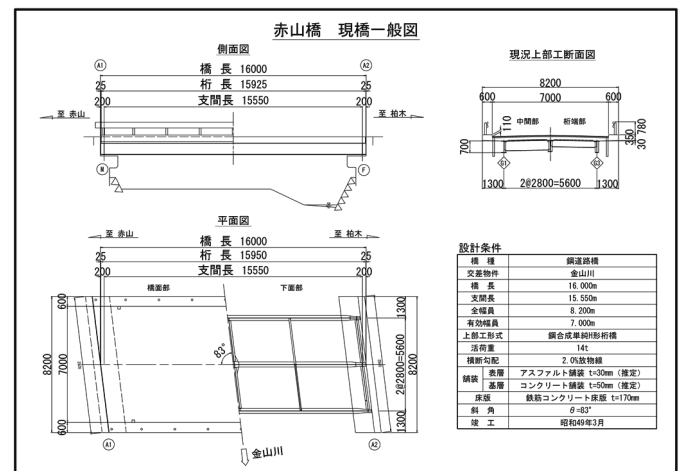


図-2 赤山橋現橋図



写真-1 赤山橋外観



写真-2 橋面の損傷状況



写真-3 床版下面の状況

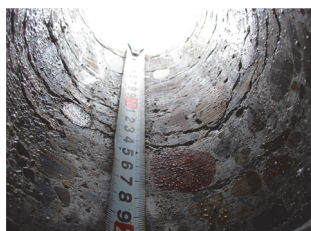
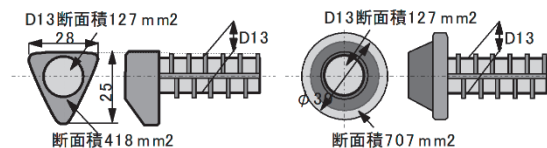


写真-4 床版の水平ひび割れ



(1) 主筋の突起部 (2) 配力筋の突起部

図-3 鉄筋端部突起構造

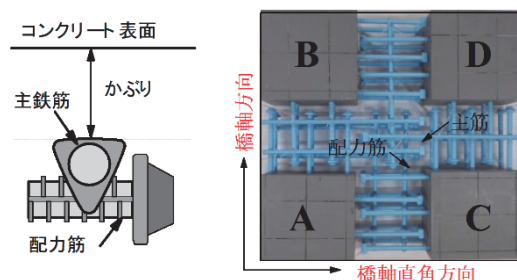


図-4 鉄筋配置

2.3 プレキャストRC床版の構造

地方公共団体が管理する道路橋の平面構造は、斜角や曲線など平面形状が煩雑であることが多く、プレキャスト化と経済性を両立するため、RC構造とプレキャストの組み合わせを採用した。そして、RC構造を採用することで従来の技術力で設計製作を可能とした。現場施工は、従来の取替PC床版工法と同様にプレキャスト版を工場で製作し、現地で橋軸方向に並列しながら一体化するものである。交通規制等の条件にもよるがプレキャスト床版に橋軸方向および橋軸直角方向に接続部が生じることから、付着力を確保するための継手構造が必要となる。ここで、主鉄筋および配力筋の突起形状を図-3(1)、(2)に示す。次に、軸方向、軸直角方向および交差部の間詰部の鉄筋配置構造を図-4、取替プレキャストRC床版配置構造を図-5に示す。

主筋の三角形底面側をかぶり側とし、頂点側を内側に配置する。主鉄筋の内側に円形の突起を設けた配力筋を配置することで突起部のかぶりが確保できる配置となる。

2.4 実橋によるRC床版の取替施工事例

取替RC床版は実橋で採用する前に、輪荷重走行による耐荷力試験および疲労実験（写真-5）が実施され、耐荷力性能および耐疲労性が評価された。とくに、機械式継手構造を有する間詰部構造は弱点とならず、曲げ剛性が向上する結果が得られ、実橋での採用を決定した。曲げ試験状況を写真-6に示す。

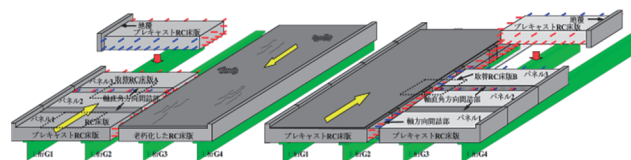


図-5 プレキャストRC床版配置構造



写真-5 走行疲労試験

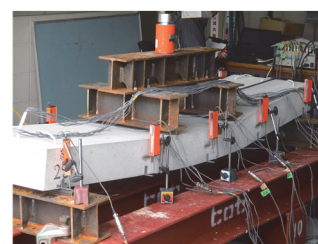


写真-6 曲げ試験

2.5 プレキャスト版の製作

プレキャスト版は地元企業が製作した。橋長16mのため、プレキャスト床版費用の中で型枠費が占める割合が大きくなることから、床版割り付けの中で型枠転用と製作工程および製作手順を検討し、鋼製型枠3タイプを製作し、軸直角方向2.3mごとに間詰部を設け、幅員の1/2、すなわち中央の主げた中心と同位置に間詰部を設ける構造とした。本来は幅員9.0mまでのプレキャスト版の製作は可能であるが、赤山橋には多くの技術を検証する意味で軸方向に間詰部を設けた。さらに斜角83°の橋梁であることも特徴である。床版設計はA活荷重で設計し、鉄筋にはD16、コンクリートの要求性能を40N/mm²以上となる配合とした。ここで、型枠製作状況を写真-7に製品状況を写真-8に示す。製作期間は30日間を目標とした。



写真-7 型枠製作状況



写真-8 製品状況

2.6 老朽化した鋼板接着補強したRC床版の撤去

老朽化したRC床版の撤去は、一般的に採用されているセンターホールジャッキを用いて撤去した。撤去時間は6時間程度である。ここで撤去時(写真-9)及び撤去した鋼板接着したRC床版の内部損傷を写真-10に示す。床版内部には水平ひび割れが顕著で解体撤去荷吊り時に崩壊する床版も確認された。過年度に実施された橋梁定期点検では、表面のみの評価で劣化を見抜くことができなかったが、鋼板接着が実施されたRC床版の内部を評価する点検や診断を定期的を実施することの重要性が示された。



写真-9 床版撤去状況



写真-10 床版内部のひび割れ

2.7 取替RC床版の施工

施工手順としては、片側通行規制により旧床版を撤去し、鋼構造の劣化部の補修およびジベル取付を行う。その後、トラック輸送されたプレキャスト版をクレーン作業により端部から順次設置する(写真-11)。本橋梁においては片側9枚のプレキャスト版を使用し6時間で設置した。次に、軸直角方向の間詰部のコンクリートには超速硬セメント用いて要求性能を3時間で30N/mm²以上となる配合条件とした。練り混ぜにはジェットモビルを用い、練り混ぜ後に間詰部を打設し平滑に仕上げる(写真-12)。養生後に橋面防水工、伸縮継手を設置した後、アスファルト舗装を施し、交通解放した。同様に、反対車線側の旧床版を撤去し、プレキャスト版を設置する。設置後、軸直角方向の間詰部の側面には、コンクリート付着用の

高耐久型エポキシ接着剤を塗布し(写真-13)、間詰部のコンクリートの打設、橋面防水、アスファルト舗装、伸縮継手の新設も併せて5時間程度で終了した。

以上により、本橋梁は片側通行規制のもとで早期に床版取替施工された。支点上の負曲げによる界面のはく離を抑制するために側面に接着剤を塗布する工法など、多くの技術を導入して完成に至った(写真-14)。



写真-11 床版設置状況



写真-12 間詰部仕上げ状況



写真-13 接着剤塗布状況



写真-14 完成外観

2.8 床版取替前後の耐荷性能評価

床版取替工事の前後に温度変化に伴う挙動、静動載荷試験、FWD試験等の試験を実施した。耐荷性能試験は、床版取替に伴うことで耐荷性能の向上と橋梁の健全度低下に伴う挙動を把握することで耐久性評価や維持管理指標を目的とした試験を実施した。写真-17～18に試験状況を示す。ひとつの試験結果として、床版取替後に活荷重(T-14)にて静動的載荷試験を行った。床版取替前に比べ、たわみの改善や応力度の改善が確認された。これは当初設計時のコンクリート基準強度24N/mm²から取替床版40N/mm²となったことが橋梁の耐荷性能向上に至ったものと考えられる。

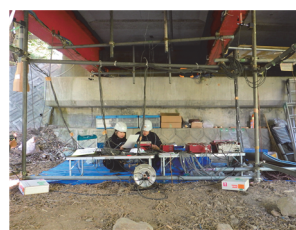


写真-17 施工後試験状況

2.9 床版取替工事後の引き渡し

床版取替工事完了後の改良後載荷試験後、横戸上山市長、東北大学IMC久田センター長、小野工業所臼田副社長と日本大学生産工学部阿部教授、工事関係者参集の中、工事引き渡しを行い、産学官による実験が終了した。



写真-18 引渡し式状況

3. まとめ

今回の実証では、プレストレス導入など難易度が高く、高度な技術を要求しない従来からの鉄筋コンクリート工事が主体工事であることから地元建設企業でも施工可能な範疇であり、かつ地域プレキャスト工場で製造が可能である。そして、プレキャスト化に伴い、労働者不足と品質の優れた製品の製造により、維持管理費用の軽減にも貢献可能であると考えられる。そして、実際工事においては、プレキャスト化と提案する床版継手を採用することで、床版取替期間の短縮と事業費の軽減が実証された。様々な課題を抱える地方自治体が管理する橋梁は、その大半が中小橋梁であることから、この度の新技术を駆使したプレキャストRC床版取替工法の普及により、今後の橋梁の老朽化対策がより進むことを期待している。また、赤山橋がその先駆けとして維持管理費の軽減に繋がる良い事例となることを願っている。

謝 辞

本実証試験は、東北大学と共同研究グループには、全面的にご指導を賜り実証検討を進めてき

た。また、現地施工を行った(株)小野工業所の方々には、地域住民の方々への配慮により、産学官による床版取替工事が終了したことをここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：i-Construction～建設現場の生産性革命～参考資料、2016
- 2) 高橋明彦、八城勇一、久田真、鎌田貢、大西弘志：鉄筋継手形状毎の機械的性質と材質変化について、土木学会第72回年次学術講演会、pp.565～566、2017
- 3) 高橋明彦、阿部忠、小野晃良、大西弘志、久田真：打ち継ぎ目を有するRCプレキャスト床版の耐疲労性の検証に関する実験研究、第10回道路橋床版シンポジウム論文報告集、pp.29～34、2018
- 4) 小野晃良、高橋明彦、大西弘志、久田真：打ち継ぎ目を有するRCプレキャスト床版の曲げ試験の評価、第10回道路橋床版シンポジウム論文報告集、pp.231～236、2018
- 5) 高橋明彦、阿部忠、小野晃良、大西弘志：間詰部を設けた取替RC床版の耐疲労性の検証に関する実験研究、コンクリート工学年次論文集、第41巻、pp.475～480、2019
- 6) 小野晃良、高橋明彦、類家慧史、大西弘志、久田真：特殊頭部鉄筋を有した鉄筋継手の引き抜き性状について、土木学会第73回年次学術講演会、pp.49～50、2018
- 7) 高橋明彦、小野晃良、類家慧史、大西弘志、久田真：特殊頭部鉄筋を有した鉄筋継手の偏心配置時引き抜き性状について、土木学会第73回年次学術講演会、pp.51～52、2018
- 8) 高橋明彦、阿部忠、小野晃良、大西弘志、久田真：間詰部を設けた取替RC床版の耐疲労性の評価に関する実験研究、構造工学論文集、Vol.65、pp.655～664、2019
- 9) 寺島紀瑛、大西弘志、高橋明彦、菅原智大：小規模橋梁の床版取替工事後における日温度変化に伴う挙動の計測、土木学会東北支部技術研究発表会、I-34、2020

武田秀人



上山市役所建設課土木係
副主幹兼係長
TAKEDA Hideto

高橋明彦



(株)小野工業所技術部取締役
技術部長、工博・技術士
Dr.TAKAHASHI Akihiko

久田 真



東北大学大学院工学研究科
インフラ・マネジメント研究
センターセンター長、工博
Dr. HISADA Makoto