

第66回(2022年度) 北海道開発技術研究発表会論文

北海道遺産である旭橋の補修工事に関する報告

—90年前のコンクリートと路面電車跡 (旭橋の歴史に触れて) —

旭川開発建設部 旭川道路事務所 第1工務課 ○羽田 康浩
旭川開発建設部 旭川道路事務所 第1工務課 梅津 隆
荒井建設 株式会社 山崎 潤司

旭橋は北海道3大名橋の中で現存している唯一の橋であり、令和4年11月で90歳を迎えた。点検で路面損傷や床版の腐食が確認されたことから、補修工事において建設後初めて全てのアスファルト舗装を撤去したところ、90年前のコンクリートに路面電車跡が発見された。このため市民の方々に旭橋の歴史に触れていただけるよう様々な現場見学会を開催した。

本論文では旭橋の補修工事や現場見学会の状況について報告する。

キーワード：長寿命化、維持・管理、地域交流、現場見学会

1. はじめに

旭橋は、旭川中心市街と北部をつなぐ石狩川に架かる橋長224.8mの橋梁である。本橋は国道に架かる鋼道路橋では道内で最も古く、昭和7年に完成し令和4年11月に90歳を迎えた。大雪山連峰を背景に自然に溶け込んだ風景は美しく、花火大会等の各種イベントが行われ、旭川市民のシンボルになっている(写真-1)。完成後90年経過するが、これまで大きな劣化・損傷が発生しない丈夫な橋であることから、大規模修繕は実施されていなかった。その一方で、橋面上の舗装は横桁部で横断方向のひび割れが発生しやすく、部分的な舗装補修を繰り返しており、維持管理面で課題があった。平成28年度の橋梁点検において、路面の広範囲に舗装のひび割れやポットホール等の顕在化が確認され、床版コンクリートの土砂化等が疑われた。そのため、令和2・3年度に詳細調査を実施した結果、「舗装の異常」、「床版の剥離(土砂化)」、「バックルプレートの損傷」が確認され、本工事にて供用後初めて大規模修繕を行うに至った。

本橋は2004年に北海道遺産(重要文化財建造物)に認定された「北海道の財産」であることから、今回の修繕による延命措置が却って橋梁自体に悪影響を及ぼすことがないよう、施工開始段階から、有識者からのご助言を踏まえ対策方針を決め、細かな配慮を行いながら補修工事を行った。

補修工事において建設後初めて全てのアスファルト舗装を撤去したところ、当時市内を走行していた路面電車の枕木(鋼製)を発見した。この機会に市民やこれからの建設業界の担い手になる学生に廃線後に初めて現れた枕木や90年前のコンクリート等に触れてもらい、また「旭

橋の歴史」・「建設後初めての大規模修繕工事」・「開発局の仕事」について情報発信すべく数多くの現場見学会を行った。

本報では、旭橋における損傷内容や補修方法および現地見学会の状況について報告する。



写真-1 旭橋

2. 旭橋の歴史

旭橋は北海道3大名橋の中で現存している唯一の橋である。現在の旭橋は2代目であり、初代旭橋は25年経ち古くなったことや、交通量の増加に伴い旭川駅から北側まで路面電車を通すという計画の立案により、全面的に架け替えることになった。旭橋は1929(昭和4)年に当時北海道大学工学部長であった吉町太郎一博士指導の元に設計を始めた。吉町博士は「旭川のシンボルになるような橋、日本の代表的な橋梁となること」を方針として新しい旭橋の構想を立て、半年間という驚異的なスピードで図面を完成させた。設計後、直ちに工事着手し、3年後の1932(昭和7)年に旭橋は完成した。工事着手し

た1929年には世界恐慌、建設中の1931年には満州事変、建設完了の9年後の1941年には第2次世界大戦が始まるという非常に暗い時期に旭橋は建設された。

完成した1932（昭和7）年11月には渡橋式（いわゆる橋の落成式）が行われた（写真-2）。この日の人出は約3万人と報道されており、当時の旭川の人口が約8万人であることから市民にとって非常な関心事であったことがわかる。石狩川を跨ぐ旭橋は軍事的にも基地と旭川駅を繋ぐため重要視されており、当時は橋の正面に「誠」という文字を中心に軍人勅諭5箇条が書かれた青銅の額が設置されていた。しかし、第2次世界大戦敗戦後に額は取り外され、その後は行方不明となっている。また、当時は旭橋の中央に電車の軌道があり、旭川市街軌道という中心部と北側を繋ぐ路面電車が走っていた。設備の老朽化による費用がかさみ24年後の1956（昭和31）年にこの路線は廃止された。



写真-2 渡橋式

3. 旭橋の特徴

旭橋は当時としてはめずらしい様々な技術が取り入れられている。

アーチの両端にはロッキングコラムという柱部材が設置されており、傾いて動く構造になっている（写真-3）。これは温度変化によって生じる鋼橋の伸縮を吸収する仕組みであり、寒暖差の大きい旭川の気候を考慮して設置されているものと推察される。

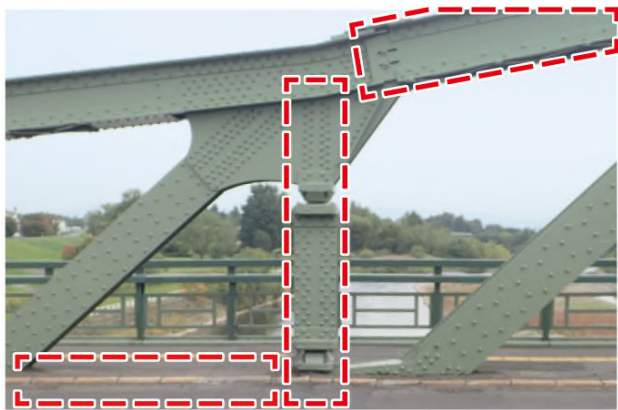


写真-3 ロッキングコラム

床版部は縦横部材を配した格子構造で、格子内底面にバックルプレート（バクルプレート）を4辺固定し、内部にシンダーコンクリートを充填した特殊構造である。シンダーコンクリートは軽量化を目的に、石炭の燃えかすとセメントを練り混ぜたもので、水を浸透させることができる。床版防水はなく、橋面からの浸透水はシンダーコンクリートを通り、バックルプレート中央に設けられた小孔より排水される（写真-4）。シンダーコンクリートは、それ自体の強度は期待できないものの格子状の縦横部材及びバックルプレートにより、床版として機能を保持している。

床版下面にはタイというアーチ部の両端を連結する部材が設置されている。タイは橋に荷重が作用した時にアーチの両端が外側に広がろうとするのを防ぐ部材であり、大きな引張力が作用するため、ユニオン・パウシュタル鋼という高張力鋼をドイツから輸入して使用している。アーチの端には橋門構という両側のアーチを支える部材が設置されている。橋門構の腹板高さは1.6～2.5メートルであり、当時は幅広の鋼板が入手困難であったことから、接合のために北海道で初めて溶接が行われた。

鋼板の接合には48万本以上の鉄の鋸（リベット）が用いられており、当時は全て人力で打ち込んでいたことを考えると気の遠くなる作業であったと思われる。



写真-4 バックルプレート（中央の小孔）

4. 事前調査の結果

令和3年度の詳細調査において舗装劣化部（3箇所）の試掘を行い、コンクリートコアを採取し、圧縮強度の測定を行った。当時のシンダーコンクリートの設計基準強度が14.2N/mm²に対し、1径間目は目視の時点で空隙が非常に多くコンクリートの性状をなしておらず、また圧縮強度2.8N/mm²と非常に低かったが、2径間目と4径間目は各々20.4N/mm²・21.0N/mm²と建設当時から強度が低下していなかった（表-1）。

項目	単位	第1径間 床版上面	第2径間 床版上面	第4径間 床版上面
圧縮強度 f_c	(N/mm ²)	2.8	20.4	21.0
コンクリートの設計基準強度 f_{ck}	(N/mm ²)	14.2	14.2	14.2

表-1 圧縮強度の測定値

試掘の際には、舗装表面は比較的綺麗な状況であったが、アスファルト舗装(基層)はもろく砂利化が進行していた(写真-5)。損傷部から白色滲出物は見られず、床版上面の土砂化は限定的であり、舗装劣化は過去に敷設したアスファルト舗装(基層)の砂利化が要因だと推定された。但し、平成 23 年度の前回点検ではみられなかった広範囲のポットホールや舗装ひび割れが生じていることから、床版の耐荷力低下が急速に進展している可能性は否定できなかった。このことから速やかな補修工事を行う必要があった。



写真-5 アスファルト舗装(基層)の砂利化 (4 径間目)

5. 建設後初めて露出した床版の状況

旭橋が架かる国道 40 号の 24 時間自動車交通量は 19,456 台でありピーク時は 1,000 台/時・車線を越えるため、片側交互通行では渋滞が懸念され施工が困難であった。そのため上下 1 車線ずつ通しながら施工を行う必要があり、車道幅員を 3.5m から 3.2m まで減少し、横断方向に対して 3 分割し、終日規制を行いながら施工した。旭橋は旭川市のシンボルであり、イベントが多く行われる箇所であることから規制に関して関係機関と調整するほか、道路管理情報システムや Twitter にて地域住民への事前周知を行った(図-1)。

国土交通省 北海道開発局 旭川開発建設部
@mit_hkd_as

【#国道40号 旭橋の車線規制について】
#国道40号 旭橋補修工事に伴う車線規制が8月18日より切り替わる予定です。
※天候により車線切替を延期する可能性もございます。特殊車両は通れません。自転車は押して歩道を通行するなど、ご協力をお願いします。
#北海道地区道路情報
#国道40号
#旭橋

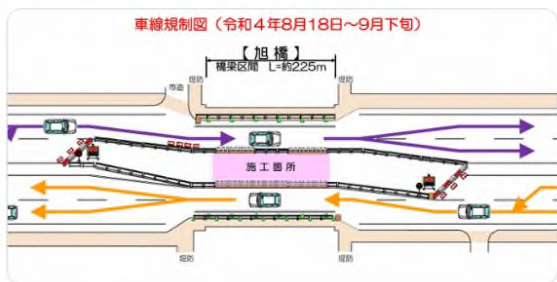


図-1 Twitter での規制情報

規制後、アスファルト舗装を切削し床版面を出した。これまで大きな修繕工事を行っていなかったため、建設当時から90年ぶりに床版面を露出することになる。床版面をみると縁石手前や横目地部はコンクリートの損傷が著しいが、土砂化している範囲は大規模なものではなく、健全部が多く存在していた(写真-6)。約5m毎の横桁部では木板にて床版コンクリートが仕切られており、木板の周辺はコンクリートの劣化が著しかった(写真-7)。また、縁石手前の車道部についても床版の脆弱部が多かった。これらの状況から、集水しやすい木板部や縁石手前の車道部において、橋面水の浸透により凍結融解が発生し、脆弱化が進行したものと推察される。



写真-6 床版面の状況



写真-7 横桁部 (木板部)

終点側ロッキングコラム部とP3箇所は横断方向のひび割れが最も多く存在し、何層にも重ねてオーバーレイをした箇所である。これらの箇所は床版面にもアスファルトが存在しており、人力はつりにてアスファルトを除去するとスライド型伸縮装置が各々発見された(写真-8)。こちらの伸縮部は調査段階において現況約5cm程度の動きがあることが確認されている。



写真-8 スライド型の伸縮装置

床版面には2つの平行した縦断線が残っており、当時の写真から路面電車の痕跡ではないかと推察された。路面電車跡であろう縦断線の上面にはアスファルトが被せられていたが、過去に敷設したものであるため一部が砂利化しており、このままアスファルト舗装を存置すると舗装表面に損傷が及ぶと考え、全て除去することにした。その結果、当時走行していたであろう路面電車の枕木が発見された(写真-9)。枕木は木製ではなく鋼製のものが床版に固定されており、路面電車が廃線した後に軌道部のみアスファルトで埋めたものと考えられる。



写真-9 路面電車跡（鋼製の枕木）

以上のように想定していなかった様々なものが発見されたことから、当初考えていた施工内容の変更を余儀なくされた。

6. 施工内容の変更

旭橋は北海道遺産（重要文化財建造物）であることから、工法変更においても現場で安易に行えるものではないと考え、急遽有識者に現地の床版面を見てもらい、施工内容についてご助言を頂いた。

まず床版補修材の選定から始まった。90年前のコンクリートとして考えれば土砂化している範囲は大規模なものではなかったが、当初計画において床版の土砂化は限定的と考えていたため、補修範囲が大幅に増大した。さらに、当初設計においては現況のシンダーコンクリートに市場性がなかったことから、同程度の単位体積質量である軽量コンクリートを選定していたが、軽量コンクリートについても市場規模が小さかったため、補修範囲の増大により、工程管理が難化する恐れがあった。

補修材について再考した結果、軽量コンクリートではなく、既設コンクリートと同程度の強度である普通コンクリート(C-10)を採用することとした。なお、普通コンクリートは軽量コンクリートに比べ単位体積重量は増えるが、過去の動的実験の結果から使用しても問題ないと判断されている。

次に、アスファルト舗装と床版の付着確保や橋面水が浸透しないよう床版防水を実施する予定であったが、床版面は平滑ではなく大部分で凹凸があり、このまま床版

防水を実施すると橋面に水が溜まり、舗装の損傷が拡大することが危惧された。凹凸は設計段階でも予想はされていたが、縦断方向に流され排水されるだろうと考えていた。しかし、現地状況では縦断方向に排水勾配がない箇所が多数あった。旭橋の橋面水は、シンダーコンクリートに浸透し、バックルプレート小孔より排水される。驚いたことに降雨直後においても橋面水は即時に排出され、1日も経たずに床版面はほぼ乾いた状況になる。この排水性の良さが旭橋の長寿命化の一因であろうと推察された。橋面上の滞水の恐れと旭橋の排水性の良さを考慮し、床版防水は取りやめた。ただ、舗装との付着確保のため床版面にタックコートは塗布することにした。

終点側ロッキングカラム部とP3のスライド型伸縮装置については移動量が5cm程度あるため、単純に通常のアスファルト舗装で復旧した場合、従来と同様に横断方向にひび割れが発生する恐れがあった。そのため、試験的な施工となるが、適切な遊間(75mm)を設け、前後をコンクリート打設、舗装は高弾性の特殊合材(500mm幅)で敷設することにした(図-2)。

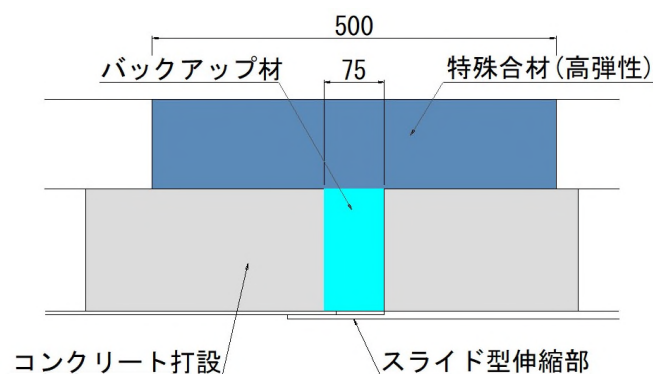


図-2 特殊合材

横桁の木板部と縁石手前の車道部が集水しやすくなっており劣化状況が著しいため、何らかの対処が必要であった。

横桁の木板部に関しては、前後の床版面が脆弱になっている箇所はコンクリートと木板を取り除き、瀝青繊維質目地版を設置しコンクリート打設を行った。前後の床版面が健全である箇所は、木板を中心にV字型に切断し木板を出来るだけ取り除き、シール材を設置した。横桁部は、補修後にクラック抑制シートを設置した(図-3)。

縁石手前の車道部は表層にアスファルト系目地材(高弾性)を設置し表面水が床版に流入しないよう対処した。また、既設の集水桝は縁石から離れていたため、車道端部の水を導水できるように、受け桝が縁石前面に接する特注品で対応した。旭橋は排水桝が多く(縦断方向に約5m毎)あるため、既存排水桝に切欠きを設置し歩道部から床版面に流入する水の排出を促すなど、橋梁の排水性を良くする工夫を行った(図-4)。

路面電車の枕木(鋼製)は全て撤去すると健全なコンクリートまで除去しなければならず、橋の構造にも影響を及ぼす恐れがあったため、枕木(鋼製)は存置しても本体に影響がないと判断し、撤去せずに補修材にて埋めることにした。

以上の内容で補修工事の施工を進めた。

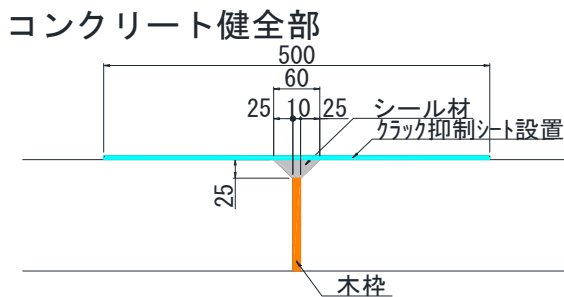
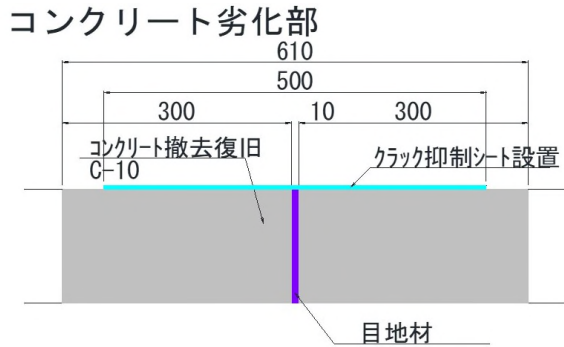


図-3 横桁部(木板部)の補修

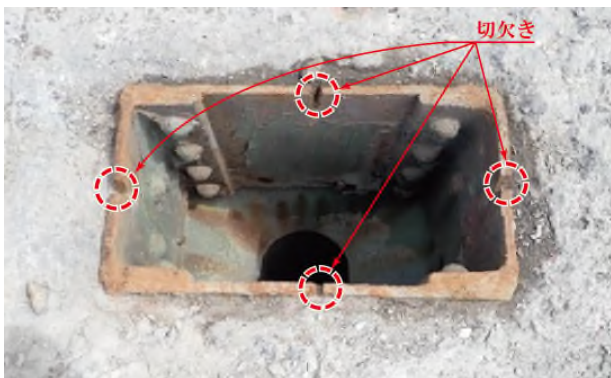
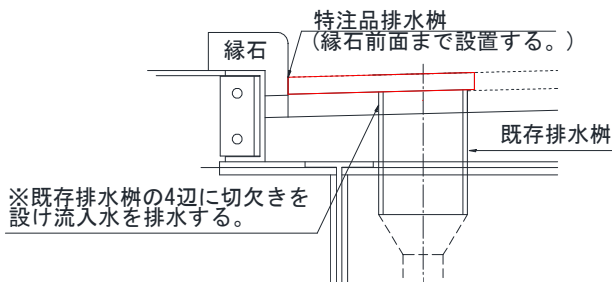


図-4 排水処理の工夫

7. 現場施工

現場において、アスファルト舗装の路面切削後に路面電車跡上に残ったアスファルトは機械で取り除くことが不可能だったため、人力にて細かく取り除いた(写真-10)。また、路面電車跡に枕木が発見された後は、掃除機にて残骸を残さないように度々掃除を行った。



写真-10 アスファルト除去状況(路面電車跡)

床版面が露出した後に打音調査を実施し、脆弱部の範囲にマーキングをして除去範囲を決め、脆弱部を除去した。脆弱部は強度が弱く剥がれやすいため、ピックにて底部のバックルプレートに傷つけないよう掃除しながら数回に分けて除去するという繊細な作業が続いた。除去範囲が広い箇所はバックルプレートの上面が露出した(写真-11)。90年前に施工した後に初めて掘り出されたバックルプレートに感慨深いものがあった。



写真-11 バックルプレート上面

横桁の木板部は木板を取り除き、橋面水が集中して浸透しないようシーリング材を設置し、ひび割れ防止のためのクラック防止シートを設置した(写真-12)。

脆弱部の除去後は、不透水性の普通コンクリートが旭橋の排水性の良さを阻害しないよう勾配確保に気をつけながらコンクリート打設を行った(写真-13)。このように慎重かつ丁寧でスムーズな仕事を行うことで完成度の高い補修工事を実施できた(写真-14)。



写真-12 横桁部のシーリング材設置状況



写真-13 コンクリート打設後の床版面



写真-14 舗装新設後の路面（基層）

8. 現場見学会

90年前のコンクリートや路面電車の痕跡を見られるのは極めて貴重なことで、一般市民向けに見学会を計画した。ホームページにて募集したところ、翌日には定員40名を超える応募があり、市民にとって非常に魅力のある体験であることがわかった。見学会の当日は旭橋の歴史や工事の内容を説明した後に、実際に補修している床版面を見学した。路面電車跡に触れ、90年前のコンクリートを歩くことで、多くの参加者から感嘆の声が上がり、感激している様子が窺えた。参加者から路面電車のことだけでなく旭橋の歴史や構造、今回の工事の内容まで多くの質問を頂き、旭橋への関心が非常に高いことが分かった。見学会は数社の報道機関からの取材があり、その

様子は地域住民の方々へ広く報道された(写真-15)。

高等教育機関からも数件、見学会の申し込みがあり、一般向けの見学会と同様に歴史や工事内容を説明した後に規制帯内の工事現場を見学した。学生は熱心に説明を聞き、数人から工事内容について積極的な質問が出た。

その他、旭橋の関係者や学術関係者、職場関係、地元の小学生等に各々見学していただいた。数多くの申し込みがあったことで、建設以来初めて行われた旭橋の大規模補修工事の注目度が高いことがわかった。



写真-15 一般見学会での記念撮影

9. 終わりに

本論文では、旭橋における損傷内容や補修方法および現地見学会の状況について報告した。

補修は当初より広範囲となり、工事費増と工期延伸が生じたが、有識者にご助言を頂き、早めに施工方針を固められたことで、無事に年内に竣工することができた。工事前は部分的な舗装補修をしても即時に横断ひび割れが発生したが、竣工して以降、横断ひび割れの発生はなく綺麗な舗装面を保持している。

今回、数多くの見学会を行い歴史や工事内容を説明することで、旭橋の歴史だけでなく工事の工夫や国道の維持管理に関しても興味を示していただいた。

長年の課題であった旭橋の橋面上のひび割れ等の舗装の悪さを解決し、その工事内容を発信することで多数の市民に維持・管理の重要性を理解をしていただき、有意義な工事を実施できたと考えている。

旭橋は北海道遺産にも認定され、地域のシンボルとなっており、市民の誇りとする「歴史を見つめてきた名橋」である。管理者として、この素晴らしい橋を現役のまま存続し、次世代に引き継がれるよう維持管理に努めていきたいと考えている。

謝辞：室蘭工業大学や寒地土木研究所の有識者の方々にご助言を頂き工事を完成することができた。この場を借りて厚くお礼申し上げたい。

参考文献

1)氷点の街のシンボル「旭橋」：三浦 宏