

札幌自動車道 大野橋（上り線）床版取替え工事

— 北海道の大規模更新で最初の床版取替え工事 —

三浦 照史*1・伊藤 拓*2・加藤 友靖*3・石井 めぐみ*4

高速道路リニューアルプロジェクトのうち、北海道における大規模更新で最初の床版取替え工事となる大野橋床版取替え工事（上り線）の工事報告である。大野橋（上り線）は、1972年札幌オリンピックの開催に合せ、1971年に竣工した橋長162.55mの鋼4径間連続非合成版桁橋である。建設から40年以上経過した床版は、下面のひび割れやエフロッセンスの析出、上面の土砂化など老朽化が激しく床版取替えは急務であった。床版取替えは既存のRC床版を撤去し、プレキャストPC床版への更新を行った。プレキャストPC床版の継手形式は、一般的なループ継手における下側張出し部を取り除いた、あごなしループ継手を採用し床版厚を低減した。さらに、壁高欄地覆部を工場にて床版部と一体打設し打継目を無くすことで、地覆部と床版の完全一体化を図り雨水の浸入を遮断した。また、壁高欄にはループ継手により床版との剛接合を実現したプレキャスト壁高欄を採用し、施工期間の短縮を図った。

キーワード：あごなしループ継手、地覆部と床版の完全一体化、プレキャスト壁高欄

1. はじめに

札幌自動車道の朝里IC～銭函IC間にかかる大野橋（上り線）は、1972年札幌オリンピックの開催に合せ、1971年に竣工した橋長162.55mの鋼4径間連続非合成版桁橋で床版部分はRC構造である。建設から40年以上経過した床版は、下面全域にかけ亀甲状のひび割れが発生し、エフロッセンスがつつら状にまで進展するほど析出しており、床版コンクリートの打継目からはエフロッセンスの析出や漏水跡・スケーリングが確認された。上面は路面が陥没しており、舗装を除去すると床版上面が土砂化していた。これらの事象より床版取替えは急務であり、今回の施工に至っている。

北海道では、広域に渡り高速道路が通っており本橋のような状況となっている橋梁も少なくない。こうした状況の中、北海道の大規模更新におけるスタート工事として本工事を施工した。ここでは、今回採用したプレキャストPC床版（以下、PCaPC床版）の特徴と、上り線の施工状況を報告する。

2. 工事概要・橋梁諸元

2.1 工事概要

工事名称：札幌自動車道大野橋床版取替え工事
 路線名：札幌自動車道
 道路区分：第1種第3級B規格
 発注者：東日本高速道路(株)
 北海道支社 札幌管理事務所
 施工者：ドーピー建設工業(株)
 工事箇所：自) 北海道小樽市新光 (KPW 35.3)

至) 札幌市白石区米里 (KPW 0.0)
 施工工期：自) 平成28年8月20日
 至) 平成31年2月5日

2.2 橋梁諸元

構造形式：鋼4径間連続非合成版桁橋（3主桁）
 橋長：162.550m
 支間長：40.400m + 40.400m + 40.400m + 40.400m
 設計荷重：TL-20（建設時）、B活荷重（更新時）
 総幅員：10.480m
 有効幅員：9.485m
 平面線形：R=450.0m, A=300.0m
 縦断勾配： $i = 1.89\%$
 横断勾配： $i = 6.00\% \sim 3.14\%$
 標準断面図を図-1、全体平面図を図-2に示す。

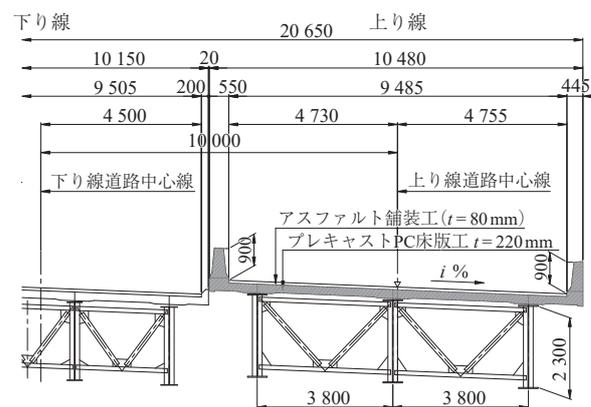


図-1 標準断面図

*1 Terufumi MIURA：東日本高速道路(株) 北海道支社 札幌管理事務所

*2 Hiraku ITOH：ドーピー建設工業(株) 技術部北海道グループ

*3 Tomoyasu KATOH：ドーピー建設工業(株) 工事部北海道工事グループ

*4 Megumi ISHII：ドーピー建設工業(株) 技術部北海道グループ

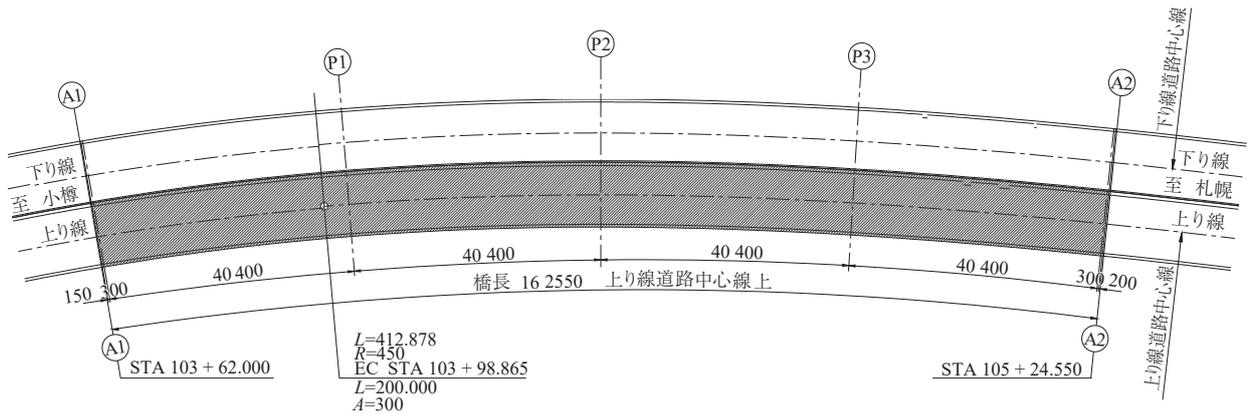


図 - 2 全体平面図

建設当時、左右の防護柵は地覆と鋼製高欄にて建設されたが、建設後に中央分離帯のみ壁高欄（半壁高欄）に付け替えられており、今回の更新では路肩側もフロリダ型の壁高欄に変更となっている。左右で形状の異なる壁高欄を短い規制のなかで施工完了するため、工期短縮と品質向上を図る目的でプレキャスト壁高欄を採用した。

3. PCaPC 床版の特徴

3.1 PCaPC 床版同士の継手

床版の継手方法は、発注時には一般的なループ継手が採用されていた。この継手はループ鉄筋の最小曲げ半径にて床版厚が決定され、本橋の場合既存の床版厚よりも増厚してしまう。設計荷重も建設時の TL-20 に対して更新後は B 活荷重に変更になり、さらに、断面左右の壁高欄構造がフロリダ型に変更になることから、更新後の鋼桁への載荷荷重は大きくなる。そこで、自重の増加を極力軽減する目的であごなしループ継手を採用した。これにより、既存床版と同じ床版厚（220 mm）となり、床版増厚に伴う荷重の増加を無くすことができた。通常ループ継手とあごなしループ継手を図 - 3 に示す。

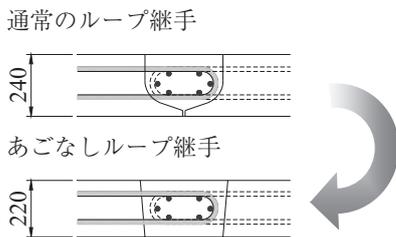


図 - 3 通常のループ継手とあごなしループ継手

3.2 壁高欄地覆部

床版の天端位置に壁高欄地覆部の打継目を設けると雨水の浸入が懸念される。この対策として、地覆部分を 40 mm 程度立ち上げて床版製作している例がある。本橋ではさらに、舗装基層と表層の間に施工する橋面防水層からの水が打継目に悪影響を及ぼす恐れも想定し、床版天端から 150 mm 地覆部を立上げた。150 mm の地覆立上げ部を床版部と同時に打設することで打継を無くし、地覆部と床版

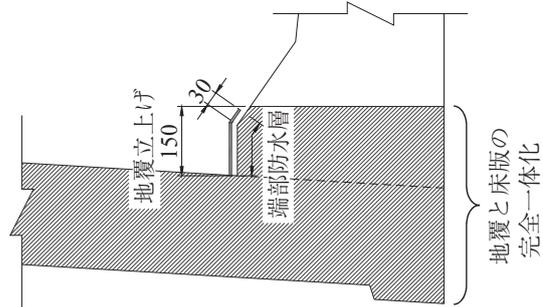


図 - 4 端部防水層と地覆立上げ高さ

を完全一体化して、防水層からの雨水の浸入を遮断した。端部防水層の高さと一体化の範囲を図 - 4 に示す。

3.3 PC 鋼材端部あとと埋め

本 PCaPC 床版は、水切り部も床版と一体打設している。そのため、PC 鋼材端部は水切り部に切り欠きを設けており、プレストレス導入後のあと埋めが必要であった。積雪寒冷地に架設される部材の PC 鋼材あとと埋め材料には、充填性と耐凍害性に優れている材料の選定が重要となる。今回は、断面充填性に優れたチクソトロピー性を有する空隙充填用グラウト材を選定し、凍結融解試験を実施してその抵抗性を確認した。試験の結果、300 サイクル後の耐久性指数は 90 % 以上確保されており、十分な凍結融解抵抗性

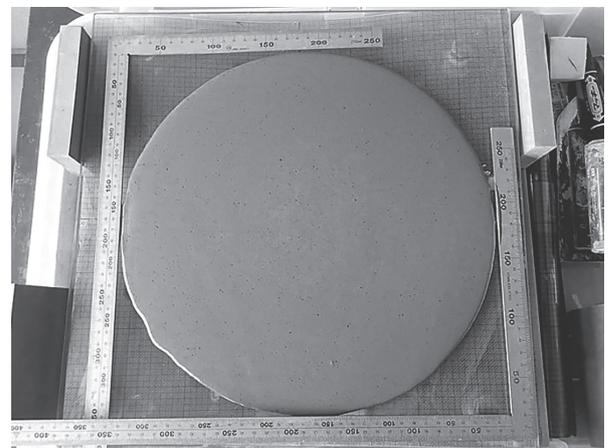


写真 - 1 空隙充填用グラウト材のフロー性状

を有していると判断し、PC 鋼材端部のあと埋め材として使用した。あと埋め部については、PCaPC 床版製作後に全数打音検査を実施して充填状況を確認し、その上にコンクリート表面被覆を施した。空隙充填用グラウト材のフロー性を写真 - 1 に、充填状況を写真 - 2 に示す。



写真 - 2 空隙充填用グラウト材充填状況

3.4 打継部位の鉄筋

床版軸方向の継手や壁高欄との継手部には、現場施工となる打継部位が生じる。確実な施工を実施しても打継部からの劣化因子侵入リスクは残るため、耐久性向上の観点から打継部となる部分に配置される鉄筋は、すべてエポキシ樹脂塗装鉄筋としリスク低減を図った。打継部での鉄筋配置の様子を写真 - 3 に示す。



写真 - 3 打継部での鉄筋配置

4. 床版取替えの施工

床版取替え工の施工フローを図 - 5 に示す。

4.1 既設床版の撤去

既設床版の撤去に際し、床版を橋軸方向に1箇所、橋軸直角方向に71箇所カッターで切断し分割撤去した。繰り返す工種を考慮し、1日あたりの取替え床版架設の空間が確保できる分だけ日々撤去している。既設床版の鋼桁剥離・撤去状況を写真 - 4 に示す。

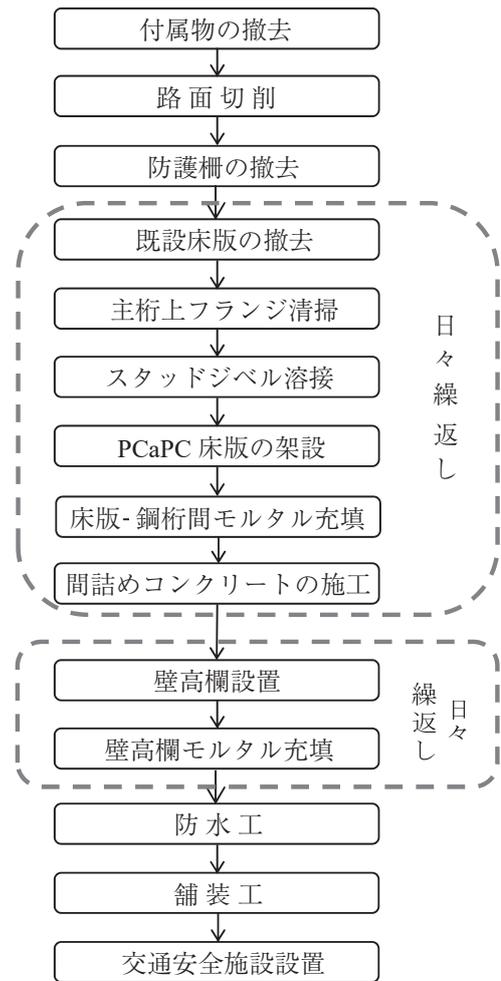


図 - 5 床版取替え工施工フロー

4.2 主桁上フランジの処理

既設床版撤去後、残ったコンクリートやジベル筋を取り除き、ケレンして上フランジ縁を防錆処理した。既設床版は上フランジ側面を囲むように打設されていたため、フランジ側面と下面の縁も入念にケレンしている。防錆処理もフランジの上面だけでなく、側面と下面の縁 50 mm 程度まで実施した。なお、フランジの角は防錆材が薄くなりや



写真 - 4 既設床版撤去状況

○ 工事報告 ○

すいことから、ケレンする際にフランジ角部を2mm程度処理して防錆処理している。主桁上フランジの清掃状況を写真-5に示す。



写真 - 5 主桁上フランジ清掃状況

4.3 スタッジベル溶接

スタッジベルはPCaPC床版の架設前に実施した。床版架設後においてもスタッジベルを溶接することは可能である。しかし本橋では、溶接したスタッジベルの状況を目視で確認し確実に施工するため、スタッジベル位置の墨出し作業など、段取り作業が1工程増えてしまうが、PCaPC床版架設前に実施することとした。スタッジベル溶接完了の状況を写真-6に示す。



写真 - 6 スタッジベル溶接完了状況

4.4 PCaPC床版の架設

架設は200t吊りトラッククレーン1台を使用した。架設方向は、工事区間を下り線で対面通行規制としていることから、工事車両が現場内で方向転換できないことから、A2側からA1側へ向かい架設することとした。また、中央分離帯を介して下り線は供用しており、クレーンの旋回方向は下り線の反対側を原則とするは当然とし、橋梁上面では仮設防護柵より上に吊り荷を上げないように専属の監視員を付けるなどして、細心の注意を払い施工した。なお、1日あたりの架設枚数は、クレーンの能力を考慮し、6枚/日としている。PCaPC床版の架設後、架設した床版

と鋼桁上フランジとの間の無収縮モルタルを日々打設し架設作業終了とした。PCaPC床版の架設状況を写真-7に示す。



写真 - 7 PCaPC床版架設状況

4.5 間詰めコンクリートの施工

PCaPC床版の橋軸方向継手にループ継手を採用していることから、ループ内に鉄筋を通す必要がある。通常ループ鉄筋のある区間を部分的に段落し、鉄筋の挿入口を確保するが、本橋では下り線と反対側に空間が確保できるため、25t吊りトラッククレーンで介添えしながら鉄筋を挿入した。コンクリート打設にも25t吊りトラッククレーンを使用し、ホッパーを用いて打設した。コンクリートの締固めでは、あらかじめ本施工前にコンクリートの締固め試験を実施し、硬化コンクリートの空気量試験より、パイプレーターの挿入間隔や挿入時間を決定した。実施工においても挿入間隔を目安棒にて明示し、挿入時間も計測管理しながら施工を実施した。打設後には初期ひび割れの防止と初期強度発現のため保水性に優れた養生マットを使用し散水養生した。打設後5日間湿潤状態を保つため、養生期間に2回/日湿度測定を実施し、湿度80%以上で管理した。なお、湿度85%を下回った場合は養生面に散水する計画とした。締固め管理の状況を写真-8に示す。

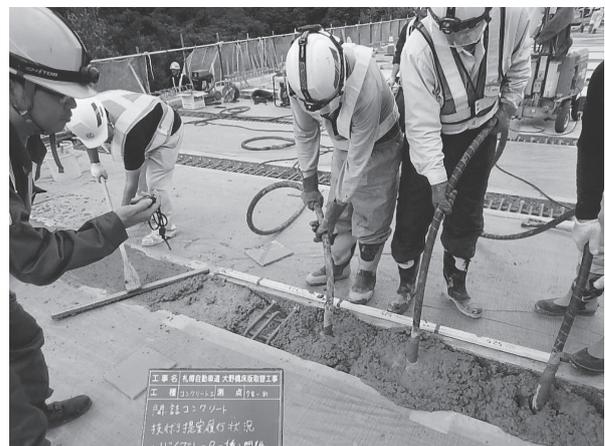


写真 - 8 締固め管理状況

5. 壁高欄の施工

5.1 プレキャスト壁高欄の特徴

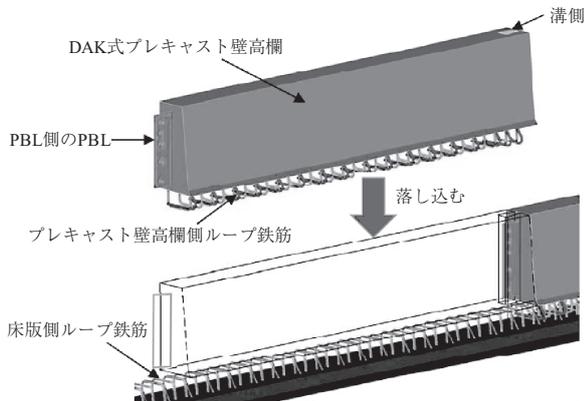


図 - 6 DAK 式壁高欄構造概念図 1)

交通規制を伴う高速道路における床版取替え工事は、工期短縮が命題となる。本橋は9月～10月にかけての施工であったため、悪天候が多い季節となることから、少しでも工期を短縮できる工法を採用することが課題の1つであった。

本橋で採用したプレキャスト壁高欄はDAK式プレキャスト壁高欄（以下、DAK式壁高欄）である。本構造は、床版部との接合にループ継手を採用しており、床版との剛接合を実現している。壁高欄同士は孔あき鋼板ジベル接合（PBL接合）となっており、壁高欄設置の簡略化から、施工の効率化が図られ工期短縮につなげることができる。また、ループ継手部のモルタル充填を確実にすることで、橋面上から雨水の侵入を遮断できる。プレキャスト部材と間詰め部のモルタルには高炉スラグ微粉末が配合されており、モルタルは遮塩性、流動性、耐凍害性、既設コンクリートとの付着性に優れた高耐久間詰めモルタルを使用している。DAK式壁高欄の構造概念を図-6に示す。

5.2 プレキャスト部材の設置

DAK式壁高欄の施工フローを図-7に示す。



図 - 7 DAK 式壁高欄施工フロー

プレキャスト部材の基本製品長を4mとし、25t吊りトラッククレーンを用いて設置を行った。1日あたりの設置数は、橋軸方向の割付長が2mのPCaPC床版の架設工程と左右の壁高欄を同時に進行させることから、左右各4ブロックずつ行った。設置には、フロリダ型の壁高欄勾配に合せた鋼製治具を製作し、水平器と組合せて鉛直度合いと



写真 - 9 DAK 式壁高欄プレキャスト部材設置状況

通りを調整しながら設置した。高さ調整ボルトは、125mm間隔の鉄筋配置が上下交互に配置された狭い空間に配置されるため、床版側にインサートアンカーを設置し、全ネジボルトを用いて調整した。プレキャスト部材設置状況を写真-9に示す。

5.3 間詰めモルタルの充填

間詰めモルタルの充填は、外側側面からのポンプ注入にて行った。確実に充填するため、実施前にステップバイステップ方式により注入試験を行い、未充填箇所を作らない施工を実施した。また、型枠面には気泡除去シートを貼付し、表面気泡を無くして美観を向上させている。なお、1回あたりの間詰めモルタル充填距離は、最大30mであった。モルタル注入状況を写真-10に示す。



写真 - 10 壁高欄間詰めモルタル注入状況

6. 製作上・施工上の工夫

6.1 PCaPC床版製作時のループ鉄筋養生

エポキシ樹脂塗装鉄筋には、付着力の高い高付着型エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用している。PCaPC床版の製作時にセメントペースト分が鉄筋に付着すると容易に清掃できないため、あらかじめ鉄筋カゴの時点でループ継手部に熱収縮チューブをかぶせてコンクリート打設を行うことで、清掃にかかる手間を省き生産性を向上させた。なお、熱収

○ 工事報告 ○

縮チューブは鉄筋にかぶせドライヤーで熱風をあてるとチューブが収縮し、外す時も容易に剥がすことができる。鉄筋カゴを型枠にセットした状況を写真 - 11 に示す。



写真 - 11 鉄筋カゴの型枠セット状況

6.2 PCaPC 床版の 3 次養生

PCaPC 床版の品質向上を目的として、合計 3 回の養生を行った。1 次養生は通常の蒸気養生、2 次養生は工場内にて製品をシートで覆い 1 日徐冷、3 次養生は工場屋外に設置した可動式テント内で製品をシートで覆い、蒸気設備でシート内を 2 日間湿潤状態に保ち養生を行った。3 次養生に使用した可動式テントを写真 - 12 に示す。



写真 - 12 3 次養生に使用した可動式テント

6.3 3 次元ドライブシミュレーターを使用した安全教育

高速道路上での大規模更新工事において、施工時の状況把握は、安全管理の上で非常に重要となる。今回上り線を規制するにあたり、下り線を対面通行にしているが、工事作業中に下り線を走行する一般車両からの目線を知ることが、作業従事者の安全意識を高めることにつながる。工事状況を 3 次元のドライブシミュレーターにより作成し、安全教育において視覚によって分かりやすく説明することで、工事期間中の安全作業に役立てた。安全教育訓練の実施状況を写真 - 13 に示す。



写真 - 13 ドライブシミュレーターを使用した安全教育状況

7. おわりに

本工事は北海道で初めて実施した大規模更新の床版取替え工事であり規制等手探りな面も多々あったが、関係各位の方々には多大なご理解とご協力を賜り、厳しい制約の中規制期間内に上り線の施工を完了することができた。ご協力いただいた方々に感謝の意を表します。上り線完成の状況を写真 - 14 に示す。



写真 - 14 上り線完成

北海道において高速道路の大規模更新は始まったばかりである。大野橋も平成 30 年 5 月より下り線の施工を実施する予定であり、本年度道内では他 3 橋の大規模更新が施工予定である。本稿が今後同種工事の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) DAK 式プレキャスト壁高欄工法研究会：DAK 式プレキャスト壁高欄「設計・施工ガイドライン」, 2017.

【2018 年 3 月 1 日受付】