

一般国道 232 号 築別橋上部工事

— 国内最大級のポストテンション T 桁の施工 —

伊藤 啓史*1・千葉 哲也*2・齋藤 裕*3・高澤 昌憲*4

築別橋上部工事は、道北地域の苫前郡羽幌町に位置し、二級河川築別川と交差する橋梁であり、一般国道 232 号に架かる旧築別橋の架替えにあたり、旧橋の上流側に建設された別線新橋工事である。本工事は、橋長 178.2 m、支間 43.225 m の 4 径間連結ポストテンション T 桁橋であり、日本海沿岸に位置するため、一年を通して風の強い日が多く、たびたび暴風雪に見舞われるとともに、塩害対策区分「S」に属する地域である。本橋の主桁 1 本あたりの重量は、ポストテンション T 桁としては国内最大級の約 190 t にもおよぶことから、抱込み式による架設桁架設工法を採用した。発注時の主桁製作は、現場打ち桁であったが、主桁の製作時期および架設時期が厳寒期となることから、低温、強風および暴風雪などの厳しい環境条件下において、工程遅延、コンクリートの初期凍害、飛来塩分および供用後の凍結防止剤の散布による寒冷地特有の凍害・塩害の複合劣化が懸念された。また冬季における安全な架設桁および主桁の架設の実施や作業員の安全確保対策が重要であった。

以上を踏まえて、工場製作のセグメント桁に変更することにより、現場作業の効率化を図り、工程遅延の回避や主桁の長期耐久性を向上させるとともに、さまざまな安全な架設方法の取組みにより、無事故で工事を終えることができた。本稿では、架設桁架設工法による架設計画から工事完成までの施工の概要を報告する。

キーワード：国内最大級、厳寒期施工、セグメント桁、抱込み式架設、凍害・塩害

1. はじめに

一般国道 232 号は北海道稚内市からはじまり、日本海沿いを南下して留萌市に至る一般国道であり、日本海側地域の生活や経済を支え、留萌管内の緊急輸送路としての役割も担う重要な幹線道路である（図 - 1）。旧築別橋は橋長 180.3 m の単純ポストテンション T 桁 5 連の橋梁であり（写真 - 1）、1960 年に竣工し、日本海沿岸から約 170 m の近距離に位置しており、飛来塩分の影響により主桁の塩害損傷が著しかった。また、車道幅員も 6.0 m と狭く、とくに視認性の悪くなる冬季においては大型車の通行に支障をきたしており、さらに現在の耐震性能の規格を満足させるため、本工事で、別線新橋架替え工事を実施することになった。

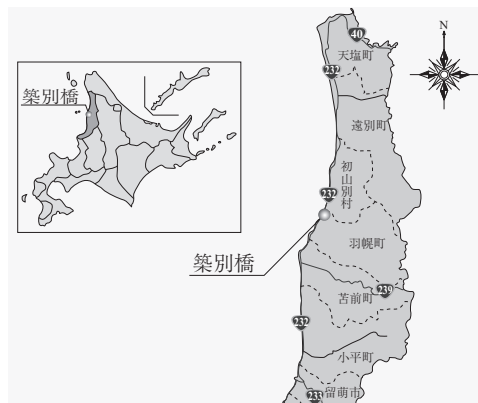


図 - 1 位置図

本橋の架設位置は、冬季はとくに暴風雪となる日が多く、視程障害などにより、たびたび国道が封鎖される北海道内においても有数の気象条件の厳しい場所である。

本工事は平成 27 年 10 月に着工し、平成 28 年 10 月に竣工した工事である。



写真 - 1 旧築別橋全景

2. 橋梁概要

2.1 橋梁工事概要

工事名：一般国道 232 号羽幌町築別橋上部工事
 発注者：国土交通省北海道開発局 留萌開発建設部
 詳細設計：株式会社 開発工営社
 施工者：オリエンタル白石株式会社
 工事場所：北海道苫前郡羽幌町字築別
 工期：平成 27 年 7 月 29 日～平成 28 年 10 月 14 日

*1 Keishi ITO：北海道開発局 留萌開発建設部 羽幌道路事務所
 *2 Tetsuya CHIBA：北海道開発局 留萌開発建設部 羽幌道路事務所
 *3 Yutaka SAITO：オリエンタル白石(株) 東京支店 工事部
 *4 Masanori TAKAZAWA：オリエンタル白石(株) 東京支店 北海道営業所

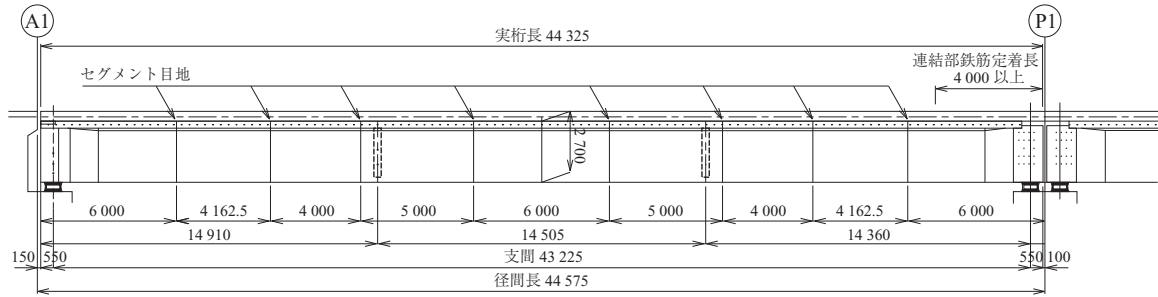


図 - 6 主桁側面図

3. セグメント桁への構造変更

前述の厳寒期における長期耐久性および安全性を確保するため、事前に設計照査を行ったうえで、工場製作のセグメント桁に変更した。これにより、冬季施工における主桁現場製作によるコンクリートの凍害リスクをゼロにするとともに、作業員の安全性を確保することができた。また、セグメント桁は運搬可能な重量と長さにするために9分割とした。連結部の鉄筋を圧縮域で定着させる必要な長さを確保したため、通常のセグメント桁橋と比較して、端部セグメント長が支間中央セグメントと同じ6.0mと長くなった(図-6)。なお、セグメント桁としたために、コンクリートの設計基準強度が40 N/mm²から50 N/mm²に変更となり、強度アップによりセメント量が多くなったため、コンクリート組織の緻密化を図ることができ、副次的にコンクリートの塩分浸透抵抗性が向上した。

4. 架設上の工夫

4.1 架設桁の組立・移動

施工中の全景を写真-2に示す。架設桁およびセグメント桁の組立ては、A2橋台背面にて行い、架設桁の組立ては12月中旬から開始した。当初、ヤード全体を使用して2組の架設桁を組み立て、お互いを剛結させ安定させたのちに、自走台車を使用して2組同時に送り出しを行う計画であった。しかし、隣接工事の他業者の大型車両が、架設ヤード内を通行できるスペースを確保する必要が生じたため、2組同時に送り出しを行うことが困難となった。そのため、図-7に示すように電動送りローラーを使用して1組ごとに架設桁の組立てと送り出しを行う施工方法に変更した。

手順としては、最初に橋脚ベントの運搬・設置を行った。当初、架設桁の横移動で使用する橋脚ベントの運搬は、重量上の制限から、同時に送り出した2組の架設桁上に設置したおのおの手延台車を用いて吊ることにより橋脚上に

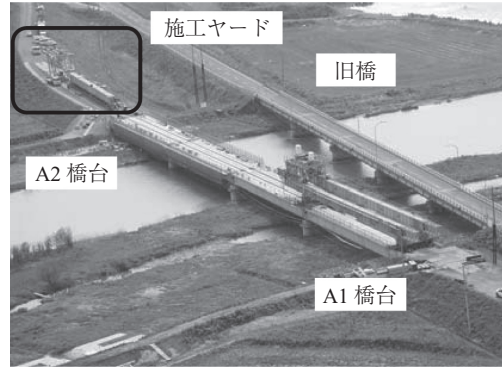


写真 - 2 施工中の全景

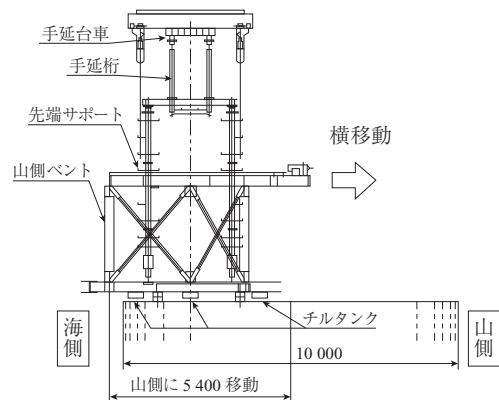


図 - 8 橋脚ベントの横移動装置断面図

運搬する計画であった。しかし、1組ごとの架設桁の組立て・設置となったため、1組目の架設桁を組立てたのちに、2分割した橋脚ベント(山側ベント、海側ベント)をそれぞれ橋脚上に運搬を行った(図-7中の手順①、②)。橋脚に到達後、橋脚上でチルトタンクを使用して、山側ベントを海側から山側に横移動させて所定の位置に設置する方法とした(図-8)。橋脚ベントの寸法は、高さ4mに対して、

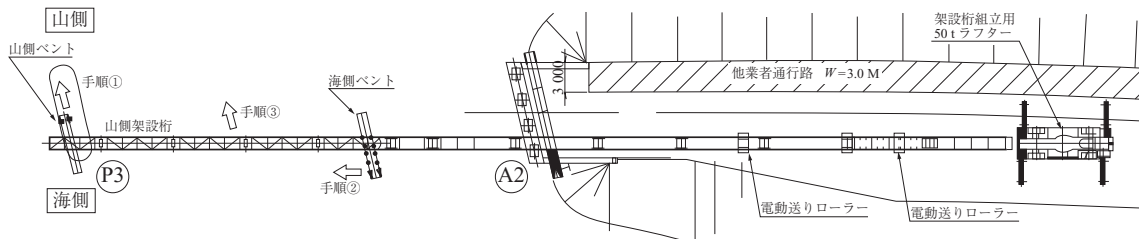


図 - 7 架設桁組立て平面図



写真 - 3 橋脚ペントの組立て完了状況



写真 - 4 電動送りローラー



写真 - 5 自走台車

加えて、橋軸方向にも台付けワイヤーを設置して、橋脚ペントの安定性の確保を図り、細心の注意を払って作業を行うことにより、安全に作業を行うことができた(写真 - 3)。

次に架設桁の組立は、ヤード上の制約のため、山側の架設桁を海側で組み立て、他業者通路と干渉しない位置まで送り出しを行ってから、山側に横移動させることとした(図 - 7 中の手順③)。また、架設桁の送り出し中や次の径間への架設桁の移動中の突風による架設桁の逸走を確実に防止するため、ブレーキ機能が備わった電動送りローラーおよび自走台車をそれぞれ使用した(写真 - 4, 5)。

4.2 セグメント桁の組立て

セグメント桁の重量は最大約 29t であり、セグメント桁の取下しには 120t 級のクレーンが必要となった。しかし、4.1 のとおり、主桁架設中も他業者通路を確保する必要があり、さらにクレーンの存置期間は約 4 ヶ月と長期におよぶことから、セグメント桁の取下しには定置式クレーンを使用した(写真 - 6)。また、セグメント桁の接合時において、桁の重量および大きさが大型であるとともに、つねに強風下での作業が予想されたため、接合時の微調整を精度良く、また安全に行うことが可能な調整台車を使用した(写真 - 6)。これにより主桁の架設時の転倒リスクを大幅に低減することができ、安全に作業を行うことができた。またセグメント桁の接合時期は冬季であり、エポキシ樹脂系接着剤の硬化温度を確保するため、防災シートで覆った簡易式養生上屋を設置し、そのなかでジェットヒーターにより給熱し、所定の温度を確保したうえで接合作業を行った。



写真 - 6 定置式クレーンと調整台車

橋軸方向の支柱間隔が 0.8m と狭いため、安定性を確保して横移動させる必要があった。さらに、橋脚天端は斜方向の排水勾配を有しているなかで、橋脚ペントを橋軸直角方向に移動させる必要があった。そのため、チルトタンクによる横移動の際には、引出し方向と惜しみ方向のワイヤーに

4.3 主桁の架設

主桁の架設順序は外桁 (G1 桁) → 中桁 (G2 桁) → 外桁

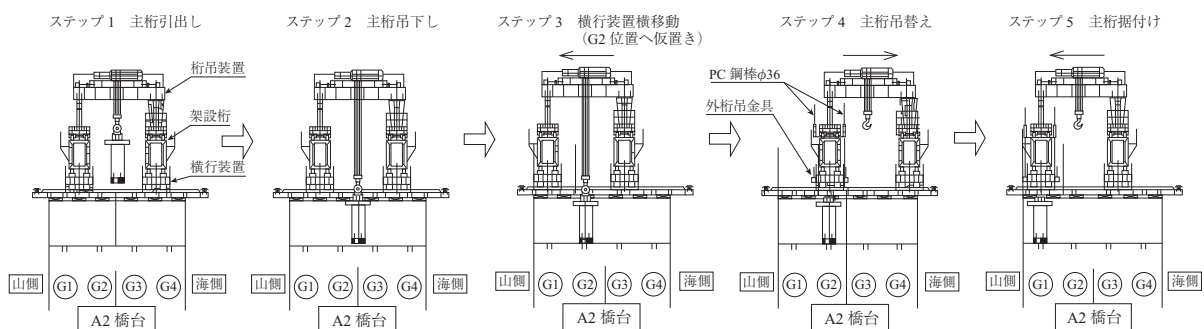


図 - 9 架設手順図

○ 工事報告 ○

(G4 桁)→中桁 (G3 桁)とした。外桁の架設手順を図 - 9 に示す。所定位置まで自走台車にて主桁を引出し、内外桁兼用の桁吊金具を取付け (写真 - 7)、桁吊装置にて主桁を引出した (写真 - 8)。外桁は架設桁上の桁吊装置の横移動のみでは、所定の据付位置に達しないため、架設桁上の桁吊装置を用いて外桁を中桁の沓座上に一旦仮置きした。その後、外桁吊専用の桁吊金具を外桁に取り付けて、PC 鋼棒により吊替えを行い (写真 - 9)、架設桁および外桁を横行装置にて横移動させて、主桁を所定位置へ据付けを行った。一方、中桁は桁吊装置の横移動の範囲内であることから、外桁架設後に図 - 9 中のステップ 3 の時点で仮置きせずに直接据付けを行った。



写真 - 7 桁吊金具取付け



写真 - 8 主桁の引出し状況

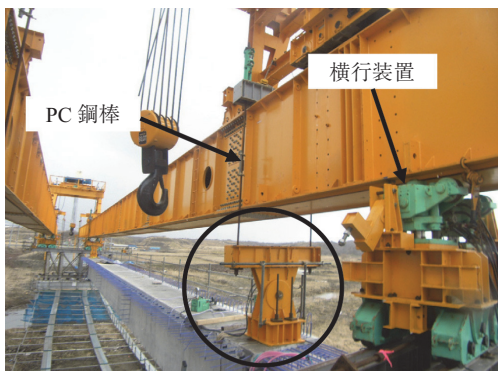


写真 - 9 外桁吊専用の桁吊金具

主桁架設時の注意事項として、桁高が 2.7m と高く、架設中に強風が吹く状況下において、吊っている状態の主桁を安定させるため、主桁据付は沓座面付近まで吊り下した

のちに横移動を行うことを基本とした。最初の 1 本目の主桁の架設前には、空荷の状態の主桁の引出し、吊下しにかかる時間などの事前シミュレーションを行った。また、強風時および地震による主桁の転倒防止対策として、主桁架設完了後速やかに、あらかじめ主桁に埋め込んでおいたインサートを利用して隣接する主桁どうしをアングル材で接続し、さらに、強力サポートによる支持、台付ワイヤーによる大回しのラッシング、ワイヤークリップによる間詰め部差筋の固定を行った (写真 - 10)。二径間目への架設桁の移動完了状況を写真 - 11 に示す。



写真 - 10 架設後の主桁の固定状況



写真 - 11 二径間目への架設桁移動完了状況

5. 品質管理上の工夫

5.1 PC ケーブルの緊張管理精度向上対策

PC 橋における緊張作業とその管理は、実施工では、誤差要因の影響を受けることで、品質のばらつきを生じるリスクが高くなる。長期耐久性を確保するためには、人的要因による測定誤差を排除し、PC ケーブルに必要な緊張力を確実に導入する高精度な管理が重要である。

よって、本橋の PC ケーブルの緊張管理は、電動ポンプにデジタル圧力計、緊張ジャッキにデジタル変位計を用いた「自動緊張管理システム」により人的な読み取り誤差を排除した管理を行った。また、緊張管理図の作成は、読み取ったデータをパソコン上で入力し、自動的に最終緊張力を算出することにより行った (写真 - 12)。

5.2 PC ケーブルの防食対策

(1) 高密度ポリエチレンシースの使用

本橋は、塩害対策区分が「S」区分に属する地域である



写真 - 12 パソコンを用いた緊張管理状況

ことから、鉄筋のかぶりを 70 mm 確保したうえで、鉄筋には、全箇所にてエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した。また PC ケーブルのシースには主ケーブル、横締めケーブルともに、長期耐久性に優れた非鉄製の高密度ポリエチレンシースを使用した。

(2) グラウトの充填

本橋は海岸線に近く飛来塩分が多いことや冬季の凍結防止剤の散布による高濃度塩分により、桁端部の定着具と PC ケーブルの腐食が懸念された。よって、シース内から定着具背面まで全域に渡って確実なグラウト充填を行うため、桁端部には、グラウトを目視で確認できる半透明グラウトキャップ、グラウト材料には、超低粘性タイプのプレミックス材を使用し、真空ポンプ併用により確実なグラウト充填を実施した。また、超低粘性グラウト材は、従来の高粘性グラウト材よりも、水セメント比 W/C を 45% から 38% 程度まで低減し、グラウトの緻密化を図れることから、PC ケーブルの防食性を向上させることができた。

(3) 一時防錆 PC ケーブルの使用

主桁の架設は、そのほとんどが冬季施工となったため、この期間内では、主ケーブルのグラウト注入を行うことが工程上および寒中養生設備上困難であった。そのため、グラウト注入は主桁の架設完了後、寒中養生が不要となる春先になってから実施することとし、冬季期間中の主ケーブルの腐食を防止するため、主ケーブルの工場出荷時に一時防錆処理を施した PC ケーブルを使用した。

5.3 横組コンクリート施工

横組コンクリート施工は、主桁架設後、各主桁間の間詰め部のコンクリート施工を 1 径間ごとに行い、2 径間分の間詰め部コンクリート完了後、中間支点部の連結部コンクリートを打設し、これを順次繰り返した。

横組コンクリートの設計上必要な設計基準強度は、30 N/mm^2 であり、緊張必要強度の早期確保のため、一般的には早強セメントを使用する。しかし、本橋の生コンクリート供給工場では、工場の設備上、早強セメントを供給することが不可能であった。このため、緊張必要強度を早期に確保するため、設計基準強度を 33 N/mm^2 と高く設定し、さらに混和剤には高性能 AE 減水剤を使用した。

また強風地域のため、施工中の型枠や鉄筋への飛来塩分の付着を確実に防止し、コンクリート中への初期塩分の浸

入を防止するため、横組作業部位の周囲を防災シートや合板を用いた二重防護構造とした。

6. おわりに

本橋では、冬季においては、暴風雪の影響により、1、2 月では月の半分近くが作業一時中止に追い込まれる状況であった。暴風雪時における現場状況を写真 - 13 に示す。

このような過酷な状況で作業を進めていくなか、築別橋上部工事は平成 28 年 10 月に無事竣工を迎えることができ、11 月 8 日には、新線ルートに完全に切り替えられた(写真 - 14)。

日本でもっとも夕陽がきれいといわれる日本海オロロンラインの一部として、地元の方々にとっては待望の開通であり、また、大型車両も含めた通行車両が、とくに冬季において、安全快適に通行することができるようになった。

最後になりましたが、設計および施工にご指導・ご協力をいただいた方々をはじめ、工事に携わった関係者の皆様に深く御礼を申し上げます。



写真 - 13 暴風雪時の現場状況

写真 - 14 築別橋完成
(ドローンパイロット 請川博一氏撮影)

参考文献

- 1) 齋藤 裕, 千葉哲也, 望月了介, 高澤昌憲: 国内最大級のポストテンション T 桁の架設 ~一般国道 232 号 築別橋~, プレストレストコンクリート工学会 第 25 回シンポジウム論文集, 2016.10
- 2) 千葉哲也, 伊藤啓史, 山田信行: -大重量ポストテンション T 桁の施工について-, 平成 28 年度北海道開発技術研究発表会, 2017.2

【2017 年 2 月 23 日受付】