

国道38号 小林橋上部工事

— プレキャスト化による厳寒期の災害復旧工事 —

若林 将裕*1・齋藤 裕*2・高澤 昌憲*3・高畑 智考*4

平成28年8月、観測史上初めて1週間に3つの台風（第7号、第11号、第9号）が北海道に上陸し、さらにその後の台風第10号の接近により、北海道全域で記録的な大雨になり、人的被害や多数の住宅被害および道路、鉄道の被災や橋梁流出により交通網が分断されることとなった。小林橋は北海道でも有数の農業王国である十勝地方の中心都市帯広市から西に約30kmに位置する国道38号の小林川に架かる橋梁であり、旧小林橋はこれらの台風の影響を受けて、下部工の一部が洗掘により倒壊し、橋桁が落下した。そのため、緊急に下流側に迂回させた仮橋によって国道の交通を確保していたが、穀物、飼料などを運搬する大型車による交通量も多く、早期の完全復旧が地元から強く望まれていた。

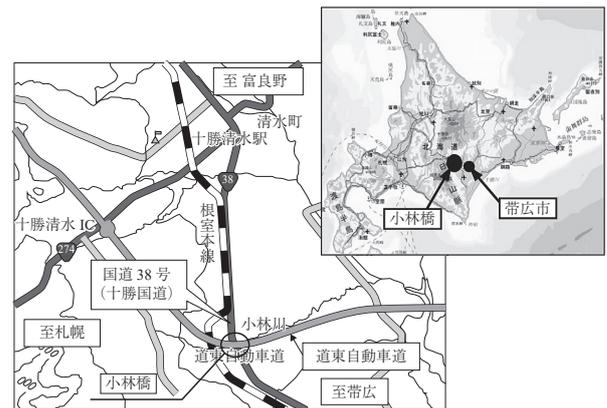
本工事はこれを受けての橋梁架替え工事であり、工期短縮による早期の完全復旧を図る目的で、上下部工同時に施工を進めることとなり、現場作業の工程短縮と長期耐久性の向上のため、プレキャストセグメント桁が採用された。その結果、災害復旧工事においてもプレキャストセグメント桁の採用により急速施工を実現し、その有効性を改めて確認することができた。

本稿では、プレキャスト化や最低気温が -20°C 以下となる厳寒地域で行った急速施工について、主に報告を行うものである。

キーワード：災害復旧、プレキャストセグメント桁、厳寒期施工、急速施工、凍害・塩害

1. はじめに

国道38号は北海道の滝川市から帯広市を經由し、釧路市を結ぶ延長約297kmの幹線道路で道央圏と道東圏を結ぶ重要な路線である。小林橋は国道38号の清水町と帯広市を結ぶ通称十勝国道と道東自動車道が交差する北側の小林川に架かる橋梁であり（図-1）、旧橋は橋長36.0mの3連からなるPC単純プレテンション中空床版橋である。新設される本橋は、災害後の新しい河川計画断面に合わせる必要があり、また災害復旧工事のために早急に完成する必要があることから、橋長を伸長して橋長74.6mのプレキャストセグメント工法による2径間連結ポストテンションPC中空床版橋が採用された。本工事は平成29年10月に現場着工し、平成30年3月に竣工した。



地図出典：国土地理院ホームページ (<https://maps.gsi.go.jp>)

図-1 位置図

2. 橋梁概要

2.1 橋梁工事概要

工事名：一般国道38号 清水町 小林橋上部工事
 発注者：国土交通省北海道開発局 帯広開発建設部
 上部工施工者：オリエンタル白石株式会社
 下部工施工者：萩原建設工業株式会社
 詳細設計：株式会社 長大
 工事場所：北海道上川郡清水町 共栄
 工期：平成29年7月27日～平成30年3月26日

2.2 構造概要

本橋の橋梁諸元を以下に示す。また、橋梁全体一般図を図-2に、主桁断面図を図-3に示す。

構造形式：2径間連結ポストテンションPC中空床版橋
 橋長：74.6m
 支間長：2@36.0m
 有効幅員：8.0m（車道部）+2.0m（歩道部）
 桁高：1.45m
 縦断勾配：+1.350%
 平面線形： $R = 750\text{m}$
 斜角： $\theta = 87^{\circ}09'02''$ (A1), $\theta = 90^{\circ}00'00''$ (P1),
 $\theta = 92^{\circ}50'58''$ (A2)
 設計荷重：B活荷重
 架設工法：クレーン併用上路式架設桁架設工法
 定着工法：フレシネー工法

*1 Masahiro WAKABAYASHI：北海道開発局 帯広開発建設部 帯広道路事務所 第2工務係長

*2 Yutaka SAITO：オリエンタル白石(株) 東京支店 工事部 工事課長

*3 Masanori TAKAZAWA：オリエンタル白石(株) 東京支店 北海道営業所 営業所長

*4 Tomochika TAKAHATA：(株)長大 札幌構造技術部 担当部長

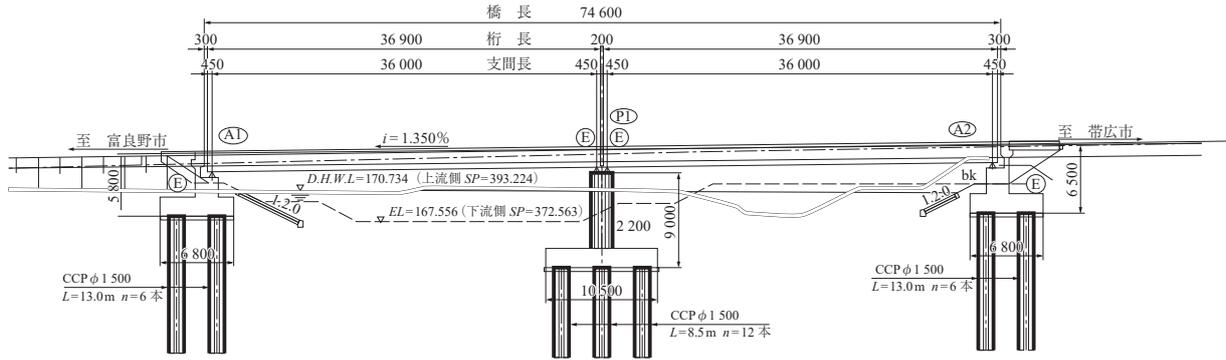


図 - 2 全体一般図

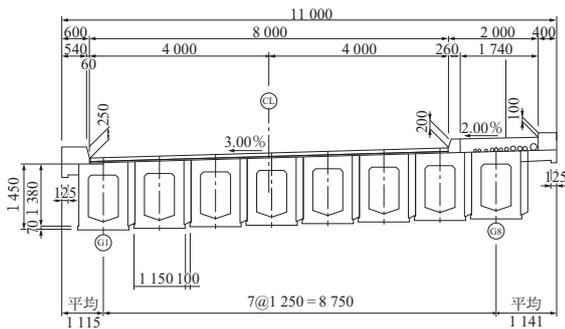


図 - 3 主桁断面図

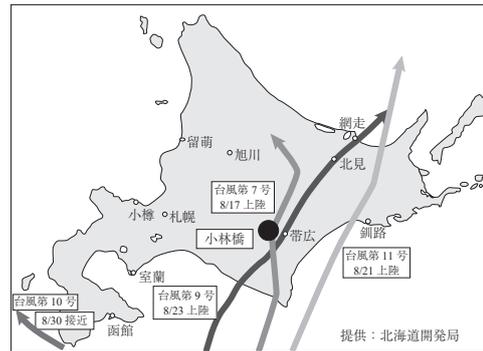


図 - 4 台風経路図

3. 台風災害の発生状況と被害状況

平成 28 年 8 月 17 日から 23 日の 1 週間に、観測史上初めて、3 つの台風（第 7 号、第 11 号、第 9 号）が連続して北海道に上陸し、さらにその 1 週間後、台風第 10 号の太平洋側からの接近により、全道各地で記録的な大雨になった（図 - 4、5）。これにより、石狩川水系空知川、十勝川水系札内川など 9 河川で堤防が決壊し、79 河川で氾濫が発生、人的被害や多数の住宅被害など、甚大な被害が発生した。また、多数の道路、鉄道の被災や橋梁流出などにより交通網が途絶するとともに、広範囲に及ぶ農地被害や食品加工場の被災により日本の食料供給に影響を与えるなど、日本および北海道の歴史の中でも大規模かつ広域的な被害が発生した^{1, 2)}。

十勝地方では、台風第 10 号がもっとも接近した 8 月 30 日夜から 31 日未明には雨や風がピークになり、29 日から 31 日にかけての総降水量は、小林橋が位置する清水町でも 200 mm を超え、小林橋から約 40 km に位置する空知郡南富良野町の申内観測所にて 500 mm を超える大雨となった（図 - 6）。この台風第 10 号により増水した影響によって、国道 38 号では、小林橋と周辺に位置する清見橋の 2 橋が落橋した。

小林橋の架橋地点は、滲筋の変化より左岸側が大きく削られ、基礎工の洗掘や流水圧による変状が確認され、現況位置に橋梁を復旧することが困難であるため、橋梁の架替えを行うこととした。その第一段階の応急復旧工事として、迂回路の建設が被災直後から開始され、10 月 14 日には、迂回路の仮橋へ国道を切り替えて、通行止めが解除された。被災時の旧橋の様子を写真 - 1、2 に示す。

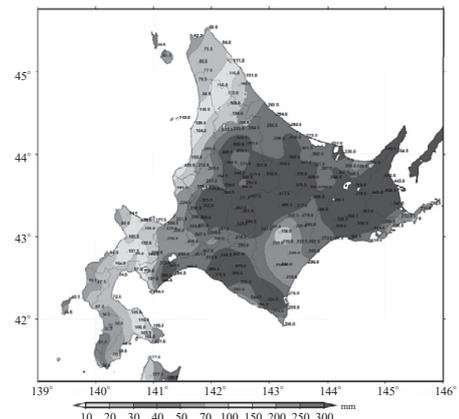


図 - 5 アメダス降水量分布
(平成 28 年 8 月 15 日～24 日)¹⁾

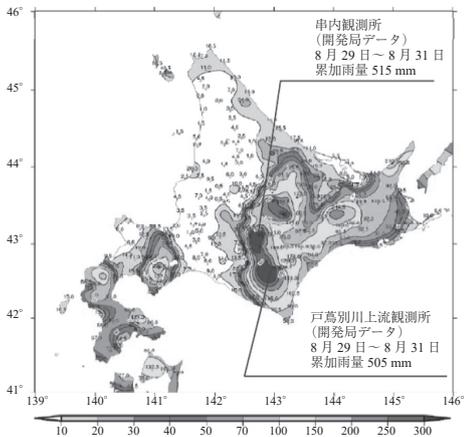


図 - 6 アメダス降水量分布
(平成 28 年 8 月 29 日～31 日)¹⁾

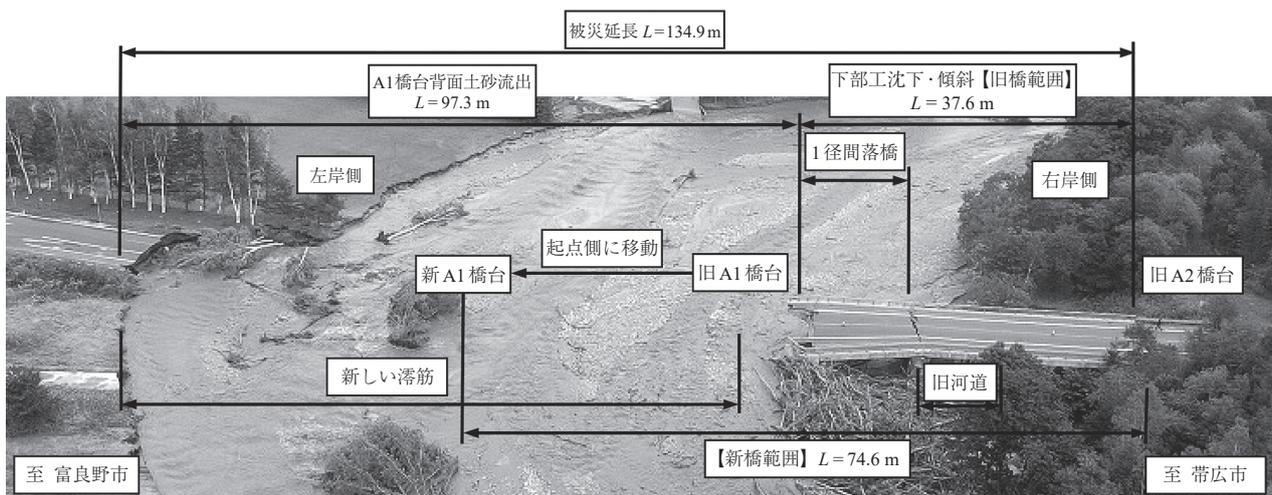


写真 - 1 旧橋の被災状況その 1

4. 橋梁計画

新橋の計画をするにあたり、橋梁形式や工法選定などにおいては「工期短縮」に主眼を置いた設計とした。A1橋台の背面土砂が流出したため（写真 - 1）、今後同様の被災を確実に防止することを目的に、新しい河川計画断面に合せて橋長の検討を行った。その結果、橋台位置を起点側に移動し旧橋よりも橋長を伸ばした。径間数については、検討の結果、可能な範囲で径間長を伸ばすこととし新橋は2径間とした。工期短縮を図り上下部工を同時に進めるため、現場作業の工程短縮や効率化を図ることを目的に、桁製作はプレキャストセグメント工法を前提に計画を進め、下部工施工期間中にセグメント桁を製作することとした。

セグメント方式の橋梁形式は以下の3案で比較を行った。

- 1) 2径間連結ポストテンション PC 中空床版橋
- 2) 2径間連結ポストテンション PCT 桁橋
- 3) 2径間連結ポストテンション PC 箱桁橋

検討の結果、2径間連結ポストテンション PC 中空床版橋を採用した。中空床版形式を採用した理由は、①ポストテンT桁よりも桁本数は多くなるものの、架設時の安定性に優れ、さらに型枠・鉄筋・PC組立ての現場作業をもっとも低減できること、②桁高をできるだけ抑えて、道路縦断線形の変更を不要とすることができるとともに、道路盛土改良費を削減可能であることによる。

5. 架設上の工夫

新橋の早期開通を目標として、仮栈橋、下部工の建設を下部工業者が施工を開始した。平成29年12月に下部工の施工完了後、直ちに上部工に引き渡された。本工事では主桁の架設を速やかに行う必要があり、効率的な架設を行うため以下の取組みを行った。

5.1 架設方法の変更

写真 - 3 に架設全景を示す。当初発注時、架設桁の組立ては図 - 7 に示すように、主桁架設を効率良く実施するため、橋台と仮栈橋の間にあらかじめセグメント組立て



写真 - 2 旧橋の被災状況その 2

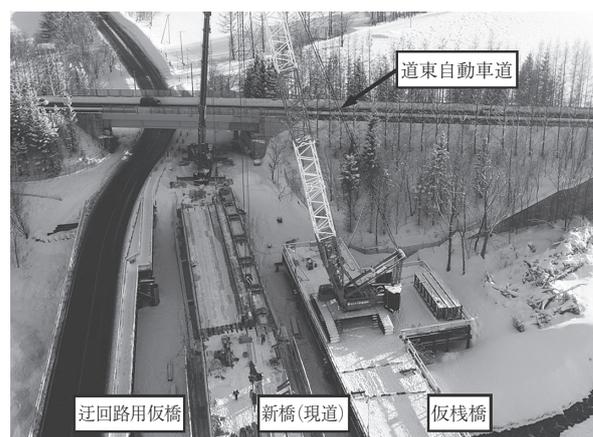


写真 - 3 架設全景

用構台を設置してから2径間分の架設桁組立てを行うこととし、組立て用構台の両端部はコンクリート基礎、中間支点部は河川上にH鋼杭による構台を設置し架設桁を支持する計画となっていた。この計画では、セグメント組立て用構台やH鋼杭と基礎コンクリートの施工に時間を要することから、より合理的で工程短縮を図る架設工法を検討

○ 工事報告 ○

した結果、橋台・橋脚上で架設桁を鋼製バントにより仮受けして、架設桁は1径間分を組立て用クレーンにより橋座面に設置する方法に変更した(図-7、写真-4)。これにより組立て用構台の設置解体を不要とし約10日間の工程短縮を実現した。

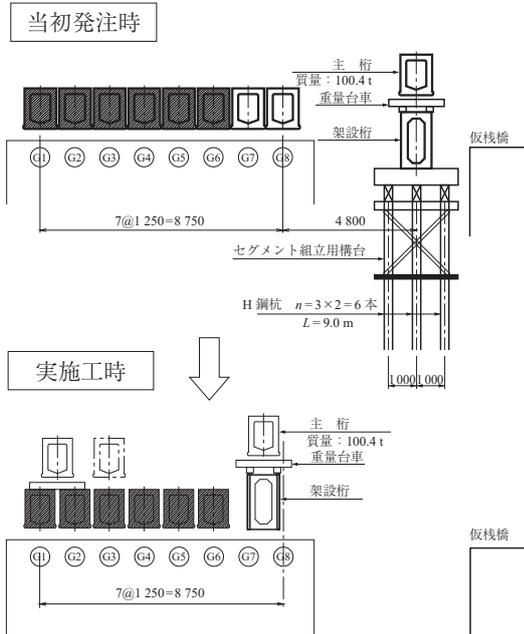


図-7 架設桁組立て断面図

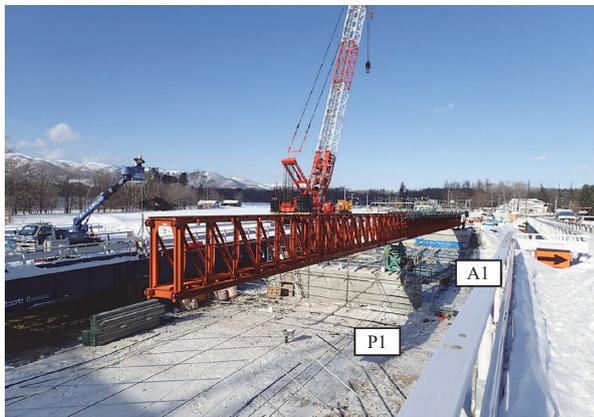


写真-4 架設桁組立て状況

また当初発注では、図-8に示すように、主桁組立てはA1橋台の背面ヤードにて、すべてのセグメントの接合を行い引出軌条にて所定の位置に主桁を送り出し、架設桁を用いて、クレーンの相吊りによる主桁架設を行う計画であった。しかし、下部施工工ヤードの取合いから背面ヤードの使用が困難となったことから、セグメントの取卸しは背面ヤードを使用せずに、仮橋橋上で行うこととし、架設桁上で直接セグメントの接合を行う方法に変更した。

5.2 主桁の架設

主桁の架設状況を写真-5, 6に示す。主桁の架設は架設桁とクレーンを併用する方法として、A1橋台背面に設置した220tトラッククレーンと仮橋橋上に設置した350t

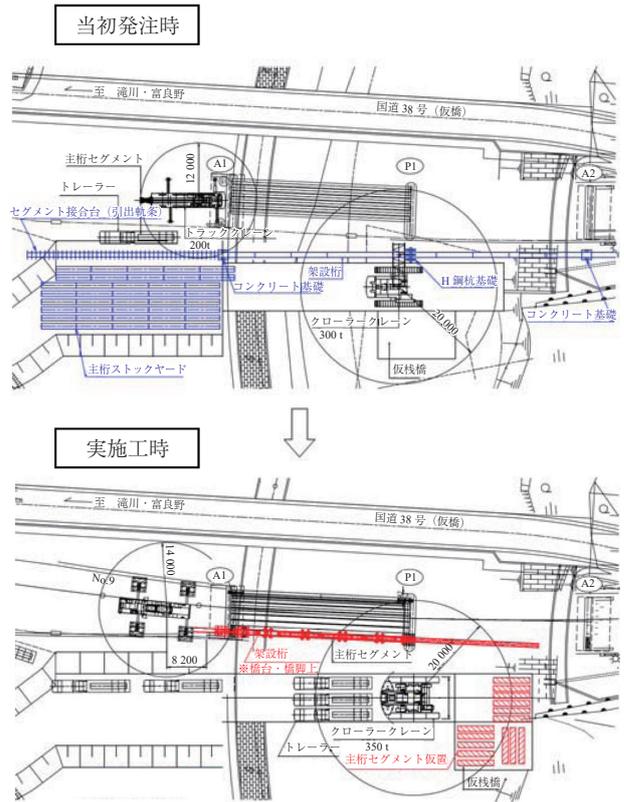


図-8 主桁組立ておよび架設平面図



写真-5 主桁架設状況その1



写真-6 主桁架設状況その2

クローラクレーンによる相吊り架設とした。主桁の架設ステップを図 - 9 に示す。

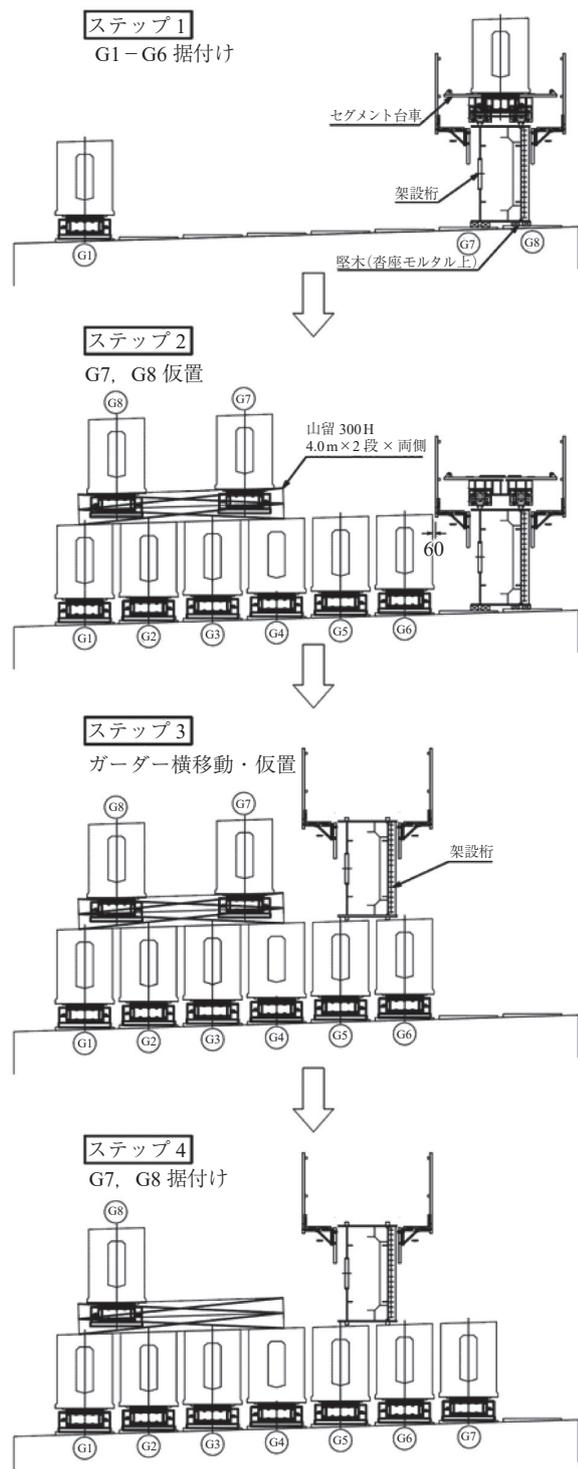


図 - 9 主桁架設ステップ図

まずG1～G6桁を架設してから(ステップ1)、G7・G8桁を先に架設したG1～G4桁上に仮置きした(ステップ2)。次に架設桁をG5～G6桁上に移動して(ステップ3)、G7・G8桁を架設した(ステップ4)。その後架設桁を次径間に移動して、主桁架設を同様にいった。主桁の仮置き状況を写真 - 7 に示す。

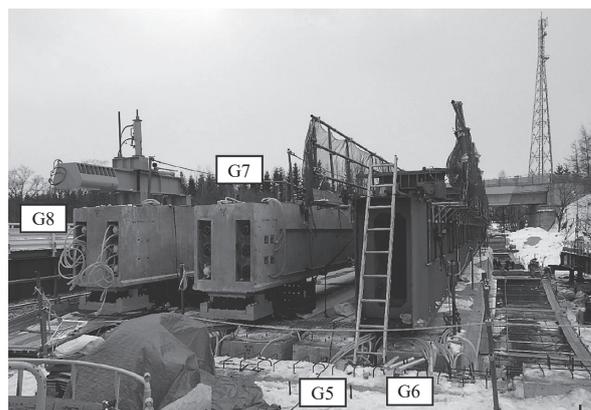


写真 - 7 主桁仮置き状況(ステップ3)

6. 品質管理上の工夫

本橋の架橋位置である清水町は、冬季に最低気温が -20°C を下回る日も多く、凍害に対してとくに注意を必要とする地域である。このため、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、施工時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・塩害の複合劣化の発生を防止するため、以下の取組みを実施した。

6.1 支承工の工夫

工程短縮と凍害防止を目的として、沓座モルタルには超速硬型のセメント系無収縮モルタルを使用した。この製品の使用により、所定の強度発現までに要する日数を通常の3日から1日に短縮することが可能となった。打設日ごとにすべての沓座モルタルについて、 $\sigma 1$ で構造物と同一条件の現場養生を行った供試体で圧縮強度試験を行い、脱枠強度を確認して品質の確保と工程の短縮に努めた。なお、強度発現まではジェットファーンネスとコンクリート加熱養生シートを併用して養生を行うことでコンクリートの初期凍害を防止した。

6.2 早強コンクリートへの変更

本工事では短期間に多くの工種を施工する必要があったが、その大部分の工種は同時に施工することが困難であった。そこで、コンクリートの配合計画、当初発注時の普通セメント(横組み部・連結部・張出し床版部・伸縮装置部)と高炉B種セメント(地覆部・橋台部・調整コンクリート部)をすべて早強セメントに変更した。これにより、早期に強度を発現させることで工程の短縮を図るとともに、厳寒地域での初期凍害防止対策とした。また、打設したすべてのコンクリートで沓座モルタル施工時と同様に $\sigma 1$ で構造物と同一条件の現場養生を行った供試体で圧縮強度試験を行った。これにより脱枠強度と初期凍害を防止するために必要な強度を確認し、品質の確保と工程の短縮に努めた。

6.3 雪寒仮囲いの工夫

施工時期の冬季は -20°C を下回る外気温と山からの吹下ろしによる強風の影響を常時受けるため、雪寒仮囲いはコンクリートの凍結を防止し所定の品質が得られること、給熱によるロスを最小限とすること、ほかの工種と同時作

○ 工事報告 ○

業を行うことができる構造とした。具体的には、常時強風の影響を受けることから雪寒仮囲いの屋根をできるだけ低くして、給熱する内空面積をコンパクトにした。また、コンクリートポンプ車による打設と材料の荷揚げなどの作業性を重視し、施工する工種と同時作業で雪寒仮囲いに逐次変更を加えながら品質の確保に努めた（写真 - 8, 9, 10）。



写真 - 8 雪寒仮囲い（横組み部施工時）



写真 - 9 雪寒仮囲い（張出し床版・地覆部施工時）

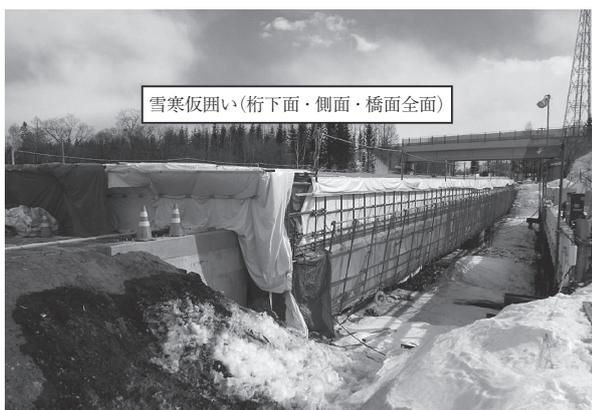


写真 - 10 雪寒仮囲い（調整コンクリート施工時）

6.4 セグメント接合時の工夫

セグメント桁の接合時期は冬季であり、エポキシ樹脂接着剤の硬化温度を確保するため、材料選定においては使用環境温度がもっとも低い速硬化型（5～15℃）を採用した。また架設桁上に荷卸ろしたセグメント桁の接合部は、防

炎シートで覆った簡易式上屋を設置し、その中で念入りに解氷したうえで乾燥させ、ジェットファーンネスにより給熱し、所定の温度を確保したうえでセグメント桁の接合作業を行った（写真 - 11）。

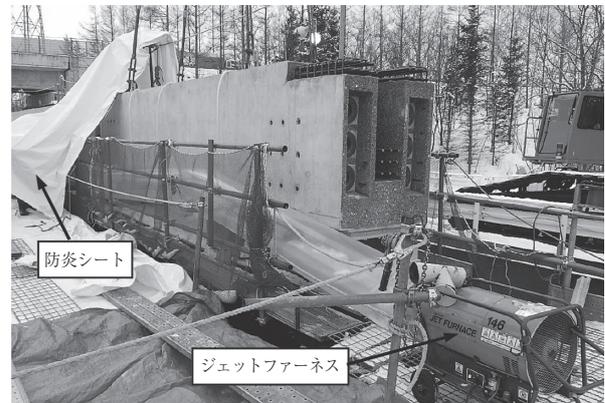


写真 - 11 接着剤塗布時給熱状況

7. おわりに

本橋では、すべての施工が一番気候の厳しい冬季となり低温や強風だけにかぎらず、たびたび暴風雪による視程障害の影響を受けた。このような状況で作業を進めていくなか、通常の約2倍の人工をかけて現場工期を通常の約半分程度に短縮し、約5ヵ月ですべての工事を完了し、5月には現道ルートに完全に切り替えられた（写真 - 12）。



写真 - 12 完成写真

さまざまな制約があり、工程がかなり厳しい条件下において、改めてプレキャストセグメント工法の有効性をこの災害復旧工事でも示すことができた。最後になりましたが、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。

参考文献

- 1) 国土交通省 北海道開発局：平成28年8月北海道豪雨災害被災とその影響、そしてこれから、平成29年4月13日
- 2) 平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会：平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた今後の水防災対策のあり方、平成29年3月

【2019年3月1日受付】