

平成23年度

# 高強度コンクリートの採用による死荷重低減と高耐久性を目指した橋梁

## —北海道横断自動車道里音別川橋上部工事の施工報告—

釧路開発建設部 釧路道路事務所

○中山 直洋  
西山 秀則  
池田 博

本報告は新直轄方式で施工が進められている北海道横断自動車道（本別～釧路間）に架かる橋長 623m の長大橋について、高強度コンクリート（設計基準強度 50N/mm<sup>2</sup>）を使用し、死荷重低減及び高耐久性に配慮した施工事例について報告をするものである。

キーワード：設計・施工、死荷重低減、高強度コンクリート、高耐久性

### 1. はじめに

本橋梁は北海道横断自動車道（本別～釧路間）釧路市音別町の山間に位置し（図-1）、橋長 623m の長大橋である。工事は平成 19 年度までに東日本高速道路(株)北海道支社にて上部構造を波形鋼板ウェブラーメン箱桁橋として下部構造が施工され、上部構造の施工を北海道開発局が引き継ぎ、施工を行うこととなった。

しかし、完成している下部構造に対応する構造形式が複数想定されたため、発注形態を高度技術提案型総合評価方式（設計・施工一括発注方式）を適用し、「構造の成立性」、「品質管理方法」、「現地条件を踏まえた新技術・新工法等の適用性」、「経済性」等の技術提案を求め、学識経験者からなる総合評価委員会にて構造形式の選定を行った。

本稿は総合評価方式で採用された設計と施工について報告するものである。

### 2. 工事概要

#### (1) 工事概要

工事名：北海道横断自動車道 釧路市  
里音別川橋上部工事

受注者：三井住友建設(株)北海道支社

工事箇所：釧路市音別町

工期：平成20年11月21日～平成24年3月12日  
(4カ年国債)

架設工法：片持ち張り出し架設

#### (2) 橋梁概要

構造形式：P C 8 径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：L = 623.0m

支間長：54.8+6@86.0+49.8m

幅員：11.15m(有効幅員10.26m)

非常駐車帯13.65m(有効幅員12.76m)

P C 鋼材：

主方向：SWPR7BL 12S15.2

(ディビダーク工法：内ケーブル)

SWPR7B 19S15.2

(ディビダーク工法：外ケーブル)

床版横締め：SWPR19L 1S21.8

(SM工法：プレグラウト鋼材)

床版先端部：SBPR930/1180 φ32

(ディビダーク工法)



図-1 里音別川橋位置図

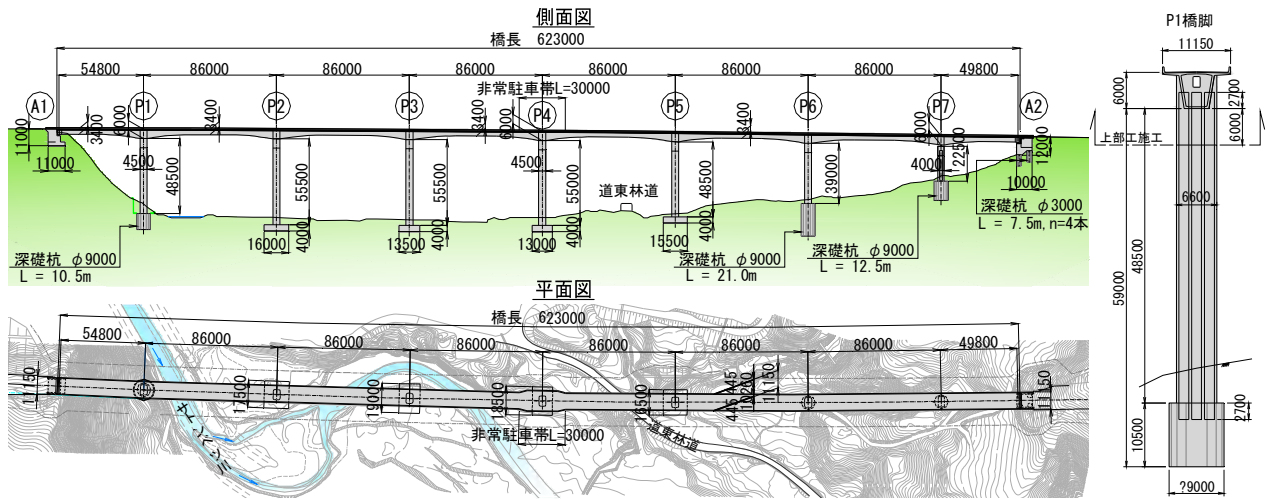


図-2 橋梁一般図

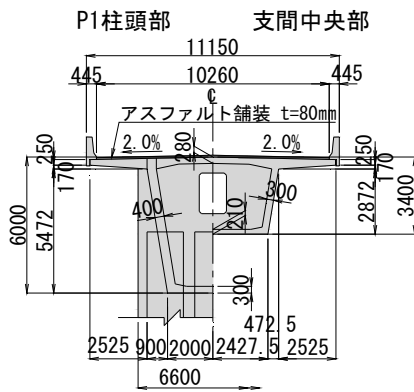


図-3 主桁断面図

ブルを配置し断面積で3%の部材厚低減を図った。

斜ウェブ1室箱桁断面採用については、下床版幅を縮小し、主桁重量を中央支間部において3%の軽減を図った。

これらの対策により、上部工重量を大幅に低減し、当初設計での下部工反力と同等以下としている。図-5は既往文献<sup>1)</sup>に示されたPC波形鋼板ウェブ橋とPCコンクリートウェブ橋の最大支間長と橋体重量の関係に、本橋梁の橋体重量をプロットしたものである。最大支間長86mの場合、コンクリートウェブ橋では $W=26\text{kN/m}^2$ 、波形鋼板ウェブ橋では $W=22.1\text{kN/m}^2$ となるが、本橋は $W=20.2\text{kN/m}^2$ と大幅な軽量化を図った。

### 3. 設計について

#### (1) 概要

設計条件は、下部構造が施工済みであることから、上部構造形式の選定には、構造の成立性に対する検討と対策が必要であった。そこで本橋梁は、構造の成立性を確保し、かつ高耐久性に配慮した設計・施工を提案したものを採用した。上部構造形式はプレストレストコンクリート構造とし、上部構造の自重軽減対策として、高強度コンクリートの採用、内外ケーブル併用構造の採用、主桁断面設定の工夫等により主桁の大幅な軽量化を図り、構造の成立性を確保した設計である。

#### (2) 自重軽減対策

主桁の自重軽減対策として、 $50\text{N/mm}^2$ の高強度コンクリートを使用することで、主桁部材厚を低減(図-4)した。従来強度( $40\text{N/mm}^2$ )と比較して柱頭部断面において、ウェブ厚で100mm、下床版で50mm、断面積で12%の低減し主桁の軽量化を図った。

内外ケーブル併用構造については、断面積を軽減するため、通常の内ケーブルの本数を減じ、箱桁内に外ケー

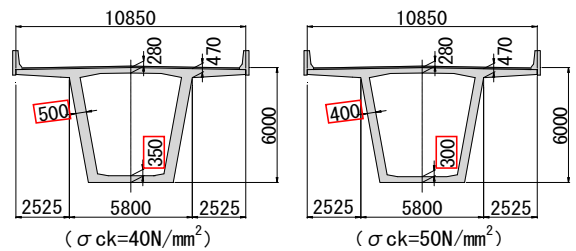


図-4 部材厚の低減

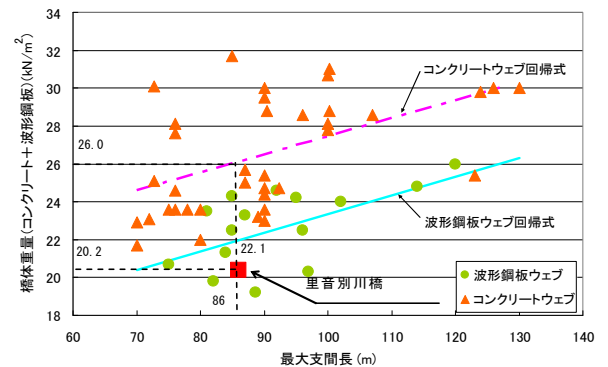


図-5 最大支間長と橋体重量の実績

### (3) 高耐久性について

耐久性の向上に配慮した設計としては、塩害や中性化進行速度の遅延化による経年劣化抑制対策として、主桁外面の鉄筋かぶりを上床版においては30mmから40mmに、下床版・ウェブにおいては35mmから45mmにそれぞれ10mm増加した設計とした。また上床版内ケーブル（縦締め）のシースをポリエチレンシースを使用し、PC鋼材を二重防食し防食機能の向上を図った設計とした。

## 4. 施工について

### (1) コンクリート配合

コンクリートの運搬時間が約100分となること、鉛直・水平合計の最大圧送距離が100m程度（水平換算長220m程度）となることから、本橋のコンクリート配合には、遅延形の高性能AE減水剤を使用した。また、試験練りは実機を用いて行った。実際のプラントで練り混ぜた後、アジテータ車に積み込み、20分ごとにスランプ等の経時変化を把握した（図-6）。その結果、スランプは練混ぜ後約40分後から低下していくが、その勾配は穏やかで、練混ぜ後140分でのスランプロスは4.5cmであった。そこで、到着時の目標スランプ15cmに対し、練上り時の目標スランプを19.5cmに設定して管理した。

施工では、出荷時間・到着時間を1台ごとに把握し、現場での待ち時間が長くなったり、ポンプ車へのコンクリートの供給が途切れることの無いように管理して、練混ぜから120分以内に打設を行った。

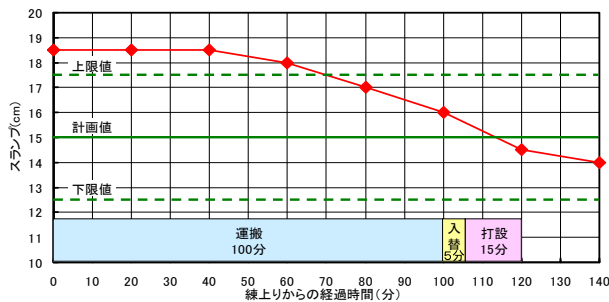


図-6 スランプの経時変化

### (2) 脚頭部の施工

本橋の橋脚は、鋼管コンクリート複合構造である。この構造は、橋脚の必要鉄筋の一部を鋼管に置き換えたものである。鋼管コンクリート複合構造では、一般に大断面となり、鋼管のかぶり部分と内部では、部材厚が不均一になり、また鋼管によるコンクリートの拘束もある。そのため、水和発熱による温度変化及びコンクリート材齢差による乾燥収縮ひずみ差によるひび割れの発生が懸念された。そこで、事前に温度応力解析を行い（図-7）、既設鉄筋外周方向において鉄筋による補強を行っている。その結果、有害なひび割れは発生しなかった。

### (3) P7柱頭部のひび割れ抑制対策

P7は連続構造であり、柱頭部は無垢構造となっている。設計の項目で述べたように、ここでもセメント量の多い高強度コンクリートを使用している。そこで、温度応力解析を行い、ひび割れ抑制のための補強を行うとともに、2, 3ロットでは配温式パイプクーリングを行っている。

本工法は、従来の配管式クーリング工法での冷水によるコンクリート中心部冷却効果に加え、中心部のコンクリートにより暖められた温水をコンクリート表面部に配温し、内部拘束ひび割れの原因となるマスコンクリートの内外温度差を縮小させる技術である（図-8）。本橋においては、パイプクーリングを行わない場合の内部温度は温度応力解析では最高63.8度になるのに対して、実測値は55.8度と8度低くなっており、パイプクーリングの冷却効果が確認された（図-9）。

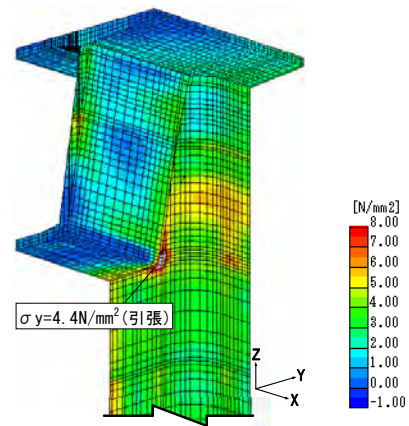


図-7 解析結果

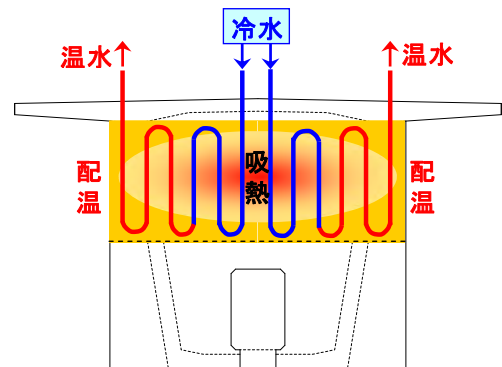


図-8 3ロットクーリングイメージ

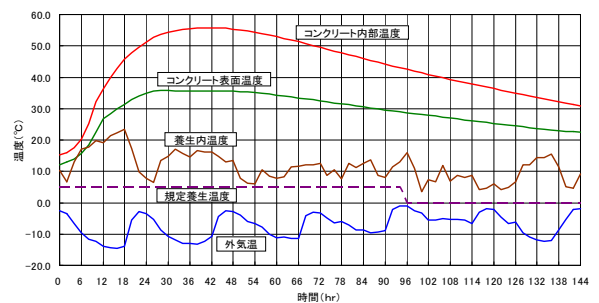


図-9 温度履歴



#### (4) 後ひずみ調整

本橋はP1～P6はラーメン構造であるが、P7は連続構造となっている。このような長大連続桁では、施工中のクリープ・乾燥収縮およびプレストレスによる弾性変形等により、P7のゴム支承の変形は大きくなる。これを解消するとともに、今後生じるクリープ・乾燥収縮量をキャンセルするために、ジャッキにより強制的に下プレートを変位・固定し予備変形を与える後ひずみ調整（図-10）を行っている。

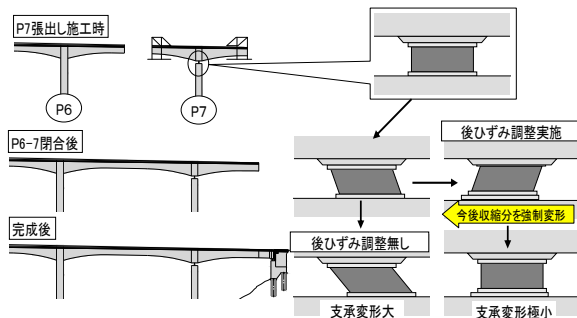


図-10 後ひずみ調整概要

### 5. 維持管理について

本橋は橋長623mの長大橋であり、供用後の適切かつ効率的な維持管理を行い、長期にわたって有効に活用することが重要である。このため、本項目を技術提案として求め、取り組んだ主な内容について報告する。

効率的な維持管理およびメンテナンスを行うために本橋独自の維持管理マニュアルを作成した。

維持管理を行うにあたり橋梁定期点検が重要な役割を果たすことから供用後に行う定期点検においては、建設時の状況を明確にしておく必要がある。本マニュアルは、定期点検時の基礎資料となる竣工時の点検結果を取りまとめ、経年劣化が予想される箇所や劣化形態についても想定し整理した。特に、外ケーブルの張力については、構造物として非常に重要な部材であるため、強制振動法により初期値となる張力を計測することにより、外部からの張力確認を可能とした。

また、上記記載の点検を行うにあたって、点検を容易にできる構造が同時に求められた。本橋は箱桁橋であるため箱桁内の点検を容易にするため、桁内に照明設備を設置し、柱頭部には昇降用タラップを設置した。

### 6. おわりに

本橋は、設計施工一括発注方式で施工され、設計・施工あわせて81項目の技術提案項目が履行された。本稿では記載していないが、施工においては、冬期間には-20℃を観測する厳寒地であるため、冬期施工時には移動作業車に防寒設備を施し、品質向上に努めた。また、上げ越し管理等の品質管理について規格値を満足し、施工を完了した。

最後に、工事発注にあたりご指導頂いた「総合評価審査委員会」の委員各位、また、品質向上のため高度な技術提案を行い施工を行った、三井住友建設（株）をはじめ施工を行った関係各位に深く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 酒井秀昭：PC波形鋼板ウェブ橋の現状，プレストレスコンクリート，vol. 50, No. 3, pp. 63-68, 2008



写真-1 完成写真