

平成26年度

# 長寿命化を踏まえたPCラーメン箱桁橋の施工 —オビラシケ川橋の事例より—

釧路開発建設部 釧路道路事務所  
オリエンタル白石株式会社  
オリエンタル白石株式会社

○高橋 幸継  
駒 勝彦  
阿部 達郎

長寿命化計画の策定や5年に一度の点検義務化など、道路構造物の老朽化対策が注目されている。これは、既設橋梁のみならず新設橋梁も対象であり、長寿命化を踏まえた施工が重要となる。

本稿では、釧路外環状道路において施工中であるオビラシケ川橋での事例について報告するものである。

キーワード：長寿命化、PC、張出施工、耐久性、施工管理

## 1. はじめに

釧路外環状道路は、釧路市街の幹線道路である一般国道38号および一般国道44号などの交通混雑及び交通事故の低減による道路交通の定時性、安全性の向上を目的とした、釧路西インターチェンジから釧路別保インターチェンジに至る延長16.8kmの自動車専用道路である。

近年の新設橋梁においても長寿命化の観点から、品質管理の重要性が高まっており、本稿では釧路外環状道路で釧路別保インターチェンジ近傍に施工中のオビラシケ川橋（5径間連続PCラーメン箱桁橋、図-1）を例に長寿命化への取組事例を報告する。



図-1 位置図

## 2. 橋梁概要

本橋梁は、オビラシケ川と道道遠矢別保線を跨ぐために最大支間136mを有する長大橋（図-2）である。橋脚高さが大きく異なるために中央橋脚をラーメン構造、端部橋脚が杓構造として地震力を各橋脚に分散する構造としている。

工事場所：北海道釧路郡釧路町別保

工期：平成25年10月1日～平成27年12月3日

構造形式：5径間連続PCラーメン箱桁橋

橋長：L=394.6m

支間長：40.0m+88.0m+136.0m+88.0m+40.0m

有効幅員：W=10.51m

桁高：H=3.5m～7.5m

横断勾配：+0.3111765%

縦断勾配：+2%～-2%

架設工法：張出し架設工法、固定支保工

コンクリート： $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$

PC鋼材：縦締め 12s15.2

横締め  $\phi 28.6$ プレグラウト鋼材



図-2 オビラシケ川橋側面概要図

### 3. 長寿命化への取組事例

コンクリートとPC鋼材それぞれについて、建設時に適切な品質管理や工夫を行い、耐久性を向上させることが橋梁全体の長寿命化に繋がる。

本橋で実施している施工および品質の管理に係る事例について以下に報告する。

#### (1) 密実なコンクリートの確保

本橋は高橋脚（46.3m）で、張出の規模は最大で20BL（60.5m）に及ぶ。この条件下でのコンクリート打設では、圧送時において1cm～2cm程度のスランプロスが予想される。したがって、密実なコンクリートの確保のためには、配筋確認は当然のこと、圧送性を考慮した配合の選定、コンクリート打設、養生に関する品質管理が重要である。

##### a) 過密配筋部でのCIMの活用

ラーメン橋脚であるP2,P3柱頭部は、下部工の鉄筋と上部工の鉄筋・PC鋼材が混在する過密配筋部が多く、ジャンカの発生が懸念される部位である。したがって、3次元で鉄筋、シース、PC鋼材をモデル化（**図-3**）し、事前にコンクリート骨材通過の確認を行ってから施工を開始した。

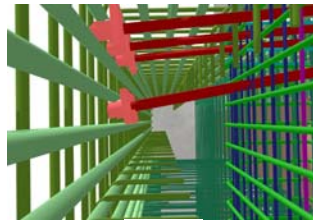


図-3

##### b) コンクリートの配合

高橋脚で張出し長が長いいため、ポンプ圧送時のスランプロスが1cm～2cmと想定された。したがって、**表-1**のように高性能AE減水剤を使用したスランブ12cmのコンクリートを使用することでワーカビリティの確保をし、その結果、コンクリートの良質な打設性能を実現した。

表-1

	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
高性能	143	361	720	1106	2.888
通常配合	152	433	668	1071	4.330

##### c) コンクリート打設

桁高が3.5m～7.5mと高いため、下床版およびウェブコンクリートの打設高さを1.5m以内に収めて材料分離することを防ぐ必要がある。そこで、下床版ではサニーホースと鋼製の滑り版を用い（**写真-1**）、ウェブでは小口型枠の中間に打設窓を設けて（**写真-2**）コンクリート打設を行った。



写真-1



写真-2

##### d) コンクリートの養生

工事箇所は、10月後半から5月初旬まで寒中となる凍害リスクの大きな地域である。そのため、この時期における張出し施工では、コンクリート温度および養生温度の管理が重要である。

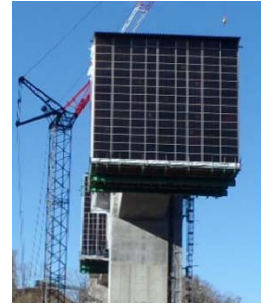


写真-3

約50mほどの高橋脚にコンクリートを圧送中、コンクリート温度が外気温により低下することを避けるため、配管養生（**写真-4**）を行った。

また、通常の養生マットの使用や保温性の高いビニール等で覆うだけでは初期凍害のリスクが高いため、本工事では移動作業車全体をパネルで覆い（**写真-3**）、かつ、養生期間は給熱を行い室内温度5℃以上を目標に温度管理を行った。

通常期に施工した柱頭部においては、高橋脚環境下における風による初期養生時のコンクリート表面の乾燥による品質低下に配慮し、コンクリートにラッピングすることで表面の密実化を図った。（**写真-5**）



写真-4



写真-5

#### (2) コンクリートのひび割れ防止対策

##### a) 高性能AE減水剤の使用

高性能AE減水剤を使用する目的は、ワーカビリティの確保に加え、単位セメント量を低減することによる温度ひび割れ抑制効果である。

前項の**表-1**に示すとおり、単位セメント量は、72kg低減され、水和反応に伴う温度上昇が低減される。

##### b) 膨張材の使用

張出し施工部は、断面の高さ方向を分割せずにコンクリートを打設するが、柱頭部と側径間部は、上床版とウェブを高さ方向に分割して施工する。この際、ウェブに収縮を拘束された上床版コンクリートのひび割れ発生が懸念された（**図-4**）。そこで、上床版コンクリートには膨張材を添加したコンクリートを使用した。

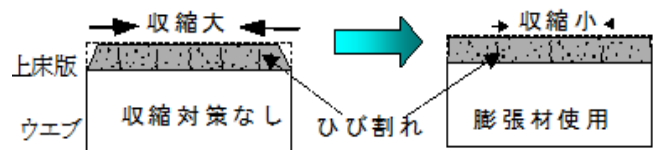


図-4

### c) 3次元温度応力解析の実施

上記a) b)の効果を定量的に把握し、ひび割れ発生確率を低減させる対策の必要性を判断するため、P2、P3柱頭部を1/4モデル化した3次元温度応力解析を実施した。

図-5に解析結果を示す。特別なひび割れ対策を行わない配合においては、ひび割れ指数が1.04であった。この値は、ひび割れ発生確率がほぼ50%であることを示す。高性能AE減水剤と膨張材を併用した場合のひび割れ指数は2.11となり、ひび割れ発生確率が5%と以下に改善された（ひび割れ指数判定は、2012年制定 コンクリート標準示方書 設計編による）。したがって、本橋においては、ひび割れ防止のための補強筋を追加配置することなく、配合の変更のみをひび割れ防止対策とした。現在、柱頭部施工が完了し、ひび割れが発生してないため、配合の変更効果があったものと考えられる。

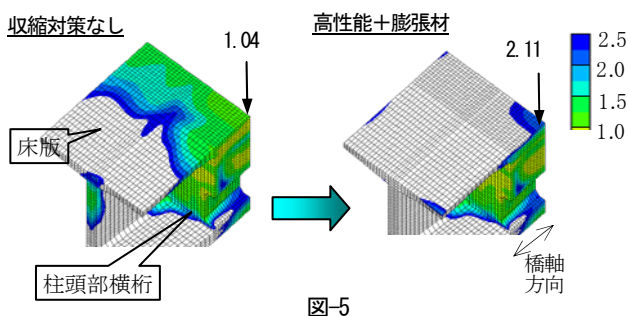


図-5

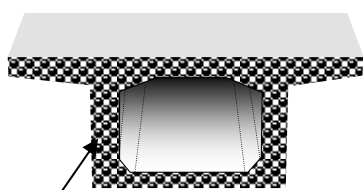
### (3) 鉛直打継ぎ目地の防水対策

本橋は、長さ2.5m~4mの施工ブロックを段階的に張出しながら施工する。そのため、各施工ブロックには鉛直の打継ぎ目地が生じる。長寿命化を図るためには、この打継ぎ目地を構成する打継ぎ面と外周である打継ぎ目について、前者に対しては新旧コンクリートの一体化が、後者については腐食因子の侵入を防ぐことが施工管理において重要となる。

#### a) 鉛直打継ぎ面の確実な一体化

打継ぎ面のコンクリート打設前の状態は、骨材が見える程度の粗さに打ち継ぎ処理されていることと、新設側コンクリートから水分を吸水し、強度低下を起こさない状態にしておくことが必要である。

したがって、本橋では前者のために打継ぎ面の処理方法として、凹凸状のシート（図-6）を使用している。また後者のためには、旧コンクリートの打継ぎ面に吸水防止剤を塗布（写真-6）してからコンクリートを打設することとした。



凹凸シート 図-6



写真-6

### b) 打継ぎ目からの腐食因子防止

コンクリート表面の打継ぎ目からの腐食因子の侵入を防ぐため、コンクリート打設後の移動作業車の足場がある期間に浸透性改質剤を塗布した。塗布範囲は打継ぎ目の外周（図-7）であり、目地を中心に100mm程度の幅で刷毛塗りする。

この材料は毛細管作用により目地深くまで浸透し、腐食因子が侵入し難い高密度の吸水防止層を形成する（図-8）ため、長期耐久性を確保するために有効である。

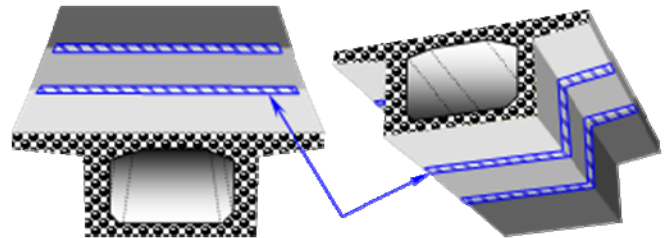


図-7

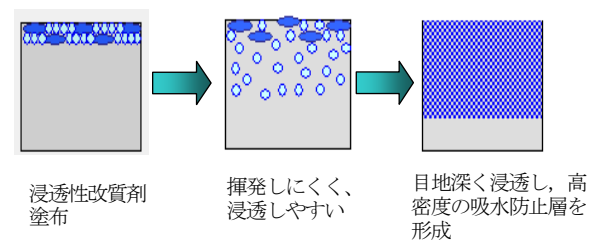


図-8

### (4) PCケーブルの緊張管理精度向上対策

PC橋は、プレストレスをコンクリートに導入することでコンクリートに生じる引張応力を打ち消し、ひび割れの発生を防止する構造である。

したがって、設計計算書に示されたプレストレスを精度よく導入することが必要であり、一般的には現場で紙ベースの緊張管理図に緊張担当者が緊張力と伸びをプロットし、最終緊張力を三角定規を用いて作図により予測して最終緊張力を決定している。

本橋では、この作図作業による誤差をなくし、精度を高めるため、携帯端末を用いたIT管理により緊張管理図を自動作図するシステムを使用している。

このシステムは、元となるプログラムの入ったパソコンを事務所内に置き、現場で緊張力と伸びを携帯端末にすると、そのデータが事務所内のパソコンに転送される。そのデータから自動計算により作成された管理図が携帯端末に転送されて画面表示するというものである。管理図は、近似直線を自動作図（写真-8）するため、人的誤差を含まない



写真-7

精度良い緊張管理が行える。

このシステムは、精度の向上に加え、緊張管理データの保存もその場でできるため、品質管理データ整理の省力化においても有効である。

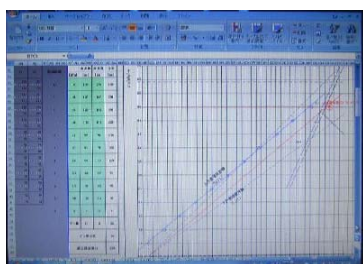


写真-8

#### (5) PCケーブルの防食対策

PCケーブルの防食は、グラウト材料の品質を確保し、有害な空隙を伴わない確実な施工を行うことで保証される。グラウトの品質管理は、圧縮強度、塩化物の含有量、流動性という標準的な管理を行っているが、セメントの種類による品質のバラつきが少なくないのが現状である。また、有害な空隙を残さずにグラウト注入量を流量計で管理するが、局所的な空隙の有無の判定はできない。

そこで、グラウト材料品質の安定と空隙の有無判定について以下の通り実施している。

##### a) プレミックスタイプのグラウト材料使用

グラウト材の成分は、セメント、混和剤、水であり、セメントの産地や製造元によって混和剤との相性によっては練り混ぜ後の品質にバラつきが生じる場合がある。

したがって、本施工では、予めその相性確認を行ったセメントと混和剤を工場でプレミックスしたタイプのグラウト材料（配合を表-2に示す）を使用している。この材料のもう一つの特徴は超低粘性タイプであり、本橋のように橋長が長い橋では、グラウト注入時間が高粘性タイプより大幅に短くなり、流動性の低下や早期硬化によるグラウト不良を防止する効果大きい。

表-2

水材料比 (%)	プレミックス材料(kg)	練り混ぜ水量 (kg)	練り上り量 (kg)
36 (20°C例)	1458	525	1000

##### b) 充填感知センサーによる充填管理

シーす内で空隙が生じやすいケーブル曲げ下げ区間（図-9）には、機械的に充填確認が可能な充填感知センサーを設置（写真-9）し、充填管理（図-10）を行う。

このセンサーは、グラウトに接すると急激に出力電力が低下し、空隙がなくなりグラウトで満たされた状態になると出力電圧が5mV以内で安定するので、その時点で、グラウト充填完了と判定する。ウェブ・上架

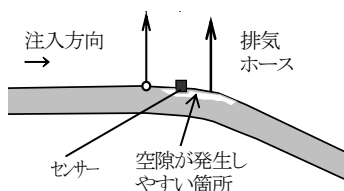


図-9

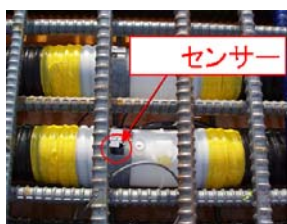


写真-9

設ケーブル136本、ウェブスパンケーブル36本について実施管理することで、PCケーブルの防食性能が確保され、長期耐久性が向上する。

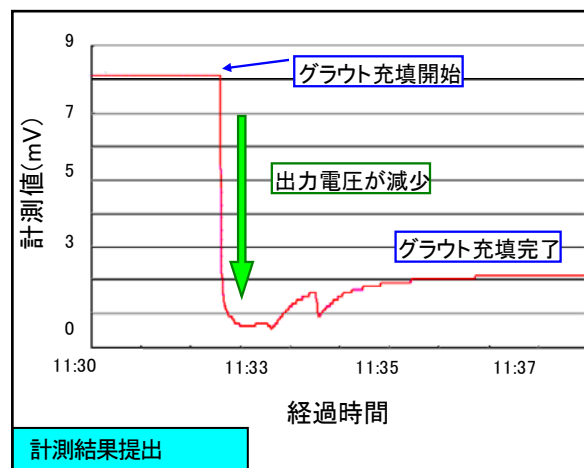


図-10

#### (6) プロセスチェック

本橋は、「施工プロセスを通じた検査」対象工事であり、品質検査員が工事実施状況等について従来よりも多い頻度で品質検査を行っている。

また、施工者側が行う定期的な品質証明員による品質チェックと合わせ、コンクリート構造物の長期耐久性に係わる品質管理体制が強化されている。

## 4. おわりに

道路橋等のインフラ長寿命化としては、「メンテナンスサイクルの確定」や「メンテナンスサイクルを回す仕組みの構築」など維持管理に関する取組がクローズアップされているが、これ以外にも、メンテナンスの容易な構造として設計することや、十分な耐力を持たせるべく施工時に高品質化を図る等、建設時に配慮すべきことも多い。

本稿では、現在建設中のオビラシケ川橋での高品質化に向けた事例について報告したが、その成果がどの程度なのかという部分については明確ではないところも多い。今後のメンテナンスの際に検証出来るよう記録を充分に残すとともに、引き続き高品質化に向けた取組を進めていきたい。