

函館新外環状道路 笹流橋 (仮称) の施工

ドーピー建設工業(株) 正会員 ○工藤 洋司
 ドーピー建設工業(株) 正会員 棚田 尚宏
 ドーピー建設工業(株) 正会員 齊藤 強希

キーワード：見える化、3次元化、省力化

1. はじめに

函館新外環状道路は、函館市内の交通混雑の緩和、交通事故の低減や北海道南エリアの物流・観光への貢献が期待される函館ICから函館空港ICへ至る延長10kmの地域高規格道路である。笹流橋 (仮称) は、地域高規格道路函館新道外環状道路の赤川IC～日吉IC間に位置し (図-1) 2級河川亀田川水系亀田川を渡河する単純PC1室箱桁橋である。

本橋は上下線分離構造であり、上り線のR橋は支間長65mと単純桁橋として国内最大級となる。

本稿では、R橋 (上り線) をもとに品質・安全・施工管理に関わる取組みについて報告する。

2. 橋梁概要

本橋は、軽量化によるコスト縮減と箱桁内の点検効率を向上させるため、1室箱桁が採用されており斜めウェブを採用することで更なる軽量化を図っている。また、美観性についても陰影の視覚効果により橋梁の圧迫感の低減を図っている。



図-1 位置図

工事名：函館新外環状道路 函館市 笹流橋上部工事

工期：平成27年10月8日～平成29年9月8日

R橋 (上り線) 橋梁諸元

橋長：67.200m

支間長：65.200m

有効幅員：12.888m～9.943m

桁高：3.500m

縦断勾配：2.14737% 横断勾配：3.000%

R橋の断面図および側面図を図-2に示す。

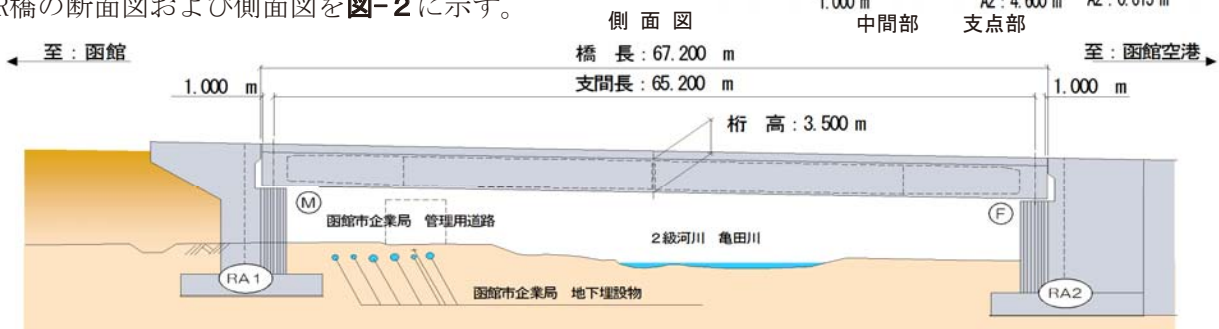
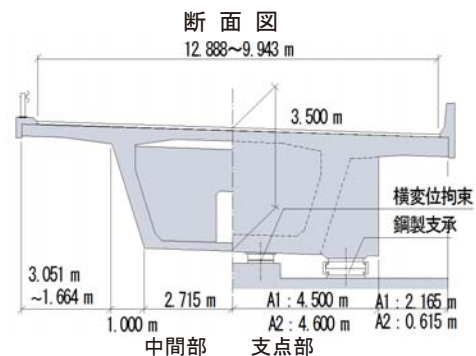


図-2 橋梁一般図

3. 品質管理の「見える化」

主桁製作時のコンクリートの打設・緊張・グラウトで従来の管理方法に加え、不可視部分を計測機器を使用して管理を行った。

目視で確認することができない部分について数値的に確認できることから従来の管理方法の妥当性や重要部における品質の確認ができた。

3. 1 コンクリート充填検知センサーによる確認

桁高も高く、主桁ウェブも傾斜しておりコンクリート打設時において、下床版隅部の締固め不足による充填不良の発生が懸念された。その対策として、締固め検知機能が付加された充填検知センサー(図-3)を1m間隔で配置し、センサーによる確認(写真-1)と、透明型枠による目視確認を併せてコンクリートの打設を行った。

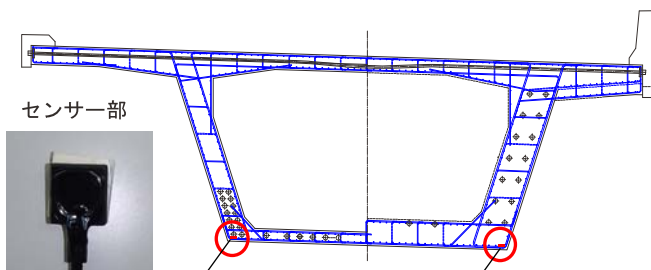


図-3 充填検知センサー配置図



写真-1 充填確認機器

3. 2 磁歪式張力センサーによる緊張力の確認

PC鋼材の緊張管理は、緊張管理図による緊張管理方法と合わせて、磁歪の変化から張力を測定できるセンサーをPC鋼材に取付けて導入張力を確認した。

本橋は、単純構造の橋梁であるため、支間中央部付近に引張応力が発生し、応力的に不利な断面となる。そのため、類似したケーブル形状を代表した内の最初に緊張するケーブルの支間中央部にセンサー(写真-2)を設置して、張力を計測しながら緊張を行い、桁端での摩擦管理により決定される導入緊張力を支間中央部で計測(写真-3)した。計測の結果(図-4)、設計断面において必要な緊張力の導入が確認でき、従来の緊張管理の妥当性についても確認できた。

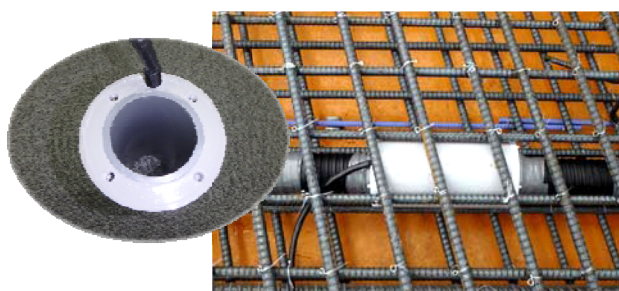


写真-2 磁歪式張力センサー



写真-3 緊張力測定状況

設置箇所	ケーブル種類	センサー番号	測定日	ジャッキ位置		EMセンサー緊張力	セットロス	設計値	設計値との比較
				ジャッキ読み値 (MPa)	緊張力 (N/mm ²)				
C1左 (上流)	12S15.2	No.349	2016/9/26	0.0	0	0	-	-	-
				5.0	128	163	-	-	-
				10.0	256	280	-	-	-
				15.0	384	393	-	-	-
				20.0	512	501	-	-	-
				25.0	640	622	-	-	-
				30.0	768	741	-	-	-
				35.0	896	860	-	-	-
				40.0	1024	978	-	-	-
				45.0	1152	1096	-	-	-
				48.5	1241	1178	-	1129.5	104.3%
				定着後	-	1178	0.0%	-	-

図-4 支間中央部緊張力測定結果

3. 3 グラウト注入管理システムによる注入管理および充填感知センサーによる充填確認

PCグラウトに求められる要求性能をより確実なものとするため、グラウトの注入には、注入速度・注入量・注入圧力・グラウト温度を連続的に計測できる計測ボックス（写真-4）を配置した管理システムを使用する。リアルタイムでグラフ化された注入状況をモニタリング（写真-5）することで、作業の進行状況と注入量の確認ができた。充填管理は、排出状況の目視確認に加えケーブルのダクト内に充填感知センサーを配置し充填確認を行うことで、ダクト内部の充填状況についても数値的に確認可能となった。

注入作業は、注入圧力の低減・充填度を向上させるために、標準の注入ポンプによる圧入と真空ポンプ（写真-6）を併用する、真空グラウト工法によるグラウト注入を行った。



計測ボックス



充填センサー



写真-4 計測ボックス
充填センサー



写真-5 注入管理システム
による管理



写真-6 真空ポンプ

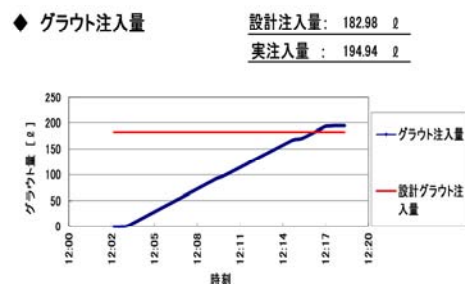
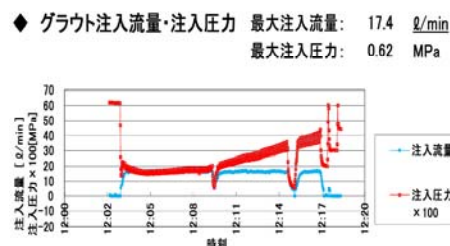
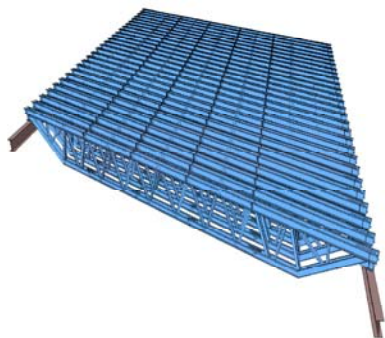


図-5 注入のグラフ化

4. 安全管理 特殊支保工をCIMの活用で「3次元化」

架設支保工に使用する特殊トラス部分のモデル化（図-6）作業開始前に作業従事者全員（写真-7）で予測される危険箇所や作業の注意点を抽出して、作業手順書に反映することで、作業順序・方法・安全の留意点が記載された分かり易い作業手順書を作成することができた。

施工時においても、平面図では確認しにくい交錯する詳細部（図-7）も確認することで施工性の向上を図ることができた。



3Dモデル



施工状況写真



写真-7 周知会実施

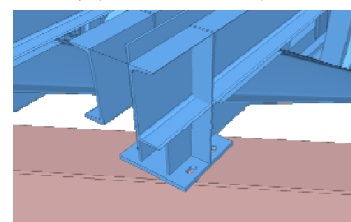


図-7 詳細部

図-6 特殊支保工のCIM化

5. 支柱式支保工の解体・組立の「省力化」

当初の支保工計画段階において、R橋・L橋の橋台A1が平行に配置されていることに着目した。R橋で使用した支柱式支保工（**図-8**）（**写真-8**）を、L橋の施工時にスライドさせて転用することによって支柱式支保工の解体・組立の施工が省けることで、作業に伴う災害発生リスクを削減すると共に、作業日数を短縮した。

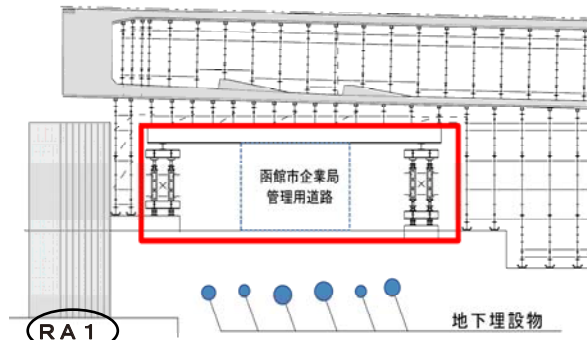


図-8 支保工側面

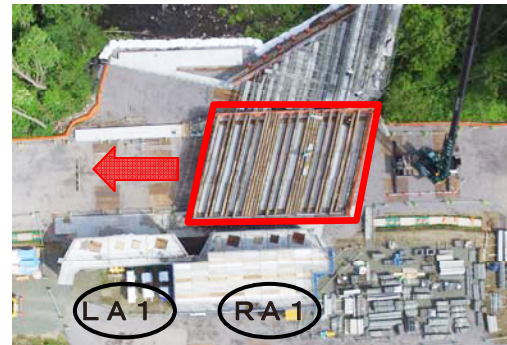


写真-8 支保工平面

支保工のスライド（**写真-9**）は、2列に配置した鋼材の上を（**写真-10**）、すべらせてスライドさせ、スライドは、ウインチを用いてスライド距離を計測しながら均等になるように行った。ウインチは、インバーター付ウインチを（**写真-11**）使用することによって、衝撃や振れが少なくなり、ウインチをスムーズに起動・停止させることができた。

支柱式支保工の解体・組立を施工するよりも、スライドの作業手間および経費が過大にならないように、支保工計画の段階でL橋の工程を考え、スライド時に伴う鋼材等を作業空間が制限されない支保工組立時に配置しておくことで、スライドを行う準備作業を最小限に抑えることができた。



写真-9 スライド



写真-10 鋼材鉄板



写真-11 ウインチ

6. おわりに

本橋は、平成27年5月よりR橋の施工を開始して平成28年3月で、L橋の施工が完了し本体工事の施工（**写真-12**）を終えることができた。現在、橋面工の施工中であり、品質・安全管理に細心の注意を払い、平成29年9月の竣工に向けて施工を進めている。



写真-12 橋体完成

