

PC 単純下路桁鉄道橋の架替え工事

京王井の頭線 下北沢駅改良工事

岩元 篤史・山口 卓・岡田 成徳

本工事は、橋長約 37 m の PC 単純下路桁鉄道橋（総重量約 700 t）を架設するものである。新設 PC 桁は営業線の真横で製作され、軌条設備を利用して、上下線それぞれ一晩で架け替えた。架橋地点は、京王井の頭線と小田急小田原線が立体交差する下北沢駅付近であり、周辺は店舗や住宅が密集する地域であった。さらに、当該部は、同時期に構築される小田急小田原線の地下駅舎躯体の直上に位置するため、クレーンや仮設物などの重量物の載荷において、さまざまな制約が生じた。

本稿は、前述の軌条設備および各種油圧装置を用いて行った、PC 単純下路桁鉄道橋の架替えについての工事報告を行うものである。

キーワード：鉄道橋、下路桁、架替え、横取り架設、軌条設備、横取り設備

1. はじめに

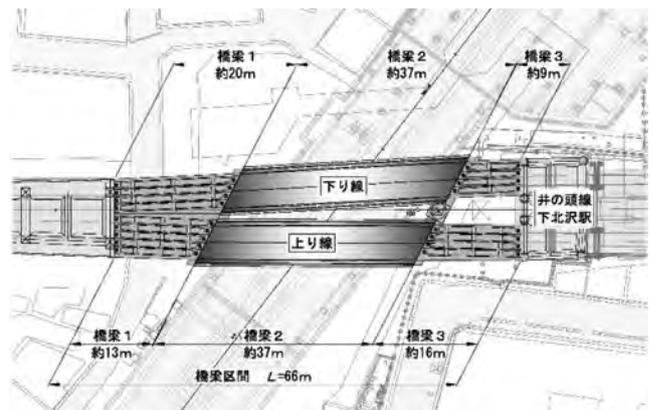
京王井の頭線（以下、井の頭線という）の下北沢駅付近では、小田急小田原線（以下、小田急線という）の連続立体交差化・複々線化事業に伴う駅および周辺設備の改良工事が行われている（写真—1）。本工事は、そのような状況下で小田急線との交差部において、井の頭線の既設橋梁を撤去し、軌道線形はそのまま、新しい鉄道橋への架替えを行うものであった。

架替え工事は、大きく2段階に分けて行われた。1段階目は、既設橋梁を撤去して、工事桁化した仮桁に架け替えた。2段階目は、新設 PC 桁を井の頭線の真横で製作し、軌条設備を利用して横取りし、上下線それぞれ一晩で架け替えた。

小田急線との交差部における橋梁区間（全長 66 m）は、上下線でそれぞれ橋梁 1・2・3 からなる 3 連の単



写真—1 交差部架橋地点



図—1 位置図

純桁橋梁から構成される（図—1）。橋梁区間両端部の橋梁 1・3 については、プレキャスト桁を用いてクレーン架設により段階的に架替えを行った。一方、中央部の橋梁 2 は、井の頭線軌道の真横で PC 桁を構築するスペースが確保できたため、桁をコンクリート現場打ち製作したのちに横取りして架替えを行った。

いずれの架替え工事も、井の頭線の運行に支障をきたさぬよう所定の時間内で滞りなく完了させる必要があるため、作業時間も含めた慎重な計画が求められた。

本稿は、横取り架設にて架替えを行った橋梁 2 を対象として報告する。

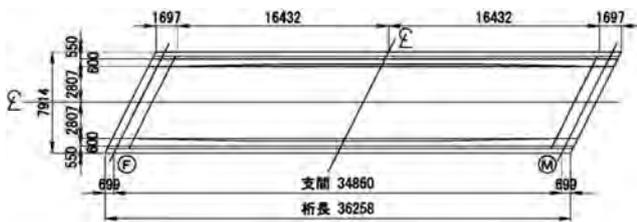
2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を表—1 に示す。また、PC 桁の構

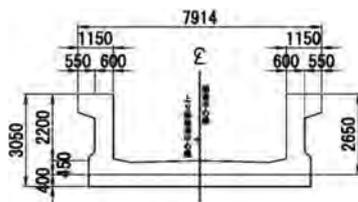
表一 橋梁概要

構造形式	ポストテンション方式PC単純下路桁橋
線路本数	単線(上下線 おのおの1橋)
桁長	36.258m (37.384m)
支間長	34.860m (35.944m)
桁高	端部:3.05m 中央部:2.65m
斜角	63° 23' 44" (60° 07' 45")
軌道線形	R=650m
設計速度	V=90km/h
軌道構造	ラダー軌道
列車荷重	軸重160kN (列車標準荷重)

() は下り線



図一2 PC桁平面図(上り線)



図一3 PC桁断面図(上り線)

造図(上り線)を図一2, 3にそれぞれ示す。

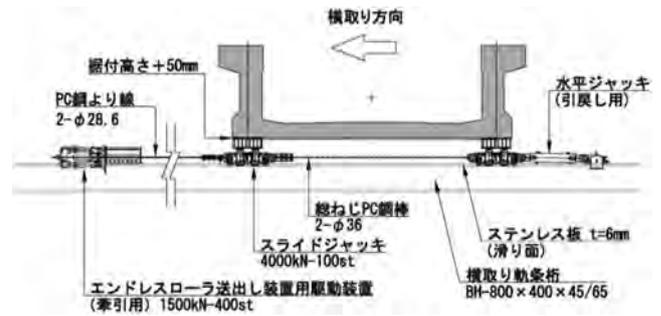
3. 施工概要

(1) 横取り架設概要

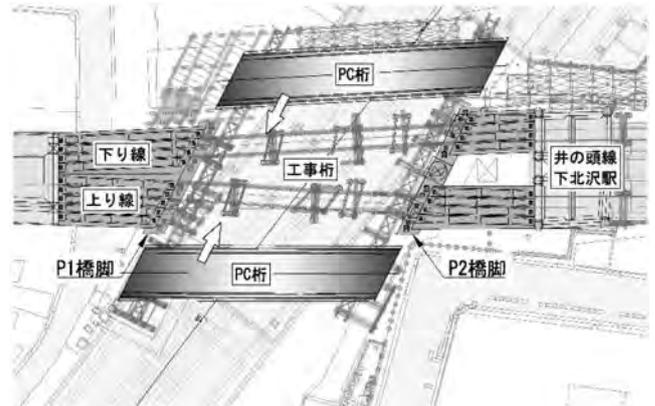
PC桁の横取り架設には、スライドジャッキ(4000kN, 100st)及びエンドレスローラ送出し装置用駆動装置(以下、牽引用ジャッキという)を用いた。スライドジャッキは、PC桁下の4隅に配置し、牽引用ジャッキとPC鋼より線(2-φ28.6)、総ねじPC鋼棒(2-φ36)で繋がれた。

PC桁の横取り架設は、牽引用ジャッキを用いてスライドジャッキ下に設置された軌条桁をガイドとして牽引する方法を採用した。また、PC桁を牽引し過ぎた場合や据付け位置の微調整作業に備え、引戻し用のジャッキをスライドジャッキの進行方向後方に配置した。横取り設備概要図を図一4, 5にそれぞれ示す。

PC桁の横取り作業は、橋脚沓座への据付け高さより50mm高い位置で行い、所定の位置まで横取りしたのち、スライドジャッキで降下する手順で行った。



図一4 横取り概要図(断面図)



図一5 横取り概要図(平面図)



写真一2 スライドジャッキ

なお、本工事におけるスライドジャッキは、スライドシップに降下用の鉛直ジャッキを搭載したものであり、PC桁の横取りと据付けの両方の機能を持たせたものであった(写真一2)。

(2) 架設設備

(a) 軌条設備

PC桁の横取り用軌条設備は、鋼管ペント及び軌条桁(2-BH-800×400)から構成される。軌条設備は、P1・P2橋脚、それぞれに沿って配置した(図一6)。軌条桁は、分割して製作されたブロック桁を各鋼管ペントの天端でボルト締結し、約47m(=上下線のPC桁製作地点間距離)を一体として連続化させた。なお、

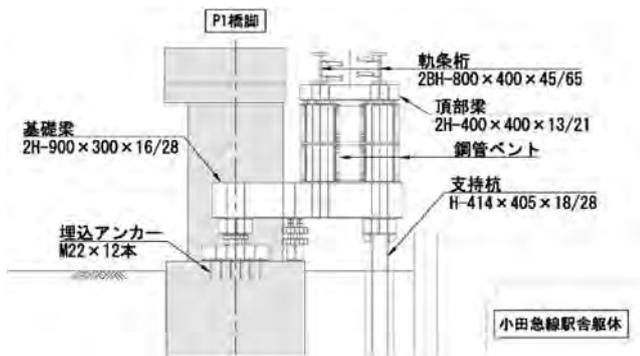


図-6 横取り軌条設備断面図



写真-4 引き戻し用ジャッキ

軌条桁の支間長は、PC桁横取り時の上載荷重によるたわみを考慮して、最大4m程度とした。

軌条桁の天端面は、横取り時におけるスライドジャッキの摩擦低減を目的として、ステンレス板 (t = 6 mm) を全長にわたり溶接した。特に、ステンレス板の接合部は、溶接に伴う段差が生じないようにグラインダーなどを使用して平滑に研磨した。

(b) 横取り設備

横取り設備として使用する機材の仕様を表-2に示す。横取りは、PC桁をスライドジャッキで支持し、軌条桁を滑らせることにより行った。PC桁の牽引は、牽引用ジャッキ (写真-3) を使用し、PC桁の引き戻し用として水平ジャッキ・H鋼クランプジャッキ (写真-4) を使用して行った。

表-2 横取り設備

設備	仕様	
牽引用設備	エンドレスローラ送出し装置用駆動装置 (牽引用ジャッキ)	Cap. 1500kN×2台
	PC鋼より線	2-φ28.6
引き戻し設備	水平ジャッキ	Cap. 1000kN, 1000st×2台
	H鋼クランプジャッキ	Cap. 800kN×2台
主桁支持点	スライドジャッキ	Cap. 4000kN, 100st×4台

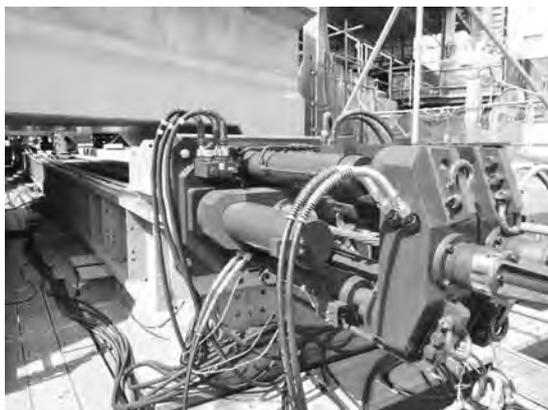


写真-3 牽引用ジャッキ

(3) 施工ステップ

PC桁の製作から据付けまでの施工ステップを図-7に示す。PC桁は、現場での製作完了後、300 mm 降下させ、軌条桁上に配置されたスライドジャッキと接合した。(ステップ②)。続いて、PC桁は、各種ジャッキの動作確認及び横取り架設当夜のリハーサルを兼ねて、井の頭線軌道側へ1.8m横取りした(ステップ③)。

横取り架設当夜の作業は、工事化した仮桁撤去後、PC桁を横取りし、予め設置された沓座への降下・据付けであった。架設当夜のPC桁横取り量は、上下線それぞれ8.6m、降下量は50mmであった(ステップ④⑤)。

4. 架替え作業

(1) 架替え概要

PC桁の架替え作業は、上り線と下り線を別々に行った。架替え作業の概要図を図-8に示す。本橋の架

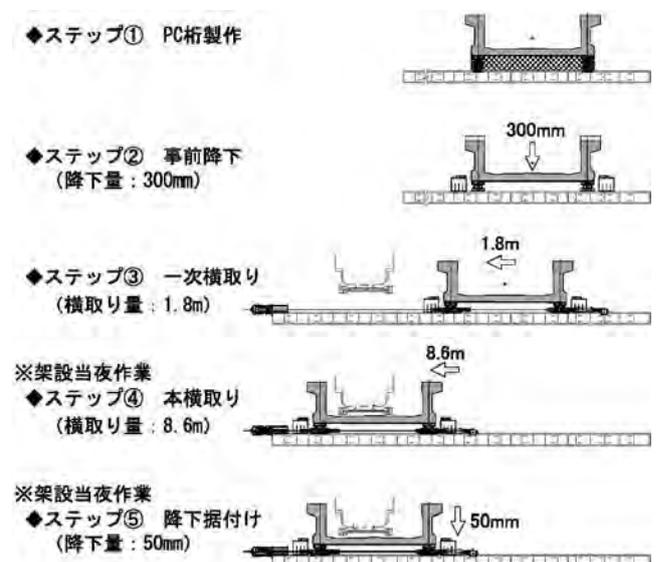
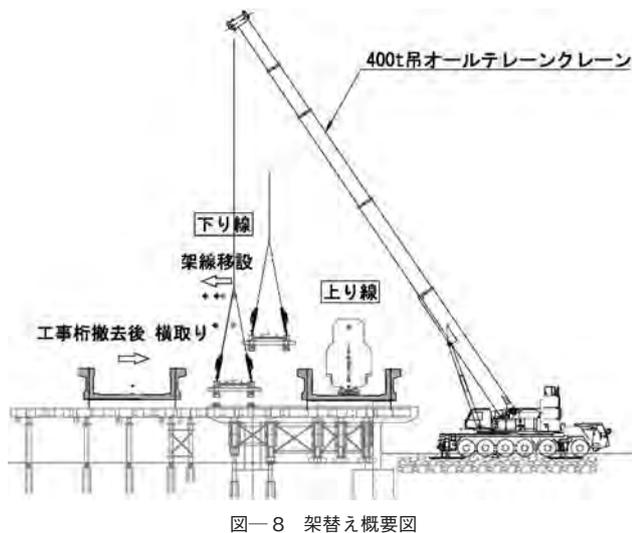


図-7 施工ステップ



図一八 架替え概要図

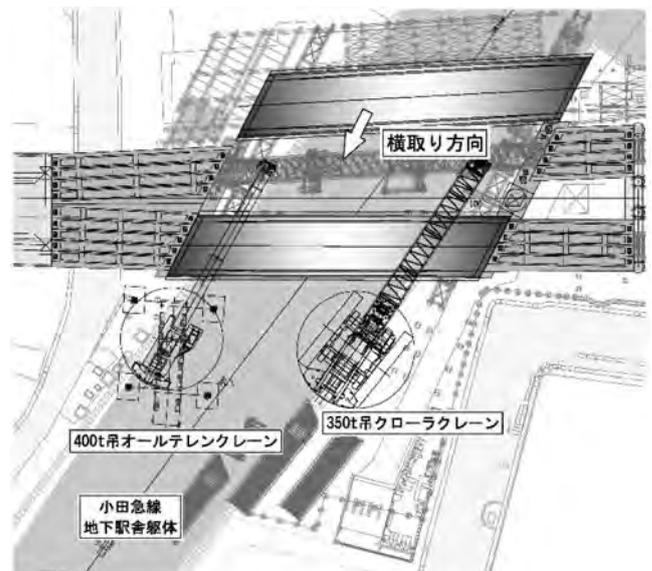
替えは、施工延長が長く、また PC 桁横取り作業の他に軌道工事や電気工事を伴い、作業量も多岐にわたるため、通常の線路閉鎖間合い（午前 1 時から午前 4 時 30 分）で作業を終えることが困難であった。そこで架替え作業当日は、下北沢駅付近の井の頭線を初電（午前 4 時 49 分）から午前 10 時頃まで運休させる特別な線路閉鎖間合いで行った。

線路閉鎖着手後、軌道工事にて PC 桁架替え部のレールを撤去した。き電停止後、大型クレーンを用いて、現軌道の工事桁を撤去し、PC 桁を横取り架設した。PC 桁据付け後、鋼角ストッパーの設置を行った。鋼角ストッパーは、上部工・下部工制作時にそれぞれ箱抜き開口を設けておき、PC 桁の横取り架設後に橋面上から設置した。鋼角ストッパー部の間詰めモルタルは後日、施工され、架替え当日は仮ストッパーを設置して PC 桁を固定した。

(2) 工事桁撤去

工事桁は、400 t 吊オールテレンクレーンと 350 t 吊クローラクレーンを用いて撤去した。クレーンの据付け位置は、小田急線の地下駅舎躯体の直上であり、躯体への影響が懸念された（図一 9）。そこで、次の対策を実施した。まず、クレーン据付け位置全域を再生砕石にて約 800 mm 嵩上げして、躯体に作用するクレーン反力を分散させた。また、クレーン据付け位置を予め精査し、その直下の躯体上床版を補強した。

工事桁撤去に際し、撤去当日のボルト撤去がスムーズに行えるよう、予め新品のボルトに入れ替えた。また、リハーサルを実施して、クレーンの作業半径及び旋回時間、ブームワークなどを確認した。さらに、工事桁を事前にジャッキアップして、実重量を測定し、計画時の吊重量との差異を確認した。



図一 九 クレーン配置図（下り線架替え時）

クレーン撤去作業中は、クレーン据付け地盤の変状を確認するとともに、小田急線駅舎躯体の上床版に埋め込まれた計器により躯体の異常の有無を確認した。いずれも大きな変状は見られず、撤去作業を順調に行うことができた。

(3) PC 桁横取り架設

横取り架設中は、常にスライドジャッキに反力が作用する。この反力は、軌条桁の不陸及び油圧機械の特性、さらには P1 橋脚側と P2 橋脚側での PC 桁移動速度の差などにより、設計計算で想定している反力値に対して差異が生じることが想定された。この反力値により生じるねじりモーメントは、下路桁構造（開断面）である PC 桁へ及ぼす影響が懸念された。このため、反力のばらつきによる PC 桁への影響検討を事前実施し、本設構造として PC 桁本体に悪影響を及ぼさないように架設時反力を管理した。

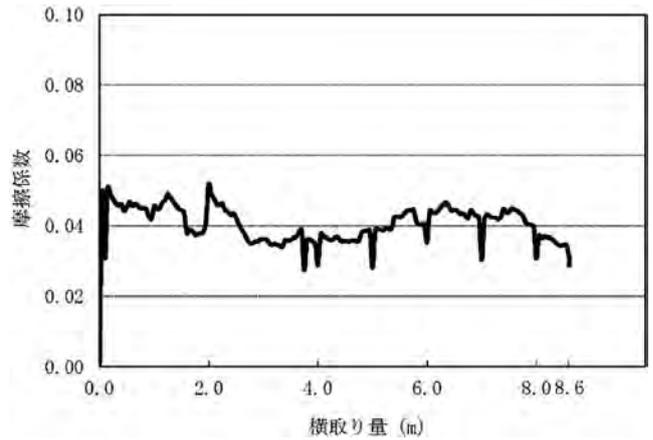
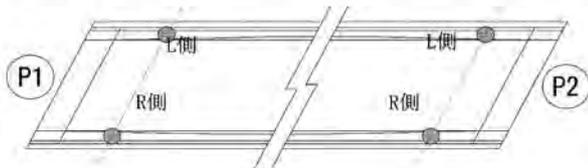
検討では、格子解析により強制的に支点反力を増減させるパラメータ解析を実施し、その際に PC 桁に発生する断面力を算出し、安全性の照査を実施した。検討の結果、支点反力は設計計算時の反力に対し ±20% のばらつきが許容されることが確認できた（表一 3）。

横取り架設当日は、スライドジャッキの反力を現場モニターにて集中管理し、その際の一次管理値を ±10% として作業した。下り線における PC 桁の横取り中の反力変動分布図を図一 10 に、摩擦係数の変動分布を図一 11 にそれぞれ示す。

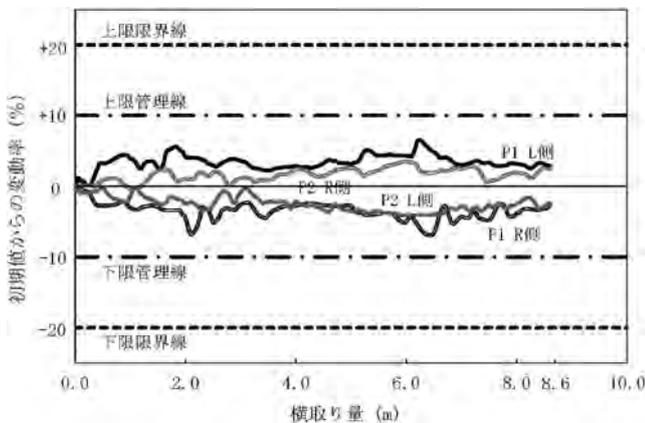
横取り中の PC 桁に生じる支点反力は、大きな変動は見られず、終始管理値以内で収まった。一方、摩擦

表一三 横取り時の支点反力

支点位置			横取り支点反力 (単位: kN)		
			設計値	制限値(下限)	制限値(上限)
上り線	P1	L側	1,687	1,350	2,024
		R側	1,605	1,284	1,926
	P2	L側	1,588	1,270	1,906
		R側	1,670	1,336	2,004
下り線	P1	L側	1,731	1,385	2,077
		R側	1,636	1,309	1,963
	P2	L側	1,619	1,295	1,943
		R側	1,714	1,371	2,057



図一 11 摩擦係数変動分布図



図一 10 支点反力の変動分布図

係数は、0.05程度で推移し、牽引設備への過負荷は発生しなかった。

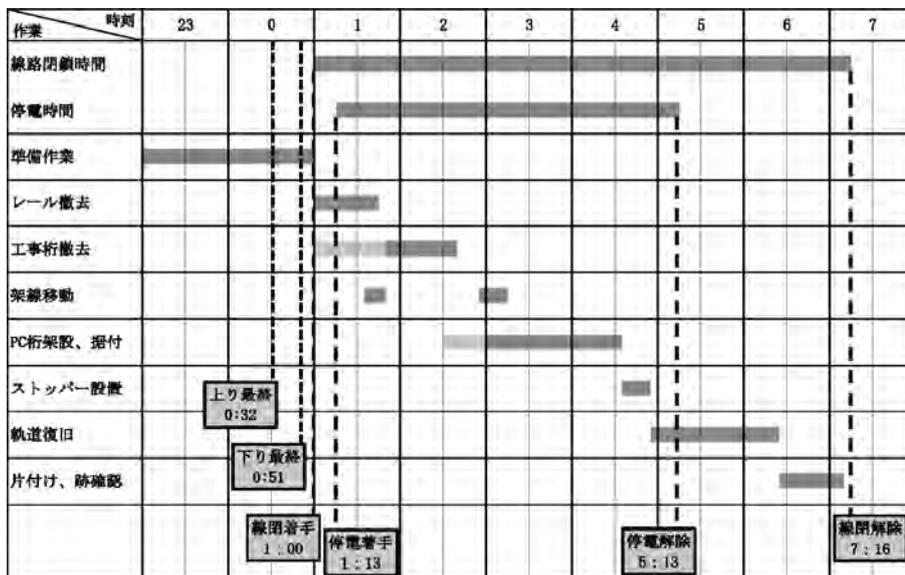
PC桁移動距離の管理は、軌条桁の上フランジに貼付したゲージを目視計測するとともに、リニアエン

コーダーを用いてP1橋脚側及びP2橋脚側の相対変位差を設定することにより、横取り量を自動制御する方式で行った。この結果、両橋脚側での変位差はほとんど確認されず、精度の良い架設を行うことができた。

横取り方向のPC桁最終位置調整は、牽引ジャッキと引き戻しジャッキを微調整することにより行った。一方、横取り直角方向(橋軸方向)の最終位置調整は、スライドジャッキに内蔵されたガイド調整ジャッキにて軸方向位置を拘束・調整して行った。

PC桁は、所定位置まで横取りしたのち、スライドジャッキに搭載された鉛直ジャッキのストロークを縮めて、沓座面まで降下した。

横取り架設当日の作業実績工程を図一12に示す。架設当日は、すべての作業工程を遅滞なく終えるとともに、午前10時頃までであった井の頭線の運休時間を短縮し、始発列車を無事に通過させることができた。



図一 12 架替え施工サイクル(下り線)

5. おわりに

PC桁の架替え工事は、2016年8月に横取りベントの支持杭施工を着手し、2017年9月にはPC桁の製作着手、2018年2月に上り線PC桁の横取り架設、同5月に下り線の架替えを行った。工事に際し、1日に約630本もの列車が通過する主要路線に近接した場所での作業であったため、列車の運行や利用者に負担が生じないように、細心の注意を払いながら施工し、無事に終わることができた(写真-5)。

今回の横取りによる架替え工事は、仮軌道を設置できない土地条件下において、工事桁の撤去から新桁の架設までを一括で行ったものであり、今後増加すると想定される、老朽化したインフラを更新する工事などにも適用できると考えられる。



写真-5 交差部全景

謝 辞

最後になりますが、これまでご尽力を賜った関係各位に深く感謝するとともに、本稿が今後の工事の参考になれば幸いです。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 篠田 貴宏, 網島 竜大, 岩元 篤史, 山口 卓, 北村 健, 趙 唯堅: UFC 鉄道橋の設計と施工, 橋梁と基礎, Vol.52, pp.15-20, 2018年
- 2) 篠田 貴宏, 岩元 篤史, 山口 卓: PC単純下路桁鉄道橋の架替え工事

【筆者紹介】

岩元 篤史 (いわもと あつし)

大成建設㈱

東京支店 京王下北沢作業所
所長



山口 卓 (やまぐち たかし)

大成建設㈱

関西支店 舞鶴若狭道由良川橋工事業所
課長



岡田 成徳 (おかだ しげのり)

大成建設㈱

東京支店 京王下北沢作業所
課長

