

# 新名神高速道路川下川橋の施工

波田 匡司・福田 雅人・萩原 幹

川下川橋は、兵庫県神戸市と宝塚市の市境に位置し、非常に急峻な谷間にかかる橋長300 mのコンクリート橋である。本橋は、平成20年7月に西日本高速道路(株)関西支社により設計・施工一体発注方式の試行工事として発注された上下部工一体の橋梁工事である。

本橋の特徴は、高さ95 mの高橋脚、最大張出し架設長110 mを有する、国内では最大規模のPRC3径間連続ラーメン箱桁橋である。本報文では、大口径深礎、高橋脚および主桁の構造と施工概要について紹介する。

キーワード：高橋脚、セルフクライミング足場、大口径深礎、小判形深礎、上げ越し管理

## 1. はじめに

新名神高速道路は、名古屋市と神戸市を結ぶ延長約174 kmの高速道路であり、名神高速道路、中国自動車道など周辺の高速道路とともに、近畿圏と中部圏を結ぶ高速道路ネットワークの多重化を形成するとともに、名神高速道路・中国自動車道の渋滞緩和や事故、地震、降雪、大雨等の自然災害や老朽化対策工事の際の代替路線(リダンダンシー)としての機能が期待されている。

本橋は、最大橋脚高さ95 m、最大支間長143 mのPRC3径間連続ラーメン箱桁橋で、張出し支間長110 mは国内最大規模となる。高強度材料を適所に採用し、耐久性および耐震性を確保しつつ、構造断面のコンパクト化を図ることで、工所用材料の低減および自然改変を最小限として、構造合理化および環境負荷低減を図っている。

## 2. 工事概要

工事諸元を表-1に、構造一般図を図-1に示す。

表-1 構造諸元

発注者	西日本高速道路(株)関西支社		
設計・施工	鹿島建設(株)・(株)ピーエス三菱共同企業体		
工事場所	自) 兵庫県宝塚市玉瀬 至) 兵庫県神戸市北区道場町生野		
工期	平成20年12月～平成25年7月		
上部構造	PRC3径間連続ラーメン箱桁橋		
支間割	120 + 143 + 37 m (橋長300 m)		
下部構造	RC橋脚2基 (橋脚高95 m, 25.5 m), RC橋台2基		
基礎構造	大口径深礎	小判形 9.0 m × 12.5 m	L = 15.5 m
	大口径深礎	φ 5.0 m × 2本	L = 12.0 m
	深礎杭	φ 3.0 m × 8本	L = 8.0 m

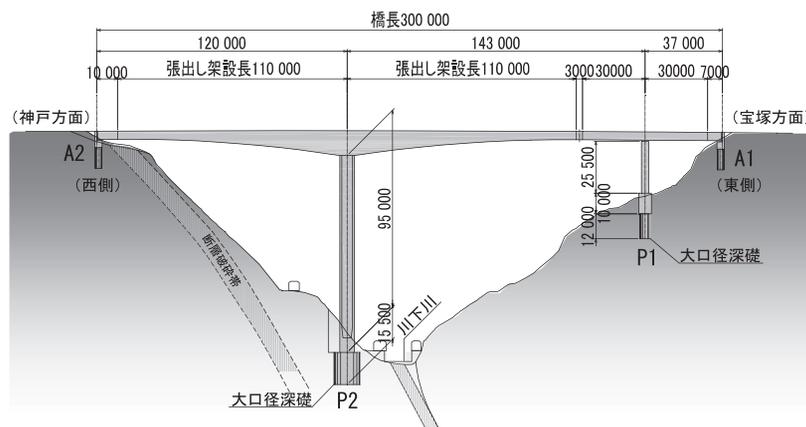


図-1 川下川橋一般図

### 3. 構造概要

#### (1) 下部構造

P2 橋脚基礎には、杭径 9 m × 12.5 m の小判形断面を有する大口径深礎（写真-1）を、P1 橋脚基礎には段差フーチングに杭径 5 m の大口径深礎 2 本を組み合わせた構造を採用している。P2 橋脚には構造物



写真-1 小判形断面の大口径深礎

掘削面を最小とし、破碎帯部の掘削を伴わず、周辺との景観性を考慮して竹割り型土留め構造を採用した。

橋脚には、高強度材料を以下の通り採用した。P2 橋脚部には、コンクリート設計基準強度 50 N/mm<sup>2</sup> と高強度鉄筋 USD685B、P1 橋脚部には、コンクリート設計基準強度 40 N/mm<sup>2</sup> と高強度鉄筋 SD490 を採用した。

高強度鉄筋と高強度コンクリートを組み合わせた構造は、高橋脚でその効果が十分に発揮される。P2 橋脚では、一般的な強度の鉄筋とコンクリートを組み合わせた場合に比べ、大幅な断面の縮小と鉄筋量の削減が可能となった（図-2）。さらに橋脚断面のコンパクト化と同時に、基礎断面のコンパクト化も可能となった。

#### (2) 上部構造

上下線一体で全幅員が 24.14 m となる上部構造には、2 室箱桁断面（図-3）を採用した。P2 橋脚からの張出し架設部には変断面を採用し、橋脚頂部での桁

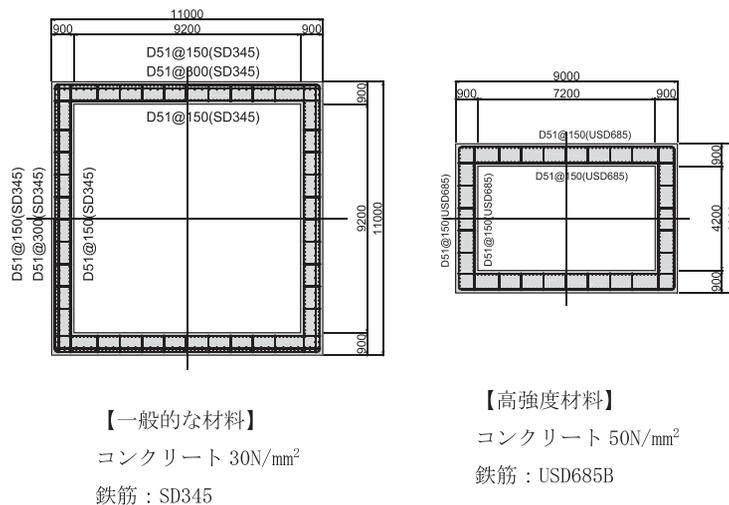


図-2 橋脚断面の比較

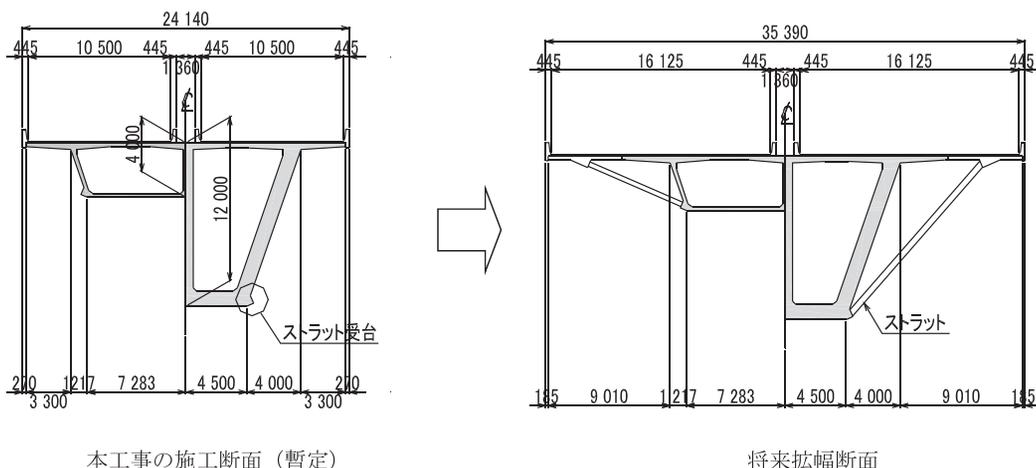


図-3 主桁断面

高を12mとし、張出し先端に向かって4mまで変化させた。張出し架設長が国内でも最大規模となるため、高強度コンクリート（設計基準強度50 N/mm<sup>2</sup>）を適用して、軽量化を図った。なお将来、上下線各3車線へ拡幅する計画があるため、本工事ではストラットによる張出し床版の延長が可能となる構造を採用した。

#### 4. 施工概要

##### (1) 基礎

現場周辺は最大52°の斜面を有する非常に急峻な山間地形である。また、川下川ダム放水路・導水管等、ダム関連施設と近接しているため、周辺環境に配慮した施工が求められた。

##### (a) 竹割り型土留め工法

P2竹割り型土留め工は最大掘削高さ20m、掘削径15mと通常よりも規模が大きい。ダム管理用道路に近接していることから、掘削時周辺地山の挙動確認が重要であった。そこで、竹割り型土留め工（写真—2）での通常の観測項目に加え、土留め背面に挿入式の傾斜計を設置して、動態観測を行った。掘削時の変位量は2～3mmで、周辺地山に特に有害な影響は認められなかった。



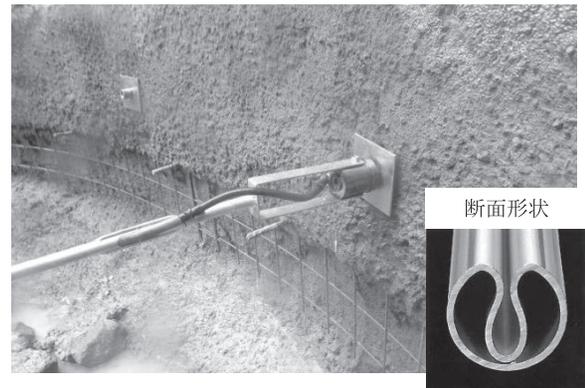
写真—2 竹割り型土留め工法

##### (b) 大口径深礎

深礎の掘削（CL～CM級の岩盤）は、発破による掘削を行なった。発破による掘削では、川下川ダム関連施設等、近接構造物への振動による影響が懸念された。発破掘削に先立ち、ダム関連の近接構造物ごとに離隔距離に応じた発破振動管理値を定めた。DS・MS雷管の併用で段発数を増やし、一段あたりの火薬量を低減する等、発破パターンを十分検討し、振動予測値が管理値以内となるよう計画した。実施工時には、振動値を実測して予測値と比較し、発破パターンの妥当性を

確認しながら施工を行った。実測値は、予測値に対して低く、周辺構造物への悪影響は認められなかった。

P2大口径深礎の土留め工は、吹付けコンクリートとロックボルトの併用である。ロックボルトは、一般的なモルタル定着型ではなく、鋼管膨張型（摩擦式）（写真—3）を採用した。鋼管膨張型ロックボルトは、鋼管内に水圧を加え膨張させることにより、地山に定着される構造で、モルタル定着型を使用する場合より、工期が短縮された。



写真—3 鋼管膨張型ロックボルト

##### (2) 橋脚

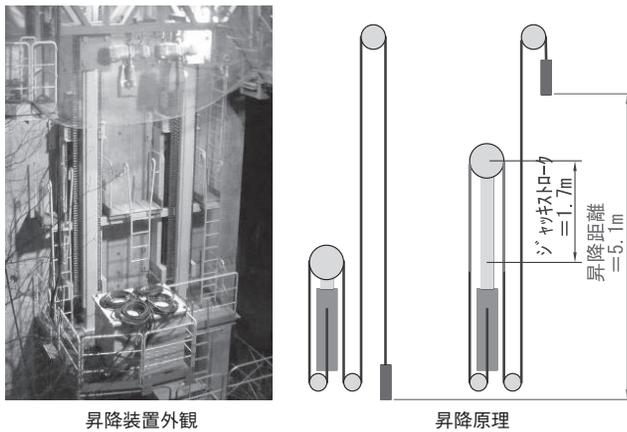
##### (a) セルフクライミングフォーム

高さ95mのP2橋脚施工については、安全性確保・工程短縮を目的に、自動昇降式足場「セルフクライミングフォーム（写真—4）」を採用した。



写真—4 セルフクライミングフォームによる橋脚施工

セルフクライミングフォームは、9階層（全高20m）で構成され、各ステージで次リフトの鉄筋組立から、型枠組立、コンクリート打設、養生の一連の作業を行う。昇降装置は油圧ジャッキ（600kN）とチェーンおよび滑車を組み合わせた構造で、昇降装置2基（油圧ジャッキ2台/基）を用いて4面同時昇降する機構とした。また「滑車の原理（写真—5）」を利用することで、1.7mのジャッキストロークで3倍



写真—5 昇降装置詳細

の5.1 mまで昇降できるため、途中でアンカーの盛替えを行う必要がない。

橋脚1リフトあたりの施工サイクルを7日に設定し、同施工サイクル確保のため、クライミング作業を夜間に行った。1回のクライミング作業には、約6時間を要した。

#### (b) 高強度コンクリート、鉄筋の施工

P2橋脚は設計基準強度 $50\text{ N/mm}^2$ の高強度コンクリートを採用しており、一般的な配合では単位セメント量が多くなるため、温度応力によるひび割れ発生が懸念された。本橋では、普通セメントを使用するとともに、コンクリートの保証材齢を56日とすることで、単位セメント量を低減した。鉄筋の組立ては、帯鉄筋・中間帯鉄筋を栈橋上で予め地組みした後、専用の吊具と吊枠を用いて橋脚主鉄筋に沿わせて吊込んだ(写真—6)。鉄筋の組立て精度が向上するとともに、高所作業量が低減し、墜落・転落災害リスクが低下した。

### (3) 上部構造

#### (a) 柱頭部

桁高12 mのP2柱頭部は、一日の打設可能数量から5分割施工とした。温度応力によるひび割れ抑制のため、上床版以外の部材厚が大きい箇所(4リフト分)

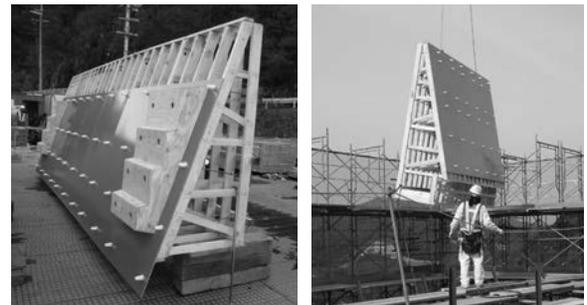


写真—6 鉄筋一括吊込み

には、低熱ポルトランドセメントを、上床版(第5リフト)には早強ポルトランドセメント(膨張材入り)を使用した。

主桁斜めウェブの型枠には、工場で製作した櫛形型枠(写真—7)を使用した。現場での型枠組立て作業量が削減され、工程が大幅に短縮された。

柱頭部に配置される連続外ケーブルの偏向管は、予め栈橋上にて架台と一体化して架設(写真—8)し、偏向管設置精度の向上と、工程の短縮を実現した。



写真—7 櫛形型枠

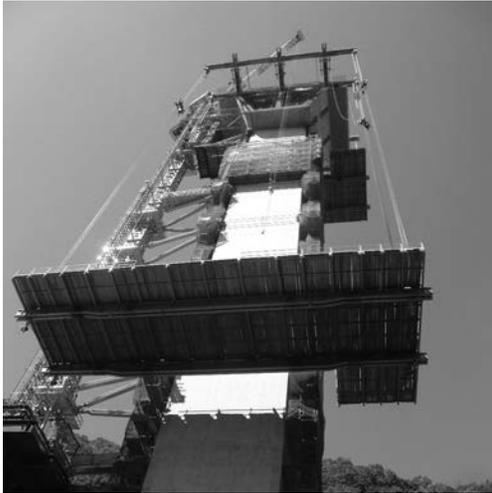


写真—8 偏向管一括架設

#### (b) 張出し架設部

P2橋脚柱頭部施工後、移動作業車(大型3主桁)による張出し施工を行った。張出し長110 mを全33ブロック(片側)に分割し、桁高12 m~4 mの変化に合わせてブロック長を2~4.5 mとした。移動作業車の組立ては、橋脚高さ95 m+柱頭部高さ12 mと非常に高い位置での作業となるため、予め仮設栈橋にて部材の地組を行い、メインフレームをタワークレーンで、下段作業台を電動チェーンブロックにて一括架設(写真—9)した。高所作業の低減により安全性を確保するとともに、工程を短縮した。

P2橋脚及び上部構造張出しブロックのコンクリートは、橋脚昇降階段に沿わせて設置した鉛直配管と橋面上の水平配管を通して圧送した。高強度コンクリートの高所への配管圧送となるため、ポンプ圧送性確保のためのコンクリート品質管理が課題となった。鉛直配管に圧力センサーを設置し定期的にポンプ圧送性(圧送性、スランプの変化)、およびコンクリート性状



写真一9 下段作業台の一括架設



鉛直配管 水平配管

写真一10 コンクリートの配管養生

を評価しながら施工を行った。

また暑中時の断熱対策として、鉛直圧送管に穴あきホースをらせん状にまきつけ、その外周部をむしろで覆い、打設時(圧送時)にはホース内に通水し、圧送管を冷却した。外周部をむしろで覆うことで保水性を高めるとともに、直射日光による温度上昇も抑制することができた。また水平圧送管は、断熱材で覆うことによって外部の熱を遮断し、配管温度上昇による閉塞等の圧送トラブルを防止(写真一10)した。

張出し施工を実施するにあたり、打設方法の確認を目的に、実物大模型によるコンクリート打設試験(写真一11)を行った。試験では、下床版部からのコンクリート噴出し、ストラット受台の締固め、ウェブ内枠の施工性などを確認し、実施工に反映させた。

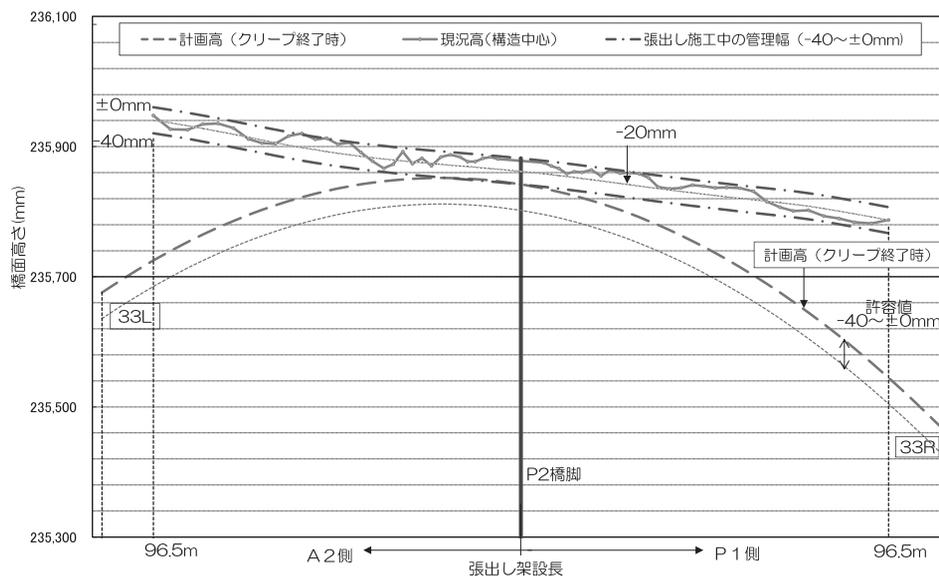
本橋のP2橋脚からの張出し施工(写真一12)は、橋脚高95mと高く、さらに最大張出し長も110mと



写真一11 実物大コンクリート打設試験



写真一12 P2橋脚からの張出し施工



図一4 川下川橋上げ越し管理システム



写真—13 川下川橋全景

長いため、施工時の上げ越し管理の精度向上が課題となった。本工事では、橋面高さ（レベル測量）、橋体温度（熱電対）、橋脚変位（傾斜計）を中心とする計測により、施工中に得られる情報をたわみ計算にフィードバックさせ予測の精度を高めていく情報化施工システム「川下川橋上げ越し管理システム（図—4）」を構築し施工を行った。上記に示す管理を行うことで、橋面高さを許容値以内とすることができた。

## 5. おわりに

川下川橋は、設計・施工面における様々な創意工夫を行うことで平成25年7月に無事竣工（写真—13）し、平成25年度のプレストレストコンクリート工学会賞作品部門を受賞した。

## 謝 辞

最後に、本工事を行うにあたり、ご尽力いただいた関係各位に感謝の意を表すと共に、本報告が他工事の参考になれば幸いです。

J C M A

## 《参考文献》

- 1) 中野 計, 波田匡司, 齋藤公生, 岩島 保, 佐溝純一, 高橋 章: 新名神高速道路川下川橋の設計・施工, 橋梁と基礎, Vol.47, No.1, pp.11-16, 2013.1
- 2) 岩島 保, 波田匡司, 坂本 真, 柳井修司: 新名神高速道路「川下川橋」の施工一部位に応じたコンクリートの検討とその施工実績一, コンクリート工学, Vol.51, No.8, pp.641-647, 2013.8

## 【筆者紹介】



波田 匡司 (はだ まさし)  
鹿島建設㈱  
土木設計本部 構造設計部  
設計主査



福田 雅人 (ふくだ まさと)  
西日本高速道路㈱  
関西支社 構造技術課



萩原 幹 (はぎわら もと)  
西日本高速道路㈱  
新名神兵庫事務所 宝塚工事区