

## 松原ジャンクション(北西渡り線)の設計・施工

阪神高速道路(株)建設・更新事業本部堺建設部設計課	高地 淳也
(一財)阪神高速道路技術センター企画研究部調査研究課	茂呂 拓実
阪神高速道路(株)大阪管理局保全部保全設計課	田畑 晶子
阪神高速道路(株)建設・更新事業本部大阪建設部企画・設計課	谷 和博
阪神高速道路(株)計画部事業計画課	間嶋 信博

### 要 旨

松原ジャンクションは、阪神高速松原線とネクスコ西日本管理の近畿自動車道、西名阪自動車道と阪和自動車道を接続するジャンクションで、未整備の松原線と近畿自動車道を接続する北西渡り線の建設を行い、平成 27 年 3 月 29 日に開通した。建設現場は近畿自動車道、西名阪自動車道、阪和自動車道、府道中央環状線などの重要幹線道路に近接し且つ狭隘であり、また一級河川大和川等と交差するなど、様々な制約及び条件を踏まえた設計、施工を行う必要があった。

そこで、設計では近畿自動車道拡幅部における上部構造軽量化による近畿自動車道上部構造、下部構造への影響を小さくする等の設計を実施し、施工では重要交通路線である阪和自動車道、西名阪道の夜間通行止めによる大ブロック一括架設や一級河川大和川内において非出水期での半川締切による施工等を実施した。

本論文では各種制約条件下において実施した設計、施工について報告するものである。

**キーワード**: 既設 RC 床版鋼床版拡幅、鋼製地覆、鋼製排水溝、狭隘な施工ヤード、非出水期施工、上下部剛結構造、大ブロック一括架設

### はじめに

松原ジャンクション(北西渡り線)(以下、松原 JCT)は阪神高速 14 号松原線と近畿自動車道を接続する渡り線(図-1)であり、近畿自動車道から 14 号松原線西行きに接続する G ランプと、14 号松原線から近畿自動車道北行きに接続する H ランプから成る。いずれも平成 27 年 3 月 29 日に開通した。松原 JCT(北西渡り線)は「阪神高速大和川線」と併せて整備することにより、「大阪都市再生環状道路」の一部を形成し(図-2)、京都・大

阪北東部～大阪南部・臨海地域間の交通を大和川線へ分散させるとともに、12 号守口線・13 号東大阪線の分担交通量を軽減させる。

また更に、大和川線の整備で得られる「14号松原線」と「近畿自動車道」との円滑な乗り継ぎと時間短縮効果は、周辺街路が抱える交通負荷の解消に大きく寄与するものと期待している。

### 1. 橋梁の概要及び各種制約条件

橋梁形式の一覧を表-1 に示す。G ランプは近畿

自動車道拡幅部から分岐し、一部土工区間を挟み西名阪自動車道、阪和自動車道と交差し14号松原線と合流する。Hランプは14号松原線から松原JCT Fランプ（14号松原線から阪和自動車道南行きに接続するランプ）を經由し、近畿自動車道北行きに接続する（図-3）。Hランプは全て橋梁で構成される。Gランプ、Hランプの既設構造物の上部構造拡幅部分については、道路面上に目地のない一体構造として拡幅するため、既設構造物と同形式の構造としている（Hランプ河川内を除く）。

近畿自動車道拡幅部の大半は一級河川大和川河川内に位置するため下部構造及び上部構造の施工は河川管理者の許可条件により施工期間が非出水期（11月～5月）のみに限られている。非出水期毎に大型土嚢による半川締切（写真-1）を行い、平成22年の非出水期から平成25年の計4回の非出水期に渡り施工を繰り返すことで河川内の施工を完工した。

Gランプについては西名阪自動車道、阪和自動車道、府道中央環状線といった幹線道路と交差し、交通規制や通行止め（短時間の通行止めを含む）を行いながら施工を行わなければならない。

Hランプについては府道中央環状線を西側に最大約8m移設を行い、松原JCT Cランプ（西名阪自動車道から近畿自動車道北行きに接続するランプ）と府道中央環状線の間を設置する計画となっている。

G、Hランプは西名阪自動車道、近畿自動車道、阪和自動車道、府道中央環状線の構造物と近接していることから既設構造物への影響を配慮した設計・施工を行う必要があった。

## 2. 既設構造物の制約を受ける条件下での設計

### 2-1 河川内における上部構造軽量化の設計

Hランプの新設に伴い河川内に位置する鋼3径間連続钣桁2連（HP5-HP8, HP8-HP11）について拡幅が必要となった。



図-1 松原 JCT（北西渡り線）



図-2 大阪都市再生環状道路



写真-1 大和川河川半川締切状況

HP6～HP9の既設橋脚は河川内にあり、桁拡幅に伴い、新たに橋脚を新設すると工程が大幅に遅れコストもかかるため、拡幅部の上部構造重量を可能な限り軽くし、既設橋脚および既設桁の補強で対応可能な方法を検討した。

表-1 橋梁形式一覧

	Gランプ(1)	Gランプ(2)	Gランプ(3)	Gランプ(4)	Gランプ(5)
	既設改築(近畿道拡幅)	既設改築(近畿道拡幅)	新設	新設	既設改築(エランプ拡幅)
橋長(m)	88.0	118.8	91.2	291.5	45.0
支間長(m)	43.1+44.9	44.1+43.0+31.7	91.2	39.2+55.7+87.4+74.0+34.2	45.0
曲線半径	3000	2000~3000	800~2000	55~∞	∞
橋脚(橋台)高	15.0	5.0~15.0	7.7~8.7	8.1~15.1	9.0
上部構造	鋼3径間連続非合成桁橋(内、2径間拡幅)	鋼単純合成桁橋×3	土工部	鋼5径間連続鋼床版桁橋	PC4径間連続桁橋(内、1径間拡幅)
橋脚構造	RC橋脚	RC橋脚	逆T式橋台	RC橋脚、複合橋脚	RC橋脚
基礎構造	オープンケーソン	オープンケーソン	場所打ち杭	深礎杭、オープンケーソン	オープンケーソン

	Hランプ(1)	Hランプ(2)	Hランプ(3)	Hランプ(4)	Hランプ(5)	Hランプ(6)
	既設改築(松原線拡幅)	既設改築(フランプ拡幅)	既設改築(フランプ拡幅)	新設	既設改築(近畿道拡幅)	既設改築(近畿道拡幅)
橋長(m)	101.5	81.4	19.5	151.3	252.1	53.2
支間長(m)	55.9+45.6	16.8+16.1+16.1+16.5	19.5	34.8+45.3+38.5+32.7	44.5+54+38.3+38.5+38.5+38.3	17.8+18.0+17.2
曲線半径	1200~750	110~750	180	90~175	285~∞	∞
橋脚(橋台)高	-	-	9.0	7.0~14.0	8.2~8.7	6.9~8.2
上部構造	鋼4径間連続非合成桁橋(内、2径間拡幅)	PC5径間連続中空床版	PC3径間連続合成I桁	鋼4径間連続合成桁橋	鋼3径間連続非合成桁橋×2	PC5径間連続中空床版橋(内、3径間拡幅)
橋脚構造	RC橋脚(既設橋脚)	RC橋脚(既設橋脚)	RC橋脚、複合橋脚	RC橋脚、複合橋脚	RC橋脚	RC橋脚
基礎構造	-	-	オープンケーソン	オープンケーソン	鋼管杭、場所打ち杭	場所打ち杭



図-3 松原ジャンクション工事概要図

(1) 桁配置および死荷重軽減方法の検討

HP5は拡幅量が4.4m程度あるため、既設主桁の

外側に主桁を1本新設し、新たにHP5橋脚を構築した。HP6~HP8は拡幅量が小さいこと、および既設橋脚の梁を拡幅して支点を設けると橋脚の耐力が不足することから、主桁はHP5~HP6間で主桁から縦桁に移行する構造とし、HP6~HP8間は既設主桁に張出しブラケットと縦桁を追加して床版を支持する構造を採用した。

既設桁および既設橋脚の補強を極力小さくできるように拡幅部の床版は路肩範囲を鋼床版とし、地覆は鋼製地覆、高欄はビーム型防護柵を採用し、死荷重軽減を図った(図-4)。

以上の対策により、表-2に示すとおり既設の外桁(G7)に作用する死荷重反力はRC床版で拡幅した場合に比べ10~24%程度軽減できたため、HP6~HP9は新設橋脚を構築することなく、既設橋脚の補強で対応することが可能となった。拡幅に伴い耐力不足となった既設桁は部分的な当て板による補強を、既設橋脚は橋脚(梁部)に対し鋼板接着による補強を行った。

(2) RC床版と鋼床版の接合方法

既設RC床版と鋼床版の接続は当社で採用実績のある孔明きジベルを用いる構造とした<sup>2)</sup>。



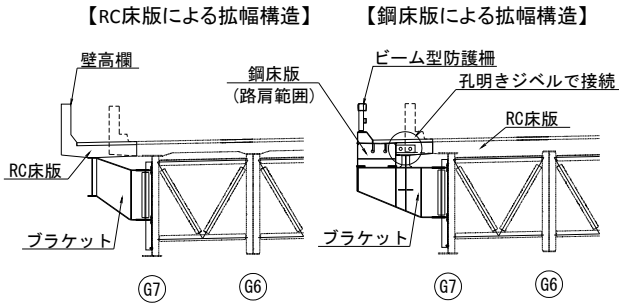


図-4 拡幅構造概略図

表-2 支点反力一覧

支点反力一覧 (既設G7桁)

	RC床版による拡幅構造		鋼床版による拡幅構造		比率	
	死荷重	全反力	死荷重	全反力	死荷重	全反力
	①	②	③	④	③/①	④/②
HP5	490	900	410	820	0.84	0.91
HP6	3940	5570	2980	4610	0.76	0.83
HP7	3270	4680	2640	4050	0.81	0.87
HP8	830	1290	750	1210	0.90	0.94

RC床版の鉄筋と接続部コンクリートの鉄筋はエンクローズ溶接にて接続した。既設RC床版張出し部の下側主鉄筋はD19@300mmで配置されており、この鉄筋配置で構成できる床版支間は最大1200mmであったため、既設主桁(G7)と新設する主桁・縦桁との桁間隔は1200mm以下となるように配置した(写真-2)(図-5)。

### (3) 鋼製地覆部の滞水対策

鋼製地覆、鋼製壁高欄を採用した橋梁では、地覆内側の付け根から腐食する事例が発生している。原因は水が浸入した場合に地覆部で滞水するためと推察される。

そこで、万が一水が浸入した場合でも地覆部に滞水することを避けるため、図-6に示すデッキ勾配を設けた構造を採用し、地覆部の滞水対策を図った。また、勾配の谷となる地覆内側から200mmの位置にはモニタリングを兼ねて水抜き孔を各鋼床版ブロックに1箇所設けた。

## 2-2 接続する近畿自動車道橋脚への影響を最小限にする設計

GランプのGP1からGP3については既設橋脚への影響を確認するため3次元フレームモデルを用いた時刻歴応答解析を実施し、L2地震時の近畿自動車道橋脚P7~P9(新設:GP1~GP3)の応力および応答値の現状を把握した。各部材のモデル化は、

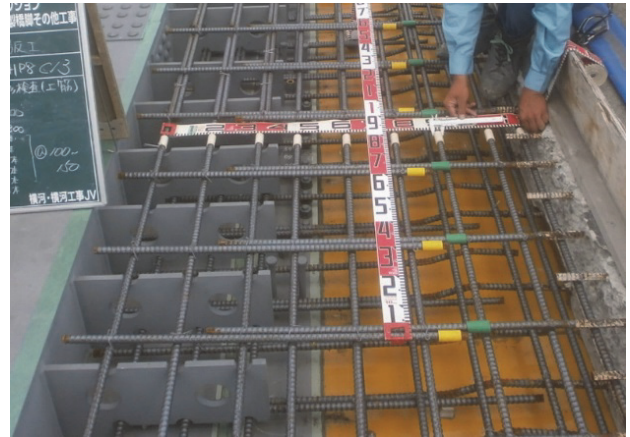


写真-2 床版接続部

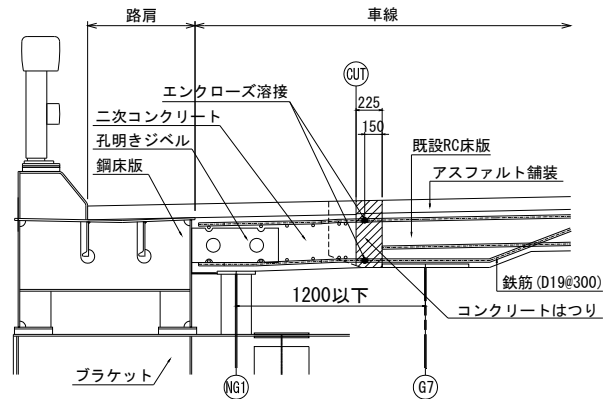


図-5 接続部詳細図

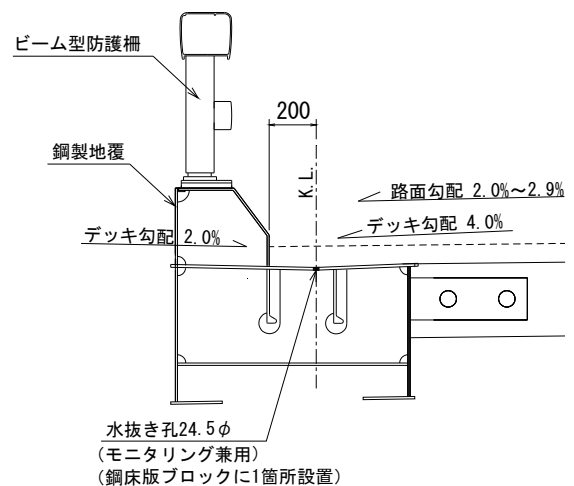


図-6 地覆部の滞水対策図

下部構造をトリリニア型の非線形部材、上部構造を線形部材とし、支承部は摩擦係数を0.15とするバイリニア型の非線形部材とした。また、減衰特性にはRayleigh型減衰を用い、固有振動数と減衰

定数の選定に際しては、10次モード程度までの低次モードについては全てのモードに対して、20次モードまでの高次モードについては分担重量の比較的大きなモードに対して、減衰定数を小さくなる側に包絡するように設定した。レベル2地震動は、道路橋示方書V耐震設計編（平成14年度版）の、Ⅱ種地盤のタイプⅠとタイプⅡの3波を使用し、入力方向は橋軸方向、橋軸直角方向に加え、河川軸方向、河川軸直角方向とした。

P7～P9の現状を把握した後、新設する上部構造を解析モデルに追加し、ランプ部接続後の時刻歴応答解析を実施して両者の応答値を比較した。拡幅後にP7～P9（新設：GP1～GP3）の応答値が悪化する場合には、新設する基礎構造および下部構造を見直して剛性を高め、P7～P9（新設：GP1～GP3）への負担を軽減することで応答値を改善した（表-3）。

表-3 ランプ接続前後の橋脚応答値

既設:第二明治橋	P7(RC T形橋脚)	P8(RC T形橋脚)
新設:Gランプ	GP1(RC 単柱式橋脚)	GP2(RC T形橋脚)
橋軸方向応答値 (拡幅前後の変化率)	接続前 応答曲率 0.00165 (1.00) 応答せん断力 5846.1kN(1.00)	接続前 応答曲率 0.00249 (1.00) 応答せん断力 9008.6kN(1.00)
	接続後 応答曲率 0.00106 (0.64) 応答せん断力 5667.8kN(0.97)	接続後 応答曲率 0.00212 (0.85) 応答せん断力 8838.8kN(0.98)

### 3. 既設構造物の制約を受ける条件下での下部構造の施工

#### 3-1 狭隘な施工ヤードでの深礎杭基礎施工

GP4, GP5 橋脚基礎構造は深礎杭（φ4.0m L=15.5m）で、両橋脚共に松原JCT Aランプ（近畿自動車道南行きから西名阪自動車道東行きに接続するランプ）の盛土上に位置していた。Aランプの反対側には、主要幹線道路である中央環状線が近接し、両道路への影響を最小限にする必要があった。

盛土掘削では、法肩から最大7m程度の掘削が必要であった。土留めの検討では、Aランプ盛土の沈下量の許容値を20mmとして検討を実施し、法肩部に親杭横矢板を打設し、永久グラウンドアンカ

ーによるプレロードを実施する計画とした。また、腐食等によるケーブルの破断・飛び出しを防止するため、定着部をコンクリートで巻き立てた。

深礎杭の施工では、土質調査を行った結果、現地盤から1m程度に地下水が見られたため、止水対策を行った。GP4, GP5 橋脚は西名阪自動車道及び中央環状線と隣接しており、深礎杭施工時に湧水等で地盤沈下が発生した場合、甚大な被害が発生する恐れがあった。そのため、狭隘な施工ヤードでも施工可能で、地中変位が小さい高圧噴射攪拌（GEOPASTA 工法）による改良を実施し、加えて、硬質粘性土付近の未改良部分を補う目的で薬液注入を併用した（図-8, 9, 写真-3）。その結果、湧水や地盤の変状なく、良好な精度で施工を完了した（表-4）。

表-4 深礎掘削結果（実績）

基礎	径	長さ	偏心量	備考
	mm	m	mm	
GP4	4000	15.5	24	社内基準値 90mm
GP5	4000	15.5	19	阪高基準値 100mm



写真-3 GP4 地盤改良施工状況

#### 3-2 橋脚および基礎構造の非出水期施工

松原ジャンクション建設工事では、1級河川大和川河川区域内に上下部構造を構築する（図-3）。工程内には非出水期（11月～5月）が4回あり、第1非出水期でGランプの基礎および橋脚2基を構築する必要があった。

第1非出水期では、本工事にあたり、一部河川内仮設物の構造を検討しながらの河川協議となり、第1非出水期間全てを工事期間として確保するこ

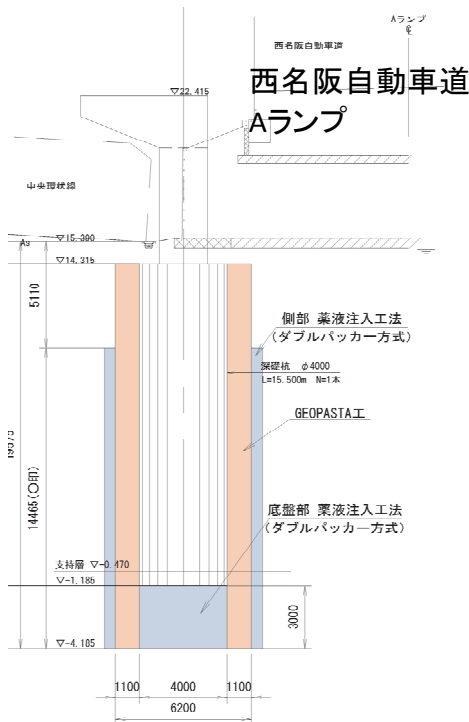


図-8 GP4 地盤改良計画断面図

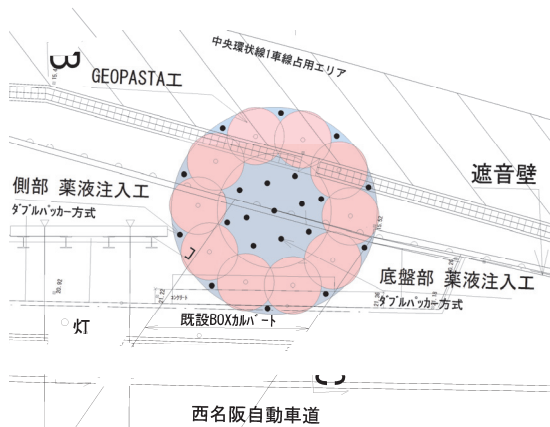


図-9 GP4 地盤改良計画平面図

とができなかった。そのため、第1非出水期に基礎の構築は完了できるが、橋脚の構築は完了できない見通しとなり、第1非出水期では、基礎構築を完了させ、第2非出水期に橋脚の構築を実施することとなった。

技術的な課題は、第2非出水期までの出水期の河床復旧構造であり、この課題に対する解決策として頂版上を図-10に示す仮蓋構造とした。

当該工事の基礎は、圧入オープンケーソン基礎で、陸上で側壁部を数ロットに分割して構築し、各ロットの構築完了後、圧入掘削を繰り返して沈

設する。側壁部の構築・圧入掘削が完了した後に底版部を水中打設し、最後に頂版部を構築する、GP1 橋脚は、河川協議により、基礎天端高が現況の河床高より 5m 以上低い位置に設置しなければならず、仮壁をケーソン側壁上に設置し(図-11)、ケーソン側壁を所定の位置に圧入沈設した。ケーソン沈設後に頂版部を構築後仮蓋をして埋戻し、第2非出水期に河床の掘削後、仮壁を撤去し、橋脚の構築を完了した。

GP2 は河川堤防に位置する。ケーソン基礎の側壁の圧入沈設、底板部の構築まで完了した後、ケーソン内への土砂およびその他の異物の侵入を防ぐため、仮蓋をして埋戻した。第2非出水期では、河川堤防の掘削、仮蓋撤去、ケーソン内の水替え清掃後、頂版部・橋脚の構築を完了した。

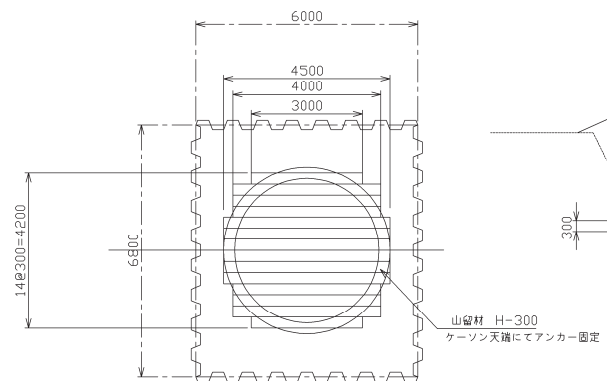


図-10 GP1 仮蓋詳細図

#### 4. 西名阪自動車道及び阪和自動車道交差部における上部構造の施工

##### 4-1 施工概要

西名阪自動車道交差部の施工では、西名阪自動車道を通行止めする必要があることから、ネクスコ西日本において実施される西名阪集中工事内(平成25年1月27日(日)から平成25年2月2日(土)まで夜間通行止め)で実施することで関係機関との調整を行った。

西名阪自動車道直上部の大ブロッケー括架設は鋼5径間連続鋼床版箱桁(橋長:約292m)の内、西名阪自動車道直上に位置する2ブロック(架設



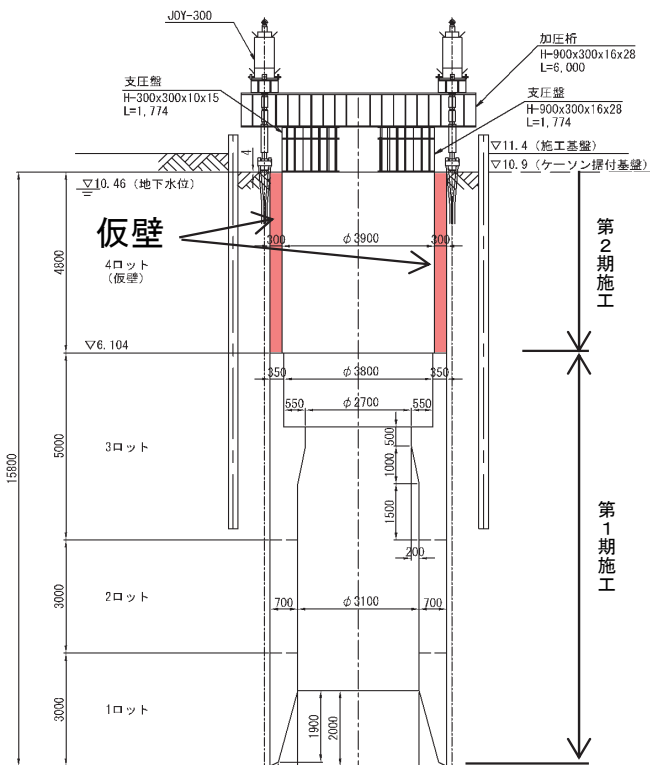


図-11 GP1 仮壁詳細図

重量：約 118t と約 108t) を 550t 吊りオールテレーンクレーンにより 2 夜間で架設した (写真-4)。

阪和自動車道交差部の施工では鋼 5 径間連続鋼床版箱桁 (橋長：約 292m) の内、阪和自動車道をまたぐ鋼桁 2 ブロック (架設重量：約 97.7t と約 83.9t) を 550t 吊りオールテレーンクレーンにより平成 25 年 7 月 23 日 (火), 24 日 (水) の 2 夜間で架設した (図-12)。

当該箇所はネクスコが実施する通行止め集中工事が当面予定されていないことから通行止めは、阪神高速が主体となっていく必要があり、関係機関と調整のうえ、下り (和歌山方面) については八尾ICから松原JCT, 上り (吹田方面) については美原南IC～八尾ICを平成25年7月22日 (月)～平成25年7月24日 (水) 毎夜22時～翌日6時まで通行止めを3夜間 (クレーン組立, ベント設置1日・架設2日) 行った。また、松原JCTの建設に伴い、近畿自動車道に設置してある標識柱を3基移設する必要があることから、この通行止め期間中に合わせて移設することとした。



写真-4 550tオールテレーンクレーンによる架設状況

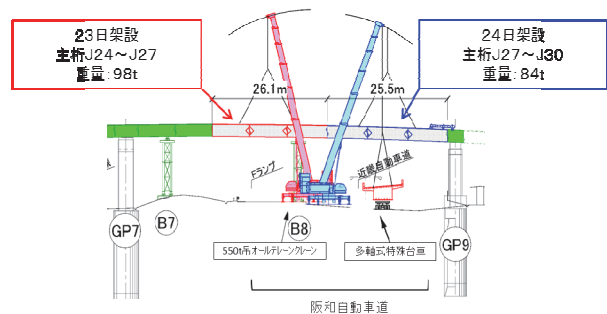


図-12 大ブロック架設図



写真-5 鋼桁運搬状況

当日のスケジュールは、通行止め完了後の22時30分頃から作業を開始し、翌日4時45分までに作業を終了することとなっており、この限られた時間の中で、550tクレーンの組立・解体、仮組立ヤードから多軸台車による鋼桁運搬 (写真-5)、大ブロック一括架設を行う必要があるため、効率的に作業を実施することにより作業時間を短縮する必要があった。

#### 4-2 仮組立ヤード

西名阪自動車道交差部、阪和自動車道交差部において大ブロック一括架設を実施するためには事前に架設箇所近傍で仮組立を実施し、鋼桁運搬を

行う必要がある。仮組立ヤードの場所を検討した結果、松原ジャンクションDランプ内のヤードが最適であることから、関係機関と調整の上、当該ヤードを仮組立ヤードとすることとした(図-13、写真-6)。また、仮組立ヤードから架設箇所への鋼桁運搬は、鋼桁を運搬する多軸台車通行時の既設橋梁の照査、支障物の移設を実施したうえで行った。

### 4-3 作業時間の短縮

#### (1) 複合橋脚部の先行施工

当初、GP5、GP9橋脚(鋼・コンクリート複合橋脚)上の部材が大ブロックに含まれていたが、架設時は下部工事で施工済みの約120本の主鉄筋が突出している躯体に鋼桁を差し込むこととなり、作業にはかなりの時間が必要となる。そこで、剛結部の架設及びコンクリート打設を先行して施工できるよう、部材割りを変更した(写真-7、図-14)。大ブロックに橋脚上の部材を含まないことで先行固定が可能であり、下部構造との取り合いの誤差確認及び調整が事前に可能となった。

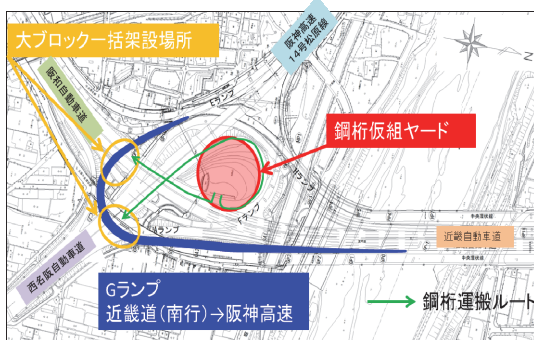


図-13 鋼桁仮組ヤード



写真-6 仮組立状況

#### (2) 施工性を考慮した大ブロック形状

落込み架設は温度変化による鋼桁の伸縮による影響を考慮した対策を講じる必要がある。本工事では、閉合時期を考慮した落込み時の余裕量の確保と落込み時の作業性の向上のため、閉合ブロックの添接部はワーキングスペースを設け、さらに部材を落とし込みしやすい形状である逆台形に加工し効率的な架設を行い作業時間の短縮を行うこととした。ワーキングスペース量の設定にあたっては、架設時の温度による影響及び製作・架設



写真-7 GP9 複合橋脚

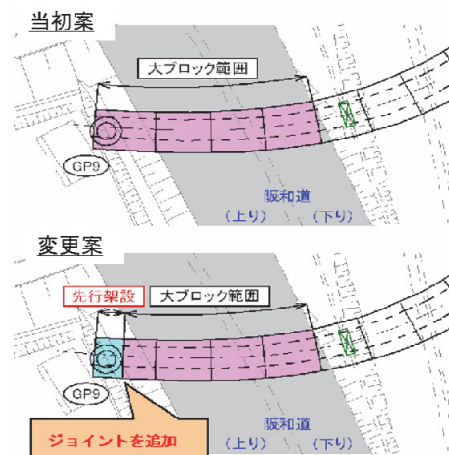


図-14 部材割り

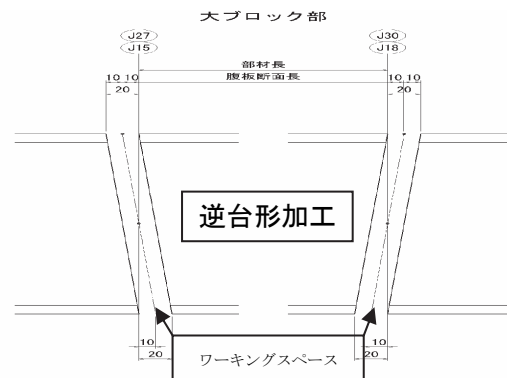


図-15 大ブロック部の閉合ブロック形状



誤差を考慮し決定した (図-15).

### (3) 橋脚との剛構造を含む径間の桁に調整ブロックを設置

橋脚との剛構造を含む径間の桁は、桁と橋脚の間に支承がある場合と異なり架設時の支間等の調整代がなく、柱頭部の施工誤差がそのまま桁の出来形誤差となるため、誤差を吸収するための対策が必要となる。そこで、本工事では橋脚との剛構造を含む径間の桁に調整ブロックを設けた (図-16)。あらかじめ 50mm~100mm 程度長く製作しておき、柱頭部施工後に剛結桁の添接部の 3 次元形状計測を実施し、その結果を反映し調整ブロックの加工を行った。

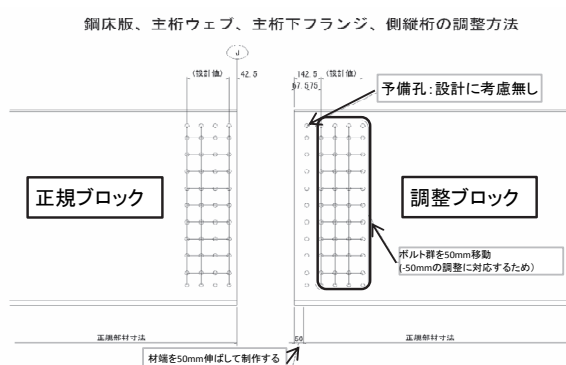


図-16 調整ブロック

### おわりに

本稿で報告した松原JCTは河川内における施工、近畿自動車道、西名阪自動車道、阪和自動車道、府道中央環状線といった幹線道路上での施工等各種制約条件における橋梁等の構築であり、設計・施工に様々な工夫を凝らし、平成27年3月29日に開通することが出来た。

最後に、本工事に関連する多くの方々からのご協力を賜り、工事を進めてこられましたことに、この誌面を借りて御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 高地淳也, 谷和博, 間嶋信博, 安東伸泰, 松本健: 阪神高速松原ジャンクションの幹線道路近接施工, 橋梁と基礎 (2016.3)
- 2) 崎谷 浄, 中釜 建治, 岡本 美津男: ユニバーサルシティ出口における剛結部の設計・施工について, 阪神高速道路公団第 33 回技術研究発表会論文集 平成 12 年度

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF A NEW SECTION OF THE MATSUBARA JUNCTION

Junya TAKACHI, Takumi MORO, Akiko TABATA, Kazuhiro TANI and Nobuhiro MASHIMA

The Matsubara Junction connects the Hanshin Expressway Matsubara Route to the Nishimeihan, Hanwa and Kinki Expressways. A new crossover to the Kinki Expressway was built and put in service on March 29, 2015. The site was limited in space and located close to these expressways and major surface roads. The crossover also had to pass over the Yamato River, which resulted in various constraints in design and construction. The superstructure to be widened was designed light in weight to reduce the impact to its existing part and piers. The construction was successfully completed by adopting large block erection over the existing expressway and temporary cofferdam of the half of the river channel during the dry season.

高地 淳也



阪神高速道路株式会社  
建設・更新事業本部  
堺建設部 設計課  
Junya Takachi

茂呂 拓実



一般財団法人阪神高速道路技術センター  
企画研究部 調査研究課  
Takumi Moro

田畑 晶子



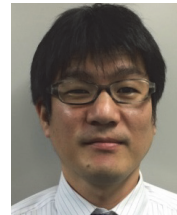
阪神高速道路株式会社  
大阪管理局  
保全部 保全設計課  
Akiko Tabata

谷 和博



阪神高速道路株式会社  
建設・更新事業本部  
大阪建設部 企画・設計課  
Kazuhiro Tani

間嶋 信博



阪神高速道路株式会社  
計画部 計画調整課

Nobuhiro Mashima