

一庫大路次川橋他1橋の架設工事

Erection Work of Hitokura Oroji River Bridge and Another One



佐野 雄二^{*1}
Yuji SANO



嬉 克徳^{*2}
Katsunori URESHI



恵 濃 宗久^{*3}
Munehisa ENO



岡崎 拓也^{*3}
Takuya OKAZAKI



中垣内 龍二^{*4}
Ryuji NAKAGAITO

要 旨

本工事は供用開始から50年近くが経過し、慢性的な渋滞を解消し、災害時のリダンダンシーとしての機能も期待される新名神高速道路における架設工事の報告である。本工事の特色は契約後VE提案によって当初送り出し架設で上下線を架ける工事を、一部送り出しを変更して新たに縦取り、横取り併用工法を追加するなど大胆な架設工法の変更をおこなった工事である。

キーワード：契約後VE提案，送り出し，縦取り横取り，落とし込み，延長床版

1. はじめに

一庫大路次川橋は、近畿自動車道 名古屋神戸線（新名神高速道路）高槻第一JCT～神戸JCT間の橋梁の一つで、兵庫県南東部に位置する川西市に流れる一庫大路次川と市道を立体的に交差している。

本橋は、一庫大路次川橋の上り線（鋼9径間連続混合桁橋）と下り線（鋼7径間連続鉄桁橋）および東畦野橋（鋼2径間連続鉄桁橋）で構成され、一庫大路次川橋は、上下線が箱桁横梁（P2、P3、P5）に剛結され、桁本数が変化（上り線：1主箱桁→2主鉄桁、下り線：2主鉄桁→3主鉄桁）する構造を有する。本工事では上記3橋の鋼桁架設に加え、上下線を支える単径間鋼箱桁横梁3基（P2、P3、P5）および複合逆T型橋脚2基（P1、P4）を施工した。

本稿では、一庫大路次川橋および東畦野橋の架設工事について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：新名神高速道路
一庫大路次川橋他1橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：西日本高速道路株式会社
関西支社
- (3) 工事場所：自) 兵庫県川西市東畦野地内
至) 兵庫県川西市西畦野地内
- (4) 工 期：自) 平成24年8月22日
至) 平成29年6月26日（1770日）

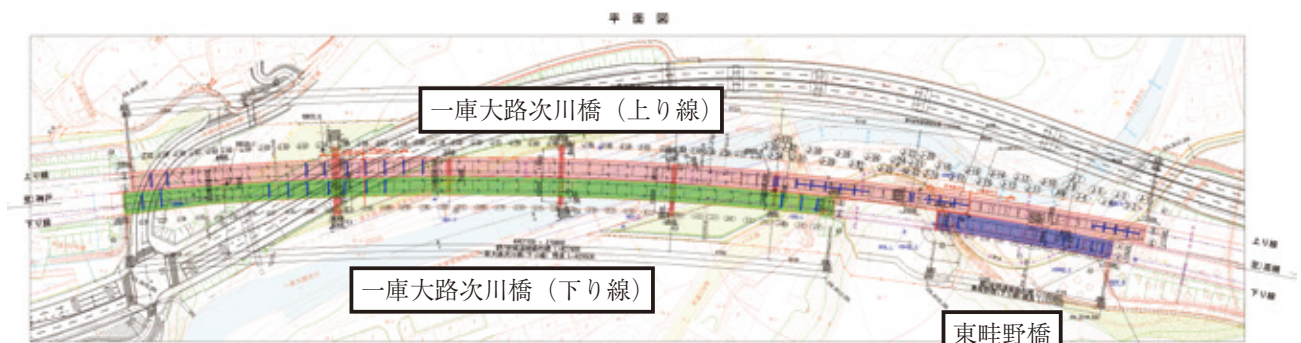


図-1 一般図

*1 工事本部橋梁工事部橋梁工事グループ現場所長

*2 関西支社関西計画部関西橋梁計画グループグループリーダー

*3 関西支社関西工事部関西工事グループ現場所長

*4 計画本部計画部橋梁計画グループ担当リーダー

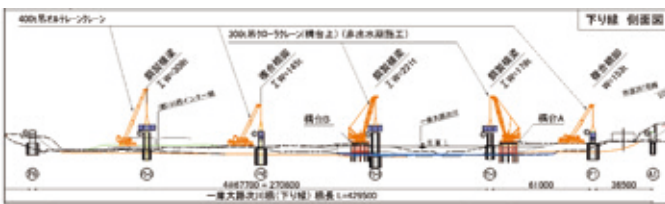
2. 架設概要

架設方法であるが、橋脚では一庫大路次川上に配置されるP2,P3横梁は河川内に設置した栈橋上の300t吊クローラークレーンにて架設、その他の陸上部は400t吊オールテレーンクレーンにて架設した。主桁の架設は一庫大路次川橋のP4～A2上下線とも3径間部分はトラックレーンベント工法、その他は当初3橋ともすべて送り出し工法であったが、契約後VE提案として機材の省力化を図

るため、下り線2橋（一庫大路次川橋下り線と東畦野橋）を繋げて1連（重連式）として送り出した後、桁上に軌条を配置する。その上をA1背面ヤードで分割して地組立した上り線桁を台車にて所定位置まで縦取り運搬し、すべてのブロックを運搬し繋げた後、下り線から上り線へ横取りを行って架設した。

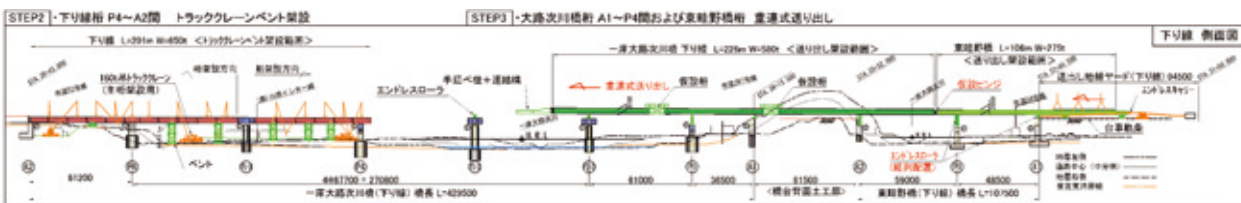
以下にステップを示す。

STEP1 横梁3基（P2、P3、P5）および複合橋脚2基（P1、P4）の施工

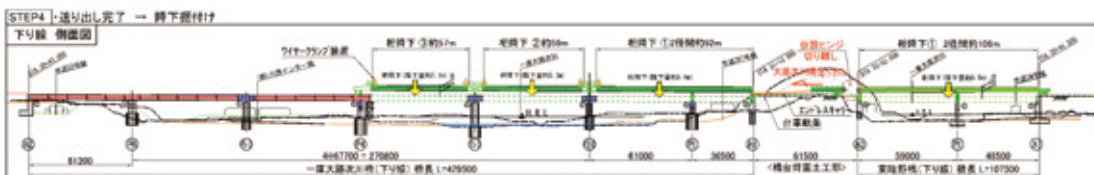


STEP2-1 P4～A2径間（上下線）架設 （トラックレーンベント工法）

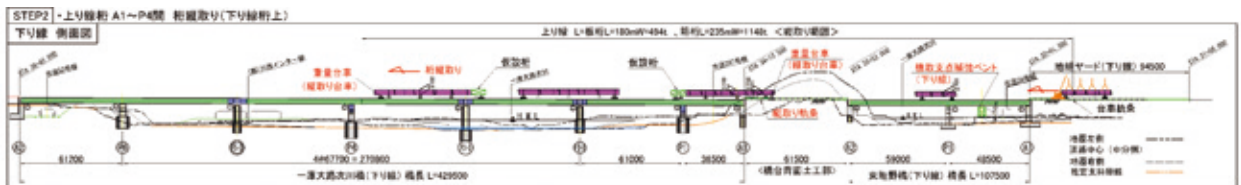
STEP2-2 A1～P4径間（下り線）および東畦野橋の施工 （重連式送り出し工法）



STEP3 A1～P4径間（下り線）および東畦野橋の施工（桁降下）



STEP4 A1～P4径間（上り線）の施工（下り線上縦取り）



STEP5 A1～P4径間（上り線）の施工（横取り・桁降下）

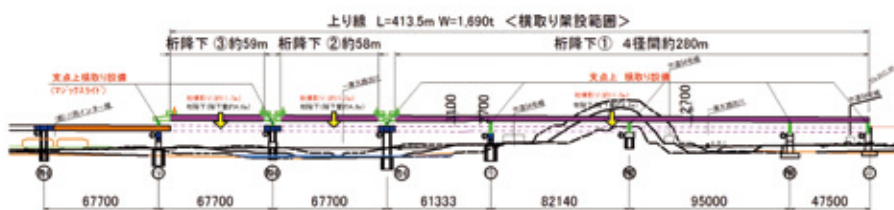


図-2 架設ステップ図

3. 架設詳細報告

(1) テールアルメ部での送り出し軌条の支持方法

本橋の鋼桁の送り出しおよび縦取り架設では、A1橋台背面部（土工部）の地耐力を確保後、その上部に軌条設備を設置するとともに、その上部に仮の受架台を用いて鋼桁の地組立を行い、出来形精度を確認した上で、鋼桁を支持するための従走台車設備に受け替え、これを移動させることで地組立ブロックを前方へ順次、送り出す計画であったが、実際の現場の状況は、橋台背面部の盛土内に帯状の鋼製補強材（ストリップ）を層状に敷設し、土とストリップの摩擦効果によって、強固な補強盛土を構築したテールアルメが施工されており（写真-1）、土工部に送り出し軌条設備を直接設置することで荷重伝達によりテールアルメに影響を与えることが予想されたため、送り出し軌条設備を支持するための設備を構築する必要があった。

そこでA1橋台上端部とテールアルメへの影響を避けた土工部位置の2点を支持点とした単純支持状態の工事桁を設置した。（図-3）

また、送り出しブロックを支持した従走台車設備が単純支持状態の工事桁上を移動していくことになり、結果として工事桁の鉛直方向のたわみが発生することから、多点支持状態となる送り出しブロックの台車設備での反力管理が安全性確保の観点から必要となった。これに対しては、従走台車設備に走行時でも受点反力を測定可能な油圧ジャッキ設備を搭載した台車を使用することで、送り出し架設の進捗状況に応じた従走台車設備の反力測定および反力管理を可能とした（写真-2）。

本工事桁の設置およびジャッキ付台車の採用により、テールアルメ部への送り出しおよび縦取り軌条設備からの上載荷重の作用を回避した送り出し架設を可能とした。

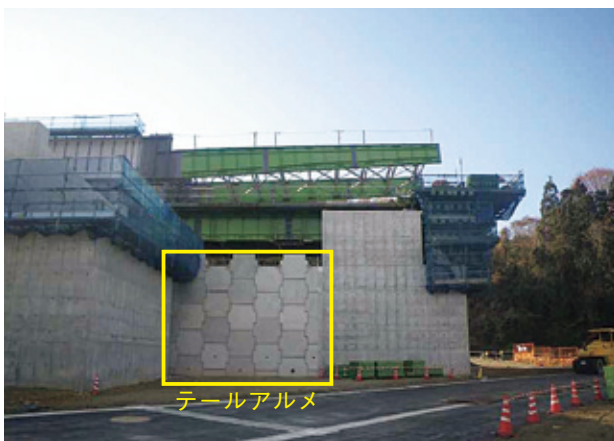


写真-1 橋台背面部例

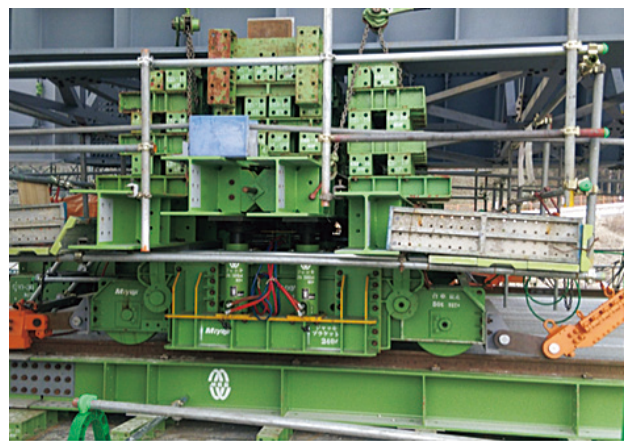


写真-2 ジャッキ積載台車

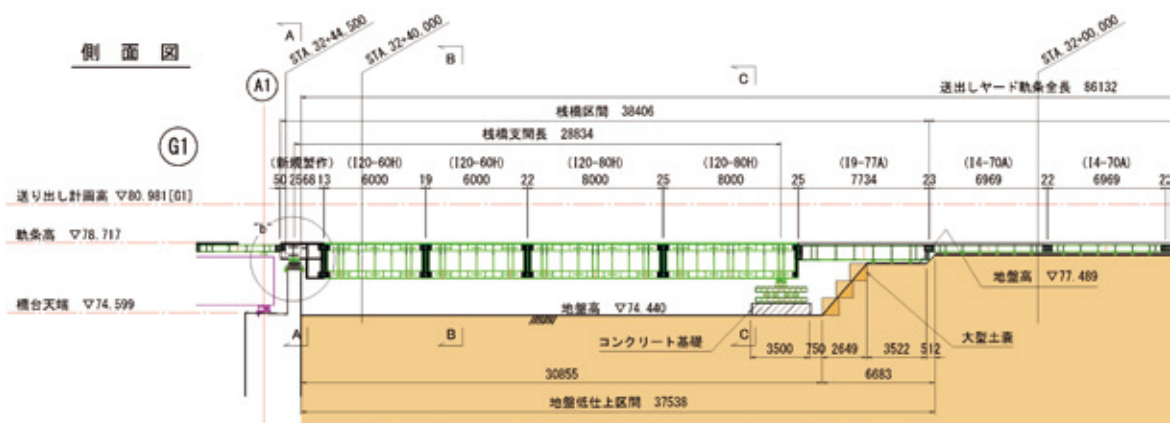


図-3 工事桁配置図

(2) 軌条の線形検討

送り出しする一庫大路次川橋（下り線）と東畦野橋の平面線形は、同心の単円であるがRの値が195mm異なる。よって送り出し架設完了後にそれぞれの上フランジに配置される縦取り軌条は、端部において195mm程度ずれるため不連続となる。そこで両橋梁の間に位置する土工部区間においてすり合わせを行なうこととしたが、土工部に配置する軌条は送り出し時から台車軌条として使用されるため、送り出し時と縦取り時双方の軌条線形を満たす必要がある。縦取り時には台車の支持間隔が短いことから線形の連続性はあまり問題にならないが、送り出し時は桁長が長く連続性が問題となる。よって送り出し時の土工部での台車移動範囲内において軌条と送り出し線形が大きくずれないように調整配置した。(図-4)

最終的に縦取り時には4つの異なる円上を台車が移動することとなるが、送り出しに比べて桁の長さおよび支持する台車間隔も短いため問題ないと判断した。



図-4 配置軌条線形

(3) 下り線架設（送り出し工法）

1) エンドレスキャリアー

送り出しの推進には施工性だけでなく送り出し時の逸走防止という安全の観点から、スパイラルロープを使用するエンドレスキャリアーを選定した。(写真-3, 4)



写真-3 エンドレスキャリアー



写真-4 おしみ装置

2) 手延べ機の上げ越し設置

手延べ機先端のたわみ処理のためのジャッキアップとこれに伴う到達点での仮受架台の挿入作業等を回避することで送り出し架設作業の省力化を実現するため、架設計算で算出した前方橋脚仮受設備到達時における手延べ機先端部の鉛直たわみに相当する高さと同様に、送り出し桁への手延べ機の鉛直方向の設置角度を連結構により調整した。(写真-5)



写真-5 手延べ機（仰角設定）

3) 送り出し解析

上記作業の省力化のために手延べ機を上げ越ししたことで、送り出し施工時に中間支持点において手延べ機が設備上にタッチしていても荷重は完全に支持していないため、送り出しの反力管理は支点強制変位を考慮した解析が必要となる。さらに比較的多用されている桁を水平にして送り出す場合と比べて支持点における桁受け設備の高さを変える必要がないという利点もあるものの、反力管理はその分精度が要求される。よって本工事ではこれらの諸条件をおりこんで2主桁立体格子モデルによる骨組み解析を行った。

4) ヒンジ連結

2連の送り出し架設で使用する手延べ機等の架設機材の最小化による施工の省力化、東畦野橋の手延べ送り出しによる張出し架設時の鋼桁補強回避による経済性向上および現場工程の短縮の観点より、下り線（A1～P4）の鋼桁後端部と東畦野橋の鋼桁前端部を連結し、2連一体での送出しを可能とした手延べ機を用いた重連式送り出し架設を採用した。（写真－6）

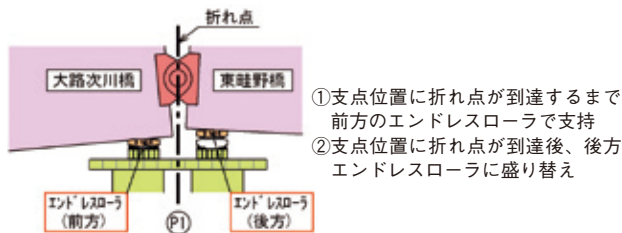
連結方法は桁端部に不要な曲げモーメントの発生を回避するヒンジ構造とした。



写真－6 ヒンジ連結

このヒンジ部分がエンドレスローラーを乗り越す際には、下フランジが不連続であるためエンドレスローラーを2台縦列に配置、受け替えることで対応した。

（図－5）（写真－7）



図－5 折れ点部乗り越し要領



写真－7 エンドレスローラー縦列配置

（4）横梁剛結部における桁の連結構

送り出しおよび横取りする区間においてP2,P3橋脚の支点部の桁は、横梁形式の橋脚に剛結される構造であり、施工時に桁が不連続となるため、連続性保持のため連結構を製作、配置した。また加えてブラケットを取付けて桁を所定位置まで降下する際の降下機として兼用した。なおこれらは上下線で転用できる構造とした。（写真－8, 9）



写真－8 剛結部連結構（送り出し架設時）



写真－9 剛結部連結構（桁降下時）

1) 降下機的设计

桁降下時においてはブラケットからロッド（φ85）で桁を吊り下げる際に、引張り荷重以外の曲げモーメントを作用させない必要がある。荷重移行後のブラケット鉛直方向たわみによるロッドの傾きが曲げモーメントを発生させると考え、ブラケット設計時に必要な剛性を与えて極端なたわみを抑え、さらにジャッキ下にユニバーサル架台を使用してロッド吊点箇所をヒンジ構造とすることで対処した。（写真－10）



写真-10 桁降下機

2) 落とし込み桁の継手設計・施工

横梁形式の橋脚に挟まれた径間は、桁降下時に剛結部の落とし込み架設となる。その際剛結径間の継手の設計は、一方をモーメント連結、他方をヒンジ連結（架設時）とし、P3横梁の両端をヒンジ連結とした。

そして施工要領は、先にモーメント連結側の仕口を合わせるように桁を降下させて継手を添接したのち、残ったヒンジ連結側を降下して継手を添接した。（図-6）

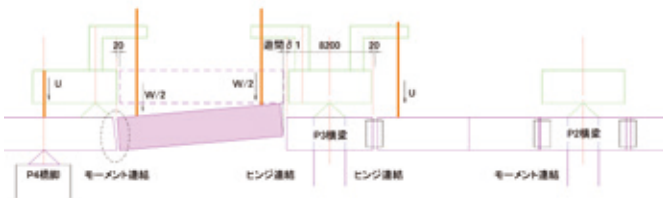


図-6 落とし込み閉合要領

上記施工における留意点として、モーメント連結側の桁のキャンバーが設計値通りにたわんでいないと、ヒンジ側の仕口を合わせに行った際に合わず、添接することができなくなる。例えば本工事の場合、P2～P3径間の桁降下時においてP3ヒンジ連結の仕口が設計値通りとなるには、P2のモーメント連結部よりも右側の桁が先に降下、添接して連続化されていることが必要条件となる。

(5) 上り線架設（縦取り・横取り工法）

1) 縦取りブロック長の決定

縦取り運搬するブロック長の選定条件としては、1ブロック（2ウェブ）は4点の台車支持とし、運搬する桁の重量およびねじり剛性を考慮することが考えられた。結果は鈹桁部では単位重量が軽いことからブロック長はほぼ1径間と長大化が可能となったが、一方箱桁部分では単位重量が重いことと、特にねじり剛性が大きいため解析結果から4点支持状態において少量の軌条桁のたわみ差によって受点部に大きな不均等力の発生が予測されたため、影響が許容できると判断される26m程度以下のブロック長とした。（写真-11、12）



写真-11 縦取りブロック（鈹桁部）



写真-12 縦取りブロック（箱桁部）

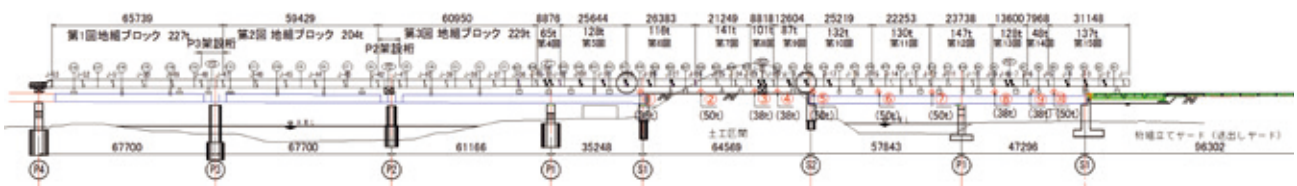


図-7 縦取りブロック配置

2) 軌条桁の照査

軌条が設置され縦取り時に先行架設した主桁に連行荷重が載荷されることとなるが、鋼桁以降の死荷重に比べて縦取り時の荷重はそう大きくはないと思われていたが、桁の照査を行なったところ、許容応力に対して余裕量がそれほど大きくない部位も存在することがわかった。これは本橋梁が合成桁設計でありコンクリートと合成する前の自由突出量が大きな圧縮フランジとなったためと思われる。この点は今後の類似工事での施工計画において参考とされたい。



写真-13 縦取り軌条

3) 先行横取り区間設置

縦取り桁のP1～A1区間では平面線形がクロソイド曲線であるが、下り線桁上に配置した縦取り軌条は単円曲線であるため、縦取り台車上で運搬する上り線の桁が、軌条からの跳ねだし偏心が発生する。(図-8)

そこでこの区間において台車の運搬重量能力の許容以内となるような偏心量に抑えるため、偏心量が最大500mm程度となる位置で一旦桁を縦取りしたのち、全体の横取り前にこの区間だけ部分的な横取り(484mm)を行い正規位置で継手の施工をした後、全体で再度横取り(11,689mm)することで対処した。(図-9)

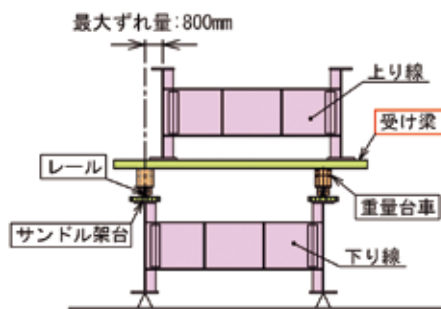


図-8 桁の偏心イメージ

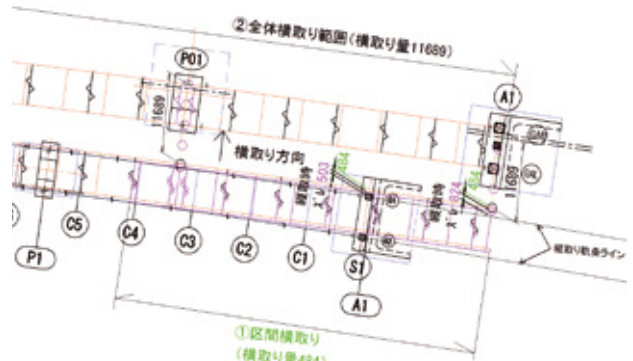


図-9 区間横取り範囲

4) マジックスライド

平面的に見て、互いに平行配置とはなっていない橋脚上の横取り架設に起因し、その進捗により鋼桁ブロックの支持点間隔(2点支持)が変化する横取り架設を可能とするため、特殊横取り装置(マジックスライド装置)を採用した。(写真-14)

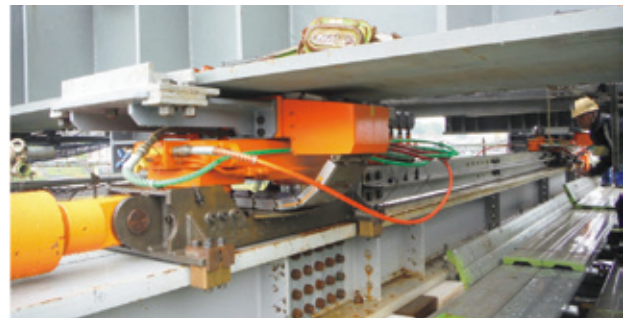


写真-14 P2橋脚マジックスライド

本装置では、横取り方向(橋軸直角方向)に対して、スライドジャッキ上に橋軸方向への摺動機能として、シンクロジャッキのクローラ部分の機能を取り入れ一つの装置としたことで、異方向への横取りを可能としている。(図-10)

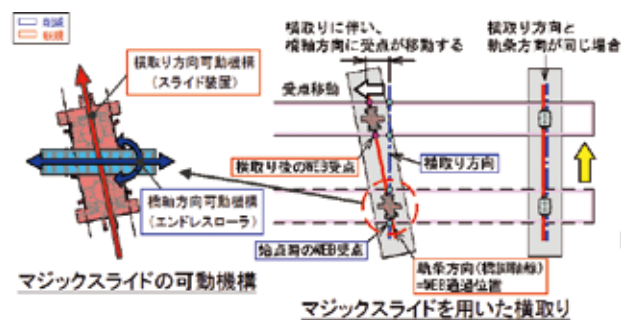


図-10 マジックスライド原理

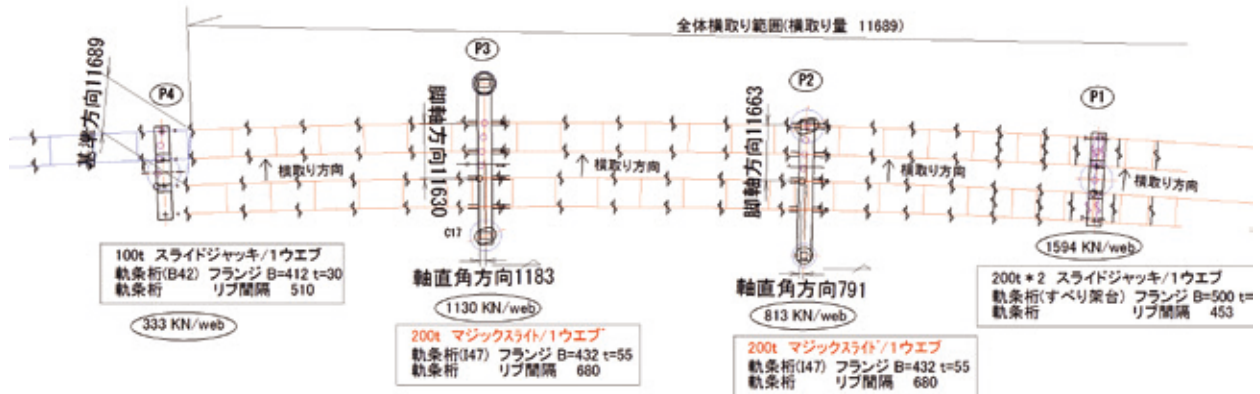


図-11 マジックスライドの配置



写真-15 横取り状況

4. おわりに

本工事は、橋面工（場所打ちPC床版）を含めた現場施工期間に2年11ヶ月を要する工事であったが、現地施工期間中他工事の現場施工時に発生した事故の影響で一時中止期間が発生したが、無事故で無事に平成29年7月に竣工を迎えることができた。また、本橋は、河川区域内作業における比較的大規模な橋梁構造であったことから、施工計画立案時に環境への配慮、鋼桁の品質および出来形の確保、そして仮設備の安全性、施工性を重点的に考慮することで、様々な問題を解決した。

この工事を進めるにあたり、西日本高速道路株式会社 関西支社ならびに新名神兵庫事務所の方々をはじめ、共同企業体構成員であるエム・エムブリッジ株式会社、協力会社関係各位に深謝する次第である。

2018.4.11 受付

(6) 延長床版の施工

本橋梁では桁端部の伸縮装置による騒音や水密性の対策として近年採用の多い場所打ち形式となる延長床版を有する構造であった。

主な構造は橋台背面の土工部に基礎コンクリートを打設し、その上にスライディング可能な鋼製プレートを設置し、桁側の床版コンクリートを延長することでコンクリート床版が土工部上をスライド可能となることで伸縮装置の設置場所を桁端から逃がすことを目的とした構造である。(写真-16)

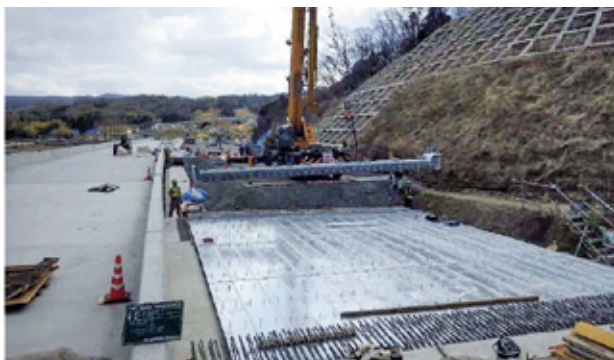


写真-16 延長床版施工状況