

JR奈良線宇治川橋梁送出し架設工事

Launching Erection Work for the JR Nara Line Uji-gawa Bridge



高見 望*¹
Nozomu TAKAMI



羽賀 真央*²
Mao HAGA



小松 篤史*³
Atsushi KOMATSU

要旨

西日本旅客鉄道株式会社が運営するJR奈良線（京都～木津間）での複線化事業に伴い、更なる利便性向上、安全・安定輸送の強化を図るべく、本事業におけるJR奈良線の黄檗～宇治間に位置する一級河川宇治川では、橋長228mの8径間鋼上路単純桁の既設橋梁の下流側に隣接し、新たに橋長163mの3径間連続単線中路プレートガーダーの新設橋梁を構築する。

本稿では狭隘な施工ヤードや河川内での送出し設備の組立・解体、営業線隣接での多径間送出し作業について報告する。

キーワード：送出し架設，河川内，細幅箱桁

1. はじめに

本工事は、JR奈良線の現在単線営業区間約14.0kmを複線化する全体事業の中の、黄檗～宇治間に位置する一級河川「宇治川」を渡河する鉄道協の架設工事である。架設工法は、営業線隣接でのA1橋台-P1橋脚-P2橋脚-A2橋台の3径間連続の手延式送出し工法を採用した。（図-1）

特殊条件として、隣接する供用中営業線の鉄道運行には影響を及ぼさないことから、送出し設備の組立・解体作業および送出し・降下作業は全て昼間作業とした。



2. 工事概要

工事名：奈良線黄檗～宇治間路盤新設他工事

工事場所：京都府宇治市宇治里尻地内

施工時期：2021年4月～2022年3月

発注者：西日本旅客鉄道株式会社 大阪工事事務所

元請者：鉄建建設株式会社 大阪支店

橋梁形式：3径間連続単線中路プレートガーダー

橋長：163.000m

支間長：62.300m + 37.000m + 62.300m

軌道構造：弾性まくらぎ直結軌道

幅員：3.450m

鋼重：約716t



図-1 奈良線位置図

*¹ 関西支社 工事・計画部 工事グループ 現場所長

*² 関西支社 工事・計画部 工事グループ 主任

*³ 関西支社 工事・計画部 計画グループ 主任

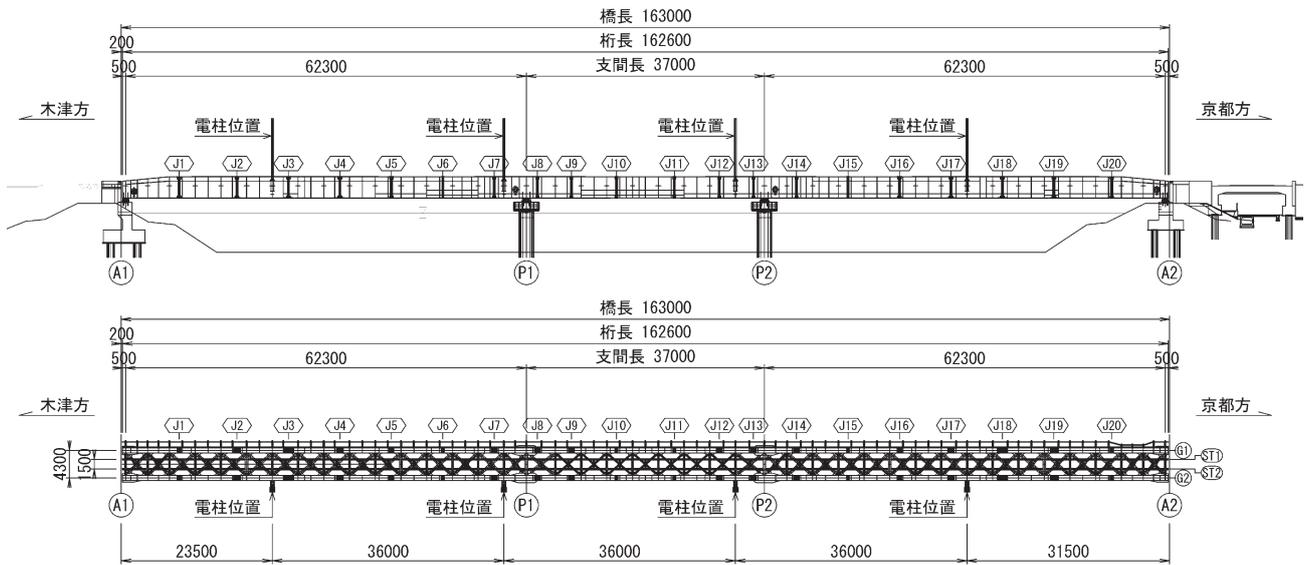


図-2 構造一般図

3. 本工事の特徴

- (1) 構造形式は、3径間連続2主鋼細幅中路箱桁橋である。(図-2、図-3)
- (2) 一級河川上空での手延機を用いた昼間時間内の多径間連続送出し架設工事である。
- (3) 営業線に隣接した位置での橋梁架設工事であり、軌条ヤード側には線路防護設備を設けた。
- (4) 送出し軌条ヤードが狭隘且つ延長が短かったことで、主桁の組立は4回に分割し、前方に連結構と手延機40.0mを取り付けて、送出しと主桁の継ぎ足しを繰り返して行った。なお、累計送出し移動量は198.3mで、合計8回に分割して送出しを実施した。(図-4)
- (5) 主桁の腹板間隔が750mmの細幅箱桁であることから、桁を受ける区間ではシンクロジャッキなどの滑り装置を横並びに配置することが難しく、且つ送出し時間にも制約がないことから、比較的軽量であるスライドジャッキとトラニオンジャッキを組み合わせた仕様の送り装置を用いた送出しを採用した。
- (6) 手延機の解体は、夜間規制した道路上にクレーンを据え付けて実施した。
- (7) 河川内橋脚設備の組替え及び降下時に排出されるサンドル解体用として、桁上棧橋設備を設けて、桁上に16tクレーンと運搬用の4tユニック車を各2台ずつ配置した状態で約5.0mの桁降下作業を実施した。

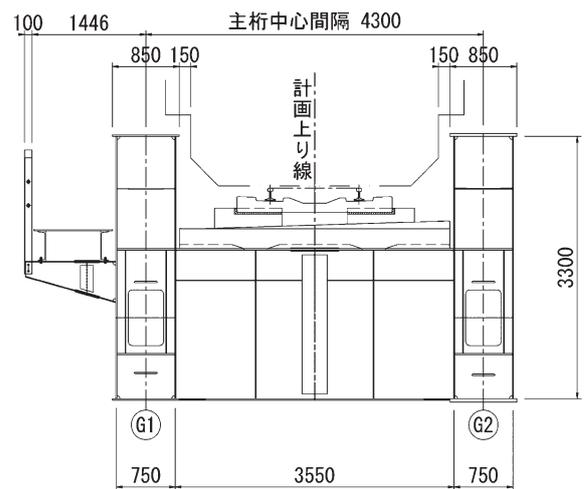


図-3 構造一般図



図-4 施工フロー

次頁にて送出し施工ステップを記す。(図-5、6)

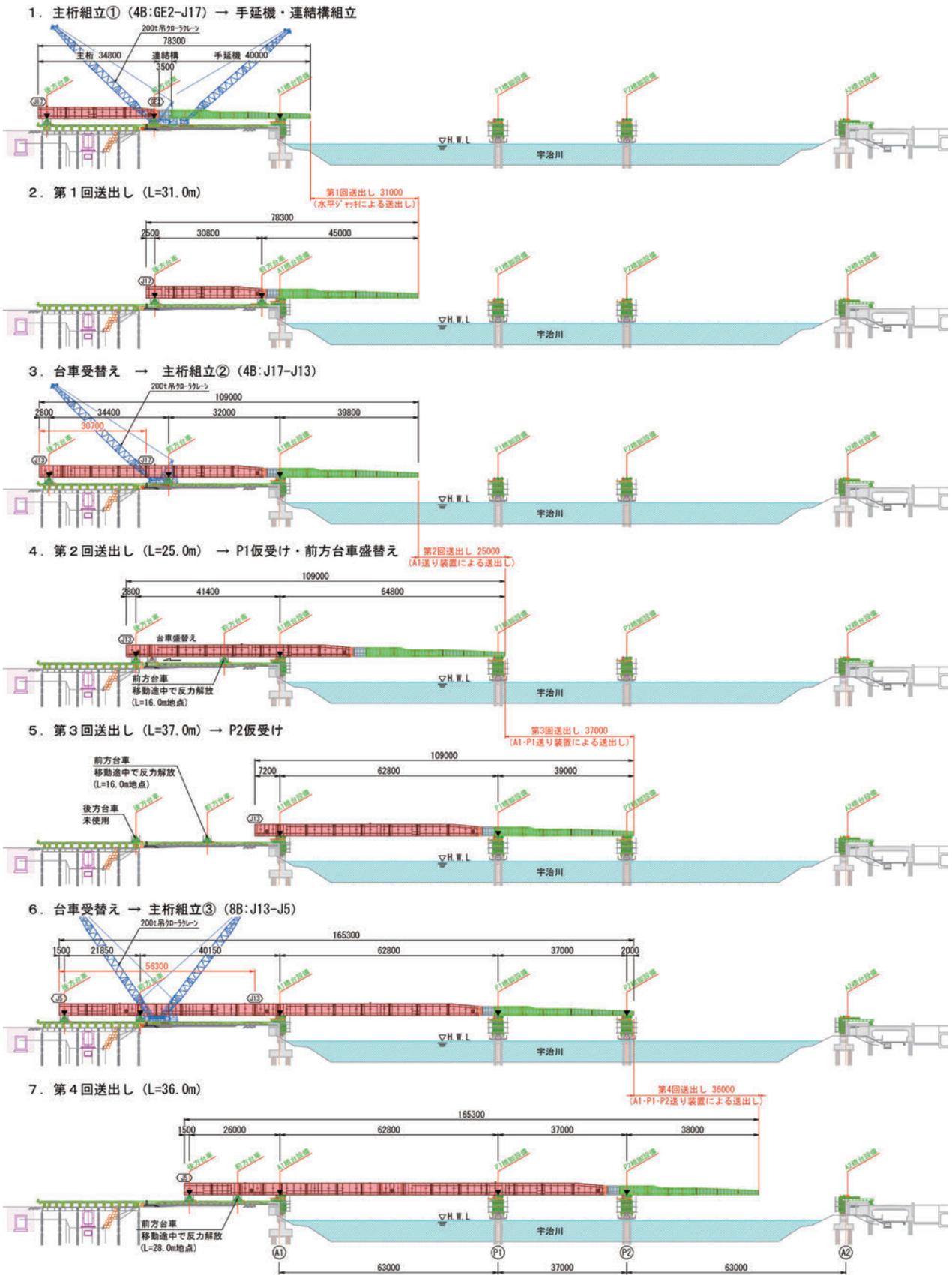


図-5 送出し施工ステップ①

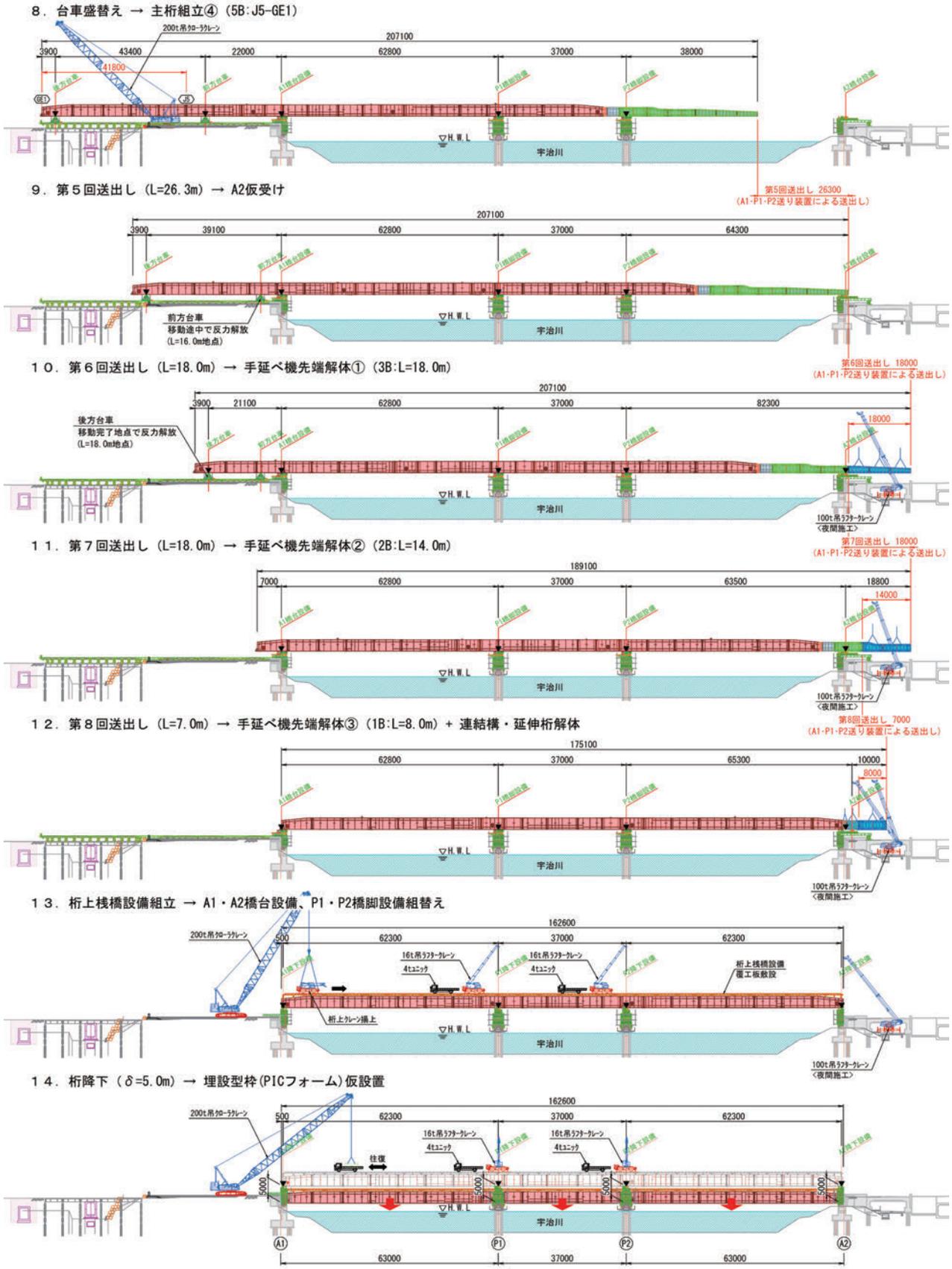


図-6 送出し施工ステップ②

4. 施工方法

(1) A1・A2橋台設備

左岸側に位置する発進側のA1橋台設備は、送出し桁の主桁を受ける支点として、送出し設備を設けた。(図-7)

送出し設備では、盛替え用の300t仮受ジャッキと、送り装置となる300tスライドジャッキ+45t水平トラニオンジャッキを2台使用した。各ジャッキ上にはH400[I4F]の受梁を乗せて、その上に調整材を配置し、送出し毎の高さ管理を行うこととした。また、強風や地震などの影響により、送出し桁が水平方向に振れて落橋することがないように、ジャッキ上受梁の両サイドに鋼製サイドストッパーを設けて安全対策を講じた。(写真-1)

一方、右岸側に位置する到達側のA2橋台設備は、主桁を受けない位置に滑り装置となる250tシンクロジャッキを設置し、手延機の支持受点とした。(写真-2)

橋台上の設備配置スペースは非常に狭く、拡幅ブラケットの設置を当初計画では試みたが、護岸による橋座までの埋め戻しによって、ブラケットの設置が不可能となり断念した。このため、支承の直下に仮受ライナー材を配置し、サンドル設備を支承上で受ける構造とした。このとき橋軸方向の安定性を確保するため、橋台パラペットとサンドル設備とのアンカー固定を行った。

また、A1・A2橋台背面の土留めウイングには、送出し荷重を載荷させないように、受梁を渡す構造とした。



写真-1 送出し設備 (A1送り装置)

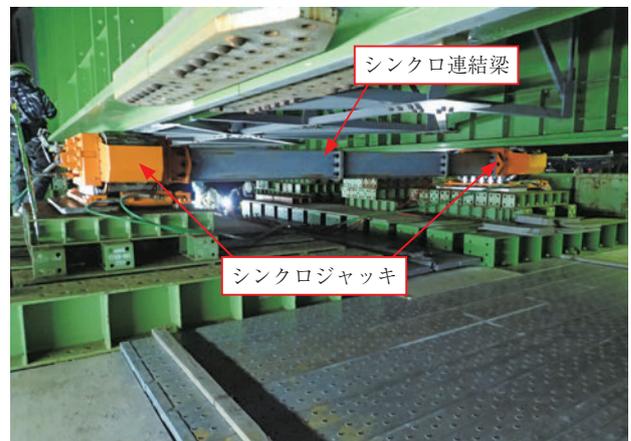


写真-2 送出し設備 (A2シンクロジャッキ)

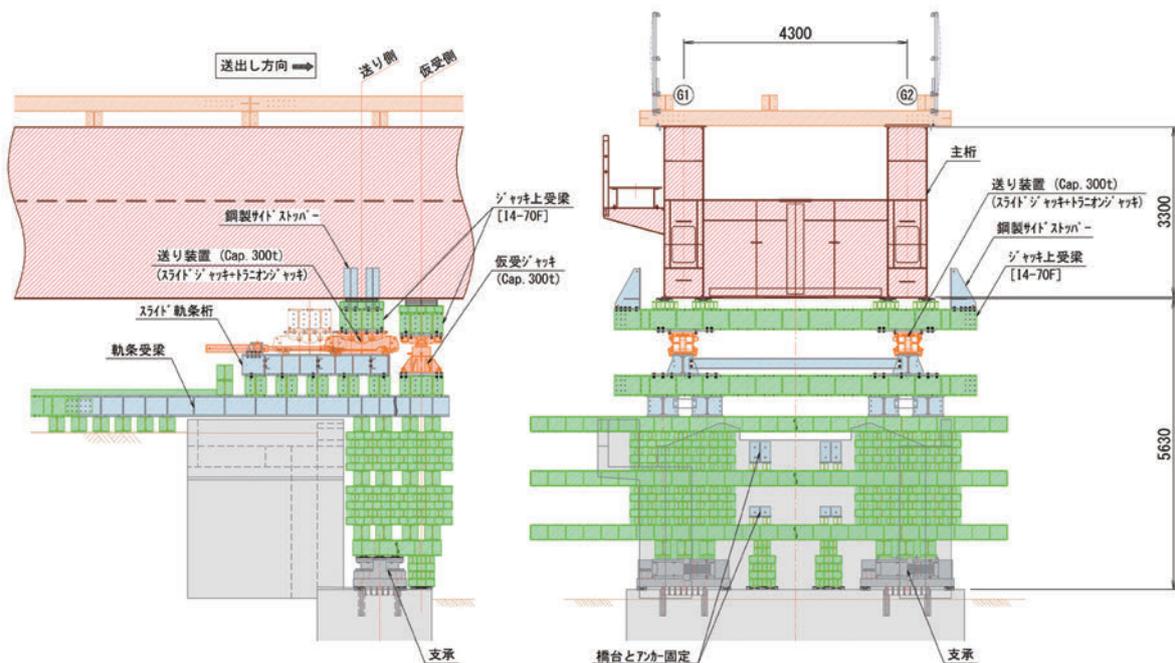


図-7 A1橋台設備一般図

(2) P1・P2橋脚設備

河川内に位置するP1・P2橋脚設備もA1橋台設備と同様に、送出し設備（仮受ジャッキ+送り装置）を設置し、両サイドに鋼製サイドストッパーを設ける構造とした。（図-8）

設備の組立においては、下部工構築時に使用した河川内仮栈橋上の120t吊クローラークレーンを利用して、非出水期間内の下部工工事で輻輳する厳しい工程条件の中で、多客輸送期間も含めた昼夜集中施工で実施した。（写真-3）

橋脚上の基部では設備配置スペースを確保するため、前後正面方向には仮受ブラケットを、また下流側方向には、解体時の材料引き出し用の構台ブラケットをそれぞれ設けて、下部工構築時に事前に埋め込んでおいたフォームコネクターとHTBで取り合う構造とした。（写真-4）

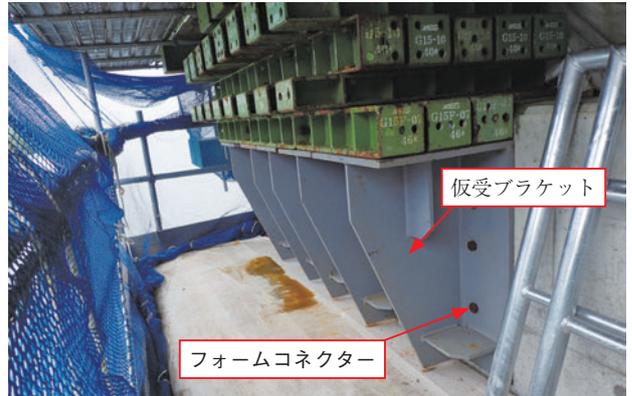


写真-4 仮受ブラケット

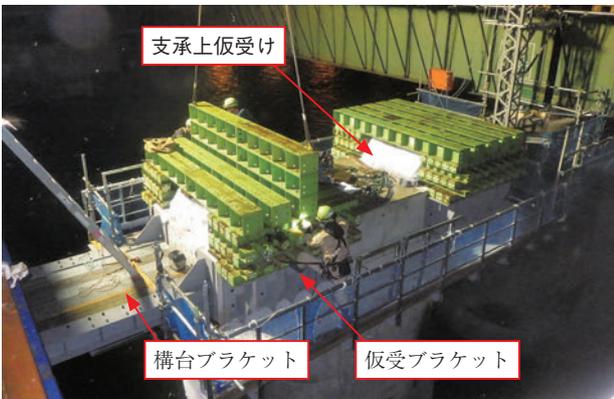


写真-3 夜間橋脚設備組立状況

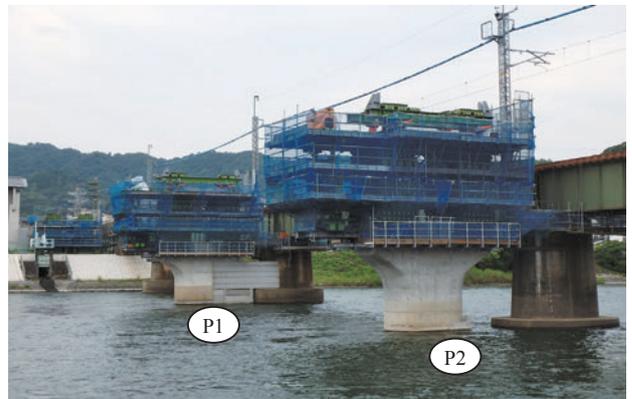


写真-5 河川内橋脚設備

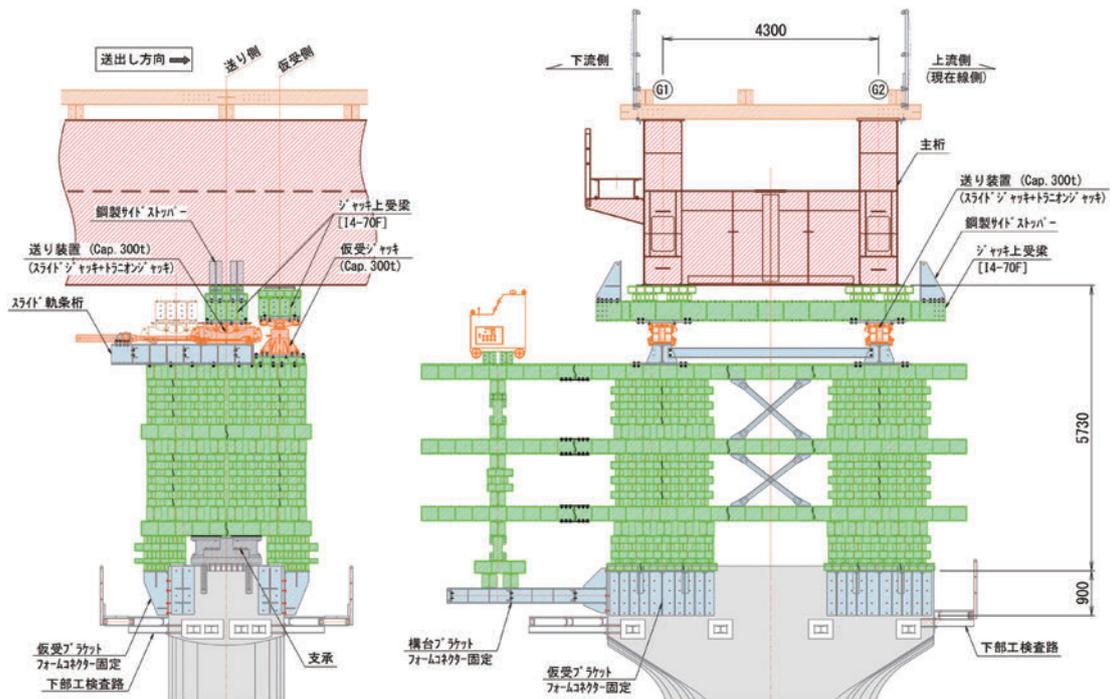


図-8 P1・P2橋脚設備一般図

(3) 軌条設備

送出しヤードとなる左岸側堤防上のA1橋台背面の軌条設備は、比較的反力の大きい前方台車が走行する砕石盛土補強区間と、主に後方台車が走行する覆工板が敷設された仮栈橋区間に分かれており、敷鉄板基礎とH300[G30]の枕梁を密に配置し、H400[I4F]の軌条桁と37kレールで構成された、延長66.5m×4軌条の構造とした。(写真-6)

砕石盛土補強区間と仮栈橋区間の境界付近には、移設が不可能であった慰霊碑があり、その区間約6.0mには枕梁の配置が困難であったため、支持間隔が大きくなった。このため、軌条桁には断面性能が高いH448[I44F]を使用した。



写真-6 軌条設備

(4) 線路防護設備

冒頭でも記述しているように、本工事では営業線に隣接した位置での桁架設であり、且つ既設の単管線路防護柵よりも高い位置で主桁の組立を行う必要があったため、営業線への飛散防止等の安全対策として、主桁が隠れる高さまで、新たに高さ7.0mの線路防護柵を桁組立ヤードに設置した。線路防護支柱にはH300の山留材を、ぬの材にはH125のH形鋼を5段横に這わせて配置し、全面ラッセルネット防護養生を施した。(図-9、写真-7、8)

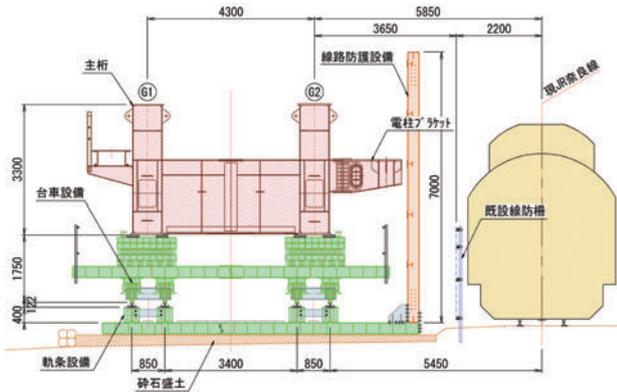


図-9 線路防護設備



写真-7 線路防護設備



写真-8 線路防護設備設置況

(5) 手延機・連結構・主桁組立

手延機・連結構および主桁の組立には、200t吊クローラクレーンを使用して施工した。延伸桁の仕口から送出し方向に向かって、前方連結構と全長40mで6ブロック構成の手延べ機を組み立てた。手延べ機は主構間隔が4.3mの2主構成とし、連結構は主桁側の2Webから手延べ機側の1Webへと断面変化する構造とした。(写真-9)

主桁は桁高が約3.3mあり、部材搬入時には桁が横倒しの状態で運ばれてくるため、事前に主桁Web面に取り付けておいた建て起こし用の吊ピースを用いて、都度建て起こしを行いながら組立を実施した。(写真-10、11、12)



写真-9 主桁・連結構組立



写真-10 主桁建て起こし①



写真-13 第2回送出し (P1到達前) 左岸から臨む



写真-11 主桁建て起こし②



写真-14 第3回送出し (P2到達) 下流から臨む



写真-12 主桁建て起こし③



写真-15 第5回送出し (A2到達前) 右岸から臨む

(6) 桁送出し

送出し架設は、左岸側のA1橋台を起点に右岸側のA2橋台に向けて、昼間作業時間内で合計8回に分けて行った。

第1回目の送出し時のみA1送り装置の推進力不足から、前方台車の後方に取り付けていた10t・1000stの水平ジャッキを推進力として、台車設備2台による張出し2点支持での送出しとした。

第2回目以降の送出しから、A1・P1・P2の送り装置を推進力として、1サイクル1.0mで多点支持での送出しとした。(写真-13、14、15、16)



写真-16 第8回送出し前 上流から臨む

1) 手延機先端たわみ処理

送出し架設において手延機先端には、たわみと呼ばれる架設変位が生じ、P1到達前の第2回送出し時と、A2到達前の第5回送出し時には、下方方向に垂れ下がる架設変位に対して、たわみ処理作業が発生する。

P1到達時のたわみ処理方法は、2点支持状態であることから、A1橋台設備と後方台車設備のジャッキを用いて支点高さの上げ下げによる先端の上げ越しを実施した。なお、上げ越し作業はP1設備に到達する直前で実施した。(図-10、写真-17)

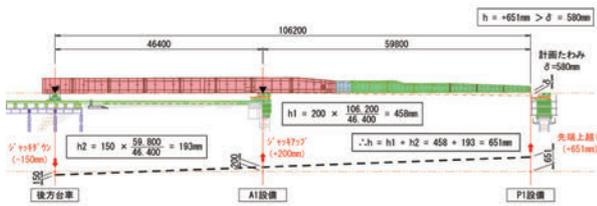


図-10 P1到達時 先端たわみ処理要領



写真-17 P1到達前手延機先端

A2到達時のたわみ処理方法は、4支点の多点支持状態であることから、各支点箇所でのジャッキの上げ下げを行うと、支点の強制変位により反力が大きく変動し、桁や送出し設備に対し過度なストレスが掛かるため、安全上荷重の不均等が発生しないように各送出し支点の高さは変えず、到達側のA2支点のみでジャッキアップによるたわみ処理を実施した。(図-11)

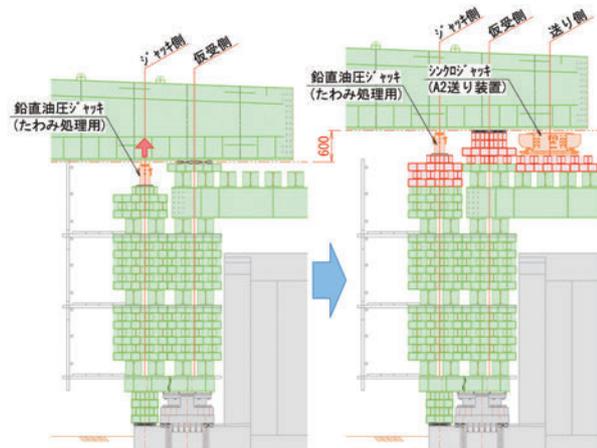


図-11 A2到達時 先端たわみ処理要領

2) 反力管理

送出し時は支点の変動により設計反力を超過する場合がありますため、厳正に1.0m毎の反力計測・管理を行った。

各支点到配置された作業責任者が、電動油圧ポンプの圧力表示から反力実測値を読み取り報告する体制とした。

各送出しステップ毎の設計値に対して、管理上限値を定め、計測値が管理値を超えた場合は、送出し作業を中断し受点の高さを調整するなどの反力制御を行った。

本工事のような複数の受点にて桁を多点支持した場合だと、反力変動のバラつきが大きくなることが予想されたため、管理上限域は設計値の30%まで広げた管理で行った。

結果、第1回～第8回までの全ての送出し作業において、管理上限値内の反力で完遂することができた。

(7) 手延機解体

第6回送出し以降、手延機の先端がA2橋台設備から2～3ブロック張り出した地点で、全面通行規制した状態の道路上に100tクレーンを据え付け、手延機を1主ずつ解体した。解体した部材はそのまま待機しておいた運搬用トラックに積み込み、規制時間内に場内から退出させた。

(写真-18、19)



写真-18 手延機先端張出し状況



写真-19 手延機解体状況

(8) 桁降下

送出し完了後、A1・A2橋台設備とP1・P2橋脚設備の4支点で支持された桁を「A1・A2」と「P1・P2」とで交互に約5.0mのサンドル降下を実施した。なお、桁両端部と桁中央部を交互に降下することで最大150mmの高低差が生じるが、あらかじめ計画上の許容値内であることを検証するとともに、施工時には各支点において反力を管理することで異常な挙動が発生していないかを確認した。(図-12)

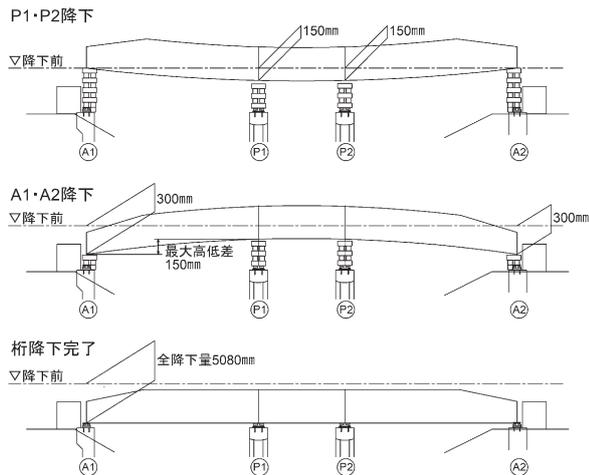


図-12 桁降下ステップ

次に、桁の降下時にはサンドルを同時に撤去する必要があるが、出水期での施工であったため、河川内のP1・P2橋脚設備のサンドルを撤去するためのクレーンや、撤去したサンドルを仮置きするヤードを河川内に確保することが出来なかった。そこで主桁上に山留材と覆工板で構成された桁上栈橋設備を全長分敷設することで、桁上にクレーンや資機材を仮置きするヤードを確保することができ、これにより計画高水位以下に仮設物を配置することなく桁降下を完遂した。(写真-20、図-13)



写真-20 桁上栈橋覆工板敷設

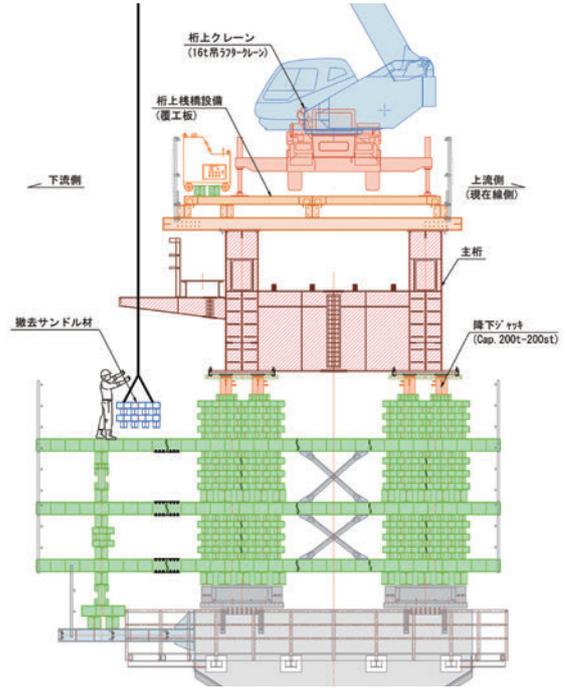


図-13 桁上クレーン配置図

桁上クレーンは16t吊ラフタークレーンを、資機材の運搬用トラックは4tユニック車を、それぞれ2台ずつ使用し、桁降下作業が完了するまで桁上に配置した。(写真-21)

降下用ジャッキは、A1・A2では100t仕様、P1・P2では200t仕様を主桁ウェブ直下に吊り下げ治具にて吊り下げよう配置した。(写真-22)

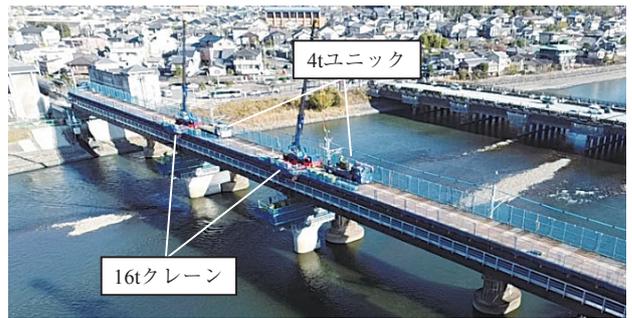


写真-21 桁上クレーン・ユニック配置状況



写真-22 吊り下げ降下ジャッキ

(9) 埋設型枠設置

RC床版の施工においては、工程上出水期に河川上空での作業となった。計画高水位以下への設置となる吊足場支保工の施工が困難であったため、埋設型枠（PICフォーム：鋼繊維補強コンクリート板にポリマー含浸をした埋設型枠）を使用することとした。

埋設型枠の設置は、桁上棧橋設備の撤去と入れ替え作業となり、桁上クレーンにて架け逃げしながらの施工であった。このとき、RC床版が縦桁から張り出した形状であり、埋設型枠を縦桁上に据えることができなかったため、主桁上に単管で構成された支保工架台から吊ボルトで埋設型枠を吊支持する構造とした。また、埋設型枠同士を仮支持金具で連結させることで、埋設型枠をパネルブロックで吊り上げる際と、吊ボルトに盛り替えるまでの埋設型枠のずれを防止した。（写真-23、24）



写真-23 埋設型枠設置状況



写真-24 埋設型枠設置完了



写真-25 完成開通写真（右岸から臨む）



写真-26 完成開通写真（左岸から臨む）

5. おわりに

本工事は、一級河川宇治川での河川内工事における各種制約や、文化遺産が集積する地域への配慮、隣接する営業線に対する鉄道安全の確保等、多面的な課題の入り組む中での高難度の工事であったが、無事故・無災害で工事を完了することが出来ました。

重ねて本工事を進めるにあたりご指導ならびにご協力いただきました西日本旅客鉄道株式会社、鉄建建設株式会社の関係者の皆様には深く感謝し、誌面を借りて心よりお礼申し上げます。

2023.06.14 受付