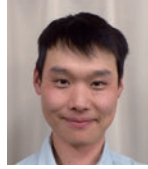


城陽高架橋 跨線部の送出し架設工事

Launching Erection Work for the Joyo Viaduct Crossing Section



恵 濃 宗 久*¹
Munehisa ENOH



白 土 文 久*¹
Fumihisa SHIRATSUCHI



濱 井 功*²
Tsutomu HAMAI



吉 中 正 滋*³
Masaji YOSHINAGA

要 旨

鉄道と国道を同時に跨ぐ高速道路橋の架設工事において、送り出し架設工法が採用された。また、送り出し桁を組み立てる架設ヤード上空にはインフラ電力の送電架空線が横断する厳しい施工条件の中、鉄道営業線と交通量が多い供用道路への影響を最小限に抑えつつ、施工ヤード上空の支障物への干渉を回避する方法を確保しながら、送り出し架設を実施した工事について報告する。

キーワード：跨線道路橋，送り出し架設，安全確保

1. はじめに

本工事は、西日本高速道路株式会社（以下、NEXCO西日本）が事業を進める新名神高速道路における京都府城陽市を横断する城陽高架橋架設工事である。その内、JR奈良線と国道24号線を同時に跨ぐP4～P5径間の架設

工事は、西日本旅客鉄道株式会社（以下、JR）に工事委託され、大鉄工業株式会社（以下、大鉄工業株）が受注し、一次協力業者として当社が上部工架設工事を担当した。

なお、本橋の鋼桁製作及びP4～P5径間を除く鋼桁架設は、当社が受注している。

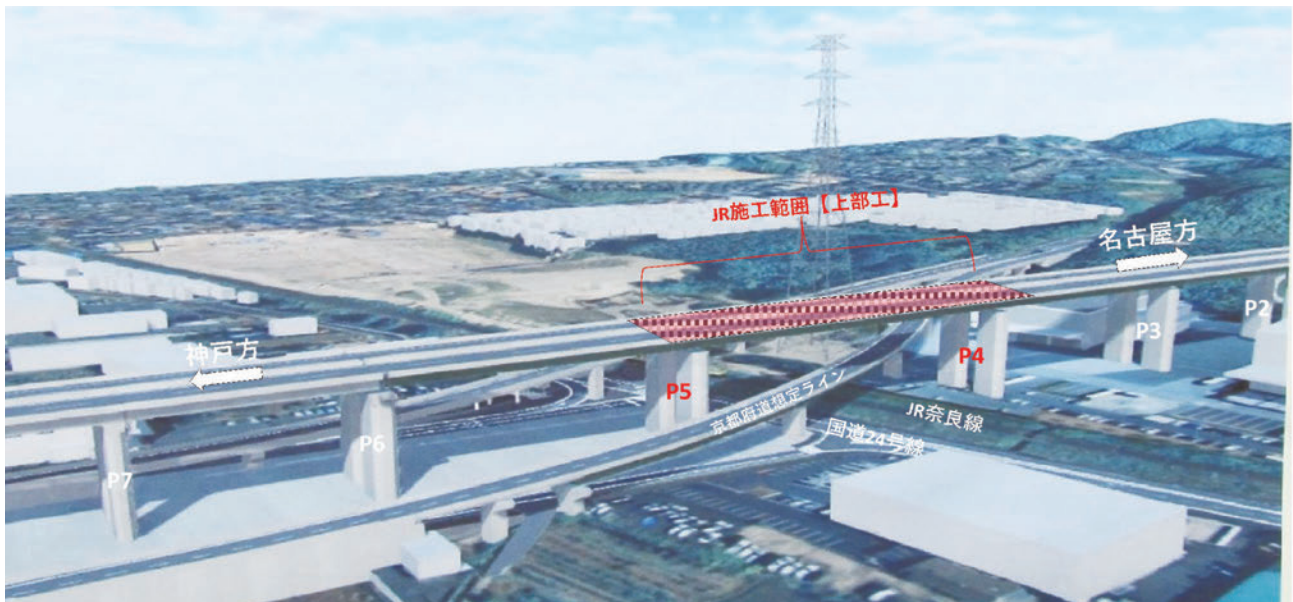


図-1 P4～P5間の完成イメージ図

*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 計画グループ サブリーダー

*³ 関西支社 工事・計画部 工事グループ 鉄道・保全営業グループ 副主任

2. 工事概要

以下橋梁形式・工事概要を示す。

橋長・鋼重等はJR工事委託区間となるP4～P5径間の数値を示し、()内数値は当社製作範囲のA1～P6径間全体の数量を示す。

- (1) 工事名：長池・城陽新名神高速道路こ線橋新設
- (2) 施工箇所：京都府城陽市
- (3) 橋梁形式：6径間連続非合成細幅箱桁橋 上下線

- (4) 橋 長：97.6m (390.5m)：上下線共通
- (5) 支 間 長：85.0m(64.4m+85.0m+3@63.0m+49.7m)
- (6) 有効幅員：10.5m
- (7) 縦断勾配： \angle 2.00%
- (8) 横断勾配：上り線 \angle 2.5%、下り線 \searrow 2.5%
- (9) 鋼 重：上り線382.4t、下り線375.2t (2514.6t)
- (10) 主要設備：手延べ機、連結構、軌条架設桁、
ベント設備等 (仮設備総重量 約3300t)

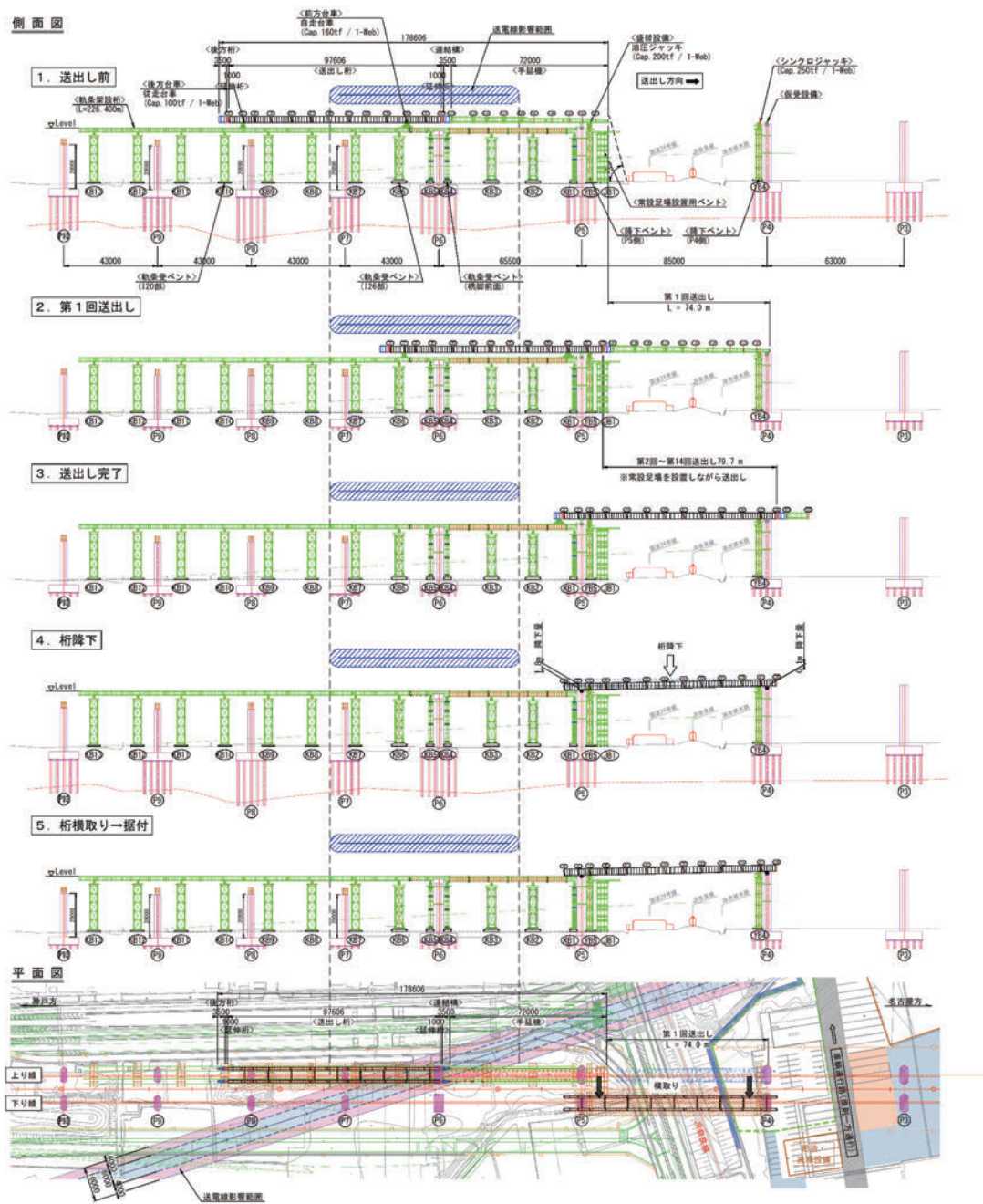


図-2 下り線送り出し架設計画図

本工事の基本計画はNEXCO西日本が立案し、JR工事委託された。P4～P5間の主桁に合成床版および常設足場を搭載し、手延機を先端に取り付けて送出し架設を行う、手延式送り出し工法が採用された。

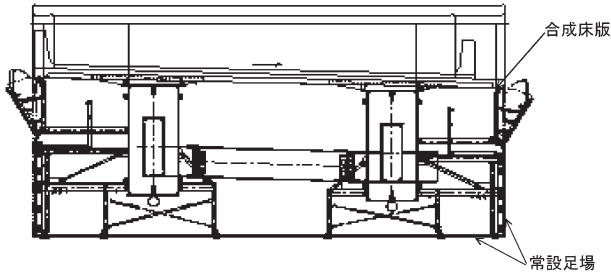


図-3 常設足場断面図

送り出し桁を組み立てる施工ヤード上空には、関西電力送電線が斜めに横切っており、手延機および主桁を組み立てる大型重機によるクレーン揚重作業を、送電線直下で行わないように、P5橋脚の120m背面で行う必要があった。そのため、桁の組立から送り出しを行う軌条架設桁設備をL=226m設置し、それを支持するH=20m以上のベント設備13基設置した。



写真-1 着工前 施工ヤード全景

本橋は、同支間・同幅員であり、断面で対称構造の上り線と下り線の2連であることから、仮設備の組立解体作業を低減するために、同じ軌条設備を用いて、それぞれの送り出し架設を行う計画とした。施工ヤード内の幅員を確保するために、上り線の延長線上に軌条設備を配置し、先行して下り線の送り出し架設を行った。送り出し架設完了後、桁降下を行った後に、所定の位置まで横取り架設を実施した。上り線は、横取り架設を行う必要が無かったが、同じ軌条設備を用いて、下り線と同様に主桁の組立、送り出し架設、そして桁降下を実施した。



写真-2 下り線 送り出し桁組立完了



写真-3 下り線架設後、上り線送り出し状況

3. 工事の課題と対策

JR奈良線の夜間線路閉鎖時間は、約3.0時間。国道24号線の夜間道路規制時間は約6.0時間ながらも、関係機関からは規制時間や規制日数を極力短縮するように要請を受けた。しかしながら、送り出し架設に伴う補強を施した主桁の製作は、既に完了しており、送り出し回数の低減や、送り出し手順の変更は出来なかった。そこで、送り出し以外の作業で、線路上の作業日数の低減する方法を検討した。

(1) JR営業線および国道上作業の低減

本橋には主桁の上に合成床版パネル、桁側面および下面には常設足場を有する構造であった。

当初計画では、合成床版パネルは、主桁に搭載して送り出しを行う計画であったが、常設足場は桁架設完了後に設置する計画だった。本工事では台車盛替方式による送り出し架設を行うため、桁下面に設置する常設足場は、送り出し発信側のP5橋脚背面での台車の盛替に干渉する。そのため、常設足場の取付作業は、線路上空および国道上で、それぞれの夜間規制作業を伴うものであった。

そこで、夜間の規制日数を低減するために、送り出し桁に搭載したまま送り出し架設が出来るように、P5橋脚の前面に、常設足場設置用の構台設備を設置し、主桁がP5橋脚を通過してから常設足場の設置を行った。また、送り出し架設最中に常設足場を組み立てると夜間作業の長期化を招くために、送り出し回数は当初計画通りで、その合間の台車設備の盛替や手延べ機の解体を行い

ながら、常設足場の設置を行った。台車の盛替は、6～10mで計画していたため、最大10mの常設足場の設置が行えるように、構台設備の延長を10m以上確保する必要があった。P5橋脚から10m前面には国道の側道レーンがあるため、構台設備は、施工ヤード内にベント設備を組み立て、その頂部に張り出し梁を設置して、さらにその上に作業床となる枠組足場を構築した。桁降下により枠組足場が干渉した場合、張り出し梁上での枠組足場の組替作業が道路上空で、夜間規制作業の増加する恐れがあったため、張り出し梁下面にパネル式吊り足場を設置し、構台上からの墜落・落下養生を行った。



写真-4 常設足場設置用構台設備



写真-5 常設足場組立状況備

(2) 送り出し日数の低減

本工事の送り出し架設工法は、第1回目の手延機先端が発進ヤードP5橋脚からP4橋脚に到達するまでを自走台車で行い、その後の第2回から第14回までを自走台車を盛り替えながら、台車に設置した油圧ジャッキを推進力として行う台車盛替方式を採用していた。第1回目は送り出し量が74.0mで推進力が台車モーターのため1夜間での作業となる。

1夜間=3~4時間程度の作業時間では、通常1回の送り出ししか行えない。2回目以降の送り出しに用いる推進力は油圧ジャッキとなり、送り出し推進を行っている時間だけでは1時間程度だが、仮受け設備への荷重の受替を行ってから、荷重解放した台車を後退させ、再度台車への荷重の受替を行うのに時間を要するため、2回以上の送り出しは計画しない。ただし、本工事では1回あたりの送り出し量が6m程度であるため、推進に要する時間が40分程度、さらに台車を後退させる時間も通常より短いため、規制時間いっぱいではあるが、1夜間で2回の送り出しを行った。

また、常設足場の設置や手延べ機の解体といった規制時間外でも可能な作業は昼間作業で行い、夜間作業では送り出し作業に専念させることで、夜間での送り出し作業日数を当初計画14日間から8日間へと最大限に短縮した。



写真-6 送り出し架設作業状況



写真-7 第4回送り出し架設完了



写真-8 第8回送り出し架設完了



写真-9 第12回送り出し架設完了

(3) 施工ヤード上の送電線への配慮について

1) 主桁および手延機の組立

主桁と手延機および後部桁を合わせた送り出し桁の全長は178.6mであることから、軌条設備は226mとしたが、送電線が施工ヤードを斜めに横断しているため、P5背面の延長120mが送電線影響範囲となった。軌条設備上でのクレーン作業が可能となるのは106m区間しかなかったため、送り出し桁全長を直に架設することは出来なかった。

そこで、軌条設備後方の106m区間で、手延機と連結構の75.5mを先行して組み立て、手延機と連結構だけでP5背面まで縦取りを行った。その後、全断面溶接継ぎ手の主桁だけ組み立てて、形状管理を行った主桁の現場溶接を施した後に、主桁だけで縦取りし、先行架設・縦取りした連結構との添接を行い、送り出し桁の組立を行った。



写真-10 手延機組立状況



写真-11 手延機縦取り後、主桁組立状況

2) 軌条設備の高さ低減

軌条架設桁は送電線の直下での架設作業が発生する。当初計画では、桁高2m以上の軌条架設桁を200t吊油圧式クレーンで架設するのに、送電線影響範囲に接近しての作業を余儀なくされた。送電線影響範囲は送電線中心から4mの範囲だが、クレーンを据え付ける地盤状況や送電線自体の温度変化による高さの変状等、実施工時の余裕度を考慮すると、さらなる離隔が必要だった。

本工事で軌条架設桁の設置高さの決定要因となっていたのは、本工事着手時には既に構築されていたP6橋脚であった。軌条架設桁は支間20m以内で桁高H=2.6mの損料機材で計画され、P6橋脚上を跨ぐ高さで設定されていた。

そこで、軌条架設桁を架設する際の、送電線影響範囲からの更なる離隔を確保するために、軌条架設桁の高さを極限まで下げる計画に変更した。当初計画ではP6橋脚脇に軌条架設桁を支持するベントが1基計画されていたが、両脇にベントを配置することで、軌条架設桁の支持間隔を短くできる。支持間隔を最小限にすることで、軌条架設桁の必要断面および機高を最小限にすることで、軌条架設桁の設置高さを最低限にすることを可能にした。

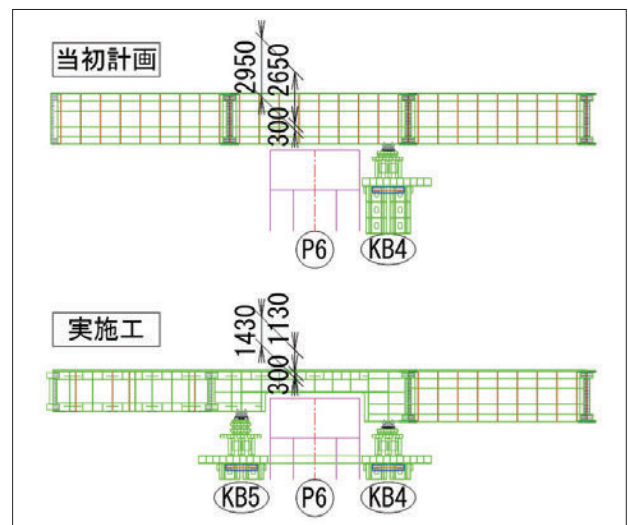


図-4 軌条架設桁の変更

実施工では、P6橋脚の構造に合わせ、橋脚天端を跨ぐ架設桁として、前後の軌条架設桁と添接が可能なウェブ高を変化させた軌条架設桁を新規製作材とした。新規製作材とベント1基を追加することで工事費の増加に繋がりに思うが、工事全体で見ると大きなメリットを生んだ。

軌条架設桁を架設する際のクレーン作業の安全を確保することが、最初の目標であったが、**図-4 軌条架設**

桁の変更に示すように、この変更により、当初計画より約1.5m低く軌条架設桁を設置することが出来た。軌条架設桁を低くすることで、架設桁を支持する13基のベント設備を全て1.5m低く設置するため、使用する機材重量を大幅に低減した。また、送り出し高さを1.5m低く設定することが出来たため、送り出し架設後の桁降下量を1.5m減らすことが出来た。桁降下作業に用いる仮設機材を大幅に低減するとともに、桁降下に要する日数も低減させたため、先に記述したJRおよび国道上の作業の低減にも繋がった。



写真-12 軌条架設桁架設状況①



写真-13 軌条架設状況②

3) 3Dバリア®システムの活用

送り出し桁の組立箇所や軌条設備の設置高さに思慮しても、ベント設備の組立解体等で送電線の下でクレーンを使う場面は多々あった。施工ヤード上空を横断する関西電力の送電線は、直接接触しなくても、半径4m以内に侵入した場合に感電する恐れがあるため、十分に配慮する必要があった。

これまで、レーザー光を面状に照射することでバリアを作り、そのバリアに侵入するクレーンブームを検知する監視システムを用いることはあったが、本工事では地上面より40m以上の上空で架空線への干渉を監視するためのバリアを設置する既設構造物がなかった。そこで、架空線およびクレーンブームを3次元で管理することができる3Dバリア®システムを用いた。計測ネットサービスが提供する3Dバリア®システムは、GNSSを使用して重機の位置を取得し、車載モニターにブーム先端の位置関係を3次元座標で表示するシステムで、作業可能または禁止エリアを高さ・幅・奥行きで3次元データで作成し、設定した危険エリアへの侵入をパトライトとブザーで通知するものである。

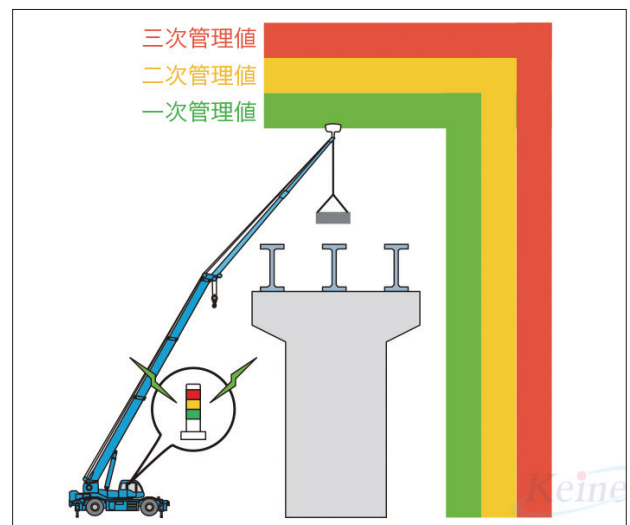


図-5 3Dバリア®システム

本システムの採用により、クレーンオペレーターは、操作するブーム先端の位置を、操縦席手元のモニターで容易に視認することができ、送電線の直下でクレーンブームを伸長する際に、安全な操作を遂行できた。

本工事のようにクレーンブームより上空の障害物に対して、バリアを照射することが困難な場面で、機器の設置箇所に囚われない本システムは、有用な監視方法であると考えられる。



写真-14 工事完了写真

4. おわりに

本工事は、JRと国道を同時に跨ぐ長スパンの橋梁を架設するため、関西電力送電線直下という特異なヤード条件の中でクレーン作業を行い、これを上下線の2回繰り返すという緊張を張り詰めながらの作業が長期間続いた。当社で製作した高速道路橋の出来形・品質向上にも留意しつつ、安全最優先での施工を、無事故で完遂できたことは、綿密な施工計画と、現地の状況に臨機応変に対応しながら真摯で正確な現場施工管理の成果と考える。

今後も、事業計画や架設計画の中で、より安全で施工性を確保した工法を選定することが重要と考える。

謝辞

本工事は、大規模な施工量を、長期間に渡って張り詰めた緊張感を維持しながら、無事故で完工できたことを、西日本旅客鉄道株式会社、大鉄工業株式会社、そして本工事に携わった多くの関係者各位に深謝いたします。

<参考文献>

- 1) 計測ネットサービス株式会社, 3Dバリア®施工領域安全監視システムNETIS登録KT-140100VE

2023.06.26 受付