

# 関西圏都市部における中国道リニューアル工事 施工の効率化を目指した取り組み

安里 俊 則

関西圏都市部の高速道路網は開通から50年が経過し、橋梁の老朽化が進行している。平成30年の新名神高速道路（高槻JCT～神戸JCT間）の開通により、東西を結ぶ路線のダブルネットワークが形成されたことから、令和2年より並行する中国自動車道（吹田JCT～神戸JCT間）の大規模リニューアル工事に着手した。本稿では、現在工事中である吹田JCT～宝塚IC間において、限定的な交通規制の中で多くの橋梁更新工事を実施するにあたり、施工の効率化を目指した取り組みとして、ジャッキシステムや床版取替機を用いた橋梁架設工法、鉄筋組立自動化システムを導入した床版製作の概要を中心に報告する。

キーワード：橋梁更新工事、ジャッキアップ架設、床版取替機、鉄筋組立自動化システム

## 1. はじめに

関西圏都市部の高速道路網は名神高速道路を始め、中国自動車道、近畿自動車道、西名阪自動車道など開通から50年が経過し、橋梁の老朽化が進行している。これらの路線は重交通区間であり、延長の長い連続高架橋が多いことから、橋梁更新工事の実施にあたっては長期間の交通規制による慢性的な渋滞が懸念される。このため、交通を迂回させる高速道路ネットワークを確保しながら、路線ごとにリニューアル工事（橋梁更新工事）を計画している。平成30年の新名神高速道路（高槻JCT～神戸JCT間）の開通により、**図一**に示す東西を結ぶ路線のダブルネットワークが形成されたことから、令和2年より並行する中国自動車道（吹田JCT～神戸JCT間）の大規模リニューアル工事に着手した。

現在工事中である吹田JCT～中国池田IC間では60

連（約4.8km）の鋼橋RC床版の取替え、中国池田IC～宝塚IC間では23連（約1.6km）の鋼橋RC床版の取替えおよび26連（約2.0km）のRC中空床版橋の架け替えを実施する。また、更新対象以外の橋梁では、床版防水、壁高欄補修など約8.5kmの修繕工事を実施する。

本稿では、限定的な交通規制の中で多くの橋梁更新工事を実施するにあたり、施工の効率化を目指した取り組みとして、ジャッキシステムや床版取替機を用いた橋梁架設工法、鉄筋組立自動化システムを導入した床版製作の概要を中心に報告する。

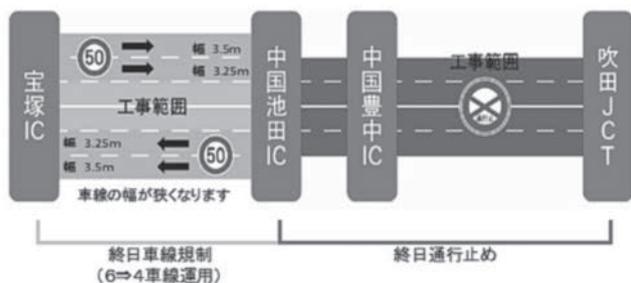
## 2. 交通規制計画

吹田JCT～中国池田IC間は、上下4車線の重交通区間で、かつ更新対象橋梁が多いことから、上下線終日通行止めを実施し、多数の建設機械を配置して集中的に工事を行うことで工事期間を短縮し、社会的影響の低減を図ることとした。終日通行止め期間は、交通混雑期（年末年始、ゴールデンウィーク、お盆）を除き、1回あたり約1.5ヶ月とし、2年間で計6回実施する予定である。

中国池田IC～宝塚IC間は、上下6車線の区間であることから、上下線終日車線規制を実施し、上下4車線の通行帯を確保しながら、3段階の分割施工で工事を行うこととした。終日車線規制期間は約3年間で、交通混雑期には終日車線規制を一時解除し6車線運用とすることとした（**図二**）。なお、車線規制時の仮



図一 中国道リニューアル工事位置図



図一 交通規制計画イメージ



写真一 ロードジッパーシステム

設防護柵には迅速に移動させることが可能なロードジッパーシステムを採用し、交通規制の実施、解除に要する期間の短縮化を図っている（写真一）。

### 3. 吹田 JCT ～中国池田 IC 間の更新工事

#### (1) 鋼桁および RC 床版の更新

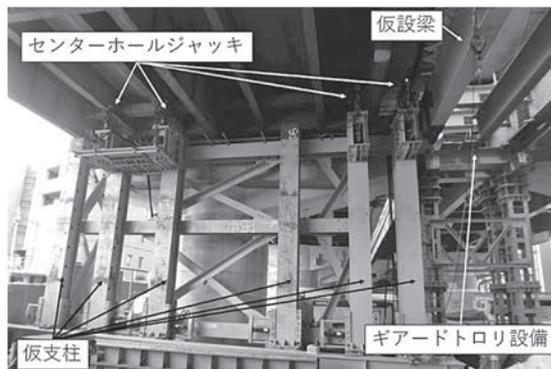
本区間の鋼橋は、大阪万博関連事業の一環として開催直前に建設されたため、短期間で的大量生産を目指した断面構成の合理化や最小鋼重設計に重点をおいた設計・施工がなされており、床版連結された単純合成桁や切断合成桁が多く採用されている。今回の更新工事では、これらの構造的特色を踏まえた上で、RC床版取替え時の既設桁補強や既設橋の劣化状況、終日通行止め期間の短縮などの観点から更新方法を検討した結果、RC床版取替えに合わせて鋼桁の架け替えを行うこととした。新設する上部構造は、既設鉄桁を新たな連続鉄桁に更新することを基本とし、各橋梁の架設工法や設計条件に応じ、主に鋼床版3主鉄桁またはプレキャストPC床版（以下、PCaPC床版）非合成4主鉄桁とした。

#### (2) ジャッキアップ架設工法

主に交差道路や河川など高架下の使用に制約がある箇所では、終日通行止め後、対象橋梁の反対車線に配置した100t吊オールテレーンクレーンにより既設橋



図一 ジャッキアップ架設工法の概要



写真二 ジャッキアップ設備配置状況

梁の撤去および新設橋梁の架設を行うこととした。一方、高架下の使用に制約がなく、地組立てヤードの確保が可能な箇所ではジャッキアップ工法を採用した（図一）。本工法は終日通行止め期間中にクレーン架設作業が集中するといった課題を解消する目的で考案した工法である。本工法の利点は、終日通行止め開始前に高架下で地組立・ジャッキアップ作業が可能であることに加え、地上での地組立による墜落転落災害リスクの低減、終日通行止め区間内の部材運搬車両の低減、1次ジャッキアップ後の新設床版面を既設桁撤去時の足場設備として利用可能等が挙げられる。以下、ジャッキアップ架設工法の詳細について述べる。

#### (a) 事前作業

橋脚前面にコンクリート基礎を設置後、ジャッキアップ設備を配置した。ジャッキアップ設備は基本的に1箇所あたり支柱（H414×405）とセンターホールジャッキ（能力500kN、ストローク200mm）4基、両端クレビスジャッキ（能力500kN、ストローク1,000mm）4基、仮受梁1本で構成される（写真二）。

高架下は作業ヤードとして、使用可能であるが、輸送トレーラーの通行や通常のラフタークレーン使用等できないため、既設橋梁の中央分離帯下面付近にベント設備と仮設梁を用いてギアードトローリー式の荷揚げ設備を配置した。各径間の地組立箇所には横取り設備を配置した。荷揚げ設備と横取り設備を使用し、部材の搬入・組立と横取りを繰り返し、鋼桁・PCaPC床版の地組立、PCa壁高欄の搭載を行った。

### (b) 1次ジャッキアップ

地組立した橋梁を仮受梁上に搭載し、仮受梁を介して、支柱に設置したジャッキ設備と接続する。仮受梁を介すことで、ジャッキのばらつきによる不均等荷重が新設桁に入らないようにした。支柱上部に設けたセンターホールジャッキで新設桁をリフトアップした後、仮受梁の下方に両端クレビスジャッキを配置し、荷重の盛替えを行う（写真—3）。クレビスジャッキによるプッシュアップは1ストローク伸長後、仮受梁を支柱に固定、反力架台の固定を開放後にストロークを収縮させ反力架台を支柱に据え直し、仮受梁の固定を開放するサイクルを繰り返し行った。ジャッキは両橋脚側の計8基を連動させ、相対誤差3mmで管理を行い、既設桁下面から500mm程度下方位置までプッシュアップを行った。ジャッキアップ完了後の新設橋梁は、床版面の養生を行い、既設床版切断作業の足場、既設桁撤去時の仮受け支点として、新設橋梁を利用した。

### (c) 2次ジャッキアップ

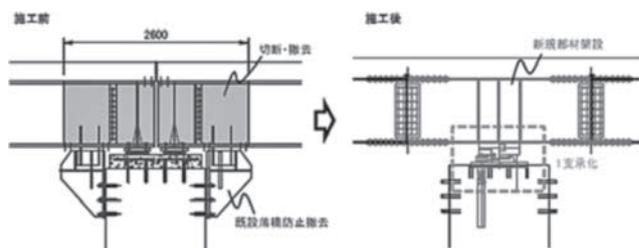
終日通行止め期間中に、本線上に配置した100tクレーンにて既設床版、鋼桁の撤去を行う。既設橋梁の撤去後、計画高までクレビスジャッキにて2次ジャッキアップを行う。2次ジャッキアップ後、撤去時と同様に本線上の100t吊クレーンを用いて、ジャッキアップした橋梁両側の支点部鋼桁を架設し、鋼桁の架設完了となる（写真—4）。その後、支点部のPCa床版架設、継手部の間詰コンクリートの打設、PCa壁高欄の設

置を行い、以降は通常の橋梁工事と同様に橋面工、付属物設置、舗設を行い供用となる。

## 4. 中国池田IC～宝塚IC間の更新工事

### (1) 鋼橋 RC 床版の更新

対象橋梁の基本構造は上下線各5主桁のロールH形鋼桁で4径間を一連とする単純合成桁連結構造である。RC床版取替え時の既設桁補強や既設橋の劣化状況、終日車線規制期間などの観点から更新方法を検討した結果、RC床版取替えに合わせて既設桁の中間支点部を連続化し、更新後の構造を連続合成桁とすることで、支間中央の活荷重たわみと曲げモーメントを低減する計画とした。中間支点部の連続化は、既設桁の桁端部を一部切断撤去し、新設主桁に取替え、2支点から1支点化する構造とした（図—4）。PCaPC床版は上下線の3段階の分割施工に対応するため、縦目地を設け、床版設置後、ポストテンション横締め鋼材で接合する構造とした。



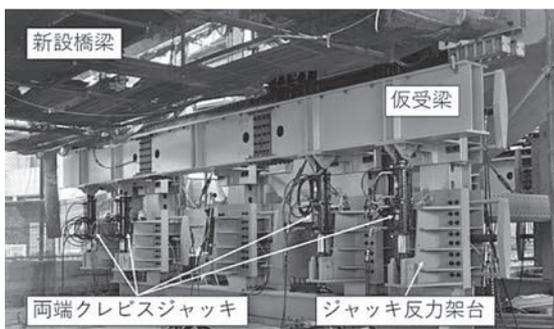
図—4 中間支点部の連続化

### (2) 床版取替機による撤去・架設

対象橋梁は隣接する大阪国際空港の制限表面下に位置しており、空港運用時間内は制限高さを超える移動式クレーンでの作業ができないことから、本橋梁では床版取替機を用いた床版撤去・架設施工とした。

床版取替機の構造を図—5,6に示す。クレーンガーダーは長さ22.0m、高さ7.9mで4本の支柱で支持されており、舗装撤去後の既設床版上面に敷設したレール上を橋軸方向に移動できる構造である。メインの巻き上げ機は定格荷重22.5tで、クレーンガーダー下に30tトロリ設備により連結されており、撤去・新設する床版や主桁部材を吊り上げた状態で取替機内を移動させることができる。

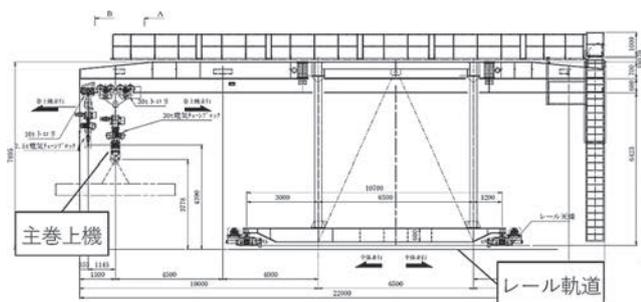
取替機は終日車線規制内にて舗装および地覆部を撤去後、トラックおよびトレーラーにて部材を搬入し、車線規制内で70t吊ラフタークレーンを用いて組み上げる。切断した既設床版などの撤去はガーダー先端の巻上機で吊り上げ、取替機内に引き込み、進入して



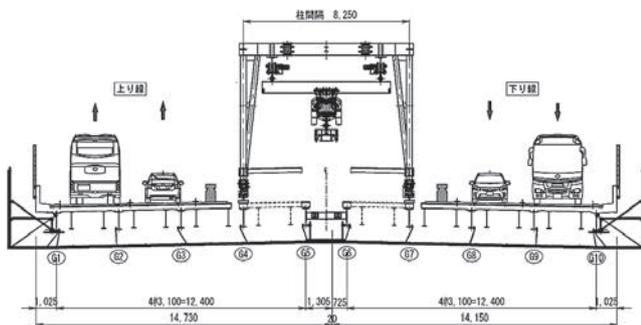
写真—3 1次ジャッキアップ架設状況



写真—4 2次ジャッキアップ状況



図一5 床版取替機 (側面図)



図一6 床版取替機 (正面図)

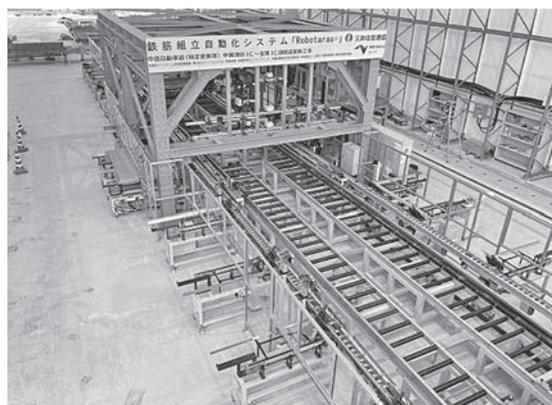


写真一5 床版取替機配置状況

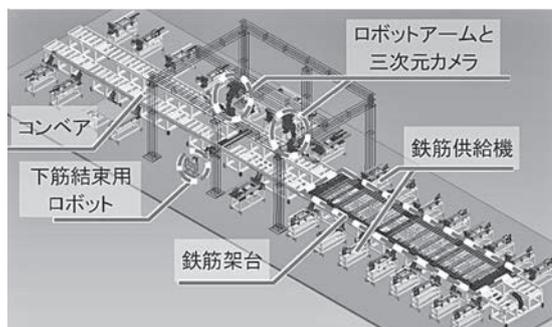


写真一6 PCaPC 床版架設状況

いるトレーラーに直接荷下ろし、搬出していく。次に、既設桁上面にレールを再敷設、取替機を移動後、トラックおよびトレーラーにて搬入した新設床版及び主桁部材を順次架設する (写真一5, 6)。



写真一7 鉄筋組立自動化システム



図一7 鉄筋組立自動化システム

### (3) PCaPC 床版製作における鉄筋組立自動化

対象橋梁では、配筋が比較的単純で、同形状のPCaPC床版を多数製作する必要がある。そこで、床版製作の生産性向上を目的とした鉄筋組立自動化システムを試行的に導入した。

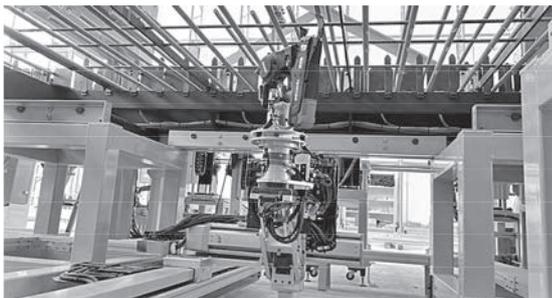
試行導入した自動化システムは、「鉄筋保持治具」「鉄筋結束機」を交互に自動着脱する機械の腕「ロボットアーム」と、「鉄筋自動供給機」を用いて鉄筋の供給・配置・結束の一連作業を自動で行うシステム<sup>\*</sup>(ROBOT Arm Rebar Assembly System)である。このシステムは、これまで鉄道構造物「軌道スラブ」へ導入されており、今回、高速道路リニューアル工事の取替え用床版であるPCaPC床版に「Robotaras II (以下、本システムという)」として導入した (写真一7)。

装置全体の大きさは長さ約30m、幅約8.3mであり、図一7に示すように、装置中央部には「三次元カメラを搭載したロボットアーム」2台を天吊り固定、さらに下部には「下筋結束用ロボット」を設置した。ロボットアームと下筋結束用ロボットとの間には鉄筋配置位置を溝切りした鉄筋架台を載せたメインコンベアを設置し、組立位置に応じて鉄筋架台をロボットアームの作業半径内へ移動させることでPC床版全

<sup>\*</sup>ロボタラス 三井住友建設の商標



写真一8 鉄筋結束状況



写真一9 下筋結束用ロボット

体を配筋・結束できるシステムとした。その結果、鉄筋架台がロボットアーム作業半径内へ移動しながら、鉄筋の配置および上筋の結束を2台のロボットアームで行い、下筋の結束を下筋結束用ロボットで分担して実施して作業の効率化に寄与した(写真一8, 9)。

また、外周には安全柵およびエリアセンサを設置して、補助作業員の安全を確保した。補助作業員は2名で、自動鉄筋組立エリア内の鉄筋供給機への加工筋の補充、鉄筋結束機への結束線充填作業などを行う。

今回のシステムにより組み立てた鉄筋は、従来の作業員による組立と比較しても配置精度・結束精度ともに遜色がなく品質に問題がないことを確認できた。また、本システムはPC床版鉄筋の85%(1,082kgのうち916kg)を自動組立し、補強筋や狭隘部の鉄筋などの一部の鉄筋は自動組立後に補助作業員により組み立てることとした。

そのため、自動組立中に補助作業員による補助的な鉄筋配置や結束作業が不要となり、自動組立作業の連続性・一連性を確保できた。また組立枚数は、従来の手動組立と本システムとで、共に組立枚数は1日で2枚可能であり、従来の手動組立と同程度の組立速度を確保できた。本システムを活用することにより従来6人で1日2枚組み立てていたPC床版鉄筋を、本システムと補助作業員2人で組み立てることができ1/3に省人化できた。

## 5. おわりに

吹田JCT~中国池田IC間は、令和3年度に上り線の鋼橋の架け替え工事を完了し、令和4年5月から下り線の工事に着手している。また、中国池田IC~宝塚IC間は、令和3年度からRC中空床版橋の架け替えを実施しており、令和4年1月から床版架設機を用いた鋼橋RC床版の取替えに着手している。

今後も、周辺住民の皆様や高速道路をご利用いただくお客様のご理解とご協力を得られるよう、関係機関と調整を図りながら、より安全に事業を進めていきたい。

JCMIA

### 《参考文献》

- 1) 安里, 佐溝, 大原, 澤村, 松井: 関西圏都市部における中国道リニューアル工事の概要, 第24回 橋に関するシンポジウム論文報告集, 2021.9
- 2) 長谷川, 竹之井, 岡本: 鉄筋組立自動化システムの開発- PC床版の鉄筋供給・配置・結束作業を自動化-, コンクリート工学, 2022.5

### 【筆者紹介】

安里 俊則 (やすざと としのり)  
西日本高速道路(株)  
関西支社保全サービス事業部  
調査役

