

JR 品川駅周辺開発事業における鋼構造の活用事例と技術的な取り組み

Utilization of steel structures and technical initiatives in the development project
around JR Shinagawa Station

網谷岳夫*, 田中大**, 山口慎***

Takeo AMITANI and Dai TANAKA, Shin YAMAGUCHI

ABSTRACT Large-scale urban infrastructure development is underway around JR Shinagawa Station. Since many of the projects are located above the tracks or in areas close to the station, construction works are being carried out while ensuring the safety of trains and passengers. This paper reports on the utilization of steel structures and technical initiatives specific to railway construction.

KEYWORDS :駅改良工事, 人工地盤, 工事桁

Station improvement work, artificial ground, construction girders

1. まえがき

品川駅およびその周辺においては、日本の成長をけん引する国際交流拠点の形成を目指し、大規模な土地利用転換や広域的な交通結節点の形成等による都市基盤の整備が進められている^{1)~7)}。図-1に周辺開発事業の全体概要図を示す。多くのプロジェクトが線路上空や駅施設に近接したエリアにあり作業条件に多くの制約がある中、鋼構造の特性を活かすことにより、列車の安全な運行を確保し、駅の機能を保ちながら工事を進めることを可能としている。本稿では、鉄道工事特有の鋼構造活用事例や技術的な取り組みについて報告する。

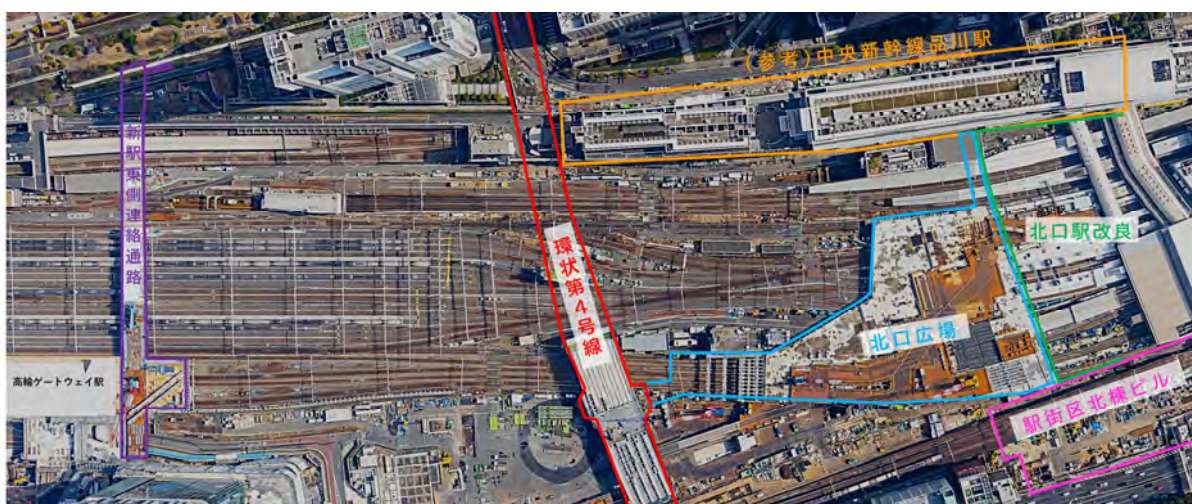


図-1 品川駅周辺開発事業 全体概要図

*東日本旅客鉄道(株) 東京建設プロジェクトマネジメントオフィス 鉄道建設技術ユニット (構造計画)
(〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8)

**東日本旅客鉄道(株) 東京建設プロジェクトマネジメントオフィス 品川プロジェクトセンター
(〒108-0073 東京都港区三田 3-11-28 三田 Avanti ビル 2 階)

***東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 鋼構造ユニット
(〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8)

2. 各プロジェクトの概要と鋼構造の活用事例

2.1 品川北口駅改良・駅ビル整備

整備概要を図-2に示す。北側コンコースでは、リニア新駅計画や周辺開発に伴うお客さま増に対応し、東西自由通路の混雑緩和及び利便性向上を図るため、ラチ内コンコースを拡幅し、改札の新設等の駅改良を行うとともに、線路上空に駅ビルを整備する。また、バリアフリールート of 拡充のため、コンコースと各ホームを接続するエレベーターを増設する。さらに、リニア計画や2.5で示す駅街区北棟ビル整備に伴う支障移転と合わせ、分散した業務施設の整備、港南側の現物流機能と新設駅ビルに必要な地下荷捌場を整備する。

図-3に北口改良ステップ、図-4に現場状況写真を示す。線路上空人工地盤は、列車の安全な運行を確保するため、基本的に終電から初電までの夜間短時間で段階的に施工していかなければならないことから、鋼構造が採用されている。また、段階的に人工地盤を整備するには、施工エリアに合わせて工事動線を確保する必要がある。そこで、仮設の工事用構台を構築するのではなく、2.2で示す北口広場整備の人工地盤鉄骨部材を活用して工事動線を確保できるようにした。



図-2 北口改良・駅ビル整備概要

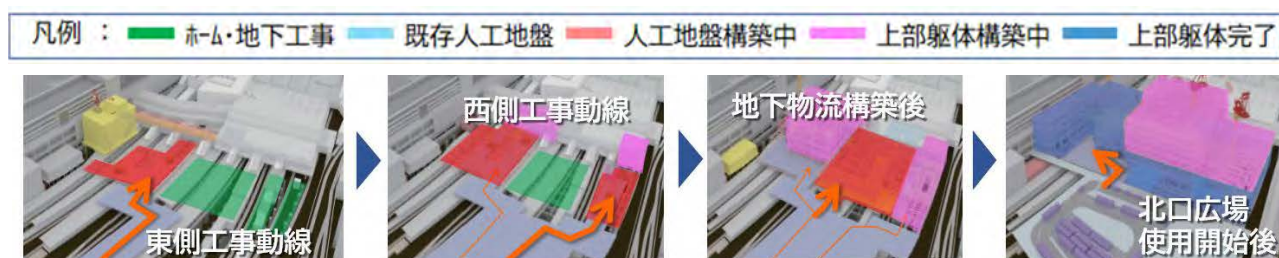
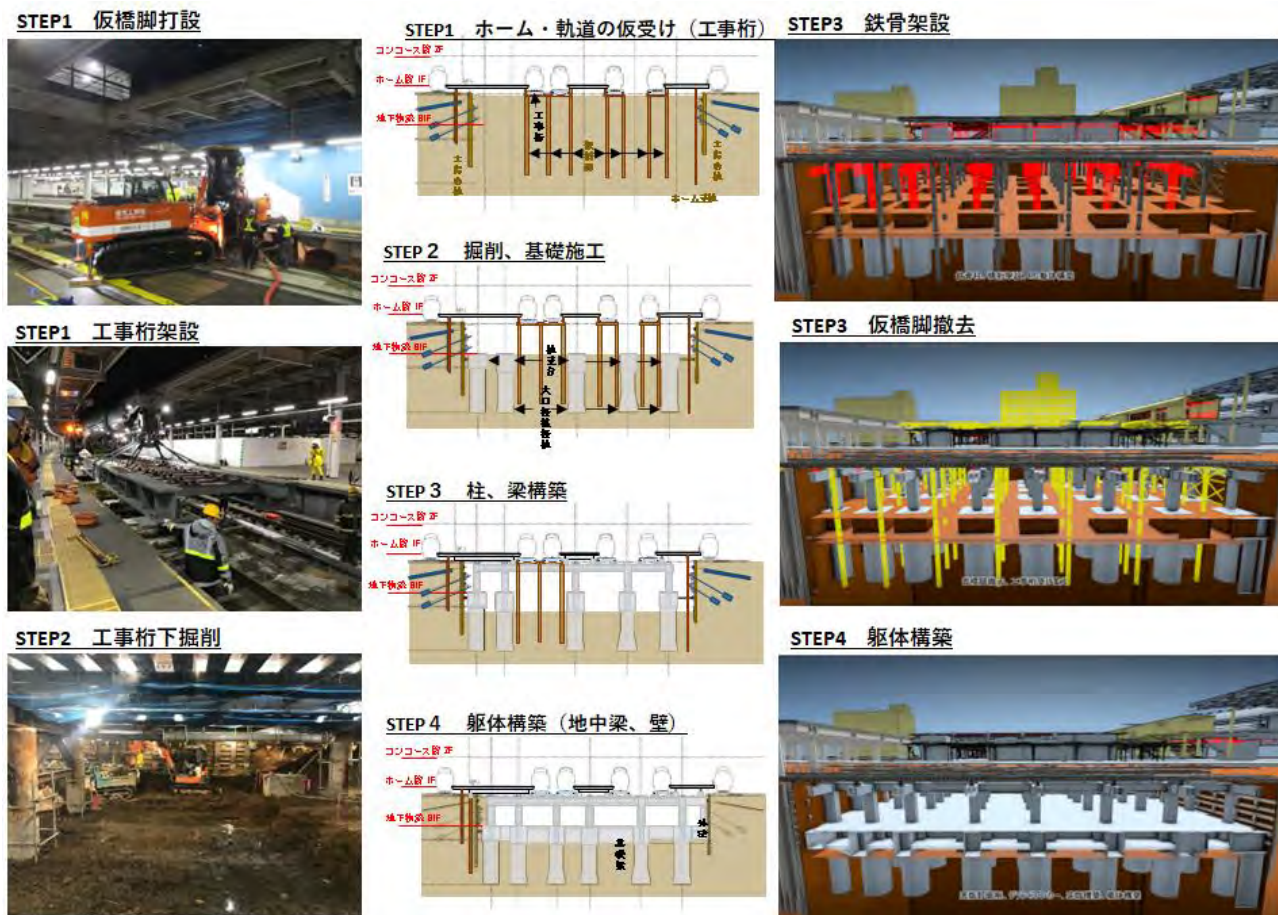


図-3 北口改良ステップ図



図-4 現場状況写真

地下荷捌場の施工ステップを図－５に示す。STEP1で仮橋脚を打設して工事桁を架設し、既存のホームと軌道を仮受けする。次にSTEP2で線路下を掘削し、本設躯体の基礎を構築する。STEP3で、本設の柱と梁を構築したのち工事桁を本設躯体で受替えることで、仮橋脚の撤去を可能にする。STEP4で、地中梁や壁、スラブを構築して完成となる。なお、工事桁は撤去せずそのまま本設使用できる設計としている。



図－５ 地下荷捌場施工ステップ図

2.2 品川駅北口広場整備

品川駅北口広場は、UR都市機構施行の土地区画整理事業により、自動車交通広場と歩行者広場を一体的に整備するため、線路上空（２階レベル）に人工地盤を構築する。人工地盤上には、東京都市計画道路幹線街路環状第４号線（以下、環状第４号線）延伸部と３階レベルで直結するアクセス道路を整備して、東西の連絡性の強化や国際協力拠点としての国内各地とのアクセス性を高める交通結節機能の強化を実現するほか、跡地開発と歩行者を繋ぎ賑わい空間を設ける。図－６に完成イメージ図を示す。

人工地盤の構造概要については、杭はオールケーシング・場所打ち杭（102本・杭径



図－６ 北口広場完成イメージ図

2.5m), 柱は CFT 柱 (径 1.5m), 床版は合成床版 (15,600m²), アクセス道路は 7 径間連続鋼床版鉄桁橋である。

北口広場人工地盤の施工ステップを図－7 に示す。STEP1 でクレーン足場用の人工地盤部を構築し、STEP2 で北口改良用動線部の鉄骨を架設する。そして、STEP3 で人工地盤およびアクセス路の架設を完了していく計画としている。北口駅改良と北口広場整備のプロジェクトを効率的に推進するため、北口広場の人工地盤の架設ステップを組み換えると同時に、斜路構台を構築し、搬入・施工の一部を昼間可能とした。また、線路上空での鉄骨架設効率化のため、人工地盤の大梁上にクレーン専用の仮覆工を設けることで、図－8 に示すように複数のクレーンを据えて施工することを可能にした。さらに、図－9 に示すように、人工地盤の床版が施工可能な箇所は先行して床版を施工してからクレーン専用の仮覆工を設置する構造とすることで、一部の範囲で昼間施工を可能にした。



図－7 北口広場施工ステップ図



図－8 複数クレーンの配置状況



図－9 床版上仮覆工の設置状況

2.3 環状第4号線

東京都が整備を進める環状第4号線は、延長約 29.9 km の都市計画道路である。このうち品川駅周辺については羽田空港に近接し、またリニア新幹線開業を見据えて更なる拠点性の強化が期待されることから、2018 年に国道 15 号線（第一京浜）より東側（海側）への延伸が都市計画決定されている。延伸区間のうち、J R 品川駅周辺の線路上空を横断する延長約 310m は東京都が JR 東日本に施工を委託している区間である。

橋りょう平面図と縦断図を図－10 に示す。JR 東日本の施工受託範囲は P3 橋脚から P10 橋脚までの範囲であり、橋りょう形式は、P3 橋脚から P7 橋脚間が 4 径間連続鋼床版桁（約 205m）、P7 橋脚から P10 橋脚間が 3 径間連続鋼床版桁（約 105m）である。

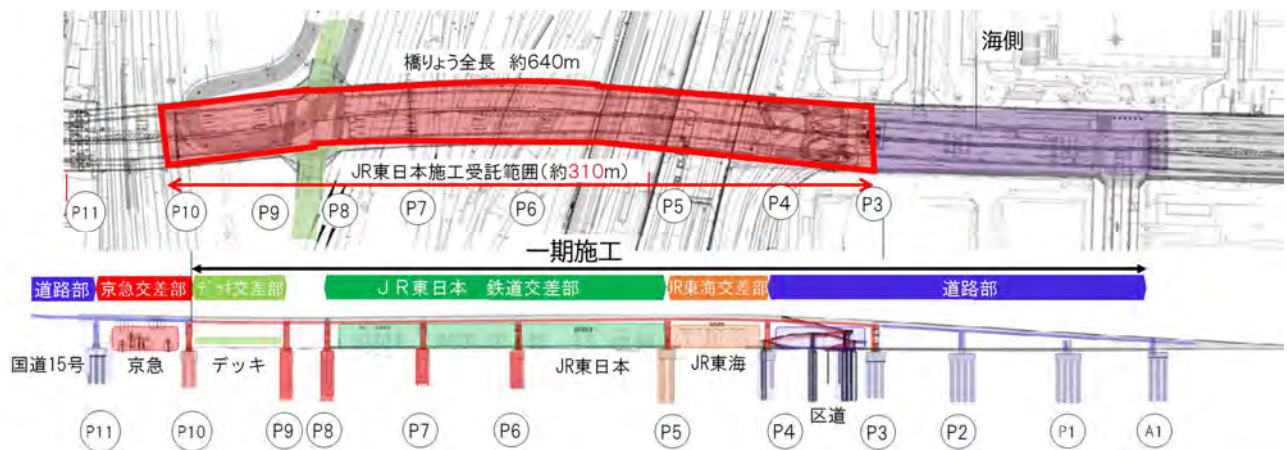


図-10 橋りょう平面図・縦断面図

P6 から P10 間の鋼製橋脚と桁の架設方法を図-11 に示す。P6 から P10 間については、鋼製橋脚は山側のヤード内で地組みして大ブロックにしてから 1600t クレーンで一括架設した。P7 から P10 間の桁については最大ブロック重量を 273t として架設した。1600t クレーンを採用することで、架設部材を大型化し、線路上空での架設や線路に近接した範囲での架設回数を削減した。P3 から P7 間の桁架設方法を図-12 に示す。線路上空での桁架設となるため送り出し架設とした。終電から初電までの夜間短時間間合いで曲線桁 ($R=1000m$) を曲線成りに複数回に分けて送り出していく計画である。具体的な送り出し方法については、試験施工を踏まえて決定していく。

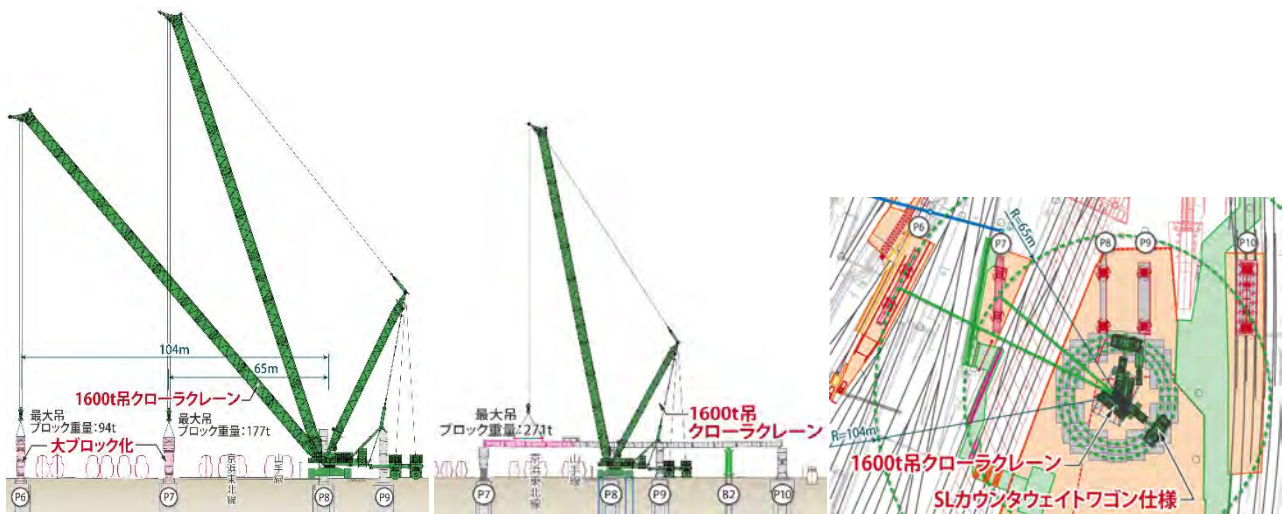


図-11 P6-P10 間鋼製橋脚および桁架設計画

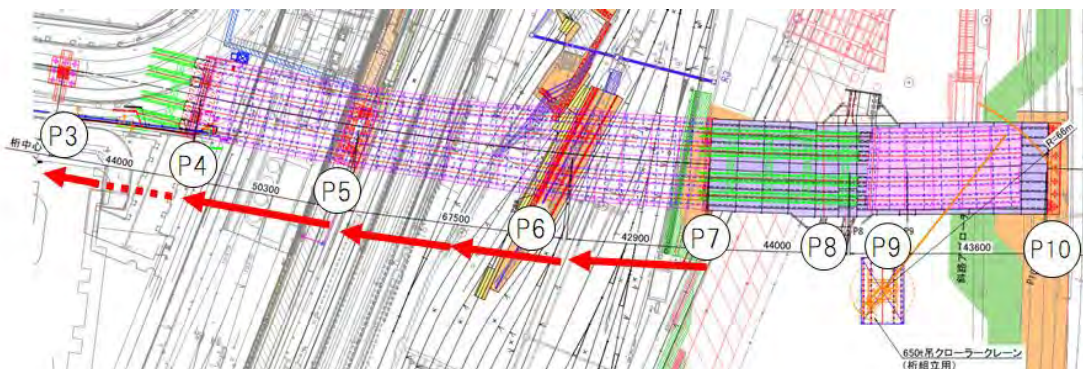
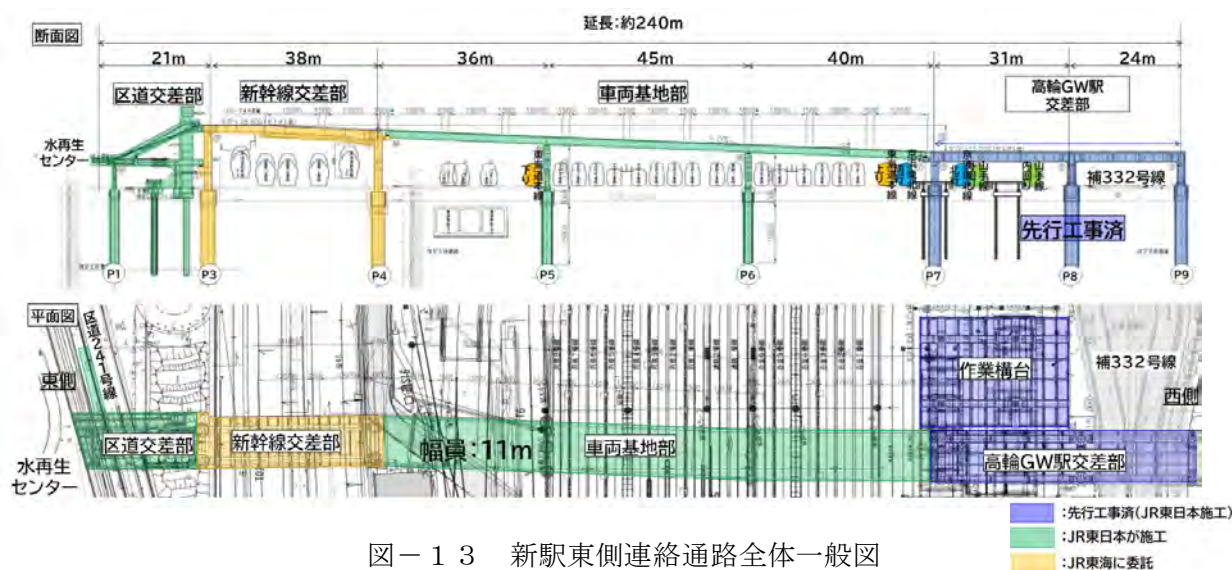


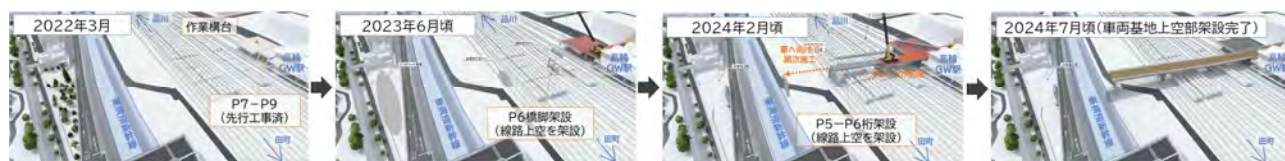
図-12 P3-P7 間送り出し架設ステップ

2.4 品川新駅東側連絡通路整備

品川新駅東側連絡通路は、高輪ゲートウェイ駅と芝浦南地区を繋ぎ、歩行者ネットワークを形成するとともに、東西方向の連携を高め、周辺のまちの回遊性を向上させる歩行者専用道として整備するものである。全体一般図を図－13に示す。全長約240m、最大支間長45m、幅員11mであり、このうち、JR東日本で施工するのは、高輪GW駅交差部、車両基地部、区道交差部である。山手線・京浜東北線上空（P7－P9）は2020年度までに先行整備済みであり、2023年度初より車両基地上空（P4－P7）、2023年秋より区道交差部（P1－P4）に着手している。施工ステップを図－14に示す。まず、高輪ゲートウェイ駅交差部に隣接して作業構台を構築し、橋脚や桁の地組スペースを確保した。P7からP9間の施工シクレーンを据え付けられるようにしたのち、P6橋脚を構築しP6－P7間の桁を550tクレーンで架設する。このように、本設桁の上をヤードとしながら順に東側へ架設を進めていくことで、仮設構造物が最小限となるようにした。



図－13 新駅東側連絡通路全体一般図

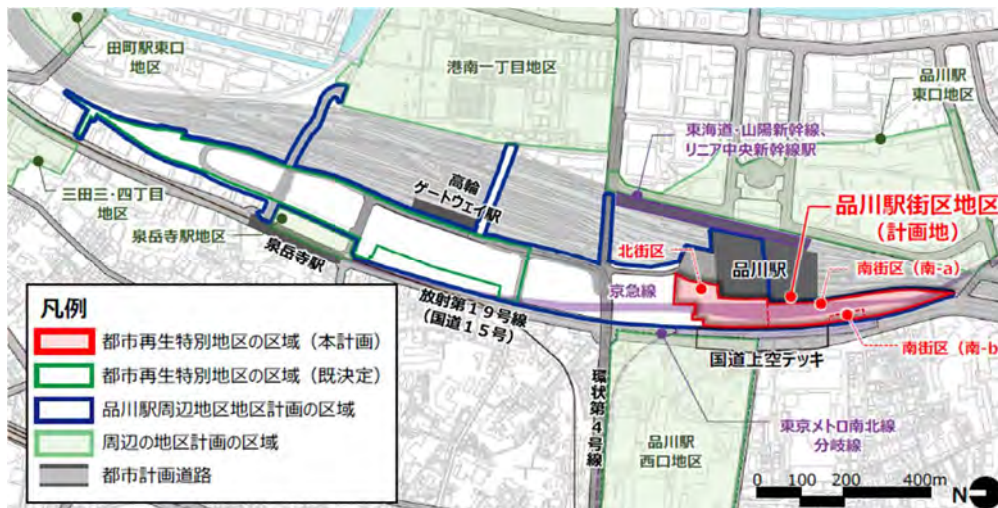


図－14 新駅東側連絡通路施工ステップ

2.5 品川駅街区地区北棟ビル整備

品川駅街区地区の事業概要を図－15に示す。駅街区では、京急線改良事業により整備された鉄道構造物の上空に北棟ビルと南棟ビルを整備する計画である。JR東日本で施工する北棟ビルの完成イメージを図－16に示す。北棟ビルは、地上28階（約150m）、地下3階の計画で鉄道構造物を基礎とする日本で初めての超高層建築物である。北棟ビルは京急線仮高架橋・将来線の直下、直上での施工となるため、京急線の切換ステップと整合を図った施工計画調整を進めている。

施工ステップと施工区分を図－17に示す。ステップ①は京急線の仮受けを行い、既存の京急高架橋を撤去していく段階である。北棟ビル作業としては、地下掘削のためのRC連壁を施工し、構真柱の打設を進める。ステップ②では、京急線仮高架橋下で、掘削、京急高架下の構真柱の打設を行い、1F上床版まで施工する。ステップ③では、京急線地平化切換を行い、仮高架橋の撤去を行う。北棟ビル作業としては、京急将来線直下の掘削を進めていく。京急線仮高架橋を撤去した後のステップ④にて、北棟ビルの2F床版設置を進めていく。最後のステップ⑤で床版上にタワークレーンを設置し、高層階構築を進めていく計画である。



図－１５ 駅街区地区事業概要

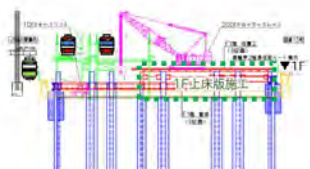


図－１６ 北棟ビル完成イメージ

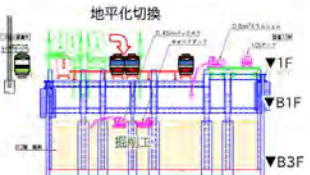
①京急線仮受け



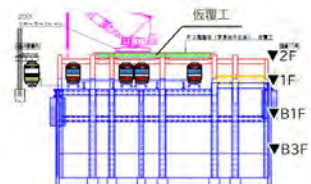
②京急線仮高架橋下での施工



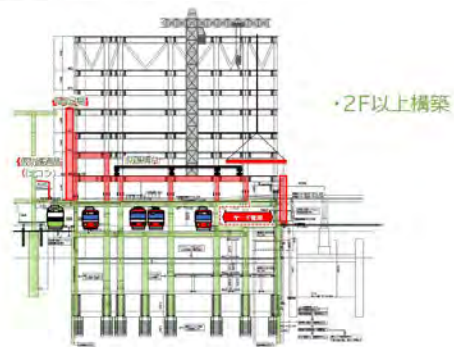
③京急将来線直下での施工



④2F上床版構築



⑤高層階構築

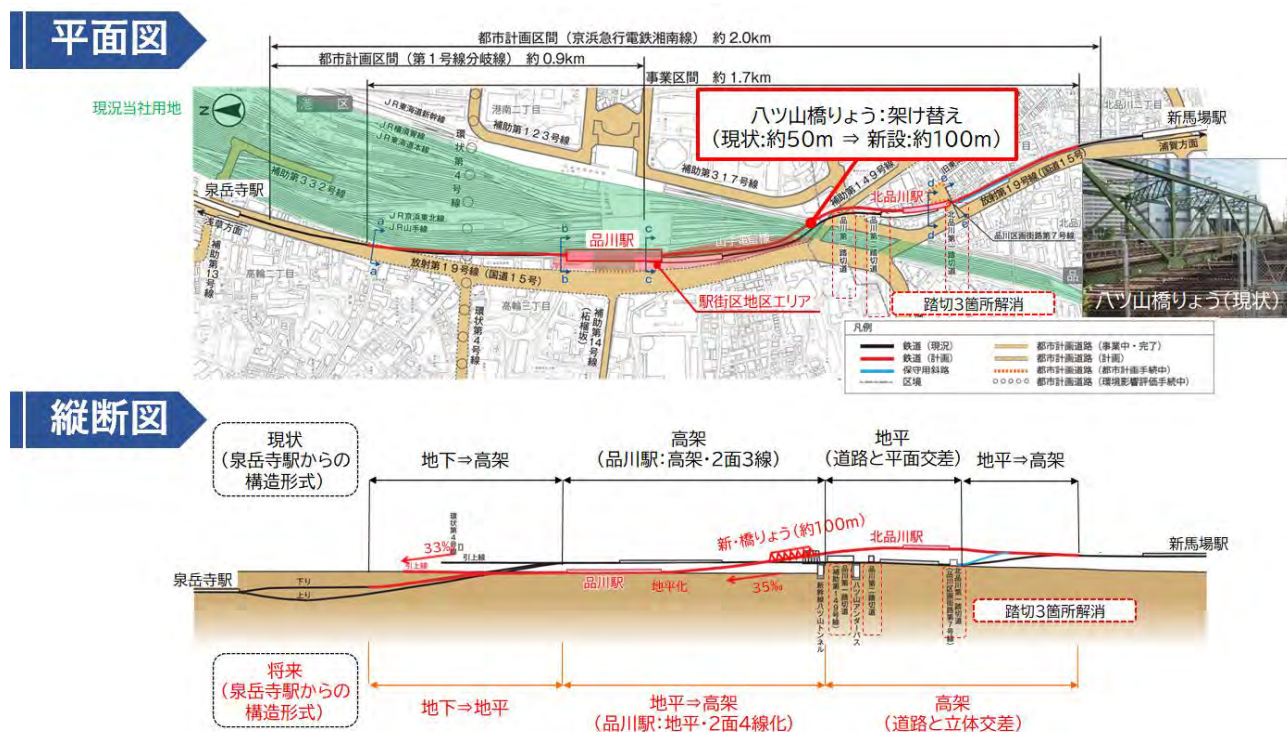


図－１７ 北棟ビル施工ステップ

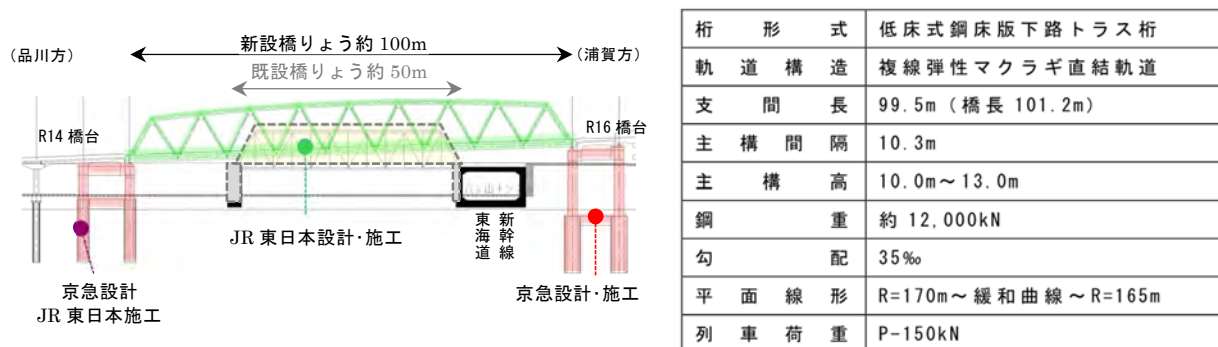
2.6 ハツ山橋りょう架け替え

事業概要を図－18に示す。京浜急行電鉄本線の連続立体交差事業は、泉岳寺駅から新馬場駅までの約1.7kmの区間の鉄道について、道路と鉄道を連続的に立体交差化し、補助第149号線等の3か所の踏切を除却するものである。これに伴い、東海道本線等上空部（ハツ山付近）のハツ山橋りょうについて、別線にて架け替え（現橋りょうは撤去）を行うものである。新設橋りょうの構造諸元と設計・施工区分について図－19に示す。新設橋りょうの設計・施工はJR東日本で行う。

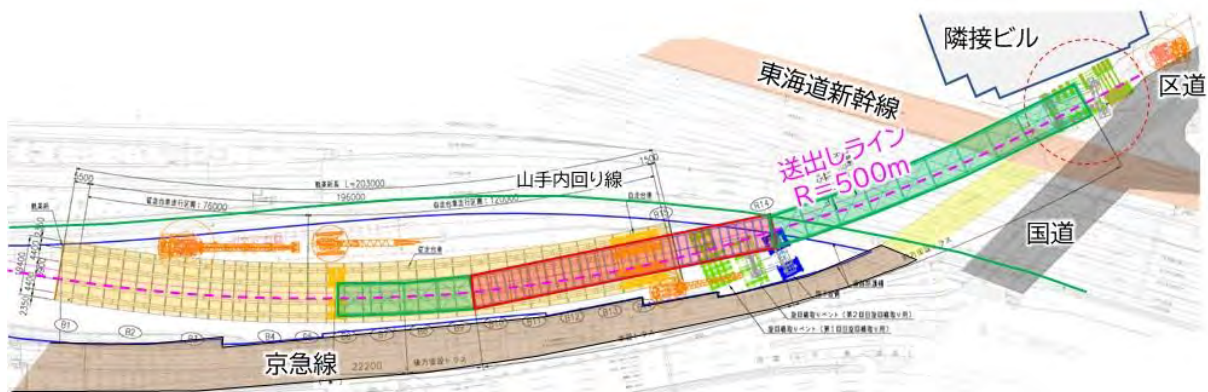
施工ステップを図－20に示す。新橋りょうの架設は、①曲線上の送り出し、②桁の旋回横取り、③桁降下の順で施工する。①曲線上の送り出しにおいては、送り出し到達側にビルが近接しているため、前方仮設トラス桁の到達後、先端1スパンの解体を複数回繰り返し行う必要がある。鉄道橋りょうのトラス桁をR=500の曲線で送り出すため、送り出し架設中の左右の反力バランス調整が重要である。②桁の旋回横取りにおいては、送り出し発進側の京急既設高架橋が近接しているため、旋回横取りを2回に分けて行う必要がある。③桁降下においては、縦断勾配35‰に合わせた桁降下・桁据え付けを行う。



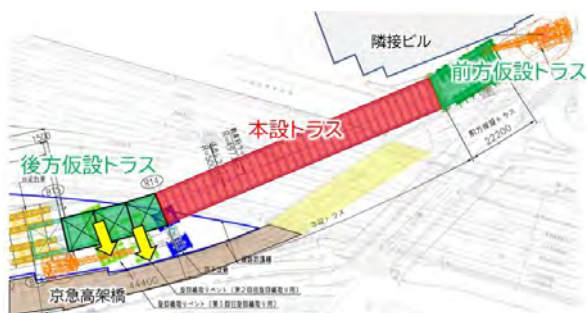
図－18 事業概要



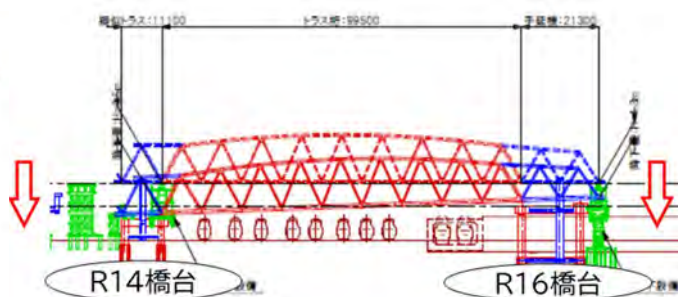
図－19 新設橋りょうの構造諸元と施工区分



① 曲線上の送り出し



② 桁の旋回横取り



③ 桁降下・据え付け

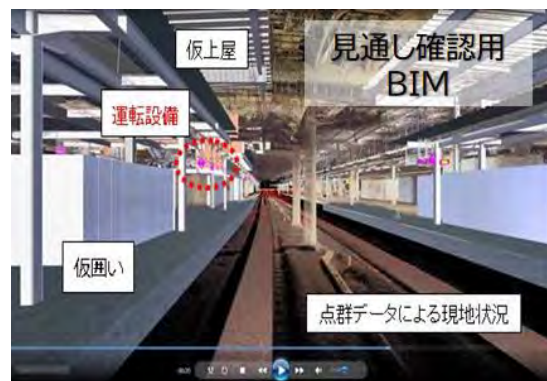
図－２０ 新橋りょう架設ステップ

3. 技術的な取り組み

3.1 ICT 技術の活用

鉄道工事は、列車の安全な運行を確保し、駅の機能を保ちながら工事を進める必要がある。段階的な施工により柱や梁などを順次構築していくため、日々環境が変わっていく。そのような環境の中で列車の運転手や駅社員が確認する運転設備の視認性が悪くなると、列車やお客さまの安全性を損なう可能性がある。そこで、図－２１に示すように、点群データを取得して現地状況を再現した見通し確認用の BIM モデルを作成し、事前に運転設備の視認性を確認できるようにしている。

また、既存駅の改良工事においては、財産図が十分でないほか、不明なケーブル類が敷設されているなど着手して初めて得られる情報も多い。安全を確保するためには、そのような現地状況を調査して施工計画に確実に反映する必要があるが、時間と労力を要しているのが実態である。そこで、図－２２に示すように 360 度カメラを用いた現場実態把握に取り組んでいる。取得した点群データから BIM モデルを作成し、施工検討を行う際に役立てている。さらに、工事進捗や出来高のデジタル管理にも活用している。



図－２１ 見通し確認用 BIM モデル



図－２２ 現場実態把握 BIM モデル

3.2 ロボット現場溶接の活用

北棟ビル鉄骨の構築においては、相当な数の現場溶接を行う必要がある。列車荷重を直接受ける鉄道鋼構造物の溶接には、JISS 資格のほか、JR 資格が必要となる。JR 資格を有する現場溶接工不足や昨今の建設業界の働き方改革の背景もあり、当該工事では現場溶接にロボット溶接を採用することを考えている。図－23 に溶接施工試験の状況を示す。溶接後の外観には、割れなどの欠陥は認められず良好な溶接ビードが形成されていた。今後実際の現場での適用に向けて検討を進めている。



(a) 溶接施工試験中の状況



(b) 溶接後の外観

図－23 ロボット現場溶接施工試験

4. おわりに

営業線の直上や近接したエリアでの鉄道工事は、作業時間やスペースなどの制約が厳しい環境であるが、形状の自由度や現場施工のしやすさなど鋼構造の特性を活かすことで、難しい工事を可能としている。一方で、仮設構造物においても鋼構造が採用されるのが一般的であるが、本設構造物を部分的に構築して作業ヤードとすることで仮設構造物を最小限に抑えるほか、仮設構造物を本設利用することで撤去処分を不要とするなど、鋼構造の SDGs に配慮した設計や施工計画検討を行っている。引き続き、サステナブルな鋼構造分野の実現に向けて尽力していきたい。

参考文献

- 1) JR 東日本：https://www.jreast.co.jp/press/2018/tokyo/20190226_t01.pdf
- 2) JR 東日本：https://www.jreast.co.jp/press/2023/20230829_ho01.pdf
- 3) 東京都都市整備局：<https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/seisaku/guideline2020/index.html>
- 4) 東京都都市整備局：https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/daiichiseibi/chiku/kan_4/index.html
- 5) 港区：<https://www.city.minato.tokyo.jp/shinagawaekimachizukuritan/20220901.html>
- 6) UR 都市機構：<https://www.ur-net.go.jp/produce/case/case037.html>
- 7) 京浜急行電鉄（株）：<https://www.keikyu.co.jp/shinagawarittaikousa/index.html>