

JR 渋谷駅改良における鋼構造の活躍

ROLE OF STEEL STRUCTURE IN THE IMPROVEMENT OF JR SHIBUYA STATION

山口 慎\*, 山田 啓介\*\*, 黒田 智也\*\*\*, 網谷 岳夫\*\*, 平林 雅也\*, 三木 孝則\*\*\*  
 Shin YAMAGUCHI, Keisuke YAMADA, Tomoya KURODA  
 Takeo AMITANI, Masaya HIRABAYASHI and Takanori MIKI

**ABSTRACT** Shibuya Station Improvement is a station improvement work to build a viaduct while relocating the tracks. In order to ensure the safe operation of trains and station functions, which are characteristic of railway construction, the characteristics of the steel structure are greatly utilized. Steel structures play a major role in track switching work and in the erection of steel frames for viaducts to be constructed under the tracks.

**KEYWORDS**: 駅改良工事, 工事桁  
 station improvement work, construction girders

1. まえがき

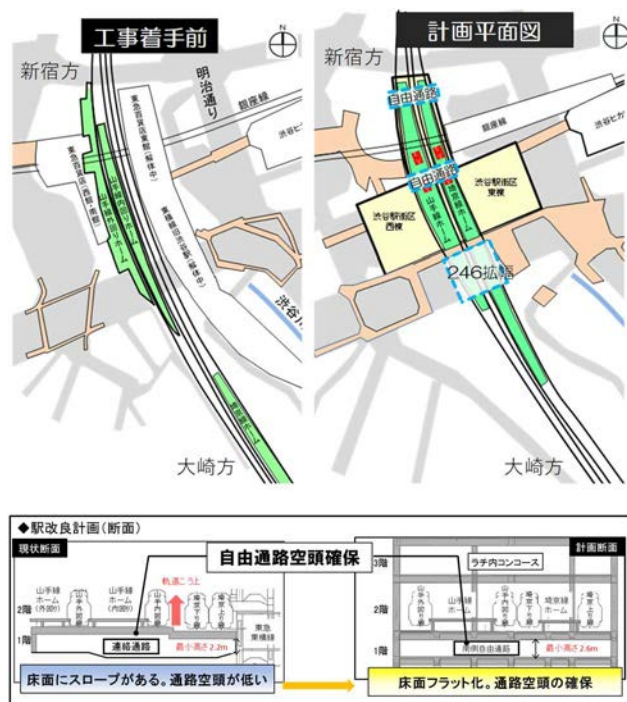
JR 渋谷駅改良は線路を移動しながら高架橋を構築する大規模な駅改良工事である。駅改良工事では、列車の安全な運行確保し、駅の機能を保ちながら工事を進めるという鉄道工事の特有の難題に鋼構造の特性が大いに活かされている。本稿では、鋼構造の特性を活かした線路切換工事と、線路下で構築する高架橋の鉄骨架設における鋼構造の活躍を紹介する。

2. プロジェクト概要

渋谷駅は、1885 (明治 18) 年に開業して以来、4 社 9 路線が乗り入れており、1 日の乗降客数は約 330 万人と日本有数のターミナル駅である。現在、渋谷駅周辺地域においては、災害に強く、めぐり歩いて楽しい国際的な観光文化都市「渋谷」の実現を目的に、交通結節点機能の強化を図り、渋谷駅の機能更新と再編、駅ビルの再開発と一体的な都市基盤の整備を行っている。

2.1 工事概要

JR 東日本では、周辺開発と併せて渋谷駅改良工事 (以下、「本工事」) を行っている。本工



図ー1 渋谷駅改良概要

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

\*\*東日本旅客鉄道(株) 東京プロジェクトマネジメントオフィス 渋谷プロジェクトセンター

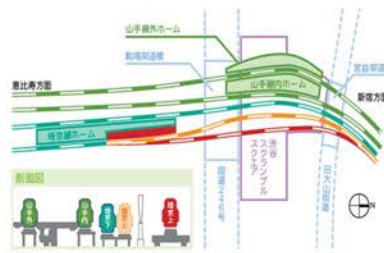
(〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 3-13-11)

\*\*\*東日本旅客鉄道(株) 東京プロジェクトマネジメントオフィス プロジェクト支援ユニット (構造計画)

(〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8)

### STEP1 埼京線上り(現在線→計画線)

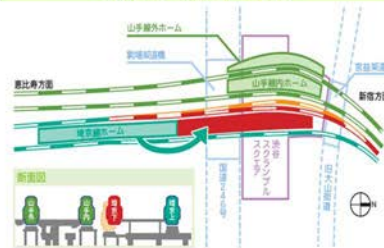
埼京線上りを東側新設高架橋に切換え。



### STEP2 埼京線下り(現在線→計画線)

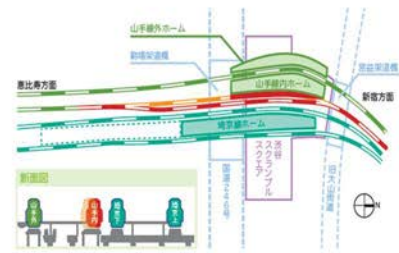
埼京線下りをこう上するとともに東側に横移動し、埼京線ホームを北側に移設。

<埼京線ホーム・山手線ホーム並列化>



### STEP3 山手線内回り(現在線→計画線)

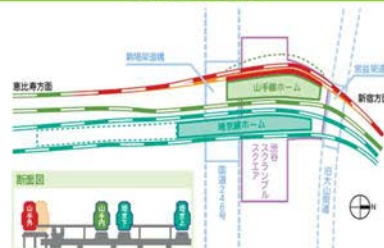
山手線内回りを東側に横移動し、山手線内回りホームを拡幅。



### STEP4 山手線外回り(現在線→計画線)

山手線外回りを西側に横移動し、山手線ホームを拡幅。

<山手線ホーム1面2線化>



### STEP5 山手線線路こう上

山手線内回り・外回り線の線路と山手線ホームをこう上。

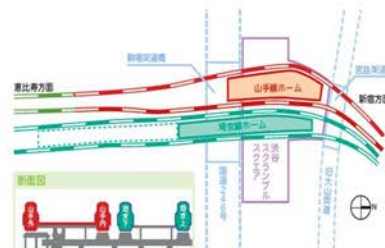


図-2 切換ステップ

事の概要を図-1に示す。本工事では、線路下に高架橋を構築しコンコースおよび自由通路を整備する。また、東急東横線の旧渋谷駅のスペースを用いて線路の配置を変える線路切換を行い、埼京線ホームを約350m移設して山手線ホームと並列化させ、山手線ホームを1面2線化する。なお、本工事は国土交通省関東地方整備局の国道246号拡幅事業との共同事業として進めるとともに、東西に横断する自由通路の整備を渋谷駅街区土地区画整理事業一体で進めている。自由通路の整備については、現1Fの連絡通路床面にスロープがあり、通路空頭が低い状況にあるため、軌道をこう上し、軌道下の空間を生み出したうえで、通路を嵩上げし通路空頭を確保する。

## 2.2 線路切換計画概要(全5回)

図-2に本工事における線路切換ステップを示す。JR渋谷駅の東側に位置していた東急東横線旧渋谷駅の地下化によって生まれたスペースに高架構造の躯体を構築し、埼京上り線から、順次線路を東側へ移動し、山手・埼京線ホームの並列化および山手線の1面2線化を行なう。なお、第1回線路切換(STEP1)は2018年5月、第2回線路切換(STEP2)は2020年6月、第3回切換(STEP3)は2021年10月に実施済みである。現在、STEP4の第4回切換に向けた準備を進めている。

## 3. 工事桁を用いた線路切換の検討

### 3.1 一般的な線路切換の方法

一般的に、既存の線路から新たな線路へ移動を行う線路切換では、既存の線路に支障しない範囲(概ね既存の線路中心と移動先の線路中心の離隔が4m程度)の線路を予め敷設しておき、切換口と呼ばれる既存の線路に支障する範囲のみ、線路切換日に線路を移動させる。線路の移動作業は、道床バラストと呼ばれる砂利の上で、レールとマクラギを人力で移動させて行う(図-3)。高さを調整する場合は軌道の下に道床バラスト量を増減させて高さを調整する。第1回の線路切換では、延長80m程度の区間をこの方法で実施した。

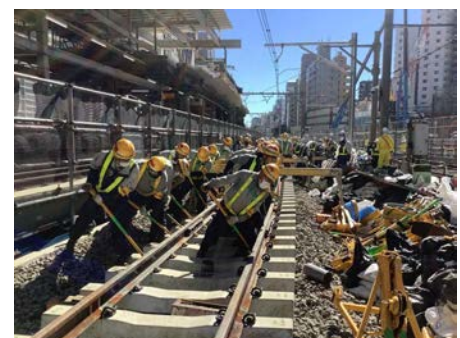


図-3 人力施工による線路移動



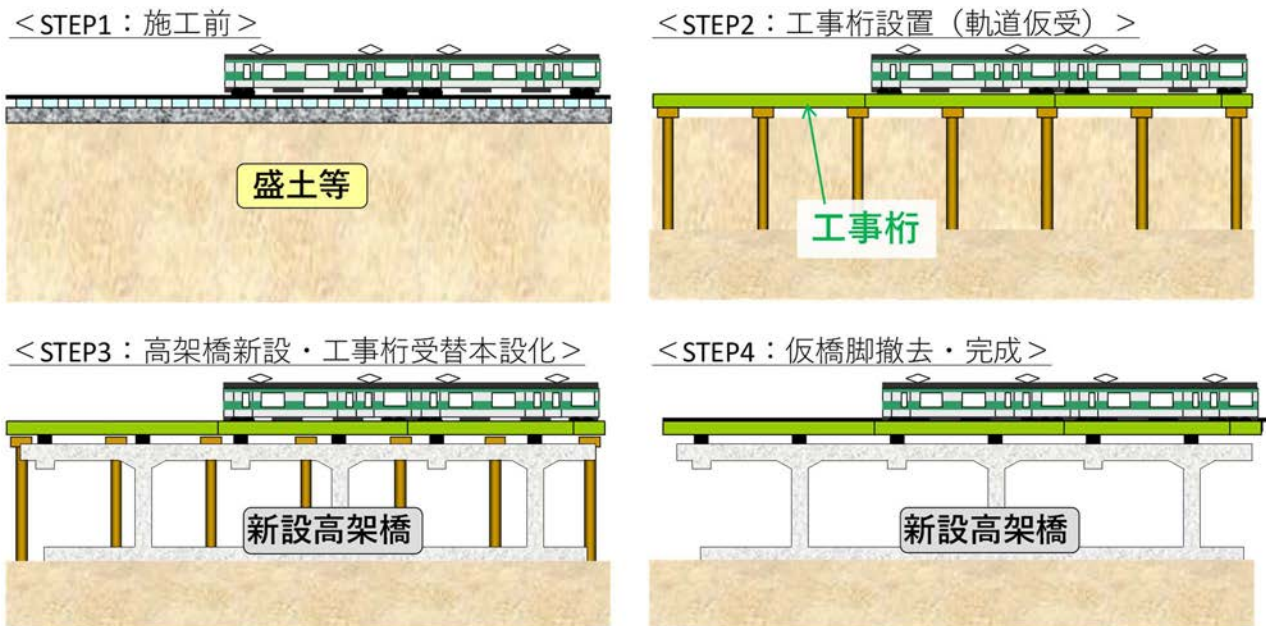


図-4 工事桁工法（本設軌条桁利用）イメージ

第2回以降の線路切換においては、線路移動量が4m以下であり、後述する第2回の線路切換工事においては、線路移動延長422mに亘るが、線路横移動量は最大でも2.6m程度である。さらには、自由通路空間を確保するため、1.3mの線路こう上を行う必要があった。2.6mの横移動量では、事前に線路を敷設することができず、また、1.3m線路400mに亘ってをこう上させるには、膨大な道床バラストを必要とする。これまで、切換日に400mを超える延長の線路を一度に移動した実績は少なく、人力施工による線路移動では、膨大な人員と切換施工時間を要すると想定された。



図-5 工事桁  
(マクラギ抱き込み式)

### 3.2 工事桁を用いた線路移動（こう上・横移動）計画

#### (1) 線路下構造物の構築に用いる工事桁と本設軌条桁

営業列車が走行する線路下に構造物を構築する場合、列車運行を妨げることを無いうように線路を仮支えする必要がある。図-4に線路を仮受けして線路下に高架橋を構築するステップを示す。この時、線路を仮受するために用いるのが、工事桁とよばれる桁式の仮設構造物である（図-5）。一般的に、工事桁は線路下構造物（高架橋など）上で線路を受け換える際に撤去されるが、当社では、工事桁を、仮設物としての役目を終えた後も高架橋上に据え置き、軌条桁として本設利用する構造を開発している。この本設軌条桁利用する工事桁は、工事桁撤去・バラスト軌道化が不要となることによるコストダウン効果と、軌条桁化による軌道整備の省力化に寄与する。

#### (2) 工事桁による線路移動の検討と課題

工事桁は軌道を一括で支えていることから、工事桁ごと移動させることで400mを超える延長を一括で線路移動することができる考えた。工事桁そのものは比較的構造が単純な鋼桁であり、ジャッキや吊り材などとの相性が良く一括で移動に対する施工性が高い。しかし、渋谷駅改良で用いる工事桁は、マクラギ抱き込み式と呼ばれる工事桁（図-5）である。この形式は、鋼I断面の2本の主桁の間に、鋼製舟形の受桁でマクラギを固定した構造であり、線路線形〔曲線半径、線路の傾き（カント）〕に応じてマクラギの配置を調整して設計する。そのため、桁内での軌道の調整は締結装置での微調整のみであり、線路移動前後での線路線形の大きな変化への対応が課題となった。

### (3) 線路移動を可能にする工事桁構造

工事桁による線路移動の概要を図-6, 7に示す。線路移動量は横方向に最大2.6m, 高さ方向に1.3mこう上する。線路移動に伴う線路線形の変化により曲線半径やカントが変化する。工事桁では、マク

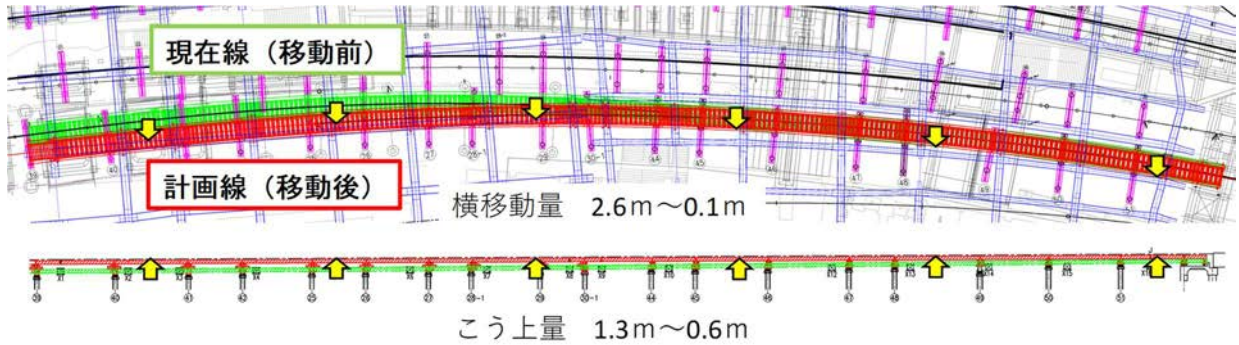


図-6 工事桁を用いた線路移動

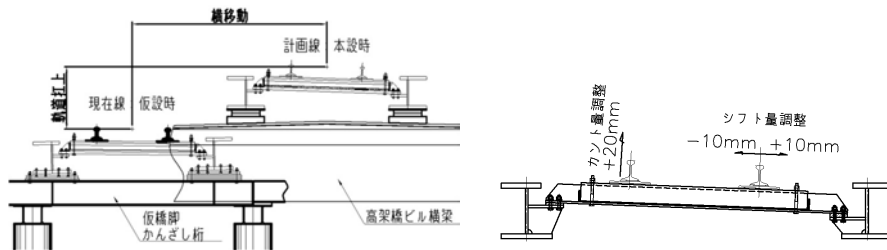


図-7 線形変更を考慮した工事桁の配置と締結装置の調整量

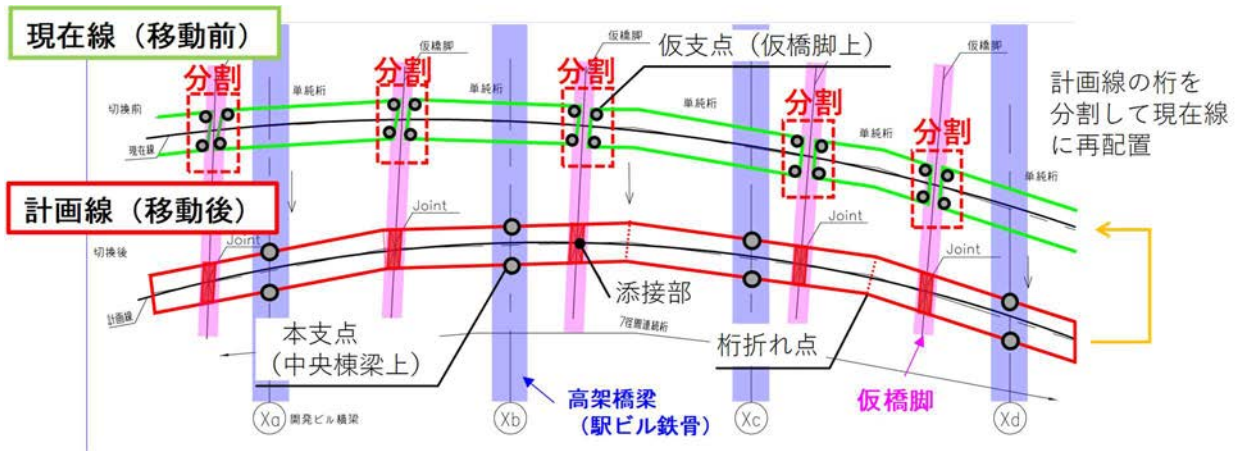


図-8 線形変更を考慮した工事桁の配置

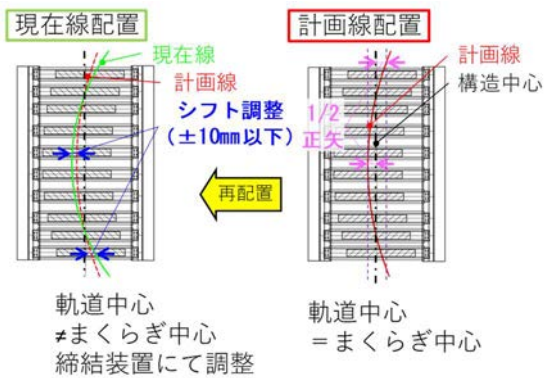


図-9 線形変更を考慮した軌道配置 (曲線半径変化対応)

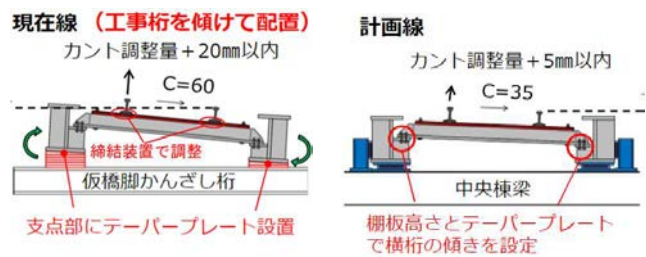


図-10 線形変更を考慮した工事桁の配置 (カント調整)



ラギを介してレールを工事桁上に固定されるため、線路線形の変化に対応するには、桁の配置を線路線形に合わせて単純桁に分割して再配置する必要が生じる(図-8)。

桁の配置に際しては、まず、移動後の計画線の線形が構造中心に1/2ずつ配置できるように桁を配置する、その後、移動前の現在線位置に再配置して曲線半径の変化に対応するが、ここで、レールとマクラギを固定する部位には通常よりも調整幅を多くとれる金具(締結装置)を用い、各桁の中での調整可能量(シフト量±10mm)を設定した(図-9)。またカントの変化に対しては、締結装置での20mmの調整可能量を超える範囲は、工事桁全体の傾きを変えることで、カントの変化に対応した(図-10)。

現在線での工事桁(単純桁)の長さは桁内の線路調整可能量から決定している。本設軌条桁としては連続桁の曲線桁となるが、単純桁として分割した箇所を折れ点とすると、連続桁化の添接部に折れ点が生じ、添接部の構造が煩雑となるため、桁の折れ点は、一部を除き添接部を避けた主桁内に折れ点を設定した。

### 3.3 本設軌条桁を考慮した工事桁構造検討

図-11に工事桁～本設軌条桁の流れを示す。前項で示したとおり、線路移動のため、工事桁としては単純桁として設計する。工事桁を支える仮橋脚を線路下構造物との干渉を避けて構築後、順次工事桁を架設し、線路下を掘削しながら線路下構造物(高架橋)を構築する。線路切換時は、単純桁で線路移動させ、線路切換後は順次構築する高架橋に工事桁を受替え、本設軌条桁化していく。

### 3.4 仮支承部の設計

高架橋への受替えは仮橋脚上の工事桁の仮支承から高架橋の梁上に設けた本設支承への受替えとなるが、工事桁

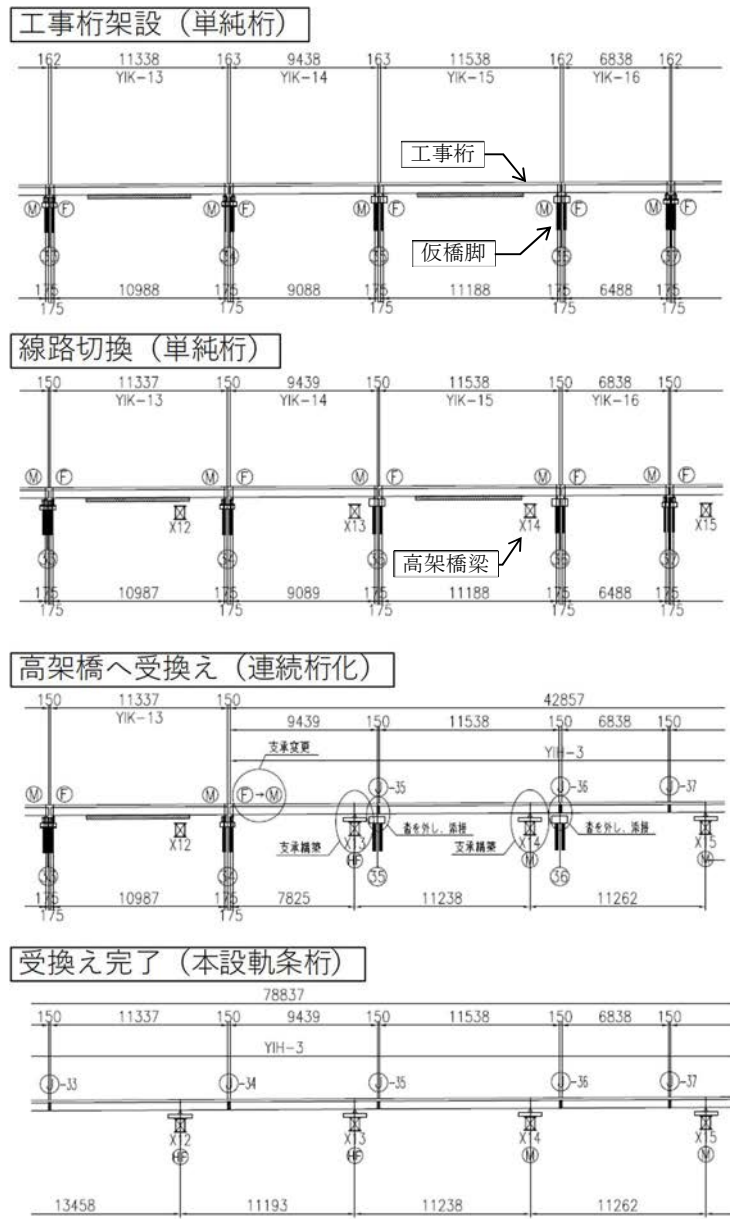


図-11 工事桁から本設軌条桁化

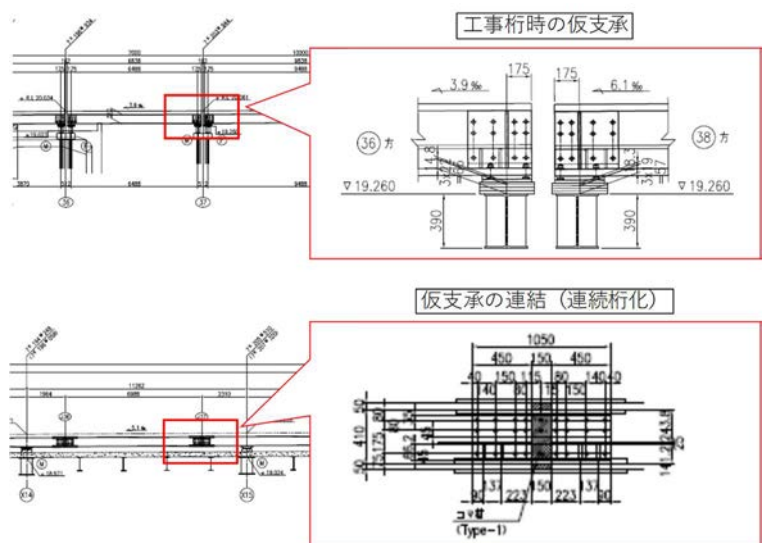


図-12 連続桁添接部を用いた仮支承

と本設軌条桁では支承位置が異なるため、仮橋脚上の工事桁仮支承部は、予め設けていた連続桁化時の添接用ボルト孔を用いて仮支承を設置した。支点上補剛材はウェブの添接ボルト孔に形鋼を配置し、ソールプレートは、下フランジの添接ボルト孔を利用して固定する構造とした（図-12）。工事桁の各連の間隔は、線形変更時の桁移動の施工性を鑑み、150mmの遊間を設けることとした。遊間は連続桁化の際の添接板を設置する際、遊間部にコマ材を設置して、所要のボルトピッチを確保した。

#### 4. 工事桁を用いた線路切換の実施

渋谷駅改良における線路切換において、線路移動規模が大きい第2回の山手貨物下り線（埼京下り線）の線路切換の実績を以下に示す。第2回の線路切換では、埼京下り線の線路こう上・横移動を実施し、切換延長709mのうち工事桁による線路移動は422m、こう上量1.3m、横移動量は2.6mとなっている。工事桁区間以外では、切換口でのバラスト上での線路移動および、既設鋼桁（宮益架道橋のこう上回転横移動）を実施している。また第2回の線路切換では埼京線のホームを新宿方に350m移設し山手線ホームと並列化した（図-13）。

本工事では工事桁による線路移動を実施する延長が長いことから箇所毎に施工条件が異なっており、隣接線である山手内回り線に近接している起点・終点側の施工箇所についてはサンドルとジャッキに

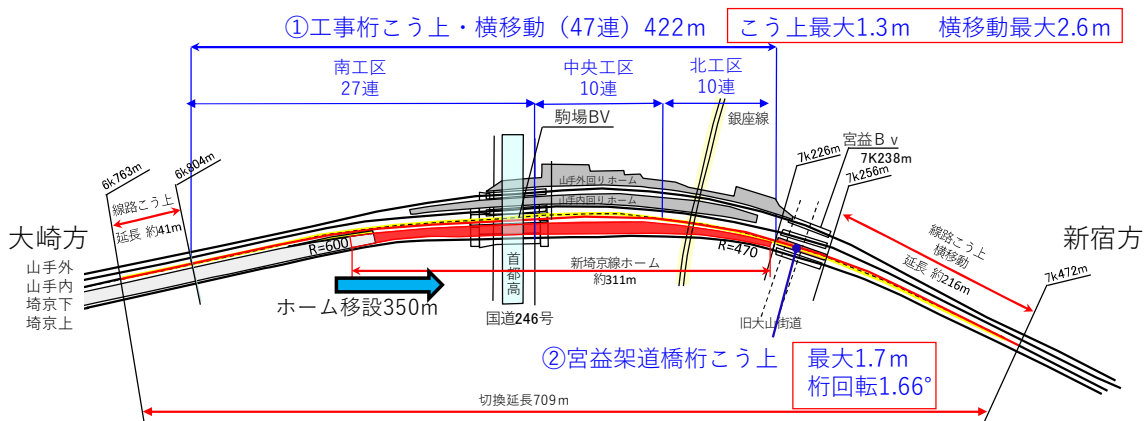


図-13 第2回線路切換概要図

施工方法	サンドル、ジャッキ
作業環境	隣接線（山手内回り）と近接している
工事桁こう上	
工事桁横移動	

図-14 サンドル、ジャッキによるこう上・横移動

施工方法	門型吊設備
作業環境	隣接線（山手内回り）と離隔がある
工事桁こう上	
工事桁横移動	

図-15 門型吊設備によるこう上・横移動

てこう上・横移動を行い(図-14), 山手内回り線と離隔のある切換中央部の箇所については門型吊設備によるこう上・横移動を行った(図-15)。

線路切換工事は線路を工事桁を用いて動かすだけでなく, 切換両端の軌道作業や電車に電気を送る架線の撤去新設, さらにはホームの移設作業を行う。これらを含めた切換作業の施工時間は延べ52時間を見込んだ。その中で, 工事桁部のこう上・横移動は20時間と限られた時間の中で施工した。

#### 4.1 サンドル・ジャッキによるこう上・横移動施工詳細

工事桁部のうち, 比較的移動量の少ない起点方27連と終点方10連の工事桁は, 工事桁の下にジャッキを据えて, サンドルで受替えながらこう上・横移動を行った(図-16~18)。

##### (1) 工事桁こう上

工事桁こう上の準備作業として支承部のアンカーボルトの撤去, 複数の桁を同時に移動するために添接板にて工事桁の連結を行った。準備作業完了後, 工事桁に鉛直ジャッキを設置し, 工事桁のこう上を行う。鉛直ジャッキは大崎方の区間では油圧ジャッキを使用したが, 新宿方では油圧プラントの設置スペースがないため, ネジ式のウォームジャッキを使用した。1ストロークのジャッキアップが完了したら, 仮受サンドルを設置し, ジャッキダウンを行い, 仮受サンドルに受替える。上記作業を繰り返して行うことで所定の高さまでこう上を行うこととした。

##### (2) 工事桁横移動

こう上後は工事桁を桁下に設置した支承架台に受替えた後, 仮受サンドルを撤去し, 水平ジャッキまたはレバーブロックを用いて工事桁の横移動を行った。横移動完了後は測量を行い, 微調整を行うことで所定の位置に工事桁を据え付けた。

#### 4.2 門型吊設備によるこう上・横移動

ホーム中央部の工事桁10連は, 隣接する山手内周り線との離隔が確保でき, 工事桁のこう上・横移動量が大きいため, 設備が大きいものの盛替え作業の少ない門型吊り設備を用いた(図-19, 20)。

##### (1) 工事桁こう上

工事桁こう上の準備作業として支承部のアンカーボルトの撤去, 門型吊設備組立用の足場設置を行った。門型吊設備の組立に当たっては吊り桁や吊設備等は事前に新埼京ホーム下や新埼京ホーム上に仮置きしておき, 当夜人力にて組立を行った。吊設備組立完了後にセンターホール式の鉛直及び水平ジャッキを設置し, 組立足場撤去後, 鉛直ジャッキ及びPC鋼線にて工事桁を吊り上げ, こう上を行った。こう上は門型吊設備にて行う10連全てを同時に行った。工事桁を所定の位置まで吊り上げ完了後に吊設備の鉛直ジャッキから横移動用の水平ジャッキに盛替えを行った。

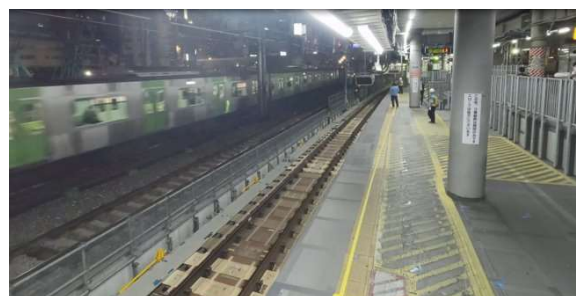


図-16 工事桁移動前  
(サンドル・ジャッキ方式)



図-17 工事桁移動後  
(サンドル・ジャッキ方式)



図-18 工事桁下のジャッキ設置状況



## (2) 工事桁横移動

こう上後、支承架台をレバーブロックでかんざし桁上の所定位置にスライドさせてボルトで固定した。支承架台設置完了後に水平ジャッキにより工事桁の横移動を行った。横移動の際には水平移動残り約 100mm の時点で、すべての工事桁の残り移動量を実測し、最終移動距離をジャッキ制御システムに入力して、自動制御により再度横移動を実施した。横移動完了後に工事桁を水平ジャッキから鉛直ジャッキに盛替えて、降下を行った。測量により最終調整量を出し、ワイヤーとレバーブロックにて吊られている状態で位置調整を行い、完了後に荷重を開放し、支承架台で受けた後、門型吊設備を撤去した。

### 4.3 施工時の安全対策

工事桁の移動中に営業運転をしている山手線に対する安全性を担保するため、JR 東日本の架設時の施工マニュアル<sup>1)</sup>に基づき、架設時（桁移動時）の耐震性を確保して作業を行った（図-21）。

耐震検討は、図-22の①に示す「営業線の範囲」においては、設計水平震度  $kh=0.8$  に対して、こう上・横移動中の工事桁が倒壊して、山手線に影響を与えないこととし、営業線に近接する範囲（図-22の②および③）においては、 $kh=0.2$  に対して安全性を担保した。

営業線の範囲では、工事桁をワイヤーやチェーンブロック等で隣接する固定部（仮後脚や新設ホーム等）と連結した。連結に際しては、地震時に  $kh=0.8$  の水平力が工事桁に作用し、工事桁が移動した場合でも、山手線まで届かないようにするとともに、こう上・横移動の作業を妨げない余長を設定した。ワイヤーやチェーンブロック等の耐力は、 $kh=0.8$  において工事桁の慣性力に対して破断しないこととした。

営業線の範囲 ( $kh=0.8$ )

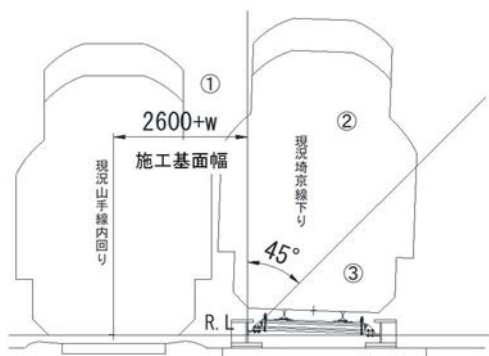


図-19 工事桁移動前（門型吊設備）



図-20 工事桁移動後（門型吊設備）



図-21 工事桁移動時の耐震設備  
（固定ワイヤー）

営業線に近接する範囲 ( $kh=0.2$ )

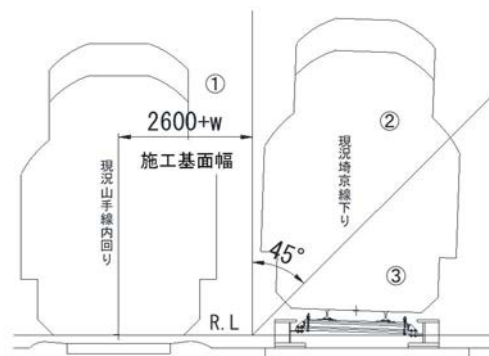


図-22 地震時の影響範囲（営業線の範囲）



## 5. 高架橋構築と工事桁本設化

### 5.1 高架橋と駅ビル

渋谷駅改良では、駅改良とともに周辺開発と一体となった共同開発ビルを整備する(図-23)。共同開発ビルは3棟で構成され、東棟は、渋谷スクランブルスクエアとして2019年に先行開業している。線路上に位置する中央棟は、駅施設を包含する10階建ての駅ビルであり、高架橋は駅ビルの基礎構造物としての機能も有している。

### 5.2 高架橋概要

線路を支える高架橋はビル2F部まで土木構造物でありながら、駅ビルの構造の一部であることから、建築としての性能評価計算は高架橋部も含めて一体解析モデルで実施している(図-24)。そのため、まず、高架橋部も含めた基本的なプロポーションを建築構造物として設計をし、鉄骨等の断面緒元を設定する。その後、土木構造物として鉄道構造物等設計標準<sup>2)</sup>に準じた断面照査を行う、地震動については、土木L2地震動に対する照査を一体解析モデルにて動的解析により実施している。土木設計の結果、必要により断面変更を実施している。尚、線路空間を構成する2Fの柱部については、列車を運行する空間を担保するという概念から、建築基準法に基づく性能評価に加えて、鉄道建築設計に用いる線路上空建築物(低層)構造設計標準<sup>3)</sup>に準拠した土木L2地震動に対する検討を行い、鉄道建築構造物としての所要の性能も満足していることも確認している。

### 5.3 線路下での鉄骨架設

高架橋躯体は矩形のCFT柱とS梁およびRCスラブであり、地中部はSRC梁またはRC梁で構成されている。施工は、CFT柱の矩形鉄骨を先行して施工し、2Fで軌道を受ける梁を構築したうえで軌道を受替える(図-25)。CFTの鉄骨架設時は、線路下の大規模な掘削を行う前に段階的に施工していく必要があり、線路下の狭隘な空間での架設していく。施工空間は、施



図-23 駅ビルイメージ

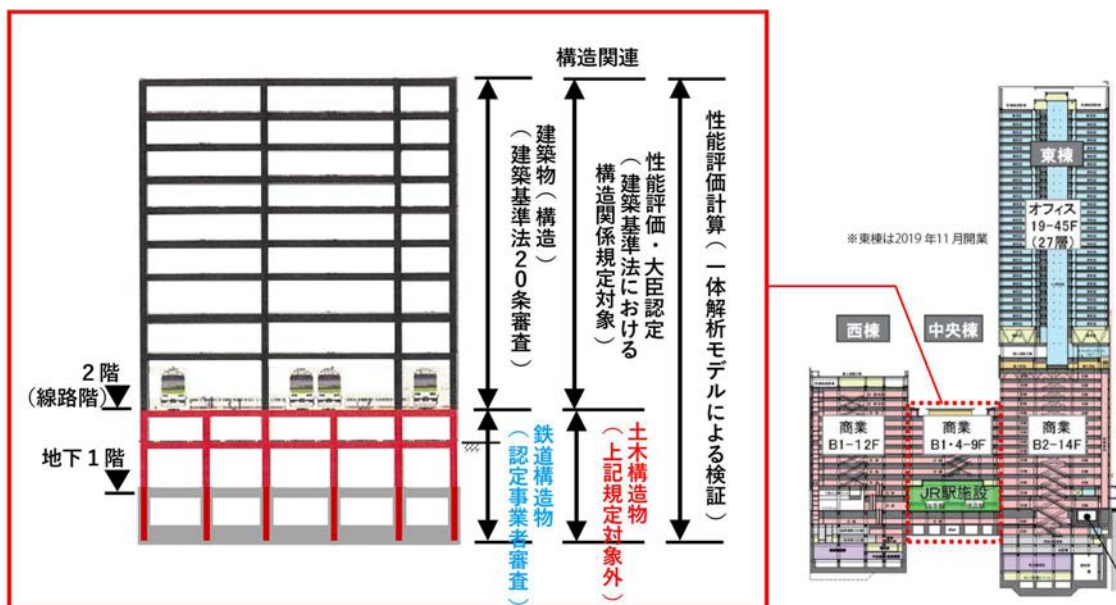


図-24 開発ビル部土木建築区分

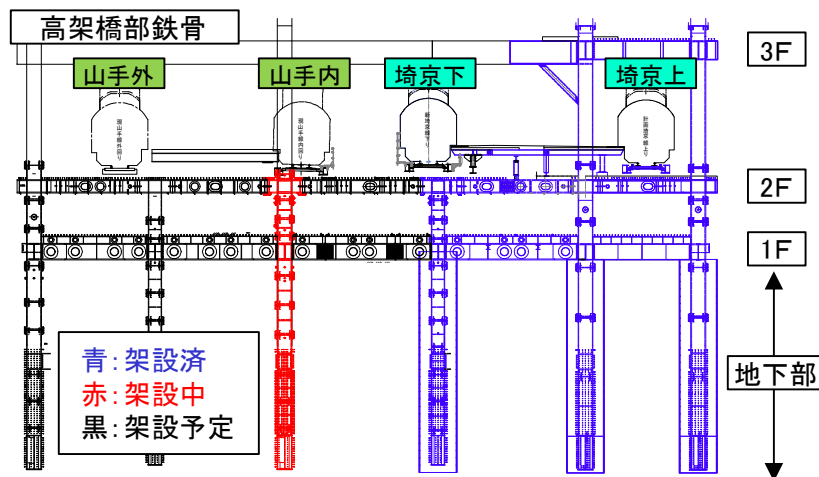


図-25 高架橋鉄骨

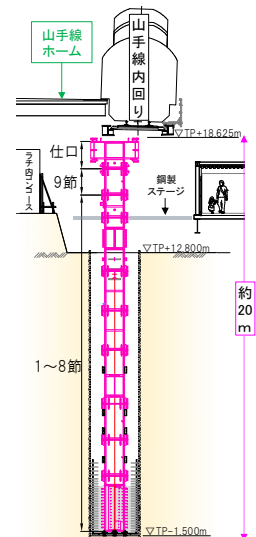


図-26 線路下での鉄骨架設

工基面から工事桁下面までの4m程度の空間となる。鉄骨架設に先立ち、施工基面から柱基部までを先行して深礎掘削する。その後、深礎内に鉄骨を線路下20mの深さまで鉄骨を架設していく(図-26)。4mの空間で鉄骨を架設するため、鉄骨を概ね2m程度で分割し、基礎部となる柱下端から1F梁の仕口部までの20mを10分割して深礎内に順次下げ降ろして架設していく必要がある。このように、線路下の狭隘な空間では、大型の重機を使用することが出来ないため、小規模な機材を組み合わせながら施工を進めていく必要がある。

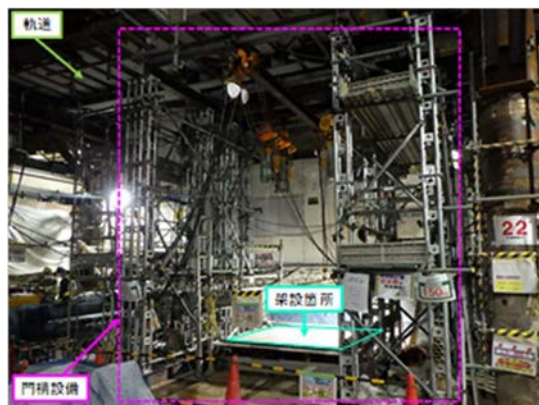


図-27 鉄骨つり込み用門型設備

線路下20mのうち、深礎内に架設する鉄骨(1~8節)は、架設箇所(図-27)に門構設備(図-27)を人力で設置し、ギヤードローリと電動チェーンブロックを用いて鉄骨を架設する計画とした。鉄骨架設の手順を(図-28)に示す。門構設備まで横倒した状態で運搬した鉄骨を台車から荷下ろしして、ギヤードローリ2基で建て起こした後、架設位置まで横移動させた。架設位置直上にてギヤードローリから電動チェーンブロックに吊り変えた後、鉄骨を降下・調整してエレクションピースで仮固定した。

鉄骨上部の9節目および仕口においては、吊り架設の空頭が確保できない理由から、まず仕口をジャッキアップで所定位置まで架設した後、9節目を仕口と8節目の間に差し込む方法を計画した。仕口および9節目の架設に先立って、架設箇所(図-27)に鋼製ステージを設置し、仕口と9節目架設時の施工性向上に加えて、先行設置した8節目までの柱の溶接作業を並行することによる工期短縮を図っている。

仕口架設の手順を(図-29)に示す。所定位置まで仕口を運搬した後、45t油圧ジャッキ4基を用いて荷重をジャッキと受け架台で盛替えながら、仕口を9節目が差し込める高さまでジャッキアップした(図-30)。9節目の架設は、既製のフォークリフトが狭隘環境で使用できなかったため、電動チルローラー、ベント材、H鋼材および敷鉄板をカウンターウェイトとして用いて、特製の運搬装置を組み上げ、鋼製ステージ上を運搬して所定位置まで差し込み(図-31)、仕口を降下させて9節目柱と接続した(図-32, 33)。なお、鉄骨の接合は溶接であるため、深礎内に鉄骨を組み上げた後、柱の傾斜を調整したうえで、深礎内で現場溶接を実施している。

このように線路下空間は狭隘であることから、部材を分割して現場で組み立てのできる鋼構造の特性を生かし、現場の創意工夫により施工を進めている。



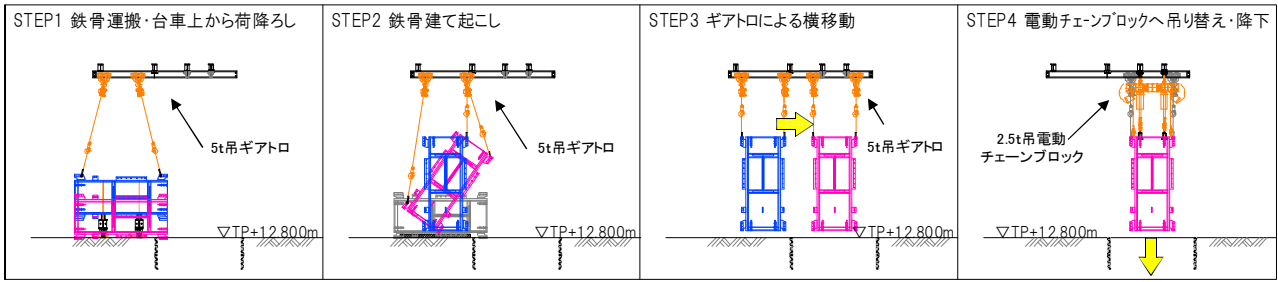


図-28 鉄骨架設手順

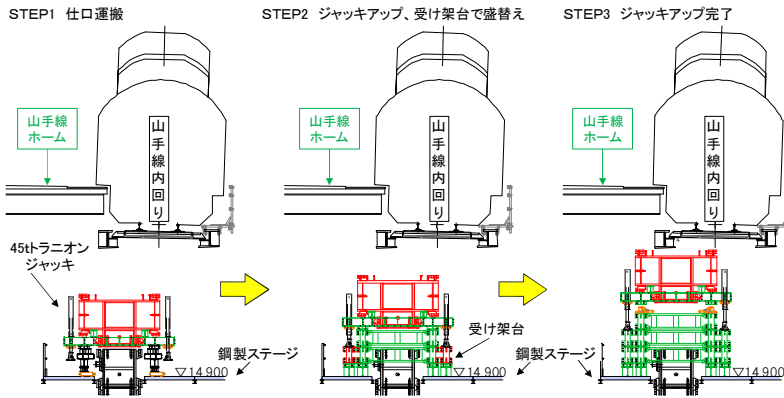


図-29 仕口架設手順



図-30 仕口ジャッキアップ

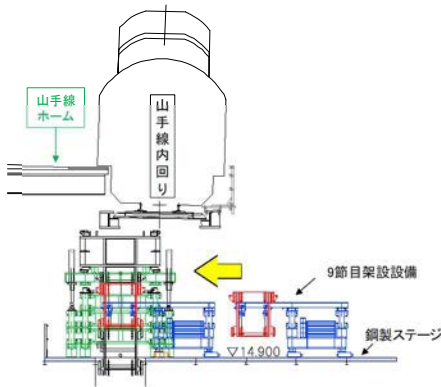


図-31 9節目架設計画図



図-32 9節目架設状況

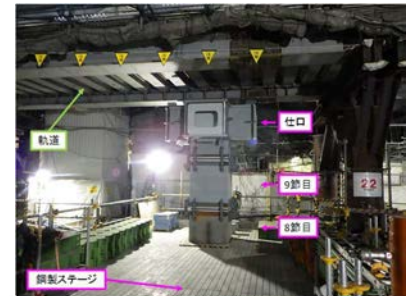


図-33 架設完了状況

#### 5.4 施工計画の深度化による臨機応変な仮設構造変更

線路切換と高架橋構築を並行して実施することは、施工ステップが複雑化する。実施工において、詳細な施工計画は、施工を進めていく中で順次深度化させていくこととなる。その結果、当初計画と異なるステップで施工する場合が生じ、特に仮設物の構造変更が必要となる場合がある、このような構造変更においても、工事桁や仮橋脚といった仮設構造物は鋼構造の特性を生かして臨機応変に対応しながら施工を進めている。

図-34、35は、施工ステップの見直しにより仮橋脚と高架橋の干渉を創意工夫で対処した事例である。当該箇所は、当初、線路切換後に高架橋で工事桁を受替、本設軌条化後に高架橋の1F以深を施工していく計画であった。しかしながら、駅施設配置の見直しがあり、線路下の1Fフロアに駅施設を構築する必要が生じた。1Fフロアを構築するため、SRCの縦梁を施工する必要があったが、SRCの梁施工箇所と工事桁の仮橋脚が干渉していた。そこで、干渉する仮橋脚を部分撤去する方法を検討し、先行して施工してある高架橋2Fの梁に工事桁を受替えることとした。

検討にあたっては、工事桁上の列車運行の安全性を確保するため、列車荷重による所要の変位制限

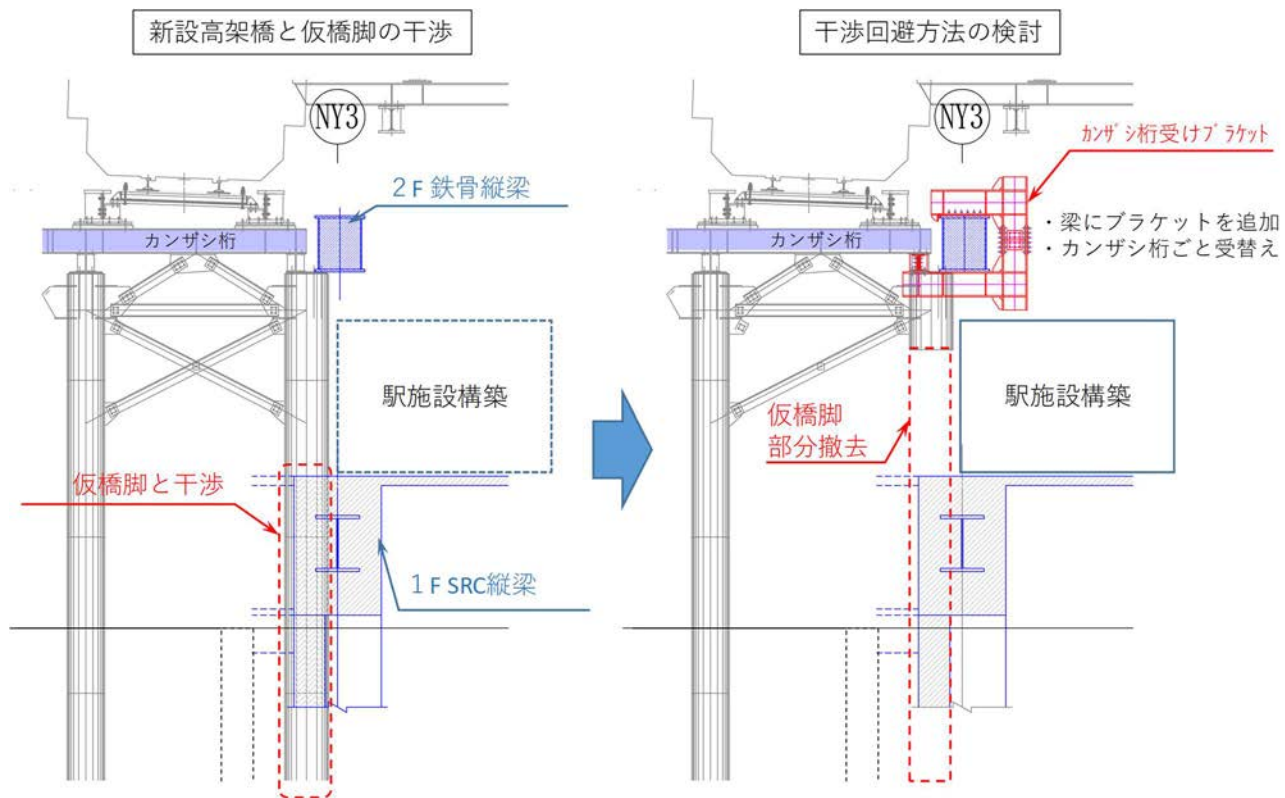


図-3 4 高架橋構築と仮橋脚の干渉対応

値を満足させるよう、高架橋縦梁に設置するブラケットを設計した。高架橋縦梁へのブラケットの設置には、スタッドボルトによる固定とした。これは、本設構造としてのボルト孔によるフランジ断面欠損を避けられることに加え、SRC化のためのスタッドが既に設置されていることから、本設構造と疲労照査も満足できるためである。実施工においては、ブラケットを設置・仮橋脚撤去時には変位測定を実施し、所要の変位制限値を満足できることを確認している。このような仮設構造物においては、複雑な部材構成が可能で、

現場での調整など施工性が高く、かつ柔軟に変更対応ができる鋼構造の特性が大いに活かされている。

### 5.5 高架橋への工事桁の受替え（本設軌条桁化）

図-1 1で示したステップで工事桁を高架橋へ受替えるため、単純桁で線路移動した工事桁を連結し、連続桁として本設軌条桁として供用する。図-1 2で示した連続桁構造に組み換えていくには、列車運行の無い夜間の間合いで施工する必要がある。そのため、仮支承から添接部の連結した連続桁化までの綿密な施工検討を実施した（図-3 6）。マクラギ抱き込み式の工事桁には、概ね 600 mm の間隔でマクラギ受桁が配置されるため、単純に主桁に添接板を設置することができない。マクラギ受桁を固定する受け棚が、仮支承の状態と、連続化して添接部になる状態では添接板を挟む分形状が異なるため、受け棚も同時に交換する必要がある。実際の施工では、1 日目にマクラギ受桁を撤去せずに設置できる添接板までを仮設置して、仮々支承化（図-3 7）し、2 日目に残りの添接板の設置と高力ボルト締付を実施した（図-3 8, 3 9）。このように、部材を交換しながら施工できる構造も鋼構造ならではの特性と言える。

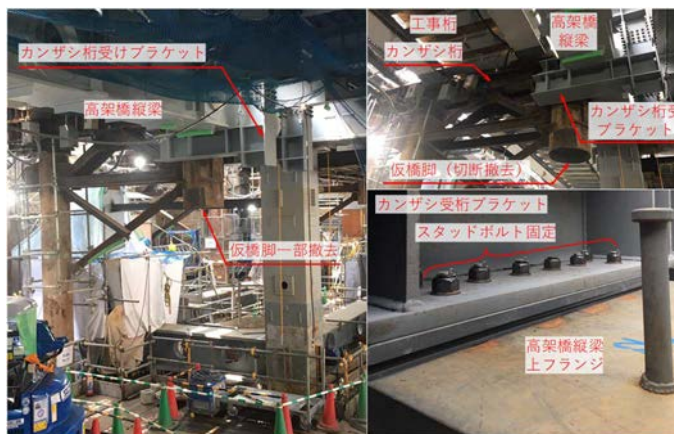
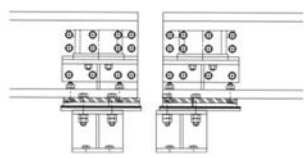
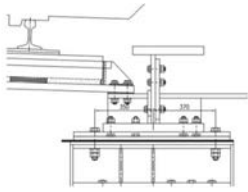


図-3 5 工事桁の仮支持構造の変更



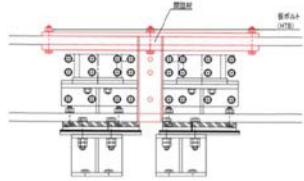
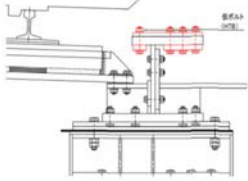
**工事桁時（仮支承）**

※本設支承を別位置で設置



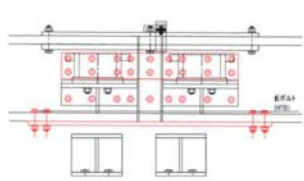
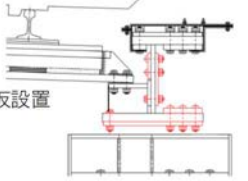
**上フランジ添接設置（仮ボルト）**

・フランジ添接部設置



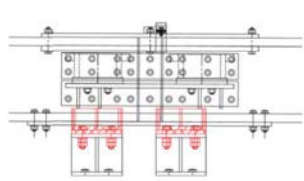
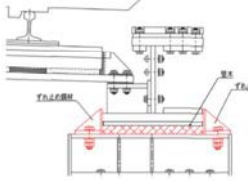
**ウェブ添接設置（仮ボルト）**

・ウェブ添接，下フランジ仮設置



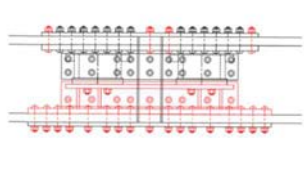
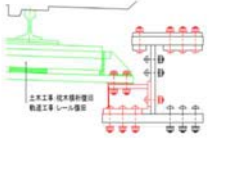
**仮々支承設置**

・仮々支承設置



**下フランジ添接設置（本設ボルト締め）**

- ・マクラギ受桁撤去
- ・下フランジ添接設置
- ・マクラギ受け柵設置
- ・マクラギ受桁復旧



1日目夜間施工  
（仮々支承化）

2日目夜間施工  
連続桁化

図-36 工事桁の連続桁化 作業計画



図-37 仮々支承時

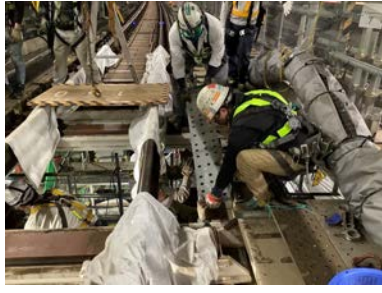


図-38 添接板設置



図-39 桁連結（連続桁化）

6. おわりに

渋谷駅改良では、今後線路切換を終え、線路下の高架橋と高架橋上の駅ビル構築が本格化していく。駅ビルの構築で外部からは駅の変化が目に見えて実感していくこととなるが、人目につかない線路の下では、形状の自由度や現場施工のしやすさ、加工時間の短さなど鋼構造の特性を生かした工事が進められている。鉄道工事では渋谷駅改良のような駅のリニューアル工事を多く進めているが、仮設・本設ともに鋼構造が影ながらも活躍していけるよう今後も尽力していく所存である。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道：設計マニュアルⅦ 仮設構造物編 桁架設計マニュアル， 2014.6
- 2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・耐震設計，2012.9
- 3) 鉄道総合技術研究所編：線路上空建築物（低層）構造設計標準 2009， 2009.7