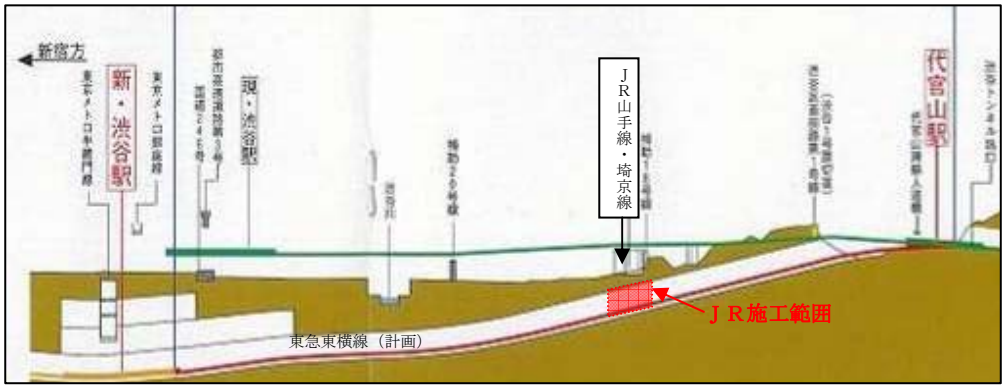
山手線恵比寿・渋谷間東急東横線地下化工事における工事桁受替工（一次）

東日本旅客鉄道㈱　東京工事事務所　正会員　○吉田　泰輔
東日本旅客鉄道㈱　東京工事事務所　千秋　学
東日本旅客鉄道㈱　東京工事事務所　正会員　小林　光彦

１．はじめに

本工事は、東急東横線と地下鉄１３号線（副都心線）とを相互直通運転するため、１３号線渋谷駅と東横線代官山駅間を地下化により連絡する工事の内、東横線と JR 線が交差する区間（山手線 渋谷～恵比寿間 6k300m 付近）において工事桁を架設し開削工法で函体を施工するものである（**図―１、２**）。工事の大きなステップとしては、①工事桁仮橋脚・１次土留杭設置、②工事桁架設、③１次掘削・２次土留杭、④工事桁１次受替、⑤2 次掘削、⑥函体構築・工事桁２次受替、⑦埋め戻し、⑧工事桁撤去というステップである。本稿では、工事桁の架設後、桁下の掘削の進捗に伴い実施した④工事桁１次受替の工事について報告する。

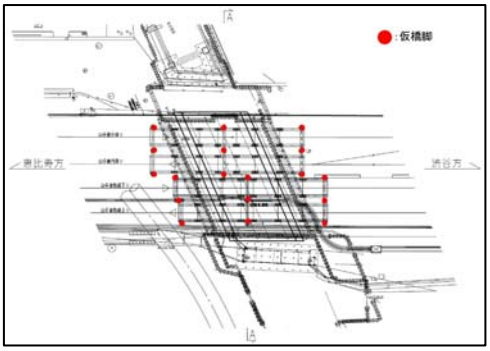
写真－１　現場写真



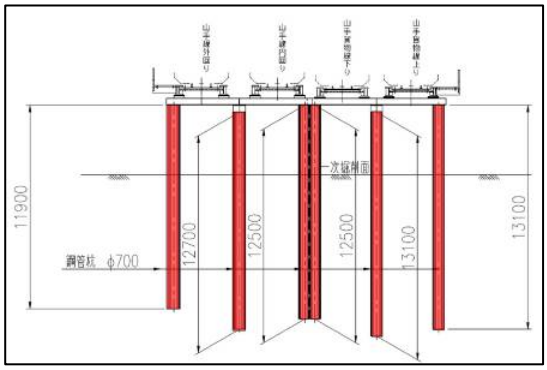
図－１　位置断面図

２．工事概要

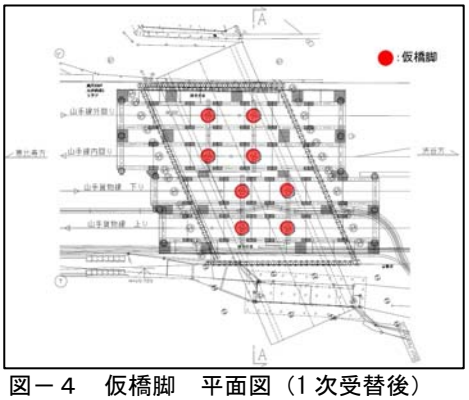
工事桁の１次受替を実施する前の状況としては仮橋脚の設置、および工事桁の架設、１次掘削が完了した状態であった（**図―２、３**）。**図―３**のように工事桁は既設の仮橋脚で支持されていたが、既設仮橋脚は上空のトラス橋に高さを制限された中で鋼管圧入工法により施工したため、本工事の掘削深度（約 10m）を全て掘削するには、既設仮橋脚は十分な基礎構造とならなかった。そこで１次掘削（約 4.5m）を実施後、工事桁下の空間において深礎工法によりコンクリート基礎を施工後、新たな仮橋脚の施工し（**図―４、５**）、既設の仮橋脚から新たな仮橋脚へ工事桁１次受替を実施した。



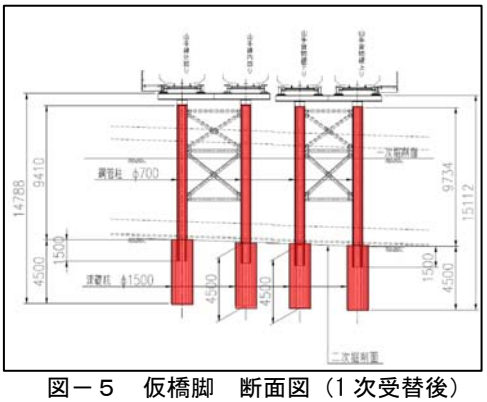
図－２　仮橋脚　平面図（1 次受替前）



図－３　仮橋脚　断面図（1 次受替前）



図－４　仮橋脚　平面図（1 次受替後）



図－５　仮橋脚　断面図（1 次受替後）

キーワード　山手線恵比寿・渋谷間東急東横線地下化，工事桁，受替
連絡先　〒160-0021 東京都新宿区歌舞伎町 1-30-3 新宿総合事務所４階 tel:03-3367-8406 E-mail:tai-yoshida@jreast.co.jp

３．施工条件

基本作業時間帯

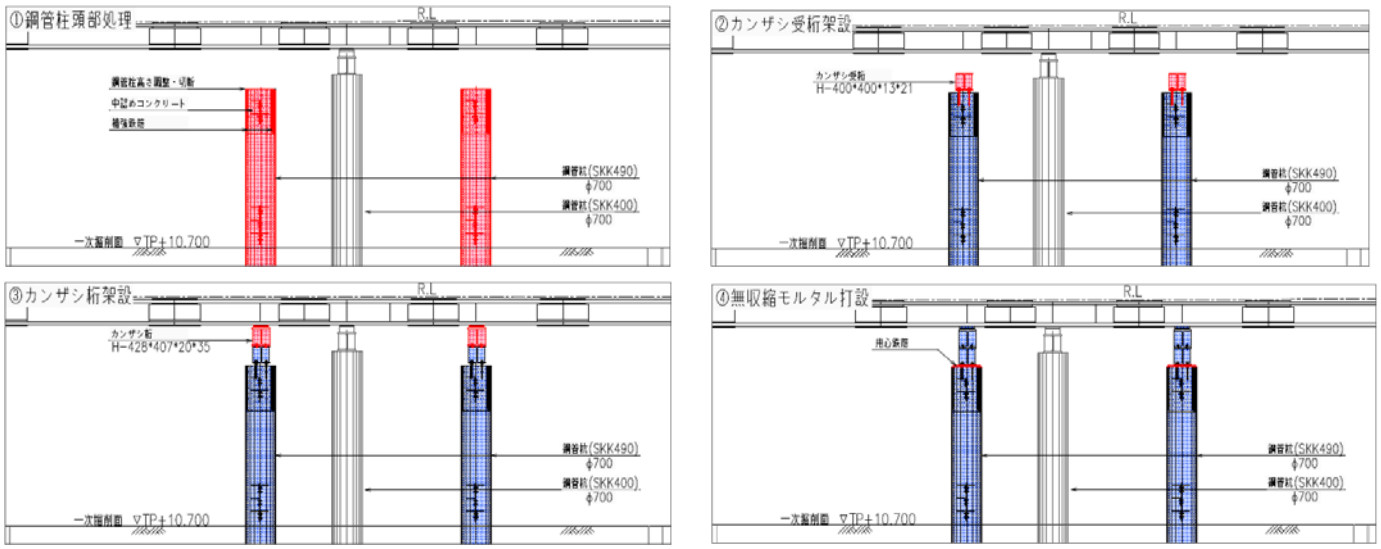
【昼間通常作業】8:30～18:00　【夜間通常作業】20:00～6:00

【線路閉鎖作業】1:01～4:28（山手電車外回）、1:16～4:41（山手電車内回）、23:47～4:54（山手貨物下線）、23:43～6:06（山手貨物上線）

【実作業時間（線閉間合 -30 分）】1:20～4:10（山手電車内外回）、23:50～4:30（山手貨物上下線）

４．準備工

新たな仮橋脚を施工した後、工事桁受替に向けた準備工として、①鋼管柱（新設仮橋脚）頭部処理（底蓋取付・鉄筋組立・アンカーボルト設置・中埋コンクリート打設）②カンザシ受桁設置、③カンザシ桁設置、④無収縮モルタル打設を行った（**図―６**）。

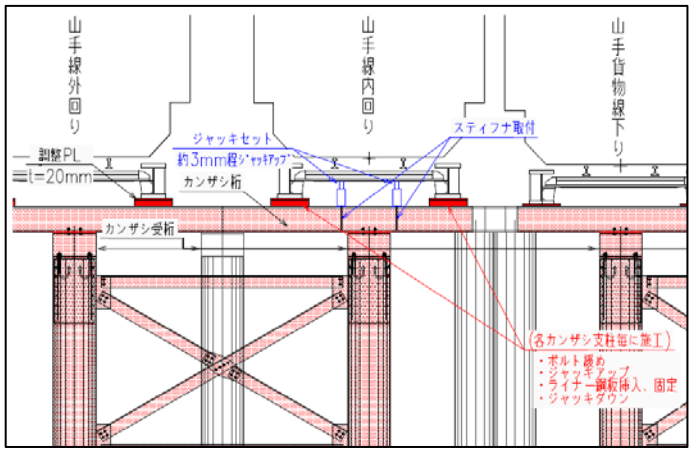


図－６　準備工　ステップ図

５．受替工詳細

<u>工事桁受替工①（調整プレート取付）</u>（**図―７、８**）

・カンザシ桁上にジャッキを２台据え付け横桁下にセット。
・既設のカンザシ桁と工事桁を留めているボルトを緩める。
・ジャッキアップ（概ね 3mm 程度）（**写真―２**）。
・ジャッキアップして隙間が出来たら、用意しておいた調整プレート（ルースホール付き）を取り付け。
・ベースプレートのボルト孔位置に合わせ、かんざし桁上フランジ及び調整プレートのボルト孔を削孔する。
・ボルト孔空けが出来たら、ベースプレート・調整プレート・カンザシ桁にボルトを差し込み一体化。
・ジャッキをジャッキダウンし、調整プレートと工事桁ベースプレートの隙間がない事を確認後、ボルトを締め付ける。
・工事桁下がり切らなかった時のリスク対策として、それぞれ厚さ t=1mm,2mm,3mm の調整プレートを準備しておき差し込み・対応出来るようにしておく。

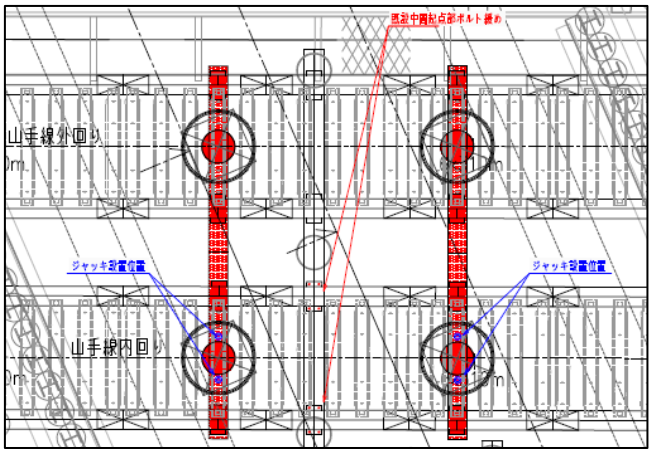


写真―２　ジャッキアップ

工事桁受替工②（既設受杭調整ﾌﾟﾚｰﾄ撤去）

・工事桁が受替わったら、後日別日にて既設カンザシ桁上の調整プレート撤去を行った。

・要領は調整プレート設置時と同様に、カンザシ桁上にジャッキをセットし、ボルトを外し、3mm 程ジャッキアップ後プレートを撤去しジャッキダウンする。



図－８　工事桁受替　平面図

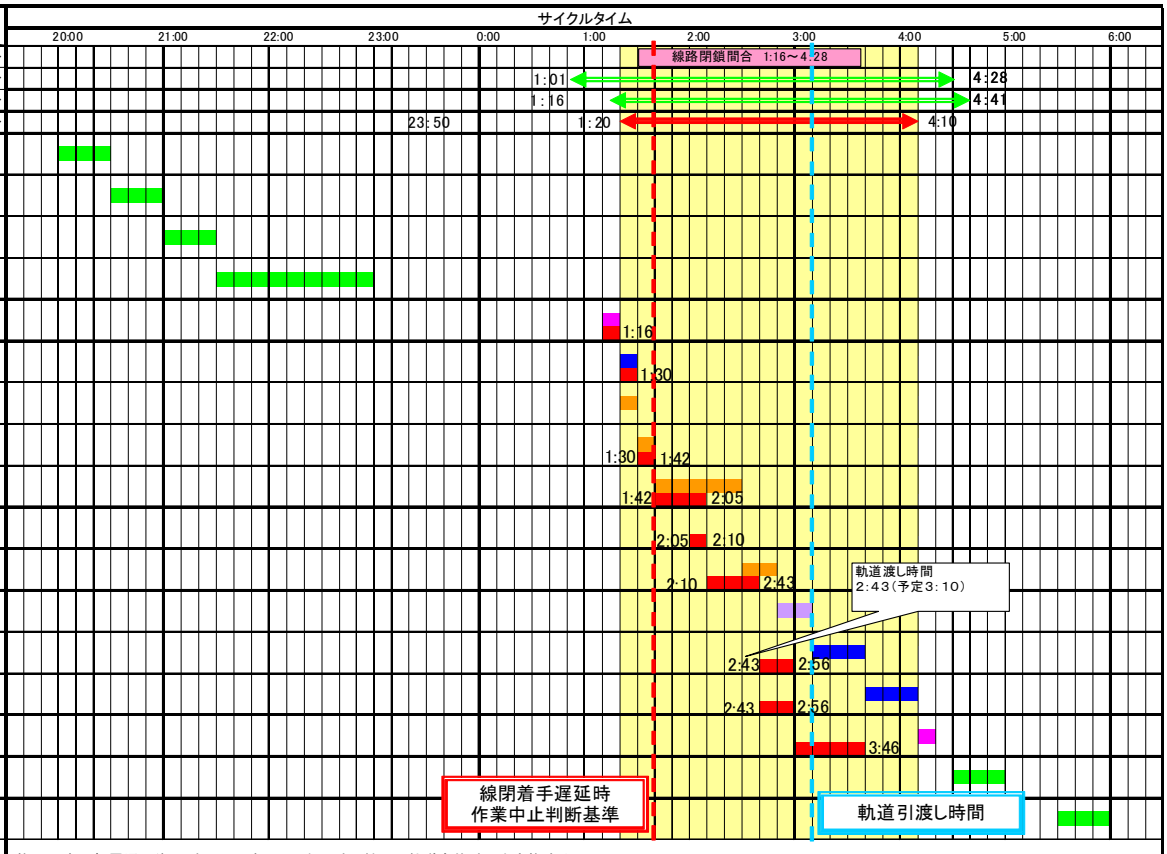
６．サイクルタイム（山手電車線　計画・実績）

本章では山手線内回り・外回り、山手貨物線上下の４線のうち、間合いの短い山手電車線での受替（調整プレート取付）のサイクルタイムについて計画と実績の報告を行う。受替施工当夜は、線路閉鎖間開始時刻（1 時 16 分）までに①作業打合せ②朝礼・点呼③道路上作業帯設置④準備工を完了した。⑤線路閉鎖着手後、⑥軌道の４項目（軌間、通り、高低、水平）事前測定および⑦ジャッキセットを実施した。そして⑧工事桁中間支点部ボルト緩めを行い、⑨ジャッキアップ・プレート取付・ジャッキダウンの後、再度⑩軌道の測定を行い、変状がないことを確認した。なお、⑨の作業が想定時間（50 分）よりも短い時間（23 分）で施工が完了した。ジャッキダウン後は、⑪ボルト取付・締付を行い、再度最終の⑫⑬軌道計測および⑭線路内跡確認を実施した後、線路閉鎖解除を行い、軌道内、軌道下の作業を全て終了した。

なお、施工計画時は線路閉鎖着手遅延時の作業中止判断基準の時刻は 1 時 40 分とした。この時刻は線路閉鎖開始予定時刻(1 時 16 分)から作業計画上の余裕時間（20 分）を考慮し設定している。

表－１　工事桁受替サイクルタイム（山手電車線）

項目	時間
＜線路閉鎖間合＞	320分
山手電車外回	207分
山手電車内回	205分
作業時間	170分
①作業打合せ	30分
②朝礼・点呼	30分
③道路上作業帯設置	30分
④段取工	90分
⑤線路閉鎖着手	10分
⑥軌道四項目施工前検測	10分
⑦ｼﾞｬｯｷｾｯﾄ	10分
⑧工事桁既設中間支点部ﾎﾞﾙﾄ緩め	10分
⑨ｼﾞｬｯｷｱｯﾌﾟ・ﾌﾟﾚｰﾄ取付・ｼﾞｬｯｷﾀﾞｳﾝ	50分
⑩【追加】交通途中測定	—
⑪ﾎﾞﾙﾄ取付・締付	20分
○（桁が下がり切らなかった時の対応）調整ﾌﾟﾚｰﾄ(1mm～3mm)差込・取付	20分
⑫軌道四項目施工後検測（山手電車外回）	30分
⑬軌道四項目施工後検測（山手電車内回）	30分
⑭跡確認・線路閉鎖解除	10分
⑮後片付	30分
⑯道路上清掃・一時作業帯撤収	30分
備考	・施工当夜は初電通過後１０本又は2時間、三次元計測機にて軌道変状計測を実施する。



※上段が計画、下段が実績を表す。

7．施工上の課題（想定されたリスク）と対策

今回の受替工において、事前に想定されたリスクとそのリスクに対して行った対策は以下の通りである。

表－2　想定リスクと対策

想定されたリスク	対策	
	事前作業・確認	当夜
ジャッキが故障してジャッキアップできない	○作業前点検を確実に実施する。 ○予備の機械を手配しておく。	○予備機械を投入する。
既設中間柱のボルトとボルト孔がせってジャッキアップできなくない。	○ボルトの緩めを確実に実施する ○中止判断基準を設ける ・山貨　2:30 まで ・山電　3:00 まで	○さらにボルトを緩め、ジャッキアップできるようにする ○中止基準時間に達した場合は、ジャッキダウンを実施し、ボルトにてしっかりと固定を行い、ジャッキアップ作業は中止する。
ジャッキが故障してジャッキダウンができない。	○予備のジャッキを手配しておく。	○予備のジャッキを入れて、さらに若干量（故障したジャッキが外れる程度まで）ジャッキアップし、故障したジャッキを引抜いた後に、ジャッキダウンを行う。
ジャッキダウンの際にボルトとボルト孔がせってジャッキダウンできなくなる。	○軌道相番を交通建設に依頼し、速やかに軌道検測に入れる体制を取り、必要により調整パッドを挿入できるように準備をしておく。バラスト軌道整備をすることを想定し、安定剤を用意しておく。 ○せった状態で固定するため、1mm、2mm 程度の補助のプレートを複数用意しておく。 ○ジャッキアップ量、タイミングを同じくするように施工計画を立てる。（ジャッキアップ量をジャッキ上に明記する。あげるタイミングは指揮者 1 名の指示により上げる）	○さらにボルトを緩め、ジャッキダウンできるようにする。 ○軌道 4 項目検測を実施する。 ○4 項目検測値により調整パッドにより調整できるか判断を行う。必要によりバラスト区間もこう上する。（温度上昇期のため安定剤を散布する）　※判断は当日仕上がり基準値を目安とする ○軌道整備にて対応する場合は、土木にて隙間のないように補助プレートを挿入し、固定を行う。 ○4 項目で工事中止値をオーバーした場合は土木にて再度ジャッキアップ、ダウン作業を行う。
ジャッキダウン後、軌道 4 項目の数値に異常値が発生する	○軌道相番を交通建設に依頼し、速やかに軌道検測に入れる体制を取り、必要によりパット挿入できるように準備をしておく。バラスト軌道整備をすることを想定し、安定剤を用意しておく。 ○せった状態で固定するため、1mm、2mm 程度の補助のプレートを複数用意しておく。	○ジャッキダウン後、ボルト固定をしっかり行い、隙間のないことを確認する。 ○レールレベル上をレベルにて測量を行い、施工前と同じ高さにしてから軌道渡しとする。 ○施工前後にて 4 項目検測を実施する。 ○4 項目測定値によりパットにより調整できるか判断を行う。必要によりバラスト区間もこう上する。（温度上昇期のため安定剤を散布する）※判断は当日仕上がり基準値を目安とする。
線閉解除が遅れる。	○徐行、運転中止の基準値を整理しておく ○異常時の連絡体制を確立しておく	○限界値になった場合、施設指令へ一報する。施設指令に一報した場合は、速やかに新宿保技セにも一報を行う。
使用開始後に異常が発生する。	○徐行、運転中止の基準値を整理しておく ○異常時の連絡体制を確立しておく	○初列車から 10 本 or2 時間 3 次元測定器によりレール面を測定する ○限界値以上の場合、施設指令へ一報する。施設指令に一報した場合は、速やかに新宿保技セにも一報を行う。

今回の工事での主なリスクはジャッキを動作させる（ジャッキアップ、ダウン）に付随するものであったため、予備のジャッキを用意することはもちろん、厚みの異なるプレートを用意するなどジャッキ以外の準備・対策を行った。結果としてジャッキの動作は問題がなかったが、万一ジャッキが動作しなくなっても対応可能な準備がなされていたと考えている。また、3mm 程度工事桁をジャッキアップ行った際の軌道への影響は、1mm 以下であり、ほとんど軌道へ影響なく工事を終えることが出来た。

8．終わりに

山手線恵比寿・渋谷間東急東横線地下化工事は、本稿で報告した受替工事完了後、２次掘削、函体の施工を終え、今後は２次受替、埋め戻し、工事桁撤去を進めていく。工事にあたっては、今後も引き続き列車の運行に影響を与えないように安全に進めていく所存である。