

地下鉄銀座線渋谷駅移設事業に伴う 第 3 回線路切替・ホーム移設工事

岩柳 智之¹・小柳 朋宏²・西川 祐³・南立 修⁴

¹ 正会員 東京地下鉄株式会社 改良建設部 (〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19 番 6 号)
E-mail: s.iwayanagi.t4t@tokyometro.jp

² 正会員 東京地下鉄株式会社 改良建設部 (〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19 番 6 号)
E-mail: t.koyanagi@tokyometro.jp

³ 正会員 東京地下鉄株式会社 改良建設部 (〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19 番 6 号)
E-mail: t.nishikawa@tokyometro.jp

⁴ 非会員 東京地下鉄株式会社 改良建設部 (〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19 番 6 号)
E-mail: o.nandate@tokyometro.jp

東京地下鉄株式会社では渋谷駅周辺地区基盤整備事業の一環として、銀座線渋谷駅を東側へ 130m 移設し、ホーム形式を相対式から島式に変更する工事を実施しており、駅移設までに 3 回の線路切替を計画した。当該工事箇所周辺には、JR 線やオフィスビルが隣接しており、かつ、渋谷駅前東口広場における基盤整備工事などが同時に進行しているため、作業スペースは狭隘で、資材搬入では時間的制約を受けている。これらの施工条件の下、2019 年 12 月 28 日から 6 日間にわたって銀座線の一部区間を運休して 3 回目の線路切替工事を施工し、ホームの移設及び島式化を完了した。

本稿では、当該工事の施工結果について報告するとともに、複数工事の円滑化及び施工トラブルの未然防止を目的として CIM を活用した施工計画の策定、運用結果について報告する。

Key Words: *Ginza Line Shibuya Station, Switching work of railway, Moving platform, Working under operated line, CIM*

1. はじめに

東京地下鉄株式会社（以下、東京メトロ）では、渋谷駅周辺地区基盤整備事業の一環として、銀座線渋谷駅移設事業（以下、移設事業）を実施している。

当該移設事業は、現在、東急百貨店内の 3 階に位置している銀座線渋谷駅を、約 130m 東側へ移設すると同時に、ホーム形状を相対式ホームから島式ホームに変更するものであり、東京メトロにおける地上工事においては、最大規模の工事である。

移設事業にあたっては、狭隘な作業スペース及びお客様への影響を最小限に抑えることを考慮し、延べ 3 回の線路切替を行う計画とした。本稿では、2019 年 12 月 27 日～2020 年 1 月 3 日に実施した第 3 回線路切替・ホーム移設工事の施工結果について報告する。

2. 銀座線渋谷駅の概要

(1) 駅の特徴

銀座線渋谷駅は、東洋で最も古い地下鉄である銀座線において、もっとも西側に位置する終端駅である¹⁾。また、同駅は銀座線において唯一地上部に設置されている駅として、1938 年 12 月に開業している。

渋谷駅は銀座線に加えて、半蔵門線・副都心線や JR 東日本、東京急行電鉄、京王電鉄との乗換駅である。他路線が集中する渋谷駅において、銀座線渋谷駅単体では 1 日およそ 22 万人が利用しており、都心交通の一翼を担っている。

また渋谷駅周辺は、主要な観光地でもあることから、通勤・通学の旅客に加えて国内・海外からの観光客も多い。今後も重要な役割を果たしていくことが予想される渋谷駅周辺にあって、この渋谷駅の機能を充実させることは、喫緊の課題となっていた。

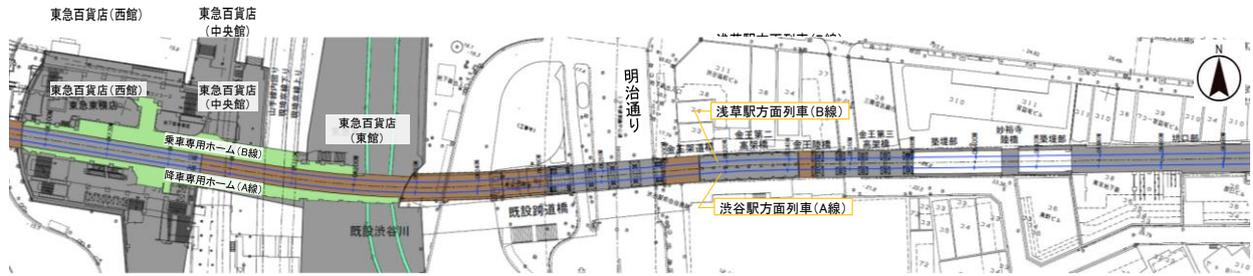


図-1 現況平面図

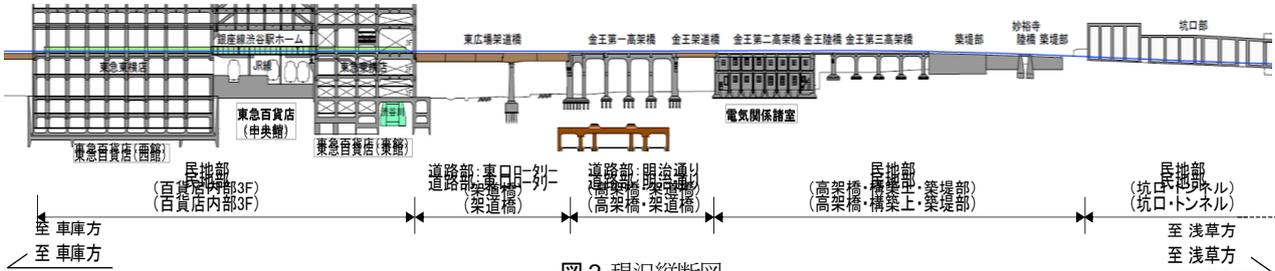


図-2 現況縦断面図

表-1 銀座線渋谷駅の構造諸元 (移設前)

ホーム形式	ホーム幅	ホームドア	EV	トイレ
相対式	片側約3.5m	未整備	未整備	未整備



写真-1 銀座線渋谷駅の現況ホーム



写真-2 駅周辺の状況

(2) 駅周辺の現況

図-1、図-2に示すとおり、渋谷駅～表参道駅間は、地上区間および地下区間の2つに区分される。渋谷駅周辺は地形上「谷」となっており、東側に位置する表参道駅方面へ向かうに伴って地盤面のレベルが上がっていく特徴を有している。そのため、銀座線は谷となる渋谷駅側から地上区間を高架橋・架道橋・築堤部として走行し、地盤面のレベルの上昇に伴って地下に潜っていくという、高架区間と坑口・トンネル区間の両方が存在している。

地上区間については、図-2に示すとおり、東急百貨店内の3階に位置する渋谷駅を表参道方面に進むと、東口駅前広場および明治通りの上空に位置する架道橋・高架橋を通過する(写真-2)。同区間には架道橋・高架橋で7基の橋脚が存在しており、これらの橋脚は、既存道路交通を妨害していた。道路部からさらに東側については、電気関係諸室直上や築堤を通過する構造となっている。

坑口・トンネル区間については、築堤をさらに東側に進んだエリアとなる。地盤面のレベルが上がっていくにつれて、築堤から坑口構造となり、その後、地下トンネルとして隣接する表参道駅に向かう構造となっている。

銀座線渋谷駅における、移設事業前の平面図を図-1、断面図を図-2に示す。

同図に示すとおり、銀座線渋谷駅は東急百貨店内の3階に位置しており、同駅直下にはJR東日本の各線が運行されている。そのため、銀座線渋谷駅の改良工事にあたっては、東京メトロ単独での実施は不可能であり、関係各社との綿密な調整が必要となる。

また移設前の銀座線渋谷駅の構造諸元を表-1、ホーム状況を写真-1に示す。ホームは地上3階に位置しており、乗車・降車を分離した相対式ホームとなっていた。乗降ホームについては、上述の通り東京メトロ単独での整備・移設事業が困難であったことから、ホーム上の幅員が開業当初から変わっておらず、ホーム幅員は片側約3.5mと狭隘になっている。また、銀座線以外の各路線からの乗換動線が長いことに加え、段差も数多く存在する。

駅関連設備としては、トイレ施設が東京メトロ全駅の中で唯一未設置であった。その他にも、老朽化や改札口の狭隘さ、不十分なバリアフリー設備が課題であった。

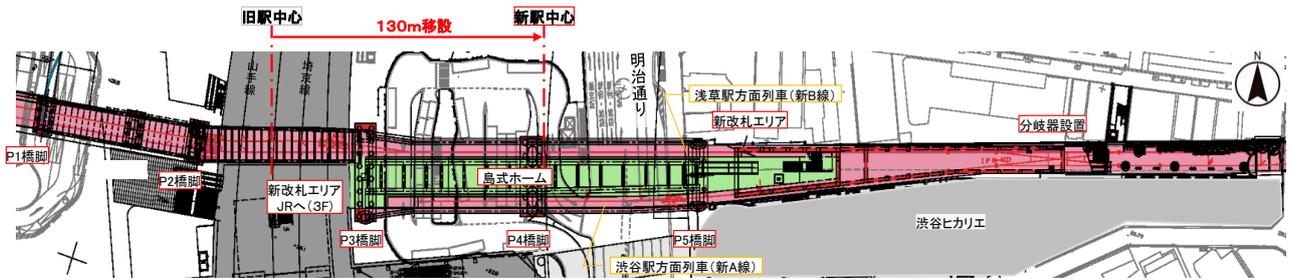


図-3 計画平面図

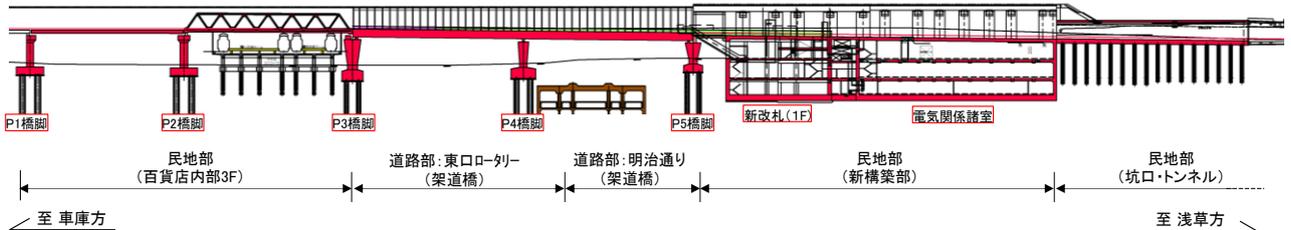


図-4 計画縦断面図

表-2 銀座線渋谷駅の改良構造

ホーム形式	ホーム幅	ホームドア	EV 整備	トイレ 整備
島式	約12m	整備	(面改札2ルート)	(多機能含む)

3. 銀座線渋谷駅の改良計画概要

銀座線渋谷駅における改良計画についての平面図を図-3、縦断面図を図-4に示す。ここでは改良計画概要について、ホームの移設および機能の充実化の2つの観点から記述する。

(1) 銀座線渋谷駅ホームの移設

本事業では、銀座線渋谷駅は東急百貨店に複合して位置している現在の銀座線ホームを130m東側の東口駅前広場および明治通り上に移設させる。また、ホーム移設に併せて、ホーム形式を相対式ホームから島式ホームに変更することとしている。島式ホームの幅員は最大12mとし、同一ホームでの降車・乗車を可能としている。

銀座線の列車運行については、渋谷駅方面列車（以下、A線）は車止めを設けて渋谷駅止まりとし、浅草方面列車（以下、B線）は、車庫線に続く線形とした。それに併せて、渋谷駅西側で行っていた銀座線の折り返し作業を渋谷駅東側に新設する分岐により行う計画とした。

橋脚については、ホーム移設に併せて、東口駅前広場、明治通り上に7基ある橋脚を合計3基（東急百貨店東館部、東口駅前広場、明治通り部）に集約する。それにより、東口駅前広場および明治通り上の安全で快適な広場空間の形成への寄与、道路交通の整序化による渋滞緩和・安全性向上を図る。なお、デザインについては外部有識者を含めた検討・設計を行い、渋谷の街並みに相応しい形状とした²⁾。

(2) 駅機能の充実化

移設後の銀座線渋谷駅の構造諸元を表-2に示す。従来、降車・乗車ホームに別々に行っていた改札については、島式ホームとすることで降車・乗車を同一改札で行うこととした。また、改札設置位置については、銀座線ホームの両端部に設けることとした。移設後の渋谷駅ホームの西側は、JR線等への乗換えを同一フロアで可能とする改札（現スクランブルスクエア方面改札）を設置し、東側は地上を介して副都心線等との乗換えを可能とする改札（現明治通り方面改札）を設置する。それにより、東口広場及び明治通りの東西にまたがる動線を確保するとともに、改札を出てからの目的地への動線の選択肢を増やし、利便性の向上を図る。また、ホーム上にはホームドアを設置し、安全性の向上を図る。

旅客の垂直移動設備については、東側の改札部にエレベーター、エスカレーターを設置することで、バリアフリー機能および旅客の移動円滑化を図る。また、これまで未設置であった多機能を含むトイレ施設を設置することにより、バリアフリーおよび利便性の向上を図る。

4. 線路切替工事の経緯

線路切替は、既存営業線の近接箇所にて用地確保し、その空間に仮線を設けて営業線とし、その間に計画線の線路切替工事を完了させ、その後仮線から計画線に切り替えるという仮線方式が一般的である。しかしながら、渋谷駅周辺は2章で記載の通り、銀座線に近接した建造物が林立していることに加え、複数事業者による工事が同時に進行していることから、作業スペースが極めて狭隘

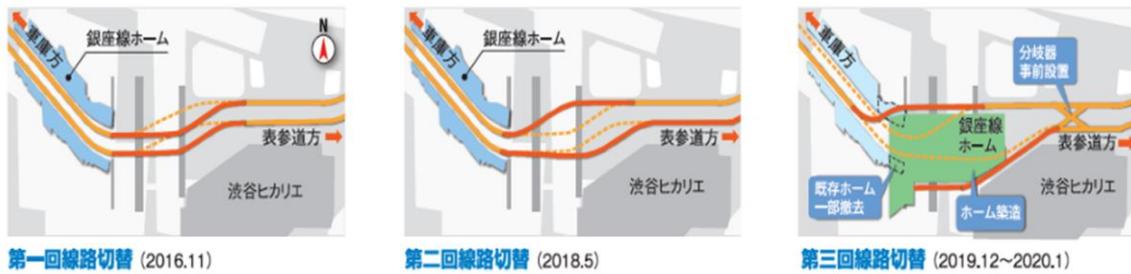


図-5 線路切替工事概要図

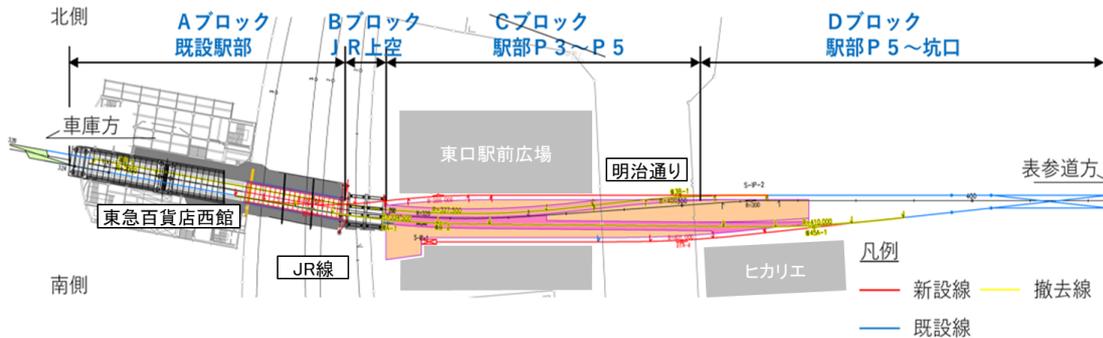


図-6 線路切替ブロック割図

である。そのため、仮線方式を採用することが不可能であった。

本移設事業においては、長期間の営業線運休を避け、お客様への影響を最小限にすることを前提条件とし、駅移設までに延べ3回の線路切替工事を計画した(図-5)。以下に各回の切替概要について述べる。

(1) 第1回線路切替工事

銀座線 A 線の南側に新 A 線を支持するための南側本設桁を新設した。また銀座線 B 線の北側に新 B 線を支持するための北側本設桁を架設する空間の創出のため、A 線及び B 線を南側に移設する線路切替工事を実施した³⁴⁾。

(2) 第2回線路切替工事

銀座線 B 線の南側に新 B 線を支持するための北側本設桁を新設した。また新しい島式ホームの設置する空間の創出と線路勾配の変更のため、A 線を南側、B 線を北側の本設桁の上に移設した⁵⁾。

(3) 第3回線路切替・工事

作業開始直前の終列車時まで使用していた軌道位置に新設ホームを構築するため、軌道の撤去と線形の変更を行い、続いてホームの構築と新駅舎の設備の整備を行った。詳細は次章で述べる。

5. 第3回線路切替・ホーム移設工事の工事概要

(1) 線路切替・ホーム移設工事の詳細計画

本工事は、銀座線渋谷駅・表参道駅間の約 345m の区間において実施された。具体的には A 線を南側に、B 線を北側に移設することで空いたスペースに新設ホームを構築する。ホームの構造は基礎を鉄骨構造、床版を PC 版とし、ホーム移設工事完了後、速やかにホームタイル敷設及びホームドア設置工事が可能となるよう計画した。

4 章(3)で記載したように本工事は作業開始直前の終列車時まで使用していた軌道位置に新設ホームを構築するため、事前にホームを構築することは困難であった。そのため限られた期間の中で軌道の撤去、新ホームの構築を経て、必要な駅設備を整備する必要があった。これら、ホーム移設工事の工程を検討すると、6 日間の銀座線の一部運休が必要となり、利用者にも影響が少ない年末年始にホーム移設工事を実施することとした。

本工事は図-6 に示すとおり、A、B、C1~5、D1~2 の 9 ブロックに分割して計画し、施工は工事桁の撤去、ホーム桁・床版の設置を行う土木工事、バラスト・レールの撤去・敷設を行う軌道工事、サードレール・ケーブルの撤去・敷設を行う電気工事、駅設備の設置を行う建築・設備工事の大きく 4 工種に分かれる。各ブロックにおける施工の予定工程表として、上述の 4 工種で集約したものを表-3 に示す。

また工事期間中は、現場状況の常時把握のために設置したライブカメラの映像を新渋谷駅出入口付近に設置し

表-3 第3回線路切替・ホーム移設工事 予定工程表

	12/27		2019/12/28										2020/12/29										2019/12/30													
	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
AB ブロック			サードレール/信号/通信設備撤去										レール打上・新線形へ切替										サードレール復旧													
			脱防ガード/レール撤去										既設支承撤去・軌条設備設置・仮支承設置・工事桁架設										レール繋ぎ込み													
			門型架設機搬入・工事桁撤去・仮ホーム撤去・ホーム切断										工事桁架設・門型架設機解体・軌条設備解体																							
C(C4) ブロック			サードレール撤去										PC版設置										設備柱設置													
			締結装置/レール/まくらぎ/バラスト撤去										ホーム桁架設										仮床合板設置・木製覆工撤去													
			ホーム桁架設																																	
D(D2) ブロック			サードレール撤去										空調機試験・駅務機器搬入										電話回線切替													
			駅務機器移設										重機搬入・工事桁撤去・台座/支柱基礎構築・桁地組・支承設置・PC版/支柱/受梁設置										設備柱設置													
			締結装置/レール/まくらぎ撤去・バラスト散布養生																																	

	2019/12/31										2020/1/1										2020/1/2										2020/1/3								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4
AB ブロック			軌道整備										通信・設備工事・ケーブル敷設・地上子取付・信号機器切替・各種試験										脱防ガード設置										各種試験・確認 入線試験列車(PQ測定)						
			旧降車ホーム通路拡幅										サイン設置																										
C(C4) ブロック			バラスト埋戻し・軌道整備										通信・設備工事・サードレール復旧・ケーブル敷設・地上子取付・信号機器切替・各種試験										サイン設置										各種試験・確認 入線試験列車(PQ測定)						
			誘導タイル設置・サイン看板設置										ホーム先端調整																										
			仮床合板設置・木製覆工撤去																																				
D(D2) ブロック			バラスト埋戻し・軌道整備										通信・設備工事・サードレール復旧・ケーブル敷設・地上子取付・信号機器切替・各種試験										脱防ガード設置										各種試験・確認 入線試験列車(PQ測定)						
			誘導タイル設置										サイン設置										サイン設置																
			根太/合板搬入・ホーム先端調整										重機搬出										重機搬出																

凡例 ■ 電気工事 ■ 軌道工事 ■ 土木工事 ■ 建築・設備工事

たモニターで即時配信し、多くのお客様に情報提供を行った。

(2) 各ブロックでの施工内容

a) Aブロック

Aブロックは、東急百貨店西館内の旧ホームが中心となるエリアで、線形変更に伴いB線の撤去と旧A線ホームの建築限界支障範囲の撤去を行った。また後述する、Bブロックで使用する資機材を渋谷駅西口の作業帯から搬入出するための作業を行った。

b) Bブロック

Bブロックは、JR線上空での施工となることから、事前に調整を行い、埼京線の線路閉鎖時間内での施工とした。工事内容としては、線形の変更に伴う既設工事桁撤去と新線形を受ける工事桁の架設が主となる。作業時間

の制約を受ける中、重機を使用することができないため、門型の架設機を西口の作業帯から投入し、設置した軌条桁上をスライドさせ、撤去・架設を行った。

c) Cブロック

Cブロックは、東口駅前広場及び明治通りの上空が中心となるエリアで、本工事の開始前に屋根が既に設置されている。そのため、軌道内での新ホームの構築が主な作業であるが、写真-3に示すように低空頭での作業となった。

また既に設置されている屋根のため、東口広場からクレーンを用いて軌道内への資機材搬入出が不可能であった。そのため、事前の設置が可能なレールやホームの基礎は設置し、搬出するレールは事前に破線した。また材料については細分化し、軌道内への事前搬入、ないしは屋根上に準備し、屋根に設けた開口から搬入出すること



写真-3 新ホーム構築状況



写真-4 バラスト撤去作業（開口投入）



写真-5 バラスト撤去作業（本設桁下）

とした。さらに撤去量が約 400m³に及ぶバラストについては、写真-4.5 に示すように本設桁下に開口とシュートを設置し、バラストを開口に落とすことで、本設桁下に搬出した。

d) Dブロック

Dブロックは、両脇にオフィスビルが隣接する区間と坑口区間が中心となるエリアで、新ホーム端部の構築と表参道方に設けた作業構台からの重機およびホーム床版の搬入出が主な作業となる。Cブロックへ搬入出する場合、Dブロックの作業と搬入出動線が輻輳してしまうため、搬入出を要する各部門との事前の調整が重要であった。

表-4 主な撤去および新設材料

撤去材料	レール、まくら木、工事桁、バラスト
新設材料	ホーム桁、PC版、設備中、駅設備

表-5 ホーム桁・PC版架設数量

	事前設置	切替当日	合計
ホーム桁	58500kg(25%)	171200kg(75%)	229700kg(100%)
PC版	205枚(28%)	517枚(72%)	722枚(100%)

6. 施工上の課題と解決策

本工事では計画・実施の際に生じた以下の課題については、解決するにあたり本工事に関わる各部門が所有する二次元の CAD 図面を統合し、ソフト(SketchUp Pro)を用いて作成された 3D モデルを活用することで、CIM を実現し、対応した。以下にその詳細を示す。

(1) 施工上の課題

a) 施工部門間での設計・施工調整

本工事では表-4.5 に示すように事前に撤去及び設置できる範囲が限られているため、本工事中に撤去・新設する材料の搬入出および構築する部材数量が膨大となった。加えて本工事では様々な作業が並行して行われるため、クレーン配置や搬入出の作業順序の調整が必須であった。また、今回は線路切替だけでなく、ホーム新設を含ため土木・軌道・信号・通信・電力工事だけでなく、建築・駅設備工事の担当部署及び施工会社も携わる工事となった。については、関係者間での取合い部の設計状況の確認や工事の輻輳を回避のための精度の高い施工計画・工程管理が必要であった。

b) 営業・運転部門へのイメージ共有

本工事では、駅移設が短期間で一挙に実施され、また工事完了後すぐに新ホームを供用開始するが、工事完了まで新ホームやホーム上設備がほとんどできないことから、移設後の鉄道営業を担当する駅係員・乗務員の事前の教育・訓練を行うことができなかった。そのため、新ホームで列車の運行を開始するイメージを関係者間でいかに共有し、各種調整を実施するかが課題となった。

(2) CIM を利用した課題解決

a) 設計・施工調整への CIM の活用

施工部門間での調整にあたっては、作成した CIM 上で重機等を配置し、動きや時間軸を持たせ、全体の施工の流れを動画で確認できるようにした。これによりまず、作成の段階で各部門が所有する図面の不整合が直ちに確認され工事当日の施工トラブルを未然に防ぐことができ



写真-6 かんざし桁撤去状況



写真-7 駅設備設置完了後

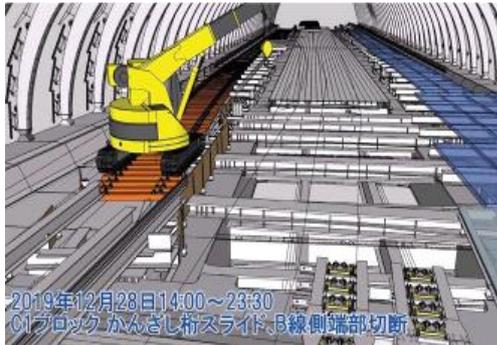


図-7 かんざし桁撤去状況 (3Dイメージ)



写真-8 スクランプルスクエア方面改札



図-8 旅客目線3Dイメージ



図-9 運転士目線3Dイメージ

る。実際にエスカレーターの着床レベルとコンコース階のフロアレベルに差があることが発覚し、調整を行った。さらに、新ホーム完成時のイメージを確認することにより、お客様動線を阻害する柱の位置を変更したり、通路幅を当初予定より拡張したりするなど、ホームの設計を

深度化することができた。

また各部門の関係者が揃って、動画を施工計画と照らし合わせながら確認することで、施工における課題の洗い出しが行えた。結果、施工の途中段階を事前に把握することで、工程との進捗の比較も容易になり、施工管理がしやすくなった(写真-6,図-7)。

b) 営業・運転部門へのCIMの活用

駅係員・乗務員に対しては、新ホーム上を歩いた際の動画や走行する列車からの展望イメージ動画を提供することで、ホーム移設工事後の新しい渋谷駅の姿をイメージできるようにするとともに、視認性等の確認を実施した。その結果、乗務員からの信号機の視認性に問題があることが発覚し、事前に視認性を改善する工事を実施した。また事前教育にも活用し、新ホームでの習熟研修が事実上できない状況の中でも、トラブルなく供用を開始することができた(図-8,図-9)。

7. 線路切替・ホーム移設工事の結果

本工事の工事後の状況を写真-7,8に示す。年末年始に延べ約5,000人もの工事関係者が結集する規模の工事であったが、前項に示したような各種施策の結果、バラスト撤去・搬出やホーム設置が前倒しで実施できるなど、工事は前倒しで進捗した。結果、2020年1月3日に新ホ

ホームの供用開始をすることができた。同写真に示すとおり、島式ホームとなることで、旧来のホームに対し幅広となり、また降車/乗車専用の区別がなくなったことから、お客様にも分かりやすいホーム構造となった。

本工事後の2020年6月には明治通り方面改札に銀座線渋谷駅の2ルート目となるエレベーター、スクランブルスクエア方面改札側に仮設トイレ、2020年7月にはホームドアを供用開始した。今後はホーム上のベンチや床タイルを本設化していき、銀座線渋谷駅の利便性を向上させるよう取り組んでいく。

8. おわりに

本工事は2009年から着手し関係者の皆様に多大なるご支援、ご協力をいただきながら、10年以上の歳月を経て駅の移設を実現できた。今後は80年以上の歴史を誇る旧渋谷駅と同様に新しい渋谷駅が皆様に愛される駅となるよう尽力していきたい。

本事例が各種計画、工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 東京地下鉄株式会社：東京地下鉄道史，1934.6.
- 2) 西川祐，下野順也，北村太：銀座線渋谷駅改良工事における第2回線路切替工事，土木学会第68回年次講演会，2018.
- 3) 白子慎介，坂田聡，藤内邦彦，長田茄歩：銀座線渋谷駅改良工事に伴う第一回線路切替え工事，日本鉄道施設協会協会誌，Vol.55，pp.58-61，2017.1.
- 4) 伊藤聡，上田直人，西川祐：東京メトロ銀座線渋谷駅東口広場P4橋脚について，土木学会第68回年次講演会，2013.
- 5) 小柳朋宏，馬籠航生，西川祐，下野順也：地下鉄銀座線渋谷駅移設事業における第2回線路切替工事，地下空間シンポジウム論文・報告集，第24巻，pp.142-149，2019.1.

THE THIRD SWITCHING WORK AND PLATFORM RELOCATION FOR SHIBUYA STATION ON THE TOKYO METRO GINZA LINE

Satoshi IWAYANAGI, Tomohiro KOYANAGI, Tasuku NISHIKAWA and Osamu NANDATE

At Tokyo Metro company, as part of the area infrastructure development project around Shibuya station, we will relocate Shibuya station of Ginza Line located on the 3rd floor of the Tokyu department store about 130m and change the platform shape. In this construction site, since Shibuya Hikarie and the office building are located near, construction work by multiple companies, such as infrastructure improvement work at the east entrance square in front of Shibuya Station, is in progress at the same time. Therefore the work space is narrow, it is difficult to construct the improvement work without shutting off the railway service. Under such conditions, this construction will assume as far as possible the operation of the Ginza Line on the premise of minimizing the influence on the customer, and we are planning three times switching before the station relocation. In this paper, we report on the construction result 3rd switching work and platform relocation which was carried out by taking a part of Ginza Line is canceled from December 2019 to January 2020.