

東急東横線渋谷駅～代官山駅間地下化工事の概要

THE OUTLINE OF THE UNDERGROUND CONSTRUCTION OF TOKYU TOYOKO LINE BETWEEN SHIBUYA AND DAIKANYAMA STATION

津守 澄男¹・永持 理²・関 高³・山崎 仁⁴

Sumio TSUMORI・Osamu NAGAMUCHI・Ko SEKI・Hitoshi YAMAZAKI

Tokyu Toyoko Line is planned the mutual direct access of Tokyometro Fukutoshin Line. This is the one part of the projects that is the one route connection from Tobu Tojo Line and Seibu Ikebukuro Line to Minatomirai Line by way of Tokyometro Fukutoshin Line and Tokyu Toyoko Line. It aims at the forming of large network on metropolitan area.

On the about 1.5km between Shibuya Station and Daikanyama Station, it is progressing of constructing underground new Tokyu Toyoko line in fiscal year 2012.

In this thesis, it introduces the outline of the plan of the shield tunneling and the open tunneling for underground construction.

Key words : Shield Tunneling, Open Tunneling, Railway Construction

1. はじめに

当社は，東横線・目黒線・田園都市線・大井町線・池上線・東急多摩川線・こどもの国線の鉄道7路線と世田谷線の軌道1路線の計8路線，営業キロ102.9kmで営業している．2006年度には輸送人員が民鉄として初めて10億人を超え，2007年度には10億5,698万人となった．これは1日あたりに換算すると，289万人のお客さまにご利用いただいていることになる．

東横線は渋谷～横浜間を結ぶ延長24.2kmの路線で，沿線には田園調布，自由が丘，代官山といった高級住宅地や，慶応義塾大学，神奈川大学などの学校が多いことが特徴の路線である．東横線の2007年度の1日あたりの輸送人員は約112万人で，田園都市線と並ぶ当社の基幹路線である．東横線と他社線との相互乗り入れの歴史は古く，1964年に東京メトロ日比谷線との相互直通運転を開始し，2004年には，横浜エリアにおける鉄道ネットワークの拡充を図るため，横浜～桜木町間を廃止し，みなとみらい線との相互直通運転を開始している．

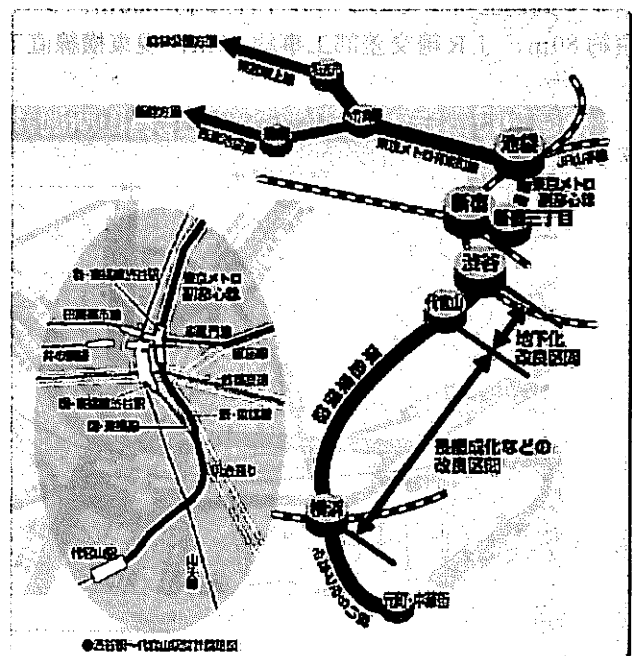


図1 路線ネットワーク図

キーワード：シールドトンネル，開削トンネル，鉄道工事

¹ 非会員 東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部工務部 第一工事事務所事務所長 津守 澄男

² 正会員 東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部工務部 第二工事事務所事務所長 永持 理

³ 非会員 東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部工務部 第一工事事務所課長補佐 関 高

⁴ 非会員 東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部工務部 第一工事事務所主事 山崎 仁

この間にも東横線の混雑緩和を目的として1987年には特定都市鉄道整備事業計画の認定を受け東横線複々線化工事に着手し、2000年には東横線のバイパス機能を目的として目黒線が東京メトロ南北線・都営地下鉄三田線との相互直通運転を開始した。本年6月には目黒線が日吉駅まで延伸し、目黒線を活用した東横線の複々線化が完成した。

当社では、さらなる東横線の混雑緩和と利便性向上のため、2005年に特定都市鉄道整備事業計画認定を受けて東横線渋谷～横浜間改良事業を進めており、本稿で述べる東横線渋谷駅～代官山駅間地下化工事はその一環として位置付けられている。

本工事は運輸政策審議会答申第18号の整備路線の一つとして盛り込まれた東横線と東京メトロ副都心線との相互直通運転を行うための工事であり、それにより東武東上線・西武池袋線から東京メトロ副都心線を経て、東横線およびみなとみらい線までがひとつの路線として結ばれ、東横線は首都圏の広域的なネットワークの一翼を担うこととなる。

2. 工事概要

本年6月に開業した東京メトロ副都心線渋谷駅は東急文化会館跡地前の明治通り下に位置するため、地下化後の東横線は、新しい渋谷駅で副都心線と接続し、国道246号線、民有地、明治通りと現東横線との間にある渋谷川およびJR線と交差し、現東横線直下を通過して代官山駅にて現在線と接続する計画である。なお、渋谷駅～代官山駅間の唯一の踏切である渋谷1号踏切道は、東横線の地下化により除却される。

渋谷駅～代官山駅間の工事総延長は約1.5kmで、311mの渋谷駅工区と1.2kmの駅間工区になっている。東京メトロとの共同使用駅である渋谷駅の工事はホーム中心を境に東京メトロと当社で事業範囲が分かれており、当社事業範囲が311mである。ホーム中心から89mが本年6月の副都心線の開通により供用を開始した範囲であり、残りの222mの未開業部が2012年度の東横線と副都心線との相互直通運転時に必要な範囲である。

渋谷駅から代官山駅までの駅間工事は、渋谷駅工事端部のシールド発進立坑からJR線交差部手前のシールド到達立坑までのシールド工事約500m、シールド到達とJR線交差部工事施工のための立坑開削工事約80m、JR線交差部工事約30m、現東横線直下での開削工事約600mに分けられる。なおJR交差部

東京急行電鉄東横線(渋谷駅～代官山駅間)地下化計画概要

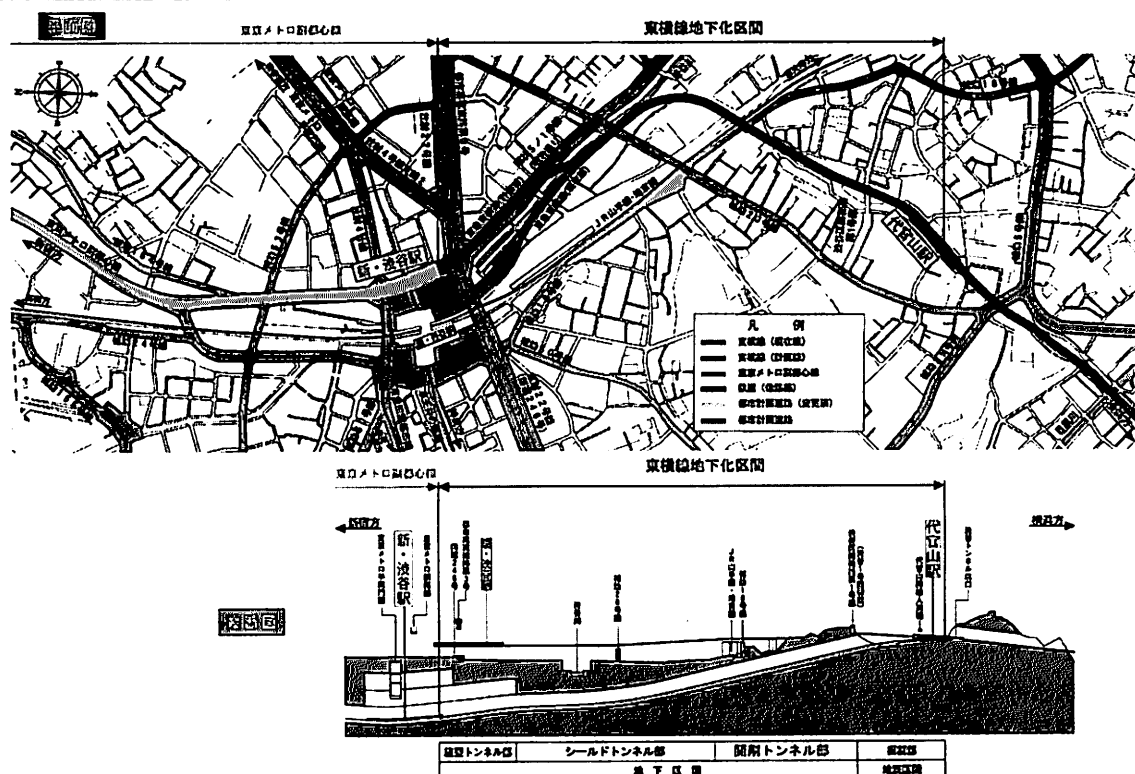


図2 渋谷駅～代官山駅間地下化工事 平面・縦断面

は工事中における山手線及び山手貨物線の安全な運行を確保するため、東日本旅客鉄道株式会社に施工を委託している。

躯体構築後は地下化切替のための設備を設置し、一晩で軌道を地下に切り替え、東京メトロ副都心線との相互直通運転を開始する予定である。

本稿では、渋谷駅から代官山駅までの駅間工事の概要について紹介する。

3. シールド工事概要

シールド工事は、泥土圧シールド工法による掘進延長約 500m、最大土かぶり約 15.7m、最小土かぶり約 4.7m、最小曲線半径 160m、最急勾配 3.5%で、トンネル形状はトンネル幅 10,300mm、トンネル高さ 7,100mm の 2 連矩形断面のトンネル築造工事である。

発進立坑から約 370m までの区間には上総層粘性土、残りの約 138m の区間には想定礫径 450 mm の東京層礫層・東京層砂層および粘性土が広がっている。

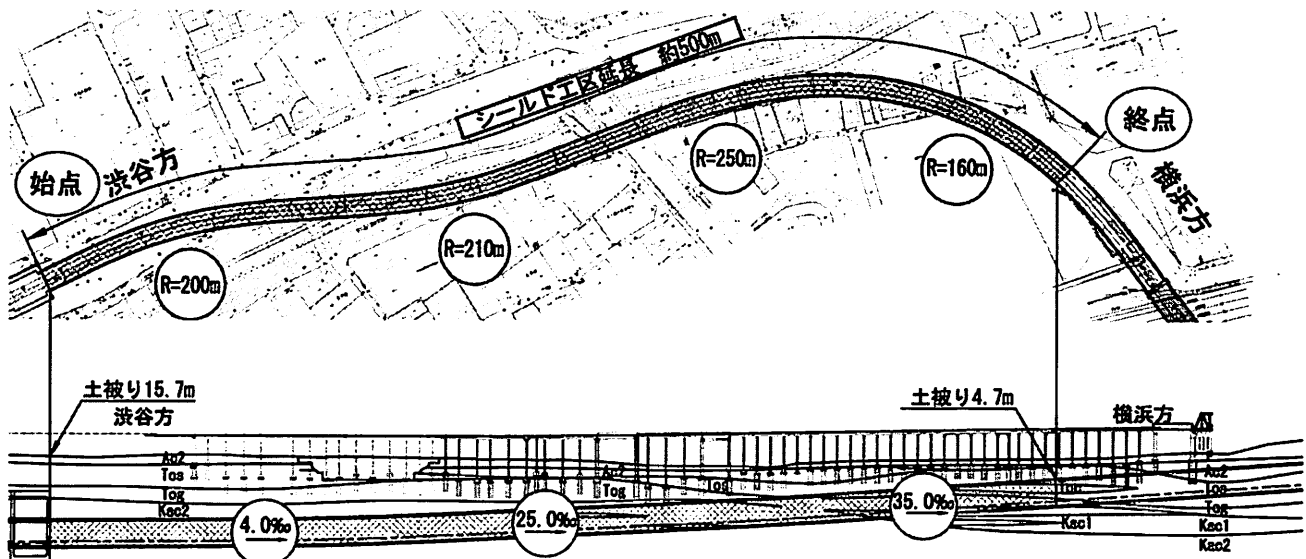


図3 シールド工事区間平面・縦断面

(1) シールド機

本工事では、小土かぶり、急曲線、東京層礫層などの条件を考慮して、機長 8,950mm、中折れ装置を装備、2 台のメイン回転ドラム上に回転式カッタを設置した幅 10,640mm、高さ 7,440mm の 2 連矩形断面のシールド機を採用した。

メイン回転ドラムは低速で公転し、回転式カッタは外周速 49mm/mm の高速で自転しながら必要断面を掘削する方式である。

土かぶり 1D 以下の施工でもカッタヘッド形状により掘削断面の外周部がドーム形状となることで、アーチ効果により掘削断面の安定を図ることができる。

メイン回転ドラムは低速で公転するため回転式カッタの確実な位置制御が可能となり、コーナー部や矩形上下凹部においても通常断面同様に確実な施工ができ、最小曲線半径 160m の急曲線施工も余掘り量を正確に算出し、無理なく施工できる。なお、中折れを行うことにより、シールド機前胴の重心位置が曲線内側に移動するためローリングが発生しやすくなるが、

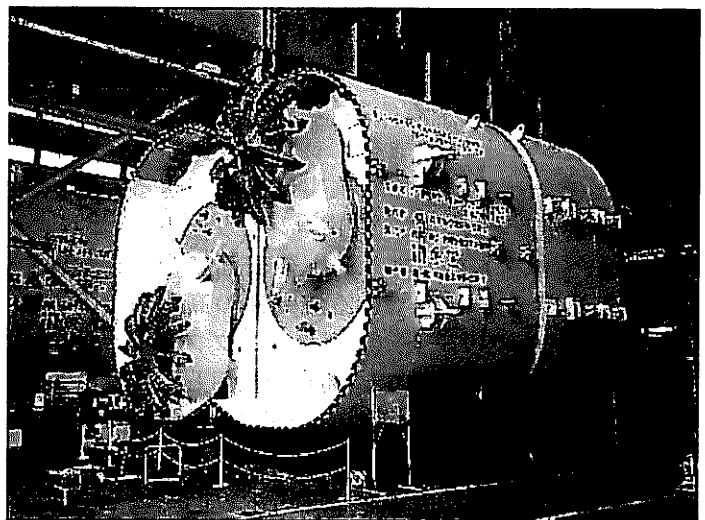


写真1 仮組検査を終えたシールド機

4. 開削工事概要

現東横線直下での開削工事は、高架橋部、盛土部での箱型トンネルの構築、および盛土部でのU型擁壁の構築に分かれている。開削工事区間はいずれも用地が狭隘で側道も限られているため、作業ヤード・搬出入経路の確保が非常に困難な状況での施工となる。

高架橋部での箱型トンネル構築については、高架下のため空頭制限があるが、昼間施工が可能なことなどから、BH工法で高架橋仮受杭、土留杭を打設している。杭打設後に鋼材を組み、高架橋のスラブ面を仮受けした後に高架橋の柱を切断撤去し、掘削後に躯体構築を行う。

盛土部の箱型トンネル構築については、軌道脇約1.5mの狭隘な用地を利用し、BH-W工法を施工している。この工法を採用することにより、盛土区間約8割の土留杭の昼間施工が可能となった。やむを得ず約1.5mの用地が確保できない箇所については、終電から初電までの線路閉鎖作業においてPIP工法で杭打設を行っている。この区間においては杭打設が概ね完了しており、現在は、レール破線からバラスト撤去、工事桁架設、レール締結までの一連の作業を終電後から初電までの間で行う工事桁架設工を施工中である。工事

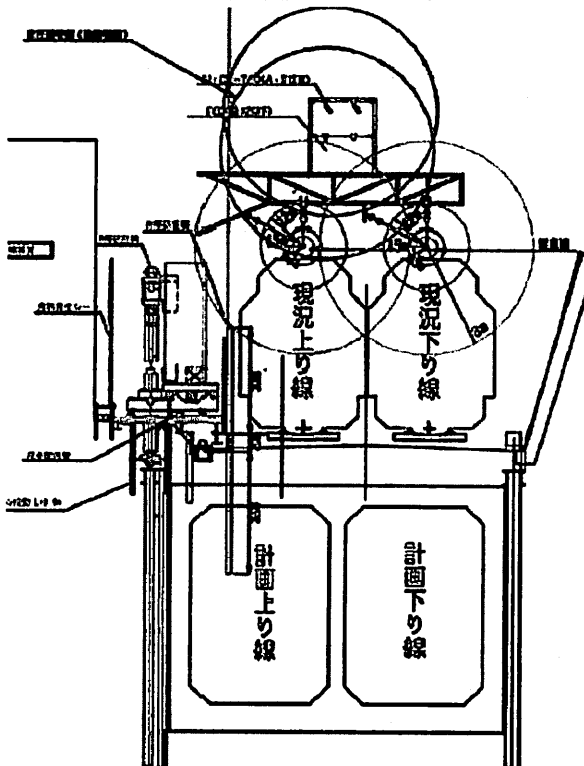


図6 BH-W工法の杭打ち施工断面図

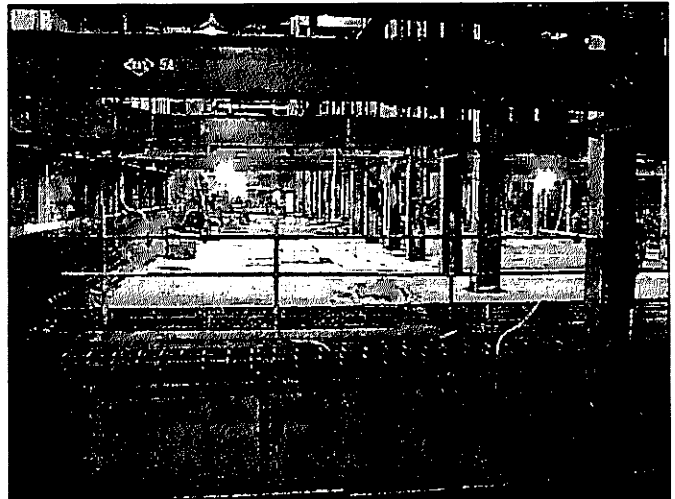


写真3 渋谷駅の未開業部

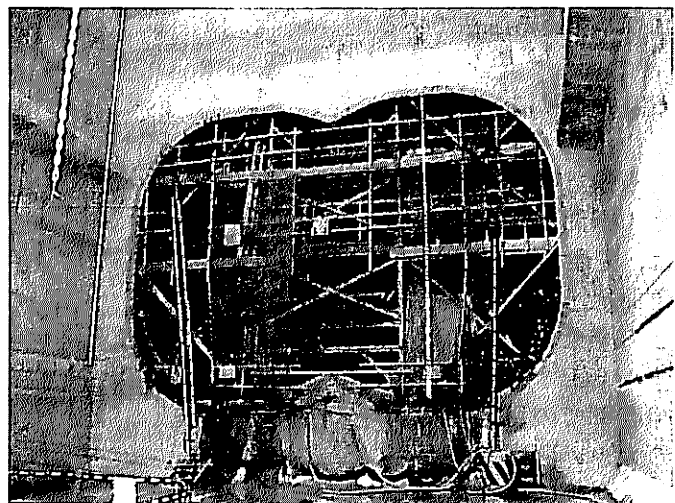


写真4 シールド発進立坑エントランス

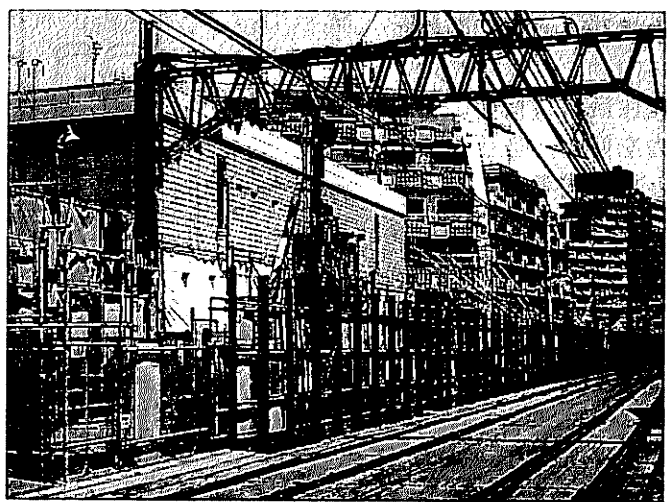


写真5 BH-W工法の杭打設状況

桁架設後は昼間作業にて掘削し躯体構築を行う。

代官山駅を含むU型擁壁の構築は、盛土部より更に用地が狭隘なため、土留壁の芯材を本体構築に巻き込む親杭横矢板形式を採用して、必要躯体幅を確保することとした。現在は、合板で仮設化したホーム部でのP I P杭打設、電路柱の仮設化や軌道を横断する支障物の撤去工事などを施工中である。こちらも箱型トンネル同様に工事桁を架設し、掘削・躯体構築を行っていく。

なお、U型擁壁部については、将来計画線への切替工事区間となるが、この区間においても限られた鉄道用地しかなく、また周辺は住宅や商業ビルが密集した市街地であり、切替工事の際に仮線を用いることは困難である。そのため仮線を用いずに終電から始電までの短時間で線路を地下に切り替える工法の直下地下切替工法（STRUM：Shifting Track Right Upper Method 工法）を採用する。本工法は事前に軌道を工事桁で仮受し、掘削・構築完了後に地下化切替のための門構等の設備を設置し、一晩でセンターホールジャッキを用いて工事桁を扛上・降下及び当夜撤去して地下に切り替える工法である。

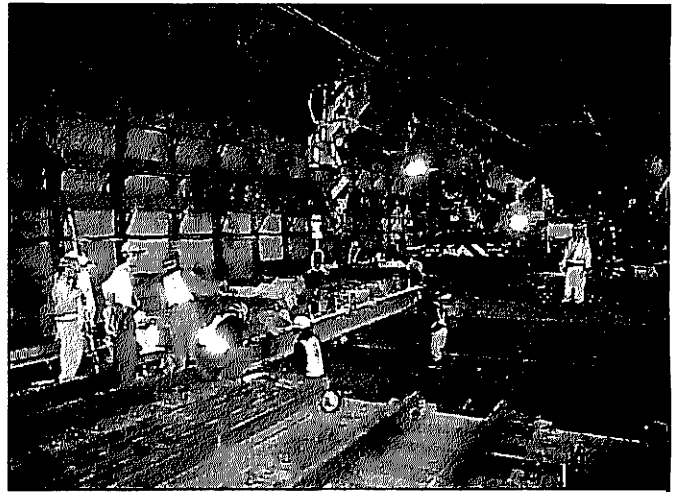


写真6 終電後の工事桁架設状況

5. おわりに

東横線渋谷駅～代官山駅間地下化工事は、先述したとおり、急曲線・小土被りなどの難条件下でのシールド工事、現東横線直下での用地制約の大きい開削工事などを含む困難な工事であるが、2012年度の東京メトロとの相互直通運転開始に向け、関係者や地元住民の皆様のご協力を仰ぎ、当社社員と施工業者が一丸となって、工事の安全確保に努めながら鋭意推進していきたい。

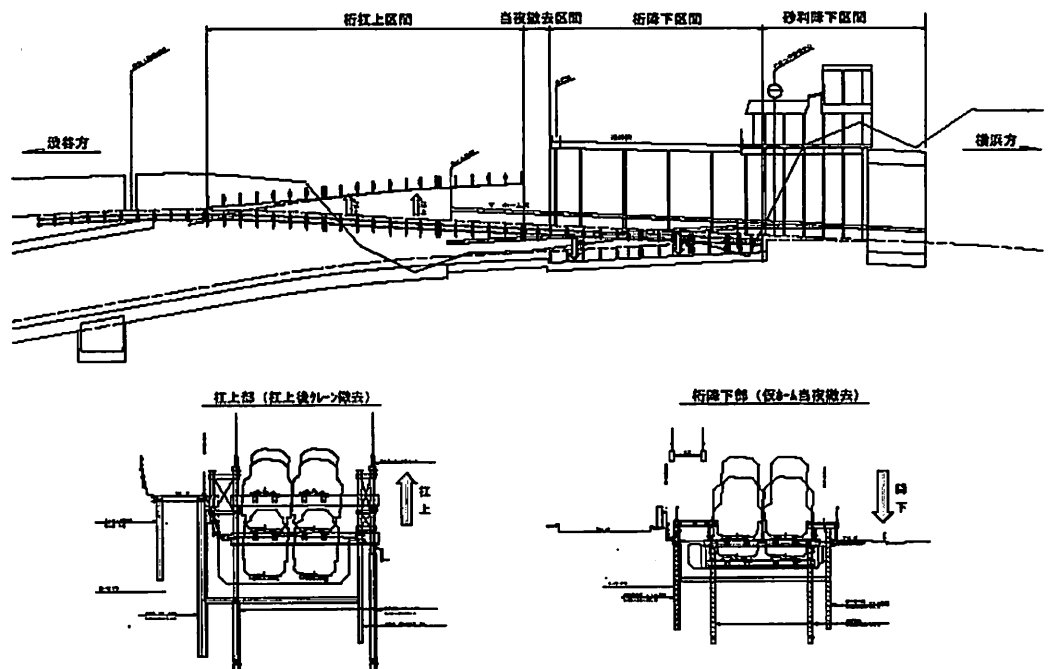


図7 切替計画図

参考文献

- 1) 津守澄男, 関高, 山崎仁: 最新の土木技術により既設鉄道を地下化—東急東横線 渋谷～代官山—, pp27-33, トンネルと地下, 2008
- 2) 星英徳, 倉木修二, 清水幸範, 木村定雄: シールド工事用コンクリート系セグメントの剥落防止を目的とした繊維シートの適用に関する研究, pp1375-1380, コンクリート工学年次論文集, Vol. 27, No. 2, 2005