

相鉄東急直通線 新横浜駅 地下鉄交差部土木工事

岩下 直樹 (鹿島・鉄建・不動テトラNB建設共同企業体 新横浜駅地下鉄交差部JV工事事務所 副所長)

1 はじめに

相鉄・東急直通線（以下「ST線」と称す）は、相鉄・JR直通線羽沢駅と東急東横線・目黒線日吉駅間に連絡線（延長約10.0km）を新設するものである（平成34年度下期開業予定）。当路線は、並行して事業進行中の相鉄・JR直通線（相鉄線西谷駅～JR東海道貨物線横浜羽沢駅付近：延長約2.7km）と結ばれ、相鉄線と東急線、相鉄線とJR線の相互直通運転を実現させる。

これにより、横浜市西部地区及び神奈川県央部と東京都心部とを直結させ、鉄道の利便性向上（新幹線へのアクセスの向上等）、地域（新横浜都心、二俣川・鶴ヶ峰副都心等）の活性化等への寄与が期待される。



図-1 路線図

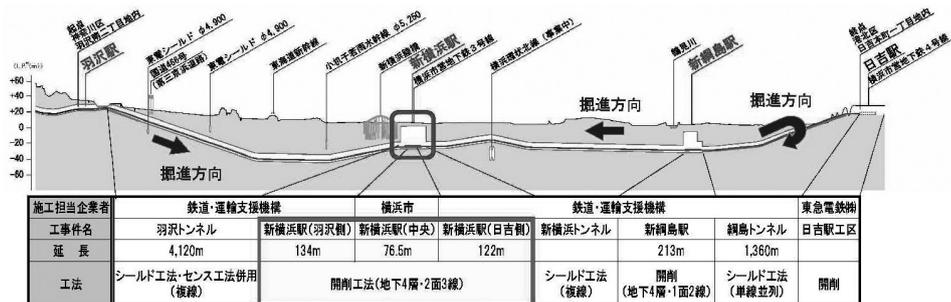


図-2 ST線平面図・縦断面図

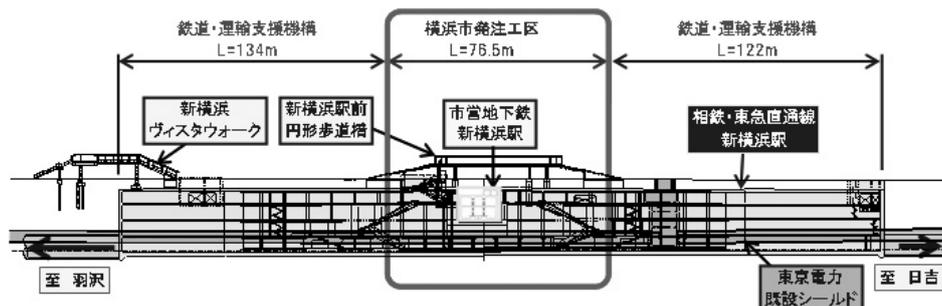
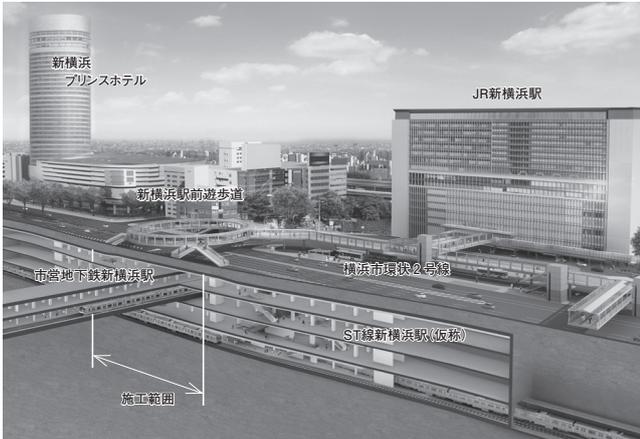


図-3 新横浜駅(仮称)断面図

2 工事概要

ST線にて新設される新横浜駅（仮称）のうち、横浜市営地下鉄新横浜駅との交差部延長76.5m区間の新駅築造を開削工法で行うものである（駅全長：約330m）。



主な工事内容

工事件名	相鉄・東急直通線 新横浜駅地下鉄交差部土木工事		
施工場所	神奈川県横浜市港北区新横浜		
発注者	横浜市交通局		
施工者	鹿島・鉄建・不動テトラ・NB建設共同企業体		
工期	平成25年4月～平成30年3月（その1、その2工事）		
工事内容	【その1、その2の主要工種】		
	・既設出入口撤去、改修工	1式	
	・歩道橋階段撤去・仮設階段設置工	1式	
	・歩道橋橋脚仮受工	2基	
	・土留壁工（鋼製連壁）	3,900㎡	
	・路面覆工	2,200㎡	
	・計測工（円形歩道橋、市営地下鉄他）	1式	
	・発進立坑工	1基	
	・地盤改良工（貫通地盤改良工、薬液注入工他）	1式	
	・開削土工（H=32.9m）	62,000㎡	
・仮設設置工（土留支保工 8段梁）	2,700t		
・導坑工（立坑連絡、アクセス、躯体下）	1式		
・市営地下鉄仮受工	24基		
（・躯体構築工 ※その3工事	12,500㎡		

3 本工事の特色

地上部は1日あたり6万台以上の車が往来する主要幹線道路の交差点であり、なおかつ交差点上には地上5.2mの高さに円形の歩道橋があるため、時間制約および空頭制限の条件下での施工が必要であった。

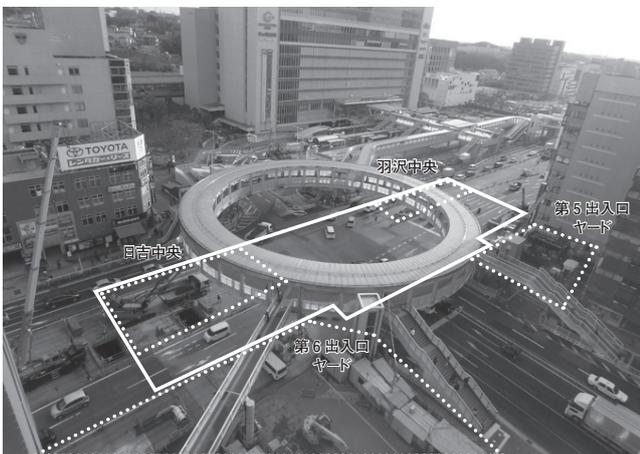


写真-1 地上部施工状況

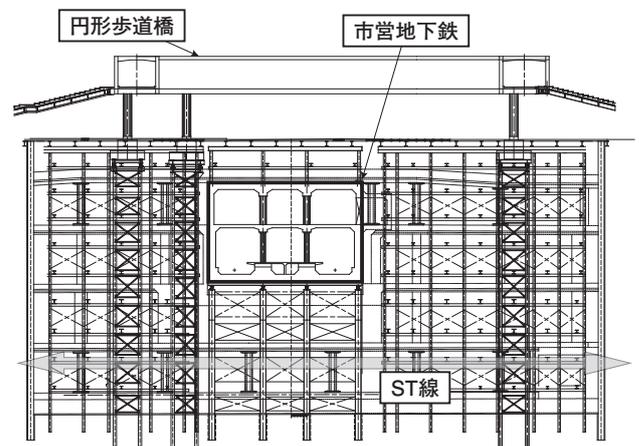


図-4 施工断面図

このような厳しい施工環境の下、市営地下鉄新横浜駅の下にST線の新駅をつくるという工事を進めるにおいて、重要なカギとなる4つの工法について紹介する。

- ① 鋼製連壁：周辺地盤への影響を最小限に抑えて掘削するための土留壁と本体躯体の一部を兼ねるので、高剛性、高遮水性を有する鋼製地中連続壁を採用。狭隘空間でも高い施工精度が確保可能な工法を採用して施工。
- ② 地盤改良：地上から鋼製連壁の施工ができない既存駅の下は、地下鉄営業終了後に、駅躯体を貫通しての高圧噴射攪拌地盤改良により、止水壁を構築。
- ③ 導坑掘削：地下鉄駅躯体直下を掘削する前に、駅躯体を支える仮受け杭を先行するために、道路外に立坑を設け地上から駅躯体下部へアクセスするトンネルを山岳工法（NATM）で構築。これにより、駅躯体構築工

期が大幅に短縮。

- ④ 仮受け工：地下鉄の運行を止めずに工事を進めるため、アンダーピニング工法にて地下鉄駅躯体を仮受け。本体掘削が平行するため、地下鉄駅躯体に作用する荷重が大きく変化する環境下での施工。

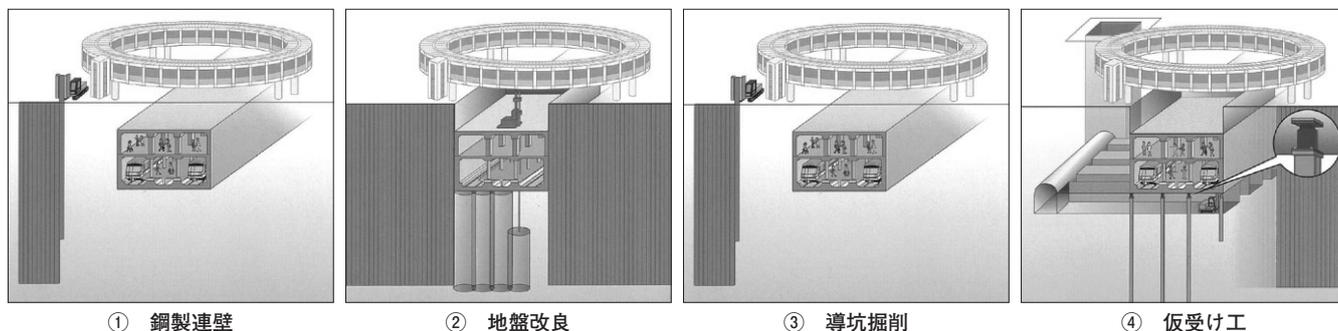


図-5 4つの工法概念図

4 鋼製地中連続壁工法Ⅱ'型の開発と施工実績

鋼製連壁工法には、削孔後、溝壁内に芯材（以下、Ns-Box）を建て込み、コンクリートを打設するⅠ型工法と、削孔後、ソイルセメント原位置攪拌後にNs-Boxを建て込むⅡ型工法があり、本工事では、新駅構築の隣接工区と同じⅡ型工法が採用されていた。しかし、Ⅱ型工法の施工サイクルを当夜作業内に終わらせることは困難であったため、安定液削孔した後にNs-Boxを建て込み、ソイルセメントと同等品質の流動化処理土を充填して安定液置換をするⅡ'型工法を新たに採用した。空頭制限には、低空頭でも高精度の掘削が可能なMPD-TMX工法（4mでの空頭制限下で施工可能な施工機械）を採用した。

また、鋼製連壁Ⅱ'型工法による土留壁の止水性を担う流動化処理土については、事前に現場の状況を模擬したNs-Boxへの充填性確認実験を実施し、水張り漏水状況確認、嵌合継手部充填状況目視確認により、鋼製連壁Ⅱ型と同等程度の充填性と止水性を確保できることを確認した。

実施工においては、削孔延長が36.4mと深く、鉛直精度1/400と高い精度が求められたが、孔壁測定を10mおきに実施することで高い掘削精度を確保しつつ、修正削孔等による時間ロスを最小限に抑え施工を進めた。また、流動化処理土打設では、トレミー管をNs-Boxの各スペースすべてに設置することで、充填性を確保することができ、無事施工を完了させた。



写真-2 削孔状況

写真-3 芯材建込み状況

写真-4 流動化処理土打設状況

写真-5 本体掘削部・鋼製連壁状況

5 貫通施工による地下鉄営業線直下の地盤改良工

アンダーピニング用の杭を施工するために、先行して構築する躯体下導坑掘削時の地下水流入防止と、本体掘削時の土留め背面の遮水を目的として、営業線地下鉄駅躯体を貫通して駅躯体直下の地盤改良を行った。地盤改良工事における施工条件を以下に示す。

- ① 上下線の軌道や多くの駅施設物があり、躯体貫通コア削孔が可能な箇所が限定される。

- ② 駅ホーム部の施工は、き電停止中（1：25～4：20）の175分となる。
- ③ 地盤改良を行う地盤（GL-17.1m～-37.4m）は、16mの被圧水頭下にある。
- ④ 営業線地下鉄駅躯体の他、電力洞道、円形歩道橋等の重要構造物が近接する。

以上のような制約条件下で施工可能な方法を策定した。

- ・大口径の改良体が造成可能なジェットクリート工法を採用し、躯体幅18mに対し、直径4mの改良体を8本配列し、遮水壁を構築することとした。
- ・地下鉄駅躯体の上床版（GL-5.3m）上の路下空間に削孔機を、地上規制帯内にクレーンと造成機を配置して作業時間を短縮。造成時の閉塞トラブルに対応可能な配置とした。
- ・駅躯体貫通部には外径216mmガイド管を設置し、造成時の排泥を路下空間で回収した。
- ・被圧地下水の流入を防ぐため、上・中床には閉塞蓋を、下床に止水バルブを設置した。

また、本施工に先立ち、対象となるN値150の硬質な砂層地盤に対して、当該工事の隣接地で試験施工を行い、必要改良径（4.0m）の確保、改良体の健全性を確認した。

実施工では、地盤内の地下水圧の変動や排泥閉塞による地盤内圧の上昇により、地下鉄駅躯体に設置した開水路式沈下計（分解能0.1mm）の計測値にたびたび変動が観測されたが、工事中断の管理値を超過することなく、全ての施工を完了した。

現在、導坑掘削、本体掘削施工中において、改良体の遮水性、既設躯体との密着性について十分な性能を有していることが確認できている。

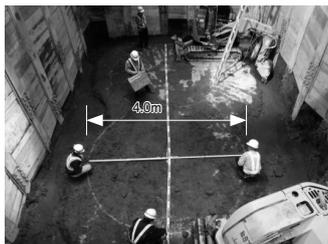


写真-6 試験施工の改良体確認状況



写真-7 路下空間での先行削孔状況

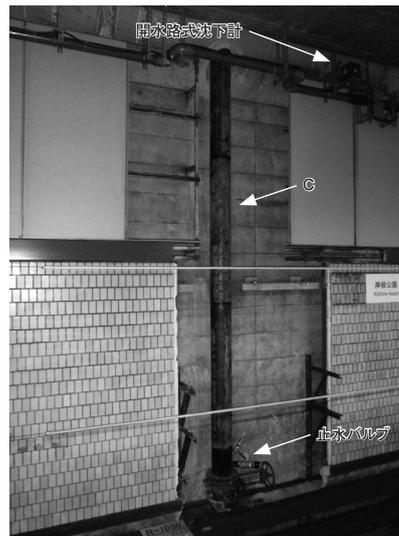
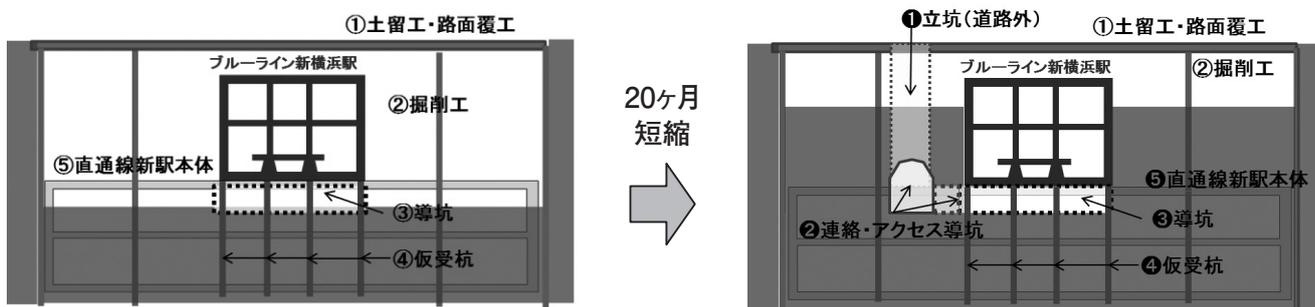


写真-8 軌道階ガイド管・バルブ設置状況

6 都市部小断面NATMによるアンダーピニング用導坑施工

本体掘削とアンダーピニングを同時に施工し工程短縮を図るため、主要幹線道路の駅前交差点直下において、アンダーピニング用導坑を都市部小断面NATMで施工した。



導坑掘削部の地盤は、上総層群の砂層（N値150）・火山灰・泥岩（一軸圧縮強度：3N/mm²）の互層で、切羽は泥岩が主体で比較的安定、天端付近は砂泥の互層で脆弱、脚部は砂層（均等係数2.0程度）、地下水は被圧下（水頭16.8m）であり、流砂現象の恐れや天端および脚部地山の緩みが懸念された。

施工上の主な課題は、「①地上トンネル仮設ヤードが非常に狭隘（450m²）で、導坑掘削断面も必要最小限である。②主要幹線道路交差点、また営業中地下鉄駅躯体直下での施工」であり、導坑掘削時の周辺地山の緩みを極力抑制する必要がある。

実施工において、吹付けコンクリートは、狭隘な施工環境下でも現場練りが適宜可能で、施工性に優れたM-PACシス

テムによるPFモルタルを導坑全線に渡って採用した。

アクセス導坑と躯体下導坑エリアにおいて、流砂現象対策による地山強化を目的として、切羽前方支保工脚部に対し、FIT工法（注入材：無発泡シリカレジン）で地山補強を行った。

主要幹線道路の駅前交差点直下、かつ営業中地下鉄駅躯体直下という非常に厳しい施工条件下での導坑掘削において、検討段階から発注者と協議を行うことで、施工方法・支保・補助工法を適切に選定することができ、結果としてトラブルなく施工を完遂することができた。



写真-9 吹付け状況



写真-10 連絡導坑・アクセス導坑全景



写真-11 躯体下導坑掘削状況

7 変位・荷重自動制御方式による地下鉄駅躯体アンダーピニング

アンダーピニング用の躯体下導坑の掘削完了後、10m程度の狭隘空間において施工可能なTBH掘削機を用いて掘削径1.0m削孔、専用の建込み機で仮受け杭の建込みを行った。



写真-12 削孔状況



写真-13 杭建込み状況



写真-14 仮受け完了状況

当工事のアンダーピニングは、営業中の横浜市営地下鉄3号線の地下鉄駅躯体（受替荷重：約6,800t）を24本の仮受け杭頭に設置された24台の受替工法用特殊油圧ジャッキ（以下、仮受ジャッキ）で直接支持し、地下鉄駅躯体直下に新駅を建設するもので、施工条件として、以下のことから初めて「変位・荷重自動制御方式」を採用し、管理を行っている。

- ① 仮受けと本体掘削が平行して行われ、駅躯体に作用する荷重が大きく変化する。

② 地下鉄駅躯体健全性から導かれる許容変形角が小さく、厳密な変位制御が必要である。

③ 地下鉄運行に支障がないよう、変位発生時に迅速なジャッキ修正作業が必要である。

当現場では、地下鉄駅躯体の変位量、仮受ジャッキの荷重・ジャッキストローク量、地下鉄駅躯体周囲の掘削状況のデータを取り込み、3次元データへ変換している。「見える化」することで、ジャッキ制御に関する人的判断やモデル化を行う場合に活用している。

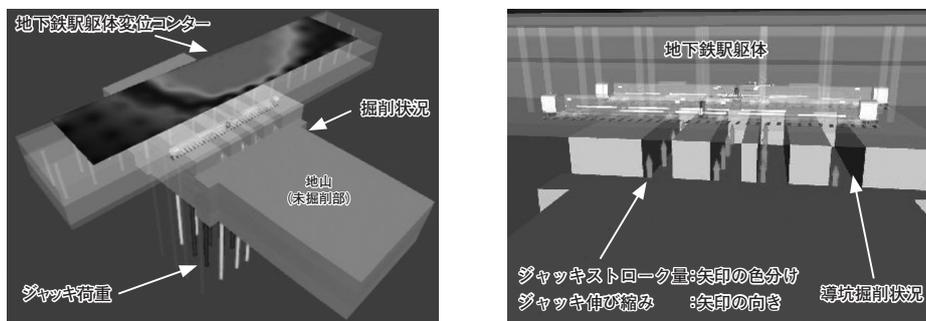


図-6 アンダーピニングの見える化

8 まとめ

「駅の下に新駅をつくる」ために、創意工夫や新しい工法の採用により様々な問題点を克服して工事を進めている。今後、輻輳する既設構造物に対するアンダーピニングのニーズが高まる事が想定されるため、本工事での取り組みが同種工事の参考になれば幸いである。

TOKYO DOBOKU FRONTLINE Report

現場見学会レポート

◆周辺への安全を考慮し工事を進める地下の大空間

2月22日(水)、当会は神奈川県横浜市で行われている相鉄・東急直通線新横浜駅地下鉄交差部土木工事の見学会を開催し、会員各社から30名が参加した。

見学会時は駅部の開削も約33mの内、約21mまで進み、地下鉄仮受杭施工のための躯体下導坑掘削と、自動制御による地下鉄アンダーピニングを施工中。岩下副所長より工事概要について説明を受けた後、実際に導坑掘削や地下鉄仮受杭施工の現場を見学した。

現場は自動車の往来が激しい新横浜駅前の交差点と地下鉄の真下であり、細心の注意を払うことは絶対条件。そんななかでも3年という短期間での完工ということで、綿密なスケジュール管理と日々の安全確認を確実にしている現場の様子が分かる見学会となった。

