地下鉄営業線直下におけるジェットクリート工法（ＪＣ工法）による既設構築下補強実績
－東京地下鉄(株)日比谷線虎ノ門ヒルズ駅工事－

鹿島建設(株)　正会員　○藤田智之　吉田健太郎　北川　豊
東京地下鉄(株)　改良建設部　郡山　剛　藤野　覚　鈴木章悦

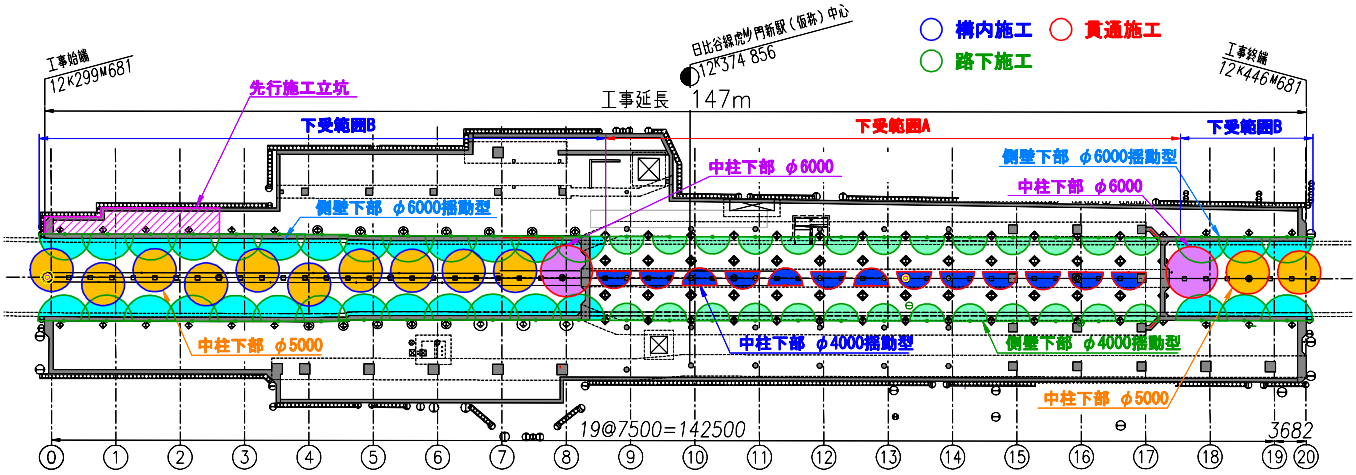
１．はじめに

日比谷線虎ノ門ヒルズ駅は，営業中の日比谷線霞ケ関駅～神谷町駅間に新駅として設置されるものであり，1 層 2 径間の箱型トンネル構造である既設躯体（地下 1 階）の側部と下部（地下 2 階）に新設躯体を構築する．既設躯体の側壁は撤去し，相対式ホーム方式による乗降場とする計画である．[1)2)]

本稿では，既設日比谷線構築下における地盤改良工法（ジェットクリート工法）の施工実績について報告する．

２．施工計画と課題

高圧噴射撹拌工法の一つであるジェットクリート工法（以下，JC 工法）による地盤改良は，既設日比谷線の側壁および中柱下部の剛性確保を目的として行われるが，設計上必要とされる強度や改良径は一様ではない．したがってそれぞれの範囲・部位毎の要求仕様に応じ施工を行った．既設構築下補強の配置を**図－1** に地盤改良の区分を**表－1** に示す．



図－1　構築下補強の配置

既設構築下補強の施工に際し，安全な列車運行を確保するため下記 3 点の課題に取り組んだ．

(1) 既設日比谷線の計測体制
(2) 被圧水下における営業線内での施工方法
(3) 限られた施工時間下での工程確保

表－1　地盤改良の区分

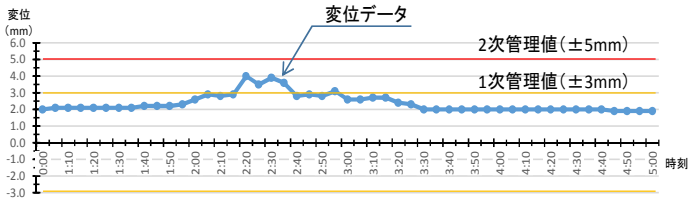
下受範囲	部位	改良径(mm)	角度(度)	平均実施改良長(m)	一軸圧縮強度(MN/mm²)	箇所数
下受範囲A	側壁下部	φ4000	180(揺動型)	8.0	1.4	26
	中柱下部	φ4000	180(揺動型)	7.5	0.6	13
下受範囲B	側壁下部	φ6000	180(揺動型)	9.0	3.0	32
	中柱下部	φ5000	360	8.6	2.0	12
		φ6000	360	7.9	3.0	2

３．課題の解決と施工実績

課題への取組みを中心に，当現場における既設構築下補強の施工実績について記す．

3.1　既設日比谷線の計測体制

既設構築下での地盤改良造成時において，排泥の閉塞により，閉塞箇所の圧力が上昇し，既設構築並びに軌道に対して変状をきたす事が懸念される．当工事では既設構築内の水盛式沈下計並びに既設構築上に設けた基準点を用い，リアルタイムの変状計測監視を行った．施工当日における時系列変位結果を**図－2** に示す．既設構築下の地盤改良（JC 工法）の施工中，既設日比谷線構築は隆起の傾向を示し 1 次管理値（±3.0mm）を超過する



図－2　地盤改良時における既設日比谷線変位計測結果

キーワード：地下鉄，地盤改良，ジェットクリート工法，貫通施工，開削工法，営業線
連絡先：〒107－8477　東京都港区元赤坂 1－3－8　鹿島建設(株)東京土木支店　TEL03－3404－5511

© Japan Society of Civil Engineers

場合もあったが，適宜，排泥閉塞解消措置（超高圧ポンプの圧力を下げ，ロッドを上下させて詰まりを取除く作業）を実施し，作業一時休止基準である 2 次管理値内（±5.0mm）で施工を完了した．

3.2　被圧水下における営業線内での施工方法

下受範囲 A・B 共に中柱下部では既設構築下床に設けた貫通コア削孔（φ230mm またはφ180mm）から削孔・造成作業を行う．しかしながら，既設日比谷線構築下床は地下水位以深であるため，コア孔から被圧された地下水が噴発し，軌道内に流入する恐れがある．そこで当工事は道床コンクリートを撤去し，建築限界を確保した位置に地下水流入防止用のシャッターバルブを設置した．また貫通コア削孔時における地下水の流入防止や，地盤改良造成時の排泥閉塞が起因となる既設構築の隆起を防止するため，構築下部の地山へ懸濁型注入を実施した．

3.3　限られた施工時間下での工程確保

営業線内での地盤改良は，改良機の移動・据付が当夜の進捗を大きく左右する．施工方法の概要図を**図－3** に示す．当工事では工程確保のため，設置された立坑から改良機を入退場させる中柱下部構内施工と，既設日比谷線構築上床にコアを削孔し，地上部から直接ロッドを差込む中柱下部貫通施工を行った．また営業線への立入可能時間は約 190 分であり，その内準備・片付け・跡確認を除く実作業時間は計画時において最大で約 125 分と限られている．時間制約から 1 か所あたりの改良体は分割施工とし，打継重ね長さは 15cm とした．側壁下部での既設構築下補強においては，当初造成作業はき電停止時間での作業時間制約であったが，先行して行われた中柱下部での既設構築の挙動を確認した上で，削孔並びに造成共に日比谷線営業中での作業とし，施工は路下にて行った．各施工条件に対するサイクルタイムの比較結果を**表－2** に、各条件下での施工状況を**写真－1～3** に示す．また，営業線内での実施工時にトラブルに備え，当日の施工完了は線路閉鎖作業 20 分前を目標とした．

表－2　サイクルタイム比較表

中柱下部　構内施工（き電停止作業）
φ4,000　180°　造成作業時

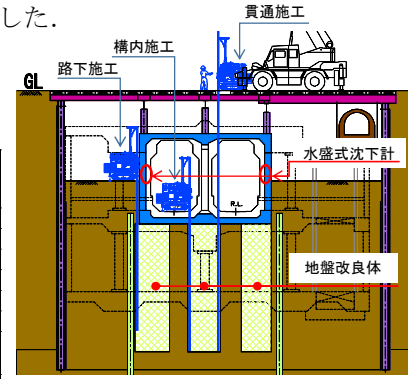
No	作業内容	計画（分）	実施工（分）
1	準備作業	35	25
2	ガイド管建込み	-	-
3	造成ロッド建込み	20	20
4	造成	55	70
5	安定液注入	15	5
6	造成ロッド引抜き	15	10
7	ガイド管引抜き	-	-
8	片付け	50	40
合計		190	170
造成出来形（m/日）		2.0	2.5

中柱下部　貫通施工（き電停止作業）
φ5,000　360°　造成作業時

No	作業内容	計画（分）	実施工（分）
1	準備作業	45	5
2	ガイド管建込み	-	10
3	造成ロッド建込み	20	15
4	造成	35	95
5	安定液注入	15	5
6	造成ロッド引抜き	15	15
7	ガイド管引抜き	-	5
8	片付け	60	20
合計		190	170
造成出来形（m/日）		1.5	4.0

側壁下部　路下施工（時間制限無）
φ4,000　180°　造成作業時
※1計画は当初のき電停止作業制限下

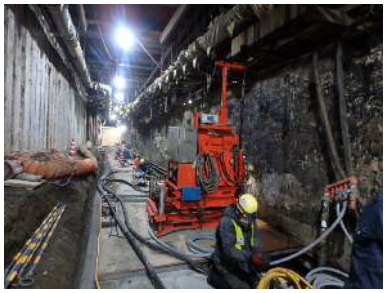
No	作業内容	計画※1（分）	実施工（分）
1	準備作業	30	30
2	ガイド管建込み	-	-
3	造成ロッド建込み	20	25
4	造成	90	180
5	安定液注入	-	-
6	造成ロッド引抜き	20	25
7	ガイド管引抜き	-	-
8	片付け	30	40
合計		190	300
造成出来形（m/日）		4.5	9.3



図－3　施工方法の概要図

写真－1　構内施工の状況

写真－2　貫通施工の状況


写真－3　路下施工の状況

4．まとめ

虎ノ門ヒルズ駅では，JC 工法の採用並びに各種取り組みにより既設構築下補強を安全・品質・工程ともに満足する結果を得ることが出来た．引続き 2020 年の東京オリンピック・パラリンピック開催に向け施工管理を徹底していく次第である．本稿が今後の類似した施工条件下での地盤改良工事への適用に際し，参考になれば幸いである．

参考文献

1）坂田，佐久間，野崎：TRD 工法を採用した日比谷線虎ノ門新駅（仮称）工事，第 72 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.1807-1808，2017.9.

2）吉田，北川，鈴木，郡山：都心部路上での等厚式地下連続壁（TRD 工法）の施工実績，第 73 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.2049-2050，2018.8

© Japan Society of Civil Engineers