

地下鉄駅構築下地盤改良の施工方法について

東京地下鉄株式会社 正会員 ○飯塚 光洋

東京地下鉄株式会社

岡田 龍二 福田 隆二 神澤 拓

1. はじめに

東京メトロ東西線は、都心を横断して東京西部(中野駅)と千葉県(西船橋駅)を結ぶ延長 30.8km の路線で、中野駅で JR 中央線と、西船橋駅で東葉高速鉄道・JR 総武線と相互直通運転を実施している。直通運転の実現による高い利便性から沿線開発が相次いだ現在、朝タラッシュ時の高い混雑率が課題となっている。これに対する施策の一環として、潜函工法で建設された東西線南砂町駅を、開削工法にてホーム 1 面と線路 1 線を増設する改良工事を行っている。本稿では、掘削前の補助工法として必要であった営業線構築下における地盤改良のうち、終端部工区(西船橋側)の施工方法について紹介する。

2. 構築下地盤改良の概要

本工事では、N 値 0~1 の超軟弱な地盤を G.L-14m まで掘削を行うため、補助工法として掘削底面以深に先行地中梁及び底盤改良を目的とした地盤改良を施工する必要があった。図-1 の①で示す既設躯体側部は地上部から高圧噴射攪拌工法にて直径 3.5m 及び 4.0m、厚さ 1.5m の改良体を造成した。②で示す既設躯体直下部については、AB 線軌道内及び電気室から下床版を貫通させて造成する方法も検討したが、電気室の諸設備を移設することが困難であったこと等のため、水平方向(奥行き方向)に地盤改良を施工することとした。

3. 水平地盤改良の概要

水平地盤改良を行う対象範囲は、延長で 153m に及び、この範囲を改良するために既設躯体直下に作業スペースのための横坑を 2 箇所設けた。図-2 の縦断面図で示すように、1 つの横坑から最長で 54m 先まで水平方向に地盤改良を行い、改良厚の確保のため上下 2 段で改良を行うことが大きな特徴である。

施工機の選定に際して、改良箇所の直上に営業線の軌道があるため、地盤内圧力を適切に保ちながら施工できる機械であることを重視した。他にも、延

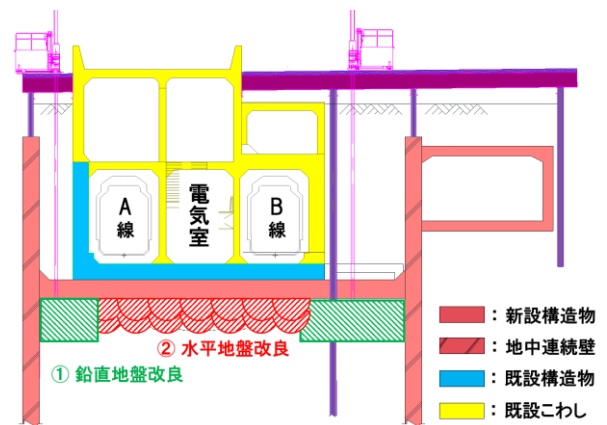


図-1 代表断面図

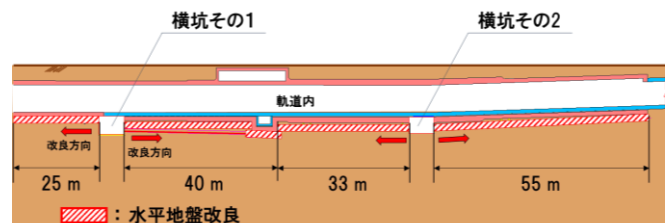


図-2 縦断面図

長が長い水平施工のため、先端ビットに計測センサーを備え、削孔・造成精度が確認しやすい機械であることが重要であった。

施工時間は、高圧噴射攪拌工のうち「削孔」の工程については、着手時のみ起電停止作業としたが、周囲への影響が無いことを確認した後は、昼夜問わず作業した。「プロジェクトおよび造成」の工程については、躯体に想定外の圧力がかかる可能性を考慮して線路閉鎖時間のみの作業とした。

4. 水平削孔精度に関する懸念と対策

延長 50m に及ぶ水平地盤改良となると、削孔の際に孔曲りし、既設躯体を損傷する恐れや改良体の連続性が確保できない等の懸念があった。そのため、削孔精度の管理には、削孔機の先端で常時削孔位置が計測できるジャイロセンサーと、補正用の追加挿入式センサーを 2 つ併用して用いることとした。実施施工に先立ち、2 つのセンサーの性能を確認するための試験施工も行い、その結果を基に、追加挿入式の計測器による数値の補正は 20m 毎に行うこと、削孔

キーワード 地下鉄、営業線直下、駅改良、軟弱地盤、水平地盤改良

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) 鉄道本部改良建設部 TEL.03-3837-7132

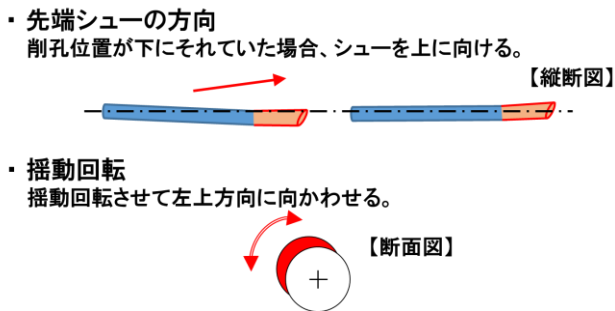


図-3 削孔位置の修正方法

位置の管理目標値は水平方向 $\pm 150\text{mm}$ 、鉛直方向 $\pm 100\text{mm}$ とすることとした。

実施工時は、計測データをみながら、図-3 に示す先端シュー及び揺動削孔により削孔位置を修正した。

5. 改良体造成による軌道変状の懸念と対策

今回対象とした地盤は、比較的粘性が高く、造成中に排泥が閉塞することが想定され、その場合直上にある躯体及び軌道が変位する懸念があった。また、造成に伴い、造成体がまだ固まらない状態の時は躯体が沈下し軌道が変位してしまうことも想定された。

これらに対しては、地盤改良実施の事前段階として、躯体の変状を捉えるために、駅躯体の各所に水盛式沈下計を設置し、インターネットを介してリアルタイムで躯体の隆起・沈下の計測値を把握できるようにした。

また、改良体の造成時は、地盤内圧力の管理値に上下限値を設けて制御した。ここで地盤内圧力とは、硬化材の超高压噴射により攪拌混合された改良地盤内の圧力のことで、これを制御することにより造成による地盤変状が抑制できる。なお上限値は、土被り圧とし、下限値は地下水圧とした。

この他、改良体の造成時は、軌道内から躯体の様子を監視し、レベル計測も併せて行い、さらに造成終了後には軌道四項目（軌間、水準、通り、高低）を毎夜計測することで小さな異変も把握できる体制を整えた。

6. 水平地盤改良の施工結果

1) 施工期間

$\phi 1.3\text{m} \sim 2.4\text{m}$ の改良径で合計 90 本の施工が計画された水平地盤改良は、列車の運行に一度も影響を与えることなく、約 9 ヶ月間をかけて無事施工を完了した。

2) 削孔精度

管理目標値水平方向 $\pm 150\text{mm}$ 、鉛直方向 $\pm 100\text{mm}$

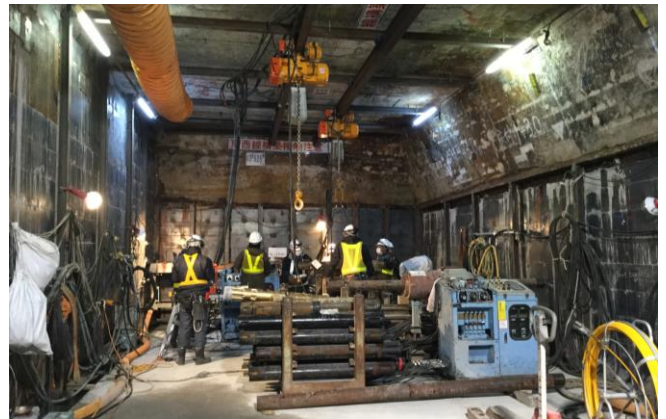


写真-1 横坑からの水平地盤改良施工時の様子

に取り組む中で、全数の約 2 割の本数で削孔のやり直しを要した。南砂町駅は潜函工法で造られたこともあり、ケーソン中詰め部にコンクリートガラや鋼材、木片などが埋設されており、削孔軌道がはずれる要因となったと考えられる。

3) 躯体の変状測定結果

水平地盤改良施工時の駅躯体の変状は、なだらかな隆起と沈下を繰り返したが、沈下計値で $\pm 4\text{mm}$ 程度の範囲内で収まる変状であった。躯体の変状を最小限に抑えることができたのは、水平地盤改良の施工に先立って既設躯体側部の地盤改良を実施し、ある程度安定した状態で躯体直下部の改良を開始した施工順序の工夫も寄与したと考えられる。

4) 造成状態の確認

横坑から水平方向に 10m のチェックボーリングを実施し、さらに水平地盤改良の最終到達地点である 54m 先の箇所を駅構内から構築下へ下床版を貫通させてチェックボーリングを実施した。結果は良好であり、強度を満足する改良体が密実に施工されていることが確認できた。

6. おわりに

営業線に近接する工事では毎日の安全な列車運行を優先しながら作業を進める必要があり、また都市部における地下鉄改良工事においては、作業時間や作業スペースに多くの制約がある。加えて南砂町駅の躯体は軟弱地盤中にあるため、駅改良に必要な作業の全てに対して躯体と軌道変状のリスクを詳細に検討しなければならない。

現在は、上記で説明した地盤改良を終えた箇所の掘削に順次着手しており、掘削後は新設躯体の構築と既設躯体のこわし作業に入ることになる。本稿が今後の駅改良工事の参考となれば幸いである。