

都市部の駅改良工事における鋼製地下連続壁工の施工実績 その2

— 東西線木場駅改良工事 —

東京地下鉄(株) 正会員 村上哲哉 沢里光生
鹿島建設(株) 正会員 森 暢典 ○星野恭平

1. はじめに

東西線木場駅改良土木工事では、本体利用の鋼製地下連続壁(以下、鋼製連壁)を路上から施工し仮設の土留め壁を兼用する計画である(図-1)。しかし、その一部は移設困難な埋設管路を避けるため、一次土留めを施工し鋼製連壁を路下施工とする計画としている(図-2)。本稿では、路上から施工した鋼製連壁の施工実績について報告する。

2. 鋼製地下連続壁の施工計画と施工実績

本工事の鋼製連壁は、掘削後に溝壁内に芯材(以下、NS-BOX)を建て込み、コンクリートを充填する鋼製地下連続壁Ⅰ型を採用した。掘削機には、水平多軸回転式掘削機(以下、CMX掘削機)を用いた。図-3にエレメント割付図を示す。カッター幅3.2mを1ガットとし2ガットで1エレメント(以下、EL)とした。先行ELが1つ、片押しELが6つ、後行ELが1つの計8ELの割付である。施工順序は、最初に先行ELを施工し、その後は先行ELの両側を泣き別れる様に片押しELを施工する。最後に後行ELを施工した。

(1) 掘削工

CMX掘削機は、泥水を循環しながら掘削するもので、掘削中は溝壁内の水位を保つため地上から安定液を補給しながら施工を行った。掘削後は、継手清掃、良液置換を行って掘削完了とした。掘削精度の確認には、超音波溝壁測定機を用いた。

(2) NS-BOXの建込み

NS-BOXには新設躯体スラブの鉄筋ジョイントカプラーが溶接されているため、出来型確保のため高い建込精度が要求された。品質管理項目として、①建込位置：±20mm以内、②建込精度：1/500、③天端高さ：-20mmを設定した。特に建込精度においては、NS-BOXは添接板の4隅のドリフトピンを使用することで建込精度を確保する仕様になっている。ドリフトピンの挿入では近隣への騒音を最小限にするためスピードセッターを使用し、油圧で引き込む方法とした。以上の施工方法により近隣からの要望もなく建込精度を確保できた。また、鉄筋ジョイントカプラーは、後工程のための工夫としてコンクリートの回り込みとコンクリート撤去時の損傷防止のため、カバーにて防護し周囲にコーキングを施した。

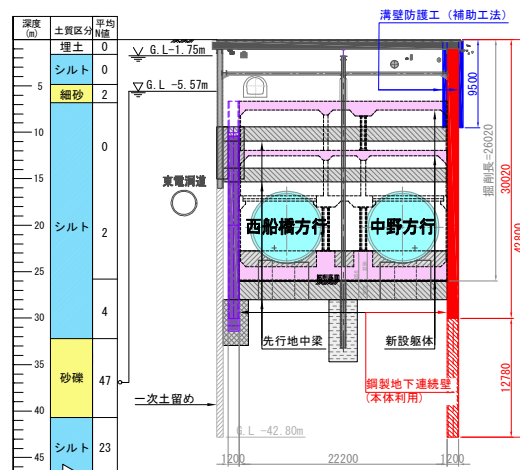


図-1 地質及び横断面図

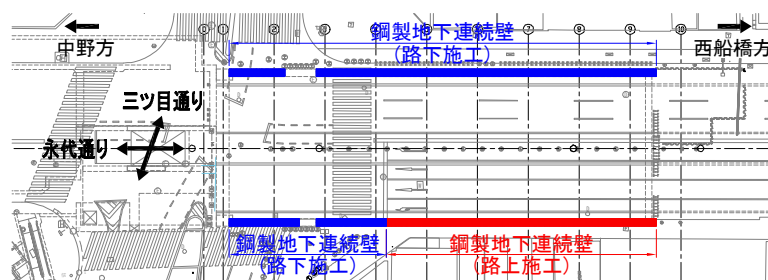


図-2 鋼製地下連続壁平面図

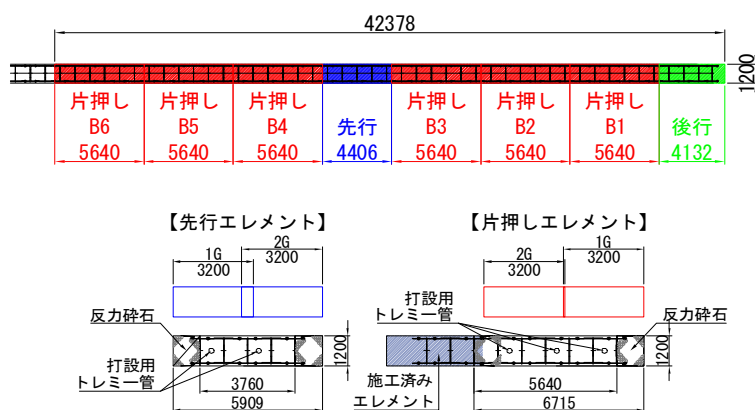


図-3 エレメント割付図

NS-BOXには新設躯体スラブの鉄筋ジョイントカプラーが溶接されているため、出来型確保のため高い建込精度が要求された。品質管理項目として、①建込位置：±20mm以内、②建込精度：1/500、③天端高さ：-20mmを設定した。特に建込精度においては、NS-BOXは添接板の4隅のドリフトピンを使用することで建込精度を確保する仕様になっている。ドリフトピンの挿入では近隣への騒音を最小限にするためスピードセッターを使用し、油圧で引き込む方法とした。以上の施工方法により近隣からの要望もなく建込精度を確保できた。また、鉄筋ジョイントカプラーは、後工程のための工夫としてコンクリートの回り込みとコンクリート撤去時の損傷防止のため、カバーにて防護し周囲にコーキングを施した。

キーワード：地下鉄，営業線，駅改良，シールド，鋼製地下連続壁，近接施工

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店土木部 TEL. 03-6838-2284

(3) コンクリート

コンクリートの打設は1方で打設する計画であり、NS-BOXが嵌合すると隔壁状の構造となるため、自己充填性、自己流動性、材料分離抵抗性のある特殊増粘剤一体型の高性能AE減水剤を使用した高流動コンクリートを使用した。コンクリートの仕様と配合例を表-1に示す。1ELの打設量は約230m³である。打設には騒音低減のため電動式の定置式コンクリートポンプを使用し、3箇所の特レー管に分岐配管を行い打設した。通常、コンクリート打設高さに合わせ反力用砕石を並行して投入するが、本工事では作業帯内のスペースの関係から並行作業が難しいため、事前に砕石投入を完了させることとした。

(4) 施工時間の設定と施工サイクル

今回の鋼製連壁は、駅シールドとの最小離隔が約920mmと近接するため、駅シールドへの影響(変位や漏水)を監視するため先行ELの掘削作業を全て終列車後(0:40~3:30)として作業した。建込から打設までは、道路使用許可の許可時間(20:00~6:00)で作業を行った。

表-2が施工サイクルである。片押しELの掘削作業は、先行ELの実績を踏まえシールド横の深度のみ終列車後とした。

表-1 コンクリートの仕様と配合例

f c (N/mm ²)	セメントの種類	セメント(kg)	水セメント比(%)	スランプフロー(mm)	粗骨材の最大寸法(mm)
24	BB	350kg以上	50%以下	60	20

(kg/m ³)					
水セメント比(%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
38.9	175	450	833	845	8.55

※混和剤：マスターグレンウム6500

表-2 施工サイクル

	掘削	継手清掃 良液置換	建込	根固め モルタル	砕石投入	特レー管建込	打設	合計
先行エレメント	13方 ^{※1}	2方 ^{※1,2}	5方	1方	1方	1方	1方	24方
片押しエレメント	7方	2方	4方	1方	1方	1方	1方	17方

※1：作業時間は、終列車後の0:40~3:30とした。
※2：先行エレメントは、継手清掃は無し。

3. 駅シールドへの影響

鋼製連壁と駅シールドが近接することから事前解析によりトンネル変位量を予測し各種計測¹⁾を実施しながら慎重に施工を行った。トンネル変位のメカニズムを図-4に示す。溝壁面に泥水圧(比重1.02)と地山解放応力が作用し、そのバランスにより周辺地盤が変形すると想定し、三次元有限差分法を用いてトンネルの変位量を求めた。

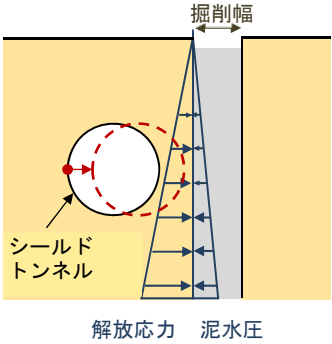


図-4 トンネル変位のメカニズム

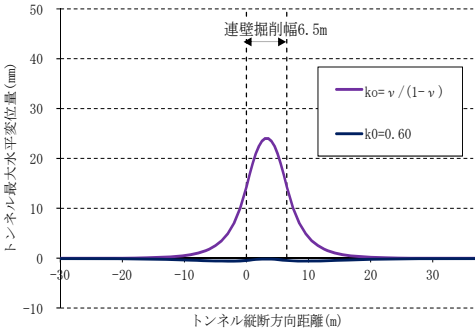


図-5 解析結果

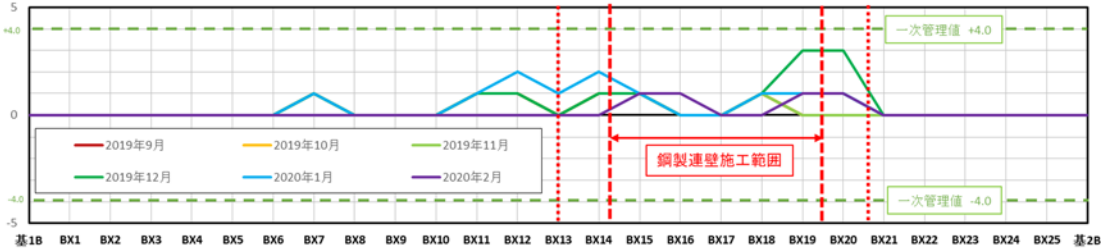


図-6 トンネル水平変位の測量結果

図-5に解析の結果を示す。静止土圧係数の設定方法²⁾により、水平変位は0mm~最大24mmであった。

図-6にトンネル水平変位の測量結果を示す。2019年9月下旬に施工を開始し2020年2月末現在で5ELの施工が完了したが、施工開始からの水平変位量は0~3mm程度であり、ほとんど影響を及ぼしていない。

4. おわりに

今回の鋼製連壁では、都市部の狭隘な作業帯であり、営業線の駅シールドトンネルに近接しての施工であったが、施工方法の工夫と駅シールドの自動計測の計測データの監視を行いながら、無事に施工することができた。今後も路下施工の鋼製連壁を行う予定であり、さらなる品質管理、安全管理を行い無事故で施工を続けて行く所存である。今回の事例が、都市部かつ駅シールド近接条件下での工事の一助となれば幸いである。

参考文献 1) 村上哲哉ら、駅改良工事における地盤改良工の影響について その1、土木学会第74回年次学術講演会講演概要集, pp.1079-1080 (2019年9月) 2) 小林克哉ら、一次土留め壁施工に伴う近接トンネル挙動の事前予測と施工実績, 第53回地盤工学研究発表会, pp.1603-1604 (2018年7月)