

VI-212

近接施工を伴う軟弱地盤中のシールド到達について

NTT東京支社 正会員 荒井 久男
NTT東京支社 富沢 隆和
協和エクシオ(株) 板垣 幸二

1. はじめに

都市部では道路下の地下空間の輻輳化により、新たに地中構造物を建設する場合、既設構造物と近接施工となることが多い。特に軟弱地盤ではシールド工事の影響が長期にわたって継続し、しかも沈下量も大きくなることから、既設構造物に支障となる影響を与えずに施工することが課題となる。

本報告は、東京低地の沖積粘性土地盤中で、既設地下鉄シールドトンネルとの近接施工を伴いながら、既設シールドトンネルに地中接合したシールド工事の施工結果である。

2. 工事概要

本工事は延長573m、外径2.8mのトンネルを泥水加圧式シールド工法により施工したものである。本シールドは到達付近で地下鉄下を7.9mの離隔で横断し、斜下11.1mの位置で既設トンネル（ $\phi 4.55$ m）に地中接合したものである。図-1に地下鉄との位置関係及び到達付近の地質縦断面図を示す。埋土の下GL-50m程度まで沖積層が堆積しており、シールド到達部の土質は下部有楽町層の軟弱シルトで、N値が2～3、粘着力が5.8tf/mである。

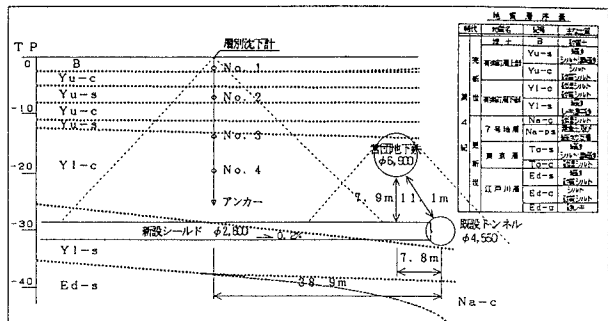


図-1 地質縦断面図

3. 到達方法

到達にあたっては既設トンネル内に発泡モルタルを充填しておき、泥水を張ったまま推進・貫入させる方法を採用した。以下に到達トンネル側の到達準備工とシールド推進側の施工方法の概略を示す。

(1)到達準備工（図-2参照）

- ①既設トンネル内から薬液注入工法により、到達防護のための地盤改良工
- ②既設トンネル開口のための補強工
- ③鏡はつり（鋼製セグメント溶断・撤去）と発泡モルタル（一軸圧縮強度：15kgf/cm²程度）充填を補強ストラットを施しながら5分割施工

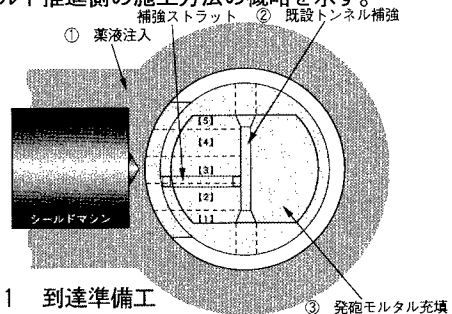


図-1 到達準備工

(2)シールド推進側の施工方法

- ①切羽土質の変化（砂質土→粘性土）する到達手前約39mから、シールド推進に併せて発泡硬化が約1分である急結性の硬質発泡ウレタン系止水材（60分経過圧縮強度：6kgf/cm²，発泡率：1.5倍）を裏込め材として注入した。
- ②層別沈下計の沈下データを分析し、土質変化点から切羽泥水圧の設定を自然水圧+0.2（2.9kgf/cm²）から主動土圧+0.2（3.2kgf/cm²）に変更した。
- ③シールドが既設トンネルに到達後、速やかにシールド外殻の周囲18か所から硬質発泡ウレタン系止水材を注入した。
- ④1リング推進毎に切羽泥水圧、推力、カットトルク、推進速度、裏込め注入量・注入圧、泥水性状、掘削乾砂量を層別沈下計の変位とチェックしながら最適推進管理方法をとった。

⑤地下鉄の影響範囲内はセグメント組立時以外シールド推進を停止しなかった。

4. 地下鉄変状の予測解析と層別沈下計の設置について

新設シールド到着前に行う既設トンネルのセグメント撤去時と新設シールドの地下鉄下推進について、地下鉄下端の地盤沈下量の予測を二次元FEMによる弾性解析で行った。その解析結果を表-1に示す。

また、地下鉄の変状を事前に予測するために、到達の手前39mの位置に地中内の変位を計測する層別沈下計を図-3のとおり1箇所設置した。

表-1 地下鉄変状の予測解析結果

変 状 項 目	変 位 量
①既設セグメント撤去時の最大沈下量	垂直：-2.28mm 水平：0.42mm
②シールド通過時の最大沈下量	-2.36mm
③地下鉄下端の地盤最大沈下量（①+②）	垂直：-4.64mm 水平：0.55mm

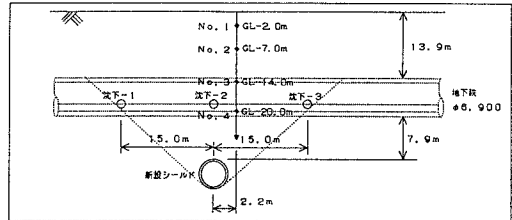


図-3 層別沈下計及び地下鉄沈下計設置断面図

5. 近接施工結果

(1)層別沈下計の計測結果

層別沈下計による地下鉄下端深さ（GL-20m）の沈下量経時変化を図-4に示す。

- ①シールド推進に伴う先行隆起、先行沈下とみられる変化はなかった。
- ②裏込め注入による1mm程度の隆起傾向が見られた。
- ③通過1日後の後続沈下量は2.5mmで、予測解析とほぼ一致する結果となった。

この沈下量は通過6日後も変わらぬ状況であった。

シールド通過後の急激な沈下はテール通過の応力解放による一次沈下である。しかし、その後の沈下（二次沈下）の漸増が見られないのは、層別沈下計設置箇所のシールド通過断面の土質が、シルト質細砂及びシルト混じり細砂であったこと、裏込め注入及び切羽泥水圧の設定等が適切であったことが挙げられる。

(2)地下鉄の変状計測結果

地下鉄については、管理者である帝都高速度交通営団と協議し、トンネル内の沈下、水平方向変位及び真円度を計測し、変状の監視を行った。表-2にトンネルの沈下計測結果を示す。トンネルの最大沈下量は、シールド通過18日後（3月18日現在）-1.8mmで、後続の圧密沈下を考慮しても、現在の状況から判断して管理値（±5mm）内に十分収まると思われる。

6. まとめ

都市部のシールド工事については、本工事のように重要構造物に近接して施工する場合は益々増えていくものであり、近接構造物に与える影響についての予測解析はもちろん重要であるが、影響を与えない施工方法の実現が重要である。

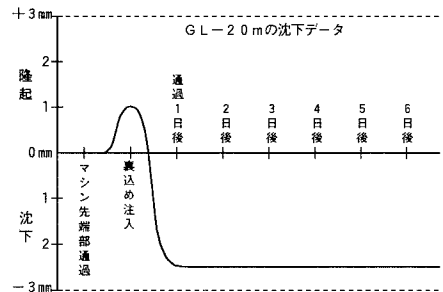


図-4 層別沈下計による沈下経時変化

表-2 地下鉄変状計測結果 単位：mm

測 点	*：影響範囲 到達前変位量	地下鉄直下 到達時変位量	テール通過時 の 変 位 量	*：通過1日 後の変位量	通過7日後の 変 位 量
沈下計-1	-0.5	-0.7	-0.5	-0.7	-0.9
沈下計-2 (A)	-0.3	-1.1	-2.3	-1.5	-1.8
沈下計-3	+0.1	0	-0.4	-0.2	-0.4

*：到達防護のための地盤改良及び新設シールド到着前の既設セグメント撤去後の変位量

*：シールド到達して、硬質発泡ウレタン系止水材でバック注入を実施後の変位量