

地下鉄駅改良工事が近接する鉄道シールドトンネルに与える影響について

東京地下鉄株式会社 正会員 ○新井 泰 山中 耕太郎
 東京地下鉄株式会社 正会員 橋口 弘明 今村 俊毅
 三井住友建設株式会社 正会員 津田 和夏希

1. はじめに

東京メトロは、東京を中心とした全9路線の鉄道ネットワークを保有している。これまでに、さらなる安全性の確保及び利便性の向上を目指して、混雑緩和に向けた改良工事やバリアフリー設備整備等さまざまな取り組みを実施している。これらの対策は既存の地下鉄構築を一部改良するものであり、かつ対象のほとんどが都心部に位置している。このことから、日常の鉄道営業はもとより輻輳した埋設管や近接する他の鉄道ネットワークに支障が無いよう細心の注意を払って設計、施工する必要がある。本稿では鉄道シールドトンネルに近接した場所における地下鉄駅改良工事に際しての影響解析結果について述べる。

2. 地下鉄駅改良計画の概要

本稿で対象とする改良計画を図-1, 2に示す。本計画は既設の地下鉄駅にエレベーター及び通路等を整備するものである。施工は地上部より開削にて行い、掘削に伴う盤ぶくれ対策として地盤改良を行う計画である。

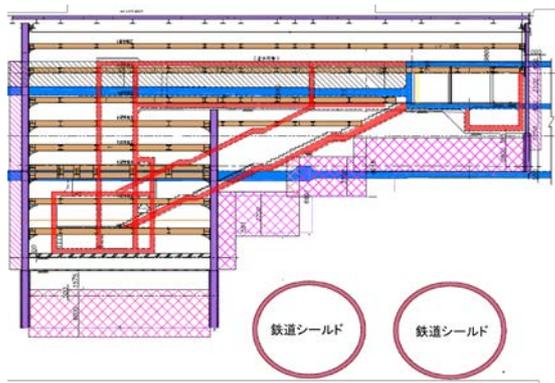


図-1 改良計画 (縦断面)

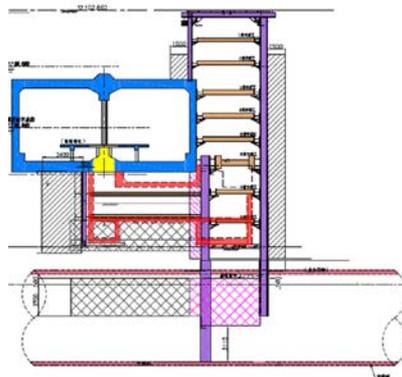


図-2 改良計画 (横断面)

掘削範囲直下には鉄道シールドが位置しており、地盤改良範囲も近接している。このことから、解析により施工に伴う鉄道シールドへの影響検討を行うこととした。

3. 解析概要

3. 1 検討フロー

本工事に伴う鉄道シールドに対する影響検討に際しては、以下の特徴を考慮し、図-3のフローに沿って照査を行った。

- ① 鉄道シールドの延長方向に対して本工事の掘削範囲は限定的であることから、二次元解析では影響を過大に評価することとなること。

- ② 鉄道シールドと本工事の掘削範囲が直行しておらず掘削深さが変化するため、三次元効果を考慮可能な二次元解析に落とし込むのは困難であること。以上より、解析モデル1では三次元逐次 FEM 解析を行い三次元的な地盤の変位を把握することとした。

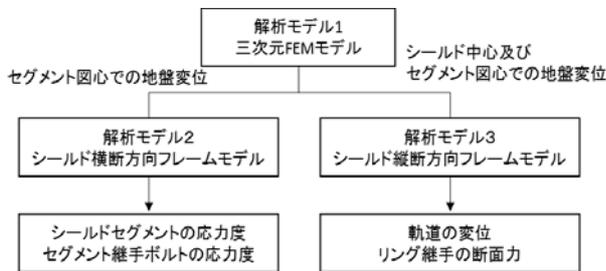


図-3 照査フロー

キーワード 有限要素法, フレーム解析, 近接施工

連絡先 〒135-0043 東京都江東区塩浜 2-28-17 東京地下鉄株式会社 改良建設部 第三工事事務所

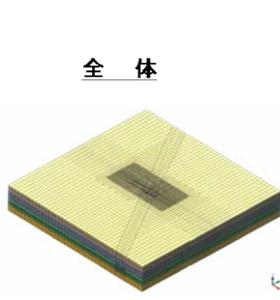


図-4 解析モデル 1

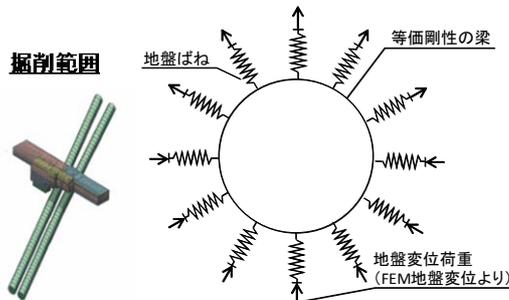


図-5 解析モデル 2

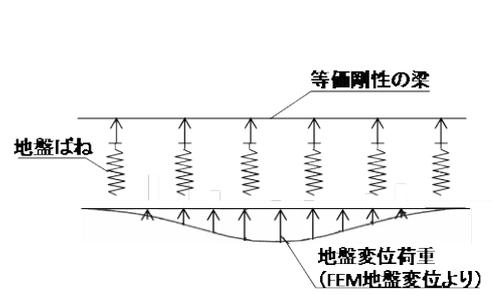


図-6 解析モデル 3

また、モデル1で算出した地盤変位からシールド位置における地盤変位荷重を算出した。

そして、地盤変位荷重を作用力として、セグメントリング（解析モデル2）及びシールド縦断（解析モデル3）をそれぞれ解析モデルとした2次元フレーム解析にて本工事の掘削に起因する増分断面力を算出した。対象シールドの照査は、常時発生している断面力と増分断面力を合成したものに対して行い、変位量（5m 弦）についても算出を行った。

3. 2 解析条件

解析モデル1の解析条件及びモデル図を表-1、図-4に示す。解析は弾性の全応力解析とし、セグメント図心位置及びシールド中心位置における地盤変位を算出している。なお、シールドの浮力は上向きの物体力とし、自重解析時に見込んでいる。

解析モデル2、3ではセグメントは継手剛性を考慮した等価剛性の梁モデルとし、セグメントリングは地盤ばねにより支持されるものとしてそれぞれモデル化した。また、地盤変位の作用は地盤変位×地盤ばね＝地盤変位荷重として算出した荷重をフレームモデルに載荷することで表現した。

4. 解析結果

図-7は解析モデル1での掘削時における3次元FEM解析結果のうち鉛直方向変位をコンター図で示している。既設地下鉄駅の側部及び下部における土塊分の応力が解放されることで、鉄道シールド位置の地盤では一部で浮き上がり傾向を示していることが分かる。一方、解析モデル2（横断方向フレーム）、解析モデル3（縦断方向フレーム）共に発生応力度および発生断面力は、全て長期許容値以内に収まる結果となった。また、縦断方向の軌道位置での変位量（5m 弦）についても水平方向に0.5mm、鉛直方向に0.3mmと非常に微小な値を示す結果となった。

5. まとめ

今回、地下鉄駅改良工事に近接する鉄道シールドの影響検討を行った。結果として、本工事に伴う鉄道シールドへの影響が小さいことが分かった。しかし、施工には万全を喫して既設地下鉄駅において構築の変位、変形の計測管理を行う予定である。

表-1 解析モデル1 解析条件

項 目		内 容
解析手法/次元		三次元有限要素法
解析ステップ		段階施工解析 STEP1: 自重解析 STEP2: 立坑部掘削 STEP3: 斜路部掘削
要素	地 盤	ソリッド要素
	既設地下鉄駅	ソリッド要素
作用の取扱い	土留め壁の変位	土留め壁位置の節点への強制変位
	掘削底面のリバウンド	自重解析後の要素の削除
	浮 力	上向きの物体力
境界条件	側 面	水平: 固定、鉛直: 自由
	底 面	水平: 固定、鉛直: 固定
解析アウトプット		地盤変位

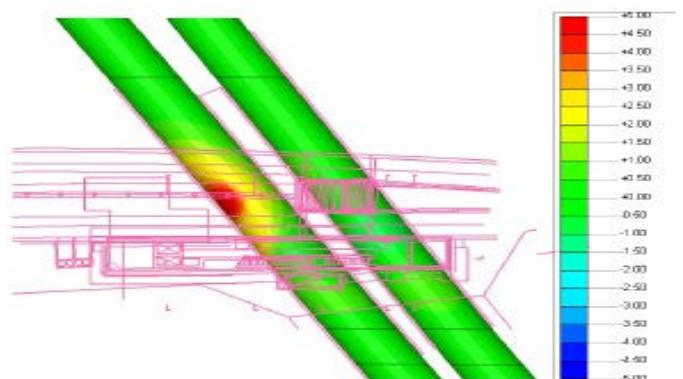


図-7 3次元 FEM 解析での鉛直変位コンター図