

メガネ型駅シールド直上での立坑掘削の影響

帝都高速度交通営団 狩谷 明男
 同 上 古川 三千男
 同 上 菊池 高志
 大成建設株式会社 正会員 ○ 小野 哲典

1. はじめに

帝都高速度交通営団では「人にやさしい地下鉄」をめざし、各駅でバリアフリー化への改良を推進している。地下鉄道は幹線道路下やビル群に近接しており、また各種のライフラインとも複雑に関連している。工事を進める上での課題としては、これらの施設設置のための用地確保に加え、既設構築物への近接影響、構造の補強方法、狭隘箇所での施工、営業線の安全確保などが上げられる。本報告では、シールド工法で建設された駅に近接してエレベータならびに出入り口を設置した工事の設計・施工について報告する。

2. 設計

当地下鉄駅は、両端に設けた立坑（駅コンコース及び出入り口として使用）から、シールド工法で掘削した2本のトンネル間にカンザシ桁を通し掘削連結したメガネ型の構造となっている。今回の工事は、駅コンコースからシールド直上部（離隔 0.2m）を経て地上につながる通路（縦断延長 8m、幅 5m）ならびにエレベータシャフトを、隣接ビルの建設に合わせて設置したものである。図-1に工事の概要を示す。

メガネ型駅シールドの土被りは約 15m で、緩み土圧・水圧を考慮し設計されており、その安全性は荷重バランスの変化に大きく影響を受ける。このためダクタイトルセグメントの継手剛性と地盤バネの非線形特性を考慮した梁バネモデルにより、施工ステップ毎の応力変化を加味した構造解析を行った。図-2に解析結果を示す。隣接ビルの地下掘削ならびに立坑掘削でシールドは複雑に変形する。軌道面（トンネル底盤）の変位を許容値（ $\delta \leq 5.0$ mm）以下とするため、シールド側部に地盤バネの増加を目的とした地盤改良を計画し、これによって $\delta = 3.7$ mm（浮上がり）に低減することとした。また、セグメント応力は許容値を越えることは無いが、トンネル側部ならびに天井では、工事進捗によって内空変位として約-4~6mmの変動発生が予想され、漏水の誘因となることが懸念された。

本工事ではシールド直上に立坑を掘削するため、その山留め壁は安定を満足する根入れ長を確保することが困難であった。このため根入れ部の受動抵抗増加のための地盤改良ならびにボーリング対策としての底部注入を併用し、山留めの安

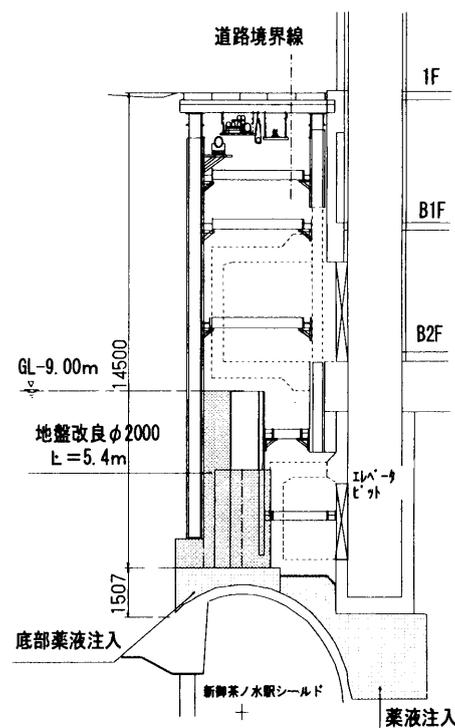


図-1 工事概要図

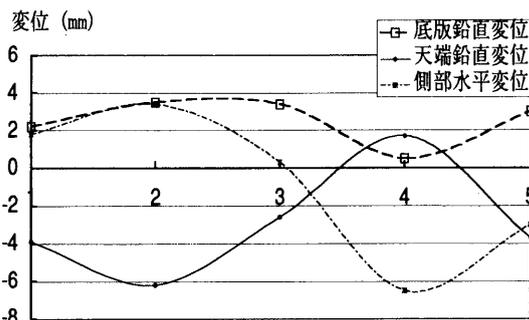


図-2 影響解析結果（変位）

キーワード 近接施工, 影響解析, シールド, 土木施工, バリアフリー

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野3丁目19番6号 帝都高速度交通営団 工務部 TEL03-3837-7201

定を確保した。

3. 施工

当工事ではメガネ型シールドに超近接して山留め杭や地盤改良などを施工するため、既設構造に影響を及ぼすことの無いよう正確な施工管理が必要とされた。施工フローを図-3に示す。山留めはBH工法による柱列壁とし、セグメントへの影響を考慮して杭先端より1.5mの離隔を確保した。山留め杭の支持力分散・ボーリング対策としての噴射攪拌杭(CJG工法)と地盤注入工は、GL-9mの路下(地下水位面)より施工し、ボーリング削孔に際しては、実際のトンネル形状を加味した精密測定の結果を考慮し施工誤差の低減を行った。立坑底部地盤すなわちシールド直上の地盤注入は、セグメント外周を沿った地下水の遮断も兼ねて注入率40%、注入圧0.3MPa以下の低圧管理とし、二重管複層方式によってセグメントに接触する位置まで削孔し注入した。なお、施工当初はセグメント損傷防止のため、ボーリング孔毎に削孔ビットを外周50cm以内の範囲をプラスチック製の特殊ビットに交換することにしていたが、削孔曲がりによってビット交換前にセグメントに接触するトラブルが生じた。このためビット交換位置を一定深度(GL-14.5m)で統一する方法に変更し施工管理を簡易化した。

噴射攪拌杭の施工に際しては、ノズルから超高压水(4MPa)を噴射し地盤を掘削すると同時に改良材と置換するため、一時的にこの圧力がシールドに作用し漏水につながる懸念¹⁾された。これに対し先行して薬液注入ゾーンを造成し応力分散を行い、さらにスライム排泥をスムーズに行うため切削・充填ロッドの回転数 n 、引上げ速度 v を試験施工によって確認し、 $n=6$ 回/min、 $v=20\rightarrow 25$ min/mとした。

4. 計測監視

施工中の駅構造への影響を把握・安全管理するため、工事中は軌道とシールド内空に着目した変位測定を実施した。その結果、工事の進行とともに軌道レベルはA線側(立坑掘削)で浮上がり、B線側で沈下を示す傾向を示したが、その量は $\delta=0.6$ mm程度で事前の予測解析値の1/6であった。また、内空変位は天井・側部とも $-0.25\sim 0.30$ mmで懸念された漏水の誘発は無かった。工事着手前にトンネル天井(セグメント継目)で生じていた漏水は、工事完成とともに止水された。これは実施した地盤注入によるものと判断できる。

5. おわりに

地下鉄構造物の改造ならびにこれに近接して立坑掘削や地盤改良などの工事を行う場合、この安全確保の観点から影響解析や施工を考慮した計画・設計が重要となる。本工事では近接ビル工事の影響をも考慮して工事を実施した。なお、今回の工事では薬液注入ボーリングの削孔で、トンネルに接触するトラブルに直面した。作業環境に制約(狭隘空間&深夜作業)が課せられる場合などでは、よりシンプルな安全・施工管理手法が重要であることを再認識した。

最後に、営団のバリアフリー整備事業に理解・協力していただいた隣接ビル事業者ならびに工事を担当していただいた関係各位に感謝するとともに、本事例が今後の同種工事に参考となれば幸いです。

参考文献

1) 山上, 織田, 岩橋: 既設NTTとう道に近接する地盤改良施工時の影響について, 土木学会第53回年次学術講演会(平成10年10月), pp704-705

山留め杭(地上施



図-3 施工フロー

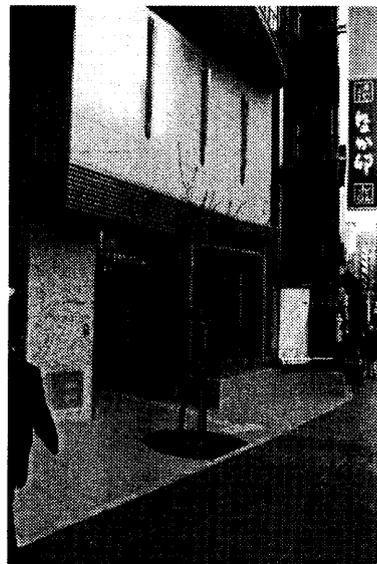


写真-1 完成後