

首都高速道路橋脚に近接した大規模掘削の施工報告

大成建設(株)東京支店	正会員	○平川	智也
大成建設(株)東京支店	正会員	吉田	真悟
大成建設(株)東京支店	正会員	亀元	邦英

1. まえがき

東京急行電鉄(株)では現在、東急東横線と東京メトロ副都心線との相互直通運転化に向けて、渋谷駅～代官山駅間約1.4Km区間の地下化事業を進行中である。本工事は渋谷駅側の延長222m、掘削幅最大33m、深さ最大28mの範囲の工区において、開削工法にて新駅を築造するもので、幹線道路交差点を含む工事である。交差点部の土留壁は首都高速道路(以下、首都高)橋脚基礎から最も近い所で約3.3mと近接しており、さらに掘削底面は橋脚基礎先端より深い位置にあった。このような条件下では、掘削に伴う土留壁の変形により周辺地盤に変形が生じ、首都高橋脚へ変状を与える可能性があった。

そこで本工事では、工事による影響をリアルタイムで監視し、情報化施工により安全かつ合理的に施工を進めることを目標とし、精度が高く計測結果を迅速にフィードバックできる計測システムを構築した。さらに、高い剛性と遮水性を確保できるTBH工法による柱列式地下連続壁や、逆巻工法による先行スラブを土留として採用し、土留壁の変形を抑制した。本稿では首都高近接部の施工が概ね完了したことから、掘削・土留工事の計画から実施について報告を行う。

2. 工事概要

工事名称：(13号相直)渋谷駅建設二期工事(土木工事)

工事場所：東京都渋谷区渋谷3丁目地先

工事数量：掘削工 126,500m³ 土留支保工 3,500t 計測工一式他

3. 計測計画概要

工事に先立ち、まず首都高橋脚への影響解析を行った。弾塑性解析により土留壁変位量を算出し、得られた変位量をもとに、2次元弾性FEM解析により橋脚位置での地盤変形量を求めた。それらを強制変位として与え、フレームモデル解析により、橋脚基礎の発生応力度照査を行った。その結果、発生応力度は許容値を満足し、水平変位量についても許容値3.0mmに対して、解析値2.28mmと許容値を満足することを確認した。また、これらの解析結果から、施工中の計測管理値(水平変位)を、一次管理値2.4mm(=許容値の80%)、二次管理値3.0mmに設定した。

掘削時の計測概要を図-2に示す。計測システムは自動計測とし、管理値超過時に警告を出す警報装置(ブザー)を事務所内に設置するとともに、現場職員の携帯電話へ警告メールが届くシステムを構築した。橋脚変位の測定で使用するトータルステーションは、自位置補正機能を備え、掘削影響線内にあってもその影響を受けないものを採用し、工事影響範囲外の橋脚・商業ビル等に設置した基準点用プリズムより自位置の補正を行った。

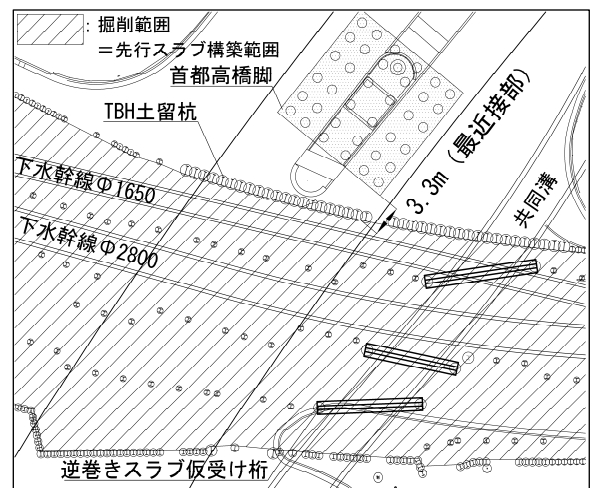


図-1 首都高近接部平面図

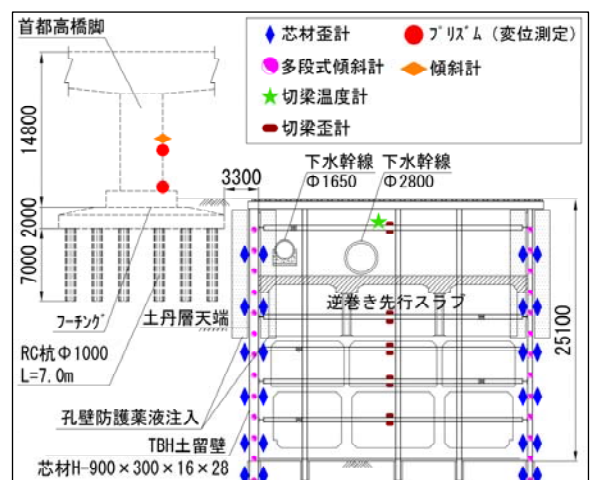


図-2 計測計画概要

キーワード 近接施工、情報化施工、大規模掘削、先行スラブ

連絡先 〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 3-11-7 8F 大成建設(株)東急渋谷作業所 TEL03-5467-3150

4. 変位抑制対策

4.1 TBH 工法による柱列式地下連続壁の構築

TBH 工法とは安定液を逆循環させ掘削するリバース工法の一つである。空頭制限を受ける作業条件下においても、大口径（本工事では $\Phi 1250\text{mm}$ ）の杭を迅速に掘削できるが、掘削中の孔壁崩壊を確実に防止する必要がある。そこで掘削に先立ち、杭孔周辺に薬液注入を行い、掘削中の安定液逸水を防止した。また、土留壁の遮水性を確保するためには杭をラップ施工する必要があるが、TBH 掘削機では隣接する先行杭がコンクリートの場合、切削が困難であるため、杭の充填材に切削可能な流動化処理土を採用した。杭の鉛直精度確保のため、流動化処理土の設計強度は、現地強度が各土層における地山強度と同程度となるよう、試験施工の結果より配合強度割増を 50%見込み、 $0.5\text{N/mm}^2 \sim 0.7\text{N/mm}^2$ の間で設定した。

4.2 特殊部における先行スラブの仮受け

本工事では、土留壁の変位抑制のため、逆巻工法にて先行スラブを施工し、土留支保工としての材能を負わせたが、施工中の先行スラブ仮受け方法が課題となった。

本工事では、標準部は土留杭、中間杭（延長方向 3.0m 間隔に配置）に鋼材を取付け、

スラブを仮受けする構造とした。一方、共同溝(外径 $\Phi 5500\text{mm}$)が支障し、中間杭間隔が 9.0m となる特殊部では、スラブの仮受け許容スパン 5.0m を確保できず、その安定性を確保できないことが想定された。そのため特殊部では、図-3 のようにスラブ上部に吊桁を設置し、PC 鋼棒により標準部同等スパンでの仮受けを行った。スラブの仮受けに際しては、スラブ自重および作業荷重等より中間杭 1 本当たりの反力（約 700kN）を求め、スラブの型枠支保工解体前にそれらの反力を PC 鋼棒にプレロードとして導入した。

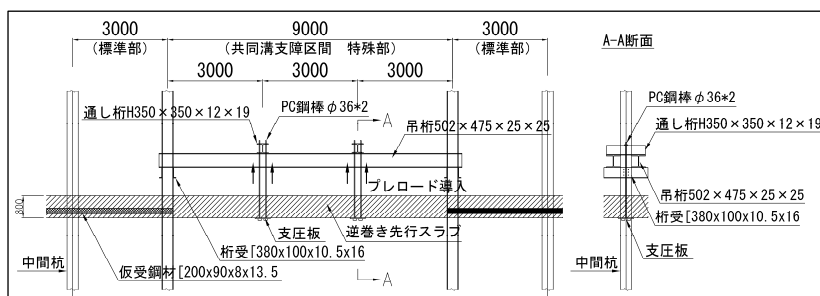


図-3 先行スラブ仮受け図（特殊部）

5. 計測結果と考察

掘削に伴う土留壁の変位について、弾塑性解析結果と実測値の比較を図-4 に示す。実測値については、3 次掘削から掘削完了に至るまで、掘削の進行に伴って土留壁が掘削側に変位したが、最大変位量がいずれも解析値を下回る結果となった。この原因としては、①上部 Ac1～Tog 層の側圧が解析値（ $K_a=0.3 \sim 0.6$ ）より小さかった為、2 次掘削まで変位が発生しなかったこと、②Koc2 層についても、側圧が解析値（隣接工区実績より $K_a=0.2$ に設定）よりも実際はさらに小さい側圧であったこと、が考えられる。

一方、首都高橋脚変位については 5 次掘削完了時に水平変位が 1 次管理値 2.4mm を超過する結果（ $\delta_{\max}=2.9\text{mm}$ ）となった。首都高橋脚の計測は掘削工事着手の 1 年前から実施していたが、その 1 年間の間で $\pm 0.5\text{mm}$ 程度の変位変動があった。それを考慮すると $\delta=2.4\text{mm}$ となり、ほぼ計画値との整合が見られた。計測においては、事前計測により計測機器特性を把握し、その季節変動を踏まえた上で設定することも重要である。

6. あとがき

本稿は首都高橋脚に近接した大規模掘削工事の施工報告であった。施工開始前より発注者、近接構造物所有者と綿密な協議を行った上で様々な検討を重ね、工事を無事完了することができた。高密度化した市街地の中では、本工事のような近接施工が今後ますます増加することが想定される。本稿が今後同様な工事の計画、設計および施工の一助となれば幸いである。

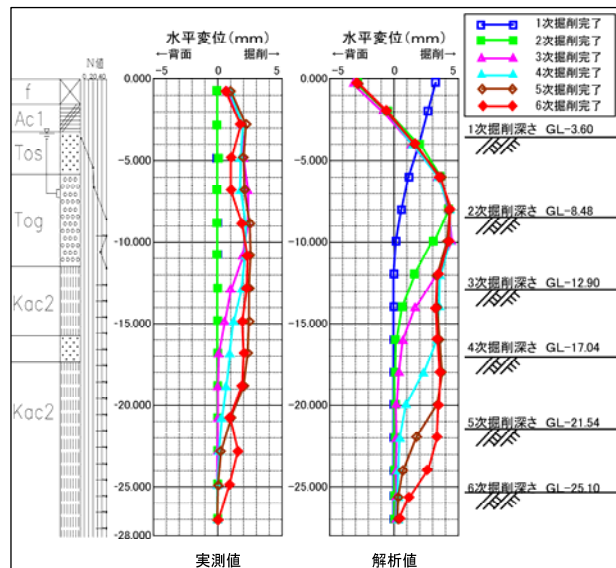


図-4 土留壁変位図