

現地盤と引抜き杭を組合わせて盤ぶくれを防止した事例

横浜市交通局 高速鉄道建設部 鈴木康弘

銭高組・矢作・坂本共同企業体 畑山勝則 松山和人

銭高組 正会員 ○深田和志 竹中計行 会田吉成

1. はじめに

横浜市は、2007年の開業を目指して、横浜環状鉄道（中山～日吉間）の工事を進めている。横浜環状鉄道は、JR、市営地下鉄及び東急線に接続する鉄道ネットワークの形成により横浜市北部地域の通勤通学等の利便性の向上を期待する路線である。その路線の青砥町工区において、開削工事に伴う盤ぶくれの発生が懸念された。そこで、現地盤（洪積粘性土層）と引抜き抵抗を有する引抜き杭（以後、ハイブリッドパイルと呼ぶ）を組み合わせることで盤ぶくれを防止（JPEX 工法）する対策を行った。ハイブリッドパイルは、鋼管杭頭部にスクリューを取付け、杭下端にファブリック球根を取付けたものである。本文は、現地盤と引抜き杭を組合わせて盤ぶくれ対策を実施したので、その設計及び施工結果について報告する。

2. 工事概要と地盤概要

青砥町工区は、中山駅～川和町駅（仮称）間のうち延長 467m の工区で、そのうち中山駅側の 236m は開削トンネル、日吉駅側の 123m は高架橋、その間に挟まれた 108m の区間は U 型擁壁を施工する。盤ぶくれ対策が必要となった開削トンネル区間は掘削深さ 15.8～20.6m の間で、土留め壁は柱列式連続壁であり、民家に近接した状態での施工であった（図 1 参照）。地盤は、GL-8m 付近までは N 値 0～5 までの砂地盤と粘性土地盤の互層地盤で、それ以深は N 値 50 以上の上総層砂層(Ks)と N 値 50 以上の洪積粘性土（土丹層 Km）の互層地盤であった。地下水位は GL-4.5m であり、最終掘削床以深は約 2～3m の洪積粘性土(Km2)があったが、GL-23m の難透水層下端に 0.2MPa の水圧が作用していることから、盤ぶくれにより掘削底面の安定が確保できないことがわかった。そこで、盤ぶくれ対策として各種対策を検討した結果、施工環境、経済性、確実性の面から、現地盤（洪積粘性土）と引抜き杭を組合わせて盤ぶくれを防止する工法を採用し実施した。

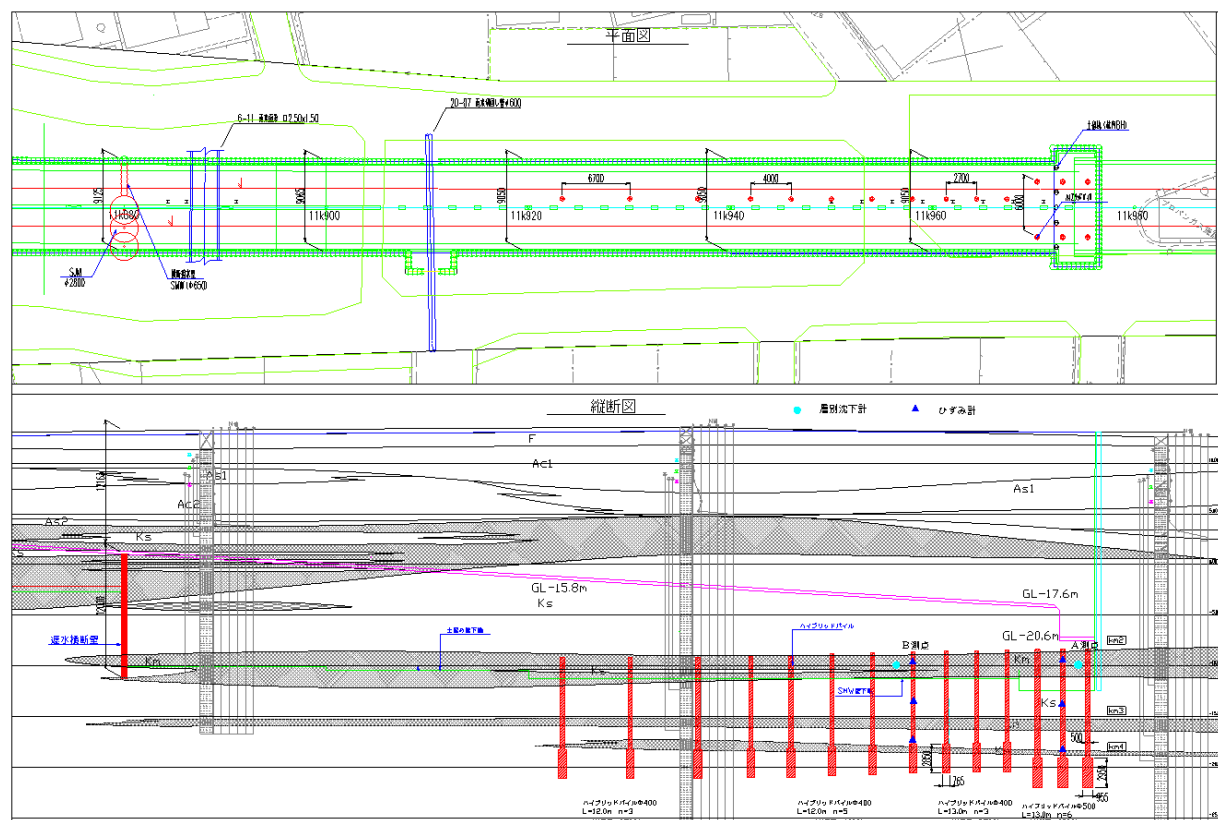


図 1 開削トンネル縦断・断面図

立坑、盤ぶくれ、改良体、引抜き杭、

〒163-1024 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー24F TEL 03-5323-3861 FAX 03-5323-3860

3. ハイブリッドパイルの設計

盤ぶくれの検討は、「鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル」に準じて行った。

設計の手順は次の通りである。①土の重量及び摩擦抵抗を考慮して盤ぶくれの発生区間の把握、②不足荷重（揚圧力から土砂重量と摩擦抵抗を差し引いたもの）の算出、③ハイブリッドパイルの最小引抜き耐力から杭本数の算出、④洪積粘性土の応力検討、を行った。この結果、ハイブリッドパイルのピッチは3～6.7m、1本当りの設計引抜き力は900～1700kNとなり、全部で17本の杭が必要となった。

4. ハイブリッドパイルの施工と改良体の施工

ハイブリッドパイルの施工は、土留め壁の施工終了後に実施し、1日2本の杭を建込み、約3週間で工事を終了した。施工では、①杭及び洪積粘性土の高さの管理、②掘削時の洪積粘性土へのクラック防止、の点に留意した。洪積粘性土の高さは、追加の土質調査を実施し、また土留め壁および杭施工時の掘削データから洪積粘性土の高さを把握した。杭の高さは、やっところにより±50mm以内で管理した。掘削時の洪積粘性土の影響を抑えるため、洪積粘性土層の掘削速度を500mm/min以下とゆっくり施工し、また根固め液を杭頭部から上部10mまで造成して杭周囲からの漏水を防止するようにした。掘削完了後、ハイブリッドパイル周囲から漏水はなく、掘削底面の止水性が確実であったことを確認した。

5. 計測結果

最深部の計測結果を図2に、掘削深さ17mでの計測結果を図3に示す。杭の引張力は掘削の進行と共に増加しており、特に最終掘削時で大きな引張力が作用した。これは最終掘削の時に、自重バランスが崩れたことが原因である。A測点に発生した引張力は最大450kN/本であり、設計の1/4程度と小さかった。これは、最深部が立坑形状となっていたため、その形状効果と摩擦抵抗力が想定より大きかったことが原因と考える。B測点に発生した引張力は最大480kN/本であり、設計の1/2程度であった。今後摩擦抵抗力の安全率の見直しは必要であるが、計測結果から判断して、杭に生じる引張力の設計の妥当性を検証できた。洪積粘性土の挙動は、杭の引張力の挙動とほぼ同じように推移し、両測点とも2mm程度の隆起現象が見られた。

5. おわりに

本工事は、引抜き杭と現地盤を組合わせて盤ぶくれを防止する初めての施工であったが、無事に掘削工事を完了することができた。

これは、施工前から計画検討して頂いた発注者や設計会社のご指導とご協力の結果です。ここに関係者に感謝の意を表します。

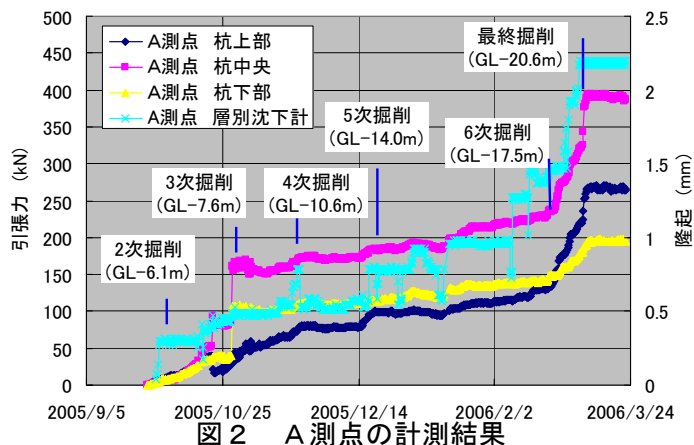


図2 A測点の計測結果

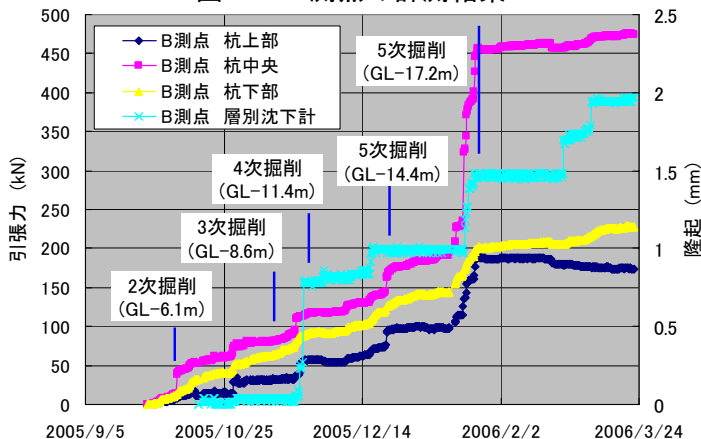


図3 B測点の計測結果



写真1 ハイブリッドパイル



写真2 ハイブリッドパイルの施工