

営業線軌道仮受杭に近接した中間玉石混じり砂層を貫通する TBH 杭の施工報告

京王電鉄株式会社	鉄道事業本部	大石健太郎	小泉佳祐
		清水竜也	木下貴史
東急建設株式会社	都市開発支店	正会員○土屋順	三澤芳康
東急建設株式会社	都市開発支店	北岡万幸	太田圭彦
東急建設株式会社	土木技術部	正会員 岡田久輝	

1. はじめに

当工事は、都市計画道の道路拡幅整備事業に伴い、道路と鉄道の交差部において、鉄道営業線の架道橋を架け替える工事である。新設桁架替えに伴い、橋台及び擁壁を起終点部に新設する。その基礎として場所打ち杭工法で TBH 杭が 30 本計画されていた。

上部に営業線の軌道がある直下での施工であることから、空頭制限があり、かつ既設橋台脇で新設の橋台を構築するため、仮設土留めで囲われた狭隘施工の条件下である。さらに、軌道仮受杭に近接した箇所では TBH 杭を施工することから、掘削中やコンクリート打設中に軌道振動による孔壁崩壊の恐れがあった。また $\phi 200\text{mm}$ 程度の玉石を有する N 値 50 以上の中間玉石混じり砂層を貫通する地盤条件で、TBH 杭の適用限界に近い条件での施工であった。このように、悪条件がそろった中での TBH 杭の施工について報告するものである。

2. TBH 杭の施工にあたっての問題点とその対策

2.1 空頭制限と狭隘箇所

場所打ち杭施工箇所を写真 1 に示す。場所打ち杭を打設する直上に営業線を支える軌道仮受桁がある。また、軌道仮受桁は軌道仮受杭にて支持されており、場所打ち杭はその直近に配置されている。

図 1 のように 3DCAD を使用し、3 次元的にどのくらい接近するかなどを検討した。その結果、起点方の杭 1 本については鉄筋籠 1 ロッドあたりの長さを短尺化しなければ建込みが出来ない事が判明したため、5m から 2.5m に変更した。また、軌道仮受桁の直下での掘削は狭隘且つ空頭に余裕が無いいため、掘削機は小回りが利くクローラ型かつ最小 3.88m の低空頭型を採用した。

2.2 中間玉石混じり砂層

土質柱状図の中間玉石混じり砂層の記事に、「 $\phi 150\sim 200\text{mm}$ 程度の硬質な玉石を混入する」と記載されており、その箇所の N 値が 50 以上である。一般的に TBH 工法は、玉石粒径は最大 200mm が限度であり、それ以上の粒径となると、8 インチ（約 200mm）スイベル及び排泥管内を通らず詰まらせてしまい、掘削ができない懸念があった。

1 本目の掘削の際、早速排泥管の閉塞が頻繁に起きた。原因は玉石混じり砂層での掘削で、ロッド管内の他、ビット先端、スイベル内、排泥管内等での玉石閉塞によるものであった(写真 2 参照)。これによりその都度玉石回収に伴うロッド管脱着及びビット引き上げを 8~10 回/方程度行

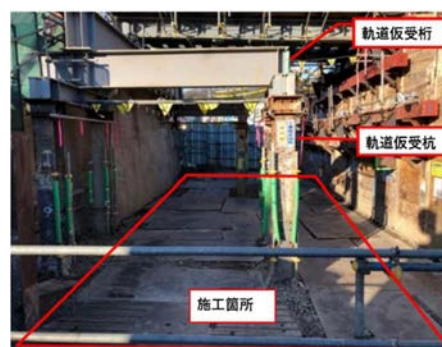


写真 1 場所打ち杭施工箇所



図 1 3DCAD を用いた検討図



写真 2 玉石によるロッド管閉塞

キーワード 鉄道 TBH 杭 狭隘箇所 玉石混じり砂層 孔壁崩壊

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設㈱都市開発支店鉄道土木部 TEL : 03-5466-5486

う事となり、当初どおりの進捗が見込めない状況となった。この状況では全体事業工程から遅れが生じる事と、施工不能状態になる事が懸念された。

対策として、写真3のとおりドリリングバケットを使用することとした。ドリリングバケットを使用することで、玉石をバケット内で回収しビット・ロッド・スイベル内への玉石閉塞回数を削減でき、ビット引き上げ回数を削減し、最終的には掘削時間を削減した。使用したドリリングバケット内の多量の玉石が回収する事ができ(写真4参照)、進捗が回復した。しかし、 $\phi 200$ mm以上の玉石が多数出現したため、かなりの時間と労力を要した。1方あたり0.5～1.0m程度の掘削しか進捗しない日も発生したため2交代施工をし、工期遅延を防止した。

上記による事前検討及びその対策の結果、 $\phi 200$ mm以上の玉石が存在し、施工困難が懸念されたがTBH工法で施工を行う事が出来た。



写真3 ドリリングバケット使用状況



写真4 玉石回収状況



写真5 軌道仮受杭近接

2.3 軌道仮受杭の振動による孔壁崩壊対策

写真5のとおり営業線軌道仮受杭が近接しており、列車走行時に発生する振動が軌道仮受杭から仮受杭に伝わり、その横を掘削している場所打ち杭の孔壁を崩壊する懸念があった。孔壁崩壊によって崩壊した土砂が杭底面に堆積して設計支持力が確保できず品質不良に陥るという懸念があった。さらに場所打ち杭の杭径以上の空洞が生じることにより、軌道仮受杭を沈下させてしまい、それから受けている軌道仮受杭を下げた列車運行支障事故を引き起こす事が想定された。対策案として、孔壁保護を目的に薬液注入する案、口元鋼管を長くする案、鋼矢板で仮受杭の振動を遮断する案、夜間、列車運行時間外で軌道仮受杭からの振動が無い間に施工する案などを検討した。

比較検討の結果、夜間の列車運行時間外の軌道仮受杭が列車振動を受けない時間帯において、スライム処理～鉄筋籠建込み～コンクリート打設を行い、場所打ち杭孔壁崩壊を防止し、軌道仮受杭の沈下防止を図る事とした。

その結果、孔壁崩壊は発生せず、掘削長確認や鉄筋籠建込み高さは問題なく、設計通り施工出来た。また、掘削時には水準測量にて常に軌道仮受杭の沈下計測を行った結果、全く沈下する事が無く施工が完了したことを確認した。

3. まとめ

空頭制限化でかつ狭隘施工と施工条件が厳しく、地盤も $\phi 200$ mmの玉石混じりの砂層と地盤条件も悪い状況下かつ軌道仮受杭の振動による孔壁崩壊の懸念がある状況でTBH杭の施工を行った。空頭制限と狭隘箇所の対策として、小型の施工機械を利用するとともに、3DCADを使用し施工前の事前検証により安全施工の確認や鉄筋籠の短尺化の必要性などを確認した。玉石対策はドリリングバケットによる玉石の回収を行うことで施工可能とした。軌道仮受杭の振動による孔壁崩壊対策としては、スライム処理～鉄筋籠建込み～コンクリート打設までを列車運行時間外の夜間に施工することで、孔壁崩壊を防止した。

このように課題の多いTBH杭の施工であったが、3DCAD利用によるフロントローディングに加え、機械的な対応や時間的な対応など社内外で知恵を絞り対応した結果、高品質な場所打ち杭を施工できた。



写真6 場所打ち杭施工完了