

渋谷駅西口における特殊 BH 工法（鋼管杭 BH 工法）の施工

東急建設(株) 正会員 ○加藤 なよ 森田 達也 内田 大悟

1. はじめに

現在、東京オリンピックパラリンピック開催前の完成を目指し、渋谷駅西口バスロータリーの上に、渋谷マークシティと東急百貨店南館をつなぐ仮設通路を構築中である。この仮設通路は、設置期間 10 年超を想定し、本設に近い仕様となっている。基礎構造は深礎杭と鋼管杭であり、そのうち鋼管杭は当初設計では工程・経済性を踏まえ、鋼管中掘工法が計画されていた。しかし、3 点式杭打ち機の組立スペースや重機を留置する常設作業帯を設けることができなかったため、工法変更が求められた。そこで、道路橋示方書に準拠した工法ではないが、施工機械が小さくプラント設備が小規模となる BH 工法を選定することとした。ただし、正循環掘削方式の BH 工法による鋼管杭施工は、硬質地盤への対応が懸念された。本論文は、硬質地盤における鋼管杭 BH 工法の削孔精度・施工効率向上と支持力性能確保のために実施した対策について報告するものである。

2. 工事概要

図 1 に現場状況写真、図 2 に構造一般図（側面図）を示す。また下記に工事概要を示す。

上部工構造：3 径間鋼連続ラーメン橋

橋脚構造：鋼製橋脚（ $\phi 1200\text{mm}$ ）

基礎構造：深礎杭 $\phi 2000\text{mm}$ （P1 橋脚）、 $\phi 2100\text{mm}$ （P5 橋脚）杭長 7.3m

鋼管杭 $\phi 1200\text{mm}$ （P2～P4、P6～P8 橋脚）杭長 12.5m、13.0m

地質層序：表層から盛土層(B)，東京層・砂質土層(Tos)，東京礫層(Tog)，上総層群粘性土層(Kzc)の層順で分布（地下水位：GL-4.70m）



図 1 現場状況写真

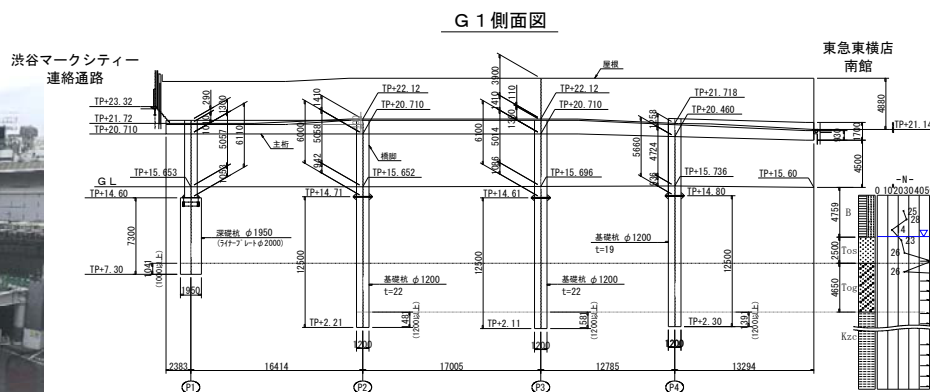


図 2 構造一般図（側面図 単位:mm）

3. 鋼管杭 BH 工法施工手順

削孔工法として、本現場で施工可能な BH 工法を選定したが、杭先端に孔底沈殿物が溜まりやすく支持力の信頼性が低いという課題があった。そこで、徹底したスライム処理を行うと共に、載荷試験により支持力を確認することとした。図 3 に、鋼管杭 BH 工法（ $\phi 1200\text{mm}$ ）の施工手順を示す。

(1) 口元管設置、孔壁防護注入

GL-4～6.5m に細砂層があるため、削孔時における

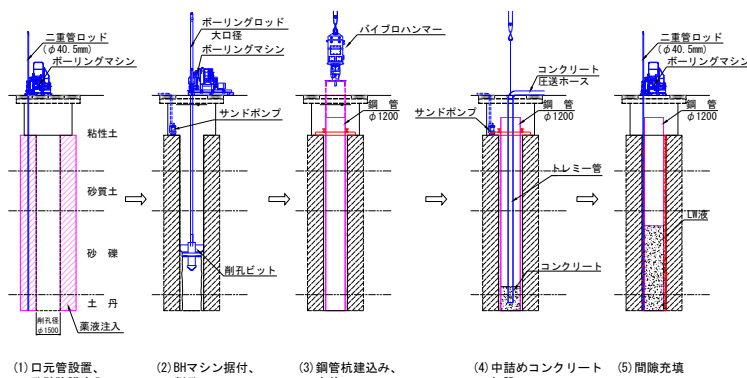


図 3 鋼管杭 BH 工法施工手順

キーワード 鋼管杭 BH 工法，狭隘な施工ヤード，硬質地盤，3 段階削孔，急速載荷試験

連絡先 〒223-0002 東京都渋谷区渋谷 1-14-11 東急建設(株) TEL03-5466-0578

孔壁崩壊防止対策として、口元管設置後、二重管ストレーナ（複相式）工法により薬液注入を行い、地盤強化を図った。

(2) BH マシン据付、削孔（削孔径 1500mm）

一般に、BH 工法では泥水を循環させながら削孔径に合わせたビットにより所定の位置まで削孔する。

しかし、BH 工法が適用される最大杭径は $\phi 1500\text{mm}$

であることに加え、硬質地盤（N 値 ≥ 50 の礫層 Tog, 粘性土層 Kzc）が確認されていたことから、削孔精度および施工効率を向上させるため、図4に示すように、ビットを3段階で順次、拡張して削孔する方式を採用することとした。

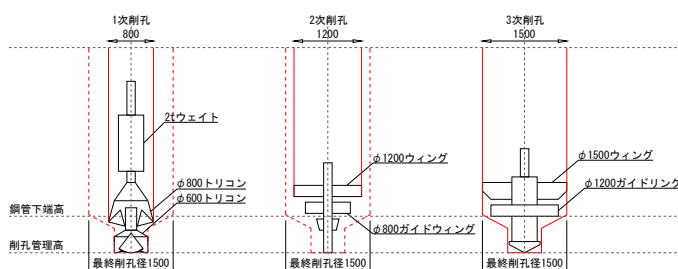


図4 3段階削孔（ビットの拡張）

1次削孔（ $\phi 800\text{mm}$ ）は削孔精度を目的に、先端に 2t のウェイトを装着させ、トリコンビットにて重錘削孔を実施した。トリコンビットによる削孔は、礫を細かく破碎できるため正循環掘削でも礫を地上に上げる効果がある。2次削孔（ $\phi 1200\text{mm}$ ）・3次削孔（ $\phi 1500\text{mm}$ ）は、1つ前の削孔径と同径のガイドウイング・ガイドリングを設置し、掘削を実施した。なお、削孔ビットの先端部（余掘部）で支持層を必要以上に乱さないよう、削孔長は計画鋼管下端高にトリコンビット高さ 650 mm を加算した高さで管理した。また、孔壁崩壊防止と排泥効率を上げる為、マッドスクリーンにて礫のみ処理し砂分を残し、泥水の比重を 1.3～1.5 程度に上げ施工した。

(3) 鋼管杭建込み、定置、スライム処理

クレーンにて鋼管 $\phi 1200\text{mm}$ を孔底まで建込んだ後、小型パイプロハンマを用いて、削孔下端より 200mm 程度貫入・定置させた。定置前に口元管内に鋼管を拘束する振れ止め架台を設置した。

孔底に沈んだ礫の処理が品質確保のための課題であったことから、3次削孔完了後、リングビットの先端にトリコンビットを装着して、再削孔・破碎することとした。これにより2次削孔・3次削孔により孔底に堆積した礫を細かく破碎することが可能となり、確実な孔底処理が可能となった。再削孔・破碎完了後、泥水を正循環させ細かく破碎された礫と孔底スライムを除去し、1次スライム処理とした。

2次スライム処理は攪乱揚泥ポンプにより鋼管内で実施した。揚泥処理の効果を確認するため、泥水密度計（スライムモニター）を使用しリアルタイムに計測した。泥水比重は2次スライム処理前に 1.50 程度であったが、比重が水に近い 1.03～1.05 程度となったところで、スライム処理を終了とした。

(4) 中詰めコンクリート打設

2次スライム処理後、地下水位まで清水を投入し、翌日コンクリート打設を実施した。鋼管内にトレミー管 $\phi 254\text{mm}$ を孔底まで建込んだ後、コンクリートを圧送し鋼管内の中詰めを実施した。

(5) 間隙充填

鋼管上端を仮固定した状態で、削孔面と鋼管との隙間を既存地盤と同等以上の強度（ 0.5N/mm^2 程度）にする為、二重管ストレーナ（単相式）工法にて懸濁型水ガラス（急速ゲルタイム）を間詰め充填した。

4. 急速载荷試験の実施

道路橋示方書に準拠した工法ではないことから、杭の鉛直支持力を確認するため、载荷試験を実施した。試験方法は時間的空間的条件から、地盤工学会基準（JGS1815-2002）に準拠し、急速载荷試験（軟クッション重錘落下方式）を採用した。载荷はリーダーに装着された重さ 2.0t のモンケンを最大 5.0m の高さから自由落下することにより実施した。急速载荷試験より、確認支持力（1322kN）を上回る地盤抵抗（1761kN）を確認することができた。試験に要した時間は約 3.5 時間であり、夜間作業での支持力確認試験として有効であった。

5. おわりに

当初設計を変更し BH 工法を採用したが、硬質地盤における削孔精度や支持力性能等の課題があったことから、様々な対策を行った。その結果、所定の支持力確保とともに周辺の孔壁崩壊、地盤隆起等のトラブルを起こすことなく、安全に施工することができた。本報告が今後類似工事の一助となれば幸いである。