【003】

杭基礎探査のための斜めボーリング

株式会社 KGS　○佐々木一真，今西立昌，杉浦敏彦

1. はじめに

本調査事例は軟弱地盤地域における上水道新設計画に伴い、小規模な橋の杭基礎探査(主に杭基礎の間隔の把握)を行ったものである。

通常、ボーリング(以降 BOR とする)といえば鉛直方向の掘削を行うものが多く、標準貫入試験やサンプリングによる試料採取によって、その地盤の評価を行うものである。トンネル調査などで行われる水平 BOR では、その特性上実施できない原位置試験はあるものの、水平方向の地盤の評価を行うことに特化した調査である。

今回の調査では、上水道新設計画に必要な地盤状況の把握と杭基礎打設位置を確認することが主な目的である。調査方法を検討した結果、地中レーダー探査や杭基礎推定部での鉛直 BOR が妥当であるが、橋の直下は用水路となっており、構造物を破壊する作業は行えない。そこで今回は斜め BOR を採用した。これの欠点として、水平 BOR と同様に N 値などの強度特性が把握できないことが挙げられる。そこで斜め BOR の付近で鉛直 BOR は別途行い、地盤状況及び力学特性を得るサンプリング等は鉛直 BOR で確認を行うこととした。

2. 調査概要

計画設計では、水道管を小規模な橋の杭基礎より下部を通過させることを計画している。但し、この橋の杭基礎の配置や間隔、材質および全長等の情報は資料が無く不明であった。地中レーダー探査を事前に実施していたが、市水道及び県水道管の位置と深度を把握する GL-1.50m 程度にとどまっていた。

3. 調査計画

斜め BOR 作業時における問題点として地下資料の不足が挙げられた。これについては付近で鉛直 BOR によって地質の確認を行い、橋台の位置からおおよその杭基礎の予想を立て、斜め BOR の角度等を決定することとした。

本調査は片側一車線通行の道路上での作業となり、且つ集合住宅が隣接しているため、夜間作業や夜間の足場残置は行えないという条件であった。そのため BOR 作業環境要因として、道路上片側交互通行と、毎日の機械撤去を伴う斜め BOR という条件となった。搬入、撤去を毎日行うことで、日中の作業時間は半日程度まで少なくなることが予想された。よって足場、掘削機械、前日の掘削角度の再現を出来る限り短時間で行う必要があった。

(1) 斜め BOR 計画

橋の付近で鉛直 BOR を事前に行い、道路改良土以深は沖積の粘性土、GL-9.00m 付近より岩盤を確認した。南側橋台から橋軸方向に4.60mの地点で角度35°（北側橋台の推定杭基礎の位置と計画管深度がおよそ重なり、南側橋台に接触しない角度)の斜め BOR を200～350mm間隔で4箇所行う杭基礎探査を計画した(図-1)。調査地域一帯は表層が非常に軟らかい粘性土(N 値0～3)であるため、ケーシングを挿入しながら掘削する。掘削長は計画水道管深度までとし、構造物が推定される位置に於いて先端が何かに当たる感覚があった場合、それ以上の掘削は行わない。また、掘削にメタルビットやダイヤモンドビットを用いて行った場合、杭基礎を損傷してしまう恐れがあるため、図面上構造物が無いとされる位置までは上記ビットを使用し、以深は強化プラスチック製のビット(写真-1右下)を用意して慎重に掘削を行った。

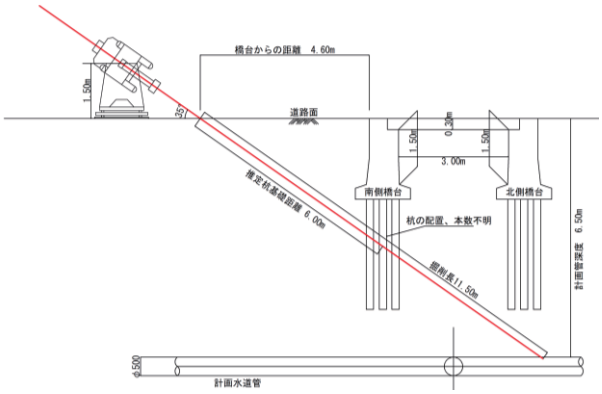

図-1　斜め BOR 計画概要図

(2) 毎日撤去に伴う効率的な搬入計画

掘削機の足場を単管で組み、道路上にアンカーボルトを打設しクランプと荷締機によって単管足場を固定することで、日々の機械架設にかかる時間を減じた(写真-1)。単管足場は毎日解体せず、斜め BOR 地点付近の資材置き場へ日々移動させ、BOR 機材は搬入トラックにて管理した。こうすることで、足場設置から機械設置までの作業効率を向上することができた。

写真-1　現場状況と使用した強化プラスチックビット

4. 留意点

調査に於いて留意すべき点は、掘削方向と角度である。今回の調査では斜め BOR であることに加えて、毎日の機械搬入と撤去を行う必要があった。鉛直 BOR の毎日撤去であれば、BOR 孔にのみロッドを合わせる一次元的な精度でよいが、斜め BOR の毎日撤去では、掘削角に加えて前日と同様の掘削方向を合わせる三次元的な精度が要求される。これは単管足場や掘削機械の位置をマーキングする等である程度は再現可能であるが、仮に6m 掘削し、掘削方向に1°の誤差があった場合でも約10cm左右に振れるため、隣接する斜め BOR 孔と交錯する可能性や、杭基礎が確認できても、その位置を見誤る可能性がある。

上記の事象を最小限に抑えるため、ダブルコアチューブを用いた掘削や、1m 掘削を行うごとにケーシングを挿入し、孔曲がりを抑制しつつ作業を行った(写真-2)。このケーシングは一日の作業終了時に道路面以深まで埋め込み、孔口を土嚢などでシールしてその上にバラスを敷いて転圧し、養生した(写真-3)。

掘削方向と角度に留意したことで、結果的に斜め BOR 孔の距離が最小で200mmであっても両孔が交錯することなく、4孔はおよそ並行に掘削を完了することができた。

写真-2 ケーシング挿入

写真-3 日々の埋め戻し

5. 調査結果

杭基礎探査 BOR4箇所のうち1箇所で、掘削長6.00m において掘削水が完全に逸水し、6.50m で南側橋台の杭基礎と推定される構造物に接触した。これは推定していた杭基礎の位置とほぼ一致する。残り3箇所は、南側橋台の杭基礎の杭間をすり抜けたのち、橋台や杭基礎が推定されていない掘削長7.60～8.00m にて、掘削水の逸水等もなく突然硬質部が出現した。ビットを交換し掘削を行ったところ、鉛直 BOR で確認された岩盤と同様の岩片が採取された。以深はこの岩盤が連続的に確認されたため、杭基礎はこの岩盤を支持層として構築していると推察される(図-2、図-3)。

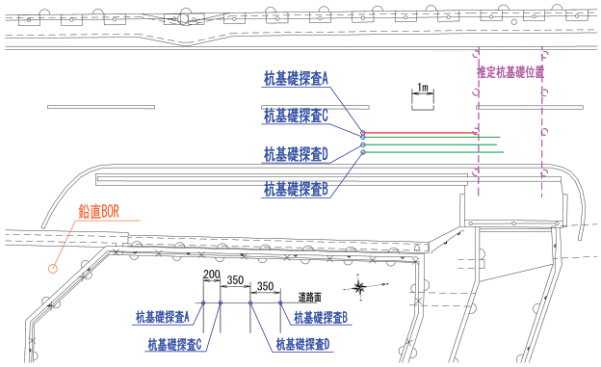

図-2 斜め BOR 掘削概要図

(赤線:杭基礎までの掘削長　緑線:岩盤出現までの掘削長)

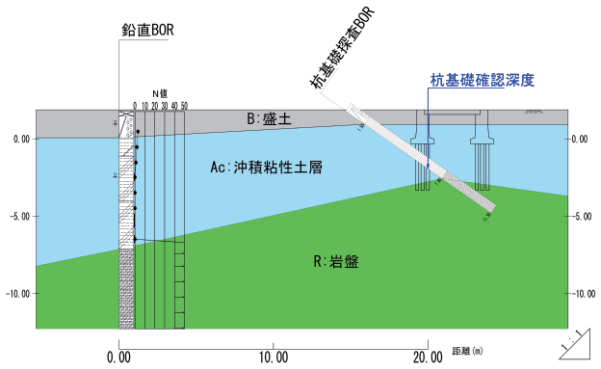

図-3 推定断面図

6. まとめ

4本の斜め BOR によって、杭基礎の有無を概ね確認することができた。鉛直 BOR にて確認した岩盤は、橋の直下では隆起していることも確認された。以上より、元々の設計である水道管を杭基礎より深部に通す計画を、計画推進工も小口径なため、杭間を通す計画に変更された。

7. 今後の課題

難条件下であったため、1日の実質的な作業時間は5時間程度であった。斜め掘りにおける機械の再設置には高い精度が必要となるため、この精度を保ちつつも、更に効率的な搬入、撤去について検討したい。

《引用・参考文献》

1) 全国地質調査業協会連合会編：ボーリングポケットブック[第5版],p198～200,2020年7月発行(第6刷)