【CM116】

推進工法の既設杭回避を目的としたボアホールレーダ探査適用事例

日本地研株式会社　　○明石 凌河

1. はじめに

非開削工法の一つである推進工法は、地表面の開削を伴わず施工可能で、かつ市街地や交通量の多い道路下において有効な手法として採用されている。

しかし、古い構造物では基礎構造に関する図面が残っていない場合も多く、施工範囲内に既設杭や地下構造物が存在すると、推進管の接触や掘削機損傷のリスクが高まる問題点がある。

今回対象となった橋台においても、基礎杭の施工資料が残されていなかったため、推進工法による管渠築造に際し、基礎杭位置の正確な把握が必要となった。

本論文では、調査の背景や、実施した探査手法および解析結果について報告し、推進工法前の既設構造物調査における有効な手法の一つとして、斜孔ボアホールレーダ探査を活用した事例について紹介する。

2. 調査背景と調査内容

対象の橋梁基礎を通過する位置は推進工法による管渠(φ600mm)の敷設が計画され、敷設ルートは既設橋台基礎杭(φ600mm 鋼管杭)の間(杭間距離 1900 mm)を通過するため、杭との離隔を確認する必要が生じた(図-1)。

推進工法において基礎杭との干渉が発生した場合は、掘進機の損傷や推進方向の逸脱など、施工上の重大なリスクになる上に、橋梁基礎に損傷を与えてしまえば、構造物の安全性に影響を及ぼす恐れもある。

本調査では、既設杭位置を正確に把握し、推進路線との離隔を確認するため、河川管理用通路からボーリング調査孔を 斜め下方 30° で掘進(計 4 本)し、その孔内から「ボアホールレーダ探査」を行った(図-2)。併せて、調査孔の直進性および地中での三次元的な位置の確認と、ボアホールレーダ探査結果を補正する目的で「孔曲がり計測」を行い、得られたデータを用いてより高精度に杭位置を特定した。

3. 調査作業フロー図

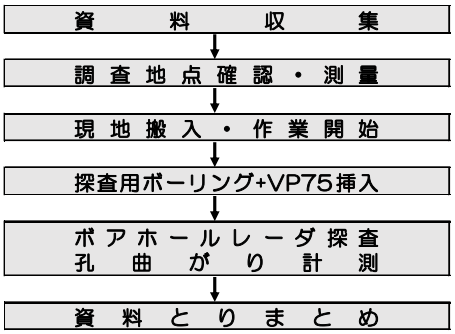


図-1 調査作業フロー図

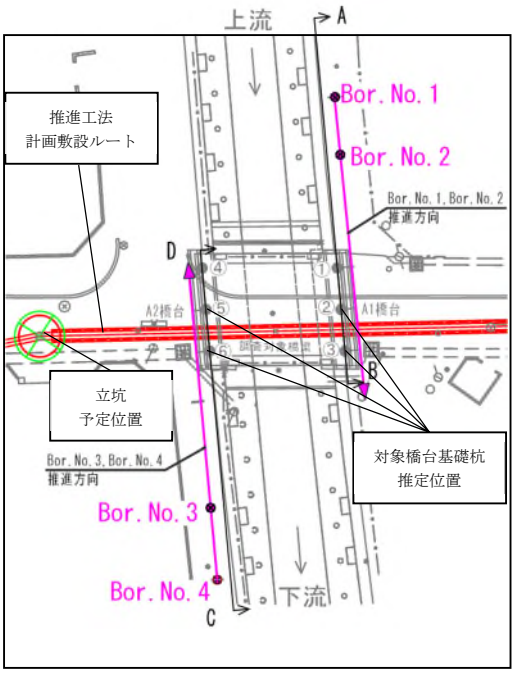


図-2 調査位置平面図(一部抜粋)

4. ボアホールレーダの特徴

ボアホールレーダは、地中レーダ探査の一種であり、地中に電磁波を放射し、電気特性(導電率と誘電率)の異なる境界で反射した電磁波をとらえることで地中を探査する方法である [1)]。電気特性を利用するため地盤と電気特性の大きく異なる鋼管杭のような金属を探査するのに有効である。

また、本調査で使用したボアホールレーダのアンテナ中心周波数は波長が短い 600MHz であり、伝達損失の影響を抑えるため、探査対象から 1.0m 以内を目安にボーリング孔配置する必要があった。

5. 調査結果

5.1 ボーリング結果

ボーリングは管渠が通過する深度の上下を通り、かつ橋台の底盤コンクリートに接触しない位置から掘進する必要があるため、斜め下方 30° が最短長となった。各橋台で 2 か所実施し、下部の掘進孔はオールコアで実施した。電磁波の散乱や異常波をもたらす砂礫層は確認されなかった(図-3)。

また、図-3 には推定地質横断図を、写真-1 には Bor.No.2 の全景写真を示す。

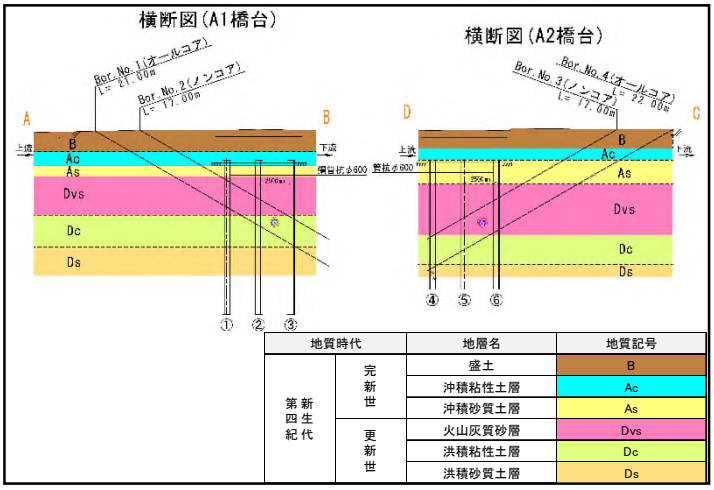


図-3 推定地質横断図

5.2 孔曲がり計測結果

ジャイロオンラインシステムによる孔曲がり計測では、斜孔の削孔に対する誤差を確認した。孔曲がりは一般に垂直ボーリングで 100m 当たり 30′～1°、水平ボーリングで 1～4° の範囲にある[2]。20m時点でも水平ボーリングの標準以上の高い精度で施工できた。

これらの結果は、ボーリング足場とマシンを固定、掘進反力をとるために足場をウェイトで固定、地層に大きな硬軟差がなかったことなどが影響している。



写真-1 Bor.No.2 全景(斜孔掘進時の工夫)

5.3 ボアホールレーダ結果

ボアホールレーダ探査から以下の結果が得られた。

計画推進管と橋台基礎杭との外面離隔は、最小で 486 mm であった(表-1)。東京下水道局の土木工事標準仕様書では、基準高および中心線変位(水平)の施工基準は±50 mm[3] であるが、約 10 倍の十分な離隔があるため、施工上の支障はないと判断した。

また、Bor.No.1 の②中央側杭と③下流側杭、Bor.No.2 の③下流側杭、Bor.No.4 の⑤中央側杭における反射波が他と比べやや不鮮明であった。理由として周囲の土層が地下水位以深の導電性の高い粘土・シルト層に該当するため、電磁波の減衰が大きくなったと推定された。

6. まとめ

斜孔ボアホールレーダ探査で既設鋼管杭位置の探査事例を示したが、これらに基づいて良好な探査結果を得るための条件を、次のようにまとめる。

(1)事前調査として、埋設物の位置や材料、近傍の地質などの情報を整理し、ボアホールレーダに適応する調査位置や確認方法を設定・計画すること。

(2)対象地盤は硬軟差の小さく、堆積構造などが単調な地層であることが望ましく、電磁波に影響を及ぼす地層(砂礫層や粘性土層)がないこと。

(3)ボーリングマシンは足場に固定した上でウェイトを固定して掘進時の反力をとり、孔曲がりを最大限抑制すること。

今回は河川沿いの現場で、地下水位以深での探査であったものの、安定した良好な結果が得られた。今後は探査事例の蓄積と解析精度向上に努め、ボアホールレーダ探査の適用性をさらに高めていく必要がある。

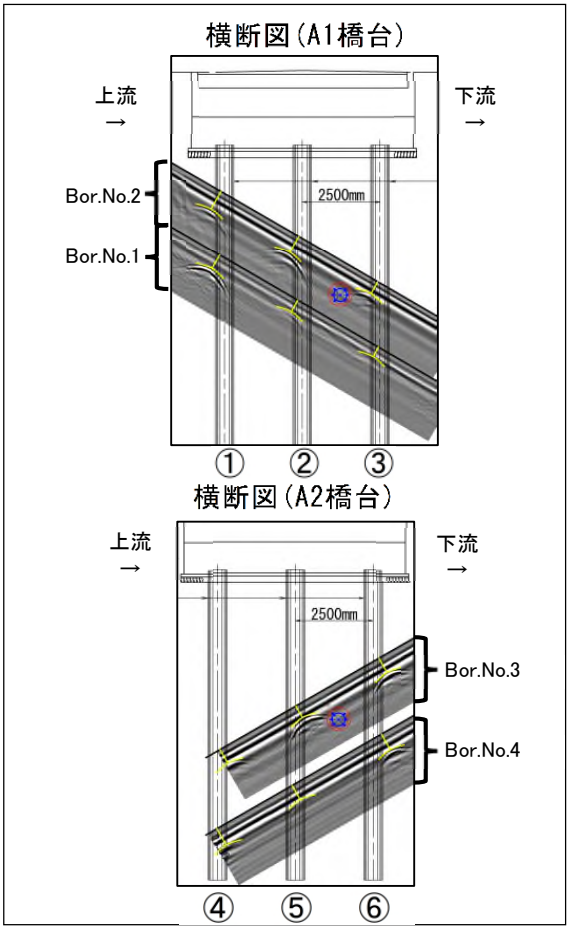


図-4 調査孔上下変位

表-1 調査孔上下変位

橋台	計画推進管外面と橋台基礎杭外面の離隔(mm)	
A1橋台	②中央側杭	③下流側杭
	654	486
A2橋台	⑤中央側杭	⑥下流側杭
	709	595

《引用・参考文献》

1) 物理探査学会編(2008):物理探査適用の手引き:土木物理マニュアル 2008 新版,pp.218～283.

2) 全国地質調査業協会連合会編(2023):ボーリングポケットブック[第 6 版],p.204.

3) 東京下水道局(2026):土木工事標準仕様書,p.298.