

解説 安全確保

推進・シールド工事における支障物調査の技術

よしだ たけし
吉田 武志

日本物理探査(株)
関東支店長



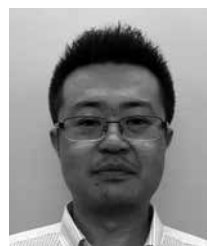
こうの ひでき
河野 秀紀

日本物理探査(株)
関東支店技術第二部長



かに え だいすけ
蟹江 大介

日本物理探査(株)
関東支店技術第二部長



1 はじめに

推進・シールド工事において、地中に存在する既設構造物や残置杭が工事の支障となるケースは多々あり、実際の施工でこれらに接触して掘進不能となり、工事を中断しなければならなくなったという事例も多い。また、こういった接触事故が重大事故につながる可能性もある。

推進・シールド工事を施工する際の路線や高さ等は、現場状況・既存資料

を十分に検討した上で計画されている。しかし、計画路線上に施工時期の古い構造物が存在し、既存資料が無かったり、図面や資料の信頼性が乏しいために支障物の存在が懸念される場合には、支障物の調査が必要になるものと考えられる。例えば、既設構造物の施工の際の山留鋼矢板が残置されている可能性が考えられないか、また、その根入れ深度はいくらなのか、平面的にはどのように分布しているのかといった懸念はよくあることだと思われる。支障

物の調査としては試掘等を実施し、実際に目視で確認することが一番確実であるが、地表から容易に確認できる深度には限界がある。また、現場条件によっては試掘を実施できない場所である可能性もある。本稿では、ボーリング孔を利用した物理探査による支障物（杭）調査の方法と、それをを用いた調査事例を紹介する。

2 地中障害物に対する探査技術

物理探査とは電磁場や弾性波などの物理現象を利用して地下の状況を調査する技術であり、非接触で地中障害物を調査することができる。しかし、物理探査によって、地中障害となる杭の位置や深度を調査することはできるが、その障害物は何か、杭の種類は何か、といったことに答えることは難しい。したがって、物理探査を有効に利用するためには、事前に既存の資料等により十分な情報を収集しておくことが重要になる。

表-1 ボーリング孔を利用した杭調査方法の比較一覧表

調査方法	調査で分かること	調査可能な条件
ボーリング孔内磁気探査	孔内で磁場（磁気異常）を測定することで杭の上端・下端深度および杭までの距離が求まる	対象となる杭は鋼製杭あるいは鉄筋コンクリート杭のみ。検知距離は0.5～2m程度であり、地下水や鉄以外の物の影響を受けない。杭の上端・下端深度に他の埋設鉄類が無いことが必要である
ボアホールレーダ	孔内で放射した電磁波の反射波を測定することで、杭の分布深度および杭までの距離が求まる	すべての杭が対象となるが、鋼製杭や鉄筋コンクリート杭が望ましい。磁気探査と違い、地下水や地盤など鉄以外の物の影響も受ける。地下水内では検知距離が0.3～1m程度と短いため、杭の極近傍にボーリング孔を設ける必要がある
速度検層	杭や地表を打撃し、孔内の感震器で振動を測定することで、杭の根入れ深度が求まる	杭とボーリング孔は数m離れていても探査可能である。木杭を含めすべての杭が対象となるが、杭を伝播する弾性波速度が地盤を伝播する弾性波速度よりも速い必要がある

ボーリング孔を利用した杭の調査方法として、ボーリング孔内磁気探査、ポアホールレーダ、速度検層を取り上げる。それぞれの調査方法には一長一短があり、対象物や現場状況によって使い分けるべきものである。表-1にそれぞれの調査方法の特性をまとめた。

2.1 ボーリング孔内磁気探査

磁気探査とは、地中に埋設している鉄類が地磁気によって帯磁し、その周囲に局所的に形成する磁場を検出することにより、鉄類の位置や深さを特定する探査手法である。

磁気探査の長所は、地下水や鉄類以外のもの（コンクリートや木等）が探査対象物付近に存在しても、その影響を受けずに探知できることである。逆に短

所としては、探したい物の付近に別の鉄製物が存在すると、複数の磁性物が形成する磁場の合成信号を検出することとなり、解析が困難になる点が挙げられる。

ボーリング孔内磁気探査は、ボーリング孔を利用した磁気探査である。杭は地磁気によって帯磁し、その上・下端部にS極・N極の磁極が生じ、上下端部に顕著な磁場を形成している。この磁場を検知することで杭の上下端の深度と距離を求めることができる。ボーリング時に非磁性のロッドを使用すれば、そのままガイドケーシングとしてロッド内で調査することが可能であり、杭の調査では一般的に実施されている調査方法である。調査対象となる杭は鋼製

杭および鉄筋コンクリート杭で、その探知距離は0.5～2m程度である。経験的に鋼矢板やH鋼などは磁気が強くて検知距離が長く、既製杭、特にPC杭は磁気が弱く検知距

離も短くなる。

機器の構成は、記録器、増幅器、センサ、ケーブル、昇降機からなり、センサを昇降機によって一定速度で移動させて連続的にデータを取得する。探査状況の概念図を図-1に、測定機器の画像を写真-1に示した。

なお、杭の上端深度付近には別の構造物が存在する 경우가多く、その影響で杭上端の磁気反応が明瞭でないことが多い。

2.2 ポアホールレーダ

レーダ探査とは、地盤中の電気特性（比誘電率）が変化する境界面からの電磁波の反射を探知して埋設物等の大きさや位置を特定する探査手法である。磁気探査とは異なり、鉄類だけではなく、コンクリートや空洞等一般的に土と異なる材質のものを探査する場合に有効である。道路下の埋設管調査や空洞調査に良く利用され、推進・シールド工事に伴う空洞調査等にも用いられている。電磁波は水によって強く減衰されるため、地下水面の高い場所では、探査深度が浅くなる。

ポアホールレーダは、ボーリング孔を利用したレーダ探査である。ボーリング孔は通常、水で満たされており、ま

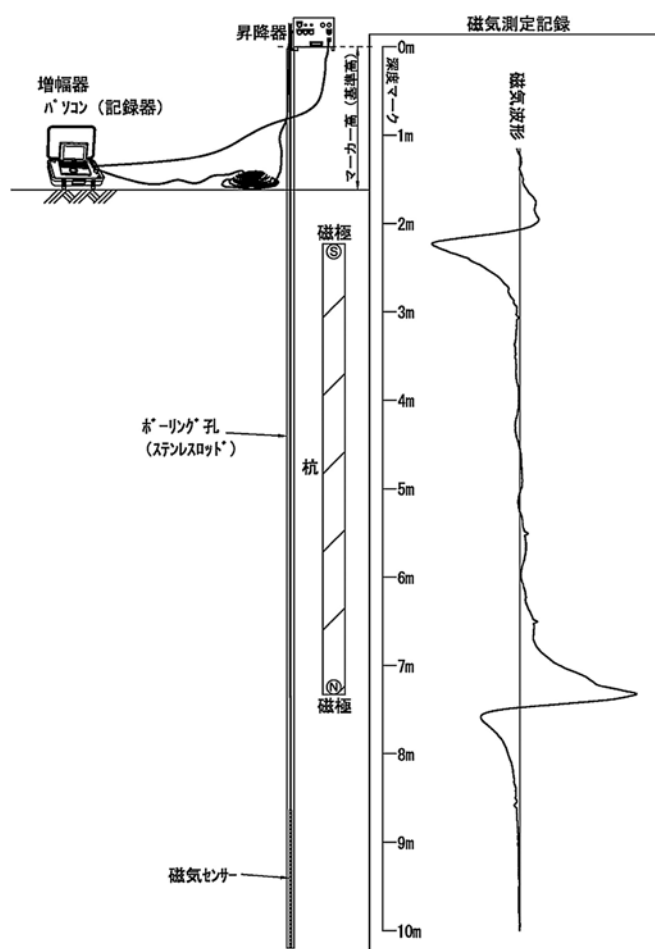


図-1 磁気探査状況概念図



写真-1 磁気探査機器一式