

杭の根入れ深度調査

日本物理探査株式会社 ○木村 優太、大垣 泰宏

1. はじめに

近年、地中構造物（本設杭、仮設杭、残置杭、躯体構造物）の下端深度調査に関する需要が高まっている。主な調査対象物は鋼矢板、H 鋼、各種杭、ボックスカルバートなどである。本稿はこのうちフーチング撤去後の既設杭（PC 系杭）を対象とした磁気検層と速度検層についてとりあげ、その事例と作業を行う上での留意点について述べるものである。

2. 調査手法

杭の根入れ深度調査方法は磁気検層と速度検層である。これらの調査方法について表-1に示す。

表-1 杭の根入れ深度調査手法

手法	求めるもの	実質計測時間
磁気検層	磁場の強さや変化率	20分
速度検層	杭体と地盤の弾性波速度変化点	30分

(1) 磁気検層

磁気検層は調査対象物が磁性体であることに着目し、その磁場の強さや変化率を測定して杭下端の根入れ深度を求める手法である。図-1は磁気検層で取得されるモデル波形である。杭の根入れ深度を求めるときは、まず磁気ピークを読み取って磁極深度とする。一般的に磁極深度は杭の下端深度に合致しないから、その磁極深度に実験等で求めた値か推定値を深度方向に加算して根入れ深度とする。

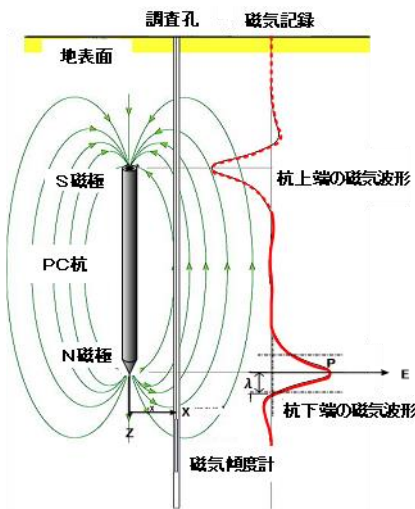


図-1 磁気検層波形記録の模式図

(2) 速度検層

速度検層は、杭体と地盤の弾性波速度差に着目して杭の根入れ深度を求める手法である。

調査は、杭の近傍に設置した調査孔内に受振器(12連)をセットし、杭頭を打撃して行う。受振した時間を走時曲線上にプロットし、その速度勾配変化点を求めればよい(図-2参照)。

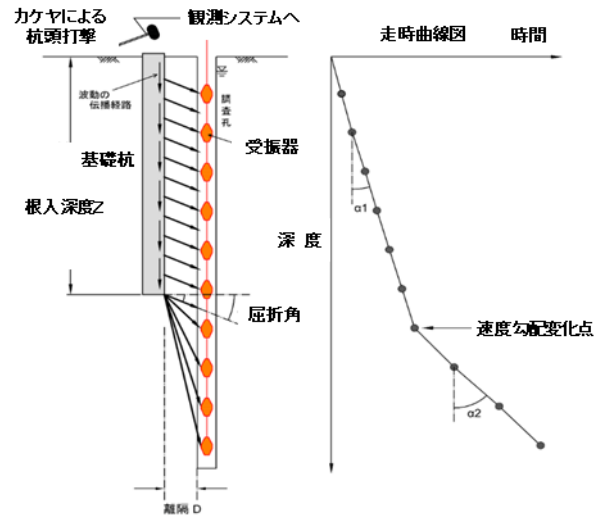


図-2 速度検層結果模式図

(3) 実際の作業手順

現場における作業状況を下記に示す(図-3参照)。

- ① 杭頭付近の状況把握
フーチング撤去時に、杭位置、杭天端深さ、杭径、水位、鉄筋有無、などを入念に確認する。
- ② 調査孔の準備
状況確認後、杭頭直前に保孔管をセットして埋め戻す。保孔管直下のガラなどは丁寧に取り除いておく。
- ③ 削孔～調査孔設置
保孔管を引き抜き、ボーリングマシンを用いて所定深度まで削孔する。塩ビパイプを立て込んで調査孔とする。
- ④ 磁気検層測定
磁気検層を行って、杭の根入れ深度を求める。
- ⑤ 速度検層準備
杭天端を露出させ、研磨具等を用いて整形する。受振器挿入、トリガスイッチの確認、湧水対策、計測孔内の水位回復を済ませて、計測環境が整うのを待つ。
- ⑥ 速度検層測定～片づけ
受振器をセットして杭打撃時の走時を観測する。計測後孔内を閉塞して作業終了とする。



図-3 測定状況

3. 結果事例

図-4、図-5は磁気検層と速度検層の実際に得られた結果の一例である。杭下端部の磁気反応（測定機器からの深度10.5m 付近）が明瞭に認められ、走時曲線の折れ点深度（深度10m～11m 付近）と一致することがわかる。

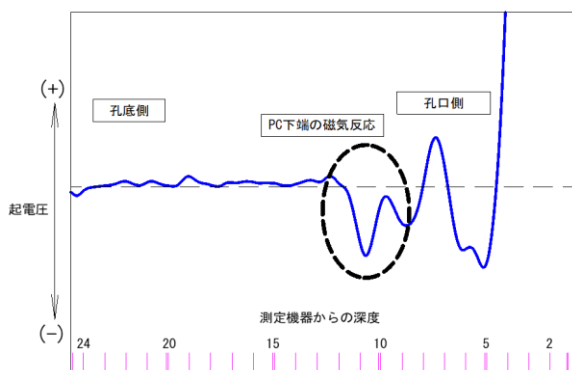


図-4 磁気検層結果図例(PC 杭)

磁気検層は速度検層に先行して実施するため、根入れ深度は予想可能である。速度検層では多チャンネル受振器を使用しているから、その予測した深度付近に複数のチャンネルをセットすれば、観測モニター画面上で折れ点を確認できる。そして、杭の支持層となりうるような砂～砂礫層の出現深度は掘削時に把握できている。

つまり、速度検層の時点では、「磁気検層結果の確認」、という作業となる。このように、3つの情報に裏付けられた報告を行うこととなるから、精度は確実性を増す。

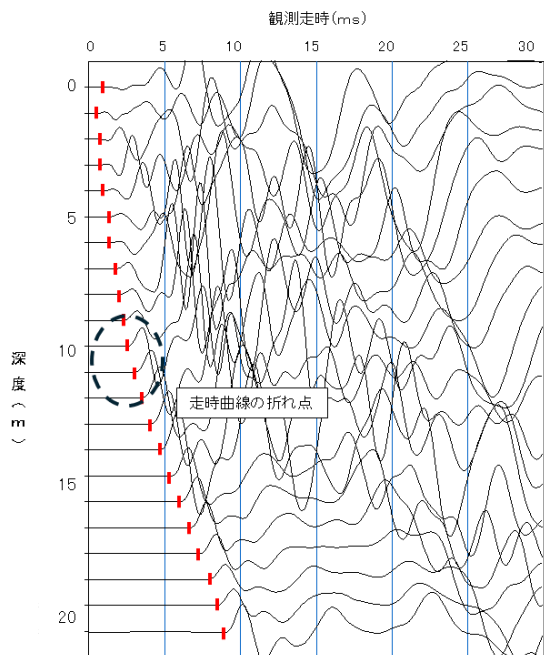


図-5 速度検層波形記録

4. 調査における留意点

本調査手法における留意点を下記に示す。

① 磁気検層

磁気検層は磁性体を対象に取り扱う調査手法である。磁化している対象物に対しては非常に有利な調査手法と言えるが、一部の無筋杭や柱状地盤改良杭のような非磁化杭には適用できない。また、配筋密度が小さい、もしくは細い芯材を使用しているような杭体では明瞭な磁気反応が求められないことが多い。よって、杭の信号強度を増すために調査孔は杭の直近に設ける。

② 速度検層

弾性波を扱う業務は信号以外のノイズをいかに排除するかが重要といえる。現場によっては重機等が停止するお昼の休憩時に作業時間帯を合わせるなどの工夫が必要である。

杭の頭出し時にも留意が必要である。フーチング撤去時に杭自体を損傷させてしまうと起振時の振動が明瞭に伝わらないことがある。よって可能な限りその場に臨場しておきたい。

杭頭が地下水位より低い時は、杭頭が水没するため起振作業に苦勞する。排水のため水中ポンプを用いざるを得ないが、打撃時には一度停止させなくてはならない。作業床も悪条件となることが多く、事前確認と準備が必要となる。

磁気検層の結果と異なる可能性があることを予測しておく必要がある。有筋杭と無筋杭の継ぎ杭である。既往柱状図、地盤図、設計当時の資料なども考慮してデータ整理を行う必要がある。

5. まとめ

PC 系杭の根入れ深度調査事例として磁気検層と速度検層を取り上げ、結果ならびに留意点について述べた。磁気検層と速度検層を併用し、両者の結果を確認すれば、結果の品質と信頼性は増す。

現場作業は情報収集と状況把握が重要である。

杭頭の状態、杭頭の深さ、地下水、杭種、測定環境、掘削時に得られる土層情報。

これらの情報を整理して正しい結果を導けるように工夫をすることが技術者としての責務であると考えます。

最後に、安全作業が行えるように作業床の整備を行うことも忘れてはならない。筆者は、杭頭確認後の埋め戻し時にセメントを持ち込み、鍬とスコップを用いて簡単な表層改良を行うようにしている。削孔時にボーリングマシンが傾くようなことがあってはならないからである。現場状況を把握し、安全に最大限の配慮をする。良好な調査結果を得るためには、安全作業は欠かせないことを明記して、本稿の結びとする。