

削孔振動測定による基礎杭支持層判定の事例

大成建設株式会社 正会員 ○近藤高弘、松岡俊治、樫木実
 ひびきエル・エヌ・ジー株式会社 溝口敬義、室賀克巳、新家淑雄
 千代田化工建設株式会社 佐々木睦雄、松川圭輔、野本均

1. はじめに

削孔振動波形解析を行う地盤評価装置はオーガ杭打機を用いる地下ダム施工における止水層である基盤層の削孔判定を目的に開発された。杭打機先端部が基盤層まで到達したかの判定手段として、従来は調査ボーリングデータを基に削孔深度と対比しながら杭打機の電流値の変化などを監視し施工経験に基づいて基盤層到達の判定が行われてきた。この地盤評価装置は、杭打機の削孔時発生する掘削振動波形をリアルタイムに波形解析を行い支持層との比較評価する事で未経験者でも容易に地盤判定を可能にする装置である。



写真-1 地盤評価装置・センサ取付け状況

地下ダム施工では軟岩掘削対応として地盤評価装置は開発された。一般土層掘削での可能性としてひびきLNG基地建設工事における杭打工事の施工に地盤評価装置を用いて試験施工を行った。ひびきLNG基地建設工事では、プレボーリング根固め工法による杭施工を実施、PHC杭径φ300~600mm、削孔深度は16~20m、施工本数350本、支持層は風化花崗岩である。杭打機のオーガ径はφ550mmとφ750mmの2種類で施工した。杭打機は2台使用して施工、1台に地盤評価装置を設置し今回の試験施工を行った。

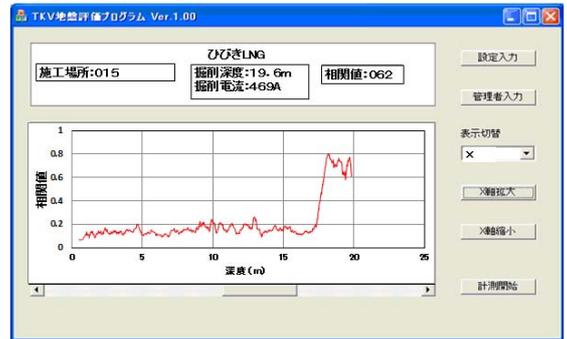


図-1 地盤評価装置の表示画面

2. 計測概要

地盤評価装置は、杭打機の削孔時に発生する掘削振動および掘削音の波形データをリアルタイムに波形解析して、支持層部で発生する掘削振動の特徴的なスペクトルを検知し比較する事で評価判定を行う。

地盤評価装置のスペックは、三軸の振動加速度センサと集音マイクのアナログ入力4ch、サンプリング周波数20KHz、1秒間隔で4chの波形解析と地盤評価計算をリアルタイムに処理する装置である。

地盤判定を行うために必要な比較データを事前に準備する必要がある。調査ボーリング等により地層が明確な箇所に杭打機で削孔し支持層までの掘削データを収集し、支持層部の比較用基準データとする教師データを作成する必要がある。

杭打機は三点支持式杭打機 (DH408-95M)、オーガ駆動装置 (SMD-120HP) の構成で、杭打施工業者は施工

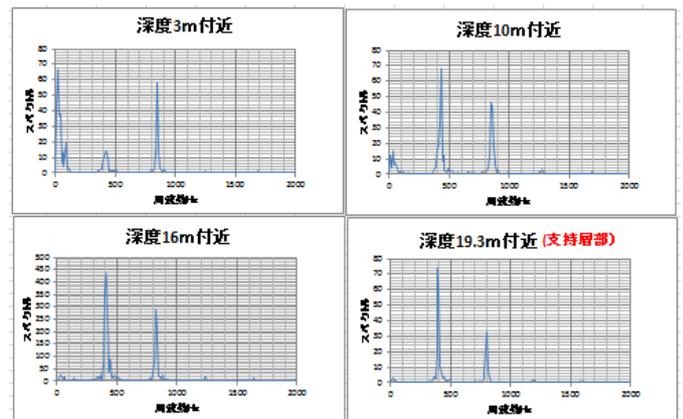


図-2 各削孔深度での解析スペクトル

キーワード オーガ駆動装置、支持層、地盤評価、振動、音響、波形解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター TEL 045-814-7219

情報を管理するための管理装置（統合型管理装置）を備えており、削孔深度・掘削電流情報を地盤評価装置にリアルタイムに取り込めるようにした。

地盤評価装置はオーガ駆動装置の上部に設置し、三軸加速度計センサおよび集音マイクはオーガ駆動装置の減速装置のフランジ上部に設置した、収集した振動波形データは通信ケーブルを介し杭打機後部に設置した地盤評価 PC に転送されリアルタイムに地盤判定結果をモニター表示（図-1）する。三軸加速度計の設置座標は杭打機オペレータから見て左右方向がX軸（+右），前後方向がY軸（+前），上下方向がZ軸（+上）に設置した。写真-1 に示す。調査ボーリング孔の近傍に試験削孔を（削孔径φ750mm とφ550mm）2か所施工しその時の掘削データを収集し教師データとして利用した。試験削孔施工時（削孔径φ750mm）の各削孔深度での振動加速度（X軸方向）の波形解析結果を図-2 に示す。教師データは試験削孔で収集した削孔深度19.34～19.5mの掘削データを加工し採用した。

3. 地盤評価装置の計測結果

施工現場の支持層到達判定管理は、試験掘の結果、掘削径φ750で掘削電流値450A以上1分間をもって支持層と判断している。ひびきLNGでは、削孔径φ750mmとφ550mm合わせて30本の掘削データを収集する事ができ、その全てほぼ同じ傾向にあった。図-3は削孔径φ750mmによる地盤判定結果を示す。三軸加速度センサと集音マイクおよび掘削電流値をまとめて示している。波線部分は現場の施工管理に基づき支持層と判定したラインである。支持層判定ラインと地盤評価装置の相関値には明らかに相関関係がある。判定ラインの違い、掘削電流値の変化は杭打機オペレータの吊荷荷重の加え方などの操作方法的違いや支持層の強弱により多少の影響を受けているものと考えられる。同様にφ550mmによる地盤判定結果を図-4に示す。この判定に用いた教師データは先に作成したφ750mmで試験掘した同じ物を使用している。

判定結果から削孔径φ750mmの結果と同様な判定結果が得られ、削孔径φ750mmとφ550mmとの差異はないことが判明した。

今回の地盤判定の教師データは三軸の加速度と音響の4つの教師データ全てにおいて非常に満足する判定結果を得る事ができた。これは判定する周波数域が比較的低い可聴域であったため音響データの判定が良かったものと考えられる。

5. おわりに

地盤評価装置は地下ダムの軟岩層の判定を目的に開発されたが、今回一般的な土質での支持層判定に向けての貴重なデータを収集する事ができました。その地盤判定結果から実用化への大きな可能性が見えてきた。

地下ダムの教師データのピーク周波数は今回の結果と異なり、高い周波数に特徴があった。今後は一般基礎工事への利用を考慮し、砂・砂礫・土丹層といった一般的な支持層の掘削データを収集解析することで信頼性の高い確実な地盤評価装置へ開発を進めたいと考える。

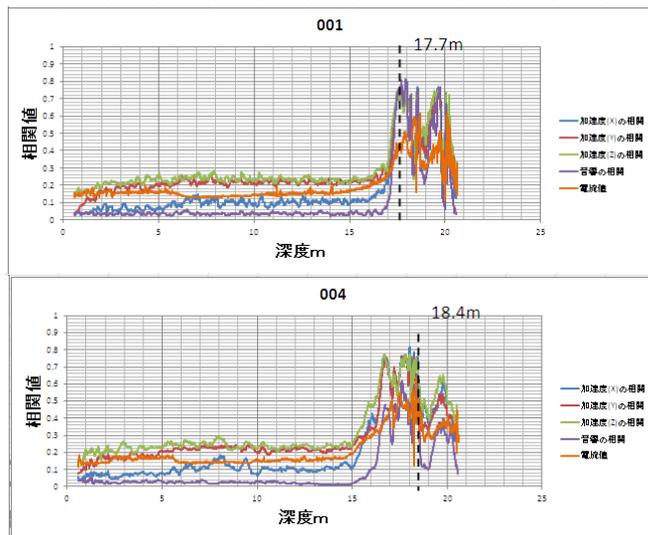


図-3 削孔径φ750の地盤判定結果の一例

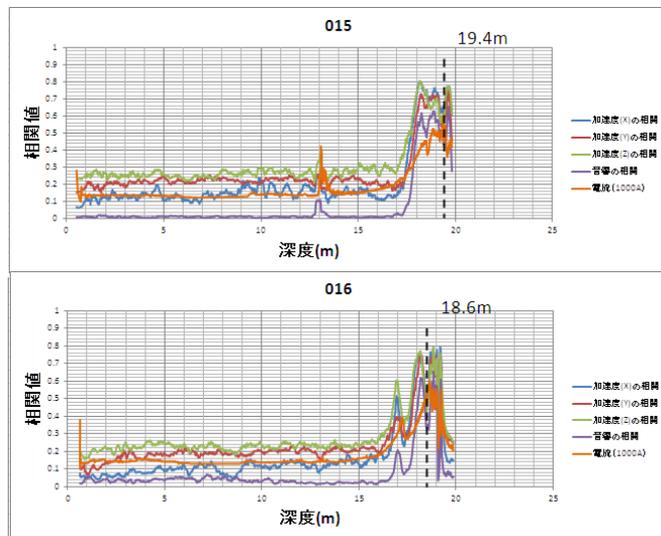


図-4 削孔径φ550の地盤判定結果の一例