

場所打ち杭の孔壁形状の3次元可視化システム

大成建設 正会員 大竹 明朝 正会員 ○重光 達 西浦 夏
成和リニューアルワークス 正会員 平山 哲也

1. はじめに

場所打ち杭のうち、泥水で孔壁安定を図るリバーサーキュレーション工法やアースドリル工法は、掘削孔の傾斜や掘削断面を超音波を利用した孔壁測定装置で測定する¹⁾。一般的な超音波測定装置は、1回の測定でX、Y2方向（平面直交）を鉛直方向に測定するため、異なる方向での孔壁崩壊状況や杭傾斜状況などを測定するためには、もう一度角度を変えて測定器を杭孔に入れて測定する必要がある。そこで、超音波測定器を自動降下させながら、かつ平面的に回転させて測定することで、1回の測定で、杭の孔壁形状を3次元的に把握するとともにデータを現場PCへ表示させるシステムを開発した。以下にこの装置の概要と橋脚基礎杭（TBH杭）施工時での測定結果について報告する。

2. 3次元可視化システムの概要

測定装置を写真-1に示す。本装置は、一般的な超音波側壁測定装置に回転装置および降下制御装置を取り付け、任意の深さで任意の平面角度の測定を自動制御できるものである。測定データは現場でPCにリアルタイムに表示させることにより、杭の精度や孔壁状況が素早く確認できる。また、杭孔の測定データからコンクリート量が正確にわかるため、打設計画に反映することが出来る。これらのデータは任意の断面で出力でき、杭の出来形確認書類として活用するなど、生産性の向上にも大きく寄与するものである。



写真-1 超音波側壁測定装置

3. 測定試験の概要と成果

3-1. 場所打ち杭の仕様と測定概要

測定は、鉄道連続立体化工事の橋脚の場所打ち杭（TBH杭φ2500mm、杭長31.0m）で行った。土質はGL-15m程度までがN=5~10の砂、シルト層、GL-15m以深がN≥50の良く締まった砂層である。測定は平面6、10、15°深度方向を@50cmで行った。

3-2. 測定結果と出力

1) モニタリング画面表示

測定深さ毎に平面形状、断面2方向の形状を表示（図-2）しており、それぞれ設計値との比較ができるようにしている。また、測定終了時には、任意の断面を表示することができるとともに、3次元表示（図-3）が可能である。これにより、孔壁の形状が分かりやすく表示され掘削精度の確実な確認や崩壊性の高い土層などの把握が早期にできる。



図-2 モニタリング画面

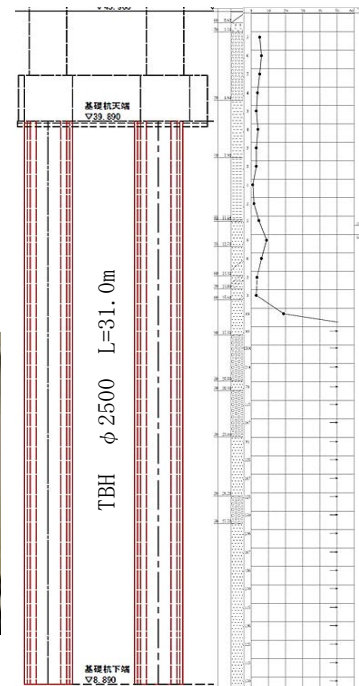


図-1 TBH杭概要

キーワード 場所打ち杭, 杭精度, 超音波孔壁測定, 3次元, 杭コンクリート打設

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 (新宿センタービル) 大成建設(株)土木技術部 TEL 03-3348-1111

2) 杭の鉛直精度

掘削精度については、杭の任意の深度において平面形状が表示できるため、杭がどの方向に傾斜しているか把握することが出来る。今回測定した杭の深度20m付近のデータを図-4に示す。孔壁の掘削形状は

0度：20mm－180度：100mm

40度：80mm－220度：160mm

であり、杭が220度方向に傾斜していることが分かる。その精度は

$$\Delta = 80/20000 = 1/250$$

で規格値以内であったが、仮に、杭の傾斜が大きい場合、鉄筋籠の建込み位置への配慮や精度が規格値を超える場合には再削孔なども考えなければならない。

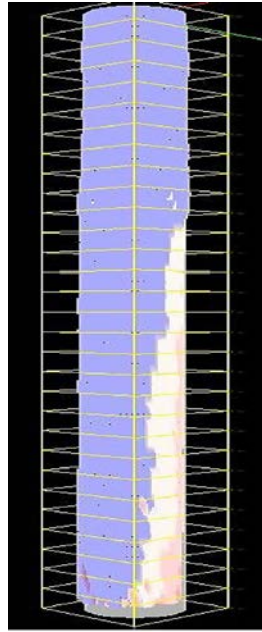


図-3 孔壁の3次元表示

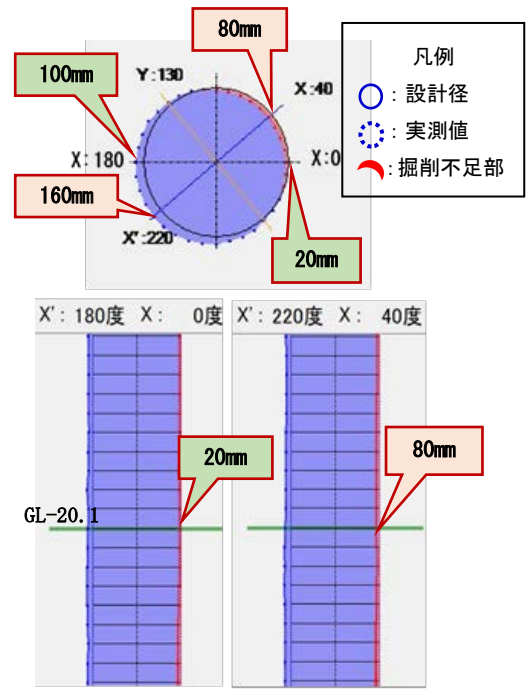


図-4 杭の精度（平面、断面）

通常の超音波測定のリ一回の測定（鉛直2断面）では、最の傾斜方向を把握するためには何度も測定をしなければならないが、今回のシステムは、杭の精度を1回の測定で的確に把握することが出来るため、品質管理上も有効なシステムであると考えられる。

3) コンクリート打設計画

場所打ち杭のコンクリート打設時には、通常、設計コンクリート量に対して打設管理曲線（打設量～コンクリート天端関係）を作成して打設管理を行う。しかし、実際には孔壁形状は設計よりも大きくなるため、同じ打設量でも天端高さは低くなり、トレー管の引上げのタイミングや最終杭頭部打設時の生コン供給など、計画と実際がずれることが多い。今回、孔壁測定データから杭孔の実形状を計算して、打設管理曲線を作成した（図-5）。計画（計算）コンクリート量は、設計杭径に対する計算値よりも約9.5m³多くなった。打設時のコンクリート天端は、計画天端（3D考慮）にかなり近い値であり、今回の測定システムが、場所打ち杭のコンクリート量の正確な算出や、打設計画・打設管理に有効に使用できることが確認された。

4. まとめ

今回開発した杭孔壁形状の3次元可視化システムは、杭の精度確認や孔壁崩壊状況把握、さらにはコンクリート打設管理手法の精度向上など、場所打ち杭の施工管理・品質管理手法として有効である。また、この装置とシステムを使って、先端拡底杭の拡底部形状や地中連続壁のような矩形平面形状でも有効に測定できることは確認できている。今後、拡径杭を含めた場所打ち杭や地中連続壁の実施工に展開して品質管理向上を図っていく予定である。

参考文献 1) 杭基礎施工便覧：公益社団法人 日本道路協会 平成27年3月

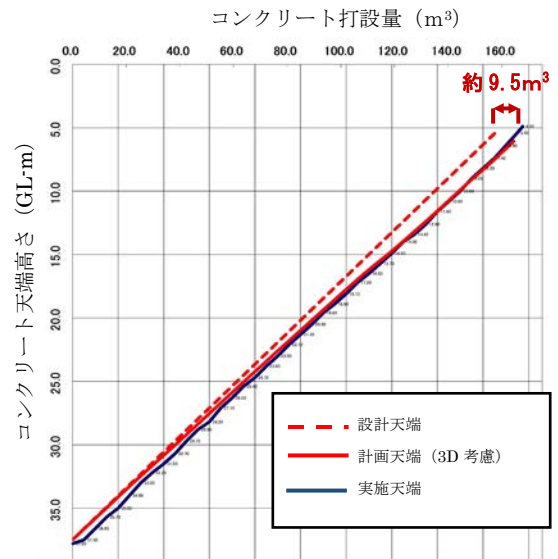


図-5 コンクリート打設管理曲線