

画像処理による杭施工精度の管理

(株)奥村組 正会員 ○森田修二 (株)奥村組 正会員 塚本耕治
(株)構造計画研究所 正会員 坂元一雄 (株)構造計画研究所 正会員 庄司正弘

1. まえがき

画像データを利用して基礎杭の施工精度の向上を図る手法は既に提案している. 地中部分の杭の孔曲がりの推定が可能か出来形検査による検証を試み, 一定の評価ができることを報告¹⁾した. これは, 先掘り式の杭施工の管理が杭打ち機の位置や鉛直精度の確保によって行われていることから, 杭打ち機の画像データを基に地中部分の孔曲がりの推定まで拡張したものである. 本報告では, リアルタイムに画像データ処理を行うことで, 施工管理に活用する方法を提案する. 杭打ち機の傾斜角や駆動部位等の上下動を画像処理によってデジタル化することで傾斜角の数値表示や地中の孔曲がりを推定し, 修正ガイドラインを提示するものである. アースオーガとアースドリルによる基礎杭施工で実証試験を行ったので報告する.

2. 画像処理システムの全体構成

図-1 にはシステムの全体構成を示した. 杭打ち機を2方向からビデオカメラで撮影し, その画像データを連続的にメインPCに送信する. メインPC(杭打ち機内PC)ではリアルタイムで画像データの処理を行い, 杭のオーガ軸などの傾斜角と上下の移動量を算出する. これらのデータを基に算出される情報を画面表示する. 図-2 には画面表示の例を示す. オペレータの手元のタブレットに表示するとともにインターネット経由で現場事務所などの拠点で閲覧できるシステムとしている.



図-1 システム構成

3. 画面表示の概要

図-2 の画面表示では, 杭打ち機 (アースオーガの例) のオーガ (ロッド) 軸を2方向から撮影した画像とその傾斜角, また推定される地中の孔曲がりとその修正傾斜角や掘削深度を表示する. また, オペレータが容易に操作できるように, 画面をワンタッチすることで画像処理の開始や一時停止, 終了ができる.

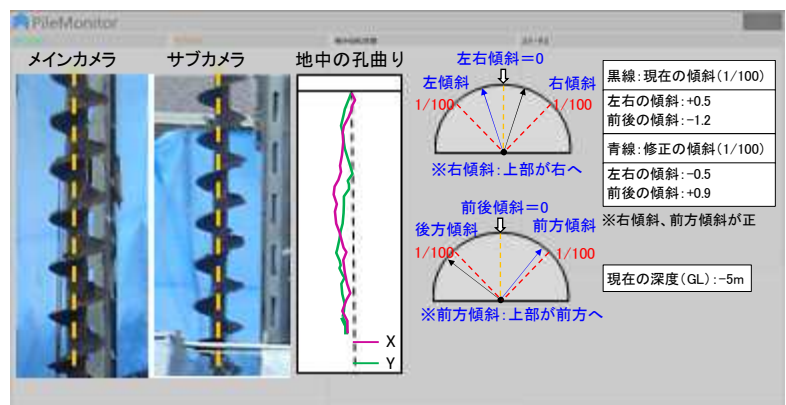


図-2 画面表示の例

オーガ軸の傾斜角はオペレータ目線に変換して, 左右と前後の傾斜角を表示する. オーガ軸は前後左右にブレながら下降するので, オペレータが参考にしやすい表示としている. また, ロッドの打継ぎやトラブル時の中断などターゲットが一定範囲以上に移動した場合は自動認識して通常施工のデータ収集から除外する. なお, 想定外の事象についてはオペレータにより一時中断などの対応が取れるようにしている.

キーワード: 杭の孔曲がり, カメラ画像, リアルタイム処理, 傾斜計測, 深度計測

連絡先: 〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町 2-2-2 (株)奥村組 森田修二 (TEL)06-6625-3980 (FAX)06-6621-9315

4. 画像データの処理方法

画像処理によって①傾斜計測と②深度計測を行う。図-3にはこれらの処理のフローを示した。メインカメラでは深度計測と傾斜計測を行い、サブカメラでは傾斜計測のみを行う。画像処理は6フレーム/秒の頻度で傾斜計測とテンプレート(オーガ軸上の任意面)の探索を行うが、テンプレートマッチング(任意面の照合)が成立しない場合は傾斜角の履歴を保存しながら傾斜計測を繰り返す。テンプレートマッチングが成立したタイミングで深度算出と偏心量算出を行い地中の孔曲りを推定する。孔曲りは鉛直移動量に傾斜角を乗じた偏心量を積分して算定¹⁾している。

図-4には傾斜計測の手順を示した。①Sobel フィルター(輝度変化量から輪郭線を抽出)によってターゲット範囲(ROI)の縦方向エッジ抽出を行う。②ROI 中心から左右の半分領域で角度と位置を一定間隔で変えながら線分(黄色破線)を移動させる。③最も縦方向エッジと重なる線分(赤色破線)がオーガ軸の縁と認識して傾斜角度を算出する。

図-5には深度計測の概要を示した。①初期のテンプレートを抽出し、②左右のエッジ内部で初期テンプレートに一致するテンプレートを探索する。③テンプレートが一致した時点で初期位置からの鉛直方向の移動量を算出する。テンプレートはROI 内で両端のエッジ内に一定幅のマージン(dH, dD)をもって決定する。オーガ軸は回転しているためカメラから見える面に回転した時点でのみ検出できる。

5. 実施工による検証

アースオーガ(φ600)とアースドリル(φ1300)の施工結果との比較を図-6と図-7に示す。直交2方向の地中の孔曲りを示す。アースオーガの計測値は杭頭の傾斜角であり、比較的浅い地中の孔曲りの検証に用いた。アースドリルは孔壁測定結果と比較した。いずれの工法でも良い相関を示している。

6. あとがき

今後は実施工への適用事例を蓄積して精度の検証と改良を行う。また、ウェアラブル機器の活用も図る予定である。

[参考文献]

- 1) 森田修二, 井 君人, 宮本達哉, 辻 栄治, 「画像データによる杭施工精度の検証と施工管理への活用」, 土木学会第69回年次学術講演会, 第6部門, pp. 595-596, 2014.9

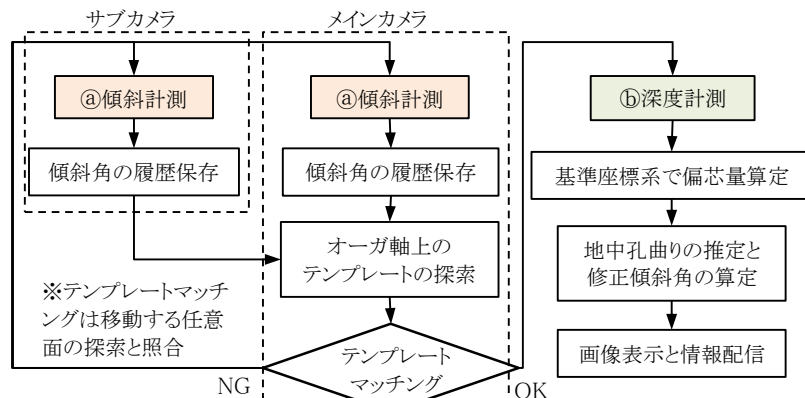


図-3 画像データの処理フロー

①エッジ抽出 ②線分探索 ③線分照合

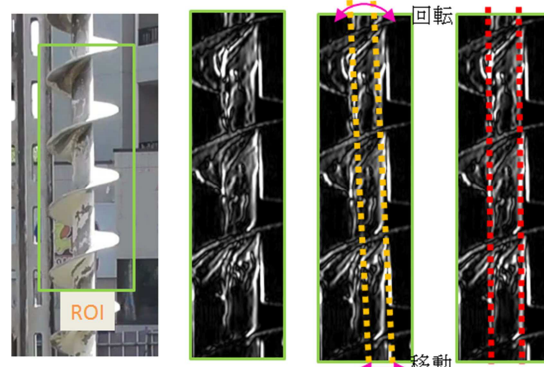


図-4 Sobel フィルターによる傾斜計測

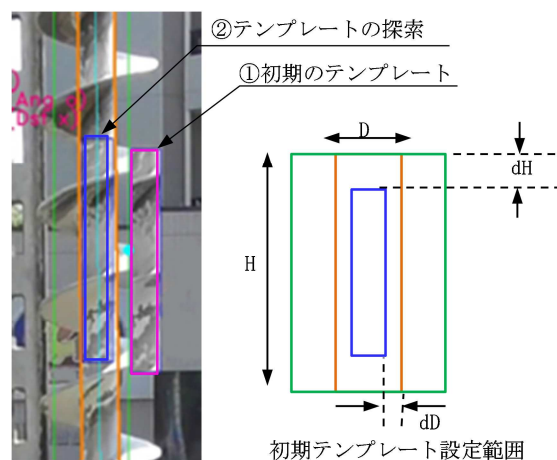


図-5 深度計測におけるテンプレートの設定と探索

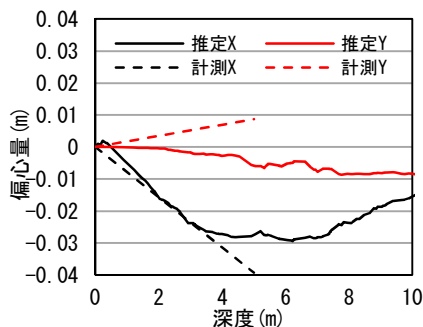


図-6 杭の偏心量(アースオーガ)

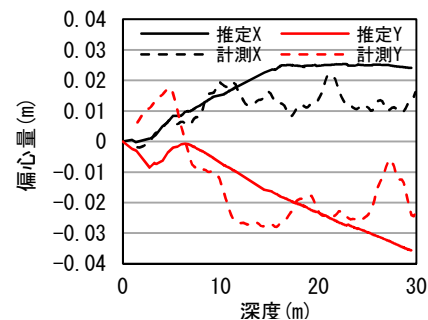


図-7 杭の偏心量(アースドリル)