

(50) トータルステーションによる円柱の 中心座標計測プログラムに関する検討

中庭 和秀¹・矢吹 信喜²・西 乃輔³

¹正会員 クモノスコーポレーション株式会社 代表取締役 (〒562-0035 大阪府箕面市船場東2-1-15)

E-mail: nakaniwa09@kankou.co.jp

²フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

³正会員 クモノスコーポレーション株式会社 空間情報事業部 (〒562-0035 大阪府箕面市船場東2-1-15)

E-mail: nishi@kankou.co.jp

近年、複雑化する基礎杭の施工において、効率よく施工精度の管理を行う技術が求められている。著者らは既往の研究で、トータルステーションのレチクルに同心円を加えることで、円柱形の杭の中心座標を計測することができるシステムを開発し、施工現場においても採用されている。しかしこのシステムでは、トータルステーションを通して、杭の全幅が見える必要があり、杭の径に対して十分に離れた位置から計測ができない場合には適用することができなかった。

そこで本研究では、レチクルの同心円と十字線の交点を杭の片方の端に合わせることで、その中心座標を計測する手法を提案する。これによりトータルステーションと杭の距離にかかわらず、精度よく杭の打設管理を行うことができる。

Key Words : total station, central coordinate, cylindrical structure, reticle

1. はじめに

近年、構造物の大型化に伴って構造物の基礎の要求性能が上がり、その施工も複雑化している。基礎形式の一つである杭基礎においても、杭の大口径化や都市部の狭い敷地内での施工事例が増加する傾向にある¹⁾。しかし、従来の杭の打設位置の管理では、手作業で2方向から杭に直接ロッドを当てて長さを測ることで行われており、打設管理を精度よく効率的に行う手法が求められている。

著者らは既往の研究において、杭の中心位置を座標として精度よく計測することができるシステムとして、同心円レチクル内蔵トータルステーション「Baum Station」を開発した²⁾。これは、レチクルの十字線に同心円の目盛を加えたレチクルを採用したものである。同心円により計測対象物の端を挟むように合わせることで円柱構造物や球の中心座標を計測することができ、基礎杭の施工現場においても実際に適用されている。しかし、杭の径に対して Baum Station と杭との距離を十分に確保できない場合には、Baum Station を通じて杭の全景を捉えることができないために、中心を視準できないという課題が

あり、現場の敷地が狭く、十分な距離が確保できない場合には Baum Station を適用することができなかった。

そこで本研究では、Baum Station を通して杭の全幅を捉えられない場合であっても中心座標を計測することができるシステムを提案する。これは、レチクルの同心円と十字線の横線の交点を、杭の左右いずれかの一端に接するようにして方向を合わせて杭表面の座標を計測し、その座標に所定の計算を施すことで、杭の中心座標を算出するものである。

これにより、これまで適用が難しかった杭の径に対して距離を十分に確保できない現場であっても、精度よく杭の打設管理を行うことができるようになる。本稿では、提案手法のシステムの概要とトータルステーション用の計測プログラムの実装にあたっての検討について述べる。

2. 提案手法について

(1) 提案手法の概要

提案手法ではまず、同心円と十字線の横線との交点を

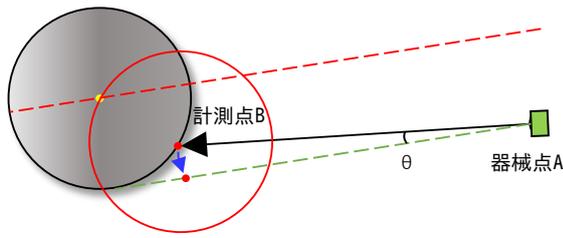


図-1 提案手法による中心座標の算出手法

杭の左右いずれか一端に合わせて、且つ同心円の中心が直立した円柱形の杭の表面上に位置するように Baum station の方向を合わせる。次に、その方向で杭表面までの距離を計測して、その点の座標を算出する。このとき、同心円と十字線の交点と、交点を合わせた杭端とを結ぶ線は、平面的に捉えた場合の杭の円の接線となる。

一方、各同心円の十字線との交点からの延長線と同心円の中心のなす角 θ は距離に依らず一定であり、Baum Station の 1 目盛の幅対距離の比は 1:1000 で表せることから、 θ は(1)式で表される。

$$\theta = \tan^{-1}(n/1000) \quad (1)$$

n : 選択したゲージの番号

図-1に示すようにBaum Stationの器械点座標を点A、レチクルの縦線を杭の端に合わせて計測した円柱の表面上の1点を点Bとすると点A、Bと角度 θ を用いて次の計算を施すことで中心座標Oを求めることができる。

- ① 計測点Bの座標を器械点Aを中心に θ 回転させることで接線上の点Cの座標を求める。
- ② 点Aと①で求めた点Cとの座標から、接線の式を求める。
- ③ ②で求めた接線を、杭の中心方向に、杭半径と同じ距離平行移動した直線を求める。
- ④ 計測点Bを中心として杭半径と同じ半径を持つ円を求める。
- ⑤ ③で求めた直線、④で求めた円はともに杭の中心を通ることから、その交点を算出する。
- ⑥ ⑤で求めた2つの交点のうち器械点Aから距離が遠い点が杭の中心座標となる。

(2) レチクルの改良

本手法の適用のために同心円レチクルを図-2のように改良した。同心円レチクルの10番のゲージと十字線の横線の左右の交点の位置に、縦線を追加したものである。本手法では、いずれの同心円の交点であっても θ の角度が既知となるため、どの交点を杭端にあわせてもよいが、10番のゲージにガイドラインとなる縦線を追加すること

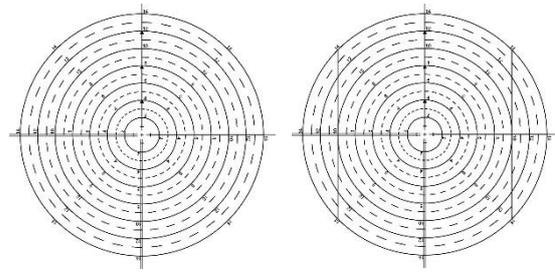


図-2 従来の同心円レチクル (左) と改良を加えた同心円レチクル (右)

で、容易に且つ精度よく計測することが期待できる。

(3) システムの検討

提案手法による中心座標の算出方法に対して、以下の検討を行った。

a) θ の桁数

システムの母体となるLeica geosystems社のトータルステーションのプログラム上の制限から、角度として使用する桁数は小数点以下20位までとした。

b) θ の符号の決定

提案手法で点Cを算出するときに、杭の左右いずれの端に同心円と十字線の交点を合わせたかにより、点Bを回転させる方向が変化する。杭の左右いずれに合わせたかと、ゲージの左右どちらを杭に合わせたかは一意に決まることから、計測画面にてゲージ番号とともに、左右どちら側のゲージを使用したかを入力し、回転方向を判定することとした。

3. おわりに

本研究では、杭基礎の施工において、計測に十分な距離を確保できないことからBaum Stationを適用できなかった現場においても、Baum Stationを適用して精度よく杭の打設管理を行うために、新しい計測手法を提案した。

今後は実際の機器を用いた検証実験を行い、計測精度の検証を行うとともに、現場適用性についての検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 桑原文夫：新工法の開発とその後の検証，基礎工，Vol.43, pp1, 総合土木研究所，2015。
- 2) Nakaniwa, K., Yabuki, N. and Daisuke, N. : Development of a New Method for Measurement of Central Axis of Cylindrical Structures Using Total Station. *Proceedings of the 16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, 2016. (掲載予定)