

(25) 同心円状レチクル内蔵トータルステーションによる円柱構造物の計測方法

Measurement Method of Cylindrical Structure using a TS with Concentric Circle Reticle

中庭和秀¹・矢吹信喜²・西乃輔³

Nakaniwa Kazuhide, Yabuki Nobuyoshi, and Nishi Daisuke

抄録：ノンプリズム方式を用いたトータルステーション（TS）は反射板なしで器械と対象物の距離と角度を測ることができる。しかし、レチクルが十字線であるため、対象物に目印がないと計測対象位置に十字線の交点を合わせることは難しく、特に、対象物が円柱状の構造物である場合には対象物の中心線を求めることは難しい。本研究は、従来のレチクルの十字線の代わりに十字線に同心円状の目盛を加えた「Baum」を用いることを提案した。この方法を用いることで円柱構造物の中心軸を求めることができる。また、既製杭打設時の鉛直性と位置の計測に適用することで施工の高度化、効率化が図れることを示す。

キーワード：トータルステーション、レチクル、杭打ち工事

Keywords : total station, reticle, piling work

1. はじめに

構造物の基礎工事において既製杭打設工事は広く一般的に行われている工法¹⁾であり、既製杭を正確に打設するため2台のトランシットで既製杭と基準線のずれを計測し、ずれの修正をしながら打設する。その際、基準線を明示するための引照点を設置する必要がある。既製杭の打設本数に応じて引照点の数とトランシットの移動回数が増えるため、時間と手間がかかる。

従来のトータルステーション（TS）のレチクルに描かれた十字線では、その交点を計測対象物の目印や目印として立てた反射板に合わせることで対象物までの角度と距離を計測する。一方で、計測箇所が目印がない場合には計測対象の位置を正確に計測できない。そのため、既製杭などの円柱構造物の中心軸座標の計測が困難となっている。

そこで本研究では、ノンプリズム方式を用いたTSのレチクルとして十字線に同心円状の目盛が付いたサークルを組み合わせた「Baum」を内蔵することによって、円柱構造物の中心軸座標と半径を効率的に計測する手法を提案する。また、既製杭打設時の杭の鉛直性と位置の計測への適用性を示す。

2. Baum内蔵TS

(1) Baum内蔵TSの概要

Baum内蔵TSは、TSのレチクルに描かれている十字線に同心円状の目盛が付いたサークルを加えたBaumを内蔵したTSである。図-1にレチクルの十字線とBaumを示す。幅対距離の比が1:1000になるよう

な間隔で同心円を配置してあるため、Baumを覗いて1m先のものを見た場合、同心円の1目盛の幅が1mm（0.001m）として計測される。そのため、Baum内蔵TSを用いて円柱構造物を計測する場合、Baumのゲージの読み値と構造物の表面までの距離から半径を算出することが可能となる。図-2のように同心円のゲージと円柱構造物の両端を合わせて中心までの距離を計測することで中心軸座標を算出する。円柱構造物のゲージの読み値が4のとき、距離が50mであるとするとその半径は、 $4 \times 50 \times 1/1000 = 0.2(\text{m})$ となる。よって、この円柱構造物の中心までの距離は50.2mとして座標計算を行うことができる。

(2) Baumのゲージ幅の算出と精度

ゲージの幅と対象物までの距離Lと実際の幅Dの関係を図-3に示す。ゲージの幅は、DとLの関係が1:1000となるように0.226mmと定めた。ただし、DとLはレンズのひずみと距離による誤差があり、微妙に比例していない。

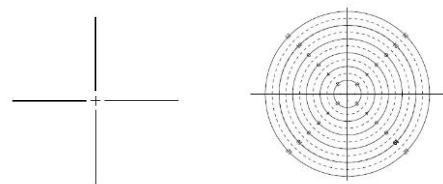


図-1 レチクルの十字線(左)と Baum(右)

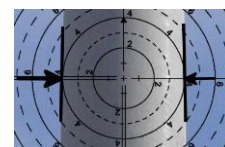


図-2 円柱構造物の計測

1 : 正会員 関西工事測量(株) 代表取締役

(〒562-0035 大阪府箕面市船場東 2-1-15, Tel:072-739-1188, E-mail:info@kankou.co.jp)

2 : 正会員 Ph.D. 大阪大学 教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー専攻

(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1, Tel:06-6879-7660, E-mail:yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp)

3 : 非会員 関西工事測量(株) 空間情報事業部 3D課 (〒562-0035 大阪府箕面市船場東 2-1-15)

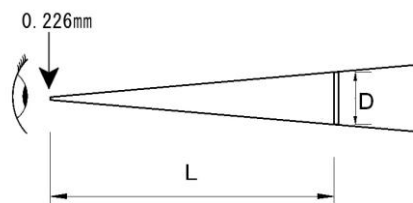


図-3 Baum 内蔵 TS による幅の見え方

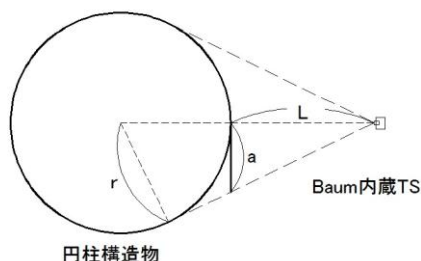


図-4 円柱計測時の半径と見え幅の関係

L が 10m の場合に、D は 10.03mm であり、L が 100m のとき D は 99.60mm である。すなわち、10m 離れた位置では 0.03mm の誤差があり、100m 離れた位置で 0.4mm の誤差ということになる。なお、レチクルのゲージ幅と実際の見え幅は TS のメーカーによって微妙に異なり、現在使用している値はライカ製の TS をもとに算出したものである。

(3) 誤差の算出

Baum 内蔵 TS を用いて円柱構造物の半径を求めるとき、Baum 内蔵 TS により求めた半径 a は実際の半径 r より小さくなる。これは図-4 に示すように円柱の表面までの距離 L を元に半径を算出するためである。 L と r 、 a の関係は(1)式ようになる。

$$a = \sqrt{\frac{r^2 L}{L + 2r}} \quad (1)$$

(1)式より r と a の誤差 $r - a$ は(2)式で表される。

$$r - a = r - \sqrt{\frac{r^2 L}{L + 2r}} \quad (2)$$

例えば、 $r=0.1(\text{m})$ の円柱を $L=10(\text{m})$ から計測した場合の誤差は 0.985mm となる。

3. 基礎杭施工時の中心軸計測への適用

(1) 従来の方法

従来の中心軸計測の模式図を図-5 に示す。既製杭打設工事において、2 台のトランシットで打設の中心軸を測定する手順は以下のとおりである。

- ① 杭の中心軸の基準線から杭の半径の長さだけオフセットしたラインを明示するための引照点を 1 方向 2 本ずつ、計 4 本設置する。

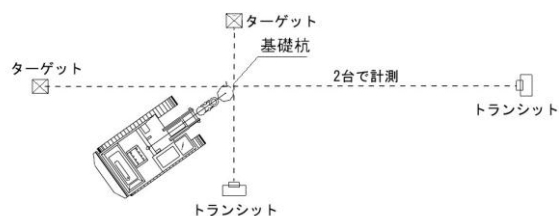


図-5 従来の方法による既製杭の中心軸計測

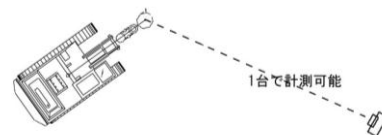


図-6 Baum 内蔵 TS による既製杭の中心軸計測

- ② 引照点の位置にトランシットとターゲットを据え、トランシットをターゲットの方向に合わせる。
 - ③ 2 方向から杭の端部とトランシットの十字線とのずれを目で見て判断し、位置のずれを修正する。
- この方法では、打設する既製杭の本数の増加に応じて引照点の設置本数とトランシットの移動が増える。また、人の目により鉛直性のみを管理するため、施工の経過が記録されない。

(2) Baum 内蔵 TS を用いた方法

Baum 内蔵 TS は円柱構造物の中心軸座標を 1 台でどの位置からでも計測することができる器械である。図-6 に示すように、一台の TS でどの位置からでも基礎杭の中心軸座標を計測することができるので器械を据え変える必要がなく、引照点を設置する必要もない。また、打設状況を座標により管理するため、打設の経過を記録することができる。そのため、既製杭打設における施工管理が高度化、効率化する。

4. まとめ

本研究では TS に従来の十字線のレチクルに変わり同心円状のサークル Baum を内蔵することでこれまで計測が困難であった円柱の中心軸座標と半径を算出する方法を提案した。今後は、種々の計測実験を行い、誤差評価を行っていく必要がある。

また、本研究を応用し、円柱の位置だけでなく傾きの計測も可能となる手法を開発することで直杭だけでなく斜杭の打設にも利用可能なシステムの研究を行う。

参考文献

- 1) 一般財団法人建設物価調査会：基礎杭の概要、
<<http://www.kensetu-navi.com/kuisin/outline.pdf>>、（入手 2012.7.12）。