

道路縦横断計測システム

ROPO

木 下 修 一

道路縦横断計測システム ROPO は近年普及しているモータードライブ内蔵のトータルステーションを制御し、ノンプリズムレーザーで指定された横断間隔で高さを測定する事により横断の形状を計測するプログラムである。ノンプリズムトータルステーションの非接触で測定できる特徴を生かし、道路脇の歩道や路肩から計測可能になったため安全性が向上する。計測データは電子データとしてCADプログラムに取り込むことが出来るため一貫して計算・設計出来るシステムである。

キーワード：トータルステーション、切削オーバーレイ工事、現況計測、ICTの活用

1. はじめに

国内の舗装道路の延長は約13万kmにおよび、重要な社会インフラとなっている。道路の舗装化は戦前から始められてきているが、舗装に多く使われるアスファルトは交通量や環境にもよるが概ね10年で補修工事が必要とされている。公共事業が縮小され新規の道路が少なくなっている中、既存の道路は重要な財産であり、それを維持・補修の重要度が増してきている。しかし、供用中の道路で補修工事を行うことは交通渋滞を招き、道路交通にマイナスの影響を与える。そのため、補修工事において、短工期で経済的に施工できる切削オーバーレイ工事等が多く採用されている。効率よく施工するためには事前の正確な計画が求められているが、新たに構造物を作る工事とは異なり、補修工事において基本となる設計図を用意するのは難しい。アスファルトの磨耗具合やわだち掘れの状態が場所により異なるからである。路面の正確な現況データが重要になってくる。ROPOはトータルステーションを活用して取ったデータを、電子データのまま舗装工事前CADソフトで切削ボリュームや材料のボリュームを計算し施工にフィードバックする事により効率的に施工する事を狙ったシステムである。

2. システム概要

従来では道路の横断形状は、水準測量やレーザープロファイラーなどを用いてデータを収集していたが、いずれも本線に立ち入って計測しなければならなかつ

た。その為一時的に車線規制をして計測しなければならない。例えばレベルを使用した計測では、スタッフを持った人が本線上に入り、各測点でレベルの観測者がそれを記録し、レベルを読み取った値は野帳などに記入し、それを後で計算するといった方法であった。この測定方法であると観測者とスタッフを持つ人の他に道路規制を掛ける警備員の4~6人の人員が必要になる。そこで、ノンプリズムトータルステーションを用いたROPOでは、車線規制せずに路肩や歩道から非接触で計測可能で、高速道路や国道などの交通量の多い道路でも容易に計測できる。また、人員もトータルステーション、データコレクタを操作する人と補佐する人の2名程度の作業で計測作業を行うことが可能である。近年、トータルステーションの性能向上により、精度が向上し正確な測量が出来るようになったほか、自動追尾、自動視準、ノンプリズム計測といった様々な機能が搭載され、観測データもそのままデータコレクタに記録されるため電子化されたデータで扱えるようになり野帳などに記録していた場合に比べ記録ミスが減り、ROPOもこういった機能を活用している。供用中の道路では、自動車や歩行者が通るため、路面以外のものを測ってしまう可能性がある。その為、プログラムにはあらかじめ異常値判定機能を取り入れ、異常値データを計測した場合、自動で再計測するようにしている。これにより現場での観測ミスを減らすことに成功した。また、計測機は、一般にも使用されている測量機を利用しているので、道路横断計測以外の測量等の業務にも使用ができ、効率的な運用が実現できる。得られたデータはデータコレクタに記録され、

記録メディアを通して処理ソフトをインストールしたパソコンに取り込むことが出来る。取り込んだデータはROPOに対応した後処理ソフトウェア(PAVE)を利用することにより帳票まで一貫して提出でき、ICTを活用した施工が可能になる。

3. 計測方法

(1) 機器構成

機器の構成は下記のとおりである(写真-1)。



写真-1 トータルステーションとデータコレクタ



写真-2 計測作業風景

- ・モータードライブ内蔵ノンプリズムトータルステーション
- ・データコレクタ(プログラムインストール済み)
- ・接続用ケーブル
- ・記録メディア
- ・ピンポールプリズム

取得したデータを処理するためにパソコンと後処理ソフトウェア(PAVE)が必要になる。

(2) トータルステーション

トータルステーションとは角度の読取が電子化された経緯儀と光波測距儀の測距部を一体化した電子式測距測角儀で、その観測データ(水平角、鉛直角、斜距離など)をデータコレクタなどに自動的に記録できる機器である。1回の観測で水平角・鉛直角・斜距離を同時測定することにより効率化につながっている。そのため、作業時間の短縮と、読み取りミス・記録ミス・入力ミスがほとんどなくなった。

水平角と、鉛直角はロータリーエンコーダと呼ばれる、角度を電氣的に検出するセンサにより測定する。そのため機器を水平に据え付ける必要があるが、3分程度の鉛直軸の傾きであれば傾斜角検出装置(チルトセンサ)により測定し自動的に鉛直角および水平角を自動補正する機能があり、鉛直軸の傾きが水平角と鉛直角に及ぼす誤差を補正する機能があるため正確な測定が可能になる。測定目標に反射プリズムを設置しなくても測距可能な測量機はノンプリズムトータルステーションと呼ばれる。最近のノンプリズムトータルステーションは近距離(1m~400m程度)を高精度で測定できるようになった機種が普及してきている。

レーザー測定器は、レーザー光を照射してはね返ってきたレーザーの波長の位相差を利用し距離を測定する。効率よく戻り光を測定するには反射プリズムを用いるほうが良いが、少し強めのレーザーを発信することにより自然物にあたって戻ってきた光でも測定できるようになった。測定する自然物により誤差が大きくなり、戻り光が検出できない場合がある。また、測量機の機種ごとの特性により変わってくる場合があるので、測量機の選定には注意が必要である。

(3) 測定原理

① トータルステーション設置高さの測定

トータルステーションの高さは、ベンチマークをトータルステーションで測定することにより算出することが出来る(図-1)。この方法を水準測量で行う

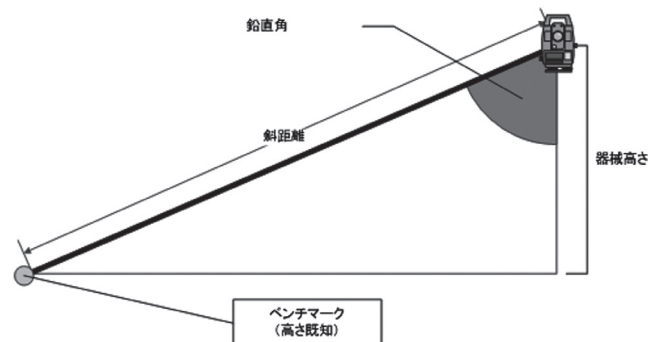


図-1 ベンチマークによる器械高計算方法

直接測定と比較して間接測定とも呼ばれ、トータルステーションの斜距離測定値と鉛直角から算出する。

②測線の設定

実際の路面上にある二点の座標を結ぶことにより三次元の空間上に線を結ぶことが出来る。実際の路面にはわだち掘れや、水勾配、カントなどがあり平面ではないため、実際の路面上の変化点（端部、センター）を測定し登録する必要がある。変化点を結んだ線を測定ラインとし、あらかじめ設定した測定ピッチに分割する（図-2）。分割された線上にある点は座標が計算できるので、その座標に向けトータルステーションを旋回させることにより測定できる。しかし、わだち掘れなどにより自動で算出された計算上の座標と実際にノンプリで計測された位置とは異なることがあり、この傾向は距離が離れるほど大きくなるため、概ね測線が30 m以内になるように測定する。

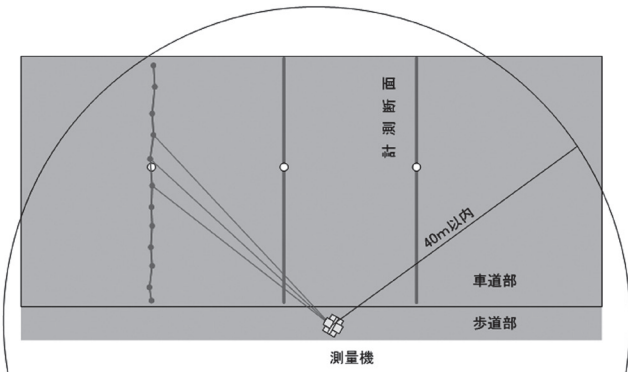


図-2 測線の設定

③測定点の測定

トータルステーションの器械高さを算出する方法と同じで、トータルステーションの高さが確定すると、プリズムターゲット、ノンプリズムで測定したポイントの高さを算出できる（図-3）。

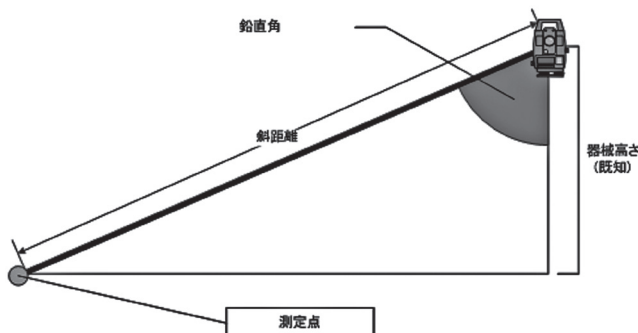


図-3 測定点の高さ算出

(4) 作業手順

実際の現場での計測手順は下記のとおりである。

- ①トータルステーションを据え付けて、水平を合わせる。
- ②データコレクタの電源を入れトータルステーションと接続する。
- ③プログラムに断面の名称など必要な項目を入力する。
- ④高さの基準点のピンポールプリズムを測定し、器械高を決定する（図-4）。
- ⑤計測する断面の変化点を登録する（図-5）。
- ⑥プログラムで自動計測をスタートさせる（図-6～8）。

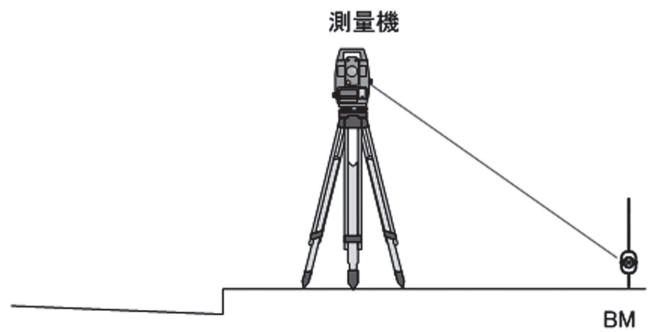


図-4 ベンチマーク観測

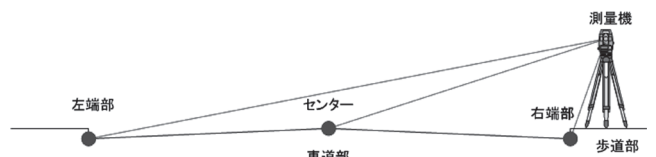


図-5 変化点登録

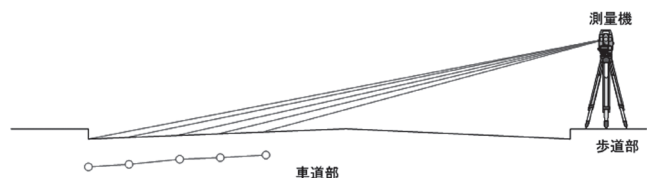


図-6 自動計測イメージ

ROPO 横断データ 17:35

横断計測 計測データ

No.0 77% 30/39 あと約45s

測点	距離(m)	高さ(m)
中央	0.000	52.836
21	0.207	52.830
22	0.405	52.823
23	0.599	52.815
24	0.796	52.807
25	0.996	52.800
26	1.196	52.793
27	1.398	52.787
28	1.601	52.781
29	1.800	52.775
30	2.001	52.768
31	2.199	52.761
32	2.399	52.753
33	未計測	
34	未計測	

未計測へ変更 再測

図-7 ROPO画面1

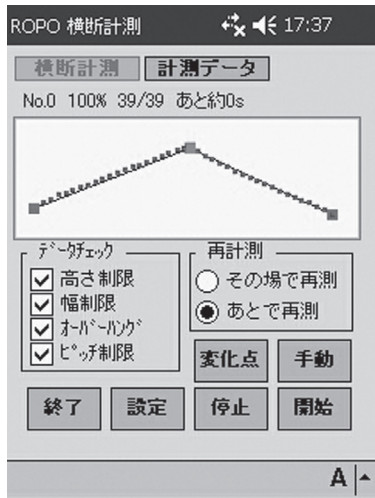


図-8 ROPO画面2

4. 異常値判定機能

道路規制を行わないため、自動車や歩行者等の路面以外の箇所を計測してしまう場合があるが、路面以外のデータは異常値として判断し、自動的に再度そのポイントの計測を行い制限内のデータを採用する。異常値であるかどうかの判定は、下記方法で行う。

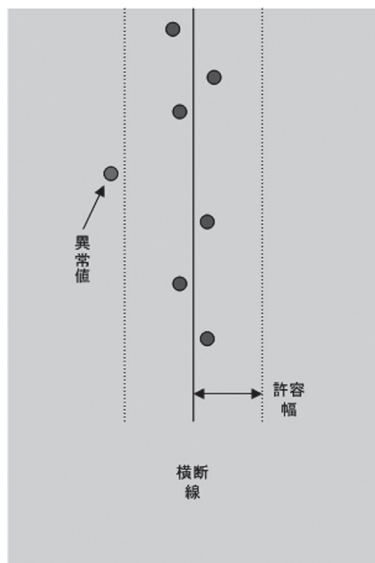


図-9 幅制限

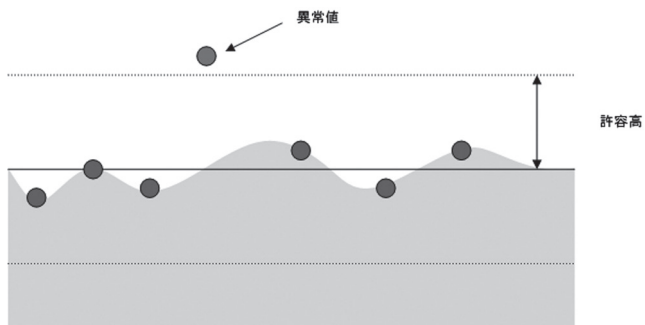


図-10 高さ制限

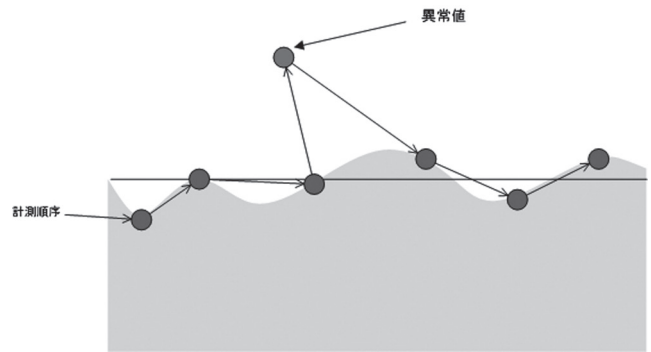


図-11 オーバーハング

- (1) 高さ制限 横断線からの高さが許容幅を超えているケース (図-9)
- (2) 幅制限 横断線上からのズレが許容幅を超えているケース (図-10)
- (3) オーバーハング 計測したデータの順番が前後するケース (図-11)

5. 後処理ソフトウェア (PAVE)

ROPOで取得したデータは舗装工事に特化したPAVE(切削オーバーレイシステム)に取り込み、計画値を入力することにより、切削厚、レベリング厚、オーバーレイ厚の計算、縦断のシミュレーションなどをさせることが出来る。帳票には面積計算書、体積計算書、縦断図、横断図、展開図など舗装工事に必要とされる項目を出力させることが出来る。この機能を使うことによりROPOのデータを効率的に活用することが出来る。また、CAD製図基準(案)に準拠したCADデータの扱いも出来るため電子納品にも対応している(図-12, 13)。

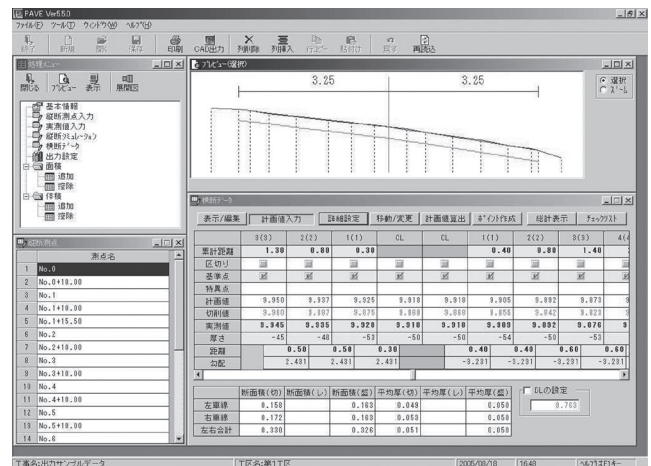


図-12 後処理ソフトウェアPAVE画面1

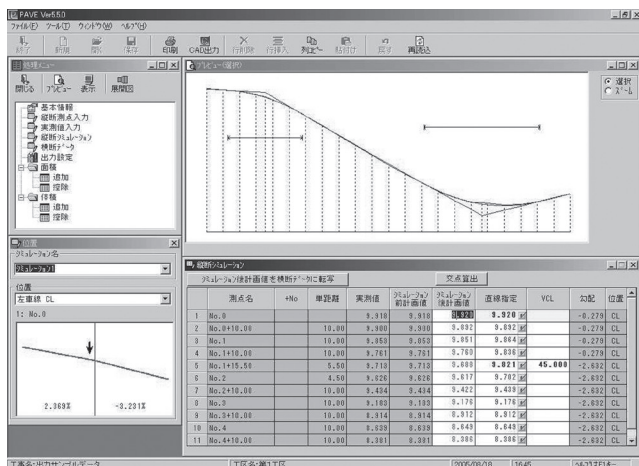


図-13 後処理ソフトウェア PAVE 画面 2

比較対象技術」に位置づけられ舗装工事の設計業務の効率化が評価された。今後は ICT の活用が進むことで ROPO の注目も高まることから、さらなる機能の追加、向上を計画している。

なお、「後処理ソフトウェア (PAVE)」は、(株)エスピーの開発製品である。

JCMA

【参考文献】

- 1) 長谷川昌弘・川端良和, 改訂新版 基礎測量学, 電気書院, pp.78-84, 2010
- 2) (財)道路保全技術センター道路構造物保全研究会, アスファルト舗装保全技術 ハンドブック, 鹿島出版会, pp.19-20, 2010

6. おわりに

ROPO は 2006 年, NETIS に登録され様々な現場で活用されてきた。2011 年の活用効果評価では「設計

【筆者紹介】

木下 修一 (きのした しゅういち)
計測ネットサービス(株)
営業部営業推進課

大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 22 年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4 判 / 約 250 頁 (カラー写真入り)
- 定 価
非会員：5,880 円 (本体 5,600 円)
会 員：5,000 円 (本体 4,762 円)
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 450 円
沖縄県 340 円 (但し県内に限る)
- 発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>