

### 3次元レーザーミラースキャナーを用いた土量計測システムの構築

(株)タクモ 正会員 清水哲也  
 (株)フィールドテック 正会員 村山盛行  
 三井建設(株) 正会員 大津慎一  
 三井建設(株) 正会員 佐田達典

#### 1. はじめに

昨今の計測機器の中で、高速かつ大量の3次元データを取得できるものとして「3次元レーザーミラースキャナー」(以下スキャナー)が挙げられる。これは、地形計測作業の効率化を図るには大変有効な機器である。しかし、その大量なデータは、時に、後処理において大変な手間と労力を要することになる。観測データは、1回の計測において500万点にも及ぶ。加工・抽出等、後処理作業は、在来の方法では処理が不可能であり、また、既存のアプリケーションでは、その膨大なデータを扱える製品は少ない。本稿では、土量計測についてスキャナー取得データの処理について検討した結果を報告する。

#### 2. データ処理の効率化について

データ処理の効率化を図る方法として次の2つが挙げられる。一つは、データの取得方法の検討であり、必要なデータを効率良く取得することによりデータ量の最小化を図る。もう一つは、各計測(土量・地形・断面・変位量)に特化した処理手順の検討であり、各事例に基づいて後処理方法を確立することである。

#### 3. 土量計測における適用

本研究では、土量計測についてスキャナー取得データの後処理方法について検討した。埼玉県鷲宮町「東鷲宮土地区画整理事業造成工事」のサーチャージ盛土(10ha)計測を対象としている。

ここでは、土量計算を10haの範囲において10mピッチのメッシュ法によって実施している。既存の測量では、10m格子の位置を誘導し、高さを観測していくが、スキャナーでは、現地において格子点を誘導できないので、取得データから格子点の高さを自動生成させる方法を取る。

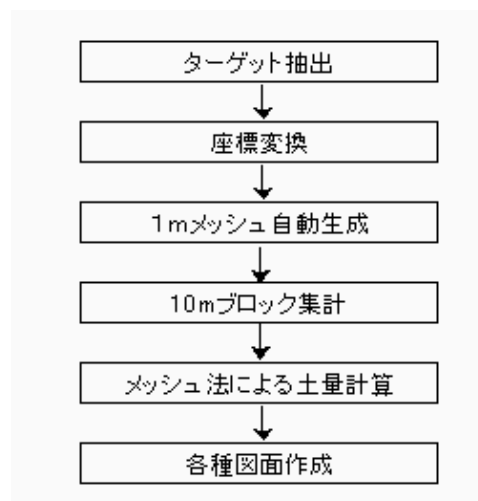


図-1 土量計算処理の流れ

#### 4. メッシュ法によるデータ処理の確立

ここで、スキャナーの取得データの特徴である高密度で広範囲のデータを最大限に利用し、かつ、土量計測における精度向上を図る方法を考える。

スキャナーの観測におけるデータの公称精度は、2.5cmである。さらに、後述の作業で述べる座標変換や地形地物の形状の変化等で、最大10cm程度の誤差が生じることがある。この各格子点における誤差は、10mピッチの格子点データのみでは、10mメッシュ上の土量に累積誤差として残る。

そこで、1mピッチの格子点を発生させて10m×10mをブロック化集計することで各10mメッシュの誤差を減少させる方法をとる。

#### 5. データ後処理の流れ

土量計算における後処理の流れを図-1に示す。

##### (1) ターゲット抽出

まず、観測データより、座標変換に使用するターゲットの抽出を行う。取得データの内、反射強度のデータよりターゲットデータを抽出し、平均することでターゲット最確値を求める<sup>1)</sup>。

キーワード：土量計測、3次元計測、レーザースキャナー、GPS

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL 0471-40-5207 FAX 0471-40-5218

表一 座標変換結果の比較

|      |     | ターゲット1  |         |        | ターゲット2  |         |        | 平面距離   | 高低差    |
|------|-----|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 器械位置 |     | X       | Y       | Z      | X       | Y       | Z      | 変換前    | 変換後    |
| P1   | 変換前 | 3.077   | -4.339  | -1.590 | 4.046   | 3.915   | -1.876 | 8.311  | 0.286  |
|      | 変換後 | 91.959  | 81.583  | 9.528  | 96.425  | 88.641  | 9.215  | 8.352  | 0.313  |
|      | 差   |         |         |        |         |         |        | -0.041 | -0.027 |
| P2   | 変換前 | 3.914   | -6.827  | -1.570 | -6.234  | -2.017  | -1.564 | 11.230 | -0.006 |
|      | 変換後 | 50.597  | 137.515 | 9.434  | 50.521  | 148.781 | 9.444  | 11.266 | -0.010 |
|      | 差   |         |         |        |         |         |        | -0.036 | 0.004  |
| P3   | 変換前 | 3.521   | -7.542  | -1.497 | 1.927   | 8.322   | -1.673 | 15.944 | 0.176  |
|      | 変換後 | 75.068  | 217.915 | 9.417  | 90.137  | 212.523 | 9.172  | 16.005 | 0.245  |
|      | 差   |         |         |        |         |         |        | -0.061 | -0.069 |
| P4   | 変換前 | -0.347  | 10.194  | -1.769 | -0.533  | -4.009  | -1.736 | 14.204 | -0.033 |
|      | 変換後 | 35.581  | 228.117 | 9.039  | 33.650  | 213.963 | 9.068  | 14.285 | -0.029 |
|      | 差   |         |         |        |         |         |        | -0.081 | -0.004 |
| P5   | 変換前 | 5.505   | -5.899  | -1.510 | -8.768  | 1.002   | -2.947 | 15.854 | 1.437  |
|      | 変換後 | 91.170  | 270.008 | 10.545 | 96.370  | 254.960 | 9.078  | 15.922 | 1.466  |
|      | 差   |         |         |        |         |         |        | -0.068 | -0.029 |
| P6   | 変換前 | -3.597  | -8.490  | -1.125 | -12.473 | 0.166   | -1.607 | 12.398 | 0.482  |
|      | 変換後 | 146.517 | 201.825 | 9.566  | 139.549 | 212.033 | 9.095  | 12.360 | 0.470  |
|      | 差   |         |         |        |         |         |        | 0.038  | 0.012  |

単位:m(メートル)

## (2) . 座標変換と精度検証

先に抽出したターゲットデータを利用し、座標変換と観測精度の検証を行う。変換方法は、スキャナーを鉛直方向(地表面に対して水平)に設置して行っているため、円柱座標系であり、鉛直方向 Z 軸の回転, XY 面の平行移動及び高さの移動による。

観測精度の検証は、座標変換に用いるターゲットの変換精度に依存する。スキャナーで求めた座標値と RTK-GPS で観測した変換後の座標値を比較する。結果の一部を表一に示す。

合計 23 箇所からのスキャナーのデータを現地座標に変換し、データの合成を行った。今回の土量計測に関しては、スキャナーの観測精度は、水平位置で、平均±6cm となっている。

また、高さについては、平均±2cm となった。これは、スキャナーを水平に設置しているため、地表面に対しレーザーの入射角が鋭角となり、高さ方向のばらつきが小さくなったためと考えられる。

## (3) . 1mメッシュ自動生成

座標変換によって、合成されたデータより、1mメッシュの自動生成を行う。現地計測において、1m<sup>2</sup>に1点以上のデータが取得されており、近接の3点より面を定義することで、格子点の高さを自動計算する。

## (4) . 土量計算

上記によって求めた1mメッシュのデータより土量計算を行う。

1) 計画図面より計画高を 10m ピッチで取得する。  
1mメッシュの計画高は、比例計算によって内部計

算させる。

2) 1mメッシュの地盤高のデータと計画高より各メッシュの切盛量を算出する。

3) これを10m×10mで集計することで、10mメッシュの土量を求める。

この手順を踏むことで、スキャナーによる地盤高の誤差は平均化され、10mメッシュのブロック上で、高さの誤差が1cm以内に換算される。

## (5) . 各種図面作成

成果として下記の資料を作成した。なお、図面作成については、完全な自動化までは至っていない。

- ① 土量計算書・ブロック集計表
- ② メッシュ図・ブロック図
- ③ 鳥瞰図
- ④ 断面図

## 6. まとめ

今回土量計測の後処理を標準化し自動化することで、後処理に係る作業時間を4日に短縮することが出来た。また、現場サイドからも、「土量計算結果より、今後運土計画等に活用できるデータを得られた」と評価を得た。

結果として、「後処理時間の短縮」「メッシュ法に特化した活用方法」において成果が得られた。しかし、「座標変換方法と精度管理方法の確立」、「成果図面自動作成」、「トータル的なアプリケーションソフトの開発」等の課題も残っている。

今後は、各計測（土量・地形・断面・変位量）に特化した処理手順の検討を行い、後処理方法を確立していく予定である。

参考文献 1) 村山盛行・大津慎一・佐田達典・清水哲也：3次元レーザーミラースキャナーによる形状計測システムの精度検証、第25回土木情報システムシンポジウム