

## 地上レーザスキャナによる点群データの精度検証

|              |      |     |    |
|--------------|------|-----|----|
| 株式会社フィールドテック | 正会員  | ○福森 | 秀晃 |
| 株式会社フィールドテック | 正会員  | 村山  | 盛行 |
| 株式会社フィールドテック |      | 清水  | 哲也 |
| 日本大学         | 学生会員 | 樋口  | 智明 |
| 日本大学         | 正会員  | 佐田  | 達典 |

## 1. はじめに

近年は国土交通省が推進している i-Construction により、地上レーザスキャナ（以下、TLS）の現場での使用機会が増えている。2017 年 3 月に「地上型レーザスキャナーを用いた出来形管理要領（案）」の土工編と舗装工事編<sup>1)</sup>が改訂、国土地理院からは「地上レーザスキャナーを用いた公共測量マニュアル（案）<sup>2)</sup>」（以下、マニュアル案と記載）が公表された。マニュアル案では TLS の特性を踏まえた観測条件等が規定されている。

筆者らは過去に TLS と水準測量のデータから 1 回の計測有効範囲の検証を行った<sup>3)</sup>。今回、近年の TLS の高性能化とマニュアル案の公表に伴い、取得される三次元点群データに関して、マニュアル案の規定を参考に精度の状況等を検証した。

## 2. マニュアル案での規定と検証について

本研究ではマニュアル案で規定されている精度と観測条件のうち、三次元点群データ作成において設定された数値（表-1）を参考に検証を行う。今回は中段の数値を参考に平坦なアスファルト面を対象とした。なお、座標変換は相似変換とし、標定点条件等に関してはマニュアル案記載の内容に従って作業した。

## 3. 計測実験

## (1) 概要

TLS は RIEGL 製の 3 機種（表-2）とした。計測データから 3 機種の特徴と、規定値内及び規定値外でのデータ状況を把握することが目的となる。実験は日本大学理工学部（船橋）において約 100m×8m の検証フィールドを設定して行った。実験状況を図-1 に示す。

## (2) 検証方法

マニュアル案に記載された内容に従い、各計測データを座標変換して不整三角網（TIN）で構造化されたデータを作成する。TIN からメッシュデータを作成し、格子

表-1 マニュアル案の規定値（第 51 条）

| 標高較差の精度<br>(標準偏差) [mm] | 放射方向の観測点間隔<br>[mm] | 最小入射角<br>[度] | 対象  |
|------------------------|--------------------|--------------|-----|
| 5                      | 250                | 4            | 水平面 |
| 10                     | 500                | 2            | 水平面 |
| 20                     | 1000               | —            | 斜面  |

表-2 TLS 仕様

|         | LMS-Z360i | LMS-Z420i | VZ-400i      |
|---------|-----------|-----------|--------------|
| 精度      | 12mm      | 8mm       | 5mm          |
| ビーム拡がり角 | 2mrad     | 0.25mrad  | 0.35mrad     |
| 最小観測点角度 | 0.01度     | 0.008度    | 0.0024度      |
| 最長測定距離  | 200m      | 1,000m    | 800m         |
| 測定レート   | 12,000点/秒 | 11,000点/秒 | 最大500,000点/秒 |



図-1 実験状況（VZ-400i）

点における高さの比較で検証を行う。なお、器械高 1.5m、格子点間隔 50cm を共通条件とする。

## (3) 機種別の確認

3 機種において同一の観測点角度を設定して計測データを比較する。ここではレーザーの入射角が 2 度以上をととなる約 43m 先までの検証を前提に、器械から 50m 先までをデータ範囲とした。そのうち半分が計算上における放射方向の観測点間隔が 500mm 以内を満たすように、観測点角度は 0.06 度に設定した。今回は比較の基準として TLS による点群データを使用した。VZ400i で観測点角度を 0.02 度とし、同じ場所から 7 回計測したデータの平均からメッシュデータを作成した。

図-2 に各機種と基準データの縦断面図を示す。また、全格子点の水平距離別の差分を図-3 に示す。着色部は

キーワード 地上レーザスキャナ TLS 三次元点群データ 公共測量マニュアル（案）

連絡先 〒110-0016 東京都台東区台東 2-24-8 株式会社フィールドテック TEL03-6303-2662

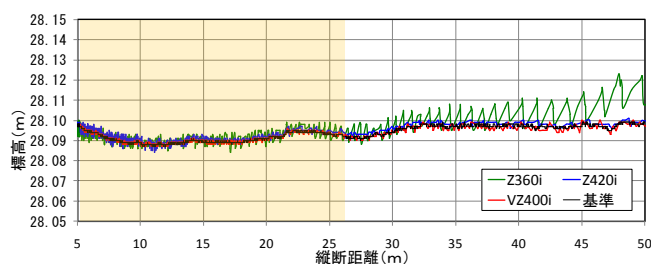


図-2 各機種と基準データの縦断図

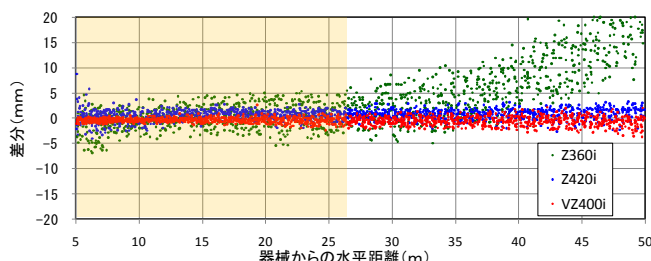


図-3 距離別の差分(機種別)

観測点間隔 500mm 以内の範囲 (26m) を示している。

#### (4) 遠方データの確認

観測点角度をより小さく設定できる VZ400i を使用し、器械から 50m 以上離れた遠方のデータについての精度変化を検証する。前項同様に 43m 先までが最小入射角 2 度以上の範囲となる。この地点において観測点間隔が 500mm 以内の規定も満たすように、観測点角度は 0.02 度に設定した。延長 100m の検証フィールドに対して規定値内の条件で全域のデータを作成するためには最低 2 箇所からの計測が必要となり、これに従って作成したデータを比較基準とする。

図-4 にフィールド端部からの 1 箇所計測のデータと基準データの縦断図及び器械設置位置を示す。前項同様、全格子点の水平距離別の差分を図-5 に示す。着色部は入射角 2 度までの範囲 (43m) を示している。図-5 の誤差範囲は想定される誤差(距離、ビームの拡がり角、入射角及び座標変換)を基に算出している。

#### 4. 実験結果と考察

##### (1) 機種別の確認

観測点間隔 500mm 以内を満たす範囲 (26m) は、どの機種も基準データに対して ±10mm 以内の差分に収まっている。26m より遠いデータでは、Z360i については基準データから少しずつ乖離していく傾向が見られた。Z420i 及び VZ400i については 50m 先のデータにおいても ±5mm 以内に収まっており、観測点間隔 500mm 以内及び入射角 2 度以上、どちらも規定値外の範囲となるが、精度としては十分な結果となった。

Z360i の乖離傾向についてはビームの拡がり角が影

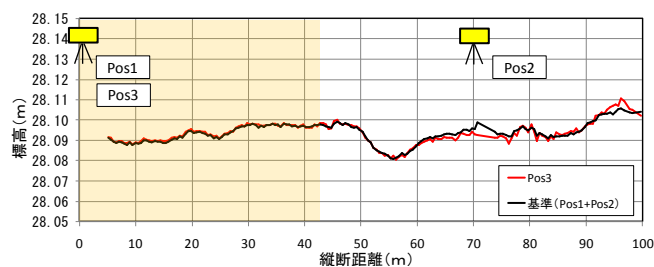


図-4 1箇所計測と基準データの縦断図

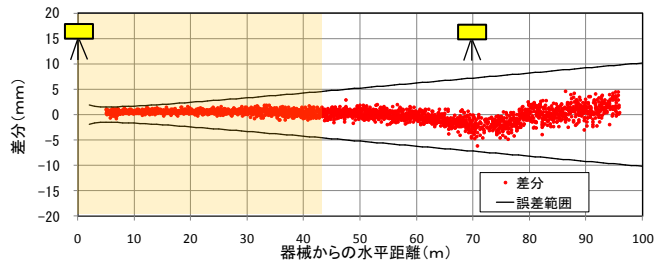


図-5 距離別の差分(計測データ別)

響の一つとして考えられる。一方、ビームの拡がり角が小さい Z420i と VZ400i は前述のような良い結果であった。Z360i と同等仕様の器械の場合、規定値を厳守するとともに、有効範囲内にも標高をチェックできる点を設けるなど、状況に応じてデータを確認することが望ましいと考えられる。

##### (2) 遠方データの確認

差分に関して 50m 先で ±約 2mm、90m 先で ±約 4mm となった。想定される誤差範囲に対しては半分以下の差分で収まっている。こちらも規定値外の範囲となるエリアでも十分な精度となった。ただし、遠方データの精度は器械の姿勢情報が大きく影響するため、相似変換による座標変換は精度管理が重要となる。

#### 5. まとめと展望

今回示したデータ範囲では Z420i、VZ400i とともに規定値を超える範囲でも数 mm の精度となる結果を得た。2 機種に関しては今後、斜面の場所やさらに広範囲(遠距離)のデータについて検証を進めたいと考えている。

機種別の確認において、基準を TLS のデータとしたが、本来は水準測量の観測データが適切な基準であるため、今後実施する予定である。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(舗装工事編)(案)、2017年3月
- 2) 国土交通省国土地理院：地上レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル(案)、2018年3月
- 3) 福森秀晃、佐田達典ほか：3次元レーザースキャナーを用いた路面形状計測に関する研究、土木情報利用技術論文集 vol.17、pp.225-232、2008年