

F-23

地上レーザスキャナを用いた計測における入射角と有効範囲の研究

A Study on The Relationship Between Incident Angle and Effective Range Using Terrestrial Laser Scanner

○高橋由伸<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 江守央<sup>2</sup>

\*Yoshinobu Takahashi<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>

Abstract: The purpose of this study is to investigate the characteristics of terrestrial laser scanner. In this study, we examined the angle of incidence and the effective range. As a result, we found that when the angle was deep, the difference from the level was large, and when the angle was small, the difference was small. For this reason, the effective range may be estimated less them 10 degree.

1. はじめに

現在、日本の建設施工では、2016年から国土交通省が取り組んでいる i-Construction において、生産性向上が目標とされている。出来形管理では、従来、巻尺、レベルを用いて計測しているが、地上型レーザスキャナ（以下、TLS）、UAV（ドローン）、GNSS の導入が進められている。その中でも、TLS は、2019年4月に国土交通省の地上型レーザスキャナを用いた出来形管理要領（案）舗装工事編が改訂され、今後の利用が増加されると見込まれている。

TLS は、レーザを照射することによって、対象物の空間位置情報を取得するものである。短時間で膨大な点群データを取得でき、面的な形状を把握することも可能である。

現在、レーザの照射部から地面までの入射角における有効範囲について十分な検証が行われておらず、管理要領等にも考慮されていない。

本研究では、同一地点での水準測量と TLS の結果を比較する実験を行い、TLS の入射角と較差の関係を調べて有効範囲の検討を行うことを目的とする。

2. 実験概要

(1) 計測方法

本研究では、日本大学理工学部船橋校舎交通総合試験路にて、2019年5月8日,9日に RIGEL 社の VZ-400i を用いて実験を行った。機器の外観を Figure1, 主な仕様を Table1 に示す。機器の配置と計測範囲を Figure2 に示す。

(2) 解析方法

計測で得た点群データをもとに、15m×200m のフィールドを解析対象とした、1m 間隔の格子点に囲まれた 1 m<sup>2</sup> 四方に含まれる点群の標高の平均値を算出し、格子点の水準測量値の四隅の平均値との差を求める。本研究では、Figure2 に示した TLS の設置位置 Pos5

について、TLS の設置位置が中央になるよう十字線を描き縦断、横断方向の解析を行っていく。データ取得のイメージ図を Figure3 に示す。



Figure1. VZ-400i

Table1. Main specification of VZ-400i

項目	数値
測定精度	5mm
測定レート	500,000 点/秒
ビームの広がり角	0.35mrad
最長測定距離	800m

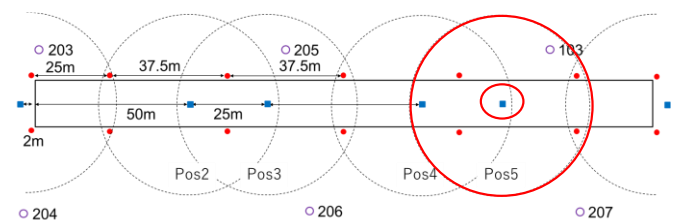


Figure2. Measurement method

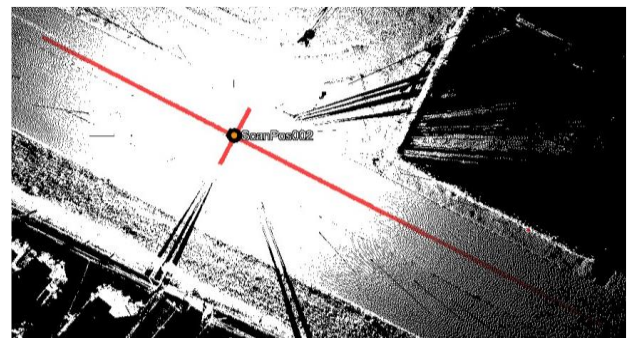


Figure3. Image of data acquisition

1. 1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通

### 3. 実験結果

計測で得られた縦断方向、横断方向の TLS と水準測量との比較を Figure4, Figure5 として示す。縦断方向、横断方向における入射角と TLS に対する水準測量との差の関係を Figure6, Figure7 として示す。

TLS 設置位置は、Figure2 から縦断方向は 150m 地点、横断方向は 7.5m 地点である。

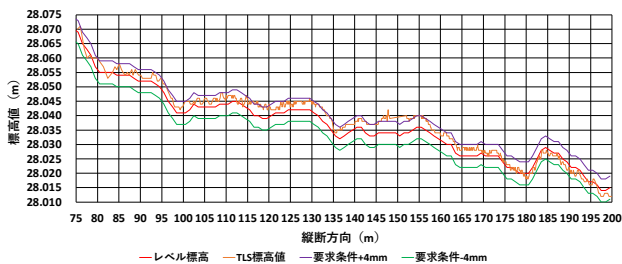


Figure4. Comparison with TLS and leveling in the longitude direction

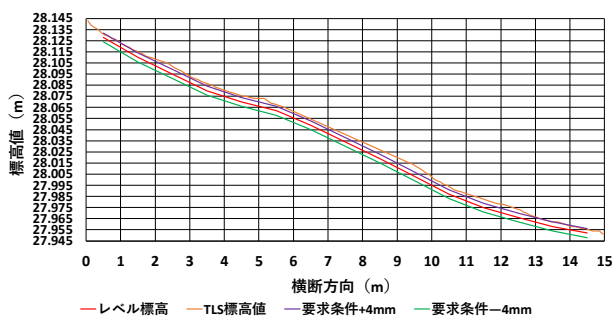


Figure5. Comparison with cross section leveling

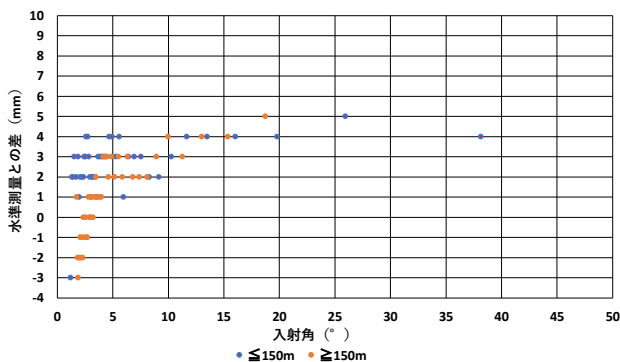


Figure6. Difference in leveling for incident angle and TLS in longitude direction

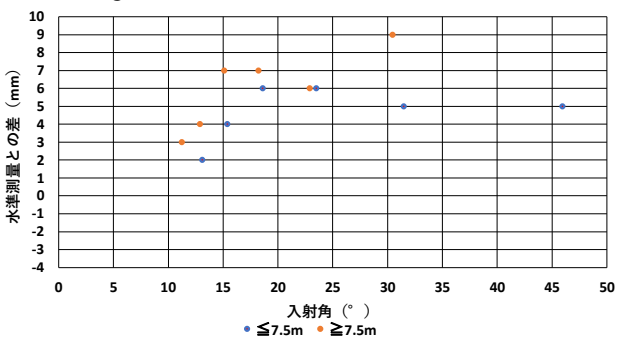


Figure7. Difference between angle of incidence of cross section and leveling

### 4. 考察

Figure4, Figure6 の縦断方向のグラフから、TLS の設置位置 150m の前後 5m では、TLS 標高値が出来形管理要領 (案) に記載されている要求条件から外れている箇所がある。しかし、設置位置から 5m 程度離れた位置からは水準測量の標高値との差もなくなり要求条件の値にも収まっている。入射角度が浅いと、水準測量との差が小さくなっているが、深くなると差は大きくなっている。Figure6 から、縦断方向は、 $15^\circ$  を超えると差が大きくなっている。また、上り側より、下り側の方が全体的にみると差が小さいことがわかる。

Figure5, Figure7 の横断方向のグラフから、TLS の設置位置 7.5m の前後 3m 範囲では、要求条件の値を少々超えていることがある。また、水準測量の標高値との差も大きく出ている箇所がある。Figure7 を参照すると、入射角度が  $15^\circ$  を超えている際、水準測量との差が 5mm 以上となっているのが多く見受けられる。横断方向で差が一番大きいのは、下り側の入射角  $30^\circ$  で差が 9mm である。

縦断、横断方向のどちらも入射角度が  $10^\circ$  を超えると水準測量の差が 3mm 以上出ているので、TLS の入射角度が  $10^\circ$  以下の場合が有効範囲として検討できるのではないかと考えられる。

### 5. おわりに

本研究では、地上レーザスキャナの入射角と有効範囲についての検証を行った。結果として、角度が深い場合は、水準測量との差が大きくなること、角度が浅い場合は、差が小さくなることわかった。このため、有効範囲は入射角  $10^\circ$  程度までで考慮すべきである。

今後は、角度が深くなる際に TLS 設置位置付近の設置台などの外的要因のことも考慮し、使用する機器や器械高を変えて確認を行う予定である。また、距離を延ばして入射角度が非常に小さくなる際の検証を行う必要がある。

### 参考文献・引用

[1] 国土交通省:地上型レーザスキャナを用いた出来形管理要領 (舗装工事編) (案), 令和元年。  
 [2] 樋口智明, 佐田達典, 江守央, 村山盛行, 福森秀晃: 舗装工事を対象とした地上型レーザスキャナの出來形計測の検証実験, 土木学会論文集 (土木情報学), Vol.74, No.2 p. II\_136-II\_142,2018。  
 [3] 国土交通省国土地理院:地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル (案), 平成 30 年。