

## 位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS 計測における ターゲット素材とスキャン角度の違いによる取得点群の検証

日本大学 学生会員 ○笹野 拓海

朝日航洋 正会員 山口 裕哉, 非会員 白石宗一郎, 正会員 岡本 直樹

ニコン・トリンプル 正会員 岩上 弘明

日本大学 正会員 佐田 達典

### 1. はじめに

MMS はレーザスキャナや GNSS アンテナ等を用いて車両の移動と同時に周辺情報を計測するシステムである。現在 MMS に搭載されているレーザスキャナは TOF (Time of Flight) 方式が主流であったが、近年では位相差方式のレーザスキャナを搭載する MMS が登場している。藤村ら<sup>1)</sup>は位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS を用いて走行ルート上の側面および路面の計測精度の検証を実施した。しかし、検証対象の素材の違い、レーザの入射角度の違いが取得点群に与える影響については検証されていない。そこで、本研究では位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS により、表面の素材が異なるターゲット群を、レーザスキャナのスキャン角度を変えて計測する基礎的な実験を行った。

### 2. 実験方法

#### (1) 実験概要

実験は日本大学理工学部船橋キャンパス内で行った。MMS は位相差方式レーザスキャナである Scanlook Z を用いた。性能諸元を表-1 に示す<sup>2)</sup>。また、検証用ターゲットとしてプラスチック段ボール(寸法:40cm×40cm)を使用し、反射強度を強中弱とするため、反射強度が強いターゲットとしてプリズム型反射テープを貼り付けたターゲット、反射強度が中程度のターゲットとして表面が灰色(素材そのまま)のターゲット、反射強度が弱いターゲットとして黒色(ラッカースプレー塗布)ターゲットを3種類作成した。橋の鉄骨部分に設置した A 系統、欄干部に設置した B 系統の2系統を図-1 に示すように設置した。各ターゲットの名称を図-2 に示す。さらに、計測状況を図-3 に示す。また、設置したターゲットと表面を表-2 に示す。計測条件はスキャン周波数を 200Hz とした。スキャナの設置角度を変えること

表-1 Scanlook Z 性能諸元

GPS/IMU	
位置精度	水平0.02m 高度0.05m (GNSS信号連続受信時)
	水平0.10m 高度0.07m (GNSS信号非受信時が1分間)
レーザスキャナ性能	
計測レート、計測角度	1,000,000点/秒、計測角度360°
計測精度	レーザ測距精度2mm 測距精度0.5mm( $\sigma$ 、ターゲット距離5m、白色)

※精度仕様はRMS値



図-1 ターゲット設置状況

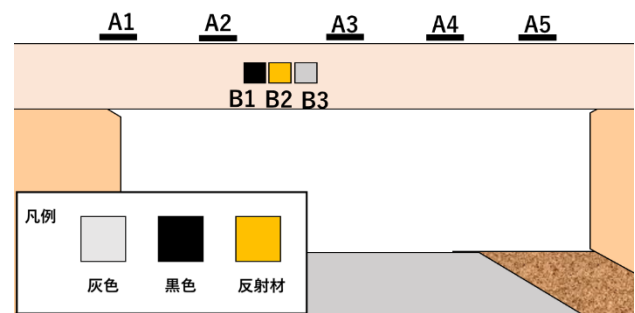


図-2 ターゲット名称



図-3 計測状況

キーワード: MMS, レーザスキャナ, 位相差方式, スキャン角度

連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

表-2 ターゲットの内容

設置場所	橋の鉄骨					橋の欄干			
	ID	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3
表面	黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	反射材	灰色	

により、スキャン角度を 45°, 60°, 75°, 90°と変えて計測を行った。

## (2) 解析方法

MMS で取得した点群データを点群処理ソフト CloudCompare にて必要なターゲット周辺を抽出した。抽出した点群データからターゲット部分を目視で切り出し、点群の照射状態および照射点数を求めた。

## 3. 解析結果

ターゲットの形状の再現性および照射点数で比較した。ターゲットの形状の再現性は、①点群がきれいに取得されているもの、②点群は取得できているが全体的にみてまばらであるもの、③点群がターゲットの実際の位置とは違う場所に存在しているものと分類した。分類結果の例を図-4に示す。図-4ではスキャン角度 45°の点群を示している。



図-4 分類結果の例

各ターゲットを分類した結果を表-3に示す。また、それぞれのターゲットの照射点数を図-5に示す。分類③としたターゲットについては、奥に抜けている点もターゲットを構成する点と判断した場合はこれも含めている。表-3から、灰色ターゲットは点群が十分に取得されやすいこと、黒色ターゲットは点群がまばらになりやすいこと、反射材付ターゲットは実際に設置したターゲットの位置より点群が奥に抜けていることがわかった。

黒色のターゲットの点群がまばらになったのは表面が黒色の場合、レーザを吸収する傾向があり、反射点数が少なくなったためと考えられる。

また、プリズム型反射テープを付けたターゲットは実際のターゲットの位置とは異なる場所に点群がプロ

表-3 判読結果

設置場所	橋の鉄骨					橋の欄干			
	ID	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3
表面	黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	黒色	反射材	灰色	
判読結果	スキャン45°	②	②	②	③	②	②	③	①
	スキャン60°	②	②	②	③	②	②	③	①
	スキャン75°	②	①	②	③	②	③	②	②
	スキャン90°	②	②	②	③	②	-	-	-

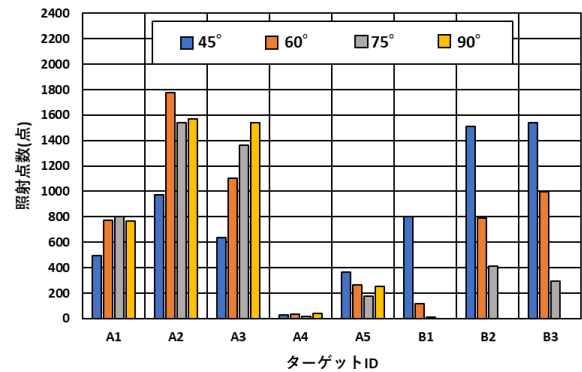


図-5 照射点数

ットされたのは、プリズム型反射テープは反射強度が強くなることから、反射したレーザの変調、波長に影響してノイズが生じたこと、反射強度が高い表面は、入射角によっては点群に歪みを引き起こすことが原因として考えられる。さらに、図-5からA系統では計測ルートはA2とA3の間であったためレーザスキャナから近いA2の照射点数が最多、レーザスキャナから遠いA5が最小となるはずだが、実際にはA4が最小となったがこの原因はわからない。また、B系統で90°で計測した場合はデータが取得できなかった。

## 4. まとめ

本研究では、表面が異なるターゲットを対象にレーザ照射角度を変えて計測を行った。結果として、反射強度が強いターゲットでは本来の位置とは異なる場所に点群がプロットされたこと、反射強度が中程度のターゲットでは正常に計測されたこと、反射強度が弱いターゲットはまばらになることがわかった。反射強度の違いとレーザ入射角が影響したと考えられる。また、レーザのスキャンラインとターゲットが平行になるような状況では計測が難しいことがわかった。

位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS による計測では、上記の特性をよく理解した上で計測、解析を行う必要がある。今後はさらに詳しく点群処理方法を検討していく予定である。

## 参考文献

- 藤村大輔, 笹野拓海, 山口裕哉, 白石宗一郎, 岡本直樹, 岩上弘明, 佐田達典, 江守央: 位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS による層厚検出精度の基礎的研究, 応用測量論文集第 31 巻, 2020. 7.
- Zoller+Fröhlich GmbH: Datasheet Z+F PROFILER 9012, <[https://www.zf-laser.com/fileadmin/editor/Datenblaetter/Z\\_F\\_PROFILER\\_9012\\_Datasheet\\_E\\_final\\_compr.pdf](https://www.zf-laser.com/fileadmin/editor/Datenblaetter/Z_F_PROFILER_9012_Datasheet_E_final_compr.pdf)> (入手 2021.3) .