

3次元レーザーミラースキャナーの計測精度検証

(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. 3次元レーザーミラースキャナーとは

測量技術における新しい計測手段として、3次元レーザーミラースキャナーを用いたリアルタイム3次元測量がある。従来のレーザー距離計では1点ずつしか計測できなかったが、本機は面的に連続測定が可能であり、非常に短時間で広範囲を計測することができるのが特徴である。本研究では、オーストリア RIEGL 社製 LMS-Z210、3次元レーザーミラースキャナーを用いて、実験的に計測精度検証を行った。LMS-Z210 の主な仕様を表-1にまとめる。仕様以外の特徴としては、①測定データを外部に出力し、CADなどの計測データとして編集が可能である。②複数の画像データにおいて、共通の点を3点以上含めば、画像データのつなぎ合わせができる。などである。

表-1 LMS-Z210仕様

項目	仕様
測定距離	
自然物のターゲット反射率80%以上	2m～350m
自然物のターゲット反射率20%以上	2m～150m
測定精度	±2.5cm (最悪±10cm)
測定分解能	2.5cm
レーザーパルス繰り返し反射率	最大20000Hz
レーザー波長	0.9μm(近赤外線)
ラインスキャン	
スキャン角範囲	80°
スキャン速度	標準20scans/s(1scan/s～max.36scans/s)
フレームスキャン	
スキャン角範囲	0°～max.333°
スキャン速度	標準5°/s(1°/s～max.15°/s)

2. 実験目的及び方法

今回の実験は、光波距離計を用いたトータルステーションとの計測精度を比較することと、スキャナーの解像度変化に対する計測の安定性を検証することが目的である。機械設置位置から約20m離れた小高い丘に、測定対象物となる杭(幅3cm)を7箇所設置し、この丘を中心として測定を行った(図-1)。測定は、解像度を3段階に変化させ、それぞれの解像度毎に測定を3回ずつ、計9回行った。解像度の変化は、画像ドット間の振り角度を0.04gon,0.08gon,0.12gon(1gon= $\pi/200$ rad)と変化させており、振り角度の低い方が解像度は高い。測定データは、3次元レーザーミラースキャナーの光源位置を原点とし、スキャンされた画像1点1点が持つXYZの3次元座標で表される。この座標から、測定対象物までの距離(斜距離)が算出できる。スキャナーからのデータと比較する為に、測定対象物に対してスキャナーと同じ位置からのトータルステーションによる測定を行った。

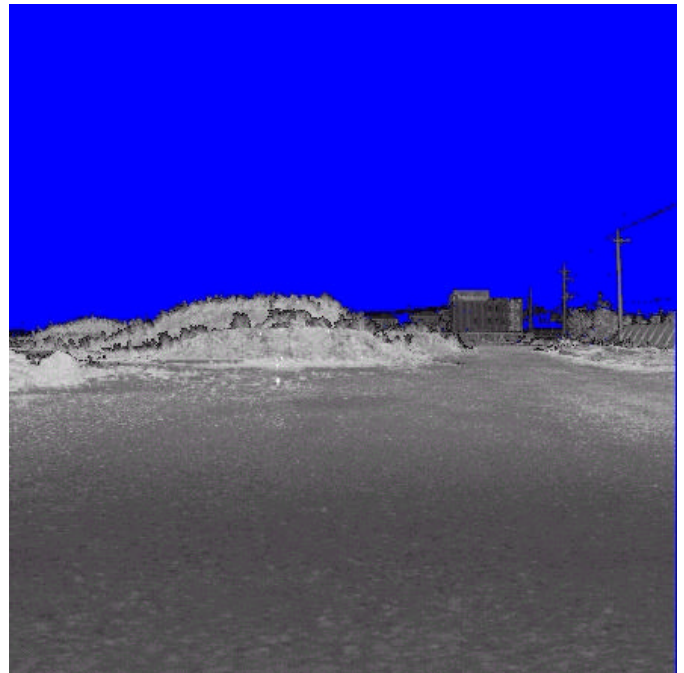


図-1 3次元レーザーミラースキャナーによる計測画像

キーワード：3次元計測、レーザー、トータルステーション、CAD

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

3. 実験結果及び考察

現場におけるトータルステーションのデータと3次元レーザーミラースキャナーから得られるデータから各々の斜距離を計算した。測定位置1～7について、トータルステーションにより測定した斜距離と、スキャナーにより測定した斜距離とのデータの差をとって、解像度毎に較差を比較した(表-2)。較差の評価については、測定較差 $\pm 0.025\text{m}$ 以内、 $\pm 0.025\sim 0.055\text{m}$ 以内、 $\pm 0.055\sim 0.100\text{m}$ 以内、 $\pm 0.100\sim$ の4段階で行った(表-3、図-2)。カテゴリーの値としては、 0.025m はスキャナー自体の測定精度範囲、 0.055m はスキャナーの測定精度範囲と杭の幅分との和、 0.100m は仕様にある最悪の場合のスキャナーの測定精度範囲である。その結果、解像度3段階それぞれについて以下のような特徴が見られた。

解像度高：杭の幅分を含んだ機器仕様の測定精度を満足している。

解像度中：測定位置が明確に確認しにくい点がある。杭の幅分を含んだ機器仕様の測定精度を満足していないことがあり、誤差にばらつきがある。取り込んだ画像からは測定位置が確認できないことがある。

(3回目の測定位置3)

解像度低：解像度中と同様に、測定位置が明確に確認しにくく、測定精度を満足していない事があり、測定位置も確認できない事がある。(3回目の測定位置3)

問題点として、解像度が低い場合、計測ポイントを測定しない場合が発生しやすくなることが挙げられる。また、測定距離が大きくなる程、測定位置を計測しない確率が上がることが予想される。これはスキャナーから測定位置までの距離が、短い場合と長い場合との違いを考えた時、一定時間あたりのスキャン角度は同じなので、その間にスキャンされる範囲が、距離が長い場合の方が広がるからである。

4. まとめ

今回の実験結果から、①解像度が低い場合、計測ポイントを測定しない場合がある。②測定距離が大きくなる程、計測ポイントを測定しない確率が上がると予想される。③測定できれば、解像度によらず精度は安定していることがわかった。今後、測定距離を変化させる時の計測可能性を検討するとともに、3次元レーザーミラースキャナーからのデータをCADへ取り込み、画像結合を行うといったシステム整備をして、地形や建物の計測に適用していく予定である。

表-2 トータルステーションと3次元レーザーミラースキャナーとの測定較差(斜距離)

測定モード	測定位置	1回目	2回目	3回目	平均値
解像度高 (0.04gon)	1	-0.041	-0.009	0.007	-0.014
	2	-0.006	0.034	-0.006	0.008
	3	-0.025	-0.033	-0.034	-0.031
	4	-0.058	-0.026	-0.066	-0.050
	5	-0.002	-0.010	-0.035	-0.016
	6	-0.042	-0.017	-0.010	-0.023
	7	-0.067	0.037	0.021	-0.003
解像度中 (0.08gon)	1	-0.041	-0.018	-0.033	-0.031
	2	-0.006	-0.053	-0.022	-0.027
	3	-0.034	-0.033	—	-0.033
	4	-0.235	-0.115	-0.107	-0.152
	5	0.070	0.014	0.158	0.080
	6	-0.017	-0.010	-0.010	-0.012
	7	0.053	0.069	0.029	0.050
解像度低 (0.12gon)	1	-0.002	-0.025	-0.002	-0.010
	2	-0.014	-0.061	0.011	-0.022
	3	-0.058	-0.017	—	-0.038
	4	-0.154	-0.098	-0.066	-0.106
	5	-0.002	-0.067	0.021	-0.016
	6	-0.034	0.015	-0.001	-0.007
	7	-0.018	0.021	0.021	0.008

表-3 解像度毎の較差(平均値)のばらつき(点数)

較差範囲(m)	解像度高	解像度中	解像度低
± 0.025 以内	5	1	5
$\pm 0.025\sim 0.055$ 以内	2	4	1
$\pm 0.055\sim 0.100$ 以内	0	1	0
$\pm 0.100\sim$	0	1	1

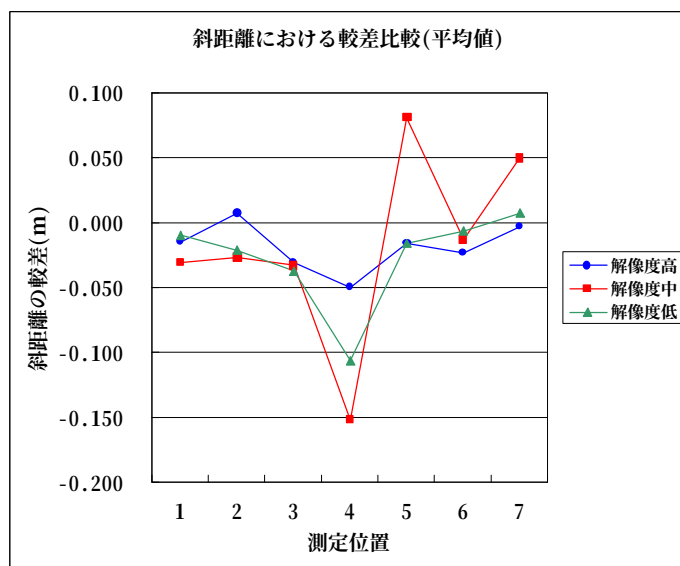


図-2 解像度毎の較差比較