

地上型レーザスキャナーの精度検証

復建調査設計(株) 正会員 ○前田 憲治
 復建調査設計(株) 正会員 織野 祥徳
 復建調査設計(株) 横手 了
 復建調査設計(株) 岡本 良徳

1. はじめに

近年、測量分野におけるレーザ計測技術の利活用が注目されている。なかでも高精度で対象物の3次元形状を取得することが可能である地上型レーザスキャナーに着目した。その原理は、「照射されたレーザパルスの方角」と「地物に反射して機器に戻るまでの時間」により3次元的な位置を把握するものである。当社所有の機器では約100mの範囲において、詳細な3次元形状を再現することができる。そこで、その測定精度や要求される精度について考えてみると、従来の測量では、測量法第34条に規定に基づき、公共測量における標準的な作業方法や測定精度に関する許容範囲等が定められている。しかしながら、地上型レーザスキャナーには規程が定められていないのが現状である。本論文では地上型レーザスキャナーの精度確認を目的として、従来の測量方法と比較検証した結果について考察するものである。

2. 地上型レーザスキャナーの精度

地上型レーザスキャナーのスキャニング作業に要求される項目として、以下の4種類が挙げられる。

(1) 1スポットの精度・・・座標精度

当社が保有する機器を例にすると、50m地点における座標精度は6mmである(表-1)。

(2) ビームスポットサイズ・・・ビーム拡散度

ビーム拡散度は、本体と対象の距離によって変化する。距離が離れるほど径は大きくなり、逆に近いほど小さくなる。対象物と目的に応じて、本体の設置位置を考慮する必要がある(図-1)。

(3) スキャン密度・・・計測密度, 分解能, 解像度

取得データの点密度に影響する。密度が高い場合、形状を詳細に把握できる反面、計測時間やデータ量が増大する(図-2)。

(4) フィッティングアルゴリズム・・・モデリング精度

モデリングとは、スキャナーで計測した点群データから、最小二乗法によりベストフィットするCADモデルを生成することである。

表-1 座標精度

種類	距離50mに対する誤差
∠X : 水平角の誤差	$\text{Sin}(12\text{秒}) \times 50\text{m} = 3\text{mm}$
∠Y : 距離の誤差	4mm
∠Z : 鉛直角の誤差	4mm
座標精度	$\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2} = 6\text{mm}$

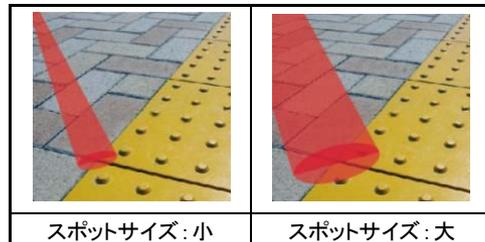


図-1 レーザビーム径

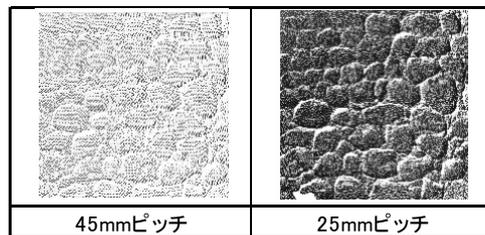


図-2 スキャン密度

3. 通常の測量方法による精度検証

検証方法は、地上型レーザスキャナーにより道路舗装面を計測して0.25m間隔の格子状(グリッド)で作成したデータと、通常の測量方法である縦断測量の観測値と比較する方法で精度検証を行った。比較する縦断測量の観測値は、20m間隔に設置した中心点の地盤高を直接水準測量により観測した値を用いた。縦断測量における精度確認は、仮BM又はこれと同等以上の水準点に基づき、平地においては4級水準測量、山地においては簡易水準測量により行うものと国土交通省公共測量作業規程に記載されているが、この度の比較は、各ポイントの地盤高の比較に

キーワード 地上型レーザスキャナー, 3次元データ, 精度検証

連絡先 〒732-0052 広島市東区光町二丁目10番11号 復建調査設計(株) TEL082-506-1836

なるため、国土交通省公共測量作業規程にある横断測量の標高較差の許容範囲(式-1)を利用し、距離は20m(許容範囲:0.04m)として行った。 $2\text{cm}+5\text{cm}\sqrt{L/100}$ (L:距離, 区分:平地) (式-1)

レーザスキャナーにより道路舗装面の3次元座標を計測した結果を示す。計測結果は密な点の集合であり、各点に3次元座標やRGB値、受光強度などの情報が格納されている。図-3はRGB値により表示したものである。図-4は受光強度により色分け表示したものである。道路白線などは、白色に近いため受光強度が高く観測データからでも容易に判断することができる。

直接水準と地上型レーザの測定結果を比較したものを表-1に示す。測定値をセンチ単位に四捨五入して比較した結果、最大較差は1cmとなった。上記の測定精度を有することより、通常の測量精度は確保できていることがわかる。平面図作成については、計測時に取得したRGB点群画像と、受光強度画像により、白線及び構造物等のエッジ箇所が明確なところにおいて、当社らが開発した自動エッジ処理プログラムにより白線を抽出し平面図を作成した。抽出が困難な場合は、手動に切り替えCAD上でトレース作業を行った。なお、この平面図には既存舗装面の縦断勾配と横断勾配の判断を容易にするため等高線を記入した(図-5)。

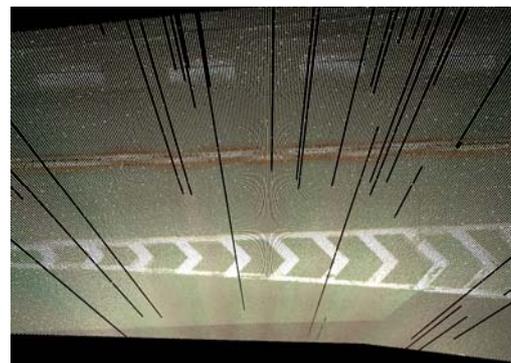


図-3 RGB表示した計測データ

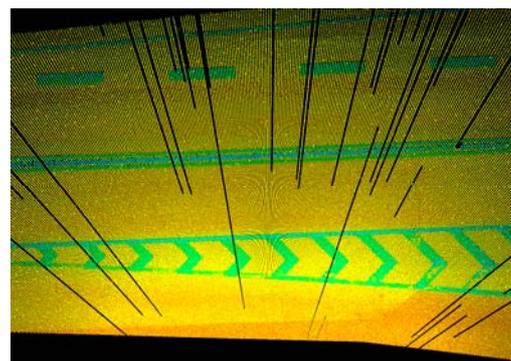


図-4 受光強度表示した計測データ

4. おわりに

地上型レーザスキャナーから取得したデータは、通常の測量方法に変わる有効な手段である。観測条件さえ考慮すれば、従来の測量と同等の精度で計測が行えることを示している。さらに、レーザ計測の特徴として3次元データを面的に取得できることから、調査箇所の一部変更などが起こった場合などでも、後処理で断面図を作成することができる。また、面的にデータを取得することが可能であるため、地盤沈下などの事象について変動(経年変化)を把握することに有用であると考えられる。新たな取り組みとしては、現地への立ち入りが困難な箇所(災害現場)や触ることが出来ない物(遺跡や文化財)に対し、形状を取得する上で有用な手段であると言える。その反面、機器から見える範囲でしかデータを取得できないことや、照射距離が長い場合において点密度の間隔が広くなることや、草木や瓦礫によりレーザが反射して必要とする地表面データが取得できない問題も挙げられる。今後は、工事完了時に行う出来形確認、交通量の多い道路及び交差点の測量、航空施設にある滑走路・誘導路・エプロン等の地盤高測定、試験盛土の沈下測定や埋立地の沈下測定が有効と考える。将来的には、3次元データから3次元設計へと続き、3次元モデリング照査という過程を得て、3次元施工へと繋がれば、データの共有化によるコスト削減、ミスの撲滅に繋がると考える。

表 1 精度検証結果

測点	単距離	追加距離	地盤高 (直接水準)	地盤高 (地上型レーザ)	差
NO.48	20.000	500.000	67.72	67.71	-0.01
NO.48+20	20.000	520.000	68.14	68.14	0.00
NO.48+40	20.000	540.000	68.54	68.53	-0.01
NO.48+60	20.000	560.000	68.88	68.88	0.00
NO.48+80	20.000	580.000	69.30	69.29	-0.01
NO.49	20.000	600.000	69.72	69.72	0.00
NO.49+20	20.000	620.000	70.09	70.09	0.00
NO.49+40	20.000	640.000	70.52	70.51	-0.01
NO.49+60	20.000	660.000	70.89	70.88	-0.01
NO.49+80	20.000	680.000	71.20	71.20	0.00
NO.50	20.000	700.000	71.42	71.42	0.00
NO.50+20	20.000	720.000	71.67	71.67	0.00
NO.50+40	20.000	740.000	71.78	71.78	0.00
NO.50+60	20.000	760.000	71.87	71.87	0.00
NO.50+80	20.000	780.000	71.91	71.90	-0.01
NO.51	20.000	800.000	71.88	71.88	0.00
NO.51+20	20.000	820.000	71.82	71.82	0.00

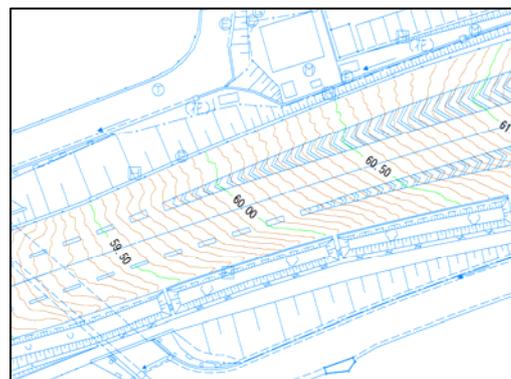


図-5 等高線入り平面図

参考文献

- 1) ライカジオシステムズ: 技術資料