

モバイルマッピングシステムにおける標定点用反射板のサイズの検討

日本大学 学生会員 ○岡本 直樹
 日本大学 正会員 佐田 達典
 日本大学 正会員 池田 隆博

1. はじめに

モバイルマッピングシステム（以下 MMS）は走行しながら道路周辺の地形や地物等に関する 3 次元位置情報を取得するシステムである（図－1）。取得されるデータの位置精度は GNSS 衛星からの電波の受信状況に依存する。公共測量における MMS の標準的な作業方法を定めている「移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案）」では、GNSS 電波が良好に受信できない区間であっても 100m ～150m 間隔を基準として標定点を設置し、調整処理を行なうことで地図情報レベル 500 の精度を満たせることが記載されている。標定点は使用する際に MMS で標定点を計測した座標を用いるため、確実にレーザが照射されなければならない。しかし、レーザの照射された点の間隔は MMS からの距離と速度によって変化する。そのため使用する標定点のサイズによってはレーザが照射されない可能性もあるが、マニュアル（案）では設置する標定点のサイズについては規定されていない。

そこで本研究では MMS により取得される点群の隣接点間の距離を計算し、実際に計測した点数と比較することで取得される点群データの MMS からの距離と速度ごとに間隔を把握し、そこから標定点のサイズの検討を行なうことを目的とする。

2. 点群の分布の計算

(1) 計算条件

本研究は Trimble MX8（以下、MX8）を対象として行なった。MX8 に搭載されたレーザスキャナ（VQ-250）の仕様書より標準的には 1 秒間に 100Hz、30 万点照射することからレーザの照射間隔を 0.12°として計算した。

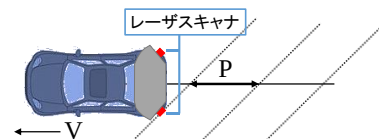
(2) 進行方向の照射点間距離の計算

図－2 に MX8 の進行方向の照射点間距離を示す。進行方向の照射点間距離は式（1）を用いて計算した。

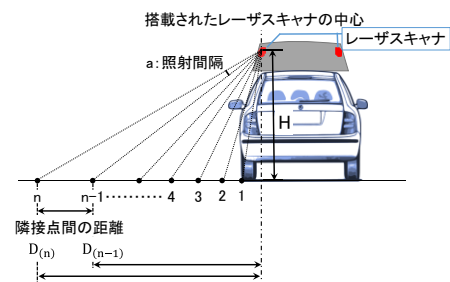
$$P = V \left(\frac{1000}{3600} \right) \times T \quad (1)$$



図－1 モバイルマッピングシステム（Trimble MX8）



図－2 進行方向の照射点間距離



図－3 照射方向の照射点間距離

ただし P：進行方向の照射点間距離[m]，V：MX8 の速度[km/h]，T：レーザが 1 周する時間[秒]

(3) レーザの照射方向の 2 点間の距離の計算

図－3 に MX8 のレーザの照射方向の照射点間距離を示す。隣接点間の距離は式（2）を用いて計算した。

$$D_n - D_{(n-1)} = H[\tan(an) - \tan\{a(n-1)\}] \quad (2)$$

ただし D：レーザ照射方向の距離[m]，H：レーザの設置高さ[m]，n：点番号，a：照射間隔[°]

3. 点群の分布の確認

(1) 点群取得実験

日本大学理工学部船橋キャンパス交通総合試験路にて MX8 を用いて点群取得実験を行なった。MX8 の走行速度を 20km/h、40km/h、60km/h と設定し 2 往復計測し片側のレーザごとに 3m、5m、10m 先に設置した 0.6m×0.45m のターゲット板の点群データを取得し、取得した点群データから手動でターゲット板を抽出した。ターゲット板の設置位置を図－4 に示す。

キーワード：モバイルマッピングシステム 標定点

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

図－5に速度 20km/h, 40km/h, 60km/h で白線から 3m 先に設置したターゲット板の抽出結果を示す。図中の点の色は反射強度を示している。速度が速くなるとに列数が減り点数が減少することが確認された。

(2) 取得される点数の計算値と実測値の比較

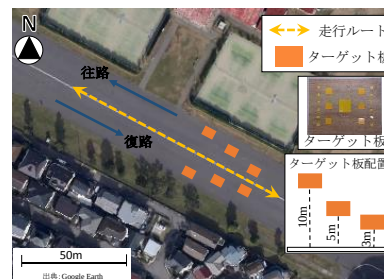
図－6に速度 20km/h, MX8 から 3m の位置に設置した場合に照射される点数の計算値と実測値の結果を示す。比較した結果、計算値の方が照射点が少なくなる結果となった。また計算値の方が照射点の並んだ列数と列に含まれる点数が少なくなっていることが確認された。これは MX8 の走行速度が設定した速度より遅かったためにより多くの回数レーザが照射されたこと、照射方向の 2 点間の距離が実測値の方が短いことが挙げられる。MX8 に搭載されたレーザスキャナの仕様書を参考に照射角度を 0.12° として計算したが、実際にはより小さい照射角度でレーザが照射されていることが考えられ、実際の点間隔になるには $0.07^\circ \sim 0.08^\circ$ に相当する。照射角度を 0.08° として計算した結果は図－6 の破線である。本研究では照射角度を 0.08° として計算し、計算値を元に標定点のサイズを検討した。

4. 標定点のサイズの検討

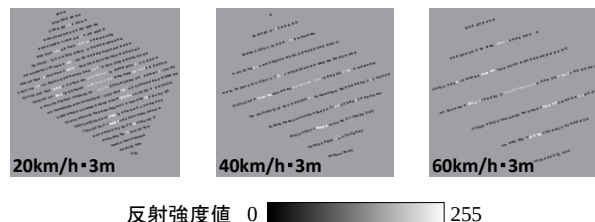
MX8 の進行方向を X 軸、横断方向を Y 軸として計算を行った。設定する標定点は正方形とし、MX8 の進行方向と平行になるように設置し、進行方向に対して平行に 1cm ずつ想定した標定点を動かすことでレーザの照射位置を変化させた。標定点の中心座標と計算した標定点に照射されるレーザの平均値の差を取り、較差が最小になるサイズとレーザが照射される標定点の最小サイズを検討した。

図－7に標定点のサイズと較差の関係を示す。標定点のサイズが大きくなることで Y 軸方向の較差が増加していることが確認される。MX8 から離れることで照射間隔が広がるため一定ではなく、平均した際に較差が増加する要因となったと考えられる。

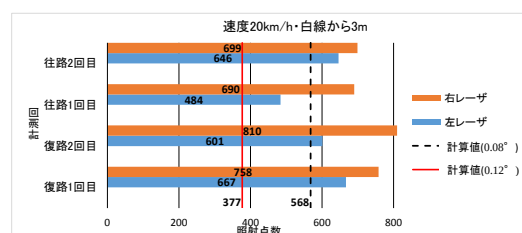
表－1に検討結果として、速度 20km/h で計測した場合の較差が最小となる場合のサイズと、レーザが標定点に照射される最小サイズを示す。速度 20km/h で 10m 先に設置した標定点を計測する場合には $0.06\text{m} \times 0.06\text{m}$ 以上のサイズの標定点を使用することで計測することが可能である。また 10m 先に標定点を設置した場合は較差が最小となる $0.52\text{m} \times 0.52\text{m}$ のサイズを使用することが望ましいと考えられる。



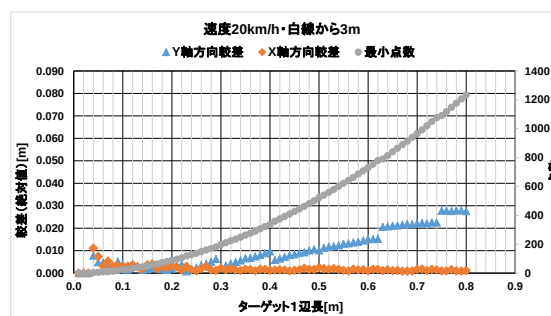
図－4 実験位置



図－5 ターゲットへのレーザ照射状況（反射強度値）



図－6 実測値と計算値の比較



図－7 標定点のサイズと較差

表－1 20km/h 時の標定点サイズ

		20km/h		
		GCPの設置位置		
		3m	5m	10m
中心座標との較差が最小となるサイズ		0.14 × 0.14	0.26 × 0.26	0.52 × 0.52
較差[m]	x	0.002	0.003	0.007
	y	0.001	0.002	0.008
レーザが照射される最小サイズ		0.04 × 0.04	0.04 × 0.04	0.06 × 0.06
較差[m]	x	0.011	0.013	0.023
	y	0.008	0.014	0.030

5. おわりに

本研究では MX8 を用いて実測で取得した点数と、計算で求めた隣接点間の距離を元に計算した取得される点数を比較することで、計算値の妥当性を確認し、標定点のレーザが照射される最小のサイズと中心座標との較差が最小となるサイズを検討し明らかにした。

謝辞.

実験に協力いただいた株式会社ニコン・トリンプルの金綱淳次様にここに厚く御礼申し上げます。