

MMS の直線部と曲線部の走行時における計測精度の比較

Comparison of the Measurement Precision of MMS when Straight Path and Driving Curved Path

○藤村大輔¹, 山口裕哉², 白石宗一郎², 岩上弘明³, 佐田達典⁴, 江守央⁴*Daisuke Fujimura¹, Yuuya Yamaguti², Souichirou Shiraishi², Hiroaki Iwakami³, Tatsunori Sada⁴, Hisashi Emori⁴

Abstract: MMS attracts attention as the system which can acquire information of feature around road with high accuracy and efficiency while driving. However, the measurement precision of MMS when running on curved path has not been much researched. In this study we compared the precision of measurement results by the MMS systems when driving on straight path and curved path. As a result, RMS errors were smaller value at curved path run 0.023m than at straight path run with the absolute precision.

1. はじめに

MMS とは車両にレーザスキャナ等の計測機器を搭載し、走行しながら道路周辺の地物・地形物を計測して 3 次元位置情報を取得するシステムのことである。MMS は現在、道路台帳の作成や空港における滑走路沈下量の計測などに活用されている^[1]。既往研究では計測精度と計測距離との相関^[2]や、道路形状やその周辺を効率的に把握するための測定に着目した研究が行われている^[3]。道路形状と計測精度に着目した場合、MMS の位置と姿勢は道路形状に影響され、計測精度に関係すると推測されるが研究事例は少ない。

そこで本研究では、道路形状が変化する際の計測精度の把握を目的として、高低差も含んだ曲線部を MMS により走行し、その際の計測精度について検証を行った。

2. 走行実験

道路形状が変化する際の計測精度への影響を把握するため、2018 年 7 月 29 日に日本大学理工学部船橋キャンパス風洞実験棟横の坂道にて MMS の発射数、周波数、進行方向を変化させて複数のターゲットを計測する実験を行った。検証項目として相対精度、絶対精度、照射点密度の 3 項目を比較した。MX9 の計測精度はレーザ測距精度で 3mm、測距精度 5mm である^[4]。計測レートは最大 2,000,000 点/秒 (1 台あたり 1,000,000 点/秒) である^[4]。

精度検証のためのターゲットは 400mm 角のベニヤ板 2 枚を直角に組み合わせて使用した。設置方法は路面に直接貼り付けた。ベニヤ板に 2 本の対角線を引き、中心を示した。坂道の上端部までターゲットを計 23 枚設置した。道路形状の違いによる精度検証を行うため、計測区間を直線部 (ターゲット ID G1-1~G6-2,

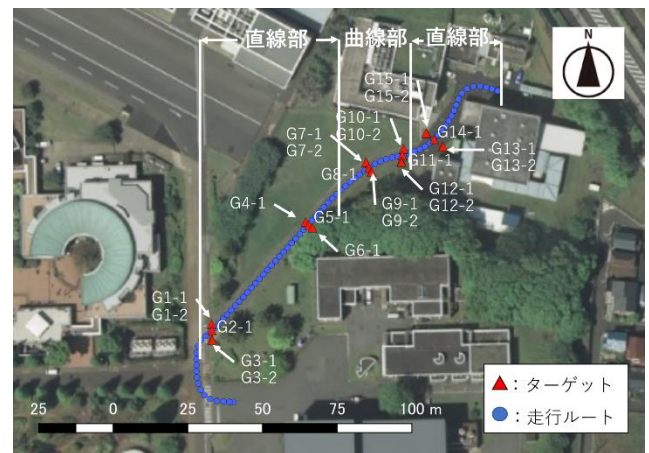


Figure 1. Measurement course

G13-1~G15-2)と曲線部(ターゲット ID G7-1~G12-2)とした。データの取得は MX9 に搭載した 2 つのレーザスキャナで行った。また TS を用いてターゲットの中心座標を求めた。

3. 解析方法

照射された点群は点群処理ソフト Cloud Compare を用いて手動で抽出した。右側のレーザスキャナにて進行方向に対して右側に設置したターゲットを抽出した。相対精度はターゲットの横幅、高さで評価した。絶対精度は抽出したターゲット板に照射された点群座標の 3 次元座標の平均値と TS で取得したターゲットの中心座標との 3 次元較差を比較した。密度はターゲットに照射された点群数をターゲットの面積で除して算出した。本稿ではこれら 3 項目の中から絶対精度と照射点密度において道路形状別で比較した場合の計測精度の結果を示す。

4. 絶対精度の計測結果

道路形状の違いによる精度検証を行うため、道路形

1: 日大理工・院 (前)・交通 2: 朝日航洋株式会社 3: 株式会社ニコン・トリンプル 4: 日大理工・教員・交通

状別で絶対精度を比較した。MMS で計測した点群座標の解析値と TS で計測したターゲットの中心座標との 3 次元較差を道路形状別で比較したグラフを **Figure 2** に示す。また MMS で計測した点群座標の解析値と TS で計測したターゲットの中心座標との 3 次元較差を道路形状別で比較した際のデータ数, 最大値, 最小値, 平均値, RMS 誤差について **Table 1** に示す。Figure 2 より曲線部走行では直線部走行に比べ精度が改善していることがわかる。Table 1 より曲線部走行は直線部走行に比べて 0.023m RMS 誤差が小さく, 絶対精度においては曲線部走行の方が正確度が高い。要因として, IMU の誤差累積の要因として, 鉛直方向においては車両姿勢が変化するスラローム走行の方が直線部走行より精度が良い^[5]という性質が関係していると推測される。

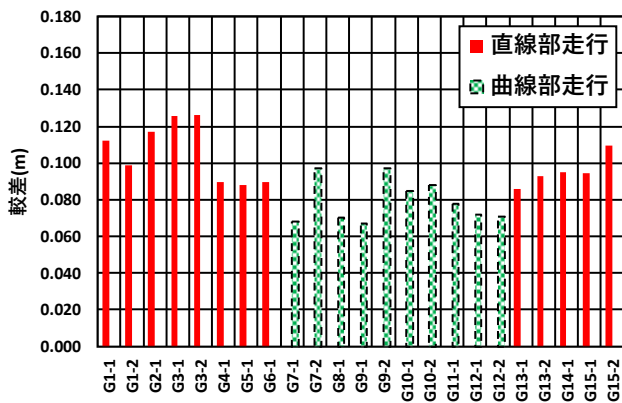


Figure 2. Absolute precision of target

Table 1. Absolute precision of target

走行区間	データ数	最大値(m)	最小値(m)	平均値 (m)	RMS誤差 (m)
直線部走行	13	0.126	0.086	0.102	0.103
曲線部走行	10	0.097	0.067	0.079	0.080

5. 照射点密度の計測結果

道路形状の違いによる精度検証を行うため, 絶対精度と照射点密度との関係を道路形状別で比較したグラフを **Figure 3** に示す。Figure 3 より直線部走行では, 照射点密度に関わらず較差は 0.080m~0.130m であった。一方, 曲線部走行においては照射点密度に関わらず較差は 0.060m~0.100m であり, 一定して安定した精度を確保していることが確認された。絶対精度は照射点密度に依存していないが, 曲線部走行の方が精度が良い結果となった。要因として直線部走行ではレーザー光は一樣な入射角度でターゲット面に照射される。しかし, 曲線部走行においてはレーザー光の放出角度が発射する度に異なるため, 様々な入射角度でターゲット面に照射されることが影響した可能性が考えられる。

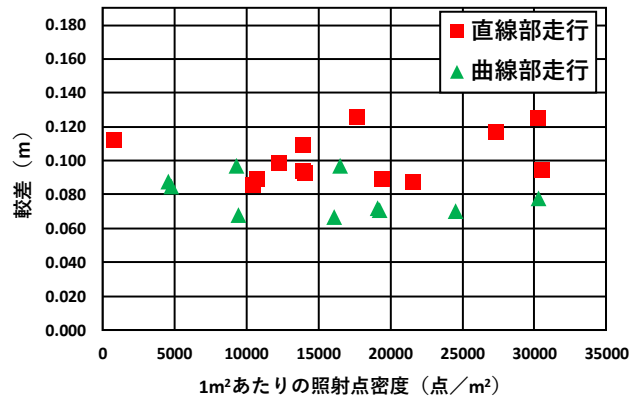


Figure 3. Relationship between absolute precision of target and consistency of one meter square about target

6. おわりに

本研究では, 道路形状が変化する際の計測精度への影響を把握するために, 高低差を含んだ曲線部にて MMS を走行させて計測した。絶対精度では, 曲線部走行の方が直線部走行に比べ RMS 誤差が 0.023m 小さく正確度が高い。絶対精度と照射点密度の関係では, 絶対精度は照射点密度に依存しないことが確認された。

今後は直線部と曲線部において, レーザ光の入射角と計測精度との関係を検証していく。

参考文献

- [1] 前里尚・田中貴之, 那覇空港滑走路増設における車載式レーザースキャナー測量を使用した埋立沈下管理手法について, 平成28年度沖縄ブロック国土交通研究会, 2016.
- [2] 藤村大輔・山口裕哉・白石宗一郎・佐田達典, 江守央, MMS のレーザースキャナ性能と計測精度との関係に関する基礎的研究, 応用測量論文集, Vol.30, pp. 85-96, 2019.
- [3] 高井俊吾, 伊達宏昭, 金井理, 新名恭仁, 織田和夫, 池田辰也, 走行軌跡を用いた市街地 MMS 計測点群の高精度レジストレーション, 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp385-386, 2014.
- [4] 株式会社ニコン・トリムブル, < https://www.nikon-trimble.co.jp/products/product_detail.html?tid=61>, (入手 2019.9.20).
- [5] 岡本直樹・佐田達典, 江守央, モバイルマッピングシステムの標定点による補正効果と走行速度との関係に関する検証, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.72, pp. 31-39, 2016.