

F1-14

位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS による壁面の層厚計測に関する基礎的研究

A Basic Study on Detection Precision of Layer Thickness on Walls by the MMS Equipped with Phase Difference Type Laser Scanner

○大木亜美¹, 岡本直樹², 白石宗一郎², 山口裕哉², 岩上弘明³, 佐田達典⁴, 江守央⁴, 藤村大輔⁵

*Ami Ohki¹, Naoki Okamoto², Soichiro Shiraishi², Yuya Yamagichi², Hiroaki Iwakami³, Tatsunori Sada⁴, Hisashi Emori⁴, Daisuke Fujimura⁵

Abstract: MMS attracts attention as the system that can acquire three-dimensional position information around the road by driving a car. However, vertical studies have not been conducted on MMS equipped with a phase difference laser scanner. In the study we compared vertical layer thickness measurement accuracy at MMS running speed. As a result, the average value of the difference was around 0.3mm at all speeds, and no influence by the running speed was observed.

1. はじめに

モバイルマッピングシステム（以下、MMS）は、走行することで、道路周辺の3次元位置情報を効率的に取得可能なシステムである。近年の社会インフラの老朽化や点検業務に必要となる技術者不足の問題によりMMSを点検業務へ活用することが注目されている。

MMSには、TOF方式と位相差方式の2種類があり、本研究では、従来用いられてきたTime of Flight方式に比べて精度が良いとされている位相差方式に着目した層厚検出精度に関する実験を行った。

位相差方式レーザスキャナを搭載したMMSによる層厚計測の研究^[1]については、路面に設置したターゲットでは行われているが、壁面を想定した垂直ターゲットについては検討されていない。本研究では、トンネル壁面を想定した側方垂直ターゲットを対象としたMMSの速度の違いによる層厚計測精度への影響を明らかにする。

2. 実験概要

2019年9月30日に日本大学理工学部船橋キャンパス交通総合試験路において位相差方式によるMMSの走行実験を行った。計測車両は、Fagerman Technologies社製Scanlook Zを用いた。計測精度は、ターゲット距離5mで0.3mm(σ) (白色)である。走行速度は20km/h, 40km/h, 60km/h, 80km/hの4段階で行った。

検証点として用いたターゲットの全体図をFigure 1.に示す。本研究においては、側方垂直 (Vertical) を解析の対象とした。ターゲットは、模式的なステンレス製の円盤状ターゲットを作成し、石膏ボードに直接貼り付けた。ターゲットの直径は100mmであり、ターゲットIDと各ターゲットの厚みはTable 1.に示す。

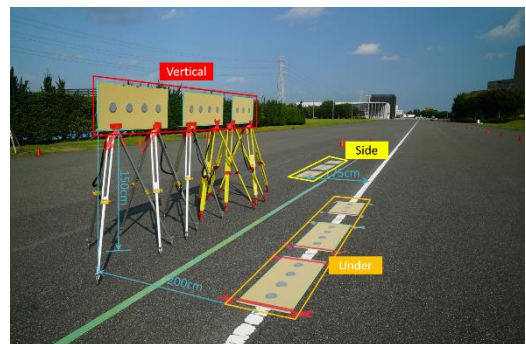


Figure 1. Overall view of the target

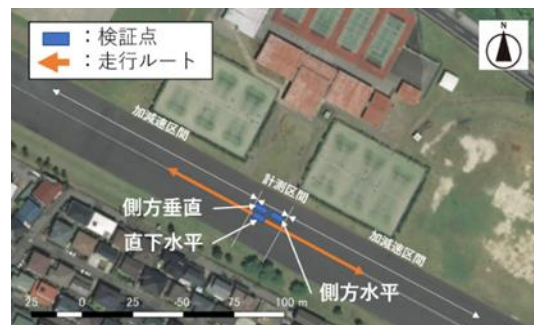


Figure 2. Measurement course

Table 1. Targets ID and thickness

ターゲットID	V1-1	V1-2	V1-3	V2-1	V2-2	V2-3	V2-4	V3-1	V3-2	V3-3	V3-4
厚み(mm)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

3. 解析方法

ターゲット板に照射された点群は、点群処理ソフトRiSCAN PROを使用して手動で抽出した。抽出画像をTable 2.に示す。本研究では進行方向を往路方向、走行速度は20km/h, 40km/h, 60km/h, 80km/h, 周波数は200Hz, 発射数は1,000,000点/秒、側方垂直に設置された

1 : 日大理工・学部・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
5 : 日大理工・院 (前)・交通

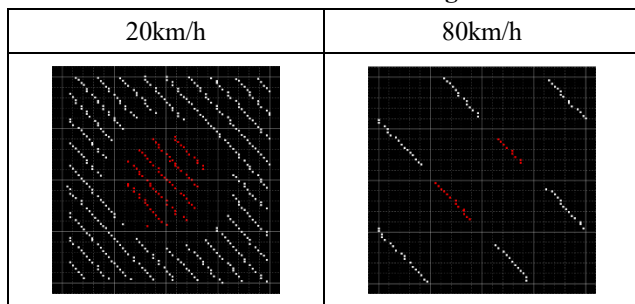
Vertical に照射された点群データを対象とする。解析は、円盤状ターゲット部とその周辺の取付部に区別する。

Vertical におけるターゲットの厚みは高さ方向 (Z 座標) の影響を受けない。そこで、取付部の XY 座標より回帰式を求め、ターゲット部の XY 座標を式 (1) に代入し厚みを算出した。

$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (1)$$

ここで、d : 厚み, a, b : 回帰式係数

Table 2. Extracted image



4. Vertical における層厚解析結果

位相差方式による MMS の走行速度の違いにより比較した。Table 2. に 20km/h と 80km/h の照射画像を示した。Figure 3. に算出された層厚と実寸法との較差、Table 2. は走行速度別に層厚の標準偏差、厚みの較差の平均、較差の RMS 誤差平均を示す。較差がマイナスの値のターゲットがあったが、本研究では絶対値として比較する。

Figure 3. より、ほとんどのターゲットで較差の絶対値は 0.5mm 以下である。しかし、20km/h 走行の V2-2 と 80km/h 走行の V1-1, V1-2 において 0.5mm 以上である。また、V1-3, V2-1, V2-3 においては両速度において非常に較差が小さくなった。以上のことから、速度による影響はないと考えられる。

Table 2. に算出された層厚の標準偏差の平均値をしめす。これをみると、最もばらつきがあったのは 20km/h で 1.30mm, 最もばらつきが小さかったのは 60km/h で 1.11mm, であり、約 0.2mm の差であり計測誤差の範囲であると考えられる。このことから、速度の増加によっての影響ではないと考えられる。一方、較差の平均値は、20km/h で 0.24mm, 40km/h で 0.27mm, 60km/h で 0.24mm とほとんど差がなかった。しかし、80km/h で 0.36mm とやや大きくなったが、較差の平均値が大きくなった原因として走行速度による取得点数の変化が影響していると推測される。また、較差の RMS 誤差については最も小さくなったのは 20km/h で

0.29mm であり、最も大きくなったのは 80km/h で 0.40mm と RMS 誤差においても速度による影響はほとんどみられなかった。

走行速度による比較を評価する統計値の結果、走行速度は層厚計測精度にほとんど影響を与えないことがわかった。

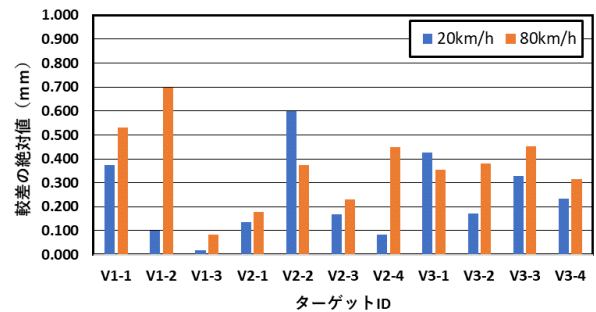


Figure 3. Result of thickness calculation

Table 2. Statistics of thickness calculation

走行速度 (km/h)	算出された層厚標準偏差の平均値 (mm)	較差(絶対値)の平均値 (mm)	較差(絶対値)のRMS誤差 (mm)
20	1.30	0.24	0.29
40	1.28	0.27	0.35
60	1.11	0.24	0.30
80	1.21	0.37	0.40

5. おわりに

本研究では、位相差方式による MMS の層厚計測精度を走行速度の違いによって比較した。結果として、Vertical における較差の絶対値の平均はすべての速度で 0.3mm 前後と速度による影響はないことがわかった。速度の変化によって照射点数に差はあるが、レーザスキャナの精度に変化はないため層厚検出に影響がなかったと考えられる。また、Vertical はレーザがターゲットに対し垂直に照射されることにより精度も良好だったと考えられる。

今後は、復路の計測データの解析を行い、同様の結果が得られるかの検証を行う。また、より実構造物に近い状況での精度を検証する必要があり、衛星によって得られた情報を使用しない場合、層厚計測精度にどのような影響を与えるかの検討していく予定である。

参考文献

[1] 藤村大輔, 笹野拓海, 山口裕哉, 白石宗一郎, 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, Vol.31, pp.67-78, 2020