

F1-17

鉄道空間計測システムによる降雨後の対空標識の座標計測精度の検証

Verification of the Coordinate Accuracy of Aerial Survey Targets after Rainfall Using a Railway Space Measurement System

○海野 裕貴¹, 小田原 匠², 室井 和弘², 岩上 弘明³, 山口 誠³, 佐田 達典⁴, 李 勇鶴⁴
 Hiroataka Unno¹, Takumi Odawara², Kazuhiro Muroi², Hiroaki Iwakami³, Makoto Yamaguchi³, Tatsunori Sada⁴, Yonghe Li⁴

Abstract : In this study, we verified the accuracy of coordinate measurements of aerial survey targets after rainfall using a railway spatial measurement system. The analysis was focused on point cloud data of aerial survey targets, which are less affected by rainfall. As a result, it was found that the dual head 80° had the smallest RMSE value of 3D difference.

1. はじめに

近年、少子高齢化に伴う労働力不足や労働環境の直直しにより、鉄道分野においても保守作業の効率化が重要な課題となっている。このような背景から、Mobile Mapping System（以下、MMS）を用いた3次元点群計測技術の活用が進められている。

MMSによる点群データは、建築限界を3次元上で管理することを可能にし、土木設備の状態を効率的かつ高精度に監視する手法として期待されている。

佐田ら^[1]は鉄道空間計測に特化したMMS（以下、鉄道用MMS）であるTrimble GEDO GX50（以下、GEDO）に着目し、シングルヘッド（1台）とデュアルヘッド（2台）のスカナ設置角度の違いが点群取得範囲と計測精度に与える影響について検証を行った。Figure1にシステムの概要を示す。これらの実験は直線部、曲線部ともに行われており、水平方向、鉛直方向にそれぞれ80°傾けたBF（バタフライ）形式が検証点での座標精度とレール間隔の寸法精度が最も高いという結果が得られた。しかしながら曲線部における実験においては降雨の影響により正確な結果が得られていない可能性がある。

そこで本研究では降雨の影響による対空標識の中心座標の算出の影響を考慮して検証を行った。



Figure1. Trimble GEDO GX50 overview

2. 解析方法

本研究では2024年8月23日に愛知県豊田市三河広瀬駅跡地にて行った実験データを使用する。Table1に実験条件、Figure2に計測区域全体の点群表示を示す。

白黒の対空標識は計19箇所に設置し、GEDOはそれぞれの設置角度で往復のデータを取得した。比較対象として地上型レーザスカナ（Trimble TX8）により9箇所計測した。またトータルステーション（TS）においても対空標識の計測を行った。

取得した点群データから対空標識部の点群を点群処理ソフトウェアにより抽出し算術平均にて中心座標を算出した。

TSにて計測した対空標識中心の3次元座標値を参照値とし、点群による中心座標値との差を較差として求めた。

Table1. Experimental conditions

スカナ台数	スカナ設置角度
1台 (シングル)	水平：80°
	水平：90°
2台 (デュアル)	水平：80°
	水平：90°
	BF(水平：80° ,鉛直：80°)

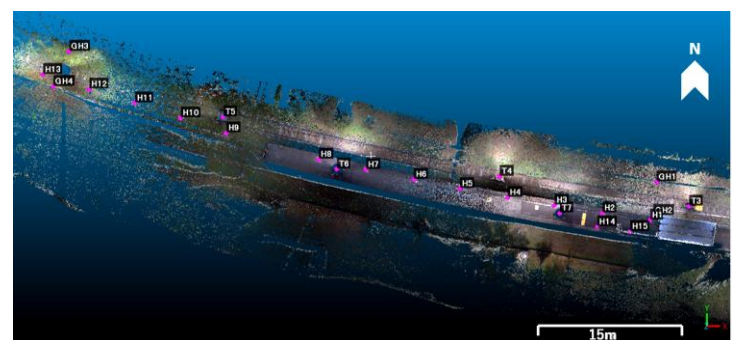


Figure2. Overall view based on acquired point cloud and placement of aerial survey targets

1：日大理工・学部・交通 2：エアロトヨタ株式会社 3：株式会社ニコン・トリムブル 4：日大理工・教員・交通

3. 解析結果

降雨による影響を除外するため、まず各対空標識における点群数の比較を行った。Figure3には対空標識ごとにおける点群数を示す。デュアルヘッドはシングルヘッドに比べてスキャナ台数が2倍なので、取得される点群データもほぼ2倍になるはずである。しかしながらいくつかの箇所では点群データの個数がデュアルヘッドよりもシングルヘッドの方が多いという場合があった。例えばBFであればH1からH8まではシングルヘッドと同程度の点群数であった。これは降雨の影響で点群取得が十分ではないと考えられ、今回の解析対象から除外した。

次に対空標識部における点群の分布状況について調べた。Figure4には実際の対空標識の写真と点群データにおける対空標識のデータが一様に分布している例および点群の分布に偏りがある例を示している。これは算術平均にて中心座標を算出する際、正確な結果が得られない。今回の場合、対空標識H14が該当するため除外した。さらに地上型レーザスキャナにおいて対空標識H11は点群が取得できていないためこれも除外した。以上より本研究の解析対象は対空標識H9, H10, H12, H15とした。

Figure5に4点の対空標識のスキャナのの違いによる較差をそれぞれ示す。Figure6にはスキャナのの違いにおける3次元RMSEの値を示している。その結果、デュアルヘッド80°において3次元RMSEが最も小さくなるということがわかった。

4. まとめ

本研究では、降雨後にMMSの装置による計測を行うと水分によりレーザが反射、屈折もしくは吸収するため適切な点群データを取得できない場合があることを示した。その上で、点群データが一様に分布した対空標識のみを解析対象とし、検証した結果、BFよりもデュアルヘッド80°の方が計測精度が高い結果となった。しかしながらサンプルが少ないため、信頼性の高い結論を得るには今後、さらに検証を重ねる必要がある。

5. 参考文献

[1] 佐田達典, 遠藤壮将, 小田原匠, 室井和弘, 岩上弘明, 山口誠, 鉄道空間計測用レーザスキャンシステムによる曲線部の点群取得精度に関する検証, Vol36, pp151-160, 2025.

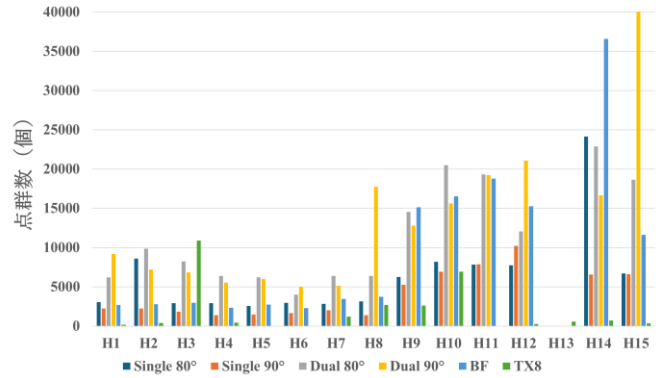


Figure3. Number of acquired point clouds for aerial survey targets

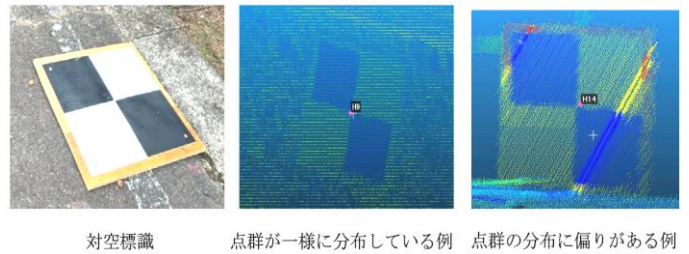


Figure4. Example of point cloud distribution of aerial survey targets

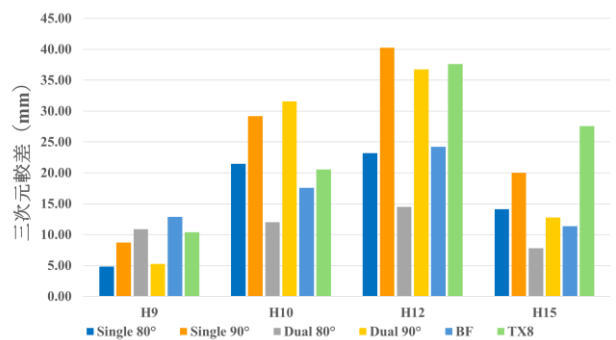


Figure5. 3D difference of each verification point

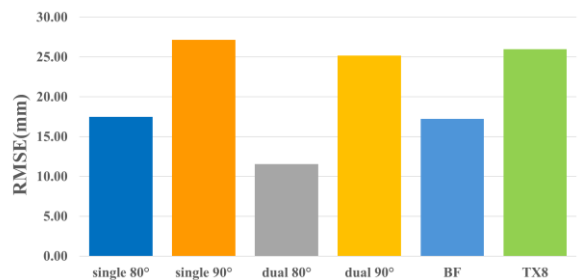


Figure6. RMSE value of 3D difference