

構造物のエッジを対象とした点群測量機器の精度比較

Accuracy comparison of point cloud surveying equipment for the edges of structure

○山田寛大・森本英嗣

○Kandai Yamada・Hidetsugu Morimoto

1. はじめに

近年、レーザープロファイラーにより取得された三次元データが測量分野で活用されている。三次元点群測量は、従来のレベルやトータルステーションを用いた測量に比べ簡単かつ素早く測量を行える一方、従来の方法に比べ測量精度が落ちる課題がある(久保寺ら, 2017)。三次元モデルに属性情報を持たせた BIM/CIM の普及が進んでいる。三次元モデル作成時に、構造物のエッジ部分の再現性が低い場合、オペレーターが補測結果を基にブレイクラインを作成しエッジを再現している。この時ブレイクラインの作成はオペレーターの感覚に頼るものである。三次元点群測量の普及と省力化が求められる中で、目的や条件に応じた適切な測量方法を使い分けるためには観測機器による精度の違いを見る必要がある。そこで本研究では、異なる3つの観測機器を用いて測量を行い、構造物のエッジ部分の再現性を比較する。

2. 研究手法

2-1. データ取得

本研究の対象地域は、三重大学附属農場内にある擁壁とする。データ取得時には、擁壁の上部エッジ部分に標定点を設置する。標定点は上部に樹木がない場所とある場所に2つずつ設置する。樹木がない場所を P_1 , P_2 , 樹木がある場所を P_3 , P_4 , とする。本研究では、地上型レーザスキャナ(Trimble 社製, TrimbleX7) (以下 TLS), UAV レーザ測量(RIEGL 社製, VQ840-GL) (以下 UAV), SLAM を用いた歩行での測量(YellowScan 社製, Voyager) (以下 SLAM)を用いて対象を測量する。

2-2. 精度の比較方法

本研究では、観測機器による比較、点間距離による比較、上空遮蔽物の有無による比較を行う。 P_1 を原点とし、 P_1 と P_4 を結んだ線を y 軸、平面直角座標系の z 軸方向をそのまま z 軸と置く。各観測機器で取得したオリジナルデータから、点間距離が 0.001m, 0.010m, 0.050m, 0.100m のデータを作る。その後、 z 軸方向の閾値を設定し地表面付近の点を抽出する。抽出した点群から、田中ら(2014)を参考に $x < 0$, $x \geq 0$ の各領域で近似直線を求める。①近似直線の交点と原点との差を原点誤差とし、その値を観測機器、点間距離、場所ごとに比較する。また、許容誤差の判定基準は「R5 作業規定の準則」に基づき 0.100m とする。②測量対象の手前側にある点群(以下浮き点)の浮き具合を見るために、取得したデータの $x \geq 0$, $z \geq 0$ の領域にある点群を抽出し、最大値、平均値を比較する。

3. 結果

3-1. 観測機器の比較

P_1 - P_2 , P_3 - P_4 間の誤差の推移を図1に示す。括弧内の数字は各点間距離の点群数である。

三重大学大学院 生物資源学研究科, Graduate School of Biological Resources, Mie University, 構造物の設計手法

P₁-P₂ 間において、3 つの観測機器のいずれの点間距離においても許容誤差である 0.100m 以内を満たした。原点誤差は点間距離 0.100m から 0.050m までは TLS, SLAM, UAV の順に大きくなった。SLAM は点間距離における原点誤差の変化が小さかった。点間距離が大きくなるにつれ TLS, UAV 共に大きくなった。また、この 2 つの観測機器は同じような変化を示した。P₃-P₄ 間について、TLS, SLAM は点間距離による原点誤差の変化が小さかった。UAV は点間距離 0.050m までは許容誤差を満たした。点間距離 0.100m で許容誤差を満たさず、他の観測機器と比べても 0.080m の差が生じた。

3-2. 点間距離での比較

P₃-P₄ 間において、UAV の点間距離 0.100m のみ許容誤差を満たさなかった。TLS, UAV は点間距離による変化が小さかった。図 1 より、TLS と UAV に比べ、SLAM の点間距離による変化は小さい。TLS や UAV の 0.100m での点群数は 20~30 点程度であるのに対し、SLAM では 100 点近くあり 0.050m からの減少量も少ない。このことから、点間距離を変化させても点群数を維持することができれば精度を保てることが分かる。しかし、これはデータの扱いやすさがあまり変化しないともいえる。

3-3. 浮き点

浮き点の程度を表 1 に示す。点群数が確保された点間距離 0.001m, 0.010m に注目する。0.001m, 0.010m の項目では最大値、平均値共に許容誤差を満たした。各観測機器で点間距離による差は見られなかった。また、観測機器で比較すると、最大値について UAV と SLAM は大差なく、地上型レーザスキャナは他の二つより少し小さくなった。平均値について P₁-P₂ 間では LTS が UAV と SLAM より 0.005m ほど小さく、P₃-P₄ 間では UAV が 0.005m ほど大きくなった。

4. まとめ

本研究では、擁壁に対して異なる観測機器で三次元点群測量を行い、点間距離、上空遮蔽物の有無を変化させて精度を比較した。その結果、上空遮蔽物がある状態での UAV、点間距離 0.100m を除き許容誤差を満たした。また、P₁-P₂、P₃-P₄ 間の誤差の推移で TLS と UAV が似た変化を示したことから、今回 UAV は TLS に比べ 0.010mm ほど精度が良いと言える。

今後は、点群数を固定した場合の精度検証や、ノイズの程度による精度検証を行い、どの場面でどの方法・処理が適しているかを明らかにしていく必要がある。

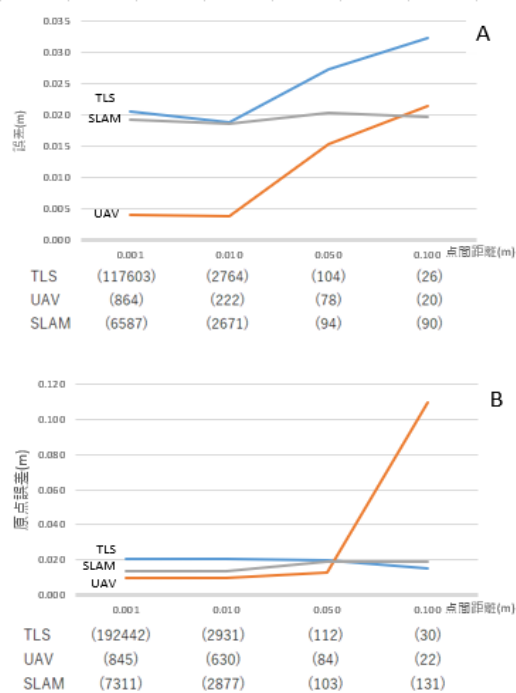


図 1 点間距離別の原点誤差

Distance from origin about each point distance

(A:P₁-P₂ 間, B:P₃-P₄ 間)

(点間距離の下括弧内の数字は点群数を表す)

表 1 浮き点の程度

Points with both x and y coordinates 0 or greater

	点間距離	P1-P2			P3-P4		
		最大値	平均値	点群数	最大値	平均値	点群数
LTS	0.001m	0.023	0.011	195	0.023	0.010	3368
	0.01m	0.021	0.011	13	0.021	0.010	71
	0.05m	-	-	0	-	-	1
	0.1m	-	-	0	-	-	1
UAV	0.001m	0.029	0.015	11	0.031	0.015	28
	0.01m	0.029	0.015	10	0.031	0.015	23
	0.05m	-	-	1	0.013	0.009	2
	0.1m	-	-	0	-	-	0
SLAM	0.001m	0.033	0.015	241	0.029	0.010	150
	0.01m	0.028	0.015	98	0.029	0.008	98
	0.05m	0.024	0.016	5	-	-	1
	0.1m	0.024	0.016	4	-	-	1