

3D 点群計測の簡略化による生産性向上の検討

五洋建設株式会社 正会員 ○松長 悠太
 五洋建設株式会社 正会員 塚本 高文
 五洋建設株式会社 正会員 西 広人
 五洋建設株式会社 正会員 琴浦 毅

1. はじめに

建設現場の生産性向上を図る i-Construction の取組により、UAV 測量や地上設置型レーザスキャナ(以下、TLS)等の ICT 技術により取得された 3D 点群データが施工管理で活用されはじめており、関連要領などの整備が進んでいる。しかし、航空法により制限されている範囲は UAV 測量が適用できないことや、TLS 機器で広範囲を計測するには据付を繰り返す必要があることなど、現場での日常的な計測業務運用上では課題が存在する。また、実用化されつつあるタブレット端末に搭載された LiDAR を活用した計測技術は、簡便な計測が容易になることに期待されるものの、最大測定距離が 5m 程度であるため、施工範囲が広範囲にわたる土工の現場での適用は難しい。

そこで、最大測定距離が 100m 以上である比較的安価な面的 LiDAR を活用した簡便な計測を可能とする装置を開発し、現場への適用性について検討するとともに、現場での生産性向上の効果を評価した。

2. 面的 LiDAR を用いた可搬式計測装置の開発

今回の開発における計測装置は高密度な 3D 点群データが取得可能である LIVOX 社製 AVIA を用いた。AVIA は UAV に搭載可能な小型の寸法、重量である一方で、標準的な仕様では電源、データ収録用 PC が必要となるため計測人員が 2 名必要となるなど可搬性に優れていない(図-1)。そこで、AVIA、データ取得用 PC の代替品としてシングルボードコンピュータ (Raspberry Pi)、現場での想定される計測時間考慮したバッテリーを 1 つのボックスに収めるユニット化を行うことで可搬性を向上させ、1 名での計測を可能とした(図-2)。また、ボックス上部にスイッチを設けて計測の開始終了操作を可能とすることで、計測地点到着から計測開始までの手順を簡略化することが可能となり、UAV 測量や TLS における準備時間と比較して作業時間の短縮が実現できた。



図-1 LiDAR 及び周辺機器



図-2 ユニット化した計測装置

3. 計測装置の現地適用性検討

本計測装置の現地適用性を検討するために、五洋建設株式会社技術研究所敷地内の構造物及び盛土の計測を行った。比較対象として TLS での計測を実施したが、それぞれの計測手法では距離精度、3D 点群合成手法が主に異なっている(表-1)。

表-1 計測装置諸元

性能項目	TLS	ユニット化した計測装置
型式	Z+F IMAGER5016	LIVOX AVIA
精度	≤1mm+10ppm/m	2cm/20m
スキャン距離	0.3m~360m	~450m
計測レンジ	水平360° × 垂直320°	水平70.4° × 垂直77.2°
最大スキャンレート	110万点/秒	72万点/秒
マッピング方式	座標測定による点群合成	SLAM方式

キーワード 3D 点群, 生産性向上

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設株式会社技術研究所 TEL 0287-39-2100

i) 構造物を対象にした比較検討

計測対象は幅 51.5m, 高さ 15.7m の実験棟壁面である (図-3). TLS は「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」¹⁾に記載の点密度(1点以上/0.0025 m²)を満足するための計測時間が10分程度であったのに対し, 本計測装置では点密度を考慮しない簡易計測を行ったために計測時間は10秒程度であった. それぞれの計測で得られた3D点群データを図-4に示すが, TLSはRGB情報も含めて非常に精密に取得できる一方で, 本計測装置で得られた点群では点密度が低いものの構造物の寸法や壁面の凹凸についての概要の把握は可能であることが確認できた.

ここで, 取得した3D点群データを検証範囲とする壁面の1m格子内で10cmの平面格子に分割し, 壁面に対する1m格子内点群の平均値に対するばらつきを表したヒートマップを作成した(図-5). TLSは各格子のばらつきが3mm以内に収まっているのに対し, 本計測装置は点密度が低いことにより10cm格子内に点群がない欠測部が43%を占めている. また, 点群が存在する格子においてもばらつきが最大で20cm程度あった. これらは計測機器の距離精度と, 点密度に寄与する計測時間が異なることが要因であるが, 本計測装置は構造物工の大まかな形状把握には活用できるものの, 出来形計測への適用は困難である結果となった.

ii) 盛土を対象にした比較検討

計測対象は底面14m×11m, 上面8m×5mの四角錐形状の盛土である. TLSは点密度を落とした計測とすることで1地点当たりの計測時間の短縮を図ったものの, 対角となる2地点からの計測となるために盛土形状取得に10分程度の計測時間となったのに対し, 本計測装置では対象範囲周囲を移動して計測することで計測時間は1分程度であった. それぞれ計測された点群を後処理して得られた盛土の3D点群データ(図-6)を用いて算出した土量は, 約5m³(約3%)の較差が発生したものの, 盛土切土や掘削等土量の日常管理における要求精度を考慮すると, 本計測装置は有用である結果が得られた.



図-3 対象となる実験棟壁面 (航空写真)

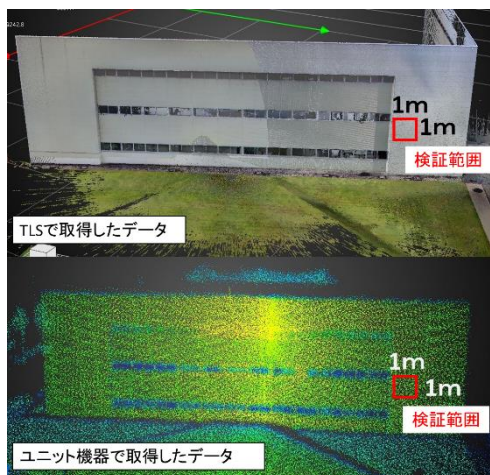


図-4 構造物を対象に各機器で計測した点群データ

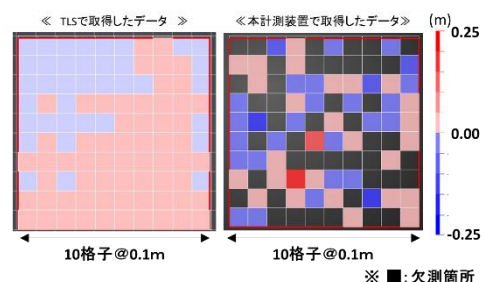


図-5 1m格子内点群の平均値に対するばらつきヒートマップ

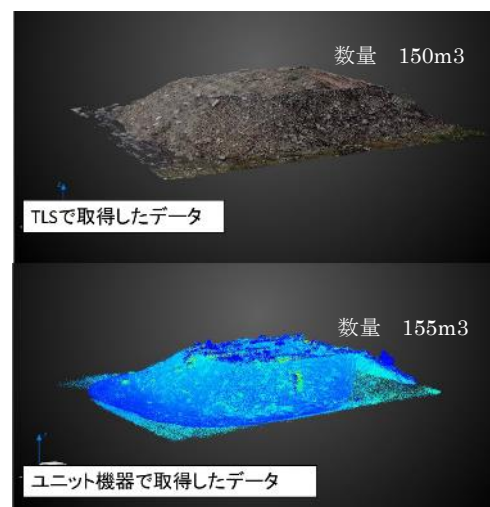


図-6 盛土を対象に各機器で計測した点群データ

5. まとめ

本稿では, 面的LiDARを1人でも計測可能にユニット化した計測装置を開発した. 本計測装置は構造物工の出来形計測への適用は困難である一方で, 土量を対象にした計測では日常管理等で使用するには有用な精度であることが分かった. また盛土の計測時間はTLSと比較して9分短縮し生産性向上を実現できた. 今回のユニット化した計測装置は, 容易に3D点群データの計測が可能になるため, 現場における生産性向上への寄与が期待できる.

参考文献

1) 国土交通省:「ICTの全面的活用」を実施する上での技術基準類