

小型 3D レーザースキャナを用いた掘削土量管理の適用検証

鹿島建設(株) 正会員 ○吉本響貴 小林 裕 松原功明 前川浩章 桑島 奨 沖永貴子

1. 背景および目的

土工事では、一日の掘削土量を目安として施工の進捗を管理しており、この管理精度を高めることで日々の施工工程を最適化することができる。従来の土量管理方法として、ダンプの土砂搬出回数からの推定や UAV 測量などがあるが、ダンプの土砂搬出回数に基づく方法では管理精度が低く、UAV 測量に関しては、航空法による制限や、空撮による死角が発生する場合があるといった問題点が考えられる。



図ー1 L 社製小型スキャナ(左)と K 社製小型スキャナ

一方で、近年では比較的安価で小型の 3D レーザースキャナ（以下、小型スキャナ）が普及しており、高い計測精度を示す研究結果が報告されている¹⁾²⁾。これらの小型スキャナは現場での取回しが容易であり、UAV 測量で一般的に課題となる上述の制約を受けないことから、多くの現場での活用が期待できる。

本稿では、据置き式の小型スキャナとして普及している L 社製小型スキャナと、より簡易で迅速な計測が可能な移動式の K 社製小型スキャナを用いて、土工事における掘削土量管理への適用性を検証した。

2. 小型 3D レーザースキャナ

今回、検証を行った小型スキャナの概要を表ー1 に示す。L 社製小型スキャナは、計測を行う範囲に最低 3 か所のターゲットを設置し、計測範囲を網羅するように機器の設置点を変えながら計測を行う。取得した複数の点群データは、点群同士の特徴点と設置したターゲットの位置情報を基に合成処理することで、対象範囲を一つの点群データとして表現できる。一方、K 社製小型スキャナは全方位 3D-LiDAR とモノクロカメラを搭載しており、SLAM と画像特徴点マッチングにより、図ー1 のように機器を頭上に掲げて計測範囲を歩くことで、点群の計測と合成処理を同時に自動で行うことができる。

表ー1 比較する小型スキャナの概要

		L 社製小型スキャナ	K 社製小型スキャナ
スキャナの種類		据置き式	移動式
センサの種類		イメージングレーザースキャナ	全方位 3D-LiDAR センサ
点群データ	計測点群同士の合成方法	点群同士の特徴点マッチング	SLAM+画像および点群の特徴点マッチング
	合成タイミング	全計測点の点群データ取得後	計測中
最大照射回数		36 万点/秒	30 万点/秒
計測誤差 (メーカー公表値)		5mm-20mm	30mm

3. 現場検証

3.1 検証内容

土工事現場にて、上述の両小型スキャナを用いた掘削土量管理への適用性検証を行った。検証現場は、南北約 120m、東西約 75m の開削工事現場であり、点群データ取得の容易性についての比較を行った。なお、基

キーワード i-Construction、レーザースキャナ、土量管理

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部生産性推進部 TEL03-5544-0602

礎検証の結果から、両機の計測可能範囲を 15m-20m として計測方法を設定した。

3.2 結果と考察

L 社製小型スキャナの計測位置を図-2 に示す。本検証では現場全体を計測するため、設置箇所あたりの計測可能範囲を 15m として、図-2 の赤点で示す計 28 地点で計測を実施し、青点で示す 3 か所にターゲットを設置した。その結果、計測 1 箇所あたりの計測時間は 3 分程度、検証現場全体を 1 回計測するのには約 90 分の時間を要し、点群データの合成処理後の点群形状についても、概ね良好な結果を得た。

K 社製小型スキャナの計測経路は図-3 に示すとおりである。現場の掘削形状や重機配置の関係から、掘削範囲全体を計測でき、かつ、比較的計測の際の移動が容易な経路を設定し、0.5m/秒程度で移動しながら計測を行った。K 社製小型スキャナについては点群取得までの時間が 20 分であり、L 社製小型スキャナの 135 分と比較して、点群取得に要する時間を約 85%低減できたが(表-2)、点群の中に歪みが生じている箇所が散見された。そこで、何度か実験を繰返した結果、計測開始点(図-3 の青丸)と計測終了点(図-3 の赤丸)を同じ座標に合わせるように計測することで、蓄積される合成時のずれを低減させ、歪みを抑制できることがわかった。

以上の結果より、L 社製小型スキャナは設置設備や計測並びに後処理に時間を要するものの、良好な点群データが取得可能であることがわかった。一方、K 社製小型スキャナは点群に若干の歪みが生じる可能性があるものの、計測に要する時間が短く、事前準備や後処理も容易であるため、効率的に点群データを取得可能であることがわかった。

4. まとめ

今回の現場検証によって、両小型スキャナを用いた掘削土量管理の適用可能性が示唆された。L 社製小型スキャナは点群取得に時間を要するが、計測範囲をその日に掘削した箇所限定する等といった工夫を行うことで、適切かつ確実な土量管理を行うことができる。K 社製小型スキャナは計測時間や後処理に要する時間が短いという利点を活かした運用方法が考えられる。今後は、K 社製小型スキャナの計測時間の優位性を確保しつつ、土量管理だけでなく出来高計測等、様々な場面における最適な点群取得方法について検討を進める。

参考文献

1) 篠原隆士ほか：簡易レーザースキャナ (BLK360) の土木工事への適用性検証、土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集 2019

2) 篠原隆士ほか：小型レーザースキャナ (BLK360) の計測精度向上に関する一検討、土木学会第 75 回年次学術講演会講演概要集 2020

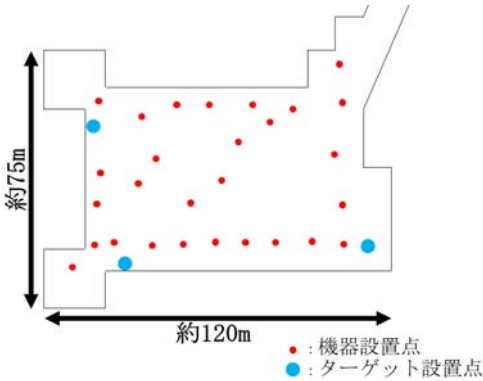


図-2 L 社製小型スキャナによる計測位置

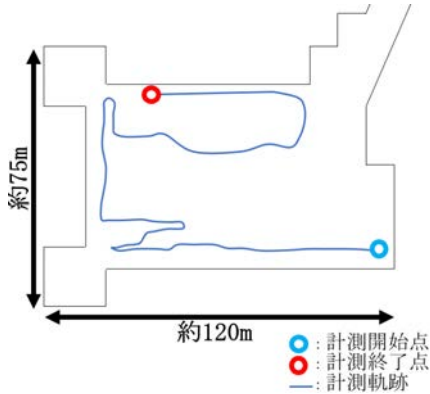


図-3 K 社製小型スキャナによる計測軌跡

表-2 点群取得時間の比較

		L 社製 小型スキャナ	K 社製 小型スキャナ
所要時間	事前準備	5 分	0 分
	計測	90 分	10 分
	後処理	40 分	10 分
	合計	135 分	20 分