

地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理に向けた基礎的研究

日本建設機械施工協会 正会員 ○椎葉 祐士

藤島 崇

ライカジオシステムズ株式会社

桑野 裕士

1. はじめに

国土交通省では、i-Construction¹⁾の取り組みとして、H28年3月より新たな技術基準類を発出しており、無人航空機による写真測量や地上型レーザースキャナーなど、3次元座標計測技術の現場導入が進められている。また、H30年3月に改訂された出来形管理要領では、地上移動体搭載型レーザースキャナー（以下、MLSと示す）による計測手法の規定が加わっており、計測やデータ処理の効率化が期待されている²⁾。筆者らは、MLSを用いた出来形計測の実験結果に基づき、計測精度、作業時間の変化について報告する。

2. 目的

MLSは、測位技術、IMU、レーザースキャナーなどを搭載し、計測機器の位置を測位しながら移動して計測できる装置であり、車両搭載型の他、背負子型や手押車型などが存在する。本報告では、背負子型や手押車型のMLSを対象に計測精度や作業時間を検証した。また、検証では、土工や舗装工を対象とし、実験ヤードにてMLSによる計測とTS・レベルなどによる正解データの計測を行い、計測精度や作業時間などについて検証を行った。

3. 地上移動体搭載型レーザースキャナーに関する効果検証

背負子型のMLSは、ライカジオシステム（株）製ペガサスバックパックを利用した。今回使用した背負子型MLSの概要を図-1に示すが、レーザースキャナー、5台のカメラ、GNSS/IMUを搭載した機材となっている。搭載されているIMUの計測頻度は125Hz/秒であり、移動中の計測者・センサーの挙動を正確に再現できることから、計測者が背負って歩き回ることによって、3次元計測できるツールである。本技術では機材初期化作業のため、計測前後に静止、および計測前にIMU初期化のために移動しながらの初期化を行う。



図-1 背負子型MLS

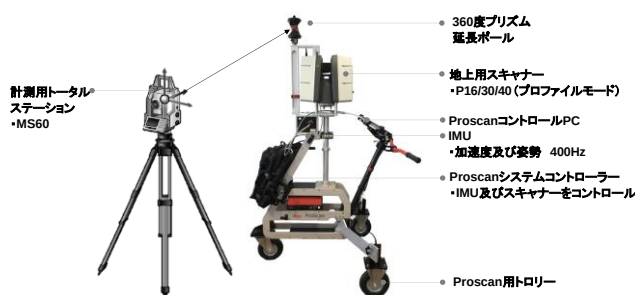


図-2 手押車型MLS

また、手押車型MLSは、ライカジオシステム（株）製プロスキャンを利用した。今回使用した手押車型MLSの概要を図-2に示すが、レーザースキャナー、カメラ、IMUを搭載した機材となっており、測位方法はTSで実施した。本技術では、初期化のために、計測前後に数分静止、計測中は、8m移動ごとに数秒停止を繰り返して計測する。

4. 背負子型MLSの検証方法と検証結果

検証場所は、施工技術総合研究所内の土工事（切土および盛土）を模擬した試験ヤードで実施した。表-1に精度検証結果を示すが、背負子型MLSの計測データと正解データ（TS）との標高較差の標準偏差をみると、ICT土工の技術基準の要求精度である±50mmに対して切土部、盛土部の標準偏差の2倍が±50mmに収まる可能性が高い結果となった。また、計測作業に係わる所要時間を表-2に示す。同程度の計測作業（延長40m）について、背負

キーワード i-Construction, 出来形管理, MLS, IMU, レーザースキャナー, TS, GNSS

連絡先 〒417-0801（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

子型MLSとTLSの計測時間を比較すると、6割程度作業時間が短縮する結果となった。

要因としては、背負子型MLSによる計測では、IMUの初期化などに時間を要するものの、標定点の設置・計測や計測機器の盛替えが不要となることから作業時間の短縮につながったと考えられる。

5. 手押車型MLSの検証方法と検証結果

検証場所は、施工技術総合研究所内の舗装工事を模擬した試験ヤードで実施した。表-3に精度検証結果を示すが、手押車型MLSの計測データ(1m2当たり100点以上の標高の平均値)とレベルで計測した正解データとの標高較差が、ICT舗装の技術基準の要求精度である $\pm 4\text{mm}$ (表層・基層)に対して多くの計測距離の条件において $\pm 4\text{mm}$ に収まる結果となった。計測作業に係わる所要時間を表-4に示す。同程度の計測作業(延長50m)について、手押車型MLSとTLSの計測時間を比較すると、7割程度作業時間が短縮する結果となった。要因としては、手押車型MLSによる計測では、背負子型MLSと同様に、IMUの初期化などに時間を要するものの、標定点の設置・計測や、計測機器の盛替えが不要となることから作業時間の短縮につながったと考えられる。

6. おわりに

本報告では、i-Constructionの取り組みの中で進められているICT土工やICT舗装工に適用する3次元計測技術として、背負子型MLSと手押車型MLSによる出来形管理の適用可能性について検証を実施した。検証の結果、計測精度については、既出要領の要求精度を満たすとともに、作業性についても、TLSに比べて作業時間が短縮する結果となり、作業効率が向上することを確認できた。また、ワンマン計測が可能となることや、起工測量などの不整地の計測作業の効率化などの効果も考えられる。今後の展開としては、現場条件や現場規模に応じた適切なICTが導入できるような環境整備が継続的になされることを期待する。

<参考文献>

- 国土交通省HP: ICT導入協議会 ICT施工普及促進に関する重点プログラム(提案)
<http://www.mlit.go.jp/common/001151895.pdf>
- 国土交通省HP: i-Constructionの推進に向けた基準類の策定
http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000405.html



図-3 背負子型MLSの検証条件

表-1 背負子型MLSの精度検証

計測対象	1回目			2回目		
	検証点数	平均(mm)	標準偏差(mm)	検証点数	平均(mm)	標準偏差(mm)
盛土	157	14mm	19mm	157	15mm	22mm
切土	115	9mm	23mm	115	-22mm	28mm

表-2 背負子型MLSの作業時間の比較

時間(分)	標定点設置・計測	初期化	機械設置	計測	盛替回数	合計
TLS	60 (4箇所)	—	12	14	4	86
背負子型MLS	—	23	—	10	—	33



図-4 手押車型MLSの検証条件

表-3 手押車型MLSの精度検証

距離(m)	標高較差(mm)
200m 地点A	-4mm
200m 地点B	-1mm
300m 地点A	-2mm
300m 地点B	1mm

表-4 手押車型MLSの作業時間の比較

時間(分)	標定点設置・計測	初期化	機械設置	計測	盛替回数	合計
TLS	60 4箇所	—	6	10	2	76
手押車型MLS	—	6	6	9	—	21