

MMS と UAV 計測による盛土出来形計測の適用例

西松建設株式会社 (正) ○佐藤 靖彦 (正) 細野 高宏 杉本 幸信
株式会社パスコ (正) 矢尾板 啓 堺 浩一 安井 嘉文 石塚 淑大

1. 目的

従来、土工事における地形測量や出来形測量は、トータルステーション (TS) 等を用いた地上測量により行われ多くの労力と日数を要していた。これに対して、国交省の i-Construction, ICT 土工の施策・推進により、UAV や地上レーザ計測を用いた出来形計測の面的計測により作業効率化が進められている。特に面積が大きく延長の長い大規模土工事ではその効果が期待される。一方、公共測量では移動体によるレーザ計測が可能な MMS (モービルマッピングシステム) が用いられてきている。MMS は、草の隙間から地表面を計測が可能で、車両の移動による計測の迅速化の長所がある。

そこで筆者らは、土工の出来形管理のさらなる効率化を目的として、路床完成後の道路盛土構造物に対して、MMS による盛土出来形計測を行いその適用性について検証、検討した。また UAV 写真測量との比較および組み合わせを検討した。本稿では MMS による出来形計測の検証結果について UAV 写真測量と比較して報告する。

2. MMS の概要

本検証で用いた MMS 計測車両の概観を図 1 に示す。レーザスキャナは昇降式とし、計測時には車両上部からレーザスキャナをリフトアップさせて地面から 3.6m の高さからレーザを照射させる。高所から照射させることでレーザは鋭角に計測され、盛土の天端を走行した際に、法肩および法尻の計測死角を極力少なくすることができる。さらに草の隙間から地盤面のデータ取得状況が良好になる効果もある。MMS 計測方法のイメージを図 2 に示す。

3. 計測場所および検証方法

本検証は、茨城県内の圏央道大生郷地区改良工事の現場で実施した。道路工の盛土 1150m 区間にて、路床施工完了時に出来形計測として実施した。図 3 に MMS 計測車両の走行箇所を示す。盛土天端では左側を走行し法面に鋭角にレーザが照射されるよう計測した。また盛土は小段を含み約 10m の高さがあることから、計測死角を極力減らすことおよび点密度を確保するために、側道からも MMS 計測を実施した。車両は時速約 10km/h で走行し、約 30 分で計測は完了した。MMS の軌跡解析は近傍の電子基準点を用いた RTK 法を用いる。GNSS 衛星の電波受信状況が良好な場合は、自己位置姿勢計測精度は、0.06m (RMSE) で取得することが可能であるが、出来形計測では±5cm の精度が要求されることから、基準点(100m 間隔)を用いた調整処理の高精度化の処理を実施して精度を確認した。さらに同エリアにおいて UAV 写真測量も実施し MMS 計測と比



図 1 MMS 計測車両の概観

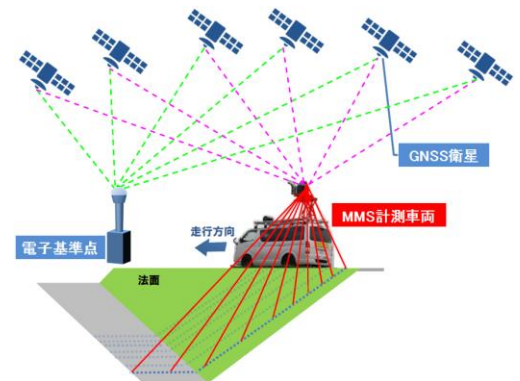


図 2 MMS 計測方法のイメージ図

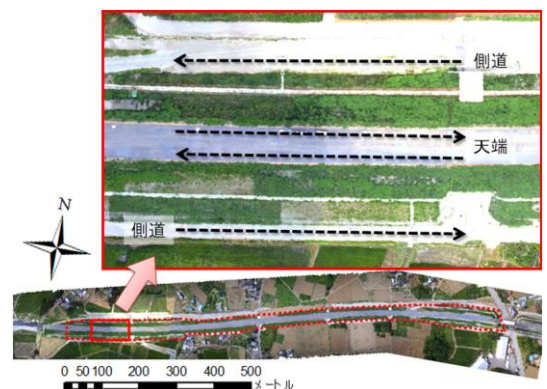


図 3 MMS 計測箇所

較する。キーワード 盛土, 出来形計測, MMS, レーザ計測, UAV

連絡先

〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-21 西松建設(株)技術研究所 Tel 03-3502-0247

較した。

4. MMS の検証結果

盛土天端の2側線および側道の2側線の計4側線の点群データを調整用基準点により合成処理した。4側線の合成により、盛土全体の形状を計測することができた。図4に設計断面と重ね合せ表示した点群データの断面図を示す。

通常、公共測量で実施されるMMS計測は、地図情報レベル500の精度である水平15cm、高さ20cm(RMSE)を点検する。GNSS衛星の受信状況が悪く上記精度が得られない場合は、計測区間の始終点に2点の基準点を設置して調整処理を実施する(以下、通常補正法)。本検証では、計測区間の始終点に加えて100m間隔に基準点を設置して、軌跡解析処理の高精度化を実施した(以下、高精度化法)。表1に調整処理をしない場合(以下、補正なし)、通常補正法および高精度化法の精度比較した結果を示す。補正なしでは地図情報レベル500の精度を十分に満たしているものの、最大残差で10cm以上となった。通常補正法では最大残差が出来形計測の要求精度である5cmを若干超える結果となり、高精度化法では5cm以内に収まっていることが確認された。以上からMMS計測では調整用基準点の適切な追加配置および軌跡解析処理により、出来形計測に利用できることがわかった。

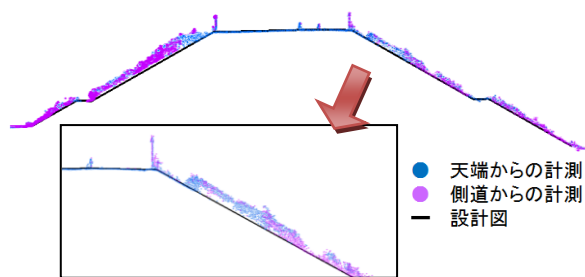


図4 設計断面とレーザ点群データの例

表1 精度点検結果

調整方法	補正なし		通常補正法		高精度化法	
	水平	高さ	水平	高さ	水平	高さ
RMSE(cm)	5.34	2.74	2.55	1.56	1.26	1.36
最大(cm)	13.64	8.70	6.95	6.70	2.66	1.80

5. UAV 写真測量との比較

同一エリアにおいてUAV写真測量を実施した。対地高度57m、オーバーラップ90%、サイドラップ65%として地上画素寸法1cmで撮影および写真測量を実施し、MMS計測と同様に最大残差が±5cm以内で作業した。図5に設計断面、MMS計測およびUAV写真測量による点群データを重ねて示す。UAVは上空からの計測であり、MMS計測で死角となった小段、側溝も点群が密に計測できている。しかし植生工された草が伸びる法面では、UAV写真点群はほとんどのエリアで草丈上面を取得し地面まで到達していない結果となった。これに対してMMS計測は地面まで到達している箇所が多く、植生工の施工後でも法面出来形の計測が可能であることが確認できた。両者を組合せ、補間することで計測死角を減らした有効な作業が可能である。なお、現場での作業時間はUAV写真測量が約1時間半に対して、MMS計測は約40分であり、天候にもあまり左右されず作業の効率化には大きな効果があることも確認された。

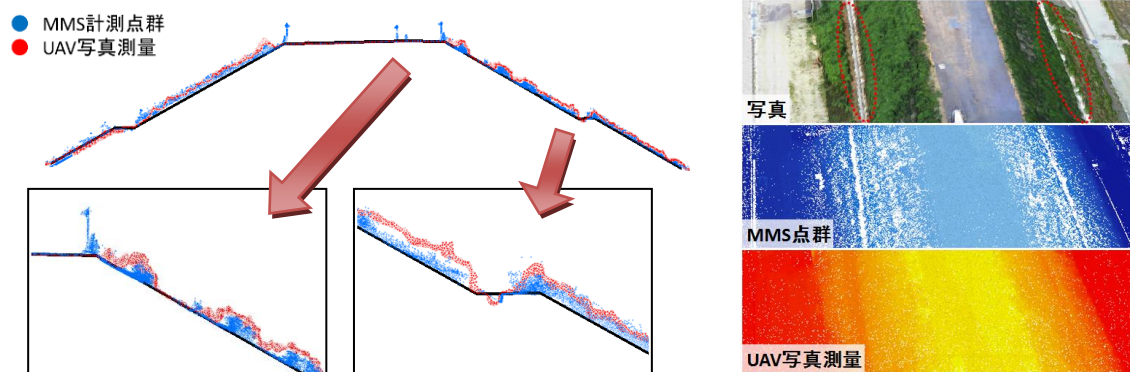


図5 UAV 空中写真測量とMMS計測結果の比較

6. まとめ

今回の検証から、MMSによる土工出来形計測が精度5cm以下で実施できることが分かった。計測時間は他の方法よりも短く、広域な土木現場での有効な効率的な計測作業が実施できる。今回の検証を基に、多様な現場での適用を実施し、さらなる生産性の向上に貢献していきたいと考える。最後に本検証にあたりご協力頂いた国交省関東地方整備局常総国道事務所ほか関係者の皆様には、感謝の意を表します。