

後付け装置によるアスファルト路面切削機の MG 化の試行

(株) 愛亀 正会員 黒河洋吾
 環境風土テクノ (株) 正会員 ○本田陽一, 須田清隆
 立命館大学 正会員 横山隆明

1. はじめに

建設機械の ICT 化が進められている中, ICT 化に対応できない旧式の機械の利用, ICT 化への作業者の不安, ICT 化に付随する作業やコストの問題など, その進展を阻む要因がいくつかある. それらを踏まえ, 本試行では中小の建設業を対象とした ICT 化の試行を行った. 対象は切削オーバーレイ工法で使用される切削機とし, 安価かつ入手容易な機器とオープンソースソフトウェアを活用した後付け MG 装置を製作した.

2. 方法

路面切削では, あらかじめ計画した厚みで切削されるよう切削機をコントロールする. 通常, 計画切削厚は縦断方向に 5~10m 間隔の S P 上で計画され, 路面に直接書き込んだその値をオペレータが確認しつつコントロールする. 傷んだ路面には計画間隔よりも小さいスケールの凹凸が多くみられ, 均一な切削面を形成するためにはオペレータの技量にたよるところが多い. そこで, MG では切削計画をもとに精細な 3 次元モデル (TIN メッシュ) を作成し, 任意地点の計画切削厚をリアルタイムで得られるようにした.

MG において重要な機械座標の測位は安価な 2 周波 RTK-GNSS モジュール (最大精度 10mm 程度) を使用した. ただし, 標高の測位精度は切削厚スケール (通常 5~10cm) に比して不十分であるため, GNSS による測位データは平面座標のみを使用した. 標高および計画切削厚は, 平面座標をもとにあらかじめ計測しておいた既設路面の 3 次元点群モデルにより得た.

切削実績値はレーダー測距センサーにより既設路面の高さと切削後の路面高さを計測してリアルタイムに表示した. これをもとに, 切削面の 3 次元モデルを作成し, 施工前のモデルとの差分から平面的な切削実績 (3 次元モデル) を得た.

3. システム構成

主なハードウェアは, ①RTK-GNSS アンテナ・モジュール・制御用マイコン, ②測距センサー, ③小型パソコン, ④モニター, ⑤モバイル WiFi 機器, 等である. その費用はおおむね 30 万円であった. これら一式を切削機両端に設置した. 写真 1 に機器設置の様子を示す. 切削機側面のモニター背面に主要機器一式を収納し, すべてバッテリー駆動とした.

システムのフローを図 1 に示す. RTK-GNSS モジュールおよび既設・切削

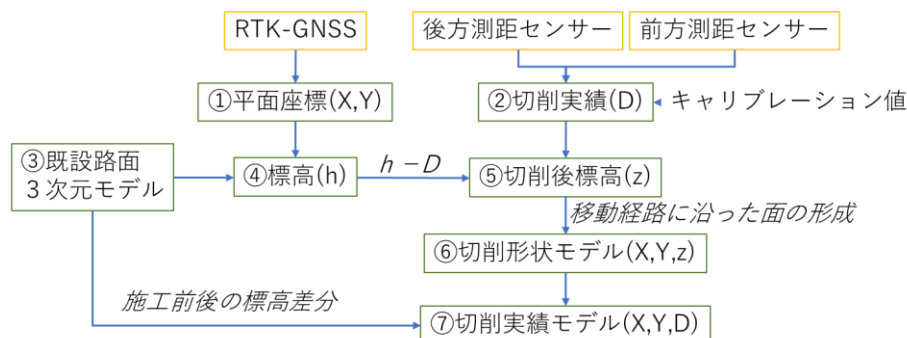


図1 システムフロー



写真1 機器設置の様子

キーワード ICT 建機, 道路維持管理, 写真計測

連絡先 〒165-0026 東京都中野区新井 1-1-5 (株) 環境風土テクノ TEL03-5318-9706

済路面までの距離センサーの安定したデータ同期を図るために、ROS2(Robot Operating System)によるデータ通信を用いた。センサー制御用のマイコンも microROS により一体化することを検討したが、安定した動作が得られなかったため一部は通常のシリアル通信とした。

4. 3次元モデル

3次元点群は地上型レーザースキャナ(TLS)によることができるが、費用や通行制限の必要性に課題がある。そこで、写真計測(SfM/MVS)を試行した。また、切削計画モデルは従来の施工計画値からパラメトリックに3次元モデルを生成することにより、3次元CADを介さずに用意できるようにした。

写真計測の精度検証のため、TLSによる点群との比較を行った。延長150mの1車線分を対象とし、路面上から徒歩で斜め方向に撮影した847枚の4K画像から再構成した。SfM/MVSにはA:Metashape, B:Colmap, C:OpenDroneMapの3種類を使用した。レーザースキャナの点群から12点を選び評定点とした。AおよびBは点群再構成後に剛体変換で座標を合わせ、Cは評定点をあらかじめ与えてバンドル調整を行った。評定点のRMSはそれぞれ73mm, 33mm, 15mmであった。図2にレーザースキャナと写真計測の高さ差分の度数分布を示す。その標準偏差はそれぞれ7mm, 14mm, 4mmであったが、AおよびBではドーム状変形がみられ、分布に偏りがある。路面切削では既設路面からの相対的な深さであることも踏まえると、利用可能な精度であると考えられる。また、これらにはTLSの誤差も含まれていることに注意が必要である。

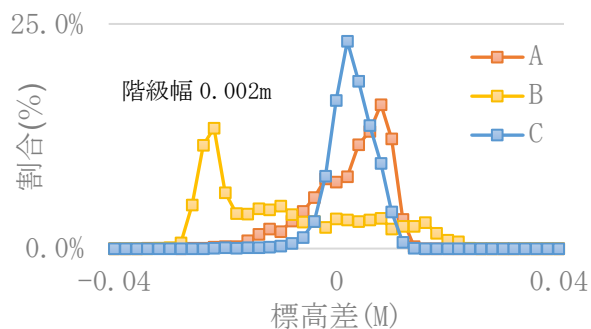


図2 TLSとSfM/MVSの標高差度数分布

5. 結果

図3は施工中のモニター画面である。MG情報はその地点の計画切削厚であり、周辺の計画厚マップ、計画厚と実績値の時間変化グラフを表示した。今後は計画厚の提示方法に一層の工夫が必要である。また、計画と実績が一致していない部分もあり、その理由としてセンサー配置の関係から平面座標にずれが生じること、センサーが切削屑を拾うことがある、などが考えられた。

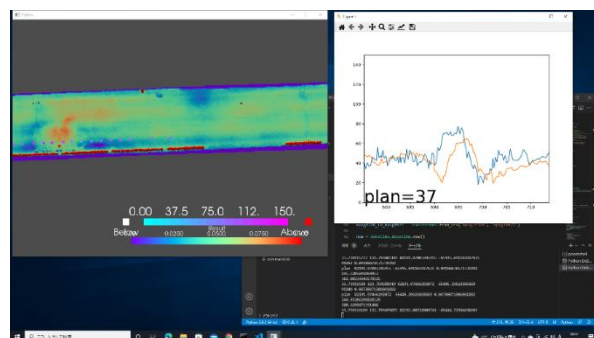


図3 モニター画面

図4は切削実績値をプロットしたものである。これをもとに切削面の3次元モデルを作成して既設路面との高さ差分により切削厚分布を求めた結果が図5(c)である。小スケールの路面不陸に対応した切削の様子を確認することができる。

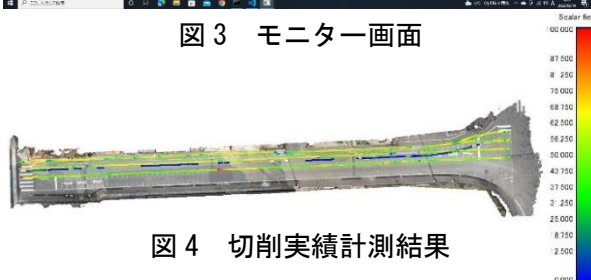


図4 切削実績計測結果

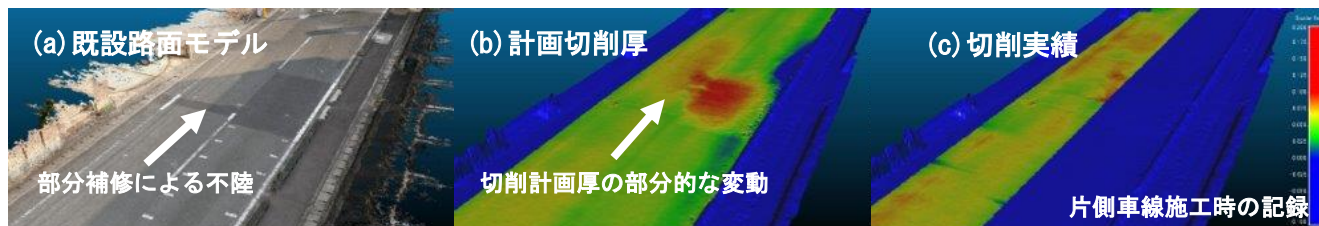


図5 既設路面(a)と計画切削厚(b)および切削厚の実績(c)

6. まとめ

旧型の路面切削機でも使用できる安価な後付けMG装置を開発し、3次元モデルを活用してICT化を試行した。施工時のデータ提示方法や計測精度等にさらなる改善が必要であるが、導入障壁の低いこのような手法を今後のICT化進展にむけた足がかりの一つとしていきたい。