

(32) モバイルマッピングシステムの切削オーバーレイ工法による 道路改良工事への適用

Application of Mobile Mapping System to Cut & Overlay Asphalt Works

矢吹信喜¹・中庭和秀²・木寺浩紀³・西乃輔⁴

Nobuyoshi YABUKI, Kazuhide NAKANIWA, Hiroki KIDERA, Daisuke NISHI

抄録:道路改良工事の工法の一つである切削オーバーレイ工法を用いる場合、従来の水準測量器を用いた手作業では、交通規制が必要であり、時間と労力がかかる。そこで、本研究では10m毎に白ペイントを路肩付近に小さく塗った上でMMSを用いて路面上のデータを計測し、処理を施すことにより切削厚を決定できる新しい手法を提案した。この方法を用いることにより、ほぼ自動的に切削機のマシンコントロールに必要なデータを作成することができ、情報化施工に資するものと考えられる。誤差を評価するために、大阪大学内の道路で計測実験を実施したところ、絶対値で誤差が数mmであることなどがわかった。

キーワード: モバイルマッピングシステム, 3D レーザースキャナ, 切削オーバーレイ

Keywords : Mobile Mapping System, 3D Laser Scanner, Cut and Overlay

1. はじめに

道路改良工事には、その目的により種々の工法がある。摩耗によるわだち掘れや隆起・沈下、ひび割れなどが生じた舗装面をある程度切削し、厚さ数cm～10cm程度の舗装を行い道路を修繕する方法は、切削オーバーレイ工法と呼ばれ、広く一般的に使用されている。この方法では、まず事前に20mおきの各断面において1mピッチに路面にマーキングを行い、一点ずつ水準測量器を用いた手作業により、高さを計測して、切削厚を定める。切削機により、断面と断面の間の切削厚はオペレータが線形補間により調整しながら、古い舗装面を切削する。この方法のうち、特に切削厚を計測する作業は、時間と労力がかかる上に、自然な交通流を大きく妨げる交通規制が必要であり、情報化施工の導入が遅れている。

一方、近年、モバイルマッピングシステム(以下、MMS)が普及し始めている。MMSは、3次元レーザースキャナ、GPS(全地球測位システム)、ジャイロスコープ、オドメトリ、デジタルカメラを同軸上に装備した移動体(車両)測量器で、走行しながら、周囲の3次元点群データを効率的に収集できるシステムである。このシステムは、公共測量規定における1/500の精度を持ち、30以上の自治体で公共測量として採用している。MMSは、絶対精度(移動体測量による座標取得の正確度)は10cm以下であるが、相対精

度(座標取得の安定度)は1cm以下と高いことから、道路の各横断面の形状を相対的に精度よく計測できる。また、デジタルカメラによる画像と3次元点群データを重ね合わせて表示することにより、画像上の物体表面の任意の位置の座標を周辺の点群データから内挿することにより求めることができる。

そこで、本論では、MMSを用いて路面上の標高値を計測することにより切削厚を自動的に求め、これを情報化施工における切削機のマシンコントロールのデータとして利用する新しい方法を提案するものである。また、本提案手法の実務への適用性を検討するために、大阪大学吹田キャンパスの道路上において、従来の水準測量器を用いた手作業による計測値と本手法による計測値の差を求める実験を実施したので報告する。

2. 提案手法の概要

本研究で提案する手法では、まず、事前に道路の側溝付近の路面上に10m毎に白ペイントなどで小さくマーキングした上でMMSを走行させながら、道路面上の点群データを取得。次に、デジタル写真画像と点群データを重ね合わせることで、白ペイントを施した10m毎の横断面における点群データを取り出し、白ペイント上に人間が点をプロットし、端点とする。白ペイントは左右両側に施してあるので、両端点を結ぶことにより横断面が決定される。

-
- 1 : 正会員 Ph.D. 大阪大学 教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1, Tel :06-6879-7660, E-mail : yabuk@see.eng.osaka-u.ac.jp)
- 2 : 正会員 関西工事測量(株) 代表取締役
(〒562-0035 大阪府箕面市船場東 2-1-15, Tel : 072-749-1188, E-mail : info@kankou.co.jp)
- 3 : 関西工事測量(株) 技術部測量四課 課長 (〒562-0035 大阪府箕面市船場東 2-1-15)
- 4 : 関西工事測量(株) 技術部測量四課 (〒562-0035 大阪府箕面市船場東 2-1-15)

次に、横断面周辺の点群データから TIN(不整三角網)を発生させ、TIN と横断面の交線から横断面の 1m ピッチの路面高さの近似値を求める。左右両端点と 1m ピッチの路面高さから現状の道路の横断面が得られるが、MMS は特に鉛直方向の絶対精度がやや低く、横断面の相対精度は高いという性質があることに着目し、白ペイント上の標高値を水準測量器による方法で正確に計測しておき、両端点における MMS により求めた標高値との差分を横断面内で端点からの距離に応じて比例配分することにより、1m ピッチの路面高さを調整する。切削厚は、この横断面の 1m ピッチの形状により決定する。

本手法の長所は、従来の手法で必要だった交通規制を行わずに、短時間に、ほぼ自動的に路面形状を計測でき、切削厚を決定できることである。ただし、本手法によって得られる横断面上のデータの精度についての検証はなされていないことから、本研究では、次節に記すような計測実験を実施した。

3. 計測実験

計測実験では、大阪大学吹田キャンパスの S4 棟の南側に位置し、歩道および街路樹、植込みなどを有する片側 1 車線の道路を対象とした。計測距離は、180m で、東側の起点から 100m の区間は直線で、その後、南にカーブしながら登っており、車道の幅は 5.2~7.3m であった。測点番号としては、起点を No.0 とし、10m 毎に No.1, 2, ... とし、終点を No.18 とした。

従来の水準測量器による手法では、Auto Level (Topcon AT-G3) と巻尺、スタッフを用いた。

MMS による提案手法については、三菱電機の MMS¹⁾を用いた。MMS の走行速度を 20km/h と 40km/h の 2 ケース、MMS に搭載している GPS が 5 基以上の人工衛星を捕捉している場合を OK、ビルディング等の障害物によって捕捉衛星が 5 基未満を NG とする 2 ケース、起点から終点までの方向を走行した場合を往路 a、逆を復路 b とした 2 ケースを設け、2×2×2 の総計 8 個のケースについて実験を行った。

4. 実験結果と考察

従来方法を正の値と仮定し、MMS による提案手法による標高値との差を誤差とし、その誤差の絶対値の平均を各測点の横断面毎に計算して整理したものを表 - 1 に示す。

実験結果を見ると、絶対値の誤差の平均は数 mm であることがわかる。次に、GPS で人工衛星を 5 個以上捕捉している OK とそうでない NG との差はあまりないことがわかる。これは、GPS の絶対誤差は、本手法ではあまり影響がないことが原因だと考えられる。また、MMS の速度が

20km/h と 40km/h の場合の違いもあまりないことがわかる。これも GPS の絶対誤差の影響が小さいことによると考えられる。

しかし、測点 No.10 の往路 a と復路 b のデータを比較すると、復路 b の誤差の方が大きい。これは、No.10 が往路から見れば、ちょうど左カーブに入る場所にあり、往路では車体がまだ傾く前であるのに対し、復路では、カーブの終わりに近い場所であるので、車体が大きく傾いたままの状態であることが原因と推測される。

また、測点 No.3 の誤差が他の測点よりも大きいことがわかる。これは、No.3 の白ペイントを塗った部分に段差があったため、実際の高さと周辺の点群データから内挿して求めた白ペイントの位置の標高値に大きな違いが生じてしまったからである。こうした誤差が生じないようにするためには、白ペイントを段差のある位置に塗るのではなく、端点となる位置から最低でも 10~15cm は離すことが必要であることがわかった。

表 - 1 実験結果

測点No.	(mm)																		平均	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18
OK20a	2.8	7.0	2.8	18.4	8.8	2.6	4.2	3.8	5.2	3.4	2.7	5.8	5.2	5.2	3.3	3.2	3.2	4.2	5.8	5.1
OK20b	3.4	4.2	6.6	14.2	6.0	3.8	4.0	5.6	4.6	6.0	12.0	5.2	3.2	6.3	4.5	5.7	2.3	5.3	9.5	5.9
OK40a	4.6	7.8	1.8	24.0	10.2	5.4	2.2	5.2	7.0	4.6	7.0	8.5	6.8	3.2	3.0	2.5	2.2	8.8	9.5	6.5
OK40b	6.6	3.2	5.8	20.2	6.0	4.2	1.4	8.2	5.6	9.2	23.3	3.5	4.7	3.0	5.0	1.3	3.8	4.0	2.5	6.4
NG20a	5.0	6.2	3.6	10.8	11.0	3.4	5.4	5.8	18.4	5.8	3.9	6.5	3.2	3.7	3.0	5.8	9.7	11.0	6.5	6.9
NG20b	3.0	8.2	6.2	5.4	5.2	3.8	2.6	3.2	3.8	4.2	9.9	3.8	5.0	4.2	4.2	4.2	3.0	5.3	4.2	4.7
NG40a	6.4	9.6	5.2	5.4	16.2	3.2	2.0	6.4	5.0	6.2	3.9	5.5	3.2	2.0	2.3	2.8	5.3	3.7	6.5	5.3
NG40b	6.4	5.6	5.4	6.4	5.2	4.6	4.0	4.4	4.8	8.0	22.4	6.3	5.5	3.5	7.0	5.8	3.8	3.0	10.3	6.5

5. 結論

本論文では、道路改良工事の工法の一つである切削オーバーレイ工法を用いる場合、従来の水準測量器を用いた手作業では、交通規制が必要であり、時間と労力がかかることを指摘し、10m 毎に白ペイントを路肩付近に塗った上で MMS を用いて路面上のデータを計測し、処理を施すことにより切削厚を決定できる新しい手法を提案した。この方法を用いることにより、ほぼ自動的に切削機のマシンコントロールに必要なデータを作成することができ、情報化施工に資するものと考えられる。誤差を評価するために、大阪大学内の道路で計測実験を実施したところ、絶対値で誤差が数 mm であることなどがわかった。

今後の課題としては、さらに、種々の異なる条件を持つ道路で計測実験を行い、誤差評価を実施していくことが挙げられる。さらに、従来方法では、10m 毎の測点の横断面のデータしか得られなかったが、MMS を用いた本手法では、測点の数をもっと増やしても効率はあまり変わらないことから、より精度の高い切削厚を決定する手法になり得ると期待される。

参考文献

- 1) 三菱モータービルマッピングシステム, <<http://www.mitsubishielectric.co.jp/pas/mms/>>, (入手 2011.7.27)。