

モービルマッピングシステム (MMS) の機能・性能・利活用等の検討状況の紹介

道路部 道路管理課
四国技術事務所 維持管理技術課

1. はじめに

四国地方整備局では道路や地図の業務管理に用いる位置情報を取得するため、車載型モービルマッピングシステム (以下、MMS) を平成30年度に購入し、現在四国技術事務所にて保管をしています。今回はMMSの機能・性能および当面の利活用等の検討状況の紹介を行います。

2. 機能概要

MMSは車両に計測装置として搭載し、走行中の車両及び周辺地物の3次元位置情報を取得、記録するためのシステムです。衛星可視の状態では、高精度GNSS (Global Navigation Satellite System) 技術を応用し、高精度な位置情報の収集ができます。また衛星が不可視の状態でもGNSS/IMU (ジャイロ) 複合により連続的にデータを取得することができます。

取得したデータはデータ処理ソフトウェアにて処理を行い、位置データが付与された3次元点群データ図を作成することができます。

写真-1は、車両に搭載されたMMSです。



写真-1. 車両に搭載されたMMS

3. 機器構成および性能

MMSは車両上部に搭載され、レーザスキャナ2台、カメラ2台、2周波GNSSアンテナ1台で構成されるメインユニットと1周波アンテナ2台、IMU (Inertial Measurement Unit) 1台で構成されるアンテナフレームユニット、車両内に搭載される記録ユニット及びタイヤに接続するオドメータから構成されています。操作は記録ユニット (操作用PC) から行います。走行中GNSSなどのセンサの情報は操作用PC内および外付けの記録媒体に記録され蓄積されます。(図-1) (写真-2)

各機器の特徴は以下のとおりです。

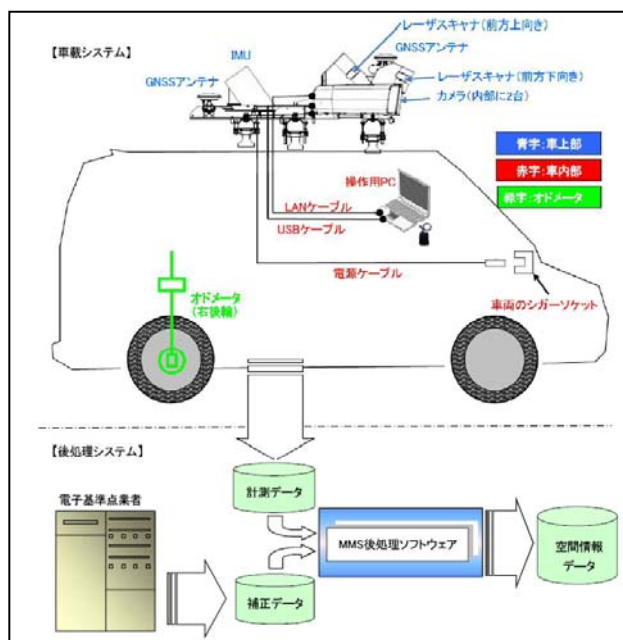


図-1. MMS全体構成概要図

3. 1 レーザスキャナ

MMS に搭載するレーザスキャナは前方下方計測用1台、前方上方計測用1台の合計2台より構成され、毎秒27,100点の点群レーザを取得することが可能です。また到達距離は最大で65mまで可能です。

本機能にて連続した3次元点群データ図の作成が可能となります。



- ▭ GNSS：人工衛星を用いた測位システムの総称 (Global Navigation Satellite System(s))
- ▭ IMU:計測車両の姿勢や傾きを取得する慣性計測装置 (Inertial Measurement Unit)
- ▭ デジタルカメラ：3D点群データの位置座標と合わせた連続画像データを取得
- ▭ レーザスキャナ：物体による反射を用いて3D点群データを取得

写真-2. メイン・アンテナフレームユニット

3. 2 カメラ

カメラは前方左右に2台配置されています。画素数は500万画素、視野角は左右74.3度、上下58.4度で毎秒10枚撮影可能となっています。本機能にて連続写真の取得が可能となります。

3. 3 GNSS/IMU/オドメータ

搭載されたGNSSにより位置情報が、IMUにより車両の姿勢が、またオドメータにより車両の進行距離がそれぞれ正確に計測できます。

3. 4 各機器の機能を活かした3次元図面の作成

MMSは1回の走行で3次元点群データおよび画像データを同時に取得できることから極めて効率よく多くのデータを取得することができます。この機能を活用して高精度の3次元図面を作成することが可能となります。(写真-3)、(写真-4)



写真-3. 画像データ



写真-4. 点群データ

4. モービルマッピングの当面の運用

今回購入したMMSは、車両搭載センシング技術の活用により3次元データ取得や平面図の作成などを行うことが可能となりますが、道路管理に携わる職員にヒヤリングを行った結果、求められた多様なニーズにどこまで対応することが可能なのかについては不明確でした。このため、現地で実際に走行しデータ取得等を行うことでニーズへの対応の可否や新たな利活用の可能性について検討を行いました。

ヒヤリングからMMSに求められたニーズは、日常の点検業務等に要する職員負担を軽減するものと、委託業務等でのコスト削減を目指した内容が主なものであり、概ね以下のとおりでした。

- ① 道路付属物管理業務への利活用
- ② 道路台帳附図等の作成・更新への利活用
- ③ 舗装評価（路面性状調査）等への利活用

MMSを搭載した調査車両の現地走行は、直轄国道の沿道状況として代表的な市街地部、山地部、海岸沿岸部、長大な道路法面部等について管内から抽出しました。また、将来のCIMの導入に向けて道路事業中の切土現場についても、走行を行いデータ取得の状況や位置情報の精度等について検証を行いました。

4.1 道路付属物管理への利活用

日常の点検業務に要する職員負担の軽減のために、道路管理上必要となる道路付属施設（標識・防護柵等）をはじめとして、沿道に設置されている信号柱や看板等の占用物件及び道路管理者以外の者が施工している工事等を含む37地物に関する把握状況を確認し、業務の効率化に効果があることを確認しました。（表-1）

表-1. 道路管理上必要となる地物（37地物）

道路管理上必要となる地物			
車両搭載センシング装置 図面作成要領（案）に規定された地物（※特記仕様で定義された地物）			
<input type="checkbox"/> 距離標	<input type="checkbox"/> 車道交差部	<input type="checkbox"/> 区画線	<input type="checkbox"/> 停止線
道路基盤地図情報（整備促進版）製品仕様書に規定された地物（ヒヤリングシート記載地物）			
<input type="checkbox"/> 道路中心線	<input type="checkbox"/> 車道部	<input type="checkbox"/> 踏切道	<input type="checkbox"/> 擁壁
<input type="checkbox"/> 歩道部	<input type="checkbox"/> 横断歩道橋	<input type="checkbox"/> 建築物	<input type="checkbox"/> 軌道敷
<input type="checkbox"/> 路面電車停留所	<input type="checkbox"/> 植栽	<input type="checkbox"/> 島	<input type="checkbox"/> 橋脚
<input type="checkbox"/> 横断歩道	<input type="checkbox"/> 橋梁	<input type="checkbox"/> トンネル	<input type="checkbox"/> ボックスカルバート
<input type="checkbox"/> 法面	<input type="checkbox"/> シェッド	<input type="checkbox"/> シェルター	<input type="checkbox"/> 斜面对策工
意見交換により抽出した地物			
<input type="checkbox"/> 信号	<input type="checkbox"/> 占用物（地下舎）	<input type="checkbox"/> 車両用防護柵	
<input type="checkbox"/> 転落防止柵	<input type="checkbox"/> 舗装構成	<input type="checkbox"/> 路側水路	<input type="checkbox"/> 自転車レーン
<input type="checkbox"/> 路面標示	<input type="checkbox"/> 道路付属物（標識など）		
<input type="checkbox"/> 日標物（建物、住所、字名、交差点、トンネル、橋梁など）			
<input type="checkbox"/> 基準点	<input type="checkbox"/> 境界点、管理区域（道路区域）		
<input type="checkbox"/> その他コンテンツ（住宅地図、航空写真、360度画像）			

4. 2 道路台帳附図等の作成・更新への利活用

MMSで取得した3次元点群データの精度は、道路台帳附図等として求められる地図情報レベル500の制限値（水平方向0.15m、標高方向0.20m）以内であり取得したデータが必要な精度を保持していることを確認しました。（表-2）

これは、将来的にMMSにより取得した3次元点群データから道路台帳附図等の作成や更新への利用が可能であるということであり、業務委託に費やす事務手続きの軽減や委託費用等のコスト削減が図れます。

表-2. 点群データの精度

MMS検証点残差 単位:m			
Y残差	X残差	水平残差	標高残差
-0.065	-0.025	0.070	0.163
0.086	-0.034	0.092	0.015
0.008	-0.027	0.028	0.022
-0.005	-0.053	0.053	0.026
-0.019	-0.011	0.022	-0.003
0.023	-0.027	0.035	0.013
-0.021	-0.072	0.075	-0.013
0.000	-0.026	0.026	0.037
-0.007	-0.038	0.039	-0.049
0.033	-0.028	0.043	0.028
-0.007	-0.013	0.015	-0.114
-0.024	-0.009	0.026	0.049
数値の標準偏差	0.037	0.036	0.052
数値の最大値	0.086	0.072	0.092
制限値(最大値)			0.150

4. 3 舗装評価（路面性状調査）等へ利活用

路面性状調査による舗装劣化状況の測定精度は、ひび割れ率：クラック幅1mm以上の検出、わだち掘れ：横断プロファイルメータに対する数値誤差が±3mm以内、平坦性：縦断プロファイルメータを用いた標準偏差に対する誤差が±30%以内となっています。

過年度業務において測定した路面性状検定車による測定値を正解値として、MMSによる測定データとの精度を検証しました。（表-3）

検証の結果、ひび割れ率については、MMSによる測定データでは1mm程度のひび割れが確認できないため、ひび割れ率が低くなる傾向となりました。

わだち掘れ量については、正解値と測定データとの差が±5mm以内となる結果であり、平坦性については、正解値と測定データとの差が最大55%となるデータもありました。

以上から、MMSは個人差によって結果にばらつきがある目視調査に比べて客観的な数値データを取得できることが確認できました。

表-3 路面性状調査との精度検証

区 間	ひび割れ率(%)			わだち掘れ量(mm)			平坦性(mm)		
	検定車	センシング	誤差(%)	検定車	センシング	誤差(mm)	検定車	センシング	誤差(%)
1	1.5	3	1.5	24	26	2	3.5	2.5	28.2
2	0.7	1	0.3	41	45	4	3.5	2.5	28.2
3	3.2	4	0.8	23	25	2	3.5	2.5	28.2
4	16.6	8	-8.6	35	38	3	3.5	2.5	28.2
5	5.3	4	-1.3	29	29	0	2.4	1.6	31.4
6	11.9	6	-5.9	17	22	5	2.4	1.6	31.4
7	6	5	-1	19	18	-1	2.4	1.6	31.4
8	4.4	2	-2.4	33	33	0	2.4	1.6	31.4
9	1.1	1	-0.1	31	32	1	2.4	1.6	31.4
10	1.7	3	1.3	17	17	0	2.0	1.4	29.9
11	2.4	2	-0.4	25	28	3	2.0	1.4	29.9
12	4.6	2	-2.6	17	18	1	2.0	1.4	29.9
13	0	1	1	21	21	0	2.0	1.4	29.9
14	0	0	0	19	22	3	2.0	1.4	29.9
15	10	6	-4	7	7	0	4.1	1.8	55.0
16	9.5	7	-2.5	13	16	3	4.1	1.8	55.0
17	1.6	1	-0.6	21	24	3	4.1	1.8	55.0
18	1.4	1	-0.4	19	21	2	4.1	1.8	55.0
19	0.2	1	0.8	20	22	2	4.1	1.8	55.0
20	5.9	4	-1.9	30	25	-5	2.6	1.6	38.9
21	2.1	1	-1.1	34	30	-4	2.6	1.6	38.9
22	6.9	1	-5.9	28	30	2	2.6	1.6	38.9
23	0.3	0	-0.3	27	30	3	2.6	1.6	38.9
24	0.2	0	-0.2	20	19	-1	2.6	1.6	38.9

5. 令和元年度の新たな利活用等の検討

MMSは、3次元データが取得できるだけでなく、500万画素の連続写真を毎秒10枚撮影することが可能なことから、日々変化する現道状況を写真で把握しながら、迅速に平面図を作成することが可能です。

取得したデータをアーカイブ化することにより、過去との位置情報の比較が可能となり、差分抽出を行うことで地震等による地盤変動等の状況把握も可能となります。

MMSは、多種多様な道路管理の効率化に有用であることから、今後は、MMSの特徴を活用して道路管理の効率化に加え、区画線・標識等の道路地物管理の効率化、さらに運転支援の高度化・自動走行への活用などについても検討して行く予定です。