

地上レーザスキャナの活用による車載写真レーザ測量作業の効率化について

株式会社パスコ

○土橋 康輝、井上 昭人、小池 進哉、小野 稔、酒井 昂紀

1 はじめに

道路空間の3次元データから道路台帳図を作成する機会が増えており、手法としては車載写真レーザ測量（以下、MMS）が用いられる機会が増えている。

数値図化実施時に、3次元データ取得時に生じたレーザ点群の【欠損部】を補う手法として、トータルステーション等を用いた現地補備測量が手法としてあるが、点群データの補完を行うことはできないため、点群データの2次利用に課題を残している。

本件は、MMSで取得された3次元データのレーザ点群【欠損部】を地上レーザスキャナ（以下、TLS）で補完するための手法と効率的に調整処理を行う数値図化手法の検討結果について紹介する。

2 使用機材及び検証場所

2.1 使用機材

TLSはRTC360(Leica Geosystems社製)を使用した。RTC360のスキャン密度は、計測時間・器械点数が適正な距離10mで点群間隔6mmのモードを採用し測定した。RTC360のスキャン密度は、機材から5m先で83,000点/m²である。

MMS 3次元データは、MMS:Type-G(三菱電機社製・搭載したレーザスキャナ:Pentax Precision社製(S-2100))を使用した。Type-Gのスキャン密度は、機材から5m先で1,326点/m²である。また、衛星不可視区間を計測するため、弊社で通常使用するIMU(ロール角:0.72deg、ピッチ角:0.36deg、ヘディング:0.18deg、車両挙動取得:10Hz/sec)に比べ、高性能な機器(ロール角:0.05deg、ピッチ角:0.05deg、ヘディング:0.15deg、車両挙動取得:100Hz/sec)を使用した。

2.2 検証場所

検証場所は、国道298号(千葉県市川市)の副道を結ぶ延長60mの歩車道分離道路である。図1に示すとおり、検証場所は、上空に国道298号本線があるボックスカルバート形状の交差道路であるため、衛星受信状況が悪い環境である。

3 検証作業

3.1 MMS点群欠損部におけるTLSを用いた点群データ補完

TLS計測は、規程が定める「地図情報レベル500 地物における放射方向の観測点間隔50mm」以内を満たす器械点間隔10mにて、MMS計測範囲と一部重畳するように測点001・007を設け、器械点001から器械点007の7地点を設置した。また、後述の合成作業を有効に行えるよう、オーバーラップ率50%以上を満たすようにした。

標定点は、極力有効範囲外(5m)に設置した。標定点は、4級基準点を与点として放射法にて1計測につき4点(3点を標定、1点を検証)となるよう、19点設置した。1計測ごとに調整処理を実施し、検証点による精度点検を行った。較差を表1に示す。(本手法を「①規程手法」とする。)

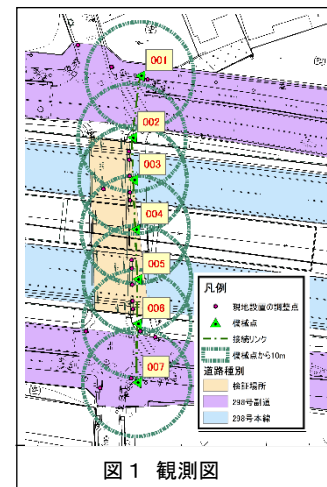


図1 観測図

表1 ①規程手法

標定点	△水平	∠標高
001	0.010	-0.001
002	0.042	-0.060
003	0.067	-0.077
004	0.007	0.000
005	0.017	-0.004
006	0.019	-0.001
007	0.045	0.003
008	0.011	0.003
009	0.012	0.002
010	0.005	0.002
011	0.004	0.000
012	0.008	0.009
013	0.005	0.005
014	0.004	0.002
015	0.009	0.010
016	0.007	-0.008
017	0.003	0.000
018	0.008	0.006
019	0.018	-0.002
最大	0.067	0.077
平均	0.018	0.010

(制限値0.1m)

3.2 標定点測量軽減の検証

3.2.1 解析ソフトウェアによる合成

標定点の設置作業を軽減することを目的に、解析処理ソフトウェア“Cyclone REGISTER 360”の合成機能（図2：TLS合成）を用いて、器械点001・007を固定し、合成処理を行った。（本手法を「②ソフトウェアによる合成手法」とする。）

本手法の品質を確認するため、公共基準点を与点とした器械点002～006で使用した標定点を検証点として、座標・標高の較差を点検した。その結果、地図情報レベル500の品質を確保することが確認できた。較差を表2に示す。“①規程手法”と“②ソフトウェアによる合成手法”を比較すると、概ね同等の品質が得られることが分かった。

3.2.2 MMS点群データによる合成

前項の手法から、さらに標定点の設置作業を軽減することを目的に、既存の測量成果であるMMSにより得られた点群データを標定に用いる手法の検証を実施した。前項で固定した標定点001・007付近にMMS点群データより標定点を設置し、合成処理を行った。（本手法を「③MMS手法」とする。）

本手法の品質を確認するため、公共基準点を与点とした器械点002～006で使用した標定点を検証点として、座標・標高の較差を点検した。その結果、地図情報レベル500の品質を確保することが確認できた。較差を表3に示す。“①規程手法”“②ソフトウェアによる合成手法”と“③MMS手法”を比較すると、MMS計測時における検証点間との対地座標の系統的な差に起因し、①②の手法と比較して較差は大きい、規程が定める「標定点の精度」を十分に満たすことが分かった。

4 まとめと今後の展望

MMS3次元点群データの【欠損部】を補完する手法として、TLSは点密度・位置精度共に十分満たしており、有効な手法であることが分かった。ただし設置が必要となる調整点間の密度が高く、作業工数が掛かることにより、最終的な測量費用が高くなるのが欠点である。

そこで、調整点測定の軽減手法について検証したところ、【欠損部】を補完する範囲が長大な場合は位置精度の担保に不安を残すものの、今回の対象区間のような【欠損部】においては、「②ソフトウェアによる合成手法」「③MMS手法」とともに、中間の調整点の設置を削除することが可能との結果が得られた。

また、生産性の面をみると、本検証において、「②ソフトウェアによる合成手法」は「①規程手法」に比べて約30%、「③MMS手法」では約50%の工数削減が見込まれる結果となり、非常に有効な手法であることが検証された。

以上のように、本検証では、国土交通省が推進する「i-Construction」における根幹データである「3次元データ」を効率的に取得する可能性を見つけることが出来た。

今後は、国土地理院と調整し、本検討結果を基にした「準則第17条第2項」の適用を視野に入れ、「測量作業の効率化」に寄与したいと考える。

5 謝辞

本調査は、対象区間を管理する道路管理者の御理解・御協力の下、実施したものである。ここに記して関係各位に謝意を表す。また、本稿に示した成果は、平成31年度から令和2年度にかけて国土交通省関東地方整備局首都国道事務所が発注された業務で得た成果の一部である。

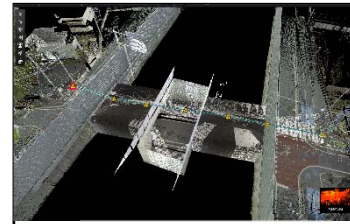


図2：TLS合成

表2 ②ソフトウェアによる合成手法

標定点	△水平	∠標高
001	0.026	0.006
002	0.037	-0.017
003	0.035	0.000
004	0.019	0.005
005	0.029	-0.003
006	0.033	-0.003
007	0.028	0.001
008	0.030	-0.003
009	0.029	-0.005
010	0.007	-0.005
011	0.009	-0.003
012	0.006	-0.003
013	0.007	-0.004
014	0.003	-0.006
015	0.002	0.017
016	0.014	0.006
017	0.011	0.004
018	0.012	-0.003
019	0.031	-0.009
最大	0.037	0.017
平均	0.020	0.005

(制限値 0.1m)

表3 ③MMS手法

標定点	△水平	∠標高
001	0.059	-0.036
002	0.060	-0.071
003	0.050	-0.039
004	0.089	-0.045
005	0.057	-0.056
006	0.021	-0.041
007	0.037	-0.043
008	0.031	-0.057
009	0.029	-0.052
010	0.044	-0.061
011	0.043	-0.058
012	0.042	-0.058
013	0.038	-0.058
014	0.033	-0.053
015	0.028	-0.034
016	0.041	-0.051
017	0.042	-0.054
018	0.060	-0.058
019	0.030	-0.062
最大	0.089	0.071
平均	0.046	0.052

(制限値 0.1m)