

高精度 GNSS 測位データを使用した地上型レーザースキャナーによる取得データの検証

大林道路株式会社 正会員 ○山口 雄希 北見工業大学工学部 正会員 富山 和也
 大林道路株式会社 正会員 森石 一志 北見工業大学工学部 学生員 幸谷 宥毅

1. はじめに

ICT活用工事において、出来形計測に使用されている地上型レーザースキャナー（以下、TLS）は計測に時間を要する事が多く、計測プロセスの効率化が求められている。そこで、筆者らは高精度GNSSの情報からターゲットレスによるTLSで得られた点群データのレジストレーション（以下、TLS-GNSS）¹⁾を行い、路面プロファイルの計測を対象とした検証を行なってきた。本研究では、TLS-GNSSの計測精度に影響をおよぼす要因を明らかにするとともに、路面プロファイルなど面管理以外の点群データ活用方法に適した点群密度について検証を行った。

2. 検証概要

2. 1 計測機材

GNSS-TLSは、図-1に示す高精度GNSSとTLSを組み合わせ、TLSの器械中心座標および方向角を算出し、点群に直接座標値を与えることで、ターゲットレスのレジストレーションを行う方法である。

2. 2 計測方法

TLS-GNSSを用いた計測は、以下の手順で実施した。

- (1) TLSを中心とした各GNSSアンテナ（2基1セットで0.5m, 1m, 2m間隔）の座標を取得する。
- (2) GNSSアンテナ1セット間の中間座標値を算出する。

2. 3 検証方法

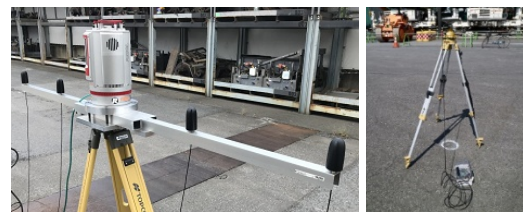
2. 3. 1 計測距離に対する本体傾きの影響

TLS本体の傾きは、内部センサーによって補正されている。ここでは、ターゲットを使用し器械点を与えた点群データを基準とし、同一計測地点でTLS-GNSSにより器械点情報を与えた点群との比較を行う。具体的には、計測距離に対する本体傾きの影響で発生する鉛直方向（Z値）の差を算出し、各スキャンデータを合成した際の点群データがラップする箇所に発生する誤差を確認した。確認方法は以下の通りである。

- (1) 計測された点群データから、舗装面のみを抽出可能な箇所を選定し、TLSを中心に45°毎に測線を定める。
- (2) 各測線に対して、5m毎の点を中心10cmの円形状に点群の抽出を行う。抽出点を図-2に示す。
- (3) 器械点を与えられた各点群データから取得した鉛直方向（Z値）の差を算出する。

2. 3. 2 測定距離による点群密度の確認

現在、ICT舗装工では、点群データ取得の際、点群密度の基準として0.01 m²あたり1点²⁾と定めている。しかしながら、異なるTLSを用いて同基準内で計測を行った場合でも、器械性能差により全体の点群密度にバラツキが生じ、プロファイルなど線状データの抽出結果に影響を及ぼす可能性がある。そこで、プロファイルなど線状のデータを取得する可能性がある計測場所において、ICT舗装工基準内の密度を担保した有効距離50mと20mの設定で計測を行なったデータについて、10 cm²内に存在するポイントデータの分布を確認し検証を行なった。特定の範囲における分布で検証した理由は、TLSの特性上ピンポイントデータの取得はできず、データ抽出座標に対して周囲のデー



(a) TLS-GNSS (b) 固定局

図-1 TLS-GNSS の概要

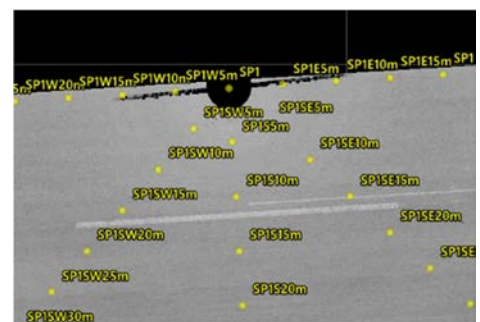


図-2 データ抽出点

キーワード ICT, TLS, GNSS, 点群データ, 点群密度

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL042-495-6800

タ抽出座標に対して周囲のデータを参照し、平均値などを代表値とするためである。検証は、以下の様に実施した。

- (1) 点群データに対し図-3のような10 cm²の範囲に1 cm²のメッシュを10m毎に作成する。
- (2) TLSの性能に応じて50 m範囲と20m 範囲（共に0.01 m²あたり1点の密度）を対象にメッシュ内のデータを確認する。
- (3) 測定時のラップ部（50 m範囲は25 m, 20 m範囲は10 m）を中心に10 cm²の範囲に存在する点の分布について検証する。

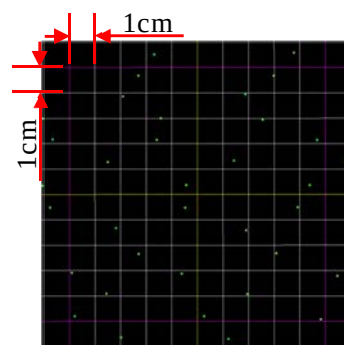


図-3 1cm²メッシュ

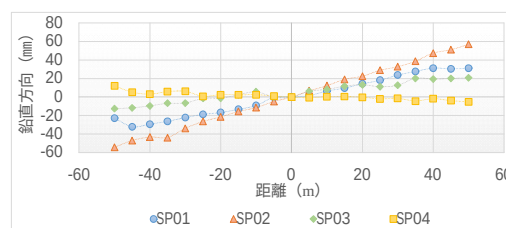


図-4 器械点を中心とした鉛直方向の差

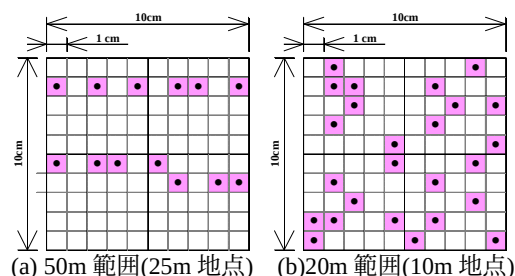


図-5 メッシュ内点群分布表

3. 2 測定距離による点群密度の確認

図-5に計測データのラップ箇所での10 cm²内の点群の分布を示す。図中、10 cm²の範囲に1 cm²のメッシュを作成し、各メッシュに点が存在する場合にセルを着色した。図-5(a)より、50 m 範囲（ラップ部 25 m 地点を抽出）の場合、ICT 舗装工の適用基準は満たすものの、10 cm² 範囲内でレーザーの射出角の設定に起因した点の偏りが見られる。そ

のため、プロファイルなどを算出するデータとして活用する際に、抽出座標の周辺データを参照し平均した場合、点群のバラツキ方により特徴点の損失もしくは余分な情報の取得につながる事が考えられる。また、測定場所全体を対象に、点群合成後のデータから任意の箇所を確認する場合、合成前の各点群データは本体直近とラップ部周辺での密度にバラツキが生じる。このバラツキに起因し、任意の箇所を抽出した場合のデータ点数の違いや、抽出座標を中心とした場合の点の偏りなど、点群の抽出位置の違いが計測精度に影響を及ぼすものと示唆される。

4. おわりに

これまで、TLS-GNSS 計測に時の本体の傾きについては内蔵センサーで補正を行っており、傾きに起因する合成時の誤差が課題となっていた。また、点群データからプロファイル抽出を行う際に、参照する点密度の違いで抽出データの正確性に差異が生じる可能性が懸念されていた、そこで、本研究では、計測距離に対する TLS の傾きの影響およびプロファイルなど点群から線状にデータを抽出する際の点密度が計測に及ぼす影響を検証した。その結果、TLS の傾きは測定距離が延びるにつれ縦断勾配の影響を受け、レーザー入射面で一定の測定値にならないことが確認された。また、プロファイルなどの線状にデータ抽出を行う場合には、点群密度の違いにより計測精度に影響を及ぼす可能性が示唆された。現在、ICT 舗装工に対応する TLS の運用は、効率面から ICT 舗装工の基準内の密度で器機性能の限界距離を目安に測定を行う事が多い。しかし、本研究結果から、プロファイルなど線状のデータを抽出する場合には、点群合成後の密度を均等にすることが重要といえる。今後、様々な計測対象で検証し、最適な計測距離を選定するなど、TLS の計測精度向上および運用効率化を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 森石一志他:ICT 舗装工における点群データ取得の効率化と適用範囲拡大について,土木学会論文集 E1, Vol. 75, No. 2, I_77-I_85, 2019.
- 2) 国土交通省:地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案), 2020. 3.