

統合型測量機を用いた三次元点群測量について

洲鎌 実吉、大城 智哉、徳嶺 理基

株式会社 沖縄建設技研（〒901-2102 沖縄県浦添市字前田 1124 番地）

キーワード： 三次元点群データ、地上型レーザスキャナ、統合型測量機

1. はじめに

三次元点群データの取得やそのデータの活用が増大している中、公共測量では様々な三次元点群測量機（地上型レーザスキャナ、UAV、ハンドヘルド型レーザスキャナ、MMS 等）を用いた公共測量作業規程の準則・マニュアル類の整備が急ピッチで進められている。一方、建設分野においては、各建設プロセスの各段階で三次元点群データや ICT 等を活用する重要施策が積極的に進められている。また、図-1 に示すように、利用目的及び現場に適した測量機器の選定も生産性を向上させる要素となる。

ここでは、三次元点群の取得方法及び測量機器（地上型レーザスキャナ、統合型測量機）の利活用等について報告する。

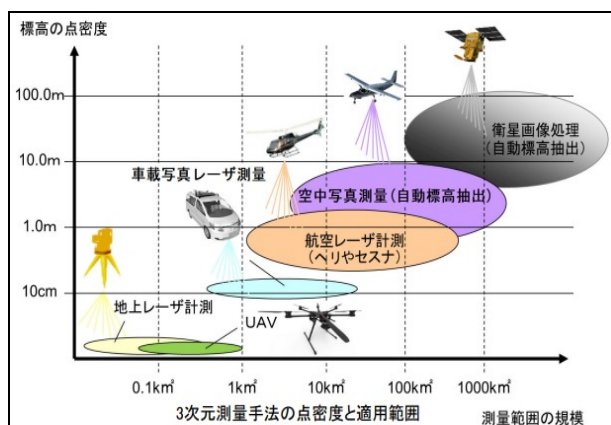


図-1 三次元点群測量方法

2. 点群データの取得方法

三次元点群データを取得する方法として、以下の 3 項目が挙げられる。

2.1 地上測量による方法

トータルステーション（以下、「TS」と称す）や GNSS ロバー（以下、「RTK 法」と称す）の機器を用いて、作業員が地形及び地物等を直接計測し、三次元点群を作成する方法で現場作業に時間を要し、点群の取得数が少ない。



写真-1 TS 観測状況

2.2 写真測量による方法

航空機及び UAV による空中写真測量やスマートフォン及びデジタルカメラによる地上写真測量における写真画像を解析して三次元点群を作成する方法である。

空中写真測量では、広範囲の撮影が可能であるが、樹木や構造物下の地表面を

計測することが難しい。その場合は、地上写真測量を併用することで、広範囲の点群データを取得することが可能である。しかし、樹木等が茂っている場合は伐開等が必要となる。



写真-2 UAV (INSPIRE2)

2.3 レーザ計測による方法

レーザ計測器を搭載した航空機や UAV を用いて、連続的にレーザを地形及び地物等へ照射し、反射までの時間差による距離を計測することで、三次元点群データを取得する方法である。また、地上では、モバイルマッピングシステム(以下、「MMS」と称す)、地上レーザ及びハンディレーザを用いて計測する。航空機及び UAV の活用により、広範囲の計測や樹木下の地表面を計測することができる。ただし、構造物下の地表面は計測することが難しいため、地上レーザ及びハンディレーザを活用することで広範囲の点群データを取得することが可能となる。



写真-3 航空機(レーザ計測機搭載)

MMS は、車両にレーザ計測器を搭載し、道路面及び道路周辺の構造物を走りながらスピーディーに三次元点群データを取得することが可能である。



写真-4 MMS (レーザ計測機搭載)

3. TLS 測量機による課題

TLS 測量機(以下、「地上型レーザスキャナ」と称す)は、精度、スピード、小型軽量化が進んでおり、生産性が向上している。しかし、その活用については多くの課題が残っている。

課題① スキャンデータの位置合わせ

従来型の地上型レーザスキャナでは、計測したい対象物周辺に複数の地点に機器を設置して観測する必要がある。そのため、各地点で取得したデータの合成及び座標変換作業に時間を要する。

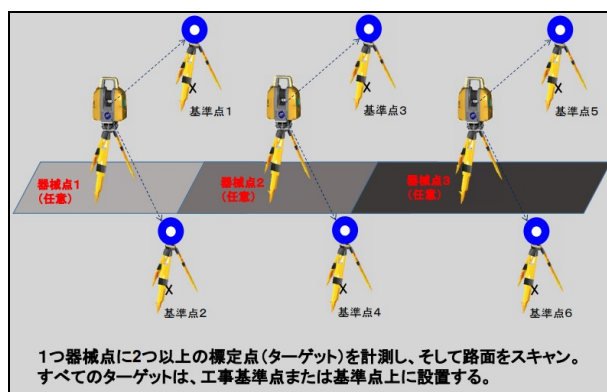


図-2 地上型レーザスキャナ

課題② 点群編集時間の長期化

従来型の地上型レーザスキャナでは、全周計測が基本であり、データ容量が膨大となり、編集作業に時間を要する。

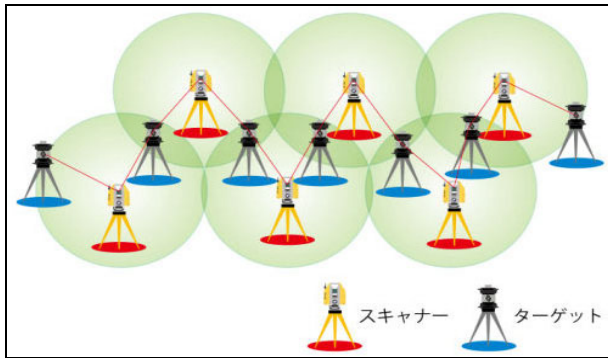


図-3 全集計測図

課題③ 人材育成

土木業界における人材不足のうえ、三次元点群データの合成作業及び座標変換や編集作業に対応可能な人材育成に時間を要する。

4. 統合型測量機による解決策

統合型測量機とは、レーザスキャナを内蔵した TS 測量機器である。

統合型測量機を用いることで前述の課題①～③を解決することができる。

解決策① スキャンデータの位置合わせ

レーザスキャナ内蔵の TS であることから、「器械点・後視点法」を使用して既知点に機器を設置しスキャンを行うことで、既知点の情報に基づいた三次元点群データを取得することができる。この方法により、点群データの合成作業や座標変換が一切不要となり、既知点の成果に基づいた高精度な成果を得ることができる。

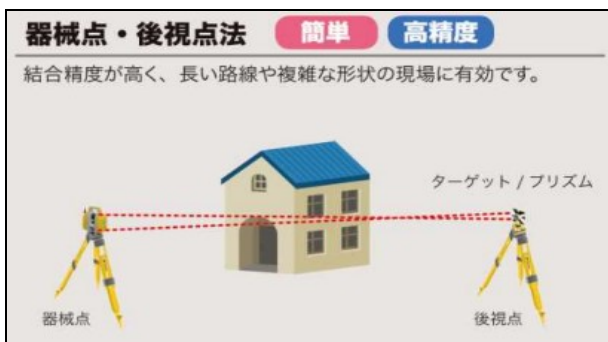


図-4 器械点・後視点法

解決策② スキャナ範囲の指定

統合型測量機器では、スキャナ範囲を指定することが可能となり、必要な三次元点群データのみを取得することが可能であるため、必要最小限のデータ容量となる。この機能により、編集作業の時間削減につながる。

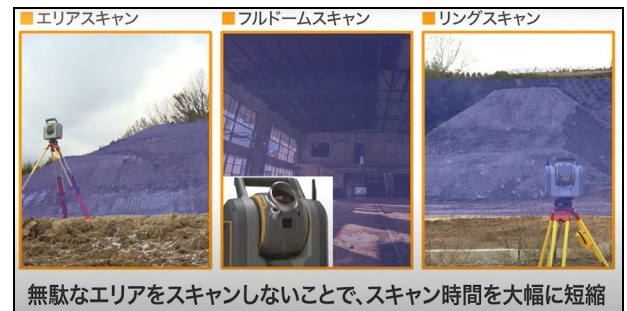


写真-6 スキャナ範囲指定計測

解決策③ 人材育成

統合型測量機器を用いることにより、既知点の情報に基づいた三次元点群データを取得することが可能となる。そのため、特殊作業(合成作業及び座標変換作業)を必要となり、人材育成にかかる時間を削減できる。

5. 統合型測量機による三次元点群測量

5.1 三次元点群測量

統合型測量機器を用いた三次元点群測量では、1箇所を観測時間が約15分程度であり、1秒間に26,600点の高精度な3Dスキャニングが実行可能である。また、最大測定距離は600mで、計測エリアに近づけないような災害現場や架空線、トンネル等の現場でも能力を発揮できる。さらに、スキャンされた高密度点群データはノイズが少なく、各器械点から正確な座標でスキャンされる。

画像解析ソフトは、AIを搭載しているため、瞬時に「植生、地表面、分類不可」

を区別することが可能となっているため、点群処理に要する時間が削減できる。

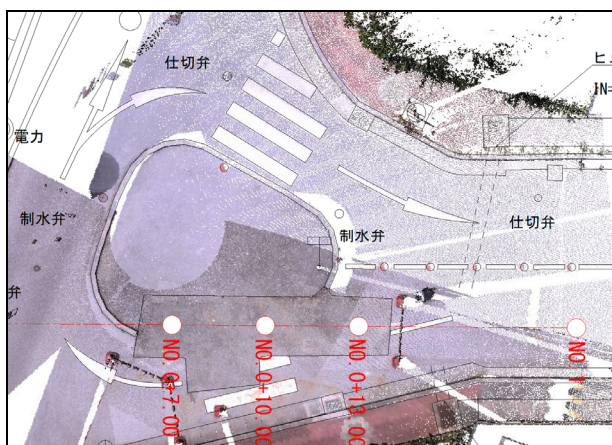


図-5 三次元点群照合平面図

5.2 縦横断測量における成果の比較

TS 機器及びレベルにより作成した縦横断測量成果と統合型測量機による三次元点群データより作成した縦横断測量成果を比較した。その結果、縦断図では、道路縁石の形状(縦断方向)に $\pm 3\text{cm}$ 程度の誤差が生じていたが、その他では $\pm 1\text{cm}$ 以内に納まっていた。また、横断図では、全体的に $\pm 1\text{cm}$ 以内の誤差が生じていた。

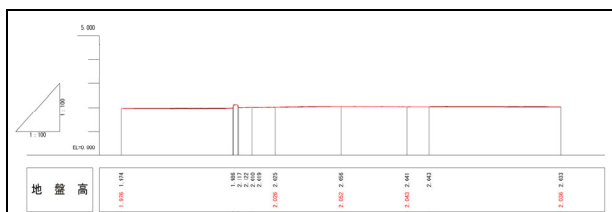


図-6 縦断図

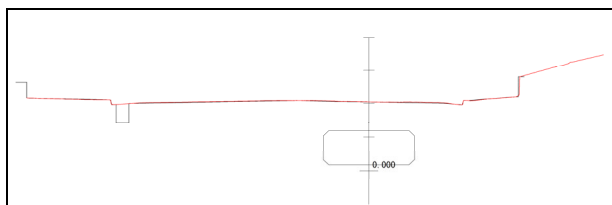


図-7 横断図

5.3 効率的な現地作業

統合型測量機器内で処理された合成データは小型液晶モニタに表示され、その場で観測範囲等を確認することができる。

また、マップ機能を使用することで三次元点群データをあらゆる方向から確認することができる。そのため、データの欠落をその場で確認出来、欠落箇所の補足における測量計画を立て、実施することができる。そうすることにより、再測による手戻り作業を削減し、作業効率を向上させることができる。

5.4. 新技術情報提供システム(NETIS)

統合型測量機器(トリンプル SX12)について、2022 年に NETIS(登録番号: KK-220044-A)に「自動合成機能を搭載した地上型レーザースキャナーシステム」として登録されており、土木工事における現地測量、出来高管理等で活用されている。

6. おわりに

今後、UAV を活用した写真測量や TLS 測量(地上レーザ測量)及びマルチビーム機器を用いた深淺測量の業務が増えると思われる。生産性の向上、コスト削減に繋げていくうえで、業務における設計の目的及び現場状況に適した測量機器の選定が重要となり、導入した統合型測量機を積極的に活用して BIM/CIM 業務に対応していく。また、BIM/CIM 適用業務【受注者希望型】については、測量、調査、設計段階で三次元モデルを作成することで、施工、維持管理へ効率化や有効性に繋がることをどのようにして発注者へ提案するかを検討することが重要である。

参考文献 公益社団法人日本測量協会
測量新技術研修会資料(令和 5 年 6 月)
The Journal of SURVEY(令和 5 年 4 月版)