簡易レーザースキャナ（BLK360）の土木工事への適用性検証

㈱安藤・間　正会員　○篠原隆士，山岸真理，田邊卓，石濱裕幸

1. はじめに

CIMやi-Construction等の施策により，現場での地上型レーザースキャナ（以下，TLS）の活用機会が増えている．トータルステーションやGNSS測量器では不可能な高密度での座標取得が短時間で可能なため，出来形確認や工事進捗状況の確認，工事状況記録などの生産性向上に寄与し，今後更に活用の機会が増えると予想される．しかしながら土木工事で使用されるTLSは1台およそ800～2000万円と，現場での使用頻度を考慮すると高価である．そこでレーザースキャナをより多くの現場に導入し生産性向上を図る目的で，TLSに比べ1/2以下のコストで導入可能な簡易レーザースキャナBLK360（**写真-1**，以下BLK360）の土木工事への適用性を検証した．

写真-1　簡易レーザースキャナ BLK360

2. 検証実験概要

検証実験は開削土留工事現場にて，土木工事で使用されるTLSと同じ箇所をBLK360で計測し，スキャン結果同士の比較を行うものとした．TLSはカタログ値で50mで3mm と高精度なLeica社のP40を使用した．TLSの点群を比較対象とした理由は，点のばらつきがないか確認するためと，土留めの施工精度よりもTLSの計測精度が高いためスキャン結果自体の比較が可能なためである．点群に座標を付与するためのターゲットは施工の支障にならない3点に設置し，TLSは3カ所，BLK360は4ヶ所からスキャンを行い（**図-1**，赤：スキャン位置（TLS及びBLK360），橙：スキャン位置（BLK360のみ），青：ターゲット設置位置），土留め壁面および床付け面全体の点群を取得した．

図-1　検証実験スキャニング箇所

3. データ処理と比較

現場でスキャンした点群データを，スキャナメーカーの点群処理ソフトであるCycloneを使用してBLK360とTLSそれぞれについてターゲットを基準とし合成したモデルを作成した．作成した２つのモデルを検査ソフトであるGeomagic Control Xを用いて重ね合わせ，両者の差からTLSに対するBLK360のスキャン精度を確認する．なおソフトの都合上，比較の基準となるTLSのデータはメッシュに変換しBLK360の点群との最短距離で評価した．

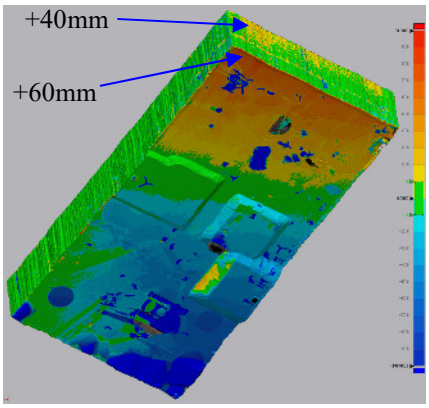

図-2　BLK360 と TLS 比較結果（モデル）

4. 比較結果

BLK360 と TLS のモデルの比較を行ったところ，底面で最大 60mm，壁面で最大 40mm の誤差が確認された．しかし，比較した結果のヒートマップ（**図-2**）を見ると，何れかのモデルが回転していることが疑われた．回転が生じた理由として以下の 3 つが考えられる．ア）比較対象である TLS のデータが回転誤差を生じているケース，イ）Geomagic ControlX で TLS と BLK360 のデータを比較する際に補正がかかっているケース，ウ）ターゲットの配置により誤差が大きくなっているケースである．

ア）では BLK360 のデータは正しいが，比較対象である TLS のデータが回転しており，それが比較結果に反映されてしまっている可能性がある．そこで，TLS データの確認のため TLS のモデルと土留工の計画モデルの比較

キーワード：CIM, i-Construction，レーザースキャナ，BLK360，点群
連絡先：〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20/TEL:03-6234-3672/FAX:03-6234-3704

© Japan Society of Civil Engineers

を行った．比較の結果，多少の誤差は生じているものの，全体的な回転誤差は生じておらず（図-3），TLS のデータには問題ない．

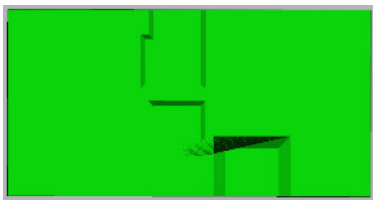

図-3　TLS と土留計画モデルの比較結果（底面）

イ）では BLK360 の合成モデルには 4 つのスキャンデータが含まれており，同じ計測箇所に複数の点があるため Geomagic ControlX で比較する際に，TLS に最も一致するように直線的に補完され誤差が生じた可能性がある．これについて確認するため BLK360 の 1 スキャン毎のデータと TLS のモデルをそれぞれ比較した（図-4）．各々の比較結果についても同様な回転誤差が生じている傾向が確認できる．このため，４つのスキャンデータを Geomagic ControlX で合成する際に生じた誤差ではないことが確認できた．

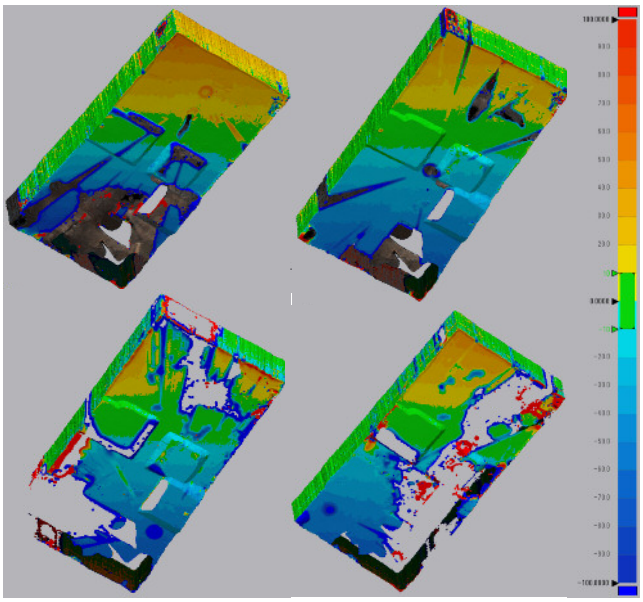

図-4　TLS と BLK 1 スキャン毎の比較結果

ウ）ではターゲットの配置により誤差が生じた可能性が疑われる．今回，現場が稼働している中でスキャンを行ったため，ターゲットの設置位置に制約があり，３つのターゲットが直線的な配置となってしまった（**図-1** の青）．誤差を持つ３点で平面を定義する場合，平面誤差は３点を結んでできる三角形の面積に反比例する．今回ターゲットが直線的な配置であることに加え，高さもほぼ同じ高さであり，平面を定義するための面積が小さくなってしまった．ターゲット同士の距離を広げ高低差をつけ，ターゲットが作る三角形の面積を大きくすることで，誤差を少なくできると考えられる．これについては今後追加検証を行う予定である．

5. 合成方法の変更

ターゲット配置による誤差が生じた対応策として点群の合成方法の変更を試みた． BLK360 には水準器が搭載されていないため今回の検証ではヘルマート変換により座標を付与していた．しかし，実際に現場でスキャンを行うときには三脚に付属している水準器で水平を取っていたため，データは水平に取れているものと仮定し，XY（水平）方向と Z（鉛直）方向をそれぞれ独立して回転誤差が生じないように合成し，TLS のモデルと比較を行った．その結果，15mm 以内の誤差となった（**図-5**）．これに TLS の測定誤差を加えたものが BLK360 の測定誤差だといえる．例えば場所打ち函渠工での内空の出来形管理基準は-20mm 以内であるため，精度上構造物等の出来形測定に用いることは現在のところ難しいが，仮置き盛土の土量計算や仮設材の体積把握等に用いることは十分に可能であると考える．

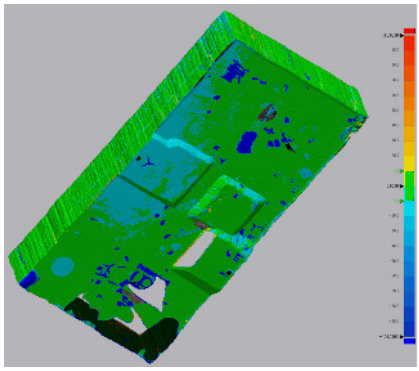

図-5　BLK360 の合成方法変更後の比較

6. おわりに

今回の検証から，ターゲットの配置間隔が狭いとスキャンデータに回転誤差が生じる可能性があることが分かった．今後ターゲットの配置が誤差に与える影響を追加検証し，適正なターゲット配置の確認および適切に計測した場合の BLK360 の実用精度の確認を行う予定である．また，それと並行し，ターゲット設置の手間を削減するため，点群データを形状合成した場合の精度確認・検証を行い，レーザースキャナの現場への導入をより簡便にし，生産性の向上を図っていきたい．

【参考文献】
1) 江里口貴生：レーザースキャナーによる施工管理に関する一考察,九州地方計画協会
2) 鹿田正昭ほか：地上型レーザースキャナーデータ計測の標準化に関する調査研究,日本建設情報総合センター研究助成事業成果報告会資料集
3) 坂井知也ほか：レーザースキャナを用いた平面計測における誤差分布モデルの構築,高知工科大学大学院工学研究科修士論文(未公刊)

© Japan Society of Civil Engineers