

地上レーザスキャナの精度に関する実験的検討 (距離, 色)

東日本旅客鉄道 (株) 正会員 ○高見澤 拓哉
東日本旅客鉄等 (株) 正会員 井口 重信

1. はじめに

地上レーザスキャナ (以下, TLS) は, 簡易に 3 次元空間情報を取得できることから CIM や BIM において, 数値地形図の作成や, 出来形検査などに幅広く活用されている. これまで TLS は, 国土交通省が主動する基準類において, 求められる要求性能 (必要な精度) を規定し, 実施をされてきた. 一方で鉄道工事におけるホームやレールの出来形計測においては, 国土交通省で規定する要求性能以上の高い精度が必要である. このことから, 高い精度が必要な鉄道工事の出来形検査などに活用することを目的に, TLS の精度に関して距離や色などの要素とそれに伴う精度の特性を実験により検討した.

2. 試験の概要

2. 1 試験方法

試験におけるターゲットの配置状況を図-1 に示す. 試験場所は, 密閉された屋内とし, 水銀灯により一定の照度を確保した環境において実施した. ターゲットは, TLS 本体より, 10m から 50m まで 10m ピッチに設置した. 各ターゲットの設置位置は, TLS 本体から放射状に配置することで一度の計測ですべてのターゲットが計測できるような配置とした.



図-1 ターゲット配置状況

2. 2 ターゲット

ターゲットの詳細を図-2 に示す. ターゲットは 500 mm×500mm の平板とし, 表面には白, 赤, 黒の色が付いた紙を平坦に張り付けたものと, 半透明のアクリル板をそれぞれ用意した. また, ターゲットをレーザから直角になるように配置した.

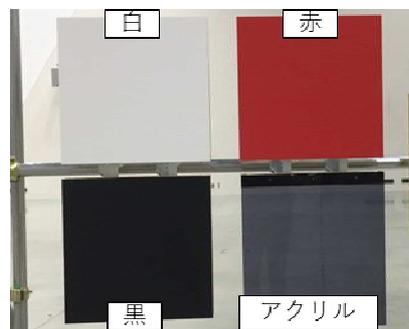


図-2 ターゲット詳細

2. 3 地上式三次元レーザスキャナ

試験に用いた TLS 本体は, 4 社 (A~D) の協力により行った. 本稿では, 10m 地点の点密度 25,000 点/m²程度 of データについて検討を行う.

3. 試験結果

3. 1 試験結果概要

ターゲットの計測データを反射強度で表したものを図-3 に示す. 白, 赤と比べ, 黒の反射強度が低い傾向にある. また, 半透明のアクリル板は, レーザが透過することで点群の取得ができなかった.

本試験の結果は, ターゲットの奥行き方向を Z 座標, ターゲットの面を XY 座標として検討する. Z 座標の原点は, 点群データの重心位置とした. 本稿では, 1 点 1 点が示す Z 座標のばらつきを誤差とし, 誤差の標準偏差で示す. また点群データは, レーザが正確に当たった点を抽出するため, ターゲット端部の 50 mm を除いた.

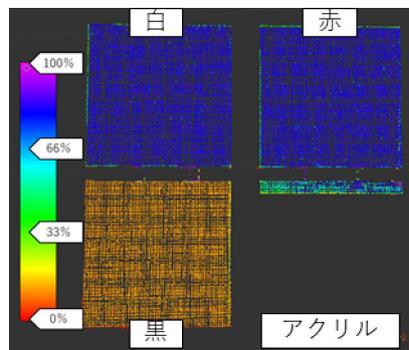


図-3 ターゲット反射強度

キーワード TLS, 点群, 三次元レーザ測量, 精度

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町 6 番 26 号 東日本旅客鉄道 (株) 上信越工事事務所 TEL027-324-9369

3. 2 色と精度の関係

図-4に測量器から30m地点におけるターゲットの色ごとの反射強度の平均値を示す。今回用いた白色と赤色では、反射強度に違いが見られなかった。黒色は、白色と赤色と比較し、反射強度の平均値が低くなった。図-5にターゲットの色ごとのZ方向誤差の標準偏差を示す。各社とも白色と赤色の標準偏差を比べると、同程度の値を示した。また、反射強度と同様に黒色は、白色と赤色と比較し、Z方向誤差の標準偏差が高い結果となった。

3. 3 距離と精度の関係

図-6に反射強度の平均値と測定器からターゲットまでの距離の関係を示す。図には、各社の違いと色による違いが分かるように、A社、B社における白色と黒色のターゲットについてグラフ化した。各社や色などの要素に関係無く、距離における反射強度は、一定の値を示した。図-7には、Z方向の標準偏差とターゲットまでの距離を示す。図-6では、反射強度と距離の影響は見られなかったが、図-7では、反射強度の低い黒色のものは、距離が増すほど標準偏差が大きくなった。また、反射強度が高い白色のものは、50mまでの距離の影響が小さかった。

4. 考察

今回の実験的検討における、図-6、図-7に示す反射強度の平均値をX軸、Z方向誤差の標準偏差をY軸にとり、距離ごとにプロットしたグラフを図-8に示す。レーザー光から直角に配置されたターゲットであれば、反射強度が80%以上では、試験した50mの範囲において標準偏差が1.0mm以内であることから、反射強度の下限値を設けることでより精度高く運用が可能であると考えられる。

5. おわりに

本稿の試験範囲により以下の知見が得られた。

- (1) 反射強度が低いものは、Z方向誤差の標準偏差は大きくなる。
- (2) 距離と反射強度には、相関が無く一定の値を示す。
- (3) 距離が大きくなると反射強度の低いものは、Z方向誤差の標準偏差が大きくなる。
- (4) 反射強度80%以上であれば、試験した50mの範囲において標準偏差は1.0mm以内となる。

参考文献

1) 鹿田 正昭；地上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，2012，11
 2) 高見澤ら；3次元点群データを用いた測量精度に関する実験的検討。2017，9，第72回土木学会全国大会

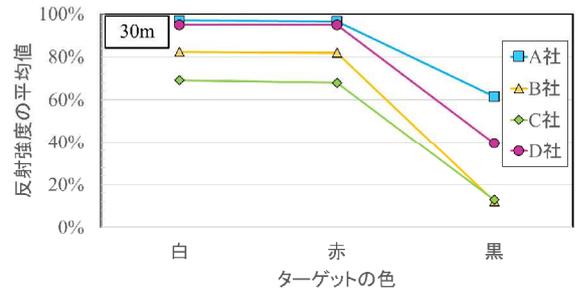


図-4 反射強度とターゲットの色

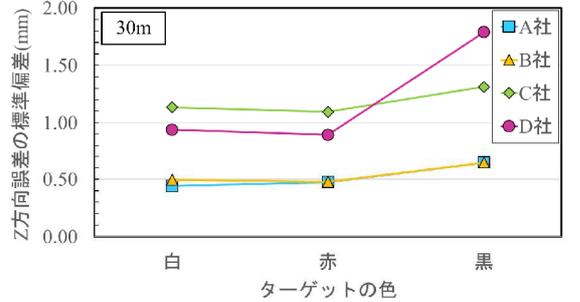


図-5 標準偏差とターゲットの色

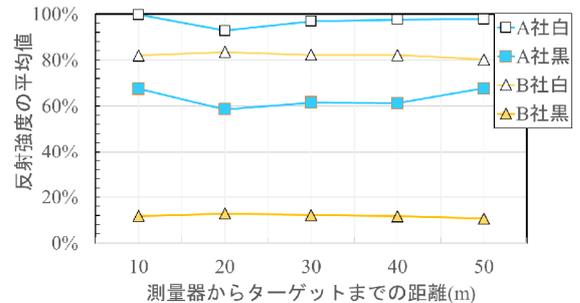


図-6 反射強度と距離

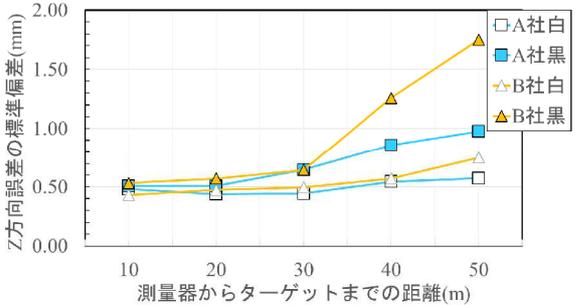


図-7 標準偏差と距離

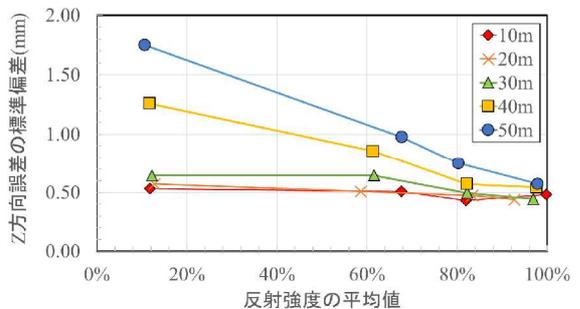


図-8 標準偏差と反射強度