

3D 小型 LiDAR の用途拡大に向けた精度検証

Verification of Precision for Expanded Applicability of Compact 3D LiDAR

前田 幸男*, 黒田 千歳*, 大江 隆史*, 山口 和也**, 京免 継彦**, 中田 範俊***, 小野 知義****

キーワード：LiDAR, レーザー反射強度, DBSCAN, 移動行列, 回転行列, リジット変換

研究目的

近年、自動運転やロボット技術の発展に伴い、広い視野角を持つ3D 小型 LiDAR (Light Detection And Ranging) が普及してきた。建設分野においても、測量用の高精度レーザースキャナーに比べ、小型、軽量、低価格であり、リアルタイムな測定が可能なことから、各種用途に用いられるようになってきた。

本研究は、新たな用途への適用に向けて、使用条件や環境に応じた測定精度を把握することを目的に実施した。

研究方法

LiDAR は、視野範囲の対象物の形状を測定するセンサーであり、所定の既知点 (機械点) 直上に設置することや後視点を視準することができないため、測量や変位測定に用いる場合には、座標原点を把握し、適切な座標系でデータ処理を行うことが重要となる。本研究では、LiDAR 自体の測定精度、基準点とするマーカー中心の検出精度、座標変換後の精度に及ぼす影響について検討した (表-1)。

マーカー中心の座標は、LiDAR 取得点群データの反射強度より、マーカー部データを抽出し、外れ値を除去 (DBSCAN :Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) 後のマーカー面上点群の重心とした。また、座標変換については、模擬トンネル内に設置した配置パターンの異なる3点のマーカーに対して、基準とする LiDAR 取得のマーカー中心検出値をトータルステーション (TS) の視準測定値に合わせるリジット変換を行い、これより求まる移動行列、回転行列により、点群を同一座標系に変換し、配置パターンの影響を調べた。

研究結果

LiDAR のマーカー中心検出値の標準偏差 σ は、マーカー面上の点群数が多いほど小さく、点群数は、測定距離、測定時間、マーカー面積・角度の影響を受ける (図-1)。

座標変換後の精度 (LiDAR と LS:レーザースキャナーとの差分) は、基準点の配置 (マーカー, LiDAR の設置位置) パターンの影響を受ける。本検討では、リジット変換としたため、変換前後のマーカー間距離は同じとなるが、LiDAR, LS 各座標系での2点間距離の差は、パターンにより異なるが、14mm以下となった。

対して、変換後の点群の差 (図-2: パターン5-1, 7-1の例) は、マーカー配置パターンの影響を受け、トンネル内位置により大きく異なる。

今後は、測定範囲に応じたマーカー配置、座標変換法、測定面の凹凸評価など検討していきたいと考える。

表-1 検討項目

検討事項	実施内容	試験条件
距離測定精度の検討 マーカーの測定精度 DBSCANの中心検出精度	基準点のマーカー座標値の精度について、 ・LiDARのパラッキ (σ) の検証 ・TS測定値との比較	・測定距離、測定回数、測定時間、マーカー面角度 (照射角) ・マーカー移動量
座標変換後の点群精度の検討 模擬トンネル覆工面の点群精度の評価 (LSとの比較)	・模擬トンネル覆工面測定において、マーカー配置パターンが座標変換に及ぼす影響など、LS測定結果と比較し、点群の精度を検証	・マーカー配置パターン ・座標変換方法

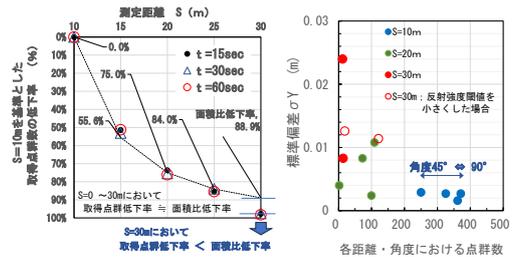


図-1 測定距離, 点群数, 標準偏差

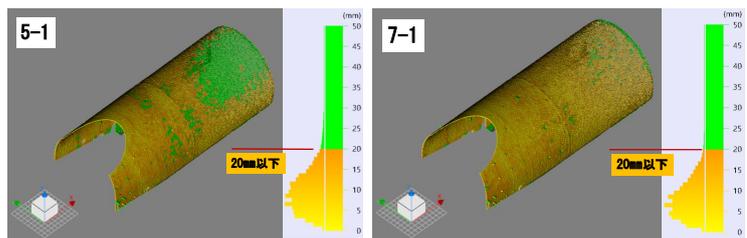


図-2 マーカー配置パターンの影響 (LiDAR と LS 差分解析結果例)

* 技術センター 土木研究部, ** 技術センター ICT 推進部, *** 土木事業本部 技術推進部, **** 札幌支店