

特定土工点検への TLS の利用方法に関する研究

日大生産工(院) ○ 田中 政嗣 日大生産工 朝香 智仁
 日大生産工(非常勤) 中島 英敬 日大生産工 内田 祐貴
 日大生産工 杉村 俊郎

1. はじめに

2017年, 国土交通省道路局により, 高さ15m以上の切土と高さ10m以上の盛土を特定道路土工構造物と位置付け, 地方自治体などの道路管理者に対して5年ごとに近接目視点検を基本とした点検要領が定められた¹⁾. 道路土工構造物点検要領では, 道路土工構造物についての点検に関する技術開発が多方面で進められており, 同要領に基づく点検が合理化できる手法と判断される場合は採用してもよいと記載されている.

本研究では, 特定道路土工構造物点検要領の新たな点検技術として, 地上型レーザースキャナ (TLS; Terrestrial Laser Scanner) を用いた道路法面の点検が可能であるか, 時系列による変動量の評価方法等の観点から検証することを目的とした.

2. 解析手法

本研究では, 千葉県南部に位置する2カ所の道路法面を研究対象地 (図-1) に選定し, 2018年10月および2021年9月に現地調査を実施した. 研究対象地は, 継続的にTLSおよびRTK-GNSS測量で道路法面の動態調査を実施しており, (a)および(b)ともにコンクリートで保護された「法枠工」の長大法面である.

次節では, 現地調査およびTLS解析の詳細について記述する.

2. 1. 現地調査

2018年10月10日および2021年9月2日に, 道路法面の形状を高精度に把握するため, TLSによる三次元点群データを取得した. TLSの観測後は, 三次元点群データを3Dヘルマート変換するための地理座標を取得するため, RTK-GNSS測量によって道路法面における特徴点の地理座標を取得した.

また, 道路法面に対して道路の反対側の堅固な場所に2カ所の基準点を設置し, RTK-GNSS測量によって周辺の地殻変動を把握する目的で地理座標を取得した.



図-1 現場写真

(a):夷隅郡大多喜町 (b):南房総市大井

2. 2. TLS解析

本研究で使用したTLSでは, 360度回転しながらレーザー照射を行うことで, 三次元の高密度なX・Y・Z座標値およびRGBカラー情報を取得することが可能である. 事後解析によって, これを三次元点群データとして処理し, また2018年と2021年の観測データをレジストレーションするため, 3Dヘルマート変換を行った. さらに, 道路法面の動態調査に対してはノイズ成分となる植生などの点群を消去した.

3. 結果と考察

図-2 は, 2018 年および 2021 年に観測した三次元点群データを用いて, 4 cmメッシュのZ軸方向の変位量を可視化したものである. また, 図-3 は図-2(a)および図-2(b)の平均値と標準偏差から作成したヒストグラムである. 1σ で図-2(a)が ± 0.109 , 図-2(b)が ± 0.105 であるため, 誤差成分を考慮しても 1σ よりも外側のデータはノイズ等と考えることとした. これを判断材料にすると, 図-2(a)では法面の下部やレーザーが当たらない箇所で異常値と思われるデータが検出された. 図-2(b)では, 法面全体で異常値と思われるデータが散見された. これについては, 2 時期で観測された三次元点群データの点群密度によって引き起こされる異常値や, 植生などのノイズ成分を取り除けない部分が影響を及ぼしていると考えられる. よって, TLSによって特定道路土工構造物点検する場合, 変位量の数値については扱いに注意を要すると

Inspection Method For Large Reinforced Slopes Using Terrestrial Laser Scanner

Masashi TANAKA, Tomohito ASAKA, Hidetaka NAKAJIMA,
 Yuuki UCHIDA and Toshiro SUGIMURA

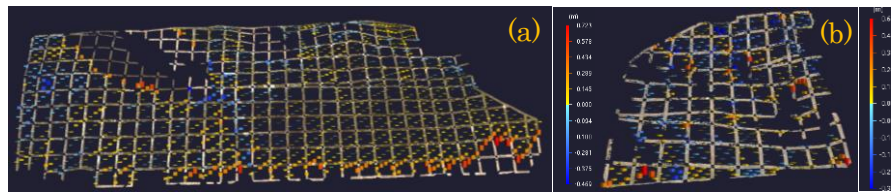


図-2 Z軸方向での変位（メッシュ単位：4cm）

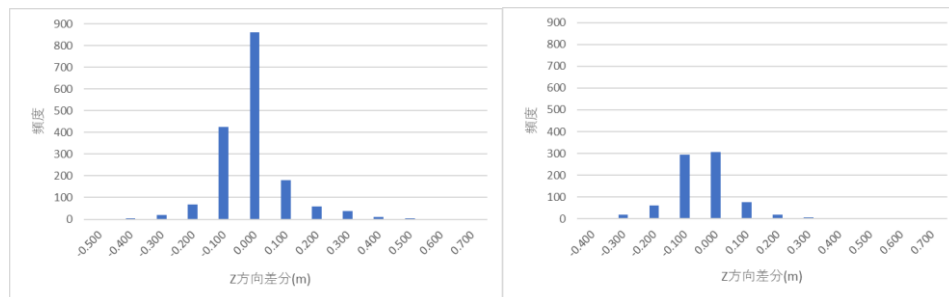


図-3 頻度分布図 左:(a) 右:(b)

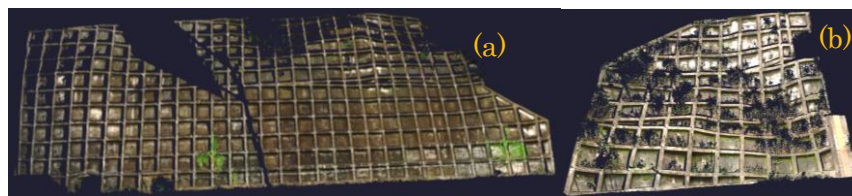


図-4 2021年 三次元点群画像

言えるため、信頼できる三次元点群データの部分を抽出して変位量を扱うべきである。

なお、表-1は、道路法面付近に設置した2カ所の基準点から、道路法面付近の地殻変動を推定したものであるが、これに基づけば、研究対象地周辺はある一定の変位が起きていることが推察できるが、 $\pm 10\text{cm}$ を超えるような大きな地盤変動は発生していないと思われる。

次に、特定土工点検では、現在目視点検による点検を行っている。そこで、TLSで取得した三次元点群データの画像に着目し、目視点検と同等な点検が可能であるか検証した。図-4は、2021年に観測した三次元点群データであるが、比較的植生などのノイズの少ない場所では表面全体を視ることができたが、レーザーが当たらない部分は欠損となってしまうため、全体の目視点検は不可能であると言える。しかしながら、非常に小さな幅のひび割れを除けば、人の身長が届かないような場所でも大きな変状は確認することができるため、TLSの測定方法の改善や現場の条件が整えば、目視点検に迫る画像が得られると思われる。

4. まとめ

本研究では、コンクリートで保護された法枠

表-1 RTK-GNSS 測量による地殻変動推定値

現場名	地殻変動値(m)		
	X	Y	Z
(a)	0.002	-0.018	-0.046
(b)	0.0245	0.012	0.007

工の道路法面を研究対象として、TLSを用いて約3年間における道路法面の動態について解析した。結果として、三次元点群データから定量的な変位量を推定するためにはいくつかの留意しなければならない事項があった。また、特定土工点検における目視に代わる方法として三次元点群データは、条件さえ整えば利用価値が高いと判断できる。今後は、UAVを用いることでTLSでは不可能であった上空から観測を組み合わせ、三次元点群データによる特定土工点検の点検方法を検討する予定である。

参考文献

- 1) 道路土工構造物点検要領-国土交通省(2017) https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yo-bohozen/tenken/ty_h2908.pdf (参照2021-10-6)