

地上型レーザスキャナを用いた道路法面の動態調査に関する研究

日本大学大学院	学生会員	○田中	政嗣
日本大学	正会員	朝香	智仁
日本大学	正会員	杉村	俊郎
日本大学	正会員	野中	崇志

1. はじめに

国土交通省では、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」と位置付けており、地方自治体などの道路管理者に対し 5 年ごとの近接目視による点検の実施を求めている¹⁾。千葉県は、斜面崩壊が起こりやすい地域として急傾斜地崩壊危険区域が 540 か所あり、様々な形状の道路法面が存在する²⁾。多種多様な道路法面が存在する中、点検を広域的且つ定量的に行う事は、ストックマネジメントの観点からも有用である。

本研究は道路法面を研究対象とし、地上型レーザスキャナ(TLS: Terrestrial Laser Scanner)を用いて、二時期に取得した三次元点群データよりその変位量を定量的に推定する場合における、精度評価と問題点の抽出を目的とした。

2. 研究手法

本研究では、2018 年 10 月 10 日及び 16 日～17 日、2019 年 10 月 8 日～9 日に図 1 に示す 3 地点において現地調査を実施した。現地調査地点に選出した 3 地点は、継続的に TLS を用いた道路法面の動態調査を実施しており、いずれもコンクリートで保護された道路法面である。次節では、現地調査での調査項目について述べる。

2. 1. 現地調査

現地調査では、調査地点の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の取得を行った。また、三次元点群データの位置精度を評価するため、トータルステーション(TS: Total Station)を用いて道路法面の寸法も計測した。さらに調査地点に基準点を設置し、VRS 方式による RTK-GPS 測も実施し、三次元点群データを地理座標系へ変換する

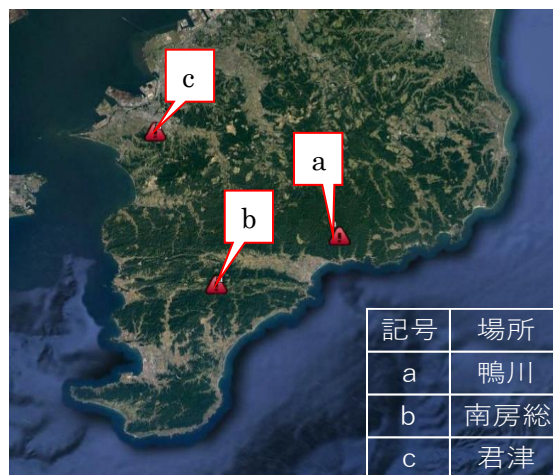


図 1 研究対象地の位置

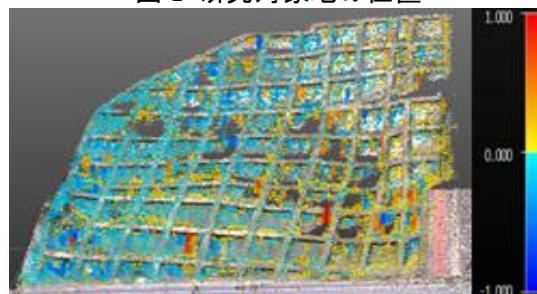


図 2 三次元点群データの二時期における Z 方向の差分画像（研究対象地 b）



図 3 三次元点群データの二時期における特定地点の Z 方向の差分値（研究対象地 b）

こととした。

2. 2. TLS による変動量推定

本研究で使用した TLS では、X・Y・Z の座標値及

キーワード 特定道路土工構造物,急傾斜地崩壊危険区域,三次元点群データ,TS

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TEL. 047-474-2451

表 1 TS の測定距離（実測値）と三次元点群から算出した距離（推定値）の差

場所	TSによる実測値(m)	三次元点群データによる推定値(m)	差(m)
鴨川	13.889	13.914	-0.025
南房総	12.307	12.304	+0.003
君津	12.124	12.104	+0.020

表 2 特定点における三次元座標の差の平均値

研究対象地	a			b			c		
座標	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
平均(m)	-0.015	0.016	-0.045	-0.016	0.008	-0.008	-0.013	0.013	-0.016
標準偏差(m)	0.008	0.009	0.010	0.016	0.009	0.017	0.007	0.016	0.008

び RGB カラー情報が同時に取得可能である. 三次元座標データ及びカラー情報から、専用のソフトウェアを用いて三次元点群データを作成した. さらに、取得した三次元点群データは、画像中の縁石等の不動点を基準として重ね合わせるにより、図 2 に示すように二時期における Z 軸方向の変位量をメッシュ単位で計算した. しかしながら、経年変化により道路法面以外の変動, 例えば草木等の繁茂により構造物以外の変動が三次元点群データに含まれてしまう可能性があるため, 道路法面の左右・上下・中央部分において同点と確認できる場所（特定点）で、二時期の三次元座標を取得し、図 2 によって得られたデータの評価を行うこととした. 図中のカラーバーに示す様, 赤色の濃度によって隆起方向, 青色の濃度によって沈降方向を示した. 図 3 は、図 2 の検証に使用した地点（計 9 点）である.

3. 結果と考察

表 1 は、各道路法面において、TS で測定した距離（実測値）と三次元点群データで同地点の距離を測定した結果（推定値）を示したものである. 結果として、三次元点群データは、0.003～0.025m の誤差が含まれている可能性があることがわかった. よって、三次元点群データは、最大で 25mm 程度の誤差が含まれていることを前提に評価しなければならないと考えられる. また、観測距離が測定位置から離れるほど三次元点群の密度が疎になるため TLS の設置位置から遠く離れるほど、誤差も大きくなることも考慮しなければならないと思われる.

図 2 に示したような解析から、道路法面全体の Z 軸方向の差の平均値を算出したところ、研究対象地 a : -0.011m（標準偏差 0.169）、研究対象地 b : -0.015m

（標準偏差 0.117）、研究対象地 c : -0.013m（標準偏差 0.045）であった. 表 2 は、図 2 の検証用に取得した特定点の、二時期における三次元座標の差分値の平均値を算出した数値である. よって、メッシュ単位での Z 軸方向の差分値と同様な沈降方向を確認することができたが、標準偏差には大きな差があり、法面全体の標準偏差は TS の測定誤差以上であるため、メッシュ単位での解析については誤差要因となる三次元座標は予め取り除く必要があると思われる.

一方で, TLS では RGB カラー画像が合わせて取得できるため, ひび割れ等の目視判読は可能であることがわかった. しかしながら, 法枠工で施行された道路法面では, 図 3 に示すようにレーザーが照射されない部分において三次元座標が取得できないため, TLS を点検に使用する場合には死角ができないような観測方法を検討する必要がある.

4. おわりに

本研究では、コンクリートで保護された道路法面を対象に, TLS を用いて約一年間における変動量を推定した. 変動量は定量的に求められるものの, 三次元座標の取り扱いには注意を要すると結論付けられるが, 目視点検の代用ツールとしての可能性については確認することができた. 今後は, UAV レーザーの利用についても検討する予定である.

参考文献

1) 国土交通省：道路土工構造物点検要領，
https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/tenken-yoryo_201806.pdf
2) 千葉県：急傾斜地崩壊危険区域一覧，
<https://www.pref.chiba.lg.jp/kakan/sabou/kyuukeisha/>