

地上型レーザスキャナによる地すべり変動機構把握の試み

武士俊也^{*1}・石田孝司^{*1}・○野田敦夫^{*2}・下村博之^{*2}・小松崎弘道^{*2}・樋口佳意^{*3}
石坂周平^{*3}・村崎充弘^{*4}・西山昭一^{*4}・児玉 浩^{*5}・稲垣 裕^{*5}

※1(独)土木研究所 ※2(株)パスコ ※3 坂田電機(株) ※4 応用地質(株) ※5 日本工営(株)

1. はじめに

地すべりの前兆となる亀裂や段差が発生した場合には、対策を検討する上で、地すべりの範囲や規模を迅速に把握することが重要である。また、被害を未然に防ぐためには、その地すべりが滑落に至る危険度を評価することが重要である。地すべり滑動の初期段階には一般的に地すべり頭部付近に亀裂や段差が生ずるが、側部や末端部での変状は地すべり土塊がある程度滑動した後に表れる場合が多く、地すべり初期段階において地すべりの範囲を正確に特定することは困難である。また、地すべりが滑落に至る危険度を評価するためには、地すべり末端部を含む範囲の変形を把握することが重要であると考えているが、これを面的に計測する技術は確立されていない。

そこで我々は、地すべりが大きく滑動する前の段階における地すべり末端部付近の小規模な地形変化を面的に計測し把握する技術、またその結果を基に、地すべり末端部で発生する小規模な崩落範囲や規模を推定する技術の開発を目的とした研究を行っている。

2. 研究方法

本研究では、地すべり地形を面的に計測する手法として、地上型レーザスキャナ（以下、「スキャナ」という）を用いた計測を試みている。以下に、研究方法を述べる。

2.1. 地上型レーザスキャナの概要

本研究に用いたスキャナ（図-1）は、レーザを用いて計測対象物の標高点群データを取得する計測装置であり、地形形状を三次元的に捉えることが可能である。今回用いたスキャナの諸元を表-1に示す。



図-1 地上型レーザスキャナ

表-1 スキャナの諸元

機種名	トプコン社製:GLS-1500
測定距離	~330m(反射強度90%)
単発測定精度	4mm(~150m)
スポットサイズ	16mm(100m)

2.2. 計測方法

2.2.1. 対象斜面

計測対象斜面は、計測期間中に斜面変動が見込まれる以下の地区とした。

(1) 道路沿い斜面 (A地区)

道路沿いの斜面において地すべり変動が発生しており、道路が陥没している地区。道路上方にスキャナを設置し、路面の計測を行った（計測距離：約10~40m）。

(2) ダム貯水池斜面 (B地区)

ダム貯水池に面する斜面である。貯水池の対岸にスキャナを設置し、対象斜面を計測した（計測距離：約100~200m）。

2.2.2. 現地計測方法

(1) スキャナ計測

- ・スキャナ設置点では、スキャナの位置が常に同じ位置となるように細心の注意を払って、機械点を固定した。
- ・スキャニング範囲は、地形変動が想定される範囲を包括するように設定した。
- ・計測日等の概要を表-2に示す。

(2) 検証点の計測

- ・現地における実際の地形変動を正確に把握するために、各地区の計測範囲内に検証点を数点設置した。
- ・スキャナ計測と併せて、検証点の位置をトータルステーション（以下、「T.S.」）により計測した。

(3) 計測データの解析

- ・スキャナ計測結果のデータは、機械座標系の数値で取得される。このため、複数時期の計測結果を重ねるための座標変換を行った。
- ・座標変換後のデータをもとに、複数時期のスキャナ計測結果を重ね合わせ、上下方向もしくは水平方向の変化量（≒変動量）をもとめた。
- ・スキャナ計測データによる変化量は、T.S. 計測による検証点の変化量と比較することで検証を行った。

表-2 各地区の計測概要

地区	A地区	B地区
計測日	・1回目:2009/09/10 ・2回目:2009/11/27 ・3回目:2010/06/16 ・4回目:2010/11/25	・1回目:2009/09/15 ・2回目:2009/12/04 ・3回目:2010/06/15 ・4回目:2010/10/8
取得点間隔設定	10m先で約5cm間隔	200m先で約10cm間隔
計測距離	約10~40m	約100~200m

3. 研究結果

現時点の研究成果の一部について紹介する。

3.1. 道路沿い斜面の計測結果 (A 地区)

T. S. 計測結果より、計測期間中の検証点の変化量は、上下方向 (z 方向) に約 6~10cm 沈下し、水平方向 (y 方向) に約 2~8cm 移動する傾向が確認された。

一方、スキャナ計測による差分解析結果からは、上下方向 (図-2)、水平方向ともに T. S. と同じ程度の変化量が推定され、小ブロックごとの変化量の差も明瞭に把握することができた。

3.2. ダム貯水池斜面の計測結果 (B 地区)

T. S. 計測結果より、計測期間中の検証点の変化量は、すべての方向において 1cm 未満の移動であり、ほとんど変化がないと推定された。

一方、スキャナ計測による差分解析結果においても A 地区で確認されたような変化は確認されず、T. S. 計測結果と概ね一致する傾向となった (図-3)。

なお、植生で覆われた斜面部では、一見斜面がせり出しているような解析結果が得られており、スキャナ計測による変化量解析に植生が影響を及ぼしている状況も見られた。

4. 考察

- A・B 両地区の計測結果より、検証点付近の変化量は T. S. 計測結果とスキャナ計測結果とはほぼ一致した。
- A 地区では、スキャナ計測結果から小ブロックごとの変動差を表すことができた。
- B 地区では、構造物で覆われた斜面や露頭部においてスキャナ計測結果から変動はほとんどないことを示すことができた。
- ただし、スキャナ計測による差分解析結果に植生が影響を及ぼす傾向がみられた。

以上の研究結果より、構造物で地表が覆われている斜面や、裸地や露頭部など植生で覆われていない斜面では、地上型レーザスキャナにより地表の三次元的な変化量を把握することが可能であると考えられる。

5. おわりに

本研究は現在継続中であり、今後は以下の課題について研究を進めていきたい。

- 植生の被覆状況を考慮したスキャナ計測・評価手法の検討
- 地すべりの面的な変形・変位の把握手法の構築
- 計測結果に基づく地すべり末端部等での崩落範囲・規模を推定する技術の開発 等



写真-1 A地区の状況

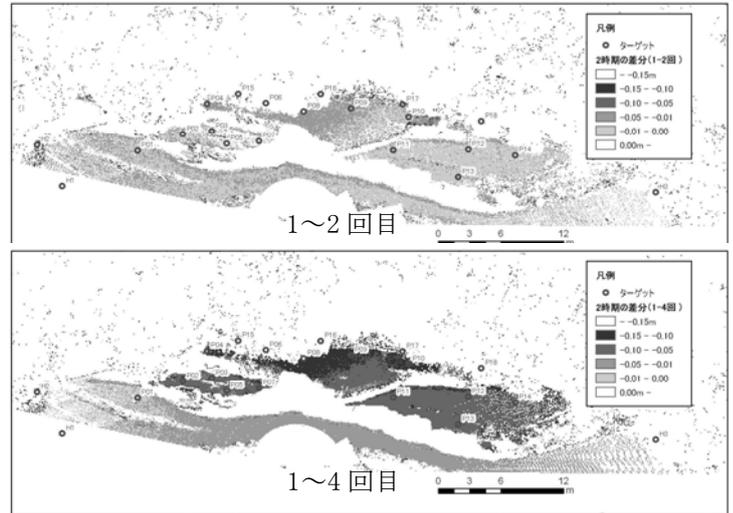


図-2 スキャナ計測によるz方向の変位 (A地区)



写真-2 B地区の状況

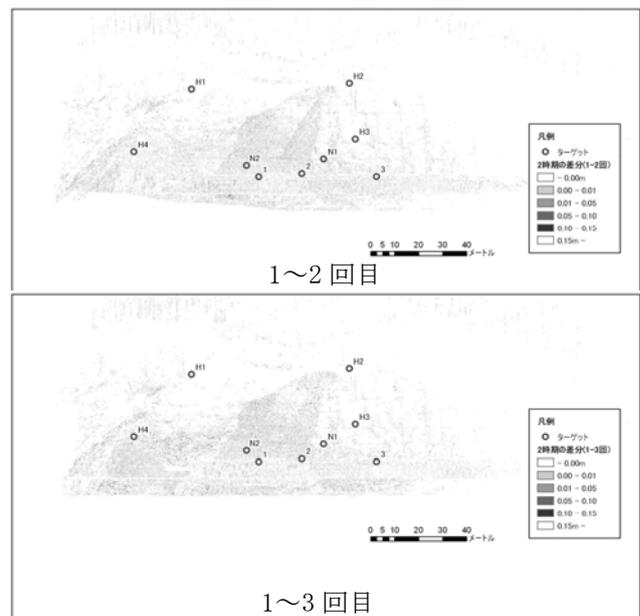


図-3 スキャナ計測による正面の変位 (B地区)