

地上型 LiDAR を用いた  
地すべりの監視手法  
Methodology of Landslide Monitoring  
by Using Ground Based LiDAR

高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻

社会システム工学コース 1135082

稲田 涼

指導教員 高木 方隆 教授

副指導教員 藤澤 伸光 教授

## 論文要旨

地すべりを未然に防ぐためには、地すべりの動き方を理解することが重要となる。地すべりの計測手法としては、地盤伸縮計や、孔内傾斜計、GPS を用いた地すべりの変位抽出が行われているが、これらは、点や線での計測であるため、面的な地すべり全体の挙動把握は困難である。そこで、短時間で広範囲の3次元座標を取得することのできる地上型 LiDAR が地すべり全体の変位抽出に期待できる。使用する機材は、LMS-Z210(RIEGL 社) であり、精度は、標準偏差 2.5cm である。本研究は、地上型 LiDAR を用いた、地すべりの監視手法を確立させる。そのために、各項目ごとに手法を確立する必要がある。

### 1. データの取得

面的な変位抽出を行うには、平坦な表面を持つ対象物に対して計測を行うことが必要となる。室内実験では、平面計測の場合に使用する点数が 256 点以上のデータを取得することで 1cm 未満の誤差を得ている。しかし、対象平面が小さい場合は、1 回で取得するデータ数が少ないため、精度を向上させるために複数のデータを統合し、高精度化する。

### 2. 基準点

地すべりの変位抽出のためには、各時期に得られたデータを比較するために、幾何変換が必要である。そのため、地すべり地での基準点の設置が必要になる。この基準点には、遠距離に設置できるプリズムを使用した。反射板は、変位抽出に使用した。この基準点取得方法は、反射強度を利用した重み付き平均を用いることにより、基準点の中心を取得する。

### 3. 幾何変換モデル

地すべり地における観測状況として、地上型 LiDAR の設置位置は、常に同じ場所に設置している。そのため、地上型 LiDAR の設置位置の X,Y 軸方向は一定である。しかし、逆算された地上型 LiDAR の設置位置には、ずれがみられた。そのため、この位置を固定した幾何変換を行う。

### 4. 変位抽出

反射板を用いた地すべりの変位抽出を行った。反射板は常に、計測対象の護岸ブロックに貼り付けてある。この反射板を抽出するために、トータルステーションの計測データから 10cm 以内の点データを取得し、その中で反射強度が高い点を反射板とみなして反射板の中心を算出させ、変位抽出を行う。

また、面的に捕らえることが必要であるため、計測対象の面になっている部分の中心を目視取得し、目視取得した点から 20cm 以内の点をこの面上の点データとし、平均した。この点データを計測対象の面になっている部分の中心として、変位抽出を行う。

これらの手法を用いて変位を抽出した結果、通常、地すべりは円弧型に動きが見られるが、変位抽出結果では、円弧型には見られなかった。そのため、変異抽出結果から、地すべりの動き方ではない可能性がでてきた。今後、この変位状況は、地すべり性のものと思われえないもののため、詳細に確認する必要がある。

## Abstract

In order to prevent landslide, understanding the behavior of the landslide is important. Conventional methods for landslide monitoring are used GPS, Expansion gauge, Inclinometer. But , These methods can measure only few points and lines. Currently, it is expected that ground based LiDAR can be used to monitor the whole landslide area, because the ground based LiDAR can acquire three-dimensional data in wide area and high density.LMS-Z210(RIEGL) was used as ground based LiDAR. The ground based LiDAR has 2.5cm accuracy in standard deviation. In this study, methodologies of Landslide monitoring by ground based LiDAR were established. It is necessary to establish the each technique.

### 1.Scanning method

For accurate measurement, surface of flat plane should be used to eliminate random errors.In the indoor experiment, at least 256 points or more points should be used for accurate surface measurement, the error margin produced less than 1cm in indoor experiment.When the object surface is small, repeat measurement will be effective to keep accuracy.

### 2.Ground control points

Time series data must be prepared for monitoring landslide. Each data should be geometrically transformed in order to become same coordinate system for comparing each other. Therefore, control points must be setup in the landslide field. Materials of the control point was prisms can be set up far away. Reflector sheet was used for change detection. Acquisition of the vicinity of the center of coordinates in the method used the averaging weight of reflection strength in selection of GCP.

### 3.Geometric transformation

Position of the ground based LiDAR was setup on a fixed place, the transformation model must be fit to the situation and it is established.Displacement of calculated position by geometric transformation.Therefore, fixed position model is suggested as geometric transform.

### 4.Change detection method

Reflector sheet was used for change detection.Reflector sheets placed on shore protection blocks on the landslide field.Extracted ground based LiDAR points were 10cm far from center of reflector sheet by Total Station and higher reflected points.These points are used to displacement extraction.

And also, it is necessary to capture in surface. The displacement extraction without the reflector sheet is necessary.The displacement extraction technique acquired the shore protection block in visual interpretation.

Result of extracting displacement by using these techniques, there is a possibility that is not the movement of the landslide.It is necessary to confirm the displacement situation in detail in future.