

## 不安定盛土の経過観察に用いる安価な傾斜計の開発

東京都市大学大学院 学生会員 ○大和田 健樹  
 東京都市大学 正会員 伊藤 和也

東京都市大学 正会員 末政 直晃  
 東京都市大学 正会員 田中 剛

### 1. はじめに

全国に約 5 万箇所以上ある大規模盛土造成地は、耐震性が不十分な場合には大地震等により滑動崩落が生じ、人命や家屋等に甚大な被害が発生する可能性がある。東北地方太平洋沖地震では図-1のような被害が生じた。そのため国では、被害を未然に防止または軽減するために宅地耐震化推進事業を進めている。しかし優先度の低い盛土造成地では継続的な経過観察が必要とされるが、その経過観察の方法や計測精度は決められていない。

そこで本研究では、経過観察が必要な大規模盛土造成地を監視するため、高精度かつ低コストな傾斜計の開発と得られたデータから異常を検知する方法の確立を目的とした。本報告では、はりの弱部への応力集中を利用したひずみ傾斜計を試作するとともに、その精度を検証した。また盛土の異常検知に対する傾斜計の適用可能性を検討するとともに、さらなる高精度化に向けた梁材料の検討を行った。

### 2. 傾斜計の概要

#### 2-1. 傾斜計の仕組み

低コスト化を図るために、地盤調査の試験孔を利用した盛土監視システムを開発する。仕組みは筒状のパイプを埋め、パイプの変形から地盤の動きを把握するものである。しかしパイプのみでは変形を計測できないため、内部に金属の角棒を入れ、局所的に変形する弱部をつくり、その部分のひずみを計測することで、地盤の動きを計測する。開発中の傾斜計の概要図を図-2に示す。この傾斜計は長さが 1m であり、図-3に示すように傾斜計同士を繋げて地中に埋設する。得られた深度毎の傾斜角を積分することにより、1m 間隔で地盤内の水平変形を把握することができる。

#### 2-2. 傾斜計の作成

使用した部材は、剛部にステンレス製の 6mm 角棒(長さ 50cm×2 本)、弱部に板厚 0.4mm のステンレス板(6mm×100mm)とした。ステンレス板の中央部にひずみゲージを貼り付け、弱部が 3cm となるように角棒をステンレス板と結合させる。今回は接着剤による結合としたが、実際にはナットによって固定させることが好ましいと考える。



図-1 宅地地盤のクラック<sup>1)</sup>

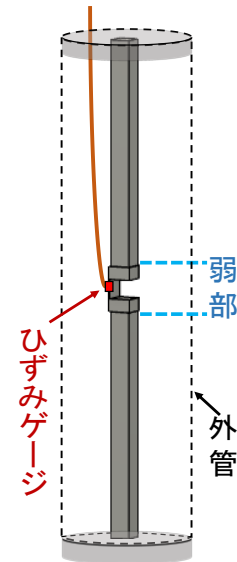


図-2 傾斜計の概要図

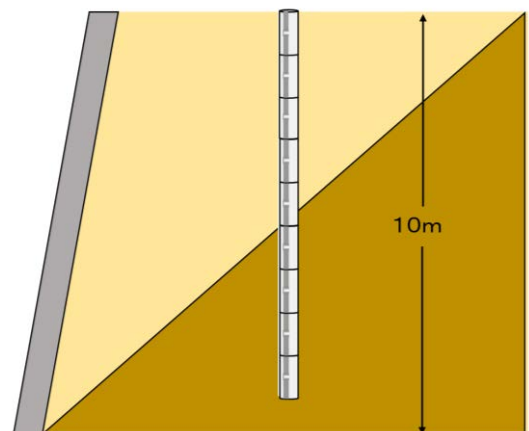


図-3 盛土への施工の例

キーワード 不安定盛土, 活動崩落, 経過観察, 地盤調査孔, 傾斜計

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 丁目 28-1 東京都市大学 TEL: 03-5707-0104 E-mail: g2281610@tcu.ac.jp

### 3. 端部载荷によるひずみ計測

上記で作成した傾斜計に対して、剛部の端部に変位を与え、ひずみがどのように計測されるかについて実験を行った。载荷は、傾斜計を横にして置き、板に固定されたマイクロメータ（図-4）で傾斜計の端部に5mmずつ変位を与え、25mmまで载荷した後、5mmずつ除荷することで行った。

計測したひずみの結果を図-5に示す。この結果から傾斜角度とひずみに線形関係が得られた。また除荷時のひずみ値が载荷時の値と変わらないため、このひずみ範囲ではステンレス板が弾性変形することが確認できた。

### 4. 傾斜計の検定

ひずみが傾斜角度と線形の関係を示したため、実際の傾斜計の状態に近い、両端をピン固定として载荷を行うことで検定を行った。载荷方法を図-6に示す。二点で中央部に载荷を行うために、ステンレス製のU字型金具をマイクロメータの先につけ、5mmずつ変位を与えた。

ひずみと傾斜角度の結果を図-7に示す。横軸の傾斜角度は傾斜計の両端のなす角としている。この結果においても端部载荷時と同様に、角度とひずみに線形関係が得られた。

### 5. 精度の検討

検定の結果から近似式を出したところ、以下の式を導いた。

$$y = 613.05x$$

$$\left( \begin{array}{l} x : \text{傾斜角度 (}^\circ\text{)} \\ y : \text{ひずみ (}\mu\epsilon\text{)} \end{array} \right)$$

この結果から、今回作成した傾斜計でひずみが $50\mu\epsilon$ 生じたときに地盤が $0.0816^\circ$ 傾くと算出することができる。

深度10mの実地盤において水平変位が2cm程度生じる場合を想定する。10m長さが一様に傾斜する場合には $0.115^\circ$ の傾斜角度となる。一方、地盤が局所的に変形する場合には、ある区間での傾斜角度はさらに大きくなる。このことから、傾斜計が地盤の動きと追随するならば本傾斜計は十分な精度を有すると考えられる。

### 6. まとめ

開発中のひずみを利用した傾斜計で、わずかな地盤の動き計測することが可能であると考えられる。しかし課題として温度による補正や、傾斜計同士の結合に課題があるため今後検討が必要である。

### 参考文献

1) 国土交通省「2011年 東北地方太平洋沖地震の事例」

<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001466161.pdf> (閲覧日: 2023年1月9日)



図-4 マイクロメータ

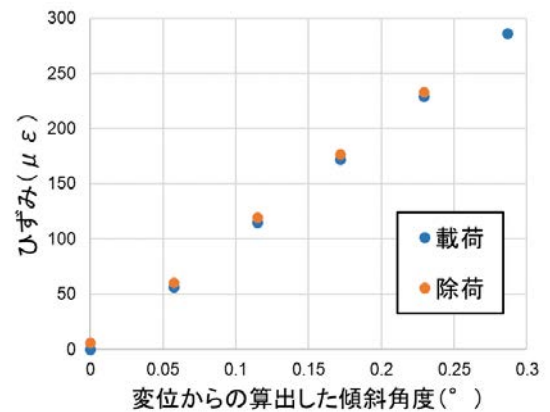


図-5 ひずみと傾斜角度 (端部载荷)

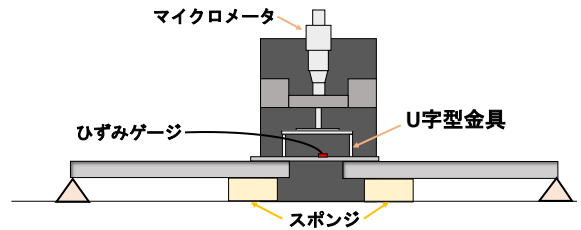


図-6 検定概要図

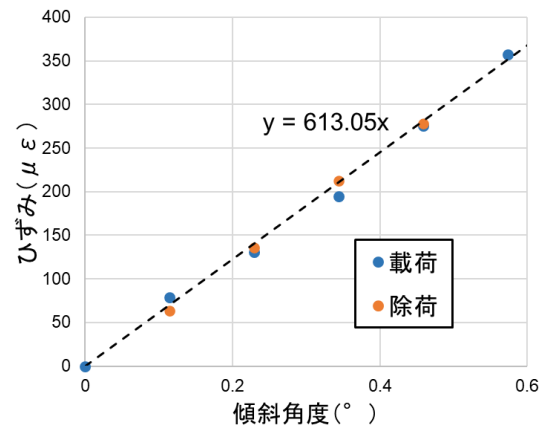


図-7 傾斜計の検定