

画像処理技術を取り入れた地盤変位計による室内傾斜実験について

飛島建設 技術研究所 正 松元和伸 正 近久博志
正 小林 薫 正 中原博隆
正 筒井雅行 正 熊谷幸樹

1. はじめに

掘削工事に伴う周辺地山の変位挙動を計測する方法として、地盤内に埋設した中空のガイド管の傾斜を挿入式の傾斜計で測定する方法が良く採用されている(図-1)。このとき用いられる傾斜計は、振り子の原理を応用したものが一般的であるため測定範囲が限定されており、基本的に鉛直方向だけを測っている。しかし、法面掘削時の地盤変位計測のように、鉛直測線の計測だけでは、測定管の設置のために掘削工事を一時中断したり、初期値の計測が遅れたりなどの問題が生じてくる場合がある。筆者らは、こうした課題を解決するために開発した地盤変位計の傾斜角測定精度¹⁾について既に報告している。本文では、室内における傾斜計測実験結果について報告する。

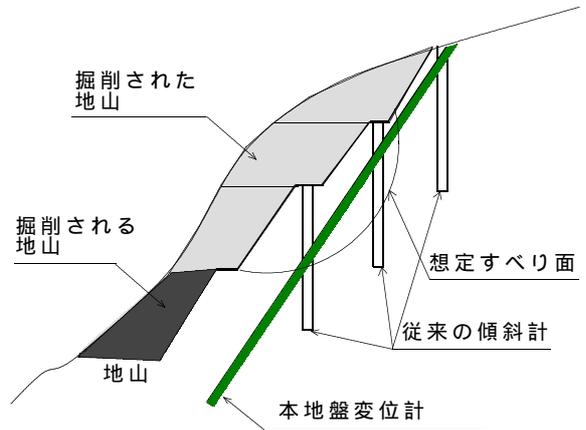


図-1 法面掘削時の地盤変位挙動の計測 (傾斜計測の模式図)

2. 地盤変位計の概要

開発した地盤変位計は図-2に示すように、軸受け部を挟んで検出軸の傾斜部(以後、傾斜部と呼ぶ)と軸頭変位の検出部(以後、検出部と呼ぶ)および付帯装置から構成され、傾斜部から伸びた傾斜検出軸が、軸受け部をヒンジとして自由に回転する構造になっている。このため傾斜部と検出部との角度の変化は、検出部から伸びている傾斜検出軸先端の移動量から算定できることになる。そして、この傾斜検出軸先端の移動を検出部に設置したCCDカメラによって撮影し、その画像を解析することによ

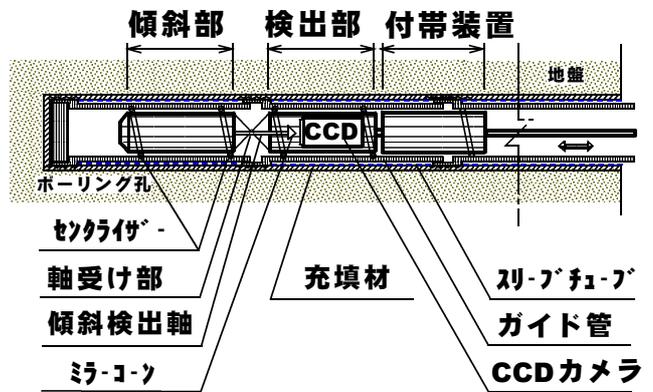


図-2 地盤変位計概要図

って、ガイド管の傾きの変化(つまりは、ガイド管垂直方向の地盤の変位量)を算定する。さらに、傾斜検出軸の先端の円錐状のミラコーンに映っているガイド管接合部の画像を解析することによって、ガイド管接合部の伸縮量の変位量(つまりは、ガイド管軸方向の周辺地盤の変位量)が算定される。このため、測定されるガイド管の設置方向に制約がなく、3次元の変位測定が可能であることが本地盤変位計の特徴である。

3. 室内試験概要

開発した地盤変位計の傾斜測定精度の確認を行うために、図-3のような実験を行った。3m×2本のガイド管を接続し、室内反力壁に固定する。そして中央部をジャッキで押すことによって、ガイド管に垂直方

キーワード：計測、変位計、傾斜計、CCDカメラ、デジタル画像

〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472 TEL 0471-98-7572 FAX 0471-98-7586

向に変位を与える。このときのガイド管の垂直変位を、本地盤変位計と傾斜計（型式；応用地質社製 Digitilt）および変位計（1/1000mm）7台で変位量を測定した。

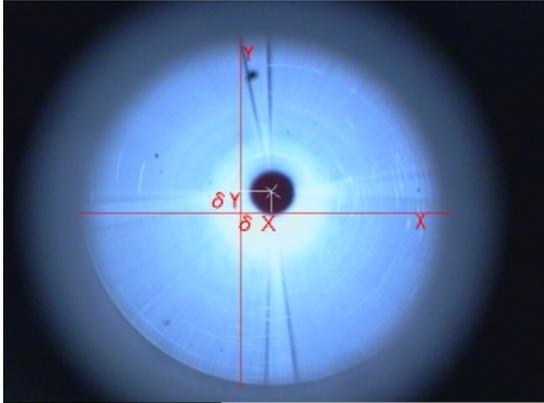


写真 - 1 得られた画像の変動ピクセル量の例

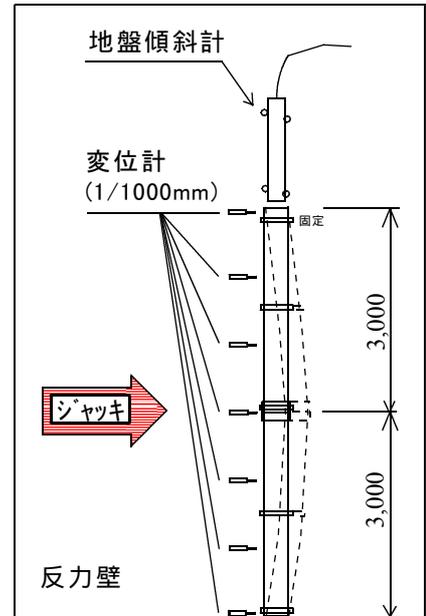


図 - 3 傾斜測定精度確認実験概要図

4. 室内試験結果

検出部に設置されたCCDカメラによって写し出された傾斜検出軸先端部の画像の例を示すと写真 - 1 のようになる。各深度毎の画像から傾斜検出軸先端部の変動ピクセル量（X、Y）が得られる。この量を、Y軸周り（ ）およびX軸周り（ ）回転角に変換し、以下の移動軸周りの座標変換により新たな座標を算出する。

$$\begin{Bmatrix} X_{0,1} \\ Y_{0,1} \\ Z_{0,1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 0,0 & \sin 0,0 \cdot \sin 0,0 & \sin 0,0 \cdot \cos 0,0 \\ 0 & \cos 0,0 & -\sin 0,0 \\ -\sin 0,0 & \cos 0,0 \cdot \sin 0,0 & \cos 0,0 \cdot \cos 0,0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ L_{0,1} + z_{0,1} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} X_{0,0} \\ Y_{0,0} \\ Z_{0,0} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

{ X_{0,1} } : 全体座標系 G0鉛直下向きを Z (+)とした時の L m先端部の座標

{ X_{0,0} } : 全体座標系 G0鉛直下向きを Z (+)とした時の地表面ガイド管中心座標

L_{0,1} : 測定ピッチ

z_{0,1} : L_{0,1}m先端部の伸縮量

上記座標変換を繰り返すことによって任意位置の座標を計算することが可能である。

図 - 4 に実験の結果を示す。地盤変位計で得られた変形は、従来型の傾斜計で得られた変形量と比較して、十分な精度で計測できていることがわかる。

5. まとめ

現在、性能確認のための試験を繰り返しているが、今後は、掘削工事の施工現場において実際の適用を図り、実用化に努めたいと考えている。

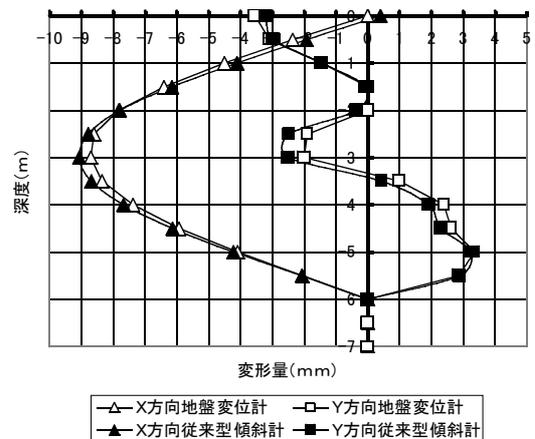


図 - 4 傾斜測定精度確認試験結果

参考文献

- 1) 松元和伸、近久博志、小林薫、中原博隆、筒井雅行、CCDカメラを用いた地盤傾斜計の開発、土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、Vol. -A375、pp.750-751、1999