

## 魚眼レンズを用いた光学式地盤変位計の開発

飛島建設 防災R&Dセンター技術研究所 正○松元 和伸 正 小林 薫  
 正 熊谷 幸樹  
 山口大学 地域共同研究開発センター 正 近久 博志

### 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、振り子の原理を応用した傾斜計が一般的に適用されているが、測定範囲が限定されており、基本的に深さ方向に対して水平成分変位を測るものである。筆者らは、これまでCCDカメラを用いた3次元計測が可能となる光学式地盤変位計を開発し、現場への適用<sup>1),2)</sup>を行ってきている。本機器は、直径がφ42であるため大きめのガイド管が必要であるため、ボーリング削孔径も大きくする必要があり、ボーリングの削孔コストを削減するためにも地中傾斜計測で一般的に用いられている小口径のガイド管への対応が必要と考えられた。また、本変位計は、地中最深部よりの相対変位量を積算する形式であるため、先端部の角度が変化した場合など補正が困難となる場合があった。これらの課題を解決するために、地中内の絶対傾斜角度を測定できる浮き式傾斜計<sup>3)</sup>の技術を応用し、磁気ボールを内蔵し魚眼レンズを用いた小口径の地盤変位計を開発した。

本稿は、その機器構造と、室内で実施した基礎実験について報告するものである。

### 2. 従来の光学式地盤変位計の概要

図-1および図-2に示すように、従来の変位計は、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。この傾斜部と検出部の変形量を CCD カメラでとらえ、傾斜角に変換し、深部から連続的に計測することによって、変位量を算出できるシステムである。また、同時にミラーコーンで特殊構造のガイド管接続部を側方視することによって三次元変位を測定できるようになっている。

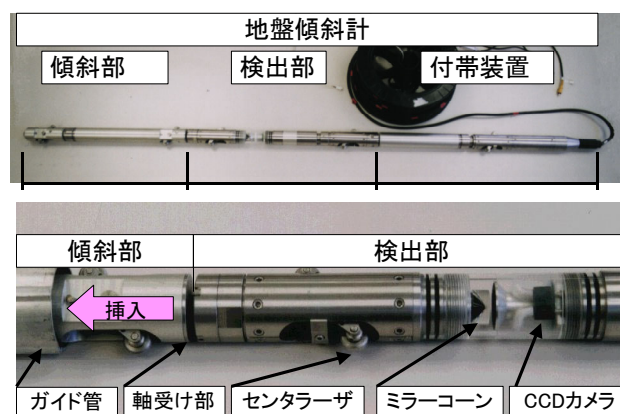


図-1 従来型光学式地盤変位計

### 3. 新しい光学式地盤変位計の概要

今回開発した地盤変位計は、絶対傾斜角を測定する方法として、磁気ボールを用い、伸縮量を測定する方法として、魚眼レンズを採用した。磁気ボールは、図-3に示すように永久磁石を中心に持ち、その下方におもりが配置された球体構造になっており、その周りを球体比重に近い潤滑剤により充填することにより、傾斜とともに磁気ボールが回転し、図-4に示すよう

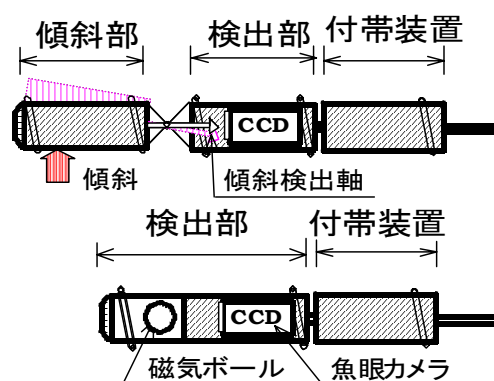


図-2 構造図（上：従来型、下：新型）

キーワード：CCDカメラ、魚眼レンズ、磁気ボール、変位計測

連絡先：〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬5472 TEL. 04-7198-7572、FAX. 04-7198-7586

<http://www.tobi-tech.com>

な球面に配置したマーカーを上部にある魚眼レンズ付き CCD カメラによって撮影し、その移動量から傾斜角を測定するものである。現在のシステムでは構造上の制限により磁気ボールの大きさが最大でも  $\phi 25\text{mm}$  程度であるため、構造的傾斜角度の分解能は  $0.1^\circ$  程度となる。

#### 4. 実験結果

磁気ボールの傾斜角と取得画像の移動ピクセル量の関係を得るため、室内実験を行った。機器本体を傾斜させて、ある傾斜角ごとに画像を取得し、画像上の磁気ボール頂部のマーカーの重心を取得することで移動ピクセル量を算出している。図-5 に取得画像の一例を、図-6 に実験結果を示す。多少のばらつきがあるものの1ピクセル移動量あたりの傾斜角は  $1.16^\circ$  となった。ばらつきの原因として考えられるのは、磁気ボールの周りには潤滑剤との摩擦により、磁気ボールのスムーズな挙動が妨げられていることと、マーカーの取得画像上の認識領域が小さいことが考えられる。

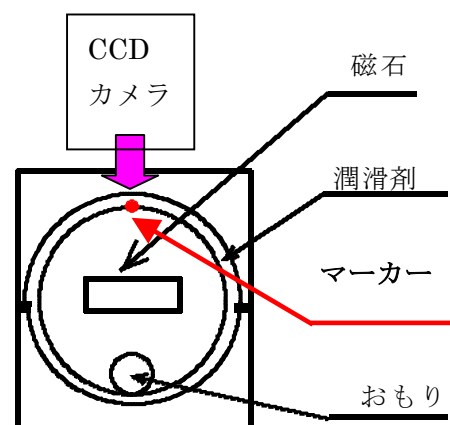


図-3 磁気ボール構造イメージ

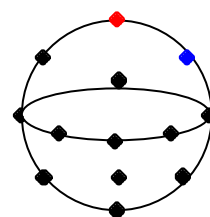


図-4 磁気ボールイメージ

#### 5. おわりに

魚眼レンズを用いた光学式地盤変位計の概要について報告した。現段階では、傾斜計測の精度が十分ではないが、磁気ボール部を改良することにより精度向上は可能であると考えている。また、本機器は、ポアホールカメラとしての適用も可能であり、鉛直・水平に限らずどの方向でも計測可能である光学式地盤変位計は、適用範囲が非常に広く、今後も多くの現場へ適用をはかりたいと考えている。

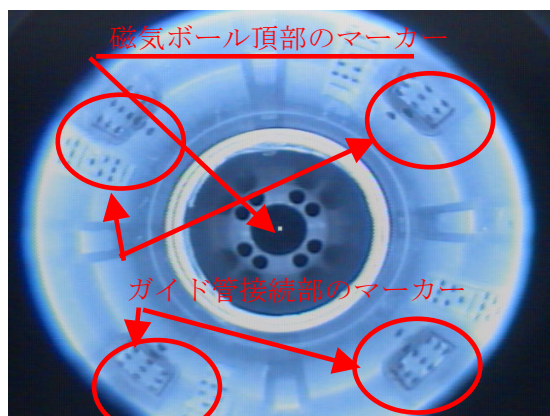


図-5 取得画像の一例

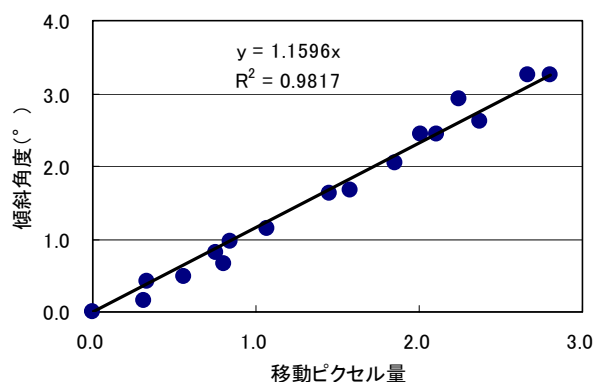


図-6 移動ピクセル量と傾斜角との関係

#### 参考文献

- 1) 松元和伸、近久博志、熊谷幸樹：光学式地盤変位計測システムのトンネルゆりみ計測への適用について、土木学会第57回年次学術講演会概要集、Ⅲ-726、pp.1451-1452、2002.9
- 2) H.Chikahisa, K.Matsumoto, K.Kumagai, K.Kobayashi: Measurement of ground displacement during tunnel excavation by the optical measurement system for ground displacement, Proceedings of 3rd Asian Rock Mechanics Symposium, pp.617~622, 2004.11
- 3) 松元和伸、近久博志、小林薫、中川勲治、後藤正彦：浮き式傾斜計の鋼管傾斜計測への適用について、土木学会第58回年次学術講演会、VI-178、pp.355~356、2003.9.