

### 滑車機構を用いた斜面の多点変状計測技術の開発

(独)土木研究所 正会員 加藤 俊二、古谷 充史  
日本地研(株) 正会員 佐藤 秀文、長菱制御システム(株) 江藤 春日  
西日本菱重興産(株) 綿巻 進也

#### 1. はじめに

(独)土木研究所では、平成12~17年度に民間14社と「光ファイバセンサを活用した道路斜面モニタリングに関する共同研究」を実施してきた。この共同研究では、B-OTDR方式、FBG方式、MDM方式の光ファイバセンサに着目し、それぞれの表層崩壊モニタリングへの適用性とモニタリングシステムの構築に関する研究開発を行ってきた。一方、上記3つの方式を含め、既存の光ファイバセンサには、計測器のコストが高い、施工性・拡張性が悪いといった課題がある。広域に分布するのり面・斜面のモニタリング技術として普及するには、これらの課題を解決するための技術的な改善方法あるいは新たな計測手法の開発が必要である。

本報は、上記課題を解決するために筆者らが新たに共同開発した、滑車機構を用いて伸縮計型センサを連結した面的な斜面変状計測技術の概要について報告するものである。

#### 2. 検討概要

はじめに、伸縮計型センサを用いて斜面の変位ベクトルを効果的に推定できるようにするため、伝達機構に対し以下の条件を設定した。

- 1 台のセンサで2点の合成変位量のを伸縮両方向をが判別できる形でセンサに伝達し、変位ベクトルの推定ができること。

既存のセンサを改造無しで使用できること。

斜面における施工性に優れていること。

施工に使用する材料が安価で入手性に優れていること。

これらの条件を満たす面的な多点計測機構として、図1に示すような2点の合成変位を軸変位に変換する機構として滑車による計測線のV字敷設を考案し、試作品を製作してその特性、設置性、運用方法について検討した。

#### 3. 滑車方式多点計測の変位伝達機構の概要

滑車方式の多点変位伝達機構の最小構成単位は、図1のように1台の変位センサを用いて2つの移動杭の変位を計測するものある。斜面上に2つの移動杭を設け、その移動杭を結んだ線を底辺とする三角形の頂点をなす位置に固定杭を設ける。固定杭に取り付けた変位センサの接続線の一端に滑車を取り付け、両端が各移動杭に固定された計測線とその滑車を介して配線する構造となっている。また、滑車と変位センサ間の接続線の中途には線のねじれを解消する治具を設けることで敷設時の作業性を良くした。

各移動杭と固定杭間に相対的な変位が生じると、杭の変位は滑車で合成されて変位センサの接続線に伝達され、2つの移動杭の変位の合成量を検出するものである。

#### 4. 滑車方式多点変位伝達機構を用いた斜面の面的変状計測の概念

前述の変位センサ1台による最小構成単位の場合は、どの杭がどれだけ動いたかの判別はできないが、図2に示すように複数の構成単位を組み合わせて、隣り合う移動杭を共有するように配置したシステムにおいては

キーワード 斜面変状、多点計測、滑車機構、簡易設置、コスト縮減

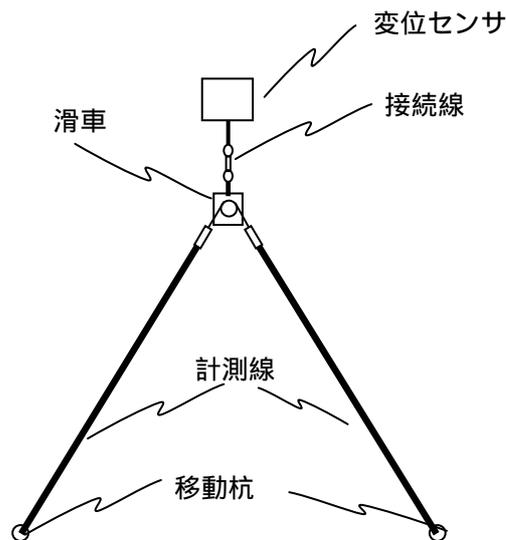


図1 滑車方式多点変位伝達機構

連結した各計測線が一定距離を保つことによって各センサで相対変位を計測することが可能となり、それぞれの計測値の大小から、変状の分布図を作成し規模の推定ができる。また、各センサの単位時間当たりの相対変位量（相対変位速度）で簡易に崩壊予測ができる。さらに、三角関数により、1台の変位センサに対して2方向の変位ベクトルが推定できるため各移動杭毎のより詳細な変位量と移動方向の推定も可能である。

これによって、不特定位置で発生する斜面崩壊の計測・モニタリングを、低コストかつ効率的に行うことが可能となり、監視する斜面の規模によって構成単位を増減することで、容易に計測範囲を変えることができ、小規模の斜面であれば2～3個のセンサで面的なモニタリングも可能となる。

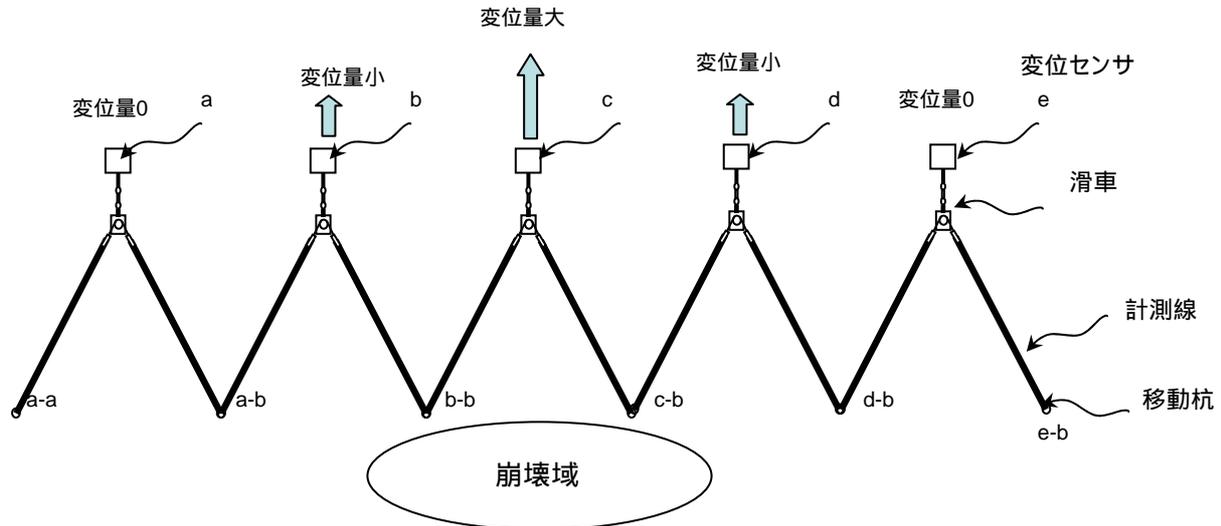


図2 斜面変状モニタリングの概念図

### 5. 斜面への簡易設置

開発した計測機構では、斜面へ設置するセンサの数を減らすとともに、センサを固定する冶金や計測線（従来法はインバー線）の工夫など設置方法の簡素化を図り、センサ機器のコストと合わせて設置コストの減少も図ることとした。計測線にカーボンケーブルを、固定杭および移動杭に「単管」+「足場台座」+「アンカーピン」による簡易な地盤設置・計測方法を考案し、室内および実斜面での設置・計測実験を行い、適用性および作業性についてもこれらの方法が有効であり、従来の方と比して斜面での設置作業性が2～3倍向上することを確認した。

### 6. まとめ

滑車機構を用いた多点変状計測技術によるセンサ数の半減、簡易設置方法による設置時間の半減により、伸縮計型センサを用いた面的な斜面変状計測の低コスト化を実現することができた。また、開発した多点変状計測技術では、斜面崩壊規模の推定および崩壊予測についても簡易に行うことが可能である。本技術により低コストかつ効率的な斜面監視が行われ、斜面災害に対する安全確保に資することを期待する。



写真1 室内での計測実験の様子

### 参考文献

1) 加藤，江藤，谷口，佐藤：斜面モニタリングにおける設置の簡素化の開発，第4回土砂災害に関するシンポジウム論文集，p.11～16，(社)土木学会西部支部，2008.8