自動追尾トータルステーションの地すべり計測への適用

南　信良*　Nobuyoshi Minami
岡本　修**　Osamu Okamoto
川村　正身***　Masami Kawamura
小林　芳郎*　Yoshiro Kobayashi

1．はじめに

地すべり地帯における切り盛り土工事では，施工に伴う地盤の微小な変位を把握して大規模な挙動に達する前に対策を施し，工事の安全を確保することが重要となる．

地盤の微小変位を計測するには伸縮計，傾斜計等の設置が有効とされ，従来より広く利用されている．しかし，これらの方法は測点への計測器の設置が容易ではなく，工事の進捗に伴う測点の変更に対応することが困難である．そこで測点の設置が容易な自動追尾トータルステーションを地すべり計測に適用し，その効果を確認した．

2．システム概要

本システムは，複数の測点の３次元変位を無人で自動計測することができる．システムの構成を**図－１**に示す．

現場設置部分は，測点に設置する反射プリズムと自動追尾トータルステーション及びこれを制御するパソコンから構成されている．自動追尾トータルステーションの仕様を**表－１**に示す．この装置は高精度な測距儀を搭載していることに特徴がある．

事務所部分には，現場パソコンとオンラインで接続できるパソコンが設置されている．このパソコンでは収集されたデータから経時変化等の解析を行う．

表－１　自動追尾トータルステーションの仕様

測距精度	±（１mm＋２ppm）
自動追尾測角精度（水平、垂直）	±２０″（±０．００５６°）
視準距離	４００m以下
駆動範囲	水平±１００°、垂直±２０°

＊ 中部(支)長野ループ橋(出)
＊＊ 技術研究所機電課
＊＊＊ 中部(支)機械課

3．現場適用

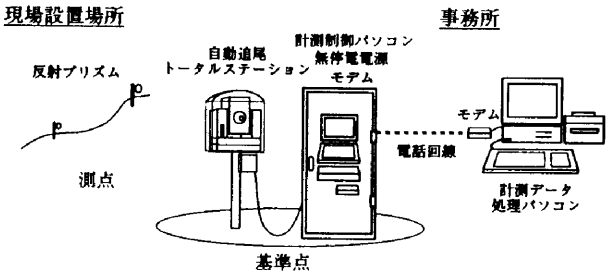
（１）概要

本システムをループ橋建設工事での施工管理に適用した．現場一帯は大規模な地すべり地帯であり，地盤の挙動を把握することが重要となる．従来の伸縮計，傾斜計の設置に加えて，本システムで切土施工による法面変位の監視を行った．

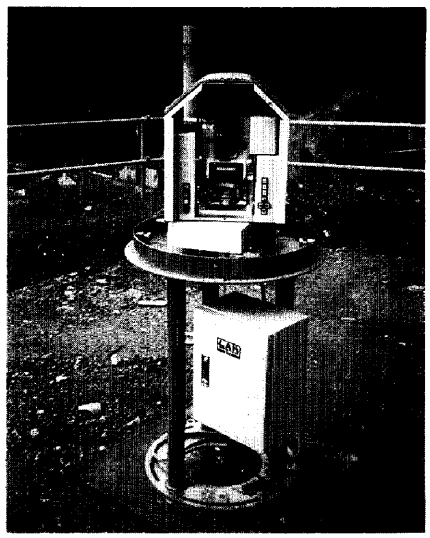
自動追尾トータルステーションの設置状況を**写真－１**に示す．計測は１日２回（８時と17時），切土施工の影響があると考えられる９点について行っている．測点までの斜距離は最長約160mである．

（２）結果

自動追尾トータルステーションからの斜距離が約60mの比較的近い測点，約160mの比較的遠い測点について30日間の計測値推移を**図－２，３**に示す．**図－２**（ａ），**図－３**（ａ）は，自動追尾トータルステーションの視準方向とこれに直交する視準直交方向を座標軸とし，平均値を原点として水平平面の計測値の推移をプロットした．**図－２**（ｂ），**図－３**（ｂ）は，平均値を中心として高さの推移をプロットした．



図－１　システム構成



写真－１　自動追尾トータルステーションの設置状況

それぞれの測点近くの伸縮計の計測では変位が生じていないので，この期間には計測点の変位がないものとし，計測値のばらつきからシステムの評価を行うこととする．

測点までの斜距離が約60mの比較的近い測点での水平平面の計測値の標準偏差は，測距精度の影響する視準方向では$\sigma_{\perp Y}$=0.6mm，測角精度の影響する視準直交方向および垂直方向ではそれぞれ$\sigma_{\perp X}$=2.2mm，$\sigma_{\perp H}$=2.7mmである．この結果から数mmの精度で三次元変位計測が可能といえる．

測点までの斜距離が約160mの比較的遠い測点では，測角精度に依存する視準直交方向および垂直方向の標準偏差はそれぞれ$\sigma_{\perp X}$=8.3mm，$\sigma_{\perp H}$=14.6mmと大きくなる．これに対して測距精度に依存する視準方向の標準偏差は$\sigma_{\perp Y}$=1.1mmと距離にかかわらず高精度で計測が可能である．

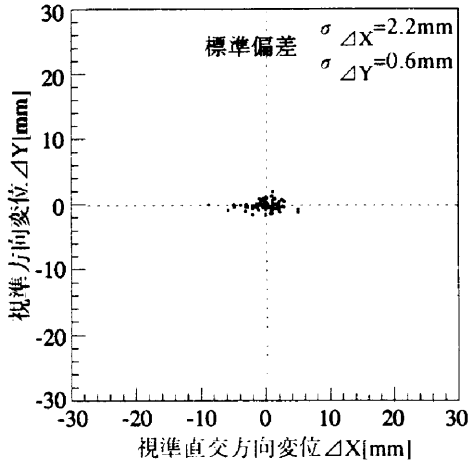
地すべり計測に求められる精度は，地盤の状況や施工に深く関わっており，一概にはいえない．今回の適用事例の場合，構造物に関わる箇所および急勾配な箇所において数mm，その他の箇所においては数cmの計測精度が求められている．本システムでは測点が近い場合は数mmの精度で三次元変位の計測が可能であるが，測点までの距離が長くなると，数cmの精度となる．この場合，遠距離の測点においても測距精度に依存する視準方向の精度は数mmを確保することから，予測される地すべり方向と自動追尾トータルステーションの視準方向を一致させることで要求精度に対応できると考えられる．

4．おわりに

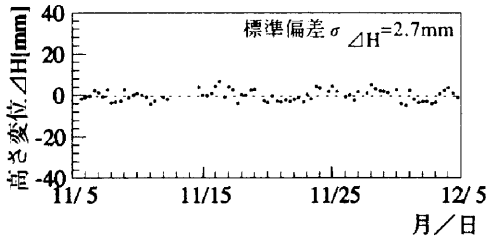
伸縮計や傾斜計に加えて，測点の設置が容易である自動追尾トータルステーションを切土施工による法面変位計測に用い，計測値のばらつきからシステムの適用性を評価した．その結果，自動追尾トータルステーションから比較的近い測点（斜距離約60m）に対しては数mmの精度にて3次元変位の計測が可能であることがわかった．また，それ以上の距離に対しては，視準方向と地すべり方向を一致させることで数mmの精度を確保することを確認した．

現在は，本システムで伸縮計と同一な測点を計測することにより，絶対変位の検証を行っている．

今後は，変位量から地すべりの挙動を予測し，事前に警報を発する機構を付加し，システムの充実を図る予定悠である．

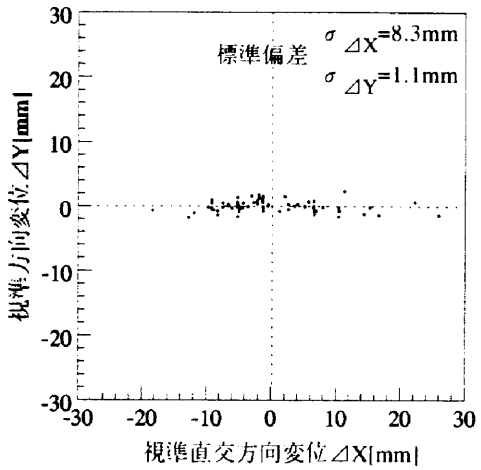


（a）水平平面の計測値の推移

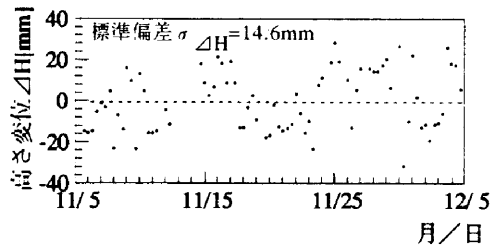


（b）垂直平面の計測値の推移

図－2　計測値の推移（測点までの斜距離約60m）



（a）水平平面の計測値の推移



（b）垂直平面の計測値の推移

図－3　計測値の推移（測点までの斜距離約160m）