

斜面の測量手法に関する一考察

鹿児島大学工学部	学生会員	○川上久志	鹿児島建設専門学校		田中龍児
鹿児島大学大学院	正会員	北村良介	鹿児島大学工学部	正会員	城本一義
川崎地質（株）		中田文雄	ユニオン技術（株）		田中義人

1. まえがき

北村らは地圏シミュレータの構築を目指した研究を行ってきた¹⁾。地圏シミュレータを構築する目的の一つが降雨による斜面崩壊の場所・規模・時刻を予知することである。場所については、都道府県によって土石流危険渓流、地すべり危険箇所、急傾斜地崩壊危険箇所が指定されており、また、土砂災害防止法（土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）に基づき、土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域の指定作業が進められている。従って、地圏シミュレータにおいては、規模と時刻、特に時刻に重点をおいた構築作業を進めている。しかし、斜面安定解析の精度を良くするためには特定された場所の正確な地形・地質・土質特性を把握する必要がある。

本稿では、国土地理院が発行している基盤地図情報である DEM (Digital Elevation Model)、トータルステーションとハンディ GPS 機を用いた現地測量を組合せ土砂災害発生危険度の高い斜面の形状をより正確に把握するための試みを紹介する。

2. DEM について

基盤地図情報である 10mメッシュと 5mメッシュの DEM はフリーでダウンロードし、入手することが出来る。しかし、表層斜面崩壊の規模は多くの場合およそ長さ 20m、幅 10m、深さ 1m 程度と考えられるので、10mや 5mメッシュから同定された表層崩壊発生危険度の高い斜面の形状を精度よく把握することは困難である。また、基盤地図情報は航空写真測量や航空レーザ測量から作成している為、ガリなどの微地形が DEM に取り込まれていなかったり、植生による標高誤差補正の精度が良くなかったりし、実際の地形を正確に表現できていない場合がある。そのため、表層斜面崩壊を対象とした精度のよい斜面安定解析を行うためには、10mや 5mメッ

シュの DEM を補間する現地測量が必要になる。

3. ノンプリズム・トータルステーションを用いた現地測量について

狭い範囲の高精度測量方法としてノンプリズム・トータルステーション（以下 TS と称す）がある。TS は実際に斜面に人が登ってポールやミラーを持たなくても、TS からレーザを放射し、斜面上で乱反射して TS まで戻ってきた反射光から斜面の X,Y,Z 座標を決定する。この方法は人が登ることの出来ないような急斜面や崖に対しては有効である。

一方、崖下や崖錐部分の植生がある場合やガリが存在する箇所においてこの方法で計測を行うと地表ではなく木や草の上でレーザが反射したり、ガリ内部までレーザが届かなかったりして測量の精度が低下してしまう。崖下や崖錐部分で人が登れる範囲で有効な測量方法として GPS を用いた簡易測量手法が考えられる。

4. ハンディ GPS を用いた現場測量について

カーナビゲーションシステムの GPS や登山用のハンディ GPS の精度は飛躍的に向上してきている。しかし、これらの GPS による単独測位では、受信機自身が持っている機械的な誤差（バッテリーの消耗状態やアンテナの感度等）や電離層や大気中の水蒸気の影響で衛星から受信機への電波の伝播速度の変化等により 10m程度の誤差がある。一方、GPS 測位自体の誤差は 1m 以内と非常に高精度なものとなっている。そこで、GPS の誤差を補正するため、2 台の GPS の相対的な位置関係から正確な位置情報を求めるという方法を採用した。

本研究では、写真-1 に示すハンディ GPS (GARMIN eTrex 30) を 2 台用いる。測量手順は次のようである。



写真-1 ハンディ GPS (GARMIN eTrex 30)

- ・ 2 台の個体誤差を把握するため、1 秒ごとに位置情報を取得するように設定した 2 台のハンディ GPS を予め経緯度と標高が分かっている既知点に置く。
- ・ ハンディ GPS による取得開始直後の位置データは不安定であるため、2 台の個体誤差を把握するには数分間放置しておく。
- ・ 数分後、ハンディ GPS 1 台は既知点に置いたままにして既知点の位置情報を 1 秒ごとに 2 台同時に自記記録する。他の 1 台は観測者がポール上に取り付け（写真-2 参照）、そのポールを持って移動し、移動点の位置情報を 1 秒ごとに記録する。移動点を観測する際は、最初に段になっている場所や傾斜変化点を中心に観測し、斜面の外形のデータを記録していく。
- ・ その後、斜面安定解析を行う領域の境界を移動し、データを記録する。それぞれ既知点と移動点（未知点）で取得したデータはコンピュータ処理することで X,Y,Z 座標として斜面の形状を描く。

本手法は実測により平坦地での計測誤差が約 1m であることが確認されたが、斜面での精度は現在検証中である。本手法は基準点測量と同じような厳密な精度が要求されるような部分には適用することが難しいが、現在行っている斜面での精度検証において十分な精度が得られた場合、10m や 5m メッシュの DEM を補完する現地測量として有効な手法になると考えられる。

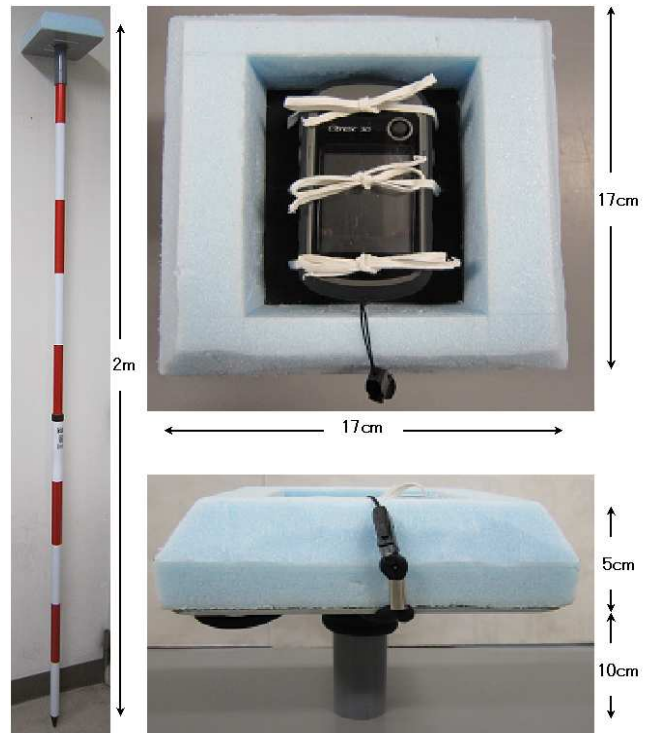


写真-2 (左) GPS を取り付けたポール。(右上) ポールを上から見た写真。移動中に GPS が落下しないよう固定している。(右下) ポール取り付けアダプターを横から見た写真。GPS 落下防止のため GPS のストラップで固定している。

5. あとがき

DEM、TS、ハンディ GPS データを組合せ、土砂災害発生危険度の高い斜面での斜面安定解析に必要な斜面形状を同定する手法を提案した。今後は本手法の有効性を確認するために数多くの斜面で測量を実施していきたい。また、現地測量の際、土層構成（潜在すべり面等）を効率的に同定できる現地調査・原位置試験の手法も併せて検討していきたい。

謝辞：本研究に対して（財）鹿児島県建設技術センターから助成金をいただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 北村良介、中田文雄、田中義人、川上久志、田中龍児、城本一義：地圏シミュレータ構想（その 3）—地盤情報について—、平成 23 年度自然災害総合研究班西部地区部会研究発表会、2012（投稿中）。
- 2) 松山孝彦、井ノ口友理、高橋智基、谷畑敦生：ハンディ GPS 受信機による GPS 測量、神戸高専研究紀要第 40 号、pp.151-156、2002
- 3) 福本武明ら：エース測量学、朝倉書店、pp.146-154、2003。