

土層深と土層強度の簡易測定技術による斜面崩壊危険箇所の抽出

恐い表層崩壊

恐い土砂災害といえば何を思い浮かべますか。有名なものとしては土石流、地すべり、落石などがありますが、過去の災害事例で最も多いのは、実は「表層崩壊」という現象です。

表層崩壊とは、斜面を覆う厚さ1~2m程度の表土が、主に表土と基盤岩の境界付近を崩壊面として崩れ落ちる現象です。平成元年から平成10年までの土砂災害発生件数は斜面崩壊67%、地すべり14%、土石流19%で、斜面崩壊のうち7~9割、すなわち土砂災害全体の実に過半数が表層崩壊に起因します。一部の土石流の起源は表層崩壊にあることを考えあわせると、表層崩壊は最も恐い土砂災害の一つといえるでしょう。

表層崩壊の起こりやすい箇所

表層崩壊は勾配の急な箇所や雨水の集まりやすい谷型の地形に起こりやすいとされていますが、最も重要な要素は、厚い土層の存在と土層強度(粘着力と内部摩擦角)です。そこで土木研究所では、土層深と土層強度を迅速に測定できる新しい試験方法を開発しました(特許申請中)。

従来の土層深・土層強度試験法

土木研究所では過去に斜面調査用簡易貫入試験(いわゆる土研式簡易貫入試験)を開発しており、この試験方法は広く用いられています。

斜面調査用簡易貫入試験は、円錐形の先端コーンのついたロッドに50cmの高さから5kgの錘を落下させ、コーンとロッドが地盤中に10cm貫入するのに必要な落下回数を、貫入強度(Nc値)とするものです。しかしこの方法は、1箇所の土層深を測定するのに10数分~数10分必要とするため、危険箇所を把握するというよりもむしろ、既に把握された危険箇所の崩壊土量の推定や対策工の設計のために用いられています。しかも安定解析に必要な土の粘着力と内部摩擦角は測定できません。このため、土層のサンプルを実験室に持



写真-1 土検棒の外観

ち込んで、三軸圧縮試験や一面せん断試験を行う必要がありました。

新しい土層深試験法

1箇所の土層深測定に数10分かかっていたのでは、複雑な土層分布を把握することは困難です。そこで、より細い先端コーンを用いて、体重で貫入する機器を製作しました(写真-1)。これを「土層強度検査棒(土検棒)」と命名し、これによる貫入試験を「土検棒貫入試験」としました。この試験では、1箇所の測定に1~2分か必要としません。機器の重さも4kg程度で斜面調査用簡易貫入試験機の1/4です。貫入能力は劣りますが、一般的な崩壊面の硬さ(Nc値約5程度以下)の2~3倍の強度(Nc値約10~15未満)まで貫入できるので、表層崩壊の調査用としては十分です。

図-1は本試験による山地斜面の土層深分布図の例です。このような詳細な土層深分布図が描かれたのははじめてでしょう。これを見ると、斜面の土層深分布は非常に複雑です。この理由は風化や過去の崩壊・浸食などの作用によるものです。

土層深分布から危険箇所を抽出するには、多少の技術が必要ですが、いずれにしても、表層崩壊の危険箇所としては、ある程度以上の厚さの表土

が分布する箇所に着目すればよいことになり、危険箇所の予測精度は格段に向上します。

新しい土層強度測定法

また、土検棒貫入試験の先端コーンを羽根つきコーンに交換して、鉛直方向の貫入荷重と、羽根つきコーンの回転(せん断)トルクの両方を測定することで内部摩擦角と粘着力を現地測定する方法も考案しました。これは、既存の原位置せん断試験法である「ベーンせん断試験」

を改良したものであるため、「ベーンコーンせん断試験」と命名しました。図-2と図-3は、ベーンコーンせん断試験から求められる指標と、三軸圧縮試験や一面せん断試験から得られた粘着力や内部摩擦角の関係です。試験土は礫混じりのマサであり、せん断面が固定される一面せん断試験の結果はばらつきが大きいのですが、三軸圧縮試験の結果と比較すると、よい相関があることがわかります。ベーンコーンせん断試験では、室内三軸圧縮試験や一面せん断試験の手間の数分の1~10分の1程度で試験できるので、土層強度の大まかな推定には非常に役立つと考えられます。今後はさらに様々な土質で相関性を把握していく予定です。

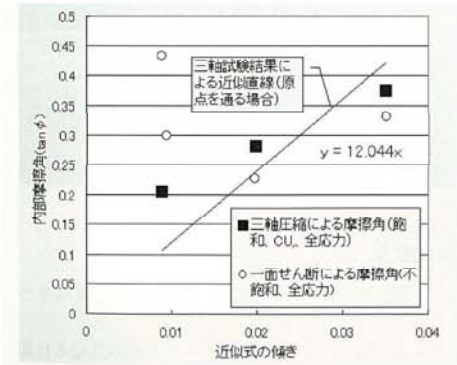


図-2 ベーンコーンせん断試験による指標(近似式の傾き)と室内試験による内部摩擦角(tanφ)の関係

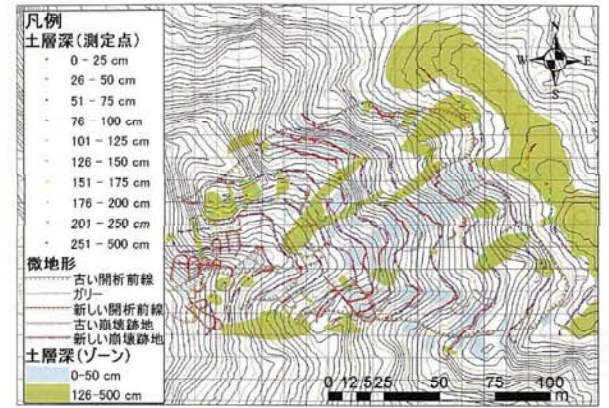


図-1 土検棒貫入試験による土層深分布図の作成例

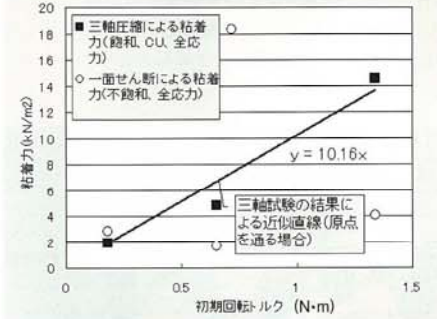


図-3 ベーンコーンせん断試験による指標(初期回転トルク)と室内試験による粘着力の関係

おわりに

本試験法は、シラス地域の空洞(防空壕の坑口)探査などにも用いられはじめました。土壌調査の一手法として環境保全分野にも活用可能です。土木研究所では、本試験法のマニュアル化を図っていく予定です。なお、本検査棒は、一般にも販売されています。詳細は土木研究所地質チーム(TEL:0298-79-6769)にお問い合わせください。

独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ
地質チーム主任研究員 佐々木靖人