

宅地造成時の地形改変を原因とした斜面市街地の危険度評価について

神奈川県 正会員 ○遠藤 清亮

神奈川県 正会員 田口 雅丈

1. はじめに

神奈川県内の地すべり防止区域や土砂災害警戒区域では、宅地造成工事等の地形改変を起因とした地すべり現象による斜面周辺家屋への被害が散見される。斜面市街地の宅地造成工事や建築行為を目的とした従来の地盤調査ではこれらの現象を把握することは困難なことが推測される。このことから、著者らは地すべり地の宅地造成工事の地形改変に対する安全性を確保するため、造成工事を起因とした地すべり危険度評価の指標を幾何学的および力学的なデータを用いて構築することにした。さらに地すべり防止区域内で過去に検証した空中写真地形判読、地質調査、水文調査、地すべり変位観測、機構解析等の各種データをもとに宅地造成工事の地盤調査時に活用する各種サウンディング試験結果から地すべり深度を想定するために多変量解析を実施した。各調査方法を比較評価することで動層深度の最適な判別パターンを確立し、造成設計時に活用できる地すべり深度の早期的で有効的な把握手法を考案した。

2. 宅地造成を原因とした斜面危険度評価について

対象地すべり被害箇所を図-1に示す。地すべり長さ/幅の比は大半が1~2の範囲に分布していることから、形状が馬蹄型、沢型に分類される。すべり面深度の平均値は5.5m程度の規模となった。

地すべり地の特性を把握するため、崩落地の地すべり面傾斜角(α)、地表面傾斜角(β)、地質せん断抵抗角(ϕ)、間隙水圧の相関性から幾何学的・力学的な安定状況を評価¹⁾するものとした。地すべり11箇所を対象とした内部摩擦角は斜面安定計算の逆計算の結果で粘着力 $C=0\text{kN/m}^2$ として求めた。図-2から ϕ が α に対して過大な場合は地すべりが生じない安定な状況といえ、逆に ϕ が α に対して過小な場合は斜面の不安定な状況となることが確認できる。また、内部摩擦角 ϕ が α に対して 10° 大きくても、地すべり移動が認められることから、間隙水圧の増加を誘因とした斜面の危険度を考慮して不安定区間を $\alpha = \phi \sim \phi - 10^\circ$ に設定するものとした。

内部摩擦角 $\phi = 17^\circ$ と設定して、危険度評価図を整備すると図-3となる。この図に神奈川県内の地すべりブロック41箇所の地表面傾斜角とすべり面の傾斜角データをプロットすると、7箇所が準不安定領域、2箇所が不安定領域の範囲内に位置することが把握できる。 α が $\phi - 10^\circ$ から ϕ の範囲は間隙水圧が作用する不安定領域で、 β が α から $\alpha - 10^\circ$ の範囲は地層の走向が法面と斜交することに起因とする不安定領域であることが考えられ、斜面崩壊が発生した箇所の大半が安定領域であることが識別できることから、地形発達史的には安定化が進んでいるといえる。しかし、斜面下部の掘削や斜面上部の盛土等による宅地造成を原因とした地形改変行為から斜面の安定性が低下することで、地すべりが発生することが示唆される。

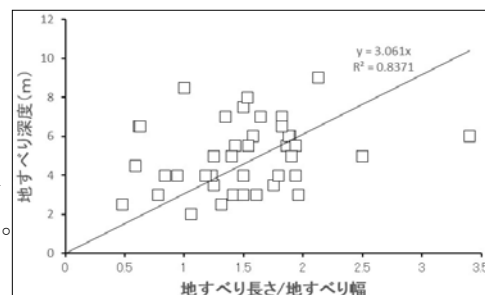


図-1 対象地すべりの規模の分布について

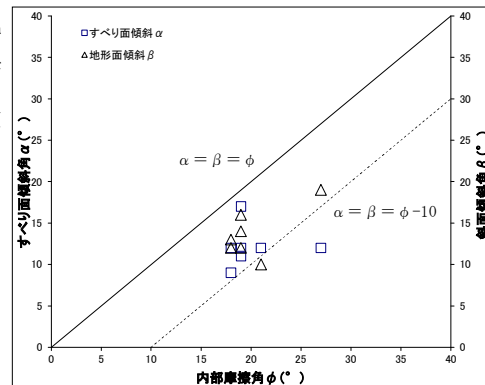


図-2 斜面の地形条件と力学条件の相関性

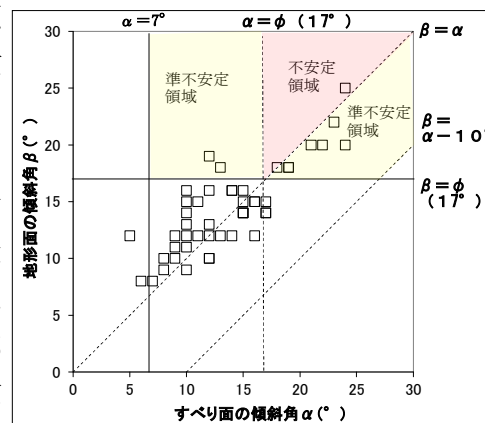


図-3 地形とすべり面傾斜角からの危険度評価

キーワード 斜面市街地、宅地造成工事、地形改変、斜面崩壊危険度評価、簡易貫入試験、多変量解析

連絡先 〒214-0038 神奈川県川崎市多摩区生田 4-25-1 神奈川県 横浜川崎治水事務所 川崎治水センター TEL044-932-7211

3. 簡易貫入試験を用いた斜面すべり面の判定について

斜面市街地の宅地造成設計段階において、地すべり深度を把握することが重要となることから、神奈川県内の地すべり機構解析データ等を整理して、各種簡易貫入試験とすべり面設定データを重ね合わせることで、すべり面上部（動層）、下部（不動層）の境界付近で貫入値が変化する傾向にあることから深度方向の変化パターンを認識するものとした。さらに深度方向に対する地すべり変位と各種貫入試験結果の相関性を多変量解析の主成分分析を用いることにより、地すべり深度を把握するための最適な試験を抽出するものとした。

過去に滑動して被害を及ぼした地すべりブロックにおいて、標準貫入試験、ラムサウンディング、土研式、土研棒の4種類の簡易貫入試験を同じ箇所で行って、N値、Nd値、Nc値を深度方向に分類、整理したものが図-4である。すべり面の深度を境として、すべり面上部で貫入値が急減するケース、すべり面以下で貫入値が急増するケース、すべり面以下で貫入値が一定となる3ケースに判別することができる。

4種類の簡易加入試験結果である貫入値と地すべり変位をカテゴリーとして、多変量解析の一種である主成分分析により解析した結果、主成分1、2はそれぞれ地盤の強度を表す合成変量か、試験方法の違いを表す合成変量のどちらかである。結果としては、標準貫入試験とラムサウンディング試験の相関性は高く、地すべり深度を把握するうえで簡易試験の中ではラムサウンディング試験のNd値が有効であることが認識できる。

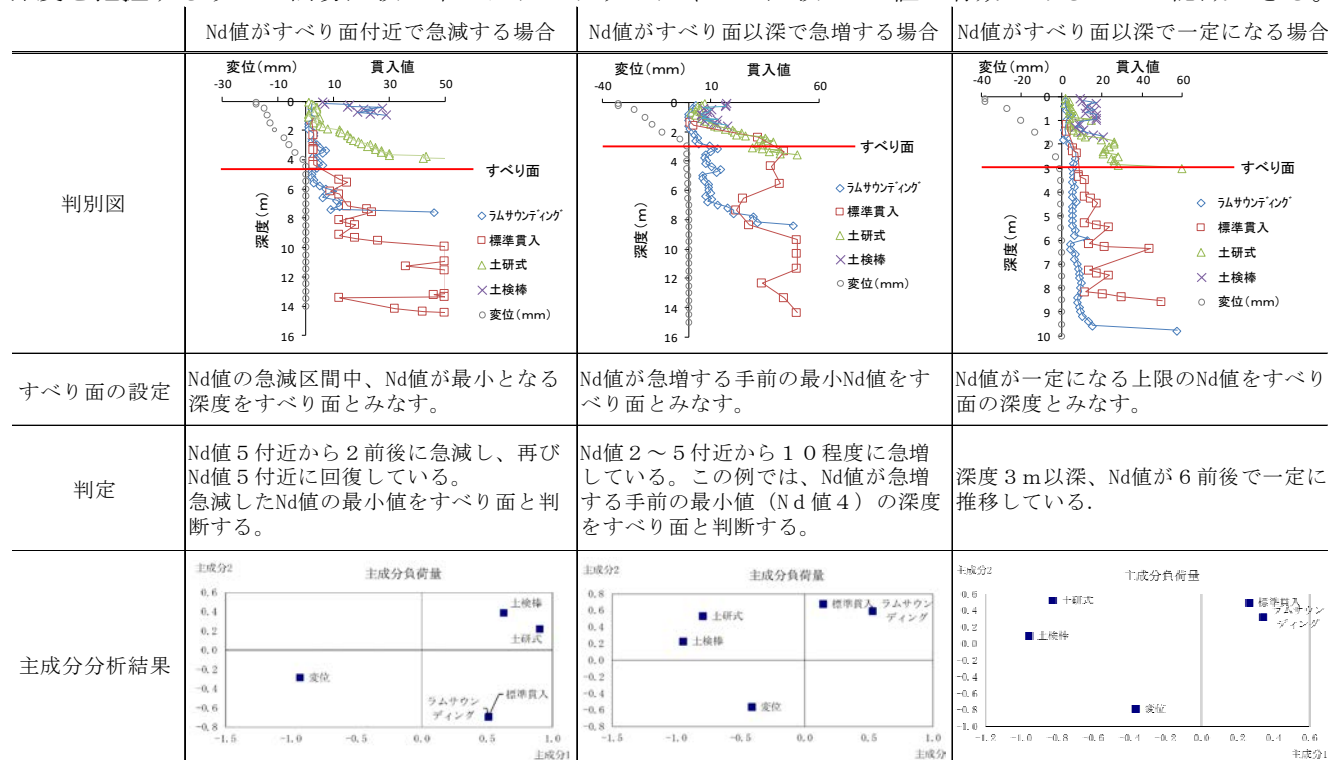


図-4 簡易貫入試験によるすべり面深度の判定について

Nd値から想定した地すべり面深度の精度を把握するため、地すべり地中変位観測データ（孔内傾斜計）から採用した深度と比較するものとした。地すべりブロック9箇所で作成した回帰直線を図-5に示す。決定係数は0.98が得られ、データの相関性が高いことにより、すべり面深度の設定方法として効力を有することが確認された。

4. おわりに

神奈川県内において、宅地造成工事を起因とした地すべりの誘発状況を簡易貫入試験の有効性と地すべり深度を把握することで確認することができた。今後は地すべり地内の宅地造成地盤調査データを蓄積して、すべり面の判読パターンの精度を向上させていく予定である。

【参考文献】

- 1) 切土のり面の設計・施工のポイント 理工図書 2004年 上野将司

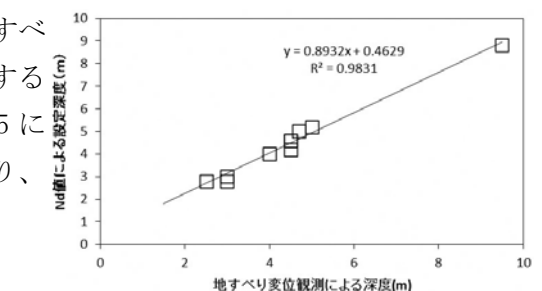


図-5 観測深度とNd値からの推定深度の相関性