

# 簡易貫入試験による土層調査

—未崩壊マサ土斜面の場合—

九州大学農学部 梅田 修史\*  
福満 和徳\*

## 1. はじめに

山地の崩壊地は、山地地盤の強度的に弱い場所を示す所と考えられ、山地斜面のこのような位置は、崩壊発生後に初めて確認される。山地地盤の強度的に弱い所、すなわち崩壊の発生しやすい場所は、地形、地質、土質、植生などの要因から検討されている。

今回マサ土未崩壊斜面の土層構造を明らかにし、斜面の深さ方向の情報を加えて崩壊の発生位置について検討した。このため、約670 m<sup>2</sup>の狭い範囲ではあるが、貫入試験による地盤調査を行ない、土層構造図を作製し、 $n_5 = 5$ （貫入ロッドが5 cmの貫入に要するハンマーの打撃回数が5回）までの土層厚さと平面すべり式から導かれる限界崩壊深さとの関係について考察した。

## 2. 調査地および調査方法

調査地は、三郡山系鬼岩谷西尾根北斜面である。図-1に調査地の地形および貫入試験実施点の位置を示す。調査地の平均傾斜は、37.4°である。また、植生は、植栽後1~2年経過したひのきであった。調査には、簡易貫入試験機I号機

を用い、図-1（黒点で示す）のごとく、約2×2 m格子点に計112点にわたって貫入試験を実施した。貫入値は、3.04 kgのハンマーを20cmの高さから落下させ、一打撃毎の貫入量を測定し、5 cmの貫入に要する打撃回数  $n_5$  値で示した。一打撃で2 mm以下の貫入量が2回以上続いた時、1 測点計測終了とした。なお、試験終了後、4 地点（図-1の2重まる）から試料を採取し、土質試験に用いた。調査は、1980年11~12月に行なった。

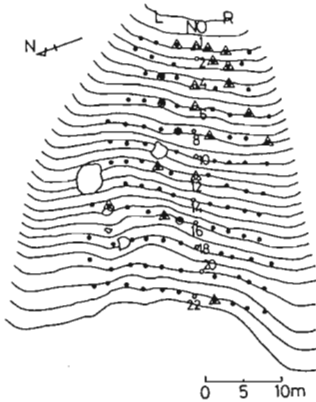


図-1 調査地の地形および貫入試験実施点

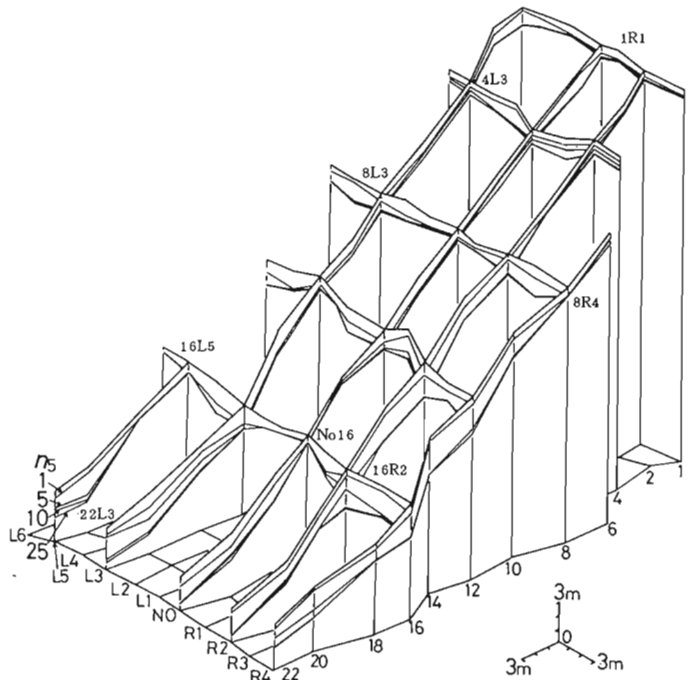


図-2 土層構造図

\* 宮崎県東臼杵農林振興局森林土木課勤務

3. 調査結果

図-2は、各貫入地点で $n_5$ 値が1, 5, 10, 25回の深さを重ねて土層を表現した土層構造図である。土層構造を表現するのに上述の貫入値を用いた理由は、 $n_5=1$ までの土層は、乾燥密度 $\rho_d=1500\text{ kg/m}^3$ で、平均値は、 $1310\text{ kg/m}^3$ 、 $n_5=5$ までの $\rho_d$ は、1800、平均1740であり、 $n_5=10$ までの $\rho_d$ は、2000にそれぞれ対応するためである。 $n_5=1$ までの土層を第1層、1~5までの土層を第2層、5~10までを第3層、10~25までを第4層とすると、 $\rho_d$ との関係から、危険の枠を広げれば、第2層までが崩壊発生の可能性のある土層と考えられる。図-2では、全縦・横断面を示してはいないが、地表面の傾斜角は、 $30\sim 45^\circ$ (平均 $37.4^\circ$ )に対し、第2層までの傾斜角は、 $25\sim 50^\circ$ であった。等貫入値曲線の密な所、すなわち第一層の下に硬い層のある部分(図-2の16L5, Na16, 8R4, 1R1)の深さは、1m以下が大部分である。また、第2第3層の存在する所(16R2.22L3, 8L3, 4L3)の深さは、1m以上となっている所が多い。この調査地での最大貫入深さは、3.8m、最小は、0.4mであった。

4. 安定解析とその結果

図-2で示した土層を、A, B, Cの3つの型に分類した(図-3)。A型は、全貫入深さの90%以上が第1層で占められる土層であり、B型は、全貫入深さの90%以上が第1層と第2層とで占められる土層、その他のもの(第3, 第4層がある層)をC型とした。A型では第1層まで、B, C型では、第2層までを崩壊発生の可能性のある土層とした。計算に用いた式は、無限斜面の平面すべり式<sup>1)</sup>(1)式で、単位幅を考え地下水面が地表面と一致するとき( $H_1=0$ )、 $F_s=1$

となるような限界崩壊深さを $H_c$ とし、 $H_c'$ で(1)式を解いた(2)式を用いた。

$$F_s = \frac{c' + \{\rho_{sat} - \rho_w (H - H_1)\} \cdot \cos^2 \beta \cdot \tan \phi'}{\rho_{sat} \cdot H' \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta} \quad (1)$$

$$H_c = \frac{c'}{\rho_{sat} \cdot \cos^2 \beta \cdot (\tan \beta - \rho' / \rho_{sat} \cdot \tan \phi')} \quad (2)$$

ここで、 $H_c$ :  $F_s=1$ となる土層厚さ(m)、 $\beta$ : 第2層までの傾斜角(度)、 $\rho_{sat}$ : 飽和時の土の密度( $\text{kg/m}^3$ )、 $\rho'$ : 水中での土の密度( $\text{kg/m}^3$ )、 $c'$ : 粘着力( $\text{kgf/m}^2$ )、 $\phi'$ : 内部摩擦角(度)である。第1層の $c'$ ,  $\phi'$ には、 $4.2 \times 10^2\text{ kgf/m}^2$ ,  $29.12^\circ$ を、第2層の $c'$ ,  $\phi'$ には、 $5.0 \times 10^2\text{ kgf/m}^2$ ,  $31.6^\circ$ をそれぞれ用いた。これらの値は、同じ三郡山系のマサ土試料から得た値である。図-3は、横軸に $n_5=5$ までの深さ(A型は $n_5=1$ までの深さ)を示し、縦軸は、(2)式で求めた $H_c$ を示す。参考までに、広島県の47年度災害データ<sup>2)</sup>を示す。(2)式は、 $\beta$ の関数であり、 $\beta=50^\circ$ のとき $H_c \approx 0.6\text{ m}$ 、 $\beta=29^\circ$ で $H_c \approx 1\text{ m}$ となる。この図で、 $n_5=5$ までの深さと $H_c$ とが一致する点( $H_{n_5=5} = H_c$ の直線付近の点)で、しかもA型のような第1層の直下に硬い層のある地点が、他の地点に比べ崩壊しやすい点と考えられる。これらの地点を地形図にプロットしたものが図-1(三角形で示す)である。このように、崩壊しやすい地点が、斜面上部に比較的かたまっていることがわかった。

5. おわりに

本報告では、地盤の土層構造を加味し崩壊の発生位置

の予測を試みた。山地崩壊の要因には種々のものがあるが、降雨条件を除いた地形、地質、植生、土層構造などの条件を崩壊発生前に把握しておくことは、崩壊発生位置の予測に役立つと考えられる。

引用文献

- (1) 山口柏樹: 土質力学, p.312. 東京, 1978
- (2) 末勝海: 広島県の山地崩壊発生予測のための基礎調査報告書, 広島県, pp.63~64, 1973

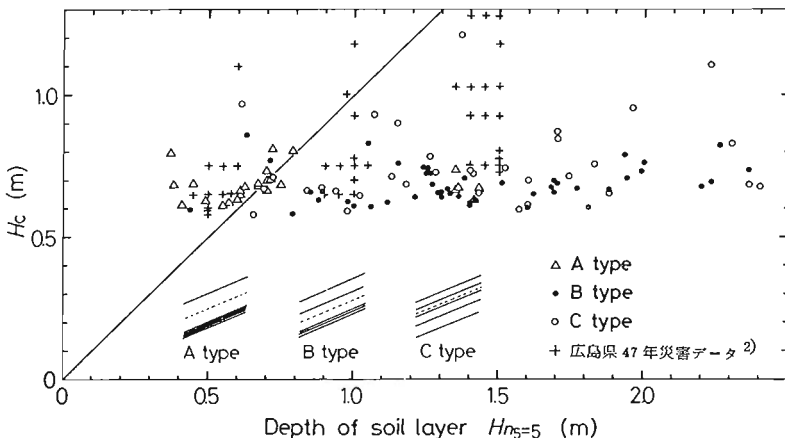


図-3  $n_5=5$  (A型は $n_5=1$ )までの深さと限界崩壊深さ $H_c$ との関係