

斜面安定解析におけるせん断強度パラメータの安全率への影響について

鹿児島大学大学院	学生会員	石野 孝樹
鹿児島大学大学院	学生会員	荒木 功平
鹿児島大学工学部	正会員	北村 良介
立命館大学 COE 推進機構	正会員	酒匂 一成

1.はじめに

鹿児島県を含む南九州には火砕流堆積物の非溶結部と定義されるしらすが多く分布している。しらす斜面は豪雨時等に表層すべり型崩壊を起こしている。豪雨時の表層すべり型斜面崩壊の原因として、含水比の増加に伴う土塊自重の増加、見掛けの粘着成分の低下などが挙げられる。表層すべり型斜面崩壊を解析するためにはすべり面でのせん断強度パラメータ（見掛けの粘着成分 c 、内部摩擦角 ϕ ）の的確な評価が必要である。

ここでは、しらすの表層すべり型斜面崩壊を想定し、斜面安定解析の一手法である無限斜面法を適用し、せん断強度パラメータが算定される安全率へ及ぼす影響について考察を加えている。

2.無限斜面法を適用した斜面安定解析

無限斜面法は、地表面の傾斜が一定で、すべり面な場合に用いられる。無限斜面のすべり破壊はブロックすべりと等価であり、地表面と平行な浸透流がある傾斜角 β 、表層厚さ H_t の斜面を考えたとき単位長さのブロックとみなして安定計算が行われる¹⁾。安全率 F は、すべり面に沿って発揮しうる土の抵抗力とすべり面より上に存在する土に作用する滑動力の比で表される。

図-1 のような地表面と基盤面が平行で、基盤面と水位面が一致するような表層すべり型の斜面モデルを想定する。

無限斜面法におけるある土塊スライスの安全率 F_1 の定義式は全応力表示の場合、次のように示されている。

$$F_1 = \{c \cdot l + (W \cos \beta - U) \tan \phi\} / W \sin \beta \quad (1)$$

$$W = \{\gamma_t (H_t - h_w) + \gamma_{sat} \cdot h_w\} \cdot \cos \beta \cdot l \quad (2)$$

ここに、 c ：見掛けの粘着成分、 ϕ ：内部摩擦角、 l ：スライス底面長、 W ：スライス重量、 β ：斜面勾配、 U ：スライス底面に働く中立間隙水圧の合力、 γ_t ：湿潤単位体積重量、 H_t ：表層厚さ、 γ_{sat} ：飽和単位体積重量、 h_w ：水面の高さ

想定した斜面モデルにおける境界条件、土質パラメータを表-1 に示す²⁾。ここで、図-1 に示した斜面モデルにおいて、雨天時の飽和度が 90% と想定した。設定した各パラメータ値および算出した土塊・土質パラメータを表-2 に示す。ただし、土塊スライスの底面長、奥行きは単位長さ（1m）とした。

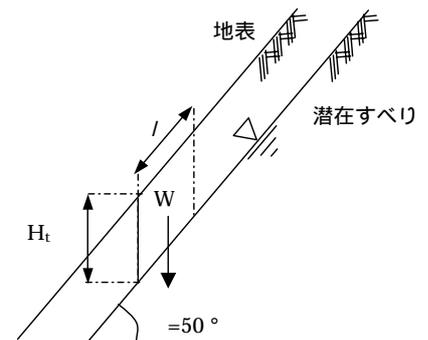


図-1 無限斜面モデル

表-1 想定した斜面・土質パラメータ

(deg)	h_w (m)	w (kN/m^3)	s (kN/m^3)	e	γ_{sat} (kN/m^3)	d (kN/m^3)
50.0	0	9.8	23.5	1.0	16.7	11.8

表-2 想定した土質パラメータ

H_t (m)	S_r (%)	w (%)	t (kN/m^3)	W (kN)
1.0	90.0	37.6	16.2	10.4

キーワード：しらす，せん断強度パラメータ，斜面安定，表層すべり

連絡先：〒899-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学海洋土木工学科工学科

3. せん断強度パラメータと安全率の関係

式(1),(2)に表-1,2に示した具体値を代入して安全率を計算した。図-2はその結果(せん断強度パラメータと安全率の関係)を三次元的に表示したもの、図-3はそのコンター図である。図中の数字は安全率を示している。なお、内部摩擦角の範囲は $30 \sim 45^\circ$ とした³⁾。図-4は $c = 3\text{kN/m}^2$ での安全率 F と内部摩擦角との関係を示している。図-5は $\phi = 35^\circ$ での安全率 F と見掛けの粘着成分 c との関係を示している。

図-2,3より、内部摩擦角 ϕ 、見掛けの粘着成分 c が増加すると、安全率 F が増加することがわかる。図-4より内部摩擦角が 5° 程度変化すると、安全率は0.1程度変化していることがわかる。一方、図-5より見掛けの粘着成分が 1kN/m^2 程度変化すると安全率は0.1程度変化していることがわかる。このように無限斜面法では粘着成分が安全率に及ぼす影響は、内部摩擦角のそれよりも格段に大きい。このことは、表層すべり型斜面崩壊を解析するためには、内部摩擦角より見掛けの粘着成分を正確に評価する必要があることを意味している。

4. おわりに

しらす斜面の表層すべり型斜面崩壊を想定し、無限斜面法を適用した際の安全率へのせん断強度パラメータ(見掛けの粘着成分 c 、内部摩擦角 ϕ)の影響を調べた。その結果、見掛けの粘着成分の影響が大きいことがわかった。内部摩擦角は斜面でのミニコーン貫入試験装置等で概略値を求め、見掛けの粘着成分については精度の高い室内土質試験によって求めることが安定解析の精度を上げる効率的な方策ではないかと考えられる。今後は表層すべり型斜面崩壊を対象とした安定解析手法の確立を目指したい。

本研究に対して科研費基盤(B)(2)(代表:北村,課題番号:13450196)の援助を受けた。ここに謝意を表します。

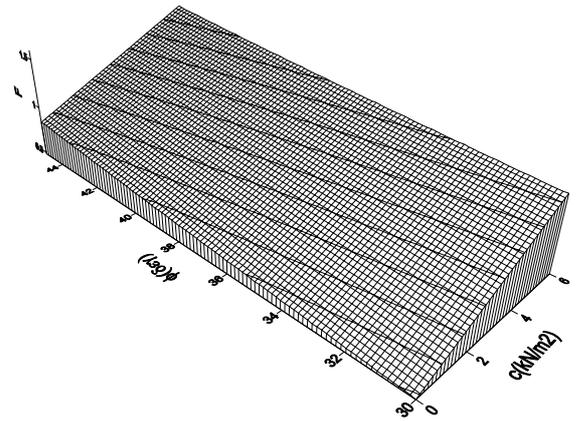


図-2 F-c- ϕ 関係の三次元表示

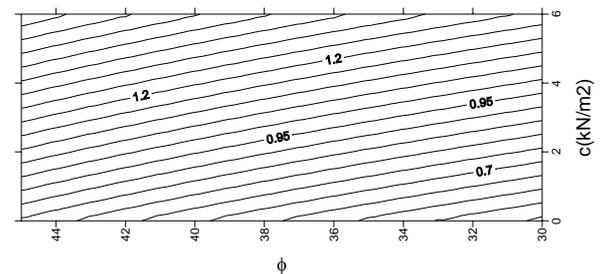


図-3 安全率のコンター図

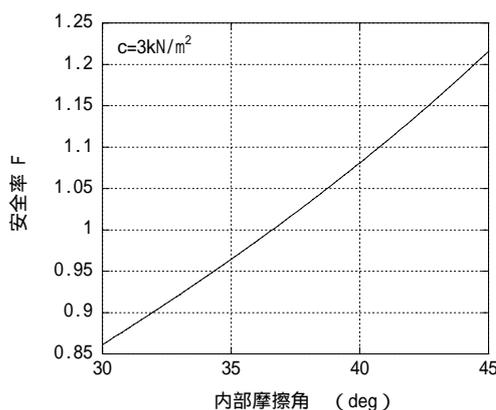


図-4 F- ϕ の関係 ($c=3\text{kN/m}^2$)

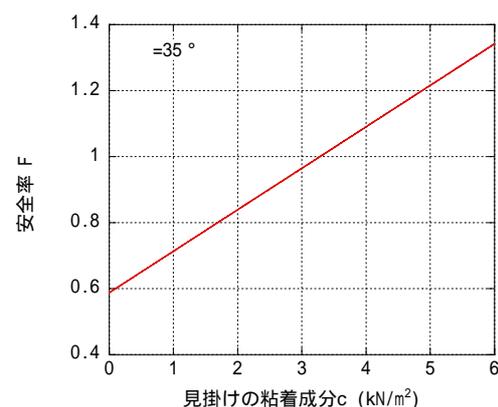


図-5 F-c の関係 ($\phi=35^\circ$)

[参考文献]

- 1) 地盤工学会: 地盤工学ハンドブック, pp.168-169, 1999.
- 2) 荒木ら: 豪雨時の斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測に関するシンポジウム, pp.77-84, 2003.
- 3) 春山元寿: c と ϕ を考える(7.しらす), 土と基礎, vol.23, No.6, pp.67-74, 1975.