

(Ⅲ-69) 載荷重を受けた軟弱地盤の安定解析

(株) オオバ 正員 佐藤 巖
東海大学 正員 稲田 倍穂

1. はじめに

軟弱地盤上に盛土、構造物等が載荷された場合の破壊に対する安定は、一般的に斜面を対象として発展してきた安定解析法を適用し検討することが多い。すなわち予想されるすべり面上の土塊を分割し、それぞれの細片ごとに、室内試験から求められるせん断強さと細片底面に生じるせん断応力を比較して安定の度合を予測する方法である。

しかし安定解析を全応力法、有効応力法のどちらによるか、あるいは圧密とせん断に伴う過剰間隙水圧のあつかい等に不明確な部分が多く、実施に当たって解析方法の選択に迷う場合が多い。

ここでは軟弱地盤を対象に慣用されてきた安定計算と、斜面安定解析を簡単に比較し、軟弱地盤で特に着目すべき点に言及する。

2. 斜面安定解析と軟弱地盤安定解析

図-1(a)は傾斜角 α のすべり面と平行な、地表面と一致する定常浸透流 $P_s = i \cdot \gamma_w \cdot V$ を有する斜面の分割土塊 (幅 b , 奥行 l , 深さ Z) の上に高さ H_E の盛土を載荷した場合について、すべり面に生じる応力と N 点における力の多角形を示したものである。ただし原地盤の圧密はなく、地下水面、浸透流の変化はない。

図-1(b)は地表面と一致した地下水面を有する軟弱地盤の分割土塊であり、(a) と同じく H_E の盛土が載荷された場合である。時間 t で圧密度 U に達しており、残留過剰間隙水圧は $u_u = \gamma_w \cdot h_u$ である。ただし地下水面の変化はない。

図-1(a), (b) の力の多角形から細片土塊のすべり面における垂直力、せん断力は表-1 のようになる。

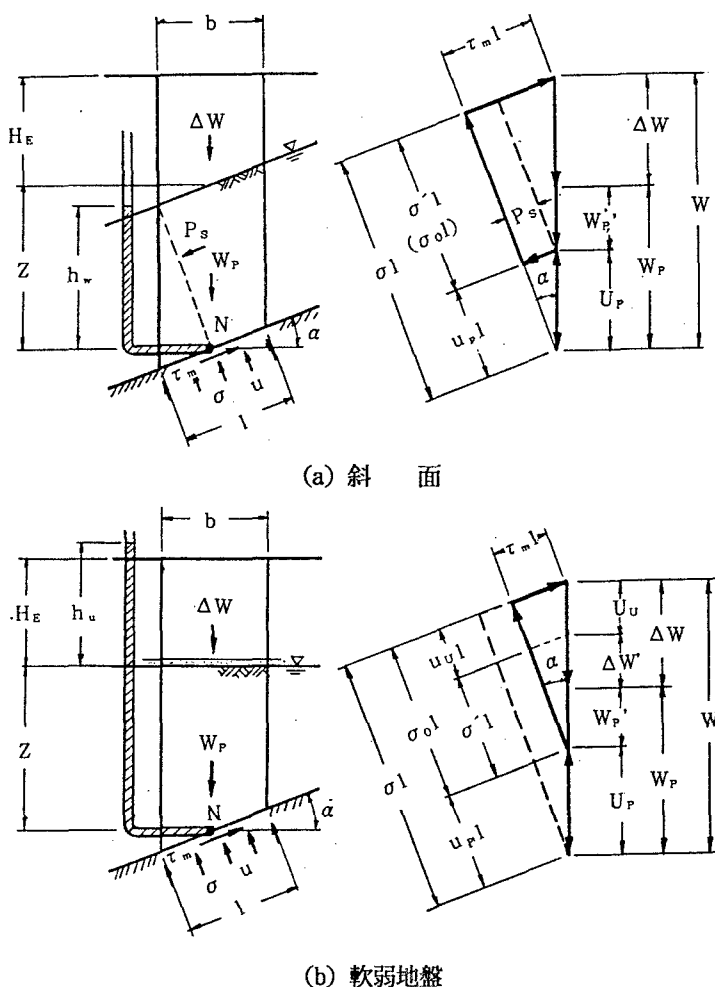


図-1 分割細片と力の多角形

表-1 すべり面の垂直力とせん断力

応 力	斜 面	軟 弱 地 盤
垂直全応力 σ	$\sigma l = W \cos \alpha$	$\sigma l = W \cos \alpha$
中 立 応 力 u_p	$u_p l = U_p \cos \alpha$	$u_p l = U_p \cos \alpha$
有効全応力 σ_0 ($\sigma_0 = \sigma - u_p$)	$\sigma_0 l = (W - U_p) \cos \alpha$	$\sigma_0 l = (W - U_p) \cos \alpha$
垂直有効応力 σ'	$\sigma' l = (W - U_p) \cos \alpha$	$\sigma' l = (W - U_p - U_u) \cos \alpha$
せん断応力 τ_m	$\tau_m l = (W - U_p) \sin \alpha + P_s$ $= W \sin \alpha$	$\tau_m l = (W - U_p) \sin \alpha$

安定解析法のうち“簡便法”は、すべり面に作用する垂直応力 σ (σ_0 , σ') のもとで発揮されているせん断応力 τ_m と、おなじ σ のもとで破壊されるときにせん断応力 τ_f (せん断強さ S) より安全率を $F_s = \tau_f / \tau_m$ と定義して安定の度合を検討する。

正規圧密か、わずかに過圧密された飽和土で粘着力 c_{cu} または c' が無視できる場合、図-1, 表-1 より安全率は表-2 の各式によって求められる。

表-2 安全率 F_s 算定式

解 析 法	斜 面	軟 弱 地 盤
全 応 力 法	$\frac{W \cos \alpha \tan \phi_{cu}}{W \sin \alpha}$	$\frac{W \cos \alpha \tan \phi_{cu}}{(W - U_p) \sin \alpha}$
一般全応力法	$\frac{(W - U_p) \cos \alpha \tan \phi_{cu}}{W \sin \alpha}$	$\frac{(W - U_p) \cos \alpha \tan \phi_{cu}}{(W - U_p) \sin \alpha}$
有効応力法	$\frac{(W - U_p) \cos \alpha \tan \phi'}{W \sin \alpha}$	$\frac{(W - U_p - U_u) \cos \alpha \tan \phi'}{(W - U_p) \sin \alpha}$

図-1 において以下のような仮定の条件で表-2 により安全率 F_s を計算すると表-3 のようになる。

【計算条件】

《盛 土》 $H_E = 5.0 \text{ m}$, $\gamma_t = 1.50 \text{ tf/m}^3$

《原地盤》 $\alpha = 20^\circ$, $Z = 5.0 \text{ m}$

$\gamma_w = 1.0 \text{ tf/m}^3$

$c_{cu} = 0$, $c' = 0$

$\phi_{cu} = 20^\circ$, $\phi' = 30^\circ$

$\gamma_{sat} = 1.40 \text{ tf/m}^3$

表-3 計算安全率 F_s

解 析 法	斜 面	軟弱地盤
全 応 力 法	1.00	1.53
一般全応力法	0.66	1.00
有効応力法	1.04	U= 0% 0.34
		U= 25% 0.65
		U= 50% 0.96
		U= 75% 1.27
		U=100% 1.59

軟弱地盤における有効応力法の場合は圧密の進行に伴う過剰間隙水圧の変化が安全率に大きく影響するので各分割土塊のすべり面に残留する過剰間隙水圧を精度よく予測することが重要である。

参考文献：望月秋利，三笠正人；「フィルダムの安定解析法—一般全応力法と有効応力法の比較—」

土と基礎，Vol. 32, No4, 1984