

1. まえがき

ビショッフは、図-1に示すように不静定内力を考慮して、間隙水圧比を  $Yu = u/\gamma h$  とすると、安全率は次式になることを導いた。

$$F = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left[ \left\{ c' b + \tan \phi' (W(1 - Yu) + (X_n - X_{n+1})) \right\} \cdot \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \phi' \cdot \tan \alpha}{F}} \right] \quad (1)$$

上式において、 $(X_n - X_{n+1}) = 0$  としても誤差が小さいということから、 $(X_n - X_{n+1}) = 0$  とする簡便法を提案した。リトルとワライスは、右辺に未知数があることから、近似解を得るために、ニュートン・ラフソン法を用いて、次式を導いた。

$$F_1 = F_0 \left\{ 1 - \frac{\sum W \sin \alpha - \frac{\sum c' b + W(1 - Yu) \tan \phi'}{F_0 \cos \alpha + \tan \phi' \sin \alpha}}{\sum W \sin \alpha - \frac{\sum (c' b + W(1 - Yu) \tan \phi') \tan \phi' \sin \alpha}{(F_0 \cos \alpha + \tan \phi' \sin \alpha)^2}} \right\} \quad (2)$$

ビショッフとモーゲンスターンは、(2)式を使用して、単純斜面の安定解析を実施し、便利な計算図表を作成した。しかしながら臨界円の位置に関する詳細な議論は、グリッド法の為除かれている。本研究は、シンプレックス法を使用して単純斜面の最少安全率を求め、安定図表を作成したものである。

2. 安定解析結果

(2)式のニュートン・ラフソン法の初期値  $F_0$  は、不静定内力  $X_n, X_{n+1}, \dots, E_n, E_{n+1}, \dots$  を無視した簡便分割法の安全率の1.35倍とした。この値を初期値とすると2,3回のくり返し回数で収束するようである。

単純斜面の斜面傾斜角  $\beta$ 、間隙水圧比  $Yu$ 、深さ係数  $u$  を一定、またヤングと同じように定数  $\lambda = \gamma H \tan \phi' / c'$  を一定として、粘着力  $c'$ 、内部摩擦角  $\phi'$ 、単位重量  $\gamma$ 、斜面高さ  $H$  を変化させてシンプレックス法で演算した結果の一例を示すと表-1のようになる。アウトプットデータの  $x_0/H, y_0/H$  は、斜面先を原点とする座標において、臨界円の中心点座標  $(x_0, y_0)$  を斜面高さ  $H$  で除して無次元化したものであり、また  $R/H$  は、臨界円の半径  $R$  を斜面高さ  $H$  で除して無次元化したものである。

この表によれば、インプットデータ  $c', \phi', \gamma, H$  が異なっているにもかかわらず臨界円の相対的位置は一定であることを示している。またインプットデータより得られる  $c'/(\gamma H)$  を横軸に、演算結果より得られる安全率  $F$  を縦軸にプロットすると原点を通る一本の直線関係が得られる。この直線の傾きを安定係数  $N_d$  とすると、安全率  $F$  は、次のように表わすことができる。

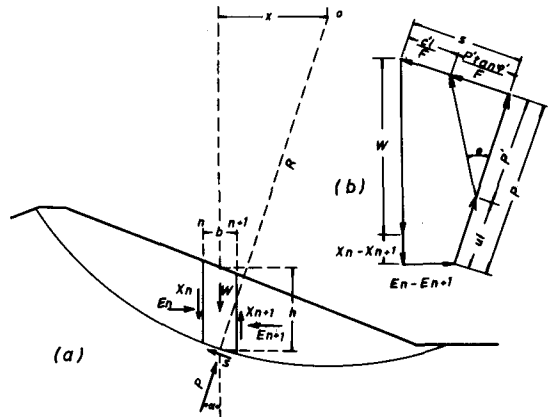


図-1

$\beta = 15^\circ, \lambda = 6, r_u = 0.50, N_d = 1.25$

	0.11	0.28	0.51	0.87	1.33	1.93
$c' (t/m^2)$	0.11	0.28	0.51	0.87	1.33	1.93
$\phi' (^\circ)$	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00
$\gamma (t/m^3)$	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
$H (m)$	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
$F$	0.33	0.66	1.01	1.37	1.75	2.17
$x_0/H$	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
$y_0/H$	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49
$R/H$	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74

表-1

$$F = \frac{N_s \cdot c'}{H \cdot \gamma} \quad (3)$$

以上の結果から安定図表は、定数入ごとに斜面傾斜角  $\beta$  と安定係数  $N_s$  の関係になる。

破壊型式は、(1) 斜面先、(2) 斜面内底部、(3) 斜面先底部、(4) 底部、(5) 斜面下の五つに分類できる。 $\gamma_u = 0$  とすると斜面先および斜面下破壊となる。斜面下破壊とは、斜面先と底部破壊の中間に位置する破壊型式である。

$\gamma_u = 0, \gamma_u = 0, 0.25, 0.50$  のときの安定図表を図-2に示す。また  $\gamma_u = 0$  のときの臨界円の無次元中心座標  $x_0/H, y_0/H$  および無次元半径  $R/H$  を図-3に示す。図に示した破壊型式の変化する点は、狭み打ち法で求めたものである。

カスンスは、斜面安定解析で  $\beta, \gamma_u$  が小さいとき、 $\lambda = \lambda(1 - \gamma_u)$  を使用し、 $\gamma_u = 0$  の結果を利用すれば安全率を求めることができるとした。 $\lambda = 8$  とし、 $\gamma_u = 0.25, \gamma_u = 0.5$  を前式に代入した  $\lambda' = 6$  および  $\lambda = 8, \gamma_u = 0.25$  と  $\lambda' = 4$  および  $\lambda = 8, \gamma_u = 0.5$  の演算結果を表-2に示す。

$\lambda' = 6, r_u = 0$					
$\beta$	30°	25°	20°	15°	10°
$x_0/H$	0.26	0.47	0.77	1.21	2.07
$y_0/H$	2.00	2.30	2.72	3.70	5.79
$R/H$	2.01	2.35	2.83	3.91	6.20
$N_s$	22.11	25.23	29.68	36.72	50.10
$\lambda = 8, r_u = 0.25$					
$x_0/H$	0.25	0.46	0.76	1.21	2.07
$y_0/H$	1.98	2.28	2.79	3.70	5.79
$R/H$	2.00	2.33	2.89	3.90	6.19
$N_s$	21.12	24.41	29.02	36.23	49.78
$\lambda' = 4, r_u = 0$					
$x_0/H$	0.37	0.58	0.88	1.31	2.19
$y_0/H$	1.88	2.15	2.59	3.40	5.26
$R/H$	1.92	2.23	2.73	3.69	5.78
$N_s$	17.47	19.70	22.85	27.75	37.01
$\lambda = 8, r_u = 0.50$					
$x_0/H$	0.34	0.56	0.86	1.31	2.18
$y_0/H$	1.85	2.13	2.58	3.39	5.26
$R/H$	1.88	2.20	2.72	3.67	5.77
$N_s$	15.62	18.16	21.62	26.84	36.39

表-2

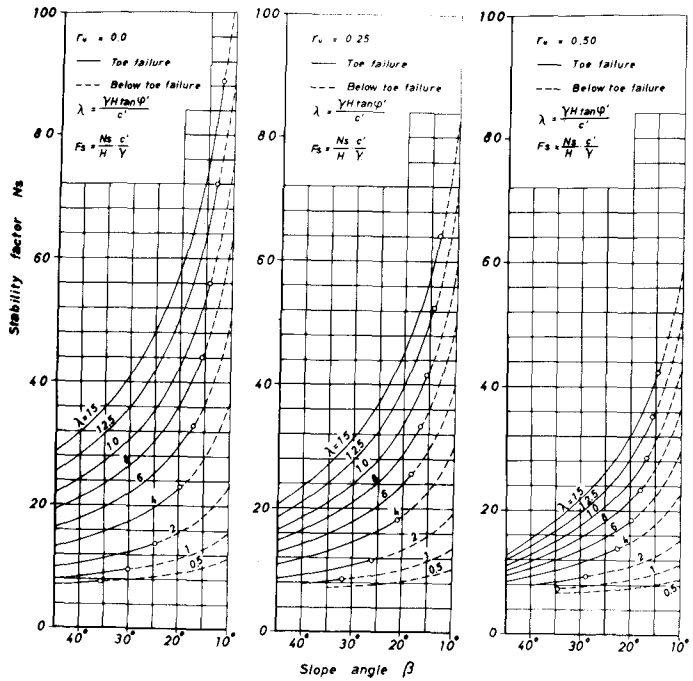


図-2

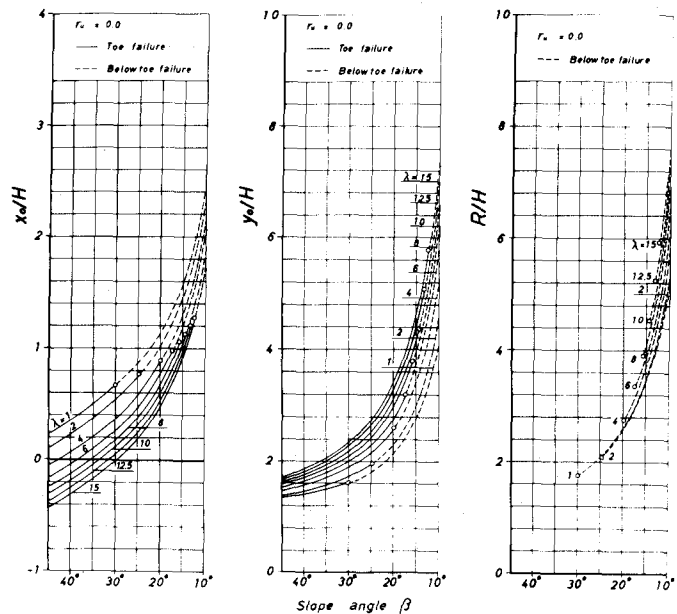


図-3

臨界円、安定係数の値に若干の差はあるが、 $\lambda$  を使用することにより、安全率、臨界円の位置の推定も可能である。

### 3. むすび

図-2、図-3を使用することにより、 $\gamma_u = 0$  のときの単純斜面の安全率、臨界円の位置の推定がたやすくなる。