

法政大学工学部 正会員 ○牟田 親弘

法政大学工学部 正会員 山門 明雄

静岡県 正会員 鈴木 雅文

1. ま え が き

粘性土の斜面安定解析に関して、Taylor、Jambu等は最少安全率の算出に便利な図表を作成している。また地震時の斜面に関して、倉田は震度法を適用し最少安全率の推定のための図表を作成している。本研究は粘性土の斜面安定解析を通常用いられている分割法を使用し、どのような傾向になるかを検討したものである。

2. 計 算 方 法

計算に使用した断面は、Taylorが仮定した理想状態の単純断面とし、分割法を使用した。分割法の安全率は中心Oなる円弧すべり面を仮定し(1)式のように表わされる。インプットデータとして斜面傾斜角 β を 10°

$$F_s = \frac{\text{O点まわりの抵抗モーメント}}{\text{O点まわりの滑動モーメント}} \quad (1)$$

から 9.0° とし、斜面高さHは5mを中心に7.5m、10m、また深さ係数 n_d を1.0、1.2、1.5、2.0、3.0とした。地震時に関しては震度法を採用し合震度 $K=0.2$ とした。地震時の斜面安定解析については、図-1の斜面においてある分割片の重心Gに水平震度 k_h および鉛直震度 k_v が作用する。その合力の作用線と円弧の交点Mでベクトルをあつかわねばならないが、分割片より外側になることが多々あるのでトラブルの原因となることがある。震度法の適用について、物部は擁壁を θ だけ左に傾けて土圧を、倉田は摩擦円法を用いて斜面安定解析を行ったが筆者は、左に θ だけ傾けるかわりに直交座標系のXY軸を θ だけ図のように回転し、合力ベクトルの方向とY'軸を一致させることにより震度法の適用を試みた。また最少安全率の算出にあたっては、シンプレックス法を用いた。シンプレックス法に関しては専門書にまかせることにするが、初期値として中心点の座標 (x_0, y_0) および半径Rは解に近い方がより演算速度も速くなる。地震時に関して円弧の中心点 (x_0, y_0) およびRの情報が常時ほどないので、また常時と地震時とでは中心点およびRに差があり推定がむずかしいため、通常用いられている一次格子および二次格子を作ることにした。一次格子での最少安全率の算出にあたっては、求まった最少安全率の円弧の中心点の座標が一次格子の内側になるように自動一次格子とした。一次格子での演算の後に二次格子を作り、二次格子での最少安全率を求めた。二次格子の最少安全率の座標2を算出した後にゾーンA、ゾーンB、ゾーンCで一様乱数を発生させ、円弧の中心点の初期値 (x_0, y_0) を3組求めた。また半径Rは二次格子の最少安全率のときの破壊型式から、ゾーンA、B、Cでも同じ破壊型式になるように初期値Rをそれぞれ求めた。二次格子での最少安全率の円弧の中心点およびその半径とゾーンA、B、Cでの情報を初期値として真の最少安全率をシンプレックス法で求めた。

3. 演 算 結 果 お よ び 考 察

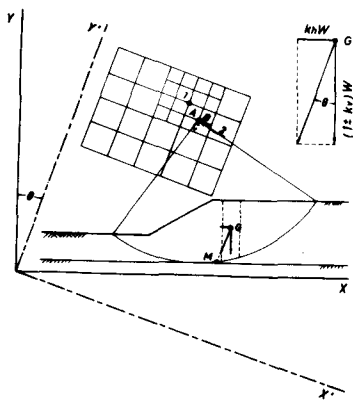


図-1 地震時の斜面

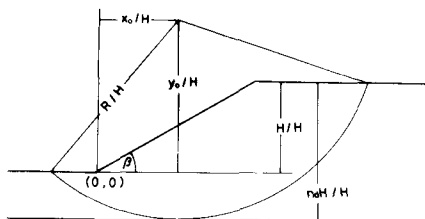


図-2 斜面の記号

一例ではあるが地震時の合震度 $K = 0.2$ のときの演算結果を表-1に示す。斜面傾斜角 $\beta = 60^\circ$ 、斜面高さ $H = 5\text{ m}$ 、 7.5 m 、 10 m 、深さ係数 $n_d = 1.2$ 、 $C/\gamma = 2.5\text{ m}$ 、 3.75 m 、 5.0 m 、 7.5 m 、 8.75 m 、 10.0 m のときの真の最少安全率を求めた結果である。いずれの場合にもその臨界円は斜面先破壊となり、斜面先の座標（もとのXY軸において）を $(0, 0)$ としたときの円弧の中心点および半径を H で除した値（図-2、表-1）、 x_o/H 、 y_o/H 、 R/H は完全に一致している。限界高さ $H_c(\text{m})$ を $H_c = F_s H$ として安定係数 N_s を求めてみると一致した値を得る。このようなことから、限界高さ H_c および最少安全率 F_s は常時と同様に次式で表わせる。

$$H_c = N_s \left(\frac{C}{\gamma} \right) \quad (2)$$

$$F_s = \frac{N_s}{H} \left(\frac{C}{\gamma} \right) \quad (3)$$

演算結果より斜面の傾斜角 β と安定係数 N_s との関係を図-4に示す。

臨界円の型は、(1) 斜面先破壊、(2) 斜面内底部破壊、(3) 斜面先底部破壊、(4) 底部破壊に分類できる（図-3）。斜面内底部破壊は斜面内と基盤を通る臨界円であり、斜面先底部破壊は斜面先と基盤を通る臨界円である。 $n_d = 1$ のときは β が大きくなるにしたがって斜面内底部破壊、斜面先底部破壊、斜面先破壊となる。 $n_d = 1.2$ および 1.5 のときは斜面内底部破壊、斜面先底部破壊、底部破壊、斜面先破壊となる。 $n_d = 2$ および 3 のとき、演算をした範囲では常時と地震時の臨界円に差がみられた。

4. む す び

図-4を利用すれば $K = 0$ 、 $K = 0.2$ のときの最少安全率および破壊型式が推定できる。また $K = 0.2$ のときの最少安全率は $K = 0$ に比してかなり低い傾向がある。

謝 辞 本研究を行うにあたって御助言いただいた大地羊三先生に深謝いたします。

なお演算は法政大学計算センターを利用いたしました。

β	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
N_d	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
H	5.000	5.000	7.500	7.500	10.000	10.000
C/γ	5.000	10.000	2.500	7.500	3.750	8.750
F_s	4.034	8.069	1.345	4.034	1.513	3.530
H_c	20.172	40.344	10.086	30.258	15.129	35.301
x_o/H	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240
y_o/H	2.189	2.189	2.189	2.189	2.189	2.189
R/H	2.203	2.203	2.203	2.203	2.203	2.203
N_s	4.034	4.034	4.034	4.034	4.034	4.034
type	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)

表-1 演算結果の一例

$K=0.2$

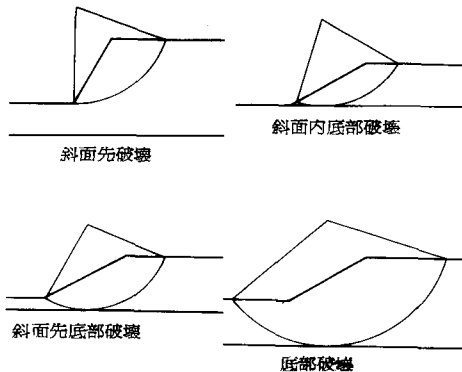


図-3 臨界円の型式

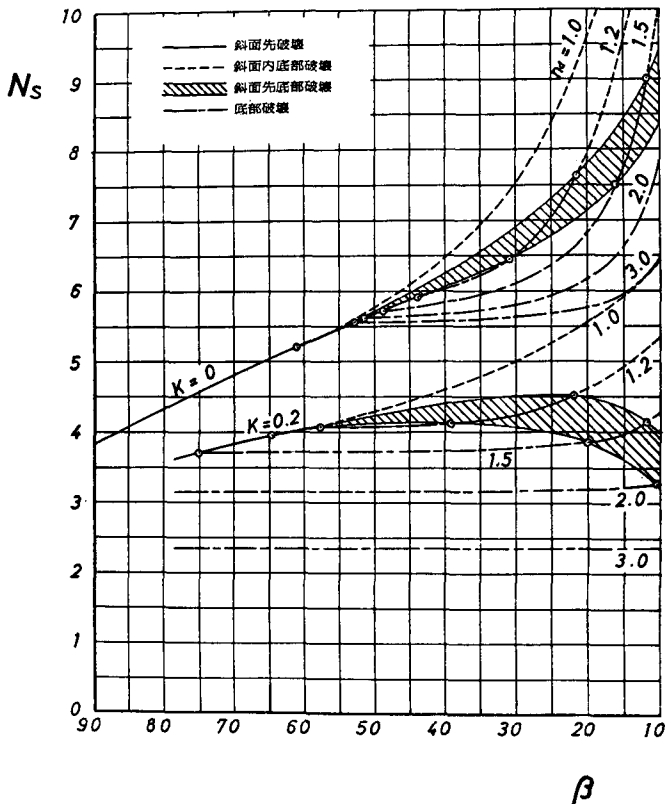


図-4 斜面の傾斜角 β と安定係数 N_s との関係