

栃木県 正会員 湯本 義宏
 法政大学 正会員 山門 明雄
 法政大学 正会員 牟田 親弘

1. ま え が き

沖積粘土のような軟かい飽和粘土から成る斜面においては、非排水強度が地表面からの深度に比例して増加する傾向があり、非排水強度分布は図-1に示されるような形式となる。本研究は、このような非排水強度分布を有する斜面の安定解析を行い、Taylor や Gibson & Morgenstern の発表したような最少安全率の算定に便利な安定図表を作成したものである。

2. 安定解析法

安定解析の対象とする斜面は、図-1に示すような非排水強度分布を有する飽和粘土地盤の単純斜面であり、浸透流の存在せぬ一様斜面とし、円弧すべり面を仮定して分割法によって安定解析を行う。この場合、安全率は(1)式のように表される。

$$F_s = \frac{\text{仮想すべり円中心に関する抵抗モーメント}}{\text{仮想すべり円中心に関する破壊モーメント}} \quad (1)$$

(1)式の最少安全率の探索はシンプレックス法を使用した。

なお、地震時の安定解析法としては震度法を適用し、水平震度 kh を0.2として図-2に示す要領で解析を行った。⁽¹⁾

3. 安定解析結果

図-1に示されたような非排水強度 C_u の分布は、地表面の非排水強度を C_0 、強度増加係数を λ 、地表面からの深度を z とすると式(2)のように表される。

$$C_u = C_0 + \lambda \cdot z \quad (2)$$

この式は、Taylor($C_u = C_0$)とGibson & Morgenstern($C_u = \lambda z$)の中間に相当するものである。

Taylorの安全率は式(3)で表され、

$$F_s = N_s \frac{C_0}{r \cdot H} \quad (3)$$

また、Gibson & Morgensternの安全率は式(4)で表されている。

$$F_s = N_{s_1} \cdot \frac{\lambda}{r} \quad (4)$$

したがって、(2)式で表される非排水強度分布に対する安全率は式(5)で表されるものと推定することができる。

$$F_s = (N_s + N_{s_1} \frac{\lambda \cdot H}{C_0}) \cdot \frac{C_0}{r \cdot H} \quad (5)$$

式(5)において、 $\lambda H / C_0$ を λ と置いて、 λ 、斜面傾斜角 β 、深さ係数 nd を一定としたとき、 C_0 、 λ 、 H 、 r を任意に変化させてシ

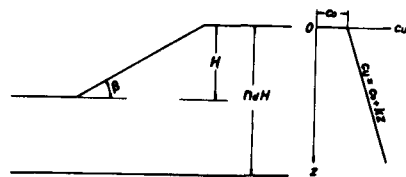


FIG. -1

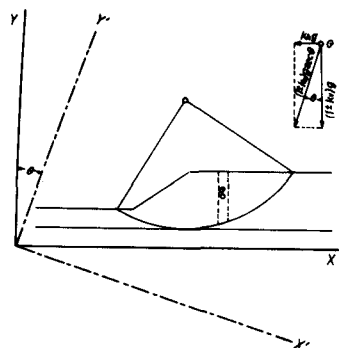


FIG. -2

TABLE-1, $\lambda=1, Kh=0.0, Nd=0.4, \beta=20^\circ$

γ	H	k	C_0	F_s	x_0/H	y_0/H	R/H
1.5	5	0.1	0.5	0.96	1.37	2.21	2.67
1.6	6	0.2	1.5	1.80	1.37	2.22	2.67
1.7	7	0.3	2.1	2.54	1.37	2.22	2.67
1.8	8	0.4	3.2	3.20	1.37	2.22	2.67
1.9	9	0.5	4.5	3.78	1.37	2.22	2.67
2.0	10	0.6	6.0	4.31	1.37	2.22	2.67

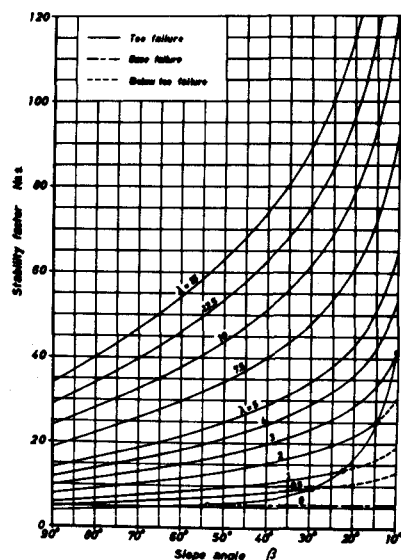


FIG. -3

ブ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。
 この表で x_0/H および y_0/H は、斜面先を原点とする座標系において、
 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、 R/H は臨界円の半径を斜面高さ H で除して無次元化した
 ものである。表-1によればこれらの臨界円の無次元座標および無
 次元半径は変化せず、臨界円の相対的位置が一定となることが明ら
 かとなった。また、表-1の演算結果より得られる $Co/(r \cdot H)$ と安
 全率 Fs との関係は原点を通る一本の直線となる。この直線の傾きを
 安定係数 Ns_2 とすると、式(5)は式(6)のように表すことができる。

$$Fs = Ns_2 \cdot \frac{Co}{r \cdot H} \quad (6)$$

以上の結果から、非排水強度分布が(2)式になる場合の安定図表は
 定数 λ ごとに斜面傾斜角 β と安定係数 Ns_2 の関係を示すものとなる。
 常時の場合、深さ係数を無限大として λ の値ごとに演算を行った結
 果、図-3のような安定図表が得られた。図-3によると常時の場
 合に破壊形式が、斜面先破壊と斜面下破壊の2通りに変化するよう
 である。斜面下破壊とは図-5に示すような、斜面先破壊と底部破
 壊の中間に相当する破壊形式を表す。各 λ の値に対して斜面先破壊
 から斜面下破壊に変化する点は、一本のなめらかな曲線で結ぶこと
 ができるようである。なお、 $\lambda=1.5$ の時の臨界円の相対的な位置は、
 Gibson & Morgenstern の解析によるものとほぼ一致した。

地震時の場合、水平震度 $\#h=0.2$ で深さ係数 $nd=3$ である時の安
 定図表は図-4のようになった。地震時の破壊形式は、斜面先破壊、
 底部破壊、斜面下破壊の3通りに変化する、斜面先破壊から底部破壊
 に変化する点は常時と同様一本のなめらかな曲線で結ぶことができ
 るようである。

(2)式で $Co = 0$ の場合 $Cu = \# \cdot z$ となり、Gibson & Morgenstern
 の解析結果に相当し、常時および地震時(水平震度 $\#h=0.1, 0.2$) の
 演算結果より図-6のような安定図表が得られた。この時の最少安
 全率は(4)式によって求めることができる。

4. む す び

非排水強度分布が(2)式で表せるような飽和粘土地盤の斜面では
 図-3、図-4に示す安定図表を使用することによって、たやすく
 最少安全率を推定することができる。

なお本研究の計算は、法政大学計算センターを利用しました。

(1)山門、牟田、鈴木(1978)：粘性土斜面の安定解析

土木学会第33回年次学術講演会概要集第Ⅲ部

(2)Gibson R.E. & N.Morgenstern(1962)：“A note on the
 Stability of Cutting in Normally Consolidated Clays.”

Geotechnique Vol 12, No 3 P212 ~ 216

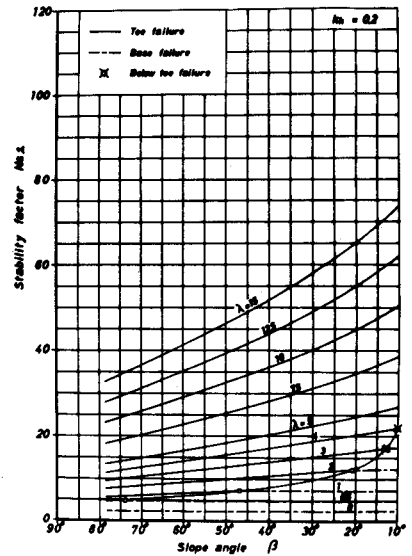


FIG.-4

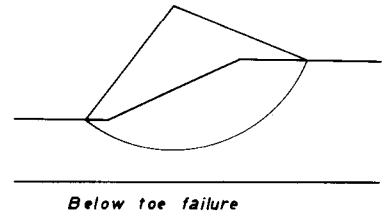


FIG.-5

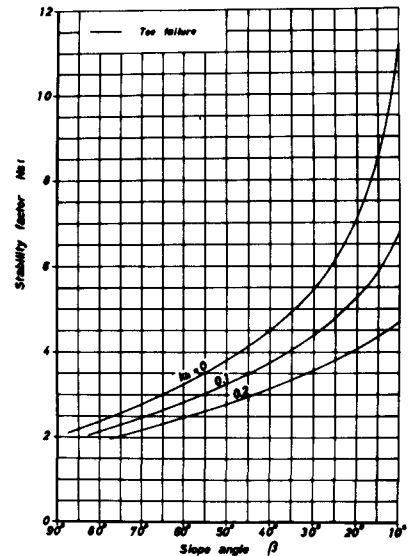


FIG.-6