

軟弱地盤上の盛土の安定解析のための コンピュータ・プログラム

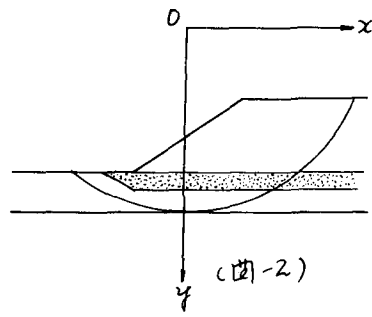
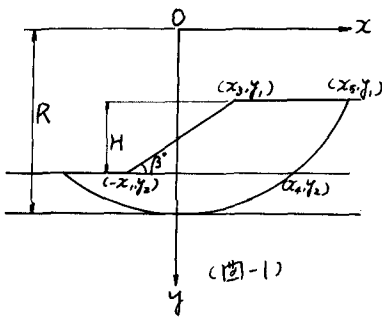
熊本大学工学部 正員 瀬川浩司
同 大学院 学生員 山本弘男

1. まえがき 斜面の安定解析は従来用いられてきた方法では、任意点を中心とするスクリ円の安全率を計算するから、同じような計算を数多くしなければならぬ。したがって多大の時間と労力が必要である。しかもこの計算は同じ演算のくり返しにすぎず、その原理の簡明さにくらべて退屈な仕事である。デジタル・コンピュータは同じ演算のくり返しを得意とし、演算速度が速いから多数の計算を短時間に行うことができる。そこで、計算の労力と時間とを軽減しようとして、TOSBAC-400を使用するプログラムを作成した。

プログラムは単純斜面である「軟弱地盤上の盛土」の安定解析を行う目的をもって作られ、安全率を高めるために軟弱層の一部をスクリに置換した場合をも含んでいる。

臨界円を中心を求める方法としては、スクリ円を中心を椅子卓上において移動させる椅子卓法と、臨界円を中心を自動的に追跡する自動法とを示した。

2. 安全率の計算式



安全率の計算式は、軟弱層の上に直接盛土を施した場合(図-1)、及び、軟弱層の一部をスクリに置換した場合(図-2)において、起動モーメント、抵抗モーメントをも座標(X,Y)の関数として表わし、スクリ円の中心が移動すれば、自動的にそれらの値が変化するようにになっている。

一例として軟弱地盤上に直接盛土を施した場合の粘着力が一定の場合に於ける計算式を上げると次のようになる

起動モーメント

$$M_d = \gamma H \left\{ \frac{(x_5 - x_3)^2}{2} + (x_5 - x_3)x_3 \right\} + \frac{1}{2} \gamma H^2 \cot \beta \left\{ \frac{2}{3} H \cot \beta + x_1 \right\} - \gamma H^2 \left(\frac{y_1}{2} + \frac{H}{6} \right) \dots (1)$$

但し、 γ ; 盛土部分の土の単位重量 H ; 盛土の高さ β ; 斜面の傾斜角

他の記号は図-1参照、

粘着力による抵抗モーメント

$$M_{rc} = C_1 R^2 \left\{ \cos^{-1} \left(\frac{Y_1}{R} \right) - \cos^{-1} \left(\frac{Y_1+H}{R} \right) \right\} + 2 C_2 R^2 \cos^{-1} \left(\frac{Y_1+H}{R} \right) \quad \text{----- (2)}$$

但し、 C_1 ; 盛土部分の粘着力 C_2 ; 軟弱層の粘着力

自重のみの抵抗モーメント

$$M_{ra} = \gamma R^2 \tan \phi \left\{ \sqrt{1 - \left(\frac{Y_1}{R} \right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{Y_1+H}{R} \right)^2} - \frac{1}{3} \left\{ 1 - \left(\frac{Y_1}{R} \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{3} \left\{ 1 - \left(\frac{Y_1+H}{R} \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}} \right. \\ \left. - \frac{Y_1}{2R} \left\{ \cos^{-1} \left(\frac{Y_1}{R} \right) - \cos^{-1} \left(\frac{Y_1+H}{R} \right) \right\} + \frac{Y_1}{R} \sqrt{1 - \left(\frac{Y_1}{R} \right)^2} - \frac{Y_1+H}{R} \sqrt{1 - \left(\frac{Y_1+H}{R} \right)^2} \right\} \quad \text{----- (3)}$$

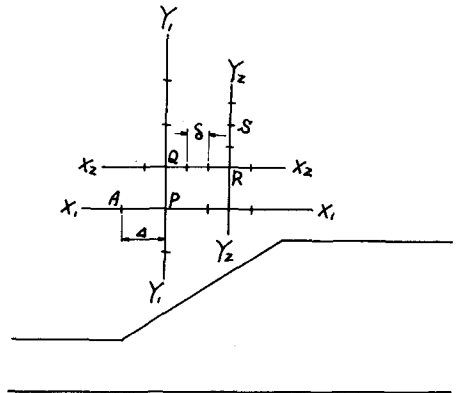
但し、 ϕ ; 盛土部分の内摩擦角

したがってこの場合の安全率は次式で与えられる。

$$F_s = \frac{M_{rc} + M_{ra}}{M_d}$$

3. プログラミング プログラミングには次の二つの方法を用いた。

- A. 多数の格子を組み、その格子点ごとに円の中
心を通り、計算機には安全率のみを求めさ
せ、その最小値はどちらでさがし出す方法。
すなわち格子点法である。
- B. 任意の点から Δ 及び δ ($\Delta > \delta$) なる間隔をも
って、縦横交互に自動的にスベリ円の中点を移
すことにより、計算機自体が最小値及びその置
を求める方法で、これを自動法と呼ぶ。



(図-3)

自動法の大略を述べると、図-3において、まず X_1
軸上で出発点Aから Δ の間隔をもって円の中点を自動
的に移動させながら、安全率を計算し、左の点にお
ける安全率がどの点における安全率よりも大くなる点

Pをさがし出す。すると X_1 軸においてはP点で最小の安全率の点となるから、計算機にこの点の安全
率及び位置をO U T P U Tさせる。次にP点を出発点として、 Y_1 軸上における最小値を与える点Qを
さがし出し同様にO U T P U Tさせる。続いて Δ を δ とおきかえ、 X_2 , Y_2 軸上で同じ操作をくり返す
ことにより最終的に最小安全率を与える点S、もしくは、ほとんどその近くに到達することになる。

4. あとがき 格子点法については231ヶの格子点の演算時間は、約7秒でありプログラムも
短かくて作成が容易である。

自動法により、わずかに約10分の1の計算でよく、掃子法と同様であるいはそれ以上の精度の最小安全率を算出する事ができ、一つの斜面につき1回の演算時間は、わずかに1秒たらずである。

5. 参考文献

田口莊一；円弧スライヤ計算図表，土と基礎

Vol. 14, No. 5, p. 32 ~ 36 (1966),

John A. Horn; Computer Analysis of Slope Stability.

proc. of ASCE Vol. 86, SM3 p. 13.