

III-61 小段をもつ斜面の安定計算

金沢大学工学部 正員 西田義親
 東洋建設株式会社 正員 ○松井晴生
 東京大学大学院 正員 織田直正

1. まえがき

等方均質な土で構成されている小段を有する斜面の安定解析をするため、種々の小段形状に対する最小安全率を、Janbuが単純斜面について行った研究結果の図表を利用し電算機による数値計算から求めた。これにより、如何なる位置に小段を設ければ有利であるか、又小段形状が安全率に及ぼす影響を知ることが出来る。

2. 計算方法

土に働く力は、迂り円弧上の土の重さのみとし、迂りに抵抗する力は土の粘着力のみとする。安全率は円形迂り面法により求めた。小段を有する斜面の各寸法の斜面高さ H に対する比をとり、次の様に無次元化して計算を容易ならしめた。(Fig.-1 参照)

$$b = \frac{B}{H}, \quad e = \frac{E}{H}, \quad f_1 = \frac{H_1}{H}, \quad d = \frac{D}{H}, \quad x = \frac{X}{H}, \quad r = \frac{R}{H} \quad \text{-----(1)}$$

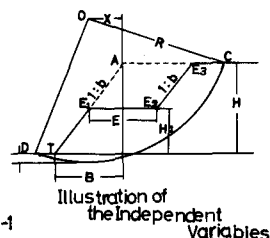


FIG-1

迂り円法を用いて、小段を有する斜面の安全率 F を求めるための一般式は次の様になる。

$$F = \frac{2\sqrt{2}(1+\Delta)(\sqrt{1+d} \pm \sqrt{d})}{A_1(r-d) + A_2(2rd-d^2-x^2) + A_3x - A_4} \times \frac{C}{rH} = N_r \times \frac{C}{rH} \quad \text{-----(2)}$$

ここで $\Delta = \frac{1+2d \mp \sqrt{d(1+d)}}{10r}$ -----(3)、 A_1, A_2, A_3, A_4 は Janbu による係数であり、この場合には $A_1 = A_2 = 1, A_3 = b - 2e(1-f_1), A_4 = \frac{1+b^2}{3} + e(1-f_1)\{e - (1-f_1)b\}$ となる。又(2)(3)式で、上側の符号は $x < b$ に、下側の符号は $x > b$ に対応する。(2)式の N_r は安定係数と呼ばれる無次元数であり、以下安全率の大小を N_r のそれで論ずる。

2-1. 斜面先破壊について

迂り円は斜面先 T を通る。従って、 $x = b \mp \sqrt{2rd - d^2}$ となり、未知数 ϕ, r となる。最小安定係数 N_0 は、 $\frac{\partial N_r}{\partial r} = 0, \frac{\partial N_r}{\partial \phi} = 0$ を満足する r, d を求めた後、(2)式に代入することにより得られる。

2-2. 基礎破壊について

基礎破壊では、迂り円弧は斜面先 d のところにある基盤に接するものとする。最小安定係数 N_0 は、 $\frac{\partial N_r}{\partial x} = 0, \frac{\partial N_r}{\partial r} = 0$ -----(4) により求めることが出来る。(4)式に従って演算し、臨界円と最小安定係数の関係を追析すると Fig.-2 に示す5つの型が生ずる。Case II のうちのいずれの型が生ずるかは、小段の幅 e 、小段の位置 f_1 、基盤の位置 d 、斜面勾配 b によって決定される。これらのうち、Case II-3 と Case II-4 は E_2 を斜面先とする単純斜面の場合の基礎破壊であり、小段幅 E_1-E_2 の安定係数 N_r にもたらす効果はなくなり、最小安定係数は一定値をとる。

各破壊型に対する最小安定係数 N_0 を求めるには、小段を有する斜面と迂り円弧の交点を斜面先と

して、斜面先破壊と基礎破壊の二つを同時に満足する迂り内に対する最小安定係数 N_s を求め、斜面高さ H の最小安定係数に変換すればよい。

3. 計算結果

3-1. 斜面先破壊について

この場合については、Janbu により単純斜面についてなされた図表を利用することにより求めた。Fig-3 に一例を示す。この図は、斜面勾配 $b = 0.5$ とし、小段幅 e をパラメータとした時、最小安定係数 N_s と小段高さ h_1 の関係を示したものである。曲線 A 及び B は、斜面高さ h_1 及び $1-h_1$ に対する単純斜面の最小安定係数であり、直線 C は高さ H の単純斜面に対する最小安定係数である。従って、小段の効果は曲線 A、B、C に囲まれた範囲内でのみ期待し得る。

3-2. 基礎破壊について

2-2 で述べた小段形状の変化に対する破壊型の推移の一例を Fig-4 に示す。迂り内が斜面先 T を通る破壊型を Type 1、小段先 E_1 を通る破壊型を Type 2、 E_2 を通るそれを Type 3 として計算した結果を、最小安定係数 N_s と小段幅 e の関係で示したものである。これにより、基礎破壊として計算を進める際、2-2 で述べた方法が妥当であるか否か推定出来る。

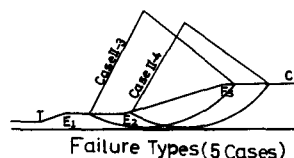
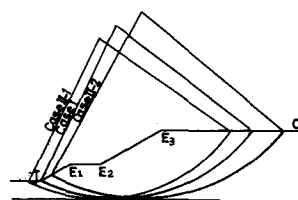


FIG-2

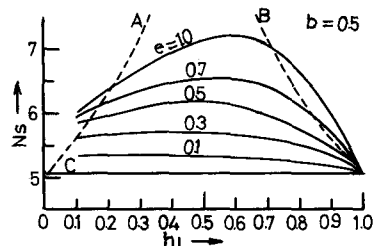


FIG-3

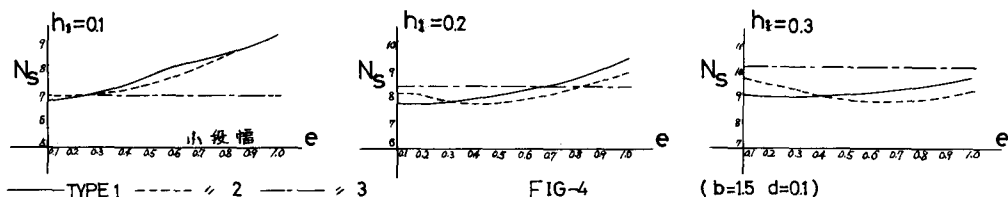


FIG-4

4. 考察

以上、斜面先破壊及び基礎破壊について計算方法と結果の概要を述べてきた。次に、斜面の安定に及ぼす小段の効果について得られた結果は 次の通りである。

- 同一勾配、同一小段幅である斜面に於いては、小段を斜面中央に設けるのが効果的といえる。
- 小段幅が増すと、安定係数も増すが限界がある。即ち、小段を有する斜面に対する安全率(安定係数)が、小段下又は小段上の斜面を単純斜面とした時の安全率より小さくなる場合である。

Fig-3 の曲線 A、B がこの例である。

参考文献

- 1) N. Janbu: Stability Analysis of Slopes with Dimensionless Parameters, Harvard Soil Mechanics Series No. 46 (1954)
- 2) 西田、若松、長原、松井: 土木学会中部支部研究発表概要 (昭 46. 2. 13, 名古屋市)