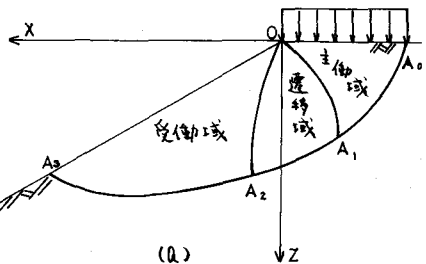


九州大学工学部 正 員 内田 一郎

九州大学工学部 正 員 平田登基男

1. はじめに ソコロフスキー(Sokolovskii) 塑性論は、基礎の支持力、斜面の安定や擁壁に作用する土圧など、多くの問題に応用されている。その理論の基本となるところは、(1)破壊領域のすべての点で極限平衡状態にある。(2)土の構成方程式としては、クーロン(Coulomb)の破壊規準式がなりたつ。という2つである。これらの条件を満たす土においては、ソコロフスキー塑性論から求められるスベリ線網と各応力は正しい値を示す。ところが土の構成方程式については、十分な精度でしかも一般性のある式が見出されているとはいえず、今後の研究に待つところが大きい。またたとえ現段階においてクーロンの破壊規準式がなりたつことが正しいと認めたとしても、筆者等も指摘したように⁽¹⁾、クーロンの破壊規準式に各点でのモール(Mohr)円が同時には接しない場合があり、土がすべての点において極限平衡状態にあるという場合は存在しにくい。つまり多少とも進行性破壊を示す。緩めぬの砂や軟弱地盤などでは、とくにその破壊は進行性的性質を示すが、それだけでなく、たとえ宅地造成や道路などの盛土で、ノリ肩付近に載荷した場合のように、載荷位置やノリコウ配などの盛土形状によっても進行性的破壊を示す。それゆえ、実験から求められるスベリ線形状は、種々の支持力論から求められるものとは、かなり異なり、てくる場合が多い。山口等は支持力実験において計算値と実験値が一致しない理由として、次の3つをあげている。すなわち、a)進行性破壊、b)摩擦角を決める試験条件、c)支持力式そのものの近似性である。そしてそのなかでソコロフスキーの厳密解から求められた計算値が、他のいかなる方法よりも実験値と良く一致するということと、コー(Ko.)とデビソン(Davison)やヒル(Hill)などの文献を引用しながら、あまた b, c) にふれながら述べている。しかし a) についてはあまりふれていない。この塑性論は、他にいろいろな問題(斜面、土圧やコーン貫入など)への適用がなされているが、計算値と実験値とはよい一致がなかなか見られない。その原因と実験の方法、精度についてのみ求める傾向が多く、理論の基本的仮定の妥当性については疑問視されることが少ない。筆者等は盛土のノリ肩付近に載荷された場合の支持力問題について、そのスベリ線の発生順序に差があること、およびノリコウ配が急で、しかも載荷位置がノリ端に近くなるほど、ノリ肩に近い載荷板端から発生するスベリ線が支持力に大きく影響するなどを指摘し、進行性破壊が生じていると述べた⁽²⁾が、今回はソコロフスキー塑性論の厳密解がどれほどの問題に適応出来るのかについて調べようとしたものである。なお今回は、載荷板がノリ肩に接する場合のみについて調べた。



2. ノリ肩に載荷した場合の盛土土盤の支持力

図-1(a) に塑性域図を示す。主働面上では図-1(b)のようになる。ここでは、受働側荷重を与えて主働側荷重を求める。ソコロフスキー式の詳細な説明は他書にゆずり、ここではごく簡単に要旨だけ述べる。

O_2A_3 境界上では $\theta_1 = (\alpha_1 - \delta_1 - 2\alpha_2)/2$, $\bar{\sigma} = P(x, z) \sin \Delta_1 / \sin(\Delta_1 - \delta_1)$, $x, z = x \tan \alpha_1$

O_1O_2 境界上では $\theta_2 = \theta_1 + (\theta_2 - \theta_1) \times I/N$, $\bar{\sigma}_2 = P(0,0) \sin \Delta_1 e^{2(\theta_2 - \theta_1) \tan \phi} / \sin(\Delta_1 - \delta_1)$ (を用い)

て I を $0 \sim N$ まで変化させて θ_2 , $\bar{\sigma}_2$, $x = z = 0$ とする。

O_2A_0 境界上では、 $\theta_2 = \theta_1 - (\pi + \alpha_1)/2$ と、 $\bar{\sigma}$, x, z は次の漸化式で求める。

$$x_{ij} = (-z_{i,j-1} + z_{i,j}) / \tan(\theta_{i,j} + \mu) + x_{i,j-1}, \quad z_{ij} = z_{i,j-1}$$

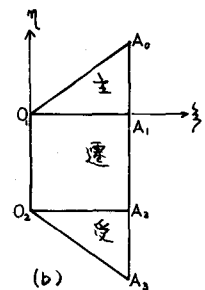


図-1 塑性域図

$\bar{\sigma}_{ij} = -2\bar{\sigma}_i(\theta_{ij} - \theta_{i,j-1})\tan\phi + r[(Z_{ij} - Z_{i,j-1}) - (X_{ij} - X_{i,j-1})\tan\phi] + \bar{\sigma}_{i,j-1}$
 そしてこれらの境界上の値を用いて、領域 $A_0A_1, O_1A_2A_1, O_2A_3A_2$ (O_2A_3 以上) の各値が逐次つぎの漸化式から求められる。

$$X_{ij} = [Z_{i,j-1} - Z_{i,j-2} + X_{i,j-2}\tan(\theta_{i,j-1} + \mu) - X_{i,j-1}\tan(\theta_{i,j-1} - \mu)] / [\tan(\theta_{i,j-1} + \mu) - \tan(\theta_{i,j-1} - \mu)]$$

$$Z_{ij} = [\tan(\theta_{i,j-1} + \mu)\tan(\theta_{i,j-1} - \mu)(X_{i,j-1} - X_{i,j-2}) + Z_{i,j-1}\tan(\theta_{i,j-1} - \mu) - Z_{i,j-2}\tan(\theta_{i,j-1} + \mu)] / [\tan(\theta_{i,j-1} - \mu) - \tan(\theta_{i,j-1} + \mu)]$$

$$\bar{\sigma}_{ij} = [r(C\bar{\sigma}_{i,j-1} + D\bar{\sigma}_{i,j-2}) + 2\bar{\sigma}_{i,j-1}\bar{\sigma}_{i,j-2}(1 + (\theta_{i,j-1} - \theta_{i,j-2})\tan\phi)] / [\bar{\sigma}_{i,j-1} + \bar{\sigma}_{i,j-2}]$$

$$\theta_{ij} = [\bar{\sigma}_{ij} - \bar{\sigma}_{i,j-1} + 2\tan\phi(\bar{\sigma}_{i,j-1}\theta_{i,j-1} + \bar{\sigma}_{i,j-2}\theta_{i,j-2}) + r(C-D)] / [2\tan\phi(\bar{\sigma}_{i,j-1} + \bar{\sigma}_{i,j-2})]$$

$$\therefore C = (Z_{ij} - Z_{i,j-1}) - \tan\phi(X_{ij} - X_{i,j-1})$$

$$D = (Z_{ij} - Z_{i,j-1}) + \tan\phi(X_{ij} - X_{i,j-1})$$

このようにして求められた各点の (X_{ij}, Z_{ij}) を用いてとがいたスベリ線網と、実験値との比較を行な、たのが図-2. (a)(b)(c) である。これらの図から次のようなことが明らかにされた。

○スベリ線は、ノリコウ配が緩やかな 30° では計算から求めたほうが実験から求めたものよりも上方にある。ところが 45° の場合には計算によるものと実験によるものとは、形状にかなりのズレが見られるけれども大体において、同じところにある。さらにノリコウ配が急な 60° では、計算によるもののほうが、実験によ、て求めたものよりも下側にくる。

○上述したことは支持力にも影響があらわれることが推察される。つまりノリコウ配が緩やかな場合には、計算値よりも実験値のほうが大きく、安全側であり、ノリコウ配が急な場合は計算値のほうが、実験値よりも大きな値を示し、危険側を示すと思われる。この推測の妥当なことは、マイヤーホフ(Meyerhof)の計算値との比較で既に報告している。

○ノリ肩に接する載荷板端から発生するスベリ線は、ノリコウ配が急になるほど、主働域境界の O_A 線よりも受働域境界の O_A 線のスベリ線として発達する傾向にある。

○主働域の頂点 A_2 は、計算ではノリコウ配が大きくなるにつれて、水平、垂直両方向ともノリ肩から遠くなるが、実験結果からはあまり明確に出なかつた。

3. おまへ 今回の計算値はノリコウ配を3種類変化させたが、ノリコウ配がさらに急な場合、および載荷板がノリ肩からある距離にはなれた場合のスベリ線網などについて調べていきたい。

【参考文献】(1) 内田、昭三(1974)、

(2) 山口樹也(1975)、土木学会論文報告集 No. 233、

(3) (1)に同じ、(4) H. E. Harr, Foundations of Theoretical Soil Mechanics, (5) B. P. Sokolovskii, 土の力学と土質力学の力学、(6) T. H. Mu, Soil Mechanics, (7) 岡武、砂鉄面の安定に関する研究(学位論文)、1974、(8) 石橋、市、土木学会中部支部大会、(9) (1)に同じ

図-2. スベリ線の計算値と実験値の比較 (C)