

複合すべり線による支持力の分割計算法

熊本大学工学部 正会員 ○ 今 泉 繁 良
熊本大学工学部 内 村 好 美

1. はじめに

地盤が等方均一でない場合に支持力を評価する方法として、斜面安定計算に用いられる分割計算法がある。しかしながら、均一砂地盤に対してこの方法を用いると、厳密解とは大きく異なった値を示す。著者の一人ら¹⁾は、すでに、この原因を明らかにするとともに、それを回避するために、すべり線をランキン領域を示す直線と円弧から成る複合すべり線として考え、円弧に対してのみ分割計算法を適用する方法を示した。

ここでは、その後、一部修正した分割計算法の概要と、分割数と精度、二層地盤への適用について検討した結果について報告する。

2. 複合すべり線における分割計算法

図-1は、想定した複合すべり線の概要であり、円弧部分に対してのみ Bishop 法に基づく分割計算法を適用する。すなわち円弧 $b'b'$ のすべり線の傾角が $\alpha = -45^\circ + \phi/2$ より小さい領域をランキン受働域として考え、その鉛直面に土圧 P_v を作用させる。また、載荷面直下にはランキン主働域を考え、鉛直面 $a'a'$ に水平力 P_h を作用させる。この P_h は、図-2に示すように、主働土くさび $a'b'$ における力の釣り合いによって決定される値で、次式に示すように未知数 Q (支持力値) を含むものである。

$$P_h = (Q/2 + w) \cdot \tan(45^\circ - \phi/2) - 2C \sin(45^\circ - \phi/2) \quad \text{---(1)}$$

ここで、支持力 $Q/2$ が作用する点は、Terzaghi²⁾の接地圧分布を参考にして、図-3に示すように基礎直下地盤の ϕ' に応じた重みで応答していると考え、次式で求める。

$$d = \frac{0.500 \times 2 \cdot P_0 N_{q0} + 0.519 \times 2 \cdot C \cdot N_{c0} + 0.333 \cdot r \cdot N_{r0}}{2 \cdot P_0 N_{q0} + 2 \cdot C \cdot N_{c0} + r \cdot N_{r0}} \quad \text{(2)}$$

図-1の円弧中心まわりのモーメントの釣り合いを考え、(1)式を考慮すると、平均支持圧 q ($= Q/B$) は次式のようにになる。

$$Q = \left[\sum_{i=1}^{N_s} \{ (P_{0i} + W_i) \cdot b_i \sin \alpha_i \} \cdot R + \{ w \cdot \tan(45^\circ - \phi/2) - 2C \cdot \sin(45^\circ - \phi/2) \} \right. \\ \left. \times Y_h + \sum_{i=1}^{N_s} \frac{C' + (P_{0i} + W_i) \cdot \tan \phi'}{1 + \tan \phi' \cdot \tan \alpha_i} \times l_i \cdot R - P_p \cdot Y_p \right] / \left[\sum_{i=N_s} \frac{\tan \phi'}{1 + \tan \alpha_i \cdot \tan \phi'} \times l_i \cdot R - \frac{1}{2} \cdot B \cdot X_q - \frac{B}{2} \cdot \tan(45^\circ - \phi/2) \cdot Y_h \right] \quad \text{---(3)}$$

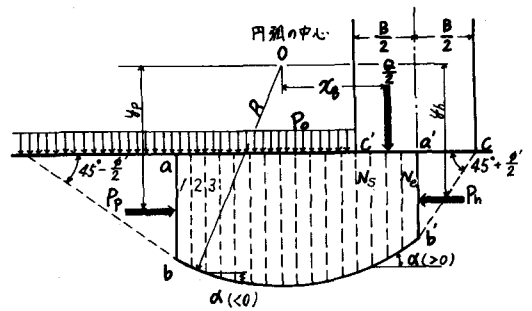


図-1 複合すべり線の概要

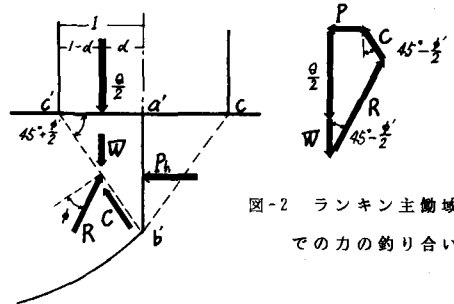


図-2 ランキン主働域での力の釣り合い

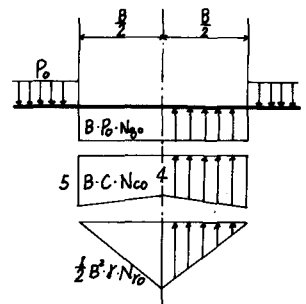


図-3 接地圧分布の仮定

3. 一様地盤に対する支持力係数

分割計算法では、分割数をどの程度にとれば良いのかということが問題となる。図-4は、基礎幅に対する分割数を変化させたときに計算される支持力係数の変化を示したものである。図より、分割数を8以上にとれば、 $\phi = 0$ における N_c の値が6%程度の収束誤差を伴う以外は、ほぼ収束した状態での計算値を与えることがわかる。

図-5は、支持力計算 N_r を、複合すべり線、円弧すべり線（Bishop法、簡便法）に基づく分割計算法、ならびにCaquotの計算法³⁾によって計算した結果を示したものである。複合すべり線に基づく計算値は、Bishop法が示す解の振動、簡便法が示す過小評価をかなり改善し、Caquotの計算値に近い値となっている。 ϕ が 30° 以上になるとCaquotの値より小さめの評価を示す傾向にあるが、この傾向は、実験値を考慮したVerghese⁴⁾の支持力係数と良く一致したものになっている。

4. 二層地盤の支持力計算

複合すべり線に基づく分割計算法の二層地盤への適用性をみるために、木村ら⁵⁾が行った遠心荷重実験結果およびKötter解、大崎法⁶⁾と比較してみた。模型実験は、上層を砂($\phi' = 46^\circ$)、下層をガラスビーズ($\phi' = 35^\circ$)として、上層厚を変化させたときの極限支持力が得られている。図-6は、各計算値を示したものである。分割計算法は、 $H/B < 0.5$ では実験値と極めて良く一致している。また、 $H/B = 1.4$ では実験の50%となり小さめに評価するが、 $H/B = 0.8, 2.0$ では20%程度の安全側評価であり十分に実用化しうる計算法であろうと思われる。

5. あとがき

不均一地盤の支持力を評価するために、直線と円弧よりなる複合すべり線を仮定し、分割法を用いる方法について紹介した。提案した分割計算法は、一様地盤だけでなく、二層地盤に対しても実用化しうるものであろうことが判った。本研究は、名古屋大学山口柏樹教授より多くの助言をいただいた。また、文部省科学研究費総合A(代表:山口柏樹)の補助を受けて実施した。記して感謝申し上げる次第である。

[参考文献]

- 1) 山口柏樹 他 (1984) 分割法を用いた浅い基礎の支持力計算、中部支部発表会
- 2) K.Terzaghi (1943) Theoretical Soil Mechanics, John Wiley and Sons
- 3) 山口柏樹 (1984) 土質力学, 技報堂
- 4) A.Verghese (1972) Bearing Capacity Theory from Experimental Result, ASCE, SM12
- 5) 木村 孟 他 (1978) 非粘性土から成る二層地盤の支持力について, 第13回土質工学研究発表会
- 6) Y.Ohsaki (1964) An Approximate Solution to Bearing Capacity Problem of Two-layered Subsoil, 日本建築学会論文報告集.

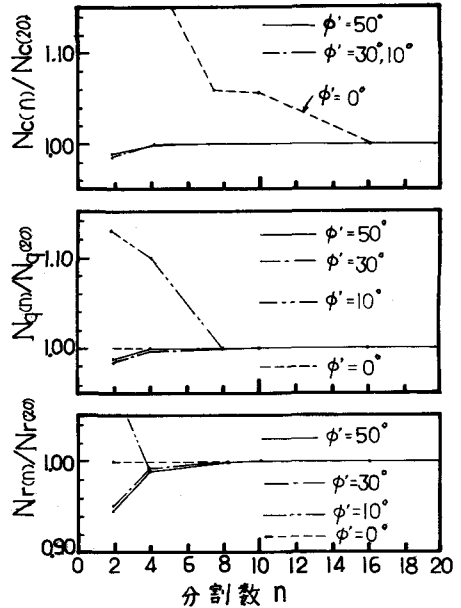


図-4 分割数と支持力係数

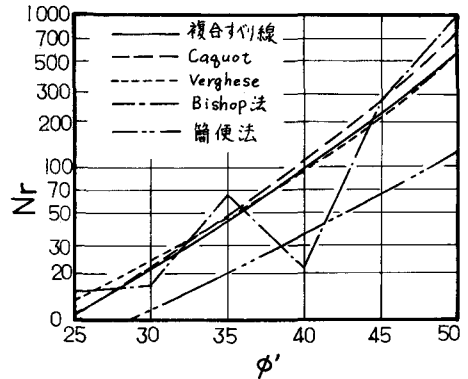


図-5 N についての各計算値

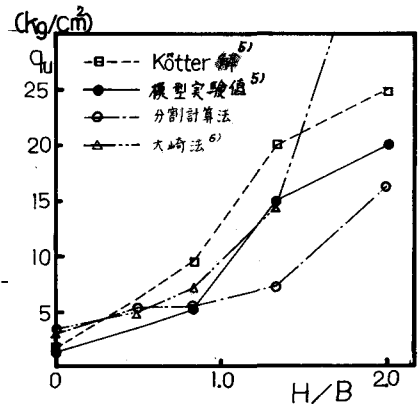


図-6 二層地盤の支持力