

III-74

地層の傾斜する異方性砂地盤の支持力評価法

熊本大学 正会員 今 泉 繁 良
東京電機大学 正会員 山 口 柏 樹

1. はじめに

砂粒子の配列方向の違いにより強度の異方性を有する¹⁾ような砂地盤に対して、分割計算法によって支持力を評価する方法について先に発表²⁾したが、そこでは、堆積面が水平な場合を対象としていた。そこで、今回は、堆積面すなわち地層面が水平面に対して任意の角だけ傾斜した場合の支持力計算法について述べるとともに、小田ら³⁾の実験について支持力計算を行い、実験値との比較をした結果について報告する。

2. 仮定と計算方式

粒子の長軸の配列方向が水平方向に対して角 θ (反時計回りを正)をなしている砂地盤を考える。この時、分割計算法では、すべり線を図-1のように、主・受働域で直線($\overline{da'}$, $\overline{eb'}$)、過渡域で円弧($\overline{a'b'}$)と仮定している。最大主応力が粒子配列面の法線となす角を β 、そのような状態に対して、せん断試験を行ったときに得られる内部摩擦角を ϕ'_β とすると、各すべり線における θ 、 β 、 ϕ'_β の関係は次のようになる。

(i) 主働域での ϕ'_{ac} (図-2)

$$\beta + (45^\circ - \phi'_{ac} / 2) + (45^\circ + \phi'_{ac} / 2) - \theta = 90^\circ$$

$$\therefore \beta = \theta$$

$$\therefore \phi'_{ac} \text{ は } \beta = \theta \text{ に対応する } \phi' \text{ となる。}$$

(ii) 受働域での ϕ'_{pa} (図-3)

$$\beta + \theta = 90^\circ \quad \therefore \beta = 90^\circ - \theta$$

$$\therefore \phi'_{pa} \text{ は } \beta = 90^\circ - \theta \text{ に対応する } \phi' \text{ となる。}$$

(iii) 過渡域での ϕ'_i (図-4)

分割帯片 i のすべり線が水平面となす角を α_i とする。図-4より

$$\beta + 45^\circ - \phi'_i / 2 + \alpha_i - \theta = 90^\circ$$

$$\therefore \beta = 45^\circ + \theta + \phi'_i / 2 - \alpha_i$$

このように、過渡域での β は、 ϕ'_i の関数として定められるので、次に述べる $\beta \sim \phi'$ 関係と連立させたものとして ϕ'_i と β が決定される。

図-5は、三軸圧縮試験および平面ひずみ試験によって得られている $\beta \sim \phi'$ の一般的関係⁴⁾である。三軸圧縮試験に対して、Meyerhof⁴⁾は次のような定式化を行っている。

$$\phi'_\beta = \frac{\beta - 30}{60} (\phi'_{\beta=90} - \phi'_{\beta=0}) + \phi'_{\beta=0}$$

平面ひずみ試験結果の定式化には、木村ら⁵⁾の楕円近似がみられるが、今回は $\beta = 60 \sim 80^\circ$ に ϕ' の極小値が表われるという点に着目して、 β を任意の3領域に分け、各々の領域での β と ϕ' の関係は線形であるという仮定を行った。すなわち、 $\theta < \beta < 90$ における区分値を β_2 、 β_3 とすると(図-6参照)、

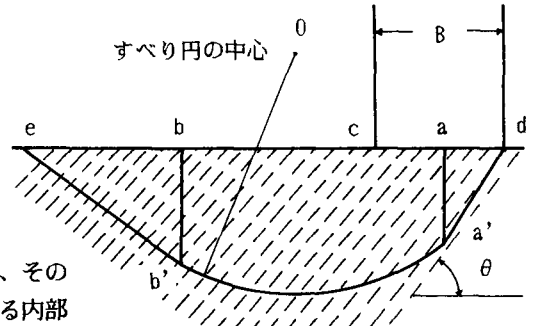
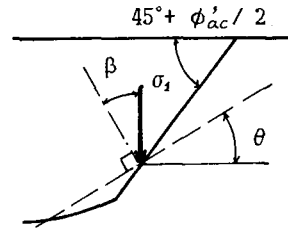
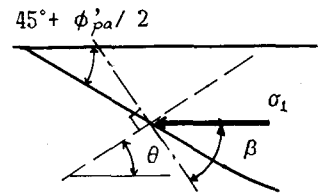
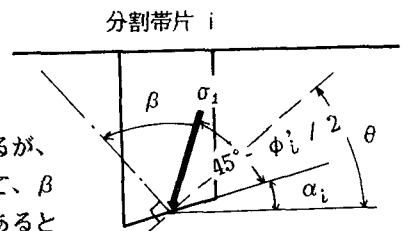


図-1 分割計算法でのすべり線の仮定

図-2 主働域での ϕ'_{ac} 図-3 受働域での ϕ'_{pa} 図-4 過渡域での ϕ'_i

(i) $0 \leq \beta < \beta_2$ に対して

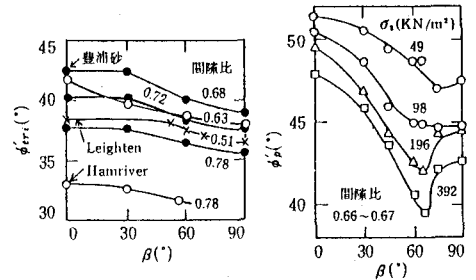
$$\phi'_\beta = \frac{\phi'_{\beta_2} - \phi'_{\beta=0}}{\beta_2} \cdot \beta + \phi'_{\beta=0}$$

(ii) $\beta_2 \leq \beta < \beta_3$ に対して

$$\phi'_\beta = \frac{\phi'_{\beta_3} - \phi'_{\beta_2}}{\beta_3 - \beta_2} (\beta - \beta_2) + \phi'_{\beta_2}$$

(iii) $\beta_3 \leq \beta \leq 90^\circ$ に対して

$$\phi'_\beta = \frac{\phi'_{\beta=90} - \phi'_{\beta_3}}{90 - \beta_3} (\beta - \beta_3) + \phi'_{\beta_3}$$



(a) 三軸圧縮試験⁴⁾、(b) 平面ひずみ試験¹⁾

3. 支持力実験値³⁾との対応

計算ケースとして小田³⁾の実験を対象とした。載荷実験は間隙比 $e = 0.635 \sim 0.670$ の標準砂を用い、粒子配列方向の傾斜角 θ を変化させたときの帯基礎(巾 3cm)の極限支持力を求めたものであった。

平面ひずみ試験における $\beta \sim \phi'$ の関係として、図-5(b)の $\sigma_3 = 49$ より $\beta = 30^\circ$, $\beta = 75^\circ$ と仮定し、分割計算を実施した結果を図-7に示す。分割計算値は、実験値および Kötter 式を解いた値³⁾よりも小さな値を示しているが、 θ が大きくなると実験値に近い値を計算している。分割計算で $\beta \sim \phi'$ の仮定の仕方による差は平面ひずみ試験近似の10~30%で、Kötter 式を解く方法や実験値との差に比べて小さい。

なお、 θ を変化させた時、実験値では $\theta = 0^\circ$ で最大、 $\theta = 90^\circ$ で最小となり、その比はほぼ 1.6 となることが報告されているが、分割計算法では、 θ が 75° の場合に最小値を示し、その比は、Meyerhof の定式化を用いた場合で 1.47、平面ひずみ近似をした時で 1.56 となった。

4. まとめ

地層が傾斜している異方性砂地盤の支持力を分割計算法によって評価する方法について述べた。小田らの実験値と比較すると安全側の支持力を与える傾向にあるが、実用的評価法としては利用しうるものであろうと考えている。

参考文献

- 1) M.Oda, I.Koishikawa and T.Higuchi(1978) "Experimental Study of Anisotropic Shear Strength of Sand by Plane Strain Test" S&F, 18-1
- 2) 今泉繁良・山口 柏樹(1985) "分割法による異方性砂地盤の支持力計算" 第20回土質工学研究発表会
- 3) M.Oda, I.Koishikawa(1979) "Effect of Strength Anisotropy on Bearing Capacity of Shallow Footing in a Dense Sand" S&F, 19-3
- 4) G.G.Meyerhof(1979) "Bearing Capacity of Anisotropic Cohesionless Soil" Can.Geotech.J. 15
- 5) 木村 孟、齊藤邦夫、日下部 治、司代 明(1982) "砂地盤の支持力ならびに変形性状に対する異方性の影響について" 土木学会論文集、319

図-5 β と ϕ' の関係

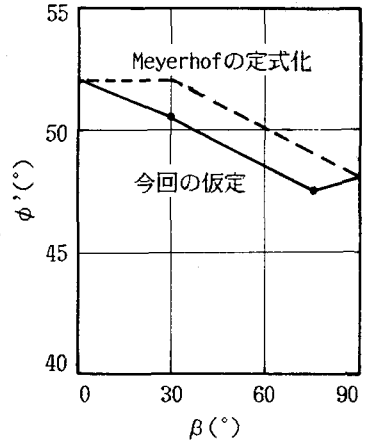


図-6 β と ϕ' の関係の近似化

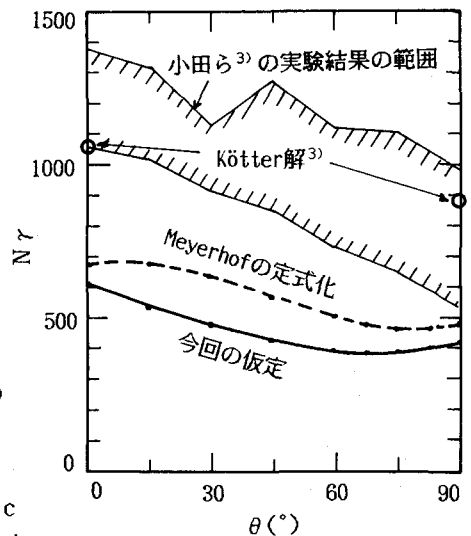


図-7 θ と $N \gamma$ との関係