

荷重と地盤の傾斜を考慮した直接基礎の支持力特性

九州共立大学 ○学 高田 幸充 正 前田 良刀 正 森 巖
大分県宇佐土木事務所 正 横田 康行

1. はじめに

地震時に発生する慣性力が基礎の支持地盤中に一樣に作用していると仮定すると、地盤を慣性力の程度に対応して傾斜させることにより等価な力学的モデルを作り出せることができる。前田ら¹⁾は、地震時の直接基礎の支持力評価のために荷重と地盤の傾斜の両方を考慮できる支持力式を提案している。

本文では、この支持力式の適用性を検討するために行った室内での支持力模型試験をもとに地盤の破壊メカニズムと支持力特性について検討する。

2. 支持力式とその計算方法

支持力式は、図-1 に示す破壊メカニズムから成る可容速度場を用いて支持力の上界値を求める速度場法であり、式(1),式(1)-(a),-(b), により計算出来る。計算は、図-2 に示すように主働くさび角 ϕ を変化させ、支持力の繰り返し計算を行い、得られる最小値をもって支持力とする。

$$q = cN_c + pN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (1)$$

$$N_c = \frac{1}{\cos(\delta - \theta)} \times \left(\frac{\cos \delta}{\tan(\psi - \phi)} + \frac{\sin \psi \cos \delta \{ \exp(2\omega_1 \tan \phi) - 1 \}}{\sin \phi \sin(\psi - \phi)} + \frac{\sin \psi \cos \delta \exp(2\omega_1 \tan \phi)}{\sin(\psi - \phi)} \right) \quad (1)-(a)$$

$$N_\gamma = \eta \cdot \frac{1}{\cos(\delta - \theta)} \times \left(\frac{\sin \psi \cos \delta \sin(\beta + \psi - \phi)}{\cos \beta \cos \phi \tan(\psi - \phi)} - \frac{\sin^2 \psi \cos \delta}{\cos \beta \cos^2 \phi \sin(\psi - \phi)} I - \frac{\sin^2 \psi \cos \delta \sin\left(\frac{\pi}{4} - \beta + \frac{\phi}{2}\right) \exp(3\omega_1 \tan \phi)}{\cos \beta \cos \phi \sin(\psi - \phi)} \right) \quad (1)-(b)$$

なお、支持力係数 N_γ は、紙面の都合で省略するが、詳しくは文献¹⁾を参照のこと。

計算ための地盤定数は、支持力模型試験に用いら

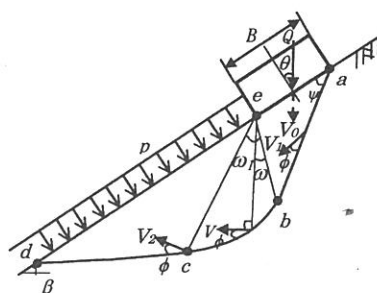


図-1 荷重と地盤の傾斜を考慮した破壊メカニズム¹⁾

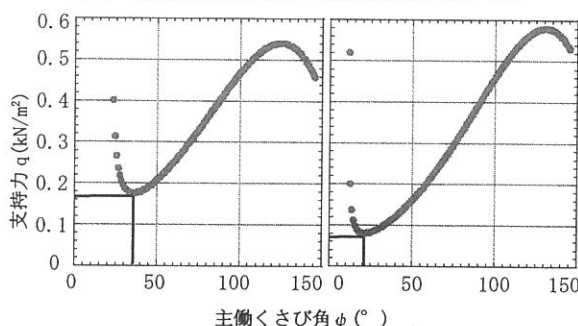
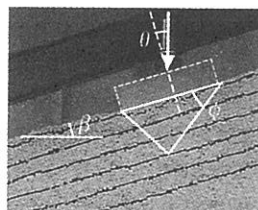
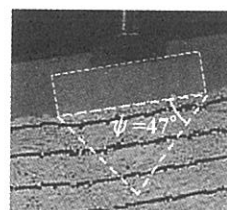


図-2 支持力値の決定方法 ($\beta=0$, $c=0$, $\phi=21^\circ$ の例)



(a) 荷重と地盤の傾斜の状況



(b) 主働くさび角 ϕ
($\beta=10^\circ$, $\theta=10^\circ$)

写真-1 支持力試験と観察される主働くさび角 ϕ の例

れたプラスチック棒地盤の単位体積重量 $\gamma_d=11.5\text{kN/m}^3$ 、粘着力 $c=0$ 、内部摩擦角 $\phi=21^\circ$ とし、基礎のフーチング幅 $B=0.1\text{m}$ 、である。

3. 支持力計算値と試験値の比較

写真-1 は、支持力試験の載荷条件と試験から観察される主働くさび角 ϕ の一例を示している。また、図-3 は水平地盤($\beta=0^\circ$)の場合の荷重傾斜角 θ と主働くさび角 ϕ 関係について、計算値と試験値を比較したものである。荷重傾斜角 θ の増加に伴い主働くさび角 ϕ が減少するが、この減少勾配は計算値と試

験値ではば一致する。なお、今回の支持力試験は乾燥プラスチック棒地盤であるので粘着力が無く、計算条件は $c/(\gamma \times B)=0$ 、となる。しかしながら、このときの主働くさび角 ϕ の値は計算値と試験値で異なり、むしろ試験値と一致するのは粘着力の存在する $c/(\gamma \times B) \neq 0$ の場合である。この原因は、厳密には乾燥プラスチック地盤でもみかけの微小な粘着力が存在するなど、色々考えられるが、最も大きな要因としては図-1 に示した破壊メカニズムにあると考えられる。直線の主働くさび、対数らせんの遷移領域から成るすべり面の仮定は厳密には地盤自重がない場合 ($\gamma=0$) にのみ成立し、地盤自重効果を表す支持力係数 N_γ に対しては、実用的近似解にとどまるからである。このため、前田らの式¹⁾では、補正係数 η を設けている。なお、地盤傾斜角 $\beta=5, 10, 15, 20^\circ$ の場合も $\beta=0^\circ$ とほとんど同じ結果が得られた。

図-4 は、荷重傾斜角 θ に対応する支持力 q の変化を支持力係数 N_γ として示したものである。荷重傾斜角 θ の増加に伴う支持力係数の減少傾向は、計算値と試験値で一致するが、支持力係数 N_γ の値は一致しない。この理由は、上に述べた理由の他に、顕著な地盤の進行的破壊を示す実際の地盤に対して剛完全塑性体と仮定している理論上の限界にある。このような事情は他の小型模型試験²⁾でも同じである。

図-5 は、荷重傾斜角 θ に対する支持力係数 N_γ 、 $N_{\gamma\beta}$ の変化を示したものであるが、この場合、計算値と試験値はほとんど一致する。

4. まとめ

本文で得られた成果をまとめると以下ようになる。

- ① 前田らの支持力式¹⁾から得られる支持力係数のうち、地盤自重成分 N_γ を求める場合のくさび角 ϕ 、および N_γ の具体的な数値は計算値と試験値で異なるが、荷重傾斜角 θ に対する減少傾向はよく一致する。
- ② 基準となる支持値を設定した後の支持力係数の変化は計算値と試験値でよく一致する。なお、道路橋示方書では荷重の傾斜のみしか考慮できないので汎用的な支持力式として限界がある。

【参考文献】

- 1) 前田, 落合, 横田: 荷重と地盤の傾斜を考慮した直接基礎の支持力式, 土木学会論文集Ⅲ, 2002.9
- 2) 土質工学会: 支持力入門(入門シリーズ 16), PP.203, 1990, 2.

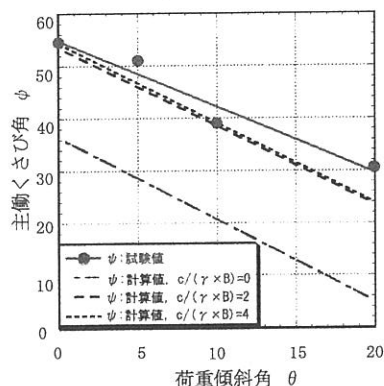


図-3 荷重傾斜角 θ と主働くさび角 ϕ 関係

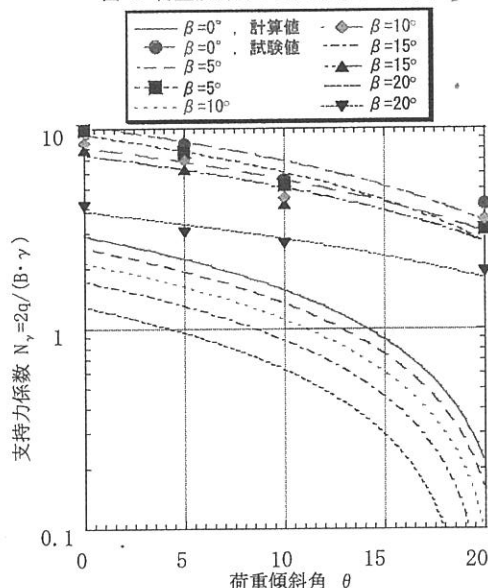
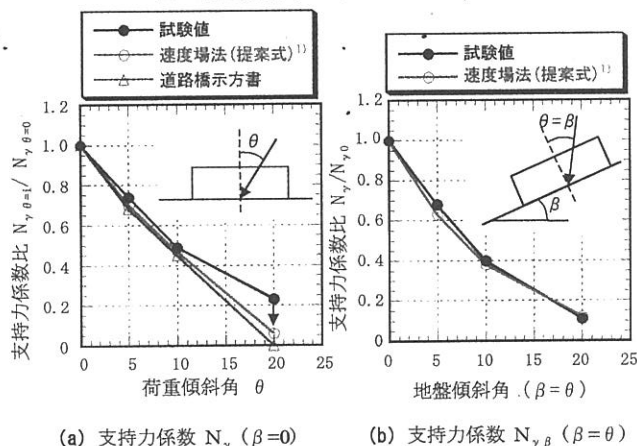


図-4 荷重傾斜角 θ と支持力係数 N_γ の関係



(a) 支持力係数 N_γ ($\beta=0$) (b) 支持力係数 $N_{\gamma\beta}$ ($\beta=\theta$)

図-5 荷重傾斜角 θ と支持力係数 N_γ 、 $N_{\gamma\beta}$ の関係