

III-69 支持力係数 N_f に関する実験値

名古屋大学 正員 〇市原 松平
同 学員 森 信夫

[1] まえがき

慣用されている極限支持力式は N_c , N_q , N_f を含む3つの項の和からなっている。これらの各項が安全側の値である場合には、各項の和である極限支持力式も安全側の値を与える。ここに N_c , N_q は $\gamma=0$ として求められるために簡単な計算で求められるが、 N_f は底面摩擦がないと仮定し、任意の傾斜荷重に対して求められる。実際の基礎には底面摩擦があるので、この N_f がどのような値を示すかを実験から求めてみた。

[2] 実験装置と実験方法

実験に用いた砂槽を写真-1に示す。砂槽の内法は、長さ×深さ×奥行=100cm×50cm×30cmで、これに密なる砂($\gamma=1.59\text{ g/cm}^3$, $\gamma=1.55\text{ g/cm}^3$)を詰めて、その表面に水平に置いた載荷板に載荷した。載荷棒は砂槽上に自由に移動できる半円形フレームに支持され、任意の傾斜角(鉛直線に対して δ)で載荷板に載荷できる。載荷板に作用する全載荷重をワイヤーロープで引き、この値は置針式のスプリングバランスで計測した。ワイヤーはアリーを通してモーターで16mm/分の速度で引いた。載荷板は二次元状態を維持し、かつ側壁摩擦を除くために図-1に示す分離載荷板と先端が3つにわかれていた載荷棒を用いた。中央載荷板に作用する荷重は荷重計(500kg)で計測し、この値をもって中央載荷板の二次元状態の極限支持力値(破壊荷重)とした。

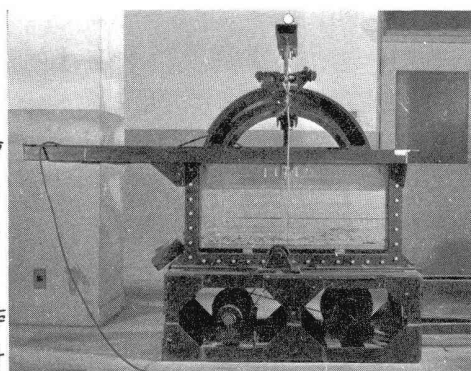


写真-1

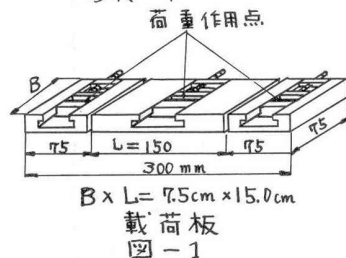


図-1

[3] 載荷板の中心に作用した鉛直荷重による支持力係数

中央載荷板($B \times L$)の中心に鉛直荷重を作用させたときの破壊荷重を P_{00} とし、極限支持力を q_d 、支持力係数を N_f とすると、これらの3者の間に次の関係がある。

$$N_f = \frac{2P_{00}}{\gamma B^2 L} = \frac{2}{\gamma B} q_d \quad (1)$$

実験値 N_f と載荷板の幅 B との関係は図-2のようになる。ここに ϕ_p は平面ひずみ三軸圧縮試験から求めた内部摩擦角である。式(1)を用いて、 B に対して N_f を図示すると、図-3のようになる。すなわち、 N_f は二次元荷重の場合に載荷板の幅によって異なる値をとり、

B の値が大きくなると N_f は減少する。 $B=300\text{ cm}$

以上では実用上 N_f の平均値は次式で与えられる。

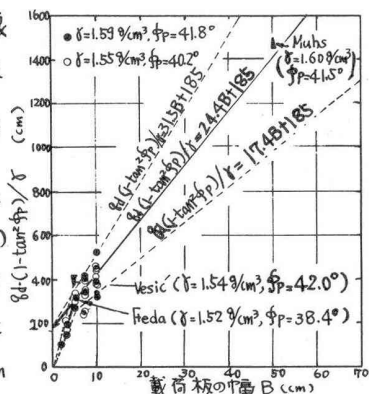


図-2

$$N_r = \frac{48.8}{(1 - \tan^2 \phi_p)} \quad \dots\dots (2)$$

この式は実験した密なる砂の内部摩擦角の範囲内で正しい。図-4は式(2)の N_r とTerzaghi等の N_r の慣用値との比較を示す。 $42^\circ \geq \phi_p \geq 39^\circ$ であれば式(2)の示す実験値の平均はSchulze-Hageの値に等しく、また実験値のうちの最小値(式は図に示す)はTerzaghiの値に等しい。

[4] 偏に傾斜荷重による支持力係数

載荷板に対して荷重の作用状態を図-5に3種類示した。すなわち、(1)鉛直荷重が e だけ偏に作用。(2) δ だけ傾斜した荷重が板の中心点に作用。(3)傾斜荷重が e だけ偏に作用した各状態を示す。それぞれの破壊荷重を P_{00} , P_{0s} , $P_{0\delta}$ とし、これらの値の鉛直成分を P_{00} で除した値を支持力減少係数と名付けた。各減少係数は次の実験式で与えられる。

$$\text{図-5の(1)} \quad P_{00}/P_{00} = (1 - 2k_1 \frac{e}{B})^2 \quad \dots\dots (3)$$

$$\text{図-5の(2)} \quad \cos \delta \cdot P_{0s}/P_{00} = (1 - k_2 \tan \delta)^3 \quad \dots\dots (4)$$

$$\text{図-5の(3)} \quad \text{荷重の作用点が前に偏心, すなわち, } e > 0 \text{ の場合}$$

$$\cos \delta \cdot P_{0\delta}/P_{00} = (1 - 2k_1 \frac{e}{B})^2 (1 - k_2 \tan \delta)^n \quad \dots\dots (5)$$

荷重の作用点が後に偏に, すなわち, $e < 0$ の場合

$$\cos \delta \cdot P_{0\delta}/P_{00} = [(1 - 2k_1 \frac{e}{B})^2 (1 - k_2 \tan \delta)^{-\frac{1}{4}}]^2 (1 - k_2 \tan \delta)^n \quad (6)$$

$$\text{いま, } \cos \delta \cdot P_{0\delta}/P_{00} = \frac{1}{2} \cdot \gamma B'^2 L N_r^* \quad \dots\dots (7)$$

これと式(1)を用いると、式(5), (6)の左辺は

$$\cos \delta \cdot P_{0\delta}/P_{00} = (B'/B)^2 \cdot N_r^*/N_r \quad \dots\dots (8)$$

となる。 B' は有効幅。従って、(5), (6)から

$$\left. \begin{aligned} N_r^*/N_r &= (1 - k_2 \tan \delta)^n \\ B'/B &= (1 - 2k_1 \frac{e}{B}) & e > 0 \\ B'/B &= (1 - 2k_1 \frac{e}{B}) (1 - k_2 \tan \delta)^{-\frac{1}{4}} & e < 0 \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (9)$$

式(9)の第1式が荷重の傾斜による支持力減少係数、第2, 第3式は載荷板の有効幅減少係数である。支持力を $Q_d = \frac{1}{2} \gamma B' N_r^*$ で計算するとき、式(9)の第1式の N_r はTerzaghiまたはSchulzeを使用する。実験値の散乱から各係数 k_1 , k_2 , n は次の値をとる。 k_1 ; $0.7 \sim 0.8$ (平均値0.88) k_2 ; $0.7 \sim 0.9$ (平均値0.8) n ; $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{2}$ (平均 $\frac{1}{2}$)、計算には k_1 を0.85とすればよい。この $Q_d = \frac{1}{2} \gamma B' N_r^*$ で求めた支持力は、Meyerhof, Hansenの支持力簡便式から得られたものよりも大きな値が得られる。

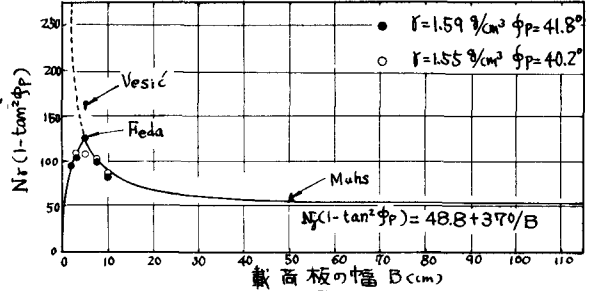


図-3

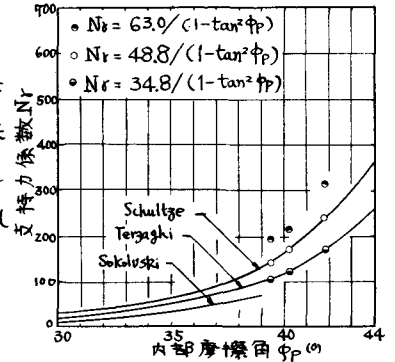
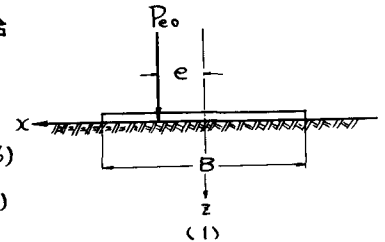
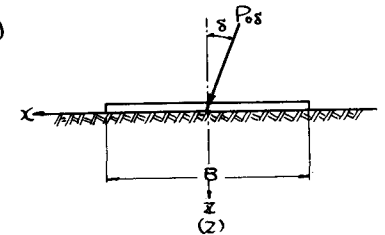


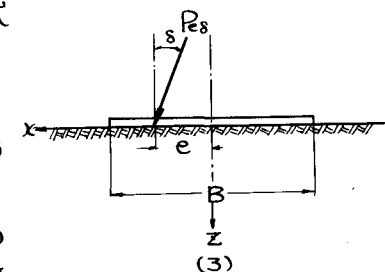
図-4



(1)



(2)



(3)

図-5