

鳥取大学工学部 正員 ○ 勝見 雅
鳥取大学工学部 正員 藤村 尚
鳥取大学大学院 森本正和

1. 緒言

著者らは以前に斜面地盤上の基礎の支持力に関し、その支持力算定式を誘導し基礎底面がなめらかな場合の試験結果との比較検討などについて発表したことがある¹⁾。そこで今回は基礎底面があらゝ場合について、特に基礎底面直下のくさび角に注目し、くさび角が支持力係数に与える影響、また支持力係数と斜面地盤の傾斜角との関係について検討を試みた。さらに Kötter 式による計算値も行なったので、それらについて記述する。

2. 斜面地盤に対する支持力算定式の誘導¹⁾

Terzaghi の支持力公式を斜面地盤に適用拡張した支持力算定式を導く方法に関してはその報告した¹⁾の通り、ここではその結果のみを記述する。すなわち、極限荷重 Q_d のつり合い式、また斜面地盤における支持力係数 N_c , N_q , N_r を求める式はそれぞれ次式で与えらる。

$$\left. \begin{aligned} Q_d &= 2(Q_r + Q_{qc}) + c \cdot B \tan(\xi - i) - \frac{1}{4} \gamma_z \cdot B^2 \frac{\sin \xi}{\cos i \cdot \cos(\xi - i)} \\ N_c &= \frac{1}{\sin \phi \cdot \cos \phi} \{ (1 + \sin \phi) \exp(2w \tan \phi) - 1 \} + \tan(\xi - i) \\ N_r &= \frac{2}{B^2} \left\{ z \cdot \frac{Q_r}{\gamma_z} - \frac{B^2}{4} \frac{\sin \xi}{\cos i \cdot \cos(\xi - i)} \right\}, \quad N_q = \frac{1}{1 - \sin \phi} \exp(2w \tan \phi) \end{aligned} \right\} (1)$$

ここで、 $w = 3\pi/4 + \phi/2 - \xi$, ξ : 基礎直下のくさび角²⁾、その外に記号の説明に関しては文献 1) を参照されたい。このくさび角は Terzaghi などによる水平地表面を有する地盤では $\xi = \phi$ とされこゝるが、斜面地盤については $\xi = \phi$ と傾斜角 i を加えた $\xi = \phi + i$ の二通りが一般考えらる。そこで今回は一般的にくさび角 ξ と表わし、支持力係数を求める際には ξ を上記両者に分け計算を行なった。

3. 支持力係数の計算結果とその考察

表-1 は式 (1) で示した式を用いて $\xi = \phi$, $\xi = \phi + i$ の場合について計算した結果、さらに斜面地盤に三次元軸対称問題としてのすべり線に関する基礎方程式から求めらる基礎底面がなめらかな場合の支持力係数 N_r の計算結果に関しても一括表示したものである。同表に掲げた二次元と三次元による値を比較するに際しては、いわゆる形状係数を考慮しなければならぬといふまでもない。また基礎方程式の誘導に関する詳細は文献 2), 3) を参照されたい。なお斜面地盤の場合、出発点であるつり合い方程式のみが次式のように異なる。こゝる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_z}{r} &= \gamma_z \sin i \\ \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}}{r} &= \gamma_z \cos i \end{aligned} \right\} (2)$$

図-1 (a) ~ (c) は $\xi = \phi$, $\xi = \phi + i$ の両者について、それぞれ支持力係数 N_c , N_q , N_r と傾斜角 i の関係を図示したものである。これらの図より N_c , N_q については、 $\xi = \phi$ の場合はほとんど傾斜角の影響はみられぬ。しかし、 N_r については傾斜角の増加とともに減少

表-1 支持力係数計算結果

ϕ°	i°	Terzaghi		Kötter		
		$\xi = \phi$	$\xi = \phi + i$	2次元	3次元 $\sigma_z = \sigma_\theta$	3次元 $\sigma_z = \sigma_{2\theta}$
10	0	0.46	0.50	0.555	0.203	0.168
	10	0	0.17	0.127	0.046	0.030
	20	0	0	0	0	0
20	0	3.53	3.58	3.07	1.24	0.921
	10	1.49	2.35	2.09	0.86	0.546
	20	0.18	0.97	0.97	0.37	0.184
30	0	19.0	19.1	15.0	6.99	3.33
	10	9.26	12.4	12.75	6.12	—
	20	3.98	7.20	—	4.42	—

する割合が大きい傾向を示している。

ついで、 $\phi = \phi$ のみの支持力係数 N_c , N_q , N_r と内部摩擦角 ϕ の関係を傾斜角 i とパラメーターとして示したのが図-2 である。同図は全般せん断破壊の場合であるが、水平地表面を有する地盤

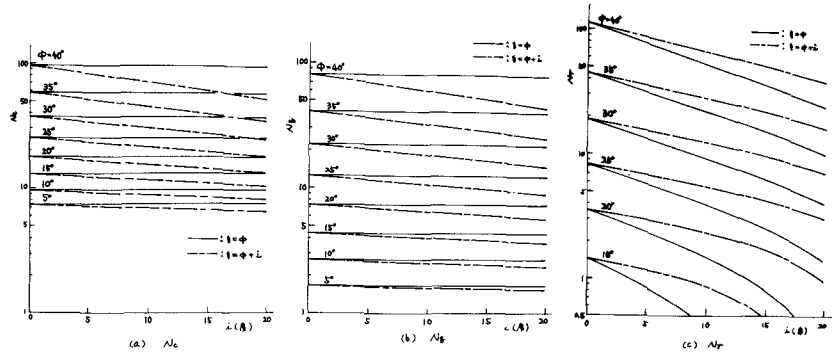


図-1 支持力係数と傾斜角 i の関係

を対象としている Terzaghi と同様 $\frac{2}{3} \cdot \tan \phi = \tan \alpha$ として決定される至を式 (1) の中に適用すれば、局部せん断破壊の場合の支持力係数も算出することが出来る。

4. 実験結果とその考察

模型実験に供した試料、実験方法などは基礎座面にサンドパーパー (AA-40 番) をはりつけて、基礎座面を粗とした以外はすでに発表したものと同じである¹⁾。式 (1) のように誘導して算定式より模型地盤 ($\phi = 36.19^\circ$, $C = 9.09 \text{ g/cm}^2$) に対する支持力係数 N_c , N_r を求め、円形基礎の場合の形状係数 $\alpha = 1.3$, $\beta = 0.6$ を用いて得られた支持力の計算結果と実験結果を比較したのが図-3 である。

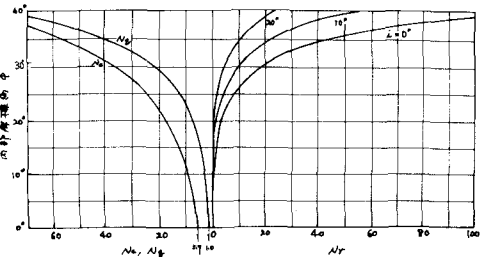


図-2 支持力係数と内部摩擦角の関係

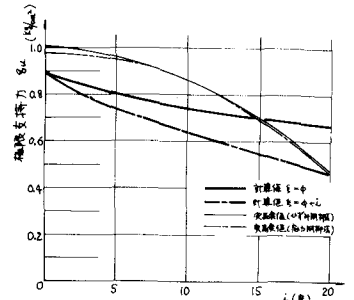


図-3 q_u - i 曲線

一方、今回のような模型地盤の支持力は N_c の項による影響はほとんどなく、前回得られたためらかな場合と今回のあらゆる場合の支持力実験値の比を求めたところ各傾斜角を通じ、1:1.6 なる一定の値を得た。この結果とためらかな場合とあらゆる場合の N_r の比は 1:2.2 である⁴⁾ といわれていることとを比較するとこの比に幾分差が生じているが、これは N_c の項の影響が幾分含まれていたことと、今回あらゆる基礎としたものが完全にあらずなことが主な原因であると思われる。また、図-4 は $i = 0^\circ$ に対する値を 100 として斜面地盤の傾斜角による支持力の減少率を図示したものである。同図によると、 $i > 10^\circ$ に対し $\phi = \phi$ の場合の計算値に比べ実験値の減少率の方が大きい傾向がみられる。

なお、式 (1) は水平地表面を有する地盤を対象とした基礎座面があらゆる場合の Terzaghi の支持力公式を斜面地盤に適用拡張したものであるが、今後引き続き基礎座面がためらかな場合についてこの支持力算定式を同様な方法で誘導し、図-2 のような支持力係数を求める図表などを提示する予定である。

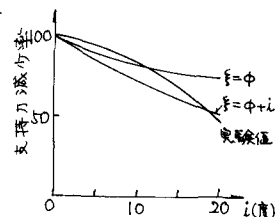


図-4 支持力減少率と傾斜角の関係

参考文献

- 1) 勝見雅・藤村尚・森本伴：斜面地盤を対象とした基礎の支持力について、土木学会第9回大会学術講演会概要集Ⅲ-203, 1955.10. 360-363.
- 2) 勝見雅：3次元軸対象問題としての支持力理論、第4回工學工学研究発表会講演集, IV-25, 昭. 44. 6, pp. 555~560.
- 3) 勝見雅：中間主軸に注目した円形剛基礎の支持力に関する研究、土木学会論文集, 第252号, 昭. 51. 8, pp. 73~85.
- 4) 山口柏樹：土質力学, 技報堂, 昭. 44. 8 pp. 267~272.