

砂地盤上の浅い基礎の支持力特性とその評価法

宇都宮大学大学院 学生員 ○藤本英悟
 宇都宮大学工学部 正会員 今泉繁良
 (株)北海道開発コンサルタント 源 寛輝
 宇都宮大学工学部 正会員 横山幸満

1. はじめに

砂地盤上の支持力問題に関して、二次元基礎に関しては多くの知見が得られ、ほぼ確立されたものとなっている。三次元基礎に関しては、様々な機関で研究がなされているが、二次元基礎に比べ問題が複雑であるため、未だ明確な結論には至っていない。本研究では、円形、正方形、長方形基礎の支持力模型実験を行い、支持力挙動や破壊形状について考察する。又、円形、正方形基礎に関しては、その破壊形状を考慮した極座標に基づく分割計算法で支持力を評価した結果について述べる。

2. 実験の概要¹⁾

実験試料は、豊浦標準砂を用いた。土槽は、幅50cm×奥行き50cm×深さ40cmのものを用いた。フーチングは、円形基礎<直径D=3, 5, 7, 9>、正方形基礎<L=B=3, 5, 7, 9>、長方形基礎<L/B=3, 5, 7, 10(B=3cm)>のものを用いた。地盤の作成は空中落下法で行い、目標相対密度を85%とした。すべり線形状を観察するために、色砂を用いた実験を行った。この時の地盤作成方法は、ある程度の厚さまで無着色色砂を敷き、それ以降は、ポスターカラーで着色した着色色砂2~3mm、無着色色砂3~10mmの間隔で交互に敷いた。載荷は変位制御で、1mm/minで行った。

3. 実験結果

荷重-沈下曲線を無次元化したものを図-1に示す。この結果をもとに、L/B=10の長方形基礎を帯基礎と考えた時の形状係数は、

$$s_r = 1 - 0.44B/L$$

で与えられた(図-2参照)。B/Lの係数は、Meyerhofの実験においては0.25であるが、0.2-0.4という指摘もある²⁾。実験結果は、それらより大きな値となった。

長方形基礎の地盤表面のすべり線の影響範囲と基礎幅の関係を図-3に示す。この結果を双曲線で近似すると、影響範囲と基礎幅の関係は、

$$Y = X / (0.388 + 0.099X) \quad (Y = \text{影響範囲}/B, X = L/B)$$

で表される。よって、帯基礎になるとその影響範囲は基礎幅の10倍程度になると思われた。

4. 解析結果

色砂を用いた実験から得られたすべり線上の座標を、過渡域を対数ら線、受働域を直線の複合すべり線に最小二乗近似した¹⁾。その結果得られた摩擦角パラメーターと基礎幅の関係を図-4に示す。この結果から、円形基礎については基礎幅の増加に伴い摩擦抵抗角パラメーターが増加する傾向が見られる。長方形基礎については、L/Bが大きくなるにつれ、摩擦抵抗角パラメーターは増加するが、 $\phi' = 35^\circ \sim 38^\circ$ で一定となるように思われる。この値は豊浦標準砂の相対密度85%におけるピーク時の摩擦抵抗角 $\phi' = 39^\circ \sim 42^\circ$ より低い値となり、むしろ残留強度による摩擦抵抗角 $\phi_r = 36.1^\circ$ ³⁾に近い値となった。

近似された複合すべり線を用いて分割計算による支持力評価を行った。この時、長方形基礎に対しては奥行き一定として分割計算を行っ

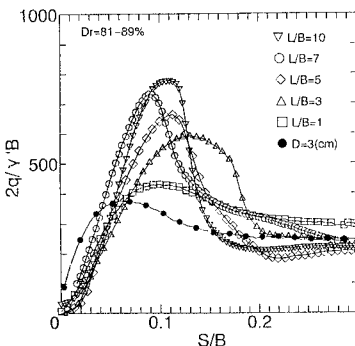


図-1 長方形基礎の荷重沈下曲線

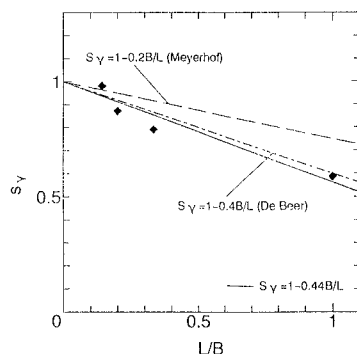


図-2 形状係数とL/Bの関係

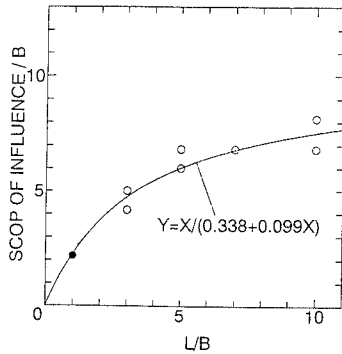


図 3 正方形基礎の
影響範囲と基礎幅の関係

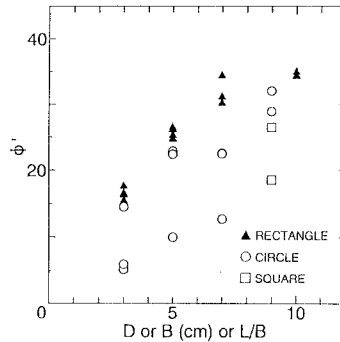


図-4 摩擦角パラメータ
と基礎幅の関係

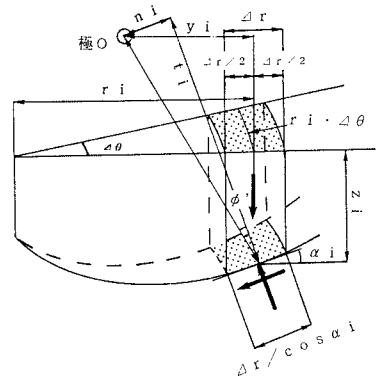


図-5 円形、正方形基礎の分割片

た。円形、正方形基礎については、観測された放射状に広がるすべり面から図-5の様な分割片を考え、極oに関するモーメントの釣り合いから、Bishop法で支持力 q を求めると次式となる。

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\gamma_i \cdot z_i \cdot r_i \cdot \Delta \theta \Delta r}{(1 + \tan \alpha_i \cdot \tan \phi') \cos \alpha_i}}{(n_i - \tan \phi' \cdot t_i) - \sum_{i=1}^n \frac{\gamma_i \cdot z_i \cdot r_i \cdot \Delta \theta \Delta r \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n r_i \Delta \theta \Delta r \cdot y_i}}$$

計算結果を表-1-a,bに示す。この結果から、長方形基礎については、 L/B が3.5のように小さいとき支持力係数は実験値よりかなり小さいが、 L/B の値が大きいくところでは実験による残留時支持力係数に近いことが解った。また円形基礎については、図-5のような分割片を考えた方が残留時支持力係数に近いことが解った。

表-1-a 長方形基礎の分割計算結果

基礎形状	L/B=10	L/B=7	L/B=5	L/B=3
計算結果の支持力係数 N_r	3 8 1	1 4 9	1 0 4	2 3
実験のピーク時支持力係数 N_r	7 1 3	7 1 2	6 3 4	5 8 8
実験の残留時支持力係数 N_r	2 1 9	2 3 8	2 2 4	1 8 4

表-1-b 円形基礎の分割計算結果

基礎形状	D=9	D=9
計算結果の支持力係数 N_r	1 4	1 0
図-5の分割片を考えた 計算結果の支持力係数 N_r	1 3 6	9 0
実験のピーク時支持力係数 N_r	2 8 6	3 0 4
実験の残留時支持力係数 N_r	1 5 2	1 5 8

5. 結論

- 1) $L/B=10$ の長方形基礎を帯基礎と考えた場合形状係数は、 $s_r=1-0.44B/L$ で与えられた。
- 2) 長方形基礎の影響範囲と基礎幅の関係は($\text{影響範囲}/B$)= $(L/B)/\{0.338+0.099(L/B)\}$ という双曲線で表された。
- 3) 摩擦角パラメータは、円形基礎では基礎が大きくなるにつれ増加する。長方形基礎については、基礎が大きくなるにつれ増加するが、 $\phi'=35^\circ \sim 38^\circ$ で一定となり、この値は、残留強度の摩擦角 $\phi_r=36.1^\circ$ に近い値となった。
- 4) 図-4の摩擦抵抗角パラメータを適用して通常の二次元分割計算から導かれる支持力係数は、 L/B の値が大きいくところでは実験値の残留時支持力係数に近いことが解った。また円形基礎については、図-5のような極座標に基づく分割計算の方が実験の残留時支持力係数に近いことが解った。

参考文献

- 1) 今泉、源 他：円形基礎の破壊形状と支持力、地盤破壊の三次元的評価に関するシンポジウム発表論文集、pp.118-119、土質工学会、1995
- 2) 山口伯樹：土質力学（第3版）、技報堂、1984
- 3) 斉藤邦夫：豊浦標準砂の三軸圧縮試験結果、地盤破戒の三次元的評価に関する研究委員会第2ワーキンググループ提出資料