

III-242 砂地盤上の円形基礎、帯基礎の支持力特性に及ぼす基礎の寸法効果

東京工業大学 学生員 ○岡村未対 正会員 竹村次朗 正会員 木村 孟

1. はじめに

本研究では砂地盤上の円形及び帯基礎の支持力実験を行い、基礎形状が支持力特性（特に寸法効果）に及ぼす影響を調べた。また小型模型の支持力に及ぼす粒子寸法効果の影響についても検討を加えた。

2. 実験方法と手順

実験に用いた試料は豊浦標準砂であり、これを剛性容器内に空中ボアリングして乾燥密度 $\rho_d=1.60\text{ g/cm}^3$ の密な砂地盤を作成した。容器に載荷ジャッキ等を設置した載荷システムを遠心模型実験装置に搭載し、所定の遠心加速度のもとで、載荷ジャッキに剛結したFootingにより 1 mm/min の速度で変位制御方式の載荷を行った。載荷終了後、地盤のX線写真を撮影し、地盤内に生じた滑り線を観察した。帯基礎の載荷試験には、内寸が 50 （幅） $\times 15$ （奥行） $\times 35\text{ cm}$ （深さ）の直方体容器を、円形基礎の載荷試験には直径 45.5 cm 、深さ 40 cm の円筒形の容器を用いた。用いたFootingは、幅 3 、 4 cm の2種の帯基礎と直径 3 、 4 、 5.66 cm の3種の円形基礎であり、基礎幅と遠心加速度を変化させて実験を行った。実験条件をTable 1に示す。

3. 結果及び考察

実験から得られた荷重強度－沈下曲線をFig. 1に示す。ここで縦軸は荷重強度 q を地盤の遠心加速度場での単位体積重量 $n\gamma'$ と基礎幅 B で、横軸はFootingの沈下量を B でそれぞれ無次元化してあり、図中の括弧内には一種の換算基礎幅 $n\gamma' B$ を示してある。この $n\gamma' B$ の増加と共に初期地盤反力係数及び極限支持力が減少しており、明確な寸法効果が現れている。また $n\gamma' B$ の増加と共に荷重ピーク後の荷重強度の低下も小さくなっており、地盤の破壊形態が全般せん断破壊から局所せん断破壊へと移行して行くことが分かる。

Fig. 2はFig. 1の荷重沈下曲線のピーク時の荷重強度 q_f から求めた支持力係数 N_γ と $n\gamma' B$ の関係である。 $n\gamma' B$ の増加と共に N_γ が減少する寸法効果が帯基礎、円形基礎共に見られ、 N_γ の値は帯基礎の方が大きくなっている。

Fig. 1の荷重強度－沈下曲線の初期直線部の傾きを無次元化した初期地盤反力係数 $q_i/n\gamma' s_i$ とし、これと $n\gamma' B$ の関係をFig. 3に示す。換算基礎幅の増加と共に基礎直下の応力も増大し、

Table 1 Test conditions & results

(a) strip footings

footing breadth B (cm)	centrifugal acceleration n (g)	void ratio e	$n\gamma' B$ (kPa)	N_γ	normalized initial slope $q_i/n\gamma' s_i$
3	1	0.646	0.470	604	2810
4	1	0.667	0.617	596	2610
3	15	0.650	7.06	306	1610
3	30	0.648	14.1	262	1050
3	40	0.647	18.8	246	976
4	30	0.650	18.8	234	940
4	40	0.656	25.0	209	905
3	70	0.657	32.8	200	616

(b) circular footings

footing diameter B (cm)	centrifugal acceleration n (g)	void ratio e	$n\gamma' B$ (kPa)	N_γ	normalized initial slope $q_i/n\gamma' s_i$
3	1	0.664	0.470	298	3730
4	1	0.650	0.627	300	3700
6	1	0.649	0.941	291	3620
3	30	0.661	14.0	203	1410
3	40	0.654	18.8	167	1120
3	40	0.668	18.6	171	1180
4	30	0.644	18.9	176	1220
5.66	21.2	0.654	18.8	178	1230
4	40	0.647	25.2	163	1100
4	40	0.666	24.9	150	1060
5.66	40	0.669	35.1	149	990

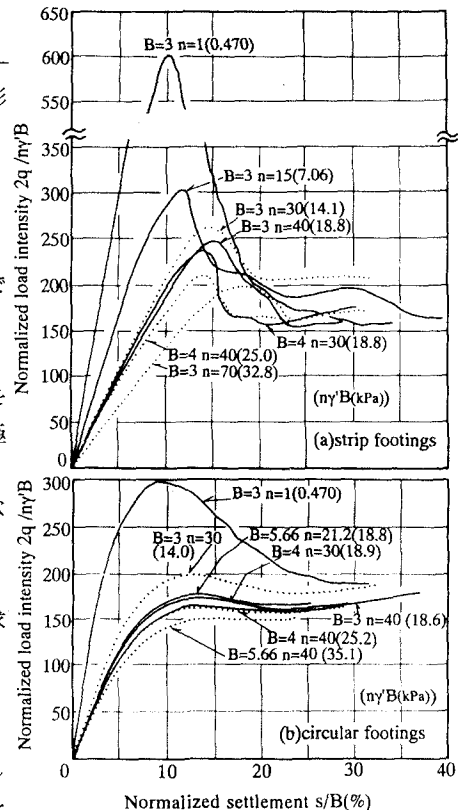


Fig. 1 Normalized load intensity-settlement curves

地盤の圧縮性が増加するために無次元化した初期地盤反力係数にも N_γ と同様に寸法効果がみられる。また初期地盤反力係数は帯基礎よりも円形基礎の方が小さくなっており、弾性的な挙動が卓越すると考えられる。載荷初期と、極限支持力を与える、塑性的な挙動が卓越する時点では、基礎形状による違いは全く異なったものとなることが分かる。

砂地盤の支持力値に影響を及ぼすほとんどの要因は、実物と遠心模型実験の間で相似則が満足されるが、実物と同じ試料を用いる限り粒子寸法についての相似則は満足されない。このことによる影響すなわち粒子寸法効果により、遠心模型実験装置を用いると危険側の支持力評価を行うことになるとの指摘がなされている¹⁾。この粒子寸法効果は同一 proto type に対する遠心模型実験を異なった基礎幅で行う、いわゆる modelling of models により明かとなる。本研究で行った modelling of models の結果を Fig. 4 に示す。帯基礎では、基礎幅の増加と共に N_γ が減少しており、谷ら¹⁾の研究と同様に粒子寸法効果の影響が伺える。一方円形基礎では B が小さいものほど N_γ が小さいという、帯基礎と逆の傾向がみられるが、その変化は非常に小さい。また図中に併記した、Christensen & Bagge²⁾ による比較的広範囲に渡って B を変化させた実験でも N_γ はほぼ一定値となっており、円形基礎では粒子寸法効果の影響は非常に小さいものであることが分かる。Photo. 1 は載荷終了後の地盤の X 線写真であり、せん断に伴って著しい体積膨張を起こした部分が黒く写っている。帯基礎では明確な滑り線が形成されているが、円形基礎では体積膨張を起こす領域が一つの面に集中せず、比較的連続なせん断歪分布となっている。これより円形基礎の載荷のように、地盤に明確なせん断帯が生じない場合には支持力値は粒子寸法効果の影響をほとんど受けないものと考えられる。

参考文献

- 1) 谷ら (1987): 砂地盤上の帯基礎の支持力への圧力レベルと模型サイズの影響, 第22回土質工学研究発表会
- 2) Christensen et al. (1977): Centrifugal testing on the bearing capacity on the surface of sand, Danish Engineering Academy

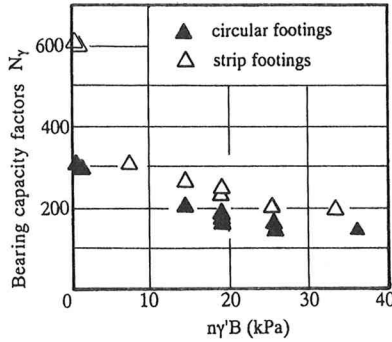


Fig.2 Relationship between N_γ and $n\gamma'B$

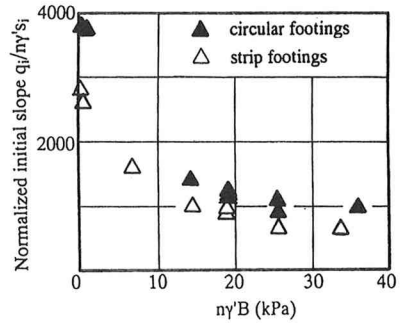


Fig.3 Relationship between $q_i/n\gamma's_i$ and $n\gamma'B$

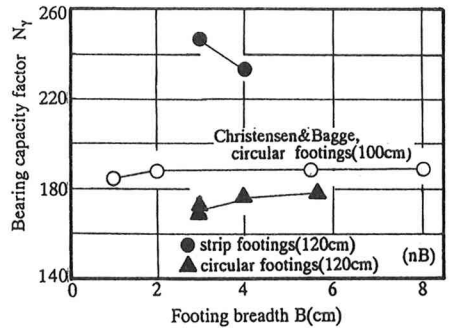
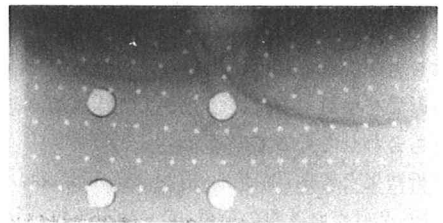
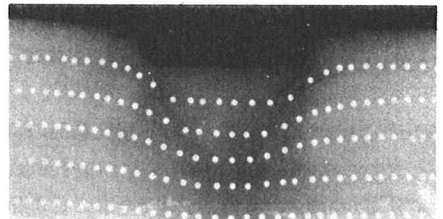


Fig.4 Results of modelling of models



(a) strip footing $B=3.40g$



(b) circular footing $B=5.66, 40g$

Photo.1 Radiograph