

(III-28) 砂地盤の支持力に及ぼす基礎の形状効果

東京電機大学理工学部 学○森本弘光 学 石鍋仁史 正 小林利雄
日建設計中瀬土質研究所 正 片上典久 正 斎藤邦夫

1. はじめに

建築基礎構造設計指針(1988)では、三次元基礎に対しその形状効果を考慮すべきことを明示している。また、既往の研究結果¹⁾によると、円形基礎の支持力は正方形基礎のその8割程度になることが示されている。さらにこうした形状効果は、基礎幅に応じて形状係数が異なるとの指摘²⁾もある。

本研究は、自重の影響を考慮し得る遠心模型実験で、相対密度(Dr)90%の砂地盤における円形基礎ならびに正方形基礎の支持力実験を行い、既往的研究成果と比較、検討したものである。

2. 実験方法

2. 1 実験装置

本研究は、実物と同様の自重応力を再現できる遠心模型実験により模型基礎の鉛直載荷実験を行った。但し、遠心加速度は60gでありその設定位置は基礎底面とした。

試料容器には模型基礎幅の5倍以上の半径を有する直径487mm、深さ500mmの鉄製の円形土槽を使用した。また、基礎底面以下の砂層についても基礎幅の11倍以上の層厚を設け、支持力特性に容器底面及び周面の影響が入らないように留意した。

模型基礎はジュラルミン製で、一つは円形($\phi=30\text{mm}$ 、 $h=45\text{mm}$)であり、他は正方形($B=30\text{mm}$ 、 $h=45\text{mm}$)である。また、基礎底面にはサンドペーパーを貼り付けて「粗」の状態とした。なお、本研究条件より模型基礎は180cm相当のフーチングとなる。

2. 2 模型地盤材料及び作成方法

本研究で使用した試料は、気乾状態の豊浦砂でその物理特性を表-1に示す。なお、せん断抵抗角(ϕ)はCD試験の結果を一点法により算出したものを図-2に示す。

模型地盤は、多重ふるいによる空中落下法により試料を堆積させ、余分な砂をバキュームによって吸引成型し、水平な表面を有する層厚35cmの均一な砂地盤を作製した。

載荷実験は、載荷速度1mm/minの変位制御式で基礎幅の150%(45mm)まで載荷を行った。鉛直載荷装置の概要を図-1に示す。

3. 荷重～沈下関係

荷重～沈下関係を図-3に示す。同図より円形基礎と正方形基礎の荷重～沈下特性は非常に類似した挙動を示すことが認められる。即ち、両者とも、載荷初期では載荷重は沈下量に対しほぼ直線的に増加しているが、沈下量が3mm付近で変曲し、不明瞭ながら軟化的沈下性状を示す。以後、荷重は沈下量に比例して増加する傾向

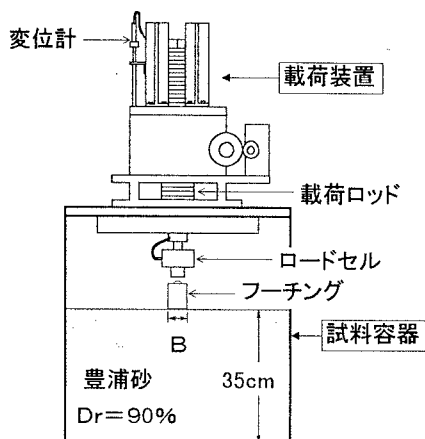


図-1. 鉛直載荷装置概要

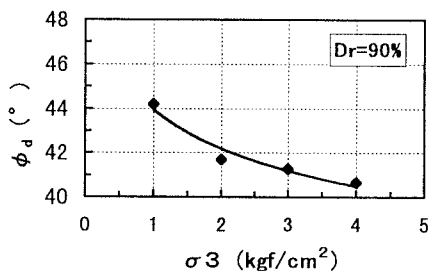


図-2. 拘束圧とせん断抵抗角の関係

表-1. 豊浦砂の物理特性

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.654
平均粒径 D_{50} (mm)	0.162
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.652
最小乾燥密度 ρ_{dmin} (g/cm ³)	1.334

を呈する。このような性状は、むしろ局所せん断破壊に近く、その極限支持力は同図中に示すように、変曲点を挟む直線部を延長した交点をもって決定した。

4. 表面載荷時の形状効果

B.Hansen の一般支持力式は

$$qf=c \cdot Nc \cdot Sc \cdot dc+\gamma \cdot B \cdot N\gamma \cdot S\gamma \cdot d\gamma/2+\gamma \cdot Df \cdot Nq \cdot Sq \cdot dq.....(1)$$

である。ここで、cは粘着力、 γ は土の単位体積重量、B、Dfはそれぞれ基礎幅及び根入れ深さ、 Nc 、 $N\gamma$ 、 Nq は二次元基礎の支持力係数、 Sc 、 $S\gamma$ 、 Sq は形状係数、 dc 、 $d\gamma$ 、 dq は深さ係数である。

式(1)において、形状係数($S\gamma$)を求めるには、砂地盤のために $c=0$ 、表面載荷なので $Df=0$ 、基礎底面下の塑性域の形状は根入れによってさほど変わらないので $d\gamma=1$ と揃える。よって、

$$qf=\gamma \cdot B \cdot N\gamma \cdot S\gamma \cdot d\gamma/2.....(2)$$

となり、式(2)を $S\gamma$ について変形させると

$$S\gamma=2 \cdot qf/(\gamma \cdot B \cdot N\gamma).....(3)$$

となる。なお、山口^{*)}によると $N\gamma$ 及び Nq は

$$N\gamma=2 \cdot (Nq+1) \tan \phi.....(4)$$

但し、 $Nq=((1+\sin \phi)/(1-\sin \phi)) \cdot \exp(\pi \cdot \tan \phi)$ とある。そして、式(4)で求めた $N\gamma$ を式(3)へ代入し、 $S\gamma$ を算出した。そこで、換算基礎幅が3、90、180、300cm の円形基礎及び正方形基礎の形状係数を既往研究値^{*)}(4),(5)と比較したものを図-4に示す。同図は縦軸がそれぞれの $S\gamma$ 、横軸は換算基礎幅である。なお、参考のために建築基礎構造設計指針(1988)で示されている値及び山口が指摘している値($S\gamma=1-D/B$)も示す。同図より、 $S\gamma$ は建築基礎構造設計指針や山口が指摘する値に必ずしも近似しておらず、分散しているものの0.6~1.0の範囲に納まる。但し、上記の検討を行う上で ϕ の応力依存性を考慮して $N\gamma$ を求めた。

今後の課題は、 $S\gamma$ を求めるために必要な $N\gamma$ を二次元帯基礎の載荷実験から求め、評価式と比較する必要がある。

参考文献

1)斎藤邦夫、片桐雅明、片上典久、大石幹太
(1995)：砂地盤の支持力値における形状並びに根入れ効果、地盤破壊の三次元的評価に関するシンポジウム、pp149～154

2)日本建築学会（1988）：建築基礎構造設計指針 pp120～130、pp215～249

3)山口柏樹(1990)：土質力学(全改訂)、pp253～295

4)岡村未対ら(1995)：砂地盤の支持力特性に及ぼす基礎の形状と寸法の影響について、地盤破壊の三次元的評価に関するシンポジウム、pp141～148

5)北詰昌樹 池田朋広(1995)：支持力特性に及ぼす基礎の形状について、地盤破壊の三次元的評価に関するシンポジウム、pp133～140

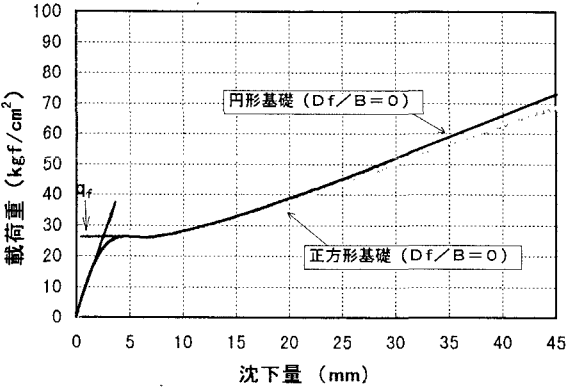


図-3. 荷重～沈下関係

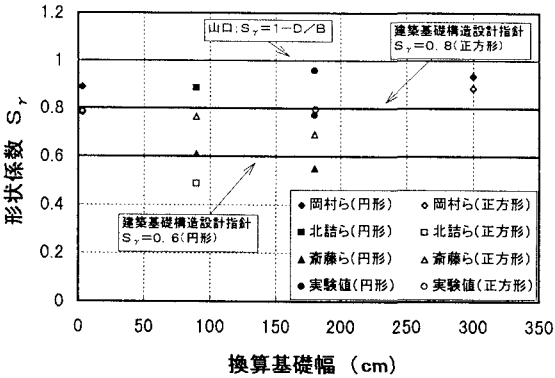


図-4. 形状係数～換算基礎幅関係