

(Ⅲ-67) 軸対称基礎の支持力に及ぼす寸法効果

国士舘大学 工学部土木工学科 ○石井昌雪
 日建設計中瀬土質研究所 片上典久
 日建設計中瀬土質研究所 斎藤邦夫

1. はじめに

構造物を支える地盤の支持力は、粘着力、自重およびサーチャージの効果を重ね合わせて次式のように表される。

$$q_f = c \cdot N_c + 1/2 \cdot N_\gamma \cdot B \cdot \gamma + N_q \cdot D_f \cdot \gamma \quad (1)$$

(1) 式は、Terzaghi の支持力公式として知られ、帯基礎の支持力評価に用いられている。しかし、一般に基礎の形状は様々であり、実用的には(1)式に形状係数を乗じて支持力を求めている。さらに支持力は、基礎の寸法効果の影響を受けることが指摘されている。

そこで、本研究では、砂地盤上の円形基礎に着目し、主としてその寸法効果を遠心模型実験で調べた。

2. 実験方法

試料は、気乾状態の豊浦砂である。

模型砂地盤は、多重ふるいを用いた空中落下法により相対密度が85%になるように作成した。

模型基礎には、その形状がφ3cm×h2cm、φ5cm×h5cmのものと比較のためB3cm×B3cm×h2cmの正方形の3種類を用いた。いずれのフーチングもジュラルミン製で、その底面には、豊浦砂を貼り付け「粗」の状態とした。また、フーチングは、荷重の偏心を防ぐために載荷ロードに剛結した。

載荷実験は、全て1mm/minの変位制御でおこない、表-1に実験ケースを示す。

3. 実験結果および考察

a) 要素試験結果

豊浦砂のせん断特性は、密度を1.59g/cm³に調整し、かつB値が0.95以上であることを確認した後、4種の異なる拘束圧の下で三軸CD試験を行って求めた。

各拘束圧における応力比-ひずみ関係を図-1に示す。また、この試験結果から粘着成分がないとして拘束圧毎にせん断抵抗角(φ_d)を求めて図-2に示す。一般に言われるようにφ_dが、拘束圧により低下することが認められた。

b) 支持力実験結果

作成した各模型地盤の密度は、平均して1.59g/cm³(相対密度:85%)であり、密度のばらつきは±0.01g/cm³に収まっている。

実験によって得た荷重-沈下関係の一例を図-3に示す。ただし、縦軸は荷重強度qを基礎幅Bと単位体積重量γで、横軸は沈下量Sを基礎幅Bで除して無次元表示している。

表-1 実験ケース一覧

模型形状	実験番号	模型(cm)	載荷幅:Bm	遠心加速度 n (G)	実物(cm)
円形	C3	3	3	1	3
"	C30	3	3	10	30
"	C90	3	3	30	90
"	C180	3	3	60	180
"	C300	3	3	100	300
"	C5	5	5	1	5
"	C90-(5)	5	5	18	90
"	C180-(5)	5	5	36	180
正方形	S90	3	3	30	90
"	S180	3	3	60	180

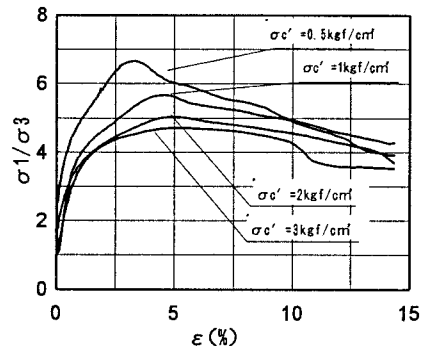


図-1 三軸圧縮試験結果

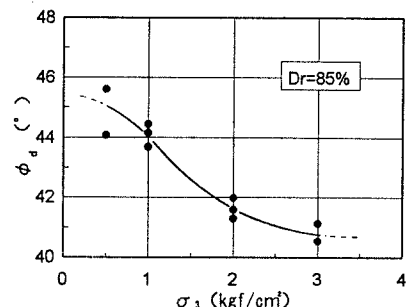


図-2 拘束圧によるせん断抵抗角の変化

荷重-沈下関係において、基礎幅が 30cm 以下の場合には明確なピークが認められるので、ピーク値を極限支持力とした。しかしながら、30cm を越える場合には、明確なピークを示さないで、 $n \cdot B_m = 90\text{cm}$ のように載荷初期部と変曲後の後半部のそれぞれに接線を引きその交点を極限支持力とした。

このようにして求めた支持力の値と換算基礎幅の関係を図-4 に示す。なお同図には、比較のために寺師¹⁾が求めた結果も併せて示してある。

寸法効果は、基礎幅が 90cm までが顕著でありそれ以降は小さくなっている。また既往の研究のなかで二次元の支持力実験とを比較すると、相対密度に若干の違いがあり、同一視できないものの、基礎幅が 100cm を越えると支持力の低下が小さくなっている。

また同図より相対密度には若干の違いはあるが、円形基礎に於ける寸法効果が 30cm から 300cm の間で支持力係数が約 40% 低下するのに対して、帯基礎の場合には 20cm から 200cm の間で支持力係数が 60% 低下する。これにより三次元の支持力特性は、寸法効果が認められるものの帯基礎に於けるほどの寸法効果がないことが明らかになった。

次に形状の違いに着目する。円形基礎と正方形基礎の形状による違いは、基礎幅を 90cm と 180cm について、支持力係数の比で表すと円形基礎/正方形基礎が 0.75~0.8 であり建築基礎構造設計指針で言われている比 (0.75) に近い値である。

実務では、構造物を建設する際には、地盤の支持力の他に変形量についても考えなければならない。すなわち、基礎幅が大きくなると、極限支持力が大きくなると同時に、沈下量も大きくなることは周知のとおりである。

図-5 は、換算基礎幅が 30cm (B_0) の時の極限支持力の $1/2$ の荷重 ($1/2q_u$) における沈下量 (S_0) を基準として、縦軸は、 $1/2q_u$ の荷重で生じた沈下量 (S_0) で換算基礎幅の沈下量 (S) を除し、横軸は、載荷幅 30cm で換算基礎幅 (B) を除し、それぞれ基準化して表示している。

この図に Terzaghi-Peck が小型模型実験や現場実験に基づき提案した式と Bjerrum らの密締め砂での実験データを併せて示す²⁾。

一般に砂地盤の場合には基礎幅が大きくなっても変形はそれほど大きくならないことが知られている。

この図からも基礎幅が増大してもさほど大きな変形が生じることもなく、Terzaghi-Peck の提案式の値に比べ若干小さめの値を取るようであるが、ほぼ類似した値を示している。

参考文献

- 1) 寺師昌明 遠心力載荷試験手法について (1981) 港研参考資料 No. 33
- 2) 山口柏樹 土質力学 1984 技報堂

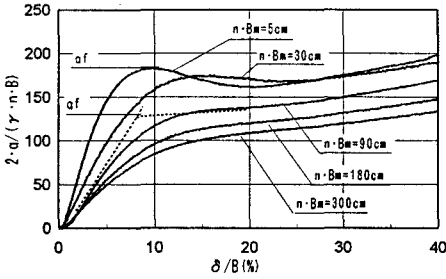


図-3 荷重-沈下関係

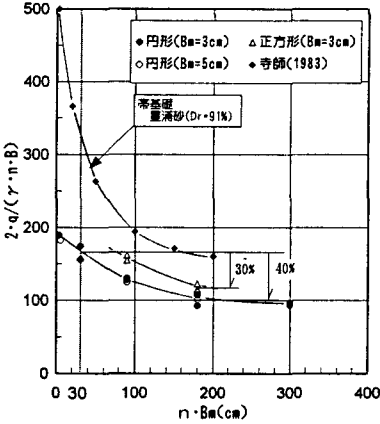


図-4 基礎幅による支持力の変化

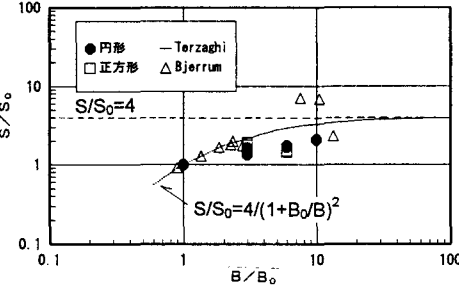


図-5 基礎幅と沈下