

Ⅲ-A253

破砕性地盤における基礎の形状と寸法効果

日建設計中瀬土質研究所 ○正 片上典久 斎藤邦夫

武蔵工業大学 大学院 学 高柳 哲

長岡科学技術大学 大学院 学 中村公一

1. まえがき

筆者らは、破砕性地盤の代表的な材料としてシラスに着目し、支持力特性の検討を行ってきた¹⁾²⁾。その結果、これまで行なったシラス地盤における円形基礎の支持力係数は、低拘束の下ではインターロッキングにより非常に大きく、また拘束圧の増加と共に顕著に低下することが明らかになった。

本研究では、これまで行ってきた円形基礎の支持力実験に加えて帯基礎を対象とした実験を行い、形状効果と寸法効果について検討したので報告する。

2. 実験材料

本研究で使用した試料は、鹿児島県始良地方の造成現場から採取したシラスで、その粒径(D)を $0.425\text{mm} \geq D \geq 0.075\text{mm}$ に調整した。物性の詳細については文献1)を参照されたい。

粒度調整したシラスの強度特性を把握するために、空中落下法により相対密度が約70%の供試体を作成し、広範な有効拘束圧条件の下で三軸圧縮CD試験を行なった。試験の結果を、主応力比 $\sim$ 軸ひずみ関係に表し図-1に示す。同図より、今回の実験材料は、低拘束圧の下では明確なピークを示して、ひずみ軟化するが、拘束圧の増大と共にひずみ硬化することが明らかになった。特に拘束圧が約1MPaを超えるようになると主応力比 $\sim$ 軸ひずみ関係がほぼ一致するような挙動を呈す。一方、ダイレイタンスに着目すると $\sigma'_v=100\text{kPa}$ 程度では、正のダイレイタンスを示すものの、それを上回ると負のダイレイタンスとなる。

これらの結果を一点法により整理して図-2に示す。せん断抵抗角は、拘束圧の増大に伴い対数軸上で直線的に低下し、拘束圧依存性の顕著な材料であることは明らかである。

3. 実験概要

支持力実験は重力場と10～100Gの遠心加速度場で行なった。

実験に用いた試料容器は、円形基礎の場合には、直径487mm深さ500mmの円形容器、また帯基礎では幅750mm深さ600mm、奥行き200mmの矩形容器であり、何れも鋼製である。また載荷装置は、載荷容量50kNの変位制御式である。

模型基礎は、直径(D)×高さ(h)が20mm×30mm、30mm×45mm、50mm×50mm、88mm×90mmと幅(B)×長さ(L)×高さ(h)=50mm×200mm×50mmの5種類を用いた。いずれの基礎も底面にサンドペーパーを貼り付け「粗」の状態とした。

地盤の作成は、相対密度が65%程度になるよう多重ふるいをを用いた空中落下法によりに行い、地表面に堆積した余分な試料は真空装置で除去し平坦に仕上げた。

実験条件を表-1に示す。

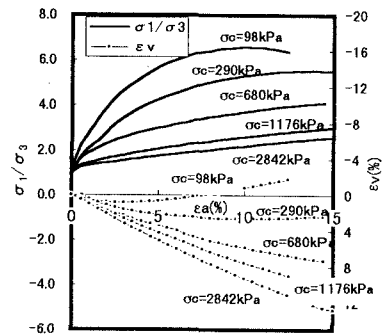


図-1 三軸圧縮試験結果

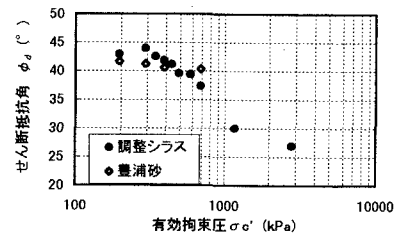


図-2 拘束圧と ϕ の関係

表-1 実験条件

円形基礎		帯基礎	
模型寸法	遠心加速度	模型寸法	遠心加速度
50mm	1G	50mm	1G
30mm	10G	-	-
30mm	30G	50mm	18G
30mm	60G	50mm	36G
30mm	100G	50mm	60G
20mm	45G	-	-
88mm	10.2G	-	-

keywords: シラス, 支持力, 浅い基礎, 形状効果, 寸法効果

〒211-0955 神奈川県川崎市幸区南加瀬 4-11-1 TEL044-599-1151 FAX 044-599-9444

4. 実験結果

1) Modeling of models

遠心加速度場での支持力実験は、数多くの研究者³⁾たちによって行われている。しかし、シラス地盤のような粒子破碎し易い材料の場合の支持力変形挙動については、十分吟味されていない。そこでシラス地盤の実験的な支持力挙動を明らかにするため、遠心加速度場で基準基礎直径 90cm とする支持力実験を行った。すなわち、模型基礎の寸法 20mm, 88mm に対し遠心加速度 45G, 10.2G を作用させて支持力～沈下挙動を調べた。ただし、模型基礎の安定のために基礎と載荷装置は剛結させた。

実験結果を荷重～沈下関係に表し図-3に示す。同図に示すように $D=20\text{mm}$ と 88mm の荷重～沈下挙動はほぼ一致することが確認できた。すなわち、小型模型実験でも遠心加速度を付与することで現実の応力条件と同様の挙動を得ることが可能であると言える。

2) 形状効果

円形基礎の実験結果を図-4に、また帯基礎のそれを図-5に示す。なお図中の荷重は単位体積重量と基礎幅で、沈下量は基礎幅でそれぞれ除して正規化して示す。

円形基礎ならびに帯基礎とも基礎幅が 5cm では極限值を有す全般せん断破壊の挙動を示すのに対し、基礎幅がそれ以上になるとひずみ硬化型のいわゆる局所せん断破壊の挙動となっている。ここで極限支持力をピーク値あるいは基礎幅の 15% の沈下時の荷重として、応力の次元を持つ換算基礎幅との関係を図-6に示す。

岡村ら⁴⁾は、基礎の寸法効果と形状効果について応力依存性を考慮した Kötter 式により検討している。これによると帯基礎は、円形基礎に比べて全すべり線域における ϕ の応力依存性の影響が発揮する領域が大きい。この結果、円形基礎よりも帯基礎の寸法効果が顕著に現れ、その影響は換算基礎幅が小さいほど顕著になると考察している。

シラス地盤では、帯基礎ならびに円形基礎は、豊浦砂に比べると相対的に小さな基礎寸法 (0.8kPa) の場合に $N_{\gamma} > 1,000$ を超える値を示す。その後換算基礎幅 (径) の増加と共に対数軸上で直線的に低下する。豊浦砂も同様に基礎幅の増大と共に低下するものが、その傾きはシラスに比べると緩やかであり、シラス地盤の応力依存性が豊浦砂のそれに比べて顕著な事象を表している。これは、三軸試験の結果からも予測できる点である。

次に形状効果に着目する。換算基礎幅の小さな場合には、形状効果が認められるものの、 $n\gamma B > 10\text{kPa}$ ではその差は殆ど認められなくなる。

既往の報告においてシラス地盤では、換算基礎幅の増大と共に破壊形状が全般せん断破壊からパンチせん断破壊に変化することを明らかにしている⁵⁾。今後さらに平面ひずみ条件下での ϕ のデータは必要であるが、寸法効果が大きく、形状効果が基礎寸法の増大と共に認められなくなる点は、材料の応力依存性と破壊モードの変化に拠ると考えられる。

参考文献 1) 片上典久 他：シラス地盤の支持力と基礎の寸法・根入れ効果、破碎性地盤の工学的諸問題に関するシンポジウム、投稿中
2) N.Katakami et al.: Loading behaviour of foundation in Shirasu ground, Proc. IS Tohoku 98 1998. 3) 例えば 北詰昌樹他：浅い基礎の支持力に及ぼす基礎形状の影響について、港湾技研資料 No.803., 1995 4) 岡村未対 他：砂地盤における円形及び帯基礎の支持力に関する研究、土木学会論文集 No.463 III-22 1993. 5) 高柳 哲 他：シラス地盤における二次元基礎の支持力特性及び変形挙動、第34回地盤工学研究発表会 投稿中

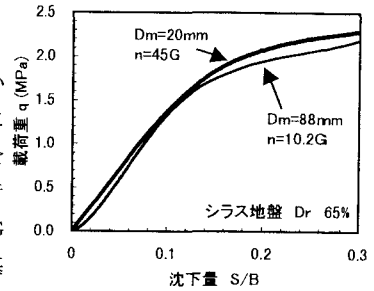


図-3 Modeling of models

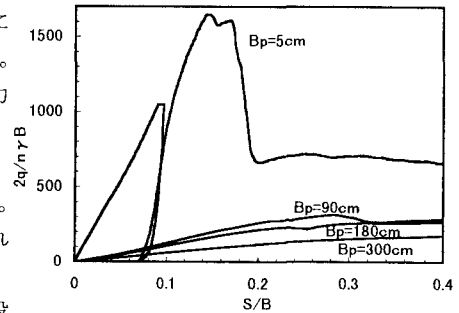


図-4 帯基礎の支持力実験結果

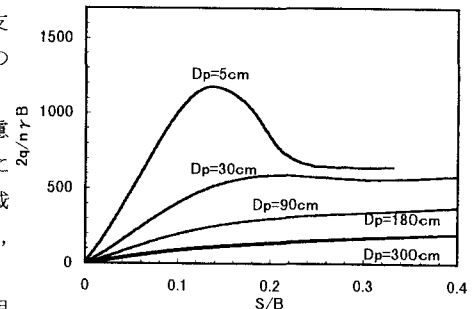


図-5 円形基礎の支持力実験結果

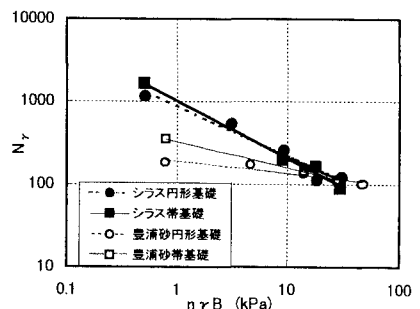


図-6 換算基礎幅と支持力係数の関係