

Ⅲ-B 361 シラス地盤の支持力変形挙動

武蔵工業大学 大学院 学○高柳 哲 正 末政 直晃
日建設計中瀬土質研究所 正 片上 典久 正 斎藤 邦夫
長岡技術科学大学 大学院 学 中村 公一

1. はじめに

シラス地盤は、粒子が脆弱であり破碎しやすい材料であることが知られている。一方、シラス粒子の形状に由来するインターロッキング効果により、低拘束の下では見掛けの粘着力効果の発現が春山らによって指摘されている。これら特性がシラス地盤の支持力評価をより難しいものとしている。

本研究では、シラス地盤の支持力特性を把握することを目的として、地盤内の変形挙動に着目し検討したので報告する。

2. 材料特性

実験に用いたシラスは、鹿児島空港近傍の造成現場の路頭より採取した。採取した試料は、模型地盤作成上の理由から細粒分を可能な限り取り除き、さらに最大粒径を0.425mmになるように調整した。実験に供したシラスの物理的特性を表-1に豊浦砂と共に示す。

表-1 試料の物理的特性

試料名	シラス	豊浦砂
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.418	2.654
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(\text{g/cm}^3)$	1.169	1.641
最小乾燥密度 $\rho_{dmin}(\text{g/cm}^3)$	0.827	1.333
均等係数 U_c	2.471	1.380
平均粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.175	0.175

同試料を用いて三軸圧縮CD試験を行い、その結果を一点法により整理して図-1に示す。シラスのせん断抵抗角(ϕ_d)は、300kPa以下の低拘束圧の下では豊浦砂に比べ、およそ3°ほど大きな値を示す。しかしながら、 σ'_c の増大と共に ϕ_d は小さくなり、約3MPaの σ'_c の下では ϕ_d は27°程度にまで低下する。また、一次元圧縮試験によると、調整シラスは載荷圧力が3.5MPaから圧縮性が卓越し、約10MPaで粒子破碎が顕著になる材料であることを別途確認している²⁾。

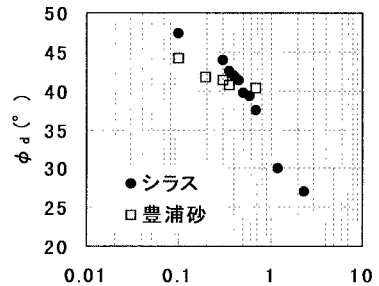


図-1 σ'_c (MPa) $\sigma'_c \sim \phi_d$ 関係

3. 実験概要

実験に用いた試料容器は、幅750mm、深さ600mm、奥行き200mmの鋼製である。また載荷装置は、50kNの載荷能力を有する。これらの実験装置の概略図を図-2に示す。

試料容器内には、側壁と地盤材料との摩擦を低減するように厚み0.2mm、一辺20mmの正方形のメンブレンを壁面に貼り付けた。なおガラス面側に、メンブレンに高輝度反射シートを貼り付け、載荷試験中に写真撮影を行い映像解析を行い地盤の変形挙動を把握した。

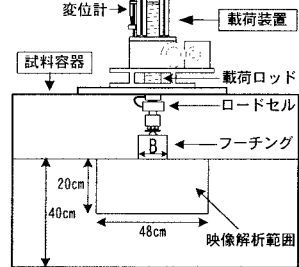


図-2 実験装置の概略図

模型地盤は、空中落下法で相対密度が約70%になるように地盤材料を試料容器に投入し、さらに地表面は、真空装置を用いて平らに均した。

模型基礎は幅(B)50mm長さ(L)=200mm高さ(H)50mmで底面は砂を貼り付け「粗」の状態とした。

実験条件は、表-2に示す4ケースである。

表-2 実験条件

基礎幅 B (cm)	遠心加速度 n (G)	換算基礎幅 $B \times n = B_p$ (cm)	相対密度 D_r (%)
5	1	5	68
5	18	90	67
5	36	180	68
5	60	360	68

キーワード： シラス 粒子破碎 支持力 すべり線 変形挙動

連絡先： 東京都世田谷区玉堤1-28-1地盤工学研究室 TEL 03-3703-3111 FAX 03-5707-2202

3. 実験結果・考察

実験の結果は、荷重－沈下関係に表し図－3に示す。図中の荷重は、基礎幅と単位体積重量で除し、また沈下量は基礎幅で除して正規化している。

同図に示すように基礎幅が5cmの場合では、明確なピーク荷重を有する全般せん断破壊挙動を示す。しかし、換算基礎幅(B_p)の増大と共に、局所せん断破壊挙動に遷移するのが認められた。このように、基礎幅によって荷重～沈下挙動が異なることが確認された。

その要因の一つが粒子破碎に関連することは既に指摘している³⁾。ここでは、地盤内の変形状態に着目して、シラスの支持機構の違いについて検討を試みた。写真－1は実験後($S/B=0.5$)の基礎直下の地盤内の破壊状況を捉えた写真である。 $B_p=5\text{cm}$ では基礎の両端から斜め下方に地盤をせん断する主働くさびが認められる。また紙面の都合で示すことができないが、基礎左側に明瞭な受働破壊域を生じているのを確認している。

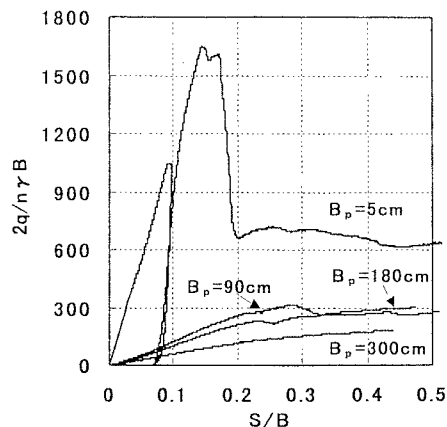
一方、 $B_p=90\text{cm}$ では基礎直下に明瞭なせん断帯が認められるが、 $B_p=5\text{cm}$ のような主働くさびの形成に至っていない。また、二次的と思われる鉛直なすべり線が観測される。その範囲は基礎下に留まり、むしろパンチせん断の破壊挙動を呈す。

そこで載荷実験中の基礎直下における地盤の変形挙動と観測したすべり線と共に図－4に示す。なお示したベクトルは載荷前($S/B=0$)から $S/B=0.1$ ごとに載荷終了時($S/B=0.5$)までのものである。これによると、2つのケースと共、載荷直後の地盤は鉛直下方に変形する。その後 $B_p=5\text{cm}$ の場合は、ピーク荷重後($S/B=0.2$)からしだいに向きを変え基礎直下では徐々に側方に移動し、基礎直下から離れた場所では側方から地盤地表面に移動している。一方、 $B_p=90\text{cm}$ では、基礎下の地盤の変形は、ほぼ鉛直下方に移動しており側方への移動は殆ど認められない。その鉛直方向の移動は、基礎底面から基礎幅の2.5倍付近まで鉛直に変形している。このことから、自重の増大と共にパンチせん断破壊の挙動を示すようである。

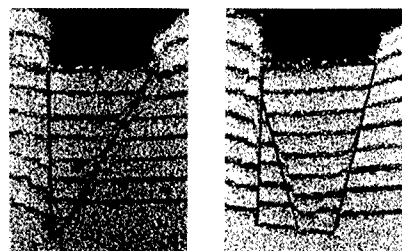
5. まとめ

シラス地盤は、基礎幅によって基礎直下の破壊形状ならびに地盤内の変形挙動が異なり、その挙動は、自重の増大と共に貫入破壊を示すことが認められた。

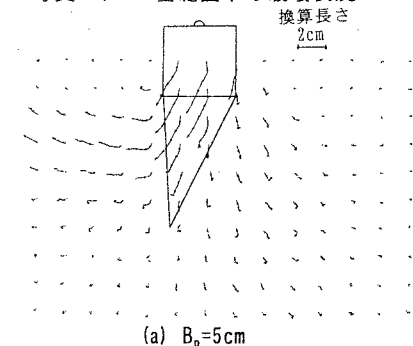
参考文献 1) Haruyama, Effect of water content on the shear characteristics of granular soils such as Shirasu, Soil and Foundation VOL. 9, pp. 35-57, 1969 2) 片桐他：しらすの圧縮特性と粒子破碎指標の関係、破碎性地盤に関するシンポジウム、1999 3) 高柳他：シラス地盤における二次元基礎の支持力特性及び変形挙動、第34回地盤工学発表講演会、1999



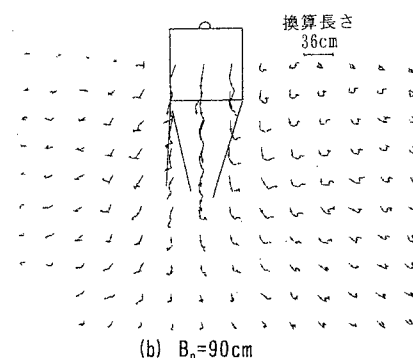
図－3 荷重～沈下関係



写真－1 基礎直下の破壊状況
換算長さ 2cm



(a) $B_p=5\text{cm}$



(b) $B_p=90\text{cm}$

図－4 地盤の変形挙動