

Ⅲ－B 397

シラス地盤における基礎の支持力特性の検討

日建設計 中瀬土質研究所 正○片上典久 正 斎藤邦夫
同 上 正 片桐雅明 正 伊藤祐仙

1. まえがき

鹿児島県地方に分布するシラスは、多孔質で単位体積重量が小さく且つ粒子が破碎し易い特徴を有する。このため、例えばシラスを構造的に基礎地盤として検討する場合になど、如何にしてその工学的特性を把握、評価するかが問題となる。特に支持力問題では、比較的大きな応力状態が基礎下に生じ、シラス地盤の支持力評価を難しいものになっている。

本研究では、シラスの支持力特性を遠心模型実験方法によって調べるとともに、粒子破碎に基づく応力依存性に着目し、その支持力機構を検討したので報告する。

2. 実験方法

実験では、鹿児島県始良地方で採取したシラスを均一な模型地盤作成上の理由から、最大粒径を 0.425mm 細粒分(75 μ m 以下)含有率を 10%以下になるよう人工的に調整して使用した。その物性は、土粒子密度が 2.437 g/cm³、最大空隙比 e_{max} 最小空隙比 e_{min} がそれぞれ 1.811、0.973 である。

三軸圧縮試験を実施して得たシラスの強度特性を図-1 に示す。ただし、図中の応力は、後述する解釈上の都合から、平均主応力 ϕ_m である事に注意されたい。また図-1 には、比較のため、同じ試料を用いた山下^{*)}の実験結果も併せて示した。

ここではデータを示さないが、調整シラスの一次元圧縮試験結果^{*)}より、1MPa を超えると急激な圧縮性を呈する事、及び圧縮試験後の粒度特性から著しい破碎性を有している。以上の結果を総合すると、冒頭に指摘したようなシラスの特性を有する事を確認している。

3. 実験方法

人工調整したシラスの支持力特性を把握するために、二次元基礎の支持力実験を行った。模型地盤は、空中落下法により鋼製容器(幅 200mm×長さ 750mm×深さ 600mm)内に堆積させ、余分な試料を真空ポンプで除去して作成した。なお地表面から深さ 8cm までの範囲では、1cm 間隔に色砂の薄層を設けて载荷に伴う地盤内の変形状況を把握し易いようにした。

模型基礎は、ジュラルミン製で高さ 50mm 幅 50mm 長さ 200mm で载荷底面は「粗」の状態とした。载荷実験は、遠心加速度 36G の下で、1mm/min の変位制御で行った。なおジャッキと模型基礎間では回転自由となるような条件とした。

4. 実験結果及び考察

载荷重 q を基礎幅 B と単位体積重量 γ の積で、また沈下量 s を基礎幅でそれぞれ基準化して支持力実験結果を表したのが図-2 である。図-2 には参考のため、 $Dr=90\%$ の豊浦砂の支持力実験結果も併せて示す。

シラスの基準化した荷重-沈下関係と豊浦砂のそれとを比較すると明瞭な違いが認められる。もちろん空隙状態がこのような相違をもたらす主要因ではあるが、シラス

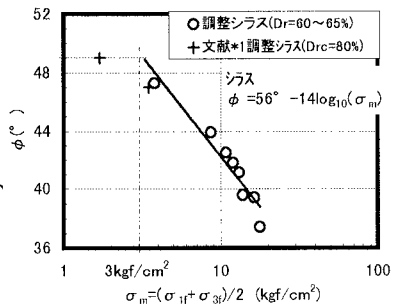


図-1 三軸圧縮試験結果

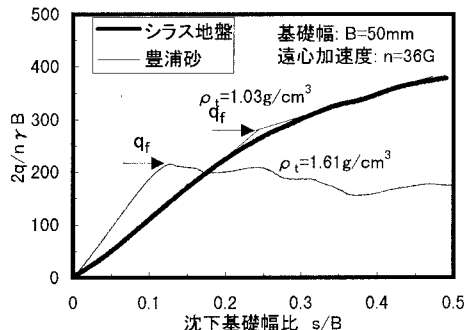


図-2 支持力実験結果

キーワード：シラス 破碎性地盤 浅い基礎 支持力

連絡先 川崎市幸区南加瀬 4-11-1 Tel044-599-1151 FAX044-599-9444

の場合は、局所せん断破壊的な挙動を呈する。こうした支持力挙動に対し、両軸を対数にとりその変曲点を以って極限值として評価する方法がある。この方法によると、シラスの極限状態における支持力係数は280と評価された。またその時の基準化した沈下量 s/B は0.23となった。

破碎性地盤の杭の先端支持力については、安福ら³が空洞拡張理論を用いて検討を行っている。一方、岡村ら⁴は、せん断抵抗角の拘束圧依存性を考慮した Kötter 式により浅基礎の支持力を求めている。その結果は実験と良く一致する事を確認している。そこでこうした例に倣い先に示した三軸試験から得たせん断抵抗角 ϕ と平均主応力 σ_m の関係によりシラス地盤の支持力評価を試みた。ただし、 ϕ の拘束圧依存性については、次式を援用することとした。すなわち

$$\phi = \phi_0 - A \log_{10}(\sigma_m / \sigma_0) \quad (1)$$

A: 定数、 $\sigma_m = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$ ϕ_0 : $\sigma_m = 1 \text{ kgf/cm}^2$ の時のせん断抵抗角

(1)式から図示すると図-3のようになる。さらに図-1に示す三軸圧縮試験の

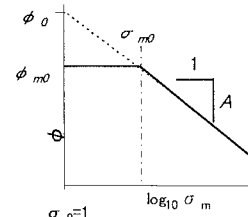


図-3 パラメータの取り方

表-2 計算に用いたパラメータ

解析ケース	①	②	③	④
σ_{m0} (kgf/cm ²)		3.0	1.0	$\sigma_c=5$
ϕ_0 (°)	56	52	56	—
ϕ_{m0} (°)		49	56	40
A	14	7.6	14	—
N _r (計算)	284	330	387	110
N _r (実験)	280			

結果から $\sigma_m = 3 \text{ kgf/cm}^2$ として図-3に対比させると(1)の各パラメータは表-2中の①の如くなる。ケース1を基礎にパラメータ A、 σ_{m0} の影響を調べるためケース②、ケース③を設定した。すなわち、ケース②はせん断抵抗角低下率 A を、ケース③は σ_{m0} の効果を検討するためである。またケース④は、拘束圧依存性を無視した場合である。

表-2には、各ケースの支持力係数 N_r と実験値を示す。解析値と実験結果を比べると、もちろん極限支持力の評価に問題はあが、ケース①、②と実験結果は良く対応している。しかしケース④は極端に違った値となった。

図-4 左半分は基礎を基礎幅の40%、すなわち20mm シラス地盤中に押し込んだときの地盤内の変形を捉えた写真である。基礎底面端部よりすべり線が発生するのが認められる。すべり線が基礎底面となす角度、主動くさび底角 ω を測定するとおよそ 70° と判断される。したがって、

$$\omega = \pi/4 + \phi/2 \quad (2)$$

より、シラスのせん断抵抗角 ϕ は 50° と評価される。この値は表-2中の①、②ケースのパラメータ ϕ_{m0} に対応している点が注目される。また、すべり線は3層目の色砂まで発生している様子が伺われるが、基礎底面下に形成されるくさびの側面形状は曲率を帯びたものになっている。図-4 右側は ϕ の拘束圧依存性を取り込んだ

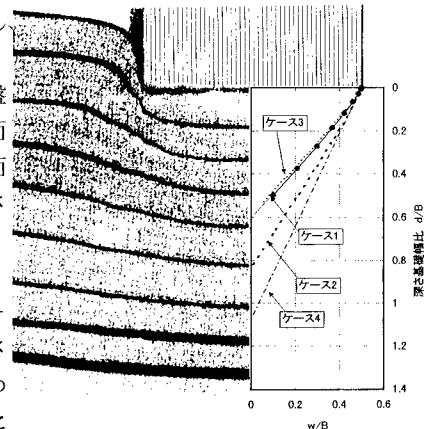


図-4 基礎直下の主動くさび状況

Kötter 式と基礎底面の応力分布を考慮した場合のくさびの側面形状である。くさびの大きさに大分大きな相違があるが、何れも曲率を持った点が共通し定性的ではあるが実験結果と対応する。以上述べた実験結果と考察より、シラスを典型とする破碎性地盤の支持力特性に関し、すべり形状(1)式中の定数 A が関連し、支持力には σ_{m0} が寄与すると考えられる。

今後もこの種の研究を継続し、破碎性地盤の支持力機構に取り組んで行きたい。

謝辞: Kötter 式の計算でご指導いただいた建設省土木研究所 耐震技術センター動土質研究室 岡村未対主任研究員に謝意を表します。

参考文献 *1: 山下他, 粒度調整火山灰質土の単調および繰返しせん断特性と拘束圧依存性, 第33回地盤工学研究発表会, 1998.7 *2: Katakami et.al Loading behavior of foundation in Shirasu ground, IS TOHOKU Proc. 投稿中 *3: 安福ら, 圧縮性を考慮した砂中の杭の先端支持力と破壊のメカニズム, 第32回地盤工学研究発表会, 1997.7 *4: 岡村他, 砂地盤中における円形基礎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 pp85-94 1993.3