

(III-29) 破碎性地盤中の杭の支持力特性に関する実験的研究

国土館大学

学 ○桜井哲也

日建設計中瀬土質研究所 正 片上典久 正 斎藤邦夫 正 片桐雅明

1. はじめに

火山性堆積物のスコリアやシラスは粒子の破碎性が著しく、強度、支持力特性を適切に評価することが難しいと云われている。本研究では、破碎性地盤の代表例としてシラスに着目し、遠心模型実験により、支持力特性を把握すると共にその際に生じる粒子破碎性状についても併せて調べたので報告する。

2. 材料特性

試料は、鹿児島県始良地方の造成現場の露頭で採取したシラスである。本研究では、相対的に粒子破碎しにくい豊浦砂の支持力特性と比較検討するため採取したシラスは豊浦砂とほぼ同じ粒度分布になるように調整した（以下、これを調整シラスと呼ぶ）。この調整シラスと豊浦砂の物理特性を、表-1に示す。

表-1 物理特性

項目	シラス	豊浦砂
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.437	2.652
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.138	1.646
最小乾燥密度 ρ_{dmin} (g/cm ³)	0.815	1.332
均等係数 U_c	2.25	1.30
50%粒径 D_{50} (mm)	0.236	0.171

設定した地盤の密度は相対密度は80%であり、力学試験用供試体、支持力実験用模型地盤、共に空中落下法を用いて作製した。

三軸CD試験は、有効拘束圧 σ_3 が 1.0, 2.0, 3.0 kgf/cm² の条件で行った。その結果を一点法で整理して図-1に示す。同図によると有効拘束圧 (σ_3) の増加に伴い調整シラス、豊浦砂ともに ϕ_d は低下するが、調整シラスは豊浦砂に比べると低下の割合が大きい。これは、低拘束圧下での粒子の形状、土粒子の破壊強度に依存することが考えられる。

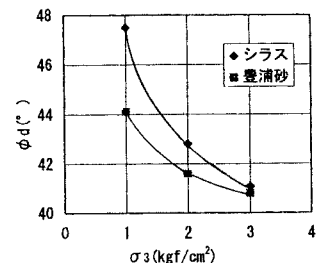


図-1 拘束圧とせん断抵抗角の関係

3. 実験機器ならびに実験方法

支持力の実験は、表面載荷実験と杭の押し込み実験の2通りを行った。表面載荷実験は、幅30mmのジュラルミン製フーチングを用いて、60Gの遠心加速度場で実施した。これに対し、後者では、直径18mmのステンレス製丸棒を図-2に示すような載荷装置を取り付け、杭径の約11倍まで貫入させた。但し、この場合、付与した遠心加速度は50Gであり、杭換算杭径は900mmに相当する。杭の押し込み実験では、杭の貫入に伴う杭周面ならびに杭先端の地盤の変位挙動を観察するため、20mm間隔で色砂を敷きこんである。支持力実験における載荷はいずれも変位制御方式で行い、表面載荷実験では1mm/min、杭の押し込み実験では、14mm/minを採用した。

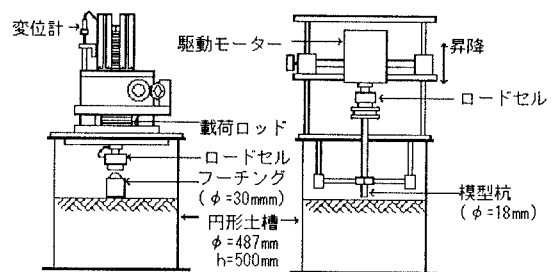


図-2(a) 載荷装置

図-2(b) 貫入装置

4. 実験結果および考察

図-3に表面載荷実験の結果を示す。荷重-沈下関係において明確なピークを示さないので載荷初期部の直線と変曲後の終局状態の至る部分に対して、接線を引き、その交点を極限支持力 q_f とした。両試料の q_f はそれぞれ、調整シラスでは21kgf/cm²、豊浦砂では13kgf/cm²である。すなわち、調整シラスは豊浦砂に比べ、極限支持力が約60%も大きいことが認められた。表面載荷実験では、相対的に拘束

圧が小さいと考えられ、三軸CD試験の結果と併せて調整シラスが大きなせん断抵抗角を有し、結果として大きな支持力値を取る。

次に杭の押し込み試験の結果を図-4に示す。両地盤における貫入抵抗～貫入深さの関係のうち、貫入初期部にはひずみ軟化的挙動が共通して認められた。また概ね6cmまでの貫入深さの範囲では、調整シラスの貫入抵抗値が豊浦砂のそれを40%程度上回っている。

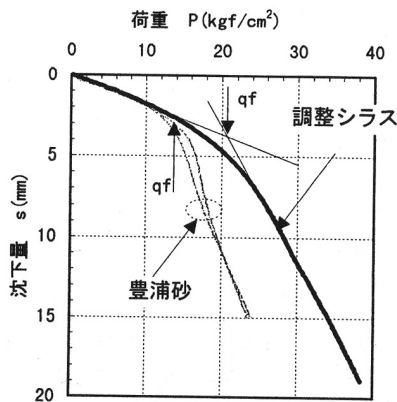


図-3 表面荷重試験結果

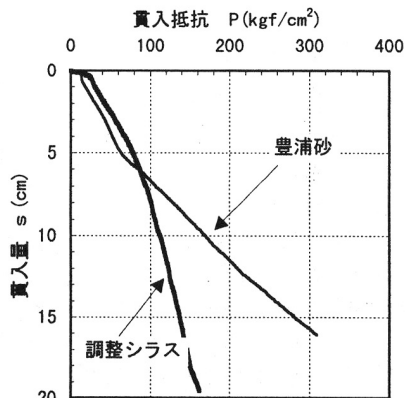


図-4 杭の押し込み試験結果

る。以降、両者の貫入抵抗値は逆転し、調整シラス地盤の貫入抵抗は、深さとともに貫入抵抗の増加の割合が減少し一定値に収束するような挙動、すなわち、displacement pile に共通する挙動を示している。これに対し、豊浦砂では貫入終了深さまで一貫して、貫入抵抗は増大し続け、貫入深さ15cmでは調整シラスの2倍もの貫入抵抗となっているのがわかる。こうした現象は再三、述べるように試料の圧縮性、粒子の破碎性がその原因であると推測される。

写真-1は、杭の押し込み実験によって、得られた、杭周面ならびに杭先端部の地盤変形を捉えた一例である。杭端には半球状と見なし得る主働域が形成されている。また、杭周面には杭の押し込みに伴う、変形域が認められる。調整シラスと豊浦砂に於ける杭の貫入挙動の違い、粒子破碎の影響を定性的に説明するため、貫入試験終了後、杭直下から採取した両試料の粒度分布を求めた。ここには示していないが、豊浦砂の場合には殆ど粒子破碎が認められなかった。しかし、調整シラスでは、図-5に示すような粒度分布が生じた。対象試料は、杭直下の30mm四方としたため、最大粒径に変化はないが、平均粒径 D_{50} に着目すると、試験前 $D_{50}=0.236\text{mm}$ 、試験後 $D_{50}=0.138\text{mm}$ と約40%小さくなっている。同時に0.074mm以下の細粒分が約13%発生する結果となった。

5. あとがき

土粒子の破碎性・圧縮性が異なる試料に対し支持力実験を行い、三軸CD試験の結果から予測される挙動が得られた。今後はこの実験を継続し破碎性地盤の強度、支持力の把握に努めたい。

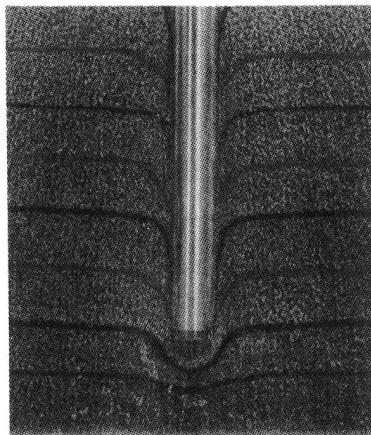


写真-1 貫入試験後の地盤の変形状況

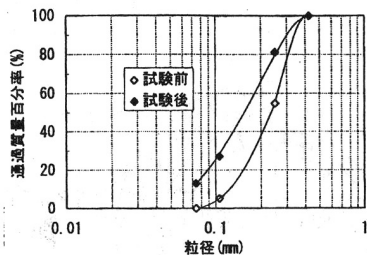


図-5 貫入試験前後の調整シラスの粒度分布