

鹿児島大学農学部 正員 春山 元寿

1. まえがき 土の変形と応力については、代表的な土質材料である砂や粘土に関してミクロ的あるいはマクロ的立場から、最近多くの検討がなされている。シラスの従来の研究は排水状態で強度特性に重点がおかれていた。変形特性については不明の点が多い。変形問題はシラス地盤の破壊や沈下に関して強度よりもむしろ重要であると考えられる。例えば、セン断抗角を比べるとシラスは砂よりすぐれているが、地震時の液状化を比べるとシラスは砂より劣るといわれている。筆者は、応力履歴を変えてシラスの変形特性を解明しつつあるが、既往の強度試験結果¹⁾に基づいて行ったシラスの体積変化と応力比の関係を砂と比較する。

2. 試料・試験方法 試料は豊浦標準砂および豊浦砂と同一粒度を持つように調整したシラスである。粒度は0.10～0.48 mm, 均等係数は1.6, 土粒子の比重は豊浦砂で2.65, シラスで2.39, 最大間ゲキ比は豊浦砂で0.974, シラスで2.052, 最小間ゲキ比は豊浦砂で0.650, シラスで1.250である。試験は拘束圧一定のもとでの圧密排水三軸圧縮試験である。拘束圧は、0.5, 1.0, 1.5, および2.0 kg/cm², 供試体の大きさは直径5 cm, 高さ12.5 cm, 初期間ゲキ比は豊浦砂で, $T_a = 0.667$, $T_b = 0.723$, $T_c = 0.829$, $T_d = 0.933$, シラスで, $S_a = 1.294$, $S_b = 1.426$, $S_c = 1.589$, $S_d = 1.715$ である。三軸圧縮では σ_a = 軸応力, σ_r = 拘束圧とすると, 平均主応力 $p = (\sigma_a + 2\sigma_r) / 3$, 偏差応力 $q = (\sigma_a - \sigma_r)$, ϵ_a = 軸ヒズミ, ϵ_r = 横ヒズミとすると, セン断ヒズミ $\gamma = \epsilon_a - \epsilon_r$ となる。また体積変化を v とすると, $\epsilon_r = (v - \epsilon_a) / 2$ で求められる。 $v = \Delta V / V$ とし, 収縮を正とする。ここに, V = 供試体の体積, ΔV = 体積変化量。

3. 試験結果・考察 $\sigma_r = 0.5 \sim 2.0$ kg/cm² の範囲で, 等方圧縮時 $p = \sigma_a = \sigma_r$ における供試体の体積変化 v_c と p の関係から $dv_c / dp = k_v$ の直線関係が得られる。 k_v は相対密度によって変化し, ゆるいものほど大きい値を示す。相対密度40%以上のとき, k_v の値はシラスで $(5.4 \sim 17.0) \times 10^{-3}$ (cm²/kg), 豊浦砂で $(2.0 \sim 6.0) \times 10^{-3}$ (cm²/kg) となり, シラスは豊浦砂の3倍近くの等方圧縮性を持つ。

排水セン断における体積変化は, 弾性的なものと塑性的なもの, あるいはセン断応力の変化によるものと平均主応力の変化によるものに分離されるが, ここでは全変形量を取扱うことにする。図-1はセン断中の v ・ q / p 関係の1例である。シラスは豊浦砂に比べて収縮傾向が著るしい。 v ・ q / p 曲線で最大収縮時の体積変化 v_m とその時の平均主応力 p_m の関係は, $dv_m / dp_m = k_m$ で表わされる。 k_m の値もゆるい状態ほど大きくなる。それは, シラスでは $(1.5 \sim 5.0) \times 10^{-3}$ (cm²/kg), 豊浦砂では $(1.5 \sim 7.0) \times 10^{-4}$ (cm²/kg) であり, シラスはセン断時には豊浦砂の約10倍の圧縮を起こす。この圧縮性は非排水状態における間ゲキ水圧の発生に重大な影響を及ぼすものであり, シラスが砂に比べて液状化を起こしやすいことの一つの根拠を与える。この性質はシラスの粒子形状の特異性と粒子破砕性に関係するものと考えられる。

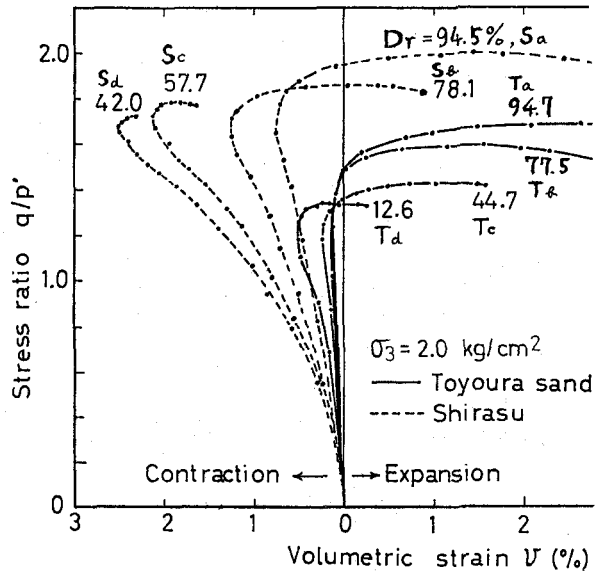


図-1 体積変化・応力比曲線系

図-1の関係を両対数紙上で表わすと図-2のようになる。図-2では、 $v \cdot q/p$ 関係は2つの直線式で表わされる。すなわち、セリ断初期の収縮過程は

$$v = a(q/p)^b \quad (1)$$

セリ断がある程度進んだ膨張過程では

$$v = a'(q/p)^{b'} \quad (2)$$

a, b の値は砂の種類、相対密度によって異なる。また、シラスの場合 a, b の値は拘束圧によっても異なるが、豊浦砂の場合はそうでない。各試験結果から求めた a, b の値は図-3に示すように直線関係にある。また、 a は相対密度によって図-4のようになる。相対密度がわかると、図-4から a が求められ、さらに図-3から b を知れば式(1)の係数が決定される。シラスの a, b は相対密度が高いほど、また拘束圧が大きいほど大きい値を示し、豊浦砂の a, b は相対密度が高いほど大きい値を示す。

a', b' の値は砂の種類によって一定値を示す。シラスでは $a' = 7.62 \times 10^{10}$ 、 $b' = -42.6$ 、豊浦砂では $a' = 3.48 \times 10^3$ 、 $b' = -31.1$ である。

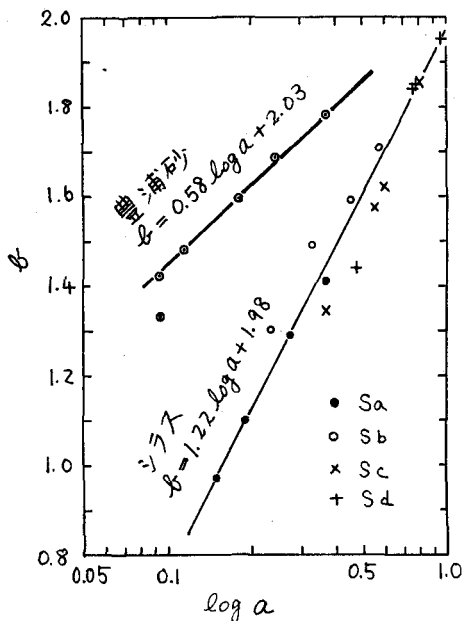


図-3 式(1)の係数 a, b の関係

収縮だけを未了場合でも、 $v \cdot q/p$ 関係はセリ断初期には式(1)で、セリ断がある程度進むと式(2)で表わされる。式(2)は砂の降伏に関係がありそうである。

4. あとがき シラスは砂より高い圧縮性を持つことが明らかにされた。また、シラス、豊浦砂ともに $v \cdot q/p$ 曲線は両対数紙上で、2本の直線で表わされることがわかった。今後、応力履歴の影響などを検討する。

参考文献 春山元寿：シラスと砂のセリ断特性の比較，土木学会第27回年次学術講演会講演集，Ⅲ，昭47.10，97～100。

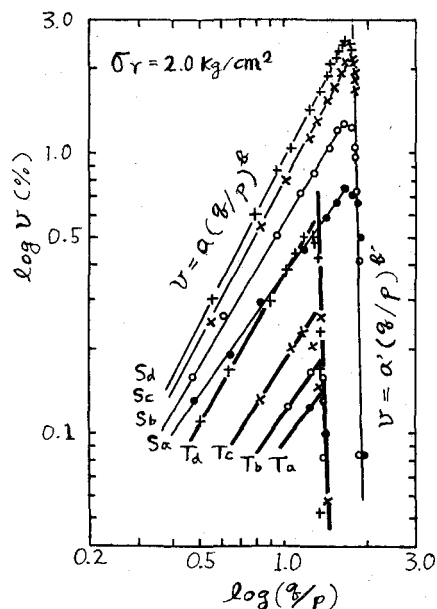


図-2 図-1の対数表示

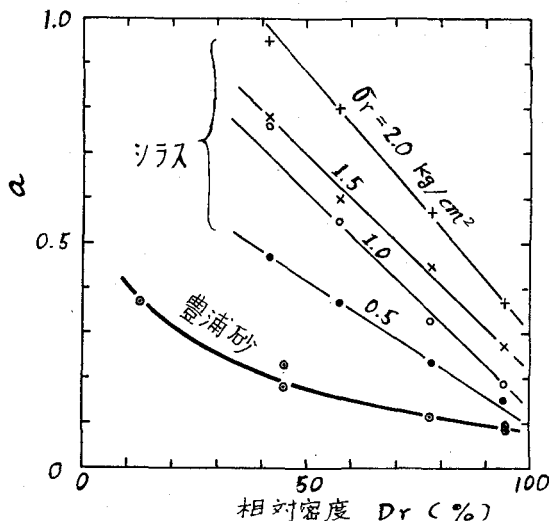


図-4 式(1)の係数 a と相対密度 D_r の関係