

砂質土の部分排水三軸せん断試験の考察

鹿児島大学 工学部 学 若松俊英

正 三隅浩二

学 富岡孝仁 学 久保卓人

1. はじめに

豊浦砂を水中落下させて作成した供試体を用いて、漸増载荷と荷重放置を多段階に繰り返す部分排水三軸圧縮せん断試験を実施して、降伏曲線を求めた。

2. 平均主応力一定圧縮せん断挙動の解析

図1は、部分排水三軸圧縮せん断試験のタイムスケジュールと応力経路を示している。今回は、合わせて28段階の等方圧縮、等方膨潤、等方再圧縮を行い、17段階の平均主応力一定部分排水三軸せん断試験を行った。タイムスケジュール中の黒四角は各载荷段階の測定の実最終時点(六分後)を表している。また、黒四角は载荷完了時点(1分後)を示している。この図で p (平均有効主応力)軸と t (時間)軸のせん断過程のプロットは見にくくなったので省略した。なお、三軸供試体の破壊は、部分排水せん断の最終段階の荷重载荷途中で破壊した。

粘性土の場合、体積ひずみ(ϵ_v)と $\ln p'$ (p' =平均有効主応力)との線形性は良く知られているが、砂では指数関数で表現し、各段階をプロットしたものが図4である。参考文献⁽¹⁾より $m=0.3$ をとり、 $C_t=0.014953$ 、 $C_e=0.010468$ が得られた。次に応力比 η' と塑性体積ひずみ ϵ_v^p をせん断ひずみ ϵ_s ($=\epsilon_a-1/3\epsilon_v$)で整理したものが図2、図3である。これらのプロットを走るラインを以下に示す。

$$\eta' = a_0 + a_1 \exp(b_1 \epsilon_s) + a_2 \exp(b_2 \epsilon_s) \quad \dots (1)$$

$$\epsilon_v^p = c_1 \{1 - \exp(-x/c_2)\} - (c_3 x + c_4 x^2 + c_5 x^3 + c_6 x^4 + c_7 x^5) \quad \dots (2)$$

その結果、 $a_0=1.5879$ 、 $a_1=-0.1794$ 、 $b_1=-989.9511$ 、 $a_2=-1.4040$ 、 $b_2=-99.0638$ 、 $c_1=0.00167$ 、 $c_2=0.00598$ 、 $c_3=0.05044$ 、 $c_4=-26.2246$ 、 $c_5=3675.4217$ 、 $c_6=-158166.3378$ 、 $c_7=2358012.7464$ が得られている。

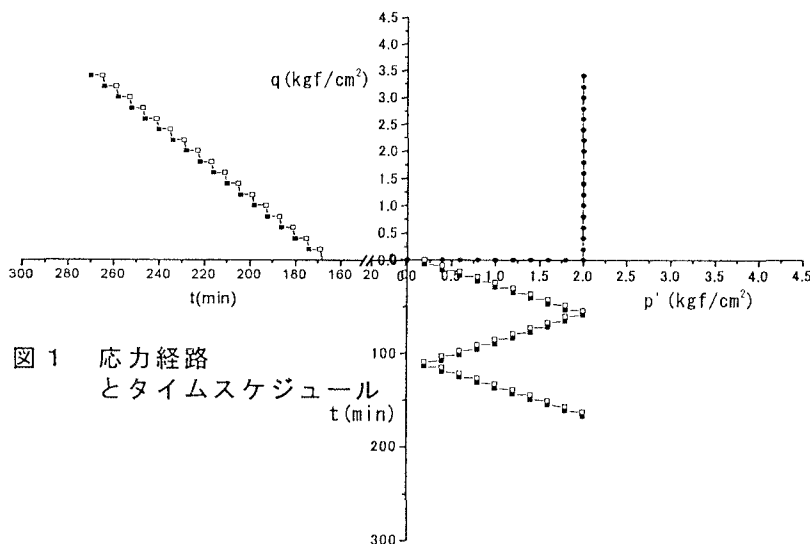


図1 応力経路
とタイムスケジュール

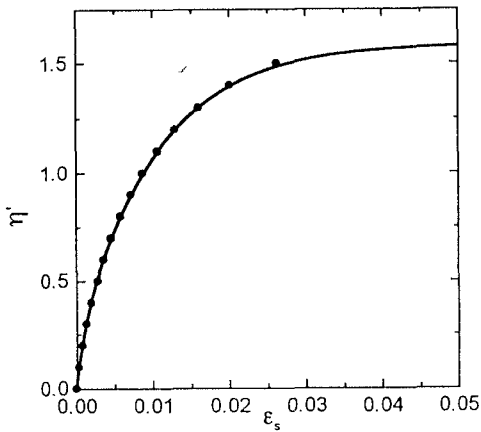


図2 $\eta' \sim \varepsilon_s$ 関係

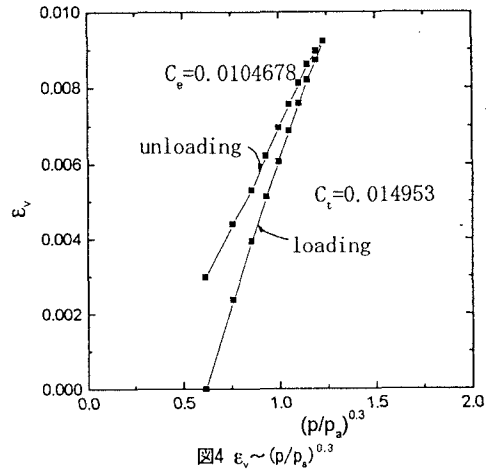


図4 $\varepsilon_v \sim (p/p_s)^{0.3}$

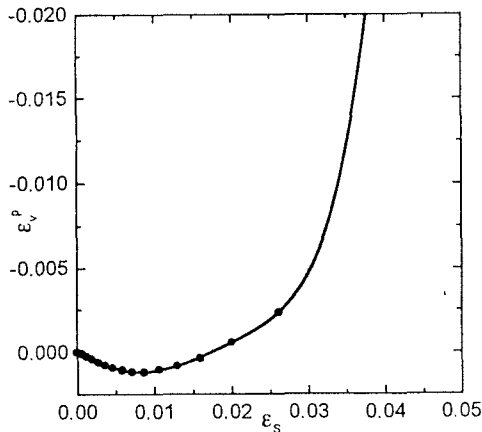


図3 $\varepsilon_v^p \sim \varepsilon_s$ 関係

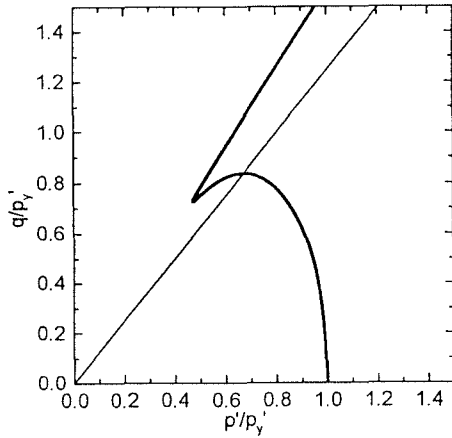


図5 降伏曲線

これから後の解析では、 $f = w^p$ (降伏関数=塑性仕事) の関係を用いて降伏曲線を求めている。硬化則より、 $f = w^p = (C_t - C_e) \{ (p_y')^{m+1} - (p_{y0}')^{m+1} \} \dots (3)$ を用いる。そして、式(3)を変形し降伏曲線を求めたものが図5である。その式を次に示す。

$$p' / p_y' = p' \{ w^p / (C_t - C_e) + (p_{y0}')^{m+1} \}^{-1/(m+1)} \dots (4)$$

$$q / p_y' = q \{ w^p / (C_t - C_e) + (p_{y0}')^{m+1} \}^{-1/(m+1)} \dots (5)$$

図5の原点をとる直線は、降伏曲線の体積せん断ひずみ増分のゼロになる地点とを結んだ直線である。

3. 考察

図5で降伏曲線を求めるまえに $f = \varepsilon_v^p$ (降伏関数=塑性体積ひずみ) で解析を行った。このときもとめた降伏曲線は、凸型にならずうまく表すことができなかった。本実験では荷重制御なので図3では、ピーク強度より大きな荷重を与えたために ε_s が大きくなるとカストロフイー(壊滅的破壊)となってしまうそのあとの軟化挙動を正確に表すことはできなくなっている。このことは、図4、図5でも同様である。

参考文献

(1) 中井照夫：地盤の応力・変形挙動と地盤材料の力学特性の関連性、土と基礎、vol.38, No7, Ser.No390, pp.19~25, 1990