

しらすと豊浦砂の圧縮指数・膨潤指数の比較

鹿児島大学大学院 学生会員 野村 将平
鹿児島大学大学院 正会員 三隅 浩二
鹿児島大学大学院 学生会員 富山 辰吾

1. はじめに

本研究では、拘束圧 p_0' とせん断開始時点の比体積 v_0 の異なる一連の拘束圧一定三軸せん断試験を実施して、しらすと豊浦砂の圧縮指数と膨潤指数を求めて比較を行った。なお、圧縮指数の決定についてはカーブフィッティングに改良を試みている。

2. 圧縮指数 λ の決定

正規圧密線や限界状態線と同じ傾き λ を持つ平行線 $v = v_\lambda - \lambda \ln p'$ は無数に引くことができる¹⁾。そこで、本研究では圧縮指数 λ の決定にこの平行線の式を利用する。 $v, \ln p'$ の値が異なる $v \sim \ln p'$ 空間上の2点A, Bに対し、せん断中に最も圧縮したときの体積ひずみ $\varepsilon_{v \max}$ が $(\varepsilon_{v \max})_A = (\varepsilon_{v \max})_B$ の時に同じ線上にあると考えた。この時 $(v_\lambda)_A = (v_\lambda)_B$ すなわち $(v + \lambda \ln p')_A = (v + \lambda \ln p')_B$ となるので、次式より圧縮指数 λ を決定することができる。

$$\lambda = ((v)_A - (v)_B) / ((\ln p')_B - (\ln p')_A) \cdots (1)$$

これまで三軸せん断試験結果に互いに平行な実験公式 $y = ax^2 + bx + c$, $y = a(x-d)^2 + b(x-d) + c$ (ここに、 $y = \varepsilon_{v \max}$, $x = v_0$) を用いて、カーブフィッティングを行い、圧縮指数 λ を求めていた。しかし、グラフが交差するなど力学的におかしい事が散見される場合もあった。そこで今回は、実験公式に $y = ax^b + c$, $y = a(x-d)^b + c$ を新たに採用し、それらを用いてカーブフィッティングを行い、圧縮指数 λ を求めた。

カーブフィッティングは、まずフィッティングパラメータ c を決定し、その値を実験公式に代入して実施した。すなわち最も過圧密な時の $\varepsilon_{v \max}$ の値を c の値とした。しらす $c = 0.00371$ 、豊浦砂が $c = 0.00145$ である。図-1、図-2 はしらす、豊浦砂の $\varepsilon_v \sim \varepsilon_s$ 関係を示している。 λ の決定は圧縮時における最大体積ひずみ $\varepsilon_{v \max}$ に着目して行った。図-3、図-4 はしらす、豊浦砂の $\varepsilon_{v \max} \sim v_0$ 関係を示している。図中には、せん断開始時点の拘束圧 $p_0' = 98.1 \text{ kPa}$ と拘束圧 $p_0' = 49.0 \text{ kPa}$ の結果に対して、実験公式 $y = ax^b + c$, $y = a(x-d)^b + c$ を当てはめた結果を示している。これより $(v)_A - (v)_B = d$ 、ここに、しらすに対して $a = 8.63 \times 10^{-6}$, $b = 8.94$, $d = 0.197$ 、豊浦砂に対して $a = 3.79 \times 10^{-8}$, $b = 17.5$, $d = 0.0413$ が得られている。それを式(1)に代入して、しらすが $\lambda = 0.284$ 、豊浦砂が $\lambda = 0.0583$ となった。

3. 膨潤指数 κ の決定

図-5、図-6 は等方圧縮および除荷(吸水膨張)時におけるしらす、豊浦砂の $v \sim \ln p'$ 関係を示している。膨潤指数 κ は土の弾性挙動を表すパラメータで、等方圧縮および除荷(吸水膨張)をしたときに $v \sim \ln p'$ 平面でその土が辿る線の傾きのことであるので、除荷部分のデータを用いて近似線を引くことで傾きを求めた。結果、しらすは $\kappa = 0.00141$ 、豊浦砂は $\kappa = 0.000231$ となった。

4. 圧縮指数・膨潤指数の比較

求めた圧縮指数・膨潤指数を比較した結果、圧縮指数・膨潤指数はしらすと豊浦砂で大きく異なり、ともにしらすの方が豊浦標準砂よりも大きな値を示した。圧縮指数はしらすが豊浦砂の5倍、膨潤指数はしらすが豊浦砂の6倍程度の値となった。また圧縮指数・膨潤指数はそれぞれせん断中に発生する塑性ひずみ、弾性ひずみの発生量に関わるパラメータであるため、せん断中に発生する塑性ひずみ、弾性ひずみの発生量はしらすの方が豊浦砂よりも多いと考えられる。

参考文献

- 1) J. H. Atkinson, P. L. Bransby, The Mechanics of Soils, McGRAW-HILL Book Company (UK) Limited, Chapter 12 The Behaviour of Sands, pp. 235-262, 1978
- 2) 三隅浩二, 久保信二, 三軸試験データ解析法の開発としらすの試験結果への適用, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集第III部門, pp. 407-408, 2013. 3

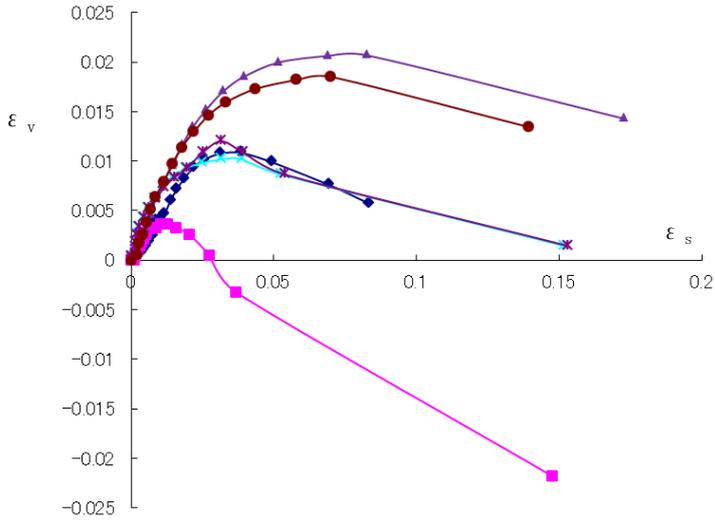


図-1 しらすの $\epsilon_v \sim \epsilon_s$ 関係

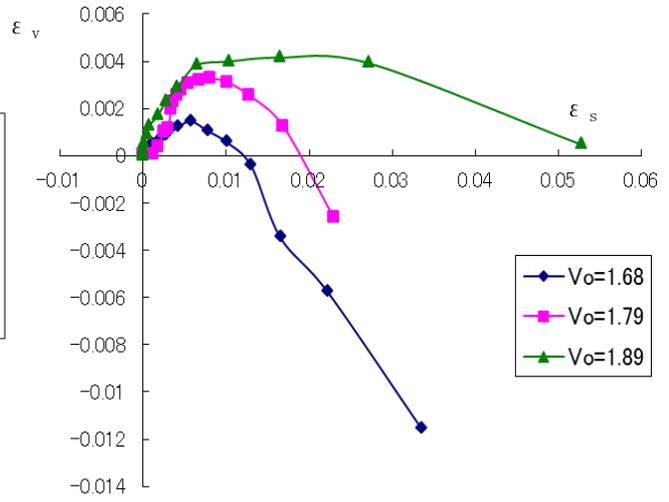


図-2 豊浦砂の $\epsilon_v \sim \epsilon_s$ 関係

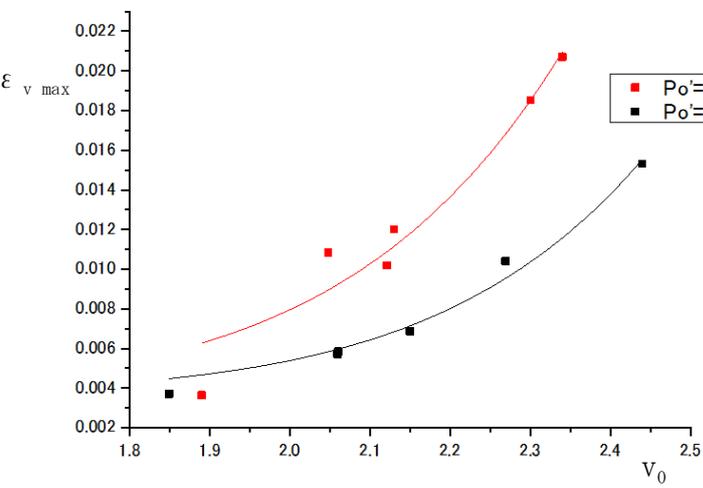


図-3 しらすの $\epsilon_{v \max} \sim V_0$ 関係

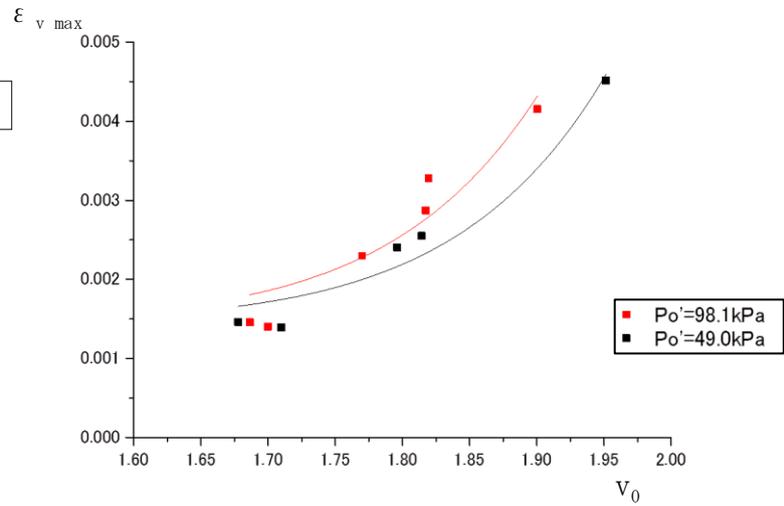


図-4 豊浦砂の $\epsilon_{v \max} \sim V_0$ 関係

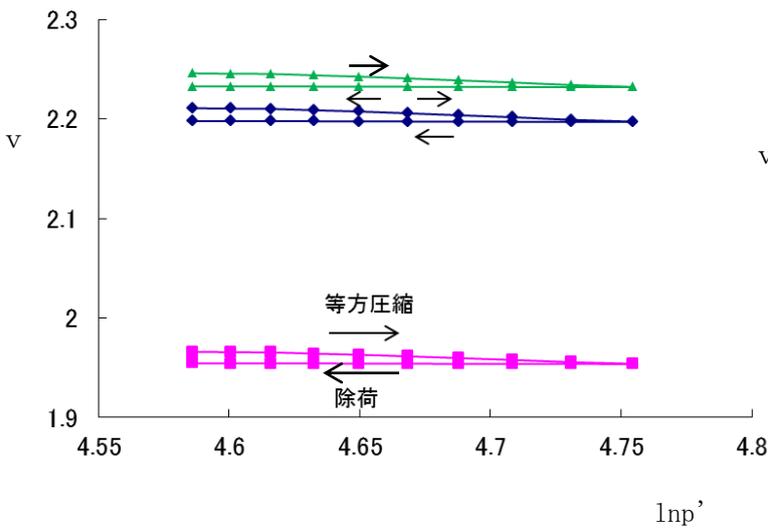


図-5 しらすの $v \sim \ln p'$ 関係

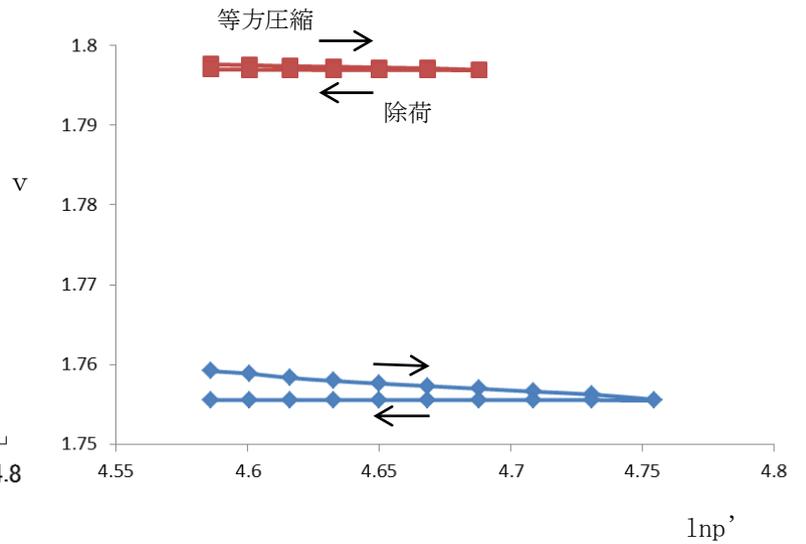


図-6 豊浦砂の $v \sim \ln p'$ 関係