

定圧一面せん断試験によるマイカ混合砂の定常状態の評価

首都大学東京 学生会員 ○横倉 恵美
首都大学東京 正会員 吉嶺 充俊

1. 目的

一面せん断試験は三軸圧縮試験などと比べ費用や時間、試料の量などで低コストであるが、変形が不均一であるためにせん断帯の密度を直接測定することができない。この問題を解決し砂の定常状態における拘束圧と密度の関係を一面せん断試験で求めることを目的として研究を行った。同様の研究は豊浦砂を用いて実施している^[1]が、本研究では特に圧縮性の大きなマイカ混合豊浦砂を実験対象とすることにより、密度の拘束圧依存性を定圧一面せん断試験で明確に観察することを試みる。

2. 実験方法

豊浦砂にマイカを 5% 混合した乾燥試料を用いた。供試体の水平断面は直径 60mm, 高さは約 10, 20, 30mm の 3 種類とし、せん断箱の中に試料を堆積させたのちに上面を平板でタンピングする方法で幅広い密度の供試体を作成した。鉛直応力(拘束圧)は 50, 75, 100, 200, 400kPa の 5 種類として定圧一面せん断を行った。

3. 実験結果

図-1 にせん断変位-せん断応力曲線の代表例を、図-2 にせん断変位-供試体平均密度曲線の代表例を示した。せん断変位が約 6mm を超えるとせん断応力と供試体平均密度がほぼ一定になり、定常状態に達している。一般的に、土の定常状態における拘束圧とせん断応力、密度の 3 つの値の間には初期状態によらない 1 対 1 の関係が想定されている。拘束圧が同一の場合、定常状態でのせん断応力はほぼ同一になっているが、定常状態での平均密度は初期密度によってばらついており、せん断に伴う変形部分の偏在によって真に強度を発揮しているせん断帯の密度と供試体全体の質量を体積で除した平均密度とが乖離しているものと考えられる。

4. せん断帯内の砂の密度と定常状態線の推定

図-3 に示すように、供試体全体の体積を V_a 、質量を m 、平均密度を $\rho_a = m/V_a$ とする。また、せん断に伴う変形はせん断面付近の体積 V_b のせん断帯に集中しており、せん断帯の密度は ρ_b 、せん断帯以外の密度は初期値 ρ_c で均一であると仮定すると、 $\rho_c = -(V_a/V_b)(\rho_a - \rho_c) + \rho_b$ という関係がある。そこで、初期密度 ρ_c と定常状態における $V_a(\rho_a - \rho_c)$ の関係をプロットすると、切片が定常状態密度 ρ_b 、傾きが $-1/V_b$ の直線となる。図-4 は今回の全ての実験結果をプロットし拘束圧ごとに線形近似したものである。拘束圧が異なっても近似直線の傾き $-1/V_b$ はほぼ同一であり、 V_b を供試体の水平断面積で除したせん断帯の平均幅は約 8.3mm となった。また図-5 から供試体の高さも V_b の値にほとんど影響しないといえる。最後に、図-4 の各拘束圧の直線の切片からせん断帯密度 ρ_b を読み取り、本研究で得られた定常状態線を図-7 の□印で示した。この図には同じマイカ混合豊浦砂を用いて実施した定体積一面せん断試験^[2]と非排水三軸圧縮試験^[3]による定常状態線も示した。定圧一面せん断試験で得られた定常状態線は、他の種類の試験で得られたものよりも下に位置し、同じ密度において強度が小さくなることが分かった。

参考文献

[1]定圧一面せん断試験による砂の定常状態密度の推定, 吉嶺充俊・香西勇祐・細野康代・汪清夢, 土木学会第 72 回年次学術講演会, III-270, pp. 539-540, 2017 [2]定体積一面せん断試験による砂の定常状態密度の推定, 吉嶺充俊・高橋めぐみ, 土木学会第 73 回年次学術講演会, III-200, pp. 399-400, 2018 [3]砂のマイカ含有率および圧縮指数と定常状態の相関, 増谷勇斗・吉嶺充俊・永野雄志・増田知己・細野康代, 第 45 回地盤工学研究発表会, pp. 359-360, 2010

キーワード 一面せん断, 砂, 密度, 定常状態, せん断帯

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 都市基盤環境学域 TEL 042-677-2772

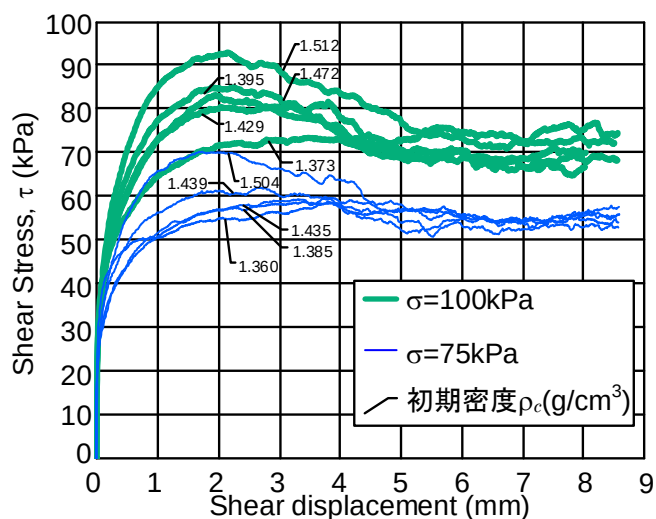


図-1 せん断応力-せん断変位関係の代表例

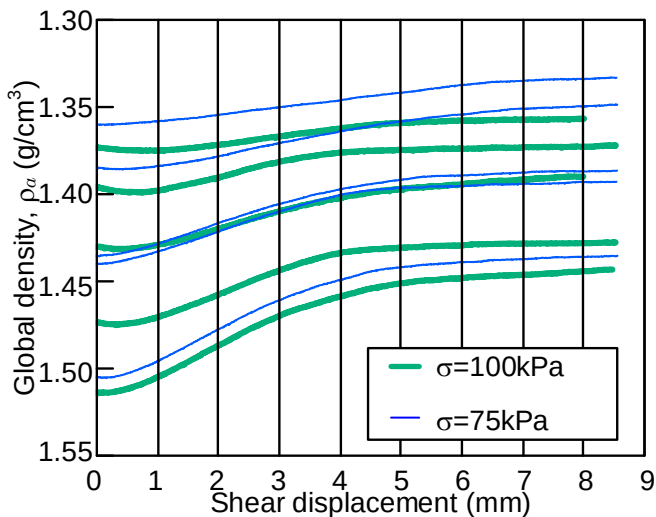


図-2 供試体平均密度-せん断変位関係の代表例

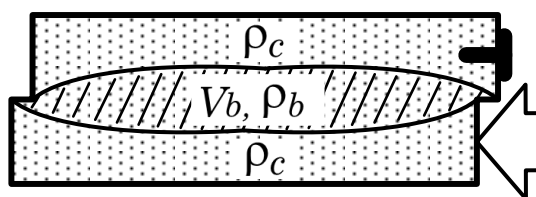


図-3 仮定した供試体鉛直断面密度分布

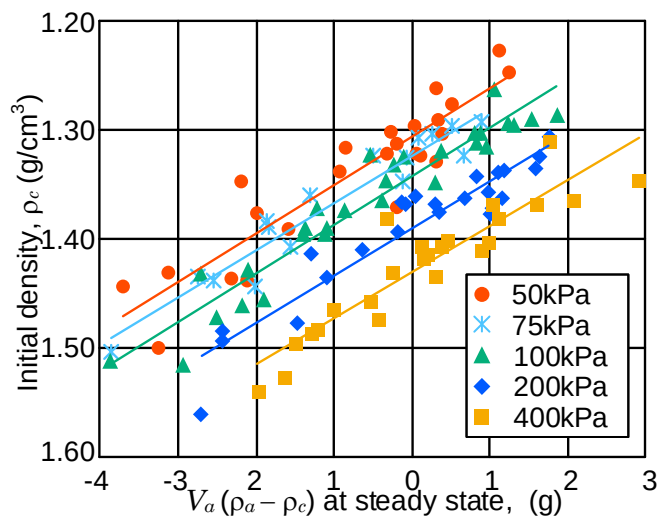
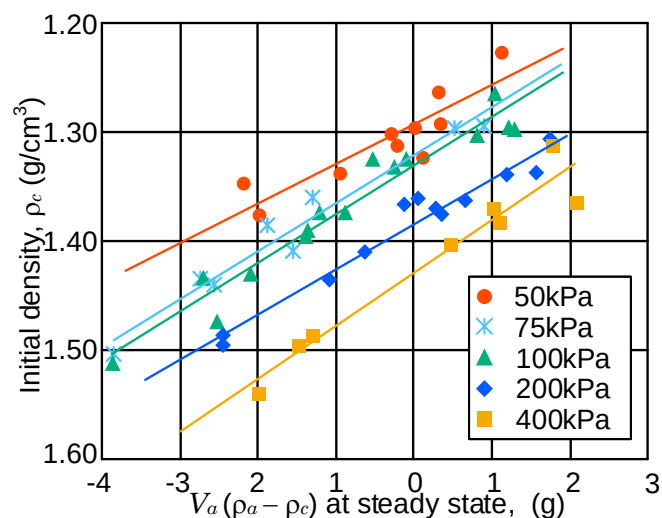
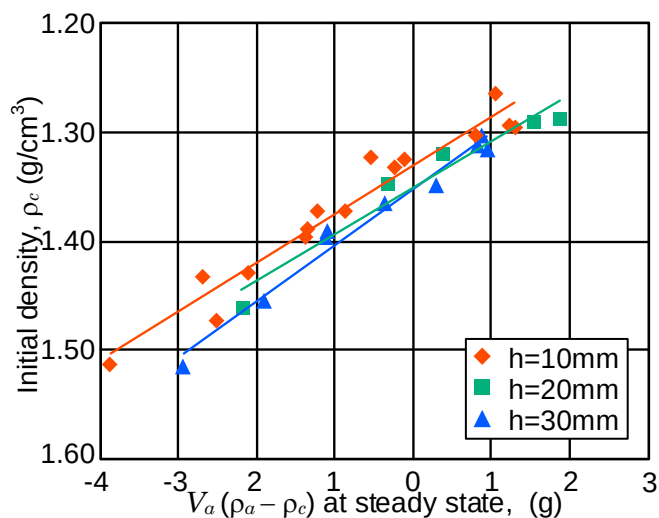
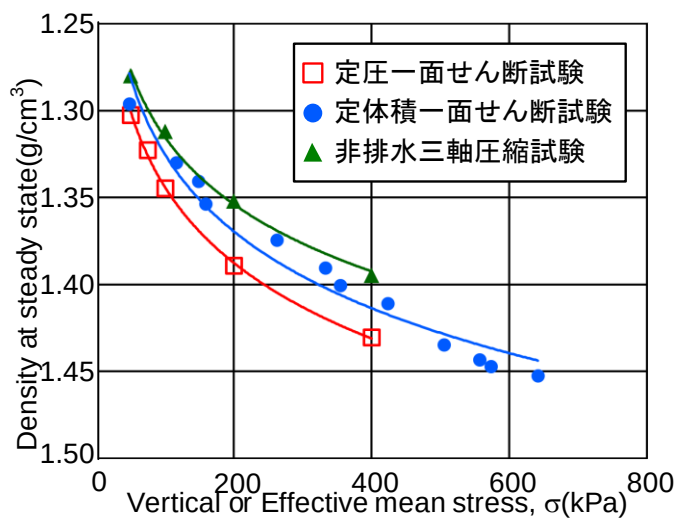
図-4 初期密度 ρ_c と $V_a(\rho_a - \rho_c)$ の関係 (全結果)図-5 初期密度 ρ_c と $V_a(\rho_a - \rho_c)$ の関係 ($h \approx 20$ mm)図-6 初期密度 ρ_c と $V_a(\rho_a - \rho_c)$ の関係 ($\sigma=100$ kPa)

図-7 様々な試験方法での定常状態線