# 定体積一面せん断試験による砂の定常状態密度の推定

首都大学東京 正会員 ○吉嶺 充俊 首都大学東京 高橋 めぐみ

#### 1. 目的

一面せん断試験では供試体の変形が著しく不均一なため、普通の方法ではひずみや密度変化は測定できない。 去年度の研究[1]では定圧一面せん断試験で砂の定常状態を観察したところ、後述の図5のように同一の拘束 圧に対して供試体の全体密度は大きな幅を持ち、定常状態に達しているせん断帯の局所的な密度の推定には特別の工夫が必要であった。一方、定体積試験であれば全体密度は変化しないので、局所的密度変化も小さいと 考えられる。そこで本研究では定体積一面せん断試験で砂の定常状態を観察してみた。

## 2. 定体積一面せん断試験の試験条件と実験結果の概要

実験には乾燥した豊浦砂、および豊浦砂に重量率 5%のマイカを混合した試料の 2 種類を用いた. マイカの ふるい分け試験による粒度は豊浦砂とほぼ同じである. 供試体の水平断面は直径 60mm の円形であり、供試体の高さ H は約 20mm を基本とするが、 $H \approx 10$ mm および 30mm の試験も行った. 初期垂直拘束圧条件は  $\sigma_0 = 50$ kPa、100kPa、200kPa、400kPa の 4 通りとし、幅広い密度条件で定体積一面せん断試験を実施した.

図 1 および図 2 に豊浦砂の実験結果の代表例を示した.密度が小さい場合には,せん断変位 D が  $7\sim8$ mm となるとほぼ定常状態に到達している.定圧試験[1]の場合は  $D=4\sim5$ mm で定常状態となっているのに比べて,定体積試験ではより大きな変位を必要としている.一方,密度が大きい場合には, $D=5\sim6$ mm 程度でせん断応力 $\tau$ が最大となった後に $\tau$ が徐々に減少する場合もみられるが,この場合には $\tau$ が最大となった時点を定常状態とみなすことにする.なお,せん断の進行にともなう断面積補正は行っていない.

#### 3. 豊浦砂の定常状態

図3と図4に初期拘束圧や供試体高さを様々に設定して豊浦砂を定圧せん断したときの定常状態における密度と拘束圧の関係をプロットした。同じ試料と試験装置を用いた定圧試験[1]で観察される定常状態密度は図5に示すように初期密度や供試体高さの影響を非常に大きく受けているのに対して、定体積試験では定常状態拘束圧に対応した密度が定圧試験に比べてはるかに狭い範囲に収束し、初期拘束圧や供試体高さの影響もほとんどないと言える。図5には定圧試験から定常状態での供試体体積が初期体積と等しくなるような密度を特定することによって推定したせん断帯の局所的密度に対応した定常状態線[1]も記入してあるが、図3・4の定体積試験で観察された定常状態はこれとよく一致することがわかる。ただし、豊浦砂の定常状態線は非常に水平に近いので、密度の局所変化のために同じ平均密度に対する定常状態応力が相当に異なっていても図面からは判別できない可能性がある。この点を検証するために、次に述べる実験を行った。

### 4. マイカ混じり豊浦砂の定常状態

豊浦砂にマイカを混合すると圧縮性が増加して定常状態線の傾斜が大きくなり、実験条件が及ぼす定常状態への影響が判別しやすくなると考えられる。そこでマイカ混じり豊浦砂の定体積試験を実施して観察された定常状態を図6にプロットした。図6の定常状態は明らかに初期拘束圧の影響を受けている。これが密度局所変化のためだとすると、供試体全体の平均値を用いた場合には、正のダイレタンシーによってせん断帯の密度が減少するときに密度を過大評価し、逆に負のダイレタンシーを持つ砂に対しては密度を過小評価していることになる。図6のように各初期拘束圧ごとの定常状態線を引き、初期拘束圧と定常状態拘束圧が等しくなる状態を図6の△印のように特定すれば、そこではダイレタンシーが小さく、密度の局所変化も少ないと考えられるので、図6に示すようなせん断帯内部の密度に基づいた定常状態線を推定することができるだろう。

キーワード 一面せん断試験,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

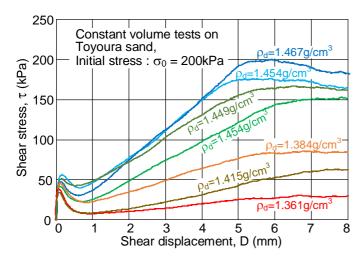


図1 せん断応力-せん断変位関係の代表例

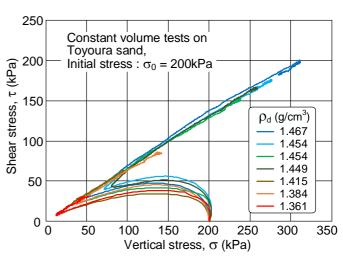


図2 せん断応力-鉛直応力関係の代表例

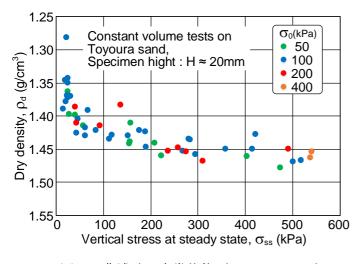


図3 豊浦砂の定常状態(σ<sub>0</sub>=50~400kPa)

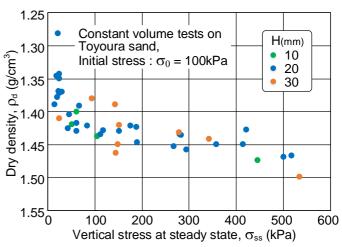


図 4 豊浦砂の定常状態 (*H* ≈ 10~30mm)

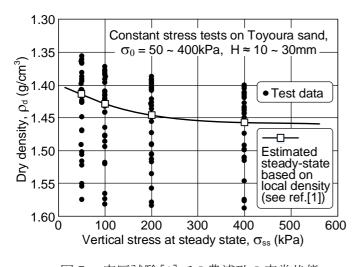


図5 定圧試験[1]での豊浦砂の定常状態

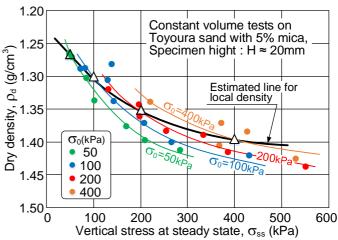


図6 マイカ混じり豊浦砂の定常状態

## 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