

過圧密比が異なる粘性土の多方向繰返しせん断挙動

山口大学大学院 学生会員 ○中原和宏 正会員 松田博
正会員 原弘行 学生会員 Tran Thanh Nhan

1. はじめに

地震時に観測される地盤内のせん断は多方向に生じる．すでに粘性土や粒状土が繰返しせん断を受ける際の有効応力減少及び沈下特性について報告されている．しかし，粘性土を用いた研究の多くは正規圧密状態で実施されている．そこで，本研究では，過圧密比を変化させ，有効応力変化，沈下特性，過剰間隙水圧比に及ぼすせん断方向の影響を調べた．

2. 実験方法

本実験で用いた装置は供試体（直径 75mm，高さ 20mm）に 2 方向から独立してせん断変位を与えることができる多軸単純せん断試験機である．試料はカオリン粘土を用いた．実験は以下の手順で実施した．まず，含水比を 80% に調整し 24 時間密閉容器で静置した後，真空装置で 30 分間脱気を行った．その後，試料をせん断箱に詰めて所定の圧密圧力で載荷した後，49kPa まで除荷した．圧密圧力は 49，98kPa であり，それぞれ OCR=1，2 となるようにした．次に，定体積条件下で一方向ならびに多方向繰返しせん断を行った．多方向せん断では直角 2 方向から入力波形の位相差を与え繰返し載荷を行った．せん断過程では間隙水圧を測定している．繰返しせん断波形は周期 2.0 秒の sin 波である．繰返し回数 n は 10～200 回とした．繰返しせん断終了後に供試体上部を排水状態とし，沈下量を 1 時間計測した．なお，せん断ひずみ振幅は，一方向繰返しせん断では片振幅を供試体の高さで除した値とし，多方向繰返しせん断ではせん断中に供試体底面中央が描く円の半径を供試体の高さで除した値とした．

3. 実験結果

図-1 に $\gamma=0.4\%$ における繰返し回数と過剰間隙水圧比の関係を示す．正規圧密状態，過圧密状態ともに位相差が大きくなるほど過剰間隙水圧の発生が大きくなっており，一方向せん断時と多方向せん断時の差異が大きくなっている．OCR=2 の場合，OCR=1 に比べ過剰間隙水圧の発生が少ないことがわかる．

図-2 に累積せん断ひずみとせん断ひずみ振幅の関係を示す．プロットは実測値であり，点線及び実線はそれぞれ一方向せん断及び多方向せん断について近似したものである．せん断ひずみ振幅が大きいときほど累積せん断ひずみも大きい．また，せん断ひずみ振幅が同じ場合，繰返し回数が多い時の方が累積せん断ひずみは大きくなる．また繰返し回数と同じ

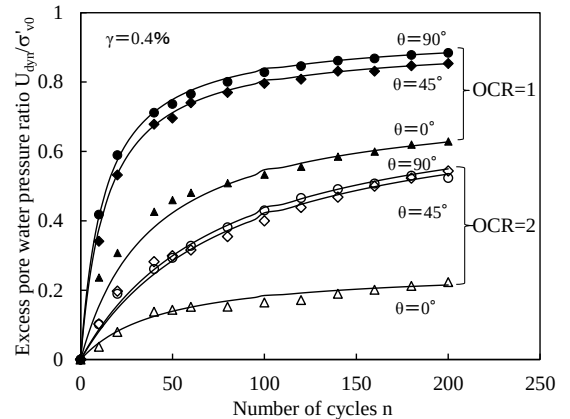


図-1 繰返しせん断中の過剰間隙水圧比の推移

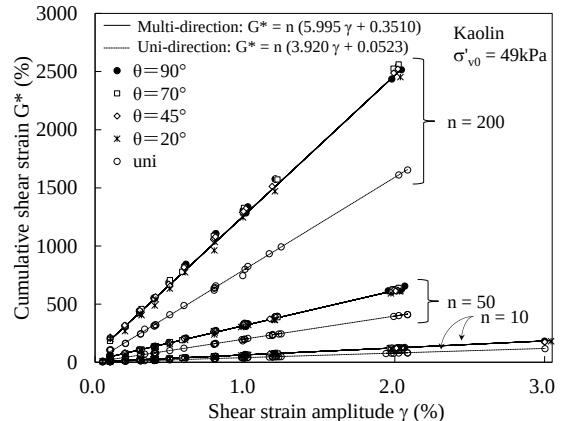


図-2 せん断ひずみ振幅と累積せん断ひずみの関係

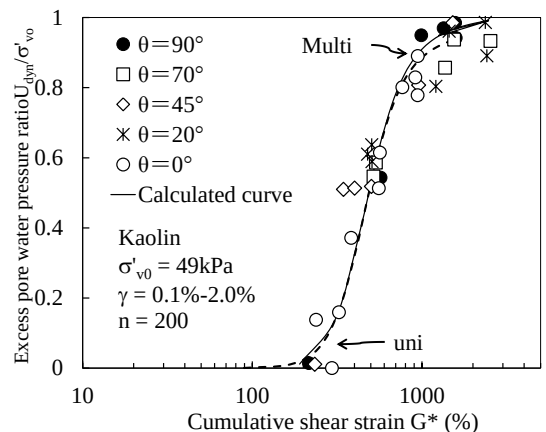


図-3 累積せん断ひずみと過剰間隙水圧比の関係 (OCR=2)

場合、多方向せん断時は位相差にかかわらず累積せん断ひずみに大きな差はみられない。

図-3 に繰返しせん断終了直後の過剰間隙水圧比と累積せん断ひずみ振幅の関係を示す。一方向せん断時と多方向せん断時における過剰間隙水圧比の推定には式(1)～(4)を用いた。

$$\frac{U_{dyn}}{\sigma'_{v0}} = \frac{G^*}{\alpha + \beta \cdot G^*} \cdots (1) \quad \alpha = A \cdot \gamma_{dyn}^m \cdots (2)$$

$$\beta = \frac{\gamma_{dyn}}{B + C \cdot \gamma_{dyn}} \cdots (3) \quad \text{ただし } \gamma_{dyn} > -\frac{B}{C} \cdots (4)$$

ここに、 γ_{dyn} は繰返しせん断ひずみ振幅を示す。A, B, C, m は実験定数であり、その結果を表-1 に纏めて示す。図-3 において実測値と計算値は一致している。

図-4 に沈下ひずみと時間の関係を示している。排水開始から数秒で大きく沈下が生じ、その後は緩やかに沈下が進行することがわかる。OCR=1, 2 とともに、せん断ひずみ振幅が同じ場合、一方向せん断に比べ多方向せん断の方が沈下ひずみが大きく、過圧密比が増加すると沈下ひずみは小さくなる。

図-5 は OCR=2 の場合の沈下ひずみとせん断ひずみ振幅の関係を示している。図中の計算値は次式より求めた。

$$\varepsilon_v = \frac{C_{dyn}}{1+e_0} \log\left(\frac{1}{1 - \frac{U_{dyn}}{\sigma'_{v0}}}\right) \cdots (5)$$

せん断ひずみ振幅が増加するにつれ沈下ひずみが大きくなり、位相差が大きくなると沈下ひずみの差も大きくなっている。

図-6 は OCR=2 の場合の累積せん断ひずみと沈下ひずみの関係を示したものである。累積せん断ひずみが増加すると沈下ひずみは大きくなる。また、実線は式(5)から算出した計算値であり、計算値と実測値はほぼ一致することがわかる。

4. まとめ

本研究では、過圧密比を変化させたカオリン粘土の多方向繰返しせん断挙動について検討した。得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 累積せん断ひずみと沈下ひずみにはせん断方向に関わらず一義的な関係がある。また、過圧密比が大きくなると過剰間隙水圧比および沈下ひずみは減少する。
- 2) 一方向せん断時と多方向せん断時ではせん断ひずみ振幅が一定でも累積せん断ひずみに大きな差が生じる。
- 3) OCR=2 の場合においても累積せん断ひずみを用いた過剰間隙水圧比および沈下ひずみの推定式は成り立つ。

参考文献

- 1) 松田博、柳楽英希「繰返しせん断によって生じる飽和粘土の有効応力減少と再圧密沈下特性」土木学会論文集 No.659/Ⅲ-52, 63-75, 2000.9

表-1 実験定数(OCR=2)

	A	B	C	m
一方向せん断	73	-0.095	0.99	-3.3
多方向せん断	23	-0.055	1.02	-2.7

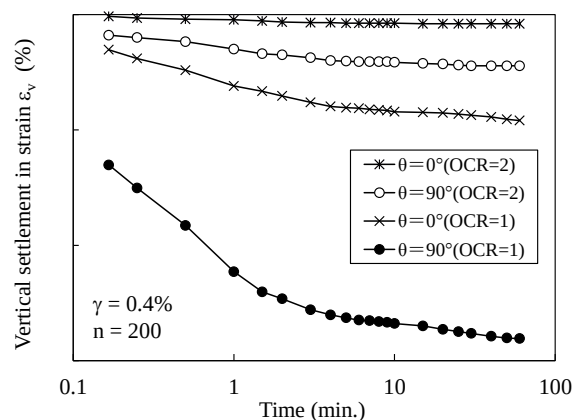


図-4 沈下ひずみと時間の関係

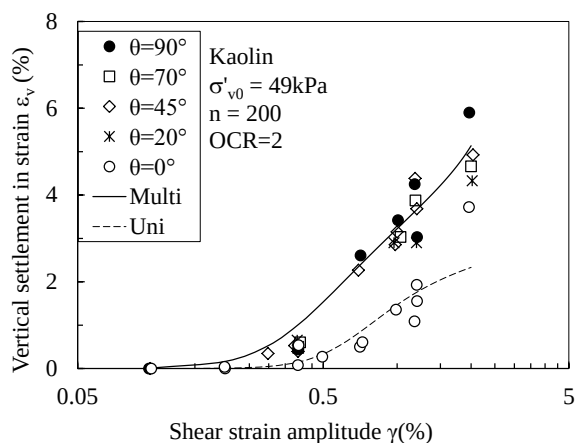


図-5 沈下ひずみとせん断ひずみ振幅の関係 (OCR=2)

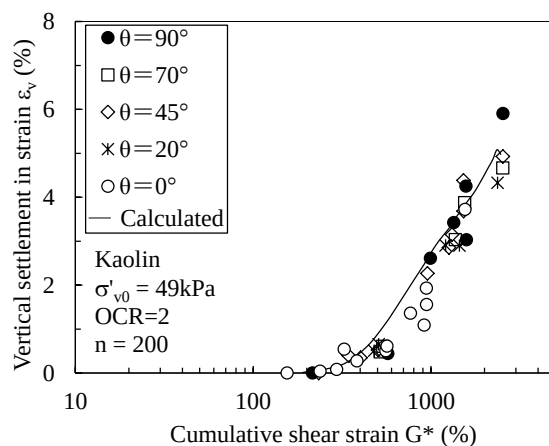


図-6 沈下ひずみと累積せん断ひずみの関係 (OCR=2)