

異方圧密条件下での再構成粘土の繰返しせん断強度特性

名城大学 学生会員 福沢宏樹・酒井智章
佐多俊樹・林 謙司
名城大学 正会員 小高猛司・板橋一雄
JR 東海コンサルタンツ 正会員 加藤信二郎

1. はじめに

粘土地盤の地震時挙動を予測する上で、繰返しせん断強度の把握は非常に重要である。特に自然堆積地盤は K_0 応力状態にあるため、異方圧密条件下におかれた粘性土の繰返し強度を適正に評価しなければならない。地盤材料の繰返し強度特性を評価するには繰返し三軸試験がよく用いられるが、三軸試験は異方圧密条件を再現することはできても、圧縮・伸張の繰返し過程において、最大せん断応力が作用する方向がそれぞれ異なるために、異方圧密条件と繰返しせん断強度との関連が評価しづらい欠点がある。本報では、鉛直応力の方向に対して水平なせん断応力を載荷することが可能な単純せん断試験装置を用いて、異方圧密条件下での再構成粘土の繰返しせん断強度特性について調べた結果を示す。

2. 実験試料と実験方法

実験試料は東京湾で浚渫採取した有楽町層粘土である。その粘土を 420mm のフルイで裏ごしして貝などの固形物を取り除き、液性限界の 2 倍の含水比のスラリー状にしてミキサーで十分に攪拌した後に、100kPa で一次元的に予圧密して再構成した。供試体寸法は、直径 60mm、高さ 30mm の円柱形であり、供試体を圧力セルに設置後、二重負圧法で飽和化を行い、表 1 に示す 4 パターンの異方圧密条件で圧密度、単純せん断試験を実施した。その際、せん断中の等体積単純せん断モードを維持するために、垂直変位を固定して非排水条件でせん断を行っており、さらに供試体を覆うメンブレンの外側に密着させるように、厚さ 1mm のドーナツ状のリングを 30 枚積層しておき、供試体の両側面を等変位条件で拘束した。

表 1 供試体の圧密条件

Case	圧密条件	K_0	σ_1'	σ_3'	σ_m'
A	等方	1.0	200	200	200
B	異方	0.66	300	200	233
C		0.5	400	200	267
D			200	100	133

σ_1' , σ_3' , σ_m' はせん断開始時の値

3. 試験結果

図 1 に等方圧密後に単調載荷で非排水せん断した試験結果を示す。応力～ひずみ曲線に明確なピークは見られず、有効応力経路からは破壊応力比が 0.6 程度と比較的小さいことが見て取れる。

図 2 および 3 はいずれも Case A の等方圧密条件における試験結果であり、繰返し応力比 τ/σ_m' がそれぞれ 0.25 および 0.2 の場合である。

応力～ひずみ曲線をみると、せん断ひずみは正負いずれにも均等に増加していることがわかる。また、有効応力経路においても、いずれの載荷方向に対しても同程度に有効応力が減少してゆくことがわかる。図 4 には、異方圧密条件を代表して Case C の繰返し応力比 $\tau/\sigma_m' = 0.3$ の試験結果を示す。等方圧密条件の Case A と同様に、応力～ひずみ関係、有効応力経路ともにせん断方向によらず均等にひずみが発生し、かつ有効応力が減少していることがわかる。

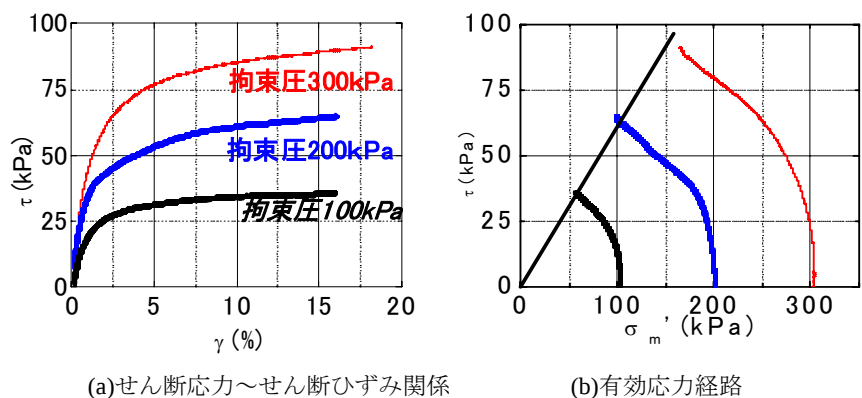
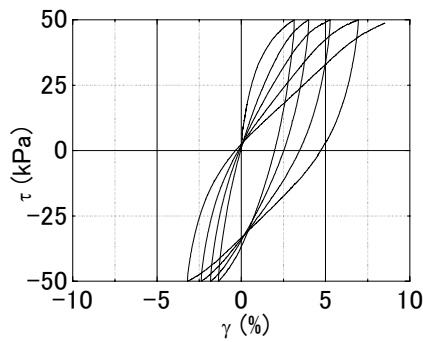
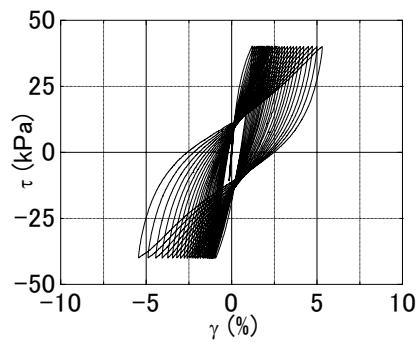


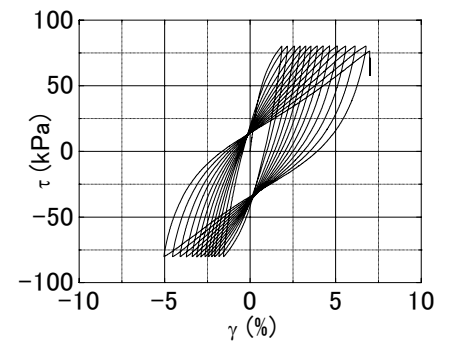
図 1 単調載荷試験結果



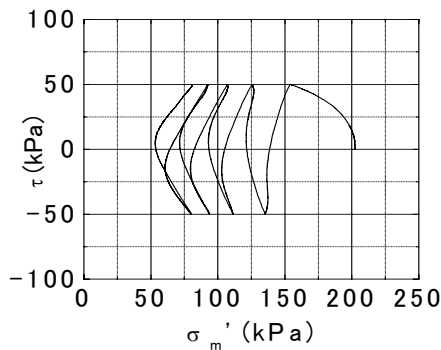
(a)せん断応力～せん断ひずみ関係



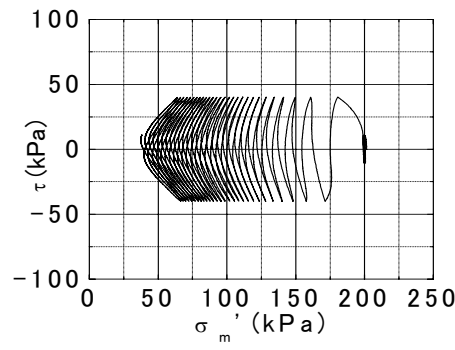
(a)せん断応力～せん断ひずみ関係



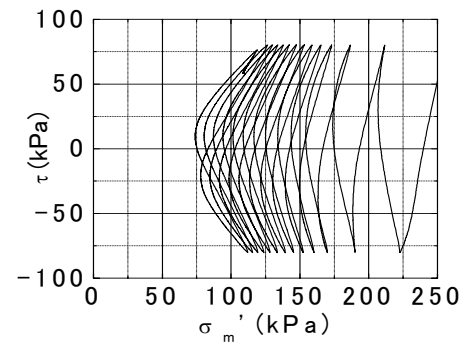
(a)せん断応力～せん断ひずみ関係



(b)有効応力経路



(b)有効応力経路



(b)有効応力経路

図2 繰返し試験結果

($K_0=1.0$, $\tau/\sigma_m'=0.25$)

図3 繰返し試験結果

($K_0=1.0$, $\tau/\sigma_m'=0.2$)

図4 繰返し試験結果

($K_0=0.5$, $\tau/\sigma_m'=0.3$)

図5に繰返し強度曲線を示す。縦軸が繰返し応力比 τ/σ_m' であり、横軸はひずみ両振幅が10%となった時点での回数を示している。 K_0 値の減少すなわち異方性が大きくなるにつれて、繰返し強度曲線が大きくなる。また、Case CとDでは、初期有効応力が大きく異なるにも拘らず、繰返し強度曲線は一致している。以上より、粘性土の繰返しせん断強度は、 K_0 値の大きさに依存していることがわかる。以上の議論は、繰返し強度比を平均有効応力 σ_m' を基準にして考えた場合である。次に、せん断応力を鉛直有効応力で除した繰返し応力比 τ/σ_1' で整理し、図6に示す。図5に比べて、比較的 K_0 値によらず繰返し強度曲線は一致していることがわかる。この結果は、粘土地盤の繰返し強度は、有効土被り圧のみに依存して決まる可能性を示唆している。

5. まとめ

本報の結果は再構成の繰返し粘土を用いた実験により得られた結果である。自然堆積粘土は構造に富んでいるため、原地盤と異なる応力状態で圧密した場合には、繰返しせん断挙動が異なることが予想される。今後は、自然堆積粘土の単純せん断試験を実施し、不攪乱粘土の繰返しせん断特性の解明を試みる予定である。

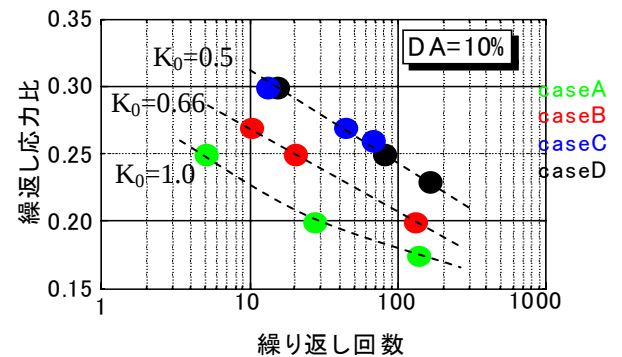


図5 繰返し強度曲線 ($\tau/\sigma_m' \sim N$ 関係)

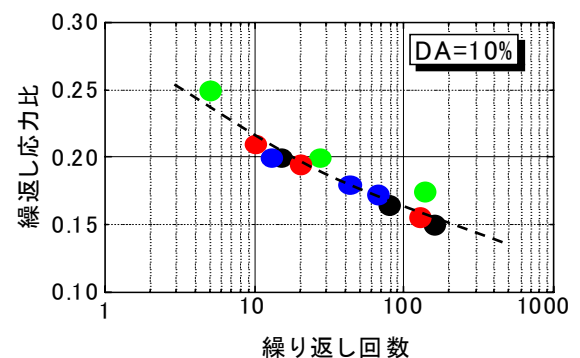


図6 繰返し強度曲線 ($\tau/\sigma_1' \sim N$ 関係)