

非排水繰返しせん断履歴を持つ粘性土の変形特性

信州大学工学部 学生会員 ○出立 浩之
信州大学工学部 正会員 小西 純一

1. はじめに

著者らはこれまで、非排水状態で繰返し載荷を受けた粘性土の変形特性及び、それによって蓄積された過剰間隙水圧の消散に伴う再圧密特性について調べてきた¹⁾²⁾。本報告は、再圧縮指数 C_r に及ぼす累積ひずみの大きさの影響を調べ、再圧密後さらに非排水せん断もしくは等方圧密を行い、繰返し履歴を持たないものとの変形特性の違いを述べるものである。

2. 試験概要

今回用いた試料は、カオリンとシルト分90%のDLクレーを重量比1:1で調整したものである。圧密時間はカオリンの半分以下でメンブレンの透気透水性を問題とすることなく実験が行われた。調整試料の物理特性は、液性限界49.0%、塑性限界37.9%、塑性指数11.1である。供試体の作製方法は既報と同じなので省略する。

非排水せん断は、片振りの応力制御方式を採用した。応力振幅は拘束圧の40%とし、累積ひずみの大きさを変えて実験を行った。また、ひずみ速度は0.1%/minを採用した。

試験手順は圧密→非排水繰返しせん断→再圧密→非排水せん断もしくはさらに圧密という4つの段階を踏んで行われた。図1はその模式図を圧縮曲線で表したものである。ここで再圧縮指数 C_r は、繰返しせん断終了点(A)と、せん断前の拘束圧まで再圧密した点(B)の勾配で定義される。

3. 再圧密特性

図2は4 kgf/cm² まで圧密し、繰返し荷重を与えさらに4 kgf/cm² まで再圧密したデータを示したものである。図の縦軸は体積減少率を表し、各試験の再圧密後の間隙比 e_r を、繰返しせん断時の間隙比 e_c で正規化したものである。この図より、再圧縮指数 C_r の値は累積軸ひずみの大きさに無関係で、また、体積減少率は次式のように発生する過剰間隙水圧の大きさのみに依存することがわかる。

$$\Delta(e_r/e_c) = C_r \log \frac{p_c'}{p_c' - \Delta u}$$

次に、図3は3 kgf/cm² まで圧密し、繰返し荷重を与え、さらに6 kgf/cm² まで再圧密したデータを

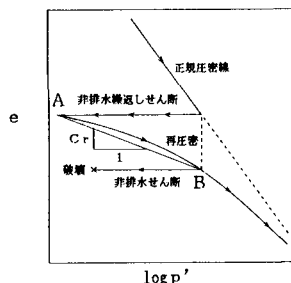


図1 試験手順の模式図

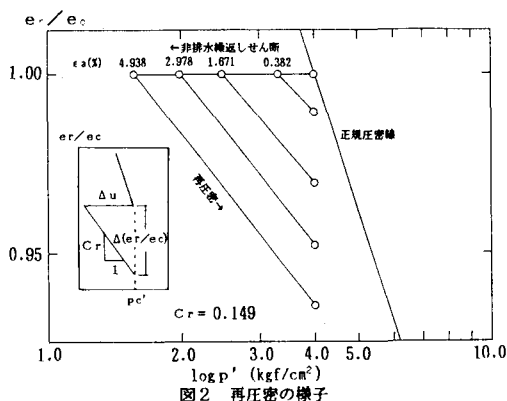


図2 再圧密の様子

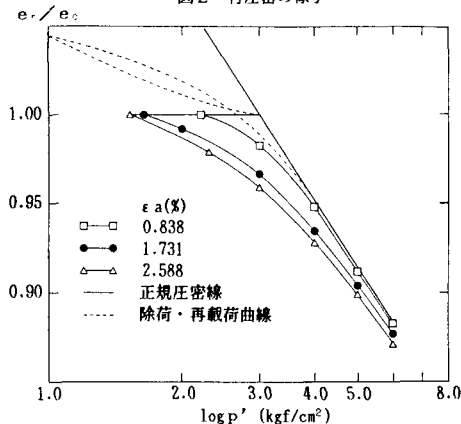


図3 先行圧密荷重を超える領域での圧縮特性

示したものである。図には、せん断履歴を受けない

等方圧密膨潤曲線も示してあるが、明らかにせん断履歴を受けた方がもとの等方圧密線への漸近が遅れている。これは、標準圧密試験による圧縮特性に及ぼす試料の乱れの影響と同様に、せん断によって乱れが生じ、同じ圧密圧力でも密になりやすくなっているためと考えられる³⁾。

4. 再圧密後の非排水せん断特性

再圧密後の非排水せん断特性を明らかにするため繰返し載荷→再圧密→非排水せん断 (CRU) の他に、膨潤→非排水せん断 (SU)、膨潤→再載荷→非排水せん断 (SRU) の2種類を行って、繰返し履歴があるものとの比較を行った。これら3種類の供試体には間隙比が同一になるように圧密履歴を与えた。図4は応力～ひずみ曲線を示している。繰返し履歴を持つものは初期の立ち上がりが他のものと比べて大きく、ピークが出現するひずみは小さくなっている。これは、繰返し・再圧密によって、より脆性を示す構造に変化したためと考えられる。

次に、図5の有効応力径路図より、同じ過圧密状態にある土でも、膨潤線上からのもの (SU) と再載荷線上からのもの (CRU, SRU) とでは応力径路が異なり、前者でみられる初期の弾性的挙動は後者においては全く見られなくなっている。しかしながら、破壊時の応力比は $M=0.88$ 、すなわち $\phi' = 31.0^\circ$ 付近でほぼ一致しており、内部摩擦角 ϕ' に繰返しせん断履歴及び圧密履歴の影響はないものと考えられる。

5. まとめ

今回実施した一連の試験結果から次のような結論が得られた。

- (1) 再圧縮指数に及ぼす累積ひずみの大きさの影響は認められず、体積減少率は繰返し載荷により蓄積された過剰間隙水圧の大きさのみに依存する。
- (2) 繰返しせん断後の圧縮曲線はすぐにはもとの正規圧密線に復帰しない。これは、せん断に伴う構造の乱れによって密になりやすくなるためと考えられる。
- (3) 繰返しせん断によって、土はより脆性を示す構造に変化する。

今後は、繰返しせん断履歴があるものとなしものとの挙動の違いを、供試体の「乱れ」の割合によって評価できる手法を確立する必要があると思われる。

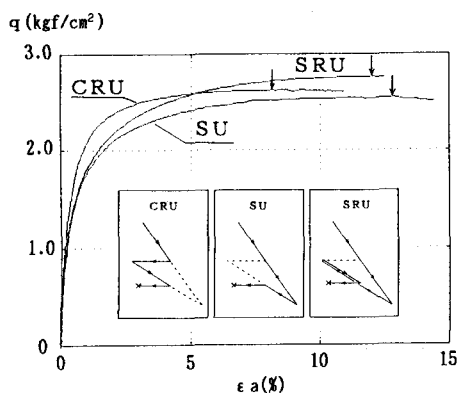


図4 応力～ひずみ曲線

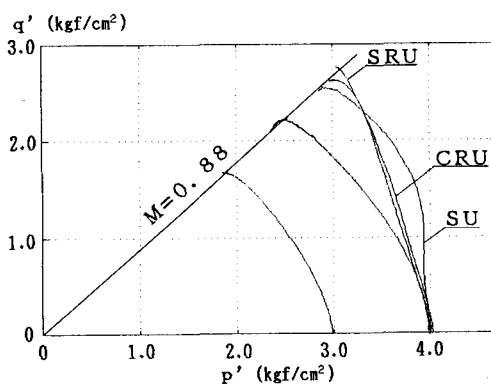


図5 有効応力径路

<参考文献>

- 1) 大島 他, 飽和粘土の非排水繰返しせん断特性, 第26回土質工学会研究発表会概要集, pp.797-798, 1991
- 2) 出立 他, 非排水繰返し載荷を受けた粘性土の再圧密特性, 第27回土質工学会研究発表会概要集 pp.907-908, 1992
- 3) 土質工学会, 土質試験の方法と解説, pp.302, 1990