

III-127 三軸試験機における粘性土の圧密挙動

横浜国立大学工学部 正 会 員 今井五郎

横浜国立大学大学院 学生会員 湯 怡新

はじめに

計算技術がめざましく進歩したことによって、FEMはますます幅広く使われるようになり、土構造物の解析においてもより現実に近い条件での数値解析が実現可能となっている。多次元圧密問題などを扱う際、土の多次元圧密挙動を知ることが不可欠である。しかし、豊富に蓄積された一次元圧密の実験的研究と対照的に、多次元圧密に関する実験的研究はまだ充分行われていないようである。筆者は数値解析にとって必要な粘性土の変形特性を詳しく把握するために、三軸試験機における幾つかの圧密実験を実施した。

実験方法

本実験に使用した試料は東京湾海成粘土で、シルト分以上の粒子を極力取り除いた調整した試料である。その物理的性質は $G_s = 2.68$, $\omega_L = 122\%$, $I_p = 67$ である。試料の含水比が1500%になるように海水を加え、直径 7.5cmのパイプの中で充分脱気して1晩沈降させた後、応力 0.5 kgf/cm^2 の荷重で数日間予圧密を行った含水比約120%の予圧密試料から直径 5cm, 高さ 5cmの供試体を切り出した。

供試体を三軸セルにセットし、排水条件は (a) 上下両面排水、(b) 側面排水の2通りに設定して圧密実験を行った。

圧密応力は応力比 $\eta = q'/p'$ が一定に保つように24時間ごとに軸応力 σ_a と側応力 σ_r を増やし荷重増加率 $\Delta p/p = 1$ とした。荷重増分を与えると同時に排水させ圧密を開始した。軸変位量と体積変化量を計測することによって軸ひずみ ε_a と側方ひずみ ε_r を求めた。

応力経路は図1に示す。点線は即時応力経路、実線は圧密過程の応力経路と考えられる。本実験では実線経路に対応する供試体のひずみ特性のみ

について調べることにした。当然ながら、圧密中の供試体内のひずみは不同一であるが、すべて平均値と見なした。

また、step Iでの供試体はまだ過圧密と正規圧密を跨ぐ状態にあったが、step II, IIIは共に正規圧密状態にあった。

異方応力の圧密挙動

図2にstep IIにおける応力比 $\eta = 0, 0.25, 0.50, 0.75$ の $\varepsilon_a \sim \varepsilon_r$

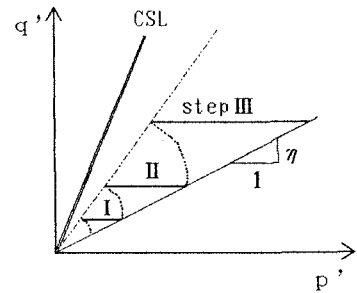


図1 圧密の応力経路

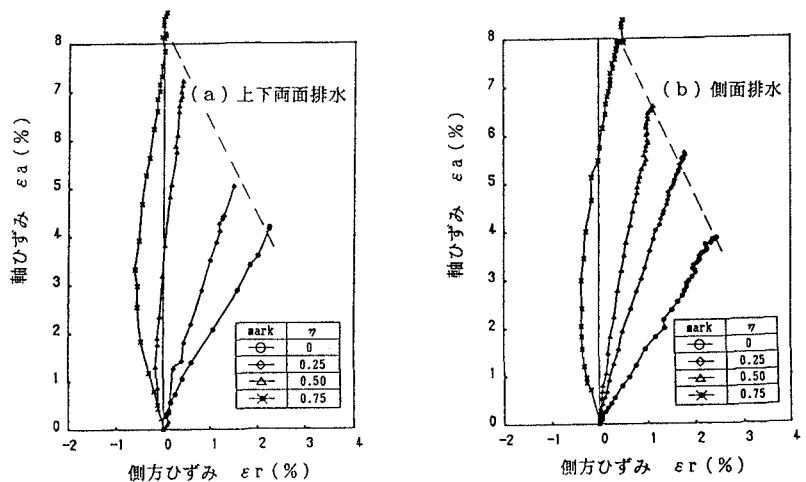


図2 異なる η における供試体の変形挙動

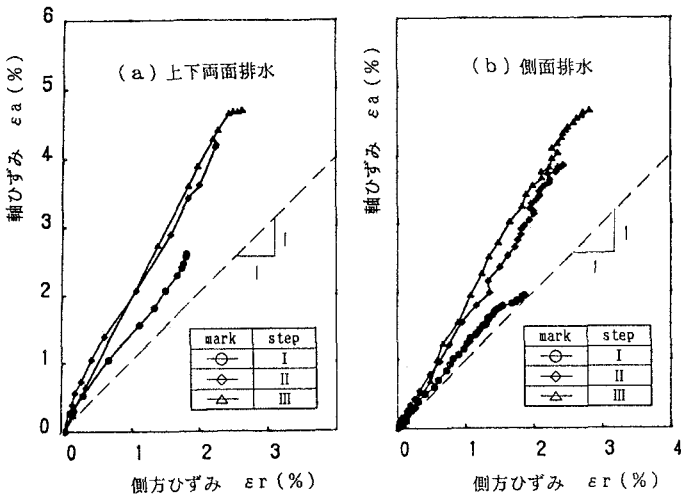


図3 等方応力状態の変形挙動

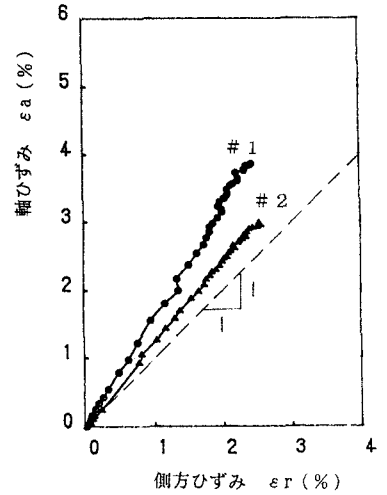


図4 沈降堆積による影響

関係を示す。(a)は上下両面排水条件のひずみ挙動で、(b)は側面排水条件のものである。排水条件の違いが圧密時の変形挙動に及ぼす影響はほとんど見られない。また、 η 値が比較的に小さい場合、 ϵ_r/ϵ_a がほぼ一定の割合で圧密が進行しており、 ϵ_r/ϵ_a 値は η が大きいほど小さくなることが分かる。 $\eta=0.75$ の場合では、まず供試体が少し膨らみ($\epsilon_r < 0$)、更に圧密が進むと再び縮んでいく。なお、この膨らみ具合は側面排水より上下両面排水のほうが卓越している。これは側面排水すると、まず周面により強い粘土の筒ができ供試体を拘束する働きが出たからと考えられる。

圧密終了時のひずみ ϵ_{rend} 、 ϵ_{aend} は、図2 (a), (b)の破線で示すように、排水条件の違いによらず、 η 値のみに依存する。

等方圧密のひずみ異方性

等方応力における圧密挙動を図3 (a), (b)に示す。応力が等方であるにもかかわらず、等方的な変形は示さず鉛直方向 ϵ_a が水平方向 ϵ_r よりも大きいことが分かる。また、行った実験において、応力レベルが高くなっても等方的な挙動になる傾向はまったく見られない。すなわち、ひずみ異方性の起因は応力履歴のみによるものとは認め難いのである。

そこで、ひずみ異方性の原因を究明するために、予圧密用の試料を含水比200%のスラリー状にし、前述した作製方法で供試体を作り等方圧密試験を行った。1500%試料に比べ、200%試料の場合、沈降堆積過程がないだけでほかの条件はすべて同じである。

図4はその結果である。#1は含水比1500%試料の結果で、#2は含水比200%試料の結果である。結果#2はまだ若干異方的な変形を示したものの、#1よりも等方的な変形にかなり近づいていることが明かである。このことから、沈降堆積させて作製した供試体の変形の異方性は、沈降堆積過程において大部分形成されたと考えられる。

結論

- ①三軸圧密では排水条件の相違による影響はほとんど見られなかった。
- ②応力比 η が小さいときには ϵ_r/ϵ_a はほぼ一定で圧密が進み、 ϵ_r 、 ϵ_a の最終値は η によって一様に決まる。
- ③等方応力時に供試体が示す変形異方性は沈降堆積過程に起因しているようである。