

III-A 174 圧密の載荷・除荷試験において背圧が間隙水圧および変位に及ぼす影響

横浜国立大学大学院 学生会員 田中 洋輔
 横浜国立大学工学部 正会員 今井 五郎

1. はじめに

近年、過圧密粘土に対する一次元圧密のメカニズムが研究の一課題となっている。それを効果的に行うためには、有効応力による圧密解析を行う必要があり、正確に間隙水圧を測定しなければならない。そこで本研究では、過圧密領域における一次元圧密の研究の準備段階として、間隙水圧測定可能な圧密試験器を用いて一次元の載荷・除荷試験を行い、供試体の変位および非排水面の間隙水圧挙動を測定した。その際、背圧が及ぼす影響を調べるために、異なる大きさの背圧の下で実験を行った。

2. 試料、実験装置および実験方法

本研究で使用した試料は、川崎の東扇島沖から採取した粘性土をシルト：粘土＝4：6に調整した粘土である。土粒子密度 2.678g/cm^3 、液性限界 119%、塑性指数 56 であった。その試料を含水比 $w=800\%$ のスラリーにして十分脱気し、ついで 0.5kgf/cm^2 で予圧密を行い、直径 6cm、高さ 2cm にカッティングして圧密リングに納め、それを供試体とした。

実験装置の本体を図 1 に示す。非排水条件の供試体底面を間隙水圧計につなぎ、排水条件の供試体上面を二重管ビュレットにつないだ。ビュレットから間隙水圧を、同時にそれに等しい圧力をセルに与えることにより背圧 u_B を供給した。さらに、間隙水圧を正確に測定するために、供試体の完全密閉を行った（ピストンカラーと載荷ピストンの外面をメンブレンで覆う）。

0.1kgf/cm^2 から載荷を開始し、 6.4kgf/cm^2 まで荷重増加率 1 で段階載荷を行った。次に除荷に切り替え、荷重減少率 1 で 0.1kgf/cm^2 まで段階除荷を行った。荷重レベルの切り替えにあたっては瞬時除荷とし、最初に非排水状態にし、間隙水圧が上昇または下降しきってから排水状態にした。背圧は $0, 1, 2, 3, 4\text{kgf/cm}^2$ とした。

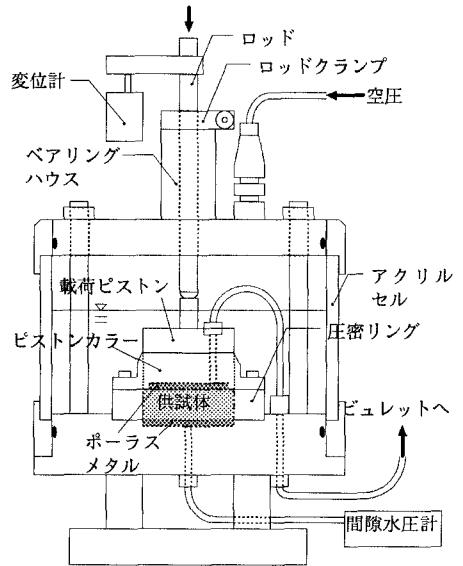


図 1 圧密容器の詳細図

3. 実験結果

実験結果のうち、載荷段階 $3.2 \rightarrow 6.4\text{kgf/cm}^2$ (①)、除荷段階 $6.4 \rightarrow 3.2\text{kgf/cm}^2$ (②) における供試体の変位および非排水面の間隙水圧 u の挙動について述べる (図 2 参照)。図 3 に、非排水状態における間隙水圧変化量 Δu と軸ひずみ ϵ の関係を、測定時ごとにマークを付けて示した。載荷時も除荷時も完全飽和ならば、理論上 $\epsilon=0$ 、 $\Delta u = \Delta p = \pm 3.2\text{kgf/cm}^2$ のはずで、時間経過に伴う変位および間隙水圧の変化はないはずである。し

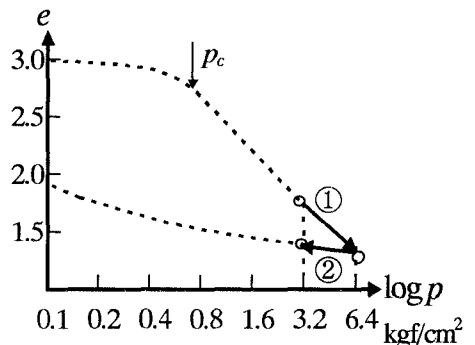


図 2 e - log p 曲線

かし、実験結果はそうでないことを示しており、圧縮（載荷）の場合も伸長の場合も $\epsilon \neq 0$ である。

まず間隙水圧の挙動に着目する。載荷の場合、背圧の違いによらず、 $\Delta p = +3.2 \text{ kgf/cm}^2$ に対して Δu は $3.0 \sim 3.6 \text{ kgf/cm}^2$ 程度発生した。逆に除荷の場合には、 $u_B = 0 \text{ kgf/cm}^2$ に対して Δu は -0.3 kgf/cm^2 しか発生せず（ $u = -0.3 \text{ kgf/cm}^2$ ）、 $u_B = 3 \text{ kgf/cm}^2$ の場合でも Δu は -2.7 kgf/cm^2 までしか発生しなかった（ $u = +0.5 \text{ kgf/cm}^2$ ）。

次に非排水状態でのひずみに着目する。載荷の場合、 $u_B = 0 \text{ kgf/cm}^2$ 場合は、 $u_B \geq 1 \text{ kgf/cm}^2$ の場合よりもはるかに圧縮量が多い。そして、背圧が大きいほど圧縮ひずみが小さい。除荷の場合は、ひずみが $1 \sim 0.5\%$ 程度発生し、背圧が大きいほど膨張ひずみが小さい。

図4は、除荷（ $6.4 \rightarrow 3.2 \text{ kgf/cm}^2$ ）における変位の時間推移を示している。P（ $u_B = 3 \text{ kgf/cm}^2$ ）およびQ（ $u_B = 0 \text{ kgf/cm}^2$ ）点は非排水から排水に切り替えた点であり、P、Q点より左側が非排水での変位であり、右側が排水での変位である。除荷の全過程における全体の膨張変位の半分以上が非排水時の変位である。他方、図5に示したように、載荷における非排水時の変位は全体の変位と比較して非常に小さい。

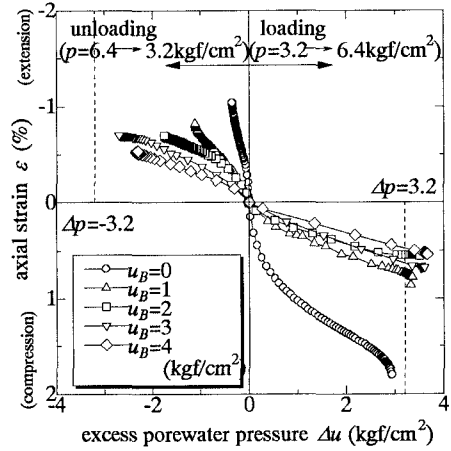


図3 非排水状態における過剰間隙水圧とひずみの関係（ $|\Delta p| = 3.2 \text{ kgf/cm}^2$ ）

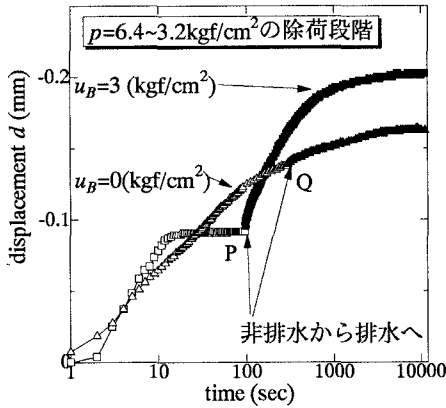


図4 除荷過程における変位の時間推移
（ $p = 6.4 \rightarrow 3.2 \text{ kgf/cm}^2$ $u_B = 0, 3 \text{ kgf/cm}^2$ ）

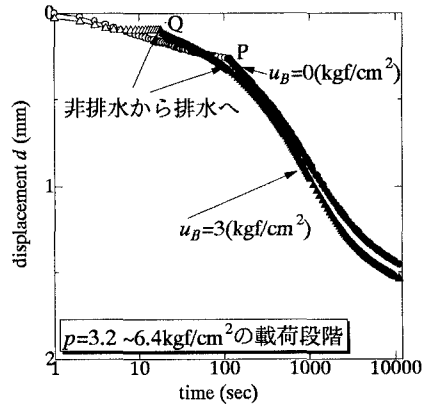


図5 載荷過程における変位の時間推移
（ $p = 3.2 \rightarrow 6.4 \text{ kgf/cm}^2$ $u_B = 0, 3 \text{ kgf/cm}^2$ ）

4. まとめ

- 1) 実験結果は、密閉領域内に気泡が存在することを考えない限り、説明できない。
- 2) 気泡の影響は除荷において著しい。
- 3) 除荷に伴う圧密挙動を詳細に研究するためには、間隙水圧の測定が不可欠である。

参考文献

赤井浩一、小谷章：不攪乱粘土の圧密とせん断におよぼす back pressure の効果、土木学会論文集、91号、P1~9、1963、他