

不飽和土用三軸圧縮試験装置によるシルト質土のせん断

鳥取大学工学部（正） 清水正喜
八幡建設㈱（正） ○ 笹井維人

1.はじめに

不飽和土用三軸圧縮試験装置を用いてシルト質土のせん断試験を行った。装置の性能を評価する目的も兼ねて基本的な試験を行い、圧密過程と軸圧縮過程での吸・排水ならびに体積変化挙動を中心に調べた。

2. 試料および供試体

試料は藤の森粘土の $425\text{ }\mu\text{m}$ ふるい通過 $75\text{ }\mu\text{m}$ ふるい残留分を使用した（表1）。気乾状態であるい分けしたので粘土分を含む。

粒度調整した試料に脱気水を加えて練り返し、真空脱気した後、1次元圧密容器で予備圧密した。圧密圧力は最大 $0.5\text{ (kgf/cm}^2)$ まで段階的に載荷した。

表1 試料の物理的性質

ρ_s	コンシスティンシー	粒度		
w_L	w_p	細砂分	シルト	粘土分
g/cm^3	%	%	%	%
2.74	55.9	33.6	17.4	64.9
				17.8

3. 装置および方法

用いた装置の構成を図1に示す。セル圧 σ_3 、間隙空気圧 u_a 、間隙水圧 u_w を独立に制御できる。排水量は二重管ビュレット内水位の、体積変化量は内セル内水位の変動量をそれぞれ測定することによって算定できる。

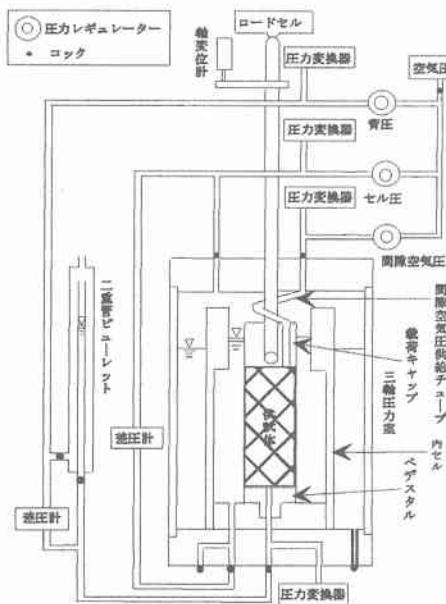


図1 三軸圧縮試験装置の構成

三軸圧縮試験は等方圧密過程と軸圧縮過程より成る。圧密過程では常に排気状態とし、所定のセル圧 σ_3 と間隙空気圧 u_a を非排水状態で与え、体積変化量と間隙水圧 u_w を測定し、それらの変動が落ち着いたら、排水状態にして圧密した。圧密は段階的に行った。軸圧縮過程では排水状態で一定の軸ひずみ速度 ($= 3.81 \times 10^{-3}/\text{min}$) で圧縮した。

4. 結果及び考察

圧密の最終段階で、正味の拘束圧 $\sigma_{net} (= \sigma_3 - u_a)$ を 0.5 、サクション $S (= u_a - u_w)$ を 0.5 (kgf/cm^2) に設定した試験の結果を示す。

4.1 圧密過程

圧密過程において供試体に与えた σ_3 、 u_w および u_a を図2に、同じく σ_{net} と S を図3に示す。状態0から13まで変化させた。

非排水で σ_3 と u_a を増加させると u_w が増加し、 S は減少する。排水状態にすると u_w が減少してゼロ（大気

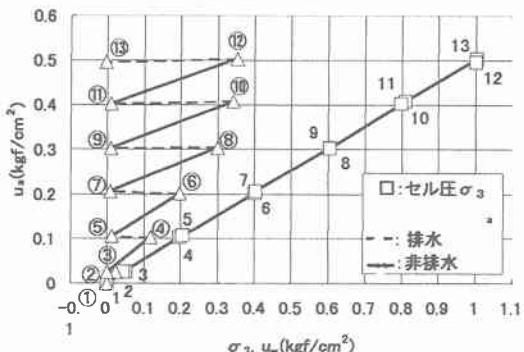


図2：圧密過程での u_a 、 u_w 、 σ_3 の変化経路

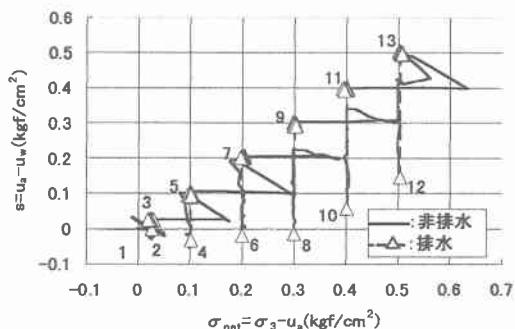


図3：圧密過程での S と σ_{net} の関係

圧)に等しくなるのでSが増加する。

これらの量の時間的な変動の様子を図4に示す。 σ_3 を0.8から1.0に、 u_a を0.4から0.5(kgf/cm²)に変動させた場合である。図中"D"は排水過程を、"U"は非排水過程を表わす。非排水過程で u_w が徐々に増加し、従てSが減少する様子が理解できる。

図5は、図4に示した期間での供試体体積圧縮量dVおよび排水量dV_wの時間的変動である。非排水過程では当然ながら排水量に変化はないが、供試体体積変化が生じている。特にセル圧を増加させた瞬間に大きく圧縮している。これは供試体を覆うゴム膜が貫入して瞬間に排気し、ゴム膜の弾性によって再び吸気するためである。

4.2 軸圧縮過程

軸圧縮過程における軸差応力と体積ひずみおよび含水比変化の軸ひずみに対する関係を図6と図7に示した。軸差応力はひずみが13%でピークを示している。一方、体積ひずみは軸圧縮過程中ずっと正(体積圧縮)である。また、圧縮中、排水が生じた、含水比は減少している。軸差応力がピークを過ぎたころから排水量の変化速度が減少し、いわゆる限界状態に達しつつあるこ

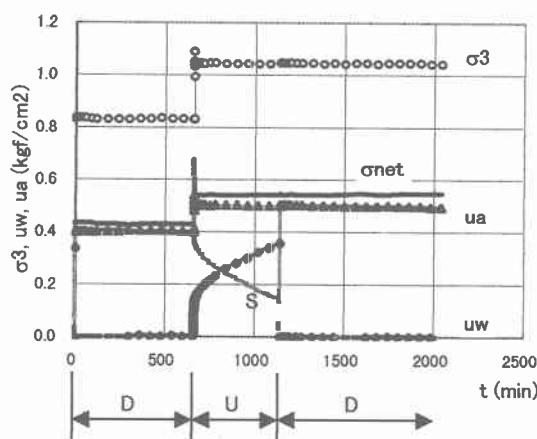


図4：圧密過程における σ_3 , u_w , u_a の変化

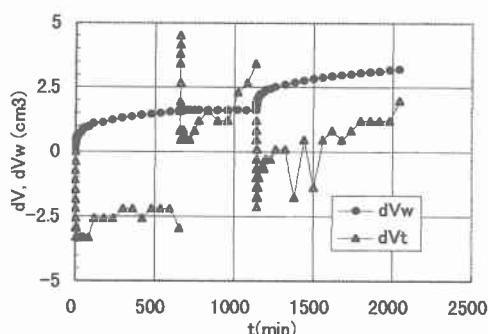


図5：圧密過程における体積圧縮量dVと排水量dV_wの時間的変化

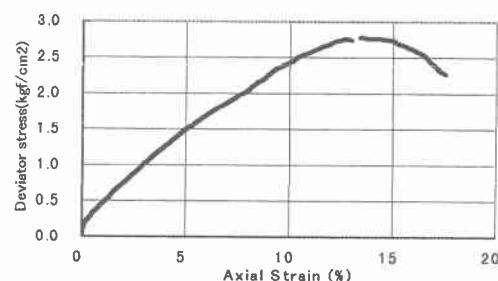


図6：軸差応力と軸ひずみの関係

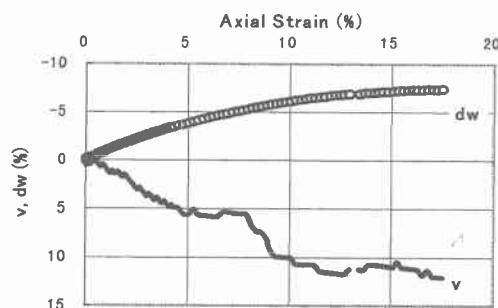


図7：体積ひずみvおよび含水比変化dwと軸ひずみの関係

とが分かる。

図7は軸圧縮過程での含水比w、間隙比eおよび飽和度Srの変化を示したものである。この供試体の飽和度は圧密・せん断の両過程で低下せず、結果として飽和度は100%であった。なお、図7でSrが100%を越えているが、これは体積変化測定精度があまり高くなかったために生じた結果であると思われる。

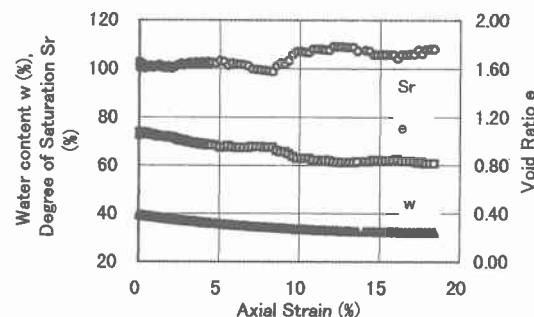


図8：軸圧縮過程での S_r , e , w の変化

4. おわりに

圧密過程で非排水にして間隙空気圧とセル圧を変動させたが、この方法では用いた試料では供試体を不飽和にすることはできなかった。

装置は体積変化量測定精度があまり高くないことがわかった。今後改良する必要がある。