

名古屋大学大学院 学生員 三隅 浩二
鹿児島大学工学部 正員 春山 元寿
同 上 正員 北村 良介

1. まえがき

地球表層部を構成する粘性土、砂質土、岩石の力学的挙動はそれぞれ異なっており、従来の土質力学ではこれらの地盤材料は別個に取扱われることが多かった。しかし、これらの材料の生成過程を考慮すれば、その差異は相対的なものであり、力学的挙動は統一的に記述することが可能であると考える。ところで、1960年代に Roscoe が弾・塑性論を用いて確立した Cambridge Model¹⁾は粘性土の圧密・せん断挙動を統一的に表現できる最初のモデルであった。粘性土と砂質土の力学的挙動の差が相対的なものであるなら、砂質土の挙動も弾・塑性論を用いて表現できるはずである。足立ら²⁾はこのような立場に立ち、豊浦砂を用い、Cambridge Modelの柱となつている $e \sim \log p$ 関係、Critical State の概念について考察を加えた。本報告では、しらすを用い、側圧が 30 kgf/cm^2 まで可能な中圧三軸室による排水条件下での三軸実験を行い、砂質土に属するしらすの場合にも拘束圧の範囲を広げると、粘性土や高圧下の豊浦砂と同様な挙動があらわれることを示している。

2. 実験試料、装置および手順

試料は、鹿児島市内で採取したしらすで、 $840 \mu\text{m}$ フリイを通過し、 $74 \mu\text{m}$ フリイに残留する部分を水洗い後、蒸沸した飽和試料である。試料の比重は 2.40、最大固けき比 $e_{\max}$ は 1.64、最小固けき比 $e_{\min}$ は 0.93 である。供試体は、水を満たしたモールドの中に試料を水中堆積させ、その後凍結することによって作製した。供試体の初期固けき比が表-1に示してある。表にはせん断過程での側圧と過圧荷比(OCR)があらわして示されている。得られた供試体の初期固けき比は 1.6 前後であり、比較的緩いことがわかる。

図-1は実験装置の概略図である。三軸室はアクリル製で許容側圧が 30 kgf/cm^2 である。 $0 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2$ の側圧は、コンプレッサーから供給される空気を制御することによって所定の側圧を設定した。 15 kgf/cm^2 以上の側圧の場合には、図-1に示すように容量 7 m^3 、封入圧 150 kgf/cm^2 の市販の窒素ガスボンベを用い、一次圧を $60 \sim 80 \text{ kgf/cm}^2$ に調節し、さらに高精度のレギュレーターによって所定の圧力を設定した。

凍結した供試体は、直径と高さをすばやく測定し、三軸室にセットした後、所定の圧力で等方圧縮を行った。そして、等方圧縮終了後、側圧一定、排水条件下でひずみ制御型三軸せん断試験を行った。せん断過程での軸ひずみ速度は $1.4\%/min$ である。

3. 実験結果

3.1 等方圧縮・膨張過程

等方圧縮は、圧力 2, 4, 6, 15, 30 kgf/cm^2 で行った。また、 30 kgf/cm^2 で圧縮した供試体のうち、3 ケースに

表-1 初期固けき比

側圧 (kgf/cm^2)	固けき比	OCR
2	1.585	1
4	1.559	1
6	1.581	1
15	1.588	1
30	1.594	1
2	1.621	15
6	1.565	5
15	1.618	2

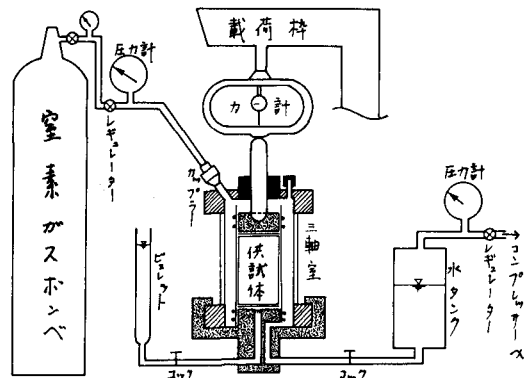


図-1 三軸実験装置の概略図

いては、2, 6, 15 kg/cm²で膨潤した(OCR=15, 5, 2)。図-2の実線部分が得られた結果を $v \sim \log p'$ 関係と整理したものである(ここに、 v : 体積比(1+e), p' : 等方圧)。粘性土の場合には $p'=1 \text{ kg/cm}^2$ 前後、豊浦砂の場合には 100 kg/cm^2 前後からあらわれる折れまがり(過圧密領域から正規圧密領域への移行)が、図-2によれば、緩いしらすの場合には 10 kg/cm^2 前後であらわれることがわかる。また、膨潤曲線については、粘性土と豊浦砂の場合と同様に初期圧縮曲線とほぼ平行になっている。

3.2 セン断過程

図-3は表-1に示したOCR=1の供試体のせん断過程での応力～軸ひずみ～体積ひずみ関係である。図-4にはOCR=1とOCR=1, 側圧 30 kg/cm^2 の供試体より得られた同様の関係が示されている。図中の p' は平均有効主応力, q は軸差応力, E_a は軸ひずみ, E_v は体積ひずみである。図-3より、拘束圧が小さいほどピーク強度が大きいこと、体積ひずみは拘束圧が小さいほど圧縮傾向が少なく、 2 kg/cm^2 の場合にはピーク強度付近から少し膨張傾向を示していること、拘束圧が大きくなるにつれて体積ひずみは拘束圧に依存せず一定となること等がわかる。図-4より、応力～ひずみ関係においてはOCRが大きいほど初期接線勾配が大きく、また、体積変化はOCRが大きいほど膨張傾向を示すことがわかる。図-3, 4の結果は、これまでに正規圧密、過圧密の粘性土に対して明らかにされた結果と同様のものであり、水中堆積した緩いしらすの場合、 15 kg/cm^2 以上の拘束圧のもとでは正規圧密粘土と同様の挙動を示すことがわかる。

図-2にはせん断開始時、ピーク強度時、せん断終了時における体積比 v と平均有効主応力 p' との関係がそれぞれ Δ , $\square$, $\circ$ 印でプロットされ、それらの点が点線と結ばれている。ただし、ピーク強度が明らかでないものは $\square$ 印を省略した。また、図-2には、正規圧密曲線とCambridge Modelの限界状態線がそれぞれ一点鎖線、二点鎖線で示されている。図より、せん断終了時をあらわす $\circ$ 印が限界状態線へ指向していることがわかる。このことは、しらすの力学的挙動に対するCambridge Modelの適用の可能性を示唆している。

4. あとがき

しらすを用い、 30 kg/cm^2 までの側圧が可能な三軸室により三軸実験を行い、拘束圧の範囲を広げるとしらすの場合も粘性土と同様の力学的挙動があらわれることを明らかにした。「その2」では、上述の実験結果をもとに、しらすに対するCambridge Modelの適用について考察を加える。実験装置については、金沢大、関口助教より貴重な助言をいただきました。ここに謝意を表します。

(参考文献) 1) 例引 Schofield and Wroth's Critical State Soil Mechanics, 2) 足立ら: 第5回土質工学会研究発表会, pp. 377-380

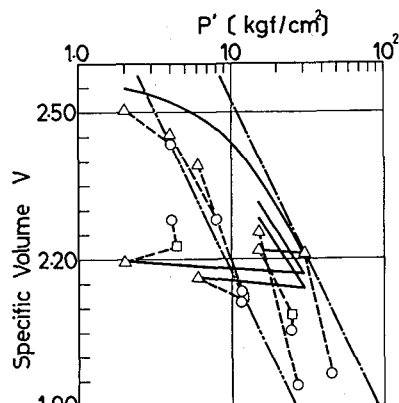


図-2 $v \sim \log p'$ 関係

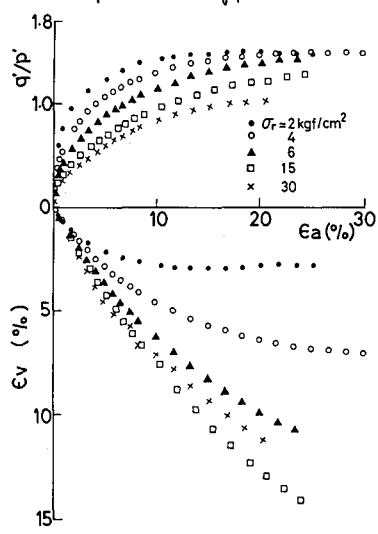


図-3 応力～軸ひずみ～体積変化関係

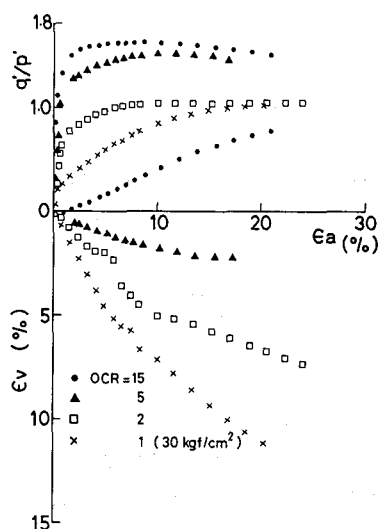


図-4 応力～軸ひずみ～体積変化関係