

大阪大学工学部 正会員 鍋島 康之
大阪大学工学部 正会員 小田 和広
大阪大学大学院 学生員 坂田 智己
大阪大学大学院 学生員○木田川 純
大阪大学工学部 正会員 松井 保

1. はじめに

ひずみ経路制御試験は、Chu & Lo¹⁾によって開発された試験であり、砂質土の力学挙動を調べるために使用されている。その後、ひずみ経路に依存した土の力学挙動について様々な結果²⁾が報告されている。著者らはミニ三軸試験機を用いることによって透水性の低い粘性土に対してもひずみ経路制御試験を実施可能にし、ひずみ経路制御試験における練返し粘土の挙動を調べている³⁾。ここでは、ひずみ経路制御ミニ三軸試験機を自然堆積粘土に適用した結果について述べ、砂質土・練返し粘土に対して行われたひずみ経路制御試験結果と比較・検討する。

2. ひずみ経路制御ミニ三軸試験

本研究で用いた試験装置は、ミニ三軸試験機にDPVC (Digital Pressure / Volume Control device)を接続し、体積変化量を自由に制御できるようにしたひずみ経路制御試験機³⁾である。ひずみ経路の制御はひずみ増分比 R (体積ひずみ増分と軸ひずみ増分の比) が一定になるように、体積変化を制御することによって達成している。ひずみ経路制御ミニ三軸試験機の詳細については既報³⁾を参照されたい。

3. 試料および試験条件

今回のひずみ経路制御ミニ三軸試験で用いた試料は、大阪市内で採取した不攪乱沖積粘土である。表-1は試料の物理特性である。この結果より、本試料はシルト分が多いシルト質粘土であることがわかる。また、ひずみ経路制御ミニ三軸試験の試験条件を表-2に示す。SP1～SP5の試験ケースは、土の挙動に及ぼすひずみ増分比の影響を調べるために有効圧密圧力を一定にし、ひずみ増分比の値を変化させて試験を行った。また、SP2, SP6, SP7の試験ケースは、有効圧密圧力の影響を調べるためにひずみ増分比を一定にし、有効圧密圧力の値を変化させて試験を行った。

4. ひずみ経路制御試験結果

図-1はひずみ増分比を変化させて行った不攪乱シルト質粘土のひずみ経路ミニ三軸試験結果である。軸差応力はひずみ増分比 R に依存して変化する傾向を示し、既往のひずみ経路制御試験結果^{1), 3)}にも見られるようにひずみ増分比が増加するほど最大軸差応力が増加する傾向を示す。また、ひずみ増分比R=-0.15の場合には、軸ひずみの増加に対してわずかであるが軸

差応力が減少し、ひずみ軟化挙動を示す。内田らがひずみ経路制御試験で密な砂においてもひずみ軟化挙動を示す結果²⁾を報告しているように、ひずみ経路制御試験ではひずみ経路によって力学挙動が大きく変化することがわかる。また、過剰間隙水圧もひずみ増分比に依存する挙動が観測され、ひずみ増分比が増加するほど最大過剰間隙水圧および過剰間隙水圧最大時における軸ひずみの値は減少する。そして、有効応力経路は、ひずみ増分比R=0.08～0.33の場合、ひずみ増分比が大きくなるにしたがって、有効応力経路は破壊線から遠ざかる傾向を示す。これも既往のひずみ経路制御試験結果^{1), 3)}において確認されている傾向と一致する。次に、図-2はひずみ増分比を0.8に固定し、有効圧密圧力を変化させて行ったひずみ経路制御試験結果である。軸差応力は有効圧密圧力によらず単調に増加する傾向を示し、有効圧密圧力が増加するほど最大軸差応力は増加する傾向を示す。また、過剰間隙水圧は有効圧密圧力が増加するほど最大過剰間隙水圧および過剰間隙水圧最大時における軸ひずみの値は増加する。そして、有効応力経路は有効圧密圧力によらず、破壊線とは異なるある一定の応力線に漸近する挙動を示す。ここで注目すべき点は、ある一定の応力比に漸近する挙動は有効圧密圧力の大きさに影響を受けないことをChu & Lo¹⁾が砂のひずみ経路制御試験の結果として報告していることである。このように、不攪乱シルト質粘土のひずみ経路制御ミ

表-1 物理特性

比重 (g/cm ³)	2.66
液性限界 (%)	61.0
塑性限界 (%)	28.9
塑性指数	32.1
粘土分 (%)	39.1
シルト分 (%)	55.3
細砂分 (%)	5.6

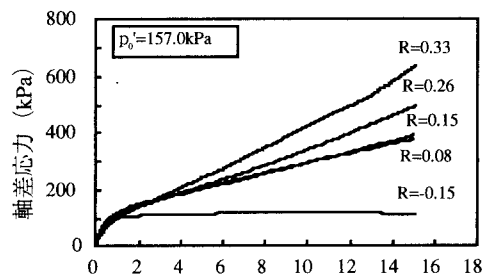
表-2 ひずみ経路制御試験の試験条件

試験CASE	有効圧密圧力 (kPa)	背 圧 (kPa)	ひずみ速度 (%/min.)	ひずみ増分比 R
SP1	157.0	294.3	0.025	-0.15
SP2				0.08
SP3				0.15
SP4				0.26
SP5				0.33
SP6	78.5	235.4		0.08
SP7	235.4			

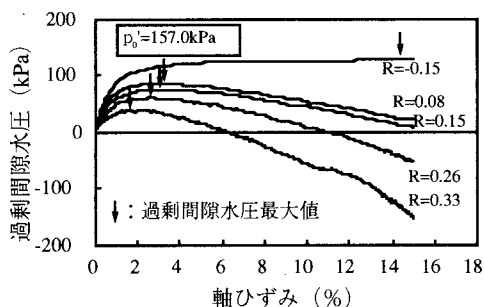
ニ三軸試験においてひずみ経路（ひずみ増分比）に依存した挙動が観察され、砂質土・粘性土に対して行われた既往のひずみ経路制御試験結果と同様の傾向を示すことがわかった。

5. まとめ

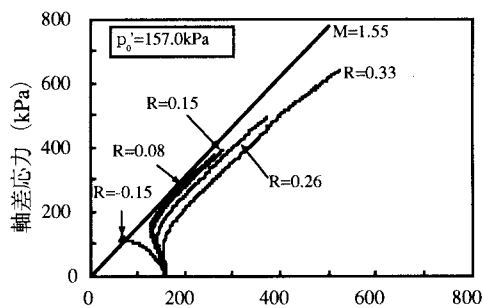
不攪乱シルト質粘土を用いてひずみ経路制御ミニ三軸試験を行った結果、ひずみ経路（ひずみ増分比）に依存する挙動が観察された。また、これらのひずみ経路に依存する挙動は、砂質土・練返し粘土の挙動と定性的に同じ傾向を示すことがわかった。



(a) 軸差応力－軸ひずみ関係

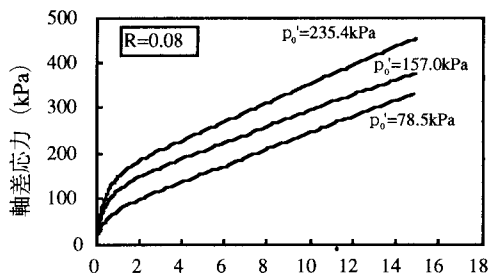


(b) 過剰間隙水圧－軸ひずみ関係

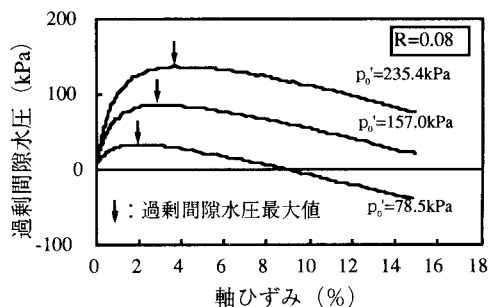


(c) 有効応力経路図

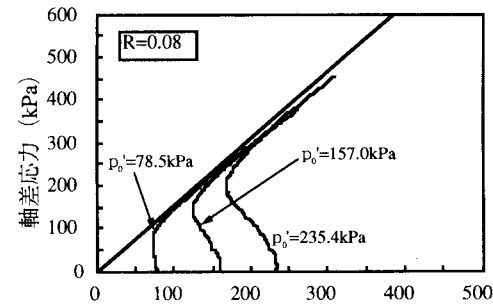
図-1 ひずみ経路制御試験結果
(ひずみ増分比の影響)



(a) 軸差応力－軸ひずみ関係



(b) 過剰間隙水圧－軸ひずみ関係



(c) 有効応力経路図

図-2 ひずみ経路制御試験結果
(有効圧密圧力の影響)

【参考文献】

- 1) Chu, J. and Lo, S. C. R.: Asymptotic behavior of a granular soil in strain path testing, Geotechnique, Vol. 44, No.1, pp. 65 ~ 82, 1994.
- 2) 例えば 内田一徳, 長谷川高士: ひずみ経路制御三軸供試体の局部ひずみ分布, 第28回土質工学研究発表会, pp. 587 ~ 588, 1993.
- 3) 松井保, 小田和広, 鍋島康之, 坂田智己, 鶴田慎之介: ひずみ経路制御ミニ三軸試験機の試作と練返し飽和粘土への適用, 第31回地盤工学研究発表会, pp. 821 ~ 822, 1996.