

III-A 53

ひずみ経路制御ミニ三軸試験における練返し粘土のせん断挙動

大阪大学工学部 学生員 坂田智己
 大阪大学工学部 正会員 松井 保
 大阪大学工学部 正会員 小田和広
 大阪大学工学部 正会員 鍋島康之
 大阪大学工学部 学生員 鶴田慎之介

1.はじめに

近年、透水性の良い砂質土に対し、任意のひずみ経路に沿う試験の達成や供試体内部での応力やひずみの均一の保持を目的としたひずみ経路制御方式の三軸試験が行われている^{1),2)}。しかし、ひずみ経路制御試験は供試体からの排水量を直接制御するために、透水性の低い粘性土へは適用が困難であった。筆者らは、供試体が小さい（排水距離が短い）ために排水試験が容易にできる利点を持つミニ三軸試験³⁾に利用することを考え、ひずみ経路制御ミニ三軸試験機⁴⁾を試作した。本研究では、ひずみ経路制御ミニ三軸試験を練返し粘土に適用し、ひずみ経路制御試験による練返し粘土のせん断挙動について検討している。

2.ひずみ経路制御ミニ三軸試験機

ひずみ経路制御ミニ三軸試験機では、パーソナルコンピューターを用いることにより、各測定項目の自動測定・記録と体積変化量の自動計測を可能としている。これまで、せん断過程においてひずみ経路を制御する方法はいくつか提案されているが、本研究では、一定の軸ひずみ速度で供試体を圧縮しながら、DPVC (Digital Pressure Volume Control Device)⁴⁾により体積変化を制御している。図-1にDPVCの概要を示している。DPVCはステッパ・モーターとスクリーギア、ピストンで構成されている。また、DPVCは排水経路を介して供試体の上部および底部に接続されており、ステッパ・モーターの回転をコンピューター制御することによって体積変化の正確な制御を行うことができる。

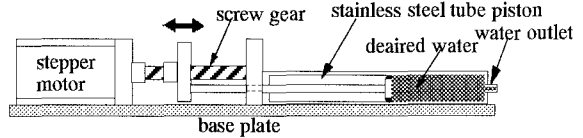


図-1 DPVCの概略図

表-1 物理特性

土粒子密度 (g/cm ³)	2.62
液性限界 (%)	87.5
塑性限界 (%)	28.3
塑性指数	59.2

表-2 試験条件

試験ケース	初期含水比 (%)	ひずみ増分比 R	ひずみ速度 (%/min)	有効圧密圧力 (kPa)
SP1	60.7	0.08	0.05	100
SP2	59.8	0.17	0.05	100
SP3	59.8	0.26	0.05	100
SP4	59.5	0.33	0.05	100
SP5	59.8	0.41	0.05	100
p'const.-test	59.8	-	0.02	100

3.ひずみ経路制御三軸試験

今回の試験では、試験試料として液性限界の約3倍の含水比で練り返した後に、圧密圧力98.1kPaで予圧密したカオリン粘土を用いた。表-1はこの試料の物理特性を示している。また、表-2は今回行ったすべての試験条件を示している。体積ひずみ増分と軸ひずみ増分の比（ひずみ増分比： $R=d\varepsilon_v/\varepsilon_1$ ）を0.08, 0.17, 0.26, 0.33, 0.41の5段階に変化させて試験を行い、有効拘束圧および背圧は共に100kPa、軸ひずみ速度は0.05%/minとした。また、予備試験の一つとして平均有効主応力一定試験（p'const.-test）も行っている。

4.試験結果および考察

図-2は軸差応力-軸ひずみ関係を示している。軸ひずみが約2.0%に達するまで、各ひずみ増分比における軸差応力-軸ひずみ挙動に顕著な違いは認められない。しかし、軸ひずみが増大するに伴ってひずみ増分比の影響が顕著になり、ひずみ増分

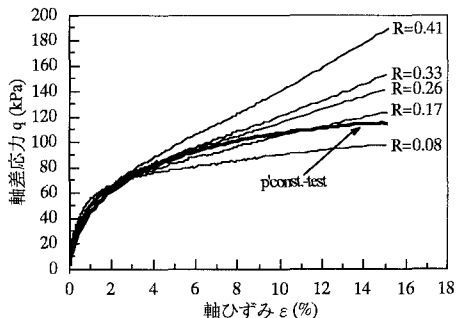


図-2 軸差応力-軸ひずみ関係

比が大きいほど最大軸差応力は大きくなる。図-3は過剰間隙水圧-軸ひずみ関係を示している。ひずみ増分比が大きいほど同一の軸ひずみに対する過剰間隙水圧は小さくなっている。また、ひずみ増分比が0.17以上の試験ケースにおいて、過剰間隙水圧は軸ひずみの増加に伴って単調に増加した後、減少に転じている。そして、過剰間隙水圧最大値における軸ひずみはひずみ増分比が大きいほど小さくなっている。図-4は平均有効主応力一定試験におけるひずみ増分比と軸ひずみの関係を示している。平均有効主応力一定試験のひずみ増分比がひずみ経路制御試験を行ったひずみ増分比を示す直線とそれぞれ交差したときの軸ひずみは、図-3における↓印の軸ひずみにほぼ対応している。したがって、DPVCによる体積変化制御量が供試体固有のダイレイタンス量を上回ったときに過剰間隙水圧が減少し始めることが考えられる。図-5はDPVCによる体積変化制御量からダイレイタンス量を差し引いた体積ひずみと軸ひずみの関係を示している。図-3と比較すると軸ひずみに対するそれぞれの挙動は各ひずみ増分比で定性的に等しく、過剰間隙水圧の挙動とDPVCによる体積変化制御量は密接に関連していることがわかる。図-6は有効応力経路を示している。また、図中には非排水せん断試験から求めた限界状態線も同時に示している。ひずみ経路制御試験の有効応力経路はこれまでの三軸試験結果と異なり、○印を境に右上がりの経路へと移行している。また、ひずみ増分比が大きくなるほど限界状態線から遠ざかる傾向を示し、軸差応力は単調に増加する。このように、練返し粘土のせん断挙動はひずみ増分比と関連していると考えられ、DPVCによる体積変化制御量が練返し粘土のせん断挙動に大きく影響を及ぼしていることがわかる。

5.まとめ

練返し粘土に対してミニ三軸供試体を用いたひずみ経路制御試験を行った。その結果、練返し粘土のせん断挙動はひずみ増分比の影響を大きく受け、DPVCによる体積変化制御量と練返し粘土のせん断挙動は密接に関連していることがわかった。

【参考文献】1) Uchida, K & Vaid, Y. P. : Sand behavior strain path control, Proc. of 13th ICSMFE, pp. 17 - 20, 1994. 2) Chu, J. & Lo, S. - C. R. : Asymptotic behavior of a granular soil in strain path testing, Geotechnique, No. 44, pp. 65 - 82, 1994. 3) Matsui, T., Oda, K. & Nabeshima, Y. : Applicability of mini-triaxial test for undisturbed clays, Proc. of 10th ARC, SMFE, pp. 37 - 40, 1995. 4) 松井ら：ひずみ経路制御ミニ三軸圧縮試験機の試作, 平成8年度土木学会関西支部年次学術概要集, 1996. (印刷中)

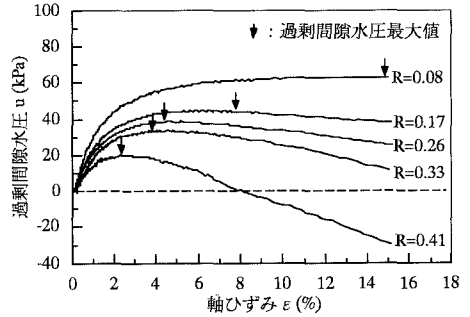


図-3 過剰間隙水圧-軸差応力関係

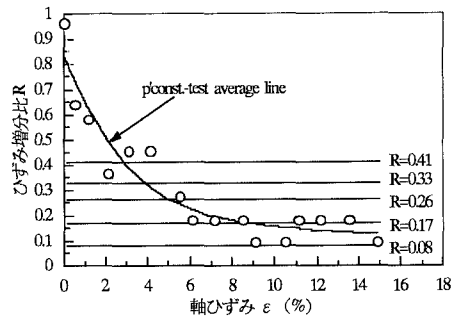


図-4 ひずみ増分比-軸ひずみ関係

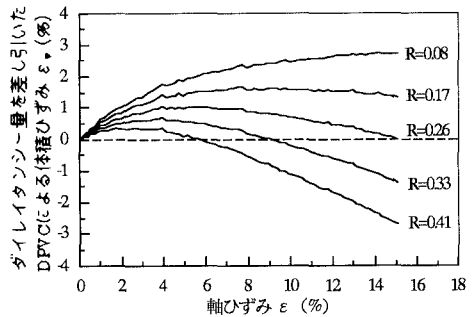


図-5 体積ひずみ-軸ひずみ関係

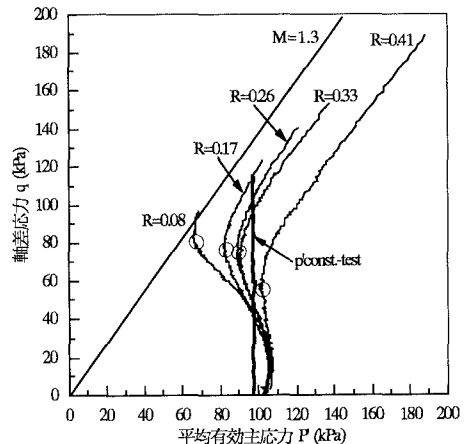


図-6 有効応力経路