

Ⅲ-A42

練返し粘土のひずみ経路制御ミニ三軸試験におけるひずみ軟化挙動

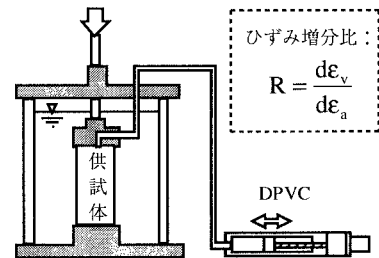
大阪大学大学院工学研究科 学生会員 竹田 英司
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鍋島 康之
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 小田 和広
 大阪大学大学院工学研究科 フェロー 松井 保
 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 木田川 純

1. はじめに

ひずみ経路制御ミニ三軸試験では、供試体内部の含水比分布を排水三軸試験や非排水三軸試験よりも均一な状態に保つたまません断できる特徴を有している。このため、大変形に至るまではほぼ均一な変形状態を保持することができる。また、ひずみ増分比を変化させることによって、粘性土の応力－ひずみ関係を強制的にひずみ硬化あるいはひずみ軟化させられることがわかっている²⁾。このことはひずみ増分比の値、つまり間隙水の流入・流出によって粘性土のせん断挙動が影響を受けることを示している。そこで、供試体内部の含水比分布をもとに間隙水の移動に着目しながら、ひずみ経路制御試験において観察された練返し粘土のひずみ軟化挙動について検討する。

2. ひずみ経路制御ミニ三軸試験の特徴

ひずみ経路制御ミニ三軸試験機は図－1に示すように排水経路にDPVC（Digital Pressure / Volume Control device）と称する体積変化制御装置を接続しており、供試体を圧縮すると同時に体積変化を制御できる機構を持っている。本研究で行ったひずみ経路制御試験では、ひずみ増分比（体積ひずみ増分 $d\varepsilon_v$ と軸ひずみ増分 $d\varepsilon_a$ の比）が一定になるように体積変化量を制御している。このため、非排水三軸試験や排水三軸試験では供試体内部の間隙水圧や含水比分布が不均一になりやすいのに対して、ひずみ経路制御試験は供試体内部の間隙水圧や含水比の分布を比較的均一に保持した状態でせん断できる特徴を有している。



図－1 ひずみ経路制御ミニ三軸試験概要

表－1 カオリン粘土の物理特性

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

3. 試料および試験条件

ひずみ経路制御試験に用いた試料は表－1に示すカオリン粘土（ASP200）を含水比約260%で練返し、98.1kPaで予圧密した練返し粘土である。また、表－2は実施したすべてのひずみ経路制御ミニ三軸試験の試験条件である。ひずみ増分比（R）の値のみを変え、他の試験条件は統一している。そして、供試体内含水比分布を調べるため、ひずみ経路制御ミニ三軸試験前・後に金属チューブを用いた測定法により含水比を調べている。

4. 試験結果および考察

図－2はひずみ経路制御ミニ三軸試験結果である。ひずみ増分比が正の場合、その値が増加するとともに軸差応力－軸ひずみ関係は著しいひずみ硬化挙動を示し、有効応力経路は破壊線から遠ざかる傾向を示す。一方、ひずみ増分比が負の場合、軸差応力－軸ひずみ関係は明らかにひずみ軟化挙動を示し、ひずみ増分比が小さくなるほどその傾向

表－2 ひずみ経路制御ミニ三軸試験の試験条件

ひずみ増分比 R	有効圧密 圧力(kPa)	背圧 (kPa)	軸ひずみ速度 (%/min)
0.41	100.0	100.0	0.05
0.26			
0.17			
0.08			
-0.08			
-0.17			
-0.26			
CU試験(0)			

間隙水の移動、含水比分布、ひずみ経路制御、ひずみ軟化、ミニ三軸試験

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 Phone：06-879-7625 Fax：06-879-7626

が著しくみられる。また、これらの試験ケースにおける有効応力経路はひずみ増分比の値に関わらず、破壊線を越えて破壊線とほぼ平行な傾きで軟化する挙動がみられる。せん断試験中に間隙水圧を増加させる試験結果³⁾においても同様の挙動が観察されており、強制的に供試体内に間隙水を流入させる場合にみられる挙動であることがわかる。

図-3はひずみ経路制御ミニ三軸試験前・後の供試体内含水比分布を調べた結果である。等方圧密終了時における供試体内含水比分布は周縁部で含水比の低い部分がみられるが、ほぼ均一な状態であるといえる。ひずみ増分比が正の場合 ($R=0.26$)、供試体中央部で含水比が高い部分がみられるものの、等方圧密終了時と同様な傾向を保っているため、供試体内含水比分布は比較的に均一な状態を保持していることがわかる。それに反して、ひずみ増分比が負の場合 ($R=-0.26$)、供試体中央部に近づくほど含水比が高くなる傾向がみられ、供試体中央部に特に含水比の高い部分がみられる。非排水三軸試験⁴⁾や間隙水圧増加試験⁵⁾においてもせん断帯周辺において含水比が高くなることが指摘されている。今回のひずみ経路制御ミニ三軸試験ではせん断帯が明確に現れなかったが、やはり間隙水がせん断領域に集中していることが明らかになった。ひずみ経路制御試験では供試体内部の含水比分布を比較的に均一に保持できるにもかかわらず、供試体中央部において含水比が高くなる傾向がみられたことから、通常の三軸試験において粘土供試体がひずみ軟化挙動を示す場合、せん断帯周辺部に間隙水が極度に集中して含水比が高くなっている可能性が示唆された。

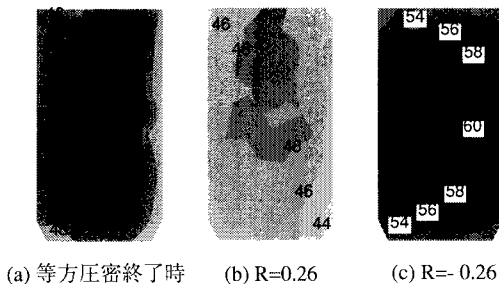
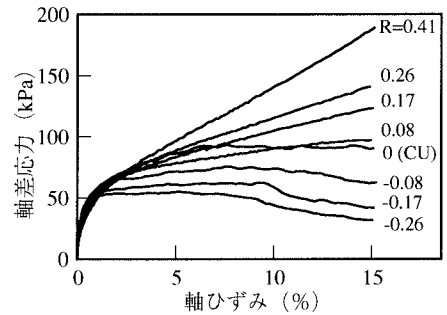


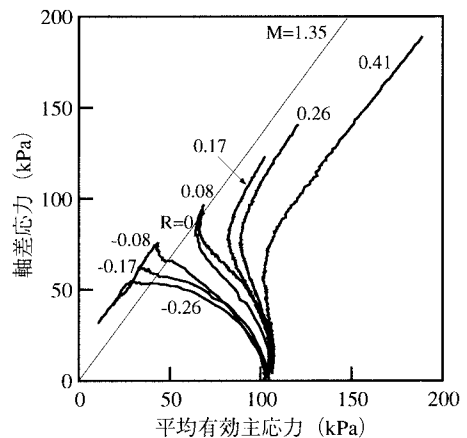
図-3 ひずみ経路制御ミニ三軸試験前・後の供試体内含水比分布

【参考文献】

- 1) 木田川・鍋島・小田・松井：ひずみ経路制御ミニ三軸試験における供試体内含水比分布，第52回土木学会年次学術講演概要集，3-A，pp.102-103，1997。
- 2) 坂田・松井・小田・鍋島・鶴田：ひずみ経路制御ミニ三軸試験における繰返し粘土のせん断挙動，第51回土木学会年次学術講演概要集，3-A，pp.106-107，1996。
- 3) 岩部・小川：間隙水圧を一定速度で上昇させたときのカオリン粘土のせん断挙動，第32回地盤工学研究発表会講演集，pp.569-570，1997。
- 4) 中野・浅岡・井上：正規圧密／超過圧密三軸粘土供試体のせん断帯近傍での含水比分布，第50回土木学会年次学術講演概要集，3-A，pp.360-361，1995。
- 5) 五十嵐・大塚・豊田・兒島：間隙水圧増加試験における飽和粘性土の破壊メカニズムの考察，第32回地盤工学研究発表会講演集，pp.567-568，1997。



(a) 軸差応力－軸ひずみ関係



(b) 有効応力経路図

図-2 ひずみ経路制御ミニ三軸試験結果

5. まとめ

供試体内含水比分布を均一に保持できるひずみ経路制御試験においても、せん断領域付近に間隙水が集中し含水比が高くなる傾向がみられた。特にひずみ増分比が負の値の場合、その傾向は顕著になるとともに、応力－ひずみ関係は明らかなひずみ軟化挙動を示すことがわかった。