

神戸大学大学院  
大 成 建 設 係  
神戸大学大学院自然科学研究科  
神戸大学工学部

学生員 ○ 辰巳 雅俊  
正会員 有働 敬天  
正会員 軽部 大蔵  
正会員 飯塚 敦

**研究の目的** 地盤の応力履歴を再現する室内試験のうち、排水条件のコントロールが容易であること、供試体内の応力を均一に保持しやすい等の理由で、三軸圧密非排水せん断試験を行い、さらに、中空円筒ねじり試験装置を用いて、非排水せん断、ねじりせん断を行った。そして、中空円筒ねじり試験により求まる初期瞬間せん断剛性が、せん断の進行によってどのように変化するかを考察する。

**実験に用いた試料および実験方法** 実験の用いた試料は市販の粉末カタルボである。三軸試験装置にはノルウェー型三軸試験装置を用い、中空円筒ねじり試験には図-1に示す試験装置を用いる。

三軸圧密非排水せん断試験には、直径 3.5cm、高さ 8cm である供試体を用いている。供試体をセル内にセットした後、セルの水圧によって等方圧密する。圧密圧力は、98kPa、245kPa と二段階行う。圧密時の時間と排水量の関係において、3 $\sigma$ 法により圧密の終了を確認し、圧密時の体積変化を求める。圧密が終了したら、排水バルブを閉じ、ひずみ速度(0.070% / min)一定にして軸圧縮を行う。非排水せん断試験結果を図-3に示す。

次に、中空円筒ねじり試験の試験手順について説明する。まず 196kPa まで予圧密した供試体を中空円筒ねじり試験装置にセットした後、245kPa まで等方圧密を行い、軸圧縮、ねじりせん断をする。供試体寸法は、外形 10cm、内

径 6cm、高さ 10cm である。図-2 に 98kPa、245kPa の二段階で等方圧密を行った結果を示している。過剰間隙水圧が十分消散していることを確認して圧密を終了している。軸圧縮はひずみ制御レラクゼーション方式で行い、レラクゼーション時間が 120min の場合の試験結果を 図-3 に示している。ねじりせん断は非排水条件の下で軸変位を拘束させたまま等体積せん断をする。ねじり速度は手動で制御し、M.Tatsumi(Kobe Univ.), H.Udoh(Taisei co.), A.Iiduka, D.Karube(Kobe Univ.)

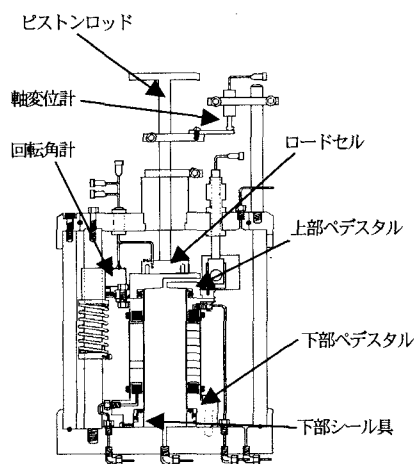


図-1 中空円筒ねじり試験装置

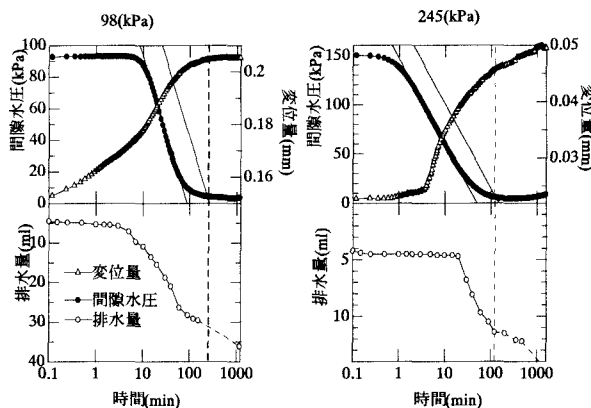


図-2 中空円筒ねじり試験の圧密過程

10° /min である。ひずみ制御レラクゼーション方式により、最終的に与えた軸ひずみに対するねじり時の応力 - ひずみ関係を図-4 に示す。

**実験結果と考察** 図-3 の軸ひずみと軸差応力の関係では、軸差応力のピーク点は三軸圧密非排水せん断試験の方がおおきことが分かる。有効応力経路図では、三軸圧密非排水せん断試験における限界状態比は 1.59 であり、中空円筒圧密非排水せん断試験の有効応力経路が似たような挙動を示した場合もみられた。軸ひずみと間隙水圧の関係において、軸ひずみを 15% まで与えた試験の間隙水圧は、破壊後急激な上昇を示している。

中空円筒ねじり試験のねじり過程におけるひずみ( $\gamma$ )とせん断応力ひずみ

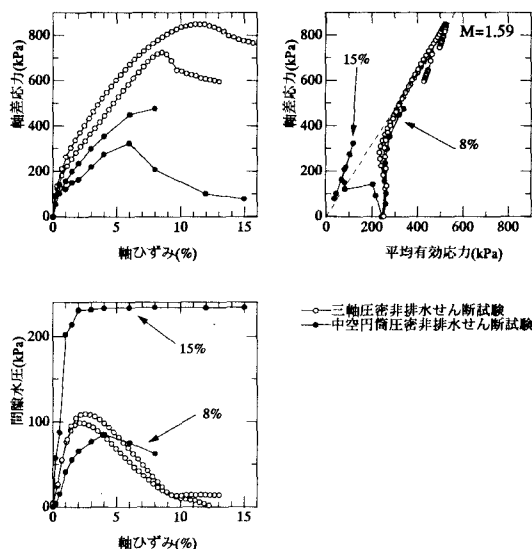


図-3 三軸圧密非排水せん断試験および中空円筒圧密非排水せん断試験

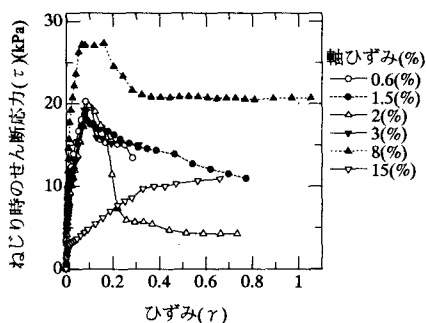
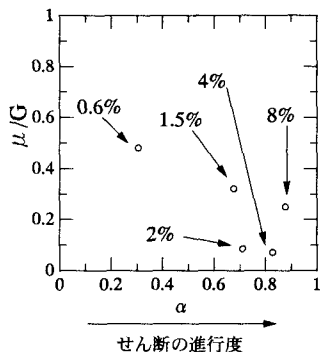


図-4 ねじり時のひずみ - せん断応力

( $\tau$ ) の関係を図-4 に示している。最終的に与えた軸ひずみと対応した明確なグラフの傾向はみられなかった。

中空円筒ねじり試験の軸圧縮、ねじり時の応力 - ひずみ関係から初期瞬間せん断剛性係数を求めて、せん断の進行による変化を示したのが図-5 である。せん断の進行が進むにつれて、 $\mu / G$  は減少する傾向がみられた。

**まとめ** 初期瞬間せん断剛性係数は、カムクレイモデルでは軸せん断履歴によらず一定であるが、本実験では軸せん断の進行に伴って減少する傾向が確認された。



G: 軸圧縮時の初期瞬間せん断剛性係数  
 $\mu$ : ねじり時の初期瞬間せん断剛性係数

$\alpha = q/pM$   
M: 三軸圧密非排水せん断試験によって求められた限界状態比

図-5 せん断の進行に伴う初期瞬間せん断剛性係数