

## 自動制御による不攪乱粘土の繰返し中空ねじりせん断試験

佐賀大学理工学部○学生会員 詫間恒平

佐賀大学 " 学生会員 小山真

佐賀大学 " 正会員 坂井晃

## 【1】はじめに

佐賀平野は軟弱な沖積粘土層が厚く堆積している地盤地帯であり、静的な荷重だけでなく中長期にわたる繰返し荷重によって起こる地盤沈下の進行が、土質工学的問題として知られている。現在、交通荷重、波浪、地下水位の変動等の繰返し荷重による長期的沈下の变形予測法を確立することが、急務となっている。これら種々の応力経路を受ける粘性土の繰返し变形挙動を明らかにするために、本研究では中空ねじりせん断試験装置を用いて中間主応力係数一定条件下で試験ができるような装置の改良と制御プログラムの作成を試みた。

## 【2】中空ねじりせん断試験装置概要

試験装置の概略を図1に示す。試験装置の外力はA/D、D/A変換器とBASICプログラムによりコンピュータ制御し、圧密中は軸荷重、セル圧内・外を空気圧で制御し、せん断試験中は軸荷重 $W$ 及びトルク荷重 $T$ は電動型油圧サーボ、中空供試体セル圧外 $P_o$ 及び中空部のセル圧 $P_i$ はE/P変換器を使用して空気圧で独立に制御している。

図2に要素試験としての応力状態を示す。本試験では安福ら<sup>1)</sup>によって示されている応力制御の手順と同様の制御プログラムを作成し応力を制御している。また、本試験装置はセル圧内・外の空気圧をオーバーシュートの起きにくいE/P変換器を使用して制御しているが、さらにオーバーシュートの影響を軽減するためにセル圧内・外の荷重増減を、 $0.001\text{kgf/cm}^2$ で制御している。また、軸荷重及びトルク荷重においてもそれぞれ $0.1\text{kgf}$ 及び $0.1\text{kgf}\cdot\text{cm}$ の荷重増減で外力を制御している。試料は、不攪乱有明粘土( $w_n=110\%$ 、 $w_L=102\%$ 、 $I_p=56$ 、 $p_c=0.30\text{kgf/cm}^2$ )を使用し、中空円筒供試体(外径 $10\text{cm}$ 、内径 $6\text{cm}$ 、高さ $10\text{cm}$ )は塩ビ管よりトリミング法で作成し、二重負圧法、バックプレッシャ $-3.0\text{kgf/cm}^2$ 載荷後( $B$ 値 $\geq 0.99$ )、 $1.0\text{kgf/cm}^2$ の有効拘束圧で24時間等方圧密を行った。

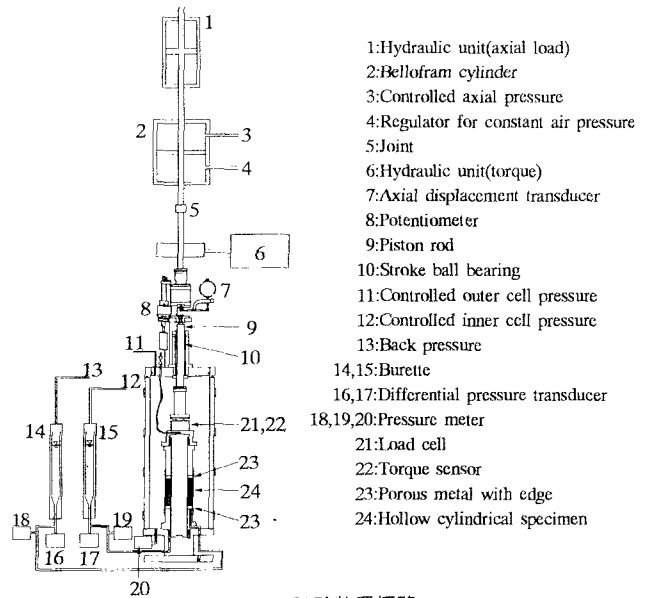


図1 試験装置概略

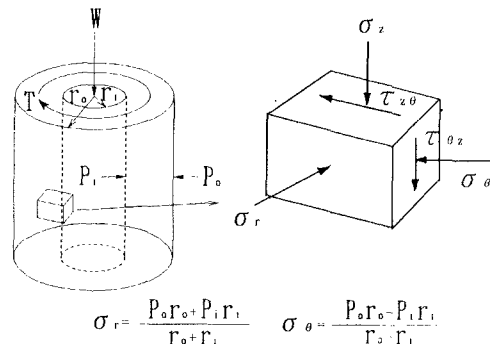


図2 応力状態

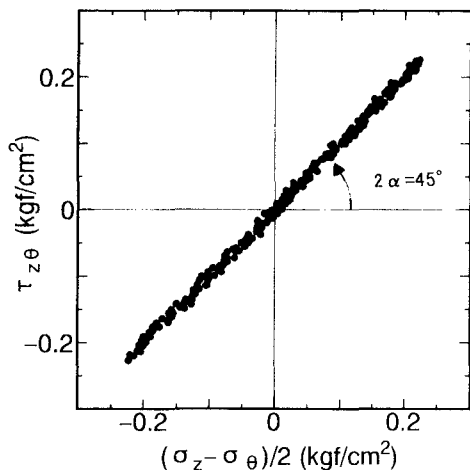


図3 応力経路

### 【3】中間主応力係数一定試験結果

図3は今回実施した応力経路である。中間主応力係数  $b = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5$  一定とした。図4には今回制御を行った各応力ステップごとの主応力と  $b$  値の変化を時刻歴で示す。 $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  になる前後で幾分  $b$  値のばらつきが見られるものの、それ以外はほぼ指定した通りの  $b$  値で制御できていると言える。ここに、 $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  になる地点は計算上  $b$  値が無限大になり、プログラム上はエラーを発生するので本試験では応力が制御できていれば次の荷重ステップに進むようにした。

図5、6にねじり方向の応力-ひずみ曲線と有効応力経路を示す。本試験は、過剰間隙水圧比0.5、せん断ひずみが±2%以内では  $b$  値一定で指定した応力経路を良好に制御できていると言える。

### 【4】あとがき

今回、中空ねじり試験装置を用いた等方圧密からの繰返しせん断試験を  $b$  値一定の試験ができるプログラムを作成し、不攪乱有明粘土を用いて実施した。応力経路上、等方応力状態になる近傍においては、計算の制度上、 $b$  値に変動が生じるものの、比較的良好的な制御結果が得られた。今後、 $b$  値の変動を少なくするとともに、大きいひずみ状態にも追従できる制御方法を早急に確立する予定である。

参考文献<sup>1)</sup> 安福ら：中空ねじりせん断試験装置の試作とその適用、地盤と建設、Vol. 10, No. 1, 1992

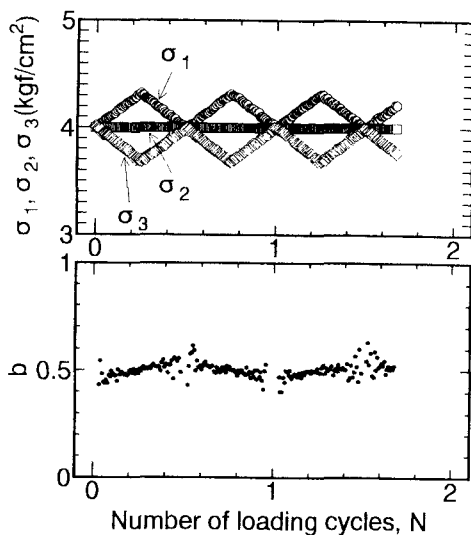


図4 各主応力と中間主応力係数の時刻歴

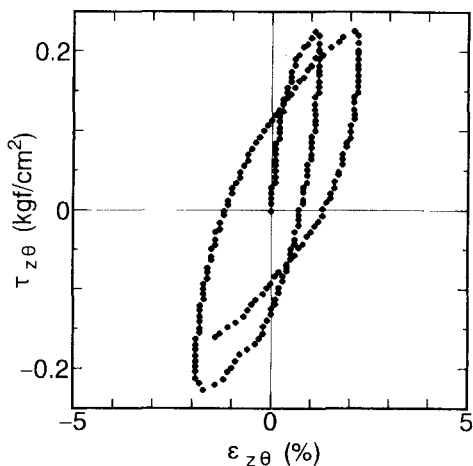


図5 応力-ひずみ曲線 ( $\tau_{z\theta} - \varepsilon_{z\theta}$ )

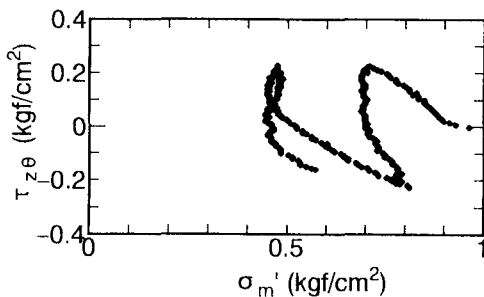


図6 有効応力経路 ( $\tau_{z\theta} - \sigma'_m$ )