

III-A 78 自動応力制御による不攪乱有明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 小山真
佐賀大学理工学部 正会員 坂井眞

1. まえがき

佐賀平野は軟弱な沖積粘土層が厚く堆積している軟弱地盤であり、地震、交通荷重、波浪等の繰返し荷重による沈下・変形挙動の影響が社会的問題となっている。本研究は、これら種々の応力経路を受ける粘性土の繰返し変形挙動を明らかにするために、中空ねじりせん断試験装置を用いて中間主応力係数 b 一定条件下の試験も可能な装置の改良と制御プログラムの作成を行い、繰返し非排水せん断試験を実施した。

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。試験装置は、圧密は軸荷重、中空供試体内・外のセル圧を空気圧で制御し、繰返しせん断試験は軸荷重 W とトルク荷重 T は電動型油圧サーボで、中空供試体外部セル圧 P_o と内部セル圧 P_i は空気圧で独立にコンピュータ制御している。

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¹⁾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。荷重は応力パラメータ $q^* = (\sigma_1 - \sigma_3)/2 = ((\sigma_z - \sigma_\theta)/2)^2 + \tau_{z\theta}^2)^{1/2}$ を $q^* = 0.01 \text{ kgf/cm}^2$ ステップで、1サイクルに約20分かけて制御を行った。

試料は、不攪乱有明粘土 ($t_v = 56, p_v = 0.30 \text{ kgf/cm}^2$) を使用し、トリミング法により中空円筒供試体 (外径 10 cm 、内径 6 cm 、高さ 10 cm) を作成した。圧密は、二重負圧法を用いて、バックプレッシャー 3.0 kgf/cm^2 載荷 (B 値 ≥ 0.98) 後、有効拘束圧 1.0 kgf/cm^2 の等方圧密を24時間載荷した。繰返し試験は表-1及び図-3に示すように、中間主応力係数 $b = (\sigma_2 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5$ 一定と、側圧一定の2種類の試験をそれぞれ主応力方向角 $2\alpha = 0^\circ$ と 45° について行った。

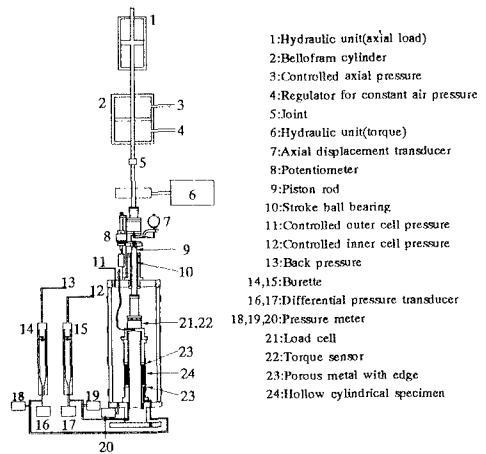


図-1 試験装置概略

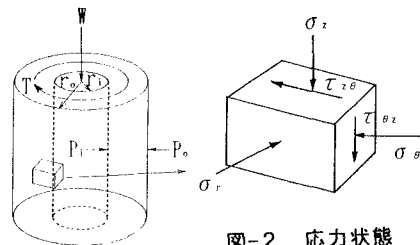


図-2 応力状態

表-1 試験条件

Test No.		T1	T2	T3	T4
初期間隙比	e_o	3.157	3.150	3.186	3.165
圧密後間隙比	e_c	2.423	2.581	2.618	2.525
含水比	w_n (%)	117.3	115.8	136.3	118.6
圧密圧力	p' (kgf/cm^2)	1.00	1.00	1.00	1.00
中間主応力係数	b	0.5	0.5	側圧一定	側圧一定
主応力方向角	2α (deg)	0	45	0	45
繰返し応力	q^* (kgf/cm^2)	0.22	0.22	0.22	0.22
	$\tau_{z\theta}$ (kgf/cm^2)	0.18	0.18	0.20	0.20

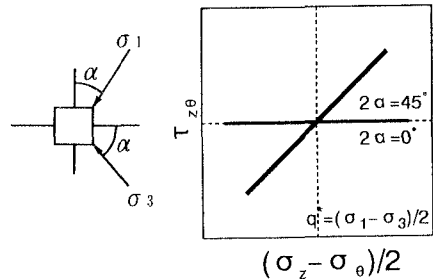


図-3 主応力方向角と応力経路

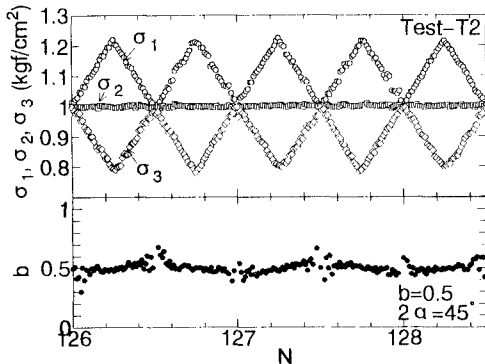


図-4 自動制御による主応力とb値の制御状況

3. 制御状況及び試験結果

図-4に中間主応力係数 $b=0.5$ の制御結果の一例(Test-T2, $N=126\sim 128$)を示す。等方応力状態になる前後で b 値にばらつきが見られるが、それ以外はほぼ b 値一定で制御できている。また、これらの制御は少なくとも $\gamma_{oct}=12\%$ 程度まではよく制御されていることが確認できた。

図-5は中間主応力係数一定試験($b=0.5$)の過剰間隙水圧と γ_{oct} の時刻歴を示す。主応力方向角 $2\alpha=0^\circ$ より 45° の方が間隙水圧、ひずみの発生が早く、 $\gamma_{oct}=10\%$ に達する繰返し回数を比較すると、約4割ほど低下している。一方、図-6は側圧一定試験の時刻歴を示す。 $b=0.5$ の試験結果に比べ、1サイクル中の間隙水圧変動が大きいものの、 $2\alpha=0^\circ, 45^\circ$ の両者に大きい差異は見られなかった。

図-7は $2\alpha=0^\circ$ の応力経路における半径方向のひずみ ϵ_r の時刻歴を示す。 ϵ_r は b 値を制御しない場合(側圧一定)は、原点を中心に両振れで発生するが、 b 値を制御した場合には、片方向(内側)に大きく歪むことが分かった。すなわち、中空供試体は、 b 値の制御によって、半径方向では内側に、軸方向では伸張方向に変形していく様相を呈するようになり、要素試験としての試料の変形に対する問題を示唆するものと考えられる。

4. あとがき

今回、 b 値一定の試験ができる装置の改良とプログラムを作成を行い、不攪乱有明粘土を用いた繰返しせん断試験によってその応力制御の有効性を確認した。中間主応力係数 b を制御した試験では半径方向のひずみが進行していくことから、本制御方法の妥当性について十分検討していく必要がある。

参考文献:1)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, pp83-92, 1992.

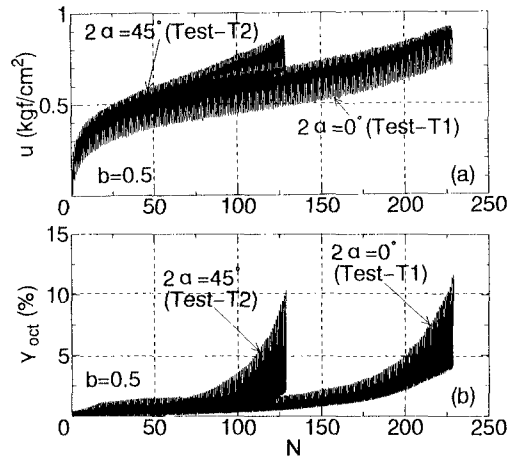


図-5 中間主応力係数一定の試験結果

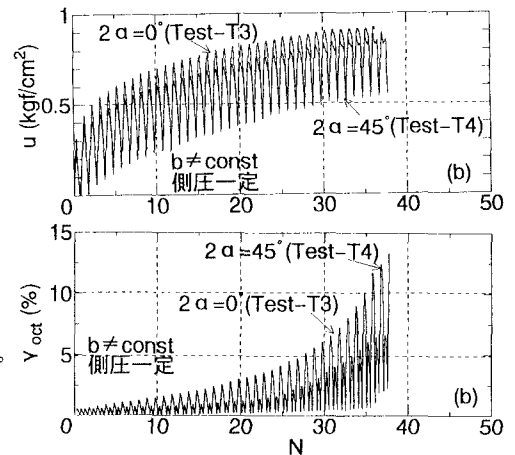


図-6 側圧一定の試験結果

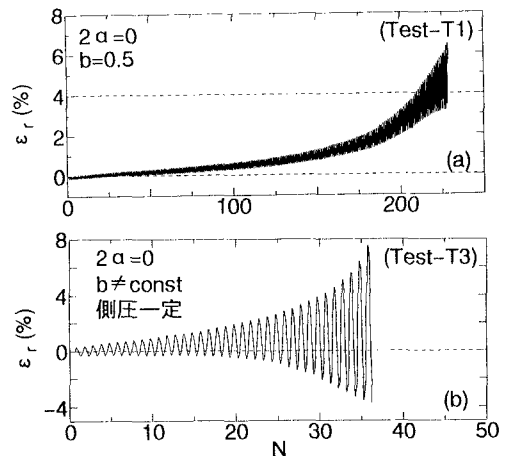


図-7 半径方向ひずみ ϵ_r