

京都大学工学部 赤井 若一
 京都大学工学部 大西 有三
 京都大学大学院 ○山中 義之

1. はじめに

地盤基礎が繰り返し載荷を受ける機会はひじょうに多い。しかし、粘性土に関しては一方向せん断時の構成関係についてはほぼ確立されているが、繰り返しせん断時の力学特性についてはいまだ不明瞭な部分が多いものと思われる。そこで本研究では、飽和粘性土に対する非排水繰り返しせん断試験を行ない、繰り返しせん断時の粘性土の力学的挙動を調べた。試験においては、ダイレイタンスに起因して発生する過剰間げき水圧を直接計測することのできる三軸試験装置を用いた。

2. 試験装置

本研究で用いた三軸装置は、電気・油圧サーボ機構による自動制御により、平均主応力を一定に保持することができる。図-1にその機構系統を示すが、軸圧載荷用ロードセルにベロフラムを装着させ、軸圧と側圧を独立に制御することができる構造になっている。せん断は、外部の関数発生器からの任意波形の出力を用いて、荷重制御、変位制御のいずれの場合も自動制御により軸圧載荷用シリンドラを上下させることにより、行なわれる。また、フィードバックコンディショナートにより、荷重制御から変位制御へ、あるいはその逆の切り換えも円滑に行なうことができる。繰り返しせん断試験においては、測定すべきデータは膨大な量となり、その処理が大きな問題となるが、本研究においてはマイクロコンピュータを用いることにより、データの記録、計算処理および図化を行なう。

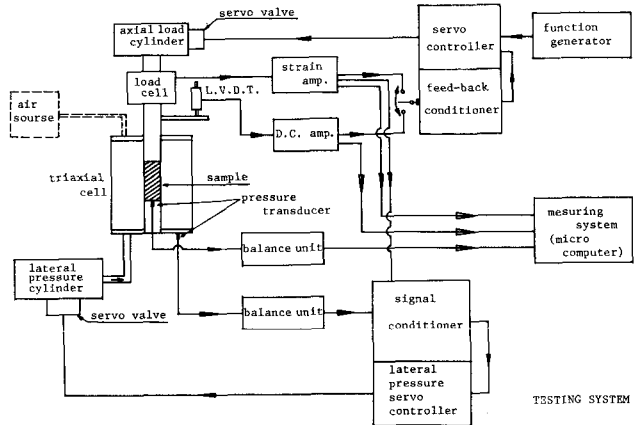


図-1 試験装置の機構系統図

3. 試料と実験方法

本研究では、乾燥深草粘土（シルト質粘土ローム）を液性限界の2倍程度の高い含水比で繰り返し、再圧密（先行圧密圧力約0.6 kg/cm²）したものを試料として用いた。物理特性は、LL 45.5%, PL 22.4%, PI 23.1%, G_s 2.71, 砂分17%, シルト分64%, 粘土分24%である。また、供試体の寸法は直径5 cm、高さ10 cmである。

実験方法は、供試体を1日間等方圧密した後、非排水状態で平均主応力を一定に保持し、繰り返しせん断を行なう。有効圧密圧力はすべて2 kg/cm²（拘束圧3 kg/cm²、バックプレッシャー1 kg/cm²）とした。繰り返しせん断は、図-2に示すように、ひずみの最小値とゼロ、最大値およびひずみ速度を一定とするひずみ制御で行なう。

4. 試験結果

図-3は、最大ひずみ振幅0.78%, ひずみ速度0.12%/minとして行なう。

試験の結果である。これから、繰り返し回数を増すと、供試体内の過剰間げき水圧が累加蓄積してゆく（ダイレイタンスの傾向は常に負）ことがわかる。つまり、有効応力経路はRoscoe (1968) のいう状態境界面の

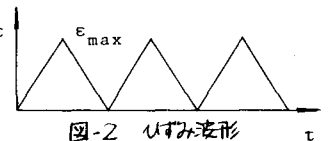


図-2 ひずみ波形

内部と原点方向に達してゆく。 $\dot{\epsilon} = 0.12\%/min$ として行な、 ϵ 各種 ϵ_{max} に対する試験結果を繰り直し回数と過剰間げき水圧に關してまとめると図-4のようになる。図-3,4から、過剰間げき水圧は、ある繰り直し回数以後、ほとんど変化しないことがわかる。すなわち、粘性土は必ずみ振幅に応じた平衡状態に至、たものと考えられる。こうい、た平衡状態に至る過程は次式のような双曲線によ、て近似することが出来る。

$$\Delta u = \frac{N}{a + bN} \quad ; \quad a = \frac{0.49}{\epsilon_{max}} \quad , \quad b = \frac{\epsilon_{max} + 0.55}{1.96 \epsilon_{max}} \quad (\dot{\epsilon} = 0.12\%, \epsilon_{max} < 2\%) \quad \dots\dots (1)$$

また、上式で $N \rightarrow \infty$ とすることにより、過剰間げき水圧の予想終極値が $\Delta u = 1/b$ と求められる。

ところで、実際の地盤においては、せん断応力は規則的なものではなく、ランダムなものである。そこでランダム波に対する挙動の把握へのアプローチとして、繰り直しせん断試験の途中で必ずみ振幅を大きくする試験を行な、た。この場合の過剰間げき水圧の挙動は、2種の必ずみ振幅を ϵ_1 , ϵ_2 ($\epsilon_1 < \epsilon_2$) とすると、(1)初めから ϵ_2 で繰り直しせん断したものに對する予想終極値と、途中から ϵ_2 にしたものに對する予想終極値は一致する。また、途中で必ずみ振幅を減少させても過剰間げき水圧が消散することはないことから、繰り直しせん断時における過剰間げき水圧の値は、履歴する最大せん断必ずみに大きく左右されるといえる。(2)途中から ϵ_2 で行な、たものの過剰間げき水圧の推定式は、初めから ϵ_2 で行な、たものの推定式(双曲線)を漸近線とする双曲線によ、て求められる。その式の係数は、変化の程度 ($\epsilon_2 - \epsilon_1$) や、変化前の繰り直し回数に影響をうけると考えられる。

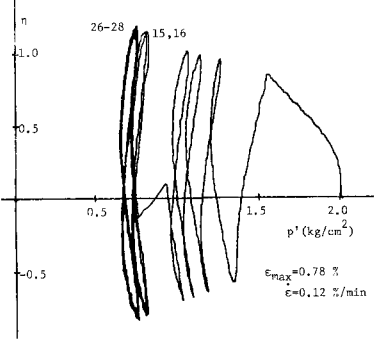


図-3 有効応力経路

次に、繰り直しせん断を受け E 試験を再び初期と同じ条件で等方圧密し、その後再び繰り直しせん断を行な、た場合の過剰間げき水圧の挙動について調べた。図-5は、1度目、2度目とも $\epsilon_{max} = 0.60\%$, $\dot{\epsilon} = 0.60\%/min$ で繰り直しせん断した試験結果である。この試験結果から次のようなことがいえる。2度目の繰り直しせん断によ、て発生する過剰間げき水圧の値は、1度目のものの約60%であり、従、て、平衡状態における値も同様である。これは、再圧密によ、て、間げき比が変化したことよりみし、過圧における繰り直しせん断履歴によ、て、粘性土の力学特性、とりわけダイレイタンシー特性が変化したこと起因するものと考えてよいと思われる。しかし、こうい、た問題については、せん断と圧密のサイクルをも、と繰り直し E 場合の力学特性の変化のようすなど、今後さらに検討を加えるべき点が多く残されていると思われる。

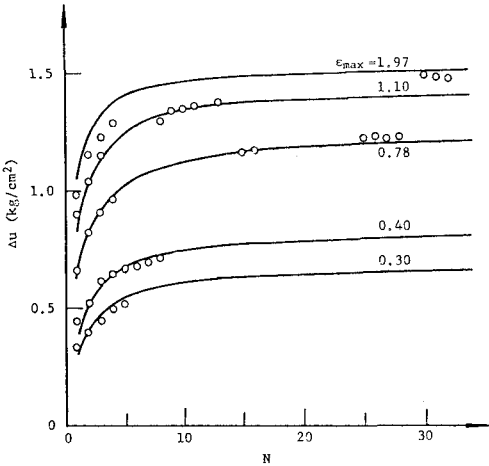


図-4 過剰間げき水圧と繰り直し回数 N の関係

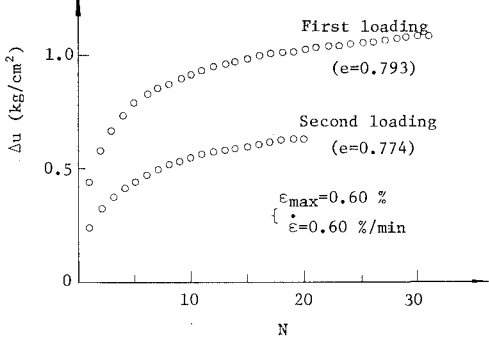


図-5 繰り直しせん断履歴の影響

(参考文献) Roscoe, K.H. & J.B. Burland (1968) : On the Generalized stress-strain behaviour of 'wet' clay, in Engineering Plasticity, Cambridge University Press, p.p. 535-609