

繰返しせん断を受けた粘土の多軸単純せん断試験

山口大学工学部 正会員 松田 博
 山口大学大学院 学生員 藤原 克久
 山口大学工学部 学生員 高田 精一
 山口大学工学部 学生員 佐藤 和雄

1. まえがき

飽和した粘土層に非排水状態で繰返しせん断を与えると、繰返しせん断の大きさにもよるが、粘土中には間隙水圧が蓄積するため非排水強度は低下する。しかし、過剰間隙水圧の消散とともに間隙比は減少することから、強度は繰返しせん断を与える前の状態まで回復した後、最終的には原地盤の強度を上回る。このような繰返しせん断に伴う強度減少と回復、さらには強度の増加に関しては、既に繰返しせん断ひずみ振幅および繰返し回数の関係で明確にされている。ただそれらの結果は、繰返しせん断の方向と静的せん断の方向まで考慮して得られたものではないことから、繰返しせん断の方向と静的せん断の方向の組み合わせが繰返しせん断後の強度に及ぼす影響についても明確にしておく必要がある。そこで、ここでは静的せん断強度を繰返しせん断の方向のみならず、それと直角方向にも負荷することが可能な多軸単純せん断試験機を新たに開発したので報告する。

2. 多軸単純せん断試験機および実験方法

今回開発した多軸単純せん断試験機の概要を示したものが図-1である。供試体（直径75mm、高さ20mm）は水平多方向に移動可能な振動台上に設置されているために、供試体下部は水平2方向に繰返し載荷および静的荷重の負荷を行うことができる。一方、供試体上部は水平方向変位が拘束されているが、鉛直方向の変位は拘束することも自由とすることも可能である。したがって、供試体の圧密あるいは非排水状態での繰返しせん断、静的せん断試験を行うことができる。ここでは、水平2方向をそれぞれx方向、y方向とし、鉛直方向をz方向とする。また、水平2方向のうち、繰返しせん断を負荷する方向を特にx方向と呼ぶことにする。実験では試料として粉末状のカオリン（ $G_s=2.842$ 、 $w_L=47.5\%$ 、 $w_p=35.3\%$ 、 $I_p=12.2$ ）を用いた。まず含水比を80%に調整して十分脱気後圧密圧力49kPaで圧密後、鉛直変位を拘束して供試体の体積を一定とすうで繰返し単純せん断試験を行った。ここでは繰返し回数を100回で一定とし、ひずみ振幅 γ_{dyn} を0.05~1%の間で変化させた。繰返しせん断後、鉛直方向変位の拘束をとり、再び49kPaで圧密を行った。そして過剰間隙水圧が消散したところで再度鉛直変位を拘束し

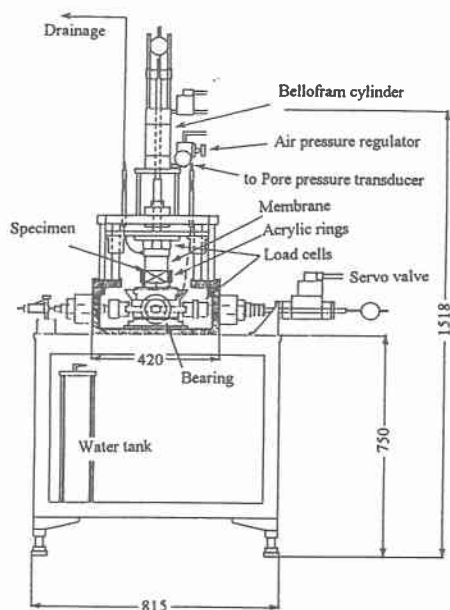


図-1

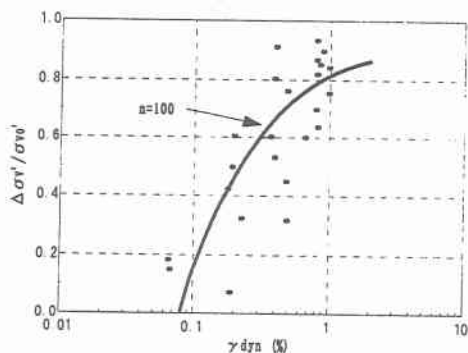


図-2

て静的せん断試験を行った。静的せん断はx方向又はy方向に対して行い、いずれもせん断ひずみ速度は1%/minとした。

3. 実験結果および考察

繰返しせん断後の有効応力の変化 ($\Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}'$) は繰返し回数 n とひずみ振幅 γ_{dyn} の関数として次式で表されることが分かっている。

$$\Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}' = n / (A \cdot \gamma_{dyn}^m + (\gamma_{dyn} / (B + C \cdot \gamma_{dyn})) \cdot n) \quad (1)$$

本研究において式(1)の定数 (A, B, C, m) を求めた結果、 $A = 3.501$, $B = -0.074$, $C = 0.911$, $m = -1.364$ が得られた。図-2に $\Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}'$ と γ_{dyn} の関係と式(1)によって得られた曲線を示す。

次に、繰返しせん断が強度特性に及ぼす影響を繰返しせん断後の静的せん断の実験結果によって示す。静的せん断中の有効応力の変化とせん断応力の変化を示したものが図3、4であって、静的せん断方向 (x, y 方向) によらず、類似の傾向を示すことが確認された。ただ、繰返しせん断後再圧密を行った場合の強度増加、あるいは再圧密を行わない場合の強度減少については、繰返しせん断時のひずみ振幅 γ_{dyn} により著しく影響を受ける。

そこで、繰返しせん断後の有効応力変化をもとに応力減少比 SRR (Stress Reduction Ratio) を次のように定義し、

$$SRR = 1 / (1 - \Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}') \quad (2)$$

図-5に示したように強度比 τ/τ_s と SRR の関係を直線で近似すると、強度比 τ/τ_s は SRR によって次式のように表される。

$$\tau/\tau_s = SRR^\xi \quad (3)$$

ξ は実験定数であり、本研究では、再圧密を行った場合の x 方向、y 方向それぞれについて、 $\xi_x = 0.310$, $\xi_y = 0.205$ 、また、再圧密を行わない場合、 $\xi_x = -0.085$, $\xi_y = -0.403$ が得られた。

したがって、式(1)~(3)より強度比 τ/τ_s は、繰返しせん断時のひずみ振幅 γ_{dyn} と繰返し回数 n によって表される。 τ/τ_s と γ_{dyn} 関係を示したものが図-6であって、再圧密を行った場合と再圧密を行わない場合それぞれについて、x 方向と y 方向の強度変化に違いが明確に表われている。

4. まとめ

ここでは新たに多軸単純せん断試験機を作製して、繰返しせん断と静的せん断の方向の違いが強度に及ぼす影響について調べた。その結果、繰返しせん断後再圧密を行った場合、繰返しせん断と同一方向の強度増加が著しいことがわかった。

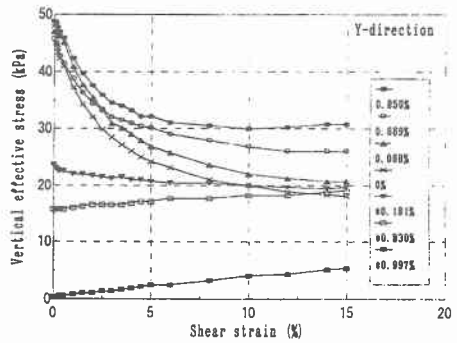


図-3

