

過圧密飽和粘土の動的強度について

山口大学 工学部 正員 大原 資生
 鹿島建設株式会社 正員 滝本 邦彦
 山口大学 工学部 学生員 ○生田 裕彦

1. まえがき 自然状態の地盤は、地下水位の変動や浸食作用を受けて、過圧密状態にある場合が少なくない。ところが、現在まで、過圧密状態の土、特に粘性土の動的強度に関しては、ほとんど調べられていない。そこで本研究は、まず、飽和粘性土の動的強度に及ぼす過圧密比の影響を調べるために、応力制御法による動的単純せん断試験を行い、動的せん断強度を測定した。次に、動的せん断強度と静的せん断強度を比較するために、ひずみ制御法による静的単純せん断試験を行い、静的せん断強度を測定した。本文では、過圧密比が異なると、動的および静的せん断強度が変わる要因として、過剰間ゲキ水圧の発生量と粘着力に着目し、それらの変化を検討している。

2. 試料および供試体の作製方法 試料は、カオリン粘土 ($G_s = 2.673$, $W_L = 60.3\%$, $W_p = 34.7\%$) を用いた。これに、含水比が90%になるように脱気水を加え、飽和状態にした後、せん断箱のゴムスリーブの中に詰め、所定の圧密圧 ($0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0 \text{ kg/cm}^2$) で24時間圧密した。この後、所定の荷重を取り除き、さらに1時間放置して過圧密状態 ($OCR = 1, 2, 3, 4$) をつくり出した。圧密後の供試体の寸法は、直径7.5cm、高さ約2.0cmの円板状である。

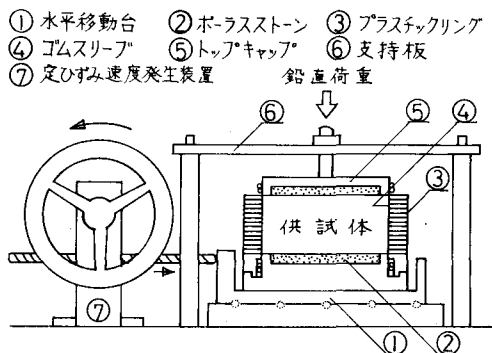


図-1 静的単純せん断試験機

3. 静的単純せん断試験

(1) 実験装置および実験方法 図-1に実験装置を示す。せん断箱はKjellman型で、ゴムスリーブに包まれた供試体は、その周囲に内径75.2mm、外径96.0mm、厚さ2.0mmのプラスチックリング17枚が積み重ねられている。本実験では、圧密後の供試体に、非排水状態でひずみ速度 1 mm/min の静的せん断ひずみを与えた。

(2) 実験結果および考察 図-2は、過圧密比 (OCR) が1, 4の供試体のクローンの破壊線と、全応力および有効応力表示した結果である。ここで、静的せん断応力は、供試体にせん断ひずみが15%生じたときほぼ一定値になるという実験結果が得られている。これより、静的せん断強度 (c_s) は、せん断ひずみが、15%生じた時のせん断応力値とした。また、表-1は、各過圧密比の供試体のクローン破壊線から、内部摩擦角と見掛けの粘着力を求めた結果である。

図-2、表-1によると、過圧密比が大きいほど、内部摩擦角 (ϕ および ϕ') と見掛けの粘着力 (c) が大きくなっている。一

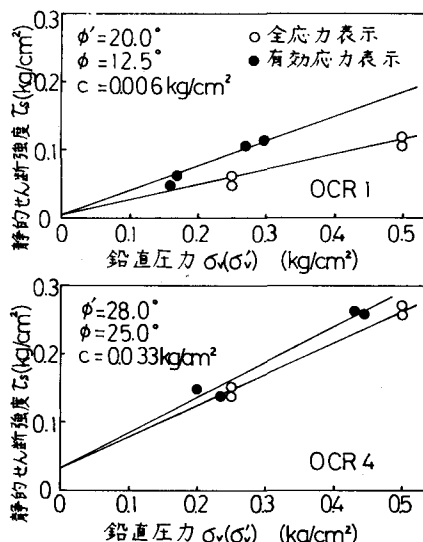


図-2 静的せん断試験によるクローン破壊線

部摩擦角 (ϕ) の差 ($\phi - \phi'$) は、過圧密比の増加につれて小さくなる。この原因は、過圧密比が大きくなると、過剰間ゲキ水圧の発生量が少なくなるためと考えられる。

4. 動的単純せん断試験

(1) 実験装置および実験方法 この装置は、静的単純せん断試験機の定ひずみ速度発生装置を、繰り返しせん断力载荷装置に取り換えたものである。この装置では、レギュレーターにより一定の圧力に調節した空気が、リレー回路を使った電磁弁の開閉によつて、復動式バロフラムシリンダーの左右の圧力室に交替的に送り込まれることによつて、供試体に繰り返しせん断応力を载荷することができる。繰り返しせん断応力の波形は矩形波状であり、また、その周期は2秒とした。

(2) 実験結果および考察 図-3は、動的せん断強度 (τ_d) の実験時鉛直圧力 (σ_v) に対する比と供試体が破壊するまでの繰り返しせん断応力载荷回数 (n_f) との関係を示す。動的せん断強度比は、 n_f の増加につれて小さくなっており、粘性土は、繰り返し载荷により軟化すると考えられる。また、過圧密比が大きくなると、動的せん断強度比は増大している。この原因として、過圧密比の増加の影響を受けて、静止土圧係数の値が大きくなることと、負のダイレイタンシー量が減少することが考えられる。

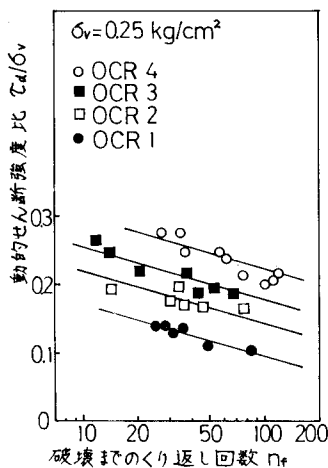


図-3 $\tau_d/\sigma_v \sim n_f$ の関係

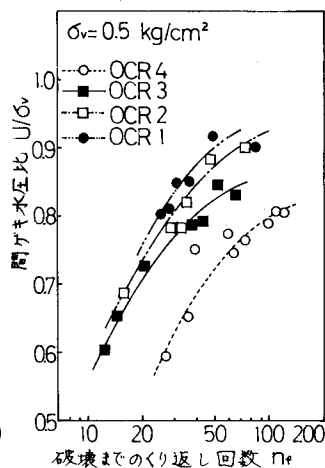


図-4 $U/\sigma_v \sim n_f$ の関係

図-4は、破壊時の過剰間ゲキ水圧 (U) と過圧密比の関係を示している。図から、 n_f が増加すると、過剰間ゲキ水圧の発生量が多くなっている。また、過圧密比が大きいほど、過剰間ゲキ水圧は発生しにくくなっている。これらの結果は、図-3に示す現象を裏付けている。なお、 $\sigma_v = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ の場合も同様な結果が得られている。

図-5は、過圧密比および実験時鉛直圧力をパラメータにして、動的せん断強度と破壊時の有効鉛直圧力 (σ'_v) の関係を調べたものである。図から τ_d と σ'_v の関係は1本の直線で表わされ、この直線は、ボシロフの破壊規準から求めた破壊線と考えられる。つまりこの直線から、見掛けの粘着力と内部摩擦角が測定できる。その結果、内部摩擦角は $9.7^\circ \sim 12.5^\circ$ と大きな違いがなく、見掛けの粘着力は、過圧密比が大きくなるにつれて増加している。

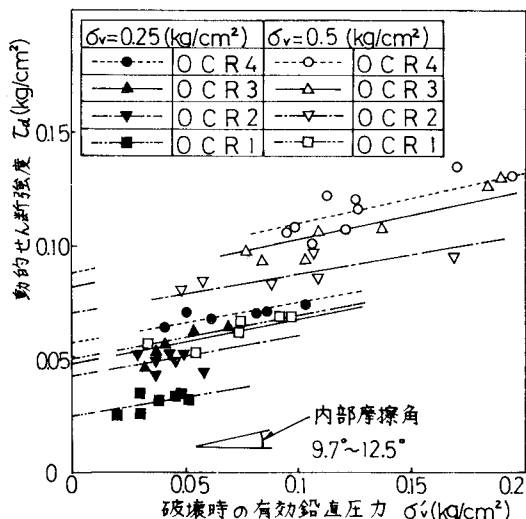


図-5 動的単純せん断試験によるクローン破壊線

5. まとめ 静的および動的せん断強度は、過圧密比が大きくなると増加する。この原因としては、過圧密比の増加の影響を受けて、静止土圧係数の値が大きくなること、および負のダイレイタンシー量が減少し、過剰間ゲキ水圧が発生しにくくなることが考えられる。

文献 大原, 松田: 山口大学工学部報, 第27巻, 第2号, 1977