

山口大学工学部 正員 大原 資生
山口大学工学部 学生員 松田 博

1. 緒言 地震時に粘性土がもつ強度を知ることは軟弱地盤に設けられる基礎工の耐震設計上からも必要なことである。そこでわれわれは、単純せん断試験機で供試体に生じる変形が地震時の地盤の変形によく似ているという点から、動的単純せん断試験機を用いて粘性土の動的強度の測定を行ない静的強度との比較を行なった。

以前から単純せん断試験機で測定される静的強度は三軸圧縮試験で測定されるものより小さいことがいわれているが、ここでは正規圧密されたカオリンを用いて両者の実験をして、せん断試験中に垂直応力が一定ならば最小主応力は変化しないということを使つてモール円を描くと、両者の破壊線はほとんど一致することを示す。また動的試験を行ない動的強度を求めた。

2. 静的試験

(1). 単純せん断試験 試験に用いた試料はカオリン ($G_s = 2.673$, $W_L = 60.3\%$, $W_p = 34.7\%$) である。これに水を加え含水比が90%のペースト状にしてせん断箱のゴムスリーブ内に入れ、所定の圧密圧 ($0.5, 1.0, 1.5, 2.0 \text{ kg/cm}^2$) で24時間圧密した。圧密後の間ゲキ比はそれぞれ ($1.51, 1.37, 1.22, 1.19$) であつた。またそのときの供試体の寸法は、直径7.5 cm, 高さ2.0 cmの円板状である。

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| ① Horizontal carriage | ⑤ Top cap |
| ② Rubber membrane | ⑥ Top plate |
| ③ Ring holder | ⑦ Load cell |
| ④ Plastic rings | ⑧ Wheel for applying dead load |

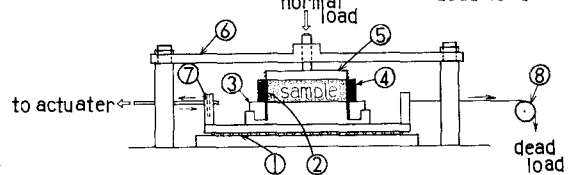


Fig. 1 Mechanism of simple shear test apparatus

せん断箱はKjellman型で、図1に示すように供試体はゴムスリーブでメンブレンされ、その外側には、内径7.52 mm, 外径9.60 mm, 厚さ2.0 mmのプラスチックリングが16枚つみ重ねられている。またバルブの操作により供試体の上下部からの排水が制御できるようになっている。そして、ひずみ速度を 1 mm/min として非排水せん断試験を行なった。

(2). 三軸圧縮試験 供試体は、直径3.5 cm, 高さ8.7 cmで、セル室で $1.0, 1.5, 2.0 \text{ kg/cm}^2$ で等方圧密させた後、非排水せん断試験を行なった。ひずみ速度は 0.5 mm/min とした。

(3). 結果と考察。図。

2, 3は単純せん断試験の結果で、ひずみとせん断応力、間ゲキ永圧の関係を示している。せん断応力には、ひずみが15%においてすべて一定値となっておりこの値を破壊ひずみとした。また破壊包絡線

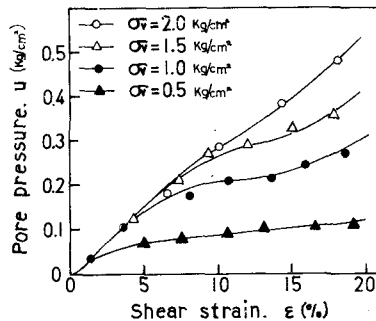


Fig. 3.

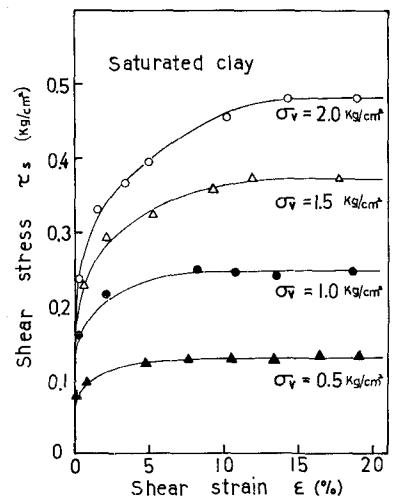


Fig. 2.

を引くと、図. 4 のようになり、内部摩擦角 $\phi'_s = 16.0^\circ$ 、粘着力 $C'_s = 0.019 \text{ kg/cm}^2$ となる。

また、三軸圧縮試験の結果からは、 $\phi'_s = 29.5^\circ$ 、 $C'_s = 0.0 \text{ kg/cm}^2$ という結果を得た。

これを強度で比較すると、 $\sigma'_v = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ のとき、単純せん断試験から測定される強度は、三軸圧縮試験の結果の約 0.55 倍となっている。Bjerrum, 他. は粘土についての試験でその比は約 $2/3$ になるという結果を出しているが、その原因を明らかにしていない。

落合、小田、によると、単純せん断試験中に垂直応力 σ'_v が一定ならば、最小主応力は加えられたせん断応力によらず一定で、その大きさは $K_0 \sigma'_v$ で示されるとした。この結果を使うと、単純せん断試験中の応力をモール円表示することができ、間ゲキ水圧を考慮してそれぞれの垂直荷重についてモール円を描くと、図. 4 のようになる。その結果、 $\phi'_s = 29.5^\circ$ 、 $C'_s = 0.019 \text{ kg/cm}^2$ となって内部摩擦角は三軸圧縮試験の結果と一致し、粘着力についてもほぼ等しくなる。

3. 動的単純せん断試験、結果と考察

24 時間正規圧密した供試体に、エアーシリンダーを使ってこれに圧縮空気を交替的に送り込むことにより繰り返しせん断力を与えた。周期は 2 秒である。そのときの応力波形、せん断ひずみ、間ゲキ水圧の記録例を図. 5 に示している。あるサイクル数に達するとせん断ひずみが急増し破壊に到っているのがわかる。図. 6 には、破壊ひずみに到るまでの繰り返し回数と動的強度の関係が示されている。これを見ると、死荷重の作用で動的強度はかなり増大しており、その原因としては死荷重の付加によるひずみ硬化等が考えられている。

4. あとがき

今回の実験で次のことが明らかとなった。

静的試験において、せん断力はせん断ひずみが 15% においてはすべて一定値となっておりヒークは生じない。また単純せん断試験中に垂直応力が一定ならば最小主応力は変化しないとしてモール円表示すると破壊線は三軸試験から得たものとほぼ一致する。

動的試験については実験途中でデータが少ないため確定的な結論が出せない。今後実験をすすめる間ゲキ水圧の影響なども明確にしていく予定である。

参考文献

大原賢生、篠井信夫：粘性土の動的性質について、第 29 回年次学術講演会講演概要集、第 3 部。

Bjerrum, et al.: Direct Simple Shear Tests on a Norwegian Quick Clay, *Geotechnique*, Vol. 16, No. 1.

落合英俊他：砂の直接せん断、第 10 回土質工学研究発表会

Masanobu Oda: On The Relation $\tau/\sigma_v = K_0 \tan \phi$ In The Simple Shear Test, *Soils and Foundations*, Vol. 15 No. 4.

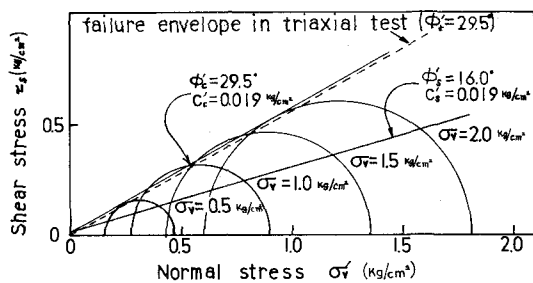


Fig. 4

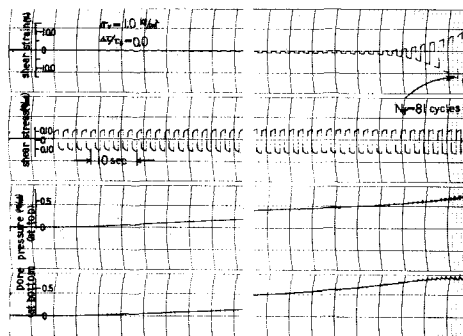


Fig. 5.

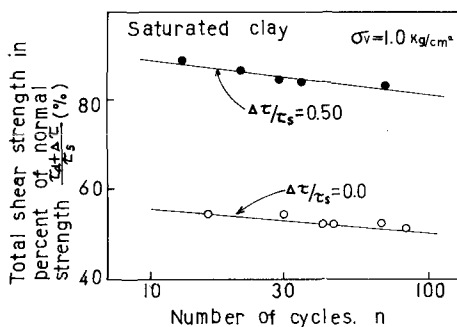


Fig. 6.