

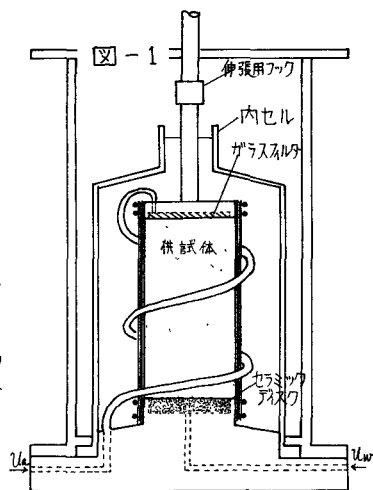
# 不飽和粘土の圧縮・伸張せん断

神戸大学工学部 正会員 軽部大蔵  
 不動建設 正会員 田村康造  
 大阪瓦斯 北村八朗

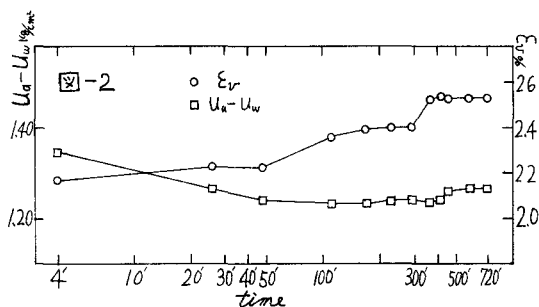
1. 実験概要 締め固めた不飽和土に対して、等方圧縮を行なったのち圧縮せん断または伸張せん断を行ない、 $suction(u_a - u_w)$  がひずみと破壊条件に及ぼす影響をもつて調べた。また圧縮せん断と伸張せん断試験結果を比較することにより、Bishop の有効応力式における  $\sigma$  が不飽和土の試験結果だけから求められることを示した。

2. 実験装置 実験装置としては、三軸圧縮伸張試験機を使用した。供試体は信楽粘土( $G_s=2.55$ ,  $w_L=58\%$ ,  $w_p=22.62\%$ )を一定含水比( $w=19.2 \pm 0.35\%$ )に調整し、カリフォルニアミニチュアコンパクターをもちいて一定乾燥密度( $\rho_d=1.62 \pm 0.018 g/cm^3$ )となるように最適含水比( $w_{opt}=21.6\%$ )より乾燥側に5層各層15回に締め固めた。供試体は高さ8cm、直径3.5cmの円柱形とし、ゴムスリーブ2枚を使用し、中間にバシ油を塗布して水もれを防ぎ、Oリング( $\phi=24.7mm$ )2本で上下それぞれシーリングした。側液には50%のグリセリン水溶液を使用した。間げき空気圧  $u_a$  は、上部ガラススルターを通じて供試体に強制的に与えた(排気状態)。非排水試験では、間げき水圧  $u_w$  は、下部のセラミックディスク(日本化学工業製耐火物F, air entry value  $2.0 kg/cm^2$ )を通してストレインゲージ型間げき水圧計で測定した。体積変化は、内セルの上部水面変動より読みとった。なお、伸張試験においては、上部載荷キップに伸張用フックをくっつけた。(図-1参照)。飽和供試体は、上と同様に締め固めた供試体を等方圧  $1.5 kg/cm^2$  下で、供試体下部から蒸留水を  $0.5 kg/cm^2$  の圧力で送りこみ、上部から排水させる方法で作成した。

3. 実験方法 供試体は所定の初期条件でそれぞれ等方圧縮を行なったのち、平均主応力一定条件のもとで圧縮せん断



|       |   |                    |                             |                             |
|-------|---|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 供試体番号 | A | 非排水状態<br>suction測定 | $\sigma_v=4 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=4 kg/cm^2$ で圧縮せん断 |
|       | B | 非排水状態<br>suction測定 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で圧縮せん断 |
|       | D | suction=12%        | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で圧縮せん断 |
|       | E | suction=07%        | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で圧縮せん断 |
|       | F | suction=02%        | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で圧縮せん断 |
|       | G | 飽和                 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で圧縮せん断 |
|       | H | 非排水状態<br>suction測定 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で伸張せん断 |
|       | I | suction=12%        | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で伸張せん断 |
|       | J | suction=07%        | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で伸張せん断 |
|       | K | suction=02%        | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で伸張せん断 |
|       | L | 飽和                 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ まで等方圧縮 | $\sigma_v=3 kg/cm^2$ で伸張せん断 |



または伸張せん断を行なった(表-1参照)。等方圧縮中の1荷重段階あたりの時間は、最初の段階のみは12時間(図-2参照)、以後の段階は6時間とした、圧縮せん断は荷重段階6時間の荷重制御で破壊附近まで行ってゆき、その後はひずみ制御(0.6%/hour)とした。伸張せん断は全て荷重段階6時間の荷重制御とした。 $u_a$ は全て1.7 kg/cm<sup>2</sup>とした。

4.実験結果 図-3は、体積ひずみ  $\varepsilon_v \sim \log(\sigma_m - u_a)$  図である。図中での飽和土のひずみは、soaking 後からのひずみである。 $(u_a - u_w)$  が大きいほど圧縮率は小さくなっていくが、その変化は、 $(u_a - u_w)$  に対して非線形的である。図-4は、非排水試験中の軸方向ひずみ  $\varepsilon_a$  と  $(u_a - u_w)$  の関係を示している。等方圧縮段階では  $(u_a - u_w)$  は減少し、せん断段階では増加する。図-5は、せん断中の  $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \varepsilon_v$  図である。図-6は、せん断中の  $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim (\varepsilon_1 - \varepsilon_3)$  図である。図-5, 6共に圧縮の方が同じひずみに対しては主応力差が大きい。また圧縮伸張とも suction の順にならんでいる。Bishopの有効応力式をMohr-Coulombの破壊応力条件式に適用すると、

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = \sin \phi' (\sigma_1 + \sigma_3 - 2u_a) + 2\tau \sin \phi' (u_a - u_w) \dots (1)$$

従来、式(1)を利用して  $\tau$  を求めるためには、 $\phi'$  が飽和度にかかわらず一定と仮定する必要があった。しかし筆者らは、同じ履歴の供試体(したがって  $\tau$  も同じと思われる)について圧縮せん断と伸張せん断を行なったので、 $\sin \phi'$  と  $\tau$  を不飽和土の実験だけから求めることができる。計算結果は、図-7に示すように、 $\sin \phi'$  は飽和状態を除いては  $(u_a - u_w)$  によらずほぼ一定値が得られた。 $(u_a - u_w)$  と  $\tau$  の関係は、 $(u_a - u_w)$  が小さい所で  $\tau$  が急げきに増加するようである。

くわしい解析は、土木学会全国大会で報告するつもりである。

