

1. まえがき

粘土のせん断強さを推定するため、ベーンせん断試験機、一軸圧縮試験機、三軸圧縮試験機(圧密非排水試験)を用いて、それぞれのせん断強さ($\tau (=C)$, $C = \frac{\sigma}{2}$, C_{cu})の関係を求めてみた。ベーンせん断試験と一軸圧縮試験、さらにベーンせん断試験と三軸圧縮試験によるせん断強さの違いを調べるため試料作成の過程において鉛直方向の全応力($\sigma_v = 0.4866, 0.5357, 0.6182, 0.6831 \text{ kg/cm}^2$)を4段階に変化させた試料を作成した。作成後の各圧密試料についての含水比変化($w = 44 \sim 55\%$)を調べた上で試料を成層に垂直(V_{cut} 試料)と成層に平行(H_{cut} 試料)の2方向に切り出した。ベーンせん断試験に関しては圧密試料の最大トルク M_{max} と圧密試料を人為的に練り返した試料の最大トルク M'_{max} の比から鋭敏比 S_t を求め、三軸圧縮試験についてはヒズミ速度をベーンの回転速度に近づけるため比較的遅い速度で実験を進めてみた。

2 試料および実験方法

本実験に用いた粘土試料は昨年度と同じ試料で物理的性質は $G_s = 2.824$, $w_p = 32.33\%$, $w_L = 60.73\%$, $PI = 32.13\%$ である。この試料をスラリー状態にして1週間放置した後、大型圧密試料箱に入れ鉛直方向の全応力を4段階に変化させた。同一圧密試料による同一試料から切り出した V_{cut} , H_{cut} 試料と練り返し試料との3種類をベーン試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験に適用してせん断強さの相違を求めてみた。

(i) ベーンせん断試験と一軸圧縮試験について

実験に使用したベーンせん断試験機および実験方法に関してはすでに報告済であるので省略する。ベーン寸法は直径 $D \times$ 高さ $H = 1.5 \times 3 \text{ cm}$, $D \times H = 2 \times 4 \text{ cm}$ の2種類を選び、せん断応力の算定には $Cadling$ の式を用いた。鉛直方向の全応力 $\sigma_v = 0.5357 \text{ kg/cm}^2$ のときの圧密試料から切り出した V_{cut} , H_{cut} 試料と練り返し試料のベーン回転角度(θ)とせん断応力 $\tau (=C)$ について図-1, 図-2に示す。図-1, 図-2からわかるように練り返し試料の V_{cut} , H_{cut} 試料は圧密粘土の V_{cut} , H_{cut} 試料に比べてせん断強度が著しく低下している、この傾向は σ_v を変化させた他の試料についても同様である。現位置強度をベーン試験から推定する場合、地盤内で

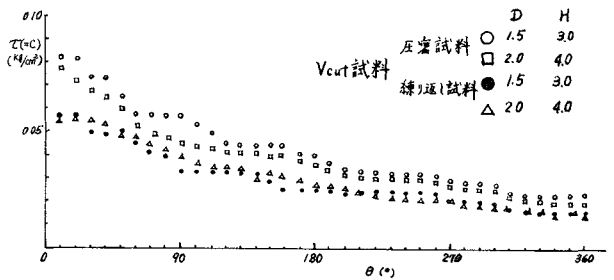


図-1

生じる攪乱粘土のせん断強度は信頼性が少ないことが実験結果から明白になった。 σ_v が大きくなるほど $\tau = C_{max}$ も大きな値を示し、せん断破壊はほとんど $\theta = 10 \sim 30^\circ$ の範囲内で生じる。さらに圧密粘土の V_{cut} , H_{cut} 試料のせん断強さと練り返し粘土の V_{cut} , H_{cut} 試料のせん断強さ τ' の比から鋭敏比 $S_t = \frac{\tau}{\tau'} = \frac{M_{max}}{M'_{max}}$ を求め、 $S_t \sim \sigma_v$ の関係を図-3に示す。この図-3では $D \times H = 1.5 \times 3 \text{ cm}$ の方が $D \times H = 2 \times 4 \text{ cm}$ に比べて V_{cut} , H_{cut} 試料とも S_t が大きくなる、これはやはり羽根の大きさに影響していると考えられる。一軸圧縮試験は毎分 1 mm のヒズミ速度で圧縮強さ q_u を求め、 $\phi_u = 0$ 法を満足する条件 $\phi_u = 1 \sim 3^\circ < 20^\circ$, $PI = 32.13 \approx 32\%$, $S_r = 94.73 \approx 75\%$ から $C = \frac{q_u}{2}$ を求めてみた。 $\sigma_v \sim C = \frac{q_u}{2}$, $\tau (=C)$ の関係を図-4に示す。図-4においてベーンせん断強さは一軸圧縮試験によるせん断強さよりも過大な値を示している、この違いは一般に言われていることと一致している。

(ii) ベーンせん断試験と三軸圧縮試験について

ベーンの回転速度を 0.1 deg/sec でおこなったために三軸圧縮試験もギアボックスとの組み合わせによりヒズミ速度を $0.06\%/m.n$ と遅いせん断速度でおこなった。 $\sigma_v \sim C_{cu}$, $\tau (=C)$ の関係を図-5に示す。 C_{cu} と $\tau (=C)$ の同一試料に対する測定値において、 H_{cut} 試料を三軸圧縮試験とベーン試験 ($D \times H = 2 \times 4 \text{ cm}$) に用いた結果、 C_{cu} と $\tau (=C)$ は良く一致するか V_{cut} 試料を三軸圧縮試験とベーン試験 ($D \times H = 1.5 \times 3 \text{ cm}$) に用いた場合には C_{cu} と τ の実験値には大きな差が生じることがわかった。

このくい違いはベーンの種類、ベーン回転速度、三軸圧縮試験のヒズミ速度の影響のために生じたものか明らかにすることはできなかった。

(iii) ベーンせん断試験と一軸、三軸圧縮試験について

上で述べてきた結果を最後に図-6のグラフにまとめてみた。ベーンせん断強さによるグラフ上でのバラツキは圧密試料を作成する過程で試料内の排水が均等にされなかったためだと考えられる。この点についてはベーンを同一試料内に貫入した深さによる実験で明らかにしている、 C_{cu} は V_{cut} 試料では小さくあらわれ、ベーン試験の $\tau (=C)$ は $C = \frac{\sigma_v}{2}$ よりも小さな値を示す。次に含水比の変化が各試験値にどのような影響をおよぼしているか $w \sim C = \frac{\sigma_v}{2}$, $\tau (=C)$, C_{cu} の関係を片対数グラフで図-7に示した。 $w = 47 \sim 50\%$ の範囲内ではベーン試験の $\tau (=C)$ 値は $D \times H = 1.5 \times 3 \text{ cm}$, $D \times H = 2 \times 4 \text{ cm}$ にかかわらず H_{cut} 試料を用いた方が $C = \frac{\sigma_v}{2}$ に近い値が得られることが実証された。 C_{cu} は H_{cut} , V_{cut} 試料とも $w = 42 \sim 45\%$ の低い範囲内であらわれた、これはヒズミ速度あるいはせん断過程の違いから生じたものと考えられる。

参考文献 (1) 米津聖; 圧密粘土のベーンせん断強度に関する2, 3の考察, 第28回, 中, 四国土木学会講演集
(2) 第2回土質工学会研究発表会

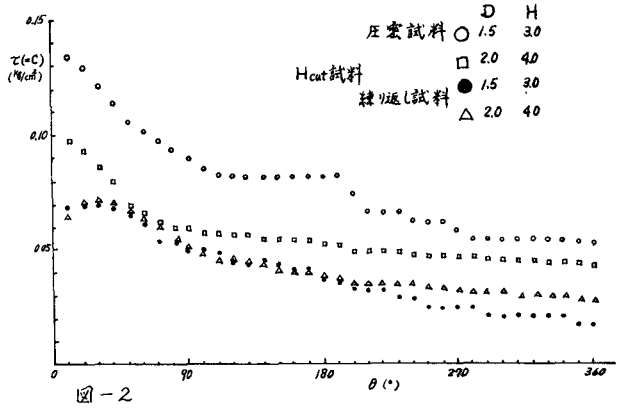


図-2

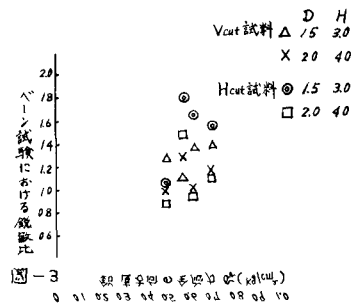


図-3

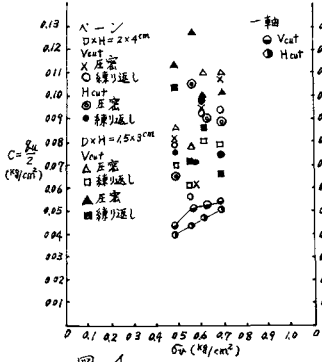


図-4

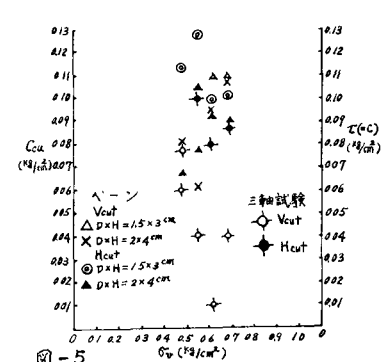


図-5

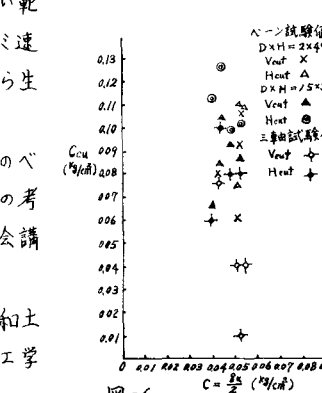


図-6

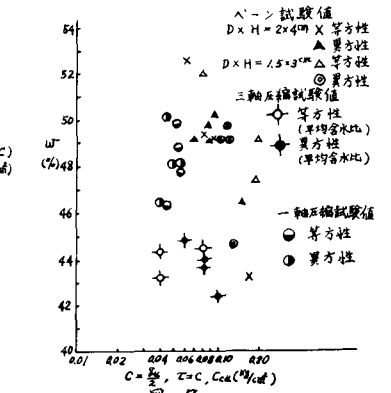


図-7