

1. まえがき

ベーン試験から粘性土のせん断特性をもとめるために数多くの実験室内用小型ベーン試験機が製作されている。そこで、本文では2種類の室内用小型ベーン試験機(上部回転機構—図-1, 下部回転機構—図-2)を製作し, 2種類の試験機からもとめたせん断強さのくい違いなどの程度でるが一連の比較試験をおこない実験結果を中心に比較検討した。さらに, ベーン端面応力分布係数 α とベーン端面上の異方向比(τ_v/τ_h)について柴田¹⁾の研究による方法でもとめてみた。

2. 試料および実験方法

徳島県麻植郡川島町に分布する沖積層土を2000μフルイでふるい, それに水を加えてソイルミキサーにかけスラリー状態にして横40cm×縦70cm×厚さ10cmの圧密箱に入れ載荷装置で荷重を加えて0.62 kg/cm²の人工圧密土試料を作成した。この土試料の物理的性質は $G_s = 2.824$, $w_p = 32.33\%$, $w_L = 60.73\%$, $I_p = 28.40\%$ であり, 粒度分析の結果は砂分21.13%, シルト分58.37%, 粘土分20.50%であって三角座標分類によりシルト質粘土である。前報告²⁾と同様にして圧密土試料を圧密時の鉛直方向(V-cut)と水平方向(H-cut)の二方向に切り出した。その土試料を図-3で示す突き詰めモールドに詰めモールド表面の含水変化を少なくするためシリコングリースでコーティングして, モールド平面図A点, B点, C点, D点の4ヵ所で上部回転機構によりベーンを回転させ, 下部回転機構ではモールド中央O点の1ヵ所でベーンを回転させて回転角に対するMの値を測定する, これによりベーン端面上の異方向比(τ_v/τ_h)をもとめる。実験装置に関しては上部, 下部回転機構を同一条件とするためギアは同じ径のものをを用い, 回転速度を0.1 deg/secにすためギアボックスとの組み合わせにより無段変速機をそれぞれ使用した。このとき用いたベーンはベーン寸法と直径(D)×高さ(H)(%)

15×30^{mm}(0.5), 20×40^{mm}(0.5), 20×20^{mm}(1.0), 25×17^{mm}(1.5), 30×15^{mm}(2.0)とした5種類である。

3. 実験結果と考察

3.1 ベーン回転機構による比較試験結果について

本文の実験結果の整理に用いたベーンせん断の応力分布形はベーン直径D, ベーン高さHの内筒面全面にわたり均等に分布するものとして長方形分布($\alpha = 1/3$)を仮定し, 次式を用いた。

$$M = \frac{\pi}{2} H \cdot D^2 \cdot \tau_v + \frac{\pi}{2} D^3 \cdot \alpha \cdot \tau_h \quad (1)$$

式(1)において, ベーンの側面(τ_v)と上, 下両端面(τ_h)の

せん断強さが等しいとすると, ベーン試験からもとめるせん断強さCは $\tau_v = \tau_h = C$ とおくことができる。つまり

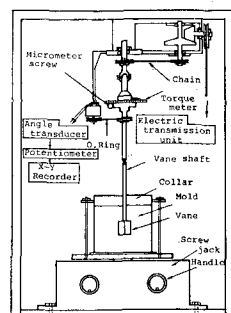


図-1 上部回転機構

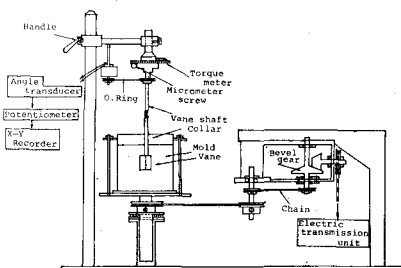


図-2 下部回転機構

ベーン試験の慣用法から

$$C = \frac{M}{\pi \left(\frac{D^2}{2} H + \frac{D^3}{6} \right)} \quad (2)$$

かえられ、本文中における測定結果はすべて式(2)の慣用法を適用した。図-4(a), (b)は圧密作成試料におけるベーンのせん断強さC

(kg/cm^2)と回転角度 θ (°)の測定結果について求めてみた。図-4(a)のV-CUT試料では上, 下回転ともせん断開始後すぐにピーク($\theta = 20^\circ \sim 30^\circ$)が現われ, その後せん断強さが減少し, 残留応力に近づく, 図-4(b)のH-CUT試料においてはせん断開始後のピーク($\theta = 10^\circ \sim 50^\circ$)のバラツキが少し広い範囲で起こり, せん断強さの変化が小さい区間が持続する。そこで, せん断強さCは最大せん断応力を与える点の回転角とし, その結果を表-1に整理した。この表から上, 下部回転機構による最大せん断応力の測定値のくい違いをV, H-CUT試料について求めるため上, 下部回転機構の最大せん断応力の平均値をそれぞれ C_1, C_2 とすれば $\frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100(\%)$ から誤差の比率はV-CUT試料では24%, H-CUT試料では11%であることがわかった。このことから上, 下部回転機構の機種から求めたデータは必ずしも一致しないことが明らかになった。

3.2 ベーン端面上の異方向比(γ_H)について

V, H-CUT試料の異方向比を求めるため式(1)を変形して,

$$\frac{2M}{\pi D^2 H} = \tau_v + \alpha \cdot \tau_H \cdot \frac{D}{H} \quad (3)$$

となる。式(3)を圧密荷重 0.62 kg/cm^2 からえられた土試料に用いてみた。つまり, ベーン比 $\gamma_H = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ を変化させ, えられたベーン試験の測定値より $\frac{2M}{\pi D^2 H}$ と γ_H との関係をプロットすれば図-5(a), (b)に示すように直線関係が成立し, 直線の傾斜より $\alpha \cdot \tau_H$ が求められ直線の縦軸を切る切片長が τ_v となる。係数 α はベーン端面上の応力分布によってきまる値で長方形分布 $\alpha = \frac{1}{3}$, 楕円分布 $\alpha = \frac{2}{3}$, 三角形分布 $\alpha = \frac{1}{4}$ である。さらに異方向比 γ_H は $\frac{2M}{\pi D^2 H} = 0$ としたときの γ_H の値から τ_H を求めることができる。つぎに式(2)の慣用法($\tau_v = \tau_H = C$)からそれぞれの試料についてCの平均値を求め, 表-2に整理した。この表から上, 下部回転機構のV, H-CUT試料から τ_v, τ_H 値の相互間の近似度について調べてみると τ_v 値が α 値に近い数値を与えるのは $\alpha = \frac{1}{3}$ (長方形分布)のときであり, ここに使用した土試料に対しては長方形分布を用いることにした。

参考文献

- 1) 柴田徹; 粘土のベーンせん断強度に関する研究, 土木学会論文集, 138号
- 2) 米津聖; 人工圧密粘土における室内ベーン試験結果について

第30回中, 四国土木学会講演概要集

表-1 表-1

試料名	回転機構	D/H	DxH (mm)	C (kg/cm^2)
V-CUT	上部	0.5	20x40	0.042
		1.0	20x20	0.042
		1.5	25x17	0.040
		2.0	30x15	0.038
	下部	0.5	20x40	0.050
		1.0	20x20	0.057
		1.5	25x17	0.049
		2.0	30x15	0.045
H-CUT	上部	0.5	20x40	0.048
		1.0	20x20	0.060
		1.5	25x17	0.044
		2.0	30x15	0.041
	下部	0.5	20x40	0.044
		1.0	20x20	0.040
		1.5	25x17	0.043
		2.0	30x15	0.044

表-2 表-2 測定結果の整理 (単位: kg/cm^2)

回転機構	試料名	α	τ_v/τ_H	τ_v	τ_H	$\tau_v = \tau_H = C$
上部	V-CUT	1/3	0.500	0.042	0.084	0.053
		0.3	0.450	0.042	0.093	
		1/4	0.375	0.042	0.112	
		1/2	0.683	0.046	0.067	
	H-CUT	0.3	0.615	0.046	0.075	0.059
		1/4	0.513	0.046	0.090	
		1/3	0.517	0.046	0.089	
		0.3	0.465	0.046	0.099	
下部	V-CUT	1/4	0.388	0.046	0.119	0.059
		1/2	0.483	0.043	0.089	
		0.3	0.435	0.043	0.099	
		1/4	0.363	0.043	0.118	
	H-CUT	0.3	0.435	0.043	0.099	0.057
		1/4	0.363	0.043	0.118	
		0.3	0.435	0.043	0.099	
		1/4	0.363	0.043	0.118	

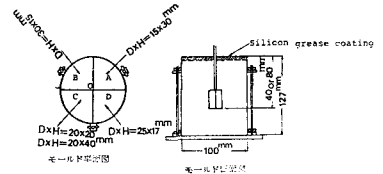


図-3 変形固め用モールド

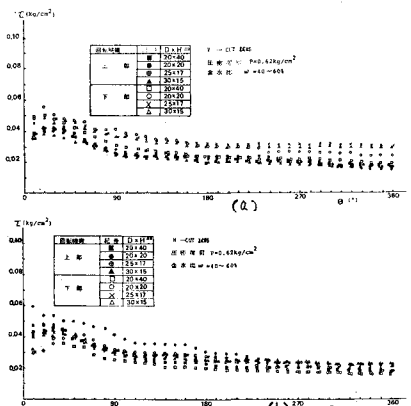


図-4 (a), (b) $\tau \sim \theta$ 曲線の関係

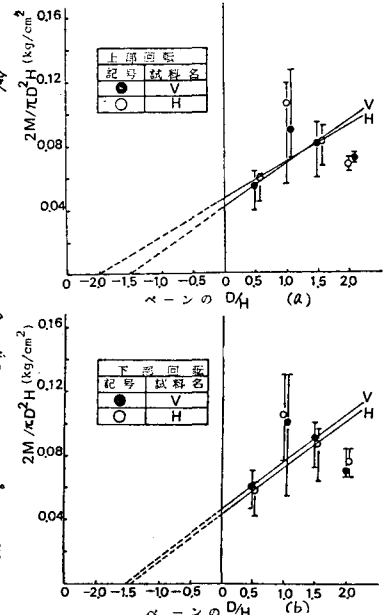


図-5 (a), (b) $\frac{2M}{\pi D^2 H} \sim \gamma_H$ の関係