

1. まえがき

室内用ペーン試験装置は粘性土のせん断強度を直接把握できる便利な試験装置として一般に広く知られている。しかし、室内ペーン試験は原位置ペーン試験結果を想定するため、さまざまに試験条件を変えてせん断強度を求めなければならない。とくに、基本的重要な問題として、ペーンせん断機構を解明することが必要である。本報告では、ペーンせん断機構を解明する手がかりとして、ペーン形状の違いにより生ずるペーン端面上のせん断強度の異方向比 (τ_v/τ_H) およびペーンせん断近辺における間隙水圧の変化を実験的に測定したものである。

2. 試料および実験方法

実験に使用した2種類の粘性土(淡路粘土 (I)、淡路粘土 (II))は、兵庫県淡路島から購入したものである。人工圧密試料を作成するため、それぞれの粘性土を 2000 μ フルイでふるい、水を加えてスラリー状態にし、圧密作成装置で載荷応力 $\sigma=0.58 \text{ kgf/cm}^2$ を加えて作成したものである。この土試料の物理的性質は、淡路粘土 (I) では $G_s=2.75$ 、 $W_p=22.0\%$ 、 $W_L=43.5\%$ 、 $I_p=21.5\%$ であり、淡路粘土 (II) では $G_s=2.77$ 、 $W_p=23.4\%$ 、 $W_L=43.8\%$ 、 $I_p=20.4\%$ である。日本統一分類法では、両者とも

CL に分類できる。実験装置は図-1、図-2 に示す装置を用いている。実験に用いる供試体は、圧密粘土をシンウォールサンプラーチューブを用いて、淡路粘土 (I) では V_1 試料(圧密粘土を荷重方向より鉛直方向)と H 試料(圧密粘土を荷重方向より水平方向)の2方向、淡路粘土 (II) では V_1 試料の一方方向に抜きとる。抜きとった供試体は直径10 cm、高さ12 cmに成形し、流動パラフィンで包みブリキ缶に入れて密封し保管する。実験はパラフィンで包んだ供試体をモールド内に詰め固定し、ペーンを貫入深さ5cmまで貫入する。ペーンせん断近辺における間隙水圧の測定は、直径30mmのシンウォールチューブを用いてペーン側面と下端面 1 cm付近に2カ所穿孔し間隙水圧検出計を挿入しセットする。セットが完了するとペーンを回転させ、回転角に対するねじりモーメントと間隙水圧をそれぞれ読みとり計算する。この実験に用いたペーン形状は図-2 (c) の4

種類で、間隙水圧測定器はヒズミゲージ式変換器用のデジタル指示器(こう正係数0.001013, 0.0009671)の2種類である。

ペーン回転速度は無段変速機により 0.3deg/sec である。

3. 実験結果と考察

ペーン試験で測定されるトルクの最大値 $M_{\max}$ と粘土のせん断強度とは、次式のCADLING の式で関係づけられる。

$$M = \pi/2 H D^3 \tau_v + \pi/2 D^3 \alpha \tau_H \dots\dots (1)$$

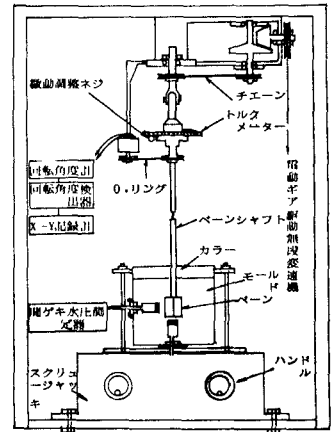


図-1 上部回転機構部

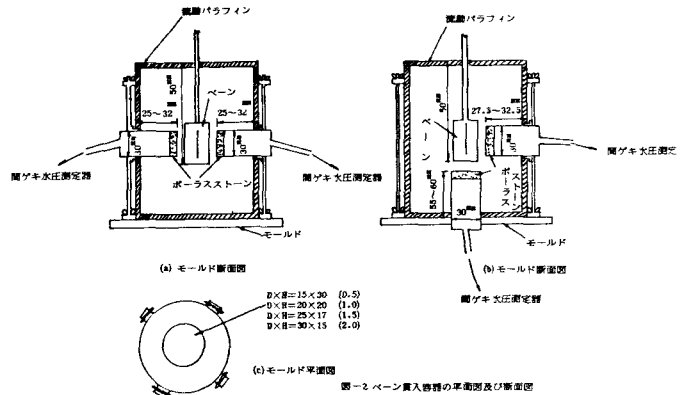


図-2 ペーン貫入装置の平面図及び断面図

ここに、 H と D はベーン高さと直径、 τ_v と τ_H はベーン側面と上、下両端面上のせん断応力、 α はベーン端面上の応力分布によって決まる係数、

さらに、式 (1) を変形して、

$$2M/\pi D^2 H = \tau_v + \alpha \tau_H (D/H) \dots (2)$$

が求まる。式 (2) より $2M/\pi D^2 H$ と D/H の直線関係を表わしたのが図-3 のベーン寸法を変えた試験結果の解析図である。図-3 では直線の傾斜が $\alpha \tau_H$ 、直線が縦軸を横切る点の切片長が τ_v 値を与える。

式 (2) において、 $2M/\pi D^2 H = 0$ とすれば

$$\tau_v/\tau_H = -\alpha (D/H) \quad 2M/\pi D^2 H = 0 \dots (3)$$

が成立する。式 (3) より、ベーン強度異方向比を求め、係数 $\alpha = 1/3$ (長方形分布)、 0.3 (だ円分布)、

$1/4$ (三角形分布) についての τ_v 、 τ_H を表-1 に整理した。図-4 は式 (1) に $\tau_v = \tau_H = C$ 、 $\alpha = 1/3$ を

代入して、慣用計算式を求めベーン比とベーンせん断強度の関係を片対数に表わした。淡路粘土 (I) の V_I 試験料では $C = 0.03 \log (D/H) + 0.11$ 、 H 試験料では $C = 0.03 \log (D/H) + 0.05$ 、淡路粘土 (II) の V_{II} 試験料は $C = 0.01$

$\log (D/H) + 0.10$ の直線関係がある。図-5 は 1 例として、 V_I 試験料、 H 試験料のベーン寸法比 $D/H = 0.5$ について慣用計算法で求めた C と θ の関係をグラフ上にプロットした。グラフから確かめられたのは、 V_I 、 V_{II} 試験料ともベーン形状が違っても、 C_{max} が生じるのは 0° から 90° の間である一方、 H 試験料も 0° から 90° の間に同じ傾向が見られるが、 V_I 試験料にくらべて変化量が 0.06 kgf/cm^2 だけ少なくなっている。図-6 は、 $D/H = 0.5$ の θ と u の円グラフである。供試体の違いによる実験結果 (間隙水圧計側面 1 個) では、 $0^\circ \sim 90^\circ$ の初期範囲は V_I 試験料が H 試験料より u は小さいが、逆に

$180^\circ \sim 270^\circ$ においては V_I 試験料の方が大きく表われている。間隙水圧計 (ベーン端面、側面の両近辺 2 個使用) の u の測定結果では、間隙水圧計が水平と水平の場合でも u は左右に差が表われ、水平と垂直では、水平方向が u の分布が大きい。表-1 の $\tau_v \geq \tau_H$ の結果と同じ傾向である。

表-1 ベーン端面上の異方向比の測定結果総括表

試料名	回転機構	方向性	α	τ_v/τ_H	τ_v	τ_H
淡路粘土 (I)	上部回転機構	V_I 試験料	$1/3$	1.70	0.12	0.07
			0.3	1.53	0.12	0.08
			$1/4$	1.28	0.12	0.09
		H 試験料	$1/3$	0.40	0.04	0.10
			0.3	0.36	0.04	0.11
			$1/4$	0.30	0.04	0.13
淡路粘土 (II)	上部回転機構	V_{II} 試験料	$1/3$	1.38	0.11	0.08
			0.3	1.22	0.11	0.09
			$1/4$	1.00	0.11	0.11

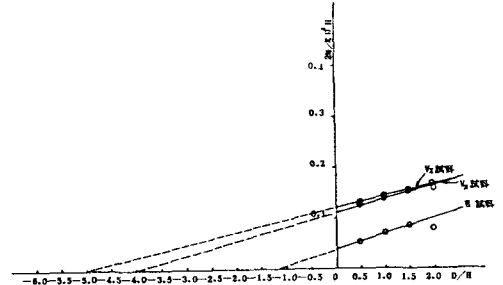


図-3 ベーン寸法を変えた試験結果の解析図

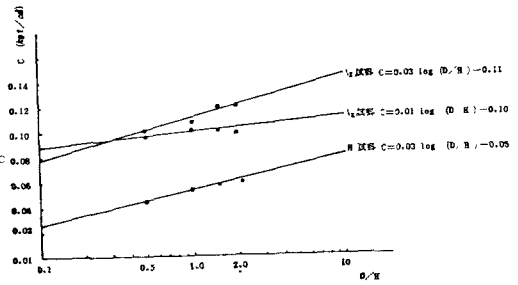


図-4 ベーンせん断強度 C とベーン比 D/H の関係

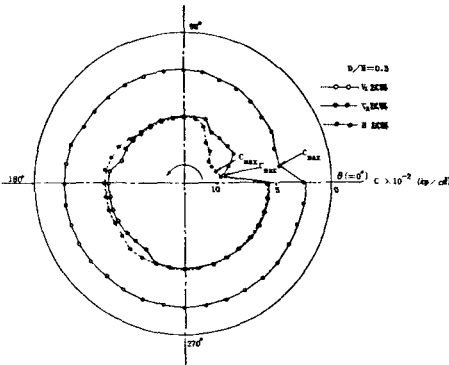


図-5 ベーンせん断強度 C とベーン回転角 θ の関係 (ベーン比 $D/H = 0.5$ についての一例)

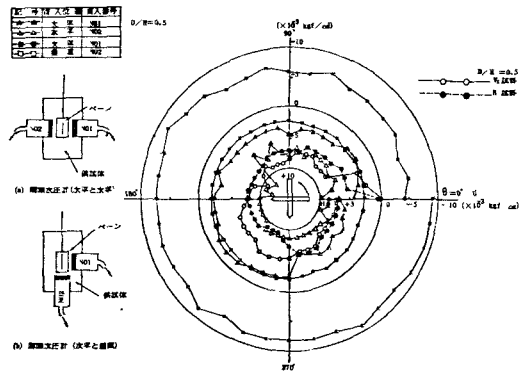


図-6 ベーンせん断強度 C とベーン回転角 θ の関係 (ベーン比 $D/H = 0.5$ についての一例)