

北大工学部 正員 北郷 繁
 " " 三田地 利之
 電源開発(株) " 〇三浦 清一

[1] ま え が き

室内試験の結果から原位置における土の挙動を推定しようとする場合、室内試験時の応力条件を原位置のそれにあわせるということが要件の一つである。ところが、土の強度特性を表わすパラメーターを求めるために通常行なわれる室内試験は、多くの場合軸対称三軸圧縮試験によって行われている。このような応力条件は、原地盤においてはごく限られた場合にしか存在せず、平面ヒズミ条件においてはまるっきり異なるものと考えられる。

平面ヒズミ試験機の満たすべき要件のうち特に重要なものはつぎの4点である。すなわち、1) 側方変位を拘束する拘束板と供試体との間のマサツを極力小さくすること 2) $\varepsilon_2 = 0$ の条件を満たすための制御機構の精度を上げること 3) 軸対称三軸圧縮試験との比較のために供試体の形状寸法を軸対称の場合のそれに近いものとする 4) 圧密時の応力条件を原地盤のそれに近づけるために圧密が可能にすること

以上の点を可能な限り満足させるような試験機を試作し、これを用いて粘性土についての実験を行なったのでその結果を報告する。

[2] 試験機の概要

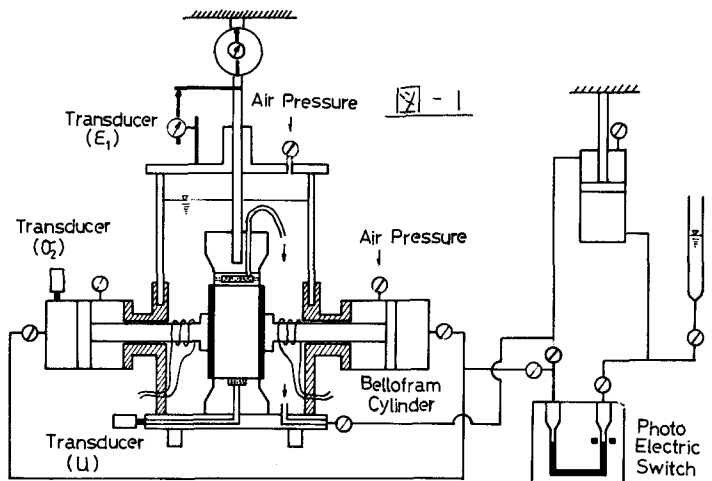
本装置は K_0 圧密軸対称三軸圧縮試験および K_0 圧密平面ヒズミ三軸圧縮試験が可能に作られたものであって、その概略を図-1に示し、主要部分について以下に説明する。

三軸室 供試体は $50 \times 50 \times 20 \text{ mm}$ の角柱であるので、キャップおよびベディスタルは $50 \times 50 \text{ mm}$ の正方形断面からテーパをつけて、 O -リングのかかる部分で $\phi 75 \text{ mm}$ の円形断面になっている。また、三軸セルの下部は鋼製

円筒で、これに中間主応力発生用ベロフラムシリンダーが取り付けられている。さらにこの鋼製円筒の上半部に設けられたミゾにアクリル樹脂円筒がはめ込まれている。

K_0 圧密自動制御装置 この装置はすでに報告した¹⁾ものと同じであるが、平面ヒズミ条件でのセン断試験時には、この装置を後述の $\varepsilon_2 = 0$ 制御装置に転用する。

$\varepsilon_2 = 0$ 制御装置 セル内に突き出ているベロフラムシリンダーのピストンにコイルを巻いて電磁石とし、これによって拘束板を保持する。磁石の強さは板の自重とつり合う程度であり、ピストンの先端にはスラストベアリングを取り付けてあるので、板は供試体の動きにあった運動をすることが出来る。なお、拘束板は K_0 圧密中は供試体と離れており、セン断開始前に約 0.03 kg/cm^2 のプレストレスを与えて供試体に接触させる。ベロフラムシリンダーの入力側は脱気水で満たされており、この脱気水経路は K_0 圧密制御装置とバルブの切換えだけで連絡されるようになっている。したがって、平面ヒズミ条件でのセン断過程ではこの経路を連結することによって自動的に $\varepsilon_2 = 0$ の制御が行なわれる。すなわち、セン断開始前にはベロフラムシリンダーに側圧と同じ圧力が加わって



つり合っているが、セン断を開始して側方変位が生ずると、シリンダーピストンが動いて脱気水を押し出してナルインジゲーターの水銀を移動させる。

これを光電スイッチが感知してモーターを作動させ、コントロールシリンダーを動かして水銀を押し戻し、拘束板の側方変位をゼロにするというもので

	σ_{3c}	σ'_{1c}	K_0	$(\sigma_1 - \sigma_3)_f$	$(\sigma'_1 + \sigma'_3)_f$	u_f	A_f	$(\sigma_{oct})_f$	$(\sigma'_{oct})_f$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_f$	$(\sigma'_2/\sigma'_1)_f$	$(\sigma_2 - \sigma_3)_f$	$\frac{\sigma'_{2f}}{(\sigma'_1 + \sigma'_3)_f}$
平面ヒズミ	0.8	1.71	0.46	1.46	2.46	0.30	0.55	0.63	1.07	3.99	0.40	0.29	0.31
	1.5	3.74	0.40	3.04	5.27	0.39	0.48	1.36	2.24	3.71	0.34	0.33	0.27
	3.0	7.41	0.39	6.03	9.83	1.14	0.64	2.57	4.06	4.17	0.30	0.45	0.24
軸対称	0.8	1.84	0.44	1.32	2.30	0.31	1.10	0.62	0.93	3.67			
	1.5	3.65	0.40	2.69	4.50	0.60	1.10	1.27	1.80	3.99			
	3.0	7.08	0.38	5.35	9.18	1.08	0.82	2.52	3.70	3.80			

* K_0, A_f および主応力比以外はすべて単位 kg/cm^2 。
 サンプラスCは圧密終了時 E_1 は $(\sigma_1 - \sigma_3)$ のピーク時または $E_1 = 15\%$ の時の値を表す。

表 - 1

ある。なお、ナルインジゲーターU字管断面はベロフラムシリンダー断面の約 $1/1000$ であるから脱気水経路の圧縮量を考慮しても $1/1000 \text{ mm}$ 以下の変位量におさえることが出来る。また、 $(\sigma_2 - \sigma_3)$ の値はベロフラムシリンダー内の水压を測り、これに供試体の側面積とシリンダー断面の比を乗ずることによって得られる。

[3] 実験結果

液性限界 47% 塑性指数 23% の粘土について平面ヒズミ条件および軸対称条件（以下それぞれ PS, AS と略称する）で行なった K_0 圧密非排水セン断試験の結果を表-1, 図-2, 3 に示す。なお、試料の予備圧密はすでに報告した方法¹⁾ と同じ方法で行ない、これが $50 \times 50 \times 20 \text{ mm}$ の角柱供試体を切り出して PS, AS 両試験に供した。ヒズミ速度は $0.05 \text{ \%}/\text{min}$ とし、供試体下端で間ゲキ水压を測定した。

図-2 をみると、 $(\sigma_1 - \sigma_3)$, σ'_1/σ'_3 と E_1 の関係は PS と AS でその形状にほとんど差が認められない。Henkel ら²⁾ は PS と AS で応力ヒズミ曲線に明瞭な差が生じるとしているが、Henkel の場合 PS と AS の供試体形状寸法が異なること、およびボルトで緊結した拘束板を用いているのでマサツの影響が入っているものと考えられる。また、図-3 から σ'_2/σ'_1 および $\sigma'_2/(\sigma'_1 + \sigma'_3)$ の値はセン断初期部分でプレストレスの影響をうけているようにみえるが、 $E_1 > 4\%$ では Henkel らの実験結果と異なり、ヒズミに無関係にほとんど一定値を示している。また、 $(\sigma'_1 + \sigma'_3)_f$ と $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ のプロットで同一の $(\sigma'_1 + \sigma'_3)_f$ についての $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ と比較すると

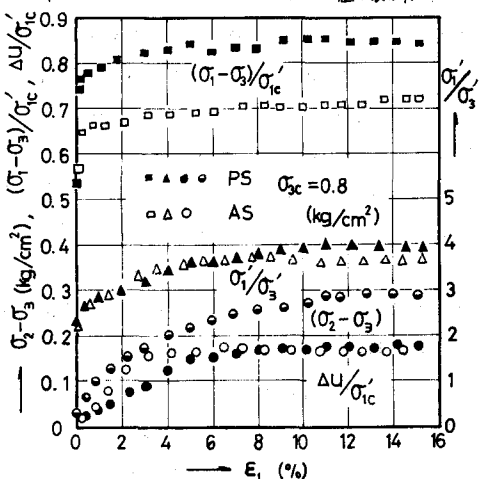


図 - 2

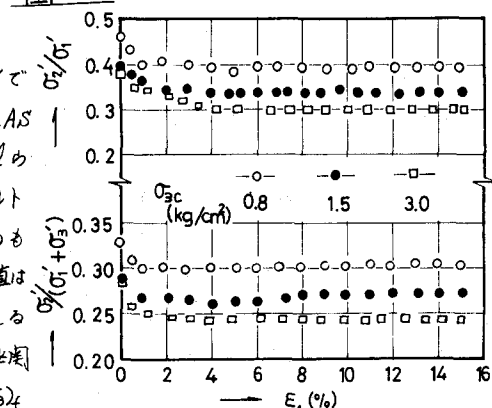


図 - 3

PS の方が 3% ほど大きい。これを $(\sigma'_{oct})_f \sim (\sigma_{oct})_f$ のプロットで比較すると同一の $(\sigma'_{oct})_f$ について AS の $(\sigma_{oct})_f$ が約 10% 大きい。これらは軽部³⁾ の結果と同様の傾向である。一方、 S_u/p の値は PS で 0.404, AS で 0.375 で、その差約 8% である。ちなみに Henkel ら²⁾ は約 8%, Ladd⁴⁾ は約 5% の差があるとしている。

[4] あとがき 本研究は主として昭和 47 年後本州四国連絡橋公団の委託研究費によって行なわれたもので、実験に際して大学院生前川祐美君の協力を得た。記して謝意を表す。

- (文献)
- 1) 三田地・北郷・鹿井：粘性土の強度特性におよぼす圧密時間の影響（初報），土質工学会第 8 回研究発表会 P.299~302, 1973
 - 2) Henkel, D.J. & N.H. Wade: Plane Strain Tests on Saturated Remoulded Clay, Proc. ASCE, Vol. 92, No. SM6, P.67~80, 1966
 - 3) 軽部・原田：練り返し粘土の平面変形条件について，土木学会論文集 147 号, P.1~9, 1967
 - 4) Ladd, C.C.: Strength Parameters and Stress-Strain Behavior, M.I.T. Special Summer Program, 1-34S, 1971