

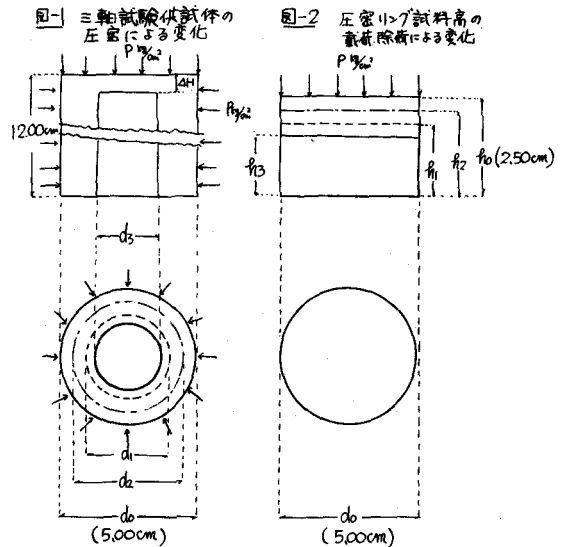
九州大学工学部教授 正 員 内田 一郎
九州大学大学院学生 学生員 ○鬼塚克忠
九州大学工学部学生 学生員 清水建二

1. 研究目的

現在、不飽和砂質土の圧密非排水三軸試験と豊浦標準砂三軸試験を研究テーマにしているが、これらの試験では圧密による容積変化が重要な問題になる。しかしながら不飽和土容積変化測定装置は、まだ改良段階で十分に満足する結果が得られるかどうか疑わしい。そこで圧密装置（三軸試験の供試体と同じ直径の圧密リングを用い、側圧に等しい荷重を載荷する）を用いた圧縮試験の圧縮量から三軸試験の圧密による容積変化量が推測できるのではないかと、この観点からこの実験的研究を行った。

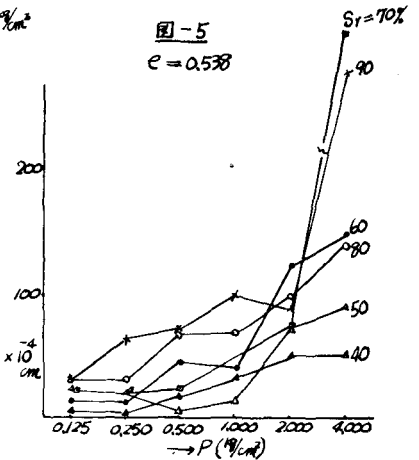
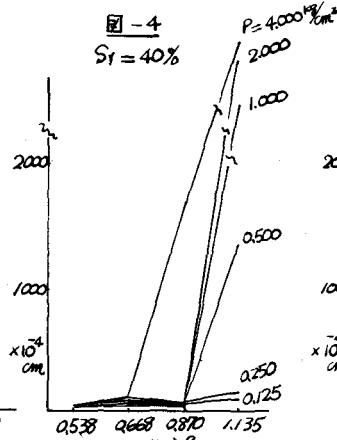
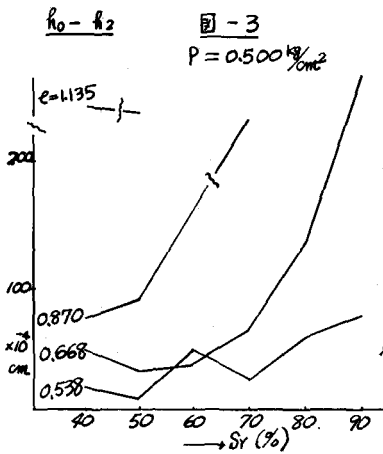
2. 実験方法

試料はマサ土（金澤土）（ $G=2650$ 、 $2mm$ 以下、砂 62.9% 、シルト 28.4% 、粘土 8.7% ）と豊浦標準砂（ $G=2623$ ）を用いた。マサ土は圧密非排水三軸試験時の含水比になるように水を加えて一晩養生したものを、豊浦標準砂は炉乾燥したものを直径 $5.00cm$ 高さ $2.50cm$ の圧密リングに所要の間隙比になるように満した。それから圧密装置を用いて三軸試験時の側圧に等しい荷重、マサ土には、 0.125 、 0.250 、 0.500 、 1.000 、 2.000 、 4.000 、 8.000 $\% \sigma_v$ を、豊浦標準砂には、 0.500 、 1.000 、 2.000 、 3.000 $\% \sigma_v$ をそれぞれ、載荷（最初の1時間）次に除荷（30分）続いて載荷（1時間）除荷（30分）の計3時間のヒズミ計の読みを測定した。この結果を三軸試験の圧密による容積変化量の推測に適用する方法としては次のように考えている。高さ $12.00cm$ 、直径 $5.00cm$ の供試体を三軸室にセットし所定の側圧で1時間圧密し次に側圧を0にして30分間膨張させ、ヒズミで直径（ d_2 ）を計る。図-1において d_0 は圧密前の三軸供試体の直径を、 d_1 は1時間圧密後の、 d_2 は30分間膨張後の、 d_3 はさらに1時間圧密後の直径をあらわしている。 d_0 、 d_1 、 d_2 、 d_3 に相当する図-2の圧密装置の試料高は、 h_0 、 h_1 、 h_2 、 h_3 である。三軸供試体の軸方向の収縮量 ΔH は、ヒズミ及びヒズミ計の読みから測定できる。収縮量 $d_0 - d_2$ と圧縮量 $h_0 - h_2$ の関係から破壊試験前の三軸供試体の直径 d_3 がままり供試体の容積は $d_3 \times (12.00 - \Delta H)$ となる。

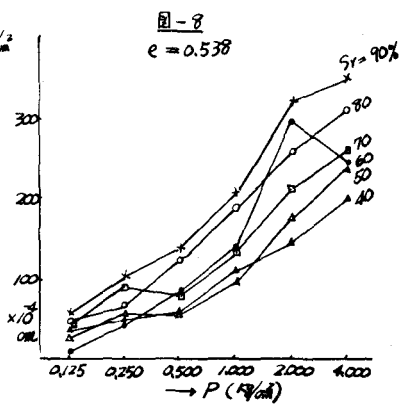
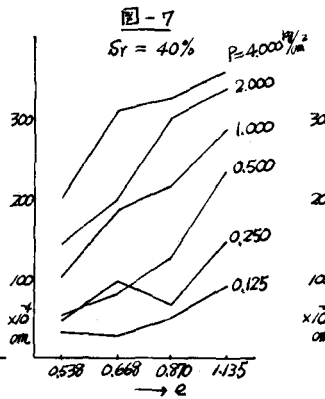
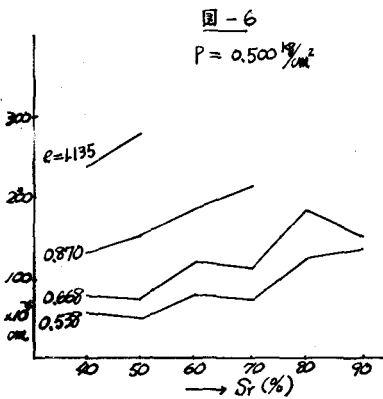


3. マサ土(金隈土)に対する実験の結果

圧密装置による圧縮試験の代表的結果(図-2の h_0-h_2 , h_2-h_1)を示す。



h_2-h_1 (一回目の除荷による膨張量)

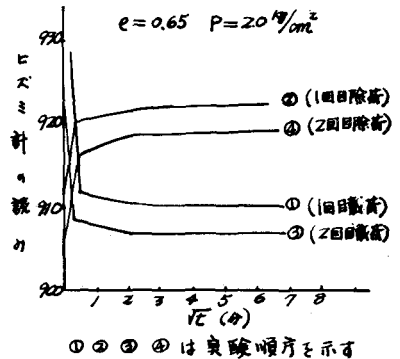


考察、 h_0-h_1 に関して、図-3の荷重一定の場合、飽和度の増加とともに増す。図-4の飽和度一定の場合、間隙比が0.870で急に増す。図-5の間隙比一定の場合、荷重の増加とともに増す傾向がある。 h_2-h_1 に関しては h_0-h_1 と同じように飽和度、間隙比、荷重の増加とともに増すがその傾向がより明瞭である。

4. 豊浦標準砂に対する実験の結果

圧密装置による圧縮試験の結果を表-1に、又圧縮膨張と時間との関係を図-9に示す。表-1の1回目の載荷による圧縮量は初期荷重のため荷重が増すとおおよそ増加の傾向を示し、間隙比が大きくなると増加する。2回目の載荷による圧縮量は初期荷重により試料が安定し

図-9 圧縮膨張-時間曲線



天の荷重の増加とともに増すが、初期荷重により間隙が小さくなったため間隙の変化による著しい傾向は見られない。1回目と2回目の膨張量は近似した値を示し荷重の増加とともに増す。図-9において一分後には、載荷圧縮曲線①と③、除荷膨張曲線②と④はそれぞれほぼ平行で曲線①と③の間隔と曲線②と④の間隔が等しい。除荷膨張曲線②と④は30秒以内で直線的になり平行である。1分間以内で全圧縮量、全膨張量の大部分を終了する。

置浦標準砂三軸供試体の直径を測定することは非常に困難なためその容積変化を土質工学会から提案された容積変化測定法に従って測定した。三軸供試体の圧密による容積変化量(ΔV)を表-2に示す。ここでは均一な間隙の供試体作成が困難なこと、又予想される空気の圧縮性や漏れや実験者の予慣れのため十分に満足する値は得られなかったが間隙比の増加とともに増す傾向がある。

三軸供試体の圧密による縦軸方向の収縮量(ΔH)を表-3に示す。間隙比が0.65の時は非常に小さいが間隙比が0.90の時は三軸供試体作成中に収縮するので正確な値を求めることは困難である。

側圧により生じた三軸供試体の収縮の変化を図-10に示す。圧密後の供試体の面積は

$$\frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{V_0 - \Delta V}{H_0 - \Delta H} \therefore D_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{V_0 - \Delta V}{H_0 - \Delta H}}$$

これより圧密後の直径が求まり直径方向の収縮量は $D_0 - D_1 = 5.00 - D_1$ となる。これを表-4に示す。密な ΔV と ΔH を求めることは非常にむづかしいが $D_0 - D_1$ は、

おおよそ荷重、間隙比の増加とともに増す。これを表-1と比較すると一回目の載荷による圧縮量のほぼ2~4倍の値である。

表-1 圧密装置を用いた圧縮試験

間隙比	0.5	1.0	2.0	3.0%
1回目の載荷(1時間)による圧縮量 $10^{-4}cm$	0.65 168	319	318	295
	0.80 325	330	313	390
	0.90 433	338	355	488
1回目の除荷(30分)による膨張量 $10^{-4}cm$	0.65 52	84	124	135
	0.80 84	84	125	146
	0.90 53	68	82	114
2回目の載荷(1時間)による圧縮量 $10^{-4}cm$	0.65 72	107	156	164
	0.80 125	108	152	173
	0.90 76	91	113	168
2回目の除荷(30分)による膨張量 $10^{-4}cm$	0.65 49	82	114	132
	0.80 87	82	122	142
	0.90 55	73	94	109

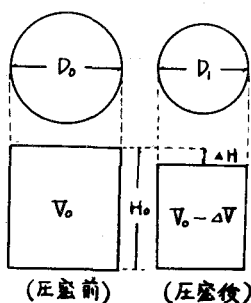
表-2 三軸試験の圧密による容積変化量

間隙比	0.5	1.0	2.0	3.0%
$\Delta V (cm^3)$	0.65 4.4	1.7	2.6	4.1
	0.80 2.2	4.3	6.7	5.9
	0.90 10.0	12.3	11.2	11.3

表-3 圧密による縦軸方向の収縮量

間隙比	0.5	1.0	2.0	3.0%
$\Delta H (cm)$	0.65 0	0.05	0	0
	0.80 0.040	0.153	0.088	0
	0.90 0.135	0.310	0.015	0.060

図-10 圧密前後の供試体



三軸供試体の圧密前後で

V_0 : 圧密前の体積

H_0 : 圧密前の高さ (12.00cm)

D_0 : 圧密前の直径 (5.00cm)

ΔV : 圧密による体積の変化量

ΔH : 圧密による高さの収縮量

D_1 : 圧密後の直径

表-4 圧密による直径方向の収縮量

間隙比	0.5	1.0	2.0	3.0%
$D_0 - D_1 (10^{-4}cm)$	0.65 717	388	519	685
	0.80 402	390	806	945
	0.90 1047	930	1454	1347