

九州大学工学部

正 員

山内豊穂

同

同

○安原一哉

同

学生員

松井謙二

1. まえがき

著者はローム値 γ ム灰土および有機質土の二次圧密特性を研究する一環として、圧密試験において間隙水圧の測定を行なった。Terzaghi の圧密理論が間隙水圧に関するものでありにもかわらず、圧密試験において間隙水圧の測定を行なった例は少なく、しかもいずれも $time-lag$ 等を生^{1,2,3}じにした装置の flexibility に関するもので、二次圧密に関連づけて研究したものは、二つにすぎない。

ここでは、二次圧密が著しいといわれる γ -層、黒ボクを例にとつて、(1)発生する間隙水圧が理論値とどのように近似するか、(2)それによつて推定される二次圧密度および二次圧縮比、圧密係数、従来の解析法 (log 法、 $log \sim log$ 法) による計算値とどのように違うかを述べる。また $time-lag$ 等について若干の考察を加えた。

2. 試料および試験方法

実験に用いられた試料は、黒ボクおよび γ -層でその物理的性質は表-1に示す通りである。供試体はいずれも練り混ぜたものを用い、その寸法は $60\text{mm} \times 20\text{mm}$ で、図-1に示すようにセメント管前に貯水ダレを通して試験機下部より給水する。セメントした供試体

	黒ボク	γ -層
土粒子比重	2.298	1.769
液性限界	150 %	—
塑性限界	90 %	—
初期固結比	217~264	150~180
相対含水比	101~157	650~900

表-1. 試料の物理的性質

に加えられる荷重は、(1) $0 \sim 0.4 \sim 0.8 \text{ kg/cm}^2$ ($\Delta p/p = 1$)、(2) $0 \sim 0.4 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2$ ($\Delta p/p = 2$)、(3) $0 \sim 0.4 \sim 0.6 \text{ kg/cm}^2$ ($\Delta p/p = \frac{1}{2}$) の三種類とする。図-1. の圧カヘッドはストレーンゲージを用いた容量 5 kg/cm^2 のもので、載荷と同時にここに伝えられた圧力は増幅された後オシログラフに取り出されるようになっていす。

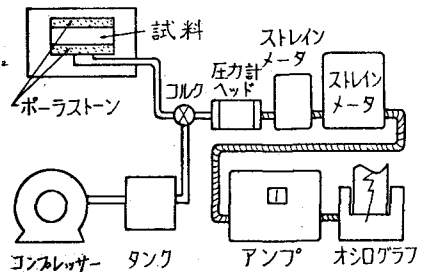


図-1. 装置図

3. 実験の結果と考察

(1) 載荷荷重 $\Delta p \text{ kg/cm}^2$ によつて発生する間隙水圧を $\Delta u \text{ kg/cm}^2$

とすると載荷直後 $t=0$ においては理論的には $\Delta p = \Delta u$ となるはずである。しかしながら、測定される最大間隙水圧 Δu_p は表-2. をみてわかるように一般に載荷荷重 Δp より小さく、これは①微小空気の混入、②側壁マサツ、機械的誤差等の装置の flexibility による、③構造材料中の空隙が空気に詰まつたこと、④ $mineral skeleton$ が低圧縮性を示すためと考

試料名	$\Delta p \text{ kg/cm}^2$	$\Delta u_p \text{ kg/cm}^2$	$\Delta u_p / \Delta p$	平均値
黒ボク	0.4 (1)	0.225	81.3	72.6
	" (2)	0.256	63.9	
	" (3)	0.290	72.6	
γ -層	" (1)	0.222	81.4	82.9
	" (2)	0.223	80.8	
	" (3)	0.250	87.6	

表-2. 最大間隙水圧の載荷荷重に対する割合

えられる。それゆえ同一条件下で実験が行なわれるならば、低圧線分のエとは du/dp の値が小さくなることと予想されるが、それについては現在検討中なので次回に報告したい。

(2) 図-2、図-3 にそれぞれ黒ボク、ソーラ層の1箇ケキ水圧消散曲線を示す。これを見ると、いずれも実測曲線は理論曲線とは余り合わないが $\gamma \sim \gamma$ 層の α が $dp/p = 1$ and 2 に限ってやや理論曲線に近似しており、黒ボク α がそれぞれ互いに平行移動させると近似する傾向にある。これは実測曲線が time-lag を起しているために他ならない。

(3) 図-4、5 に示すように圧密試験の従来の解析法 (log t 法、圧法、log-log 法) によって求められ 100% 圧密矣 (すなわち1箇ケキ水圧が理論的にゼロになる矣) と、実測による1箇ケキ水圧ゼロ矣とは必ずしも一致しとあらうが、それゆえ一次圧密比や圧密係数の計算値にかなりの誤差がみられる。その計算結果の一例を表-3、表-4 に示す。1箇ケキ水圧の実測によって一次圧密比、圧密係数を求めるのは、1箇ケキ水圧ゼロ矣における時間、沈下量をそれぞれ t_{100} , d_{100} としあとは log t 法に準じて計算する。

表-3. をみると一次圧密比は1箇ケキ水圧の実測により計算される値 (以下実測値と称す) は圧法、log t 法、log-log 法のいずれもより大きい。ということはそれらの解析法は実際よりも二次圧密量を多く見積りすぎているということとあり、ヒカケ圧法は著しく無効になっている。また実測値については荷重増加率 α が小さくなるにつれて $\gamma \sim \gamma$ 層、黒ボク α の α がともに二次圧密比

(全沈下量に対する二次圧密量の割合で表-3、表-4 には括弧内に示す) は大きな値をえ、あり餘り多く研究にみられる荷重増加率 α は二次圧密への影響に関する結論の正しいことを表わしている。
 $\gamma \sim \gamma$ 層と黒ボクの実測法による二次圧密比を比較すると $\gamma \sim \gamma$ 層の方が黒ボクよりかなり大きく黒ボク

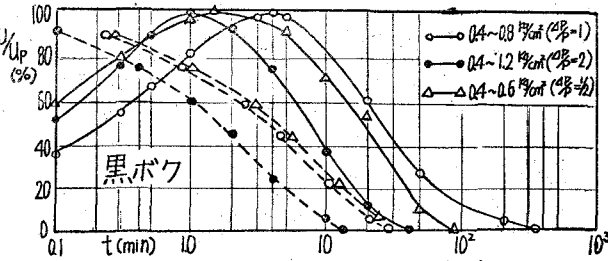


図-2. 間ケキ水圧消散曲線 (実線は理論曲線を示す)

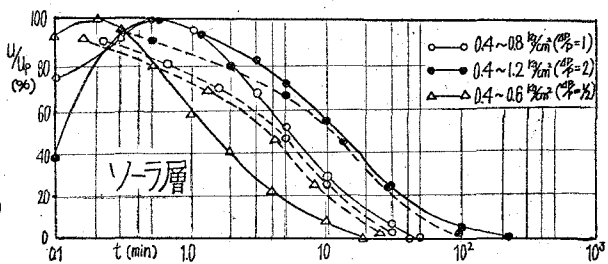


図-3. 間ケキ水圧消散曲線 (実線は理論曲線を示す)

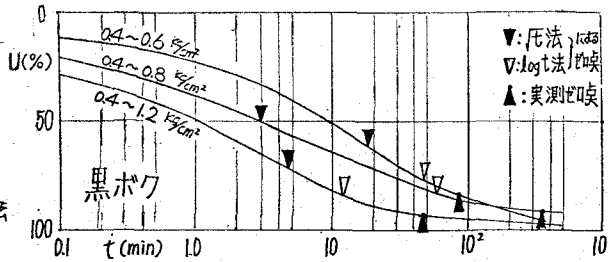


図-4. 時間-沈下曲線

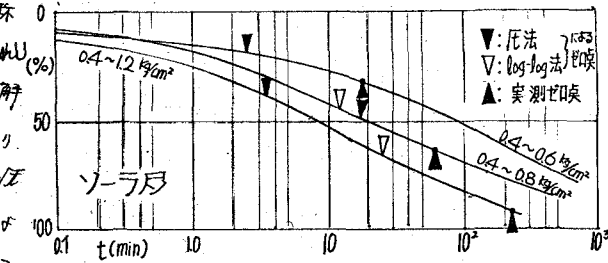


図-5. 時間-沈下曲線

アはもろくに一割前後であるが、このこととソーク層のオが黒木より多く二次圧密度を示すと結論するのは間違ひである。なぜなら三笠所も指通するように、一次圧密度が小さい(すなわち二次圧密度が大きい)土ほど二次圧密度が多いと一般に考えられなければならない。いくら二次圧密度を多く示す塑性的な粘土でも、もし透水性が小さくて一次圧密度が緩くするのには長時間を要すれば一次圧密度の値は大きく(二次圧密度が小さく)なるはずだからである。それゆえ、岡がキ水圧についても早く消失する粘土が必ずしも二次圧密度が多いとは限らない。

以上の実を考へてみよと土質試験法で定められている一次圧密度の計算方法がその表示は無意味のようであり、三笠所のようにやめなければという意見があるのも当然である。しかしながら、ここでも検討されたように岡がキ水圧の挙動と沈下量に対する荷重増加率の影響、あるいは供試体高の影響を考察するときの一つの大きな目安となることは確かである。

	AP/p	(1) log法	(2) 圧法	(3) log法	(4) 算出法	(5) (1) (4) 平均	(6) (2) (5) 平均
ソーク層	1	—	0.467 (0.477)	0.424 (0.424)	0.476 (0.376)	0.452 (0.402)	0.129 (0.101)
	2	—	0.293 (0.282)	0.650 (0.290)	0.353 (0.292)	0.208 (0.291)	0.092 (0.091)
	1/2	—	0.172 (0.262)	解不可	0.250 (0.299)	—	0.071 (0.063)
黒木	1	0.667 (0.456)	0.275 (0.504)	—	0.726 (0.006)	0.459 (0.060)	0.291 (0.046)
	2	0.755 (0.111)	0.384 (0.210)	—	0.498 (0.076)	0.057 (0.035)	0.527 (0.172)
	1/2	0.710 (0.217)	0.530 (0.228)	—	0.710 (0.217)	0	0.130 (0.111)

表-3. 一次圧密度比(r)の比較

	AP/p	(1) log法	(2) 圧法	(3) log法	(4) 算出法	(5) (1) (4) 平均	(6) (2) (5) 平均
ソーク層	1	—	2.36×10^{-3}	5.21×10^{-3}	1.48×10^{-3}	—	0.52
	2	—	1.03×10^{-3}	1.97×10^{-3}	6.81×10^{-4}	—	2.01
	1/2	—	9.4×10^{-4}	解不可	2.36×10^{-4}	—	4.07
黒木	1	2.01×10^{-3}	2.34×10^{-3}	—	2.42×10^{-3}	—	1.47
	2	1.55×10^{-3}	1.03×10^{-3}	—	6.85×10^{-4}	—	1.00
	1/2	4.27×10^{-4}	6.81×10^{-4}	—	2.51×10^{-4}	—	0.17

表-4. 圧密係数(C_r)の比較

表-4. は圧密係数の計算値を比較したものであすが、ソーク層のオは計算値のウが矢張り測値よりかなり大きくなったといふが、黒木は荷重増加率の小さい場合($AP/p=2$)を除いては、計算値と測値はほぼ一致しており G. A. Leonard の研究と同じ結果を得ている。

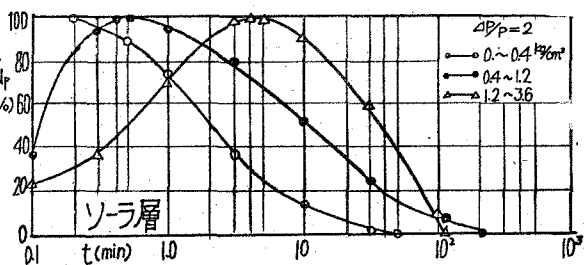


図-6. 間がキ水圧消散曲線における Time-Log

(4) 図-6 に示すような岡がキ水圧の time-log は理論曲線とのずれを起し、また (3) で述べたように二次圧密度に対する為えに誤解を生じさせるために、その原因を明らかにすることは重要と考える。もちろんそれは、装置の flexibility に対するため、あるいは透水係数の低下に対するため等考えられるが、それらが對に作用するのではなく一体となつて time-log を起してゐるのである。

4. 結論

以上の実験結果より次のような結論が得られる。

(1) 発生する最大岡がキ水圧は一般に載荷荷重 AP より小さい。

(2) 岡がキ水圧消散曲線が理論曲線とのずれをみせる原因の一つには、time-log が原因してゐるものと考えられる。

(3) 一次圧密度比や圧密係数については、岡がキ水圧の矢測値から考察すると従来の解析法は黒木について 6~45% (圧法では 10~45%, log 法では 4~6%)、ソーク層については 6~50% (圧法では 6~50%, log-log 法では 15~20%) など二次圧密度を大きく見積り過ぎる傾向にある。ま

圧密係数を特に荷重増加率が小さいとき ($\Delta p = \frac{1}{2}$) には実測値より著しく大きくなる。ただし二次圧密が著しいといわれる黒ボウの場合だけは、 $\Delta p = \frac{1}{2}$ の場合を除けば実測値とよく一致しており Terzaghi 理論に合致している。

(4) 間サキ水圧の消散の違い粘土がばらばらでも二次圧密量が少ないとはいえない。なぜなら二次圧密量が増えたと考えられさ土でも透水係数が小さければ発生した間サキ水圧の消散に長時間を要するはずだからである。

以上の点について最も問題になるのは供試体厚さの影響。つまり試料の相似則を明らかにすることであり、普通の粘土との比較も含めて今後検討を加える積りである。

参考文献

- 1) Whitman, R.V., et al: Time-lag in Pore Pressure Measurement, Proc. 5th. Int. Conf. S.M.F.E. Vol 1, pp 407 ~ 11
- 2) Naylor, R.D., et al: Consolidation Test Pore Pressure, Proc. 6th. Int. Conf. S.M.F.E. Vol 1, pp 323 ~ 7
- 3) Perloff, W.H., et al: Effect of Measuring System on Pore Water Pressure, Proc. 6th. Int. Conf. S.M.F.E., Vol 1, pp 338 ~ 41
- 4) Christie, I.F.: Secondary Compression Effects during One-Dimensional Consolidation Tests, Proc. 6th. Int. Conf. S.M.F.E., Vol 1, pp 198 ~ 202
- 5) 大平至徳, 小谷章: 圧密試験結果の整理法, 第3回土木工学研究発表会, 1968
- 6) 三笠正久: 圧密試験の整理法について, 第19回土木学会年次学術講演会講演概要, 1964
- 7) Leonardo, G. A. and P. Girault: A Study of the One Dimensional Consolidation Test, Proc. 5th. Int. Conf. S.M.F.E., Vol 1, pp 213 ~ 8