

III-47 標準圧密試験における二次圧密速度について

神戸大学大学院 学生員 ○ 益谷 啓
 日本国土開発(株) 正 員 大 豊 康臣
 神戸大学工学部 正 員 輕部 大蔵

1. まえがき

飽和粘性土の二次圧密沈下は、粘土のクリープ的挙動に起因していると考えられるが、二次圧密を含めた粘土の応力 $\sim$ ひずみ $\sim$ 時間関係は、まだ完全なかたちで解明されるには至っていないと思われる。本研究は、供試体高さ、荷重増加率が変化した場合の二次圧密速度と圧密応力の関係を調べることに、鉛直方向に一定荷重が作用している状態における二次圧密領域でのひずみ $\sim$ 時間関係が、花目盛りを用いた双曲線と近似されるのではないかと考え、その適用可能性を実験により検討した。

2. 試料および実験方法

本実験に使用した試料は、大阪南港で採取した沖積粘土を実験室でスラリー状に練り返し、鉛直応力 $\sigma_v = 0.75 \text{ kg/cm}^2$ に至るまで予備圧密したものと、大阪桜宮橋地下約20mの

沖積層より採取した乱さない粘土の2種類である。試料の物理的諸性質を表-1に示す。実験には標準圧密試験機を用い、圧密箱はガイド付き固定式リングを使用した。各供試体の初期条件および実験方法を表-2に示す。

3. 二次圧密速度と圧密応力の関係

村山・柴田は、沈下曲線の二次圧密部分の直線の傾きで表わされる二次圧密速度が、 $\sigma \leq \sigma_c$ (σ_c : 先行圧密応力) では σ に對して直線的に増大し、 $\sigma > \sigma_c$ では一定値をとることを見出した⁽¹⁾。本実験では、二次圧密速度に $de/d\log t$ ($de = e_{4hrs} - e_{1day}$, $d\log t = \log 1440 - \log 240$) をとり、供試体高さ、荷重増加率が $de/d\log t \sim \sigma$ 関係に及ぼす影響を調べてみた。その結果をそれぞれ図-1、図-2に示す。本実験より明らかとなったのは、二次圧密速度と圧密応力の関係は、供試体高さには殆んど影響されないが、荷重増加率の影響をうけ、同一圧密応力のもとでは荷重増加率の小さい方が大きい場合に比べ二次圧密速度が大きくなるということである。このことは、荷重増加率が変化した場合の圧密沈下曲線のかたちを比較すれば明らかとなる。

表-1

粘土の 種類	物理的性質	G _s	L.L. (%)	P.I. (%)	粘土分 (%)
大阪南港練り返し粘土		2.73	89.3	54.3	31.0
大阪沖積粘土		2.67	45.5	27.2	34.0

表-2

供試体 番号	粘土 の種類	初期 高さ mm	初期 含水比 (%)	圧密荷重 (kg/cm ²)	荷重 増加率 $\Delta\sigma/\sigma$	一段階あたり 載荷期間 Day(s)
NO.1	a	20	70.31	0.1~12.8	1	1
NO.2	a	15.15	70.68	0.1~12.8	1	1
NO.3	a	10	70.68	0.1~12.8	1	1
NO.4	a	5.15	70.31	0.1~12.8	1	1
NO.5	a	20	71.44	0.1~12.97	0.5	1
NO.6	a	20	71.12	0.1~9.6	0.5, 1	10
NO.7	b	20	36.38	$\sigma = 1$ (const.)		50
NO.8	b	20	36.38	$\sigma = 4$ (const.)		50

a: 大阪南港練り返し粘土 b: 大阪沖積粘土

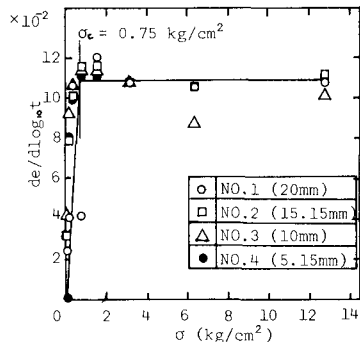


図-1

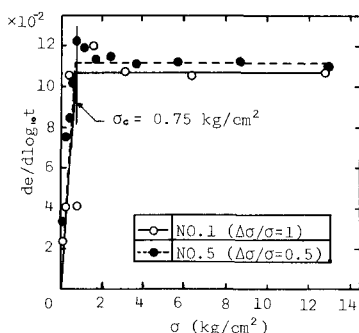


図-2

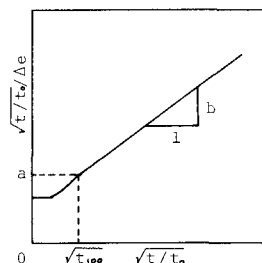


図-3

4. 圧目盛りによる双曲線近似法

粘土の二次圧密において沈下量と経過時間の対数との間には、近似的に直線関係が成立することは良く知られているが、この関係が長期にわたり継続すると仮定すれば無限時間後には粘土そのものがなくなってしまうことになり不合理である。及川は、二次圧密沈下が時間の経過に對して双曲線的に推移している可能性を示した⁽²⁾。本研究では時間軸に $\sqrt{t/t_0}$ ($t_0 = 1$ 分) をとり二次圧密領域での間げき比変化 Δe と $\sqrt{t/t_0}$ との関係が(1)式に示す双曲線で近似されるのではないかと考えた。この場合、無限時間後の最終間げき比変化 $\Delta e_{\infty} = 1/b$ となる。

$$\Delta e = \frac{\sqrt{t/t_0}}{a + b\sqrt{t/t_0}} \quad (a, b: \text{定数}) \quad \text{--- (1)}$$

したがって横軸に $\sqrt{t/t_0}$ 、縦軸に $\sqrt{t/t_0}/\Delta e$ をとると両者の関係は二次圧密領域において 図-3 に示したように傾き b の直線となる。

本実験における載荷期間1日の圧密試験 (NO.1~NO.5) においてこの圧目盛りによる双曲線近似を行なったところ荷重載荷後1日までは良く近似できることがわかった。図-4 は、載荷期間10日の圧密試験 (NO.6) における $\sqrt{t} \sim \sqrt{t}/\Delta e$ 関係を示したものである。この図から $\sqrt{t} \sim \sqrt{t}/\Delta e$ 関係が荷重載荷後1日あたりと境にして別の傾きをもつ直線で近似されていることがわかる。さらに 図-5 は、載荷期間50日の圧密試験 (NO.7, NO.8) における $\sqrt{t} \sim \sqrt{t}/\Delta e$ 関係を示したものである。この実験に用いた粘土の先行圧密応力は、約 3 kg/cm^2 であるが、過圧密、正規圧密ともに載荷後20日以降は、はっきりとした直線関係が認められず、その傾向は過圧密領域において著しい。また(1)式における b の値は載荷後50日の範囲に限れば、時間の経過とともに小さくなっていることがわかる。

5. まとめ

①二次圧密速度と圧密応力の関係は供試体高さにはほとんど影響されないが、荷重増加率には影響をうける。したがって、標準圧密試験より求められる二次圧密速度と現場の沈下解析に適用する場合は、施工条件に合った荷重増加率で圧密試験を行なう必要があると思われる。

②圧目盛りによる双曲線近似の現場への適用性について

①長期にわたる $\sqrt{t} \sim \Delta e$ 関係は1つの双曲線では近似し得ない。

② $\sqrt{t} \sim \sqrt{t}/\Delta e$ 関係は、時間の経過とともに異なる傾きをもつ直線で近似されるが、本実験に用いた粘土では20日以降は明確な直線関係が認められなかった。

③最終間げき比変化 $\Delta e_{\infty} = 1/b$ を載荷期間数日の圧密試験より求めることは実際の沈下量と過少評価する結果となる。

参考文献 1) 村山、窪田: On the Rheological Characters of Clay, 京大防災研年報, NO.26, P.1-43 (1958)

2) 及川: 泥炭の圧密試験の一整理法について, 第13回土質工学研究発表会 pp.225~ (1978)

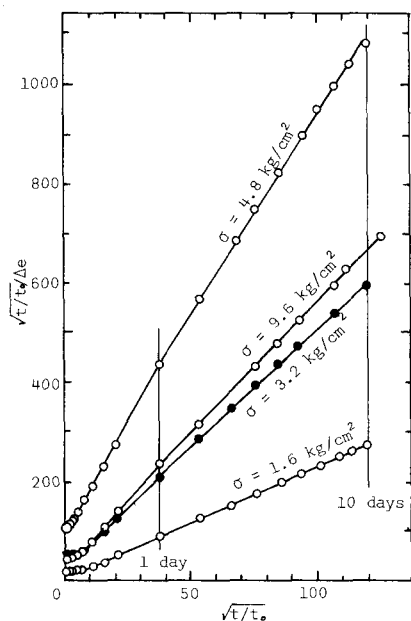


図-4

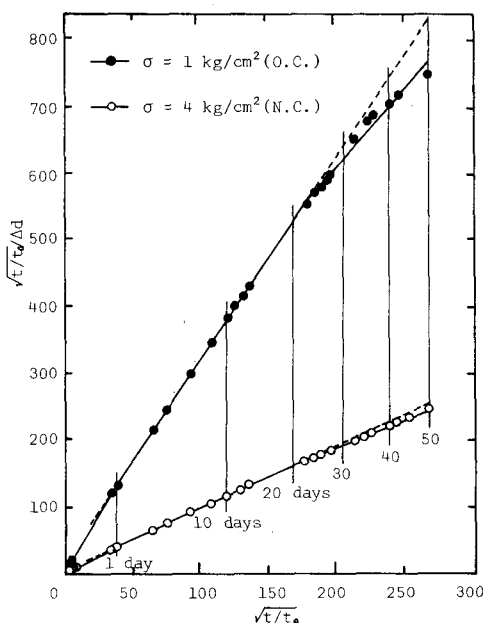


図-5