

## 泥炭の圧密試験の一整理法。

防衛大学校土木教室 正員 太平至徳  
 道路公園高速道路試験所 " 持永竜一郎  
 防衛大学校防衛学教室 " 小谷章

## 1 概説。

泥炭の圧密特性は沈下の時間的変化が Terzaghi の圧密理論とあまり合わなく、いわゆる二次圧密が長期にわたり継続し、その量も相当大きく、また一次圧密と二次圧密との相違点も比較的明確でない点が他の軟弱粘土と異なる一つの特徴である。

これらの特異性を含めた泥炭の圧密特性は現在のところ一般的な粘土に対する圧密試験結果の整理法と同様な方法で整理され、解析された諸量によって表わされている。しかしながら上記圧密試験の結果を在来の  $\Delta t$  法、log  $t$  法で整理し、一次圧密終了時機、沈下速度等を推定する場合、作図上それらがかなり主観的なものとなるため、実際の諸量と一致しない場合が多い。

そこで筆者らは log-log 法なるものを提案し、その根拠、および在来法と比較した結果の考察を述べ、本整理法が泥炭に対する諸特性を適切に推定し得ることをこゝに紹介する。

## 2. 圧密試験結果の整理法

圧密試験結果を整理する方法は、理論上の  $\Delta t$  ~  $\Delta d$  曲線の一部を他の函数で置換してその性質を利用し、さらには二次圧密過程をその材料に適した函数で表わしてその性質を利用すればよい。そのような函数は放物線、双曲線、指數曲線等数多くのものが考えられる。これらの中からあまり手のかからない、しかも作図等において主観によらず結果が左右されないようなものを選び出せばよい。一般的には  $\Delta t$  法、log  $t$  法はそれぞれそのうちの一つであり、こゝに提案した log-log 法もまたそうである。

泥炭に対しては  $\Delta t$  法、log  $t$  法を適用してみると次のようない不適合点が生ずる。

(1)  $\Delta t$  法においては図-1 のように実験曲線のごく初期の部分が直線におさまれなく、 $\Delta t_0$  や補正原点を求めようとすると実験曲線の初期部分を時間軸に対し拡大し直さなければならぬ不便を生ずる。また圧密量の大きい二次圧密領域の沈下の特性が適確に表わし得ない。

(2) log  $t$  法においては図-2 から分るように、その実験曲線を客觀的に二直線におさめることはむづかしい。したがってこの方法から求められる圧密係数  $C$  の値もかなり主観的なもの

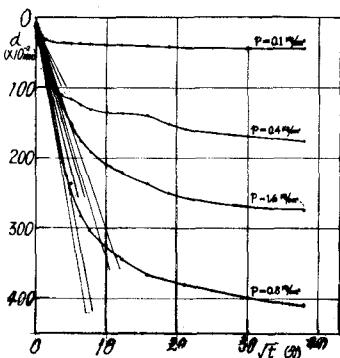
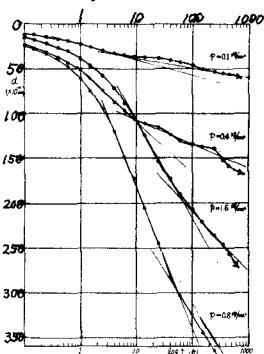
図-1  $\Delta t$  法による時間~沈下曲線

図-2 log t 法による時間沈下曲線



になる。

(3) 経験的に、両法により求めた圧密係数  $C_v$  の値は実際のものよりも過小に評価されがちである。これらの不便をなくし、かつ客観的に沈下特性を表わす諸量を決定するために、時間～沈下曲線と両対数目盛のグラフ用紙に描いて実験結果の考察を試みた。

この方法を log-log 法と名づけ、その根拠と、圧密係数の求め方の概要を表-1 に示す。

表-1. log-log 法の根拠と圧密係数の求め方

根 拠		実験曲線から圧密係数を求める方法		
理論上の圧密度 $\bar{d}$ と 時間係数 $T$ との関係	実験上の沈下量 $d$ と、時間 $t$ との関		一次圧密終了後、 すなわち $T_{100}$ 分後 原状 $d_0$	圧密係数 $C_v$
	一次圧密領域	二次圧密領域		
$\sqrt{t}$ 法の変形、すなわち $t = \frac{H^2}{C_v} \cdot T, \frac{d-d_0}{d_{100}-d_0} = t^{\frac{1}{2}}$ , $\bar{d} \sim T$ 曲線で圧密初期 の部分が直線、 $\log t = C_0 + \log T$ , $\bar{d} = \sqrt{H} \sqrt{T}$ , で表わさ れるとならば、 $\log \bar{d}$ となり、左記の理由 となり、 $\log \bar{d} \sim \log T$ は直線となる。	すなわち $d = C_0 + C_s \log t$ すなわち = 次圧 密曲線成 $\log d = C_0 + C_s \log t$ この直線の座標 が $d_{100}, t_{100}$ から なり。 となり、 の初期 の部分は直線 $\log d = C_0$ $+ C_s \log t$ で置換される。	$\log d = C_0 + C_s \log t$ すなわち $\log d = C_0 + C_s \log t$ この直線の座標 が $d_{100}, t_{100}$ から なり。	$\log t = C_0 + C_s \log t$ すなわち $t = e^{C_0 + C_s \log t}$ は $t = 0.1$ 分 のとき $d_0$ と する。	(1) 一次圧密領域 すなわち $t = 0.1$ 分 における、 $C_v = \frac{T_{100} H^2}{t_{100}}$ (2) 二次圧密領域 すなわち $t > 0.1$ 分 における、 $C_v = h_{n-1} - (d_{100} - d_0)$ における、 $H = \frac{1}{2}(h_{n-1} + h_n)$

### 3. 試料および実験方法。

実験に用いた試料は静岡県愛甲地区の泥炭をフィールサンプラーによって採取したものであり、この地盤の土質柱状図を図-3 に示す。

実験は上記試料 21 コドリで、荷重(0.1 kN/cm<sup>2</sup> ~ 12.8 kN/cm<sup>2</sup>) を 8 段階にして標準圧密試験を行った。

### 4. 実験結果と考察。

#### (1). 一次圧密終了後と二次圧密。

実験結果を log-log 法で整理したものの一部を図-4 に示す。

これから分るように、泥炭の時間～沈下関係は表-1 で述べたように  $\log d = C_0 + C_s \log t$ , および  $\log d = C_0 + C_s \log t$  など二直線で表わされ、その直線は極めて客観的に行挿入できる。また一試料の全圧密荷重に対する実験結果は一枚の紙に表示できる。

つぎに  $\log t$  法と log-log 法を対比せよ意味で、同一試料のものについてそれぞれの方法で整理した時間～沈下曲線を図-5(a), (b) に示す。

同図(a)から泥炭においては  $\log t$  法で整理した

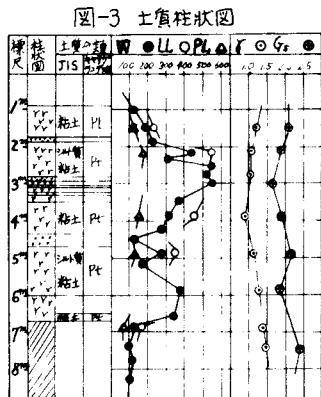
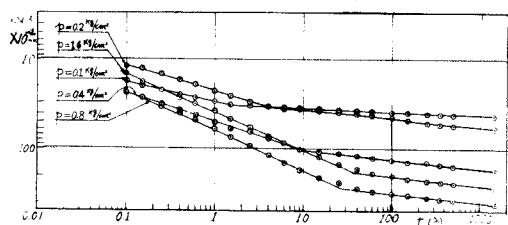


図-4 log-log 法による時間～沈下曲線



場合、 $d_{100}$ ,  $t_{100}$  を求めるための二直線の挿入を客観的に行なうこととはかなりむづかしいことがわかる。

一方 log-log 法によって整理した図-5(b)によれば二直線の挿入は極めて客観的大に行なうが、かつある沈下量に達した後はそれまでの沈下と特性が明らかに異なってなることが示される。

log-log 法によって表示される二直線の交差を仮りに  $D_{100}$  すなわち  $d_{100}$ ,  $t_{100}$  を表わすとして logt 法から求めた  $d_{100}$ ,  $t_{100}$  と対比した結果をそれを図-6, 図-7 に示す。

図-6 によれば、載荷荷重が比較的小さい場合には両法から求めた  $d_{100}$  はおむね一致するが、載荷荷重が  $0.8 \text{ kN/cm}^2$  以上になると、logt 法から求めた  $d_{100}$  は log-log 法から求めた値よりも大きくなる傾向が見受けられる。

一方  $t_{100}$  については図-7 から、荷重の大小いかんらず logt 法から求めた値は log-log 法から求めた値よりも大きくなり、しかも荷重が大きくなるにしたがって両法から求めた  $t_{100}$  の差は大きくなる傾向が見受けられる。

この原因は logt 法において  $d_{100}$  を求める際の二直線の挿入がかなり主観的になることおよび“載荷荷重が大きくなるほど”，いわゆる一次圧密領域の中で Terzaghi の圧密理論と異なる沈下現象が相当量生じてなるためと考えられる。

## (2). 圧密係数 $C_v$

圧密係数  $C_v$  を求める方法によって求められた泥炭の沈下解析に用いる場合には下記の理由から、その実態と必ずしも合致しないと考えられる。

(ア) 泥炭においては図-4, 5 等から明らかなように、二次圧密量がかなり大であり、しかも二次圧密領域においては一次圧密領域とは明らかに性質の異なる沈下が生じている。この特性の異なる沈下現象を一つに包括した圧密係数で解析することは適当ではない。

(イ) 在来法によるとしても  $C_v$  値を求める際に、作図上のむづかしさから値そのものが主観的になり誤差がかなり生ずる。

## (3). 沈下の補正原点について。

沈下の補正原点を log-log 法によって求める際には、

図-5 logt 法と log-log 法との比較。

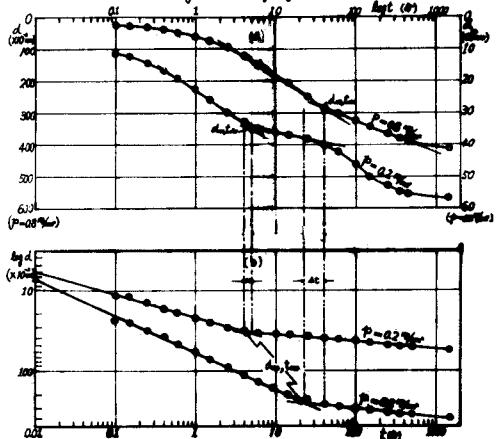


図-6 logt 法の  $d_{100}$  と log-log 法の  $d_{100}$  の比較

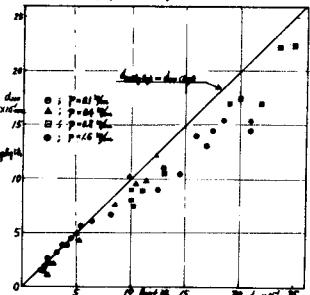


図-7 logt 法の  $t_{100}$  と log-log 法の  $t_{100}$  の比較

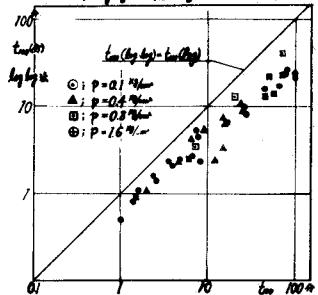


表-2. 圧密・logt 法と log-log 法との補正原点の比較

比較の対象	$\Delta$	$t_0(\log\log)$	$\Sigma \Delta^2 \times 10^{-4} \text{ sec}$	$\frac{\Sigma \Delta}{n} \times 10^{-2}$
$\sqrt{t}$ 法	$d_{100}(\log\log) - d_{100}(\logt)$	0.01分	1,453.88	3.0
		1秒	1,826.65	3.4
		0.1分	19,744.33	11.1
		0.01分	1,472.81	3.0
$n=161$	$d_{100}(\log\log) - d_{100}(\logt)$	1秒	3,126.42	3.6
		0.1分	21,027.42	11.2
$\logt$ 法	$d_{100}(\log\log) - d_{100}(\logt)$	0.01分	1,453.88	3.0
		1秒	1,826.65	3.4

時間沈下曲線が初期の部分において放物線になることを利用して log<sub>t</sub> 法に準じて求めてもよい。また log<sub>log</sub> 法によって描かれた直線,  $\log d = C_0 + C_1 \log t$ , の左側と延長し,  $t = 0.01$  分の座標を交わる点の  $d$  値を  $d_0$  としても,  $\log t$  法から求めた  $d_0$  との差は表-2 に示すようになり小さく、これから他の圧密諸常数を求めても実際上の支障はないものと考えられる。

#### (4) 沈下速度。

$\log\log$  法によって時間～沈下関係を明らかにすれば、これから各時間に応ずる沈下速度を次のようく簡単に求め得る。

$$A. t < t \leq t_{100}, \text{ のとき, } \frac{dd}{dt} = C_0 \cdot \frac{d}{t} = C_0 e^{C_1 t} t^{C_1 - 1} \quad (1)$$

$$B. t_{100} \leq t \quad \text{のとき} \quad \frac{dd}{dt} = C_1 \cdot \frac{d}{t} = C_1 e^{C_1 t} t^{C_1 - 1} \quad (2)$$

こゝで,  $C_0, C_1$  は  $\log\log$  法で整理した時間～沈下直線の  $d_0$ , および  $d_{100}$  であり,  $C_0, C_1$  は二直線の勾配であり、各荷重段階に応ずる時間沈下関係の二直線から直ちに求め得る。

(1)式および(2)式の両辺を対数値とすれば；一次, 二次両圧密領域において、沈下速度はそれぞれ一般的な形として,

$$\log\left(\frac{dd}{dt}\right) = C_0 + C_1 \log t \quad (3)$$

で表わされる。

(3)式は泥炭の圧密沈下速度を表わす式で、N.E.WILSON<sup>(1)</sup> 等により述べられておりもうと同じであるが、 $\log\log$  法を用いれば、式中の  $C_0 \sim C_1$  は極めて簡単に求められ、圧密沈下速度が時間の強度として比較的容易に決定できる。

なお  $\log\log$  法にもとづいて整理される  $d_{100}, t_{100}, \frac{dd}{dt}$  等を实用面に適用するためには、試料の高さ  $H$  と  $t$  の関係について今後さらに検討していく必要があると考える。

### 5. 結 言。

本報告は泥炭に対する標準圧密試験を行なってその結果の整理に  $\log\log$  法を用いた場合の実験的考察を行なつたのであるが、得られた結果のあらわし方を列記すると次のようになる。

- (1).  $\log\log$  法を用いれば泥炭の時間と沈下の関係は明瞭な二直線で表わされる。
- (2). 在来の  $\sqrt{t}$  法,  $\log t$  法, と比較すると、沈下の特性が変化する点が二直線の交点で明確に示される。
- (3). 圧密係数  $C_0$  を在来の方法によって求めて泥炭の圧密沈下の解析をすることは通常でなく、一次圧密領域についてのみ  $\log\log$  法によって求めた  $C_0$  値を用いて考察し、二次圧密領域については別途考慮することが必要であると考えられる。
- (4).  $\log\log$  法の補正原点は  $\log t$  法に準じて求めてもよいが、一次圧密領域の直線部分を延長して、 $t = 0.01$  分を表わす縦軸との交点を  $d_0$  としてもよい。
- (5). 泥炭の沈下速度は一般的には(3)式で表わされ、式中の常数の値は  $\log\log$  法で時間～沈下関係を整理することにより比較的簡単に求め得る。

以上の考察結果から泥炭の圧密試験の整理法としては在来の  $\sqrt{t}$  法,  $\log t$  法を用いるよりも、 $\log\log$  法を用いる方がその圧密特性をより簡明に把握できるものと考える。

(註) (1) N.E.WILSON, N.W.RADFORTH, I.C.MCFARLANE, M.B.LO.

'The Rates of Consolidation for Peat'; Proceedings of the sixth international conference, CANADA 1965, Vol.407-411