

防衛大学校土木教室 正員 大平至徳
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

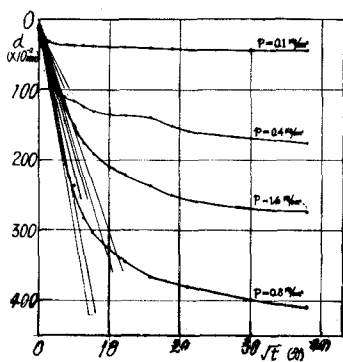
1 概説。

泥炭の圧密特性は沈下の時間的变化が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、その量も相対的に大きく、また一次圧密と二次圧密との相違も比較的明確でない点から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の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、解析される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従来の $\sqrt{t}$ 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 $\log \cdot \log$ 法なるものを提案し、その根拠、および従来の法と比較した結果の考察を述べ、本整理法が泥炭に対して客観的かつ簡明に整理され、圧密に関する諸特性を適切に推定し得ることをここに紹介する。

図-1 $\sqrt{t}$ 法による時間-沈下曲線



2. 圧密試験結果の整理法

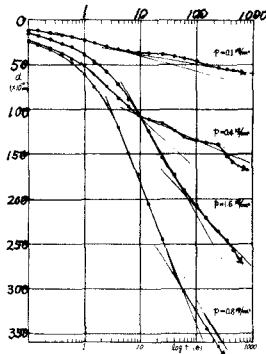
圧密試験結果を整理する方法は、理論上のU- $\sqrt{t}$ 曲線の一部と他の函数で置換してその性質と利用し、さらに二次圧密過程とその材料に適した函数で表わしてその性質と利用すればよい。そのような函数は放物線、双曲線、指数曲線等数多くのものが考えられる。これらの中からあまり手のつかない、しかも作図等において主観によって結果が左右されないようなものを選び出せばよい。一般的には $\sqrt{t}$ 法、 $\log t$ 法はそれぞれそのうちの一つであり、ここに提案した $\log \cdot \log$ 法もまたそうである。

泥炭に対しては $\sqrt{t}$ 法、 $\log t$ 法を適用してみると次のような不都合な点が生ずる。

(1) $\sqrt{t}$ 法においては図-1のように実験曲線のごく初期の部分しか直線におさまらず、 $\sqrt{t_0}$ や補正原点を求めようとするとき実験曲線の初期部分と時間軸に対して拡大し直さなければならない不便が生ずる。また圧密量の大きい二次圧密領域の沈下の特性が正確に表わし得ない。

(2) $\log t$ 法においては図-2から分るよう、その実験曲線を客観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_v 値もかなり主観的なもの

図-2 $\log t$ 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はかなりむづかしいことがわかる。一方 $\log \cdot \log$ 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に行之、かつある沈下量に達した後はそのまでの沈下と特性が明らかに異なっていることが示される。

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

図-6によれば、載荷重量が比較的小さい場合には両法から求めた d_{100} はおおよそ一致するが、載荷重量が 0.8 吨/m^2 以上になると、 $\log t$ 法から求めた d_{100} は $\log \cdot \log$ 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、荷重の大小にかかわらず $\log t$ 法から求めた値は $\log \cdot \log$ 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 $\log t$ 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重量が大きくなるほど、いわゆる二次圧密領域の中で Terzaghi の圧密理論と異なった沈下現象が相当量生じているためと考えられる。

(2). 圧密係数 C_v .

圧密係数 C_v を従来の方法によって求めこれを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) 従来の方法によっても 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) 沈下の補正原状について。

沈下の補正原状を $\log \cdot \log$ 法によって求める際には、

図-5 $\log t$ 法と $\log \cdot \log$ 法の比較。

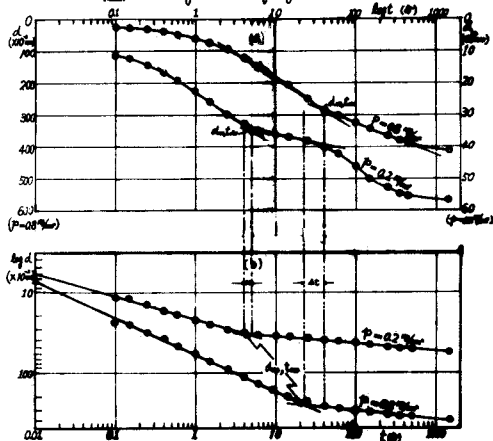


図-6 $\log t$ 法と $\log \cdot \log$ 法の比較

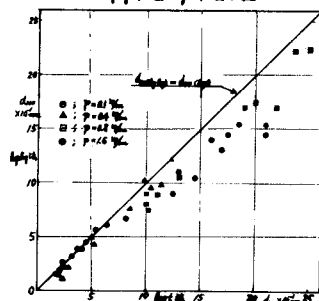


図-7 $\log t$ 法と $\log \cdot \log$ 法の比較

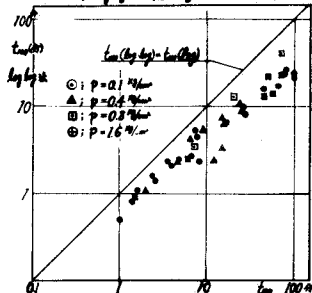


表-2. $\sqrt{t}$ 法・ $\log t$ 法と $\log \cdot \log$ 法の補正原状の比較

比較対象	Δ	$t_0 (\log \cdot \log)$	$\Sigma \Delta^2 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$	$\sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{n}} \times 10^{-2}$
$\sqrt{t}$ 法 $d_{avg} - d_0 (\log \cdot \log)$ $n=161$		0.01分	1,453.88	3.0
		1秒	1,826.65	3.4
		0.1分	19,744.33	11.1
$\log t$ 法 $d_{avg} - d_0 (\log \cdot \log)$ $n=167$		0.01分	1,472.81	3.0
		1秒	2,226.42	3.6
		0.1分	21,027.42	11.2

時間沈下曲線が初期の部分において放物線になることと利用して $\log t$ 法に準じて求めてもよい。また $\log \cdot \log$ 法によって描かれた直線、 $\log d = C_6 + C_5 \log t$ の左側と延長し、 $t = 0.01$ 分の座標と交わる点の 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と求めても実際の支障はないものと考えられる。

(4) 沈下速度。

$\log \cdot \log$ 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と次のように簡単に求め得る。

ア. $t_0 < t \leq t_{100}$, のとき, $\frac{dd}{dt} = C_5 \cdot \frac{d}{t} = C_5 e^{C_6} t^{C_5-1}$ ----- (1)

イ. $t_{100} \leq t$ のとき $\frac{dd}{dt} = C_7 \cdot \frac{d}{t} = C_7 e^{C_6} t^{C_7-1}$ ----- (2)

こゝに、 C_5, C_6 は $\log \cdot \log$ 法で整理した時間～沈下直線の d_0 および d_{100} であり、 C_5, C_7 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)式の両辺を対数にとれば、一次、二次圧密領域において、沈下速度はそれぞれ一般的な形として、

$$\log\left(\frac{dd}{dt}\right) = C_5 + C_6 \log t \text{ ----- (3)}$$

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⁽¹⁾等により述べられているものと同じであるが、 $\log \cdot \log$ 法を用いれば、式中の $C_5 \sim C_7$ は極めて簡単に求められ、圧密沈下速度が時間の函数として比較的容易に決定できる。

なお $\log \cdot \log$ 法にもとずいて整理される $d_{100}, t_{100}, \frac{dd}{dt}$ 等と実用面に適用するためには、試料の高さ H とも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へる。

5. 結 言.

本報告は泥炭に対して標準圧密試験を行なってその結果の整理に $\log \cdot \log$ 法を用いた場合の実験的考察を行なったのであるが、得られた結果のおもなものと列記すると次のようになる。

- (1) $\log \cdot \log$ 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) 従来の $\sqrt{t}$ 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差で明確に示される。
- (3) 圧密係数 C_v も従来の方法によって求めて泥炭の圧密沈下の解析とすることは適当でなく、一次圧密領域についてのみ $\log \cdot \log$ 法によって求めた C_v 値を用いて考察し、二次圧密領域については別途に考慮することが必要であると考えられる。
- (4) $\log \cdot \log$ 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と延長して、 $t = 0.01$ 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 $\log \cdot \log$ 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従来の $\sqrt{t}$ 法, $\log t$ 法を用いるよりも、 $\log \cdot \log$ 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らる。

(註)(1) N.E. WILSON, N.W. RADFORTH, I.C. MACFARLANE, M.B. LO.
 'The Rates of Consolidation for Peat'; Proceedings of the sixth international conference. CANADA. 1965. Vol.407-401