

III-436

√法とlog t法による泥炭の圧密係数の比較

北海道工業大学 正員 神谷光彦

1. まえがき

圧密係数を求める手法として現行の土質工学会基準「土の圧密試験方法(JSF T 411-1990)」では√法と曲線定規法がある。これらの方法は、時間～沈下量曲線が Terzaghiの圧密理論に従うのであれば、いずれを用いても同一の圧密係数が計算されるはずである。しかし、泥炭のように時間～沈下量曲線が理論曲線と異なってくる土質では、用いた方法すなわち理論曲線とフィッティングさせる位置により、求まる圧密係数が異なってくる。特に、曲線定規法は理論曲線のどの部分と実測曲線を当てはめるかにより結果が異なり、判定者の主観によるばらつきも大きい。また、理論曲線の中央部分を重ね合わせるため、一次圧密中に生ずる二次圧密も含むため、√法より小さめの C_v となる場合もある。

また、現行の基準では用いられていないがlog t法がある。この方法は一次圧密の終了点を二次圧密から決めるなど、圧密理論に合致しない点があり、1969年の改訂以来土質試験法から外されたものである。しかし、泥炭のように沈下形態が Terzaghi理論に従わない土では有効な方法と思われる。

そこで、本報告は泥炭の圧密係数の計算法の√法とlog t法を比較し、泥炭におけるlog t法の有用性を検討したものである。

2. 圧密係数

√法より求めた圧密係数 C_{vR} とlog t法による圧密係数 C_{vL} の比と平均圧密圧力の関係を図-1に示す。試料の頭文字 A, Bは有機物含有量を変えて繰返した試料であり、他は不攪乱の試料である。また、圧密係数の計算における試料高さは圧密前の高さを用いている。

一般に、粘性土では圧密係数は正規圧密領域では一定とされているが、泥炭では圧密圧力の増加とともに急激に圧密係数が減少する。この傾向は√法, log t法とも同一である。

A試験の粘土A-0やA-20では圧密係数の比は余り大きくなく、圧密係数の求め方による違いはないが、不攪乱泥炭のHORO-AやSARO-Bでは√法による C_{vR} がかなり大きくなる。また、SARO-Bでは圧密係数の比は圧密圧力とともに大きくなるが、多くの試料では、ばらつきはあるが正規圧密領域では圧密圧力による系統的な変化はなかった。そこで、 C_{vR}/C_{vL} の平均値のばらつきの範囲を求め、初期間隙比の関係で図-2に示す。

繰返した試料のA試験では C_{vR}/C_{vL} の平均値は1.5程度であるが、不攪乱泥炭では初期間隙比とともに大きくなり、初期間隙比が15以上で C_{vR}/C_{vL} が4程度で一定となる。

つぎに、√法およびlog t法より求めた圧密係数を用いて計算した時間～沈下量曲線と実測曲線との比較を図-3に示す。

√法による計算曲線を見ると、実測曲線がまだ一次圧密中であるにも拘らず一次圧密沈下は収束する。これは、√法による圧密係数は初期の部分の時間～沈下量曲線を利用して求めたためであり、初期部分は当然一致するが、後半部分は実測曲線より離れてくる。一方、log t法の C_{vL} は一次圧密の終了部分より圧密係数を求めたものであり、これによる時間～沈下量曲線は全体的にはほぼ一致している。しかし、曲線の

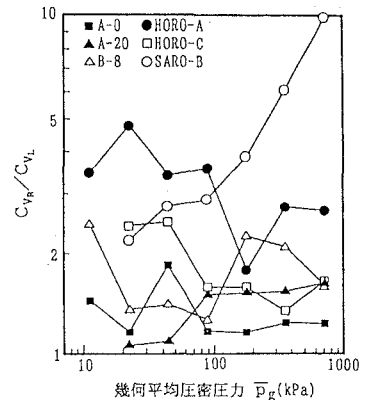


図-1 C_{vR}/C_{vL} と平均圧密圧力の関係

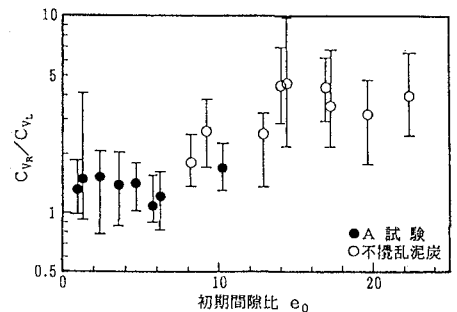


図-2 C_{vR}/C_{vL} と初期間隙比の関係

形状は一次圧密の終了部分での計算値が実測値より大きくなる傾向にある。

これらの違いはいずれも泥炭の沈下形状が Terzaghi理論と異なることによるものである。

そこで、泥炭の圧密沈下を 1) Terzaghi型の間隙水圧の消散による沈下, 2) 骨格構造のクリープによる二次圧密沈下, 3) 泥炭繊維の圧縮, 破断による沈下に分けて考える。これらの沈下は同時に起こるものであるが、時間の経過と共に、1), 2), 3)の順で沈下の主体的な要因となっていく。泥炭の圧密は一次圧密の初期の部分では Terzaghi型の様相を示すが、圧密の進行に伴い2), 3)の要素による沈下が一次圧密に含まれてくるため、一次圧密沈下が比較的長く継続し、沈下量も大きくなる。そして、1)による圧密が終了した時点より二次圧密領域に入ると考えられる。そのため、 $\sqrt{t}$ 法による圧密係数は1)の部分で求めたもので、2), 3)による沈下を含んでいないため、沈下が実測の一次圧密曲線の途中で終了することになる。 $\log t$ 法は量的にはほぼ一致しているが、一次圧密の後半部分より理論式との差が表れている。また、図には層厚の変化を考慮にいたした三笠の解法¹⁾も示した。 $\sqrt{t}$ 法より実測曲線と一致する部分は多くなるが、沈下量はまだ小さい。

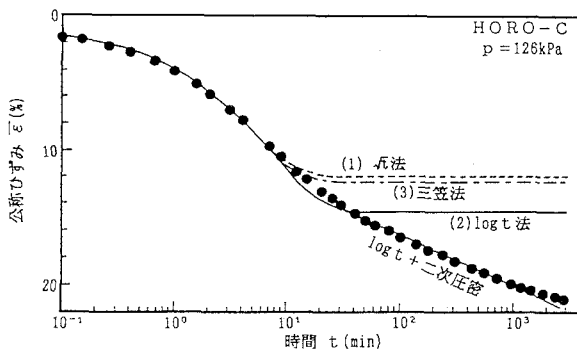


図-3 圧密係数の違いによる時間～沈下量曲線

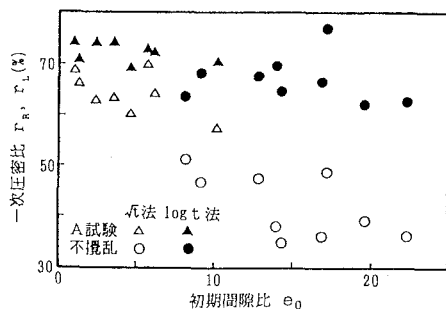


図-4 r_R , r_L と初期間隙比の関係

泥炭の圧密沈下量の予測法としては、一次圧密に二次圧密沈下を加える方法が多い。 C_{vL} を用いた沈下曲線に適用すると、図の $\log t$ 法+二次圧密の線で示すように実測値と一致する。 C_{vR} を用いた線の二次圧密を加える方法では、一次圧密による沈下量が少ないため、実測曲線より小さな沈下量を予測することになる。これは、 $\log t$ 法が一次圧密と二次圧密の交点を利用して圧密係数を求めたためであり、同一の手法から得られた圧密定数を用いて計算したため計算曲線と実測曲線がほぼ一致したものである。しかし、 $\sqrt{t}$ 法では圧密係数、二次圧密係数を別個の方法を用いるもので、求めた曲線が連続していないため、実測曲線との差が生じたものである。それゆえ、一次圧密と二次圧密を重ね合わせる方法での沈下量の予測からみると、理論的な問題はあがるが、 $\log t$ 法が同一の手法より、一次圧密と二次圧密の係数を求めるため妥当と判断される。

3. 一次圧密比

$\sqrt{t}$ 法による一次圧密比 r_R , $\log t$ 法による一次圧密比 r_L と初期間隙比の関係を図-4に示す。

$\log t$ 法の r_L は初期間隙比によらず70%程度の値となるが、 $\sqrt{t}$ 法の r_R は初期間隙比が大きくなると一次圧密比は小さくなる。これは、一次圧密をTerzaghi理論による $\sqrt{t}$ 法などにより求めるためと思われる。泥炭では一次圧密中に二次圧密や泥炭繊維の圧縮が生ずるため、図-3に示したように $\sqrt{t}$ 法より求まる一次圧密は、実測の一次圧密の一部分を表すにすぎない。そのため、初期間隙比の大きい泥炭、すなわち繊維質の泥炭ほど一次圧密領域に含まれる二次圧密部分が多くなり、 r_R が間隙比に逆比例して小さくなったものであろう。また、現位置の沈下観測によると、一次圧密比は0.7~0.9の範囲のことが多い²⁾。室内試験で $\log t$ 法を用いることにより、原位置に近似した一次圧密比を得ることができる。

原位置では、逆S字型の沈下形状を示す部分を一次圧密、沈下量が時間の対数に比例する部分を二次圧密として、 $\log t$ 法の手法で一次圧密と二次圧密を分離している。それゆえ、室内試験でも圧密理論に拠らず、同様の考え方で一次圧密を定義することにより、 $\log t$ 法が泥炭では有効な手法であると判断できる。

参考文献 1) 三笠正人(1963): 軟弱粘土の圧密, 鹿島研究所出版会, pp. 11~45
2) 栗原則夫(1978): 土質工学会北海道支部技術報告資料, No. 18, pp. 1~10