

広島大学工学部 正員 門田 博 知

1. 要旨

一軸圧密試験結果の解析においては一次圧密と二次圧密とが区別され、一次圧密比を用いて、1440分までの沈下量を Terzaghi 型の圧密沈下時間曲線に従う部分と、いわゆるクリープとして取扱えるような部分とに分けている。軟弱地盤上に精集される構造物では、しばしば長年月に亘っての沈下速度の推定が必要とされる。たとえば軟弱地盤に盛土をし、圧密促進のため、砂杭、ベバードレーン工法などが採用されて、3ヶ月～5ヶ月位で、Total沈下量の80～90%は沈下させてしまい、残りの部分の沈下速度を考察して舗装の舗設を行う時期を決定するための資料とされてきている。●一軸圧密試験は一次元圧密であり、現場は三次元圧密であり、変形特性に大きな差があることは当然考えられるので三軸圧密試験を行って、各土中の応力状態に適した試験を行うことが望ましい。この試験は可成り面倒であるため、厳密には一次元圧密と考えられる。埋立地盤によく適合するものであるが、一応の目安として一軸圧密試験結果の二次圧密曲線が用いられている。著者は一軸圧密試験に及ぼす圧密リングと試料との摩擦の影響についての研究の一部として、二次圧密についても考察を加えたので、ここに発表するものである。結論的に言えば、側面摩擦の影響によって、圧密試験結果求められる値は過少になっている。しかし、減少率はJISに規定された試料寸法で0.90位であり、工学的には大きくないことが解った。なお任意な試験条件での影響を知ることができる式を導いたので、ここに発表するものである。

2. 理論的考察

二次圧密特性を支配するものは粘土のViscosityであるから、側面摩擦及びViscosityを考慮した場合の粘土中の向けき水流のみかけの流速は1)式で示される。ViscosityとしてはP.W. TaylorやLaing Bardenが用いているnon-linear Viscosityを考えると、粘性抵抗は $\eta = b \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \right)^{\frac{1}{n}}$ として示すことができる、ここに ε はヒズミ、 b 、 n は定数である。

$$v_{z,t} = \frac{k_{z,t}}{\gamma_w} \left(\frac{\partial \bar{p}_{z,t}}{\partial z} + \frac{\partial q_{z,t}}{\partial z} + \frac{2}{R} \frac{\partial F_{z,t}}{\partial z} \right) \quad (1)$$

ここに

$$F_{z,t} = \int_0^z f_{z,t} (\bar{p}_{z,t} + \beta p_c + \eta_{z,t}) dz \quad : \text{側面摩擦}$$

$\bar{p}$: 有効応力 $f_{z,t}$: 側面摩擦係数

p_c : 試料の土被り圧

β : 土の性質によって異なる定数

1)式において $d\varepsilon = m_v dp$ を適用して

$$v_{z,t} = \frac{k_{z,t}}{m_v \gamma_w} \left[\frac{\partial \varepsilon_{z,t}}{\partial z} + \frac{b'}{n} \left(\frac{\partial \varepsilon_{z,t}}{\partial t} \right)^{\frac{n-1}{n}} \left(\frac{\partial^2 \varepsilon_{z,t}}{\partial t \partial z} \right) + \frac{2f_{z,t}}{R} \left(\varepsilon_{z,t} + \beta' p_c + b' \left(\frac{\partial \varepsilon_{z,t}}{\partial t} \right)^{\frac{1}{n}} \right) \right] \quad (2)$$

いま2)式は複雑なのでTaylorと同じModdleを考えて $n=1.0$, $f_{z,t}=f_0$ とすれば、

$$v = \frac{\partial \varepsilon_{xz}}{\partial z} + b' \left(\frac{\partial^2 \varepsilon_{xz}}{\partial t \cdot \partial z} \right) + \frac{2f_0}{R} \left(\varepsilon_{xz} + \beta' \varepsilon_c + b' \left(\frac{\partial \varepsilon_{xz}}{\partial t} \right) \right) \quad 3)$$

3)式において $v=0$ とおき, $t=\infty, z=0$ $\varepsilon_{xz}=\varepsilon_t$ $t=0$ $\varepsilon_{xz}=(\varepsilon_0+\beta'\varepsilon_c)e^{-\frac{2f_0}{R}z}-\beta'\varepsilon_c$
の条件のもとに解くと

$$\varepsilon_{xz} = \left\{ \varepsilon_f + \beta' \varepsilon_c - (\varepsilon_{f0} - \varepsilon_0) e^{-\frac{t}{b'}} \right\} e^{-\frac{2f_0}{R}z} - \beta' \varepsilon_c \quad 4)$$

となる。また4)式において $f_0=0$ とおけば、5)式となって、Taylorの導いた式に一致する。

$$\varepsilon_{xz} = \varepsilon_f - (\varepsilon_f - \varepsilon_0) e^{-\frac{t}{b'}} \quad 5)$$

一般に=次圧密は沈下量に対してス々するので、4)式を供試体厚さHまで積分すると

$$\frac{1}{H} \int_0^H \varepsilon_{xz} dz = \frac{R}{2f_0 H} \left(1 - e^{-2\frac{f_0}{R}H} \right) \left\{ \varepsilon_f + \beta' \varepsilon_c - (\varepsilon_f - \varepsilon_0) e^{-\frac{t}{b'}} \right\} - \beta' \varepsilon_c \quad 6)$$

6)式を時間tで微分すると=次圧密部の沈下速度が求められる。

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{H} \frac{\partial \int_0^H \varepsilon_{xz} dz}{\partial t} = \frac{R}{2f_0 H b'} \left(1 - e^{-2\frac{f_0}{R}H} \right) (\varepsilon_f - \varepsilon_0) e^{-\frac{t}{b'}} \quad 7)$$

7)式を側面摩擦が零である理想助状態での=次圧密の沈下速度は8)式となるから、両者の比は、

$$\bar{V}_{f_0=0} = \frac{1}{b'} (\varepsilon_f - \varepsilon_0) e^{-\frac{t}{b'}} \quad 8)$$

$$\frac{\bar{V}}{\bar{V}_{f_0=0}} = \frac{R}{2f_0 H} \left(1 - e^{-2\frac{f_0}{R}H} \right) \quad 9)$$

9)式が=次圧密速度の比を示している。

3) むすび

9)式を導くに当って側面摩擦係数を一定と考えているが、実験を行ったところ、土のThixotropy効果によって=次圧密中、側面摩擦係数は増加する傾向にあることが判っているので、実際には8)式で示される値よりもまだ小さくなる傾向にある。1440分の摩擦係数0.20に対して、3000分では0.24となっている実験結果から考えると、2倍の時間で2割位増加しているが、8)式ではその影響は殆んど無視できる程度の差しかないので、実際の=次圧密速度は実験値の10%増加と考えてもよさそうである。しかし特殊な大型圧密試験を行う場合には

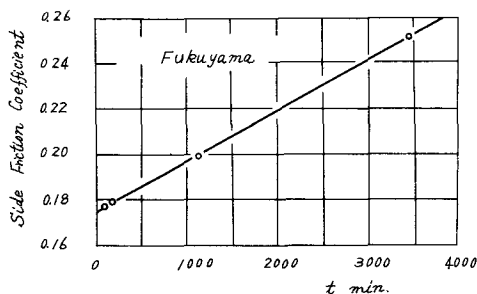
Thixotropy効果がまだ大きく影響することもあることを附記しておく。

4) 参考文献

Laing Banden: Consolidation of clay with Non-linear Viscosity, Geotechnique Vol 15-4 1965 pp 345~362

D.W Taylor: Research on Consolidation of Clay

M.I.T REPORT No. 82 1942



=次圧密過程中的側面摩擦特性
(Thixotropy効果を含む)