Ⅲ－1　透水係数が深さの一次函数である時の圧密解析

中央大学理工学部　　　山口　柏樹

§1 概要

粘土層の圧密を支配する諸種の係数が場所的に一様である場合は稀であり，粘土層の圧縮によつても変つて行く。後者については三笠助教授などの研究が注目されるが。圧縮弾性率が深さの一次函数である時の解をEldmannが与えた。しかし場所的な変り方の著るしいものとして透水係数が考えられる。筆者は透水係数が深さに対し一次的に変る場合，すなわち $K=K_0(1+a\zeta)$ [こゝに K_0 は粘土層開放端の透水係数，a は一次的変化率，$\zeta=x/H$] で表わされる時の圧密解を求め T～U 図表を作製した。

それによると，上下端排水の時 i) a の増大と共に当然圧密の進行は早くなるが，その程度は U の小さい程大きくなる。 ii) a が小い内は平均透水係数を用いたTerzaghi解の精度はよいが，a の増加と共に誤差が大くなる。そして相対的誤差は余り U の値にはよらず，$U=50\%$ で近似解による T' と厳密解による T の比が $a=3$ の時には 0.87，$a=10$ の時 0.77 $a=100$ の時に 0.55 の程度である [図-1]

一端のみ排水では排水端の $K\ (=K_0)$ が小い時 $(a>0)$ と，K_0 が大い時 $(a<0)$ に分けて考えるが i) $a\ (>0)$ が増すと圧密速さが早くなる率は両端開放に比べて小く 1/4 程度であり，また圧密速さの度は U と共に大きくなる. ii) $U=50\%$ で T'/T の値は $a=3$ の時 0.6，$a=8$ の時 0.42 $a=100$ の時に 0.18 であつて両端開放の場合に比べ近似解による誤差は大くなる。この誤差は U の小い程大きい。 iii) $a<0$ であれば圧密が遅れるのは当然である。そしてこの場合近似解の精度は比較的よく実用上は近似解で十分である。ことなどが明かとなつた。

§2 解析の結果

$$\partial\varphi/\partial\tau = \frac{\partial}{\partial\zeta}\left[(1+a\zeta)\,\partial\varphi/\partial\zeta\right]$$

$$\zeta = x/H,\qquad \tau = c_{v_0}t/H^2,\qquad c_{v_0} = K_0(1+e_0)/\gamma\left(-\frac{de}{dp}\right)$$

$$\text{A)}\qquad \varphi(\zeta=0)=0\qquad \varphi(\zeta=1)=0\qquad \varphi(t=0)=\varphi_0$$

$$\text{B)}\qquad \varphi(\zeta=0)=0\qquad \partial\varphi/\partial\zeta\,(\zeta=1)=0\qquad \varphi(t=0)=\varphi_0$$

を解く（こゝに φ は過剰静水圧）と

$$U = 1-\int_0^1 \varphi/\varphi_0\, d\zeta$$

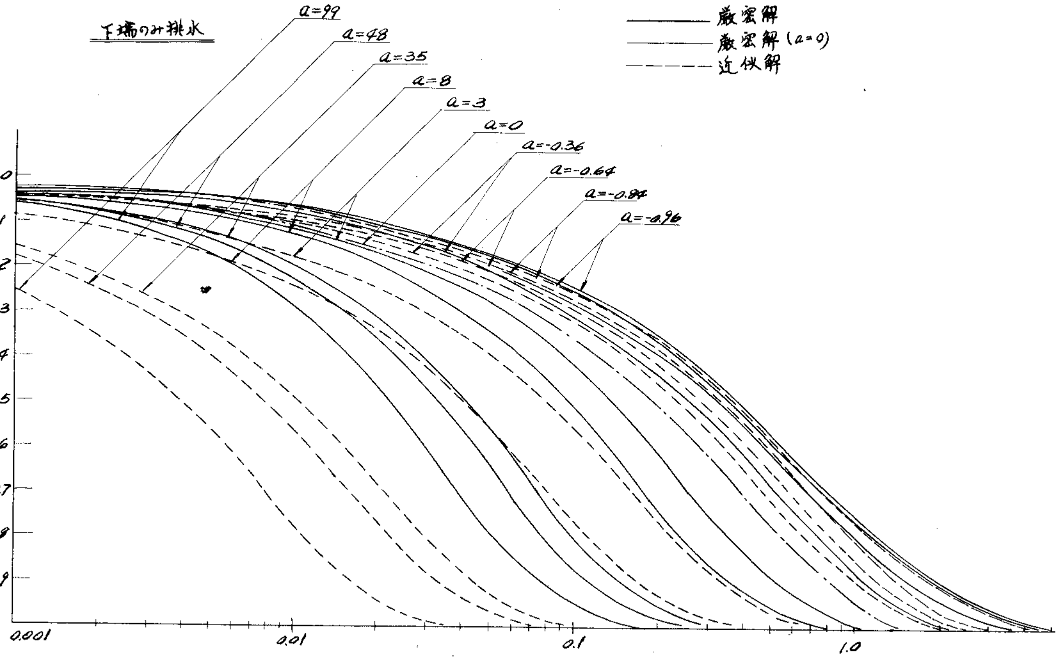
で圧密度が計算される。

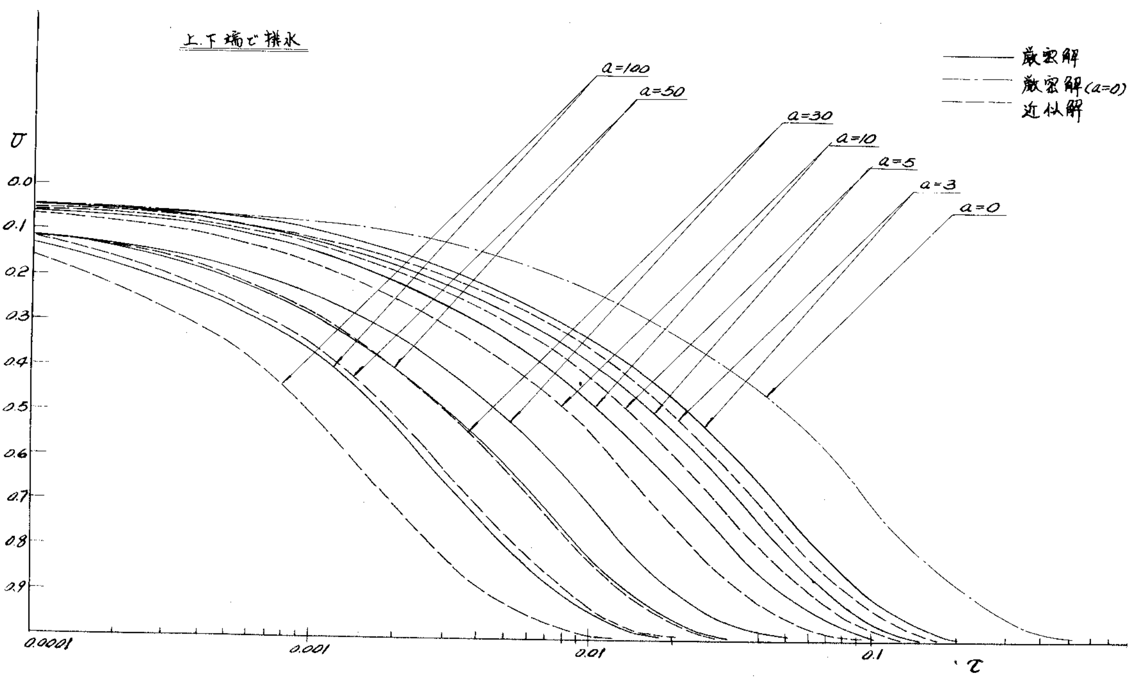
結果のみ示せば A) に対し

$$\left.\begin{aligned} U &= 1-\frac{1}{a}\sum_{j=1,2\cdots}\frac{1}{\beta_j^2}\left(\exp -a^2\beta_j^2\tau\right)\frac{J_0(2\beta_j)-J_0(2\beta_j\sqrt{1+a})}{J_0(2\beta_j)+J_0(2\beta_j\sqrt{1+a})} \\ &J_0(2\beta_j)Y_0(2\beta_j\sqrt{1+a})-Y_0(2\beta_j)J_0(2\beta_j\sqrt{1+a})=0 \end{aligned}\right\}\qquad (1)$$

B) に対し

$$\left.\begin{aligned} U &= 1-\frac{1}{a}\sum_{j=1,2\cdots}\frac{1}{\beta_j^2}\left(\exp -a^2\beta_j^2\tau\right)\frac{J_1^2(2\beta_j\sqrt{1+a})}{J_0^2(2\beta_j)-J_1^2(2\beta_j\sqrt{1+a})} \\ &J_0(2\beta_j)Y_1(2\beta_j\sqrt{1+a})-Y_0(2\beta_j)J_1(2\beta_j\sqrt{1+a})=0 \end{aligned}\right\}\qquad (2)$$


下端のみ排水
厳密解
厳密解 (a=0)
近似解
a=99
a=48
a=35
a=8
a=3
a=0
a=-0.36
a=-0.64
a=-0.84
a=-0.96
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
0.001
0.01
0.1
1.0


上.下端で排水
厳密解
厳密解(a=0)
近似解
a=100
a=50
a=30
a=10
a=5
a=3
a=0
U
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
0.0001
0.001
0.01
0.1
τ