

緩速試験は本来間隙水圧が生じないやうに載荷を行なった場合の強度試験法である。しかし、理論的にも間隙水圧を零に保ちつつ圧縮を行なうには無限の時間を要する。そこで実際には多少なりとも間隙水圧の発生を許すことになり、これに適当な限度を与えて試験を行なうことになる。軸荷重の載荷速度とこれにより生ずる間隙水圧の関係を考慮することにより、試験中に許容する間隙水圧の限度を決めれば、粘土の圧密性状を考慮して適当な載荷速度を定めることができる。

1) 緩速試験中の間隙水圧

緩速試験中は間隙水圧は零に近く保たれる故、常に載荷に対し、圧密急速試験の初期状態にあると考える。それ故緩速試験中に生ずる間隙水圧は、圧密急速初期に生ずる間隙水圧と圧密により減少する間隙水圧の重ね合わせであるとする。圧密についてはペーパートレーンの使用を考慮し、3次元圧密を行なわれるものとする。

図-1 のごとく、長さ H 、直径 $2R$ の供試体よりの排水を上端面および側周面より行なうものとするれば、3次元圧密の解析から間隙水圧は次式のようになる。圧密開始前 $u=1$ なる間隙水圧を生じている場合、圧密開始後 t 分における平均間隙水圧は

$$u_c = 8 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(2m+1)^3 \pi^2} e^{-\frac{(2m+1)^2 \pi^2 C_v t}{H^2}} = \frac{4}{\sum_{s=1}^{\infty} \lambda_s^2} e^{-\lambda_s^2 \frac{C_v t}{R^2}} \quad \text{----- (1)}$$

であらわれる。ここで $\lambda_s = 0.232$ のベッセル関数 $J_0(\lambda_s) = 0$ を満足する s 番目の正根

C_v, C_h = 圧密係数

(1) 式を簡単に $u_c = 8 F(t)$ ----- (2) と表わしておく。

土が弾性的に挙動する圧密急速試験初期には軸差応力の増分 Δp と間隙水圧変化 Δu の間には

$$\Delta u = \frac{1}{2} \Delta p \quad \text{なる関係がなりたつ。}$$

軸差応力載荷の時間に関する式を $p(t)$ とすれば時刻 t には $u_{cg} = \frac{1}{2} \dot{p}(t) dt$ なる間隙水圧が生ずる。時刻 T 迄時間が経過した時、この間隙水圧は

$$u'_{cg} = \left\{ \frac{1}{2} \dot{p}(t) dt \right\} F(T-t)$$

となる。 $t=0$ より $t=T$ 迄連続して載荷されれば、間隙水圧は

$$u_s = \int_0^T \left\{ \frac{1}{2} \dot{p}(t) dt \right\} F(T-t) \quad \text{----- (3)}$$

軸差応力の載荷速度 $\dot{p}$ を一定とし、 $T-t = t$ とおけば

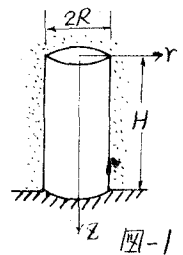


図-1

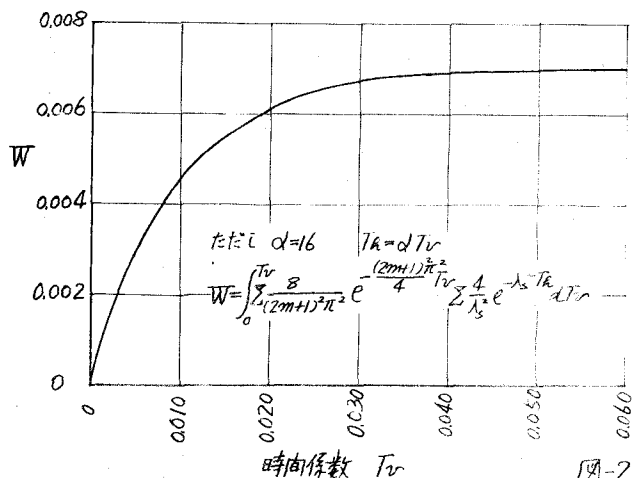


図-2

$$u_s = \frac{p_0}{3} \int_0^T F(T-t) dt = \frac{p_0}{3} \int_0^T \frac{8}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2 \pi^2}} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 C_v t}{H^2}} \frac{4}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2}} e^{-\lambda_s^2 \frac{C_v}{R^2} t} dt \quad \dots (4)$$

となる。 $T_r = \frac{C_v}{H^2} t$, $T_h = \frac{C_v}{R^2} t$, $d = \frac{T_h}{T_r}$ とおけば

$$u_s = \frac{p_0}{3} \frac{H^2}{C_v} W \quad \dots (5), \quad W = \int_0^{T_r} \frac{8}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2 \pi^2}} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2}{4} T_r} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{(2n+1)^2} e^{-\lambda_s^2 d T_r} dT_r \quad \dots (6)$$

となる。 $C_v/C_r = 1$, $H/R = 4$ と仮定すれば $d=16$ である。 $d=16$ の場合の W を図本すると図-2 のごとくなるが、これは (6) 式の積分記号内の曲線の面積計算により求めた。したがって緩速試験の任意時刻における間隙水圧は図-2 を用いて (5) 式より計算でき、間隙水圧にある限度を決める時に必要な載荷速度 p_0 を定めることができる。

2) 緩速試験中の容積変化

圧密理論から知られるように有効応力の変化 $\Delta \sigma$ と間隙比の変化 Δe の間には

$m_v = \frac{1}{1+e_0} \frac{\Delta e}{\Delta \sigma}$ なる関係が成り立つとする。緩速試験中に生じた有効応力の変化は圧密により消失した間隙水圧に等しいと考えると、緩速試験中の間隙比の変化は次式となる。

$$\Delta e = (1+e_0) m_v \left\{ \frac{p_0}{3} t - \frac{p_0}{3} \frac{H^2}{C_v} W \right\} \\ = (1+e_0) m_v \frac{p_0}{3} \frac{H^2}{C_v} (T_r - W) \quad \dots (7)$$

3) 実験の結果 (図-3, 図-4)

計算に必要な C_v , m_v は事前の圧密過程の測定値より算定した。実験にはペーパートレーンを使用してゐるが、境界条件通りの排水効果は期待できない。そのため厳密には一次元・三次元いづれの圧密でもないが、見掛けの常数として算定される C_v を用いてゐる。

図-3 の階段載荷では (5) 式による計算はできないが、同じ考え方で計算した。

容積変化は図-3 の場合計算と実験はあまり一致してゐないが、一致する場合と一致しない場合と半々で、 m_v の算定がよい場合に一致する。間隙水圧は下端面での測定故、多少実験値が大きいが、基本的には (5) 式がなりたつものと考えうる。ただ載荷速度が増大すると図-4 のごとく $\frac{1}{2}$ 中以上の間隙水圧が生ずるになり一致しなくなる。その限界はつやめてゐないが、残留間隙水圧が 0.1 kg/cm^2 以上になると一致しないものが多い。

文献 1) 中野組: 土基礎 No. 39, 2) 川上浩: 土基礎 No. 61, 3) 西木俊介: 土基礎 No. 12

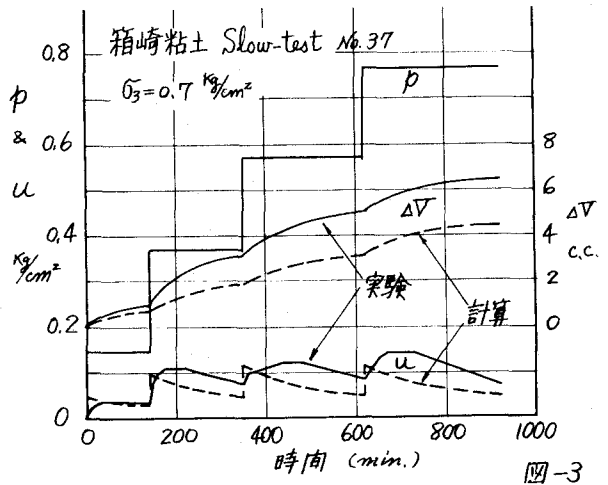


図-3

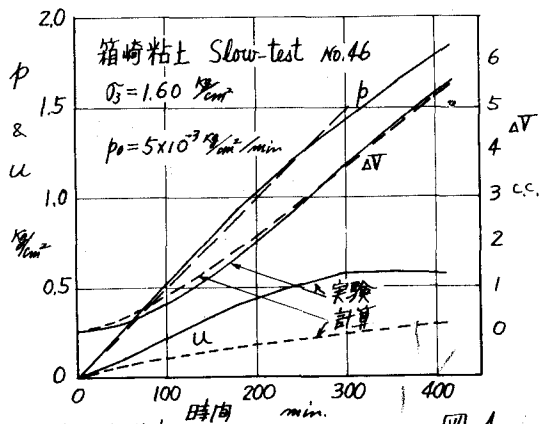


図-4