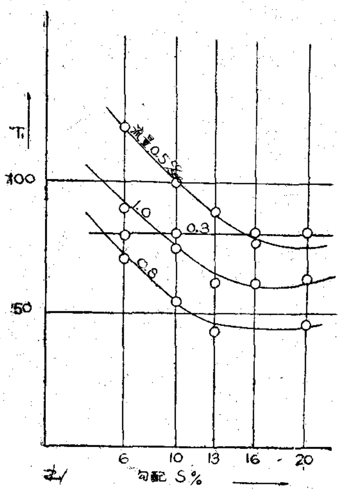
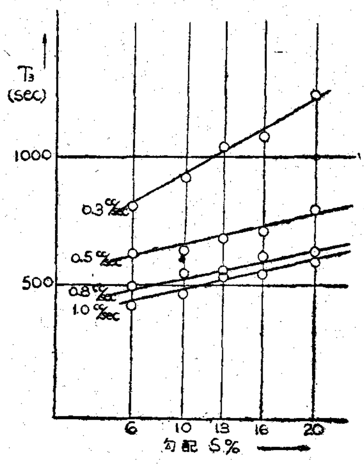
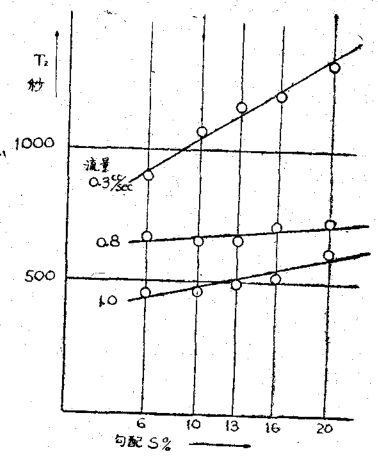
圖—5



圖—6



圖—7



(63) 2次圧密を考慮した場合の圧密理論 (20分)

運輸省港湾局技術研究課 石 井 靖 丸

(1) 基礎方程式とその解 土の歪を弾性歪と永久変形の2種に分けて考へる。

$\varepsilon=\varepsilon_e+\varepsilon_c$ ε_e: 弾性歪 ε_c: 永久変形

而して永久変形は次いで起るべき永久変形量に比例する速度で生ずると仮定する。

即ち
$$\frac{\partial\omega}{\partial t}=\eta(\gamma p-\varepsilon)$$

こゝに η は比例常数 $\gamma=\varepsilon_c/p$ を永久変形率とすると土の歪は $\varepsilon=\varepsilon_e+\gamma p(1-e^{-\eta t})$ となる。こゝで p を変化応力とすると

$$\varepsilon=vp+\gamma\int_0^t p(\tau)\left[-\frac{\partial}{\partial\tau}\left(1-e^{-\eta(t-\tau)}\right)\right]d\tau$$

v : 弾性率 τ: 時間のパラメター

此の関係を用いて Terzaghi の方程式を書直すと

$$v\frac{\partial p}{\partial t}+\gamma\frac{\partial}{\partial t}\int_0^t p(\tau)\left[-\frac{\partial}{\partial\tau}\left(1-e^{-\eta(t-\tau)}\right)\right]d\tau-k\frac{\partial^2 p}{\partial z^2}=0$$

これが著者の導き出した基礎方程式である。此の方程式はオペレーターを用いると非常に簡単に解けて次の解が求められる。(境界條件は圧密試験の場合と同じとする)

$$p=k-\frac{4k}{\pi}\sum_{n=1\cdot3\cdot5\cdots}^{\infty}\frac{1}{n(\lambda_2-\lambda_1)\eta}\left[\lambda_2(\lambda_1+\eta)e^{\lambda_1 t}-\lambda_1(\lambda_2+\eta)e^{\lambda_2 t}\right]\sin\left(\frac{n\pi z}{2h}\right)$$

こゝに
$$\lambda_1\lambda_2=\frac{1}{2v}\left[-(v+\gamma)\eta-k\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2\pm\sqrt{\left[(v+\gamma)\eta+k\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2\right]^2-4vk\eta\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2}\right]$$

次に圧密度は
$$\mu=\frac{v}{v+\gamma}\left[1-\frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1\cdot3\cdot5\cdots}^{\infty}\frac{1}{n^2}\frac{1}{(\lambda_2-\lambda_1)\eta}\left\{(\lambda_1+\eta)\lambda_2e^{\lambda_1 t}-(\lambda_2+\eta)\lambda_1e^{\lambda_2 t}\right\}\right]$$
$$+\frac{\gamma}{v+\gamma}\left[1-\frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1\cdot3\cdot5\cdots}^{\infty}\frac{1}{n^2}\frac{1}{(\lambda_2-\lambda_1)}\left(\lambda_2e^{\lambda_1 t}-\lambda_1e^{\lambda_2 t}\right)\right]$$

(2) 方程式の解の吟味　(i) $\eta \gg \frac{k}{v}\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2$ の場合 η が非常に大きく永久変形が非常に速く終了する場合及び層の厚サ h が大きくて $\frac{k}{v}\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2$ が微少な値になる場合である。現在吾々が対象としてゐる地盤沈下の例はこの場合に属する。圧密度は次式の如くになる。

$$\mu=1-\frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1\cdot3\cdot5\cdots}^{\infty}\frac{1}{n^2}e^{-\frac{k}{v+\gamma}\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2 t}$$

即ち Terzaghi の方程式から求めた結果と同じ型になる。空隙水の脱水に依る歪の retardation が永久変形の時間的な増加速度より非常に緩慢な場合は当然かゝる現象になることは直観的にも十分理解しうることである。但し此の場合注意すべきことは弾性率 v の代りに全圧密率 $v+\gamma$ を用ひねばならぬことである。

(ii) $\eta << \frac{k}{v}\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2$ の場合，即ち空隙水の脱水に依る歪の retardation が永久変形の増加速度に比較して非常に急速に終了する場合であつて通常の圧密試驗の際の様に土の厚サが非常に少ない場合によくみられる現象である。

$$\mu=1-\frac{v}{v+\gamma}\sum_{n=1\cdot3\cdot5\cdots}^{\infty}\frac{1}{n}e^{-\frac{k}{v}\left(\frac{n\pi}{2h}\right)^2 t}$$

即ち永久変形と空隙水の脱水に依る歪の retardatin が明確に分離して現はれて来る。これも直感的に把握しうる現象である。このことから圧密試驗の際，供試体の厚サを十分小さくとれば，永久変形の影響を分離することが理論的には可能である。

以上のことから直ちに結論しうることは，圧密試驗の際，供試体の厚サを適当な大サとし，永久変形に依る二次圧密が一次圧密の形に影響しない様にすれば純粋な形の一次圧密の実験曲線をうることが出來る。此の結果を用ひれば，土の透水係数 k を Terzaghi の方法に依つて決定することが出來る。一方長期載荷によつて永久変形量 γ_p が見出せれば k と $v+\gamma$ の値を用ひて Terzaghi の方程式に依つて地盤沈下現象を定量的に解析することが可能である。

---

(64) 振動による粘土の弾性係数の測定 (20分)

早大理工学部　後藤　正司

1. 目的　土の組成及含水量或は空隙量等はその土の弾性係数と密接なる関係があるが之等の基礎的考察に必要な資料は未だ少いようである。茲にはその資料を得るために振動により土（主として粘土）の弾性係数を求めた。従來振動による測定に就いては飯田博士の数多くの御研究（脚註）があるがそれは主に縦振動による方法を用ひられた。が茲では試料を片持梁として保ちその撓み振動の個有振動数を求めたのである。試料は採取せる土の粘土分のみのものとそれに標準砂を一定の割合に混合したものを用ひ上述の諸関係を明確な組成及條件の下に検討せんとしたものである。

2. 理論的取扱ひ　試料の一端を固定しこれが片持梁として振動する場合を考へるとその振動方程式は次の如くである。（圖—1）

$$EI\frac{\partial^4 y}{\partial x^4}+\frac{\gamma A}{g}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}+\alpha\frac{\partial^5 y}{\partial t\partial x^4}=0$$

$y=\beta e^{i\mu x-\omega t}$ を代入して又片持梁としての條件を入れると減衰自由振動数 (f) として

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{gEI}{\gamma A}\mu^4-\left(\frac{g\alpha}{2\gamma A}\mu^4\right)^2}$$

を得る。上式より弾性係数 (E) は