

圧密試験法の相違の圧密定数に与える影響

広島大学 正 吉国 洋
同上 正 中堂 裕文
同上 学 三好 朗弘

1 まえびき

圧密試験には様々な変形条件のものがある。その中の代表的変形形式として K_0 -圧密、等方圧密、鉛直ひずみ零の圧密などが考えられる。問題は圧密供試体の変形条件の違いによって、圧密過程に発生する体積ひずみとせん断ひずみの割合が異なるので、その変形条件の違いが得られる圧密諸定数(例えば C_v , m_v , G , ν など)に影響を与えないかという事である。この影響を調べたことは標準となる三軸圧密試験法を確立しようとする際、極めて重要なことである。そこで、この研究においては2つの変形条件のもとにおける三軸圧密試験と標準圧密試験を行ない、各々の試験によって得られに圧密諸定数を比較検討したものである。

2 実験方法

試料は攪乱し、 0.5 kg/cm^2 で再圧密した福山粘土である。 $G_s = 2.68$ $LL = 83.0\%$ $PL = 28.6\%$ $PI = 54.4\%$ 荷重増加率は1.0を採用した。円筒供試体を用い、排水は半径方向のみの外向き放射流れとした。三軸圧密試験の変形条件は次の2通りとした。

ケース1 軸方向の平均外圧を制御するタイプの K_0 -圧密
ケース2 軸方向ひずみを零に保った $\epsilon_z = 0$ 圧密(図1参照)

3 解析方法

円筒供試体の放射流れによる圧密に対する解は、吉国らによって与えられており、図-2に示す。ただし、ケース1は $\alpha = (1 - 2\nu)/\nu$ 、ケース2は $\alpha = 1 - 2\nu$ である。圧制御型 K_0 圧密においては、圧密が終了した時点で軸荷重 $\Delta P_{zf}^{\text{final}}$ と ΔP_r および $\Delta U_{zf}^{\text{final}}$ が測定される、

$$m_v = \frac{\Delta U_{zf}}{\Delta P_{zf} \cdot H} \quad G = \frac{(\Delta P_{zf} - \Delta P_r)H}{2 \cdot \Delta U_{zf}} \quad \nu = \frac{\Delta P_r}{\Delta P_{zf} + \Delta P_r}$$

として、せん断弾性係数 G とポアソン比 ν が求まる。

$\epsilon_z = 0$ 圧密においては、圧密終了時点で圧密荷重 ΔP_r と ΔP_{zf} 、 $(\Delta U_r)_{\text{final}}$ が測定される。

$$G = \frac{(\Delta P_r - \Delta P_{zf})R}{2(\Delta U_r)_{\text{final}}} \quad \nu = \frac{\Delta P_{zf}}{2\Delta P_r} \quad m_v = \frac{1 - 2\nu}{2G(1 - \nu)}$$

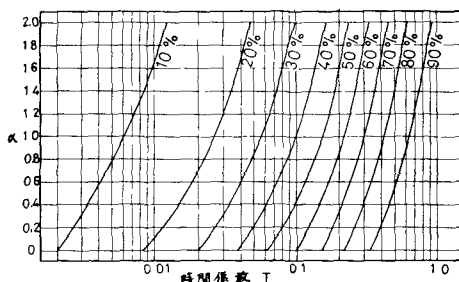
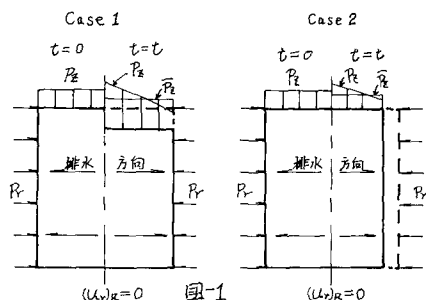


図2 圧密度をパラメータとした U_z - T 曲線

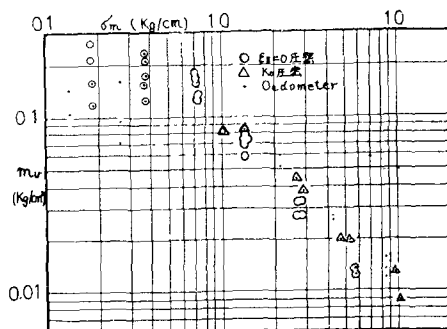


図3 平均有効応力-体積圧縮係数

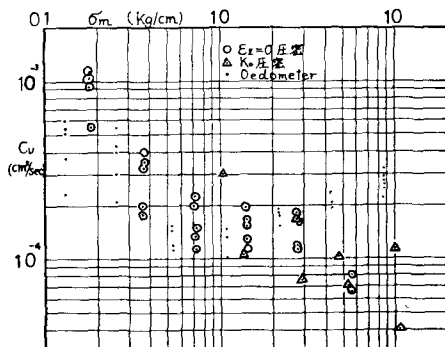


図4 平均有効応力-圧密係数

より求まる。以上より α が求まると図2より時間係数 T が求まり、これより $C_v = T \cdot R^2 / \alpha$ として C_v が求まる。透水係数は $k = \alpha G m_v$ より求まる。

4 結果と考察

図3, 図4, 図5はそれぞれ2種の三軸圧密試験と標準圧密試験によって求められた m_v , C_v , k の値を比較したものである。なお、各図とも平均有効応力 σ'_m について整理したが、標準圧密試験においては半径方向の有効応力 σ'_r が不明なため、 $k_0 = \sigma'_3 / \sigma'_1 = 0.5$ と仮定して σ'_m を求めた。 m_v については正規領域で三者とも比較的良い一致が見られるが、過圧密領域では幾分傾向が異なっている。 C_v , k については正規領域で比較的応力の小さい領域で m_v と同様三者とも良く一致しているが、応力の大きい領域では2種の三軸試験で得た値はともに標準圧密試験で得た値より小さく、応力の増加とともにそのギャップは増加している。これは高応力の時に三軸圧密試験装置の排水機能が低下するものと予想される。標準圧密試験の排水は応力によって殆んど透水機能の変化しないポーラスストーンで行なわれ、ろ紙は粘土粒子の流出を防ぐフィルター役目をしている。この点、三軸圧密試験の場合供試体の外周面に巻いたり紙の排水装置であり、応力によって透水機能が変化する。この問題は三軸圧密試験の一つのネックであり、解決しなければならぬ重要な問題と考えられる。なお、 $\varepsilon_z = 0$ 圧密試験と標準圧密試験によって得られた C_v は比較的バラツキが小さいが、 k_0 試験によって得られた C_v のバラツキはかなり大きい。これは k_0 条件を満足させるための操作が困難であることに原因していると思われる。図6, 図7, 図8の ν , G , K のいずれも過圧密領域でバラツキが大きく、正規領域では小さい。また G , K と σ'_m の正規領域での関係は直線的に増加しているが、 k_0 試験結果の方がややフラットである。特に G については、それが顕著に現われている。つまり、弾性理論によると $1/m_v = K + 4G/3$ となり、これより図3の m_v が k_0 圧密試験の方が $\varepsilon_z = 0$ 圧密試験結果よりフラットであるのは、この G の影響が k_0 試験の方が大きく受けていると思われる。 ν については、正規圧密領域において圧密荷重が大きくなるとともに値に漸近する傾向がうかがわれる。

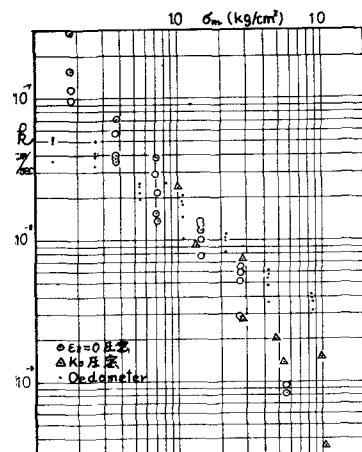


図5 透水係数-平均有効応力

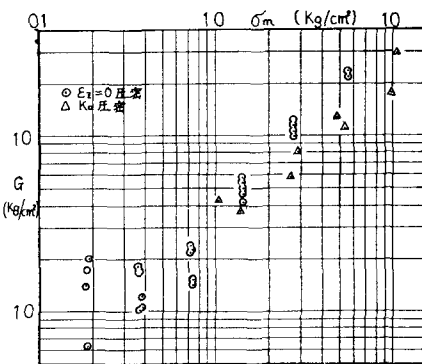


図6 平均有効応力-せん断弾性係数

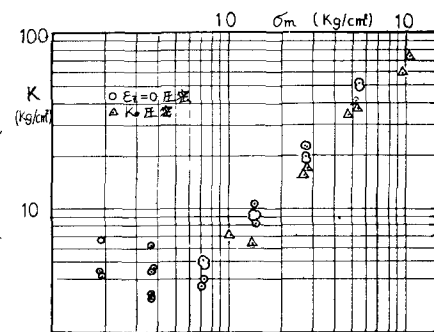


図7 平均有効応力-体積弾性係数

5. あとがき

以上の試験結果より、3種の試験による圧密諸定数はかなり良い一致を示しているため、 $\varepsilon_z = 0$ の圧密試験方法は実験操作が非常に簡単なこととあって、ルーティンワークとして適切であると認められる。

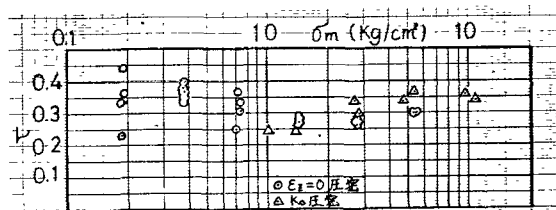


図8 平均有効応力-ポアソン比