

フツタ工業(株) 技術研究所 正員 福島 伸二
 フツタ工業(株) 技術研究所 正員 石井 武美
 フツタ工業(株) 技術研究所 専任 野田 明

1. まえがき

ファイルダムのコアゾーン中の土の要素は拘束圧下であり、またコア内を浸透する際の動水勾配の大きさもその位置により異なっている。コア材の透水性を正確に評価するにはこれら拘束圧あるいは動水勾配の影響を考慮する必要があるが、通常の透水試験機は拘束圧、動水勾配を自由に制御できないのでこの目的には適していない。特に通常の透水試験機における問題は供試体の応力状態が不明確なことにある。そこで拘束圧におけるコア材の透水性を調べるために以下を考慮に入れて拘束圧、動水勾配をそれぞれ独立に制御できる透水試験機を製作した。

(1) 通常の透水試験により透水性に問題があると思われるコア材であっても拘束圧、動水勾配の影響を考慮して透水性を正確に評価することにより使用できる材料の範囲を拡大できる可能性が考えられることから、かなりの粗粒子が入りこみ試験ができるよう直径10cm、高さ20cmの供試体を試験できるようにする。

(2) 三軸試験機を用いて透水試験ができるようにすればコア材の透水性を調べた後三軸圧縮試験を実施するところまで強度、応力-ひずみ特性も同一の供試体で知ることができ、この試験をダムの現場試験室でも実施できるように試験操作や構造を簡単にして安価な試験機とする。

ここでは新たに製作した拘束圧制御型の透水試験機を用いてコア材に対してマサ土と豊浦砂の拘束圧下における透水性を調べた結果を報告する。

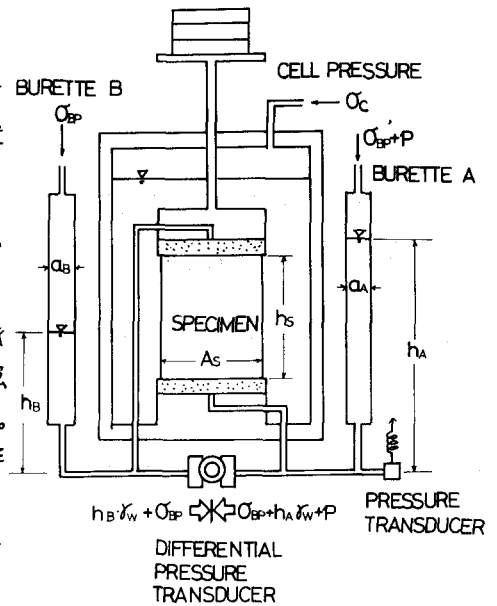


Fig. 1 拘束圧制御型透水試験システム

2. 拘束圧制御型透水試験機

透水試験機はFig. 1に示すような供試体背面 (\$O_{BP}\$) を加えた状態で拘束圧、動水勾配を応範囲に制御できるものであるが、供試体水を流す際の圧力 \$P\$ を有効側圧 (\$O_C\$) よりも大きくはできない (\$P \leq O_C\$)。供試体に水を流す際の動水勾配の制御は2つのビュレット A, Bのうちビュレット Aに空気圧 (\$P\$) を加えて行なうが、この時両ビュレット間の圧力差を差圧計で測定し、この測定値 (\$DP\$) から動水勾配 (\$i\$) を

$$i = DP / \gamma_w h_s \quad (DP = P + (h_a - h_b) \gamma_w)$$

として計算する。但し、両ビュレットの圧力差が大きく水位差 (\$h_a - h_b\$) が無視できるような場合 (\$P \gg (h_a - h_b) \gamma_w\$) にはビュレット Aの圧力を圧力変換器で測定してもよい。拘束圧、背圧、動水勾配の制御はFig. 2に示す空気圧制御システムで行なう。この透水試験システムにおける

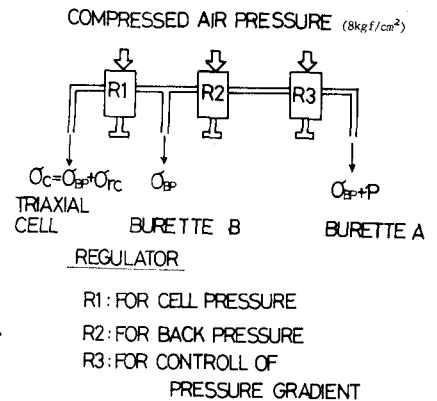


Fig. 2 空気圧制御システム

る透水係数のように計算される。2本のピシメントを用いるから、各ピシメントの断面積と水位変化をそれぞれ $Q_A, Q_B, \Delta h_A, \Delta h_B$ とかくと Darcy の式より

$$-Q_A \Delta h_A = k \cdot h \cdot A_s \Delta t / h_s \quad (h = DP)$$

より $Q_A h_A = Q_B h_B$, $\Delta h = \Delta h_A + \Delta h_B$ より上式を積分すれば

$$k = 2.303 \frac{h_s}{A_s(t_2 - t_1)} \frac{Q_A Q_B}{Q_A + Q_B} \log \frac{h_1}{h_2}$$

となる。

2. 実験結果

Fig. 3 にコア試料を用いてマサ土 ($G_s = 2.62$) と豊浦砂 ($G_s = 2.64$) の動水勾配が 4 以下のときの拘束圧下の透水性を示してある。マサ土は JIS 1210 (1.1 法) に準じて実固めて供試体を製作したが、実固めのエネルギーは $E_c = 5.6 \text{ kg/cm}^2$

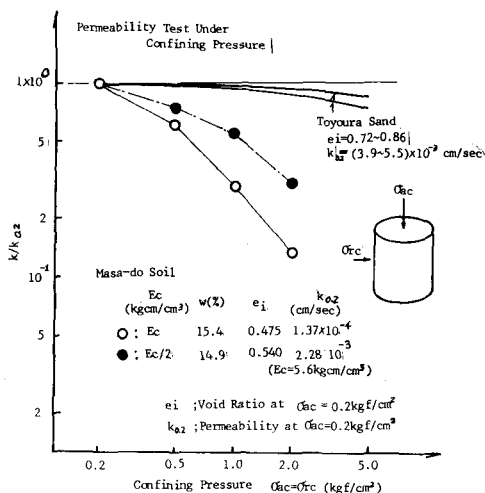
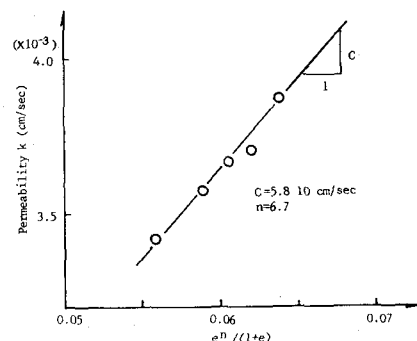
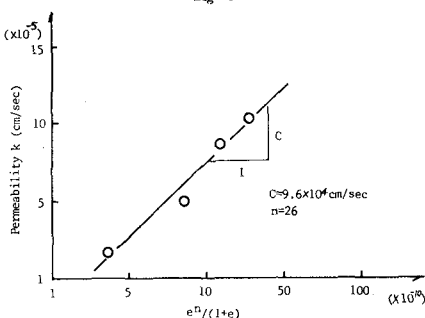
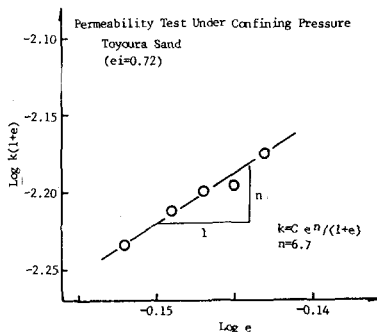
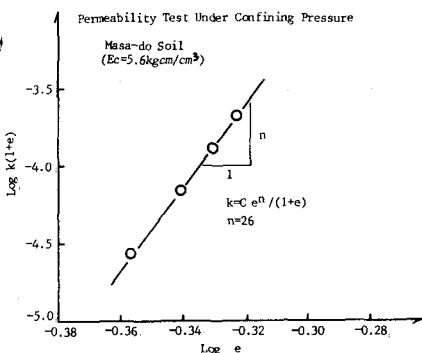


Fig. 3. 透水係数と拘束圧の関係

と 0.5 E_c の 2 種類とし、

豊浦砂の供試体は空中落下法により製作した。マサ土の方が豊浦砂に比べて拘束圧が高くなるのに従って透水係数が低下する割合が小さくなっていく。拘束圧の増加によるこのような透水性の低下を

Samarasinghe, A. M. et al. (1982) は間隙比のみに依存する $k = C e^n / (1 + e)$ で与えているが、本実験結果もこの関係式で表現できるようなのである。実験結果を整理して Fig. 4(a), (b) に示したが、これらの



図からマサ土のような粘 Fig. 4(a) 透水係数と間隙比の関係(マサ土) Fig. 4(b) 透水係数と間隙比の関係(豊浦砂) 性土であっても砂であっても拘束圧による透水性の低下は間隙比の変化によるものとしてとらえられる。このことを実際のフルグムに適用すると密着の進行と共に拘束圧が高くなれば、 E_c との間隙圧が発生してとしてもこれが消散し圧密が終了すればそれに応じてコア試料の透水係数が小さくなるべきと推定することができる。通常の透水試験で透水性の問題がある材料でも拘束圧の高い位置にその材料を置かぬ限り、必ずしも使用できない試料ではないといえる。この時拘束圧による透水性の変化は Samarasinghe, A. M. et al. の式でその程度推定できるものと考えられ、算式のパラメータはあらかじめこの透水試験で決定しておけば通常の現場透水試験であっても材料管理を含め施工管理が可能と言えよう。

1) Samarasinghe, A. M. et al. (1982): Permeability and Consolidation of Normally Consolidated Soils. ASCE, GT6