

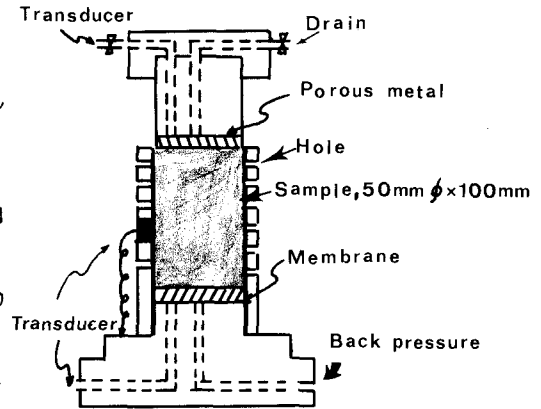
和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木清一
関西大学 工学部 正員 西田 一彦

1) まえがき

フィルダムや大規模盛土の設計を行う場合、応力と変形の状態におかれた透水性に関するデータが必要となる。とくに、風化度の著しいマサをコア材に使用すると圧縮性や強度低下等の問題をおこし、その要因は土粒子と水分との肉接の複雑さによるとされている。そこで、高圧三軸圧縮試験装置を利用しマサの三軸応力下における不飽和-飽和透水係数について風化度に焦点を絞り究明したものであり、その結果の一部を報告する。

2) 試料と実験方法

実験に使用した試料は川砂と風化度の異なる二種類のマサ土である。風化度の尺度として、見かけ比重、比表面積、強熱減量を採用し総合して判定した結果、マサ1, 2と番号が大きいかほど風化度は大となる。これらの試料を各種の含水比の下で円筒容器(50mmφ×100mm)の中で締め固めFig.1のKo型三軸装置にセットし、定荷重(不飽和状態, 500kg-定, 飽和状態, 500+100kgづつ増加), 側圧10 kg/cm²のもとでBack pressure (B.P.)を変化させながら一定時間においてビュレットの水位低下量と試料の沈下量を測定した。



3) 結果の考察

Fig.2は、試料の飽和度SrとB.Pとの関係を示し、三の方法で求めたものである。Srは試料にB.Pを加え一定時間(川砂10秒, マサ5分)におけるビュレットの水位低下量を最小より0.1ccまで測定し次に示す三つの式で計算した。まず、図中の実線は(1)式より求めたものである。

$$Sr = V_w / V_r \times 100, V_r = e W_s / G_s \cdot V_w \text{ --- (1)}$$

ただし、 V_w はビュレットの水位低下量の加積、 V_r は空隙体積であり、これを求めるための空隙比 e は沈下量から修正し計算する。点線は、ボイル-シャルルとヘンリーの法則より導かれた式で(2)式で与えられる。

$$Sr = \frac{1}{1-H} - \frac{P_0}{P_0 + \Delta P} \left\{ \frac{1}{1-H} - S_{r0} \right\} \text{ --- (2)}$$

ただし、 H ヘンリ係数0.02 (20°C), P_0 大気圧1 kg/cm², ΔP バックプレッシャー, S_{r0} 初期飽和度 さらに、(2)式を修正すると(3)式となり一点鎖線で表わされる。

$$Sr = 1 / (1-H - (P_0 \Delta V / \Delta P V_r)) \text{ --- (3)}$$

ただし、 ΔV 供試体に流入した水量、 V_r 空隙体積で(1)式の要領でえられる。さて、各試料のSrはB.P.の増加により徐々に増えている。B.P.-定の条件で見ると、Srに及ぼす風化度の差は(1)式が最も明白である。つまり、風化度の著しい試料ほどSrは小さい。(2), (3)式はいずれも(1)式と比較すると反対の結果となっている。その理由として、(2)式は S_{r0} の与え方いかんにより決められる。すなわち、 V_w , V_s

Fig. 1 Sample container

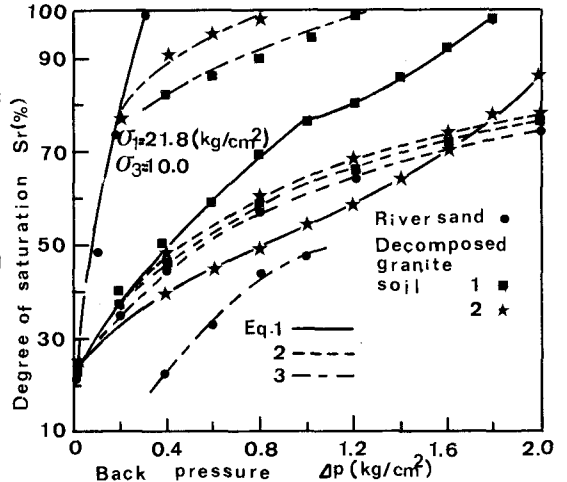


Fig. 2 Relationship between Sr and ΔP

を考慮していない。③式は ΔV , Δp を取り入れているものの例えば砂などは容易に水が浸透するため $\rho_0 \Delta V / \Delta p \Delta t$ の項が大きくなり S_r は小さい値となる等である。

Fig.3は S_r の変化に伴う沈下量 S の割合を示したものである。各試料の S は、 S_r の増加により増大し、とくに砂は $S_r=20\%$ 位で一定となるのに対しマサではさらに増えていく。また、 S_r 一定の下でみると風化度の大きいマサ

ほど沈下が著しい。つぎに、応力と変形を与えた状況のFig.3 Relationship between Sand S_r 下で不飽和、飽和透水係数を評価することはコア材にマサを使用した場合の間隙圧、変形を予測するための基礎資料となる。そこで、透水係数と飽和度、主応力比との関係について以下述べる。透水係数はMitchellの式で求めたもの(4)式で表わされる。²⁾

$$K = C_s V_s^2 \left(\frac{\gamma_p}{\mu} \right) \frac{1}{S_o^2} \left(\frac{e^3}{1+e} \right) S_r^3 \quad (4)$$
 ただし、 K 透水係数、 C_s 形状係数 0.2

V_s 土粒子体積、 γ_p 水の単位重量、 μ 粘性係数、 S_o 単位体積あたりの表面積、 e 間隙比、 S_r 飽和度、Fig.4は相対透水係数 K_r と飽和度 S_r の関係を示したものであり、ここでの K_r とは不飽和透水係数を $G_1=21.8$, $G_3=10 \text{ kg/cm}^2$ の下で $S_r=100\%$ の透水係数で除いたものである。同図から、各試料の K_r は S_r の増減により変化する。そして、両者の関係は風化度によらず図中に記した実験式で表わされる。また、この式の勾配3.35は、西垣らの分析による20~40の範囲に入り本実験も解析の際に役立つと考えられる。³⁾

Fig.5は飽和時の相対透水係数 K_r と主応力比 σ_1/σ_3 との関係を示したものである。 K_r は σ_1/σ_3 と変化させたときの K を $\sigma_1/\sigma_3=2.2$ における K で除いたものであり、両者の関係は図中の実験式で与えられる直線となりFig.4と同様に、土中の主応力が変化したときの透水性の解析に有用となる。ただし、本実験式は $\sigma_1/\sigma_3=2.2$ 以上に限り適用されるが、それ以下の場合もこのような手法により可能となる。

4) まとめ

改良型セルを使用した三軸透水試験を行い不飽和、飽和透水係数について究明した結果、透水係数は不飽和では飽和度、飽和では主応力比に支配されることを明らかにした。

5)

1) 河野他(1982): 室内透水試験法に関する2, 3の考察, 土質工学会論文集, Vol. 22, No.4, PP. 181~190

2) J. K. Mitchell (1976): Fundamentals of Soil Behavior, John Wiley & Sons, Inc, PP. 340~382.

3) 西垣他(1983): 鉛直一次元浸透解析による不飽和土の浸透特性の吟味, 工本学会年次講演集, PP. 535~536

