

雲母性真砂土の透水性について

京都大学工業教員養成所 正員 久保田敬一

京都大学工業教員養成所 正員 佐藤忠信

大阪市立都島工業高校 正員 林田師照

1. まえがき、この研究は、突き固めた雲母性真砂土の透水係数が飽和度によってどのように変化するかを調べることに、突き固めた雲母性真砂土の構造が、突き固めるときの含水比によってどのように異なるかを明らかにしようとするものである。

2. 実験試料と実験方法 実験に用いた試料は図-1に示すような粒度分布をもつもので、雲母量の比較的多い試料である。実験に用いた装置は図-2に示すようなもので、供試体に任意の back pressure ならびに head 差をかけることができるようになっている。突き固めた土の初期飽和度は 50～90% の範囲にあり、この飽和度を上げるため、back pressure を 0.5, 1.2, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2, 6.2 $\frac{kg}{cm^2}$ と段階的に増加させ、それぞれの段階で透水係数を測定するようにした。なお head 差は 1 $\frac{cm}{sec}$ である。突き固めに用いたランマーは重さ 500g, 落下高さ 25cm で、供試体は直径 3.8cm, 高さ 5cm のアクリライト製モールドで、2層、25回突き固めを行なうことにより作成した。

3. 飽和度の計算 体積が一定でしかも含水量の増加を許す条件のもとで、間ゲキ水压を ΔP だけ増加させたとき、不飽和土における飽和度の増分は、一定温度のもとで、ボイル・シャルの法則ならびにヘンリーの法則を用いて次のように表わすことができる。

$$\Delta S_r = \frac{1}{1 - \alpha \frac{P}{k - P}} \left\{ \frac{S_{r0}}{P} + \frac{\alpha S_{r0}}{(k - P)(k - P_0)} \right\} \Delta P \quad (1)$$

ここに、 ΔS_r : 飽和度の増分

S_{r0} : 供試体の初期飽和度

P : 供試体の初期間ゲキ空気圧 (mmHg)

ΔP : 間ゲキ水压の増分

k : ヘンリーの定数 (25℃の空気: 5.868×10^7 mmHg)

P : $P_0 + \Delta P$, α : $\frac{22.4 \times 10^3}{18}$ なる定数

普通の方法で不飽和土の初期間ゲキ空気圧 P_0 を測定することは困難である。ここでは部分的には突き固めによる過圧縮性のため、高い空気圧をもつエントラップドエアーの存在も

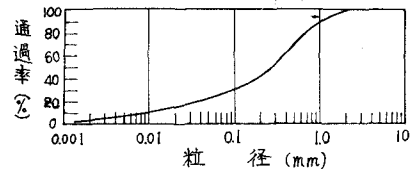


図-1 粒度分布曲線

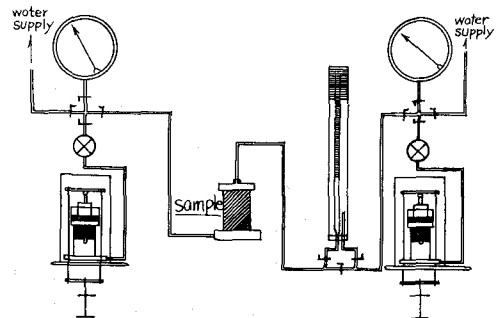


図-2 試験装置

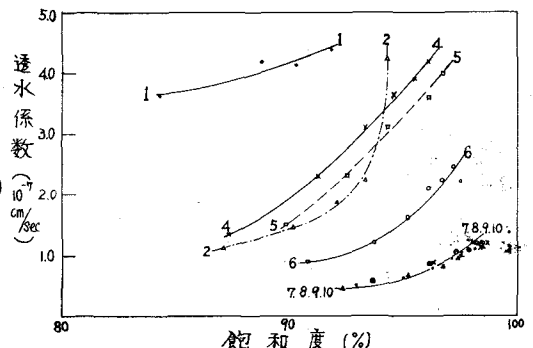


図-3 透水係数と飽和度

考えられるが、突き固めた土の初期飽和度が供試体 No.9, No.10を除いて、ほとんどの供試体が80%以下であることを考慮して初期空気圧はすべての試料に対し760mmHgとした。なお式(1)における右辺の第2項はPが6.2%程度では無限小の項となり直接計算値に影響しない、よって飽和度の計算には式(1)の第1項のみを用いた。

4. 飽和度と透水係数の関係 図-3は以上のようにして計算された飽和度と透水係数の透
関係を示したものである。こゝで興味がある水
のは飽和度の小さいとき、No.2の試料がNo.4,
No.5の試料に比べて透水係数が小さいことであ
る。Mitchell¹⁾によれば透水係数と飽和度の間
は次式のような関係がある。

$$k = \left(\frac{\gamma_w}{\mu} \right) C_s \frac{V_s^2}{A_s^2} \frac{e^3}{1+e} S_r^3 \quad (2)$$

ここに、 C_s は形状係数、 V_s は土粒子の實質部
分の体積、 A_s は水の流れる部分の断面積、 μ
は水の粘性係数、 e は間ゲキ比、 γ_w は水の密
度、 S_r は飽和度である。式(2)の関係は普通の
粘土についてはよく一致するようであるが、
図-4に示すように雲母性の真砂土においては
あまり良い近似は得られないようである。こ
れは雲母などの吸水性の粒子が、その層状構
造間に水分子を吸着し、粒子自身が膨潤する
ため、体積を一定にして飽和させると、間ゲ
キ比の減少が起るためではないかと思われる。
このように、雲母性真砂土においては吸水に
よる粒子の膨潤が透水性に大きな影響をおよ
ぼしているといえよう。

5. 突き固め含水比と透水係数 図-5は一
連の試験における突き固め曲線と、back pressure
6.2%における透水係数との関係を表わしている。
図からわかることは透水係数は乾燥側ではあ
まり大きな変化がなく、最適含水比(17.8%)附近
で急激に減少し、湿潤側においてもあまり大き
な変化がないことである。これはSeed²⁾が指
適しているように、乾燥側では土粒子がFlocclant
構造をもち、湿潤側ではDispersion構造をもつ
ためである。なお本研究は文部省各研究の一部として行なった。

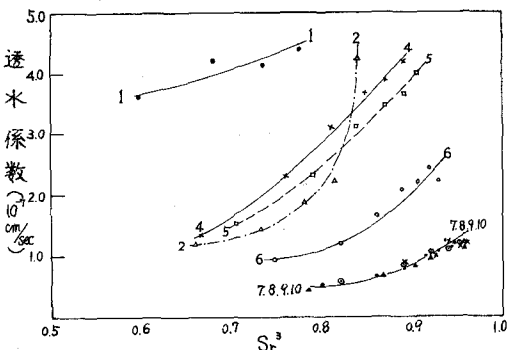


図-4 透水係数と飽和度の三乗

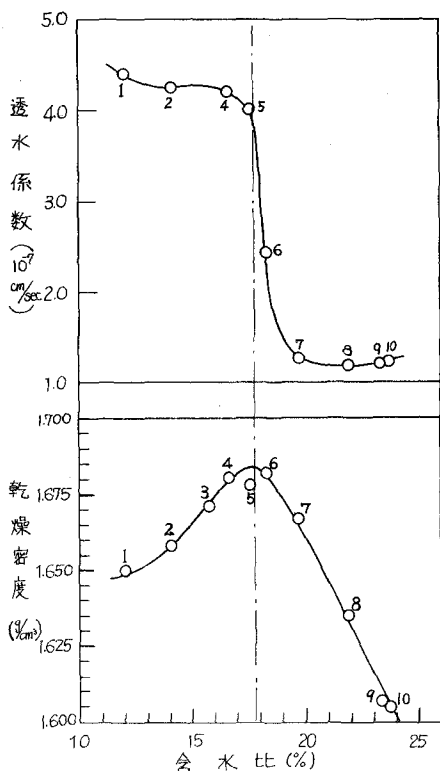


図-5 上図 透水係数と含水比
下図 乾燥密度と含水比

1) Permeability of compacted clay. J.K. Mitchell & D.R. Hooper. Proc. ASCE. SM 4. 1965

2) Structure and strength characteristics of compacted clays. Seed & Chan. Proc. ASCE. SM5 1967