

マサ土の透水性に及ぼす拘束水分の影響

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

マサ土は、風化の度合により土粒子固体表面の物理化学的性質に著しい差異を生じ、とくに土粒子表面と水分との関係は複雑である。著者らは、一連の研究から風化度により表面の凹凸面に拘束されるいわゆる不動水なるものの含有量の度合を指摘した¹⁾。今回は、このような不動水(PF4.2の水分)が、透水性に与える影響について、風化度により変化する様子を報告したものである。

2) 試料と実験の概要

TABLE I
SPECIFIC SURFACE OF SAMPLES(m²/g)

Grain Size Sample Size	2~0.84mm	0.84~0.42mm	0.42~0.25mm	0.25~0.105mm	0.105~0.074mm	Apparent Specific Gravity G _a
Alluvial Sand	0.20	0.50	1.88	2.23	3.73	2.61
Decomposed Granite Soils	1 0.40	0.76	1.90	2.28	4.12	2.31
	2 0.50	0.78	2.50	2.99	4.58	2.25
	3 1.50	2.50	3.18	4.00	5.13	2.08

本研究に使用した試料は、自然の鉱物組成を有するマサ土であり、自然乾燥したのちときほぐし、フルイ分けをしたものである。また、風化度の尺度としてカサ比重G_aを用いた。試料の比表面積は、N₂吸着によりBET法で算出したものであり、不動水分は、PF4.2の含水比を加圧膜法で測定した。さらに、透水係数は、各粒径につき飽和の状態にし、変水位法によった。ここに、これらの試料の物理的諸性質をTable-1に示す。

3) 実験結果と考察

川砂と風化度の異なるマサ土に関する透水試験の結果は、Fig-1のとおりである。この図から、 k の値は、各試料とも e の変化により大幅に変化している。しかも、 e の増加に伴ない k の値は、増加の傾向を示すが、各試料を個々にみると、 e -Const.においてG_aの値により k の値が大きく異なる。そして、G_aの値が小さいほど、つまり風化度の大きい試料ほど、 k の値が減少する様子を呈している。ここに、 e =Const.の条件(例えば、 e =1.00において、G_a 2.61→2.31→2.25→2.08、 $k \times 10^{-3}$ 25→11→4→1.3cm/sec)での風化度による k の値の差異は、土粒子内外表面に活性中心となるような格子欠陥が存在するため、余剰の分子間引力が作用する。したがって、このような風化土粒子の場合は、表面自由エネルギーが高いため、表面に強く拘束される水分、いわゆる不動水が考えられ、この水分の反映を示唆するものと推定される。

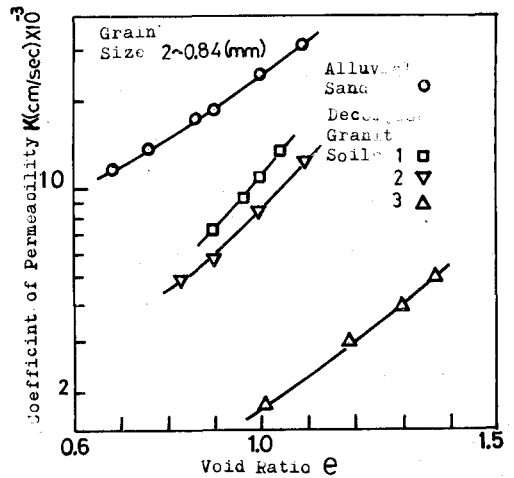


Fig. 1 - Variation in coefficient of permeability with different void ratio

上記で取り上げた不動水と透水性の関連をさらに裏づけ検討するため、 e =1.00の下で、 k と S の関係を表現した結果がFig-2である。まず、この図によると、 k は、各試料とも

S が大きくなると小さくなる傾向がみられる。ところで、一般的に見て S が変化すると、風化度小の試料に比較して、風化度大の試料の方が e の変化の割合が小さい。また、 $S = \text{const.}$ の条件（例えば、 $S = 2\%$ 、 $G_a 2.61 \rightarrow 2.31 \rightarrow 2.25 \rightarrow 2.08$ $e \times 10^{-3} 3.6 \rightarrow 2.5 \rightarrow 2 \rightarrow 1.0$ ）の下で、風化度の差が e に反映されている。すなわち、 G_a の小さい風化度の大きい試料ほど e の値が小さくなっている。これらの事実を、土粒子と水との界面現象つまり、不動水の存在と関係が深いと思われる。

不動水分の量を定量的に評価し、 e に及ぼす影響について検討する目的で、いま、間ゲキ空間から不動水分を固相部と²⁾考えて差引く有効間ゲキ e_e を(1)式で求めた。

$$e_e = \frac{\{(1+e) - (1+W_{a2}G_s)\}}{1+W_{a2}G_s} \quad (1)$$

e , 間ゲキ比, W_{a2} , PF42の含水比, G_s , 比重

この e_e から、Fig.1のデータで、有効透水係数 K_e をよみとり、さらに、土粒子間の間ゲキ寸法に、この不動水分を考慮した有効動水半径を(2)式で計算し、両者をPlotした結果がFig.3である。

$$M_e = \frac{e_e}{S_r} \quad (2) \quad e_e, \text{単位体積あたりの有効間ゲキ}$$

S_r , 単位体積あたりの表面積

この結果は、風化度が増大すると M_e の値は小さくなり、同時に K_e が減少していく。いま、 $e=1.00$ の下でみると、 G_a の減少により不動水分が増加し、 K_e に影響する様子が説明できる。ここで、 K_e の値が, Carman-Cozeny 式による計算値よりも10~40倍も実験値の方が大きい。この理由は、Table-1の S の評価に問題があり、 e に関与する有効比表面積が、実際は、かなり小さいものと推察され、この点が今後の研究課題となる。

4) 参考文献

- 1) 佐々木清一「破碎したマサエの水分特性について」土木学会関西支部Ⅱ-15-1, -15-2, (1976)
- 2) 鈴木敦己, 「有機質火山灰土の工学的性質に対する土中水の影響」, 土質論, Vol.12, No.3, PP 76~85 (1972)

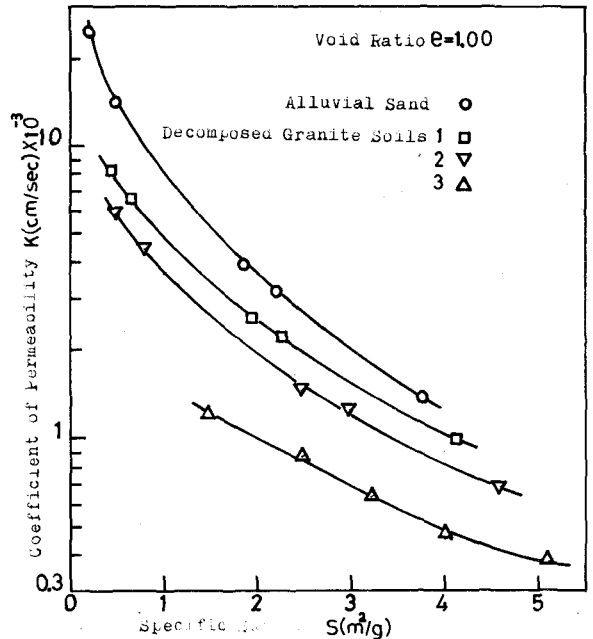


Fig. 2 - Relationship between coefficient of permeability and specific surface of grains

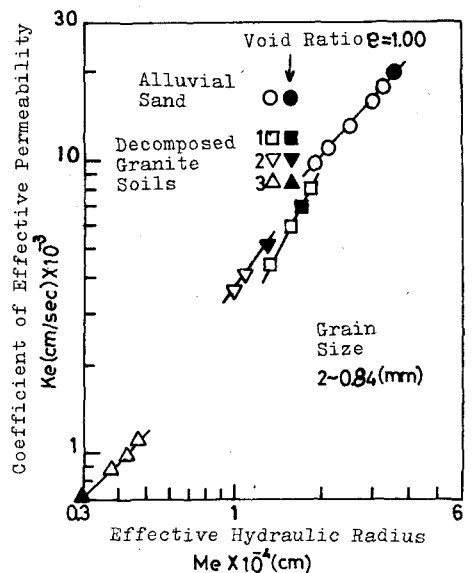


Fig. 3 Relationship between coefficient of effective permeability and effective hydraulic radius