

関西大学工学部 正員 西田 一 彦
和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木 清 一

1) まえがき

マサ土の特殊土としての本質が、土粒子固体表面上にあり、とくに水分との関係は複雑である。著者らは、風化の度合による土粒子の質的差異と水分との関連性について、一連の研究を行ない土粒子自体の質的なものが水分の物理化学的性質（吸着能、拘束力等）に著しい影響を及ぼしていることを究明した。すでに、前記の性質に關しては、風化度および破砕現象が powder-4F 値（水分吸着による自由エネルギーレベル）、mass-pF 値（土壌水の化学ポテンシャル）で表現され、かつ両者の対応性についても検討を加えた。¹⁾

今回は、土粒子表面の近隣における水分の状態（構造水）と透水係数との関連性について定性的に考察したものである。

2) 試料と実験方法

実験に用いた試料は、風化度（強度減量を風化の R 度²⁾に採用した。）のことなる熟した状態のもので、自然乾燥後フルイ分けを行った。また、これらの試料の比表面積は、N₂の低温吸着による BET 法によって求めたものであり、表-1 に諸量を示す。さらに、pF=3.3 における含水比は、加圧脱法によるものである。この方法は、十分に浸潤処理をした試料を試料容器に入れ、気密状態にして外気と完全に遮断を要する。この後 N₂ガスを 24 時間かけて加圧脱水を 24 時間行なう。なお、試料の透水係数は、径 3.1cm、高さ 6cm の円筒に固ゲキ比が約 1.00 となる様に詰め飽和の状態にし変水位法で測定したものである。

3) 結果および考察

土の透水性について論ずる場合、土粒子と水との界面における諸現象が関与していると考えられ、とくにマサのごとき表面特性の著しい土に対しては重要と思われる。そこで、透水性を妨げるような抵抗カとして、土粒子固体近隣の水分の状態—構造水—to 焦点をあいた。つまり、図-1 の土-水系において透水係数は、この構造水の割合により変化するものと推定される。今、このような関係を定証するため、図-2 に R $\sim$ e、e_c についてプロットを試みた。まず、R $\sim$ e の関係は、e の増加により R は増加するが、試料の風化度により、たとえ同一間ゲキ比でも R は大幅に異なっている。つぎに、間ゲキから上記の構造水を除外した、いわゆる有効間ゲキ比 e_c と R の関係²⁾で

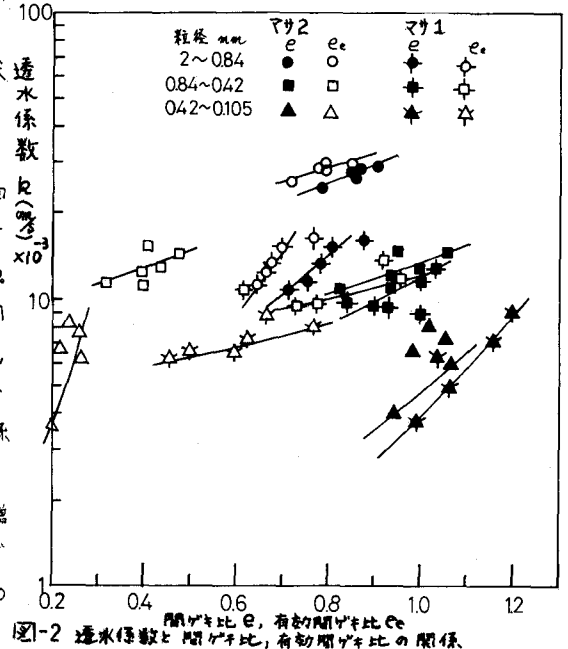
$$e_c = \left\{ \frac{v_s}{v_t} - (1 + w_{s3.3}) \right\} \frac{1}{1 + w_{s3.3}} \quad \text{----- (1) 求め、R} \sim e_c \text{を同様に整理したものである。同図から、全換約}$$

v_s: 土粒子比重, v_t: 乾燥密度, w_{s3.3}: pF=3.3 での含水比, 3.3: 比重 に e よりも e_c で対応させた R の方が若干大き

空 丸
自由水
構造水
pF=3.3 における含水比
土粒子

表-1 N₂ 吸着による比表面積(m²/g)

粒径	2000μ	840μ	420μ	105μ	74μ	74μ	強度減量
マサ2	036	071	147	254	423	472	
マサ1	035	070	138	341	519	536	
マサ3	222	297	498	500	601	472	
マサ2	327	395	422	531	635	1071	



い傾向を呈しておりこの事実は、構造水の影響を示唆するものと考えられる。

$k \sim e_e$ の関係について、さらに詳しくみると e_e の増減により k も対応して変動を示しており、同一固相比 (e_e) において比較すると風化度の差がやはり k に反映されている。ところで、この差は、風化度による構造水の含む割合が左右するものと推察され、大まかではあるが風化度の大きい試料ほど構造水をより多く含みしたがって k が低下するものと考えられる。

土粒子表面の質的差異と透水係数との関連について検討するために、 $e=1.000$ での k と S の関数を表わしたものが図-3 である。図-3 によれば、透水係数は比表面積が大きくなると小さくなる傾向がみられる。とくに、この影響の度合は大きく、比表面積が変化すると風化度小のマサ2に比べて、風化度大であるマサ3の方が透水係数の変化が小さい。すなわち、この現象も構造水の存在とつながりがあると考えられよう。ここで、比表面積一定の条件でみるならば、風化度の差が透水係数にきているのは、表面の質的差異 (土粒子形状、水の質的なもの等) による事実を物語っている。

土粒子と水との界面における問題は、上記で取り上げに比表面積という量を導入することにより間接的に透水性に關与する表面特性について論ずることが可能であるが、ここで水を対称とする限り水分の諸性質も明らかにする必要がある。そこで、構造水 ($PF=3.3$ における含水量) を平均的水膜厚さ d に置き換える。 d は式(2)から算定したものである。

$$d = \frac{W_{3.3}}{S} \times \frac{1}{\gamma_w} \times 100 \quad \text{--- (2)}$$

d : 水膜厚さ ($\text{\AA}$)、 $W_{3.3}$: $PF=3.3$ の含水比 (%), S : 比表面積 (cm^2/g)

γ_w : 水の密度 (g/cm^3)

図-4 は、 d と S の関係を表示したものである。この図から、風化度の差が構造水の水膜厚さにも影響を及ぼし、つまり、同一比表面積において風化度大なる試料 (マサ-1) ほど、この水膜厚さが厚い傾向を呈している。ところで、構造水の水膜厚さが、透水係数に及ぼす事実を示したものが図-5 である。水膜厚さが増加するにつれて、透水係数がしだいに減少する様子を示している。この現象は、土粒子間の水の流れに対して、構造水が一種の抵抗力として働く結果と受けとめられる。そして、同一水膜厚さにおいて、透水係数に風化度の差が著しく現われているのは、この構造水を含む割合によるものと評価できる。

4) ま と め

マサ土の透水係数に及ぼす表面特性について、とくに質的差異をとりあげ土粒子比表面積および構造水の水膜厚さにて大まかではあるが表現できることを示唆した。

5) 参考文献

- 1) 佐々木清一・西田一彦; 「破碎したマサ土の PF 水分特性について」, 土木学会関西支部年誌, III-15-1~15-2 (昭51年)
- 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」, 土質工学会論文集, Vol.12, NO.3 pp.76~85 (昭47年)

