

水銀圧入による不攪乱・締固めロームの間隙径分布の計測

岐阜大学大学院 学生員 ○桜木伸夫
大同工業大学 学生員 前田雄介
岐阜大学工学部 正会員 佐藤 健
大同工業大学 正会員 桑山 忠

1. 目的

間隙径分布(PSD)を計測することによって、土粒子配列で決まる間隙構造に注目し、土の透水性、強度特性を検討している。本報告は、PSDから抽出される間隙構造指標を用いて、ローム土の特性がそれらの指標によってどのように表現されるのかを考察する。Double Intrusion Methodにより、間隙を質的に区別して評価する。特に、本報告では、不攪乱、締固め状態の試料を、PSD指標から考察する。

2. 試料と物理試験結果

試料は群馬県で採取した関東ローム土である。強度と間隙径分布を測定するため、一軸圧縮試験と水銀圧入を行った。ポロシメーターを用いる際の乾燥試料として、-30°Cで凍結乾燥させた試料を用いた。試料の物理定数を表-1に示す。

試料名を、UVS(不攪乱試料)、CVS(締固め試料)、DVS(攪乱試料)と略記する。CVSは、乾燥・非繰返し法で行い、仕事量がStandard Proctorといわれる標準値 $E_c=5.6 \times 10^4 (\text{m} \cdot \text{kgf}/\text{m}^3)$ になるように締固めたものを試料とした。

3. PSD評価方法(間隙構造指標)

PSD曲線の特徴を以下の指標を用いて今回は評価する。

(1) 分布の代表値

分布の統計量の代表値として、間隙径分布の1次元分布すなわち平均間隙半径と、分散を指標として用いる。

① 平均間隙半径

$\sum_i f(r_i) r_i$ r : 間隙半径(μm), $f(r)$: 半径 r の頻度(間隙径分布曲線)

② 分散(間隙の均質さの程度)

$$\sum_i f(r_i) r_i^2 - \left\{ \sum_i f(r_i) r_i \right\}^2$$

表-1 物理定数

試料名	物 理 定 数			
	ω (%)	ρ_d (g/cm^3)	Sr (%)	n (%)
UVS1	70.4	0.78	80.3	69.0
UVS2	77.7	0.72	78.1	71.7
UVS3	69.4	0.79	79.5	68.9
UVS4	83.7	0.65	73.0	74.5
UVS5	84.6	0.70	82.9	72.2
CVS1-1	75.1	0.72	75.8	71.6
CVS1-2	75.1	0.75	80.9	70.3
CVS2-1	66.8	0.76	73.3	69.9
CVS2-2	66.1	0.76	72.0	70.0
CVS3-1	60.7	0.74	63.5	70.9
CVS3-2	61.5	0.75	65.9	70.4
CVS4-1	57.3	0.70	56.2	72.2
CVS4-2	57.6	0.71	57.8	71.7
DVS1	76.0	0.87	100	65.5
DVS2	79.0	0.87	100	65.6
DVS3	78.2	0.85	99.9	66.6
DVS4	78.4	0.86	100	66.2
DVS5	77.2	0.75	83.4	70.2

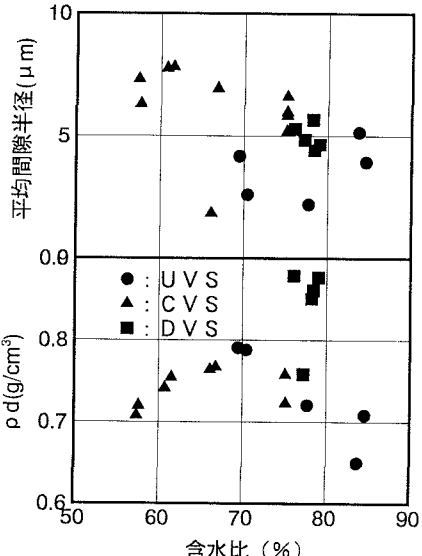


図-1 ω-ρd-平均間隙半径

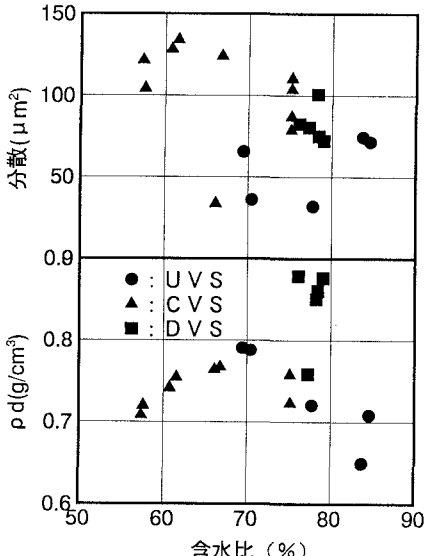


図-2 ω-ρd-分散

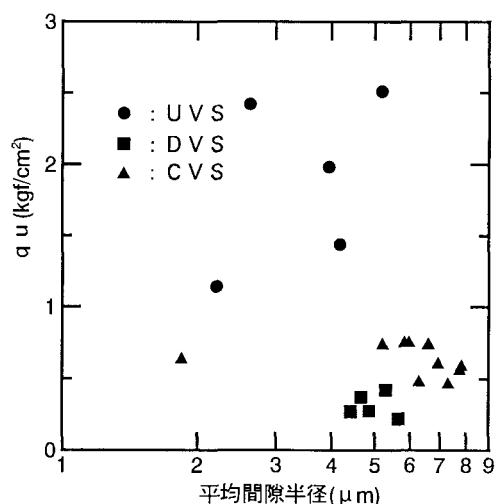


図-3 q_u - 平均間隙半径

4. 結果と考察

結果を図-1～6に示す。

乾燥密度が同じ試料に着目して、UVSと、CVSを比較してみると、CVSの方がUVSよりも平均間隙半径、分散とも大きな値を示している(図-1、2)。また、CVSは、締固め時の含水比が小さくなるほど、平均間隙半径と分散が大きくなる傾向がある(図-1、2)。

ミクロ的にみるとUVSは、CVSに比べて比較的均質な間隙をもち、その大きさも小さいといったような特徴が結果によく現れ、それが、CVSよりUVSの強度が大きくなっている原因と考えられる(図-3、4)。また、UVSは、CVSに比べ、間隙の大きさが小さく、かつ均質になるような土粒子配列になっていることが推測され、締固めだけでは形成できないかなり特殊な構造になっていることが推測された。

ローム土の特性に平均間隙半径の大きさと分散の値が影響を及ぼし、各値が大きくなるほど、強度は小さくなる傾向にあることが分かった。

Double Intrusion Method(土塊に最終圧力まで加圧して水銀圧入した後、もう一度加圧し圧入する方法)によって求められた、閉じこめられた間隙(entraped-pore)と自由間隙(Free-pore)に対する結果を図-5、6に示す。一回の水銀圧入によって全間隙が、二回目で自由間隙(intraaggregate pore space)を、一回目と二回目の差が閉差間隙(interaggregate pore space)を示す。図-5、6の例は、UVS2とCVS1であるが、全体的な傾向としては、Free-poreは、UVSとCVSでその大きさ、分散でも、これほど大きな差はないことが分かった。それに対し、一次構造を表すといわれるEntrapped-poreは、CVSの方が、UVSに比べて、平均間隙半径、分散ともかなり大きくなっていることが分かった。こうした間隙径分布にみられる特徴を、SEMで観察したところ、UVSでは、大きなしっかりとした団粒の塊が多数確認できたのに対し、CVSでは、団粒塊も確認されたが、団粒塊の細粒化した微細土粒子も確認され、こうした団粒塊の破壊が、間隙径分布の特徴に反映され、強度の違いとなって現れているものと考えられた。

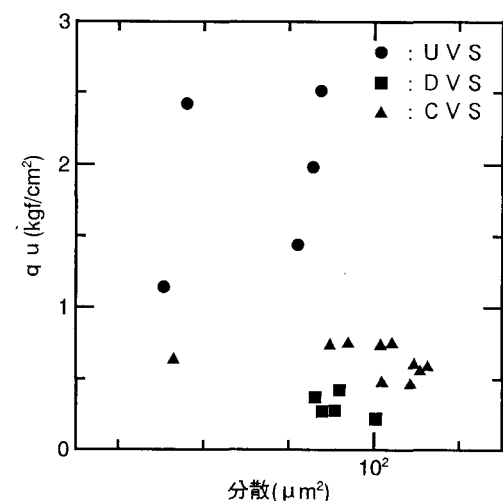


図-4 q_u - 分散

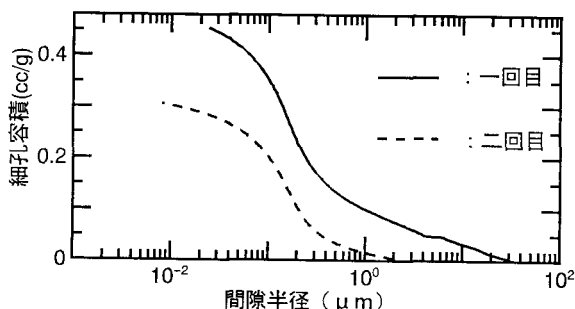


図-5 間隙径分布(UVS2)

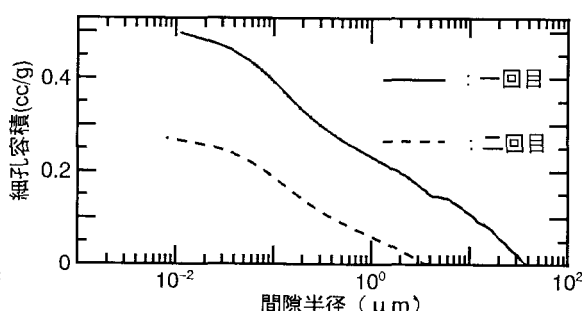


図-6 間隙径分布(CVS1-1)

<参考文献>Griffith, F.J. and Toshi, R.C.: Change in pore size distribution owing to secondary consolidation of clays, Con. Geotech. J., Vol. 28, pp. 20-24, 1991.