

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
 岐阜大学工学部 学生員 桜木伸夫

1. 目的

ロームの締固め曲線は、湿潤・乾燥過程でヒステリシスを示すことはよく知られており、乾燥過程では、含水比の違いによって乾燥密度にそれほど大きな違いはみられない。このようなことを背景にして、ロームの締固め管理は、D値管理ではなく、飽和度、空気間隙率に着目した管理がよく知られている。本文では、水銀圧入式ポロシメーターより得られる間隙径分布指標を用いて、東北ロームの室内締固め試験による結果を用いて、締固め土の締固め曲線と間隙径分布の指標値がどのような関係になっているのかを考察した。

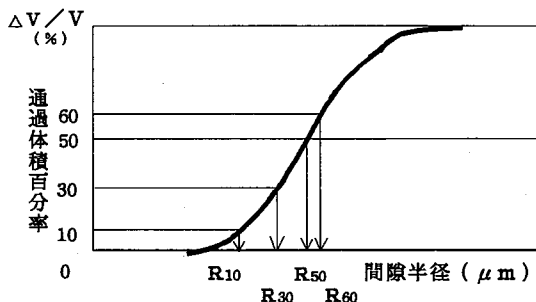


図-1 間隙径加積曲線

2. 間隙径分布指標

a) 粒度表現法の適用

間隙径分布曲線に、粒度分布指標を適用する。(図-1)

- R_{50} : 50%間隙径
- $U_c = R_{60} / R_{10}$: 間隙均等係数
- $U_c' = (R_{30})^2 / (R_{10} \cdot R_{60})$: 間隙曲率係数

b) 透水モデル¹⁾の応用

透水係数と強い相関が認められる¹⁾間隙径分布指標(Pore Size Parameter)に代わって、間隙径分布の平均値を用いる。

平均間隙径

$$\sum_i f(d_i) d_i$$

d: 間隙直径(μm), f(d): 直径dの頻度

c) 比表面積

土粒子配列構造に着目するための指標として、図-2で定義する比表面積を適用する。すなわち、図-3のように、土粒子の配列変化によって、間隙径分布の情報から推定される比表面積は変化するものと予想できたからである。

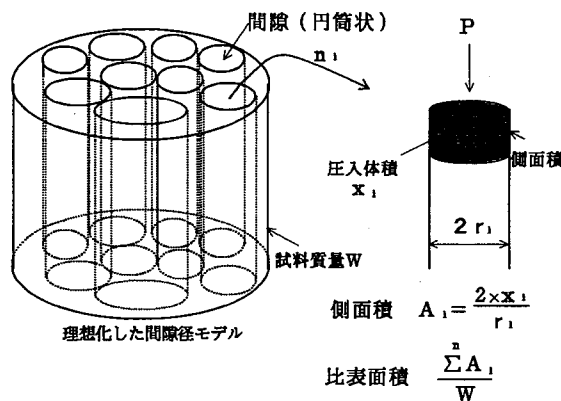


図-2 比表面積

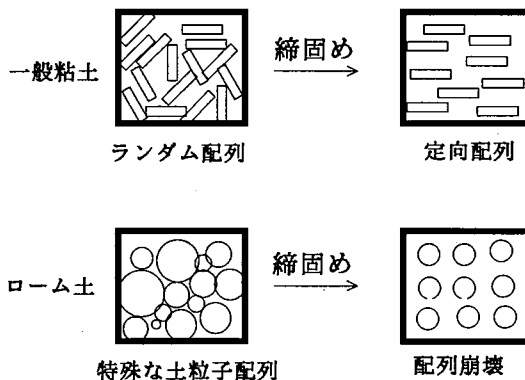


図-3 粒子配列

3. 締固め試験・一軸圧縮試験

締固めは、乾燥法、非繰返し法で行い、直径3.5cmの鉄製モールドと重量1.0kgのハンマーを用い、仕事量がStandard Proctorといわれる標準モールド- $E_c = 5.6 \times 10^4 (m \cdot kgf / m^3)$ になるように落差3cm、1層25回、計5層、供試体高さ7cmとした。また不攪乱、攪乱の違いによっても強度と間隙分布に違いが生じると考えられたので、ブロックソールから不攪乱試料を切り出し、一軸圧縮試験および間隙径分布の計測を行った。

試料の物理定数を表-1、一軸圧縮強度による応力ひずみ曲線を図-4に示す。

4. 強度と間隙径分布の関係

間隙均等係数 U_c 、平均間隙径、比表面積の各指標と乾燥密度、含水比との関係を図-5~7に、一軸圧縮強度と乾燥密度、含水比との関係を図-8に示す。

a. 締固めロームは、締固め時の含水状態が低くなるほど、間隙の不均質の程度(図-5の指標 U_c)、平均値(図-6の平均間隙径)が増加、それとともに強度(図-8)が低下する。

比表面積(図-7)については、(3点ほど高めの値になっているが)締固め時の含水比状態が低下するほど、小さくなりそれとともに、強度も低下する。

b. 間隙均等係数、平均間隙径を自然含水比状態の不攪乱試料と、締固め試料で比較した場合、各試料調整法の違いによって、各指標値に違いが現れる。

表-1 物理定数

	物理定数				
	ω (%)	ρ_d (g/cm^3)	Sr (%)	n	
UVS10-1	71.3	0.78	78.1	71.2	
UVS10-2	72.9	0.76	77.0	72.0	
UVS1-1	73.6	0.75	76.3	72.3	
UVS1-2	72.8	0.75	75.5	72.3	
UVS1-3	72.4	0.76	76.5	72.0	
CVS1-1	73.6	0.75	76.3	72.3	
CVS1-2	73.7	0.75	76.4	72.3	
CVS2-1	68.4	0.71	65.8	73.8	
CVS2-2	69.2	0.73	69.1	73.1	
CVS3-1	61.7	0.71	59.4	73.8	
CVS3-2	62.2	0.71	59.8	73.8	
CVS4-1	51.9	0.69	48.0	74.5	
CVS4-2	52.0	0.68	47.2	74.9	

$G_s = 2.71$

CVS(Compacted Volcanic Soil) : 締固めローム
UVS(Undisturbed Volcanic Soil) : 不攪乱ローム

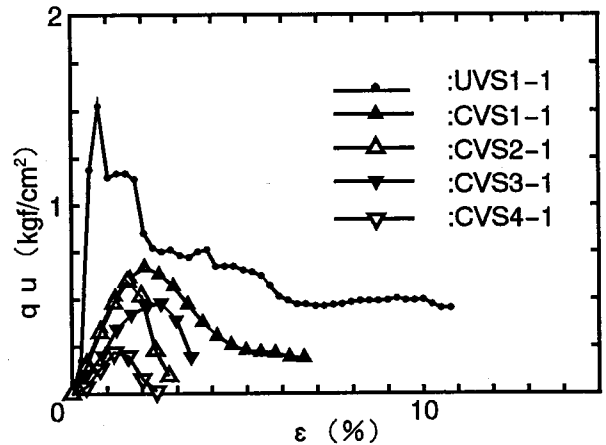


図-4 応力-ひずみ曲線

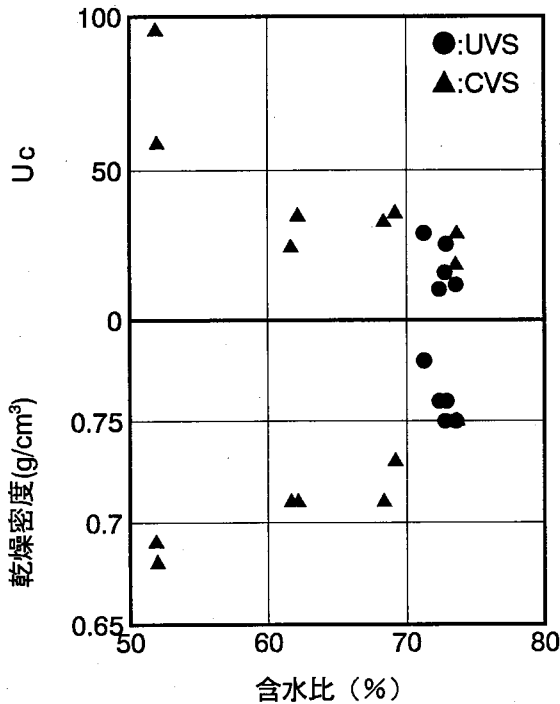


図-5 $U_c - \rho_d - \omega$

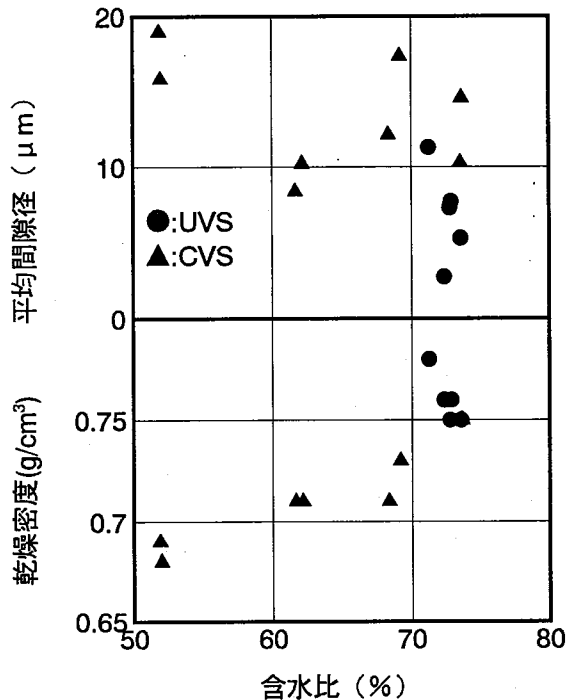


図-6 平均間隙径 - $\rho_d - \omega$

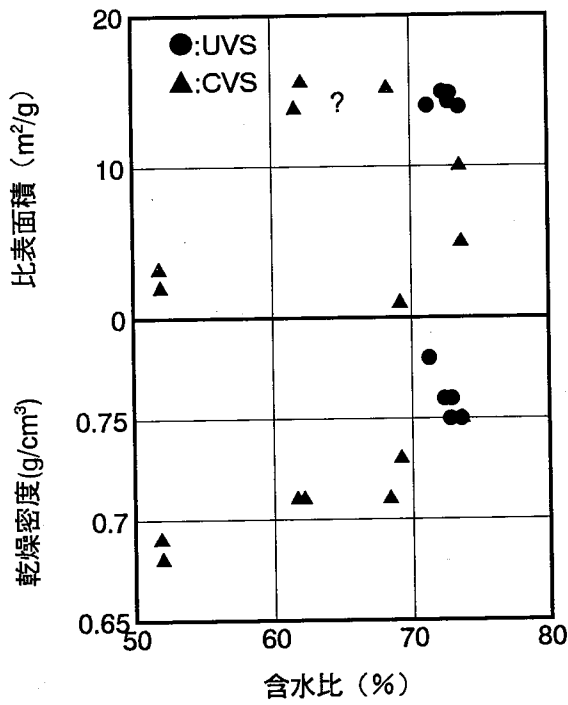


図-7 比表面積 - $\rho d - \omega$

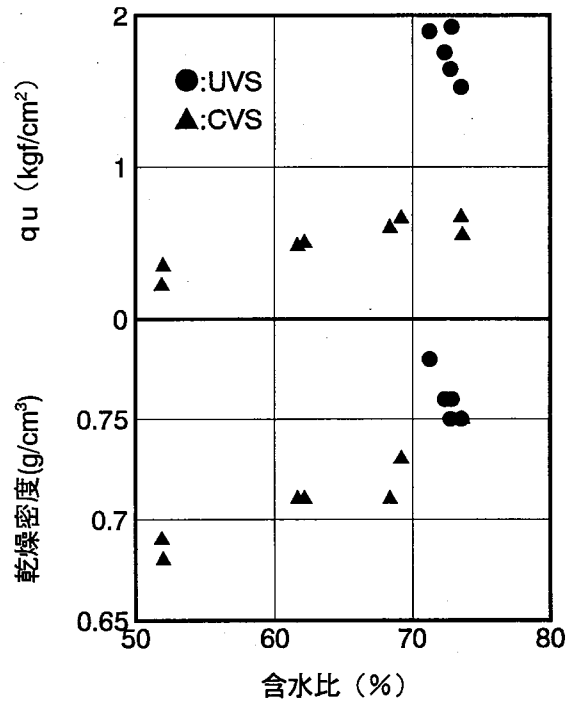


図-8 $q_u - \rho d - \omega$

5. 間隙径分布からみた締固め特性

湿潤と乾燥過程の違いによる締固め特性を図-9、10に示す。

平均間隙径(図-9)においては、○1を除き、乾燥、湿潤過程の締固めにより、平均径にそれほど違いがないことが分かる。

図-10より湿潤過程の締固め試料の間隙均等係数(以下 U_c と呼ぶ)が、最適含水比付近を最下点として下に凸の関係を表すことが分かる。また乾燥過程では、 U_c の値が湿潤過程に比べ比較的大きな値を示していることも分かる。 U_c の大きいものほど間隙の大きさがいろいろあり、逆に U_c が小さい程大きさが比較的揃っていることを示すので、自然含水比からの乾燥過程における締固め試料の間隙径分布は、湿潤過程のものよりもバラツキが大きいことが分かり、▲1を除く全体的傾向から自然含水比から乾燥程度が大きくなるほど、間隙径の大きさもバラエティーに富んでくることが分かる。

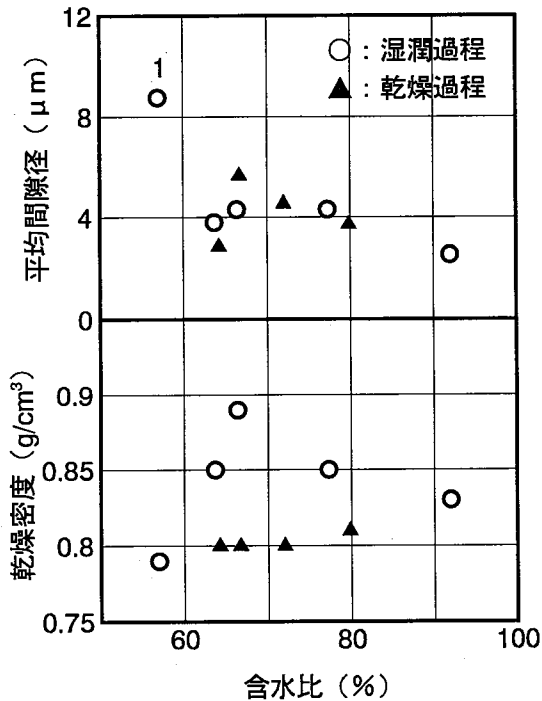


図-9 平均間隙径 - $\rho d - \omega$

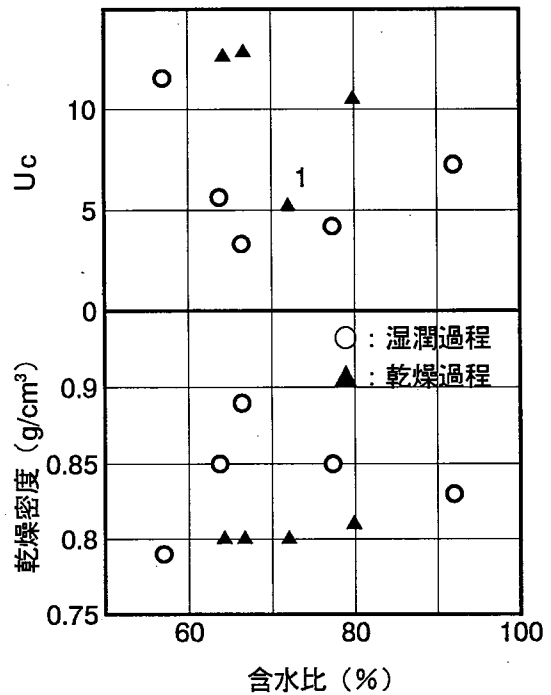


図-10 $U_c - \rho d - \omega$

6. まとめ

間隙径分布指標を用いて、従来から言われている不攪乱ロ-ムと締固めロ-ムとの土粒子配列の違いによる強度特性の違いを考察した。その結果

- 1)不攪乱ロ-ムに比べ、締固めロ-ムは平均間隙径、間隙均等係数の指標値が大きくなり、一軸圧縮強度が小さくなるほどこの指標値は大きくなることが分かった。
- 2)締固めロ-ムでは、自然含水比から乾燥するほど、平均間隙径、間隙均等係数の指標値が大きくなる傾向が確認できた。

<参考文献>

- 1)Garcia-Bengochea, I, et. al:Pore Distribution and Permeability of Silty Clays, ASCE, Vol. 105, No. GT7, 1979.
- 2)箭内・浅川：新訂版・土質工学（彰国新刊）, pp27