

III-725

締固めによる土粒子再配列が間隙径分布に及ぼす影響

岐阜大学大学院 学生員 ○桜木伸夫

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

水銀圧入式ポロシメーターで間隙径分布を計測し、土粒子配列で決まる間隙径分布から、締固め土の透水、強度特性を検討している。本報告は、東北ロームを用いて締固めによる粒子再配列によって、間隙径分布がどのような変化をして、強度変化と間隙径分布がどのような対応になっているのか検討したものである。

2. 間隙径分布(PSD)の評価指標

a) 粒度表現法の適用

間隙径分布曲線(累積百分率)に、粒度分布の表現指標を適用する。

① R_{50} : 50%間隙径

② $U_c = R_{50}/R_{10}$: 間隙均等係数

③ $U_c' = (R_{50})^2 / (R_{10} \cdot R_{90})$: 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、間隙径分布指標(Pore Size Parameter)の応用で、間隙径分布の1次元トナすなわち平均間隙径を用いる。

④ 平均間隙径

$$\sum f(d_i) d_i \quad d: \text{間隙直径}(\mu\text{m}), f(d): \text{直径}d \text{の頻度}$$

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のラマーを用い、仕事量がStandard Proctorといわれる標準エネルギー $E_c = 5.6 \times 10^4 (\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{f}/\text{m}^2)$ 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、プロックサンプ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計測を行った。

試料の物理定数、一軸圧縮強度を表-1に、応力ひずみ曲線を図-1に示した。

表-1 東北ローム試料の物理定数と一軸圧縮強度

	物理定数				一軸圧縮試験	
	ω %	ρ_d g/cm ³	S _r %	n %	qu kgf/cm ²	ϵ_p %
UVS10-1	71.3	0.78	78.1	71.2	1.9	0.7
UVS10-2	72.9	0.76	77.0	72.0	1.93	1.71
UVS1-1	73.6	0.75	76.3	72.3	1.53	0.77
UVS1-2	72.8	0.75	75.5	72.3	1.65	1.08
UVS1-3	72.4	0.76	76.5	72.0	1.78	1.92
CVS1-1	73.6	0.75	76.3	73.8	0.67	2.06
CVS1-2	73.7	0.75	76.4	67.9	0.55	2.06
CVS2-1	68.4	0.71	65.8	74.5	0.6	1.58
CVS2-2	69.2	0.73	69.1	70.1	0.66	1.61
CVS3-1	61.7	0.71	59.4	74.9	0.48	2.54
CVS3-2	62.2	0.71	59.8	66.8	0.5	1.55
CVS4-1	51.9	0.69	48.0	68.3	0.22	1.2
CVS4-2	52.0	0.68	47.2	67.5	0.35	1.59
DVS10-1	71.2	0.86	89.1	72.3	0.2	*
DVS10-2	67.5	0.87	86.5	72.3	0.25	*
DVS1-1	71.1	0.81	82.1	73.8	0.22	*
DVS1-2	69.1	0.9	93.1	73.1	0.22	*
DVS1-3	69.6	0.88	90.7	73.8	0.3	*

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

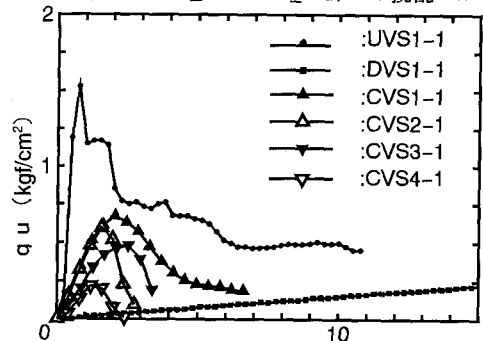


図-1 応力-ひずみ曲線

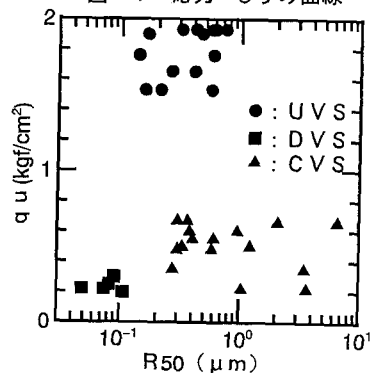


図-2 q-u-R50

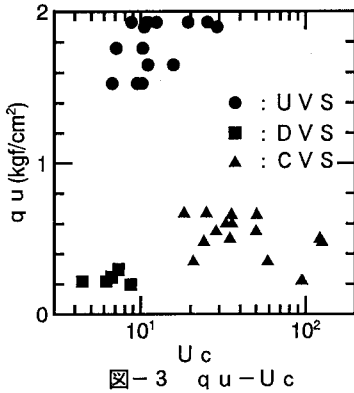


図-3 $q_u - U_c$

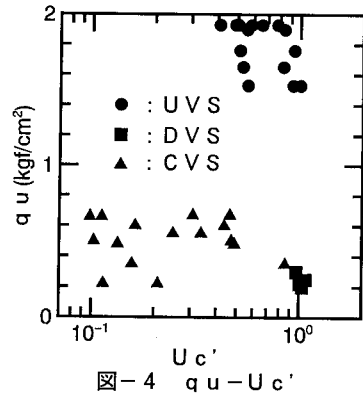


図-4 $q_u - U_c'$

4. 結果

①～④の各指標と一軸圧縮強度との関係を図-2～5に示した。

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-3の指標 U_c)、平均径(図-5の平均間隙径or図-2の R_{50})が増し、それとともに強度が低下する。

b. 間隙の不均質さ、平均間隙径を自然含水比状態(同一含水比)の試料と比較した場合、不攪乱、攪乱、締固めの各試料調整法の違いによって、①～④の各指標値に違いが現れ、攪乱や締固めによる土粒子配列による間隙径分布の変化は②と④の指標で良好に評価できる。

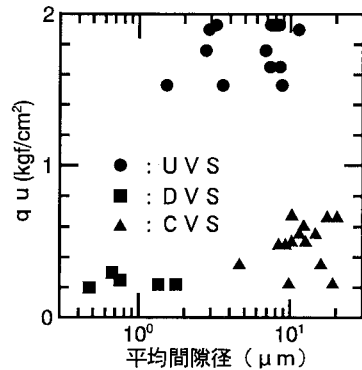


図-5 q_u - 平均間隙径

5. 考察

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。今回の整理で、間隙の不均質の程度、平均的な間隙径の大きさに着目すると、締固めロームの土粒子配列による間隙状態をとらえやすく、強度との対応も比較的明瞭で、締固めの評価に、間隙均等係数 U_c 、平均間隙径を用いることが考えられた。図-6に均等係数と平均間隙径の関係を示したが、平均間隙径、間隙均等係数、いずれの指標値も締固めによって増加する傾向にあることが分かった。

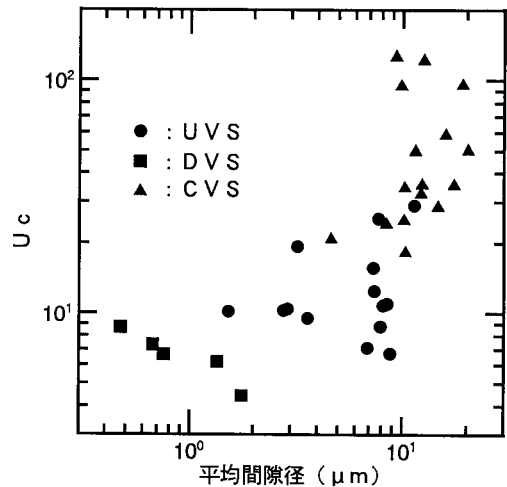


図-6 U_c - 平均間隙径

この傾向は、締固め時の含水比が低い程顕著になることが分かった。〈参考文献〉1) Garcia-Bengochea, I, et. al: Pore Distribution and Permeability of Silty Clays, ASCE, Vol. 105, No. GT7, 1979.