

締固め土の強度と間隙径分布指標

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. はじめに

水銀圧入式ポロシメーターを用いて間隙径分布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、締固め土の透水、強度特性を検討している。本報告は、間隙径分布曲線から抽出される2、3の構造指標を用いて、締固め土の強度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したものである。特に、本報告では、攪乱、不攪乱、締固め試料の強度の違いを、間隙径分布指標から考察した。

2. 試料と物理試験結果

青森県八戸市で採取した火山灰質粘性土を用い、強度と間隙径分布を測定するために、一軸圧縮試験と水銀圧入式ポロシメーターを用いた。用いた試料の物理定数と一軸圧縮強度をTable1に示した。ここで、UVS（不攪乱試料）、CVS（締固め試料）、DVS（攪乱試料）を示し、CVSは自然含水比状態から様々の含水比に乾燥させた後の試料を締固めたものである。

Table1

	物 理 定 数				一軸圧縮試験	
	ω (%)	ρ_d (g/cm ³)	Sr	n	q_u (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	0.21
CVS1-2	73.7	0.75	76.4	67.9	0.55	0.21
CVS2-1	68.4	0.71	65.8	74.5	0.6	0.16
CVS2-2	69.2	0.73	69.1	70.1	0.66	0.16
CVS3-1	61.7	0.71	59.4	74.9	0.48	0.26
CVS3-2	62.2	0.71	59.8	66.8	0.5	0.16
CVS4-1	51.9	0.69	48.0	68.3	0.22	0.12
CVS4-2	52.0	0.68	47.2	67.5	0.35	0.17
DVS10-1	71.2	0.86	89.7	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	*

*: ピーク強度が確認できず

3. 評価方法

透水係数と相関性が認められる¹⁾、次の3つの間隙径分布指標(Pore Size Parameter)を用いて、それら各指標が強度(q_u)に対しどのような関係になるのかどうかを検討した。

① Marshall Model (Mモデルと略称)

$$PSP = \sum_i \sum_j D^2 f(d_i) f(d_j), \quad D = \min(d_i, d_j)$$

② Capillary Model (Cモデルと略称)

$$PSP = \left\{ \sum_i f(d_i) d_i^2 \right\} n$$

③ Kozeny Model (Kモデルと略称)

$$PSP = \left\{ \frac{1}{4 \sum_i \frac{f(d_i)}{d}} \right\}^2 n$$

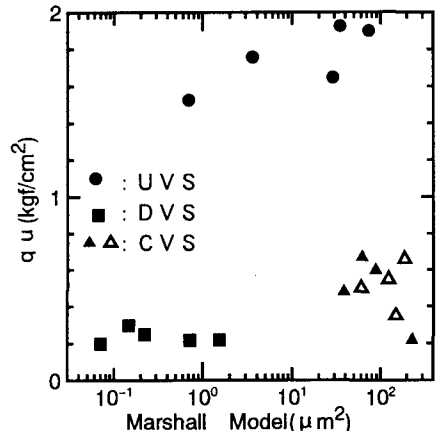
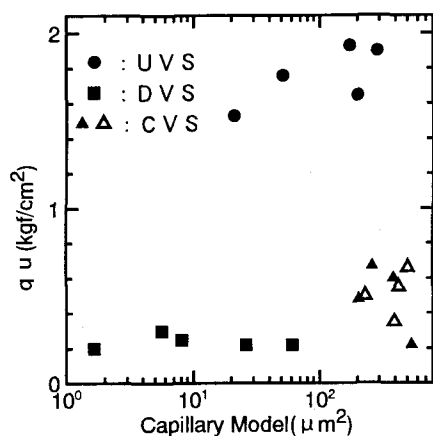
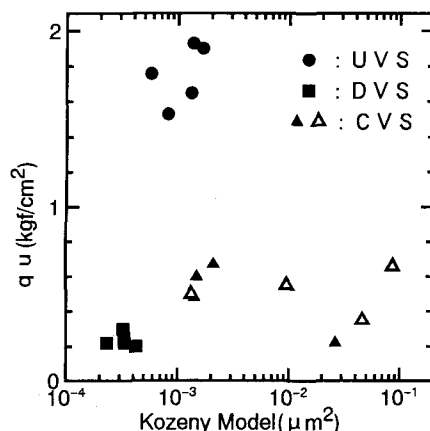
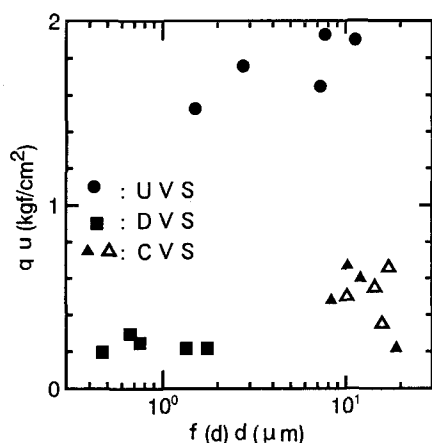
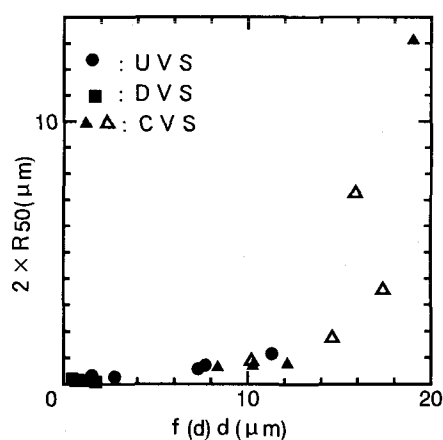


図-1 q_u -Mモデル

ここでdは間隙直径(μm)、f(d)はその直径dの頻度密度、nは間隙率である。②Capillaryモデルは間隙径分布の二次のモーメントを、③Kモデルは径深を表現したものである。これに対し、Mモデルは間隙の連なりを意識したモデルである。いずれも透水性を検討するための間隙分布指標で、透水係数と強い相関があることは既に報告されている¹⁾

4. 結果と考察

間隙径分布曲線から得られた①～③の各指標と一軸圧縮強度(q_u)との関係を、図-1、2、3に示す。

図-2 q_u -Cモデル図-3 q_u -Kモデル図-4 q_u - $f(d)d$ 図-5 R_{50} - $f(d)d$

5. おわりに

図-1、2の結果より、UVSに比べ、CVSが全体的に間隙径分布の二次のモーメントが大きくなっていることがわかる。また、UVSにおいては、間隙径分布の二次のモーメント、Mモデル、Kモデルの指標値、いずれもこの値が大きくなるほど、 q_u は大きくなることがわかった。CVSではUVSとは傾向が反対で、各指標値が大きくなるほど、 q_u は小さくなることがわかった。なお、CVSは、自然含水比状態から乾燥するほど、間隙分布の二次のモーメント、Mモデルの指標値も大きくなる傾向が認められた。図-4に間隙径分布の一次のモーメントである平均間隙径と q_u の関係を図-5に R_{50} と平均間隙径の関係を示した。 q_u に対しては二次のモーメントと同様の関係が得られ、一次のモーメントが R_{50} とユニークな関係を示すものの、10 μm 以下の平均間隙径の変化に対する R_{50} の変化はきわめて微小であることもわかる。

<参考文献> 1) Garcia-Bengochea, I, et. al: Pore Distribution and Permeability of Silty clays, ASCE, Vol. 105, No. GT7, 1979.