

砂含有量の異なる締固め粘性土のせん断強度特性について

岐阜工業高等専門学校 正員 ○吉村 優治
同 上 正員 丹羽 哲郎
高松工業高等専門学校 正員 土居 正信
長岡技術科学大学 正員 小川 正二

1. まえがき 土のせん断強度は土の種類とその状態あるいは各々の因子の相互作用によって決まると考えられる。土構造物を設計・施工する場合、特に粘性土ではコンシステンシー限界、砂質土では相対密度等を考慮し、粘性土と砂質土で異なった取り扱いがされることが多い。一般には粘土分を多く含むほど粘着力が大きく、砂分を多く含むほどせん断抵抗角が大きいうように主に粒度組成によって土のせん断強度が推定されている。しかし、例えば粘着力とせん断抵抗角の両者が共に大きくなるような適当な粒度分布が存在するのではないかと考え、わずかに粒度組成を変化させた5種類の試料の締固め不飽和土について三軸UU試験を実施した。

本報告は、この試験の結果より得られる強度定数と砂混入率の関係について述べたものである。ここで強度定数には圧縮試験で最大せん断抵抗力を示すせん断破壊点とひずみ ϵ が15%に達する大変形を生じたときの変形破壊点の2つを用い、両者の比較も併せて行った。

2. 試料および実験方法 実験に用いた試料A,B,C,D,Eは岐阜県各務原市から採取した赤色粘性土の840 μ mふるい通過分に砂の840 μ mふるい通過分を乾燥質量

率で、0.5, 10, 15, 20%混入したもので各々の試料土の粒径加積曲線を図1に示す。図中、試料Aは赤色粘土を示している。

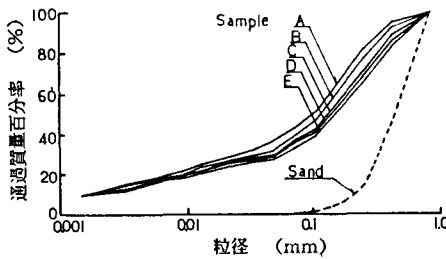


図1. 粒径加積曲線

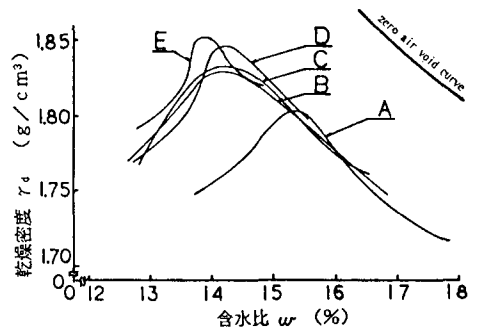


図2. 締固め曲線

実験に用いる供試体はJISA1210(11a法)の締固め試験で求めた最大乾燥密度(図2)になるよう自動突固め装置で締固めて作成した。各々の試料土の諸性質は表1に示す通りである。

三軸試験機にセットした高さ12.5cm、直径5cmの円筒供試体に拘側圧 σ_3 (0.49, 98, 147, 196, 294kPaの6種類)を加え、軸圧縮力をひずみ速度1.0%/minのひずみ制御・非排水条件で裁荷した。

3. 実験結果と考察 せん断破壊点および変形破壊点(定義は1.で述べた)での強度定数と砂混入率M(0~20%すなわち試料A~E)との関係について述べる。

図3に応力-ひずみ曲線のピーク点での強度定数と砂混入率Mの関係を示す。既に報告した結果の通り本実験の範囲では、 c_u は砂含有量が増えると減少するが、せん断抵抗角 ϕ_u は比較的砂混入の影響を受けない。

表1. 試料土の諸性質

	Gs	w_L (%)	L_p (%)	w_{opt} (%)	$\rho_{d, opt}$ (g/cm³)
A	2.69	23.2	2.8	15.35	1.801
B	2.69	23.5	4.3	14.15	1.830
C	2.69	23.8	2.1	11.10	1.831
D	2.69	23.9	2.4	14.18	1.816
E	2.69	24.7	3.3	13.83	1.852

また、せん断抵抗角に関しては細粒分を含む砂の圧密排水せん断試験から求まる ϕ_d についても同様の結果を得ている。

一方、ひずみが15%に達したときの強度定数と砂混入率の関係を示す図4を見ると、粘着力 c_{uis} 、せん断抵抗角 ϕ_{uis} とも c_u 、 ϕ_u とは異なる傾向が見られる。すなわち、 c_{uis} は砂混入率 M が大きくなると徐々に減少するが、 $M=10\sim 15\%$ を境に減少し始める。この c_{uis} 、 ϕ_{uis} の挙動は、砂混入率が $M=10\sim 15\%$ までとそれ以上とではまったく正反対の性質を示す。この変形破壊点での c_{uis} 、 ϕ_{uis} というのは供試体が一度せん断破壊を起こし、大変形を生じた後の強度定数であるため、せん断面の部分的な断面変化、ゴムスリーブの伸縮等の影響もかなり受けていると思われる。また、図3・図4を比較すれば明かなように両強度定数は全体的に変形破壊点に比べせん断破壊点の方が大きな値を示しているが、 $M=0.20\%$ 付近では粘着力が変形破壊点のそれを下回っている。

上のせん断強さは粘着力、せん断抵抗角の関数であるので、両者の相関性を見るために $c-\tan\phi$ 関係をプロットしたのが図5である。

4) (a),(b)の両図とも従来から言われているように c と $\tan\phi$ には弱い負の相関があることがわかる。特に変形破壊点(b)の $c_{uis}-\tan\phi_{uis}$ はかなり相関が強い。

4. むすび 本研究の当初の目的であった粘着力、せん断抵抗角の両者が共に大きくなる、いわゆる最適粒度分布は本実験の範囲では見いだせなかった。しかし、わずかに粒度組成を変化させただけでも粘着力、せん断抵抗角にかなりの変化が見られ、せん断破壊点と変形破壊点ではその傾向が異なることがわかった。ただし、本実験では各々の試料を最適含水比で締固めたため、供試体の密度を一定にすることができなかったのも、単純に実験データを比較することについても問題があることを付記する。

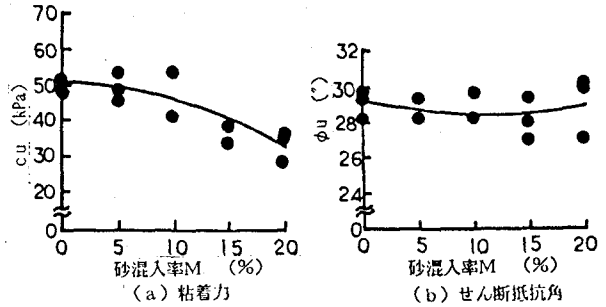


図3. 強度定数(せん断破壊点)

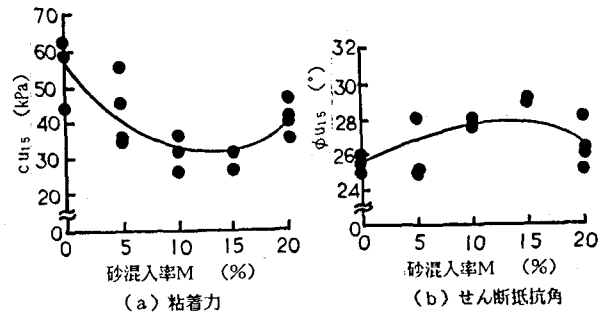


図4. 強度定数(変形破壊点)

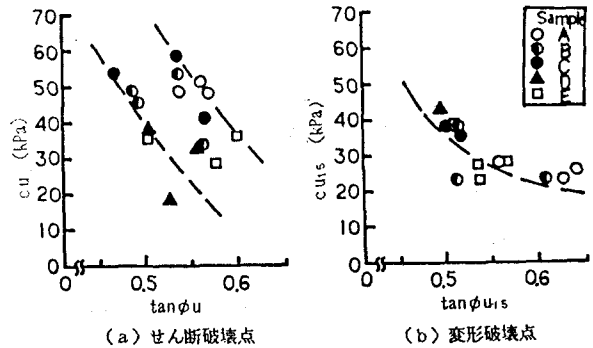


図5. c と $\tan\phi$ の関係

- 参考文献 1)天間則光他:砂と粘土を含む土のせん断強度について,第18回土質工学会研究発表会概要,p.p.489-490(1983)
 2)古村優治他:砂含有量の異なる3種質粘性土のせん断特性について,第21回土質工学会研究発表会概要集,p.p.425-426(1986)
 3)土居正信他:細粒分を含む砂の排水せん断特性,第21回土質工学会研究発表会概要集,p.p.275-276(1986)
 4)Lunb.P;The variability of natural soils,Canadian Geotechnical Journal,Vol.3, No.2,p.p.74-97(1966)