

砂を含む飽和粘性土の一軸および三軸圧縮強度について

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠  
 " " 正 吉武茂樹  
 " " 学 ○松永道雄  
 " " 学 南嶋雅文

1. まえがき

一般に土中の砂分が60%以下のものを粘性土領域、60~80%のものを粘土と砂の中間領域、80%以上のものを砂質領域と区分している。また塑性指数が $I_p > 10$ のものを粘性土と、それ以外のものを砂質土としている。粘性土に対しては $\phi_v = 0$ として、一軸圧縮強度 $q_u$ から粘着力を求める方法が、広く安定問題に用いられているが、粘土と砂の中間的な土では、 $q_u$ 値が実際の強度よりかなり低く出ることが知られている。そこで、上記の粘性土領域に属する土であっても、砂の含有量変化によって、一軸圧縮強度と非圧密非排水三軸圧縮強度に多少の差違が生じていることも充分考えられる。

本報告は、粘性土における、砂の混合率の増減に伴う強度の変化を把握し、一軸圧縮試験の適合状況について考察することを目的としたものである。

2. 試料および実験方法

実験に使用した試料は、カオリンと豊浦標準砂で、それぞれの比重は、カオリン2.71、豊浦砂2.64である。両者を所定の混合率、すなわち豊浦砂混入率（全乾燥質量に対する豊浦砂の質量の割合）が、0~50%となるよう、液性限界以上の含水状態で十分に混合させ、直径15cmの塩化ビニールパイプに流し込み、水浸状態で圧密した。圧密荷重は7日間に渡り段階的に2.05 kgf/cm<sup>2</sup>まで載荷した。荷重の除荷により土粒子骨格が膨張し飽和度が低下するが、これを防ぐために除荷後1日間水浸した後試料塊を取出した。この試料塊から直径3.5cm高さ8.8cmの圧縮試験用供試体を7個切出した。なお試料塊の含水比分布はほぼ一様であった。実施した試験は、一軸圧縮試験と非圧密非排水三軸圧縮試験である。一軸圧縮試験は1%/minのひずみ速度で行った。三軸圧縮試験は、0.31%/minのひずみ速度で行い、間隙水圧の測定も実施した。

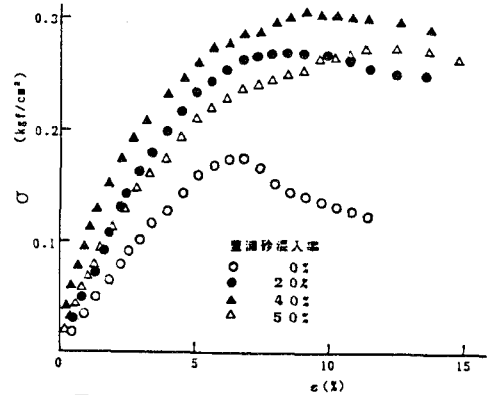


図-1 一軸圧縮試験 応力~ひずみ曲線

3. 1 混合土の一軸圧縮特性 一軸圧縮試験の応力~ひずみ曲線の代表的なものを図-1に示す。応力~ひずみ曲線の形状に、混合率によるはっきりした違いは見られず、混合率に関係なく延性破壊であった。すなわち破壊ひずみが大きく供試体はたる状に膨らみ破壊に至った。これらの応力ひずみ特性を数値的に表わしたのが表-1である。普通供試体の乱れを定量的に見るために $E_{50}/(q_u/2)$ が用いられるが、応力~ひずみ特性を調べるためにこの値も求めてみた。著者らは、シンウォールで採取した有明粘土における $E_{50}/(q_u/2)$ の値は100~110と考えている。カオリンと豊浦砂の混合土ではおおよそ40~50の値であり、有明粘土のそのの

表-1 豊浦砂混入率に対する $E_{50}/(q_u/2)$ 値

砂分 (%)	$q_u/2$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{50}$ (%)	$E_{50}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$E_{50}/(q_u/2)$
0	0.175	2.45	3.57	40.8
10	0.277	1.93	7.18	51.6
20	0.270	2.40	5.63	41.7
30	0.290	2.20	6.59	45.5
40	0.306	1.90	8.05	52.6
50	0.274	2.75	4.98	36.4

1/2~1/3と小さい。特に塑性指数が10以下になる豊浦砂混入率50%を越えると $E_{50}/(q_u/2)$ および $E_{50}$ が小さくなる傾向にある。一軸圧縮強度 $q_u$ の豊浦砂混入率に対する変化は、図-2に示したように、混入率が40% ( $I_p > 10$ )までは増加傾向にあるが、50%で $q_u$ の低下が著しい。この場合後述の三軸圧縮試験における $c_u$ は $q_u/2$ よりかなり大きく出ていることから、 $q_u$ がかなり過小評価されていることになる。

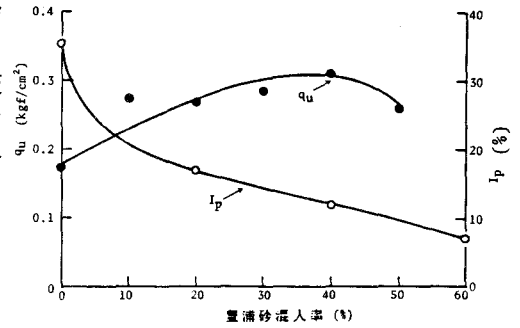


図-2 豊浦砂混入率と $q_u$ および $I_p$ との関係

### 3.2 混合土の一軸および三軸圧縮特性

一軸および非圧密非排水三軸圧縮試験（以下UU試験と記す）の結果を図-3に示す。また、 $q_u/2$ および $s_r$ の平均、UU試験より求めた見かけの粘着力 $c_u$ およびせん断抵抗角 $\phi_u$ の各混合率での値を表-1に示す。一般に、飽和土の場合は土の種類にかかわらず $\phi_u=0$ となることが認められているが、中瀬らによると粒度組成が砂質土に近づく程 $\phi_u > 0$ の傾向が明らかである。その原因の一つとして、圧密終了後の拘束圧の除去による有効応力の減少が、土粒子骨格の膨張による飽和度の低下および強度の減少をもたらすことが上げられている。著者らの実験によると、飽和度が大きい土では $\phi_u=0$ で、飽和度が小さくなる程 $\phi_u$ が大きくなるようである。しかし、豊浦砂混入率が増す程飽和度が低くなるという予想された傾向は得られなかった。また豊浦砂混入率が0~40% ( $I_p > 10$ )の土ではUU試験より得られた見かけの粘着力 $c_u$ は、 $\phi_u=0$ に関係なく $q_u/2$ の平均値にほぼ近い値であった。しかし前述のように混入率が50% ( $I_p < 10$ )を越えると $q_u$ は $c_u$ よりかなり小さくなることが判明した。

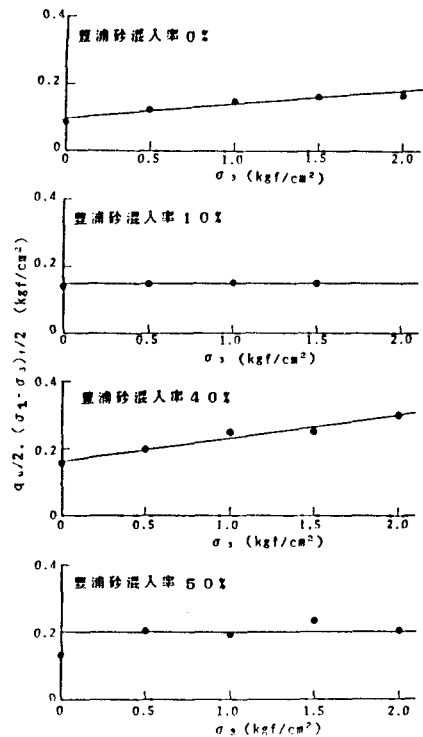


図-3 一軸および三軸圧縮試験結果

### 3.3 混合土の強度異方性

混合土の非排水強度の異方性は砂混合率が大きくなる程、いかえれば塑性指数 $I_p$ が小さくなる程顕著であると言われている。しかしながらそのメカニズムは解明されていない。著者らも現在強度異方性を明らかにするために実験を行っており、その結果と考察については当日発表したい。

#### 参考文献

中瀬明雄・勝野克・小林正樹 (1972) : 砂分の多い粘性土の一軸圧縮強度, 港湾技術研究所報告, 11巻4号, PP.83~102

表-2 一軸および三軸圧縮試験結果

砂分 (%)	$q_u/2$ (kgf/cm²)	$c_u$ (kgf/cm²)	$\phi_u$ (°)	$S_{r0}$ (%)	$S_r$ (%)
0	0.087	0.096	2.29	94.8	94.4
10	0.139	0.145	0	94.5	99.1
20	0.135	0.185	0	91.6	97.6
30	0.143	0.151	3.27	94.3	94.6
40	0.156	0.158	3.67	93.0	93.1
50	0.131	0.204	0	95.1	98.2