

シルト・砂混合土の繰り返しねじり液状化特性

大分高専 正 ○長友八郎  
 大分高専 正 工藤宗治  
 大分高専 佐藤 栄

1. まえがき

筆者らは細粒土を含む砂の非排水繰り返し三軸圧縮試験において、細粒分含有率が高くなると、繰り返し載荷の振動数の大小が液状化特性に影響を及ぼす可能性がある事を指摘した。<sup>1)</sup>ここでは山砂系の原料から人工的に調整したシルトと砂の混合土について、載荷周期及び細粒分含有率を変化させて、中実ねじり液状化試験を行ない、その液状化特性への影響を調べた。

2. 実験材料及び供試体

大分市内産の原材料を、ふるい分けと水洗によって砂分とシルトに分けて、両者の混合比を変えて混合して実験材料とした。シルト分混合比Pは0%(砂)、20%、40%、60%、80%、100%(シルト)の6種類である。各試料の物理的性質などを表-1に示す。原材料の比重は2.471である。最小乾燥密度試験は土質工学会制定のロート法によったが、細粒分含有率Pが40%以上になると試料がロートから落ちず、ロートを指で叩いて落とした。P=100%のシルトの場合には、スプーン法でモールドを満たした。

各試料を径13mmの円孔から圧密容器内に落下させて、セル外の脱気水中で、0.5kgf/cm<sup>2</sup>の圧力を載荷して24時間圧密したものを供試体とした。シルト分含有率Pが60%以上になると試料が円孔から落下せず、孔径を倍にした。

3. 実験概要

液状化実験は繰り返し中空ねじり試験によった。供試体は直径約75mm、高さ約150mmである。2.0kgf/cm<sup>2</sup>のバックプレッシャーと0.5kgf/cm<sup>2</sup>の有効拘束圧の下で、1次圧密終了後の一定の時間まで圧密した。繰り返しねじりは0.01Hz、0.1Hz、1Hz、5Hzの4つの振動数で載荷した。せん断応力は一樣と仮定し、せん断ひずみ $\gamma$ はより合理的な面積の重みつきとして処理した。<sup>2)</sup>

4. 液状化特性

種々の実験結果の中から、ここではせん断応力比 $R_s=0.20$ のケースについて考察する。代表的な液状化特性の例として、P=0%(砂)の場合の間隙圧上昇過程を図-1に、せん断ひずみの進行過程を図-2に示す。又P=80%の場合の間隙圧上昇過程を図-3に、せん断ひずみの進行過程を図-4に示す。

液状化における間隙圧上昇過程は一般に、①遷移、②定常、③加速の3つの過程から成っている<sup>3)</sup>。本実験でも全

	P(%)	D <sub>50</sub> (mm)	I <sub>p</sub>	e <sub>max</sub>	e <sub>min</sub>	D <sub>r</sub>
a	0	0.23	NP	1.792	1.301	0.383
b	20	0.15	8.1	1.780	1.185	0.498
c	40	0.09	10.0	1.977	1.325	0.514
d	60	0.08	11.9	1.920	1.017	0.576
e	80	0.07	14.5	2.321	1.125	0.649
f	100	0.06	15.8	2.475	1.141	0.721

Table 1. Physical properties of samples

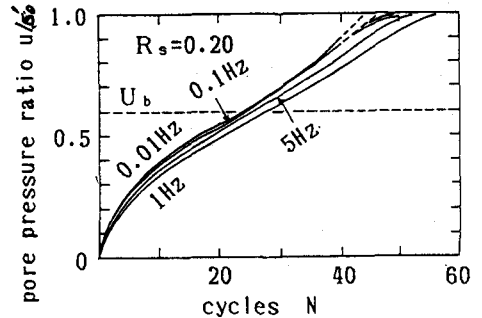


Fig.1. Pore pressure buildup (P=0%, sand)

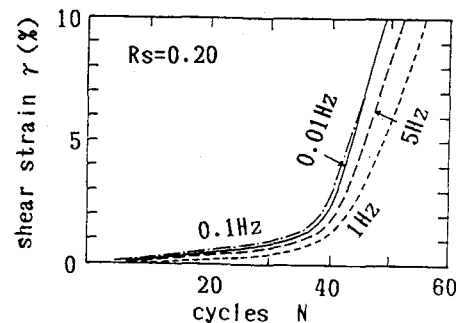


Fig.2. Development of shear strain (P=0%, sand)

てのシルト分含有率 $P$ の場合において、この3つの過程が認められた。そして定常過程と加速過程の境界の間隙圧比即ち緩み間隙圧 $U_b$ は、ほぼ一定値0.6であった。又加速過程において、間隙比が0.8を越えると圧力の上昇が鈍る現象があり、シルト分含有率 $P$ が大きくなる程この傾向は著しくなった。 $P=0\%$ 即ち砂の場合には、図-1に示すように実験の範囲での振動数の影響は殆ど認められない。しかしシルト分含有率の高い $P=80\%$ の場合には、図-3に示すように、振動数が1Hzと5Hzの場合に間隙圧上昇の遅れが認められる。

せん断ひずみの進行過程についても、砂の場合には図-2に示すように、振動数による差は殆ど認められない。 $P=80\%$ の場合には、やはり振動数が1Hzと5Hzの場合に、進行が遅れ、間隙圧の上昇が進んでいるにもかかわらず、やがてせん断ひずみは進行を停止する。

間隙圧上昇の度合いを液状化に対する「もろさ」とみなして、載荷サイクル20回における間隙圧の変化を各試料及び振動数について、図-5にまとめた。全体的にみると、振動数が0.01Hzと0.1Hzの場合には、液状化に対する「もろさ」はシルト分含有率 $P$ によらず、砂からシルトまでほぼ等しい。これに対して振動数が1Hzと5Hzの場合には、 $P=40\%$ まではシルト分の増加に伴い、液状化は生じ難くなり、それ以上シルト分が増加しても、シルトにいたるまで、変化はなかった。

### 5. まとめ

材料の最小乾燥密度試験において、土質工学会制定の方法を適用することには問題があった。また本研究では材料が山砂系統であり、シルト分の粒度が粗粒に片寄っているという特殊性もあった。実験の振動数の範囲では、0.01Hz、0.1Hzという小さな振動数で繰り返し載荷した場合にはシルト含有量の影響は認められなかった。しかし地震の振動数に近い1Hz、5Hzで載荷した場合には、砂を除くシルト混じり砂の全試料の場合で、明らかにその影響が認められた。即ち細粒分を含む砂が繰り返しせん断を受ける場合には、その粘性に基づく時間的な要素を考慮する必要があるケースもあり、地震時の液状化においては、砂質地盤とは同一視できないと思われる。細粒土を含む材料の液状化に関しては、砂の場合以上に多くの複雑な要素を含むと思われるので、更に詳しく調べていきたい。

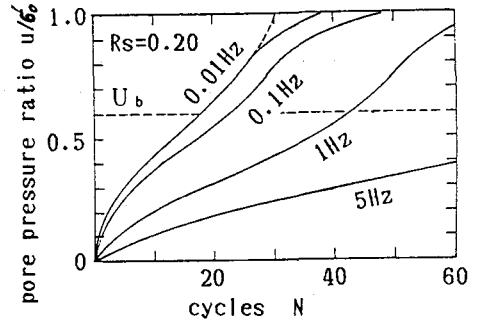


Fig.3. Pore pressure buildup (P=80%)

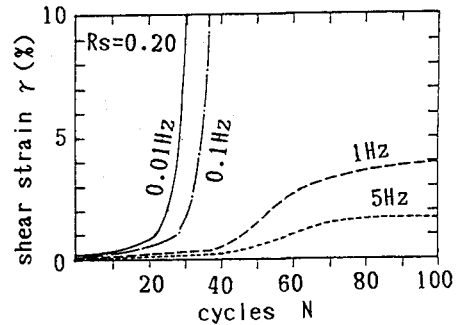


Fig.4. Development of shear strain (P=80%)

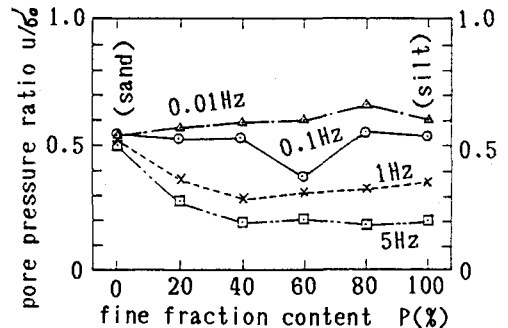


Fig.5. Pore pressure ratio at 20 cycles

〔参考文献〕1) 長友八郎、工藤宗治、佐藤 栄：Pore Pressure Buildup in Liquefaction of Sands with Silt fines、大分工業高等専門学校研究報告、No. 28 (1992)、2) 福島伸二、望月美登志：中空および中実供試体を用いた砂の単純せん断試験、土と基礎、VOL. 36, NO. 9 (1988)、3) 長友八郎、佐藤 栄：液状化における間隙圧上昇の過渡モデルと時刻歴、第24回土質工学研究発表会講演集 (1989)