

茨城大学工学部 学生員 ○足立雅樹

正会員 安原一哉

1. はじめに

著者ら^{1), 2)}は、これまでに細粒分を含む砂の液状化特性について検討した。その結果、(1)細粒分を含む砂質土と砂のみの液状化強度関係は細粒分含有率、細粒分の種類により異なること、(2)繰返し応力を静的強度で正規化すると密度や細粒分の種類によらず一義的な関係があること、(3)液状化後の体積変化は、細粒分の種類によっては砂と同程度であり、繰返し载荷中の最大せん断ひずみにより決まる、ということが明らかになった。

本報告では、過圧密履歴を受けた細粒分を含む砂の液状化特性に及ぼす(1)細粒分の種類、(2)密度、(3)液状化後の体積変化の影響について検討し、考察を加えた結果について報告する。

2. 実験概要

実験に用いた試料は、前報²⁾と同様に砂として久慈浜海岸砂、細粒分として調整シルト（岩石をシルトサイズまで粉砕したもの）、浚渫シルト（浚渫の埋立土から砂分および粘土分を取り除いたもの）を用い、砂に各々の細粒分を乾燥重量で20%混合した土である。試料の調整方法、および供試体の作成方法は前報^{1), 2)}と同様で、提案した供試体初期条件の規定方法により、密度 $0.91 \rho_{dmax}$ 、および $0.85 \rho_{dmax}$ になるように静的に締固めた土を用いた。圧密過程は、図-1に示すように過圧密比OCR=1、2、4となるようにある圧密状態まで载荷し、その後 $\sigma'_c = 98 \text{ kPa}$ まで除荷する。その後、周波数0.1Hzの正弦波を所定の繰返し応力比 τ / σ' で载荷し、液状化させた後、排水状態にして体積変化量を測定した。また、同様の試料についてひずみ制御（ひずみ速度: 0.1%/min）の非排水三軸圧縮・伸張試験を行い、前報²⁾と同様に非排水せん断強度 q_{com} と q_{ext} を求めた。

3. 試験結果および考察

3.1 液状化強度特性

繰返し回数 $N=20$ 、両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ の時の繰返しせん断応力比を液状化強度 SR_{20} と定義し、 SR_{20} とOCRの関係を図-2に示す。液状化強度はOCR、および密度が大きいほど大きくなる。OCR=1の時、砂に対する細粒分を含む砂質土の強度は密度、および細粒分の種類により異なるが、OCRが大きくなるにしたがって砂のみの場合よりも細粒分を含む砂質土の方が強度は大きくなる。特に、細粒分として浚渫シルトを用いると密度やOCRにかかわらず砂より強度は大きいことが分かる。これらのことをより明らかにするために、過圧密土の繰返し強度 R_{oc} と正規圧密土の繰返し強度 R_{nc} との比として液状化強度増加率 R_{oc} / R_{nc} とOCRの関係を図-3に示す。正規圧密土では、砂質土と細粒分を含む砂質土の液状化強度関係は密度により異なる。

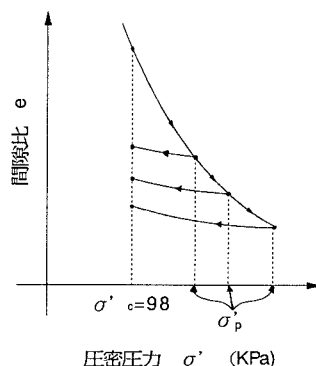


図-1 初期の圧密状態

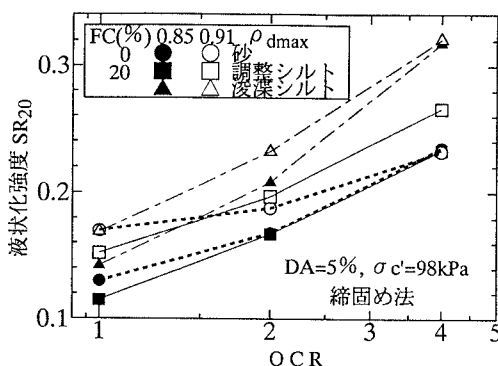


図-2 液状化強度～過圧密比 関係

るが、過圧密にすることにより細粒分を含む砂質土は砂のみの場合より強度が大きくなる。特に、細粒分の種類の影響がみられ、細粒分として浚渫シルトを用いた方が強度は大きくなる。これは前報²⁾で述べたように、細粒分の微視的構造の違い、つまり粘土鉱物の存在が寄与していると思われる。また、いずれの土においても次式で表すことができる。

$$R_{OC}/R_{NC} = (OCR)^m \quad (1)$$

ただし m の値は、試料、および密度により異なる。

次に、繰返しせん断応力と非排水せん断強度との比を R_s と定義し、動的強度比 R_s と繰返し回数 N の関係を図-4に示す。ただしKJ:砂、DL(20):砂に細粒分として調整シルトを20%混合した試料、MC(20):砂に細粒分として浚渫シルトを20%混合した試料である。これによると R_s と N の間にはOCRに関係なく試料ごとに一義的な関係がみられる。特に、KJとDL(20)は次式のような両対数でユニークな直線で表すことができる。

$$R_s = \alpha N^\beta \quad (2)$$

ただし、 α 、 β は実験定数である。

3.2 液状化後の体積変化特性

上記の結果を受けて、KJおよびDL(20)について、液状化後の体積変化を体積ひずみ ε_v とし、 ε_v と繰返し載荷時の最大せん断ひずみ γ_{max} との関係を図-5に示す。過圧密比が大きくなるほど最大せん断ひずみは小さくなる。また、KJとDL(20)は過圧密の有無にかかわらず以下の式で近似することができる。

$$\varepsilon_v = 0.826 \gamma_{max}^{0.375} \quad (3)$$

4. まとめ

- 1) 細粒分を含む砂質土は過圧密にすることにより砂質土のみの場合より液状化強度は大きくなる。また、過圧密土の液状化強度は細粒分の種類の影響を受ける。
- 2) 細粒分を含む砂質土は、 $R \sim N$ 関係、 $\varepsilon_v \sim \gamma_{max}$ 関係において、OCRに関係なく砂と同様な一義的な関係が得られる。特に、細粒分として岩石を粉碎した調整シルトを用いた土は、砂と同様のユニークな関係があり、これらを簡単な関係式で定式化することができる。

(参考文献)

- 1) 足立、安原：砂に粘土を混入した土の液状化特性、第49回土木学会年次学術講演会概要集、pp. 538～539、1994。
- 2) 足立、安原：細粒分を含む砂質土の液状化特性(1)-密度、および細粒分の種類の影響-、第30回土質工学研究発表会講演概要集(投稿中)、1995。

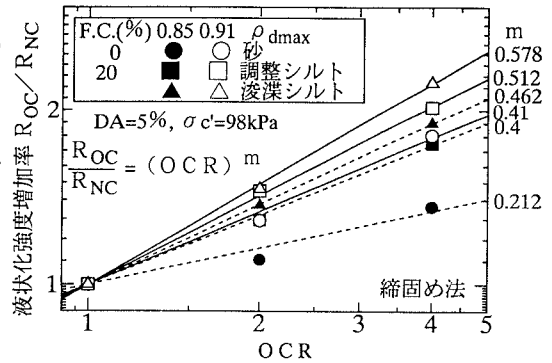


図-3 液状化強度増加率～過圧密比 関係

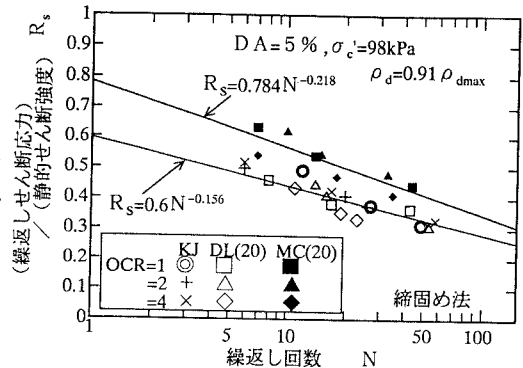


図-4 動的強度比～繰返し回数 関係

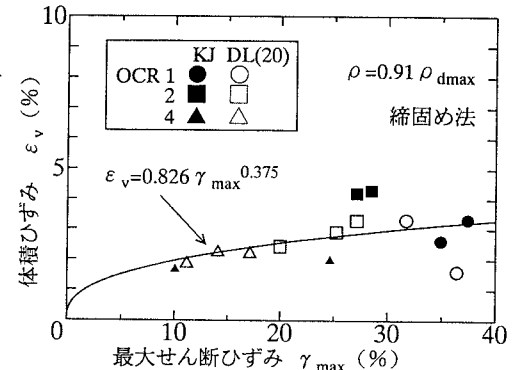


図-5 体積ひずみ～最大せん断ひずみ 関係