

砂まじりシルトの非排水繰返しせん断特性

山口大学大学院	学生員	○山内隆弘
山口大学工学部	正会員	兵動正幸 吉本憲正
(株)白石	正会員	松本裕介
山口大学大学院	学生員	福本圭佑

1. はじめに

自然地盤を構成する土質は均一ではないことが多く、砂、シルトおよび粘土など粒径の異なる様々な土の混合体として構成されていることが多い。砂と粘土のどちらともつかない土のことを中間土と呼び、その取り扱いに苦慮している現状にある。また、中間土においても、含まれる細粒分の活性の程度で性質が異なり

1)、細粒分の性質の異なる中間土の性質については十分に検討されていない。このような背景のもと、本研究は、2000年鳥取県西部地震で被害調査²⁾を行った際に採取した竹内工業団地から液状化により噴出した噴砂を細粒土として用い、砂～シルト混合土～シルトへと細粒分含有率を変化させた試料に対し、相対密度を変え、非排水繰返し三軸試験を行い、非塑性のシルト質地盤に対する繰返しせん断強度の評価を可能とすることを目的とした。

2. 試料の調整方法および供試体作製方法

本研究で用いた試料は、砂質土に粒度調整した珪砂を、細粒土に鳥取県西部地震の際に採取した非塑性シルトを用いた。珪砂と細粒土の混合比を100:0、50:50、0:100として、それぞれの供試体を作成した。供試体作成方法としては、すべて水中落下法を採用し、水を張ったモールドにスラリー状の試料をスプーンで投入し、その後木づちでエネルギーを与えることにより相対密度を $Dr=60$ 、 80 、 90% となるよう調整した。

3. 試験方法および試験条件

本研究では、空圧制御式繰返し三軸試験機を用い、各混合比の試料に対して平均有効主応力 $\sigma'_{c1}=100\text{kPa}$ の等方及び異方圧密の下で初期せん断応力比 $\sigma'_s/2\sigma'_{c1}=0$ 、および 0.4 として、周波数 $f=0.02\text{Hz}$ で非排水繰返し試験を行った。

4. 試験方法および試験条件

実験に用いた試料の粒径加積曲線を図-1に示す。珪砂は、平均粒径 $D_{50}=0.84\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=4.3$ で

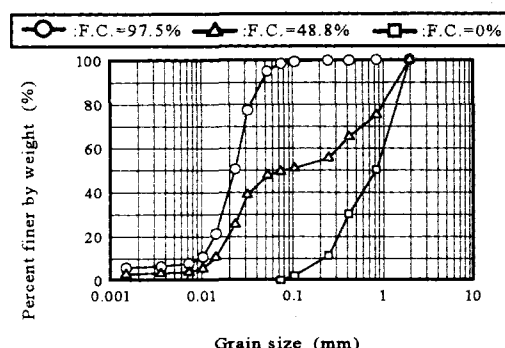


図-1 粒径加積曲線

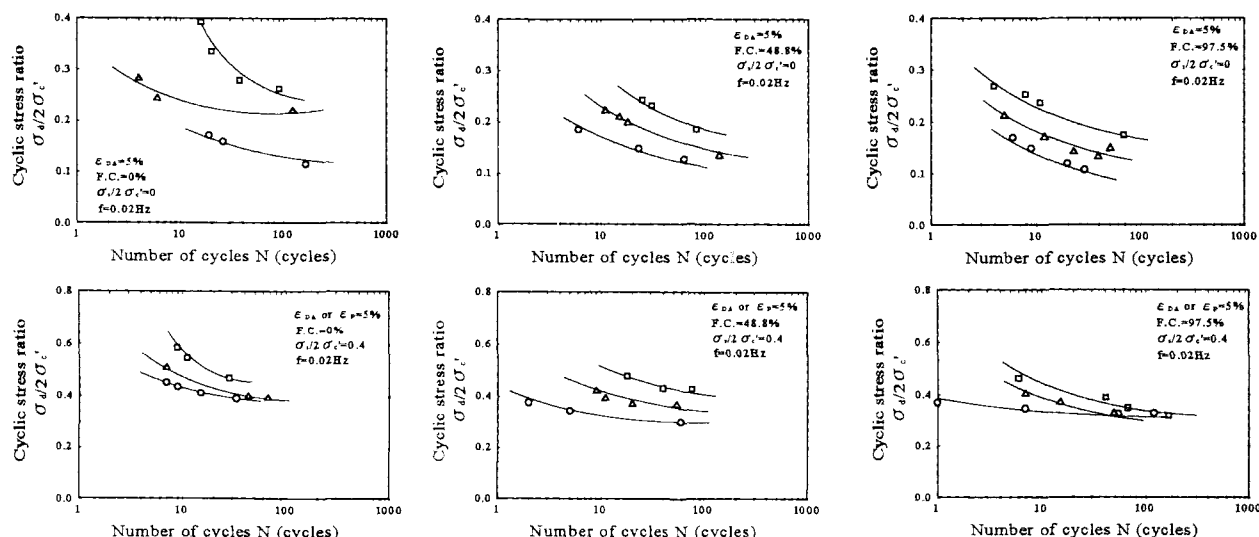


図-2 繰返しせん断応力比と繰返し回数の関係 ($\sigma'_s/2\sigma'_{c1}=0, 0.4$)

あり、シルトは、シルト分含有率91.5%、粘土分含有率6%と粒度組成のほとんどがシルト分であり、活性のない試料であった。細粒分含有率の違いによる繰返しせん断強度の変化を評価するために、破壊を規定するひずみを ε_{DA} 、 $\varepsilon_p=5\%$ として繰返しせん断応力比と繰返し回数の関係を各細粒分含有率ごとに図-2に示している。 $\sigma_s/2\sigma_c'=0$ においては相対密度の増加に伴い強度は増加することが分かる。F.C.=0%のDr=90%は急激に強度線が立ち上がっており、密詰め砂の強度特性が顕著に表れている。 $\sigma_s/2\sigma_c'=0.4$ においても等方圧密下と同様に、相対密度の増加に伴い強度は増加することが分かる。

5. 非排水繰返しせん断強度

図-4は、繰返しせん断強度において、繰返し回数20回で $\varepsilon=5\%$ に至るに必要な繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$ と相対密度の関係を細粒分含有率をパラメーターとして示したものであり、 $\sigma_s/2\sigma_c'=0$ 、 $\sigma_s/2\sigma_c'=0.4$ の結果を示している。図-4より、等方圧密下では、全ての細粒分含有率において、相対密度が増加するにつれて、強度が増加することが分かる。また、いずれの細粒分含有率においても、Dr=80~90%の強度の増加量は、Dr=60~80%のそれよりも大きいことが分かる。シルト混合土、シルトは砂ほど相対密度の増加による強度の増加がないことが認められる。異方圧密下においても、全ての細粒分含有率において相対密度が増加するにつれて、強度が増加することが分かり、等方圧密下と同様な傾向が認められる。図-5は繰返しせん断強度において、繰返し回数20回で破壊($\varepsilon=5\%$)に至るに必要な繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$ と初期せん断応力比 $\sigma_s/2\sigma_c'$ の関係を相対密度をパラメーターとして示している。図-5よりいずれの細粒分含有率においても、初期せん断応力比の増加に伴う繰返しせん断強度の増加が認められる。また(a)は初期せん断応力比($\sigma_s/2\sigma_c'=0.4$)のプロットは全てreversal領域にある。(b)は初期せん断応力比のプロットは、Dr=60、80%においてはnon-reversal領域にあるが、Dr=90%においてはreversal領域に至ることが分かる。(c)でも(b)と同様な傾向が認められるものの、Dr=90%においてはかろうじてreversal領域にプロットすることが分かる。粘土は初期せん断応力比の増加に伴い繰返しせん断強度は減少することが知られているが、非塑性のシルトは砂と同様に初期せん断応力比の増加に伴い繰返しせん断強度は増加することが分かった。

6. まとめ

- (1) 等方圧密下において非塑性のシルトと粗粒子の混合土は塑性のあるものとは異なり完全に液状化する。
- (2) 砂ほど相対密度の増加による強度の増加は、非塑性のシルト及びシルト混合土には認められない。
- (3) 非塑性のシルトは等方異方圧密下とも細粒分含有率の増加に伴い、強度は減少する傾向が認められる。
- (4) 非塑性のシルト及びシルト混合土は異方圧密下では強度が大幅に増加し、塑性のあるものよりも強いダイレイタンス特性を示す。

<参考文献> 1) 黄・柳沢・菅野：シルトを含む砂のせん断特性について、土木学会論文集, No463/III -22, pp.25-33, 1993.3.5

2) 吉本・兵動・藤井・山本・伊東：2000年鳥取県西部地震で液状化した細粒土の諸特性について、土木学会論文集, No722/III -61, pp.85-96, 2002.12

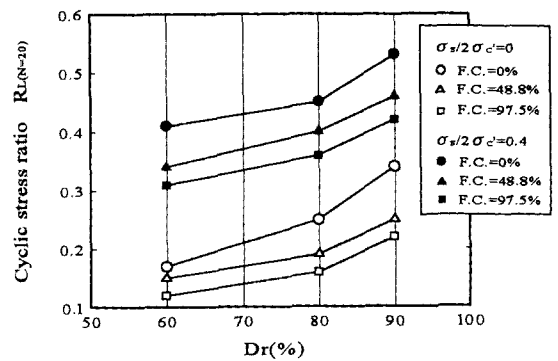
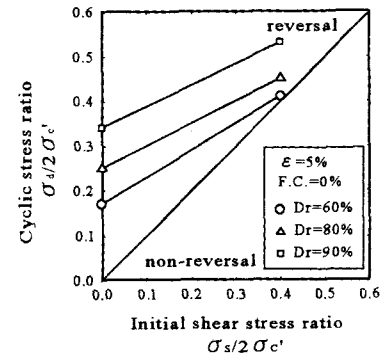
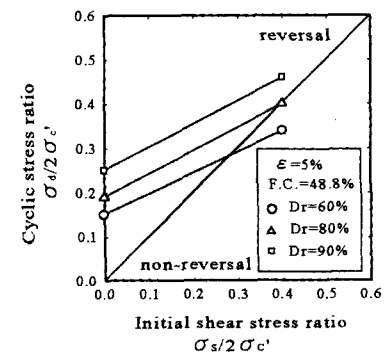


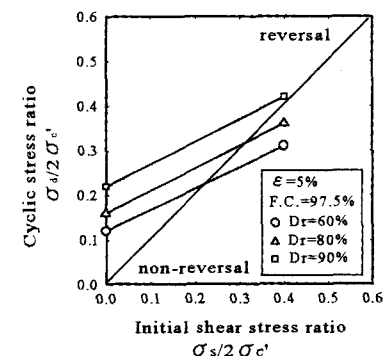
図-4 繰返しせん断強度と相対密度の関係



(a)



(b)



(c)

図-5 繰返し応力比と初期せん断応力比の関係