

茨城大学工学部大学院 学生員 ○足立雅樹

茨城大学工学部 正会員 安原一哉

1. はじめに

著者ら^{1), 2), 3)}は、これまで砂に粘土を混合した混合土について締め固め法により、初期条件を規定する方法を提案し、この方法に基づいて静的非排水三軸試験を行い、①砂に粘土分含有率20%と30%を境にせん断挙動が異なること、特に密度の影響を受けること、および②粘土分含有率は圧縮強度より伸張強度に、より影響を及ぼすことを明らかにした。本報告では、これらの成果に基づき締め固めによって初期条件を統一した粘土分含有率(F.C.)20%以下の混合土供試体について非排水繰返し三軸試験を行い、液状化特性に及ぼす粘土分含有率の相違の影響、及び周波数の影響について検討考察した結果を報告する。

2. 実験概要

実験に用いた試料は、久慈浜海岸砂、及び久慈浜海岸砂にカオリンを乾燥重量で10, 20%混合した3種類の土である。試料の調整方法、及び供試体の作成方法は前報^{2), 3)}と同様で、このとき、1)相対的な密度の統一、2)供試体の均一性、などの供試体の初期条件を統一する1つの方法として、粘土分含有率によらず相対的に乾燥密度を統一した供試体を作成する。具体的には、締め固め試験より求めた最大乾燥密度 ρ_{dmax} の91%の乾燥密度($\rho_d=0.91\rho_{dmax}$)になるように、4層に分けて締め固めを行うことにより供試体を作成する。その後、拘束圧 $\sigma'_c=98\text{kPa}$ 、バックプレッシャー $\sigma_{BF}=196\text{kPa}$ 、周波数 $f=0.1, 0.5\text{Hz}$ で非排水繰返し三軸試験を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 繰返し挙動の時刻変化

非排水繰返し三軸試験を行った結果の一例として粘土分含有率10%、周波数0.1Hzの場合を図-1に示す。せん断にともなう、過剰間隙水圧は徐々に増加するが、軸ひずみは繰返し回数が小さい場合はほとんど生じない。しかし、ある繰返し回数あたりから急激に軸ひずみは増加し、大変形に至る。軸ひずみの急増地点より少し手前で過剰間隙水圧は急上昇して、拘束圧に近づく。上記の傾向は粘土分含有率に関わらずいずれの試料でも見られる。また、大変形はいずれの試料でも伸張側から生じた。これは静的三軸試験において、伸張強度が圧縮強度より小さい³⁾ためである。

3.2 液状化強度に及ぼす粘土分含有率の影響

図-2に、粘土分含有率を変化させたときの両振幅軸ひずみ DA が5%に達するまでの繰返し回数 N_1 と応力比 R の関係を示す。いずれの周波数においても粘土分含有率の増加にともなう液状化強度は小さくなる。このことを明らかにするために、 $N=20$ 回、 $DA=20\%$ のときの応力比を液状化強度 SR_{20} と定義し、

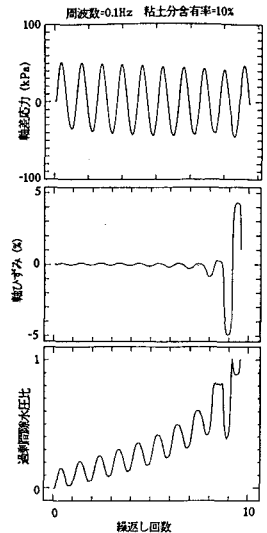


図-1 繰返し三軸試験生データ

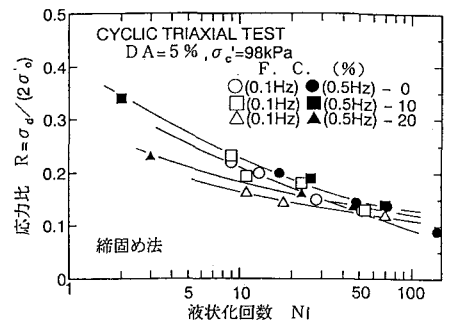


図-2 繰返し応力比 R ～繰返し回数 N の関係

周波数0.1Hzのときの SR_{20} と粘土分含有率の関係を既往の研究例^{4), 5)}とともに図-3にまとめてみた。これによれば、それぞれ供試体密度が一致していないため、同一の粘土分含有率における液状化強度は異なるが、いずれの結果においても粘土分含有率20%までは粘土分含有率の増加にともなって液状化強度は小さくなる傾向にある。一方、古関ら⁶⁾の研究例では、粘土分含有率の増加にともなって液状化強度は大きくなる傾向にあり、本研究結果とは異なる。この原因としては、古関らは供試体作成に予圧密等を用い、図-3ではいずれも締固めにより供試体を作成しているといった、供試体作成法の相違が考えられる。これらより、供試体の作成方法により粘土分含有率と液状化強度の関係は異なると言える。次に、静的強度と液状化強度の関係を見るため、粘土分含有率を変化させたときの非排水三軸伸張試験より求めた内部摩擦角³⁾と SR_{20} の関係を図-4に示した。内部摩擦角が小さくなるにしたがって液状化強度は小さくなること、粘土分含有率の増加にともなって伸張強度がより小さくなることから、つまり、液状化強度が粘土分含有率の増加に伴って小さくなるのは、伸張強度が小さくなることと関係があると思われる。

3.3 液状化強度に及ぼす周波数の影響

粘土分含有率を変化させたときの SR_{20} と周波数の関係を図-5に示す。これらより、周波数の増加にともなって液状化強度は若干増加しているが、その割合は1割程度であり、粘土分含有率が変化したことによる液状化強度への影響は大きいといえる。

4. まとめ

- 1) 供試体作成方法の違いによって粘土分含有率と液状化強度の関係は異なり、締固め法では粘土分含有率20%までは粘土分含有率の増加に伴って液状化強度は小さくなる。
- 2) 液状化強度は静的伸張強度と関係し、伸張強度が小さくなるにしたがって液状化強度は小さくなる。
- 3) 周波数の増加とともに液状化強度は若干増加するが、その割合は1割程度である。

<参考文献>

- 1) 足立, 安原 他(1992): 細粒分を含んだ海岸砂のせん断特性, 土質工学研究発表会講演概要集, pp. 615~618.
- 2) 足立, 安原 他(1993): 砂に粘土を混合した土のせん断特性, 土質工学研究発表会講演概要集, pp. 879~881.
- 3) 足立, 安原 他(1994): 砂に粘土を混合した土のせん断特性(その2), 土質工学研究発表会講演概要集, (投稿中)
- 4) 黄, 柳沢 他(1993): シルト分を含む砂のせん断特性について, 土木学会論文集, No. 463, pp. 25~33.
- 5) C.K. Shen(1977): The Effect of Fines on Liquefactions of Sands, Proc. 9th Int. Conf. on Soils Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 2, pp. 381~385.
- 6) 古関, 石原 他(1989): 細粒分を含む砂の三軸液状化試験, 第24回土質工学研究発表会講演集, pp. 595~596.

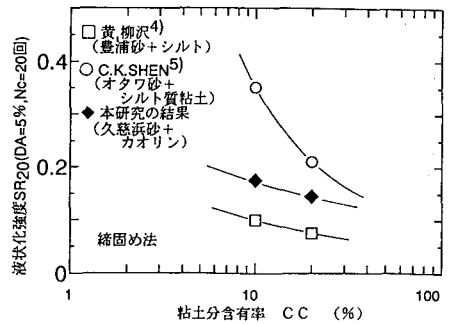


図-3 液状化強度 SR_{20} ~ 粘土分含有率 C.C. の関係

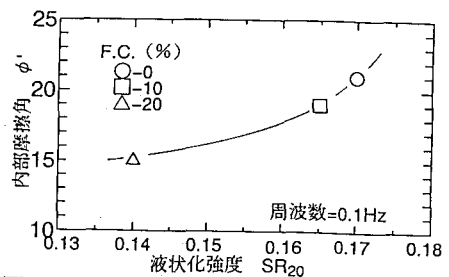


図-4 伸張試験より求めた内部摩擦角 ϕ' ~ 液状化強度 SR_{20} の関係

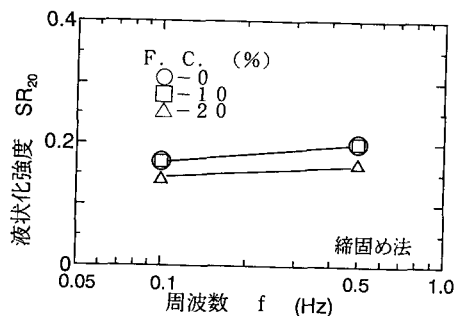


図-5 液状化強度 SR_{20} ~ 周波数 f の関係