

シルト質土の液状化強度に関する研究

武蔵工業大学 学生会員 近藤 慎悟
 武蔵工業大学 正会員 片田 敏行 末政 直晃
 武蔵工業大学 学生会員 久保木 大志

1.はじめに

液状化試験では、細粒分含有率等の比較は数多く行われてきたが、粒径の違いによって液状化強度がどのように変化するかを調べる研究事例は少ない。そこで本試験では、粒径が異なるが同様な粒度分布形状を持つシリカサンド、CFP-100、CFP-50のスラリー状の試料に対して中空ねじり試験を実施する。今回は、シリカサンド、CFP-100、CFP-50を $e=0.80$ 付近に調節した試料の中空ねじり試験の結果と、豊浦砂、シリカサンド、CFP-100の粘着力の違いを簡易的方法でかつ視覚的にわかりやすく見るために行った斜面崩壊の試験について報告する。

2.試験概要

2-1 多段リング式試験機

本試験機概要を図-1に示す。本試験機は、8層からなる剛性の高いステンレス製のリングを用いている。このリング間に直径4mmのベアリングを挿入することにより、摩擦を軽減し、回転性を円滑にしている。また、実験の際には試験機の構造上、過剰間隙水圧の変化を直接測定することが出来ない。そこで本研究では、定体積試験を実施することでロードセルによって計測される鉛直応力の値を供試体内部での有効応力と仮定した。

2-2 実験方法

本試験で用いる試料の物理特性と粒度分布を、表-1、図-2に示す。また、本試験では、供試体作製方法として、より均一に試料を混合でき、かつ十分な飽和度を得ることが出来るスラリー法を用いる。まず、スラリー法で作製した試料を十分に脱気した後、空気が入らない様に少量ずつリング間に投入する。その後、初期拘束圧として垂直応力98kPaで圧密を行い、供試体を作製する。供試体寸法は、外径10cm、内径6cm、高さ7cmの中空円筒供試体である。この供試体に対し、7~27kPaのせん断応力を与え、載荷周波数0.1Hzのsin波による繰り返しねじりせん断を与える。

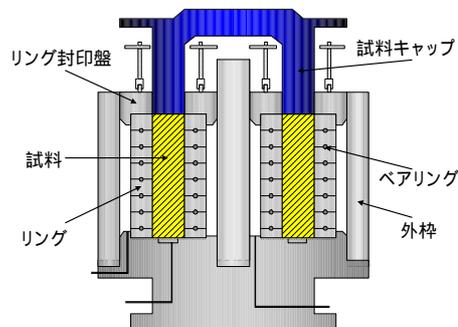


図-1 多断リング式試験機

表-1 物理特性

| 試料名 | s (g/cm ³) | d _{max} (g/cm ³) | d _{min} (g/cm ³) | e _{max} | e _{min} |
|---------|---------------------------|--|--|------------------|------------------|
| CFP-50 | 2.653 | 1.400 | 1.245 | 1.131 | 0.895 |
| CFP-100 | 2.655 | 1.588 | 1.170 | 1.269 | 0.672 |
| シリカサンド | 2.656 | 1.686 | 1.395 | 0.904 | 0.575 |
| 豊浦砂 | 2.640 | 1.645 | 1.335 | 0.978 | 0.605 |

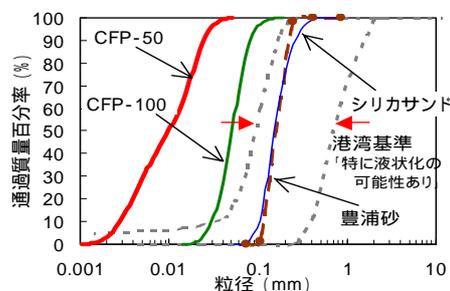


図-2 粒径加積曲線

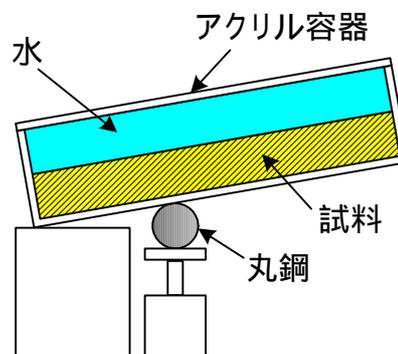


図-3 斜面崩壊の試験機

キーワード：シルト，液状化，多段リング式試験機

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤見 1-28-1 武蔵工業大学地盤環境工学研究室 TEL&FAX 03-5707-2202

2-3 斜面崩壊の実験

本試験で用いた斜面崩壊の試験機を、図-3に示す。本試験は、飽和状態の試料を入れ、空気を完全に追い出した状態で密封させたアクリル容器を徐々に傾けていくことにより斜面を崩壊させ、その崩壊角度の差が粘着力の違いから生じるのではないかと仮定した。供試体作製方法として、水中で攪拌した試料を沈降させる方法を用いた。また、アクリル容器は内径が200×70×50mmのものを使用し、容器を傾ける傾斜速度は、0.086°/s、0.172°/sとした。

3. 試験結果及び考察

本試験の結果として、 $e=0.80$ 付近に調節した供試体に対して、せん断応力比 τ / σ' を変化させることによって得られた液状化強度曲線を図-4に示す。この液状化強度曲線とは、縦軸に供試体に与えたせん断応力比 τ / σ' を、横軸に液状化に達した時の繰返し載荷回数 N の対数を取ったものである。また、繰返し回数が20回で液状化に達した時のせん断応力比を、液状化強度 R_{120} と定義する。本試験では、両振幅歪み DA が7.5%に達した時を液状化と判断した。

図-4を比較すると、シリカサンドの液状化強度曲線は豊浦砂の液状化強度曲線と同様な形状を示し、液状化強度も同じような値を示した。これは、シリカサンドが豊浦砂と、同じような物理特性や粒度分布を有しており、試料としての違いがあまりなかったためと考えられる。また、CFP-50に塩化ナトリウムを添加したケースにおいて、CFP-50の液状化強度はCFP-100よりも小さな値を示した。しかし、CFP-50に塩化ナトリウムを添加しなかったケースでは、CFP-50の液状化強度が最も大きな値を示した。塩化ナトリウムを添加しないCFP-50、CFP-100とシリカサンドの $e=0.80$ 付近における液状化強度を比較すると、CFP-50、CFP-100、シリカサンドの順に液状化強度は大きくなり、粒径が細かい試料ほど、液状化強度は大きくなるという結果が得られた。

次に、斜面崩壊の試験結果を表-2に示す。本試験では、斜面の崩壊が地表面から3mmに達した時の角度を崩壊角度とした。まず、乾燥状態の試料を比較すると、豊浦砂、シリカサンド、CFP-100の崩壊角度は同じような値を示した。次に飽和状態の試料を比較すると、豊浦砂とシリカサンドの崩壊角度は同じような値を示し、CFP-100の崩壊角度は最も大きな値を示した。乾燥状態の試料と飽和状態の試料を比較すると、豊浦砂とシリカサンドの飽和状態における崩壊角度は、乾燥状態のときよりも小さな値を示した。この理由として、飽和状態の試料は、乾燥状態の試料に比べ有効応力が小さくなるために、せん断強さが小さくなったのではないかと考えられる。反対に、CFP-100の崩壊角度は乾燥状態のときよりも大きな値を示した。この理由として、土粒子間に粘着力が発生したためと考えられる。また、傾斜速度を変えて行った試験においても、崩壊角度は同じような値を示した。CFP-50に関しては、表面がヘドロ状になってしまったため、本試験機では測定することが出来なかった。

4. まとめ

- $e=0.80$ 付近において、液状化強度は、CFP-50、CFP-100、シリカサンドの順に大きな値となり、粒径が細かい試料ほど、液状化強度は大きな値になった。
- 乾燥状態の試料において、豊浦砂、シリカサンド、CFP-100の崩壊角度は同じような値になった。

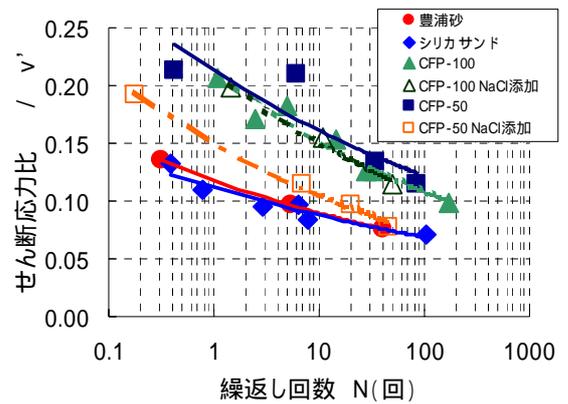


図-4 液状化強度曲線 ($e=0.80$ 付近)

表-2 斜面崩壊の試験結果

| | 乾燥状態 | | 飽和状態 | |
|---------|------------------|-------|------------------|-------|
| | τ / σ' | e | τ / σ' | e |
| 豊浦砂 | 37.212 | 0.856 | 28.028 | 0.847 |
| シリカサンド | 37.842 | 0.836 | 26.441 | 0.854 |
| CFP-100 | 37.787 | 0.862 | 41.938 | 0.849 |

| | 乾燥状態 | | 飽和状態 | |
|---------|------------------|-------|------------------|-------|
| | τ / σ' | e | τ / σ' | e |
| 豊浦砂 | 37.844 | 0.851 | 26.899 | 0.861 |
| シリカサンド | 37.842 | 0.859 | 27.052 | 0.837 |
| CFP-100 | 38.305 | 0.849 | 41.266 | 0.864 |