

## シルト質土の液状化特性に関する研究

武蔵工業大学 学 近藤 慎悟  
 武蔵工業大学 正 末政 直晃  
 武蔵工業大学 正 片田 敏行

### 1.はじめに

従来、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、本研究では粒径は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 及び豊浦砂に対して、液状化試験を実施した。本報告では、 $e$  が 0.65、0.80 付近である 4 種類の試料の液状化特性及び、CFP-100 の試料に塩化ナトリウムを添加した場合の液状化強度についても検討を行った。

### 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積み重ねた積層構造になっている。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、回転性を向上させている。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。

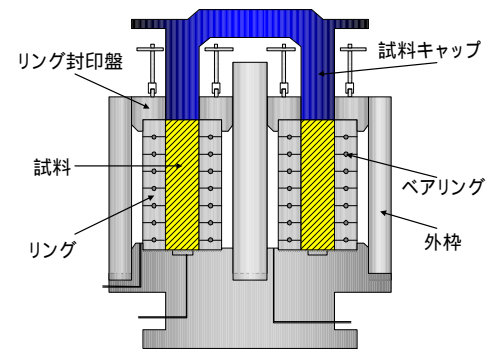


図-1 多断リング式試験機

#### 2-2 供試体の評価方法

土の力学的現象は相対密度  $D_r$  によって関連付けられる。しかし、表-1 に示す物理特性をそれぞれ比較すると  $s$  や粒度分布の形状がほぼ同じであるにも関わらず、CFP-100、CFP-50 における  $d_{max}$ 、 $d_{min}$  は、その他の試料に比べて小さな値となった。これは、吸着水の影響等の理由が考えられるが両試料の粒径が、最大・最小密度試験の適用範囲外であったことから、供試体の評価方法には  $D_r$  ではなく  $e$  を用いることにした。

#### 2-3 実験方法

本試験では、図-2 に示すような粒度分布をもつ 4 つの試料を用いた。供試体作製方法として十分な飽和度が得られるスラリー法を用いた。しかし、CFP-50 をスラリー状試料にする際に、土粒子同士が凝集してしまい中空用の供試体を作製することが困難であった。これは、粒子の電荷に起因するものと考えられる。そこで CFP-50 の場合のみ、水に塩化ナトリウムを少量添加することでイオン濃度を高め、粒子同士の凝集を緩和させる方法を取った。そして、スラリー状にした試料を十分に脱気した

表-1 物理特性

試料名	$s$ ( $g/cm^3$ )	$d_{max}$ ( $g/cm^3$ )	$d_{min}$ ( $g/cm^3$ )	$e_{max}$	$e_{min}$
CFP50	2.653	1.400	1.245	1.131	0.895
CFP100	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

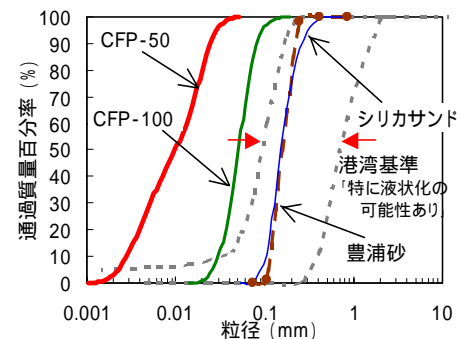


図-2 粒径加積曲線

キーワード：液状化，多段リング式試験機，シルト，間隙比

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

後、空気が入らない様に少量ずつ試験機に投入した。また、投入後、ヘラで突き固める際には、間隙比を調整した。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の作製をした。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、せん断応力を約 7kPa ~ 27kPa の範囲で与え、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た。

3.試験結果及び考察

$e=0.65, 0.80$  付近である 4 種類の供試体に対して、せん断応力比  $\tau / \sigma'_v$  を変化させることによって得られる液状化試験結果を図-3, 4 に示す。また、本研究では両振幅歪み DA が 7.5% に達した時を液状化と判断した。図-3 より、豊浦砂とシリカサンドには液状化強度にさほど違いが見られないことがわかる。これは、豊浦砂とシリカサンドが同様な粒度分布を有しており、試料としてさほど違いがなかったためと考えられる。また、CFP-100 の  $R_{120}$  は、最も大きい値となった。この理由として、土粒子同士の凝集効果による粘着力の発生が考えられる。CFP-50 に関してはスラリー状にする際に CFP-100 より粘着性が高いことが分かった。結果では、CFP-100 より  $R_{120}$  が小さい値となった。これは、塩化ナトリウムを添加することで凝集を緩和し、分散させたためであると考えられる。 $e$  が大きい場合においても（図-4）、同様な結果が得られた。

次に粘着力の影響を調べるために CFP-100 に塩化ナトリウムを添加した試料についても液状化試験を実施した。その結果を図-5 に示す。同図より、 $e=0.65$  のケースでは、わずかに減少傾向を示したが、塩化ナトリウムの効果は顕著に現れなかった。また、 $e=0.80$  のケースでは影響がほとんど見られなかった。

また、液状化試験と比較検討ができるよう  $e=0.65$  の供試体とし、 $\sigma'_v = 5\text{kPa}$  の定圧・排水条件の下で一面せん断試験を実施した。その結果を図-6 に示す。図-3, 6 を比較すると、見かけ上の粘着力が大きい程  $R_{120}$  が大きくなる傾向が見られた。また、CFP-50 については、塩化ナトリウムの添加により、著しい見かけ粘着力の低下が認められるが、CFP-100 については若干の低下に留まっていることが分かる。これらのことは、液状化試験の結果とよく対応しており、塩化ナトリウムを添加しなければ  $R_{120}$  は、最も大きくなることが想定される。

4.まとめ

液状化試験を実施し、得られた 4 種類の液状化強度曲線を検討した結果、以下の知見を得た。

- ・ 液状化強度は、 $e=0.65, 0.80$  の供試体は共に、CFP-100 が最も大きくなり、その他の試料においては順序の差はあるがほぼ同等な値になった。
- ・ 液状化強度は、各試料の粘着力が影響していることが考えられる。

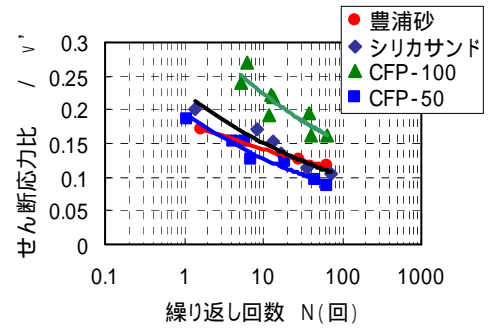


図-3 液状化強度曲線（ $e=0.65$  付近）

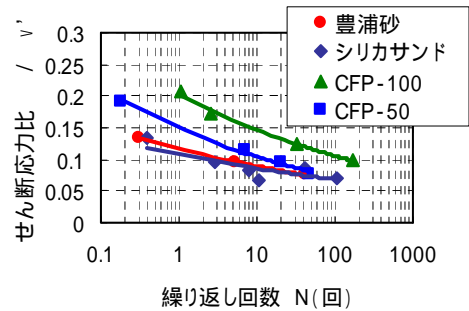


図-4 液状化強度曲線（ $e=0.80$  付近）

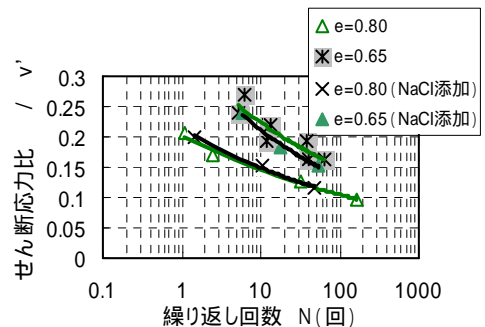


図-5 CFP-100 の塩化ナトリウムの効果

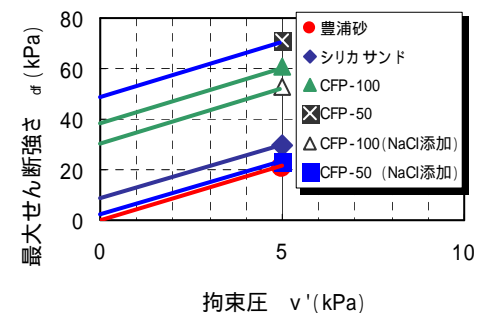


図-6 各試料の見かけ粘着力