

武蔵工業大学  
武蔵工業大学

学○田中 健太 学 五艘 裕志  
正 末政 直晃 正 片田 敏行

1.はじめに

現在までに飽和した砂地盤における液状化のメカニズムにおいては様々な研究が行なわれているが、近年、細粒分を含む砂地盤においても液状化が発生することが明らかになっている。しかし、このような地盤の力学特性は未解明な部分が多いのが現状である。そこで本研究では、新たに開発した多段リング式せん断試験機によって細粒分含有率  $F_c$  の違いによる砂の液状化強度の変化を調べることを目的としている。今回は、異なる5種類の  $F_c$  をもつ混合砂を試料として用いた実験を行った。

2. 試験概要

試験機の概要を図-1に示す。試料には、細粒分として粒径を  $0.075\text{mm}$  以下に調整した藤の森粘土、粗粒分として豊浦砂を用いた混合砂を使用した。今回用いる試料は、 $F_c$  は重量比により  $0\%$ ,  $5\%$ ,  $10\%$ ,  $15\%$ ,  $20\%$  に調整した。この試料を用いて供試体を作製し、その相対密度  $D_r$  を求めるためそれぞれに対し JIS 規格に従い、土粒子密度試験及び最大・最小乾燥密度試験を行った。この結果を図-2に示す。これより、 $F_c$  の増加に伴い、土粒子密度及び最大乾燥密度も増加していることが確認できる。しかし最小乾燥密度においてはこれと異なり、 $F_c$  の増加に伴い、減少する傾向が得られた。これは今回用いた試料が JIS 規格の最大・最小乾燥密度試験の適用範囲外であった為と考えられる。砂質土の力学特性は相対密度  $D_r$  によって関連付けられるが、物理試験結果から細粒分を多く含んだ砂は  $D_r$  そのものを求めることが困難であると言える。しかし実験を数度繰り返しても、その結果における誤差が小さいことから、今回はこの結果を用い、供試体の評価方法として  $D_r$  を用いた。

供試体は空中落下法により作製し、試験機底盤に水平打撃を加えることで  $D_r$  を調整した。その後供試体下部から脱気水を通水させることで供試体を飽和させた。供試体は外径  $10\text{cm}$ 、内径  $6\text{cm}$ 、高さ  $7\text{cm}$  の中空円筒体である。多段リング式せん断試験機は供試体の周りをステンレ

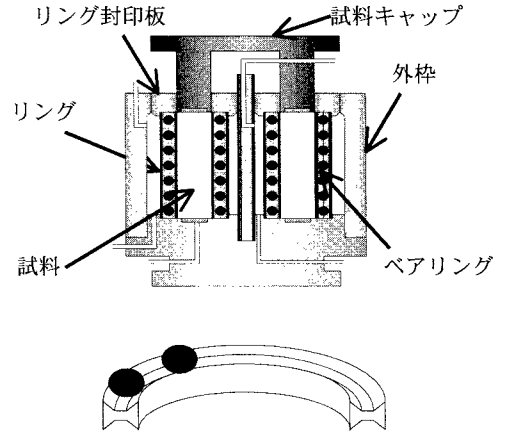


図-1 多段リング式せん断試験機

細粒分含有率 $F_c(\%)$	0	5	10	15	20	100
土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.648	2.650	2.658	2.664	2.686	2.761

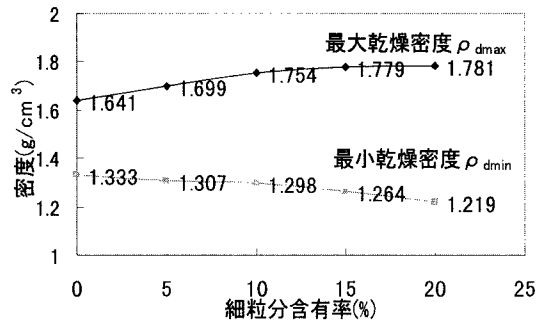


図-2 物理試験結果

表-1 試験条件

	$F_c(\%)$	$D_r(\%)$	拘束圧	応力振幅	排水 定体積 応力制御法
Case1	0	65	98kPa	19.6kPa	
Case2	5	65			
Case3	10	61			
Case4	15	59			
Case5	20	62			

キーワード：多段リング式せん断試験機 液状化 細粒分 定体積試験

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

ス製の積層リングで覆うため、供試体側面に圧力を加えることができないため、等方圧密状態にはならない。そこで一次元圧密状態と考え、拘束圧として供試体上部から垂直応力 98kPa を加えた。この供試体に対し、応力振幅 19.6kPa、載加周波数 0.01Hz の繰り返しねじりせん断を与えた。試験は排水・定体積のもとで行ない、有効応力は供試体内部の応力状態として垂直応力の変化とした。これらの試験条件を表-1 にまとめた。

### 3. 実験結果及び考察

図-3～図-6 にそれぞれの Case における実験結果を示す。上段がせん断応力～せん断歪み関係、中段が有効応力経路、下段が繰り返し回数～最大せん断歪み関係である。せん断応力～せん断歪み関係より、ほぼ同等な  $D_r$  を持つ供試体において、細粒分を含む砂は、砂のみの場合に比べ少ない載荷回数で歪みが発生している。さらに細粒分が増加すると液状化強度は小さくなる結果となった。しかし、 $F_c$  が 15% 以上になると、わずかではあるが液状化強度は増加する傾向を示した。また、Case4, Case5 といった  $F_c$  の高いものは載荷後すぐに歪みが增大している。この原因として、細粒分を多く含むことによる土質性状の変化と装置の構造上の問題が考えられる。装置の構造上の問題とは、本実験は定体積試験で行うため、 $F_c$  の増加により供試体の圧縮性が大きくなり、供試体上部に水膜が生じてしまうことである。また有効応力経路に関しては、載荷後期において特に、 $F_c=10\%$  付近から波形が乱れ始める結果となった。

### 4. まとめ

以上の結果をまとめると次のような知見を得た。

- ・同等な  $D_r$  の下では、細粒分を含む砂の液状化強度はきれいな砂のそれよりも小さい。
- ・ $F_c$  が 15% 以上になると、液状化強度が増加する傾向が得られた。
- ・ $F_c$  の高い Case において載荷後すぐに歪みが増大しているが、供試体の圧縮性の増大によるものであると考えられる。
- ・細粒分を含む砂では、その物理特性の評価に  $D_r$  を用いることに問題がある。

今後の課題として多段リング式試験機の適用性の向上について検討する。また、細粒分を含む砂を用いた供試体の作製方法やその評価方法について検討を行う。

### 5. 参考文献

- 1) 戸張 聖久ら(1994)：砂の液状化強度に及ぼす細粒分の影響，第 29 回土質工学研究発表会講演概要集，pp727-728

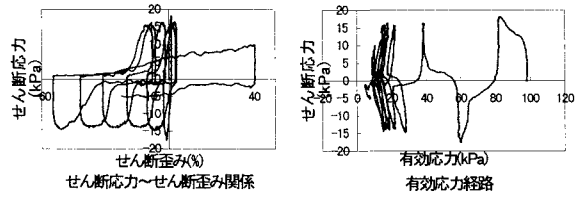


図-3 Case1

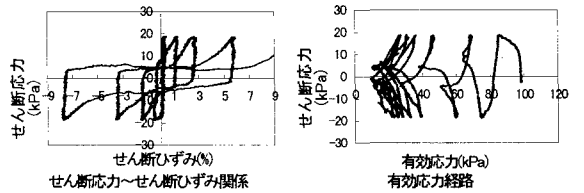


図-4 Case2

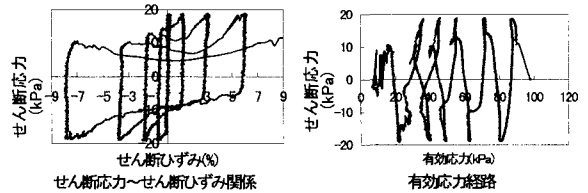


図-5 Case3

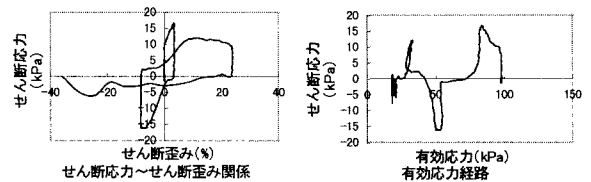


図-6 Case4

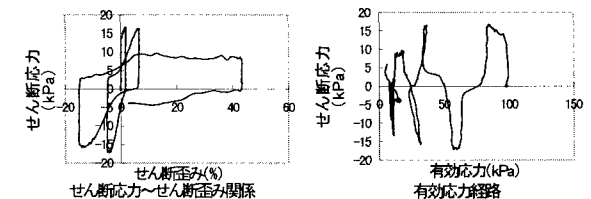


図-7 Case5