

大阪大学工学部 学生会員 ○齊藤 拓也  
 大阪大学大学院 正会員 鍋島 康之  
 大阪大学大学院 フェロー 松井 保  
 大阪大学大学院 学生会員 長澤 朋視  
 大阪大学大学院 学生会員 M.A. El Mesmary

1. はじめに

これまで、細粒分含有率の増加は液状化強度を増加させると考えられてきた。しかし、2000年の鳥取県西部地震ではシルト・粘土分の含有率が90%である細粒分主体の埋立地盤で液状化が生じたことが報告<sup>1)</sup>され、砂の液状化挙動に及ぼす細粒分の影響について明らかにする必要がある。そこで本研究では、粘土分含有率が小さい飽和砂の液状化特性におよぼす塑性粘土分の影響について検討した。

2. 試験試料および試験方法

本研究では、非塑性分である豊浦標準砂、珪砂、珪石粉と塑性分であるカオリン粘土( $I_p=44.8$ )を表-1のように配合した滑らかな粒度分布をもつ混合砂を試料として用いた。表-2、図-1に各試料の物理特性および粒径加積曲線を示す。試料B、E、Fの細粒分含有率  $F_c$  はほぼ等しく、粘土分含有率  $C_c$  は7.5~11.3%である。本研究では繰返し中空ねじり試験を用いて液状化特性を検討しており、供試体寸法は内径4.3cm、外径7.5cm、高さ15cmである。相対密度が40%になるようにウェットタンピング法により作成した。まず、有効拘束圧98.1kPa(背圧294.3kPa)で等方圧密した後、繰返し周波数0.1Hzの正弦波で繰返しせん断応力比一定条件による非排水繰返し載荷を行った。繰返しせん断応力比を表-3に示す。繰返し載荷の終了は両振幅せん断ひずみが15%に達するか、繰返し回数が100回に到達するまでとした。

3. 試験結果および考察

各試料に対して異なる4種類の繰返しせん断応力比で繰返し載荷を行った結果、すべての試料において液状化が確認された。図-2(a)は、繰返しせん断応力比がほぼ等しい条件下における、各試料のせん断ひずみ-繰返し回数関係を示している。両振幅せん断ひずみが15%に達するまでの繰返し回数は、試料Bが試料E、Fに比べてより多くの繰返し回数を要している。また、せん断ひずみが15%に達するまでの挙動を比較すると、カオリン粘土を含む試料E、Fと含まない試料Bとでは、明らかにその挙動に差がみられる。図-2(b)は繰返しせん

表-1 試料の母材配合率

	母材	試料B	試料E	試料F
非塑性分	豊浦標準砂	50	50	50
	珪砂	45	45	45
	珪石粉	5	2	0
塑性分	カオリン粘土	0	3	5

表-2 試料の物理特性

	試料B	試料E	試料F
細粒分含有率 $F_c(\%)$	27.4	26.4	26.9
粘土分含有率 $C_c(\%)$	7.5	10.8	11.3
塑性指数 $I_p$	NP	NP	NP

表-3 繰返し中空ねじり試験条件

試料	$\sigma'_c$ (kPa)	$f$ (Hz)	$\tau_d/\sigma'_c$
B	98.1	0.1	0.095, 0.079, <b>0.078</b> , 0.066
E			<b>0.077</b> , 0.059, 0.055, 0.045
F			<b>0.072</b> , 0.063, 0.055, 0.049

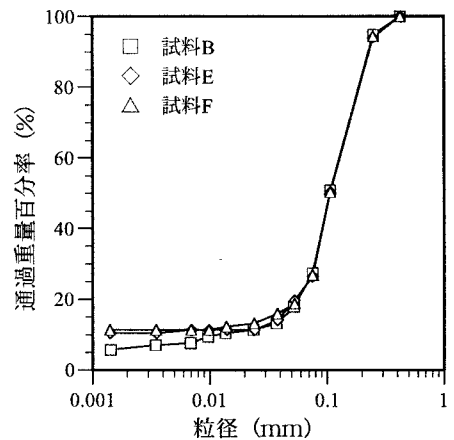


図-1 試料の粒径加積曲線

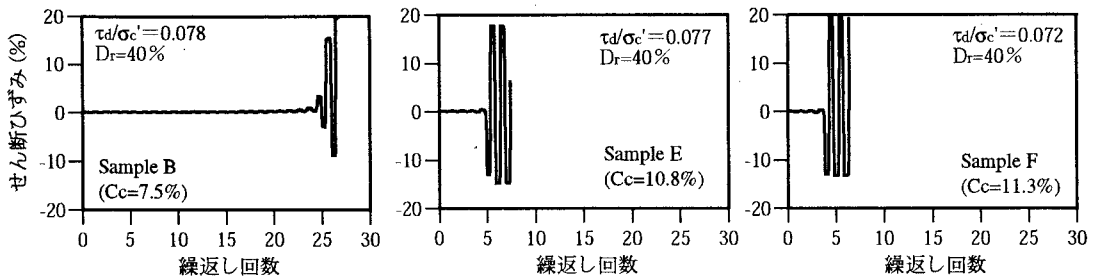


図-2(a) せん断ひずみ-繰返し回数関係

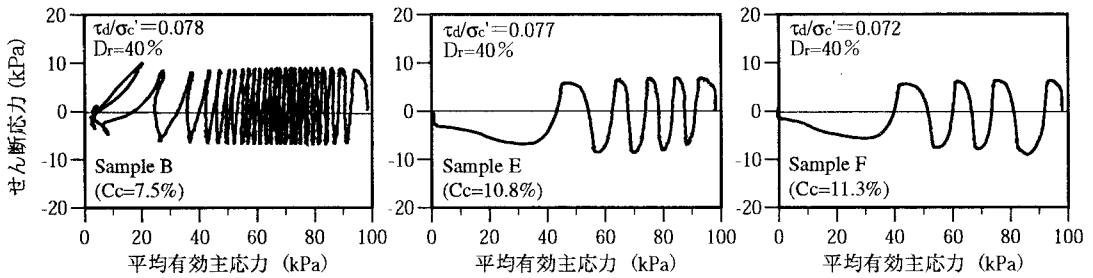


図-2(b) 有効応力経路図

断応力比がほぼ等しい条件下における、各試料の有効応力経路図を示している。カオリン粘土を含む試料E、Fと含まない試料Bとでは明らかに有効応力経路に違いが見られる。図-3に両振幅せん断ひずみ7.5%に達するのに必要な繰返しせん断応力比と繰返し回数の関係(液状化強度曲線)を示す。カオリン粘土の重量百分率が5%以下(粘土分含有率Ccが11.3%以下)ではカオリン粘土の増加に伴って液状化強度曲線が下へ移動し、液状化強度が減少することがわかる。この理由として、多少の粘土分を含んでいても粘着力が発揮されず、逆に粘土分の増加によって砂粒子間のかみ合わせが悪くなり、液状化強度は減少したのではないかと考えられる。

以上のことから、粘土分含有率が11.3%以下では液状化強度は増加せず、粘着力が砂粒子間に作用する程度まで粘土分含有率が増加しなければ、液状化強度は増加しないのではないかと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では飽和砂の液状化特性におよぼす塑性粘土分の影響について検討するため、カオリン粘土を混合した砂の繰返し中空ねじり試験を行った。主な結果を以下に示す。

- 1) カオリン粘土を重量百分率で0～5%含む試料すべてで液状化が発生した。
- 2) カオリン粘土を含んだ試料と含まない試料とでは、明らかに繰返しせん断ひずみや有効応力経路の挙動に差がみられた。
- 3) 粘土分含有率11.3%以下では、粘土分含有率の増加に伴って液状化強度は減少した。

#### 【参考文献】

- 1) 山本裕司：鳥取県西部地震における埋立土の液状化，第36回地盤工学研究発表会，pp.393～394，2001。

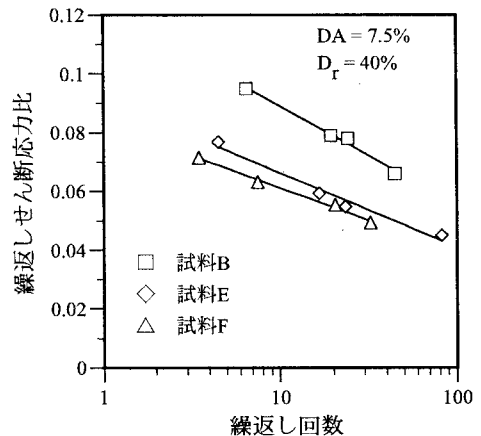


図-3 液状化強度曲線