

関西大学 工学部 正会員 西田一彦 (協) 関西土質研究センター 正会員 中山義久  
 関西大学 工学部 正会員 西形達明 関西大学大学院 学生員 吉岡孝浩  
 関西大学大学院 学生員○櫻田仁詩 関西地質調査事務所 喜多美恵子

**1. はじめに** 2000年10月6日鳥取西部地震において、今まで液状化しにくいとされていた細粒分含有率の多い非塑性のシルトの噴砂が確認された。従来より、細粒分を多く含む土の液状化特性については、いくつかの研究事例があるが、非塑性シルトの液状化特性は研究事例も少なく不明な点が多く残されている。そこで本研究では、低塑性シルト質土を用い、振動三軸試験機によりその液状化特性を考察した。これより、低塑性シルト質土において各種の物性値や間隙比が液状化特性に及ぼす影響を明らかにした。

**2. 試料と実験方法** 本研究で用いた試料は、鳥取の液状化地盤で採取したものであり、その物性値を表-1に示す。ここで、No.1, No.2, No.3試料は噴砂から採取したものである。これらの試料の特徴は、No.1は細粒分含有率が中でも最も低く、平均粒径が大きい。また、No.2は細粒分含有率が高い試料であり、No.3は粘土分含有率が比較的高いものである。

図-1は試料の粒径加積曲線であり、図中には「港湾施設の技術上の基準・同解説」<sup>1)</sup>にある液状化の生じやすい粒径の範囲も破線で示している。図より、試料は液状化の可能性がある範囲の下限値に近く、細粒分を多く含むシルト質土である。

液状化試験に用いた供試体は、所定の含水比に調整したシルト質土試料を直径5cm、高さ10cmのモールド内で、静的に3層に締固めたものを用いた。CO<sub>2</sub>通気と脱気水通水によって飽和した後、98kPaで等方圧密を行い、その後繰返し載荷を周波数0.1Hzの正弦波で実施した。

**3. 実験結果** 図-2~4は、液状化試験による軸ひずみ5%における液状化強度曲線を示したものである。図より、No.1, No.2試料は、間隙比の減少に伴い液状化強度が増大していることがわかる。とくに、No.2試料では間隙比が小さくなると急激に液状化強度比が増加している。一方、No.3試料は間隙比を小さくしても液状化強度の増加はほとんど見られない。これは、No.3試料の粘土分含有率が高いことが影響しているものと考えられる。そこで、液状化強度比と粒度特性の関係を図-5~6に示す。また、図中の数値は各供試体の圧密後間隙比を示す。図-5より、No.1, No.2試料は細粒分含有率が異なっているにもかかわらず、ほぼ同一の液状化特性を示すことがわかる。一方、No.3試料はその間隙比から見て相対的に液状化強度比が高くなっている。また、図-6より、粘土分含有率の近いNo.1, No.2試料は間隙比の減少にともなう液状化強度比の増加がほぼ同様であるが、粘土分含有率の高いNo.3試料は比較的に大きな間隙比でも高い液状化強度比を示すなど、その傾向が異なる。これは、前述したとおり、No.3試料では粘土分含有率が高いことが原因と考

表-1 試料の物理的特性

試料名	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$e_{max}$	$e_{min}$	D <sub>50</sub> (mm)	F <sub>c</sub> (%)	C <sub>c</sub> (%)
No.1	2.652	1.435	0.811	0.065	65.8	4.85
No.2	2.643	1.453	0.838	0.034	96.1	3.82
No.3	2.597	1.865	1.115	0.036	71.4	10.25

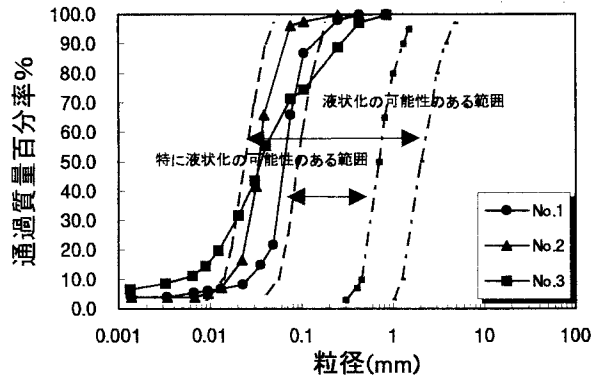


図-1 粒径加積曲線

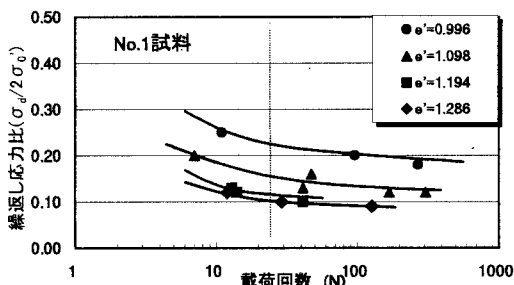


図-2 繰返し応力比と載荷回数との関係

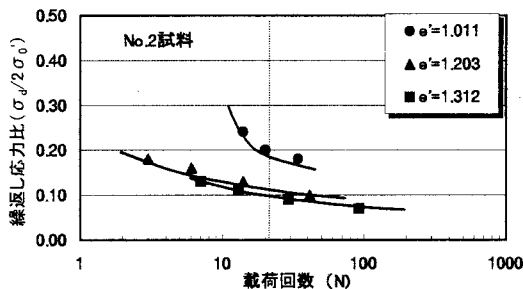


図-3 繰返し応力比と載荷回数との関係

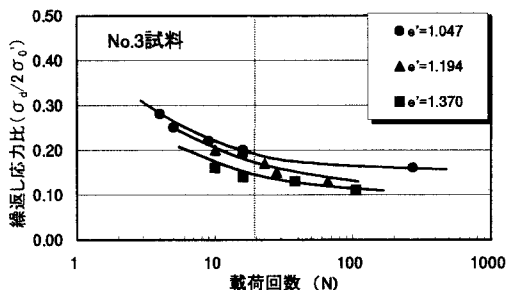


図-4 繰返し応力比と載荷回数との関係

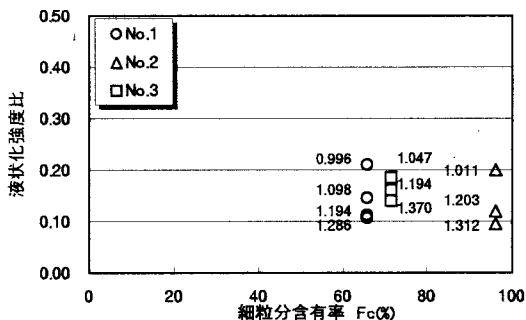


図-5 液状化強度比と細粒分含有率との関係

えられる。これらのことより、低塑性シルト質土では粘土分含有率の液状化強度特性に及ぼす影響が大きいことがわかる。

そこで、液状化に至るまで(軸ひずみ5%)の変形過程に注目してみる。図-7は、せん断剛性低下率と載荷回数との関係を示している。せん断剛性低下率とは、繰返し載荷時のヒステリシス曲線の圧縮側と伸張側の頂点を結んだ直線の勾配をせん断剛性率  $G$  とし、これと第1波目のせん断剛性率  $G_0$  の比( $G/G_0$ )を表わす。図より、粘土分含有率の高い試料ほど、せん断剛性の低下が緩やかであることがわかる。とくに、粘土分含有率の高い No.3 試料は載荷回数に対するせん断剛性の低下速度が小さくなっている。すなわち、低塑性シルト質土では粘土分含有率が高いものほど、液状化時の変形抵抗が高いことを示している。

#### 4. まとめ

- 1) 低塑性シルト質土は締固めによる液状化強度の増加は小さい。とくに、粘土分が多くなると、その締固め効果は非常に小さい。
- 2) 低塑性シルト質土では、粘土分含有率が液状化特性に影響を及ぼす。
- 3) 粘土分含有率の高い低塑性シルト質土は、液状化に対する変形抵抗が比較的大きい。

参考文献 1) 港湾施設の設計上の基準・同解説：運輸省港湾局監修，日本港湾協会，1989。

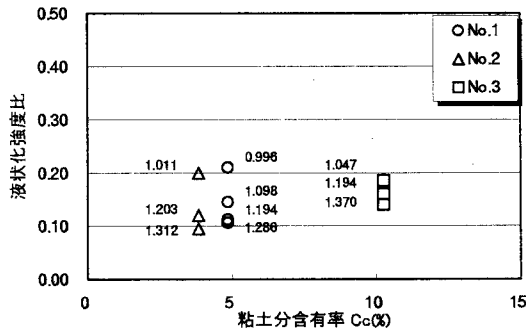


図-6 液状化強度比と粘土分含有率との関係

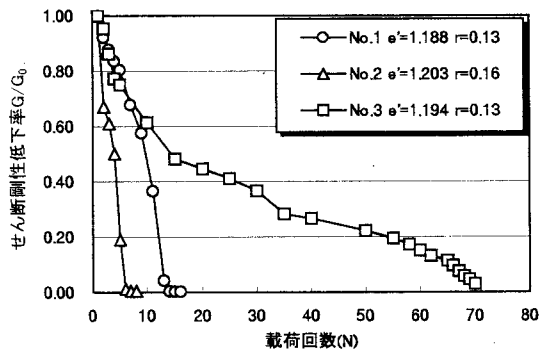


図-7 せん断剛性低下率と載荷回数