

III-12 単純せん断試験機による細粒分を含む砂の液状化強度

東北大学 工学部 ○（学生員） 仙頭 紀明
 東北大学 工学部 黄 大振
 東北大学 工学部 （正員） 菅野 高弘

1.はじめに

日本海中部地震(1983)、千葉県東方沖地震(1987)、Roma Prieta地震(1989)等最近の地震被害において、軟弱な地盤上の砂層が液状化することが報告されている。これまで均等な砂からなる層は液状化しやすいことが明かになっているが、細粒分を含む砂や細粒分のみの層の液状化についてはあまり知られていない。本実験では細粒分（特にシルト分）を含む砂の液状化特性について検討した結果を述べる。

2.実験方法

本実験にはNGI型単純せん断装置を用いた。供試体のサイズは直径7cm,高さ3cmとした。試料には砂は豊浦標準砂($G_s=2.621, e_{max}=0.926, e_{min}=0.593$)を用い、シルト分は標準砂製造の際にできたシルト分（少量の粘土分を含む）を水洗いして用いた。標準砂にシルト分をそれぞれの重量比（0,10,30,100%）で混合した試料の粒土分布曲線を図-1に示した。

供試体作成方法は、約250gのランマーにより軽く突き固めながら密度を調整した。またシルト分のみの試料は密度調整のためにWet Tamping法で作成した。供試体はCO₂循環、脱気水循環し、飽和させた後、バックプレッシャーを2.0kg/cm²かけ、拘束圧1.0kg/cm²で圧密した。その後、応力制御、非排水状態で繰り返しせん断試験をおこなった。なおB値は0.96以上のものを採用した。供試体の試験条件を表-1に示す。

3.実験結果および考察

細粒分（特に細粒分）を含む砂の液状化強度曲線を図-2に示した。シルト分を標準砂に重量比で0,10,30,100%で混ぜた試料の液状化強度は30%まではシルト分を混合するにしたがって小さくなることが確認された。またシルト分のみの液状化強度は他の試料と比べて高くなった。繰り返し回数20回の時の応力比は標準砂0.13,シルト10%が0.095,シルト30%が0.075,シルト100%が0.145であった。シルト分を30%まで混入することによって液状化強度が低下する現象は、粒度とシルト分の性質に起因するものと思われる。粒度分布から読

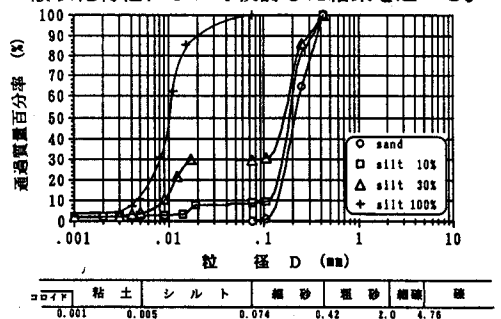


図-1 試料の粒径加積曲線

表1 供試体の試験条件

	G _s	Y _{d0} (kgf/cm ²)	θ (圧密後)
Silt 100%	2.644	1.52-1.53	0.728-0.740
Silt 30%	2.642	1.55-1.59	0.660-0.700
Silt 10%	2.640	1.53-1.55	0.720-0.700
Sand	2.621	1.51-1.52	0.730-0.740

表-2 試料の粒度特性

	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	U _c	U _t
silt100%	0.0042	0.011	0.0092	2.62	1.31
silt 30%	0.0088	0.18	0.17	20.5	6.31
silt10%	0.11	0.20	0.19	1.81	1.16
sand	0.15	0.22	0.21	1.47	0.88

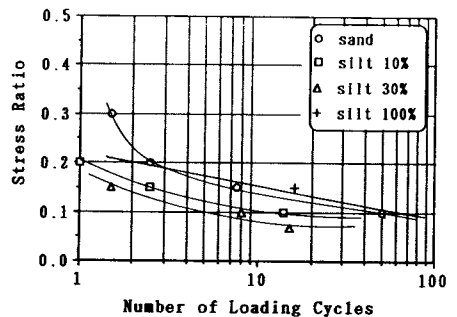


図-2 試料の液状化強度曲線

み取った D_{10} , D_{30} , D_{50} , U_c , U_c' の値を表-2に示した。加えて繰り返し回数20回の時の応力比を N_{20} としたときの N_{20} と U_c , D_{50} の関係を図-3に示した。 U_c が大きくなると N_{20} は小さくなると言われているが、それに加えて試料中の細粒分の性質も影響していると思われる。シルト分は粒子間のインターロッキング（噛み合い）を弱めるようなベアリング的な作用を持っていることが推測される。つまり U_c がほぼ同じであっても、シルト分の混入により液状化強度は低下することがわかった。

またこれを裏づけることとして、標準砂とシルト分を含む試料の液状化時のひずみの出方の相違に注目する。図-4の中でシルト分を含む試料は標準砂に比べて間隙水圧が拘束圧に等しくなるからのひずみの出方の勾配が大きくなっていることからベアリング作用の可能性が示唆される。

シルト分100%の液状化強度は他に比べて大きな値になったが、これは D_{50} の値が小さいためであると思われる。今回の結果から液状化強度に及ぼす要因は U_c , D_{50} , 細粒分の性質 (I_p 等) であることが推測される。そして $N_{20} = A/U_c * B/D_{50} + C * I_p$ という関係があると思われる。これに実験装置や実験条件、供試体密度等により定数が変化してくると推測される。

4. まとめ

以上の結果をふまえて

- (1)シルト分を含む試料は低含有率では液状化強度が低下する。これはシルト分のベアリング的な作用によるものと思われる。
- (2)液状化強度は U_c , D_{50} , 細粒分の性質を変数とするような関数で表され、この関数は実験装置、条件、密度により定数が変わってくるような関係があると思われる。
- (3)いままであまり液状化しないと思われていたシルト分だけの試料も液状化することが確認された。

参考文献

- (1)古関, 石原, 藤井; 細粒分を含む砂の三軸液状化試験, 第23回土質工学研究発表会 (P.595,596)
- (2)吉見吉昭; 砂地盤の液状化

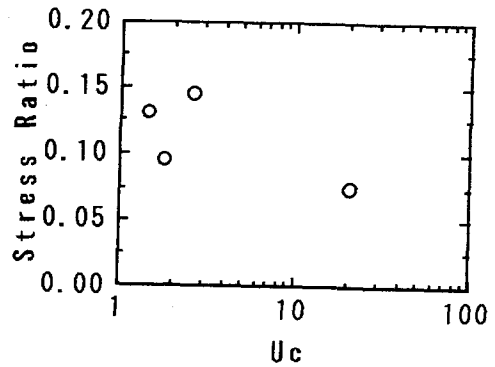
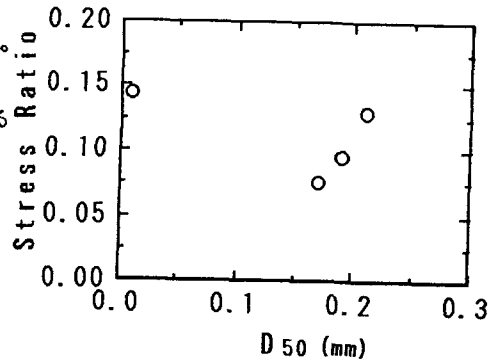


図-3 繰り返し回数20回のときの応力比と均等係数, 平均粒径の関係

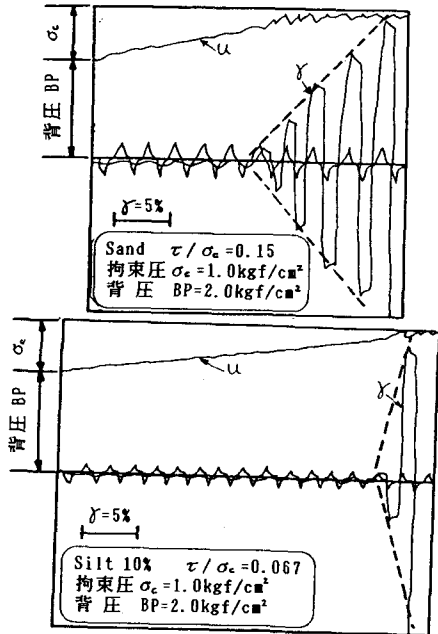


図-4 液状化試験記録