

III-255 火山灰土の液状化強度

北大工学部 正会員 青野 哲成
 北大工学部 正会員 土岐 祥介
 北大工学部 正会員 三浦 均也

1. まえがき

北海道には火山灰土が広く分布しているにもかかわらず、その力学特性、特に液状化強度は余り調べられていない。そこで、繰返し三軸試験装置を用いて2種類の不攪乱および再構成の火山灰土の液状化特性を実験的に調べるとともに、豊浦標準砂などの他の試料との液状化強度特性の相違を考察した。

2. 試料および物理的性質

火山灰土は、札幌市清田より採取した試料（以下清田火山灰（支笏系流下堆積物）、KIYOTA V.ASHと呼ぶ）と沙流郡門別町富川から採取した試料（以下富川火山灰（樽前系降下堆積物）、TOMIKAWA V.ASHと呼ぶ）である。

実験に用いた三種類の試料の物理的性質を表-1に、また、粒径加積曲線を図-1に示す。

3. 供試体作製法および試験方法

試験は、再構成供試体（RE.）と不攪乱供試体（UN.）（共に $D=70\text{mm}$, $H=170\text{mm}$ ）の2通りについて行った。再構成供試体は、モールド内に試料を6層に分けて詰め、各層毎に突き固めること（Rodding法）により作製した。不攪乱供試体は、清田火山灰の場合は凍結してあるブロックサンプルから、富川火山灰の場合は凍結してあるシンウォールチューブサンプル（ $D=70\text{mm}$, $L=240\text{mm}$ ）から所定の寸法に作製した。

供試体は、脱気水を通して飽和させた後、196kPaのバックプレッシャーを供給して、 B 値が0.95以上であることを確認し有効拘束圧98kPaで等方圧密した。繰返し荷重は、0.05Hzの正弦波である。

4. 試験結果および考察

4-1 不攪乱供試体と再構成供試体の液状化強度

相対密度 D_r と繰返し載荷回数 N_c との関係より $DA=5\%$ が生じるときの N_c の値を $D_r=70\%$ に対する値に補正し、繰返し応力比 $\sigma_v'/2\sigma_h'$ と繰返し載荷回数の関係を描いたのが図-2である。清田火山灰の再構成と不攪乱供試体の試験結果を比較すると、不攪乱供試体の方が明らかに強度が高い（ $N_c=20$ で約1.6倍）ことがわかる。それに対し、富川火山灰では、再構成供試体の液状化強度と不攪乱供試体の液状化強度にはあまり差がない。

繰返し載荷数20回で両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ が生じるのに必要な応力比と相対密度との関係を示したのが図-3である。図中には石狩樽川砂¹⁾（IT-SAND）（再構成供試体はS-MSP法）とシラス²⁾（SIRASU）（再構成供

Table 1

	清田火山灰	富川火山灰	豊浦標準砂
自然含水比 w (%)	28.2	67.3	—
比重 G_s	2.275	2.298	2.645
最大減量 L (%)	2.8	10.8	—
最大間隙比 e_{max}	1.939	4.661	0.991
最小間隙比 e_{min}	1.079	3.365	0.623
最大乾燥密度 γ_{dmax} (t/m ³)	1.0943	0.5265	1.630
最小乾燥密度 γ_{dmin} (t/m ³)	0.7741	0.4059	1.328
最大粒径 d_{max} (mm)	19.1	19.1	0.42
80% 粒径 D_{80} (mm)	0.43	1.85	0.20
平均粒径 D_{50} (mm)	0.28	0.92	0.18
30% 粒径 D_{30} (mm)	0.11	0.85	0.16
10% 粒径 D_{10} (mm)	—	0.48	0.14
均等係数 U_c	—	3.44	1.43
曲率係数 U_c'	—	0.93	0.91
三角座標による分類	砂質土 (FS)	砂 (S)	砂 (S)

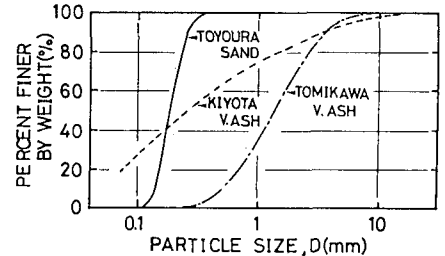


Fig. 1

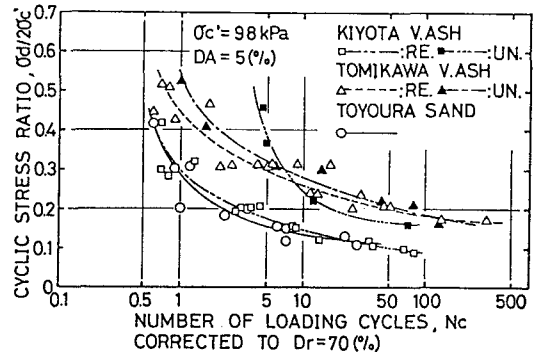


Fig. 2

試体はWater-Vibration法)およびMSP法で作製した豊浦砂のデータ³⁾も書き加えてある。石狩樽川砂および富川火山灰では再構成供試体と不攪乱供試体の液状化強度に顕著な差はないが、シラスおよび清田火山灰では再構成供試体より不攪乱供試体の方が液状化強度は大きい。ただし、液状化強度を比べる場合にはそれらの供試体の粒子構造も関係してくるので問題がある。つまり同じ密度では、粒子の長軸が水平方向に卓越して配列している異方性供試体ほど繰返し三軸試験による液状化強度が低いことが認められている¹⁾。従って構造だけを考えるとき、自然堆積地盤から鉛直方向に採取した不攪乱供試体は前述の異方構造が非常に発達しており、同様な異方構造を再現できる空中落下法などの作製法を除き液状化強度は最も小さいと思われる。しかし、土粒子が固結していると考えられる清田火山灰では Rodding法で作製した再構成供試体より不攪乱供試体の方が高い強度を示す。

4-2 再構成供試体の液状化強度の比較

図-3に対して C_{RN} を用いたメンブレンペネトレーションの補正⁴⁾を行った結果が図-4である。それぞれの再構成供試体の液状化強度を比較してみると、石狩樽川砂の液状化強度が最も大きく、富川火山灰、豊浦砂、清田火山灰の順に小さい。液状化強度を20回で両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ が生じるのに必要な応力比と定義した場合、相対密度70%で比較すると、富川火山灰の強度は豊浦砂の約1.5倍であるのに対し、清田火山灰ではほぼ等しい。また一般に砂の液状化強度は相対密度80%程度までは Dr とともに徐々に増加し、それ以後は急激に大きくなると言われている。しかし火山灰土の場合は、砂に比べると液状化強度の増加の割合は小さいようである。

5. むすび

火山灰土の液状化試験を行った結果を検討して、次のような結論を得た。

- (1) 清田火山灰とシラスにおいては、再構成供試体よりも不攪乱供試体の液状化強度の方が大きい。しかし、富川火山灰および石狩樽川砂では、再構成供試体と不攪乱供試体との液状化強度に有為な差は認められなかった。この違いは、堆積条件によって固結度が異なることに起因すると考えられる。
- (2) 一般に火山灰土の液状化強度は高いと考えられているが、再構成した火山灰土の液状化強度は、必ずしも砂の強度より高いとは言えない。

なお、試料の採取には室蘭工業大学三浦清一助教授の御力添えを、試験の実施には本学4年目松木博文君の御協力を頂いた。また、本研究は文部省科学研究費重点領域研究(1)(代表 東京大学 石原研而)および奨励研究(A)の補助を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) 谷澤・土岐・三浦・斉藤: 自然堆積砂の~, 土質工学会道支部技術報告集 第24号, pp.55~64, 1984
- 2) Hatanaka, M.・Sugimoto, M.・Suzuki, Y.: Liquefaction~, Soils and Foundations, Vol.25, No.3, pp.49~63, 1985
- 3) 三浦・土岐・山下・青野: 砂の~, 土質工学会道支部技術報告集 第26号, pp.55~64, 1986
- 4) 田中・時松: 液状化試験結果に~, 土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム-室内試験, 原位置試験および試験結果の利用-, pp.85~88, 1988

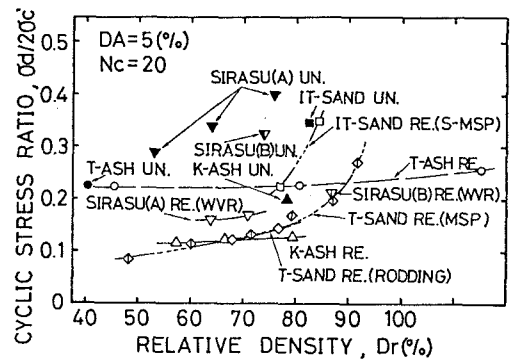


Fig. 3

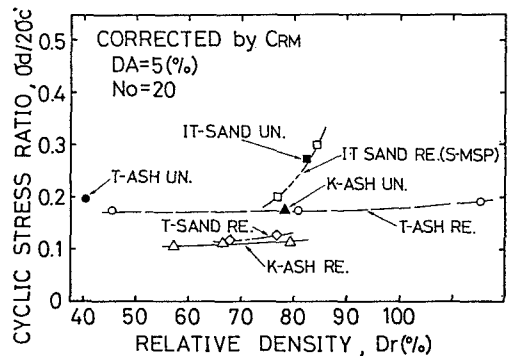


Fig. 4