

数種類の再構成されたしらすの液状化強度特性

九州工業大学工学部 学生員 ○内田崇大
 九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 清水恵助 廣岡明彦
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 田上裕

1.はじめに

しらすは九州における代表的な特殊土の一つであり、その地盤では様々な災害が起こりやすいことが知られている。しかし、一概にしらすといってもその堆積場所や堆積年代の違いにより全て同じ性質であるとは言い難い。そこで本研究では、特に埋立地での防災対策を検討する目的として、鹿児島県内数箇所所で採取した一次しらす、二次しらすを用いて繰返し三軸試験を行い、供試体作製方法別の液状化強度を比較検討した。

2.試料および実験方法

用いた試料は、鹿児島県国分市近郊(岩坂、口輪野、薄木)で採取した再構成一次しらすと川内川、肝属川下流部で採取した再構成二次しらすである。試験には、これらのしらすを絶乾させた後、2000 μ mふるいに通過させたものを用いた。図1、表1にこれらの粒径加積曲線、物理的性質をそれぞれ示す。肝属川で採取した二次しらすは、一般的に報告されているしらすの土粒子密度(2.3~2.5)より大きな値となった。また、河川で堆積したしらすは、河川の運搬作用もあり、細粒分がほとんど含まれず、粒径が一次しらすに比べ揃っている。

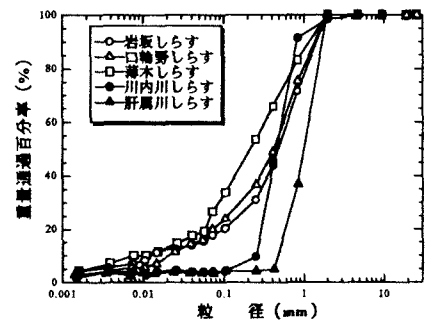


図1 粒径加積曲線

液状化試験は繰返し三軸試験装置を用いて行った。供試体は直径7.5cm、高さ15cmの円柱形のもので、空中落下法および湿潤突固め法により作製した。これらの方法で作製された供試体は、炭酸ガスを一定時間通気し、脱気水を通して飽和させた後、初期平均有効主応力 $\sigma'_v=49$ kPaにて等方圧密した。繰返し載荷は0.1Hzの正弦波荷重にて行った。液状化判定基準は密な砂においても明確な液状化発生を示す両振幅軸ひずみ $DA=10\%$ としている。

表1 試料の物理的性質

試料	ρ_s (g/cm ³)	e_{max}	e_{min}	ρ_{dmax} (g/cm ³)	W_{opt} (%)	U_c	F_c (%)
岩坂しらす	2.555	1.312	0.672	1.507	17.2	52.5	17.8
口輪野しらす	2.468	1.415	0.757	1.355	25.8	28.0	19.9
薄木しらす	2.419	1.282	0.665	1.342	21.6	29.5	26.7
川内川しらす	2.527	1.262	0.834	1.390	6.1	2.1	4.3
肝属川しらす	2.797	1.034	0.688	1.605	6.6	2.5	3.5

3.液状化試験結果

図2~4に岩坂、口輪野、薄木の一次しらす、図5、6に川内川、肝属川の二次しらすの繰返し三軸試験結果を示す。ここでは、空中落下法、湿潤突固め法における繰返し応力比Rと繰返し回数 N_c の関係をそれぞれ示している。

一次しらすの湿潤突固め法にて作製した供試体において、緩詰め($Dr=40\%$)では繰返し応力比は岩坂しらすが若干小さい程度で大きな差は見られない。ところが、中密詰め($Dr=60\%$)になると繰返し回数の少ないところでは薄木、岩坂しらすの方が、繰返し回数の多いところでは口輪野しらすの方がそれぞれ繰返し応力比は大きい傾向を示している。これは、三試料において細粒分含有率がそれぞれ異

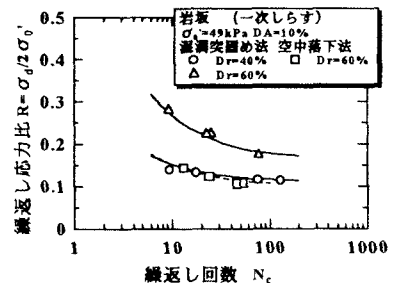


図2 Rと N_c の関係(岩坂)

なり、湿潤突固めによる供試体に与えられる締固め効果が異なっていたためと考えられる。空中落下法にて作製した供試体では、湿潤突固め法の場合よりも相対密度が等しいか、または高いにも拘わらず、繰返し応力比は小さい。これは湿潤突固め法で作製された供試体には、その作製過程で突固めによる締固めエネルギーが与えられ、過圧密的な応力履歴を受けた時にように粒子構造が安定化したからではないかと考えられる。

一方、川内川、肝属川の二次しらすについては、両供試体作製方法で比較してみると、一次しらすほど液状化強度の差は見られず、空中落下法でもある程度の強度があることが分かる。これは、物理試験結果からも分かるように、今回使用した二次しらすは、水中または河川流域に堆積しており、河川の運搬作用などにより細粒分がほとんど無く、突固めによるエネルギーが蓄積されにくくなっているためと考えられる。また川内川に比べ、肝属川の液状化強度がかなり大きいことが分かる。これは、一般に粒径の揃った細砂や中砂が液状化しやすいといわれており、さらに川内川の供試体は、細粒分もほとんど無いために、粘着抵抗が生じにくく、繰返しせん断力により土粒子の骨格構造が壊れやすくなっているからと考えられる。逆に肝属川の場合は、図1から分かるように粒径が大きく、ほとんどが粗砂で構成されているために、液状化強度が大きくなったものと考えられる。ただし、この場合はメンブレンペネトレーションの影響による可能性もあると思われる。

ここで $R \sim N_c$ の関係において、繰返し回数 20 回における繰返し応力比 R の値を液状化強度比 R_{120} とし、相対密度の他にもう一つの状態パラメータとして、締固め密度比 $R_F (= \rho_d / \rho_{dmax} \times 100(\%))$ を導入し、 R_{120} と R_F の関係を図7に示す。この図より、一次しらす、二次しらすともに締固め密度比 R_F が増加するにつれて、液状化強度比 R_{120} も増加しており、増加傾向すなわち、その傾きはほとんど変わらないことが分かる。しかし、締固め密度比 R_F に対する液状化強度比 R_{120} の値は、一次しらすと二次しらすおよび細粒分の多い一次しらすとで明らかに異なっており、前者の方が後者よりも大きくなっている。よってこのことから、二次しらすおよび細粒分の多い一次しらすは突固めの効果が低いのではないかと考えられる。

4.まとめ

一次しらす、二次しらすを用いて液状化強度に与える供試体作製方法の違いの影響を調べた結果、締固めによる強度増加は、しらすの種類によって異なることが明らかになった。

(参考文献)内田崇大・永瀬英生他:再構成一次しらすの液状化強度特性および締固め特性、第36回地盤工学会研究発表会講演集、p397~p398

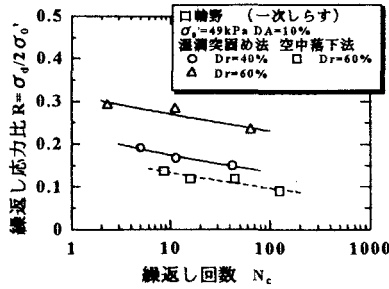


図3 RとNcの関係(口輪野)

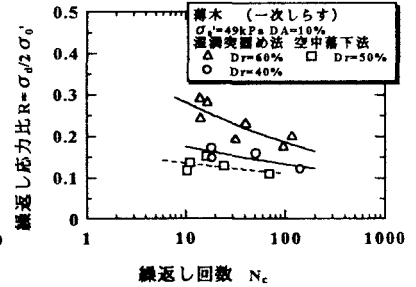


図4 RとNcの関係(落木)

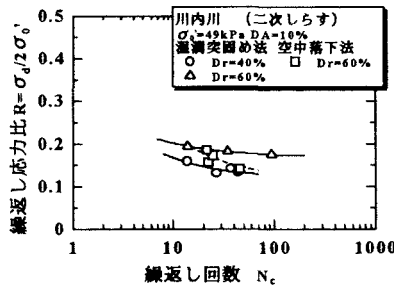


図5 RとNcの関係(川内川)

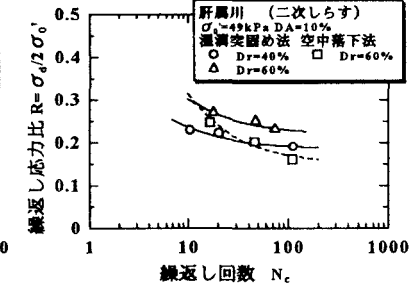


図6 RとNcの関係(肝属川)

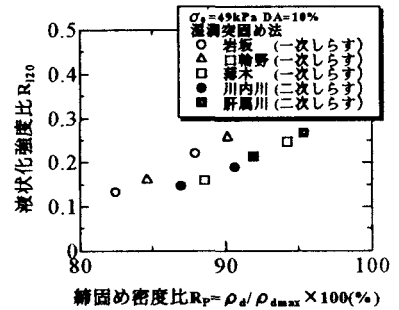


図7 R120とRfの関係