

細粒分を含む再構成しらすの液状化強度特性

九州工業大学大学院 学生員 ○上野貴志

九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 清水恵助 廣岡明彦

九州工業大学工学部 学生員 福留克昭

1.はじめに

しらすは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、鹿児島県志布志湾の浚渫土砂を用いて繰返し三軸試験を行い、液状化強度特性について検討するとともに、以前得られた細粒分を含む再構成一次しらすの液状化強度特性との比較を行った。

2.試験および実験方法

用いた試料は、鹿児島県の志布志湾内で浚渫された再構成二次しらす(以降、志布志湾しらすと称す)である。また、比較のため、鹿児島県国分市近郊(薄木、口輪野)で採取した再構成一次しらす(以降、薄木しらす、口輪野しらすと称す)の試験結果についても併せて示す。試験に用いられた試料は、これらのしらすを炉乾燥機で絶乾状態にさせた後、2000 μ mふるいに通過させたものである。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。これらのしらすは粒子内間隙を包含しているため、標準的な砂に比べ土粒子密度が小さく、粒度が良いことが分かる。

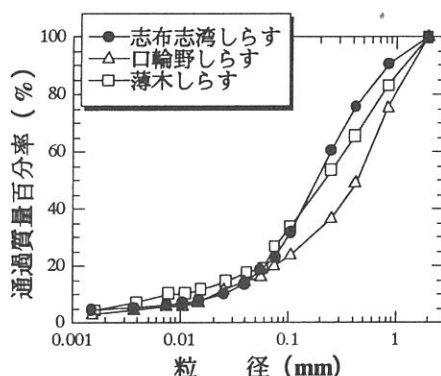


図1 粒径加積曲線

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 の円柱形のものである。供試体作製方法としては、空中落下法および湿潤突固め法を採用した。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、初期平均有効拘束圧 $\sigma'_0 = 49\text{kPa}$ にて等方圧密した。繰返し载荷は 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)	$e_{\max}$	$e_{\min}$	$\rho_{d\max}$ (g/cm^3)	W_{opt} (%)	U_c	F_c (%)
志布志湾しらす	2.402	1.929	0.920	1.251	24.4	10.5	22.9
薄木しらす	2.419	1.282	0.665	1.342	21.6	29.5	26.7
口輪野しらす	2.468	1.415	0.757	1.355	25.8	28.0	19.9

3.液状化試験結果

繰返し三軸試験結果として、志布志湾しらすの繰返し応力比 R と繰返し回数 N_c の関係を図2に示す。ここに、締固め密度比 R_p は $R_p = (\rho_d / \rho_{d\max}) \times 100(\%)$ と定義し、砂の締まり具合を表す。図2より、空中落下法のときは湿潤突固め法の場合よりも締固め密度比が等しいにも拘わらず、繰返し応力比は小さい傾向にある。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ときの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。

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、状態パラメータとして、相対密度 D_r と締固め密度比 R_p を導入し、空中落下法における R_{120} と D_r 、 R_{120} と R_p の関係を図 3、4 に、湿潤突固め法における R_{120} と D_r 、 R_{120} と R_p の関係を図 5、6 にそれぞれ示す。なお、これらの図には、比較のため、薄木しらす、口輪野しらすのデータも併せて示した。

図 3、5 より、液状化強度比 R_{120} と相対密度 D_r の関係は D_r の増加に伴い R_{120} も増加する傾向を示しているが、個々の試料においてその増加傾向が異なっている。一般に、細粒分を 5% 以上含む砂に対しては、相対密度 D_r を状態パラメータとして使用することについて慎重に検討すべきであると言われている。これらの試験結果からは、細粒分を 20% 程度含む再構成しらすにおいて相対密度 D_r が供試体の締まり具合を表す適切なパラメータではないと判断される。

一方、図 4、6 に示された液状化強度比 R_{120} と締固め密度比 R_p の関係においては、多少のばらつきは見られるものの、3 つの試料の結果が全体的に R_p の増加に伴い

R_{120} が増加するという一つの傾向を示している。このことより、細粒分を含む再構成しらすの液状化強度を統一的に表すための状態パラメータとして締固め密度比 R_p が有効である可能性があると考えられる。ただし、この有効性を明確なものにするためには、それぞれの試料において締固め密度比 R_p を変えてさらに試験をする必要があろう。

4.まとめ

細粒分を含む再構成しらすの液状化強度特性について実験的に検討を行った結果、空中落下法と湿潤突固め法のそれぞれの供試体作製法において、液状化強度比 R_{120} と締固め密度比 R_p の関係が試料の違いに拘わらず一義的に表される可能性があることが明らかになった。また、細粒分を多く含む試料においては、湿潤状態で突固めによるエネルギーが比較的蓄積されやすいことが明らかになった。

<参考文献>1) 内田崇大・永瀬英生他(2002):数種類の再構成されたしらすの液状化強度特性、平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.A-200～A-201。

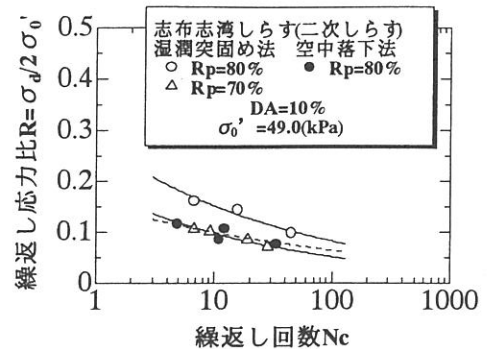


図 2 R と N_c の関係

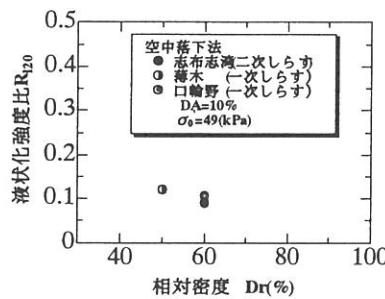


図 3 R_{120} と D_r の関係

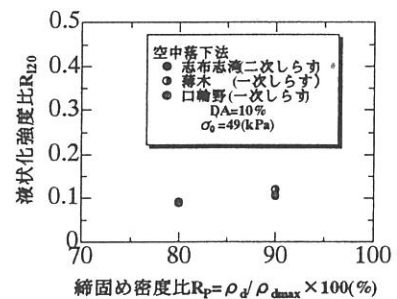


図 4 R_{120} と R_p の関係

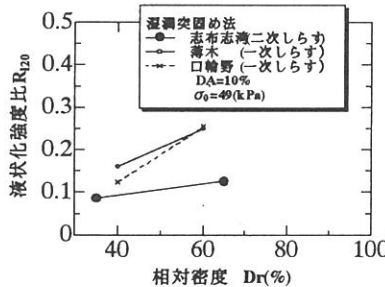


図 5 R_{120} と D_r の関係

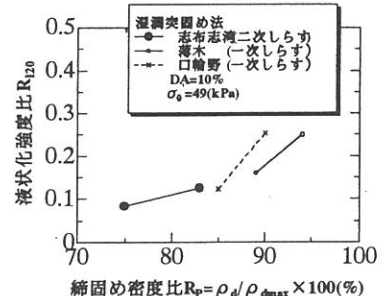


図 6 R_{120} と R_p の関係