

締固めた細粒しらすの非排水繰返しせん断特性

崇城大学 正会員 ○荒牧 憲隆
 鹿児島高専 正会員 岡林 巧
 山口大学 正会員 兵動 正幸

1. 目的

しらすの液状化被害について、1914年の桜島大噴火により鹿児島市内での液状化現象が見られたと報告され、1968年のえびの地震においても噴砂現象が確認されている。また、1997年鹿児島県北西部地震においても、埋立てられたしらす地盤の液状化により港湾構造物や宅地等に被害を与えた。また、北海道ではここ数年頻発している地震により、しらすと同様な火山灰質粗粒土の液状化による土構造物の被害について報告されており、その地盤工学的特性は、しらすと同様に、通常の砂質土とは異なる点が指摘されている¹⁾。そこで、本研究では、脆弱な粒子から構成されるしらすによる埋立て地盤の力学特性を明らかにするために、礫分、砂分含有量の異なる細粒しらすを用いて、拘束圧に着目した締固めた細粒しらすの非排水繰返しせん断特性について実験的に検討するものである。

2. 試料および実験方法

本研究で用いたしらすは、鹿児島県霧島市の一次しらすの地山より掘削して採取した攪乱試料である。この地山は、土取り場として運用されており、採取したしらすは、通常、盛土材料や埋戻し材等として用いられている。採取したしらすを、礫分、砂分、細粒分に分け、表-1に示すように細粒分を50%にし、礫分を最小で10%、最大で50%になるよう粒度調整し、実験を行っている。礫分、砂分については、水洗いにより、粒子に付着している細粒分を落としている。表-1には、3シリーズに粒度調整したしらすの一覧を示し、かつそれらの物理的性質についても示している。

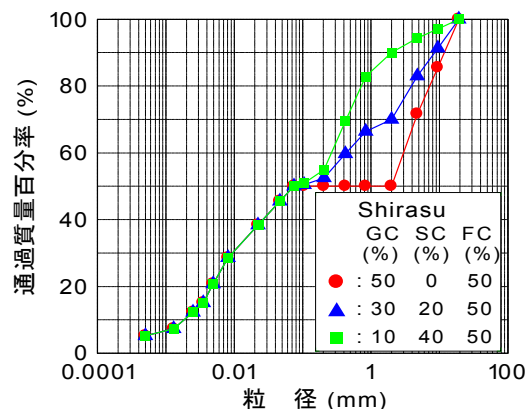


図-1 粒径加積曲線

これらのしらすの粒径加積曲線を図-1に示す。それぞれのしらすの最大、最小密度の測定は、砂の最小密度・最大密度試験方法 (JIS A 1224)²⁾の解説をもとに、直径10cm、高さ12.7cmのモールド (1000cm³) を用いて求めている。しらすの最大、最小密度ともに豊浦砂などに比べ小さな値を示すことが特徴的である。現行の土質試験において最大の締固めエネルギーとなる突固め方法E法¹⁾により、乾燥試料を締固めたときの密度について求め、これを基準とした。すなわち、質量4.5kgランマーで高さ45cmから1層につき92回落下させ、のべ3層に分け作成する。この締固め時の最大乾燥密度 ρ_{dc} を求め、その結果も表-1に併せて示している。実験に用い

表-1 粒度調整したしらすの物理的性質および実験条件

No.	粒度構成			最小密度 ρ_{dmin} (Mg/m ³)	最大密度 ρ_{dmax} (Mg/m ³)	最大締固め 密度 ρ_{dc} (Mg/m ³)	平均粒径 D_{50} (mm)	拘束圧 σ'_c (kPa)
	礫分 (G.C.) (%)	砂分 (S.C.) (%)	細粒分 (F.C.) (%)					
1 (砂質細粒しらす)	10	40	50	1.011	1.381	1.393	2	50
2 (砂礫混じり細粒しらす)	30	20	50	1.009	1.249	1.340	0.68	100
3 (礫質細粒しらす)	50	0	50	1.044	1.257	1.277	0.38	300

キーワード しらす 繰返しせん断 細粒分 締固め

連絡先 〒860-0082 熊本市池田4-2-2-1 崇城大学工学部エコデザイン学科 TEL 096-326-3805

た供試体は、これらの粒度調整したしらすについて、締固めによって得られた乾燥密度の0.95倍を目標に作成している。繰返し三軸試験を行っている。拘束圧は $\sigma_c' = 50, 100, 300 \text{ kPa}$ とし、それぞれ等方圧密後、周波数0.1Hzで荷重制御による正弦波载荷を行っている。

3. 代表的な液状化強度曲線

軸ひずみ両振幅 $DA=5\%$ の発生を液状化による破壊と定義し、図-2(a), (b)に、代表的な拘束圧が異なる締固めた細粒しらすの液状化強度曲線を示している。同図(a)の砂質細粒しらす(No.1)では、拘束圧50 kPaおよび100 kPaでの曲線の位置は、ほとんど差がなく、300 kPaにおいて、下方で位置していることが確認できる。また、しらすを締固めているものの、曲線形状は、密詰め砂の液状化強度曲線のように小さな繰返し回数で立ち上がるような曲線形状は示していないことが分かる。この結果は、礫質細粒しらす(No.1)でも同様であった。また、同図(b)の砂礫混じり細粒しらすでは、拘束圧50kPaでは、密詰め砂のような曲線形状を示している。さらに拘束圧が増すと、強度曲線は下方へ位置するものの、拘束圧100 kPaおよび300 kPaでの曲線の位置にほとんど差は認められない。

4. 非排水繰返しせん断強度に及ぼす締固めの影響

地震時における砂の液状化強度は、一般的に繰返し三軸試験より得られる繰返し回数 $N=20$ 回における所定のひずみ振幅を生じるのに必要な応力比により規定されている。本研究では、この繰返し回数 $N=20$ 回の際の繰返し応力比をもって繰返しせん断強度比 $(\sigma_d/2\sigma_c')_{20}$ と定義した。図-3は砂質細粒しらすの異なる密度($D_{ri}=50\% \cdot 90\% \cdot 0.95 \rho_{dc}$)における繰返しせん断強度比と初期拘束圧の関係を示している。 $D_{ri}=50\%$ では、拘束圧に拘らず、強度比はほぼ一定値を示す。密度 $D_{ri}=90\%$ および締固めしらすでは拘束圧100~300 kPaで急激な強度低下が起こっている。また締固めることにより、強度比も増加することが分かる。図-4は、細粒分含有量が異なる締固めたしらすの繰返しせん断強度比と初期拘束圧の関係について示している。細粒分10%では、初期拘束圧100 kPa~300 kPaで急激な強度比の低下を示している。細粒分50%についても同様な傾向であるが、拘束圧300kPaではほぼ同じ値の強度比となっており、高拘束圧下では細粒分含有量に拘らず、締固めによる効果に差がない様子が窺える。

5. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。締固めた細粒しらすの液状化特性では、締固めにより、繰返しせん断強度比の値は高くなることが確認された。また、高拘束圧下では、細粒分の含有量に拘らず、締固めの効果に差がないことが確認された。

【参考文献】1) 地盤工学会九州支部編：九州・沖縄の特殊土地盤の設計と施工，1995， 2) (社)地盤工学会編：土質試験の方法と解説，pp.136-145,2000

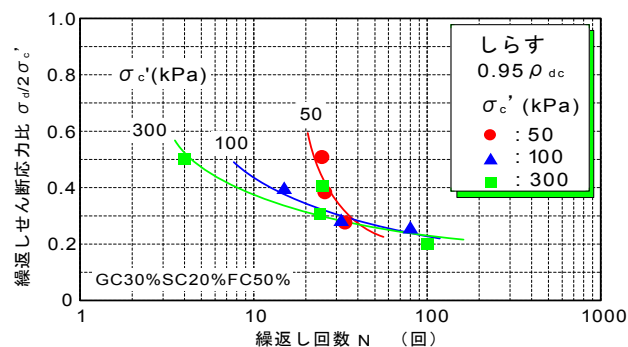
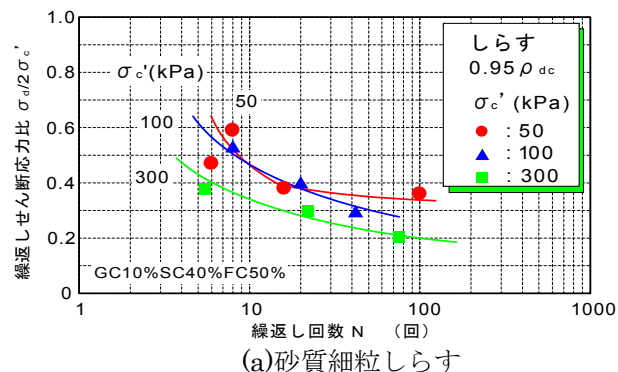


図-2 代表的な液状化強度曲線

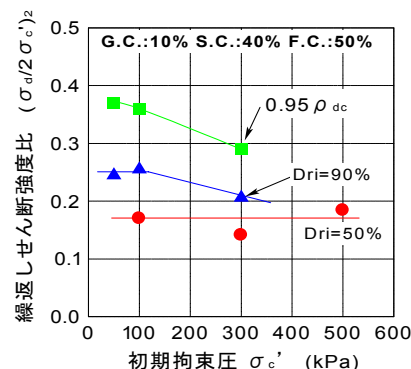


図-3 繰返しせん断強度比と初期拘束圧の関係 (密度の影響)

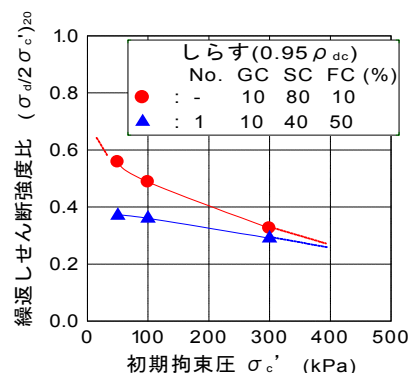


図-4 繰返しせん断強度比と初期拘束圧の関係 (細粒分の影響)