

細粒しらすの液状化特性に及ぼす締固め拘束圧の影響

崇城大学 学生員○ 上戸 雄太
 崇城大学 正会員 荒牧 憲隆
 鹿児島高専 正会員 岡林 巧

1. はじめに

しらす¹⁾のような礫分から細粒分まで粒度分布を持つ材料については、締固め特性もよく、盛土材や埋立て材などに利用されている。しかし兵庫県南部地震では礫分を含むまさ土の液状化が確認され、原粒度での動的特性についても検討していくことが耐震設計上の重要な課題であると考えられる。そこで本報告では脆弱な粒子から構成される火山灰質土のしらすを用いて破碎性土の液状化特性を把握するための基礎データを得ること、また拘束圧の違いに着目した締固めた細粒しらすの液状化特性について調べることを目的としている。

2. 試材および実験方法

本研究で用いたしらすは、鹿児島県霧島市の1次しらすの地山より掘削して採取した攪乱試料である。採取したしらすを礫分、砂分、細粒分に分け、表-1に示すように粒度調整し、実験を行っている。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。

粒度調整にあたり礫分を最小で10%、最大で50%。また細粒分は50%として配合している。図-1には、その粒度分布を示している。2mm以下を対象に、 $\rho_s = 2.409 \text{g/cm}^3$ であった。

また、本報告では、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・最大密度試験法の解説³⁾をもとに、直径10cm、高さ12.5cm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て小さな値を示すことが特徴的である。また、締固めたしらすの密度管理については、まず現行の土質実験において最大の締固めエネルギーである突固め方法E法²⁾により、最大密度を求めた。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を求め、その値の0.95倍の密度において供試体を作成した。

繰返し三軸圧縮試験において、これらの締固めたしらすの供試体を対象とし、通水は二重負圧法を採用した。その後、B値が0.95以上の供試体で実験を行っている。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載荷を行っている。

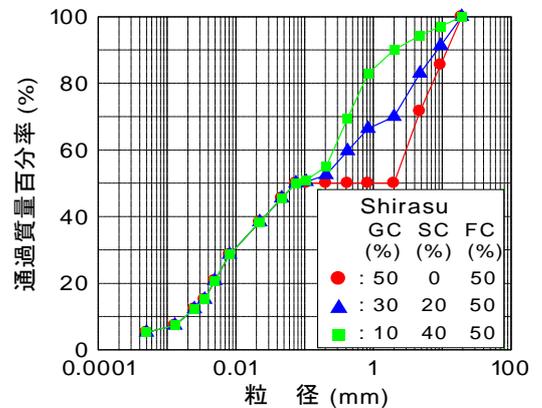


図-1 粒径加積曲線

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.	質量含有率			最大密度 (g/cm ³)	最小密度 (g/cm ³)	D ₅₀ (mm)	拘束圧 (kPa)
	礫分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)				
1	10	40	50	1.381	1.011	0.075	50
2	30	20	50	1.249	1.009	0.075	100
3	50	0	50	1.257	1.044	0.075	300

3. 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に、代表的な拘束圧が異なる締固めたしらす(礫分10%砂分40%細粒分50%)の液状化強度曲線を示している。また、比較のため、図-3には細粒分10%の結果も併せて示した。いずれの粒度においても、しらすは拘束圧の増加とともに液状化強度曲線は、下方へ位置している。図-2より拘束圧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。一方、図-3の細粒分10%における結果も、同様な傾向を示した。しかし、細粒分10%の場合、繰返し回数が少ない時に曲線が立ち上がるような傾向を示すが、細粒分50%では、10%の場合ほど顕著ではない様子が窺える。

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-4は礫分10%、砂分40%、細粒分50%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。このような拘束圧の増加に伴う強度の低下傾向は細粒分も初期から密に締まっております粗粒子同士の接触も多く、粒子破碎の影響が支配的であったと考えられる。また、強度は低下しているが、締固めにより密度が高いほど、繰返しせん断強度比の値は高くなっていることも分かる。

図-5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、いずれの粒度においても、拘束圧の増加に伴い液状化強度は低下することが認められた。しかし、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)兵動正幸,荒牧憲隆,岡林巧,中田幸男,村田秀一:破碎性土の定常状態と液状化強度,土木学会論文集, No.554/III-37, pp.197-209,1996, 2) (社)地盤工学会編:土質試験の方法と解説, pp.136-145,2000

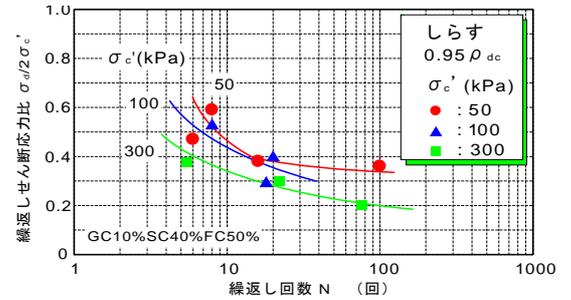


図-2 液状化強度曲線 (FC50%)

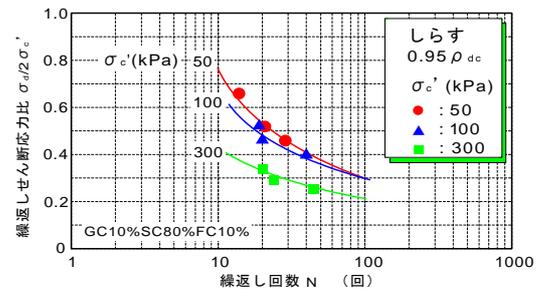


図-3 液状化強度曲線 (FC10%)

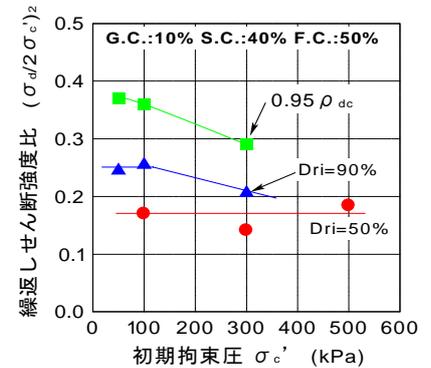


図-4 繰返しせん断強度比と初期拘束圧の関係 (密度の影響)

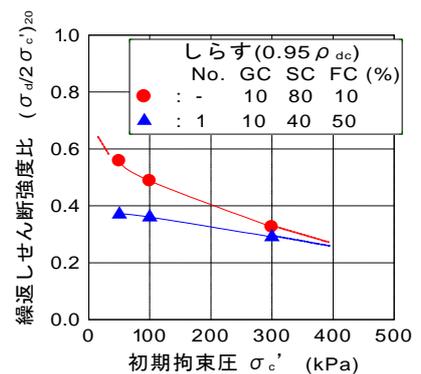


図-5 繰返しせん断強度比と初期拘束圧の関係 (細粒分の影響)