

粒度調整したしらすの液状化強度特性

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

1. 目的

これまで、しらすのような礫分から細粒分まで広範な粒度分布を持つ材料の液状化特性については、主に、礫分を除去した材料を用いて、細粒分の影響について報告がなされている¹⁾。一方で、このような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るが、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ており、原粒度での動的特性についても検討していくことが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、破砕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と、かつ同一相対密度での粒度分布の違いが、しらすの繰返しせん断特性に与える影響について調べることを目的としている。

2. 試料および実験方法

本研究で用いたしらすは、鹿児島県始良郡の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。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、本研究で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。しらすの土粒子密度は、2mm以下を対象に、 $\rho_s = 2.409 \text{ g/cm}^3$ であった。また、細粒分は非塑性であった。ここで、礫質土の最大、最小密度試験法は、基準化が進められているが、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。また、いずれのしらすにおいても、均等係数が高く、粒度分布が良いものとなっている。次に、繰返し三軸せん断試験では、これらの粒度調整したしらすについて、初期の相対密度 $D_{ri}=50\%$ を目標として供試体を作成した。拘束圧は $\sigma'_c = 100 \text{ kPa}$ とし、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。

3. 実験結果および考察

図-1には、繰返し三軸圧縮試験により得られた代表的な繰返し応力比と繰返し回数の関係（表-1 No.4～6）を示している。礫分の含有率は一定であるが、液状化強度は、細粒分の増加とともに減少している様子

表-1 粒度調整したしらすの物理的性質

No.	質量含有率			最小密度 (g/cm ³)	最大密度 (g/cm ³)	D ₅₀ (mm)	U _c
	礫分(%)	砂分(%)	細粒分(%)				
1	50	40	10	1.050	1.319	2	41.33
2	50	20	30	1.106	1.389	2	789.5
3	50	0	50	1.044	1.257	0.073	1667
4	30	60	10	1.039	1.314	0.68	16
5	30	40	30	1.162	1.454	0.38	234.2
6	30	20	50	1.157	1.502	0.073	211.1
7	10	80	10	1.125	1.471	0.38	7.867
8	10	60	30	1.005	1.343	0.22	100
9	10	40	50	1.066	1.418	0.073	94.44

キーワード しらす，液状化強度，粒度，粗粒子間隙比

連絡先 〒860-0082 熊本市池田4-22-1 崇城大学工学部環境建設工学科 TEL 096-326-3111

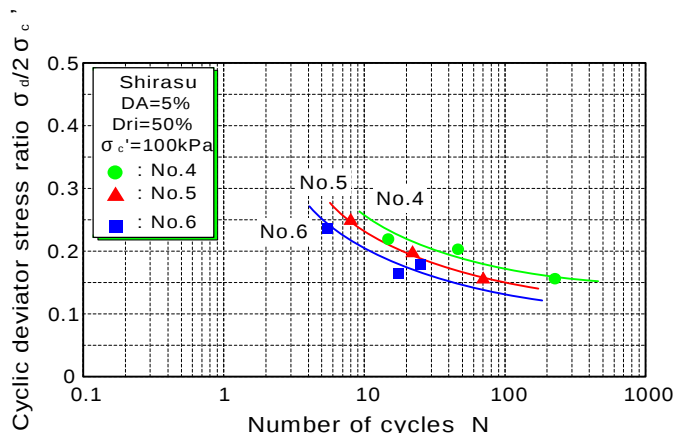


図 - 1 代表的な液状化強度曲線(No.4 ~ No.6)

が伺える。この傾向は、いずれにおいても同様であった。次に、粒度の影響を明らかにするため、図 - 1 の液状化強度曲線における繰返し回数 20 回に対する繰返し応力比を液状化強度 $(\sigma_d/2\sigma'_c)_{20}$ とし、礫分、砂分、細粒分含有量との関係を図 - 2 ~ 4 にそれぞれ示した。いずれの含有量においても、含有量の増加に伴う、液状化強度の増減傾向は伺えるものの、一義的な関係は認められない。そこで、これまでの研究より得られた知見であるしらすなどのような破碎性土の液状化強度特性に及ぼす影響として、細粒分含有率の増加に伴う粗粒子間の連続して接触が少なくなったことによる影響³⁾、細粒分粒子間の破碎の影響⁴⁾などが挙げられていることから、粗粒子骨格にある細粒子も間隙と見なし、中間土の考え方にも導入されている粗粒子骨格の間隙比について考える⁵⁾。粗粒子骨格間隙比は、以下の式によって表される。

$$e_s = (V_w + V_f) / (V_g + V_s)$$

ここで、 V_w は間隙水、 V_f は細粒分、 V_g は礫分、 V_s は砂分の体積を表している。この初期状態での粗粒子骨格間隙比と液状化強度の関係を図 - 5 に示す。粗粒子間隙比 $e_s=1.6$ までは、液状化強度は減少傾向にあるが、その後粗粒子間隙比が増加しても、液状化強度はほぼ一定であり、両者にユニークな関係が存在することが認められる。この図は、粗粒子間隙比が求められると、粒度とは無関係に繰返しせん断強度をかなり精度よく評価することが可能であることを示唆している。

【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/？-37，pp.197-209，1996，2)（社）地盤工学会編：土質試験の方法と解説，pp.136-145，2000，3)（社）地盤工学会編：礫質土の力学特性に関するシンポジウム発表論文集，pp.74-114，2001，4)荒牧憲隆，兵動正幸，岡林巧：しらすの非排水繰返しせん断特性に及ぼす粒度の影響，第 38 回地盤工学研究発表会，2003，5)大嶺聖，落合英俊，砂と粘土の混合土の一次元圧縮特性，九州大学工学集報，Vol.64，No.5，pp.225-235，1991，

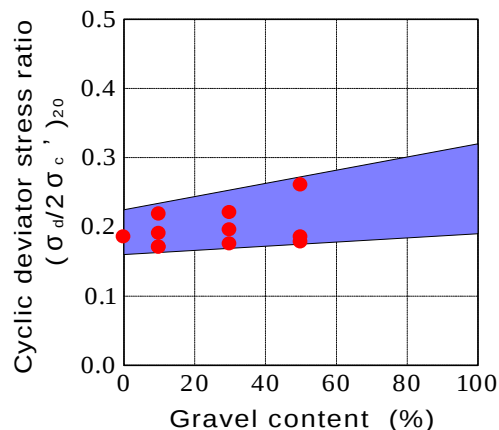


図 - 2 液状化強度と礫分含有量の関係

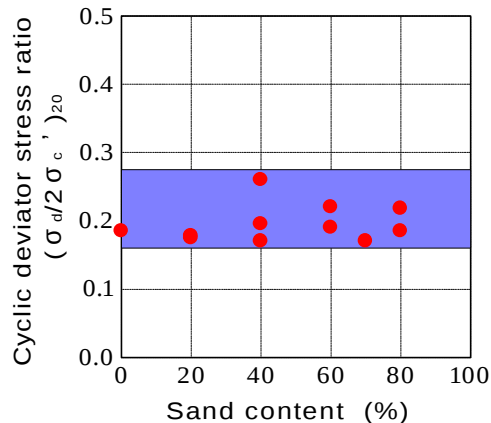


図 - 3 液状化強度と砂分含有量の関係

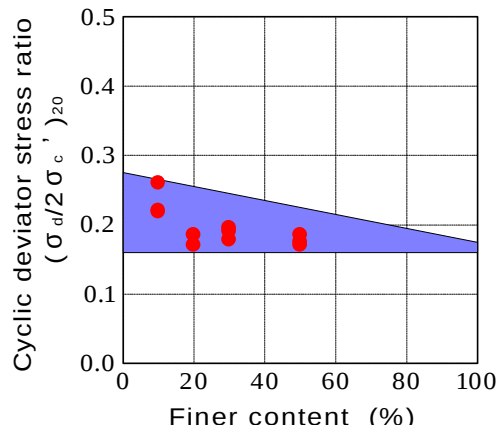


図 - 4 液状化強度と細粒分含有量の関係

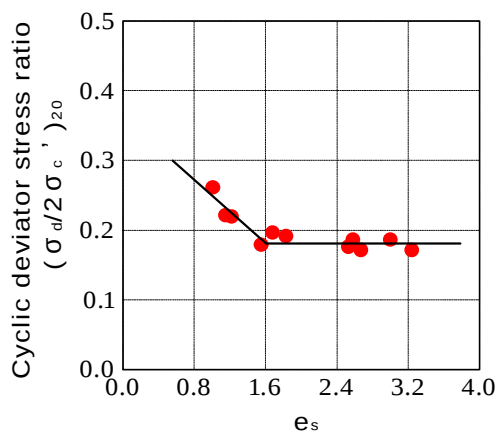


図 - 5 液状化強度と粗粒子骨格間隙比の関係