

しらすの排水及び非排水単調せん断特性に及ぼす細粒分の影響

山口大学工学部 正会員 兵動正幸 中田幸男
山口大学大学院 学生員 ○澤村仁志
山口大学大学院 学生員 山脇大輔

1. はじめに

わが国には、しらすやまさ土などの脆弱な粒子からなる破碎性土と呼ばれる砂質土が広く分布している。本研究は、これら破碎性土の力学特性の研究の一環として、南九州に広く分布するしらすに着目し、一連の実験を行ったものである。地山しらすを掘削し水搬送工法によって運搬し埋め立てられた地盤が鹿児島県内にはいくつか存在しており、このような緩いしらす地盤が地震時に、液状化しやすいことが指摘されてきた。しらすには母粒子の粉碎した細粒分が含まれており、その存在がしらす全体の挙動に大きく関与しているのではないかと考えられる。本研究は、緩詰めしらす(Dri=50%)を対象とし、繰返しせん断特性に及ぼす細粒分の影響を調べることを目的としたものである。

2. 試料および実験方法

本研究では、鹿児島県始良郡で採取した 1 次しらすの 2mm ふるいを通過した試料と、さらにその試料から 0.074mm 以下の細粒分を除去した試料の二種類を用い繰返し三軸試験を行った。供試体は空中落下漏斗法により、初期相対密度 Dri=50% となるように作成した。このような供試体に初期拘束圧をそれぞれ $\sigma'_c=50, 100, 300\text{kPa}$ になるように、等方圧密を行い、非排水状態で繰返しせん断試験を行った。それぞれの試料の物性は、表-1 に示すとおりである。

3. 試験結果および考察

(1) しらすの力学特性

図-1 にそれぞれの試料の粒径加績曲線を示す。図中、比較のためにシリカ系の海砂である秋穂砂についても示した。細粒分を除去したしらすは、秋穂砂と良く似た粒度分布となった。しかし、原粒度のしらすは細粒分が全体の 3 割弱含まれる粒度分布のよい試料であった。図-2 にそれぞれの試料の $e\text{-log}p$ 関係を示す。細粒分を除去したしらすは、原粒度のしらすと比べ間隙が大きい、3MPa 付近で間隙比がかなり近くなっている。また、常圧域において拘束圧の増加に対して圧縮性が大きいのも特徴的である。一方、原粒度のしらすは拘束圧の増加に対して直線的に間隙が減少している。

(2) 排水単調せん断特性

図-3 (a),(b)にそれぞれ細粒分を有する試料と除去した試料に対する軸差応力比-軸ひずみ-体積ひずみ関係を示す。(a)の拘束圧 $\sigma'_c=50, 100, 300\text{kPa}$ 下においてピーク軸差応力比はほとんど変わらず、 $\sigma'_c=1\text{MPa}$ において若干減少した。また、全ての拘束圧下で収縮的挙動を示している。一方(b)では、拘束圧の増加に伴いピーク軸差応力比が減少している。また、ピーク軸差応力比は $\sigma'_c=50, 100\text{kPa}$ では細粒分を取り除いた方が強度がでているが、 $\sigma'_c=300, 1000\text{kPa}$ と拘束圧が増加すると逆に強度が低くなっている。また、

表-1 試料の物理的性質

	ρ_s	e_{max}	e_{min}	U_c
秋穂砂	2.633	0.958	0.582	2.74
しらす	2.489	1.494	0.775	11.75
しらす (細粒分カット)	2.307	1.551	1.027	3.35

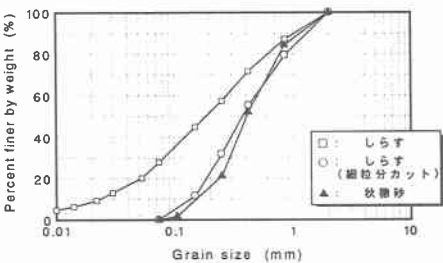


図-1 試料の粒径加績曲線

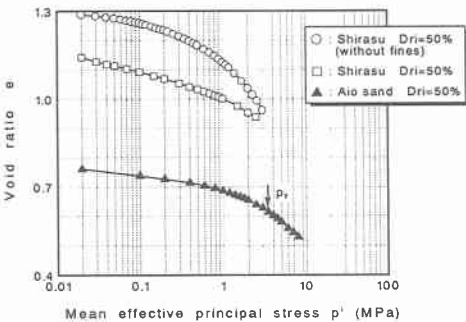


図-2 $e\text{-log}p$ 関係

$\sigma'_c=50,100\text{kPa}$ では膨張挙動を示しているが、 $\sigma'_c=300,1000\text{kPa}$ と拘束圧が増加すると逆に収縮挙動と転化していることが認められた。

(3) 非排水単調せん断特性

図-4(a),(b)にそれぞれ細粒分を有する試料と除去した試料に対する軸差応力-軸ひずみ関係を示す。図中、変相点の位置を黒丸で示す。(a),(b)における変相点の位置を比較すると、 $\sigma'_c=50,100\text{kPa}$ において(a)では約 5%の軸ひずみを必要としているが、(b)では軸ひずみが小さい段階で変相点を迎えている。また、細粒分の有無による強度を比較すると $\sigma'_c=50,100\text{kPa}$ においては細粒分を取り除いた方が強度が大きくでているが、 $\sigma'_c=300,1000\text{kPa}$ と拘束圧が増加すると、逆に強度が低くなっている。伸張側において(a)では変相点以降軸差応力が回復しないまま定常状態に至っているのに対し、(b)では変相点以降軸差応力の回復が認められた。以上のことより細粒分を取り除くことにより強度が抑制されているのではないかと考えられる。図-5

(a),(b) に正規化した軸差応力-軸ひずみ関係を示す。(a)では $\sigma'_c=300\text{kPa}$ まで膨張挙動を示しているが、 $\sigma'_c=1000\text{kPa}$ になると収縮挙動に転化している。一方(b)では、拘束圧の増加に伴い収縮挙動を示している。また細粒分を取り除いたしらすの $\sigma'_c=50,100\text{kPa}$ における強度は圧縮伸張ともに非常に大きくでていることが認められる。これは、細粒分を取り除くことでしらすの母材同士が直接接触し、低拘束圧下では母材が破碎しにくかったためだと推察される。

4. まとめ

細粒分を取り除くことによりしらすは排水・非排水ともに低拘束圧下では強度が高くなったが、拘束圧が増加すると逆に強度が低くなったことが認められた。これは、低拘束圧下において細粒分を取り除くことで母材同士が直接接触し、母材が破碎しにくかったため強度が発生したが、拘束圧が増加すると、母材が破碎してしまい強度が低下したのではないかと推察される。

【参考文献】 1)阿林巧・兵動正幸・安福規之。村田秀一：乱した一次しらすの非排水単調および繰返しせん断挙動、土木学会論文集、

No.499/Ⅲ-37, pp.197-209,1996

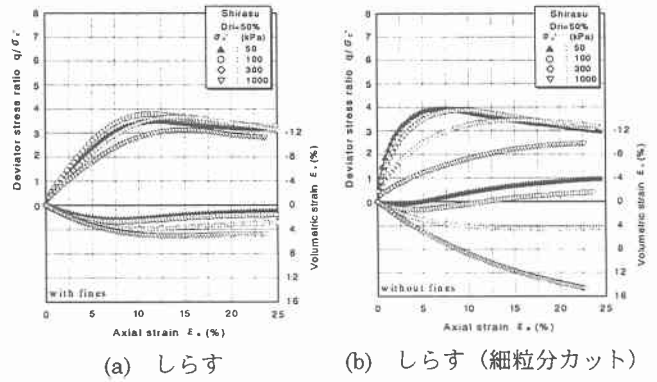


図-3 軸差応力比-軸ひずみ-体積ひずみ関係

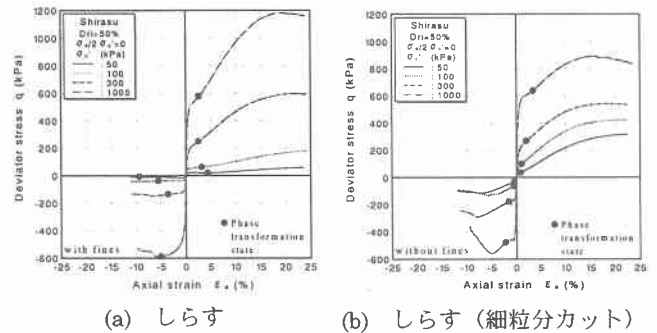


図-4 軸差応力-軸ひずみ関係

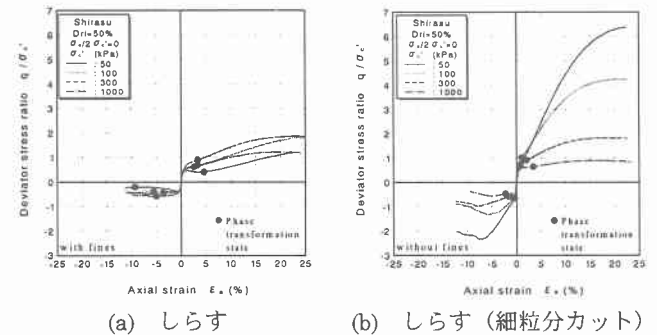


図-5 軸差応力-軸ひずみ関係 (正規化)