

しらすの非排水繰返しせん断特性に及ぼす細粒分の影響

山口大学 正会員
学生会員
学生会員

兵動正幸 中田幸男
澤村仁志
○山脇大輔

1. まえがき

しらす地盤について、豪雨時における斜面崩壊や地震時に沖積地盤や埋め立て地盤等に生じる液状化災害が報告されている。近年、南九州地方において水搬送工法によりしらすで緩く埋め立てられた地域が点在している。このような埋立地の地震時における液状化の危険性が指摘されており、しらす地盤の液状化特性の把握が重要となっている。また、しらすは、20%~30%もの細粒分を含んでおり、細粒分がその動的挙動に大きく影響していると考えられる。本研究では、しらすの緩詰め状態に着目し、さらにしらすの細粒分の存在が繰返しせん断挙動に与える影響を調べることを目的とした。

2. 試料および試験方法

本研究では、鹿児島県始良で採取した 1 次しらすの 2 mm ふり通過分とさらに通過分のうち 0.074mm 以下を除いたものの 2 種類を試料として用いた。しらすは、火山ガラスを主成分とし、粒子形状は比較的角張っており軽石成分も多く含んでいる。しらすは、流水の浸食作用には極めて弱く、また、力学的に粒子破碎を生じやすい破碎性土であることが知られている。図-1 にそれぞれの試料の粒径加積曲線を示す。図中比較のためにシリカ系の秋穂砂の粒径加積曲線も示した。細粒分を除去したしらすは、秋穂砂と粒径加積曲線が類似していることが認められる。しかし、しらすは本来、細粒分を約 30% 含む粒度分布がよい土である。図-2 に原粒度のしらす、細粒分を除去したしらす、秋穂砂の等方圧密試験から得られた e - $\log p$ 関係を示す。原粒度のしらす、細粒分を除去したしらすは、間隙比が高く常圧域において間隙比の減少がみられる。ただし、細粒分を除去したしらすは 0.2MPa 以上の载荷に対して間隙比の減少が著しく、それに対し、原粒度のしらすはほぼ直線的に減少する傾向が認められる。一方秋穂砂は低圧域における間隙比の減少はみられないが、3 MPa 以降に圧密降伏応力が存在し、それ以降、顕著な間隙比の減少がみられる。本研究では、原粒度および、細粒分を除去したそれぞれのしらす供試体を空中落下法により初期相対密度 $D_{ri}=50\%$ となるように作成し、等方圧密下で非排水状態で単調および繰返しせん断試験を行った。

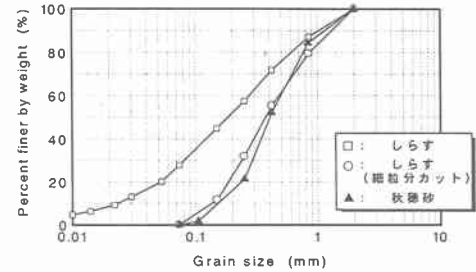
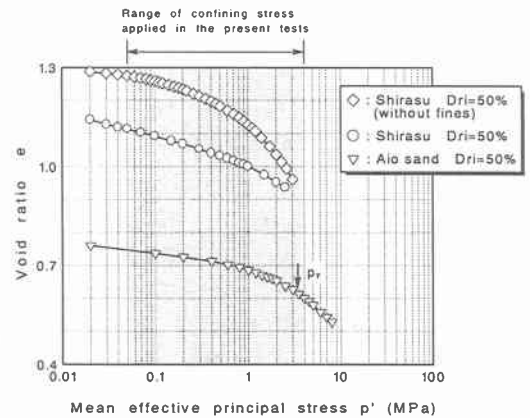
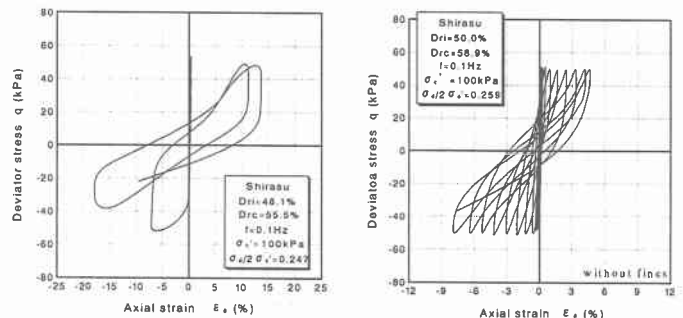


図-1 試料の粒径加積曲線

図-2 e - $\log p$ 関係

しらす

しらす(カット)

図-3 軸差応力-軸ひずみ

3. 試験結果および考察

繰返しせん断特性に及ぼす細粒分の影響

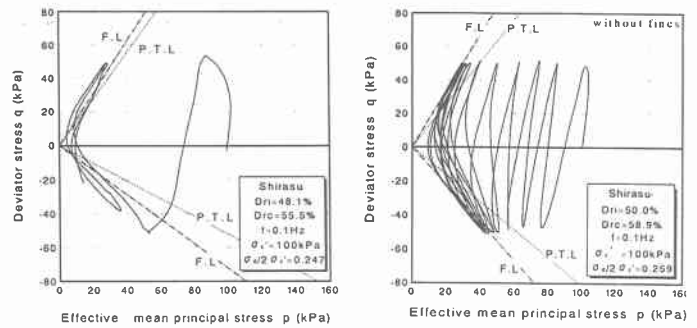
図-3に軸差応力-軸ひずみ関係を示す。 $\sigma'_c = 100\text{kPa}$ における原粒度、および細粒分を除去したしらすを比較すると原粒度のしらすは、ある繰返し回数を越えると急激に軸ひずみ振幅が発生し、破壊に至っている。さらに伸張側に劣らず圧縮側での軸ひずみの増加が著しく、比較的圧縮伸張均等に発達し、流動的で緩やかなカーブを描いている。これに対し細粒分を除去したしらすでは軸ひずみが徐々に発達する cyclic mobility 的挙動を示している。また、細粒分を除去したしらすは終始比較的強い剛性を示していることが特徴的である。図-4(a)(b)に対応するそれぞれの有効応力経路を示す。どちらの場合も繰返し回数の増加に伴い徐々に平均有効主応力が減少し、破壊線に触れた後に定常ループを描き破壊に至っている。原粒度、および細粒分を除去したしらすを比較すると細粒分を除去したしらすの方が、平均有効主応力が0に至らず有効応力を残したまま破壊に至っていることがわかる。これは粗粒子の特異な粒子形状によるインターロッキングによるものと考えられる。図-5は $DA=5\%$ に至るに必要な繰返し応力比と繰返し回数の関係(液状化強度曲線)を示したものである。しらすは初期有効拘束圧 $\sigma'_c = 50, 100, 300\text{kPa}$ と増加するに伴い、特に少ない繰返し回数において強度が大きくなり、原粒度のしらすは拘束圧による違いが顕著になっている。これに対し、細粒分を除去したしらすは拘束圧の最も大きい $\sigma'_c = 300\text{kPa}$ における強度が最小となるが、5回以上では逆に他の拘束圧の場合よりも強度が大きくなっている。細粒分を除去したしらすは原粒度のしらすと比較すると、強度が高い傾向を示している。

4. まとめ

原粒度のしらすと、細粒分を除去したしらすの非排水繰返しせん断挙動の比較を行った。原粒度のしらすは低拘束圧において、通常の砂質土には見られない著しい流動変形を伴う特異な性状を示したが、細粒分を除去したしらすは、相対密度が低いにもかかわらず密な砂質土が示す cyclic mobility 的な挙動を示した。また、繰返しせん断強度は、全体的に細粒分を除去したしらすの方が高い傾向を示した。以上のことよりしらすの細粒分は繰返しせん断に顕著な影響を及ぼすことが明らかとなった。

【参考文献】1)岡林巧・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/

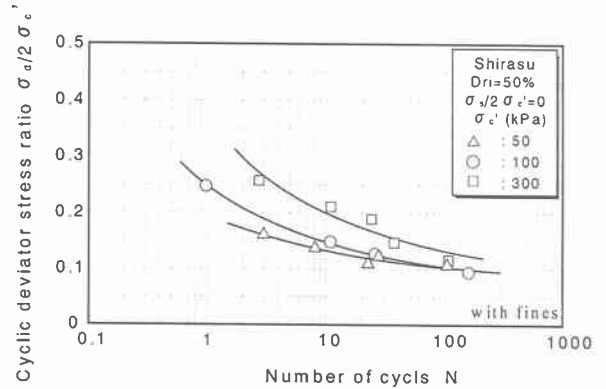
III-37, pp.197-209, 1996



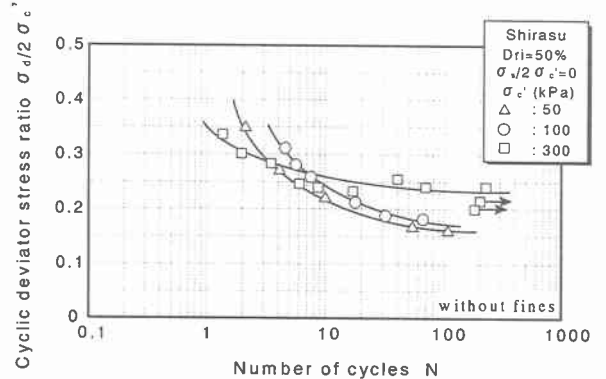
(a)しらす

(b)しらす(カット)

図-4 有効応力経路



しらす



しらす(カット)

図-5 液状化強度曲線