

しらすの繰返しせん断挙動について

山口大学工学部 正会員 村田秀一 兵動正幸
山口大学大学院 学生員 ○岸本 洋
鹿児島高専 正会員 岡林 巧

1. まえがき

本研究の目的は、等方応力状態下のしらすの繰返し非排水せん断挙動を繰返し三軸試験機を用いて調べることである。本文では、相対密度と初期拘束圧を種々変えて行った試験結果を示した後、非排水静的せん断挙動と繰返し非排水せん断挙動の対応関係¹⁾についての考察を行った。

2. しらすの物理特性および試験方法

本試験に用いた試料は、鹿児島県姶良郡隼人町で採取した一次しらすである。表-1にしらすの物性値を示す。繰返しせん断試験は、非排水状態で空圧制御式繰返し三軸試験機を用いて周波数 0.1Hzで振幅一定の正弦波軸荷重を載荷することにより行った。また供試体(φ50×100)の相対密度は $Dr=50\%$ と 90% の2種類とした。

表-1 試料の物性値

	G_s	e_{max}	e_{min}	U_c	D_{50}
Shirasu	2.489	1.494	0.775	29.5	0.165
Toyoura sand	2.643	0.973	0.635	1.20	0.210

3. 繰返し非排水せん断挙動

等方応力状態で対称両振りの繰返しせん断を受ける砂質土の液状化強度は、一般にあるひずみ両振幅 DA を生じるのに必要な繰返し応力比 q_{yc}/p_c と繰返し回数 N の関係によって規定される。そこで本文では通常砂質土の破壊時のひずみ両振幅として用いられる $DA=5\%$ に達した時を破壊と規定する。しらすの液状化強度に及ぼす拘束圧 p_c の影響を調べるために50, 100, 300kPaの3種類の拘束圧下で行った結果を、縦軸に繰返し応力比 q_{yc}/p_c 、横軸に繰返し回数 N をとりプロットしたものが図-1(a), (b)である。 $Dr=50\%$ の場合では、拘束圧の増加に伴い液状化強度比の増加が見られる。 $Dr=90\%$ の場合では、逆に拘束圧の増加に伴い液状化強度比は減少する非常に特異な傾向が見られる。砂の液状化強度比は、50~300kPa程度の応力範囲では一般に拘束圧に依存しないと言われていることから、この図で認められる特性はしらすの一つの特異性であると言える。

4. 静的及び繰返しせん断挙動の対応

図-2は $Dr=50\%$ における静的非排水せん断試験により得られた有効応力径路を初期有効拘束圧で正規化したものである。この図から $Dr=50\%$ のしらすの静的せん断挙動は 拘束圧の増加により圧縮性の卓越した特性から膨張性の卓越した特性へと大きく変化することが分かり、繰返しせん断挙動においてもその影響が生じていることが考えられる。そこで、繰返し試験結果に静的結果を併記し、それらの関連性について考察を

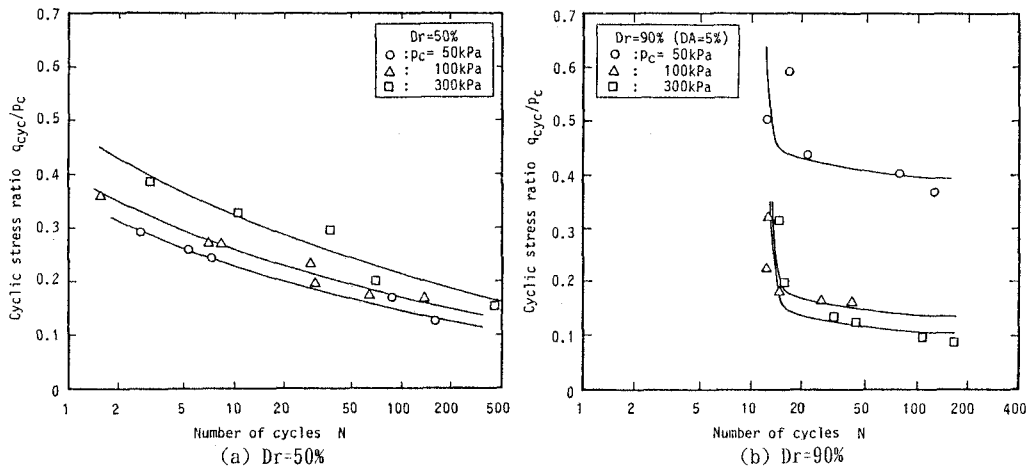


図-1 液状化強度に与える拘束圧の影響

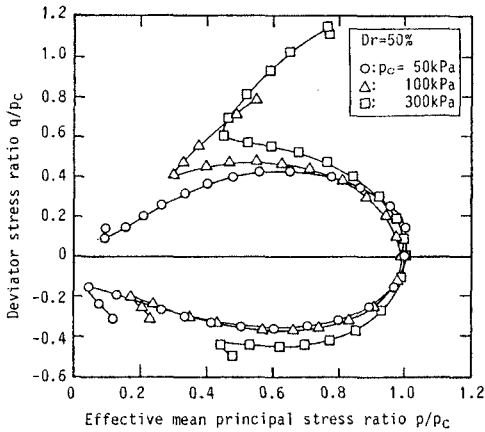


図-2 静的非排水有効応力経路(Dr=50%)

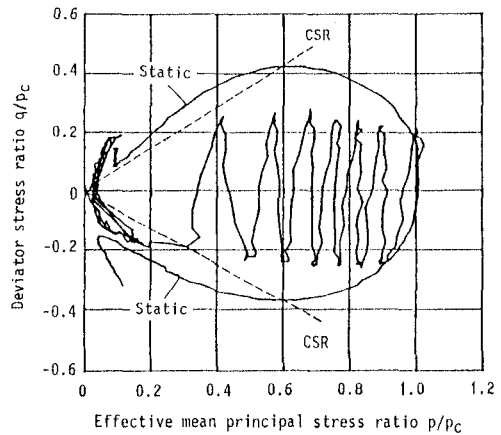


図-3 繰返し試験結果及び静的試験結果の対応

行った。図-3は $Dr=50\%$ のしらすについて有効拘束圧 $p_c=50\text{kPa}$ の静的及び繰返し試験から得られた有効応力経路を重ねて描いた図である。この図から、繰返し時の有効応力経路は静的有効応力経路における伸張側の軟化点での応力比 (CSR) に達すると同時に流動化現象 (Flow) を起こして瞬時に有効応力を失い液状化に至っていることが分かる。このように、繰返しせん断挙動と静的せん断挙動の間には良好な対応関係が認められる。一般に、等方圧密後の液状化破壊は伸張破壊であり、伸張側の静的有効応力経路にかなり依存していると考えられるため、静的有効応力経路においてその挙動が大きく変わる点に着目することは意味のあることであろう。そこで静的有効応力経路における伸張側の軟化点での軸差応力を非排水強度 q_t と定義し、繰返し応力比 q_{cyc}/q_t と繰返し回数 N の関係を初期有効拘束圧ごとにプロットしたものが図-4である。この図から拘束圧が異なるにも関わらず、この関係は一義的であることが明らかになった。このことより、液状化強度は伸張側の静的有効応力経路の軟化点での非排水強度 q_t と密接な関係にあることが示唆され、言い換えれば、ある拘束圧における静的有効応力経路を求め q_t を評価すれば、図-4からその拘束圧における液状化強度を求めることが可能であることを意味している。

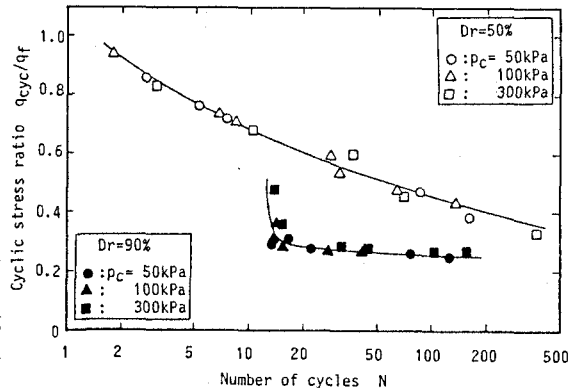


図-4 静的非排水せん断強度 q_t で正規化した繰返し応力比と繰返し回数の関係

5. 結論

本研究では、 $Dr=50\%$ と $Dr=90\%$ のしらすの非排水繰返し試験を種々行い、以下のような結論を得た。

- (1) $Dr=50\%$ の場合、拘束圧の増加に伴い液状化強度比の増加が見られた。一方、 $Dr=90\%$ の場合、逆に拘束圧の増加に伴い液状化強度比は減少する非常に特異な傾向が見られた。
- (2) 繰返し時の有効応力経路は静的有効応力経路における伸張側の軟化点での応力比に達すると同時に流動化現象を起こして瞬時に有効応力を失い液状化に至っていることが確認された。
- (3) 静的有効応力経路における伸張側の軟化点での軸差応力 (非排水強度 q_t) で正規化した繰返し応力比 q_{cyc}/q_t と繰返し回数 N の間には、拘束圧によらず一義的な関係が存在することが明らかになった。

参考文献

- 1) 兵動他：初期せん断を受けるゆるい飽和砂の非排水繰返しせん断挙動、第25回土質工学研究発表会講演概要集、pp. 743-746、1990。