

「入来」しらすの非排水繰返しせん断特性

鹿児島高専 正員 岡林巧 鹿児島高専 学生員 〇村田聡子
 鹿児島高専 学生員 真辺一郎 山口大学 正員 兵動正幸
 山口大学 正員 村田秀一 日本地研(株) 正員 小林 孝洋
 山口大学 正員 山本哲朗 復建調査(株) 正員 藤井照久

1. まえがき

1997年3月26日に、鹿児島県薩摩郡北部深さ8kmの地点に震源をもつ鹿児島県北西部地震(M6.5)が発生した。次いで同年5月13日には、前述の震源の南西約8kmの地点に震源をもつ鹿児島県第2北西部地震(M6.3)が発生した。この2つの地震により、鹿児島県北西部は、甚大な被害を受けた。地震災害の種類は斜面、道路、構造物、落石、液状化、堤防に大別できる。それらの中でも、薩摩郡入来町の液状化災害は、内陸山間部で発生した点で特異性を有する。本研究は、地震後原位置約2mの深さから採取した「入来」しらすの非排水繰返しせん断特性を考究するものがある。

2. 試験方法と試料の性質

試料の物理的性質は、 $G_s=2.455$, $e_{max}=1.614$, $e_{min}=0.996$, $U_c=26.2$, $D_{50}=0.27$ を示している。X線回折粉末試験による同定鉱物組成結果により、一般のしらすと判断される。試験は、電空圧サーボ式繰返し三軸システムを用いて行った。

3. 繰返しせん断特性

図-1 (a), (b) は、初期拘束圧 50kPa での繰返し応力比の違いによる代表的な軸変位、軸荷重および間隙水圧の時刻歴を示したものである。繰返し応力比の大きな図-1 (a)に示すように、繰返し初期より間隙水圧が発生し、その後の軸荷重の繰返し载荷により徐々に増加し、繰返し回数が約 5 回で間隙水圧のピーク値が初期拘束圧にほぼ等しくなり液状化に至っている。また軸ひずみ両振幅は、間隙水圧のピーク値が初期拘束圧にほぼ等しくなった時点から、急増することが分かる。一方、繰返し応力比が小さな条件では、図-1 (b) に示すように、繰返し回数の増加に伴う間隙水圧の蓄積の傾向は、終始緩やかであり、間隙水圧のピーク値が初期拘束圧にほぼ等しくなった時点で軸ひずみ両振幅が発生し、液状化に至る挙動は同様である。

繰返し応力比の違いによる繰返し有効応力径路を示したものが、図-2 (a), (b) である。繰返し応力比の大きな図-2 (a) に示すように、平均有効主応力は、繰返し回数の増加に伴い徐々に減少し、液状化に至る挙動を示すことが分かる。一方繰返し応力比の小さな図-2 (b) の場合も繰返し有効応力径路は、繰返し回数の増加に比べて平均有効主応力の減少の程度は小さいものの、ほぼ同様の挙動を示すことが分かる。

図-3 (a), (b) は、繰返し応力比の違いによる軸差応力・軸ひずみ関係を示したものである。繰返し応力の大きな図-3 (a) に示すように、軸差応力と軸ひずみの関係は、ある繰返し回数まではほとんど軸ひずみの増加は認めないが、間隙水圧のピーク値が初期有効拘束圧にほぼ等しくなった時点の繰返し回数から急増し、その結果せん断剛性が極端に低下する挙動を認めることができる。その程度は圧縮側に比べ伸張側の軸ひずみが卓越する傾向にあり、相対的に強い強度異方性を示している。また、繰返し回数の小さな条件の図-3 (b) にみられるように、繰返し応力比の大きな挙動とほぼ同等であるが、液状化に至るまでに軸ひずみが単調増加する傾向にある。

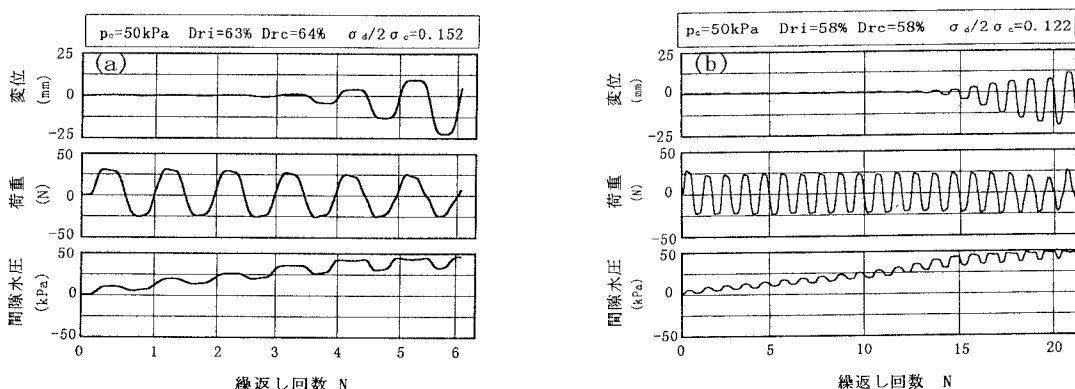


図-1 軸変位、軸荷重および間隙水圧の時刻歴

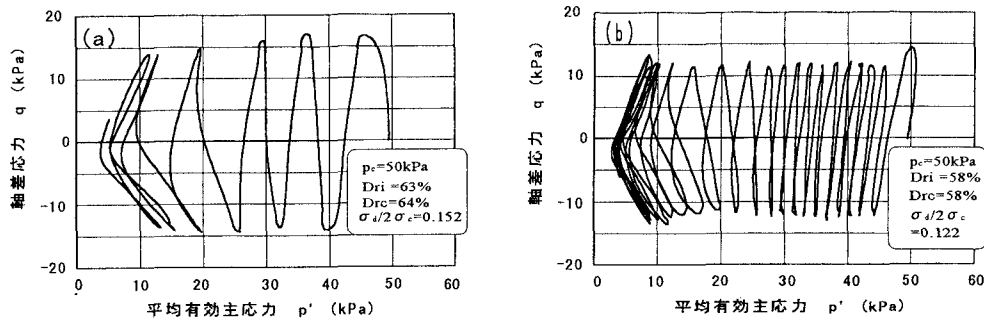


図-2 軸差応力と平均有効主応力の関係

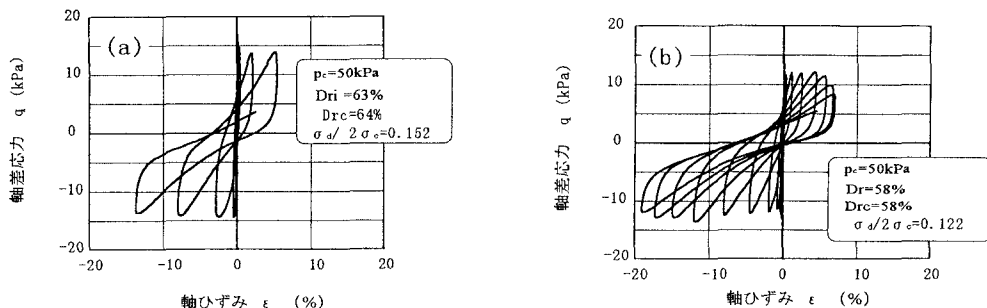


図-3 軸差応力と軸ひずみの関係

等方圧密状態での対称両振りの繰返しせん断を受ける砂質土の繰返し強度は、一般にひずみ両振幅 DA を生じるのに必要な繰返し応力比と繰返し回数の関係によって規定される⁹⁾。図-4 は、繰返し応力比と繰返し回数の関係をそれぞれ $DA=1, 2, 5, 10\%$ に関して示したものである。図において、1, 2, 5, 10%のひずみ両振幅は、繰返し応力比が大きくなるほど差が明瞭に見られ、繰返し応力比約 0.1 以下では、ほとんどそれらの差異は認められない。また同図中の豊浦砂の $DA=5\%$ と対比して分かるように、繰返し回数 20 回以下では「入来」しらすの方が豊浦砂より繰返し強度が大きい。一方、繰返し回数 100 回の繰返し強度はほぼ同等である。これらのことから、繰返し回数の比較的少ない回数における破壊の定義は、規定するひずみ両振幅に大きく左右されることになる。

間隙水圧/拘束圧と繰返し回数の関係を示したものが図-5 である。図から明らかなように、間隙水圧/拘束圧は、繰返し応力比の大きな条件ほど繰返し回数の増加とともに急増し、有効拘束圧と間隙水圧がほぼ等しくなって液状化に至ることが分かる。

4. あとがき

鹿児島県北西部地震により液状化災害を起こした入来しらすの非排水せん断特性を求めた結果、次のことが分かった。

- (1) 間隙水圧は、繰返し初期から発生し、その後繰返し回数の増加とともに徐々に増大し、最終的に初期有効拘束圧と等しくなる。
- (2) 軸ひずみ両振幅は、間隙水圧のピーク値が初期拘束圧とほぼ等しくなった時点から急増する。
- (3) 繰返し有効応力径路は、繰返し回数の増加とともに平均有効主応力が徐々に減少し液状化に至る。
- (4) せん断剛性は、間隙水圧のピーク値が、初期拘束圧に等しくなった地点から極端に低下する。
- (5) 繰返し強度は、繰返し回数 20 回以下で豊浦砂に比べて大きい、繰返し回数 100 回以上ではほぼ同等である。

【参考文献】

- 1) 岡林、兵動、安福、村田：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-28, pp.97-106, 1994

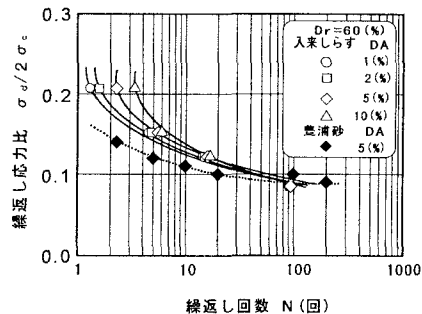


図-4 繰返し応力比と繰返し回数の関係

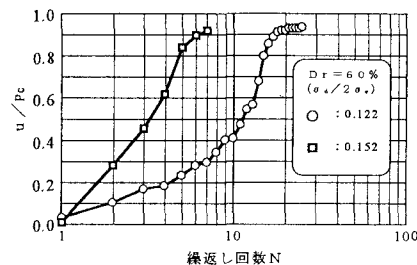


図-5 間隙圧/拘束圧と繰返し回数の関係