

液状化した二次しらすの繰返しせん断挙動

鹿児島高専 正員 岡林 巧 鹿児島高専 学生員○福山大樹
 山口大学 正員 兵動正幸 県立串木野高校 成尾秀仁
 山口大学 正員 村田秀一 九州大学 正員 安福規之

1. まえがき

九州における液状化履歴を有する地盤は、栗林ら¹⁾により過去約100年間の震害記録や、若松²⁾の液状化履歴図により特定されている。これらの文献によれば九州は国内のうち地震活動が低い地域と言えるが、震害記録の無い年代の地盤の液状化履歴は不明である。ここ数年の南九州における液状化履歴を有する地盤の現地調査により、液状化した二次しらす層が発見された。液状化した地盤の強度、変形特性を知ることは、地盤の周期性や地盤の永久変位に代表されるような大変形問題を考える上で非常に重要である。本研究は、液状化した二次しらすの繰返しせん断試験を行い、液状化履歴を有する地盤の強度、変形特性を考究するものである。

2. 試料と試験方法

試験に用いた試料は、鹿児島県肝属郡吾平町の液状化履歴を有する地盤から採取された二次しらすである。この二次しらすの液状化発生年代の特定は、現位置における地盤鑑定によりアカホヤ層にまで二次しらすが達していることから、6300年前の鬼界カルデラ時の地震によるものと考えられる。繰返しせん断試験は、空圧制御式繰返し载荷システムを用いて、周波数0.1Hzで振幅一定の正弦波軸荷重を非排水状態で圧縮側から载荷した。

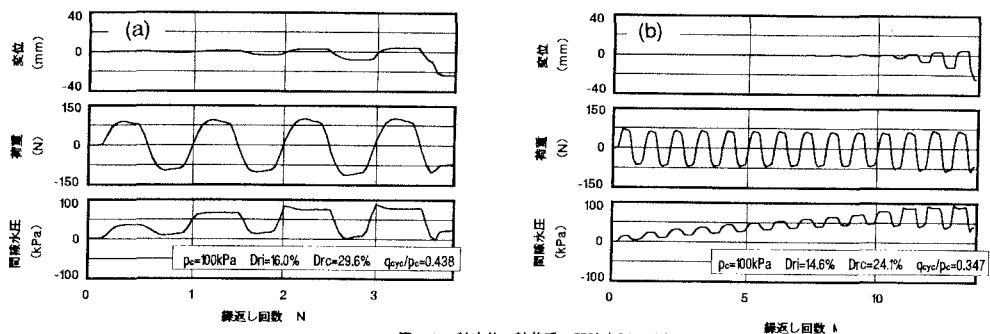


図-1 軸変位、軸荷重、間隙水圧の時刻歴

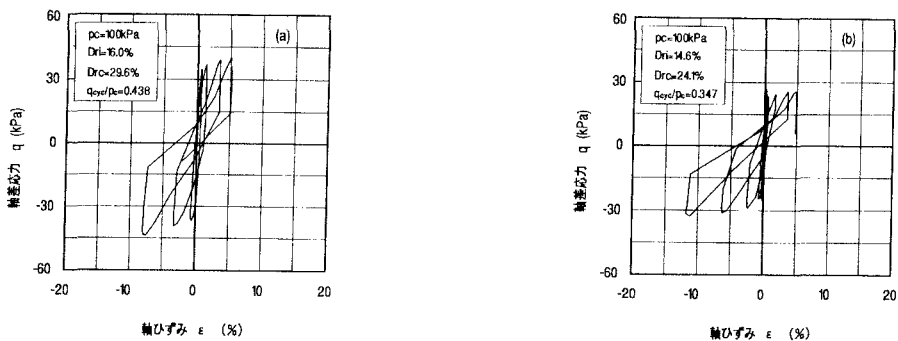


図-2 繰返し軸差応力と軸ひずみの関係

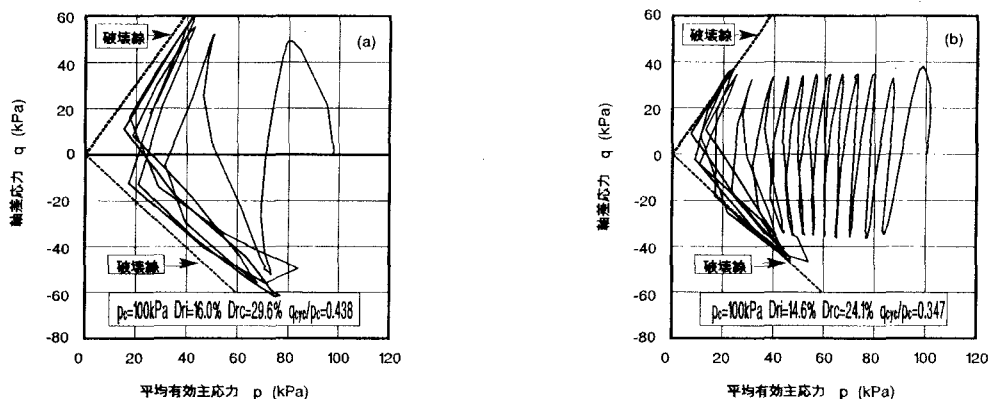


図-3 繰返し有効応力経路

3. 非排水繰返しせん断挙動

図-1は、初期有効拘束圧 $p_c=100\text{kPa}$ での繰返し応力比が小さなものと大きなものの典型的な時刻歴を示したものである。図-1(a)に示す繰返し応力比の大きな条件では、軸荷重が大きいことに起因して2波目ですでに間隙水圧のピークが初期有効拘束圧に達し初期液状化に至っている。一方、繰返し応力比の小さな図-1(b)では、間隙水圧の上昇は緩慢であるが徐々に蓄積し、間隙水圧が初期有効拘束圧に達した時点で軸変位が急増し液状化に至っている。繰返し軸差応力と軸ひずみの関係を示したものが図-2である。このゆる詰め状態の二次しらすのせん断剛性は、間隙水圧が初期有効拘束圧に達した時点で極端に低下する挙動を認めることができる。また、繰返し回数が増加するにしたがい、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。図-3は、繰返し有効応力経路を示したものである。いずれの繰返し応力比と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、単調載荷試験により定められた破壊線に沿った挙動を示し液状化に至っている。中でも、繰返し応力比の大きな条件の繰返し有効応力経路は、平均有効主応力の低下が著しい。等方圧密状態下での、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、一般にあるひずみ両振幅 DA を生じるに必要な繰返し応力比 q_{cyc}/p_c と繰返し回数の関係によって規定される。但し、この応力比は、一般に繰返し強度として用いられている応力比の2倍に相当するものである³⁾。図-4は、ひずみ両振幅 DA がそれぞれ2.5、10%に至るのに必要な繰返し応力比と繰返し回数の関係を示したものである。比較的小さい回数において $DA=2.5、10\%$ に対する強度曲線が異なることから、破壊の定義は規定するひずみ両振幅に大きく作用されることになる。これらのことから本液状化した二次しらすの繰返しせん断挙動は中密な砂に類似しているものと考えられる。

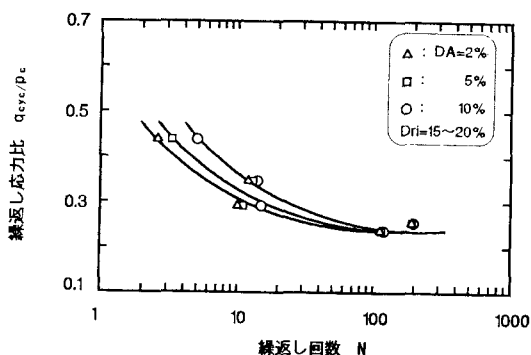


図-4 異なった軸ひずみ両振幅で破壊を規定した場合の繰返し応力比と繰返し回数の関係

図-3は、繰返し有効応力経路を示したものである。いずれの繰返し応力比と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、単調載荷試験により定められた破壊線に沿った挙動を示し液状化に至っている。中でも、繰返し応力比の大きな条件の繰返し有効応力経路は、平均有効主応力の低下が著しい。等方圧密状態下での、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、一般にあるひずみ両振幅 DA を生じるに必要な繰返し応力比 q_{cyc}/p_c と繰返し回数の関係によって規定される。但し、この応力比は、一般に繰返し強度として用いられている応力比の2倍に相当するものである³⁾。図-4は、ひずみ両振幅 DA がそれぞれ2.5、10%に至るのに必要な繰返し応力比と繰返し回数の関係を示したものである。比較的小さい回数において $DA=2.5、10\%$ に対する強度曲線が異なることから、破壊の定義は規定するひずみ両振幅に大きく作用されることになる。これらのことから本液状化した二次しらすの繰返しせん断挙動は中密な砂に類似しているものと考えられる。

4. あとがき

本研究では、等方応力状態にあるゆるい状態の液状化履歴を有する二次しらすの非排水繰返しせん断試験を種々行い考究した結果、液状化した二次しらすの繰返しせん断特性がほぼ明かとなった。

【参考文献】

- 1) 栗林栄一, 龍岡文夫, 吉田精一: 明治以降の本邦の地盤液状化履歴, 土木研究所報, No. 30, 1974.
- 2) 若松加寿江: 日本の地盤液状化履歴図, 東海大学出版会, 1991.
- 3) 岡林巧, 兵動正幸, 安福規之, 村田秀一: 乱した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.