

III-A 99

液状化した二次しらすの非排水単調せん断および繰返しせん断挙動

鹿児島高専 正員○岡林 巧 山口大学 正員 兵動正幸
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

ここ数年の現地踏査により、鹿児島県肝属郡内の沖積平野に臨むしらす台地において液状化跡が数カ所発見された。この液状化は大半が二次しらす層から発生しており、断面幅十数cmの砂脈状になって噴出している。内部には二次しらす層起源の砂粒子が詰まり、中には最大長約5cmの軽石や最大長約2cmの岩石が混在することもある。地震周期を数千年のスケールで考えれば、これまで言われて来たように南九州地域は必ずしも地震が少ないとは言えず、かなり大きな規模の地震が発生したものと推定される。本研究は、このようなことを踏まえ原位置調査を実施するとともに、液状化した二次しらすの非排水単調せん断および繰返しせん断挙動を考究するものである。

2. 火山噴出物の層序

本調査域に堆積する典型的な液状化履歴を有する火山噴出物の地層断面は、表土から黒色腐植土を挟んで池田湖テフラ(Ik)、鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)、桜島薩摩テフラ(Sz-S)、始良Tnテフラ(A-Ito)の順に堆積し、この始良Tnテフラである一次しらすの上には二次しらすが連続して堆積する。しらすは白色塊状の堆積物で径10cm以下の軽石、岩片を含みマトリックスはガラス質の火山灰で充填されている。本調査域での一般的な厚さは20~30cmである。二次しらすは円磨された軽石、岩石混じりの砂礫層と火山灰質のシルト層、砂層との互層で、場所によっては厚さ数十cmから数mまで大きく変化する。特にアカホヤは、南九州の表土近くに堆積する厚さ数十cmの火山噴出物で、わが国における最大規模の噴火とされている。この噴火は、鹿児島県本土南方海中の鬼界カルデラ（約6,300年前：縄文早期末）で発生し降下軽石の噴出に始まり、2回の火砕流噴出を伴う降下火山灰の堆積を有したことで知られている。

3. 試料および試験方法

本研究で用いた試料は、鹿児島県肝属郡内の沖積平野で採取された液状化した二次しらすである。試料の物理的性質は、 $G_s=2.493$ 、 $e_{max}=1.521$ 、 $e_{min}=0.971$ 、である。使用した試験機は、ひずみ制御式三軸試験機および空圧制御式繰返し三軸せん断試験機である。しらすは一般の砂に比較して粒子形状がかなり複雑であるだけでなく、粒子自体に間隙を多く有している。本研究では、ロート法¹⁾により供試体を作成しCO₂を通気した後、脱気水を通水しさらに背圧を50kPa負荷するものとした。この方法により供試体のB値は0.95以上を確認した。

4. 非排水単調せん断挙動

軸差応力と軸ひずみの関係を示したものが図-1である。いずれの初期有効拘束圧に関しても、特定の軸差応力（変相点応力）に至るまで軸ひずみはほとんど生じていないが、この応力を越えると急激に軸ひずみの増大が

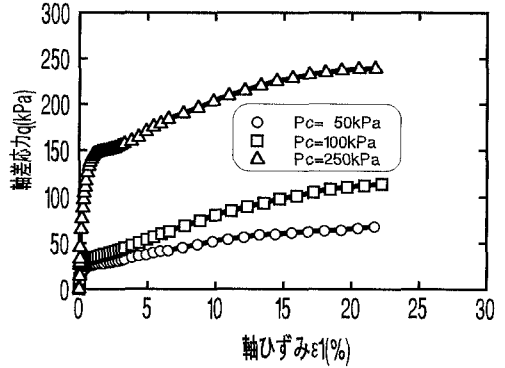


図-1 軸差応力と軸ひずみの関係

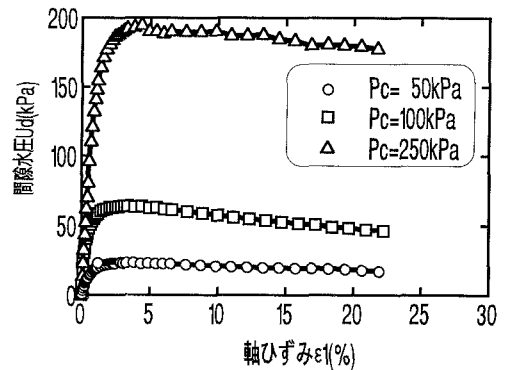


図-2 間隙水圧と軸ひずみの関係

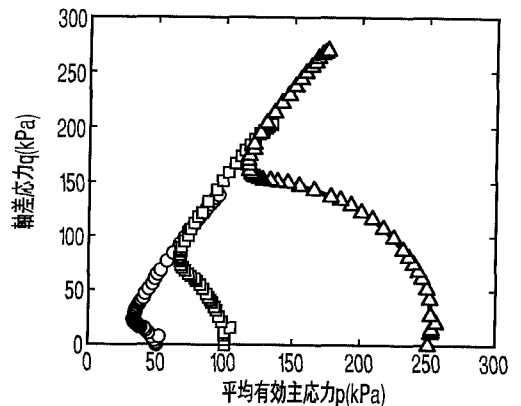


図-3 有効応力経路

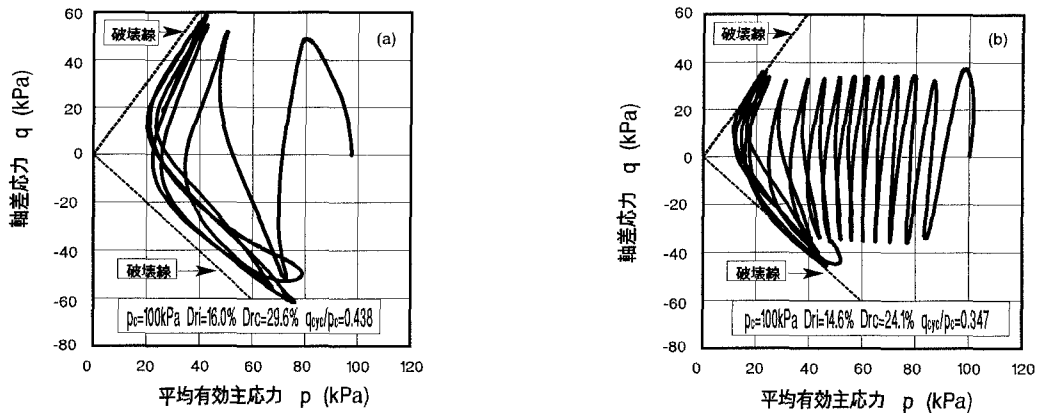


図-4 繰返し有効応力経路

確認できる。また、この変相点応力は、初期有効拘束圧が大きな条件ほど大きな値を示す傾向を認めることができる。間隙圧と軸ひずみの関係を示したものが図-2である。ここで定義する間隙水圧は、等方圧縮成分を引いたダイレイタンス成分による間隙水圧を表している。図から明かなように間隙水圧は、軸ひずみ約1%程度のせん断初期に初期有効拘束圧の大きなものほど大きな値を示してピーク値に達し、その後軸ひずみの増加と共に徐々に減少する傾向にある。有効応力経路を示したものが図-3である。いずれの初期有効拘束圧条件に関してもせん断初期に収縮傾向の挙動を示し、やがて変相点に至っている。非排水単調せん断時の平均有効主応力 p が初期有効拘束圧 p_c より小さい領域の挙動を収縮傾向と定義し、 p が p_c より大きい領域の挙動を膨張傾向と定義すると、有効応力経路は、せん断初期からひずみ硬化挙動を伴う収縮傾向を示した後、変相点を越えた時点から弱い膨張傾向を示している。

5. 非排水繰返しせん断挙動

繰返し応力比の異なる繰返し有効応力経路を示したものが図-4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、単調荷重試験により定められた破壊線にほぼ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。図-5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。ここで言う繰返し応力比は、 q_{cyc}/p_c を意味しており一般に繰返し強度として用いられている応力比の2倍に相当している。図から比較的小さな回数において $DA=2、5、10\%$ に対する強度曲線が異なることから、液状化した二次しらすの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が分かる。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一般の中密な砂に類似するものと考えられる。

6. あとがき

本研究では、液状化した二次しらすの非排水単調せん断および繰返しせん断挙動がほぼ究明できた。本研究は、平成6、7年度文部省科学研究費補助金（一般研究(C)：研究代表者岡林巧）の補助を受けた成果の一部であることを付記する。

【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-28, pp. 97-106, 1994. 9

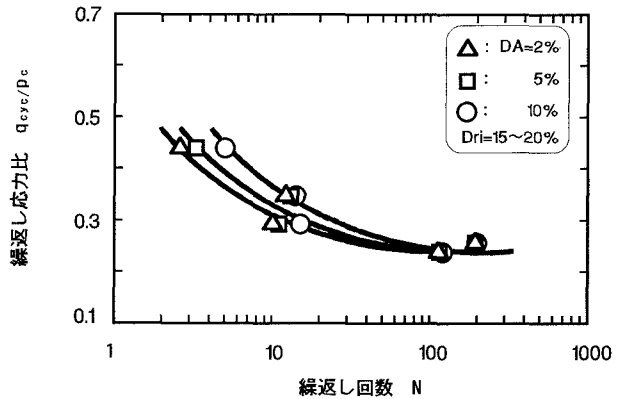


図-5 異なった軸ひずみ両振幅で破壊を規定した場合の繰返し応力比と繰返し回数の関係