

液状化した二次しらすの非排水せん断特性

鹿児島高専 正員 岡林 巧 鹿児島高専 学生員○松村龍朗
 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 県立串木野高校 成尾英仁

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。垂直断面での観察では下部ほど粗粒で、上部になるに従い細粒となることが多い。二次しらすの液状化の形態は、上部は大半がアカホヤ下面もしくは内部に達しているが、アカホヤ下位のローム層中で停止したものもある。このように、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、しかも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せん断特性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を図-1に示す。表土から黒色腐植土を挟んで池田降下軽石、アカホヤ、薩摩、しらす（入戸火砕流堆積物）、大隅降下軽石の順に堆積し、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mまで大きく変化する。

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、わが国における完新世を通じて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. 試料及び試験方法

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である。三軸試験方法を以下に述べる。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。また、豊浦砂に比較して細粒分も多く含んでいるため、一般に広く用いられている空中落下法による供試体作成法では、所定の相対密度を得ることや飽和度を向上させることが困難である。

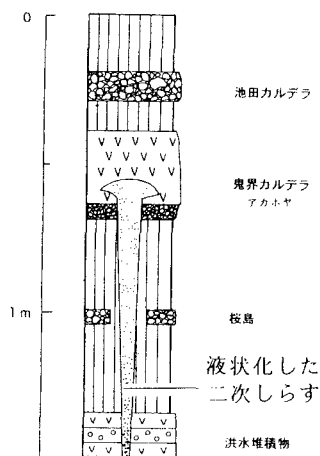


図-1 典型的な液状化履歴を有する地層断面

そこで、本研究では、ロート法¹⁾により供試体を作成し、 CO_2 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を確認した。

4. 非排水せん断挙動

(1) 軸差応力と軸ひずみ

いずれの初期有効拘束圧に関しても、特定の軸差応力に至るまで軸ひずみはほとんど生じていないが、その後軸差応力の増加に伴い、軸ひずみが徐々に増大する様子が確認できる。また、軸差応力は、軸ひずみ初期において急激にひずみ硬化した後ピークに達し、その後単調に軸差応力は増加している。軸差応力は、初期有効拘束圧が大きな条件ほど大きな値を示して定常値化する傾向にある。

(2) 間隙水圧と軸ひずみ

間隙水圧と軸ひずみの関係を示したものが図-3である。ここで定義する間隙水圧は、供試体下部に連結されている間隙水圧計の値から等方圧縮成分を引いたダイレイタンレー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正圧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。

(3) 有効応力経路

有効応力経路を示したものが図-4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弱い収縮傾向を示した後、変相点を越えた時点から強い膨張傾向を示している。

5. あとがき

本研究では、液状化した二次しらすの静的非排水せん断特性がほぼ究明できた。

【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り返しせん断挙動: 土木学会論文集NO. 499/Ⅲ-28, PP. 97-106, 1994,

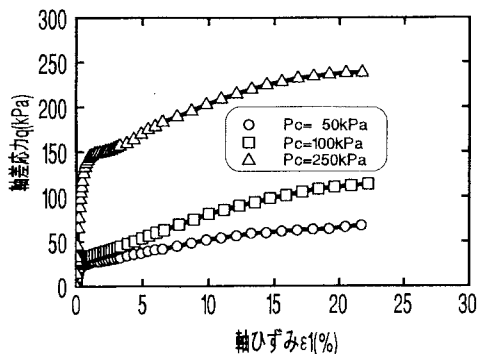


図-2 軸差応力と軸ひずみの関係

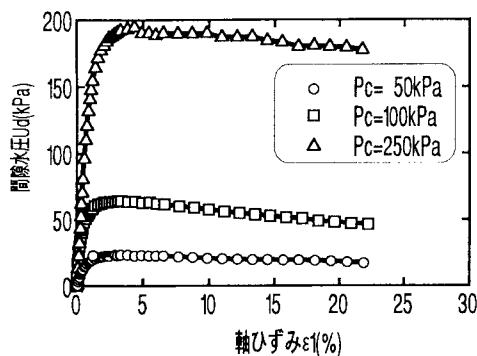


図-3 間隙水圧と軸ひずみの関係

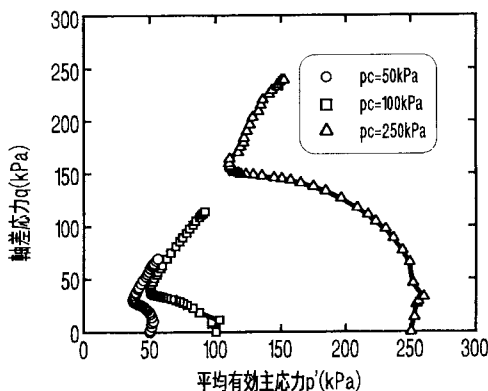


図-4 有効応力経路