

不飽和土用一面せん断試験装置を用いたせん断強度パラメータに関する一考察

鹿児島大学大学院 学生員 ○川畑 誠
鹿児島大学工学部 学生員 久澤 瞳
鹿児島大学工学部 正員 北村良介 城本一義

1 はじめに

シラス斜面は豪雨時にたびたび崩壊を起している。シラス斜面崩壊の大多数は表層すべり型であり、表層すべり型崩壊の厚さは、数十 cm ないし、1 m 内外である。崩壊原因として雨水・地下水等の浸透による土塊の自重、含水比の増加、及び、含水比の増加に伴う土粒子間における見掛けの粘着成分の低下があげられる。このことから、表層すべり型斜面崩壊を想定した安定解析を行うには低拘束圧下でのせん断強度パラメーター c 、 ϕ を求めることが必要となる。本報告では粒子間力に起因する見掛けの粘着成分の要因であるサクシオンを制御し不飽和土用一面せん断試験装置を用いた低拘束圧下のせん断試験を行い、含水比の変化によって見掛けの粘着成分 c がどのように変化するかについて調べる。

2 不飽和一面せん断試験装置

図 1 に不飽和一面せん断試験機(型式: DAT-197)のセル室内の概略図を示す。不飽和一面せん断試験装置のセル室内にせん断箱を設置し一面せん断試験を行う。最大 1MPa のセル圧計(間隙空気圧計・間隙水圧計・横圧計)によりサクシオン計測ができる。また垂直荷重計・せん断荷重計はそれぞれ最大 2kN まで計測できる計測機器を使用している。さらにエアースリンダ式垂直載荷装置を用いて垂直圧を制御し、せん断力載荷装置は DC サーボモータによる電動変位制御式を用いている。せん断量は $\pm 25\text{mm}$ 、せん断速度は $0.002 \sim 2.0\text{mm/min}$ まで制御することができる。体積変化計は最大 25ml であり、せん断方式は下部せん断箱移動式である。

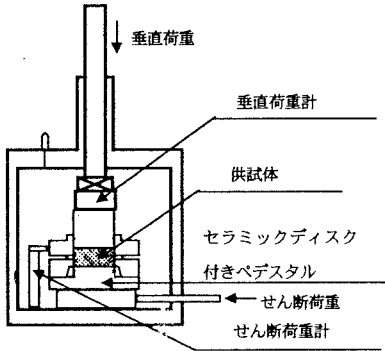


図 1 セル室内概略図

3 試験の概要

試料の物理特性を表 1 に示す。試料は鹿児島県日置郡松元町で採取した乱したシラスであり 0.85mm ふるい通過分を用いている。一面せん断試験の供試体は直径 6cm 高さ 3.5cm である。手順は、①圧密試験、②圧密過程、③サクシオン制御、④せん断過程である。

圧密試験で行った結果から式(1)を用いて各垂直応力ごとのせん断試験初期間隙比を求める。それを元に供試体を作製し、圧密過程では 15 分間圧密を行い、せん断過程ではせん断変位量が 7mm になるまでせん断を行う。サクシオン制御では間隙空気圧と間隙水圧を制御し所定のサクシオンになるようにして、体積変化計の計測値が 0.01ml/hour の変化がなければ平衡状態とみなした。

表 1 松元シラスの物理特性

	土粒子密度	有効粒径	均等係数	最大間隙比	最小間隙比	最適含水比
松元シラス	2.45(g/cm ³)	0.35(mm)	20.6	1.62	0.84	22.5 (%)

せん断試験の初期間隙比=目標とする圧密後間隙比($e = 1.43$) $\times \frac{\text{圧密試験の初期間隙比}}{\text{圧密試験の圧密後間隙比}}$ (1)

4 保水性試験

不飽和一面せん断試験においてサクシオンを制御する際に目安として、含水比とサクシオンの関係を知る必要がある。つまり、土の保水性試験を行う必要がある。

試験方法として加圧法（加圧板法）により排水過程での試験を行った。試料は乾燥させて 0.85mm ふり通過分を試験前に含水比が 21.1% になるように脱気水を混ぜたものを使用し、供試体は直径 6cm、高さ 3.5cm、間隙比 $e=1.43$ になるように締め固め法で作製した。

図 2 は保水性試験結果を示している。図を見てみると含水比が 25% 付近から 15% 辺りまで減少していくところでは、水分特性曲線のこう配が緩やかであり、サクシオンが徐々に増加している事がわかる。更に含水比が減少していくと水分特性曲線のこう配が急になり高いサクシオン値を示している。

5 試験結果の考察

初期間隙比を求めるために所定の含水比で圧密試験を行った。図 3 は圧密試験の結果である。圧密圧力は 30, 50, 80, 100kPa とした。垂直応力 0kPa の時のプロットは圧密前の初期間隙比である。式(1)にこの値を当てはめて、せん断試験の初期間隙比を求めた。

図 4 は一面せん断試験結果の一例である。せん断試験では所定のサクシオン (10kPa) を与え、せん断直前の含水比は 23.6%, 垂直応力は 31.4kPa となっている。所定のサクシオンに対する目標含水比へは、図 2 に示される水分特性曲線を参照して、吸水することによって達するようにした。

本試験は定体積一面せん断試験なので垂直変位は常に一定である。せん断応力はピークがあらわれていない。これは相対密度 $Dr=22\%$ であり、緩ぶめの状態であるためではないかと考えられる。垂直応力の変化については図から見るように初めに減少してその後増加に転じてせん断終了時まで増加し続けている。

6 まとめ

今回、不飽和一面せん断試験機を用いてサクシオンと間隙比を制御した一面せん断試験を行った。今後、多くの実験を行い、せん断強度パラメータ c , ϕ を求めて含水比と見掛けの粘着成分 c との関係を調べていきたい。

謝辞：本研究に対して科研費（地域連携：No.12792009、基盤（B）：No.13450196）の援助を受けた。足利工大の西村友良先生には試験手順に関して指導をいただいた。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 地盤工学会：土質試験の方法と解説，改訂編集委員会，pp.118-135，平成 12 年。
- 2) 地盤工学会：土質試験の方法と解説，改訂編集委員会，pp.563-600，平成 12 年。

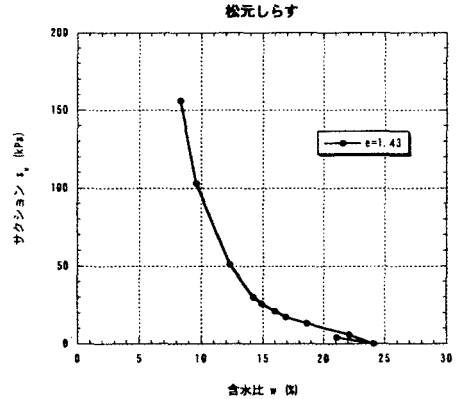


図 2 水分特性曲線

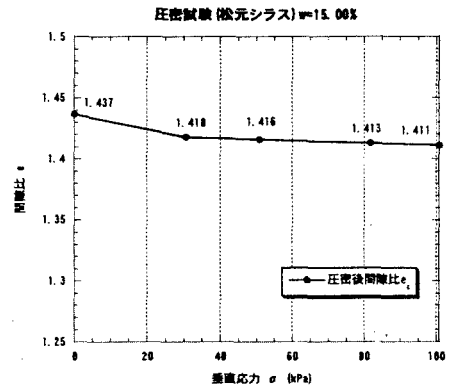


図 3 圧密試験結果

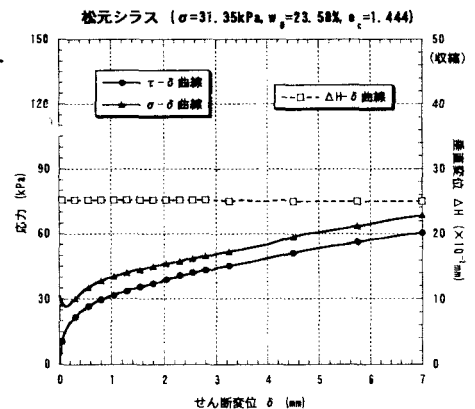


図 4 せん断変位による各応力と素直変位の変化