

鹿児島大学 学生会員 是枝 健太
鹿児島大学院 正会員 酒匂 一成

1. はじめに

近年、頻繁する集中豪雨が頻繁による斜面災害が多発している。降雨時の斜面の安定性の変化を定量的に評価するには、不飽和土のせん断強度特性を明らかにする必要がある。本論文では、サクシヨン制御が可能な一面せん断試験機を用いて、雨水浸透による斜面崩壊発生過程でのせん断強度パラメータの変化特性を明らかにするため、サクシヨン制御によって、供試体に給水させた後、定圧一面せん断試験を実施した。

2. 不飽和一面せん断試験の概要

今回使用する実験装置はサクシヨンを制御できる一面せん断機である。その試験機の概略図を図1に示す。本試験では、圧密を実施した後、セル圧（間隙空気圧 u_a ）と背圧（間隙水圧 u_w ）を制御し、供試体の水の給排水量がゼロとなった後にせん断を行う。本試験では、垂直応力 $\sigma = 100, 120, 150 \text{ kPa}$ の3条件で試験を行った。また、セル圧として 5 kPa の空気圧を負荷するため、横圧レギュレータを制御した。本試験機では、セル圧を負荷した際に、その構造上の問題により圧密時に載荷していた垂直荷重が減少する特徴がある¹⁾。表1にセル圧を 5 kPa 負荷した際の垂直応力の変化を示す。よって、本試験では、セル圧を負荷する際には、垂直応力が設定値 ($100, 120, 150 \text{ kPa}$) を保つように垂直圧レギュレータを制御した。サクシヨン制御は、セル圧と背圧との差 ($u_a - u_w$) で行い、今回はサクシヨン $s_u = 3.0, 1.0, 0.0 \text{ kPa}$ の3条件下で試験を行った。せん断過程については、サクシヨン制御後に実施し、せん断速度 0.2 mm/min で約 7 mm 変位した時点で試験を終了した。

今回用いる供試体には、豊浦砂を使用した。締固めは、含水比 8% のもと約 1 kg の締固め棒で一層 14 回、落下高さ 2 cm で三層締固めとし、高さ 3.5 cm 、直径 6 cm の供試体を作製した。作製された供試体のバラツキを把握するため、図2のように供試体作製後の含水比と間隙比について調べた。図2には、事前に供試体作製を試みた際の 14 個のデータとせん断試験（サクシヨン 3 kPa と 1 kPa ）に用いた供試体 6 個のデータが示されている。事前に作製された供試体 14 個の間隙比の平均は

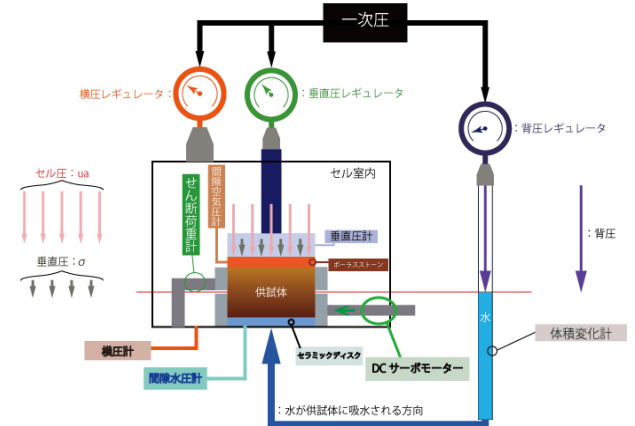


図1. 一面せん断試験機の概略図

表1. 垂直応力 σ の減少量

セル圧 0 kPa	100 kPa	120 kPa	150 kPa
セル圧 5 kPa	96.7 kPa	116.7 kPa	146.7 kPa

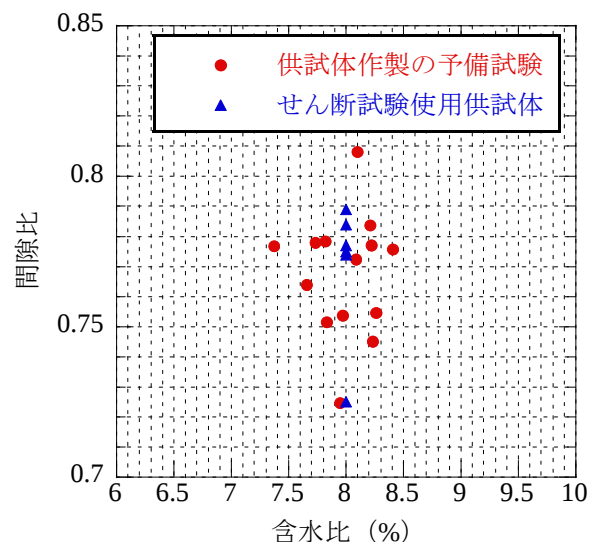


図2. 供試体作製時の含水比と間隙比

0.768 、標準偏差 0.02 のバラツキを持っていた。せん断試験に使用した供試体の間隙比も同様なバラツキを持ったものであった。

3. 試験結果と考察

図3にサクシヨン 3 kPa 時のせん断変位とせん断応力の関係を示す。せん断応力は、一度ピークを迎え、その後、一旦せん断応力の増加傾向は緩むが、せん断変

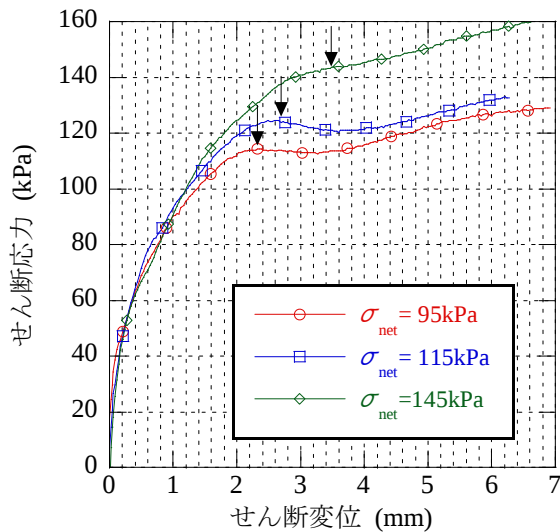


図 3. せん断変位とせん断応力の関係 ($s_u=3\text{kPa}$)

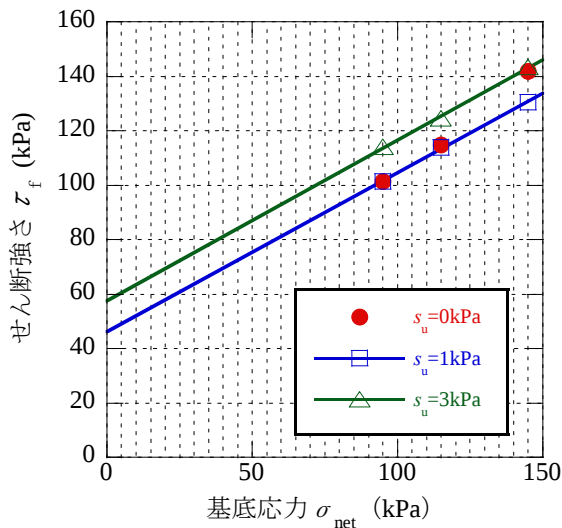


図 4. 各サクシヨン時の破壊規準

位が増加するとともに、せん断応力が再度増加する。せん断中の垂直変位は、一旦収縮した後に、膨張を続けていたこと、本試験機の垂直荷重計が加圧板側に付いていることなどから、正のダイレイタンスによる周辺摩擦により、垂直荷重が増加したことがせん断応力が増加し続けた原因の一つと考えられる。

今回は、最初にせん断応力がピークを迎えた点をせん断強さとして取り扱った。図 4 に基底応力とせん断強さの関係を示す。サクシヨン 0kPa、基底応力 145kPa のときのせん断強さを除けば、サクシヨン 0kPa と 1kPa のときのせん断強さに、ほとんど差が見られなかった。また、サクシヨン 3kPa のときのせん断強さが、全ての基底応力において最も大きくなっていることが分かる。

図 5 と図 6 にサクシヨンと見かけの粘着力および内部摩擦角の関係を示す。今回は、サクシヨン 0kPa、基底応力 145kPa のときのせん断強さのデータを除き、内

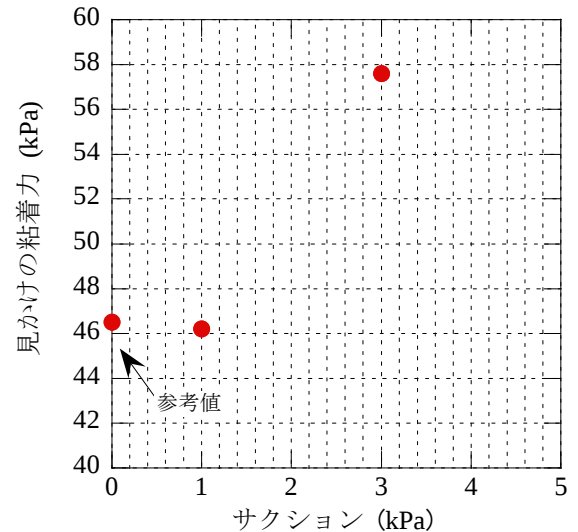


図 5. サクシヨンと見かけの粘着力の関係

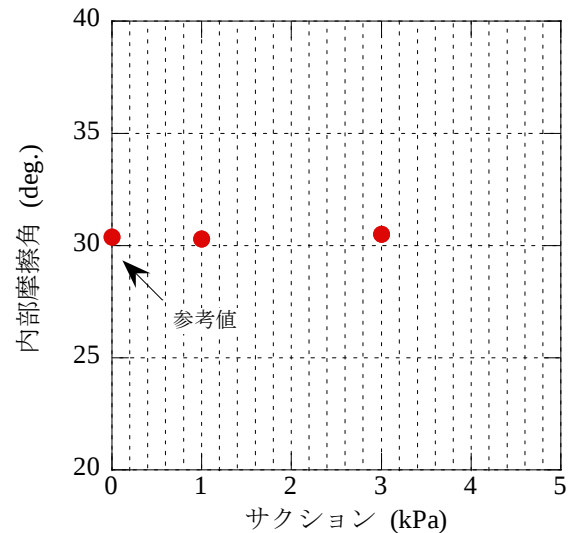


図 6. サクシヨンと内部摩擦角の関係

部摩擦角をサクシヨン 1kPa と 3kPa の平均値 $\phi=30.4^\circ$ として、サクシヨン 0kPa のときの見かけの粘着力を求めた。図より、サクシヨンが低下するとともに見かけの粘着力が低下していることが分かる。また、内部摩擦角については、サクシヨン 1kPa と 3kPa においてほとんど変化していないことが分かる。

4. おわりに

本論文では、サクシヨン制御が可能な一面せん断試験機を用いて、セル圧による垂直荷重の減少や供試体のバラツキに留意した試験を行った。今後、垂直荷重計の反力板側への設置やデータ蓄積が重要である。

謝辞：本研究は、科研費（若手 A）（24686056、酒匂）の支援を受けた。ここに、謝意を示す。

参考文献 1)三根達也：不飽和定圧一面せん断試験結果における基底応力の影響に関する一考察，平成 24 年度鹿児島大学卒業論文，pp.16-17，2012。