

サクシヨン変化に伴うしらすのせん断抵抗の低下

九州大学大学院 ○学 梅 村 順

九州大学工学部 正 落合 英俊 正 林 重 徳

1. はじめに: しらす地帯では、豪雨等に起因した斜面崩壊がしばしば発生する。このような崩壊は、雨水等の浸透に伴うせん断抵抗力の低下が一因となって生じる場合が多いと考えられ、このような観点から著者らは、締固めたしらすを対象に、一定せん断応力が作用しているもとで水浸した際のせん断変形状を実験的に調べた。その結果、破壊状態に至るまでかなりの時間、クリープ変形が進行するタイプがあることがわかった¹⁾。このようなせん断変形状は、実際の斜面で崩壊に至らない場合でも、斜面の緩みを生じて崩壊の素因を作り得ることを示すと考えられる。そこで本文では、このようなせん断変形状がサクシヨンと密接に関係していると考えて、締固めたしらす供試体に一定せん断応力を作用して安定させ、その状態から含水比を変化させたときのしらすのせん断抵抗の変化を調べたので、その結果について述べる。

2. 試料・装置・方法: 試料は、2000 μm 以下の乱したしらす(粒子密度: 2.549 g/cm^3)で、初期含水比は自然含水比である21%に調整した。用いた試験装置は、図-1に示す単純せん断型の試験装置である。供試体箱底部はセラミックディスクで、このディスクを介して供試体のサクシヨンを測定・制御できるようになっている。供試体は試料を水平打撃法でせん断箱に詰め、所定の垂直応力を作用させて静的に締固めて作成した。そして、供試体に所定の垂直、せん断応力を応力制御方式で作用させて、その状態から供試体下部から含水比1~2%毎に段階的に水を加え、サクシヨン、垂直およびせん断変位の経時変化を測定した。ここで、応力状態や含水比を変化させたときには、変位およびサクシヨンが平衡するまで静置し、また、水を加えるときには変形を拘束して行った。

3. サクシヨンとせん断抵抗の評価: 本文では、サクシヨン S_u を次式で評価した。

$$S_u = u_v - u_w \quad (1)$$

u_v : 間隙空気圧 ($u_v = 0$: 大気圧) および u_w : 間隙水圧である。また、供試体上面のせん断応力 τ_h は、

$$\tau_h = \{(\sigma_v + S_u) - \sigma_0\} \tan \phi_h \quad (2)$$

ここで、 σ_v : 供試体上面での垂直応力、 $\sigma_0 = c_s \cdot \cot \phi_h = 9.1 \text{ kPa}$ (c_s : みかけの粘着力) である。

4. 結果および考察: 前回の報告¹⁾では、自然含水状態であるせん断応力を作用させて平衡状態にあるしらすを水浸したとき、破壊状態に至る過程には図-2に示すような2つのタイプがあることを示した。図-3は、水浸実験で破壊状態に至る前にかなりのクリープ変形をした、Failure Iの応力条件のもとで含水比を増加させたときの結果の一例で、各含水比段階でのサクシヨン、せん断ひずみおよび垂直ひずみの経時変化を示したものである。せん断応力を作用させた初期含水比 $w_0 = 21\%$ のとき、せん断ひずみと共にサクシヨンが増加するが、時

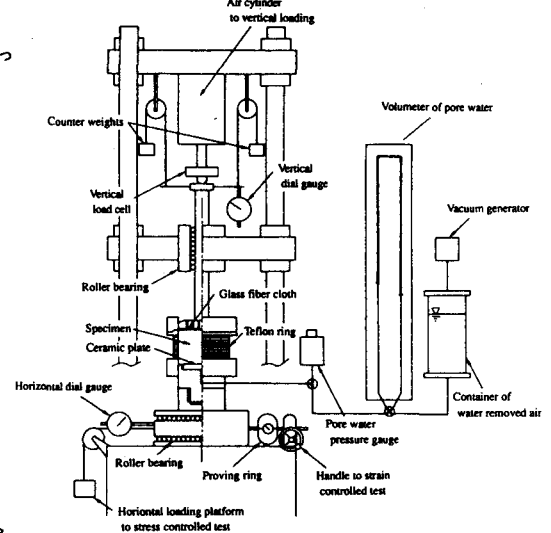


図-1 試験装置の概要

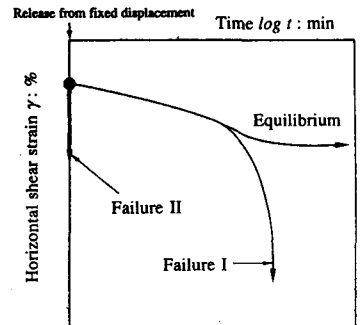


図-2 水浸に伴うしらすの変形過程

間が経過するとせん断ひずみとサクシオンはほぼ一定値に落ち着き、垂直ひずみが一時的に膨張側に变化する。これは、平衡状態が崩れてせん断ひずみが増加し始めると、まずサクシオンがせん断抵抗力の増加に寄与し、後半では応力の再分配が行われて新たな状態のもとで平衡状態になることを示していると考えられる。その後サクシオンの低下に対応してせん断ひずみが徐々に増加するが、 $w=27\%$ になるとせん断ひずみの増加が大きくなり始める。このときのサクシオンはほぼ一定値であるが、垂直ひずみが収縮側へと進み始めており、サクシオンの低下に伴って土構造の崩壊が生じ、これがせん断変形を大きく進める引き金になったと考えられる。

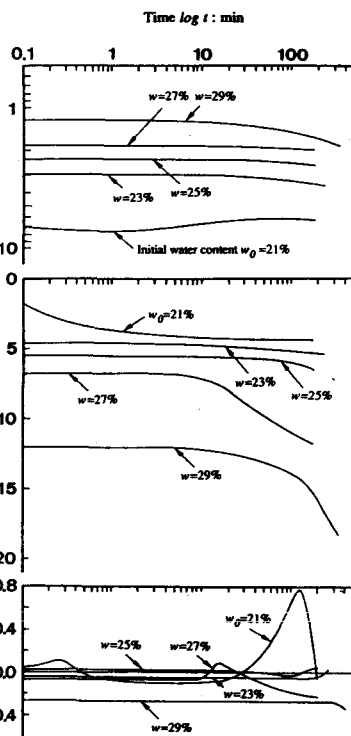


図-3 Failure Iの条件での
実験結果例
締固め応力:117.7kPa
 $\sigma_v=39.2\text{kPa}, \tau_h=17.2\text{kPa}$

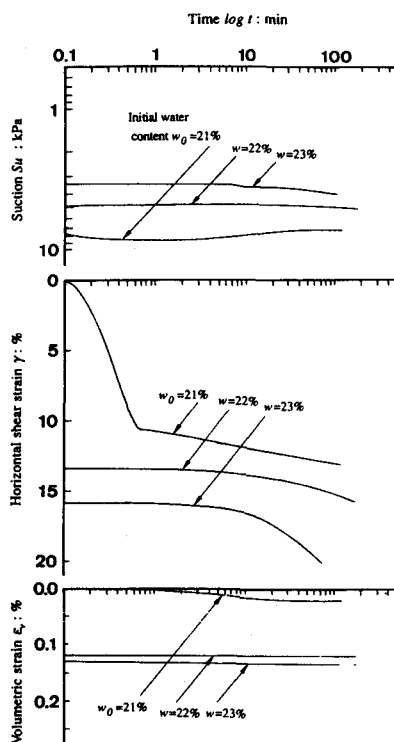


図-4 Failure IIの条件での
実験結果例
締固め応力:117.7kPa
 $\sigma_v=39.2\text{kPa}, \tau_h=22.1\text{kPa}$

また図-4は、Failure IIの結果の一例で、Failure Iの $w=27\%$ で認められた傾向が $w_0=21\%$ の後半で見られ、Failure IとIIの機構の違いはないようである。図-5は、サクシオンの変化に伴う応力経路である。サクシオンと共に有効垂直応力は減少し、大きなせん断変形はほぼ図中に示した線に達したときに始まる。この線は、締固め時と試験時の垂直応力が同じ供試体の自然含水比のときの最大せん断応力線とほぼ一致する。これは、時間を考慮しなければ、せん断応力を受けている状態で水浸されれば締固めの度合いによらず変形が大きく進むことを示しており、実際の盛土斜面等では注意が必要であろう。

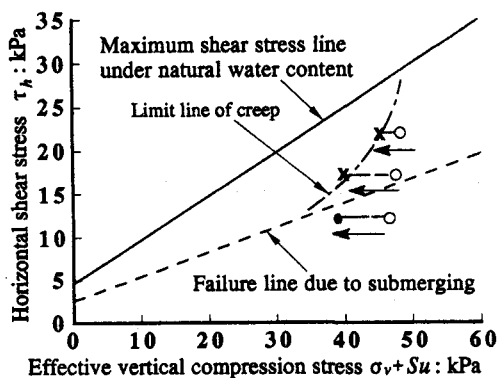


図-5 サクシオンの変化に伴うせん断
抵抗の低下と水浸に伴う破壊線

5. まとめ: 1)せん断変形が大きく進むのは、サクシオンの低下に伴う土構造の崩壊が引き金になってい
る。 2)サクシオンの変化に伴う大きなせん断変形は、供試体の締固め応力によらない。

最後に、(有)永工業には試料採取に御協力戴いた。また、本研究は文部省科学研究費一般研究(B)(課題番号04452228)の補助を受けた。ここに記して、感謝の意を表する。

参考文献 1)梅村他:第27回土質工学会研究発表会講演集, 1992。 2)落合他:土木学会西部支部研究発表会概要集, 1978。 3)福田:土質工学会論文報告集, vol.18. No. 3, 1978。