

CS-1

テンシオメーターによるサクシオン計測誤差に関する一考察

鹿児島大学大学院(鹿児島県) 学生員 宮本裕二
鹿児島大学工学部 正会員 北村良介

1. はじめに；鹿児島県を含む南九州にはしらすと称する火砕流堆積物が広く分布しており、しらす等からなる斜面では梅雨期、台風襲来期の集中豪雨によってしばしば崩壊が発生している。このような斜面崩壊の直接的誘因の一つに地盤への雨水浸透による含水比および自重の増加が挙げられる。北村らはこのような現象を定性的・定量的に評価するため、テンシオメーターを用いたサクシオンの現地計測を行っている¹⁾。また、土槽実験²⁾によりテンシオメーターを用いたサクシオン計測の温度の影響について考察している。一方、土質力学を土粒子レベルより検討するために間隙モデルを提案し、水分保持特性について温度依存性があることを示している³⁾。本報告ではテンシオメーター、温度の計測結果を比較し、テンシオメーターによるサクシオン計測の温度影響について若干の考察を行う。

2. テンシオメーターによるサクシオン計測；

著者らが現地計測¹⁾で用いたテンシオメーターは、土中のサクシオンを計測しそれを電圧として出力する装置であり、図-1に示すようにセラミック製のポーラスカップ(透水係数 $=9.48E-7$ [cm/sec.], 空気侵入値 $=265.6$ [kPa]), アクリル製円筒, 上端の圧力計からなる。テンシオメーターの利点は、現場で直接サクシオンを測定することが可能であり、本研究の目的であるしらす地盤表層部のサクシオン計測に適し図-1 テンシオメーターの概略

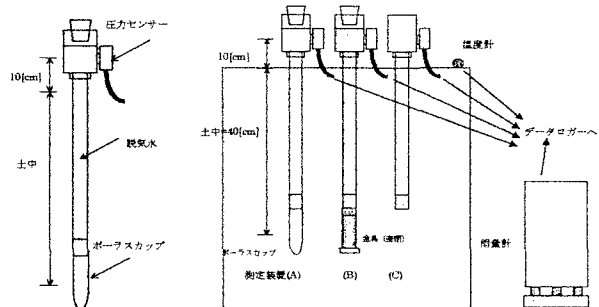


図-2 実験装置の概略

ている。しかし、脱気水の補給、長期の計測に

よる脱気水への空気の侵入などで計測誤差を生じることが考えられる。また、テンシオメーター上部内の空気が日射等の影響を受けることにより、膨張・収縮し計測誤差を生じることとも考えられる。よって、サクシオンの計測結果において温度計測に見られる日周期的な変化が現れる場合がある³⁾。

3. 土槽実験；テンシオメーターによるサクシオン計測値と温度変化に相関が見られるため土槽実験

²⁾によって検証を行った。実験装置の概要を図-2に示す。土槽内にしらすを投入し、鹿児島大学構内に設置した。テンシオメーター(計測装置(A)), ポーラスカップを金具に置き換え下部を密閉(計測装置(B)), 上部下部ともに栓(脱気水)なし(計測装置(C))をそれぞれ深さ40[cm]に設置した。また、土槽表層部で気温を計測し、土槽と隣接して雨量計を設置し、10分毎に計測装置(a),(b),(c), 気温, 雨量をそれぞれ自動計測した。計測結果を図-3に示す。図-3の計測値Aは、テンシオメーターでの計測結果である。

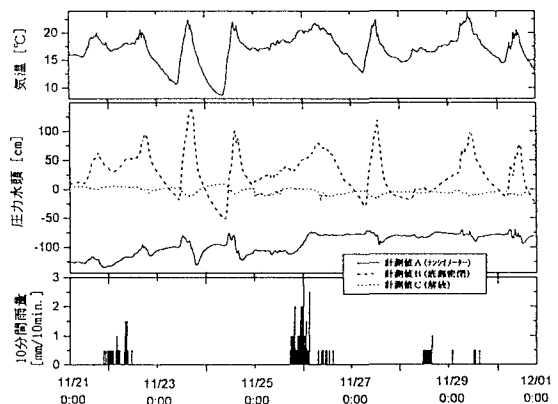


図-3 計測結果(1997年11月)

Key words；不飽和土, 浸透, テンシオメーター, 温度, 相変化。

連絡先：鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科, Tel.099-285-8473, Fax.099-258-1738。

降雨時に圧力水頭が正の方向に増加し、雨水浸透によるサクシンの減少が確認できる。しかし、11月23日から25日にかけての晴天時にもサクシンが変動している。蒸発等の影響もあると考えられるが、この日周期的変化は気温の変化に対応していて、底部を密閉している計測値Bにおいて特に顕著である。また、大気圧に解放している計測値Cにおいても若干圧力水頭は変化しているが、ほぼ0[cm]を示しているため圧力センサーの温度による電気抵抗の変化等の影響は少ないと考えられる。

4. 計測結果の補正；テンシオメーター上部の空気は、媒介である脱気水と接しているため飽和水蒸気（湿度=100%）として存在している。水蒸気と水の相変化⁴⁾は図-4の蒸気圧曲線（温度と圧力の関数）で表され、次式により示される。

$$P = \exp \{A - B/T + C \cdot \ln(T)\} \cdots (1)$$

ここで、P:圧力、T:温度、A,B,C:物質により決まる定数（水の場合、 $A=50.1862, B=6.5789 \cdot 10^{-3}, C=-4.3285$ ）。

式(1)で、温度が ΔT 変化するとそれに伴い圧力も ΔP 変化する。よって式(1)により平均気温を基準として図-3の計測値Aの補正を行った。結果を図-5に示す。

また、計測装置(B)は、主に温度変化による装置内の空気の膨張・収縮による圧力変化が計測値に関係すると考えられる。図-6に図-3の計測値Bと気温の関係を示す。この相関性より、温度と計測値Bの関係を1次式で表し、平均気温を基準として計算した補正結果を図-7に示す。図より温度影響はほぼ補正されていることが分かる。

5. まとめ；本報告では、テンシオメーターによるサクシン計測の温度影響について補正等の検討を行った。現地計測において、計測精度や計測誤差の許容範囲は対象によって異なるが、本装置を用いて正確なサクシンを求めるには、温度等による計測誤差を補正する必要がある。今後、計測誤差の減少に努め、斜面崩壊予知システムの開発を目指したい。

本研究は科研費（基礎研究(B)、代表；北村良介）の援助を受けた。

参考文献；1) 北村、宮本ら；しらす地盤における伝熱・浸透挙動の現地計測とその一考察、第15回日本自然災害学会学術講演会講演概要集、pp.43-44、1996.11。2) 佐藤、北村、宮本；テンシオメーターを用いたサクシン計測における温度の影響について、平成9年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.538-539、1998.3。3) 宮本、北村、佐藤；不飽和土の浸透・蒸発挙動の温度依存性について、平成9年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.536-537、1998.3。4) 宮本、北村；不飽和土中の間隙流体の相変化について、平成6年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.536-537、1995.3。

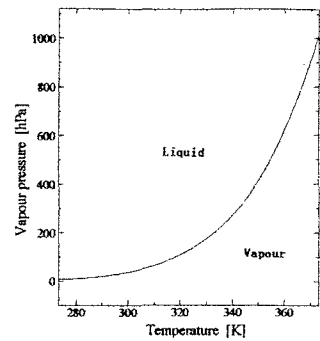


図-4 蒸気圧曲線

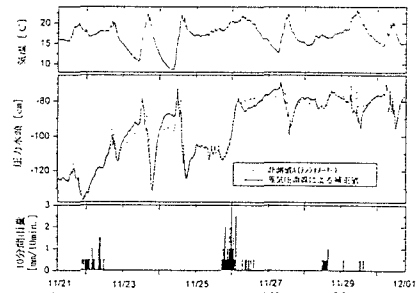


図-5 蒸気圧曲線による計測値Aの補正結果

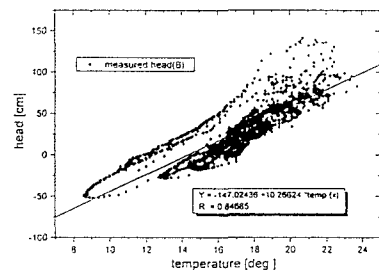


図-6 計測値Bと気温の関係

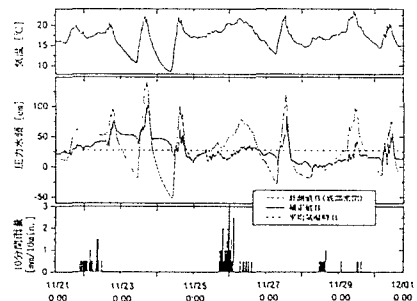


図-7 温度-計測値の1次式による計測値Bの補正結果