

テンシオメーターを用いたサクシオン計測における温度の影響について

鹿児島大学大学院 学生員 佐藤公洋
 鹿児島大学工学部 正会員 北村良介
 鹿児島県出水土木事務所 正会員 宮本裕二

1.はじめに

北村研究室では鹿児島県で発生する斜面崩壊の予知手法の確立、適切な防災対策の提言を目指した研究を行っている¹⁾。その中で、土中のサクシオンの測定は重要な位置を占めている。サクシオンの測定はテンシオメーターによって測定している。しかし、テンシオメーターによる測定値は温度による誤差を含むことが室内土槽実験によって明らかにされている²⁾。本報告では、温度変化がテンシオメーターによるサクシオンの測定値に及ぼす影響を調べるため、屋外土槽による計測を行い、計測結果について若干の考察を加えている。

2.土槽実験装置と実験の概要

図-1 に示すように、装置は土槽(直径:58cm,高さ:87cmのドラム缶)、土槽内に設置された3本のテンシオメーター、土中温度計、雨量計、それらの計測データをファイルするデータロガーから成り立っている。土槽底部には直径6cmの排水孔が設けられている。また、土槽内にはしらすを深さ70cmまで投入している。温度計は10、20、30、40cmの深さに埋められ、気温も測定している。図-2は3本のテンシオメーターの概略図である。Aはサクシオン測定時と同じ状態の40cmのテンシオメーターであり、パイプの中には脱気水が入っている。Bは下端のセラミック製のポーラスキャップをはずして、パイプ内の脱気水とその上の空気を密封した状態のテンシオメーターである。Cは上端のシリコンゴム栓と下端のポーラスキャップをはずし、上下端を解放した状態のテンシオメーターである。Bの状態は、温度変化によるアクリル製パイプの膨張・収縮、パイプ上端部の空気の膨張・収縮の影響を調べるために設定している。また、Cの状態は、温度変化が圧力センサーに与える影響を調べるために設定した。データロガーにファイルされたデータはノート型パソコンによって回収し、処理を行っている。

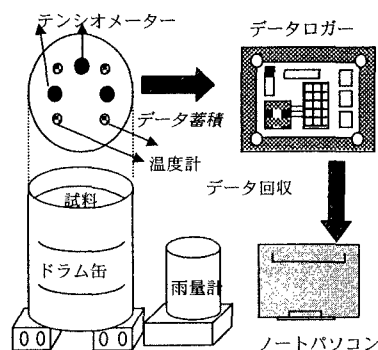


図-1 計測装置

3.測定結果と考察

図-3は1997年11月のテンシオメーターの圧力、気温、土中温度の変化、時間雨量を示している。図-4は図-3の晴天時(11月1-5日)のものを取り出し、拡大したものである。図-5は図-3の雨天時(11月20-25日)のものを取り出し、拡大したものである。図-3,4のテンシオメーターC(大気圧開放)の測定結果から、圧力センサーは温度の影響をほとんど受けないこと、テンシオメーターB(密封)の変化は、ほぼ気温の変化と対応しており、最低温度の時に圧力が最高、最高温度の時に圧力が最低を示していることがわかる。このことは、温度変化によるパイプ上端部の空気の膨張・収縮よりパイプの膨張・収縮の影響が大きいことを示している。晴天時の温度、土中温度は日周期で変化すること、最低・最高温度の生じる時刻は熱伝導に要する時間だけ遅れること、地表面に近いほど温度変化が大きいことがわかる。図-3,5より、雨天時は気温、土中温度ともに変化が小さいことに対応して、テンシオメーターB(密封)の圧力も変化していない。また、テンシオメーターA(通常)の圧力は11月25、26日の総雨量40mmの降雨でサクシオンがゼロ近くになっている。このことは、雨水の浸透により、深さ40cm付近の土はほとんど飽和したことを示している。

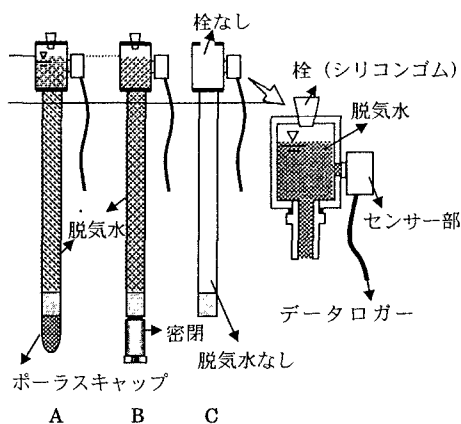


図-2 テンシオメーター概略図

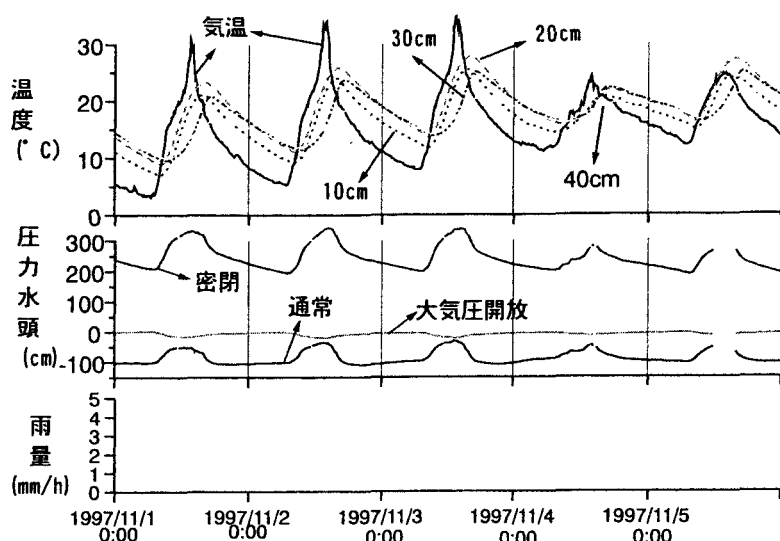


図-3 計測結果 (その 1)

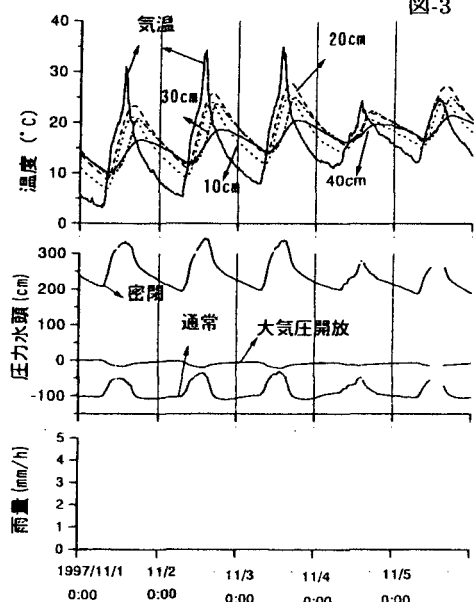


図-4 計測結果 (その 2)

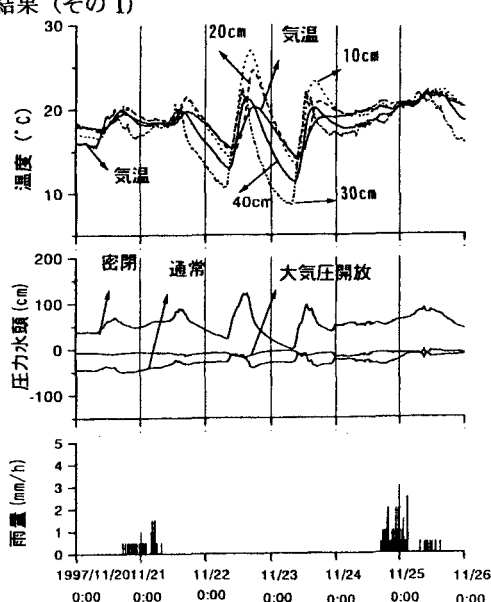


図-5 計測結果 (その 3)

4. あとがき

本報告では、テンシオメータによるサクシオン計測における温度変化の影響を調べるために屋外土槽実験を行った。その結果、温度変化による圧力センサーの変化は無視できること、アクリル製パイプの膨張・収縮が計測結果に影響を与えていることがわかった。土中の相対湿度、熱伝導率、誘電率、放射性同位元素 (RI) の減量等による間接的なサクシオン (負圧) 計測のためのキャリブレーション用にテンシオメータを用いる場合は、正確なサクシオンの値が必要であり、計測誤差の精密な補正が必要である。しかし、斜面崩壊予知を目的としたサクシオンの計測に限れば、計測の簡便さを考慮し、補正無しで実用に供してもいいのではないかと考えられる。

本研究に対して、科研費 (基盤研究 (B))、代表: 北村) の援助を受けた。ここに、謝意を表します。

(参考文献) 1) 例えば、北村: 熱的性質を考慮した不飽和土の力学特性のモデル化に関する研究、平成 7 年度科研費報告書、1996。2) 宮本ら: 不飽和土の浸透・蒸発挙動の温度依存性について、平成 9 年度土木学会西武支部研究発表会、1998 (投稿中)。