

テンシオメーターによる現地計測のためのキャリブレーションについて

鹿児島大学工学部 学生会員○深見健一
 鹿児島大学大学院 学生会員 中野裕二郎
 鹿児島大学工学部 正会員 城本一義
 鹿児島大学工学部 正会員 北村良介

1.はじめに

鹿児島県は多くの火山を有し、火山噴出物が広く分布している。その中の代表的な堆積物としてシラスがある。シラス地盤では、梅雨期、台風襲来期の豪雨時に斜面崩壊や土石流が発生している。降雨による斜面崩壊の要因には、土塊自重の増加、サクシジョンの低下による見かけの粘着性分の低下、地下水位の上昇等が挙げられる。斜面崩壊予知技術開発の第一歩として斜面のサクシジョン分布を知るための現地計測が必要である。サクシジョンを計測するための装置の一つにテンシオメーターがある。本報告では、現地にテンシオメーターを設置する前に行わなければならないキャリブレーションについての若干の考察を加えている。

2 テンシオメーターの各種キャリブレーション

2.1 テンシオメーターについて

図1は本研究で用いたテンシオメーターである。テンシオメーターは、土の負の間隙水圧を測定する際に用いる装置である。下端にセラミック製のポーラスカップがありその上にアクリル製のパイプと水タンク部分が繋がり水タンク部分に圧力センサーが付いている。現地計測中の気泡発生を防ぐため、脱気水を使用し現地計測を行う。また、ポーラスカップを飽和させるため、設置する前にポーラスカップを十分に脱気処理することも重要である

2.2 空気侵入値

テンシオメーターは、水を媒介として圧力を測定するため、測定限界は、-98.0kPaである。つまり、ポーラスカップの空気侵入値は少なくともテンシオメーターの測定限界-98.0kPaは確保する必要がある。本試験では、ポーラスカップに200kPaの加圧を行い、ポーラスカップに空気が侵入しテンシオメーターの測定範囲に影響するか調べる試験を行った。図2にポーラスカップの空気侵入値を調べるための試験装置を示す。これは、ポーラスカップに圧力を加え、アクリルパイプ内の脱気水の移動を調べる装置である。本試験では200kPaの加圧に対し、アクリルパイプ内の水の移動が見られなかったため、ポーラスカップがテンシオメーターの測定範囲には影響しないということがわかった。

2.3 校正係数

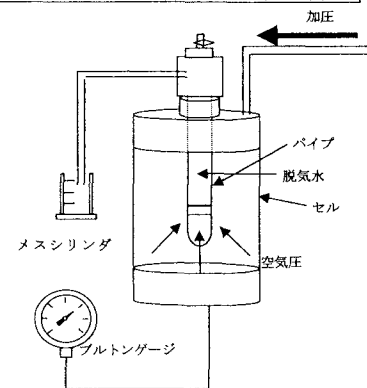
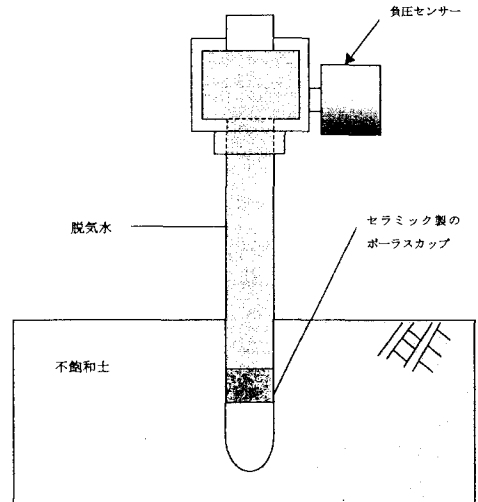


図2 空気侵入値試験

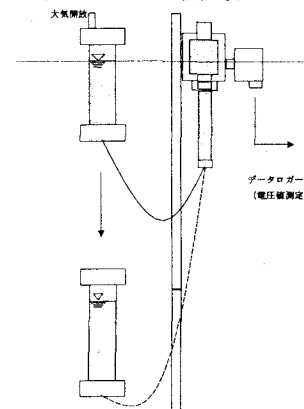


図3 圧力センサーのキャリブレーション

本研究室で用いているテンシオメーターの圧力センサーは、土中のサクシヨンの変化を読み取り電圧値で出力している。この電圧値を圧力水頭に変換するには校正係数が必要である。よって各圧力センサーのキャリブレーションを行い、校正係数を求めなければならない。図3は、センサーにかかる水頭差を0cm～100cmまで10cm単位で変化させ、校正係数を求める装置の概略図を示している。圧力センサーはデータロガーにつながっており、水頭差の変化による電圧値の変化をデータロガーが読み取り記録する。y軸に電圧値、x軸に水頭差をとり電圧値と水頭差の関係のグラフを表したのが図4である。図4では各圧力センサーの校正係数を求める試験結果が示されている。得られた圧力センサーの校正係数はそれぞれ1000(cm/V)である。

2.4 圧力センサーについて

図5はテンシオメーターの水位と圧力を示している。力のつりあいより次式が導かれる。

$$\frac{P_0}{\rho g} + h_1 + h_2 = \frac{P_2}{\rho g} \cdots \cdots ① \quad \frac{P_1}{\rho g} + h_2 = \frac{P_0}{\rho g} + h_1 + h_2 \cdots \cdots ②$$

式①、②より

$$\frac{P_2}{\rho g} - h_2 = \frac{P_1}{\rho g} \cdots \cdots ③$$

③のように、センサー受圧部での圧力は、ポーラスカップ中心部での圧力水頭にセンサー受圧部からポーラスカップ中心までの高さを引いた値となっている。水タンク部分に空気が入ると測定にタイムラグが生じるがテンシオメーターの水面位置がセンサー受圧部より上であれば③式によって土中のサクシヨンの圧力センサーによって計測される。

3. 土槽試験

現地にテンシオメーターを設置する前に含水比が既知な土槽にテンシオメーターを設置し、サクシヨンの計測を行った。土槽にテンシオメーターを設置し24時間後のサクシヨンを計測する。図6には土槽試験結果と事前に保水性試験によって得られた排水過程の結果を示している。図6より、土槽実験結果は保水性試験の排水過程における水分特性曲線の結果に近い値を示していることがわかる。

4. おわりに

本報告では、テンシオメーターを用いた現地計測のキャリブレーションについて考察を加えた。現地計測を行うときは、測定データの信頼性を確認するため、このような自前のキャリブレーションが必要である。本研究は科研費基盤(B)(2)(代表：北村)の援助を受けた。ここに謝意を表します。

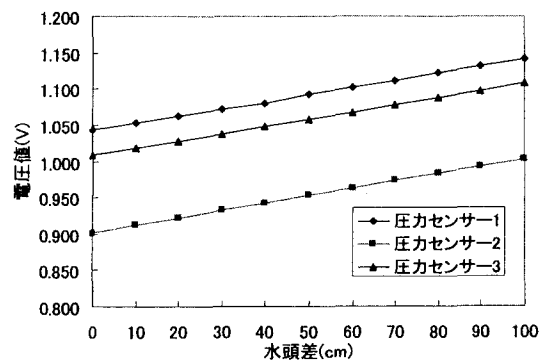


図4 電圧値—水頭差関係

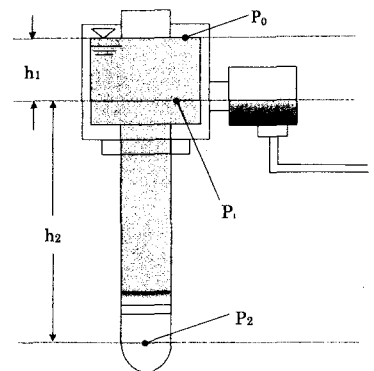


図5 テンシオメーター内の水位と圧力センサーの関係

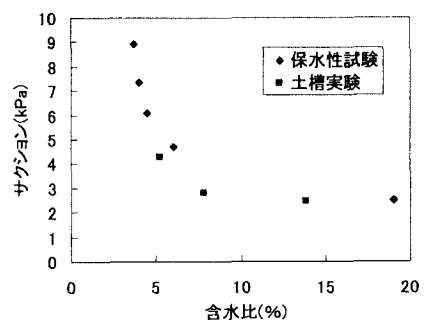


図6 保水性試験と土槽実験の水分特性曲線