

II-84

不飽和透水係数測定装置の試作について

東京大学生産技術研究所 正 員 虫明 功臣
 東京大学生産技術研究所 正 員 ○小池 雅洋
 東京大学大学院 学生員 S.K.Herath
 東京大学生産技術研究所 正 員 弘中 貞之

1. はじめに

計算機の普及ならびに解析手法の発展により、浸透に関する各種の数値シミュレーションが行えるようになったが、浸透に係わる土壌特性の決定法については研究がやや遅れていると考えられる。筆者らは、透水係数と吸引圧の関係（ $k-\psi$ 関係）を室内試験から決定するため、従来の加圧型装置による試験法を採用していたが、得られる結果に大きなバラツキが見られ信頼性に欠けたものであった。バラツキの原因を調べていく過程で、現装置による試験法がいくつかの難点を含むことを知り、新たな装置を試作した。

2. 加圧型装置の難点

加圧室に土壌試料を置く加圧型（基準圧を加圧にとっている）装置（図. 1）を使用した筆者らの試験では、所定の圧力に対して数日経過後もテンシオメータの読み及び流出量の変動し、定常状態を得ることが困難であった。また、それらの値を用いて計算される不飽和透水係数には大きなバラツキがみられた（図. 5）。これらの原因および加圧型装置の主な難点は以下の通りである。①テンシオメータの読みと流出量の変動の一因は、この装置の圧力制御が水銀マノメータを接点として断続的に行われるためと考えられる。②加圧型では、試料の上・下面を大気圧とし、その側面から圧力を加えることによりSUCTION状態を模しているが、試料内部まで一様の圧力状態になっているかどうかを直接チェックすることができない。試料内に埋め込まれた2本のテンシオメータによる水頭勾配が負（上向きの流れ）を示すにも拘らず、下部流出口から流量が観測されることから、試料内部の圧力分布は一様になっていない可能性が強い。③所定の圧力から次のステップの所定の圧力に変化させたとき、ほぼ一定の流出量を得るのに長時間（2～3日以上）を要し、その間に試料の上・下面の水ブールや給排水チューブ内に気泡が発生しやすい。

3. 試作した装置の概要

装置の概要を図. 2に示す。試作した装置は、基準圧を大気圧にしていることから試験法から分類すると吸引法といえる。この装置の特徴と長所は次の通りである。①コンプレッサーからの圧縮空気を2系統のレギュレーターとCVコンバムの組合せにより、それぞれ一定の負圧に変換し、試料の上面と下面に別々に作用させることができる。②この装置の場合、試料内に埋められたテンシオメータの読みは、SUCTIONの絶対値を指示し、試料の上・下面にかけた負圧と対応している。両面を比較することにより定常状態に達しているかどうかのチェックが可能である。ある時間を経過した後は、両者がほぼ一致することから、試料内部のSUCTION分布は一様になっていると見なせる。③試料の上・下面のメンブランフィルターや給排水チューブによる損失をレギュレーターにより容易に補正できる。また、高SUCTIONの試験の場合、低SUCTIONの場合よりも水頭勾配を大きくしないと試料内で水が流れにくくなるが、そのための水頭勾配の調整もレギュレータで行える。④SUCTIONを試料の上・下面に与えることにより、試料内の水頭勾配は低SUCTIONで30分程度、高SUCTIONでは5～6時間で安定するようになり、試験時間を大幅に短縮できるようになった。⑤試験結果は、流量、テンシオメータとも小型センサーにより自動計測され、一定時間毎に k を計算しマイクロ・コンピュータ（P C8801）のディスプレイに表示すると同時にディスクに収納される。

4. 試験方法と試験結果

直径10cm、高さ6cmの側面孔あき円筒で不攪乱試料（関東ローム）を採取し、24時間標準飽和させた後に、上・下面にメンブランフィルター（ $0.8\mu\text{m}$ ）を付けた試験ケースにセットして低SUCTIONから徐々に高SUCTIONに移行する脱水過程と、その逆に移行する吸水過程の試験を行った。試験においては、ヒステリシスの

影響を考慮して、図. 3に示すように試験途中でSUCTION勾配が予想される勾配から外れた場合、脱水過程ではSUCTIONをやや大きく、吸水過程ではやや小さめにバルブ調整し、重力勾配に近づくように制御した。試験結果から、各SUCTION毎に(1)式により不飽和透水係数を求め、 $k-\psi$ 関係が得られる。求められた $k-\psi$ 関係は、各SUCTION段階でほとんどバラツキが見られなかった(図. 4)。 $\psi=0$ から300cm H_2O までの $k-\psi$ 関係の一例が図. 6である。

$$K = \frac{a_1/a_2 * \Delta h / \Delta t}{\{ (HA-HB)^{n-1} + (HA-HB)^n \} * 0.5} \quad \text{--- (1)}$$

5. おわりに

試作した装置により、大幅に試験時間を短縮できると同時に、 $k-\psi$ 関係のバラツキも少なく信頼性のあ

る試験結果が得られるようになった。

参考文献： 土壌物理性測定法委員会編：土壌物理性測定法，養賢堂，1972.4

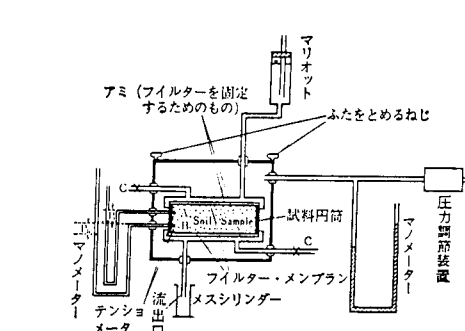


Fig.1 Pressure type apparatus for $k-\psi$ measurements

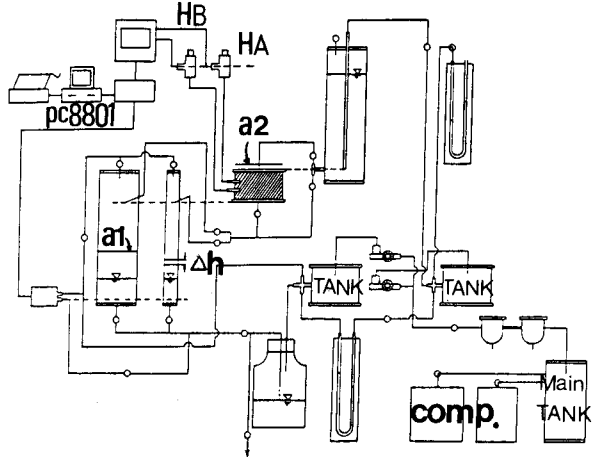


Fig.2 Outline of $k-\psi$ measuring apparatus proposed here

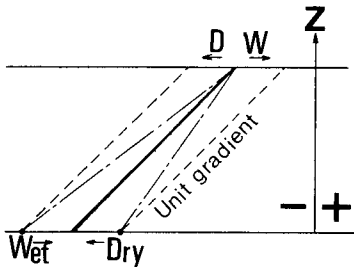


Fig.3 Actual hydraulic head distribution and possible corrections to unit hydraulic gradient

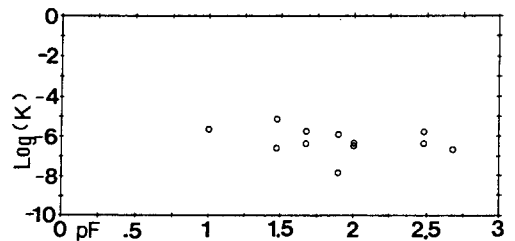


Fig.5 Experimental data obtained from pressure type apparatus

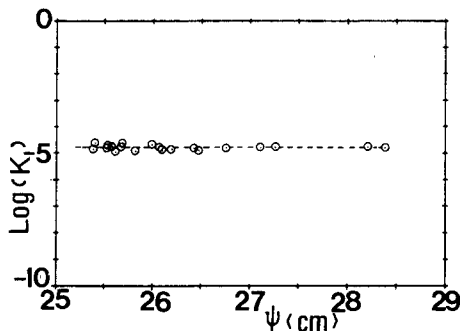


Fig.4 Sample of measured $k-\psi$ data obtained from new apparatus

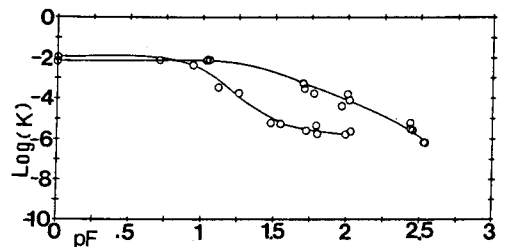


Fig.6 Experimental data obtained from new apparatus