

III-401

原位置における不飽和領域の透水試験法に関する考察

岡山大学工学部 正会員 ○ 西垣 誠
日本道路公団 角田成昭

1. はじめに

ロックフィルダムや堤体等の不飽和土構造物の浸透特性を原位置で計測する方法としてアメリカ開拓局で開発されたE-19法が用いられている。しかし、この試験法は図-1のように地盤にオーガ孔を掘削し、その中に水位を一定にして定常になった状態での流入流量より地盤の透水係数を測定している。この方法で問題となるのは次の点である。

- (1) 流入流量の少ない透水試験で定常をどのように判定するのか、また、本当に一昼夜の試験で定常になっているのか。
- (2) 不飽和浸透特性が影響しないのか。
- (3) 地盤の異方性透水係数はどの程度影響するのか。

本報告ではこれらについて飽和-不飽和浸透解析により検討を行ない、詳しい試験結果の評価法を提示する。

2. 不飽和土の浸透特性の影響

E-19法は不飽和状態の地盤に給水して、その流入量より地盤の透水係数を求める方法である。したがって地盤の不飽和浸透特性である水分保持特性や不飽和透水係数が求められる透水係数にどの程度影響あるかを図-1のように半径($r_0=15\text{cm}$)深さ $h=30\text{cm}$ のオーガ孔を対象として検討した。不飽和土の浸透特性としてはvan-Genuchtenのモデル中のパラメータである(α 、 n)を変化させることにより、その影響を検討した。その結果の一例を図-2に示す。図-2は飽和透水係数($k_s=1.0\times 10^{-3}\text{cm/s}$)とし、初期の負の圧力水頭分布を $\phi_0=-75\text{cm}$ で様として解析を行なったものである。 $\theta_0=0.4$ を用いた。 α と n の組み合わせは一般に α の値が大きいと n の値が大きくなる傾向を考慮したものである。この結果より、注水の初期には流入量 Q にある程度差があるが、 10^3 秒以降ではほとんど Q の値は一定になり、不飽和の浸透特性があまり影響しないことがわかる。

3. 異方性の影響

人工に締め固められた地盤は締め固めエネルギーの伝播範囲が狭いため、内部が不均質になり、水平方向と鉛直方向では、その透水性に大きな差がある。サンプリングによる室内異方性の透水試験では、 k_h/k_v は50程度の値になることが報告されている¹⁾。このようなことより、現在用いられている透水試験法は、ほぼ水平方向の透水係数を測定していると言われている²⁾。図-3に水平と鉛直の透水係数の比を変化させて流入量の変化を数値解析により検討した結果を示す。この結果より、異方性の影響はそれほどなく、この試験の定常状態の流入流量より求められ透水係数は水平方向の透水係数であった。

4. 鉛直方向の透水係数の算定

E-19法では水平方向の透水係数が求められることがわかったが、実際に盛土への降雨浸透を定量的に評価するためには鉛直方向透水係数を求める必要がある。その方法として図-4に示す方法を提案する。この試験法は、従来のE-19法を改良したものでBouwerの2重管法に対応する試験法である。すなわち、孔の中央に半径 r_1 なる円筒を深さ d だけ打設し、中央の浸透が d の間だけ鉛直浸透している間の流量の経時変化を計測することにより、Green-Amptの仮定を用いると、次式が成立する³⁾。

$$\frac{Q_c(t)}{A_1} = B \left(\frac{1}{V(t)} \right) + k_v \quad (1)$$

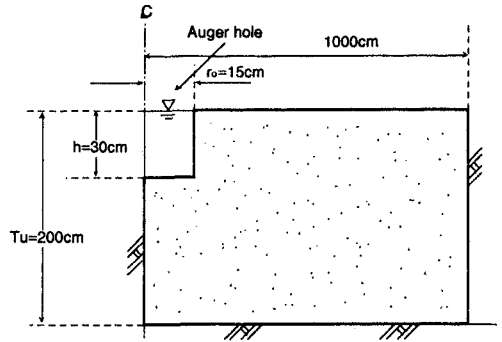


図-1 E-19法による透水試験

より、 $Q_c(t)/A_1$ と $1/V(t)$ を図-5のようにプロットして、そのy切片の値より求められる。ここで、 $Q_c(t)$ はある時間における中央の円筒よりの流入量(cm^3/s)であり、 $V(t)$ は時間 t までの総流入量(cm^3)、 A_1 は円筒の断面積である。また、 B は地盤の初期の負の圧力水頭が有効間隙率に関する関数である。

5. おわりに

本研究は不飽和の透水試験法の適用性について検討したものであるが、E-19法の様な定常法に対して非定常法でカーブフィッティングによって透水係数を求める方法も開発した。結果については当日発表する。なお、本研究は科学研究費（一般研究費(C)研究代表西垣誠）の補助によって実施したものである。

参考文献

- 1) 貞弘、上村、長瀬、新屋敷(1984)：透水性に関する層状盛土の異方性について、第19回土質工学研究発表会、pp.179-182.
- 2) 松本徳久、山口嘉一：軟岩基礎の原位置透水試験方法に関する考察、土木技術試料、Vol.27、No.10、1985.
- 3) 西垣誠(1984)：二重管法による原位置における不飽和土中の透水試験、原位置透水試験法および地下水調査に関するシンポジウム発表論文集、土質工学会、pp.95-98.

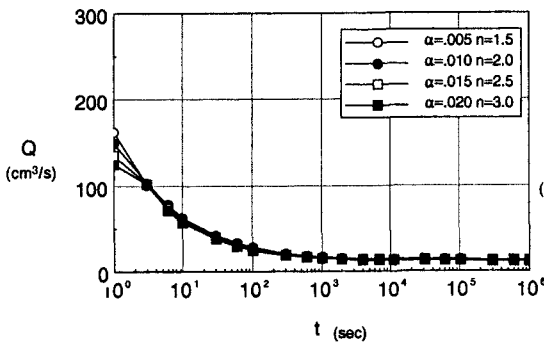


図-2 不飽和浸透特性の影響の検討結果

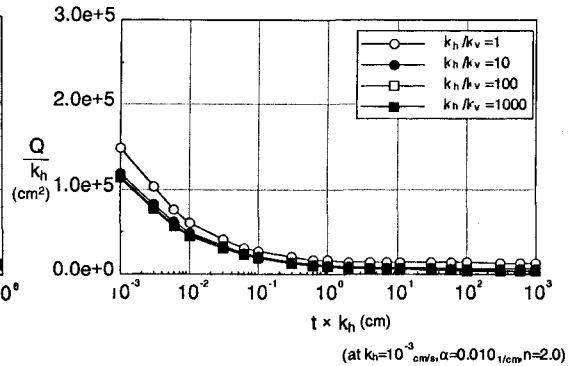


図-3 透水係数の異方性の影響の検討結果

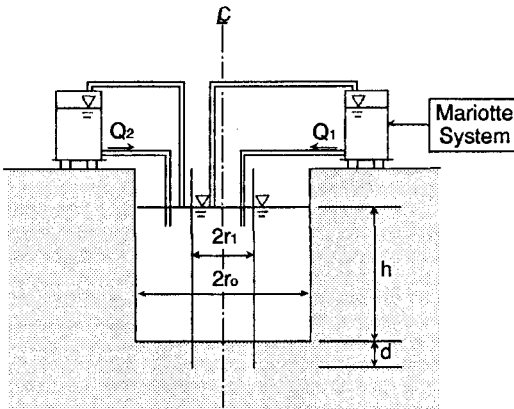


図-4 異方性地盤での透水試験

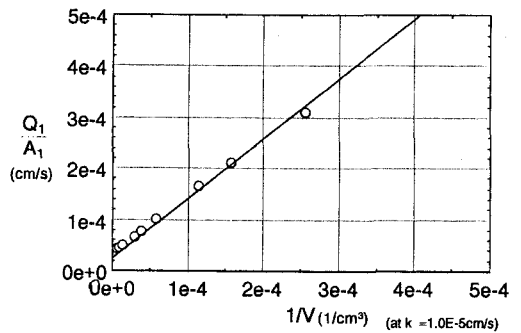


図-5 鉛直方向の透水係数を求める方法