

## 2 重線源法による土中の不飽和浸透特性の計測

岡山大学工学部 正会員 西垣 誠  
 ソイルアンドロックエンジニアリング(株)  
 正会員 延山 政之  
 岡山大学大学院 学生員 ○森田 修

### 1. はじめに

飽和—不飽和領域における水の浸透機構を解明するためには、飽和—不飽和状態を対象とした浸透特性を支配する物理定数が入力データとして必要である。すなわち、不飽和における透水係数( $k$ )と体積含水率( $\theta$ )の関係、ならびに体積含水率( $\theta$ )と圧力水頭( $\psi$ )の関係(水分特性曲線)を対象としている土に対して求めなければならない。しかし、従来の研究のほとんど大部分は飽和領域を対象としており、不飽和領域に対するこれらの物理定数の測定法が明確にされていない。

そこで本研究では、不飽和領域における浸透特性を支配する物理定数の求め方、中でも水の浸透現象によって体積変化が生じた場合の間隙比の変化と体積含水率の変化の測定ができる新しい試験法を確立する。

### 2. 測定原理

本研究において、体積含水率と間隙比の変化の測定には、中性子線とガンマ線を使用した。これらの放射線による測定は、測定時間が短く非破壊試験であるため、繰り返し測定が可能であるなどの特長をもつ。

ガンマ線は、物質を通過する難易さが物質の密度と強い相関があることを利用して密度計として利用した。ガンマ線は、鉛などの遮蔽効果の大きい物質を用いて収束ビームを取り出したり、その大きさを制御することが比較的容易であるため、狭い範囲に限定された局所的な領域の密度変化の測定が可能である。

中性子線は、土中での中性子の弾性散乱による減速効果と拡散現象を利用するもので、主として水素原子が大きな減速能を持っていることを利用して水分計として利用した。中性子は、拡散範囲が広く制御できないため、計測している点の座標を的確に求めることが困難であったが、土中で熱中性子に還元されずに透過してくる速中性子を更にスリット状の減速材を透過させることにより、測定点を中心としたある一定幅の領域内の水分量のみを測定することが可能となった。

### 3. 試料および実験装置

実験で用いた試料の粒径加積曲線を図-1に示す。試料のマサ土は、 $\rho_d = 1.71 \text{ (g/cm}^3\text{)}$   $G_s = 2.67$  である。

実験装置であるRI測定装置(中性子線測定装置とガンマ線測定装置を併用したもの)を図-2、図-3に示す。

また、ガンマ線源には80  $\mu\text{Ci}$ のコバルト60、中性子源には、30  $\mu\text{Ci}$ のカリフォルニウム252、試料を充填する容器は、100\*60\*250mm、厚さ10mmの亚克力容器を用いた。

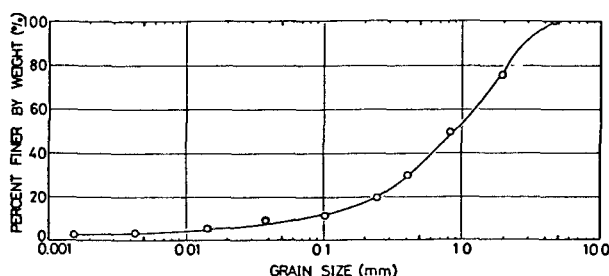


図-1 粒径加積曲線

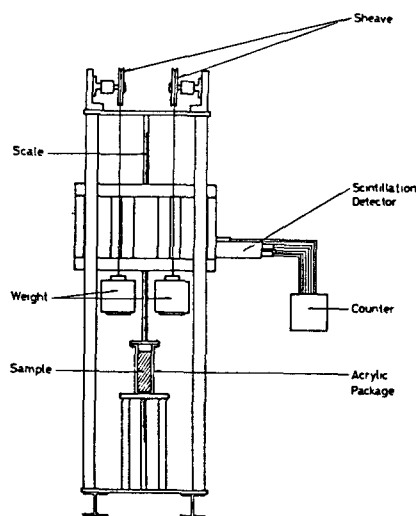


図-2 実験装置全体図

#### 4. 実験方法

(1) ガンマ線のカウント比と湿潤密度との関係を求めると同時に、体積含水率が一定である時の中性子のカウント比が一定の値を示すことを確かめるのを目的とする。そのため、試料全体の水分量を一定とし乾燥重量を順次変化させて実験を繰り返す行う。

(2) 中性子のカウント比と体積含水率の関係を求めることを目的とする。そのため、試料の乾燥重量を一定として水分量を順次変化させて実験を繰り返す行う。

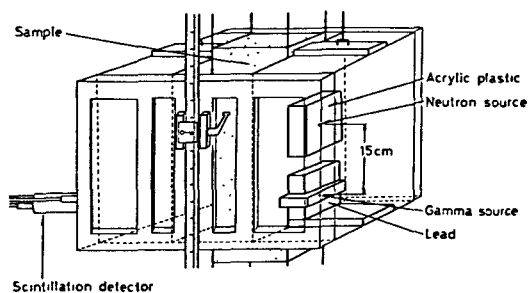


図-3 実験装置全体図

#### 5. 実験結果および考察

(1) 中性子カウント比は、図-4に示す実験結果より湿潤密度の影響を受けないことがわかった。またガンマ線カウント比は、湿潤密度の増加に伴い減少していくので、校正曲線を作成しておけば未知の湿潤密度をもつ試料に対しても、ガンマ線を透過させることによって湿潤密度を求めることができる。

(2) 中性子カウント比は、図-5に示すように体積含水率の増加に伴い減少する。また、ガンマ線と同様に校正曲線を作成しておけば、未知の体積含水率をもつ試料に対しても、中性子を透過させることによって体積含水率を求めることができる。

(1)、(2)より、ある任意箇所、任意時間における湿潤密度と体積含水率を測定求することができるので、体積変化が生じた場合の間隙比の変化は次式より求まる。

$$e = \frac{Gs}{\rho_t - \theta} - 1 \quad (1)$$

$e$  : 間隙比       $Gs$  : 土粒子実質部分の比重

$\rho_t$  : 湿潤密度       $\theta$  : 体積含水率

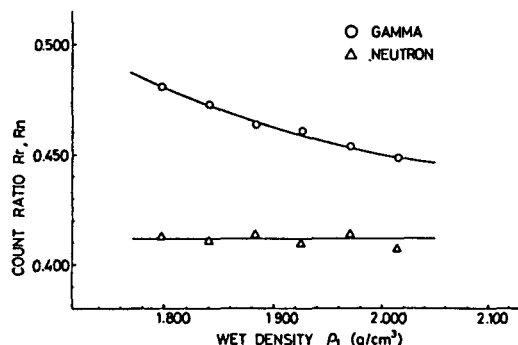


図-4 湿潤密度と中性子カウント比、ガンマ線カウント比の関係 ( $\theta = 0.20$ )

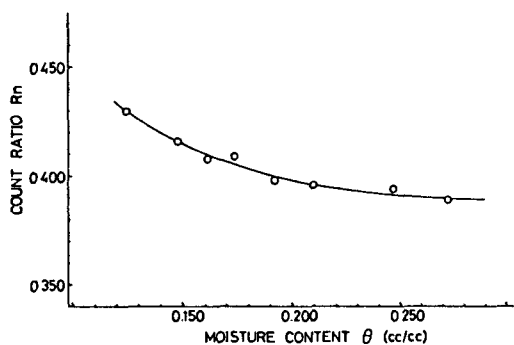


図-5 体積含水率と中性子カウント比の関係

#### 6. あとがき

本研究より、中性子線とガンマ線を併用することによって、浸透現象により体積変化が生じた場合の間隙比の変化と体積含水率の変化が測定できることがわかった。なお、本研究を実施するにあたり、本学の河野伊一郎教授に貴重な助言を頂いたことにたいして感謝の意を表します。

〈参考文献〉 1) 河野伊一郎、西垣誠、延山政之：中性子水分計の室内透水試験への適用に関する研究、第18回土質工学研究発表会、p. p. 1317-1320、1983。