

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  
 東急建設株式会社 正員 藤原 道正  
 東急建設株式会社 正員 ○屋井 裕幸

1、はじめに 不飽和帯土層の水分量の現地測定にはいくつかの方法があるが、テンシオメータは、浸透水の運動を支配するポテンシャル（吸引圧）を直接測定できること、および比較的安価で継続観測できること、などの長所を持っている。しかし、水分量を求めるためには、テンシオメータ設置土層の試料から吸引圧と水分量の関係（pF水分曲線）を室内試験によって定める必要があり、その関係の現地における適用性に関する保証を得ることが難しい。筆者らは、現地盤において、中性子水分計による水分量とテンシオメータ観測記録よりpF水分曲線を介して得られる水分量の比較を試みているが、ここでは、これまでに得られた結果について述べる。

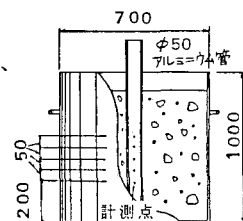


図-1 試験装置

2、中性子水分計のキャリブレーション 校正試験には、図-1に示す装置を用いた。

試験試料は、対象とする地盤から採取し、自然乾燥状態から加水しほぼ3段階の含水比に調整した。同じ含水比段階に対して密度の異なる試料を得ることを意図して、3種の締固め方で試料を作成した。供試体の計数率は、図中5箇所（計測点1計測点で1分計測3回）における平均値とし、スタンダード中の計数率との比を求める。これを計数率比（Rw）と呼ぶ。供試体中心付近から採取した試料の含水比（W）と湿潤密度（rt）から得られる含水量（Wh）と計数率比をプロットする。校正試験結果を表-1に示す。

$$Wh = \frac{W/100}{1 + W/100} \times r_t$$

但し、No.11のデータは水中の値である。

(g/cm<sup>3</sup>)

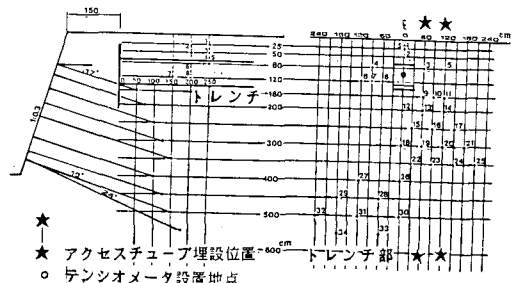
前回は、密度の影響を無視して(1)式の校正曲線を求めた。しかし、中性子水分計は原理的に土壌中のH原子以外の原子にも影響を受け、計数率が変化するのでRwとWh, rdとて重回帰を行い密度の影響を盛込んだ(2)式を新しく校正曲線とした。(図-2)  $Rw = 1.710 Wh + 0.184$  (1)

$$Rw = 1.702 Wh + 0.024 rd + 0.164 \quad (2)$$

3、現地盤での計測 計測は東大生研千葉実験所構内で行った。現地には実大規模の浸透施設模型を設置し、雨水流出ならびに浸透水の挙動を継続観測できる計測システムを配備してある。図-3に浸透トレンチ部に設置されたテンシオメータの配置ならびに中性子水分計の計測地点を示す。なお、アクセスチューブはアルミニウム管を用い、深度約6.5mまで埋設してある。

3-1 土層の概要 現地盤の不攪乱小サンプルから得られた構内土層状態を図-4に示す。表層50cm程度まで黒ボクで覆われ、その下位4.0m付近まで均質な関東ロームが堆積している。5.0m以下は砂混り粘土層で構成されている。

図-3 テンシオメータ設置地点  
および中性子水分計計測位置



|    | w     | rt    | rd    | Wh    | Rw    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 30.86 | 0.972 | 0.743 | 0.229 | 0.568 |
| 2  | 51.22 | 1.043 | 0.690 | 0.353 | 0.781 |
| 3  | 51.11 | 1.078 | 0.713 | 0.365 | 0.808 |
| 4  | 51.98 | 1.180 | 0.776 | 0.404 | 0.870 |
| 5  | 72.70 | 1.162 | 0.673 | 0.480 | 0.908 |
| 6  | 73.77 | 1.295 | 0.745 | 0.550 | 1.143 |
| 7  | 62.40 | 1.489 | 0.917 | 0.572 | 1.255 |
| 8  | 79.20 | 1.351 | 0.754 | 0.597 | 1.278 |
| 9  | 79.40 | 1.474 | 0.822 | 0.652 | 1.282 |
| 10 | 81.70 | 1.494 | 0.822 | 0.672 | 1.277 |
| 11 |       |       |       | 1.000 | 1.624 |

表-1 校正試験結果

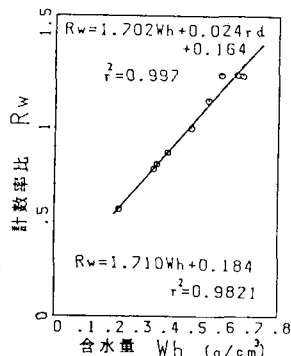


図-2 校正曲線

3-2 テンシオメータによる水分量 各深度毎（図-4中、○印）の小サンプルを用いてpF試験を行い、それぞれのpF-水分曲線を定めている。例として図-6に深度60cm, 300cmのpF-水分曲線を示す。現地の吸引圧はテンシオメータからポテンシオメータを介して、1分ないし15分間隔でマイクロコンピュータのディスクに格納されており、その値から各深度に対応するpF-水分曲線を用いて体積含水率に変換される。

3-3 中性子水分計による計測 図-3の2地点において深度約6.5mから50cm間隔で13深度について計数率を計測した。1深度あたりの計測時間を1分とした。乾燥密度は図-5に示す様に、深度毎に変化しており中性子水分計の計測深度に対応する $r_d$ を(2)式に代入して $W_h$ を求めた

#### 4 中性子水分計とテンシオメータによる水分量測定値の比較

両者による水分量測定値を比較した例を図-7(a)~(c)に示す。図中○印はテンシオメータによる測定吸引圧に脱水曲線を、△印は吸水曲線を適用したものであり、●印は中性子水分計による測定値である。以下に両測定値の比較結果より得られる要点、問題点を列記する。

- (1) 深度1mから4.5m付近までは、中性子水分計による測定値がテンシオメータに脱水曲線と吸水曲線を適用した水分測定値の間にほぼ入っている。
- (2) 地表に近い深度14cm, 27cmでは、テンシオメータによる水分量とかなり異なっている。これは、この中性子水分計では半径約30cm内の平均水分量が得られることになっており、計測範囲に空が含まれていることと、地表面付近は深度方向に水分変化が激しいためと考えられる。
- (3) 深度5m以深でも、両測定値にはかなりの相違が見られる。これは、図-4, 5でわかるように深度5m以深はそれより上部の関東ローム層とは異なっており今回はその土層に対しても関東ロームを用いて得られた校正曲線を適用したためと考えられる。
- (4) 関東ローム層についても、現地盤の乾燥密度 $r_d$ は、今回の校正曲線作成に用いた試料の $r_d$ の範囲に入っていない。今後、自然地盤に近い乾燥密度を持つ試料も加えて校正曲線の再検討を行う。
- (5) 今回比較した例は、冬季で水分量があまり変化しない時期であったために、いずれも深度方向に類似の水分量をしめしている。年間を通して異なる吸引圧と水分量の範囲についてもこうした比較を進めるつもりである。

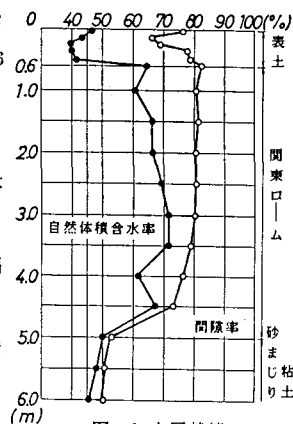


図-4 土層状態

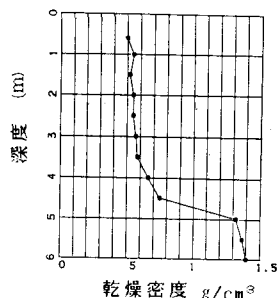


図-5 現地乾燥密度

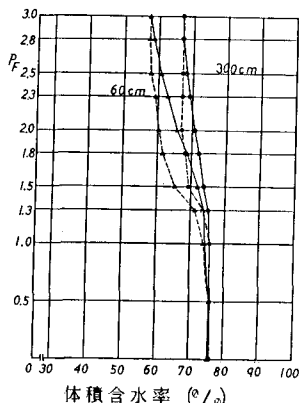


図-6 pF-水分曲線

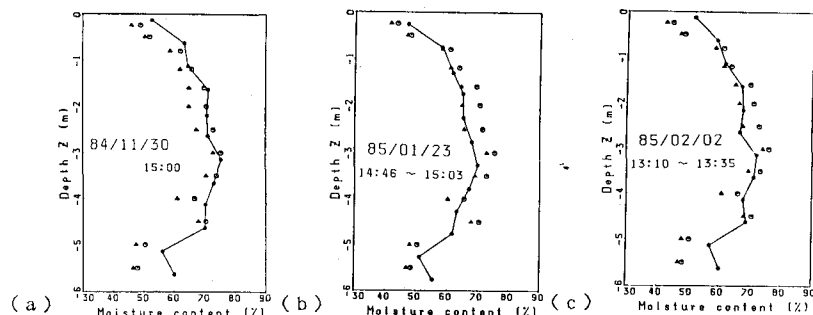


図-7 中性子水分計とテンシオメータによる水分量測定値の比較

文献 1) 虫明, 藤原, 屋井  
関東ローム土における  
中性子水分計のキャリブ  
レーションに関する一考察  
第12回関東支部技術研究発表会  
1985 3 月