

水分特性曲線推定のための保水性試験について

中部大学工学部 正会員 杉井俊夫

中部大学工学部 学生員○伊藤 隆

1. まえがき

不飽和浸透特性を表す水分特性曲線は土の保水性試験によって求められるが、排水過程と吸水過程が異なるヒステリシス現象や体積変化（密度）の影響などが障害となり、十分な試験結果の報告は少ない。本報告は、これらの点について考慮した保水性試験を行い、留意点についてまとめた。

2. 試料の採取現場と試料土

採取した試料は、中部大学恵那キャンパスにある緩やかな傾斜の湿地帯から採取している。図1に示すような表層が15～30cmほどの粘性土に覆われており、その下には土岐砂礫層が堆積しており、その一部が斜面表面に現れ湿地を形成している。土岐砂礫層は乾燥期には乾いているが、表層土は含水比60%、飽和度80%以上の高い状態にある。今回は、その表層土から100ml定容積コアサンプラーにより、不攪乱試料を採取、また物理試験などに攪乱試料をも採取した。採取資料の物理試験結果を粒度分布図として図2に示す。

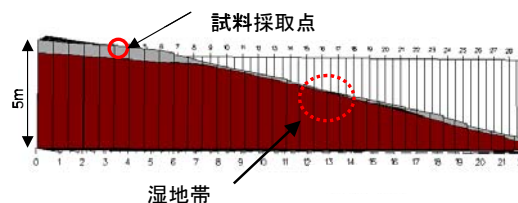


図1 湿地帯と試料採取場所

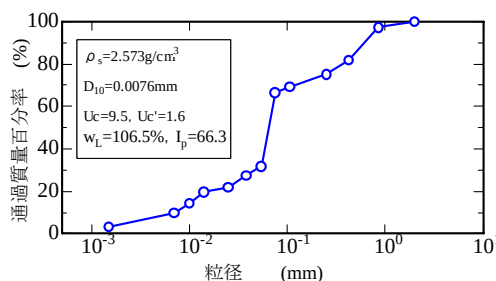


図2 粒径加積曲線

3. 保水性試験の方法

水分特性曲線を描くための保水性試験は、広範囲の水分量（または広範囲の圧力水頭）に対するデータが必要となる。そこで本報告では、吸引法である減圧法と相対湿度より求めるサイクロメーター法を排水過程、吸水過程で計測した。

3.1 吸引法（減圧法） 100ml 定容積コアサンプラーをそのまま使用でき、図3に示すように二重管ビューレットを用いて吸水・排水量と減圧可能な形をとっている。また、供試体上部からも加圧できる形となっている。今回はG5のガラスフィルター（空気侵入値-140cm）を用いた。

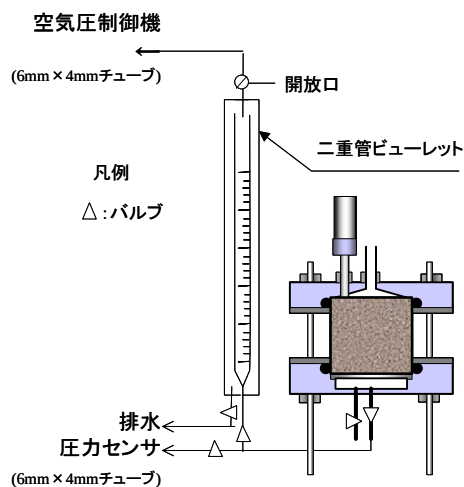


図3 吸引法（減圧法）

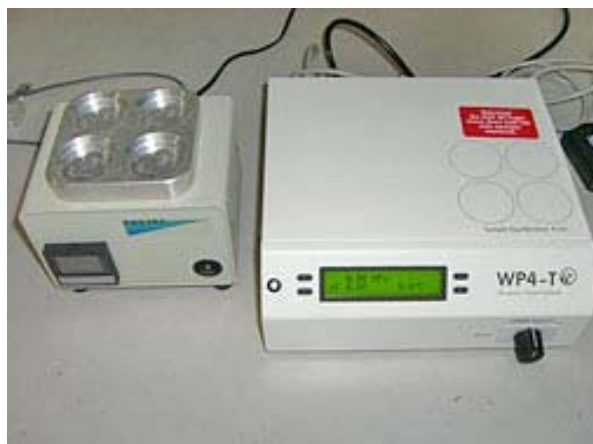


図4 サイクロメーター

3.2 サイクロメーター法

圧力差によるマトリックスポテンシャルと溶質の濃度差による浸透ポテンシャルを合わせた化学ポテンシャルが計測される¹⁾。そのため、電気伝導率試験により懸濁液の電気伝導度から浸透ポテンシャルを求めた(-0.745MPa)。今回用いたサイクロメーターは熱電対式ではなく、鏡面冷却式露点計で相対湿度を計測するタイプ(測定範囲 0~4×10⁵cm:カタログ値)で、内部に赤外線表面温度センサーと気流を発生させるファン付いている(図4)。

4. 保水性試験の結果と考察

減圧法とサイクロメーター法で得られた体積含水率～圧力水頭関係を図5に、飽和度～圧力水頭関係を図6に示す。

減圧法では、100ml定容積コ

アサンプラーを用いているため、体積一定と見なして算出している。一方、サイクロメーター法はカップホルダーに水分量を調整して締固めるために体積が変化することが考えられ、ひとつずつ計っている。図5,6からも分かるようにサイクロメーター法と減圧法のデータはひとつの水分特性曲線と連続しており、今回のサイクロメーターでは-1000cm程度まで計測できることが確認できた。図中の実線は、van Genuchtenモデル²⁾による水分特性曲線モデルを示している。今回のような保水性の高い土では、その試験装置の測定限界から高飽和域のみの計測で終わる場合が多いが、今回、サイクロメーター法と組合すことで広範囲の水分量のデータがとることが可能でモデルパラメータの信頼性も高くなる。一方で、図7,8に示すように間隙率 n (密度)が異なることなどから、図5,6の水分特性曲線は投影された断面で見ていることになる。飽和・不飽和浸透流と変形問題のカップリング解析が近年行われるようになり、間隙率(密度)を考慮した水分特性曲線の評価も重要であると考えられる。図5,6の吸水・排水過程の曲線から、曲線の勾配を表すvGパラメーターの n が吸水過程 $n_w=1.423$ 、排水過程 $n_d=1.392$ が得られており、ほぼ平行であることが得られており、排水過程から吸水過程を推定する方法にも期待できる。現在、減圧法では体積変化を計測できる装置に改良を行っており、保水性試験の結果として密度情報も試験結果として報告していく必要があると考える。

謝辞: 本研究は、H18~20年度科学研究費(基盤研究(A)) No.18206051 代表 鹿児島大学教授 北村良介教授の援助を受けました。また、本研究室学生には測量・試料採取・試験の協力を得ました。ここに記すとともに謝意を表します。

【参考文献】1)地盤工学会: 第7章土の保水性試験, 土質試験の方法と解説, p.123-126, 2000. 2)van Genuchten, M.Th.: A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils, Soil Sci. Soc. Am.J., 44,892-899, 1980.

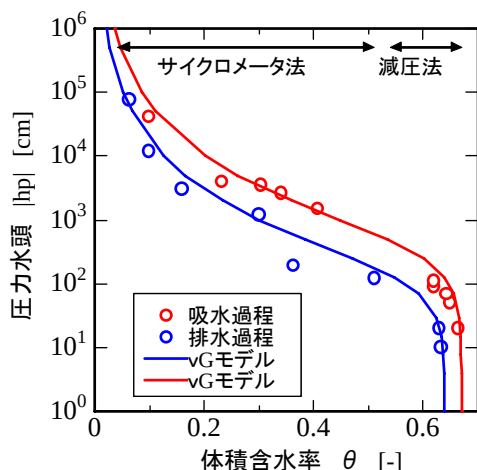


図5 水分特性曲線(体積含水率)

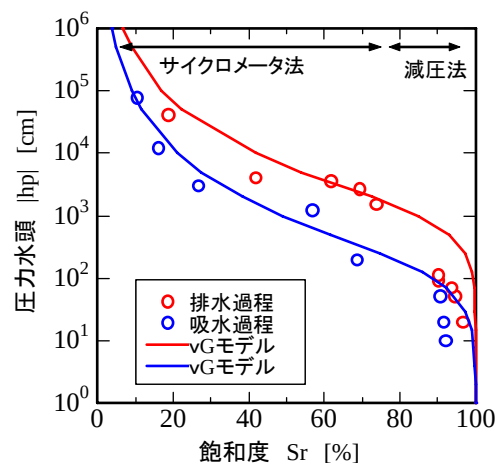


図6 水分特性曲線(飽和度)

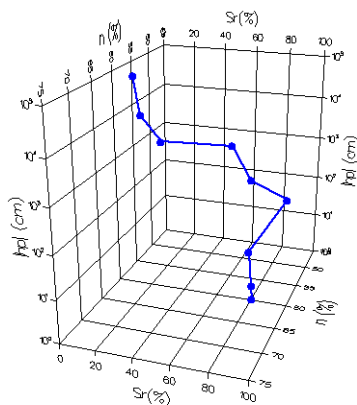


図7 間隙率・飽和度～圧力水頭関係
(吸水過程)

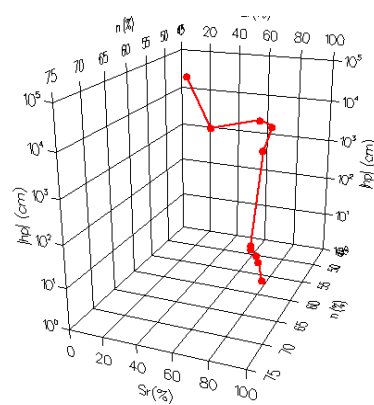


図8 間隙率・飽和度～圧力水頭関係
(排水過程)