

変形を考慮した不飽和浸透特性の計測法に関する研究

岡山大学環境理工学部 正会員 西垣 誠
岡山大学大学院 学生会員○小松 満
東急建設 非会員 片山一洋

1. はじめに

粘性土の飽和及び不飽和浸透特性を室内試験において計測する際、浸透に伴う試料の変形を考慮することが課題とされてきた。これは、間隙比の変化に対して、メニスカスの原理からもわかるように、特に不飽和領域において保水のメカニズムが大きく異なることが考えられるためである。飽和浸透特性においても、間隙比の変化は透水係数に数オーダーの変化を生じさせると報告¹⁾されている。本報においては、膨潤性粘土であるベントナイトと砂の混合土を用い、不飽和浸透特性の計測法のうち、従来のpF試験法²⁾を改良し、排水過程で連続的に試料の変形を考慮できる方法を提案する。

2. 変形を考慮した不飽和浸透特性

不飽和浸透特性を評価する場合、1)水分特性曲線、2)不飽和透水係数、3)水分拡散係数が測定パラメータとして挙げられる。ここでは、水分特性曲線を測定するpF試験法について注目するが、従来、砂質土試料を対象とした水分特性曲線は、体積含水率とサクシヨンのみの関係として表現されてきた。しかし、粘性土試料に対して、浸透による変形を考慮するためには、サクシヨンを体積含水率のみならず、間隙比の関数として規定しなければならない。そこで、図-1に示すように水分特性曲線を3要素の関係として評価する。

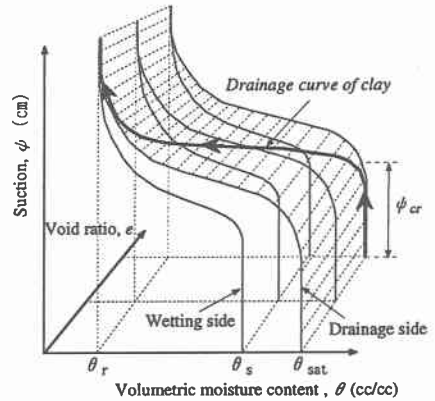


図-1 水分特性曲線の3要素的評価法

3. 改良型法加圧板pF試験

(1) 試験装置：図-2に従来の加圧板法を改良した装置の概略図を示す。上皿電子天秤（秤量範囲6100g、読み取り精度0.01g）上に排水口と直結したオーバーフロータンクを設け、試料以外の装置重量を一定とし、系全体の重量の経時変化を計測し、排水量を求める。また、試料の鉛直一次元収縮・膨潤量をアクリル製の蓋を貫通しての測定が可能である非接触式レーザー変位計（測定範囲45mm～55mm、読み取り精度0.001mm）を用い、試料上面のガイドプレートを通じて測定し、試料の体積変化を求める。尚、多孔質板には厚さ4mm、空気浸入圧値2.6kgf/cm²のセラミックディスクを用いた。

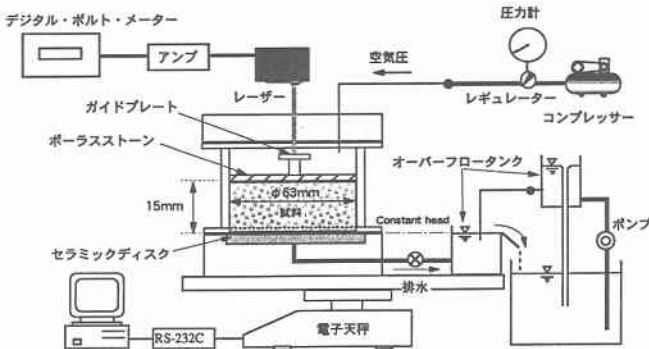


図-2 改良型加圧板pF試験装置

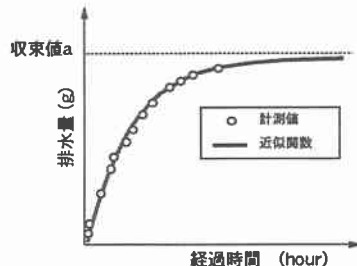


図-3 排水量の経時変化と定常状態到達の判定

(2) 定常状態到達の判定 : 排水量の経時変化は、経験的に式(1)のような指数関数とよく一致する。

$$\Delta W = a\{1 - \exp(-bt)\} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 ΔW : 重量変化量(g)、 t : 排水経過時間(h)、 a, b : 形状定数。

この近似関数を用い、 a, b を未知パラメータとして、得られたデータに随時関数近似を行う。 a は排水量の収束値であり、各時における同定の結果、 a の値の変化量が電子天秤の最小秤量以下になったときをもってそのステップを終了し、得られた a の値を定常状態での最終排水量とした(図-3参照)。

(3) 試験結果 : 試料には、ベントナイトと砂の混合土(ベントナイト配合率15%)を用い、初期乾燥密度が約 1.38g/cm^3 となるように水中脱気及び圧密を行い、飽和試料を作成した。図-4に、各ステップにおける排水量の経時変化を示す。また、図-5には、排水量と間隙比の変化を整理して得られたサクシオン-体積含水率-間隙比の3要素の関係を示す。

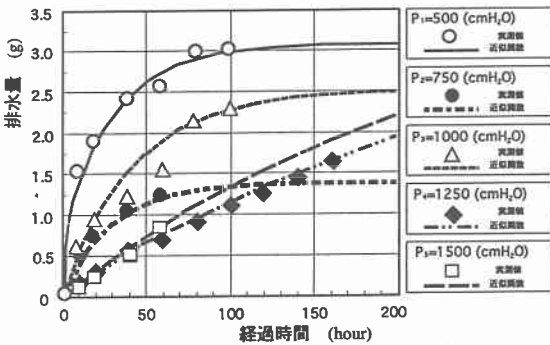


図-4 各ステップにおける排水量の経時変化

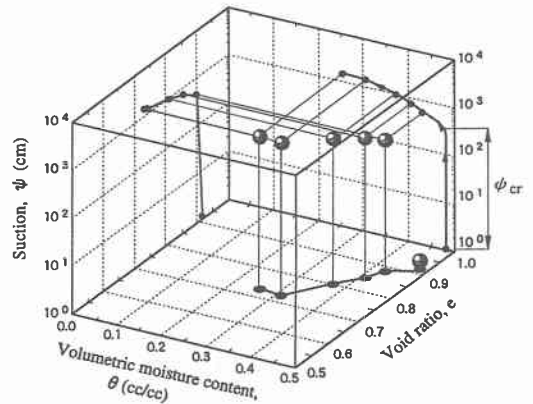


図-5 試験結果 (ψ - θ - e 関係)

(4) 遠心法との比較 : 図-6に遠心法pF試験結果¹⁾と本試験結果との比較図を示す。得られたデータはごくわずかであるが、この試験法の特長として、以下の点が挙げられる。a)遠心法に比べて低pF領域での測定が可能であり、遠心法ではあいまいな限界毛管圧を検出することができる。b) 試料の間隙状態を比較的自由に設定でき、遠心法では測定困難な領域でのpF測定が可能である。

4. おわりに

粘性土の水分特性曲線の測定法として、遠心法pF試験と今回提案した改良型加圧板法pF試験はきわめて有効な試験法であると言える。そして、図-6のように得られた結果の評価法としては、間隙比を固定した断面に対して水分特性曲線を表現する関数モデルによって定式化を行うことで表現できる。しかし、現在提案されている関数モデルの粘性土に対する適用性の検討が課題として残されており、これが解決されれば、間隙比及び体積含水率が既知である試料や実地盤に対して、それに対応したサクシオンを得ることができ、同時に粘性土の不飽和透水係数の評価にもつながり、粘性土の浸透特性をより正確に把握することが可能であると思われる。

【参考文献】

- 1) 西垣誠・多田博光・吉岡進: 粘性土の浸透特性に関する研究, 第46回土木学会中国四国学術講演会, III-58, pp.452-453, 1994.
- 2) 地盤工学会編: 土質試験の方法と解説, pp.89-101, 1990.
- 3) 西垣誠・小松満: 難透水性物質の浸潤過程における水分特性曲線の計測法に関する研究, 地盤工学研究発表会, pp.2063-2064, 1996.

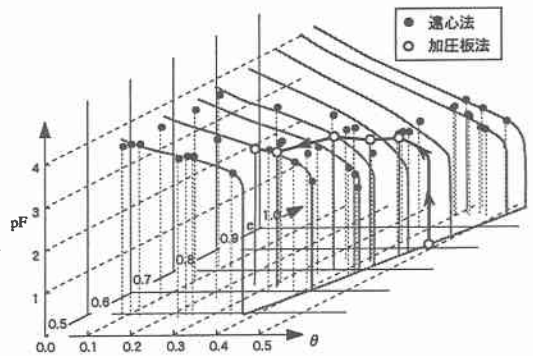


図-6 遠心法pF試験結果¹⁾との比較