

稲城砂の保水性試験におけるセルロース膜とセラミックディスクの比較

東京大学大学院 学生会員 ○渡邊 裕介
足利工業大学 正会員 西村 友良
東京大学生産技術研究所 正会員 古関 潤一

1. 目的

不飽和土を扱う試験を行うに当たっては、供試体のサクシジョンの計測や制御の高精度化と試験時間の短縮が肝要である。しかし、通常用いられるセラミックディスクは難透水性のためサクシジョン計測等に時間がかかり試験時間が長くなってしまふ。そこで、セルロース膜^{1), 2)}を用いて保水性試験を行い、従来型のセラミックディスクを用いた水頭法による試験結果と比較した。

2. 試料と実験装置

試験には稲城砂を用いた。最大・最小密度はそれぞれ $\rho_{\max}=1.345$ 、 $\rho_{\min}=1.045(\text{g}/\text{cm}^3)$ である。粒径加積曲線を図1に示す。

この試料を用いて、加圧膜法と水頭法の二通りの保水性試験を負荷サクシジョン 0 ~ 約 20kPa の範囲で行った。試験装置の概要を図2, 3にそれぞれ示す。

加圧膜法に用いたセルロース膜は AEV250kPa、膜厚 $0.45\mu\text{m}$ であり、供試体の寸法は直径 60mm、高さ約 30mm である。加圧膜法の手順としては三軸室内に特殊ペDESTALを設置し、脱気水中で十分に脱気したセルロース膜を特殊ペDESTAL上に置き、空気を巻き込まないように注意しながら Oリングで押さえつけモールドとボルトで固定した。モールドの中で所定の密度 ($\rho_d=1.30\text{g}/\text{cm}^3$) となるように試料を締め、試料の上から脱気水を加水し試料を水で浸した。三軸室を組み立て、セル圧をかけることで供試体の上側から間隙空気を負荷した。セル圧を測定するとともに、供試体中の給排水量を大気圧に開放した二重管ビュレットの水位変化として差圧計で計測した。給排水量が安定するのを確認したら次のサクシジョンへ移るものとした。

一方、水頭法に用いたセラミックディスクの AEV は 300kPa、厚さ 7.14mm であり、供試体の寸法は直径 50mm、高さ 20mm である。乾燥したセラミックディスクを 24 時間以上かけて水中脱気して飽和させた。試料容器内で試料を加圧膜法と同じ密度で締め加水した後、水分蒸発防止のための撥水性フィルターを貼り付けた通気用細孔付きの蓋を取り付け、Oリングで密閉しながらナットで固定した。水タンクとの間の経路を水で満たし、供試体中央と大気圧に開放した水タンクとの水頭差で供試体にサクシジョンを与えた。写真1に示すように供試体の位置を変えることでサクシジョンを変化させた。排水コックを閉じた状態で経路の途中で分離させ、排水コックより上の供試体と容器その他の重量を量り供試体の給排水量を求めた。この際、重量の変化が安定するのを原則とし、一部のステップにおいては 24 時間以上の経過をもって次のステップに移るものとした。水タンクは内部水位の上

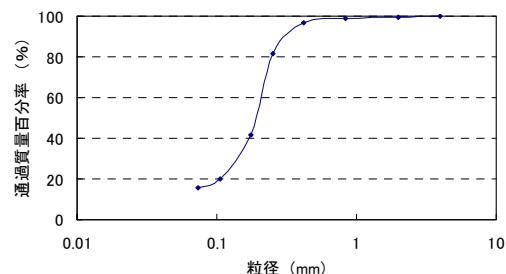


図1 稲城砂粒径加積曲線

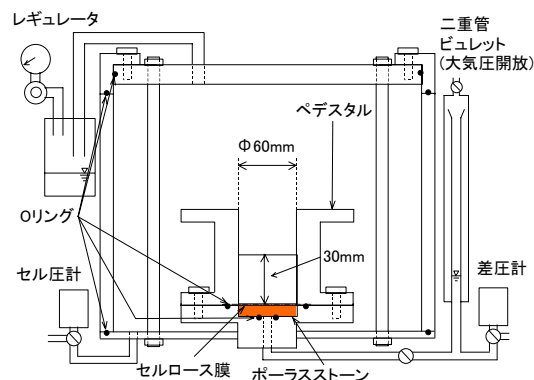


図2 加圧膜法試験装置概要

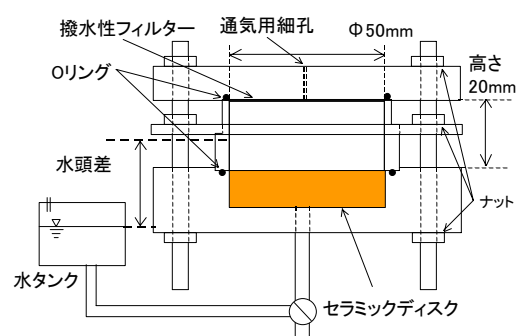


図3 水頭法試験装置概要

キーワード：不飽和土、加圧膜法、水頭法、水分特性曲線

連絡先：〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 Ce-202 基礎地盤工学研究室 TEL 03-5452-6422

下により負荷されるサクシヨンが変化しないように内径 100mm のものを使用した。

加圧膜法、水頭法共に排水過程、給水過程の順にサクシヨンを変化させた。また、加圧膜法は 20 の恒温室で、水頭法は 24 の恒温室でそれぞれ実施した。それぞれの温度における水の密度と表面張力の差は共に 1%未満と無視できる程度である。

3. 結果と考察

今回の試験でサクシヨン一条件あたりに要した時間は加圧膜法では 30 分～3 時間程度であるのに対して、水頭法では 12 時間～24 時間程度と約 10 倍の差があった。排水過程、給水過程を合わせると加圧膜法では約 2 日かかったのに対して、水頭法では約 20 日の日数を要した。

加圧膜法により得られた水分特性曲線を図 4 に示す。試験は供試体を変えて二度行い、一度目で水分特性曲線の大まかな形を把握し(A)、二度目で測定点数を増やした(B)。また、サクシヨンが 20kPa 程度までと小さい値であるのに対して、給排水量を計測する二重管ピュレットの水位は 30cm 程度変化するため、水頭差による間隙水圧が最大で 3kPa 程度変化し、サクシヨンへの影響が無視できないと判断し、負荷されたサクシヨンをピュレットの読みに応じて補正した。補正後の水分特性曲線を図 5 に示す。二つの加圧膜法の結果を比較すると、両者ともヒステリシスが確認できる。排水過程では再現性のある結果が得られたが、給水過程では結果に差が見られた。

次いで水頭差補正後の加圧膜法(B)と水頭法の比較を図 6 に示す。水頭法でもヒステリシスが確認されたが、全体的に水頭法の方が高い含水比となった。排水過程を見ると加圧膜法では 5kPa 付近でサクシヨンの変化に対して含水比が比較的急激に変化する挙動が認められるのに対して、水頭法では明確な挙動が認められず、比較的緩やかに含水比が変化した。

3. 結論

加圧膜法では水頭法に比べて測定にかかる時間を約 1/10 に短縮することができた。

加圧膜法、水頭法のどちらも定性的にはヒステリシスが確認された。しかし、定量的にはやや異なる曲線となったので今後も検討を継続する予定である。

謝辞

本研究では、東京大学農学部の宮崎毅教授、西村拓助教授、井本博美技術員には実験方法のご指導を頂いた。また、東京大学工学部土質研究室の Chaminda 氏には一部の実験装置を快くお貸し頂いた。複合技術研究所の石塚真記子氏には研究全般についてご助言を頂いた。ここに記して深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 西村友良, 古関潤一: セルロース膜の加圧法への適用性に関する検討, 土木学会関東支部第 34 回技術研究発表会, 2007 年
- 2) 西村友良, 古関潤一.: セルロース膜を用いた非塑性シルトの水分保持曲線, 土木学会第 62 回年次学術講演会, 広島, 2007 年(投稿中)。



写真 1

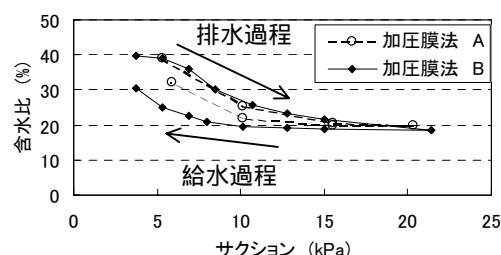


図 4 加圧膜法による水分特性曲線

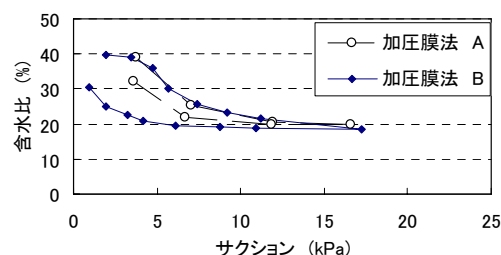


図 5 サクシヨン補正後の加圧膜法による水分特性曲線

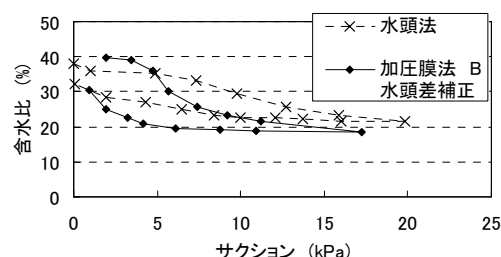


図 6 加圧膜法と吸引法の水分特性曲線の比較