

不飽和シルトの低サクシオン領域における水分特性曲線

足利工業大学 正会員 ○西村 友良
 東京大学 正会員 古関 潤一
 総合地盤研究所 非会員 松本 政文

1. まえがき

不飽和土の工学的性質の予測に水分特性曲線が用いられる。水分特性曲線の予測モデル式は数多く報告¹⁾されており、モデルのパラメータの一つに空気侵入値がある。空気侵入値は土質材料の粒度分布、コンシステンシー、乾燥密度によって異なるが、一般的に低いマトリックサクシオン値（以後、サクシオン）である。低サクシオンの制御・測定にはサクシオン平衡時間の短縮化が可能な加圧膜法が加圧板法に比べ優位であると考えられる²⁾。本研究では締固めたシルトの低サクシオン領域における水分特性曲線を加圧膜法で測定し、サクシオンの増加に対する体積含水率の変化に与える乾燥密度の影響について検討する。

2. 試料と実験方法

試料には粒度分布が分級された非塑性シルトを用いた。含水比を10%に調整した後、内径6cm、高さ6.5cmのモールドに高さ5cmのカラーを取り付けた器具の中で静的に締固めた。異なる締め固め応力によって供試体の乾燥密度に変化を与えた。水分特性曲線の測定には図-1に示す水分特性曲線測定装置を用いた。本装置は三軸セル、三軸底盤、改良ペDESTAL、非接触型変位計、間隙空気圧供給装置、二重管ビュレットで構成されている。改良ペDESTALに、はめ込まれたポーラスストーン上に微細多孔質膜を置き、加圧膜法でサクシオンの制御・測定が可能である²⁾。実験に用いた微細多孔質膜の材質はポリエーテルスルホンで空気侵入値は250 kPaである。試験手順は次の通りである。飽和させた微細多孔質膜をポーラスストーン上に置き、さらにモールドとともに供試体を設置し、ペDESTALとモールドを固定する。さらに供試体をロード付ガイドで覆い、装置全体を組み上げ、間隙空気圧計、二重管ビュレット、非接触型変位計などの初期値を読み取る。三軸セル内に脱気水を供給し有孔を通じて供試体を上部から水没させ見かけ上飽和させる。その後サクシオンを段階的に20kPa 近くまで増加する。供試体からの排水量を二重管ビュレットで、また供試体の高さ変化を非接触型変位計で測定し体積含水率を求めた。

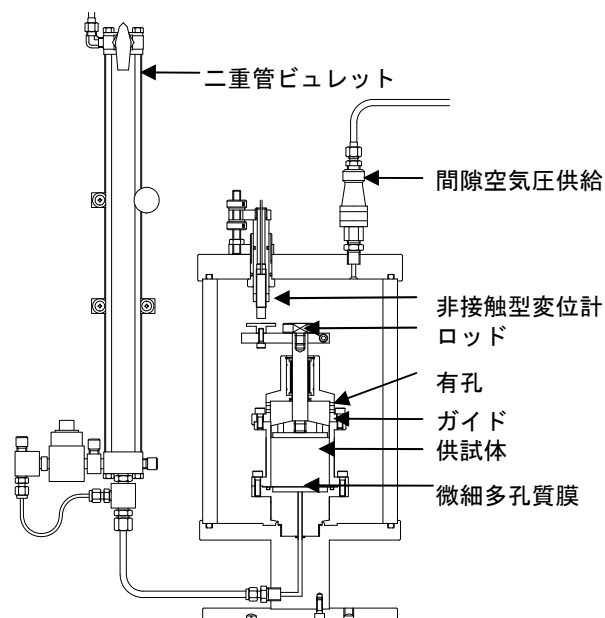


図-1 水分特性曲線測定装置

3. 実験結果

図-2から図-5に体積含水率とサクシオンと関係いわゆる水分特性曲線を示している。図中には供試体水浸後の乾燥密度と体積含水率(θ_0)、保水性試験終了時の体積含水率(θ)を示している。ただし、図-5はモールド内で直径1.5cmの鉄棒で突固めて作製した供試体である。

乾燥密度が 1.493g/cm^3 の水分特性曲線（図-2）は傾きが小さな直線に近いことがわかる。その体積含水率の変化を見るとサクシオンが0kPa から20kPa 近くまでの間に41.7%から37.4%に低下している。乾燥密度

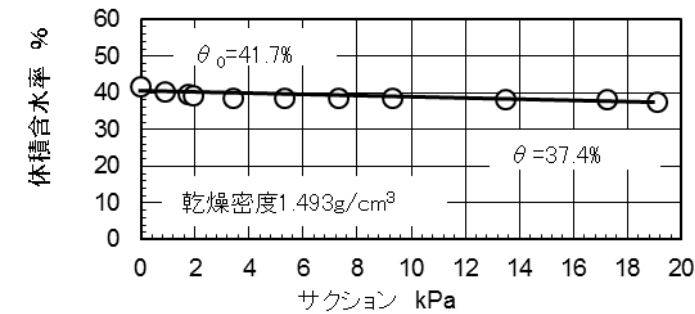


図-2 水分特性曲線(乾燥密度 1.493g/cm³)

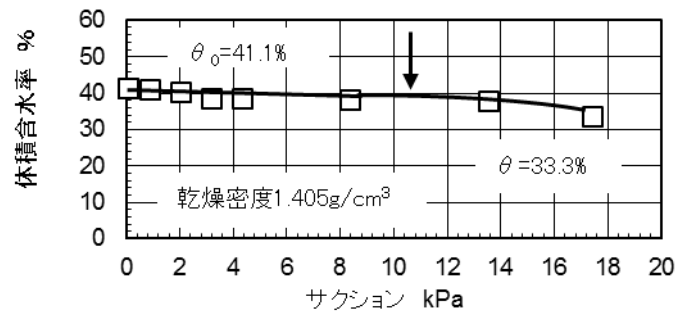


図-3 水分特性曲線(乾燥密度 1.405g/cm³)

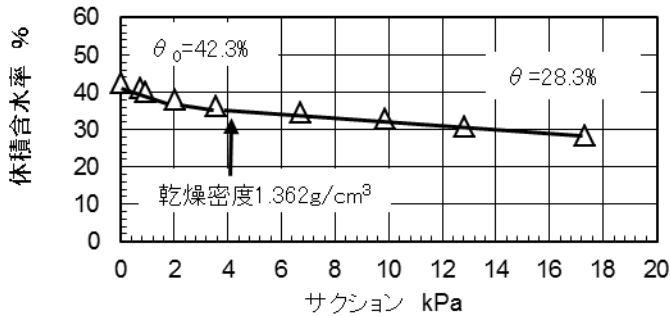


図-4 水分特性曲線(乾燥密度 1.362g/cm³)

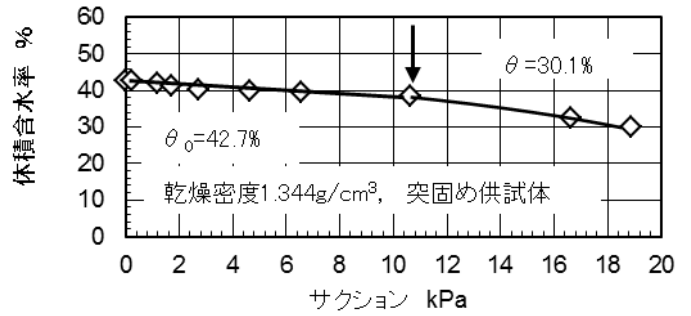


図-5 水分特性曲線(乾燥密度 1.344g/cm³)

が 1.405g/cm³ の場合 (図-3)、体積含水率が 41.1% から 33.3% にまで低下し、サクシオン 10.5kPa 付近で体積含水率の低下割合が若干増えている。次に、乾燥密度が 1.362 g/cm³ の場合 (図-4)、サクシオンが 0kPa から 4kPa の間に体積含水率に大きな減少が見られる。その後、水分特性曲線は直線に近い形となり、体積含水率が 28.3% まで減少している。また表-1 にサクシオン 0kPa から保水性試験終了までの体積含水率の低下量を取りまとめた。表-1 ならびに図-2 から図-4 の結果から乾燥密度の違いは体積含水率の低下量や水分特性曲線の形状に影響を与えることがわかる。

一方、突固め方法で作製した供試体の場合 (図-5)、図-4 の供試体とほぼ同じ乾燥密度であるが、体積含水率の変化は図-3 の乾燥密度が 1.405g/cm³ の場合に近いことがわかる。乾燥密度が同程度であっても締固め方法の違いによる土の構造の差異が水分特性曲線の形状に現れていると考えられる。

4. まとめ

本研究では締固めた不飽和シルトの水分特性曲線を微細多孔質膜を用いた加圧膜法で測定した。サクシオンの増加に対する体積含水率の低下量や水分特性曲線の形状は乾燥密度の大きさや供試体の締固め方法の違いに影響されることを明らかにした。

謝辞 科学研究費補助金 (基盤研究 (C) 研究課題名: 降雨と地震の複合作用に対する盛土安定性能評価のための基礎的研究, 課題番号: 22560497) の補助を得たここに謝意を表します。

参考文献 1) Sillers, W.S., Fredlund, D.G. and Zakerzadeh, N.: Mathematical attributes of some soil-water characteristic curve models, *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol.19, pp.243-283, 2001. 2) Nishimura, T., Koseki, J., Fredlund, D.G. and Rahardjo, H.: Micro-porous membrane technology for measurement of soil-water characteristic curve, *Geotechnical Testing Journal*, ASTM, Vol. 35, GTJ103670, 2012.

表-1 乾燥密度と体積含水率の低下量			
乾燥密度 g/cm³	体積含水率 % (サクシオン0kPa)	体積含水率 % (保水性 試験終了時)	体積含水率の低下量 %
1.493	41.7	37.4	4.3
1.405	41.1	33.3	7.8
1.362	42.3	28.3	14
1.344	42.7	30.1	12.6