

(Ⅲ-14) 締固め土の含水比とサクシヨンの関係

足利工業大学 正会員 ○西村友良 足利工業大学 正会員 桃井 徹
 足利工業大学 学 生 阿部敦史 足利工業大学 学 生 滝口哲史
 長岡技術科学大学 正会員 豊田浩史 長岡技術科学大学 正会員 小川正二

1. まえがき

アースダム、河川堤防、盛土、切土斜面、自然斜面などの沈下や安定性は不飽和地盤の工学的問題である。不飽和地盤を対象とした研究分野は、体積変化、破壊規準、限界状態、不飽和浸透、応力-ひずみ関係を取り扱う構成式などが上げられる。不飽和土のせん断特性に関する室内実験は、不飽和土用三軸圧縮試験機を用いて不飽和土の有効応力成分のサクシヨン力と拘束圧力を制御して行われているが、原位置において、不飽和地盤中のサクシヨンを計測することは、不飽和地盤を取り扱う上で非常に重要である。不飽和土中のサクシヨン力を原位置において直接測定する方法にはテンシオメータ法があるが、テンシオメータの構造上から、マノメータタイプ、ゲージタイプ、圧力変換器タイプに分けられる¹⁾。いずれもテンシオメータ内の脱気水と土の接触部分の間にはセラミックカップや、セラミックディスクがフィルターとして用いられている。本研究は、テンシオメータ法にもとずき、土中に埋設可能かつ、深さの制限を受けないひずみゲージ式圧力変換器タイプのテンシオメータを試作し、試作したテンシオメータを用いて室内で締固め土のサクシヨン力を計測し、サクシヨン力と含水比の関係を明白にするとともに、締固め土のサクシヨン力の予測について検討している。

2. 試料と実験方法

実験に用いた試料はDL-clayと呼ばれるシルト質土であり、DL-clayの物理的性質をTable-1に示し、水分保持曲線は、Fig-1²⁾に示す。DL-clayは飽和状態から $pF=2$ を過ぎるまでは、含水比の減少が小さいが、 $pF=2$ 以上になると乾燥が進行し、含水比の減少が大きい。試料はJIS A 1210の突固め試験方法の呼び名Aに定められたとおりに締固めた。締固めた土は、モールドとともに直径475mm、高さ580mmのふたつきアクリル製土槽の中に入れ、計測中に締固め土の含水比の変化が生じないように土槽を密閉した。サクシヨン力の計測に用いたテンシオメータの構造図をFig-2に示す。ひずみゲージ式の間隙水圧計 (Capacity 1000kPa) が材質SUS304 (ステンレス鋼) の直径40mm、長さ100mmの円筒の中にはめ込まれている。円筒内に間隙水圧計を入れ、十分なシールを施すことで、土中の水位の変動によって、テンシオメータが浸水しても、コードを通じて水が浸透できない。テンシオメータ先端のねじ込み型のキャップには、AEV値200kPaのセラミックディスクが装着され、セラミックディスクの厚さは、5mmである。セラミックディスク背面と間隙水圧計受圧面との間には、脱気水が1.92cc入る。脱気水の給水方法は、脱気水を入れた容器内で、十分に飽和させたキャップとテンシオメータ本体を入れ、脱気水中でねじ込み型のキャップを本体に取り付ける。その後、脱気水中で圧力が安定した後にテンシオメータを締固め土の表面

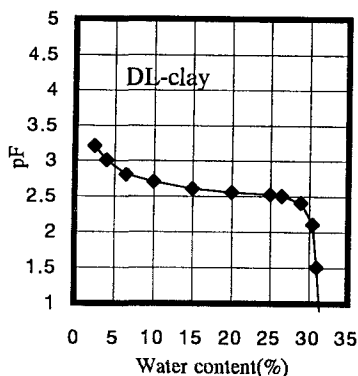


Fig-1 Water retention curve

Table-1 Properties of soil sample

Gs	2.65
IP	NP
SAND	0.00%
SILT	92.00%
CLAY	8.00%

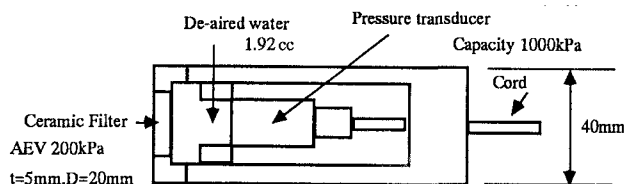


Fig-2 Transducer type of tensiometer

に差し込む。テンシオメータをデータログに接続し、データを自動記録する。

3. 実験結果

締固め試験によって得られた乾燥密度-含水比曲線（締固め曲線）および同一座標上にゼロ空気間隙曲線をFig-3に示す。試料の最適含水比は17.0%である。Olso and Langfelder³⁾やSauer⁴⁾が報告しているように、不飽和土のサクシオン力は含水比と非常に関係が密接であり、本実験においてもFig-4に示すような結果が得られ、締固め土のサクシオン力は含水比が小さくなるにつれて増大していることが明確である。含水比5%以下になるとサクシオン力が低下しているが、にサクシオン力の値が安定する以前に計測を終了し、データを読み取ったためであると考えられる。締固め土のサクシオン力をpFに変換し、含水比との関係を示したのが、Fig-5である。Fig-1に示した水分保持特性にたいして締固め土の場合、含水比5%以下におけるpFの変化が見られないことや、pFの急激な低下が始まる含水比がFig-1の結果に比べて小さいことが上げられる。これらは試作したテンシオメータの測定能力の限界や土構造に与える締固めの影響が考えられる。一方、締固め土は含水比によって異なる乾燥密度を有している。締固め土の乾燥密度とサクシオン力の関係はFig-6にみられるように、定性的な関係が現れていないことから、締固め土のサクシオン力の予測は、含水比を測定することで可能であると考えられる。

参考文献1)D.I.Stannard: Tensiometers - Theory, COstruction, and Use, Geotechnical Testing JOrnial, GTJODJ, Vol.15, No.1, pp.48-58, 1992. 2)阿部, 畠山: 不飽和土の一斉一軸三軸圧縮試験の結果について, 不飽和地盤の調査設計施工に関するシンポジウム発表論文集, 土質工学会, 1993. 3)R.E.Olson and L.J.Langfelder: Pore - water pressure in insaturated soils, J. Soil Mech. Found, Div. Proc. Amer. Soc. Civil Eng., Vol.91, SM4, pp.127-160, 1965. 4)E.K.Sauer: Application of Geotechnical Principles to Road Design Problems Dr. Eng. dissertation, Univ of Calitornia, Berkeley, 1967.

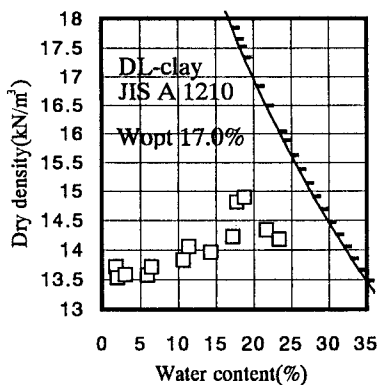


Fig-3 Compacted curve of sample

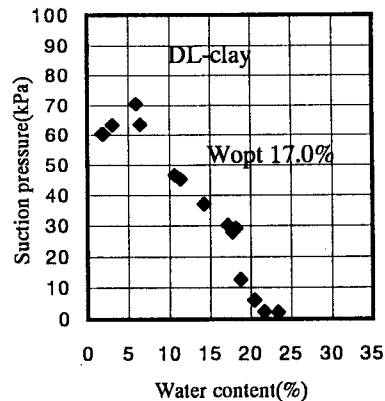


Fig-4 Relationship between water content and suction pressure

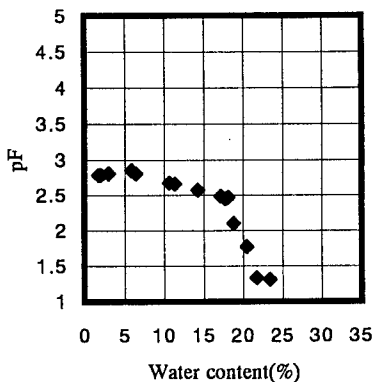


Fig-5 Relationship between water content and pF

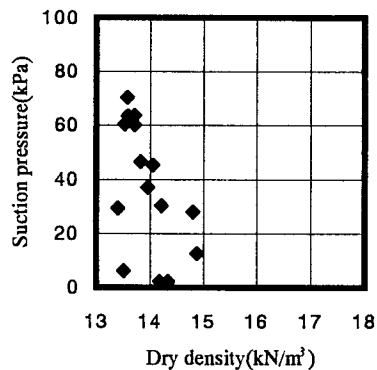


Fig-6 Relationship between dry density and suction pressure