

III-A 59

直接せん断試験による不飽和土の強度定数

足利工業大学	学生会員	◎平林 康成
同 上	正会員	西村 友良
同 上	学生会員	近藤 義之
長岡技術科学大学	正会員	豊田 浩史

1. はじめに

現在、盛土や路床などの土構造物は、その大半が不飽和地盤上に建設されており、それ故、不飽和土の力学的挙動を十分に把握しておく必要がある。しかし、不飽和土の研究は飽和土と比べるとデータの蓄積が十分とは言えず、また、不飽和土に関する研究は三軸試験機を用いた実験が多く、直接せん断試験機を用いて不飽和土の力学的挙動について検討した研究はあまり報告されていない。そこで、本研究では、不飽和土用の直接せん断試験機を用いて正規圧密状態、および過圧密状態の不飽和土の応力-ひずみ関係を示すとともに、強度定数に与える過圧密比の影響について検討した。また、最大せん断応力(τ_{max})と拘束圧力($\sigma_c - U_a$)、およびサクション力($U_a - U_w$)の関係について考察している。

2. 試料、実験方法

実験に用いた試料は、非塑性土のDL-CLAYであり、気乾状態にした後粉碎し、含水比が13%となるように調整した。供試体の初期寸法は、高さ6.00cm、直径5.13cmとした。実験方法は、試料をせん断箱の中に詰め、排気・排水状態で10kPaから100kPaの圧縮応力を載荷した。2時間の載荷後に、0.05mm/minの変位速度で下箱を可動させ供試体をせん断した。一方、過圧密土のせん断試験は100kPaの圧縮応力を載荷した後、過圧密比(OCR)が2、4、5となるまで除荷し、正規圧密土と同様に直接せん断を行なった。

3. 実験結果

Fig-1は、西村ら¹⁾の実験より得られた拘束圧力とサクション力との関係を表わしたグラフである。含水比が高くなるにつれサクション力が低下しており、また、拘束圧力の増加とともにサクション力が増大している。正規圧密状態の不飽和土のせん断強さはFig-2に示すように、拘束圧力の増加に伴い増大していることがわかる。これは、拘束圧力が増すことにより土がより密に締め固められ、そのためせん断強さが増大したと考えられる。Fig-3は正規圧密土のせん断変位と垂直変位の関係を示している。拘束圧力が増加すれば供試体の収縮量も増すことがわかる。過圧密状態の不飽和土のせん断強さはFig-4に示すように、過圧密比が小さいほど大きくなるのがわかる。また過圧密土は、正規圧密土に比べせん断強さがせん断開始直後からせん断変位0.5mm付近までに急激に増加し、その後正規圧密土より緩やかに増加していることがわかる。Fig-5は過圧密土の水平変位と垂直変位の関係を示している。過圧密比が大きくなると収縮量は小さくなり、過圧密比が4、5になると膨張している。Fig-6は拘束圧力と最大せん断強さの関係を表わしたものである。本研究では、試験結果のすべてがひずみ硬化を示しており明確なピーク強度が得られなかったので、水平変位に対するせん断強さの比が一定となることをピークと考え²⁾、水平変位が12mmのところを最大せん断強さとした。正規圧密土、過圧密土の最大せん断強さより各々の破壊線を描き粘着力(c)と内部摩擦角(ϕ)を求めた。先行圧縮応力である100kPaのところで正規圧密土と過圧密土の破壊線が交差していることが見受けられる。しかし、試料の性質が非塑性でほとんど粘性がないためか、両者の粘着力と内部摩擦角にあまり大きな差が見受けられなかった。Fig-7は最大せん断応力と拘束圧力、およびサクション力の関係を3次元的に表現したものである。拘束圧力の増大に伴って最大せん断応力、サクション力ともに増加している。拘束圧力が増大すると、その分土が密に締め固められ、土が密になることで土粒子同士の接触面積が大きくなりサクション力が増加するため土粒子間力が増大し強度が増したと考えられる。

4. まとめ

本研究より明らかになったことを以下に示す。(1)正規圧密状態の不飽和土のせん断強さは、拘束圧力の増

大に伴い増加していく。(2)過圧密状態の不飽和土のせん断強さは、過圧密比が小さいほど大きくなる。(3)非塑性である不飽和土の強度定数は、正規圧密状態と過圧密状態とで大きな差が表われない。

参考文献

1)西村、桃井他；不飽和土の一次元圧縮状態のサクシヨンの変化、第31回地盤工学研究発表会投稿中。2)D.G.Fredlund, N.R.Morgenstern and R.A.Widger；The shear strength of unsaturated soils. Canadian Geotechnical Journal Vol. 15,313-321,1978.

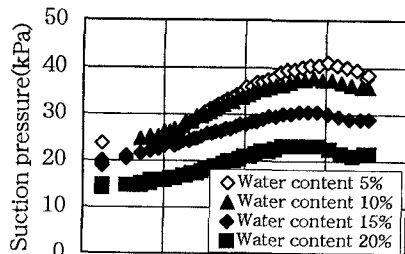


Fig-1 Relationship between confining pressure and suction pressure

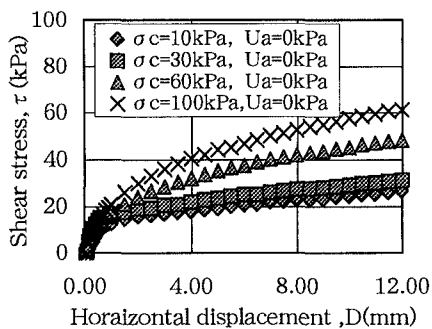


Fig-2 τ versus D

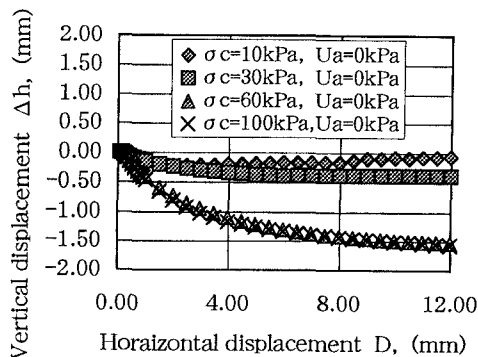


Fig-3 Δh versus D

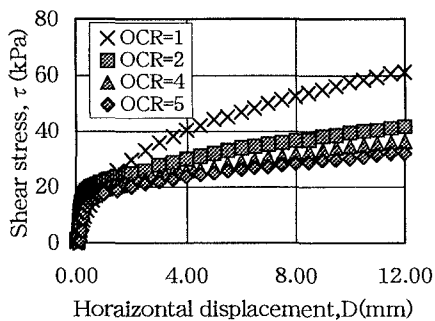


Fig-4 τ versus D

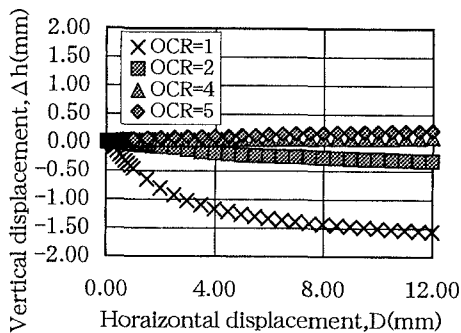


Fig-5 Δh versus D

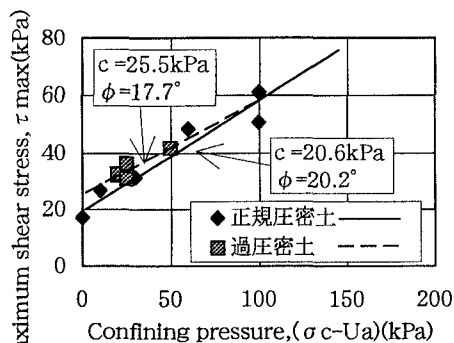


Fig-6 Failure envelopes

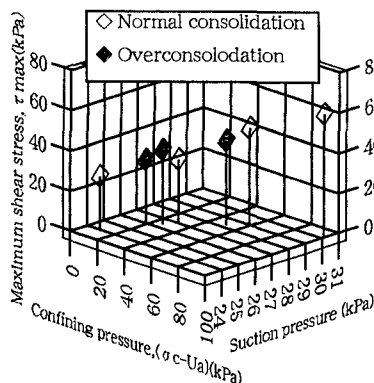


Fig-7 Shear strength