

Ⅲ - A52

全応力比が異なる不飽和土の直接せん断強度

足利工業大学 正会員 西村友良

1 まえがき

不飽和地盤は、有効土被り圧の変化、乾燥、湿潤などの環境の変化によって複雑な応力履歴を受けている。飽和地盤の応力履歴は過圧密比、 OCR 、によって表現されている。不飽和土に関してはFredlund and Rahardjo (1993)が、先行圧縮応力と膨潤圧を用いて定義している。ここで、膨潤圧とは、土被り圧と等価サクション力との和で求められる(Yoshida, Fredlund and Hamilton (1983))。等価サクション力は、飽和度あるいは土質の物理的性質に依存し、容易には算定できない。また、不飽和土の過圧密比と体積変化あるいはせん断特性との詳細な検討はなされていない。そこで、本研究では、締め固め時に不飽和土に与えた圧縮応力と現時点の拘束圧力によって、(1)式に不飽和土に関する全応力比(Total stress ratio, TSR)を定義した。そして、全応力比 TSR が異なる不飽和土の直接せん断強度について明白にしている。ただし、(1)式に定義した全応力比 TSR にはサクション力が含まれていないので、不飽和土の正確な過圧密比でないことを強調しておく。

$$TSR = \frac{p_{comp}}{(\sigma_n - u_a)} \quad (1)$$

TSR : 全応力比, p_{comp} : 締め固めた時の圧縮応力, $(\sigma_n - u_a)$: 現時点の拘束圧力.

2 試料と実験方法

非塑性のシルト質土を不飽和土用に改良した直接せん断試験機(西村他,1997)のせん断箱に詰め、非排水状態でFigure-1に示すように600kPaの圧縮応力によって供試体を締め固めた。締め固め直後のサクション力は33.1kPaであった。その後、不飽和土の全応力比 TSR が1から6になるように拘束圧力を制御した。さらに供試体を排気排水状態にして、100kPaから400kPaのサクション力を載荷し、直接せん断試験を行った。

3 実験結果

Figure-2に、サクション力が異なる $TSR = 6$ の不飽和土のせん断応力-水平変位の関係を示す。サクション力が100kPa, 200kPaの時には、最大せん断応力が見られる。しかし、サクション力が増大すると、変位が12mmに至ってもせん断応力は増加をつづけ、ひずみ硬化型の応力-ひずみ関係を示している。せん断中の鉛直変位は、Figure-3に示すように水平変位の増大とともに減少し、体積収縮を示している。またサクション力が増大するにつれて、体積収縮が大きく現れている。

Figure-4に、全応力比 TSR が1から6の不飽和土のサクション力とせん断強度との関係を示す。サクション力の増大とともにせん断強度は増大する破壊線が示されている。その破壊線は、全応力比によって異なるが、すべての破壊線の形状は、曲線を示していることがわかる。それぞれの破壊線の傾きは(2)式で示される不飽和土のせん断強度式の中の強度パラメータ、 ϕ^b 、である。

$$\tau = c' + (u_a - u_w) \tan \phi^b + (\sigma_n - u_a) \tan \phi' \quad (2)$$

τ : せん断強度, c' : 有効粘着力, $(u_a - u_w)$: サクション力, ϕ^b : サクション力に関する内部摩擦角, $(\sigma_n - u_a)$: 拘束圧力, ϕ' : 拘束圧力に関する内部摩擦角.

不飽和土, サクション力, 応力履歴, 直接せん断, 強度定数.

〒326 栃木県足利市大前町268 足利工業大学 土木工学科 TEL 0284-62-0605 FAX 0284-64-1061

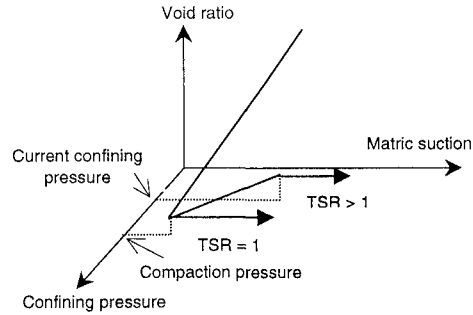


Fig. 1. Stress history of soil specimens

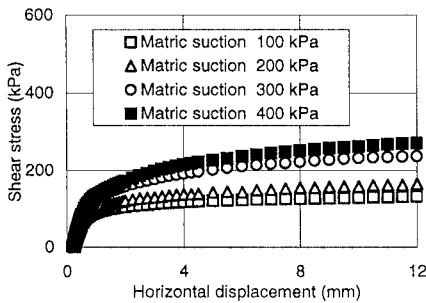


Fig. 2. Stress versus horizontal displacement curves

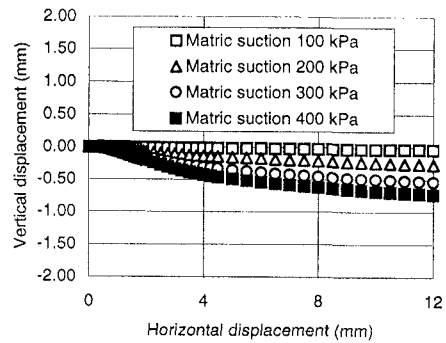


Fig. 3. Change in vertical displacement

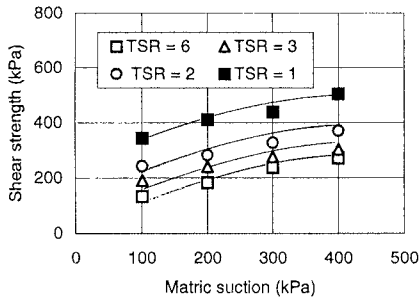


Fig. 4. Relationship between matric suction and shear strength

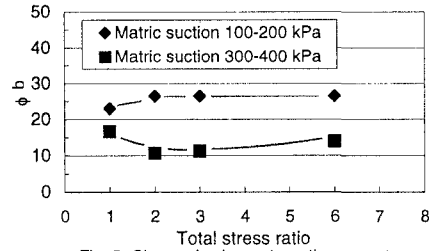


Fig. 5. Change in shear strength parameter

Figure-5に、Figure-4から求められた ϕ^b を示す。 ϕ^b は、これまでの報告どおり、サクシジョン力の増大にともない減少することを示している。また、サクシジョン力が100kPaから200kPaの範囲では、全応力比が2、3、6の不飽和土の ϕ^b はほぼ同一である。しかし、サクシジョン力が300kPaから400kPaの範囲になると全応力比の増大によって増加している。このように、 ϕ^b が全応力比およびサクシジョン力によって変化することが明白になった。

4 あとがき

本研究では、締め固めた不飽和土の応力履歴を表現する一つの指標として、全応力比（Total stress ratio, TSR ）を定義し、不飽和土の強度定数、 ϕ^b 、が応力履歴およびサクシジョン力によって変化することを明白にした。

参考文献 1) Fredlund and Rahardjo., Soil mechanics for unsaturated soils, JOHN WILEY & SONS, INC, 517P., 1993. 2) Yoshida, Fredlund and Hamilton., The prediction of total heave of a slab-on-grade floor on Regina clay, Canadian Geotechnical Journal, Vol.20, pp.69-81. 3) 西村,平林,桃井,豊田.,改良した直接せん断試験機による正規圧密状態の不飽和土の強度定数,地盤と建設, Vol.14, pp.47-52, 1997.