

III-458

不飽和土のせん断挙動に及ぼす間隙水分布の影響

大阪ガス(株)

浜田耕一

神戸大学大学院

学生会員

○本田道藏

名古屋工業大学

正会員

加藤正司

神戸大学

正会員

軽部大蔵

1. はじめに 飽和状態にある土にサクシオンを作用させると脱水が起こり、やがて不飽和状態となる。続いてサクシオンを緩めると脱水過程とは別のサクシオン～含水量関係を示しながら吸水する。つまり水分特性曲線には大きなヒステリシスがあり、したがって、あるサクシオンの値に対して2つの含水量が対応することになる。不飽和土の体積変化および吸排水挙動に、このようなヒステリシスが影響することはいくつかの論文や講演ですでに報告してきたが¹⁾、本講演ではせん断挙動に及ぼす影響について報告する。

土のせん断強度については、不飽和土に関するBishopの有効応力式(1)が適用できると考えられる。

$$\sigma' = (\sigma - u_a) + \alpha (u_a - u_w) \quad (1)$$

ここに、 σ' : Bishopの有効応力、 σ : 全応力、 u_a : 間隙空気圧、 u_w : 間隙水圧、 $(u_a - u_w)$: サクシオン（本報告では、 $u_a - u_w = S$ と表記する）、 α : Bishopの有効応力係数。

したがって本講演では脱水過程と吸水過程で係数 α がどのように異なるかを調べたことになる。

2. 試験機及び試験方法 試験機は既報²⁾と同じ不飽和土用三軸圧縮試験機であるが、セラミックディスクのAEVは 5.3 kgf/cm^2 のものをを用いた。試料は市販の粉末カオリンをスラリーにして大型圧密容器の圧力 3.2 kgf/cm^2 で圧密して得たブロックサンプルである。これを $\phi 35 \text{ mm} \times H 80 \text{ mm}$ の供試体にトリミングした。試料の水分特性曲線は文献1)に示されている。図-1は各供試体の等方圧密過程における応力経路である。No. 0は水分特性曲線を求めるもの、またNo. 1は $S = 3 \text{ kgf/cm}^2$ における圧密曲線を求めるものである。No. 2は $S = 3.29 \text{ kgf/cm}^2$ 、No. 3～No. 5は $S = 3.00 \text{ kgf/cm}^2$ のもとで軸圧縮を行ったがNo. 2とNo. 4は脱水曲線上にあり、No. 3とNo. 5は吸水曲線上にある。等方圧密過程の結果は文献1)に示されている。ただし、後の調査によればNo. 2に限り圧力計の較正係数に誤りがあり、文献1)の p 軸は修正しなければならない。供試体の物理的状態は表-1の通りである。等方圧密の後、側圧 σ_3 と間隙空気圧 u_a を一定に保って、排水状態($u_w = 0$ = 大気圧)で $\dot{\epsilon}_1 = 0.003\%/\text{min}$ のひずみ制御法で軸圧縮を行った。

3. 軸圧縮試験の結果 試験中の主応力差 q 、体積ひずみ ϵ_v 、

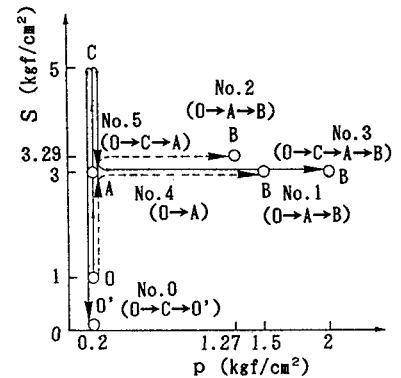


図-1 応力経路(等方圧密過程)

表-1 供試体の物理的状態の変化

No.		間隙比 e	含水比 w	飽和度 S _r	せん断中の ($\sigma_3 - u_a$)
0	O	1.011	36.849	98.365	—
	A	0.901	25.003	74.895	
		0.900	15.530	46.567	
	O'	0.901	32.676	97.957	
1	O	1.071	37.946	95.660	—
	A	0.947	24.095	68.668	
	B	0.938	23.643	68.089	
2	O	0.956	36.360	102.668	1.27
	A	0.821	24.823	81.588	
	B	0.809	24.278	81.066	
3	O	0.987	36.226	99.050	2.00
	A	0.858	25.731	81.164	
		0.853	14.794	46.820	
	B	0.848	15.231	48.520	
4	O	0.986	35.377	96.897	0.20
	A	0.883	24.217	74.019	
5	O	1.009	36.383	97.346	0.20
	A	0.902	26.161	78.270	
		0.903	15.292	45.714	

(%) (%) (kgf/cm²)

O : 供試体初期状態(供試体作製時)

A : 図-1 A点での供試体状態

注) No. 0, 3, 5 においては 上段: 脱水曲線上
下段: 吸水曲線上

B : 等方圧縮過程終了時(No. 4, 5 は A と同値)

排水量を図-2～4に示す。横軸はせん断ひずみ $\varepsilon_s (= \varepsilon_1 - \varepsilon_v/3)$ である。脱水曲線上のNo.2とNo.4のみが大きく排水している。図-5、6は破壊応力線である。図中の破線は実測主応力差 q_r 、実線はエネルギー補正した破壊応力を表している。脱水曲線上のNo.2とNo.4の方が破壊線が上にあることがわかる。図-5中の実線は、補正をPoorooshasbの方法で、図-6は、Bishopの方法で補正をしたものである。試験は側圧一定のもので行われたので、後者の補正法が適当と思われる。いずれにせよ、エネルギー補正を行っても、脱水曲線上のものが大きな破壊強度を示すことが分かる。このことは、脱水過程の方が飽和度の高いことから容易に想像され、係数 α が飽和度の増加関数であることを実証している。本講演のように脱水過程と吸水過程の両方で三軸試験を行うと、係数 α をサクションと独立した形で求めることができる。

- 参考文献 1) 第28回土質工学研究発表会(投稿中)
2) 第25回土質工学研究発表会 No.227

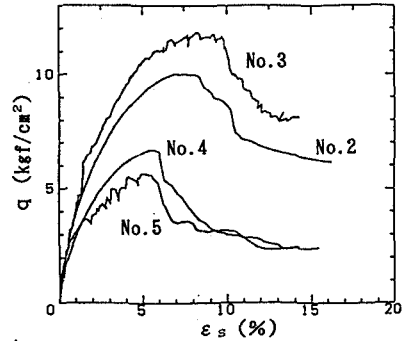


図-2 主応力差 $q \sim$ せん断ひずみ ε_s 関係

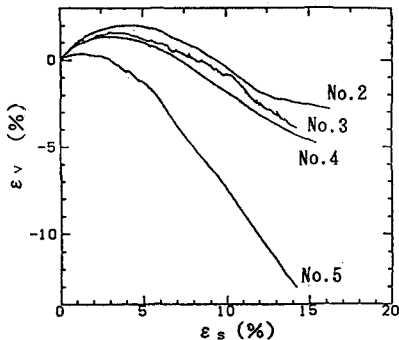


図-3 体積ひずみ $\varepsilon_v \sim$ せん断ひずみ ε_s 関係

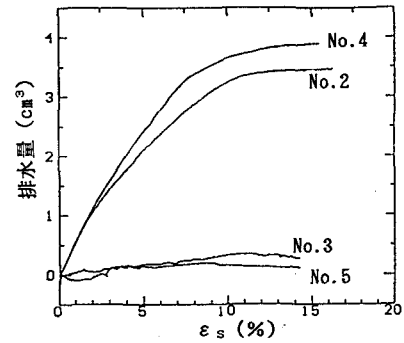


図-4 排水量 $\sim$ せん断ひずみ ε_s 関係

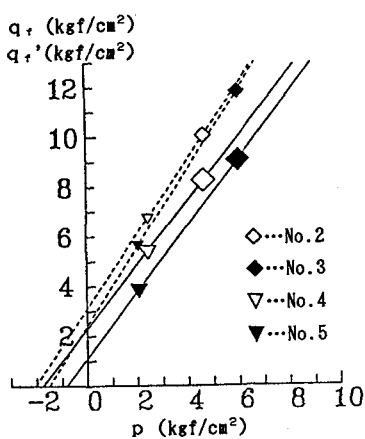


図-5 破壊応力線
実線...Poorooshasbの補正式から得られた破壊線
 $q_r' = q_r + p(d\varepsilon_v/d\varepsilon_s)$
破線...実測値から得られた破壊線

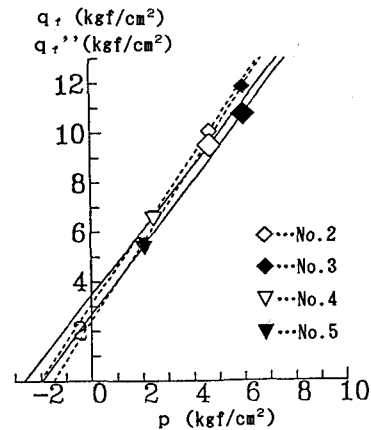


図-6 破壊応力線
実線...Bishopの補正式から得られた破壊線
 $q_r'' = q_r + \sigma_3(d\varepsilon_v/d\varepsilon_1)$
破線...実測値から得られた破壊線