

III-232 不飽和シルトの強度特性について

岐阜大学 工学部 正会員 宇野 尚雄 杉井 俊夫
 岐阜大学 大学院 学生員 ○森崎 泰隆

1. まえがき: 本研究の目的は、不飽和土の変形・強度特性を究明することである。今回は、その第一段階として行ったシルト質土に対する三軸試験の結果得られた強度特性について報告する。

2. 実験方法・試料: 実験に用いた不飽和土用三軸試験機を

図1に示す。この試験機は、軸圧 σ_1 、軸変位、体積変化、

側圧 σ_3 、間隙水圧 u_w 、間隙空気圧 u_a の6要素を計測している。この試験機の特徴は、ペロフラムシリンダー上部圧力室の空気圧、二重ピュレット上部の空気圧、供試体上部の空気圧を調節することにより σ_1 、 σ_3 、 u_a の3要素を自動制御できることである。また、実験には、長良川堤防より採取したシルト質土を自然乾燥状態で0.85mmのふるいを通過した比重 $G_s=2.680$ の試料を用いた。その試料を設定サクシオンに合うよう水分保持曲線から求めた3種の含水比にセットし内径5cm、高さ12.5cmの供試体をモールド内で5層に分けて突き固める方法で作成した。この時、乾燥密度 $\gamma_d=1.5\text{gf/cm}^3$ に設定した。応力条件は、初めに非排水・非排気条件の等方圧縮で等方圧 $\sigma_m=0.1\text{kgf/cm}^2$ まで上昇させた後、設定の $p(=(\sigma_1+2\sigma_3)/3-u_a)$ になるまで等方圧を上昇させた。この時、載荷速度は $0.005\text{kgf/cm}^2/\text{min}$ とした。次の1時間で p 、 $S(=u_a-u_w/\gamma_w)$ を設定の値になるよう等方圧、間隙空気圧を調節した(ここから非排水・排気条件)後、 p 一定、 S 一定の条件で $q(=\sigma_1-\sigma_3)$ を $0.0075\text{kgf/cm}^2/\text{min}$ の速度で増加させるせん断試験を行った。表1に示すような9本のケースについて試験した結果が表2である。

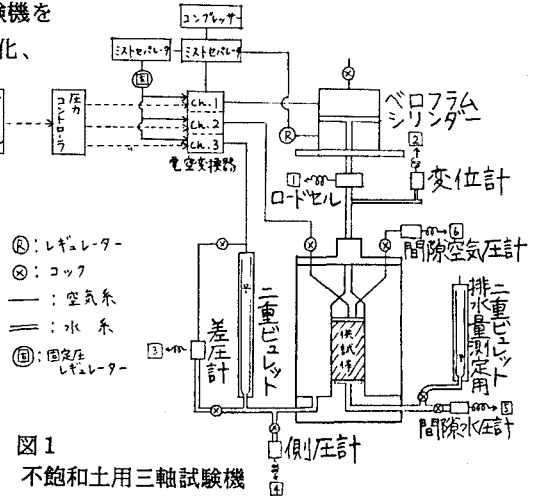


図1 不飽和土用三軸試験機

表1 実験ケース
 $S(\text{kgf/cm}^2)$

p (kgf/cm ²)	S	S (kgf/cm ²)		
		0.1	0.2	0.3
0.4	①	②	③	
		④	⑤	⑥
		⑦	⑧	⑨

表2 実験結果

Exp.No.	等方圧縮				せん断試験							
	γ_d	S _{r1}	e _i	ϵ_v	S _{r0}	e ₀	破壊時			制御		
							S _{r_f}	ϵ_{vf}	ef	S(kg/cm ²)	p(kg/cm ²)	q _f (kg/cm ²)
1	1.502	45.4%	0.785	約0.30%	46.9%	0.760	47.2%	約0.30%	0.755	0.1	0.4	0.98
2	1.485	37.3%	0.805	0.27%	37.9%	0.792	38.2%	0.35%	0.786	0.2	0.4	0.98
3	1.483	34.0%	0.807	0.50%	34.9%	0.786	35.4%	0.60%	0.775	0.3	0.4	1.03
4	1.482	43.4%	0.832	0.50%	46.2%	0.780	46.7%	1.50%	0.772	0.1	0.8	1.59
5	1.477	36.8%	0.815	0.95%	38.6%	0.777	47.2%	0.98%	0.760	0.2	0.8	1.61
6	1.466	33.2%	0.851	0.4%	35.3%	0.790	35.7%	1.30%	0.788	0.3	0.8	1.72
7	1.50	48.6%	0.815	0.8%	52.0%	0.758	53.7%	1.6%	0.733	0.1	1.2	2.14
8	1.50	41.9%	0.810	0.3%	44.3%	0.787	46.4%	2.4%	0.732	0.2	1.2	2.25
9	1.50	37.6%	0.810	5%	44.3%	0.686	43.1%	-0.2%	0.704	0.3	1.2	2.31

3. 試験結果: ここでは、等方圧縮時の試験結果についてはふれず、せん断試験結果について述べる。図2に軸ひずみ $\epsilon_1 \sim q$ 関係を示す。 $p=0.4\text{kgf/cm}^2$ の場合はピークがはっきりと出ているが、 p の値が大きくなるにつれ、緩やかなカーブを描いている。また、 q が最大値をとる時の ϵ_1 も p が大きくなる程、拘束圧が大きくなるため、大きな値となっている。 q の最大値を q_z として、 $p \sim q_z$ の関係を図3に示す。いずれのサクシオンの場合も、ほぼ直線関係にあり軽部ら¹⁾などの研究成果と傾向は一致している。軽部らの $f(s)$ の値は $f(0.1)=0.284$ 、 $f(0.2)=0.215$ 、 $f(0.3)=0.264$ となっている。図3を $S \sim q_z$ 座標にプロットしたものが図4である。 p がどの場合もサクシオンの増加に伴って強度が増加している。その強度増加率

は、 p が大きくなる程大きくなる傾向にある。また、せん断中の間隙比の変化は図5に示され、ケース⑨を除く他のケースの $e \sim q$ の関係より q_f をとる時の e の値は p が大きくなるほど小さい。ケース⑨は、せん断前の等方圧縮過程で異常に体積減少が起こった特殊ケースである。以上の結果で、 p が大きいほど供試体が密な状態であることを考えると同じようにサクシオンが変化しても供試体の密度の違いによって粒子間の状態が変化し²⁾、サクシオンが強度へ与える影響に違いがある可能性も考えられる。図4のサクシオン増に伴う強度増加率と p との関係を図6に示す。この関係は原点を通る直線となっている。

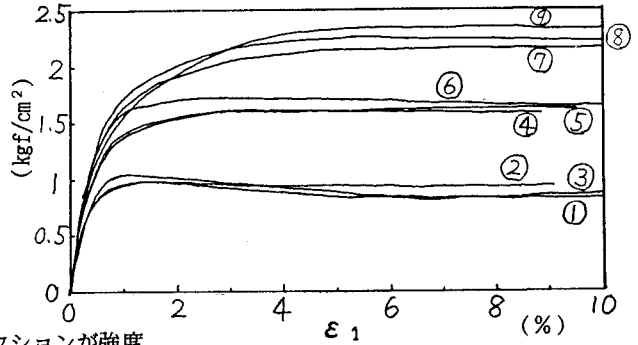


図2 $\epsilon_1 \sim q$ 関係

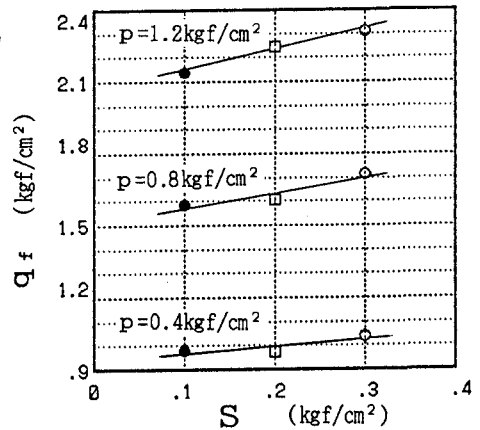


図4 $S \sim q_f$ 関係

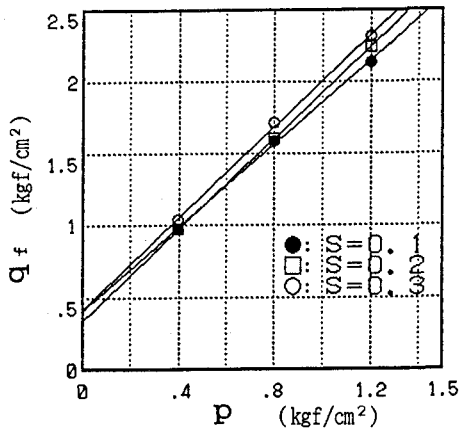


図3 $p \sim q_f$ 関係

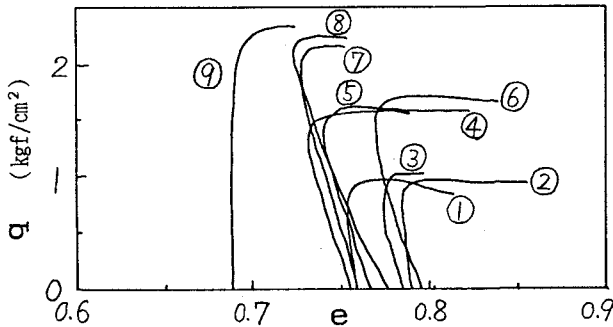


図5 $e \sim q$ 関係

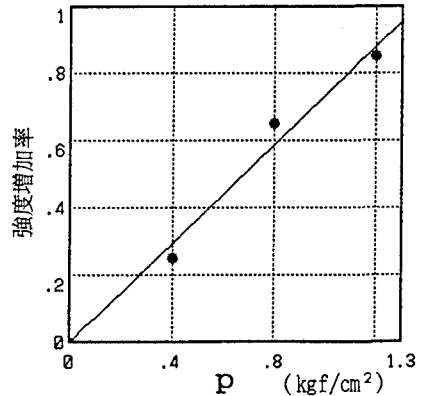


図6 $p \sim$ 強度増加率 関係

4. まとめ: ①長良川シルトについて p =一定、 S =一定の条件でせん断試験を行った結果、 $p \sim q_f$ 関係はほぼ直線関係となり軽部らなどの研究成果と傾向は一致している。②いずれの p の場合もサクシオンの増加に伴って強度が増加しているが、その増加率は p が大きくなる程大きくなる傾向にある。

【参考文献】1) 軽部大蔵・加藤正司・勝山潤一(1986): 不飽和カオリンの有効応力と力学定数、土木学会論文集、No.370/III5, pp179-188.

2) 八木則男・矢田部龍一・榎明潔(1987): 締固め土の圧縮とせん断に関する2、3の特性、土質工学会不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム発表論文集I-4、pp29-34.