

不飽和粘性土のせん断変形特性

長崎大学工学部 正 員 伊勢田 哲也
長崎大学工学部 学生員 ○井手永 重孝

1. まえがき

地盤や土構造物の応力・変形解析や安定性を検討するには、土の応力とひずみの関係を明らかにする必要がある。不飽和粘性土の場合、先行圧縮応力値を導入することにより対象となるものの圧縮特性を検討することが可能となった。しかし対象となる地盤や土構造物は一般には三次元的なものであり当然せん断ひずみ特性を考慮しなくてはならない。静的に締固めた試料についての三軸圧縮試験の結果、先の圧縮試験と同様静的に締固めた応力の影響が、応力とひずみの関係に介入する傾向を見出したが、今回さらに破壊線との近接度といかなる関係にあるか、せん断ひずみ特性などA・B2種類の粘性土を用いて検討した。

2. 近接度 及び 試験の方法

(1) 近接度……近接度は図-1に示すように モールの破壊円の半径(直径)の何パーセントであるかで示す。式で表わすとモールの破壊円の中心 σ_m をパラメーターとして次のように定義する。

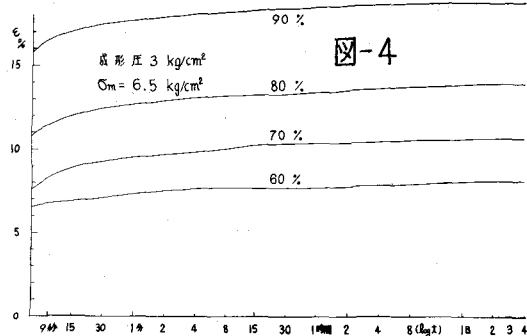
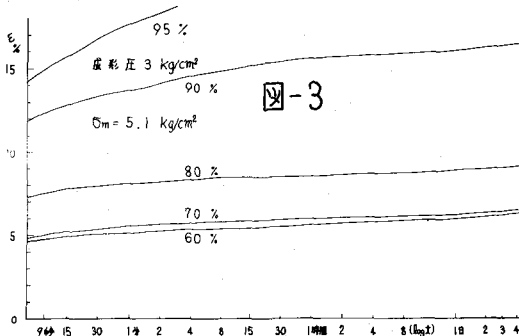
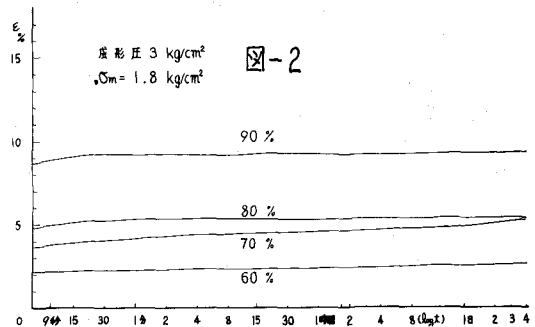
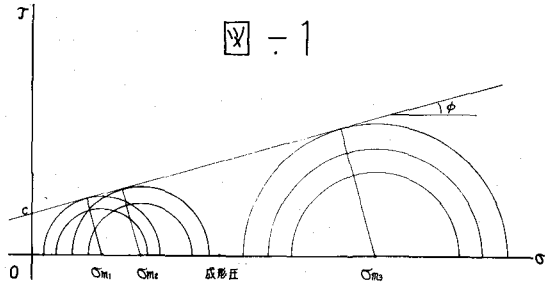
$$R(\text{近接度}) = \frac{\tau_{max}}{C \cos \phi + \sigma_m \sin \phi} \times 100 \quad \text{----- ①}$$

ただし C ; 土の粘着係 ϕ ; 土の内部摩擦角

$$\sigma_m = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2 \quad ; \text{平均主応力}$$

$$\tau_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2 \quad ; \text{最大せん断応力}$$

(2) 試験条件 まず粘性土Aは等方 2 kg/cm^2 Bは 3 kg/cm^2 で圧縮成形し平均主応力をAについては図-1に示す $\sigma_m = 0.8 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_m = 1.1 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_m = 4.3 \text{ kg/cm}^2$ に選り平均主応力を一定の条件でせん断力を変化させ三軸試験機で軸ひずみを測定した。またBではそれぞれ $\sigma_m = 1.8 \text{ kg/cm}^2$ 及び成形応力より大きい σ_m として 5.1 kg/cm^2 , 6.5 kg/cm^2 を選んだ。



3. 試験の結果と考察 図-2~4はB種の土について種々のRの状態における軸ひずみ(ϵ)と時間($\log t$)との関係を整理したものであるが、ひずみを考えると $\sigma_m=1.8$ kg/cm²の場合が他の2者にくらべ極めて少ない。次に図-5~10は測定時間をパラメーターとして応力-ひずみ関係を示したものである。応力を示す横軸は2で定義した近接度で表わしてある。これらの図からある測定時間を結ぶ直線の屈折点が認められる。これよりこれらの試料が粘弾性や塑性的挙動を示すことが考えられる。またこの屈折点は図-5,6,8では破壊近接度R=80~90%。図-7,9,10はR=70~80%あたりに認められる。この図-5,6,8と図-7,9,10の違いは、前者は成形圧より低い応力での試験であり、後者は成形圧よりも高い応力での試験の結果である。このことから、この屈折点を降伏点とするならば、降伏点は画一的には考えられず、成形圧より大きい応力であるか、小さい応力であるかによって異なる値が得られることが分った。

・補足……三軸試験における軸ひずみを圧縮ひずみとせん断ひずみの和と仮定すると

$$\epsilon = \epsilon_s + \epsilon_t \quad \text{②}$$

ϵ_s ; セン断応力下における軸ひずみ量

ϵ_t ; 等方圧縮応力下における軸ひずみ量

そこで ϵ_t を知るために粘性土Aについて等方圧縮試験を行なった。左下に示す表-1は圧縮ひずみが軸ひずみに与える影響を及ぼすかをみるために②式で求めたせん断ひずみ ϵ_t が軸ひずみに占める割合を求めた。よって表-1によると成形応力より小さい状態の平均主応力では応力の増加によってせん断ひずみの割合が急増しているのが見立つ。またこのAについてひずみ速度と時間との関係を示したものが図-11である。図からひずみ速度($\log \dot{\epsilon}$)は時間($\log t$)と直線関係がみとめられる。

表-1.

せん断力 τ (kg/cm ²)		破壊近接度 R (%)	平均主応力 $\sigma_m = 0.8 \text{ kg/cm}^2$; $\dot{\epsilon}/\epsilon \times 100$					
			9 mm	1 mm	15 mm	2 mm	24 mm	55
0.37	60	45	47	50	52	52	55	
0.43	70	86	86	86	86	86	86	
0.49	80	88	89	90	92	95	96	
0.52	85	94	94	94	95	96	97	
0.54	90	95	95	95	96	97		
0.58	95	95	95	96	97			
τ (kg/cm ²)		R (%)	$\sigma_m = 1.1 \text{ kg/cm}^2$; $\dot{\epsilon}/\epsilon \times 100$					
0.44	60	43	44	48	48	52		
0.52	70	68	70	71	72	74		
0.59	80	75	76	78	79	80		
0.62	85	92	93	94	94	95		
0.66	90	95	95	95	95	95		
τ (kg/cm ²)		R (%)	$\sigma_m = 4.3 \text{ kg/cm}^2$; $\dot{\epsilon}/\epsilon \times 100$					
1.21	60		57	59	59	59		
1.41	70		63	64	64	64		
1.61	80		74	76	76	76		

またこのAについてひずみ速度と時間との関係を示したものが図-11である。図からひずみ速度($\log \dot{\epsilon}$)は時間($\log t$)と直線関係がみとめられる。

また軸ひずみ ϵ の値として10%, 12%, 15% 夫々で破壊とし破壊までの時間経過を t_b とすれば、 t_b と t とは図-12のようになり($\dot{\epsilon} t_b = K$)の関係が成立する。

4. 結論 (1)近接度は対象となる土の締固め状態(ここでは静的に圧縮された応力履歴)を考慮すべきである。(2)せん断ひずみ量は圧縮ひずみ量より大きな割合を示す。

<参考文献>

1)伊勢田・水野; 締固めた土の圧縮性状に関する研究, 土木学会論文報告集, 第185号

2)伊勢田・棚橋・山口; 粘性土のせん断変形特性, 土木学会西部支部研究発表会論文集, 昭和48年度

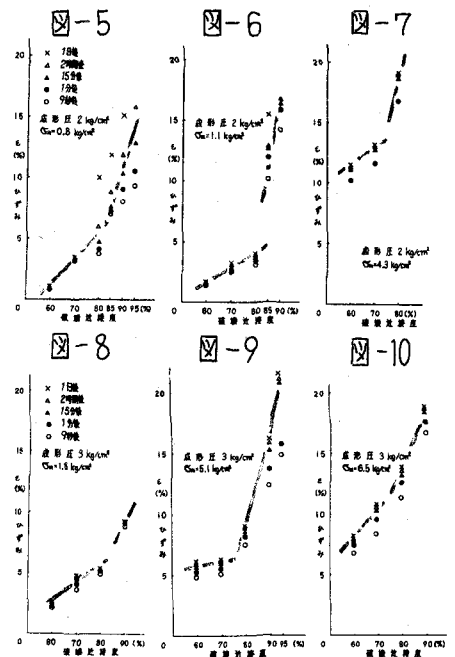


図-11

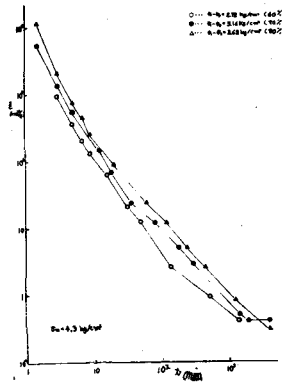


図-12.

