

乱さないしらすの低圧域における粒子破碎について

山口大学 正 員 村田秀一
鹿児島高専 正 員 岡林 巧
鹿児島高専 正 員 永吉 肇
鹿児島高専 学生員 〇綾織孝文

1. まえがき

締固めたしらすは、ぜい弱な土粒子の骨格構造をなすことに起因して排水せん断応力域で無視できないほどの粒子破碎を生じることが知られている¹⁾。この粒子破碎現象に着目することは、土質材料の応力下における圧縮特性やせん断特性を論ずる上で重要である。粒子破碎を問題とした従来の研究は、高応力域で締固めた材料に関したものがほとんどである。降雨下における地山しらす斜面の比較的表面層部の安定性を検討するためには、乱さないしらすの低応力域における力学特性を解明する必要がある。本研究は、主として乱さないしらすが低応力域でせん断される場合の粒子破碎現象について比較検討したものである。

2. 試料および試験方法

三軸圧縮試験に用いた試料は、始良郡隼人町産の始良しらすである。粒土組成は、礫分16%、砂分72%、シルト分9%、および、粘土分以下3%である。乱さない自然含水比状態での山中式土壤硬度計による平均硬度は、32mmであり、土質工学会基準によると硬質しらすに分類される。試料のサンプリングは、内径5cm、高さ約13cmのしらすカッターを地山に分離式油圧ジャッキを用いて圧入する方法によった。この方法によれば、乱さない状態のしらす供試体が入手可能である。三軸圧縮試験は、側圧一定の排水せん断試験とした。特に、供試体の飽和は、炭酸ガス法によった。また、粒子破碎を数量化する尺度は、三浦・山内²⁾によって提案された次式で表わされる表面積増加量 ΔS を用いた。

$$\Delta S = S - S_0 \text{-----(1)}$$

S : 任意状態の表面積
 S_0 : 標準状態の表面積

3. 結果および考察

表-1に各条件における粒子破碎量の分析結果を示し、図-1に代表的な試料の応力～ひずみ曲線を示す。図から明らかなように、軸差応力に明瞭なピークを有すること、破壊時の軸差応力が大きいことは、乱さないしらすを特徴づけるものである。破壊時のダイレイタンスー指数は、漸増するにしたがい小さくなることが図-2から判る。これは、有効側圧が大きくなるほど粒子破碎量が増大することを示唆している。図-3

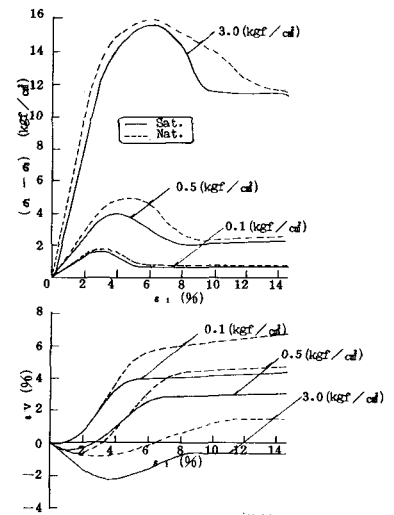


図-1 応力～ひずみ曲線

表-1 粒子破碎量の分析結果

試験条件		せん断試験後							等方圧試験後		
有効側圧 (kgf/cm²)		0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	3.0	0.1	0.5	3.0	
飽和試料	S	98.9	94.1	95.3	97.7	87.8	97.4	96.1	98.5	97.8	98.8
	S	545.80	553.80	568.52	560.98	585.21	585.82	561.42	532.33	540.20	543.5
	ΔS	12.3	20.2	34.9	26.5	51.7	52.3	27.9	-1.2	6.7	10.0
有効側圧 (kgf/cm²)		0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	0.1	0.5	3.0	
不飽和試料	S	86.6	81.2	74.0	52.7	64.4	81.2	87.9	88.1	80.4	59.9
	S	540.02	589.78	550.36	630.18	565.89	584.40	560.73	534.94	538.52	538.7
	ΔS	6.5	26.2	16.9	52.3	22.2	50.9	27.2	0.8	5.0	5.2

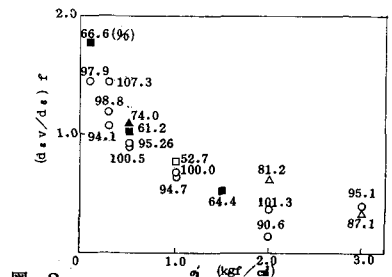


図-2 破壊時のダイレイタンスー指数と有効側圧の関係

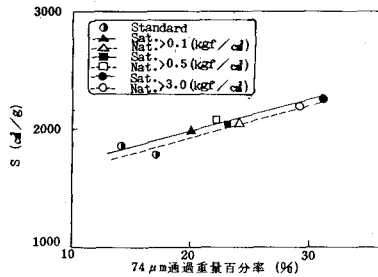


図-3 比表面積と74 μ m通過重量百分率の関係

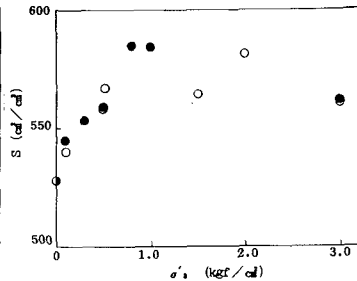


図-4 表面積と有効側圧の関係

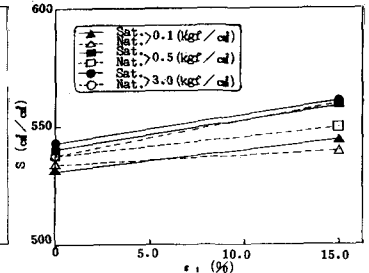


図-5 表面積と軸ひずみの関係

は、比表面積と74 μ m通過重量百分率の関係を示したものである。この74 μ m通過試料の比表面積は、セメントの粉末度試験に利用されているブレン空気透過装置粉末度測定器を用いて求めた。図から、比表面積は、有効側圧が大きくなるほど飽和の状態にかかわらず増大することが判る。このことは、有効側圧が大きくなるほど粒子破砕量が増大することを意味している。表面積と有効側圧の関係を示したものが図-4である。表面積は、先に求めた比表面積に試料の乾燥密度を乗じることにより定めることができる。この試料全体から求めた表面積は、有効側圧が大きくなるほど増加する傾向にある。ただ、かなり値にばらつきが認められる。この主因は、乱さないしらすの試料全体を用いているためである。ちなみに、標準試料4体の表面積の最大値と最小値の差は、20(cm^2/cm^3)であった。図-5は、表面積と軸ひずみの関係を示したものである。

どの条件も明瞭な差異を認めるまでには至らないが、表面積は軸ひずみの増加に従い漸増する傾向にある。また、その程度は、有効側圧が大きな条件ほど大きくなるようである。さらに、自然含水比状態のものが飽和状態のそれに比較して小さいとほぼ言える。等方圧縮過程およびせん断過程における粒子破砕量と有効側圧の関係をそれぞれ図-6,7に示す。両図を比較して明かなように、このような低応力側圧域での粒子破砕は、主としてせん断過程で発生することが判る。また、せん断過程における粒子破砕量は、幾分飽和試料の方が大きいと言える。図-8は

せん断後の表面積増加量と試料の飽和度の関係を示したものである。各側圧とも表面積増加量は、飽和度の増加とともに漸次増大する傾向を示しており、その最大は完全飽和時にあるものと考えられる。表面積増加量と破壊時の間隙比変化量の関係を示したものが図-9である。表面積増加量は、間隙比の増加にしたがい大きくなる傾向にある。また、有効側圧が大きくなるほど表面積増加量の増加に比べて間隙比の増加の割合が小さくなるといえる。このことは、有効側圧が大きくなるほど破砕した微粒子が間隙を埋める率が高くなることを示唆するものである。

おわりに、本研究では、乱さないしらすの低圧域における粒子破砕に着目して考察した結果、低圧域においても量は少ないが粒子破砕現象を認めることができた。

【参考文献】

- 1) 三浦, 山内: シラスのせん断特性に及ぼす粒子破砕の影響, 九大工学集報, Vol.48, No.4, 1975, PP.23-29.
- 2) 三浦, 山内: 砂のせん断特性に及ぼす粒子破砕の影響, 土木学会論文報告集, 第260号, 1977, PP.109-118.

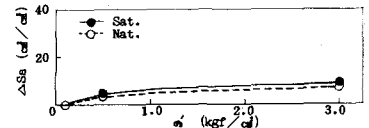


図-6 圧密過程の破砕量と有効側圧の関係

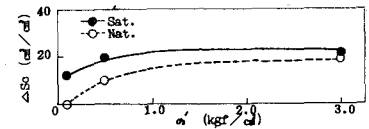


図-7 せん断過程の破砕量と有効側圧の関係

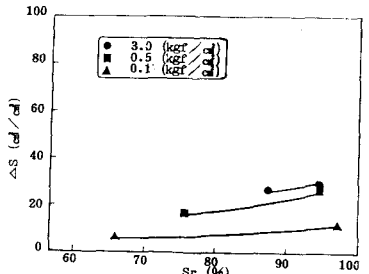


図-8 表面積増加量と飽和度の関係

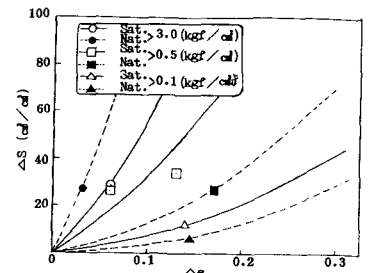


図-9 表面積増加量と間隙比変化量の関係