

地山しらすの力学挙動に及ぼす乾湿繰返しの影響

九州大学工学部 学○梅村 順 正 落合 英俊
正 林 重 徳

1. はじめに

しらす地帯では、古くからのり面の崩壊がしばしば発生している。その原因は多くの場合、誘因としての降雨とされているが、これら崩壊の周期性が報告されている¹⁾ように、のり面の長期安定や防災上の見地からは、風化に伴う地山しらすの強度変化について検討する必要がある。しかし、力学的性質による風化度の評価法はないのが現状である。本文は、地山しらすの風化度を力学的性質により評価する方法を検討するために行なった基礎的な試験について考察したものである。

2. 風化の与え方と試験の目的

風化は一般に、物理的風化作用と化学的風化作用とに分類されている。ここでは生化学的作用は省略する。物理的・化学的両作用とも、水の出入りに伴う体積変化や溶脱・移動により引き起こされる。このことから、水の出入りを乾湿繰返しとして捉えて、実験室では供試体に乾湿繰返しを作用させ、風化を与えたものとして考えている。

地山しらすは溶結作用による粒子間の固結により、軟岩と粒状体との中間的な性質を有している。この固結の強さは溶結の程度によるが、しらすとして取り扱われる範囲では微弱である。地山しらすは風化、特に物理的風化作用を受けることによりこの固結部分を破壊され、軟岩としての性質を失うような変化を生じると考えられる。そこで、固結の程度は引張試験により調べる可以考虑と、この変化を捉えることを目的に、不攪乱試験を用いて圧裂引張試験を行なった。

3. 試料および方法

実験に用いた試料は、鹿児島県国分市郊外で採取した。不攪乱試験の採取には、村田ら²⁾の提案したしらすカッターを改良して用いた。試料の物理的性質および不攪乱状態での水分特性を表-1、図-1にそれぞれ示す。

圧裂引張試験には、一軸圧縮試験機を用いて載荷板にアングル板を取り付け線載荷となるように工夫し、変位制御法により $\Delta d=0.5\text{mm/min}$ で行なった。供試体は直径 $d:50\text{mm}$ 、長さ $l:50\text{mm}$ で、表-2に示すような3つの乾湿条件を与えた。また試験時の供試体の含水状態は、 $pF=2.0$ に調節した。

4. 試験結果および考察

試験の結果を引張応力-軸ひずみ曲線にまとめて図-2に示す。なお、軸ひずみは $\varepsilon = \Delta d/d$ で定義される。いずれの供試体も曲線は、あるひずみ量から応力が急増するS字形を呈し、また応力急増点前後の接線勾配はほぼ等しい。乾湿を作用させた場合と作用させない場合とを比較すると、引張強度には差異が認められなかった。しかし、破壊時の軸ひずみは前者、特に気乾を作用させた場合に小さく、また急増点も小さい値であった。

表-1 試料の物理的性質

比	重	乾燥密度	間隙比	透水係数
全粒径	2mm以下			
2.473	2.468	1.29 g/cm ³	0.948	5.28×10^{-4} cm/s
粒 度				
粘土	シルト	細砂	粗砂	細礫
4.9%	13.7%	22.5%	38.9%	11.4%
				礫
				8.6%

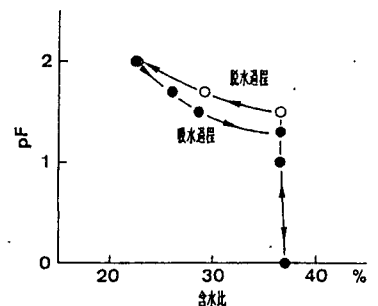


図-1 不攪乱試料の水分特性

表-2 供試体の乾湿条件

供試体	乾湿条件	試験時の状態	
		含水比	間隙比
No.1	自然含水状態	19.1%	0.955
No.2	→ pF2.0	21.1	1.061
No.3	自然含水状態	24.9	0.932
No.4	→ 24時間水浸 → pF2.0	24.2	0.963
No.5	自然含水状態	21.3	1.011
No.6	→ 気乾→24時間水浸 → pF2.0	21.2	1.027

以上の結果から、乾湿の影響を軸ひずみに着目して検討した。図-3に示すように、応力急増点前を領域Ⅰ、後を領域Ⅱとする。供試体の荷重方向中心線上の状態は、領域Ⅰでは粒子間の固結により骨格を形成し、弾性的挙動をしている状態で、領域Ⅱでは粒子間にすべり破壊が生じ、塑性的挙動をしている状態であると考えられる。そこでこのことを検討するために、急増

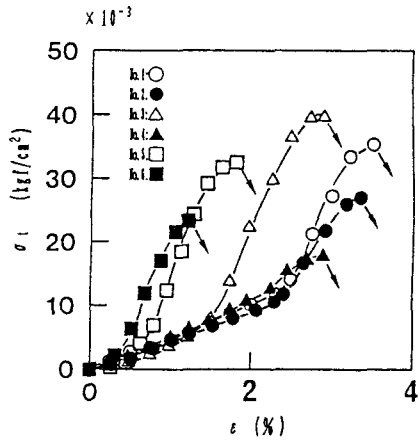


図-2 圧裂引張試験結果

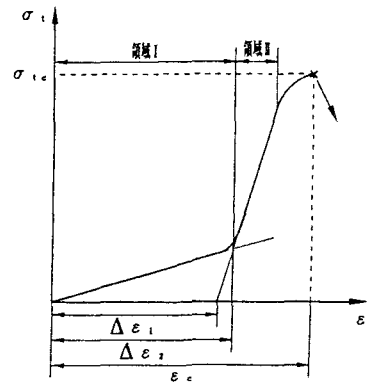


図-3 ひずみ比説明図

点の軸ひずみを図-3に示すような曲線の接線により2つの方法で取り、それらと破壊時の軸ひずみ: ϵ_c との比を規定した。与えた乾湿条件毎にこれらの値を示したのが図-4である。急増点後の接線と軸ひずみ軸との交点から求められる比: $\Delta\epsilon_1/\epsilon_c$ 、および応力急増点前後の接線の交点から求められる比: $\Delta\epsilon_2/\epsilon_c$ は共にほぼ同じ傾向を示し、乾湿なし、水浸のみ、気乾→水浸の条件の順に小さな値となった。これらの内 $\Delta\epsilon_1/\epsilon_c$ の値を用いて、供試体の試験時の間隙比との関係を示したのが図-5である。乾湿なし、水浸のみ、気乾→水浸の順に間隙比は大きな値を持っているが、 $\Delta\epsilon_1/\epsilon_c$ は逆に小さくなっている。上述した領域Ⅰの状態の考えが正しいと仮定すると、このことは乾湿を与えた供試体は弾性体としての挙動の領域が小さく、小さな応力で粒状体としての領域に移行したものと解釈でき、これは粒子の固結が弱化若しくは失われたことに起因するものと考えられる。

5. まとめ

地山しらすの風化度を力学的性質により定量的な評価方法を検討するために圧裂引張試験を行なった。その結果得られた引張応力-軸ひずみ曲線から、軸ひずみに着目して乾湿の影響について検討したところ、ひずみ比: $\Delta\epsilon_1/\epsilon_c$ により風化度を表示できそうである。現状ではデータ数がまだ少なく、今後更に検討する必要がある。

最後に、鹿児島高専 岡林 巧 助教授には試料採取に際し、有益な御助言・御指導を戴いた。また、(有)末永工業、ライト工業(株)九州支店および同鹿児島営業所には試料採取に御協力戴いた。末筆ながら、厚く感謝の意を表する。

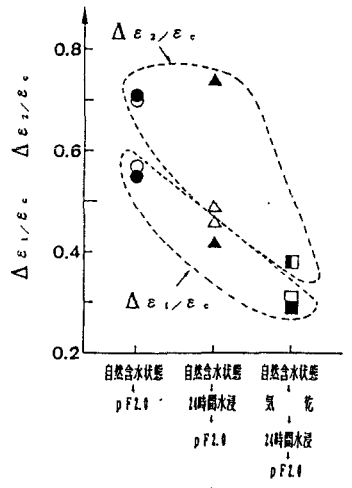


図-4 各乾湿条件のひずみ比

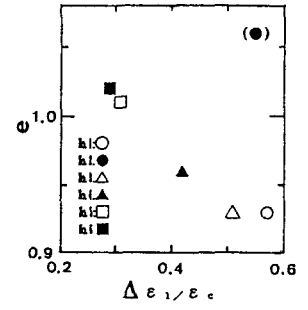


図-5 間隙比-ひずみ比関係

参考文献 1) 下川他(1987): シラス急斜面における崖くずれの周期性と発生位置の予知, 文部省科学研究費自然災害特別 研究突発災害研究成果, No. B-61-1, pp. 69-81. 2) 村田他(1974): 地山しらすの引張強度の測定方法について, 昭和48年度土木学会西部支部研究発表会論文集, pp. 219-220.