

試料状態の違いがしらすの静的力学特性に与える影響

九州産業大学 正会員 石堂 稔 学生員○荒牧聖一
九州電力(株) 正会員 永津忠治 正会員 溝上 建

1. はじめに しらすは九州地方に分布する代表的な特殊土であり、その工学的な性質に関してはこれまで多くの研究が行われている。しかし、乱さない試料の採取が困難なため乱さない試料による研究結果は比較的少ない。昨年度は鹿児島、宮崎、熊本各県で採取した4種の乱さないしらすの静的・動的力学試験を行い、その結果は既に報告した¹⁾。今回はこのうちの2種の乱さないしらすを用い、強制飽和させた状態(飽和状態)及び一旦解きほぐした後同じ密度に締固めた状態(再構成状態)で静的三軸圧縮試験、動的変形試験を行い、前述の乱さない状態(自然状態)の試験結果と比較・検討した。本報告は、これらの試料状態の違いがしらすの諸特性に与える影響のうち、静的力学特性についての検討結果をまとめたものである。なお、動的変形特性については別途報告する²⁾。

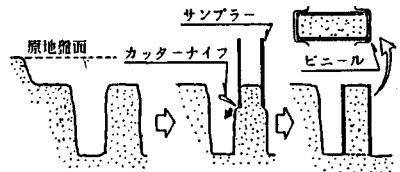


図-1 試料採取方法

2. 試料の採取方法及び性状 試料は熊本県人吉市及び熊本県球磨郡錦町で採取した2種のしらす(人吉しらす・錦しらすと呼ぶ)である。試料は、図-1に示すように原地面の表層をはぎとった後、登山ナイフ・カッターナイフ等を用いてサンプラー(直径7.5cm、高さ20cm)よりも一まわり大きな円柱に切出し、その上部から側面の摩擦を軽減しながらサンプラーを挿入し採取した。採取した試料の諸性状を表-1に、粒径加積曲線を図-2に示す。両しらすともに、春山の分類によれば普通しらすから風化しらすに該当すると考えられる。

表-1 試料の諸性状

試料名	比重 Gs	含水比 W %	湿密度 ρ_w g/cm ³	干密度 ρ_d g/cm ³	間隙比 e	飽和度 Sr %	圧密降伏応力 P _c kgf/cm ²	一軸圧縮強度 q _u kgf/cm ²
人吉しらす	2.38	20.8	1.22	1.01	1.37	36.2	14.8	0.45
錦しらす	2.39	32.1	1.25	0.94	1.55	52.0	15.3	0.87

3. 試験方法 比較検討した試料状態は自然状態、飽和状態、再構成状態の三状態である。以下に各状態の供試体の作成方法について述べる。①自然状態：採取した乱さない試料を含水比を変化させないように直径5cm、高さ12.5cmに成形した状態。②飽和状態：自然状態の供試体を三軸室内にセットした後、図-3に示すようにまず側圧を0.2~0.3 kgf/cm²の状態で、炭酸ガス、脱気水を0.1~0.2 kgf/cm²の圧力で通す。次に、背圧を1.0 kgf/cm²まで上げた後B値の測定を行いB値=90%以上の状態。③再構成状態：採取した乱さない試料を、含水比を変化させないように十分手で解きほぐした後、自然状態の密度に一致するように直径5cm、高さ12.5cmのマイターボックスに静的に締固めた状態。

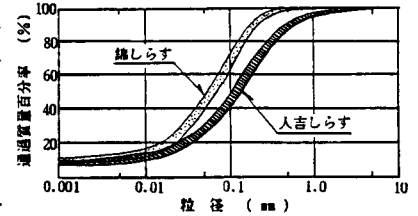


図-2 粒径加積曲線

拘束圧は $\sigma_3=0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ kgf/cm²とし、試験条件は圧密非排水(CU)、せん断速度は0.5%/minとした。

4. 試験結果 静的三軸圧縮試験より得られた軸差応力($\sigma_1 - \sigma_3$)、間隙水圧U、体積ひずみ ϵ_v と圧縮ひずみ ϵ の関係を人吉しらすの場合を図-4に、錦しらすの場合を図-5に示す。また、せん断強度を人吉しらすの場合を図-6に、錦しらすの場合を図-7に示す。なお、ここでは $\sigma_3=0.3, 1.0, 3.0$ kgf/cm²の場合を代表例として示し、これらについて考察する。

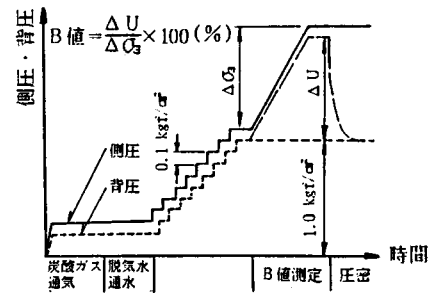


図-3 飽和供試体作成方法

4.1 ($\sigma_1 - \sigma_3$), U , ϵ_v と ϵ の関係 ($\sigma_1 - \sigma_3$) ~ ϵ 曲線を比較すると、自然状態と飽和状態では両しらすともその形状は異なり、最大軸差応力は $\sigma_3 = 0.3 \text{ kgf/cm}^2$ では飽和状態の方が大きい、 $\sigma_3 = 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ では逆に小さくなっている。次に、自然状態と再構成状態では両しらすともピークが現われたり現われなかったりして統一した曲線の形状の違いは見られず、最大軸差応力を比較すると再構成状態の方が若干小さいようである。

U ~ ϵ 曲線を比較すると、自然状態と再構成状態では両しらすとも間隙水圧はほとんど発生していない。しかし、飽和状態では間隙水圧は最大、拘束圧の50%以上発生している。また、錦しらすの $\sigma_3 = 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ では、人吉しらすのそれと比較して一旦上昇した間隙水圧が低下しにくい傾向がある。

ϵ_v ~ ϵ 曲線を比較すると、両しらすとも自然状態と再構成状態では拘束圧によっては定量的な差が見られる結果もあるが定性的にはほぼ同じ傾向と考えられる。一方、飽和状態ではほとんど体積変化はない。

4.2 せん断強度 全応力表示のせん断強度を比較すると自然状態と再構成状態では人吉しらす・錦しらすともほぼ一致するが、飽和状態では自然状態よりも粘着力は大きく、内部摩擦角は小さくなっている。しかし、有効応力表示では両しらすとも土料状態に関係なくせん断強度は一致している。

5. まとめ ①自然状態と飽和状態を比較すると、両しらすとも有効応力強度はほぼ一致するが、変形特性、全応力強度は一致しない。②自然状態と再構成状態を比較すると、両しらすとも変形特性はほぼ一致するが、全応力強度、有効応力強度は自然状態よりも再構成状態の方が若干低下する。しかし、工学的には有意な差ではなく強度もほぼ一致していると考えてよい。つまり、風化の進んだ乱さないしらすの変形・強度特性は、自然状態の密度に一致するように締固めた乱した試料の変形・強度特性から十分な精度で推定できると考えられる。

自然	——
飽和	-----
再構成	-----

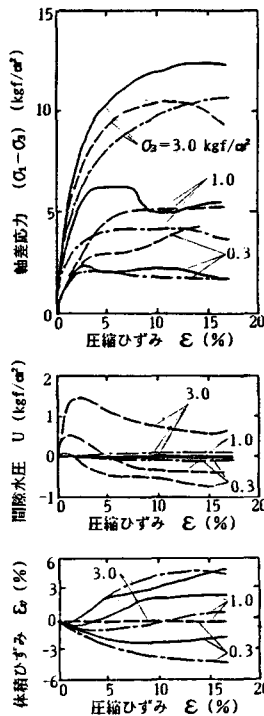


図-4 人吉しらすの ($\sigma_1 - \sigma_3$) U , ϵ_v ~ ϵ 関係

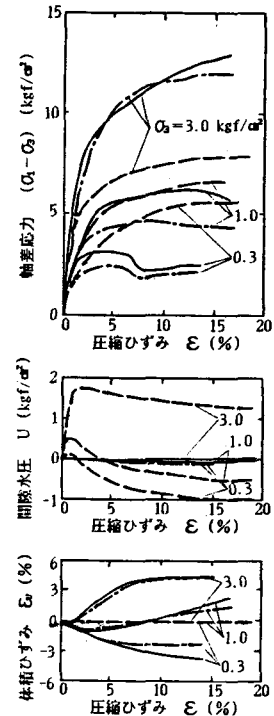


図-5 錦しらすの ($\sigma_1 - \sigma_3$) U , ϵ_v ~ ϵ 関係

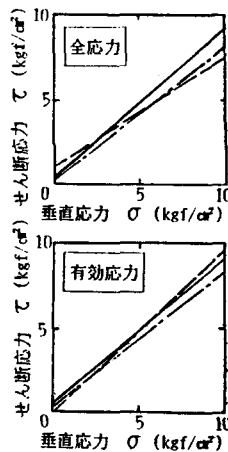


図-6 人吉しらすのせん断強度

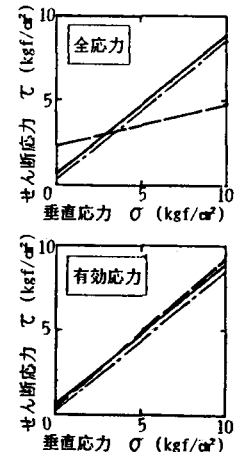


図-7 錦しらすのせん断強度

(参考文献) 1) 石堂：しらす、まさ土、ロームの動的変形・強度特性について、昭和60年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1986 2) 石堂：試料状態の違いがしらすの動的変形特性に与える影響、昭和61年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1987 3) Haruyama, M.: Geological, physical, and mechanical properties of SHIRASU and engineering classification, Soils and Foundations, Vol.13, NO.13 1973