

不撓乱二次堆積しらすのせん断特性

九州大学工学部 学○宮崎恒輔 学 中馬健太郎
 同上 正 落合英俊 正 安福規之
 同上 正 大嶺 聖 正 大野司郎
 九州共立大学工学部 正 前田良刀

1. まえがき

南九州に広く分布するしらすについては既に多くの研究が行われ、その構成粒子の特異性による摩耗、破碎性やインターロッキング効果について報告されている。しかし、それらの研究の多くは一次しらす（地山しらす）についてのものであり、二次しらすについての報告はあまり多くないように思われる。本研究は、乱さない状態で採取した二次しらすの圧密排水三軸圧縮試験を行い、そのせん断特性についてまとめたものである。

2. 試料及び試験方法

試料は東九州自動車道天降川橋建設現場で地表面下4, 9, 18, 26, 33, 37, 47mの7深度で採取された乱さない二次しらすである。その物性については参考文献¹⁾を参照されたい。

供試体は高さ16cm、直径8.3cmの円柱形である。供試体をセットした後、供試体内の空気を二酸化炭素で置換し、脱気水を通水した後、背圧を100kPa与えて飽和させた。所定の拘束圧で等方圧密した後、ひずみ制御で圧密排水三軸圧縮試験を行なった。試験条件は表1に示すとおりである。なお、いずれの試料もB値は0.95以上であった。

表1 試験条件

Depth (m)	GL-4, 9, 18 m	GL-26, 33, 37, 47 m
Size of specimen(mm)	φ 83 × 160	φ 83 × 160
σ'_r (kPa)	50, 100, 200	100, 200, 400
Strain rate (%/min)	0.05	0.05
Back pressure (kPa)	100	100

3. 試験結果及び考察

○拘束圧と体積ひずみの関係

図1は応力比 η' 、体積ひずみ ϵ_v とせん断ひずみ ϵ の関係の一例としてGL-4mの結果を示したものである。ここに、 $\eta' (=q/p')$ 、 ϵ_v 、 ϵ はいずれもカムクレーパーパラメーターとして定義されている量である。しらすの構成粒子の特徴は、火山ガラスや軽石が圧倒的に多いということである。火山ガラスや軽石は摩耗や破碎を受けやすく、そのため、しらすはせん断中の体積収縮が大きいといわれている²⁾。今回の試料においても、せん断中の ϵ_v は圧縮側に生じ、あまり膨張していない。また、拘束圧が大きくなるに連れて応力比の立ち上がりが鈍くなり、 ϵ_v が圧縮側に大きくなっていることが分かる。また、砂と異なり、しらすは負のダイレイタンスの場合でも拘束圧が大きい場合、インターロッキング効果により軸差応力のピークが現われることが知られているが³⁾、今回の試料ではピークが現われず、これは、二次しらすが堆積過程で既にある程度の摩耗を受けていることによるものと考えられる。体積圧縮ひずみの最大値 $\epsilon_{v(max)}$ と拘束圧 σ'_r の関係をまとめたものが図2であり、拘束圧が大きい程圧縮量が大きくなっていることが分かる。

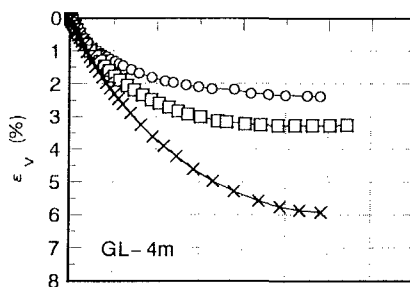
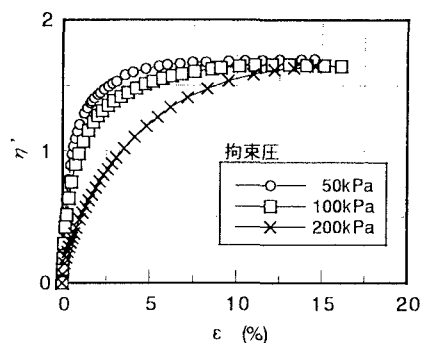


図1 セン断に伴う応力比、体積ひずみの変化

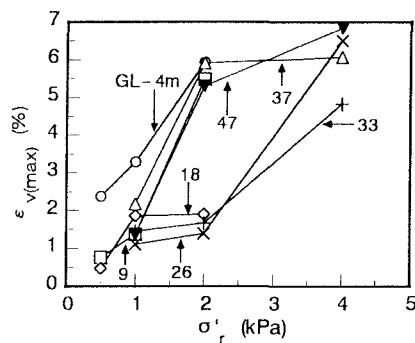


図2 拘束圧の増加に伴う体積圧縮ひずみの増加

○拘束圧と変形係数、強度定数の関係

図3は変形係数 E_{50} と拘束圧 σ'_r の関係を示したものである。砂の場合、拘束圧が増加すると変形係数も増加するが、今回の試料では拘束圧が増加しても変形係数はあまり増加していない。これは、しらすの構成粒子が摩耗、破碎を受けやすいことに起因するものであると考える。図4は、応力比 η が最大になる時のセカントアンクル ϕ'_s と拘束圧 σ'_r の関係をまとめたものである。拘束圧が増加するとセカントアンクルは大きく減少していることが分かる。しかし、拘束圧がある程度大きくなるといずれの深さの試料においてもセカントアンクルはある値（35～40°程度）に収束する傾向がみられる。

○原位置試験結果との比較

図5はN値と限界状態における ϕ の値 ϕ'_s の関係を示したものである。 ϕ'_s は三軸圧縮試験結果より体積圧縮ひずみが最大時の応力比 η より求めたものである（式①）。図中には、表2の値を落合の式⁹⁾（式②）、旧国鉄「建造物設計標準解説」及び道路橋示方書で用いられている基準式⁵⁾（それぞれ式③、④）に適用した計算結果も示してある。

$$\sin \phi'_{cv} = \frac{3\eta'_{cv}}{6 + \eta'_{cv}} \quad \text{---①} \quad \phi' = 19.4 \sqrt{\frac{N}{0.1\sigma'_v + 7}} + 15 \quad \text{---②}$$

$$\phi' = 1.85 \left(\frac{N}{0.01\sigma'_v + 0.7} \right)^{0.6} + 28 \quad \text{---③}$$

$$\phi' = 15 + \sqrt{15N} \quad (N \geq 5) \quad \text{---④}$$

いずれの場合も三軸圧縮試験結果よりも小さな値となっていることが分かる。落合、旧国鉄の式は有効上載圧を考慮した式であり、傾向としては三軸圧縮試験結果と似ているが、15～30%程度（5～12°）小さな値となっている。

4.まとめ

二次しらすを用いて圧密排水三軸圧縮試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 二次しらすも一次しらす同様、せん断中の圧縮が大きく、拘束圧が大きくなると圧縮量も大きくなる。
- 2) 拘束圧が増加しても変形係数はあまり増加しない。
- 3) 拘束圧が増加すると応力比 η 最大時のセカントアンクルは減少し、最終的にはある値に落ち着く。
- 4) 限界状態における ϕ'_s の値は、有効上載圧を考慮したN値からの推定内部摩擦角より5～12°程大きい値となる。

〈参考文献〉

- 1) 中馬他：不攪乱二次堆積しらすの圧縮特性
平成7年度土木学会西部支部研究発表会,1996（投稿中）
- 2) 山内豊聡監修：九州・沖縄の特殊土
土質工学会九州支部, p.148,1983
- 3) 土質工学会編：日本の特殊土 pp.232～233, 1974
- 4) 落合英俊：N値を用いた砂地盤の静止土圧の一計算法
長崎大学工学部研究報告第11号 pp.91～96,1978
- 5) 地盤工学会：地盤調査法 p.201,1995

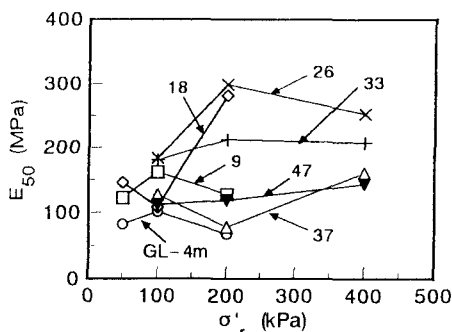


図3 拘束圧と変形係数の関係

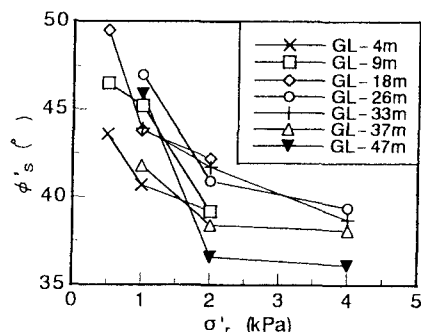


図4 拘束圧の増加に伴うセカントアンクルの減少

表2 有効上載圧とN値

Depth (m)	σ'_v (kPa)	N-value
GL-4m	20.5	5
GL-9m	48.6	8
GL-18m	103.7	20
GL-26m	151.1	22
GL-33m	191.0	16
GL-37m	214.2	13
GL-47m	279.4	18

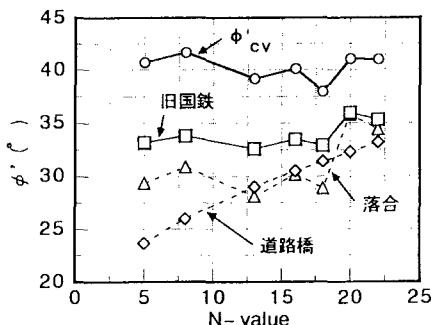


図5 三軸試験結果とN値から推定される強度の比較