

粒子破碎を被ったしらすの三軸圧縮試験結果の考察

鹿児島大学工学部 正 三隅浩二
千代田建設 久保卓人
鹿児島大学大学院 学 疋田達郎
祁答院町 前園和範
川路智弘

1.はじめに 締固め試験により粒子破碎を被ったしらすに対し、多段階載荷方式の部分排水三軸圧縮試験を実施した。得られた応力ひずみ曲線をもとに粒子破碎を被ったしらすの強度変形特性を考察した。また、下負荷面モデル^{1), 2)}の考え方を導入した弾塑性構成式を用いて応力ひずみ曲線の再現を試みた。

2.粒子破碎を被ったしらす試料について 顕著な粒子破碎を引き起こすために締固め試験を行った。試験に用いたランマーの質量は2.5kg、ランマーの落下高30cm、試料の体積1000cm³、締固め層数は3回で、1層あたりの締固め回数は25回とした。締固めエネルギーは $E_c=5.6\text{cm}\cdot\text{kgf}/\text{cm}^3$ である。但し、含水比を少しずつ増加させて上記の締固めエネルギーを9回繰り返し与えている。この締固め試験により粒子破碎を被ったしらすをここでは締固めしらすと呼ぶことにする。この締固めしらすの比重は2.45、最大間隙比は1.65、最小間隙比は1.05である。図1に締固めしらす、締固めていないしらす(単にしらすと記す)、豊浦標準砂の粒径加積曲線を示す。

3.三軸圧縮試験結果の考察 等方圧縮～平均主応力一定部分排水三軸圧縮試験(各段階、漸増載荷10分、荷重放置20分)を拘束圧と比体積を種々に設定して実施した。図2はそれぞれの試験の $v \sim \ln p'$ 関係(v は比体積)を示している。一方、図3、図4の太い実線は平均主応力一定部分排水三軸圧縮試験より得られた応力ひずみ曲線の一例(D1)を示している。ここに $\eta' = q/p'$ は応力比、 $\varepsilon_s = 2(\varepsilon_a - \varepsilon_r)/3$ はせん断ひずみ、 ε_v は体積ひずみである。これらの試験結果よりカムクレイモデルの弾塑性パラメータ $M=1.28$ 、 $\lambda=0.127$ 、 $\kappa=0.00789$ 、 $\Gamma=2.86$ 、 $N=2.98$ を決定した。但し、 λ は標準圧密試験の結果より決めている。

さて、図3、図4の細い実線は下負荷面モデル^{1), 2)}の考え方を導入した弾塑性構成式を用いて応力ひずみ曲線を再現したものである。今回は、 $D=(\lambda-\kappa)/(Mv_0)$ の代わりに m 倍した mD をダイレイタンス係数と見なして塑性ひずみ増分の計算を行っている。ここに、 $m=R(M-\eta')/(R(M-\eta')+UDM)$ 。Rはカムクレイモデルの降伏曲線のサイズに対する下負荷面の降伏曲線のサイズの比を示す。また、UはRの変化率 $dR/d\varepsilon_s^p$ である。U～R関係は三軸試験結果より直接逆算することができる^{3), 4)}。

図5はせん断開始直後の変形係数 $d\eta'/d\varepsilon_s$ を $v_\lambda = v + \lambda \ln p'$ で整理して示したものである。比較のためにしらすのプロットも示している。ここで、しらすのプロットが不規則なのに対し、締固めしらすのプロットは右下がりの直線の傾向を示していることがわかる。通常 v_λ はその値が小さいほど過圧密的で堅い状態を意味するのだが、しらすのプロットはそのことに従わない。これはしらす特有のインターロッキング効果の現れであると考えられる。締固めにより粒子破碎とともにこの効果は消失して通常の規則性を呈してくるものと考えられる。図6は今回の試験で得られた η' の最大値を $v_\lambda = v + \lambda \ln p'$ で整理して示したものである。右下がりの実線はしらすの η'_{peak} のプロットより得られたものである³⁾。この図より、締固めしらすのピーク強度はしらすのピーク強度よりも明らかに小さいことがわかる。これは締固めによるインターロッキング効果の消失等によりピーク強度が低減したのと考えられる。

参考文献 1) 浅岡顕,「構造」を有した土の弾塑性モデルの一考え方,第33回地盤工学研究発表会平成10年度発表講演集2分冊の1, pp.627-628, 1998.7. 2) 橋口公一,弾塑性構成方程式,福岡市での講演会資料,2000.9. 3) 三隅,久保,疋田,川路,前園,弾塑性理論によるしらすの力学的特性の考察,平成13年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,第1分冊, pp.A192-A193, 2002. 4) 三隅,久保,疋田,前園,川路,粒子破碎を被ったしらすの力学的特性の考察,平成13年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,第1分冊, pp.A194-A195, 2002.

triaxial test, shirasu, particle breakage, compaction test, strength, modulus of deformation
〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 TEF,FAX 099-285-8474

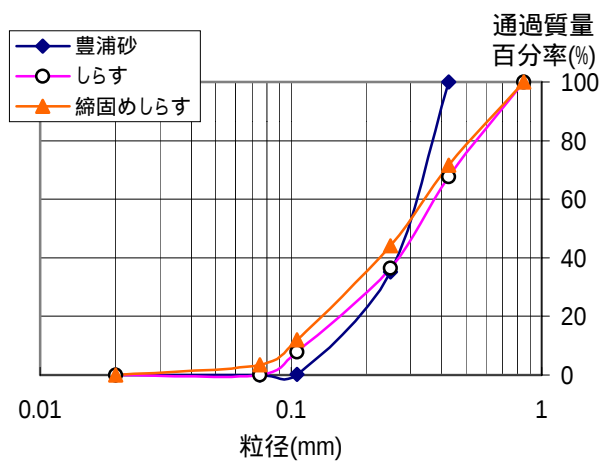


図1 粒径加積曲線

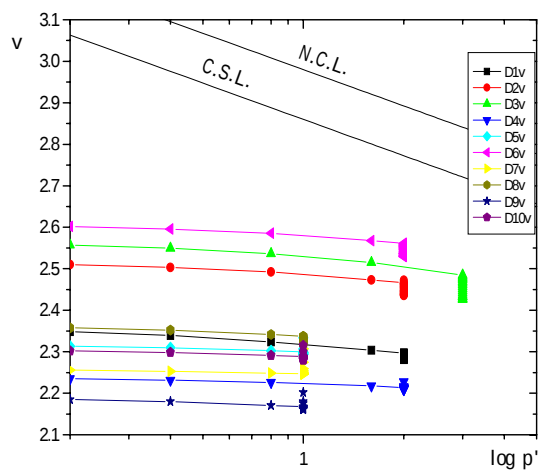
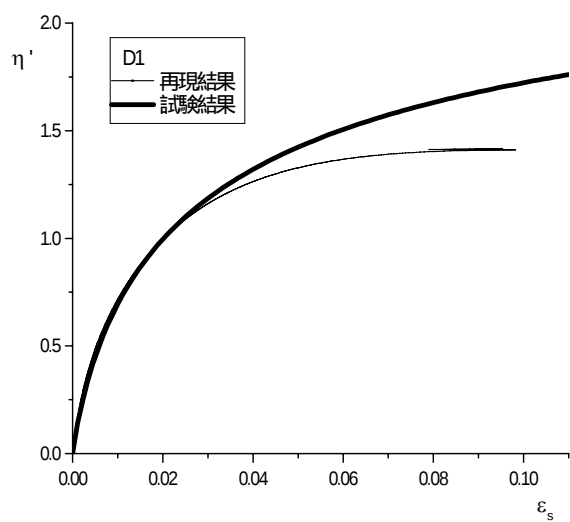
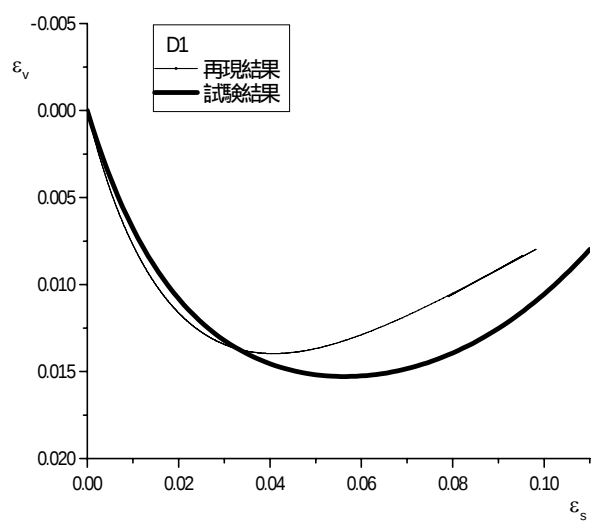
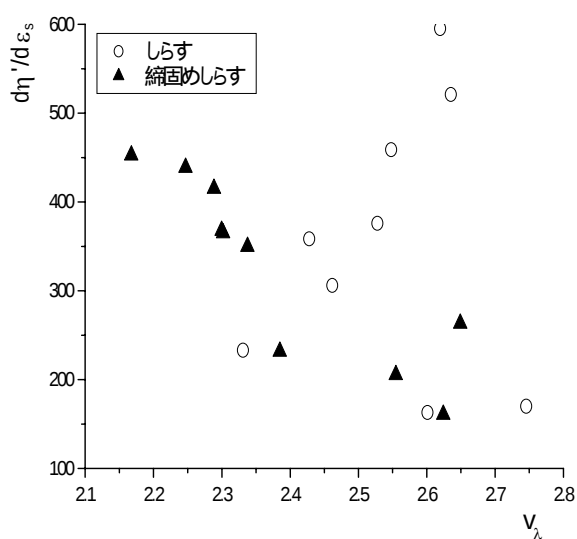
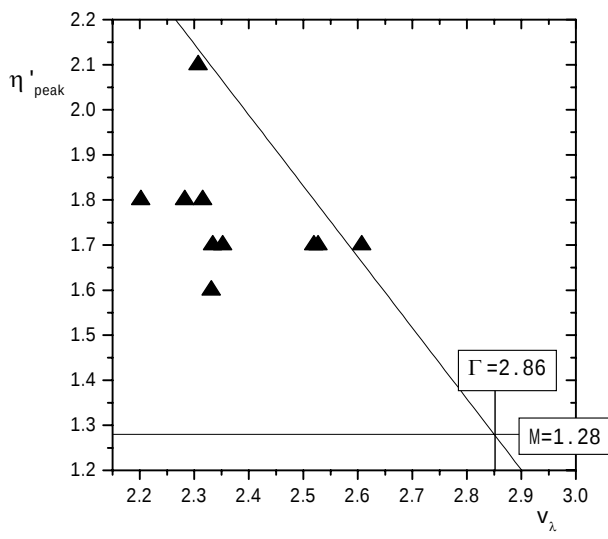
図2 $v \sim \log p'$ 関係図3 試験結果および再現結果($\eta \sim \varepsilon_s$ 関係)図4 試験結果および再現結果($\varepsilon_v \sim \varepsilon_s$ 関係)

図5 せん断開始時の変形係数の比較

図6 最大応力比と v_λ の関係