

しらすと豊浦砂の過圧密解消のメカニズムの比較

鹿児島大学理工学研究科博士前期課程 学生会員 富山辰吾
 鹿児島大学理工学研究科 正会員 三隅浩二
 鹿児島大学理工学研究科博士前期課程 学生会員 野村将平

1. はじめに

本研究では、一連の三軸試験結果より弾塑性パラメータと過圧密解消のメカニズムを決定している。今回は、しらすと豊浦砂の弾塑性パラメータや過圧密解消のメカニズムを求めて検討している。なお、これらの弾塑性パラメータと過圧密解消のメカニズムを数値計算に用いて地盤の変形・破壊予測を行うことができる。

2. 弾塑性パラメータの決定

図1, 図2は、しらすと豊浦砂の拘束圧を 98.1kPa で一定にした三軸試験より得られた応力比 η' , 体積ひずみ ε_v , せん断ひずみ ε_s 関係の一例を示す。それぞれの図中にはせん断直前の比体積 v_0 を示している。試験結果を比較すると供試体破壊時の応力比 η' はしらすの方が大きくなっている。また体積ひずみ ε_v ではしらすの圧縮傾向は大きいことがわかる。

図3, 図4は、限界状態線の位置を決めるパラメータ Γ を決定するために用いたグラフである。供試体がせん断中に圧縮から膨張に転ずるところの接線勾配 $d\eta' / d\varepsilon_s$ を $v_\lambda = v + \lambda \ln p'$ で整理して $d\eta' / d\varepsilon_s = 0$ における v_λ を求めることにより、しらすの限界状態線の位置を決めるパラメータ $\Gamma = 3.57$ を決定した。同様にして豊浦砂のパラメータ $\Gamma = 3.34$ を決定した。しらすの圧縮指数 $\lambda = 0.282$, 豊浦砂の圧縮指数 $\lambda = 0.0580$ については拘束圧を 49.0kPa で一定にした試験も行うことにより、せん断中の三軸試験結果によって求めた。弾性挙動に関わるしらすの膨潤指数 $\kappa = 0.000353$ とポアソン比 $\nu' = 0.432$, 豊浦砂の膨潤指数 $\kappa = 0.00045$ とポアソン比 $\nu' = 0.493$ は、拘束圧一定条件で除荷を行って直接求めた。正規圧密線の位置を決めるしらすのパラメータ $N = 3.74$, 豊浦砂のパラメータ $N = 3.56$ は、 $N = \Gamma + (\lambda - \kappa) \ln 2$ の関係より求めた。

3. 過圧密解消のメカニズム

正規降伏面の大きさ p_y^* と下負荷面の大きさ p_y' の比 R は、式(1)～式(4)より求めた。

$$p_y^* = \exp\left(\frac{N - v_\kappa}{\lambda - \kappa}\right) \dots (1) \quad \text{ここに, } v_\kappa = v + \kappa \ln p' \dots (2)$$

$$p_y' = \frac{p' \{M^2 + (\eta')^2\}}{M^2} \dots (3) \quad R = \frac{p_y'}{p_y^*} \dots (4)$$

R の ε^p に対する変化率 U は、式(5), 式(6)より求めた。

$$m^{-1} = \frac{d(\ln p_y')}{d(\ln p_y^*)} = \frac{\{M^2 - (\eta')^2 + 6\eta'\}(\lambda - \kappa)}{\{v_{0.2}(3 - \eta') \frac{d\varepsilon_v}{d\varepsilon_s} \frac{\|d\varepsilon^p\|}{d\eta'} - \kappa\} \{M^2 + (\eta')^2\}} \dots (5)$$

$$U = \frac{dR}{\|d\varepsilon^p\|} = (m^{-1} - 1) \cdot \frac{R}{DM} \cdot \frac{1}{\left| \frac{d\varepsilon_v^p}{d\varepsilon_s^p} \right|} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\phi}\right)^2}} \dots (6)$$

図5, 図6には式(1)～(6)を用いて得られたしらすと豊浦砂の過圧密解消のメカニズム ($U \sim R$ 関係) を示している。過圧密が解消されるに従い R の値は1に近づき、 U の値は0に近づくのだが、これらの図の比較より、しらすは豊浦砂に比べて R の値がより1に近づき過圧密の解消が顕著であることがわかった。豊浦砂の U, R の値が非常に小さくなっている要因としては、豊浦砂の圧縮指数 λ の値が非常に小さくなっているため、式(1)の p_y^* の値が大きくなっているためであることがわかった。

参考文献

- 1) J. H. Atkinson, P. L. Bransby, The Mechanics of Soils, McGRAW-HILL Book Company (UK) Limited, Chapter 12 The Behaviour of Sands, pp. 235-262, 1978
- 2) 三隅浩二, 久保信二, 三軸試験データ解析法の開発としらすの試験結果への適用, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集第III部門, pp. 407-408, 2013. 3

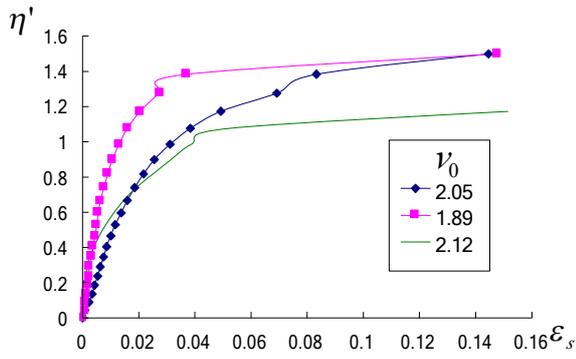


図1 しらすの三軸試験結果

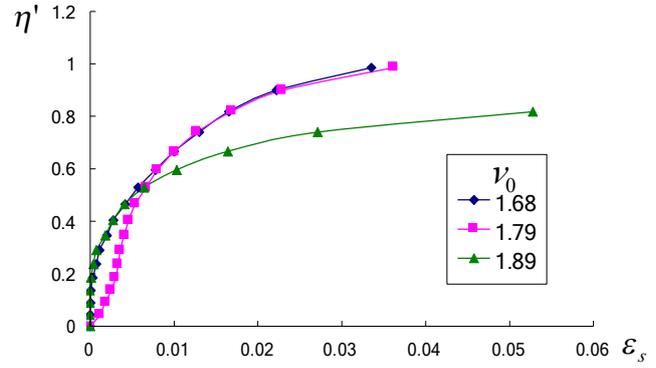


図2 豊浦砂の三軸試験結果

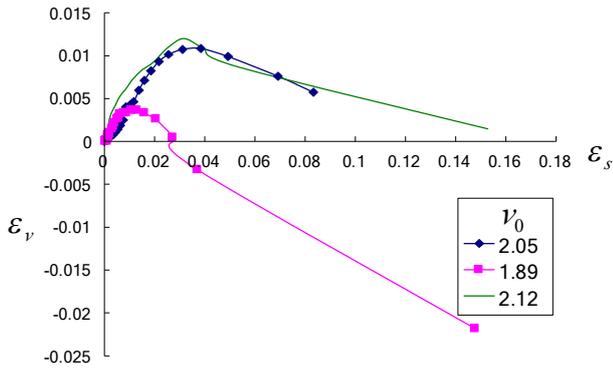


図3 しらすの $d\eta' / d\varepsilon_s \sim \nu_\lambda$ 関係

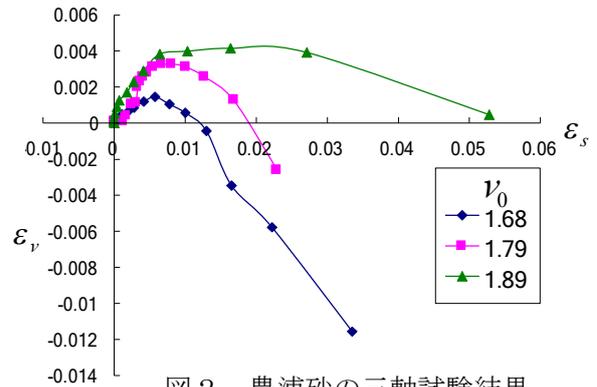


図4 しらすの $d\eta' / d\varepsilon_s \sim \nu_\lambda$ 関係

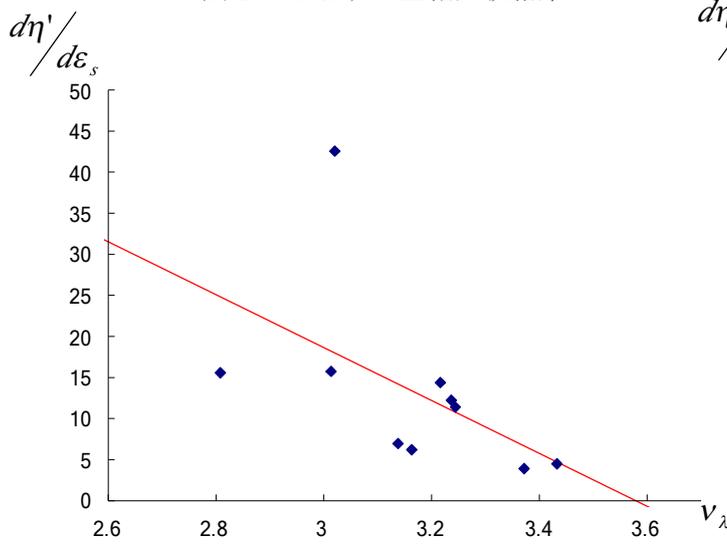


図5 しらすの $U \sim R$ 関係

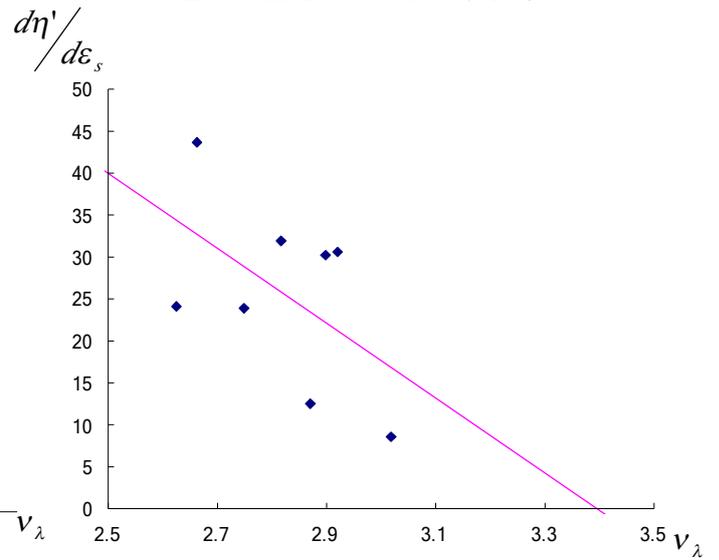


図6 豊浦砂の $U \sim R$ 関係

