

Ⅲ - A30

豊浦砂の弾性的変形特性の異方性

東京工業大学 学生会員 ○橋本 聡

東京工業大学 学生会員 中村 勇平

東京工業大学 正会員 桑野 二郎

1. はじめに

従来土質力学の主な対象であった破壊問題だけでなく、地盤の変形問題にも注目が集まっている。ところで、重力のもとで堆積した地盤は、鉛直方向とで変形・強度特性が異なるという異方性を有していると言われている。そこで、本研究では、中空ねじり試験装置を用いて豊浦砂の 10^{-5} からの微小ひずみレベルでの変形特性の異方性について調べた。

2. 試験条件

試験に用いた中空円筒供試体を図1に示す（中村ら,1998）。供試体の寸法は高さ $h = 10\text{cm}$ 、内外半径は $r_i = 3\text{cm}$ 、 $r_o = 5\text{cm}$ である。相対密度は約 50%と 80%の2種類に設定し、空中落下法によって作成した供試体を用いて排水条件で実験を行った。

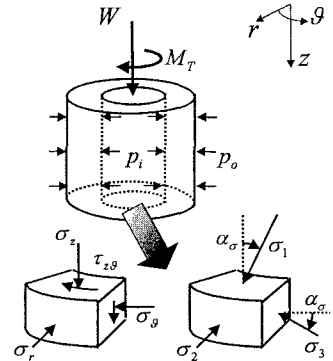
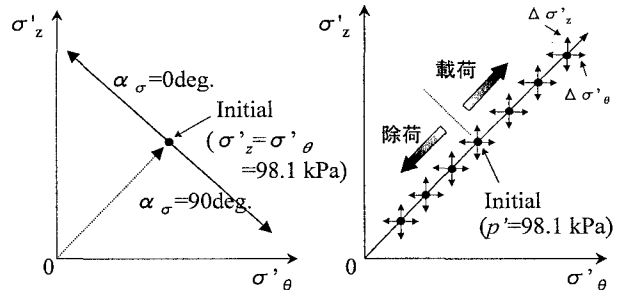


図1 中空円筒供試体

3. 単調载荷試験

平均有効応力 $p' = 98.1 \text{ kPa} = \text{Const.}$ での単調载荷試験を行った。試験時の応力パスを図2(a)に示す。まず供試体を $p' = 98.1 \text{ kPa}$ まで等方圧密した。図中の Initial は $p' = 98.1 \text{ kPa}$ の等方圧密終了時を示す。その後、 p' を一定に保ちながら主応力方向角 $\alpha_\sigma = 0\text{deg.}$ で鉛直方向に圧縮するものと 90deg. で鉛直方向に伸張するものの2種類でせん断を行った。図4は最大せん断応力 $\tau_{\max}$ と最大せん断ひずみ $\gamma_{\max}$ の関係である。曲線の途中に突起のようなものが見受けられるが、これは単調载荷の過程で微小载荷を行ったためである。図3より $\alpha_\sigma = 0\text{deg.}$ の方が、 $\alpha_\sigma = 90\text{deg.}$ よりも高い剛性を示していることが分かる。また、 $\alpha_\sigma = 0\text{deg.}$ 、 90deg. どちらの場合にも $D_r = 80\%$ の方が $D_r = 50\%$ よりも高い剛性を示した。次に、 $D_r = 80\%$ について割線弾性係数のひずみレベル依存性について見ていく。図4は 10^{-5} 以上のひずみレベルにおける割線弾性係数とひずみ



(a) $p' = \text{Const.}$ (単調载荷試験) (b) 等方圧密微小せん断試験

図2 応力パス

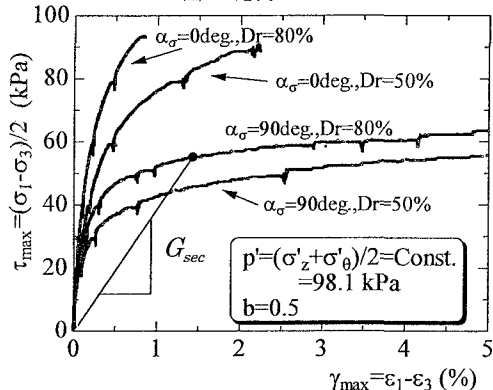


図3 $\tau_{\max} \sim \gamma_{\max}$ 関係

キーワード 中空ねじり試験装置 異方性 単調载荷 等方圧密

連絡先 〒 152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学工学部土木工学科 TEL 03-5734-2593

の関係である。 10^{-5} のひずみレベルにおいては、 $\alpha_\sigma=0\text{deg.}$ と 90deg. の弾性係数の差が非常に大きい、 10^{-4} のひずみレベルにおいては、それほど大きな差が見られなくなっている。

4. 等方圧密過程での微小载荷試験

次に、図4における 10^{-5} のひずみレベルにおける異方性について見ていく。図2(b)のように $p'=98.1\text{ kPa}$ まで等方圧密した後、等方応力状態を保ったまま拘束圧を増減させた。その载荷・除荷の途中で z 方向、 θ 方向に微小载荷をして 10^{-5} のひずみレベルの等価弾性係数を求めた。この試験によって求めた鉛直方向と水平方向の弾性係数は図5(a)のようになった。 $E_{z\text{eq}}$ 、 $E_{\theta\text{eq}}$ 共に間隙比の影響が現れている。この間隙比の影響を取り除くため $E_{z\text{eq}}$ 、 $E_{\theta\text{eq}}$ を間隙比の影響を取り除く関数 $F(e)=(2.17-e)^2/(1+e)$ (Hardin-Richart,1963)で除してみた(図5(b))。

この図5(b)より $D_r=50\%$ と

80% の両者はかなり一致することが分かる。また、鉛直方向と水平方向では、堆積方向である鉛直方向の方が剛性が高く、強い異方性を示している。そこで、異方性の程度を見るために、 $E_{z\text{eq}}$ と $E_{\theta\text{eq}}$ の比が応力レベルによってどのように変わっていくかを調べた。図6は、横軸に σ'_z 、 σ'_θ 、縦軸に $E_{z\text{eq}}$ と $E_{\theta\text{eq}}$

の比をとったものである。

これによると、せん

断を加えて異方応力状態にしたものは、せん断レベルによって比が変わっているのに対し、等方応力状態では拘束圧を変えても比はあまり変わらず、初期構造異方性はこの応力の範囲においては保たれているということが分かる。

【参考文献】

- (1)中村勇平ら(1998): 広範囲なひずみレベルでの測定が可能な中空ねじり試験装置について; 第33回地盤工学研究発表会講演集
- (2)Hardin,B.O.and Richart, F.E.(1963): Elastic wave velocities in granular soils;Proc. of ASCE, Vol.89, SM1,pp.33-65
- (3)E.Hoque et al.(1994): Cross-anisotropic elasticity of sands by large triaxial tests measuring local strains; 第29回土質工学会研究発表会講演集,pp409-412
- (4)濱谷正司ら(1997):豊浦砂の排水繰返し三軸試験における弾性的変形特性;第32回地盤工学学会研究発表会講演集,pp681-682

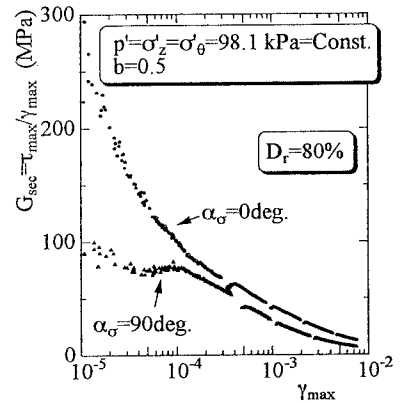


図4 $G_{\text{sec}} \sim \gamma_{\text{max}}$ 関係 ($D_r=80\%$)

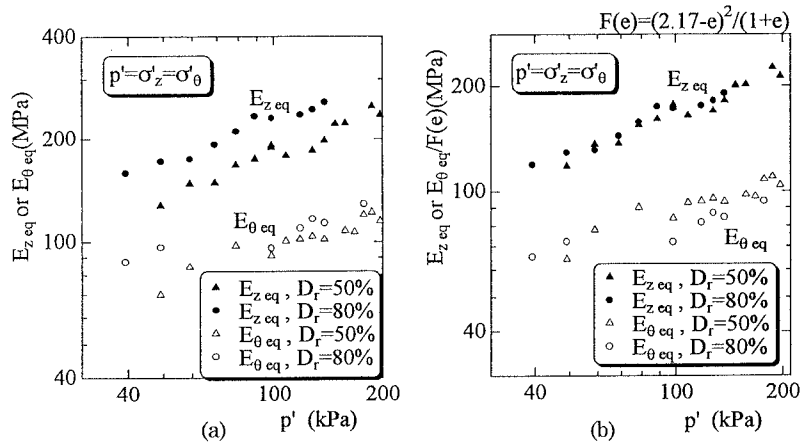


図5 等方応力状態での $E_{z\text{eq}}$ 、 $E_{\theta\text{eq}}$

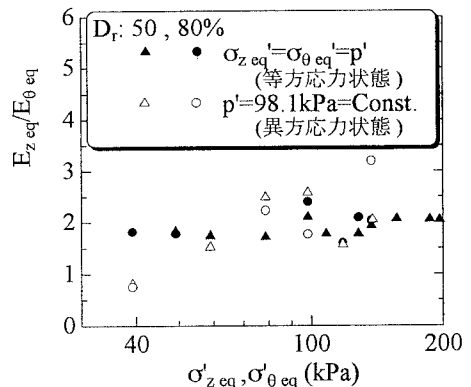


図6 $E_{z\text{eq}}$ と $E_{\theta\text{eq}}$ の比