

PSIII-3

単純せん断を受ける異方性砂の体積変化特性

九州大学 工 正○落合英俊 九州大学 工 正 林 重徳
九州大学 工 学 廣重圭一

1. まえがき

扁平で細長い土粒子が堆積する過程で生じる粒子の定方向配列に起因する構造異方性は、砂質土の変形・強度特性を支配する重要な因子の一つである。著者らは、このような微視的な粒子構造の異方性を K_0 値によって評価することを試み⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾、また、箱型単純せん断試験における主応力の表示式を利用して、せん断にともなう摩擦角の発現過程について検討し、堆積構造をもつ粒状土が単純せん断を受けるときには、せん断方向の K_0 値が重要な因子となることを示した。本文では、再現性のある粒子構造と密度が得られる多重ふるい落下法によって供試体を作成し、異方的な堆積構造をもつ砂供試体が単純せん断を受けるときの体積変化特性を K_0 値との関係で検討した。

2. 試料、供試体および試験方法

試料は、粒径0.84~2.00mmの海砂である。供試体は、一辺が7.6cmの立方体モールドを用い多重ふるい落下法にて作成した。

この方法で作成した供試体は、水平断面(堆積面)ではほぼランダムな粒子配列になるのに対し、鉛直断面では粒子は定方向配列をなし、その度合いは密になるほど大きくなる⁽⁴⁾。試験には立方供試体の鉛直および水平方向の直応力が直接測定できる単純せん断試験装置を用い、図-1に示すように供試体をセットし、 $\sigma_{x'} = 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ まで K_0 圧縮試験を行い、引き続き z' 方向に1 mm/minのせん断速度で単純せん断試験を行なった。

3. 試験結果と考察

図-2は、堆積面に沿ってせん断するCase-1におけるせん断応力~せん断ひずみ~体積ひずみ関係であり、密になるほど、収縮しにくく、膨張しやすい体積変化特性をもち、それに応じてせん断応力も大きくなる。このような傾向は堆積面とせん断方向が異なるCase-2,3においても同様である(図省略)。図-3は、密度毎にCase-1,2,3の結果を整理した一例である。同じ密度であっても、堆積面とせん断方向の関係によって体積変化特性は異なり、応力~ひずみ関係もそれに対応している。この場合も収縮しにくく、膨張しやすいほど応力は大きくなるという関係にあり、また、同一密度での体積膨張の割合は、堆積面に対し

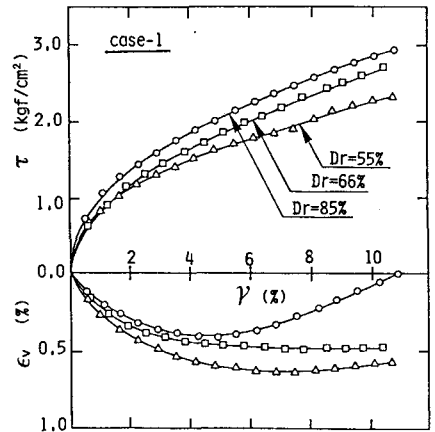


図-2 せん断応力~せん断ひずみ
~体積ひずみ関係 (case-1)

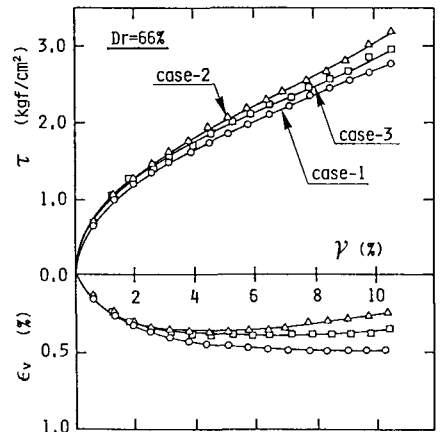


図-3 せん断応力~せん断ひずみ
~体積ひずみ関係 (Dr=66%)

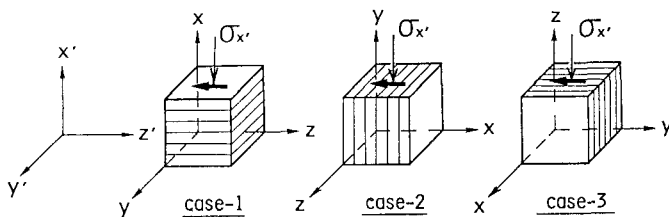


図-1 堆積方向とせん断方向の関係

て直交する方向にせん断するCase-2 の場合が最も大きく、堆積面に沿ってせん断するCase-1 の場合が最も小さくなる。その傾向は密度にかかわらず同じであるが、大小関係の差は、密度の減少とともに次第に小さくなる（図省略）。これは密度が小さくなるほど、堆積面とそれに直交する面における土粒子長軸の定方向配列の度合の差が小さくなる⁽⁴⁾ ためであると考えられる。

以上のように、異方的な粒子構造を持つ砂が単純せん断を受けるとき、その体積変化特性は、密度と同様に、堆積面とせん断方向の関係によっても影響され、応力～ひずみ関係もそれに応じて異なる。

このような体積変化特性を、前々報⁽³⁾ と同様に、せん断方向の K_0 値 ($K_0(z')$) との関係で検討する。なお、構造異方性の評価パラメータとしては、 K_0 値そのものよりもその関数 $\sqrt{1/K_0(z')}$ の方が適している⁽⁴⁾、この値を用いる。

図-4(a), (b) は体積変化曲線上の接線勾配がゼロの点 ($d\varepsilon_v/d\gamma=0$)、すなわち最大圧縮点における体積ひずみ ε_{vc} およびせん断ひずみ γ_c と $\sqrt{1/K_0(z')}$ の関係である。図-1 の各Case毎に、 ε_{vc} 、 γ_c はともに $\sqrt{1/K_0(z')}$ に対してほぼ直線関係にあり、 $\sqrt{1/K_0(z')}$ が大きくなるほど、すなわち、 $K_0(z')$ の値が小さくなるほど、 ε_{vc} 、 γ_c は小さくなる。

また、Case毎の直線はほぼ平行である。最大圧縮点に至るまでのせん断ひずみ γ_c が小さい場合ほど最大圧縮ひずみ量 ε_{vc} も小さくなり、堆積面に対して直交する方向にせん断するCase-2 がこれに相当する。一方、堆積面に沿ってせん断するCase-1 の場合が逆の関係にある。図-5 は、せん断ひずみ γ が大きくなり、体積膨張の割合がほぼ直線的になる $\gamma=10\%$ における体積変化曲線の勾配 ($d\varepsilon_v/d\gamma$) と $\sqrt{1/K_0(z')}$ の関係である。データのばらつきはあるが、図-4の最大圧縮点の特性と逆の関係にあり、圧縮されにくいほど、体積膨張の割合は大きくなる。

4. まとめ

異方的な堆積構造をもつ粒状土が単純せん断を受けるとき、応力～ひずみ関係は体積変化特性と密接な関係にある。同じ密度であっても堆積面とせん断方向の関係によって体積変化特性は異なり、各Case毎ではあるが、その変化特性は密度にかかわらずせん断方向の K_0 値の関数である $\sqrt{1/K_0(z')}$ とユニークな関係にある。

(参考文献)

- (1) 落合他(1985);第20回土質工学研究発表会講演集, pp.315～318.
- (2) 落合他(1985);第40回土木学会年次学術会概要集, pp.449～450.
- (3) 落合他(1986);第21回土質工学研究発表会講演集, pp.321～324.
- (4) 落合他(1987);第22回土質工学研究発表会講演集.

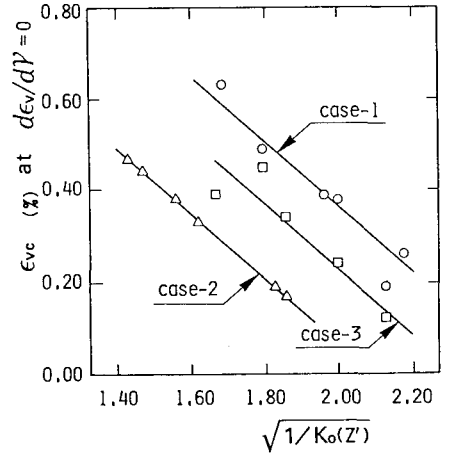


図-4(a) ε_{vc} と $\sqrt{1/K_0(z')}$ の関係

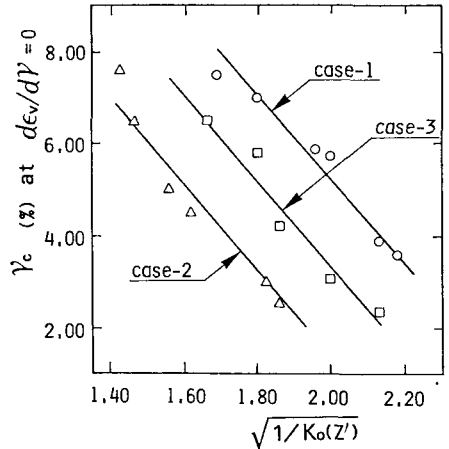


図-4(b) γ_c と $\sqrt{1/K_0(z')}$ の関係

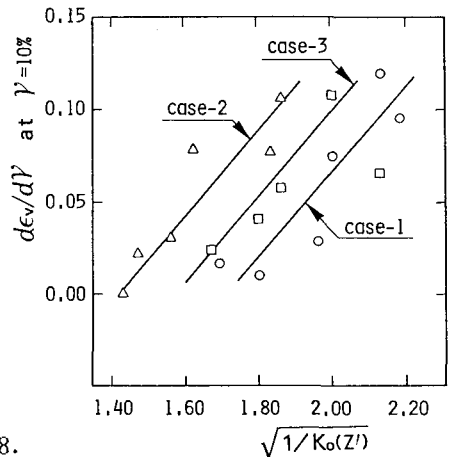


図-5 $d\varepsilon_v/d\gamma$ ($\gamma=10\%$) と $\sqrt{1/K_0(z')}$ の関係