

III - 13

砂の排水せん断挙動に及ぼす中間主応力の影響について

東北大学工学部（学）○吉田 剛
 東北大学大学院（学）西牧 孝洋
 東北大学工学部（正）菅野 高弘

（1）はじめに

本研究では、大型中空ねじりせん断試験装置を用い初期構造異方性を有する砂の供試体に対し最大主応力軸方向を固定して、様々な b 値で排水せん断試験を行い中間主応力が砂の排水せん断挙動に与える影響について考察するものである。

（2）実験方法

試料は豊浦標準砂（ $G_s=2.64, e_{max}=0.966, e_{min}=0.592$ ）を用い相対密度は $D_r=70 \pm 2.5\%$ とした。せん断試験は平均応力（98kPa）を一定とし β （鉛直方向と最大主応力軸のなす角）を 45° に固定して種々の b 値（ $b=0, 0.125, 0.375, 0.5, 0.625, 0.875, 1.0$ ）で行った。ここで、 b は以下の式で表され、中間主応力の相対的な大きさを示すパラメーターである。

$$b = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$$

また、供試体は図1の通りであり、応力及びひずみ状態を図2に示す。

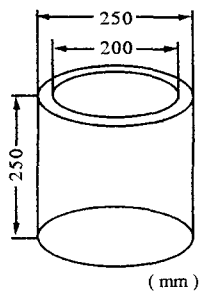


図1 供試体

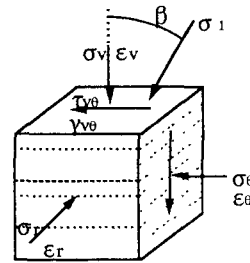


図2 応力及びひずみ状態

（3）実験結果及び考察

本実験の結果より図3、図4に正八面体せん断応力 τ_{oct} ～せん断ひずみ γ_{oc} 関係、 b 値と破壊強度関係を示す。

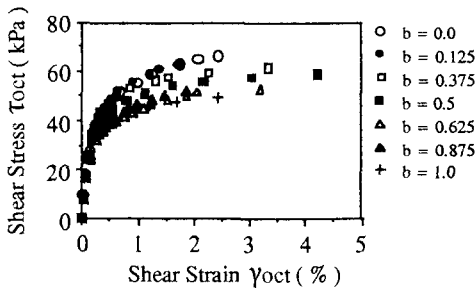


図3 せん断応力～せん断ひずみ関係

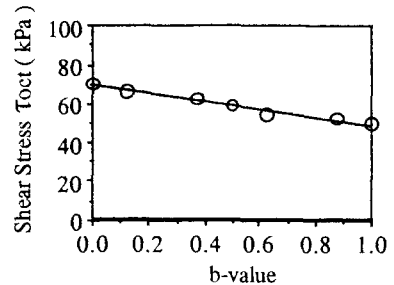


図4 b 値と破壊応力の関係

図4において多少のばらつきはあるが、破壊強度は、 b 値が0から1まで変化するにしたがってほぼ線形的に低くなっているとみることができる。

図5には、様々な b 値での単調載荷試験の正八面体せん断応力-体積ひずみ曲線を示しているが、この図から、変相時の正八面体せん断応力は b 値によらずほぼ一定とみることができる。矢野らの研究結果より変相応力はせん断応力履歴の影響を受けないとされており、また西牧らは、堆積構造（異方性）や、主応力軸回転を含む応力経路についても影響を受けないことを実験的に

示しており、本研究の実験結果も含めると変相応力は、異方性や応力径路や応力履歴などの影響を受けず供試体の初期状態によって一義的に決まると考えられる。図6には単調載荷時の正八面体せん断応力 τ_{oct} と中間主ひずみ ϵ_2 の変化を示している。図に示したように、中間主ひずみである半径方向ひずみを比較すると、中間主応力の大きさによってその傾向に違いが明確に現われている。 $b=0, 0.125$ では中間主ひずみは負となり、 $b=0.5, 0.625, 0.875, 1.0$ では正となる。そして $b=0.375$ ではほぼ0となることが分かる。このことから、 $b=0.375$ 付近で平面ひずみ状態を再現できると考えられる。三浦らの実験結果によれば、平面ひずみ状態は $b=0.25 \sim 0.5$ の応力系にあるとされているので本研究の実験結果はこれを裏づけるものである。

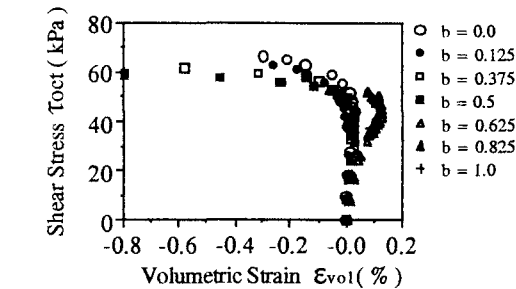


図5 せん断応力～体積ひずみ関係

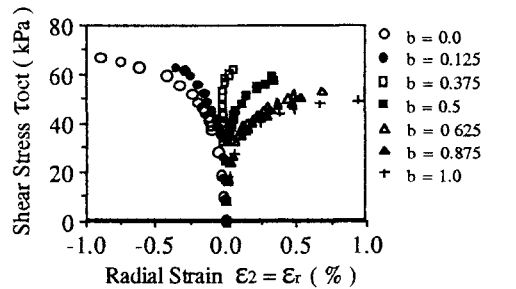


図6 せん断応力～半径方向（中間主ひずみ）関係

次に、外部仕事とせん断ひずみの関係を各 b 値について整理したものを図7に示す。ここで、外部仕事は以下の式で表される。

$$W = \int dW$$

$$dW = \sigma_v d\epsilon_v + \sigma_r d\epsilon_r + \sigma_\theta d\epsilon_\theta + \tau_{v\theta} d\gamma_{v\theta}$$

外部仕事－正八面体せん断ひずみ関係は、正八面体せん断ひずみ増分が大きくなるに従いばらつきが大きくなる傾向があるが外部仕事と正八面体せん断ひずみの関係に、 b 値によらず一義的な線形関係が得られる。

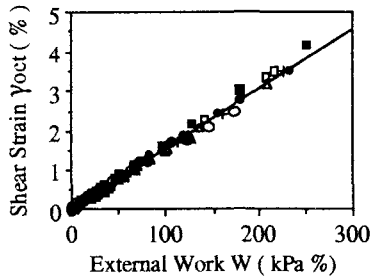


図7 外部仕事～せん断ひずみ関係

(4) 結論

- 1) 変相応力比は中間主応力の影響を受けない。
- 2) 破壊強度は b 値と線形関係にある。
- 3) 外部仕事 W ～せん断ひずみ関係は中間主応力の影響を受けず一義的に線形関係が得られる。

(5) 参考文献

1) 宮森 建樹；多軸応力状態における砂のせん断強さと変形特性、土木学会論文報告集、No255, pp81～91、1976

2) Woon-Kwan Lam and Tatsuoka; EFFECTS OF INITIAL ANISOTROPIC FABRIC AND σ_2 ON STRENGTH AND DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SAND