

III-100

中空ねじり単純せん断による砂のせん断特性

日大理工 正 巻内勝彦

日大理工 正〇黒瀬真利

同(客員研究員)朴 鎔大

1 まえがき

実際の地盤内における応力～ひずみ状態は単純せん断変形条件にあることが多い。従って、土構造物の安定を考える場合に必要な土の強度・変形特性を室内要素試験によって求めるには、可能な限り現位置で起こりうる状態を供試体に再現して試験を行なうことができる。単純せん断試験法の確立が望まれる。本文では、中空ねじり単純せん断試験により砂の強度・変形特性に及ぼす密度、拘束圧及び供試体の高さの影響を調べた結果を報告する。

2 中空ねじり単純せん断試験機

当試験機の供試体は中空円筒形であるために、箱型単純せん断試験にみられる供試体の側面摩擦や隅角部の干渉等の問題はなく、図-1に示すように端部を結びつけて円筒状にした、いわば“Endless Simple Shear”となっている。これにより大変形が可能であり、又、端部での応力の不均一性を取り除くことができる。又、当研究では内圧と外圧を同一にしているが、この装置は内圧、外圧、垂直応力せん断力をそれぞれ独立制御できる。しかし、供試体の肉厚が厚くなると半径方向のせん断力、せん断ひずみの分布が非一様となる短所がある。

3 実験条件

本装置の供試体寸法は内径6cm、外径10cm、高さ10cm(最大)であり、垂直応力は、空圧式ベローラムシリンダーにより载荷し、せん断応力は油圧式トルク载荷装置によって加えられ、内圧と外圧は空気圧制御により水圧で負荷する。

実験には豊浦標準砂を用いその物理的性質は、比重 $G_s = 2.642$ 、最大間隙比 $e_{max} = 0.977$ 、最小間隙比 $e_{min} = 0.614$ 、平均粒径 $D_{50} = 0.119\text{mm}$ 、均等係数 $U_c = 1.921$ である。

実験手順は、組立てたスプリットモールド内に砂を自由落下させ飽和試料を作製し等方圧密終了後、排水状態でせん断する。

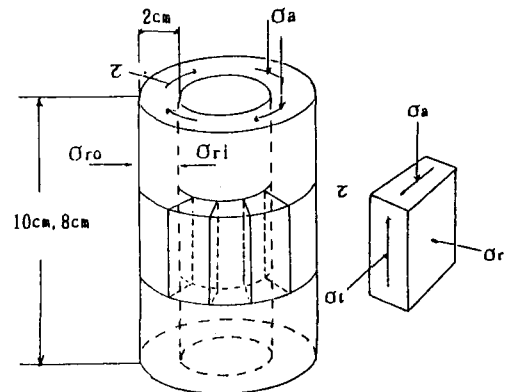


図-1 供試体の応力状態

4 実験結果と考察

当実験での試料Type別分類は、表-1の通りである。

図-2は、応力～ひずみ特性を拘束圧別に示したものである。各拘束圧ともせん断応力に明確なピークを持たずせん断開始直後に急激な立ち上がりを示し $\gamma = 4\%$ 前後から大変形に至るまで最大強度付近を維持している。これは拘束圧が 1.0kgf/cm^2 以下と低いことと、他のせん断試験に比べて破壊領域が均質かつ広いことからピークが出にくい挙動を示すと考えられ、これは、ねじり単純せん断試験の特長が現われていると言える。又、拘束圧の依存性が顕著に認められる。体積ひずみ、軸ひずみについてみると、体積ひずみは、せん断応力がほぼ落着きを示す $\gamma = 4\%$ 前後を境に正のダイレイタンスとなる軸ひずみも同様の傾向を示した。以上の傾向は他のTypeについても同様の結果であった。

表-1 試料Typeの分類

Type	供試体の高さ: h	落下高さ: Δf
Type I	10 cm	10 cm
Type II	10 cm	15 cm
Type III	8 cm	10 cm

図-3は、供試体高さの異なるType I, IIIを比較しているが、高さ変化による影響は、ほとんど見られなかった。これは今回供試体高さを10cm, 8cmの2種類に設定したため大きな差はなかったものと考えられる。

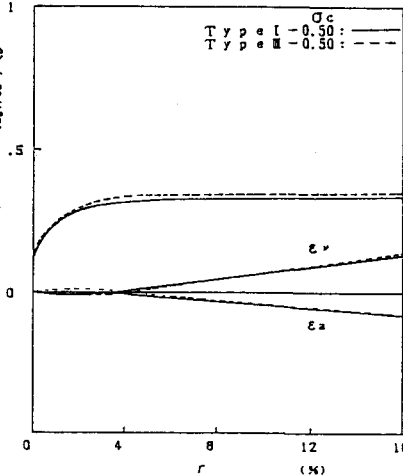


図-2 セン断応力～せん断ひずみ
～体積ひずみ～軸ひずみの関係

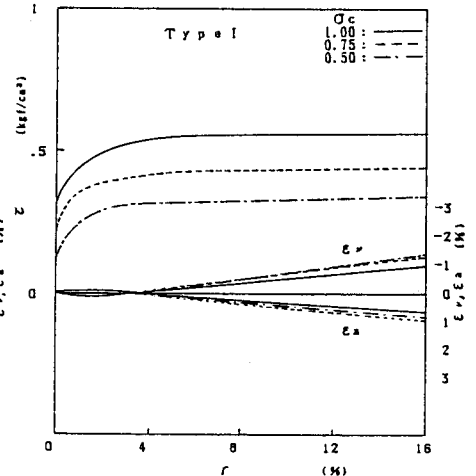


図-3 セン断応力～せん断ひずみ
～体積ひずみ～軸ひずみの関係

図-4は、ポアソン比とせん断ひずみの関係を示し

たものである。せん断変位が大きくなるにつれポアソン比も大きくなり、せん断ひずみ4%前後を起点としてポアソン比が0.5より大きくなる事からも正のダイレイタンスを起していることが裏付けられる。

図-5は、内部摩擦角と拘束圧の関係を示したもので、各Typeとも内部摩擦角は拘束圧が低くなるにつれて大きくなっている事からも拘束圧の依存性が現われている。又、Type I, IIを比較すると内部摩擦角が5°程度違い、密度の差が明らかに現われている。図中に示した他のねじり試験のデータとはかなりの差が認められるが、本実験結果は従来の三軸試験の結果と比較するとほぼ類似した結果がえられている事から信頼性があると思われる。

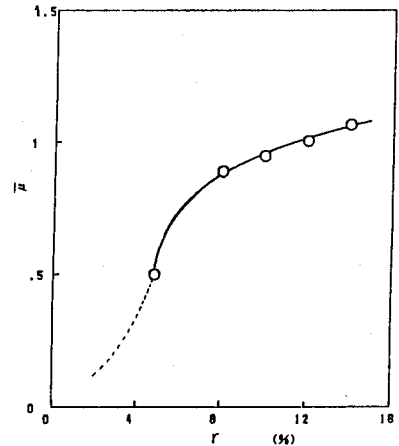


図-4 ポアソン比～せん断ひずみの関係

5 まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- 1) セン断応力は拘束圧及び密度に依存し、内部摩擦角については、密度が高くなると大きくなり拘束圧が高くなると低下する。供試体高さの変化による影響は見られなかった。
- 2) 当装置では、せん断応力に明確なピークが現われず、均一変形を示し単純せん断の特長が現われている。また、強度定数に関しても既往の三軸試験結果とほぼ一致し信頼しうる結果が得られた。
- 3) 体積及び軸ひずみに関しては、拘束圧、密度、供試体高さの影響は明確に現われなかった。ポアソン比は4%前後のせん断ひずみを境に0.5を越え次第に収れん傾向を示す。

6 参考文献

- 1) 福島(1982):ねじりせん断試験による砂の変形・強度特性の実験的研究, 学位論文。
- 2) 土質工学会(1968):土のせん断試験法に関する基礎的研究。
- 3) 未発表試料(1987):日大理工交通土木工学科土質工学研究室。

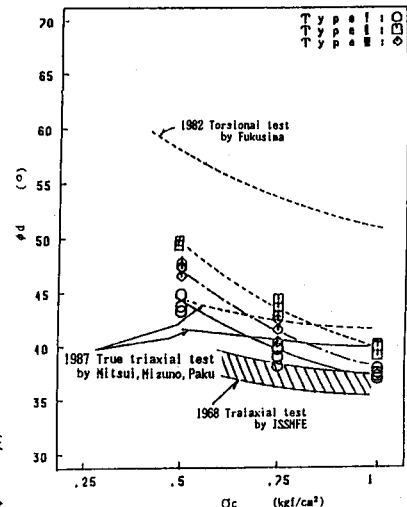


図-5 内部摩擦角～拘束圧の関係