

## 異方圧密・単純せん断条件での砂の非排水繰り返しせん断特性

東京都立大学大学院 学生会員 細野 康代  
 東京都立大学工学部 正会員 吉嶺 充俊

### 1. はじめに

これまでの研究において、筆者らは三軸試験における初期せん断の影響を調べてきた<sup>1)2)</sup>。その結果、三軸試験において、液状化強度の評価は初期せん断を受けた場合では大きさとその方向の影響を強く受けることが分かった。しかしながら、三軸試験では異方圧密と初期せん断の影響を分けて評価することができない。そこで、本研究では実地盤において最も一般的な応力条件のもと単純せん断試験を行い、初期せん断の影響を調べ、三軸試験結果との比較・検討を行った。

### 2. 実験方法

実験に用いた試料は豊浦砂で、供試体は外径 10cm、内径 6cm、高さ 20cm の中空円筒形である。供試体作成方法は乾燥砂を 8 層に分けて緩く堆積させ、各層ごとにモールド側面を木槌で打撃して締め固める乾燥堆積法 (Dry Deposition, DD) を用いた。供試体を水で飽和させた後、所定の拘束圧 ( $K_0 = 0.5$ ) を加え、所定の初期ねじりせん断応力を載荷して圧密を行った。圧密後の間隙比が目標値 ( $e = 0.812 \sim 0.830$ ) になるようにし、この試験の特徴としては、リングせん断試験装置や一般的なせん断箱による単純せん断試験装置では供試体の応力を完全に把握できないが、中空ねじり試験装置を用いて単純せん断を行った場合は独立な応力 6 成分をすべて観測することが可能になることである。せん断中は供試体体積、高さ、内セル体積を一定に保ってねじり載荷を行った。このとき、供試体の内径・外径の変化はなく、正確に単純せん断条件を実現させることができる。

### 3. 実験結果

図 1、2 に単純せん断実験による初期せん断がない場合と、初期せん断応力比  $\alpha = 0.4$  の場合の最大主応力が鉛直方向となす角  $\alpha_0$  と中間主応力係数  $b$  の時刻暦を示した。初期せん断がない場合 ( $\alpha = 0$ )、 $\alpha_0$  の振幅は  $-20^\circ \sim 20^\circ$  から始まり、徐々に大きくなって、液状化時には  $-40^\circ \sim 40^\circ$  になる。 $b$  値は変形速度変化や水圧の変化が大きくなる瞬間において一時的に大きな値を示すが、0 から大きくなり 0.2 ~ 0.3 の間にとどまる。また、初期せん断がある場合は、初期の  $\alpha_0$  や  $b$  値は初期せん断応力の大きさによって決まり、せん断中の  $\alpha_0$  の振幅はほぼ変わらず、また、 $b$  値に関しては初期せん断がない場合と同様の傾向を示し、値はおおよそ 0.2 付近に移行していると言える。

図 3 に、液状化強度曲線を示した。破線は初期せん断のない三軸試験、実線は今回行った単純せん断試験結果である。初期せん断がない場合を比較すると、単純せん断試験では三軸試験よりも液状化強度が若干大きく評価されていることが分かる。また、単純せん断試験において初期せん断の有無について比較すると、初期せん断応力比の増加に伴って液状化強度も増加していることが分かる。特に  $\alpha = 0.4$  の時には初期せん断がない場合に比べて約 2 倍の強度を示した。

図 4 に三軸試験と単純せん断試験における液状化強度に対する初期せん断応力の大きさの影響を比較するため、初期せん断による液状化強度増加率の相関を示した。ここで、初期せん断による強度増加率を  $K_\alpha$ 、初期せん断応力比を  $\alpha$  とした。また、破線は三軸試験結果で、実線は今回行った単純せん断試験結果である。三軸試験結果において、圧縮方向に初期せん断を与えた場合、初期せん断応力比の増加によって強度増加率も大きくなっていくが、伸張方向に初期せん断を与えた場合は初期せん断応力比が大きくなるにつれ強度が著しく低下しているのが分かる。単純せん断試験においては三軸試験の圧縮方向に初期せん断を与えた場合と同じ傾向を示し、強度の増加が見られる。しかしながら、圧縮方向、伸張方向の三軸試験結果の間に位置しているの

キーワード：単純せん断・初期せん断・液状化・繰り返しせん断・異方圧密・砂

〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1 1 TEL : 0426-77-2222 fax : 0426-77-2772

がわかる。単純せん断試験に着目すると、 $\alpha = 0.2$  あたりまでは強度に大きな変化があまり見られないが、 $\alpha = 0.2$  を超えたところから急激に強度が増加している。

4. まとめ

中空供試体を用いることにより、単純せん断条件における砂の非排水繰返しせん断中の応力変化を調べた。特に、主応力方向角や中間主応力の大きさは、砂の液状化挙動に大きな影響を与えることが分かっているため、これらの応力パラメータの変化を明確にした。次に、液状化強度に対する初期せん断の大きさの影響調べたところ、液状化強度増加率では単純せん断試験結果は三軸試験結果の圧縮方向・伸張方向に初期せん断を与えた場合の間に位置することがわかった。したがって、三軸試験では土の堆積構造とせん断方向の関係を自由に設定できないため液状化試験結果は初期せん断力の方向の影響を極端に受けており、現地盤の液状化特性を正しくとらえるためには単純せん断試験の方が適当であると考えられる。液状化強度に与える初期せん断の影響の傾向は砂の密度によっても異なる<sup>2)</sup>ため、今後、より多くの応力・密度条件で試験を行い、検討する必要がある。

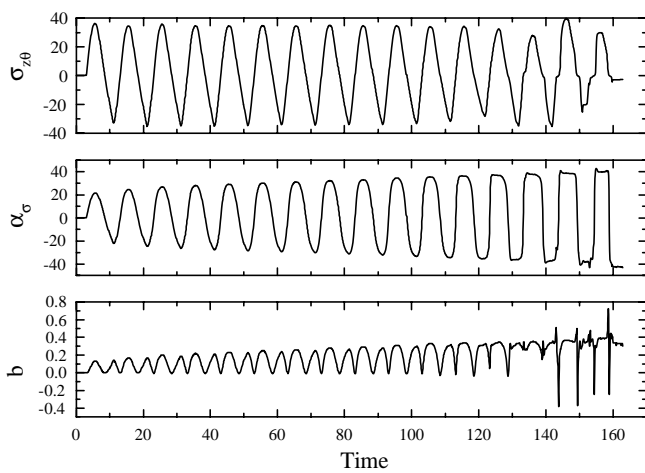


図1 初期せん断がない場合の $\alpha_\sigma, b$ の時刻歴

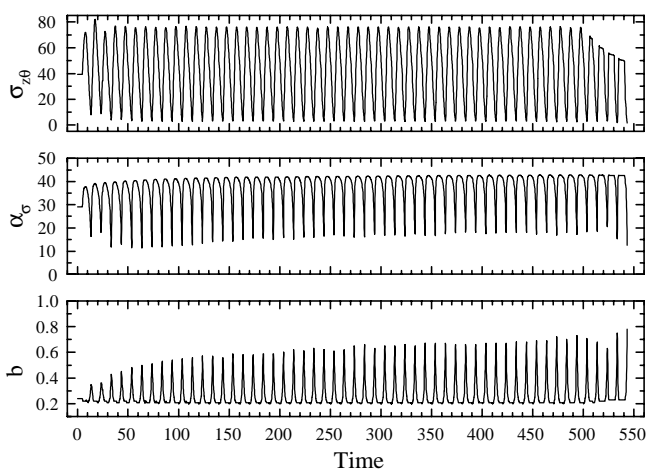


図2  $\alpha = 0.4$ の場合の $\alpha_\sigma, b$ の時刻歴

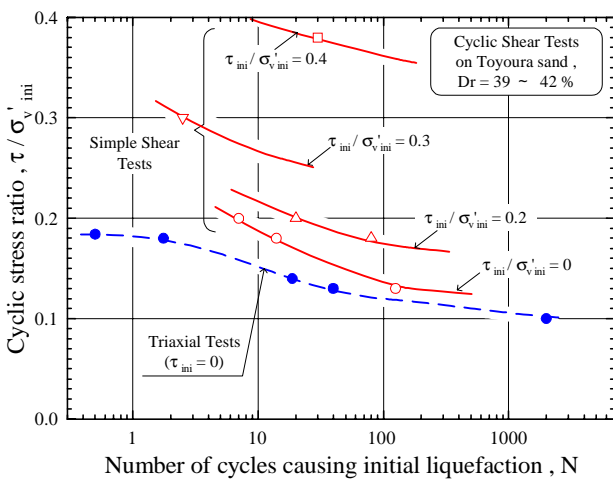


図3 液状化強度曲線

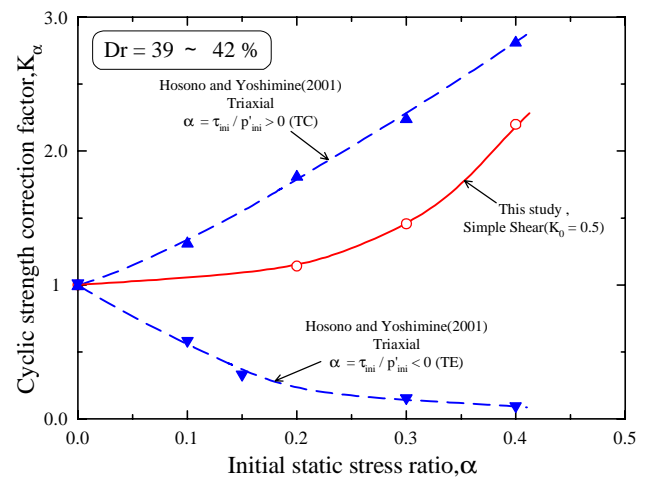


図4 液状化強度増加率

参考文献

- 1) 異方的・等方的な粒子構造を持つ砂の三軸試験における液状化強度特性, 吉嶺充俊・小池令子・細野康代・唐沢里英, 第37回地盤工学研究発表会, pp.519-520, 2002.
- 2) 砂の非排水三軸せん断特性に及ぼす異方性の影響, 細野康代・唐沢里英・吉嶺充俊, 土木学会第56回年次学術講演会, III-A028, pp.56-57, 2001.