

単純せん断条件での砂の液状化強度特性に及ぼす異方圧密と初期せん断の影響

豊橋技術科学大学 正会員 ○細野 康代

首都大学東京 正会員 吉嶺 充俊

首都大学東京 非会員 五十嵐 初美

1. はじめに

これまでの液状化強度試験では、簡易な点などから三軸試験装置を用いた非排水繰返し試験が一般的に行われている。しかしながら、三軸試験では初期せん断応力の方向、すなわち圧縮・伸張によって液状化強度が大きく異なり、適切に評価できていない。また、異方圧密と初期せん断の区別がなく、それぞれを液状化強度に与える影響も評価することは困難である。そこで、側圧・軸圧・せん断応力をそれぞれに制御できるような中空ねじり試験装置を用いて、単純せん断条件における非排水繰返しせん断試験を行い、異方圧密および初期せん断応力が液状化強度に与える影響を調べた。

2. 実験方法

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。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($K_0 = \sigma'_h / \sigma'_v = 0.25 \sim 4.0$)および初期せん断応力($\alpha = \tau_{ini} / \sigma'_{zini} = 0 \sim 0.4$)を加え圧密を行った。圧密後の間隙比は $e = 0.812 \sim 0.830$ ($Dr = 39 \sim 42\%$)になるようにした。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つことにより、正確に単純せん断条件を再現し、非排水繰返しねじり載荷を行った。

3. 実験結果

図 - 1, 2 に等方圧密で初期せん断がない時のせん断応力 $\tau = \sigma_{z\theta}$ 、せん断ひずみ $\varepsilon_{z\theta}$ 、過剰間隙水圧 Δu 、最大主応力方向角 α_σ 、中間主応力係数 b の時刻歴を示す。図 - 3 は異なる初期せん断応力で実験を行った場合の液状化強度曲線で、初期せん断の増加に伴い液状化強度が増加している。また、図 - 4 は異方圧密応力を変化させた場合の液状化強度曲線で、等方圧密に比べて圧密時の土圧係数 K_0 が小さくなると液状化強度も減少し、 K_0 が大きくなると液状化強度も増す傾向が得られた。これらの実験結果をまとめて、初期せん断なしの場合に対する液状化強度増加率 K_α をプロットしたものが図 - 5 である。初期せん断の影響を受け、 K_0 が小さくなることによっても液状化強度増加率が大きくなっているのがわかる。これらの図には三軸条件での試験結果も併記している^{1),2)}。初期せん断と異方圧密が液状化強度増加率に与える影響を調べるために図 - 6 のような等高線を示す。ここで、 $K_{\alpha,K_0} = CSR(\alpha, K_0) / CSR(0, 1)$ とした。これにより、圧密応力比 K_0 が小さい場合は初期せん断応力比 α の増加に伴って液状化強度が大きく上昇しているが、圧密応力比 K_0 が大きい場合には初期せん断による強度差が小さくなることがわかった。この結果は初期鉛直応力 $\sigma_{z,ini}$ で正規化した場合の結果であり、平均有効主応力 p'_{ini} などでも正規化した場合は異なることが考えられる³⁾。

4. まとめ

中空ねじり試験装置を用いて単純せん断試験を行うことにより、初期せん断や異方圧密応力が砂の液状化強度に与える影響を明らかにした。また、この 2 つを総合的に見ると、圧密応力比 K_0 が小さいところで液状化強度は初期せん断の影響を強く受けるが、圧密応力比 K_0 が大きいところで液状化強度におよぼす初期せん断の影響は小さくなることがわかった。

キーワード：単純せん断・液状化・繰返しせん断・異方圧密・初期せん断・砂

〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 TEL：0532-44-1324 fax：0532-44-6831

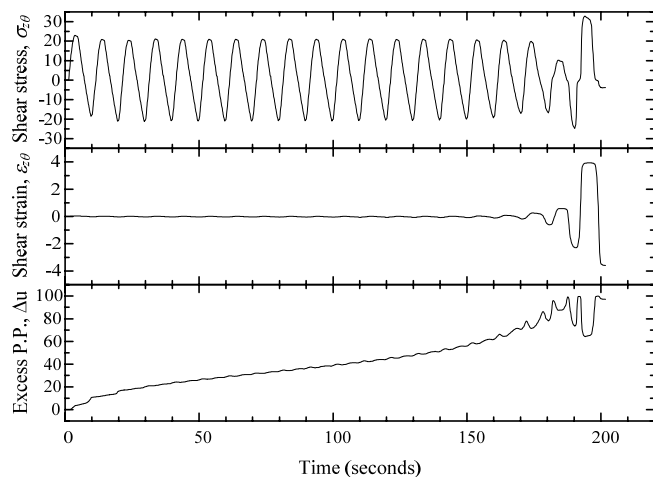


図-1 せん断応力・せん断ひずみ・過剰間隙水圧の時刻歴

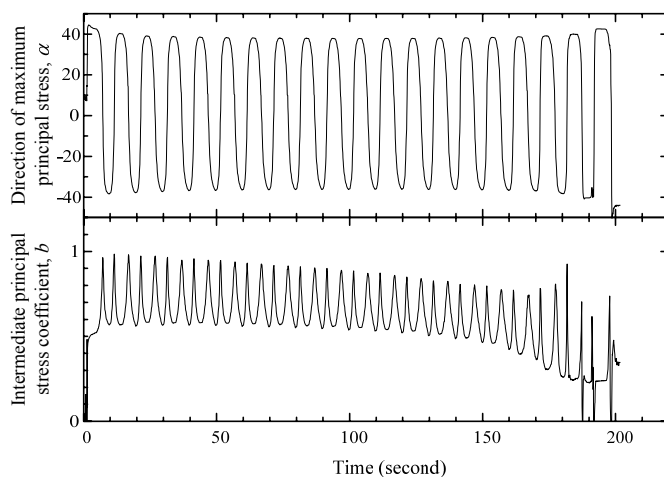


図-2 応力 - ひずみ曲線

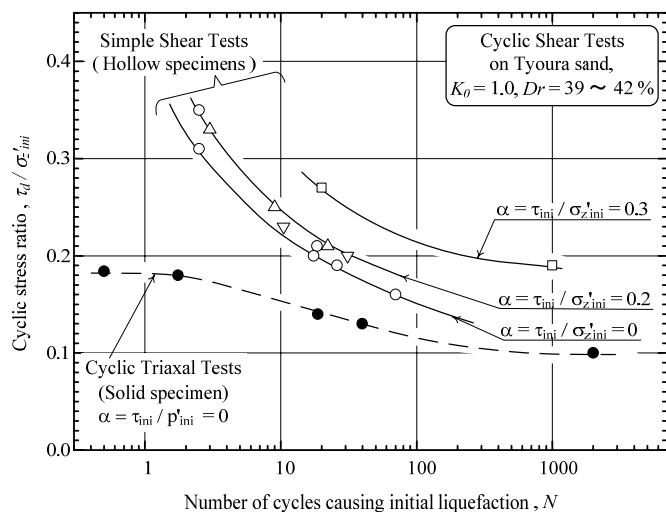


図-3 初期せん断応力比の異なる液状化強度曲線

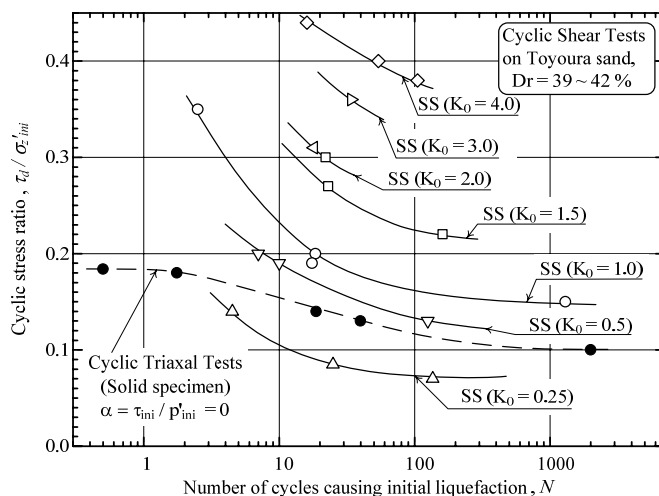


図-4 圧密応力比の異なる液状化強度曲線

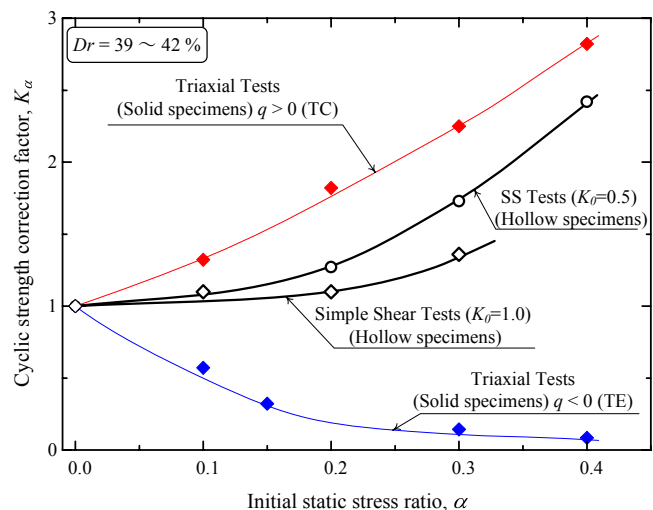
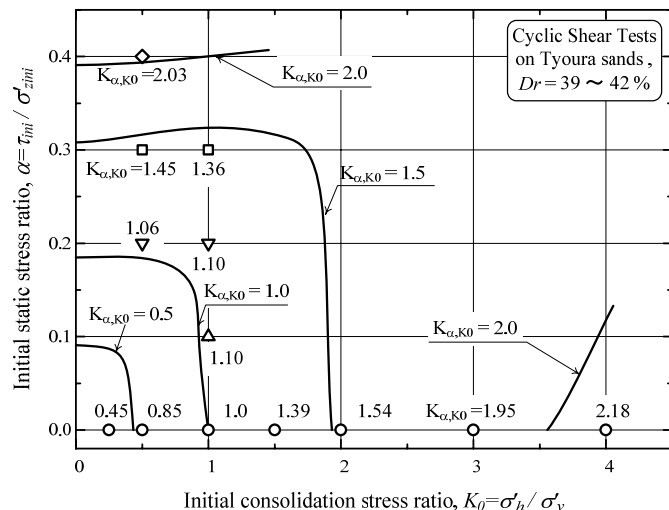


図-5 液状化強度増加率曲線

図-6 液状化強度増加率 K_{α} に関する K_0 と α の影響

参考文献

- 1) Liquefaction of sand in simple shear condition, Yasuyo Hosono・Mitsutosi Yoshiimine, *International Conference on Cyclic Behaviour of Soils and Liquefaction Phenomena*, Bochum, Germany, 31 March - 02 April, pp.129-136, 2004.
- 2) 単純せん断条件における砂の非排水繰返しせん断特性, 細野康代・吉嶺充俊, 土木学会第 59 回年次学術講演会, III-236, pp.471-472, 2004.
- 3) 砂の液状化強度特性に及ぼす異方圧密の影響, 細野康代・吉嶺充俊, 土木学会第 60 回年次学術講演会, III-174, pp.193-194, 2005.(注; 講演概要集 CD-ROM は間違ったファイルです。首都大学東京土質研 HP を参照)