

中空供試体を用いた三軸繰返し試験による砂の液状化強度特性

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

1. はじめに

筆者らはこれまでに三軸試験・単純せん断試験における初期せん断荷重を受ける砂の液状化強度特性を調べてきており、中実円柱供試体の三軸繰返し試験で得られる砂の液状化強度は初期せん断荷重の方向と大きさの影響を受けることがわかっている^{2), 3)}。また、中空円筒供試体の単純せん断試験では初期せん断荷重の大きさの影響を受けることがわかっているが¹⁾、供試体形状や装置の違いによる影響が考えられるので三軸試験と単純せん断試験を単純に比較できるのか疑問がある。そこで、本研究では中空ねじり試験装置を用いてねじりせん断を加えない条件での三軸繰返し試験を行い、供試体形状や装置の違いが液状化強度に及ぼす影響を調べた。

2. 実験概要

試料は豊浦砂($e_{\max} = 0.977$, $e_{\min} = 0.597$)を用いた。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た後、各層ごとにモールドの側面から木槌で打撃して締固める乾燥堆積法(Dry Deposition, DD)を用いた。供試体を脱気水で飽和させた後、ねじりせん断を加えずに軸差応力($\tau_{ini} = \sigma_{vini} - \sigma_{hini}$)のみによって所定の初期せん断荷重を加えて圧密を行い、圧密後の間隙比が $e = 0.812 \sim 0.830$ ($D_r = 39 \sim 42\%$)になるようにした。実験方法は、通常の三軸繰返し試験と同様に、圧密後、側方応力を一定に保ったまま鉛直繰返し载荷を行った。中実供試体との比較を行うため、载荷速度は中実供試体と同じ 0.1Hzで、また、初期有効平均主応力 $\sigma_m' ini = (\sigma_{vini}' + \sigma_{hini}')/2 = 100\text{kPa}$ で行った。初期せん断応力比($\tau_{ini} / \sigma_m' ini$)は圧縮側の初期せん断荷重をプラス、伸張側の初期せん断荷重をマイナスで表示している。

3. 実験結果

図 1 に初期せん断荷重を受けない場合の中空供試体を用いた三軸繰返し試験結果を示す。繰返しせん断荷重により、徐々に過剰間隙水圧が増加して液状化に至る過程がわかる。このとき、軸ひずみに着目すると、三軸伸張側に大きくひずみが発生しているが、これは中実供試体を用いた場合に一般的に見られる現象と同じである。図 2 に中実および中空供試体の三軸繰返し試験によって得られた液状化強度曲線を比較した。ここに、赤は三軸圧縮側に初期せん断を与えた場合、青は三軸伸張側に初期せん断を与えた場合であり、白抜き記号(実線)は中空供試体、中塗り記号(破線)は中実供試体の液状化強度曲線である。初期液状化に至るまでの繰返し回数 N が 20 回のときの液状化強度を比較すると、供試体の形状の違いによらず、三軸繰返し試験における圧縮側に初期せん断を与えた場合の液状化強度は増加傾向、伸張側に初期せん断を与えた場合は減少傾向を示したが、同じ初期条件で比較すると中空供試体は中実供試体の液状化強度より大きな値を示している。図 3 では、中空供試体の三軸繰返し試験と単純せん断試験の液状化強度を比較したところ、液状化強度曲線の傾向が異なることがわかった。図 4 で、初期せん断応力比に対する液状化強度を比較している。前述のように初期せん断荷重による強度増加・減少の傾向は供試体の形状によらず同じであるが、中実供試体の液状化強度の増加・減少割合は極端に大きく、中空供試体の液状化強度変化は中実供試体の変化に比べて小さいことがわかった。これは供試体の形状の違いが及ぼす影響であると考えられる。それに対して、単純せん断試験の液状化強度は 2 つの三軸繰返し試験に比べて初期せん断荷重による強度増加は小さく、特に初期せん断荷重が小さい範囲では強度はあまり変化がみられなかった。図 5 で示すように液状化強度増加率で比較を行っても図 4 と同じ傾向が得られていることがわかる。

キーワード：三軸試験・液状化・繰返しせん断・初期せん断・砂・液状化強度増加率

〒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

〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL：0426-77-2773 fax：0426-77-2772

4. まとめ

中空供試体を用いて三軸繰返し試験を行い、中実供試体の三軸繰返し試験および中空供試体の単純せん断試験との比較を行った。その結果、中空供試体の液状化強度は中実供試体の液状化強度よりも大きな値を示しているが、初期せん断を受けた場合、中空供試体の液状化強度増加は中実供試体の液状化強度増加に比べて小さく、供試体形状による液状化強度の違いが見られた。また、中空供試体について初期せん断を受ける液状化強度は三軸繰返し試験の圧縮・伸張の初期せん断を受ける液状化強度のほぼ中間に位置した。

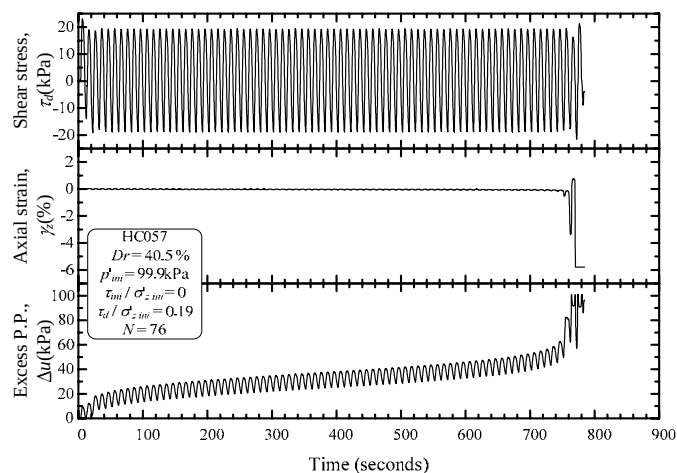


図1 初期せん断がない時の τ_d , ε_a , Δu の時刻歴

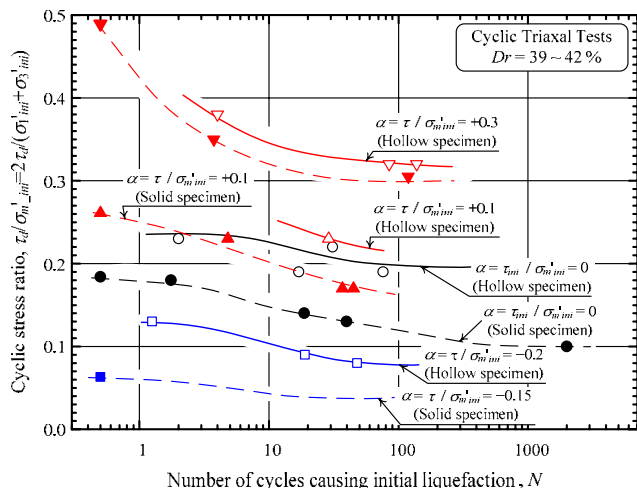


図2 三軸繰返し試験による液状化強度曲線

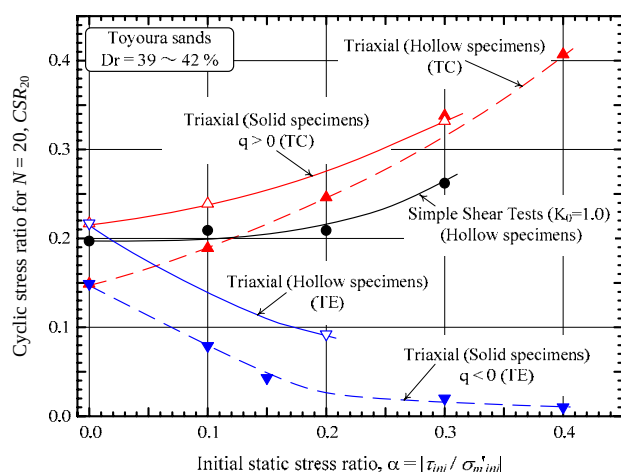


図4 各実験の液状化強度変化

参考文献

- 1) 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.
- 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.
- 3) 砂の液状化特性に与える異方性の影響, 細野康代・吉嶺充俊, 第36回地盤工学研究発表会, No.1, pp.409-410, 2001

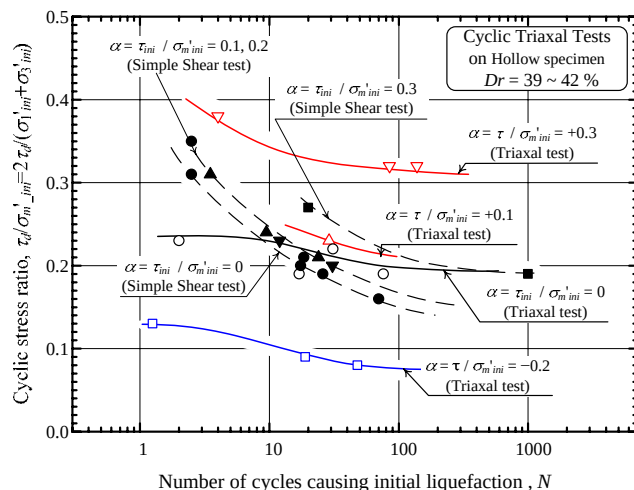


図3 中空供試体による液状化強度曲線

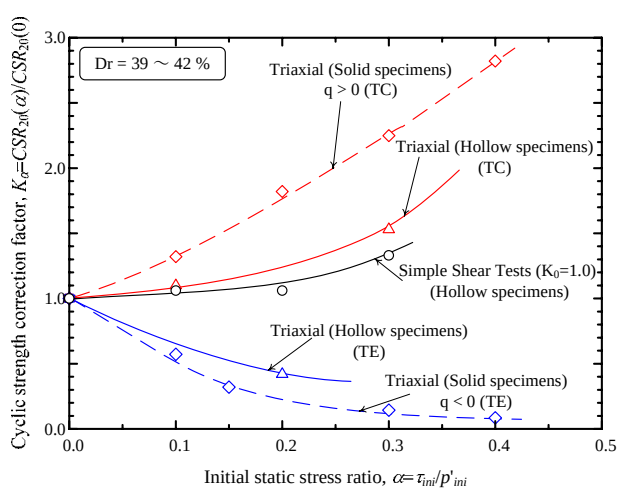


図5 液状化強度増加率曲線