

中空ねじり試験機を用いた液状化強度試験における軸制御条件の違いが液状化特性に及ぼす影響

山口大学大学院 学生会員 ○鷗野 圭汰
 山口大学大学院 正会員 吉本 憲正
 山口大学大学院 正会員 中田 幸男

1. 目的

近年、中空ねじり試験機が地震時の応力状態に近いことから、液状化試験において用いられるようになってきている。しかし、中空ねじり試験機による液状化強度試験は、標準的な試験方法が定められておらず、機関によって結果に違いが生じることが懸念されている。以上のことから、本研究では、中空ねじり試験機による液状化強度試験の試験方法基準化の一環として、地盤工学会関東支部によって企画された一斉試験に参加するとともに、中空ねじり試験機において軸制御条件が、液状化特性にどのような影響を及ぼすのかを検討した。

2. 試料と試験方法

本研究では、試料として瑞浪珪砂7号を用い、試験装置は、油圧式中空ねじり動的静的三軸試験装置を用いた。瑞浪珪砂7号の物理特性は表1に示すとおりである。供試体は空中落下法により、相対密度 $D_r=50\%$ を目標に作製した。供試体に側圧を与え、供試体に炭酸を約30分間通した後、通水を行った。その後、B値が0.95以上であることを確認し、背圧200kPa、有効拘束圧100kPaで等方圧密を行った。圧密終了後、非排水条件の下、軸制御条件は、軸荷重固定条件と軸変位固定条件とし、載荷周波数0.1Hzの正弦波を加える繰返しせん断試験を行った。繰返しせん断試験は、両振幅せん断ひずみが15%に達する、若しくは、繰返し回数が200回に到達した時を終了とした。その後、再度30分間圧密を行う。

表1 瑞浪珪砂7号の物理特性

土粒子密度(Mg/m ³)	2.646
最小乾燥密度(Mg/m ³)	1.189
最大乾燥密度(Mg/m ³)	1.532
50%粒径(mm)	0.287
均等係数	1.9
細粒分含有率(%)	1.4

3. 試験結果

図1~5は、今回の試験結果を比較したものである。図1は両振幅せん断ひずみ(γ_{DA})と繰返し回数の関係、図2は残留過剰間隙水圧比($\Delta u/\sigma_0$)と繰返し回数の関係、図3は軸変位固定条件での軸差応力(σ_d)と繰返し回数の関係、図4は軸荷重固定条件での軸ひずみ(ϵ_a)と繰返し回数の関係である。また、図5は各条件で再圧密した際の体積変化量(ΔV_{rc})と繰返しせん断応力比の関係を示している。

図1より、両振幅せん断ひずみは、ある回数で急激に発達していることが分かる。図2においては、繰返し応力振幅比が小さいと、ある回数を境に、急激に過剰間隙水圧比が上昇していることが分かる。加えて、いずれの繰返しせん断応力比においても、載荷の初期段階は、軸荷重固定条件の方がわずかに液状化挙動の発達が速いが、載荷途中からは軸変位固定条件の方が液状化挙動の発達が速くなっている。図3においては、載荷初期段階では、軸差応力は減少傾向にあるが、載荷途中から後半にかけては増加傾向

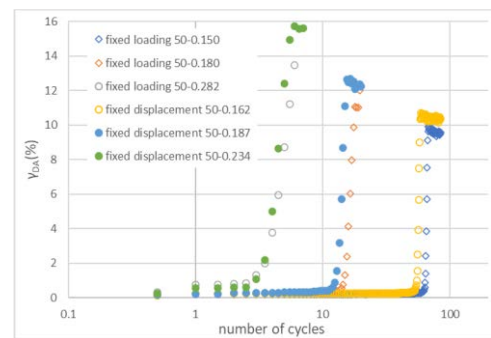


図1 両振幅せん断ひずみと繰返し回数の関係

キーワード 液状化, 中空ねじり試験機, 軸制御条件

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学 工学部 社会建設工学科

TEL 0836-85-9344

へと変化していることが分かる。また、軸変位固定条件で液状化挙動の発達が速くなる繰返し回数は、軸差応力が最大になる辺りの繰返し回数に近いことも分かる。図4では、応力比ごとに膨張収縮傾向に違いがあることが分かる。これは、密度や供試体の作成方法は統一しているため、供試体作製時の堆積状況や堆積構造などのわずかな違いが結果に影響していると考えられる。また、どの応力比においても、ある回数で急激に軸ひずみが発生していることが分かる。図5では、多少ばらつきはあるものの、どの条件においても応力比が大きくなると体積変化量が減少傾向にあることが確認された。

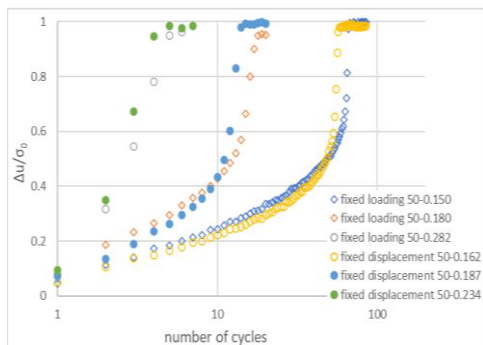


図2 過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係

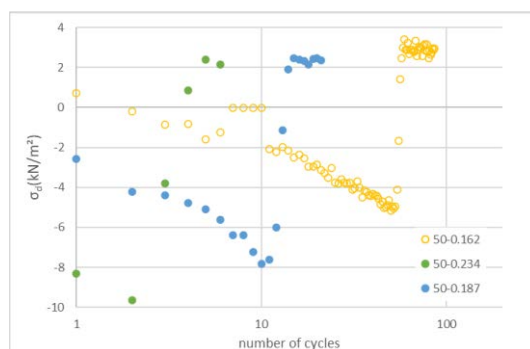


図3 軸差応力と繰返し回数の関係

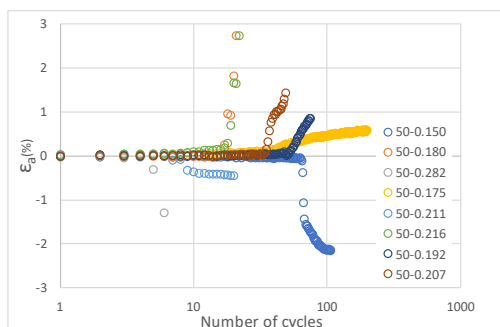


図4 軸ひずみと繰返し回数の関係

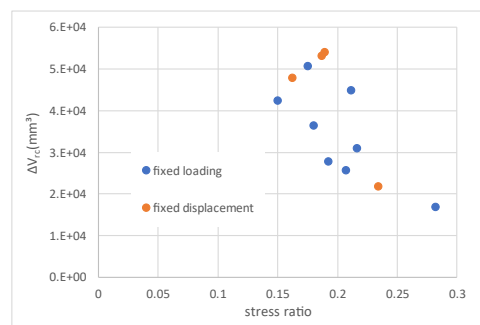


図5 体積変化量と応力比の関係

図6は、本研究で得られた両振幅せん断ひずみが7.5%に達した時の液状化強度曲線である。図6より、軸荷重固定条件での相対密度50%の液状化強度曲線が上方に位置し、軸変位固定条件での相対密度50%の液状化強度曲線が下方に位置する結果となった。ここで20回載荷時の繰返しせん断応力比を液状化強度とした場合、軸荷重固定条件時の相対密度50%の液状化強度は0.197となり、軸変位固定条件時の相対密度50%では0.179となった。これより、軸制御条件の違いでは、軸荷重固定条件に比べ軸変位固定条件では、液状化試験における液状化強度が低くなる結果となった。

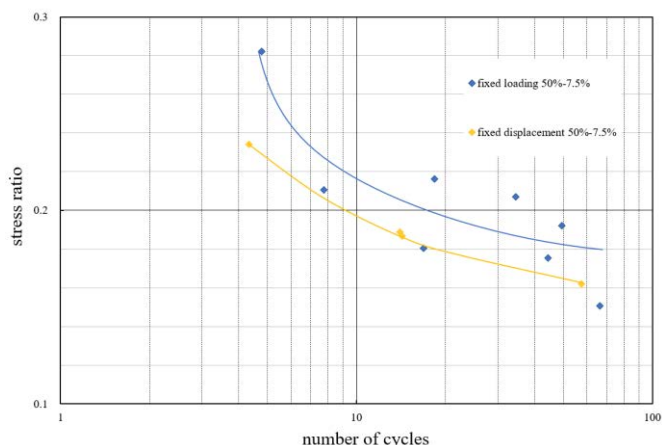


図6 液状化強度曲線

4. おわりに

液状化挙動は、軸制御条件の違いによって、両振幅せん断ひずみの大きさや、過剰間隙水圧比の発生挙動にわずかなではあるが差異が生じることがわかった。また、軸変固定条件は、軸荷重固定条件に比べ、液状化挙動の発達が速くなる傾向を示し、液状化挙動の発達が速くなる繰返し回数付近で軸差応力は最大になることも確認された。本研究で得られた液状化強度は、軸荷重固定条件の相対密度50%で0.197、軸変位固定条件の

相対密度 50%で 0.179 となった。これより、軸荷重固定条件と比較して軸変位固定条件では液状化強度が 9.1% 程度低くなる結果となった。

謝辞

研究に用いた試料やその物性については、地盤工学会関東支部、中空ねじりによる液状化強度試験の高精度化に関する研究委員会より提供していただいた。また、一般財団法人 地域地盤環境研究所の三上武子氏には、試験方法や結果の評価についてご助言をいただきました。記して、ここに謝意を表します。