

圧密および供試体拘束条件が異なる場合の過圧密砂の液状化強度特性

九州工業大学大学院 学生会員○前田 広重
 九州工業大学工学部 正会員 永瀬 英生 清水 恵助 廣岡 明彦
 九州工業大学工学部 学生会員 柴田 雄史

1.まえがき

砂の液状化強度に与える過圧密の影響を調べるため、繰返し三軸試験を行ってきた¹⁾が、この試験では、原位置での応力および、ひずみ条件を正確には再現できない。そこで、本研究では、二重セル型繰返し中空ねじりせん断試験装置を用い、過圧密された砂地盤の液状化特性を明らかにする目的で、圧密および供試体拘束条件を変えた場合の繰返し試験を行ってみた。

2.試料および試験方法

表1に試験ケースを示す。試料には豊浦砂を用いた。供試体は、外径10cm、内径6cm、高さ10cmの中空円筒形とし、空中落下法で相対密度 $Dr=30\%$ になるように作製した後、二酸化炭素と脱気水で十分に飽和させた。等方圧密および異方圧密での過圧密履歴は所定の平均有効主応力 σ'_v で圧密した後、所定の過圧密応力で圧密し、その後 σ'_v まで除荷し、放置する方法で与えた。また、 K_0 圧密の場合は、毎分 0.02kgf/cm^2 の速度で軸圧縮応力を与えて側方ひずみが $\pm 0.05\%$ 以内に収まるようにし、鉛直有効応力 σ'_v を载荷、除荷することによって過圧密履歴を与えた。繰返し载荷は、鉛直変位拘束条件下では周波数 0.1Hz の正弦波を用い、側方変位拘束条件下では制御安定のため周波数 0.01Hz の正弦波で行った。なお、鉛直変位拘束条件下での繰返し载荷時にはクランプを締め、鉛直変位を拘束した。また、過圧密比 $(OCR)_v$ は、等方圧密、異方圧密、 K_0 圧密ともに過圧密履歴を与えたときの鉛直有効応力 σ'_v を繰返し载荷時の初期鉛直有効応力 σ'_{v0} で除した値で表すことにする。なお、繰返し応力比はせん断応力 τ を繰返し载荷直前の初期平均有効主応力 σ'_v で正規化したものである。

表1 試験ケース

ケース	圧密方法	供試体拘束条件	初期繰直有効応力 σ'_{v0} (kPa)	過圧密比 $(OCR)_v$
(A)	等方圧密	鉛直変位拘束	49.0	1,2,4
(B)	異方圧密	鉛直変位拘束	73.5	1,2,4
(C)	異方圧密	側方変位拘束	73.5	1,2,4
(D)	K_0 圧密	側方変位拘束	75.8	1

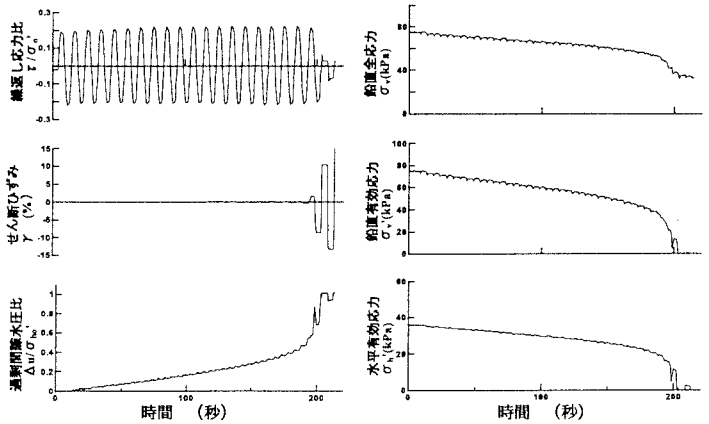


図1 ケース(B)の時刻歴

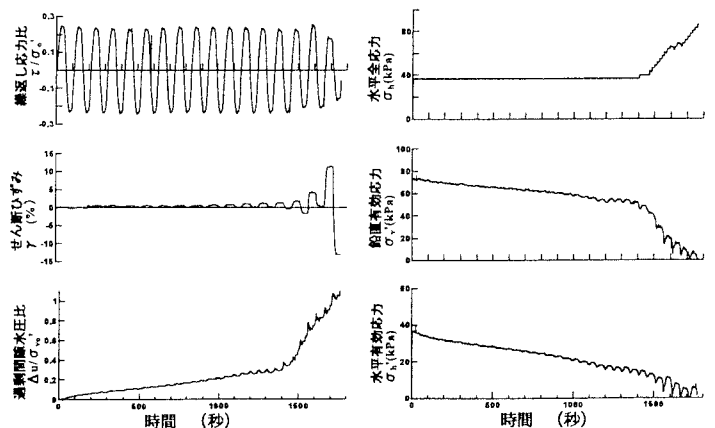


図2 ケース(C)の時刻歴

正規化したものである。

3. 液状化試験

図 1,2 は繰返し載荷時のケース(B),(C)の時刻歴を示したものである。この図から、過剰間隙水圧比が 1.0 に達するとともにせん断ひずみが急増していることがわかる。また、液状化時には鉛直、水平有効応力がともにゼロに至り、ケース(B)は鉛直変位拘束条件下の試験であることから、鉛直全応力が初期水平有効応力に至り、また、ケース(C)では側方変位拘束条件下の試験であることから、水平全応力が初期鉛直有効応力に至っていることもわかる。

図 3~5 に表 1 に示したそれぞれの試験における繰返し応力比 R と両振幅せん断ひずみ $DA=7.5\%$ に至るまでの繰返し回数 N_c の関係を示す。図 3,4 においては、繰返し応力比は過圧密比が増加するにつれて繰返し回数に拘わらず増加している。側方変位拘束条件下においても、砂の液状化強度に与える過圧密効果が明らかに認められる。

次に、圧密方法の違いが液状化強度特性に与える影響を調べてみると、鉛直変位を拘束した場合、ケース(A),(B)の結果から、繰返し応力比は等方,異方圧密ともに同程度の大きさを示していることがわかる。また、側方変位を拘束した場合、ケース(C),(D)の結果から、繰返し応力比は K_0 圧密で行った試験の方が異方圧密の試験より大きな値を示していることがわかる。これは、 K_0 圧密により圧密時に供試体の側方変位が拘束され、鉛直変位のみが生じることによって、供試体内の粒子構造がより安定化したためではないかと考えられる。また、供試体拘束条件が液状化強度特性に与える影響を調べてみると、異方圧密の場合、ケース(B),(C)の結果から、鉛直変位拘束条件下での試験の方が側方変位拘束条件下での試験に比べ繰返し応力比は大きな値を示していることがわかる。これらの原因としては、今のところ明らかでないが、変位拘束方法の違いが考えられる。すなわち、側方変位拘束条件下においてはコンピュータの制御上、側方ひずみを許容値以下であれば許しているが、鉛直変位拘束条件下においてはクランプを締めることにより、側方変位拘束条件下での試験よりひずみを抑制できるからではないかと考えられる。

4. まとめ

圧密および供試体拘束条件を変えた場合の繰返し中空ねじり試験を行った結果、以下のことがわかった。

- ① 側方変位拘束条件下においても、砂の液状化強度に与える過圧密効果が明らかに認められる
- ② K_0 圧密の試験の方が異方圧密の試験に比べ、繰返し応力比が大きな値を示した。
- ③ 供試体拘束条件が異なる場合、鉛直変位拘束条件下で行った試験の方が側方変位拘束条件下で行った試験に比べ、繰返し応力比が大きな値を示した。

<参考文献>1)安田・永瀬・穴道・内堀・吉田:拘束圧が液状化の過圧密履歴に与える影響、第 29 回土質工学研究発表会講演概要集、pp733~736、1994

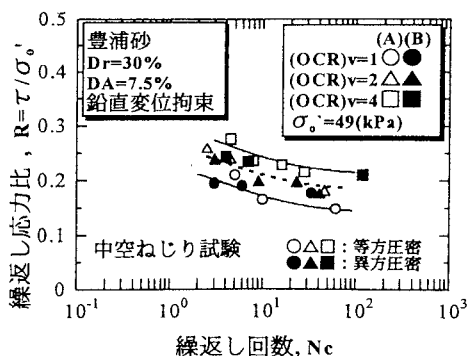


図 3 繰返し応力比と繰返し回数の関係

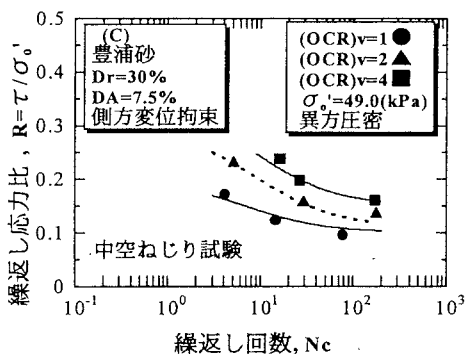


図 4 繰返し応力比と繰返し回数の関係

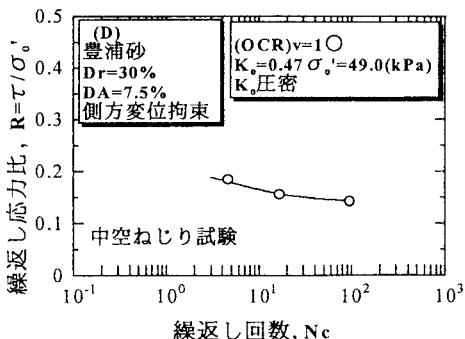


図 5 繰返し応力比と繰返し回数の関係