

Ⅲ-A88

過圧密履歴を受けた砂質土の液状化強度増加について

九州工業大学工学部 正 会 員 ○永瀬英生 廣岡明彦
九州工業大学大学院 学生会員 太田 稔 持永修史
中電技術コンサルタント(株) 本多真紀（元九州工大生）

1. はじめに： 筆者らはこれまで、過圧密による液状化対策工法の効果を検証するために過圧密履歴を受けた砂質土の繰返し三軸試験を実施してきた¹⁾。この結果、過圧密された砂質土の液状化強度の増加傾向は試料によって異なり、供試体の密度や拘束圧にも影響を受けることが明らかになった。さらに加藤ら²⁾は、その増加傾向が試験条件や供試体の応力条件等の影響を受けることも指摘している。そこで本研究では、繰返し中空ねじりせん断装置を用いて過圧密砂の液状化強度特性に与える圧密条件等の影響を調べてみた。さらに、繰返し三軸装置を用いて、再構成試料から原位置液状化強度を推定するための検討も行ってみた。

2. 実験方法： 試料には豊浦砂と、江戸川砂の凍結不攪乱試料およびその再構成試料を用いた。前者は過圧密効果に与える圧密条件等の影響に関する検討（課題 1）、後者は原位置液状化強度の推定に関する検討（課題 2）に用いた。図 1 にこれらの試料の粒径加積曲線を示す。供試体は、繰返し中空ねじりせん断試験では、外径 10cm、内径 6cm、高さ 10cm の中空円筒形、

繰返し三軸試験では、直径 5cm、高さ 10cm の円柱形である。豊浦砂と、江戸川砂の再構成試料を使用する場合は、空中落下法で所定の相対密度になるように供試体を作製した。表 1 に課題 1 での実験ケース、表 2 に江戸川砂の物理的性質を示す。課題 1 では、圧密方法を等方および異方 ($K_0=0.5$) 圧密の 2 種類とし、鉛直変位を拘束する場合と拘束しない場合の繰返しせん断試験を行った。また課題 2 では、等方圧密を採用した。過圧密履歴は、飽和した供試体を所定の初期有効拘束圧で圧密した後、過圧密比が 2 または 4 となる拘束圧で圧密し、その後初期有効拘束圧まで除荷する方法で与えた。繰返し载荷は、過圧密履歴を与えた後、周波数 0.1Hz の正弦波荷重を用いて行った。

3. 過圧密効果に与える圧密条件等の影響に関する検討：

図 2、3 には、過圧密比=1、2、4 での繰返し応力比と両振幅せん断ひずみ $\Delta A=7.5\%$ に至るまでの繰返し回数の関係を示している。図 2 は鉛直変位拘束条件、図 3 は圧密方法をそれぞれ変えた試験の結果を示したものである。これらの図より、液状化強度は、①過圧密比が大きいほど大きく、②鉛直変位の拘束により 8%程度全体的に増加しており、③等方・異方圧密といった圧密方法には影響を受けていないこと等が分かる。ここで、図 2、3 から繰返し回数=20 での液状化強度比 R_{120} を読み取り、過圧密履歴による液状化強度増加率 R_{oc} を求めた¹⁾。図 4 には R_{oc} を過圧密比(O.C.R.)に対してプロットしている。こ

液状化、過圧密、砂質土、室内実験

〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL 093-884-3111 FAX 093-884-3100

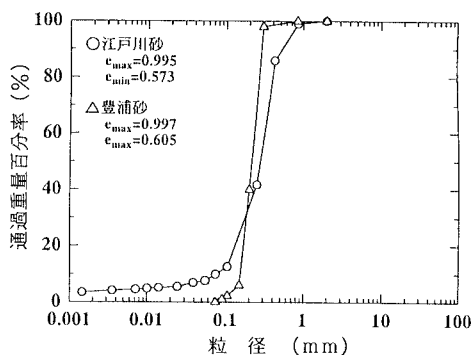


図 1 用いた試料の粒径加積曲線

表 1 実験ケース

ケース	圧密方法	鉛直変位拘束条件	相対密度(%)
A	等方圧密	無	30
B	等方圧密	有	30
C	異方圧密	有	30

表 2 江戸川砂の物理的性質

細粒分含有率(%)	9.9
乾燥密度(t/m^3)	1.495
最大間隙比	0.995
最小間隙比	0.573
土粒子の比重	2.60
有効拘束圧(kPa)	58.8
採取深度(m)	4.00~4.30

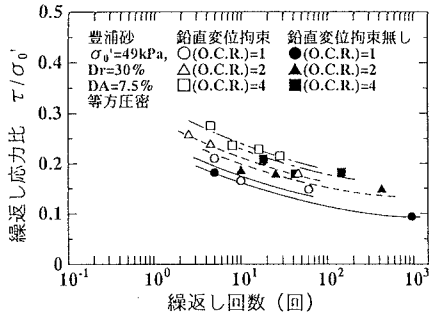


図2 繰返し応力比と繰返し回数の関係
（鉛直変位拘束の影響）

れより、液状化強度増加率は $Roc = (O.C.R.)^n$ で表され、 n の値は鉛直変位拘束および圧密方法の影響を受けず、ケース A、B、C のすべてにおいて 0.25 となっていることが分かる。これは、繰返し三軸試験での値²⁾に一致していることから、豊浦砂固有の値と言えそうである。

4. 原位置液状化強度の推定に関する検討： 図5は江戸川砂の不攪乱試料および過圧密履歴を受けた再構成試料の繰返し応力比と両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ に至るまでの繰返し回数の関係を示したものである。この図から液状化強度増加率 Roc を求め、過圧密比に対してプロットしたのが図6である。これらの図より、不攪乱試料の液状化強度、すなわち原位置液状化強度は、再構成試料に $(O.C.R.)=1.4$ 程度の過圧密履歴を与えた場合と等しくなることが分かる。このことより、堆積時間と過圧密履歴の液状化強度増加に与える影響度を等価と考え、等しい液状化強度増加を与える堆積年数と過圧密比の関係が明らかにされれば、原位置液状化強度は比較的容易に推定できるのではないかと考えられる。今後はデータを蓄積することが必要である。

5. まとめ： 繰返し中空ねじりせん断装置を用いて過圧密砂の液状化強度特性に与える圧密条件等の影響を検討した結果、それによる液状化強度の増加傾向は、等方・異方圧密といった圧密方法には依存せず、また繰返し三軸装置の結果と一致した。また原位置液状化強度の推定については、一つの方法の考え方を示した。なお、凍結試料は、建設省土木研究所 耐震技術研究センター 動土質研究室 松尾修室長よりご提供いただいた。関係各位に感謝する次第である。また、本研究の一部は、地盤工学会「液状化メカニズム・予測法と設計法に関する研究委員会（委員長：岡二三生京都大学教授）」の一環として実施したものである。

<参考文献> 1) 安田進・他(1994)：拘束圧が液状化の過圧密効果に与える影響、第29回土質工学研究発表会発表講演集、pp.733-736。2) 加藤祐之・他(1984)：豊浦標準砂の繰返し非排水三軸試験に及ぼす長期圧密と過圧密の影響、砂質土および砂地盤の変形・破壊強度の評価に関するシンポジウム発表論文集、pp.155-162。

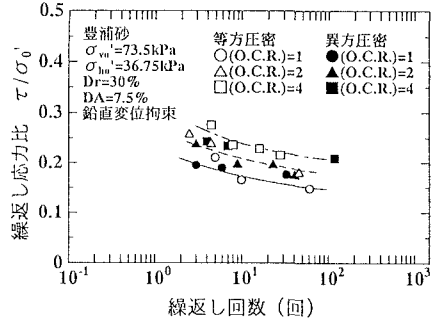


図3 繰返し応力比と繰返し回数の関係
（圧密方法の影響）

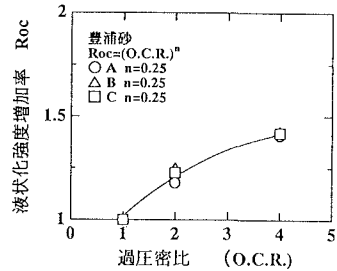


図4 液状化強度増加率と過圧密比の関係

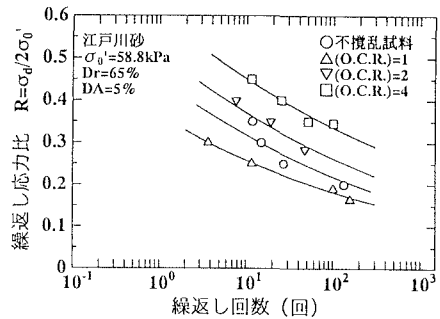


図5 繰返し応力比と繰返し回数の関係

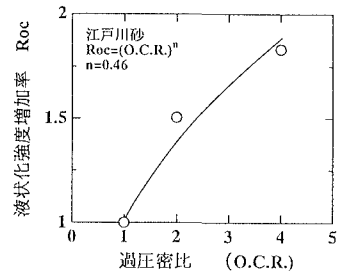


図6 液状化強度増加率と過圧密比の関係