

液状化後のせん断抵抗の時間的变化

東北学院大学 学生 ○猿舘裕也
 東北学院大学 非会員 奈良聡大
 東北学院大学 会員 山口晶

1. はじめに

本研究の目的は、液状化後の地盤のせん断抵抗と時間的变化の相関性を明らかにすることである。液状化時とその後のせん断抵抗の時間的变化は、液状化後の地盤変位の発生量や、再液状化の危険性を検討する際に重要な指標となる。本研究では、振動台による土槽の振動実験を行ない、液状化した土のせん断抵抗の時間変位をベーンせん断試験によって計測する。

2. 試験システム

図1に試験システム概要図を示す。実験装置は、振動台と土槽及び制御計測システム(パーソナルコンピュータ、電圧増幅器、電源ボックス)から構成されている。土槽及び振動台に設置した間隙水圧計と加速度計の信号は、電圧増幅器を介してコンピュータに取り込まれる。パーソナルコンピュータで加速度振幅・振動周波数を設定し、振動台の制御を行った。

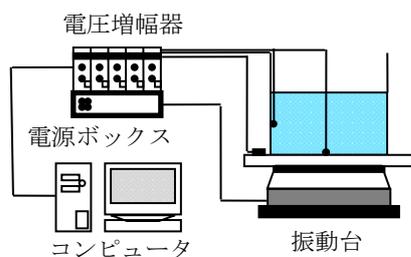


図1 試験システム概要図

表1 試料の物理特性

試料	豊浦砂	GBNo.04	GBNo.08
ρ_s (g/cm ³)	2.504	2.645	2.497
ρ_{dmz} (g/cm ³)	1.612	1.649	1.617
$\rho_{d\ min}$ (g/cm ³)	1.445	1.359	1.479
k (cm/s)	2.27×10^{-2}	1.46×10^{-1}	2.62×10^{-1}
e_{\max}	0.733	0.957	0.687
e_{\min}	0.553	0.604	0.542

3. 試料及び実験方法

使用した試料は豊浦砂(TS), ガラスビーズ(GB)No.04(粒径0.35mm~0.50mm), ガラスビーズNo.08(粒径0.71mm~0.99mm)の3種類である。ガラスビーズと豊浦砂を用いた理由は、粒子形状がせん断抵抗の時間変化に与える影響を調べるためである。ここでは、球形のぎざぎざがない粒子をガラスビーズ、ぎざぎざがある粒子として豊浦砂を考えている。試料の物理的性質を表1に示す。写真1に試料の拡大写真を示す。

模型地盤は全て水中落下法により、相対密度(D_r)を10%になるように作製した。なお、ガラスビーズに関しては、水中落下法で模型地盤を作成した後、振動台で加震して $D_r=10\%$ にした。

本実験では、水平方向に加速度振幅 2m/s^2 、振動数 10Hz で振動回数を50回として加震した。データの計測はサンプリング周波数 10Hz で2分間計測した。せん断抵抗は、ベーンせん断試験により回転抵抗として計測する。ベーンは高さ 1.5cm 、幅は 1.0cm である。計測する深さは模型地盤表面から 10cm の位置である。なお、加震前と加震後は所定の時間毎に回転抵抗を計測した。回転抵抗を計測する横方向の位置は、毎回異なる位置とし、少なくとも各計測位置で 6cm 以上離れた。また、時間経過とともに地表面沈下量も計測した。表2に実験条件を示す。

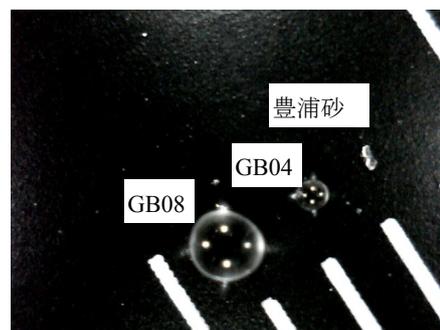


写真1 粒子形状

4. 試験結果と考察

図2にTS-24, GB04-24, GB08-24の回転抵抗比の時間変化を示す。回転抵抗比は、加震後の時間経過に伴って計測した回転抵抗 (M_t)を加震前の回転抵抗 (M_0)で除したものである。豊浦砂を用いたTS-24は時間経過とともに回転抵抗が増加する傾向となった。また、ガラスビーズを用いたGB04-24, GB08-24の2つは時間経過に対して、回転抵抗比が変化しない傾向となった。

図3に $D_r=0\%$ のTS-144と $D_r=10\%$ のTS-24の回転抵抗比の時間変化を示す。相対密度が低いTS-144の回転抵抗の値は、TS-24のものよりも時間経過に伴って増加する割合が大きくなる傾向になった。

図4にTS-24, GB04-24, GB08-24, TS-144の体積ひずみの時間変化を示す。ガラスビーズを用いたGB04-24とGB08-24は、時間経過による体積ひずみの変化がほとんどなく、豊浦砂を用いたTS-24, TS-144は時間経過に伴って体積ひずみの値が増加している傾向にある。

なお、全ての実験で過剰間隙水圧は、2分程度で静水圧まで低下していたため、回転抵抗の増加や体積ひずみの増加は、通常の圧密現象によるものではない。水圧の変化を伴わない粒子の再配置が起こっている可能性がある。また、粒子形状が球形のガラスビーズは回転抵抗や体積ひずみがほとんど変化せず、粒子に凹凸がある豊浦砂で回転抵抗と体積ひずみが増加している。このことから、粒子の再配置とともにせん断抵抗が増加するような安定した接触状態に変化していると考えられる。

5. まとめ

ガラスビーズと豊浦砂を用いて液状化後のせん断抵抗の時間変化を計測したところ、下記のようなことがわかった。

- ①砂粒子は、液状化後に過剰間隙水圧が増加しないような粒子の再配置がおこり、せん断抵抗が増加する。ただし、せん断抵抗の増加は、ガラスビーズのような球状の粒子ではほとんど発生しない。
- ②砂は相対密度が低い程、液状化前より強くなる傾向がある。

表2 実験条件

実験名	TS-24	GB04-24	GB08-24	TS-144
試料	豊浦砂	GBNo.04	GBNo.08	豊浦砂
相対密度(%)	10	10	10	0
計測時間(h)	0~24	0~24	0~24	0~144

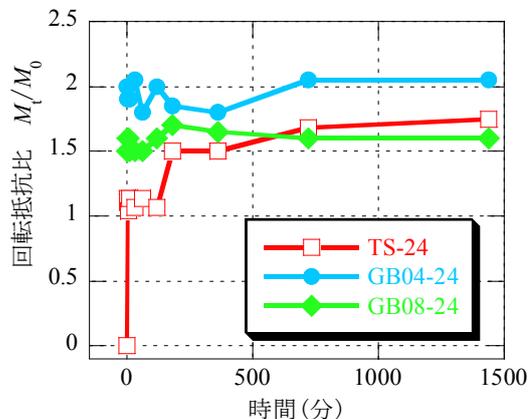


図2 回転抵抗比の時間変化

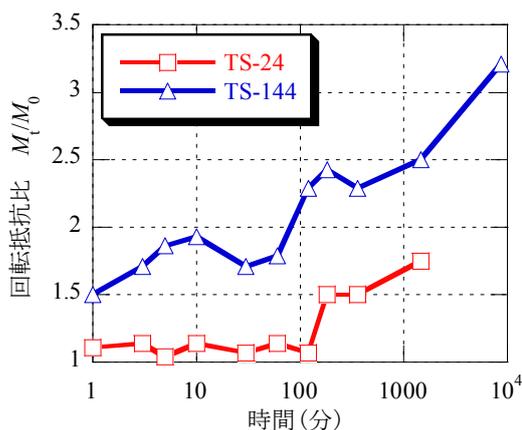


図3 回転抵抗比の時間変化

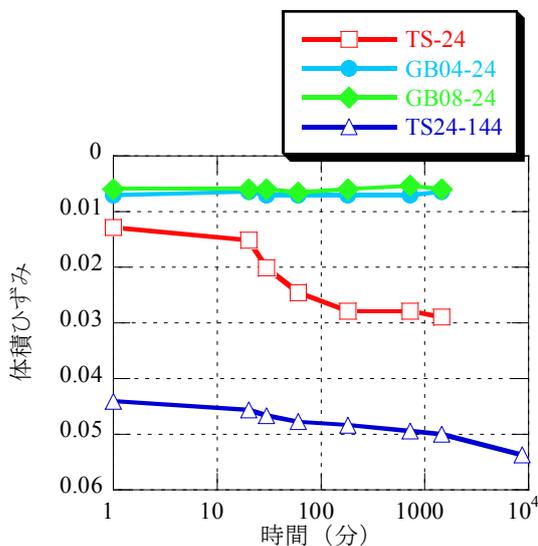


図4 体積ひずみの時間変化