

大型土槽による飽和砂地盤の液状化試験

(株)武智工務所 細川義隆○山下啓明
" 勝又 誠 武田浩明
" 高橋嘉彦

1 まえがき

ゆるい飽和砂地盤の液状化防止対策工法のうち、碎石や礫などの透水性の大きい材料からなる排水工を地中に埋設することによって、地震時の砂層内の間隙水圧の上昇を軽減しようとする目的でグラベルドレーンが施工されている。このグラベルドレーンの液状化防止効果の確認のため、振動台実験¹⁾や衝撃的外力による液状化防止実験²⁾などが実施されている。筆者らは、実大規模の土槽を作り、この中に実際に施工する方法によりグラベルドレーンを設置し、土槽に繰り返しせん断変形を与える方法で液状化実験を行なった。ここでは、試験装置の有効性を確認するため実施した基礎実験の結果について報告する。

2 実験概要

(1). 実験装置 図-1は、くり返しせん断方式による試験装置の平面・断面図である。実験槽は、幅4m、長さ6m、深さ約5mの土槽で、加振力は、電気油圧式サーボ型アクチュエーター(最大加振力±35tf、最大変位±2000mm、周波数DC~10Hz)によってあたえ、枠組みをピン構造とし、連結棒により砂槽の両側にある加力板に同じ水平変位を生ずるようにした。実験槽の側面にはポリエチレン製ボードを張り付けて摩擦を軽減し、摺動面からの砂の抜け出しに対してシールなどの処置をした。

(2). 試料砂 試料は、珪砂6号(愛知県、瀬戸産)であり、物理的性質および透水係数を表-1に示しておいた。

(3). 地盤の作成方法および地盤の状況

砂地盤は、貯砂槽においてあらかじめ飽和させた砂をクラムシェルバケット(約0.3m³)でつかみ、実験槽全体に均一になるように位置を決めて投入して作成した。この際、実験槽内に水を溜めておき、作成前の地盤と水位の差を約1.0mに保つようにして、水中で砂を落下させた。作成後、地盤の状況を把握するためグッチコーン試験および凍結サンプリングを行った。この結果を図-2、3に示しておいた。

表-1、試料の物理的性質及び透水係数

D ₅₀	D ₁₀	U _c	G _s	ρ _{max}	ρ _{min}	k _v	k _h
mm	mm			g/cm ³	g/cm ³	cm/sec	cm/sec
0.29	0.16	2.0	2.683	1.548	1.234	0.0629	0.0689

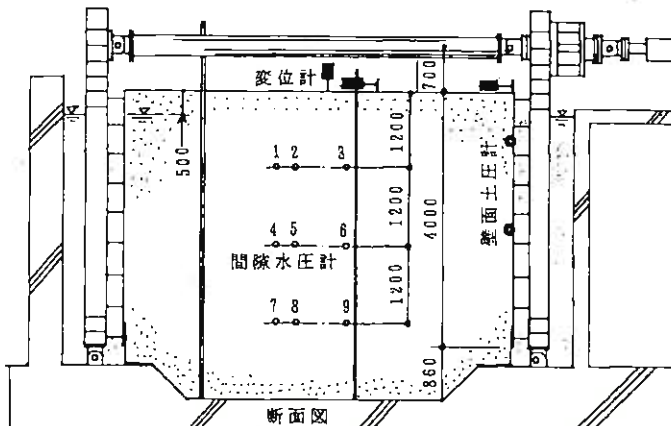
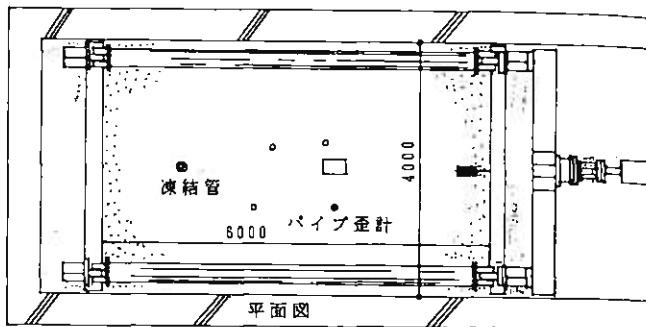


図-1 くり返しせん断方式による試験装置

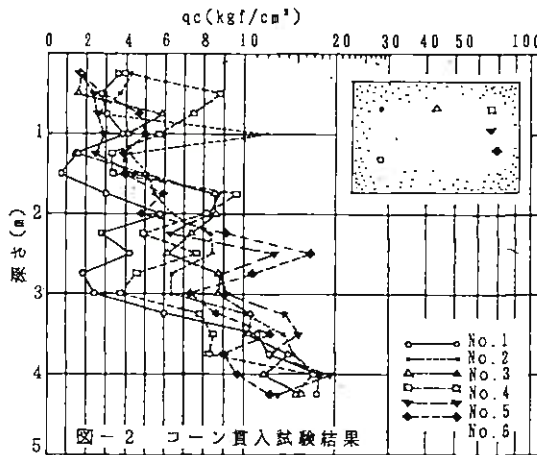


図-2 コーン貫入試験結果

Liquefaction Test of the Saturated Sand Deposits by Large Scale Soil Tank

Yoshitaka Hosokawa et al., Takechi Engineering Co., Ltd.

図-2 からコーン貫入値は深さ 2~3 m でパラツキが大きいがほぼ深さに比例した分布を示しており、図-3 にみられるごとく密度は深さ 1.2 m 付近および 4.0 m 以深で少し大きい、作成した地盤の湿潤密度は約 1.83 (g/cm³)、相対密度約 66% 前後となっており、比較的均一な地盤と考えられる。

(4) 計測器および試験方法

図-1 に示すように砂槽内の間隙水圧を測定するため間隙水圧計を深度方向に深さ 1.2 m、2.4 m、3.6 m の 3 段に各 3 個ずつ置き、土槽の変形を見るため中央近辺にパイプひずみ計および地表面鉛直・水平変位計を設置し、さらに加力板に変位計と土圧計を取り付けた。試験は、荷重制御方式とし、波形は正弦波、振動数は 1 Hz、繰り返し回数は 20 回とした。加振力は、0.5 tf より始めて 1、2、4、6、9 tf と増加させていき、つぎの加振に進む前に砂槽内の間隙水圧の消散を確認しながら試験を行なった。

3. 実験結果

図-4 は、加振力 9 tf での過剰間隙水圧、過剰間隙水圧比、見掛けのせん断ひずみ、加振力を繰り返し回数に対して描いたものである。過剰間隙水圧は、図-1 に示す No. 3、6、9 の位置の間隙水圧計について、過剰間隙水圧比は、間隙水圧を初期有効応力で除したものの、みかけのせん断ひずみは、地表面水平変位量を砂層の厚さで割った値、加振力は、アクチュエーターの荷重をそれぞれ示している。図-4 に示されるごとくに過剰間隙水圧は、繰り返し回数 10 回目あたりから上昇しはじめ 12~13 回でピークに達している。過剰間隙水圧比も同様の傾向であり、2.4 m より浅い所ではほぼ液状化しているが、深さ 3.6 m の所では液状化していないことがわかる。みかけのせん断ひずみは、10 回目までの記録はとれているが、それ以降スケールオーバーしたため図のようにとぎれている。加振力は、砂層の液状化と共に 10 回目から少し小さくなっている。

4. あとがき

今回の実験より、土槽内の中央部分では振動台により行なわれている液状化試験と同じような間隙水圧の上昇過程を示していることがわかる。その後、この実験装置を用いて一連の実験を実施した。

謝辞 今回の研究にたいして通商産業省から重要技術開発費補助金を戴いたこと、また御指導いただいた東京工業大学、吉見、時松両先生、建設省建築研究所の大岡氏、さらに(株)東京ソイルリサーチの方々へ深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 吉見吉昭：『砂地盤の液状化』技報堂 1980.4
- 1) 佐々木康、谷口栄一：地盤液状化対策としての砕石ドレーン工法、地盤と基礎の地震災害に関するシンポジウム、土質工学会、1983.5
- 2) 田中幸久他：グラベルパイルによる改良地盤内の地震時過剰間隙水圧評価、第19回土質工学研究発表会、昭和59.5

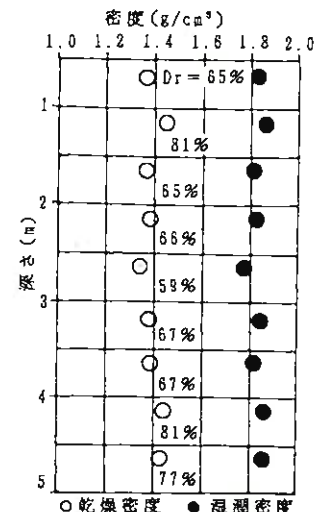
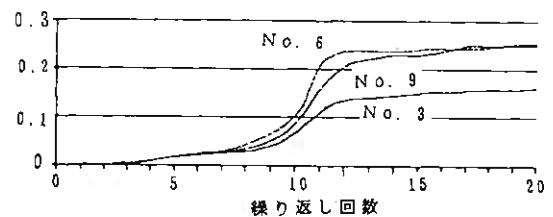
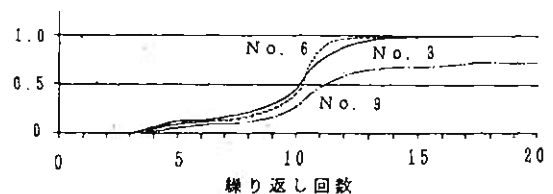


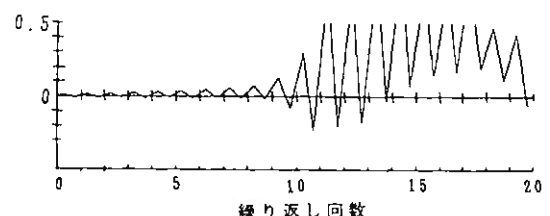
図-3 深さ方向の密度分布



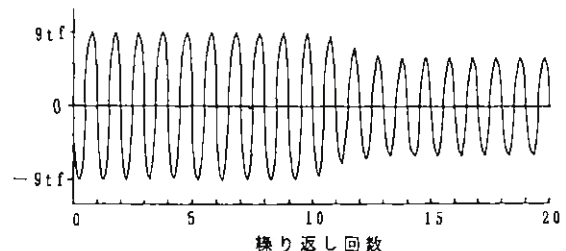
(a) 過剰間隙水圧 (kgf/cm²)



(b) 過剰間隙水圧比



(c) 見掛けのせん断ひずみ (%)



(d) 加振力

図-4 実験結果