

Ⅲ-273

砂地盤上の既設盛土の液状化対策に関する研究

東京工業大学 学生会員 ○布川 修 正会員 廣岡 明彦
 正会員 桑野 二郎 正会員 竹村 次朗
 新日本製鐵(株) 正会員 龍田 昌毅 原田 典佳

1 はじめに

過去の地震の被災記録によると緩い飽和砂地盤で液状化が発生し、その地盤上に建設された盛土等の重量構造物が傾斜、沈下あるいは崩壊するといった被災事例は数多く報告されている。そこで本研究では、緩い飽和砂地盤上の既設盛土構造物を対象とし、この種の構造物の液状化対策工法として想定される

締め切り矢板工法とグラベルドレーン工法による盛土の沈下抑制効果を定量的に評価することを目的とし、遠心模型振動実験を行った。なお、締め切り矢板工法については、普通矢板、矢板に排水機能を持たせた排水機能付き矢板並びに矢板頭部をタイロッドで固定するタイロッド付き矢板の3種類の矢板を用いて実験を実施した。

2 試料及び実験方法

表1に示す物理特性を有する珪砂を試料として用い、相対密度約50%の砂地盤を空中ボアリングにより作成する。この地盤表面中央部にメンブレンの型に鉛散弾を詰めて高さ3cm、天端幅5cm、幅15cmの盛土模型を築造し、大型脱気槽内で-760mmHgの負圧をかけながら、底部より水を浸透させ地盤を飽和させる。この模型地盤に遠心加速度50gのもとで図1に示すような周波数100Hzの正弦波（水平加速度振幅：約10g）を20波入力し振動実験を行った。この時の計測機器の配置及び模型地盤の寸法は図2に示す通りであり、盛土圧は約100kPaである。実験は全部で5ケース（無対策、普通矢板、排水機能付き矢板、グラベルドレーン、タイロッド付き矢板）行い、地盤の過剰間隙水圧、加速度応答、直下地盤の鉛直変位等を計測し、また地盤内に鉛散弾ターゲットを設置し振動実験前後のX線写真によるターゲットの変位観測から地盤内変位の観察を試みた。なお、模型矢板の曲げ剛性EIは全て $1.1 \times 10^4 \text{ kPa} \cdot \text{m}^2$ であり、タイロッド

表1 試料の物理特性

上粒子の密度 G_s	2.65
D 5 0 (mm)	0.100
D 3 0 (mm)	0.069
D 1 0 (mm)	0.041
D 6 0 (mm)	0.120
均等係数 U_c	2.927
曲率係数 U_c'	0.968
最大間隙比 $e_{\max}$	1.333
最小間隙比 $e_{\min}$	0.703

図1 入力波の経時変化

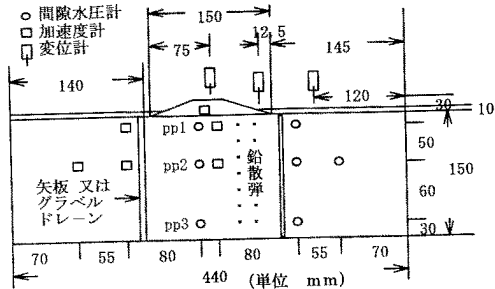
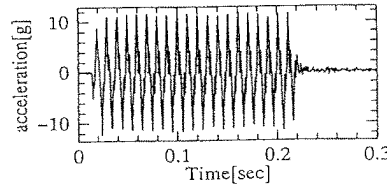


図2 計測機器の配置及び模型地盤の寸法

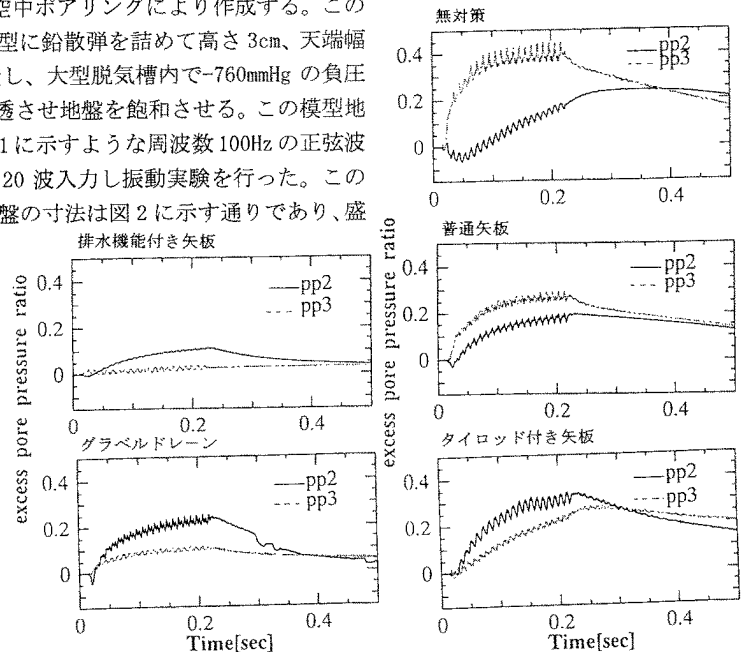


図3 過剰間隙水圧比の経時変化

ドはφ 0.5mmのワイヤーを用い、模型グラベルドレーンはストッキング製の袋に石英砂を詰めたφ 10mm、高さ160mmの円柱であり、構造物の両側に5本ずつ等間隔に配置した。

3 実験結果と考察

盛土直下地盤内のpp2、pp3での過剰間隙水圧比の経時変化を図3に示す。この図より、排水機能を有する排水機能付き矢板、グラベルドレーンは過剰間隙水圧の消散が早く特に排水機能付き矢板のpp3では過剰間隙水圧の上昇がかなり抑えられている。これに対し排水機能を持たないものでは、過剰間隙水圧比の上昇がそれほど抑えられておらず、無対策とほぼ同程度過剰間隙水圧が発生した。この結果は、盛土直下及び盛土外側の振動終了直後の過剰間隙水圧比を深さ方向にプロットした図4からも明らかであり、特に排水機能を持たないものでは盛土外側の地盤上層部で過剰間隙水圧比がほぼ1となり液状化が生じている。これより液状化対策工として普通・タイロッド付き矢板による締め切り工法を採用する場合、盛土外側の地盤が液状化しても十分な矢板剛性、タイロッドの強度を持たせることが必要となる。

応答加速度の振幅を対応する入力加速度振幅で割ったものを加速度応答比と定義し、図5に盛土構造物の加速度応答比の変化を示す。この図から排水機能を有するものの加速度応答比の値は高くまた増大しており、排水機能により過剰間隙水圧の上昇が抑えられ、地盤の剛性の低下が抑制されていることが推測できる。一方、排水機能を持たないものでは加速度応答比は小さくまた振動中に減少している。

図6に実験前後の鉛散弾ターゲットのx線写真から読みとった盛土のり先での地盤内水平変位量を示す。この水平変位量が多い場合には盛土に引っ張り力が作用し、このためクラックを生じる危険性がある。この図を見るとタイロッド付き矢板では水平変位がかなり抑制されており、矢板頭部を固定することで地盤の側方流動をかなり抑えることができる。また、グラベルドレーンでは他の対策工と比較すると最上部での値がやや大きく、今回行った実験の打設密度、打設領域では過剰間隙水圧の上昇を抑えることができても地盤の側方流動に対してはそれほど効果的ではない。図7に振動により発生した盛土直下地盤の沈下量を示す。盛土中央で各種の対策工により加振による沈下が無対策時の40%程度抑えられており、特に排水機能付き矢板、グラベルドレーン、タイロッド付き矢板では不等沈下もほとんど生じなかった。

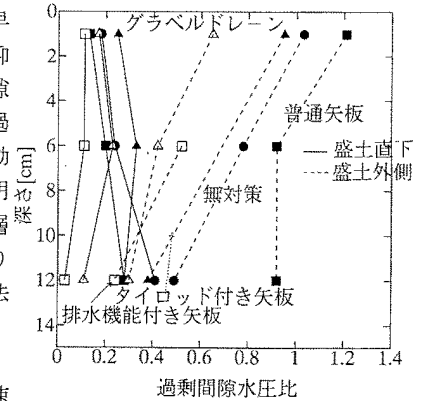


図4 振動終了直後の過剰間隙水圧比

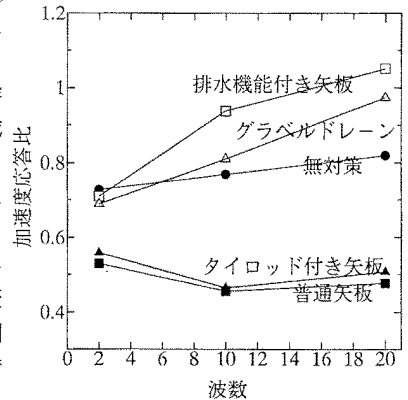


図5 盛土構造物の加速度応答比の変化

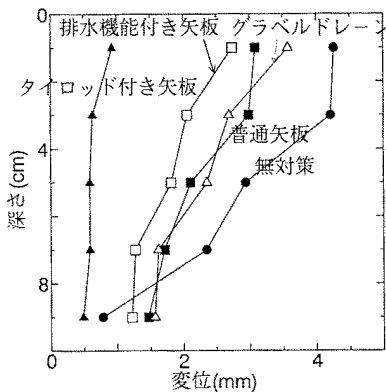


図6 盛土のり先付近水平変位量

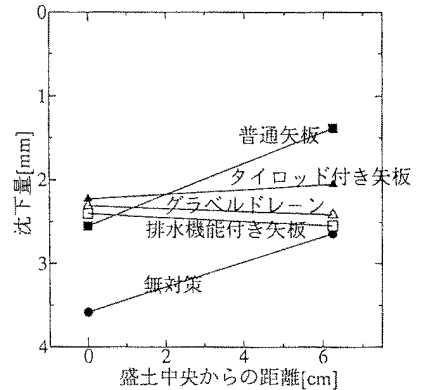


図7 盛土直下地盤の沈下量