# 表層固化処理地盤の地震時挙動に関する振動台模型実験

九州大学大学院 学生会員〇小林 正和 九州大学大学院 フェロー 善功企 九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

## 1. 背景および目的

地盤の液状化対策として,事前混合処理工法や浸透固化処理工法などの固化処理工法が開発されている.従 来の液状化対策では,液状化すると判定された地盤の全層を改良することが一般的であり,未改良地盤を残し つつ局所的に地盤改良を行うことは通常行われない.著者らの研究グループでは,地盤の表層部を優先的に部 分改良することで,地盤の液状化による被害を効果的に防止できることを実験的に明らかにしている<sup>D</sup>. この ように,液状化層を全層改良する代わりに,一定の未改良層を残して部分改良することで,液状化対策費用が 削減できるだけでなく,改良層を局所的に変化させることで液状化による不同沈下も低減できる可能性がある.

そこで、本文では、表層固化の層厚が変化したさいの改良地盤と未改良地盤の境界付近の地震時挙動を解明 することを目的として、模型地盤を用いた振動台実験を行った.

#### <u>2. 振動台実験</u>

### <u>2.1 実験概要</u>

図-1に本実験で使用した模型土槽の断面図を示す. 模型地盤の寸法は 600mm(高さ)×750mm(幅)とし, 12 行×15 列に分割した.地盤を液状化する要素(未改良 土)と液状化しない要素(改良土)の2つにモデル化し、 未改良域および改良域を作製した.未改良域は5号 硅砂を使用し、水中落下法により相対密度 30%に調 整した. 改良域は、未改良域に比べ剛性・強度が非 常に大きく,変形しないという仮定より剛体模型を 配列させて作製した.なお、剛体模型はアルミ製の 箱に薬液(エコシリカ I)を入れた後,5号硅砂を水中 落下させて蓋で密封したものである. 表-1 に実験条 件を,図-2に改良形状をそれぞれ示す.ここで,表-1 の改良率とは,改良域の改良層厚を全深度(600mm) で正規化したものである.振動台の加振は, 3Hzの正 弦波を10波ずつ100gal~400galまで100gal単位で増 加させるステップ載荷で行った. 模型地盤内には加 速度計と間隙水圧計を図-1 のように設置し、地表面 の各要素では地盤の沈下量を測定した。なお、水平 方向および鉛直方向に, それぞれ x 座標および z 座標 をとる.

### <u>2.2 実験結果および考察</u>

図-3 に,400gal 加振時の最大過剰間隙水圧比の深 度分布図を示す.図-3a)には改良域の側方の未改良域 である x=225mm での深度分布図を,図-3b)には改良

液状化, 地盤改良, 振動台実験

〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 防災地盤工学研究室 TEL 092-802-3383



図-1 模型土槽断面図

表-1 実験条件

改良域	剛体模型(5号硅砂+エコシリカ)
未改良域	5号硅砂
改良率 %	25, 50, 60, 70, 80, 90, 100
入力加速度 gal	100, 200, 300, 400
入力波	3Hzの正弦波



域直下である x=375mm および x=525mmでの改良率25%と50%の深度 分布図を示す。図-3a)より,側方の未改 良域(x=225mm)における過剰間隙水圧 比は,改良率によらず同程度であり, 深層ほど小さく表層ほど大きい分布形 状になり,表層(z=75mm)において液状 化を生じた.しかしながら,図-3b)よ り,改良域直下では,未改良域と改良 域の境界 (x=375mm)よりも,改良域直 下(x=525mm)における間隙水圧が大き くなった.これは,振動台の加振によ



る繰返しせん断により発生した間隙水圧が,未改良域と改良域 の境界では未改良域へ向けて抜けやすいのに比べ,改良域直下 では未改良域から比較的はなれているために抜けにくく,間隙 水圧が蓄積したためであると考えられる.

図-4 に,入力加速度と側方の未改良域における平均鉛直ひず みの関係を示す。図-4 より,改良率による分布形状の差異は生 じず,全てのケースにおいて,入力加速度の増加に伴い,平均 鉛直ひずみは増加した.特に,200gal 加振時以降,液状化に起 因した鉛直ひずみが増加し,400gal 加振後には平均2.1%程度 にまで至った.また,100%改良を除き,改良率の増加に伴い, 相対的に平均鉛直ひずみは減少した。

図-5 に,400gal 加振後の鉛直ひずみの水平分布図を示す.図 -5 より,側方の未改良域では改良率によらず,液状化に起因し て約 2%の鉛直ひずみが生じ,改良域直下では 80%改良を除き, 改良率の増加に伴い減少した.また,改良地盤は,未改良地盤 との境界付近で液状化した未改良地盤に引きずり込まれて沈 下し,平均 1%未満の鉛直ひずみを生じた.

写真-1 に、本実験により生じた 400gal 加振後の沈下の様子 を示す.改良土として用いた剛体模型は液状化した側方の未改 良域に引きずり込まれるように傾斜した.

#### <u>3. まとめ</u>

(1) 改良地盤の側方にある未改良地盤において,加振時に生じる間隙水圧は改良層厚にはほとんど影響しないが,改良地盤直下の未改良地盤では中央付近ほど間隙水圧が蓄積しやすい.

(2) 地盤の液状化に起因して、未改良地盤に生じる鉛直ひずみは、改良層厚の増加に伴い減少した.

(3) 改良地盤は、未改良地盤との境界付近で液状化した未改良地盤に引きずり込まれ、平均1%未満の鉛直ひずみを生じた.

<参考文献> 1) 小林正和ら: 地盤改良形状に着目した液状化対策地盤の地 震時挙動に関する実験的考察, 第8回地盤改良シンポジウム論文集, pp.267-270, 2008.





図-5 鉛直ひずみの水平分布(400gal)

改良域

未改良域



写真-1 実際の沈下の様子(400gal)