

杭式深層混合処理工法の液状化対策効果に関する振動台実験

三井住友建設 正会員 ○高橋 直樹
東京大学
東京大学 正会員 A. Bahmanpour
東京大学 正会員 東畑 郁生
東京大学 正会員 山田 卓
三井住友建設 正会員 山本 陽一

1. 目的

液状化対策を目的とした深層混合処理工法の改良形式は、ブロック式や格子式が適用されることが多い。しかしながら、地中構造物が付属する既設構造物を対象とした対策では、これらの改良形式を採用することは困難なことが多い。このような場合、施工性の面では杭式改良の方が有利になると考えられる。杭式改良は、ブロック式や格子式改良に比べて液状化対策効果が低い¹⁾と考えられているが、最近の振動台実験によると、杭式改良の液状化対策効果も報告されている²⁾。

本研究では、杭式改良に着目し、改良杭を1軸で施工する標準的な杭式改良（以後、1軸改良）に加え、4軸同時に施工する杭式改良³⁾（以後、4軸改良）に対する振動台実験を実施し、過剰間隙水圧比の結果からこれらの液状化対策効果について検討した。

2. 振動台実験概要

振動台実験は、幅1,000mm×奥行き500mm×高さ900mmのせん断土槽（写真-1）を用いて重力場で行った。図-1に実験モデルの概要を示す。

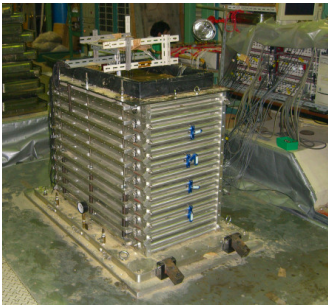


写真-1 せん断土槽

模型地盤は、初期相対密度が30%となるよう乾燥状態の豊浦砂を空中落下させて作成した。改良体モデルには直径48mm、厚さ約3mmで長さ1,000mmの塩ビ管を用い、4軸改良ではこれを4本束ねてモデル化した。塩ビ管の上端および下端には、それぞれ厚さ5mmのプラスチックボードを配し、塩ビ管を相互に固定した。なお、塩ビ管の直径をプロトタイプに換算した場合、改良体の杭径は約1,000mmとなる。実験模型には、地盤中に加速度計および間隙水圧計を、せん断枠に加速度計とレーザー変位計をそれぞれ設置して計測を行った（図-1）。実験ケースは、表-1に示すように改良形式および改良率をパラメータとして設定した。実験に用いた入力波は10Hzの正弦波であり、最大加速度での加振時間は5秒間とした。最大加速度は100Galから500Galまで100Galピッチで増大させた。

3. 実験結果および考察

図-2～図-5に、過剰間隙水圧比と入力加速度の関係を示す。過剰間隙水圧比は、20cm、40cmおよび60cm

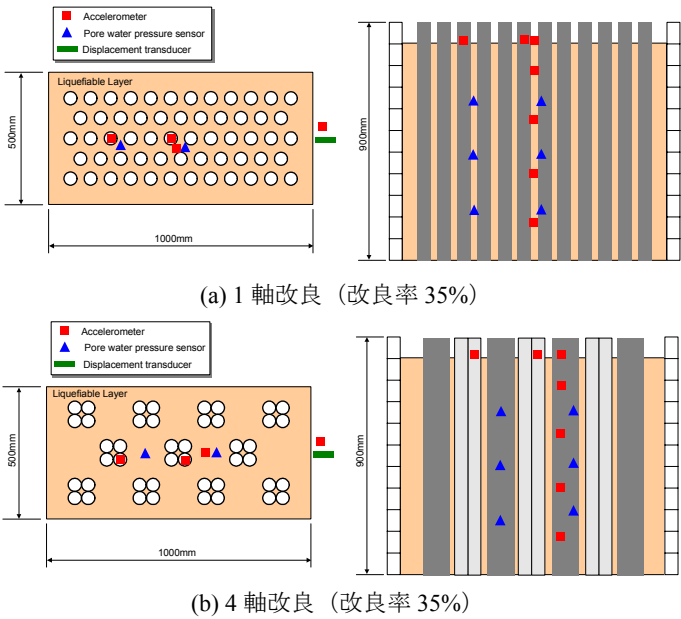


図-1 実験モデルおよび計測器配置図

表-1 実験ケース

項目	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
改良形式	無改良	一軸改良	一軸改良	4軸改良
改良率(%)	0	35	50	35
入力加速度(Gal)	100～500（100Galピッチ）			

キーワード 深層混合処理工法, 杭式, 液状化, 振動台実験

連絡先 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設(株) 技術開発センター TEL 04-7140-5201

の各深度における最大値を示している。図-2に示す無改良の結果について、過剰間隙水圧比はいずれの深度においても1.0に近い値となっており、地盤が液状化に至っていることがわかる。これに対して、図-3および図-4に示す1軸改良の結果は、両者とも過剰間隙水圧比が0.6~0.8程度と無改良よりも小さくなっており、改良効果が認められる。なお、改良率35%と50%で過剰間隙水圧比の値は同程度であることから、改良率35%以上において改良率を増やしても過剰間隙水圧比低減に対する改良効果は顕著には向上しないと思われる。図-5に示す4軸改良の過剰間隙水圧比は、0.5~0.6程度の値であり、4軸改良の過剰間隙水圧比に対する低減効果が確認できる。これらの効果は、

改良体によって地盤のせん断変形が抑制されたことに起因するものと考えられる。図-6は、1軸改良(CASE2)と4軸改良(CASE4)の比較として、改良率35%における深度40cmでの過剰間隙水圧比と入力加速度の関係を示したものである。図より、4軸改良の過剰間隙水圧比の方が1軸改良のそれよりも小さいことが明らかであり、4軸改良の方が過剰間隙水圧比の低減効果は高いものと考えられる。これは、同じ改良率とした場合、4軸改良の杭間隔は1軸改良の約3倍長くなる一方で、断面2次モーメントは13倍ほど大きいため、地盤全体の曲げ剛性は4軸改良の方が高く、その結果、拘束効果が高まり過剰間隙水圧の発生量を低減したものと考えられる。

4. まとめ

液状化対策を目的とした深層混合処理工法のうち杭式改良に着目し、1軸改良と4軸改良に対する振動台実験を実施して過剰間隙水圧比の結果からこれらの液状化対策効果について検討した。その結果、次の知見が得られた。①過剰間隙水圧比低減効果は、4軸改良のほうが1軸改良よりも高い。②改良率35%以上の場合、改良率を増やしても過剰間隙水圧比低減に対する改良効果は顕著には向上しない。

参考文献

- 1) 古賀泰之, 谷口栄一, 中角功, 栗波啓治: 深層混合処理工法による砂地盤の液状化対策に関する模型振動実験, 土木学会第41回年次学術講演概要集, III, pp.201-202, 1986.
- 2) 田中智宏, 安田進, 村澤譲, 小西武, 内山純一: 杭式深層混合処理工法による液状化対策効果, 土木学会地震工学論文集, Vol.27, No.210, 2003.
- 3) CDM研究会: CDM-Land4 工法技術マニュアル, 2002.

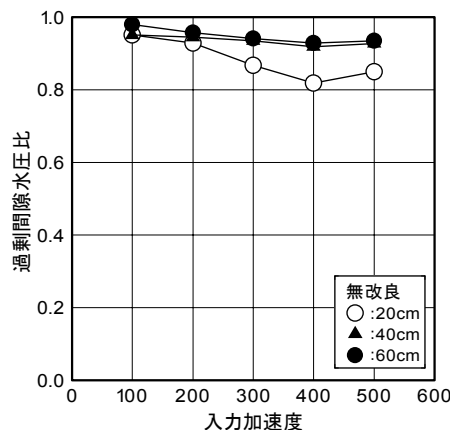


図-2 過剰間隙水圧比と入力加速度の関係 (CASE1: 無改良)

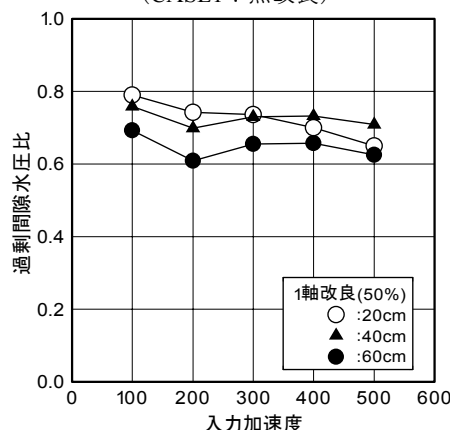


図-4 過剰間隙水圧比と入力加速度の関係 (CASE3: 1軸改良_改良率=50%)

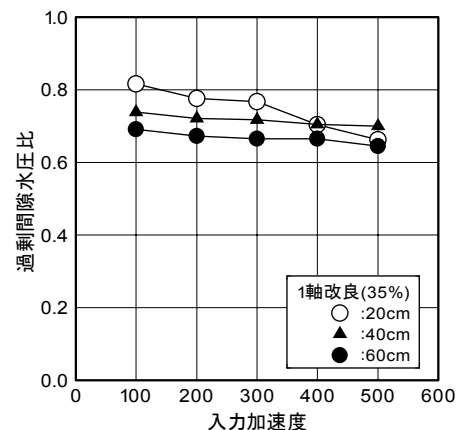


図-3 過剰間隙水圧比と入力加速度の関係 (CASE2: 1軸改良_改良率=35%)

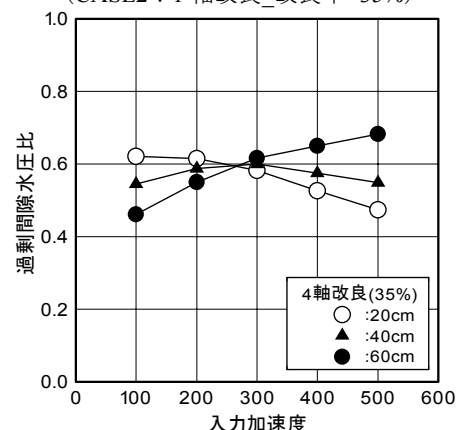


図-5 過剰間隙水圧比と入力加速度の関係 (CASE4: 4軸改良_改良率=35%)

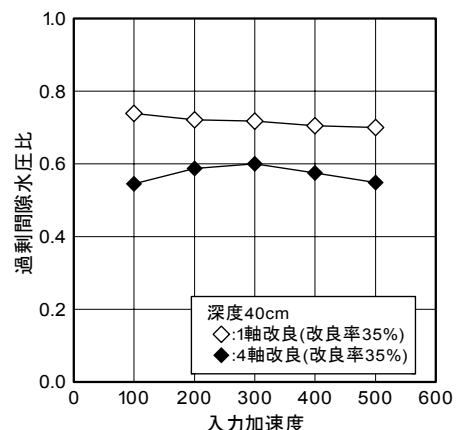


図-6 過剰間隙水圧比と入力加速度の関係 (1軸改良(CASE2)と4軸改良(CASE4)の比較)