

# 液状化地盤における多層固化改良に関する振動台実験（改良率と改良幅の影響について）

山口大学 正会員 三浦 房紀, 兵動 正幸, 吉本 憲正  
 フジタ 正会員 岸下 崇裕  
 三井住友建設 正会員 山本 陽一, 高橋 直樹

## 1. はじめに

地震時の地盤の軟化や液状化は様々な被害をもたらすことから、地盤改良による液状化対策の多くは液状化防止を目的としている。その一方で、液状化は強非線形化により地震動を大きく低減する効果がある。この効果に着目して、液状化を積極的に利用する基礎形式や地盤改良方法等に関する検討が行われている<sup>1)</sup>。

そこで、著者らは、板状の固化改良体を液状化対象層内に多層配置することにより、地盤の軟化や液状化を許容して減震効果を利用するとともに沈下および不同沈下を低減することを期待して、種々の改良率（改良体全層厚 / 液状化対象層厚）で多層固化改良の振動台実験を実施し、本改良形式による改良効果について検討した<sup>2),3)</sup>。本報告では、改良率と改良幅の違いが改良効果へ与える影響について述べる。

## 2. 振動台実験概要

振動台実験は、幅 1.2m × 奥行き 0.8m × 高さ 1.0m のせん断土槽を用いて重力場で行った。図-1 に実験模型の概要を示す。模型地盤は、層厚 40cm の非液状化層、層厚 60cm の液状化層の 2 層構造とした。下部層は、非液状化層とするため、あらかじめ乾燥砂を空中落下させて作成した後、振動台を加振して相対密度が 80% になるように締め固めた。上部層は、あらかじめ作製し一週間養生した改良体を所定の位置に設置しながら乾燥砂を空中落下させて作成した。上部層の初期相対密度は、35% 程度であった。改良体は、恒久グラウト<sup>4)</sup>薬液中に乾燥砂を空中落下させて作成した。改良体の一軸強度は、160kPa であった。実験は、改良幅を模型幅 B(20cm) に比べ 2B(40cm) としたケースと 1B(20cm) としたケースを実施した。表-1 に、実験ケースを示す。

実験模型には、地盤中に加速度計、間隙水圧計とひずみゲージを、上部構造物に加速度計とレーザー変位計を、せん断枠に加速度計とレーザー変位計それぞれ設置して計測を行った（図-1）。実験で用いた入力波は、最大加速度 200gal（L-1 入力）、400gal（L-2 入力）を目標とするホワイトノイズで加振させた。図-2 に、L-2 入力時の加速度波形を示す。

## 3. 実験結果および考察

a) 時刻歴応答 図-3 に改良幅が 2B と 1B のケースにおける各センサーの経時変化を示す。改良幅が 2B のケースは、地盤と模型の応答加速度および応答変位が同じ挙動を示しているのに対し、1B のケースは地盤に比べ模型の応答が大きくなる傾向にある。鉛直沈下量は、改良幅が 2B のケースに比べ 1B のケースでは大きくなる傾向にある。このことから、改良幅を大きくすることにより構造物の応答や沈下量を抑える効果があることが確認できた。

b) 最大値分布 図-4 に過剰間隙水圧比の最大値分布を示す。過剰間隙水圧比は、自重解析から求めた有効上載圧で

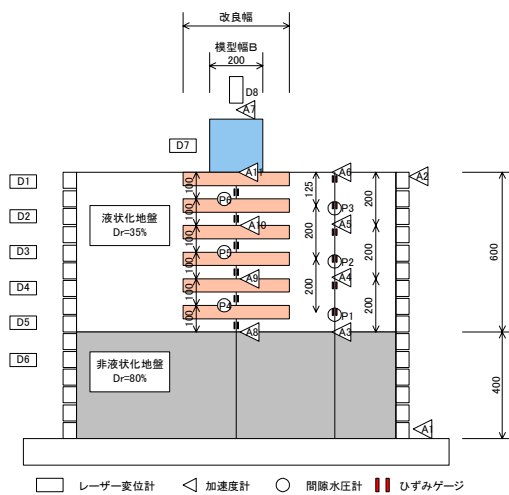


図-1 実験模型概要

表-1 実験ケース

ケース番号	改良幅 (cm)	入力加速度 (gal)	改良率 (%)
2B(L-1)	40	200	0.8, 3.25,
2B(L-2)	40	400	50, 100
1B(L-1)	20	200	50
1B(L-2)	20	400	

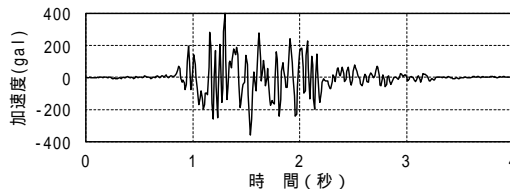
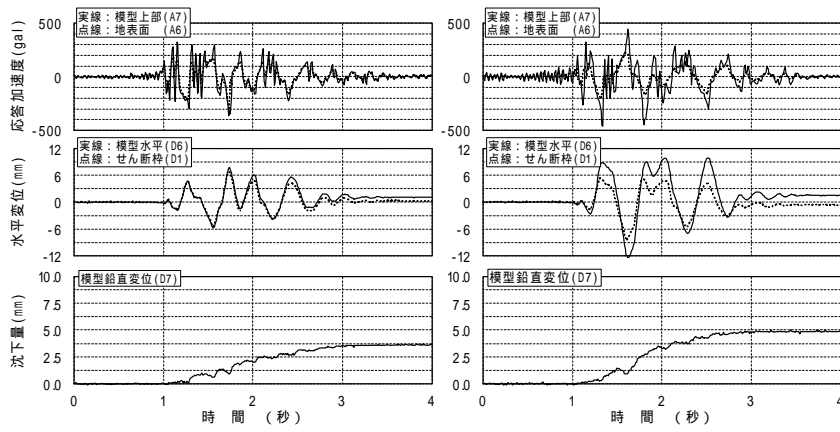


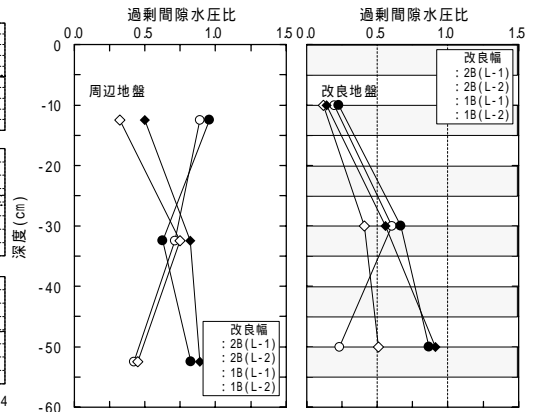
図-2 入力加速度波形

キーワード：振動台実験、液状化、地盤改良

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 電話(046)250-7095 FAX(046)250-7139



a)改良幅 40cm,改良率 50%      b)改良幅 20cm,改良率 50%  
 図-3 各センサーの経時変化(400gal 入力)



a)周辺地盤      b)改良地盤  
 図-4 最大過剰間隙水圧比分布

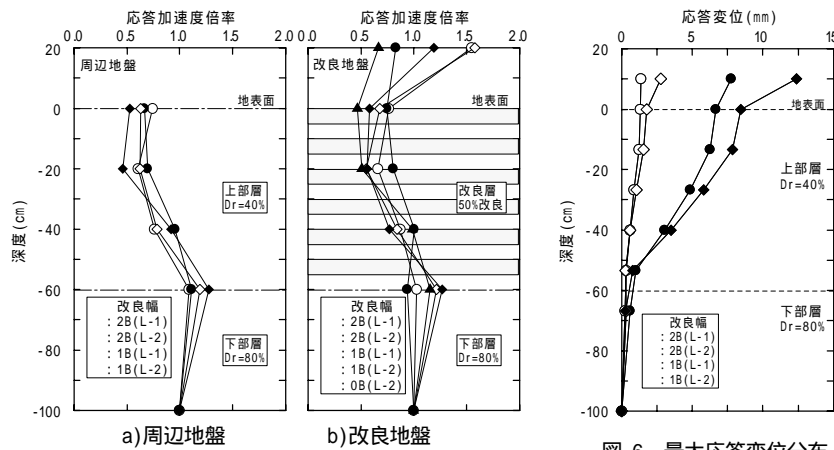


図-5 最大応答加速度分布

図-6 最大応答変位分布

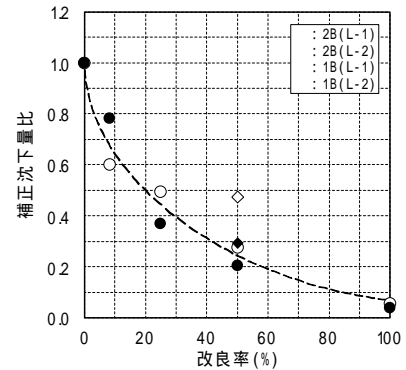


図-7 沈下量比と改良率の関係

除して求めた。周辺地盤および改良地盤の過剰間隙水圧比分布は、改良幅の影響を受けず同程度であった。図-5 に応答加速度倍率を示す。図中の 印は、無改良(0B)時の実験結果を示している。改良地盤における 1B の応答加速度は、2B の結果に比べ減衰し、1B の結果とほぼ同等の傾向を示した。図-6 に応答変位の最大値分布を示す。1B における構造物の応答変位は、2B の結果に比べ増幅する傾向にある。この傾向は、応答加速度においても同様であり、改良幅を狭くすることより模型がロッキングしたものと考えられる。

c)改良効果 図-7 に沈下量比と改良率との関係を示す。ここで、L-1、L-2 入力はそれぞれ最大加速度 200gal、400gal を目標としているが、実際の入力加速度は同じ加速度レベルで違いが生じている。そこで、入力最大加速度と最大沈下量の関係を基に各実験ケースの沈下量を入力加速度 200gal、400gal それぞれの場合に補正した補正沈下量を無改良の補正沈下量で除して求めたものを沈下量比として図に整理している。図は改良率に応じた沈下抑止効果を鮮明に表しており、いずれのケースも改良率以上の沈下抑止効果を発揮していることが分かる。改良幅の違いに関しては、改良率 50%において 1B (L-1) の結果が大きめの沈下量比を示しているが、1B (L-2) の結果は 2B (L-2) の沈下量比よりも若干大きい程度で、本実験の範囲において改良幅を小さくした場合にも改良率以上の沈下抑止効果が確認された。

3.まとめ

多層固化改良の振動台実験を実施し改良幅の影響について検討をした。その結果を、次のことが明らかになった。改良幅を大きくすることにより、構造物の応答(ロッキング)や沈下をより抑止する効果がある。改良幅 1B においても、改良率以上の沈下抑止傾向を示し、改良体を地盤内に多層配置することで沈下を抑止する効果がある。

謝辞：本研究を実施するにあたり恒久グラウト協会より助言と薬液のご提供をいただきました。記して、感謝の意を表します。

【参考文献】1)土木学会地震工学委員会：減震・免震・制震構造設計法ガイドライン(案)， 2) 岸下他：液状化地盤における多層固化改良に関する研究(その1：振動台実験と考察)，地盤工学研究発表会講演集，2003。 3) 山本他：液状化地盤における多層固化改良に関する研究(その2：改良率と改良効果について)，地盤工学研究発表会講演集，2003。 4) 恒久グラウト協会：パーマロック技術資料，2001。