

静的圧入締固め工法の振動台実験 (その2) 一固結体配置の改良効果に与える影響一

三信建設工業 (株)	正	○	新坂 孝志
九州大学大学院工学研究院	フェロー		善 功企
(独) 港湾空港技術研究所	正		山崎 浩之
みらい建設工業 (株)	正		足立 雅樹
みらいジオテック (株)			高橋 但
復建調査設計 (株)	正		藤井 照久

1. はじめに

著者らは、これまでに模型を用いた小型土槽実験や、実施工機を用いた中型～大型土槽実験を行い、静的圧入締固め工法による改良効果について検討してきた¹⁾。しかし、静的圧入締固め工法による改良地盤の加振時の挙動については未確認であった。そこで、実施工と同じ低流動性モルタルを用い、1/10縮尺の圧入を再現した地盤に対して振動台実験を行ない、加振時の挙動について検討した²⁾。このうち、本論文では、固結体配置の改良効果に与える影響について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験の詳細については、参考文献^{2),3)}および前報⁴⁾の通りである。表-1に実験ケースの一覧を示す。Case-5(13)およびCase-15(13)は、配置間隔を固定し、1本あたりの注入力を変化させて改良率 α_s を設定した。Case-15(38)は、Case-15(13)と同じ改良率であるが、1本あたりの注入量をCase-5(13)と同程度にし、本数を増加させたものである。各ケースの配置平面図を図-1に示す。

図-2に入力加速度の時刻歴の一例として250Galの場合を示す。また一例として、図-3に250Galの加振時における過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。液状化の判断は、過剰間隙水圧比が0.9以上に達したときとした。液状化加速度は50Gal単位で加振しているため、換算加速度を用いた。換算加速度は式(1)より求めた。

$$\alpha_{eq}' = \frac{WN_{eq}}{WN} \times 50 + (\alpha_{eq} - 50) \tag{1}$$

ここに、 WN_{eq} : 液状化発生時の波数、 WN : 全波数 (20波)、 α_{eq} : 入力加速度 (Gal)、 α_{eq}' : 液状化発生時の換算加速度 (Gal) である。例えば図-3の例の場合、8波目で過剰間隙水圧比が0.9以上に達していることから、換算加速度 α_{eq}' は220 (Gal)となる。

地表面高さは、1本ごとの注入完了時および加振の前後で測定した。レーザー変位計により求めた地表面高さから、地盤の相対密度 D_r を算出した。初期地盤の相対密度は、 $D_{r0}=30\%$ とした。加振時の計測項目は、加速度、壁面土圧および間隙水圧である⁴⁾。

表-1 実験ケース一覧

条件 Case	改良率 α_s (%)	本数 n(本)	1本あたりの注入力 ($\text{cm}^3/\text{本}$)	記号
0(0)	0	0	0	×
5(13)	5	13	378	△
15(13)	15	13	1,038	○
15(38)	15	38	398	●

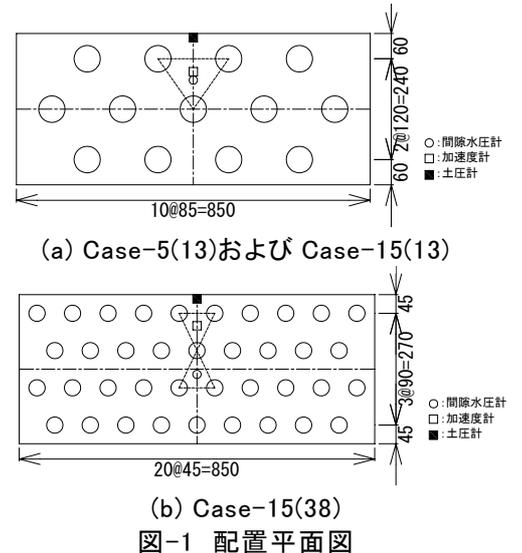


図-1 配置平面図

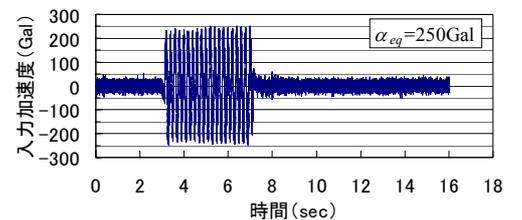


図-2 入力加速度の時刻歴の一例

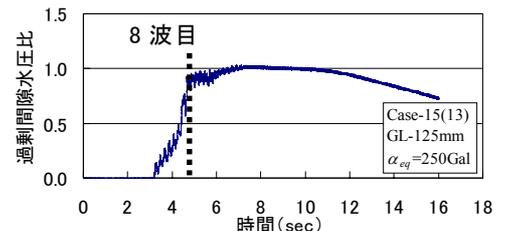


図-3 過剰間隙水圧比の時刻歴の一例

キーワード: 静的締固め, 液状化, 相対密度, K値, 振動台実験

連絡先: 〒112-0004 東京都文京区後楽1-2-7 三信建設工業 (株) 技術開発本部 TEL:03-3815-5838 FAX:03-3815-5860

3. 実験結果

図-4 に総注入量と地盤変位の関係を示す. Case-5(13)は, 注入量が増加しても隆起がほとんど発生していない. Case-15(13)は, 注入量の増加とともに隆起量が増加している. Case-15(38)は, 総注入量 $\Sigma Q=6,000 \text{ cm}^3$ 付近まではほとんど隆起が発生していない. 総注入量が $\Sigma Q=6,000 \text{ cm}^3$ を超えたあたりから, 隆起が発生している. 以上の結果から, 同じ改良率でも1本あたりの注入量を少なくすることにより, 隆起の発生する時期が遅くなり, 地盤隆起が抑制されることがわかった.

図-5 に総注入量と相対密度増分の関係を示す. 相対密度増分は改良前後の相対密度の差から求めた. 各ケースとも, 地盤隆起が発生していない段階では, 注入量の増加とともに相対密度増分も大きくなっている. 隆起発生後においても相対密度増分は増加するが, その程度は隆起発生前よりも小さくなっている.

図-6 に改良後におけるK値の深度分布を示す. ここで, K値は式(2)から算出した.

$$K = \sigma_h' / \sigma_v' \quad (2)$$

ここに, σ_h' : 有効水平応力, σ_v' : 有効鉛直応力である. 有効水平応力 σ_h' は, 壁面に設置した土圧計および土中に設置した水圧計から求めた. 有効鉛直応力 σ_v' は, 単位体積重量と深度から算出した. この結果を見ると, 改良率が大きいケースほど, 改良後のK値も大きくなっている. また, CASE-15(38)のK値は, 同じ改良率である Case-15(13)よりも改良後K値が大きくなっている.

図-7 に液状化発生時の換算加速度の深度分布を示す. 改良率が大きいものほど, 液状化発生時の換算加速度は大きくなり, 液状化の発生を抑制していることがわかる.

4. まとめ

固結体配置の改良効果に与える影響について, 1本あたりの注入量を変化させて振動台実験を行なった結果, 以下のことがわかった.

- (1) 同じ改良率でも, 1本あたりの注入量を少なくすることにより, 地盤隆起を抑制することができる.
- (2) 1本あたりの注入量を少なくすることにより, 密度増分やK値が大きくなり, 液状化の発生を抑制することができる.

今後は, 今回の実験により得られた結果を実施工に反映させたいと考える.

<参考文献>

1) 例えば, 新坂・善・山崎・小西・足立・藤井・菊地: 静的圧入締固め工法における繰返し圧入効果に関する模型実験, 第39回地盤工学研究発表会, pp.1007-1008, 2004. 2) 例えば, 新坂・善・山崎・小西・山田: 静的圧入締固め工法に関する注入実験(その1)—実験概要及び圧入状況—, 第42回地盤工学研究発表会, 2007 (投稿中). 3) 原田・善・山崎・足立・藤井: 静的圧入締固め工法に関する注入実験(その3)—振動台実験—, 第42回地盤工学研究発表会, 2007 (投稿中). 4) 原田・善・山崎・小西・高橋・山田: 静的圧入締固め工法の振動台実験(その1)—改良後のK値—, 土木学会第62回年次学術講演会, 2007 (投稿中).

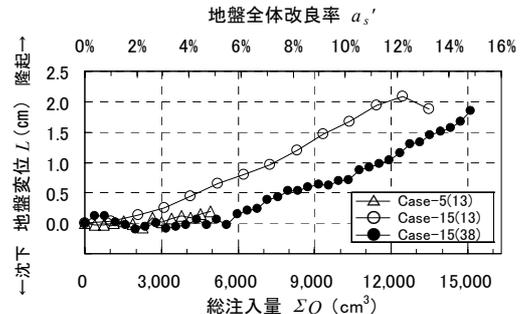


図-4 総注入量と地盤変位

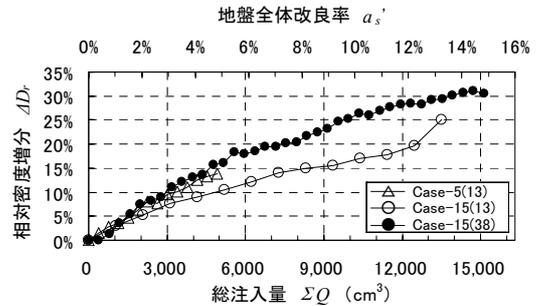


図-5 総注入量と相対密度増分の関係

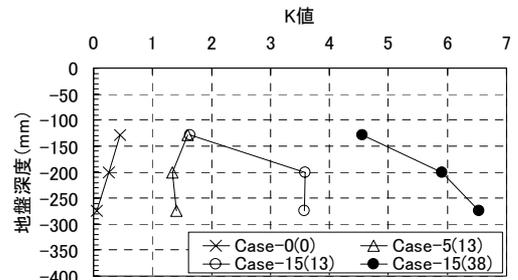


図-6 K値の深度分布

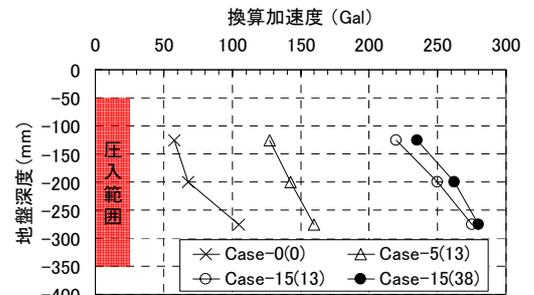


図-7 液状化時の換算加速度の深度分布