

(III-93) 深層混合処理工法の液状化防止効果に関する基礎的研究

千葉工業大学 学生会員 ○菅井 太 角原 猛 三笠 浩廉
千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡辺 勉 清水 英治

1. はじめに

液状化防止対策として、深層混合処理工法が多く用いられている。1995年1月に発生した兵庫県南部地震においても、深層混合処理工法が施された改良地盤上の構造物は軽微な被害で済んだ。深層混合処理工法が液状化を防止する要因としては、攪拌杭を打ち込むことにより地盤の密度が増加すること、また攪拌杭が地盤を拘束することである。これにより、地震時の繰返しせん断力に対して、地盤の液状化抵抗が増加するためだと考えられる。しかし、どの程度改良すれば良いかは研究されていない。

本報は、振動台上の模型砂地盤に深層混合処理を施して振動試験を行い、模型砂地盤（土槽）の面積または体積に対する攪拌杭の面積・体積置換率と振動加速度の関係、およびその液状化の有無を調べ、何％地盤を改良すれば液状化が防止できるのかを評価・検討したことを報告する。

2. 実験概要

水平振動台上(1.5m×1.5m)に鋼鉄製の土槽(縦95cm×横130cm×高さ100cm)を設置し、水中落下により緩く砂を堆積させ($D_r=40\%$ 前後)、模型砂地盤を作製した。また、深さ方向の地盤の様子は前面の亚克力板から観察できるようにし、振動方向の土槽壁面には砂層のせん断変形をできるだけ拘束しないようにフォームラバーを取り付けた。試料は君津市小糸産の洗い砂(密度 $2.719(\text{g}/\text{cm}^3)$)で、粒径が砂分($0.075\text{mm}\sim 2\text{mm}$)になるよう粒度調整したものを使用した。模型砂地盤は図1に示すように、普通ポルトランドセメントのセメントミルク($\text{W/C}=100\%$)を混合攪拌装置を用いて、千鳥型に深さ55cmの攪拌杭を作製した。攪拌杭は模型砂地盤の平面に対して、面積置換率が3.18%, 6.36%, 9.54%, 14.63%, 19.08%, 23.55%の6通りを設置し、振動実験を行った。攪拌杭の直径は約10cmである。攪拌杭の各面積置換率に対する体積置換率の関係を表1に示す。

振動実験は振動周波数4Hzで土槽を振動させ、加速度及び過剰間隙水圧を測定し、各面積置換率ごとに、液状化が発生する加速度を求めた。液状化の有無は過剰間隙水圧比(過剰間隙水圧/初期平均有効応力)¹⁾を求め、1.0以上の値が得られれば、液状化したと判定した。

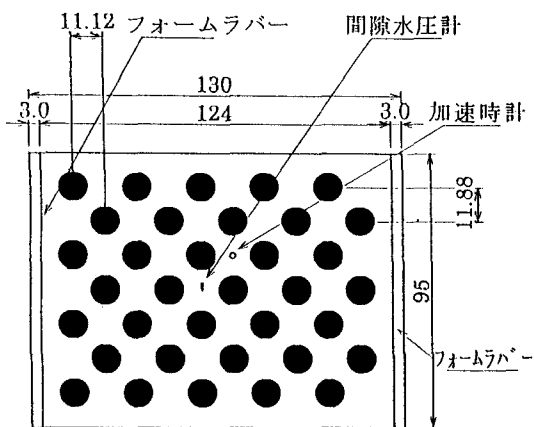


図1 土槽平面図
(面積置換率 23.55%時の攪拌杭配置例)

表1 各面積置換率に対する体積置換率の関係

攪拌杭長	面積置換率 (%)	体積置換率 (%)
55cm	3.18	1.91
	6.36	3.82
	9.54	5.73
	14.63	8.79
	19.08	11.46
	23.55	16.19

攪拌杭の置換率が模型砂地盤に及ぼす影響を調査するため、攪拌杭作製後と土槽振動後に模型砂地盤の沈下量を測定し、攪拌杭打ち込み前後および振動前後の相対密度(Dr)の変化量を計算した。

3. 面積・体積置換率と液状化発生加速度との関係

面積置換率と振動加速度との関係を図2に示す。図から面積置換率が增大するにしたがって、液状化が発生するための加速度が大きくなっている。また、面積置換率約10%～20%にかけて、液状化発生加速度は約100galで一定になる傾向が見られるが、20%を境に増加の傾向がある。

体積置換率と振動加速度との関係を図3に示す。図2と同様、体積置換率が增大するにしたがって、液状化が発生するための加速度が大きくなっている。また、体積置換率6%～12%にかけて、液状化発生加速度は約100galで一定になる傾向が見られ、その後12%を境に増加の傾向がある。

ここで、表1と図2及び図3から明らかのように、面積置換率と体積置換率はともに増加すると、液状化発生加速度の変化も増加しており、面積置換率20%以上、体積置換率12%以上に地盤改良すれば、液状化防止効果があることが確認できた。これは攪拌杭を作製したことによって、地盤が締固まったためであると考えられる。しかし、同程度の体積置換率で改良するときは面積置換率が大きくても攪拌杭先端が非液状化層に達していないと、液状化抵抗力が十分発揮されないことが確認されている。⁽²⁾ したがって、攪拌杭の根入れは十分行うことが重要である。

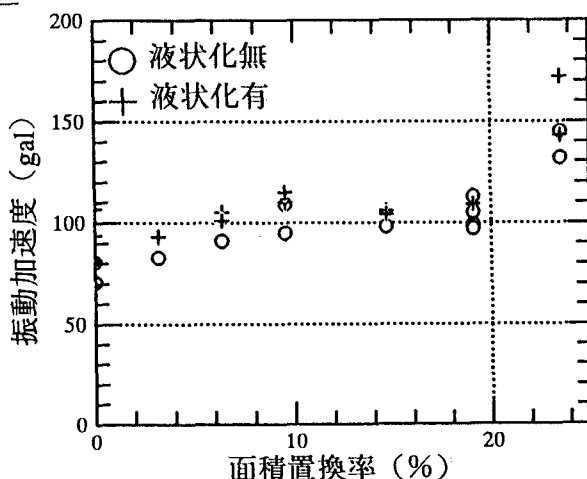


図2 面積置換率と振動加速度との関係

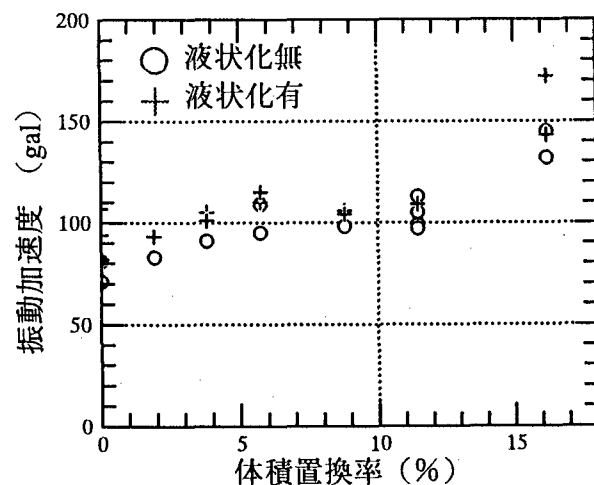


図3 体積置換率と振動加速度との関係

4. まとめ

本研究は面積・体積置換率と振動加速度との関係をグラフ化することにより、何%地盤を改良すれば液状化が防止できるのか、評価・検討するものである。その結果、緩い飽和砂質地盤に深層混合処理工法を施せば、液状化を防止するための最適な地盤改良率が存在することが明らかになった。

【参考文献】

(1)地盤工学会；軟弱地盤対策工法-調査・設計から施工まで-p.245

(2)久家 光彦；千葉工業大学平成2年度修士論文「攪拌杭による液状化防止の研究」