

グラベルドレーン工法による地盤の永久変形対策に関する実験

金沢大学大学院工学研究科
金沢大学大学院自然科学研究科
金沢大学工学部
福井工業高等専門学校
金沢大学工学部

○近藤 宏樹
正会員 宮島 昌克
正会員 北浦 勝
正会員 吉田 雅穂
後藤 幸司

1. はじめに

グラベルドレーン工法は従来から代表的な液状化対策工法として、数多くの実績を誇っている。これを永久変形対策として適用する場合、対策箇所においてどの程度液状化を抑制するべきか、あるいはどのような範囲で液状化の発生を防止する必要があるのかを考慮しなければならない。このような観点から本研究では、傾斜地盤にグラベルドレーンを打設した模型振動台実験を行い、地盤の永久変形対策としての有用性について検討した。

2. 実験概要

実験装置の概要を図-1 に示す。油圧式の振動台上に設置された砂箱（長さ 1,800×幅 600×高さ 80mm）内に模型地盤を作成した。5号砕石（ $D_{max}=25\text{mm}$ ）を用いて基盤を作成した後、5号珪砂（ $D_{50}=0.4\text{mm}$ 、 $U_c=1.93$ ）を水中落下させることによって層厚 400mm、相対密度約 35%の液状化層を作成した。地表面、基盤面の勾配はともに 10%である。グラベルドレーンについては次のように作成した。まず、塩ビ管（φ 55mm）にナイロンストッキングを覆い被せたケーシングを所定の位置に設置する。周りの地盤を作成した後にケーシング内に 7号砕石（ $D_{max}=5.0\text{mm}$ ）を投入し、突き棒によって突き固めながらケーシングを引き抜いて作成した。ドレーンの設置位置は砂箱中央（図-1 の点線部）とし、配置状態やピッチを変化させて実験を行った。表-1 に実験ケースを示す。

入力波は 5Hz、100gal の正弦波であり、砂箱長手方向に加振した。加振時間は 6 秒間とし、前後に 1 秒間のテーパーを設けた。地表面およびドレーン杭頭の変位量はピンによるマーカースで、鉛直方向の変位分布は砂箱前面に並べた色砂によって測定した。

3. 実験結果および考察

図-2 は地表面に設置したマーカーによって測定された地表面変位量分布の奥行き方向の平均値を示している。無対策では砂箱の中央付近で最も変位量が大きくなっているのに対し、ドレーンによって対策を施した場合においては対策箇所に近づくにつれて変位が抑制されていることがわかる。対策箇所について各配置

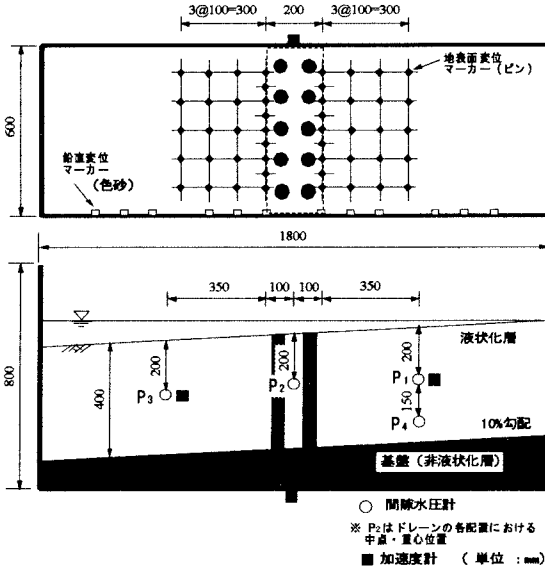


図-1 実験装置概要図

表-1 実験ケース

ケース名	配置状態(ピッチ)	ドレーン本数
N-1	無対策	—
GL-1	直線 (110mm)	5
GS-1	正方形 (110mm)	10
GT-1	三角形 (110mm)	9
GS-2	正方形 (165mm)	8

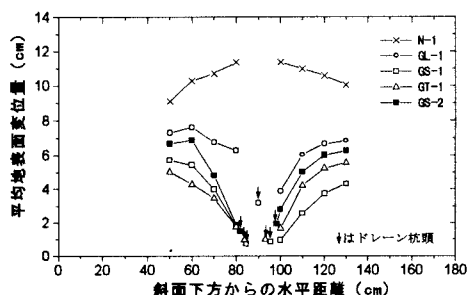


図-2 平均地表面変位量の分布

ごとのドレーン杭頭の変位量を見ると、直線配置 (GL-1) では約 3.5cm 変位しているが、その他の配置では比較的変位量が小さく、大差が見られない。つぎに、各配置における対策効果範囲の分布を調べるために、対策箇所から上流側および下流側についてドレーンからの距離と変位抑制率 (1 - (対策における変位量) / (無対策における変位量) で定義) との関係について整理した結果を図-3 に示す。上流側と下流側における変位抑制効果について比較すると、ドレーンからの距離が等しい点における変位抑制率が上流側で大きい傾向にあることがわかる。このことから、上流側ではドレーンによる液状化抑制効果に加え、ドレーン打設地盤の剛性による効果も生じていると考えることができる。また、ドレーンの本数が多くなるにつれて広範囲で変位抑制率が高くなる傾向があるが、ピッチが広がると対策効果範囲が減少することがわかる。したがって、対策箇所における液状化抑制の程度を高めることにより、広範囲における変位の抑制が期待できるものと思われる。図-4 は、全ケースにおけるドレーン杭頭および地表面の平均変位量と最大過剰間隙水圧比との関係を示したものである。過剰間隙水圧比が 1.0 に達するまでは両者にほぼ線形的な相関が見られ、地表面変位量が過剰間隙水圧比の最大値に依存しているといえる。また、過剰間隙水圧比が 1.0 の付近でばらつきが見られるが、このばらつきは液状化継続時間の違いによるものであると考えられる。そこで、これらのプロットについて平均地表面変位量と液状化継続時間との関係を示したものが図-5 である。これにより、完全液状化状態に達しても消散を早めることによって変位が軽減されることがわかる。

4. まとめ

本研究では、傾斜地盤において局所的にグラベルドレーンを打設した振動台実験を行った結果、ドレーンによる液状化抑制効果とともに、非液状化部分の剛性によって永久変形量が抑制されることがわかった。今後はさらにケース数を増やすとともに、数値解析により実際の対応について検討する予定である。

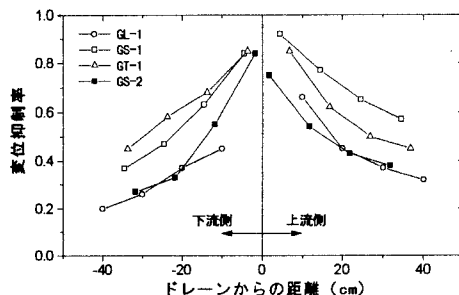


図-3 ドレーンからの距離と変位抑制率の関係

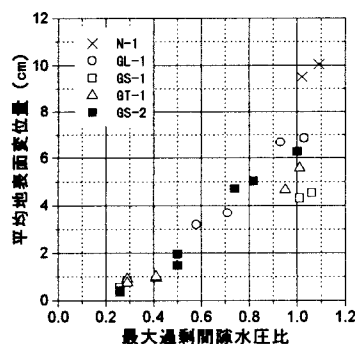


図-4 最大過剰間隙水圧比と平均地表面変位量の関係

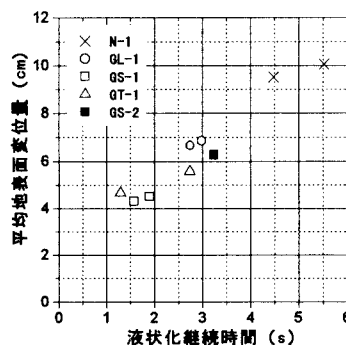


図-5 液状化継続時間と平均地表面変位量の関係