

グリッドドレーン工法による液状化時の地盤流動対策に関する実験

金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克
 富山県 梶川 隆則
 (株)キクチコンサルタント 安藤 和幸
 金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝

1.はじめに

近年、材料の安定供給と施工性および経済性からプラスチック性のドレーン材を用いる液状化対策の施工実績が増加してきた。プラスチックドレーン工法は、碎石ドレーン工法と対策原理を同じにする排水工法であり、碎石ドレーン工法と同様に地盤流動対策としても適用可能であると考えられる。しかし、碎石とはドレーン材の断面積および材料強度が異なるため、適用に当たっては十分な検討が必要である。そこで本研究では、プラスチックドレーン工法の1工法であるグリッドドレーン工法による地盤流動対策の有効性について模型振動台実験を行い検証する。

2.実験概要

実験概要の一例を図1に示す。使用した砂箱は縦1.8m×横0.6m×高さ0.8mであり、その砂箱内に碎石7号($D_{max}=10\text{mm}$ 、 $G_s=2.67$)で非液状化層の基盤を作成し、勾配を10%とした。基盤上に板を介してドレーンを設置した後、珪砂5号($D_{50}=0.4\text{mm}$ 、 $U_c=1.7$)を用いて水中落下法により層厚40cmの飽和砂層を設けた($D_r=36.8\%$)。またドレーン材には、図2に示す矩形断面であるプラスチック性のグリッドドレーンを使用した。ドレーンは内部に7個の通水路を有し、この通水路を仕切るリブによって、地盤内でもつぶれにくい構造になっている。また、地盤中の間隙水が流入する孔は長辺側の側面部にだけ開けられており、目詰まりを防止するためドレーンはフィルターを装着して設置される。実験は、ドレーン断面の長辺側を傾斜方向に対して垂直(以後加振垂直)および平行(以後加振平行)に配置し、それぞれについてドレーンの間隔を10、15cmとした。また、比較のため無対策とドレーンの透水性を無くした場合についても実験を行った。ドレーンの本数は、地盤改良対象域(砂箱中央部における60cm×60cmの領域)とドレーン設置間隔から決定される。測定項目は入力加速度、地盤の過剰間隙水圧、地盤水平変位の鉛直分布、マーカー設置点における地表面変位量および地表面沈下量である。入力条件としては、全ケースについて前後3波をテーパーとした3Hz、100galの正弦波を9波、砂箱長手方向のみに与えた。なお、相似則については特に考慮せず、その挙動特性を定性的に把握することにする。

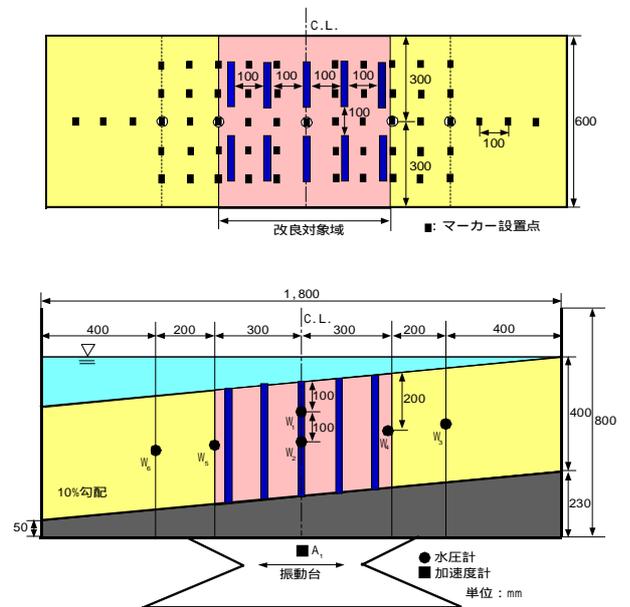


図1 実験概要図の一例(加振垂直 10cm)

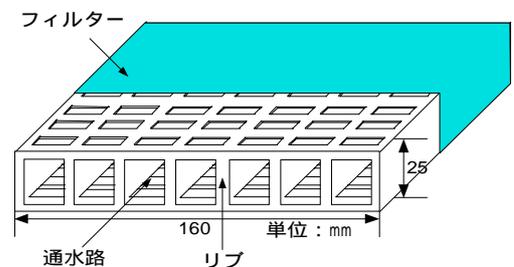


図2 グリッドドレーン概要図

キーワード：液状化、地盤流動、グリッドドレーン、対策工法、模型実験

連絡先：〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 金沢大学工学部 TEL(076)234-4656 FAX(076)234-4644

3. 実験結果および考察

図3に下流端からの距離と平均地表面変位量の関係を示す。ここで平均地表面変位量とは、マーカー設置点における地表面変位量を奥行き方向に平均したものである。また、図中凡例の垂・平はドレーンの配置方向を、10・15はドレーンの間隔を、有・無はドレーンの透水の有無をそれぞれ示している。この図より、無対策の場合では、側壁近傍を除いて10cm以上の変位が生じ、特に砂箱中央付近で大きくなっている。一方、対策を施した場合は、透水の有無に関わらず改良域において8cm~0.1cmと変位が小さくなっており、対策効果が確認できる。また、図4に下流端からの距離と平均地表面変位抑制率の関係を示す。ここで、平均地表面変位抑制率を $\{1 - (\text{対策平均地表面変位量} / \text{無対策平均地表面変位量})\}$ と定義する。まず、改良域で最も抑制率が大きく、透水が有る場合と無い場合とで抑制率の差が大きいことが分かる。また、透水が無い場合でも対策効果が見られるのは、ドレーンによるせん断変形の抑制による液状化抑制効果のためだといえる。上流側では、対象域近辺ほど抑制率が大きいことがわかる。これは、改良域では透水およびせん断変形の抑制による液状化抑制効果により非液状化部分が形成されるため、上流側の流動が食い止められるからだといえる。一方、透水が無い場合でも有る場合と同様な傾向が見られるが、抑制率は小さくなる。これは、透水が無い場合ではせん断変形の抑制による液状化抑制効果のみにより非液状化部分が形成されるため、非液状化部分の剛性が小さく、領域が狭くなるので流動に対する抵抗が低減したからだといえる。したがって、上流側の対策効果は改良域の非液状化部分の剛性および領域に依存するものといえる。一方、下流域では抑制率が一定、すなわち無対策と同様の変位減少傾向があることがわかる。これより、下流側は改良域の対策効果に依存しないと思われる。また、本実験で使用した矩形断面のドレーンでは、流線は等ポテンシャル線(ドレーンの長辺側の両端を焦点とする楕円)と直交するような経路で、等価円境界から放射状に流れるため、加振垂直配置では傾斜方向に平行に、加振平行配置では傾斜方向に垂直に非液状化部分が形成される。したがって、ドレーンの配置方向によって変位抑制範囲に違いが生じるものと思われるが、本実験では改良域において顕著な差は見られなかった。これについては、今後検討が必要である。図5に下流端からの距離と最大過剰間隙水圧比の関係を示す。これより、60~120cmの間では同等の透水効果が確認できる。また、透水の有る場合と無い場合とで下流端から0~40、140~180cmの範囲では水圧比に差がないことから、透水効果がこの範囲までは及んでないといえる。図6は下流端からの距離とドレーン断面重心の平均変位量の関係を示した図である。これより、流動を直接受ける上流側のドレーンの変位量は大きく、上・下流側の変位量の差が大きいことが分かる。また、透水が無い場合では、有る場合に比べて周辺地盤の流動が激しいため変位量が大きく、ドレーン自身の剛性による対策効果は小さいといえる。

4. 結論

本研究より、グリッドドレーン工法の地盤流動対策としての有効性が確認できた。今後は、数値解析を行い実務レベルにおける有効性について検討を行う予定である。

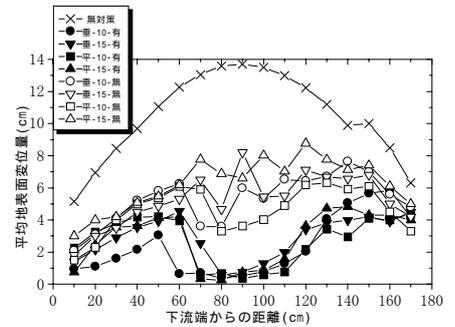


図3 下流端からの距離と平均地表面変位量の関係

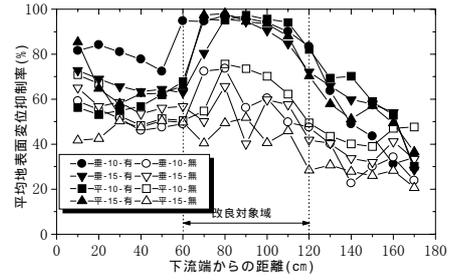


図4 下流端からの距離と平均地表面変位抑制率の関係

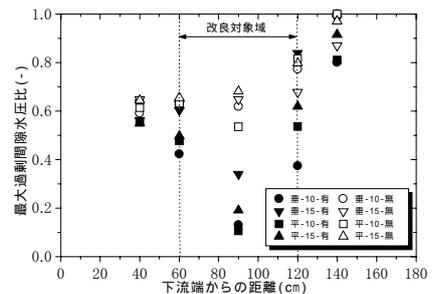


図5 下流端からの距離と最大過剰間隙水圧比の関係

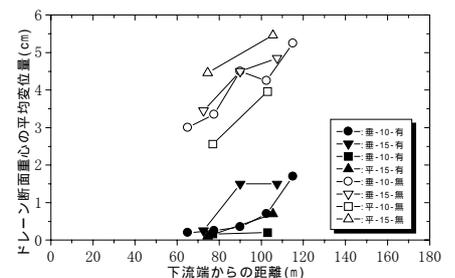


図6 下流端からの距離とドレーン断面重心の平均変位量の関係