

グリッドドレーン工法による地盤流動対策の有効性に関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科 ○梶川 隆則
金沢大学工学部 安藤 和幸
金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克
金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

1.はじめに

近年、施工性、経済性等の面で有利なプラスチックのドレーン材を用いた排水工法の施工が液状化対策として増加してきた。しかし、液状化時における地盤流動対策としては、グラベルドレーン工法やSCP工法等の対策が、施工実績、研究成果ともに多いのが現状である。また、地盤流動対策の設計ではドレーン材の透水性、剛性の評価が必要となるが、今のところプラスチックドレーンにおいては両者の関係について明確にされていない。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模型振動台実験を行い、ドレーンの透水性、剛性の関係から有効性について検証する。

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1,800mm×横600mm×高さ800mm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。その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($D_r=36.6\%$)。また、ドレーン材には、矩形断面のプラスチックドレーン(グリッドドレーン)を使用した。図2にドレーン概要図を示す。実験は、ドレーン断面の長手側を傾斜方向に対して平行、及び垂直に配置し、それぞれについてドレーンの間隔を10、15cmの場合について行った。また、比較のため無対策とドレーンの透水性を除去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(飽和砂層の中央部における600mm×600mmの領域)とドレーンの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、マーカー設置点における地表面変位量、地表面沈下量である。入力条件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。

3.実験結果と考察

図3にそれぞれの配置における下流端からの距離と平均地表面変位抑制率との関係を示す。ここで、平均地表面変位量とは、マーカー

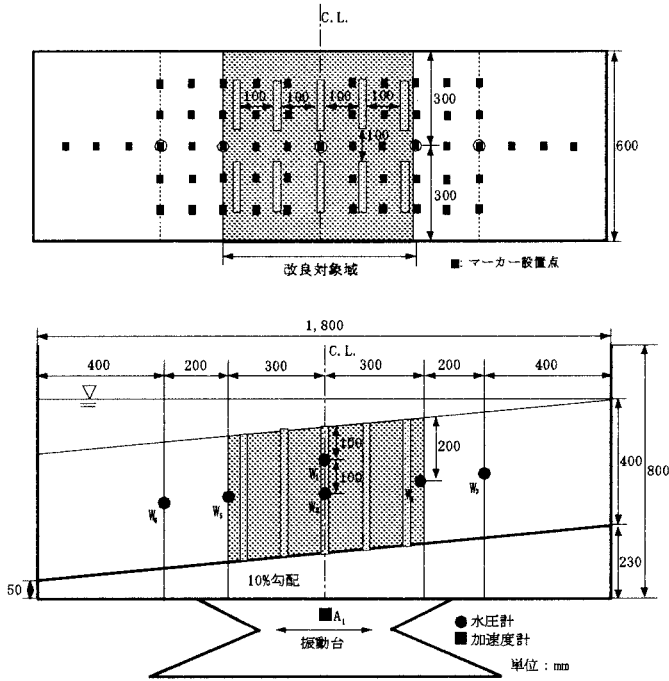


図1 実験概要図の一例

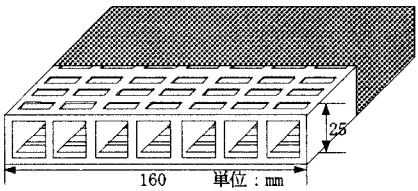


図2 ドレーン概要図

表1 ドレーンの平均変位量 (単位: cm)

間隔、透水の有無 配置	10cm	15cm	10cm	15cm
	透水有り	透水有り	透水無し	透水無し
加振平行	(0.2)	(0.1)	(3.0)	(5.2)
加振垂直	(0.8)	(1.2)	(3.7)	(4.5)

設置点における地表面変位量を奥行き方向に平均値をとったものである。また、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。これらの図より、ドレーンの透水の有無に関わらず地表面変位量が抑制されていることが分かる。また、配置によらず、ドレーンの透水を除去した場合には平均地表面抑制率が減少することが分かる。

次に、図4に下流端からの距離と平均地表面変位抑制率の差（透水有り-透水無し）との関係を、表1に各ケースにおけるドレーンの平均変位量を示す。まず、改良域では抑制率の減少の程度が大きいことが分かる。このことから、ドレーン打設部ではかなりの透水効果があるといえる。また、配置による差は顕著ではないが、ドレーンの間隔による差はドレーンの間隔が大きいほど抑制率の差が大きいことが分かる。これは、透水無しの場合では、ドレーンによるせん断変形抑制効果にのみで非液化化部分が形成されるため、間隔が疎なほど平均地表面抑制率は小さくなる。そのため、間隔が疎な方が抑制率に差が生じたと思われる。また、透水無しの場合ではドレーンの変位量が大きいため、ドレーン自身の剛性による対策効果はほとんど期待できないといえる。次に、図3より上流側では改良域に近いほど平均地表面抑制率が大きいことが分かる。これは、改良域において透水による液化化抑制効果とせん断変形抑制効果により非液化化部分が形成されるために改良域で上流側の流動が食い止められるためだといえる。同様に、改良域に近いほど抑制率の差が大きいことが図4より分かる。これは、改良域の透水効果により形成される非液化化部分が透水無しのケースでは無くなったためだといえる。一方、下流域では上流側に比べて平均地表面抑制率が大きい、これは砂箱の側壁による影響のためだといえる。したがって、下流部の考察はここでは行わない。図5は水圧計設置点における最大過剰間隙水圧比と平均地表面変位抑制率との関係を示した図である。これより、透水が有る場合では最大過剰間隙水圧比が約0.4以下に抑えれば抑制率を100%に維持でき、透水が無い場合でも約0.6以下に抑えれば抑制率が60%に維持できるといえる。また、その値よりも水圧比が大きくなるとほぼ線形的に抑制率が減少すると思われる。

4. 結論

本研究では、地盤流動対策として傾斜地盤にグリッドドレーンを打設し模型振動台実験を行った結果、改良域においてドレーンによる液化化抑制効果とせん断変形抑制効果により地表面変位が抑制されることが分かった。また、改良域ではドレーンの透水効果が大きく、ドレーン自身の剛性による対策効果は皆無といえる。今後は、数値解析を行い実際との現象との検討を行う予定である。

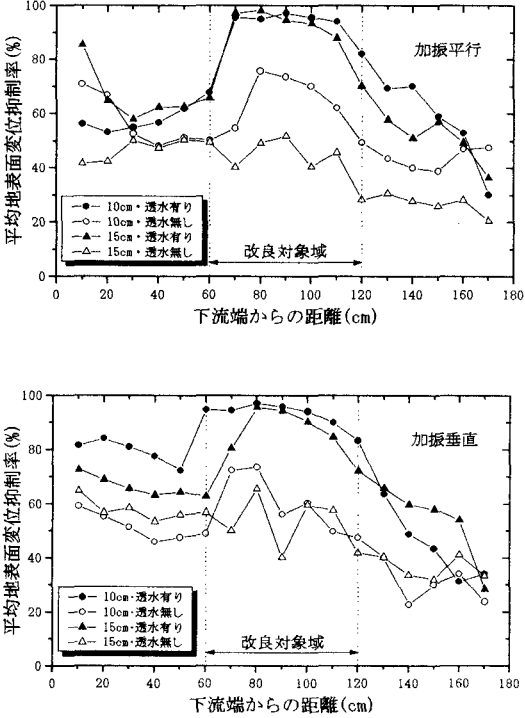


図3 下流端からの距離と平均地表面抑制率との関係

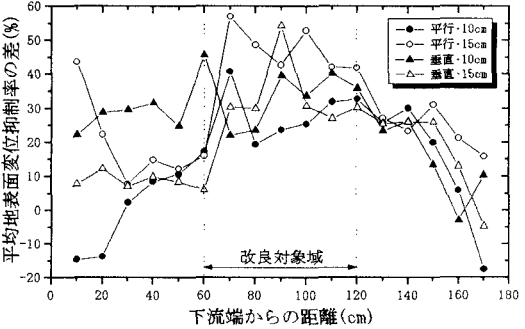


図4 下流端からの距離と平均地表面変位抑制率の差の関係

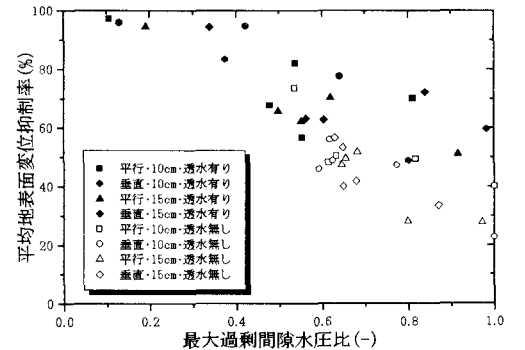


図5 最大過剰間隙水圧比と平均地表面変位抑制率との関係