

# 軟弱地盤における筏 - 列杭複合基礎とバーチカルドレーンの併用効果に関する模型実験

佐賀大学理工学部 学生会員 ○佐々木 仁  
 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 末次 大輔  
 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 Suman Manandhar

## 1. はじめに

佐賀平野には軟弱な有明粘土が厚く堆積しており、盛土の安定性を保つためには軟弱地盤対策が不可欠である。山間部の人工林では間伐材を積極的に利用することが求められており、軟弱地盤対策に間伐材を使用すれば、山地部の再生・林業の再興と環境に配慮した盛土の建設が可能になる。著者らは、間伐材を有効利用した筏基礎と列杭を併用する筏 - 列杭複合基礎(Raft&Pile 基礎)の開発を進めている。盛土荷重による軟弱地盤の変形抑制効果が高める方法として、筏基礎の締め付け材の使用や筏の層数を増やすといった筏基礎の剛性を高める方法があり、それらの効果について検討されている。一方、筏基礎直下の圧密を促進する方法も側方流動を抑制する効果が期待できる。そこで本研究では、バーチカルドレーンを併用した筏 - 列杭複合基礎の模型載荷実験を行って、圧密促進による地盤の側方流動抑制効果について検討した。

## 2. 実験概要

模型地盤に用いた試料は佐賀県六角川で採取した有明粘土( $\rho_s=2.61\text{g/cm}^3$ ,  $w_L=145\%$ ,  $w_p=63\%$ )である。模型実験には縦 30cm・横 90cm・奥行き 20cm の土槽を用いた。初めに、シリコングリースを内壁面に塗り、その上にラテックススラバールメンブレンを貼る。メンブレンには荷重載荷時に、模型地盤内部の挙動を観察できるように 1cm 四方のメッシュを描いている。液性限界の 1.25 倍(182.5%)に含水比を調整した試料土を土槽に入れ、ベロフラムシリンダーで 2.5kPa, 4.5kPa, 5kPa の荷重を段階的に載荷して模型地盤を作製する。今回模型実験では、間伐材(丸太)の模型としてヒノキ材 ( $\phi=3\text{mm}$ ,  $L=6\text{cm}$ )を用い、これを敷き並べて、縦 18cm, 横 24cm の模型筏基礎を作製した。筏の層数は 3 層とし、2 層目の筏基礎は 1 層目、3 層目に対して 90° 回転させた方向に配置する。実験条件は、筏 - 列杭複合基礎とバーチカルドレーンを併用する条件と、筏 - 列杭複合基礎のみの条件である。ドレーン材は、市販のジオテキスタイルを用いる。

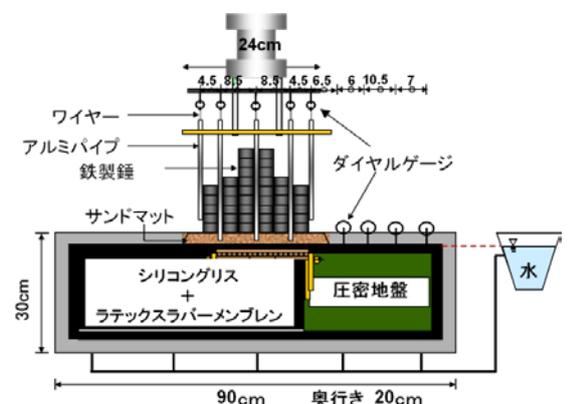


図-1 実験装置概略図

基礎の作製方法はまず、筏基礎直下にドレーン材(幅 1cm×長さ 10cm×厚さ 0.5cm)を縦 5 列・横 7 列・3cm 間隔で 35 本打設し、その上部に厚さ 0.5cm の排水層(豊浦砂)を敷設する。次に、長さ 9cm の列杭を、根入れ深さ 8.5cm となるように打設する。荷重載荷時にこれらの列杭の杭頭が外側に開かないように、列杭頭部拘束杭およびワイヤーで杭頭を固定する。その後、筏基礎を設置する。このとき、筏基礎底部で地盤中の筏基礎の変形を土槽外部で計測するために筏基礎の中心および中心から左右 9cm の位置に、アルミパイプを通したワイヤーを貼り付けた。最後に、厚さ 3cm のサンドマット(含水比 10%の豊浦砂)を敷設し、先ほど筏基礎底部に貼り付けておいたワイヤーを緩みの無いようにダイヤルゲージに取

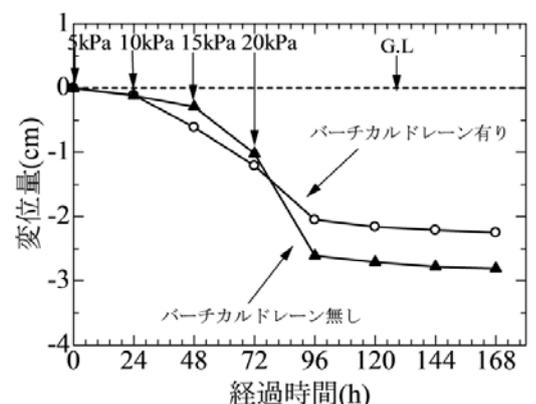


図-2 沈下量の経時変化(模型筏中心部)

り付けた。荷重方法は筏基礎の変形に追従する荷重とするため、鉄製錘で荷重する方法とし、5kPa、10kPa、15kPa、20kPaの荷重を段階的に荷重した。荷重時間は15kPa荷重まではそれぞれ1日、20kPa荷重は4日とした。荷重中には筏基礎の変形および地表面に設置したダイヤルゲージで地表面変位量を計測した。また、地盤内部の動きを観察するために、各段階の荷重実験前と荷重実験後のメンブレンの様子をデジタルカメラで撮影し、画像解析を行った。

### 3. 実験結果と考察

模型筏中心部の沈下量の経時変化を図-2に示す。15kPa荷重まではドレーンを併用した方が沈下量が大きい。20kPa荷重時は併用していない方が急激に沈下し、最終沈下量も大きくなっている。地盤表面の変形を図-3、4に示す。15kPa荷重まではドレーンを併用した方が筏基礎の沈下量は大きいですが、周辺地盤の隆起は併用していない方に比べ抑制されている。20kPa荷重時には、ドレーンが無い場合には、筏基礎が急激に沈下するとともに周辺地盤が大きく隆起している。

ドレーンを併用する場合は、15kPa荷重までは中心から20cm付近で引き込み沈下が見られ、20kPa荷重時も周辺地盤の隆起はドレーン無しの場合に比べ、大きく抑制されている。列杭周辺の地盤の水平変位を図-5に示す。列杭周辺の地盤の水平変位を比較すると、ドレーンを併用する場合は水平変位量は小さい。これは、ドレーンを打設することによって、筏基礎直下の地盤の鉛直方向の変形が卓越したためだと考えられる。同時に、ドレーンを打設することによって筏基礎直下の地盤の圧密が促進されて地盤の剛性が高まったことが要因であると考えられる。このことからドレーンを併用したことで側方流動が抑制され、周辺地盤の隆起も抑えられると考えられる。

### 4. 結論

本研究では軟弱地盤において、筏-列杭複合基礎にバーチカルドレーンを併用する効果を、模型実験により検討した。その結果、筏基礎直下の鉛直方向の変形が卓越するとともに、地盤の圧密が促進されて剛性が高まる。これによって筏基礎直下ならびに列杭周辺の軟弱地盤の側方流動が抑制され、周辺地盤の隆起を抑えるのに一定の効果を得られることが可能になることが分かった。

#### 【参考文献】

- 1) 木下拓也, 末次大輔, 原弘行: 筏基礎を設置した軟弱地盤の挙動に及ぼす筏締付けの効果, 平成23年度土木学会西部支部研究発表会, III-30 PP.407~408
- 2) 井上満貴, 末次大輔: 木製筏-列杭複合基礎における筏の積み重ね効果に関する模型実験, 平成24年度佐賀大学卒業論文
- 3) 赤井浩一: バーチカルドレーンの圧密機構について, 土木学会論文報告集第277号 PP.137~140, 1978年9月

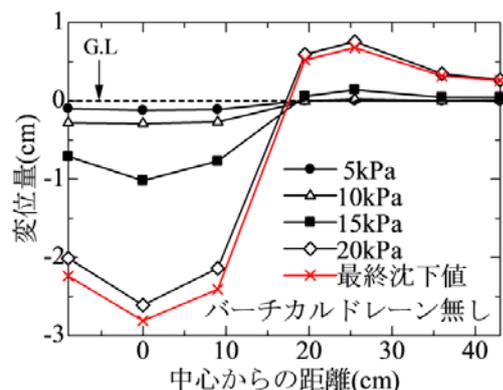


図-3 地盤表面の変形(バーチカルドレーン無し)

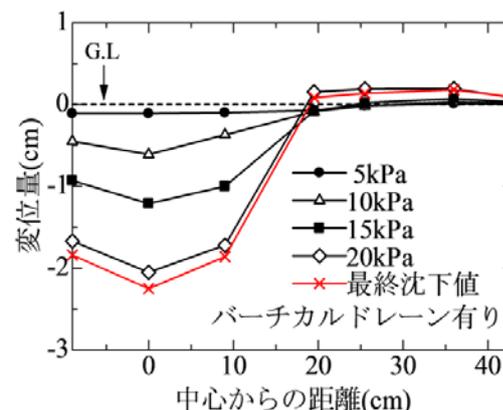


図-4 地盤表面の変形(バーチカルドレーン有り)

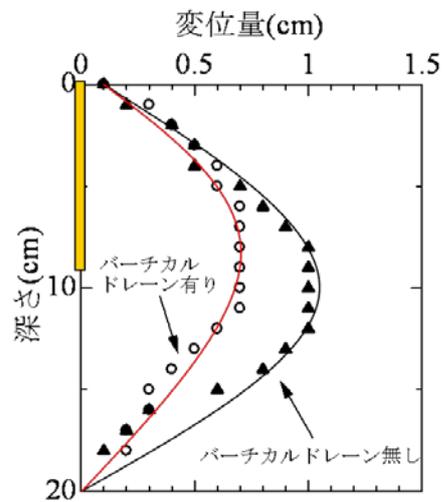


図-5 列杭周辺の地盤の水平変位