軟弱地盤における縁切り列杭を併用した 木製筏–列杭複合基礎の周辺地盤への影響軽減効果

佐賀大学理工学部　学　○頴川　和眞
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター　正　末次　大輔
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター　正　Suman　Manandhar
佐賀大学大学院工学系研究科　学　佐々木　仁

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必要不可欠である．一方，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いる．軟弱地盤対策に間伐材を使用すれば，山間部の再生，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を高める方法とし，壁状に仕切りを設けることによる周辺地盤との縁切り効果がある．そこで本研究では，縁切り列杭を併用した筏–列杭複合基礎の模型載荷実験を行って，縁切り列杭による周辺地盤への影響低減効果について検討した．

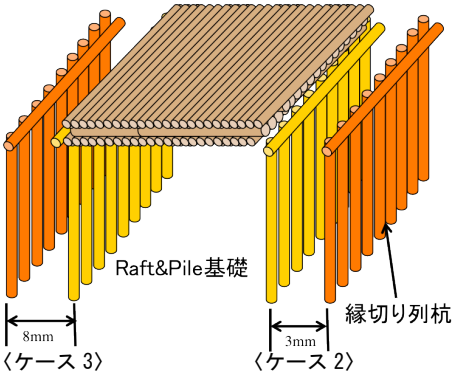
2. 模型実験概要

2.1　実験準備

本実験で用いた試料は，佐賀県小城市六角川河口部で採取した有明粘土(ρ_s=2.56g/m^3,w_L=145%,I_P=60)である．有明粘土の含水比を液性限界の 1.25 倍に調整し，地盤内部の挙動を観察できるように前面がガラス製の土層(縦 30cm，横 90cm，高さ 30cm)に入れた．土層壁の内側には載荷中に粘土地盤の摩擦を除去するためにシリコーングリースを塗布した上から，ラテックス製のラバーメンブレンを貼り付けた．なお，ガラス壁面側のメンブレンには荷重載荷時に模型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た．投入した粘土をベロフラムシリンダーを用いて，2.5kPa で 3 日間，3.0kPa で 9 日間，計 12 日間，段階的に圧密をして模型地盤を作製した．

2.2 実験条件

筏基礎はヒノキ材(φ=3mm,L=6cm)を組み合わせて作製し，縦 18cm，横 24cm，3 層構造である．2 層目は 1 層目，3 層目に対して 90°回転させた方向に配置して剛性を確保した．実験条件は縁切り列杭無し(ケース 1)，縁切り列杭を設置する条件で，基礎列杭と縁切り列杭との間隔 3mm の場合(ケース 2)，ならびに 8mm(ケース 3)の 3 つのケースである．筏基礎の両側に打設する基礎列杭は，いずれのケースも長さ 9cm，根入れ深さ 8.5cm とした．荷重載荷時にこれらの基礎列杭の杭頭が外側に開かないように，基礎列杭頭部を拘束材およびワイヤーで杭頭を固定した．また縁切り列杭はいずれのケースも長さ 9cm のものを用い，根入れ深さ 8.5cm とした．なお，縁切り列杭頭部は拘束材およびワイヤーで固定しない．**図–1** に筏–列杭複合基礎模型及び縁切り列杭模型設置の様子を示す．



図–1　実験ケースモデル図

2.3　実験方法

模型地盤に列杭と筏基礎を設置する際に，地盤中の筏基礎の変形を土槽外部で計測するため，筏基礎の中心および中心から左右 8.5cm の位置に，アルミパイプを通したワイヤーを筏基礎底部に貼り付けた．基礎上に厚さ 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り付けた．載荷方法は筏基礎のたわみ変形に追従する荷重とするため，鉄製錘で載荷する方法とし，2.5kPa の荷重を 24 時間ごとに 20kPa まで段階的に載荷した [1)]．載荷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．

3. 実験結果及び考察

筏基礎の沈下および地盤表面の変位を図-2，3，4 に示す．縁切り列杭を設置したケース 2（列杭との距離 0.3cm），ケース 3（列杭との距離 0.8cm）はケース 1（縁切り列杭無し）に比べ，周辺地盤の隆起が 0.5cm 程度抑制されている．これは縁切り杭を打設したことによって荷重直下部と周辺地盤との縁切り効果により側方流動が抑制されたものと推測される．筏基礎のたわみ量の経時変化を図-5 に示す．ケース 2，ケース 3 のたわみ量を比較すると，ケース 3 の方がたわみ量が大きい．さらに法先直近（中心点より 19.5cm の点）の変位を比較すると，ケース 3 の方が大きく隆起していることが分かる．これは列杭間の粘土地盤による摩擦の影響で縁切り効果が小さくなったためと考えられる．ケース 2，ケース 3 における周辺地盤の沈下量・隆起量の経時変化を図-6，7 に示す．法先直近（19.5cm 地点）の引き込み沈下は生じていないことが確認できる．したがって，縁切り列杭は基礎列杭との間隔が短いほうがより高い縁切り効果をもたらし，筏基礎のたわみ変形を抑制しながら基礎を鉛直に沈下させることができると考えられる．

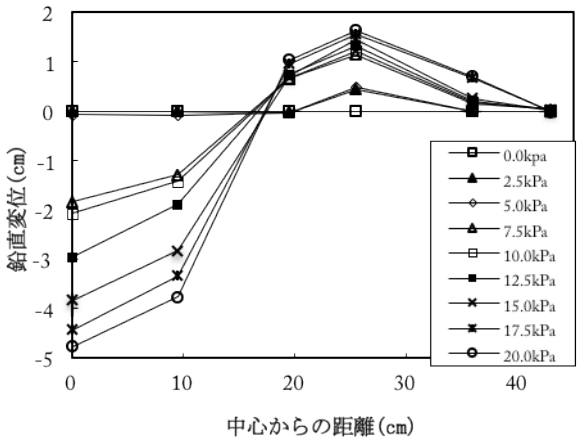


図-2　地表面の変形（ケース 1）

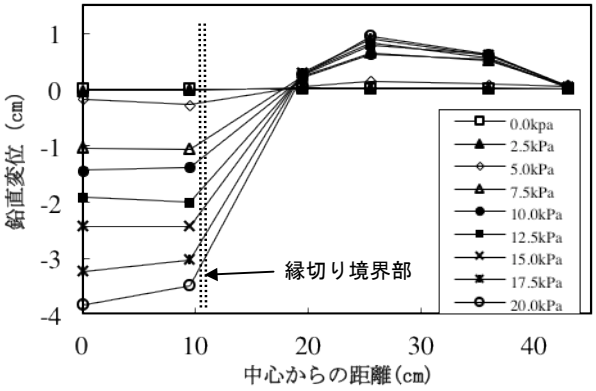


図-3　地表面の変形（ケース 2）

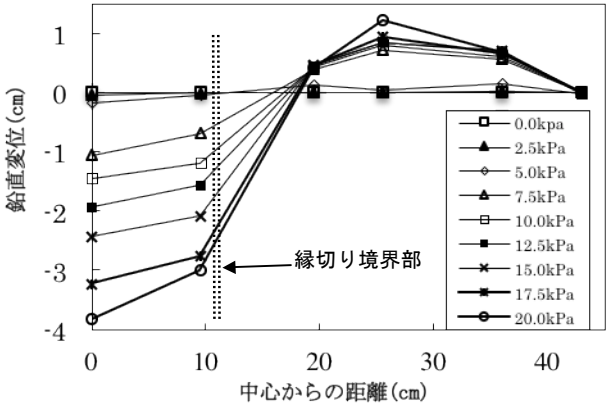


図-4　地表面の変形（ケース 3）

4. おわりに

本研究では，筏–列杭複合基礎における縁切り列杭の効果について模型実験を通して検討した．得られた知見は以下の通りである．

1)縁切り列杭を打設することで筏–列杭複合基礎のたわみ変形を抑制できる．

2)縁切り列杭と基礎列杭の打設間隔は筏基礎のたわみ変形ならびに周辺地盤の変形に影響を及ぼす．

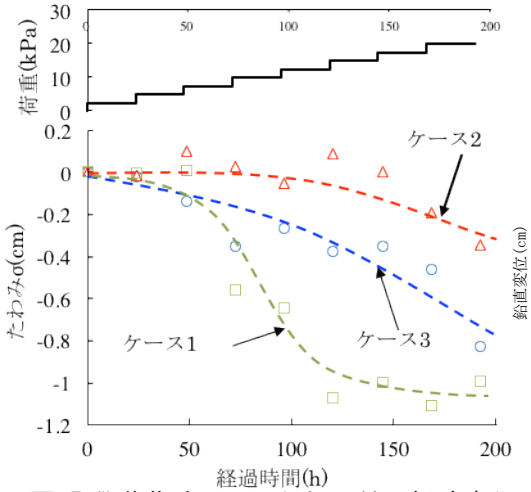


図-5 段階荷重によるたわみ量の経時変化

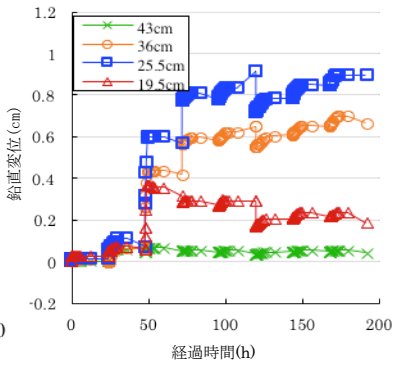


図-6 隆起量経時変化（ケース 2）

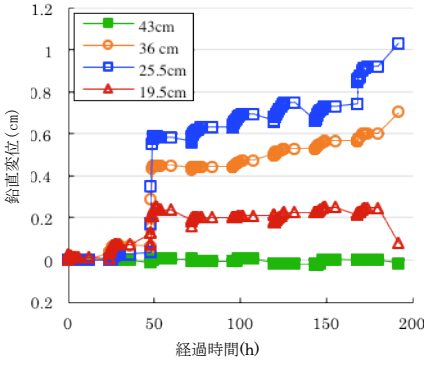


図-7 隆起量経時変化（ケース 3）

参考文献

1)佐々木ら：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　平成 25 年度土木学会西部支部講演概要集 pp329～330