

軟弱地盤における盛土荷重下の筏一列杭複合基礎の挙動観察

佐賀大学工学部 学生会員 ○井上 満貴
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 末次 大輔

1. はじめに

佐賀低平地には軟弱な有明粘土が厚く堆積している。このような地盤上に道路盛土等を建設するさいには、その安定性を確保するために軟弱地盤対策が必要となる。一方で、低平地背後の山間部では多くの人工林が存在している。しかし、低価格の輸入木材の流通、林業従事者の減少、あるいは間伐材の利用分野が少ない等の理由により林業が低迷しており、十分な管理が行き届いていないのが現状である。この間伐材を軟弱地盤対策に活用ができれば、山地部の再生・林業の再興と低コストで安定した盛土の構築両方が可能になる。そこで、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複合基礎工法(Raft&Pile 工法)の開発を進めている。本基礎工法において安定した盛土の確保のためには、筏基礎の適切な組み立て方・構造についての検討が必要である。本研究では、筏を構成する木材の結束が基礎および軟弱地盤の変形にどのような影響を及ぼすのかを模型実験を行って調べたので、その結果について報告する。

2. 模型実験概要

2.1 実験準備 試料は佐賀市芦刈町で採取した有明粘土 ($\rho_s=2.6\text{g/cm}^3$, $w_L=158\%$, $I_p=99$) を用いた。試料の物性は表-1 の通りである。模型実験には縦 30cm・横 90cm・奥行き 20cm の土槽を用いる。土と土槽との間の摩擦を除去するために、シリコングリースを壁面に薄く塗布し、その上にラテックス製ラバーメンブレンを貼りつける。ラバー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。模型地盤の作製方法は、まず、液性限界の 1.25 倍に含水比を調整し、十分に攪拌した有明粘土を土槽に所定の高さまで充てんする。そして、ベロフラムシリンダーを用いて、2.5kPa, 4.5kPa, 5kPa の荷重を段階的に載荷して、沈下量を計測しながら模型地盤を圧密する。

2.2 実験条件 今回模型実験では、間伐材(丸太)の模型としてヒノキ材($\phi=3\text{mm}$, $L=6\text{cm}$)を用いた。縦 18cm, 横 24cm 模型筏基礎を作製した。写真-1 に示すように、間伐材を 3 層重ねた筏を模型筏とした。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。本研究では、筏基礎を構成する木材の結束(締め付け材)の有無が軟弱地盤の挙動にどのような影響を及ぼすのかを調べるために、筏基礎の上下面から締め付け材を用いて木材を結束する場合(締め付け有)と、筏基礎を結束しない場合(締め付け材無)の基礎を作製して、それぞれに盛土荷重を載荷した。筏基礎の両側に打設する列杭は、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列杭の杭頭が外側に開かなように、列杭頭部拘束材およびワイヤーで杭頭を固定した。

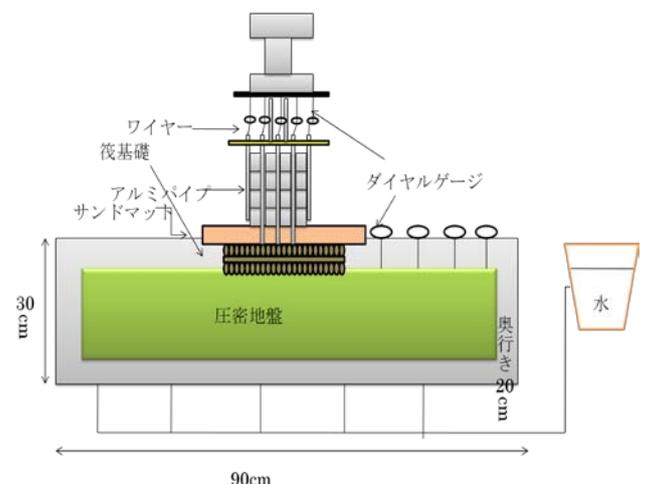


図-1 実験装置概略図



写真-1 使用した模型筏基礎

2.3 実験方法 模型地盤に列杭と筏基礎を設置する際に、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、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貼り付けた。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。荷重方法は筏基礎のたわみ変形に追従する荷重とするため、鉄製錘で荷重する方法とし、5kPa、10kPa、15kPa、20kPa の荷重を段階的に荷重した。それぞれの段階の荷重時間は1日、2日、3日、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。模型地盤内部の挙動は、荷重実験前後に土槽側面からメンブレンのメッシュをデジタルカメラで撮影して、画像解析により挙動を調べた。

3. 実験結果と考察

既報¹⁾では、盛土側方の地表面変位は、締め付けを行った場合、初期の荷重段階から引き込み沈下が生じ、締め付けが無い場合では隆起が生じる。また、地表面隆起量、筏基礎のたわみ量は、締め付けが無い場合の方が大きいことが報告されている。本稿

では荷重時の基礎周辺部の挙動について述べる。筏-列杭複合基礎周辺の地盤の挙動について、20kN/m² 荷重後の締め付け材有りと無しの場合の結果をそれぞれ図-2、図-3に示す。点線は荷重前の位置を示し、実線は荷重終了後の位置を示す。締め付け材無しの場合、締め付け材有の場合に比べて

筏基礎自体のたわみ量が大きいため、筏基礎直下、ならびに列杭下端以

深においても鉛直変位が非常に大きいことがわかる。列杭付近の挙動を拡大したものを図-4、図-5に示す。締め付け材の有無にかかわらず列杭周辺では引き込み沈下が生じており、沈下量は締め付け材有りの場合が小さい。列杭の外側の水平変位を比較すると、締め付け材有の方が水平変位は小さい。これらのことから、筏基礎の締め付けを行うと、筏基礎のたわみを抑制することによって基礎自身の沈下抑制と、側方流動の抑制効果が高まること

4. まとめ

軟弱地盤における盛土荷重を受ける筏-列杭基礎の挙動に及ぼす、筏基礎の結束(上下面からの締め付け)の影響について、模型実験を行って調べた。筏基礎の締め付けを行うとそれ自身の剛性を高めることになるので、基礎直下の沈下軽減ならびに側方流動変形を抑制する効果があることが観察された。

【参考文献】

1)木下, 他: "軟弱地盤における Raft&Pile 基礎の筏締め付けの効果について, 平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会。

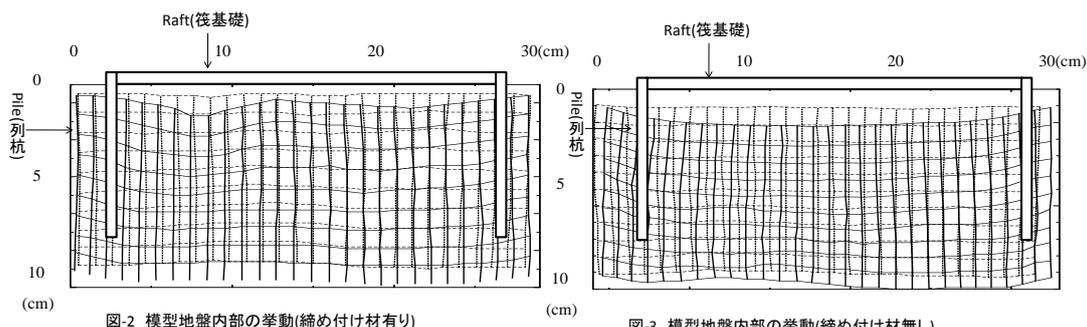


図-2 模型地盤内部の挙動(締め付け材有り)

図-3 模型地盤内部の挙動(締め付け材無し)

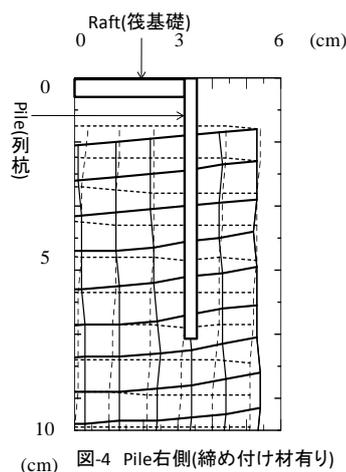


図-4 Pile右側(締め付け材有り)

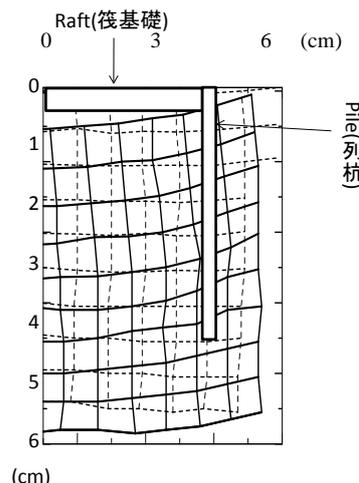


図-5 Pile右側(締め付け材無し)