

杭付き胴木基礎における敷葉工法の併用効果の検討

東京都市大学	学生会員	○宮崎	哲生
東京都市大学	正会員	片田	敏行
東京都市大学	正会員	田中	剛
東京都市大学	非会員	山崎	真

1. はじめに

鉄やコンクリート等の人工材料は不要になると産業廃棄物になるが、木や石は自然材料ため環境に優しいものといえる。本研究では伝統的基礎工法である胴木基礎工法と敷葉工法の併用に着目した。胴木基礎工法とは軟弱地盤上の家屋や擁壁などの基礎として用いられている工法である。松杭などを打ち込んでから胴木基礎を敷設する鳥居基礎形式や胴木基礎に杭を定着して敷設する杭付き胴木基礎形式、梯子上に角材を組み敷設する梯子胴木基礎形式などの形式もある。また、敷葉工法は、軟弱な地盤への基礎の沈下対策工法として用いられている¹⁾。施工方法は各層間に粗朶を敷き、締固めていく方法が一般的である。使用される材料は各地域に根ざしたものが使われ、自然材料の種類はさまざまあるとされている。本研究では、敷葉工法を杭付き胴木基礎に併用した場合における、軟弱地盤上での支持力特性や併用効果を示すメカニズムを実験的に解明することを目的とする。

2. 敷葉併用による支持力の違い

(1) 関東ローム

1) 実験方法及び実験条件

本実験では透明なアクリル板が前面についた土槽（奥行 12cm, 長さ 40cm, 深さ 30cm）を使用した。土槽側面にはシリコンスプレーを塗布した。試料には含水比 70%に調整した関東ロームを用いた。模型地盤は 5 層に分けて作製し、1 層目は試料土 2.2kg を 10 分、2～4 層目は試料土各 2.2kg を 5 分、5 層目は胴木と土が馴染むよう 10 分でベロフラムシリンダーを用いて 5kPa で締固めを行い、密度が一樣になるように模型地盤を層状に構成した。杭付き胴木基礎の作製には、縦 0.5cm 横 0.5cm の角材（ヒノキ）を使用し、格子状に粘着用ボンドや針金を用いて作製した。また、敷葉工法で用いる枝葉を質量一定量使用した。敷設位置は表面から 4.0cm とした。締固めには厚さ 0.6cm の鉄製の金属板を使用し、また、地盤内変位の確認のため、模型地盤の側面にはカオリンを層間に敷設した。実験ケースを表-1 に示す。載荷時には鉛直荷重を 5kN 計ロードセルにより、基礎模型の鉛直変位を変位計により計測した。載荷速度は 0.36cm/sec とし、沈下が 3.0cm となった時点で実験を終了した。

2) 実験結果

図-1 に荷重－沈下関係（載荷初期 締固め 5kPa）を示す。図-1 においてケース①とケース②より支持力が大きくなっていることが分かる。これは載荷初期段階において特に大きく杭付き胴木による土を抱え込む効果が発揮されたことが分かる²⁾。また、図-2 よりケース①とケース③に着目すると沈下量 0.5cm 以降の沈下曲線の傾きがケース①で 1.26、ケース③で 1.18 であった。実験結果では、ほぼ同程度の傾きを示していた。このことから、沈下量 0.5cm 付近より敷葉工法の効果で一定に支持力が増加したと考えられる。また、ケース①とケース②を比較するとケース①がケース②より約 1.3 倍支持力が大きくなっている。この要因として敷葉の荷重分散効果と杭付き胴木の特徴である土を抱え込む効果がともに発揮されたことにより、4 ケースの中で最も高い支持力を示したと考えられる。また、ケース③とケース④を比較すると、同様に杭がない胴木基

表-1 実験ケース

ケース	種類
①	敷葉＋杭付き胴木
②	杭付き胴木のみ
③	敷葉＋胴木
④	胴木のみ

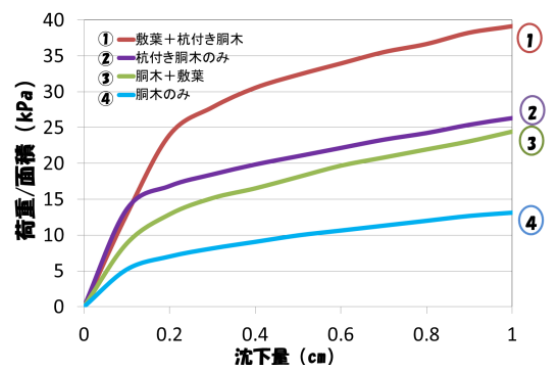


図-1 荷重－沈下曲線(1G 場)

(載荷初期 締固め 5kPa)

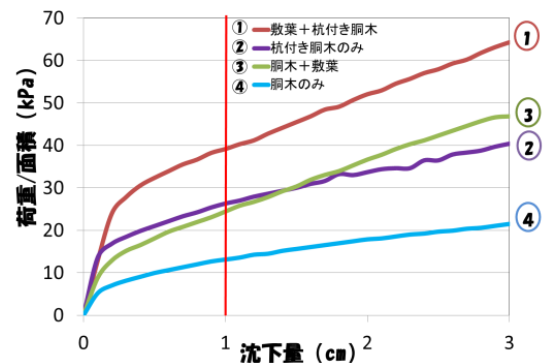


図-2 荷重－沈下曲線(1G 場)

(関東ローム 締固め 5kPa)

キーワード 支持力, 杭付き胴木基礎, 敷葉工法

連絡先 東京都市大学地盤環境工学研究室 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL (03)5707-0104

礎のケースにおいても工法を併用することによってケース③の支持力が大きくなっていることが分かる。

(2) 藤ノ森粘土

1) 実験方法及び実験条件

土槽および胴木基礎模型、敷葉工法に用いた枝葉は関東ロームの場合と同様である。試料には含水比 40% に調整した藤ノ森粘土を用いた。土槽下部には底面から高さ約 4cm まで砕砂と珪砂を敷き排水層を設けた。藤ノ森粘土は 12.4kg とし、ベロフラムシリンダーを用いて段階載荷により圧密圧力 5kPa にて圧密を行った。圧密板には透明なアクリル板(厚さ 4.0cm 横 39.1cm 縦 11.2cm)を使用した。また、アクリル板にも排水されるよう縦、横 2cm おきに直径 2mm の穴をほどこした。地盤内変位の確認のため、模型地盤にはカオリンを 5 分割に敷設した。実験ケースは表-2 に示した 2 ケースで行い鉛直荷重を加え、鉛直変位を測定した。載荷速度は 0.36cm/sec である。載荷は沈下が 3.0cm となった時点で終了した。計測された荷重-沈下量関係(図-3)により、その支持力を比較考察する。

2) 実験結果

図-3 は荷重-沈下量関係である。図-3 において沈下量 1.0cm での支持力に着目するとケース①の方が高い支持力を発揮した。すなわち、ケース①がケース②より約 1.3 倍支持力が大きくなっていた。これは、藤ノ森粘土に関しても杭付き胴木基礎に対して敷葉併用効果があるといえる。すなわち、敷葉に荷重分散効果があると考えられる。

3. 関東ロームと藤ノ森粘土における敷葉の沈下抑制効果の比較

2 つの土試料における支持力を比較すると同じ沈下量において大きな差が生じている。これは関東ロームと藤ノ森粘土の強度の差のためだと考えられる。また、2 つの土試料とも杭付き胴木と敷葉を併用したケースと杭付き胴木だけのケースを沈下量 1.0cm に着目して比較すると支持力の差が 1.3 倍であった。このことより、本実験では敷葉工法と杭付き胴木基礎を併用することで杭付き胴木だけに比べ支持力が 30% 向上し、より高い沈下抑制効果を発揮するのではないかと考えられる。

4. 遠心載荷実験における支持力の比較

(1) 実験方法及び実験条件

本実験では、含水比 70% に調整した関東ロームをベロフラムシリンダーにて 5 層を各層 30 分 50kPa で締め固め模型地盤を作製した。土槽は透明なアクリル板が前面についた組立式鋼製土槽(幅 10cm, 奥行き 38cm, 深さ 30cm)を使用した。層間には地盤沈下状況及び地盤変形が確認できるよう、カオリンを敷設した。また、遠心加速度 30G を模型及び模型地盤に作用させる。回転数の上げ方は 5G, 10G, 15G, 20G, 25G, 30G まで徐々に上昇させていく。また、所定の遠心加速度から次の加速度までは沈下量が一定となるまでとし、30G 到達後 40 分間作動させ装置を停止した。

(2) 実験結果及び考察

図-4 に荷重-沈下関係を示す。図-4 においてケース①とケース②を比較するとケース①がケース②よりも荷重に対して沈下量が大きく、沈下量の差が模型地盤において約 2mm 程度の差であり実地盤に換算すると約 6cm の沈下であった。これは、敷葉のクッション性能による沈下ではないかと考えられる。そのため、併用効果に関しての比較を行うには初期点の取り方等の検討が必要と考えられる。

5. おわりに

杭付き胴木基礎における敷葉工法の併用効果を検討した結果、載荷初期段階に杭付き胴木による効果が発揮された。敷葉による荷重分散効果によって杭付き胴木基礎と敷葉工法を併用したケースが最も高い支持力を示した。本実験での土試料を変えたケースで、関東ロームでは沈下量 1cm において杭付き胴木だけのケースの支持力が 26.3kPa に対し敷葉と併用したケースが 39.2kPa となり、藤ノ森粘土では杭付き胴木だけのケースの支持力が 26.3kPa に対し敷葉と併用したケースが 7.91kPa と、ともに併用効果が発揮された。

＜参考文献＞1)伊藤彰夫：わが国の歴史構造物と基礎,日本最古のダム・狭山池の歴史と堤体保存工事について,基礎工,Vol.31,No.1,pp63~66,2003,2)栗田ら：胴木基礎の支持力に関する模型載荷実験の考察,地盤工学会関東支部発表会発表論文集, vol.4,pp.363-364,2007,

表-2 実験ケース

ケース	種類
①	敷葉+杭付き胴木
②	杭付き胴木のみ

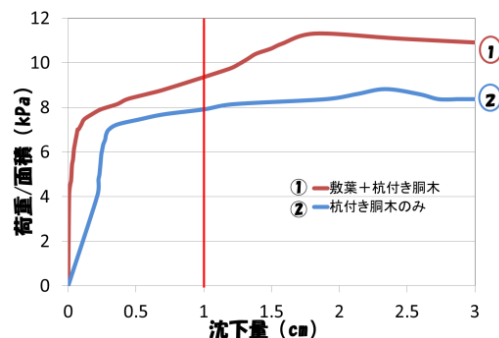


図-3 荷重-沈下曲線(1G 場)
(藤ノ森粘土 圧密圧力 5kPa)

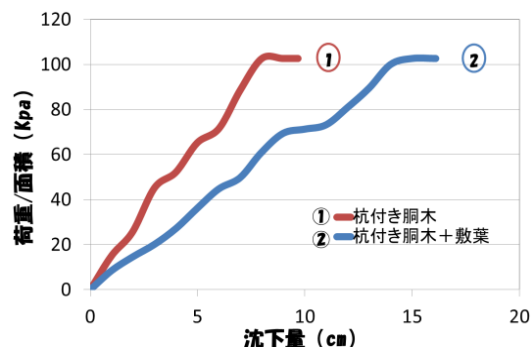


図-4 荷重-沈下曲線(遠心載荷実験)