

伝統的基礎工法の支持力特性の比較

武蔵工業大学 正会員 ○飯島 悠也
武蔵工業大学 正会員 片田 敏行
武蔵工業大学 正会員 末政 直晃
武蔵工業大学 正会員 田中 剛

1.はじめに

古代日本では、社会基盤設備を施工するにあたり多くの優れた基礎工法が用いられていた。その例としては、現在でも遺構として残る京都の三十三間堂の版築工法¹⁾や、大阪の狭山池遺構の堤体に施された敷葉工法²⁾や、広島城石垣を支える胴木基礎工法³⁾などが挙げられる。このような基礎工法の一部は、現在でも伝統的に引き継がれ施工に用いられているものもあるが、その多くは経験的法則から用いられているだけで、地盤工学的な支持力メカニズムの解明をなされていない。本研究では、このような優れた伝統的基礎工法に対して地盤工学的な解明を行っていくことを目的としている。本発表では、その第一段階として伝統的基礎工法である版築工法・敷葉工法・胴木基礎工法の各工法の支持力特性の比較を行った。

2.伝統的基礎の支持力実験

既往研究の少ない伝統的基礎工法の支持力機構解明のためには、まず基本となる地盤との荷重・沈下関係を明らかにする必要がある。そこで本実験では模擬軟弱地盤(表-1)に伝統的基礎模型をそれぞれ敷設し、載荷試験を行い目視と荷重・沈下曲線により支持力特性の比較を行なった。更に比較のために、ジオテキスタイル模型基礎の支持力も測定した。

表-1 模擬軟弱地盤条件

土の種類	重量(g)	深さ(cm)	含水比(%)
関東ローム	4150	約 13.5	約 100

(1)試験方法：基礎の模型を円形土槽内に作成した模擬軟弱地盤に敷設し、その上に幅 8.3cm の強固な木製の正方形載荷板を載せ、載荷試験機は速度制御で行い、およそ沈下量 5cm 位まで載荷を行った。また、模擬軟弱地盤のみの場合も同様に実施した。

(2)模型作成方法

1)版築工法模型：版築工法模型種土の作成には、上野国分寺で再現された版築壁の配合比(表-2)を使用した。攪拌は素手で行い養生期間を 3 日とした。型枠には、土槽と同様に円形で直径 20cm のアクリル製のものを使用した。突固めは変位が収まるまで木槌で行い、1 層 1cm と

表-2 版築工法の種土配合比

	関東ローム	山砂	消石灰	岩塩
配合比	100	30	10	土：岩塩＝50：1(体積比)
含水比(%)	約 85	12.8	-----	-----

2)敷葉工法模型：敷葉工法模型に使用する土は、比較を行ないやすいように版築工法模型の種土を使用した。また、層数・層厚などの条件も同様とした。層の間に敷く粗朶は、常に性質を不変とするために敷葉模型(図-1)を採用した。敷葉模型の材料には、実際の葉を模擬するために枝の部分には竹を、葉の部分には水はじきの良さを模すため、和紙に塩化ビニル樹脂を施した特殊な紙を使用した。また、葉の形状が支持力にどのように影響を及ぼしているのかを考察した結果、葉の部分が枝の動きを拘束することにより層間の一体性を高め外力に抵抗していると予想した。そのため枝と枝の接合部の定着を特に強くする必要があると判断し、接合部には瞬間接着剤の他にタコ糸を用いて実際の葉のように強く固定した。葉の表面積や分布や長



図-1 敷葉模型

さなどが支持力にどのように影響を及ぼすかは、本実験の目的とは異なるので特に考慮しなかった。

3) 胴木基礎模型：胴木基礎模型は、本論において木材を格子状に組んだ胴木基礎及び杭を定着させた胴木基礎を指す。材料・サイズは、表-3 に示す。胴木基礎模型の接合部は、実際の胴木基礎が剛結の形式を取っているため、それを模擬するために接着剤と針金により補強した。

4) ジオテキスタイル模型：ジオテキスタイル模型の作成方法も版築工法の種土を使用し、比較を行ないやすいようにした。層間に敷くジオテキスタイル模型には、破れなければ同様の効果を発揮するだろうという予想をもとに布を使用した。

3. 試験結果と考察

1) 版築類：全ての版築工法基礎は破壊を免れることはなく、版築類の破壊状況は全てパンチング破壊の様相を呈した。破壊の進行状況はほぼ同様であったが、版築工法に比べて敷葉工法・ジオテキスタイル工法の破壊進行状態はやや緩やかに進行した。また、載荷版により埋め込まれた部分以外の残留供試体の変形角度は、後者2つの基礎の方が急角度であった。これは、層間に敷きこんだ模型敷葉と布が模擬軟弱地盤に一体性を持たせるため機能した証拠となるものであろう。層に一体性を持たせるということは、不等沈下を抑制する機能を担うということに他ならない。残念ながら図-2 からこの機能を確認することは出来なかった。本試験において最も優れた支持力を示したのは版築工法基礎であった。この理由は各基礎の支持力特性の差から来るものではなくて、模型基礎に同様の条件の版築土を使用していることから、供試体の層厚からきているものと予測できる。すなわち、各層に十分な厚みと自重がなければジオテキスタイルや模型敷葉は十分に機能せず、かえって支持力を落とすと云える。従って今後の伝統基礎工法の支持力機構解明には、比較を容易にするためにも、もっと大きな模型地盤と模型基礎が必要かもしれない。

2) 胴木類：胴木類は一つとして破壊することはなかったが、その変形には大小が生じた。変形の順は、胴木基礎①>埋め込み胴木基礎②>杭付き胴木基礎③であった。この結果は、図-3 の初期の傾きに表れている。沈下が少ない段階で荷重を大きく受けると、胴木基礎に掛かる負担は大きく変形も起こりやすくなり、変形した胴木基礎はその役割を成さなくなる。従って優れた支持力機構を有している胴木基礎は、図-3 において急激な変化が見られず一定の荷重・沈下曲線を維持しているものと推測できる。従って胴木基礎①の形式は、基礎に適さないことがわかる。今回のデータだけでは埋め込み胴木基礎②と杭付き胴木基礎③の甲乙をつけることは難しい。しかし、載荷後の胴木基礎の変形の大きさと図-3 の曲線の後半部から推測すると、杭付き胴木基礎③の方が高い支持力を保っていることがわかる。

4. おわりに

本研究において、伝統的基礎工法と地盤との荷重・沈下関係からの支持力メカニズムの一端が解明されたと云える。しかし、今回の研究では土槽の境界条件からの支持力に対する影響や、実際の施工を考慮した供試体の設置方法などの影響を特に考慮に入れておらず、目視による伝統的基礎の破壊状況の確認以外は信頼性に欠ける面が多い。今後は、このような点を考慮に入れ、高精度の実験によって伝統的基礎工法の支持力メカニズム解明を行ないたい。

参考文献：1) 鬼塚 克忠：中国における古代の版築技術について、土と基礎、Vol.50, No.5, pp26~28, 2002 2) 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 3) 三枝 英二：軟弱地盤の基礎工施工の一考察、農林水産省前橋営林業務研究発表会、Vol.32, pp63~67, 1988

表-3 胴木基礎模型

材質	ヒノキ
木材断面積	25mm ²
角材長さ	11cm(短)17.3cm(長) 4.7cm(杭)
1 格子面積(正方形)	11cm ²
格子数	12

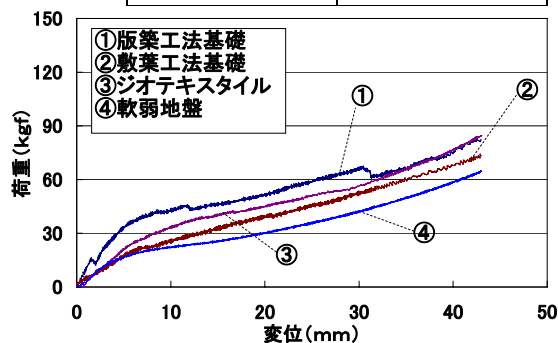


図-2 荷重・沈下曲線(版築類)

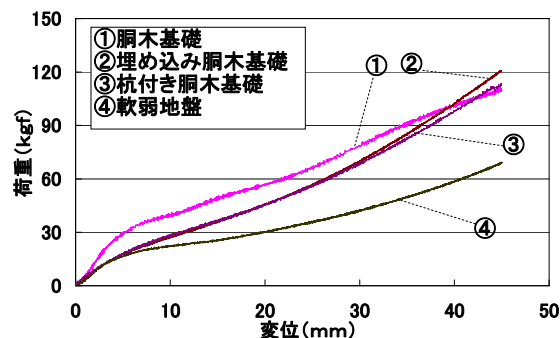


図-3 荷重・沈下曲線(胴木類)