

独楽基礎の支持力特性に関するアルミ棒積層体を用いた基礎実験

基礎地盤コンサルタンツ（株） 正○阪上最一 正 柳浦良行

1. はじめに

独楽型コンクリート基礎（以下、独楽基礎と略する。）工法は、独楽型コンクリートブロックと間詰砕石からなる構造物基礎を造成する方法で、独楽コンクリートブロックの軸の先端シューまで根入れ長が稼げるため直接基礎に比して有利で、同一コストで高い支持力が得られるとされている¹⁾。しかし、このような効果が発揮されるにはどのような地盤条件が必要なのか、また、その際、独楽の形状や軸が支持力発生メカニズムにどのような影響を及ぼすかについては未解明である^{2), 3)}。

このようなことから、本研究では、独楽の形状や軸が支持力発生メカニズムにどのような影響を及ぼすかを調べることを目的とし、2次元アルミ棒の積層体を用いたモデル実験を行った。アルミ棒の積層体は、砂のような粒状体の変形挙動を視覚的に捉えるのに都合の良いモデル地盤であり、地盤変位の解明にしばしば用いられている⁴⁾。得られた実験結果を直接基礎の結果と比較検討した結果、独楽基礎の支持力発生機構に対して新たな知見が得られた。

2. 実験装置及び実験条件

独楽基礎工法を図-1に示す。独楽の形状と軸が支持力発生に及ぼす影響を調べる。実験装置は、図-2に示すように横70cm×高さ40cmの大きさの鋼製枠に直径1.6, 3.0mmの2種類のアルミ丸棒（長さ5cm）を重量混合比3:2の割合でランダムに積み上げたモデル地盤に模型基礎を設置し、インデックスハンドルを回し変位制御で、鉛直荷重を載荷するものである。モデル地盤の間隙比 $e=0.30$ で、単位体積重量 $\gamma=2.2$ (gf/cm³) で密な砂質土に対応している。模型基礎の支持力、変位をロードセルとダイヤルゲージで測定するとともにアルミ棒の連続的な動きを調べるため写真の重ね撮りを行った。実験ケースは、独楽基礎の軸有り・軸無し・の2ケース（CASE1とCASE2）と根入れ長を変えた直接基礎の3ケース（CASE3, CASE4, CASE5）の合わせて5ケースの実験を実施した。これらの実験条件をまとめて表-1に示す。

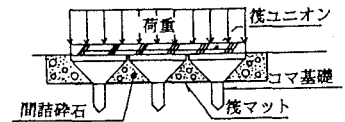


図-1 独楽基礎の概要図

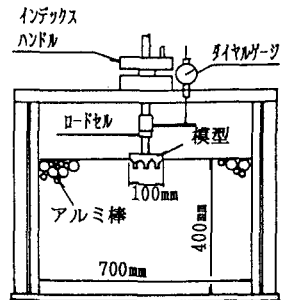


図-2 実験装置

3. 実験結果及び考察

図-3に全ケースの沈下量～荷重関係を示す。まず、CASE3～5の直接基礎の実験結果を比較することにより、基礎の根入れが深くなるほど上載圧が増加し、同一沈下量に対して支持力がより大きく極限支持力がより大きくなる事が分かる。これに対して、CASE1, 2の独楽基礎は、軸有りのCASE1が軸無しのCASE2より支持力がより大きく、CASE3とCASE4との中間に位置することが分かる。

図-4に極限支持力と根入れ長との関係を示す。図より、CASE3

表-1 実験条件一覧

ケース名	形状	基礎幅 (mm)	根入れD (mm)	形状
CASE1	コマ基礎	軸有り	33	
CASE2			16.5	
CASE3	直接基礎	軸無し	0	
CASE4			20	
CASE5			33	

～5を比較することにより、極限支持力と根入れは、ほぼ、正比例し、Terzaghiらの支持力論と一致する。これらの極限支持力から求めたCASE1, CASE2の直接基礎としての換算根入れ長は、それぞれ、約11,4mm (CASE5の直接基礎の根入れ長さ33mmに対して、それぞれ、約32,12%程度) となり、独楽基礎の設計¹⁾に使用されている根入れ長、「独楽全高さ (=CASE5の根入れ長さ33mm)」よりかなり低い値となっている。さらに、独楽基礎両端の碎石の締め固めが不十分と仮定し、独楽基礎の基礎幅を67mm (端部独楽基礎の軸中心間幅) とした場合の極限支持力と根入れ長との関係の推定線を図-4に合わせて示すが、この場合でもCASE1, 2の換算根入れ長は、約24,17mm (CASE5の直接基礎の根入れ長さ33mmに対して、それぞれ、約72,52%程度) となり、CASE5より低い値を示す結果となっている。

この原因を考察するために独楽基礎と直接基礎との破壊形状を比較する。写真-1は、CASE1の載荷直後の間詰碎石の圧縮状況とせん断域の広がりを見せる重ね撮り写真である。写真のアルミ棒の動きより地盤の変状の様子がみられる。図-5には、これらの重ね撮り写真より描き写した全ケースの極限支持力発生時のせん断域の発生状況を示す。独楽基礎の軸有りのCASE1は、軸無しのCASE2に比較し、せん断域が深くせん断域の水平方向への広がりも大きい。これに対して、CASE1と設計上同一の根入れ長を有するCASE5の直接基礎のせん断域と比較すると、CASE1のせん断域は、CASE5のそれと比べ、ほぼ同じ深さであるが水平方向への広がりがかなり少ないことが分かる。これは、独楽基礎の両端の碎石の締め固めが不十分で軸の根入れ効果が発揮されなかったためと解釈される。

4. まとめ

本研究より、独楽基礎は、間詰碎石が十分締め固められていれば、独楽の軸が長い程根入れ効果が大きく、支持力が大きくなり、直接基礎に換算して、独楽全高さの約72%の根入れ長が期待出来るが、間詰碎石の締め固めが不十分な場合は、軸の根入れ効果は、ほとんど期待できないことが明らかとなった。

今後、さらに、独楽基礎の支持力発生機構を解明するために、粘性土地盤に引き続き³⁾、砂質地盤でも弾塑性構成式を用いた有限要素解析を行いたい。

最後に、御援助頂いた新日本製鐵(株)赤星哲也氏、辻井正人氏ならびに、基礎地盤コンサルタンツ(株)酒井運雄氏、森田悠紀雄氏に末筆ながら深謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) (財)土木研究センター、全国マイ独楽工業会：トップベース工法設計施工マニュアル(コマ型コンクリートブロック基礎工法)、平成2年3月。
- 2) 堀田、大西、小島、荒井：コマ型コンクリートブロック基礎地盤の圧密解析、第21回土質工学会講演集、pp.1287-1288, 1986。
- 3) 平島裕、中井照夫、阪上巖一：基礎形状を変化させた浅い基礎の有限要素解析、土木学会第47回年次学術講演会概要集、pp.526-527, 平成4年9月。
- 4) 曾根学、足枝慶一、安田進、阪上巖一：砂質土のサンプリング、土と基礎、Vol.27, No.5, pp.17-24, 1979。

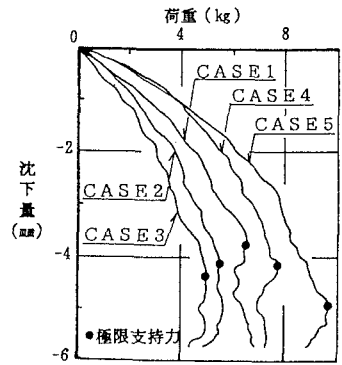


図-3 荷重～沈下関係

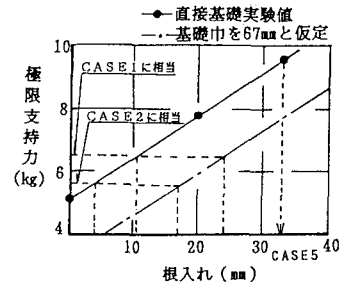


図-4 支持力～根入れ長

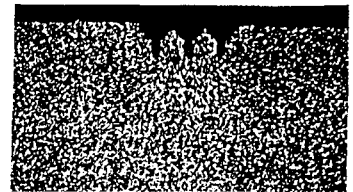


写真-1 重ね撮り写真 (CASE1)

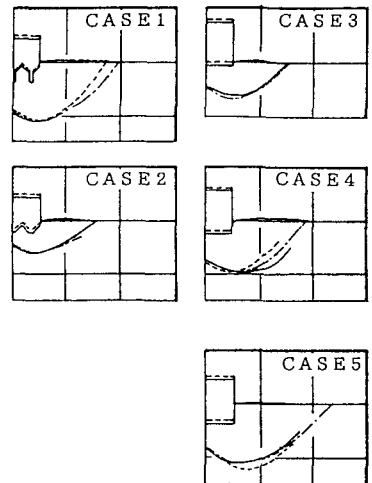


図-5 せん断域