

回転荷重に対する杭の支持機構に関する実験検討

土木研究所寒地土木研究所 寒地地盤チーム 正会員 ○富澤幸一
土木研究所寒地土木研究所 寒地地盤チーム 正会員 西本 聡
北海道大学大学院 工学研究科 フェロー会員 三浦清一

1. はじめに

下部工に偏荷重や衝撃荷重が作用した場合、杭の頭部に回転荷重が作用することが考えられる¹⁾。また、杭の打設時には施工性の不備によって杭体にねじれが発生する懸念がある²⁾。ただし、一般の杭基礎の設計法では杭頭の回転力に対する照査は行われていない。そこで、杭頭の回転荷重に対する杭の支持機構を検証するため遠心力模型実験を実施した。その際に、同時に回転荷重に対する対応として提案した羽根付き異形杭³⁾の効果を検討した。

2. 遠心力実験モデル

遠心力模型実験は、内寸長さ 700mm×幅 200mm×高さ 350mm の模型容器を用い、50G の遠心加速度を作用させた杭回転方向の静的水平載荷試験とした。模型杭は、スチール製パイプの直杭と羽根付き異形杭とした(図-1)。直杭の寸法は外径 10mm、厚さ 0.2mm、杭長 230mm である。これは 50G 場の遠心場で実験を行うことで実大換算では杭径 500mm、肉厚 10mm、杭長 11.5m に相当する。羽根付き異形杭は、直杭の上端外壁に幅 0.5D(D は杭径)=5mm×長さ 50mm×厚さ 0.1mm(実物換算で幅 0.25m、長さ 2.5m、厚さ 0.05m 相当)の羽根を 2 枚と 4 枚設けた異形杭 1 及び異形杭 2 とした。

模型地盤の地盤材料は、珪砂特粉 8 号とし落下法により均一となるよう作成した。模型地盤の密度は $\rho_s = 1.333\text{g/cm}^3$ である。

杭回転方向の静的水平載荷試験は回転速度制御で実施した。回転速度は 2 分間 1 回転とした。直杭と羽根付き異形杭を用いた静的水平載荷試験のセットアップ状況を図-2 および写真-1 に示した。

3. 載荷試験結果

杭回転方向の静的水平載荷試験の結果得られた、直杭・異形杭 1・異形杭 2 の回転トルクと回転角の関係を図-3 に示した。図によれば、いずれも初期勾配が急で、比較的早い段階で回転トルク値がピークに達している。回転角が 100°以上ではそれぞれは概ね収れんしている。

それぞれの回転トルク値を対比すれば、直杭のピーク値は 50kN・m 程度と小さいが、羽根付き異形杭でその 3~4 倍程度に大きくなっている。その際、異形杭 1 と異形杭 2 の回転トルクピーク値の差は 10~20% 程

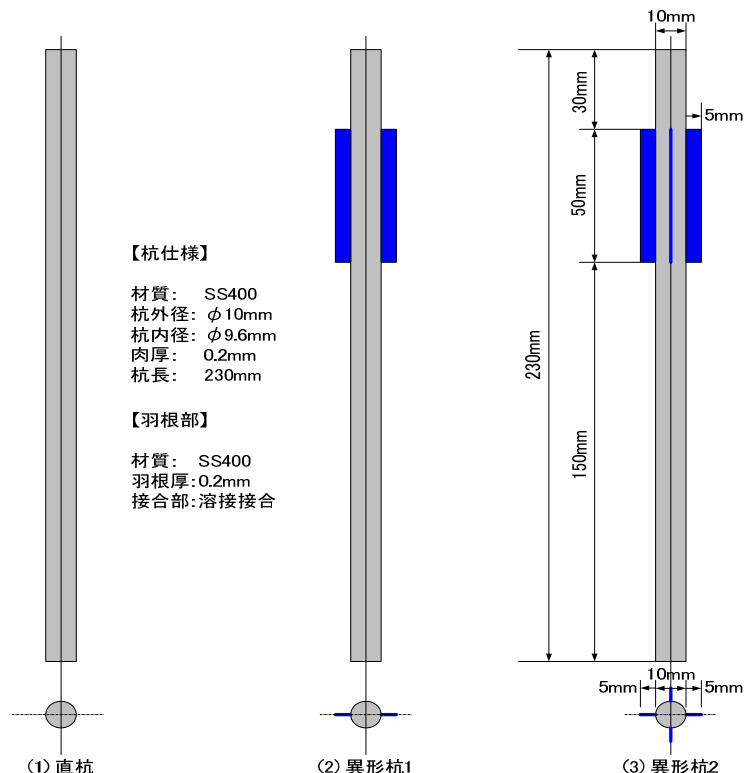


図-1 遠心力実験の模型杭

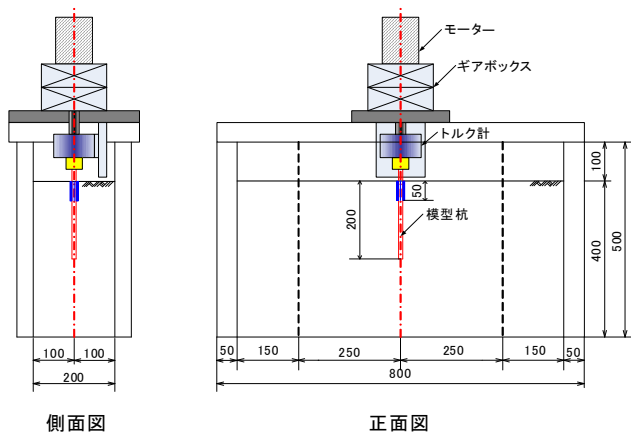


図-2 模型杭のセットアップ

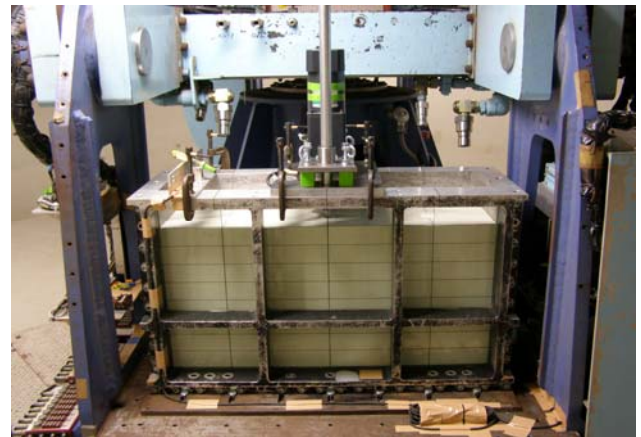


写真-1 遠心力実験モデル状況

度と比較的小さい。ただし、ピーク値に達する回転角度は羽根2枚の異形杭1の場合が最も大きい。

また、各杭は、回転角度の増加とともに回転トルクは減少傾向を示すが、残留の回転トルクは異形杭1が最も大きいことが分かる。

これらの結果は、羽根4枚の場合に比べて、羽根2枚の方が模型杭の貫入時に地盤の乱れが少なく、回転時に羽根による地盤の影響範囲が大きいためと考えられる。従って、回転荷重に対し杭頭に羽根を設ける羽根付き杭は有効であるが、回転トルクを増すためには、羽根4枚よりも羽根2枚の効果が大きいといえる。

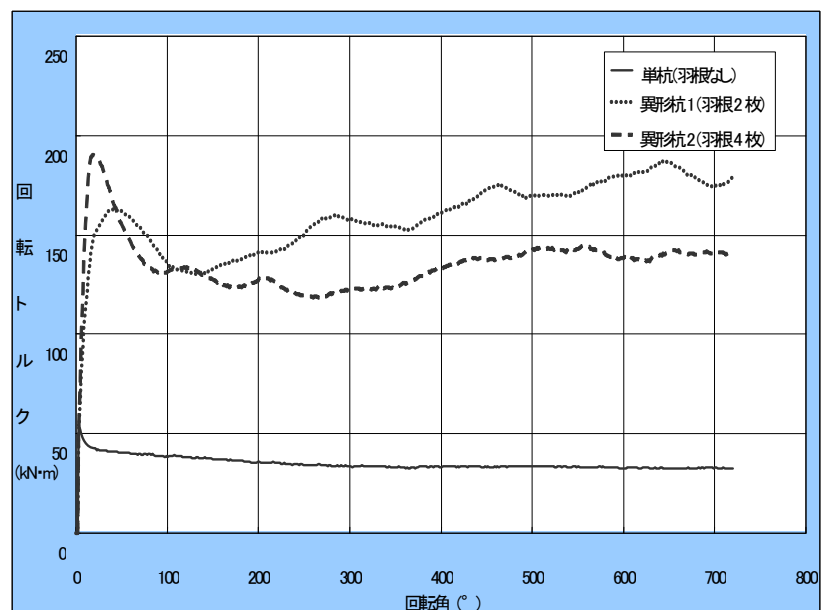


図-3 回転トルクと回転角

4. まとめ

一連の遠心力模型実験により、回転荷重に対する杭の支持機構に関し、概ね以下の知見が得られた。

- ①杭に作用する回転荷重に対し、通常の直杭に対し、杭頭部に羽根を設置する羽根付き異形杭が有効と考えられる。
- ②杭回転方向の静的水平載荷試験の結果、杭頭部の羽根は4枚より2枚とした方が回転トルク、すなわち抵抗が大きい。これは、地盤の乱れや羽根の影響範囲に起因するためと考えられる。

本報では、偏荷重や施工時に懸念される杭の回転荷重に対する対応として、羽根付き異形杭の効果を確認した。これらの基礎資料に基づき、合理的な杭基礎設計法の確立に資する考えである。

参考文献

- 1)L.G.Kong & L.M.Zhang : Use of a robotic manipulator to conduct pile tests in centrifuge、6th ICPMG Physical Modelling in Geotechnics、pp.199-204、2006.
- 2)地盤工学会：杭基礎のトラブルとその対策、pp.19-68、1992.
- 3)富澤幸一・西本 聡：遠心力模型実験による羽根付き杭の水平抵抗増加効果の検討、第40回地盤工学研究発表会、CD-ROM、2005.