

翼付き鋼管杭の鉛直支持性能に関する施工面からの考察

正会員 ○関沢康寛\*  
同 土屋 勉\*\*  
同 大杉富美\*\*\*

回転貫入杭 鉛直支持力 模型実験

1. はじめに

翼付き鋼管杭は回転貫入工法の一つであり、先端部に取付けた翼による回転推進力によって無排土で設置されることから、一般的には Displacement pile に分類されよう。ただし、杭貫入中に翼によって杭周面地盤が乱されることや、翼部と杭先端部の支持力分担に関しては十分に解明されていない。そこで、本杭の他に Displacement pile として圧入杭、Non-displacement pile として埋設杭を含めた鉛直載荷実験を実施し、これらの鉛直支持性能について比較検討を行った。設定した地盤や杭の施工法の詳細は文献 1)を参照されたい。

2. 実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。土槽は内径 2000mm、深さ 2500mm の円柱形であり、内側面にはテフロンシートを三重に貼り付けた。本実験の上載圧は全て 75kPa であって、エアコンプレッサに接続したドーナツ形状をしたゴム製空気袋を介して作用させた。

模型杭として、翼付き鋼管杭(回転 1~2)の他に、圧入や埋設用の杭(圧入 1~2、埋設 1~2)を製作した。これらの形状を表-1 および図-2 に示す。荷重は多サイクル方式であり、4 サイクル目は杭および装置を損傷しない範囲で載荷重を増大させて測定を続けた。荷重の保持時間は原則として、新規荷重を 2分、履歴荷重を 1分とした。

3. 実験結果及び考察

表-2 は鉛直載荷試験結果をまとめたものであって、軸径の 10%、30% 沈下時、並びに最大荷重点の各部の負担荷重を示している。なお、これらの値は全て杭頭載荷開始時点を実原点として整理している。

3.1 荷重~沈下特性

図-3 は杭各部の負担荷重~沈下曲線の例であり、図-4 は杭頭荷重を杭軸部先端面積で除した荷重度と杭頭沈下量を杭軸径で除した沈下度の関係である。これらから次のような特徴が読みとれる。

a). 回転杭：杭頭部の荷重度~沈下度関係によると、載荷開始当初は直線分布である。10~30%沈下度付近で曲率が大きくなり、それ以降は次第に曲線の勾配が小さくなるが明確な極限值は得られない。杭先端部よりも翼部の方が約 1.5 倍程度負担している。完全に除荷した際、杭先端に引張力が生じていることから、載荷前に残留していた圧縮力が載荷と除荷の繰り返し荷重によって減少していくことが明らかになった。杭周面部のピークは 10%沈下時よりも小さな付近で現れ、そこから緩やかに下がっていく傾向がみられる。

b). 圧入杭：初期の沈下剛性が大きいのが特徴であり、10%沈下度時点では極限荷重の 70~80%程度になる。先端荷重は杭径程度の沈下量で極限荷重に達して、その沈下量 2mm 程度でピークを迎え、その後の負担荷重はほぼ一定である。

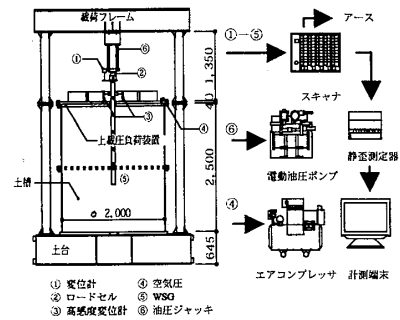


図-1 実験装置の概要

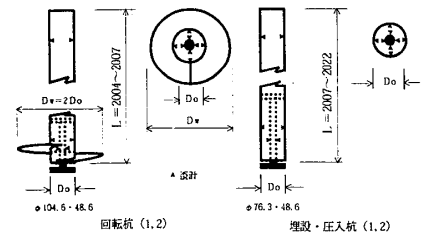


図-2 模型杭の形状

表-1 模型杭一覧

名称	直径 D <sub>o</sub> (mm)	軸厚 t <sub>o</sub> (mm)	杭長 L (mm)	内軸径 D <sub>i</sub> (mm)	ストローク (mm)	翼径 D <sub>w</sub> (mm)	翼厚 t <sub>w</sub> (mm)
回転1	101.6	12	2004	30	50	203.2	12
回転2	48.6	5.1	2007	18	40	97.2	6
圧入1	48.6	5.1	2007	18	-	-	-
圧入2	48.6	5.1	2007	18	-	-	-
埋設1	76.3	7	2022	22	-	-	-
埋設2	48.6	5.1	2007	18	-	-	-

表-2 実験結果一覧

実験名	10%沈下時の荷重				30%沈下時の荷重				最大荷重			
	杭頭	杭先端	翼	杭周面	杭頭	杭先端	翼	杭周面	杭頭	杭先端	翼	杭周面
回転1	105.4	22.4	43.7	39.3	173.5	46.3	85.7	41.4	361.9	137.1	186.5	38.2
回転2	27.9	3.9	11.7	12.4	45.8	8.9	22.8	14.0	80.6	31.5	38.2	10.9
圧入1	36.1	23.9	無し	12.2	38.5	26.4	無し	12.0	45.2	31.3	無し	13.9
圧入2	34.2	21.4	無し	12.9	42.2	27.1	無し	15.2	49.1	31.3	無し	17.8
埋設1	19.2	8.8	無し	10.4	29.0	17.6	無し	11.4	54.9	41.8	無し	13.1
埋設2	10.8	5.9	無し	4.9	12.8	8.8	無し	4.0	36.0	26.8	無し	9.2

Effect of Pile Installation Method on Vertical Bearing Capacity of Model Piles with Screw Plate

SEKIZAWA Yasuhiro, TSUCHIYA Tsutomu, OHSUGI Fumikazu

c). 埋設杭：載荷荷重は沈下量に伴って増大し、実験を終了した 150mm 程度の沈下量になっても明確な極限值が得られない。杭周面部の負担は杭径の 10% 程度沈下した以降はほとんど変化が無い。

3.2 支持力度

実大の載荷試験では杭径の 10% 沈下時を基準沈下量としているが、本実験では基準荷重以降も大きな支持力増が生じた。そこで、実験が行われた範囲での最大荷重時に着目して杭体各部の支持力度をプロットしたのが図-5 である。回転杭および圧入杭の杭先端部はほぼ同様の値であり、埋設杭のそれよりも明らかに大きい。回転杭の翼部は杭先端部の 2/5 程度である。回転杭の杭周面支持力は、圧入杭よりもわずかに小さく、埋設杭の 1.2~2 倍程度である。

3.3 沈下剛性

図-6 は、杭頭の初期剛性として極限荷重度の 1/3 をその時点の沈下度で除した値である。沈下剛性は概ね圧入杭>回転杭>埋設杭の順であるが、これらの間には大きな差が認められない。この理由として、模型砂地盤の相対密度が 95% と非常に密であるため、杭施工が杭先端地盤の密度上昇に寄与しなかったものと思われる。

3.4 杭周面の  $\mu \cdot K$

図-7 は、杭周面摩擦特性を比較するために、周面支持力  $f_s$  を上載圧  $\sigma_v$  で除した  $\mu \cdot K$  ( $\mu$ : 摩擦係数,  $K$ : 土圧係数) を整理したものである。圧入杭と埋設杭は最大時と残留時の値がそれぞれ近似するが、回転杭では残留値が最大値の 70~80% となっている。

4. まとめ

本論文では、施工法の異なる 3 種の杭の鉛直載荷実験を行い、以下の点を明らかにした。

- ① 回転貫入杭は圧入杭と比べて極限荷重に達するまでの沈下量が明らかに大きい。杭先端部の支持力度が回転杭と圧入杭で近似している事から、上記の違いは翼部の作用によるものである。
- ② 回転貫入杭の翼部支持力度は杭先端部の 40% 程度であり、杭先端部と同一に取り扱う事ができない。
- ③ 初期剛性は 3 種の杭に大きな差は見られないが、埋設杭の支持力度は回転杭や圧入杭よりも明らかに小さい。

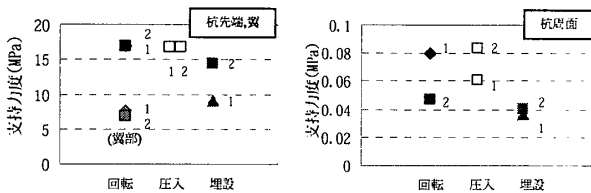


図-5 支持力度

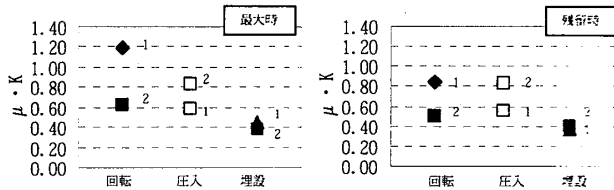


図-7 杭周面の  $\mu \cdot K$

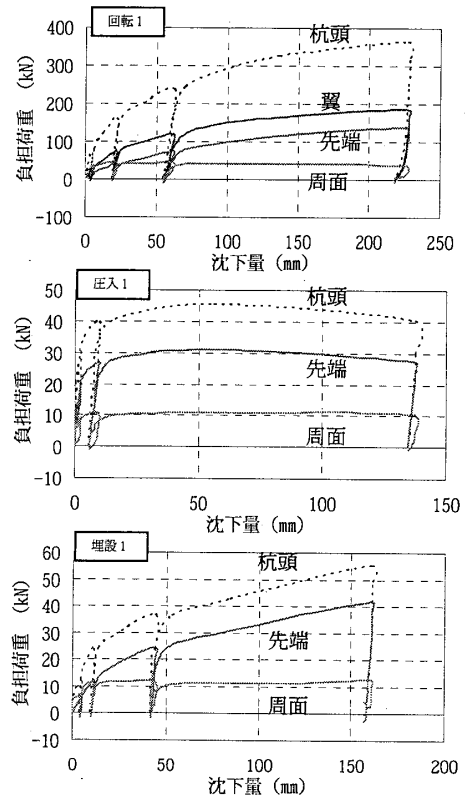


図-3 各部の負担荷重～沈下曲線

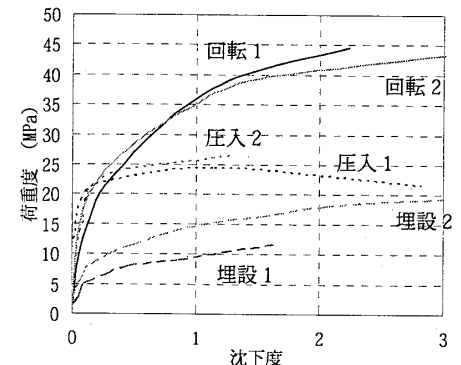


図-4 荷重度～沈下度関係

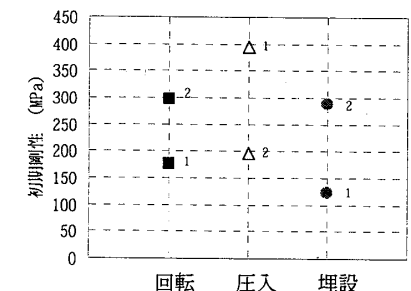


図-6 初期沈下剛性

参考文献 1) 草野憲蔵・土屋 勉・他：翼付き模型鋼管杭の施工実験，第 38 回地盤工学研究発表会講演集，2003.7.

\* 室蘭工業大学大学院 博士前期課程  
 \*\* 室蘭工業大学 教授・工博  
 \*\*\* 室蘭工業大学大学院 博士後期課程・工修

\* Graduate School, Muroran Inst. of Tech.  
 \*\* Professor, Muroran Inst. of Tech., Dr. Eng.  
 \*\*\* Graduate School, Muroran Inst. of Tech., M. Eng.