

羽根付き杭の軸部径と羽根部径の比が水平方向地盤反力特性に及ぼす影響

正会員 ○久世 直哉\*<sup>1</sup> 正会員 末政 直晃\*<sup>2</sup>  
正会員 二木 幹夫\*<sup>1</sup>

羽根付き杭 回転貫入工法 水平抵抗力特性

1. はじめに

筆者らは、原位置試験等により羽根付き杭の周辺地盤における密度増加、構造の脆弱化、隙間の発生を確認し、また、実大載荷試験により羽根付き杭の水平剛性は、埋込み杭に比べて低下するところがあることを報告した<sup>1)</sup>。

この要因の分析を行った結果について、前報<sup>2)</sup>では、羽根付き杭施工時における1回転あたりの貫入量( $s$ :以下、貫入ピッチ)と羽根1巻き当たりの間隔( $p$ :以下、羽根ピッチ)の比( $s/p$ )と水平抵抗の関係を報告した。

本報では、羽根付き杭の軸部径(以下、 $D_p$ )と羽根部径(以下、 $D_w$ )の比が、羽根付き杭の回転貫入による土の押し広げ方、及び羽根付き杭の水平方向地盤反力特性に及ぼす影響を把握するため、新たに原位置における模型試験等を行った結果について報告する。

2. 杭周辺地盤の目視観察試験

(1) 試験の目的及び方法

羽根付き杭の回転貫入による土の押し広げ状況を把握することを目的とし、模型杭の施工後に杭周辺地盤を掘削し、杭周辺地盤の目視観察を行った。試験手順を図1に示す。

(2) 杭諸元及び地盤条件

施工した杭は、軸部径19mm、 $D_w/D_p=2.0, 3.0$ の模型鋼管杭であり、 $s/p$ は、1.0(管理許容値:±0.1)とした。施工場所は、茨城県つくば市とし、対象土は、粘土質ローム(土質柱状図は前報<sup>2)</sup>参照)とした。

(3) 試験結果

杭周辺地盤の目視観察概要を図2に示す。また、杭施工後の杭周辺地盤状況を図3及び図4に示す。

目視観察の結果、羽根通過領域には、貫入ピッチとほぼ同じ間隔でカラー粘土の存在が確認されていることから、羽根付き杭の回転貫入によって、羽根が通過する位置に土が押し広げられる傾向にあることが考えられる。

ただし、 $D_w/D_p$ が3.0の場合には、羽根通過外縁部に隙間が確認されており、これは押し広げられる土量と $D_w/D_p$ の大きさが関係しているものと考えられる。

なお、杭周面と地盤との境界部に局所的な隙間が確認されたが、羽根通過領域に隙間は確認されず、これらの傾向は、前報において $s/p$ を1.0以下とした場合と同じ結果であった。



図1 試験手順

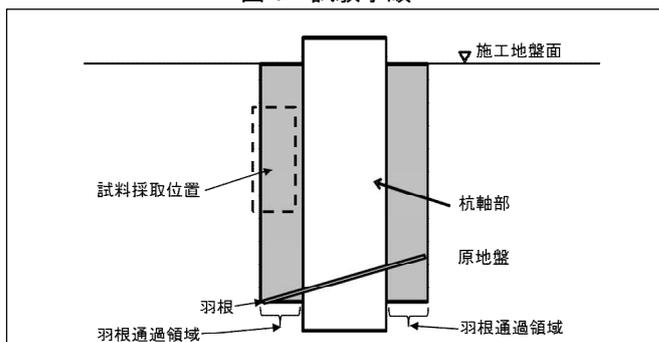


図2 目視観察の概要

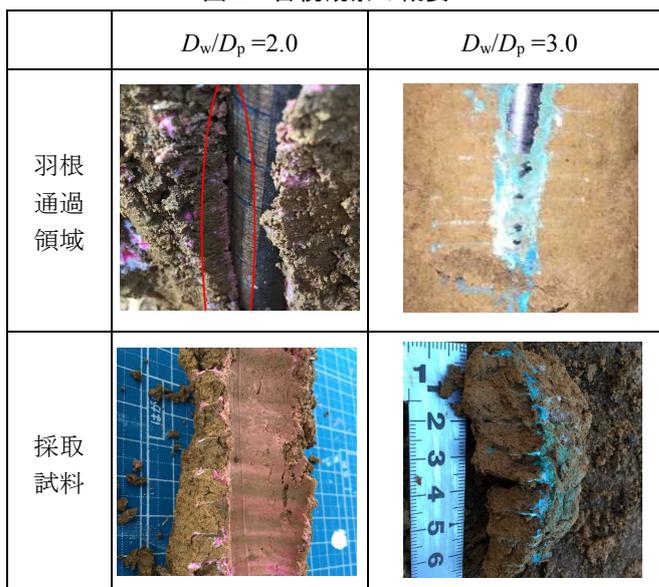


図3 羽根付き杭施工後の杭周辺地盤状況

The influence that the ratio of diameter of pile for diameter of wings gives to a lateral loading behavior of pile with wings

KUZE Naoya, SUEMASA Naoaki, and FUTAKI Mikio

### 3. 孔内水平載荷試験

#### (1) 試験の目的

$D_w/D_p$  が、水平方向地盤反力特性に及ぼす影響を把握することを目的とし、杭施工により築造した孔壁における孔内水平載荷試験（以下、LLT）を行った。また、比較のため原地盤における LLT も行った。

#### (2) 杭諸元及び地盤条件

施工した杭は、軸部径 45mm,  $D_w/D_p=1.5, 2.0, 3.0$  の模型杭であり、 $s/p$  の管理値を 0.75 とした。試験場所及び対象土は、前項と同じである。

#### (3) 試験方法

LLT は、プレッシャーメーター試験方法（JGS 1531-2012）に準じて実施した。なお、原地盤においては、実務において広く実施されているプレボーリング型のプレッシャーメーター試験とした。一方、羽根付き杭周辺地盤においては、杭施工後の孔壁に対する水平方向地盤反力特性を精度良く把握するためセルフボーリング型のプレッシャーメーター試験とし、測定管の先端に螺旋状の羽根を有する模型杭を取り付け、その模型杭付きの測定管を回転貫入により地盤中に埋設した。

#### (4) 試験結果

孔内圧力 ( $p$ ) - 孔壁ひずみ ( $\Delta(r/r_0)$ ) 関係を図 5 に、試験結果一覧を表 1 及び表 2 に示す。

全てのケースにおいて、低ひずみ領域において孔内圧力がほとんど増加しない、いわゆる「初期がた」の発生が確認された。初期がたの発生は、文献 9) に示す通り杭と周辺地盤との間に生じる隙間や杭周辺地盤の構造脆弱化が影響しているものと考えられる。

また、図 5 に示す通り、いずれの場合においても孔壁ひずみの増加に従い孔内圧力が増加する傾向を示したが、表 2 に示す通り  $D_w/D_p$  が大きくなるに従い初期剛性及び最大圧力は相対的に小さくなった。

$D_w/D_p$  が 2.0 以下の場合には、文献 9) に示す通り  $s/p < 1.0$  とすることで密度増加の効果が卓越し、最大圧力が原地盤よりも大きくなったと考えられる。一方、 $D_w/D_p$  を 3.0 とした場合は、初期剛性及び最大圧力が原地盤よりも小さくなっており、これは前項に示す通り、羽根通過外縁部に隙間が生じることが影響している可能性があると考えられる。

### 4. まとめ

羽根付き杭の回転貫入に伴い、羽根通過部分に土が押し広げられた様子が原位置試験により確認された。また、 $D_w/D_p=3.0$  の場合、羽根通過外縁部に隙間が確認された。

$D_w/D_p$  が大きくなるに従い、初期剛性と最大圧力は小さくなり、特に  $D_w/D_p=3.0$  の場合、原地盤よりも小さくなるのが LLT により確認された。

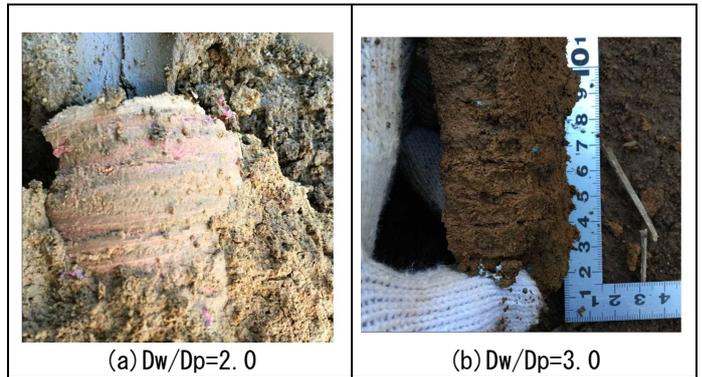


図 4 羽根通過外縁部の状況

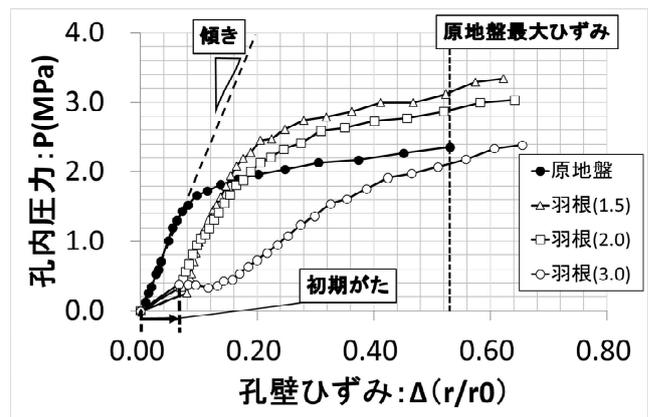


図 5 孔内圧力 ( $p$ ) - 孔壁ひずみ ( $\Delta(r/r_0)$ ) 関係図

表 1 LLT 結果一覧

調査位置	$D_w/D_p$	初期がた	初期剛性 <sup>*1</sup>	最大圧力 <sup>*2</sup> (MPa)
原地盤	—	—	20.9	2.36
羽根付杭周辺	1.5	0.06	22.1	3.14
	2.0	0.04	15.1	2.89
	3.0	0.09	6.5	2.12

※1 初期がた後の勾配

※2 原地盤の最大ひずみ到達時における圧力

表 2 LLT 結果一覧

調査位置	$D_w/D_p$	初期剛性の比 <sup>*1</sup>	最大圧力の比 <sup>*2</sup>
羽根付杭周辺	1.5	1.06	1.33
	2.0	0.72	1.22
	3.0	0.31	0.90

※1 原地盤に対する初期剛性の比

※2 原地盤に対する最大圧力の比

#### 参考文献

- 久世直哉, 末政直晃, 井上波彦, 二木幹夫: 回転貫入により施工される羽根付き杭の周辺地盤の土性変化と水平抵抗特性, 日本建築学会構造系論文集, 第 727 号, pp1455-1465, 2016. 9
- 久世直哉, 末政直晃, 二木幹夫: 回転貫入条件が羽根付き杭の水平方向地盤反力特性に及ぼす影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 1, pp. 717-718, 2016

\*1 ベターリビングつくば建築試験研究センター

\*1 Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Center for Better Living

\*2 東京都市大学

\*2 Tokyo City University