

基礎及び敷地に関する基準の整備における技術的検討
(その6) 羽根付き鋼管杭の水平抵抗力特性に関する検討

正会員 ○久世 直哉*¹ 正会員 前嶋 匡 *⁴
 正会員 中井 正一*² 正会員 塚田 義明*⁴
 正会員 井上 波彦*³ 会員外 安藤 千尋*⁵

羽根付き鋼管杭 回転貫入工法 水平抵抗力特性

1. はじめに

羽根付き鋼管杭とは、その先端部や中間部に羽根状の加工が施された基礎杭であり、その施工法は回転貫入によるものが多い。当該杭には、羽根による施工時の推進効果や鉛直支持力の増大効果等の利点があり、近年その普及が進んでいる。一方、建築基礎設計時においては、埋込み杭工法の場合と同様に建築基礎構造設計指針等¹⁾に準じて、水平地盤反力係数(kh)等が算定され、水平力に対する杭の検討が行われているようである。しかし、杭形状や施工方法の違いが周辺地盤の水平方向反力に影響を与えるため、羽根付き鋼管杭を回転貫入する場合における kh の評価方法は、検討すべき課題であると考えられる。そこで、本報では、回転貫入による羽根付き鋼管杭の水平抵抗力特性を把握することを目的として実施した杭の水平載荷試験等の結果について示す。

2. 試験項目

杭の水平載荷試験は、羽根の有無、杭形状の違い(3種類)、地盤種別(2種類)を変えた条件下において実施した。また、羽根付き鋼管杭の施工により影響を受ける杭周辺地盤の領域を把握することを目的として、羽根付き鋼管杭を回転貫入して築造した調査孔における孔内水平載荷試験(以下、LLT)を実施した。

3. 試験方法および結果

(1) 杭の水平方向載荷試験

杭の水平方向載荷試験は、(社)地盤工学会基準²⁾に従い実施した。試験場所は、茨城県稲敷郡美浦村(以下、現場①)および茨城県つくば市立原(以下、現場②)の2現場とした。現場①は沖積粘性土を、現場②は洪積粘性土を主体とした地盤である。地盤調査結果等を図1、2に示す。

本試験に用いた試験体の仕様を図3に、試験体形状を表1に示す。羽根形状は、評価・評定等を取得している工法のうち、代表的なものを模擬して製作した。

また、すべての試験体において一定の貫入ピッチ(約80~90mm/回転)となるよう管理して、施工を行った。

杭の水平載荷試験により得られたデータを用いて作成した水平荷重(H)と杭の水平変位量(y)との関係、khとyの関係を図4、5に示す。なお、図5中に示す標準LLTとは、通常の(ボーリング調査孔において実施された)LLTにより得られた地盤の変形係数(E₀)を用いて基礎指針に従い求めたkhとyの関係を表したものである。

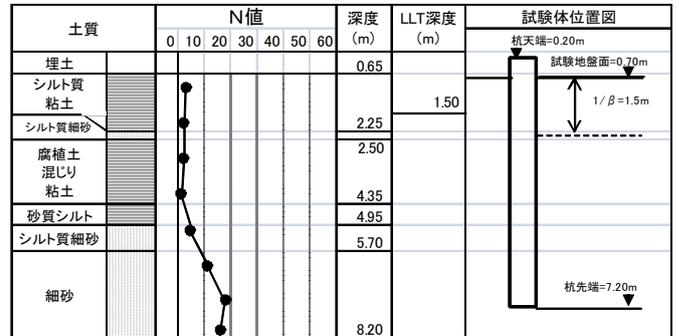


図1 現場①における柱状図および試験体位置図

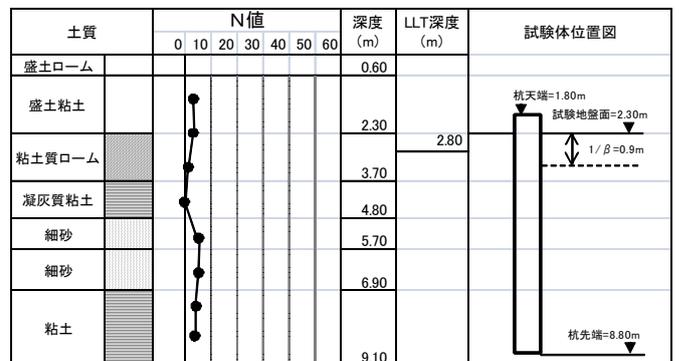


図2 現場②における柱状図および試験体位置図

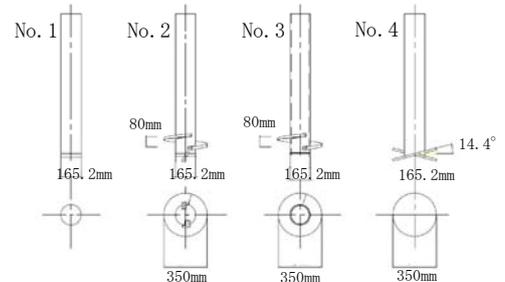


図3 試験体形状

表1 試験体仕様一覧

試験体 No.	軸部		羽根部		杭形状
	径 (mm)	厚さ (mm)	径 (mm)	厚さ (mm)	
No. 1	165.2	7.1	—	—	ストレート_先端閉塞
No. 2	165.2	7.1	350.0	16.0	1枚羽根_先端閉塞
No. 3	165.2	7.1	350.0	16.0	1枚羽根_先端開放
No. 4	165.2	7.1	350.0	16.0	2枚羽根_先端閉塞

図5より、ストレート杭(試験体 No. 1)に比べて、羽根付き杭(試験体 No. 2~4)の同一水平変位時における kh は、小さいことが確認できた。また、標準 LLT による kh に対して、ストレート杭の場合には大きく、羽根付き杭の場合には同等以上の性状を示した。これらの傾向は、現場②において顕著であった。また、試験体 No. 2~4 の試験結果に有意な差はなく、羽根形状(試験体 No. 2、4)、及び杭先端形状(試験体 No. 2、3)の違いが kh に及ぼす影響は小さいことが確認できた。

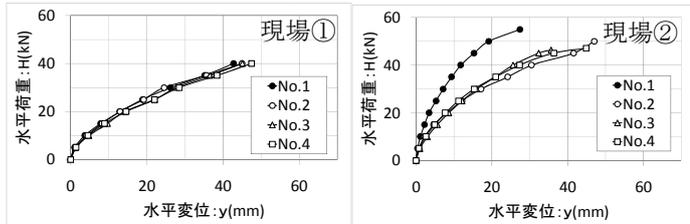


図4 水平荷重 (H) -水平変位 (y) 関係図

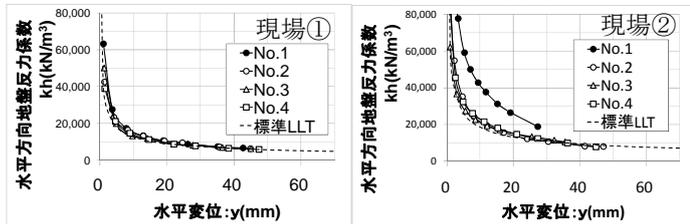


図5 水平方向地盤反力係数 (kh) -水平変位 (y) 関係図
(2) 模型杭による施工孔における LLT

羽根付き鋼管杭の回転貫入により影響をうける杭周辺地盤の領域およびその水平抵抗力特性の把握をするための試みとして、羽根付き鋼管杭を回転貫入して築造した調査孔における LLT を実施した。LLT の実施深度は、現場①、②において、それぞれ 1.5m、2.8m とした。

また、LLT を実施するための調査孔は、模型杭により築造した。模型杭の直径は、通常の LLT 調査孔(ボーリング掘削孔径 86mm) とほぼ同じ (89.1mm) とした。なお、模型杭の寸法・形状は、水平方向載荷試験に用いた試験体 No. 1~4 と相似形とした。模型杭による施工孔における LLT は、図6に示す手順により行った。

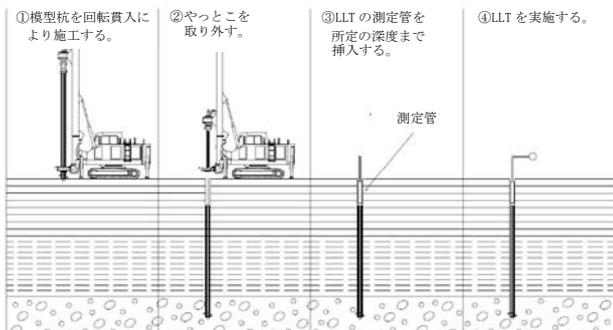


図6 模型杭による施工孔における LLT 実施方法

LLT により得られたデータを用いて作成した測定管(ゾンデ)の圧力と変位量の関係を図7に示す。また、測定管の圧力と変位量を、それぞれ杭の水平方向地盤反力(p)と水平変位(y)に置き換えて作成した $kh (=p/y)$ と y の関係図を図8に示す。

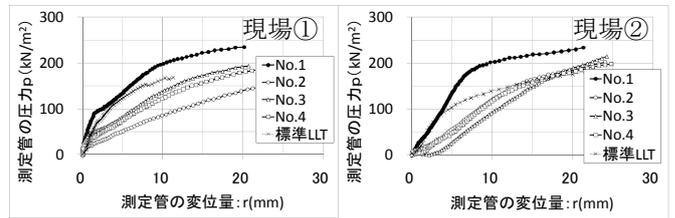


図7 測定管の圧力 (p) -測定管の水平量 (r) 関係図

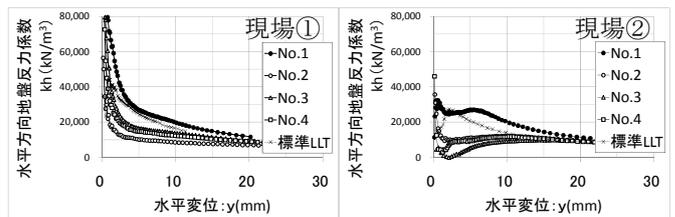


図8 水平方向地盤反力係数 (kh) -水平変位 (y) 関係図

図7より、羽根付き鋼管杭において変位量が 10mm 以下の領域では、標準 LLT に比べて測定管の圧力が低い傾向を示し、それ以降では概ね同等の性状を示した。ストレート杭の場合、変位量が 5mm 付近から、標準 LLT に比べて測定管の圧力が高くなった。

図8より、羽根付き鋼管杭は、標準 LLT に比べて、 kh が低下することが確認できた。ストレート杭は、標準 LLT に比べて、 kh が増大しており、水平方向載荷試験結果と同様の傾向であった。

4. まとめ

回転貫入工法により施工された杭の水平載荷試験結果により、ストレート杭は羽根付き杭よりも kh が大きくなること、羽根形状の違いは kh に有意な差を与えないことを確認した。また、LLT の結果により、杭の貫入による地盤の押し広げ、羽根の通過による地盤の乱れ等の影響により、杭周辺地盤には原地盤とは異なる領域が形成されることを確認した。このため、地盤種別や強度、杭軸径と羽根径の比率を変えた条件等における試験を今後実施し、羽根付き鋼管杭における水平抵抗力特性の定量的評価に向けて、検討する予定である。

なお、これらの検討は、国土交通省「建築基準整備促進事業」の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 社団法人日本建築学会 (2001) : 建築基礎構造設計指針, p276-278
- 2) 社団法人地盤工学会 (2010) : 杭の水平載荷試験方法・同解説 第1回改訂版

*1 ベターリビングつくば建築試験研究センター
*2 千葉大学
*3 国土交通省 国土技術政策総合研究所
*4 旭化成建材
*5 東京ソイルリサーチ

*1 Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Center for Better Living
*2 Chiba University
*3 National Institute for Land and Infrastructure Management
*4 ASahi Kasei Construction Materials Corp
*5 Tokyo Soil Research Co., Ltd.