

羽根付き鋼管杭の回転貫入による周辺地盤の土性変化に関する検討

正会員 ○久世 直哉*¹
 正会員 井上 波彦*³
 正会員 二木 幹夫*¹

正会員 末政 直晃*²
 正会員 平出 務*⁴

羽根付き杭 回転貫入工法 水平抵抗力特性

1. はじめに

粘性土地盤に回転貫入により施工された羽根付き杭の水平抵抗に関する報告事例は、ほとんどない。そこで、筆者らは、粘性土地盤に施工された回転貫入杭の実大載荷試験を行い、杭先端に設けられた羽根の有無が杭の水平方向地盤反力に影響を及ぼすことを確認している¹⁾。水平方向地盤反力の変化については、杭の回転貫入による杭周辺地盤の密度増加に伴う強度増加や練り返しによる強度低下などがその要因として想定されるが解明には至っていない。

そこで、本報では、回転貫入により施工した杭の周辺地盤における土性変化の把握を目的として実施したサンプリング試料の土質試験結果について報告する。

2. 試験条件

(1) 地盤

今回、調査した地盤は、沖積及び洪積粘性土（既往の調査¹⁾における対象地盤と同じ）である。土試料採取場所は、沖積粘性土が茨城県稲敷郡美浦村（以下、現場①）、洪積粘性土が茨城県つくば市立原（以下、現場②）である。

(2) 杭仕様

施工した杭は、羽根の無い鋼管杭（以下、ストレート杭）及び先端に螺旋状の羽根を有する鋼管杭（以下、羽根付き杭）の2種類である。杭形状を図1に、杭の仕様一覧を表1に示す。

(3) 試料採取方法及び採取位置

三軸圧縮試験及び圧密試験に用いる土試料は、シンウォールサンプラー（φ86mm）を用いた機械ボーリングにより採取した。採取位置は、羽根通過領域の中央とし、深度方向に向かって採取した。含水比試験に用いる土試料は、アルミパイプ（φ32mm）を用いて、杭側面に設けた孔から杭の外側に向かって採取した。また、原地盤の土性を把握するため、杭芯から1.0m程度離れた位置からも試料を採取した。試料採取位置のイメージを図2に示す。

(4) 杭の施工方法

杭の施工は、杭に押込み力を極力加えず、回転力により貫入させることを基本とした。また、貫入速度は、羽根通過による杭周辺地盤への乱れの影響が小さくなるように文献²⁾を参考に管理値を設定しており、杭1回転当たりの貫入ピッチが概ね羽根の高さ（140mm）±10mmとなるようにした。

表1 杭仕様一覧

杭仕様	軸部		羽根部
	径 (mm)	厚さ (mm)	径 (mm)
ストレート	267.4	7.1	—
羽根付き	267.4	7.1	550.0

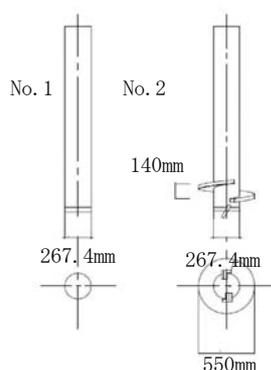


図1 杭形状

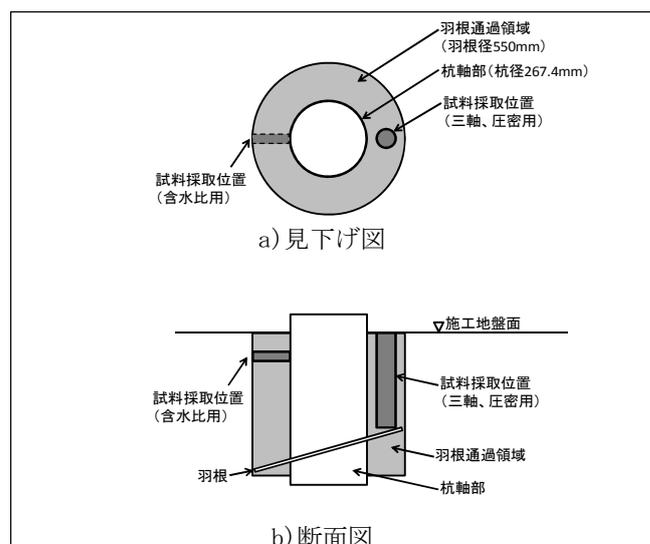


図2 試料採取位置の概念図

3. 試験項目及び方法

(1) 三軸圧縮試験

土の強度及び剛性の変化傾向を把握するため、三軸圧縮試験（UU試験）を実施した。試験方法は、土の非圧密非排水（UU）三軸圧縮試験方法（JGS 0521）に従った。

(2) 含水比試験

土の強度及び剛性増加の要因として、土の押し広げに伴う密度・含水比の変化が考えられる。そこで、この変化傾向を把握するため含水比試験を実施した。試験方法

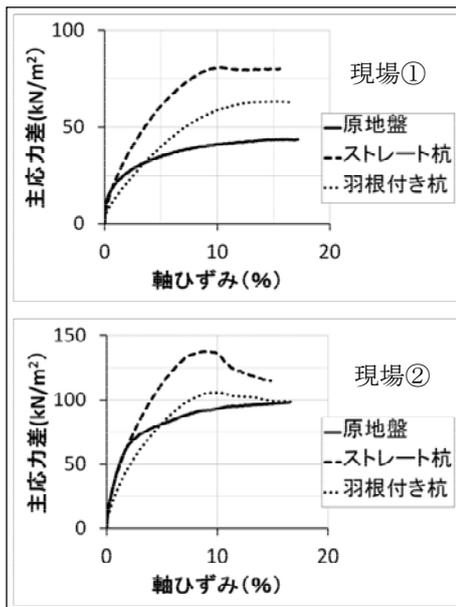


図3 主応力差－軸ひずみ関係

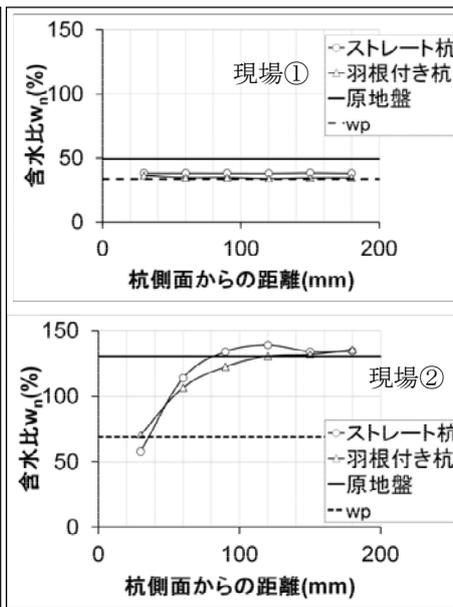


図4 含水比の水平方向分布

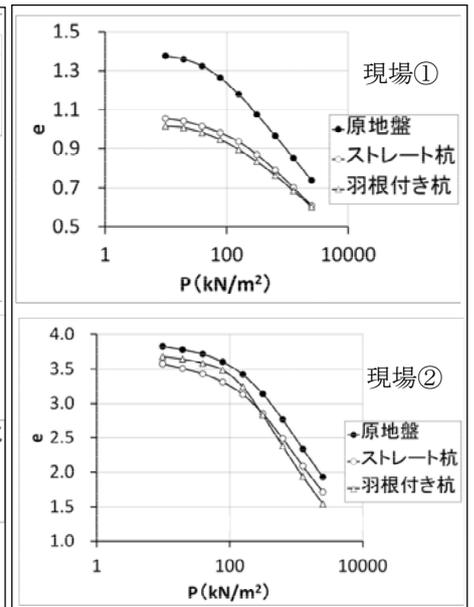


図5 e-logP 関係

は、土の含水比試験方法（JIS A 1203）に従った。

(3) 圧密試験

土の強度及び剛性低下の要因として、土の押し広げや羽根の通過に伴う土の骨格構造の低下が考えられる。そこで、この傾向を把握するため圧密試験を実施した。試験方法は、土の段階載荷による圧密試験方法（JIS A 1217）に従った。

4. 試験結果及び考察

(1) 三軸圧縮試験

主応力差と軸ひずみの関係を図3に示す。ストレート杭及び羽根付き杭の杭周辺地盤のせん断強度は、いずれも原地盤に比べて大きく、羽根付き杭の初期剛性は原地盤に比べて小さくなった。初期剛性の低下については、練り返し再圧密粘土に見られる傾向と同じであり、羽根通過により地盤構造の脆弱化が影響したものと考えられる。

(2) 含水比試験

杭の半径方向における地盤の含水比分布を図4に示す。杭周辺の地盤は、原地盤に比べて含水比が低下しており、その値は、塑性限界付近となっている。現場②においては、杭直近地盤の含水比が大きく低下しているが、現場①においては、顕著な変化は見られない。これは、原地盤の含水比が塑性限界に近いためであると考えられる。

杭周辺の地盤は、土の押し広げに伴う密度増加・含水比低下により、せん断強度が増加したものと考えられる。

(3) 圧密試験

間隙比と圧密応力の関係曲線（以下、e-logP 曲線）を図5に示す。ストレート杭及び羽根付き杭周辺の地盤に

おける e-logP 曲線は、原地盤における e-logP 曲線よりも図の下側に位置している。これは、練り返し再圧密粘土の場合の傾向と同じであり、土の押し広げ及び羽根通過により地盤構造の脆弱化が影響したものと考えられる。

5. まとめ

本試験結果より、回転貫入により施工された杭において、その周辺の粘性土地盤は、練り返し再圧密粘土に類似した特性を示し、特に羽根付き杭においては、その傾向が強く現れた。また、土の押し広げにより密度増加する領域が存在することも確認された。これらの結果は、回転貫入により施工される杭の水平方向地盤反力は、原地盤に比べて大きくなる可能性と小さくなる可能性の両方を合わせ持つことを示唆している。

よって、羽根付き杭の水平方向地盤反力を定量的に評価するためには、地盤の種類や杭形状（軸径と羽根径の比）が及ぼす影響について、さらに検討が必要である。

なお、本検討で使用したデータは、国土交通省建築基準整備促進事業「基礎及び敷地に関する基準の整備に資する検討（平成 22～23 年度）」において得られたものである。ここに記して関係各位に感謝致します。

参考文献

- 1) 久世直哉, 中井正一, 井上波彦, 前嶋匡, 塚田義明, 安藤千尋: 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 407-408, 2011. 8
- 2) 国府田誠, 佐藤秀人, 刑部徹, 国司基, 永田誠, 平田尚, 田村昌仁: 螺旋羽根を持つ回転貫入杭の貫入および支持力に関する基礎的研究, 日本建築学会構造系論文集, No. 601, pp. 91-98, 2006

*1 バターリビングつくば建築試験研究センター

*2 東京都市大学

*3 国土交通省 国土技術政策総合研究所

*4 建築研究所

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

*2 Tokyo City University

*3 National Institute for Land and Infrastructure Management

*4 Building Research Institute