

砂地盤における羽根径が異なる 6 本の先端羽根付き鋼管杭の静的載荷試験 (その 2 : 試験結果)

(株)地盤試験所 正会員 ○亀井 秀一, 正会員 MANDAL Ram Krishna, 山本 伊作
金沢大学 松本 樹典

1. はじめに

(その 2) では, 静的載荷試験(SLT)の結果と考察について述べる。

2. S L T 結果

2. 1. 荷重－変位関係

図-1 に SLT から得られた杭頭荷重 R_{w_h} －杭頭変位 w_h 関係を示す。羽根径 D_b が大きくなるに従い, 同一変位における R_{w_h} および沈下剛性が明瞭に増大する傾向が見られる。

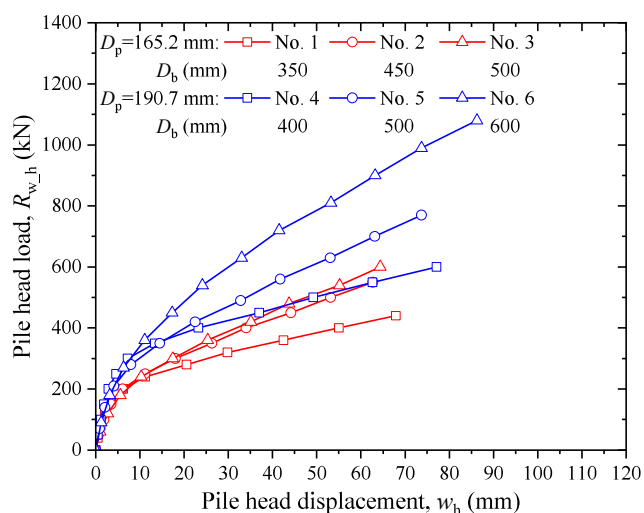


図-1 R_{w_h} － w_h 関係

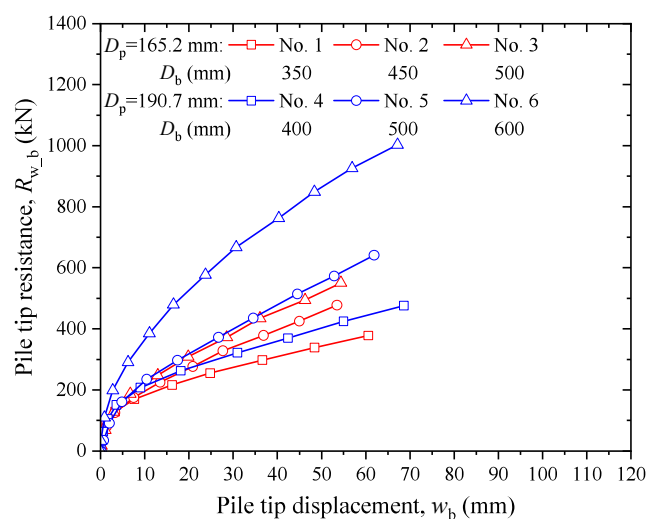


図-2 R_{w_b} － w_b 関係

図-2 に L3 位置 (その 1 図-2 参照) のひずみ値から得られた先端抵抗力 R_{w_b} と杭先端変位 w_b の関係を示す。杭先端部においても図-1 と同様の傾向が見られ, 本試験条件においては D_b の拡大が直接的に杭の鉛直抵抗力と沈下剛性の向上に関係していることがわかる。

以上の結果より, 先端変位 $w_b = 0.1 D_b$ における R_{w_h} と R_{w_b} および杭周面摩擦力 $R_{w_f} (= R_{w_h} - R_{w_b})$ の一覧を表-1 に示す。

表-1 $w_b = 0.1 D_b$ における R_{w_h} , R_{w_b} , R_{w_f} の一覧

Pile No.	R_{w_h} (kN)	R_{w_b} (kN)	R_{w_f} (kN)
1	354	292	62
2	500	425	75
3	568	520	47
4	489	359	130
5	676	553	123
6	1017	949	68

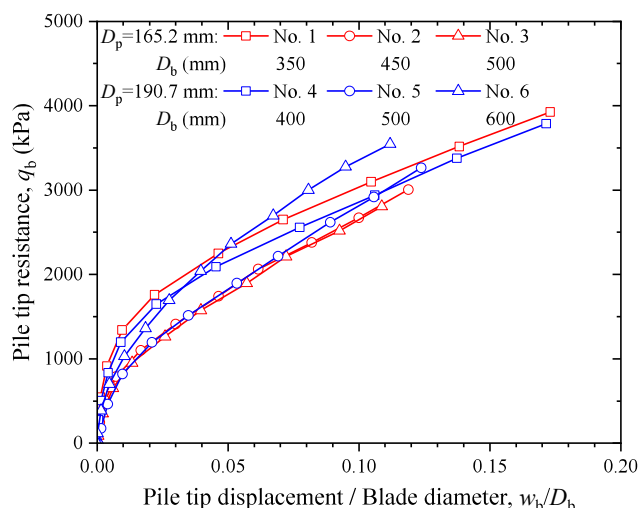
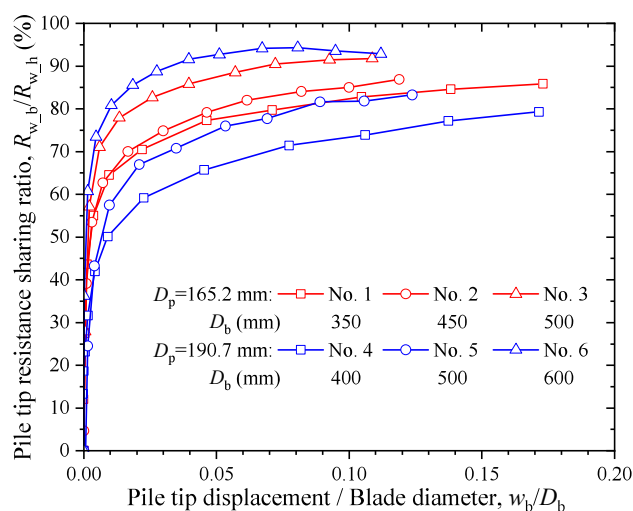
2. 2. 先端抵抗力の評価

図-3 に R_{w_b} を先端羽根径面積 A_b で除した先端抵抗応力 q_b と杭先端変位 w_b を D_b で除した正規化先端変位 w_b / D_b の関係を示す。 D_b や杭径 D_p が異なる条件においても, q_b は概ね一定の曲線上に収束する傾向を示した。特に, $w_b / D_b = 0.1$ 付近における q_b は 3000 kPa 前後の値であり, 今回の地盤条件では D_b に依存せず同等の q_b が発揮されることが確認された。

図-4 に杭頭荷重に対する先端抵抗力の分担率 R_{w_b} / R_{w_h} と w_b / D_b の関係を示す。いずれの杭も先端変位が増加するとともに R_{w_b} / R_{w_h} が急激に増加し, $w_b / D_b = 0.05$ 付近では 70% 以上となった。また, 各杭径の最大羽根径である No.3 : $D_b = 500$ mm, No.6 : $D_b = 600$ mm の最終的な先端抵抗力分担率は 90% を超えており, 先端面積の拡大が杭全体の抵抗増大に支配的な影響を及ぼしていることが確認された。

表-2 に $w_b = 0.1 D_b$ における q_b と R_{w_b} / R_{w_h} の一覧を示す。

キーワード 先端羽根付き鋼管杭, 静的載荷試験, 羽根杭径比
連絡先 〒130-0022 東京都墨田区江東橋 1-16-2 株式会社地盤試験所

図-3 $q_b - w_b / D_b$ 関係図-4 $R_{w_b} / R_{w_h} - w_b / D_b$ 関係表-2 $w_b = 0.1 D_b$ における q_b , R_{w_b} / R_{w_h} 一覧

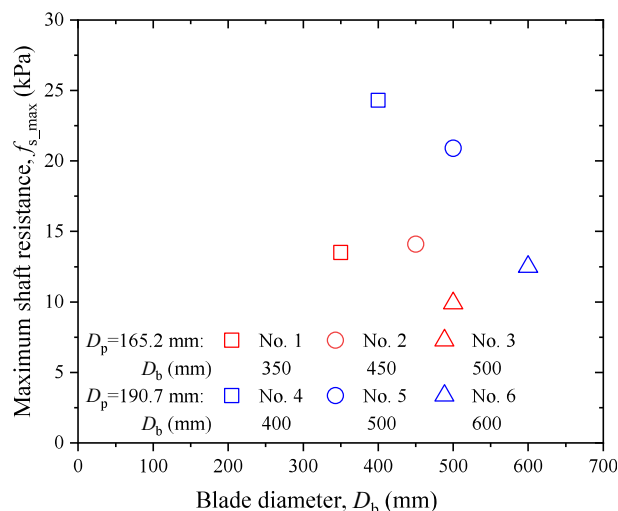
Pile No.	q_b (kPa)	R_{w_b} / R_{w_h}
1	3037	0.82
2	2674	0.85
3	2649	0.92
4	2859	0.73
5	2815	0.82
6	3358	0.93

2. 3. 周面摩擦力の評価

図-5に杭軸部全長の最大周面摩擦応力 f_{s_max} と羽根径 D_b の関係を示す. 先端抵抗力とは対照的に, D_p によらず, D_b の拡大に伴い f_{s_max} は低下する傾向が見られた. これは, 回転貫入の過程において羽根が通過する際の杭周囲の地盤の乱れの程度が D_b の大きさに依存するためと考えられる. 実際に, 各杭径の最大羽根径 (No.3, No.6) の f_{s_max} は最小値を示しており, D_b の拡大に伴う周面摩擦力の低減効果を適切に評価する必要があることが示唆された.

また, D_p と f_{s_max} の關係に着目すると, $D_p=190.7$ mmの f_{s_max} は, $D_p=165.2$ mmに比べて全体的に大きい値を示した. このことから, 羽根径の拡大による周面摩擦力の低減とは別に, 杭施工中の排土 (杭体積分の地盤の側方への締め固め) 効果が周面摩擦力の向上に寄与したと考えられる.

これらのことから, 羽根による地盤の緩み (低減要因) と杭体積分の側圧増大効果 (増加要因) のバランスが周面摩擦力の発現特性に影響を及ぼしていることが示唆された.

図-5 $f_{s_max} - D_b$ 関係

3. おわりに

本稿では, 砂地盤において羽根径が異なる 6 本の先端羽根付き鋼管杭の静的載荷試験を実施し, その鉛直抵抗特性として以下の結果が得られた.

- 1) 杭の鉛直抵抗力と沈下剛性は羽根径 D_b の増大に伴って向上し, 羽根面積による抵抗力増大効果が明確に確認された.
- 2) 先端抵抗応力 q_b と正規化先端変位 w_b / D_b の関係は, 羽根径 D_b によらず一定の曲線に収束した.
- 3) w_b / D_b が小さい時点から杭頭荷重に対する先端抵抗の分担率は大きく, $w_b / D_b = 5\%$ 付近からは70%以上と非常に高い分担率を示した.
- 4) 杭軸部の最大周面摩擦応力 f_{s_max} は羽根径 D_b の拡大に伴い低下する傾向が見られた. これは施工時の羽根の通過による周辺地盤の乱れが影響していると考えられる. 一方で, 2つの杭径グループで比較すると, 杭径 D_p が大きい杭の f_{s_max} は全体的に高い値を示しており, 杭体積分の地盤が側方に移動することによる締め固め効果があったと考えられる. 以上より, 周面摩擦力の発現特性には, 羽根による地盤の緩み (低減要因) と杭体積分の側圧増大効果 (増加要因) が密接に関係していると言える.