

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 1 : 試験概要)

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

1. はじめに

先端羽根付き鋼管杭は、鋼管先端に円形等の羽根 (Blade) を設けた杭形状であり、回転押込み貫入によって掘削土の地上への排出を伴わずに施工される工法である。この工法は、先端の羽根面積によって大きな先端抵抗力を発揮する点に最大の特長があるが、杭径 D_p および羽根径 D_b の組合せが杭の鉛直抵抗特性に与える影響について、実規模かつ同一地盤条件で系統的に検証された例は少ない。

本稿では、砂層に根入れした、 D_p および D_b の仕様が異なる 6 本の羽根付き鋼管杭を対象にした、静的載荷試験 (SLT) の結果を報告する。試験結果から得られた杭頭および先端部の荷重－変位関係に基づき、杭全体の鉛直抵抗力における先端抵抗力の分担率、羽根杭径比 D_b / D_p と先端抵抗応力の相関について明らかにする。さらに、 D_p や D_b の大きさが杭周面摩擦応力に及ぼす影響について考察する。

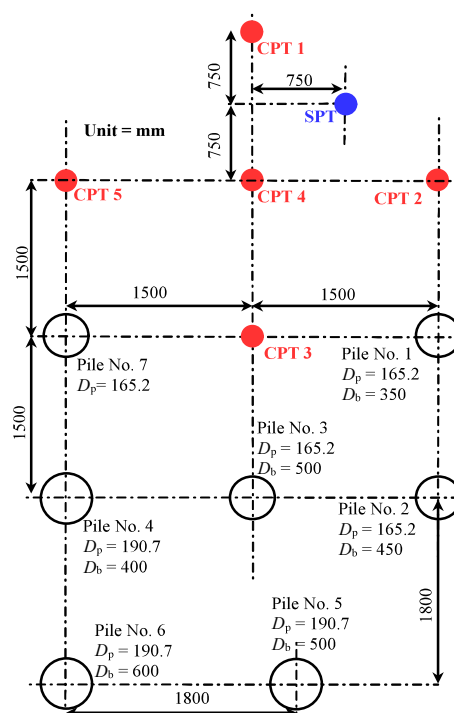


図-1 試験杭と調査位置関係

2. 実験概要

2. 1. 地盤条件

実験は、(株)地盤試験所の猿島試験場で実施した。図-1 に地盤調査位置と杭の配置を示す。同図のように試験杭近傍にて、標準貫入試験 (SPT) を 1 箇所、三成分コーン貫入試験 (CPT) を 5 箇所実施した。

図-2 は、地盤調査結果、杭打設深さおよび計測項目と位置を示す。地表から深さ $z = 5$ m までは $N = 1 \sim 3$ 、それ以降では、深さとともに N 値が増加し、 $z = 10$ m 以深では $N = 30$ の砂質層が存在する。試験杭は杭先端深度で $N = 20$ 程度となる $z = 10.3$ m まで貫入した。なお、地下水位は G.L. -3.5 m である。ひずみゲージは L1 から L3 の 3 深度に設置した。

2. 2. 試験杭の仕様

試験鋼管杭の仕様を表-1 に示す。試験杭には、図-3 に示すような羽根を設置し、鋼管部先端は鉄板の蓋で完全閉塞となっている。試験杭は二つのグループ (Piles 1 to 3: $D_p = 165.2$ mm, Piles 4 to 6: $D_p = 190.7$ mm) に大別される。それぞれのグループで D_b を変えた。

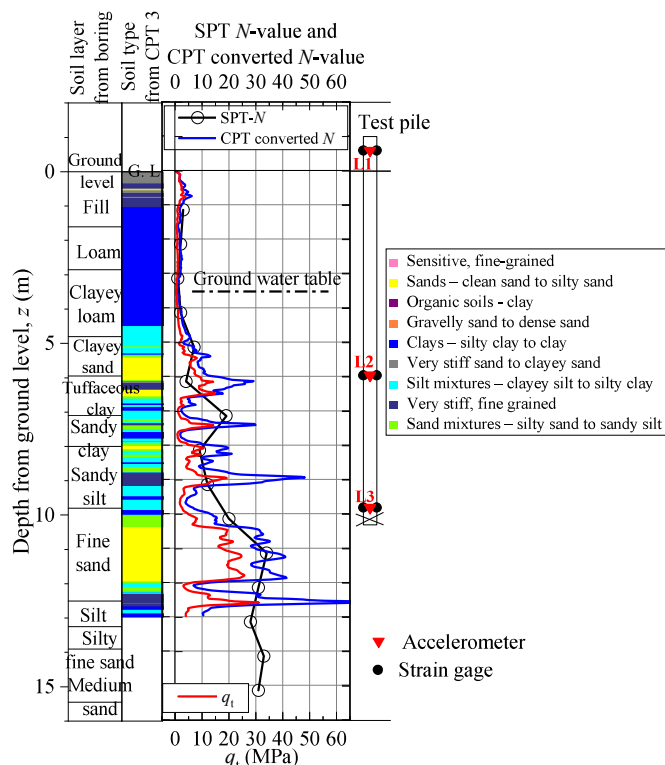


図-2 地盤調査結果 (SPT, CPT), 杭の打設深さ, 計測項目・位置

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

表-1 試験羽根付き鋼管杭の仕様

Item	Value					
Pile No.	1	2	3	4	5	6
Pile outer dia., D_p (mm)	165.2		190.7			
Blade dia., D_b (mm)	350	450	500	400	500	600
Dia. ratio, D_b/D_p	2.12	2.72	3.03	2.10	2.62	3.15
Pile length, L (m)				11.3		
Embed. length, L_e (m)				10.3		
Pile wall thick., t_p (mm)	7.1		7.0			
Blade thick., t_b (mm)				30		
Pile cross- section area, A_p (m ²)	3.53×10^{-3}			4.04×10^{-3}		
Blade area, A_b (m ²)	0.096	0.159	0.196	0.126	0.196	0.283
Young's mod., E (GPa)	206.8					

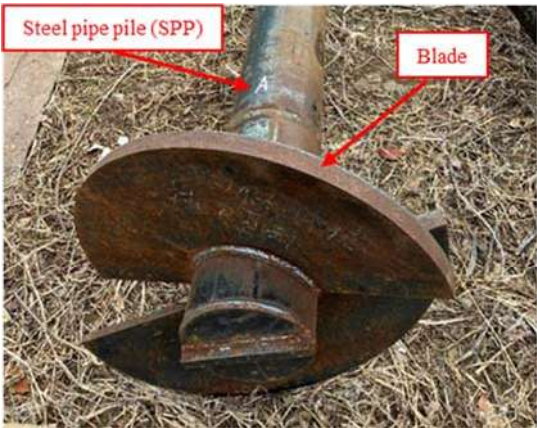


図-3 羽根付き鋼管杭の一例 (Pile No.6)

2. 3. 試験順序と載荷方法

表-2 に各試験杭の施工日、養生期間、SLT 実施日を示す. SLT は、杭の押込み試験方法 (JGS 1811-2002)¹⁾に基づいた多サイクル段階載荷方式にて行った. 載荷サイクルの一例を図-4 に示す.

表-2 試験工程一覧

Pile No.	Installation date	Curing period (days)	SLT date
1	2025/12/10	44	2026/01/23
2	2025/12/10	30	2026/01/09
3	2025/12/10	29	2026/01/08
4	2025/12/11	27	2026/01/07
5	2025/12/11	36	2026/01/16
6	2025/12/12	34	2026/01/15

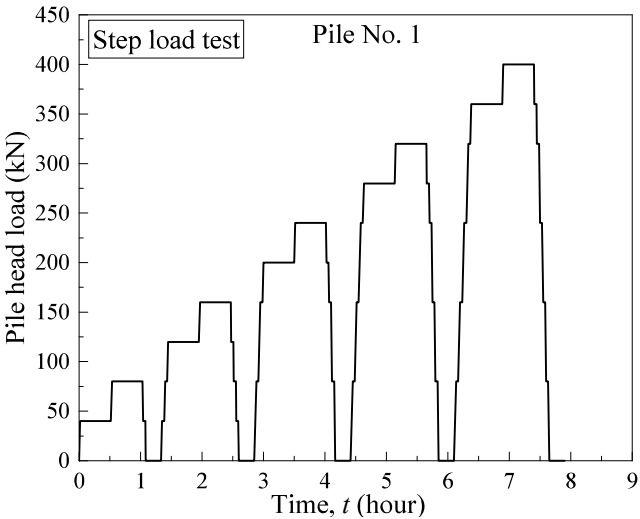


図-4 載荷サイクル図の一例

2. 4. 施工記録

試験杭の施工記録として深度 z と回転トルク T , 圧入力 P_f の関係を図-5 に示す. 回転トルクは $15 \text{ kN}\cdot\text{m}$ から漸増し、最終杭先端深さでは概ね $20 \text{ kN}\cdot\text{m}$ で打ち止めた. なお、 D_b が比較的大きな No.3, No.5, No.6 では、 N 値が増加する $z = 5 \text{ m}$ 以深の一部区間において、羽根面積の増大に伴う回転抵抗の増加により $30 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 程度のトルクが発生した. 圧入力については Pile No.1 を除き、 $z = 5 \text{ m}$ 以深から導入を開始し、最終的に 30 kN から 60 kN で打ち止めた.

この結果から、全杭において回転トルクと圧入力の推移は概ね共通している. しかし、(その2)で報告するように、杭の鉛直抵抗力は羽根径に大きく依存している.

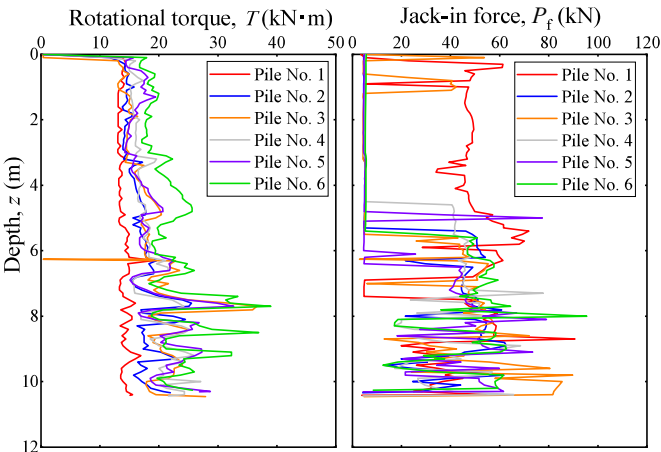


図-5 深度と杭の回転トルク、圧入力の関係

3. おわりに

(その2) では、SLT の結果と考察を述べる.

参考文献

1) 地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第一回改定版，2002.5