

円錐状多翼鋼管杭の支持力機構に関する研究 (その1 杭設置による残留応力)

正会員 ○土屋 勉^{*1}
同 浅見 将史^{*2}
同 吉田 勝之^{*3}

1. はじめに

軟弱地盤における基礎杭として、円錐状多翼鋼管杭(図1)が開発¹⁾されている。これは、杭に取り付けた複数の翼による回転推進力によって無排土で設置され、設置後は翼による支持力増を期待する特殊杭である。通常のストレート杭に比べて大幅な支持力増大があることが載荷試験によって確認され、簡便な支持力算定式も提案²⁾されている。但し、その支持力機構については未だ明確に説明されているとは云えない。

本報告では、円錐状多翼鋼管杭の支持力機構を明らかにすることを目的として、杭設置によって生ずる残留応力について検討した後、杭頭載荷時における杭体軸部・先端部・翼部の支持力～沈下関係の特性について考察する。

2. 残留応力測定例とその考察

試験杭は表1の諸元を有する円錐状多翼鋼管杭の4体であって、図2に示すように、翼間を含む7深度について軸部内側面に2又は4枚のW.S.G.を貼付している。現場(埼玉県大利根)は、加須低地と呼ばれる沖積低地の一面に位置しており、地表部はG.L.-8mまでは比較的均質な砂が分布しているが、それ以深はN値0~4程度の軟質な粘性土が深度25mまで厚く堆積している。

図3は、円錐状多翼鋼管杭の設置状況と杭設置によって生じた杭体歪み分布である。これらの歪みは杭打設前の歪度を基準にした測定値なので、杭設置による残留応力を表したものと考えられる。杭体歪度分布を見ると、杭軸部(G.L.-7m以浅)では引張歪が発生するが、それ以深では徐々に圧縮歪が増大する分布となっている。土を押しつけて施工される排土杭(Displacement pile)では、杭設置によって残留応力が発生することが知られている。しかし、図3の分布は通常の打込み杭の場合とかなり異なっているので、この発生メカニズムについて以下に考察する。

多翼鋼管杭では、図4に示すような杭の回転による翼部の推進力が杭軸部の周面摩擦力や杭先端支持力に打ち勝って貫入する。所定の深度に達して杭頭部回転力を取り去った場合でも、主として翼の存在が打設中の軸力を保持する作用をするものと推定される。これらのことから、多翼鋼管杭の残留応力が図5の実線に示すような階段状の軸力分布になると考えた。図3では測定点が多くないため、これを明確に説明できるまでは至っていないが、歪の分布傾向は近似している。

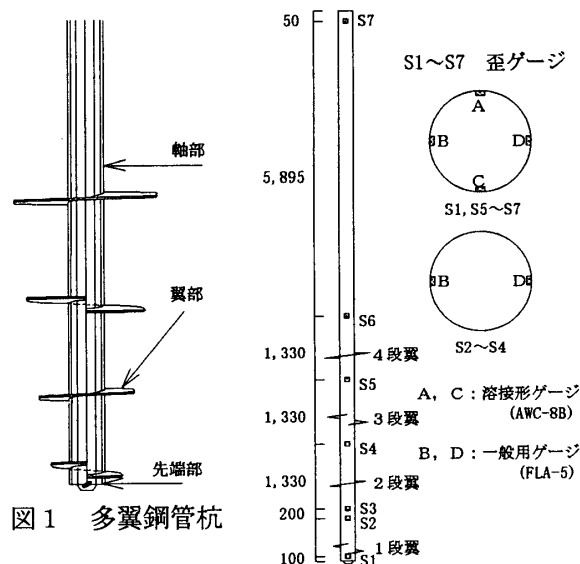


図1 多翼鋼管杭

図2 歪ゲージ貼付位置
及び種類

表1 杭諸元

本体寸法(mm)			翼部直径(mm)				翼部板厚(mm)			
直径	肉厚	杭長	1段	2段	3段	4段	1段	2段	3段	4段
114.3	4.5	11.0(m)	250	300	350	400	9	6	6	6

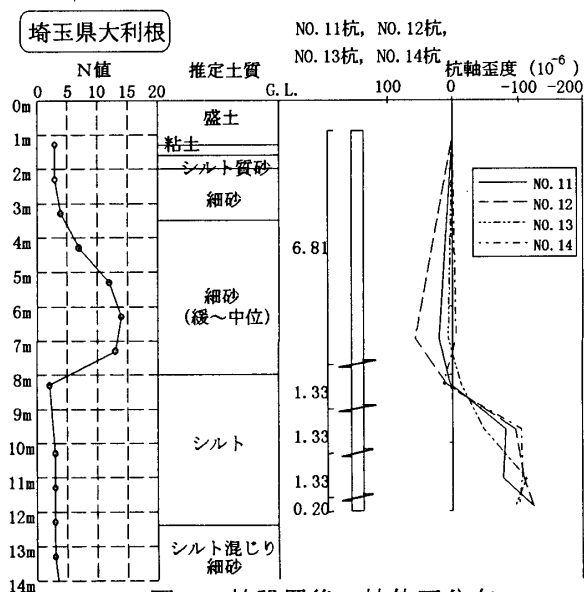


図3 杭設置後の杭体歪分布

Bearing capacity model for steel pipe pile with helical wings

(Part 1; Residual stress after pile installation)

TSUCHIYA Tsutomu, ASAMI Masashi and YOSHIDA Katsuyuki

なお、図5には杭打設以前の状態を基準にした杭体軸力を破線で推定した。杭打設後の杭頭載荷直前を基準とする通常の載荷試験による軸力分布は、破線と実線の差、すなわち斜線を施した部分となる。従って、残留応力のある多翼鋼管杭の載荷試験結果は、それが無い杭と比較して、軸部の周面摩擦力や先端支持力は小さめになるが、翼部の支持力は大きな支持性能を有するという特徴を有することになる。

3. 杭体各部の支持力発揮過程

図6は、上記の残留応力を考慮に入れて、載荷試験開始時点(図5のロ～ニ)からの杭体各部の支持力～沈下関係をモデル的に表したものである。実線は、杭頭載荷が開始されてからの各部の支持力発揮過程である。それによると、杭設置中の杭軸部には正の摩擦力が作用する。この摩擦力の残留がロの場合、杭頭載荷に伴って摩擦力が増加後に減少し、又は残留応力がロ'のように大きい場合は、載荷試験開始時から減少する場合も考え得る。杭先端部では、圧縮軸力が残留(ハ、ハ')するため、残留応力が大きいほど杭頭載荷による先端部支持力は小さくなると考えられる。それに対して、翼部では杭設置中の回転推進力による反力が翼上面に作用するため、設置後は負の応力(ニ、ニ')が残留すると考えられる。その後、杭頭載荷による翼負担は打設中と逆に進行するため、杭頭載荷による翼部支持力はかなり大きなものになると推定される。

4. おわりに

回転埋設型の多翼鋼管杭では杭設置による残留応力が存在することを示した。このような残留応力については、杭全体の支持力(杭頭荷重)を取り扱う場合にはさほど関係しないが、翼部の応力検討といった杭体の材料強度をチェックする場合にはそれに配慮する必要がある。

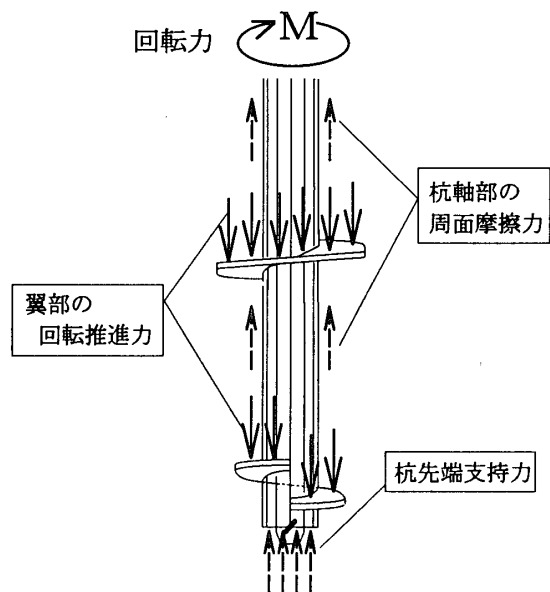


図4 杭設置中に作用する杭体各部の応力

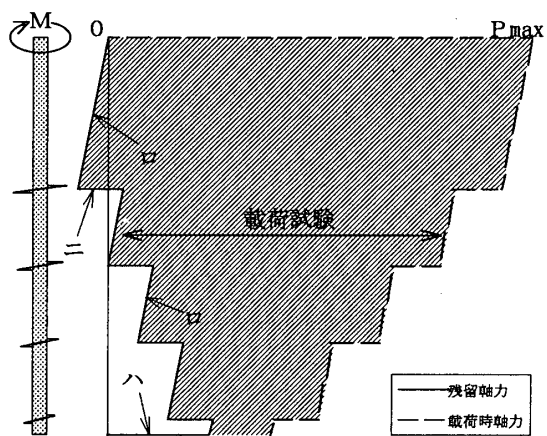


図5 杭体軸力分布の考え方

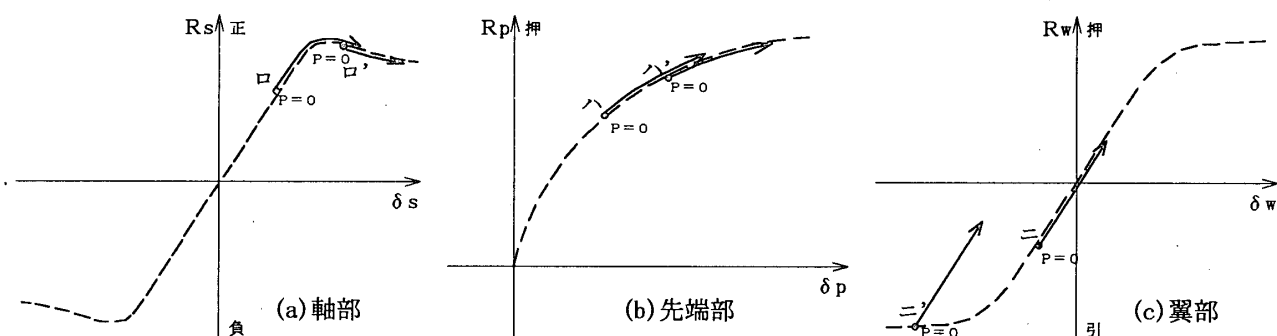


図6 杭体各部の支持力発揮過程

参考文献

- 1) 板谷國夫・吉田勝之・桐山伸一：多翼小径鋼管杭の鉛直載荷試験，建築学会大会学術講演梗概集，1987.10. 他一連の報告
- 2) 土屋 勉・寺内 哲・吉田耕之：円錐状多翼鋼管杭の支持力算定法，建築学会大会学術講演梗概集，1996.9

*1 室蘭工業大学建設システム工学科・助教授・工博

*2 (株)札幌日総建・修士(工学)

*3 千代田工営(株)

Assoc. Prof., Dept. of Civil Eng. & Architecture
Muroran Institute of Technology, Dr. Eng.
Sapporo Nissoken Architects and Engineers Co., Ltd.
Chiyoda Civil Engineering Co., Ltd.