

斜杭施工報告

一回転杭での斜杭の施工精度と施工能率－

菱建基礎（株） 工事部 一色登志夫

菱建基礎（株） 工事部 星祐樹

菱建基礎（株） 工務部 荻田成也

1. はじめに

つばさ杭は、鋼管の先端に溶接された螺旋状翼が回転推進力となって、土を側方に押しつけて設置され、設置後にはこれらの羽根が鉛直荷重の一部を負担して、杭全体の鉛直支持力を増加させる要素として機能するとともに大きな引抜抵抗を発揮する。また、杭の施工に排土を伴わず、安定液、根固め液などを必要としないなど環境面での特色がある。比較的新しい用途として、斜杭としての利用が進んでいる。本工法に関しては、技報 7 号において大口径杭の施工、技報 8 号では斜杭の施工実験、技報 10 号においては長尺・大口径杭($\phi 1219.2$ mmの杭を GL-87.0m に施工)の施工状況を報告してきた。今回は、斜杭施工における傾斜角の施工精度と施工能率について報告する。なお、これらの杭はいずれも先端開端タイプのつばさ杭で羽根は本体径の 1.5 倍翼であった。

2. 回転貫入型の鋼管杭工法の概要

2.1 工法の変遷

回転貫入型の鋼管杭の原型は意外と古く、国内でも 1894 年完成した横浜港の鉄棧橋(現在の大さん橋の前身)における(写真-1;直径約 32cm 肉厚約 3cm のイギリス製の鑄鉄管に直径 180cm の鑄鉄製螺旋沓を取り付けた長さ 16～20m)例を見る。



写真-1 横浜港のスクリューパイル



写真-2 現在のつばさ杭



一度は機械化施工への対応が遅れたため廃れたが、施工機械の発展に伴い直径 $\phi 90$ mm 程度の小径から $\phi 1200$ mm を超える大口径のものまで実用に供されている。ただし、現在の回転杭(写真-2)は、初期のものに比べ先端部が開端タイプのもので出現するとともに、羽根の直径 D_w と鋼管本体の直径 D_o の比すなわち羽根倍率(D_w/D_o)は随分小さくなった。

杭に求められる水平抵抗力への重要性が増した結果、本体部の直径は太く曲げ剛性が大きくなった。新旧の回転杭の形状の違いは杭の貫入方法にも影響するがここでは触れないこととする。

水平力を軸力に変えることにより、同一断面を持つ杭に比べて大きな抵抗力を発揮する斜杭も回転杭と同様に、一旦は廃れたが近年また見直されることになった。斜杭は 1969 年から使用され始めたが、地盤沈下への対応や杭頭接合部の設計などの課題に加え、打撃による施工が環境問題から敬遠されて使用される機会がなくなっていた。しかし斜杭の有用性を見直して、設計面での課題への取り組みがなされ、道路や鉄道の橋梁分野で再び活用され始めた。斜杭の施工上での課題は、施工精度の確保と低振動・低騒音での施工方法とされていた。ここでは、弊社が施工に携わったつばさ杭での斜杭を伴う杭工事における施工精度と施工能率について直杭と対比した結果を報告する。

2.2 つばさ杭傾斜角の施工精度

参照した工事は 5 件であり、先端開端タイプで羽根倍率は 1.5 倍のつばさ杭である。表-1 に直径、杭長および調査の対象とした杭本数を工事別に示した。表中には、斜杭では傾斜角を()内に示した。

杭の傾きはデジタル傾斜計を用いて計測し図-1 に示したが、傾斜角の最大誤差は、直杭の基準値である 1/100 を超えていない。図-1 の分布ではすべてプラス側すなわち傾斜が大きくなる方に偏っているが、斜杭における傾斜角の設定ではマイナス側を許容しないためである。

なお、図は省略するが直杭の鉛直精度は斜杭よりも大巾に良好で、分布の範囲は斜杭の 1/2 程度(平均傾斜誤差 0.199、同標準偏差 0.2406)であった。

表-1 供試体の諸元

区分	直杭本数 (本)	斜杭本数 (本)	本体直径 D(mm)	杭長 L(m)
工事1	8	12 (10°・ 12.7°)	1200	17.0~18.0
工事2	8	12 (12.5°・ 13.8°)	1200	19.5~20.5
工事3	8	8 (8.0°・ 11.2°)	1200	19.5~20.0
工事4	12	12 (13.0°)	1200	17.0~18.0
工事5 {本 工事}	15 {134}	6 (4°) {198}	1400~ 1600 {1300~ 1600}	26.0~40.5 {18.0~ 40.5}

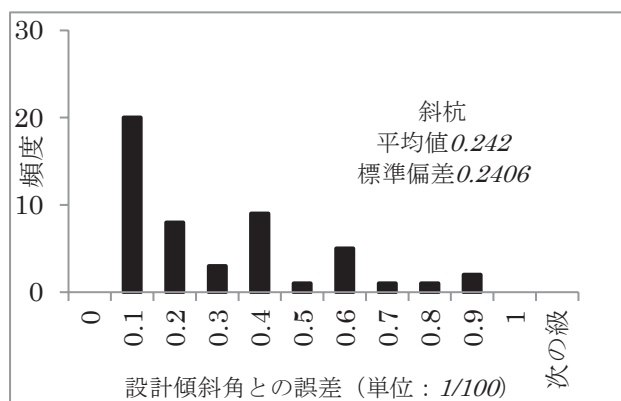


図-1 斜杭の傾斜角の誤差

表-2 貫入時間 t と鋼管内部への土砂侵入率

施工 区間	直杭 () 内は外れ値を除外		斜杭	
	貫入時間 t (分/m)	土砂の侵 入率 η (%)	貫入時間 t (分/m)	土砂の侵 入率 η (%)
下杭	12.0	56	11.8	55
中間部	14.0	61	18.5(17.8)	47(〃)
打ち止 め部	21.7(17.5)	60(〃)	18.4	56
全区間	(15.3)	(60)	(16.1)	(53)

2.3 つばさ杭による斜杭の施工能率

つばさ杭の施工においては、貫入力不足により回転貫入に極端な時間を要する場合がある。このような特例を除いて杭を1m貫入するに要する時間 t を直杭と比較して表-2に示した。およそ杭を1m貫入するのに1分程度斜杭の方が多くの時間を要していた。表中には鋼管内部への土

砂の侵入率 η も併記したが、貫入時間との間に相関関係は見受けられなかった。最大の相異点は杭を建て込んだ後に、設計傾斜角に施工機械を傾ける作業に要する斜杭施工特有の時間等が32分/回である。

表-3 回転杭の準備時間比較

作業名	直杭	斜杭
機械の据え付け(分/回)	61	65
機械傾斜(分/回)	-	32
杭建込(分/回)	14	14
継手溶接(分/箇所)	73	72

杭の建て込みや溶接時間はほぼ同じであった。また貫入時間は、想定通り下杭、中間部、打ち止め部の順に所要時間が増える傾向が示されている。一般的には同じ順序で施工地盤が硬くなる。

3. 施工上の課題とまとめ

つばさ杭の斜杭での施工能率は、直杭に比べて大きく低下しないことが表-2,3より以下のように評価出来るのである。

- 1). 機械の据え付けと機械傾斜など作業準備時間が100(≒65+32)分程度
- 2). 斜杭の全区間における貫入時間は、施工長1mにつき16分程度(表-2)

ただし、つばさ杭は施工中に貫入力不足による極端な能率低下を生じることを技報7号において指摘されている。

つばさ杭の施工にあたっては、杭頭荷重 w ・施工時刻 T ・杭深度 Z ・回転トルク Tq および杭の回転数 n を記録する施工管理計を用いている。今後はこの課題について、これらの記録を見直して詳細な検討を行えば有益な対処方法が得られる可能性がある。

表-1中に示した工事5は現在まだ施工中であり、この工事において得られた施工記録と従来より蓄積してきた工事記録を整理して、貫入力不足による施工能率の低下を避ける手法を見いだしたい。

Key Words : つばさ杭, 斜杭, 施工精度, 施工能率



一色登志夫



星裕樹



荻田成也