

Tobu,

(財)日本建築総合試験所証明鋼管杭  
GBRC 性能証明 第03-05号

エックスパイル

# X-Pile

施工のメリットは高く。周囲への負担は低く。

基礎地盤のエキスパート

株式会社 東 部

# X-Pile

「時代は何を求めているのか」から

## 導き出した鋼管杭

ストレート型・拡底型・多翼型の3つの杭の形状を持ち、地盤状況に応じて使い分けことが可能な鋼管杭です。標準貫入試験をはじめとし、スウェーデン式サウンディング試験にも適応した安全設計。高い支持力を実現しています。また、回転圧入のため低騒音で低振動。さらに無排土工法だから余分な建設残土を出しません。鋼管杭のため、セメント系固化剤によるムダな養生期間が不要。工期を短縮できるほか、掘削性能のアップと環境への配慮、コスト削減をはかれます。

### X-Pileの3つのメリット

## Advantages

#### ADVANTAGE ONE

#### 多様な地盤状況に対応

3種の杭を地盤状況・計画規模に応じて使い分けことが可能です。X-Pileのタイプ別によりさまざまな検討・提案ができるためムダな杭設計がなくなります。

#### ADVANTAGE THREE

#### 環境保全

低騒音・低振動のため近隣周辺への配慮も万全です。またセメントを使用しないため地中への影響も少なく、残土も出ないため自然環境に配慮された工法です。

#### ADVANTAGE TWO

#### 品質と安全性

杭先端は鑄鋼の一体成形品で溶接加工は施されておりません。このため、加工の自由度を上げ、掘削性能の向上と一定の品質確保に加え、より高い精度と確かな安全性を実現しました。

### X-Pileの特長

- スウェーデン式サウンディング試験の結果にもとづいた安全設計。支持力は、N値30まで可能です(標準貫入試験ではN値60)。
- 幅広いバリエーション。杭径は、101.6mm~267.4mmまであり、3タイプ「ストレート型」「拡底型」「多翼型」からさまざま選定することが可能です。
- 杭の接続方法は、現場溶接と機械式継ぎ手(ワンタッチ式)とがあります。(全タイプ対応可能。溶接式が標準)
- 鋼管杭は、既製杭(JIS規格品)のため、地下水など、地中状況による影響も少なく確実に支持・安定させます。
- 杭の打ち止めは、トルク管理により行い、所定の指標地をもとに打ち止めといたします。
- 大がかりなプラントや機材を使用しないため、密集地や狭小地での施工が可能です。

## Features

1. 適用範囲

①適用地盤

ストレート型および拡底型鋼管杭の杭先端地盤は、砂質土層または礫質土層とする。

②最大杭長

最大杭長は、ストレート型については18m、拡底型および多翼型については、25mとする。ただし、杭軸部径の130倍を上限とし、これを越える場合は低減が必要となる。

2. 杭の許容鉛直支持力

杭の長期許容鉛直支持力は、次式によって算定する。短期については長期の2倍とする。

$$LRa = 1/3 Ru \dots (I-1.1)$$

記号

- LRa : 杭の長期鉛直支持力(kN)
- Ru : 杭の極限鉛直支持力(kN)

杭の極限鉛直支持力Ruは、スウェーデン式サウンディング試験(以下SSTと略す)の結果から次式で算定する。

$$Ru = \alpha sw \bar{N}' A_p + (\beta sw \bar{N}' s L_s + \gamma sw \bar{N}' c L_c) \Psi \dots (I-1.2)$$

記号

- $\alpha sw$  : 杭種に応じた支持力係数で、表I-1.1に示す。
- $\bar{N}'$  : 杭先端部のN'の平均値( $\bar{N}'$ はSSTによる地盤の強度インデックス)
- $\bar{N}'$ は式(I-1.3)により算定する。
- ただし、 $\bar{N}' > 30$ のときは $N' = 30$ とする(SPT) $\bar{N}' > 60$ のときは $N' = 60$ とする。
- $A_p$  : 杭先端有効断面積(m<sup>2</sup>)。
- $\beta sw$  : 杭種に応じた支持力係数で、表I-1.1に示す。
- $\bar{N}' s'$  : 杭が砂質土に接する部分の $\bar{N}'$ の平均値、 $\bar{N}'$ は式(I-1.3)により算定する。
- ただし、(SST) $\bar{N}' > 20$ のときは $N' = 20$ とする。(SPT) $\bar{N}' > 30$ のときは $N' = 30$ とする。
- $L_s$  : 杭が砂質土に接する部分の杭長(m)。
- ただし、多翼型の場合は杭先端から最上部の中間翼までの杭が砂質土に接する部分の杭長とする。
- $\gamma sw$  : 杭種に応じた支持力係数で、表I-1.1に示す。
- $\bar{N}' c'$  : 杭が粘性土に接する部分の $\bar{N}'$ の平均値、 $\bar{N}'$ は式(I-1.3)により算定する。
- ただし、 $\bar{N}' > 8$ のときは $N' = 8$ 、 $Wsw < 0.5$ (kN)のときは $N' = 0$ とする。
- $L_c$  : 杭が粘性土に接する部分の杭長(m)。
- ただし、多翼型の場合は杭先端から最上部の中間翼までの杭が粘性土に接する部分の杭長とする。
- $\Psi$  : 杭周面抵抗力を考慮する際の杭の周長(m)。

SST用の杭種に応じた支持力係数一覧表 (I-1.1)

杭種	支持力係数			杭先端部の範囲	杭先端有効断面積 $A_p$ (m <sup>2</sup> )	杭周長 $\Psi$ (m)
	$\alpha sw$	$\beta sw$	$\gamma sw$			
ストレート型	200	3.2	7.4	杭先端部より上へ4d、下へ1d	$\pi(d/2)$	$\pi d$
拡底型	130	1.8	3.0	杭先端部より上へ1.3Dw、下へ0.7Dw	$\pi(Dw/2)$	$\pi d$
多翼型	100	2.7	6.5	杭先端部より上へ1.3Dw、下へ0.7Dw	$\pi(Dw/2)$	$\pi D$

記号 d : 杭軸部径(m) Dw: 先端翼径(m) D : 中間翼径(m)

SPT用の杭種に応じた支持力係数一覧表 (I-1.2)

杭種	支持力係数			杭先端部の範囲	杭先端有効断面積 $A_p$ (m <sup>2</sup> )	杭周長 $\Psi$ (m)
	$\alpha sw$	$\beta sw$	$\gamma sw$			
ストレート型	140	2.0	6.0	杭先端部より上へ4d、下へ1d	$\pi(d/2)$	$\pi d$
拡底型	90	1.0	1.0	杭先端部より上へ1.3Dw、下へ0.7Dw	$\pi(Dw/2)$	$\pi d$
多翼型	80	2.0	7.5	杭先端部より上へ1.3Dw、下へ0.7Dw	$\pi(Dw/2)$	$\pi D$

記号 d : 杭軸部径(m) Dw: 先端翼径(m) D : 中間翼径(m)

(I-1.3)

$$N' = 3Wsw + 0.05Nsw$$

記号

- $N'$  : SSTによる地盤の強度インデックス
- $Wsw$  : SSTにおける荷重(kN)
- $Nsw$  : SSTにおける貫入1mあたり半回転数(回)

標準貫入試験(以下SPTと略す)結果を採用する場合は、N値を $\bar{N}'$ と読み替える。ただし、支持力係数 $\alpha sw$ 、 $\beta sw$ 、 $\gamma sw$ は、表I-1.2に示すSPT用の係数を使用する。また、 $\bar{N}'$ を求める際 $\bar{N}' > 60$ のときは $N' = 60$ 、 $\bar{N}' s'$ を求める際 $\bar{N}' > 30$ のときは $N' = 30$ 、 $\bar{N}' c'$ を求める際 $\bar{N}' > 8$ のときは $N' = 8$ とする。

工法の概要

Overview



① 杭のセット

施工機械および鋼管杭を打設位置に設置します。



② 回転貫入開始

鋼管杭の鉛直性を確認しながら、所定の位置に、回転圧入方式で貫入させています。このときの鋼管杭の長さは計画長(設計杭長)を目安とし、硬い層(支持層)まで確実に貫入させます。



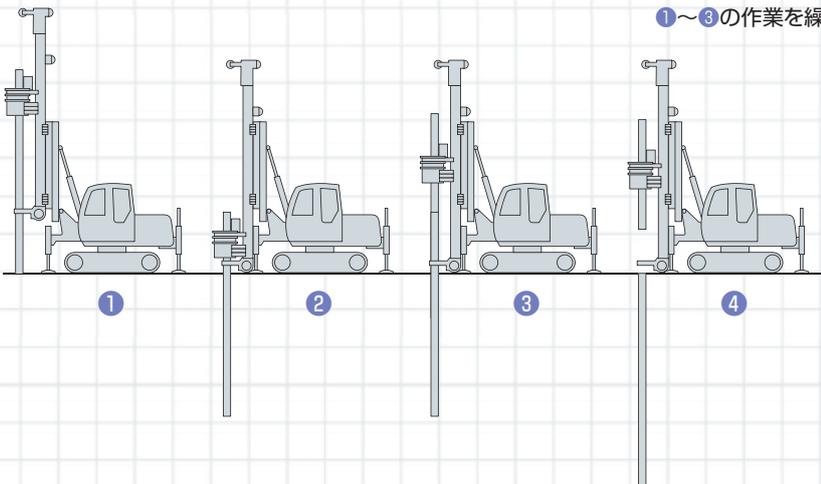
③ 貫入状況

鋼管杭の長さは地盤状況によりさまざまです。場合によっては、杭2本〜3本と溶接継ぎ手(機械式継ぎ手)を使い、繰り返して所定深度まで回転貫入させていきます。指標値を越えていることを確認したら、回転貫入を完了します。  
※必要な場所に、必要なだけ、①〜③の作業を繰り返します。



④ 杭頭処理

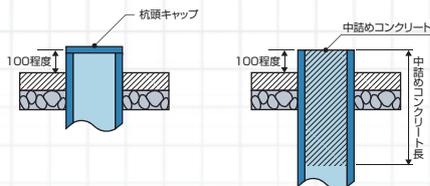
根切り(掘削)後、所定の高さで切断し、杭頭キャップを取り付けて完了です。(杭頭補強鉄筋を取り付ける場合もあります)



■ 工事完了状況

杭頭接合部設計例

杭に水平力を負担させない場合



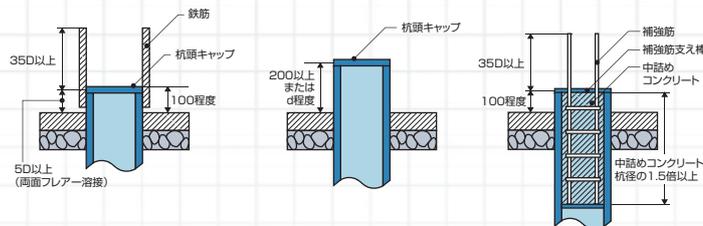
接合例①

杭頭キャップには、厚さ9mm程度の鉄板を用います。杭頭キャップの溶接は、杭頭切断面にふりくがない場合は断続溶接、ふりくがある場合は全周溶接とします。

接合例②

中詰めコンクリート長については、杭頭軸荷重を杭頭断面積の支圧および、コンクリートとの付着により杭に伝達するものとして決定します。

杭に水平力を負担させる場合、または杭頭固定度 $\alpha r=1.0$ と仮定する場合



接合例①

杭頭部に鉄筋を溶接します。  
補強筋  
d114.3~165.2...4-D10  
d190.7~267.4...6-D10  
※上記は標準的な仕様です。杭頭鉄筋の仕様については個別に検討が必要となります。

接合例②

杭頭部をフーチング内に杭本体径(d)程度のみこませます。

接合例③

杭中空部に中詰めコンクリート補強筋を挿入します。中詰めコンクリート補強筋は以下のとおりです。  
補強筋  
d114.3~165.2...4-D10  
d190.7~267.4...6-D10  
補強筋支え棒  
2-D10

## X-Pileのラインナップ



### ストレート型

杭先端に杭同等径の掘削刃を取り付け回転圧入により打設します。比較的小規模の建築・構造物に適しており過剰設計にならず安価に行うことができます。



### 拡底型

杭先端に螺旋状の掘削刃を取り付け回転圧入により打設します。ストレート型にくらべ杭先端の有効断面積が大きいため支持力が高く中層規模以上の建築・構造物に適しています。



### 多翼型

拡底型の杭体中間に螺旋状の羽根を取り付け回転圧入により打設します。杭先端と中間翼で支持力を発揮するため、支持層の確認ができない場所や、支持層が深く杭長が長くなり不経済となる場合に適しています。

lineup  
lineup

## X-Pile設計支持力

Bearing power  
Bearing power

### SST(スウェーデン式サウンディング試験)の場合

杭規格		地盤から決まる長期鉛直支持力(kN)				
杭径(mm) 断面積 $A_p$ ( $m^2$ )	杭形状	杭先端平均N値				
		10	15	20	25	30
101.6 $A_p=0.0081$ $A_p$ (拡底板)=0.049	ストレート型	5.4	8.1	10.8	13.5	16.2
	拡底型	21.2	31.9	42.5	53.1	63.7
114.3 $A_p=0.01$ $A_p$ (拡底板)=0.0706	ストレート型	6.7	10.0	13.3	16.7	20.0
	拡底型	30.6	45.9	61.2	76.5	91.8
139.8 $A_p=0.015$ $A_p$ (拡底板)=0.0961	ストレート型	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
	拡底型	41.6	62.5	83.3	104.1	124.9
165.2 $A_p=0.02$ $A_p$ (拡底板)=0.1256	ストレート型	13.3	20.0	26.7	33.3	40.0
	拡底型	54.4	81.6	108.9	136.1	163.3
190.7 $A_p=0.028$ $A_p$ (拡底板)=0.1589	ストレート型	18.7	28.0	37.3	46.7	56.0
	拡底型	68.9	103.3	137.7	172.1	206.6
216.3 $A_p=0.036$ $A_p$ (拡底板)=0.196	ストレート型	24.0	36.0	48.0	60.0	72.0
	拡底型	84.9	127.4	169.9	212.3	254.8
267.4 $A_p=0.056$ $A_p$ (拡底板)=0.2826	ストレート型	37.3	56.0	74.7	93.3	112.0
	拡底型	122.5	183.7	244.9	306.2	367.4

※上記支持力の値には杭周辺摩擦力は含まれません。

### SPT(標準貫入試験)の場合

杭規格		地盤から決まる長期鉛直支持力(kN)					
杭径(mm) 断面積 $A_p$ ( $m^2$ )	杭形状	杭先端平均N値					
		10	20	30	40	50	60
101.6 $A_p=0.0081$ $A_p$ (拡底板)=0.049	ストレート型	3.8	7.6	11.3	15.1	18.9	22.7
	拡底型	14.7	29.4	44.1	58.8	73.5	88.2
114.3 $A_p=0.01$ $A_p$ (拡底板)=0.0706	ストレート型	4.7	9.3	14.0	18.7	23.3	28.0
	拡底型	21.2	42.4	63.5	84.7	105.9	127.1
139.8 $A_p=0.015$ $A_p$ (拡底板)=0.0961	ストレート型	7.0	14.0	21.0	28.0	35.0	42.0
	拡底型	28.8	57.7	86.5	115.3	144.2	173.0
165.2 $A_p=0.02$ $A_p$ (拡底板)=0.1256	ストレート型	9.3	18.7	28.0	37.3	46.7	56.0
	拡底型	37.7	75.4	113.0	150.7	188.4	226.1
190.7 $A_p=0.028$ $A_p$ (拡底板)=0.1589	ストレート型	13.1	26.1	39.2	52.3	65.3	78.4
	拡底型	47.7	95.3	143.0	190.7	238.4	286.0
216.3 $A_p=0.036$ $A_p$ (拡底板)=0.196	ストレート型	16.8	33.6	50.4	67.2	84.0	100.8
	拡底型	58.8	117.6	176.4	235.2	294.0	352.8
267.4 $A_p=0.056$ $A_p$ (拡底板)=0.2826	ストレート型	26.1	52.3	78.4	104.5	130.7	156.8
	拡底型	84.8	169.6	254.3	339.1	423.9	508.7

※上記支持力の値には杭周辺摩擦力は含まれません。

多翼型タイプは摩擦杭のため、杭長・杭径および周辺土質により支持力の設計数値が大きく変わり、物件単位での支持力計算となります。

## 施工機械

一例として、自社あるいは共同開発機を紹介しています。コンパクトでパワフルな機械をはじめ、設置場所の環境条件と周囲の状況に対応できる、さまざまな施工機械をそろえています。

# Pile Drivers

### TB-30CS

車体幅 1.0m→1.6m伸縮式  
リーダーレスタイプ  
クローラー

- 回転圧入方式
  - 最大吊り上げ荷重: 1.0t
  - 最大回転トルク: 6kN・m
- 狭小地で威力を発揮します。



車体幅1.0m

車体幅1.6m

### TB-40CR

車体幅 1.85m  
リーダーレスタイプ  
クローラー

- 回転圧入方式
  - バックホータイプ
  - 最大回転トルク: 8kN・m
- 狭小地・傾斜地で威力を発揮します。



### TB-100HII

車体幅 2.0m  
リーダーレスタイプ  
ホイール式(自走式)

- 回転圧入方式
  - 最大吊り上げ荷重: 10.0t
  - 最大回転トルク: 10.0kN・m
  - 鋼管杭施工専用機
  - 施工管理装置搭載
- 最大作業半径 15.0mを誇ります。



### MD-120CR

車体幅 2.49m  
リーダータイプ  
クローラー式

- 回転圧入方式
- 最大回転トルク  
100.0kN・m
- 鋼管杭施工専用機
- 施工管理装置搭載

高支持力杭・高トルク  
施工が可能。クラス最  
大のパワーを誇ります。



※上記は当社開発機械の一部です。このほかにも、さまざまな機械を開発・保有しております。

基礎地盤のエキスパート

## 株式会社 東 部

本社 / 〒229-1134 神奈川県相模原市下九沢1507-5  
TEL.042-762-4739 FAX.042-762-8971  
http://www.tobu21.co.jp E-mail:info@tobu21.co.jp

代理店