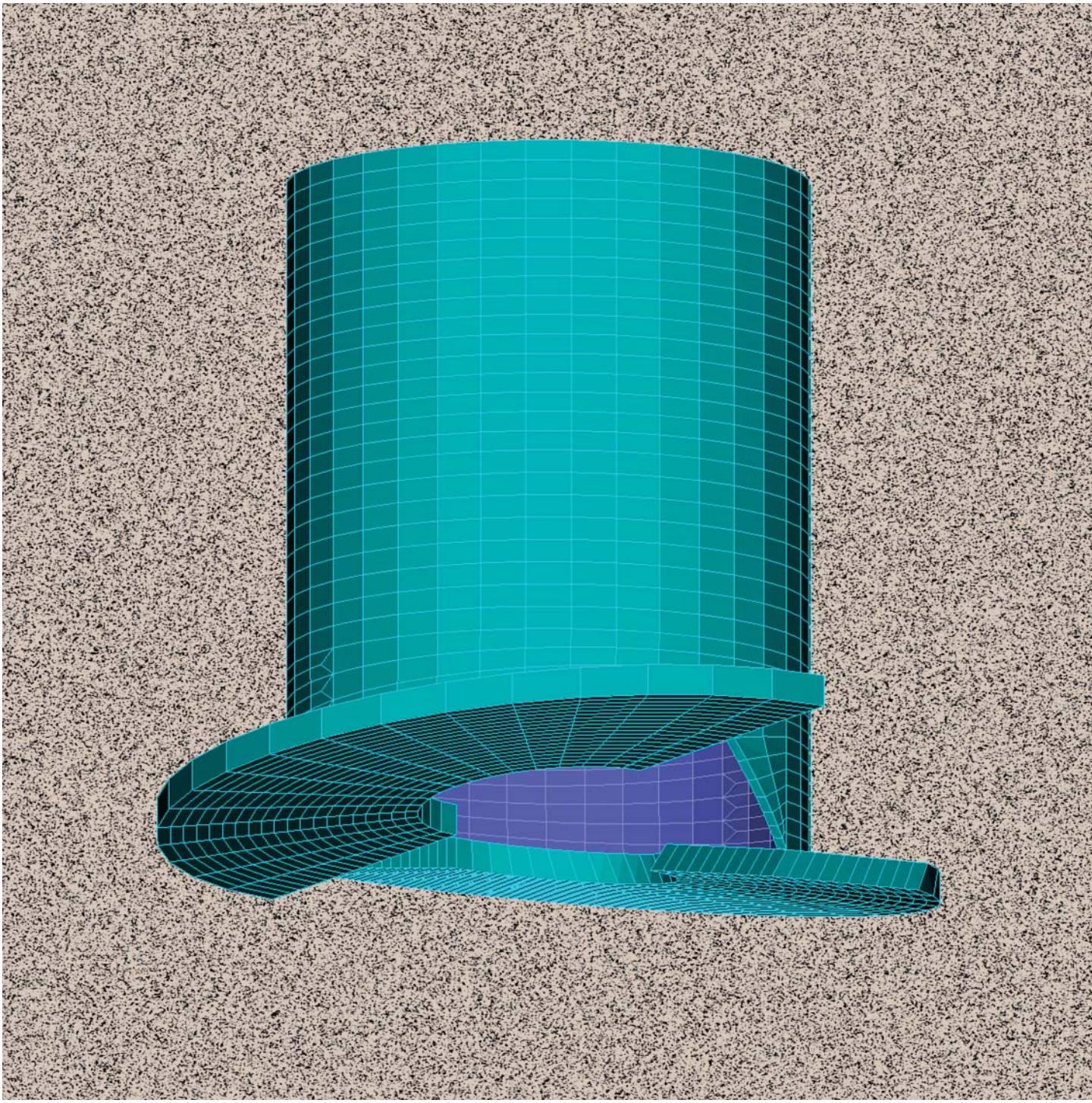
つばさ杭（開端タイプ）鉄道編

先端翼付き回転貫入鋼管杭



JFE スチール 株式会社

はじめに

環境対策を大きな目的としてJFEスチールが開発したつばさ杭は、1999年に回転杭として実用化に成功しました。

その後、施工時の環境へのインパクトが少ない工法であることが評価され、土木分野および建築分野において多くの実績を保有するに至りました。

今後鉄道分野での利用も期待されるため、より硬質な地盤での適用や、更なる大径化をめざし、従来の先端を完全に閉塞したタイプに加え、開端タイプを新たに導入しました。

適用地盤・適用分野を広げたつばさ杭は、皆様方に更なるご愛顧をいただけるものと信じております。今後とも皆様の礎としてお役に立てれば幸いです。

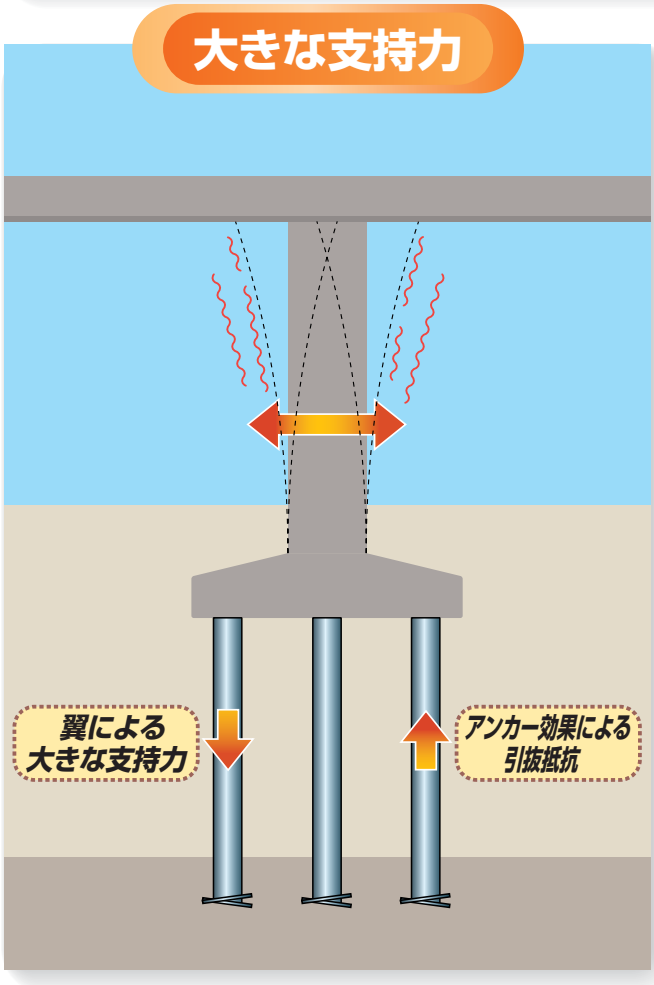
つばさ杭（開端タイプ）の特長

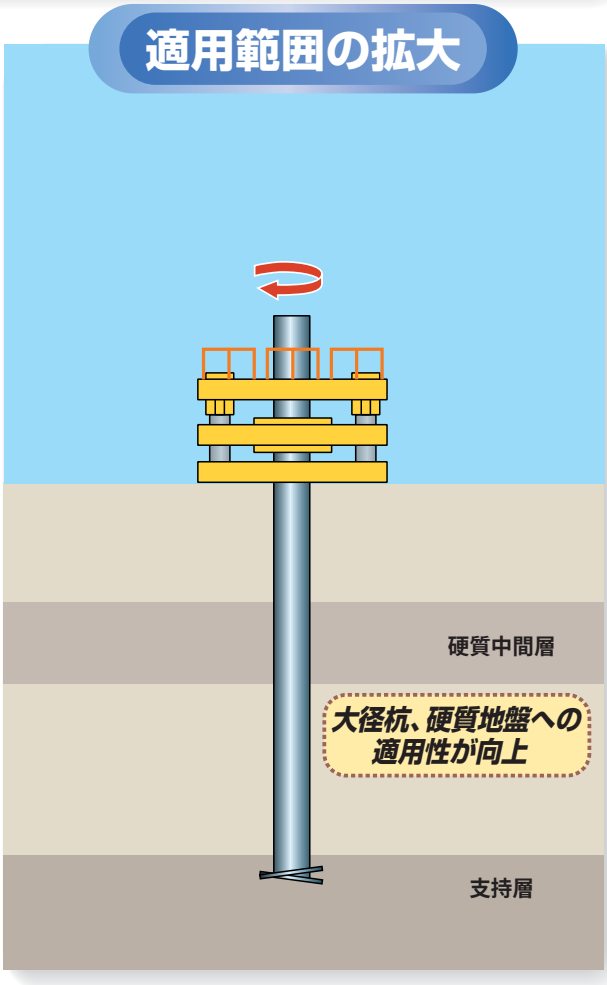
「つばさ杭」は鋼管杭の先端に取り付けた翼によりさまざまな特長を有しております。

❶ **回転貫入による環境に優しい施工**：低騒音・低振動、無排土、地下水汚染なし

❷ **大きな先端支持力、引抜き抵抗力**：先端翼により大きな支持力が得られる

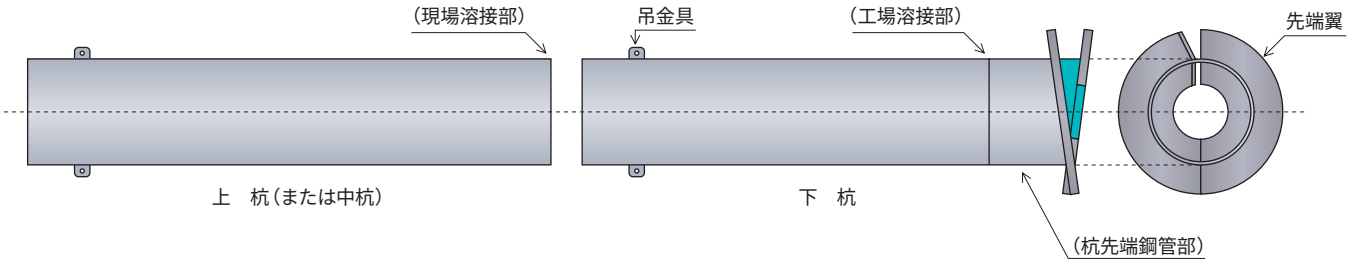
❸ **適用範囲の拡大**：開端翼の採用により大径杭、硬質地盤への適用性が向上



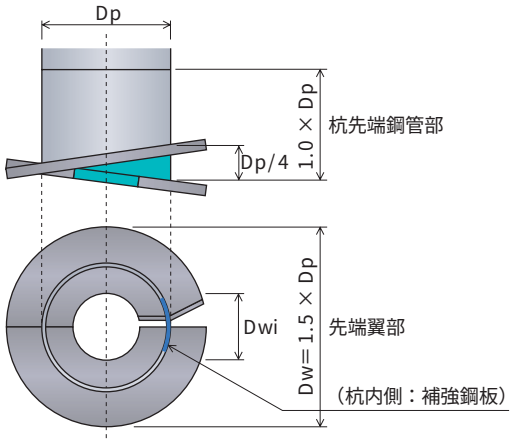


つばさ杭（開端タイプ）の構造

先端翼は、下杭に予め工場で溶接取付した上で現場に搬入致します。



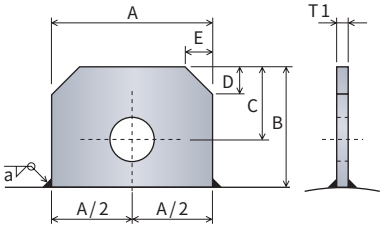
杭先端部の構造



●先端翼径(Dw)は鋼管杭径（Dp)の1.5倍を標準とします。
●杭先端鋼管部は杭径ごとに標準板厚を設定しています。
●杭先端内側には施工のため補強板を取付けています。

杭の付属品

■吊り金具

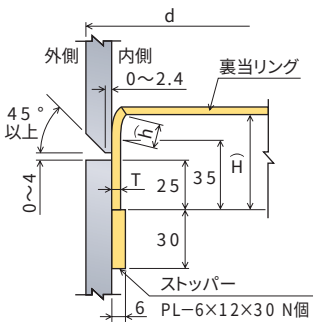


単位：mm

最大吊荷重	A	B	C	D	E	T1	φ	a
3トン以下	120	100	55	25	25	12	40	6
3～5トン以下	120	100	55	25	25	16	40	9
5～10トン以下	200	150	90	30	30	22	65	15
10～20トン以下	300	250	150	50	50	22	80	15

■現場溶接継手

JASPPジョイント



d	T	$\widehat{H}$	$\widehat{h}$
φ1000以下	4.5	$\widehat{50}$	$\widehat{15}$
φ1100以上	6.0	$\widehat{70}$	$\widehat{35}$

d：管径（mm）
t：管厚（mm）
T：裏当リング厚さ（mm）
$\widehat{H}$：裏当リング高さ（mm）

ストッパーの個数

d（mm）	N
φ600以下	4
φ700以上φ1000以下	6
φ1100以上	8

■回転金具

回転金具三点式杭打機（φ400～φ600）の場合、鋼管外周に2～4個取り付け
全周回転機（φ700～φ1600）の場合、上杭の鋼管内面に2個取り付け（寸法は各径により異なります）

杭の標準寸法

つばさ杭（開端タイプ）の寸法は下記の通りです。これ以外の寸法の適用については事前にご相談下さい。

鋼管杭			先端翼部					
杭　径 Dp	板　厚 t	杭先端 鋼管部厚	翼外径 Dw	翼内径 Dwi	板　厚			
					標準板厚		設計照査で選定できる板厚 ※	
					tw0	翼部先端支持力	tw1	翼部先端支持力
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(kN)
400	6～12	12	600	200	22	2,042	19	1,379
							22	2,042
500	7～15	14	750	250	28	3,584	25	2,840
							28	3,584
600	8～18	14	900	300	32	4,630	28	3,584
							32	4,630
700	10～21	14	1,050	350	36	6,432	32	4,864
							36	6,432
800	11～23	16	1,200	400	40	8,000	38	7,216
							40	8,000
900	12～24	18	1,350	450	45	10,200	40	8,000
							45	10,200
1,000	13～25	20	1,500	500	50	12,400	45	10,200
							50	12,400
1,100	15～25	22	1,650	550	55	15,000	50	12,400
							55	15,000
1,200	16～25	24	1,800	600	60	17,600	50	12,400
							55	15,000
							60	17,600
1,300	17～25	24	1,950	650	65	21,100	50	12,400
							60	17,600
							65	21,100
1,400	19～25	25	2,100	700	70	24,600	60	17,600
							65	21,100
							70	24,600
1,500	20～25	25	2,250	750	75	28,150	60	17,600
							70	24,600
							75	28,150
1,600	21～25	25	2,400	800	80	33,000	70	24,600
							75	28,800
							80	33,000

鋼管杭の板厚tは、t/Dp≧1.3%（SKK490の場合)を目安としています。
※杭先端部へ伝わる鉛直方向軸力の大きさによって選定できる板厚です。

材料規格

■鋼　管【JIS A 5525：2009 鋼管ぐい】

規格記号	引張試験			化学成分　%				
	引張強さ N/mm²	降伏点又は耐力 N/mm²	伸び 横方向 %	C	Si	Mn	P	S
SKK400	≧400	≧235	≧18	≦0.25	—	—	≦0.040	≦0.040
SKK490	≧490	≧315		≦0.18	≦0.55	≦1.65	≦0.035	≦0.035

■先端翼

●【JIS G 3106：2008 溶接構造用圧延鋼材】

種類の記号	厚 さ mm	降伏点又は耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸　び			化学成分 %					
				厚 さ mm	試験片	%	厚 さ mm	C	Si	Mn	P	S
SM 490A	16＜t≦40	≧315	490～610	5＜t≦16	1A号	≧17	t≦50	≦0.20	≦0.55	≦1.65	≦0.035	≦0.035
				16＜t≦50	1A号	≧21						
	40＜t≦75	≧295		40＜	4号	≧23	50＜t	≦0.22				
	75＜t≦100	≧295										

●【国土交通大臣認定材料】

規格記号	厚 さ mm	降伏点又は耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸　び			化学成分 %					
				厚 さ mm	試験片※	%	厚 さ mm	C	Si	Mn	P	S
HBL385B	19～100	385～505	550～670	≦50 ＞40	5号 4号	≧26 ≧20	19～100	≦0.20	≦0.55	≦1.60	≦0.030	≦0.015

※板厚38mm未満は、JIS 1A号を用いることができます。

つばさ杭（開端タイプ）鉄道構造物に適用する場合の設計式

つばさ杭（開端タイプ）を鉄道構造物に適用する場合の設計定数は次の通りとします。ただし、鉄道構造物等設計標準・同解説/基礎構造物・抗土圧構造物/平成12年6月および「つばさ杭」の支持力評価に関する研究報告書/平成20年8月に従い記載し、設計式の適用範囲はφ400～φ1600とします。

つばさ杭（開端タイプ）の鉛直支持力

設計押込み支持力（KN）

$$R_{vd} = f_{rp} \times 150 \times N_s \times A_w + f_{rf} \times U \times \Sigma r_i \times L_i$$

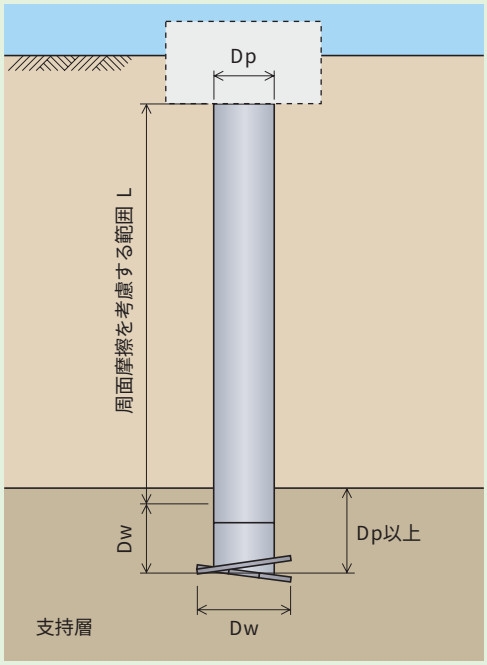
ただし、基準先端支持力比が高い場合は低減を行う

設計引抜き抵抗力（KN）

$$R_{ud} = f'_{rp} \times \pi \times D_w \times (\Sigma \gamma_i \times L_i + \gamma \times H/2) \times H \times \beta \times \tan\phi + f_{ru} \times U \times \Sigma r_i \times L_i + W_p$$

f_{rp} ：先端支持力に対する地盤抵抗係数
f_{rf} ：周面支持力に対する地盤抵抗係数
f'_{rp} ：引抜き先端支持力に対する地盤抵抗係数
f_{ru} ：引抜き周面支持力に対する地盤抵抗係数
N_s ：鋼管先端より下方杭径の3倍の範囲の平均N値で最大50
A_w ：先端翼の面積（m^2）
　$A_w = \pi \times (D_w^2 - D_{wi}^2)/4$
r_i ：各土層の最大周面支持力度
　砂質土：2N≦100（kN/m^2）　粘性土：C（粘着力）または5N≦50（kN/m^2）
N ：各土層のN値（回）
L_i ：各土層の層厚（m）
U ：杭の周長（m）
D_w ：先端翼径（m）
γ_i ：支持層を除く各層の土の有効単位体積重量（kN/m^3）
γ ：支持層の土の有効単位体積重量（kN/m^3）
H ：支持層への根入れ長（m）で算定上は翼径（D_w）以下とする
β ：引抜き係数
ϕ ：支持層の内部摩擦角（度）で支持層の換算N値を用いて基礎標準式により算定する。
W_p ：上部工重量（kN）

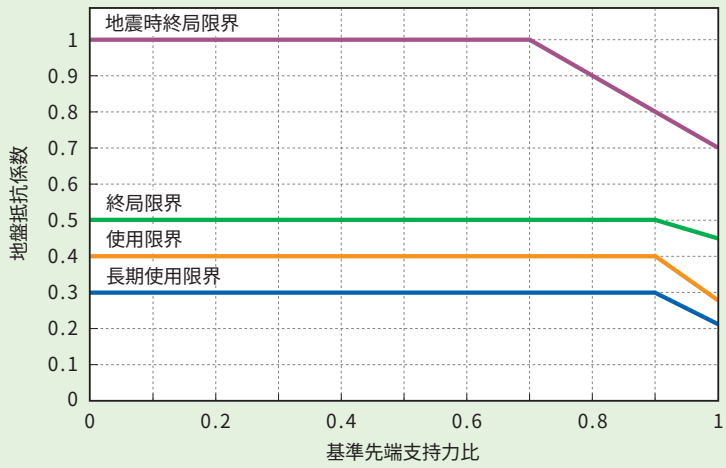
■支持層根入れと周面摩擦を考慮する範囲



■地盤抵抗係数とその低減

	押込み *		引抜き	
	frp	frf	f'rp	fru
長期使用限界状態	0.30	0.30	0.00	0.00
使用限界状態	0.40	0.40	0.15	0.15
終局限界状態	0.50	0.50	0.30	0.30
地震時終局限界状態	1.00	1.00	1.00	1.00

※下図のように基準先端支持力比が高い場合は低減します。



つばさ杭（開端タイプ）の設計ばね定数

杭先端の設計鉛直地盤反力係数（押込み）（kN/m³）

$$k_v = \beta_{vc} \times f_{rk} \times 3.2 \times \alpha \times E_0 \times D_w^{-3/4}$$

杭先端の設計鉛直地盤反力係数（引抜き）（kN/m³）

$$k_v = \beta_{vt} \times f_{rk} \times 3.2 \times \alpha \times E_0 \times D_w^{-3/4}$$

杭先端の設計鉛直ばね定数（kN/m）

$$K_v = k_v \times A_w$$

杭周面の設計せん断地盤反力係数（kN/m³）

砂質土　$k_{sv} = \beta_{svs} \times f_{rk} \times 0.16 \times \alpha \times E_0 \times D_p^{-3/4}$

粘性土　$k_{sv} = \beta_{svc} \times f_{rk} \times 0.30 \times \alpha \times E_0 \times D_p^{-3/4}$

杭周面の設計水平地盤反力係数（kN/m³）

$$k_h = f_{rk}(0.6\alpha E_0 D_p^{-3/4})$$

α　：E_0の算定方法に対する補正係数
E_0　：地盤の変形係数（kN/m²）
β_{vc}：砂質土・砂礫に対する杭先端の押込み時の鉛直地盤反力係数の補正係数
β_{vt}：砂質土・砂礫に対する杭先端の引抜き時の鉛直地盤反力係数の補正係数
β_{svs}：砂質土に対する杭周面の地盤反力係数の補正係数
β_{svc}：粘性土に対する杭周面の地盤反力係数の補正係数
f_{rk}　：地盤抵抗係数では一般に1.0としてよい
A_w　：杭先端の面積で、押込み側は翼径で算定した面積から翼孔で算定した面積を引いた面積を用いて算定
$A_w = \pi/4 \cdot (D_w^2 - D_{wi}^2)$
引抜き側の鉛直ばね定数は、翼径で算定した面積から杭外径で算定した面積を引いて算定
$A_w = \pi/4 \cdot (D_w^2 - D_p^2)$

■地盤反力係数の補正係数

βvc	βvt	βsvs	βsvc
0.85	0.75	0.75	0.50

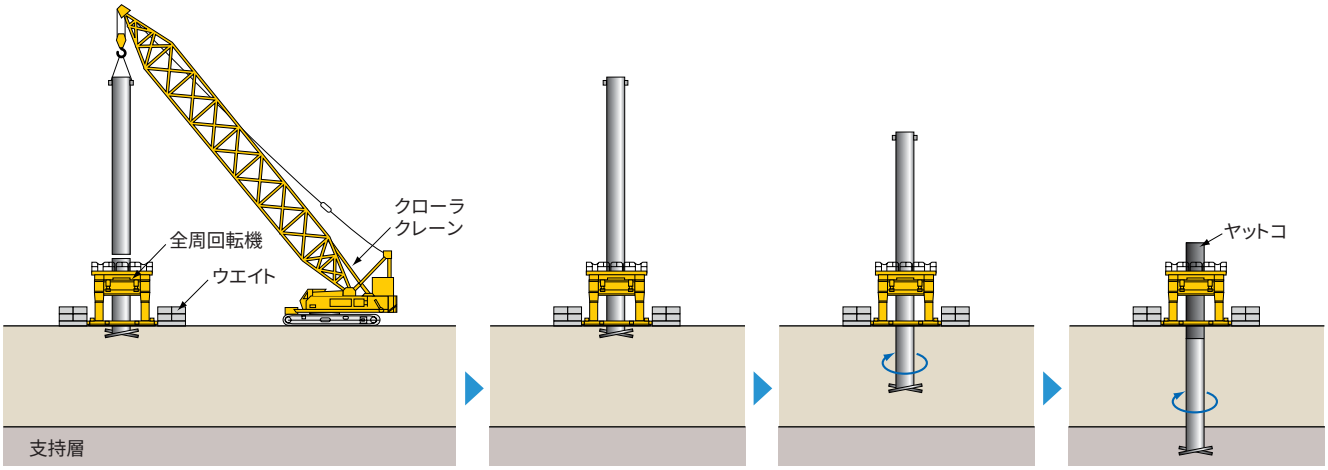
■適用範囲

杭　　径：φ400～φ1600
先端翼外径　Dw：杭径の1.5倍
先端翼内径　Dwi：杭径の0.5倍
支持層の地盤条件：砂、砂礫、風化花崗岩。礫径は杭径の1/3以下かつ300mm以下
支持層への根入れ：杭径（1Dp）以上
杭の最小間隔：杭径の2.5倍

注）参考文献：「つばさ杭」の支持力評価に関する研究報告書、（財）鉄道総合技術研究所、2008年8月
なお、鉄道構造物等設計標準・同解説/基礎構造物・抗土圧構造物に回転杭に関する記載が成された場合は、それによるものとする。

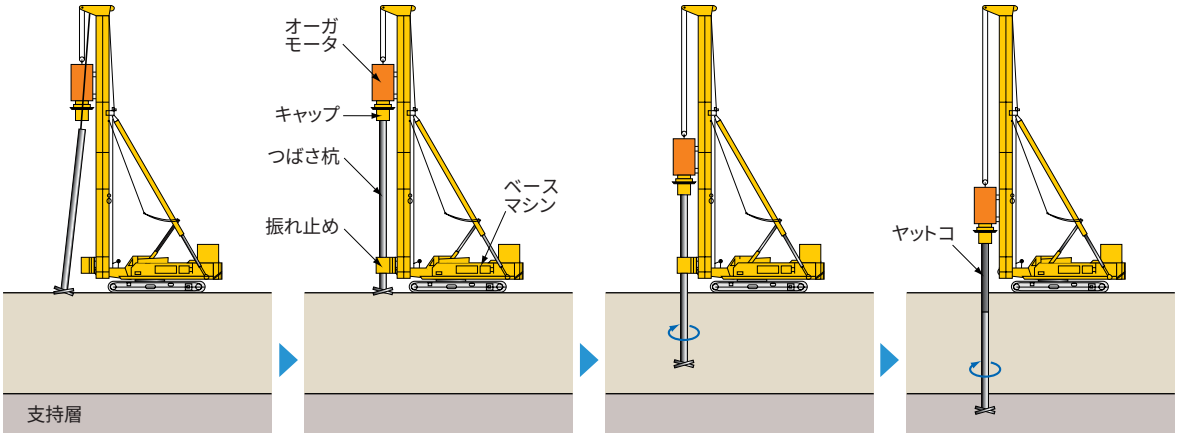
つばさ杭の施工フロー

■全周回転機による施工手順（鋼管径φ500～φ1600）



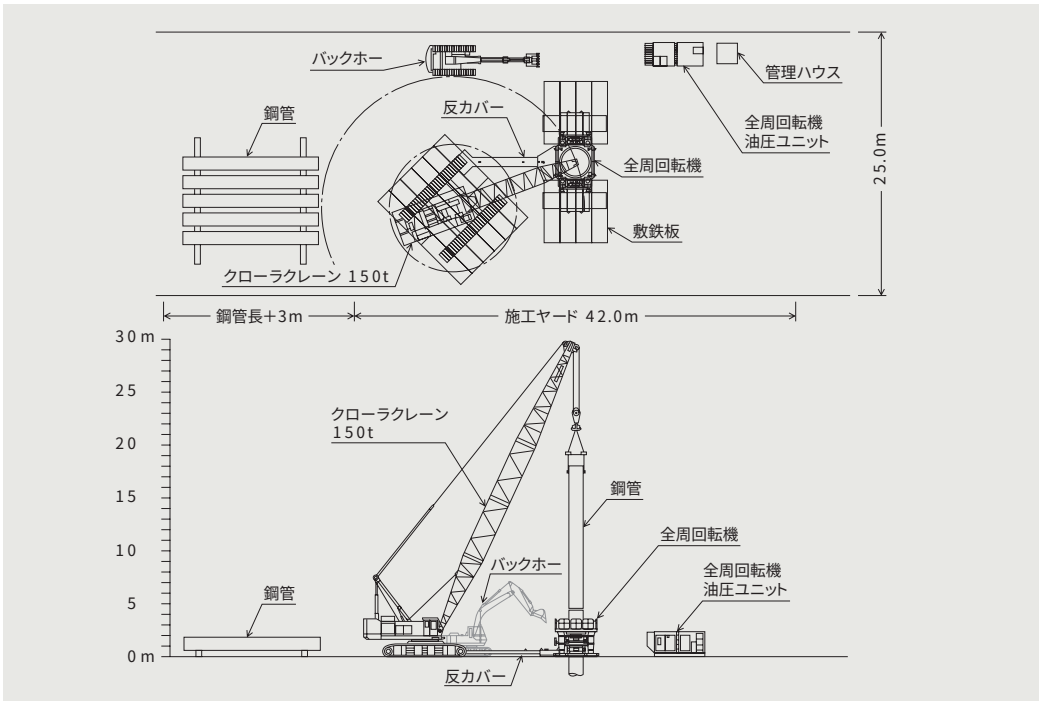
① 下杭の建て込み　② 杭芯および鉛直度の確認　③ 回転貫入　④ 支持層への貫入

■三点式杭打機による施工手順（鋼管径φ400～φ600）



① 下杭の建て込み　② 杭芯および鉛直度の確認　③ 回転貫入　④ 支持層への貫入

全周回転機による施工作業スペース例

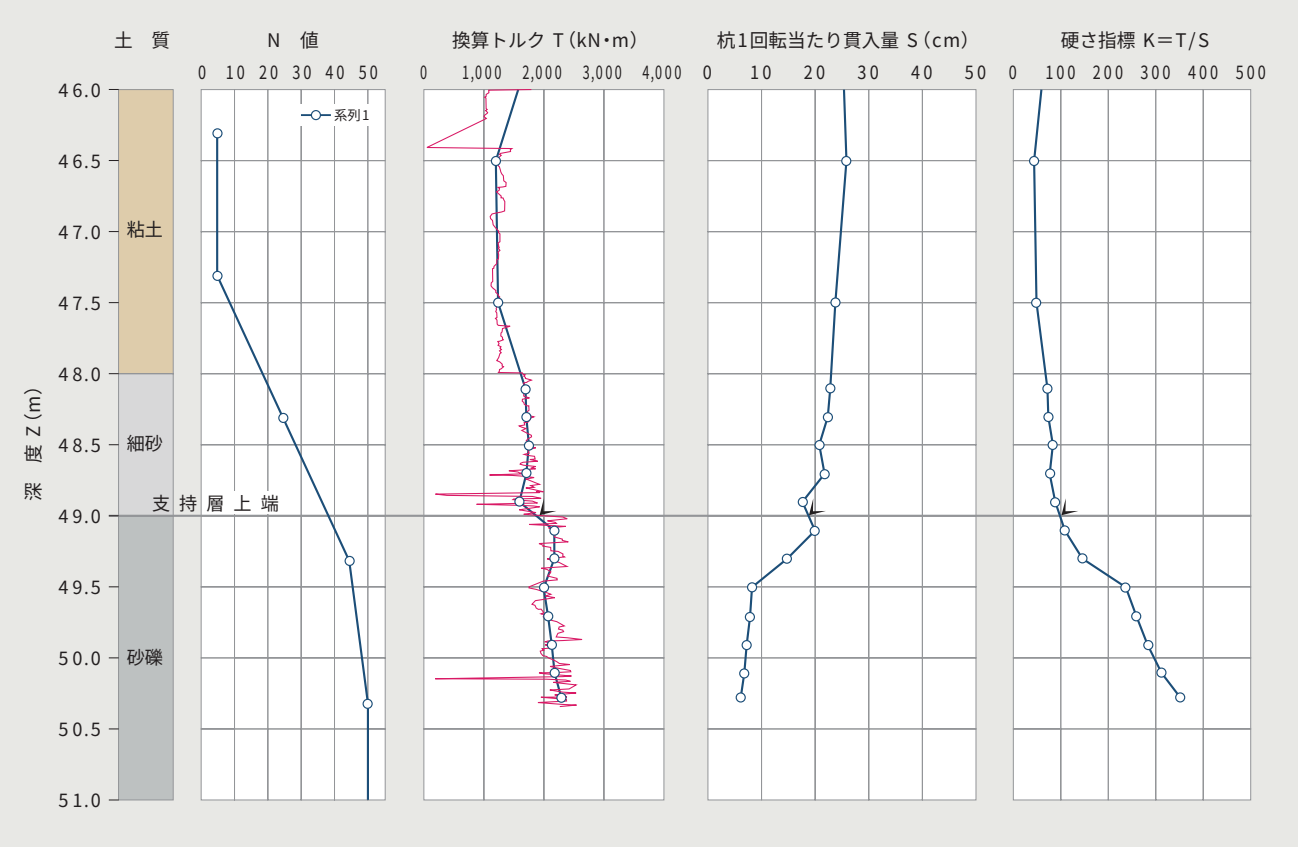


狭隘地や空頭制限のある場合は
別途ご相談下さい。

打ち止め管理

打ち止め管理は、次の手順で行います。

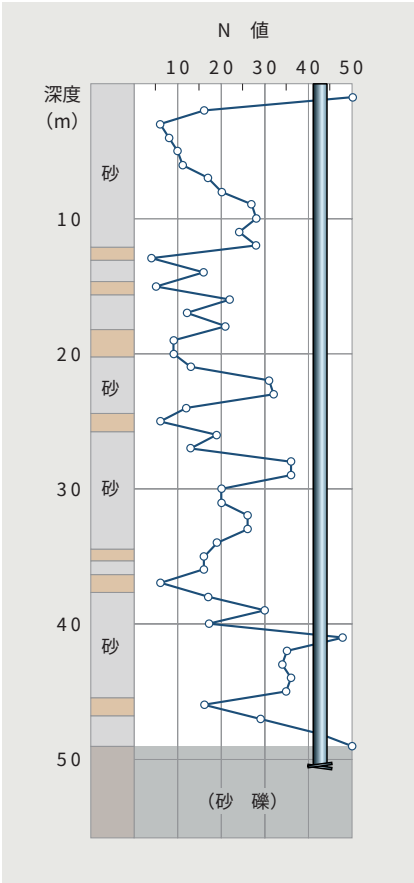
①ボーリング調査地点に最も近い杭を試験杭として選定して施工します。
②施工試験より得られた回転トルク、１回転あたりの貫入量、硬さ指標、回転に要する時間等の管理指標値と地盤柱状図とを比較して、支持層上端深度を総合的に判定し、本杭施工に用いる管理指標値を設定します。
③本杭の施工は、試験杭で設定した管理指標値に基づき支持層への根入れ長を管理します。
ただし、支持層が非常に硬い場合など所定位置まで根入れが困難な場合は、監理者と協議の上、硬さ指標等を目安に打ち止め深度を見直す場合があります。



施工風景

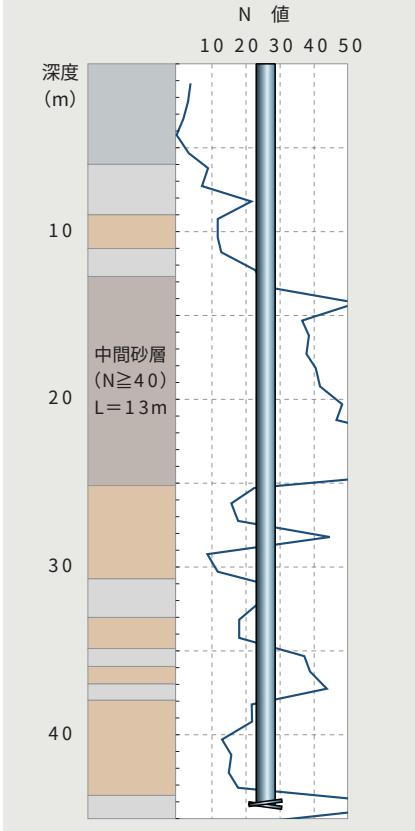
施工例（1）

- **場　所：**富山県
- **杭　径：**φ1200mm
- **先端翼：**φ1800mm（1.5倍翼）
- **杭施工長：**L＝50.3m
- **施工条件：**硬質中間砂層の貫通に際して補助工法を使用



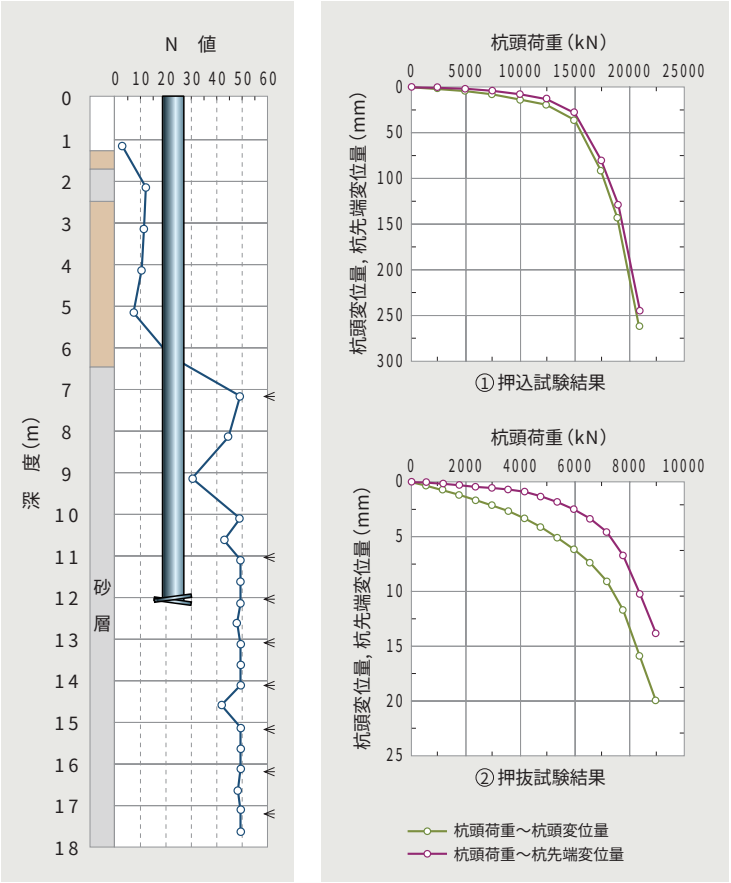
施工例（2）

- **場　所：**埼玉県
- **杭　径：**φ1200mm
- **先端翼：**φ1800mm（1.5倍翼）
- **杭施工長：**L＝44m
- **施工条件：**硬質な中間砂層（N≧40）を有する地盤での貫入性確認



載荷試験例

- **場　所：**茨城県稲敷郡
- **杭　径：**φ1200mm
- **先端翼：**φ1800mm（1.5倍翼）
- **杭施工長：**L＝12.1m（押込）、12.0m（引抜）
- **載荷条件：**押込試験×1本、引抜試験×1本



つばさ杭の施工体制

つばさ杭の施工は、つばさ杭技術協会に加盟する杭施工会社が行います。

つばさ杭技術協会所属　杭施工会社

- 株式会社ジオダイナミック
- ジャパンパイル株式会社
- 大洋基礎株式会社
- 千代田工営株式会社
- 日特建設株式会社
- ノザキ建工株式会社
- 丸五基礎工業株式会社
- 株式会社横山基礎工事
- 菱建基礎株式会社

●ご注文・お問い合わせは、下記または最寄りのJFEスチール株式会社までお寄せください。

東　京　東京都千代田区内幸町2丁目2番3号（日比谷国際ビル）　〒100-0011
建材センター　建材営業部　土木建材室　TEL.03（3597）4520　FAX.03（3597）3292

Cat.No.D1J-529-02

JFE スチール 株式会社 http://www.jfe-steel.co.jp

本　　社	〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番3号（日比谷国際ビル）	TEL 03(3597)3111	FAX 03(3597)4860
大 阪 支 社	〒530-8353 大阪市北区堂島1丁目6番20号（堂島アバンザ10F）	TEL 06(6342)0707	FAX 06(6342)0706
名古屋支社	〒451-6018 名古屋市西区牛島町6番1号（名古屋ルーセントタワー18F）	TEL 052(561)8612	FAX 052(561)3374
北海道支社	〒060-0005 札幌市中央区北五条西2丁目5番（JRタワー17F）	TEL 011(251)2551	FAX 011(251)7130
東 北 支 社	〒980-0811 仙台市青葉区一番町4丁目1番25号（東二番丁スクエア3F）	TEL 022(221)1691	FAX 022(221)1695
新 潟 支 社	〒950-0087 新潟市中央区東大通1丁目3番1号（新潟帝石ビル4F）	TEL 025(241)9111	FAX 025(241)7443
北 陸 支 社	〒930-0004 富山市桜橋通り3番1号（富山電気ビル3F）	TEL 076(441)2056	FAX 076(441)2058
中 国 支 社	〒730-0036 広島市中区袋町4番21号（広島富国生命ビル7F）	TEL 082(245)9700	FAX 082(245)9611
四 国 支 社	〒760-0019 高松市サンポート2番1号（高松シンボルタワー23F）	TEL 087(822)5100	FAX 087(822)5105
九 州 支 社	〒812-0025 福岡市博多区店屋町1番35号（博多三井ビルディング2号館7F）	TEL 092(263)1651	FAX 092(263)1656
千葉営業所	〒260-0028 千葉市中央区新町3番地13（千葉TNビル5F）	TEL 043(238)8001	FAX 043(238)8008
神奈川営業所	〒231-0011 横浜市中区太田町1丁目10番（NGS太田町ビル4F）	TEL 045(212)9860	FAX 045(212)9873
静岡営業所	〒422-8061 静岡市駿河区森下町1番35号（静岡MYタワー13F）	TEL 054(288)9910	FAX 054(288)9877
岡山営業所	〒700-0821 岡山市北区中山下1丁目8番45号（NTTクレド岡山ビル18F）	TEL 086(224)1281	FAX 086(224)1285
沖縄営業所	〒900-0015 那覇市久茂地3丁目21番1号（國場ビル）	TEL 098(868)9295	FAX 098(868)5458

海外事務所 ニューヨーク、ヒューストン、ブリスベン、ブラジル、ロンドン、ドバイ、ニューデリー、ムンバイ、シンガポール、バンコック、ベトナム、ジャカルタ、マニラ、ソウル、北京、上海、広州

お客様へのご注意とお願い

- 本カタログに記載された特性値等の技術情報は、規格値を除き何ら保証を意味するものではありません。
- 本カタログ記載の製品は、使用目的・使用条件等によっては記載した内容と異なる性能・性質を示すことがあります。
- 本カタログ記載の技術情報を誤って使用したこと等により発生した損害につきましては、責任を負いかねますのでご了承ください。

Copyright © JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.
無断複製・転載・WEBサイトへの掲載などはおやめください。

1103R(1001) SP