

⚠ ご注意とお願い

※本資料に掲載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するたるためのものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は保証を意味するものではありません。

※本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じ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。

また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、各担当部署にお問い合わせください。

※本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。

※「NSエコパイル」は日本製鉄(株)と日鉄建材(株)の登録商標です。

基礎構造

建築・土木工法

回転圧入鋼管杭

NSエコパイル[®]

建築分野

回 転 圧 入 鋼 管 杭

NSエコパイル

NSエコパイル工法協会

日本製鉄株式会社 建材開発技術部内

日鉄建材株式会社 エコパイル商品部内

〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1

☎ 03(6259)1990

taikei@ns-ecopile.com

NSエコパイル工法協会

1 NSエコパイルの概要

NSエコパイルとは

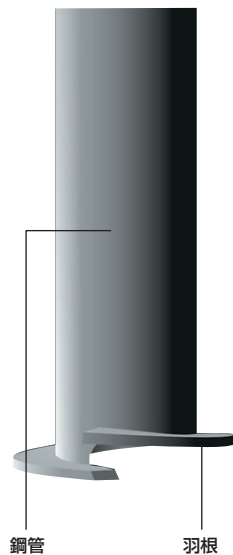
日本の主要都市のほとんどは河川下流の沖積層平野部に発達しています。沖積層は、軟弱地盤であることが多く、高層建築や高速道路などを建設する際には、強固な地盤に到達する杭によって構造物を支持する必要があります。

従来の杭施工法においては、泥水・残土などの産業廃棄物や、騒音・振動などが環境的、社会的に大きな問題となりつつあります。

「NSエコパイル」は、それら既存の杭工法の問題点を解決すると共に、高支持力、高耐震性、低コスト、短工期を実現する次世代の杭工法です。

NSエコパイルの構造

「NSエコパイル」とは、鋼管の先端に螺旋状の羽根を溶接した鋼管杭です。施工に当たっては、全旋回機等で鋼管を回転圧入します。その際、先端羽根のくさび効果で推進力を発揮することにより、スムーズな貫入が可能となります。



施工における従来の杭工法との比較



9つのメリット

1 無排土

杭の先端に螺旋状の羽根を設けて回転圧入による貫入を行うため、無排土施工を実現しました。このことにより、杭周辺地盤を締め固める効果も得られます。

2 低騒音・低振動

全旋回機等による回転圧入工法の採用により、杭を地中に貫入する際に衝撃を発生せず、低騒音・低振動施工を実現しました。

3 大支持力

回転圧入工法による先端地盤の締め固め効果、及び羽根の拡底効果により、大きな鉛直支持力を得ることができます。

4 高品質

最終根入れではトルクにより支持層を確認することができるため、高品質で信頼性の高い杭基礎の構築が可能です。

5 高耐震性

鋼管杭基礎であるため、大きな変形性能を有しており、耐震性に優れています。

6 大引抜き支持力

貫入時に羽根部に推進力として作用した受動抵抗力が、そのまま引抜き抵抗力となるため、大きな引抜き支持力を得られます。

7 リサイクル

貫入時と逆に回転させることによって、容易に杭体を引抜くことができるので、リサイクルが可能になります。従って仮設杭としての利用も可能です。

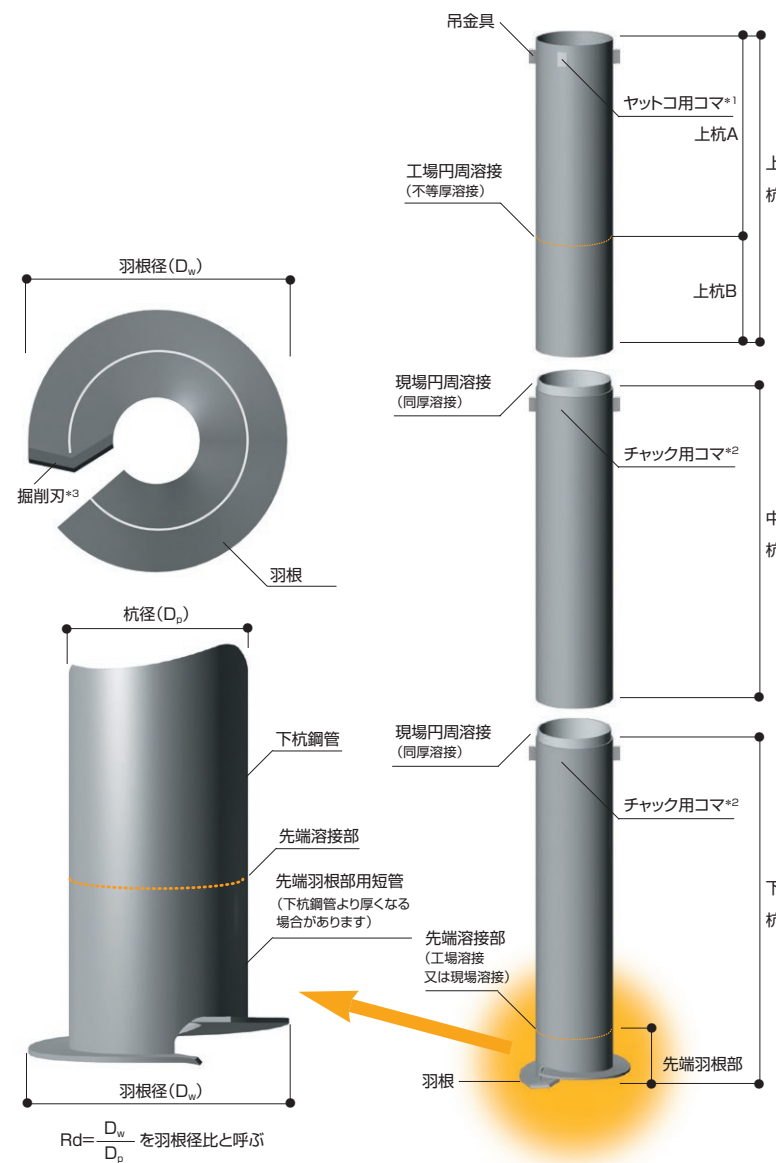
8 短工期

コンクリートやセメントミルクなどの打設及び養生を必要としないため、場所打ち杭や埋め込み杭に比べて、短工期での施工が可能です。

9 低コスト

大きな支持力を発揮できることから、杭径を小さくする、あるいは杭本数を減らすことができます。また泥水・残土の処理費用が不要となること、工期の短縮などから、コストの低減がはかれます。

2 杭の構成



〈お願い〉
杭どうしの板厚変化の最大値は原則として7mm以下としてください。板厚変化部は削成部(不等厚継ぎ手)を設け応力集中を緩和する処置を取ります。現場円周溶接部の杭どうしの板厚は同厚になるようにしてください。

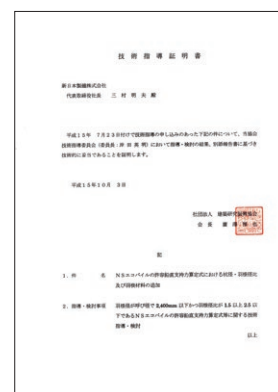
*1:ヤットコ用コマは鋼管の内側につく場合もあります。
*2:チャック用コマは小型自走式杭打機による施工を行う場合に用います。
*3:地盤条件によって掘削刃をつける場合があります。

3 第三者機関による認証

NSエコパイルの許容支持力については、旧建築基準法第38条の規定に基づく建設大臣認定を取得しております。
認定番号:建設省東住指発238号
認定日:2000年5月31日
この旧法第38条認定を2002年(平成14年)6月1日以降に用いる場合について、国土交通省より下記のような連絡を頂いております。
連絡内容:当該構造方法について新たな認定を受ける必要はなく、今後は既認定の内容を基に、2001年(平成13年)国土交通省告示第1113号第六に従い、杭の許容支持力を算定すること。



杭径1200mm<D_p≤1600mm、
羽根径比2<Rd≤2.5、
鋼管羽根の適用については(一社)建築研究振興協会の技術指導証明を取得しております。
証明書日付:
2003年10月3日



NSエコパイルの引抜き方向の許容支持力については(一財)ベタリーピングの評定を取得しております。
評定番号:
評定CBL FP004-06号
原評定発行日:
2005年11月30日
変更発行日:
2006年8月28日
更新発行日:
2015年11月30日

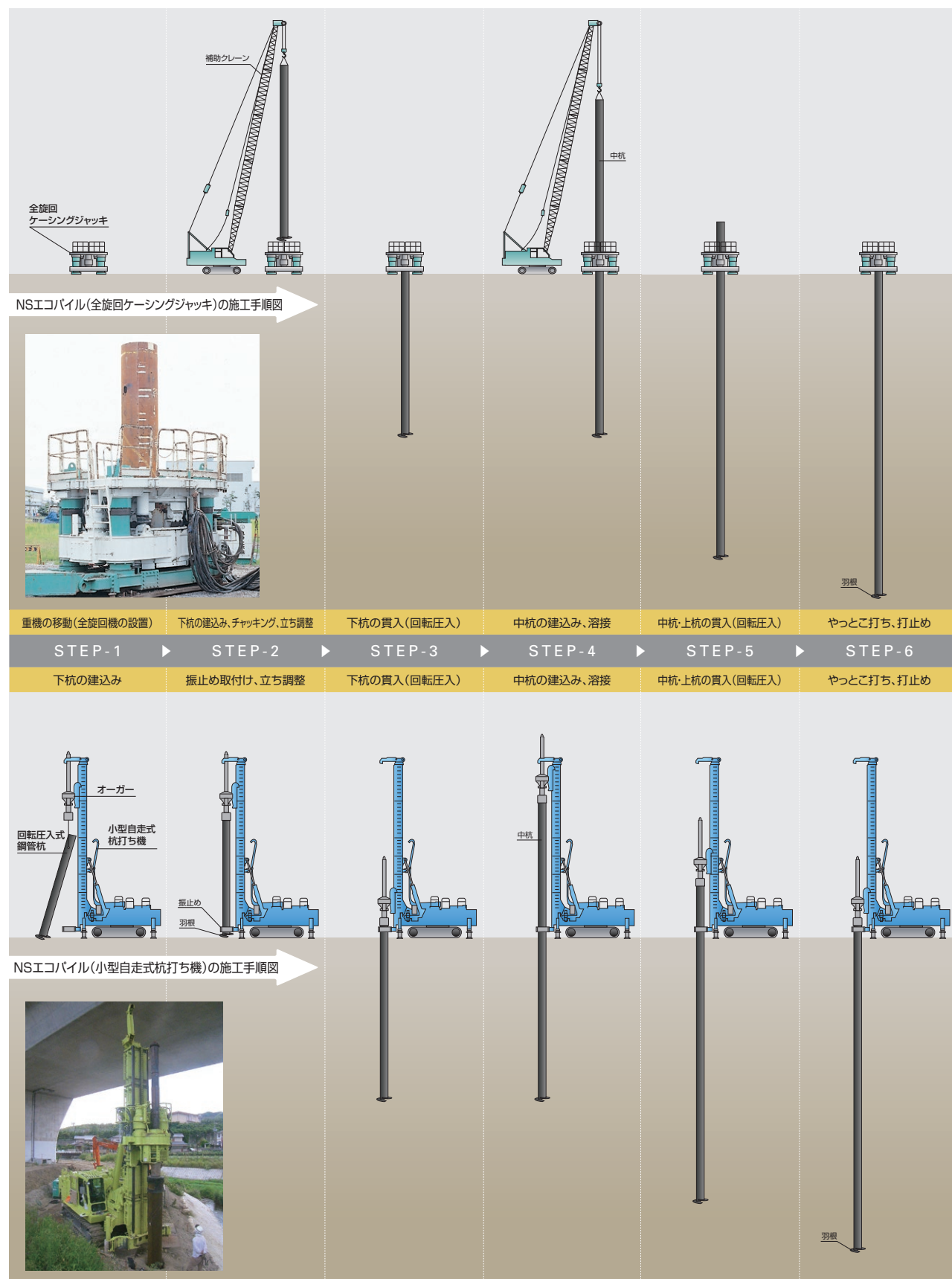


中小径NSエコパイルの引抜き方向の許容支持力については、(一財)日本建築総合試験所の性能証明書を取得しております。
評定番号:
GBRC 性能証明 第16-32号
評定日:
2017年2月8日
※詳細については、カタログ「NSエコパイル 小径・中径編」「NSエコパイル 引抜き方向の許容支持力」をご参照ください。



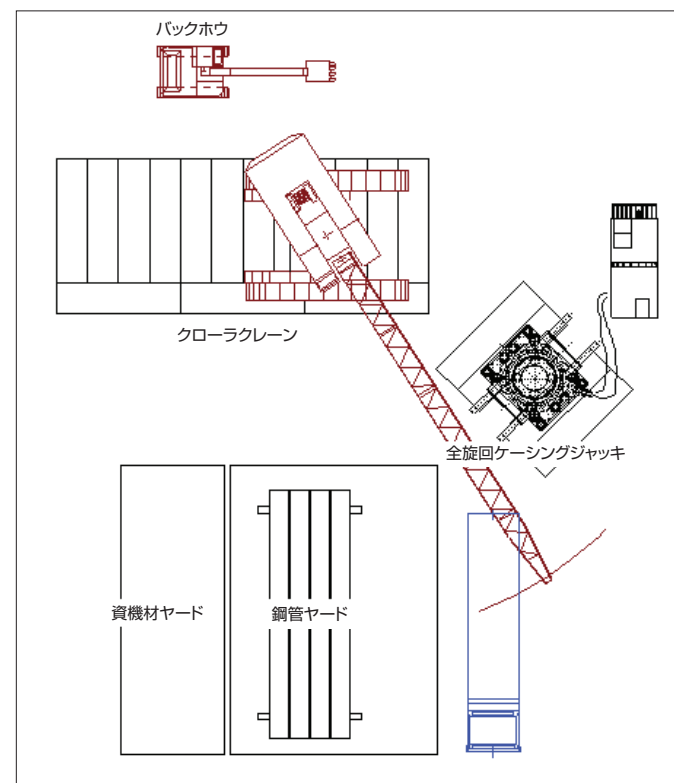
1 施工手順

NSエコパイルの施工手順

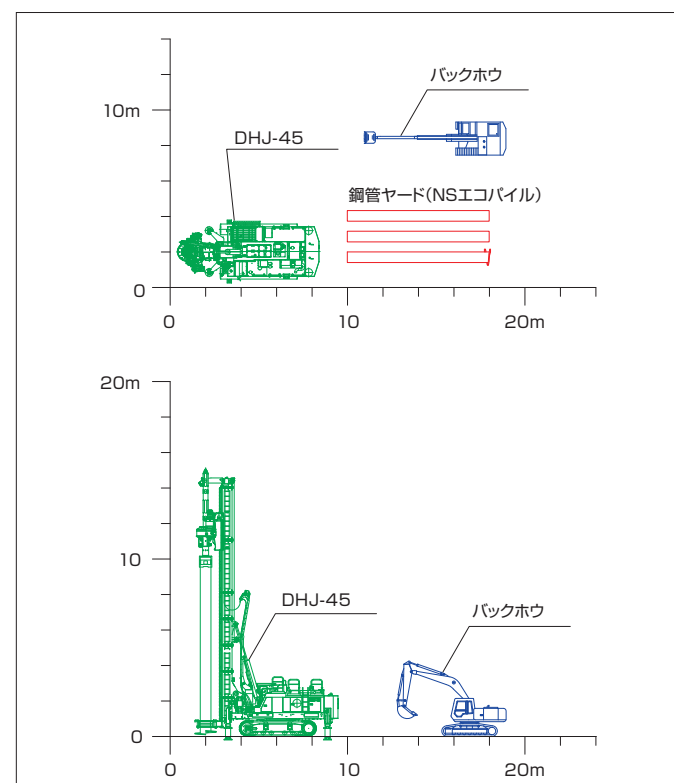


2 施工機器

▼全旋回ケーシングジャッキ使用時の例



▼小型自走式杭打ち機(DHJ-45)



3 NSエコパイル専用治具

NSエコパイルの施工には、主要機械のほか以下のような治具を用いて施工します。



4 施工フロー

施工トルクにより、支持層への到達を全数の杭について確認します。現場ごとに行う試験杭の施工によって、支持層を判別するための支持層判別トルクを設定し、打止めは原則として支持層への根入を杭径 ($1D_p$) 以上確保します。

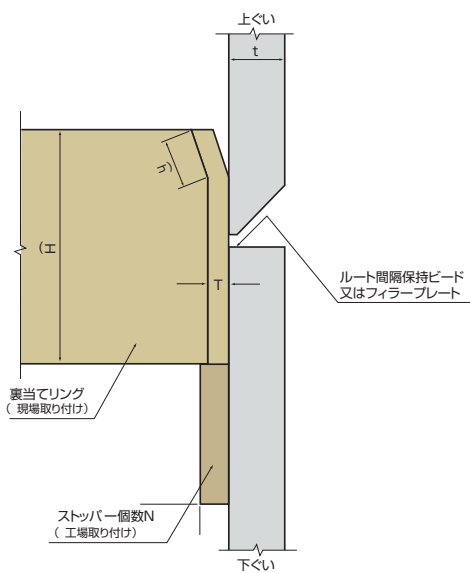
A:試験杭の実施

当該地盤における施工・重機選定の妥当性及び、トルクの発現状態を確認するために、試験杭の施工を実施します。その際、トルクの発現状態と地盤調査結果との対比により支持層判別トルクを設定します。

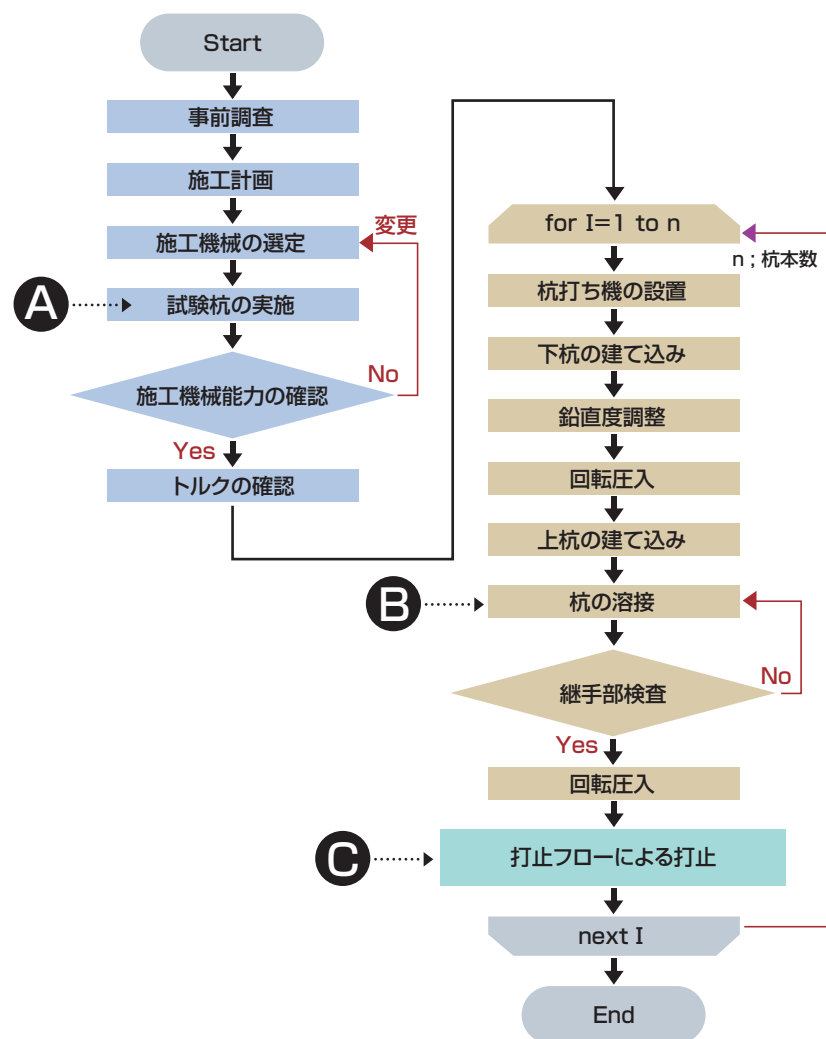
試験杭の本数と箇所は現場の規模に応じて定めますが、試験杭として本杭の最初の数本を使用することもあります。

●B:現場溶接

杭の継手は通常溶接継手としています。その形状は、鋼管がSKK規格品相当の精度である場合、鋼管杭協会の標準継手（JASPPジョイント）を用います。



溶接状況



©: 打止管理 打止フロー

原則として設計で定めた杭の先端深度まで圧入施工し、支持層への貫入を1D_p以上確保して杭を打止めますが、トルクの変化によって判定した支持層の深度と設計時に設定した支持層深度に差がある場合や、支持層が非常に強固な層である場合などには、杭が高止まりあるいは深止まりする場合があります。

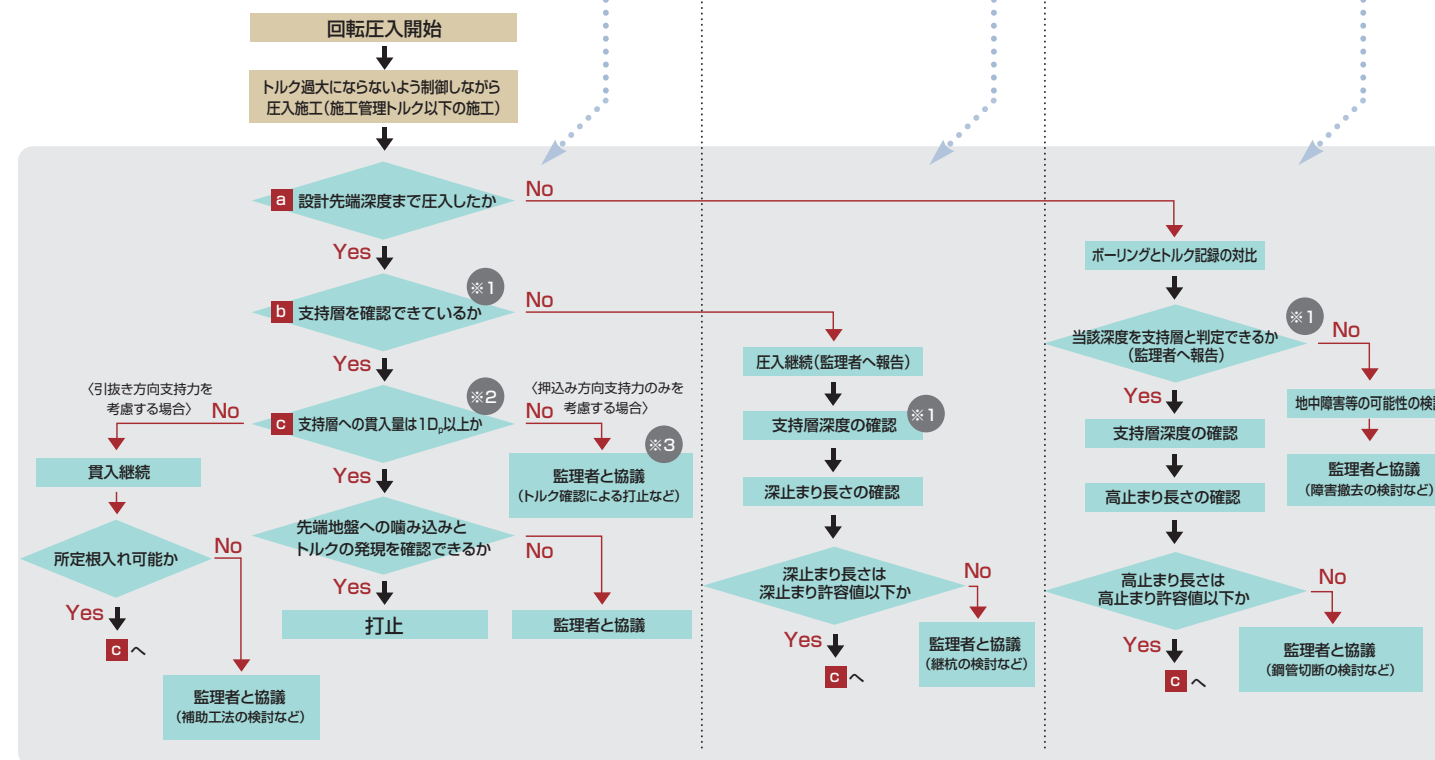
支持層は試験杭によって定めた支持層判別トルクによって確認しますが、支持層深度が想定よりも浅いと、設計深度まで杭を貫入させることが困難になることがあります。このような場合には、支持層への十分な貫入(1D_p以上)とトルクの発現を確認して設計深度よりも高い位置で杭を打止めることもあります。

また、支持層が1D_p以上の貫入ができない程に強固な場合は、当該杭に押込み方向の支持力しか期待しないのであれば、トルクの発現を確認して、1D_p以下の根入れで打止めることもあります。

ただし、当該杭に引抜き方向の支持力を期待する場合には、支持層への根入れ量が重要であることから、補助工法やその他の対応策を監理者との協議の上で決定します。



支持層に被圧水がある場合は
あらかじめご相談ください。



※1 土質柱状図と施工トルクの比較を行い、トルクの相対的変化により支持層へ貫入したことを確認する。

※2 支持層確認後、1D_n(D_n:本体径)以上の根入れがあることを確認して打止めることを原則とする。

※3 支持層が硬く施工管理トルク(※7)が確認されている状態で、且つ1回の正転逆転の施工(※4)で新たな貫入が $0.1D_p$ に満たない状態が3回連続する場合は、支持層への貫入量が $1D_p$ 未満であっても、杭先端が強固な地盤に達していると判断して打止めることができる。

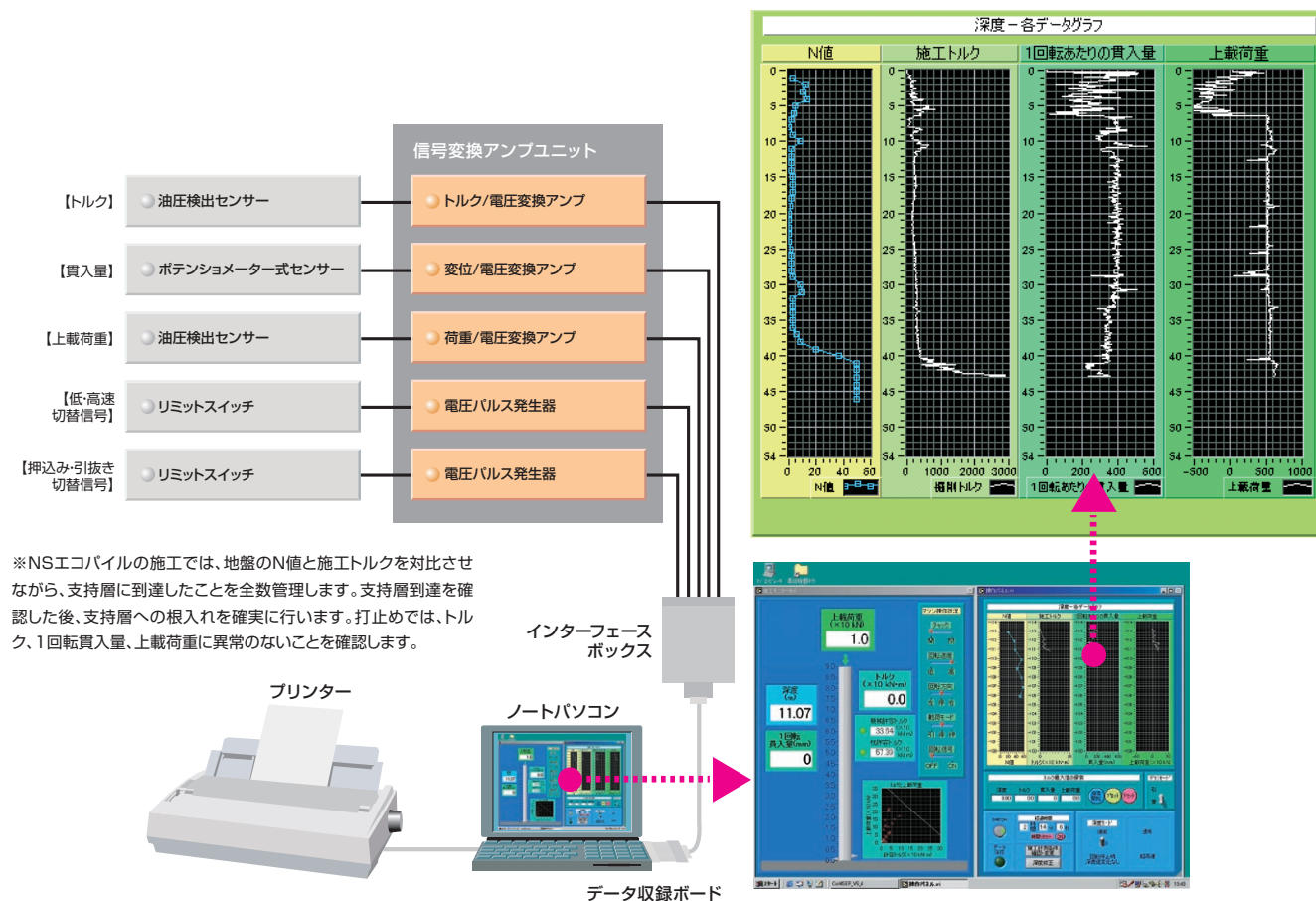
(ア) 杭の振り耐力(せん断耐力、振り座屈耐力、および杭先端の振り耐力)から求まる施工トルクの管理値。

(イ) 正転で施工管理トルクまで到達した後、逆転で適宜引抜き、再び正転で貫入させる施工方法。

5 施工管理方法

施工時の測定データ

1) 施工時間	● パソコン動作上の時刻
2) トルク	● 油圧モーターの駆動油圧値 (全旋回ケーシングジャッキ)
3) 貫入量	● ポテンションメーター式センサー値
4) 上載荷重	● 油圧検出センサー値 (全旋回ケーシングジャッキ)



1 NSエコパイル設計の基本事項

(1) 支持層	土質が砂質土層または礫質土層であり、N値が15以上である地盤
(2) 杭径及び羽根径	杭径 (D_p) : 100mm~1600mm(呼び径) 羽根径 (D_w) : 杭径の1.5倍~2.5倍(ただし、 $D_w=2,400$ mmを上限とする)
(3) 杭長・施工深度等の制限	最大施工深度は70m以下かつ杭径の130倍以下 引抜き支持力を期待する場合、評定によって杭長および施工深度の最小値が異なります。 中小径エコパイル工法(GBRC 性能証明 第16-32号)の最大施工深度は55.2mかつ杭径の130倍以下
(4) 支持層への根入れ長	原則として1 D_p 以上(施工時にはトルク管理により打止めることもあります)
(5) 杭の中心間隔	杭径 (D_p) + 羽根径 (D_w) 以上

2 杭の寸法

NSエコパイルに用いる杭径と羽根径の組み合わせは下表のようになります(呼び径表示)。

【NSエコパイル 建築用 製品ラインナップ】

杭径 D_p [mm] 呼び径表示 (SKK材)		400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600
		406.4 (STK材)	508.0 (STK材)									
羽根径 D_w [mm]	1.5倍径	※1	※1	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	2100	2400
	長期許容先端支持力※3			1838kN	2501kN	3267kN	4135kN	5105kN	6066kN	7087kN	9286kN	11658kN
	1.75倍径	※1	※1	1050	1225	1400	1575	1750	1925	2100	2400 (約1.71倍径)	
	長期許容先端支持力※3			2297kN	3127kN	4084kN	5122kN	6190kN	7328kN	8528kN	10817kN	
	2.0倍径	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400		
	長期許容先端支持力※3	1256kN	1963kN	2827kN	3848kN	4966kN	6133kN	7383kN	8705kN	10088kN		
	2.25倍径	※1	※1	※2 1350	※2 1575	※2 1800	※2 2025	※2 2250	※2 2400 (約2.18倍径)			
	長期許容先端支持力※3			3428kN	4624kN	5875kN	7228kN	8666kN	9766kN			
	2.5倍径	1000	1250	※2 1500	※2 1750	※2 2000	※2 2250	※2 2400 (約2.4倍径)				
	長期許容先端支持力※3	1822kN	2859kN	4100kN	5413kN	6851kN	8394kN	9472kN				

φ400以下の小径サイズ	旧JIS38条認定	エコパイル適用範囲外
NSエコパイル 中小径カタログを参照ください。	建築研究振興協会技術指導証明取得範囲 (羽根径比が2を超える範囲)	※1 設計の際には、事前にご相談ください。 ※2 施工時に特別な検討が必要となりますので、設計の際には、事前にご相談ください ※3 周面摩擦力を除く、先端N値60の場合。
	建築研究振興協会技術指導証明取得範囲 (杭径がφ1200を超える範囲)	

〈注意事項とお願い〉

- 杭径600mm以上で、羽根径比が2を超え2.5以下の範囲については、杭先端部が特殊仕様となるため、当該仕様で設計される場合には、事前にご相談ください。
- 最大羽根径が2400mmとなっていますので、杭径が1200mmを超える範囲については最大羽根径比が2未満になります。(例えば、杭径1600mmの最大羽根径比は1.5となります)。
- 建築研究振興協会の技術指導範囲及び引抜き方向支持力の評定範囲については、事前に建築主事との協議が必要となる場合がありますのでご注意ください。詳しくは弊社担当者までお問い合わせください。

6 NSエコパイルの精度

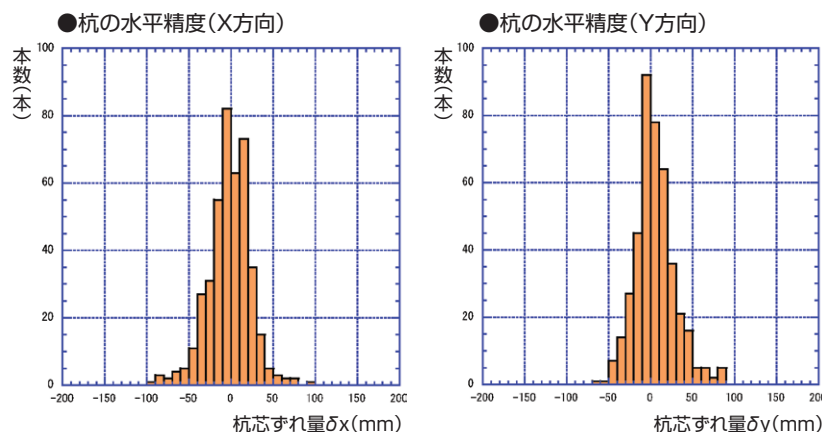
● 鉛直精度

NSエコパイルは「回転圧入工法」のため、杭自身がエネルギーロスが少なくなる、円の中心を回転軸として回転するようになります。かつ開端杭であることから、ある程度土砂を管内に進入させるからの施工となるので、施工時の先端の受ける抵抗は閉端杭に比べ小さくなります。そのためNSエコパイルは深度方向への直進性に優れています。

● 水平精度

杭芯ずれ(側方移動)は、圧入初期段階の管理を正しく行うことで、高精度の施工が可能です。従来の埋め込み杭と同等以上の精度で圧入が可能です。

▼杭の水平精度(6物件、杭数420本の実績)



3 許容鉛直支持力

(1) 長期許容鉛直支持力は、下式によります。

$$R_{aL} = \frac{1}{3} \left\{ \alpha \cdot \beta \cdot \bar{N} (A_p + e A_{w0}) + \left(2 \bar{N}_s L_s + \frac{\bar{q}_u}{2} L_c \right) \psi \right\} \quad \text{①}$$

ここに、

R_{aL} : 長期許容鉛直支持力(kN)

α : 先端支持力係数($\alpha=200$)

β : 羽根径による係数で次式によります $\beta = 1 - 0.3 \frac{D_w - 1.5}{2.5}$
ただし、 D_w が1.5m以下の場合は1とします

$\bar{N}$: 杭先端から上下1D_wの間の平均N値
ただし、 $\bar{N} \leq 60$ (個々のN値の最大値は100)

A_p : 底板部見付け面積(m²) $A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_p^2$

e : 支持力に対する外側羽根の有効率($e=0.5$)

A_{w0} : 外側羽根面積(m²) $A_{w0} = \frac{1}{4} \pi (D_w^2 - D_p^2)$

D_p : 杭径(m)

D_w : 羽根径(m)

$\bar{N}_s$: 基礎杭の周囲の地盤のうち砂質地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値
ただし、 $\bar{N}_s \leq 50$

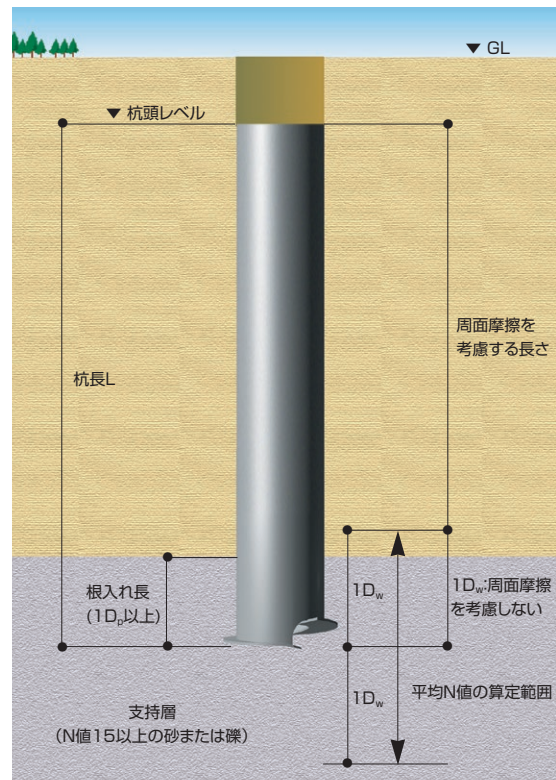
L_s : 基礎杭がその周囲の地盤のうち砂質地盤に接する長さの合計(m)

$\bar{q}_u$: 基礎杭の周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値(kN/m²)
一軸圧縮強度のデータがない場合は、 $q_u=12.5$ Nとすることができる
ただし、 $\bar{q}_u \leq 200$ (kN/m²)とし、 $\bar{q}_u < 30$ kN/m²の時は摩擦を考慮しない

L_c : 基礎杭がその周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する長さの合計(m)

ψ : 基礎杭の周囲の長さ(m)

ただし、杭先端から上側1D_wの範囲は周面摩擦抵抗を考慮しないものとします。



(2) 引抜き方向の短期許容支持力は、下式によります。

$$tR_{aS} = \frac{2}{3} \left\{ \kappa \bar{N} t A_{tp} + \left(\lambda \bar{N}_s L_s + \mu \bar{q}_u L_c \right) \psi \right\} \quad \text{②}$$

ここに、

tR_{aS} : 地盤の引抜き方向の短期許容支持力(kN)

κ : 杭先端の引抜き方向支持力係数($\kappa=92$)

λ : 砂質地盤における杭周面抵抗力係数($\lambda=1.13$)

μ : 粘土質地盤における杭周面抵抗力係数($\mu=0.27$)

$\bar{N}t$: 杭先端から上方に2D_wの間の平均N値(引抜き抵抗算定用平均N値)
ただし、 $\bar{N}t \leq 60$ (個々のN値の最大値は100とする)

A_{tp} : 基礎杭の先端の有効断面積(m²) $A_{tp} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{we}^2$

D_{we} : 先端羽根の有効径(m) $D_{we} = \frac{D_p + D_w}{2}$

D_p : 杭径(m) (D_p の適用範囲は0.1m $\leq D_p \leq 1.6$ mであるが、1.2m $\leq D_p$ の場合には $D_p=1.2$ mとする)

D_w : 羽根径(m) (1.5 $\leq D_w/D_p \leq 2.5$ であるが、2.0 $\leq D_w/D_p$ の場合は $D_w=2 \times D_p$ とする)

$\bar{N}_s$: 基礎杭の周囲の地盤のうち砂質地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値
ただし、 $\bar{N}_s \leq 50$

L_s : 基礎杭がその周囲の地盤のうち砂質地盤に接する長さの合計(m)

$\bar{q}_u$: 基礎杭の周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値(kN/m²)
ただし、 $\bar{q}_u \leq 200$ (kN/m²)とし、 $\bar{q}_u < 30$ kN/m²の時は摩擦を考慮しない

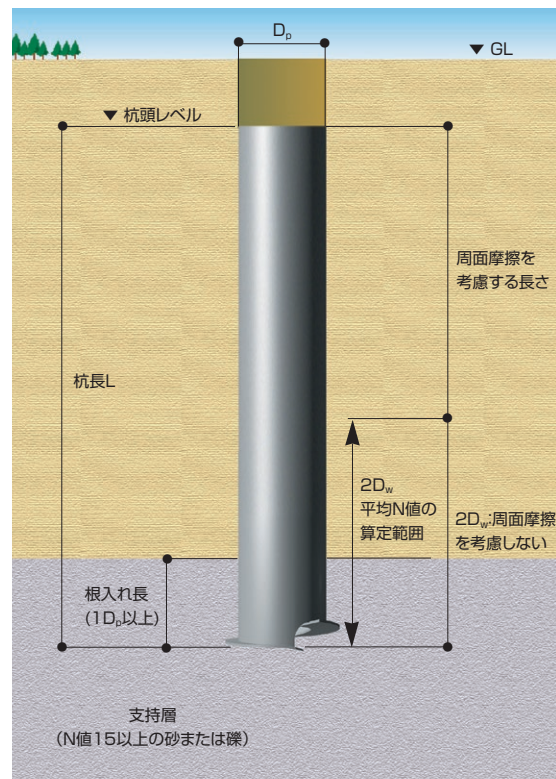
L_c : 基礎杭がその周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する長さの合計(m)

ψ : 基礎杭の周囲の長さ(m)

($\psi = \pi \cdot D_p$ ここで用いる D_p の範囲は0.1m $\leq D_p \leq 1.6$ mとする)

なお、支持層への根入れ長は、原則として1D_p以上とします。

また、杭先端から上側2D_wの範囲は周面抵抗力を考慮しないものとします。



杭長の最低値は羽根径($D_w/D_p \geq 2$ の場合には $D_w=2D_p$ の値)の10倍とし、杭先端位置はGL-10m以深とする。

(3) 杭材の材質とF値

部材	規格記号	基準強度 F値	長期許容応力度			短期
			曲げ・圧縮	引張	せん断	
鋼管	STK400*1, SKK400	235N/mm ²	$\frac{F^*}{1.5}$	$\frac{F}{1.5}$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$	長期の1.5倍
	STK490*1,*2, SKK490*2	325N/mm ²				
羽根	SS400, SM400	235N/mm ²	$\frac{F}{1.5}$	$\frac{F}{1.5}$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$	長期の1.5倍
	SS490, SM490	325N/mm ²				
	SCW480(溶接構造用鋳鋼品)	275N/mm ²				

F^* : 設計基準強度 0.01 $\leq t_{pc}/r \leq 0.08$ の場合 $F^*=F(0.8+2.5 \cdot t_{pc}/r)$
 $t_{pc}/r > 0.08$ の場合 $F^*=F$

※1 : STK規格は原則としてD_p=508以下で用います。

※2 : 鋼管はSTK490材および、SKK490材を標準部材とします。

r : 杭軸部の半径(mm)

t_{pc} : 腐食代を除いた鋼材の厚さ(mm)

(4) 杭材の長期許容圧縮力および短期許容引張力

$\mu = L/D_p - 100 \leq 0$ のとき(長さ径比の低減不要)、

$$N_{aL} = \frac{F^*}{1.5} \times A_{sp}$$

$\mu = L/D_p - 100 > 0$ のとき、

$$N_{aL} = \frac{F^*}{1.5} \times A_{sp} \times \left(1 - \frac{\mu}{100} \right)$$

$$tN_{aS} = F \times A_{sp} \quad \text{④}$$

tN_{aS} : 杭材の短期許容引張力

ただし、 $L/D_p \leq 130$ とする。

ここに、

μ : 長さ径比に対する低減率(%) $\mu = L/D_p - 100$

L : 杭長(m)

D_p : 杭径(m)

N_{aL} : 杭材の長期許容圧縮力(N)

F^* : 設計基準強度(N/mm²)

$$0.01 \leq \frac{t_{pc}}{r} \leq 0.08 \text{ の場合 } F^* = F (0.8 + 2.5 \frac{t_{pc}}{r})$$

$$\frac{t_{pc}}{r} > 0.08 \text{ の場合 } F^* = F$$

F : 鋼材の許容応力度の基準強度

r : 杭軸部の半径(mm)

t_{pc} : 腐食代を除いた鋼材の厚さ(mm)

腐食代は鋼管の内外面の合計で1mm以上とします。

A_{sp} : 腐食代を除いた杭鋼管の断面積(mm²)

(5) 杭の押込み方向の短期許容鉛直支持力は、①式の2倍かつ、③式の1.5倍以下とします。

杭の引抜き方向の長期許容支持力は、②式の1/2倍かつ、④式の1/1.5倍以下とします。

ただし、長期引抜き支持力を用いることができるのは、杭先端から上側2D_wの範囲の土質が砂地盤の場合とします。

(6) トルクの検討

鋼管の板厚を、施工時に作用するトルクによって検討する必要がある場合もあります。

施工トルクは地盤条件や杭径によって変わりますので、詳しくは弊社担当者へご相談ください。