

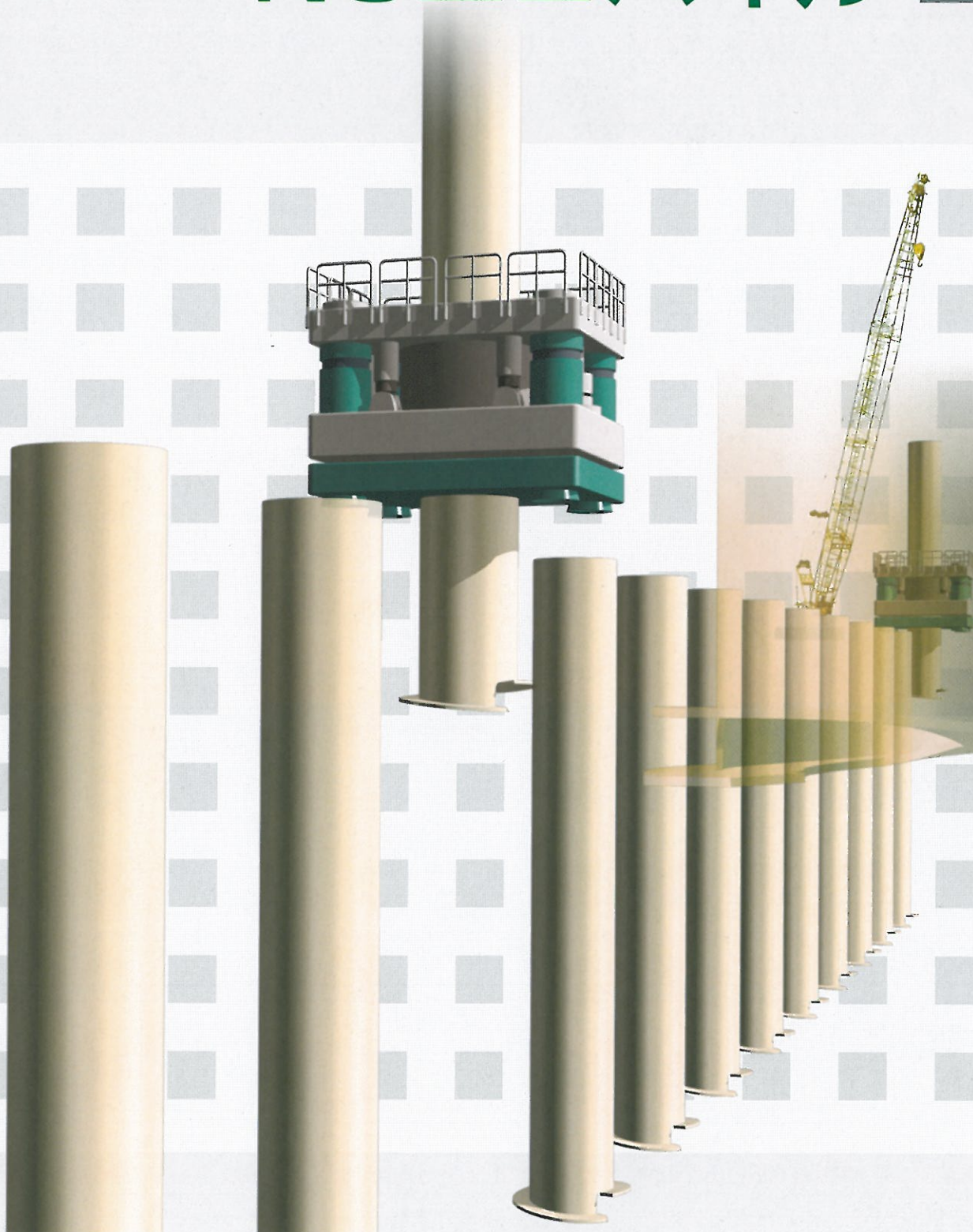


基礎構造
建築・土工法

回転圧入鋼管杭

NSエコパイル®

建築分野



確かなアンサーを、あなたへ。

Pre-Engineered Solution

新日鉄住金エンジニアリング株式会社

特長

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。

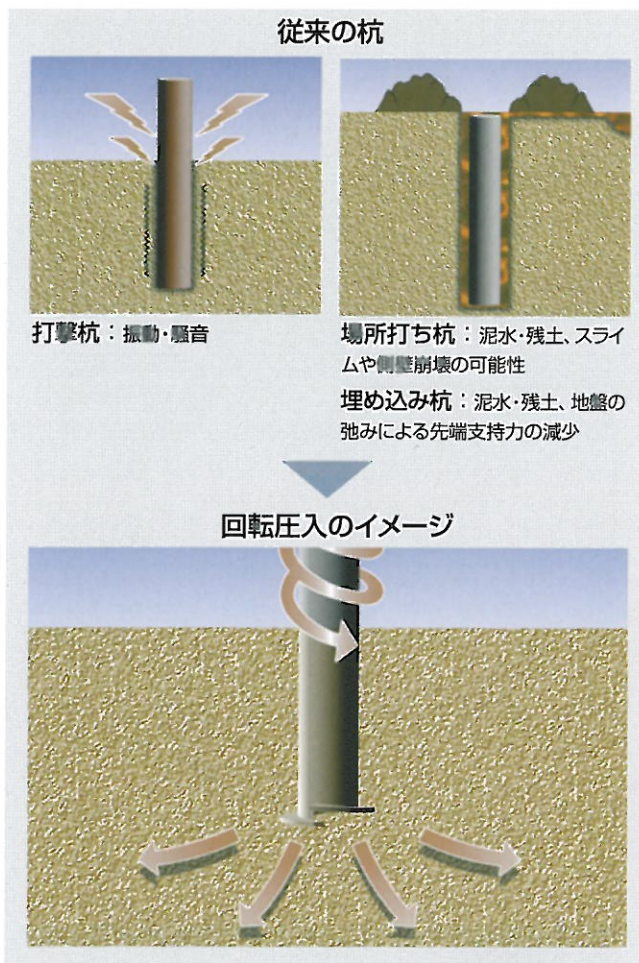
「NSエコパイル」は、それら既存の杭工法の問題点を解決すると共に、高支持力、高耐震性、低コスト、短工期を実現する次世代の杭工法です。

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

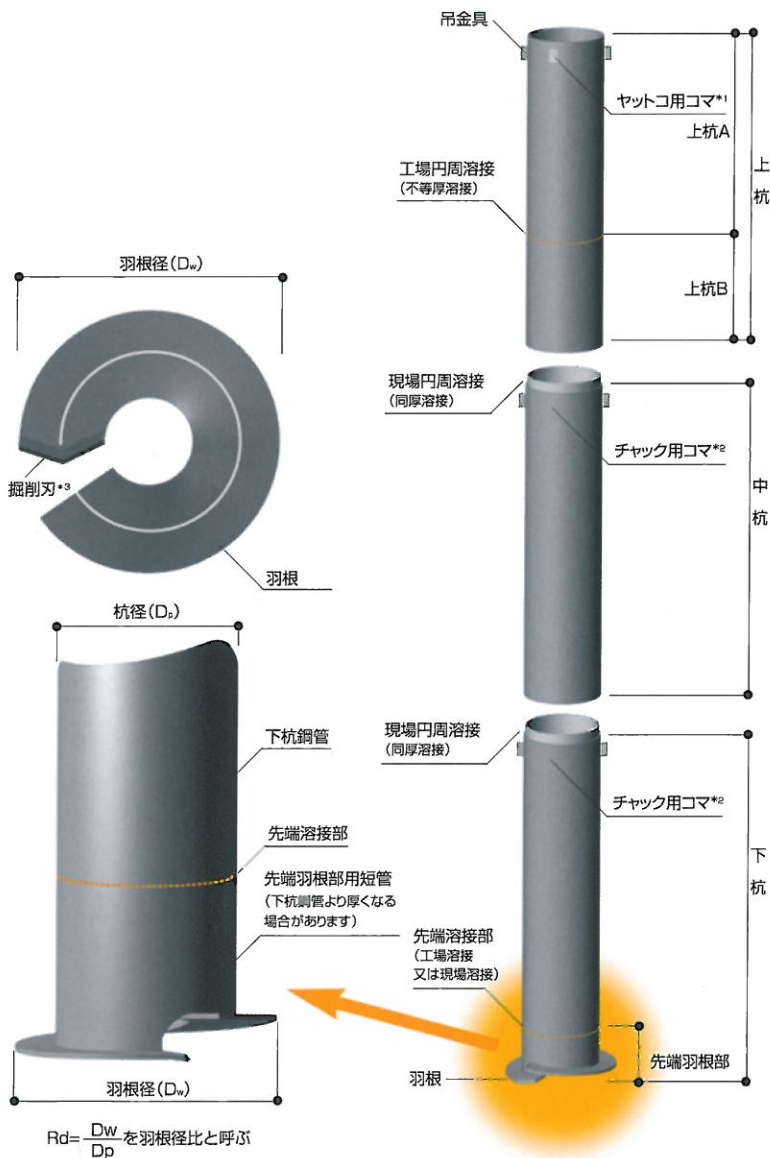
コンクリートやセメントミルクなどの打設及び養生を必要としないため、場所打ち杭や埋め込み杭に比べて、短工期での施工が可能です。

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3点式杭打ち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: 平成12年5月31日

この旧法第38条認定を平成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。

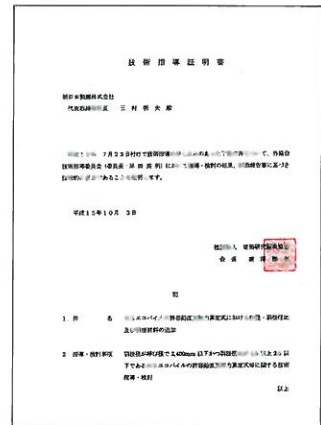
連絡内容: 当該構造方法について新たな認定を受ける必要はなく、今後は既認定の内容を基に、平成13年国土交通省告示第1113号第六に従い、くいの許容支持力を算定すること。



杭径1200mm $D_p \le 1600\text{mm}$、羽根径比 $2 < Rd \le 2.5</math>、
 鑄鋼羽根の適用については(社)建築研究振興協会の技術指導証明を取得しております。$

証明書日付:

平成15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(社)ベターリビングの評定を取得しております。

評定番号:

評定CBL FP004-06号

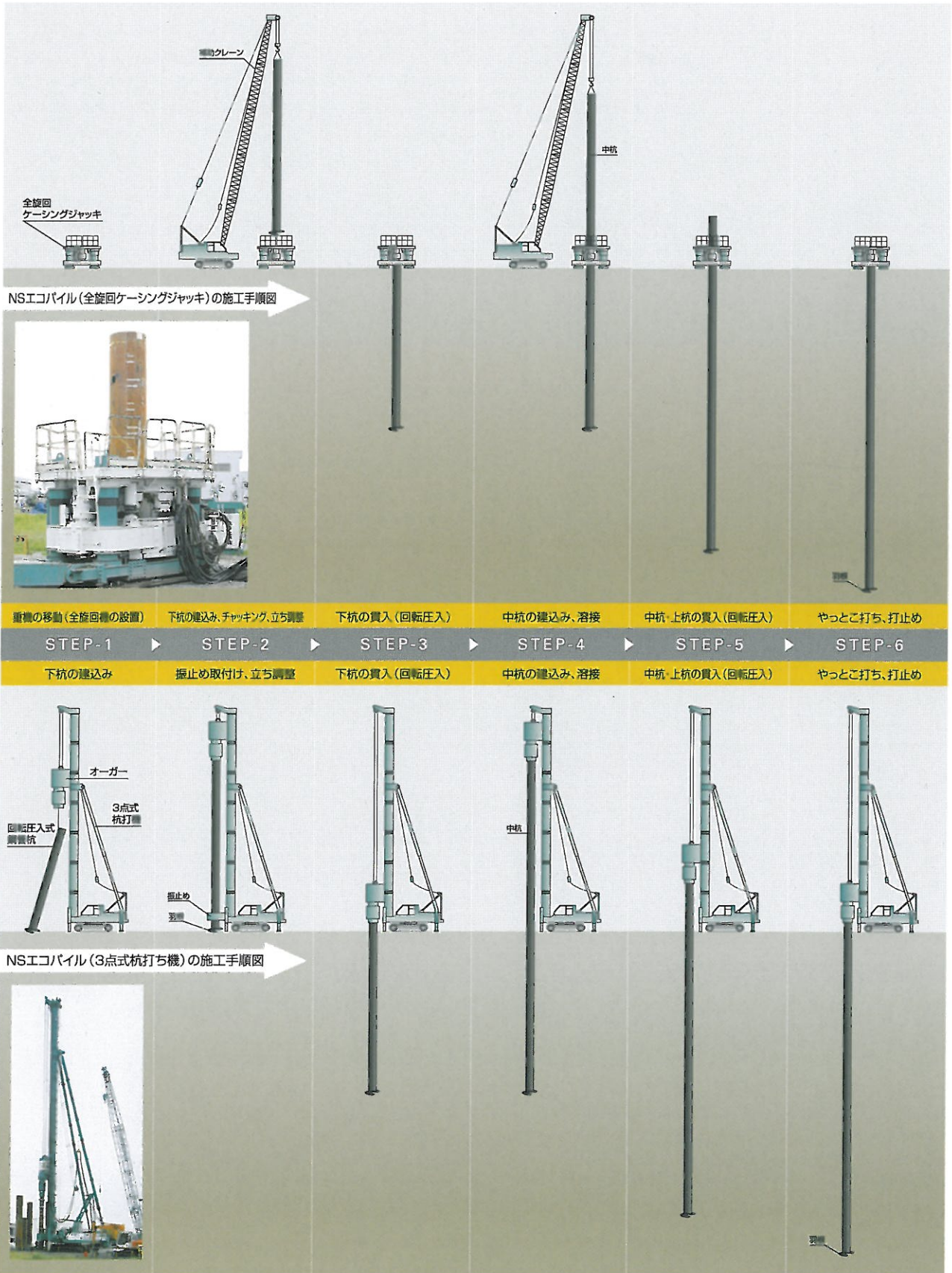
評定日:

平成18年8月28日



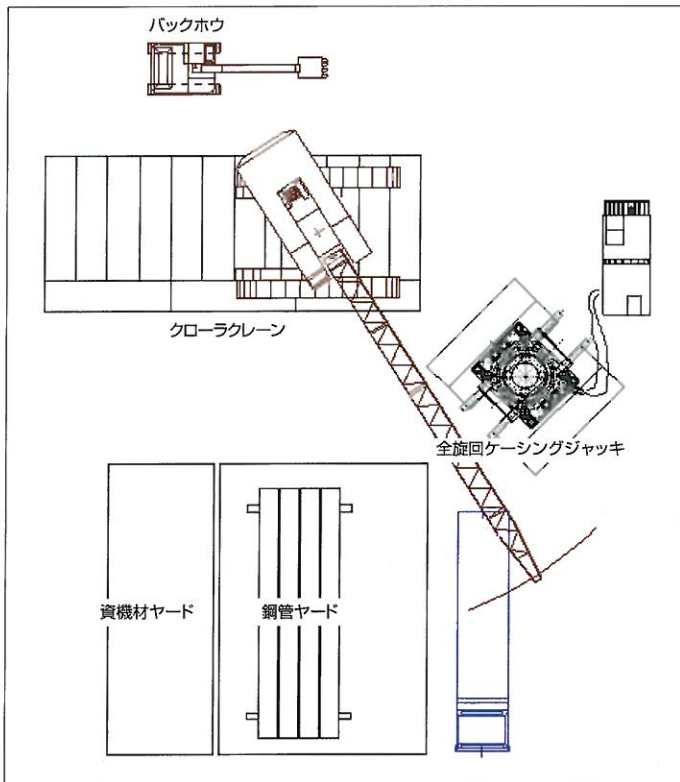
1 施工手順

NSエコパイルの施工手順

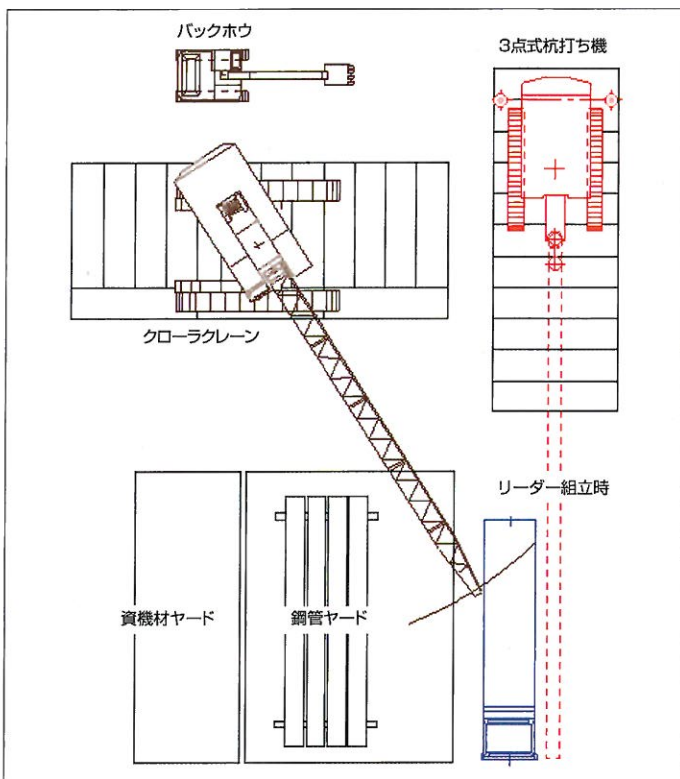


2 施工機器

▼ 全回転ケーシングジャッキ使用時の例



▼ 3点式杭打ち機使用時の例



3 NSエコパイル専用治具

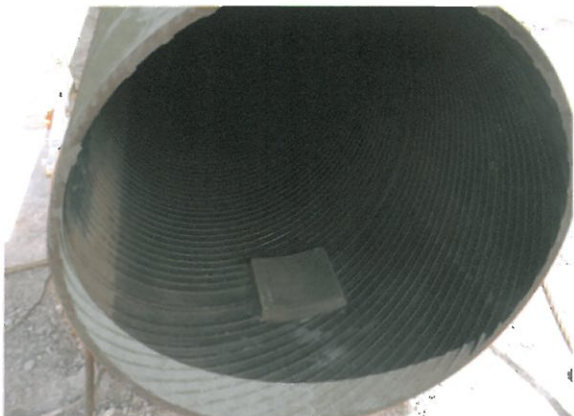
NSエコパイルの施工には、主要機械のほか以下のような治具を用いて施工します。



●スパイラルカラー
(全回転ケーシングジャッキ用)
NSエコパイルを重機の上から挿入するための治具です。
(特許第3484653)



●ヤットコ
杭頭が施工地盤面よりも低い場合、使用します。



●コマ
NSエコパイルにトルクを掛けるための、杭頭の突起です。

4 施工フロー

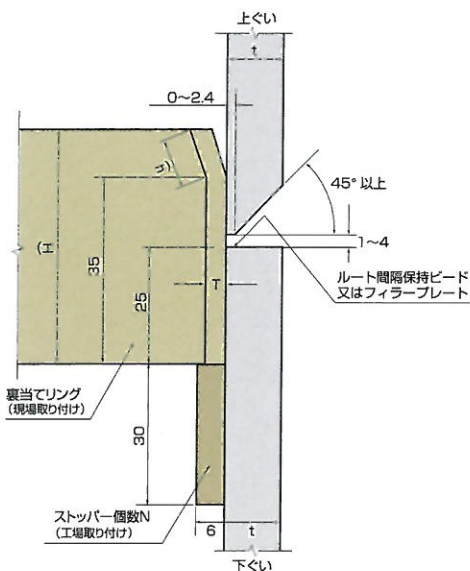
施工トルクにより、支持層への到達を全数の杭について確認します。現場ごとに行う試験杭の施工によって、支持層を判別するための支持層判別トルクを設定し、打止めは原則として支持層への根入を杭径(1Dp)以上確保します。

A : 試験杭の実施

当該地盤における施工性・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

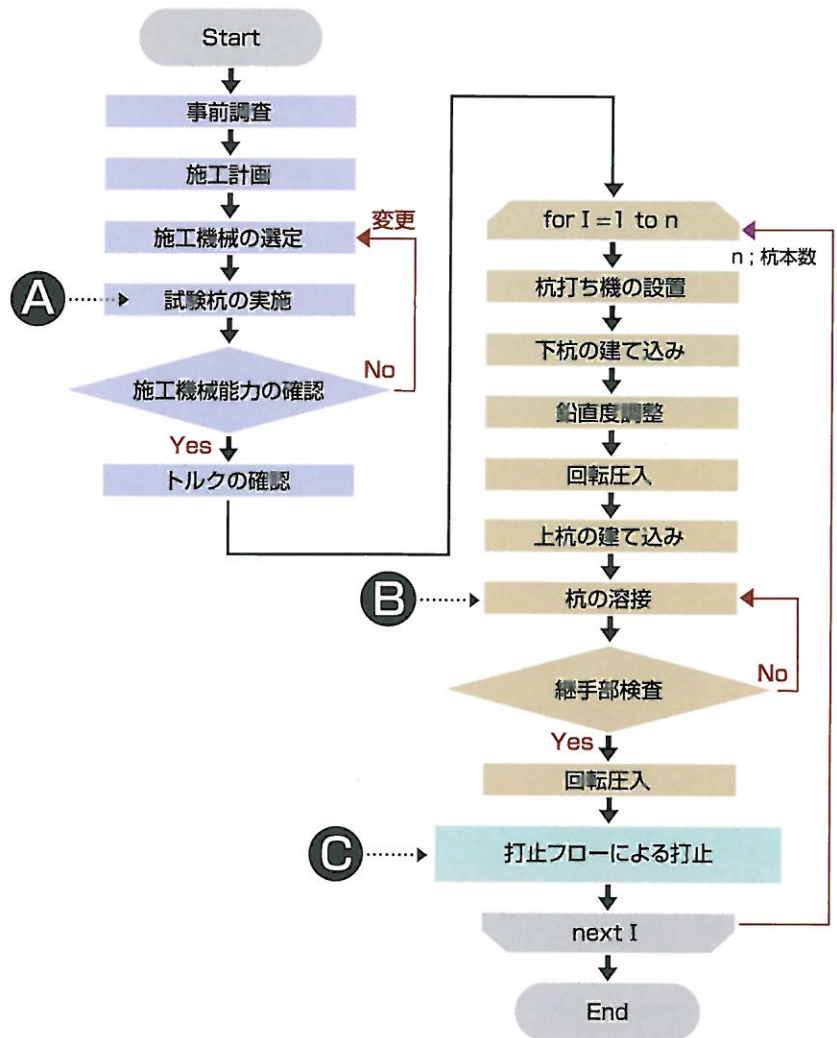
杭の継手は通常溶接継手としています。その形状は、鋼管がSKK規格品相当の精度である場合、鋼管杭協会の標準継手(JASPPジョイント)を用います。



JASPPジョイントの形状



溶接状況



◎: 打止管理 打止フロー

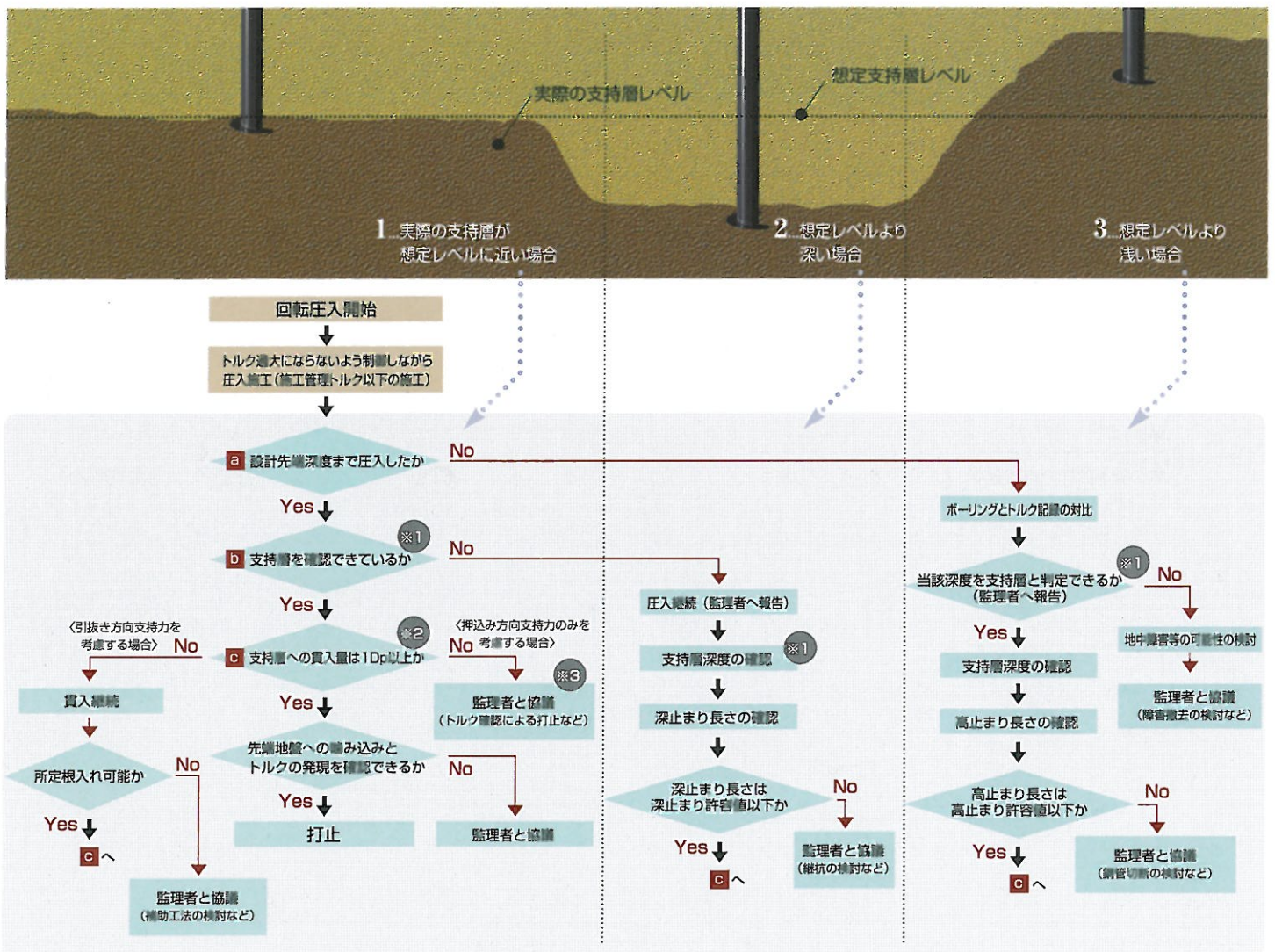
原則として設計で定めた杭の先端深度まで圧入施工し、支持層への貫入を1Dp以上確保して杭を打止めますが、トルクの変化によって判定した支持層の深度と設計時に設定した支持層深度に差がある場合や、支持層が非常に強固な層である場合などには、杭が高止まりあるいは深止まりする場合があります。

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(1Dp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1Dp以上の貫入ができないほど強固な場合は、当該杭に押し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、1Dp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、トルクの相対的变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、1Dp (Dp: 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^(*)が確認されている状態で、且つ1回の正転逆転の施工^(**)で新たな貫入が0.1Dp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1Dp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。

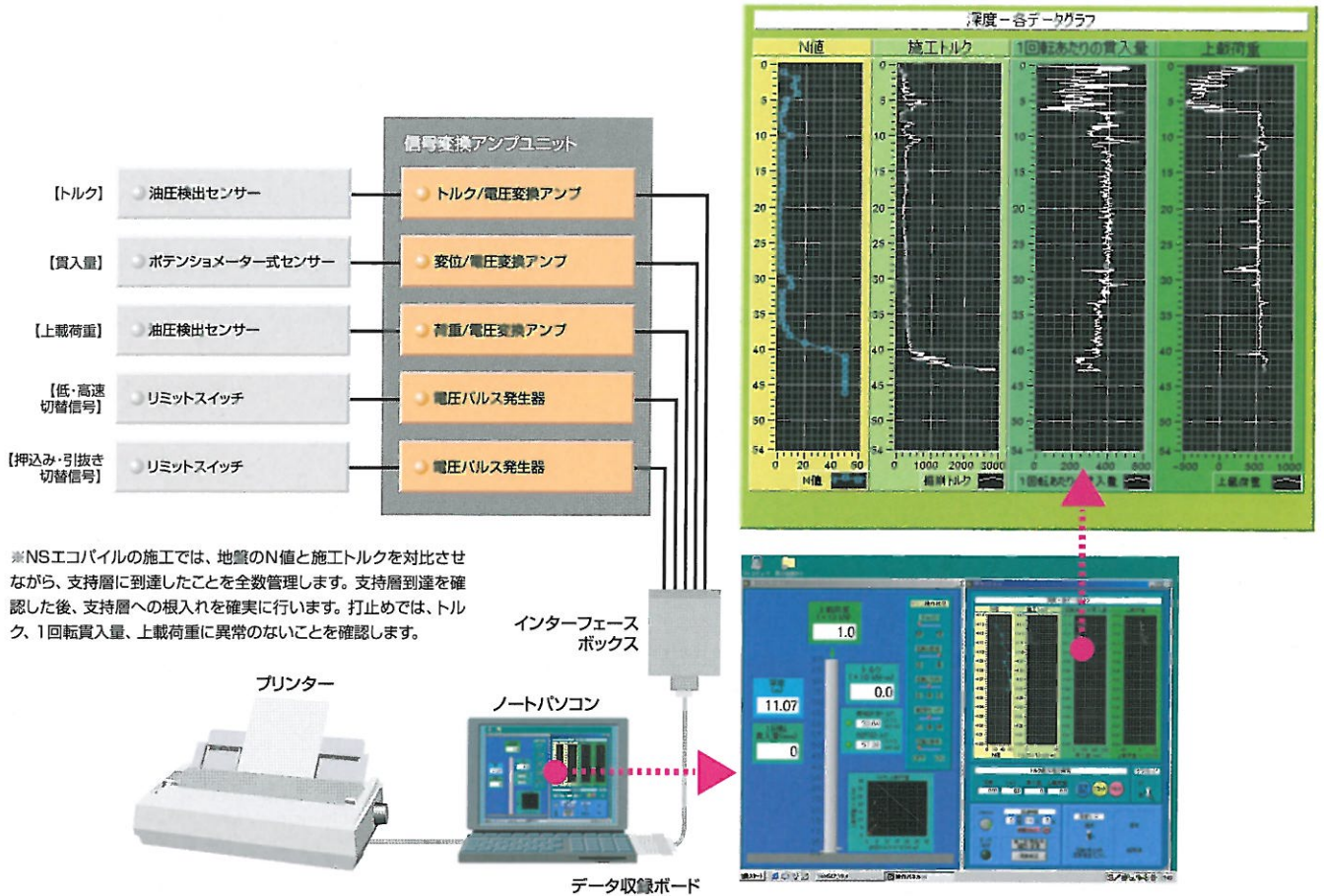
(*) 杭の振り耐力(せん断耐力、振り座屈耐力、および杭先端の振り耐力)から求まる施工トルクの管理値。

(**) 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) ● オーガーの電流値(3点式杭打ち機)
- 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) ● ロードセル値(3点式杭打ち機)



6 NSエコパイルの精度

● 鉛直精度

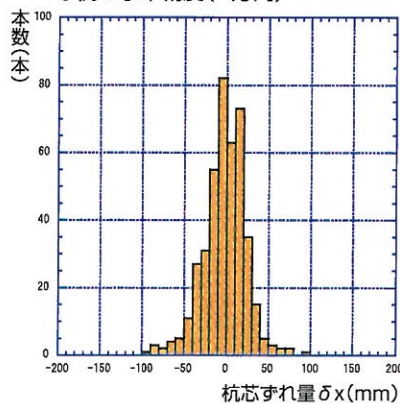
NSエコパイルは「回転圧入工法」のため、杭自身がエネルギーロスが少なくなる、円の中心を回転軸として回転するようになります。かつ開端杭であることから、ある程度土砂を管内に進入させながらの施工となるので、施工時の先端の受ける抵抗は閉端杭に比べ小さくなります。そのためNSエコパイルは深度方向への直進性に優れています。

● 水平精度

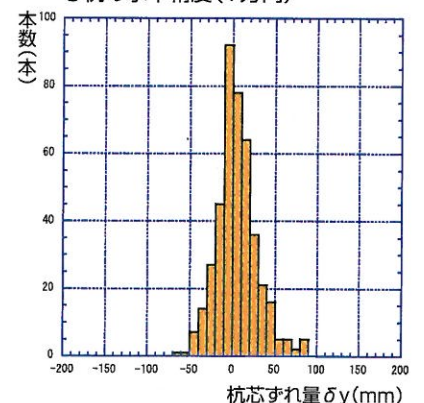
杭芯ずれ(側方移動)は、圧入初期段階の管理を正しく行うことで、高精度の施工が可能です。従来の埋め込み杭と同等以上の精度で圧入が可能です。

▼杭の水平精度(6物件、杭数420本の実績)

●杭の水平精度(X方向)



●杭の水平精度(Y方向)



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(Dp) : 100mm~1600mm(呼び径) 羽根径(Dw) : 杭径の1.5倍~2.5倍(ただし、Dw=2,400mm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 引抜支持力を期待する場合： 杭長の最低値は羽根径(Dw/Dp \geq 2の場合にはDw=2Dpの値とする)の10倍とし、 杭先端位置はGL-10m以深とする。
(4) 支持層への根入れ長	原則として1Dp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(Dp)+羽根径(Dw)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)。

* 杭径400mm未満の詳細寸法は「小径編」カタログを参照ください。

杭径 (mm) 呼び径表示	羽根径(mm) 呼び径表示																								最大羽 根径比
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	
100	150	200	250																						2.50
150		225	300	375																					2.50
200			300	400	500																				2.50
250			375	500	625																				2.50
300			450	600	750																				2.50
350				525	700	875																			2.50
400					600	800	1000																		2.50
450					675		900	1125																	2.50
500						750		1000	1250																2.50
550							825		1100	1375															2.50
600								900		1200	1500														2.50
700									1050		1400	1750													2.50
800										1200		1600	2000												2.50
900											1350		1800	2250											2.50
1000												1500		2000	2400										2.40
1100													1650		2200	2400									2.18
1200														1800		2400									2.00
1300															1950		2400								1.85
1400																2100		2400							1.71
1500																	2250		2400						1.60
1600																			2400						1.50

【 押し込み方向の支持力式の適用範囲 】

- 旧38条認定範囲
- 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)
=原則として先端N値40以下でご使用ください=
- 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)

【 引抜き方向の支持力式の適用範囲 】

- 引抜き支持力式をそのまま適用する
- 羽根径を2倍径として先端引抜き抵抗力を計算する
- 軸径を1200mmとして先端引抜き抵抗力を計算する
(周面抵抗力は杭径をそのまま使用して計算する)

<注意事項とお願い>

- 羽根径比が2を超え2.5以下の範囲については、原則として中間層などN値が40以下の支持層に対して用いてください。当該範囲において40を超える先端N値で杭を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。

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。

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

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 (m^2) $A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_p^2$

e : 支持力に対する外側羽根の有効率 ($e=0.5$)

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

D_p : 杭径 (m)

D_w : 羽根径 (m)

\bar{N}_s : 基礎ぐい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、 $\bar{N}_s \leq 50$

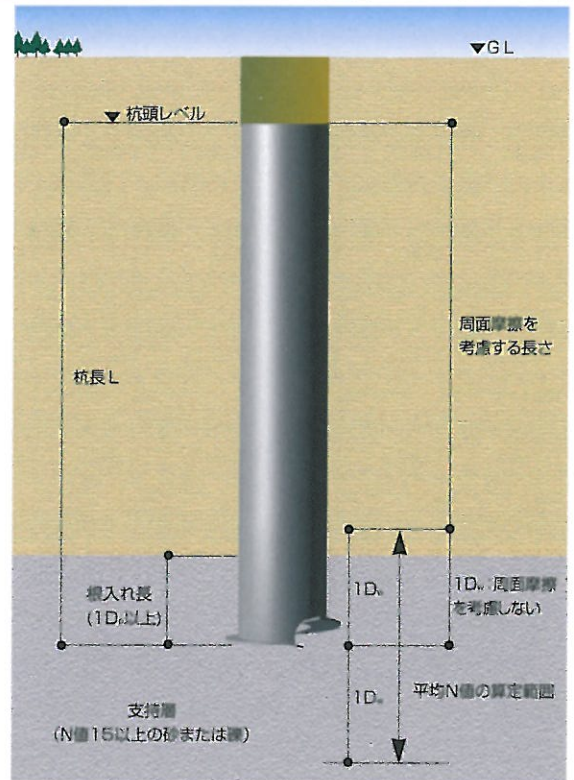
L_s : 基礎ぐいがその周囲の地盤のうち砂質地盤に接する長さの合計 (m)

\bar{q}_u : 基礎ぐい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、 $\bar{q}_u = 12.5N$ 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 : 基礎ぐい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 : 基礎ぐいの周囲の長さ (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。

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

ここに、

tR_{as} : 地盤の引抜き方向の短期許容支持力 (kN)

κ : くい先端の引抜き方向支持力係数 ($\kappa=92$)

λ : 砂質地盤におけるくい周面抵抗力係数 ($\lambda=1.13$)

μ : 粘土質地盤におけるくい周面抵抗力係数 ($\mu=0.27$)

$\bar{N} t$: 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_{ip} : 基礎ぐいの先端の有効断面面積 (m^2) $A_{ip} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{we}^2$

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 $0.1m \leq D_p \leq 1.6m$ であるが、 $1.2m \leq D_p$ の場合には $D_p = 1.2m$ とする)

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

\bar{N}_s : 基礎ぐい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 : 基礎ぐい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 : 基礎ぐい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

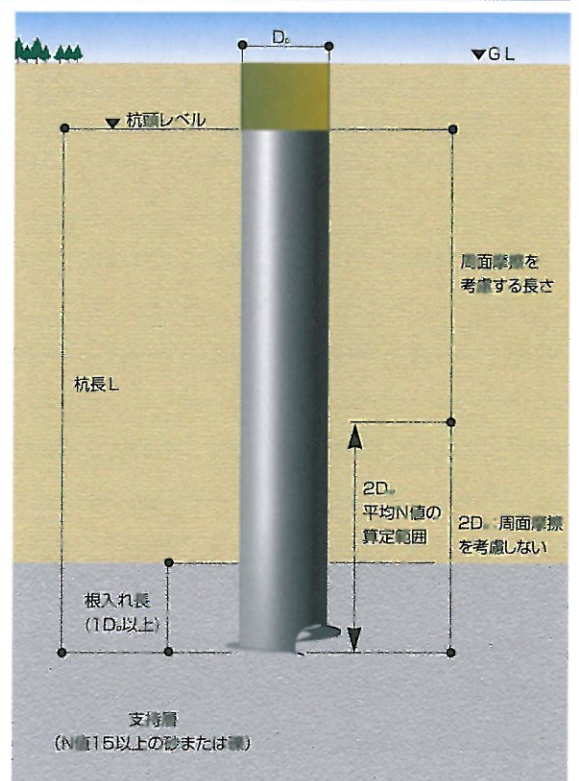
L_c : 基礎ぐいがその周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する長さの合計 (m)

ψ : 基礎ぐいの周囲の長さ (m)

($\psi = \pi \cdot D_p$ ここで用いる D_p の範囲は $0.1m \leq D_p \leq 1.6m$ 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,SKK490	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 ≤ t_{pc}/r ≤ 0.08の場合 F*=F(0.8+2.5·t_{pc}/r)
t_{pc}/r > 0.08の場合 F*=F

*1: STK規格は原則としてDp=400未満で用います。

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、

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

③

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

{}_tN_{aS} : 杭材の短期許容引張力

ただし、L/D_p ≤ 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)

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

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

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) 杭の押し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。

■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下さい。

本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮下さい。

「NSエコパイル」は新日鉄住金エンジニアリング(株)と新日鉄住金(株)の登録商標です。



回転圧入鋼管杭
NSエコパイル

新日鉄住金エンジニアリング株式会社

建築・鋼構造事業部

〒141-8604 東京都品川区大崎一丁目5番1号 大崎センタービル

フリーダイヤル ☎ 建築 0120-75-6052

<http://www.nsec-steelstructures.jp>