

# ハイエスシー杭工法

HYSC杭工法

鋼管ソイルセメント杭工法

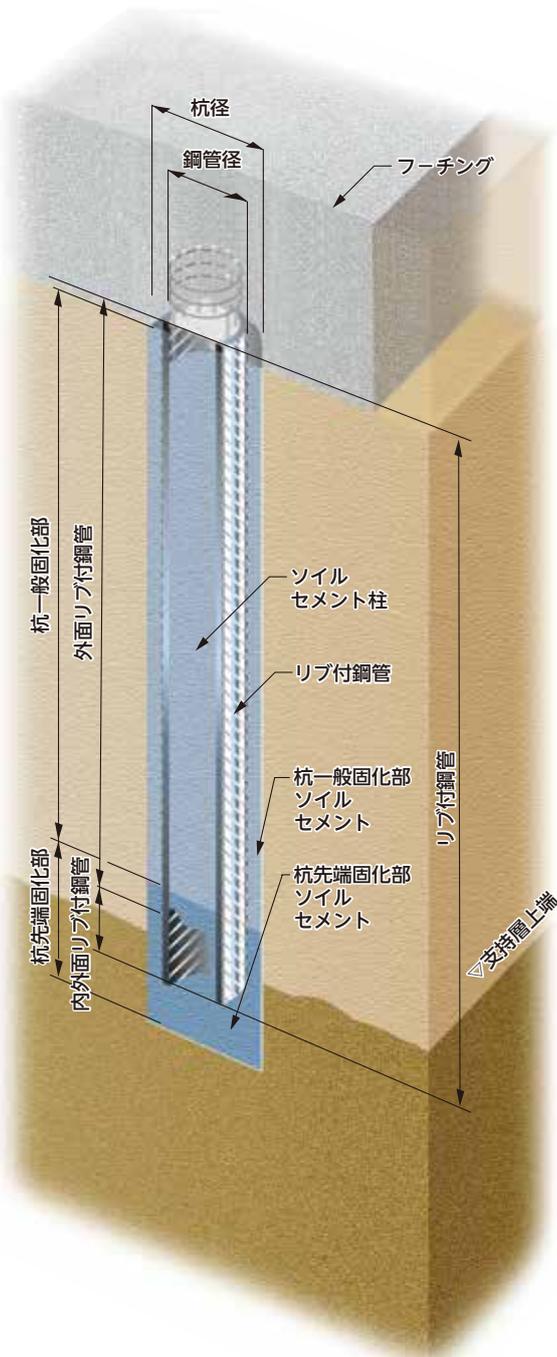
道路橋示方書準拠  
杭基礎設計施工便覧掲載  
鉄道総合技術研究所支持力性状評価取得  
国土交通省土木工事積算基準掲載

ソイルセメント合成鋼管杭工法技術協会

# ハイエスシー杭工法

ハイエスシー杭工法(HYSC=HY:ハイブリット+SC:鋼管とソイルセメント)は地盤中に造成したソイルセメント柱のなかに、表面にスパイラル状にリブを設けた鋼管(リブ付鋼管)を沈設して基礎杭を築造する工法です。

ハイエスシー杭工法は、平成3年2月に旧建設省の『民間開発建設技術の技術審査・証明事業認定規程』に基づく旧(財)国土開発技術研究センターの技術審査証明を取得した後、さらに工法の開発・改良を重ね4回の更新と新技術の追加取得を行っております。また、道路橋示方書下部構造編で規定される鋼管ソイルセメント杭工法に準拠した工法です。



## ●合理的で経済的な設計が可能です。

ソイルセメントとリブ付鋼管の一体化により、ソイルセメント柱径を有効径として、地盤の鉛直および水平抵抗を算定することができます。従って、地盤の支持力はソイルセメントが受け持ち、杭体応力は高強度で高靱性の鋼管が負担する合理的な杭の設計が可能です。

## ●支持力特性が優れています。

ソイルセメント柱造成中の孔内は、スラリー化したソイルセメントで満たされた状態であるため、孔壁の崩壊は起こりにくく、周辺地盤、先端地盤を緩めることもなく、また、スライムの発生が無い場合、信頼性の高い優れた支持力特性を発揮します。

## ●工期の短縮が可能です。

高性能の掘削・攪拌機械を用いてソイルセメント柱を造成するため、工期の短縮が可能です。

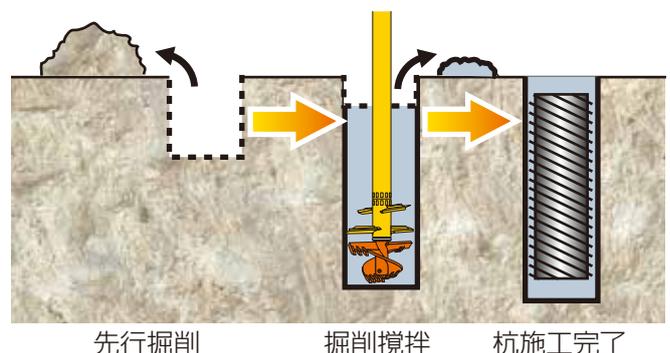
## ●低振動、低騒音で施工出来ます。

杭体造成工事を低振動、低騒音で施工することが出来るため、市街地での杭工事にも適しています。

## ●建設発生土が少なく環境に優しい工法です。

原地盤の土を材料としてソイルセメント柱を造成するため、従来の場所打ち杭工法と比べて、建設発生土の量を大幅に削減できます。残土運搬車の減少など、発生土処理による周辺の環境に与えるインパクトが少ないと言えます。

さらに、先行掘削工程を採用することにより、セメント混じり排土の発生を極力おさえることができます。



先行掘削

掘削攪拌

杭施工完了

# ハイエスシー杭工法の支持力

ハイエスシー杭工法は、原位置攪拌によるソイルセメントと工場製作された鋼管を、鋼管表面に設けたリブにより一体化し、鋼管の耐力を十分活かすとともに優れた支持力を得ています。

従来の鋼管杭工法は、地盤から決まる支持力による制限を受け鋼管の持つ耐力を十分に活かすことができない場合が多くありました。

## 杭の剛性と応力度の算定

設計に用いる杭の剛性と応力度の算定は、鋼管のみで受持つとして算定します。  
ソイルセメントは剛性と強度が鋼管に比べ相対的に小さく、設計実務上無視することができるためです。

## 水平抵抗

地盤への水平荷重の伝達は、外周ソイルセメントを通じて行われます。

鋼管 → ソイルセメント → 地盤 へと伝達されます。

→ ソイルセメント径で水平抵抗を算定します。

## 鉛直支持力

・杭外周面の力の伝達機構

鋼管 → ソイルセメント → 地盤 へと伝達されます。

地盤の最大周面摩擦力に達しても鋼管とソイルセメント間でずれることはありません。

→ ソイルセメント径で杭の周面摩擦力を算定します。

原位置攪拌のため、地盤をゆるめることがなく、杭と地盤の境界面まで均一なソイルセメント柱が造成されます。

→ 場所打ち杭を上回る大きな周面摩擦力を得られます。

→ 摩擦杭として使用することもできます。

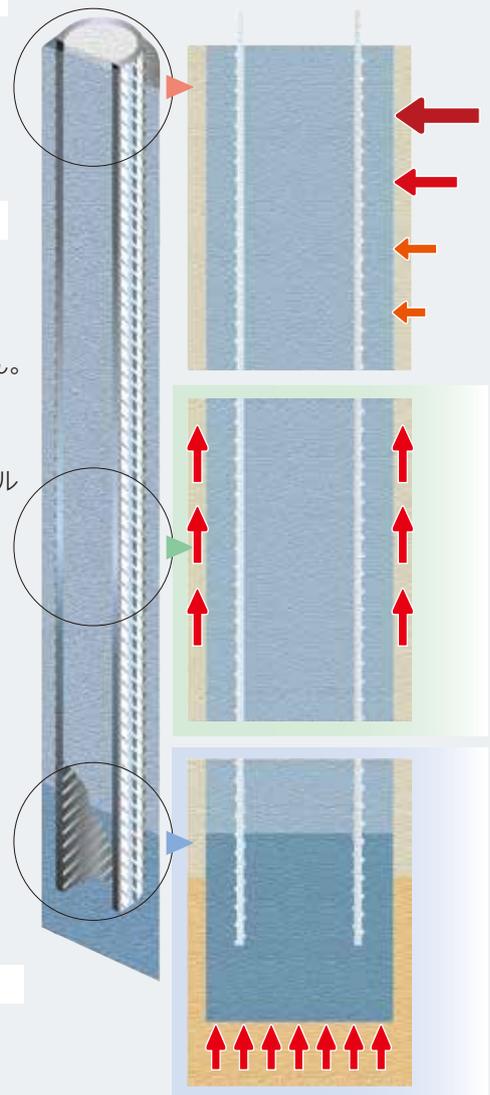
・杭先端面での力の伝達機構

鋼管 → 先端部ソイルセメント → 杭先端地盤 へと伝達されます。

杭先端部における地盤から決まる極限支持力に対して杭先端部ソイルセメントは破壊しません。

杭先端部地盤極限支持力に対して鋼管先端部の閉塞効果は保たれます。

→ ソイルセメント径で先端支持力を算定できます。



## 軸方向の杭のバネ定数

軸方向バネ定数は、その支持力特性から他の杭工法に比べ高い値を示します。

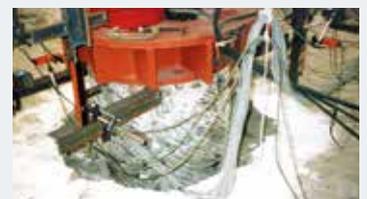
→ 複数配置した場合フーチングの回転変位量を抑制します。

## 载荷試験

ハイエスシー杭工法の支持力性能については、室内試験・現場実物大载荷試験等で確認しています。極限支持力に至るまで鋼管とソイルセメントは一体に挙動することを確認しています。



水平载荷試験



押込み载荷試験

# ハイエスシー杭工法の施工

ハイエスシー杭工法の施工法は、ソイルセメント柱を造成した後に鋼管を建て込む「後沈設方式」を主としています。

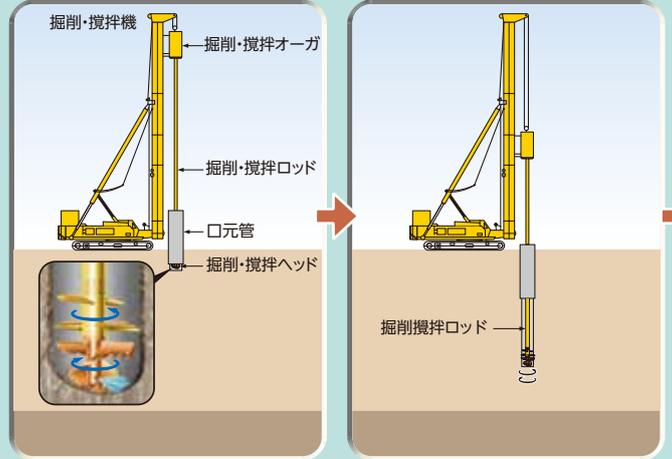
ハイエスシー工法独自の剛性の高い掘削ロッド、正逆回転掘削攪拌機と特殊遅延剤を用いて、長尺杭の施工を行なえるほか、作業スペースがある場合には、掘削作業と沈設作業を並行して行なえるため、溶接の待ち時間の短縮と杭精度の向上が図れます。

セメント混じり土の発生を抑えたい場合には、先行掘削を併用することをお勧めします。



## ハイエスシー杭工法の施工手順(後沈設方式)

- ① 口元管の設置
- ② 一般固化部ソイルセメント柱造成



# ハイエスシー杭工法の適用性

ハイエスシー杭工法は、原位置土を利用したソイルセメント柱を造る環境配慮型の工法です。以下の条件を目安に適用性を判断します。

### 適用範囲

杭径(ソイルセメント柱)と鋼管径の主な組み合わせ

		杭径(ソイルセメント柱径) (mm)							
		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
鋼管径 (mm)	800								
	900								
	1000								
	1100								
	1200								
	1300								
	1400								
1500									

適用範囲

### 深度条件

杭径(ソイルセメント柱)と深度の主な組み合わせ

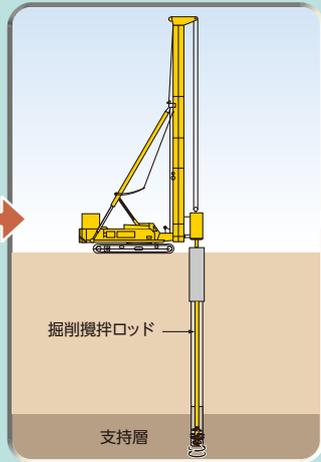
		杭径(ソイルセメント柱径) (mm)							
		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
深度 (m)	10								
	20								
	30								
	40								
	50								
	60								
	70								

後沈設施工法

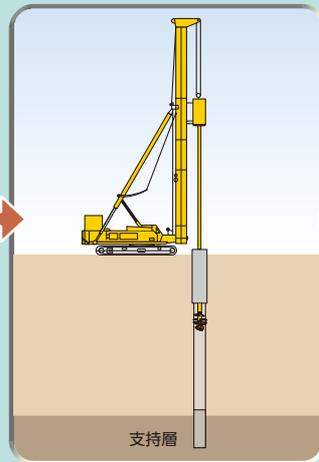
### 地盤条件

地盤条件		適用性
粘性土	0 ≤ N < 10	可
	10 ≤ N	可(ただし、深度、層厚等について要検討)
砂質土	0 ≤ N < 30	可
	30 ≤ N	可(ただし、深度・中間層の層厚等について要検討)
砂	れき	可(ただし、深度・中間層の層厚等について要検討)
玉石	100mm以内	可
	100mm~200mm	不可(ただし、深度・中間層の層厚等によっては可の場合もあり)
	200mm以上	不可(ただし、補助工法により可の場合もあり)
転石		不可(ただし、補助工法により可の場合もあり)
土丹		要検討
岩盤		不可(ただし、支持層が風化岩、軟岩の場合は可の場合もあり)
被圧地下水		可(ただし、水頭高さは要検討)
伏流水		流速について要検討

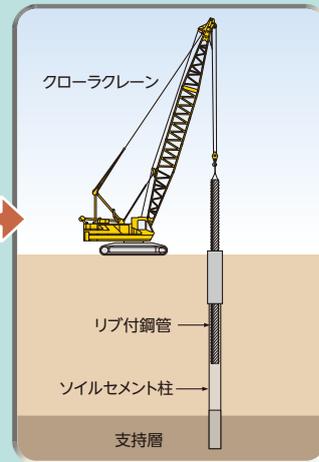
③ 先端固化部  
ソイルセメント柱造成



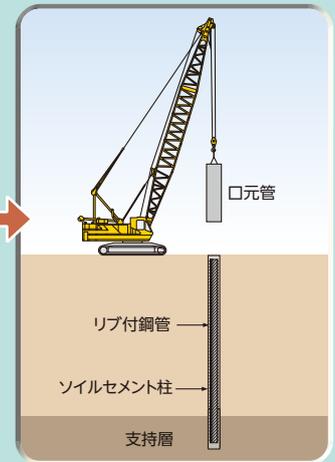
④ ロッド・ヘッド引抜き回収



⑤ リブ付鋼管建込み・定着



⑥ ヤットコ回収・埋戻・口元管回収



掘削攪拌(ソイルセメント柱造成)  
⇒鋼管建込み



鋼管溶接(継杭の場合)



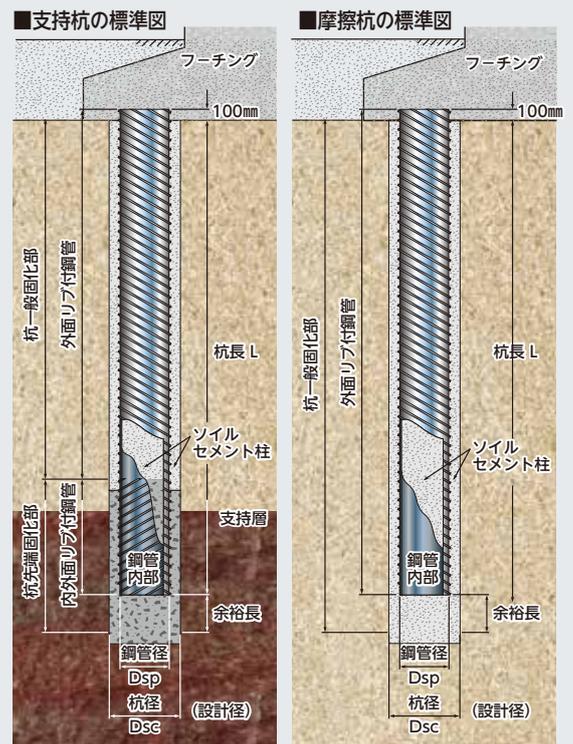
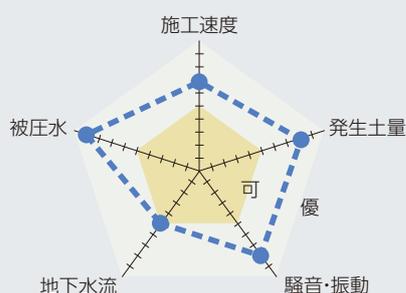
鋼管定着(ヤットコ適用)

摩擦杭としての適用

ハイエスシー杭工法は、大きな周面摩擦力が得られることから摩擦杭としての適用性も高い工法です。

- 鋼管杭は、全長にわたり外面リブ付鋼管を使用します。ソイルセメントの仕様は、全長にわたり杭一般固化部の仕様となります。
- 杭先端部には、余裕長(鋼管先端からソイルセメント柱先端までの深さ)を設けます。余裕長は、 $0.5D_{sc}$ 程度以上としています。
- 周面摩擦力を考慮する杭長は、杭先端の余裕長を除いた杭長さとしてします。

ハイエスシー杭工法の施工上の適性度



# リブ付鋼管の材料

鋼管ソイルセメント杭は鋼管とソイルセメントの付着性能を高めるため、杭一般部に外面リブ付鋼管を使用しています。

また、杭先端部には杭先端部の閉塞効果を発揮するため、内外面リブ付鋼管または外面リブ付鋼管の内面に付着金物を取り付けたものを使用します。



## 外面リブ付鋼管の製造可能範囲

JIS規格の呼称はSKK400-OR, SKK490-ORです。

鋼管径 (mm)	板厚 (mm)																
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
800	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
900	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1100	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1200	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1300	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1400	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1500	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ SKK400, SKK490両規格外面リブ付鋼管製造範囲    ■ 事前相談を要する範囲

板厚25mmを超える場合など、表の適用範囲外での設計・製造については、別途ご相談ください。

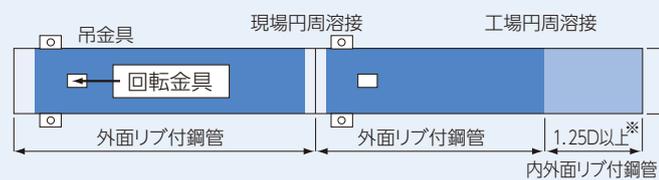
## 内外面リブ付鋼管の製造可能範囲

JIS規格の呼称はSKK400-IR/OR, SKK490-IR/ORです。

鋼管径 (mm)	板厚 (mm)																
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
800	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
900	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1100	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1200	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1300	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1400	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1500	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

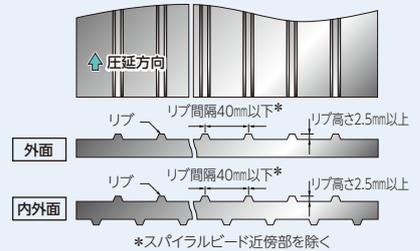
■ SKK400, SKK490両規格内外面リブ付鋼管製造範囲    ■ 事前相談を要する範囲

## 鋼管製造図の例



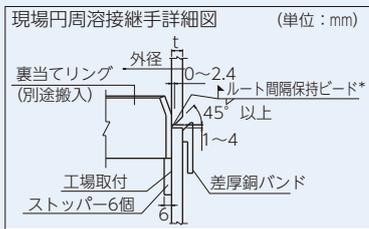
必要によりリブ切削をします。  
(吊金具・回転金具取付部分はリブ切削をします。)

※先端部内外面リブ付鋼管の標準長さ3m以上としています。



## 付属品及び加工

差厚銅バンド  
(外面リブ付鋼管用)



\*ルート間隔保持ビードに替えて、スペーサを用いることもできます。



建て込み用スペーサー(後沈設施工用)



回転金具

その他の付属品は、JFEスチール鋼管杭のカタログをご覧ください。

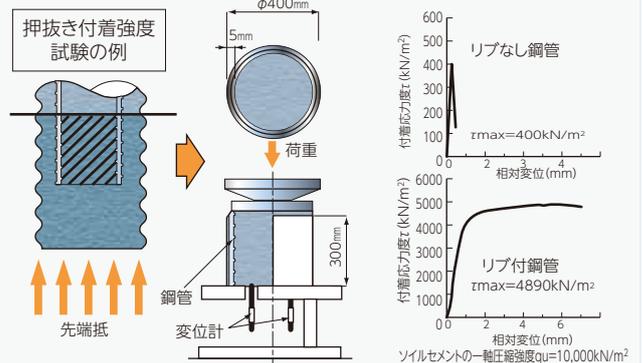
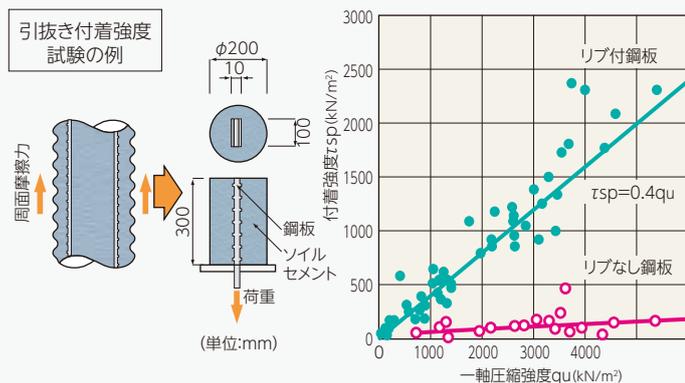
# 杭体としてのソイルセメント

一般固化部のソイルセメントの配合は、原位置土を使用し配合試験により選定します。

qu: 材令28日強度

区分	配合	配合例				標準的なソイルセメントの強度	
		固化材 C (kg)	ベントナイト B (kg)	水固化材比 W/(C+B) (%)	硬化遅延剤固化材重量比 (%)	地盤	一軸圧縮強度 qu (N/mm <sup>2</sup> )
杭一般固化部	300~400	適宜	120~150	0.5~5	砂質土	1.0	
					粘性土	0.75	
杭先端固化部	1,000	適宜	60	0~1	砂層, 砂れき層	15	

## ソイルセメントとリブ付鋼管の付着性能



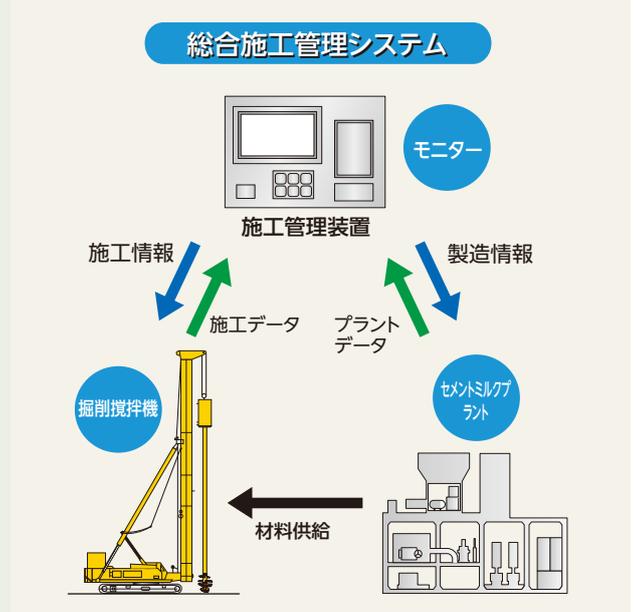
# ハイエスシー杭工法の品質管理

## 総合施工管理システム

総合管理システムにより施工状態(施工深度、掘削抵抗、セメントミルク注入量など)をリアルタイムに確認できます。これにより高品質で信頼性が高く、効率的な施工が可能です。

施工時には、管理室を設け、施工管理モニターにより施工データを蓄積しつつ、掘削攪拌工程の施工管理を行います。

自動化されたセメントミルクプラントを使用するとともに、掘削攪拌機運転室においても施工データを確認できます。



管理室



施工管理用モニターの一例



掘削攪拌機運転室



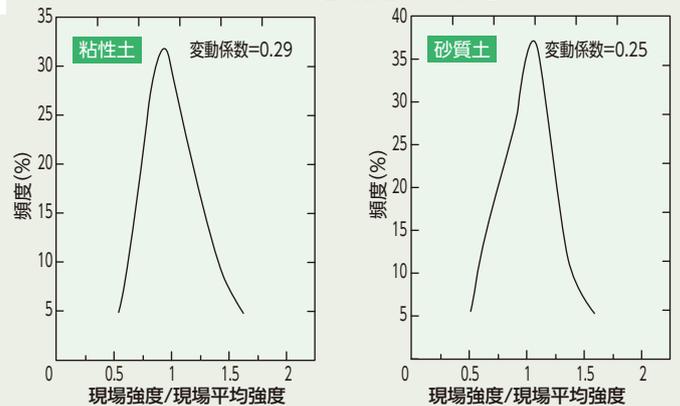
セメントミルクプラント

## ソイルセメントの品質

ハイエスシー杭工法は、正逆回転方式または土圧板付き回転方式により攪拌性能を向上させました。連続で安定した強度のソイルセメント柱を連続して造成することができます。

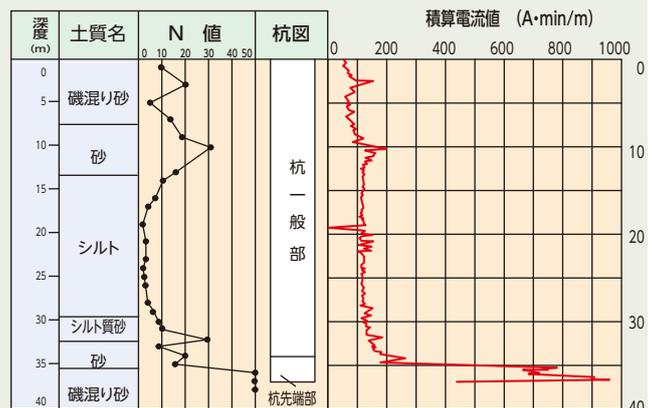
これまでの施工実績から、右のグラフのように粘性土・砂質土ともに、ばらつきの少ない良好なソイルセメントを造成できることが確認できています。

### ソイルセメント強度比の頻度分布



## 支持層の確認

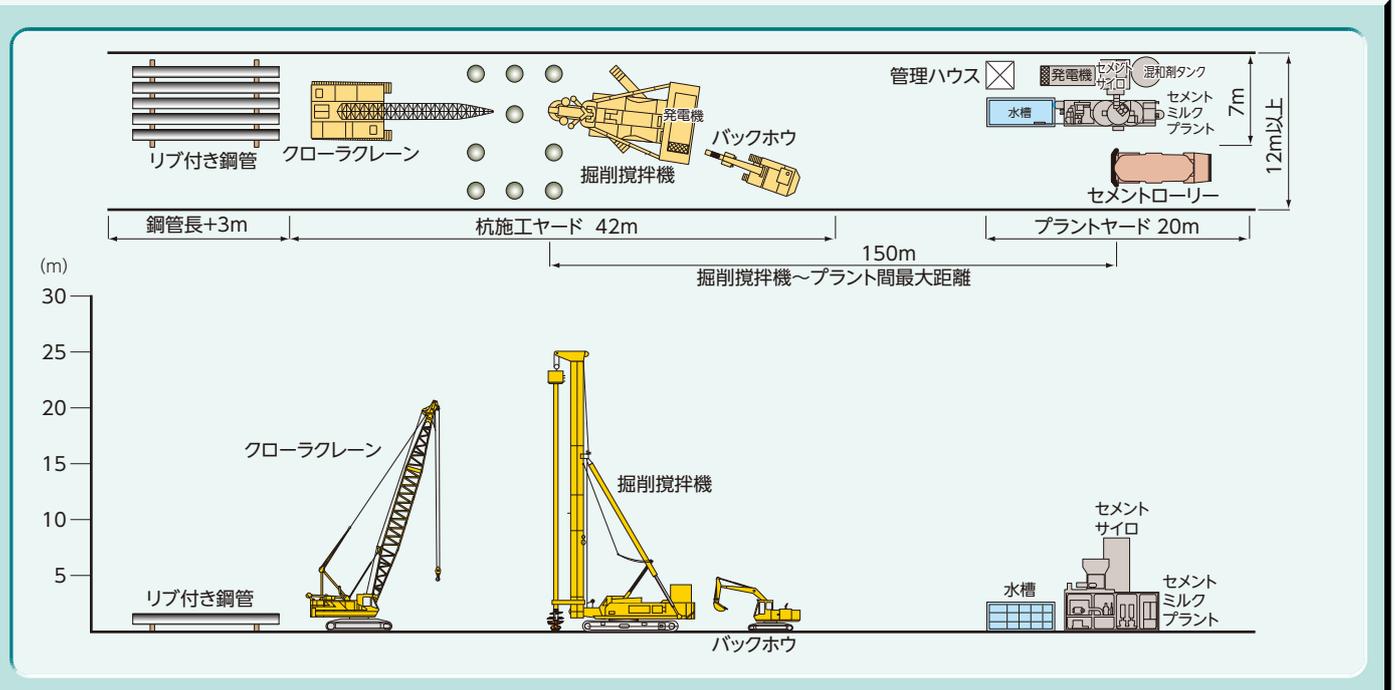
所定の支持層に掘削・攪拌が近づいたら、掘削・攪拌抵抗(電流値、または油圧値)の変化を計測して支持層への到達を確認します。



※支持層への到達確認の一例。

# 施工機械の配置

## 機械配置例



後沈設施工法では、鋼管杭を継ぎ溶接して沈設するため、鋼管の溶接ヤードや建て込み用掘削孔を設けておきます。施工帯幅が12m程度以下となる場合は、後沈設施工法の小型掘削攪拌機を用いて施工します。この場合も機械の動きが制限されるため施工能率の低下が生じます。



## 施工機械



オールケーシング先行掘削



セメントミルクプラント



鋼管定着用キャップ(ヤットコ)

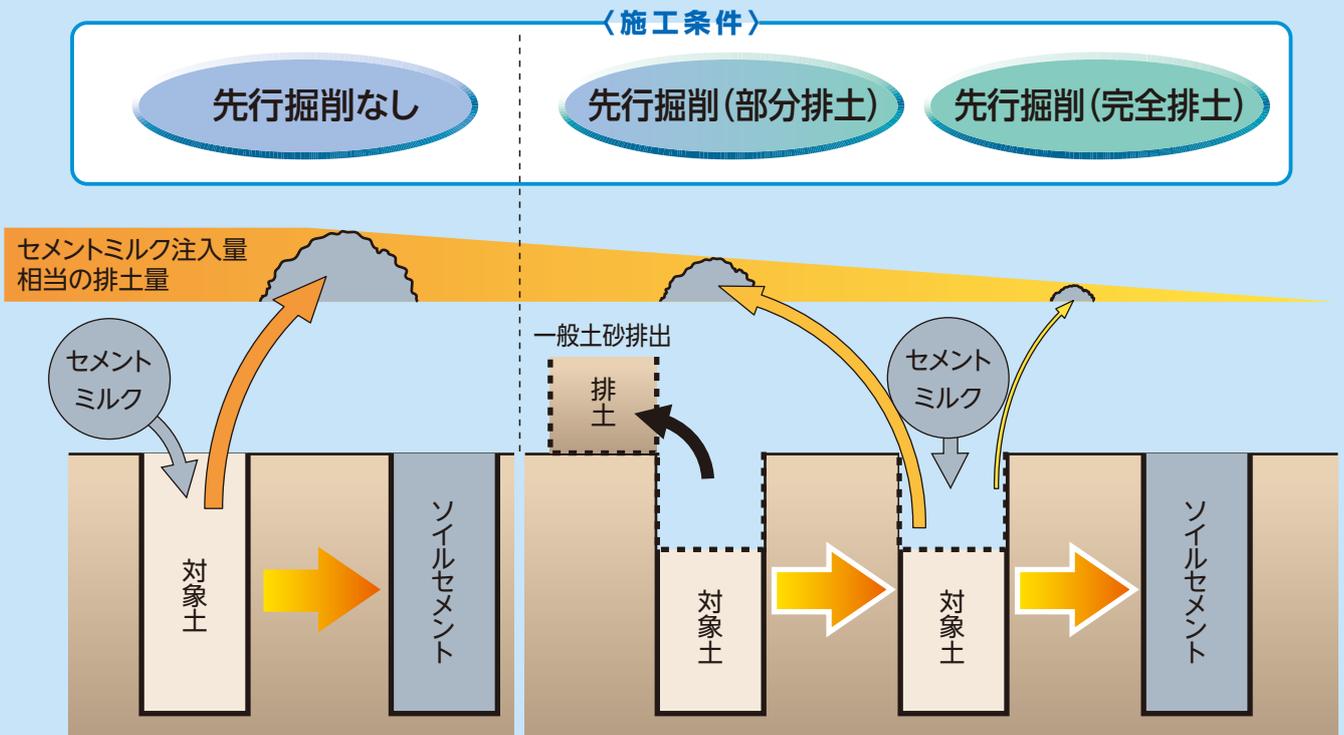
# 環境対策

## 先行掘削によるセメント混じり排土の発生量の低減

多くの低騒音・低振動工法は、杭築造のため多量の掘削土・建設残土を発生します。ハイエスシー杭工法は、通常の施工においても、セメント混じり排土はセメントミルク注入量相当と排出量の少ない工法です。

さらに先行掘削を併用した場合、セメント混じり排土の量を大幅に減少させることができます。

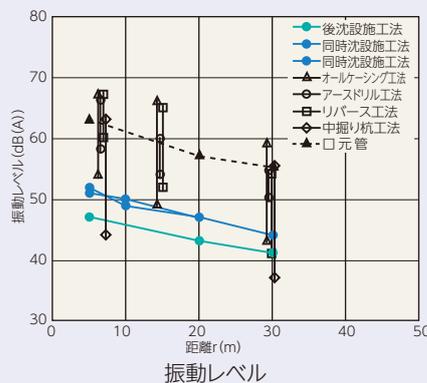
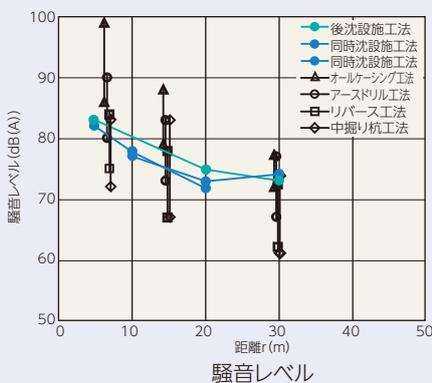
二次的には、ダンプトラックの出入りが少なくなり、また場内も広く使え整然とした状態となります。



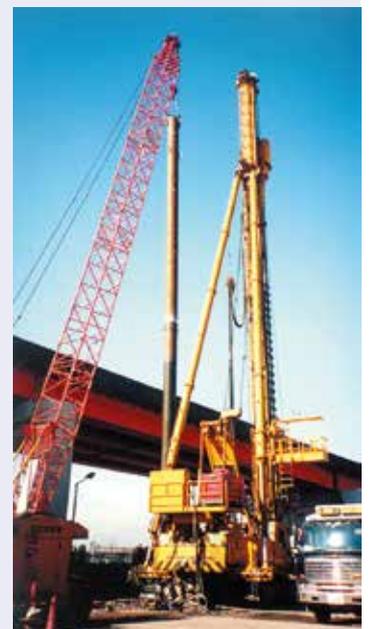
さらに、杭本数の低減効果により排土量(フーチング分も含む)が減ります。

## 騒音・振動対策

ハイエスシー杭工法の騒音・振動レベルは、中掘り杭工法等の代表的な低騒音・低振動工法と同等と考えられます。



出典: (社)日本建設機械化協会「建設に伴う騒音振動対策ハンドブック」[改訂版]昭和62年6月



## 近接施工による周辺構造物に与える影響

ハイエスシー杭工法は、掘削孔内にソイルセメントを満たした状態で施工を行うため、周辺地盤・構造物におよぼす影響が非常に少ない工法です。鉄道や高架橋に近接した施工においても、それらに影響を与えた報告はありません。

# ハイエスシー杭工法の適用例

ハイエスシー杭工法は、地盤の鉛直および水平抵抗を鋼管外面のソイルセメント径で算出し、杭体の応力は鋼管で負担することができるため、合理的な杭設計が可能となる杭工法です。

高支持力・高剛性を得られる杭工法のため、必要な杭本数を減らし、フーチングサイズを小さくできることから、用地制約の多い道路や鉄道分野に多く採用されています。

用途 橋梁基礎、水門基礎、擁壁基礎など

## ハイエスシー杭が採用される現場

### 排土を抑制

原地盤の土を材料としたソイルセメント柱を造成するため、建設発生土を抑えることができます。

### 近接施工

原位置で地盤を攪拌しながらソイルセメント柱を造成するため、近隣地盤への影響が少ないことから既設構造物に対して近接施工が可能です。

### 被圧水対応

比重の大きいソイルセメントで充填した状態で施工するので、被圧水下にも対応できます。

### 摩擦杭での適用

ソイルセメント径で周面摩擦力を計算できるため、摩擦杭での適用も可能です。

(近接施工)



(市街地高速道路)



(河川内施工)



〔高規格幹線道路〕



〔狭あい地施工〕



〔特殊地盤での施工〕



●硬質粘性土地盤での施工

### 機械式継手による施工

機械式継手を用いることで、鋼管の現場継ぎ時間を短縮でき、継箇所数が多い長尺杭でも施工時間を大幅に短縮することができます。詳しくはご相談ください。





HYSC協会サイト

## ソイルセメント合成鋼管杭工法技術協会

事務局 〒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

**JFEスチール株式会社内**

TEL:03-3597-7766

協会ホームページ <http://www.hysc.info>



麻生フォームクリート(株)	(株)大林組	鹿島建設(株)	佐藤工業(株)	JFEスチール(株)
(株)ジオダイナミック	清水建設(株)	ジャパンパイル(株)	大成建設(株)	大洋基礎(株)
(株)竹中土木	東急建設(株)	戸田建設(株)	飛島建設(株)	西松建設(株)
日特建設(株)	ノザキ建工(株)	(株)安藤・間	(株)フジタ	丸五基礎工業(株)
菱建基礎(株)				

本資料に記載されている内容は、工法についての情報提供を目的としています。必ずしも保証品質として記述していない部分もありますので、ご利用に際しては、会員各社にご確認ください。  
また、記載内容については予告なく変更する場合がありますので、最新の情報についてもお問合せください。