



ソイルセメントコラム工法と
鋼管杭を合体した
鋼管ソイルセメント杭工法



摩擦力を活かすソイルセメント合成鋼管杭

水平力にも強い

大臣認定書

先端地盤：砂質地盤
TACP-0495



先端地盤：礫質地盤
TACP-0496



先端地盤：粘土質地盤
TACP-0497



新登場!!

先端地盤土質追加
施工長さ延長して
新認定取得!

**国土交通省
大臣認定杭**

ご連絡・お問い合わせ先



本社 千葉県市川市末広2-4-10
TEL 047-359-4111 FAX 047-359-4115
<http://www.travers.co.jp>

ご注意とお願い 本資料に記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ものであり、「規格」の規定事項として明記したものを除き、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い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情報は上記担当部署にお問い合わせください。本工法の提供は株式会社トラバースとなっています。

鋼管ぐいの「信頼性」と、
ソイルセメントコラムの「高摩擦力」を合体した
基礎ぐい工法です。摩擦力特性に優れています。

1 ソイルセメントコラムの 摩擦力を活かし高支持力

鋼管ぐいに巻きつけたらせん鉄筋が、ソイルセメントコラムと付着することで、効果的に荷重を伝え、ソイルセメントコラムの摩擦力を活かすことで大きな支持力を確保します。

2 機械装置の小型化で コンパクト施工が可能

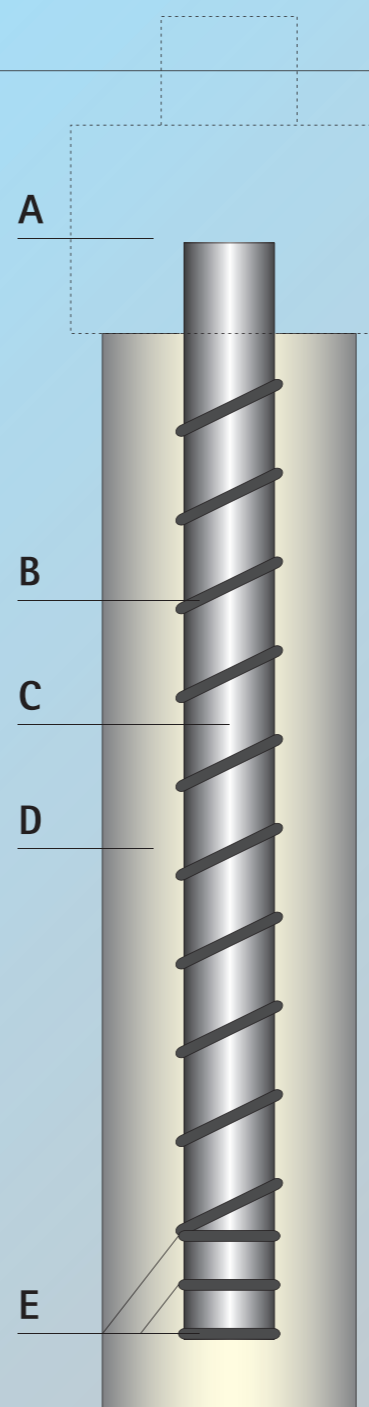
住宅建設で培った機械装置の小型化で、搬入路の狭い場所や、狭隘地での施工が可能。低騒音・低振動で環境面に配慮できます。

3 施工に伴う残土を低減

埋め込みぐいのような排土もなく、ソイルセメントコラムと比較しても本数や長さ、コラム径が減少することにより、現場から発生する残土やノロを低減でき、環境面に優しい工法です。

4 軟弱地盤でも計画可能

ソイルセメントコラムの高い摩擦力を有効に活かすことで、軟弱地盤でも支持力を確保できます。先端地盤支持力が小さい場合でも高い摩擦力が補います。



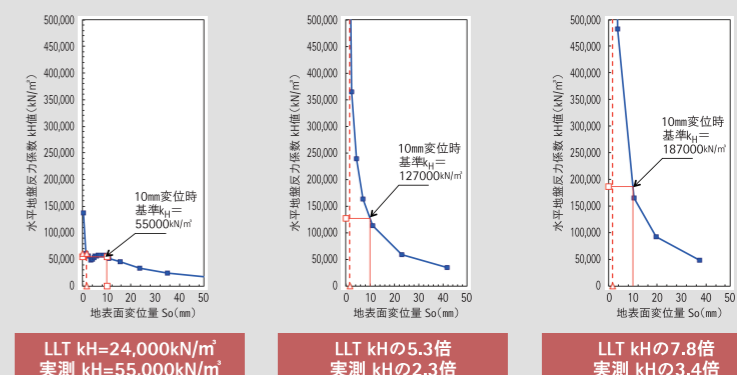
工法概略図

5 2つの材料で水平剛性が 向上

鋼管ぐいと一体になっているソイルセメントコラムにより、水平地盤反力係数khが向上し、大きな水平支持力を実現します。

GGパイル工法の水平載荷試験結果比較

φ165.2mm－改良体なし φ165.2mm－φ500mm φ165.2mm－φ800mm



先端礫質地盤追加・施工長さを延長

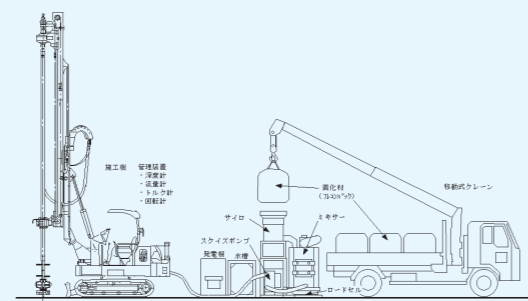
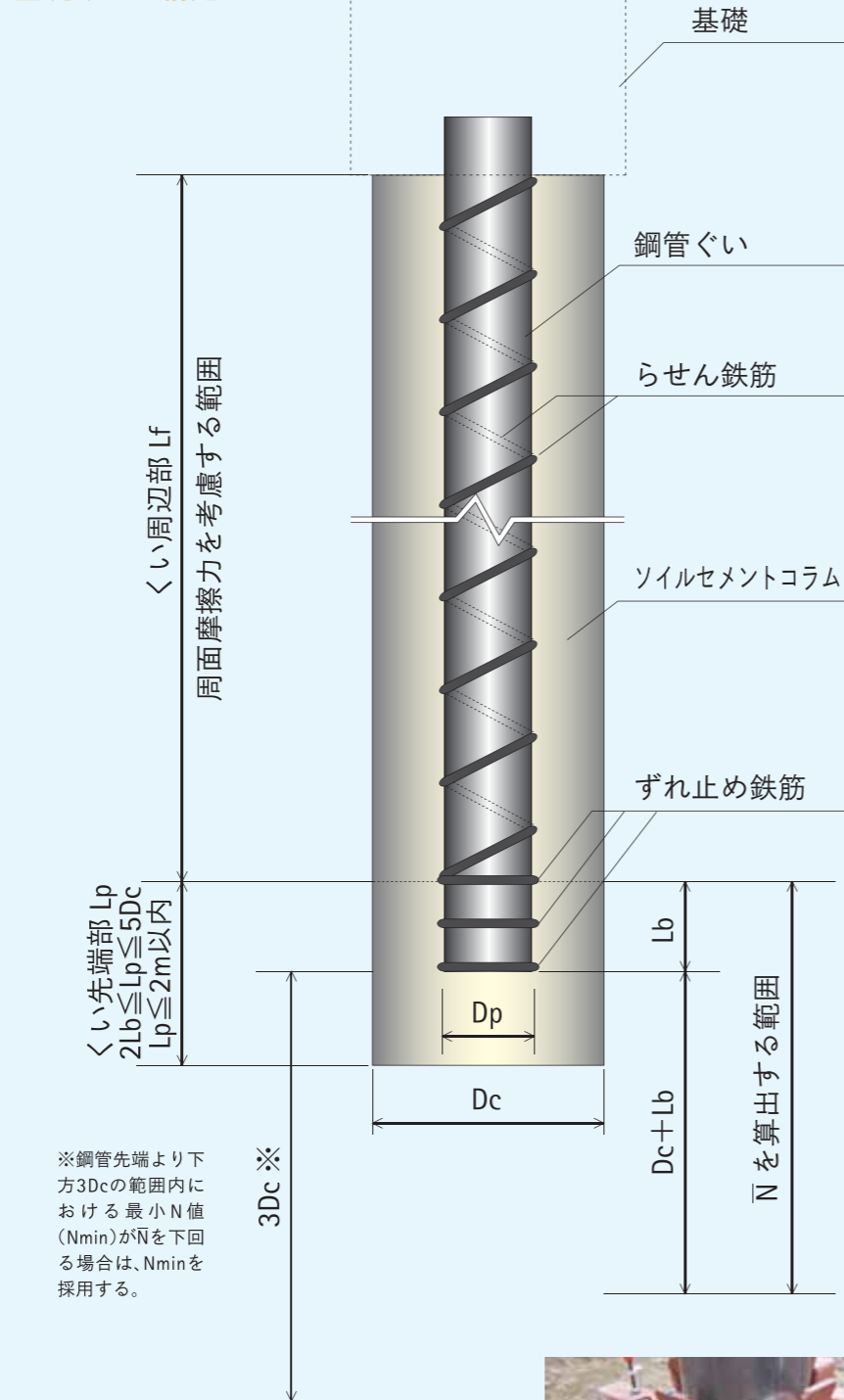
適用範囲

項目	数値	
鋼管径	101.6～267.4mm	
ソイルセメント径	400～1000mm	
最大施工 深さ*	砂質地盤	17.0m
	礫質地盤	16.1m
	粘土質地盤	16.6m(鋼管杭径216.3mm以下)
		14.0m(鋼管杭径267.4mm)

*ぐい施工地盤面から鋼管ぐい先端までの長さとする。
130Dp以下とする。

本工法は、鋼管ぐいに、らせん鉄筋及び、ずれ止め鉄筋を巻き付けたものを、ソイルセメントコラム（深層混合処理工法）の芯部に埋設し、基礎ぐいとして利用する。鋼管ソイルセメント杭工法である。

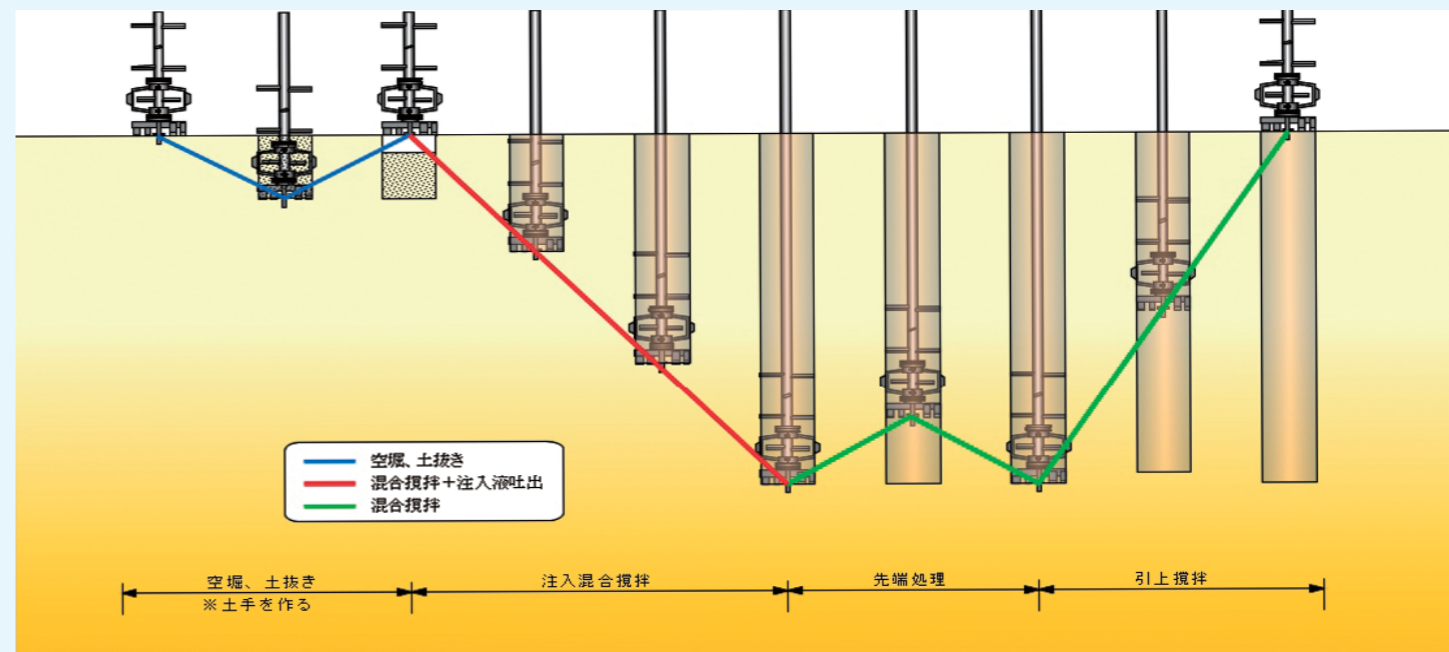
基礎ぐいの構造



施工設備概要図



鋼管ぐいの挿入



ソイルセメントコラム施工サイクル例

鋼管の仕様

鋼管径Dp(mm)	厚さt(mm)	鋼管の規格
101.6	3.2~8.1	STK400, STK490
114.3	3.5~8.6	
139.8	3.5~9.5	
165.2	4.5~11.0	
190.7	4.5~11.0	
216.3	4.5~12.7	
267.4	6.0~15.1	

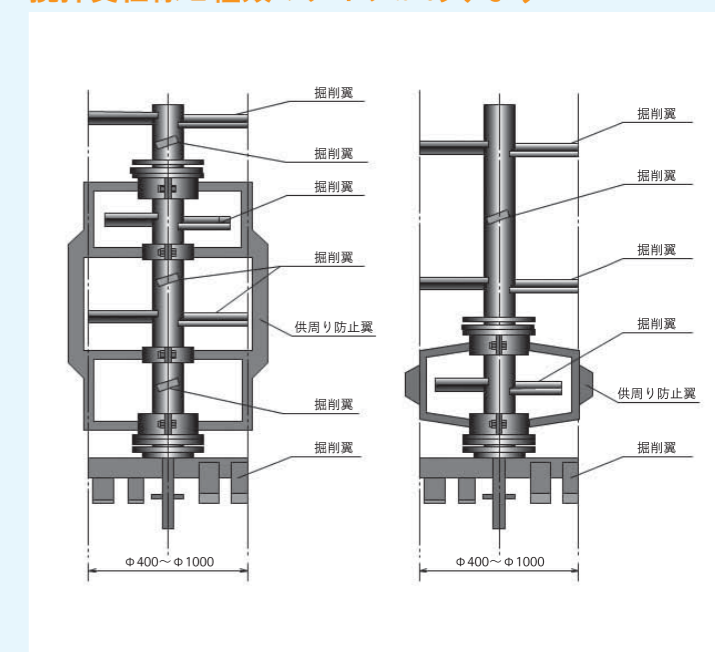
先端分散距離 Lb

ソイルセメント コラム径Dc (mm)	Lb(mm)						
	鋼管径Dp(mm)						
	101.6	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4
400	300	300	300	300	300	300	300
500	300	300	300	300	300	300	300
600		300	300	300	300	300	300
700			300	300	300	300	300
800				350	350	300	300
1000					400	400	400

鋼管ぐいとソイルセメントコラムの組み合わせ例

鋼管径Dp(mm)	ソイルセメントコラム径Dc(mm)					
	400	500	600	700	800	1000
101.6	○	○	△	△	△	△
114.3	○	○	○	△	△	△
139.8	○	○	○	○	△	△
165.2	○	○	○	○	○	△
190.7	○	○	○	○	○	○
216.3	△	○	○	○	○	○
267.4	△	○	○	○	○	○

攪拌翼仕様 2種類のタイプがあります



羽根切り回転数

土質	羽根切回転数=有効攪拌翼枚数×回転数/m
粘土質地盤	600回/m以上
砂質地盤	500回/m以上

セメントスラリーの仕様

固化材添加量	配合試験結果から求めた計画配合量とする 標準 70%
w/c	試掘時の土質状況により 50~120%の範囲内で設定する

1 地盤の許容支持力

本工法により施工される基礎ぐいの許容支持力を定める際に求める長期並びに短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力は(1.1)、(1.2)式による。

1) 長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力(kN)

$$R_a = \frac{1}{3} \left\{ \alpha \cdot \bar{N} \cdot A_p + (\beta \cdot \bar{N}_s \cdot L_s + \gamma \cdot \bar{q}_u \cdot L_c) \phi \right\} \dots\dots(1.1)$$

2) 短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力(kN)

$$R_a = \frac{2}{3} \left\{ \alpha \cdot \bar{N} \cdot A_p + (\beta \cdot \bar{N}_s \cdot L_s + \gamma \cdot \bar{q}_u \cdot L_c) \phi \right\} \dots\dots(1.2)$$

[1.1・1.2 記号]

- α : 基礎ぐいの先端付近の地盤(地震時に液状化のおそれのある地盤※を除く)における先端支持力係数(砂質地盤: α=105、礫質地盤: α=105、粘土質地盤: α=85)
- β : 基礎ぐいの周囲の地盤(地震時に液状化のおそれのある地盤※を除く)のうち砂質地盤におけるくい周面摩擦係数(β=12)
- γ : 基礎ぐいの周囲の地盤(地震時に液状化のおそれのある地盤※を除く)のうち粘土質地盤におけるくい周面摩擦係数(γ=0.5)
- \bar{N} : 基礎ぐいの先端より上方に1Lb、下方に1Lb+1Dcの範囲の標準貫入試験による打撃回数の平均値(回)
ただし、鋼管先端より下方3Dcの範囲内における最小N値(Nmin)が \bar{N} を下回る場合は、Nminを採用する。
なお砂質地盤: $4 \leq \bar{N} \leq 31$ とし、 $N > 50$ の場合 $N=50$ 、 $N < 1$ の場合 $N=0$ 、 $\bar{N} < 4$ の場合 $\bar{N}=0$ とし、 $\bar{N} > 31$ の場合 $\bar{N}=31$ とする。
礫質地盤: $15 \leq \bar{N} \leq 30$ とし、 $N > 50$ の場合 $N=50$ 、 $N < 1$ の場合 $N=0$ 、 $\bar{N} < 15$ の場合 $\bar{N}=0$ とし、 $\bar{N} > 30$ の場合 $\bar{N}=30$ とする。
粘土質地盤: $1 \leq \bar{N} \leq 20$ とし、 $N > 20$ の場合 $N=20$ 、 $N < 1$ の場合 $N=0$ 、 $\bar{N} < 1$ の場合 $\bar{N}=0$ とする。
先端分散距離Lb=(DC-DP)/2とし、300mm未満の場合300mmとする。
- くい先端部上端位置(鋼管くい先端から上方に1Lb位置)からソイルセメントコラム先端までの長さLpは、2Lb以上5Dc以内且つ2m以内とする。
- AP : 基礎ぐいの先端有効断面積(m²)
 $A_p = n \cdot D_p^2 / 4 \times \eta$
- η : 先端支持力に関するコラム係数
 $\eta = (D_c / D_p)^2$
- \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(回)
ただし、 $2 \leq \bar{N}_s \leq 19$ とし、 $N_s > 31$ の場合 $N_s=31$ とし、 $N_s < 1$ の場合 $N_s=0$ とする。
 $\bar{N}_s < 2$ の場合 $\bar{N}_s=0$ とし、 $\bar{N}_s > 19$ の場合 $\bar{N}_s=19$ とする。
- Ls : 基礎ぐいの周囲の地盤のうち砂質地盤に接する長さの合計(m)
ただし、くい先端より上方に1Lbの区間を除く。
- \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、 $10 \leq \bar{q}_u \leq 140$ とし、 $q_u > 150$ のとき $q_u=150$ とし、 $q_u < 6$ の場合 $q_u=0$ とする。
 $\bar{q}_u < 10$ の場合 $\bar{q}_u=0$ とし、 $\bar{q}_u > 140$ の場合 $\bar{q}_u=140$ とする。
- Lc : 基礎ぐいの周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する長さの合計(m)
ただし、くい先端より上方に1Lbの区間を除く。
- ψ : 基礎ぐいの周囲の有効長さ(m)
 $\psi = n \times D_p \times \omega$
- ω : 周面摩擦に関するコラム係数
 $\omega = (D_c / D_p)$
- Dc : ソイルセメントコラム径(mm)
- Dp : 鋼管径(mm)

2 適用する地盤の種類

- 1) 基礎ぐいの先端付近の地盤の種類: 砂質地盤・礫質地盤・粘土質地盤
- 2) 基礎ぐいの周囲の地盤の種類 : 砂質地盤、粘土質地盤

※ここでの「地震時に液状化の恐れのある地盤」とは、建築基礎構造設計指針(日本建築学会:2001改定)に示されている液状化発生の可能性の判定に用いる指標値(FI値)により、液状化発生の可能性があるとして判定される土層(FI値が1以下となる場合)及びその上方にある土層をいう。

※ソイルセメントコラムの先端より上方へ3Dc、下方へ3Dcの範囲内に腐植土が存在する場合は適用しない。

3 基礎ぐいの最大施工深さ

基礎ぐいの最大施工深さは、くい施工地盤面から鋼管くい先端までの長さとし、くい先端地盤が砂質地盤で17.0m、礫質地盤で16.1m、粘土質地盤ではくい径216.3mm以下で16.6m、くい径267.4mmで14.0mとする。ただし、130Dp以下とする。

4 適用する建築物の規模

各階の床面積の合計が500,000m²以下の建築物に適用する。

5 基礎ぐい軸部の許容軸方向力

基礎ぐい軸部の長期許容軸方向力LRa'の算定は、(5.1)式による。短期は長期の1.5倍とする。

$$LRa' = A_s \left\{ l_{fc} (1-a) \right\} \dots\dots(5.1)$$

許容軸方向力の算定に際しては、下記の項目を考慮する。

1) 長さ径比低減 a

$$a = \left\{ \frac{L}{D} - 100 \right\} / 100 \dots\dots(5.2)$$

2) 許容圧縮応力度

基礎ぐい軸部の許容圧縮応力度から許容軸方向力を決定する。なお、短期許容圧縮応力度は、長期許容圧縮応力度の1.5倍とする。長期許容圧縮応力度Lfcは、管の局部座屈を防ぐため、くい軸部肉厚tをくい軸部半径rで除した数値が0.08以下の場合には、次式に示す低減率(平成13年国土交通省告示1113号)を用いる。

$$L_{fc} = L_{ft} \cdot R_c \dots\dots(5.3)$$

$$R_c = 0.80 + 2.5 \frac{t}{r} \dots\dots(5.4)$$



施工状況写真

[5.1 記号]

- LRa' : 基礎ぐい軸部の長期許容軸方向力(kN)
- As : 基礎ぐい軸部の実断面積(m²)
- l_{fc} : 長期許容圧縮応力度(kN/m²)
- a : 長さ径比低減率

[5.2 記号]

- a : 長さ径比による低減率
- L/D : 長さ径比
- L : 鋼管長(m)
- D : 鋼管軸部径(m)

[5.3・5.4 記号]

- l_{fc} : 長期許容圧縮応力度(N/mm²)
- l_{ft} : 長期許容引張応力度(N/mm²)
- R_c : 低減係数
- t : くい軸部の肉厚(mm)
- r : くい軸部の半径(mm)

6 基礎ぐいとソイルセメントコラム間の付着力

基礎ぐいとソイルセメントコラム間に働く付着力の関係式は(6.1)式による。

$$F = \kappa \cdot A_{press} \cdot F_c \quad \dots\dots(6.1)$$

$$A_{press} = n \pi (D_p + d) d \quad \dots\dots(6.2)$$

κ : らせん鉄筋の支圧係数
 $\kappa = 0.31 R_{pd} \quad \dots\dots(6.3)$

R_{pd} = 鉄筋ピッチ / 鉄筋径 d

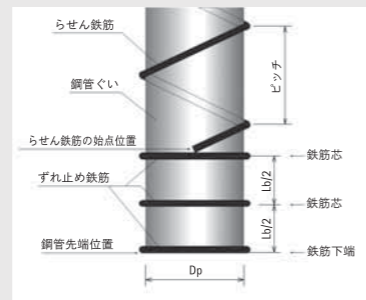
F_c : くい周辺部の設計基準強度 (kN/m²)

1) らせん鉄筋のピッチ及び角度

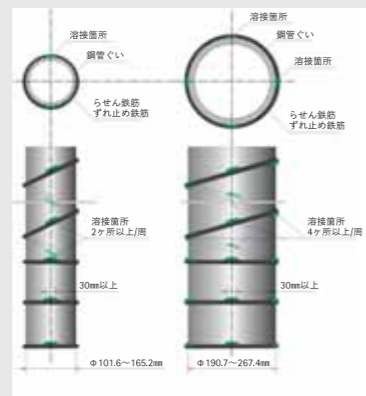
らせん鉄筋は、鋼管径DPに合わせて

1回転当たりのピッチを設定する。

ピッチは100mm～300mmとする。



鋼管ぐいの概要



らせん鉄筋とずれ止め鉄筋の概要図

[6.1・6.2 記号]

F : 付着力(kN)

A_{press} : 鉄筋の支圧投影面積 (m²)

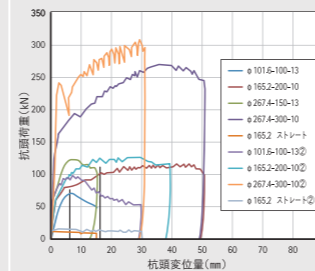
n : 鉄筋の段数 = (付着長さ / ピッチ)

DP : 鋼管径(m)

d : 鉄筋径(m)



付着力試験装置状況



付着力試験結果

[7.1 記号]

P_d : 基礎ぐいの先端部に働く支圧力(kN)

F_{cs} : 先端部設計基準強度 (kN/m²)

APS : 基礎ぐいの先端有効断面積 (m²)

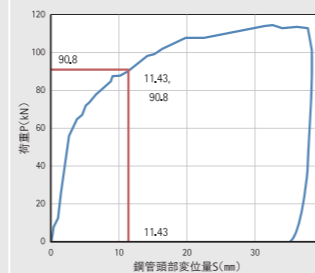
$$APS = \pi (DP + 2Dt)^2 / 4$$

DP : 鋼管径(m)

Dt : 鉄筋径(m)



先端部定着強度試験装置状況



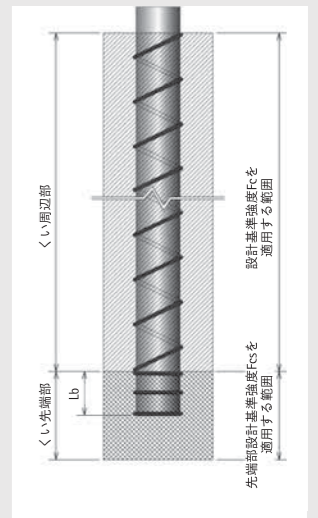
先端部定着強度試験結果

くい仕様及びソイルセメントコラムの設計基準強度 F_c

鋼管径Dp(mm)	くい仕様																															
	101.6				114.3				139.8				165.2				190.7				216.3				267.4							
ソイルコラム径Dc(mm)	400	500	600	700	400	500	600	700	400	500	600	700	400	500	600	700	400	500	600	700	400	500	600	700	400	500	600	700	400	500	600	700
設計基準強度 F_c (kN/m ²)	...																															

くい仕様及びソイルセメントコラムの先端部設計基準強度 F_{cs}

鋼管径Dp	くい仕様																															
	101.6				114.3				139.8				165.2				190.7				216.3				267.4							
厚さt	3.2	4.2	5.7	7	7	8.1	3.2	4.2	5.7	7	8.1	3.5	4.5	6	7.1	8.6	3.5	4.5	6	7.1	8.6	3.5	4.5	6	7.1	8.6	3.5	4.5	6	7.1	8.6	
ソイルコラム径Dc	400				500				600				700				800				900				1000							
先端部設計基準強度 F_{cs} (kN/m ²)	...																															



ソイルセメントコラム部分の設計基準強度

らせん鉄筋のピッチ組合せ表

鋼管径 (mm)		101.6		114.3		139.8		165.2		190.7		216.3		267.4	
鋼管周長 (mm)		319.2		359.1		439.2		519.0		599.1		679.5		840.1	
ピッチ	角度	ピッチ	角度	ピッチ	角度	ピッチ	角度	ピッチ	角度	ピッチ	角度	ピッチ	角度	ピッチ	角度
100	17.4	100	15.6	100	12.8	100	10.9	100	9.5	100	8.4				
		150	18.9	150	16.1	150	14.1	150	12.4	150	10.1				
				200	21.1	200	18.5	200	16.4	200	13.4				
						250	20.2	250	16.6						
								300	19.7						

...網掛け部分を標準ピッチとする

らせん鉄筋及びずれ止め鉄筋の仕様

呼び名	公称直径 (mm)	単位質量W (kg/m)	周長Φ (mm)	断面積A (mm ²)	鉄筋の規格 (mm)
D10	9.53	0.56	29.9	71.3	SD295A・SD295B・SD345
D13	12.7	0.994	39.9	127	SD295A・SD295B・SD345

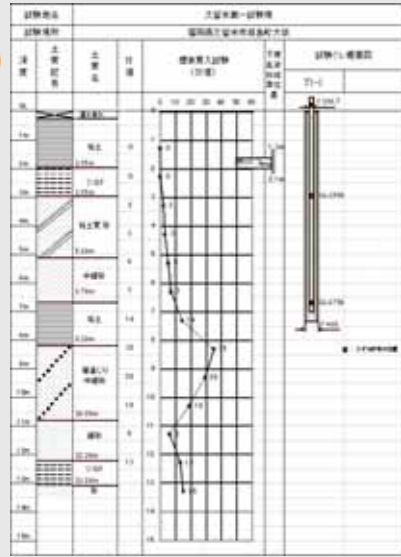
7 基礎ぐい先端部の支圧強度

基礎ぐいの先端に働く先端支圧力の関係式は(7.1)式による。

$$P_d = 3.0 \cdot F_{cs} \cdot APS \quad \dots\dots(7.1)$$

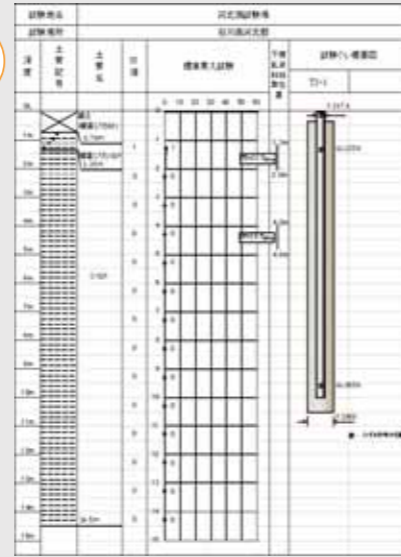
本工法は、鋼管ぐい頭部に建物荷重が作用し、その荷重が鋼管ぐいからソイルセメントコラムへ伝達され、ソイルセメントコラムと周辺地盤の間に働く抵抗力により支持する工法である。従って、周辺摩擦力及び先端支持力の極限值(長期の3倍)が作用した場合でも、鋼管ぐいとソイルセメントコラムが付着切れすることなく、一体となって挙動するような仕様とした。

事例 1



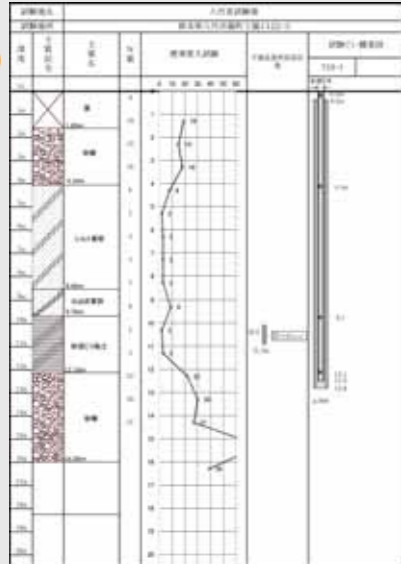
地盤条件		仕様①
先端土質	粘土	
先端平均N値	14	
周面土質	粘土	
周面平均N値	2	
コラム径	400mm	
コラム長さ	7.3m	
鋼管径	190.7mm	
鋼管長さ	7m	
長期支持力	147kN/本	

事例 3



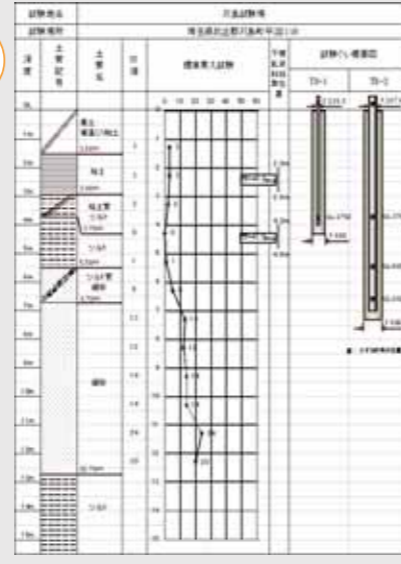
地盤条件		仕様①
先端土質	シルト	
先端平均N値	0	
周面土質	シルト	
周面平均N値	1	
コラム径	1000mm	
コラム長さ	10.2m	
鋼管径	267.4mm	
鋼管長さ	10m	
長期支持力	114kN/本	

事例 2



地盤条件		仕様③
先端土質	礫質土	
先端平均N値	25.6	
周面土質	砂	
周面平均N値	8.7	
コラム径	500mm	
コラム長さ	12.5m	
鋼管径	267.4mm	
鋼管長さ	12.5m	
長期支持力	844kN/本	

事例 4



地盤条件		仕様①
先端土質	シルト	
先端平均N値	0	
周面土質	粘土	
周面平均N値	2	
コラム径	400mm	
コラム長さ	4.3m	
鋼管径	139.8mm	
鋼管長さ	4m	
長期支持力	37kN/本	

地盤条件		仕様②
先端土質	細砂	
先端平均N値	12	
周面土質	粘土	
周面平均N値	2	
コラム径	600mm	
コラム長さ	7.3m	
鋼管径	267.4mm	
鋼管長さ	7m	
長期支持力	248kN/本	

コラム径と鋼管ぐいによる割増係数

コラム径	鋼管径	割増係数α	コラム径	鋼管径	割増係数α	コラム径	鋼管径	割増係数α	コラム径	鋼管径	割増係数α	コラム径	鋼管径	割増係数α	
400	101.6	6.99	500	101.6	9.99	600	114.3	11.07	700	139.8	10.27	800	165.2	9.73	
	114.3	5.79		114.3	8.27		139.8	8.02		165.2	7.86				
	139.8	4.19		139.8	5.99		165.2	6.14		190.7	6.25				
	165.2	3.21		190.7	4.59		216.3	3.99		267.4	5.11				
	190.7	2.55		216.3	2.98		267.4	2.84		267.4	3.64		267.4	4.50	
				267.4	2.12										

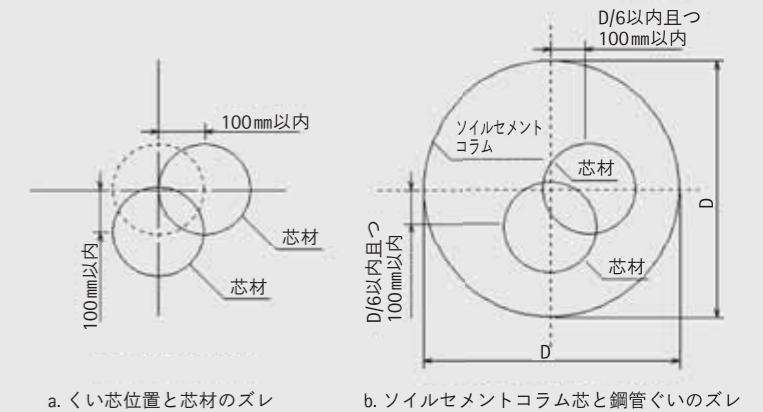
以下水平力計算式(※長杭での検討)

杭の特性値 $\beta = (kh \cdot D_p / 4EI)^{1/4}$ E: 鋼管ぐいの弾性係数
 杭頭曲げモーメント $M_o = Q / 2\beta \cdot \alpha r$ I: 鋼管ぐいの断面二次モーメント
 地中部最大モーメント $M_{max} = Q / 2\beta \cdot RM_{max}$ αr : 杭頭の固定度(固定=1, ピン=0)
 $RM_{max} = \exp[-\tan^{-1}(1/(1-\alpha r))] \sqrt{((1-\alpha r)^2 + 1)}$
 Mmの発生深さ $L_m = 1 / \beta \cdot \tan^{-1}\{1/(1-\alpha r)\}$
 杭頭の変位 $y_o = Q(2-\alpha r) / 4EI\beta^3$

水平載荷試験状況

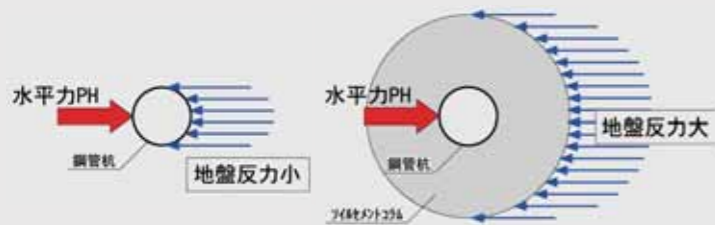


施工位置誤差許容範囲



水平力に対する検討

Dc: ソイルセメント径(mm)
 Dp: 鋼管ぐい(mm)
 kh: 水平地盤反力係数
 $kh = 80(60) \cdot \alpha \cdot E_o \cdot \beta \cdot (D_p / 10)^{-3/4}$ ※評価法定数 砂質土:80 粘性土:60
 α : 変位量及び曲げモーメント算定用割増係数



ソイルセメントコラムが地盤反力に与える影響概念図

GGパイル工法は、鋼管ぐいの周囲をソイルセメントコラムで覆った鋼管ソイルセメント杭工法であり、鋼管ぐいとソイルセメントコラムは一体として挙動します。そのため、左図に示す様に、水平力に対しても鋼管単体の場合に比べ、ソイルセメントコラムが地盤反力を有効に利用することが出来、大きな水平抵抗を期待することができます。その割増効果は、水平載荷試験結果より得られた下式で求められます。

$$\alpha = 0.78 \times (D_c^2 / D_p^2)^{0.8}$$

配置例

杭芯間隔	3.5Dp且つ1.6Dc	Dc: 500mmの時	杭芯間隔	800mm以上
へりあき	1.25×Dp	Dp: 216.3mmの時	へりあき	270mm以上

