

低層住宅向け小口径鋼管を用いた杭状地盤補強工法

# PPG工法

改訂3

建築技術性能証明改訂リニューアル

採用件数  
10,000件  
突破!

Ver.2

## PPG工法 許容支持力早見表

■各タイプで、先端支持力のみで考慮した場合 (SWS試験の換算平均N値より求めた場合)

先端拡底型				SWS試験の換算平均N値と長期許容支持力 (kN)								
管径 (mm)	底径 (mm)	Ap (㎡)	$\alpha$	10	11	12	13	14	15	18	20	30
89.1	250	0.02766	241	22.22	24.44	26.66	28.88	31.10	33.33	39.99	44.44	—
101.6	250	0.02860	241	22.97	25.27	27.56	29.86	32.16	34.45	41.35	45.94	—
101.6	300	0.03940	241	31.64	34.81	37.97	41.14	44.30	47.47	56.96	63.29	94.94
114.3	300	0.04047	241	32.51	35.76	39.01	42.26	45.51	48.77	58.52	65.02	97.54
114.3	350	0.05324	241	42.76	47.04	51.31	55.59	59.87	64.14	76.97	85.53	128.29
139.8	400	0.07051	241	56.64	62.30	67.96	73.63	79.29	84.96	101.95	113.28	169.92
165.2	450	0.09024	241	72.49	79.74	86.99	94.23	101.48	108.73	130.48	144.98	217.47

ストレート型				SWS試験の換算平均N値と長期許容支持力 (kN)								
管径 (mm)	底径 (mm)	Ap (㎡)	$\alpha$	10	11	12	13	14	15	18	20	30
89.1	89.1	0.00624	239	4.96	5.46	5.96	6.45	6.95	7.45	8.94	9.93	—
101.6	101.6	0.00811	239	6.45	7.10	7.75	8.39	9.04	9.68	11.62	12.91	19.37
114.3	114.3	0.01026	239	8.17	8.99	9.80	10.62	11.44	12.26	14.71	16.34	24.52
139.8	139.8	0.01535	239	12.22	13.45	14.67	15.89	17.12	18.34	22.01	24.45	36.68
165.2	165.2	0.02143	239	17.07	18.78	20.49	22.19	23.90	25.61	30.73	34.15	51.22

■ストレートタイプで、周面摩擦力を考慮した場合 (SWS試験の換算平均N値より求めた場合)

杭径 (mm)	長期許容支持力 (kN) 中間粘性土:平均換算N値4の時					
	先端換算平均N値	5	10	12	15	
89.1	鋼管長さ	4m	15.92	18.40	19.40	20.89
		6m	22.64	25.12	26.11	27.60
		8m	29.36	31.84	32.83	34.32
		10m	36.07	38.56	39.55	41.04
101.6	鋼管長さ	4m	18.55	21.78	23.07	25.01
		6m	26.21	29.44	30.73	32.67
		10m	41.53	44.76	46.05	47.99
		13m	53.02	56.25	57.54	59.48
114.3	鋼管長さ	4m	21.32	25.41	27.05	29.50
		6m	29.94	34.03	35.66	38.12
		10m	47.18	51.26	52.90	55.35
		14m	64.41	68.50	70.14	72.59
139.8	鋼管長さ	4m	27.20	33.31	35.76	39.52
		8m	48.28	54.39	56.84	60.51
		12m	69.36	75.47	77.92	81.59
		18m	100.98	107.09	109.54	113.21
165.2	鋼管長さ	4m	33.45	41.99	45.40	50.53
		8m	58.36	66.90	70.31	75.44
		12m	83.27	91.81	95.23	100.35
		20m	133.10	141.63	145.05	150.17

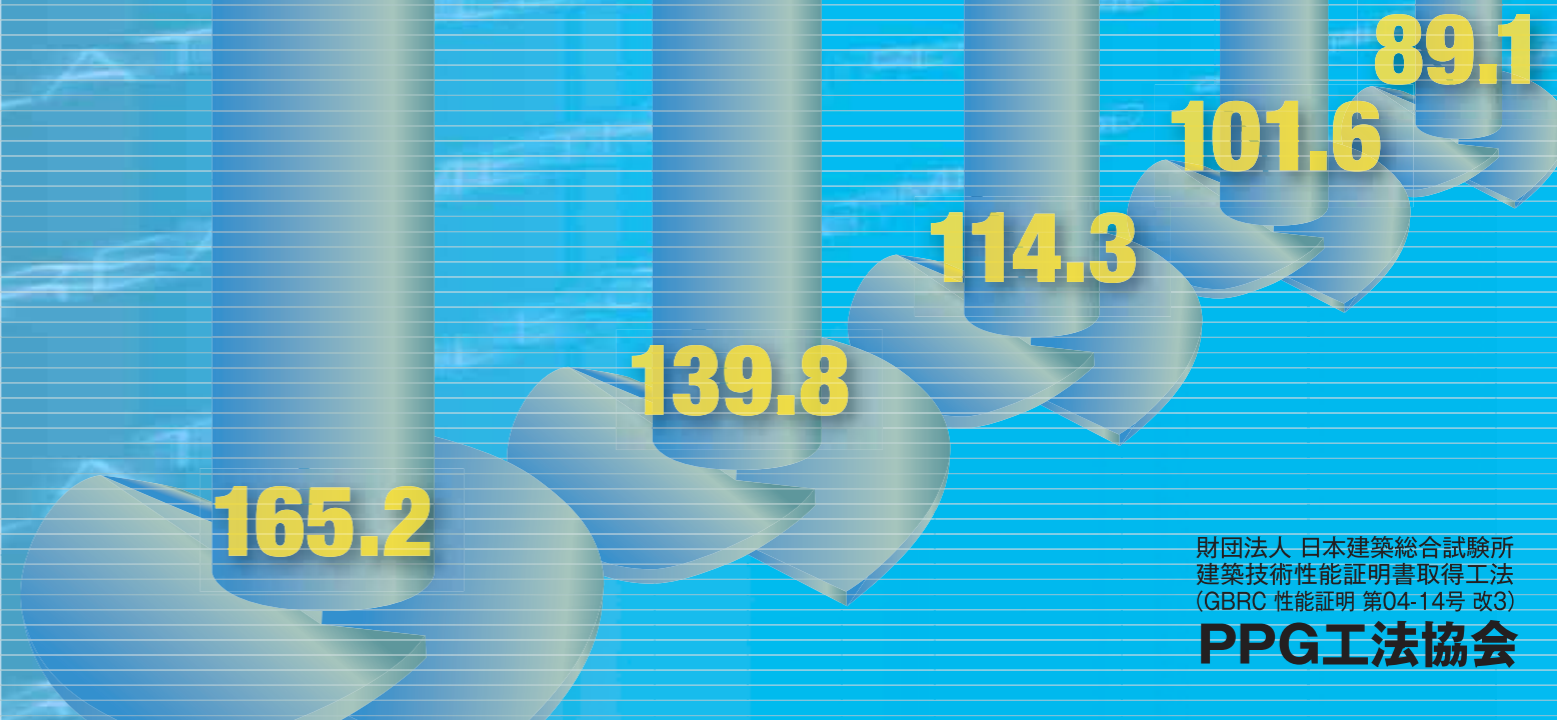
杭径 (mm)	長期許容支持力 (kN) 中間砂質土:平均換算N値4の時					
	先端換算平均N値	5	10	15	20	
89.1	鋼管長さ	4m	10.10	12.58	15.06	17.55
		6m	13.90	16.39	18.87	21.36
		8m	17.71	20.19	22.68	25.16
		10m	21.52	24.00	26.49	28.97
101.6	鋼管長さ	4m	11.91	15.14	18.37	21.60
		6m	16.25	19.48	22.71	25.94
		10m	24.93	28.16	31.39	34.62
		13m	31.45	34.67	37.90	41.13
114.3	鋼管長さ	4m	13.85	17.94	22.03	26.12
		6m	18.74	22.83	26.91	31.00
		10m	28.50	32.59	36.68	40.77
		14m	38.27	42.36	46.45	50.53
139.8	鋼管長さ	4m	18.06	24.17	30.29	36.40
		8m	30.01	36.12	42.24	48.35
		12m	41.95	48.07	54.18	60.30
		18m	59.87	65.99	72.10	78.21
165.2	鋼管長さ	4m	22.65	31.19	39.73	48.27
		8m	36.77	45.31	53.85	62.39
		12m	50.89	59.43	67.96	76.50
		20m	79.12	87.66	96.20	104.73

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。



財団法人 日本建築総合試験所  
建築技術性能証明書取得工法  
(GBRC 性能証明 第04-14号 改3)  
**PPG工法協会**

## POINT 1 PPG工法の概要

PPG工法は、杭状地盤補強材(以下、鋼管と呼ぶ)の先端支持地盤を有効に利用するため、鋼管径の3倍程度の螺旋翼(先端拡底翼)を取り付けた拡底型と地盤の摩擦力を有効に利用するため、鋼管径より外側に突出するものが無く、鋼管先端(完全閉塞)に掘削刃を付けたストレート型の2種類から構成されている。本工法は、上記の鋼管を回転貫入し、基礎下部に配置する工法である。鋼管頭部に回転トルク及び圧入力を与えることによって地中埋設し、地上部では、無排土の状態で行うことが出来る。また、低騒音・低振動での施工が可能であり、先端根固めやプレボーリング等を必要としないことから、排土処理が一切不要であり、土壌汚染の心配がなく、環境に与える負荷の小さい工法である。



●建築技術性能証明書

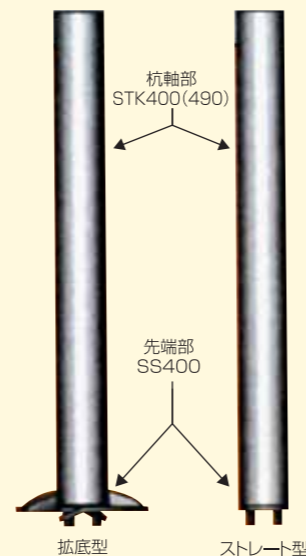
# 「PPG工法」を知るための4つのポイント

Four points of PPG

## POINT 2 鋼管の仕様・特徴・対策

- 拡底型・ストレート型の2タイプ。地盤特性に合わせて選択できます。
- 環境に優しい「回転圧入工法」。低振動・低騒音・無廃土です。
- 支持地盤土質を選びません。粘土質・砂質(レキ質含む)に対応。
- 鋼管杭種…5タイプ Φ89.1、Φ101.6、Φ114.3、Φ139.8、Φ165.2 過剰設計回避。
- 支持力特性は、拡底…先端支持系・ストレート…摩擦支持系の2通り。
- 先端拡底翼は一枚の板からなり、剛性が高くなっています。
- 低価格対策①…高い貫入能力により施工機械を小型化。
- 低価格対策②…管材流通コストをスリム化。
- 万全な設計・施工管理。PPG工法協会による徹底管理。
- 低層小規模住宅に特化。必要最小限の鋼管仕様に限定化。

●PPGの構成(2タイプ)



## POINT 3 多様な採用効果

## POINT 4 PPG適用範囲

### 適用地盤

鋼管先端地盤は、粘土質地盤、砂質地盤または礫質地盤とする。  
周面摩擦力考慮地盤は、粘土質地盤、砂質地盤及び礫質地盤とする。

### 最大施工深さ

施工地盤面から10m以下とする。ただし、表層から軟弱層が続きスウェーデン式サウンディング試験(以後SWS試験と呼ぶ)で地盤調査が可能な場合で、SWS試験結果が既存資料や近隣の標準貫入試験(以後SPT試験と呼ぶ)結果より適切であることが確認できる場合には、補強材の最大施工深さは130Dとする。

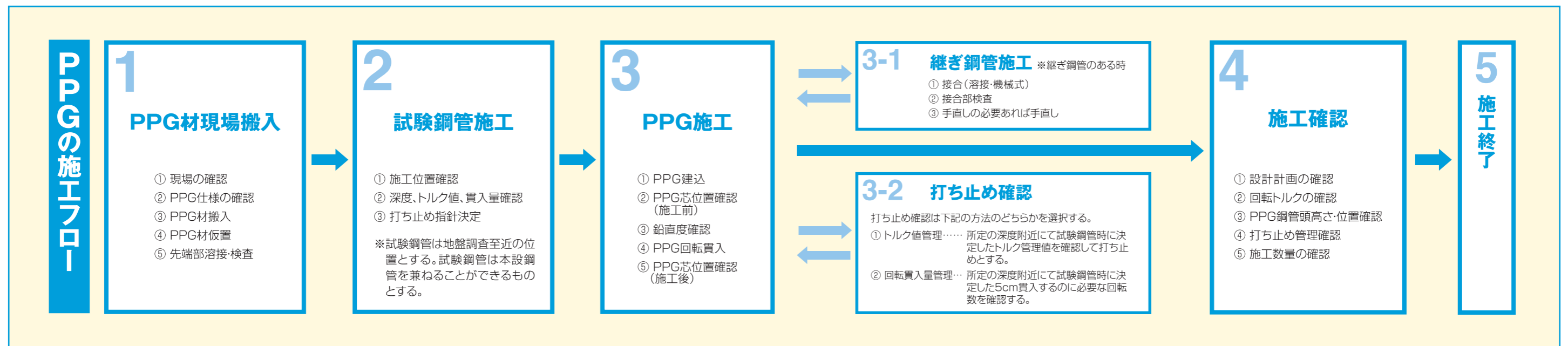
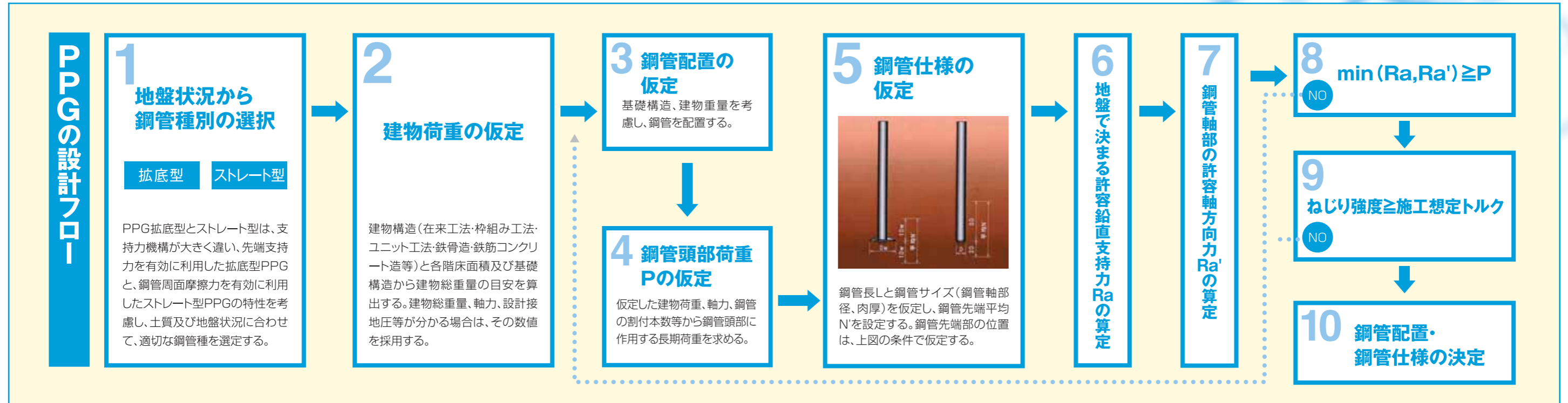
仕様	長さ
鋼管軸部径 Φ89.1mm	11.58m
鋼管軸部径 Φ101.6mm	13.20m
鋼管軸部径 Φ114.3mm	14.85m
鋼管軸部径 Φ139.8mm	18.17m
鋼管軸部径 Φ165.2mm	21.47m

### 適用建築物

適用する建築物の規模は、以下を全て満足するものとする。  
①地上3階以下 ②建築物の高さ13m以下 ③延べ面積1500㎡以下(平屋に限り3000㎡以下)

# PPG の設計・施工フロー

PPG工法は主として、低層住宅の地盤対策用として開発されています。他の小口径鋼管を用いた工法と比較して管径が小さいのが特徴です。これは低層住宅で採用されている基礎形状の特性に合わせて鋼管を配置する場合に、鋼管に求められた必要性能が過剰材とならない事を狙った仕様です。そのため経済的な工法となっています。



## 支持力特性

### 杭先端支持力の算出ポイント

- ・ 拡底型の場合  $N' \geq 7$
- ・ ストレート型の場合  $N' \geq 3$

粘性土地盤では、  
 $N'=15$ を超える場合は15とする。

砂質土地盤では、  
 $N'=20$ を超える場合は20とする。

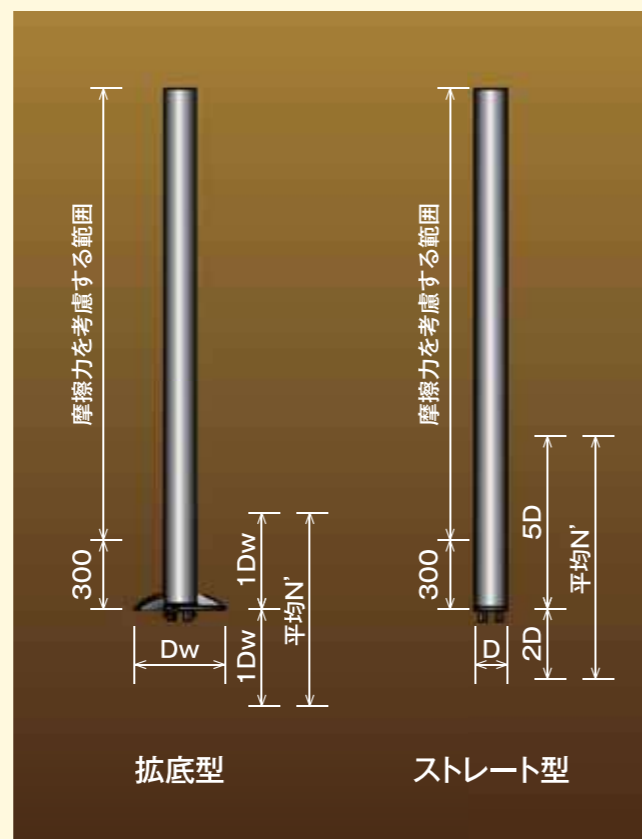
**拡底型の場合  
 先端部の換算N値は  
 最大20が利用できます**

### 杭周面摩擦力の算出ポイント

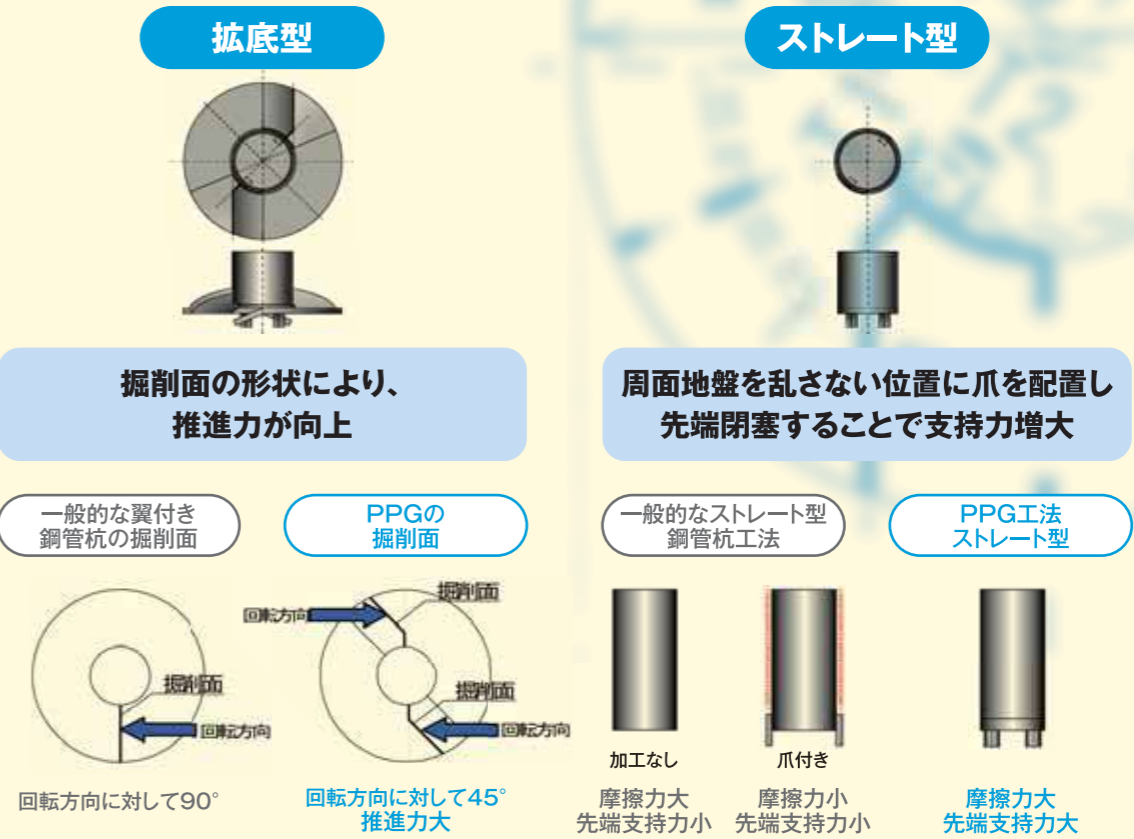
砂質土部分では、N値1.5以下を0とし、  
 $N$ 値10を超える場合は10とする。

粘性土部分では、N値1.5以下を0とし、  
 $N$ 値8を超える場合は8とする。

**ストレート型の場合  
 摩擦力が大きく、支持層が無くても  
 設計が可能**

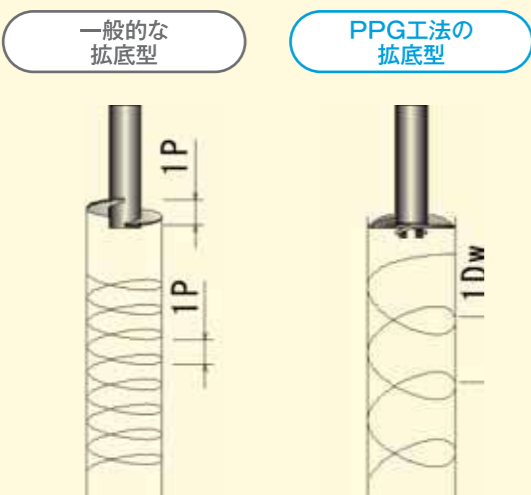


## 先端部特性

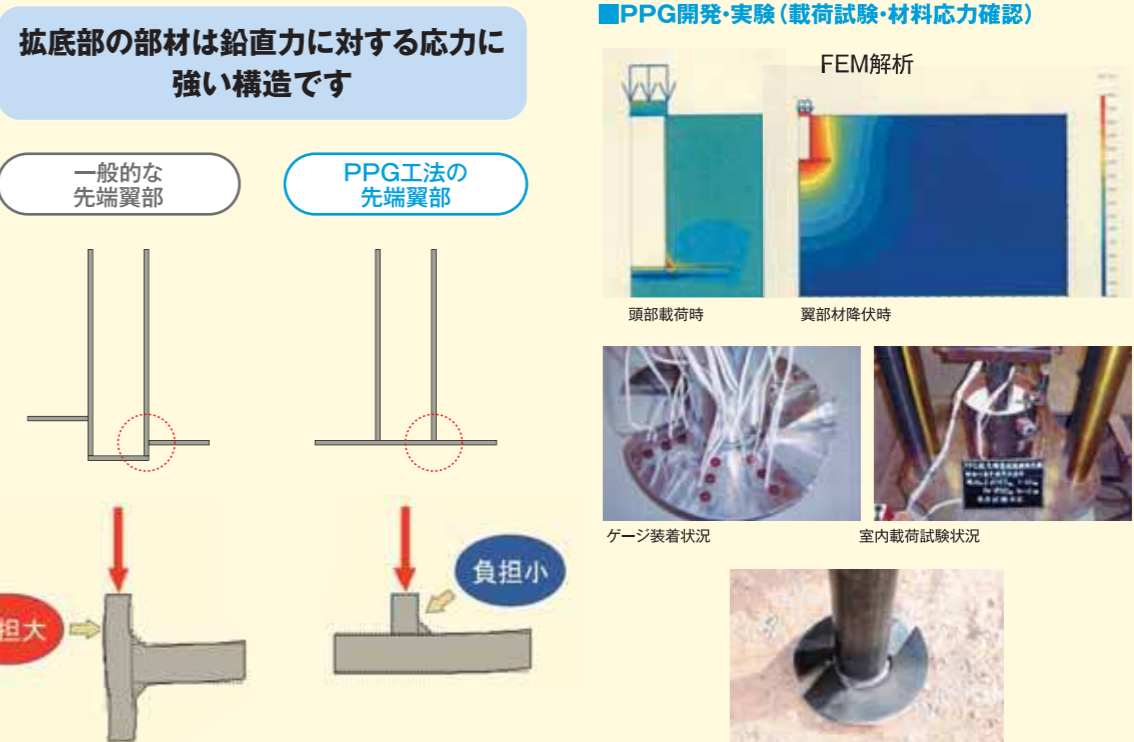


## 施工特性

**一般工法の1Pピッチと比較して  
 1Dwピッチでの施工が可能であり、  
 抜群の施工性**



## 先端翼部応力特性



## 地盤で決まる許容支持力 Ra の算定

■地盤で決まる長期許容支持力は、次式によって算定する。  
短期については長期の2倍とする。

$${}_L Ra = \frac{1}{3} Ru$$

解説

- ${}_L Ra$ : 長期許容支持力 (KN)
- $Ru$ : 極限鉛直支持力 (KN)

■極限支持力 $Ru$ は、SWS試験の結果から次式で算定する。

$$Ru = \alpha_{sw} \bar{N}' A_p + (\beta_{sw} \bar{N}_s' L_s + \gamma_{sw} \bar{N}_c' L_c) \psi$$

解説

- $\alpha_{sw}$ : 支持力係数、表(1)に示す。
  - $N'$ : SWS試験による地盤の強度インデックス
  - $N'$ : 鋼管先端部の $N'$ 、 $N'$ は支持層地盤が砂質土・礫質土地盤の場合、式1、粘性土地盤の場合は、式2により算定する。  
ただし、粘性土地盤において $N' > 15$ のときは、 $N' = 15$ とし、 $N' \leq 15$ とする。  
砂質土地盤・礫質土地盤において $N' > 20$ のときは $N' = 20$ とし、 $N' \leq 20$ とする。  
また、拡底型の場合、 $N' < 7$ の時は $N' = 0$ とし、 $N' \geq 7$ とする。  
ストレート型の場合、 $N' < 3$ の時は $N' = 0$ とし、 $N' \geq 3$ とする。
  - $A_p$ : 鋼管先端有効断面積 ( $m^2$ )、表(1)に示す。
  - $\beta_{sw}$ : 支持力係数、表(1)に示す。
  - $NS'$ : 鋼管が砂質土地盤に接する部分の $N'$ の平均値、 $N'$ は式(1)により算定する。  
ただし、 $N' > 10$ のときは $N' = 10$ とし、 $NS' \geq 10$ のときは、 $NS' = 10$ とする。  
 $N' \leq 1.5$ のときは $N' = 0$ とし、 $NS' \leq 1.5$ のときは、 $NS' = 0$ とする。
  - $LS$ : 鋼管が砂質土地盤に接する部分の鋼管長 (m) ● $\gamma_{sw}$ : 支持力係数、表(1)に示す。
  - $NC'$ : 鋼管が粘性土地盤に接する部分の $N'$ の平均値、 $N'$ は式2により算定する。  
ただし、 $N' > 8$ のときは $N' = 8$ とし、 $NC' \geq 8$ のときは、 $NC' = 8$ とする。  
 $N' \leq 1.5$ のときは $N' = 0$ とし、 $NC' \leq 1.5$ のときは $NC' = 0$ とする。
  - $LC$ : 鋼管が粘性土地盤に接する部分の鋼管長 (m) ● $\psi$ : 周面抵抗力を考慮する際の鋼管の周長 (m)
- 砂質土地盤の場合  $N' = 2W_{sw} + 0.067N_{sw}$  ……式1  
粘性土地盤の場合  $N' = 3W_{sw} + 0.05N_{sw}$  ……式2  
記号  $N'$ : SWS試験による地盤のインデックス  
 $W_{sw}$ : SWS試験における荷重 (kN)  
 $N_{sw}$ : SWS試験における貫入1mあたりの半回転数 (回)

表(1) SWS用の支持力係数一覧

杭種	支持力係数			鋼管先端部の範囲	鋼管先端有効断面積 $A_p (m^2)$	鋼管周長 $\psi (m)$
	$\alpha_{sw}$	$\beta_{sw}$	$\gamma_{sw}$			
拡底型	241	1.5	1.7	鋼管先端部より 上へ 1Dw 下へ 1Dw	$\frac{\pi D^2}{4} + 0.5 \left( \frac{\pi D w^2}{4} - \frac{\pi D^2}{4} \right)$	$\pi D$
ストレート型	239	5.1	9.0	鋼管先端部より 上へ 5D 下へ 2D	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\pi D$

表(2) 拡底型の仕様

適用鋼管			先端翼部		
鋼管径 D (mm)	肉厚 t (mm)	管材質	鋼管径 Dw (mm)	翼部肉厚 tw (mm)	材質
89.1	4.2-5.5	STK400 STK490	250	9	SS400
101.6	4.0-6.0	STK400 STK490	250	9	SS400
101.6	4.0-6.0	STK400 STK490	300	12	SS400
114.3	3.5-6.0	STK400 STK490	300	12	SS400
114.3	3.5-6.0	STK400 STK490	350	12	SS400
139.8	4.5-6.6	STK400 STK490	400	16	SS400
165.2	4.5-11.0	STK400 STK490	450	16	SS400

表(3) ストレート型の仕様

適用鋼管			先端蓋部		
鋼管径 D (mm)	肉厚 t (mm)	管材質	外径 D (mm)	蓋部肉厚 tw (mm)	材質
89.1	4.2-5.5	STK400 STK490	89.1	6	SS400
101.6	4.2-5.5	STK400 STK490	101.6	6	SS400
114.3	4.2-5.5	STK400 STK490	114.3	6	SS400
139.8	4.2-5.5	STK400 STK490	139.8	9	SS400
165.2	4.2-5.5	STK400 STK490	165.2	9	SS400

※注 地震時に液状化するおそれのある地盤(液状化発生の可能性があると判定される土層及びその上方にある土層)においては、長期荷重時における補強地盤の支持力は考慮しないこと、液状化が生じるか否かは設計者判断となっています。

## 鋼管軸部の許容軸方向力 Ra' の算定

■鋼管軸部の許容軸方向力  ${}_L Ra'$  の算定は次式による。短期は長期の1.5倍とする。

$${}_L Ra' = A_s \{ lfc (1 - a - b) \}$$

解説

- ${}_L Ra'$ : 鋼管軸部の長期許容軸方向力 (kN)
- $A_s$ : 鋼管軸部の実断面積 ( $cm^2$ )  
外面1mmの腐食しを考慮
- $lfc$ : 長期許容圧縮応力度 ( $kN/cm^2$ )
- $a$ : 継手低減率 ● $b$ : 長さ径比低減率

■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) 腐食し …… 建設省(現国土交通省)住宅局建築指導課長通達123号、建築用鋼管杭施工指針・同解説(鋼管杭協会)により腐食しの値は、鋼管の外面1mmとする。
- (2) 許容圧縮応力度 …… 鋼管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、腐食しを除いた鋼管軸部肉厚 $t$ (を鋼管軸部半径 $r$ 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。

$$lfc = lft Rc$$

$$Rc = 0.80 + 2.5 \frac{t-c}{r}$$

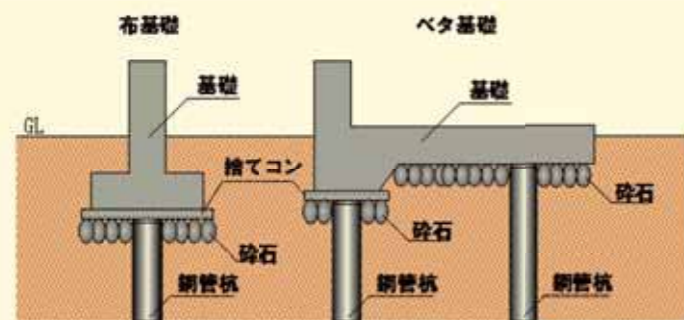
解説

- $lfc$ : 長期許容圧縮応力度 ( $N/mm^2$ )
- $lft$ : 長期許容引張応力度 ( $N/mm^2$ )
- $Rc$ : 低減係数 ● $t$ : 鋼管軸部の肉厚 (mm)
- $c$ : 腐食し (mm) ● $r$ : 鋼管軸部の半径 (mm)

■継手の低減 (1) 溶接継手…1ヶ所あたり5% (2) 機械式継手…継手性能に応じた低減

■長さ径比低減  $b = \left( \frac{L}{D} - 100 \right) / 100$   $b$ : 長さ径比による低減  $L$ : 鋼管長 (m)  $D$ : 鋼管軸部径 (m)

### 杭頭処理例



### 水平載荷試験例

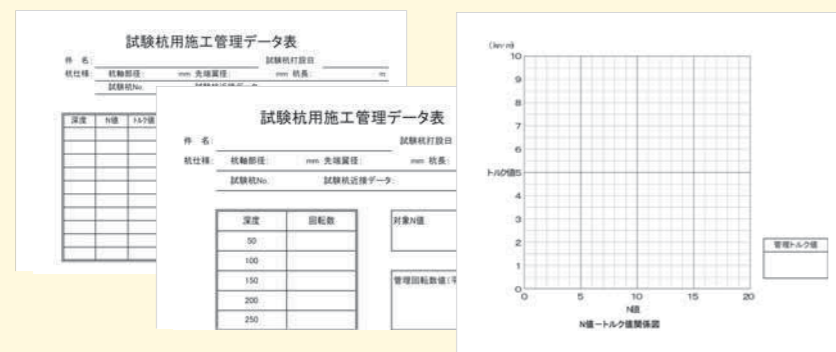


### 打ち止め管理

PPG工法には、2種類の打ち止め管理手法があります。

#### ①トルク値による場合

試験杭で地盤データとトルクの対比表を作成して、打ち止め管理トルク値を設定する



#### ②回転貫入量による場合

設定N値部分の地盤で、5cm貫入させるのに必要な回転数を求める

### 機械式継ぎ手例

火気を使わず、安定した品質確保

鋼管継手には、溶接・機械式継ぎ手が採用できます。機械式継ぎ手は、「パイルフィット」「イーザーロック」を採用。施工が早く、無火気、安定品質が可能です。

#### ◎パイルフィット [外径 89.1~139.8]

①継手挿入  
パイプの加工形状と継手の形状の方向を合わせ挿入下さい。

②ボルト締付け  
ボルトは、正確に奥まで締付けて下さい。(トルク管理不要)

財団法人日本建築総合試験所  
建築技術性能証明書取得 (GBRC 性能証明 第08-12号 改)

#### ◎イーザーロック [外径 89.1~165.2]

①下杭打設  
②上杭挿入  
③上杭締め  
④上杭打設

財団法人日本建築総合試験所 建築技術性能証明書取得 (GBRC 性能証明 第17-22号)

### 動的貫入試験 (ラム サウンディング試験) を併用して確実な支持層確認

小型軽量化したラムサウンディング試験機を自社で開発。SWS試験と併用すると効果的です。SWS試験では確認することが難しい支持層を事前に確認して設計・施工することが重要です。



#### 標準貫入試験・SWS試験・ラム試験対比

土層名	標準貫入試験 SPT (N値)				20-ton SWS試験 (標準N値)				ラムサウンディング試験 SPS (N値)			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
1m 粘土	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
2m 砂質土	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
3m 砂	20	25	30	35	20	25	30	35	20	25	30	35
4m 砂	25	30	35	40	25	30	35	40	25	30	35	40
5m 砂	30	35	40	45	30	35	40	45	30	35	40	45
6m 砂	35	40	45	50	35	40	45	50	35	40	45	50
7m 砂	40	45	50	55	40	45	50	55	40	45	50	55
8m 砂	45	50	55	60	45	50	55	60	45	50	55	60
9m 砂	50	55	60	65	50	55	60	65	50	55	60	65
10m 砂	55	60	65	70	55	60	65	70	55	60	65	70
11m 砂	60	65	70	75	60	65	70	75	60	65	70	75
12m 砂	65	70	75	80	65	70	75	80	65	70	75	80
13m 砂	70	75	80	85	70	75	80	85	70	75	80	85
14m 砂	75	80	85	90	75	80	85	90	75	80	85	90
15m 砂	80	85	90	95	80	85	90	95	80	85	90	95
16m 砂	85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
17m 砂	90	95	100	105	90	95	100	105	90	95	100	105
18m 砂	95	100	105	110	95	100	105	110	95	100	105	110

#### 各部名称

- 本体フレーム
- ウェイト
- 打撃カウンタ
- モーター
- 操作ユニット
- 配電盤
- 運搬用タイヤ
- トルクレンチ
- ロッド