



回 転 貫 入 鋼 管 杭 ジ ー ・ エ ク ス ・ パ イ ル

# G-ECS PILE<sup>®</sup>

技術資料

第8.3版



SANSEI INC.

# 目次

## <認定書 評価書 等>

認定書 評価書 等	-----	1
-----------	-------	---

## < G-ECS パイル技術資料 >

地盤の許容支持力	-----	3
G-ECS パイル工法の適用範囲	-----	5
引抜き方向支持力（短期）	-----	6
G-ECS パイルの構造・規格	-----	7
G-ECS パイル工法支持力早見表	-----	9
G-ECS パイルの断面性能	-----	11
G-ECS パイル許容 N-M 図（短期）	-----	13
水平支持力早見表	-----	21
くい芯間隔とへりあきの推奨値	-----	23
くい頭部の接合例	-----	24
鋼（管）杭の腐食に関する資料	-----	25
施工管理方法～打ち止め管理～	-----	26
標準施工要領	-----	27
ECS-AW（現場自動溶接ロボット工法）	-----	28
ECS-PJ（小口径鋼管杭用無溶接継手）	-----	29
ECS-MJ（鋼管杭の機械式継手工法）	-----	31

## <参考資料>

1. G-ECS パイル工法設計例	-----	33
2. くい体の耐力	-----	39
3. 施工機械	-----	40
4. ECS パイル一覧表	-----	41

# 【国土交通省大臣認定】

## G-ECS パイル工法（先端地盤：砂質地盤・礫質地盤）

認定番号：TACP - 0585 認定年月日：令和元年 7 月 23 日



認定書  
(国住指 第 755 号)  
(先端地盤:砂質地盤(礫質地盤を含む))



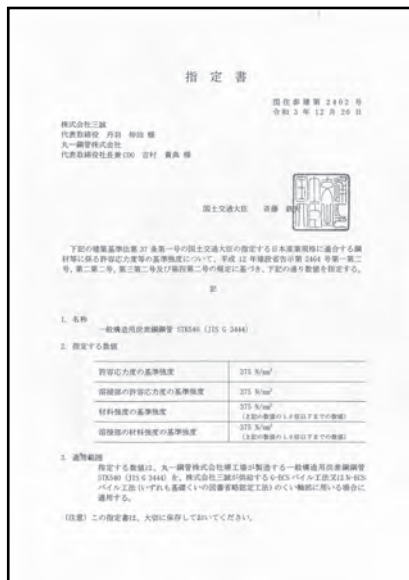
指定書  
(国住指 第 755-2 号)



性能評価書  
(BCJ 基評 - FD0124 - 04)



指定書  
一般構造用炭素鋼鋼管 STK540  
(JIS G 3444) (丸一鋼管東京工場)  
(国住参建 第 2401 号)  
令和 3 年 12 月 20 日



指定書  
一般構造用炭素鋼鋼管 STK540  
(JIS G 3444) (丸一鋼管堺工場)  
(国住参建 第 2402 号)  
令和 3 年 12 月 20 日

ウェブサイトよりダウンロードできます。

株式会社三誠ホームページサポート・お問い合わせ>カタログ・各種資料 <https://sansei-inc.co.jp/support/catalog/>



## 【その他公的評価】



-財) 日本建築センター性能評価  
G-ECS パイル工法  
(先端地盤：粘土質地盤)  
BCJ 基評 - FD0178 - 01  
平成 20 年 3 月 21 日



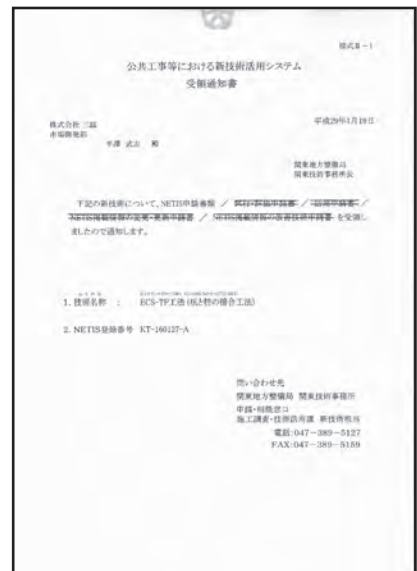
-財) 日本建築総合試験所性能証明  
G-ECS パイル工法の  
引抜き方向の許容支持力  
GBRC 性能証明 第 11-05 号 改 2  
2019 年 12 月 4 日



-財) 日本建築センター評定  
ECS-PJ  
(小口径鋼管くい用無溶接継手)  
BCJ 評定 - FD0426 - 05  
令和 4 年 7 月 8 日



-財) 日本建築総合試験所性能証明  
ECS-MJ  
(鋼管杭の機械式継手工法)  
GBRC 性能証明 第 19-07 号改 1  
2024 年 2 月 16 日



NETIS  
国土交通省新技術情報提供システム  
登録 ECS-TP 工法  
(杭と柱の接合法)  
KT-160127-A  
平成 29 年 1 月 19 日

## ＜地盤の許容支持力＞

### 1. 件名

G-ECS パイル工法（先端地盤：砂質地盤（礫質地盤を含む））

2. 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

1) 長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力 (kN)

$$R_a = \frac{1}{3} \{ \alpha \bar{N} A_p + (\beta \bar{N}_s L_s + \gamma \bar{q}_u L_c) \psi \}$$

2) 短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力 (kN)

$$R_a = \frac{2}{3} \{ \alpha \bar{N} A_p + (\beta \bar{N}_s L_s + \gamma \bar{q}_u L_c) \psi \}$$

ここで、

$\alpha$  : くい先端支持力係数 ( $\alpha = 184$ )

$\beta$  : 砂質地盤におけるくいの周面摩擦係数 ( $\beta = 0$ )

$\gamma$  : 粘土質地盤におけるくいの周面摩擦係数 ( $\gamma = 0$ )

$\bar{N}$  : 基礎ぐいの先端付近（くい先端より下方に  $1D_w$ 、上方に  $1D_w$  の範囲）の地盤の標準貫入試験による打撃回数 (N 値) の平均値 (回)

( $5 \leq \bar{N} \leq 60$ )

※  $D_w$  : 基礎ぐい先端の実断面積 ( $A_g$ ) と等価円の直径 (以下、等価円直径 (mm) という)

$A_p (=e \cdot A_g)$  : 基礎ぐい先端の実断面積 ( $m^2$ )

※  $e$  : 有効率 (くい径 300mm 未満で 1.0、300mm 以上で 0.97)

$A_g$  : 基礎ぐい先端の実断面積 ( $m^2$ )

$\bar{N}_s$  : 基礎ぐい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 (N 値) の平均値 (回)

$L_s$  : 基礎ぐい周囲の地盤のうち砂質地盤に接する有効長さの合計 (m)

$\bar{q}_u$  : 基礎ぐい周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値 ( $kN/m^2$ )

$L_c$  : 基礎ぐい周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する有効長さの合計 (m)

$\psi$  : 基礎ぐいの周囲の長さ (m)

申請くい径の各有効断面積 ( $A_p$ ) および等価円直径 ( $D_w$ ) を示す。

＜有効断面積 ( $A_p$ ) および等価円直径 ( $D_w$ ) ＞

くい径 $D_p$ (mm)	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
有効断面積 $A_p$ ( $m^2$ )	0.0514	0.0780	0.1089	0.1562	0.1993	0.2884	0.4058	0.4228	0.5105
等価円直径 $D_w$ (mm)	256.9	314.7	372.3	446.0	503.7	606.0	729.9	745.0	818.6

## ＜地盤の許容支持力＞

### 1. 件名

G-ECS パイル工法（先端地盤：粘土質地盤）

2. 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

1) 長期に生ずる力に対する地盤の許容支持力 (kN)

$$R_a = \frac{1}{3} \{ \alpha \bar{N} A_p + (\beta \bar{N}_s L_s + \gamma \bar{q}_u L_c) \psi \}$$

2) 短期に生ずる力に対する地盤の許容支持力 (kN)

$$R_a = \frac{2}{3} \{ \alpha \bar{N} A_p + (\beta \bar{N}_s L_s + \gamma \bar{q}_u L_c) \psi \}$$

ここで、

$\alpha$  : くい先端支持力係数 ( $\alpha = 150$ )

$\beta$  : 砂質地盤におけるくいの周面摩擦係数 ( $\beta = 0$ )

$\gamma$  : 粘土質地盤におけるくいの周面摩擦係数 ( $\gamma = 0$ )

$\bar{N}$  : 基礎ぐいの先端付近(くい先端より下方に 1Dw、上方に 1Dw の範囲)の地盤の標準貫入試験による打撃回数(N 値)の平均値(回)

( $10 \leq \bar{N} \leq 50$ )

※ Dw : 有効断面積 ( $A_p$ ) と等価な円の直径(以下、等価円直径(mm)という)

$A_p$  : 基礎ぐいの先端の有効断面積 ( $m^2$ )

$\bar{N}_s$  : 基礎ぐい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(N 値)の平均値(回)

$L_s$  : 基礎ぐい周囲の地盤のうち砂質地盤に接する有効長さの合計(m)

$\bar{q}_u$  : 基礎ぐい周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値( $kN/m^2$ )

$L_c$  : 基礎ぐい周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する有効長さの合計(m)

$\psi$  : 基礎ぐいの周囲の長さ(m)

申請くい径の各有効断面積 ( $A_p$ ) および等価円直径 (Dw) を示す。

＜有効断面積 ( $A_p$ ) および等価円直径 (Dw) ＞

くい径 $D_p$ (mm)	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4
有効断面積 $A_p$ ( $m^2$ )	0.0514	0.0780	0.1089	0.1562	0.1993	0.2884
等価円直径 $D_w$ (mm)	256.9	314.7	372.3	446.0	503.7	606.0

## ＜くい先端地盤＞

砂質地盤、礫質地盤、粘土質地盤

※くいの周囲の地盤は、砂質地盤および粘土質地盤とする。

## ＜最大施工深さ＞

くい径（Dp）の 130 倍とする。

くい径 Dp (mm)		114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
最大施工深さ (m) ※1	砂質※2	14.86	18.17	21.48	24.79	28.12	34.76	41.40	46.22	52.83
	粘土質※2	14.86	18.17	21.48	24.79	28.12	34.76※3	—※4	—※4	—※4

※1 最大施工深さは、施工地盤面からくい先端までの施工深さ

※2 基礎ぐい先端付近の地盤を示す

※3 くい先端地盤が粘土質地盤で引抜き方向支持力を使用する場合は 31.70m

※4 くい先端地盤が粘土質地盤で、くい径が 267.4mm を超える場合においては「N-ECS PILE 技術資料（別冊）」を参照のこと

## ＜建物の規模＞

延べ面積が、500,000 m<sup>2</sup> 以下の建築物。



## &lt;くい先端地盤&gt;

砂質地盤、礫質地盤、粘土質地盤

## &lt;最小くい長&gt;

砂質地盤、礫質地盤：3m と 10Dp（Dp はくい径）の大きい長さ

粘土質地盤：5m

地震時に液状化するおそれのある地盤に打設する場合は、液状化するおそれのある地盤の下端からくい先端位置までの最小長さを地盤に接する最小くい長とする。

## &lt;引抜き方向の短期許容支持力&gt;

$$tRa = \frac{2}{3} \kappa \cdot \overline{Nt} \cdot Atp + Wp$$

 $\kappa$ ：先端抵抗係数（ $\kappa = 56$ ） $\overline{Nt}$ ：基礎ぐいの先端付近（くい先端より上方に 3Dw の範囲）の地盤の標準貫入試験による打撃回数（N 値）の平均値（回）砂質地盤（礫質地盤を含む）の場合（ $10 \leq \overline{Nt} \leq 60$ ）粘土質地盤の場合（ $5 \leq \overline{Nt} \leq 50$ ）Atp：基礎ぐいの先端の有効断面積（ $m^2$ ）

Wp：浮力を考慮したくいの有効自重（kN）

## &lt; Atp 一覧表 &gt;

Dp (mm)	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
Dw (m)	0.2569	0.3147	0.3723	0.4460	0.5037	0.6060	0.7299	0.7450	0.8186
Atp ( $m^2$ )	0.0416	0.0624	0.0874	0.1277	0.1625	0.2323	0.3388	0.3366	0.3966
砂質地盤（礫質地盤を含む）									
粘土質地盤									



## < G-ECS パイル仕様 >

くい径 Dp (mm)	等価円直径 Dw (mm)	くい軸部厚さ t1 (mm)		
		STK400 ※ 1	STK490	STK540
114.3	256.9	4.5	4.5 ※ 2	
		6.0	6.0 ※ 2	
139.8	314.7	4.5	4.5 ※ 2	
		6.6	6.6 ※ 2	
165.2	372.3	5.0	5.0 ※ 2	
		7.1	7.1	
			9.3	
190.7	446.0	5.3	5.3 ※ 2	
		7.0	7.0	
			8.2	
216.3	503.7	8.2	8.2	
		10.3	10.3	
		12.7	12.7	
267.4	606.0	8.0	8.0	
		9.3	9.3	
		12.7	12.7	12.7
			16.0	
			19.0	
318.5	729.9	6.9	6.9	
			7.9	
		10.3	10.3	
		12.7	12.7	12.7
			16.0	
355.6	745.0	9.5	9.5	
		12.7	12.7	
			16.0	
			19.0	
406.4	818.6		7.9	
		9.5	9.5	
		12.7	12.7	
			16.0	
			19.0	

※ 1 STK400 を使用する場合は事前にご相談ください。

※ 2 特注品となりますので、事前にご相談ください。

## < G-ECS パイル材質 >

く い 材 : JIS G 3444 に定める STK400、STK490、及び STK540 ※ 3

JIS A 5525 に定める SKK400、SKK490 ※ 4

JIS G 3475 に定める STKN400W、STKN400B、及び STKN490B

翼 部 材 質 : JIS G 3101 に定める SS400

JIS G 3106 に定める SM400A、SM400B、SM400C、SM490A、SM490B、SM490C、  
SM490YA、及び SM490YB

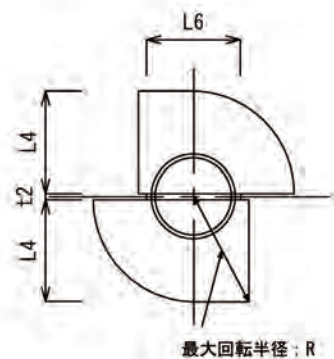
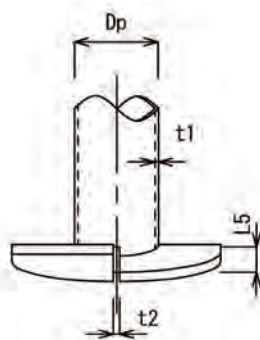
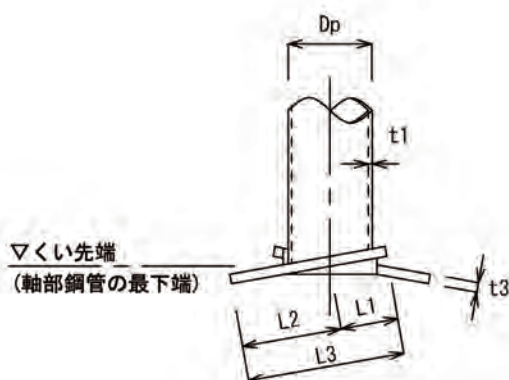
※ 3 国住参建第 2401 号、2402 号（令和 3 年 12 月 20 日）による基準強度の指定。

※ 4 SKK400 および SKK490 を使用する場合は、特注品となりますので事前にご相談ください。

## ＜ G-ECS パイル寸法 ＞

標準材質についてはP7をご参照ください。

Dp (mm)	Dw (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	t3 (mm)	L1 (mm)	L2, L4 (mm)	L3 (mm)	L5 (mm)	L6 (mm)	R (mm)
114.3	256.9	4.5	12	16 (SS400)	70	140	210	52	135	162
		6.0								
139.8	314.7	4.5	12	19 (SS400)	90	170	260	60	165	198
		6.6								
165.2	372.3	5.0	12	19 (SS400)	110	200	310	65	185	234
		7.1								
		9.3								
190.7	446.0	5.3	16	22 (SS400)	130	240	370	80	225	280
		7.0								
		8.2								
216.3	503.7	8.2	16	22 (SM490A)	150	270	420	90	250	316
		10.3								
		12.7								
267.4	606.0	8.0	19	28 (SS400)	180	325	505	110	305	380
		9.3								
		12.7								
		16.0								
		19.0								
318.5	729.9	6.9	22	32 (SS400)	220	390	610	115	360	457
		7.9								
		10.3								
		12.7								
		16.0								
355.6	745.0	9.5	22	32 (SS400)	220	400	620	120	390	466
		12.7								
		16.0								
		19.0								
406.4	818.6	7.9	25	36 (SS400)	240	440	680	135	440	512
		9.5								
		12.7								
		16.0								
		19.0								



## <くいの許容支持力>

○長期許容支持力は、LRa または LNa のうち小さい値とする。

○短期許容支持力は、LRa の 2.0 倍 または LNa の 1.5 倍 のうち小さい値とする。

## <地盤から決まる許容支持力>

### <長期許容支持力 LRa(kN)>

くい先端地盤：砂質地盤・礫質地盤

くい径 \ $\bar{N}$	5	10	20	30	40	50	60
114.3	15.7	31.5	63.0	94.5	126.1	157.6	189.1
139.8	23.9	47.8	95.6	143.5	191.3	239.2	287.0
165.2	33.3	66.7	133.5	200.3	267.1	333.9	400.7
190.7	47.9	95.8	191.6	287.4	383.2	479.0	574.8
216.3	61.1	122.2	244.4	366.7	488.9	611.1	733.4
267.4	88.4	176.8	353.7	530.6	707.5	884.4	1061.3
318.5	124.4	248.8	497.7	746.6	995.5	1244.4	1493.3
355.6	129.6	259.3	518.6	777.9	1037.2	1296.5	1555.9
406.4	156.5	313.1	626.2	939.3	1252.4	1565.5	1878.6

くい先端地盤：粘土質地盤

くい径 \ $\bar{N}$	10	20	30	40	50
114.3	25.7	51.4	77.1	102.8	128.5
139.8	39.0	78.0	117.0	156.0	195.0
165.2	54.4	108.9	163.3	217.8	272.2
190.7	78.1	156.2	234.3	312.4	390.5
216.3	99.6	199.3	298.9	398.6	498.2
267.4	144.2	288.4	432.6	576.8	721.0

### <短期引抜き許容支持力 tRa (kN)>

くい先端地盤：砂質地盤（礫質地盤含む）

くい径 \ $\bar{N}$	10	20	30	40	50	60
114.3	15.5	31.0	46.5	62.1	77.6	93.1
139.8	23.2	46.5	69.8	93.1	116.4	139.7
165.2	32.6	65.2	97.8	130.5	163.1	195.7
190.7	47.6	95.3	143.0	190.6	238.3	286.0
216.3	60.6	121.3	182.0	242.6	303.3	364.0
267.4	86.7	173.4	260.1	346.9	433.6	520.3
318.5	126.4	252.9	379.4	505.9	632.4	758.9
355.6	125.6	251.3	376.9	502.6	628.3	753.9
406.4	148.0	296.1	444.1	592.2	740.3	888.3

くい先端地盤：粘土質地盤

くい径 \ $\bar{N}$	5	10	20	30	40	50
114.3	7.7	15.5	31.0	46.5	62.1	77.6
139.8	11.6	23.2	46.5	69.8	93.1	116.4
165.2	16.3	32.6	65.2	97.8	130.5	163.1
190.7	23.8	47.6	95.3	143.0	190.6	238.3
216.3	30.3	60.6	121.3	182.0	242.6	303.3
267.4	43.3	86.7	173.4	260.1	346.9	433.6

## ＜くい材から決まる許容支持力＞

○くい材から決まる長期許容支持力  $LNa$  は次の式により算出する。

$$LNa = F^* / 1.5 \cdot Ae \cdot (1 - \alpha_1 - \alpha_2)$$

$$\text{ただし、} F^* = F \cdot (0.80 + 2.5 \cdot te/r) \quad (0.01 \leq te/r < 0.08)$$

$$F^* = F \quad (te/r \geq 0.08)$$

○くい材から決まる短期許容支持力  $SNa$  は次の式により算出する。

$$SNa = 1.5 \times LNa$$

ここで、

$F^*$  : 前出の式により計算した数値

$F$  : 設計基準強度 ( $N/mm^2$ )

$te$  : 腐食しろを除いた鋼管の厚さ (mm)

$r$  : 鋼管の半径 (mm)

$Ae$  : 腐食しろを除いた鋼管の断面積 ( $mm^2$ )

$\alpha_1$  : 長さ径比による低減率  $L > 100Dp$  のとき  $\alpha_1 = (L/Dp - 100)/100$ 、 $L \leq 100Dp$  のとき  $\alpha_1 = 0$  ( $L$  はくい長さ)

$\alpha_2$  : 溶接継手による低減率  $\alpha_2 = 0$

## ＜くい材の許容支持力 (kN)＞

Dp (mm)	t 1 (mm)	STK400 (F=235)		STK490 (F=325)		STK540 (F=375)	
		LNa (kN)	SNa (kN)	LNa (kN)	SNa (kN)	LNa (kN)	SNa (kN)
114.3	4.5	178.63	267.95	—	—	—	—
	6.0	264.06	396.08	—	—	—	—
139.8	4.5	214.04	321.06	—	—	—	—
	6.6	364.37	546.56	—	—	—	—
165.2	5.0	288.68	433.02	—	—	—	—
	7.1	464.41	696.62	642.27	963.41	—	—
	9.3	—	—	875.13	1312.69	—	—
190.7	5.3	356.21	534.31	—	—	—	—
	7.0	516.50	774.75	714.31	1071.46	—	—
	8.2	—	—	879.53	1319.29	—	—
216.3	8.2	709.27	1063.91	980.91	1471.36	—	—
	10.3	—	—	1297.71	1946.57	—	—
	12.7	1166.68	1750.02	1613.49	2420.24	—	—
267.4	8.0	828.73	1243.10	1146.12	1719.18	—	—
	9.3	1003.23	1504.84	1387.44	2081.17	—	—
	12.7	1460.94	2191.41	2020.45	3030.68	2331.29	3496.93
	16.0	—	—	2556.63	3834.94	—	—
	19.0	—	—	3031.20	4546.80	—	—
318.5	6.9	—	—	1113.43	1670.14	—	—
	7.9	—	—	1320.78	1981.17	—	—
	10.3	1330.21	1995.32	1839.65	2759.48	—	—
	12.7	1726.55	2589.82	2387.78	3581.67	2755.13	4132.69
	16.0	—	—	3078.37	4617.55	—	—
	19.0	—	—	3657.29	5485.93	—	—
355.6	9.5	1327.55	1991.32	1835.97	2753.95	—	—
	12.7	1898.97	2848.46	2626.24	3939.36	—	—
	16.0	—	—	3457.17	5185.75	—	—
	19.0	—	—	4111.84	6167.76	—	—
406.4	7.9	—	—	1652.03	2478.05	—	—
	9.5	1498.22	2247.33	2072.01	3108.01	—	—
	12.7	2134.62	3201.93	2952.14	4428.20	—	—
	16.0	—	—	3914.40	5871.61	—	—
	19.0	—	—	4734.25	7101.38	—	—

※特注品については、P7 をご参照ください。

# G-ECS パイルの断面性能

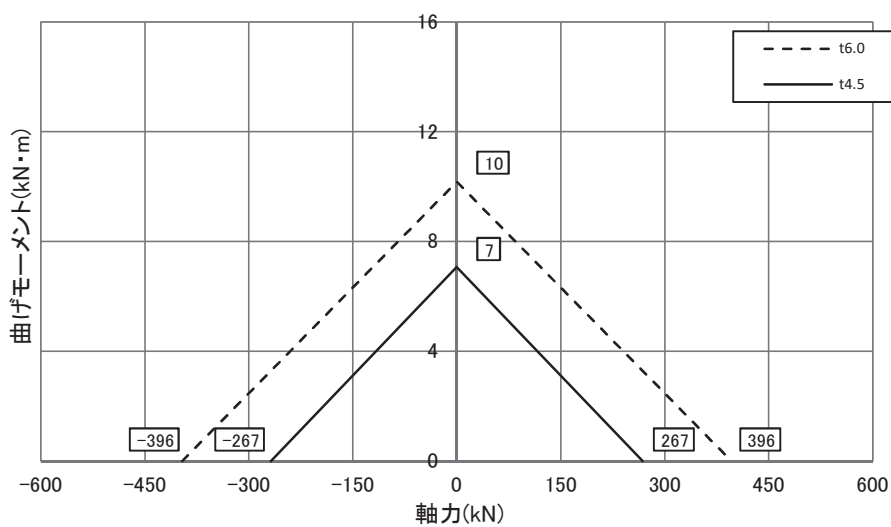
くい径	くい肉厚	単位重量	軸部諸元			
			軸部断面積 *1	腐食しろを考慮した 軸部断面積 *1	腐食しろを考慮した 断面 2 次モーメント *1	腐しろを考慮した 断面係数 *1
Dp (mm)	t 1 (mm)	(kN/m)	A (mm <sup>2</sup> )	Ae (mm <sup>2</sup> )	Ie (mm <sup>4</sup> )	Ze (mm <sup>3</sup> )
114.3	4.5	0.120	1,552	1,196	1,772,000	31,558
	6.0	0.157	2,041	1,685	2,430,922	43,293
139.8	4.5	0.147	1,912	1,476	3,331,584	48,353
	6.6	0.213	2,761	2,325	5,090,036	73,875
165.2	5.0	0.194	2,516	2,000	6,341,954	77,720
	7.1	0.272	3,526	3,010	9,301,919	113,994
	9.3	0.351	4,554	4,039	12,148,911	148,883
190.7	5.3	0.237	3,086	2,491	10,593,688	112,280
	7.0	0.311	4,039	3,443	14,384,504	152,458
	8.2	0.362	4,701	4,105	16,931,879	179,458
216.3	8.2	0.413	5,360	4,684	25,145,326	234,674
	10.3	0.513	6,665	5,989	31,528,063	294,242
	12.7	0.625	8,123	7,446	38,336,284	357,781
267.4	8.0	0.502	6,519	5,682	47,462,875	357,670
	9.3	0.580	7,540	6,703	55,449,367	417,855
	12.7	0.782	10,162	9,325	75,184,762	566,576
	16.0	0.972	12,636	11,799	92,813,210	699,421
	19.0	1.137	14,827	13,990	107,602,996	810,874
318.5	6.9	0.519	6,754	5,757	69,450,108	438,863
	7.9	0.593	7,708	6,711	80,450,267	508,374
	10.3	0.767	9,972	8,975	105,975,215	669,669
	12.7	0.939	12,200	11,203	130,295,700	823,353
	16.0	1.166	15,205	14,207	161,840,318	1,022,687
	19.0	1.372	17,877	16,879	188,686,898	1,192,334
355.6	9.5	0.795	10,329	9,215	137,270,457	776,416
	12.7	1.049	13,681	12,567	183,844,791	1,039,846
	16.0	1.313	17,070	15,956	229,120,248	1,295,929
	19.0	1.548	20,091	18,977	267,945,092	1,515,526
406.4	7.9	0.761	9,890	8,616	170,235,925	841,918
	9.5	0.911	11,845	10,571	207,221,810	1,024,835
	12.7	1.205	15,707	14,434	278,492,682	1,377,312
	16.0	1.509	19,623	18,350	348,323,629	1,722,668
	19.0	1.784	23,124	21,850	408,681,676	2,021,175

\*1 上表は、腐食しろ 1.0mm の場合

くい径	くい肉厚	鋼材の機械的性質 (N/mm <sup>2</sup> )					
		STK400 (F=235)		STK490 (F=325)		STK540 (F=375)	
		長期 F*/1.5	短期 F*	長期 F*/1.5	短期 F*	長期 F*/1.5	短期 F*
Dp (mm)	t 1 (mm)	F*/1.5	F*	F*/1.5	F*	F*/1.5	F*
114.3	4.5	149.32	223.98	—	—	—	—
	6.0	156.67	235.00	—	—	—	—
139.8	4.5	144.95	217.42	—	—	—	—
	6.6	156.67	235.00	—	—	—	—
165.2	5.0	144.30	216.45	—	—	—	—
	7.1	154.26	231.39	213.33	320.00		
	9.3	—	—	216.67	325.00	—	—
190.7	5.3	142.99	214.49	—	—	—	—
	7.0	149.98	224.97	207.42	311.13		
	8.2	—	—	214.23	321.35	—	—
216.3	8.2	151.41	227.11	209.39	314.09	—	—
	10.3	—	—	216.67	325.00	—	—
	12.7	156.67	235.00	216.67	325.00	—	—
267.4	8.0	145.84	218.76	201.69	302.54	—	—
	9.3	149.65	224.47	206.96	310.44	—	—
	12.7	156.67	235.00	216.67	325.00	250.00	375.00
	16.0	—	—	216.67	325.00	—	—
	19.0	—	—	216.67	325.00	—	—
318.5	6.9	—	—	193.40	290.10	—	—
	7.9	—	—	196.80	295.20	—	—
	10.3	148.21	222.31	204.97	307.45	—	—
	12.7	154.11	231.16	213.13	319.69	245.92	368.88
	16.0	—	—	216.67	325.00	—	—
	19.0	—	—	216.67	325.00	—	—
355.6	9.5	144.06	216.09	199.23	298.84	—	—
	12.7	151.11	226.66	208.98	313.47	—	—
	16.0	—	—	216.67	325.00	—	—
	19.0	—	—	216.67	325.00	—	—
406.4	7.9	—	—	216.67	325.00	—	—
	9.5	138.63	207.95	191.73	287.59	—	—
	12.7	147.89	221.83	204.52	306.78	—	—
	16.0	—	—	213.32	319.98	—	—
	19.0	—	—	216.67	325.00	—	—

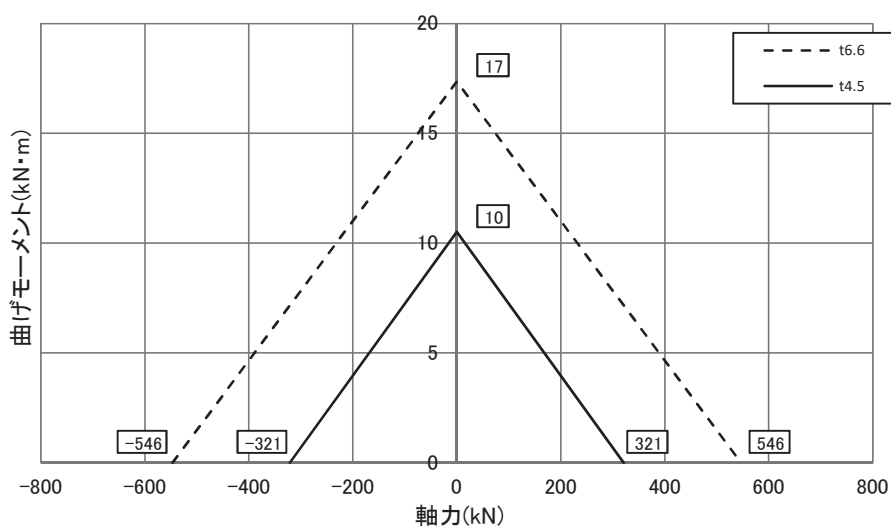
φ 114.3

STK400



φ 139.8

STK400

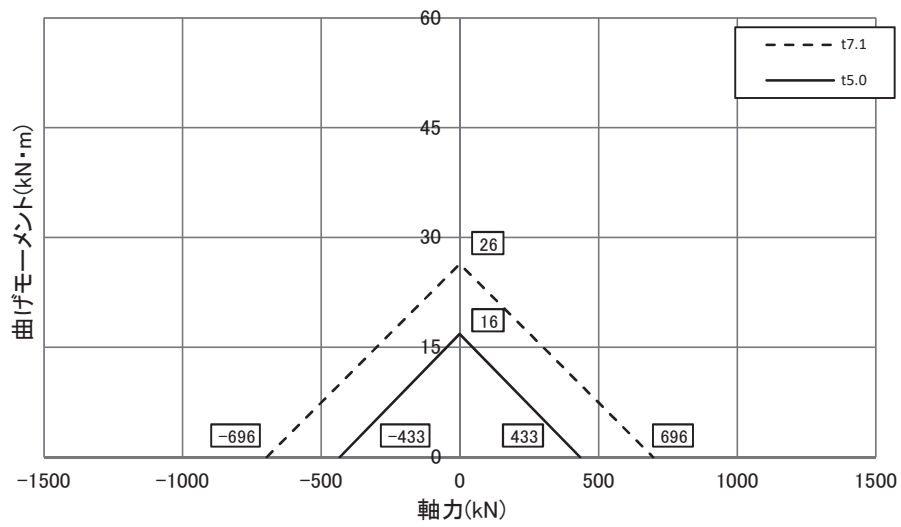


※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

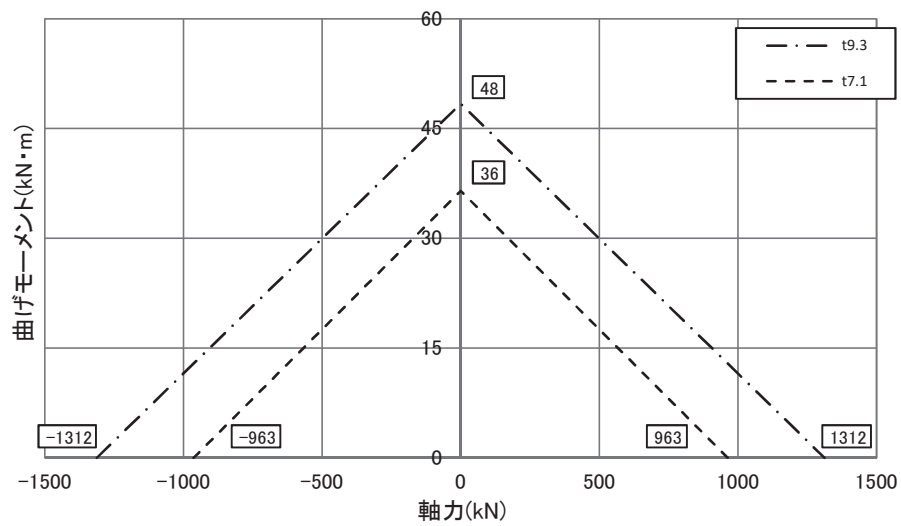


$\phi 165.2$ 

STK400



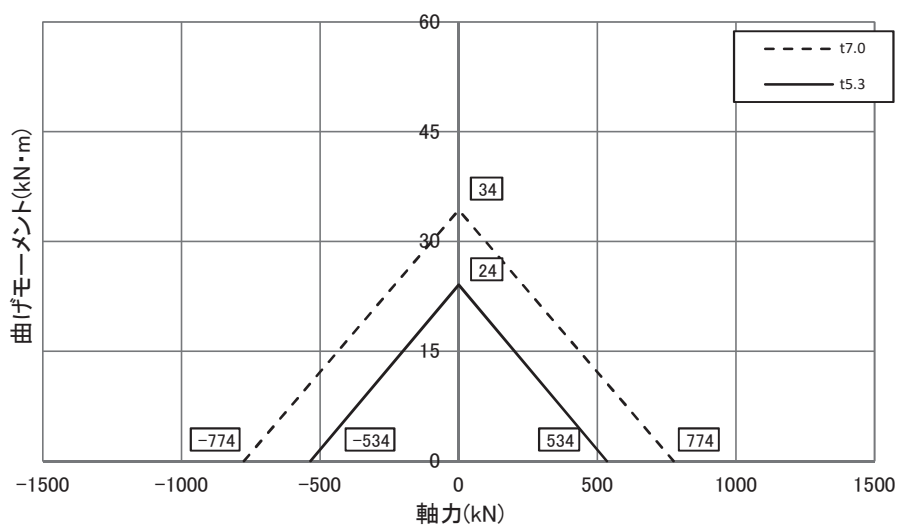
STK490



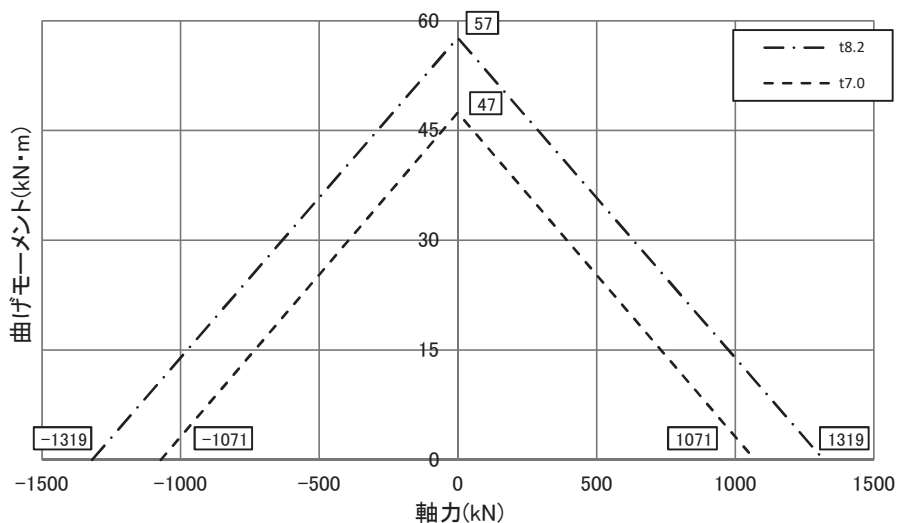
※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

φ 190.7

STK400



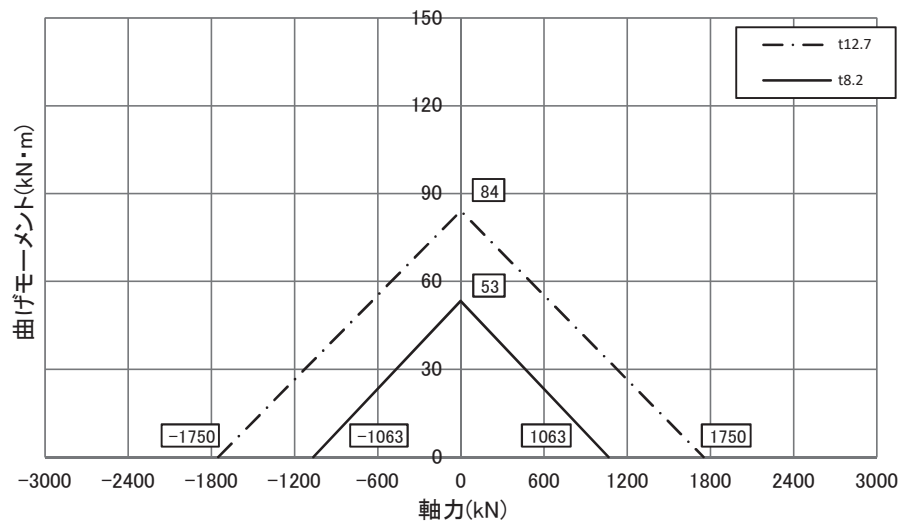
STK490



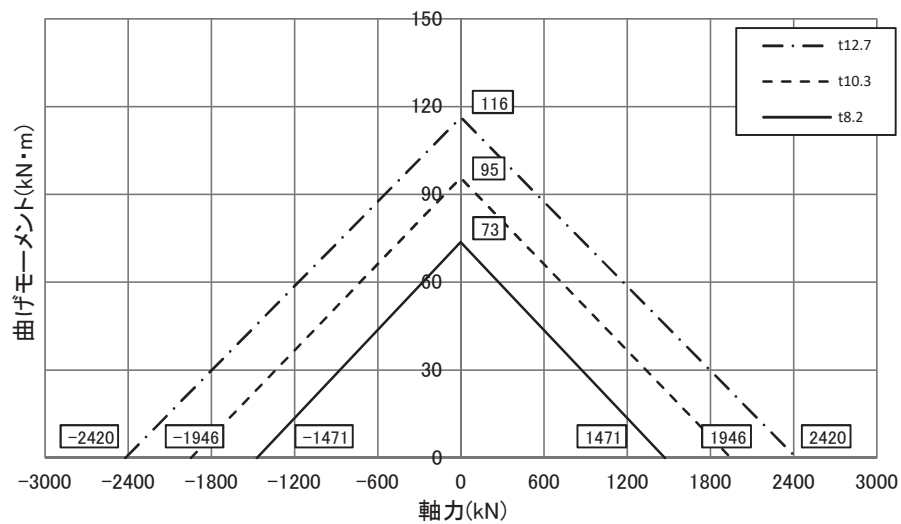
※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

φ 216.3

STK400



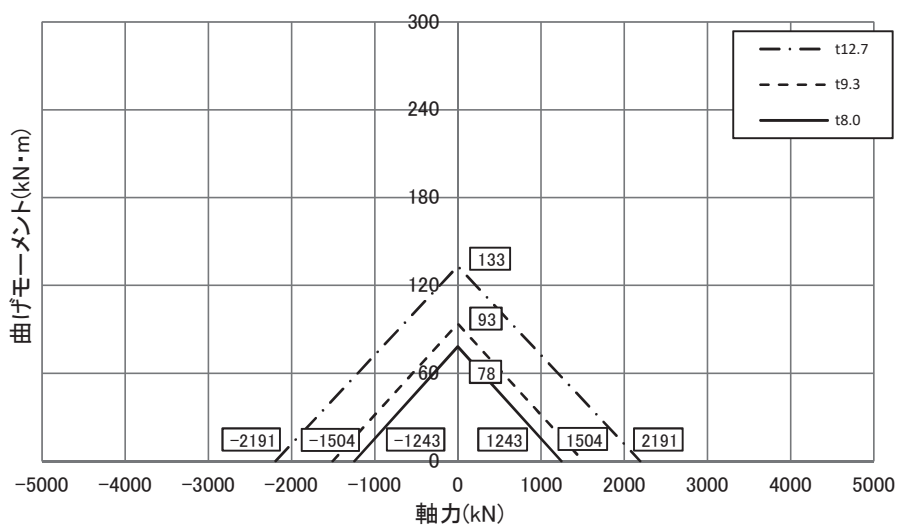
STK490



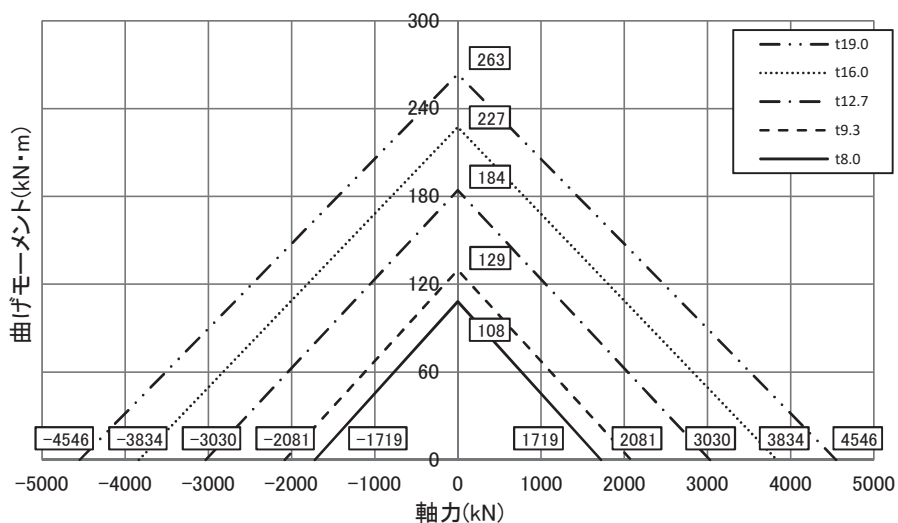
※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

φ 267.4

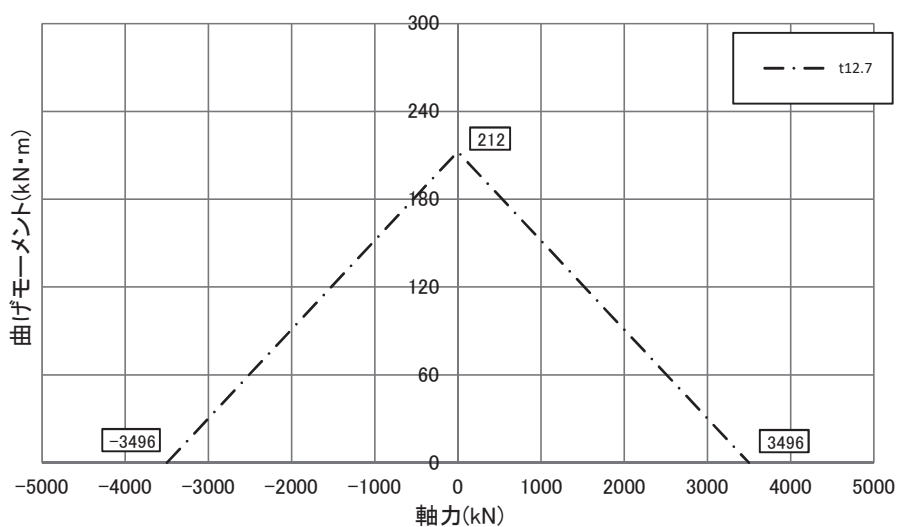
STK400



STK490



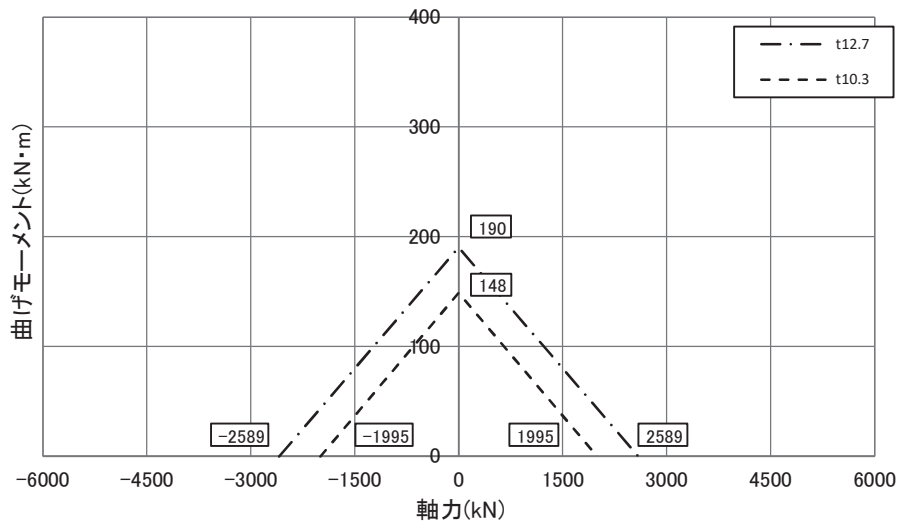
STK540



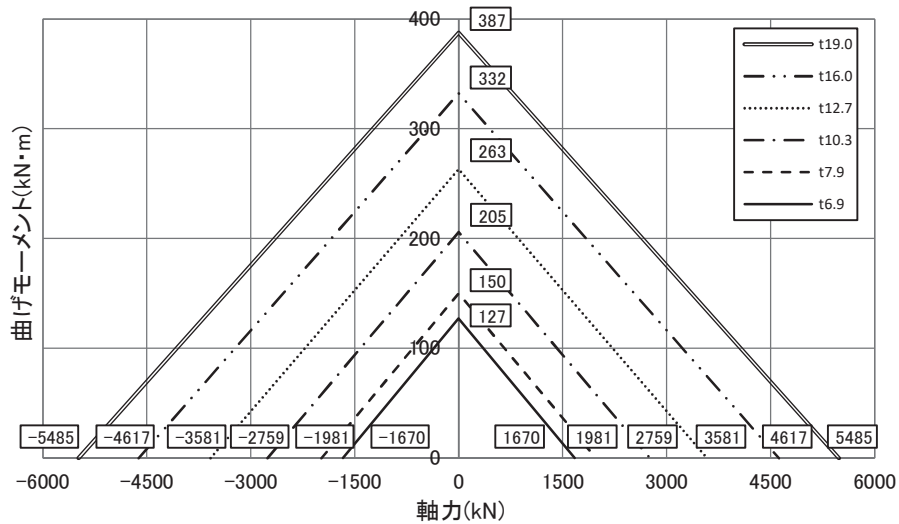
※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

φ 318.5

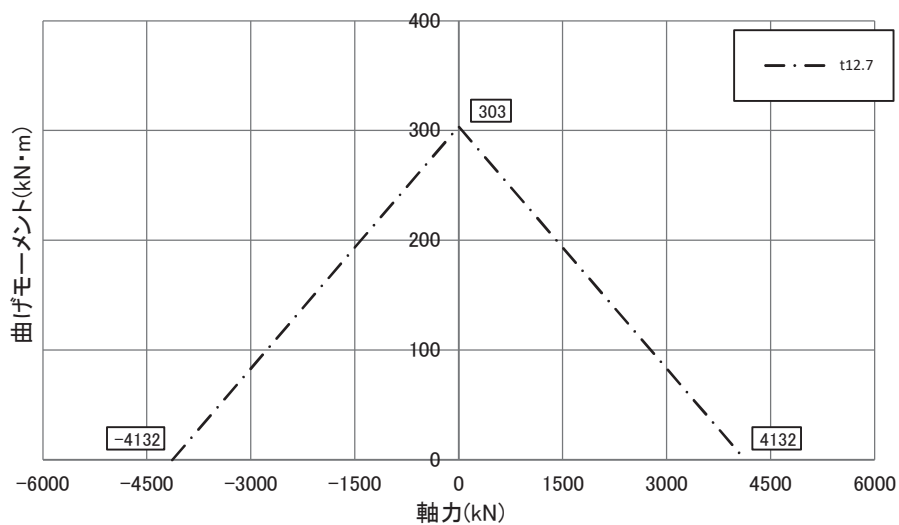
STK400



STK490



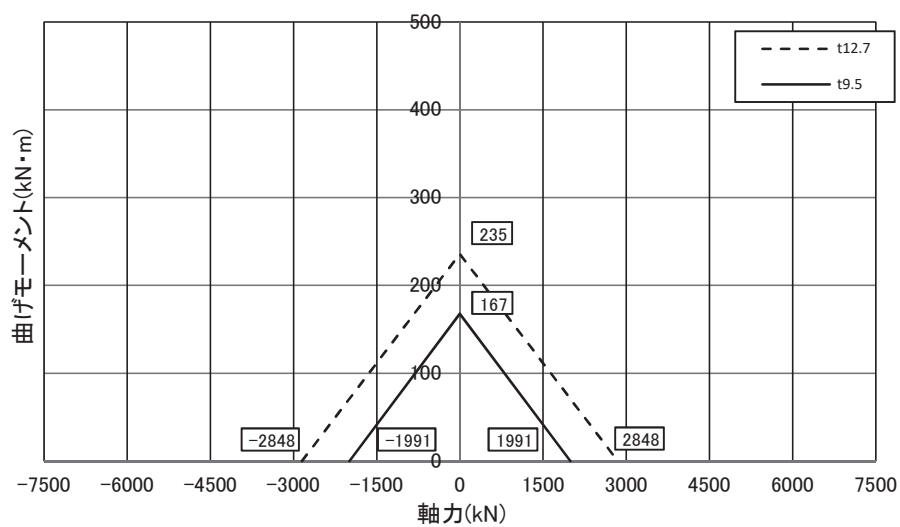
STK540



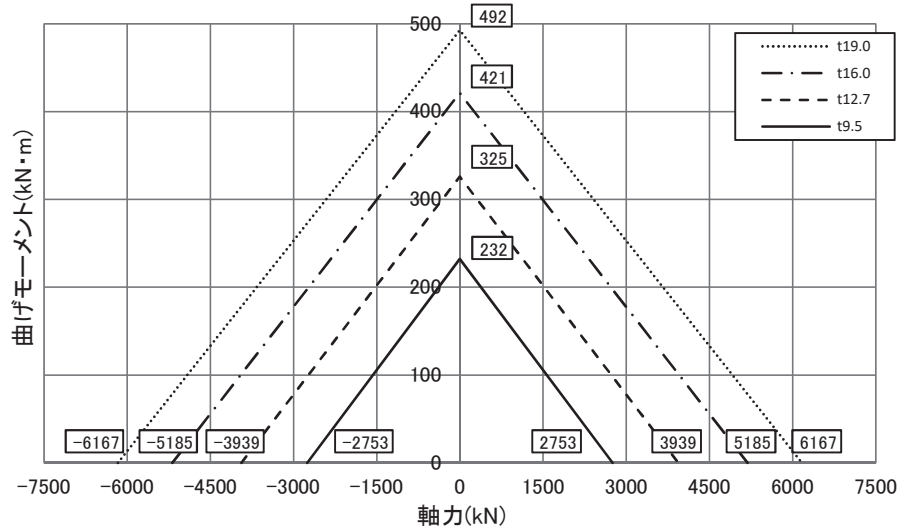
※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

φ 355.6

STK400



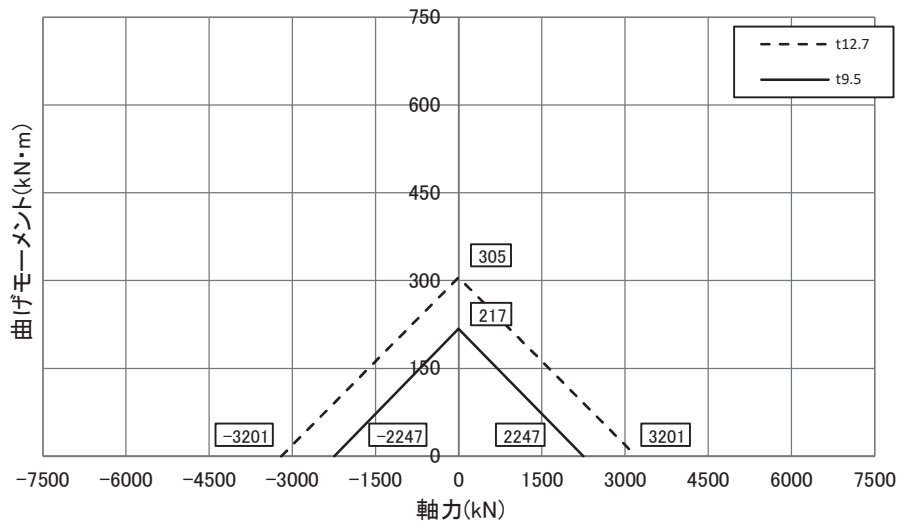
STK490



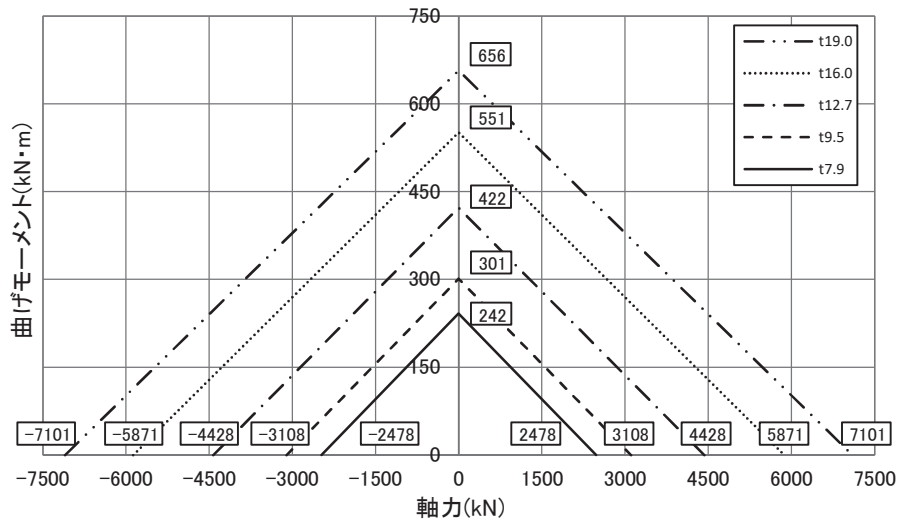
※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。

φ 406.4

STK400



STK490



※機械式継手を適用する場合は上記と異なる N-M 図となります。



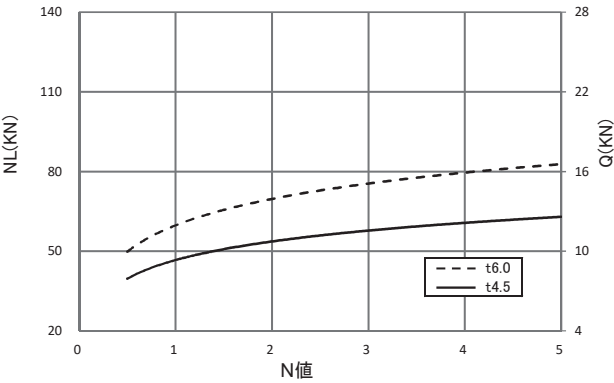
# 水平支持力早見表

くいの許容耐力を図のように長期軸力－水平力に関係に基づき算出する。  
なお、算出に用いる条件は以下のとおりとする。

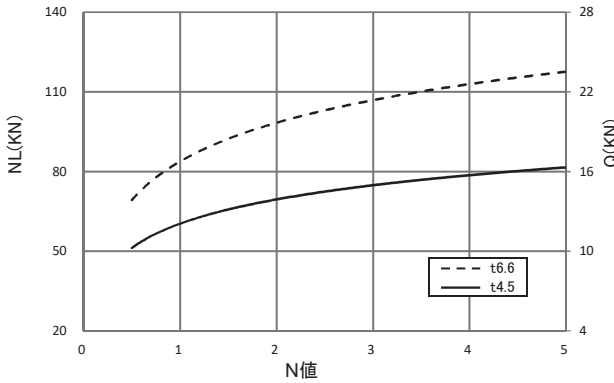
【条件】

- ・  $Q=0.2 \times NL$  (NL：長期軸力、Q：水平力)
- ・  $NS=NL+0.5NL$  (NS：短期軸力)
- ・ くい頭付近の土質：粘性土 ( $\alpha =60$ )
- ・ Kh 低減考慮
- ・ 長いくい（一様地盤による解析）

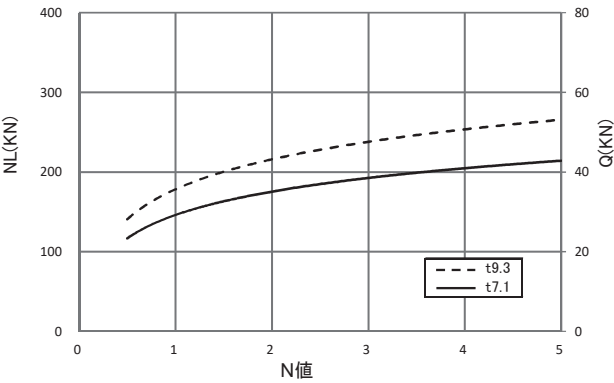
φ 114.3 (STK400)



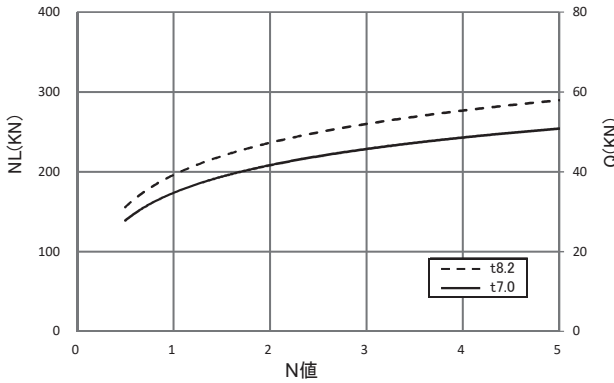
φ 139.8 (STK400)



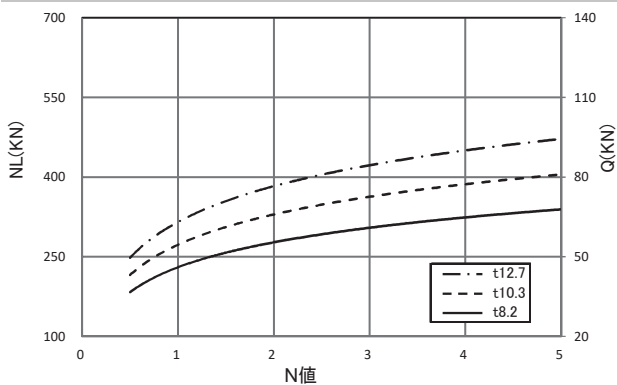
φ 165.2 (STK490)



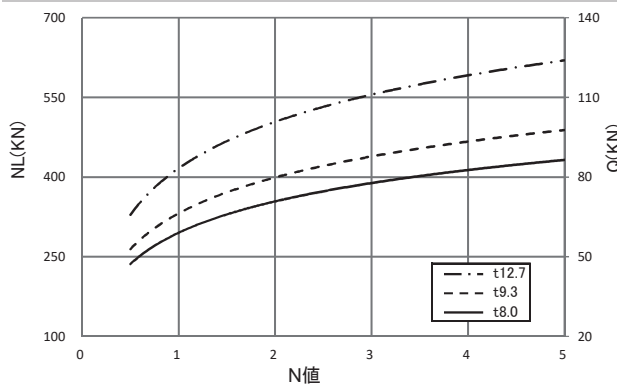
φ 190.7 (STK490)



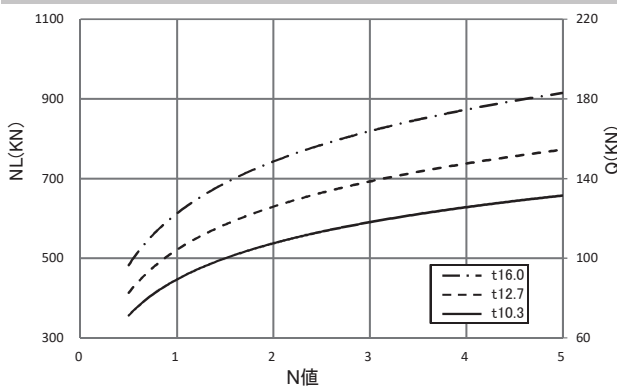
φ 216.3 (STK490)



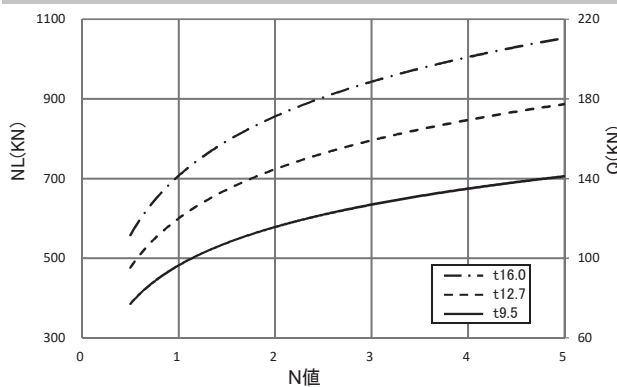
φ 267.4 (STK490)



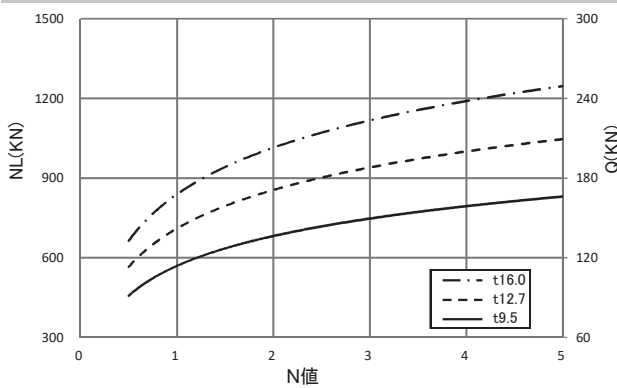
φ 318.5 (STK490)



φ 355.6 (STK490)



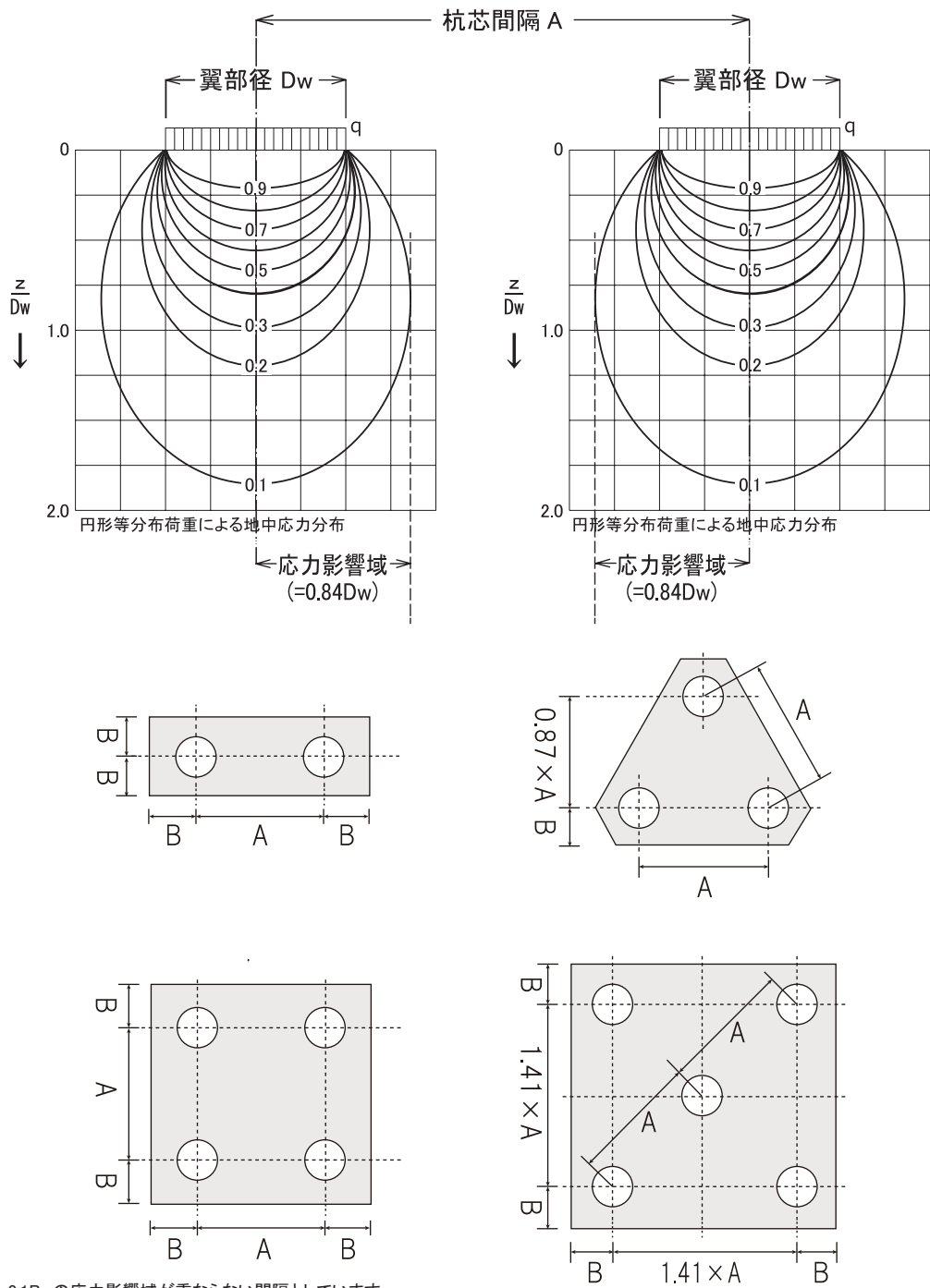
φ 406.4 (STK490)



# くい芯間隔とへりあきの推奨値

- ・ くい芯間隔とへりあきについては、性能評価上規定されていないため、設計者の判断に委ねられています。
- ・ くい芯間隔とへりあきの推奨値を以下に示します。
- ・ 下表推奨値は施工偏心を考慮していません。

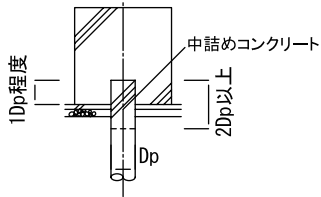
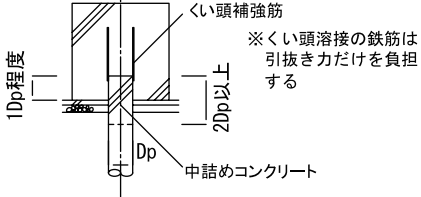
くい径	Dp (mm)	114.3	139.8	165.2	190.7	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
等価円直径	Dw (mm)	256.9	314.7	372.3	446.0	503.7	606.0	729.9	745.0	818.6
くい芯間隔	A (mm)	440	540	640	760	850	1030	1250	1300	1500
へりあき	B (mm)	140	150	175	210	240	300	400	400	500



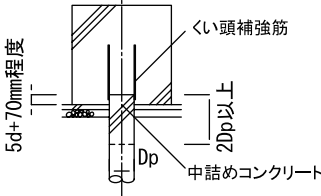
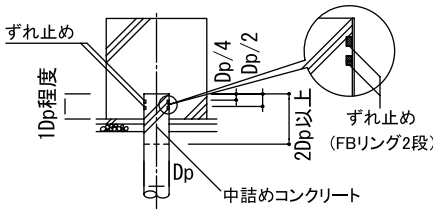
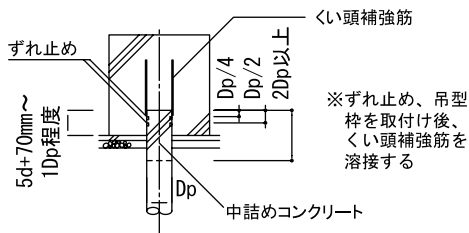
※くい芯間隔は、0.1Ra の応力影響域が重ならない間隔としています。  
※へりあきは、支持力  $\times 0.18$  の水平力が作用したときの水平支圧 (Fc21) を満足するへりあきとしています。

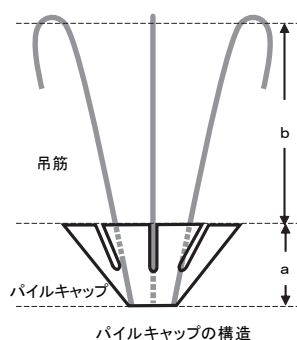
- ・ くい頭接合部の設計は性能評価上規定されていないため、設計者の判断に委ねられています。
- ・ くい頭部の接合例を以下に示します。

## □ 弊社推奨の接合方法

タイプ A-1（引抜力を負担しないくいの場合）	タイプ A-2（引抜力を負担させるくいの場合）
 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ くい頭部をフーチングにくい径（<math>D_p</math>）程度埋め込む</li> <li>・ 吊り型枠を取付ける</li> <li>・ 中詰めコンクリートを<math>2D_p</math>以上確保する</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ くい頭部をフーチングにくい径（<math>D_p</math>）程度埋め込む</li> <li>・ 吊り型枠を取付後、くい頭補強筋を溶接する</li> <li>・ 中詰めコンクリートを<math>2D_p</math>以上確保する</li> <li>・ くい頭溶接の鉄筋は引き抜き力だけを負担する</li> </ul>

## □ その他の接合方法

タイプ B（仮想鉄筋コンクリート円柱）	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ くい頭部をフーチング内に<math>5d+70\text{mm}</math>程度埋め込む</li> <li>・ 吊り型枠を取付後、くい頭補強筋を溶接する</li> <li>・ 中詰めコンクリートを<math>2D_p</math>以上確保する</li> <li>・ くい頭補強筋については別途検討が必要</li> </ul>	
タイプ C-1（ずれ止めを用いる場合）	タイプ C-2（くい頭補強筋とずれ止めを用いる場合）
 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ くい頭部をフーチングにくい径（<math>D_p</math>）程度埋め込む</li> <li>・ ずれ止めを溶接し、吊り型枠を取付ける</li> <li>・ 中詰めコンクリートを<math>2D_p</math>以上確保する</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ くい頭部をフーチングにくい径（<math>D_p</math>）程度埋め込む</li> <li>・ ずれ止め、吊り型枠を取付後、くい頭補強筋を溶接する</li> <li>・ 中詰めコンクリートを<math>2D_p</math>以上確保する</li> <li>・ くい頭補強筋については別途検討が必要</li> </ul>



パイロキャップ標準寸法 (mm)

くい径	キャップ記号	a	b	全長
114.3	P-250	110	290	400
139.8	P-250	110	390	500
165.2	P-250	110	390	500
190.7	P-250	110	490	600
216.3	P-300	120	480	600
267.4	P-400	120	580	700
318.5	P-450	120	680	800
355.6	P-450	120	780	900
406.4	P-500	120	880	1000

鋼管杭の腐食しろについては、以下の資料で、鋼管の外側について 1mm を考慮すれば十分とされている。

鋼管杭の腐食については、各種地盤に設置された腐食試験用 L 型杭に対する腐食の実測調査から、以下の事項が指摘されている。

- 1) 鋼杭の腐食は実測された 10 年にわたる年間両面腐食率の平均値を設置された条件を考慮せずに機械的に求めると 0.0106mm となる。
- 2) 全試験杭中、最大の年間両面腐食率の値は 0.0297mm である。実測された年間腐食率の標準偏差は 0.005mm であるので、腐食率の最大値は平均値プラス 4 倍の標準偏差を超えない。
- 3) 年間の腐食率は、杭設置後の経過年数とともに減少する。

これらの事項によれば、腐食しろとしては、従来慣用的に用いられてきた 2mm を小さくすることが可能で、通常の場合は杭の外側 1mm を腐食しろとして考慮すればよい。

この値は、平均値プラス 2 倍の標準偏差の値、0.02mm の年間両面腐食率を設定し、腐食が杭の設置後の経過年数によらず一様な速さで進むとした場合、50 年を経過した後の腐食しろの値である。ここでの腐食率は、鋼杭の両面の腐食の和を示しているが、ここでは安全側の評価を行う事とし、鋼管杭の外側に腐食しろを考慮する。

「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」（日本建築センター）、平成 5 年第 3 版第 3 刷、P35

## 【腐食しろの評価】

鋼管については、大崎によって下記のような 10 年間に及ぶ腐食の実測結果が報告されている。

- ① 鋼管の両面の年間腐食率の平均値を、設置された条件を考慮せずに機械的に求めると 0.0106mm になること
- ② 全試験杭中、最大年間両面腐食率を示した値は 0.0297mm であり、標準偏差は 0.005 mm であるので、腐食率の最大値は平均値に標準偏差の 4 倍を加えた値を超えないこと
- ③ 年間の腐食率は、杭設置後の経過年数とともに急減すること

以上から、年間両面腐食率として、平均値に標準偏差の 2 倍を加えた値の 0.0206mm を採用し、腐食の進行速度を一定と仮定すると、50 年で 1mm、100 年で 2mm となる。腐食率が経過年数とともに急減することを考慮すると、実際の腐食厚さは、これらの値よりかなり小さいと考えられることから、腐食しろとして 1mm 程度をとれば十分である。ただし、6.2 節にも記述されているように、温泉地、産業廃棄物による埋土、薬品工場の跡地などで、地盤や地下水が強い酸性を呈する場合などには注意が必要である。

「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）、2011 年 12 月 20 日第 9 刷、P306

施工管理方法については【大臣認定取得時 性能評価書】に準じる。

N 値と測定値 (PR 値・トルク) は同一の変化の傾向があるが明確な相関性は無い。

そのため本工法においては、試験杭を含む 4 本を地盤調査位置または近傍で施工し、その測定値から当該現場特有の値を求めて以下の手順で打ち止め管理を行う。

#### ・「支持層確認管理値」の設定

本工法では、以下の手順で支持層上端確認のための「支持層確認管理値」を設定する。

- 1) 本ぐいの施工に先立ち、地盤調査 (標準貫入試験) 位置または近傍にて試験ぐいの施工を行う。  
試験ぐいでは、地表面からくい先端所定位置まで全長に渡り、深度・PR 値・(トルク) を測定し、地盤調査資料と比較して整合性を検証する。このとき、地盤調査位置近傍に本ぐいがある場合には、これを試験ぐいとして行うことができる。
- 2) 試験ぐいに不整合が無ければ、試験ぐいの施工データと比較しながら本ぐい (管理値設定ぐい) を 3 本施工し、支持層上端より 1.0 m 上部から試験ぐいと同一の押圧力で PR 値を測定する。
- 3) 試験ぐいを含めた初めの 4 本について、支持層上端における PR 値の平均値を求める。
- 4) 3) で求めた平均値の 130% を当該現場における「支持層確認管理値」とする。  
※くい径が多種に渡る場合は、先に施工したくいの施工データを参照して打ち止め深度を決定し、前述と同様の測定を行い「支持層確認管理値」を定める。

#### ・支持層の確認と打ち止め管理

本ぐいの施工時には、支持層上端より 1.0m 上部から試験ぐいと同一の押圧力で PR 値を測定し、「支持層確認管理値」以下となった深度を支持層上端とする。その後、支持層上端より 1Dp 以上の根入れを行い打ち止めとする。

但し、根入れの際に施工トルクが「くい体の許容ねじり強さ」を超える場合、または PR 値が「支持層確認管理値」の 30% 以下となる場合には、1Dp の根入れと同等として扱う。

また、根入れ時はくいを正転させ打ち止める。

※ Dp: 一般部のくいの直径

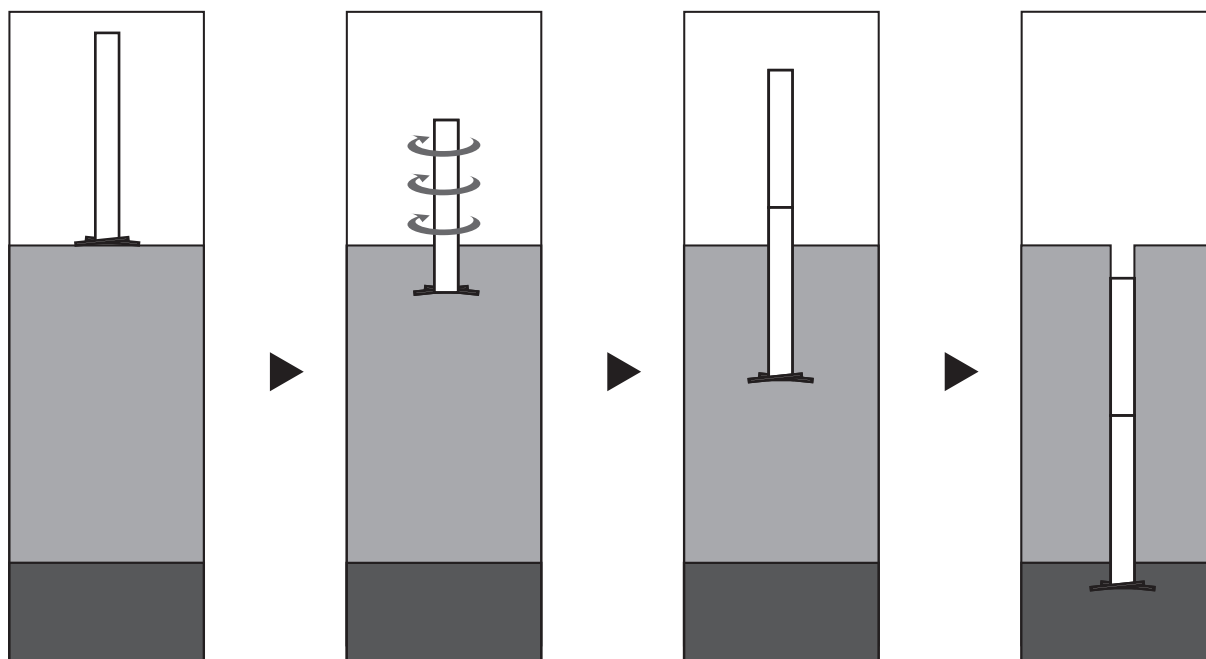
#### ・くいの高止まり時の処置

打ち止め条件は満たしているが、貫入が困難な場合で、支持層上端以深の地盤に N 値の落ち込みが無いことが確実な場合は、その位置で打ち止めとし、くい頭は地面で切断とする。

高止まり時の支持層上端より以深の地盤に N 値の落ち込みが予想される場合には、くいに逆回転を与えて引き抜き、アースオーガーにて掘削して施工困難な層を打ち抜き後、再施工とする。アースオーガーによる掘削は、支持層上端の 1m 手前を原則とする。

#### ・くい長不足の処置

打ち止め条件を満たさないくいは適宜継いで、「支持層確認管理値」以下となるまで施工する。但し、最大施工深さを超える場合には管理者・設計者と協議の上、指示に拠ることとする。



## 1. 建て込み

杭を杭芯に合わせてセットし、振れ止め装置で固定する。

## 2. 回転埋設

杭先端部の掘進力と回転トルクで杭を回転埋設させる。

## 3. 杭の接続

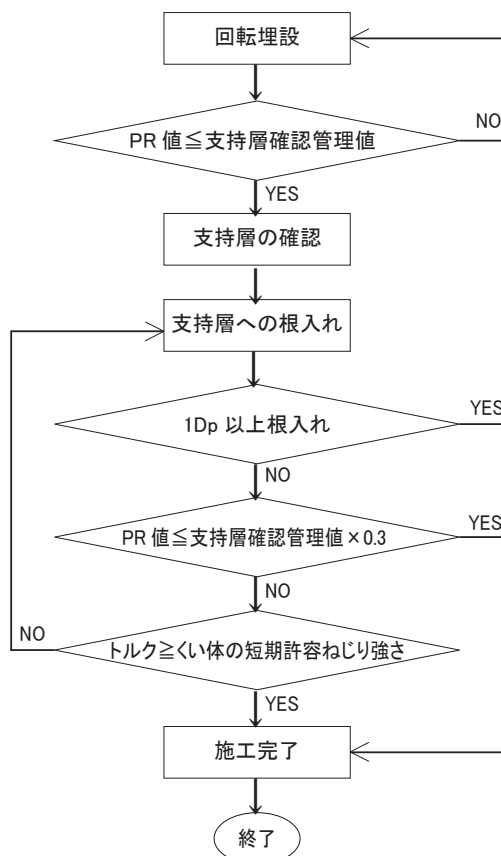
下杭を埋設したら、中杭、上杭を順次接続し埋設させる。

\* 接続は溶接もしくは機械式継手

## 4. 埋設完了

支持層確認・根入れし、施工完了とする。

## 支持層確認と打ち止め管理フローチャート





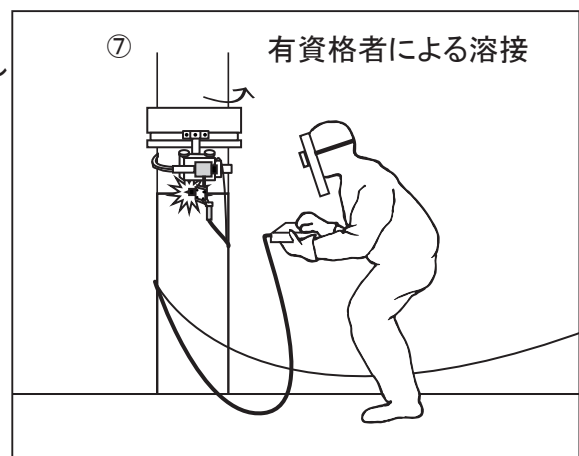
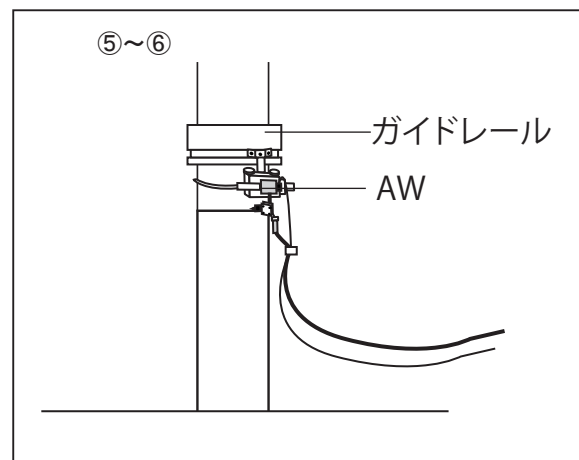
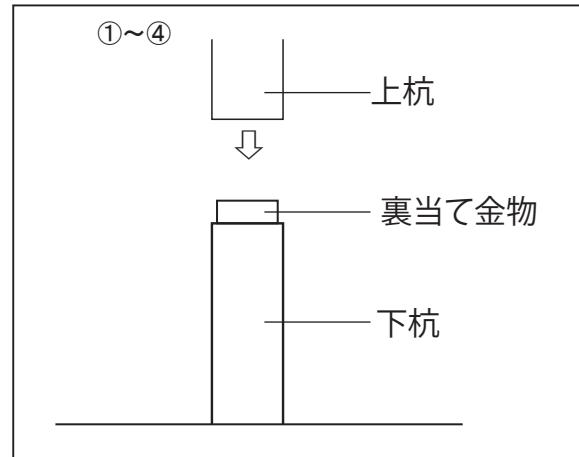
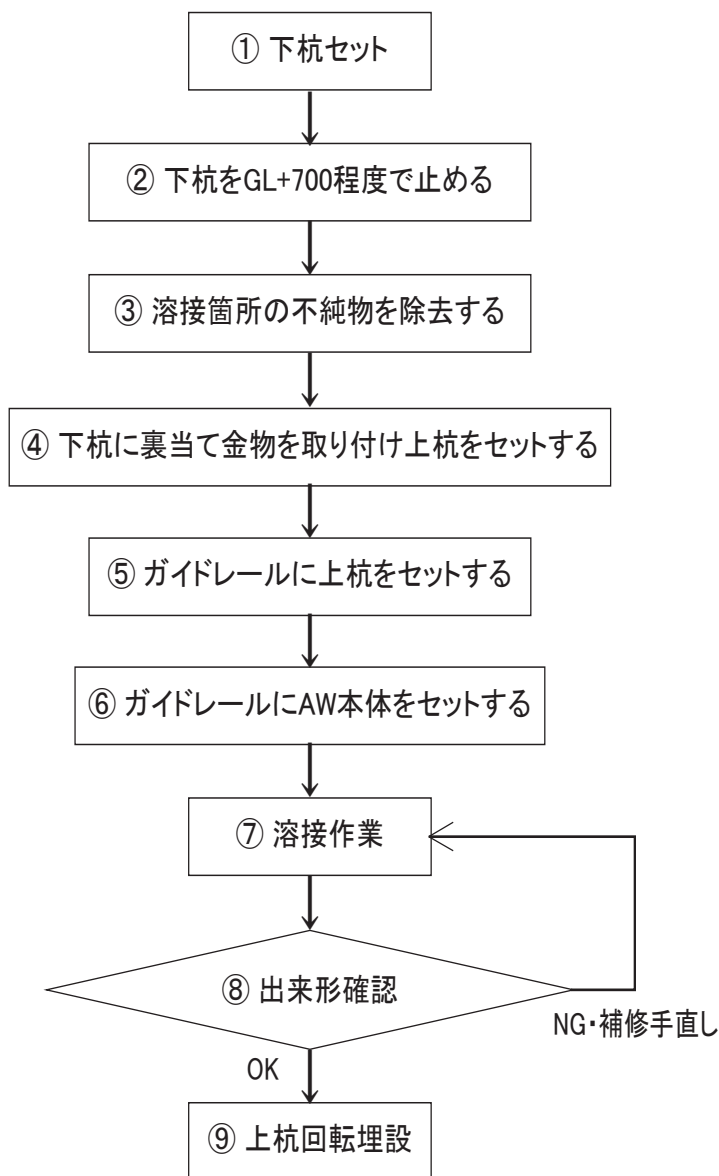
## 1) 特徴

溶接作業条件や溶接工の技量差に左右されない安定した現場溶接を行うことが可能。

## 2) 適用範囲

適用する杭径はφ 165.2、φ 190.7、φ 216.3、φ 267.4、φ 318.5、φ 355.6、φ 406.4 の7種。

## 施工フローチャート



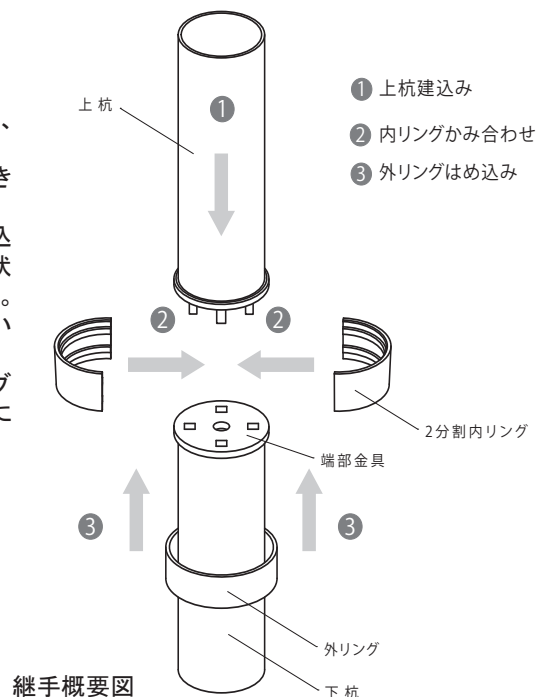
## 1) 継手構造の概要

ECS-PJ における一例を示すと右図のとおりであり、端板、シャキー、内リング及び外リングから構成されている。

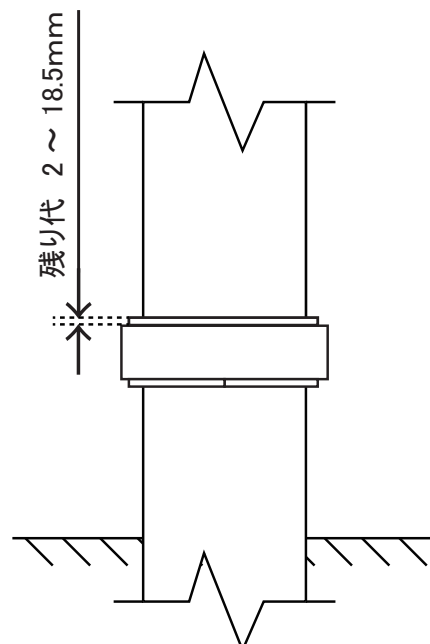
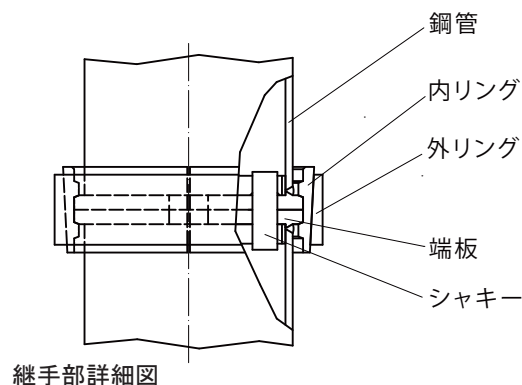
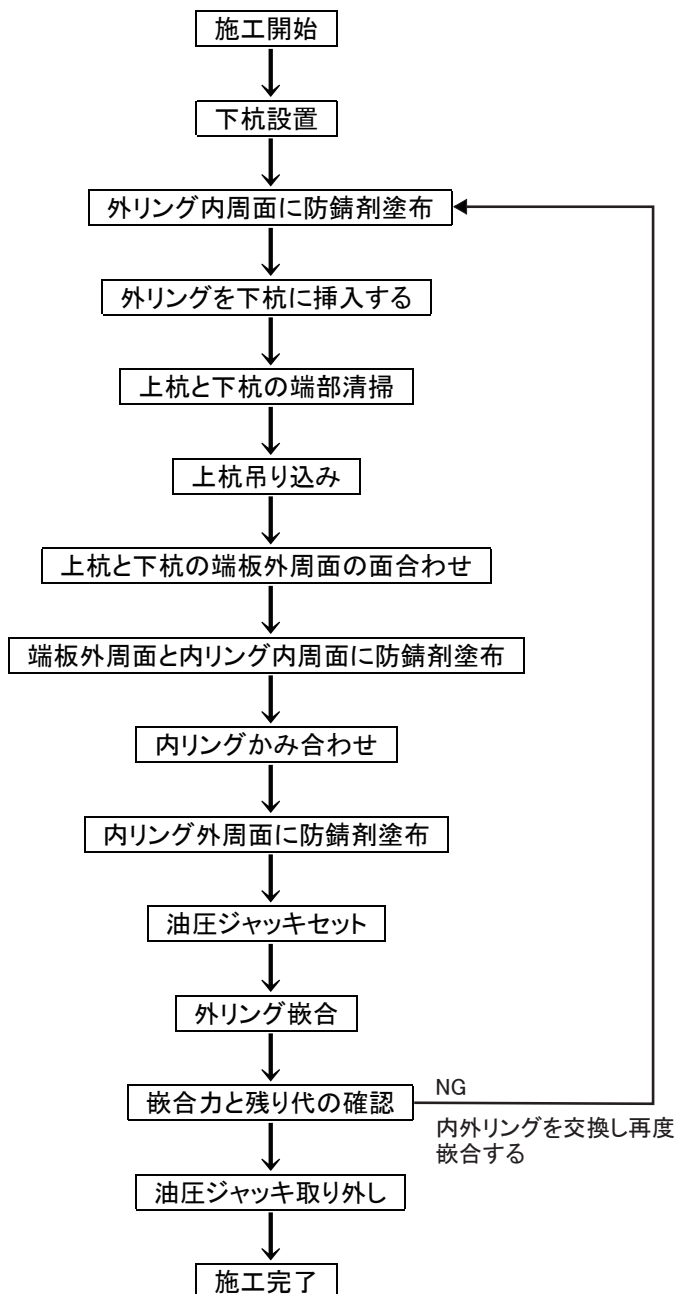
端板は、上杭と下杭を突き合わせたときに内リングで挟み込む事ができる形状となっている。

内リングは、2分割されており、内側には、上杭と下杭の端板を挟み込む事ができる2条の突起がついている。外側は、上方に厚いテーパ状になっており、表面には3mmピッチの細かい鋸歯状の溝が刻まれている。この溝は、同様に外リングの内側に刻まれた溝とかみ合う構造となっている。

外リングは、内側がテーパ状になっており、2分割されている内リングを外側から拘束する役割をもっている。シャキーは、上杭の下側端板に予め取り付けられ、施工時の回転力のみを負担する。



## 施工フローチャート

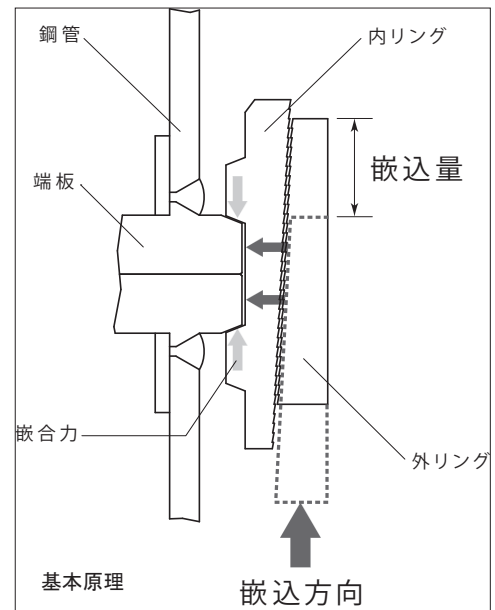


ECS-PJ の施工方法は、下杭設置完了後、外リングを下杭に挿入して、上杭を建て込み、上杭と下杭の継手部のくい違いをチェックして、上杭と下杭の端板突起部に内リングをかみ合わせ、内リングの外面に外リングを、油圧ジャッキではめ込んで完了する。

## 2) 基本原理

ECS-PJ の基本原理は、テーパの付いた外リングを油圧ジャッキによりはめ込み、半径方向に拘束力を発生させ、これによって内リングの突起部のテーパを利用して、上杭と下杭の端板を締め付けて、継手としての性能を維持するように設定している。

また油圧ジャッキによる嵌合力は、嵌合時外リングの円周方向発生応力を杭径 165.2 mm・190.7 mm の場合は約  $30.8\text{N/mm}^2$  ( $\varepsilon = 150 \times 10^{-6}$ )、杭径 216.3 mm・267.4 mm の場合は約  $43.1\text{N/mm}^2$  ( $\varepsilon = 210 \times 10^{-6}$ ) とすることにより、杭に長期・短期の外力が作用した時、内リング、外リングに発生する応力が許容応力度以下となるように設定している。



## 3) 適用範囲

(1) 本継手に使用するくい種は、小口径鋼管杭とする。

使用鋼材	標題	種類
JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK400, STK490
JIS G 3475	建築構造用炭素鋼鋼管	STKN400W, STKN400B, STKN490B

(2) 適用する杭径は  $\phi 165.2 \cdot \phi 190.7 \cdot \phi 216.3 \cdot \phi 267.4$  の 4 種とする。

(3) 回転貫入くい工法とする。なお、杭支持力の計算の際は、周面摩擦力を見込まないものとする。

## 4) 継手耐力のクライテリア

圧縮耐力	くい母材の短期許容圧縮力を確保
引張耐力	くい母材の短期許容引張力 $\times \alpha$ (注1) を確保
曲げ耐力	くい母材の短期許容曲げモーメントを確保
せん断耐力	くい母材の短期許容せん断力を確保
※ねじり耐力 (継手部の回転埋設許容ねじりモーメント)	$\phi 165.2$ は 50.9 (KN・m) $\phi 190.7$ は 68.3 (KN・m) $\phi 216.3$ は 108.6 (KN・m) $\phi 267.4$ は 160.7 (KN・m)

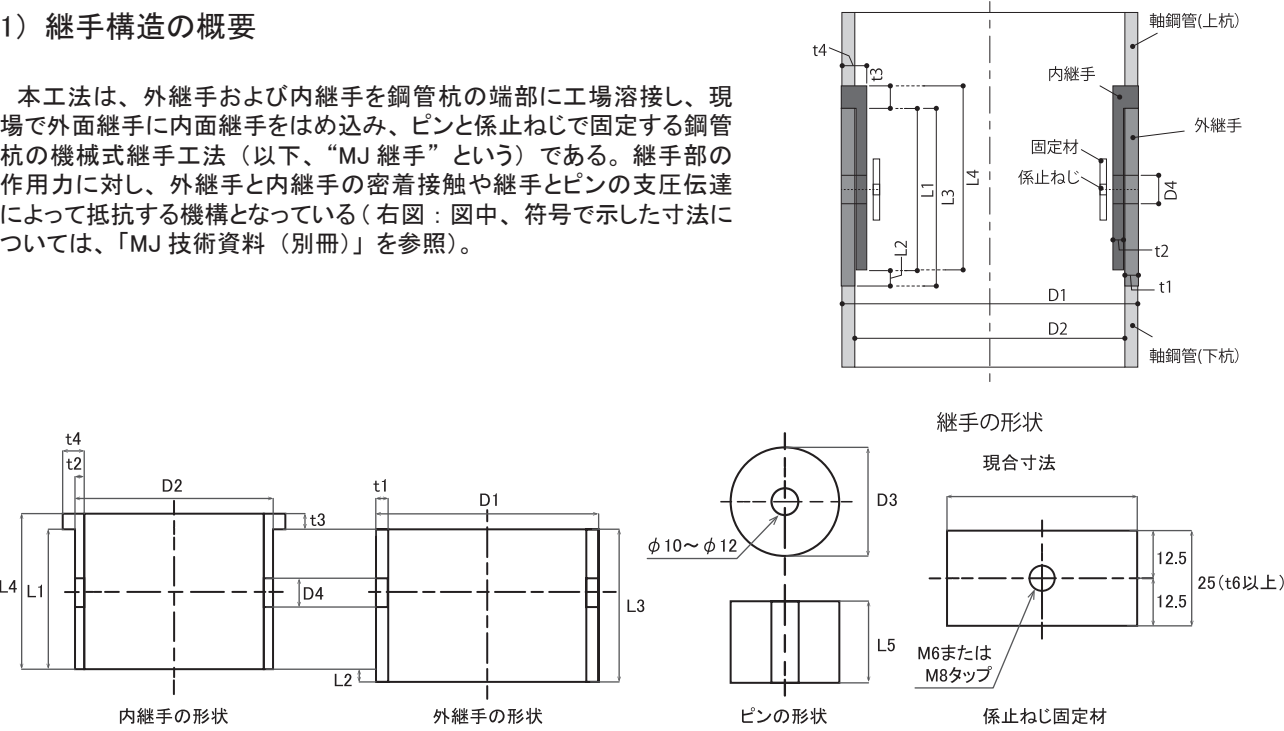
※施工時のねじり耐力は、継手部の回転埋設許容ねじりモーメントと鋼管杭の短期時ねじりモーメントのいずれか小さい値を採用する。

(注1)  $\alpha$  : くい径毎の低減率を示す。

くい径 $D_s$ (mm)	鋼管厚 $t_s$ (mm)	$\alpha$	継手引張耐力 (kN)
165.2	5.0	0.72	468.1
	7.1	0.48	
190.7	5.3	0.66	534.3
	7.0	0.48	
216.3	6.0	0.53	563.3
	8.2	0.37	
267.4	8.0	0.37	683.3
	9.3	0.31	

1) 継手構造の概要

本工法は、外継手および内継手を鋼管杭の端部に工場溶接し、現場で外面継手に内面継手をはめ込み、ピンと係止ねじで固定する鋼管杭の機械式継手工法（以下、“MJ 継手”という）である。継手部の作用力に対し、外継手と内継手の密着接触や継手とピンの支圧伝達によって抵抗する機構となっている（右図：図中、符号で示した寸法については、「MJ 技術資料（別冊）」を参照）。



2) 設計基準

(1) 鋼管の材質

MJ 継手工法を採用できる鋼管の材質は、以下のとおりとする。  
・ JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管（STK400、STK490）  
ただし、指定建築材料で基準強度が 325N/mm<sup>2</sup> 以下の鋼管も使用できる。

(2) 鋼管の寸法

本工法を採用できる鋼管の寸法と断面性能を下表に示す。

表－鋼管の寸法と断面性能

外径 D (mm)	厚さ t (mm)	単位質量 W (kg/m)	断面積 A (cm <sup>2</sup> )	断面 2 次モーメント I (cm <sup>4</sup> )	断面係数 Z (cm <sup>3</sup> )	断面 2 次半径 i (cm)	材料と適用可否	
							STK400	STK490
190.7	5.3	24.2	30.87	1330	139	6.56	●	●
	7.0	31.7	40.40	1710	179	6.50	●	●
	8.2	63.9	47.01	1961	206	6.46	●	
216.3	8.2	42.1	53.61	2910	269	7.36	●	●
	10.3	52.3	66.66	3550	328	7.29	●	●
	12.7	63.8	81.23	4230	391	7.21	●	
267.4	8.0	51.2	65.19	5490	411	9.18	●	●
	9.3	59.2	75.41	6290	470	9.13	●	●
	12.7	79.8	101.60	8260	618	9.02	●	
318.5	6.9	53.0	67.55	8200	515	11.0	●	●
	7.9	60.5	77.09	9300	584	11.0	●	●
	10.3	78.3	99.73	11900	744	10.9	●	●
	12.7	95.8	122.00	14300	897	10.8	●	
355.6	9.5	81.1	103.30	15500	871	12.2	●	●
	12.7	107.0	136.80	20100	1130	12.1	●	
406.4	7.9	77.6	98.90	19600	967	14.1	●	●
	9.5	93.0	118.50	23300	1150	14.0	●	●
	12.7	123.0	157.10	30500	1500	13.9	●	

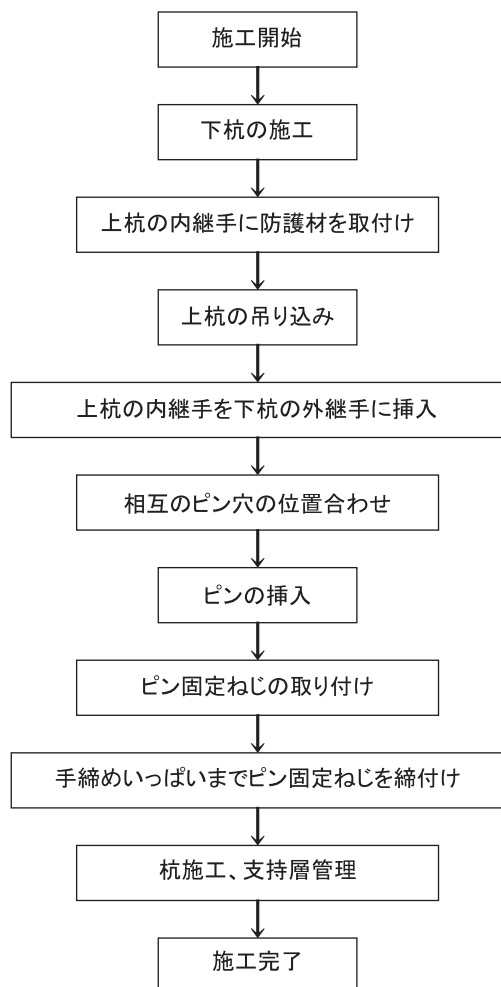
ここで、●は適用範囲内であることを示す。継手位置で杭の肉厚・材質が変わる場合は杭耐力の小さい方に合わせて継手の適用可否を判断する。  
※は特注品となりますので、事前にご相談ください。

(3) 継手耐力のクライテリア

圧縮耐力	くい母材の短期許容圧縮力を確保 ※ 1
引張耐力	くい母材の短期許容引張力の 60% 相当を確保
曲げ耐力	くい母材の短期許容曲げモーメントを確保
せん断耐力	くい母材の短期許容せん断力を確保
ねじり耐力	くい母材のねじり耐力を確保

※ 1 D = 216.3 の継手は、くい母材の短期許容圧縮力に対して 93% 相当を確保

## 3) 施工フローチャート

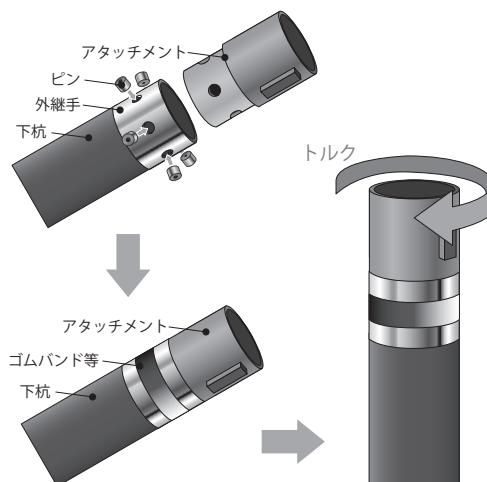


## 継手の接続作業手順

標準的な継手の接続作業手順を下記に示す。

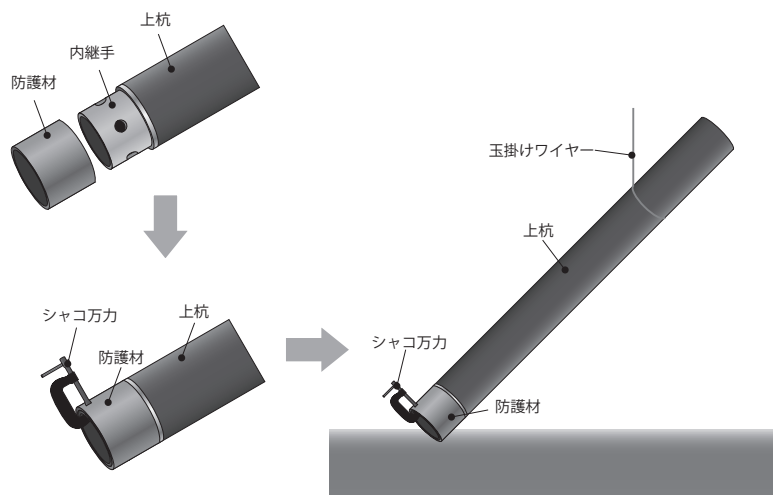
### (1) 下杭の施工

杭頭部に大きなトルクを作用させる回転貫入杭工法では、回転金具を外継手の下の鋼管本体に取り付け、杭打機のキャップを施工するか、アタッチメントと下杭上端部の外継手を嵌合し、アタッチメントと杭打ち機のキャップを接続して施工する。なお、後者の場合および下杭と上杭の接続後は、施工時のトルクが、継手および杭材の短期許容ねじり耐力を上回らないようにする。  
\* ピンは、ゴムバンドまたは係止ねじ等を用いて、ピンの移動・脱落を防ぐ



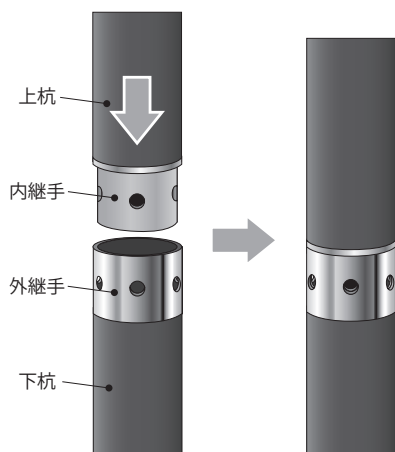
### (2) 上杭の吊りこみ

上杭の吊りこみを行う際は、上杭下端の内継手が損傷しないように内継手の外面を覆う防護材を取り付ける。  
\* 防護材の取り付けは、シャコマン等で防護材および内継手を挟み取り付ける。



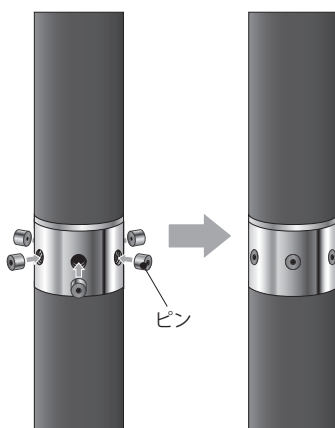
### (3) 上杭の吊り降ろし

- ・ 上杭を静かに降ろして内継手を下杭頭部の外継手に挿入する
- ・ 相互のピン穴の位置を合わせる



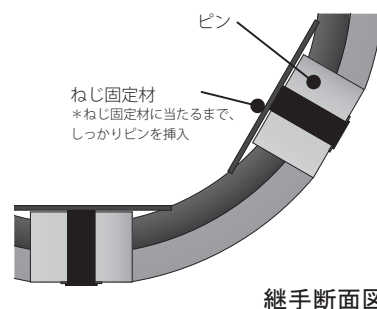
### (4) ピンの挿入

- ・ ピンをねじ固定材に突き当たるまで挿入する
- \* ピン、ピン穴およびねじ固定材に泥などが付着している場合は、ふき取ってから作業を行う。また、入りにくい場合は、ハンマーで叩き込む。



### (5) ピン固定ねじの取り付け

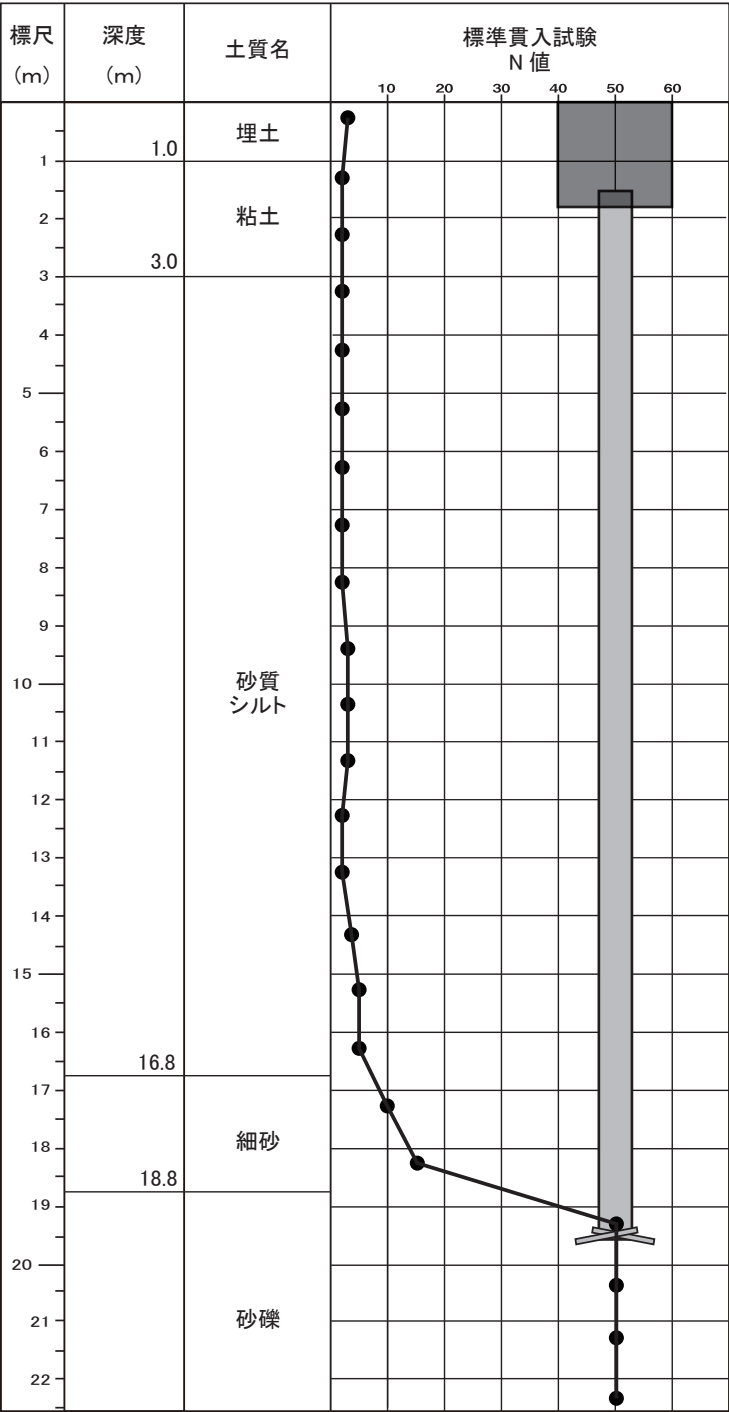
- ・ ピンに穴あけられた穴にピン固定ねじを挿入する
- ・ ピン固定ねじの先端をねじ固定材に穴あけられた穴にねじ込む
- \* ピン固定ねじは手締めいっぱいとし、係止ねじが緩まないようにする



継手断面図

I 設計条件

- (1) 構造規模：RC 造 7 階建 面積 90 m<sup>2</sup> (6mx15m)
- (2) 土質柱状図



設計条件

- 設計 GL= 孔口標高
- 杭頭深度 =GL-1.55m
- 基礎底深度 (Df)=1.85m
- 杭頭ディテール：タイプ A で想定
- 水平地盤反力係数：LLT 試験結果による
- 液状化想定：なし

支持層：GL-18.8m 以深の砂礫層  $\bar{N}=50$

(3) 杭仕様

番号	杭径 (mm)	総杭長 (m)	肉厚・材質・杭長			
			下杭		上杭	
P1	267.4	18.0	t = 8.0 12.0m	・ STK490 +	t = 12.7 6.0m	・ STK490
P2	318.5	18.0	t = 10.3 12.0m	・ STK490 +	t = 12.7 6.0m	・ STK490

## II 許容鉛直支持力の算定

### 1) 長期許容支持力 (kN)

#### a) 地盤から決まる長期許容支持力

$$LRa = \frac{1}{3} \{ \alpha \cdot \bar{N} \cdot A_p + (\beta \cdot \bar{N}_s \cdot L_s + \gamma \cdot \bar{q}_u \cdot L_c) \cdot \psi \}$$

※  $\alpha = 184$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = 0$

#### b) 杭材から決まる長期許容支持力

$$LNa = F^* / 1.5 \cdot Ae \cdot (1 - \alpha_1 - \alpha_2)$$

※  $\alpha_2 = 0$ 、腐食しろ 1.0mm を考慮

長期許容支持力は  $RaL$  と  $NaL$  のうち、小さい値とする。

杭番号	N	$A_p$	$LRa$	$F^*$	$Ae$	$\alpha_1$	$LNa$	min ( $LRa, LNa$ )
P1	50	0.2884	884.42	302.54	5682.5	0	1146.12	884.42
P2	50	0.4058	1244.45	307.45	8975.4	0	1839.65	1244.45

### 2) 短期許容支持力 (kN)

短期許容許容支持力は  $2.0 \times RaL$  と  $1.5 \times NaL$  のうち、小さい値とする。

杭番号	$2.0 \cdot LRa$	$1.5 \cdot LNa$	min ( $SRa, SNa$ )
P1	1768.84	1719.18	1719.18
P2	2488.90	2759.48	2488.90

## III 引抜き方向支持力

### (1) 引抜き方向支持力の計算

#### 1) 設計条件

G-ECS パイル工法 (杭先端地盤 : 砂質地盤・礫質地盤・粘土質地盤)  
(GBRC 性能証明 第 11-05 号 改 2)

#### 2) 引抜き方向の短期許容支持力 (kN)

$$tRa = \frac{2}{3} \kappa \cdot \bar{N}_t \cdot A_{tp} + W_p$$

ここで、

$\kappa$  : 先端抵抗係数 ( $\kappa = 56$ )

$\bar{N}_t$  : 基礎杭の先端付近 (杭先端より上方に  $3D_w$  の範囲) の地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値 (回)

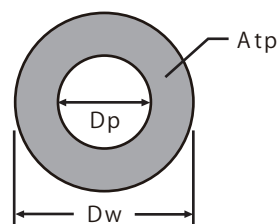
$A_{tp}$  : 基礎杭の先端の有効面積 ( $\text{mm}^2$ )

$$A_{tp} = (D_w^2 - D_p^2) \frac{\pi}{4}$$

$D_w$  : 等価円直径 (m)

$D_p$  : 杭径 (m)

$W_p$  : 浮力を考慮した杭の有効自重 (kN)





### 3) 地盤条件

測定深度 m	測定 N 値	N 値の該当深度	
		下端 m	上端 m
16.3	5	16.8	15.8
17.3	10	17.8	16.8
18.3	15	18.8	17.8
19.3	50	19.8	18.8

### 4) 引抜き方向の短期許容支持力の算定（支持層根入れ量 300mm と想定）

杭番号			P1
杭径	Dp	mm	267.4
杭先端深度		m	19.1
等価円直径	Dw	m	0.606
$\bar{N}_t$ 算定範囲	3Dw	m	1.818
$\bar{N}_t$			19.4
杭先端有効面積	Atp	m <sup>2</sup>	0.2323
短期引抜き許容支持力	tRa	kN	167.8

※ Wp は考慮に入れておりません。

## (2) 引抜き時の杭先端上部層の健全性の検討

### 1) 検討方法

設計式により算定した引抜き方向支持力と、右図のモデルに基づく抵抗力 F（土のせん断力と土被り重量の和）を比較することで、杭先端上部層の健全性を検討する。

支持地盤に H 根入れされた杭が、引抜き荷重時に杭先端から直上の支持層を勾配 1/2 の分散角で伝わり、支持層上端部から鉛直に伝わると仮定する。このときの抵抗力 F を下式により算定する。

$$F = \tau_1 \cdot A_1 + \tau_2 \cdot A_2 + \tau_3 \cdot A_3 + W_s$$

ここで、

$\tau_1 \cdot A_1$  : 支持層におけるせん断力

$\tau_2 \cdot A_2$  : 地下水位面から支持層上端面までのせん断力

$\tau_3 \cdot A_3$  : 基礎下端から地下水位面までのせん断力

$W_s$  : 浮力を考慮した土被り重量

※液状化のおそれがある場合は液状化層以浅のせん断応力を考慮しない。

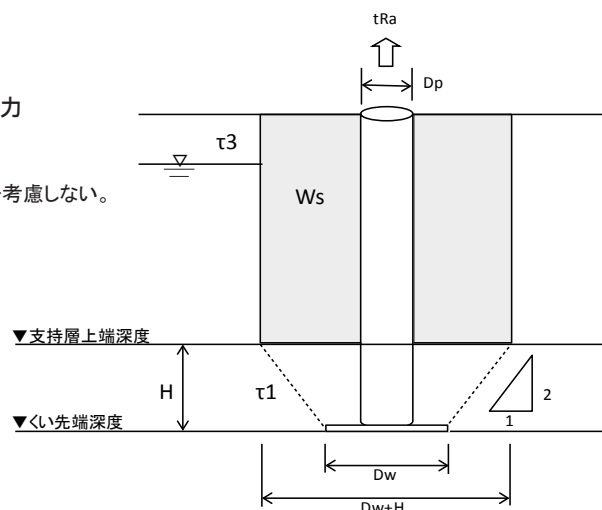


図 評価モデル

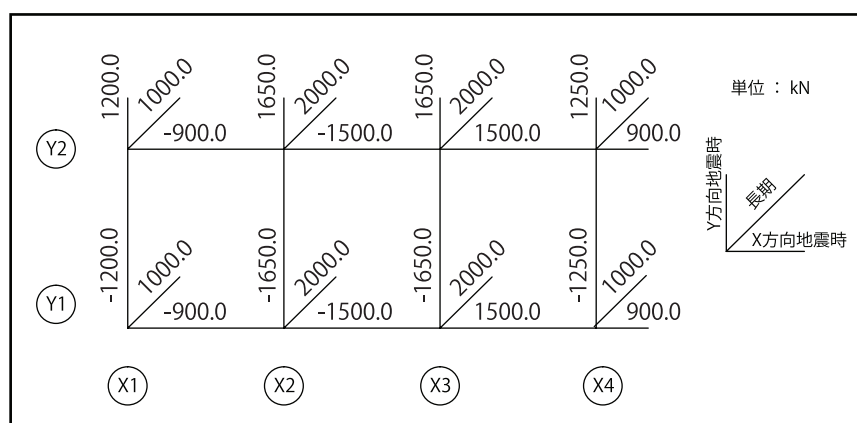
## 2) 検討結果

杭番号		P1
杭径	D (mm)	267.4
等価円直径	Dw (m)	0.6060
杭先端深度	(m)	19.10
支持層根入れ長さ	H (m)	0.30
杭長	Lt (m)	18.00
1項	土質	砂質土
	地下水位	有
	N1	50
	A1	0.71
	$\tau 1 \cdot A1$	16.18
2項	土質	粘性土
	層厚	17.7
	N2	5
	A2	50.37
	$\tau 2 \cdot A2$	1574.06
4項	Ws	52.08
抵抗力	F kN	1642.32
短期引抜き許容支持力	tRa kN	167.82
t Ra /F	検定比	0.10

## IV 鉛直力に対する検討

### (1) 基礎設計用軸力

(フーチング重量は含まず)



### (2) 本数算定

位置	長期軸力 NL (kN)	短期軸力変動 NE (kN)				杭径 D (mm)	本数 n (本)	杭番号	フーチング 自重 Wf (kN)	NLD NL+Wf (kN)	NLD /n (kN)	検定値 NLD /n・LRa	NSDmax (NLD+NE) (kN)	NSDmin (NLD-NE) (kN)	NSDmax /n (kN)	NSDmin /n (kN)	検定値 NSDmax /n・SRa	検定値  NSDmin  /n・tRa	
		X方向		Y方向															
		L-R	R-L	L-R	R-L														
Y1-X1	1000.0	-900.0	900.0	-1200.0	1200.0	267.4	2	P1	77.9	1077.9	538.9	0.61	2277.9	-122.1	1138.9	-61.1	0.66	0.36	*
Y1-X2	2000.0	-1500.0	1500.0	-1650.0	1650.0	318.5	2	P2	123.0	2123.0	1061.5	0.85	3773.0	473.0	1886.5	236.5	0.94	-	
Y1-X3	2000.0	1500.0	-1500.0	-1650.0	1650.0	318.5	2	P2	123.0	2123.0	1061.5	0.85	3773.0	473.0	1886.5	236.5	0.94	-	
Y1-X4	1000.0	900.0	-900.0	-1250.0	1250.0	267.4	2	P1	77.9	1077.9	538.9	0.61	2327.9	-172.1	1163.9	-86.1	0.68	0.51	*
Y2-X1	1000.0	-900.0	900.0	1200.0	-1200.0	267.4	2	P1	77.9	1077.9	538.9	0.61	2277.9	-122.1	1138.9	-61.1	0.66	0.36	*
Y2-X2	2000.0	-1500.0	1500.0	1650.0	-1650.0	318.5	2	P2	123.0	2123.0	1061.5	0.85	3773.0	473.0	1886.5	236.5	0.94	-	
Y2-X3	2000.0	1500.0	-1500.0	1650.0	-1650.0	318.5	2	P2	123.0	2123.0	1061.5	0.85	3773.0	473.0	1886.5	236.5	0.94	-	
Y2-X4	1000.0	900.0	-900.0	1250.0	-1250.0	267.4	2	P1	77.9	1077.9	538.9	0.61	2327.9	-172.1	1163.9	-86.1	0.68	0.51	*
合計	12000.0						16		803.7		1061.5								

\*: 引抜き発生箇所

## V 水平力に対する検討

### (1) 水平力の分担

i) 直上階の水平力	Q1 = 650.0 kN
床・地中梁等の水平力	Q2 = 330.0 kN
フーチング自重による水平力	Q3 = 80.4 kN
	$\Sigma Q = 1060.4 \text{ kN}$

#### ii) 水平力の分担

各杭1本あたりに作用する水平力  $Q_p$  は、杭頭変位 ( $y_o$ ) が等しくなるように杭の  $I_e \cdot \beta^3$  に比例して求める。

### (2) 杭の応力計算

#### i) 杭頭固定度

$$\alpha_r = 1.0$$

#### ii) 水平地盤反力係数

$$E_o = 1600 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ (LLT 試験結果より)}$$

$$k_h = \alpha \times \beta_k \times E_o \times (100B)^{-0.75}$$

ここで、 $B$  : 杭径 (m)

$$\alpha = 80$$

$\beta_k$  : 液状化による低減係数

#### iii) 特性値

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h \times B}{4EI_e}}$$

#### iv) 長い杭、短い杭の判定

$\beta L \geq 3.0$  のとき・・・長い杭 (杭先端条件：無限長の杭として扱う)

$\beta L < 3.0$  のとき・・・短い杭 (杭先端条件：有限長の杭として扱う)

#### v) 応力計算 (長い杭の場合)

$$M_o = \frac{Q}{2\beta} \cdot R_{mo} \quad R_{mo} = \alpha_r \text{ とする}$$

$$y_o = \frac{Q}{4EI_e\beta^3} \cdot R_{yo} \quad R_{yo} = 2 - \alpha_r$$

$$M_{max} = \frac{Q}{2\beta} \cdot R_{Mmax} \quad R_{Mmax} = \exp[-\tan^{-1}(1/(1 - \alpha_r))] \cdot \sqrt{(1 - \alpha_r)^2 + 1}$$

$$I_m = \frac{1}{\beta} \cdot R_{Im} \quad R_{Im} = \tan^{-1}(1/(1 - \alpha_r))$$

※短い杭の場合、 $R_{mo}$ 、 $R_{yo}$ 、 $R_{Mmax}$ 、 $R_{Im}$  は地震力に対する建築物の基礎の設計指針 (日本建築センター) より算定。

### (3) 断面算定

#### i) 曲げモーメントの検討

$$\frac{N}{A_e} + \frac{M}{I_e} \cdot r_e \leq F^* \quad \text{のとき OK}$$

ここで、

N : 設計用軸力

M : 設計用曲げモーメント

A<sub>e</sub> : 杭の断面積

r<sub>e</sub> : 杭の半径

F\* : 0.01 ≤ t<sub>e</sub>/r < 0.08 のとき F\* = (0.80 + 2.5t<sub>e</sub>/r) · F

0.08 ≤ t<sub>e</sub>/r のとき F\* = F

F : 鋼管の設計基準強度

※ A<sub>e</sub>、r<sub>e</sub>、t<sub>e</sub> はそれぞれ腐食しを 1.0 mm 考慮

#### ii) 剪断の検討

$$\frac{2Q}{A_e} \leq f_s \quad \text{のとき OK}$$

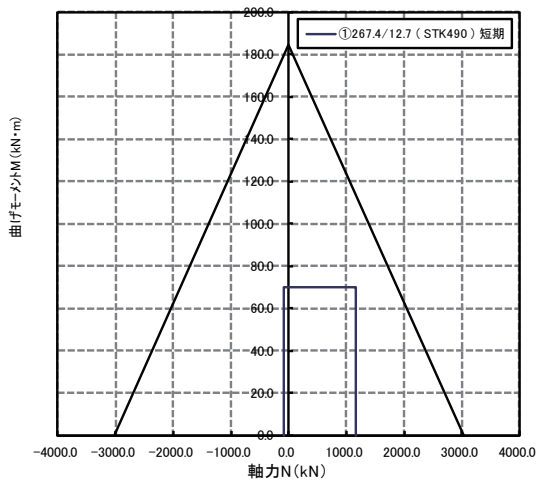
ここで、

Q : 設計用剪断力

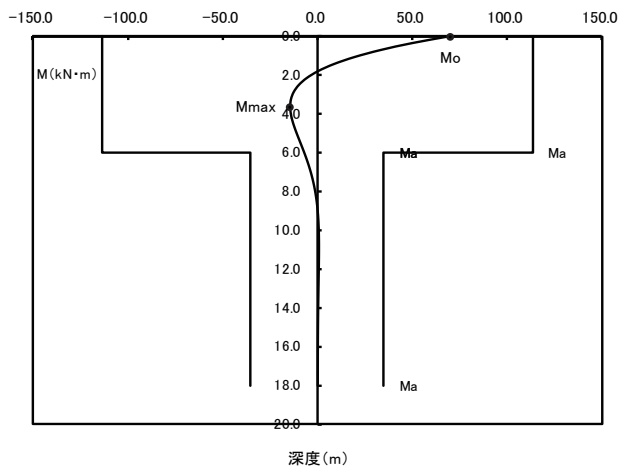
f<sub>s</sub> : 鋼管の許容剪断応力度 ※ f<sub>s</sub> = F / √3

杭符号 : P1

(N-M 図)

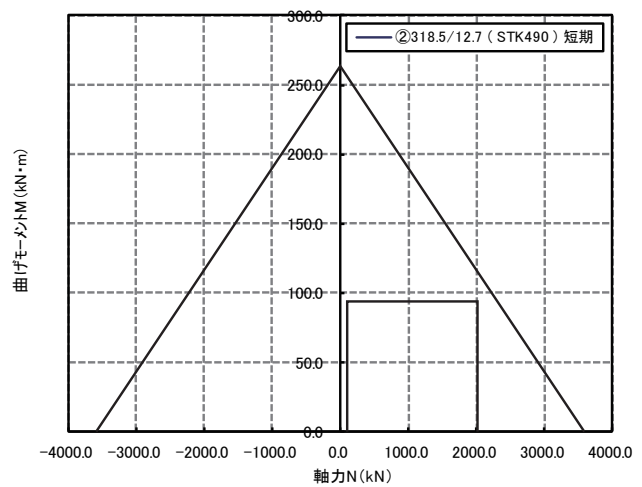


(M 図)

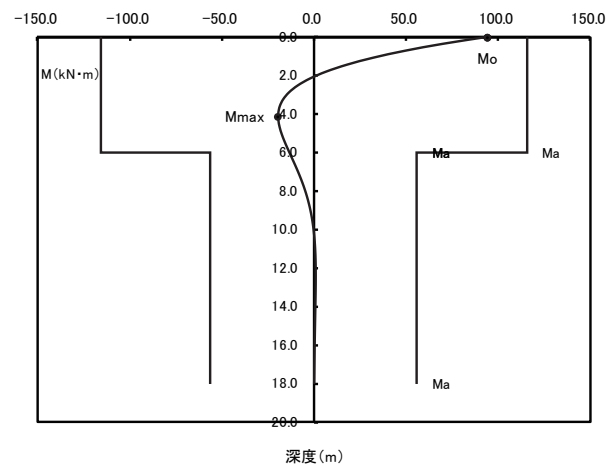


杭符号 : P2

(N-M 図)



(M 図)



## くい材の許容ねじり強さ

本工法は、回転貫入杭であるので、施工時にはくいに過大なトルクを与えることで、くい材に有害な変形を発生させないようにする必要があります。施工時には、トルク計、または電流計を装備して回転トルクを管理する。ここでは、施工時にくい材から決まる許容ねじり強さを示し、施工時の回転トルクがこの許容ねじり強さ以下になるようにトルク管理を行う。

許容ねじり強さ  $T_a$  は以下の式により求める。

$$T_a = \{ (\tau_a \times I_p) / r_1 \} \times 10^{-6} \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

ここで、

$\tau_a$  : くい軸部の短期許容せん断応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$$\tau_a = F / \sqrt{3}$$

F : 鋼材の設計基準強度

$I_p$  : 鋼管の極二次モーメント ( $\text{mm}^4$ )

$$I_p = \pi \cdot (r_1^4 - r_2^4) / 2$$

$$r_1 = D_p / 2, \quad r_2 = r_1 - t$$

$D_p$  : くい径 ( $\text{mm}$ )

t : 鋼管の肉厚 ( $\text{mm}$ ) (腐食しろは考慮しない)

翼部取付け溶接部は突き合わせ溶接のため、薄い方の板の全厚と同等の溶接しろになるのでくい材のねじり強さと同等となる。

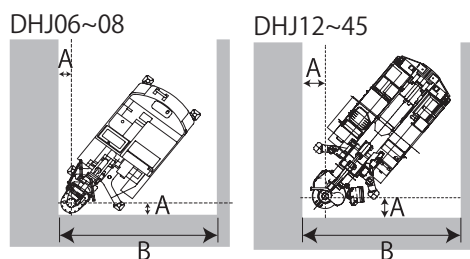
くい径 $D_p$ (mm)	厚さ t1 (mm)	STK400 (F=235)	STK490 (F=325)	STK540 (F=375)
		$T_a$ ( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )	$T_a$ ( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )	$T_a$ ( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )
114.3	4.5	11.12	15.38	—
	6.0	14.25	19.71	—
139.8	4.5	17.01	23.52	—
	6.6	23.83	32.96	—
165.2	5.0	26.54	36.71	—
	7.1	36.26	50.16	—
	9.3	45.62	63.09	—
190.7	5.3	37.77	52.24	—
	7.0	48.56	67.16	—
	8.2	55.81	77.19	—
216.3	8.2	72.92	100.85	—
	10.3	88.93	123.00	—
	12.7	106.02	146.62	—
267.4	8.0	111.39	154.06	—
	9.3	127.60	176.47	—
	12.7	167.66	231.87	267.54
	16.0	203.44	281.35	—
	19.0	233.45	322.86	—
318.5	6.9	139.75	193.28	—
	7.9	158.50	219.20	—
	10.3	201.99	279.35	—
	12.7	243.43	336.66	388.45
	16.0	297.18	411.00	—
	19.0	342.93	474.26	—
355.6	9.5	236.22	326.69	—
	12.7	307.30	424.99	—
	16.0	376.40	520.55	—
	19.0	435.65	602.50	—
406.4	7.9	262.27	362.72	—
	9.5	311.66	431.02	—
	12.7	406.84	562.65	—
	16.0	500.09	691.61	—
	19.0	580.69	803.09	—

※特注品については、P7 を参照してください。

## 住宅街・オフィス街などの狭いスペースでも施工可能。

小型の専用施工機械を使用するため、狭いスペースでも施工可能。住宅街・オフィス街での施工も安心。

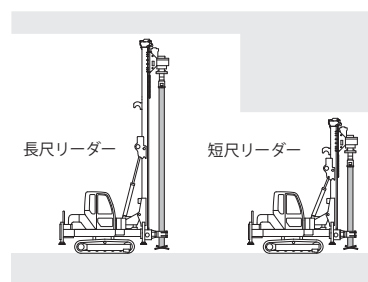
※現場状況により使用機種は異なる。



	A: 施工機幅寸法	B: 施工幅（目安）
DHJ06	0.50m	5.00m
DHJ08	0.50m	5.00m
DHJ12	0.50m	6.30m
DHJ15	0.65m	6.70m
DHJ25	0.80m	7.70m
DHJ45	0.80m	9.30m

## 建築物の中など、高さが限られた現場にも対応。

短尺リーダーを使用して施工機械の高さを 2.0 m ～ 9.0 m に、  
長尺リーダーでは 4.6 m ～ 13.0 m に調節。  
天井のある屋内での施工も可能。



	諸元		06 タイプ	08 タイプ	12 タイプ	15 タイプ	20 タイプ	25(28) タイプ	25(33) ～ 30 タイプ	25(40) ～ 35 タイプ	45 タイプ
機械寸法	全幅	(mm)	1,780(1,500)	1,950	2,420	2,490	2,500	2,490	2,490	2,600	3,100
	作業時全高 (H1)	(mm)	4,640	8,620	9,010	9,230	9,660	12,980	10,820	11,519	14,610
	(短尺使用時)	(mm)	1,990	3,000 ～ 5,970	3,000 ～ 8,700	3,000 ～ 8,900	3,800 ～ 7,150	3,400 ～ 12,000	3,400 ～ 10,820	4,300 ～ 11,519	3,900 ～ 14,600
	輸送時全長 (L)	(mm)	4,560	8,050	8,700	8,950	8,850	11,520	11,520	11,610	11,160
	輸送時全高 (H2)	(mm)	1,980 ～ 2,660	2,770	2,770	2,790	3,080	2,850	2,850	3,020	3,342
	後端旋回半径 (R1)	(mm)	1,850	1,950	2,250	2,400	2,860	2,610	2,610	2,765	3,439
	旋回中心～掘削中心 (R2)	(mm)	2,190	2,250	2,800	2,950	3,600	3,390	3,390	3,650	4,070
機械重量	標準装備重量	(t)	6.95 ～ 7.2	10.2	14.8	17.5	34.2	33.0	33.6 ～ 36.9	44.3 ～ 45.0	54.8
機械性能	オーガトルク	(kN・m)	40.0	41.6 ～ 60.1	98.3	139.0	196.0	276.0	325.0	396.0	548.1
	押込 / 引抜力	(kN)	49.0	45.5 ～ 53.9	59.4	68.6	137.0	196.0	196.0	294.0	295.0
対応くい径	φ 114.3	(mm)	○	○	△	×	×	×	×	×	×
	φ 139.8	(mm)	○	○	△	△	△	×	×	×	×
	φ 165.2	(mm)	○	○	○	○	○	×	×	×	×
	φ 190.7	(mm)	△	△	○	○	○	△	△	△	×
	φ 216.3	(mm)	△	△	△	○	○	○	○	○	△
	φ 267.4	(mm)	×	×	△	○	○	○	○	○	△
	φ 318.5	(mm)	×	×	△	△	○	○	○	○	○
	φ 355.6	(mm)	×	×	△	△	○	○	○	○	○
	φ 406.4	(mm)	×	×	×	△	△	△	△	○	○

		G-ECS		N-ECS			
くい先端地盤	砂質地盤 (礫質地盤含む)	粘土質地盤	砂質地盤 (礫質地盤含む)		粘土質地盤		
適用くい径 ( φ )	φ 114.3 ～ φ 406.4	φ 114.3 ～ φ 267.4	呼称 A/B/C、 457.2/508.0		呼称 A/B/C、 165.2 ～ 508.0		
	押込み						
国土交通省大臣認定	TACP-0585	-	TACP-0691		TACP-0692		
公的評価	BCJ 基評 -FD0124-04	BCJ 基評 -FD0178-01	GBRC 建評 -25-381A-001		GBRC 建評 -25-381A-002		
α ； くい先端支持力係数	184	150	150				
長期 $\overline{N}$	$5 \leq \overline{N} \leq 60$	$10 \leq \overline{N} \leq 50$	ケース 1	ケース 3	ケース 1	ケース 3	
			$5 \leq \overline{N} \leq 50$ ※一部例外有	$5 \leq \overline{N} \leq 30$	$5 \leq \overline{N} \leq 50$ ※一部例外有	$5 \leq \overline{N} \leq 30$	
短期 $\overline{N}$	$5 \leq \overline{N} \leq 60$	$10 \leq \overline{N} \leq 50$	$5 \leq \overline{N} \leq 40$ ※一部例外有	$5 \leq \overline{N} \leq 20$	$5 \leq \overline{N} \leq 40$ ※一部例外有	$5 \leq \overline{N} \leq 20$	
個々の N 値 (下限～上限)	なし～なし	なし～なし	5 ～ 55				
	東京；上限 100 (※自治体の規定による場合あり)	東京；上限 100 (※自治体の規定による場合あり)					
最大施工深さ	130Dp	130Dp	130Dp or 49.50m		130Dp or 58.00m		
	引抜き						
公的評価	GBRC 性能証明 第 11-05 号 改 2		GBRC 性能証明 第 19-24 号 改 3				
κ ； 先端抵抗係数	56		70				
$\overline{N_t}$	$10 \leq \overline{N_t} \leq 60$	$5 \leq \overline{N_t} \leq 50$	$5 \leq \overline{N_t} \leq 50$				
個々の N 値 (下限～上限)	対象地盤：砂 質 ⇒ 5 ～ 100 対象地盤：粘土質 ⇒ 2 ～ 50		対象地盤：砂質および粘土質 ⇒ 2 ～ 100				
最大施工深さ	130Dp	130Dp or 31.70m	130Dp or 52.00m		130Dp or 58.00m		
最小くい長	3 mもしくは 10Dp の大きい長さ	5m	3 mもしくは 10Dp の大きい長さ				

株式会社 三 誠  
SANSEI INC.  
www.sansei-inc.co.jp

本社 : 〒104-0033 東京都中央区新川1-8-8 アクロス新川ビル9F  
Tel.03-3551-0211 Fax.03-3551-0217  
ホームページ www.sansei-inc.co.jp  
メールアドレス info@sansei-inc.co.jp

【東京支店】  
営業第一部 : 〒104-0033 東京都中央区新川1-8-8 アクロス新川ビル9F  
第二部 : Tel.03-3551-0211 Fax.03-3551-0217  
営業第三部 : 〒231-0048 神奈川県横浜市中区蓬萊町1-1-7  
(神奈川出張所) コシノパークサイドビル204  
Tel.045-263-1625 Fax.045-263-1626  
千葉出張所 : 〒260-0016 千葉県千葉市中央区栄町42-11  
日本企業会館716号室  
Tel.03-3551-0211 (本社)

【東日本支店】  
北関東営業所 : 〒336-0017 埼玉県さいたま市南区南浦和2-40-2  
南浦和ガーデンビル6F  
Tel.048-813-6612 Fax.048-813-6615  
東北営業所 : 〒980-0803 宮城県仙台市青葉区国分町3-6-11  
アーク仙台ビル505  
Tel.022-217-8105 Fax.022-217-8137  
新潟営業所 : 〒950-0914 新潟県新潟市中央区紫竹山3-9-1  
インター紫竹山ビル3F  
Tel.025-242-2180 Fax.025-242-2183  
北陸出張所 : 〒920-0031 石川県金沢市広岡2-13-23 AGSビル5階  
Tel.076-231-0750 Fax.076-231-0751  
北海道営業所 : 〒060-0032 北海道札幌市中央区北2条東2-1-17  
北都ビル201  
Tel.011-252-2556 Fax.011-252-2557

【西日本支店】  
関西営業所 : 〒541-0042 大阪府大阪市中央区今橋3-2-20  
洪庵日生ビル3F  
Tel.06-6233-7300 Fax.06-6233-7310  
中四国営業所 : 〒732-0052 広島県広島市東区光町1-12-16 広島ビル3階  
Tel.082-568-1310 Fax.082-568-1311  
中部営業所 : 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1-7-32  
名古屋SIビル9階  
Tel.052-203-8551 Fax.052-203-8552

【九州支店】  
九州営業所 : 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神3-9-33  
KG天神ビル5F  
Tel.092-303-3456 Fax.092-724-0156  
沖縄営業所 : 〒900-0031 沖縄県那覇市若狭1-3-2  
タカダ若狭ビル302号室  
Tel.098-860-6001 Fax.098-860-6002

R07.07.web

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。※ECSパイルは株式会社三誠の登録商標です。(登録番号:商標登録4889089号)