

## 2. キャブテンパイル工法標準仕様

### 2.1 使用材料及び材料強度

#### (1) 使用材料

##### a. 基礎部コンクリート

杭頭接合部と建物を連結する基礎部コンクリートは、設計基準強度  $F_c \geq 21\text{N/mm}^2$  とする。

##### b. 杭体コンクリート

場所打ちコンクリート杭は、設計基準強度  $F_c \geq 21\text{N/mm}^2$  とする。

##### c. PCリング

①コンクリート：設計基準強度  $F_c \geq 36\text{N/mm}^2$

②定着筋：SD390 (D13～D19)：JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 適合品とする。

③スパイラル筋：ウルボンスパイラル筋(SBPD1275/1420)：建築基準法第 37 条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品（認定番号：MSRB-9009）。

④鋼板：SS400：JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 適合品または同等以上。

SM490：JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材 適合品または同等以上。

##### d. 杭頭接合部

①引張定着筋：SD390, SD490

JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 適合品

: SD685

建築基準法第 37 条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品

②杭頭部モルタル：圧縮強度  $36\text{N/mm}^2$ 、かつ杭体コンクリートの設計基準強度以上

③シーsgラウト材：圧縮強度  $36\text{N/mm}^2$ 以上（無収縮高強度モルタル）

④杭体打込み用シース：スパイラルシース #1000（普通鋼板  $t \leq 0.8\text{mm}$ ）

（JIS G 3302 亜鉛メッキ鋼板及びこれに類する材料を使用）

⑤定着筋継手工法：機械式継手、モルタル充填式継手（注 1 参照）

⑥定着筋定着工法：定着板型定着（注 2 参照）

注 1）パイルキャップ側に定着する引張定着筋を中間で継ぐために用いる鉄筋継手工法として、機械式継手、モルタル充填式継手を用いるものである。いずれも、評定取得工法もしくは技術審査証明取得工法に限定する。

注 2）パイルキャップ側に定着する引張定着筋の定着として定着板型定着工法を用いるものである。定着金物の形状、鉄筋への取付け方法等により数種の工法が実用化されているが、採用は評定取得工法もしくは技術審査証明取得工法に限定する。

## (2) 材料強度

### a. コンクリート

表 2.1.1 コンクリートの材料強度 平成12年建設省告示1450号による (N/mm<sup>2</sup>)

	圧縮	せん断	付着
普通 コンクリート	F <sub>c</sub>	3 × (0.49 + F <sub>c</sub> /100)	3 × (1.35 + F <sub>c</sub> /25)

ただしF<sub>c</sub>は設計基準強度

### b. 鋼材

表 2.1.2 鋼材の材料強度 建築基準法施行令第96条による (N/mm<sup>2</sup>)

圧縮	引張	曲げ	せん断
F	F	F	F/√3

ただしFは基準強度

### c. 鉄筋

表 2.1.3 鉄筋の材料強度

建築基準法施行令第96条、平成13年国土交通省告示第1024号による (N/mm<sup>2</sup>)

	圧縮	引張	
		せん断補強筋以外に用いる場合	せん断補強筋に用いる場合
異形鉄筋	F	F	F (当該数値が490を 超える場合は490)

ただしFは基準強度

## (3) 基準強度

### a. 鋼材

表 2.1.4 鋼材の基準強度 平成13年国土交通省告示第1639号による (N/mm<sup>2</sup>)

種類		基準強度
鋼材	SS400	板厚が40mm以下 235
	SM490	板厚が40mm以下 325

鋼材の材料強度の基準強度は、表中の数値とする。ただし、JIS適合品についてはそれぞれの1.1倍以下の数値とすることができる。

### b. 鉄筋

表 2.1.5 鉄筋の基準強度

平成12年建設省告示2464号、平成13年国土交通省告示第1024号による (N/mm<sup>2</sup>)

種類	基準強度	
異形鉄筋	SD295A	295
	SD345	345
	SD390	390
	SD490	490
	SD685	685
ウルボン筋	SBPD1275/1420	1275

異形鉄筋の材料強度の基準強度は、表中の数値とする。ただし、JIS適合品についてはそれぞれの1.1倍以下の数値とすることができる。

異形鉄筋SD685、ウルボン筋の材料強度の基準強度は、建築基準法第37条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品の数値とする。

#### (4) 許容応力度

##### a. コンクリート

##### ① 基礎及びPCリング

表 2.1.6 コンクリートの許容応力度（基礎及びPCリング）

建築基準法施行令第91条，平成12年建設省告示第1450号による（N/mm<sup>2</sup>）

長期				短期			
圧縮	引張	せん断	付着	圧縮	引張	せん断	付着
F <sub>c</sub> /3	0.49+F <sub>c</sub> /100		1.35+F <sub>c</sub> /25	長期の 2倍			

F<sub>c</sub>は設計基準強度

##### ② 杭体

表 2.1.7 コンクリートの許容応力度（杭体）

平成13年建設省告示第1113号第8第一号による（N/mm<sup>2</sup>）

	長期			短期		
	圧縮	せん断	付着	圧縮	せん断	付着
掘削時に水、泥水を使用しない場合	F <sub>c</sub> /4	F <sub>c</sub> /40 かつ 3/4×(0.49+F <sub>c</sub> /100) 以下	3F <sub>c</sub> /40 かつ 3/4×(1.35+F <sub>c</sub> /25) 以下	長期の 2倍	長期の 1.5倍	
上記以外	F <sub>c</sub> /4.5	F <sub>c</sub> /45 かつ 3/4×(0.49+F <sub>c</sub> /100) 以下	F <sub>c</sub> /15 かつ 3/4×(1.35+F <sub>c</sub> /25) 以下	長期の 2倍	長期の 1.5倍	

F<sub>c</sub>は設計基準強度

##### b. 鋼材

表 2.1.8 鋼材の許容応力度

建築基準法施行令第90条による（N/mm<sup>2</sup>）

長期				短期
圧縮	引張	曲げ	せん断	
F/1.5	F/1.5	F/1.5	F/1.5√3	長期の 1.5倍

##### c. 鉄筋

表 2.1.9 鉄筋の許容応力度

建築基準法施行令第90条，平成13年国土交通省告示1024号による（N/mm<sup>2</sup>）

種類	長期			短期		
	圧縮	引張		圧縮	引張	
		せん断補強筋以外に用いる場合	せん断補強筋に用いる場合		せん断補強筋以外に用いる場合	せん断補強筋に用いる場合
SD295A	195	215	195	295	295	295
SD345	215	215	195	345	345	345
SD390	215	215	195	390	390	390
SD490	215	215	—	490	490	490
SD685	215	215	—	685	685	—
SBPD1275/1420	—	—	—	—	—	585

注) 杭体用のウルボンは、PCリング用のウルボン認定番号とは異なり、「MSRB-0024」である。

## 2.2 PCリング仕様

### (1) PCリング概要

PCリングの形状はリング状であり、PCリングのサイズは杭種および杭径に合わせて用意されている。対応する杭径は800φ～3000φで、杭径ごとに許容せん断力の異なる3種類（N、S1、S2）が対応している。

PCリングは、主にコンクリートで構成されており、断面内には高強度せん断補強筋、PCリング内側には鋼板リングが設置されており、高いせん断耐力と靱性を確保している。また、PCリングから上方に向けて定着筋が配筋され、基礎と一体化する。PCリングの製作は、原則として工場製造とするが、現場製造も可能である。

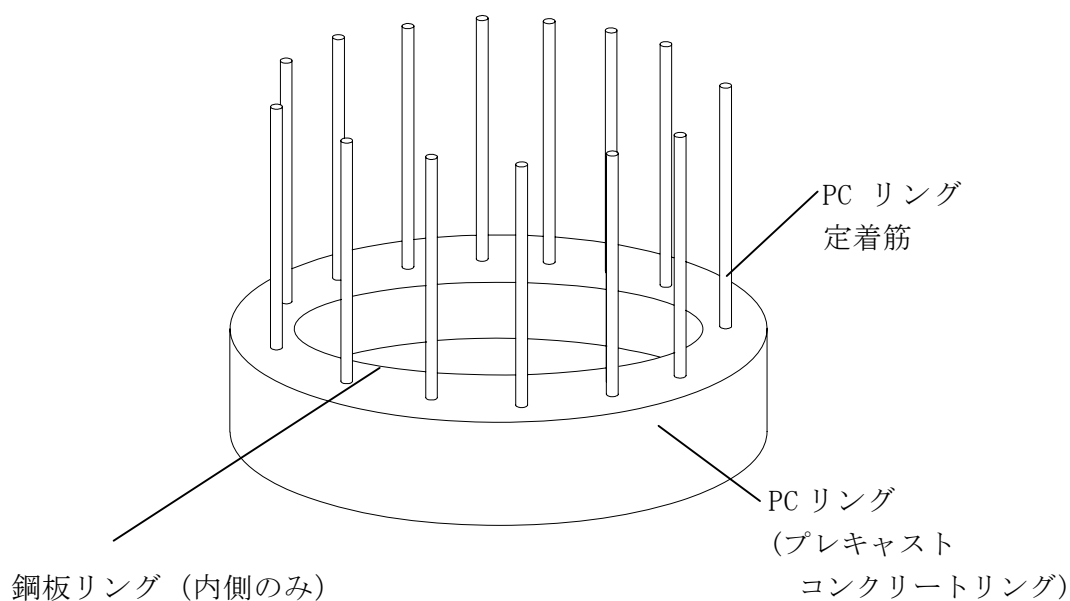


図 2.2.1 PCリング概要

### (2) PCリングのせん断抵抗力

PCリングのせん断抵抗力  $Q_a$  は、図 2.2.2 示すように杭頭せん断力を受ける加力前面のせん断抵抗力  $R_a$  と加力側面のせん断抵抗力  $R_b$  に分けて算定した和とする。

$$Q_a = R_a + R_b$$

式 2.2.1

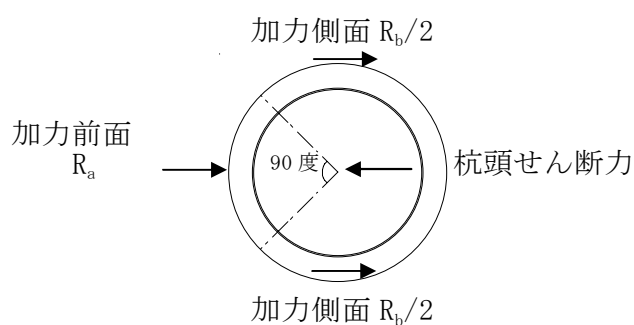


図 2.2.2 PCリングのせん断抵抗力

### ①加力前面のせん断抵抗力 $R_a$

加力前面の部分は円弧形であるが、図 2.2.3 に示すように円弧の中心線を長辺とする等価な矩形断面に置き換え、式 2.2.2 で  $R_a$  を算定する。

右辺第一項は PC リング定着筋による水平抵抗力を、右辺第二項は鋼板リングのせん断抵抗力を表す。

$$R_a = n_a \cdot \min[T_y, T_{b1}, T_{b2}, T_c] \cdot (d - X_n/3) / H_a + 0.5 \tau_p \cdot B_p \cdot t_s \quad \text{式 2.2.2}$$

記号	$n_a$	: 加力前面の PC リング定着筋本数
	$T_y$	: 短期許容引張力
	$T_{b1}$	: PC リング内短期許容付着力
	$T_{b2}$	: パイルキャップ内短期許容付着力
	$T_c$	: コンクリート圧縮応力度が短期許容値に達する時の引張力
	$X_n$	: コンクリート圧縮縁から中立軸までの距離
	$H_a$	: PC リングせい
	$\tau_p$	: 鋼板リングの短期許容せん断応力度
	$B_p$	: 加力前面における鋼板リングの弧長
	$t_s$	: 鋼板リング板厚

右辺第二項の 0.5 は、鋼板リングのせん断応力が図 2.2.5 示すように三角形に分布すると仮定した補正係数である。

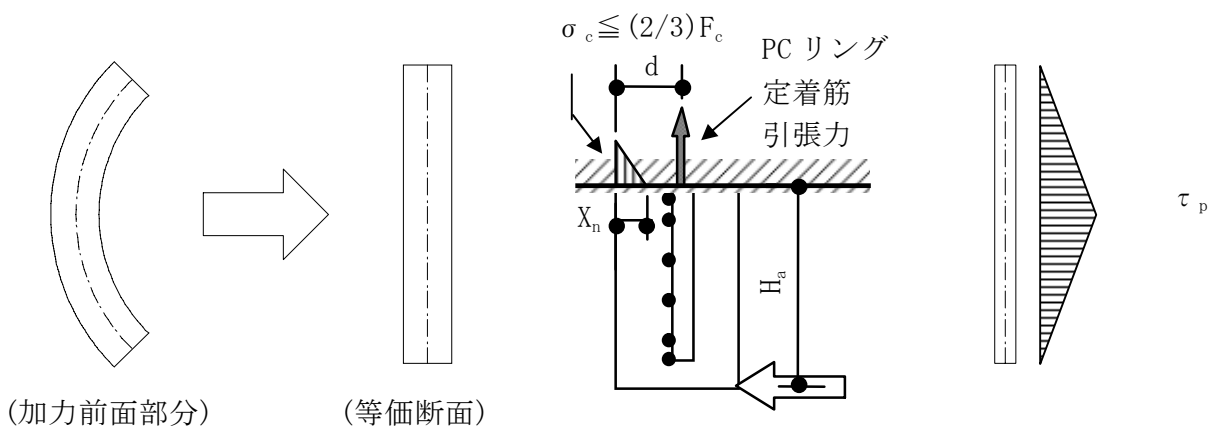


図 2.2.3 加力前面の等価断面置換

図 2.2.4 第一項

図 2.2.5 第二項

### ②加力側面のせん断抵抗力 $R_b$

加力側面では、杭体からの水平力が鋼板リング及びスパイラル筋の引張力で側面に伝達 ( $R_{b1}$ ) した後、PC リング定着筋及び PC リング内コンクリートのせん断によってパイルキャップへ伝達 ( $R_{b2}$ ) されるとし、両者の小さな値を  $R_b$  とする。

$$R_b = \min[R_{b1}, R_{b2}] \quad \text{式 2.2.3}$$

$$R_{b1} = 2 (\sigma_p \cdot t_s \cdot H_s + N_u \cdot \sigma_u \cdot a_u) \quad \text{式 2.2.4}$$

$$R_{b2} = 1.65 a_d \sqrt{\sigma_B \cdot \sigma_y} / 1.5 + (3/4) \tau_c \cdot A_c \quad \text{式 2.2.5}$$

- 記号  $\sigma_p$  : 鋼板リングの短期許容引張応力度  
 $H_s$  : PCリングと杭頭との重なり代  
 $N_u$  :  $H_s$  範囲におけるウルボンスパイラル筋量  
 $\sigma_u$  : ウルボンスパイラル筋の応力度 (鋼板リング短期許容応力度  $\sigma_p$  と同じとする)  
 $a_u$  : ウルボンスパイラル筋の断面積  
 $a_d$  : 加力側面の PC リング定着筋の全断面積  
 $\sigma_B$  : コンクリートの圧縮強度  
 $\sigma_y$  : 定着筋の短期許容引張応力度  
 $\tau_c$  : パイルキャップコンクリートの短期許容せん断応力度  
 $A_c$  : PCリング内径を直径とする円の面積

式 2.2.5 の  $3/4$  は形状係数である。  
 なお終局時圧縮軸力側杭体の場合は、コンクリートの接合摩擦抵抗 ( $\mu \cdot N$ ) を  $R_{b1}$  に加算することができる。

- $\mu$  : コンクリートの摩擦係数で 0.1 とする  
 $N$  : 終局時圧縮軸力

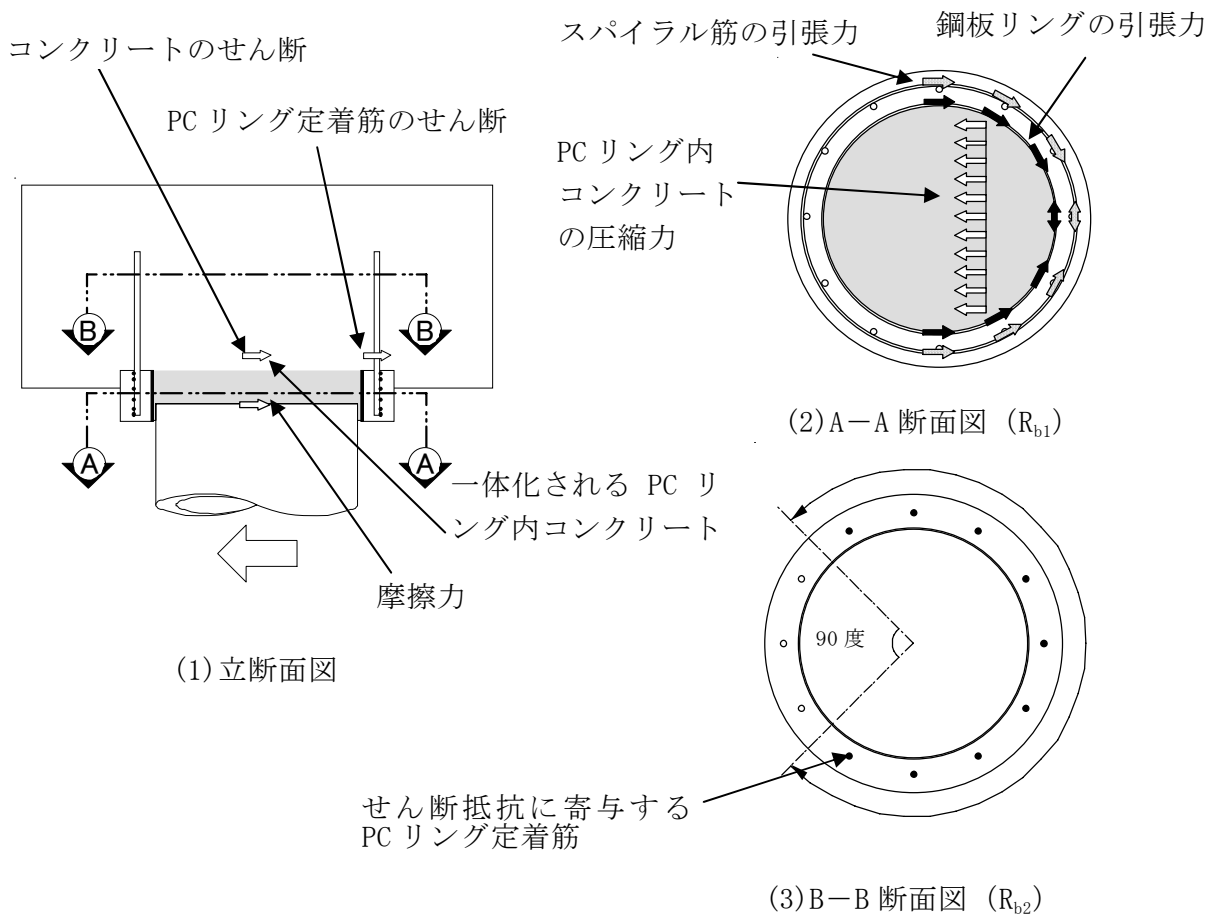


図 2.2.6  $R_b$  の評価モデル

### (3) PCリングの長期許容せん断力の算定

PCリングの長期許容せん断力 ${}_LQ_a$ は、式 2.2.6 に示すようにPCリングのせん断抵抗力 $Q_a$ の1/2とする。これは、多くのPCリングでは $R_a$ がコンクリートの圧縮で決まっていること、及びウルボンスパイラル筋の認定によれば短期許容/長期許容=585/290 $\doteq$ 2.0であることによる。

$${}_LQ_a = (R_a + R_b) / 2.0 \quad \text{式 2.2.6}$$

### (4) PCリングの短期許容せん断力の算定

PCリングの許容せん断力 ${}_sQ_a$ は式 2.2.7 に示すようにPCリングのせん断抵抗力 $Q_a$ とする。

$${}_sQ_a = R_a + R_b \quad \text{式 2.2.7}$$

### (5) PCリングの終局せん断耐力の算定

終局時のせん断耐力は、式 2.2.2~5 において、鋼板リング及びPCリング定着筋では短期許容引張応力度を引張強度に、コンクリートは短期許容応力度を圧縮強度に、ウルボンスパイラル筋の引張応力度を降伏点強度に読み替え、式 2.2.7 の第一項を 1.5 倍して算定する。上記によって算定した $R_a$ を $R_a'$ 、 $R_b$ を $R_b'$ とおくと、式 2.2.8 で表現できる。

$$\begin{aligned} {}_uQ_r &= R_a' + R_b' \\ &= R_a' + \min[R_{b1}' + \mu \cdot N, R_{b2}'] \end{aligned} \quad \text{式 2.2.8}$$

ここで、 $\mu \cdot N$  は終局時圧縮軸力を受ける杭頭でのみ考慮できる摩擦項である。したがって、終局せん断耐力は軸力に応じて、次の最小値 $\{Q_u\}_{\min}$ 、最大値 $\{Q_u\}_{\max}$ がある。

$$\{ {}_uQ_r \}_{\min} = R_a' + \min[R_{b1}', R_{b2}'] \quad \text{式 2.2.9}$$

$$\{ {}_uQ_r \}_{\max} = R_a' + \max[R_{b1}', R_{b2}'] \quad \text{式 2.2.10}$$

## (6) PCリング仕様一覧

表 2.2.1 PCリング仕様 (標準N)

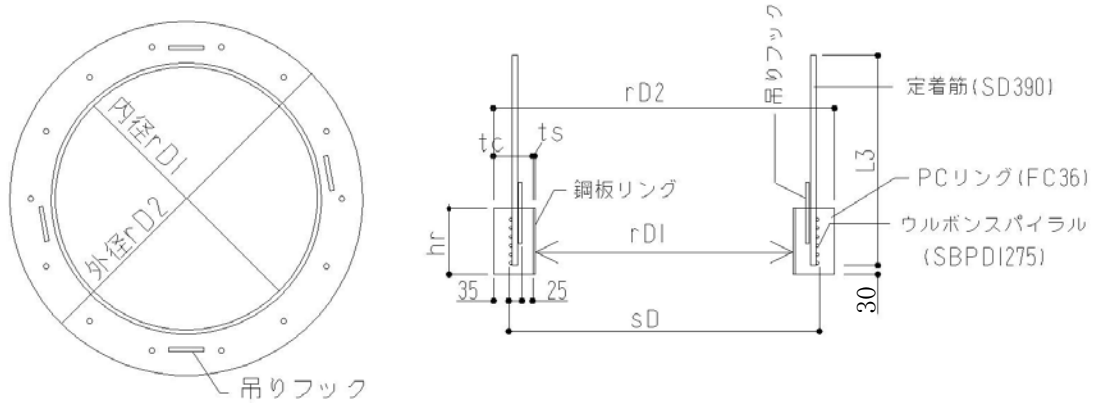
杭径 (mm)	NO.	タイプ	PCリング		PCa		鋼板リング		スパイラル筋		定着筋	
			内径 r D1 (mm)	外径 r D2 (mm)	厚さ (mm)	せい (mm)	肉厚 (mm)	材質	径 (mm)	間隔 (巻き数)	配筋	定着長 (mm)
800	N-11	C	900	1149	120	200	4.5	SS400	9	@30 (8)	18 -D16	450
900	N-12	C	1000	1249	120	200	4.5	SS400	9	@30 (8)	20 -D16	450
1000	N-13	C	1100	1349	120	200	4.5	SS400	9	@30 (8)	22 -D16	450
1100	N-14	D1	1200	1452	120	200	6.0	SS400	9	@30 (8)	24 -D16	450
1200	N-15	D1	1300	1552	120	200	6.0	SS400	9	@30 (8)	26 -D16	450
1300	N-16	D1	1400	1652	120	200	6.0	SS400	9	@30 (8)	28 -D16	450
1400	N-17	D2	1500	1752	120	200	6.0	SS400	10.7	@30 (8)	30 -D16	450
1500	N-18	D2	1600	1852	120	200	6.0	SS400	10.7	@30 (8)	32 -D16	450
1600	N-19	E	1700	1958	120	200	9.0	SM490	10.7	@30 (8)	32 -D19	550
1700	N-20	E	1800	2058	120	200	9.0	SM490	10.7	@30 (8)	34 -D19	550
1800	N-21	E	1900	2158	120	200	9.0	SM490	10.7	@30 (8)	36 -D19	550
1900	N-22	E	2000	2258	120	200	9.0	SM490	10.7	@30 (8)	38 -D19	550
2000	N-23	E	2100	2358	120	200	9.0	SM490	10.7	@30 (8)	40 -D19	550
2100	N-24	F	2200	2518	150	250	9.0	SM490	10.7	@25 (10)	42 -D19	550
2200	N-25	F	2300	2618	150	250	9.0	SM490	10.7	@25 (10)	44 -D19	550
2300	N-26	F	2400	2718	150	250	9.0	SM490	10.7	@25 (10)	46 -D19	550
2400	N-27	G	2500	2824	150	250	12.0	SM490	10.7	@25 (10)	48 -D19	550
2500	N-28	G	2600	2924	150	250	12.0	SM490	10.7	@25 (10)	50 -D19	550
2600	N-29	G	2700	3024	150	250	12.0	SM490	10.7	@25 (10)	52 -D19	550
2700	N-30	H	2800	3132	150	250	16.0	SM490	12.6	@25 (10)	54 -D19	550
2800	N-31	H	2900	3232	150	250	16.0	SM490	12.6	@25 (10)	56 -D19	550
2900	N-32	H	3000	3332	150	250	16.0	SM490	12.6	@25 (10)	58 -D19	550
3000	N-33	H	3100	3432	150	250	16.0	SM490	12.6	@25 (10)	60 -D19	550

表 2.2.2 PCリング仕様 (S1)

杭径 (mm)	NO.	タイプ	PCリング		PCa		鋼板リング		スパイラル筋		定着筋	
			内径 r D1 (mm)	外径 r D2 (mm)	厚さ (mm)	せい (mm)	肉厚 (mm)	材質	径 (mm)	間隔 (巻き数)	配筋	定着長 (mm)
800	S1-11	CS1	900	1149	118.5	200	6.0	SS400	12.6	@30 (8)	22 -D16	450
900	S1-12	CS1	1000	1249	118.5	200	6.0	SS400	12.6	@30 (8)	22 -D16	450
1000	S1-13	CS1	1100	1349	118.5	200	6.0	SS400	12.6	@30 (8)	24 -D16	450
1100	S1-14	DS1	1200	1452	117	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	24 -D16	450
1200	S1-15	DS1	1300	1552	117	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	26 -D16	450
1300	S1-16	DS1	1400	1652	117	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	28 -D16	450
1400	S1-17	DS1	1500	1752	117	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	30 -D16	450
1500	S1-18	DS1	1600	1852	117	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D16	450
1600	S1-19	ES1	1700	1958	117	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D19	550
1700	S1-20	ES1	1800	2058	117	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	34 -D19	550
1800	S1-21	ES1	1900	2158	117	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	36 -D19	550
1900	S1-22	ES1	2000	2258	117	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	38 -D19	550
2000	S1-23	ES1	2100	2358	117	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	40 -D19	550
2100	S1-24	FS1	2200	2518	147	250	12.0	SM490	12.6	@25 (10)	42 -D19	550
2200	S1-25	FS1	2300	2618	147	250	12.0	SM490	12.6	@25 (10)	44 -D19	550
2300	S1-26	FS1	2400	2718	147	250	12.0	SM490	12.6	@25 (10)	46 -D19	550
2400	S1-27	GS1	2500	2824	143	250	19.0	SM490	12.6	@25 (10)	48 -D19	550
2500	S1-28	GS1	2600	2924	143	250	19.0	SM490	12.6	@25 (10)	50 -D19	550
2600	S1-29	GS1	2700	3024	143	250	19.0	SM490	12.6	@25 (10)	52 -D19	550
2700	S1-30	HS1	2800	3132	144	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	54 -D19	550
2800	S1-31	HS1	2900	3232	144	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	56 -D19	550
2900	S1-32	HS1	3000	3332	144	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	58 -D19	550
3000	S1-33	HS1	3100	3432	144	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	60 -D19	550

表 2.2.3 PCリング仕様 (S2)

杭径 (mm)	NO.	タイプ	PCリング		PCa		鋼板リング		スパイラル筋		定着筋	
			内径 r D1 (mm)	外径 r D2 (mm)	厚さ (mm)	せい (mm)	肉厚 (mm)	材質	径 (mm)	間隔 (巻き数)	配筋	定着長 (mm)
800	S2-11	CS2	900	1149	115.5	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	30 -D16	450
900	S2-12	CS2	1000	1249	115.5	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	30 -D16	450
1000	S2-13	CS2	1100	1349	115.5	200	9.0	SM490	12.6	@30 (8)	30 -D16	450
1100	S2-14	DS2	1200	1452	114	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D16	450
1200	S2-15	DS2	1300	1552	114	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D16	450
1300	S2-16	DS2	1400	1652	114	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D16	450
1400	S2-17	DS2	1500	1752	114	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D16	450
1500	S2-18	DS2	1600	1852	114	200	12.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D16	450
1600	S2-19	ES2	1700	1958	113	200	16.0	SM490	12.6	@30 (8)	32 -D19	550
1700	S2-20	ES2	1800	2058	113	200	16.0	SM490	12.6	@30 (8)	34 -D19	550
1800	S2-21	ES2	1900	2158	113	200	16.0	SM490	12.6	@30 (8)	36 -D19	550
1900	S2-22	ES2	2000	2258	113	200	16.0	SM490	12.6	@30 (8)	38 -D19	550
2000	S2-23	ES2	2100	2358	113	200	16.0	SM490	12.6	@30 (8)	40 -D19	550
2100	S2-24	FS2	2200	2518	140	250	19.0	SM490	12.6	@25 (10)	42 -D19	550
2200	S2-25	FS2	2300	2618	140	250	19.0	SM490	12.6	@25 (10)	44 -D19	550
2300	S2-26	FS2	2400	2718	140	250	19.0	SM490	12.6	@25 (10)	46 -D19	550
2400	S2-27	GS2	2500	2824	140	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	48 -D19	550
2500	S2-28	GS2	2600	2924	140	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	50 -D19	550
2600	S2-29	GS2	2700	3024	140	250	22.0	SM490	12.6	@25 (10)	52 -D19	550
2700	S2-30	HS2	2800	3132	141	250	25.0	SM490	15	@25 (10)	54 -D19	550
2800	S2-31	HS2	2900	3232	141	250	25.0	SM490	15	@25 (10)	56 -D19	550
2900	S2-32	HS2	3000	3332	141	250	25.0	SM490	15	@25 (10)	58 -D19	550
3000	S2-33	HS2	3100	3432	141	250	25.0	SM490	15	@25 (10)	60 -D19	550



※PCリングかぶりの施工誤差

杭径 2500mm 以下 5mm

杭径 2600mm 以上 10mm

表 2.2.4 PCリングの短期許容せん断力比較

杭径 (mm)	NO.	短期許容せん断力 (kN)			許容せん断力比	
		N	S 1	S 2	S1/N	S2/N
800	11	510	738	1393	1.448	2.730
900	12	534	772	1461	1.447	2.737
1000	13	559	804	1528	1.437	2.734
1100	14	743	1598	2040	2.152	2.746
1200	15	776	1666	2130	2.147	2.744
1300	16	808	1732	2220	2.145	2.749
1400	17	882	1800	2310	2.041	2.620
1500	18	913	1866	2400	2.043	2.628
1600	19	1854	2484	3227	1.340	1.741
1700	20	1921	2574	3347	1.339	1.742
1800	21	1986	2661	3463	1.340	1.743
1900	22	2054	2751	3583	1.339	1.744
2000	23	2119	2838	3699	1.339	1.746
2100	24	2350	3148	4799	1.340	2.042
2200	25	2415	3235	4938	1.340	2.045
2300	26	2483	3325	5079	1.339	2.046
2400	27	3320	5218	5995	1.572	1.806
2500	28	3410	5360	6158	1.572	1.806
2600	29	3493	5492	6312	1.572	1.807
2700	30	4792	6476	7436	1.351	1.552
2800	31	4909	6637	7619	1.352	1.552
2900	32	5029	6801	7805	1.352	1.552
3000	33	5145	6962	7988	1.353	1.553

※パイルキャップの設計基準強度  $F_c=21\text{N/mm}^2$  の場合

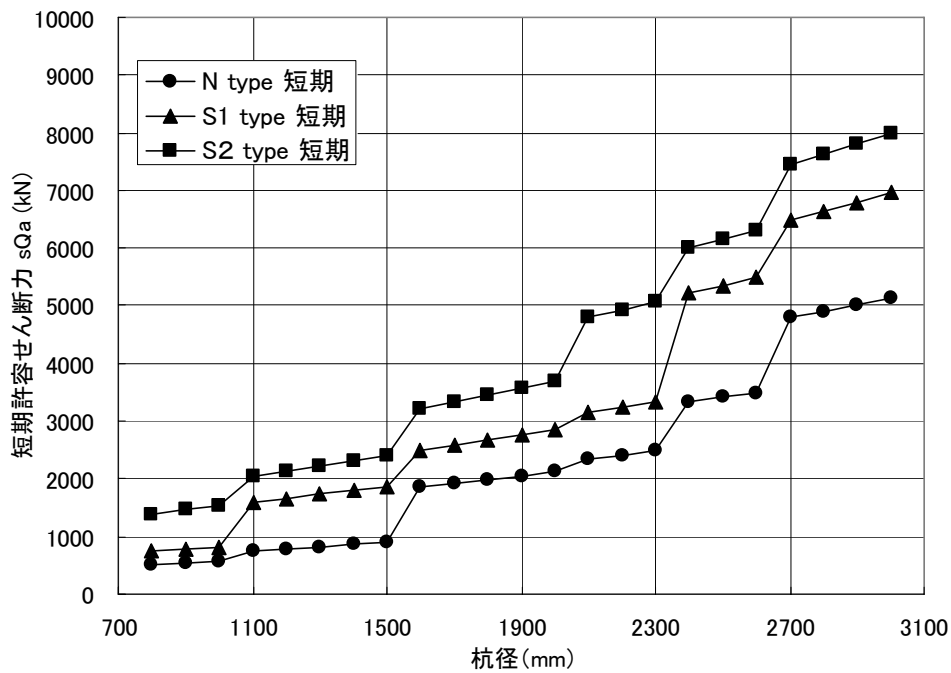


図 2.2.7 PCリング短期許容せん断力

表 2.2.5 PCリングの終局せん断耐力比較

杭径 (mm)	NO.	最小値					最大値				
		終局せん断耐力 (kN)			終局せん断耐力比		終局せん断耐力 (kN)			終局せん断耐力比	
		N	S 1	S 2	S1/N	S2/N	N	S 1	S 2	S1/N	S2/N
800	11	940	1577	2157	1.679	2.296	1645	1806	2291	1.098	1.393
900	12	963	1612	2226	1.673	2.311	1933	2075	2595	1.074	1.343
1000	13	989	1643	2295	1.661	2.320	2278	2396	2924	1.052	1.283
1100	14	1173	2366	2806	2.018	2.393	2712	3131	3574	1.154	1.318
1200	15	1206	2435	2897	2.018	2.401	3115	3569	3974	1.146	1.276
1300	16	1238	2501	2987	2.020	2.413	3510	3998	4398	1.139	1.253
1400	17	1489	2569	3078	1.725	2.067	3964	4485	4848	1.131	1.223
1500	18	1521	2635	3169	1.733	2.084	4408	4964	5322	1.126	1.207
1600	19	2407	3250	3994	1.351	1.660	5745	6127	6637	1.067	1.155
1700	20	2475	3341	4114	1.350	1.662	6332	6737	7276	1.064	1.149
1800	21	2539	3428	4230	1.350	1.666	6897	7324	7892	1.062	1.144
1900	22	2608	3519	4350	1.349	1.668	7534	7983	8581	1.060	1.139
2000	23	2672	3605	4466	1.349	1.671	8148	8619	9247	1.058	1.135
2100	24	3041	4106	5757	1.350	1.893	8833	9326	10477	1.056	1.186
2200	25	3106	4193	5896	1.350	1.898	9497	10012	11214	1.054	1.181
2300	26	3174	4283	6038	1.349	1.902	10232	10770	12024	1.053	1.175
2400	27	4010	6176	6952	1.540	1.734	11503	12811	13373	1.114	1.163
2500	28	4101	6318	7116	1.541	1.735	12310	13670	14254	1.110	1.158
2600	29	4162	6419	7239	1.542	1.739	13102	14513	15119	1.108	1.154
2700	30	5720	7404	8698	1.294	1.521	14795	16050	16682	1.085	1.128
2800	31	5836	7564	8880	1.296	1.522	15659	16958	17613	1.083	1.125
2900	32	5957	7729	9067	1.298	1.522	16595	17938	18615	1.081	1.122
3000	33	6073	7889	9250	1.299	1.523	17508	18896	19596	1.079	1.119

※パイルキャップの設計基準強度  $F_c=21\text{N/mm}^2$  の場合  
 ※杭頭部の接合摩擦抵抗は考慮していない値

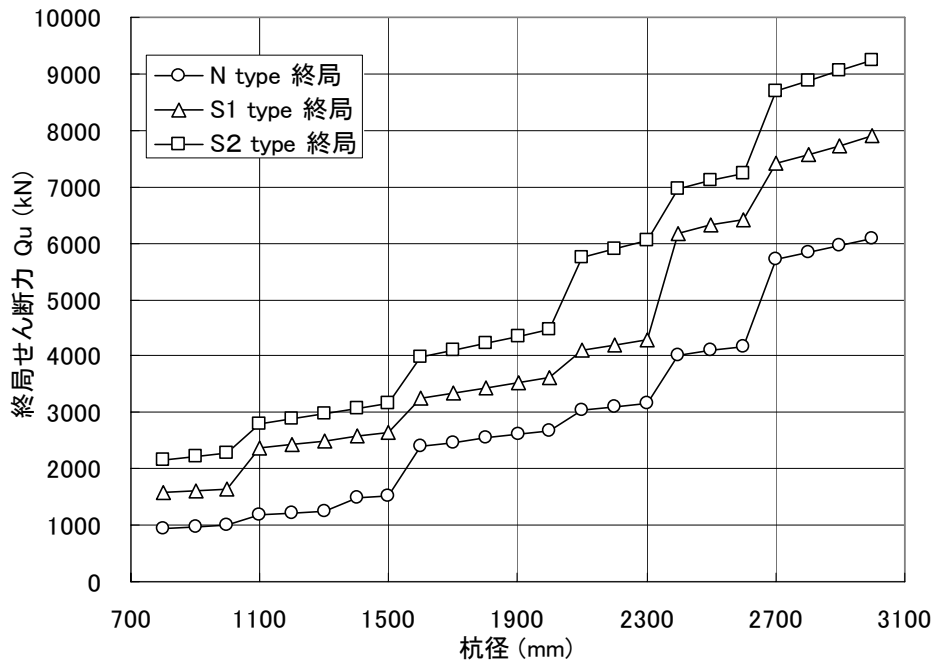


図 2.2.8 PCリング終局せん断耐力 (最小値)

## 2.3 引張定着筋仕様

### (1) 使用材料

#### a) 鉄筋

鉄筋種別：SD390, SD490, SD685

鉄筋径：D29～D41

#### b) コンクリート及びモルタル強度

基礎部及び杭体コンクリート：Fc 21N/mm<sup>2</sup>以上

シー斯拉ウト材：圧縮強度 36N/mm<sup>2</sup>以上（無収縮高強度モルタル）

#### c) シース径 表 2.3.1 引張定着筋鉄筋径とシース径の関係

鉄筋径	D29	D32	D35	D38	D41
シース内径(mm)	50	52	55	58	60
シース外径(mm)	53	55	58	61	63

### (2) 引張定着筋の短期許容引張力： ${}_sP_t$ (N/ mm<sup>2</sup>)

$${}_sP_t = n \cdot A \cdot {}_s f_t = n \cdot {}_a P_t \quad \text{式 2.3.1}$$

$${}_a P_t = A \cdot {}_s f_t \quad \text{式 2.3.2}$$

$n$ ：引張定着筋本数

$A$ ：引張定着筋 1 本あたりの断面積 (mm<sup>2</sup>)

${}_s f_t$ ：引張定着筋の短期許容引張応力度 (N/ mm<sup>2</sup>)

### (3) パイルキャップ部定着長さ

#### a) 定着板を用いない場合： ${}_f L_1$ (mm)

$${}_f L_1 \geq {}_a P_t / (\phi \cdot {}_s f_r) \quad \text{式 2.3.3}$$

$\phi$ ：鉄筋の周長 (mm)

${}_s f_r$ ：短期許容付着応力度 ( $= 1.5 \times (1.35 + Fc/25)$ ) (N/ mm<sup>2</sup>)

#### b) 定着板を用いる場合： ${}_f L_2$ (mm)

$${}_f L_2 \geq 0.3 \cdot {}_a P_t / (\phi \cdot {}_s f_r) \quad \text{かつ} \quad 12dr \quad \text{式 2.3.4}$$

$dr$ ：鉄筋の直径 (mm)

### (4) 杭体部定着長さ

#### a) シース内グラウト方式の場合： ${}_f L_3$ (mm)

$${}_f L_3 \geq \text{MAX} \left[ {}_a P_t / (\phi \cdot {}_s f_{r1}), {}_a P_t / ({}_s \phi \cdot {}_s f_b) \right] \quad \text{式 2.3.5}$$

${}_s \phi$ ：シース (外径) 周長 (mm)

${}_s f_b$ ：杭体コンクリートの短期許容付着応力度 (N/ mm<sup>2</sup>)

$$\left( = 1.5 \times \min \left\{ \frac{3}{4} (1.35 + Fc/25), \frac{Fc}{15} \right\} \right)$$

$f_{rt}$  : シースグラウト材の短期許容付着応力度 (N/ mm<sup>2</sup>)  
 (= 1.5 × (1.35 +  $F_{c1}$ /25))

$F_{c1}$  : グラウト材の圧縮強度

b) 杭体コンクリート打ち込み方式の場合 :  $fL_4$  (mm)

$$fL_4 \geq {}_aP_t / (\phi \cdot {}_s f_b)$$

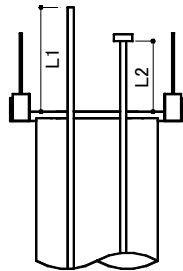
式 2.3.6

(5) 引張定着筋定着長さ仕様

(1)～(4)の条件より算定した必要定着長さを以下に示す。ただし、実用上の取り扱いを考え、50mm 単位で切り上げた値とする。

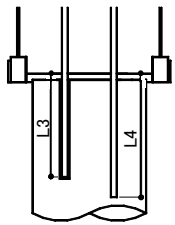
a) パイルキャップ部定着長さ :  $L_1, L_2$

表 2.3.2 パイルキャップ部定着長さ

		定着板なし (L1)					定着板あり (L2)				
		D29	D32	D35	D38	D41	D29	D32	D35	D38	D41
SD390	$F_{c21}$	850	950	1050	1150	1250	350	400	450	500	550
	$F_{c24}$	850	900	1000	1100	1200	350	400	450	500	550
	$F_{c27}$	800	850	950	1050	1150	350	400	450	500	550
	$F_c \geq 30$	750	850	900	1000	1100	350	400	450	500	550
SD490	$F_{c21}$	1100	1200	1300	1450	1550	400	450	500	550	600
	$F_{c24}$	1050	1150	1250	1350	1500	400	450	500	550	600
	$F_{c27}$	1000	1100	1200	1300	1400	400	450	500	550	600
	$F_c \geq 30$	950	1050	1150	1250	1350	400	450	500	550	600
SD685	$F_{c21}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$F_{c24}$	—	—	—	1900	2050	—	—	—	—	—
	$F_{c27}$	—	—	—	1800	1950	—	—	—	—	—
	$F_c \geq 30$	—	—	1600	1750	1850	—	—	—	—	—
NOTE	 <p>(注 : コンクリート設計基準強度 <math>F_c</math> はパイルキャップ部の値)</p>										

b) 杭体部定着長さ :  $L_3, L_4$

表 2.3.3 杭体部定着長さ

		シース内グラウト方式 (L3)					杭体コンクリート打ち込み方式 (L4)				
		D29	D32	D35	D38	D41	D29	D32	D35	D38	D41
SD390	Fc21	750	900	1000	1150	1300	1350	1500	1650	1800	1950
	Fc24	700	750	900	1000	1100	1200	1300	1450	1550	1700
	Fc27	700	750	850	900	1000	1050	1150	1300	1400	1500
	Fc $\geq$ 30	700	750	850	900	1000	1000	1100	1200	1300	1450
SD490	Fc21	900	1100	1250	1400	1600	1700	1900	2050	2250	2450
	Fc24	850	950	1100	1250	1400	1500	1650	1800	1950	2150
	Fc27	850	950	1050	1150	1250	1300	1450	1600	1750	1900
	Fc $\geq$ 30	850	950	1050	1150	1250	1250	1400	1500	1650	1800
SD685	Fc21	1300	1500	1750	1950	2250	2350	2600	2850	3100	3400
	Fc24	1200	1350	1500	1700	1950	2050	2300	2500	2750	3000
	Fc27	1200	1350	1450	1600	1750	1850	2050	2250	2450	2650
	Fc $\geq$ 30	1200	1350	1450	1600	1700	1750	1900	2100	2300	2500
NOTE	 <p>(注 : コンクリート設計基準強度 Fc は杭体部の値)  (注 : 定着長さは、施工誤差を考慮し、表中の値+100 とする)</p>										

## 2.4 杭頭部形状・補強仕様

### (1) 杭頭接合部断面形状

- 杭頭接合部の断面は、杭体部の断面形と同断面又は縮小断面形とする。  
縮小断面の大きさは、杭体部杭径の0.7倍以上、かつ1.0倍未満とする。  
この縮小断面を絞り部と定義する。
- 杭頭縮小断面の標準形は、絞り係数 $\nu=0.7$ 又は $0.85$ とする。

ここで、 $D_t$ ：杭頭部縮小断面の直径（＝絞り部の直径）

$D_p$ ：杭体断面の直径

$\nu$ ：絞り係数（ $=D_t/D_p$ ）

$\nu$ の値を0.7以上と規定した根拠は、予備実験（杭頭最小部圧縮試験）にて、絞り係数 $\nu=0.7$ の条件で、支圧効果によるコンクリート強度上昇が十分発揮され、必要とする耐力を確保出来たことによる。

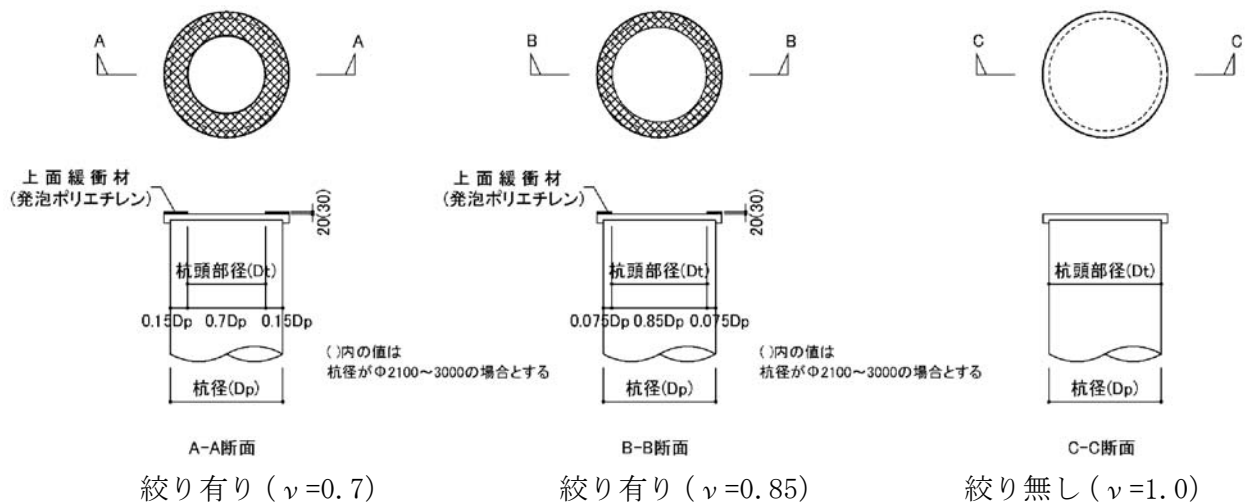


図 2.4.1 杭頭接合部断面形状

### (2) 引張定着筋配置形状

- 引張定着筋は主に、地震時に作用する杭頭部引張力に抵抗させるため、杭体とパイルキャップに定着させる。
- 引張定着筋は、杭芯を中心とする円形配置を標準とする。ただし、正方形配置も可とする。
- 円形配置の原則は以下とする。

- ① 引張定着筋の最小配置本数は4本とする。
- ② 引張定着筋の最小配置間隔（ピッチ）は、鉄筋径（公称径）の3.7倍かつシース外径の2.5倍とする。

（注：シース無の場合でも、シース有と同配置とする）

- ③ 円形配置とした時の鉄筋－鉄筋の直径（ $D_c$ ）は以下を標準とする。

絞り有り ( $\nu=0.7$ ) :  $D_c = (\text{杭径 } D_p - 200) \times 0.70$

( $\nu=0.85$ ) :  $D_c = (\text{杭径 } D_p - 200) \times 0.70 \sim 0.90$

絞り無し ( $\nu=1.0$ ) :  $D_c = (\text{杭径 } D_p - 200) \times 0.70 \sim 0.90$

表 2.4.1 引張定着筋の配置径  $D_c$  の最大値  $tD$  (円形配置)

NO.	杭径 $D$ (mm)	$0.9x$ ( $D-200$ )	円形配置									
			绞りなし		绞り率0.70				绞り率0.85			
			L1	$tD$	$pD1$	L1	L2	$tD$	$pD1$	L1	L2	$tD$
11	800	540	75	420	560	75	70	420	680	75	130	420
12	900	630	90	490	630	90	70	490	765	90	138	490
13	1000	720	105	560	700	105	70	560	850	105	145	560
14	1100	810	120	630	770	120	70	630	935	120	153	630
15	1200	900	120	730	840	135	70	700	1020	120	145	730
16	1300	990	120	830	910	150	70	770	1105	120	138	830
17	1400	1080	120	930	980	165	70	840	1190	120	130	930
18	1500	1170	120	1030	1050	180	70	910	1275	120	123	1030
19	1600	1260	120	1130	1120	195	70	980	1360	120	115	1130
20	1700	1350	120	1230	1190	210	70	1050	1445	120	108	1230
21	1800	1440	120	1330	1260	225	70	1120	1530	120	100	1330
22	1900	1530	120	1430	1330	240	70	1190	1615	120	93	1430
23	2000	1620	120	1530	1400	255	70	1260	1700	120	85	1530
24	2100	1710	120	1630	1470	270	70	1330	1785	120	78	1630
25	2200	1800	120	1730	1540	285	70	1400	1870	120	70	1730
26	2300	1890	120	1830	1610	300	70	1470	1955	130	73	1810
27	2400	1980	120	1930	1680	315	70	1540	2040	135	70	1900
28	2500	2070	120	2030	1750	330	70	1610	2125	145	73	1980
29	2600	2160	120	2130	1820	345	70	1680	2210	150	70	2070
30	2700	2250	120	2230	1890	360	70	1750	2295	160	73	2150
31	2800	2340	120	2330	1960	375	70	1820	2380	165	70	2240
32	2900	2430	120	2430	2030	390	70	1890	2465	175	73	2320
33	3000	2520	125	2520	2100	405	70	1960	2550	180	70	2410

注1) 以下の3つの条件を満足する最小値を $tD$ とする。

- ①  $L1 \geq 120$  ( $D=800\phi$  では  $L1 \geq 75$ 、 $D=900\phi$  では  $L1 \geq 90$ 、 $D=1000\phi$  では  $L1 \geq 105$  とする)
- ②  $L2 \geq 70$
- ③  $tD \leq 0.9x$  ( $D-200$ )

注2) 杭径 $D=800\sim 1000\phi$  の場合は、杭主筋とシースの空き寸法に注意の事。

L1 : HOOP筋内法からシース芯までの距離、 L2 : 上面緩衝材内法からシース芯までの距離

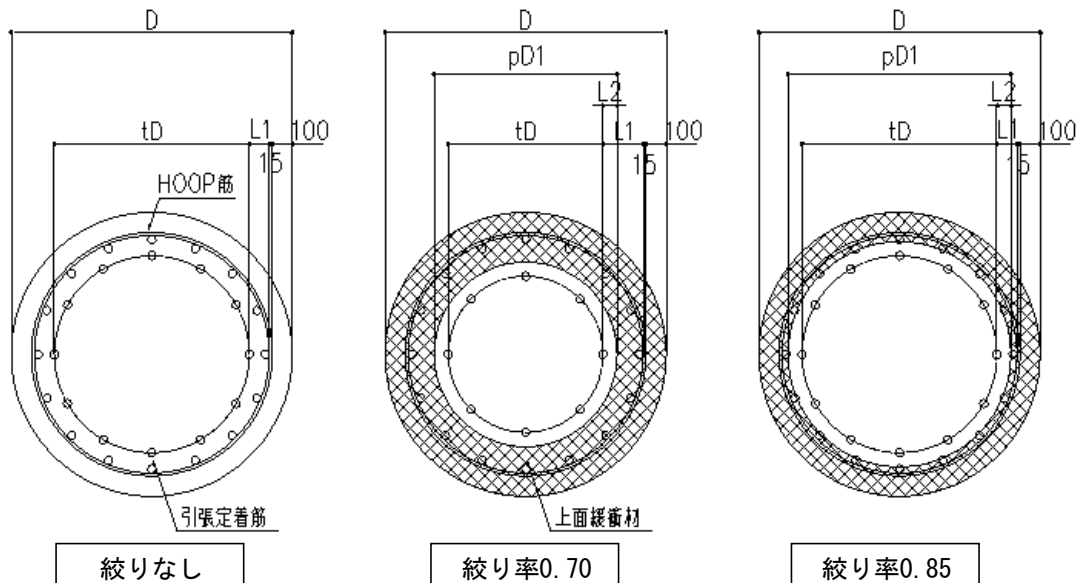


表 2. 4. 2 引張定着筋の配置径 Dc の最大値 tB (正方形配置)

正方形配置												
NO.	杭径 D (mm)	0. 9x (D-200) /√2	绞りなし		绞り率0.70				绞り率0.85			
			L1	tB	pD1	L1	L2	tB	pD1	L1	L2	tB
11	800	382	注2)参照									
12	900	446	注2)参照									
13	1000	509	注2)参照									
14	1100	573	124	440	770	124	74	440	935	124	156	440
15	1200	636	124	510	840	139	74	490	1020	124	149	510
16	1300	700	125	580	910	153	73	540	1105	125	142	580
17	1400	764	125	650	980	168	73	590	1190	125	135	650
18	1500	827	126	720	1050	183	73	640	1275	126	128	720
19	1600	891	126	790	1120	197	72	690	1360	126	121	790
20	1700	955	127	860	1190	212	72	740	1445	127	114	860
21	1800	1018	120	940	1260	226	71	790	1530	120	100	940
22	1900	1082	121	1010	1330	241	71	840	1615	121	93	1010
23	2000	1146	121	1080	1400	256	71	890	1700	121	86	1080
24	2100	1209	122	1150	1470	270	70	940	1785	122	79	1150
25	2200	1273	122	1220	1540	285	70	990	1870	122	72	1220
26	2300	1337	123	1290	1610	307	77	1030	1955	130	73	1280
27	2400	1400	123	1360	1680	321	76	1080	2040	138	73	1340
28	2500	1464	124	1430	1750	336	76	1130	2125	145	73	1400
29	2600	1528	125	1500	1820	351	76	1180	2210	153	73	1460
30	2700	1591	125	1570	1890	365	75	1230	2295	160	73	1520
31	2800	1655	126	1640	1960	380	75	1280	2380	168	73	1580
32	2900	1719	126	1710	2030	395	75	1330	2465	176	73	1640
33	3000	1782	127	1780	2100	409	74	1380	2550	183	73	1700

注1) 以下の3つの条件を満足する最小値をtBとする。

① L1 ≥ 120

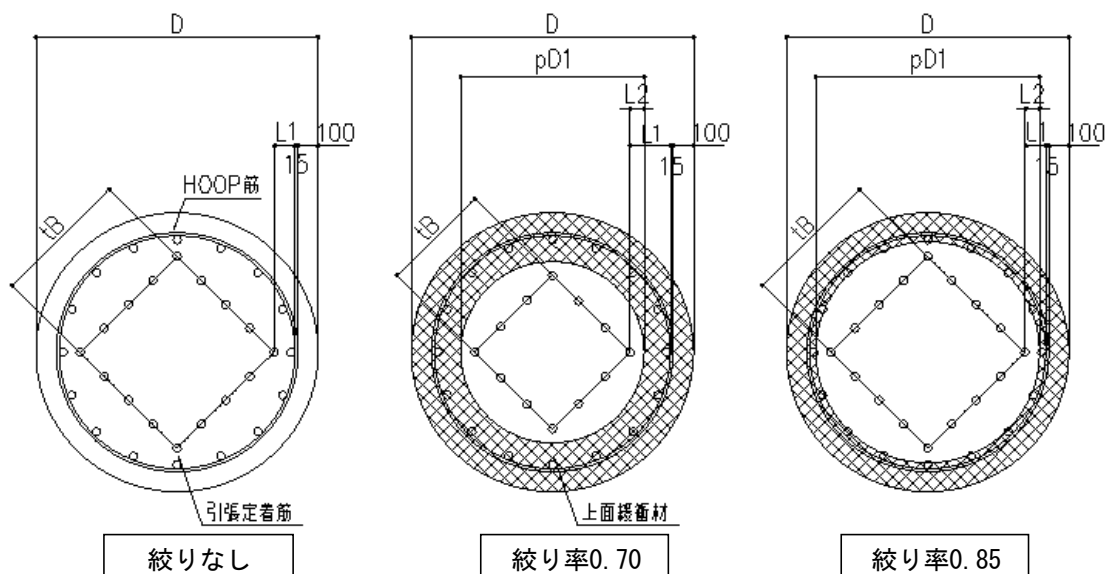
② L2 ≥ 70

③ tB ≤ {0. 9x (D-200)} / √2

注2) D=800~1000φの場合は、杭主筋とシースの空き寸法及び上面緩衝剤との間隔を考慮の上でtBを決める事。

注3) D=1100~1300φの場合は、杭主筋とシースの空き寸法に注意の事。

L1 : HOOP筋内法からシース芯までの距離、 L2 : 上面緩衝材内法からシース芯までの距離



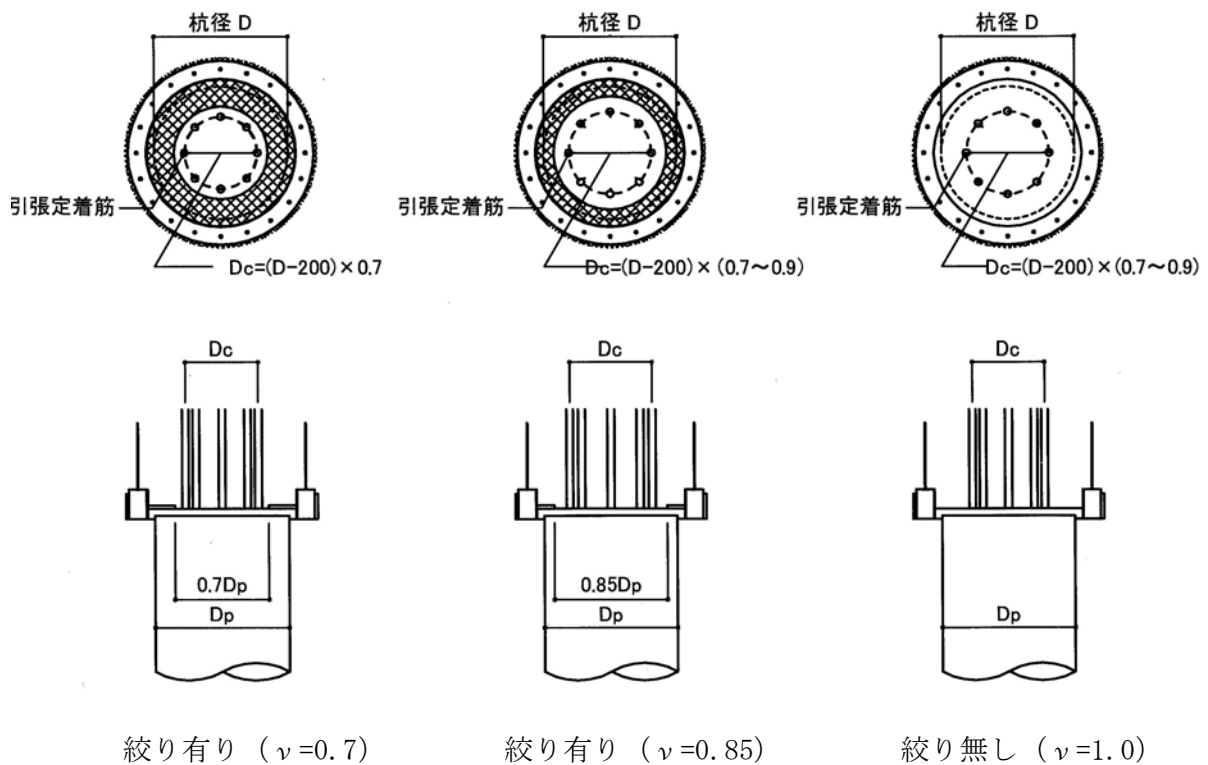


図 2.4.2 引張定着筋配置形状

(3) PCリングと杭頭部の納まり

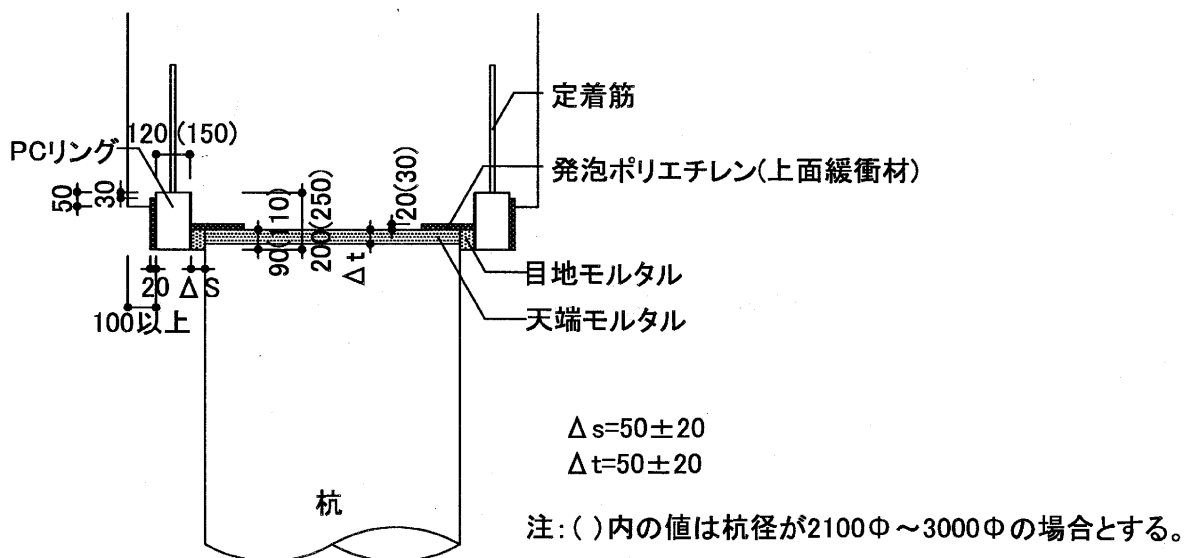


図 2.4.3 PCリング-杭頭部形状

#### (4) 杭頭部補強

杭頭部とは杭天端より下方へ杭径の5倍までの範囲をいい、この範囲の補強は原則としてウルボンスパイラルを用いて以下の要領にて行う。

##### a. 上部 1 D の補強要領

上部 1 D はウルボン材を用いる。配筋間隔は@100 以下とし、せん断補強筋比は 0.15% 以上とする。

##### b. 上部 1 D の下 4 D の補強要領

上部 1 D の下 4 D の配筋間隔は@150 以下とし、ウルボン材又は S D 材（短期許容応力度設計のみとした場合に限る）を用いる。ウルボン材を用いる場合のせん断補強筋比は 0.1% 以上とする。

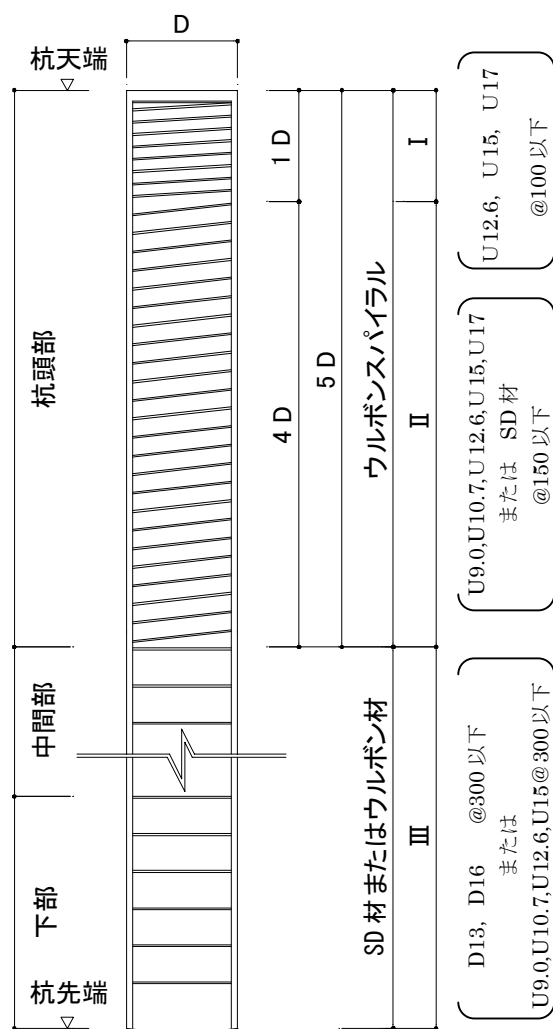


図 2.4.4 杭体補強要領

表 2.4.3 杭頭部せん断補強範囲

杭径D(mm)	1.0 D (mm)	
	I	II
800	800	3200
900	900	3600
1000	1000	4000
1100	1100	4400
1200	1200	4800
1300	1300	5200
1400	1400	5600
1500	1500	6000
1600	1600	6400
1700	1700	6800
1800	1800	7200
1900	1900	7600
2000	2000	8000
2100	2100	8400
2200	2200	8800
2300	2300	9200
2400	2400	9600
2500	2500	10000
2600	2600	10400
2700	2700	10800
2800	2800	11200
2900	2900	11600
3000	3000	12000