



## 評 定 書 (工法等)

申込者 山崎パイル株式会社 代表取締役 渡邊 宣生 様

件 名 YP-HiSTK パイル (呼び名 3035~90100)、  
YP-HiPHC パイル E タイプ (呼び名 3035~8090) 及び  
YP-HiHB パイル (呼び名 3035~8095)

令和3年1月8日付けで評定の申し込みのあった本件については、下記のとおり評定申込事項に係る技術的基準に適合しているものと評定します。

なお、本評定書の有効期間は、本評定日より令和8年2月25日までとします。

令和3年2月26日



### 記

#### 1. 評定申込事項

本件は、「遠心力高強度プレストレストコンクリートくい評定基本方針（平成24年3月16日改訂）」に係る評定の申込みがなされたものである。

#### 2. 評定の区分 更新

#### 3. 評定をした工法等 別紙1のとおり

#### 4. 評定の内容

##### (1) 方法

本評定は、基礎評定委員会（委員長：安達俊夫）において、申込者から提出された資料に基づき審査を行ったものである。

##### (2) 審査内容

別紙2のとおり

#### 5. 備考

本評定は、設計・施工・品質管理等が適切に行われることを前提に、提出された資料に基づいて行ったものであり、個々の製品の製造並びに工事等の実施過程及び実施結果の適切性は評定の範囲に含まれていない。

本件は、「遠心力高強度プレストレストコンクリートくい評定基本方針（平成24年3月16日改訂）」に係る、コンクリートの設計基準強度を105N/mm<sup>2</sup>とした常圧蒸気養生によるプレテンション方式遠心力高強度プレストレストコンクリートくいについての評定であり、本評定におけるくいの構造方法及び構造性能は以下のとおりである。

1. くいの種別・寸法・構造

YP-HiSTKパイルの種別及び寸法は表1-1のとおりとし、その構造を図1-1に示す。

表1-1 YP-HiSTKパイルの種別及び寸法

呼び名	種類	本体部径 D1 (mm)	拡底部径 D2 (mm)	1種			2種			杭長 L (m)	拡底部長 Lo (mm)	テーバー部		有効プレストレス量	
				内径		厚さ	内径		厚さ			a	b	1種 σ <sub>ce</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	2種 σ <sub>ce</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
				D3 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	D3 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)			(mm)	(mm)		
3035	A	300	350	180	60	85	-	-	-	5~13	700	25	100	4.15	-
	B													8.28	-
	C													10.20	-
3540	A	350	400	230	60	85	220	65	90	5~13	800	25	100	4.20	4.11
	B													8.31	8.15
	C													10.18	9.67
4045	A	400	450	270	65	90	250	75	100	5~15	900	25	100	4.12	4.05
	B													8.23	7.68
	C													10.28	9.59
4050	A	400	500	270	65	115	250	75	125	5~15	1000	50	100	4.12	4.05
	B													8.23	7.68
	C													10.28	9.59
4550	A	450	500	310	70	95	290	80	105	5~15	1000	25	100	4.12	4.10
	B													8.29	8.09
	C													10.29	9.94
4555	A	450	550	310	70	120	290	80	130	5~15	1100	50	100	4.12	4.10
	B													8.29	8.09
	C													10.29	9.94
5060	A	500	600	340	80	130	300	100	150	5~15	1200	50	100	4.16	4.11
	B													8.28	7.73
	C													10.26	9.96
6070	A	600	700	420	90	140	380	110	160	5~15	1400	50	100	4.13	4.09
	B													8.22	8.10
	C													10.33	10.01
7080	A	700	800	500	100	150	460	120	170	5~15	1600	50	100	4.16	4.09
	B													8.06	7.80
	C													10.12	10.10
8090	A	800	900	580	110	160	540	130	180	5~15	1800	50	100	4.14	4.04
	B													8.11	7.88
	C													9.91	10.20
90100	A	900	1000	660	120	170	620	140	190	5~15	2000	50	100	4.13	4.14
	B													8.11	8.26
	C													10.02	10.44

表中の1種は標準厚タイプ、2種は特厚タイプを示す。

※長さは1m単位とする。

※下杭として使用する。

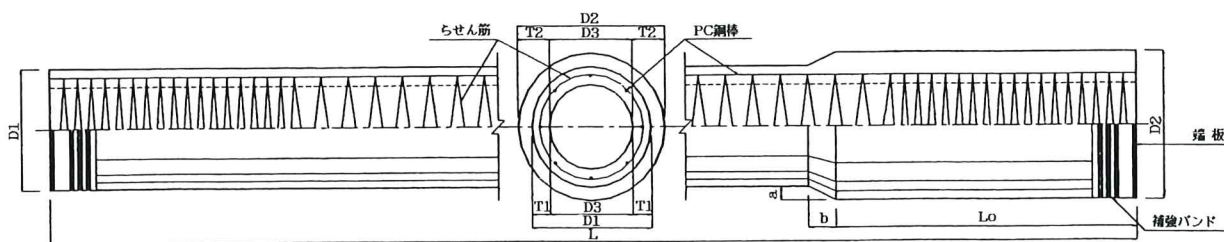


図1-1 YP-HiSTKパイル構造図

YP-HiPHCパイプ Eタイプの種別及び寸法は表1-2のとおりとし、その構造を図1-2に示す。

表1-2 YP-HiPHCパイプ Eタイプの種別及び寸法

呼び名	種類	本体 部径 D1 (mm)	拡底 部径 D2 (mm)	1種			2種			杭長 L (m)	拡底 部長 Lo (mm)	テーパ部		有効 <sup>1)</sup> レストス量	
				内径 D3 (mm)	厚さ		内径 D3 (mm)	厚さ				a (mm)	b (mm)	1種 $\sigma_{ce}$ (N/mm <sup>2</sup> )	2種 $\sigma_{ce}$ (N/mm <sup>2</sup> )
					T1 (mm)	T2 (mm)		T1 (mm)	T2 (mm)						
3035	A	300	350	180	60	85	-	-	-	5~13	700	25	100	4.15	-
	B									5~15				8.28	-
	C									10.20				-	
3540	A	350	400	230	60	85	220	65	90	5~13	800	25	100	4.20	4.11
	B									5~15				8.31	8.15
	C									10.18				9.67	
4045	A	400	450	270	65	90	250	75	100	5~15	900	25	100	4.12	4.05
	B													8.23	7.68
	C													10.28	9.59
4050	A	400	500	270	65	115	250	75	125	5~15	1000	50	100	4.12	4.05
	B													8.23	7.68
	C													10.28	9.59
4550	A	450	500	310	70	95	290	80	105	5~15	1000	25	100	4.12	4.10
	B													8.29	8.09
	C													10.29	9.94
5060	A	500	600	340	80	130	300	100	150	5~15	1200	50	100	4.16	4.11
	B													8.28	7.73
	C													10.26	9.96
6070	A	600	700	420	90	140	380	110	160	5~15	1400	50	100	4.13	4.09
	B													8.22	8.10
	C													10.33	10.01
7080	A	700	800	500	100	150	460	120	170	5~15	1600	50	100	4.16	4.09
	B													8.06	7.80
	C													10.12	10.10
8090	A	800	900	580	110	160	540	130	180	5~15	1800	50	100	4.14	4.04
	B													8.11	7.88
	C													9.91	10.20

表中の1種は標準厚タイプ、2種は特厚タイプを示す。

※長さは1m単位とする。

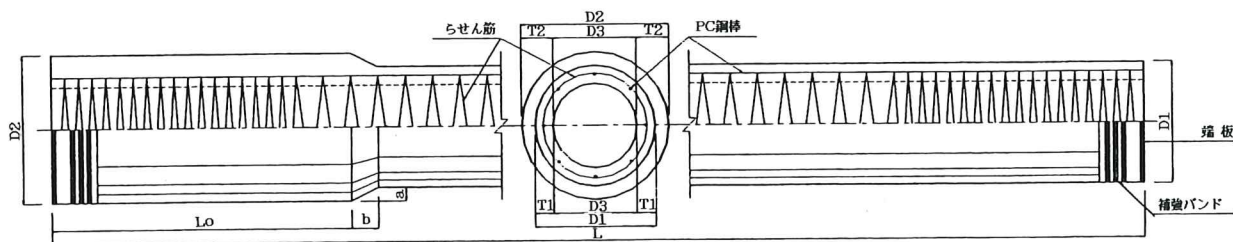


図1-2 YP-HiPHCパイプ Eタイプ構造図

YP-HiHBパイルの種別及び寸法は表1-3のとおりとし、その構造を図1-3に示す。

表1-3 YP-HiHBパイルの種別及び寸法

呼び名	種類	本体 部径 D1 (mm)	拡底 部径 D2 (mm)	1種			2種			杭長 L (m)	拡底 部長 Lo (mm)	テーバー部		溝部				有効プレストレス量		
				内径		厚さ	内径		厚さ			a	b	B	h	H	Ho	1種	2種	
				D3 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	D3 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	$\sigma_{ce}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{ce}$ (N/mm <sup>2</sup> )
3035	A	300	350	180	60	85	-	-	-	5~13	700	25	100	15	3	55	250	4.15	-	
	B									5~15								8.28	-	
	C									10.20								-		
3540	A	350	400	230	60	85	220	65	90	5~13	800	25	100	20	4	65	300	4.20	4.11	
	B									5~15								8.31	8.15	
	C									10.18								9.67		
4050	A	400	500	270	65	115	250	75	125	5~15	1000	50	100	25	5	80	370	4.12	4.05	
	B									8.23								7.68		
	C									10.28								9.59		
4555	A	450	550	310	70	120	290	80	130	5~15	1100	50	100	25	5	90	400	4.12	4.10	
	B									8.29								8.09		
	C									10.29								9.94		
5060	A	500	600	340	80	130	300	100	150	5~15	1200	50	100	30	6	95	450	4.16	4.11	
	B									8.28								7.73		
	C									10.26								9.96		
6070	A	600	700	420	90	140	380	110	160	5~15	1400	50	100	30	6	110	500	4.13	4.09	
	B									8.22								8.10		
	C									10.33								10.01		
7080	A	700	800	500	100	150	460	120	170	5~15	1600	50	100	35	7	130	600	4.16	4.09	
	B									8.06								7.80		
	C									10.12								10.10		
8095	A	800	950	580	110	185	540	130	205	5~15	1900	75	150	45	9	150	700	4.14	4.04	
	B									8.11								7.88		
	C									9.91								10.20		

表中の1種は標準厚タイプ、2種は特厚タイプを示す。

※長さは1m単位とする。

※下杭として使用する。

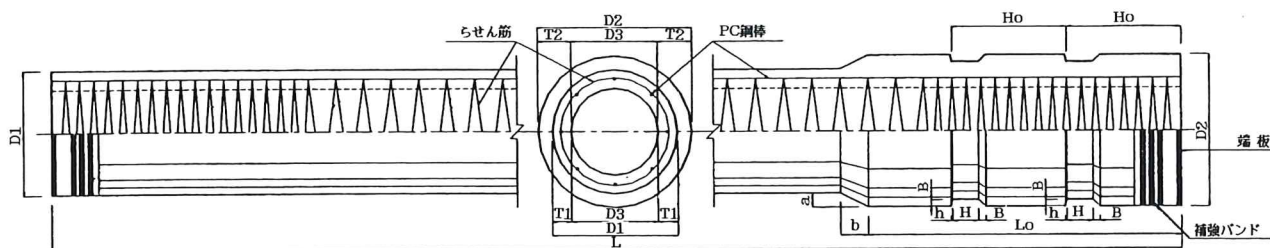


図1-3 YP-HiHBパイル構造図

## 2. くい体の主な構成材料

くい体の主な構成材料は、表 2-1 のとおりとする。

表 2-1 主な構成材料

材 料	種 類	メーカー(産地)
セメント	JIS R 5210 に規定される 普通ポルトランドセメント	太平洋セメント(株)製
水	上水道水及び地下水	—
骨材	細骨材(砕砂)	阿賀町産
	粗骨材(砕石)	阿賀町産
混和材	Σ 2000	デンカ(株)製
混和剤	マイティ 150	花王(株)製
緊張材	ウルボン SR8 (大臣認定番号: MTDN-0012) (リラクセーション: MTDN-0012)	高周波熱錬(株)製
	ウルボン SR15 (大臣認定番号: MTDN-0014) (リラクセーション: MTDN-0014)	
	ハイバーLR-8 (大臣認定番号: MTDN-0006) (リラクセーション: BCJ 評定 FD0044-03)	三和スチール(株)製
	ハイボン LR-8 (大臣認定番号: MTDN-0007) (リラクセーション: MTDN-0007)	萬鎬製鋼(株)製
らせん筋	JIS G 3532(鉄線)に規定される普通鉄線 (SWM-B)	—
継手金具及 び先端金具	JIS G 3106 (溶接構造用圧延鋼材) SM400, SM490 JIS G 3101 (一般構造用圧延鋼材) SS400 JIS G 3136 (建築構造用圧延鋼材) SN490	シントク工業(株)製

## 3. 適用工法

適用工法は埋め込みくい工法とする。

## 4. 使用方法

YP-HiSTKパイルは、拡径部を地側にして下くいとして使用し、YP-HiPHCパイルEタイプは、拡径部を天側にして下くい、中くい又は上くいとして使用し、YP-HiHBパイルは拡径部を地側にして下くいとして使用するものとする。

## 5. 出荷材齢

くい体の養生方法は常圧蒸気養生であり、出荷材齢はコンクリート打設後 7 日以上とする。

## 6. 製造工場

くい体の製造工場および所在地は、次のとおりとする。

山崎パイル株式会社 阿賀野工場 新潟県阿賀野市保田 1280 番地 7

## 7. コンクリートの許容応力度

くい体使用するコンクリートの許容応力度は、平成 13 年国土交通省告示第 1113 号第 8 第 1 項第五号の規定に基づき、表 6-1 に定める値とする。

ここで、長期の許容圧縮応力度は  $F/3.5$  ( $F$ : コンクリートの設計基準強度 ( $105\text{N}/\text{mm}^2$ )) の値、短期の許容圧縮応力度は長期の許容圧縮応力度の 2 倍の値としている。

表 7-1 コンクリートの許容応力度

種類	長期			短期		
	圧縮	曲げ引張	斜張	圧縮	曲げ引張	斜張
A	F/3.5=30	$\sigma_{ce}/4$ 又は2.5 のうち何れか 小さい値	1.2	長期に生ずる力に対する圧縮ま たは曲げ引張りの許容応力度の それぞれの数値の2倍とする	長期に生ずる 力に対する斜 め引張りの許 容応力度のそ れぞれの数値 の1.5倍とする	
B						
C						

注) コンクリートの設計基準強度は  $F=105\text{N}/\text{mm}^2$  でヤング係数は  $40,000\text{N}/\text{mm}^2$  とする。

## 8. くい体の軸力・曲げ耐力

### 1) 許容曲げモーメント

軸力が作用した場合の許容曲げモーメントは次式により求める。

$$M_{ca} = Z_e \left( \sigma_{ca} - \sigma_{ce} - \frac{N}{A_e} \right)$$

$$M_{ta} = Z_e \left( \sigma_{ce} + \sigma_{ta} + \frac{N}{A_e} \right)$$

ここに、 $M_{ca}$  : 圧縮縁の許容応力度より求まる許容曲げモーメント (N・mm)

$M_{ta}$  : 引張縁の許容応力度より求まる許容曲げモーメント (N・mm)

$Z_e$  : 換算断面係数 ( $\text{mm}^3$ )

$\sigma_{ce}$  : 有効プレストレス ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$N$  : 軸力 (N)

$A_e$  : 換算断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$\sigma_{ca}$  : コンクリートの許容圧縮応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\sigma_{ta}$  : コンクリートの許容曲げ引張応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

### 2) ひびわれ曲げモーメント

軸力と曲げモーメントが同時に作用した場合のひびわれ曲げモーメント  $M_{cr}$  は次式により求める。

$$M_{cr} = Z_e \left( \sigma_{ce} - \sigma_{bt} + \frac{N}{A_e} \right)$$

ここに、 $Z_e$  : 換算断面係数 ( $\text{mm}^3$ )

$\sigma_{ce}$  : 有効プレストレス ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\sigma_{bt}$  : コンクリートの曲げ引張応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$N$  : 軸力 (N)

$A_e$  : 換算断面積 ( $\text{mm}^2$ )

### 3) 破壊曲げモーメント

計算上の仮定

- ①断面は、終局に至るまで平面を保持するものとする。
- ②同一円周上に均等に配置されたP C鋼材は、等断面積の薄肉鋼管とみなす。
- ③許容曲げモーメント時とは、全断面有効とし圧縮側最外縁または、引張側最外縁のコンクリートの応力度が許容応力度に達した時とする。
- ④降伏時とは引張側最外縁のP C鋼材の応力度が降伏強度に達した時または、圧縮側最外縁のコンクリートの応力度が設計基準強度に達した時とする。
- ⑤終局時とは圧縮側最外縁のコンクリートのひずみが終局ひずみに達した時または、P C鋼材の引張ひずみが終局ひずみに達した時とする。
- ⑥断面の中立軸とは、コンクリートの圧縮ひずみが零となる位置を言う。
- ⑦コンクリートの応力度～ひずみ曲線、P C鋼材の応力度～ひずみ曲線は図8-1によるものとする。

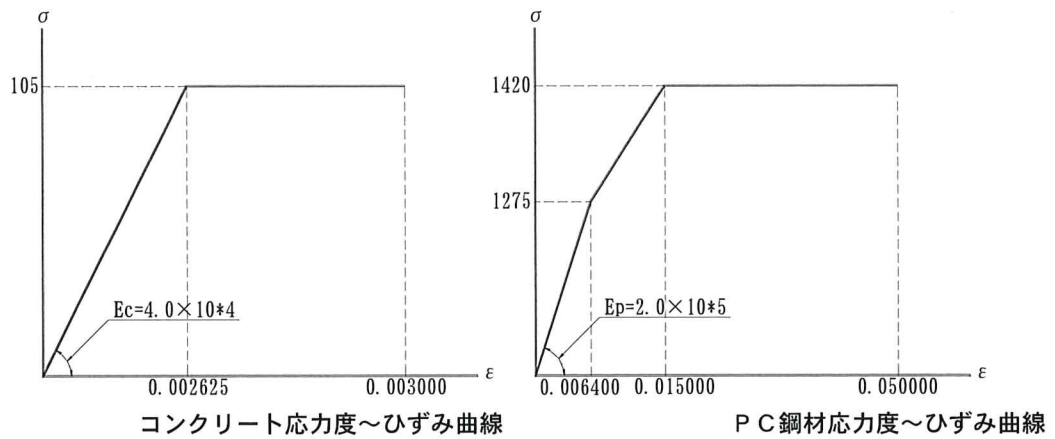


図8-1 応力度～ひずみ曲線図

計算に用いる記号

- $r_o$  : 杭の外半径 (mm)
- $r_i$  : 杭の内半径 (mm)
- $r_p$  : P C鋼材の配置半径 (mm)
- $A_c$  : コンクリートの断面積 ( $\text{mm}^2$ )
- $A_p$  : P C鋼材の断面積 ( $\text{mm}^2$ )
- $E_c$  : コンクリートの弾性係数 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $E_p$  : P C鋼材の弾性係数 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\sigma_{ce}$  : 有効プレストレス ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\sigma_{cu}$  : コンクリートの圧縮強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\epsilon_{cu}$  : コンクリートの圧縮破壊ひずみ
- $\epsilon_{cy}$  : コンクリートの降伏点ひずみ
- $\sigma_{pi}$  : 中立軸位置におけるP C鋼材の応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\epsilon_{pi}$  : 中立軸位置におけるP C鋼材のひずみ
- $\sigma_p$  : 引張側最遠のP C鋼材の応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\epsilon_p$  : 引張側最遠のP C鋼材のひずみ
- $\sigma_{p0}$  : 圧縮側最遠のP C鋼材の応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\epsilon_{p0}$  : 圧縮側最遠のP C鋼材のひずみ
- $\sigma_{py}$  : P C鋼材の降伏点応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
- $\epsilon_{py}$  : P C鋼材の降伏点ひずみ
- $\alpha_o$  : 中立軸位置における外側円の中心半角 (rad)

- $\alpha_i$  : 中立軸位置における内側円の中心半角 (rad)
- $\alpha_{oy}$  : コンクリートが降伏点に達した位置の外側円の中心半角 (rad)
- $\alpha_{iy}$  : コンクリートが降伏点に達した位置の内側円の中心半角 (rad)
- $\alpha_{py}$  : PC鋼材が降伏点に達した位置におけるPC鋼材配置円の中心半角 (rad)
- $\alpha_{opy}$  : 圧縮側最遠のPC鋼材位置の外側にPC鋼材が引張降伏点に達する位置があると考えられるとき、その位置における外側円の中心半角 (rad)
- $C_1$  : コンクリートの応力度が  $\sigma_{cu}$  に達したときの全圧縮力 (kN)
- $C_2$  : コンクリートの応力度が弾性範囲内にある部分の全圧縮力 (kN)
- $T_p$  : PC鋼材の全引張力 (kN)
- $N$  : 軸方向力 (kN)
- $M_{c1}$  :  $C_1$  による曲げモーメント (kN・m)
- $M_{c2}$  :  $C_2$  による曲げモーメント (kN・m)
- $M_p$  :  $T_p$  による曲げモーメント (kN・m)
- $M_u$  : 破壊曲げモーメント (kN・m)

計算式

① 中立軸が断面内にあるとき  $\pi \geq \alpha_o > 0$

(1) コンクリート

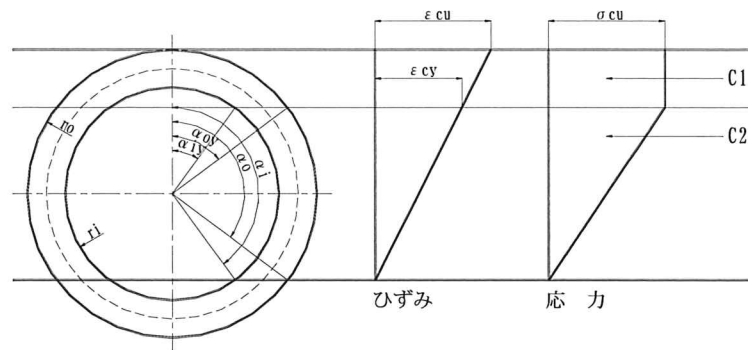


図 8-2 応力状態

$$C_1 = r_o^2 \cdot \sigma_{cu} \left\{ \alpha_{oy} - \sin \alpha_{oy} \cdot \cos \alpha_{oy} - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^2 (\alpha_{iy} - \sin \alpha_{iy} \cdot \cos \alpha_{iy}) \right\} \dots \dots \dots (1)$$

$$C_2 = \frac{2E_c \cdot \epsilon_{cu} \cdot r_o^2}{1 - \cos \alpha_o} \left\{ \frac{1}{3} (\sin^3 \alpha_o - \sin^3 \alpha_{oy}) - \frac{\cos \alpha_o}{2} (\alpha_o - \alpha_{oy} - \sin \alpha_o \cdot \cos \alpha_o + \sin \alpha_{oy} \cdot \cos \alpha_{oy}) \right. \\ \left. - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^2 \left( \frac{r_i}{3r_o} \right) (\sin^3 \alpha_i - \sin^3 \alpha_{iy}) - \frac{\cos \alpha_o}{2} (\alpha_i - \alpha_{iy} - \sin \alpha_i \cdot \cos \alpha_i + \sin \alpha_{iy} \cdot \cos \alpha_{iy}) \right\} \dots \dots (2)$$

$$M_{c1} = \frac{2}{3} r_o^3 \cdot \sigma_{cu} \left\{ \sin^3 \alpha_{oy} - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^3 \sin^3 \alpha_{iy} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

$$M_{c2} = \frac{2E_c \cdot \epsilon_{cu} \cdot r_o^3}{1 - \cos \alpha_o} \left[ \frac{1}{8} (\alpha_o - \alpha_{oy}) - \frac{1}{32} (\sin 4 \alpha_o - \sin 4 \alpha_{oy}) - \frac{1}{3} \cos \alpha_o (\sin^3 \alpha_o - \sin^3 \alpha_{oy}) - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^3 \left\{ \frac{r_i}{8r_o} (\alpha_i - \alpha_{iy}) \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{r_i}{32r_o} (\sin 4 \alpha_i - \sin 4 \alpha_{iy}) - \frac{1}{3} \cos \alpha_o (\sin^3 \alpha_i - \sin^3 \alpha_{iy}) \right\} \right] \dots \dots \dots (4)$$



ここで、

$$r_o > r_o \cdot \cos \alpha_o \geq r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_i = 0 \quad \alpha_{iy} = 0$$

$$r_i > r_o \cdot \cos \alpha_o \geq -r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_i = \cos^{-1} \left( \frac{r_o}{r_i} \cos \alpha_o \right)$$

$$r_o > r_o \cdot \cos \alpha_{oy} \geq r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_{iy} = 0$$

$$r_i > r_o \cdot \cos \alpha_{oy} \geq -r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_{iy} = \cos^{-1} \left( \frac{r_o}{r_i} \cos \alpha_{oy} \right)$$

$$-r_i > r_o \cdot \cos \alpha_o \geq -r_o \quad \text{のとき} \quad \alpha_i = \pi$$

$$r_o > r_o \cdot \cos \alpha_{oy} \geq r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_{iy} = 0$$

$$r_i > r_o \cdot \cos \alpha_{oy} \geq -r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_{iy} = \cos^{-1} \left( \frac{r_o}{r_i} \cos \alpha_{oy} \right)$$

$$-r_i > r_o \cdot \cos \alpha_{oy} \geq -r_o \quad \text{のとき} \quad \alpha_{iy} = \pi$$

(2) PC鋼材

- $\varepsilon_{p0} \geq \varepsilon_{py}$  の場合

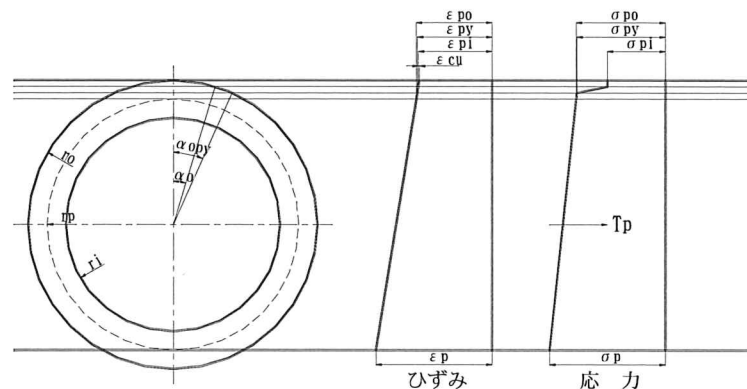


図 8-3 応力状態

$$T_p = A_p \left( \sigma_{py} + \frac{\sigma_p - \sigma_{py}}{\frac{r_p}{r_o} + \cos \alpha_{opy}} \cdot \cos \alpha_{opy} \right) \dots \dots \dots (5)$$

$$M_p = -\frac{A_p}{2} \cdot \frac{r_p^2}{r_o} \cdot \frac{\sigma_p - \sigma_{py}}{\frac{r_p}{r_o} + \cos \alpha_{opy}} \dots \dots \dots (6)$$

- $\varepsilon_{py} > \varepsilon_{p0}$  の場合

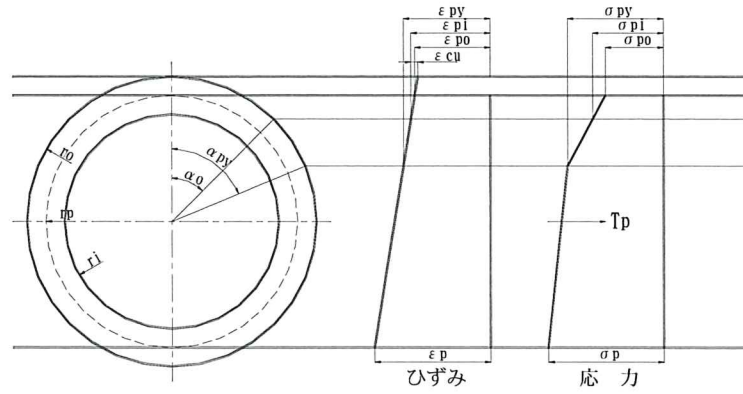


図 8-4 応力状態

$$T_p = \frac{A_p}{\pi} \left[ \alpha_{py} \cdot \alpha_{pi} + \frac{E_p \cdot \epsilon_{cu}}{1 - \cos \alpha_0} \left( \alpha_{py} \cdot \cos \alpha_0 - \frac{r_p}{r_o} \sin \alpha_{py} \right) + \alpha_{py} (\pi - \alpha_{py}) \right. \\ \left. + \frac{\sigma_p - \sigma_{py}}{1 + \cos \alpha_{py}} \{ \cos \alpha_{py} (\pi - \alpha_{py}) + \sin \alpha_{py} \} \right] \dots \dots \dots (7)$$

$$M_p = \frac{A_p \cdot r_p}{\pi} \left\{ \sigma_{pi} \cdot \sin \sigma_{py} + \frac{E_p \cdot \epsilon_{cu}}{1 - \cos \alpha_0} \cdot \cos \alpha_0 \cdot \sin \alpha_{py} - \frac{E_p \cdot \epsilon_{cu}}{2(1 - \cos \alpha_0)} \cdot \frac{r_p}{r_o} (\alpha_{py} + \sin \alpha_{py} \cdot \cos \alpha_{py}) - \alpha_{py} \cdot \sin \alpha_{py} \right. \\ \left. - \frac{\sigma_p - \sigma_{py}}{1 + \cos \alpha_{py}} \cdot \cos \alpha_{py} \cdot \sin \alpha_{py} - \frac{\sigma_p - \sigma_{py}}{1 + \cos \alpha_{py}} \cdot \frac{1}{2} (\pi - \sigma_{py} - \sin \alpha_{py} \cdot \cos \alpha_{py}) \right\} \dots \dots \dots (8)$$

ただし、

$$\epsilon_{py} \cong \epsilon_p \quad \text{のとき} \quad \alpha_{py} = \pi$$

② 中立軸が断面外にあるとき  $\alpha_0 > \pi$

(1) コンクリート

このときのコンクリートの降伏点の範囲は、

$$\pi \cong \alpha_{oy} \cong \cos^{-1} \left( \frac{2\epsilon_{cy} - \epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu}} \right)$$

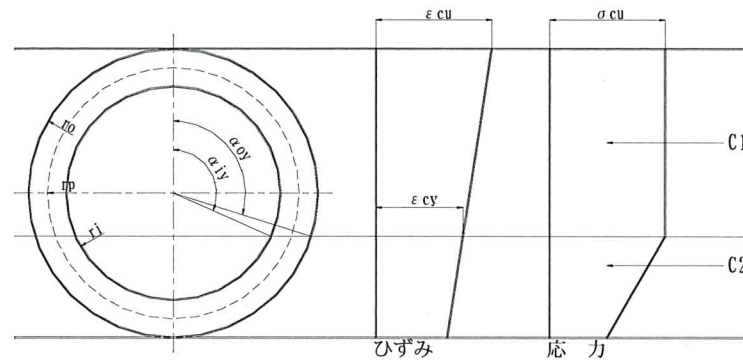


図 8-5 応力状態

$$C_1 = r_o^2 \cdot \sigma_{cu} \left\{ \alpha_{oy} - \sin \alpha_{oy} \cdot \cos \alpha_{oy} - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^2 (\alpha_{iy} - \sin \alpha_{iy} \cdot \cos \alpha_{iy}) \right\} \dots \dots \dots (9)$$

$$C_2 = \frac{2r_o \cdot E_c \cdot \epsilon_{cu}}{1 - \cos \alpha_{oy}} \left[ -\frac{1}{3} \left( 1 - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \sin^3 \alpha_{oy} - \left( \cos \alpha_{oy} - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \cdot \left( \frac{\pi - \alpha_{oy} + \sin \alpha_{oy} \cdot \cos \alpha_{oy}}{2} \right) \right. \\ \left. - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^2 \left\{ -\frac{r_i}{3r_o} \left( 1 - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \sin^3 \alpha_{iy} - \left( \cos \alpha_{oy} - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \cdot \left( \frac{\pi - \alpha_{iy} + \sin \alpha_{iy} \cdot \cos \alpha_{iy}}{2} \right) \right\} \right] \dots \dots \dots (10)$$

$$M_{c1} = \frac{2}{3} r_o^3 \cdot \sigma_{cu} \left\{ \sin^3 \alpha_{oy} - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^3 \sin^3 \alpha_{iy} \right\} \dots \dots \dots (11)$$

$$M_{c2} = \frac{2}{1 - \cos \alpha_{oy}} \cdot \frac{r_o^3 \cdot E_c \cdot \epsilon_{cu}}{3} \left[ \left( 1 - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \left( \frac{\pi - \alpha_{oy}}{8} + \frac{\sin 4 \alpha_{oy}}{32} \right) + \left( \cos \alpha_{oy} - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \frac{\sin^3 \alpha_{oy}}{3} \right. \\ \left. - \left( \frac{r_i}{r_o} \right)^3 \left\{ \frac{r_i}{r_o} \left( 1 - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \left( \frac{\pi - \alpha_{iy}}{8} + \frac{\sin 4 \alpha_{iy}}{32} \right) + \frac{1}{3} \left( \cos \alpha_{oy} - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \sin^3 \alpha_{iy} \right\} \right] \dots \dots \dots (12)$$

ここで、

$$r_o > r_o \cdot \cos \alpha_o \geq r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_i = 0 \quad \alpha_{iy} = 0$$

$$r_i > r_o \cdot \cos \alpha_o \geq -r_i \quad \text{のとき} \quad \alpha_i = \cos^{-1} \left( \frac{r_o}{r_i} \cos \alpha_{oy} \right)$$

$$-r_i > r_o \cdot \cos \alpha_o \geq -r_o \quad \text{のとき} \quad \alpha_i = \pi$$

(2) P C 鋼材

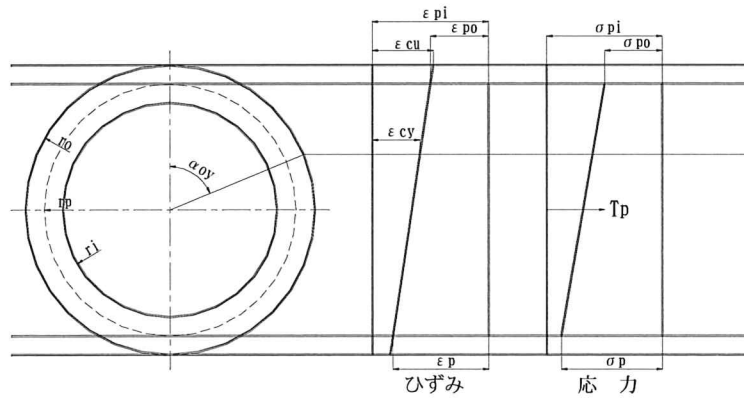


図 8 - 6 応力状態

$$T_p = A_p \cdot E_p \left( \epsilon_{pi} - \epsilon_{cu} + \frac{\epsilon_{cu} - \epsilon_{cy}}{1 - \cos \alpha_{oy}} \right) \dots \dots \dots (13)$$

$$M_p = -\frac{A_p}{2} \cdot \frac{r_p^2}{r_o} \cdot \frac{E_p (\epsilon_{cu} - \epsilon_{cy})}{1 - \cos \alpha_{oy}} \dots \dots \dots (14)$$

計算方法

軸力  $N$  及び破壊曲げモーメント  $M_u$  は計算式中の各式より (15)、(16) 式で求められる。

$$N = C_1 + C_2 - T_p \dots\dots\dots (15)$$

$$M_u = M_{c1} + M_{c2} - M_p \dots\dots\dots (16)$$

また、 $N_{min}$  のときの  $T_p$  は (17) 式、 $N_{max}$  のときの  $T_p$  は (18) 式で求められる。このとき、何れも  $M_p=0$  とする。

$$T_p = A_p \left( \sigma_{py} + \frac{\sigma_p - \sigma_{py}}{1 + \frac{\Gamma_p}{\Gamma_o}} \right) \dots\dots\dots (17)$$

$$T_p = A_p \cdot E_p (\epsilon_{pi} - \epsilon_{cu}) \dots\dots\dots (18)$$

各々、 $\alpha_0$  の実数値を式に代入して数値計算を行うが、各値には次の関係がある。

$$\alpha_{oy} = \cos^{-1} \left\{ \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} + \left( 1 - \frac{\epsilon_{cy}}{\epsilon_{cu}} \right) \cos \alpha_0 \right\}$$

$$\alpha_{opy} = \cos^{-1} \left\{ \frac{(\epsilon_{py} - \epsilon_{pi} + \epsilon_{cu}) \cos \alpha_0 - \epsilon_{py} + \epsilon_{pi}}{\epsilon_{cu}} \right\}$$

$$\alpha_{py} = \cos^{-1} \left\{ \frac{\Gamma_o}{\Gamma_p} \cdot \frac{(\epsilon_{py} - \epsilon_{pi} + \epsilon_{cu}) \cos \alpha_0 - \epsilon_{py} + \epsilon_{pi}}{\epsilon_{cu}} \right\}$$

$$\epsilon_{pi} = A_c \cdot \sigma_{ce} \left( \frac{1}{E_c \cdot A_c} + \frac{1}{E_p \cdot A_p} \right)$$

$$\epsilon_p = \epsilon_{pi} + \frac{\cos \alpha_0 + \frac{\Gamma_p}{\Gamma_o}}{1 - \cos \alpha_0} \epsilon_{cu}$$

$$\epsilon_{po} = \epsilon_{pi} + \frac{\cos \alpha_0 - \frac{\Gamma_p}{\Gamma_o}}{1 - \cos \alpha_0} \epsilon_{cu}$$

$$\alpha_{pi} = E_p \cdot \epsilon_{pi}$$

$$\epsilon_{py} \geq \epsilon_p \quad \text{のとき} \quad \sigma_p = E_p \cdot \epsilon_p$$

$$\epsilon_{py} < \epsilon_p \quad \text{のとき} \quad \sigma_p = \sigma_{py} + E_p (\epsilon_p - \epsilon_{py})$$

$$\ast E_p' = \frac{\sigma_{pu} - \sigma_{py}}{\epsilon_{pu} - \epsilon_{py}}$$

このとき、 $\epsilon_{pu} = 0.025$

## 9. くい体のせん断耐力

### 1) 許容せん断耐力

許容せん断耐力は、次式より求める。

$$Q_a = \frac{2t \cdot I}{S_o} \tau$$

ここに、 $Q_a$  : 許容せん断耐力 (N)

$t$  : 杭の肉厚 (mm)

$I$  : 杭の中立軸に対する断面 2 次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$$I = \frac{\pi(r_o^4 - r_i^4)}{4}$$

$S_o$  : 杭の中立軸より片側にある杭断面の中立軸に対する断面 1 次モーメント (mm<sup>3</sup>)

$$S_o = \frac{2(r_o^3 - r_i^3)}{3}$$

$\tau$  : コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$$\tau = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_g + 2\sigma_d)^2 - \sigma_g^2}$$

$\sigma_g$  : 軸方向応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_g = \sigma_e + \frac{N}{A_e}$$

$\sigma_d$  : コンクリートの許容斜引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_e$  : 有効プレストレス (N/mm<sup>2</sup>)

$N$  : 軸力 (N)

$A_e$  : コンクリートの換算断面積 (mm<sup>2</sup>)

$r_o$  : 杭の外半径 (mm)

$r_i$  : 杭の内半径 (mm)

### 2) 設計せん断耐力

設計せん断耐力は、次式より求める。

$$Q_{cr} = \frac{2t \cdot I}{S_o} \tau_{max}$$

ここに、 $Q_{cr}$  : 設計せん断耐力 (N)

$t$  : 杭の肉厚 (mm)

$I$  : 杭の中立軸に対する断面 2 次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$$I = \frac{\pi(r_o^4 - r_i^4)}{4}$$

$S_o$  : 杭の中立軸より片側にある杭断面の中立軸に対する断面 1 次モーメント (mm<sup>3</sup>)

$$S_o = \frac{2(r_o^3 - r_i^3)}{3}$$

$\tau_{\max}$  : コンクリートの最大せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_g + 2\phi \cdot \sigma_t)^2 - \sigma_g^2}$$

$\sigma_g$  : 軸方向応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_g = \sigma_e + \frac{N}{A_e}$$

$\sigma_t$  : コンクリートの引張強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_e$  : 有効プレストレス (N/mm<sup>2</sup>)

N : 軸力 (N)

$A_e$  : コンクリートの換算断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\phi$  : 係数 ( $\phi=0.5$ )

$r_o$  : 杭の外半径 (mm)

$r_i$  : 杭の内半径 (mm)

#### 10. 継手によるくい体の許容圧縮軸方向力の低減率

溶接継手によるくい体の許容圧縮軸方向の低減率は、平成13年国土交通省告示第1113号第8第2項の規定に基づき、継手1箇所あたり0%とする。

#### 11. 継手によるくい体の許容引張軸方向力の有効率

溶接継手によるくい体の許容引張軸方向の有効率は評価していない。

(別紙2)

本件は、「遠心力高強度プレストレストコンクリートくい評定基本方針（平成24年3月16日改訂）」に係る、コンクリートの設計基準強度を105N/mm<sup>2</sup>とした常圧蒸気養生によるプレテンション方式遠心力高強度プレストレストコンクリートくいについての評定であり、平成28年2月26日付けBCJ評定-FD0125-04にて評定を受けた内容に対する変更内容について、下記のとおり確認している。

1) 本くい体の法令上の区分

本くい体の法令上の区分は、平成13年国土交通省告示第1113号第8第1項における第五号に該当することを確認し、コンクリートの許容応力度に関する記載を見直した。

2) 緊張材メーカーの社名変更

使用している緊張材メーカーのうち、「三和鋼棒(株)」が「三和スチール(株)」に社名変更したことを確認した。

3) 継手金具及び先端金具の材質の明確化

継手金具及び先端金具の材質について、具体的な材質「SM400、SM490、SS400、SN490」を明記するよう改めた。

上記項目以外は既評定書（BCJ評定-FD0125-04）の通り

なお、製造工場である阿賀野工場において一定期間（過去3年以内）工場調査を実施されていないことから工場調査を実施している。令和3年2月2日に実施した工場調査の結果から、生産品質管理体制について問題ないことを確認している。

以上