

COPITA-Pretensioned and Reinforced Spun High Strength Concrete Piles

COPITAが仕様統一した、COPITA型PRC杭

CPRCノパイル

105N/mm²

社団法人 コンクリートパイル建設技術協会

CPRCパイル (105N/mm²)

はじめに

CPRCパイルとは、COPITAが仕様を統一した高強度プレストレスト鉄筋コンクリート杭（PRC杭）で、新しいせん断耐力式を取り入れた耐震性を有する杭です。

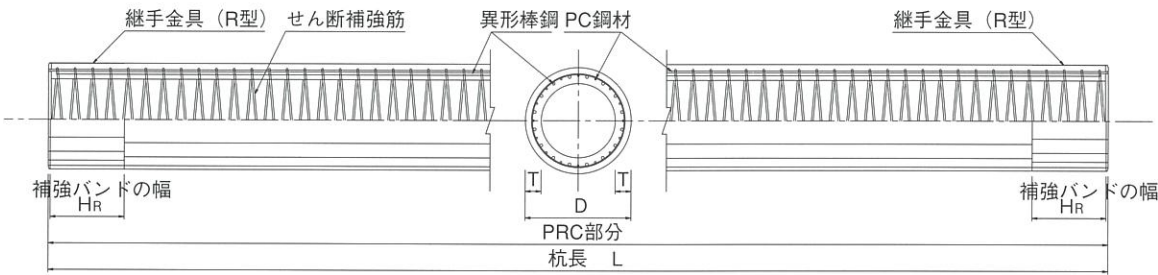
CPRCパイルのせん断補強筋としてのスパイラル鉄筋には、高強度鉄筋（建築基準法第37条第二号の規定に適合する大臣認定品）を使用できるものとしており、構造細目を見直すことでせん断破壊を先行させない設計が可能です。

CPRCパイルの特徴

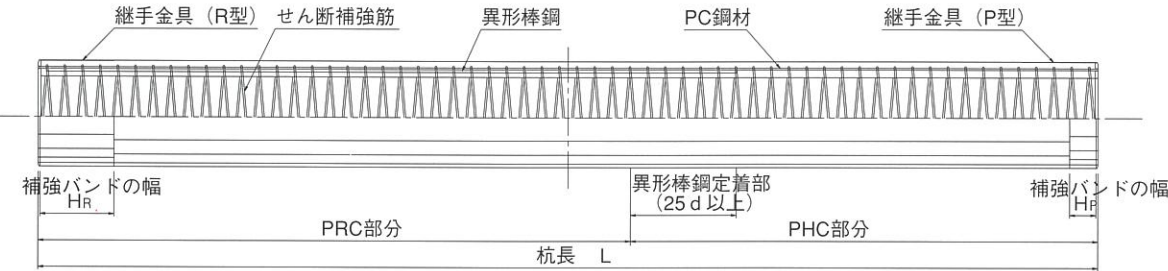
- ① 大きな曲げ耐力**
コンクリートの基準強度は105N/mm²でPC鋼材と異形棒鋼が配置されているので、高軸力・高曲げ耐力を有しています。
- ② 耐久性に優れる**
プレストレスが導入されているので、地震力による一時的な曲げひび割れが生じても、長期荷重時にはひび割れが閉じるので耐久性に優れています。
- ③ 大きな変形性能とせん断耐力**
「道路橋示方書Ⅳ」に規定されている（ $\rho_s \cdot \sigma_y \geq 2.45$ ）を満足するスパイラル鉄筋を配置しているので、変形性能およびせん断耐力が大きく、せん断破壊が先行しにくい構造です。
- ④ CPRC同士の接続が可能**
R型の継手金具を使用することでCPRCパイル同士の接続が可能です。

CPRCパイルの構造図

■全長PRC杭の場合



■部分PRC杭の場合



せん断耐力式

●長期許容せん断力 Q_{al} (kN)

$$Q_{al} = \frac{2 \times T \times I_e}{S_o \times 1000} \times \tau_{max} = \frac{T \times I_e}{S_o \times 1000} \times \sqrt{(\sigma_g + 2 \times \sigma_d)^2 - \sigma_g^2}$$

τ_{max} (N/mm²) : 最大せん断応力度
 $\tau_{max} = \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_g + 2 \times \sigma_d)^2 - \sigma_g^2}$

T (mm) : 杭の厚さ
 I_e (mm⁴) : 杭の中立軸に対する換算断面二次モーメント
 S_o (mm³) : 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一次モーメント
 $S_o = \frac{2}{3} \times (r_o^3 - r_i^3)$

σ_g (N/mm²) : 軸方向応力度
 $\sigma_g = \sigma_{ce} + \frac{N}{A_e}$

σ_d (N/mm²) : コンクリートの長期許容斜め引張り応力度
 $\sigma_d = 1.2$ (N/mm²)

σ_{ce} (N/mm²) : 有効プレストレス
 N (N) : 設計用軸方向力
 A_e (mm²) : コンクリートの換算断面積
 r_o (mm) : 杭の外半径
 r_i (mm) : 杭の内半径

●短期許容せん断力 Q_{as} (kN)

$$Q_{as} = \frac{2}{3} \times [0.80 \times \frac{b_e \times j}{1000} \times \{ \frac{0.115 \times k_u \times k_p \times (\sigma_{cu} + 17.7)}{\frac{M}{Q \times d} + 0.115} + 0.657 \times p_w \times \sigma_{spa} + 0.102 \times (\sigma_{ce} + \sigma_o') \}]$$

ただし、 $p_w \times \sigma_{spa} > 7.4N/mm^2$ の時は、 $0.657p_w \times \sigma_{spa} = 4.87$ とする。
 $\sigma_{ce} + \sigma_o' > 27.4N/mm^2$ の時は、 $0.102 (\sigma_{ce} + \sigma_o') = 2.79$ とする。

b_e (mm) : 有効断面幅
 $b_e = a \times \frac{A_c}{D}$
 $a = -1.24 \times \frac{T}{D} + 1.19$

d (mm) : 有効せい
 $d = D - \frac{T}{2}$

j (mm) : 応力中心間距離
 $j = \frac{7}{8} \times d$

p_g : 主筋比
 $p_g = \frac{A_s}{b_e \times j}$

p_w : せん断補強筋比
 $p_w = \frac{a_w}{b_e \times s}$

$\sigma_{ce} + \sigma_o'$ (N/mm²) : 複合軸方向応力度
 $\sigma_o' = \frac{N}{b_e \times j}$

A_s (mm²) : 軸方向筋全断面積
 A_r (mm²) : 異形棒鋼の全断面積
 A_p (mm²) : PC鋼材の全断面積
 $A_s = A_r + A_p$

σ_{cu} (N/mm²) : コンクリートの設計基準強度
 k_u : 断面寸法による補正係数

外径 (mm)	300	350	400	450~1000
有効せいd (mm)	270	320	367.5	400以上
k_u	0.82	0.76	0.73	0.72

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」2010（日本建築学会）の図15.3から読み取った値

k_p : 引張り鉄筋比（ P_t ）による補正係数
 $k_p = 0.82 (100P_t)^{0.23}$ $p_t = \frac{p_g}{4}$

a_w (mm²) : せん断補強筋の断面積の2倍
 s (mm) : せん断補強筋のピッチ
 $\frac{M}{Q \times d}$: 計算上のシアスパン比
・ $M/(Q \times d) < 1$ のとき、 $M/(Q \times d) = 1$ とする。
・ $1 \leq M/(Q \times d) < 2$ のとき、 $M/(Q \times d)$ を代入する。
・ $2 \leq M/(Q \times d)$ のとき、曲げ破壊が先行するため、 $M/(Q \times d) = 2$ とする。

M (N・mm) : 設計用曲げモーメント
 Q (N) : 設計用せん断力
 σ_{spa} (N/mm²) : せん断補強筋の短期許容応力度（基準強度）

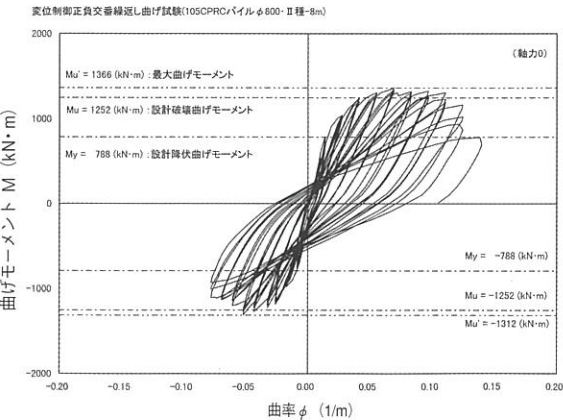
●せん断耐力 Q_u (kN)

$$Q_u = 0.80 \times \frac{b_e \times j}{1000} \times \{ \frac{0.115 \times k_u \times k_p \times (\sigma_{cu} + 17.7)}{\frac{M}{Q \times d} + 0.115} + 0.657 \times p_w \times \sigma_y + 0.102 \times (\sigma_{ce} + \sigma_o') \}$$

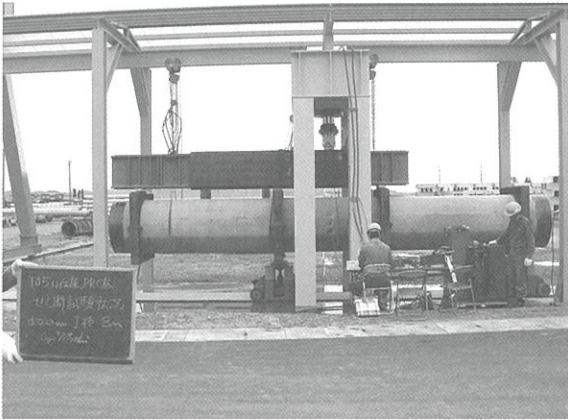
ただし、 $p_w \times \sigma_y > 7.4N/mm^2$ の時は、 $0.657p_w \times \sigma_y = 4.87$ とする。
 $\sigma_{ce} + \sigma_o' > 27.4N/mm^2$ の時は、 $0.102 (\sigma_{ce} + \sigma_o') = 2.79$ とする。

σ_y (N/mm²) : せん断補強筋の降伏強さ（基準強度）

試験結果例 (105N/mm² CPRCパイル)



φ 800mm（Ⅱ種）曲げモーメントと曲率の関係



φ 1000mm（Ⅰ種）せん断実験の全景

CPRCパイル標準性能表（105N/mm²）

【PHC部（105N/mm²）】

外径 D (mm)	種類	厚さ T (mm)	PC鋼材			異形棒鋼 (SD345)			換算 断面積 A _e (mm ²)	換算断面 二次モーメント I _e (×10 ⁴ mm ⁴)	有効 プレストレス σ _{ce} (N/mm ²)	せん断補強筋の一例				基準ひび割れ 曲げモーメント M _{cr} (kN・m)	設計曲げモーメント (N=0)			長期許容 せん断力 Q _{al} (kN)	短期許容せん断力 (N=0) Q _{as} (kN)			せん断耐力 (N=0) Q _u (kN)			単位質量 (t/m)	換算 断面積 A _e (mm ²)	換算断面 二次モーメント I _e (×10 ⁴ mm ⁴)	有効 プレストレス σ _{ce} (N/mm ²)	設計曲げモーメント (N=0)		せん断耐力 (N=0)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			呼び名 (mm)	本数 (本)	断面積 (mm ²)	呼び名	本数 (本)	断面積 (mm ²)				345 N/mm ²		785 N/mm ²			長期許容 M _{al} (kN・m)	短期許容 M _{as} (kN・m)	破壊 M _u (kN・m)		せん断スパン比			せん断スパン比																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
												呼び名	ピッチ (mm)	標準線径 (mm)	ピッチ (mm)						1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
300	I	60	10.0	6	471	D13	6	760	50200	38112	6.7	D6	70	5.0	100	34	42	67	105	80	187	141	116	280	211	175	0.122	47100	35964	7.1	35	79	94	123																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	II					D16		1192	51900	39240	6.5					34	45	76	119	81	197	148	122	296	222	182	0.124																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	III					D19		1719	54000	40562	6.3					35	48	88	135	83	207	155	127	311	232	190	0.127																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	IV					D22		2323	56400	42011	6.1					35	51	102	153	85	217	161	132	325	241	197	0.130																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

会員（五十音順）（2011年1月31日現在）

〈正会員〉会員数：50社

〈賛助会員〉会員数：11社

會澤高圧コンクリート株式会社
株式会社アオモリパイル
旭化成建材株式会社
麻生商事株式会社
安藤コンクリート工業株式会社
宇部コンクリート工業株式会社
NC貝原コンクリート株式会社
沖縄テクノクリート株式会社
株式会社ガイアックス
カワノ工業株式会社
九州高圧コンクリート工業株式会社
近畿日本コンクリート工業株式会社
コーアツ工業株式会社
児玉コンクリート工業株式会社
ジャパンパイル株式会社
大栄高圧株式会社
大同工業株式会社
大日コンクリート工業株式会社
中国高圧コンクリート工業株式会社
中部高圧コンクリート株式会社
東海コンクリート工業株式会社
東北ポール株式会社
株式会社トーヨーアサノ
東洋コンクリート株式会社
利根ジオテック株式会社

ドーピー建設工業株式会社
永井工業株式会社
株式会社ナルックス
日研高圧平和キドウ株式会社
日本海コンクリート工業株式会社
日本高圧コンクリート株式会社
日本コンクリート工業株式会社
株式会社日本ネットワークサポート
日本ヒューム株式会社
萩森興産株式会社
富士コン株式会社
藤村ヒューム管株式会社
豊州パイル株式会社
ホクコンマテリアル株式会社
北海道コンクリート工業株式会社
株式会社ホッコン
前田ホールディングス株式会社
松野コンクリート工業株式会社
マナック株式会社
水谷建設工業株式会社
三谷セキサン株式会社
山崎ヒューム管株式会社
ユニオンパイル株式会社
吉野川ヒューム工業株式会社
リウコン株式会社

宇部三菱セメント株式会社
岡部株式会社
花王株式会社
高周波熱錬株式会社
三和機材株式会社
新日本製鐵株式会社
太平洋セメント株式会社
ダイヘンスタッド株式会社
電気化学工業株式会社
株式会社トーメック
日本スタッドウェルディング株式会社

上記はCOPITA会員名簿です。CPRCパイルの（任意）評価の取得状況については各社へお問合せください。

社団法人 コンクリートパイル建設技術協会 （略称 COPITA）

既製コンクリート杭の設計・施工技術について総合的に調査・研究等を実施している公益法人（国土交通大臣許可）

所管課 国土交通省大臣官房技術調査課（土木技術関係）
国土交通省住宅局建築指導課（建築技術関係）

〔所在地〕

〒105-0013 東京都港区浜松町2丁目7番15号 日本工築2号館3F
（社）コンクリートパイル建設技術協会
Tel 03(5733)5881 Fax 03(3433)5414
e-mail: copita@c-pile.or.jp URL: <http://www.c-pile.or.jp>