

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

85N/mm²

社団法人 コンクリートパイル建設技術協会

CPRCパイル (85N/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。

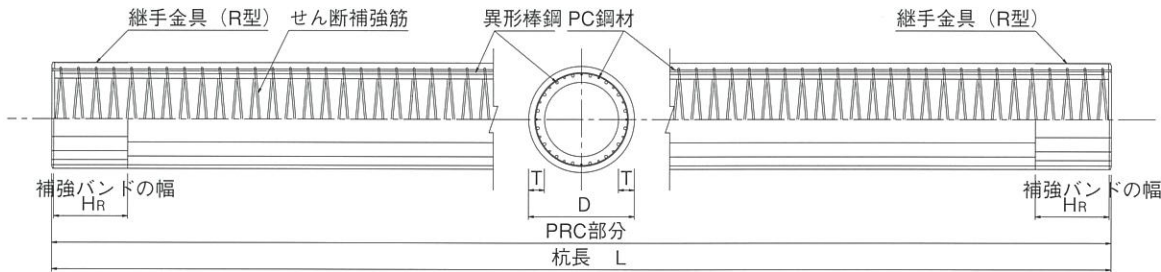
CPRCパイルのせん断補強筋としてのスパイラル鉄筋には、高強度鉄筋（建築基準法第37条第二号の規定に適合する大臣認定品）を使用できるものとしており、構造細目を見直すことでせん断破壊を先行させない設計が可能です。

CPRCパイルの特徴

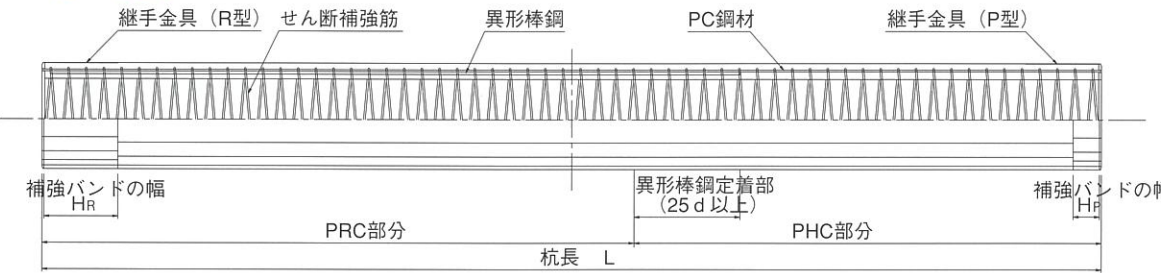
- ① 大きな曲げ耐力**
コンクリートの基準強度は85N/mm²でPC鋼材と異形棒鋼が配置されているので、高軸力・高曲げ耐力を有しています。
- ② 耐久性に優れる**
プレストレスが導入されているので、地震力による一時的な曲げひび割れが生じて、長期荷重時にはひび割れが閉じるので耐久性に優れています。
- ③ 大きな変形性能とせん断耐力**
「道路橋示方書Ⅳ」に規定されている（ $\rho_s \cdot \sigma_y \geq 2.45$ ）を満たすスパイラル鉄筋を配置しているので、変形性能およびせん断耐力が大きく、せん断破壊が先行しにくい構造です。
- ④ CPRC同士の接続が可能**
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



仕様概要

【寸法】

外 径	φ 300～1000mm
PC鋼材径	10.0mm、11.2mm
異形棒鋼径	D13～D29（SD345材）
杭 長	4～15m

【許容応力度・許容値】

スパイラル鉄筋の基準強度	345 ～ 785N/mm ²
コンクリートの設計基準強度	85N/mm ²
コンクリートの許容圧縮応力度	長期=24N/mm ² 短期=48N/mm ²
異形棒鋼の許容引張応力度	長期=215N/mm ² （D29は195） 短期=345N/mm ²
曲げひび割れ幅の許容値	長期≦0.1mm 短期≦0.3mm

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)

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

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
 $A_s = A_r + A_p$

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。

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基準・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）

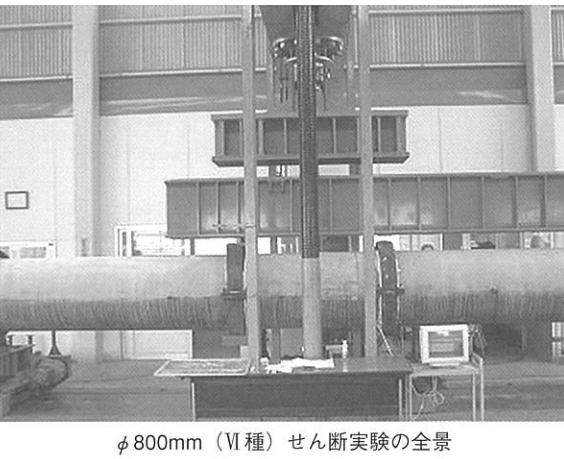
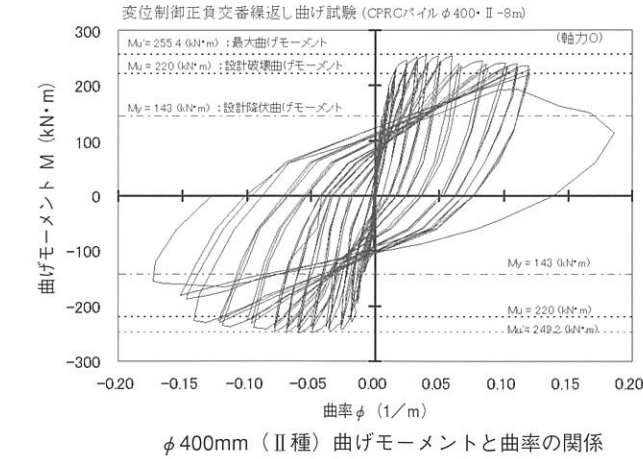
●せん断耐力 Q_u (kN)

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

σ_y (N/mm²) : せん断補強筋の降伏強さ（基準強度）

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。

試験結果例 (85N/mm² CPRCパイル)



CPRCパイル標準性能表（85N/mm²）

【PHC部（85N/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	35	64	102	80	163	124	104	244	186	155	0.122	47100	35964	7.1	35	77	94	123																		
	II					D16		1192	51900	39240	6.5					34	37	70	116	81	171	130	108	257	195	162	0.124																									
	III					D19		1719	54000	40562	6.3					35	39	76	132	83	180	135	112	269	203	168	0.127																									
	IV					D22		2323	56400	42011	6.1					35	41	82	149	85	187	141	116	281	211	174	0.130																									
	I					D13		887	60400	65906	6.5					49	51	93	145	94	196	151	127	294	227	191	0.147																									
350	II	60	10.0	7	550	D16	7	1390	62400	67861	6.3	D6	55	5.0	80	50	54	103	165	95	206	158	132	308	237	199	0.149	56900	62236	6.9	51	109	111	145																		
	III					D19		2006	64900	70169	6.1					51	57	113	188	97	215	164	137	323	246	206	0.153																									
	IV					D22		2710	67700	72720	5.9					52	61	123	213	100	224	170	142	337	255	213	0.156																									
	I					D13		1014	75000	108440	6.1					68	72	124	194	113	237	184	156	356	276	234	0.183																									
	II					D16		1589	77300	111360	5.9					69	76	143	220	114	249	192	162	374	288	243	0.186																									
400	III	65	10.0	8	628	D19	8	2292	80100	114830	5.7	D6	50	5.0	70	70	81	159	251	116	261	200	168	391	300	251	0.190	70900	103000	6.4	72	145	135	176																		
	IV					D22		3097	83300	118670	5.5					71	85	172	285	118	271	207	173	407	310	259	0.194																									
	I					D13		1267	91800	170660	6.2	D10	100	6.0	90	96	102	176	275	139	294	229	195	441	343	292	0.224																									
	II					D16		1986	94700	175550	6.0					98	107	202	313	141	309	239	202	463	358	303	0.228																									
	III					D19		2865	98200	181370	5.8					99	114	226	357	144	323	248	209	484	372	313	0.232																									
450	IV	70	10.0	10	785	D22		3871	102200	187860	5.6					101	121	246	405	147	336	257	215	504	385	323	0.237	86700	161620	6.5	101	205	165	216																		
	I					D13	12	1520	115400	262770	5.9	D10	90	6.0	80	130	139	234	368	172	363	282	239	544	423	359	0.282																									
	II					D16		2383	118900	269980	5.8					133	147	270	418	175	381	294	249	572	442	373	0.287																									
	III					D19		3438	123100	278580	5.6					135	156	309	478	178	399	306	257	598	459	386	0.292																									
	IV					D22		4645	127900	288200	5.4					137	166	336	543	182	415	317	266	622	476	398	0.299																									
500	I	80	10.0	12	942	D13	16	2027	157300	525890	5.8	D10	75	6.0	65	216	231	380	597	232	505	394	335	758	591	503	0.385	109300	249510	6.2	137	274	205	268																		
	II					D16		3178	161900	540200	5.7					220	245	438	680	237	531	411	348	796	617	522	0.391																									
	III					D19		4584	167600	557360	5.5					223	260	506	778	241	555	427	360	832	641	540	0.399																									
	IV					D22		6194	174000	576620	5.3					227	277	561	885	245	577	442	371	865	664	557	0.407																									
	I					D13	16	2027	203000	936940	5.7	D10	60	7.5	90	327	345	536	848	297	655	513	439	982	770	658	0.500	194900	900590	5.9	345	666	357	468																		
600	I'	100	11.2	16	1600	D19		2292	204100	940810	5.7					330	361	599	940	300	682	532	453	1023	798	679	0.506																									
	II					D22		3097	207300	954370	5.6					336	382	688	1068	306	713	553	468	1069	829	703	0.514																									
	II'					D16		3178	207600	956960	5.6					343	404	781	1201	312	740	571	482	1110	857	724	0.522																									
	III					D19	16	4584	213200	981040	5.5					348	429	869	1351	317	767	589	496	1150	884	744	0.532																									
700	IV	100	11.2	16	1600	D22		6194	219700	1008100	5.4					353	455	937	1517	323	792	606	508	1189	910	763	0.544																									
	V					D25		8107	227300	1039900	5.2					454	485	706	1113	358	820	644	551	1229	966	827	0.632	245600	1498000	5.4	483	872	436	574																		
	VI					D29		10278	236000	1075200	5.0</																																									

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
高周波熱練株式会社
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>