



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

一般社団法人 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 ($\rho_s \cdot \sigma_y \geq 2.45$) を満足するせん断補強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。

仕様概要

【寸法】

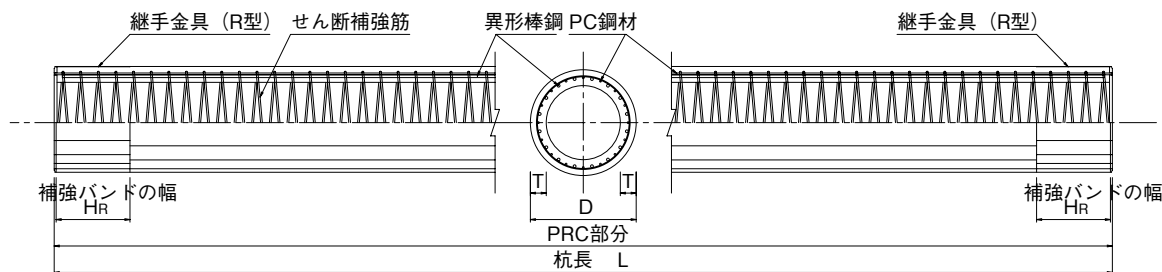
外径	φ300~1000mm	
PC鋼材径	10.0mm、11.2mm	
異形棒鋼径	D13~29 (SD345材)	
杭長	全長PRC杭	4~12m
	部分PRC杭	4~15m
	(PRC部分)	3~11m

【許容応力度・許容値】

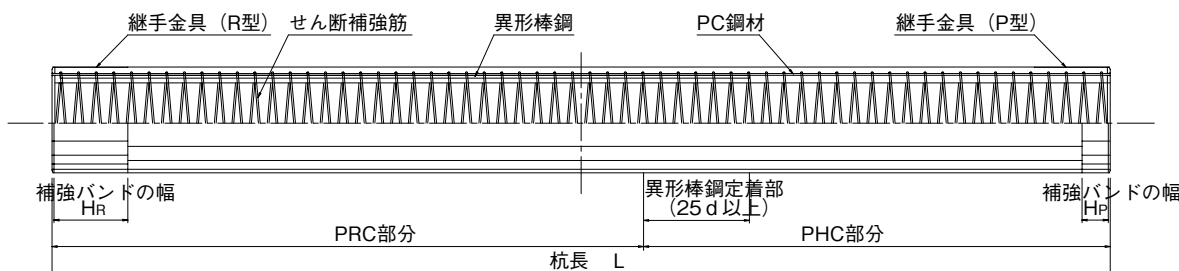
せん断補強筋の基準強度	345~785N/mm ²
コンクリートの設計基準強度	85N/mm ²
コンクリートの許容圧縮応力度	長期=24N/mm ²
	短期=48N/mm ²
コンクリートの許容曲げ引張応力度	長期= $\sigma_{ce}/4$ 又は2.5のうちいずれか小さい値
	短期=長期の2倍
コンクリートの許容斜張応力度	長期=1.2N/mm ²
	短期=1.8N/mm ²
異形棒鋼の許容引張応力度	長期=215N/mm ² (D29は195)
	短期=345N/mm ²
曲げひび割れ幅の許容値	長期 ≤ 0.1 mm
	短期 ≤ 0.3 mm

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張応力度
 $\sigma_d = 1.2$ (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)

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

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

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

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)

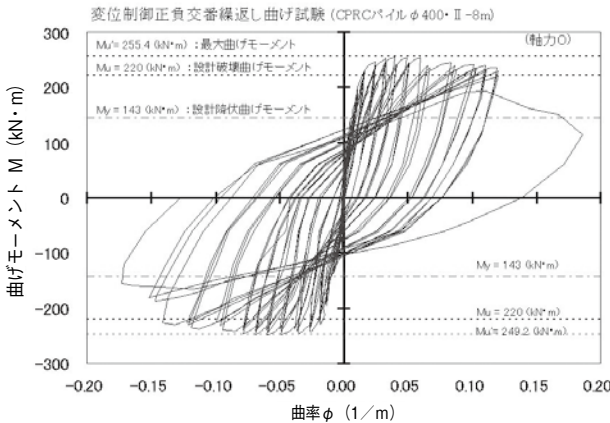
$$Q_u = 0.80 \times \frac{b_e \times j}{1000} \times \left\{ \frac{0.115 \times k_u \times k_p \times (\sigma_{cu} + 17.7)}{\frac{M}{Q \times d} + 0.115} + 0.657 \times p_w \times w \sigma_y + 0.102 \times (\sigma_{ce} + \sigma_o') \right\}$$

$w \sigma_y$ (N/mm²) : せん断補強筋の降伏強さ (基準強度)

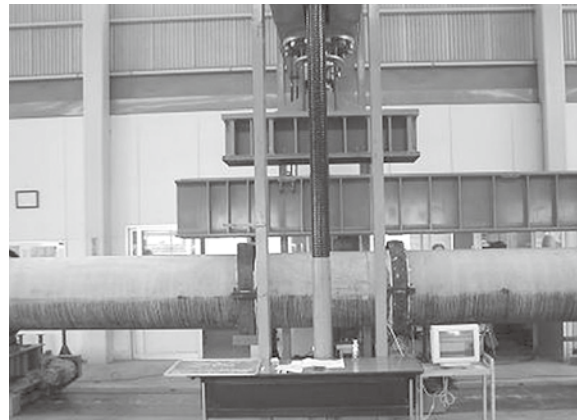
ただし、 $p_w \times w \sigma_y > 7.4N/mm^2$ の時は、 $0.657 p_w \times w \sigma_y = 4.87$ とする。
 $\sigma_{ce} + \sigma_o' > 27.4N/mm^2$ の時は、 $0.102 (\sigma_{ce} + \sigma_o') = 2.79$ とする。

※PHC部は、PHC杭の算定式による。

試験結果例 (85N/mm²CPRCパイロ)



φ400mm (Ⅱ種) 曲げモーメントと曲率の関係



φ800mm (Ⅵ種) せん断実験の全景

CPRCパイプ標準性能表 (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)				345N/mm ²		785N/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							ひび割れ M _{cr} (kN・m)	破壊 M _u (kN・m)	短期許容 Q _a (kN)	破壊 Q _u (kN)
												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
						D16	6	1192	51900	39240	6.5					34	37	70	116	81	171	130	108	257	195	162	0.124							
	D19	6	1719	54000	40562	6.3	35	39	76	132	83					180	135	112	269	203	168	0.127												
	D22	6	2323	59200	43064	5.8	35	42	84	149	88					190	142	117	285	214	176	0.137												
350	I	60	10.0	7	550	D13	7	887	60400	65906	6.5	D6	55	5.0	80	49	51	93	145	94	196	151	127	294	227	191	0.147	56900	62236	6.9	51	109	111	145
						D16	7	1390	62400	67861	6.3					50	54	103	165	95	206	158	132	308	237	199	0.149							
	D19	7	2006	64900	70169	6.1	51	57	113	188	97					215	164	137	323	246	206	0.153												
	D22	7	2710	71200	74958	5.6	52	62	126	213	104					229	173	144	343	260	216	0.165												
400	I	65	10.0	8	628	D13	8	1014	75000	108440	6.1	D6	50	5.0	70	68	72	124	194	113	237	184	156	356	276	234	0.183	70900	103000	6.4	72	145	135	176
						D16	8	1589	77300	111360	5.9					69	76	143	220	114	249	192	162	374	288	243	0.186							
	D19	8	2292	80100	114830	5.7	70	81	159	251	116					261	200	168	391	300	251	0.190												
	D22	8	3097	87500	122330	5.3	72	88	176	285	124					277	211	176	415	316	264	0.205												
450	I	70	10.0	10	785	D13	10	1267	91800	170660	6.2	D10	100	6.0	90	96	102	176	275	139	294	229	195	441	343	292	0.224	86700	161620	6.5	101	205	165	216
						D16	10	1986	94700	175550	6.0					98	107	202	313	141	309	239	202	463	358	303	0.228							
	D19	10	2865	98200	181370	5.8	99	114	226	357	144					323	248	209	484	372	313	0.232												
	D22	10	3871	102200	187860	5.6	101	121	246	405	147					336	257	215	504	385	323	0.237												
500	I	80	10.0	12	942	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	109300	249510	6.2	137	274	205	268
						D16	12	2383	118900	269980	5.8					133	147	270	418	175	381	294	249	572	442	373	0.287							
	D19	12	3438	123100	278580	5.6	135	156	309	478	178					399	306	257	598	459	386	0.292												
	D22	12	4645	127900	288200	5.4	137	166	336	543	182					415	317	266	622	476	398	0.299												
600	I	90	10.0	16	1256	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	149200	499760	6.1	227	444	278	363
						D16	16	3178	161900	540200	5.7					220	245	438	680	237	531	411	348	796	617	522	0.391							
	D19	16	4584	167600	557360	5.5	223	260	506	778	241					555	427	360	832	641	540	0.399												
	D22	16	6194	174000	576620	5.3	227	277	561	885	245					577	442	371	865	664	557	0.407												
700	I	100	11.2	16	1600	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
						D19	8	2292	204100	940810	5.7					330	361	599	940	300	682	532	453	1023	798	679	0.506							
	D22	8	3097	207300	954370	5.6	336	382	688	1068	306					713	553	468	1069	829	703	0.514												
	D16	16	3178	207600	956960	5.6	343	404	781	1201	312					740	571	482	1110	857	724	0.522												
	D19	16	4584	213200	981040	5.5	348	429	869	1351	317					767	589	496	1150	884	744	0.532												
	D22	16	6194	219700	1008100	5.4	353	455	937	1517	323					792	606	508	1189	910	763	0.544												
	D25	16	8107	227300	1039900	5.2	454	485	706	1113	358					820	644	551	1229	966	827	0.632												
	D29	16	10278	236000	1075200	5.0	458	507	788	1235	362					853	667	569	1280	1000	853	0.638												
800	I	110	11.2	18	1800	D13	18	2281	254800	1552100	5.2	D10	55	7.5	75	454	485	706	1113	358	820	644	551	1229	966	827	0.632	245600	1498000	5.4	483	872	436	574
						D19	9	2579	256000	1558000	5.2					458	507	788	1235	362	853	667	569	1280	1000	853	0.638							
	D22	9	3484	259600	1578400	5.1	465	539	902	1404	368					892	693	588	1337	1039	883	0.647												
	D16	18	3575	259900	1582000	5.1	473	571	1024	1582	374					925	716	606	1388	1074	909	0.656												
	D19	18	5157	266300	1618100	5.0	478	606	1160	1786	378					958	738	622	1438	1107	933	0.668												
	D22	18	6968	273500	1658700	4.9	488	644	1316	2008	387					991	760	639	1487	1141	958	0.680												
	D25	18	9121	282100	1706400	4.7	609	653	903	1413	423					1001	788	676	1501	1183	1014	0.777												
	D29	18	11563	291900	1759800	4.6	613	685	1005	1570	428					1042	816	697	1563	1224	1046	0.784												
900	I	120	11.2	20	2000	D13	20	2534	312200	2426900	4.8	D13	85	7.5	70	609	653	903	1413	423	1001	788	676	1501	1183	1014	0.777	302100	2350000	4.9	648	1105	519	685
						D19	10	2865	313500	2435500	4.7					622	730	1149	1787	434	1088	848	721	1632	1271	1081	0.794							
	D22	10	3871	317500	2464600	4.7	630	774	1302	2015	440					1129	876	742	1694	1313	1113	0.805												
	D16	20	3972	317900	2469500	4.7	641	823	1481	2279	448					1170	904	763	1755	1355	1144	0.817												
	D19	20	5730	325000	2521000	4.6	648	875	1672	2569	452					1208	929	782	1813	1394	1173	0.832												
	D22	20	7742	333000	2579200	4.5	816	877	1199	1890	508					1218	960	824	1827	1440	1236	0.939												
	D25	20	10134	342600	2647500	4.4	829	925	1349	2102	516					1269	995	851	1903	1493	1277	0.948												
	D29	20	12848	353400	2724000	4.2	840	985	1541	2393	524					1325	1034	880	1987	1550	1320	0.959												
1000	I	130	11.2	24	2400	D13	24	3041	377100	3642400	4.7	D13	75	7.5	60	816	877	1199	1890	508	1218	960	824	1827	1440	1236	0.939	364900	3527600	4.9	875	1478	626	827
						D19	12	3438	378700	3655500	4.7					852	1045	1746	2700	531	1375	1067	905	2062	1601	1358	0.972							
	D22	12	4645	383500	3699100	4.7	858	1111	1973	3054	535					1423	1100	929	2134	1649	1394	0.987												
	D16	24	4766	384000	3706200	4.7	875	1182	22																									

会員（五十音順）（2016年7月1日現在）

〈正会員〉 会員数：40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
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
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
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
ドーピー建設工業株式会社

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
前田製管株式会社
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
新日鐵住金株式会社
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）評定の取得状況については各社へお問合せください。

一般社団法人 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社団法人

所管 内閣府

（旧所管 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

（一社）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>

2016年7月1日改定