

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

$$\sigma_d = 1.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

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)

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

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

$$A_s = A_r + A_p$$

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
 ただし、コンクリートの設計基準強度は85N/mm²を上限値とする。

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

$$k_p = 0.82 \text{ (100}P_t\text{)}^{0.23} \quad P_t = \frac{P_g}{4}$$

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

$w \sigma_y$ (N/mm²) : せん断補強筋の降伏強度

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

※PHC部は、PHC杭の算定式による。

●せん断耐力 Q_u (kN)

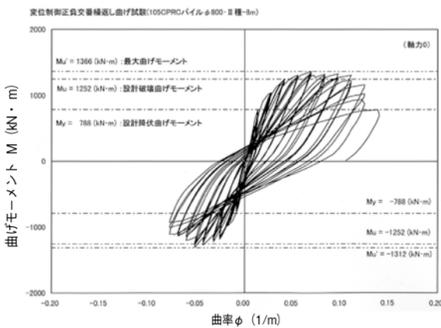
$$Q_u = 0.80 \times \frac{b_e \times j}{1000} \times \{ \frac{0.115 \times k_u \times k_p \times (\sigma_{cu} + 17.7)}{Q \times d} + 0.115 \} + 0.657 \times P_w \times w \sigma_y + 0.102 \times (\sigma_{ce} + \sigma_o')$$

$w \sigma_y$ (N/mm²) : せん断補強筋の降伏強度

σ_{cu} (N/mm²) : コンクリートの設計基準強度

ただし、コンクリートの設計基準強度は85N/mm²を上限値とする。

試験結果例 (105N/mm² CPRCパイロ)



φ800mm (II種) 曲げモーメントと曲率の関係



φ1000mm (I種) せん断実験の全景

会員 (五十音順) (2017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
- 沖繩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
- ドービ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
- 高周波熱練株式会社
- 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
- デンカ株式会社
- 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パイロの (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

2017年7月1日改定

COPITAが仕様統一した、COPITA型PRC杭

CPRCパイロ

105N/mm²

一般社団法人 コンクリートパイル建設技術協会

はじめに

CPRCパイプとは、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パイプのせん断補強筋は、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パイプの特徴

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、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パイプ同士の接続が可能です。

仕様概要

【寸法】

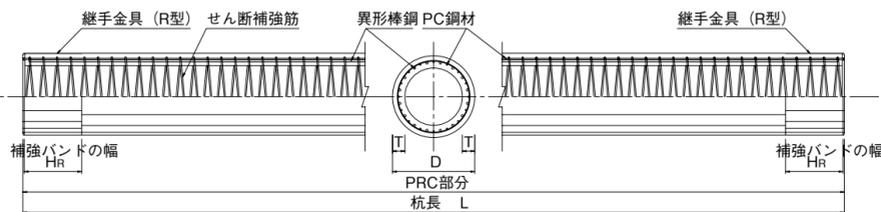
外径	φ300~1000mm	
PC鋼材径	10.0mm、11.2mm	
異形棒鋼径	D13~29 (SD345材)	
杭長	全長PRC杭	4~12m
	部分PRC杭 (PRC部分)	4~15m (3~11m)

【許容応力度・許容値】

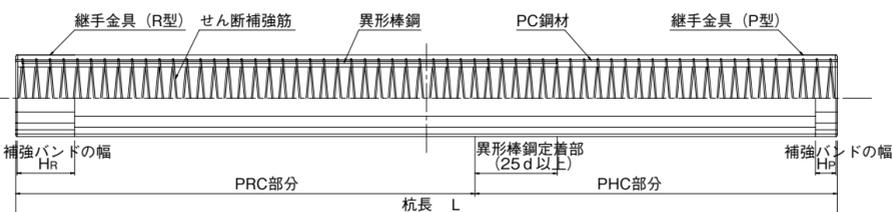
せん断補強筋の基準強度	345~785N/mm ²
コンクリートの設計基準強度	105N/mm ²
コンクリートの許容圧縮応力度	長期=30N/mm ² 短期=60N/mm ²
コンクリートの許容曲げ引張応力度	長期= $\sigma_{ce}/4$ 又は2.5のうちいずれか小さい値 短期=長期の2倍
コンクリートの許容斜張応力度	長期=1.2N/mm ² 短期=1.8N/mm ²
異形棒鋼の許容引張応力度	長期=215N/mm ² (D29は195) 短期=345N/mm ²
曲げひび割れ幅の許容値	長期 ≤ 0.1 mm 短期 ≤ 0.3 mm

CPRCパイプの構造図

■全長PRC杭の場合



■部分PRC杭の場合



CPRCパイプ標準性能表 (105N/mm²)

外径 D (mm)	種類	厚さ T (mm)	PC鋼材			異形棒鋼 (SD345)			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				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 二次モーメント I _e (×10 ⁴ mm ⁴)	換算断面 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	本数	断面積	呼び名	本数	断面積			345N/mm ²	785N/mm ²	標準線径	ピッチ		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			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)	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	42	67	105	80	163	124	104	244	186	155	0.122	47100	35964	7.1	35	79	94	123
						D16	6	1192	51900	39240	6.5					34	45	76	119	81	171	130	108	257	195	162	0.124							
	D19	6	1719	54000	40562	6.3	35	48	88	135	83					180	135	112	269	203	168	0.127												
	D22	6	2323	59200	43064	5.8	35	52	101	153	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	62	93	148	94	196	151	127	294	227	191	0.147	56900	62236	6.9	51	111	111	145
						D16	7	1390	62400	67861	6.3					50	66	107	168	95	206	158	132	308	237	199	0.149							
	D19	7	2006	64900	70169	6.1	51	71	124	192	97					215	164	137	323	246	206	0.153												
	D22	7	2710	71200	74958	5.6	52	78	142	218	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	87	124	197	113	237	184	156	356	276	234	0.183	70900	103000	6.4	72	147	135	176
						D16	8	1589	77300	111360	5.9					69	93	143	224	114	249	192	162	374	288	243	0.186							
	D19	8	2292	80100	114830	5.7	70	100	165	256	116					261	200	168	391	300	251	0.190												
	D22	8	3097	87500	122330	5.3	72	110	190	292	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	123	176	280	139	294	229	195	441	343	292	0.224	75100	106650	6.0	72	147	140	183
						D16	10	1986	94700	175550	6.0					98	132	202	318	141	309	239	202	463	358	303	0.228							
	D19	10	2865	98200	181370	5.8	99	142	233	364	144					323	248	209	484	372	313	0.232												
	D22	10	3871	102200	187860	5.6	101	152	268	414	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	168	234	374	172	363	282	239	544	423	359	0.282	109300	249510	6.2	137	278	205	268
						D16	12	2383	118900	269980	5.8					133	181	270	426	175	381	294	249	572	442	373	0.287							
	D19	12	3438	123100	278580	5.6	135	194	312	487	178					399	306	257	598	459	386	0.292												
	D22	12	4645	127900	288200	5.4	137	209	359	555	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	279	380	606	232	505	394	335	758	591	503	0.385	149200	499760	6.1	227	451	278	363
						D16	16	3178	161900	540200	5.7					220	300	438	691	237	531	411	348	796	617	522	0.391							
	D19	16	4584	167600	557360	5.5	223	323	506	793	241					555	427	360	832	641	540	0.399												
	D22	16	6194	174000	576620	5.3	227	348	582	903	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	415	536	861	297	655	513	439	982	770	658	0.500	194900	900590	5.9	345	675	357	468
						D19	8	2292	204100	940810	5.7					330	438	599	955	300	682	532	453	1023	798	679	0.506							
	D22	8	3097	207300	954370	5.6	336	471	688	1085	306					713	553	468	1069	829	703	0.514												
	D16	16	3178	207600	956960	5.6	343	503	781	1222	312					740	571	482	1110	857	724	0.522												
	D19	16	4584	213200	981040	5.5	348	538	886	1378	317					767	589	496	1150	884	744	0.532												
	D22	16	6194	219700	1008100	5.4	353	575	1003	1548	323					792	606	508	1189	910	763	0.544												
	D25	16	8107	227300	1039900	5.2	454	572	706	1127	358					820	644	551	1229	966	827	0.632												
	D29	16	10278	236000	1075200	5.0	458	615	788	1252	362					853	667	569	1280	1000	853	0.638												
	D13	18	2281	254800	1552100	5.2	465	663	902	1425	368					892	693	588	1337	1039	883	0.647												
	D19	18	2579	256000	1558000	5.2	473	709	1024	1607	374					925	716	606	1388	1074	909	0.656												
	D22	18	3575	259900	1582000	5.1	478	759	1160	1816	378					958	738	622	1438	1107	933	0.668												
	D25	18	4698	266300	1618100	5.0	488	811	1318	2046	387					991	760	639	1487	1141	958	0.680												
D29	18	6194	273500	1658700	4.9	609	733	903	1430	423	1001	788	676	1501	1183	1014	0.777																	
900	I	120	11.2	20	2000	D13	20	2534	312200	2426900	4.8	D13	85	7.5	70	609	733	903	1430	423	1001	788	676	1501	1183	1014	0.777	302100	2350000	4.9	648	1118	519	685
						D19	10	2865	313500	2435500	4.7					613	794	1005	1590	428	1042	816	697	1563	1224	1046	0.784							
	D22	10	3871	317500	2464600	4.7	622	881	1149	1811	434					1088	848	721	1632	1271	1081	0.794												
	D16	20	3972	317900	2469500	4.7	630	959	1302	2044	440					1129	876	742	1694	1313	1113	0.805												
	D19	20	5730	325000	2521000	4.6	641	1027	1481	2314	448					1170	904	763	1755	1355	1144	0.817												
	D22	20	7742	333000	2579200	4.5	648	1099	1672	2612	452					1208	929	782	1813	1394	1173	0.832												
	D25	20	10134	342600	2647500	4.4	816	973	1199	191																								