

シンプルでコストパフォーマンスに
優れた杭頭半固定接合法

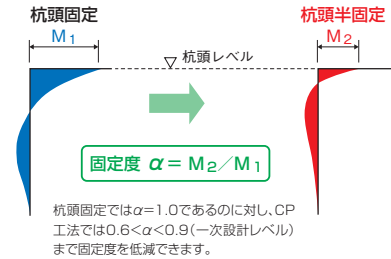
キャプリングパイル工法

キャプリングパイル工法(CP工法※)とは ※ CP工法とはキャプリングパイル工法の略称です。

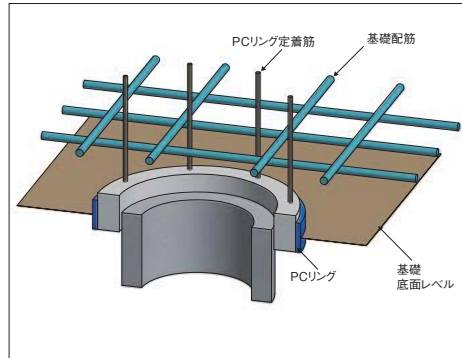
プレキャストコンクリート製のリング(PCリング)を杭頭に被せ、杭と基礎とを接合する工法です。このPCリングを介して地震時に生じる上部構造からのせん断力を杭に伝達させます。杭頭を半固定状態とすることで、杭頭に集中する地震時の応力が緩和できるため杭材の損傷を軽減できるだけでなく、杭や基礎梁等のコスト低減が図れます。また、キャプリングパイル工法は全ての既製杭等に適用でき、設計・施工が簡単で、品質も安定し、コストパフォーマンスにも優れた工法です。

- ※1 同一建物においてCP工法と在来工法の併用が可能です。
- ※2 地震時において杭頭部に引張力が発生する場合は引張定着筋装着のBタイプを採用し、引張力が発生しない時はAタイプとすることができます。
- ※3 既製杭等とは、PHC杭、SC杭、鋼管杭等を言う。

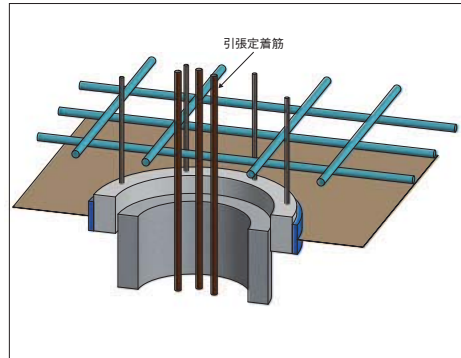
■ CP工法による固定度低減効果



杭曲げモーメント分布



【Aタイプ】



【Bタイプ】

■ BCJ評定-FD0060-03



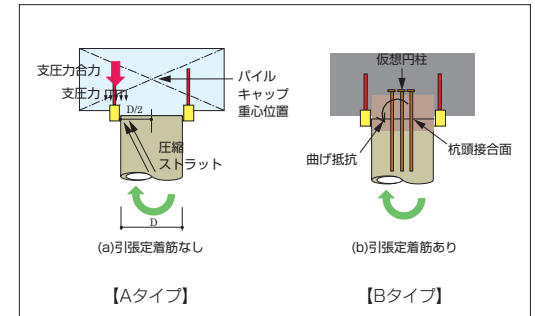
キャプリングパイル工法の特長

- **簡単施工、施工性向上**
杭頭の納まりがシンプルなため、施工が速く品質管理が容易です。
- **杭の耐震性の向上**
杭頭の曲げモーメントが低減でき、在来工法に比べて耐震性が向上できます。
- **基礎梁・杭のコスト低減が可能。**
杭頭モーメントの低減により、基礎梁や杭の断面が小さくでき、コンクリート量・鉄筋量の大幅な削減が可能です。
- **掘削土量の低減**
排土量が低減できる環境に優しい工法です。
- **安価なコスト**
PCリングの製造コストが極めて安価です。
- **全ての杭種に適用可能**
PHC杭、SC杭、鋼管杭等の既製杭(300φ~1200φ)に適用できます。
- **(財)日本建築センターにて一般評定取得** (左図参照)

杭頭接合部の設計の要点

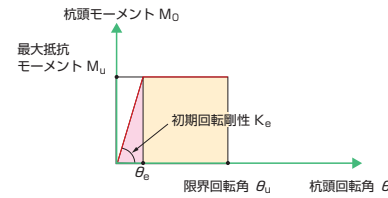
上部構造から杭に伝達される力は、以下のような考え方で設計を行います。

- ・軸力: 圧縮力はパイルキャップから杭頭接合面を介して杭へ直接伝達されます。引張力は、引張定着筋によりパイルキャップへ伝達されます。
- ・せん断力: 短期設計時はすべてPCリングにせん断力を負担させます。
- ・杭頭曲げ: 引張定着筋がない場合には、引張側の杭体とPCリングとの摩擦抵抗は無視し、圧縮側についてPCリングと接合面の支圧にて抵抗させ、引張定着筋がある場合にはさらに引張定着筋の曲げ抵抗力を考慮します。

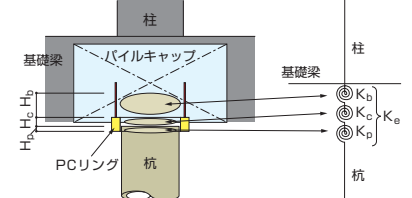


杭頭回転ばねモデルは、初期回転剛性(K_e)と最大抵抗モーメント(M_u)で限定されるバイリニアモデルとし、杭頭固定度は θ_e ($M_o=M_u$ 時)を分岐点として、初期固定度と2次固定度として与えられます。

■ 杭頭回転ばねモデル

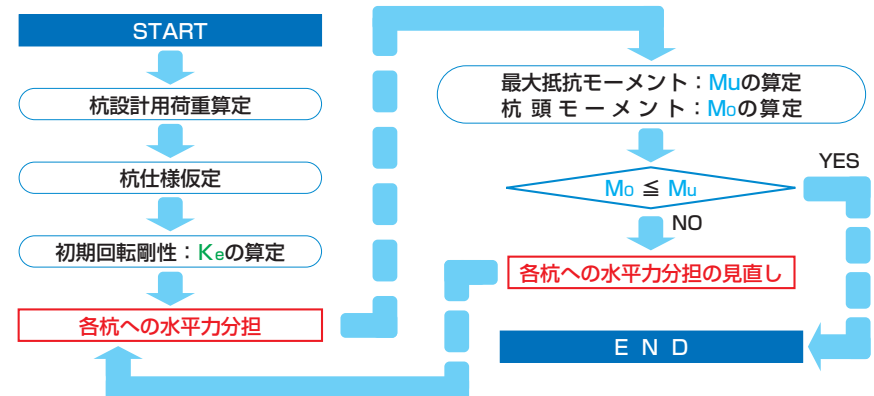


■ 初期回転剛性モデル

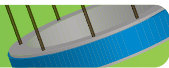


杭頭固定度の設計

フローチャートに従って簡単に杭頭の固定度が算定できます。



PCリングの製造と施工



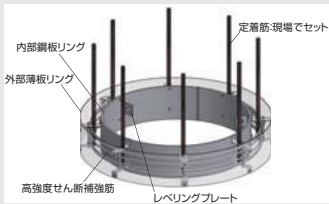
PCリングは鋼板リングを内側に打ち込んだプレキャストコンクリート製です。コンクリート内部にはスパイラル状の高強度せん断補強筋と基礎アンカー用の定着筋を設けています。

1 工場製造 PCリングの製造



(1)配筋状況 (2)鋼板リングを型枠にセット (3)コンクリート打設状況 (4)型枠脱型後

現場製造 サイトPCリングの製造



サイトPCリング



出荷時の荷姿

2 ヤード製造



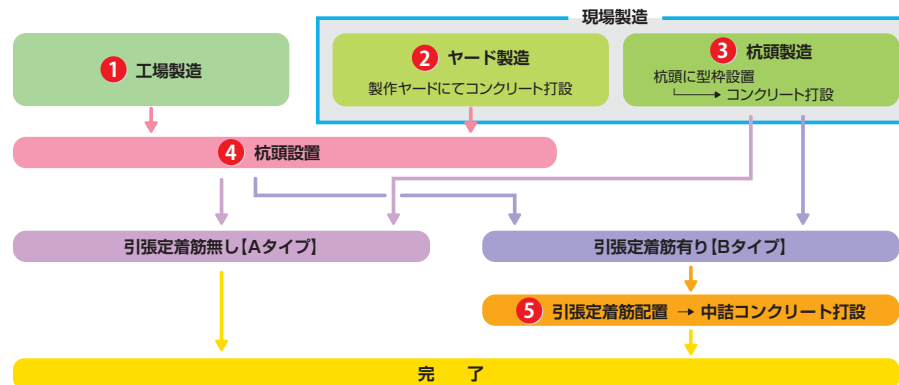
(1)製作ヤードの状況 (2)定着筋をセット (3)コンクリート打設状況 (4)コンクリート打設後

3 杭頭製造



(1)杭頭のPCリング型枠を設置後定着筋をセット (2)PCリング下端に、発泡ポリエチレンを設けた場合 (2')PCリング下端に、モルタルを設けた場合 (3)コンクリート打設後

PCリングの製造・施工フロー



4 杭頭設置 PCリングの設置手順

簡単施工で、PCリング設置は杭種にかかわらず1箇所およそ5~10分程度で終わります。



(1) 外周に発泡ポリエチレンを下端合わせて巻く



(2) 杭頭にモルタルを敷く



(3) PCリング設置



(4) PCリング設置完了

5 引張定着筋配置 杭頭部配筋・中詰コンクリート打設の施工手順(Bタイプ)



(1)杭内面の清掃



(2)定着筋をセット



(3)中詰コンクリート打設状況

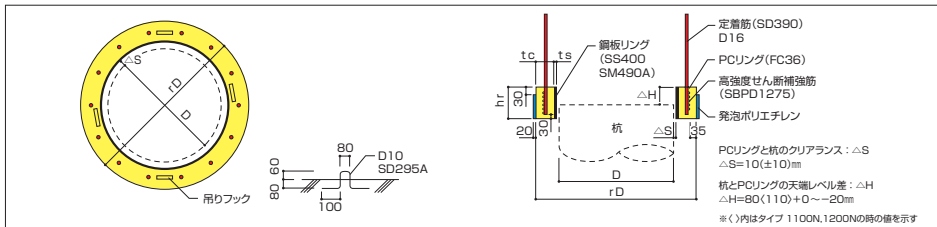


(4)コンクリート打設後

PCリング仕様

杭種	タイプ	杭径 D(mm)	PCリング外径 rD(mm)		鋼板厚 ts(mm)	コンクリート厚 te(mm)		PCリング高さh(mm)	重量 (kg)
			工場製造	現場製造		工場製造	現場製造		
既製杭	300N	300	506	506	6.0	87	87	150	55
	350N	350	556	556	6.0	87	87	150	65
	400N	400	606	606	6.0	87	87	150	70
	450N	450	656	656	6.0	87	87	150	75
	500N	500	706	706	6.0	87	87	150	85
	600N	600	809	812	9.0	85.5	87	150	105
	700N	700	909	912	9.0	85.5	87	150	120
	800N	800	1009	1012	9.0	85.5	87	150	130
	900N	900	1109	1112	9.0	85.5	87	150	145
	1000N	1000	1209	1212	9.0	85.5	87	150	160
	1100N	1100	1349	1348	9.0	105.5	105	200	270
1200N	1200	1449	1448	9.0	105.5	105	200	300	

注) 上記の仕様は標準タイプ(Nタイプ)です。杭のせん断耐力が高いケースについては、S1タイプ、S2タイプを用意しています。全体で12×3タイプ=36タイプあります。



引張定着筋仕様

地震時に発生する杭頭部引張力に抵抗させるのに必要な引張定着筋の標準仕様を示す。鉄筋材質はSD345とSD390が利用できます。

■ 短期許容引張力(kN)一覧(例)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
配筋(mm)	3-D19	4-D19	5-D19	6-D19	4-D25	5-D25	6-D25	5-D32	6-D32	5-D38
断面積(mm ²)	860	1146	1433	1719	2027	2534	3040	3971	4765	5700
帯筋外径(mm)	150	220	220	220	280	280	280	360	360	420
定着長さ(上)(mm)	500	500	500	500	600	600	600	750	750	800
定着長さ(下)(mm)	800	800	800	800	950	950	950	1200	1200	1450
上+下(mm)	1300	1300	1300	1300	1550	1550	1550	1950	1950	2250
杭径φ(mm)	300									
	350	335								
	400	335	447							
	450	335	447							
	500	335	447	559						
	600	335	447	559	670	791				
	700	335	447	559	670	791				
	800	335	447	559	670	791	988			
	900	335	447	559	670	791	988	1186		
	1000	335	447	559	670	791	988	1186	1549	
1100	335	447	559	670	791	988	1186	1549		
1200	335	447	559	670	791	988	1186	1549	1858	

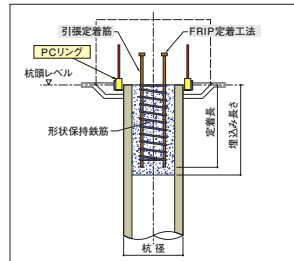
※FRIP定着工法の場合

■ 定着板仕様

引張定着筋のバイルキャップへの定着には、定着板方式の定着方法(FRIP定着工法等)を用いることが可能です。FRIP定着板の形状は右記とします。なお、材質は非調質高強度鋼とします。

鉄筋形状	D19	D25	D32	D38
直径(mm)	50	60	80	95
厚さ(mm)	16	20	26	31

■ 杭頭接合部の概要

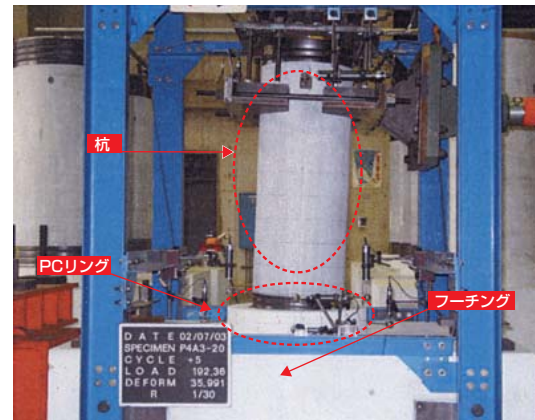


FRIP定着工法以外の一般定着工法も使うことができます。

杭材の地震時損傷低減(構造性能確認実験)

キャブリングバイル工法の構造性能は、杭頭接合部の実大曲げせん断実験(12体22ケース)により実証済みです。

■ 実験風景



■ CP工法実験結果



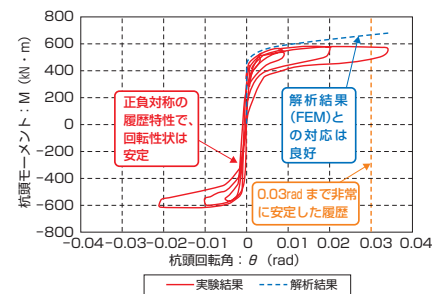
杭にはひび割れ等による損傷は見られませんでした。

■ 在来工法実験結果

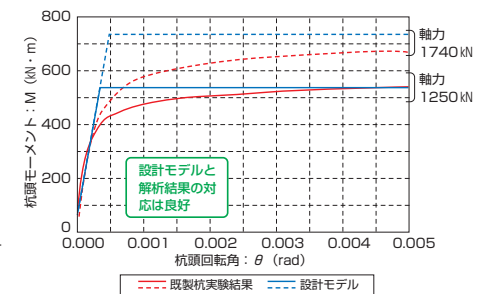


杭頭に大きな損傷が見られました。

■ 実験結果とFEM解析の比較(杭径 800φ)



■ 実験結果と設計モデルの比較(杭径 800φ)



CPI工法 Q&A

■ キャブリングバイル工法(CP工法)とは何ですか？

Q. 何のために開発されたのですか？
A. CP工法は杭頭を壊さない半固定接合とするために開発された工法です。

Q. 工法の目的は何ですか？
A. 杭頭を半固定とする目的は、杭頭曲げを固定(在来)の場合より低減させ、杭材の損傷をなくし、基礎梁への杭頭曲げ戻しを少なくすることです。

Q. 工法のエッセンス・利点は何か？
A. CP工法は杭頭にコンクリートリングを被せるだけというシンプルな方式であり、他の半固定工法より格段に施工性・コストの面で優れています。

Q. どの程度のコスト低減が期待できますか？
A. CP工法によるコスト低減は、従来杭頭接合による杭工事費を基準にすると施工性の改善に伴うコストメリットを考慮しなくても、約5~10%が見込めます。

Q. CP工法の使用について制限はありますか？
A. 誰でも使えます。但し、杭メーカーは、キャブリングバイル協会員に限ります。

■ PCリングについて教えてください。

Q. バイルキャップ面が杭頭接合部端部の支圧で壊れませんか？
A. 実験ではバイルキャップ内面に損傷は見られませんでした。また、杭頭回転時にはバイルキャップやPCリングが変形しますので、杭頭接合部端部一点に支圧が集中することはありません。

Q. 発泡ポリエチレンの効用は何ですか？
A. PCリングがレベル調整コンクリートで拘束されないように入れてあります。発泡ポリエチレンがないとPCリングが拘束されてしまい、PCリングが変形することによって生じる杭頭回転が起きなくなりますので、固定度が低下しなくなります。

Q. 杭とPCリングがかり代で外れる心配はありませんか？
A. 実験では1/30radまで杭頭回転させましたが外れていません。杭頭が外れるとすれば、上下動で杭頭が離れたときに大水平力が作用する状況しかあり得ませんが、起こる可能性は低いと考えられます。

Q. 酸性の強い地下水に接するなど、鋼板が錆びてしまう心配はありませんか？
A. モルタルやレベル調整コンクリートがあるので、地下水に接することはありません。

※詳細は、キャブリングバイル協会ホームページをご覧ください。 <http://capia.biz/index.html>

キャプリングパイル協会®

三谷セキサン株式会社	〒111-0052	東京都台東区柳橋2-19-6	03(5821)1122
株式会社トーヨーアサノ	〒160-0022	東京都新宿区新宿5-13-9	03(3356)3172
日本コンクリート工業株式会社	〒108-0023	東京都港区芝浦4-6-14	03(3452)1082
ジャパンパイル株式会社	〒103-0007	東京都中央区日本橋浜町2-1-1	03(5843)4192
山崎パイル株式会社	〒959-2004	新潟県阿賀野市南安野町5-15	0250(62)2571
日本ヒューム株式会社	〒105-0004	東京都港区新橋5-33-11	03(3433)4111
株式会社アオモリパイル	〒031-0072	青森県八戸市城下1-17-20	0178(24)1115
宇部コンクリート工業株式会社	〒592-8332	大阪府堺市西区石津西町15-2	072(241)5252
藤村ヒューム管株式会社	〒945-0017	新潟県柏崎市荒浜1-3-50	0257(24)1777
マナック株式会社	〒452-0005	愛知県清須市西批把島町恵比須17	052(501)5351
東北ポール株式会社	〒980-0804	宮城県仙台市青葉区大町2-15-28	022(263)5254
前田製管株式会社	〒135-0042	東京都江東区木場5-11-17	03(5621)6451
株式会社クボタ	〒104-0031	東京都中央区京橋2-1-3	03(3245)3259

賛助会員・事務局

株式会社富士ピー・エス	〒136-0071	東京都江東区亀戸2-26-10	03(5858)3164
高周波熱錬株式会社	〒141-8639	東京都品川区東五反田2-17-1	03(3443)5497
ホリ一株式会社	〒135-0047	東京都江東区富岡2-9-11	03(3820)8875