

# キャプテンパイル工法

(場所打ちコンクリート杭用杭頭半固定工法)

設計・施工マニュアル

2026年4月

キャプテンパイル協会



# キャプテンパイル工法

(場所打ちコンクリート杭用杭頭半固定工法)

設計・施工マニュアル

2026年4月

キャプテンパイル協会



## まえがき

本工法は、2002年12月に、日本建築センターの一般評定を取得した鹿島建設の「キャプリングパイル工法（杭頭半固定工法）」の拡張タイプです。場所打ち杭用に、引張り抵抗機能も有し、大口径まで適用可能とする為、共研体制を組み、2004年4月に共同研究開発に着手し、構造実験・施工実験等を実施し、「キャプテンパイル工法」として設計・施工システムを確立させ、2005年12月に、一般評定を取得しました。

注）共研体制は、以下の10社で構成されています。

鹿島建設(株)、(株)奥村組、五洋建設(株)、戸田建設(株)、飛鳥建設(株)、西松建設(株)、  
(株)長谷工コーポレーション、松井建設(株)、三井住友建設(株)、高周波熱錬(株)

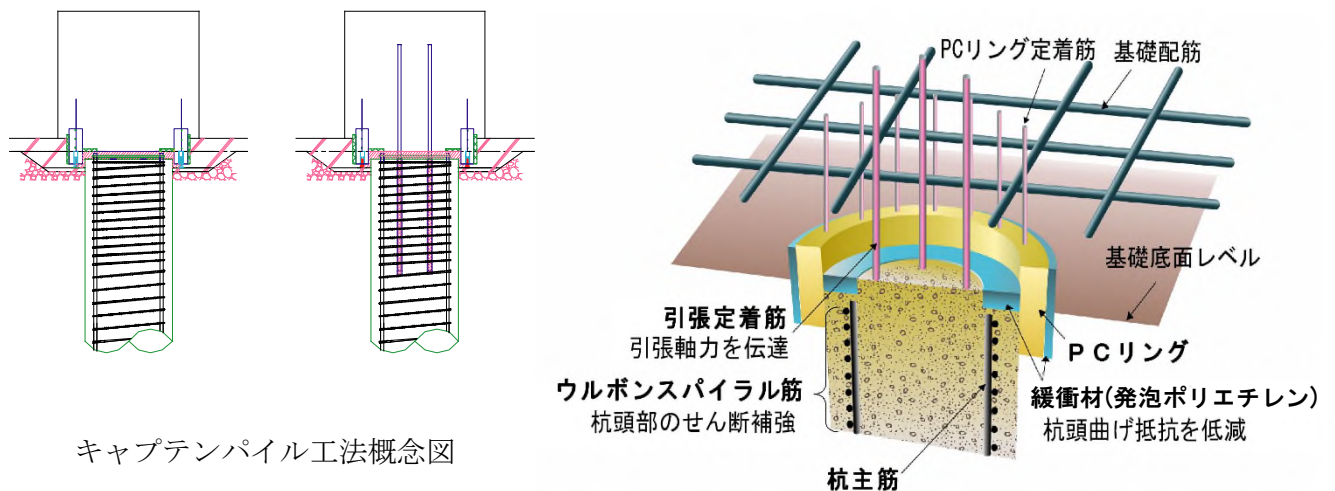
### ■ 開発の背景

杭頭半固定工法は、従来型の固定工法と比較して、地震時の杭頭曲げモーメントを低減し、杭材の損傷も少なくでき、耐震性向上も図れるという特長があり、すでに他社にて、いくつかの杭頭半固定工法が開発されており、実用に供されています。本工法の共研提案者の鹿島は、既評定取得の杭頭半固定工法「キャプリングパイル工法」で、既製杭を主に実績をあげています。

今回、共研として開発・実用化を図る目的は、10社のノウハウを引き出し、オリジナルの「キャプテンパイル工法」をベースに、追加機能を付加し、引抜き力にも抵抗出来、適用範囲も広げ、より合理的な場所打ち杭用杭頭半固定工法を確立することでした。

### ■ キャプテンパイル工法（略称：CTP工法）概要

コンクリート製のリング（PCリングと呼ぶ）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。必要に応じて、引張力抵抗用に、杭頭部に引張定着筋を配筋します。



## ■ 適用範囲

・ 本工法を採用する場合の建物についての制限は特にありません。

1. 建物規模（階数・面積）
2. 建物形状（整形・不整形）
3. 構造種別（S造・RC造・SRC造等）

これらについては、何ら制限は設けておりません。

・ 本工法を適用する杭仕様は以下の通りとなっています。

1. 杭種：場所打ちコンクリート杭 または 場所打ち鋼管コンクリート杭
2. 杭径：800mm～3000mm ※

※正会員（評定取得者）以外の設計及び施工は800mm～2500mm

尚、杭体のコンクリート強度は、 $F_c \geq 21\text{N/mm}^2$ （RC規準、JASS5に準ずる）とし、同一建物で、杭頭接合工法として、本工法と在来一般工法を併用することも可能です。

## ■ 施工手順

標準施工であるシース方式（引張定着筋の設置）につき、①～⑥の手順を示します。



①



②



③



④



⑤



⑥

- ① 杭鉄筋を組立て、引張定着筋用のシースをカゴ筋に挿入する。
- ② 杭鉄筋（シース装着）を落とし込み、杭体のコンクリートを打設する。
- ③ 杭頭部をはつり、所定の杭天端レベルまで整形する。
- ④ PCリングを設置し、PCリング外周面に側面緩衝材を取り付ける。
- ⑤ 杭頭部モルタル・シース内グラウトを打設し、引張定着筋をシースに挿入する。
- ⑥ 杭頭モルタル硬化後、杭頭部絞り用の上面緩衝材を設置する。

本工法の実施に当たっては、「キャプテンパイル協会」が、サポートをします。計画段階から実施に至るまでの様々な検討についてのアドバイスを行ないます。当面は、案件毎の対応になるかと思いますが、近い将来は、準会員としての協会加入を視野に入れており、体制構築を進めています。本工法についてのお問い合わせは、協会事務局まで、お願いいたします。

2006年4月1日

キャプテンパイル協会

### 設計・施工マニュアル改訂にあたって

本工法の一般評定を2005年12月に日本建築センターより取得してから今日まで施工実績は約30件、使用杭本数で約1000本に達しました。その間、2007年度には準会員、賛助会員として下記の12社が参画し、キャプテンパイル協会の参加会社は総勢22社となりました。

準会員：(株)浅沼組、(株)植木組、大末建設(株)、鉄建建設(株)、東亜建設工業(株)、東急建設(株)、(株)福田組、  
(株)穴吹工務店、(株)ナカノフドー建設

賛助会員：(株)富士ピー・エス、宇部興産(株)、(株)伊藤製鐵所

現在の設計・施工マニュアルは日本建築センターの評定図書からの抜粋で構成されており、内容的に説明不足の部分が散見され、当初からマニュアル解説版の発行が望まれていました。今回のマニュアル改訂にあたって設計者および施工者に解りやすい表現とすることを念頭に、本工法の設計・施工両面に対し今日までの使用経験から得られた知見を反映させることとしました。なお、設計法については2006年10月に「評定報告書（追加資料）」を日本建築センターより取得しましたので、杭頭半固定の評価法をより正確に理解できるようになりました。また、説明上足りない部分には丁寧に解説を加えることとしました。施工法については協会に蓄積された施工改善情報シートの中から一般性がありかつ施工改善につながる工法も取り込みました。

今回の改訂により、「キャプテンパイル工法」を設計者および施工者が充分理解し、本マニュアルが愛用されより良い場所打ち杭の杭頭半固定工法が普及することを希望いたします。

2008年10月1日

キャプテンパイル協会

## 設計・施工マニュアル改訂第3版にあたって

本工法の一般評定を2005年12月に(財)日本建築センターより取得して5年が経過し、評定書の更新を2010年7月に完了しました。

改訂第3版は主に評定更新に伴う変更箇所を取り入れて編集しました。

主な改訂は以下の通りとなっております。

1. 杭頭接合タイプ区分Ⅳ（引張定着筋無し、絞り部無し）は従来キャプリングパイル工法であるが、広義の定義としてCTP工法に包含しておりました。今回の更新ではタイプ区分ⅣもCTP工法として定義されましたので、CTP工法の杭頭接合タイプはⅠ～Ⅳの4タイプとなりました。
2. 杭体コンクリートの設計基準強度 $F_c$ については、評定取得当初の評定書には使用材料としては $21\text{N/mm}^2 \leq F_c$ 、設計基準としては $21\text{N/mm}^2 \leq F_c \leq 36\text{N/mm}^2$ と表記されていましたが、今回の評定更新で使用材料および設計基準いずれも“ $21\text{N/mm}^2 \leq F_c$ （RC規準、JASS5に準ずる）”と訂正されました。従って本改訂版は評定更新後の記述通りとしました。
3. PCリングと杭体との重なり代は杭のせん断力をPCリングからパイルキャップへ伝える上で本工法の重要な役割を持ちます。今回の改訂では重なり代を従来の規定値よりも更に20mm大きく取り、杭頭接合部の力の伝達をより確実なものとなりました。
4. PCリング定着筋の配筋本数、定着長について施工性の向上を図るために詳細な検討を行い見直しました。その成果を今回取り入れた結果、配筋本数、定着長共に従来よりも少なくすることが出来ました。

今回の改訂は評定取得後5年の間に蓄積された本工法の改良・改善を評定更新に反映させた結果を取り入れております。今後ますますキャプテンパイル工法をご採用頂けることを期待しております。

2011年4月1日

キャプテンパイル協会

## 設計・施工マニュアル改訂第4版発行にあたって

2015年7月、本工法の2回目の一般評定更新が（財）日本建築センターより認証され、これを機に、設計・施工マニュアル第3版を改訂しました。

改訂第4版は評定更新の内容を取り込み編集しました。主な改訂箇所は以下のとおりです。

1. PCリング仕様を見直しました。従来のPCリングは主に工場で製作されていましたが、工場と施工現場どちらでも使える専用型枠を使って製作できるようにしました。
2. 杭頭処理後に設置していた杭頭追加フープは従来1.5巻の単筋フープでしたが、フープの評定が更新され、1巻で良いようになりました。したがって、今後の標準仕様は1巻としました。
3. PCリング下端の空隙を確保し、PCリング内外からのシーシグラウト材やモルタル等の流入を防ぐために、従来はPCリング下端にバックアップ材などを設置し、硬練りモルタルで根巻きを行って来ました。  
この方法は雨天時の施工性が悪く工程上のネックとなっていましたが、PCリングの下端に60～80mmの発泡ウレタンを設置し、PCリングの重みで圧縮することでモルタル等の流入を防ぐことができるようになり、今後の標準施工としました。
4. 施工精度管理値の管理項目を一つ減らしました。杭頭レベル（杭頭部モルタル天端）の管理値として、従来PCリング天端からの寸法と下端からの寸法の両方の管理項目があり、重複していました。改訂後は杭体とPCリングの掛かり代を明確に把握できる、PCリング下端からの管理項目のみとしました。
5. PCリング左右の天端レベル差の許容値は、杭径の大小に関わらず一律20mmでしたが、杭径2100φ～3000φの場合を変更しました。変更後の左右の天端レベル差は、杭径800φ～2000φまでは20mm、2100φ～3000φまでは30mmとしました。

キャブテンパイル工法をより使い易い工法にするために、本設計・施工マニュアルについてお気づきの点があれば、ご指摘をお願いいたします。

2016年4月1日

キャブテンパイル協会

## 設計・施工マニュアル改訂第5版発行にあたって

2020年12月、本工法の一般評定更新（BCJ評定-FD0230-04）が（財）日本建築センターより認証されました。これを機に、設計・施工マニュアル第4版を改訂しました。

改訂第5版は評定更新の反映を主に取り込み編集しました。主な改訂箇所は以下のとおりです。

1. PCリングの名称を明確にしました。従来の工場製作を「工場PCリング」、現場で製作する場合を「サイトPCリング」としました。両方を総称して「PCリング」と命名しました。
2. 現場で製作するPCリングのコンクリート設計基準強度を新たに定義しました。
3. 場所打ち鋼管コンクリート杭の鋼管天端レベルの定義と、鋼管内のウルボンスパイラル筋の配筋について新たに追記しました。
4. 準拠規準をできるだけ最新版に更新しました。

キャブテンパイル工法の設計、施工の手助けに本マニュアルが活用されることを期待しております。

2021年4月1日

キャブテンパイル協会

## 設計・施工マニュアル改訂第6版発行にあたって

2025年11月、本工法の一般評定更新（BCJ 評定-FD0230-05）が（財）日本建築センターより認証されました。これを機に、設計・施工マニュアル第5版を改訂しました。

改訂第6版は評定更新の内容を主に取り込み、編集しました。主な改訂箇所は以下のとおりです。

1. 引張定着筋に使用できる高強度鉄筋に SD590 を追加しました。
2. 引張定着筋に利用できる高強度鉄筋（SD590、SD685）の大臣認定番号が特定されました。
3. PC リングの長期・短期許容せん断力及び終局せん断耐力を更新しました。
4. キャプテンパイル工法と場所打ち鋼管コンクリート杭工法を併用する場合の引張定着筋の定着長さの考え方を追記しました。
5. 準拠規準・指針の改訂に応じ、内容の見直し及び発行年の更新を行いました。
6. 関連評定の更新に伴い、評定番号及び設計式の更新を行いました。  
（杭体の短期許容せん断力及び終局せん断耐力の更新）
7. 基準図を更新しました。

キャプテンパイル工法の設計、施工の手助けに本マニュアルが活用されることを期待しております。

2026年4月1日

キャプテンパイル協会



# 設計・施工マニュアル

## 目 次

1. 工法概要	
1.1 キャプテンパイル工法 .....	1-1
1.2 適用範囲 .....	1-4
1.3 用語 .....	1-5
2. キャプテンパイル工法標準仕様	
2.1 使用材料および材料強度 .....	2-1
2.2 PCリング仕様 .....	2-4
2.3 引張定着筋仕様 .....	2-12
2.4 杭頭部形状・補強仕様 .....	2-15
3. 設計基準	
3.1 一般事項 .....	3-1
3.2 設計方針 .....	3-8
3.3 設計フロー .....	3-13
3.4 杭頭固定度評価法 .....	3-19
3.5 設計例 .....	3-25
4. 施工基準	
4.1 施工方針 .....	4-1
4.2 施工要領 .....	4-3
4.3 施工管理基準 .....	4-22
4.4 PCリング .....	4-26
付1	評定書
付2	SD590、SD685 材の大臣認定番号一覧表



# 1. 工法概要

## 1.1 キャプテンパイル工法

### (1) 工法の位置付け

本工法は、2002年に(財)日本建築センターの評定を取得したキャプリングパイル工法(BCJ評定:FD0060-01)の拡張タイプであり、杭頭中央部に鉄筋(以下、引張定着筋)を配置することにより杭に生じる引張力に対応した工法である。なお、キャプリングパイル工法とは杭体の配筋仕様が異なる。

杭頭中央部に引抜力の大きさに応じた引張定着筋を円形または矩形に配置し、パイルキャップから杭へ直接引張力を伝達する。なお、引張定着筋を配置しない場合についても本工法の範囲とする。

### (2) 工法のタイプ

本工法(キャプテンパイル工法)のタイプを表1.1.1、図1.1.1に示す。

キャプテンパイル工法(略称:CTP工法)のタイプは引張定着筋の有無、絞り部の有無により異なる。

表 1.1.1 杭頭接合タイプ区分

	I	II	III	IV
引張定着筋	有り	有り	無し	無し
絞り部	有り	無し	有り	無し

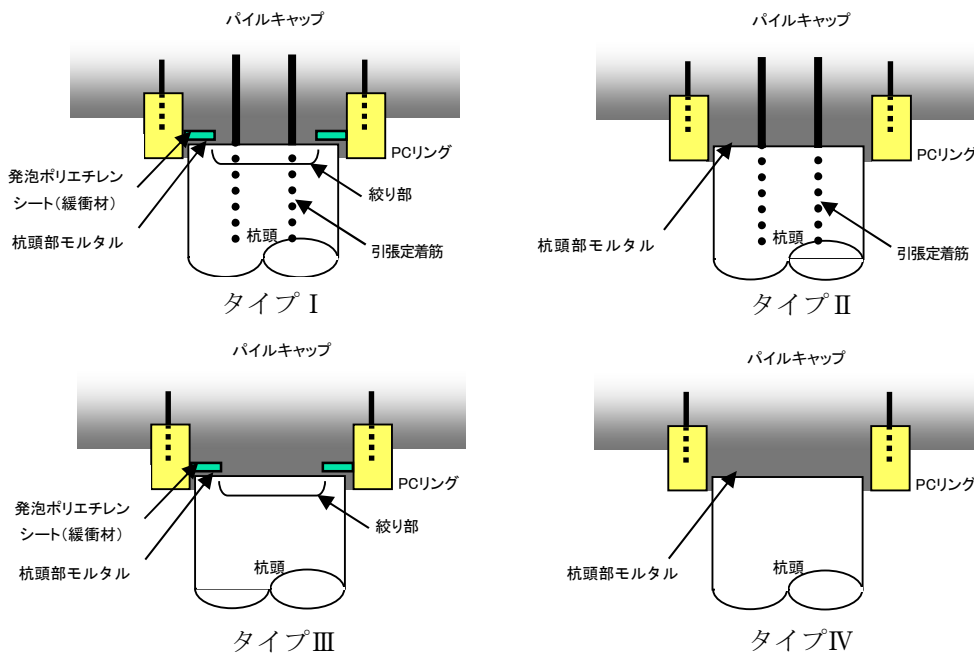


図 1.1.1 工法のタイプ

- ・引張定着筋：杭に引抜力が発生した場合に、パイルキャップから杭へ、この引抜力を伝達する為に杭中央部に配置した鉄筋である。
- ・絞り部：杭天端に環状の上面緩衝材（発泡ポリエチレン）を置くことで杭頭断面を絞り、杭頭の固定度を下げる役割を持つ。

### (3) 杭頭接合部の構成要素

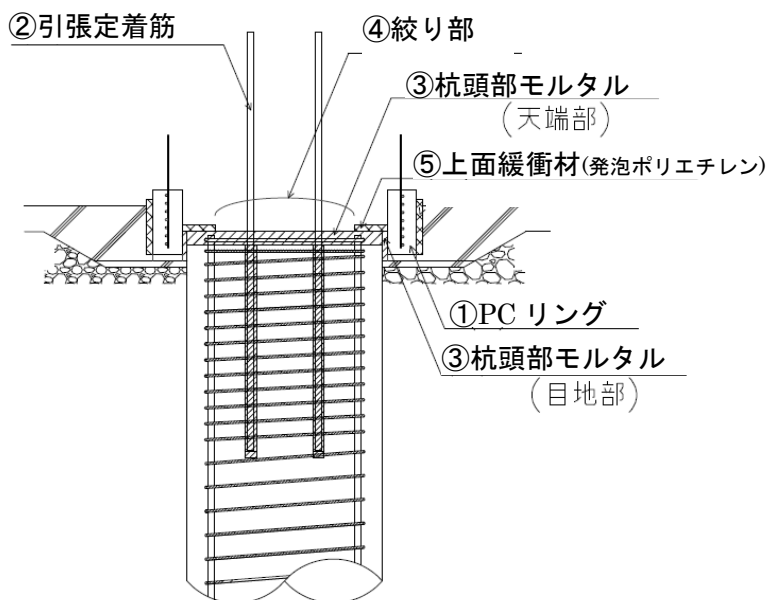


図 1.1.2 構成要素

#### ① PC リング

杭頭部に被せるリング状のコンクリート部材で、杭体と上下方向に重なりを有することにより、杭のせん断力を負担する。

#### ② 引張定着筋

杭に作用する引張力に抵抗させるため杭頭の中央部に配置する鉄筋である。施工上、杭体側への定着方法にシーす方式と先付方式の2方式がある。パイルキャップ側への定着方法には、継手工法の有無及び定着工法の有無のケースがある。

#### ③ 杭頭部モルタル

杭頭部のはつり後、杭天端のレベル出しを兼ねた杭天端打設モルタル及びPCリングと杭体の隙間を埋める目地モルタルがある。

#### ④ 絞り部

杭天端モルタル打設後、上面緩衝材（発泡ポリエチレン）を設置し、杭径断面を杭頭部において縮小させることにより、杭頭の固定度をより低減させる効果がある。絞り部は発泡ポリエチレンを除く内側の縮小部をいう。

#### ⑤ 上面緩衝材

杭頭断面を絞り、杭頭固定度を低減するための杭上面に設ける環状の発泡ポリエチレン材。

#### (4) 杭頭接合部の力の伝達仮定

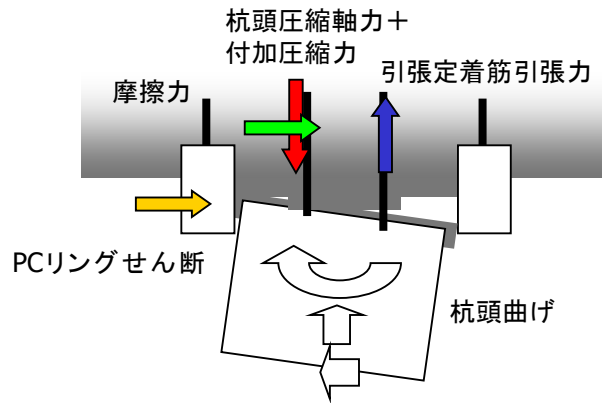


図 1.1.3 力の伝達メカニズム

##### ①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る。引張力は引張定着筋によりパイルキャップから杭に伝達される。

##### ②せん断力

杭の負担せん断力は、軸力が引張軸力の場合は全て PC リングで負担するが、圧縮軸力の場合には、PC リングだけではなく、接合面摩擦によってもせん断力が伝達される。

##### ③曲げ

杭頭接合面の付加圧縮力及び引張定着筋の引張力で伝達される。

注) 引張定着筋なしの場合は、以下となる。

① 軸力：圧縮力は杭へ直接伝達

引張力は伝達不可

② せん断：引張定着筋ありの場合と同じ

③ 曲げ：杭頭接合面の圧縮力及び付加圧縮力でパイルキャップへ伝達

## 1.2 適用範囲

(1) 工法を採用する場合の建物についての制限は特になし。すなわち、

1. 建物規模（階数・面積）
2. 建物形状（整形・不整形）
3. 構造種別（S造・RC造・SRC造等）

については何ら制限を設けない。

(2) 本工法は杭頭を半固定とするものであり、杭頭曲げモーメントが発生する。従って、杭頭の曲げ戻しによるモーメントを処理できる部材（基礎梁等）を配置する必要がある。

(3) 本工法を適用する杭仕様は以下の通りである。

1. 杭種：場所打ちコンクリート杭 または 場所打ち鋼管コンクリート杭
2. 杭径：800mm～3000mm ※正会員（評定取得者）以外の設計及び施工は800mm～2500mm  
（杭体のコンクリート設計基準強度： $F_c \geq 21 \text{ N/mm}^2$ （RC規準、JASS5に準ずる））

(4) 同一建物の杭頭工法として、本工法と在来一般工法の併用は可能とする。

※ 在来一般工法とは、杭頭鉄筋等をパイルキャップへ定着させた杭頭接合法及びこれに類する工法を言う。

### 1.3 用語

- ・ 固定度 : 杭頭の曲げモーメントによる回転拘束度を示す係数であり、杭頭固定時の曲げモーメントに対する比率を示す。固定度に応じ 0.0 から 1.0 の値を示し、杭頭曲げ完全固定、杭頭ピンの値はそれぞれ 1.0、0.0 とする。
- ・ 杭頭回転ばね : 杭頭曲げモーメントに抵抗する回転ばねをいい、杭、PCリング、パイルキャップなどの剛性を考慮して算定される。
- ・ PCリング : 杭頭に装着される薄肉の部材をいう。この部材は、薄肉のコンクリート、鋼板リング、定着筋などで構成される。工場で作成する場合は「工場PCリング」、現場で作成する場合は「サイトPCリング」と呼ぶ。
- ・ PCリング定着筋 : PCリングに組み込まれた定着筋を言う。鉄筋径および本数は杭径毎に決められている。
- ・ 鋼板リング : PCリングの内径側に密着している円形の鋼板をいう。PCリングの靱性、耐力を確保するために用いている。
- ・ 場所打ちコンクリート杭 : あらかじめ地盤中に掘孔された孔内に鉄筋かごを挿入した後、コンクリートを打設して、現場において造成される杭。
- ・ 場所打ち鋼管コンクリート杭 : 場所打ちコンクリート杭に鋼管を打ち込んで、現場において造成される杭。
- ・ 引張定着筋 : 杭頭とパイルキャップに定着された鉄筋で、引抜きと曲げに抵抗する。
- ・ 杭頭接合部 : 絞りの有無に関わらず、杭とパイルキャップが接する接合部を表す。
- ・ 絞り部 : 杭頭接合部において、上面緩衝材(発泡ポリエチレン)に囲まれ、杭頭が絞られた部分。
- ・ 絞り係数 ( $\nu$ ) :  $\nu = (Dt/D)$  Dt : 杭頭部絞り部の直径、D : 杭体断面の直径。
- ・ 上面緩衝材 : 杭頭固定度を低減するために杭上面に設ける発泡ポリエチレン材。
- ・ 側面緩衝材 : PCリング側面とパイルキャップとの縁を切るためにPCリング側面に設ける発泡ポリエチレン材。
- ・ 下端緩衝材 : PCリング下端の空隙にシーグラウト材やモルタル等の流入を防ぐために設置された発泡ウレタン材。
- ・ 束ねフープ : 杭体のせん断補強筋で、束ねたウルボンスパイラル。

## 2. キャブテンパイル工法標準仕様

### 2.1 使用材料および材料強度

#### (1) 使用材料

##### a. 基礎部コンクリート

杭頭接合部と建物を連結する基礎部コンクリートは、設計基準強度  $F_c \geq 21 \text{ N/mm}^2$  とする。

##### b. 杭体コンクリート

杭は、設計基準強度  $F_c \geq 21 \text{ N/mm}^2$  (RC 規準、JASS5 に準ずる) とする。

##### c. PCリング

###### ①コンクリート：設計基準強度 $F_c \geq 36 \text{ N/mm}^2$

(現場製作の場合、基礎の設計基準強度以上かつ  $21 \text{ N/mm}^2$  以上)

###### ②定着筋：SD390 (D13～D19)：JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 適合品とする。

###### ③スパイラル筋：ウルボンスパイラル筋(SBPD1275/1420)：建築基準法第 37 条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品 (認定番号：MSRB-9009)。

###### ④鋼板：SS400：JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 適合品または同等以上。

SM490：JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材 適合品または同等以上。

##### d. 杭頭接合部

###### ①引張定着筋：SD390, SD490

JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 適合品

：F 値を  $590 \text{ N/mm}^2$  ※1、または  $685 \text{ N/mm}^2$  ※2 と指定された異形棒鋼

建築基準法第 37 条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品

(以降、※1 は「SD590」、※2 は「SD685」と称する。)

※SD590、SD685 材の大臣認定番号の一覧表を付 2 に示す。

###### ②杭頭部モルタル：圧縮強度 $36 \text{ N/mm}^2$ 、かつ杭体コンクリートとパイルキャップの設計基準強度のうち小さい方を上回る値以上

###### ③シーsgラウト材：圧縮強度 $36 \text{ N/mm}^2$ 以上 (無収縮高強度モルタル)

###### ④杭体打込み用シース：スパイラルシース #1000 (普通鋼板 $t \leq 0.8 \text{ mm}$ )

(JIS G 3302 亜鉛メッキ鋼板及びこれに類する材料を使用)

###### ⑤定着筋継手工法：機械式継手、モルタル充填式継手 (注 1 参照)

###### ⑥定着筋定着工法：定着板型定着 (注 2 参照)

注 1) パイルキャップ側に定着する引張定着筋を中間で継ぐために用いる鉄筋継手工法として、機械式継手、モルタル充填式継手を用いるものである。いずれも、評定取得工法もしくは技術審査証明取得工法に限定する。

注 2) パイルキャップ側に定着する引張定着筋の定着として定着板型定着工法を用いるものである。定着金物の形状、鉄筋への取付け方法等により数種の工法が実用化されているが、採用は評定取得工法もしくは技術審査証明取得工法に限定する。

## (2) 材料強度

### a. コンクリート

表2.1.1 コンクリートの材料強度

建築基準法施行令第97条, 平成12年建設省告示1450号による (N/mm<sup>2</sup>)

	圧縮	せん断	付着
普通 コンクリート	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> /10かつ 3× (0.49+F <sub>c</sub> /100)	3F <sub>c</sub> /10かつ 3× (1.35+F <sub>c</sub> /25)

ただしF<sub>c</sub>は設計基準強度

### b. 鋼材

表 2.1.2 鋼材の材料強度

建築基準法施行令第96条による (N/mm<sup>2</sup>)

圧縮	引張	曲げ	せん断
F	F	F	F/√3

ただしFは基準強度

### c. 鉄筋

建築基準法施行令第96条、平成13年国土交通省告示第1024号による (N/mm<sup>2</sup>)

	圧縮	引張	
		せん断補強筋以外に用いる場合	せん断補強筋に用いる場合
異形鉄筋	F	F	SD390:F(当該数値が390を超える場合は390) SD490:F(当該数値が490を超える場合 (大臣認定を受けた場合を除く)は490)

ただしFは基準強度

## (3) 基準強度

### a. 鋼材

表 2.1.4 鋼材の基準強度

平成12年建設省告示第2464号による (N/mm<sup>2</sup>)

種類			基準強度
鋼材	SS400	板厚が40mm以下	235
	SM490	板厚が40mm以下	325

鋼材の材料強度の基準強度は、表中の数値とする。

### b. 鉄筋

表 2.1.5 鉄筋の基準強度

平成12年建設省告示2464号、平成13年国土交通省告示第1024号、又は大臣認定 による (N/mm<sup>2</sup>)

種類		基準強度
異形鉄筋	SD295	295
	SD345	345
	SD390	390
	SD490	490
	SD590	590
	SD685	685
ウルボン筋	SBPD1275/1420	1275

異形鉄筋の材料強度の基準強度は、表中の数値とする。

異形鉄筋SD590、SD685、ウルボン筋の材料強度の基準強度は、建築基準法第37条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品の数値とする。

#### (4) 許容応力度

##### a. コンクリート

##### ① 基礎およびPCリング

表 2.1.6 コンクリートの許容応力度（基礎およびPCリング）

建築基準法施行令第91条，平成12年建設省告示第1450号による (N/mm<sup>2</sup>)

長期				短期			
圧縮	引張	せん断	付着	圧縮	引張	せん断	付着
Fc/3	Fc/30かつ 0.49+Fc/100		Fc/10かつ 1.35+Fc/25	長期の 2倍			

Fcは設計基準強度

##### ② 杭体

表 2.1.7 コンクリートの許容応力度（杭体）

平成13年建設省告示第1113号第8第一号による (N/mm<sup>2</sup>)

	長期			短期		
	圧縮	せん断	付着	圧縮	せん断	付着
掘削時に水、 泥水を使用 しない場合	Fc/4	Fc/40 又は 3/4×(0.49+Fc/100) のうちいずれか小さい数値	3Fc/40 又は 3/4×(1.35+Fc/25) のうちいずれか小さい数値	長期の 2倍	長期の 1.5倍	
上記以外	Fc/4.5 又は 6のうち いずれか小 さい数値	Fc/45 又は 3/4×(0.49+Fc/100) のうちいずれか小さい数値	Fc/15 又は 3/4×(1.35+Fc/25) のうちいずれか小さい数値	長期の 2倍	長期の 1.5倍	

Fcは設計基準強度

##### b. 鋼材

表 2.1.8 鋼材の許容応力度

建築基準法施行令第90条による (N/mm<sup>2</sup>)

長期				短期
圧縮	引張	曲げ	せん断	
F/1.5	F/1.5	F/1.5	F/1.5√3	長期の1.5倍

##### c. 鉄筋

表 2.1.9 鉄筋の許容応力度

準法施行令第90条，平成13年国土交通省告示1024号，又は大臣認定による (N/mm<sup>2</sup>)

種類	長期			短期		
	圧縮	引張		圧縮	引張	
		せん断補強筋 以外に用いる 場合	せん断補強筋 に用いる場合		せん断補強筋 以外に用いる 場合	せん断補強筋 に用いる場合
SD295	195	195	195	295	295	295
SD345	215(195)	215(195)	195	345	345	345
SD390	215(195)	215(195)	195	390	390	390
SD490	215(195)	215(195)	—	490	490	—
SD590	215(195)	215(195)	—	590	590	—
SD685	215(195)	215(195)	—	685	685	—
SBPD1275/1420	—	—	195	—	—	590

注1) ( ) 内は鉄筋径が28mmを超えるもの。

注2) 杭体用のウルボン、PCリング用のウルボン認定番号とは異なり、「MSRB-0024」である。

注3) 異形鉄筋SD590、SD685、ウルボン筋の許容応力度は、建築基準法第37条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品の数値とする。

## 2.2 PCリング仕様

### (1) PCリング概要

PCリングの形状はリング状であり、PCリングのサイズは杭種および杭径に合わせて用意されている。対応する杭径は800φ～3000φで、杭径ごとに許容せん断力の異なる3種類（N、S1、S2）がある。

PCリングは、主にコンクリートで構成されており、断面内には高強度せん断補強筋、PCリング内側には鋼板リングが設置されており、高いせん断耐力と靱性を確保している。また、PCリングから上方に向けて定着筋が配筋され、基礎と一体化する。PCリングの製作は、原則として工場製造とするが、現場製造も可能である。

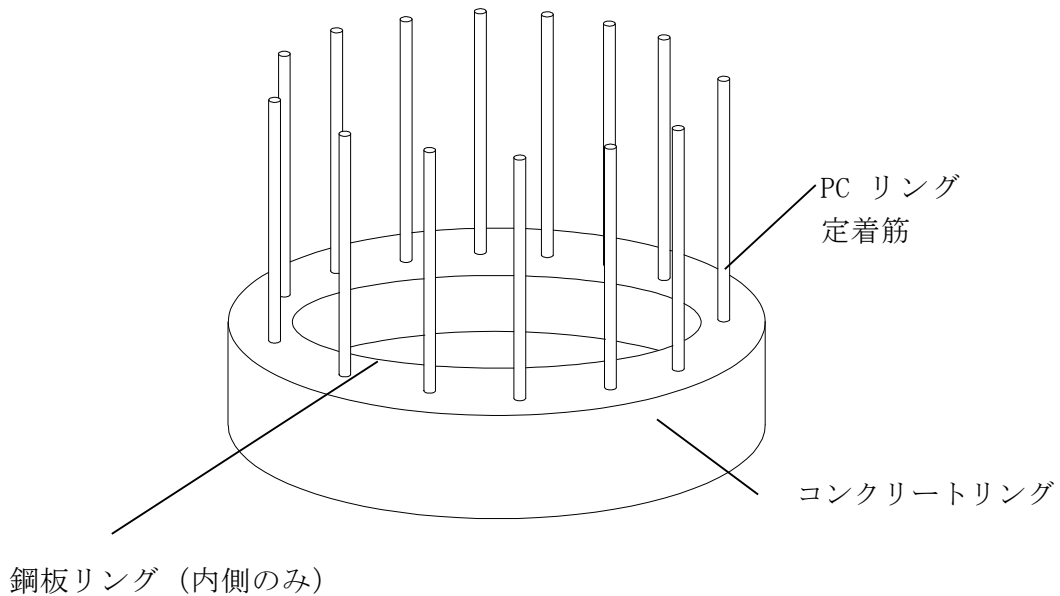


図 2.2.1 PCリング概要

### (2) PCリングのせん断抵抗力

PCリングのせん断抵抗力  $Q_a$  は、図 2.2.2 示すように杭頭せん断力を受ける加力前面のせん断抵抗力  $R_a$  と加力側面のせん断抵抗力  $R_b$  に分けて算定した和とする。

$$Q_a = R_a + R_b$$

式 2.2.1

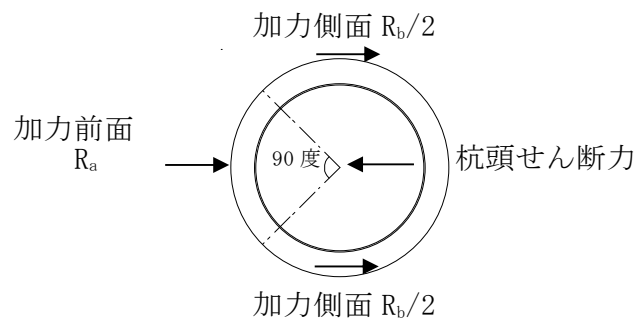


図 2.2.2 PCリングのせん断抵抗力

### ①加力前面のせん断抵抗力 $R_a$

加力前面の部分は円弧形であるが、図 2.2.3 に示すように円弧の中心線を長辺とする等価な矩形断面に置き換え、式 2.2.2 で  $R_a$  を算定する。

右辺第一項はPCリング定着筋による水平抵抗力を、右辺第二項は鋼板リングのせん断抵抗力を表す。

$$R_a = n_a \cdot \min[T_y, T_{b1}, T_{b2}, T_c] \cdot (d - X_n/3) / H_a + 0.5 \tau_p \cdot B_p \cdot t_s \quad \text{式 2.2.2}$$

記号	$n_a$	: 加力前面のPCリング定着筋本数
	$T_y$	: 定着筋の短期許容引張力
	$T_{b1}$	: 定着筋のPCリング内短期許容付着力
	$T_{b2}$	: 定着筋のパイルキャップ内短期許容付着力
	$T_c$	: パイルキャップコンクリート圧縮応力度が短期許容値に達する時の引張力
	$d$	: コンクリート圧縮縁から定着筋中心までの距離
	$X_n$	: コンクリート圧縮縁から中立軸までの距離
	$H_a$	: PCリングせい
	$\tau_p$	: 鋼板リングの短期許容せん断応力度
	$B_p$	: 加力前面における鋼板リングの弧長
	$t_s$	: 鋼板リング板厚

右辺第二項の 0.5 は、鋼板リングのせん断応力が図 2.2.5 示すように三角形に分布すると仮定した補正係数である。

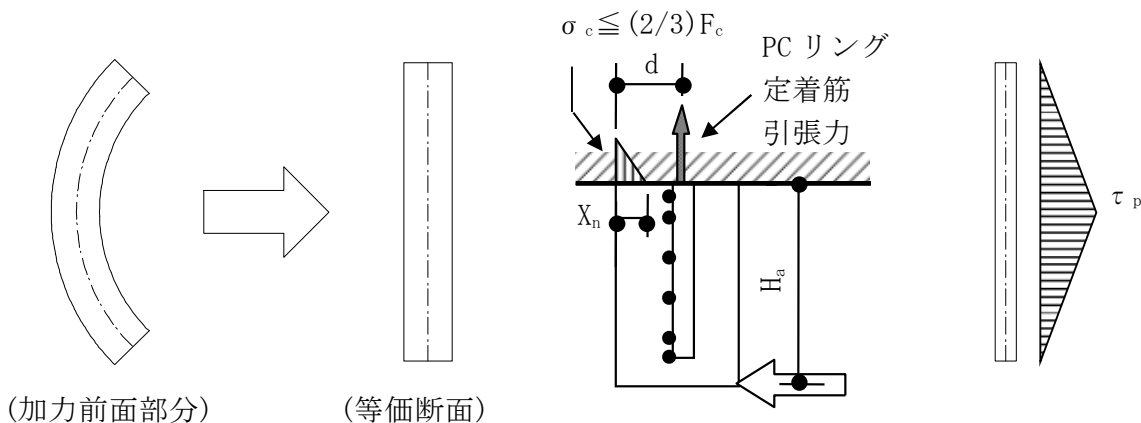


図 2.2.3 加力前面の等価断面置換

図 2.2.4 第一項

図 2.2.5 第二項

### ②加力側面のせん断抵抗力 $R_b$

加力側面では、杭体からの水平力が鋼板リング及びスパイラル筋の引張力で側面に伝達 ( $R_{b1}$ ) した後、PCリング定着筋及びPCリング内コンクリートのせん断によってパイルキャップへ伝達 ( $R_{b2}$ ) されるとし、両者のうち小さな値を  $R_b$  とする。

$$R_b = \min[R_{b1}, R_{b2}] \quad \text{式 2.2.3}$$

$$R_{b1} = 2 (\sigma_p \cdot t_s \cdot H_s + N_u \cdot \sigma_u \cdot a_u) \quad \text{式 2.2.4}$$

$$R_{b2} = 1.65a_d \sqrt{\sigma_B \cdot \sigma_y} / 1.5 + (3/4) \tau_c \cdot A_c$$

式 2.2.5

- 記号  $\sigma_p$  : 鋼板リングの短期許容引張応力度  
 $H_s$  : PCリングと杭頭との重なり長さ (孔を除く)  
 $N_u$  :  $H_s$  範囲におけるウルボンスパイラル筋量  
 $\sigma_u$  : ウルボンスパイラル筋の応力度 (鋼板リング短期許容応力度  $\sigma_p$  と同じとする)  
 $a_u$  : ウルボンスパイラル筋の断面積  
 $a_d$  : 加力側面の PC リング定着筋の全断面積  
 $\sigma_B$  : PC リングコンクリートの設計基準強度とパイルキャップコンクリートの設計基準強度のうち小さい値  
 $\sigma_y$  : 定着筋の短期許容引張応力度  
 $\tau_c$  : パイルキャップコンクリートの短期許容せん断応力度  
 $A_c$  : PCリング内径を直径とする円の面積

式 2.2.5 の 3/4 は形状係数である。

なお、終局時圧縮軸力側杭体の場合は、コンクリートの接合摩擦抵抗 ( $\mu \cdot N$ ) を  $R_{b1}$  に加算することができる。

$\mu$  : コンクリートの摩擦係数で 0.1 とする

$N$  : 終局時圧縮軸力

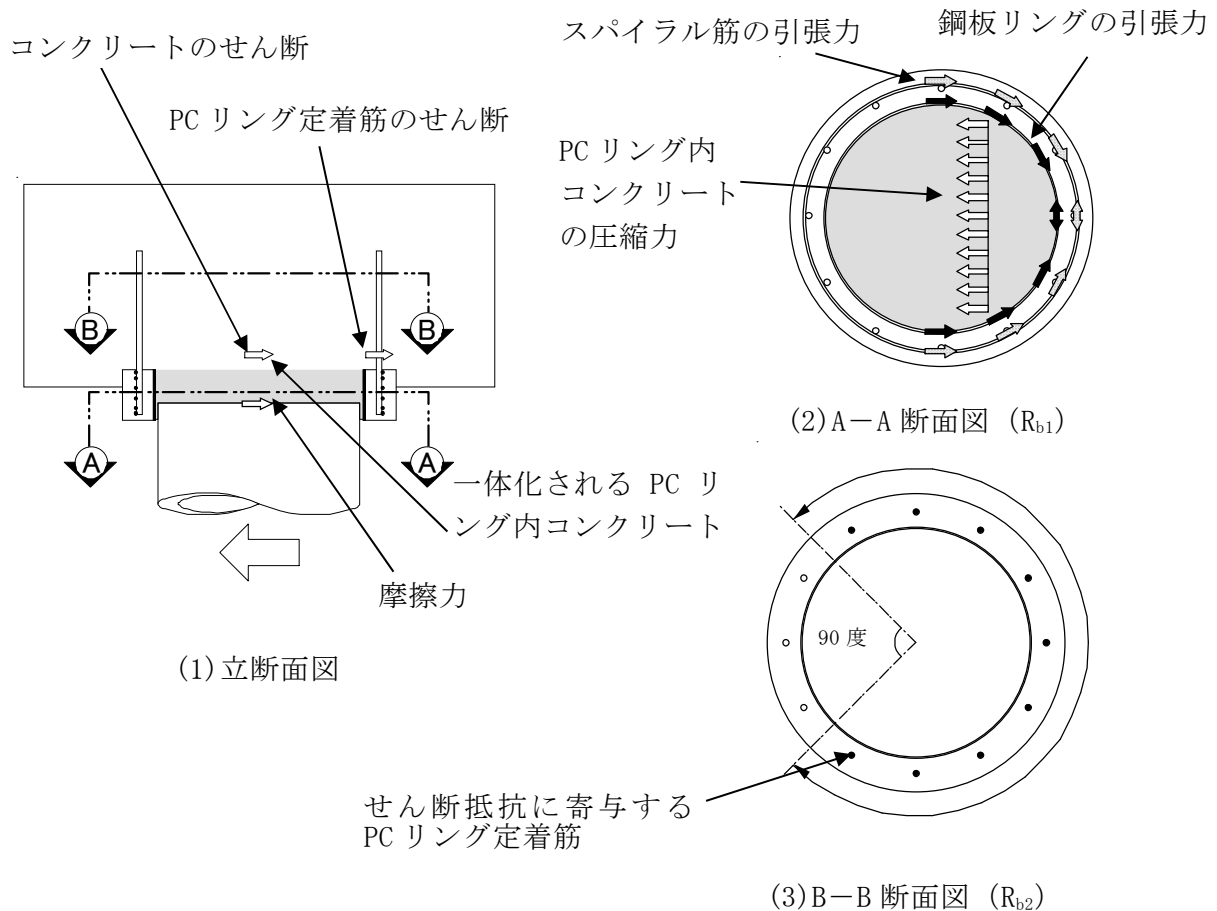


図 2.2.6  $R_b$  の評価モデル

### (3) PCリングの長期許容せん断力の算定

PCリングの長期許容せん断力 ${}_LQ_a$ は、式2.2.6に示すようにPCリングのせん断抵抗力 $Q_a$ の1/2とする。これは、多くのPCリングでは $R_a$ がコンクリートの圧縮で決まっていること、及びPCリングの短期許容せん断力の算定におけるウルボンスパイラル筋の短期許容/長期許容 $=235/195 \approx 1.2$ であることによる。

$${}_LQ_a = (R_a + R_b) / 2.0 \quad \text{式 2.2.6}$$

### (4) PCリングの短期許容せん断力の算定

PCリングの短期許容せん断力 ${}_sQ_a$ は式2.2.7に示すようにPCリングのせん断抵抗力 $Q_a$ とする。

$${}_sQ_a = R_a + R_b \quad \text{式 2.2.7}$$

### (5) PCリングの終局せん断耐力の算定

終局時のせん断耐力は、式2.2.2~5において、鋼板リング及びPCリング定着筋では短期許容引張応力度を引張強度に、コンクリートは短期許容応力度を設計基準強度に、ウルボンスパイラル筋の引張応力度を降伏点強度に読み替え、式2.2.5の第一項を1.5倍して算定する。上記によって算定した $R_a$ を $R_a'$ 、 $R_b$ を $R_b'$ とおくと、式2.2.8で表現できる。

$${}_uQ_r = R_a' + R_b' \quad \text{式 2.2.8}$$

なお、終局時に圧縮軸力を受ける杭頭においては、式2.2.9に示すように杭頭の摩擦を考慮しても良い。

$${}_uQ_r = R_a' + \min[R_{b1}' + \mu \cdot N, R_{b2}'] \quad \text{式 2.2.9}$$

#### ※PCリングの終局せん断耐力についての補足説明

本工法でいうPCリングのせん断抵抗力は、PCリングが有するせん断抵抗力だけでなく、PCリング上端レベルからパイルキャップへ伝達可能な抵抗力を考慮しているため、PCリングを含んだ接合部のせん断抵抗力に対応している。したがって、終局時に加算できる杭-コンクリート間の摩擦抵抗によって、PCリングの終局せん断耐力は設計上高めることができるが、接合部の最大せん断抵抗力である式2.2.9の最大値を越えることはできない。以上から、PCリングの終局せん断耐力値には、短期時と同様に摩擦を無視した最小値と上述した最大値の2つがあり、設計では式2.2.8を用いる。なお、摩擦係数はせん断における軸圧縮の効果\*1を参考に0.1としている。

\*1 広沢他：軸力を受ける鉄筋コンクリート部材の強度と粘り（その2 既往の資料に関する検討）、日本建築学会大会、1971.11

## (6) PCリング仕様一覧

表 2.2.1 PCリング仕様 (標準N)

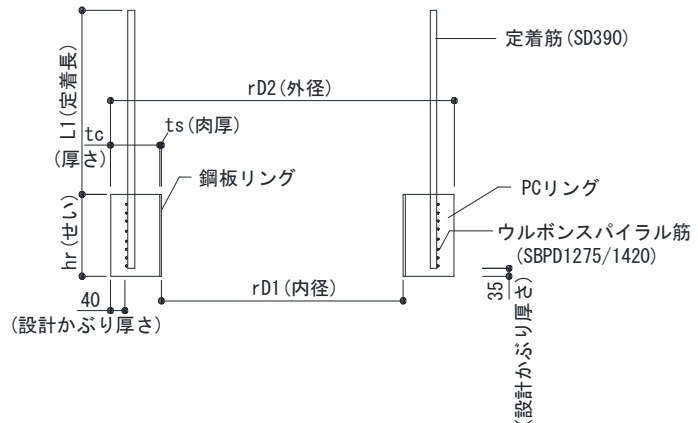
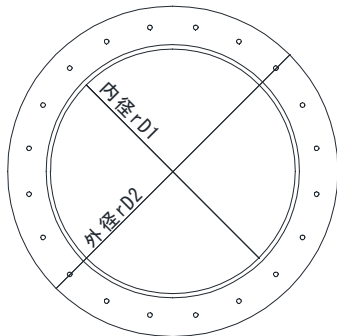
杭径 (mm)	タイプ	PCリング		PCa		鋼板リング		スパイラル筋		定着筋		質量 (kg)
		内径 r D1 (mm)	外径 r D2 (mm)	厚さ tc (mm)	せい hr (mm)	肉厚 ts (mm)	材質	径 (mm)	巻き数	配筋	定着長 L1 (mm)	
800	800-N	900	1152	120	200	6.0	SS400	9.0	8巻	10-D16	350	234
900	900-N	1000	1252	120	200	6.0	SS400	9.0	8巻	10-D16	350	256
1000	1000-N	1100	1352	120	200	6.0	SS400	9.0	8巻	12-D16	350	280
1100	1100-N	1200	1452	120	200	6.0	SS400	9.0	8巻	12-D16	350	299
1200	1200-N	1300	1552	120	200	6.0	SS400	9.0	8巻	12-D16	350	321
1300	1300-N	1400	1652	120	200	6.0	SS400	9.0	8巻	14-D16	350	345
1400	1400-N	1500	1752	120	200	6.0	SS400	10.7	8巻	14-D16	350	367
1500	1500-N	1600	1852	120	200	6.0	SS400	10.7	8巻	16-D16	350	390
1600	1600-N	1700	1958	120	200	9.0	SM490A	10.7	8巻	16-D19	400	449
1700	1700-N	1800	2058	120	200	9.0	SM490A	10.7	8巻	18-D19	400	474
1800	1800-N	1900	2158	120	200	9.0	SM490A	10.7	8巻	18-D19	400	498
1900	1900-N	2000	2258	120	200	9.0	SM490A	10.7	8巻	20-D19	400	524
2000	2000-N	2100	2358	120	200	9.0	SM490A	10.7	8巻	20-D19	400	548
2100	2100-N	2200	2518	150	250	9.0	SM490A	10.7	10巻	22-D19	400	859
2200	2200-N	2300	2618	150	250	9.0	SM490A	10.7	10巻	22-D19	400	895
2300	2300-N	2400	2718	150	250	9.0	SM490A	10.7	10巻	24-D19	400	932
2400	2400-N	2500	2824	150	250	12.0	SM490A	10.7	10巻	24-D19	400	1024
2500	2500-N	2600	2924	150	250	12.0	SM490A	10.7	10巻	26-D19	400	1063
2600	2600-N	2700	3024	150	250	12.0	SM490A	10.7	10巻	26-D19	400	1101
2700	2700-N	2800	3132	150	250	16.0	SM490A	12.6	10巻	28-D19	400	1224
2800	2800-N	2900	3232	150	250	16.0	SM490A	12.6	10巻	28-D19	400	1265
2900	2900-N	3000	3332	150	250	16.0	SM490A	12.6	10巻	30-D19	400	1307
3000	3000-N	3100	3432	150	250	16.0	SM490A	12.6	10巻	30-D19	400	1348

表 2.2.2 PCリング仕様 (S1)

杭径 (mm)	タイプ	PCリング		PCa		鋼板リング		スパイラル筋		定着筋		質量 (kg)
		内径 r D1 (mm)	外径 r D2 (mm)	厚さ tc (mm)	せい hr (mm)	肉厚 ts (mm)	材質	径 (mm)	巻き数	配筋	定着長 L1 (mm)	
800	800-S1	900	1152	120	200	6.0	SS400	12.6	8巻	10-D16	350	234
900	900-S1	1000	1252	120	200	6.0	SS400	12.6	8巻	10-D16	350	256
1000	1000-S1	1100	1352	120	200	6.0	SS400	12.6	8巻	12-D16	350	280
1100	1100-S1	1200	1458	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	12-D16	350	327
1200	1200-S1	1300	1558	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	12-D16	350	351
1300	1300-S1	1400	1658	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	14-D16	350	377
1400	1400-S1	1500	1758	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	14-D16	350	401
1500	1500-S1	1600	1858	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	16-D16	350	427
1600	1600-S1	1700	1964	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	16-D19	400	487
1700	1700-S1	1800	2064	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	18-D19	400	515
1800	1800-S1	1900	2164	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	18-D19	400	542
1900	1900-S1	2000	2264	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	20-D19	400	569
2000	2000-S1	2100	2364	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	20-D19	400	596
2100	2100-S1	2200	2524	150	250	12.0	SM490A	12.6	10巻	22-D19	400	921
2200	2200-S1	2300	2624	150	250	12.0	SM490A	12.6	10巻	22-D19	400	960
2300	2300-S1	2400	2724	150	250	12.0	SM490A	12.6	10巻	24-D19	400	1000
2400	2400-S1	2500	2838	150	250	19.0	SM490A	12.6	10巻	24-D19	400	1189
2500	2500-S1	2600	2938	150	250	19.0	SM490A	12.6	10巻	26-D19	400	1235
2600	2600-S1	2700	3038	150	250	19.0	SM490A	12.6	10巻	26-D19	400	1279
2700	2700-S1	2800	3144	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	28-D19	400	1382
2800	2800-S1	2900	3244	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	28-D19	400	1428
2900	2900-S1	3000	3344	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	30-D19	400	1476
3000	3000-S1	3100	3444	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	30-D19	400	1522

表 2.2.3 PCリング仕様 (S2)

杭径 (mm)	タイプ	PCリング		PCa		鋼板リング		スパイラル筋		定着筋		質量 (kg)
		内径 r D1 (mm)	外径 r D2 (mm)	厚さ tc (mm)	せい hr (mm)	肉厚 ts (mm)	材質	径 (mm)	巻き数	配筋	定着長 L1 (mm)	
800	800-S2	900	1158	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	10-D16	350	255
900	900-S2	1000	1258	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	10-D16	350	280
1000	1000-S2	1100	1358	120	200	9.0	SM490A	12.6	8巻	12-D16	350	306
1100	1100-S2	1200	1464	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	12-D16	350	355
1200	1200-S2	1300	1564	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	12-D16	350	382
1300	1300-S2	1400	1664	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	14-D16	350	410
1400	1400-S2	1500	1764	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	14-D16	350	436
1500	1500-S2	1600	1864	120	200	12.0	SM490A	12.6	8巻	16-D16	350	464
1600	1600-S2	1700	1972	120	200	16.0	SM490A	12.6	8巻	16-D19	400	539
1700	1700-S2	1800	2072	120	200	16.0	SM490A	12.6	8巻	18-D19	400	570
1800	1800-S2	1900	2172	120	200	16.0	SM490A	12.6	8巻	18-D19	400	599
1900	1900-S2	2000	2272	120	200	16.0	SM490A	12.6	8巻	20-D19	400	630
2000	2000-S2	2100	2372	120	200	16.0	SM490A	12.6	8巻	20-D19	400	659
2100	2100-S2	2200	2538	150	250	19.0	SM490A	12.6	10巻	22-D19	400	1068
2200	2200-S2	2300	2638	150	250	19.0	SM490A	12.6	10巻	22-D19	400	1113
2300	2300-S2	2400	2738	150	250	19.0	SM490A	12.6	10巻	24-D19	400	1160
2400	2400-S2	2500	2844	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	24-D19	400	1260
2500	2500-S2	2600	2944	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	26-D19	400	1313
2600	2600-S2	2700	3044	150	250	22.0	SM490A	12.6	10巻	26-D19	400	1356
2700	2700-S2	2800	3150	150	250	25.0	SM490A	12.6	10巻	28-D19	400	1462
2800	2800-S2	2900	3250	150	250	25.0	SM490A	12.6	10巻	28-D19	400	1510
2900	2900-S2	3000	3350	150	250	25.0	SM490A	12.6	10巻	30-D19	400	1561
3000	3000-S2	3100	3450	150	250	25.0	SM490A	12.6	10巻	30-D19	400	1609



※rD2 : 専用型枠厚さを含まない

表 2.2.4 PCリングの長期・短期許容せん断力比較

杭径 (mm)	長期許容せん断力 (kN)			短期許容せん断力 (kN)			短期許容せん断力比	
	N	S 1	S 2	N	S 1	S 2	S1/N	S2/N
800	320	360	690	640	730	1380	1.14	2.16
900	330	380	720	670	770	1440	1.15	2.15
1000	350	400	760	710	810	1520	1.14	2.14
1100	370	790	1010	740	1590	2020	2.15	2.73
1200	390	820	1050	780	1650	2110	2.12	2.71
1300	400	860	1100	810	1720	2200	2.12	2.72
1400	440	890	1140	880	1790	2290	2.03	2.60
1500	460	930	1190	920	1860	2380	2.02	2.59
1600	930	1240	1600	1860	2480	3210	1.33	1.73
1700	960	1280	1660	1930	2570	3330	1.33	1.73
1800	990	1330	1720	1990	2660	3450	1.34	1.73
1900	1030	1380	1780	2070	2760	3570	1.33	1.72
2000	1060	1420	1840	2130	2840	3690	1.33	1.73
2100	1180	1580	2390	2370	3160	4780	1.33	2.02
2200	1210	1620	2460	2430	3250	4920	1.34	2.02
2300	1250	1670	2540	2510	3350	5080	1.33	2.02
2400	1670	2610	2990	3340	5220	5980	1.56	1.79
2500	1710	2680	3070	3430	5360	6140	1.56	1.79
2600	1760	2750	3150	3520	5500	6310	1.56	1.79
2700	2410	3240	3650	4820	6480	7310	1.34	1.52
2800	2460	3320	3750	4930	6640	7500	1.35	1.52
2900	2520	3400	3840	5050	6800	7680	1.35	1.52
3000	2580	3480	3930	5170	6970	7870	1.35	1.52

※ パイルキャップの設計基準強度  $F_c=21\text{N/mm}^2$  の場合

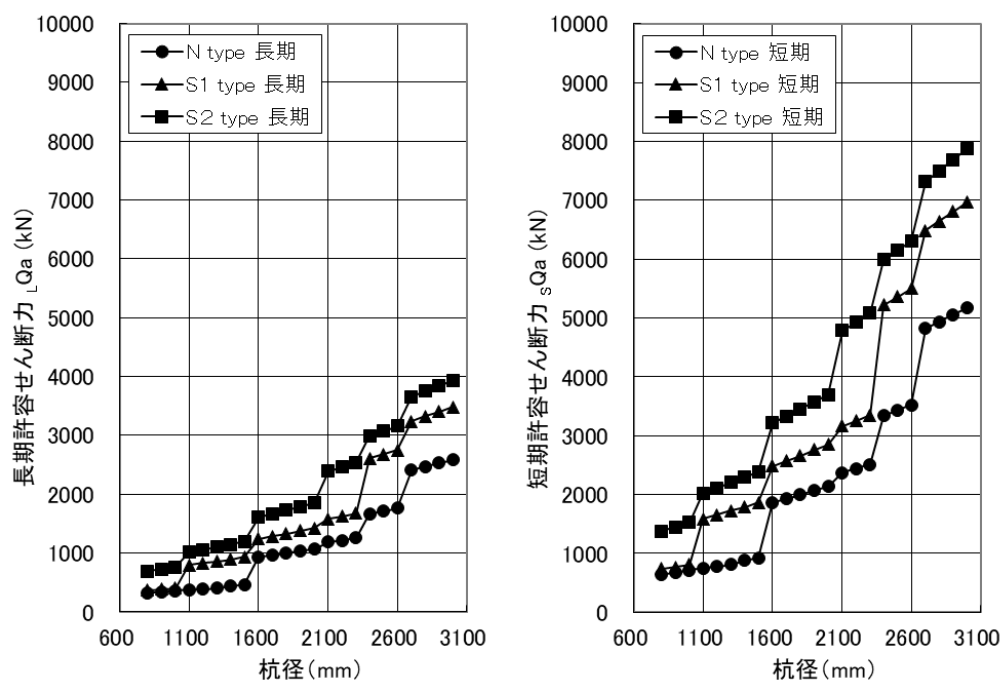


図 2.2.7 PCリングの許容せん断力

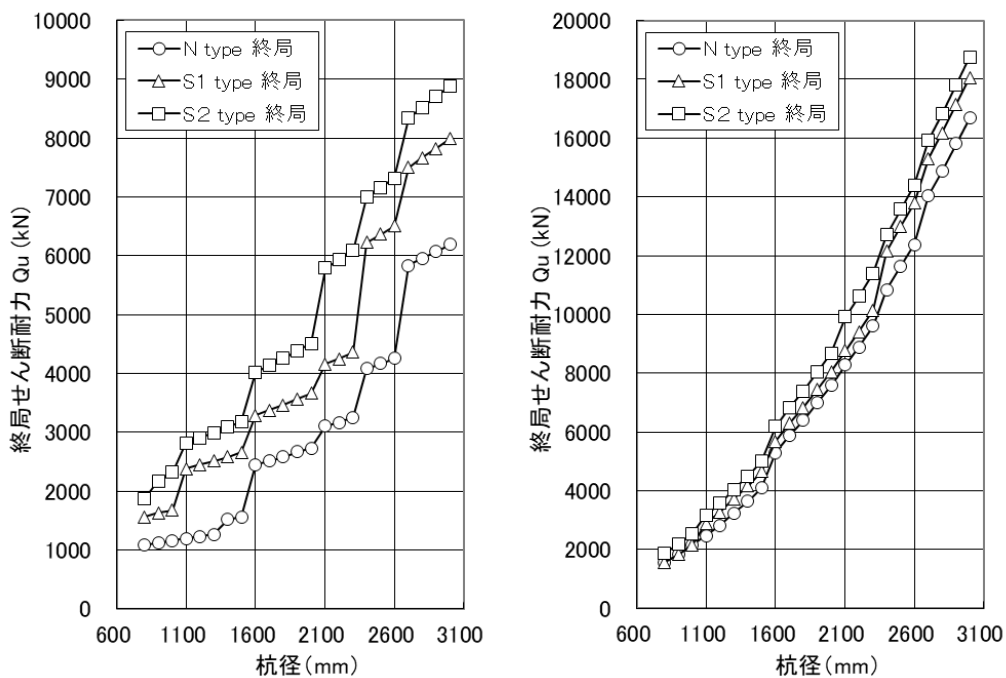
表 2.2.5 PCリングの終局せん断耐力比較

杭径 (mm)	N					S1					S2				
	Ra'	Rb1'	Rb2'	摩擦 無視	摩擦 考慮 上限	Ra'	Rb1'	Rb2'	摩擦 無視	摩擦 考慮 上限	Ra'	Rb1'	Rb2'	摩擦 無視	摩擦 考慮 上限
800	317	770	1240	1080	1550	319	1281	1240	1550	1550	632	1538	1240	1870	1870
900	349	770	1475	1110	1820	351	1281	1475	1630	1820	698	1538	1475	2170	2170
1000	394	770	1764	1160	2150	397	1281	1764	1670	2160	779	1538	1764	2310	2540
1100	427	770	2049	1190	2470	845	1538	2049	2380	2890	1115	1703	2049	2810	3160
1200	459	770	2358	1220	2810	912	1538	2358	2440	3260	1204	1703	2358	2900	3560
1300	491	770	2751	1260	3240	978	1538	2751	2510	3720	1292	1703	2751	2990	4040
1400	524	990	3110	1510	3630	1045	1538	3110	2580	4150	1381	1703	3110	3080	4490
1500	570	990	3523	1550	4090	1125	1538	3523	2660	4640	1484	1703	3523	3180	5000
1600	1202	1247	4089	2440	5290	1585	1703	4089	3280	5670	2094	1924	4089	4010	6180
1700	1268	1247	4608	2510	5870	1673	1703	4608	3370	6280	2212	1924	4608	4130	6810
1800	1335	1247	5066	2580	6400	1762	1703	5066	3460	6820	2330	1924	5066	4250	7390
1900	1418	1247	5591	2660	7000	1867	1703	5591	3570	7450	2465	1924	5591	4380	8050
2000	1484	1247	6098	2730	7580	1956	1703	6098	3650	8050	2583	1924	6098	4500	8680
2100	1555	1548	6716	3100	8270	2049	2114	6716	4160	8760	3200	2591	6716	5790	9910
2200	1622	1548	7272	3160	8890	2138	2114	7272	4250	9400	3340	2591	7272	5930	10610
2300	1705	1548	7897	3250	9600	2244	2114	7897	4350	10140	3498	2591	7897	6080	11390
2400	2329	1752	8503	4080	10830	3638	2591	8503	6220	12140	4200	2795	8503	6990	12700
2500	2418	1752	9219	4160	11630	3778	2591	9219	6360	12990	4362	2795	9219	7150	13580
2600	2506	1752	9875	4250	12380	3918	2591	9875	6500	13790	4524	2795	9875	7310	14390
2700	3450	2386	10598	5830	14040	4705	2795	10598	7490	15300	5334	2999	10598	8330	15930
2800	3568	2386	11303	5950	14870	4867	2795	11303	7660	16160	5518	2999	11303	8510	16820
2900	3686	2386	12119	6070	15800	5029	2795	12119	7820	17140	5703	2999	12119	8700	17820
3000	3804	2386	12873	6190	16670	5191	2795	12873	7980	18060	5887	2999	12873	8880	18760

※1 通常は「摩擦無視」を用いる。

終局時圧縮軸力を受ける杭頭では式 2.2.9 を用い、「摩擦考慮上限」まで使用可能。

※2 パイルキャップの設計基準強度  $F_c=21\text{N/mm}^2$  の場合



(a) 通常の場合

(b) 終局時圧縮軸力を受ける場合の上限値

図 2.2.8 PCリングの終局せん断耐力

## 2.3 引張定着筋仕様

### (1) 使用材料

#### a) 鉄筋

鉄筋種別：SD390, SD490, SD590, SD685 鉄筋径：D29～D41

#### b) コンクリート及びモルタル強度

基礎部及び杭体コンクリート：Fc 21N/mm<sup>2</sup>以上

シーイングラウト材：圧縮強度 36N/mm<sup>2</sup>以上（無収縮高強度モルタル）

#### c) シース（鉄筋最外径+20mm 以内のシース内径を利用）

表 2.3.1 引張定着筋とシース径の関係

シース (mm)		呼び名 (下段 最外径 mm)				
		D29	D32	D35	D38	D41
外径	内径	33	36	40	43	46
53	50	○				
55	52	○	○			
58	55		○	○		
61	58			○	○	
63	60				○	○

### (2) 引張定着筋の短期許容引張力： ${}_sP_t$ (N)

$${}_sP_t = n \cdot A \cdot {}_s f_t = n \cdot {}_a P_t \quad \text{式 2.3.1}$$

$${}_a P_t = A \cdot {}_s f_t \quad \text{式 2.3.2}$$

$n$ ：引張定着筋本数

$A$ ：引張定着筋 1 本あたりの断面積 (mm<sup>2</sup>)

${}_s f_t$ ：引張定着筋の短期許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

### (3) パイルキャップ部定着長さ

#### a) 定着板を用いない場合： ${}_f L_1$ (mm)

$${}_f L_1 \geq {}_a P_t / (\phi \cdot {}_s f_r) \quad \text{式 2.3.3}$$

$\phi$ ：鉄筋の周長 (mm)

${}_s f_r$ ：短期許容付着応力度\* (= 1.5 × (1.35 + Fc/25)) (N/mm<sup>2</sup>)

\*RC 規準に基づく短期許容付着応力度

#### b) 定着板を用いる場合： ${}_f L_2$ (mm) (評定又は技術審査証明による。下記は例)

$${}_f L_2 \geq 0.3 \cdot {}_a P_t / (\phi \cdot {}_s f_r) \quad \text{かつ} \quad 12dr \quad \text{式 2.3.4}$$

$dr$ ：鉄筋の直径 (mm)

### (4) 杭体部定着長さ

#### a) シース内グラウト方式の場合： ${}_f L_3$ (mm)

$${}_f L_3 \geq \text{MAX} [{}_a P_t / (\phi \cdot {}_s f_{r1}), {}_a P_t / ({}_s \phi \cdot {}_s f_b)] \quad \text{式 2.3.5}$$

${}_s \phi$ ：シース (外径) 周長 (mm)

$s f_b$  : 杭体コンクリートの短期許容付着応力度 (N/ mm<sup>2</sup>)

$$\left( = 1.5 \times \min \left\{ \frac{3}{4} (1.35 + F_c / 25), \frac{F_c}{15} \right\} \right)$$

$s f_{r1}$  : シースグラウト材の短期許容付着応力度 (N/ mm<sup>2</sup>)

$$\left( = 1.5 \times (1.35 + F_{c1} / 25) \right)$$

$F_{c1}$  : グラウト材の圧縮強度

b) 杭体コンクリート打ち込み方式の場合 :  $f L_4$  (mm)

$$f L_4 \geq a P_t / (\phi \cdot s f_b)$$

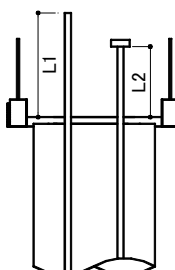
式 2.3.6

### (5) 引張定着筋定着長さ仕様

(1) ~ (4) の条件より算定した必要定着長さを以下に示す。ただし、実用上の取り扱いを考え、50mm 単位で切り上げた値とする。

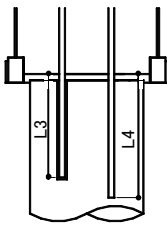
a) パイルキャップ部定着長さ :  $L_1, L_2$

表 2.3.2 パイルキャップ部定着長さ

		定着板なし (L1)					定着板あり (L2)				
		D29	D32	D35	D38	D41	D29	D32	D35	D38	D41
SD390	Fc21	850	950	1050	1150	1250	350	400	450	500	550
	Fc24	850	900	1000	1100	1200	350	400	450	500	550
	Fc27	800	850	950	1050	1150	350	400	450	500	550
	Fc ≥ 30	750	850	900	1000	1100	350	400	450	500	550
SD490	Fc21	1100	1200	1300	1450	1550	400	450	500	550	600
	Fc24	1050	1150	1250	1350	1500	400	450	500	550	600
	Fc27	1000	1100	1200	1300	1400	400	450	500	550	600
	Fc ≥ 30	950	1050	1150	1250	1350	400	450	500	550	600
SD590	Fc21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fc24	—	—	—	1900	2050	—	—	—	—	—
SD685	Fc27	—	—	—	1800	1950	—	—	—	—	—
	Fc ≥ 30	—	—	1600	1750	1850	—	—	—	—	—
NOTE	 <p>注 1 : コンクリート設計基準強度 <math>F_c</math> はパイルキャップ部の値            注 2 : 定着板ありの定着長さは、評定又は技術審査証明による            (表の長さは例)</p>										

b) 杭体部定着長さ :  $L_3, L_4$

表 2.3.3 杭体部定着長さ

		シース内グラウト方式 (L3)					杭体コンクリート打ち込み方式 (L4)				
		D29	D32	D35	D38	D41	D29	D32	D35	D38	D41
SD390	Fc21	750	900	1000	1150	1300	1350	1500	1650	1800	1950
	Fc24	700	750	900	1000	1100	1200	1300	1450	1550	1700
	Fc27	700	750	850	900	1000	1050	1150	1300	1400	1500
	Fc $\geq$ 30	700	750	850	900	1000	1000	1100	1200	1300	1450
SD490	Fc21	900	1100	1250	1400	1600	1700	1900	2050	2250	2450
	Fc24	850	950	1100	1250	1400	1500	1650	1800	1950	2150
	Fc27	850	950	1050	1150	1250	1300	1450	1600	1750	1900
	Fc $\geq$ 30	850	950	1050	1150	1250	1250	1400	1500	1650	1800
SD590	Fc21	1300	1500	1750	1950	2250	2350	2600	2850	3100	3400
	Fc24	1200	1350	1500	1700	1950	2050	2300	2500	2750	3000
SD685	Fc27	1200	1350	1450	1600	1750	1850	2050	2250	2450	2650
	Fc $\geq$ 30	1200	1350	1450	1600	1700	1750	1900	2100	2300	2500
NOTE	 <p>(注 : コンクリート設計基準強度 Fc は杭体部の値)  (注 : 定着長さは、施工誤差を考慮し、表中の値+100 とする)</p>										

場所打ち鋼管コンクリート杭工法の場合は、以下の長さの大きい方を引張定着筋の定着長さとする。

①上記表に示される定着長さ

②キャブテンパイル工法と場所打ち鋼管コンクリート杭工法で杭頭部無筋の工法を併用した場合における引張定着長さについては、上表に示される定着長さに加え、鋼管とコンクリートとの荷重伝達における定着長さも考慮する必要がある。

なお、この場合の鋼管とコンクリートとの荷重伝達における定着長さは本工法の評定範囲外であるため、鋼管等の仕様に応じて設計者が適切に判断する必要がある。

## 2.4 杭頭部形状・補強仕様

### (1) 杭頭接合部断面形状

- a. 杭頭接合部の断面は、杭体部の断面形と同断面又は縮小断面形とする。  
縮小断面の大きさは、杭体部杭径の 0.7 倍以上、かつ 1.0 倍未満とする。  
この縮小断面を絞り部と定義する。
- b. 杭頭縮小断面の標準形は、絞り係数  $\nu = 0.7$  又は  $0.85$  とする。  
ここで、 $D_t$  : 杭頭部縮小断面の直径 (=絞り部の直径)  
 $D$  : 杭体断面の直径  
 $\nu$  : 絞り係数 (=  $D_t/D$ )

$\nu$  の値を 0.7 以上と規定した根拠は、杭頭最小部圧縮試験にて、絞り係数  $\nu = 0.7$  の条件で、支圧効果によるコンクリート強度上昇が十分発揮され、必要とする耐力を確保出来たことによる。

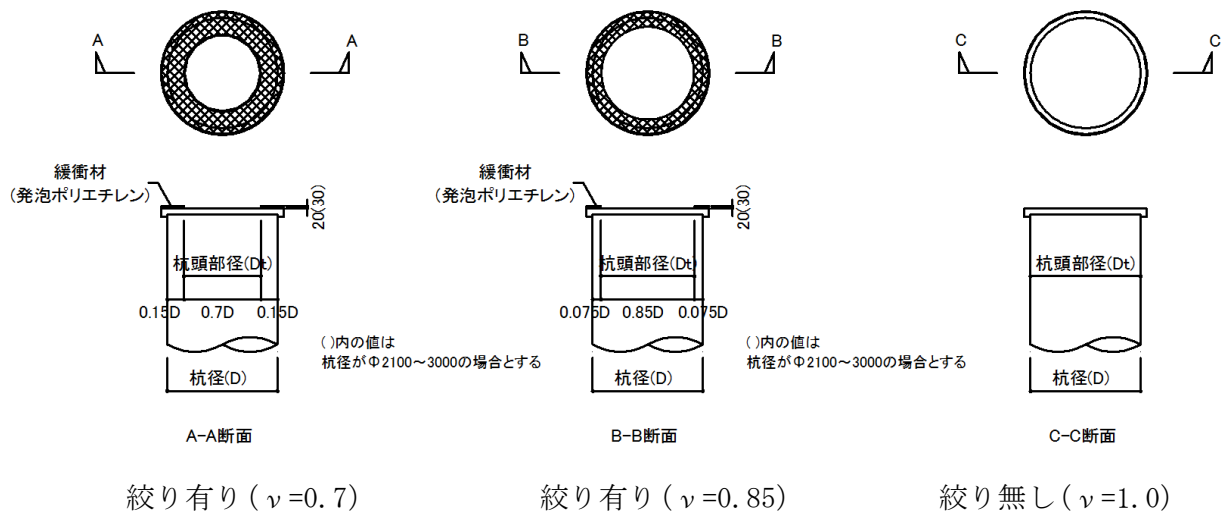


図 2.4.1 杭頭接合部断面形状

### (2) 引張定着筋配置形状

- a. 引張定着筋は主に、地震時に作用する杭頭部引張力に抵抗させるため、杭体とパイルキャップに定着させる。
- b. 引張定着筋は、杭芯を中心とする円形配置を標準とする。ただし、正方形配置も可とする。
- c. 円形配置の原則は以下とする。
- ① 引張定着筋の最小配置本数は 4 本とする。
  - ② 引張定着筋の最小配置間隔 (ピッチ) は、鉄筋径 (公称径) の 3.7 倍かつシース外径の 2.5 倍とする。
  - ③ かぶり厚さ 100mm において円形配置とした時の鉄筋-鉄筋の直径 ( $D_c$ ) は以下を標準とし (図 2.4.2 参照)、設計上用いる配置径 ( $tD$ ) は表 2.4.1 の  $D_{cmax}$  を超えない範囲で設定する。

$$\text{絞り有り } (\nu = 0.7) : D_c = (\text{杭径 } D - 200) \times 0.70$$

$$(\nu = 0.85) : D_c = (\text{杭径 } D - 200) \times 0.70 \sim 0.90$$

$$\text{絞り無し } (\nu = 1.0) : D_c = (\text{杭径 } D - 200) \times 0.70 \sim 0.90$$

表 2.4.1 引張定着筋の配置径  $D_c$  の最大値  $D_{cmax}$  (円形配置)

円形配置												
NO.	杭径 $D$ (mm)	$0.9x$ ( $D-200$ )	絞りなし		絞り率0.70				絞り率0.85			
			L1	$D_{cmax}$	$pD1$	L1	L2	$D_{cmax}$	$pD1$	L1	L2	$D_{cmax}$
11	800	540	75	420	560	75	70	420	680	75	130	420
12	900	630	90	490	630	90	70	490	765	90	138	490
13	1000	720	105	560	700	105	70	560	850	105	145	560
14	1100	810	120	630	770	120	70	630	935	120	153	630
15	1200	900	120	730	840	135	70	700	1020	120	145	730
16	1300	990	120	830	910	150	70	770	1105	120	138	830
17	1400	1080	120	930	980	165	70	840	1190	120	130	930
18	1500	1170	120	1030	1050	180	70	910	1275	120	123	1030
19	1600	1260	120	1130	1120	195	70	980	1360	120	115	1130
20	1700	1350	120	1230	1190	210	70	1050	1445	120	108	1230
21	1800	1440	120	1330	1260	225	70	1120	1530	120	100	1330
22	1900	1530	120	1430	1330	240	70	1190	1615	120	93	1430
23	2000	1620	120	1530	1400	255	70	1260	1700	120	85	1530
24	2100	1710	120	1630	1470	270	70	1330	1785	120	78	1630
25	2200	1800	120	1730	1540	285	70	1400	1870	120	70	1730
26	2300	1890	120	1830	1610	300	70	1470	1955	130	73	1810
27	2400	1980	120	1930	1680	315	70	1540	2040	135	70	1900
28	2500	2070	120	2030	1750	330	70	1610	2125	145	73	1980
29	2600	2160	120	2130	1820	345	70	1680	2210	150	70	2070
30	2700	2250	120	2230	1890	360	70	1750	2295	160	73	2150
31	2800	2340	120	2330	1960	375	70	1820	2380	165	70	2240
32	2900	2430	120	2430	2030	390	70	1890	2465	175	73	2320
33	3000	2520	125	2520	2100	405	70	1960	2550	180	70	2410

注1) 以下の3つの条件を満足する最小値を $D_{cmax}$ とする。

- ①  $L1 \geq 120$  ( $D=800\phi$ では $L1 \geq 75$ 、 $D=900\phi$ では $L1 \geq 90$ 、 $D=1000\phi$ では $L1 \geq 105$ とする)
- ②  $L2 \geq 70$
- ③  $D_{cmax} \leq 0.9x(D-200)$

注2) 杭径 $D=800\sim 1000\phi$ の場合は、杭主筋とシースの空き寸法に注意の事。

注3) 上表寸法は杭鉄筋かぶり $100\text{mm}$ の場合である。他の仕様やかぶり寸法が異なる場合においては別途算出が必要となる。

L1: HOOP筋内法からシース芯までの距離、 L2: 上面緩衝材内法からシース芯までの距離

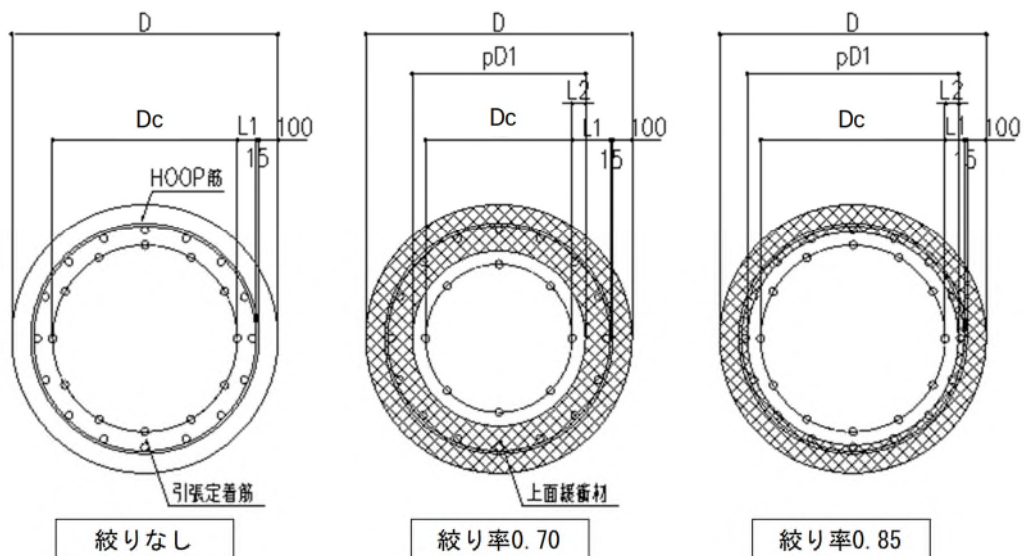


表 2.4.2 引張定着筋の配置径 Dc の最大値 Dcmax (正方形配置)

正方形配置												
NO.	杭径 D (mm)	0.9x (D-200) /√2	絞りなし		絞り率0.70				絞り率0.85			
			L1	Dcmax	pD1	L1	L2	Dcmax	pD1	L1	L2	Dcmax
11	800	382	注2) 参照									
12	900	446	注2) 参照									
13	1000	509	注2) 参照									
14	1100	573	124	440	770	124	74	440	935	124	156	440
15	1200	636	124	510	840	139	74	490	1020	124	149	510
16	1300	700	125	580	910	153	73	540	1105	125	142	580
17	1400	764	125	650	980	168	73	590	1190	125	135	650
18	1500	827	126	720	1050	183	73	640	1275	126	128	720
19	1600	891	126	790	1120	197	72	690	1360	126	121	790
20	1700	955	127	860	1190	212	72	740	1445	127	114	860
21	1800	1018	120	940	1260	226	71	790	1530	120	100	940
22	1900	1082	121	1010	1330	241	71	840	1615	121	93	1010
23	2000	1146	121	1080	1400	256	71	890	1700	121	86	1080
24	2100	1209	122	1150	1470	270	70	940	1785	122	79	1150
25	2200	1273	122	1220	1540	285	70	990	1870	122	72	1220
26	2300	1337	123	1290	1610	307	77	1030	1955	130	73	1280
27	2400	1400	123	1360	1680	321	76	1080	2040	138	73	1340
28	2500	1464	124	1430	1750	336	76	1130	2125	145	73	1400
29	2600	1528	125	1500	1820	351	76	1180	2210	153	73	1460
30	2700	1591	125	1570	1890	365	75	1230	2295	160	73	1520
31	2800	1655	126	1640	1960	380	75	1280	2380	168	73	1580
32	2900	1719	126	1710	2030	395	75	1330	2465	176	73	1640
33	3000	1782	127	1780	2100	409	74	1380	2550	183	73	1700

注1) 以下の3つの条件を満足する最小値をDcmaxとする。

① L1 ≥ 120

② L2 ≥ 70

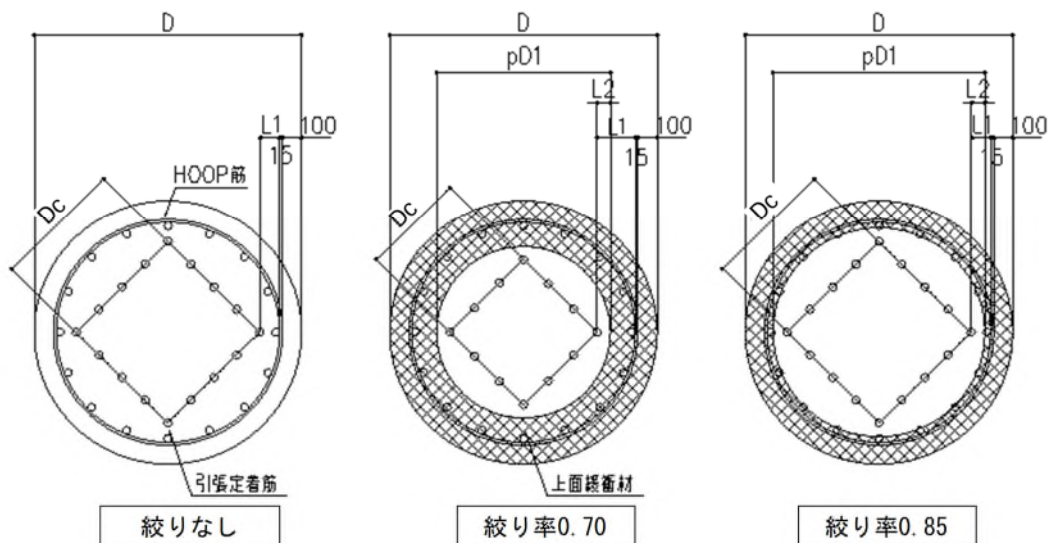
③  $Dcmax \leq \{0.9x(D-200)\} / \sqrt{2}$

注2) D=800~1000φの場合は、杭主筋とシースの空き寸法及び上面緩衝剤との間隔を考慮の上で決める事。

注3) D=1100~1300φの場合は、杭主筋とシースの空き寸法に注意の事。

注4) 上表寸法は杭鉄筋かぶり100mmの場合である。他の仕様やかぶり寸法が異なる場合においては別途算出が必要となる。

L1: HOOP筋内法からシース芯までの距離、 L2: 上面緩衝材内法からシース芯までの距離



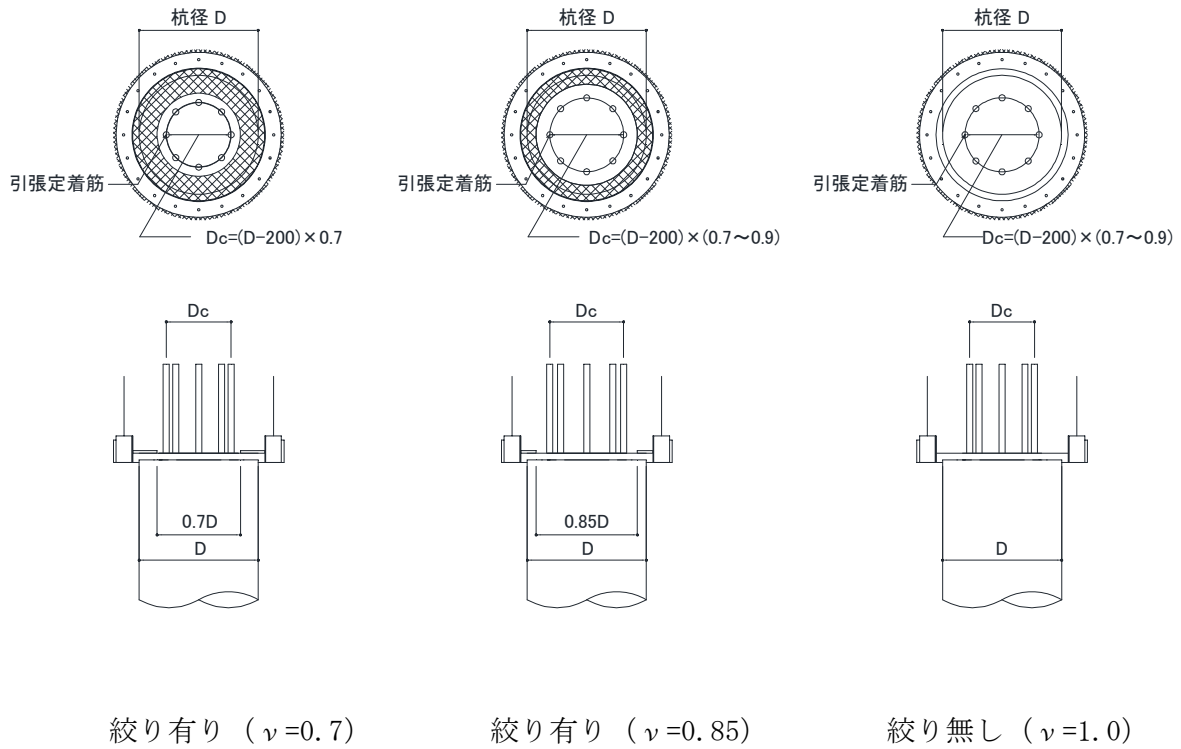
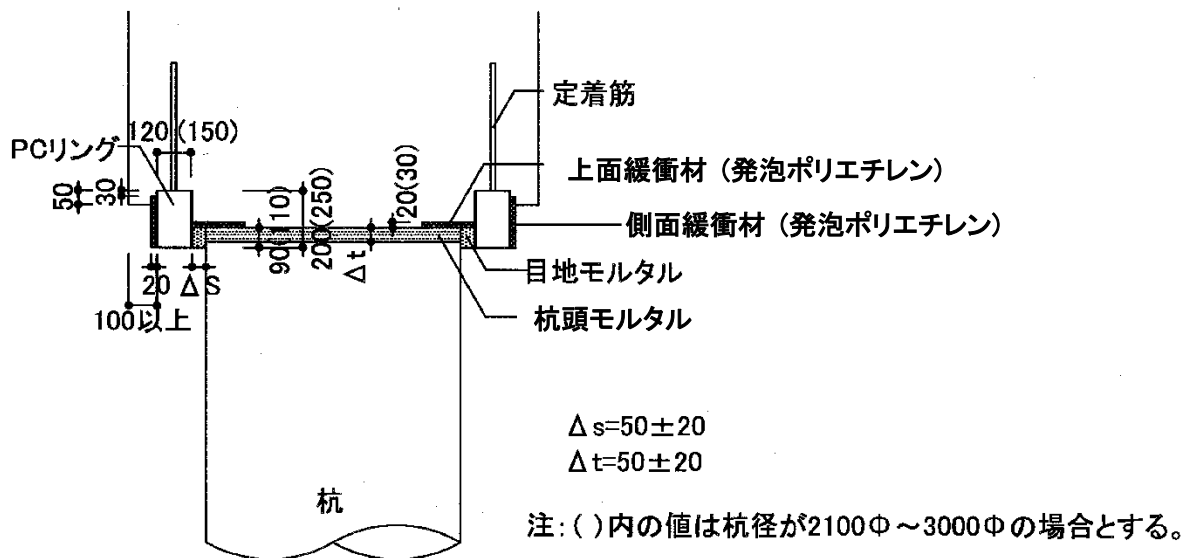


図 2.4.2 引張定着筋配置形状

(3) PCリングと杭頭部の納まり



\* 杭頭レベルは杭頭モルタル天端

\* 場所打ち鋼管コンクリート杭の鋼管天端レベルは杭頭レベル-50 mm

図 2.4.3 PCリング-杭頭部形状

#### (4) 杭頭部補強

杭頭部とは杭天端より下方へ杭径の5倍までの範囲をいい、この範囲の補強は原則としてウルボン材を用いて以下の要領にて行う。

##### a. 上部1Dの補強要領

上部1Dはウルボン材を用いる。せん断補強筋比は0.15%かつ設計せん断力に必要なせん断補強筋比以上とし、配筋間隔は@100以下とする。なお、束ねフープを用いた場合は@125以上、@150以下としてよい。

ただし場所打ち鋼管コンクリート杭の場合、1～5D部分のウルボン材による補強は必須ではない。

##### b. 上部1Dの下4Dの補強要領

上部1Dの下4Dの配筋間隔は@150以下とし、ウルボン材又はSD材（短期許容応力度設計のみとした場合に限る）を用いる。ウルボン材を用いる場合のせん断補強筋比は0.1%以上とする。

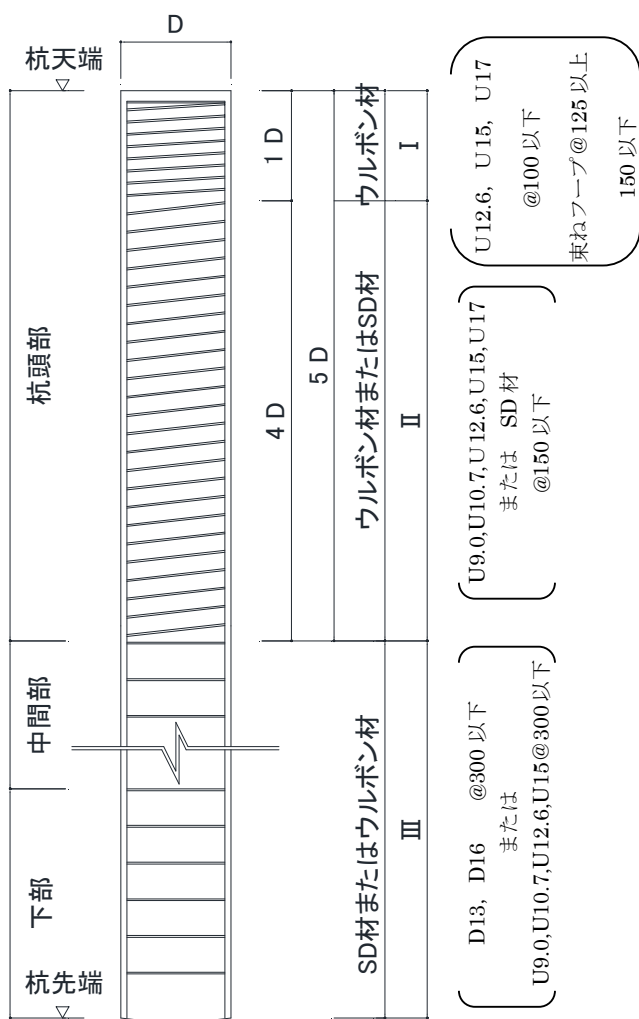


表 2.4.3 杭頭部せん断補強範囲

杭径D(mm)	1.0 D (mm) I	4.0 D (mm) II
800	800	3200
900	900	3600
1000	1000	4000
1100	1100	4400
1200	1200	4800
1300	1300	5200
1400	1400	5600
1500	1500	6000
1600	1600	6400
1700	1700	6800
1800	1800	7200
1900	1900	7600
2000	2000	8000
2100	2100	8400
2200	2200	8800
2300	2300	9200
2400	2400	9600
2500	2500	10000
2600	2600	10400
2700	2700	10800
2800	2800	11200
2900	2900	11600
3000	3000	12000

図 2.4.4 杭体補強要領

### 3. 設計基準

#### 3.1 一般事項

本設計基準は、キャプテンパイル工法（略称：CTP工法）を用いて設計を行う場合について示す。

##### (1) 設計条件

本設計基準は、主として許容応力度設計を行う際の本工法の設計および杭基礎等の検討に適用する。

##### (2) 適用範囲

###### 1) 対象とする建物

建物規模、形状および構造種別等についての制限は特になし。ただし、杭頭曲げの処理については以下の条件を満足するものとする。

地震時における杭の水平抵抗によって杭頭の固定度に応じた杭頭曲げが発生するため、杭の曲げ戻しモーメントの処理として基礎梁あるいはこれに類する抵抗部材を配置する。

###### 2) 対象とする杭工法

対象とする杭工法仕様は下記とする。

###### ① 適用杭工法

場所打ちコンクリート杭及び場所打ち鋼管コンクリート杭

###### ② 適用杭径

杭径 800mm～3000mm

###### ③ 杭体コンクリート強度

設計基準強度  $F_c \geq 21\text{N/mm}^2$ （RC 規準、JASS5 に準ずる）

###### 3) 本工法以外の杭頭接合工法との併用

同一建物において、本工法と在来一般工法\*を併用することができる。

\*在来一般工法とは、杭頭鉄筋等をパイルキャップへ定着させた杭頭接合法及びこれに類する工法を言う。

##### (3) 準拠規準

本設計基準に記載の無い事項については、以下の規準および指針等に準拠すること。

- ・2025年版 建築物の構造関係技術規準解説書 国土技術政策総合研究所、建築研究所、2025.6
- ・地震力に対する建築物の基礎の設計指針 付・設計例題 日本建築センター、1989.11
- ・建築基礎構造設計指針 日本建築学会、2019.11
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 日本建築学会、2024.12
- ・鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 日本建築学会、2014.11
- ・建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 日本建築学会、2022.11

3. PCリング標準仕様

- (1) PCリング概要
(2) 使用材料
(3) PCリング仕様一覧

Table with columns for dimensions (D, rD1, tc, hr, etc.) and material properties (ts, rD2, etc.) for various PC ring types (1, 2, 3).

1. キャブテンパイル工法(略称CIP工法)概要

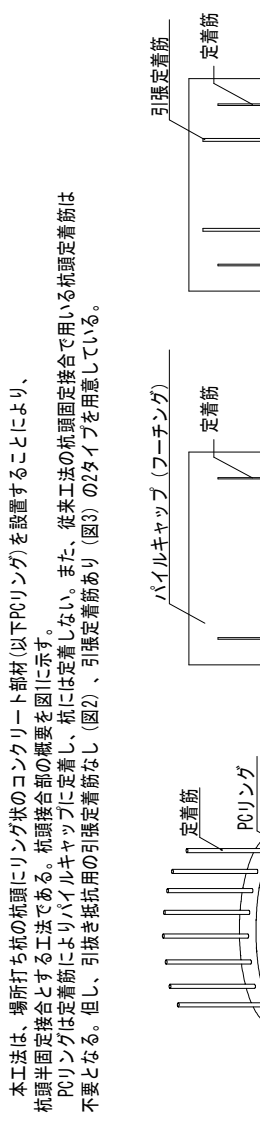


図1 杭接続部の概要
図2 引張定着部なし
図3 引張定着部あり

2. CIP工法適用範囲

- (1) 対象とする構造物
(2) 対象とする工法
(3) 本工法以外の杭接続工法との併用

Table with 4 columns (I, II, III, IV) and 2 rows (引張定着部, 振り) indicating applicability.

※級別(φ)はDφ、ここに、杭頭部小断面の直径(級別)を記載する。D: 杭径
※級別(φ)はDφを省略する場合は、1.00~0.70の級別でも可とする。

4-1. PCリング施工精度管理

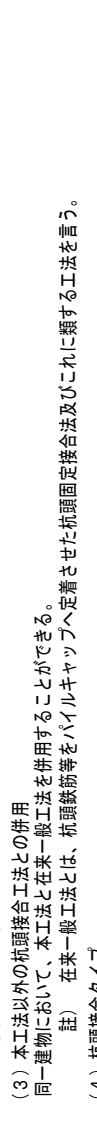


Table with 2 columns (項目, PCリング施工精度許容値) and 5 rows of specifications.

注) 1. <>は、杭径2,100φ~3,000φの場合
2. 杭頭部モルタル天張りレベル
3. 基礎下層とフーチング下層の差は50mm以上とする。

4-2. PCリング製品精度許容値

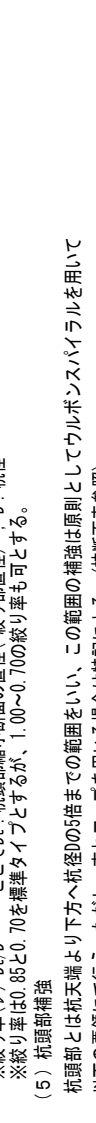
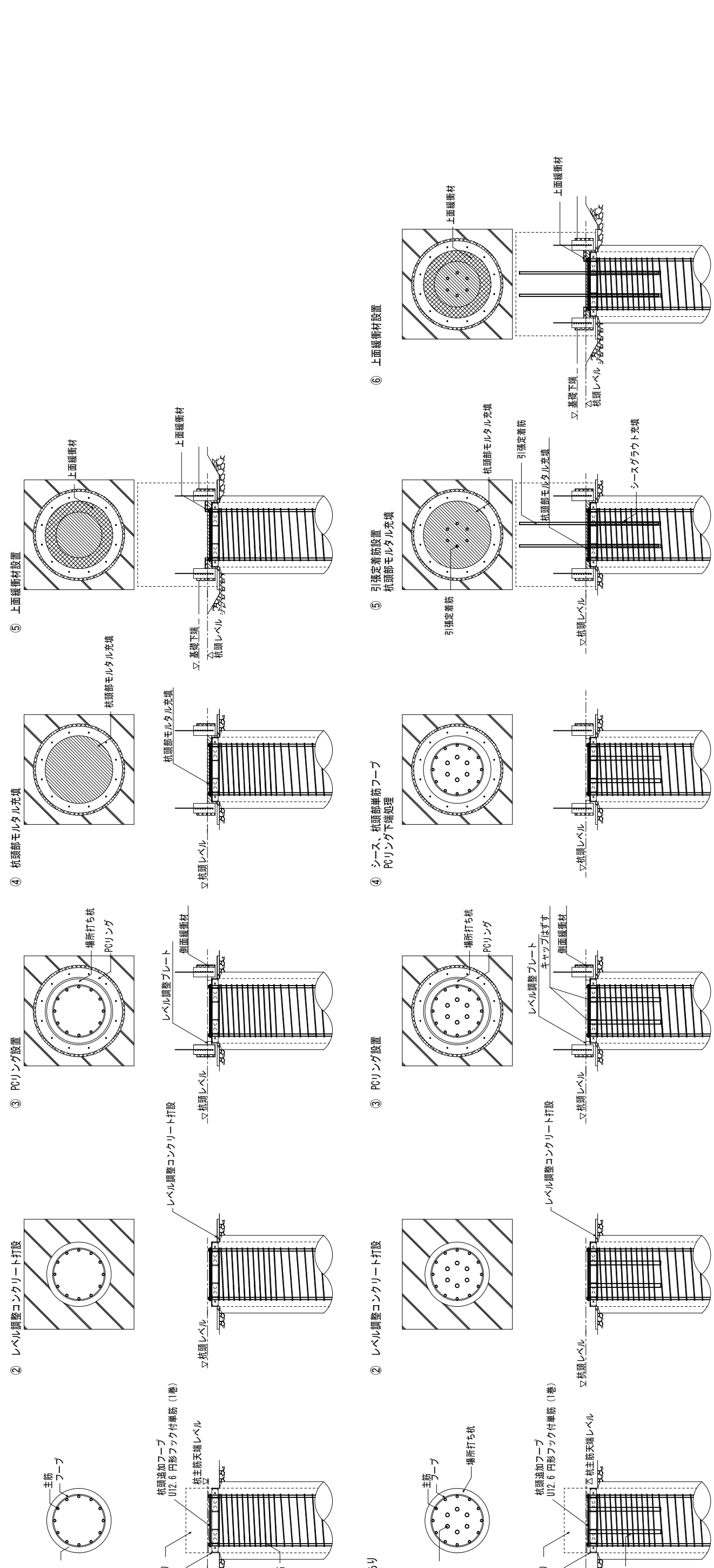


Table with 2 columns (項目, PCリング製造公差許容値) and 6 rows of specifications.

5. PCリング設置手順例

注) 1. 詳細は、施工マニュアル参照







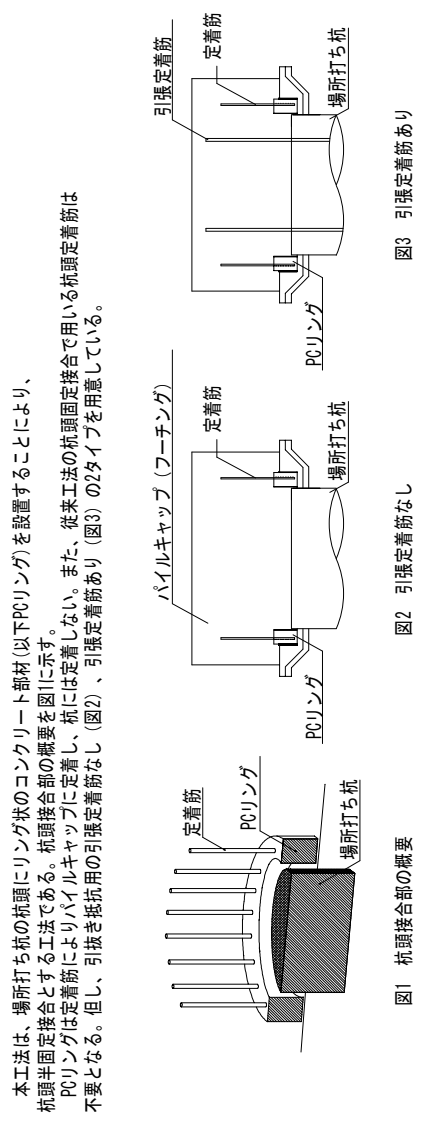
3. PCリング標準仕様

- (1) PCリング概要
  - PCリングの形状は、標準規格に適合する形状で、0.004~0.006の23種類の公差があり、公差セグメントは、標準規格に適合する形状である。
  - PCリングは、コンクリートに埋め込まれ、断面には標準規格に適合するPCリングが設置されており、高いせん断力に耐性を確保している。
  - また、PCリングと柱とは一体化しないが、PCリングから上に向けて定着部が形成され、ハイルキャップとは一体化する。
- (2) 使用材料
  - a. コンクリート：設計強度  $f_{cd} \geq 20 \text{N/mm}^2$ 、PCリングを埋め込む場合は、基礎設計基準強度以上かつ21N/mm<sup>2</sup>以上とする。
  - b. 鉄筋：S500 (D13~D19)；JIS G 3112 鉄筋コンクリート用鋼材、適合品とする。
  - c. スパイラル筋：ワイルドスチールスパイラル筋 (SP01215.05.0.010.7.01.0.0)；建築基準法31条第二号の規定による指定材料の大径認定品 (認定番号：N808-900)
  - d. 鋼板：S340；JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材、適合品または同等品以上、S340；JIS G 3106 高張力鋼板圧延鋼材、適合品または同等品以上。
- (3) PCリング仕様一覧

D (mm)	rD1 (mm)	ts (mm)	hr (mm)	定着部		① 標準タイプ (Nタイプ)				② 高させん断力タイプ (S1タイプ)				③ 高させん断力タイプ (S2タイプ)																
				本数 (本)	L1 (mm)	L2 (mm)	タイプ	rD2 (mm)	ts (mm)	スパイラル筋	uDa (kN)	sDa (kN)	uDr (kN)	タイプ	rD2 (mm)	sD (mm)	ts (mm)	スパイラル筋	uDa (kN)	sDa (kN)	uDr (kN)									
800	900	120	200	10-D16	350	515	800-N	1,152	1,072	6.0 (SS400)	U9.0 (8巻)	320	640	1,080	800-S1	1,152	1,072	6.0 (SS400)	U12.6 (8巻)	380	730	1,550	800-S2	1,158	1,078	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	690	1,380	1,870
900	1,000	120	200	10-D16	380	515	900-N	1,292	1,172	6.0 (SS400)	U9.0 (8巻)	330	670	1,110	900-S1	1,292	1,172	6.0 (SS400)	U12.6 (8巻)	380	770	1,630	900-S2	1,298	1,178	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	720	1,440	2,170
1,000	1,100	120	200	12-D16	350	515	1,000-N	1,352	1,212	6.0 (SS400)	U9.0 (8巻)	350	710	1,160	1,000-S1	1,352	1,212	6.0 (SS400)	U12.6 (8巻)	400	810	1,670	1,000-S2	1,358	1,278	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	760	1,520	2,310
1,100	1,200	120	200	12-D16	350	515	1,100-N	1,452	1,372	6.0 (SS400)	U9.0 (8巻)	370	740	1,190	1,100-S1	1,458	1,378	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	790	1,590	2,380	1,100-S2	1,464	1,384	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,010	2,020	2,810
1,200	1,300	120	200	12-D16	350	515	1,200-N	1,552	1,472	6.0 (SS400)	U9.0 (8巻)	390	780	1,220	1,200-S1	1,558	1,478	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	820	1,650	2,440	1,200-S2	1,564	1,484	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,050	2,110	2,900
1,300	1,400	120	200	14-D16	350	515	1,300-N	1,652	1,572	6.0 (SS400)	U9.0 (8巻)	400	810	1,260	1,300-S1	1,658	1,578	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	860	1,720	2,510	1,300-S2	1,664	1,584	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,100	2,200	2,990
1,400	1,500	120	200	14-D16	350	515	1,400-N	1,752	1,672	6.0 (SS400)	U10.7 (8巻)	440	880	1,510	1,400-S1	1,758	1,678	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	890	1,790	2,580	1,400-S2	1,764	1,684	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,140	2,290	3,080
1,500	1,600	120	200	16-D16	350	515	1,500-N	1,852	1,772	6.0 (SS400)	U10.7 (8巻)	460	920	1,550	1,500-S1	1,858	1,778	9.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	930	1,860	2,660	1,500-S2	1,864	1,784	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,190	2,380	3,180
1,600	1,700	120	200	16-D19	400	565	1,600-N	1,958	1,878	9.0 (SM490)	U10.7 (8巻)	930	1,860	2,440	1,600-S1	1,964	1,884	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,240	2,480	3,280	1,600-S2	1,972	1,892	16.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,600	3,210	4,010
1,700	1,800	120	200	18-D19	400	565	1,700-N	2,058	1,978	9.0 (SM490)	U10.7 (8巻)	960	1,930	2,510	1,700-S1	2,064	1,984	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,280	2,570	3,370	1,700-S2	2,072	1,992	16.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,660	3,330	4,130
1,800	1,900	120	200	18-D19	400	565	1,800-N	2,158	2,078	9.0 (SM490)	U10.7 (8巻)	990	1,990	2,580	1,800-S1	2,164	2,084	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,330	2,660	3,460	1,800-S2	2,172	2,092	16.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,720	3,450	4,250
1,900	2,000	120	200	20-D19	400	565	1,900-N	2,258	2,178	9.0 (SM490)	U10.7 (8巻)	1,030	2,070	2,660	1,900-S1	2,264	2,184	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,380	2,760	3,570	1,900-S2	2,272	2,192	16.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,780	3,570	4,380
2,000	2,100	120	200	20-D19	400	565	2,000-N	2,358	2,278	9.0 (SM490)	U10.7 (8巻)	1,060	2,130	2,730	2,000-S1	2,364	2,284	12.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,420	2,840	3,650	2,000-S2	2,372	2,292	16.0 (SM490)	U12.6 (8巻)	1,840	3,690	4,500
2,100	2,200	150	250	22-D19	400	615	2,100-N	2,518	2,438	9.0 (SM490)	U10.7 (10巻)	1,180	2,370	3,100	2,100-S1	2,524	2,444	12.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	1,580	3,160	4,160	2,100-S2	2,538	2,458	19.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,390	4,780	5,790
2,200	2,300	150	250	22-D19	400	615	2,200-N	2,618	2,538	9.0 (SM490)	U10.7 (10巻)	1,210	2,430	3,160	2,200-S1	2,624	2,544	12.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	1,620	3,250	4,250	2,200-S2	2,638	2,558	19.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,460	4,920	5,930
2,300	2,400	150	250	24-D19	400	615	2,300-N	2,718	2,638	9.0 (SM490)	U10.7 (10巻)	1,250	2,510	3,250	2,300-S1	2,724	2,644	12.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	1,670	3,350	4,350	2,300-S2	2,738	2,658	19.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,540	5,080	6,080
2,400	2,500	150	250	24-D19	400	615	2,400-N	2,824	2,744	12.0 (SM490)	U10.7 (10巻)	1,670	3,340	4,080	2,400-S1	2,838	2,758	19.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,610	5,220	6,220	2,400-S2	2,844	2,764	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,990	5,980	6,990
2,500	2,600	150	250	26-D19	400	615	2,500-N	2,924	2,844	12.0 (SM490)	U10.7 (10巻)	1,710	3,430	4,160	2,500-S1	2,938	2,858	19.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,680	5,360	6,360	2,500-S2	2,944	2,864	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,070	6,140	7,150
2,600	2,700	150	250	26-D19	400	615	2,600-N	3,024	2,944	12.0 (SM490)	U10.7 (10巻)	1,760	3,520	4,250	2,600-S1	3,038	2,958	19.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,750	5,500	6,500	2,600-S2	3,044	2,964	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,150	6,310	7,310
2,700	2,800	150	250	28-D19	400	615	2,700-N	3,132	3,052	16.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,410	4,820	5,830	2,700-S1	3,144	3,064	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,240	6,480	7,480	2,700-S2	3,150	3,070	25.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,650	7,310	8,330
2,800	2,900	150	250	28-D19	400	615	2,800-N	3,232	3,152	16.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,460	4,930	5,950	2,800-S1	3,244	3,164	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,320	6,640	7,660	2,800-S2	3,250	3,170	25.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,750	7,500	8,510
2,900	3,000	150	250	30-D19	400	615	2,900-N	3,332	3,252	16.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,520	5,050	6,070	2,900-S1	3,344	3,264	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,400	6,800	7,820	2,900-S2	3,350	3,270	25.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,840	7,680	8,700
3,000	3,100	150	250	30-D19	400	615	3,000-N	3,432	3,352	16.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	2,580	5,170	6,190	3,000-S1	3,444	3,364	22.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,480	6,970	7,980	3,000-S2	3,450	3,370	25.0 (SM490)	U12.6 (10巻)	3,930	7,870	8,880

注：1. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：2. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：3. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：4. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：5. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：6. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：7. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：8. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：9. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：10. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：11. 詳細は、施工マニュアル参照  
 注：12. 定着部長さ  
 ts: コンクリートの長さ  
 uDa: 基礎許容せん断能力  
 sDa: 短絡許容せん断能力  
 uDr: 終局せん断力 (最小値)

1. キャブテンパイル工法 (略称CIP工法) 概要



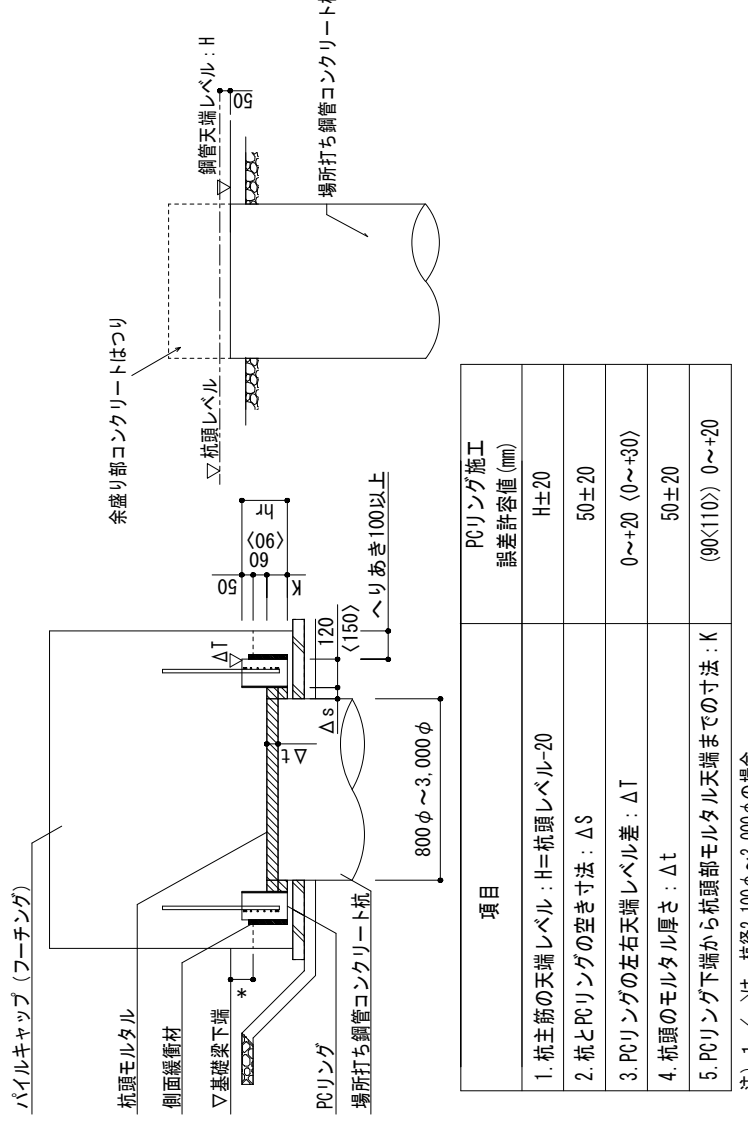
2. CIP工法適用範囲

- (1) 対象とする建物
  - 建築物の形状および構造等に関する限り、積層接合部、引張部、引張部等については以下の条件を満たすものとする。
  - ① 地震時における柱の水平変位によって積層部が変位する可能性があるため、柱の曲げ戻しモーメントの処理として基礎部分には引張部を設ける。
  - ② 積層部の引張部に対して、本工法は引張定着部にて積層させる。(引張部なしの時には不要)
- (2) 対象とする工法
  - 対象とする工法は、場所打ちコンクリート柱工法とする。
  - 対象とする積層部は、積層部下側の積層部である。
  - 本工法で対象とする積層部は、積層部下側の積層部である。
- (3) 本工法以外の積層接合工法との併用
  - 同一建物において、本工法と本工法以外の積層接合工法を併用することができる。
  - 積層部は、積層部下側の積層部である。
  - 積層部は、積層部下側の積層部である。
- (4) 積層接合タイプ
  - 本工法の積層接合タイプは、下表のタイプとする。

	I	II	III	IV
引張定着部	有	有	無	無
積り	有	有	有	無

※ 積り (r) = rD1  
 ※ 積り率 (r) = rD1 / D  
 ※ 積り率は 0.85 と 0.70 を標準タイプとするが、1.00 ~ 0.70 の積り率も可とする。

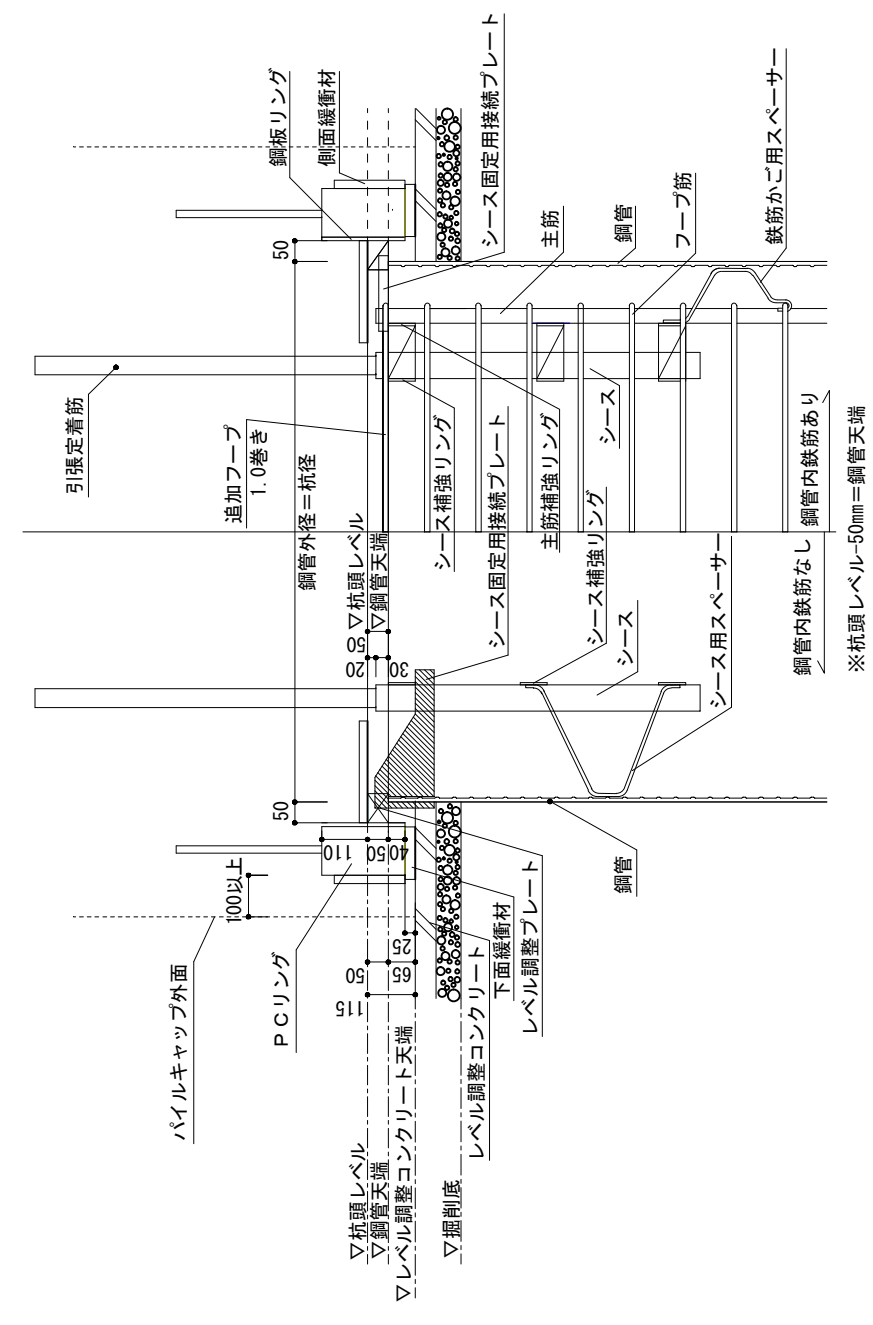
4-1. PCリング施工精度管理



4-2. PCリング製品精度許容値

項目	PCリング製造 許容値 (mm)
1. スパイラル筋のふり: tu	40 ± 5
2. PCリング内径: rD1	± 5
3. PCリング外径: rD2	± 5
4. PCリング高さ: hr	± 5
5. 定着部定着長さ: L1	± 10
6. 定着部下端からふり: tr	35 ± 5

7. 杭頭部納まり例



(2) 引張定着筋仕様

表-1 引張定着筋 必要定着長さ(シースタイプ、定着極なし) \*注1 (mm)

鉄筋材質	SD490				SD590				SD685	
	D38	D41	D38	D41	D38	D41	D38	D41	D38	D41
鉄筋径	Fe-24	1,200	1,200	1,350	1,500	1,500	1,800	2,050	2,050	2,050
ハイルキャップ部 Fc	Fe-27	1,050	1,150	1,300	1,400	1,400	1,800	1,950	1,950	1,950
	Fe≥30	1,000	1,100	1,250	1,350	1,350	1,750	1,850	1,850	1,850
	Fe-24	1,000	1,100	1,250	1,400	1,400	1,700	1,950	1,950	1,950
杭体 Fc	Fe-27	900	1,000	1,150	1,250	1,250	1,600	1,750	1,750	1,750
	Fe≥30	900	1,000	1,150	1,250	1,250	1,600	1,700	1,700	1,700

標準tL3 tL1+tL2+150 \*注2

注1: 表にない仕様は、杭リストまたは設計施工マニュアルによる。  
 注2: 上記引張定着筋長は設計必要長であるため、施工誤差を含んだ長さで表す。  
 施工長 標準tL3=(tL1+50)+(tL2+100)=tL1+tL2+150を標準とする。  
 注3: tL2は、杭リストによる。

表-2 引張定着筋の短期許容引張力 sPt (kN)

鉄筋材質	SD390				SD490				SD590				SD685	
	D38	D41	D38	D41	D38	D41	D38	D41	D38	D41	D38	D41	D38	D41
鉄筋径	4本	1,778	2,090	2,234	2,626	2,626	2,690	3,162	3,671	3,671	3,671	3,671	3,671	3,671
短期許容引張力	6本	2,667	3,135	3,351	3,939	3,939	4,035	4,743	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507
	8本	3,556	4,180	4,468	5,252	5,252	5,380	6,324	7,343	7,343	7,343	7,343	7,343	7,343
	10本	4,446	5,226	5,586	6,566	6,566	6,726	7,906	9,179	9,179	9,179	9,179	9,179	9,179
20本	12本	5,335	6,271	6,702	7,879	7,879	8,071	9,487	11,014	11,014	11,014	11,014	11,014	11,014
	16本	7,113	8,361	8,936	10,505	10,505	10,761	12,649	14,686	14,686	14,686	14,686	14,686	14,686
20本	8,892	10,452	11,172	13,132	13,132	13,452	15,812	18,358	18,358	18,358	18,358	18,358	18,358	18,358

備考  
 1. 上記以外の本数タイプについては必要に応じて個別に算出するものとする。  
 2. 引張定着筋の短期許容引張力 sPt  
 sPt = n × A × sft  
 n: 引張定着筋本数  
 A: 引張定着筋1本あたりの断面積  
 sft: 引張定着筋1本あたりの短期許容応力  
 3. SD590, SD685を使用する場合は、建築基準法第37条2号の規定による指定建築材料の本品認定品とする。(設計施工マニュアル・付2 大臣認定番号一覧表に所載の鉄筋に限る)

表-3 杭頭部係数(μ)に応じた引張定着筋配置と上面鋼管材内径(pD1)

杭径D	μ=1.00				μ=0.85				μ=0.70			
	tD	pD1	tD	pD1	tD	pD1	tD	pD1	tD	pD1	tD	pD1
800	420	-	420	680	420	680	420	560	420	560	420	560
900	490	-	490	765	490	765	490	630	490	630	490	630
1,000	560	-	560	850	560	850	560	700	560	700	560	700
1,100	630	-	630	935	630	935	630	770	630	770	630	770
1,200	700	-	700	1,020	700	1,020	700	840	700	840	700	840
1,300	830	-	830	1,105	830	1,105	770	910	830	910	830	910
1,400	930	-	930	1,190	930	1,190	840	980	930	980	930	980
1,500	1,030	-	1,030	1,275	1,030	1,275	910	1,050	1,030	1,050	1,030	1,050
1,600	1,130	-	1,130	1,360	1,130	1,360	980	1,120	1,130	1,120	1,130	1,120
1,700	1,230	-	1,230	1,445	1,230	1,445	1,050	1,190	1,230	1,190	1,230	1,190
1,800	1,330	-	1,330	1,530	1,330	1,530	1,120	1,260	1,330	1,120	1,260	1,260
1,900	1,430	-	1,430	1,615	1,430	1,615	1,190	1,330	1,430	1,190	1,330	1,330
2,000	1,530	-	1,530	1,700	1,530	1,700	1,260	1,400	1,530	1,260	1,400	1,400
2,100	1,630	-	1,630	1,785	1,630	1,785	1,330	1,470	1,630	1,330	1,470	1,470
2,200	1,730	-	1,730	1,870	1,730	1,870	1,400	1,540	1,730	1,400	1,540	1,540
2,300	1,830	-	1,830	1,955	1,830	1,955	1,470	1,610	1,830	1,470	1,610	1,610
2,400	1,930	-	1,930	2,040	1,930	2,040	1,540	1,680	1,930	1,540	1,680	1,680
2,500	2,030	-	2,030	2,125	2,030	2,125	1,610	1,750	2,030	1,610	1,750	1,750
2,600	2,130	-	2,130	2,210	2,130	2,210	1,680	1,820	2,130	1,680	1,820	1,820
2,700	2,230	-	2,230	2,295	2,230	2,295	1,750	1,890	2,230	1,750	1,890	1,890
2,800	2,330	-	2,330	2,380	2,330	2,380	1,820	1,960	2,330	1,820	1,960	1,960
2,900	2,430	-	2,430	2,465	2,430	2,465	1,890	2,030	2,430	1,890	2,030	2,030
3,000	2,520	-	2,520	2,550	2,520	2,550	1,960	2,100	2,520	1,960	2,100	2,100

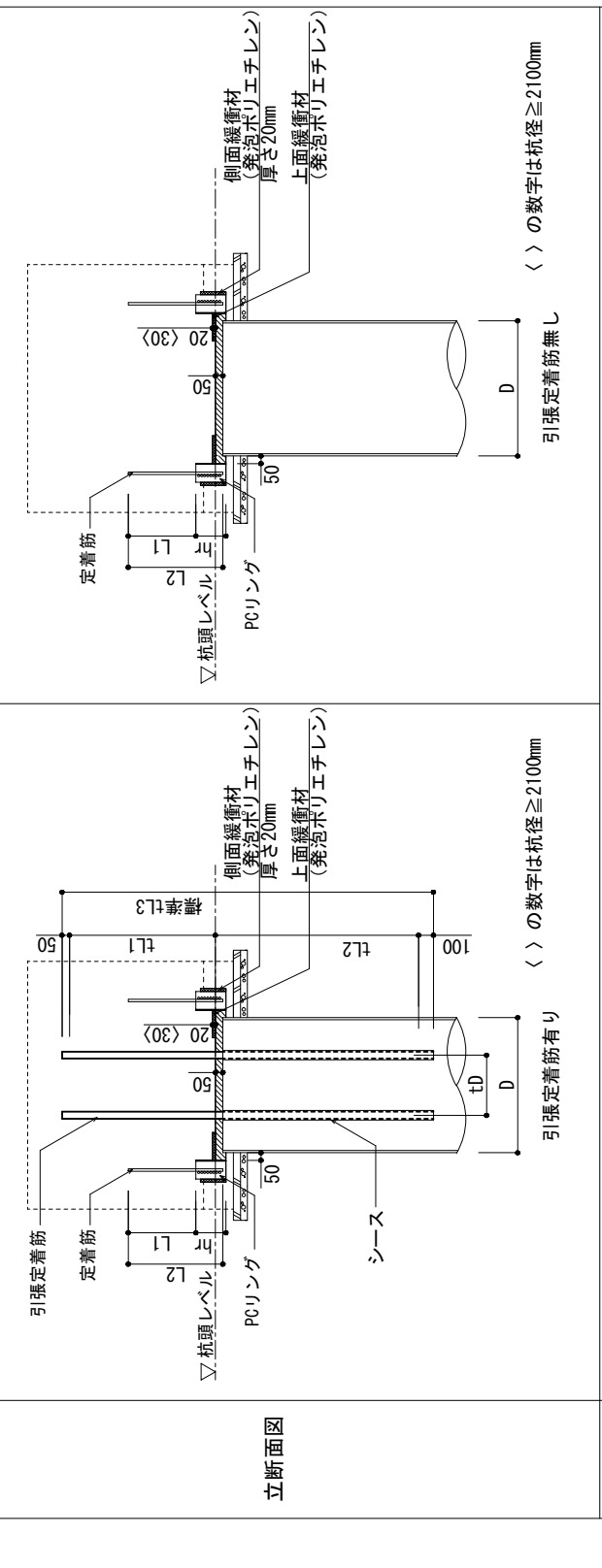
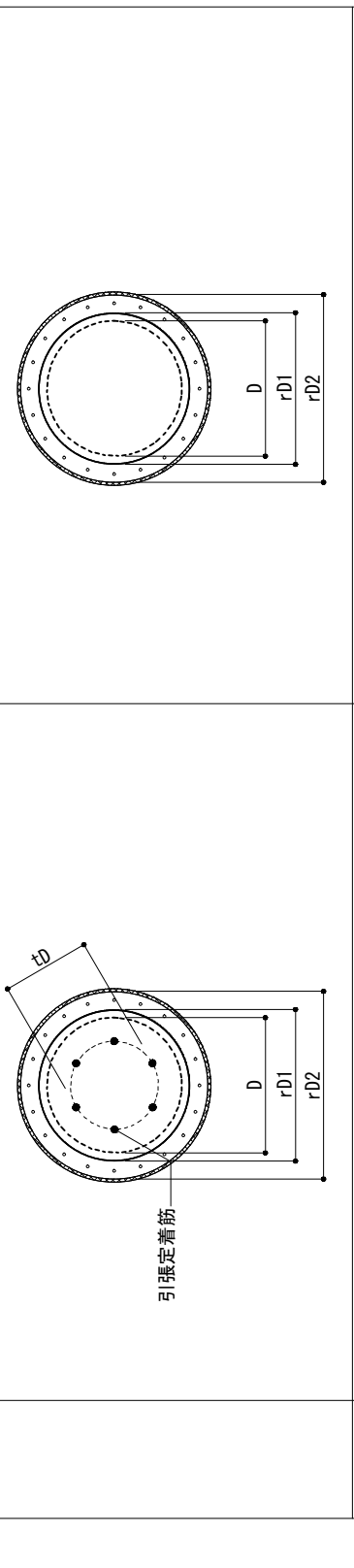
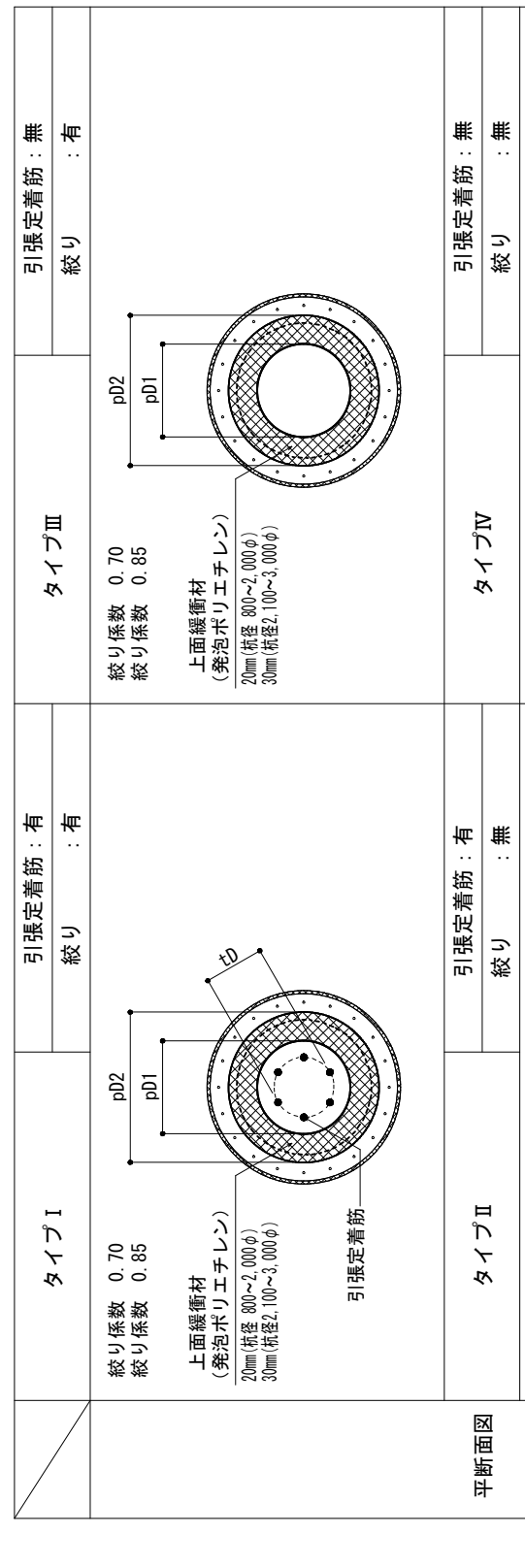
μ: 杭頭部係数(μ)は、設計に用いた引張定着筋配置径(φ寸法)と、pD1: 上面鋼管材内径  
 注: 上記寸法は杭頭部径がφ100mmの場合の標準寸法である。他の仕様やφ寸法が異なる場合は、杭断面表を参照のこと。

表-4 引張定着筋とシース径の関係

シース径	呼び名 (下段 最大径 mm)					
	D29	D32	D35	D38	D41	D46
外径	33	36	40	43	46	46
内径	30	33	36	39	42	45
53	○	○	○	○	○	○
55	○	○	○	○	○	○
58	○	○	○	○	○	○
61	○	○	○	○	○	○
63	○	○	○	○	○	○

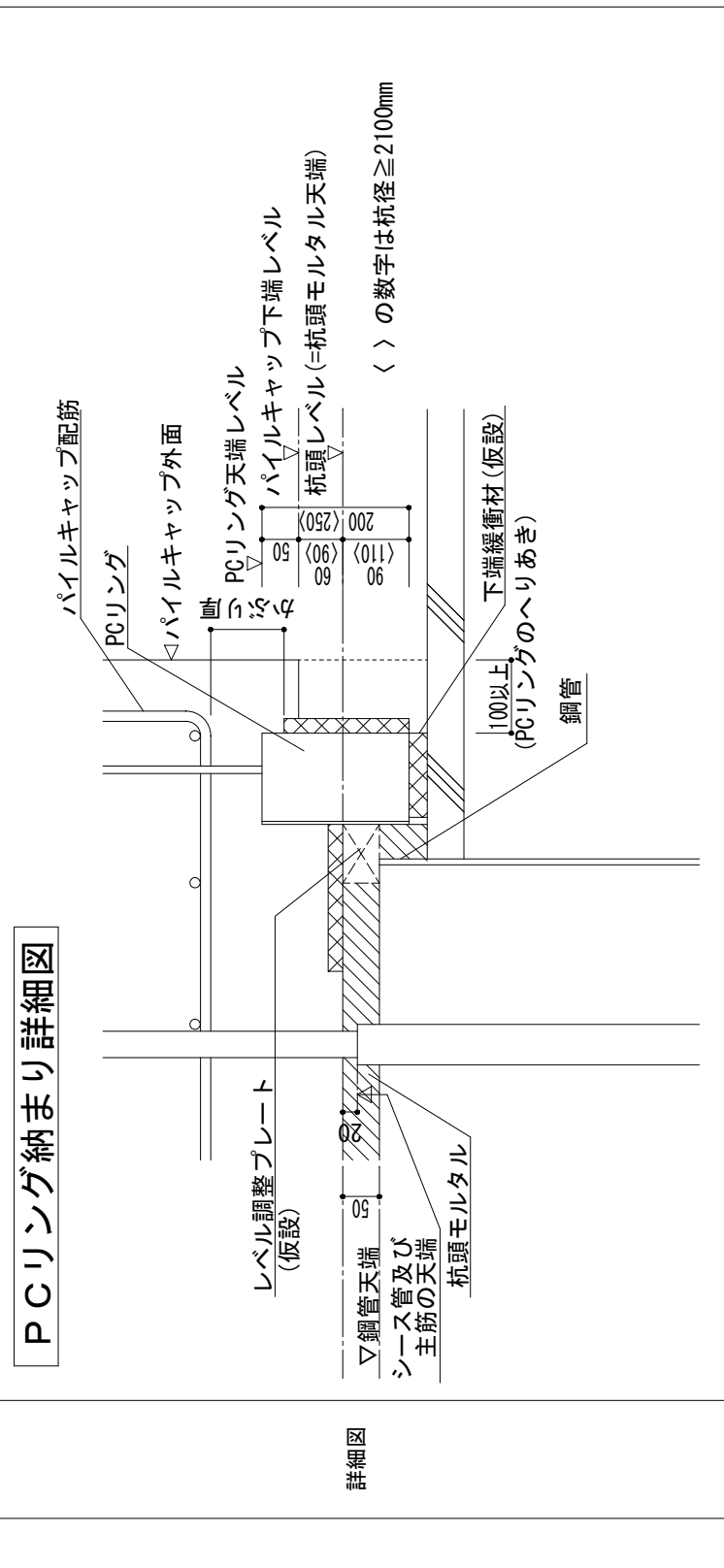
6. 引張定着筋と絞り率

※キャブテンパイル工法において、引張定着筋の仕様は設計・施工マニュアルに準拠した変更は可とする。



杭種 : 場所打ち杭  
 D : 杭径  
 rD1 : PCリング内径  
 rD2 : PCリング外径  
 pD1 : 上面鋼管材内径  
 pD2 : 上面鋼管材外径 = rD1  
 tD : 設計に用いた引張定着筋配置径(芯々押え)  
 Dt : 絞り係数(=Dt/D)  
 μ : 絞り係数(=Dt/D)

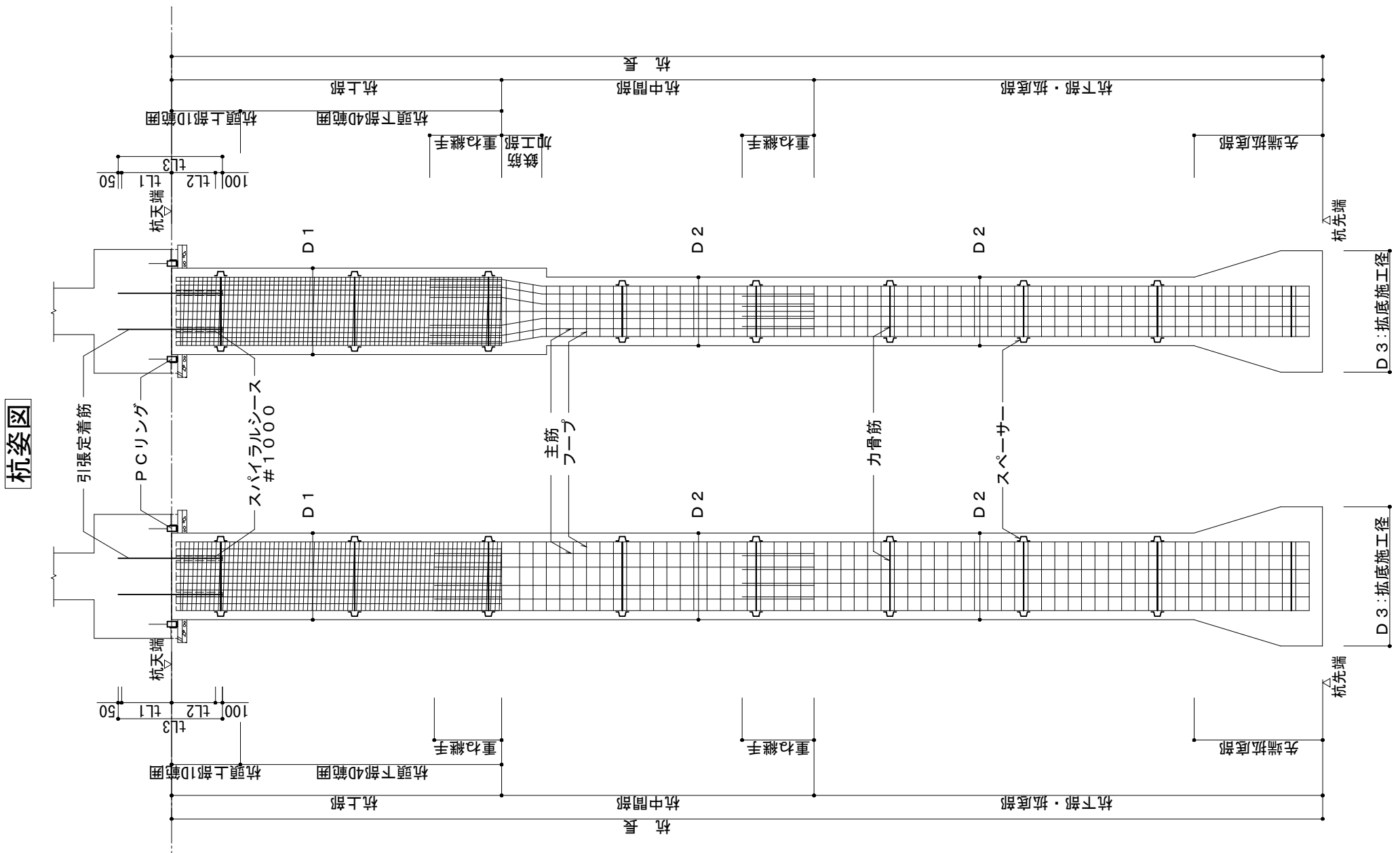
L1 : PCリング定着筋定着長さ  
 L2 : PCリング定着筋全長  
 tL1 : 引張定着筋のハイルキャップへの設計定着長さ  
 tL2 : 引張定着筋の杭体への設計定着長さ  
 標準tL3 : 引張定着筋の標準施工長さ(tL1+tL2+150mm)  
 hr : PCリング高さ



※キャブテンパイル工法において、引張定着筋の仕様は設計・施工マニュアルに準拠した変更は可とする。

### 杭断面表

符	P1 (例)	P2	P3	P4	P5	P6
杭頭						
接合部	絞りの有無(絞り係数) 有り (0.70) 絞り部内径 pD1(mm) 1,330 引張定着筋仕様 12-D41(SD490) 引張定着筋施工長さ (標準) $tl3=tl1+tl2+150$ 2,750 設計定着長さ $tl1$ (mm) 1,350 設計定着長さ $tl2$ (mm) 1,250 引張定着筋配置径 tD(mm) 1,190 PCリングタイプ 1,900-N					
杭上部						
杭中間部						
杭下部・拡底部						
杭頭	径 (D1) (mm) 1,900 主筋 28-D29 杭上部 9-500 フープ(杭頭上部1D範囲) U15@100 フープ(杭頭下部4D範囲) U12.6@100					
杭中間部	径 (D2) (mm) 1,500 主筋 16-D29 杭中間部 O.OOO フープ D13@300					
杭下部・拡底部	径 (D2) (mm) 1,500 拡底施工径 (D3) (mm) 2,500 主筋 16-D29 フープ D13@300 杭天端 設計GI-2,000 (mm) 杭長 25,600 (mm) 杭長期許容支持力 (kN) 9,000 杭本数 (本) 5					

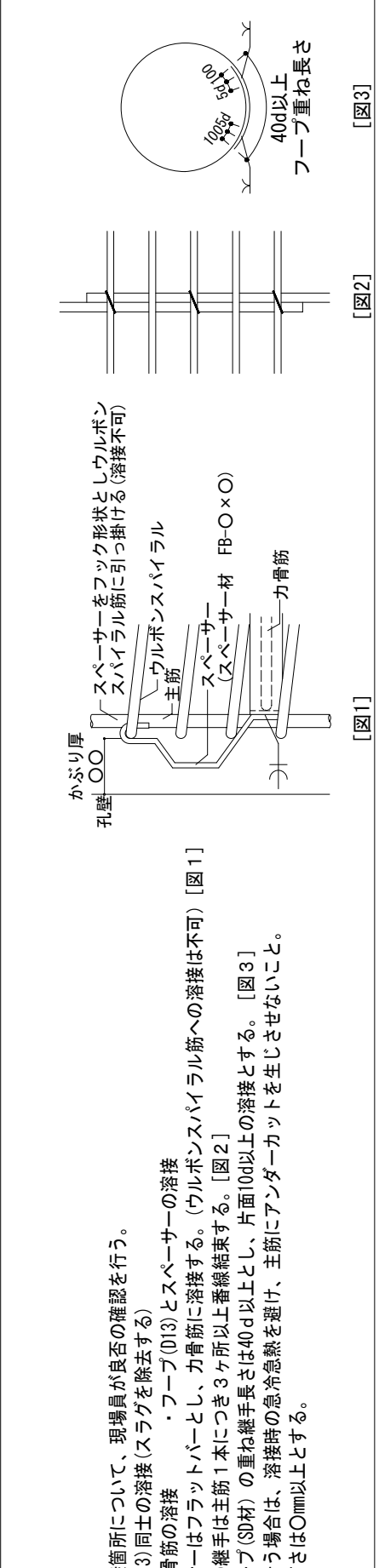


**工法：アースドリル拡底工法 杭頭：キャブテンパイル工法 (CTP工法)**

**杭仕様 (例)**

- 施工者は本杭の製造の全数に立会い、必要な検査、観測を行い杭一本ごとの掘削深さ、支持層の工種、支持層への量入量、杭底の状況、スライム処理、コンクリートの品質、鉄筋の加工組立かぶり等の確認、溶接部の管理及び所定の施工精度が得られるように、品質管理、施工記録を行う。
- 杭の施工精度は(附)日本建築センターの一般許定を取得した工法とする。
- 砂層のある場合は、回収液で砂分の測定を行い、0%以下で管理する。
- 鉄筋力コ
- 溶接部は現場にて乾燥機に吹替する。
- 主筋とウルボン筋とは結東線により接合する。(ウルボン筋溶接処理不可)

3) 次の溶接箇所について、現場員が良否の確認を行う。  
 ・フープ(013)同士の溶接(スラグを除く)  
 ・主筋と力骨筋の溶接  
 ・フープ(013)とスベーサーの溶接  
 ・スベーサーはフラットバーとし、力骨筋に溶接する。(ウルボンスライラシースは不可) [図1]  
 5) 杭主筋の端部は主筋1本につき3ヶ所以上重ね接合する。 [図2]  
 6) 一般フープ(SD材)の重ね継手は40d以上とし、片面100以上の溶接とする。 [図3]  
 7) 溶接を行う場合は、溶接時の急冷急熱を避け、主筋にアンダーカットを生じさせないこと。  
 8) 糸盛り高さは0mm以上とする。



**共通事項 (例)**

- 杭体コンクリート
- パイルキャップコンクリート強度
- 杭頭部モルタル
- シースタグラウト材
- 鉄筋
- ウルボン筋
- かぶり厚
- スベーサー
- 力骨筋
- 杭主筋重ね継手長さ

$F_c = ON/mm^2$  (単位セメント量  $O(g/m^3)$  以上)  
 $F_c = ON/mm^2$   
 圧縮強度  $36N/mm^2$  以上、かつ杭体コンクリートとパイルキャップの設計基準強度のうち小さいほうを上回る値以上  
 圧縮強度  $36N/mm^2$  以上 (単位縮高強度モルタル)  
 SD295 (D16以下)  
 SD390 (DO~DO)  
 SD390 (PCリング定着筋D19)  
 SDO (引張定着筋DO)  
 SBPD1275/1420 (UO)  
 Omm  
 FB-OxO (O箇所以上) @OOO  
 FB-OxO+DO以上 @OOO  
 Od

## 3.2 設計方針

### (1) 設計法

- ① 基礎・杭・杭頭接合部の設計範囲は、許容応力度設計を原則としている。ただし、上部構造の設計レベルや液状化などの地盤変状を伴う場合等において、基礎・杭の終局設計を行うケースも想定されるので、杭頭接合部・杭体の終局設計についても示す。
- ② 外力は長期・短期を設定し、それぞれ各部位が許容応力度以内であることを確認する。また、必要に応じて終局状態も想定し、それぞれの部位が終局耐力以下であることを確認する。
- ③ 杭体の応力・変形の算出方法は次の2ケースとし、各々の設計条件に応じ選択する。
  - ・ 略算解析法（固定度を考慮した Chang の方法）  
地盤がほぼ均一であり、十分長い杭（ $\beta L \geq 3.0$ ）の場合に用いる。
  - ・ 精算解析法（杭頭回転ばね、杭を弾性床上にある梁にモデル化した非線形解析）  
地盤が不均一で、水平地盤反力係数が著しく変化している場合および、短杭（ $\beta L < 3.0$ ）の場合に用いる。
- ④ PCリング及び杭頭接合部以外の部材（杭、パイルキャップ、基礎梁等）についての材料強度及び許容応力度は、前述の準拠基準による。
- ⑤ 許容応力度設計のみのときの留意事項  
許容応力度設計時より終局設計時の方が、多くの杭体主筋量を必要とする場合があるため、終局設計を行わない場合には十分な配慮が必要である。

### (2) 杭頭接合部設計の要点

- ① 上部構造から杭に伝達される力及び杭頭からパイルキャップ、基礎梁へ戻される力の処理の方法は以下とする。
  - ・ 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、一方引張力は引張定着筋により杭からパイルキャップへ伝達される。
  - ・ せん断力：原則としてPCリングにせん断力を負担させる。終局時のみ、圧縮軸力側杭頭では接合面摩擦による伝達も考慮してよい。
  - ・ 杭頭曲げ：杭頭曲げは、引張定着筋を主筋とする杭頭絞り部断面の曲げ抵抗にてパイルキャップへ伝達する。引張定着筋なしの場合は、杭頭接合面の圧縮力及び付加圧縮力でパイルキャップへ伝達する。
- ② 杭体とPCリングのせん断力の検定  
PCリングの許容せん断力が、杭体からの作用せん断力を上回っていることを確認する。

### (3) 杭頭部の曲げ設計

#### ① 杭頭部(5D)

曲げ応力が短期許容耐力以内及び、必要に応じて終局耐力以内であることを確認する。  
なお、杭頭曲げモーメントは、引張定着筋下端位置の値を採用してもよい<sup>文献)</sup>。

#### ② 杭頭接合部

短期においては、曲げ応力が短期許容曲げモーメント以内であることを確認する。また、必要に応じて終局時には、杭頭の回転角が限界回転角以内であること、及びP Cリングと杭体の重なりを超えて浮き上がらないことを確認する。

注) 限界回転角は、杭頭接合部実験にて確認した値「0.04rad」とする。

### (4) 杭頭部のせん断設計

#### 1) 杭頭部のせん断耐力評価

- ① 杭頭部(5.0D)のせん断補強について、上部1.0Dの間隔は@100以下、せん断補強筋比は原則として0.15%以上としウルボンスパイラルを使用する<sup>注)</sup>。ただし、上部1Dの補強は、杭頭的设计せん断力を用いて算定されるせん断補強筋比以上でなければならない。なお、束ねフープを用いた場合は@125以上、@150以下としてよい。その下4.0Dの間隔は@150以下、せん断補強筋比は0.10%以上としウルボンスパイラルとする。ただし、許容応力度設計のみとしたケースに限り、4.0D部分について普通鉄筋(SD材)を用いることができる。

注) 上部1Dの補強は、せん断補強と軸拘束の補強を兼ねた仕様規定である。

- ② せん断耐力の算定は、原則として「BCJ 評定-FD0157-06」の一般評定「場所打ちコンクリート杭のせん断補強としてウルボンを使用する工法」に準拠する。ウルボンを用いた場合の具体的な算定式を以下に示す。

#### a. 短期許容せん断力の算定式は

$$Q_{AS} = bj \cdot \{f_s + 0.5 \cdot {}_w f_t (p_w - 0.001)\} \quad \text{式 3.2.1}$$

ここで、 ${}_w f_t = 590$  (N/mm<sup>2</sup>)、 $p_w = a_w / (D \cdot x)$ 、 $p_w \leq 0.005$

#### b. 終局せん断耐力の算定式は、原則として下式とする。

$$Q_{Su} = \left\{ \eta \frac{0.053 p_t^{0.23} (F_c + 18)}{M / (Qd) + 0.12} + 0.846 \sqrt{p_w \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} bj \quad \text{式 3.2.2}$$

ここで、 $\sigma_{wy} = 1275$  (N/mm<sup>2</sup>)、 $p_w \leq 0.003$

$$\eta = B^{-1/4} \quad (B \geq 1m)$$

$\eta$ : 寸法効果による低減係数であり、式中の杭径Bの単位は(m)とする。

ただし、塑性理論に基づく終局せん断耐力式を用いることも可とする。

$$Q_{Su2} = b \cdot j_t \cdot p_w \cdot \sigma_{wy} + \eta \cdot k_1 \cdot (1 - k_2) \cdot b \cdot D \cdot v \cdot F_c \quad \text{式 3.2.3}$$

---

文献) 吉川他: 場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その7 杭頭主筋算定用曲げモーメント, 日本建築学会大会, B-1, pp. 361-362, 2006

## 2) せん断力検定

### ① 杭体の設計用せん断力

$$\text{短期： } {}_sQ_b = {}_1Q \times 1.5^{*1} \quad \text{式 3.2.4}$$

$$\text{終局： } {}_uQ_b = {}_2Q \quad \text{式 3.2.5}$$

ここで、 ${}_1Q$  は、短期時の杭の負担せん断力を示す。

${}_2Q$  は、終局設計用の杭の負担せん断力を示す。

※1 短期と終局の両方の検討を行う時には、短期の設計せん断力は  ${}_sQ_b = {}_1Q$  とすることができる。

### ② せん断力の検定

$$\text{短期： } {}_sQ_b \leq Q_{AS}^{*2} \quad \text{式 3.2.6}$$

$$\text{終局： } {}_uQ_b \leq Q_{su}^{*3} \quad \text{式 3.2.7}$$

参考として ※2 表 3.2.1 「杭体の許容せん断力一覧」 参照のこと。

※3 表 3.2.2 「杭体の終局せん断力一覧」 参照のこと。

## (5) 杭頭接合部のせん断設計

### 1) 許容せん断力の算定

① 短期許容せん断力  ${}_sQ_a$  の算定式は下式とする。（「2. 2 P C リング仕様」参照）

$${}_sQ_a = R_a + R_b \quad \text{式 3.2.8}$$

ここで、 $R_a$  は、杭頭せん断力を受ける P C リング加力前面のせん断抵抗力

$R_b$  は、杭頭せん断力を受ける P C リング加力側面のせん断抵抗力

② 終局せん断耐力  ${}_uQ_r$  の算定式は下式とする。（「2. 2 P C リング仕様」参照）

$${}_uQ_r = R_a' + R_b' \quad \text{式 3.2.9}$$

ここで、 $R_a'$  は、杭頭せん断力を受ける P C リング加力前面のせん断抵抗力

$R_b'$  は、杭頭せん断力を受ける P C リング加力側面のせん断抵抗力、

なお、終局時圧縮側杭体のせん断抵抗照査では、摩擦抵抗  $0.1N_u$  ( $N_u$  は終局時圧縮軸力) を P C リングのせん断抵抗に加算しても良いが、 ${}_uQ_r$  には上限値があるので注意する。（「2. 2 P C リング仕様」参照）

## 2) せん断力検定

① 杭頭接合部の設計用せん断力は、短期、終局とも杭の負担せん断力とする。

$$\text{短期： } Q_{sr} = {}_1Q$$

$$\text{終局： } Q_{ur} = {}_2Q$$

② せん断力の検定

$$\text{短期： } {}_1Q \leq {}_sQ_a \quad \text{式 3.2.10}$$

$$\text{終局： } {}_2Q \leq {}_uQ_r^{*4} \quad \text{式 3.2.11}$$

※4 終局圧縮時には接合面摩擦による伝達を考慮してもよい。

表 3.2.1 杭体の短期許容せん断力一覧

No	D (mm)	ウルボンスパイラルせん断補強筋仕様 ( $p_w\%$ )			
	$Q_{ac}$ (kN)	短期許容せん断力 : $Q_{AS}$ (kN) ( $Q_{AS}/Q_{ac}$ )			
		1	2	3	4
11	800	U12.6 @75 (0.42%)	U12.6 @100 (0.31%)	U12.6 @125 (0.25%)	U12.6 @150 (0.21%)
	306	638 (2.09)	529 (1.73)	463 (1.52)	419 (1.37)
12	900	U12.6 @75 (0.37%)	U12.6 @100 (0.28%)	U12.6 @125 (0.22%)	U12.6 @150 (0.18%)
	397	765 (1.93)	639 (1.61)	563 (1.42)	513 (1.29)
13	1000	U12.6 @75 (0.33%)	U12.6 @100 (0.25%)	U12.6 @125 (0.20%)	U12.6 @150 (0.17%)
	499	900 (1.80)	757 (1.52)	671 (1.34)	614 (1.23)
14	1100	U12.6 @75 (0.30%)	U12.6 @100 (0.23%)	U12.6 @125 (0.18%)	U12.6 @150 (0.15%)
	614	1043 (1.70)	882 (1.44)	786 (1.28)	722 (1.18)
15	1200	U12.6 @75 (0.28%)	U12.6 @100 (0.21%)	U12.6 @125 (0.17%)	U12.6 @150 (0.14%)
	740	1193 (1.61)	1016 (1.37)	910 (1.23)	839 (1.13)
16	1300	U15 @75 (0.35%)	U15 @100 (0.26%)	U15.0 @125 (0.21%)	U15.0 @150 (0.17%)
	878	1630 (1.86)	1367 (1.56)	1208 (1.38)	1103 (1.26)
17	1400	U15 @75 (0.32%)	U15 @100 (0.24%)	U15.0 @125 (0.19%)	U15.0 @150 (0.16%)
	1028	1820 (1.77)	1534 (1.49)	1362 (1.32)	1247 (1.21)
18	1500	U15 @75 (0.30%)	U15 @100 (0.23%)	U15.0 @125 (0.18%)	U15.0 @150 (0.15%)
	1190	2018 (1.70)	1708 (1.44)	1522 (1.28)	1399 (1.18)
19	1600	U15 @75 (0.28%)	U15 @100 (0.21%)	U15.0 @125 (0.17%)	U15.0 @150 (0.14%)
	1363	2223 (1.63)	1891 (1.39)	1691 (1.24)	1558 (1.14)
20	1700	U15 @75 (0.27%)	U15 @100 (0.20%)	U15.0 @125 (0.16%)	U15.0 @150 (0.13%)
	1548	2436 (1.57)	2081 (1.34)	1867 (1.21)	1725 (1.11)
21	1800	U15 @75 (0.25%)	U15 @100 (0.19%)	U15.0 @125 (0.15%)	U15.0 @150 (0.13%)
	1745	2657 (1.52)	2278 (1.31)	2051 (1.18)	1900 (1.09)
22	1900	U15 @75 (0.24%)	U15 @100 (0.18%)	U15.0 @125 (0.14%)	U15.0 @150 (0.12%)
	1954	2885 (1.48)	2484 (1.27)	2243 (1.15)	2082 (1.07)
23	2000	U15 @75 (0.23%)	U15 @100 (0.17%)	U15.0 @125 (0.14%)	U15.0 @150 (0.11%)
	2174	3121 (1.44)	2697 (1.24)	2442 (1.12)	2273 (1.05)
24	2100	U17 @75 (0.27%)	U17 @100 (0.20%)	U17.0 @125 (0.16%)	U17.0 @150 (0.14%)
	2406	3830 (1.59)	3266 (1.36)	2928 (1.22)	2703 (1.12)
25	2200	U17 @75 (0.26%)	U17 @100 (0.19%)	U17.0 @125 (0.16%)	U17.0 @150 (0.13%)
	2650	4105 (1.55)	3513 (1.33)	3157 (1.19)	2920 (1.10)
26	2300	U17 @75 (0.25%)	U17 @100 (0.19%)	U17.0 @125 (0.15%)	U17.0 @150 (0.12%)
	2906	4388 (1.51)	3767 (1.30)	3394 (1.17)	3146 (1.08)
27	2400	U17 @75 (0.24%)	U17 @100 (0.18%)	U17.0 @125 (0.14%)	U17.0 @150 (0.12%)
	3173	4679 (1.47)	4029 (1.27)	3639 (1.15)	3378 (1.06)
28	2500	U17 @75 (0.23%)	U17 @100 (0.17%)	U17.0 @125 (0.14%)	U17.0 @150 (0.11%)
	3452	4977 (1.44)	4298 (1.25)	3891 (1.13)	3619 (1.05)
29	2600	U17 @75 (0.22%)	U17 @100 (0.16%)	U17.0 @125 (0.13%)	U17.0 @150 (0.11%)
	3743	5283 (1.41)	4575 (1.22)	4151 (1.11)	3867 (1.03)
30	2700	U17 @75 (0.21%)	U17 @100 (0.16%)	U17.0 @125 (0.13%)	U17.0 @150 (0.11%)
	4045	5597 (1.38)	4860 (1.20)	4418 (1.09)	4123 (1.02)
31	2800	U17 @75 (0.20%)	U17 @100 (0.15%)	U17.0 @125 (0.12%)	U17.0 @150 (0.10%)
	4360	5919 (1.36)	5153 (1.18)	4693 (1.08)	4387 (1.01)
32	2900	U17 @75 (0.20%)	U17 @100 (0.15%)	U17 @125 (0.12%)	—
	4686	6248 (1.33)	5453 (1.16)	4976 (1.06)	
33	3000	U17 @75 (0.19%)	U17 @100 (0.14%)	U17 @125 (0.11%)	—
	5024	6585 (1.31)	5761 (1.15)	5267 (1.05)	

N  
O  
T  
E

1. 杭体コンクリート強度 :  $F_c = 27 \text{ N/mm}^2$
2.  $D$  (mm) : 杭径
3. 断面縁から鉄筋重心までの距離 :  $d_t = 150$  (mm)
4.  $Q_{ac} = b \cdot j \cdot f_s$  ( $f_s = 0.855 \text{ N/mm}^2$ )
5.  $Q_{AS} = b \cdot j \cdot \{f_s + 0.5 \cdot w_f \cdot (p_w - 0.001)\}$  ( $w_f = 590 \text{ N/mm}^2$ )
6.  $b = (D/4) \cdot \pi$  ,  $p_w = a_w / (b \cdot x) \cdot \pi / 4 = a_w / (D \cdot x)$  ,  $p_w \leq 0.005$

表 3.2.2 杭体の終局せん断耐力一覧

No	D (mm)	ウルボンスパイラルせん断補強筋仕様 (p <sub>w</sub> %)			
	Q <sub>ac</sub> (kN)	終局せん断耐力 : Q <sub>su</sub> (kN) (Q <sub>su</sub> /Q <sub>AS</sub> )			
		1	2	3	4
11	800	U12.6 @75 (0.42%)	U12.6 @100 (0.31%)	U12.6 @125 (0.25%)	U12.6 @150 (0.21%)
	306	834 (1.31)	834 (1.58)	782 (1.69)	735 (1.75)
12	900	U12.6 @75 (0.37%)	U12.6 @100 (0.28%)	U12.6 @125 (0.22%)	U12.6 @150 (0.18%)
	397	1083 (1.41)	1053 (1.65)	975 (1.73)	918 (1.79)
13	1000	U12.6 @75 (0.33%)	U12.6 @100 (0.25%)	U12.6 @125 (0.20%)	U12.6 @150 (0.17%)
	499	1364 (1.51)	1278 (1.69)	1185 (1.77)	1117 (1.82)
14	1100	U12.6 @75 (0.30%)	U12.6 @100 (0.23%)	U12.6 @125 (0.18%)	U12.6 @150 (0.15%)
	614	1665 (1.60)	1510 (1.71)	1401 (1.78)	1320 (1.83)
15	1200	U12.6 @75 (0.28%)	U12.6 @100 (0.21%)	U12.6 @125 (0.17%)	U12.6 @150 (0.14%)
	740	1939 (1.63)	1755 (1.73)	1629 (1.79)	1536 (1.83)
16	1300	U15 @75 (0.35%)	U15 @100 (0.26%)	U15 @125 (0.21%)	U15 @150 (0.17%)
	878	2354 (1.44)	2240 (1.64)	2072 (1.72)	1949 (1.77)
17	1400	U15 @75 (0.32%)	U15 @100 (0.24%)	U15 @125 (0.19%)	U15 @150 (0.16%)
	1028	2741 (1.51)	2540 (1.66)	2351 (1.73)	2212 (1.77)
18	1500	U15 @75 (0.30%)	U15 @100 (0.23%)	U15 @125 (0.18%)	U15 @150 (0.15%)
	1190	3157 (1.56)	2854 (1.67)	2643 (1.74)	2487 (1.78)
19	1600	U15 @75 (0.28%)	U15 @100 (0.21%)	U15 @125 (0.17%)	U15 @150 (0.14%)
	1363	3525 (1.59)	3182 (1.68)	2948 (1.74)	2775 (1.78)
20	1700	U15 @75 (0.27%)	U15 @100 (0.20%)	U15 @125 (0.16%)	U15 @150 (0.13%)
	1548	3900 (1.60)	3522 (1.69)	3264 (1.75)	3074 (1.78)
21	1800	U15 @75 (0.25%)	U15 @100 (0.19%)	U15 @125 (0.15%)	U15 @150 (0.13%)
	1745	4289 (1.61)	3875 (1.70)	3592 (1.75)	3384 (1.78)
22	1900	U15 @75 (0.24%)	U15 @100 (0.18%)	U15 @125 (0.14%)	U15 @150 (0.12%)
	1954	4692 (1.63)	4240 (1.71)	3932 (1.75)	3705 (1.78)
23	2000	U15 @75 (0.23%)	U15 @100 (0.17%)	U15 @125 (0.14%)	U15 @150 (0.11%)
	2174	5107 (1.64)	4618 (1.71)	4283 (1.75)	4037 (1.78)
24	2100	U17 @75 (0.27%)	U17 @100 (0.20%)	U17 @125 (0.16%)	U17 @150 (0.14%)
	2406	6018 (1.57)	5425 (1.66)	5020 (1.71)	4721 (1.75)
25	2200	U17 @75 (0.26%)	U17 @100 (0.19%)	U17 @125 (0.16%)	U17 @150 (0.13%)
	2650	6496 (1.58)	5857 (1.67)	5422 (1.72)	5100 (1.75)
26	2300	U17 @75 (0.25%)	U17 @100 (0.19%)	U17 @125 (0.15%)	U17 @150 (0.12%)
	2906	6987 (1.59)	6302 (1.67)	5835 (1.72)	5490 (1.75)
27	2400	U17 @75 (0.24%)	U17 @100 (0.18%)	U17 @125 (0.14%)	U17 @150 (0.12%)
	3173	7490 (1.60)	6758 (1.68)	6259 (1.72)	5890 (1.74)
28	2500	U17 @75 (0.23%)	U17 @100 (0.17%)	U17 @125 (0.14%)	U17 @150 (0.11%)
	3452	8007 (1.61)	7226 (1.68)	6694 (1.72)	6301 (1.74)
29	2600	U17 @75 (0.22%)	U17 @100 (0.16%)	U17 @125 (0.13%)	U17 @150 (0.11%)
	3743	8536 (1.62)	7706 (1.68)	7140 (1.72)	6722 (1.74)
30	2700	U17 @75 (0.21%)	U17 @100 (0.16%)	U17 @125 (0.13%)	U17 @150 (0.11%)
	4045	9077 (1.62)	8197 (1.69)	7596 (1.72)	7153 (1.73)
31	2800	U17 @75 (0.20%)	U17 @100 (0.15%)	U17 @125 (0.12%)	U17 @150 (0.10%)
	4360	9630 (1.63)	8699 (1.69)	8063 (1.72)	7594 (1.73)
32	2900	U17 @75 (0.20%)	U17 @100 (0.15%)	U17 @125 (0.12%)	—
	4686	10195 (1.63)	9212 (1.69)	8541 (1.72)	—
33	3000	U17 @75 (0.19%)	U17 @100 (0.14%)	U17 @125 (0.11%)	—
	5024	10772 (1.64)	9736 (1.69)	9028 (1.71)	—

NOTE

- 杭体コンクリート強度 :  $F_c = 27 \text{ N/mm}^2$
- $D$  (mm) : 杭径
- 断面縁から鉄筋重心までの距離 :  $d_t = 150$  (mm)
- $Q_{su} = \left\{ \eta \frac{0.053 \cdot p_t^{0.23} \cdot (F_c + 18)}{M/(Q \cdot d) + 0.12} + 0.846 \cdot \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} \cdot b \cdot j$
- $M/(Q \cdot d) = 3.0$  ,  $p_t = 0.6\%$  ,  $\sigma_{wy} = 1275 \text{ N/mm}^2$
- $b = (D/4) \cdot \pi$  ,  $p_w = a_w/(b \cdot x) \cdot \pi/4 = a_w/(D \cdot x)$  ,  $p_w \leq 0.003$

### 3.3 設計フロー

#### (1) 全体フロー

一般的な設計フローを図 3.3.1 に示す。PC リングは杭種・杭径に応じて選択し、せん断検定を行う。杭応力の算定方法は、略算解析法と精算解析法の 2 通りがある。

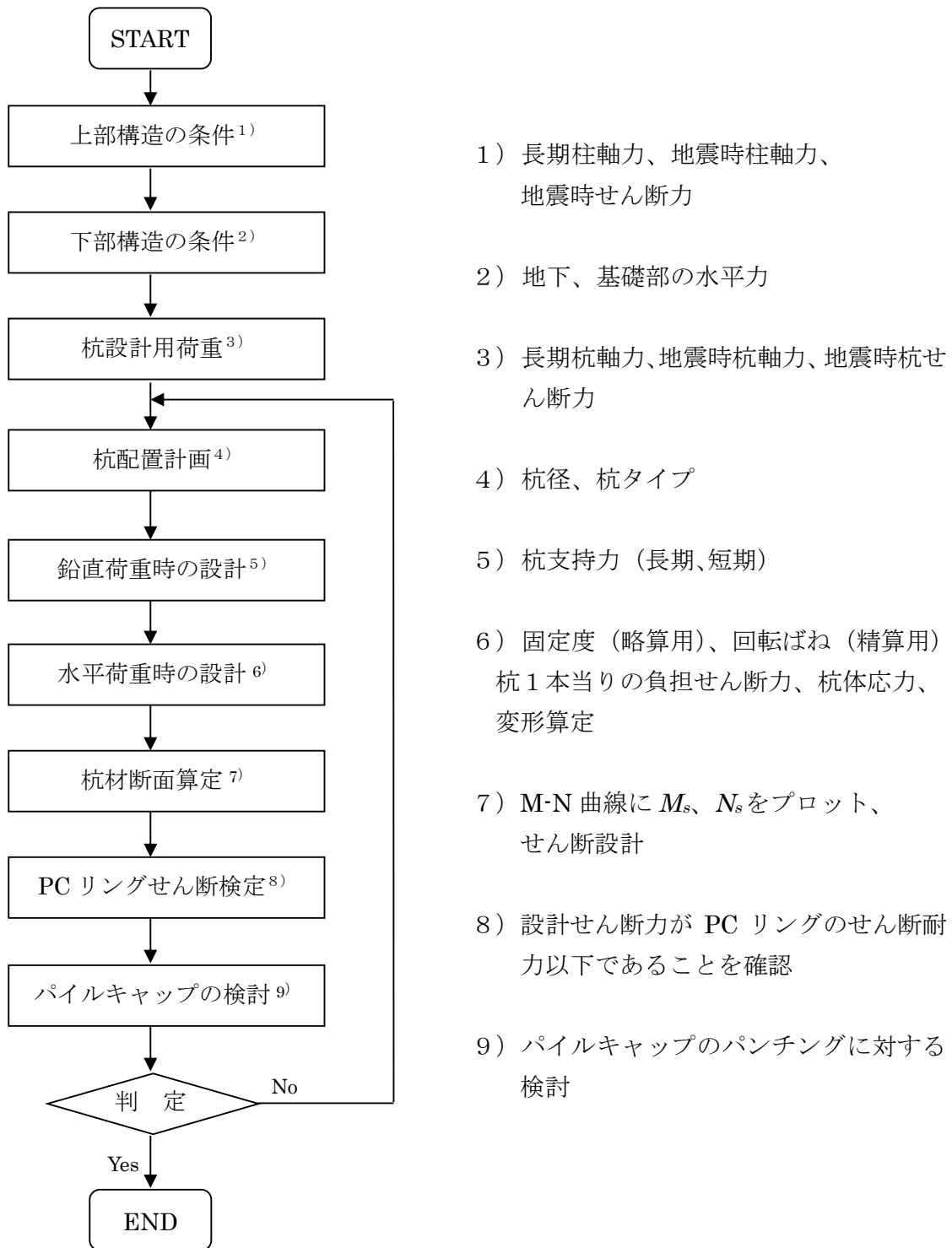


図 3.3.1 全体設計フロー

## (2) 杭体応力・変形算定法

杭体応力・変形算定は、以下に示す解析法のいずれかにて行う。

### (a) 一様地盤中の杭を対象とした解析法

Chang の式 (弾性支承梁理論による略算法) に杭頭の固定度を考慮した次式を用いて杭体応力および杭頭変位を算定する。各杭の固定度は水平力に応じて変化するため、設計例に示すような応力再分配が必要となる。

$$\text{杭頭変位 } y_0 = \frac{Q}{4EI\beta^3} R_{y0} \quad (m) \quad \text{式 3.3.1}$$

$$\text{杭頭回転角 } \theta_0 = -\frac{Q}{2EI\beta^2} (1 - \alpha_r) \quad (rad) \quad \text{式 3.3.2}$$

$$\text{杭頭モーメント } M_0 = \frac{Q}{2\beta} R_{M0} \quad (kN \cdot m) \quad \text{式 3.3.3}$$

$$\text{地中部最大曲げモーメント } M_{\max} = -\frac{Q}{2\beta} R_{Max} \quad (kN \cdot m) \quad \text{式 3.3.4}$$

$$\text{地中部最大曲げモーメント発生深さ } lm = -\frac{1}{\beta} R_{lm} \quad (m) \quad \text{式 3.3.5}$$

ただし、

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_h B}{4EI}} \quad (m^{-1}) \quad \text{式 3.3.6}$$

$$R_{y0} = 2 - \alpha_r \quad \text{式 3.3.7}$$

$$R_{M0} = \alpha_r \quad \text{式 3.3.8}$$

$$R_{Max} = \exp\left[-\tan^{-1}\left(\frac{1}{1 - \alpha_r}\right)\right] \sqrt{(1 - \alpha_r)^2 + 1} \quad \text{式 3.3.9}$$

$$R_{lm} = \tan^{-1}\left(\frac{1}{1 - \alpha_r}\right) \quad \text{式 3.3.10}$$

ここで、

$Q$  : 杭頭の水平力 ( $kN$ )

$K_h$  : 水平方向地盤反力係数 ( $kN/m^3$ )

注)  $K_h$  の算出は日本建築学会の「建築基礎構造設計指針」に準拠する。

$B$  : 杭径 ( $m$ )

$E$  : 杭のヤング係数 ( $kN/m^2$ )

$I$  : 杭の断面二次モーメント ( $m^4$ )

$\alpha_r$  : 杭頭の固定度 (固定のとき 1、ピンのとき 0)

注) 上記算定式は杭長  $L$  に関して  $\beta L \geq 3.0$  の目安があり、 $\beta L < 3.0$  の場合は別途短杭としての計算による。

(b) 荷重増分解析による精算解析法

杭、地盤、杭頭ばねをモデル化した解析モデルにて荷重増分解析を行い、杭体応力および杭頭変位を算定する。

解析モデルは、杭を線材、地盤を水平ばねに置換し、杭頭ばねを非線形回転ばねとし、地震力を負担する全ての杭をモデル化する。

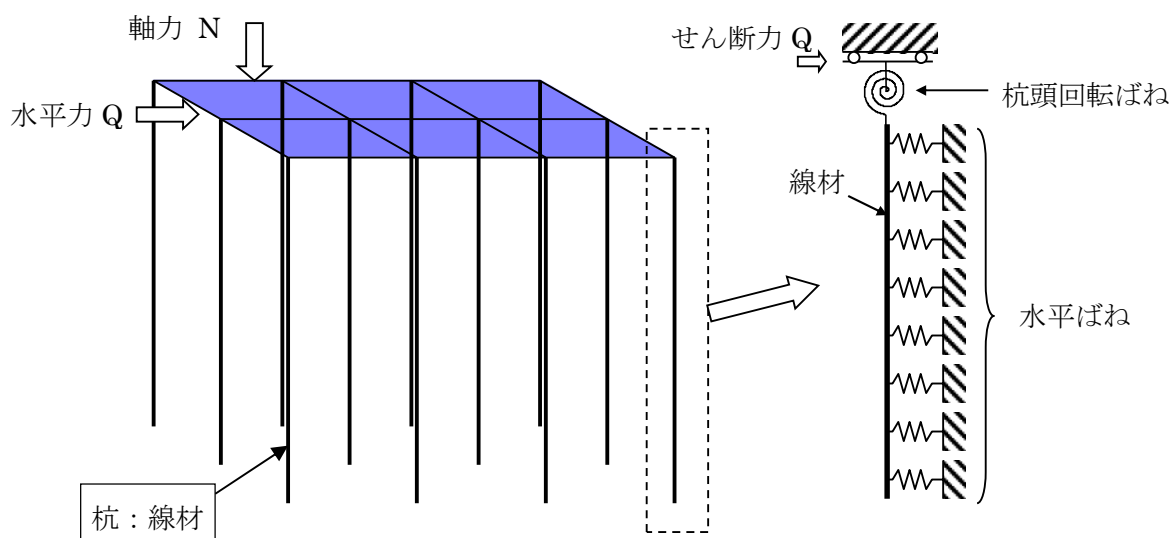


図 3.3.2 解析モデル

杭頭モーメント  $M_p$

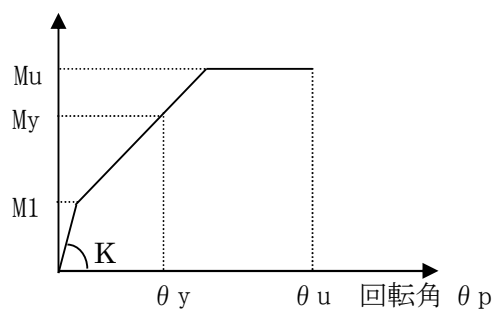


図 3.3.3 回転ばねの復元力特性

(c) 剛性マトリクスによる精算解析法

弾性床上の梁部材の剛性マトリクス法を用い、杭を骨組構造の一部材として杭体応力および変位を算定する。部材端力  $M_i$ 、 $M_j$ 、 $Q_i$ 、 $Q_j$  と部材端変位  $y_i$ 、 $y_j$  および部材端回転角  $\theta_i$ 、 $\theta_j$  の関係を示す剛性マトリクスは以下となる。

$$F^i = \begin{Bmatrix} Q_i^i \\ M_i^i \\ Q_j^i \\ M_j^i \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} A_{11}^i & A_{12}^i & A_{13}^i & A_{14}^i \\ A_{21}^i & A_{22}^i & A_{23}^i & A_{24}^i \\ A_{31}^i & A_{32}^i & A_{33}^i & A_{34}^i \\ A_{41}^i & A_{42}^i & A_{43}^i & A_{44}^i \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} y_i^i \\ \theta_i^i \\ y_j^i \\ \theta_j^i \end{Bmatrix} = A^i \cdot u^i \quad \text{式 3.3.11}$$

ここに、 $i$  : 第  $i$  部材

$F^i$  : 第  $i$  部材の部材端力のベクトル

$A^i$  : 第  $i$  部材の剛性マトリクス

$u^i$  : 第  $i$  部材端変位ベクトル

$$A_{11} = A_{33} = \frac{4 \cdot E \cdot I \cdot \beta^3 \cdot (\sin \beta \ell \cdot \cos \beta \ell + \sinh \beta \ell \cdot \cosh \beta \ell)}{\sinh^2 \beta \ell - \sin^2 \beta \ell} \quad \text{式 3.3.12}$$

$$A_{12} = A_{21} = \frac{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta^2 \cdot (\sinh^2 \beta \ell + \sin^2 \beta \ell)}{\sinh^2 \beta \ell - \sin^2 \beta \ell} \quad \text{式 3.3.13}$$

$$A_{13} = A_{31} = \frac{-4 \cdot E \cdot I \cdot \beta^3 \cdot (\cosh \beta \ell \cdot \sin \beta \ell + \sinh \beta \ell \cdot \cos \beta \ell)}{\sinh^2 \beta \ell - \sin^2 \beta \ell} \quad \text{式 3.3.14}$$

$$A_{14} = A_{41} = -A_{32} = -A_{23} = \frac{4 \cdot E \cdot I \cdot \beta^2 \cdot \sinh \beta \ell \cdot \sin \beta \ell}{\sinh^2 \beta \ell - \sin^2 \beta \ell} \quad \text{式 3.3.15}$$

$$A_{22} = A_{44} = \frac{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta \cdot (\cosh \beta \ell \cdot \sinh \beta \ell - \sin \beta \ell \cdot \cos \beta \ell)}{\sinh^2 \beta \ell - \sin^2 \beta \ell} \quad \text{式 3.3.16}$$

$$A_{42} = A_{24} = \frac{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta \cdot (\sin \beta \ell \cdot \cosh \beta \ell - \sinh \beta \ell \cdot \cos \beta \ell)}{\sinh^2 \beta \ell - \sin^2 \beta \ell} \quad \text{式 3.3.17}$$

$$A_{43} = A_{34} = -A_{12} \quad \text{式 3.3.18}$$

$\ell$  : 第  $i$  部材の部材長

各節点での節点変位による釣り合い式は以下となり、杭頭のモーメント  $M_0$  と回転角  $\theta_0$  が、設定したモデルと一致するように収束計算を行う。各杭の  $M_0$  と  $\theta_0$  の関係は杭ごとに異なるため、各杭の杭頭変位が等しくなるようなせん断力の再配分が必要となる。

$$F = \begin{Bmatrix} f_Q^0 \\ f_M^0 \\ f_Q^1 \\ f_M^1 \\ \cdot \\ \cdot \\ f_Q^{i-2} \\ f_M^{i-2} \\ f_Q^{i-1} \\ f_M^{i-1} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} Q_0 \\ M_0 \\ 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} A_{11}^0 & A_{12}^0 & A_{13}^0 & A_{14}^0 & \cdot & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A_{21}^0 & A_{22}^0 & A_{23}^0 & A_{24}^0 & \cdot & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A_{31}^0 & A_{32}^0 & A_{33}^0 + A_{11}^1 & A_{34}^0 + A_{12}^1 & \cdot & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A_{41}^0 & A_{42}^0 & A_{43}^0 + A_{21}^1 & A_{44}^0 + A_{22}^1 & \cdot & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & A_{33}^{i-1} + A_{11}^i & A_{34}^{i-1} + A_{12}^i & A_{13}^i & A_{14}^i \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & A_{43}^{i-1} + A_{21}^i & A_{44}^{i-1} + A_{22}^i & A_{23}^i & A_{24}^i \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & A_{31}^i & A_{32}^i & A_{33}^i & A_{34}^i \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & A_{41}^i & A_{42}^i & A_{43}^i & A_{44}^i \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} y_0 \\ \theta_0 \\ y_1 \\ \theta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{i-2} \\ \theta_{i-2} \\ y_{i-1} \\ \theta_{i-1} \end{Bmatrix} \quad \text{式 3.3.19}$$

(3) 杭頭接合部設計フロー

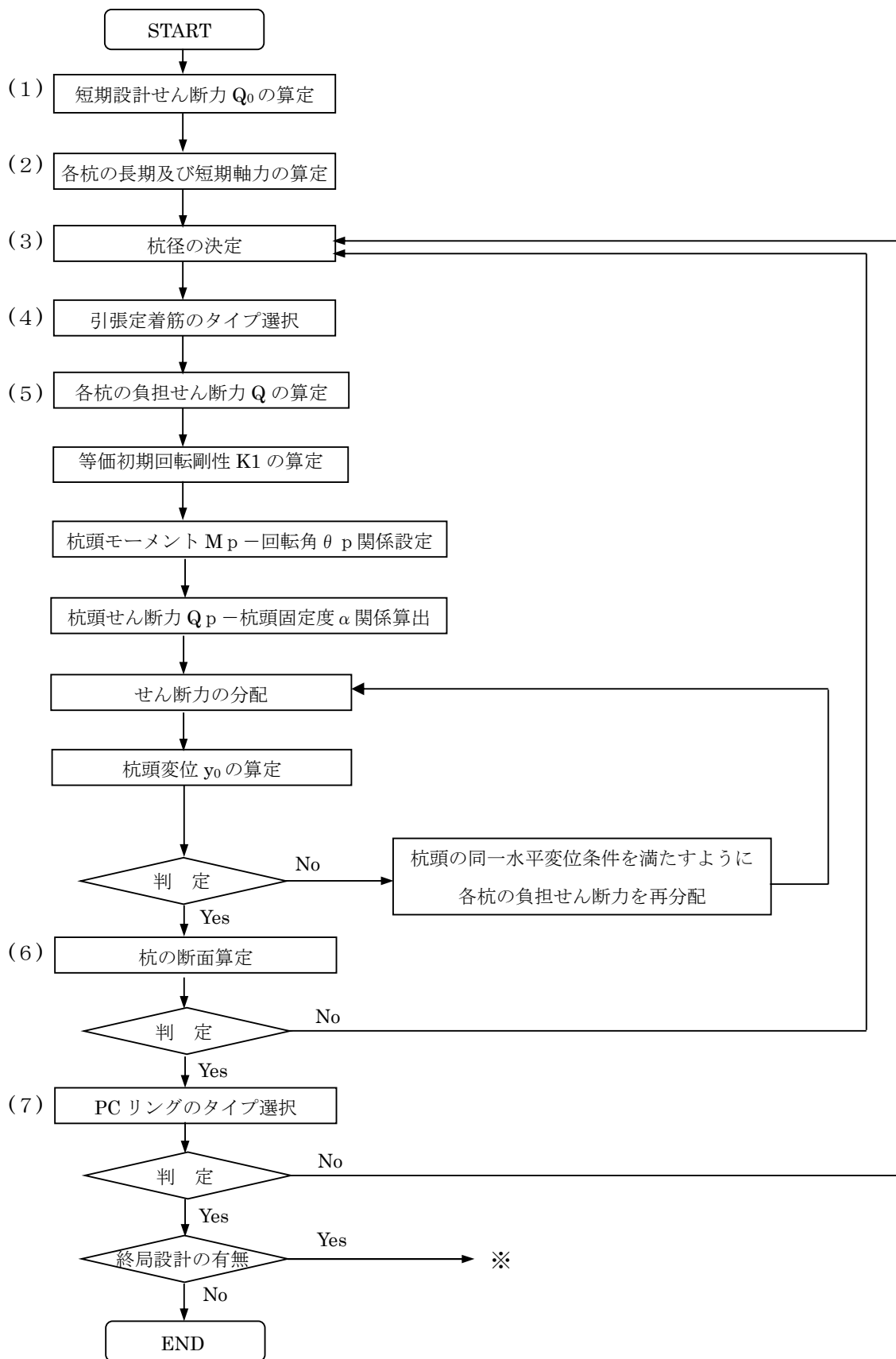


図 3.3.4 杭頭接合部設計フロー (短期)

終局設計は、設計者の判断にて必要に応じて行うものとする。

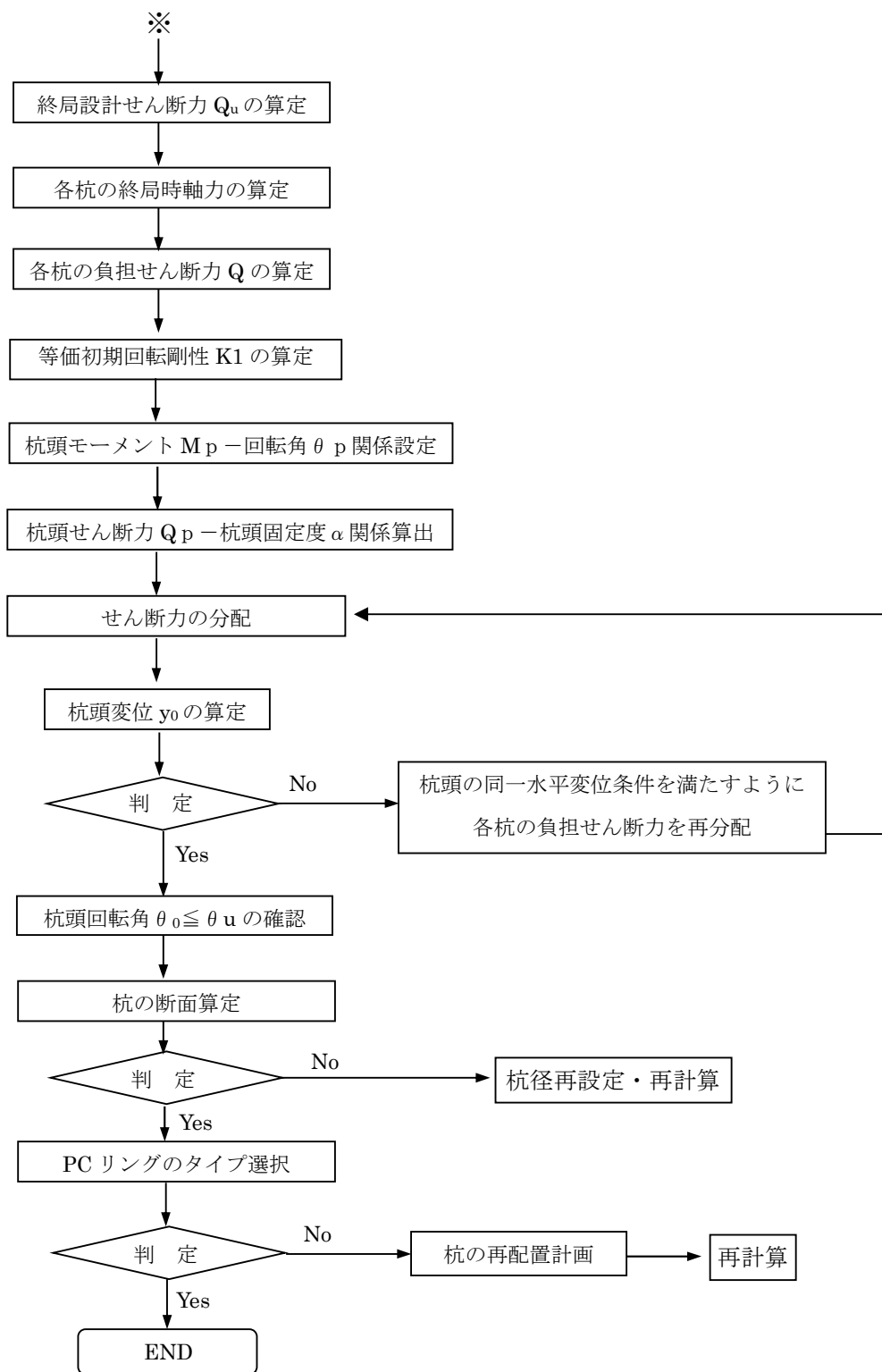


図 3.3.5 杭頭接合部設計フロー（終局）

### 3.4 杭頭固定度評価法

#### (1) 杭頭接合部の曲げモーメントー回転角関係式の評価法

##### 1) 杭頭接合部構造性能モデル化

杭頭回転特性は、図 3.4.1 に示す杭頭曲げモーメント  $M_p$  と回転角  $\theta_p$  の関係により評価する。

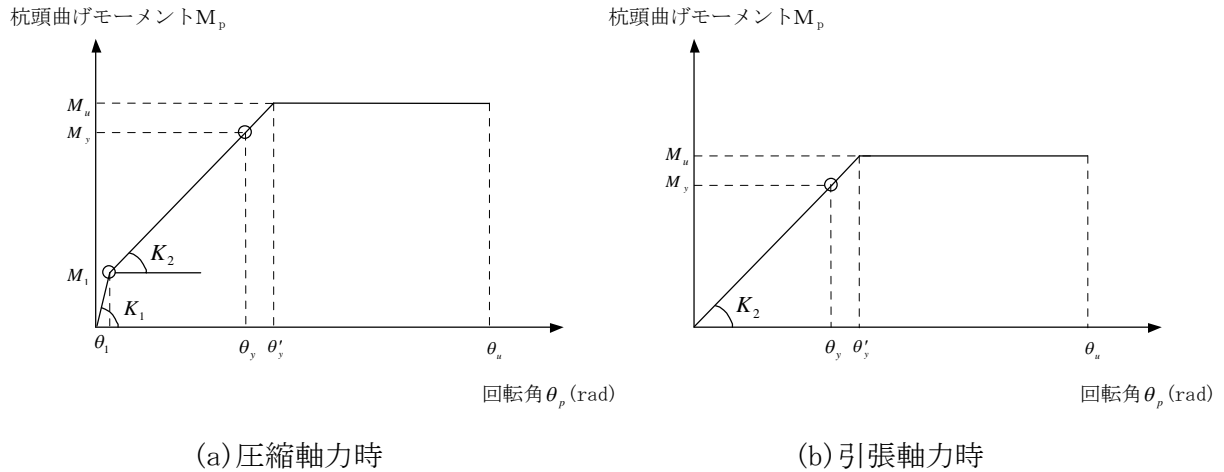


図 3.4.1 杭頭曲げモーメント  $M_p$  と回転角  $\theta_p$  の関係

ここに、 $K_1$  : 杭頭接合部の等価初期回転剛性

$K_2$  : 杭頭接合部の圧縮軸力時における 2 次回転剛性  $K_2 = \frac{M_y - M_1}{\theta_y - \theta_1}$

あるいは、引張軸力時における初期回転剛性  $K_2 = \frac{M_y}{\theta_y}$

$M_1$  : 離間時曲げモーメント

$M_y$  : 降伏時曲げモーメント

$M_u$  : 終局時曲げモーメント

$\theta_1$  : 離間時回転角

$\theta_y$  : 降伏時回転角

$\theta'_y$  : 終局時回転角

$\theta_u$  : 限界回転角 (=0.04rad)

2) 設定値の算出法

a. 杭頭接合部の等価初期回転剛性  $K_1$

杭頭接合部の圧縮軸力時における等価初期回転剛性  $K_1$  は下式により算定する。

$$K_1 = \frac{1}{1/K_p + 1/K_c + 1/K_b} \quad \text{式 3.4.1}$$

ここに、 $K_p$  : 杭体部分の回転剛性 (kN・m/rad)

$$K_p = \frac{E_p \cdot I_p}{H_p} \quad \text{式 3.4.2}$$

$E_p$  : 杭体のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_p$  : 杭体の断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 但し、絞り部ありの場合には、絞り部径を杭径とみなす。

$H_p$  : 杭体とPCリングの重なり長さ (m)

$K_c$  : PCリング内コンクリートの回転剛性 (kN・m/rad)

$$K_c = \frac{E_c \cdot I_c}{H_c} \quad \text{式 3.4.3}$$

$E_c$  : パイルキャップコンクリートのヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_c$  : PCリング内側コンクリートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 絞り有無にかかわらず、杭径断面とする。

$H_c$  : 杭頭接合面からPCリング上端までの長さ (m)

$K_b$  : パイルキャップ部分の回転剛性 (kN・m/rad)

$$K_b = \frac{E_b \cdot I_b}{H_b} \quad \text{式 3.4.4}$$

$E_b$  : パイルキャップコンクリートのヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_b$  : 仮想円柱のコンクリートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 絞り有無にかかわらず、PCリング内径とする。

$H_b$  : 仮想円柱の高さ (=D/2) (m)

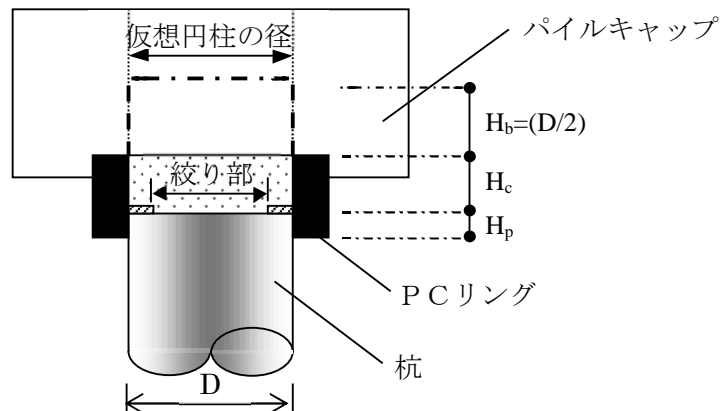


図 3.4.2 高さ等に関する記号

b. 離間時曲げモーメント  $M_1$

引張応力が発生しない離間時曲げモーメント  $M_1$  は下式により算定する。

$$M_1 = \sigma_0 \cdot Z \quad \text{式 3.4.5}$$

ここに、 $\sigma_0$  : 杭頭接合部の軸方向応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$\sigma_0 = \frac{N}{A_e} \quad \text{式 3.4.6}$$

$A_e$  : 杭頭接合部の断面積 (m<sup>2</sup>)

$$A_e = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad \text{式 3.4.7}$$

$Z$  : 杭頭接合部の断面係数 (m<sup>3</sup>)

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot D^3 \quad \text{式 3.4.8}$$

$D$  : 杭径 (m)

ただし、絞り部ありの場合には、絞り部径を杭径とみなす。

c. 降伏時曲げモーメント  $M_y$  及び終局時曲げモーメント  $M_u$

降伏時曲げモーメント  $M_y$  及び終局時曲げモーメント  $M_u$  については、以下の仮定に基づいて算定する。

- ①断面力の釣合いとひずみ度の適合条件を考慮した塑性曲げ理論に基づいて算定する。
- ②解析における断面形状は、杭径を直径とする円形断面とする。ただし、絞り部がある場合、杭径を絞り部径とする。
- ③引張定着筋降伏時の曲げモーメントは、最外縁の引張定着筋が降伏するときの値とする。
- ④圧縮降伏時の曲げモーメントは、圧縮縁コンクリートが  $0.85 \sigma_{\max}$  に達したときの値とする。
- ⑤降伏時曲げモーメント  $M_y$  は、引張定着筋降伏時と圧縮降伏時の曲げモーメントのうち小さい方の値とする。ただし、引張定着筋を配置しない場合の降伏時曲げモーメントは、上記④に達したときの値とする。
- ⑥終局時曲げモーメント  $M_u$  は最大曲げモーメントとする。
- ⑦コンクリートの応力度  $\sigma$  とひずみ度  $\varepsilon$  の関係は下式とする。

$$\left. \begin{array}{ll} \cdot \varepsilon \leq 0 & : \quad \sigma = 0 \\ \cdot 0 < \varepsilon & : \quad \sigma = 6.75 \cdot \left\{ e^{-0.812(\varepsilon / \varepsilon_B)} - e^{-1.218(\varepsilon / \varepsilon_B)} \right\} \cdot \sigma_{\max} \\ \cdot \varepsilon_B < \varepsilon & : \quad \sigma = \sigma_{\max} \end{array} \right\} \text{式 3.4.9}$$

ここに、 $\varepsilon_B$  : コンクリート最大強度時のひずみ度で  $\varepsilon_B = 0.003$  とする。

$\sigma_{\max}$  : コンクリート最大強度で  $\sigma_{\max} = \frac{F_c}{v^2}$  とする。

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度で杭体、パイルキャップの設計基準強度のうち、最小の値とする。

$v$  : 絞り係数

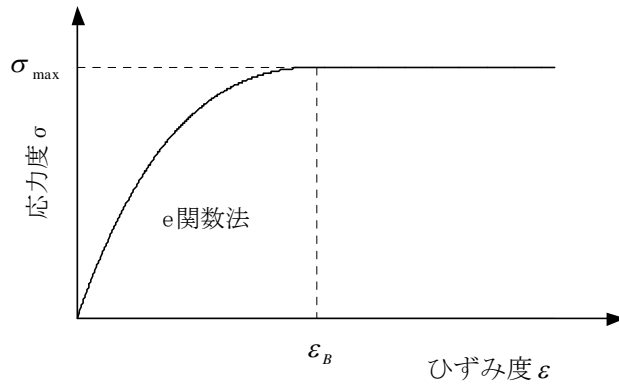


図 3.4.3 コンクリートの応力度－ひずみ度関係

⑧引張定着筋の応力度  $\sigma$  とひずみ度  $\varepsilon$  の関係は下式とする。

$$\begin{aligned}
 & \bullet \varepsilon < -\varepsilon_y & : & \sigma = -\sigma_y \\
 & \bullet -\varepsilon_y < \varepsilon \leq \varepsilon_y & : & \sigma = E_s \cdot \varepsilon \\
 & \bullet \varepsilon_y < \varepsilon & : & \sigma = \sigma_y
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} & \bullet \varepsilon < -\varepsilon_y \\ & \bullet -\varepsilon_y < \varepsilon \leq \varepsilon_y \\ & \bullet \varepsilon_y < \varepsilon \end{aligned}} \right\} \text{式 3.4.10}$$

ここに、 $\sigma_y$  : 引張定着筋降伏点強度

$\varepsilon_y$  : 引張定着筋降伏時ひずみ度 ( $= \sigma_y / E_s$ )

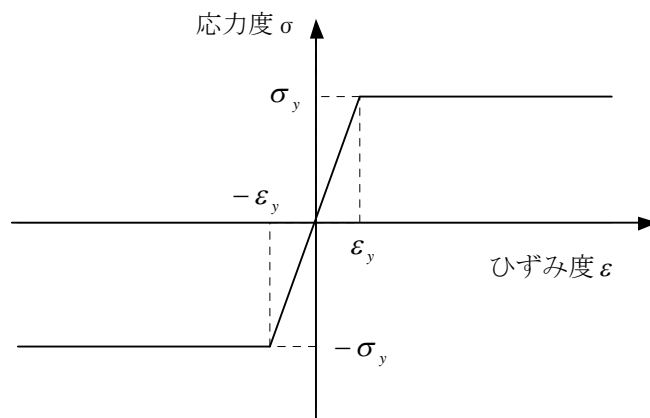


図 3.4.4 引張定着筋の応力度－ひずみ度関係

d. 降伏時回転角  $\theta_y$

断面解析における曲率から降伏時回転角  $\theta_y$  への換算は、杭体のヒンジ領域を杭径とし、ヒンジ領域では一定の曲率であると仮定した下式で評価する。

$$\theta_y = \int_0^D \phi_y \cdot dx = [\phi_y \cdot D]_0^D = \phi_y \cdot D \quad \text{式 3.4.11}$$

ここに、 $\phi_y$  : 前項 c. で算定される  $M_y$  時曲率

$D$  : 杭径

ただし、杭頭接合部に絞り部がある場合には、杭径を絞り部径とみなす。

$x$  : 杭頭からの距離

3) 杭頭の固定度の算定

水平地盤反力係数  $k_h$  が一定の地盤にある長い杭を想定すると、杭頭曲げモーメント  $M_p$  と杭頭回転角  $\theta_p$  はそれぞれ次式で算定できる。

$$M_p = \frac{Q_p}{2 \cdot \beta} \cdot \alpha \quad \text{式 3.4.12}$$

$$\theta_p = \frac{Q_p}{2 \cdot E_p \cdot I_p \cdot \beta^2} \cdot (1 - \alpha) \quad \text{式 3.4.13}$$

ここに、 $\alpha$  : 固定度

$Q_p$  : 杭頭せん断力

$\beta$  : 杭の特性値

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h \cdot B}{4 \cdot E_p \cdot I_p}} \quad \text{式 3.4.14}$$

$B$  : 杭径

$E_p$  : 杭体のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_p$  : 杭体の断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 絞り部の有無にかかわらず杭径断面とする。

さらに、等価剛性  $K_e$  は式 3.4.15 で表され、上記の式 3.4.12 および式 3.4.13 の関係から固定度  $\alpha$  は式 3.4.16 となる。

$$K_e = \frac{M_p}{\theta_p} \quad \text{式 3.4.15}$$

$$\alpha = \frac{K_e}{E_p \cdot I_p \cdot \beta + K_e} \quad \text{式 3.4.16}$$

また、等価剛性  $K_e$  は、図 3.4.1 に示すようなトリリニアに置換した杭頭曲げモーメント  $M_p$  と回転角  $\theta_p$  の関係から以下となる。

$$\cdot 0 < \theta \leq \theta_1 \quad : K_e = K_1 \quad \text{式 3.4.17}$$

$$\cdot \theta_1 < \theta \leq \theta'_y \quad : K_e = (K_1 - K_2) \cdot \frac{\theta_1}{\theta} + K_2 \quad \text{式 3.4.18}$$

$$\cdot \theta'_y < \theta \quad : K_e = (K_1 - K_2) \cdot \frac{\theta_1}{\theta} + K_2 \cdot \frac{\theta'_y}{\theta} \quad \text{式 3.4.19}$$

## (2) 杭頭接合部の許容曲げモーメントの算定法

短期許容曲げモーメント  $M_a$  は、降伏時曲げモーメント  $M_y$  算定に用いたモーメントー曲率関係において、以下の条件に達した時点の曲げモーメント①、②のうち、小さい方の値とする。ただし、引張定着筋を配置しない場合には、以下の②の条件に達したときの値とする。

①最外縁の引張定着筋が降伏するとき

②圧縮縁コンクリートが短期許容圧縮応力度 ( $2/3 \times F_c / \nu^2$ ) に達したとき

ここに、 $\nu$  : 絞り係数

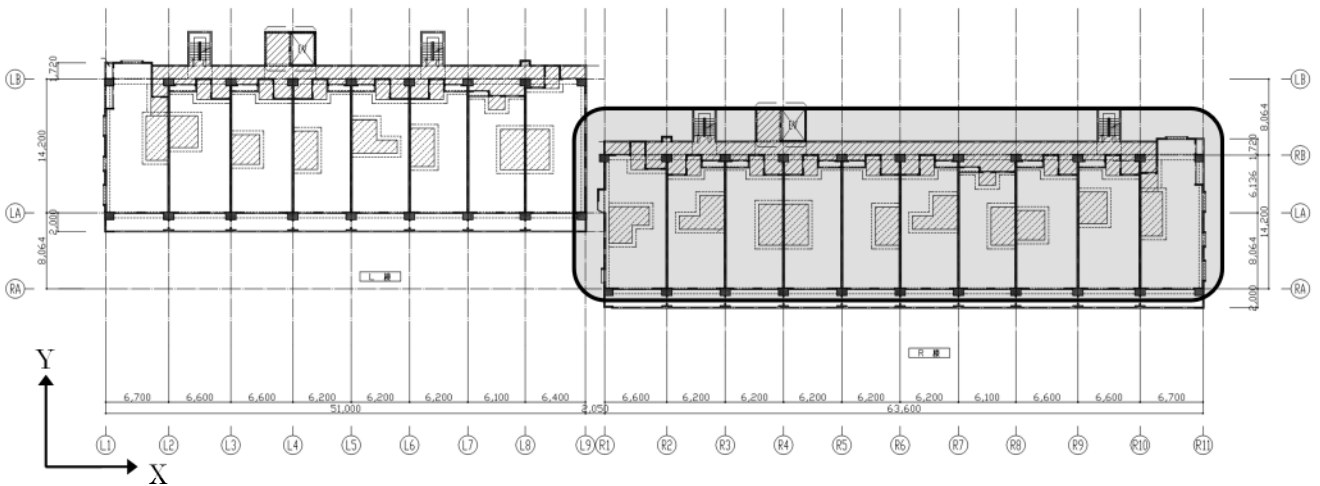
以上により、杭頭接合部応力が引張を含む軸力・曲げ許容応力度内にあることを検定する。

### 3.5 設計例

#### (1) 仮定条件

- 用途 : 住宅  
 階数 : 地上15階、地下なし  
 構造種別 : 鉄筋コンクリート造  
 構造形式 : X方向純ラーメン構造    Y方向耐震壁付ラーメン構造  
 基礎構法 : 杭基礎  
 杭 : 場所打ちコンクリート杭  $\phi 2000$   
 杭長 : 26m  
 支持層 : 細砂層 (地盤反力係数は一律  $5000\text{kN/m}^3$  とする)

基準階伏図



#### (2) 設計条件

##### ① 杭

- 杭径  $\phi 2000$   
 コンクリート強度 :  $F_c 30\text{N/mm}^2$   
 ヤング係数 :  $E=24400\text{N/mm}^2$   
 断面二次モーメント :  $I=7.85 \times 10^{11}\text{mm}^4$

##### ② フーチング

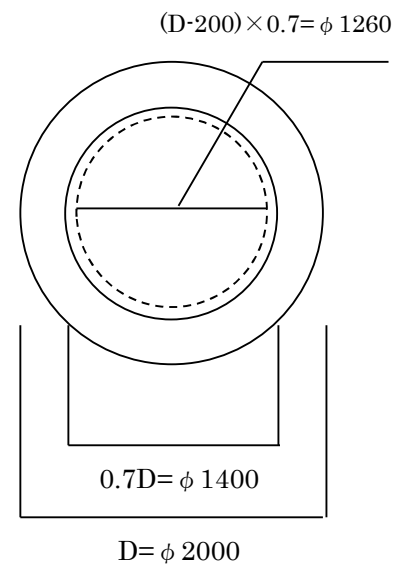
- コンクリート強度 :  $F_c 30\text{N/mm}^2$   
 ヤング係数 :  $E=24400\text{N/mm}^2$

##### ③ 地盤

- 地盤反力係数 :  $K_h=5000\text{kN/m}^3 (=0.005\text{N/mm}^3)$

##### ④ 絞り部

- コンクリート強度 :  $F_c 30 / \nu^2 = 30 / 0.7^2 = 60\text{N/mm}^2$



(3) 準備計算

1) 短期設計せん断力  $Q_0$  の算定

短期設計せん断力  $Q_0 = 40970 \text{ kN}$  ( $C_B = 0.2$  に相当)

杭一本あたり  ${}_0Q = 40970 \div 22 = 1862 \text{ kN}$

2) 各杭の長期及び短期軸力の算定 (単位 : kN)

	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P3	杭符号
	8097	11629	11305	11327	11351	11374	11332	11619	12005	12116	6555	長期
Y2	12763	19168	19162	19363	19559	19754	19883	20883	20339	20912	8517	短期正
	3431	4090	3448	3291	3143	2994	2781	2899	3098	3242	4593	短期負
	17429	26707	27019	27399	27767	28134	28434	29059	29819	29864	10479	終局正
	-1235	-3449	-4409	-4745	-5065	-5386	-5770	-5821	-5809	-5632	2631	終局負

	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P3	杭符号
	7237	11640	11132	11219	11038	11144	10902	11280	11402	11602	7240	長期
Y1	2726	3937	3258	3182	2830	2764	2350	2563	2499	2778	5248	短期正
	11746	19343	19006	19256	19246	19524	19454	19997	20305	20426	9232	短期負
	-1785	-3766	-4616	-4855	-5378	-5616	-6202	-6154	-6404	-6046	3256	終局正
	16259	27046	26880	27293	27454	27904	28006	28714	29208	29250	11224	終局負
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	

注 1) Y 方向 (短辺方向) 加力時のみの表示とする。

注 2) ハッチ部分は引き抜きが生じている杭を示す。

注 3) 引張定着筋のタイプは終局時の引抜力から決定し、杭符号ごとにタイプを同一としている。なお、終局時の設計せん断力は短期の 2.0 倍 ( $C_B = 0.4$  に相当) とする。

3) 杭径の決定

杭径は設定した杭径と同径の 2000  $\phi$  とする。

4) 引張定着筋のタイプ選択

本設計例では、引張定着筋は終局時の引抜力の 1.5 倍程度の引張耐力となるように選定することとする。

P1 : 16-D41 (SD490) (引張耐力 10510kN > 6404kN)

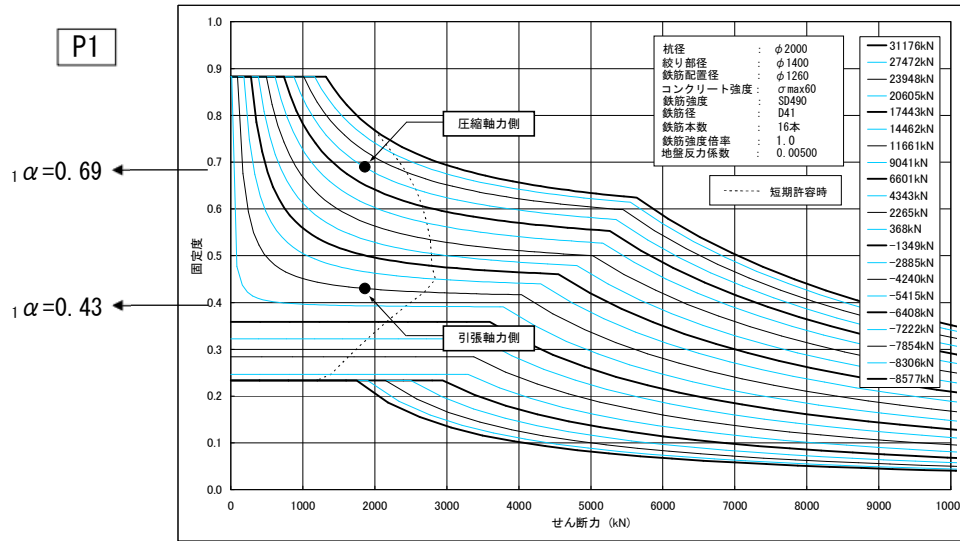
P2 : 12-D41 (SD490) (引張耐力 7880kN > 4855kN)

P3 : 8-D38 (SD490) (引張耐力 4470kN > 1785kN)

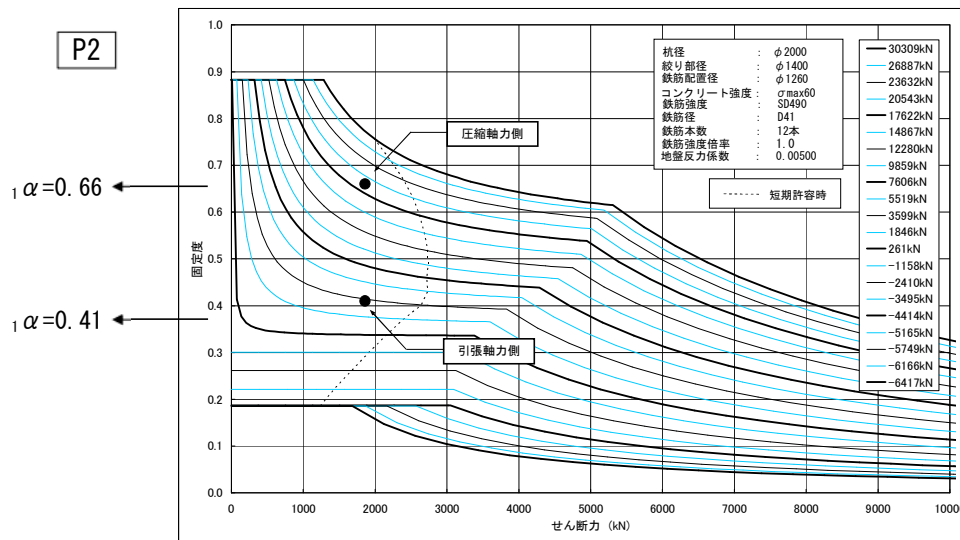
#### (4) 負担せん断力算定

##### ①収束計算 1 回目

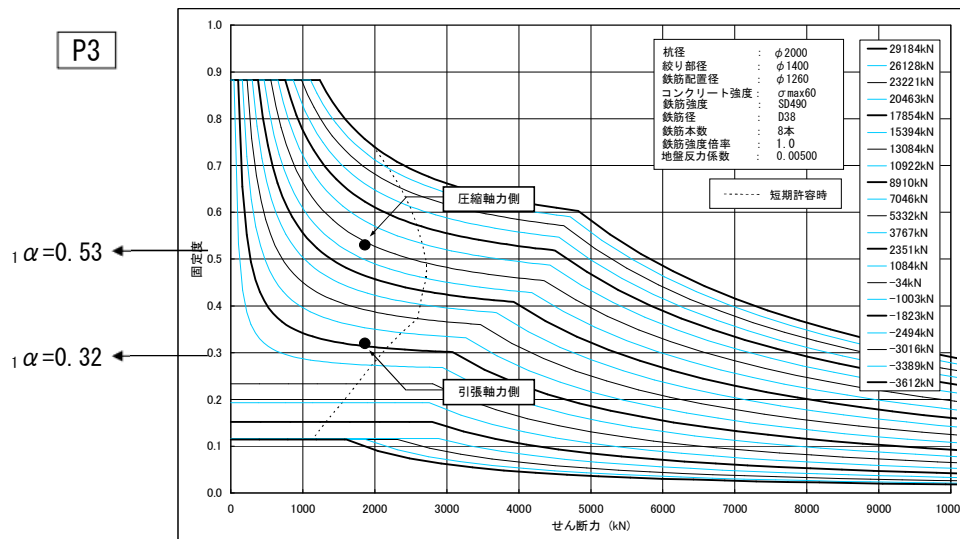
Q- $\alpha$  関係より、せん断力  $Q=1862 \text{ kN}$  と、軸力 (圧縮・引張) に対応する固定度を算出する。



P1 軸力  
20912kN(圧縮側)  
~  
2350kN(引張側)



P2 軸力  
19363kN(圧縮側)  
~  
3182kN(引張側)



P3 軸力  
12763kN(圧縮側)  
~  
2726kN(引張側)

P1 : (圧縮側)  ${}_1\alpha = 0.69$  (引張側)  ${}_1\alpha = 0.43$   
P2 : (圧縮側)  ${}_1\alpha = 0.66$  (引張側)  ${}_1\alpha = 0.41$   
P3 : (圧縮側)  ${}_1\alpha = 0.53$  (引張側)  ${}_1\alpha = 0.32$

②せん断力の再分配

Chang の式より杭の変形は

$$y_0 = \frac{Q}{4EI\beta^3} R_{y0}, \quad R_{y0} = 2 - \alpha$$

で算出できる。杭径や地盤の係数等が同一で、各杭の杭頭変形が等しくなることから、杭の剛性比は  $1/R_{y0} = 1/(2 - \alpha)$  で表される。これに従い杭のせん断力の再分配を行うと3グループのせん断力  ${}_1Q$  は以下となる。

グループ	P1		P2		P3	
	圧縮	引張	圧縮	引張	圧縮	引張
${}_1\alpha$	0.69	0.43	0.66	0.41	0.53	0.32
剛性比 $1/(2 - \alpha)$	0.763	0.635	0.746	0.625	0.679	0.595
本数	6	6	3	3	2	2
本数×剛性比	4.58	3.81	2.24	1.89	1.36	1.19
せん断力 ${}_1Q$ (kN)	2075	1726	2030	1713	1849	1618
杭頭変位 (mm)	26.06	31.23	26.66	31.63	29.24	33.42

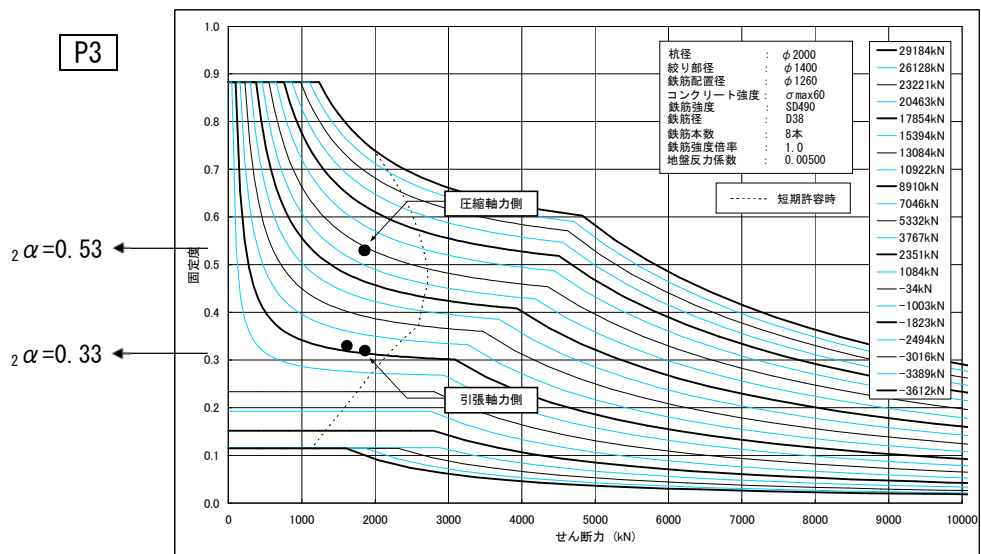
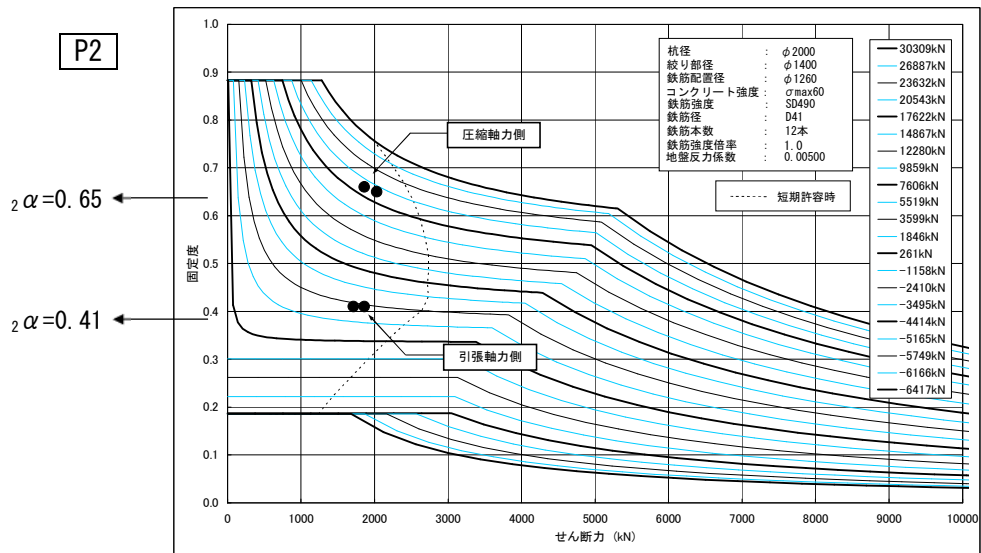
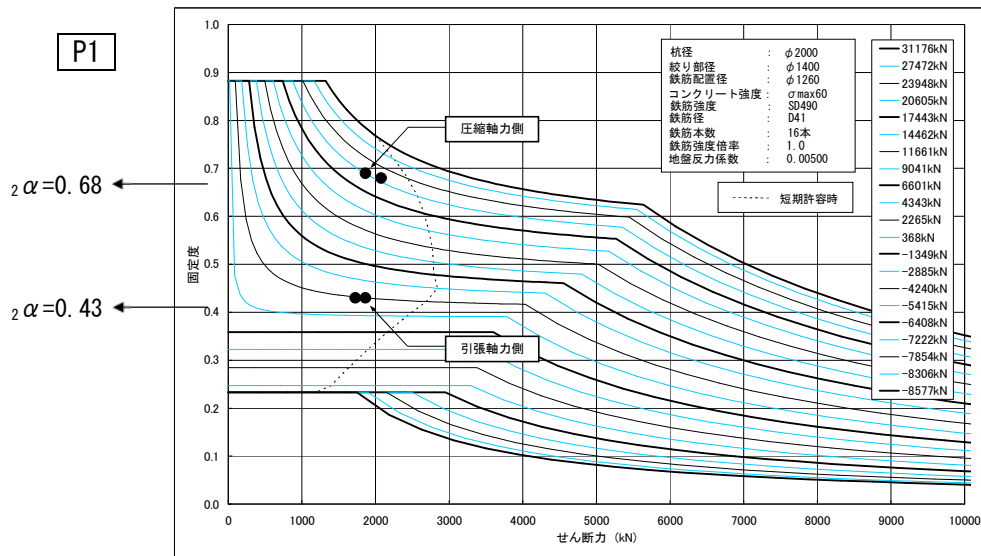
各杭の杭頭変位が同じとなるように、収束計算を行う。

③収束計算 2回目

同様に、各杭のせん断力  ${}_1Q$  と軸力（圧縮・引張）に対応する固定度を、 $Q-\alpha$  関係より算出する。

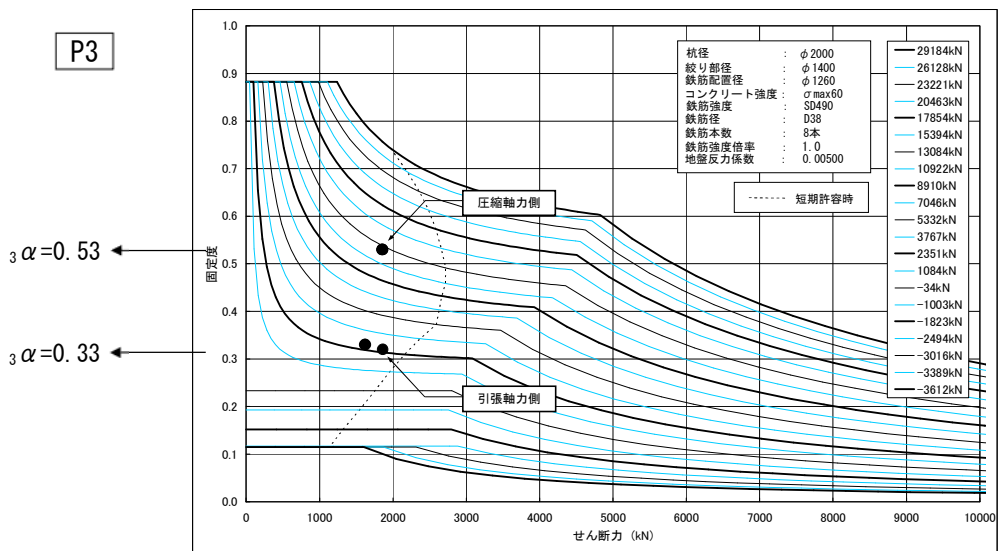
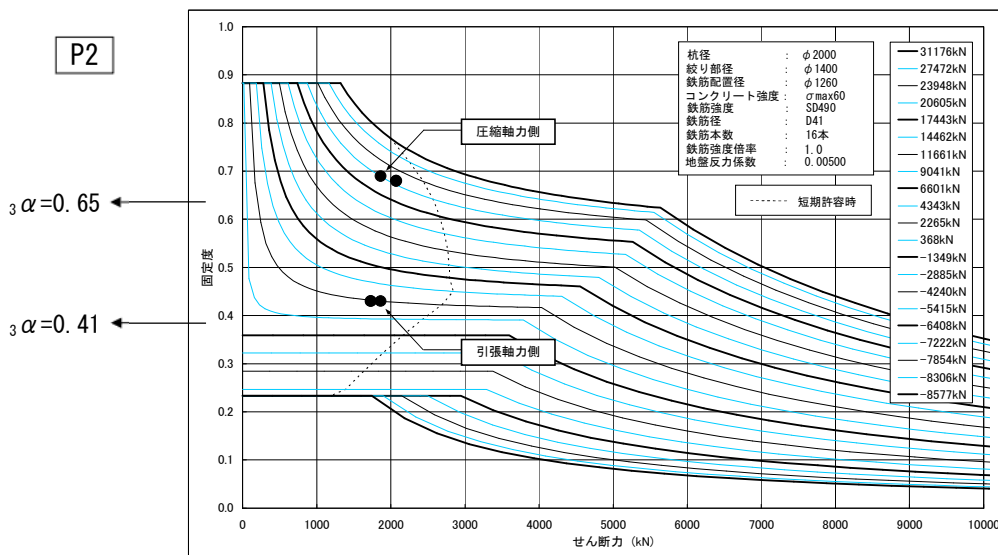
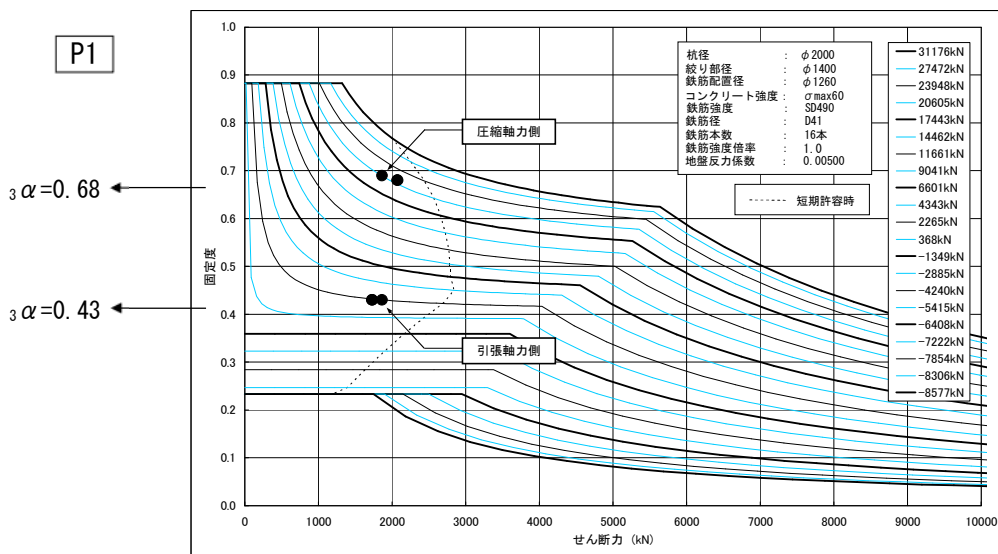
グループ	P1		P2		P3	
	圧縮	引張	圧縮	引張	圧縮	引張
${}_2\alpha$	0.68	0.43	0.65	0.41	0.53	0.33
剛性比 $1/(2 - \alpha)$	0.758	0.636	0.741	0.629	0.680	0.597
本数	6	6	3	3	2	2
本数×剛性比	4.55	3.81	2.22	1.89	1.36	1.19
せん断力 ${}_2Q$ (kN)	2069	1732	2018	1718	1855	1623
杭頭変位 (mm)	29.26	28.95	29.28	29.10	29.04	28.87

## 収束計算 2 回目



④収束計算 3 回目

同様に、 $Q-\alpha$  関係より、各杭のせん断力  $Q$  と軸力（圧縮・引張）に対応する固定度を算出する。



(5) 断面算定

1) 変位の算定 杭体応力の算出

以下の式を用いて杭頭変位・応力を算定する。

・杭頭変位の算定

$$y_0 = \frac{Q}{4EI\beta^3} R_{y0} (mm) \quad R_{y0} = 2 - \alpha$$

・杭頭モーメント  $M_0$  の算定

$$M_0 = \frac{Q}{2\beta} R_{M0} \quad (kN \cdot m)$$

・地中部最大曲げモーメント  $M_{max}$  の算定

$$R_{Max} = \exp \left[ -\tan^{-1} \left( \frac{1}{1 - \alpha_r} \right) \right] \sqrt{(1 - \alpha_r)^2 + 1}$$

$$M_{max} = -\frac{Q}{2\beta} R_{Max} \quad (kN \cdot m)$$

・地中部最大曲げモーメント発生深さ

$$R_{lm} = \tan^{-1} \left( \frac{1}{1 - \alpha_r} \right)$$

$$lm = -\frac{1}{\beta} R_{lm} (m)$$

グループ	P1		P2		P3	
	圧縮	引張	圧縮	引張	圧縮	引張
軸力 (kN)	20912	2350	19363	3182	12763	2726
杭頭せん断力 ${}_2Q$ (kN)	2069	1732	2018	1718	1855	1623
${}_3\alpha$	0.68	0.43	0.65	0.41	0.53	0.33
変位比 $R_{y0}$	1.32	1.57	1.35	1.59	1.47	1.67
杭頭変位 (mm)	29.2	29.1	29.1	29.2	29.1	29.0
杭頭M (kN・m)	6582	3484	6137	3295	4600	2506
杭中間部M (kN・m)	2880	3255	2912	3306	3093	3429
発生深さ (m)	11.8	9.9	11.5	9.7	10.6	9.2

2) 曲げモーメントの検討

M (kN・m)		杭頭部 絞り部検討用	杭頭部 杭体検討用	杭中間部
P1	圧縮側	6582	5595	2880
	引張側	3484	2961	3255
P2	圧縮側	6137	5216	2912
	引張側	3295	2801	3306
P3	圧縮側	4600	3910	3093
	引張側	2506	2130	3429

杭体検討用の杭頭部の曲げは、絞り部検討用曲げの0.85倍<sup>注)</sup>した値を採用する。

注) 杭頭部は引張定着筋と杭主筋が重なるため、杭主筋の断面算定用曲げモーメントは下記文献を参考に杭頭曲げモーメントの0.85倍とした。

文献) 吉川他: 場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その7 杭頭主筋算定用曲げモーメント, 日本建築学会大会, B-1, pp. 361-362, 2006

以下のM-N曲線の図より、杭の必要鉄筋比が求められる。

P 1 : (杭頭部)  $P_g=0.8\%$ 、 $0.2\%$  (中間部)  $P_g=0.3\%$ 、 $0.0\%$

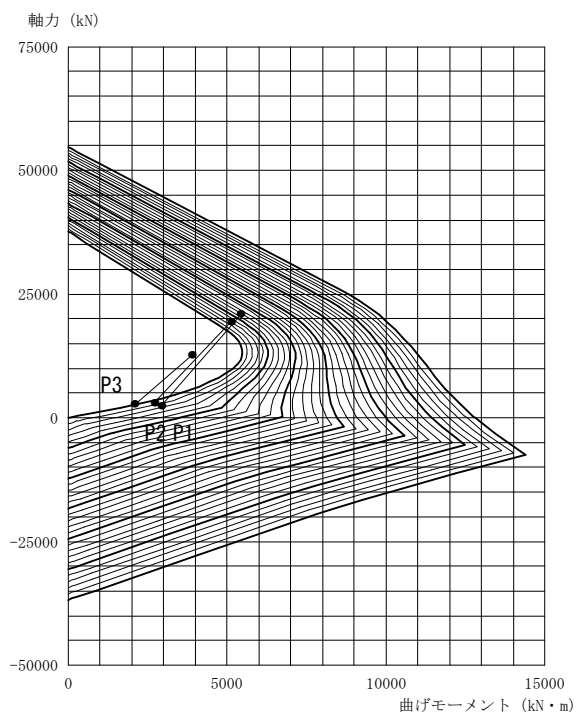
P 2 : (杭頭部)  $P_g=0.4\%$ 、 $0.1\%$  (中間部)  $P_g=0.3\%$ 、 $0.0\%$

P 3 : (杭頭部)  $P_g=0.0\%$ 、 $0.1\%$  (中間部)  $P_g=0.3\%$ 、 $0.0\%$

### 杭頭部モーメント

杭耐力曲線(短期)

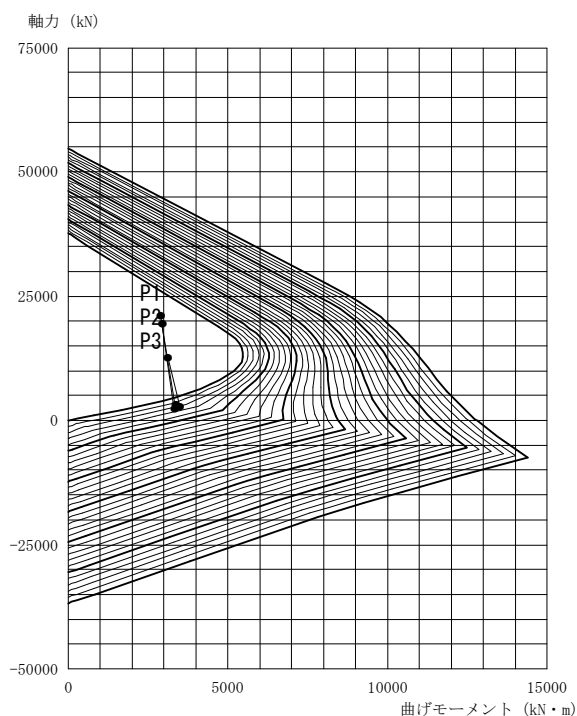
外径(D1) = 2000 (mm)  
 外端からの鉄筋芯距離(Dc) = 100 (mm)  
 コンクリート強度(Fc) = 30 (N/mm<sup>2</sup>)  
 コンクリート長期許容(fc) = 1/4.5Fc かつ 6.0 以下  
 鉄筋種類 = SD390  
 ヤング係数比(n) = 15  
 鉄筋終局強度倍率(α) = 1.1  
 鉄筋比変動範囲(Pg) = 0.0 ~ 3.0% step 0.1%



### 杭中間部モーメント

杭耐力曲線(短期)

外径(D1) = 2000 (mm)  
 外端からの鉄筋芯距離(Dc) = 100 (mm)  
 コンクリート強度(Fc) = 30 (N/mm<sup>2</sup>)  
 コンクリート長期許容(fc) = 1/4.5Fc かつ 6.0 以下  
 鉄筋種類 = SD390  
 ヤング係数比(n) = 15  
 鉄筋終局強度倍率(α) = 1.1  
 鉄筋比変動範囲(Pg) = 0.0 ~ 3.0% step 0.1%



### 3) せん断力の検討

次ページの表より、各杭のせん断補強筋を決定する。

P 1 :  $Q = 2069 \text{ (kN)} \times 1.5 = 3104 \text{ (kN)} \rightarrow U15@75$  ( $p_w=0.23\%$ ,  $Q_{AS}=3121\text{kN}$ )

P 2 :  $Q = 2018 \text{ (kN)} \times 1.5 = 3027 \text{ (kN)} \rightarrow U15@75$  ( $p_w=0.23\%$ ,  $Q_{AS}=3121\text{kN}$ )

P 3 :  $Q = 1855 \text{ (kN)} \times 1.5 = 2783 \text{ (kN)} \rightarrow U15@75$  ( $p_w=0.23\%$ ,  $Q_{AS}=3121\text{kN}$ )

※杭頭1Dの補強筋量の検討は、「せん断補強筋間隔 100mm 以下、かつせん断補強筋比 0.15%以上」の規定を満足しているため省略する。

No	D(mm)	ウルボンバイラルせん断補強筋仕様 (ρ <sub>v</sub> %)			
		短期許容せん断力: Q <sub>AS</sub> (kN) (Q <sub>AS</sub> /Q <sub>BC</sub> )			
	Q <sub>BC</sub> (kN)	1	2	3	4
11	800	U12.6 #75 (0.42%)	U12.6 #100 (0.31%)	U12.6 #125 (0.25%)	U12.6 #150 (0.21%)
	306	638 (2.09)	529 (1.73)	463 (1.52)	419 (1.37)
12	900	U12.6 #75 (0.37%)	U12.6 #100 (0.28%)	U12.6 #125 (0.22%)	U12.6 #150 (0.18%)
	397	765 (1.93)	639 (1.61)	563 (1.42)	513 (1.29)
13	1000	U12.6 #75 (0.33%)	U12.6 #100 (0.25%)	U12.6 #125 (0.20%)	U12.6 #150 (0.17%)
	499	900 (1.80)	757 (1.52)	671 (1.34)	614 (1.23)
14	1100	U12.6 #75 (0.30%)	U12.6 #100 (0.23%)	U12.6 #125 (0.18%)	U12.6 #150 (0.15%)
	614	1043 (1.70)	882 (1.44)	786 (1.28)	722 (1.18)
15	1200	U12.6 #75 (0.28%)	U12.6 #100 (0.21%)	U12.6 #125 (0.17%)	U12.6 #150 (0.14%)
	740	1193 (1.61)	1016 (1.37)	910 (1.23)	839 (1.13)
16	1300	U15 #75 (0.35%)	U15 #100 (0.26%)	U15.0 #125 (0.21%)	U15.0 #150 (0.17%)
	878	1630 (1.86)	1367 (1.56)	1208 (1.38)	1103 (1.26)
17	1400	U15 #75 (0.32%)	U15 #100 (0.24%)	U15.0 #125 (0.19%)	U15.0 #150 (0.16%)
	1028	1820 (1.77)	1534 (1.49)	1362 (1.32)	1247 (1.21)
18	1500	U15 #75 (0.30%)	U15 #100 (0.23%)	U15.0 #125 (0.18%)	U15.0 #150 (0.15%)
	1190	2018 (1.70)	1708 (1.44)	1522 (1.28)	1399 (1.18)
19	1600	U15 #75 (0.28%)	U15 #100 (0.21%)	U15.0 #125 (0.17%)	U15.0 #150 (0.14%)
	1363	2223 (1.63)	1891 (1.39)	1691 (1.24)	1558 (1.14)
20	1700	U15 #75 (0.27%)	U15 #100 (0.20%)	U15.0 #125 (0.16%)	U15.0 #150 (0.13%)
	1548	2436 (1.57)	2081 (1.34)	1867 (1.21)	1725 (1.11)
21	1800	U15 #75 (0.25%)	U15 #100 (0.19%)	U15.0 #125 (0.15%)	U15.0 #150 (0.13%)
	1745	2657 (1.52)	2278 (1.31)	2051 (1.18)	1900 (1.09)
22	1900	U15 #75 (0.24%)	U15 #100 (0.18%)	U15.0 #125 (0.14%)	U15.0 #150 (0.12%)
	1954	2885 (1.48)	2484 (1.27)	2243 (1.15)	2082 (1.07)
23	2000	U15 #75 (0.23%)	U15 #100 (0.17%)	U15.0 #125 (0.14%)	U15.0 #150 (0.11%)
	2174	3121 (1.44)	2697 (1.24)	2442 (1.12)	2273 (1.05)
24	2100	U17 #75 (0.27%)	U17 #100 (0.20%)	U17.0 #125 (0.16%)	U17.0 #150 (0.14%)
	2406	3830 (1.59)	3266 (1.36)	2928 (1.22)	2703 (1.12)
25	2200	U17 #75 (0.26%)	U17 #100 (0.19%)	U17.0 #125 (0.16%)	U17.0 #150 (0.13%)
	2650	4105 (1.55)	3513 (1.33)	3157 (1.19)	2920 (1.10)
26	2300	U17 #75 (0.25%)	U17 #100 (0.19%)	U17.0 #125 (0.15%)	U17.0 #150 (0.12%)
	2906	4388 (1.51)	3767 (1.30)	3394 (1.17)	3146 (1.08)
27	2400	U17 #75 (0.24%)	U17 #100 (0.18%)	U17.0 #125 (0.14%)	U17.0 #150 (0.12%)
	3173	4679 (1.47)	4029 (1.27)	3639 (1.15)	3378 (1.06)
28	2500	U17 #75 (0.23%)	U17 #100 (0.17%)	U17.0 #125 (0.14%)	U17.0 #150 (0.11%)
	3452	4977 (1.44)	4298 (1.25)	3891 (1.13)	3619 (1.05)
29	2600	U17 #75 (0.22%)	U17 #100 (0.16%)	U17.0 #125 (0.13%)	U17.0 #150 (0.11%)
	3743	5283 (1.41)	4575 (1.22)	4151 (1.11)	3867 (1.03)
30	2700	U17 #75 (0.21%)	U17 #100 (0.16%)	U17.0 #125 (0.13%)	U17.0 #150 (0.11%)
	4045	5597 (1.38)	4860 (1.20)	4418 (1.09)	4123 (1.02)
31	2800	U17 #75 (0.20%)	U17 #100 (0.15%)	U17.0 #125 (0.12%)	U17.0 #150 (0.10%)
	4360	5919 (1.36)	5153 (1.18)	4693 (1.08)	4387 (1.01)
32	2900	U17 #75 (0.20%)	U17 #100 (0.15%)	U17 #125 (0.12%)	-
	4686	6248 (1.33)	5453 (1.16)	4976 (1.06)	-
33	3000	U17 #75 (0.19%)	U17 #100 (0.14%)	U17 #125 (0.11%)	-
	5024	6585 (1.31)	5761 (1.15)	5267 (1.05)	-

1. 杭体コンクリート強度:  $F_c = 27 \text{ N/mm}^2$   
 N 2. D (mm): 杭径  
 O 3. 断面縁から鉄筋重心までの距離:  $d_s = 150 \text{ (mm)}$   
 T 4.  $Q_{BC} = b \cdot j \cdot f_c$  ( $f_c = 0.855 \text{ N/mm}^2$ )  
 E 5.  $Q_{AS} = b \cdot j \cdot \{f_s + 0.5 \cdot \alpha_f \cdot (p_w - 0.001)\}$  ( $\alpha_f = 590 \text{ N/mm}^2$ )  
 6.  $b = (D/4) \cdot \pi$ ,  $p_w = \alpha_v / (b \cdot x)$ ,  $\pi/4 = \alpha_w / (D \cdot x)$ ,  $p_w \leq 0.005$

円形柱耐力曲線(短期)

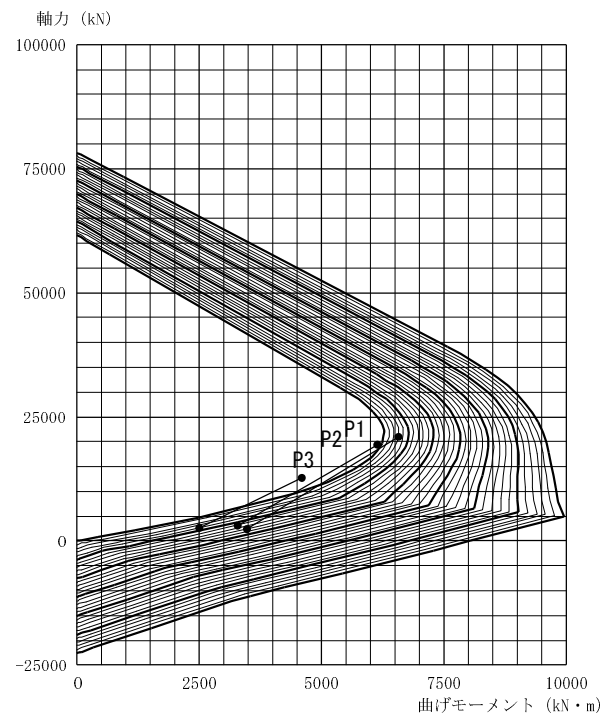
4) 絞り部の断面算定

P<sub>g</sub> は絞り部 (0.7D=1400Φ) の断面に対して算定し、絞り部の引張定着筋量が M-N 曲線の必要 P<sub>g</sub> 以上であることを確かめる。

- P1 ... 16-D41 (SD490)  
→ P<sub>g</sub>=1.4% (>0.9%) OK
- P2 ... 12-D41 (SD490)  
→ P<sub>g</sub>=1.05% (>0.6%) OK
- P3 ... 8-D38 (SD490)  
→ P<sub>g</sub>=0.59% (>0.4%) OK

注) 絞り部断面算定用の曲げと軸力は、杭頭部における値を採用した。

- 外径 (D1) = 1400 (mm)
- 外端からの鉄筋芯距離 (Dc) = 95 (mm)
- コンクリート強度 (F<sub>c</sub>) = 60 (N/mm<sup>2</sup>)
- コンクリート長期許容 (f<sub>c</sub>) = 1/3F<sub>c</sub>
- 鉄筋種類 = SD490
- ヤング係数比 (n) = 9
- 鉄筋終局強度倍率 (α) = 1.0
- 鉄筋比変動範囲 (P<sub>g</sub>) = 0.0 ~ 3.0% step 0.1%



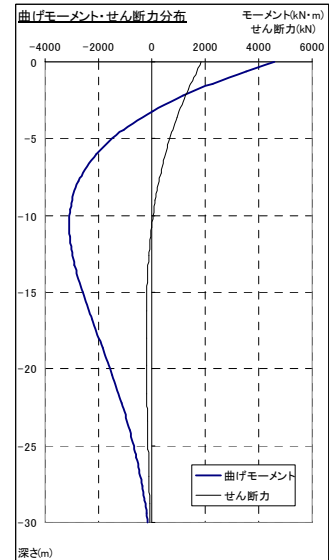
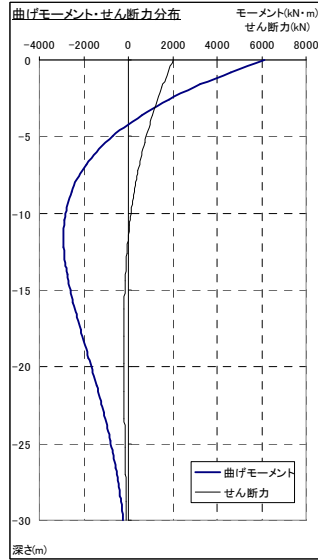
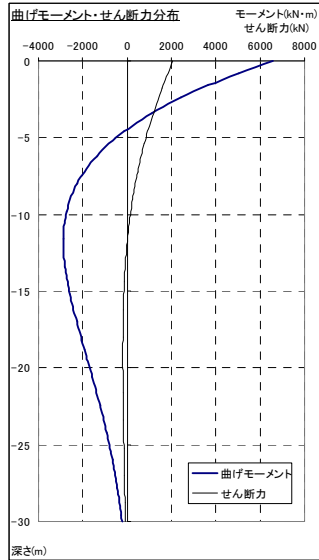
## 曲げモーメント・せん断力分布図

(圧縮側)

杭記号	P1
杭径	2000 (mm)
杭頭固定度 $\alpha$	0.68
$\beta$	0.1069 ( $m^{-1}$ )
杭頭曲げモーメント	6582 (kN·m)
地中部最大曲げモーメント	-2880 (kN·m)
最大モーメント発生深さ	11.8 (m)
杭頭変位	29.2 (mm)

杭記号	P2
杭径	2000 (mm)
杭頭固定度 $\alpha$	0.65
$\beta$	0.1069 ( $m^{-1}$ )
杭頭曲げモーメント	6137 (kN·m)
地中部最大曲げモーメント	-2912 (kN·m)
最大モーメント発生深さ	11.5 (m)
杭頭変位	29.1 (mm)

杭記号	P3
杭径	2000 (mm)
杭頭固定度 $\alpha$	0.53
$\beta$	0.1069 ( $m^{-1}$ )
杭頭曲げモーメント	4600 (kN·m)
地中部最大曲げモーメント	-3093 (kN·m)
最大モーメント発生深さ	10.6 (m)
杭頭変位	29.1 (mm)

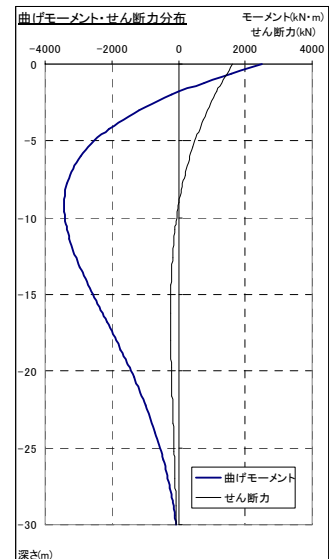
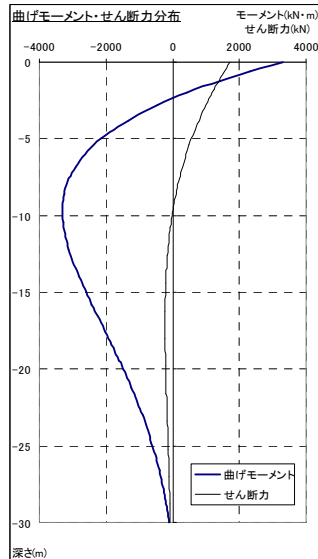
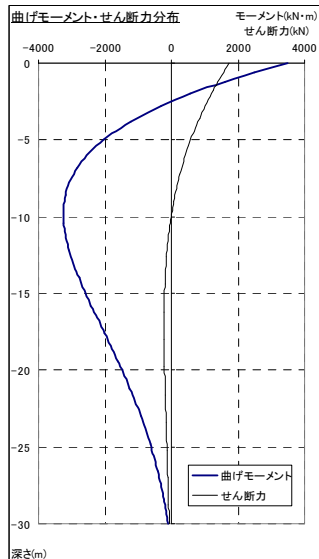


(引張側)

杭記号	P1
杭径	2000 (mm)
杭頭固定度 $\alpha$	0.43
$\beta$	0.1069 ( $m^{-1}$ )
杭頭曲げモーメント	3484 (kN·m)
地中部最大曲げモーメント	-3255 (kN·m)
最大モーメント発生深さ	9.9 (m)
杭頭変位	29.1 (mm)

杭記号	P2
杭径	2000 (mm)
杭頭固定度 $\alpha$	0.41
$\beta$	0.1069 ( $m^{-1}$ )
杭頭曲げモーメント	3295 (kN·m)
地中部最大曲げモーメント	-3306 (kN·m)
最大モーメント発生深さ	9.7 (m)
杭頭変位	29.2 (mm)

杭記号	P3
杭径	2000 (mm)
杭頭固定度 $\alpha$	0.33
$\beta$	0.1069 ( $m^{-1}$ )
杭頭曲げモーメント	2506 (kN·m)
地中部最大曲げモーメント	-3429 (kN·m)
最大モーメント発生深さ	9.2 (m)
杭頭変位	29.0 (mm)



### (6) PCリングの選択

PCリング短期許容せん断力

タイプ	N	S1	S2
せん断力	2130kN	2840kN	3690kN

P1 : Q=2069 kN      P2 : Q=2018 kN      P3 : Q=1855 kN

→ P1~P3 全て Nタイプとする。

## 4. 施工基準

### 4.1 施工方針

#### (1) 適用範囲

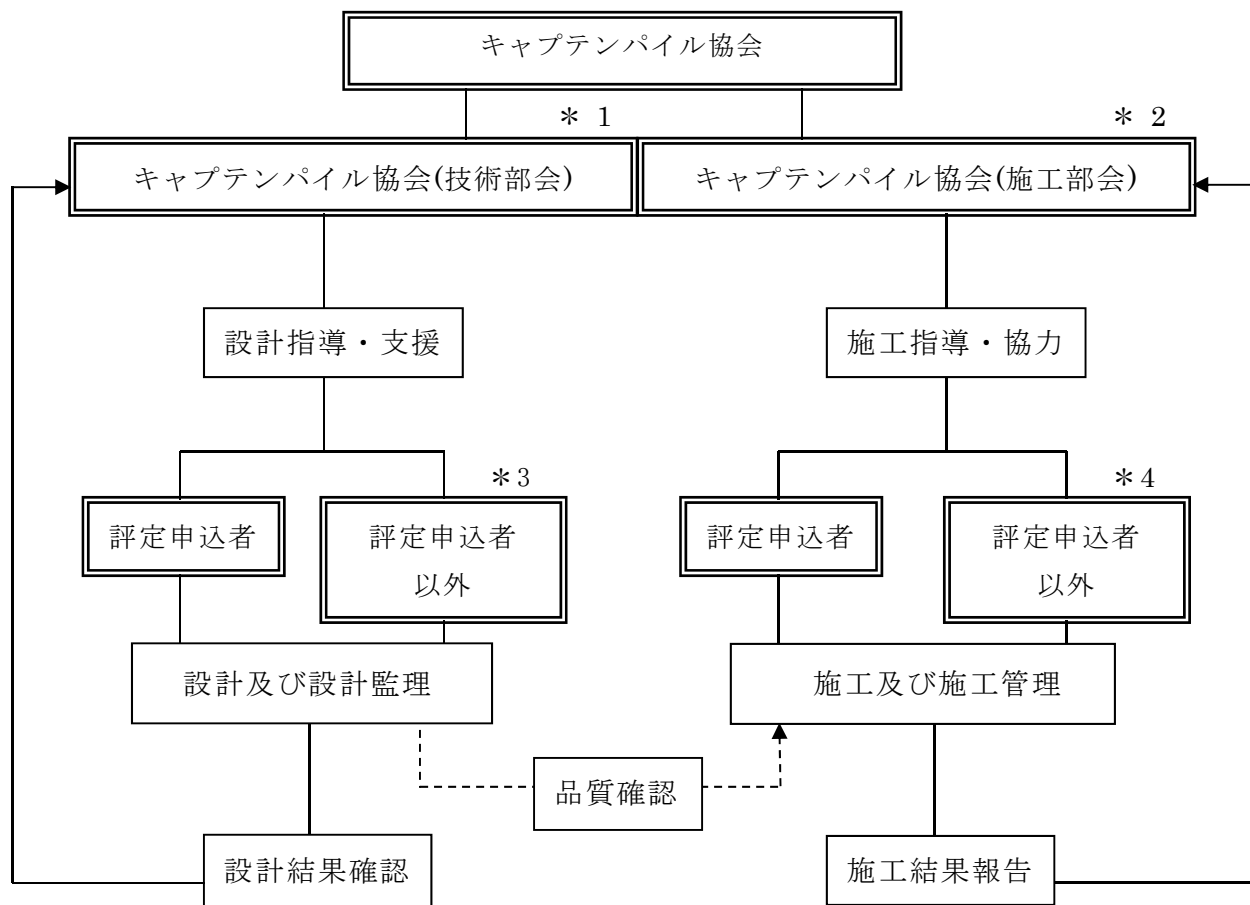
本施工基準は、キャブテンパイル工法研究会<sup>※1</sup>(評定申込者 10 社で構成。以下、本研究会と称す)が開発した場所打ちコンクリート杭用の杭頭半固定接合パイル工法「キャブテンパイル工法」(以下、本工法と称す)の施工に適用する。なお、2006 年 4 月本研究会を解散し、本研究会構成会社を主体とするキャブテンパイル協会(以下、本協会と称す)を設立し運用を引継ぐこととした。

#### (2) 実施体制

- a. 本工法の実施に当っては、評定申込者が施工指導、協力及び施工結果の確認を行う。
- b. 評定申込者が設計・施工に関する技術指導を行い、評定申込者以外が施工する場合もあるが、その場合においても設計・施工に関する責任は評定申込者が負う。
- c. 本工法は、本協会が技術指導・実施許諾した施工会社並びに評定申込者にて施工及び施工管理を行なうものとする。
- d. 本工法を実施する施工会社は、本施工基準に従い施工し、施工完了後には本協会に施工結果報告を書面にて行なわなくてはならない。
- e. 本協会は定期的に会議を開催し、設計、施工等に関する意見交換、および課題検討を行い、工法の改良・改善に努め、実施工へフィードバックを行う。

※1 本研究会の構成会社は以下の通りである。

(株)奥村組、鹿島建設(株)、五洋建設(株)、戸田建設(株)、飛島建設(株)、西松建設(株)、  
(株)長谷工コーポレーション、松井建設(株)、三井住友建設(株)、高周波熱錬(株)  
本工法の実施体制を図 4.1.1 に示す。



- \* 1 キャプテンパイル協会の部会として主に本工法の設計等技術上に関する事柄を扱う。
- \* 2 キャプテンパイル協会の部会として主に本工法の施工方法等工事上に関する事柄を扱う。
- \* 3 評価申込者が本工法の設計について採用許諾し、指導・支援する会社を言う。
- \* 4 評価申込者が本工法の施工について実施許諾し、指導・協力する会社を言う。

図 4.1.1 実施体制

## 4.2 施工要領

### (1) 適用範囲

本施工要領は、キャプテンパイル工法における引張定着筋・PCリング他の施工及び品質管理に適用する。

杭頭部以外の施工は、施工者が別に定める杭工事の施工要領によるが、シースの取付け及び引張定着筋の施工（前施工）については、本施工要領に基づき行うこととする。

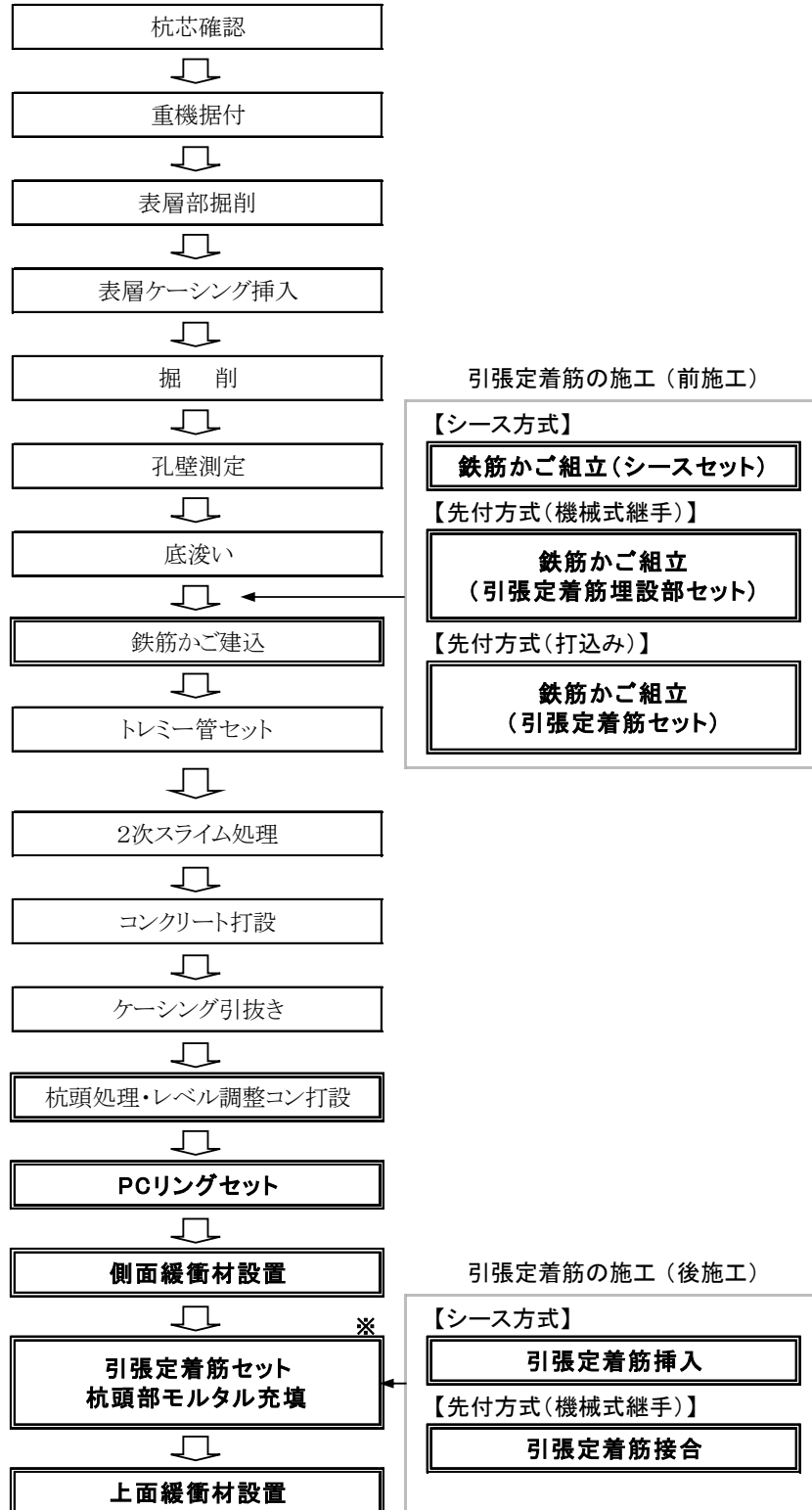
また、施工者は工事に先立ち本施工要領に基づいて、施工要領書を作成し、工事監理者の承認を得ることとする。

PCリング他の施工に当っては、キャプテンパイル工法の機能を確保できるよう、打設された杭に対して以下の精度確認・処理を行う。

- ① 杭頭処理後の杭頭部の施工状態（形状、位置、レベル等）を目視、計測で確認し、設計値との誤差を明らかにする。
- ② 杭頭偏芯の許容値は、設計図書の構造特記仕様書又は設計図書に指定された仕様書に準ずることとし、その値を超えるものは工事監理者と協議の上、補強等の対策を講じる。
- ③ その他杭頭部に変状が生じた場合は、工事監理者と協議の上、杭頭部の性能を低下させないように補強する。

(2) 施工フロー

本工法の施工フローを図 4.2.1 に示す。なお、  は本工法特有および関連する工程を表している。



※: 先付方式(打込み)は、引張定着筋の施工(後施工)不要。

図 4.2.1 施工フロー

### (3) 鉄筋かご組立 (シース方式の場合)

杭の施工のうち、本工法特有の鉄筋かごの組立とシースの組み込み手順について図 4.2.2(1)～図 4.2.2(2)に示す。

#### ① 補強フレームの先組 (現場組立 (平組))

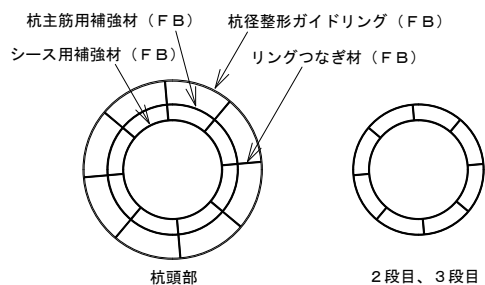
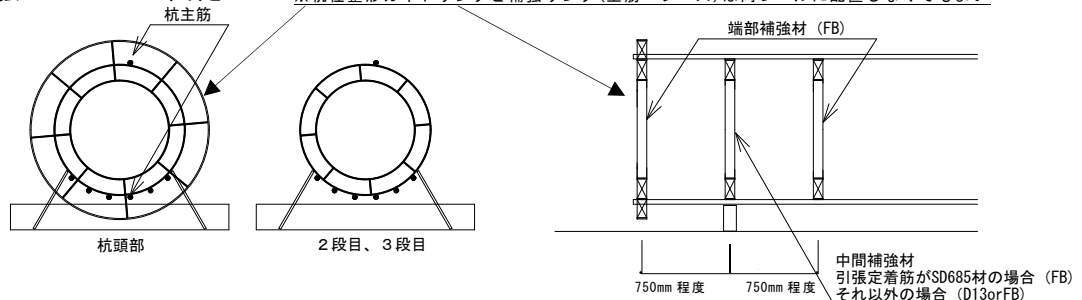
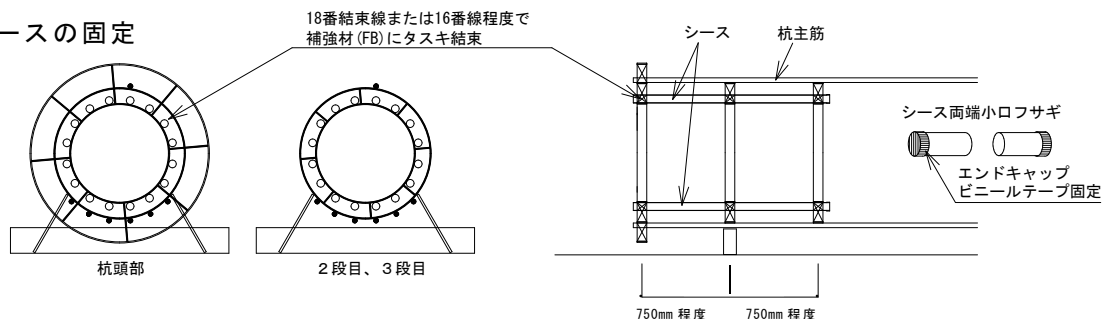


写真 1. 杭径整形ガイドリング製作

#### ② 補強フレームの固定



#### ③ シースの固定



#### ④ 主筋取付け

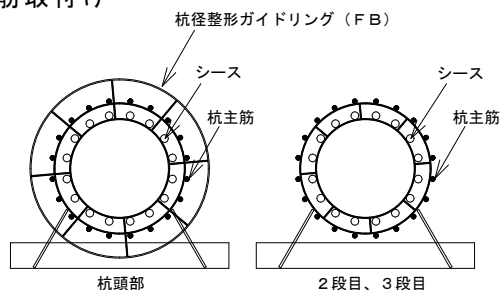


写真 2. 主筋取付け

図 4.2.2(1) 鉄筋かごの組立とシースの組み込み手順(手順①～④)

⑤ フープ筋取付け・かご筋組立完了

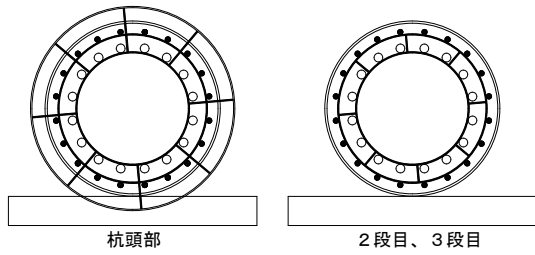
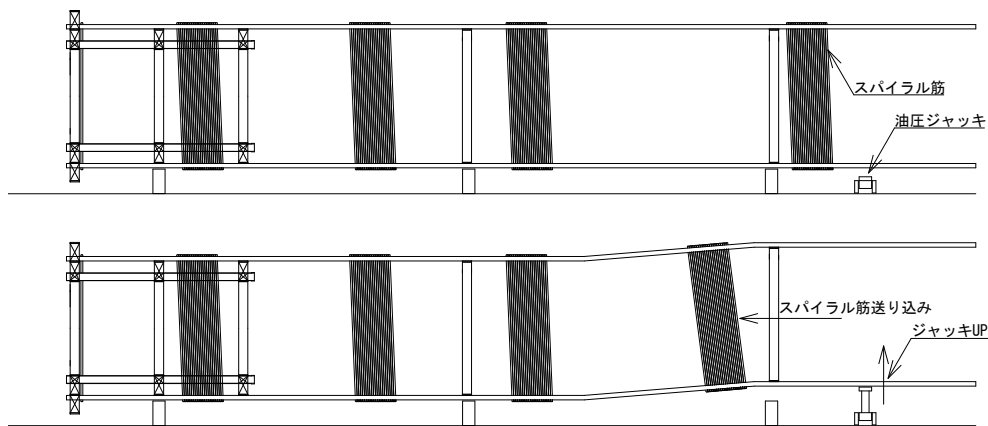
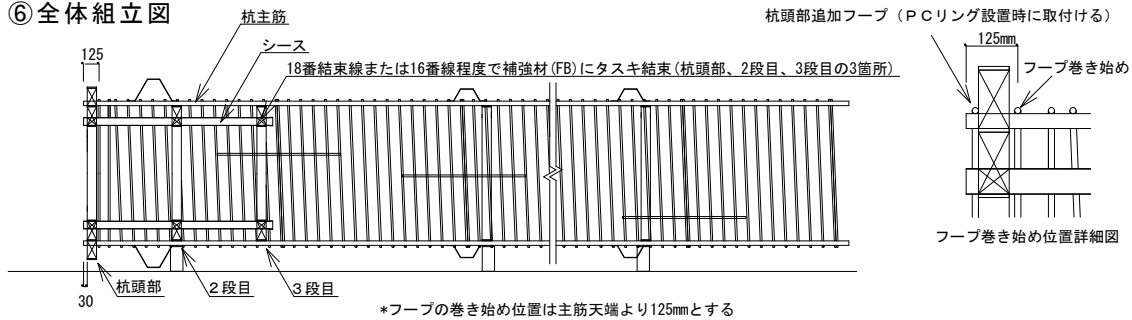


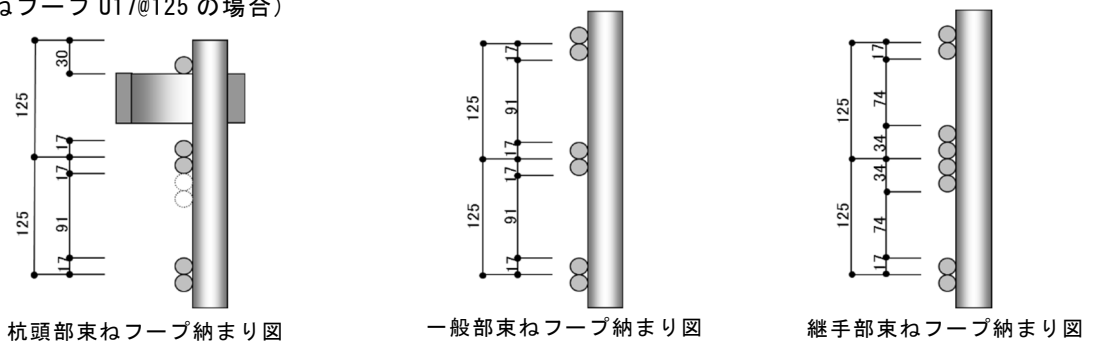
写真 3. 杭頭部組立完了



⑥ 全体組立図



(例-束ねフープ U17@125 の場合)



※束ねフープのピッチは@125 以上@150 以下とする

図 4.2.2(2) 鉄筋かごの組立とシースの組み込み手順(手順⑤～⑥)

#### (4) 杭頭処理

##### ① 掘削工事及び杭頭処理工事

掘削工事及び杭頭処理工事では、杭に多大な外力が働かないようにして行う。  
杭頭部に付着した土等は、完全に除去する。

##### ② 杭頭位置精度検査

- ・ 杭頭レベル

許容値以内であることを確認する。

許容値以外の場合は工事監理者と協議の上、補強等の対策を講じる。

- ・ 杭芯位置

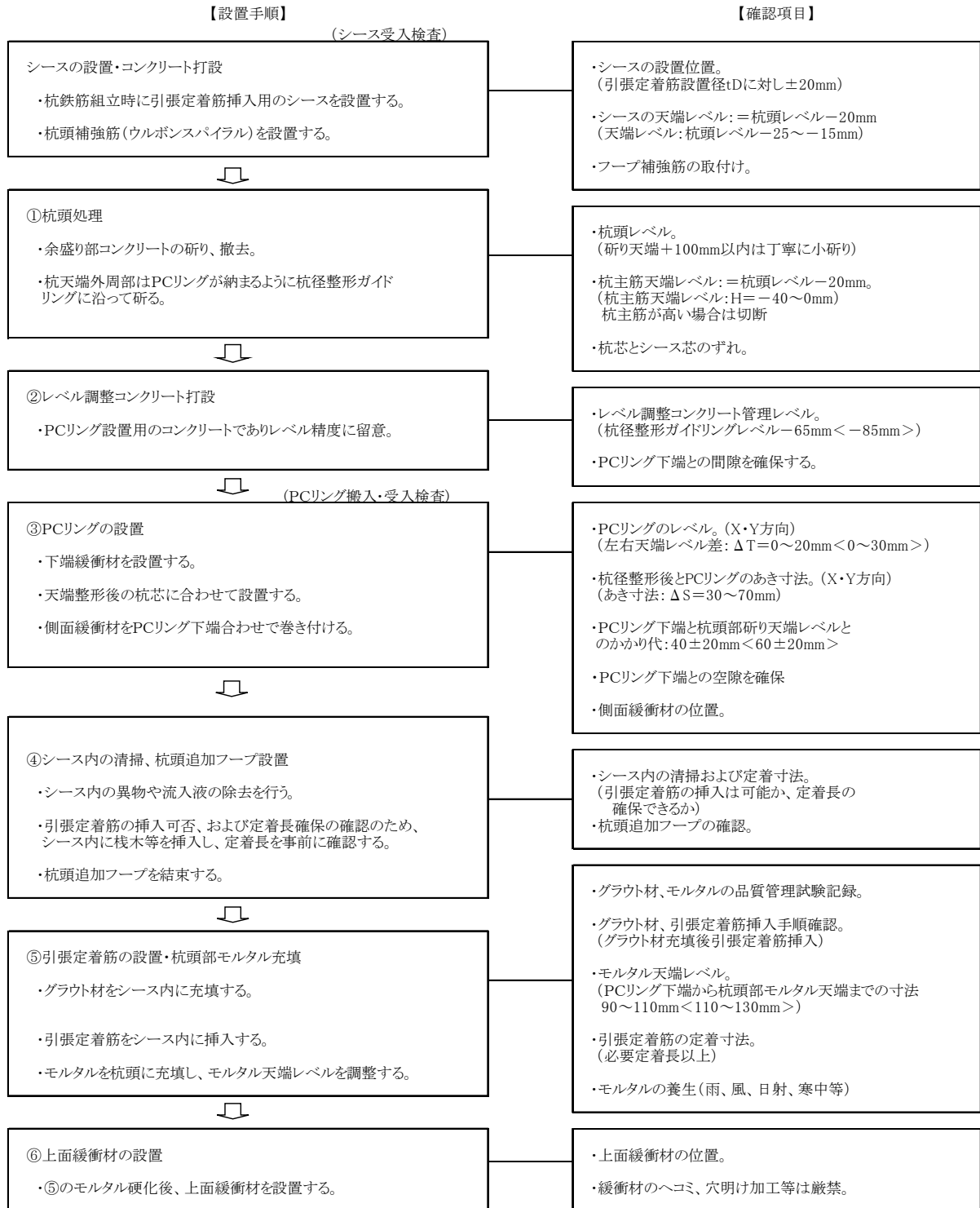
許容値以内であることを確認する。

許容値以外の場合は工事監理者と協議の上、補強等の対策を講じる。

## (5) PCリング及び引張定着筋の設置手順

### a. シース方式

場所打ちコンクリート杭におけるPCリング及び引張定着筋の設置手順フローを図4.2.3に、設置手順を図4.2.4(1)～(3)に示す。

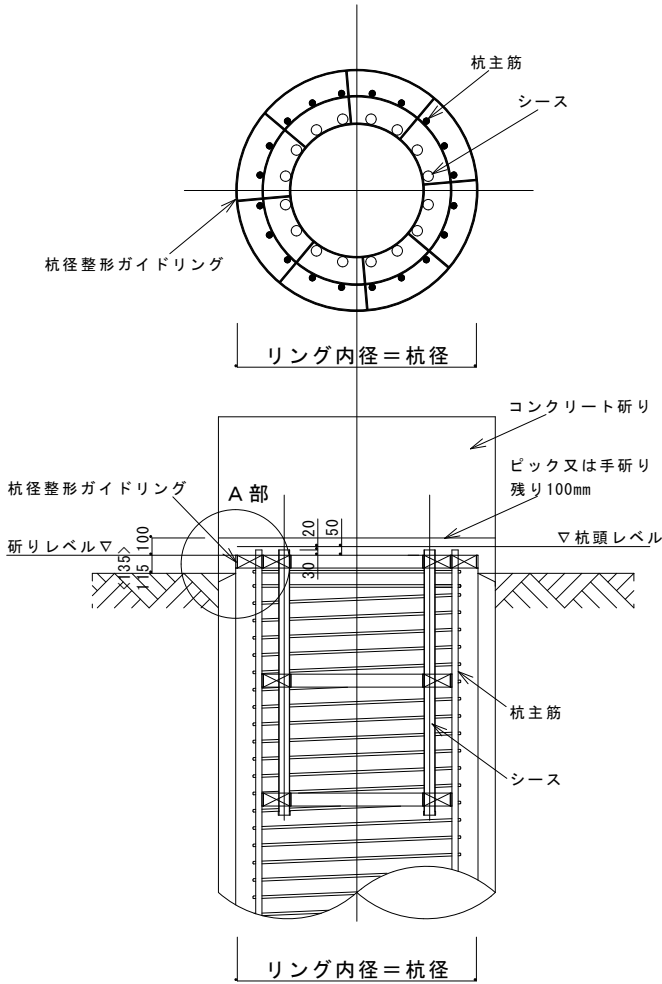


<>内の値は杭径が2100φ~3000φの場合を示す

図4.2.3 PCリング及び引張定着筋の設置手順フロー(シース方式)

### ①杭頭処理

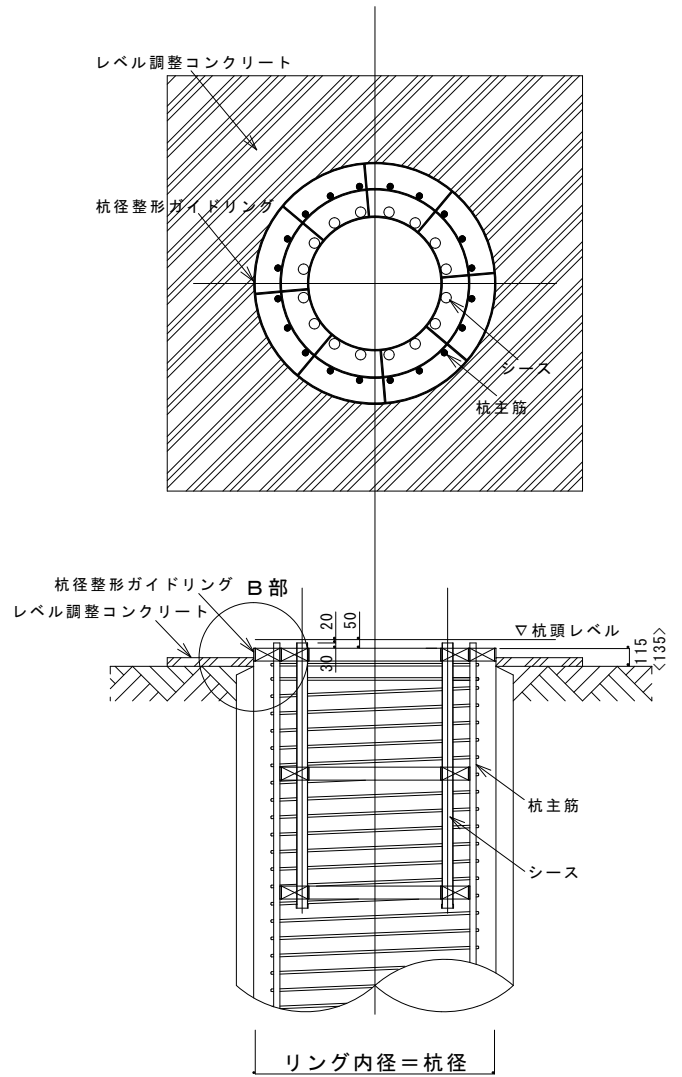
- ・余盛り部コンクリートの研りを行い、杭天端外周部はPCリングが納まるように杭径整形ガイドリングに沿って研る。  
(レベル調整コンクリート厚が50mmの場合)



※ < >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

### ②レベル調整コンクリート打設

- ・PCリング設置用のレベル調整コンクリートであるため、レベル精度に留意する。



※ < >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

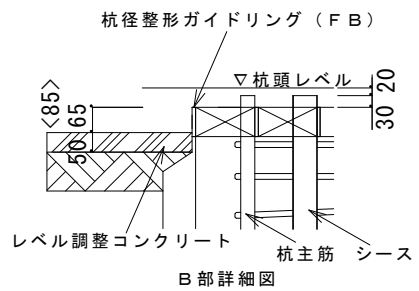
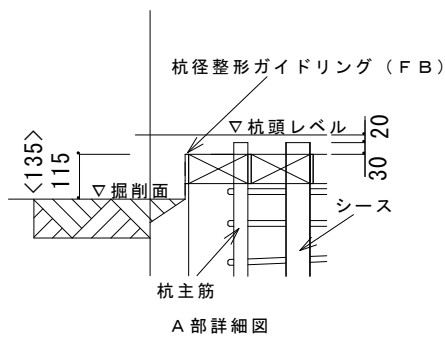
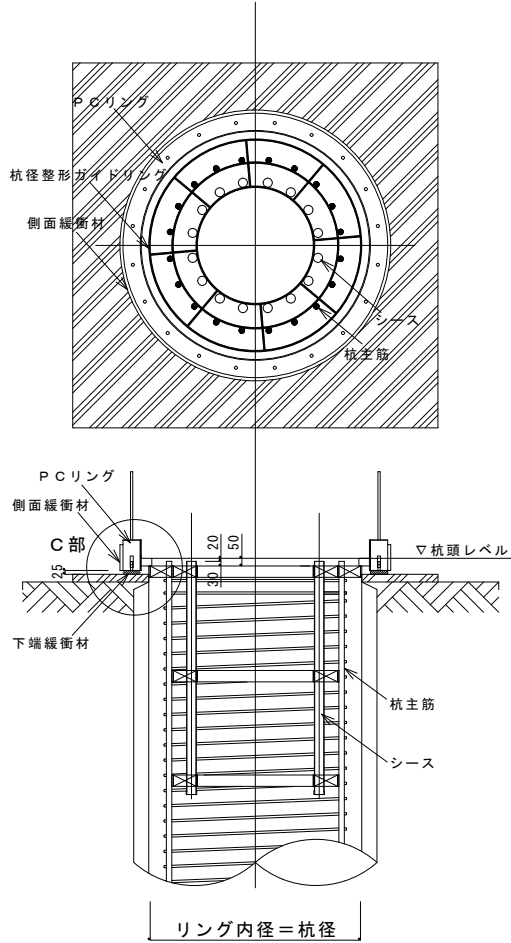


図 4.2.4(1) PCリング及び引張定着筋の設置手順(手順①～②)

### ③ PCリングの設置

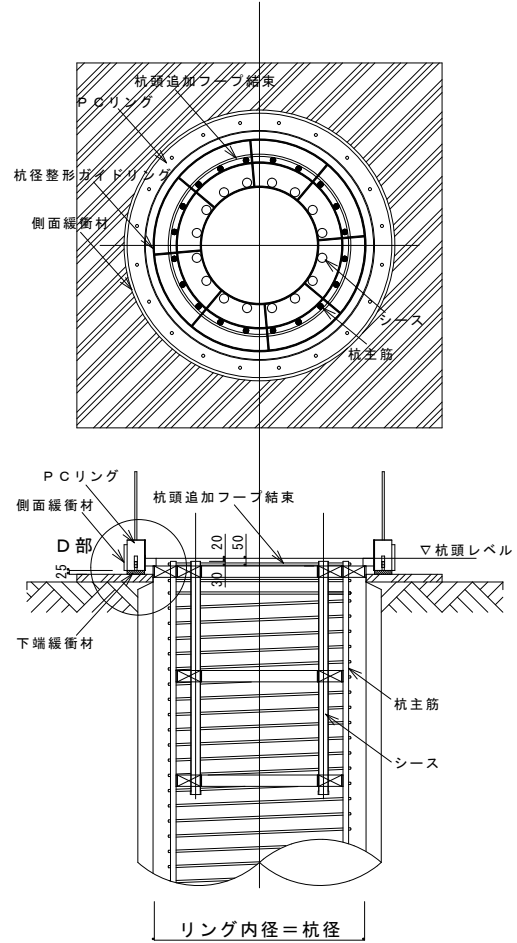
- ・ 下端緩衝材を設置する。
- ・ 杭天端整形後の杭芯に合わせて設置する。
- ・ レベル調整ボルトまたはレベル調整プレートにて高さ調整を行う。
- ・ 側面緩衝材をPCリング下端合わせで巻き付ける。



※ < > 内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

### ④ シース内の清掃、杭頭追加フープ設置

- ・ シース内の清掃、定着筋長さの確認。
- ・ 杭頭追加フープ（1巻）の結束固定。
- ・ 引張定着筋の定着寸法の確認。



※ < > 内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

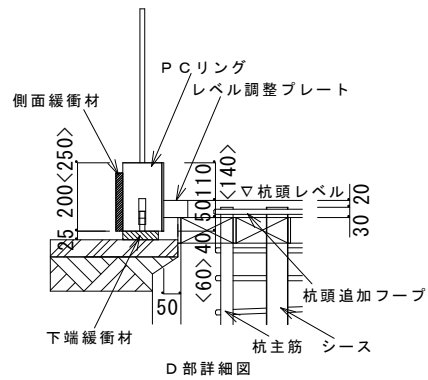
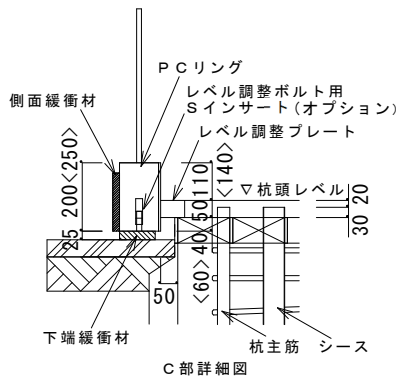
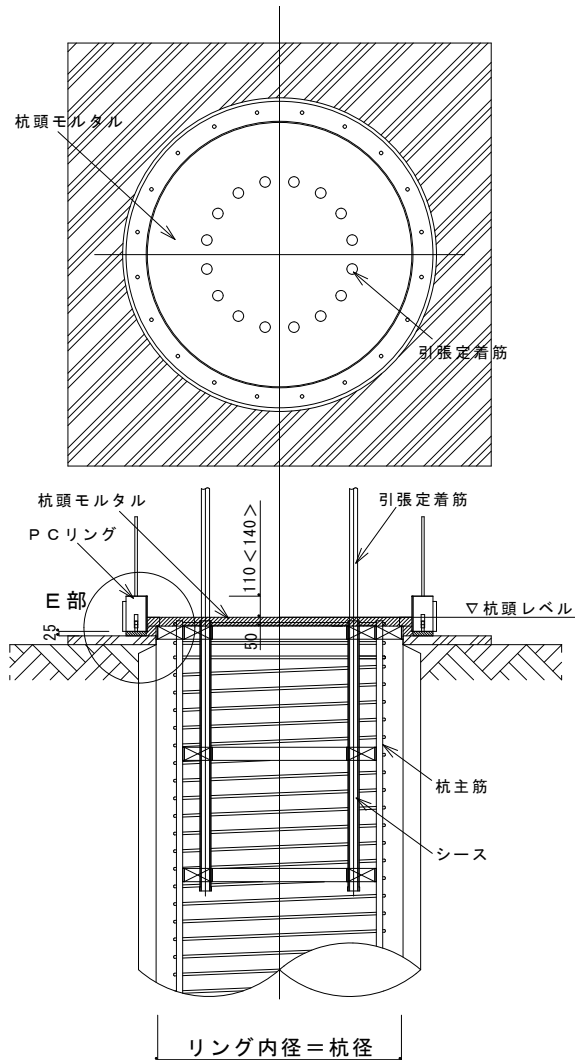


図 4. 2. 4(2) PCリング及び引張定着筋の設置手順(手順③～④)

### ⑤引張定着筋の設置、杭頭部モルタル充填

- ・グラウト材をシース内に充填する。
- ・引張定着筋をシース内に挿入する。
- ・モルタルを杭頭に充填し、モルタル天端レベルを調整する。



※ < > 内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

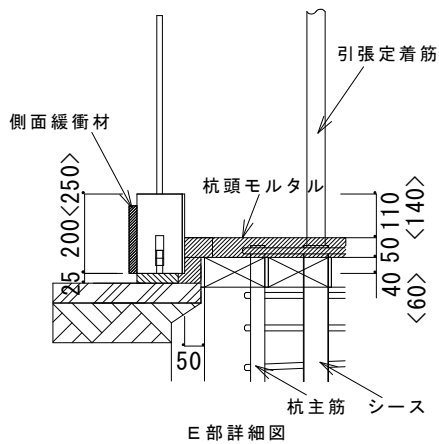
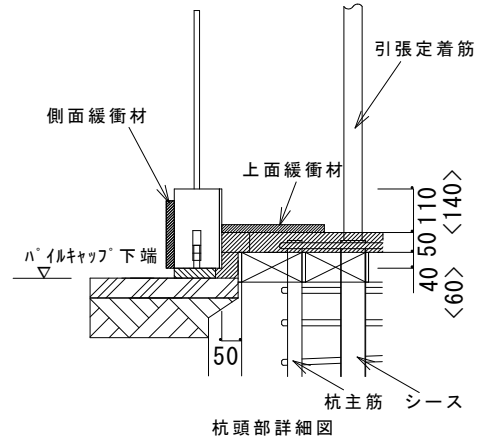


図 4.2.4(3) PCリング及び引張定着筋の設置手順(手順⑤～⑥)

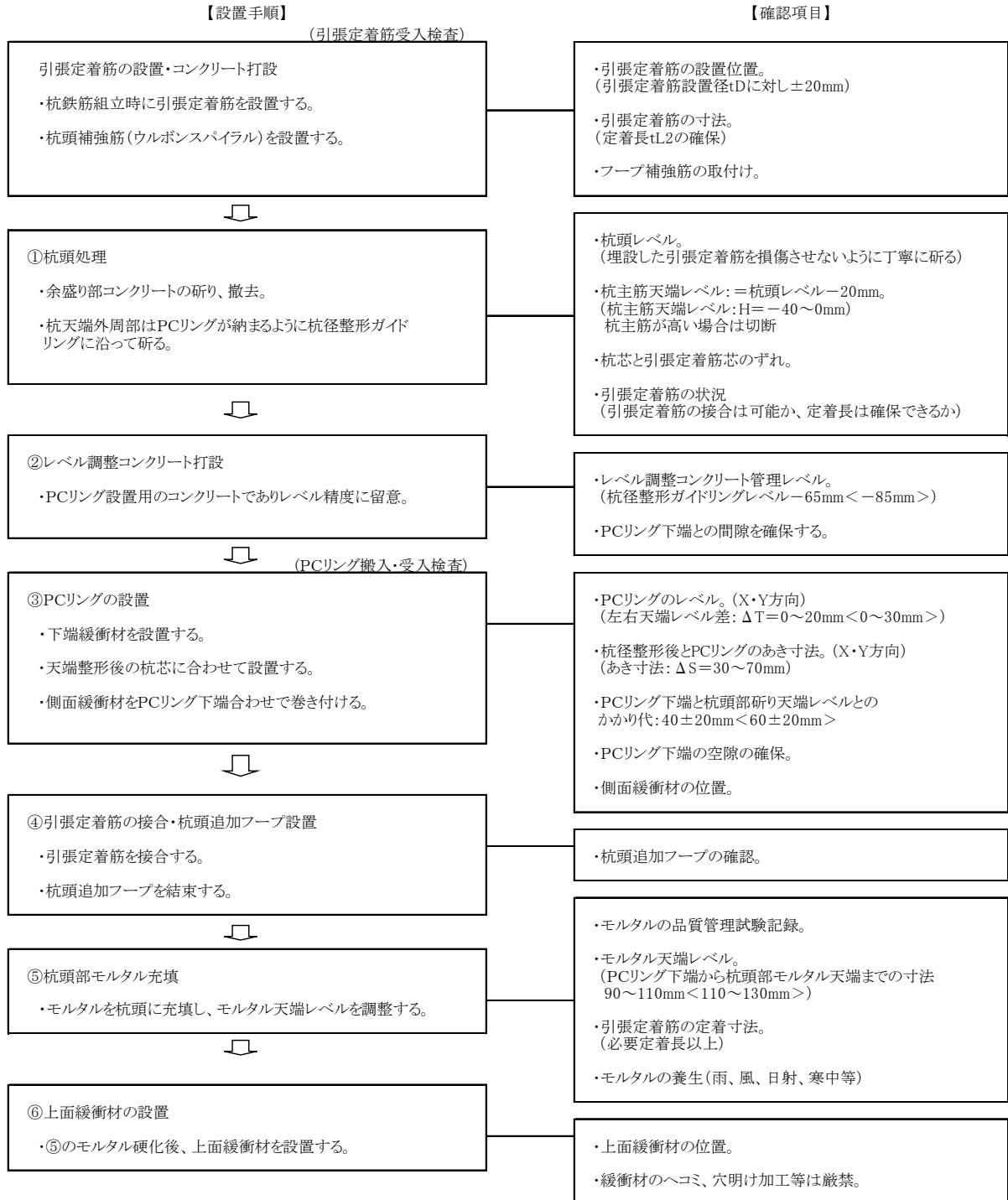
### ⑥上面緩衝材の設置

- ・⑤のモルタルの硬化後、上面緩衝材を設置する。



b. 先付方式（機械式継手）

場所打ちコンクリート杭におけるPCリング及び引張定着筋の設置手順フローを図4.2.5に、設置概要を図4.2.6(1)～(3)に示す。

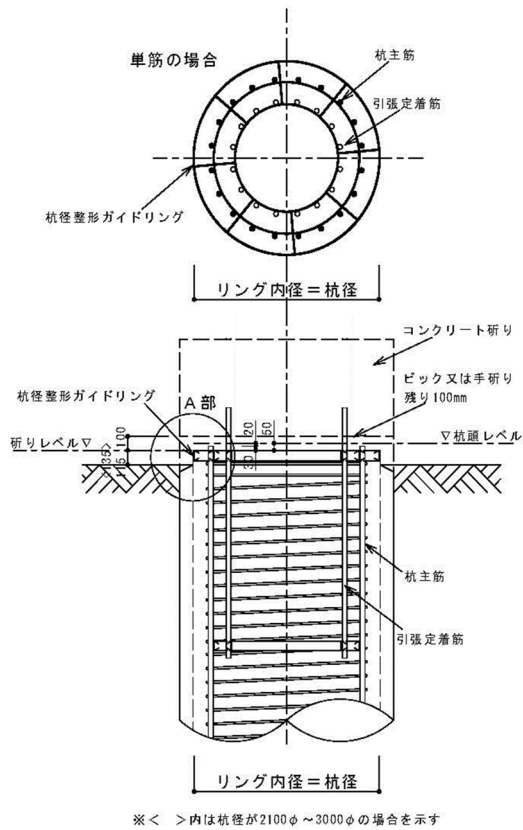


※ < >内は杭径が2100φ ~ 3000φの場合を示す

図4.2.5 PCリング及び引張定着筋の設置手順フロー [先付方式（機械式継手）]

### ①杭頭処理

- ・余盛り部コンクリートの研りを行い、杭天端外周部はPCリングが納まるように杭径整形ガイドリングに沿って研る。  
(レベル調整コンクリート厚が 50mm の場合)



### ②レベル調整コンクリート打設

- ・PCリング設置用のレベル調整コンクリートであるため、レベル精度に留意する。

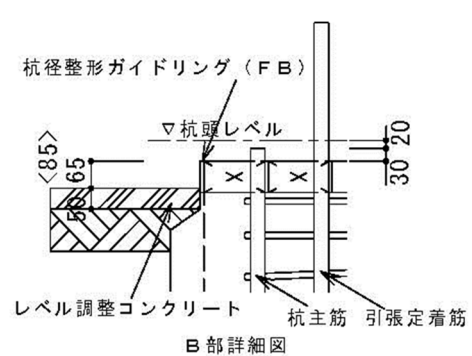
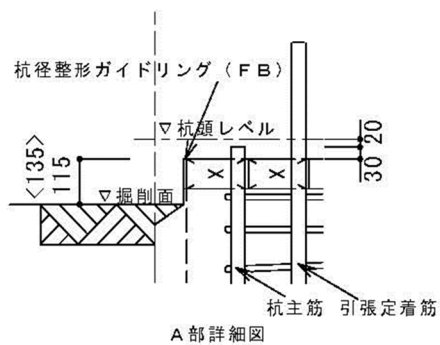
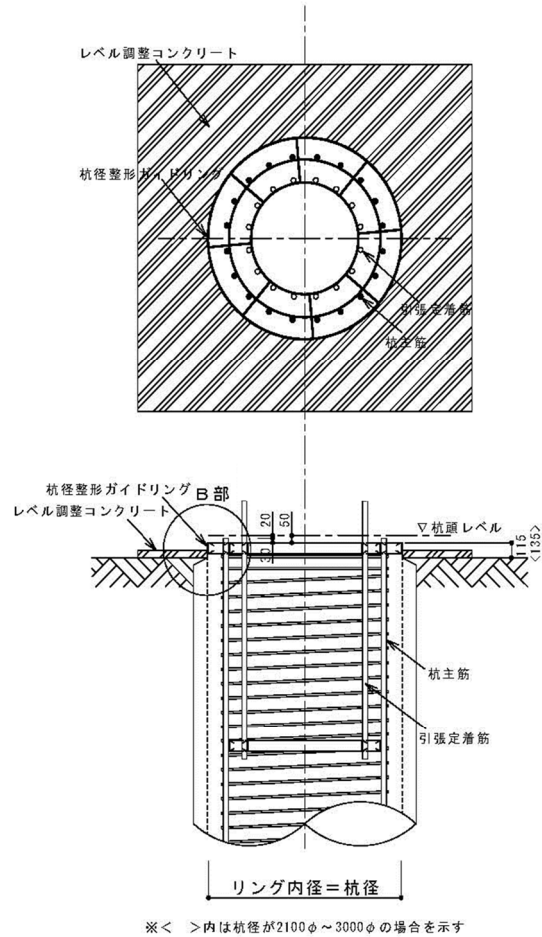
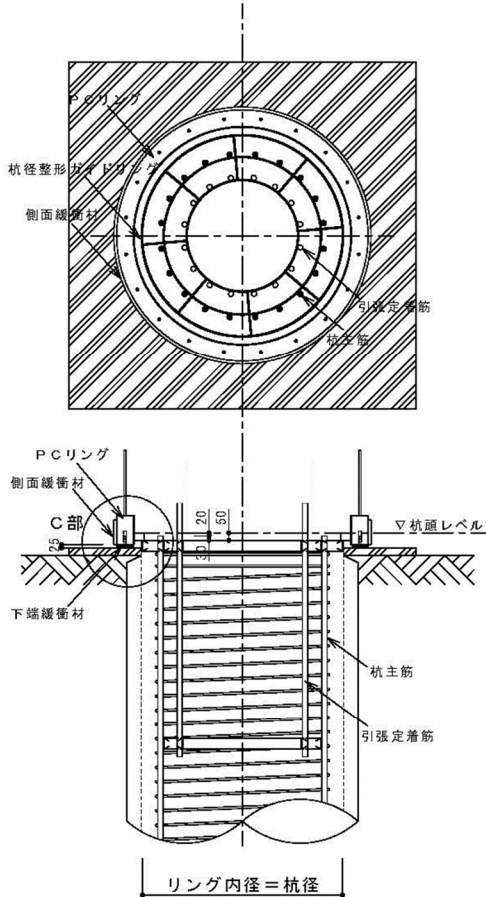


図 4.2.6(1) PCリング及び引張定着筋の設置手順 [先付方式 (機械式継手)]  
(手順①～②)

### ③ PCリングの設置

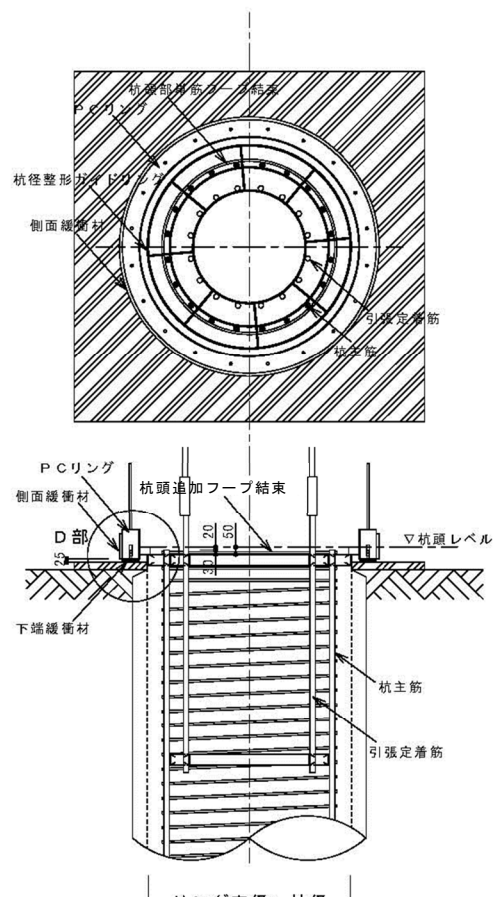
- ・ 下端緩衝材を設置する。
- ・ 天端整形後の杭芯に合わせて設置する。
- ・ レベル調整ボルトまたはレベル調整プレートにて高さ調整を行う。
- ・ 側面緩衝材をPCリング下端合わせて巻き付ける。



※< >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

### ④ 引張定着筋の接合、杭頭追加フープ

- ・ 引張定着筋を接合する。
- ・ 杭頭追加フープ（1巻）の結束固定。



※< >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

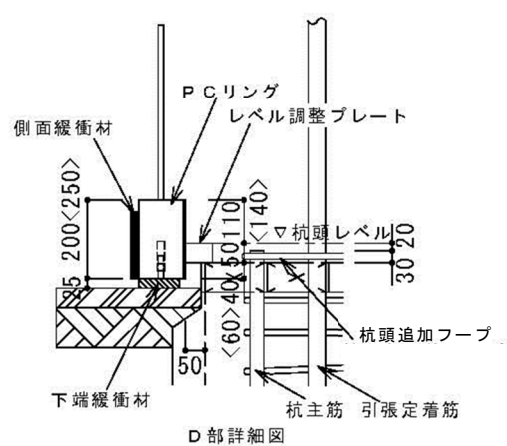
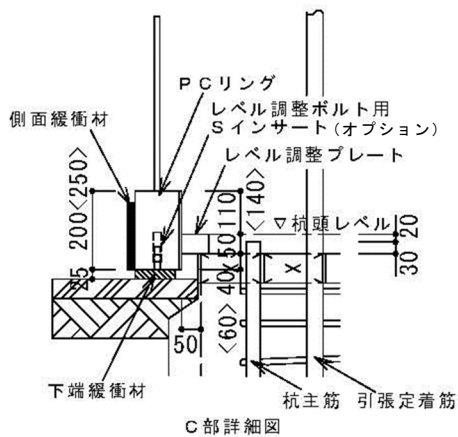
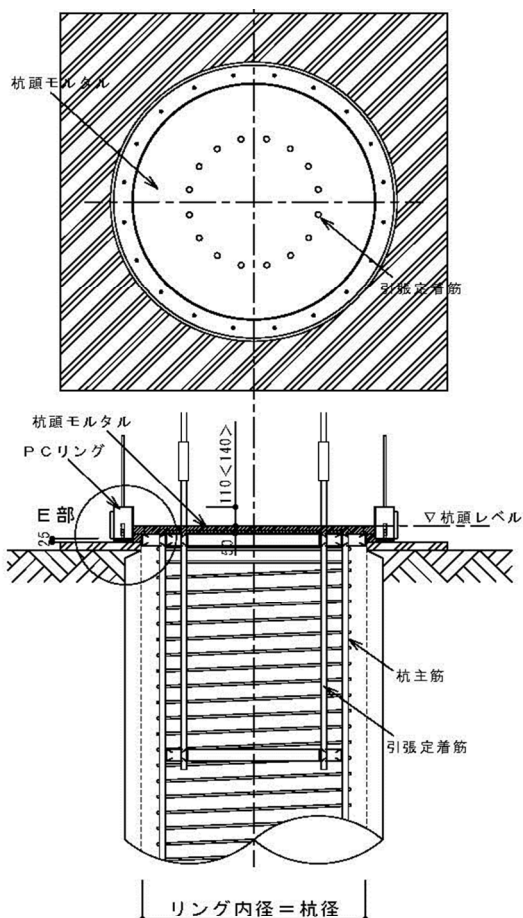


図 4.2.6(2) PCリング及び引張定着筋の設置手順 [先付方式 (機械式継手)]  
(手順③～④)

### ⑤杭頭部モルタル充填

- ・モルタルを杭頭に充填し、モルタル天端レベルを調整する。



※ < >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

### ⑥上面緩衝材の設置

- ・⑤のモルタルの硬化後、上面緩衝材を設置する。

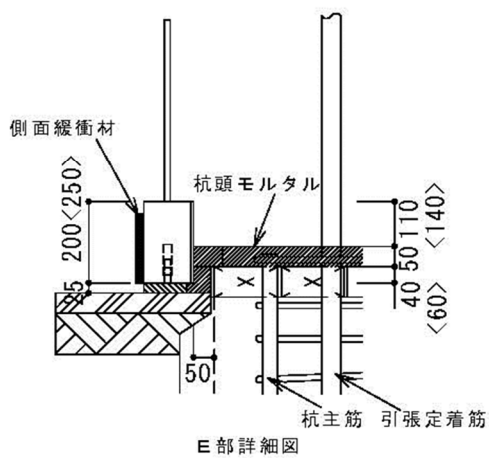
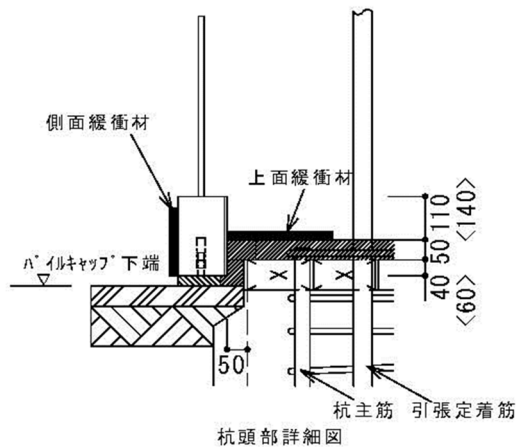
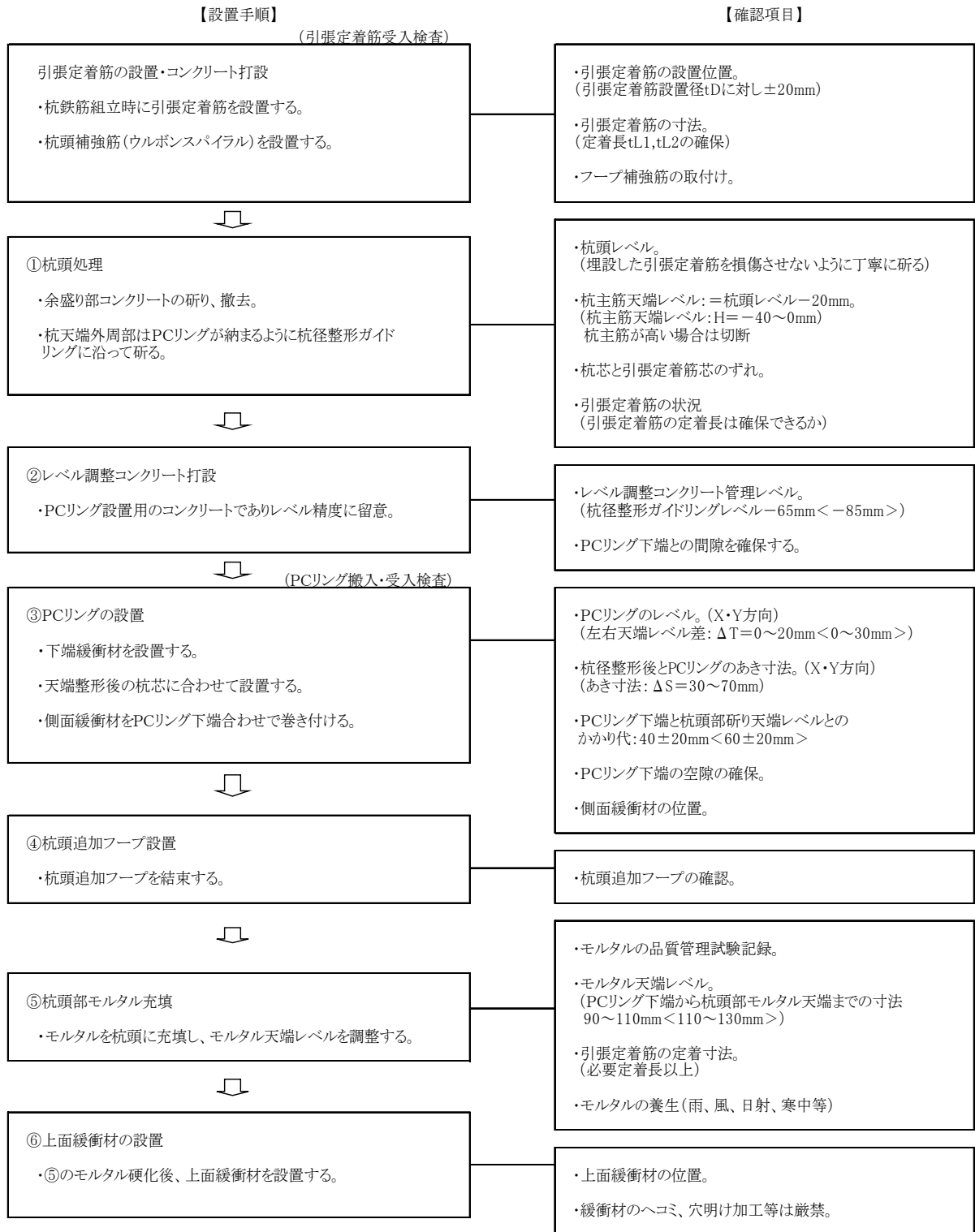


図 4.2.6(3) P.C.リング及び引張定着筋の設置手順 [先付方式 (機械式継手)]  
(手順⑤～⑥)

c. 先付方式(打込み)

場所打ちコンクリート杭におけるPCリング及び引張定着筋の設置手順フローを図4.2.7に、設置手順を図4.2.8(1)～(3)に示す。

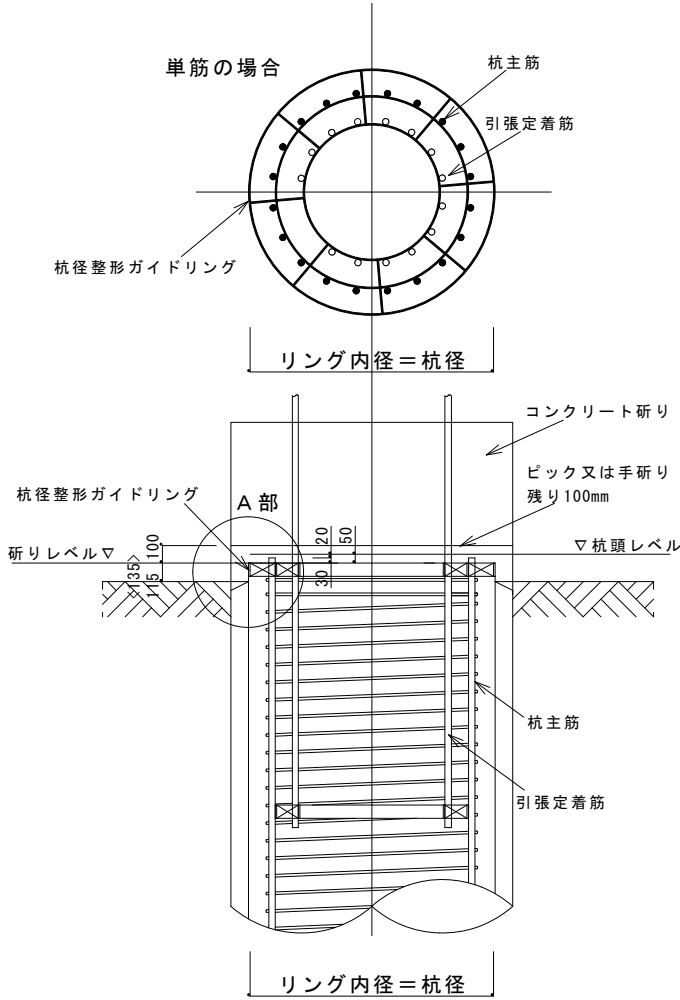


<>内の値は杭径が 2100φ ~ 3000φ の場合を示す

図 4.2.7 PCリング及び引張定着筋の設置手順フロー [先付方式 (打込み)]

### ①杭頭処理

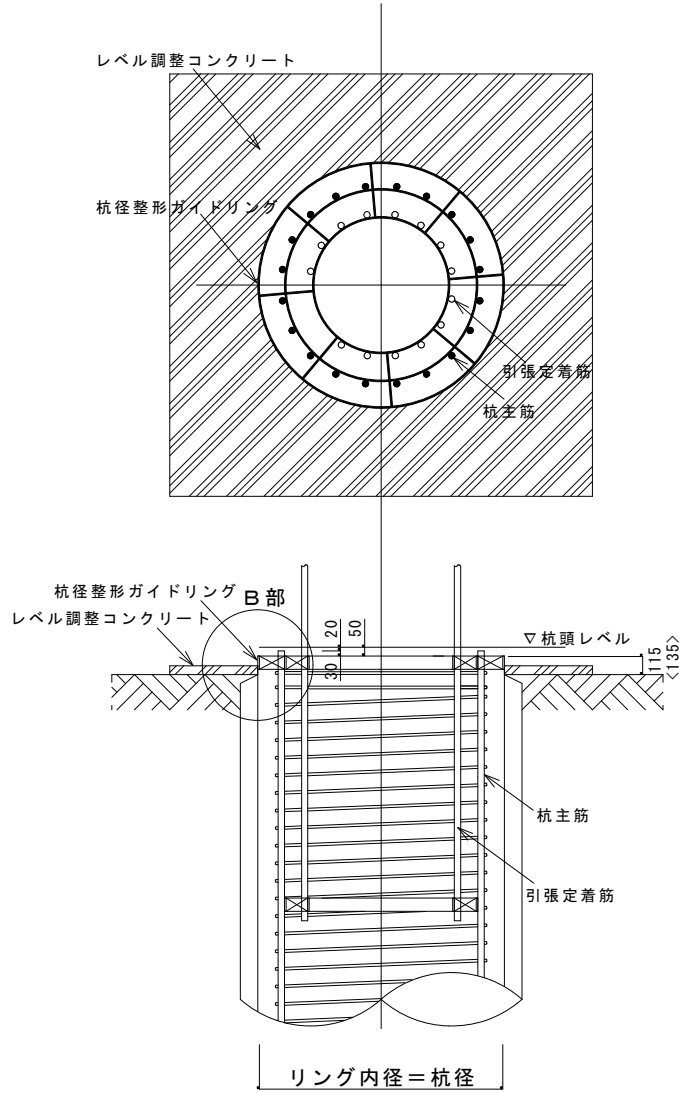
- ・余盛り部コンクリートの研りを行い、杭天端外周部はPCリングが納まるように杭整形ガイドリングに沿って研る。  
(レベル調整コンクリート厚が50mmの場合)



※ < > 内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

### ②レベル調整コンクリート打設

- ・PCリング設置用のレベル調整コンクリートであるため、レベル精度に留意する。



※ < > 内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

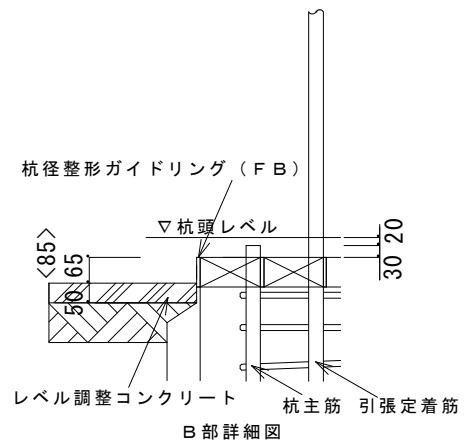
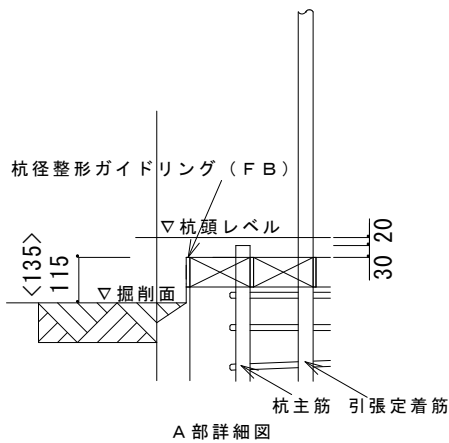
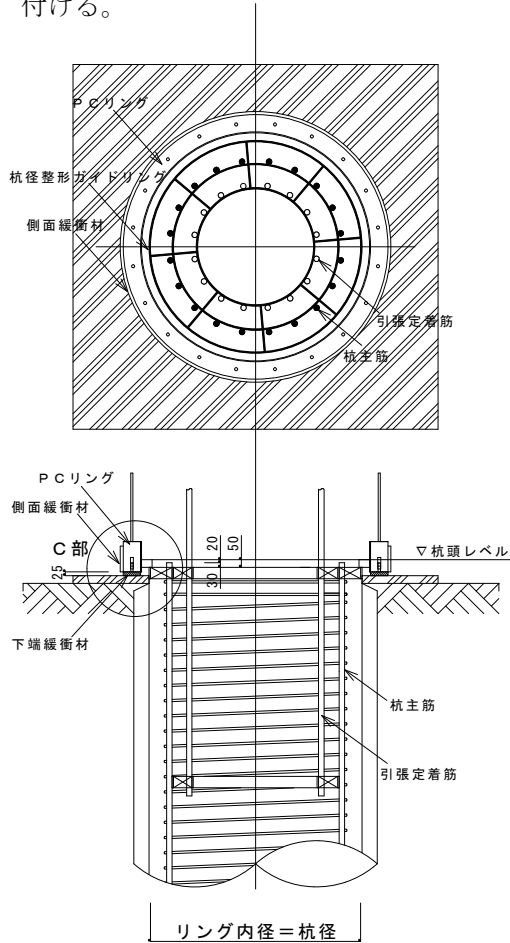


図 4.2.8(1) PCリング及び引張定着筋の設置手順 [先付方式 (打込み)]  
(手順①～②)

### ③ PCリングの設置

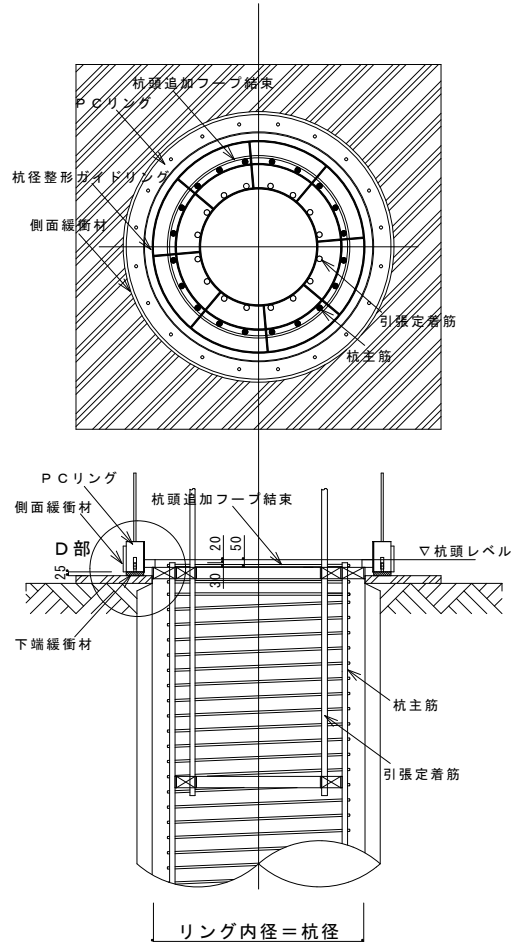
- ・ 下端緩衝材を設置する。
- ・ 杭天端整形後の杭芯に合わせて設置する。
- ・ レベル調整ボルトまたはレベル調整プレートにて高さ調整を行う。
- ・ 側面緩衝材をPCリング下端合わせで巻き付ける。



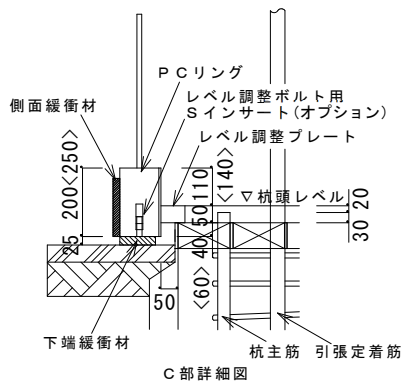
※ < >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す

### ④ 杭頭追加フープ

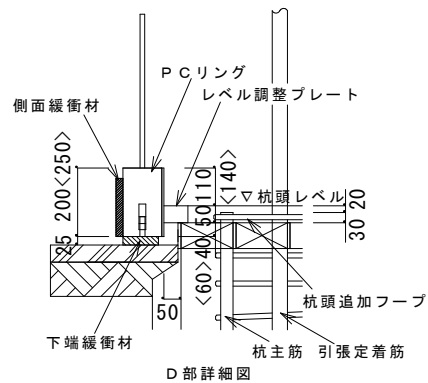
- ・ 杭頭追加フープ（1巻）の結束固定。



※ < >内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す



C部詳細図

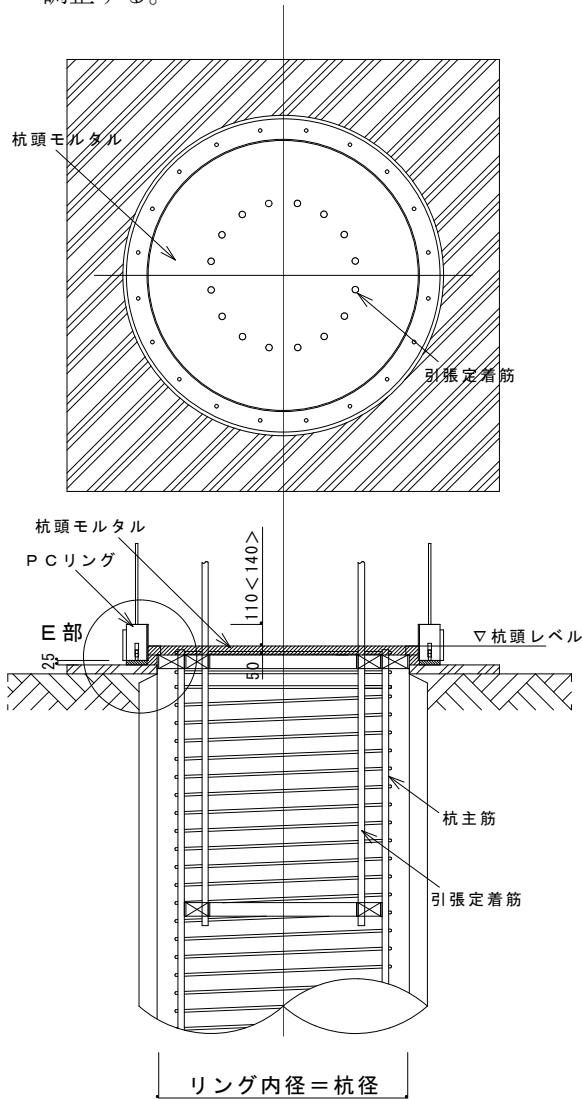


D部詳細図

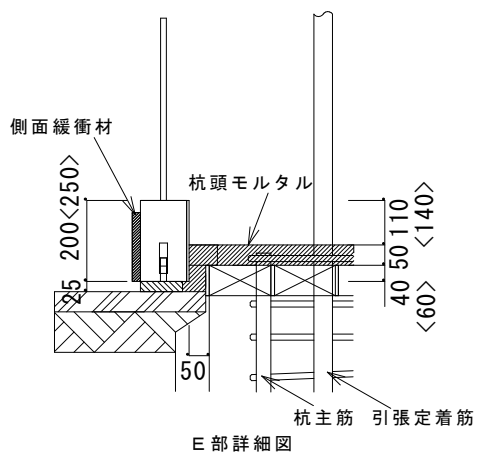
図 4.2.8(2) PCリング及び引張定着筋の設置手順 [先付方式 (打込み)]  
(手順③～④)

### ⑤杭頭部モルタル充填

- ・モルタルを杭頭に充填し、モルタル天端レベルを調整する。



※ < > 内は杭径が2100φ～3000φの場合を示す



### ⑥上面緩衝材の設置

- ・⑤のモルタルの硬化後、上面緩衝材を設置する。

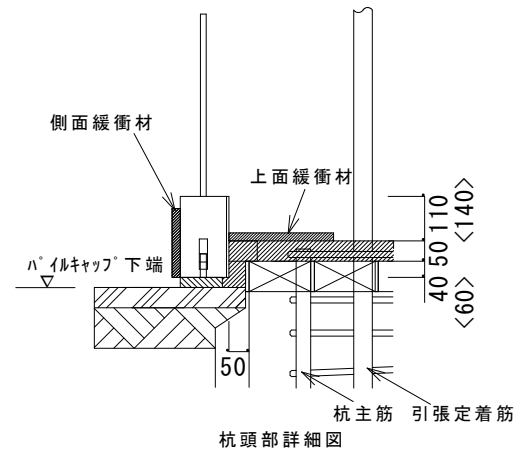
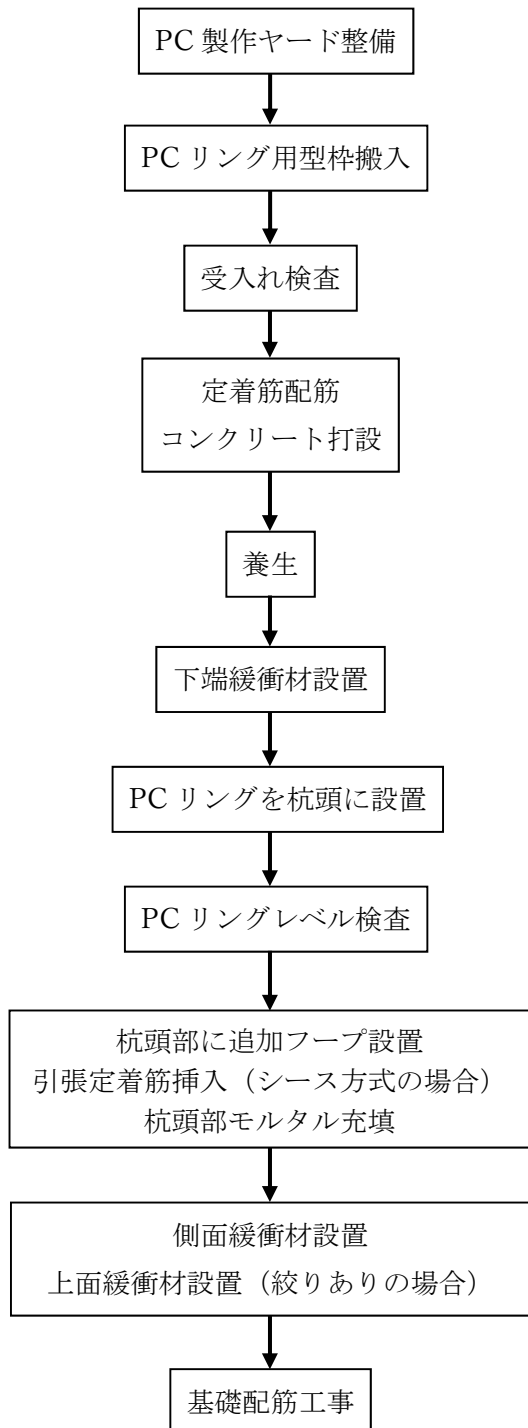


図 4.2.8(3) PCリング及び引張定着筋の設置手順 [先付方式 (打込み)]  
(手順⑤～⑥)

(6) PCリング現場製作時（サイトPCリング）の製作および設置

a. 製作ヤードでの製作の場合

サイトPCリングの製作、設置手順フローを図4.2.9に示す。



サイトPCリング ヤードセット状況



コンクリート打設状況



コンクリート打設後

図4.2.9 PCリングを製作ヤードで製作する場合の設置手順フロー

b. 杭頭位置での製作の場合

サイト製作ヤードからの場内運搬・設置ができない等により、杭頭位置でPCリングを直接製作する場合のフローを図4.2.10に示す。

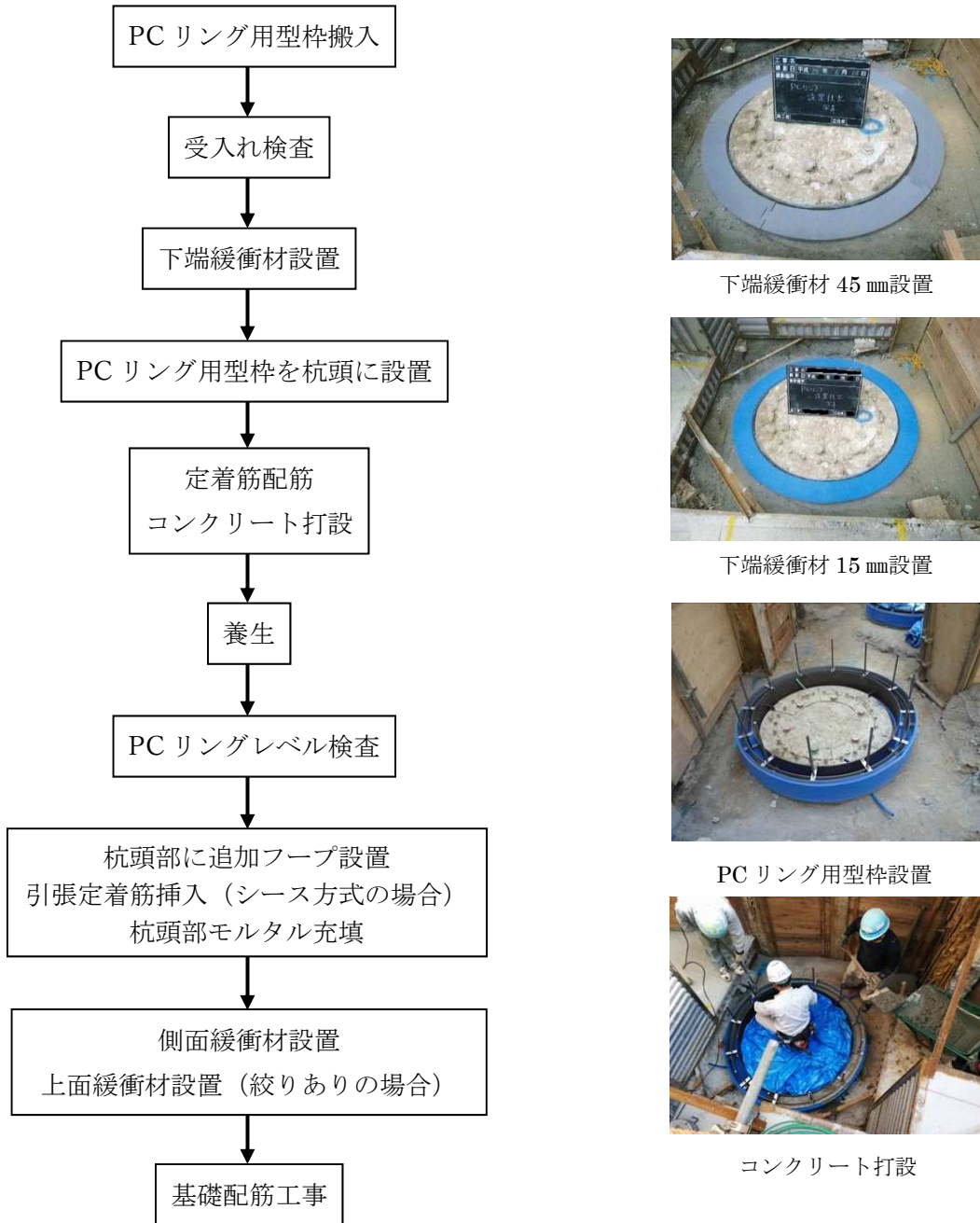
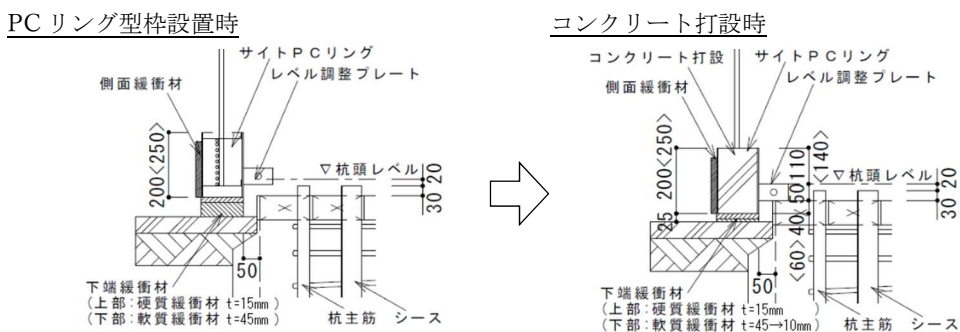


図 4.2.10 PCリングを杭頭位置で直接製作する場合のフロー



### 4.3 施工管理基準

#### (1) 品質管理

キャブテンパイル工法におけるシース、杭主筋、PCリング、引張定着筋、杭頭部モルタルの施工精度管理値は表 4.3.1 又は特記によるものとし、その値を超えるものは工事監理者と協議の上、補強等の対策を講じる。なお、充填モルタルの品質管理値を表 4.3.2 に示す。

表 4.3.1 キャブテンパイル工法における施工精度管理値および対策

		測定対象	測定時期	基準 (mm)	許容値 (mm)	許容値を越えた 場合の対策
シース または 引張定着筋	シース設置位置 または 引張定着筋設置位置	X・Y 方向 2 点間距離	杭鉄筋 組立時	t D	±20	位置修正
	シース天端レベル (シース方式のみ)	X・Y 方向 4 点測定	杭鉄筋 組立時	杭頭-20	±5	位置修正
	引張定着筋の長さ	全 数	組立時	設計値	0 以上	位置修正または 引張定着筋取替え
杭主筋	天端レベル	全 数	杭頭 処理後	H 杭頭-20	±20	> 0 : 主筋カット <-40 : 監理者協議
PC リング	杭整形後と PC リング のあき寸法	X・Y 方向 4 点測定	PC リング 設置時	Δ S 50	±20	位置修正
	PC リングの左右の 天端レベル差	X・Y 方向	PC リング 設置時	Δ T 0	0~20 (0~30)	位置修正
	PC リング下端と杭頭 部研り天端レベルと のかかり代	X・Y 方向 4 点測定	PC リング 設置時	40(60)	±20	位置修正
引張定着筋	引張定着筋の定着寸法	全 数	グラウト 充填前後	tL1, tL2 設計値	0 以上	監理者協議
杭頭部 モルタル	杭頭部モルタル厚さ	X・Y 方向 4 点測定	モルタル 打設後	Δ t 50	±20	監理者協議
	PC リング下端から杭 頭部モルタル天端ま での寸法	X・Y 方向 4 点測定	モルタル 打設後	K 90(110)	0~20	監理者協議

( ) 内の値は杭径が 2100φ~3000φ の場合

表 4.3.2 充填モルタルの品質管理値

種 類	測定時期	測定項目	品質管理値
シースグラウト材	フレッシュ時	J <sub>14</sub> ロート試験	メーカー仕様による [参考値 : 8±2 (sec)]
	硬化後	材令 28 日(4 週)強度	36N/mm <sup>2</sup> 以上
杭頭部モルタル	硬化後	材令 28 日(4 週)強度	36N/mm <sup>2</sup> 以上、かつ杭体とパイ ルキャップの設計基準強度の うち小さい方を上回る値以上

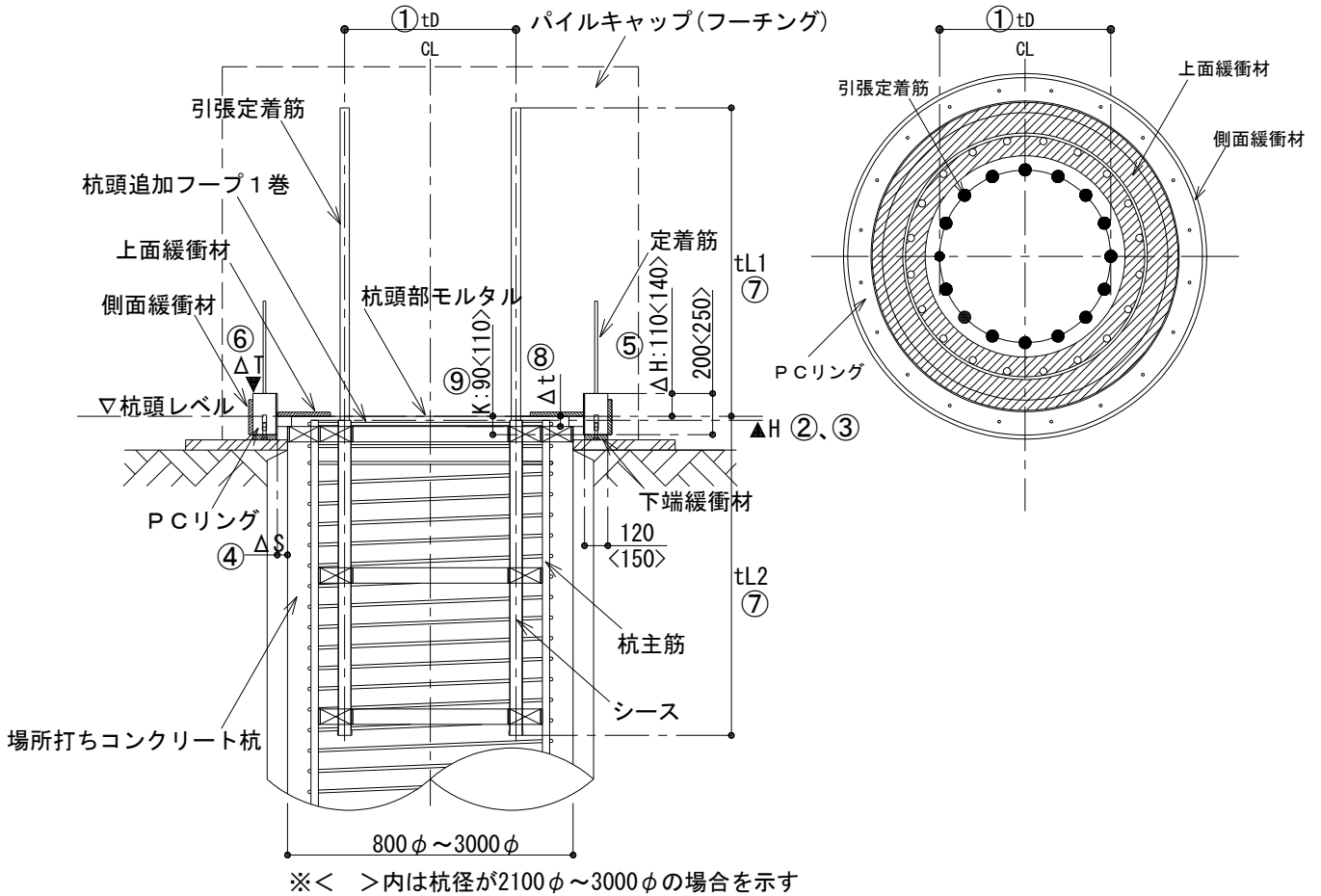
[注] シースグラウト材 : シース方式での引張定着筋シース内定着に用いる無収縮モルタル

杭頭部モルタル : 杭天端および PC リングと杭頭部の隙間充填に用いるモルタル

(2) 引張定着筋取付方式別管理基準

a. シース方式

PCリング及び引張定着筋の施工精度管理については、場所打ちコンクリート杭の主筋天端レベルを含め、①～⑨について全数を測定し、図 4.3.1 に示す許容値以内に納まっていることを確認する。



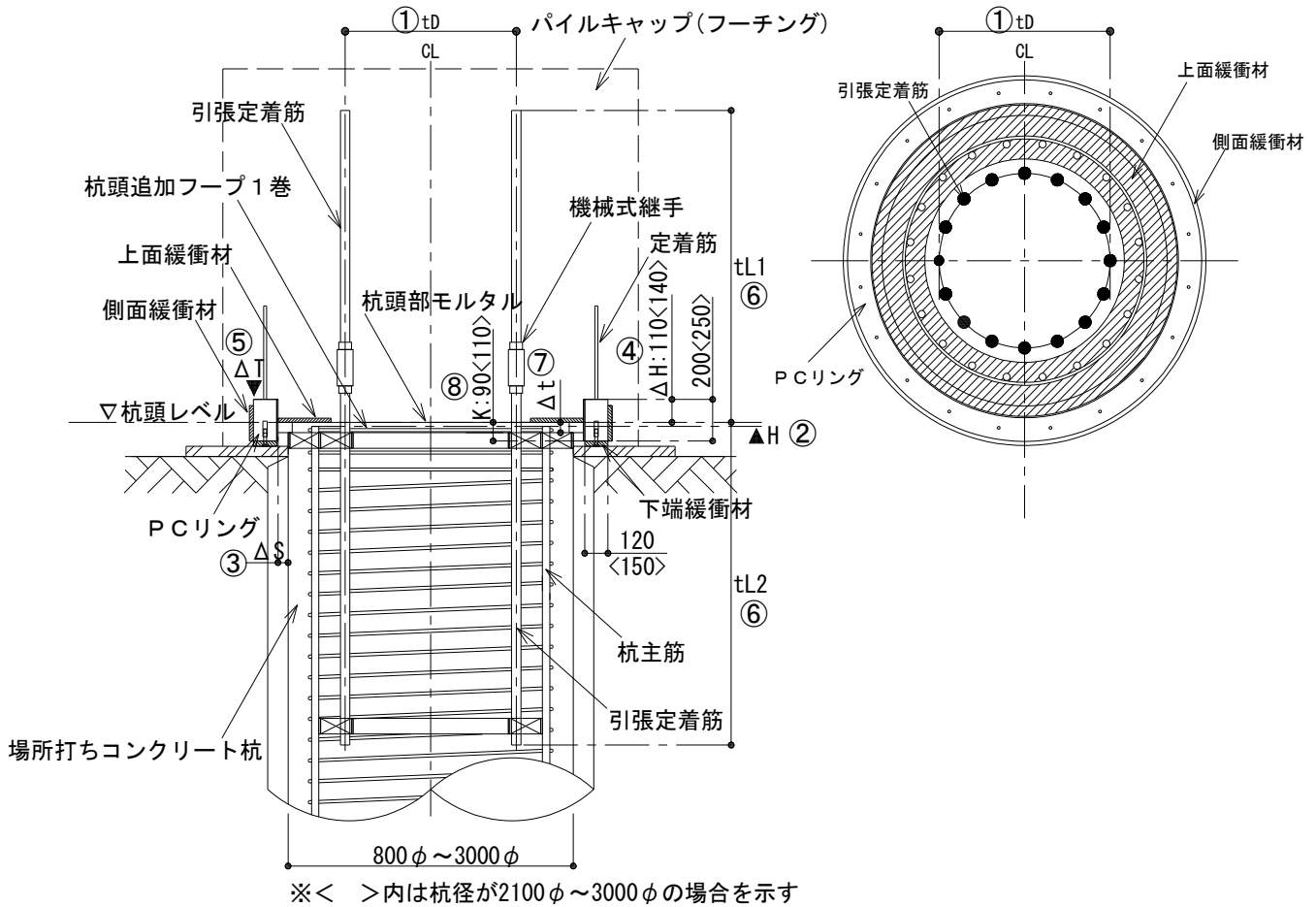
①シース設置位置	tD	±20 mm
②シース天端レベル	杭頭レベル-20 mm	±5 mm
③杭主筋天端レベル	H 杭頭レベル-20 mm	±20 mm
④杭整形後とPCリングのあき寸法	ΔS 50 mm	±20 mm
⑤PCリング天端レベル	ΔH 杭頭レベル+110(+140) mm	0~-20 mm
⑥PCリングの左右天端レベル差	ΔT 0 mm	0~20(0~30) mm
⑦引張定着筋の定着寸法	tL1, tL2	必要定着長以上
⑧杭頭部モルタル厚さ	Δt 50 mm	±20 mm
⑨PCリング下端から杭頭部モルタル天端までの寸法	K 90(110) mm	0~+20 mm

( ) 内の値は杭径が 2100φ~3000φ の場合

図 4.3.1 施工精度測定項目 (シース方式)

b. 先付方式（機械式継手）

PCリング及び引張定着筋の施工精度管理については、場所打ちコンクリート杭の主筋天端レベルを含め、①～⑧について全数を測定し、図 4.3.2 に示す許容値以内に納まっていることを確認する。



①引張定着筋設置位置	tD	±20 mm
②杭主筋天端レベル	H 杭頭レベル-20 mm	±20 mm
③杭整形後とPCリングのあき寸法	Δ S 50 mm	±20 mm
④PCリング天端レベル	Δ H 杭頭レベル+110(+140) mm	0～-20 mm
⑤PCリングの左右天端レベル差	Δ T 0 mm	0～20(0～30) mm
⑥引張定着筋接合後の定着寸法	tL1, tL2	必要定着長以上
⑦杭頭部モルタル厚さ	Δ t 50 mm	±20 mm
⑧PCリング下端から杭頭部モルタル天端までの寸法	K 90(110) mm	0～+20 mm

※引張定着筋の先組み天端レベルは継手仕様により異なるため、仕様ごとに設定すること。

※機械式継手を使用する場合は、継手部分の付着は無いものとして継手部分の長さは定着長さから除外する。

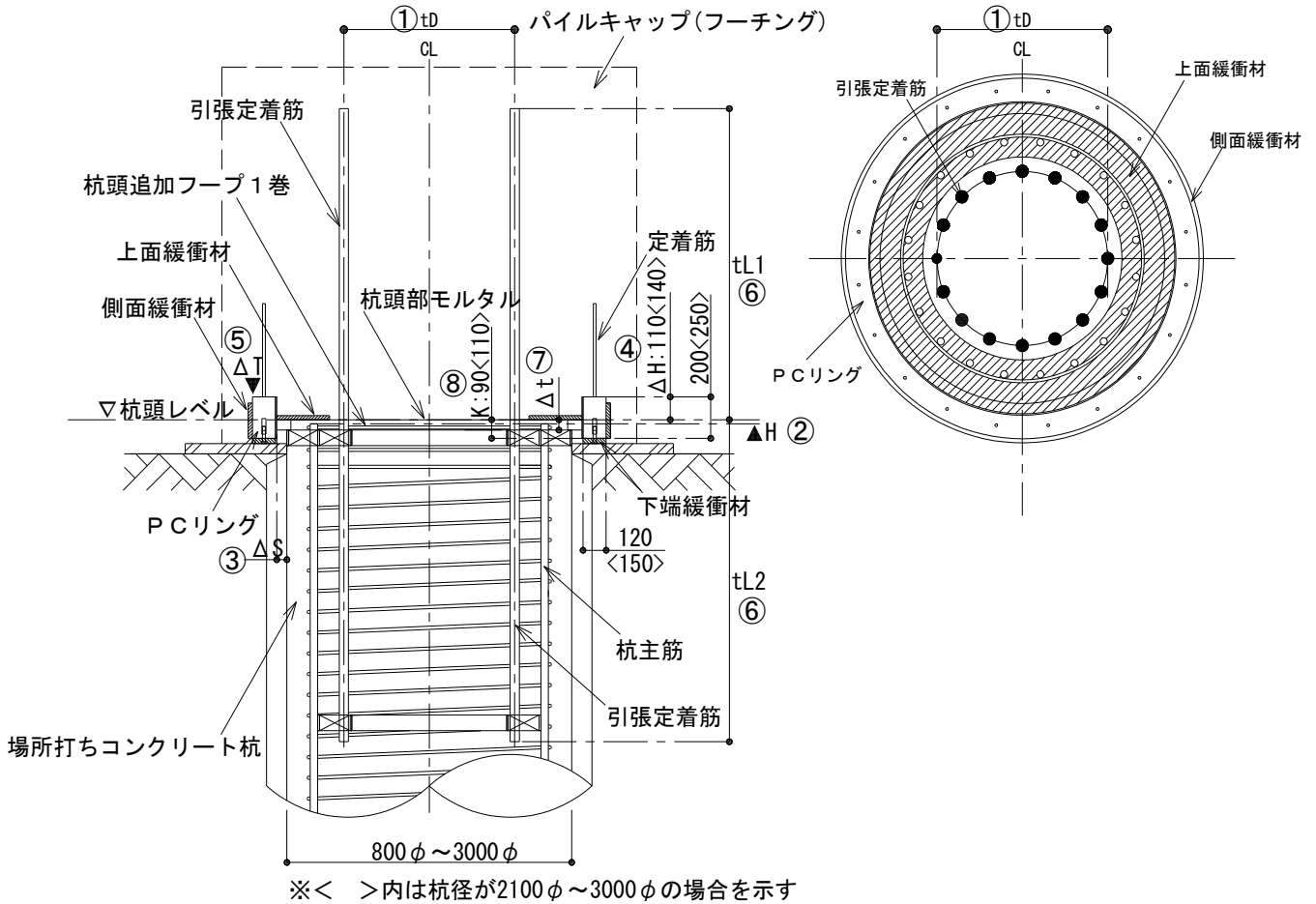
但し、実験などによって確認された場合はその限りではない。

( ) 内の値は杭径が 2100φ～3000φ の場合

図 4.3.2 施工精度測定項目 [先付方式（機械式継手）]

c. 先付方式（打込み）

PCリング及び引張定着筋の施工精度管理については、場所打ちコンクリート杭の主筋天端レベルを含め、①～⑧について全数を測定し、図 4.3.3 に示す許容値以内に納まっていることを確認する。



①引張定着筋設置位置	tD	±20 mm
②杭主筋天端レベル	H 杭頭レベル-20 mm	±20 mm
③杭整形後とPCリングのあき寸法	Δ S 50 mm	±20 mm
④PCリング天端レベル	Δ H 杭頭レベル+110(+140) mm	0~-20 mm
⑤PCリングの左右天端レベル差	Δ T 0 mm	0~20(0~30) mm
⑥引張定着筋の定着寸法	tL1, tL2	必要定着長以上
⑦杭頭部モルタル厚さ	Δ t 50 mm	±20 mm
⑧PCリング下端から杭頭部モルタル天端までの寸法	K 90(110) mm	0~+20 mm

( ) 内の値は杭径が 2100φ~3000φ の場合

図 4.3.3 施工精度測定項目 [先付方式（打込み）]

## 4.4 PCリング

### 4.4.1 PCリング製造

#### (1) 製造の方針

- ・部材の製造は、工場、現場を問わないが、工場製造を原則とする。
- ・部材の製造者は、設計図書及び本製造仕様に基づき、製造計画書を作成し、施工管理者の承諾を得て製造する。
- ・部材の製造者は、製造計画書に基づき部材の品質確保に努める。

#### (2) 製造フロー

製造フローを図 4.4.1 に示す。

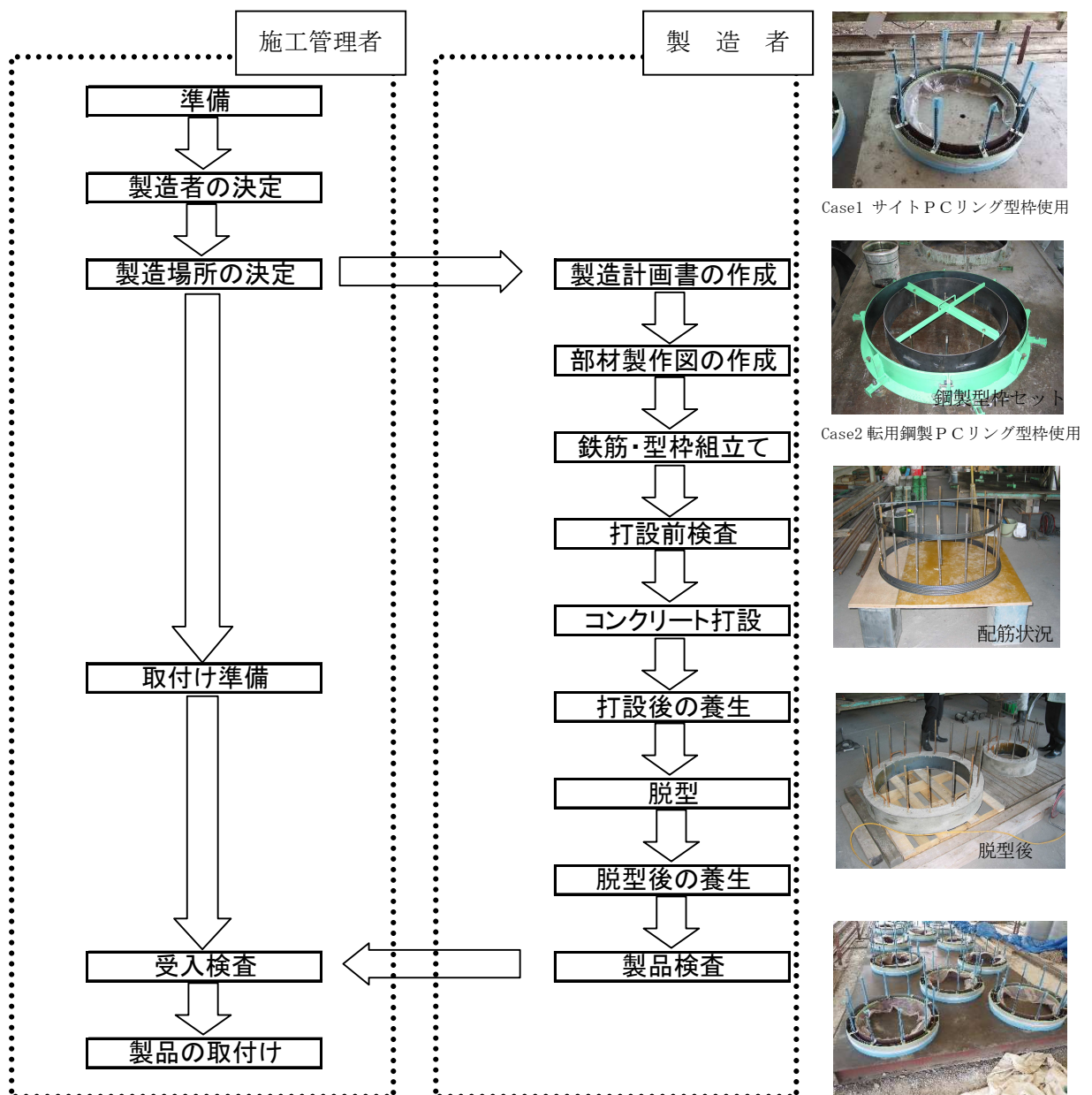


図 4.4.1 製造フロー

### (3) 使用材料

#### a. コンクリート

設計基準強度  $F_c \geq 36 \text{N/mm}^2$  (コンクリートの材料、調合、打設などは日本建築学会『建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事』) 及び『建築工事標準仕様書・同解説 JASS 10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事』による。)

#### b. 鉄筋

定着筋：SD390：JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 適合品とする。

スパイラル筋：ウルボンスパイラル筋：建築基準法 37 条第二号の規定による指定建築材料の大臣認定品 (認定番号：MSRB-9009)。

#### c. 鋼材

鋼板：SS400：JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 適合品または同等以上。

SM490：JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材 適合品または同等以上。

### (4) 製造方法

#### a. 部材製造用型枠の組立て

- ・PCリング部材製造用型枠は十分に清掃し、反り・ねじれなどなく、寸法を正しく保つように組み立てる。
- ・剥離材は、コンクリートの硬化に悪影響を及ぼすもの、コンクリート面の仕上げに悪影響を及ぼす気泡などが発生するものは、使用してはならない。

#### b. 鋼材・鉄筋の加工・組立てならびに部品の取付け

- ・鋼材・鉄筋の加工・組立ては、部材製作図に従って行う。
- ・鉄筋および部品 (吊りピース、据付け用インサート) は部材製作図に従って、スペーサーなどを用いて正確に配置し、コンクリートの打ち込み完了時まで移動しないよう固定する。

#### c. コンクリートの製造および打ち込み

- ・コンクリートの練り混ぜは、各材料が分離しないように均一に行う。
- ・練り混ぜたコンクリートの運搬は、均一性を保持した状態で行う。
- ・コンクリートは、部材に欠点が生じないように打ち込み、振動機などを用いて密実に締め固める。
- ・表面仕上げは、金ゴテ押えを原則とする。

#### d. 養生

- ・コンクリートの初期材齢には、セメントの水和を助長するよう凍結・低温・荷重、直射日光及び乾燥等から保護するために養生を行う。
- ・養生温度が  $2^\circ\text{C}$  以下になることが予測される場合には、適切な処置を施す。

#### e. 脱型

- ・脱型にあたっては、部材コンクリートの圧縮強度が、 $15 \text{N/mm}^2$  を満足していることを確認した後、有害なひび割れ及び破損が生じないように行う。

f. 運搬

- ・ 場内小運搬は、部材コンクリートの圧縮強度が、 $15\text{N}/\text{mm}^2$ を満足していることを確認する。
- ・ 車両運搬は、部材コンクリートの圧縮強度が設計基準強度を満足していることを確認する。

(5) PCリング仕様

PCリングの仕様は、標準タイプ(Nタイプ)、高せん断力タイプ1(S1タイプ)、高せん断力タイプ2(S2タイプ)の3種類として、表4.4.1～表4.4.3に詳細を示し、表中の記号は図4.4.2による。

表4.4.1 標準タイプ (Nタイプ)

杭種	D (mm)	rD2 (mm)	rD1 (mm)	s D (mm)	t c (mm)	hr (mm)	定着筋 (本)	PCリング 重量W(kg)
場所打ち 鋼管コン クリート 杭 及び 場所打ち コンクリ ート杭	800	1152	900	1072	120	200	10 -D16	234
	900	1252	1000	1172	120	200	10 -D16	256
	1000	1352	1100	1272	120	200	12 -D16	280
	1100	1452	1200	1372	120	200	12 -D16	299
	1200	1552	1300	1472	120	200	12 -D16	321
	1300	1652	1400	1572	120	200	14 -D16	345
	1400	1752	1500	1672	120	200	14 -D16	367
	1500	1852	1600	1772	120	200	16 -D16	390
	1600	1958	1700	1878	120	200	16 -D19	449
	1700	2058	1800	1978	120	200	18 -D19	474
	1800	2158	1900	2078	120	200	18 -D19	498
	1900	2258	2000	2178	120	200	20 -D19	524
	2000	2358	2100	2278	120	200	20 -D19	548
	2100	2518	2200	2438	150	250	22 -D19	859
	2200	2618	2300	2538	150	250	22 -D19	895
	2300	2718	2400	2638	150	250	24 -D19	932
	2400	2824	2500	2744	150	250	24 -D19	1024
	2500	2924	2600	2844	150	250	26 -D19	1063
	2600	3024	2700	2944	150	250	26 -D19	1101
	2700	3132	2800	3052	150	250	28 -D19	1224
2800	3232	2900	3152	150	250	28 -D19	1265	
2900	3332	3000	3252	150	250	30 -D19	1307	
3000	3432	3100	3352	150	250	30 -D19	1348	

表4.4.2 高せん断力タイプ1 (S1タイプ)

杭種	D (mm)	rD2 (mm)	rD1 (mm)	s D (mm)	t c (mm)	hr (mm)	定着筋 (本)	PCリング 重量W(kg)
場所打ち 鋼管コン クリート 杭 及び 場所打ち コンクリ ート杭	800	1152	900	1072	120	200	10 -D16	234
	900	1252	1000	1172	120	200	10 -D16	256
	1000	1352	1100	1272	120	200	12 -D16	280
	1100	1458	1200	1378	120	200	12 -D16	327
	1200	1558	1300	1478	120	200	12 -D16	351
	1300	1658	1400	1578	120	200	14 -D16	377
	1400	1758	1500	1678	120	200	14 -D16	401
	1500	1858	1600	1778	120	200	16 -D16	427
	1600	1964	1700	1884	120	200	16 -D19	487
	1700	2064	1800	1984	120	200	18 -D19	515
	1800	2164	1900	2084	120	200	18 -D19	542
	1900	2264	2000	2184	120	200	20 -D19	569
	2000	2364	2100	2284	120	200	20 -D19	596
	2100	2524	2200	2444	150	250	22 -D19	921
	2200	2624	2300	2544	150	250	22 -D19	960
	2300	2724	2400	2644	150	250	24 -D19	1000
	2400	2838	2500	2758	150	250	24 -D19	1189
	2500	2938	2600	2858	150	250	26 -D19	1235
	2600	3038	2700	2958	150	250	26 -D19	1279
	2700	3144	2800	3064	150	250	28 -D19	1382
2800	3244	2900	3164	150	250	28 -D19	1428	
2900	3344	3000	3264	150	250	30 -D19	1476	
3000	3444	3100	3364	150	250	30 -D19	1522	

表4.4.3 高せん断力タイプ2 (S2タイプ)

杭種	D (mm)	rD2 (mm)	rD1 (mm)	s D (mm)	t c (mm)	hr (mm)	定着筋 (本)	PCリング 重量W(kg)
場所打ちコンクリート杭 鋼管コンクリート杭 及び	800	1158	900	1078	120	200	10 -D16	255
	900	1258	1000	1178	120	200	10 -D16	280
	1000	1358	1100	1278	120	200	12 -D16	306
	1100	1464	1200	1384	120	200	12 -D16	355
	1200	1564	1300	1484	120	200	12 -D16	382
	1300	1664	1400	1584	120	200	14 -D16	410
	1400	1764	1500	1684	120	200	14 -D16	436
	1500	1864	1600	1784	120	200	16 -D16	464
	1600	1972	1700	1892	120	200	16 -D19	539
	1700	2072	1800	1992	120	200	18 -D19	570
	1800	2172	1900	2092	120	200	18 -D19	599
	1900	2272	2000	2192	120	200	20 -D19	630
	2000	2372	2100	2292	120	200	20 -D19	659
	2100	2538	2200	2458	150	250	22 -D19	1068
	2200	2638	2300	2558	150	250	22 -D19	1113
	2300	2738	2400	2658	150	250	24 -D19	1160
	2400	2844	2500	2764	150	250	24 -D19	1260
	2500	2944	2600	2864	150	250	26 -D19	1313
	2600	3044	2700	2964	150	250	26 -D19	1356
	2700	3150	2800	3070	150	250	28 -D19	1462
2800	3250	2900	3170	150	250	28 -D19	1510	
2900	3350	3000	3270	150	250	30 -D19	1561	
3000	3450	3100	3370	150	250	30 -D19	1609	

#### 4.4.2 PCリング品質管理

##### (1) PCリング部材に用いるコンクリートの品質

###### a. コンクリートの種類

普通ポルトランドセメント及び早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートとする。

###### b. コンクリートの設計基準強度

コンクリートの設計基準強度は、 $36\text{N/mm}^2$ 以上（現場製作の場合、基礎の設計基準強度以上かつ $21\text{N/mm}^2$ 以上）とする。気乾単位容積質量は $2.1\sim 2.5\text{ t/m}^3$ とする。

###### c. ワーカービリティおよびスランプ

・コンクリートのワーカービリティは、打ち込み・締め固め方法に応じて、型枠内および鉄筋ならびに鋼材周囲に密実に打ち込むことができ、かつブリージングおよび分離が少ないものとする。

・コンクリートのスランプは、特記による。特記なき場合には目標スランプを18cm以下とし、管理値は下記の通りとする。また、現場製造の場合は別途検討を行う。

目標スランプ 8cm 未満の場合：許容差 $\pm 1.5\text{cm}$

目標スランプ 8cm 以上 18cm 以下の場合：許容差 $\pm 2.5\text{cm}$

###### d. 耐久性を確保するための材料・調合に関する規定

・単位水量の上限値は、特記なき場合は、 $185\text{kg/m}^3$ とする。

・単位セメント量の最小値は、 $300\text{kg/m}^3$ とする。

・水セメント比は、50%以下とする。

・コンクリートに含まれる塩化物量は、塩化物イオンとして $0.30\text{ kg/m}^3$ 以下とする。

・アルカリシリカ反応抑制の対策は、モルタルバー法等により無害と判定された骨材を使用する。

###### e. 部材コンクリートの圧縮強度

・部材に使用するコンクリートは、部材製造を行った工場もしくは現場で採取し、標準養生した供試体の材齢 28 日における圧縮強度の平均値は調合管理強度（呼び強度）以上でなければならない。

・部材コンクリートの圧縮強度は、部材製造を行った工場もしくは現場で採取し、部材と同じ養生を行った供試体の圧縮強度で表すものとし、下記の3項目を満足するものとする。

①部材脱型時において平均値が脱型時所要強度（ $15\text{N/mm}^2$ ）以上であること。

②部材出荷は、コンクリート打設後7日間の養生期間確保の上、出荷とする。出荷時において、設計基準強度以上であること。

③保証材齢（28日）において設計基準強度以上であること。

## (2) 検査

杭種：場所打ち杭

D：杭径  
 rD1：PCリング内径  
 rD2：PCリング外径  
 pD1：上面緩衝材内径  
 pD2：上面緩衝材外径=rD1  
 sD：ウルボンスパイラル外径  
 tc：コンクリート厚さ  
 hr：PCリング高さ  
 ts：鋼板リング厚さ  
 tD：引張定着筋配置径  
 L1：PCリング定着筋定着長さ  
 L2：PCリング定着筋全長

tL1：引張定着筋のパイルキャップ  
 への設計定着長さ  
 tL2：引張定着筋の杭体への設計定  
 着長さ  
 標準tL3：引張定着筋の標準施工長さ  
 (tL1+tL2+150mm)  
 tu：スパイラル筋側面かぶり厚さ  
 設計かぶり厚さ40mm  
 tr：定着筋下端かぶり厚さ  
 設計かぶり厚さ35mm

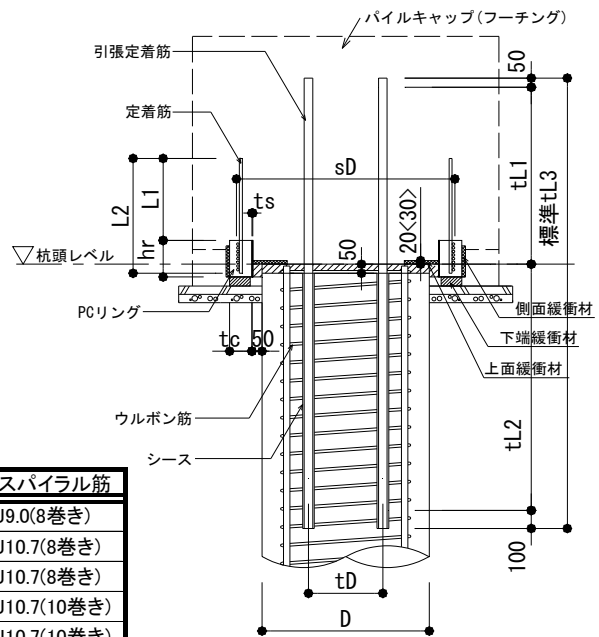
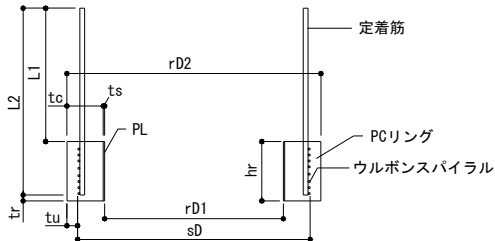
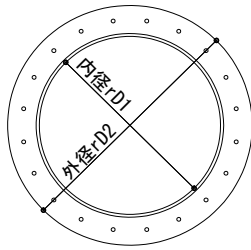
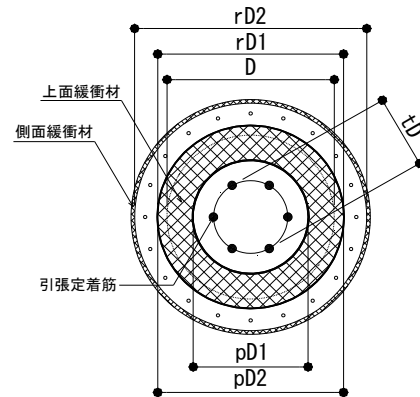


図 4.4.2 基準図

	杭径 (mm)	ts (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	スパイラル筋
標準タイプ (Nタイプ)	800~1300	6.0(SS400)	350	515	U9.0(8巻き)
	1400~1500	6.0(SS400)	350	515	U10.7(8巻き)
	1600~2000	9.0(SM490A)	400	565	U10.7(8巻き)
	2100~2300	9.0(SM490A)	400	615	U10.7(10巻き)
	2400~2600	12.0(SM490A)	400	615	U10.7(10巻き)
	2700~3000	16.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)
高せん断力 タイプ1 (S1タイプ)	800~1000	6.0(SS400)	350	515	U12.6(8巻き)
	1100~1500	9.0(SM490A)	350	515	U12.6(8巻き)
	1600~2000	12.0(SM490A)	400	565	U12.6(8巻き)
	2100~2300	12.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)
	2400~2600	19.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)
	2700~3000	22.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)
高せん断力 タイプ2 (S2タイプ)	800~1000	9.0(SM490A)	350	515	U12.6(8巻き)
	1100~1500	12.0(SM490A)	350	515	U12.6(8巻き)
	1600~2000	16.0(SM490A)	400	565	U12.6(8巻き)
	2100~2300	19.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)
	2400~2600	22.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)
	2700~3000	25.0(SM490A)	400	615	U12.6(10巻き)

表 4.4.4 型枠及び鉄筋施工精度の許容

項目	PCリング製作/誤差許容値(mm)
①リング内径 (rD1)	設計値±5、直角2方向
②リング外径 (rD2)	設計値±5、直角2方向
③リング高さ(せい) (hr)	設計値0~+5、2箇所
④レベル調整プレート (高さ、長さ、取付位置)	設計値±5、1箇所
⑤定着筋長	設計値±5、直角2方向
⑥スパイラル筋かぶり (tu)	40±5
⑦定着筋下端かぶり厚さ (tr)	35±5

- ・製品検査は全数検査とする。
- ・コンクリート打設前検査は、部材の寸法検査及び型枠精度の検査を行う。部材の許容値は、図 4.4.2 及び表 4.4.4 による。
- ・製品検査の形状寸法の検査は図 4.4.3 及び表 4.4.5 について行う。ひび割れ、破損、および表面仕上がり状態の判定基準は、表 4.4.6 による。
- ・軽微なひび割れ破損で、構造上許容できるものは、補修し再検査を受ける。補修基準は表 4.4.6 による。

表 4.4.5 測定位置

	測定位置	許容値(mm)
内径( $rD1-1 \cdot 2$ )	直角 2 方向	±5
外径( $rD2-1 \cdot 2$ )	直角 2 方向	±5
高さ(せい)( $hr1, hr2, hr3, hr4$ )	対角 4 点	±5
リング幅( $tc+ts$ ) ( $W1, W2, W3, W4$ )	対角 4 点	±5
定着筋長( $L1, L2, L3, L4$ )	対角 4 点	±10

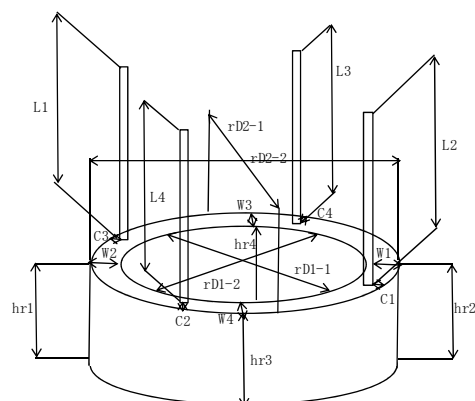


図 4.4.3 寸法図

表 4.4.6 補修基準 JASS10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事より

種類	判定基準	処置方法
欠け	構造上回復が困難な欠け(鋼材露出)	廃棄
	上記以外で 20 mm を越える欠け	ポリマーセメントモルタルによる補修
ひび割れ	構造上回復が困難なひび割れ(0.3mm 以上)	廃棄
	幅 0.1 mm を超え 0.3 mm 未満のひび割れ	低粘性エポキシ樹脂を注入し表面をポリマーセメントペーストにて仕上げる。
	幅 0.1 mm 以下、かつ貫通しているひび割れ	ポリマーセメントペーストにて表面を仕上げる。

### (3) 製品検査後の取扱

- ・合格した部材には、必要な事項および検査済の表示をする。
- ・不合格品は廃棄処分とする。
- ・製品自主検査記録を確認する。



## 付 1 評定書



## 評 定 書 (工法等)

申込者	鹿島建設株式会社	代表取締役社長	天野 裕正	様
	株式会社奥村組	代表取締役社長	奥村 太加典	様
	五洋建設株式会社	代表取締役社長	清水 琢三	様
	戸田建設株式会社	代表取締役社長	大谷 清介	様
	飛島建設株式会社	代表取締役社長	築地 功	様
	西松建設株式会社	代表取締役社長	細川 雅一	様
	株式会社長谷工コーポレーション	代表取締役社長	熊野 聡	様
	松井建設株式会社	取締役社長	松井 隆弘	様
	三井住友建設株式会社	代表取締役社長	柴田 敏雄	様
	高周波熱錬株式会社	代表取締役社長執行役員	大宮 克己	様

件 名 キャプテンパイル工法 (場所打ちコンクリート杭用杭頭半固定工法)

令和7年7月11日付けで評定の申し込みのあった本件については、下記のとおり評定申込事項に係る技術的基準に適合しているものと評定します。

なお、本評定書の有効期間は、本評定日より令和12年12月21日までとします。

令和7年11月14日



## 記

## 1. 評定申込事項

本件は、「杭頭接合工法評定基準 (平成13年2月21日制定)」に係る評定の申し込みがなされたものである。

## 2. 評定の区分

更新

## 3. 評定をした工法等

別紙1のとおり

## 4. 評定の内容

## (1) 方法

本評定は、基礎評定委員会 (委員長: 安達俊夫) において、申込者から提出された資料に基づき審査を行ったものである。

## (2) 審査内容

別紙2のとおり

## 5. 備考

本評定は、設計・施工・品質管理等が適切に行われることを前提に、提出された資料に基づいて行ったものであり、個々の工事等の実施過程及び実施結果の適切性は評定の範囲に含まれていない。



## 付 2 SD590、SD685 材の大臣認定番号一覧表



SD590、SD685 材の大臣認定番号一覧表

通し No	認定を受けた構造方法等の名称	申請者の名称 又は現在の管理者の名称	認定番号
1	鉄筋コンクリート用高強度異形棒鋼 OT685B	大谷製鉄株式会社	MSRB-0143
2	鉄筋コンクリート用高強度異形棒鋼 OT590B	大谷製鉄株式会社	MSRB-0142
3	高強度鉄筋USD590B ねじ節 筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0141
4	高強度鉄筋USD590B 竹節 筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0140
5	高強度鉄筋USD685A ねじ節 筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0139
6	鉄筋コンクリート用高強度異形棒鋼 OT685A	大谷製鉄株式会社	MSRB-0138
7	高強度鉄筋USD685A 竹節 筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0133
8	超高強度異形棒鋼 USD685Bネジテツコン	東京鉄鋼株式会社	MSRB-0117
9	高強度鉄筋ネジエーコン USD590B (D35)	朝日工業株式会社	MSRB-0113
10	高強度異形棒鋼USD590B ネジテツコン (拓南製鐵)	拓南製鐵株式会社	MSRB-0095
11	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 USD685B	JFE条鋼株式会社	MSRB-0093
12	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 USD685A	JFE条鋼株式会社	MSRB-0089
13	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 USD590B	JFE条鋼株式会社	MSRB-0088
14	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 USD685A, USD685A-SN	JFE条鋼株式会社	MSRB-0081
15	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 USD590B, USD590B-SN	JFE条鋼株式会社	MSRB-0080
16	高強度異形棒鋼USD685B ネジテツコン	東京鉄鋼株式会社	MSRB-0074
17	高強度鉄筋 SD590B	合同製鐵株式会社	MSRB-0072
18	OSD590A・筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0071
19	高強度鉄筋 OSD590B・筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0069
20	高強度鉄筋 SD685B	合同製鐵株式会社	MSRB-0065
21	高強度鉄筋タフネジバーUSD685B	共英製鋼株式会社	MSRB-0055
22	高強度鉄筋タフネジバーUSD590	共英製鋼株式会社	MSRB-0043
23	高強度鉄筋ネジエーコンUSD685B	朝日工業株式会社	MSRB-0042
24	高強度鉄筋ネジエーコンUSD685A	朝日工業株式会社	MSRB-0041
25	高強度鉄筋ネジエーコンUSD590B	朝日工業株式会社	MSRB-0040
26	高強度鉄筋ネジエーコンUSD590A	朝日工業株式会社	MSRB-0039
27	高強度鉄筋ネジエーコンUSD685	朝日工業株式会社	MSRB-0037
28	高強度鉄筋ネジエーコンUSD590	朝日工業株式会社	MSRB-0034
29	高強度鉄筋タフネジバーUSD685	共英製鋼株式会社	MSRB-0028
30	高強度鉄筋OSD685・筑波工場	株式会社伊藤製鐵所	MSRB-0023
31	高強度異形棒鋼 USD590 ネジテツコン	東京鉄鋼株式会社	MSRB-0019
32	高強度異形棒鋼 USD590 トーテツコン	東京鉄鋼株式会社	MSRB-0018
33	高強度鉄筋ハイデックHDC685	日本製鉄株式会社	MSRB-0014
34	高強度異形棒鋼USD685トーテツコン	東京鉄鋼株式会社	MSRB-0006
35	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 (ネジデーバUSD685、デーコンUSD685)	日本製鉄株式会社	MSRB-0003
36	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼 (ネジコンUSD685、デーコンUSD685)	株式会社神戸製鋼所	MSRB-0002



場所打ちコンクリート杭用杭頭半固定工法  
キャプテンパイル工法「設計・施工マニュアル」

2006年 4月1日初版発行  
2008年 10月1日第2版  
2011年 4月1日第3版  
2016年 4月1日第4版  
2021年 4月1日第5版  
2026年 4月1日第6版

編集・発行

キャプテンパイル協会 事務局 高周波熱錬(株)  
〒141-8639 東京都品川区東五反田 2-17-1  
TEL 03-3443-5445 FAX 03-5488-7538  
<http://www.cepia.biz/>



鹿島建設株式会社	〒107-8502	東京都港区赤坂6-5-30	03-5561-2111
株式会社奥村組	〒545-8555	大阪府大阪市阿倍野区松崎町2-2-2	06-6625-3788
五洋建設株式会社	〒112-8576	東京都文京区後楽2-2-8	03-3816-7111
戸田建設株式会社	〒104-0031	東京都中央区京橋1-7-1	03-3535-1354
飛島建設株式会社	〒108-0075	東京都港区港南1-8-15 Wビル5F	03-6455-8300
西松建設株式会社	〒105-6407	東京都港区虎ノ門1-17-1	03-3502-0232
株式会社長谷工コーポレーション	〒105-8507	東京都港区芝2-32-1	03-3456-5451
松井建設株式会社	〒104-8281	東京都中央区新川1-17-22	03-3553-1153
三井住友建設株式会社	〒104-0051	東京都中央区佃二丁目1-6	03-4582-3015
株式会社浅沼組	〒556-0017	大阪府大阪市浪速区湊町1-2-3	06-6585-5500
株式会社植木組	〒945-8540	新潟県柏崎市駅前1-5-45	0257-22-6242
大末建設株式会社	〒541-0056	大阪府大阪市中央区久太郎町2-5-28	06-6121-7348
鉄建建設株式会社	〒101-8366	東京都千代田区神田三崎町2-5-3	03-3221-2152
東亜建設工業株式会社	〒163-1031	東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー31階	03-6757-3852
東急建設株式会社	〒150-8340	東京都渋谷区渋谷1-16-14	03-5466-5292
株式会社ナカノフドー建設	〒102-0073	東京都千代田区九段北4-2-28	03-3265-4099
大豊建設株式会社	〒104-8289	東京都中央区新川1-24-4	03-3297-7013
前田建設工業株式会社	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東2-14-1	092-451-1578
矢作建設工業株式会社	〒461-0004	愛知県名古屋市中区葵3-19-7	052-935-2351
事務局			
高周波熱錬株式会社	〒141-8639	東京都品川区東五反田2-17-1	03-3443-5445