

# PDCE避雷球の設置について 設計と取付 (PDCE避雷球取付施工要領)

2026年1月13日 第12.2版

- PDCE避雷球を取付ける支持管を設計/製作する前に御一読下さい。
- 弊社落雷抑制システムズは、支持管の設計/製作はいたしません。  
必要な場合には、それを行う協力会社様を紹介させていただきます。
- 風圧/振動への強度計算は、支持管を設計/製作する会社の責任で  
行って下さい。
- 本書は一般的な建築物/工作物を対象にしています。  
過酷環境下(絶えず振動する船舶や鉄道施設など)や、  
設置要件がより厳しい場合、自社の基準に合わせて施工してください。

## 【お問い合わせ】

株式会社落雷抑制システムズ

担当:松本賢

[TEL:045-264-4110](tel:045-264-4110)

対応時間:平日9:00-17:00



株式会社 落雷抑制システムズ

Lightning Suppression Systems

# 導入の流れ

## ① 導入前検討

○取付場所・方法の策定 (P.3~5)

○保護範囲の設定

・保護対象が保護域に入るよう、PDCE避雷球の取付高さを決める。(P.6)

・既設避雷針を交換する場合、同じ本数と同じ高さに取付ける。

(避雷設備の設置義務がある場合)

## ② 構造物強度計算(P.7~9)

・建築基準法施行令第87条/建設省告示第1454号等の現行規定に則る。

・本資料では風圧強度計算のみを示しているが、別途耐震計算も必要。

・計算例については付録1を参照。

※弊社では、個々の支持管強度計算サービスは行っておりません。

## ③ (PDCE避雷球+支持管)を構造物に取り付けても支障なきことの確認(P.10)

## ④ 支持管の制作・工事

○支持管の制作/取付ボルトP.C.Dの現場での測定方法(P.11)

○材料の搬入計画・安全施工(P.12)

○フランジ部ボルト締結時の注意点(P.13)

○支持管連結例(P.14,15)

## ⑤ 接地抵抗の確認(P.16)

・新規で接地をとる場合、現行規格である JIS Z 9290-3 に則る。

## ⑥ 役所への手続き

・避雷針の取替のみであれば不要の場合がほとんど。

(各市町村で確認のこと)

## ⑦ 完成図書の作成

付録1「某所PDCEシステム 支持柱強度検討書」

付録2「P.C.D対応表」

# ①取付場所の策定 屋上/側壁に取り付ける場合

## ○取付方法

突針型の避雷針と同じ扱いで取り付けてください。

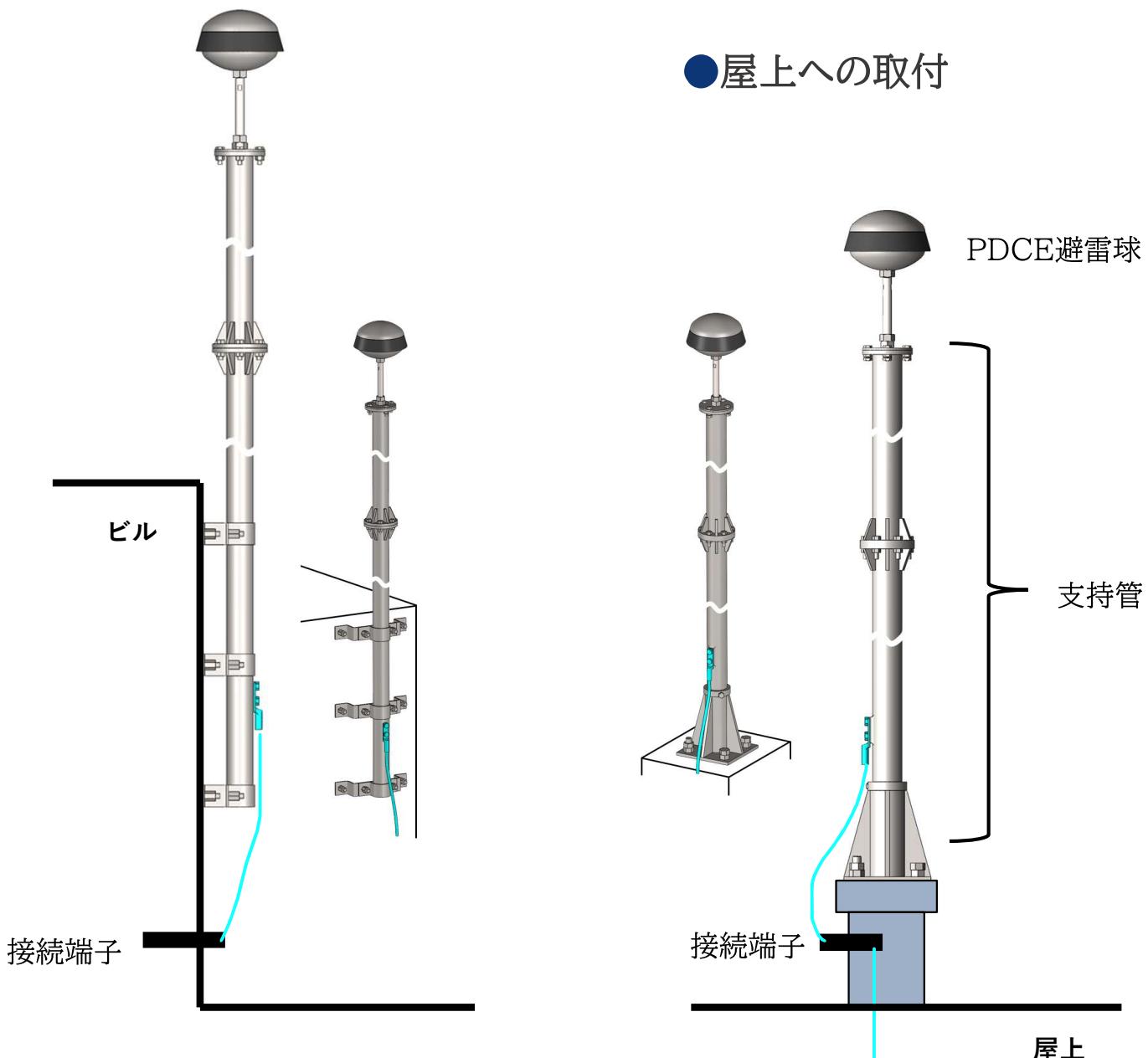
※高さ5mを超える場合、支線や補助パイプの必要性も検討してください。

## ○PDCE避雷球が突針型避雷針と異なる点

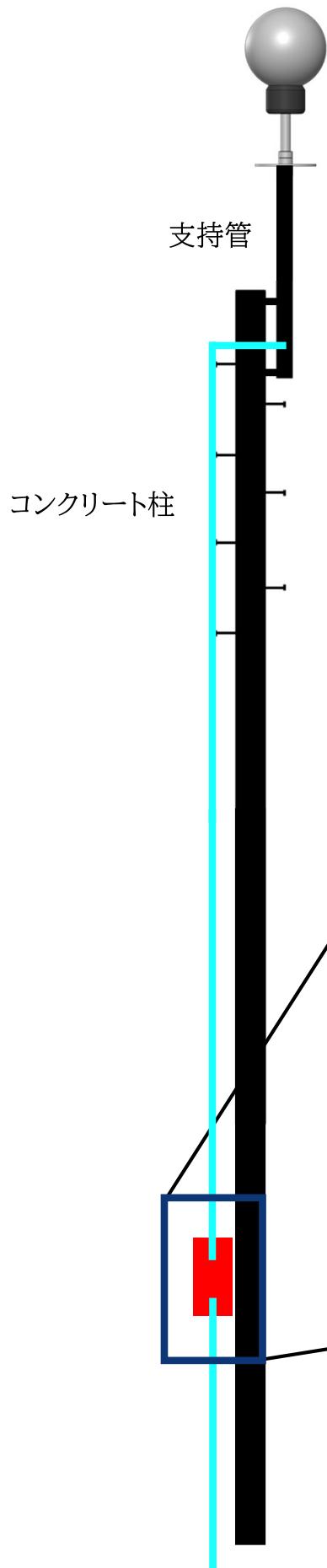
水平投影面積が大きく、重量があります。

⇒これらを考慮して設計ください。

## ●側壁への取付



# ①取付場所の策定 建柱して取り付ける場合



## ○コンクリート柱の場合

1. 支持管から引き下げ導線を下ろし、試験箱を経由し、オニヨリ線で接地
2. 支持管には、接地用端子が必要

## ○金属製ポールの場合

1. 金属製ポールでは、ポールの上端と下端でポール自体を導線とする
2. 磁性管を用いる場合、中に接地線は通さない

試験用端子箱と端子

ハンダで固める



# ①支持管への取り付け方法の策定

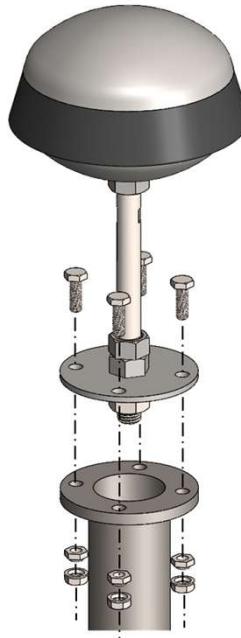
## 【支持管素材】

STK管/SGP管/SUS管 など

※アルミ製ポールは電蝕の懸念があるためご利用頂けません。

## ○フランジ溶接【推奨】

支持管にフランジを溶接にて成形することを推奨しています。

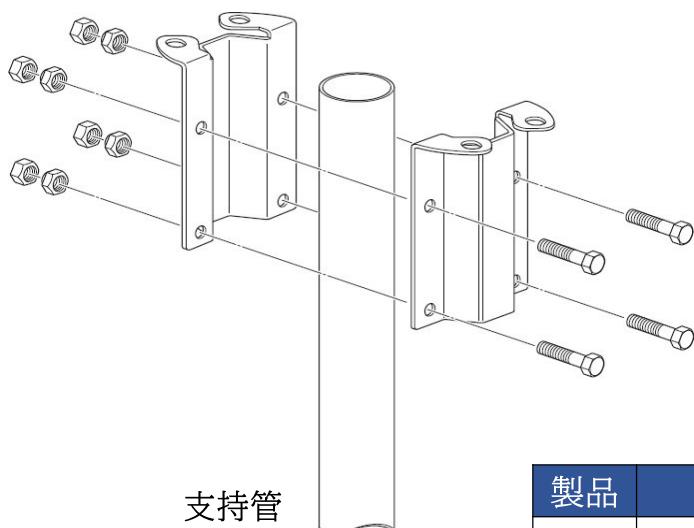


フランジサイズ

機種	直径(mm)	ボルト穴PCD(mm)
Baby	90	70
Junior/ALB小	115	90
Magnum/ALB大	150	115

## ○アタッチメントを使用

風速34m/s以下でご利用ください。溶接の受けの方が強度面では有利です。



アタッチメント

支持管

製品	対応機種	支持管サイズ
AT1	Baby	32A(Φ42.7mm)
AT2	Junior/ALB小	40A(Φ48.6mm)
AT3	Magnum/ALB大	50A(Φ60.5mm)
AT4	Magnum/ALB大	65A(Φ76.3mm)

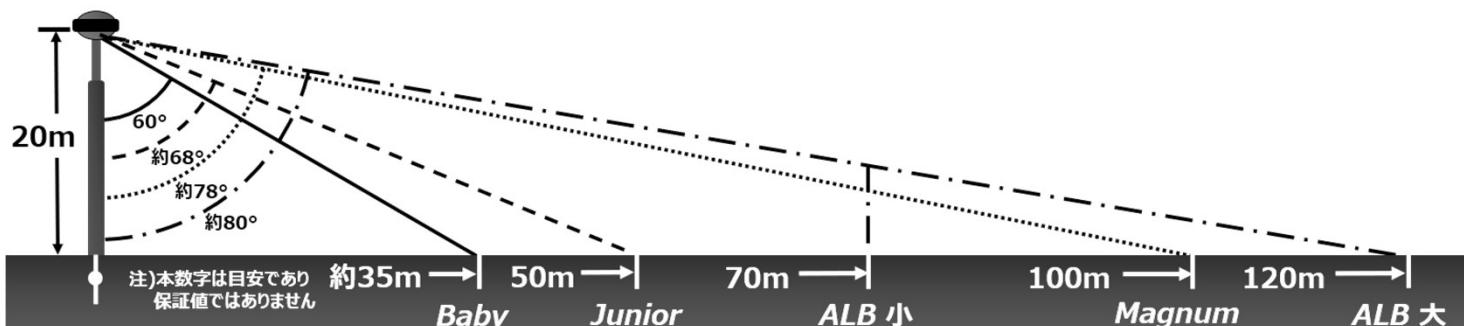
# ①PDCE避雷球の保護範囲/取付高さの設定

## ○建築基準法で避雷設備の設置義務がある場合

⇒受雷部としてJISの避雷設備の規格に則った保護範囲で設置してください。

## ○建築基準法で避雷設備の設置義務がない場合

⇒下図参照。各製品の最大保護範囲を示しています。



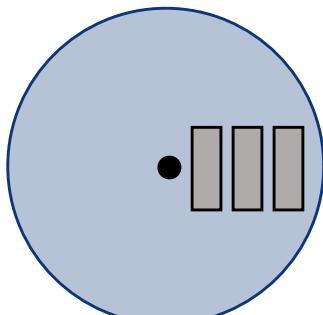
※注意

- ・避雷設備の設置義務がある場合は、PDCE避雷球の実証試験による保護範囲ではなく、建築基準法に則った保護範囲の検討および設置が必要です。
- (例) 高級車の最高速度が300km/hでも、公道で走る際は道路交通法に準じて走行。製品の性能と、法律は異なります。

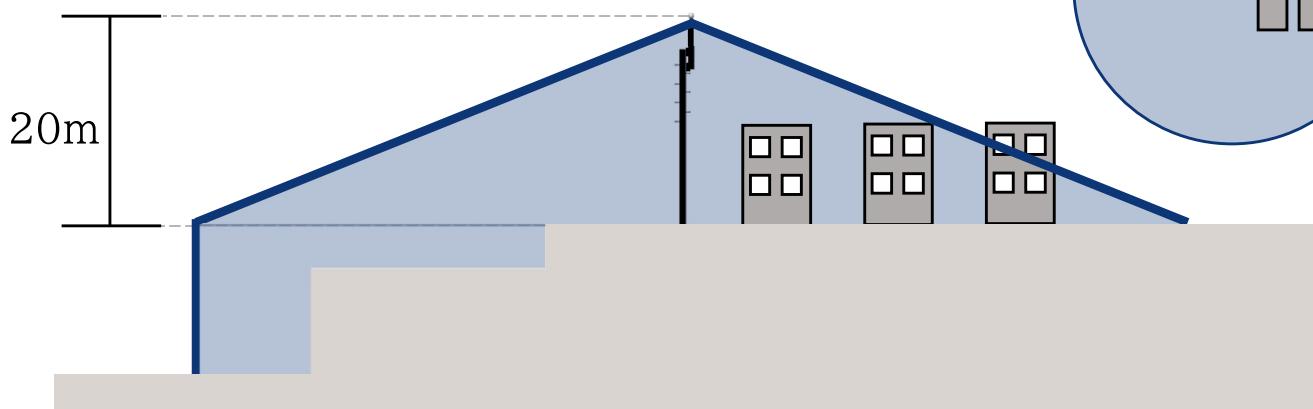
## ●保護範囲設定時の注意点

- ・上からみて保護範囲に入っていても、横から見ると保護範囲から外れていることがあります。保護対象物の高さにご注意ください。
- ・高さ20mに設置した時の保護範囲が最大範囲となります。(ALB小は11.7m時)
- ・地表面に高低差がある場合でも、上図の保護範囲が最大となります。

▼上からみた図



▼横からみた図



## ②構造物強度計算

### ○風圧計算

前ページ①で設定した取付高さや設置場所の地表面粗度区分、設計風速などを基に計算を行ってください。

【下記に該当するケースは要注意】

- ・ 設計用基準風速 $V_0=38\text{m/s}$ を越える地域(特に鹿児島、沖縄)
- ・ 地表面粗度区分が I の地域
- ・ 標高800m を越える場所(着氷等)
- ・ 高さ 60m を超える所

### 【地表粗度区分】

#### 風圧力を算定する基準(地表面粗度区分)の合理化 (平成12年建設省告示第1454号)

国土交通省

【スケジュール】 公布:令和2年12月7日 施行:令和4年1月1日



<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/H12-1454.pdf>

#### I 沿岸地域

都市計画区域外で極めて平坦で障害物のないものとして特定行政庁が定める区域。

#### II 田園地域(高さ13mの場合を除く)

都市計画区域外にあって地表面粗度区分 I の区域以外の区域又は、

都市計画区域内にあって地表面粗度区分 IV の区域外の区域のうち、海岸線又は湖岸線までの距離が500m以内の地域。

#### III 一般地域(建築物の多くはIII地区)

地表面粗度区分 I 、II 、IV 以外の区域。

#### IV 都市部

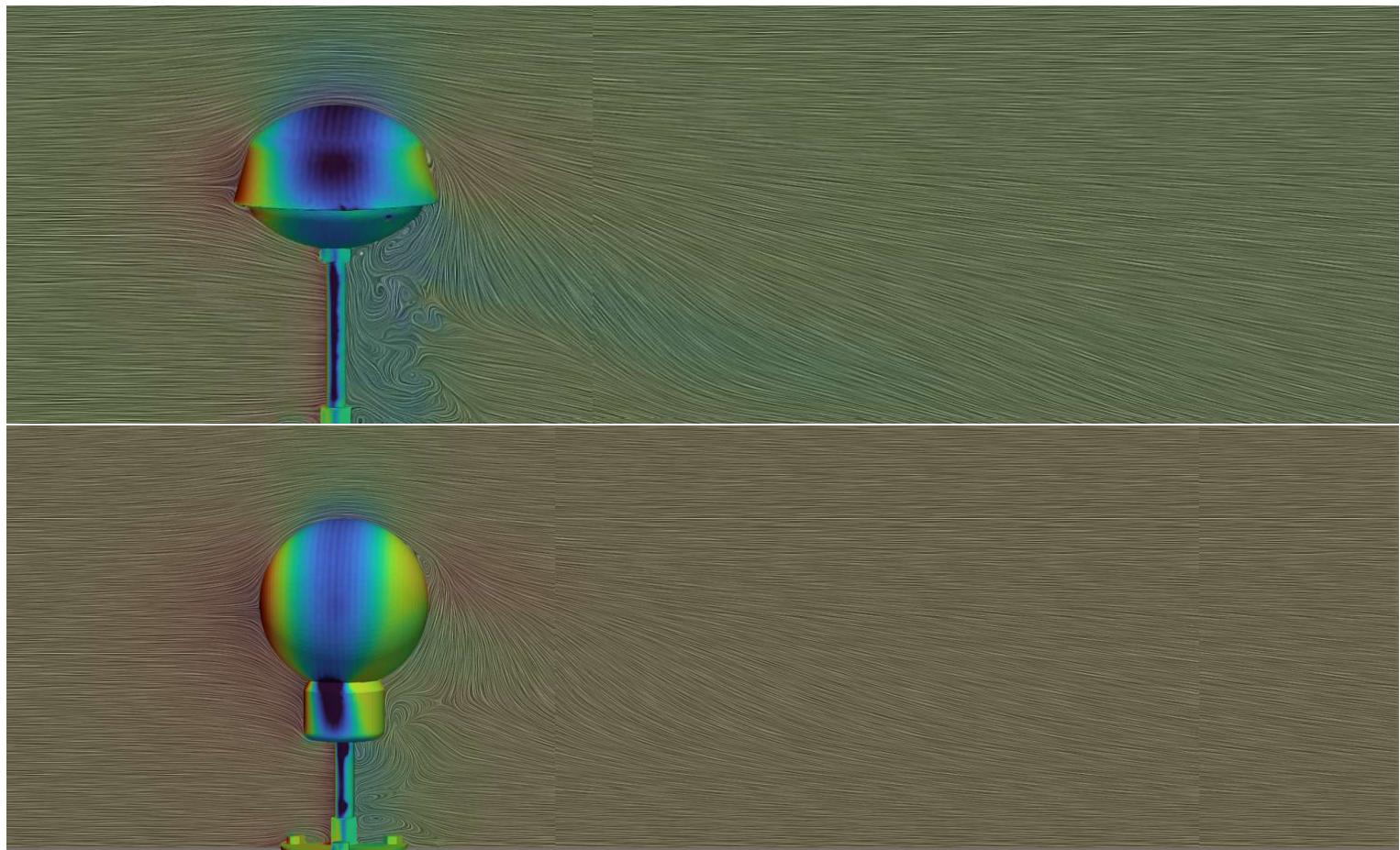
都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域。

### 【建築基準法施行令第87条2項に基づく都道府県基準風速 $V_0$ の数値例】

番号区分	都道府県	市 区	基準風速 $V_0(\text{m/s})$	番号区分	都道府県	市 区	基準風速 $V_0(\text{m/s})$	番号区分	都道府県	市 区	基準風速 $V_0(\text{m/s})$
①	北海道	札幌市	32	⑯	神奈川県	横須賀市	36	⑩	岡山県	岡山市	32
②		函館市	34	⑯	山梨県	富士吉田市	32	⑪	島根県	益田市	32
③	青森県	全 域	34	⑯	長野県	全 域	30	⑫	広島県	呉 市	34
④	岩手県	久慈市	32	⑯	富山県	全 域	30	⑬	山口県	全 域	34
⑤	秋田県	秋田市	32	⑯	石川県	全 域	30	⑭	香川県	全 域	34
⑥	宮城県	全 域	30	⑯	福井県	敦賀市	32	⑮	徳島県	徳島市	36
⑦	山形県	鶴岡市	32	⑯	岐阜県	岐阜市	34	⑯	高知県	室戸市	40
⑧	福島県	全 域	30	⑯	静岡県	伊東市	36	⑯	愛媛県	全 域	34
⑨	新潟県	新潟市	30	⑯	愛知県	名古屋市	34	⑯	大分県	大分市	32
⑩	茨城県	水戸市	32	⑯	京都府	全 域	32	⑯	福岡県	福岡市	34
⑪	栃木県	全 域	30	⑯	奈良県	五條市	34	⑯	佐賀県	全 域	34
⑫	群馬県	全 域	30	⑯	大阪府	大阪市	34	⑯	熊本県	熊本市	34
⑬	埼玉県	浦和市	34	⑯	和歌山県	全 域	34	⑯	宮崎県	宮崎市	36
⑭	千葉県	銚子市	38	⑯	兵庫県	神戸市	34	⑯	鹿児島県	名瀬市	46
⑮	東京都	2 3 区	34	⑯	鳥取県	鳥取市	32	⑯	沖縄県	全 域	46

## ②PDCE避雷球の空気抵抗について

### CFDによる空気抵抗一覧



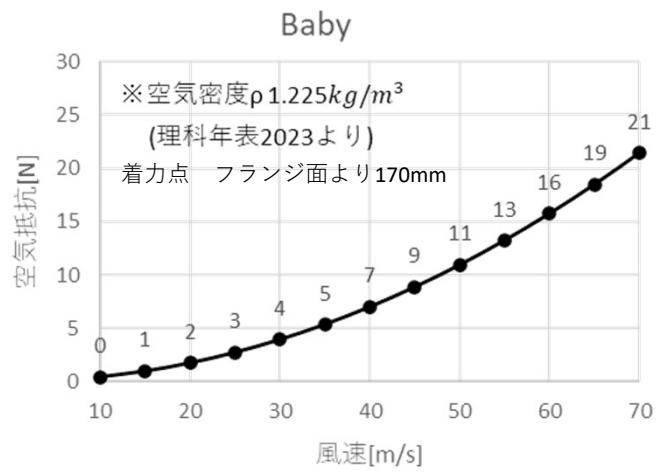
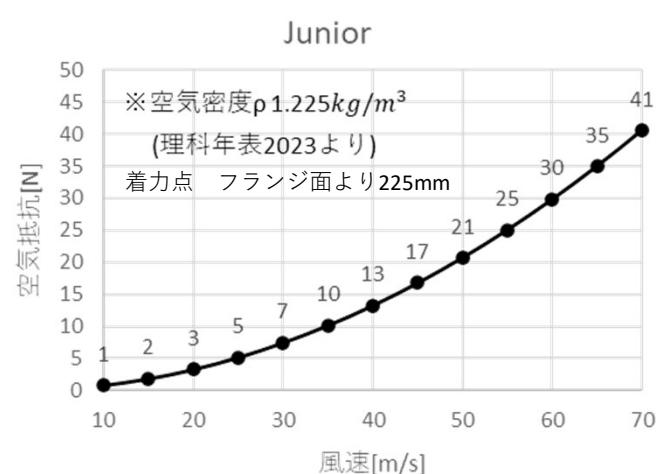
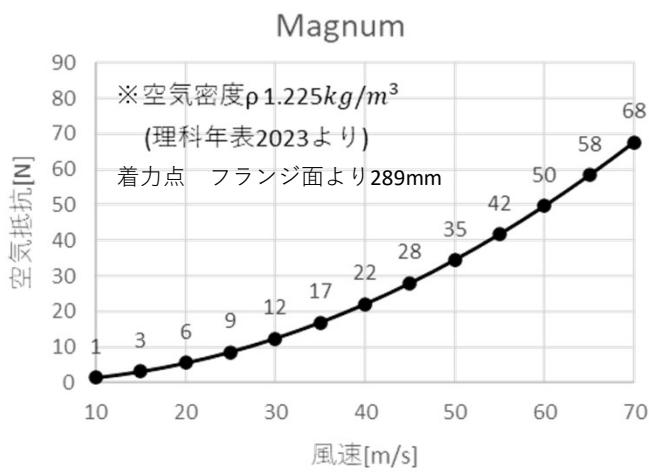
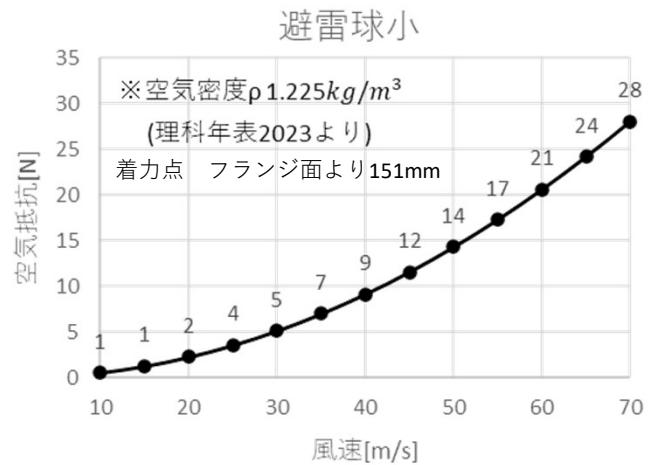
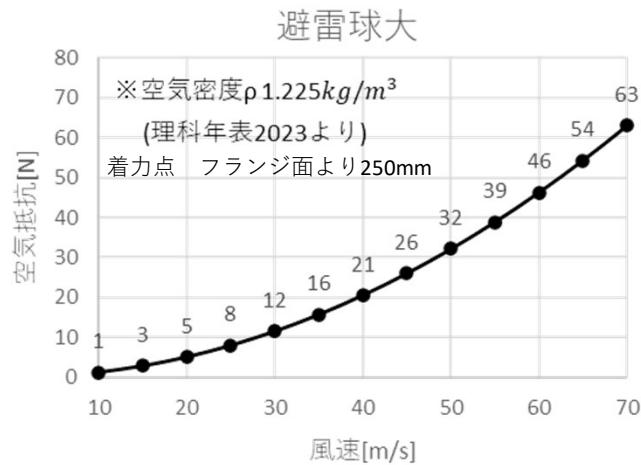
製品	① Cd値	② 受風面積	③ 着力点 (フランジ面より)
Magnum	0.55	410cm <sup>2</sup>	28.9cm
ALB大	0.50	420cm <sup>2</sup>	25.0cm
ALB小	0.55	170cm <sup>2</sup>	15.1cm
Junior	0.52	260cm <sup>2</sup>	22.5cm
Baby	0.65	110cm <sup>2</sup>	17.0cm

### 【PDCE避雷球による空気抵抗の計算方法】

- 1、上記表の①、②の数字を用いて、任意の風速での空気抵抗を算出…A
- 2、支持管の長さに③の長さを足した値…B
- 3、PDCE避雷球による支持管への曲げモーメント=A×B

支持管自身の風圧による曲げモーメントに、上記の曲げモーメントを足し合わせた値を、応力式での曲げモーメントとして許容応力度を求めてください。  
もしくは上記計算ではなく、十分に余裕をもたせた風力係数Cfを設定してください。

## ②風速ごとの空気抵抗一覧 前ページのAの値



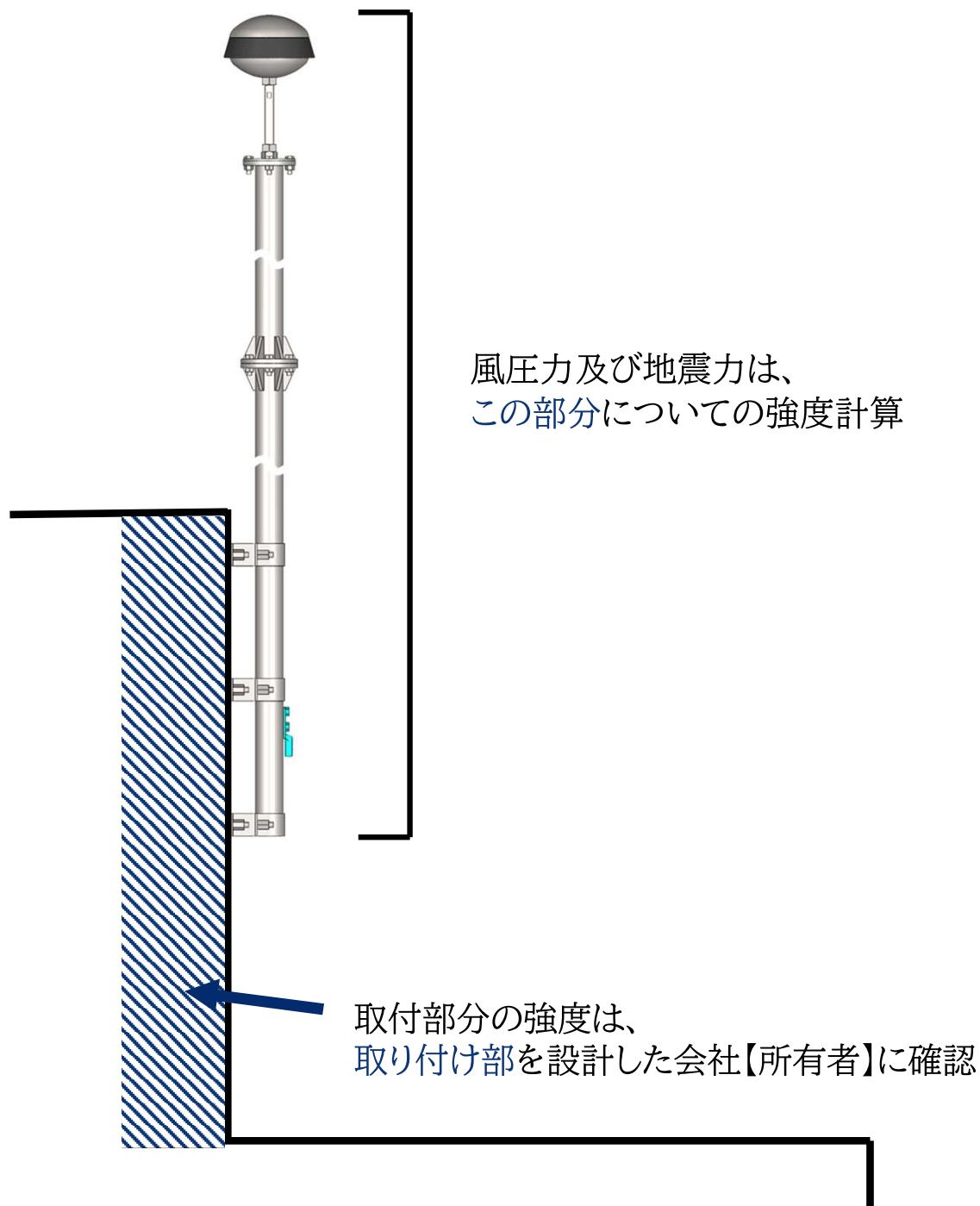
### ③被保護物側の強度の確認

#### ○強度計算の対象

⇒前述の風圧力及び地震力といった強度計算は、受雷部から支持管までのを対象としています。

#### ○取り付け部分の強度

⇒取り付け部分の強度は、設計した会社【所有者】にご確認ください。



## ④支持管の制作/取付ボルトP.C.Dの現場での測定方法

### ○支持管の制作について

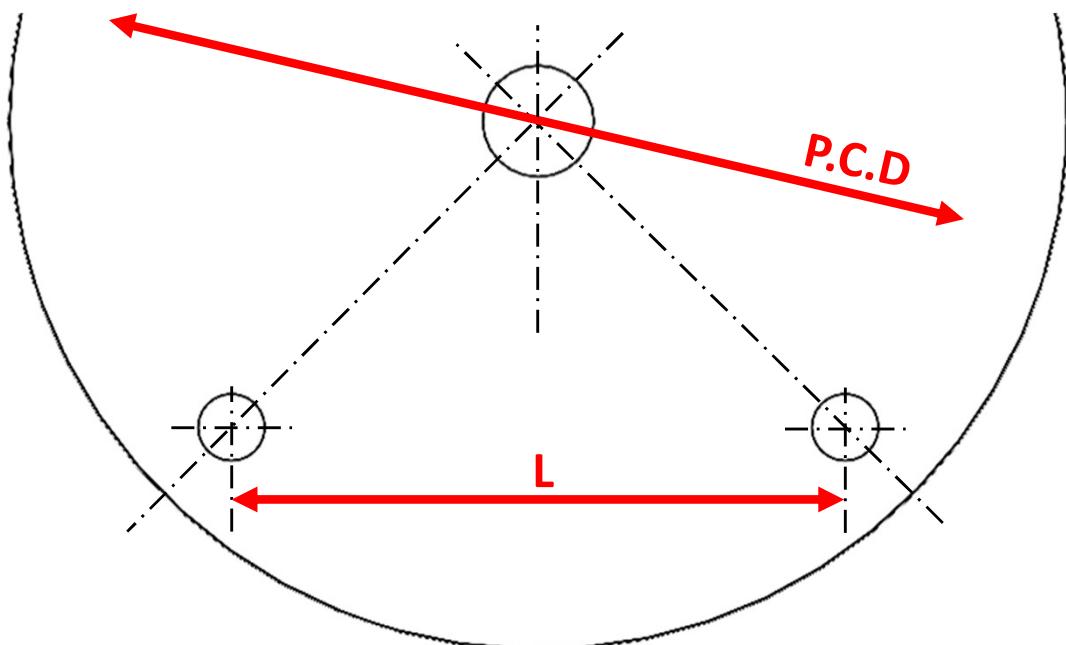
弊社では支持管の設計・製作は行っておりません。  
御社様自身またはお付き合いのある会社様にご依頼ください。  
弊社から紹介させていただくことも可能です。

### ○P.C.Dの現場での測定方法

P.C.DとはPitch Circle Diameterの略で、円周上に並んだ穴の中心点を結んだ円の直径を指します。

既存の構造物に設置する際には、直接定規やノギスを当てて測ることができないため、現場での正確な測定は困難です。

そのため隣り合うボルト間の距離を測り、添付2の対応表にてP.C.Dを推定してください。



【対応表】付録2 参照

PCD ↓	寸法L			
	ボルト穴数			
	4	6	8	10
70	49.5	35.0	26.8	21.6
71	50.2	35.5	27.2	21.9
72	50.9	36.0	27.6	22.2
73	51.6	36.5	27.9	22.6
74	52.3	37.0	28.3	22.9
75	53.0	37.5	28.7	23.2

【例】  
ボルト穴が4穴で、L寸法が53mmの時、  
P.C.Dは75

## ④材料の搬入計画・安全施工

PDCE避雷球の設置にあたって、材料の搬入計画や安全施工における注意点は突針型避雷針と同様です。

### ○材料の搬入計画

材料を取付現場までにどのように搬入するかご検討ください。

例：屋上まで人力/クレーンで支持管を搬入する。

### ○安全施工 **最重要**

高所での安全確保を最優先で考えてください。

作業員だけでなく、設置場所の下にいる人にも影響を与えます。

高さHからものを落下させると、水平距離で2Hまで達します。

また、落雷が発生しそうなときは絶対に作業を行わないでください。

### ○設置工事を開始する前の注意事項

1. 施主の立会の下で場所の最終確認をすること。
2. 埋設物があることが分かっている場合には、現場責任者は常時立ち会うこと。
3. 埋設物がある場合には手掘りで始めること。(60cm)  
いきなり機械掘りで始めない。
4. 埋設物が出てきたら、アース棒打ちこみチームを招集し、埋設物の位置について全員が理解すること。
5. 埋設物の位置を示す杭などを打って、仮埋めした後も位置が分かるようにしておくこと。
6. 埋設物を破壊してしまった場合には、速やかに施主に報告し、復旧のスケジュールについて確認するとともに、関係者に連絡すること。  
復旧を最優先とする。

### ○PDCE避雷球に強い衝撃が加わった場合

万が一PDCE避雷球を施工前・中に落下させたなどの強い衝撃が加わった場合、性能を保証出来かねます。

無償交換の対象外となりますので、安全で確実な作業を行ってください。

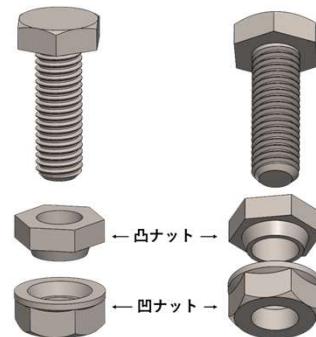
## ④PDCEフランジ部ボルト締結時の注意点

○PDCE避雷球を支持管と接続する際は、ハードロックナットを用いて締結します。

### ●ハードロックナットとは？

凸ナットと凹ナットの2種類のナットのテーバー部でクサビ効果を発生させる事でねじの緩みを防ぎます。取付けの順序と向きがありますので、ご注意ください。

フランジ部への取付は、ボルトを上から差し込み、ハードロックナットが下側になるように取り付けてください。



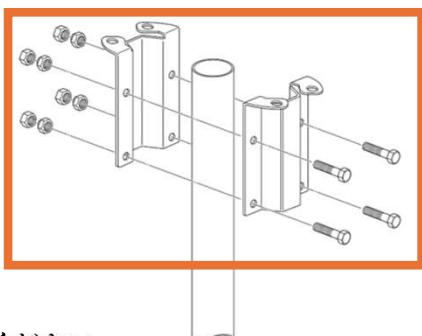
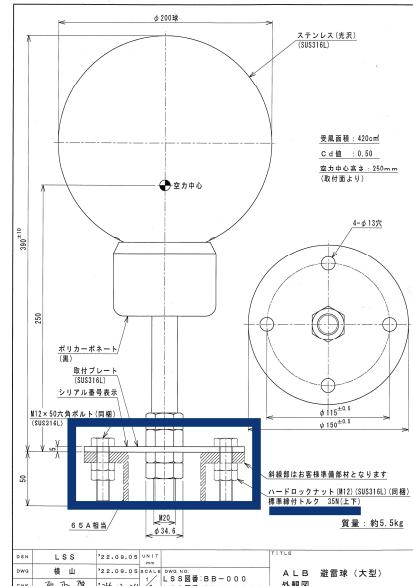
### ●締付トルクについて

指定締付トルクが製品毎に異なります。  
下記の表や各製品の図面をご参照ください。  
(同梱されたボルトのパッケージに記載しております。)

### ▼製品ごとのネジ位置

#### ▼製品ごとの締付トルク

	ねじサイズ	締付トルク
Baby	M8	12Nm
Junior	M10	21Nm
Magnum	M12	35Nm
ALB小	M10	21Nm
ALB大	M12	35Nm
AT1	M8	12Nm
AT2	M10	21Nm
AT3	M12	35Nm
AT4	M12	35Nm



※プレートチェンジした場合、プレートサイズに応じたトルクで取付けてください。

### ●ハードロックナットの注意点

適切な締付トルクで締めた際に、ナットの間に隙間がある場合もありますが、正常です。

隙間が無くなるまで締めこむと、ボルトが破損する可能性がありますので、規定トルクでの締付けをお願いします。



## ④支持管の連結の一例



## ④支持管の連結の一例

### ○上部締結



### ○下部締結



現場加工を行った場合には、適切な防錆処理を行うこと。

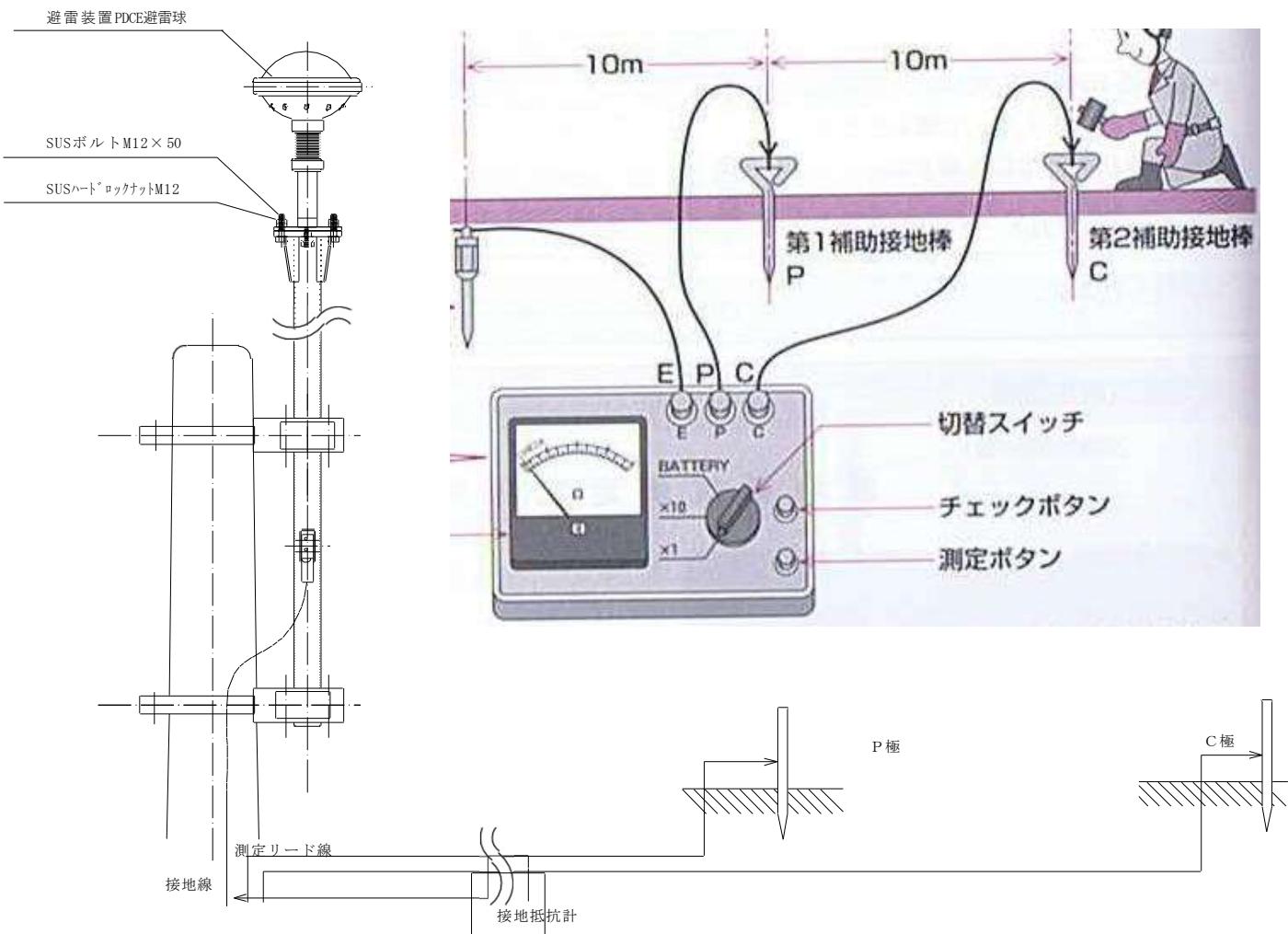
※鉄部材の場合、加工によりメッキが剥がれた部分から錆が発生し破損する恐れがあります。

※塗装によって電気的接続が確保されないことがあります。

電気的接続が必要な場合、締結後に塗装するなどの対応が必要です。

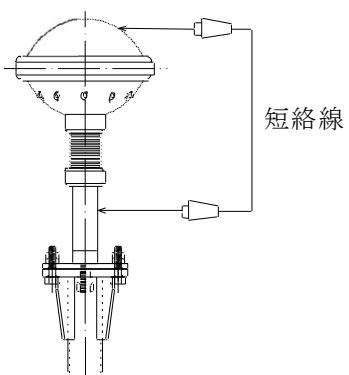
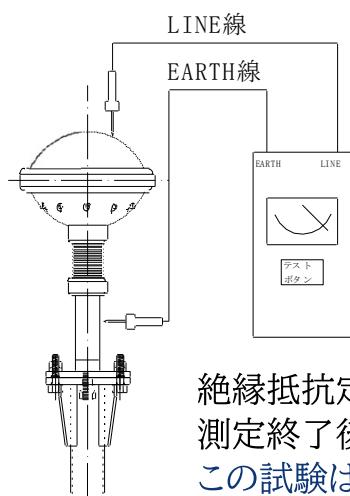
## ⑤接地抵抗の測定

### ○接地抵抗の測定



### ○製品の絶縁試験について

#### 絶縁抵抗の測定



絶縁抵抗定時の感電に注意してください。  
測定終了後、測定でかかった電圧を短絡線でディスチャージします。  
この試験は工場で出荷前に行います。(製品に付属する試験成績報告書参照)  
取付現場で試験する必要はありません。

# 付録1 某所PDCEシステム 支持柱強度検討書

## － 目次 －

§ 1	一般事項	.....	P 1～P 3
1)	検討概要	P 1	
2)	設計条件	P 1	
3)	構造検討方針	P 1	
4)	使用材料及び許容応力度	P 2	
5)	概要図	P 3	
§ 2	荷重事項	.....	P 4～P 5
1)	固定荷重	P 4	
2)	風圧力	P 4～P 5	
3)	地震力	P 5	
§ 3	応力計算		P 6～P 9
1)	計算用略図	P 6～P 7	
2)	暴風時の応力計算	P 8	
3)	地震時の応力計算	P 9	
§ 4	断面算定		P 10～P 15
1)	主材の断面算定	P 10	
2)	接合部の計算	P 11～P 13	
3)	たわみの検討	P 14	
4)	取付部の検討	P 15	
	<END>		P 15

## § 1 一般事項

### 1) 検討概要

本計算は、以下の [ ] にPDCEシステム(避雷装置)を設置するにあたり、新設する支持柱の安全を構造計算により確認するものである。

設置場所 [ ]

既設 [ ]

PDCE支持柱 自立式SUS鋼管柱(ブラケット支持)

既設航空障害灯柱に、PDCE(避雷装置)を新設する。

### 2) 設計条件

#### (1) 風圧力

・ 設計風速	$V_o =$	34	(m/sec)
・ 地表面粗度区分		II	
・ PDCE取付高さ	$H =$	123.0	(m)
・ 鉄塔頂部高さ	$H =$	122.6	(m)
・ たわみ角の制限値	$\theta =$	4.0	(°)

設計に当たっては、避雷装置頂部の高さによる風圧力を設計用風圧力とする。

#### (2) 地震力

・ 地震による水平力は  $C_o =$  [ ] とする。

#### (3) 検討方法

・ 風圧力と地震力を比較し大なる応力により設計を行う。

### 3) 構造検討方針

計算は、以下の基準に準拠する。

建築基準法、同施行令

鋼構造設計規準

ステンレス建築構造設計規準

建築設備耐震設計・施工指針

ケミカルアンカー設計指針

日本建築学会

ステンレス構造建築協会

日本建築センター

建築研究振興協会

## 4) 使用材料及び許容応力度

① 鋼材の許容応力度 (JIS G 4321)			長期				(N/mm <sup>2</sup> )				
採用	種別	材質	板厚	基準値	引張	圧縮	せん断				
			t	F	ft	fc	fb				
○	一般構造用鋼材	SUS304A	t≤40	235	156	式(1)	式(2)	長期×1.5			
		SUS316A									
		SCS13AA									
			100≥t>40	215	143						
	溶接構造用鋼材	SUS304N2A	t≤40	325	216						
			t>40	295	196						

式(1)  $\lambda \leq \Lambda$  のとき $\lambda > \Lambda$  のとき

$$f_c = \frac{\{1-0.4 \times (\lambda/\Lambda)^2\} \times F}{3/2 + (2/3) \times (\lambda/\Lambda)^2} \quad f_c = \frac{18 \times F}{65(\lambda/\Lambda)^2}$$

$$\text{式(2)} \quad f_{b1} = \{1-0.4 \times (\lambda b/\Lambda)^2\} \times F/1.5 \quad f_{b2} = 8800/[(lb \times h)/Af] \quad \text{どちらか大きい値、但し } f_b \leq f_t$$

$$C = 1.75 - 1.05 \times (M_2/M_1) + 0.3 \times (M_2/M_1)^2 \quad \text{但し、} C \leq 2.3, M_2 < M_1 \text{とする。}$$

## ② ボルトの許容応力度又は許容耐力

(JIS B 1186) (N/mm<sup>2</sup>) (kN/本)

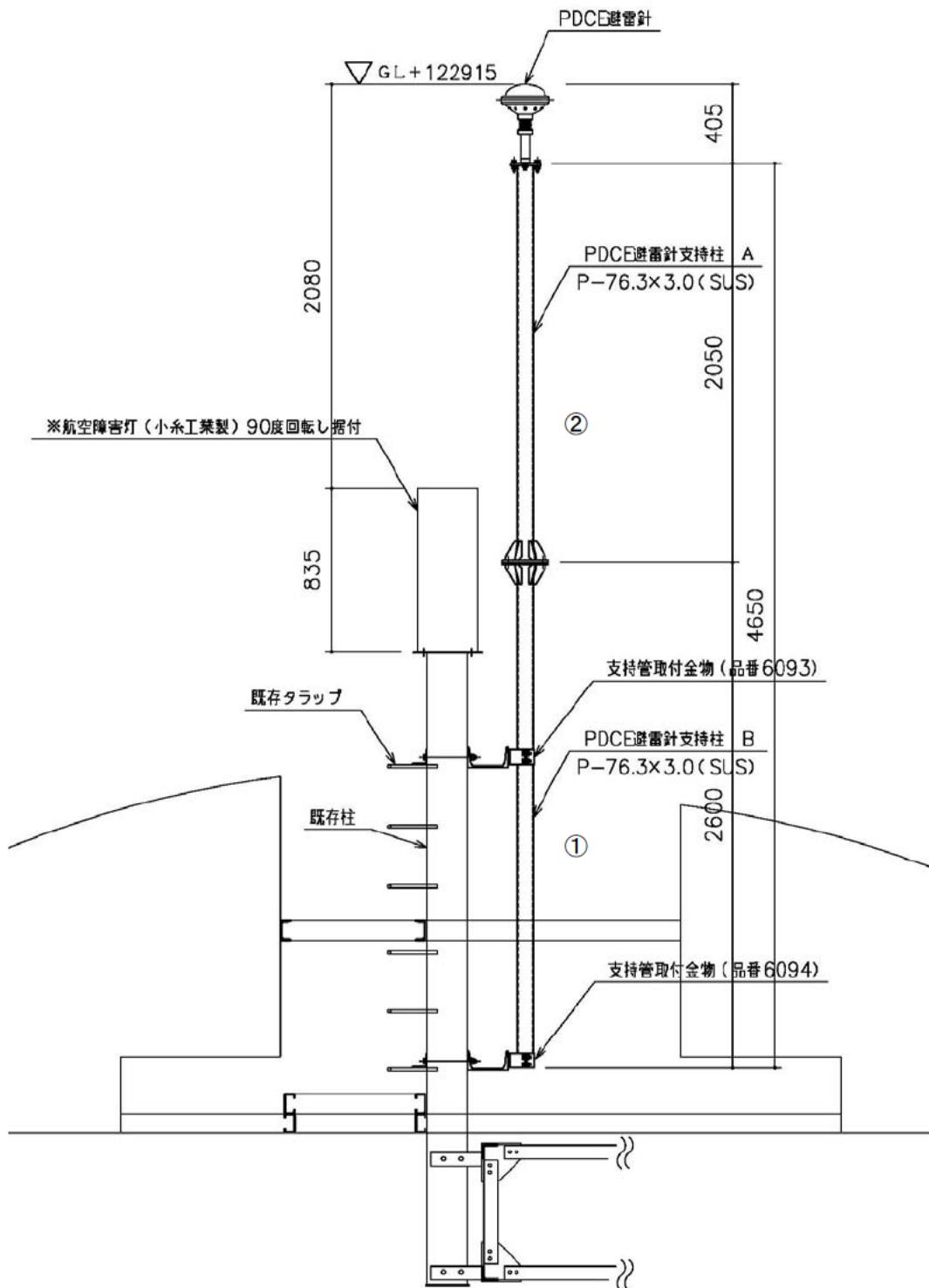
採用	種類	材質	ボルトの呼び径	基準値	引張	せん断	設計ボルト張力	許容せん断力		許容引張力
					F	ft		(一面)	(二面)	
○	高力ボルト	SUS304A	F10T	210	140	81	式(1)	式(2)	長期×1.5	

上表は、長期の値を示す。 短期は、長期の1.5倍とする。

## ③ 溶接

採用	作業の方法	突合せ				突合せ以外	備考
		引張	圧縮	曲げ	せん断		
○		母材のそれぞれの許容応力度に同じ		母材の許容せん断応力度に同じ			

## 5) 概要図



## § 2 荷重事項

## 1) 固定荷重

支持柱の重量は、フランジ、ボルトを主材の50%として計算した。

名称	型式	数量	重量(kN)	重量(kN)
避雷装置 (PDCE)	本体 $\phi=240\text{mm}$ $H=405\text{mm}$	1	0.080	0.080 (8kg/台)
	ベース PL-5			
支持柱②	P-76.3*3.0 L=2.050m	1	0.110	0.110 (0.05kN/m)
支持柱①	P-76.3*3.0 L=2.600m	1	0.140	0.140 (0.05kN/m)
金物	L-200*100*10 L=0.340m	2	0.101	0.202 (0.30kN/m <sup>2</sup> )
	L-75*75*7 L=0.340m	2	0.027	0.053 (0.08kN/m <sup>2</sup> )
	Bolt M16 L=0.270m	2	0.004	0.008 (0.02kN/m <sup>2</sup> )
合計				0.532

## 2) 風圧力

$P_w = C \cdot q \cdot A$  (N) による。

なお、諸数値は以下の通りとする。

$P_w$  : 風圧力 (N)

$Er$  : 平均風速の高さ方向分布係数

$C$  : 風力係数

$Gf$  : ガスト影響係数

$q$  : 速度圧 ( $=0.6EV_o^2$ ) (N/m<sup>2</sup>)

$V_o$  : 基準風速 (m/sec)

$E$  : 影響係数 ( $=E^2 Gf$ )

$A$  : 受風面積 (m<sup>2</sup>)

表-1 平均風速の高さ方向の分布係数

$H \leq Z_b$ の場合	$Er = 1.7 \times (Z_b/Z_G)^\alpha$
$H > Z_b$ の場合	$Er = 1.7 \times (H/Z_G)^\alpha$

表-2 地表粗度区分による各数値

地表粗度区分	$Z_b$ (m)	$Z_G$ (m)	$\alpha$
I	5	250	0.10
II	5	350	0.15
III	5	450	0.20
IV	10	550	0.27

表-3 ガスト影響係数

地上高:H 地表粗度区分	$(1) H \leq 10$	$(2) 10 < H < 40$	$(3) 40 \leq H$
I	2.0		1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3
		(1)と(3)に掲げる数値を 直線的に補間した数値	

従って本設計速度圧は、

基準風速  $V_0 =$   
地表面粗度区分  
高さ  $H =$

34	m/sec
II	
123.00	m

5	
350	
0.15	

$H > Z_b$  の場合

$$Er = 1.7 \times (H/Z_G)^\alpha =$$

$$Gf =$$

$$E = Er^2 \times Gf =$$

1.453
-------

2.00
------

4.22
------

$$q = 0.6 \times E \times V_0^2 =$$

2929	(N/m <sup>2</sup> )
------	---------------------

ここで、設計速度圧は、  $q =$

2929	(N/m <sup>2</sup> )
------	---------------------

### 風力係数 (Cf)

表-4 ラチス構造物

種類	充実率: $\phi$		
	(1) $\phi \leq 0.1$	(2) $0.1 < \phi < 0.6$	(3) $0.6 \leq \phi$
鋼管	a(—)	1.4kz	1.4kz
	b(□)	2.2kz	1.5kz
	c(△)	1.8kz	1.4kz
	d( )	2.5kz	1.7kz
形鋼	a(—)	2.0kz	1.6kz
	b(□)	3.6kz	2.0kz
	c(△)	3.2kz	1.8kz
	d( )	2.8kz	1.7kz

(1)と(3)に掲げる数値を  
直線的に補間した数値

表-5 円筒形構造物

高さ／見付幅 (H/B)	(1) $H/B \leq 1$	(2) $1 < H/B < 8$	(3) $8 \leq H/B$
Cf	0.7kz	(1)と(3)に掲げる数値を 直線的に補間した数値	0.9kz

表-6 風力係数の高さ方向分布係数 (kz)

H $\leq$ Zb		1.0
Zb < H	Z $\leq$ Zb	$(Zb/H)^{2\alpha}$
	Zb < Z	$(Z/H)^{2\alpha}$

Z : 当該位置の地上高

※ 本設計の柱(円筒形構造物)は、付属品を考慮して  $Cf = 1.2kz$  として計算する。

### 3) 地震力

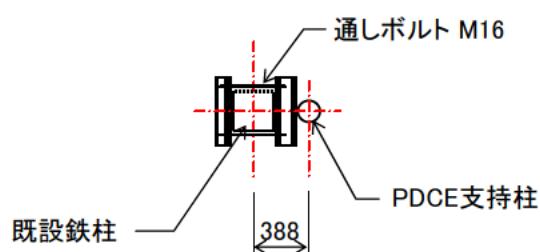
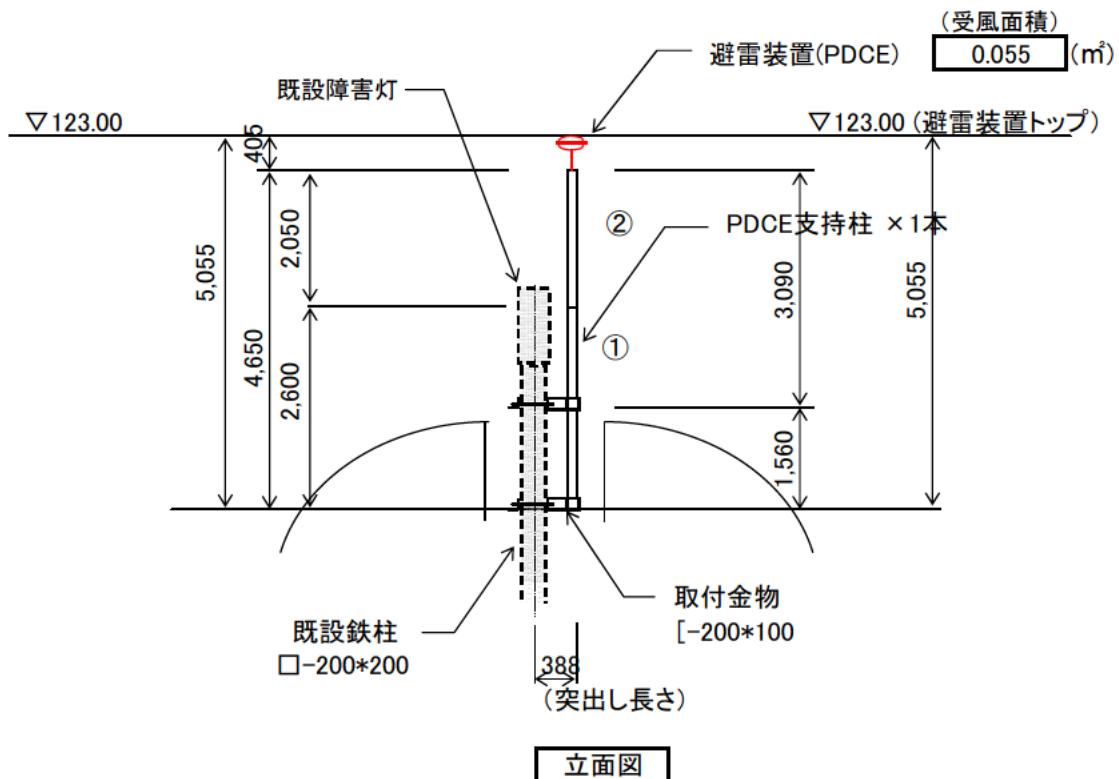
$P_k = k \cdot W_i$  による。

地震力計算用の設計震度 (k) は、以下による。

k=1.5
-------

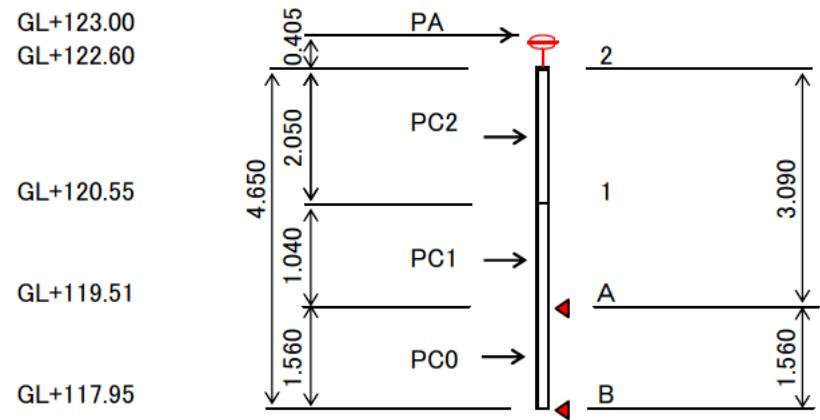
## § 3 応力計算

## (1) 計算用略図



## (2) 支持柱の仮定断面と支持点位置

PDCE支持柱の固定は、上下のブラケット支持として固定とみなす。



## (3) 暴風時の応力計算

風力係数の高さ方向分布係数 (kz)の計算

$$kz = (Z/H)^{2\alpha}$$

$$Zb < Z$$

Z : 当該位置の地上高

名称	水平荷重	Z (m)	kz	1.2kz	2.0kz
避雷装置	PA	123.000	1.00	1.20	
支持柱②	PC2	122.595	1.00	1.20	
支持柱①	PC1	120.545	0.99	1.19	
支持柱①	PC0	119.505	0.99	1.19	

水平力 (Pw)の計算

$$Pw = q \times Cf \times B \times L \times n \text{ (kN)}$$

名称	水平荷重	q (kN/m <sup>3</sup> )	Cf	B(m)	L(m)	n	Pw(kN)
避雷装置	PA上	2.929	1.20		0.055m <sup>3</sup>	1	0.193
支持柱②	PC2	2.929	1.20	0.076	2.05	1	0.549
支持柱①	PC1	2.929	1.19	0.076	1.04	1	0.277
支持柱①	PC0	2.929	1.19	0.076	1.56	0	0.000

曲げモーメント, せん断力の計算

水平荷重による各節点の曲げモーメント, せん力を計算する。

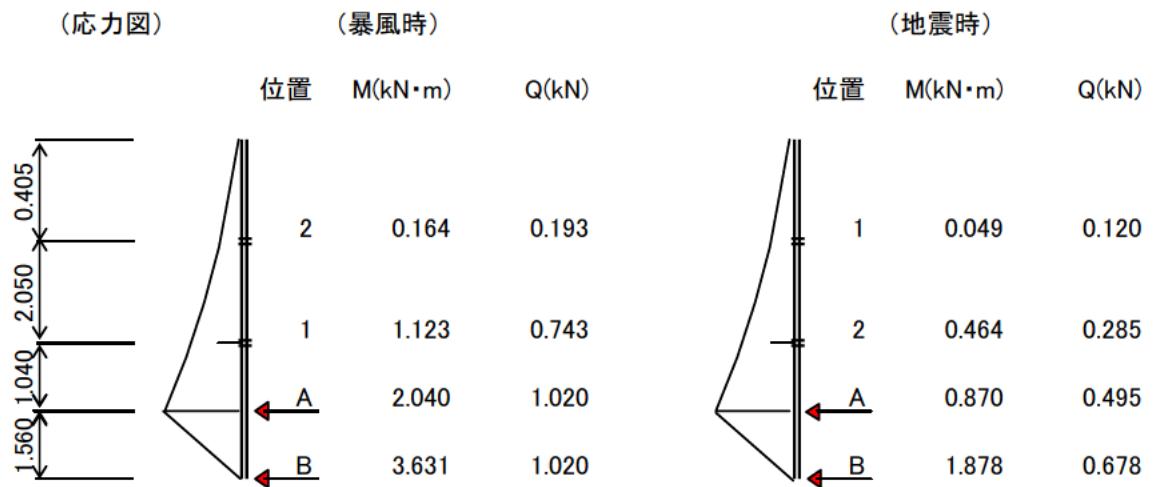
名称	水平荷重	位置	Pw(kN)	$\Sigma Q(kN)$	節点高(m)	アーム(m)	M(kN·m)
避雷装置	PA	2	0.193	0.193	0.405	0.405	0.164
支持柱②	PC2	1	0.549	0.743	2.050	1.025	1.123
支持柱①	PC1	A	0.277	1.020	1.040	0.520	2.040
支持柱①	PC1	A	0.000	1.020	1.560	0.780	3.631

## (4) 地震時の応力計算

地震力は、水平震度  $k = 1.5$  とする。

水平荷重による各節点の曲げモーメント, せん力を計算する。

名称	水平荷重	位置	W(kN)	Q(kN)	$\Sigma Q(kN)$	節点高(m)	アーム(m)	M(kN·m)
避雷装置	PA	2	0.080	0.120	0.120	0.405	0.405	0.049
支持柱②	PC2	1	0.110	0.165	0.285	2.050	1.025	0.464
支持柱①	PC1	A	0.140	0.210	0.495	1.040	0.520	0.870
支持柱①	PC0	A	0.202	0.303	0.678	1.560	0.780	1.878



支持点の反力	(風圧時)	(地震時)
上部支持点 RB = <input type="text" value="2.33"/> (kN)		上部支持点 RB = <input type="text" value="1.20"/> (kN)
下部支持点 RA = <input type="text" value="1.31"/> (kN)		下部支持点 RA = <input type="text" value="0.53"/> (kN)

風圧時の応力 > 地震時の応力 となる。

## § 4 断面算定

応力の大なる暴風時で設計する。

## 1) 主材の断面算定

## (1) 支持柱 ②

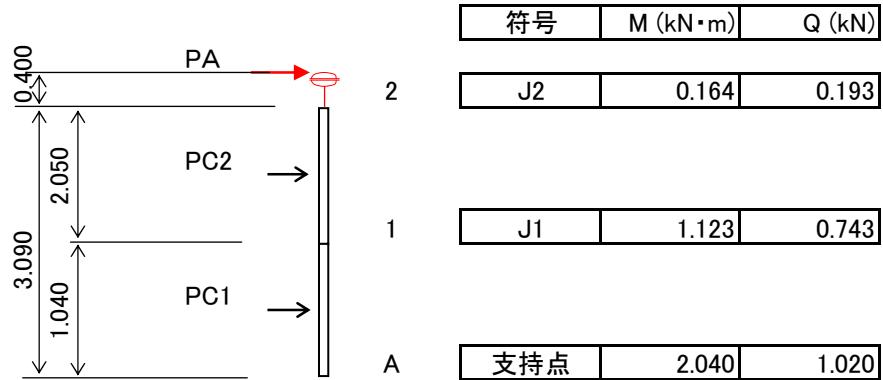
設計応力	$M_u =$	1.12 (kN·m)
	$N_u =$	0.14 (kN)
	$Q =$	0.74 (kN)
仮定断面	$A =$	6.91 ( $\text{cm}^2$ )
$\phi - 76.3 \times 3.0$	$Z =$	12.20 ( $\text{cm}^3$ )
(SUS304A)	$I =$	46.50 ( $\text{cm}^4$ )
	$i =$	2.59 (cm)
巾厚比	$D/t =$	25.4 $\leq 112$ OK
座屈長さ	$l_k = 2l =$	410 (cm)
	$\lambda_c = l_k/i =$	158
	$\Lambda =$	164
許容圧縮応力度	$s_{fc} =$	10,477 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )
許容曲げ応力度	$f_b =$	23,500 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )
圧縮応力度	$\sigma_c = N/A$	21 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )
曲げ応力度	$\sigma_b = M/Z$	9,208 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )
組合せ応力度	$\sigma_c/s_{fc} + \sigma_b/f_b =$	0.39 $\leq 1.0$ OK

## (2) 支持柱 ①

設計応力	$M_u =$	2.04 (kN·m)	(C支持点)
	$N_u =$	0.25 (kN)	
	$Q =$	1.02 (kN)	
仮定断面	$A =$	6.91 ( $\text{cm}^2$ )	
$\phi - 76.3 \times 3.0$	$Z =$	12.20 ( $\text{cm}^3$ )	
(SUS304A)	$I =$	46.50 ( $\text{cm}^4$ )	
	$i =$	2.59 (cm)	
巾厚比	$D/t =$	25.4 $\leq 112$ OK	
座屈長さ	$l_k = 2l =$	618 (cm)	
	$\lambda_c = l_k/i =$	239	
	$\Lambda =$	164	$(\lambda_c > \Lambda)$
許容圧縮応力度	$s_{fc} =$	4,611 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	
許容曲げ応力度	$f_b =$	23,500 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	
圧縮応力度	$\sigma_c = N/A$	36 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	
曲げ応力度	$\sigma_b = M/Z$	16,721 ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	
組合せ応力度	$\sigma_c/s_{fc} + \sigma_b/f_b =$	0.72 $\leq 1.0$ OK	

## 2) 接合部の計算

## 接合部の応力表

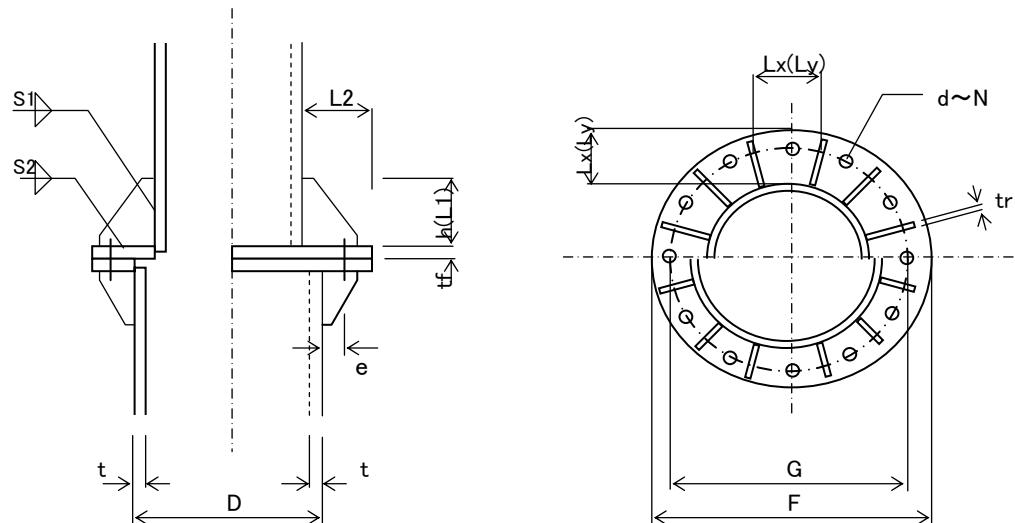


柱の接合部はリブ付鋼管フランジ継手とし全強継手とする。

## 記号の説明

## 材質

主材	STK400
フランジ	SS400
リブプレート	SS400



## 接合部断面算定表

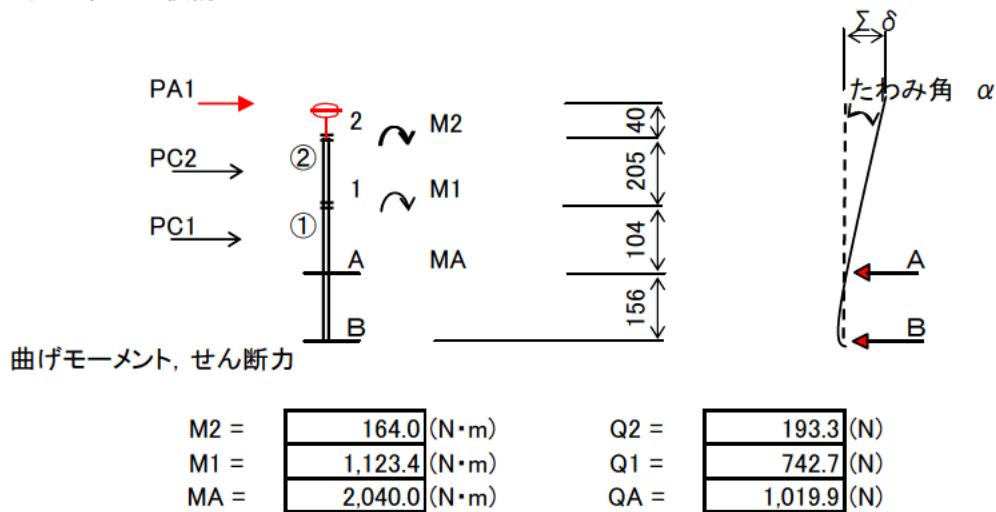
		項目	記号, 計算式	単位	節番号 上側	J4 下側	節番号 上側	J1 下側	節番号 上側	下側
設計荷重	発生モーメント	M1		kN・cm	16		112			
	鋼管全強度	M2=fb・Z		kN・cm	184		287			
	設計用モーメント	M=max(M1,M2)		kN・cm	184		287			
鋼管	材質			SUS304A	SUS304A	SUS304A	SUS304A			
	外径	D	mm	60.5	76.3	76.3	76.3			
	肉厚	t	mm	3.2	3.0	3.0	3.0			
	断面係数	Z	cm <sup>3</sup>	7.84	12.20	12.20	12.20			
	許容曲げ応力度	fb	kN/cm <sup>2</sup>	23.50	23.50	23.50	23.50			
フランジ ボルト	材質			F8T	F8T	F8T	F8T			
	ボルト径	d	mm	M12		M16				
	本数	N		4		6				
フランジ 寸法	フランジ外径	F	mm	150		230				
	ボルトサークル	G	mm	115		170				
ボルトの 検討	引張力	T=4・M/(G・N)	kN/本	16.02		11.24				
	強度	Ft	kN/本	31.7		31.7				
	安全率	SF=T/Ft		0.51		0.36				
	判定			OK		OK				
フランジ プレートの 検討	材質			SS400	SS400	SS400	SS400			
	厚み	tf	mm	12	12	12	12			
	リブピッチ	L1=π・G/N	cm	9.03	9.03	8.90	8.90			
	フランジ幅	L2=(F-D)/2	cm	4.48	3.69	7.69	7.69			
	長辺	Ly	cm	9.03	9.03	8.90	8.90			
	短辺	Lx	cm	4.48	3.69	7.69	7.69			
	長辺/短辺	Ly/Lx		2.02	2.45	1.16	1.16			
	モーメント係数	α		0.28	0.35	0.12	0.12			
	等分布荷重	w=T/(Lx・Ly)	kN/cm <sup>2</sup>	0.40	0.48	0.16	0.16			
	曲げモーメント	Mf=α wLx <sup>2</sup>	kN・cm/cm	2.22	2.29	1.17	1.17			
	断面係数	Zf=tr <sup>2</sup> /6	cm <sup>3</sup> /cm	0.24	0.24	0.24	0.24			
	曲げ応力度	σ f=Mf/Zf	kN/cm <sup>2</sup>	9.27	9.54	4.86	4.86			
	許容曲げ応力度	ff	kN/cm <sup>2</sup>	23.50	23.50	23.50	23.50			
	安全率	SF=σ f/ff		0.39	0.41	0.21	0.21			
	判定			OK	OK	OK	OK			
リブ プレートの 検討	材質			SS400	SS400	SS400	SS400			
	厚み	tr	mm		6	6	6			
	高さ	h	mm		100	100	100			
	スカラップ寸法	R	mm		20	20	20			
	偏心距離	e	cm		1.9	4.7	4.7			
	せん断対象断面積	Ar=tr・(h-R)	cm <sup>2</sup>		4.80	4.80	4.80			
	せん断応力度	τ r=T/Ar	kN/cm <sup>2</sup>		3.34	2.34	2.34			
	曲げモーメント	Mr=T・e	kN・cm		31.0	52.7	52.7			
	断面係数	Zr=tr・(h-R) <sup>2</sup> /3	cm <sup>3</sup>		20.0	20.0	20.0			
	曲げ応力度	σ r1=Mr/Zr	kN/cm <sup>2</sup>		1.55	2.63	2.63			
	合成応力度	σ r2=√(σ r1 <sup>2</sup> +3τ r <sup>2</sup> )	kN/cm <sup>2</sup>		5.99	4.84	4.84			
	許容応力度	fr	kN/cm <sup>2</sup>		23.50	23.50	23.50			
	安全率	SF=σ r2/fr			0.25	0.21	0.21			
	判定				OK	OK	OK			

	項目	記号, 計算式	単位	節番号 上側	J4 下側	節番号 上側	J1 下側	節番号 上側	0 下側
立面の溶接検討 リブブレート	脚長	S1	mm		6	6	6		
	溶接長	L1	cm		10.0	10.0	10.0		
	せん断対象断面積	$A_{s1}=1.4 \cdot S1 \cdot L1$	cm <sup>2</sup>		8.4	8.4	8.4		
	せん断応力度	$\tau_{s1}=T/A_{s1}$	kN/cm <sup>2</sup>		1.91	1.34	1.34		
	断面係数	$Z_s=1.4 \cdot S1 \cdot L1^2/3$	cm <sup>3</sup>		28.00	28.00	28.00		
	曲げ応力度	$\sigma_{s1}=M_r/Z_s$	kN/cm <sup>2</sup>		1.11	1.88	1.88		
	合成応力度	$\sigma_{s2}=\sqrt{(\sigma_{s1}^2 + \tau_{s1}^2)}$	kN/cm <sup>2</sup>		2.21	2.31	2.31		
	許容応力度	$f_r2$	kN/cm <sup>2</sup>		13.56	13.56	13.56		
	安全率	$SF=\sigma_{s2}/f_r2$			0.16	0.17	0.17		
下面の溶接検討 リブブレート	判定				OK	OK	OK		
	脚長	S2	mm		6	6	6		
	溶接長	L2	cm		3.69	7.69	7.69		
	せん断対象断面積	$A_{s2}=1.4 \cdot S2 \cdot L2$	cm <sup>2</sup>		3.10	6.46	6.46		
	せん断応力度	$\tau_{s2}=T/A_{s2}$	kN/cm <sup>2</sup>		5.18	1.74	1.74		
	安全率	$SF=\tau_{s2}/f_r2$			0.38	0.13	0.13		
	判定				OK	OK	OK		

## めっき高力ボルトの摩擦接合による短期許容耐力

ボルトの材質	ボルトの呼び径	設計ボルト張力(kN)	許容耐力(kN)		許容引張力(kN)
			一面摩擦	二面摩擦	
SUS304A	M16				31.7
	M20				
	M22				
	M24				

## 3) たわみの検討



節点番号	曲げモーメント M(N·m)	部材サイズ	断面二次モーメント I(cm <sup>4</sup> )	節点高さ h(cm)	δ (rad)
3	0.0				
2	164.0	φ-60.5 × 3.2	23.7	40	0.00068
1	1,123.4	φ-76.3 × 3.0	46.5	205	0.01384
A	2,040.0	φ-76.3 × 3.0	46.5	104	0.01726
B	0.0	φ-76.3 × 3.0	46.5	156	0.01113
$\sum \delta =$					0.04290

$$(片持梁) \quad \delta (\text{rad}) = \frac{Mu+Mt}{E \times I} \times h/2 \quad E = 2.05 \times 10^7 \text{ N/mm}^2$$

$$(単純梁) \quad \delta (\text{rad}) = \frac{Mu+Mt}{E \times I} \times h/3$$

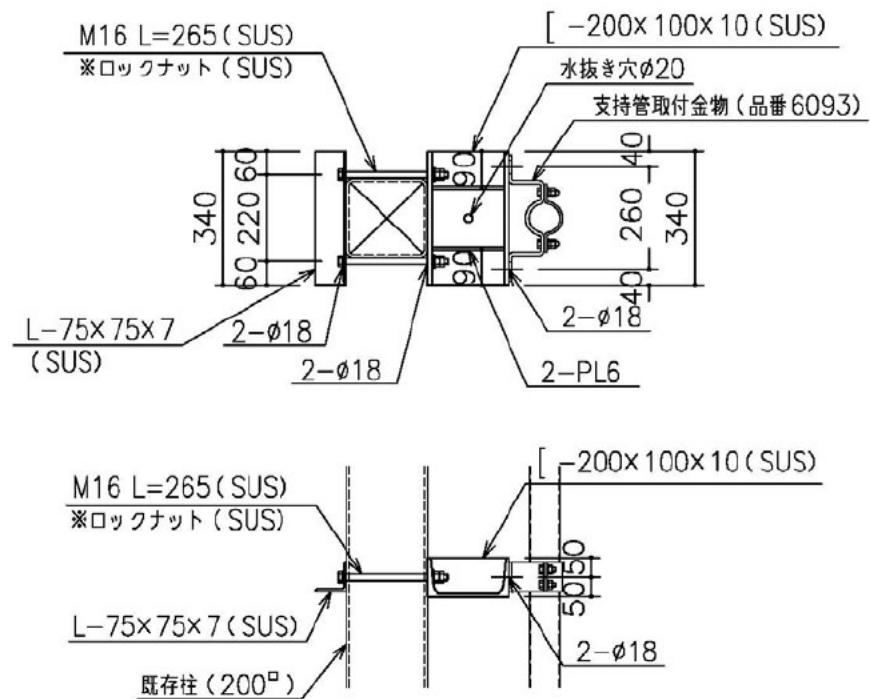
$$\alpha = \sum \delta \times 180/\pi = 2.46^\circ \leq 4.0^\circ \text{ OK}$$

$$\tan \theta = 0.043 \quad \sum \delta = 14.60 \text{ (cm)}$$

## 4) 取付部の検討

上部支持点	Pv =	— (kN)	支持柱:P-76.3 × 3.0
	Rh =	2.33 (kN)	
下部支持点	Pv =	0.53 (kN)	
	Rh =	1.31 (kN)	

応力は微小であるので、下図の通り ブラケットを通しボルトで締付けて固定する。  
支持柱の固定金物は、既製品(ステンレス)を使用する。



支持柱接合詳細図

以上

付録2 P.C.D 対応表1

PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L							
	ボルト穴数					ボルト穴数					ボルト穴数					ボルト穴数					ボルト穴数							
	4	6	8	10		4	6	8	10		4	6	8	10		4	6	8	10		4	6	8	10				
70	49.5	35.0	26.8	21.6	105	74.2	52.5	40.2	32.4	140	99.0	70.0	53.6	43.3	175	123.7	87.5	67.0	54.1	210	148.5	105.0	80.4	64.9				
71	50.2	35.5	27.2	21.9	106	75.0	53.0	40.6	32.8	141	99.7	70.5	54.0	43.6	176	124.5	88.0	67.4	54.4	211	149.2	105.5	80.7	65.2				
72	50.9	36.0	27.6	22.2	107	75.7	53.5	40.9	33.1	142	100.4	71.0	54.3	43.9	177	125.2	88.5	67.7	54.7	212	149.9	106.0	81.1	65.5				
73	51.6	36.5	27.9	22.6	108	76.4	54.0	41.3	33.4	143	101.1	71.5	54.7	44.2	178	125.9	89.0	68.1	55.0	213	150.6	106.5	81.5	65.8				
74	52.3	37.0	28.3	22.9	109	77.1	54.5	41.7	33.7	144	101.8	72.0	55.1	44.5	179	126.6	89.5	68.5	55.3	214	151.3	107.0	81.9	66.1				
75	53.0	37.5	28.7	23.2	110	77.8	55.0	42.1	34.0	145	102.5	72.5	55.5	44.8	180	127.3	90.0	68.9	55.6	215	152.0	107.5	82.3	66.4				
76	53.7	38.0	29.1	23.5	111	78.5	55.5	42.5	34.3	146	103.2	73.0	55.9	45.1	181	128.0	90.5	69.3	55.9	216	152.7	108.0	82.7	66.7				
77	54.4	38.5	29.5	23.8	112	79.2	56.0	42.9	34.6	147	103.9	73.5	56.3	45.4	182	128.7	91.0	69.6	56.2	217	153.4	108.5	83.0	67.1				
78	55.2	39.0	29.8	24.1	113	79.9	56.5	43.2	34.9	148	104.7	74.0	56.6	45.7	183	129.4	91.5	70.0	56.6	218	154.1	109.0	83.4	67.4				
79	55.9	39.5	30.2	24.4	114	80.6	57.0	43.6	35.2	149	105.4	74.5	57.0	46.0	184	130.1	92.0	70.4	56.9	219	154.9	109.5	83.8	67.7				
80	56.6	40.0	30.6	24.7	115	81.3	57.5	44.0	35.5	150	106.1	75.0	57.4	46.4	185	130.8	92.5	70.8	57.2	220	155.6	110.0	84.2	68.0				
81	57.3	40.5	31.0	25.0	116	82.0	58.0	44.4	35.8	151	106.8	75.5	57.8	46.7	186	131.5	93.0	71.2	57.5	221	156.3	110.5	84.6	68.3				
82	58.0	41.0	31.4	25.3	117	82.7	58.5	44.8	36.2	152	107.5	76.0	58.2	47.0	187	132.2	93.5	71.6	57.8	222	157.0	111.0	85.0	68.6				
83	58.7	41.5	31.8	25.6	118	83.4	59.0	45.2	36.5	153	108.2	76.5	58.6	47.3	188	132.9	94.0	71.9	58.1	223	157.7	111.5	85.3	68.9				
84	59.4	42.0	32.1	26.0	119	84.1	59.5	45.5	36.8	154	108.9	77.0	58.9	47.6	189	133.6	94.5	72.3	58.4	224	158.4	112.0	85.7	69.2				
85	60.1	42.5	32.5	26.3	120	84.9	60.0	45.9	37.1	155	109.6	77.5	59.3	47.9	190	134.4	95.0	72.7	58.7	225	159.1	112.5	86.1	69.5				
86	60.8	43.0	32.9	26.6	121	85.6	60.5	46.3	37.4	156	110.3	78.0	59.7	48.2	191	135.1	95.5	73.1	59.0	226	159.8	113.0	86.5	69.8				
87	61.5	43.5	33.3	26.9	122	86.3	61.0	46.7	37.7	157	111.0	78.5	60.1	48.5	192	135.8	96.0	73.5	59.3	227	160.5	113.5	86.9	70.1				
88	62.2	44.0	33.7	27.2	123	87.0	61.5	47.1	38.0	158	111.7	79.0	60.5	48.8	193	136.5	96.5	73.9	59.6	228	161.2	114.0	87.3	70.5				
89	62.9	44.5	34.1	27.5	124	87.7	62.0	47.5	38.3	159	112.4	79.5	60.8	49.1	194	137.2	97.0	74.2	59.9	229	161.9	114.5	87.6	70.8				
90	63.6	45.0	34.4	27.8	125	88.4	62.5	47.8	38.6	160	113.1	80.0	61.2	49.4	195	137.9	97.5	74.6	60.3	230	162.6	115.0	88.0	71.1				
91	64.3	45.5	34.8	28.1	126	89.1	63.0	48.2	38.9	161	113.8	80.5	61.6	49.8	196	138.6	98.0	75.0	60.6	231	163.3	115.5	88.4	71.4				
92	65.1	46.0	35.2	28.4	127	89.8	63.5	48.6	39.2	162	114.6	81.0	62.0	50.1	197	139.3	98.5	75.4	60.9	232	164.0	116.0	88.8	71.7				
93	65.8	46.5	35.6	28.7	128	90.5	64.0	49.0	39.6	163	115.3	81.5	62.4	50.4	198	140.0	99.0	75.8	61.2	233	164.8	116.5	89.2	72.0				
94	66.5	47.0	36.0	29.0	129	91.2	64.5	49.4	39.9	164	116.0	82.0	62.8	50.7	199	140.7	99.5	76.2	61.5	234	165.5	117.0	89.5	72.3				
95	67.2	47.5	36.4	29.4	130	91.9	65.0	49.7	40.2	165	116.7	82.5	63.1	51.0	200	141.4	100.0	76.5	61.8	235	166.2	117.5	89.9	72.6				
96	67.9	48.0	36.7	29.7	131	92.6	65.5	50.1	40.5	166	117.4	83.0	63.5	51.3	201	142.1	100.5	76.9	62.1	236	166.9	118.0	90.3	72.9				
97	68.6	48.5	37.1	30.0	132	93.3	66.0	50.5	40.8	167	118.1	83.5	63.9	51.6	202	142.8	101.0	77.3	62.4	237	167.6	118.5	90.7	73.2				
98	69.3	49.0	37.5	30.3	133	94.0</																						

付録2 P.C.D 対応表2

PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L				PCD ↓	寸法L							
	ボルト穴数					ボルト穴数					ボルト穴数					ボルト穴数					ボルト穴数							
	4	6	8	10		4	6	8	10		4	6	8	10		4	6	8	10		4	6	8	10				
245	173.2	122.5	93.8	75.7	280	198.0	140.0	107.2	86.5	315	222.7	157.5	120.5	97.3	350	247.5	175.0	133.9	108.2	385	272.2	192.5	147.3	119.0				
246	173.9	123.0	94.1	76.0	281	198.7	140.5	107.5	86.8	316	223.4	158.0	120.9	97.6	351	248.2	175.5	134.3	108.5	386	272.9	193.0	147.7	119.3				
247	174.7	123.5	94.5	76.3	282	199.4	141.0	107.9	87.1	317	224.2	158.5	121.3	98.0	352	248.9	176.0	134.7	108.8	387	273.7	193.5	148.1	119.6				
248	175.4	124.0	94.9	76.6	283	200.1	141.5	108.3	87.5	318	224.9	159.0	121.7	98.3	353	249.6	176.5	135.1	109.1	388	274.4	194.0	148.5	119.9				
249	176.1	124.5	95.3	76.9	284	200.8	142.0	108.7	87.8	319	225.6	159.5	122.1	98.6	354	250.3	177.0	135.5	109.4	389	275.1	194.5	148.9	120.2				
250	176.8	125.0	95.7	77.3	285	201.5	142.5	109.1	88.1	320	226.3	160.0	122.5	98.9	355	251.0	177.5	135.9	109.7	390	275.8	195.0	149.2	120.5				
251	177.5	125.5	96.1	77.6	286	202.2	143.0	109.4	88.4	321	227.0	160.5	122.8	99.2	356	251.7	178.0	136.2	110.0	391	276.5	195.5	149.6	120.8				
252	178.2	126.0	96.4	77.9	287	202.9	143.5	109.8	88.7	322	227.7	161.0	123.2	99.5	357	252.4	178.5	136.6	110.3	392	277.2	196.0	150.0	121.1				
253	178.9	126.5	96.8	78.2	288	203.6	144.0	110.2	89.0	323	228.4	161.5	123.6	99.8	358	253.1	179.0	137.0	110.6	393	277.9	196.5	150.4	121.4				
254	179.6	127.0	97.2	78.5	289	204.4	144.5	110.6	89.3	324	229.1	162.0	124.0	100.1	359	253.9	179.5	137.4	110.9	394	278.6	197.0	150.8	121.8				
255	180.3	127.5	97.6	78.8	290	205.1	145.0	111.0	89.6	325	229.8	162.5	124.4	100.4	360	254.6	180.0	137.8	111.2	395	279.3	197.5	151.2	122.1				
256	181.0	128.0	98.0	79.1	291	205.8	145.5	111.4	89.9	326	230.5	163.0	124.8	100.7	361	255.3	180.5	138.1	111.6	396	280.0	198.0	151.5	122.4				
257	181.7	128.5	98.3	79.4	292	206.5	146.0	111.7	90.2	327	231.2	163.5	125.1	101.0	362	256.0	181.0	138.5	111.9	397	280.7	198.5	151.9	122.7				
258	182.4	129.0	98.7	79.7	293	207.2	146.5	112.1	90.5	328	231.9	164.0	125.5	101.4	363	256.7	181.5	138.9	112.2	398	281.4	199.0	152.3	123.0				
259	183.1	129.5	99.1	80.0	294	207.9	147.0	112.5	90.9	329	232.6	164.5	125.9	101.7	364	257.4	182.0	139.3	112.5	399	282.1	199.5	152.7	123.3				
260	183.8	130.0	99.5	80.3	295	208.6	147.5	112.9	91.2	330	233.3	165.0	126.3	102.0	365	258.1	182.5	139.7	112.8	400	282.8	200.0	153.1	123.6				
261	184.6	130.5	99.9	80.7	296	209.3	148.0	113.3	91.5	331	234.1	165.5	126.7	102.3	366	258.8	183.0	140.1	113.1	401	283.5	200.5	153.5	123.9				
262	185.3	131.0	100.3	81.0	297	210.0	148.5	113.7	91.8	332	234.8	166.0	127.1	102.6	367	259.5	183.5	140.4	113.4	402	284.3	201.0	153.8	124.2				
263	186.0	131.5	100.6	81.3	298	210.7	149.0	114.0	92.1	333	235.5	166.5	127.4	102.9	368	260.2	184.0	140.8	113.7	403	285.0	201.5	154.2	124.5				
264	186.7	132.0	101.0	81.6	299	211.4	149.5	114.4	92.4	334	236.2	167.0	127.8	103.2	369	260.9	184.5	141.2	114.0	404	285.7	202.0	154.6	124.8				
265	187.4	132.5	101.4	81.9	300	212.1	150.0	114.8	92.7	335	236.9	167.5	128.2	103.5	370	261.6	185.0	141.6	114.3	405	286.4	202.5	155.0	125.2				
266	188.1	133.0	101.8	82.2	301	212.8	150.5	115.2	93.0	336	237.6	168.0	128.6	103.8	371	262.3	185.5	142.0	114.6	406	287.1	203.0	155.4	125.5				
267	188.8	133.5	102.2	82.5	302	213.5	151.0	115.6	93.3	337	238.3	168.5	129.0	104.1	372	263.0	186.0	142.4	115.0	407	287.8	203.5	155.8	125.8				
268	189.5	134.0	102.6	82.8	303	214.3	151.5	116.0	93.6	338	239.0	169.0	129.3	104.4	373	263.8	186.5	142.7	115.3	408	288.5	204.0	156.1	126.1				
269	190.2	134.5	102.9	83.1	304	215.0	152.0	116.3	93.9	339	239.7	169.5	129.7	104.8	374	264.5	187.0	143.1	115.6	409	289.2	204.5	156.5	126.4				
270	190.9	135.0	103.3	83.4	305	215.7	152.5	116.7	94.3	340	240.4	170.0	130.1	105.1	375	265.2	187.5	143.5	115.9	410	289.9	205.0	156.9	126.7				
271	191.6	135.5	103.7	83.7	306	216.4	153.0	117.1	94.6	341	241.1	170.5	130.5	105.4	376	265.9												