

モニュメント柱構造計算

平成25年4月

〇〇株式会社

1. 検討条件

(1) 支持物および安全率

支持物: 鋼管柱 SUS Φ267.4

地上高 6.98 m

根入れ 0.00 m

安全率(本体): 1.0 以上

(2) 基準風速と風力係数

建設地: 熊本県 水俣市

基準風速: $V_0=34.0\text{m/s}$ (地表面粗度区分: III)

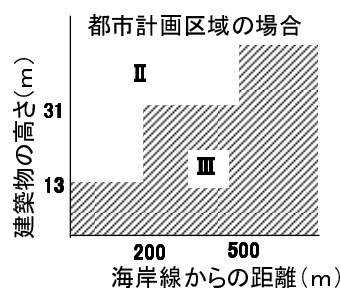
(地表面粗度区分)

I: 都市計画区域外で平坦で障害物がない区域

II: 都市計画区域外で I 以外の区域、または都市計画区域内で海岸線までの距離と高さに応じた部分

III: I、II、IV 区分以外の部分

IV: 都市計画区域内で都市化が極めて著しい区域



風力係数: C_f	鋼管柱	0.90 kz
	避雷針	0.90 kz
	丸型アンテナ	1.20 kz (取り付け金具含む)
	箱型アンテナ	1.40 kz (取り付け金具含む)
	給電線およびケーブル類	0.90 kz
	装柱物	1.60 kz

(3) 地震時の地域係数と地盤種別

地域係数 0.9

標準せん断力係数: 0.3

地盤種別 第2種(普通)

(4) 地表面粗度区分と係数

地表面粗度区分と係数

地表面粗度区分	Z_b (m)	Z_G (m)	α	G_f		
				$H \leq 10$	$10 < H < 40$	$40 \leq H$
I	5	250	0.10	2.0	直線補間	1.8
II	5	350	0.15	2.2		2.0
III	5	450	0.20	2.5		2.1
IV	10	550	0.27	3.1		2.3

G_f : ガスト影響係数 : 風は常に一定の強さで吹いているわけではなく、強弱がある。そこで、風を受けて建築物が揺れた場合、どの位の力が働くかを計算するために考えられた係数

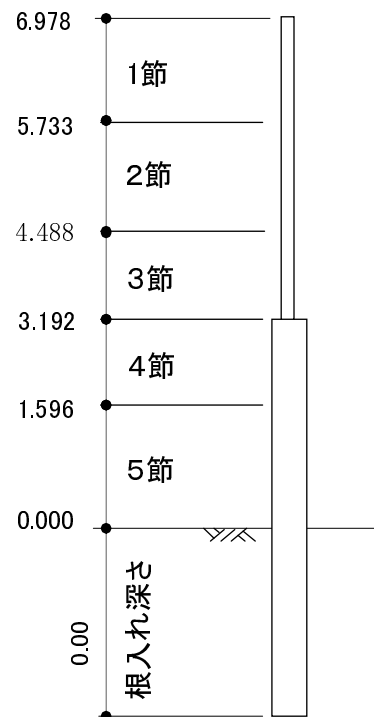
2. 風荷重の算定

段付直管データ

分割	高さ (m)	節長 (m)	口径 (mm)	厚さ (mm)	単位重量 (N/m)	節重量 (kN)	断面積 A (cm ²)	断面係 数Z (cm ³)	断面2 次モーメ ントI (cm ⁴)
1節	6.978	1.245	114.3	3.0	80.8	0.101	10.49	28.4	163
2節	5.733	1.245	114.3	3.0	80.8	0.101	10.49	28.4	163
3節	4.488	1.296	114.3	3.0	80.8	0.105	10.49	28.4	163
4節	3.192	1.596	267.4	5.5	348.6	0.556	45.25	290.3	3882
5節	1.596	1.596	267.4	5.5	348.6	0.556	45.25	290.3	3882
地際	0.000		267.4			1.419			

検討位置

検討断面	高さ (m)
位置1	0.000
断面2	3.192
断面3	
断面4	



2-1.地際

(1)速度圧の算定

基準風速 V_0 : 34.0 (m/s) 地表面粗度区分: III 地上高さ H: 6.98 (m)

速度圧 $q = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2 = 0.947 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

ここで、ZG = 450 $\alpha = 0.20$ Gf = 2.500

$E_r = 1.7 (H / ZG)^\alpha = 0.739$

$E = E_r^2 \cdot Gf = 1.365$

(2)支持物の風荷重の算定

鋼管柱		節長 (m)	作用高 h (m)	風力 係数 Cf		受風面積 A (m ²)	風荷重 Q (kN)	地際モーメント M (kN・m)
					kz			
SUS Φ267.4	1節	1.245	6.978	0.90	1.00	0.142	0.121	0.844
	2節	1.245	5.733	0.90	0.92	0.142	0.111	0.636
	3節	1.296	4.488	0.90	0.88	0.148	0.111	0.498
	4節	1.596	3.192	0.90	0.88	0.427	0.320	1.021
	5節	1.596	1.596	0.90	0.88	0.427	0.320	0.511
計		6.978					0.98	3.51

(3)給電線の風荷重の算定

給電線		節長 (m)	作用高 h (m)	風力 係数 Cf		受風面積 A (m ²)	風荷重 Q (kN)	地際モーメント M (kN・m)
					kz			
-	1節							-
	2節							-
	3節							-
	4節							-
	5節							-
-	1節							-
	2節							-
	3節							-
	4節							-
	5節							-
-	1節							-
	2節							-
	3節							-
	4節							-
	5節							-
計							-	-

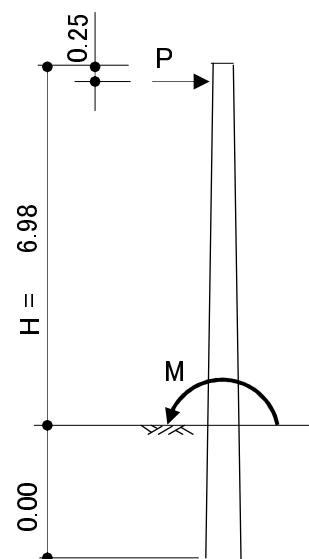
(4) 搭載機器の風荷重の算定

搭載機器	作用高 h (m)	風力係数 Cf	kz	受風面積 A (m ²)	風荷重 Q (kN)	地際モーメント M (kN・m)
SUSΦ 76.4	4.488	0.90	0.88	0.005	0.004	0.018
SUSΦ 114.3 0.1143×3.200	3.192	0.90	0.88	0.366	0.275	0.878
ターンバックルΦ9 0.009×3.560	5.090	0.90	0.88	0.064	0.048	0.244
ターンバックルΦ9 0.009×3.270	5.090	0.90	0.88	0.058	0.044	0.224
ターンバックルΦ9 0.009×2.110	5.730	0.90	0.92	0.076	0.060	0.344
平角材 t=6 0.04×3.730	5.090	1.60	0.88	0.596	0.795	4.047
平角材 t=6 0.04×2.650	5.090	1.60	0.88	0.424	0.565	2.876
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
通信線 1						-
通信線 2						-
電源線 1						-
電源線 2						-
計					1.79	8.63

(5) 風荷重の集計

	風荷重 Q (kN)	地際モーメント M (kN・m)
支持物	0.98	3.51
給電線	-	-
搭載機器	1.79	8.63
計	2.77	12.14

全水平力 $Q = 2.77$ (kN)
 全地際モーメント $M = 12.14$ (kN・m)
 頂部集中換算荷重 $P = \frac{M}{H-0.25} = 1.80$ (kN)



2-2. 地上 3.192 m

(1)速度圧の算定

基準風速 V_0 : 34.0 (m/s) 地表面粗度区分: III 地上高さ H : 6.98 (m)

速度圧 $q = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2 = 0.947$ (kN/m²)

ここで、 $ZG = 450$ $\alpha = 0.20$ $Gf = 2.500$

$E_r = 1.7 (H / ZG)^\alpha = 0.739$

$E = E_r^2 \cdot Gf = 1.365$

(2)支持物の風荷重の算定

鋼管柱		節長 (m)	作用高 h (m)	風力係数 Cf	kz	受風面積 A (m ²)	風荷重 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
SUS Φ267.4	1節	1.245	3.786	0.90	1.00	0.142	0.121	0.458
	2節	1.245	2.541	0.90	0.92	0.142	0.111	0.282
	3節	1.296	1.296	0.90	0.88	0.148	0.111	0.144
	4節							-
	5節							-
計		3.786					0.34	0.88

(3)給電線の風荷重の算定

給電線		節長 (m)	作用高 h (m)	風力係数 Cf	kz	受風面積 A (m ²)	風荷重 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
-	1節	1.245						-
	2節	1.245						-
	3節	1.296						-
	4節	0.000						-
	5節	0.000						-
-	1節	1.245						-
	2節	1.245						-
	3節	1.296						-
	4節	0.000						-
	5節	0.000						-
-	1節	1.245						-
	2節	1.245						-
	3節	1.296						-
	4節	0.000						-
	5節	0.000						-
計							-	-

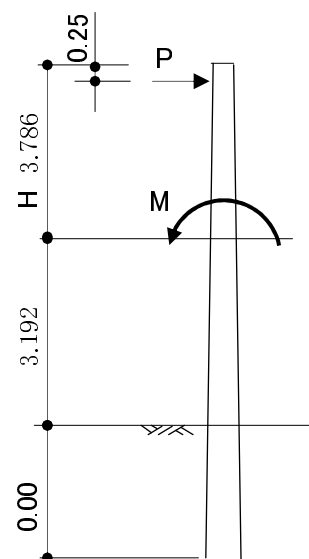
(4) 搭載機器の風荷重の算定

搭 載 機 器	作用高	風力係数	kz	受風面積	風荷重	モーメント
	h (m)	Cf		A (m ²)	Q (kN)	M (kN・m)
SUSΦ 76.4	1.296	0.90	0.88	0.005	0.004	0.005
SUSΦ 114.3 0.1143×3.200						-
ターンバックルΦ9 0.009×3.560	1.898	0.90	0.88	0.064	0.048	0.091
ターンバックルΦ9 0.009×3.270	1.898	0.90	0.88	0.058	0.044	0.084
ターンバックルΦ9 0.009×2.110	2.538	0.90	0.92	0.076	0.060	0.152
平角材 t=6 0.04×3.730	1.898	1.60	0.88	0.596	0.795	1.509
平角材 t=6 0.04×2.650	1.898	1.60	0.88	0.424	0.565	1.072
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
通 信 線 1						-
通 信 線 2						-
電 源 線 1						-
電 源 線 2						-
計					1.52	2.91

(4) 風荷重の集計

	風荷重 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
支持物	0.34	0.88
給電線	-	-
搭載機器	1.52	2.91
計	1.86	3.79

全水平力 $Q = 1.86 \text{ (kN)}$
 全地際モーメント $M = 3.79 \text{ (kN・m)}$
 頂部集中換算荷重 $P = \frac{M}{H-0.25} = 1.07 \text{ (kN)}$



3.地震荷重の算定

3-1.地際

(1)節間重量の算定

支持物および搭載機器	作用高	節 間 重 量 (kN)				
		1節	2節	3節	4節	5節
		6.98 - 5.73	5.73 - 4.49	4.49 - 3.19	3.19 - 1.60	1.60 - 0.00
鋼管柱 SUS Φ267.4	6.978	0.101	0.101	0.105	0.556	0.556
SUS Φ76.4	4.488			0.130		
SUS Φ114.3	3.192				0.300	
ターンバックル Φ9	5.090		0.024			
ターンバックル Φ9	5.090		0.022			
ターンバックル Φ9	5.730		0.027			
平角材 t=6	5.090		0.274			
平角材 t=6	5.090		0.196			
給電線 1						
給電線 2						
給電線 3						
小計		0.101	0.644	0.235	0.856	0.556
計 (W)		2.392				

(2)地震荷重の算定(建築基準法施行令第88条による)

層せん断力 $Q_i = C_i \cdot W$ (kN)

層せん断力係数 $C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$

ここで Z : 地域係数 0.9

R_t : 振動特性係数 1

(鋼管柱の一次固有周期)

$T = 0.03H = 0.21$ (sec)

(地盤係数(第2種))

$T_c = 0.60$ (sec) (T < T_c)

A_i : 層せん断力分布係数

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \cdot \frac{2T}{1 + 3T}$$

C_o : 標準せん断力係数 0.3

節	節長 h (m)	節間重量 W _i (kN)	節上重量 W (kN)	重量比 α _i	分布係数 A _i	層せん断力 係数 C _i	層せん断力 Q _i (kN)	地震荷重 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
1	1.25	0.101	0.101	0.042	2.243	0.606	0.061	0.061	0.076
2	1.25	0.644	0.745	0.311	1.381	0.373	0.278	0.217	0.422
3	1.30	0.235	0.980	0.410	1.296	0.350	0.343	0.065	0.867
4	1.60	0.856	1.836	0.768	1.096	0.296	0.543	0.200	1.734
5	1.60	0.556	2.392	1.000	1.000	0.270	0.646	0.103	2.765

引込線	高さ h (m)	張力 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
通信線 1			-
通信線 2			-
電源線 1			-
電源線 2			-
計			-

	地際モーメント M (kN・m)	水平力 Q (kN)
地震荷重による	2.765	0.646
張力による	-	-
計	2.77	0.65

全水平力 $Q = 0.65$ (kN)

全地際モーメント $M = 2.77$ (kN・m)

頂部集中換算荷重 $P = 0.41$ (kN)

(3)地震荷重の算定(平成12年建設省告示第1449号)

モーメント $M_i = 0.4 \cdot h \cdot C_{si} \cdot W$ (kN・m)

せん断力 $Q_i = C_{si} \cdot W$

ここで $C_{si} = 0.3 \cdot Z \cdot (1 - h_i / H)$

Z : 地域係数 0.9

節	高さ h (m)	重量計 W (kN)	Csi	せん断力 Qi (kN)	地震荷重 Q (kN)	モーメント Mi (kN・m)
1	6.98	2.392	0.000	0.000	0.000	-
2	5.73	2.392	0.048	0.115	0.115	0.320
3	4.49	2.392	0.096	0.230	0.115	0.641
4	3.19	2.392	0.146	0.349	0.119	0.975
5	1.60	2.392	0.208	0.498	0.149	1.389
CL	0.00	2.392	0.270	0.646	0.148	1.803

引込線	高さ h (m)	張力 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
通信線 1			-
通信線 2			-
電源線 1			-
電源線 2			-
計			-

	地際モーメント M (kN・m)	水平力 Q (kN)
地震荷重による	1.803	0.646
張力による	-	-
計	1.80	0.65

全水平力 $Q = 0.65$ (kN)

全地際モーメント $M = 1.80$ (kN・m)

頂部集中換算荷重 $P = 0.27$ (kN)

3-2. 地上 3.192 m

(1)節間重量の算定

支持物および搭載機器	作用高	節 間 重 量 (kN)				
		1節	2節	3節	4節	5節
		6.98 - 5.73	5.73 - 4.49	4.49 - 3.19	3.19 - 1.60	1.60 - 0.00
鋼管柱 SUS Φ267.4	3.192	0.101	0.101	0.105		
SUSΦ76.4	4.488			0.130		
SUSΦ114.3	3.192					
ターンバックルΦ9	5.090		0.024			
ターンバックルΦ9	5.090		0.022			
ターンバックルΦ9	5.730		0.027			
平角材 t=6	5.090		0.274			
平角材 t=6	5.090		0.196			
給電線 1						
給電線 2						
給電線 3						
小計		0.101	0.644	0.235		
計 (W)		0.980				

(2)地震荷重の算定(建築基準法施行令第88条による)

層せん断力 $Q_i = C_i \cdot W$ (kN)

層せん断力係数 $C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$

ここで Z : 地域係数 0.9

R_t : 振動特性係数 1

(鋼管柱の一次固有周期)

$T = 0.03H = 0.21$ (sec)

(地盤係数(第2種))

$T_c = 0.60$ (sec) (T < T_c)

A_i : 層せん断力分布係数

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \cdot \frac{2T}{1 + 3T}$$

C_o : 標準せん断力係数 0.3

節	節長 h (m)	節間重量 W _i (kN)	節上重量 W (kN)	重量比 α _i	分布係数 A _i	層せん断力 係数 C _i	層せん断力 Q _i (kN)	地震荷重 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
1	1.25	0.101	0.101	0.103	1.774	0.479	0.048	0.048	0.060
2	1.25	0.644	0.745	0.760	1.099	0.297	0.221	0.173	0.335
3	1.30	0.235	0.980	1.000	1.000	0.270	0.265	0.044	0.678
4									
5									

引込線	高さ h (m)	張力 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
通信線 1			-
通信線 2			-
電源線 1			-
電源線 2			-
計			-

	モーメント M (kN・m)	水平力 Q (kN)
地震荷重による	0.678	0.265
張力による	-	-
計	0.68	0.27

全水平力 $Q = 0.27$ (kN)

全地際モーメント $M = 0.68$ (kN・m)

頂部集中換算荷重 $P = 0.10$ (kN)

(3)地震荷重の算定(平成12年建設省告示第1449号)

モーメント $M_i = 0.4 \cdot h \cdot C_{si} \cdot W$ (kN・m)

せん断力 $Q_i = C_{si} \cdot W$

ここで $C_{si} = 0.3 \cdot Z \cdot (1 - h_i / H)$

Z : 地域係数 0.9

節	高さ h (m)	重量計 W (kN)	C _{si}	せん断力 Q _i (kN)	地震荷重 Q (kN)	モーメント M _i (kN・m)
1	3.79	0.980	0.000	0.000	0.000	-
2	2.54	0.980	0.048	0.047	0.047	0.071
3	1.30	0.980	0.096	0.094	0.047	0.142
4	0.00	0.980	0.146	0.143	0.049	0.217
5	0.00	0.980	0.208	0.204	0.061	0.309
CL	0.00	0.980	0.270	0.265	0.061	0.401

引込線	高さ h (m)	張力 Q (kN)	モーメント M (kN・m)
通信線 1			-
通信線 2			-
電源線 1			-
電源線 2			-
計			-

	地際モーメント M (kN・m)	水平力 Q (kN)
地震荷重による	0.401	0.265
張力による	-	-
計	0.40	0.27

全水平力 $Q = 0.27$ (kN)

全地際モーメント $M = 0.40$ (kN・m)

頂部集中換算荷重 $P = 0.06$ (kN)

4. 支持物の検討

4-1. 地際

(1) 風荷重・地震荷重のまとめ

作用荷重	水平力	鉛直力	地際モーメント	頂部集中換算荷重	
	(kN)	(kN)	(kN・m)	(kN)	最大
風荷重	2.77	2.39	12.14	1.80	○
地震荷重(施行令88条)	0.65	2.39	2.77	0.41	
地震荷重(告示1449号)	0.65	2.39	1.80	0.27	

(2) 支持物検討 (鋼管柱)

(a) 引張応力度の照査

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{M \times 10^6}{Z \times 10^3} + \frac{N \times 10^3}{A \times 10^2} \\ &= \frac{12.14 \times 10^6}{163 \times 10^3} + \frac{2.39 \times 10^3}{24.92 \times 10^2} \\ &= 76 \leq \sigma_a = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

(b) せん断応力度の照査

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{S \times 10^3}{A \times 10^2} \\ &= \frac{2.77 \times 10^3}{24.92 \times 10^2} \\ &= 1.0 \leq \tau_a = 120 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

4-2. 地上 3.192 m

(1) 風荷重・地震荷重のまとめ

作用荷重	水平力	鉛直力	モーメント	頂部集中換算荷重	
	(kN)	(kN)	(kN・m)	(kN)	最大
風荷重	1.86	0.98	3.79	1.07	○
地震荷重(施行令88条)	0.27	0.98	0.68	0.10	
地震荷重(告示1449号)	0.27	0.98	0.40	0.06	

(2) 支持物検討 (鋼管柱)

(a) 引張応力度の照査

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{M \times 10^6}{Z \times 10^3} + \frac{N \times 10^3}{A \times 10^2} \\ &= \frac{3.79 \times 10^6}{28 \times 10^3} + \frac{0.98 \times 10^3}{10.49 \times 10^2} \\ &= 134 \leq \sigma_a = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

(b) せん断応力度の照査

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{S \times 10^3}{A \times 10^2} \\ &= \frac{1.86 \times 10^3}{10.49 \times 10^2} \\ &= 2.0 \leq \tau_a = 120 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}\end{aligned}$$