

風荷重の検討

目次

1	計画条件	2
2	風荷重の算定	2
2.1	設計風速 (V_z) の算定	2
2.2	設計用速度圧 (q_z) の算定	3
2.3	風力係数 (C) の算定	3
2.4	m^2 あたりの風圧力 (p) の算定	7
3	壁つなぎの検討	7
3.1	壁つなぎの許容耐力の算定	7
3.2	一般部分の壁つなぎの検討	7
3.3	最上端部分の壁つなぎの検討	7
3.3.1	検討条件	7
3.3.2	作用風圧力の合力の計算	8
3.3.3	最上端の壁つなぎの応力の計算	8
3.3.4	最上段部分の壁つなぎの控え材による検討	8
4	検討結果	9

1 計画条件

本検討の計画条件は以下の通りとする。

足場の設置地域	青森県あ
足場の設置地域の環境	海岸・海上
設置する足場の種類	枠組足場
足場高さ	15.00(m)
近接構造物	無し
防護材の種類	メッシュシート(密)
防護材の張り方	地上から張る場合
防護材を張る幅	30.00(m)
防護材を張る高さ	12.00(m)
壁つなぎのスパン	3.60(m)
階高	3.60(m)
足場最上段の張出し高さ	1.70(m)

2 風荷重の算定

2.1 設計風速 (V_z) の算定

設計風速 (V_z) の算定式は以下のようになる。

$$V_z = V_0 \cdot K_e \cdot S \cdot E_B$$

ただし

V_0 : 基準風速 (m/s)

K_e : 台風時割増係数

S : 地上からの高さによる瞬間風速分布係数

E_B : 近接高層物による割増係数

となり、各係数の値はそれぞれ以下ようになる。

基準風速 (V_0) は設置地域が 青森県あであるので、

$$V_0 = 14(m/s)$$

となる。

台風時割増係数 (K_e) は、設置地域が 該当地域外のため、表 1 より、

$$K_e = 1.00$$

となる。

表 1: 台風時割増係数

地方名	県名	割増係数
中国	山口県	1.1
九州	福岡県・佐賀県・長崎県 熊本県・大分県・宮崎県	1.1
	鹿児島県	1.2
沖縄	沖縄県	1.2

それ以外の地域は 1.0

地上からの高さによる瞬間風速分布係数 (S) は、足場の計画地域の環境は 海岸・海上であり、足場の計画高さが 15.00(m) であるので表 2 を参照すると、

$$S = 1.74$$

となる。

表 2: 地上 Z における瞬間風速分布係数

地上からの高さ Z (m)	地域区分				
	□	□	□	□	□
	海岸・海上	草原・田園	郊外・森	一般市街地	大都市市街地
0-5	1.65	1.5	1.35	1.19	1.07
5-10	1.65	1.5	1.35	1.19	1.07
10-15	1.74	1.62	1.47	1.25	1.07
15-20	1.74	1.62	1.47	1.25	1.07
20-25	1.84	1.74	1.59	1.36	1.13
25-30	1.84	1.74	1.59	1.36	1.13
30-35	1.84	1.74	1.59	1.36	1.13
35-40	1.84	1.74	1.68	1.46	1.22
40-45	1.92	1.85	1.68	1.46	1.22
45-50	1.92	1.85	1.68	1.46	1.22
50-55	1.92	1.85	1.68	1.55	1.31
55-60	1.92	1.85	1.77	1.55	1.31
60-65	1.92	1.85	1.77	1.55	1.31
65-70	1.92	1.85	1.77	1.55	1.31
70-100	1.99	1.94	1.84	1.64	1.41

(注) 0-5 の表示は、0 m 以上-5 m 未満とよむ

近接高層物による割増係数 (E_B) は、近接する高層建築物が 無し、であるので

$$E_B = 1.00$$

と算定する。

設計風速 (V_z) は、以上の結果より

$$V_z = V_0 \cdot K_e \cdot S \cdot E_B = 14 \times 1.00 \times 1.74 \times 1.00 = 24.36(m/s)$$

となる。

2.2 設計用速度圧 (q_z) の算定

設計用速度圧 (q_z) は以下のようになる。

$$q_z = \frac{5}{8} V_z^2 = \frac{5}{8} \times 24.36^2 = 370.88(N/m^2)$$

2.3 風力係数 (C) の算定

足場の風力係数 (C) の算定式は以下のようになる。

$$C = (0.11 + 0.09 \times r + 0.945 \times C_0 \times R) \times F$$

ϕ : シートの充填率

r : 第 2 構面風力低減係数

C_0 : シートの基本風力係数

R : シートの縦横比による形状補正係数

F : 建築物と併設された設置位置による補正係数

シートの充填率 (ϕ), 第2構面風力低減係数 (r) は、防護材としてメッシュシート(密)を使用しているので、シートの充填率 (ϕ) は

$$\phi = 0.90$$

となる。また、第2構面風力低減係数 (r) は、

$$r = 1 - \phi = 1 - 0.90 = 0.10$$

となる。

シートの基本風力係数 (C_0) は、シートの充填率 (ϕ) が 0.90 より、式 (1)~(3) と図 1¹を参照すると

$$C_0 = 1.87$$

となる。

$$C_0 = \frac{K}{\left(1 + \frac{K}{4}\right)^2} \dots\dots\dots (0 < K \leq 0.73) \quad (1)$$

$$C_0 = 2.8 \log(K + 0.6 - \sqrt{1.2K + 0.36}) - 2.8 \log K + 2.0 \dots\dots\dots (K > 0.73) \quad (2)$$

$$K = \frac{1.2\phi}{(1 - \phi)^2} \quad (3)$$

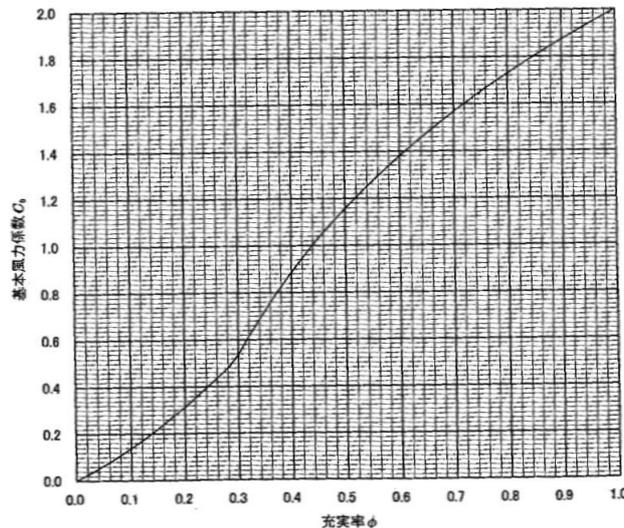


図 1: シート・ネットおよび防音パネルの基本風力係数

シートの縦横比による形状補正係数 (R) は、防護材の張り方が地上から張る場合であるので

$$2H/B(L/B) = 0.80(\text{)は空中にある場合)$$

となり、式 (4)~式 (7)、図 3²、2 を参照すると

$$R = 0.60$$

となる。

$$\cdot \text{空中にある場合} \quad R = 0.5813 + 0.013(L/B) - 0.0001(L/B)^2 \quad (4)$$

$$\cdot \text{地上から張る場合} \quad R = 0.5813 + 0.013(2H/B) - 0.0001(2H/B)^2 \quad (5)$$

$$\text{ただし} \quad R = 0.6 \quad L/B \text{ または } 2H/B \leq 1.5 \quad (6)$$

$$R = 1.0 \quad L/B \text{ または } 2H/B \geq 59 \quad (7)$$

¹イラストによる建築物の仮設計算 改訂2版 井上書院
²イラストによる建築物の仮設計算 改訂2版 井上書院

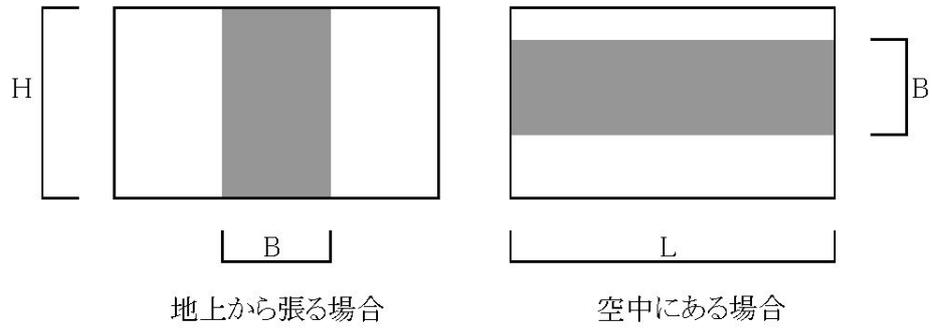


図 2: シートの張り方

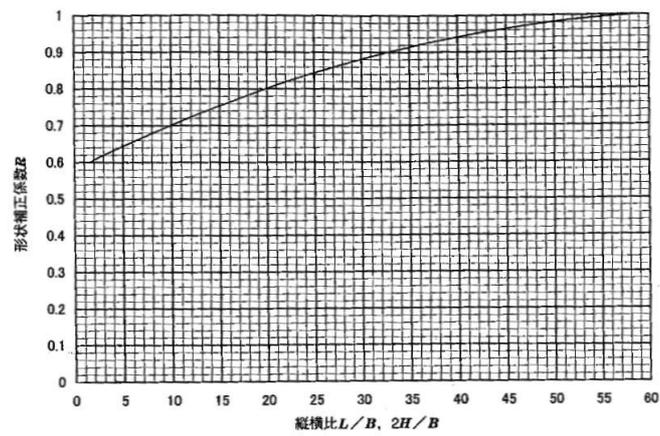


図 3: シート・ネットおよび防音パネルの縦横比による形状補正係数

建築物と併設された設置位置による補正係数 (F) は、本検討では足場は併設で検討をしており、シートの充填率 (ϕ) は 0.90 より、図 4³と、表 3 を参照すると

上層 2 層部分 $F_1 = 1.00$

その他の部分 $F_2 = 1.28$

となる。

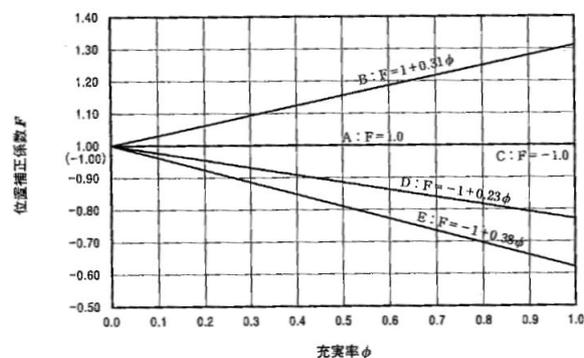


図 4: 建築物と併設された設置位置による補正係数

表 3: 併設足場の設置位置による補正係数 F の適用

足場の種類	風力の方向	シート・ネットの取付位置	F
独立して設置された足場	正・負	全部分	A
建物外壁面に沿って設置された足場	正	上層 2 層部分	A
		その他の部分	B(A)
	負	開口部の付近及び突出部 隅角部から 2 スパンの部分 その他の部分	C D E

注)

1. 正の風力とは、シート等が建物に向かって押される場合をいう。
2. 開口部付近とは、シート等の開口部から 2 スパンの距離間とする。また、突出部とは建物頂部より突出した部分をいう。
3. 足場の一部分にシート等を取付けた場合は、 F の値として上図に示す A を適用する事ができる。

風力係数 (C) は、以上より

・上層 2 層分の風力係数 (C_1)

$$\begin{aligned}
 C_1 &= (0.11 + 0.09 \cdot r + 0.945 \cdot C_0 \cdot R) \times F_1 \\
 &= (0.11 + 0.09 \times 0.10 + 0.945 \times 1.87 \times 0.60) \times 1.00 \\
 &= 1.18
 \end{aligned}$$

・その他の部分の風力係数 (C_2)

$$\begin{aligned}
 C_2 &= (0.11 + 0.09 \cdot r + 0.945 \cdot C_0 \cdot R) \times F_2 \\
 &= (0.11 + 0.09 \times 0.10 + 0.945 \times 1.87 \times 0.60) \times 1.28 \\
 &= 1.51
 \end{aligned}$$

となる。

³イラストによる建築物の仮設計算 改訂 2 版 井上書院

2.4 m^2 あたりの風圧力 (p) の算定

単位面積 (m^2) あたりの風圧力 (p) は

- ・ 上層 2 層部分

$$p_1 = q_z \cdot C_1 = 370.88 \times 1.18 = 437.64(N/m^2)$$

- ・ その他の部分

$$p_2 = q_z \cdot C_2 = 370.88 \times 1.51 = 560.03(N/m^2)$$

となる。

3 壁つなぎの検討

3.1 壁つなぎの許容耐力の算定

壁つなぎの許容耐力は、許容引張力・許容圧縮力共に $4410(N)$ となる。

また、壁つなぎに作用する応力は主として風荷重によるものなので許容耐力は 30% 割増ができる。

よって、壁つなぎの許容耐力 (F_k) は、

$$F_k = 4410 \times 1.3 = 5733(N)$$

となる。

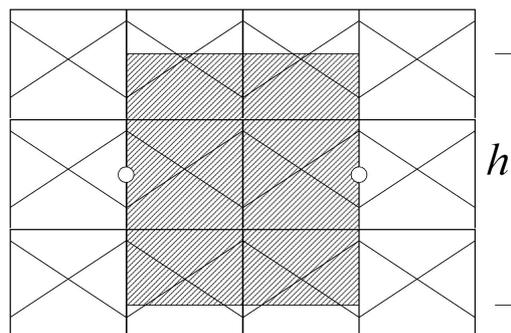
3.2 一般部分の壁つなぎの検討

壁つなぎ 1 本当たりの負担面積 (A) は、壁つなぎの設置スパン (l) = $3.60(m)$ 、階高 (h) = $3.60(m)$ より、図 5 を参考にすると、

$$A = l \times h = 3.60 \times 3.60 = 12.96(m^2)$$

また、風圧力 (P_1) は 2.4 の「その他の部分」より、

$$P_1 = p_2 \times A = 560.03 \times 12.96 = 5671.81(N) < F_k = 5733(N) \dots \text{OK!!}$$



1スパンおきに取付けた場合

図 5: 壁つなぎの負担面積

3.3 最上端部分の壁つなぎの検討

3.3.1 検討条件

最上端の壁つなぎ位置から突出している部分を張り出し梁とみなして、その支点反力を当該壁つなぎの応力とし、壁つなぎの許容耐力 (F_k) と比較する。

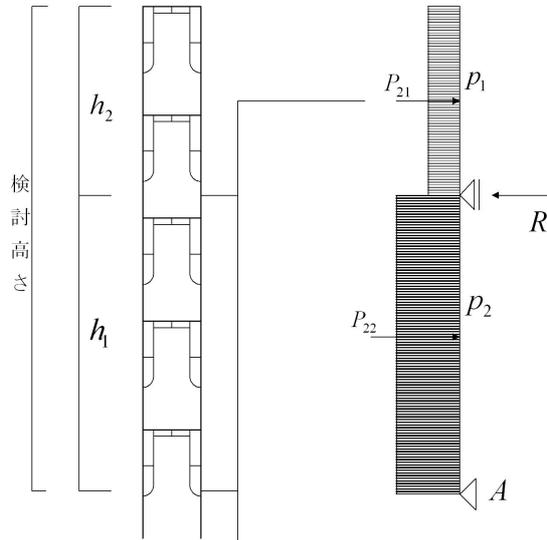


図 6: 最上端の壁つなぎの概略図

3.3.2 作用風圧力の合力の計算

単位面積 (m^2) 当たりの風圧力は 2.4 の p_1, p_2 から作用風圧力 P_{21}, P_{22} をそれぞれ求める。
壁つなぎの設置スパン (l) = 3.60(m)、階高 (h) = 3.60(m)、先端から最上端の壁つなぎまでの距離は $h_2 = 1.70(m)$ であるので

$$P_{21} = p_1 \times l \times h_2 = 437.64 \times 3.60 \times 1.70 = 2678(N)$$

$$P_{22} = p_2 \times l \times h_1 = 560.03 \times 3.60 \times 3.60 = 7258(N)$$

3.3.3 最上端の壁つなぎの応力の計算

図 6 における A 点まわりのモーメントのつり合いから、支点圧力 R (壁つなぎの応力) を求める。

$$R \cdot h_1 = P_{21} \cdot (h_1 + \frac{h_2}{2}) + P_{22} \cdot (\frac{h_1}{2})$$

より

$$R = \frac{P_{21} \cdot (h_1 + \frac{h_2}{2}) + P_{22} \cdot (\frac{h_1}{2})}{h_1} = \frac{2678 \cdot (3.60 + \frac{1.70}{2}) + 7258 \cdot (\frac{3.60}{2})}{3.60} = 6939(N)$$

よって

$$R = 6939(N) > F_k = 5733 \dots \text{NG!!}$$

3.3.4 最上段部分の壁つなぎの控え材による検討

3.3.3 で NG となったため、控え材として単管パイプ (ϕ 48.6 STK-500) を使用し、足場の脚柱上端と建物屋上に固定されたパイプにそれぞれ自在クランプで取り付ける。控え材は壁つなぎと同じスパンで 45° の角度で設置する。

表 4: 使用材料

使用材料	許容耐力 ($f_c(N)$)	ヤング係数 (E)	断面 2 次半径 (i)	F 値
単管パイプ	-	20580000	1.64	35.50
自在クランプ	9800	-	-	-

最上端部分の壁つなぎ には、控え材が h_2 の 1/2 を負担するので、張り出しの構造にならないので、負担高さを h_3 とすると

$$h_3 = \frac{(h_1 + h_2)}{2} = \frac{3.60 + 1.70}{2} = 2.65(m)$$

となる。よって風圧力 (P_{31}) は

$$P_{31} = p_2 \times l \times h_3 = 560.03 \times 3.60 \times 2.65 = 5343(N) < F_k = 5733(N) \dots \text{OK!!}$$

控え材 1 本あたりは h_2 の 1/2 のみ応力を負担するので負担高さを h_4 とすると

$$h_4 = \frac{h_2}{2} = \frac{1.70}{2} = 0.85(m)$$

となる。よって風圧力 (P_{32}) は

$$P_{32} = p_1 \times l \times h_4 = 437.64 \times 3.60 \times 0.85 = 1339(N)$$

よって斜材の軸方向力 (T) は取付角度が 45° なので

$$T = \frac{P_{32}}{\cos 45^\circ} = \frac{P_{32}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} \times 1339 = 1894(N)$$

となり、また斜材の長さ (l_k) は

$$l_k = \sqrt{h_2^2 + h_2^2} = \sqrt{2} \times h_2 = \sqrt{2} \times 1.70 = 240.4(cm)$$

となる。

控え材の許容座屈応力度 (f_k) は

$$\frac{l_k}{i} \leq \Lambda \text{ の場合 } f_k = \frac{1 - 0.4(\frac{l_k}{i}/\Lambda)^2}{\nu} \cdot F$$

$$\frac{l_k}{i} > \Lambda \text{ の場合 } f_k = \frac{0.29}{(\frac{l_k}{i}/\Lambda)^2} \cdot F$$

l_k : 控え材の長さ

i : 控え材の最小断面 2 次半径 (cm)

Λ : 限界細長比 = $\sqrt{\pi^2 E / 0.6F}$ E ; ヤング係数

ν : 安全率 = $1.5 + 0.57(\frac{l_k}{i}/\Lambda)^2$

F : 単管パイプの降伏強さの値または引張強さの 3/4 の値のうち、いずれか小さい値 (N/cm^2)

であるので

$$\frac{l_k}{i} = \frac{240.4}{1.64} = 146.60$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 20580000}{0.6 \times 35.50 \times 1000}} = 97.65$$

より

$$f_k = 4568$$

また主に風荷重を負担するので 30%割増をして

$$F_c = f_k \times 1.3 = 5939(N)$$

よって

$$T = 1894 < F_c = 5939(N) \dots \text{OK!!}$$

4 検討結果

よって、計画条件通りで安全が確認された。