

# 屋外に設置した建築設備の耐風設計について 基本的考え方

2022年3月

一般社団法人 建築設備技術者協会  
震災復興支援会議 新・設備被害対策検討委員会

**無断複製転載を禁ず**

本書をコピー等で複製・掲載することは、一般社団法人建築設備技術者協会および執筆者の許諾なしにはできません。

# 屋外に設置した建築設備の耐風設計について

## 基本的考え方

### 【目次】

1. はじめに .....	1
1.1. 背景と本資料の位置づけ .....	1
1.2. 本資料で対象とする機器 .....	1
2. 建築設備機器の耐風対策の基本 .....	2
3. 耐風設計用風圧力の設定法 .....	3
3.1 風圧力の設定方法	
3.2 具体的な風圧力設定フロー	
4. 風圧力の試算例 .....	7
4.1 試算例_1 (方法 1-1 による)	
4.2 試算例_2 (方法 1-2 による)	
4.3 試算例_3 (方法 2-1 による)	
4.4 試算例_4 (方法 2-2 による)	
<補足解説> .....	11
補 1. 設備機器の強風に対する安全性確保について	
補 2. 建築物と建築設備機器の風環境	
補 3. 建築基準法における設備機器に作用する風圧力の規定	
補 4. 設備機器に作用する風圧力算定上の課題	
<付属資料> .....	17
耐風圧と室外機の据付強度	

震災復興支援会議 新・設備被害対策検討委員会 委員名簿

委員長	川瀬 貴晴	(千葉大学名誉教授)
委員	一方井 孝治	(鹿島建設)
	木村 剛	(大林組)
	倉田 雅史	(山下設計) 2020年10月まで在籍
	込山 治良	(高砂熱学工業)
	田辺 恵一	(新菱冷熱工業)
	田村 和夫	(建築都市耐震研究所代表)
	中澤 大	(山下設計) 2020年11月より就任
	前田 浩史	(日建設計)
	安田 健一	(三菱地所設計)
	山口 秀樹	(国土交通省 国土技術政策総合研究所)

## 1. はじめに

### 1.1 背景と本資料の位置づけ

建築設備は建築機能の一部であり、人々が建築物内で生活を営む上で、建築設備の役割は極めて重要である。地震時や強風・豪雨時などにおいても、建築物の機能を維持するためには、建築設備のシステムが健全に稼働することがかかせない。

建築設備機器の耐震対策については、設計・施工指針も整備され<sup>1)</sup>など、被害を経験しながら、次第に安全確保のための取組みが進められてきている。また水害に対しては、最近国土交通省・経済産業省にて「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」<sup>2)</sup>がとりまとめられており、これを参照して対策を講じることができる。

一方耐風対策については、建築基準法の枠組みの中での規定はあるものの、設備機器に作用する風荷重に関して必ずしも明確な具体的基準はなく、被害事例の詳細も含め技術情報が十分にある訳ではない。強風時の設備機器への影響に関する情報は極めて限られている。しかも、設備機器の設置環境は多様であり、周辺の建物や構造物の配置、強風の性質によっても設備機器に作用する風圧力は大きく異なる。

現在までに、建築設備機器の強風による被害の事例は、公開情報としてはほとんど報告されていないが、以下のような様々な被害があるといわれている。

- ・屋外に設置した機器が強風により転倒した
- ・建物の屋根に設置された太陽光パネルが破損・落下した
- ・建物屋上に設置されたダクトやパネルなどが飛ばされて落下した

強風時に、このように屋外に設置した設備機器が転倒・移動、飛来などを生じると、設備機器自体の損傷による機能喪失や経済的損失だけでなく、周辺の家屋・施設や人などに対し大きな被害を生じさせる可能性もある。

気候変動の影響で、今後風速の大きな強い台風の来襲回数が増える可能性もある。これに備えるため、特に大風速の強風に曝される可能性のある危険な状況にある設備機器、軽量で受風面積が大きな設備機器については、きちんとした耐風対策を行っておく必要がある。

本資料は、建築設備機器の耐風対策を行う場合の参考用に、建築設備に関わる建築基準法の規定を整理した上で、現時点で得られている知見に基づき、建築設備機器の耐風設計上の基本的考え方をとりまとめたものである。本資料が、今後建築設備機器の耐風対策を進める上で参考になれば幸いである。またさらに、今後この分野での経験を積み重ねつつ、関連技術情報がより充実して設計基準として整備される契機となることを期待したい。

### 1.2 本資料で対象とする機器

建築設備機器のうち屋外に設置する機器(ダクトや配管を含む)を対象とする。すなわち、建物周辺の地上に設置する機器、建物の屋上やベランダやバルコニーなどに設置する機器、建物の外壁面に設置する機器などがこれにあたる。ただし、太陽光発電パネルについては被害事例も報告されているが、別な基準<sup>3)</sup>などによることとし、本資料では対象としていない。また、機器形状は矩形に近い形状のものを想定している。特殊な形状の機器については、

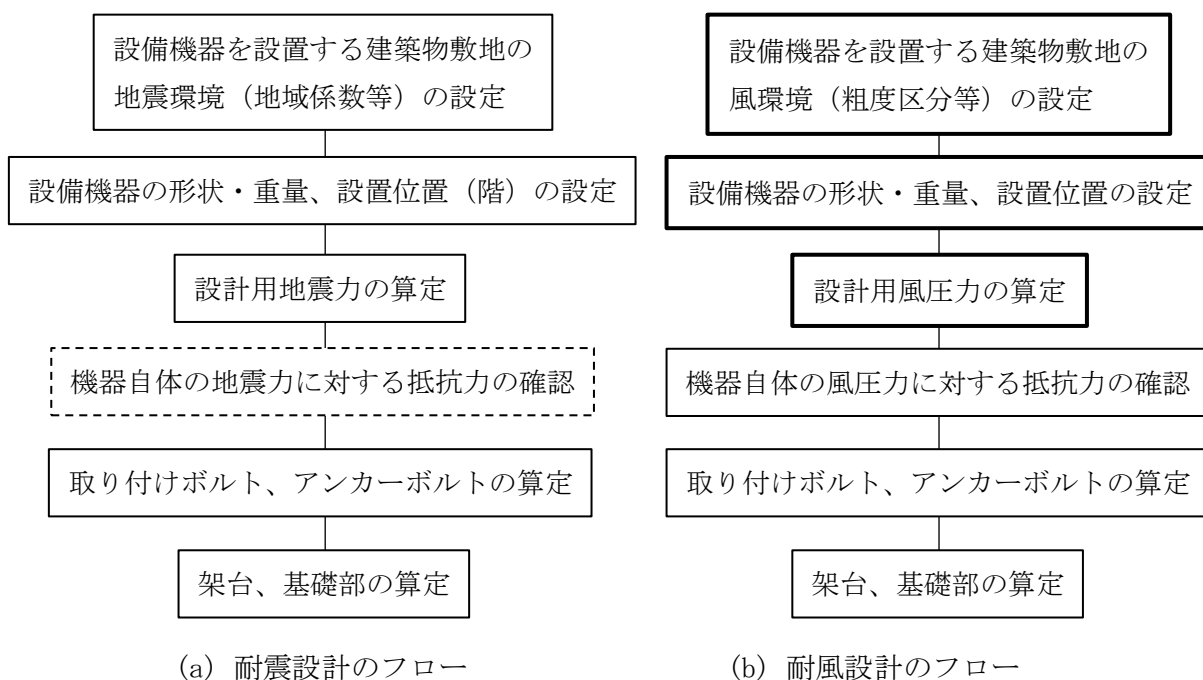
その形状に対応する風力係数を用いて、本資料の方法と同様の方法を準用することも可能である。なお、建築設備機器類の機能維持上の重要度や、強風による被災時の影響の大きさ、耐風対策のための費用額などにより、耐風対策の方法や検討内容の詳細は変わってくるものと思われる。

## 2. 建築設備機器の耐風対策の基本

建築設備機器に作用する風圧力は、機器の設置位置周辺の風環境や、機器の形状・大きさに依存し、地震力とは異なり機器重量には依存しない。逆に、機器重量が小さいほど機器の強風時安定性は低くなる場合が一般的である。これらのことを踏まえて、ここでは以下のような基本的な考え方をとる。

- ・建築設備機器の耐風安全性については、最低限遵守すべき基準としての建築基準法で規定される風圧力レベル以上を確保する。
- ・建築設備機器のうち、特に風の受圧面積が大きく軽量の設備機器（ダクトや配管を含む）は、風圧力の影響を強く受けるため、強風に直接曝される場所には極力設置しないようにする。必要に応じて頑丈な風よけパネル等を設置して設備機器を強風に曝さない建築上の工夫が望まれる。なお、特別な遮へい物が設置されていない場合においても、屋上のパラペットの立ち上がりやルーバー、あるいは地上の植栽などにより風を遮へいする一定の効果もあると思われる。これらについては、機器の設置環境を良く調査した上で、その影響を考慮して対処すれば良い。
- ・強風に曝される可能性がある場所に建築設備機器を設置する場合には、強風時に機器の安定性を損ねないように、頑強な基礎や構造躯体にしっかりと緊結する。
- ・建築設備機器や固定部の強度を確保するための耐風設計用風圧力は、設置場所の風環境を考慮して設定するものとし、当該設備機器を設置する建築物の耐風設計で考慮する強風レベルと同じレベル以上にすることを基本とする。

なお、建築設備機器の耐風設計のフロー図を耐震設計と対照して次ページの図に示す。この図における太枠線で囲まれた部分が本資料の次章で対象としている部分である。設計用風圧力の算定以降の項目は耐震設計の場合と同様であるが、本資料では扱っていない。取り付けボルトやアンカーボルト、架台や基礎部など、固定や支持方法に関わる項目については、日本建築センター発行の「建築設備耐震設計・施工指針」1) に従い同様に算定を行えばよい。



設備機器の耐震設計と耐風設計のフローの対比

### 3. 耐風設計用風圧力の設定法

屋外に設置された設備機器（矩形断面）に作用する風圧力の算定方法として以下の複数の方法を提案する。ここでは風圧力の設定法を、大きく「建築基準法に規定された方法によるもの」と「建築基準法に規定された方法以外の方法によるもの」の2つに分けて提案している。後者は前者より大きな風圧力レベルにすることを想定しており、個々の機器の状況に応じていずれかの方法にて設計すれば良い。

建築基準法上の建築設備機器に作用する風圧力規定は、対象機器なども含めて必ずしも具体的に記述されていないところもあるが、ここでは建築物用の風圧力算定の数値を基本として、複数のパターンを設定した。

また、設備機器の固定・支持部の安定性を検討する場合について、風圧力の作用位置は風圧力が作用する面の図心（中央部）に集中して作用するものとしてよいこととする。ただし、ダクト類などで長い機器の機器自体の応力や変形を検討する場合には、風圧力を分布荷重として作用させて検討する必要がある。

なお算定した風圧力に対する機器の固定・支持部分の安全性確認は、前章で記述したように建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター発行）<sup>1)</sup>における地震力を、本資料に基づき算定した風圧力に置き換えて検討すれば良い。

ただし、水槽など重量が変化する機器の場合には、風圧力に対する機器安定性が不利側となる機器重量が軽い場合の検討を行う必要がある。

### 3.1 風圧力の設定方法

建築設備機器に作用する風圧力は、以下の方法 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 のうちのいずれかの方法により設定する。なお各方法の具体的なフローは 3.2 節にて記述する。

#### (1) 建築基準法に規定された方法によるもの（最低限確保すべき性能基準）：

方法 1-1 屋上に設置された設備機器については、建築基準法における屋上に突出する水槽等として扱う。

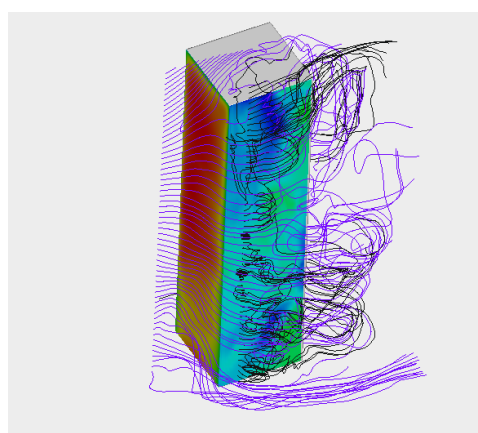
方法 1-2 地上置きの設備機器については、建築物に作用する荷重として定められた建築基準法の風圧力算定方法を適用し風圧力を算定する

#### (2) 建築基準法に規定された方法以外の方法によるもの：

方法 2-1 屋上や建物外壁面に設置された設備機器で、直接強風に曝される設備機器（例えば陸屋根上に突出する設備機器など）については、局所的な風圧力の増大を考慮して、建築基準法の規定における壁面に作用する風圧力よりも大きな風圧力にすることが望ましい。具体的には、ピーク風力係数として 4.0 以上の値を用い、これに速度圧を乗じることで風圧力を算定する。ただし、建築基準法上の規定で速度圧を求める際の環境係数 E は、ガスト影響係数 Gr を 1.0 として速度圧を求めることとする。

方法 2-2 設備機器の設置位置における設計上の最大瞬間風速が定められる場合には、この最大瞬間風速を基に速度圧を求めて、これに建築基準法上の風力係数（矩形断面の機器では、前面と後面の壁面への風力係数の和として  $0.8+0.4=1.2$ ）を乗じることで風圧力を求める。ただしこの場合、建築基準法上の規定で速度圧を求める際の環境係数 E は 1.0 として速度圧を求めることとする。

なお、建築設備機器の設計用風圧力としては、主として水平方向の風圧力を考えるものとし、機器の面に正対する直交 2 方向、あるいはこれらのうち設計上クリティカルとなる方向を考える。ただし、機器の設置位置が屋上部の場合、屋根面には水平方向力に匹敵する上向きの風圧力が作用する場合もあり、設備機器にも上向きの力が作用する可能性がある。また、機器の下側を風が通り抜ける形状の場合には、風向きや機器形状によっては機器に上向きの風圧力が作用する可能性もある。これらに相当する場合には、上向きの風圧力を、風力係数に関する国土交通省の告示を考慮し、その他の技術情報も参考にして、機器の安定性検討を行う必要がある。例えば国土交通省告示では、建築物の屋上風上側には大きな上向きの風力係数が与えられている（陸屋根の場合  $C=-1.0$ ）。すなわち、屋上



流体シミュレーションによる  
建物周囲の空気の流れ

資料提供：清水建設 野澤剛二郎氏



面に上向きに吸引するような荷重が作用することを考慮している。しかし、屋上部のパラペットの形状や、屋上構築物によっては風が局部的に乱されることも考えられ、どの程度実際に上向きの風圧力が作用するかは定かではない。このような場所で直接強風に曝される風環境の場合には、設置環境に対して構造技術者も交えて十分に吟味した上で上向き力を考慮すべきである。

### 3.2 具体的な風圧力設定フロー

#### 方法 1-1 屋上に設置された設備機器の風圧力算定の具体的なフロー\_\_その 1

屋外に設置された設備機器（矩形断面）の設計用風圧力は、建築基準法やその他の規定による風圧力算定法と同様に次式により求めることとする。

$$W=C \times q \times A \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $W$ ：設計用風圧力（N）

$C$ ：風力係数（平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い求める）

$q$ ：設計用速度圧（N/m<sup>2</sup>）

$A$ ：設備機器の受風面積（片面）（m<sup>2</sup>）

ただし、設備機器又は支持構造部の前面にルーバー等の有効な遮へい物がある場合においては、当該数値を最大 3/4 まで低減した数値とすることができる。（平成 12 年の建設省告示第 1389 号（改正：平成 27 年 国土交通省告示第 184 号）による）

設計用速度圧  $q$  は、次式により定める。

$$q=0.6 \times V_0^2 \times E \times I \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 $V_0$ ：設計用基準風速（m/s）

$E$ ：環境係数

$I$ ：用途係数（1.0 以上とする）

設計用基準風速  $V_0$  は、平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い定める。

環境係数  $E$  は、次式により求める。

$$E=E_r^2 \times G_r \quad \dots \dots \dots (3)$$

ここに、 $E_r$ ：平均風速の高さ方向の分布を表す係数（平成 12 年建設省告示第 1454 号による）

$G_r$ ：ガスト影響係数（平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い求める）

$E_r$  の算定に用いる地表面粗度区分やその他の諸定数は平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い定める。

#### 方法 1-2 地上に設置された設備機器の風圧力算定の具体的なフロー

基本的には、建築物を設備機器に置き換える方法で、建築基準法に従った方法による。結局、上記の方法 1-1 のフローと同じフローで算定することになる。

ただし、ビル風等の影響が大きい場合には、環境係数として平成 12 年建設省告示第 1454 号によるものよりも高めた値を採用することとすべきである。

#### 方法 2-1 屋上に設置された設備機器の風圧力算定の具体的なフロー\_\_その 2

屋上や建物外壁面に設置された設備機器で、直接強風に曝される設備機器（例えば陸屋根上に突出する設備機器など）については、局所的な風力係数の増大を考慮して、以下のフローに従い風圧力を算定することが望ましい。

$$W=C_p \times q \times A \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここに、 $W$ ：設計用風圧力（N）

$C_p$ ：ピーク風力係数

$q$ ：設計用速度圧（N/m<sup>2</sup>）

$A$ ：設備機器の受風面積（片面）（m<sup>2</sup>）

ピーク風力係数  $C_p$  は、屋上広告板などに作用する風圧力に関する既往の風洞実験を参考に、次式を満足する範囲で定めることとする。

$$C_p \geq 4.0 \quad \dots \dots \dots (5)$$

設計用速度圧  $q$  は、次式（(2) 式と同じ）により定める。

$$q=0.6 \times V_0^2 \times E \times I \quad \dots \dots \dots (6)$$

ここに、 $V_0$ ：設計用基準風速（m/s）

$E$ ：環境係数

$I$ ：用途係数（1.0 以上とする）

設計用基準風速  $V_0$  は、平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い定める。

環境係数  $E$  は、次式により求める。ピーク風力係数に風速変動分も含まれていることから、ガスト影響係数は含めない（平成 12 年建設省告示第 1454 号におけるガスト影響係数  $G_f = 1.0$  としている。）

$$E=E_r^2 \quad \dots \dots \dots (7)$$

ここに、 $E_r$ ：平均風速の高さ方向の分布を表す係数（平成 12 年建設省告示第 1454 号による）

$E_r$  の算定に用いる地表面粗度区分やその他の諸定数は平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い定める。

## 方法 2-2 設備機器の設置位置における最大瞬間風速が定められる場合

設計用風圧力は以下（(1) 式と同じ）により算定する。

$$W=C \times q \times A \quad \dots \dots \dots (8)$$

ここに、 $W$ ：設計用風圧力（N）

$C$ ：風力係数（平成 12 年建設省告示第 1454 号に従い求める）

$q$ ：設計用速度圧（N/m<sup>2</sup>）

$A$ ：設備機器の受風面積（片面）（m<sup>2</sup>）

設計用速度圧  $q$  は、次式により定める。

$$q=0.6 \times V_{0\max}^2 \times I \quad \dots \dots \dots (9)$$

ここに、 $V_{0\max}$ ：設備機器設置位置において定められる設計用の最大瞬間風速（m/s）

$I$ ：用途係数（1.0 以上とする）

## 4. 風圧力の試算例

### 4.1 試算例\_1 (方法 1-1 による)

(諸仮定)

建物高さ 45m の建物の屋上に設備機器を設置し、風よけの壁がほとんどないとする。

地表面粗度区分：Ⅲと仮定する。

$$\Rightarrow Z=45\text{m}, Z_b=5\text{m}, Z_G=450\text{m}, \alpha=0.2, G_f=2.1, \\ I=1.0, V_0=30\text{m/s} \text{ とする。}$$

ここに、 $Z$ ,  $Z_b$ ,  $Z_G$ ,  $\alpha$ ,  $G_f$  は、平成 12 年建設省告示第 1454 号における記号であり、以下を表している。

$Z$ : 当該部分の地盤面からの高さ

$Z_b$ : 地表面粗度区分に応じて定められる数字 (m) (地表面粗度区分Ⅲの場合  $Z_b=5\text{m}$ )

$Z_G$ : 地表面粗度区分に応じて定められる数字 (m) (地表面粗度区分Ⅲの場合  $Z_G=450\text{m}$ )

$\alpha$ : 地表面粗度区分に応じて定められる数字 (地表面粗度区分Ⅲの場合  $\alpha=0.2$ )

$G_f$ : 地表面粗度区分に応じて定められるガスト影響係数 (建物高さ  $H=45\text{m}$  の時  $G_f=2.1$ )

これらより、

$$E_r=1.7 \times (45/450)^{0.2} \doteq 1.073$$

従って、 $E=E_r^2 \times G_f=1.073^2 \times 2.1 \doteq 2.418$

以上より、 $q=0.6 \times V_0^2 \times E \times I=0.6 \times 30^2 \times 2.418 \times 1.0=1306 \text{ N/m}^2$

a) **設備機器 Case1**:  $L\text{m} \times L\text{m} \times L\text{m}$  の立方体の設備機器を対象とし、風圧力と地震力の関係を検討する。

$L=2$  とすると

$$A=L^2=2 \times 2=4 \text{ m}^2$$

$C=1.2$  とすると、水平方向の風圧荷重  $W_H$  は

$$W_H=C \times q \times A=1.2 \times 1306 \times 4=6269\text{N} \doteq 6.3\text{kN}$$

なお、もし上向きに  $C=1.0$  相当の風圧力が作用する場合には、上向き力は

$$W_U=C \times q \times A=1.0 \times 1306 \times 4=5224\text{N} \doteq 5.2\text{kN}$$

機器比重を  $\rho=1.1$  とすると、重量  $W_G$  は

$$W_G=\rho \times G \times L^3=1.1 \times 9.8 \times 2^3 \doteq 86.2\text{kN}$$

水平方向震度を 2.0 (耐震クラス S) とすると、

$$\text{水平方向地震力 } F_H=172.5\text{kN} \gg W_H (=6.3\text{kN})$$

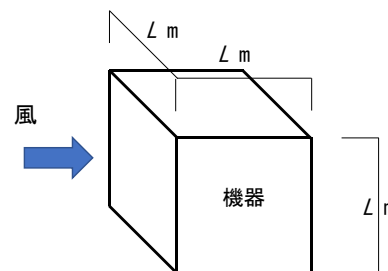
機器比重が  $\rho=0.03$  で軽量の機器の場合を想定すると、重量  $W_G$  は

$$W_G=\rho \times G \times L^3=0.03 \times 9.8 \times 2^3 \doteq 2.35\text{kN}$$

水平方向震度を 2.0 (耐震クラス S) とすると、

$$\text{水平方向地震力 } F_H=4.7\text{kN} < W_H (=6.3\text{kN})$$

以上より、内容物のない容器状の機器やダクト類など、軽量機器の場合には風圧力が地震力よりも大きくなる場合があることが分かる。



ここで、上記のうちの軽量の機器の場合について、風圧力が作用した場合の転倒モーメントを考える。

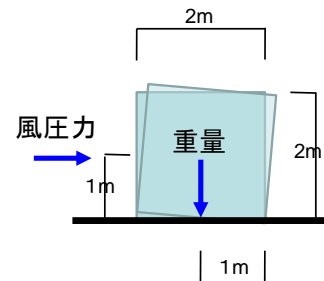
$$\text{転倒モーメント} = \text{風圧力 } W_f \times \text{風圧力作用位置までの高さ} = 6.3 \text{ kN} \times 1.0 \text{ m} = 6.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

機器重量による抵抗モーメントは、

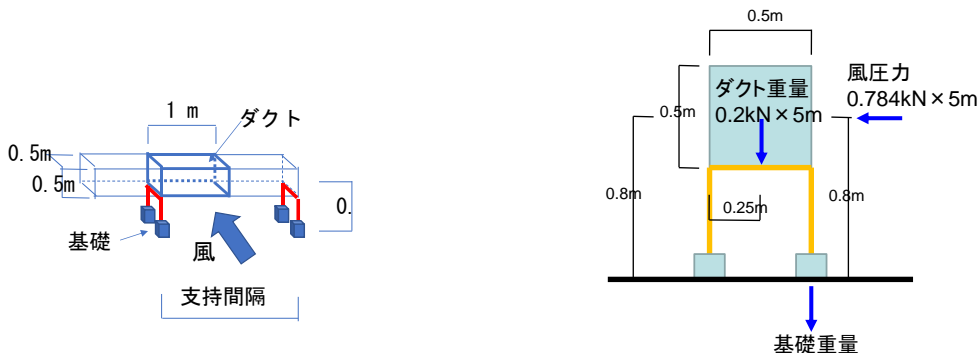
$$\text{重量 } W_g \times \text{重心から回転中心までの距離}$$

$$= 2.35 \text{ kN} \times 1.0 \text{ m} = 2.35 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となり、機器重量のみでは転倒してしまうので、アンカーボルト等で重量の大きな基礎、あるいは構造体と緊結する必要がある。またさらに、上述のような機器重量よりも大きな上向き力(5.2kN)が作用すると仮定すると、その力も加味した固定部の抵抗力確保が必要である。



**b) 設備機器 Case2 :** 断面が 0.5m×0.5m の矩形断面ダクト長さ 1m 分を対象とし、基礎部の重量のみで転倒に抵抗することを考えて試算を試みる。(実際には長いダクトの一部を構造体に固定して、それ以外の部分をこの方式にすることもあられると思われる。)



$$A = 0.5 \times 1 = 0.5 \text{ m}^2$$

$C_f = 1.2$  とすると、水平方向の長さ 1m 当たりの風圧力は

$$W_f = C_f \times q \times A = 1.2 \times 1306 \text{ N/m}^2 \times 0.5 \text{ m}^2 = 784 \text{ N} \approx 0.784 \text{ kN}$$

ダクト重量を長さ 1m 当たり 0.2kN、ダクト中心の高さを 0.8m とすると、

ダクト幅 0.5m の両側で 2 本の柱で 5m ごとに支持すると仮定すると、転倒防止に必要な柱基礎部重量は、

$$((0.784 \text{ kN/m} \times 5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}) - (0.2 \text{ kN} \times 5 \text{ m} \times 0.25 \text{ m})) / 0.5 \text{ m} = 5.8 \text{ kN}$$

となり、これはかなり大きく、実現するのは現実的ではない。

ダクト重量を架台重量も含めて長さ 1m 当たり 0.5kN とし、ダクト幅 0.5m の両側で 2 本の柱で 2m ごとに支持すると仮定すると、転倒防止に必要な柱基礎部重量は、

$$((0.784 \text{ kN/m} \times 2 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}) - (0.5 \text{ kN/m} \times 2 \text{ m} \times 0.25 \text{ m})) / 0.5 \text{ m} = 2.0 \text{ kN}$$

となる。ルーバー等が設置されていて風圧力が 3/4 に低減されたとしても、転倒防止に必要な柱基礎部重量は、

$$((0.784 \text{ kN/m} \times (3/4) \times 2 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}) - (0.5 \times 2 \text{ m} \times 0.25 \text{ m})) / 0.5 \text{ m} = 1.38 \text{ kN}$$

となり、やはりかなり大きい。

従って、このような風環境にある軽量なダクトは、設置高さを低くするか、強風が直接ダクトに当たらないような工夫をしておくべきである。あるいは、構造躯体に緊結しておく必要がある。

構造躯体に緊結する場合、緊結する支持部分の間隔はある程度長くとも可能である。ただし、支持点間でダクト自身が自重や風圧力・地震力などに抵抗できる強度と剛性を持つことを確認する、あるいはダクトを支える架構を構築することが必要である。また、設置場所の風環境によってはダクトに上向きの風圧力が作用することもあるので、強風に曝される環境下にこのような軽量機器を設置する場合には、十分な安全性を確保しておく必要がある。

例えば、機器上方への風圧力の風圧係数が  $C=1.0$  とすると、上向き方向の長さ 1m 当たりの風圧力は

$$W_H = C \times q \times A = 1.0 \times 1306 \text{N/m}^2 \times 0.5 \text{m}^2 = 653 \text{N} \approx 0.653 \text{kN}$$

となり、ここで想定したダクト重量よりも大きな上向きの力が生じる。従ってこの上向き力と水平方向の風圧力の両方に抵抗できる、ダクト、架台、基礎としなければならない。

#### 4.2 試算例\_2 (方法 1-2 による)

試算例\_1 と同じ地表面粗度区分：Ⅲの敷地に設置される地上置きの機器 (2m×2m×2m の立方体の設備機器) を対象とする。

$$\Rightarrow Z=2\text{m}, Z_b=5\text{m}, Z_g=450\text{m}, \alpha=0.2, G_f=2.5, \\ I=1.0, V_0=30\text{m/s} \text{ とする。}$$

これらより、

$$E_r = 1.7 \times (5/450)^{0.2} \approx 0.691$$

従って、 $E = E_r^2 \times G_f = 0.691^2 \times 2.5 \approx 1.194$

以上より、 $q = 0.6 \times V_0^2 \times E \times I = 0.6 \times 30^2 \times 1.194 \times 1.0 = 645 \text{ N/m}^2$

$C=1.2$  とすると、水平方向の風圧力  $W_H$  は

$$W_H = C \times q \times A = 1.2 \times 645 \times 4 = 3096 \text{N} \approx 3.1 \text{kN}$$

これは、地上置きのため、屋上設置の試算例\_1 よりも小さな風圧力になっている。

#### 4.3 試算例\_3 (方法 2-1 による)

試算例\_1 と同じ条件で、a) 設備機器\_\_Case1 と同じ機器 (2m×2m×2m の立方体の設備機器) を対象とする。

$$E = E_r^2 = 1.073^2 \approx 1.151$$

これより、 $q = 0.6 \times V_0^2 \times E \times I = 0.6 \times 30^2 \times 1.151 \times 1.0 = 622 \text{ N/m}^2$

$$W = C_p \times q \times A = 4.0 \times 622 \times 4 = 9952 \text{ N} \approx 10.0 \text{kN}$$

この風圧力は、建物における局所的な風圧力増大の影響を考慮しており、試算例\_1 の a) 設備機器\_\_Case1 の風圧力 6.3kN の 1.6 倍程度になっている。

#### 4.4 試算例\_4 (方法 2-2 による)

試算例\_1 の a) 設備機器\_\_Case1 と同じ機器 (2m×2m×2m の立方体の設備機器) を対象とし、最大瞬間風速  $V_{0max}=50\text{m/s}$  と仮定すると、

$$q=0.6 \times V_{0max}^2 \times I = 0.6 \times 50^2 \times 1.0=1500 \text{ N/m}^2$$

$$F=C \times q \times A = 1.2 \times 1500 \times 4=7200 \text{ N} = 7.2\text{kN} \quad \text{となる。}$$

## 補足解説

### 補1. 設備機器の強風に対する安全性確保について

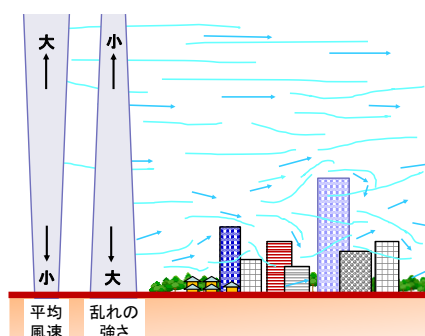
2018年の台風第21号では、近畿地方を中心に強風によって建築物に大きな被害が生じた。また2019年の台風第15号では東京都の島嶼部や千葉県においても強風により建築物や各種構造物への被害が生じた。外壁や天井など非構造部材に取り付けていた設備機器が滑落した事例は多く見られるが、設備機器単独の被害としては、2019年の台風第15号で新島村のRC造平屋の介護施設陸屋根部分に設置された室外機（ただし脚部は腐食）が転倒した事例報告<sup>4)</sup>があったのみである。これ以前にも、設備機器が単独で強風により受けた被害に関して、まとまった報告はほとんど見られないが、以下のような様々な被害があるとされている。

- ・屋外に設置した機器が強風により転倒した
- ・建物の屋根に設置された太陽光パネルが破損・落下した
- ・建物屋上に設置されたダクトやパネルなどが飛ばされて落下した

強風時に、このように屋外に設置した設備機器が転倒・移動、飛来などを生じると、設備機器自体の損傷による機能喪失や経済的損失だけでなく、周辺の家屋・施設や人などに対し大きな被害を生じさせる可能性もある。

### 補2. 建築物と建築設備機器の風環境

建築物に作用する風荷重は強風時の風の特性や周辺建築物などに応じて異なり、多様である。これに対し、建築物の耐風設計用の風圧力算定では、風の特性を平均風速とガスト影響係数とに分けて考えており、空気密度と風速から求められる速度圧を基準にして、建物形状や部位に応じて風圧力との関係をつなぐ風圧係数を定義して風圧力を求めている体系をとっている。ガスト影響係数は最大瞬間風速（ごく短い時間（3秒間）の平均風速）と10分間の平均風速の比率であり、風速の変動の程度を表している。また風圧力の基準としている速度圧は平面上の壁面に直角に風が当たったときの中心部の圧力に対応している。当該建物周辺の地表面の凹凸や地上からの高さによって、この平均風速と乱れの程度は変化する。平均風速は高いところほど大きくなるが、乱れの程度は低いところの方が地表面の凹凸の影響を受けて大きい。また市街地など地表面の凹凸が大きい場所の方が、建物のほとんどない平坦な場所よりも平均風速は小さいが、乱れの影響は大きい。



建物周辺の平均風速と乱れの強さ

実際には個々の強風のケースや、環境によって様ではない風の影響をこのように理想化した方法でパターン化して建築物設計用の風圧力を求めているのであるが、前提としてあくまで建築物の規模に対応する風の特性を考慮していることに注意が必要である。

これに対し、建築設備機器は、建築物と比べるとかなり規模が小さいため、建築物で考慮する風圧力の多様さよりもさらに個別の環境や強風の状況によって、機器に作用する風圧力は大きく異なる。周辺の建築物だけでなく、機器周辺の建築部位や他の機器の影響も受けるため、その特性を一般的に記述するのはかなり難しい。そのため、建築基準法などでも、建築物用の風圧力を準用することを求めていると考えられる。強風時における設備機器の被害事例やそのデータなどがあれば、それをフィードバックして設計に活かしていくことが有効であるが、それが十分ではない現在は、建築物用に得られている知見を基に、これに十分な考察を加えて上手に活用していかざるを得ない。

### 補3. 建築基準法における設備機器に作用する風圧力の規定

建築設備機器に作用する風圧力に関連する主な建築基準法施行令、告示関係の記述としては、下表に示す規定がある。

- (1) 建築設備の構造強度に関連する一般的記述（令第129条の二の三 二項）
- (2) 屋上から突出する水槽・煙突等：風圧・地震等に対する構造耐力上の安全性確認規定  
（令第129条の二の三 三項）
- (3) 給水、排水その他の設備配管：風圧を含む諸荷重に対する構造安全性確保の記述  
（平成12年 建設省告示第1388号（改正：平成24年 国土交通省告示第1447号第四、第五））
- (4) 屋上から突出する水槽、煙突等の構造計算の基準における風圧力によって生ずる力の規定  
⇒ 風圧力を速度圧×風力係数で算定することの規定：  
建築物に作用する風圧力の基準を用いること  
（平成12年 建設省告示第1389号（改正：平成27年 国土交通省告示第184号））  
（令87条第二項の速度圧、第四項の風力係数（平成12年建設省告示第1454号）を適用）

- (1) 建築設備の耐風性に関連する記述として、建築設備の構造強度に関して、建築基準法施行令第129条の二の三の二項に、「建築物に設ける昇降機以外の建築設備にあつては、構造耐力上安全なものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いること。」としている。
- (2) また、同三項に、「・・・に掲げる建築物に設ける屋上から突出する水槽、煙突その他これに類するものにあつては、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算により風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。」とある。
- (3) 平成12年の建設省告示第1388号（改正：平成24年 国土交通省告示第1447号 第四



項)に、「建築物に設ける給水、排水その他の配管設備(建築物に設ける電気給湯器その他の給湯設備(屋上水槽等のうち給湯設備に該当するものを除く)は、……次に定める構造とすることと」しており、一として「風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全上支障のない構造とすること」としている。また、同告示の第五にて、給湯設備についても、「……風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全上支障のない構造とすること」としている。

(4) 屋上から突出する水槽、煙突等の構造計算の基準を定める件として、平成12年の建設省告示第1389号(改正：平成27年 国土交通省告示第184号)において、荷重及び外力の規定を示しており、風圧力によって生ずる力について、以下の記述がある。

「この場合において、風圧力は、次のイによる速度圧に次のロに定める風力係数を乗じて計算した数値とするものとする。ただし、屋上水槽等又は支持構造部の前面にルーバー等の有効な遮へい物がある場合においては、当該数値から当該数値の1/4を超えない数値を減じた数値とすることができる。

イ 速度圧は、令第87条第二項の規定に準じて定めること。この場合において、「建築物の高さ」とあるのは、「屋上水槽等又は支持構造部の地盤面からの高さ」と読み替えるものとする。

ロ 風力係数は、令第87条第四項の規定に準じて定めること。」

令第87条では、建築物に作用する外力としての風圧力を定めており、「風圧力は、速度圧に風力係数を乗じて計算しなければならない。」としており、同条の第二項では、「前項の速度圧は、次の式によって計算しなければならない。」として、

$$q = 0.6 E V_0^2$$

を示している。このうちEとV<sub>0</sub>については、「Eの数値を算出する方法並びにV<sub>0</sub>及び風力係数の数値を定める件」として、平成12年建設省告示第1454号の中で規定されている。これらの数値は建築物に作用する風圧力を算定するとき用いるものと同じ値になっている。

また、同条の第四項では、「第一項の風力係数は、風洞実験によって定める場合のほか、建築物又は工作物の断面及び平面の形状に応じて国土交通大臣が定める数値によれなければならない。」としている。風力係数の具体的な数値も、上記の平成12年建設省告示第1454号の中で規定されている。

以上より、屋上に設置された設備機器については、屋上から突出する水槽、煙突等の構造計算の基準に準じて計算すれば良いことが示唆される。また地上置き設備機器も、基本的には建築物の風圧力算定法に準じて評価する方法で良いと考えられる。

なお、官庁施設の基本的性能基準(令和2年3月31日 国営整第160号・国営設第190号)においても、建築設備の耐風に関する性能として、建築基準法施行令第129条の二の三に規定される風圧力を参照している。

#### 補4. 設備機器に作用する風圧力算定上の課題

建築基準法で採用されている屋上突起物に作用する風圧力では、建築物の構造骨組検討用のものと同じ考え方・方法が採用されている。ただし建築物における受風面積は前述のように設備機器と比較すると大きい場合が一般的である。この場合、建築物において局部的には瞬間的に大きな風圧力を受けても建物全体としては平均化されて局部的な変動風圧力よりもやや小さめの値となる。一般の設備機器では建築物より受風面積が小さく、瞬間的にはより大きな風圧力を受ける可能性があるため、この点への配慮は必要と考えられる。さらに、建築設備機器の設置されている屋外の風環境については、詳細な情報は少なく、風向によって局部的に大風速になることもあり得る。例えば、ビル風の効果で風速の大きな場所に設置された機器の場合には、より大きな風圧力が作用することもある。

「屋根ふき材及び屋外に面する帳壁の風圧に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件」として、平成12年建設省告示第1458号（改正 平成19年国土交通省告示第1231号）において定められている屋根ふき材および外壁に作用する風圧力が定められているが、ここでのピーク外圧係数は、建築物の構造骨組検討に用いる外圧係数にガスト影響係数を考慮した値よりはやや大きな値になる。

国土交通省 国土技術政策総合研究所の「災害拠点建築物の設計ガイドライン」（国土技術政策総合研究所資料 No. 1004（2018年））の中では、屋外に面する非構造部材（外装材）及び設備（拠点部分に係る部分に限る。）に作用する風圧力は、建築基準法上で想定される暴風に基づき平成12年建設省告示第1458号に定めるところに準じて設定するとされている。

さらに最近の研究<sup>5)・6)</sup>などでは、建物屋上の広告板、目隠し壁等の風力係数の風洞実験結果が発表されている。これらによるとピーク風力係数（近傍の平均的な風速による速度圧に対するピーク風圧力の比率を表す）は、これら広告板・目隠し壁等の設置されている建物や建物内における設置位置によって異なるが、4～7程度の値になっており、これは一般の屋根ふき材及び屋外に面する帳壁の風圧力を定める際の風力係数よりもさらに大きな値に相当している。

建築設備機器の風力係数についての実験・計測は、今までにほとんどなされておらず、個々の風力係数は定かではないのが現状である。建築設備機器の設置されている局所的な風環境は様々であり、建築物への作用風圧力を求めるのとは異なり、建築設備機器の正確な風力係数を求めることは難しい。ここでは、現在までに得られている情報を基に、設備機器の風力係数についても、建築物や工作物用に用意されている数値を用いて、風圧力を算定することとした。

以上より、建物の屋上や外壁面に建築設備が設置される場合の検討用風圧力について、以下のような考え方をとることができる。

周辺に風を遮る物があり、強風が直接的に作用する状況は少ない場合には、建築基準法に従って、建築構造骨組と同様の値を用いて検討することで、安全性は確保される場合が多いと考えられる。また建築基準法上では、屋上突出物への作用風圧力はルーバーがあっても3/4までにはしか低減できないことになっているが、建物の屋上にあっても周辺に目隠し用の

パネルやルーバーが設置されるなどした場合、実際には強風がほとんど直接作用しない場合も多いと思われる。屋外設備の耐風安全性を検討する場合、このような実状をきちんと把握することにより、設計風速を低減することも可能になると思われる。

設備機器の耐風設計の重要性が今後一層高まる可能性がある。強風時の被害事例の収集、設備機器の設置位置における風環境の調査、関連する技術情報獲得のための活動推進が望まれる。

(参考文献)

- 1) 日本建築センター：建築設備耐震設計・施工指針 2014年版、2014年9月
- 2) 国土交通省住宅局建築指導課、経済産業省産業保安グループ電力安全課：建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン、国土交通省 HP  
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001349327.pdf>
- 3) JIS C 8955 太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法  
<http://www.kikakurui.com/c8/C8955-2017-01.html>
- 4) 令和元年台風第15号に伴う強風による建築物等被害現地報告（速報）  
<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2019/typhoon15.pdf>
- 5) 益山由佳、中村修、奥田泰雄、伊藤真二、菊池浩利、野田博、吉田昭仁、植松康：屋上広告板のピーク風力係数、日本風工学会誌、第36巻第1号、2011年10月
- 6) 奥田泰雄、中村修、岡田恒、喜々津仁密、伊藤真二、植松康、大竹和夫、勝村章、菊池浩利、染川大輔、高森浩治、寺崎浩、野田博、益山由佳、山本学、吉田昭二、田村幸雄：寄棟屋根、ベランダ手すり及び屋上広告板等の風力係数の提案、建築研究所、建築研究資料、No. 142, 2013年1月



## 付属資料

### 耐風圧と室外機の据付強度について

目的：風圧力と地震力から室外機の据付強度を比較し、耐風圧確認が必要となる目安を検討する。

#### 1. 比較条件

下記条件にて比較を行った。

条件1：室外機は3種類とし、屋上に設置されているものとする。

条件2：ビルマルチについては消音フード有り無しとの2パターンとする。

条件3：建物の高さは、3パターンとする。

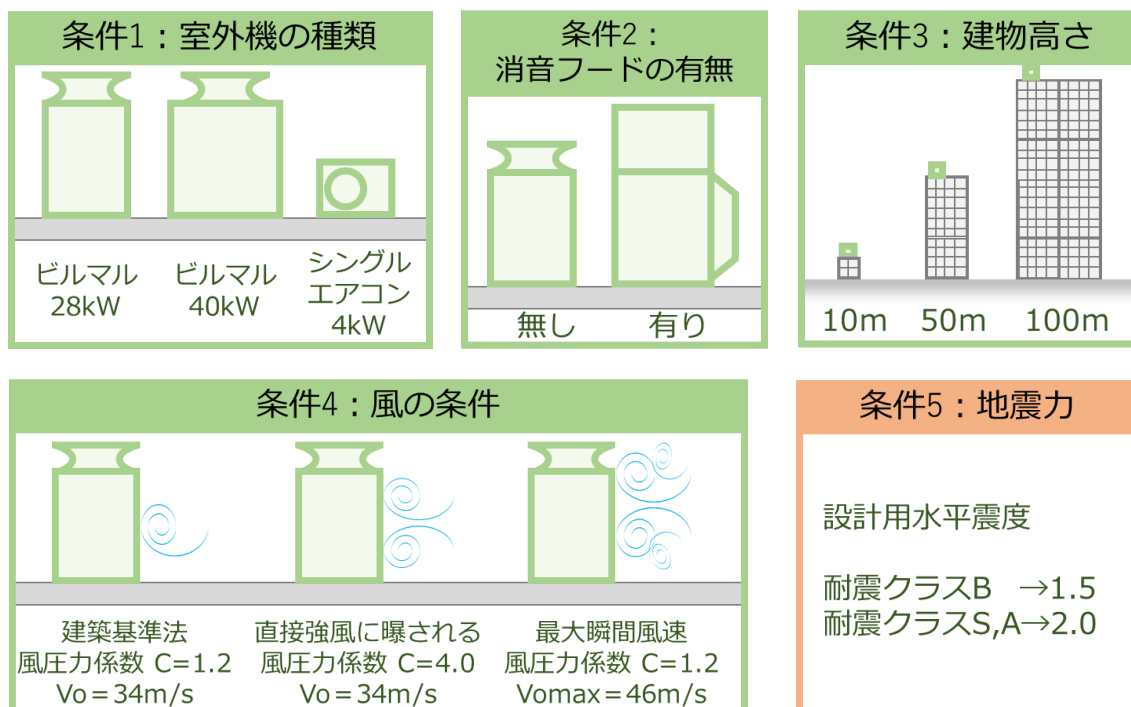
10m（2階屋上相当）、50m（11階屋上相当）、100m（25階屋上相当）

条件4：風の条件は、3パターンとする。

建築基準法準拠した場合、直接強風に曝される想定、風速を46m/sとした場合

条件5：設計用水平震度は、耐震クラスS,AとBの2パターンとする。

設計用水平震度 1.5、2.0



## 2. 計算例

1での比較条件の1例について計算過程を以下に示す。

### 2-1 計算条件

室外機：ビルマル 28kw(消音フード無し)、建物高さ：10m、風条件：建築基準法、耐震クラス：S, A、

### 2-2 計算式

『屋外に設置した建築設備機器の設計用風圧力の基本的考え方』の風圧力算定式に準拠。

### 2-3 計算使用係数

[地上面粗度区分Ⅲ]		数値	単位			
設置高さ	Z	10	m			
地上面粗度区分より	Zg	450	m			
地上面粗度区分より	$\alpha$	0.2	-	平均風速の高さ方向の係数		
地上面粗度区分より	Gf	2.5	-	$[1.7 \times (Z/Zg)^{0.2}] =$	Er	0.794
用途係数	I	1.0	-	環境係数		
設計用基準風速	Vo	34	m/s	$[Er^2 \times Gf] =$	E	1.576
				設計用速度圧		
				$[0.6 \times Vo^2 \times E \times I] =$	q	1093
						N/m <sup>2</sup>

### 2-4 風圧力、地震力の算定値

風圧面長さ	Lm1	0.92	m			
風圧面高さ	Lm2	1.65	m			
風圧面積	A	1.52	m <sup>2</sup>			
風圧力係数	C	1.2	-	設備機器重量	Wv	1.764
風圧荷重				水平方向震度	Gh	2
$[C \times q \times A / 1000] =$	Wh	1.99	kN	水平方向地震力		
$[C \times q \times A / 1000] \times 3/4 =$	Wh	1.49	kN	$[Wv \times Gh] =$	Fh	3.5
						kN

### 2-5 計算例における算定結果

この計算条件では、風圧荷重は 1.99 kN (3/4 倍した場合は 1.49 kN) となり、地震力 3.5 kNの方が大きくなる。室外機の据付強度は、地震力で確定することになる。

## 3. 各種計算結果

1の比較条件での計算結果を下記に示す。

黄色の数値は、風圧力より地震力が大きい値となっており、室外機の据付強度は地震力で確定することになる。緑色の数値は、風圧力の 1/4 を減じた場合と比較すると風圧力より地震力が大きい値となっている。

### 3-1 ビルマル（フードなし）の場合

耐風圧による室外機の据付強度への影響について

※ 地震力が風圧力より大きい

※ 風圧力の4分の1を減じた値での比較

室外機	室外機28kW（フードなし） [PUHY-P280]									室外機40kW（フードなし） [PUHY-P400]								
	10m			50m			100m			10m			50m			100m		
風条件	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46
WH：風圧力(kN)	1.99	2.65	2.31	3.18	5.05	2.31	4.20	6.67	2.31	2.64	3.52	3.52	4.22	6.70	3.07	5.57	8.84	3.07
WH：風圧力(kN)×3/4	1.49	-	1.73	2.39	-	1.73	3.15	-	1.73	1.98	-	2.64	3.17	-	2.30	4.18	-	2.30
FH：地震力 (Gh=1.5)	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
FH：地震力 (Gh=2.0)	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55

z：高さ	10	10	-	50	50	-	100	100	-	10	10	-	50	50	-	100	100	-
ZG	450	450	-	450	450	-	450	450	-	450	450	-	450	450	-	450	450	-
α	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-
Gf：ガスト影響係数	2.5	1.0	-	2.1	1.0	-	2.1	1.0	-	2.5	1.0	-	2.1	1.0	-	2.1	1.0	-
l：用途係数	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vo：設計用基準風速	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	49.3	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0
最大風速	42.7	49.3	-	54.0	68.0	-	62.0	78.1	-									

Er：高さ分布係数	0.79	0.79	-	1.10	1.10	-	1.26	1.26	-	0.79	0.79	-	1.10	1.10	-	1.26	1.26	-
E：環境変数	1.58	0.63	1.00	2.52	1.20	1.00	3.33	1.58	1.00	1.58	0.63	1.00	2.52	1.20	1.00	3.33	1.58	1.00
q：設計用速度圧	1093	437	1270	1748	832	1270	2306	1098	1270	1093	437	1458	1748	832	1270	2306	1098	1270

Lm1：風圧面長さ	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Lm2：高さ	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
A：風圧面積	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
C：風圧力係数	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2

Wv：重量[kg]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	283	283	283	283	283	283	283	283	283
Wv：重量[kN]	1764	1764	1764	1764	1764	1764	1764	1764	1764	2773	2773	2773	2773	2773	2773	2773	2773	2773
Gh：水平方向震度	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Gh：水平方向震度	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

### 3-2 ビルマル（フードあり）の場合

※ 地震力が風圧力より大きい

※ 風圧力の4分の1を減じた値での比較

室外機	室外機28kW（フードあり） [PUHY-P280]									室外機40kW（フードあり） [PUHY-P400]								
	10m			50m			100m			10m			50m			100m		
風条件	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46
WH：風圧力(kN)	3.79	5.05	4.40	6.06	9.62	4.40	8.00	12.69	4.40	4.40	5.87	5.11	7.04	11.17	5.11	9.28	14.73	5.11
WH：風圧力(kN)×3/4	2.84	-	3.30	4.55	-	3.30	6.00	-	3.30	3.30	-	3.83	5.28	-	3.83	6.96	-	3.83
FH：地震力 (Gh=1.5)	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
FH：地震力 (Gh=2.0)	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31

z：高さ	10	10	-	50	50	-	100	100	-	10	10	-	50	50	-	100	100	-
ZG	450	450	-	450	450	-	450	450	-	450	450	-	450	450	-	450	450	-
α	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-
Gf：ガスト影響係数	2.5	1.0	-	2.1	1.0	-	2.1	1.0	-	2.5	1.0	-	2.1	1.0	-	2.1	1.0	-
l：用途係数	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vo：設計用基準風速	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0

Er：高さ分布係数	0.79	0.79	-	1.10	1.10	-	1.26	1.26	-	0.79	0.79	-	1.10	1.10	-	1.26	1.26	-
E：環境変数	1.58	0.63	1.00	2.52	1.20	1.00	3.33	1.58	1.00	1.58	0.63	1.00	2.52	1.20	1.00	3.33	1.58	1.00
q：設計用速度圧	1093	437	1270	1748	832	1270	2306	1098	1270	1093	437	1270	1748	832	1270	2306	1098	1270

Lm1：風圧面長さ	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Lm2：高さ	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
A：風圧面積	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
C：風圧力係数	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2

Wv：重量[kg]	325	325	325	325	325	325	325	325	325	373	373	373	373	373	373	373	373	373
Wv：重量[kN]	3185	3185	3185	3185	3185	3185	3185	3185	3185	3655	3655	3655	3655	3655	3655	3655	3655	3655
Gh：水平方向震度	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Gh：水平方向震度	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

### 3-3 シングルエアコンの場合

室外機	※ 地震力が風圧力より大きい						※ 風圧力の4分の1を減じた値での比較		
	シングルエアコン [MUZ-ZW4020S]								
高さ	10m			50m			100m		
風条件	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46	C=1.2	C=4.0	V=46
WH: 風圧力(kN)	0.58	0.77	0.67	0.92	1.46	0.67	1.22	1.93	0.67
WH: 風圧力(kN)×3/4	0.43	-	0.50	0.69	-	0.50	0.91	-	0.50
FH: 地震力 (Gh=1.5)	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
FH: 地震力 (Gh=2.0)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73

z : 高さ	10	10	-	50	50	-	100	100	-
ZG	450	450	-	450	450	-	450	450	-
α	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	-
Gf : ガスト影響係数	2.5	1.0	-	2.1	1.0	-	2.1	1.0	-
l : 用途係数	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
V <sub>0</sub> : 設計用基準風速	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0	34.0	34.0	46.0

Er : 高さ分布係数	0.79	0.79	-	1.10	1.10	-	1.26	1.26	-
E : 環境変数	1.58	0.63	1.00	2.52	1.20	1.00	3.33	1.58	1.00
q : 設計用速度圧	1093	437	1270	1748	832	1270	2306	1098	1270

Lm1 : 風圧面長さ	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Lm2 : 高さ	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
A : 風圧面積	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
C : 風圧力係数	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2	1.2	4.0	1.2

Wv : 重量[kg]	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	362.6	362.6	362.6	362.6	362.6	362.6	362.6	362.6	362.6
Wv : 重量[kN]	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Gh : 水平方向震度	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Gh : 水平方向震度	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

#### 4. まとめ

以下のような場合は、地震力より風圧力の方が大きくなる傾向にあり耐風圧計算にて据付強度を確定する必要がある。

- ・ 室外機の荷重が軽い場合やフードを設ける場合
- ・ 建物高さ 50m以上に設置される場合
- ・ 直接強風に曝される場合
- ・ 耐震クラス B の場合は、風圧力による影響が大きくなることもある

以上





## 屋外に設置した建築設備の耐風設計について基本的考え方

---

2022年3月発行

---

発行所 一般社団法人 建築設備技術者協会

〒105-0004 東京都港区新橋 6-9-6

12 東洋海事ビル

[info@jabmee.or.jp](mailto:info@jabmee.or.jp)

---