

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

独立行政法人 建築研究所



第1章 はじめに

1.1 検討の実施体制

本調査研究は、平成20年度から実施されている建築基準整備促進事業の一課題である「風圧力、耐風設計等に関する基準の合理化に資する検討」に係る共同研究として、独立行政法人建築研究所と、当該事業の事業主体である株式会社風工学研究所及び財団法人日本住宅・木材技術センターとの間で実施したものであり、その体制は図1.1.1に示すとおりである。建築研究所は、調査研究の計画策定、研究の成果のとりまとめとしての設計用風力係数の提案について、主たる役割を果たしたほか、その他の項目について事業主体とともに研究を実施した。



建築基準整備促進事業「風圧力、耐風設計等に関する基準の合理化に資する検討」の 事業主体

- ・(株)風工学研究所
- ・)財日本住宅・木材技術センター

図1.1.1 共同研究の実施体制

共同研究の体制としては、国内の学識経験者や技術者から構成される「風圧力、耐風設計等に関する基準の合理 化に資する検討委員会」を設置し、以下に掲げる各課題について新たな知見に基づく検討を行った。

- (イ) 寄棟屋根、ベランダ、屋上広告板、屋根ふき材裏面圧等に係る風力係数 Cf、塔状建築物、屋根等のガスト 影響係数 Cf に関しては明確な基準が設けられていないこと。
- (ロ) 外装材等に作用する風圧力は平成12年建設省告示第1458号の規定に基づき計算することになるが、一部の外装材以外はその耐風設計に必要な情報が明示されていないため、基準の明確化が望まれること。
- (ハ) 平成12年建設省告示第1449号に煙突等に関する工作物の構造計算の基準を定めているが、風車のように 上部に大きな荷重が作用する塔状工作物の構造設計に必要な情報が明示されていないため、基準の明確化が望 まれること。

検討委員会の下には上記の各課題に応じて、図1.1.2に示す3つのワーキンググループ(WG)を構成しており、そのうち風力係数WGでは上記の(イ)に係る課題について、既往の研究の調査や風洞実験による検討を行った。また、

その検討結果について、妥当性の検証を同委員会にて行った。

本資料は、検討委員会及び風力係数WGでの3年間(平成20~22年度)の検討結果のうち寄棟屋根、軒の出をもつ屋根、ベランダ手すり、屋上広告板及び太陽光発電パネルに係る風洞実験結果を、耐風設計実務で有効に活用できるよう風力係数として提示したものである。なお、(イ)に係る課題の検討成果は、本資料に掲載していない内容も含めて学術論文等として公表している。これらについては、実験データ編第1章1.2節を参照されたい。

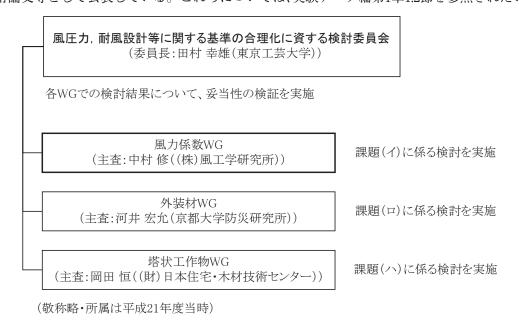


図1.1.2 「風圧力、耐風設計等に関する基準の合理化に資する検討委員会」検討体制

1.2 本資料の活用にあたって

建築基準法施行令の風圧力に関する規定では、設計用風力係数の数値は風洞試験によって定める場合のほか、代表的な建築物等の断面や平面形状に応じて同法の関連告示によることとされている。

本資料では、現行の関連告示(平成12年建設省告示第1454号、平成12年建設省告示第1458号)や「建築物荷重指針・同解説2004(日本建築学会)」で定めていない建築物形状や部位の風力係数等の数値を掲げている。これらの数値は適切に実施した風洞実験の結果に基づくものであり、耐風設計の実務での参考になることを想定してとりまとめた。なお、以下では建築基準法施行令は「令」、平成12年建設省告示第1449号は「平12建告第1449号」、平成12年建設省告示第1458号は「平12建告第1458号」とそれぞれ表記する。

第2章では、関連告示等で数値を定めていない寄棟屋根、軒の出をもつ屋根、ベランダ手すり及び屋上広告板を対象にして、各形状や部位の設計用風力係数を表形式で提案しており、実務上はこれを参照することができる。提案にあたっては告示で対象とされている形状等の数値や既往の研究成果との整合性にも留意し、適用の方法や範囲等について解説を加えた。第3章では、住宅用太陽光発電パネルの設置実績が近年増加している状況を踏まえ、戸建住宅の屋根に設置する太陽光発電パネルのピーク風力係数の検討結果を提示した。これは設計用風力係数として整備するには至っていないが、ここで示した検討の考え方はピーク風力係数を評価・算定する際の参考にされたい。

また、実験データ編では、上記各部位の風力係数の根拠となる風洞実験の概要とその結果の詳細を掲げたので、必要に応じて参照して頂きたい。

第2章 寄棟屋根、軒の出をもつ屋根、ベランダ手すり及び屋上広告板の設計用風力係数の提案

2.1 寄棟屋根

寄棟屋根について、構造骨組用の外圧係数を2.1.1項、外装材用のピーク外圧係数を2.1.2項にそれぞれ示す。

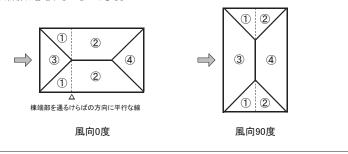
2.1.1 外圧係数(構造骨組用)

寄棟屋根面の外圧係数は、表2.1.1に示す数値とする。

表2.1.1 寄棟屋根面の外圧係数

部位屋根勾配	①	2	E		4
10 度未満		-0.5	_	-1.0	
10度			0	-1.0	
30 度	-1.0		0.2	-0.3	-0.5
45 度			0.4	0	
90 度			0.8	_	

この表において、部位の位置は、下図に示すものとする。また、この表に掲げる屋根勾配の数値 以外の数値に応じた係数は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とする。ただし、屋 根勾配が 10 度未満の場合にあっては正の係数を、屋根勾配が 45 度を超える場合にあっては負の係 数を用いた計算は省略することができる。



【関連する基準】令第87条、平12建告第1454号 【解 説】

寄棟屋根面における外圧係数の性状は切妻屋根面のそれとは異なるが、多くの部分で似た性状を示すこと及び切妻屋根面と異なる数値を用いることによる煩雑さを避けるため、ここでは平12建告第1454号に規定される切妻屋根面の数値を参考にして整理した。外圧係数は屋根平均高さ(建築物の高さと軒の高さとの平均) H での速度圧で基準化している。

屋根面における風力係数は外圧係数と内圧係数との差で算定されるが、軒の内圧係数としては軒裏での外圧係数の数値を用いる必要がある。今回の一連の実験では、軒裏での外圧係数はその直下の壁での外圧係数とほぼ同値であることを確認した。なお、屋根のガスト影響係数Gf は、平12建告第1454号第一第3項の表に掲げる数値を用いることができる。

具体の実験概要及びその結果については、実験データ編第2章2.2節及び2.3節を参照されたい。

2.1.2 ピーク外圧係数(外装材用)

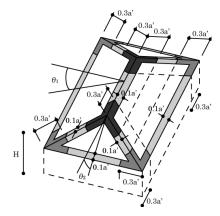
寄棟屋根面の正のピーク外圧係数は、平12建告第1458号第2項第一号イに定める方法を準用して計算した数値とする。ここで、けた行方向、張り間方向それぞれの屋根勾配から得た数値のうち、大きいほうの数値を両屋根勾配に対するピーク外圧係数とみなす。

寄棟屋根面の負のピーク外圧係数は、表2.1.2に示す数値とする。

表2.1.2 寄棟屋根面の負のピーク外圧係数

θ_1 又は θ_2 部位	10 度以下の場合	20度	30 度以上の場合
の部位	-2.5	-2.5	-2.5
の部位	-3.2	-3.2	-3.2
の部位	-4.3	-3.2	-3.2
の部位	-3.2	-5.4	-3.2

この表において、部位の位置は、下図に示すものとする。また、表に掲げる θ_1 又は θ_2 の値以外 の θ_1 又は θ_2 に応じた係数は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とし、両屋根勾配 から得た数値のうち絶対値が大きいほうの数値を両屋根勾配に対するピーク外圧係数とみなす。



この図において、H, θ_1 , θ_2 及びa'は、それぞれ次の数値を表すものとする。

H 建築物の高さと軒の高さとの平均 (単位 m)

 θ_1 及び θ_2 けた行方向、張り間方向それぞれの屋根勾配(単位 度)

a' 平面の短辺長さとHの2倍の数値のうちいずれか小さな数値(30を超えるときは、30とする。) (単位 m)

【**関連する基準**】 令第82条の4、平12建告第1458号 【解 説】

寄棟屋根面の風洞実験結果を踏まえ、寄棟屋根面の負のピーク外圧係数については表2.1.2に示すとおり整理した。この場合も構造骨組用の外圧係数と同様に、切妻屋根の風圧特性との差は見られるが、平12建告第1458号に定める切妻屋根その他の屋根面での数値を参考にした。ここで、ピーク外圧係数は屋根平均高さ(建築物の高さと軒の高さとの平均) H での速度圧で基準化している。

具体の実験概要及びその結果については、実験データ編第2章2.2節及び2.4節を参照されたい。

2.2 軒の出をもつ屋根のピーク外圧係数(外装材用)

軒の出をもつ陸屋根、切妻屋根及び寄棟屋根における軒裏面のピーク外圧係数は、表2.2.1に示す数値とする。

表2.2.1 軒裏面のピーク外圧係数

正の場合	C_{pe}	0.8	
(右記の C_{pe} と G_{pe} との積)	G_{pe}	平 12 建告第 1458 号第 3 項の表 9 (帳 壁の正圧部の G_{pe})に定める数値	
負の場合		-2.1	

【関連する基準】令第82条の4、平12建告第1458号 【解 説】

軒の出をもつ屋根の場合、軒裏面に作用するピーク外圧係数を適切に設定する必要があることから、ここでは風洞実験結果を踏まえて、表2.2.1 に示すとおり整理した。ここで、ピーク外圧係数は屋根平均高さ(建築物の高さと軒の高さとの平均) Hでの速度圧で基準化している。

風洞実験で対象にした屋根形状は陸屋根、切妻屋根及び寄棟屋根であり、具体の実験概要及びその結果については、**実験データ編** 第2章2.2節及び2.4節を参照されたい。

2.3 ベランダ手すりのピーク風力係数(外装材用)

中層の集合住宅におけるベランダ手すりのピーク風力係数は、表2.3.1 に示す数値とする。

中央部 部位Ⅱ 部位 I 正の係数 1.5 3.5 2.0 -1.5-2.5負の係数 -5.0この表において、中央部、部位Ⅰ及び部位Ⅱの位置は、下図に示すものとする。 中央部 部位 I 45度 部位Ⅱ ベランダ 45度 ベランダ 中央部 部位 I 部位Ⅱ 中央部 部位 I

表2.3.1 ベランダ手すりのピーク風力係数

【関連する基準】令第82条の4、平12建告第1458号 【解 説】

集合住宅のベランダ手すりに関する既往の研究によると、隅角部以外の一般部では、ベランダの外側と内側で平均的には等圧となるためピーク風力係数は壁面よりかなり小さいことが示されているが、隅角部のピーク風力係数については実験結果に差異が認められる。そこで、ここでは中層の集合住宅のベランダ手すりを想定した風洞実験を実施し、その結果に基づくピーク風力係数を表2.3.1のとおりまとめた。ここで、ピーク風力係数は建築物の軒高さでの速度圧で基準化している。

ベランダ手すりに作用するピーク風力係数はベランダの部位により異なり、建築物の隅角部で大きな負値が示され、さらにそれがベランダ端部の場合に特に大きな負値となる。

なお、以上の数値は次に掲げる条件での風洞実験によるものである。具体の実験概要及びその結果については、 **実験データ編** 第3章を参照されたい。

・建築物の高さ:30m ・手すりの高さ:1m ・ベランダの出幅:2m

2.4 屋上広告板のピーク風力係数(構造骨組用・外装材用)

中低層の建築物の屋上に設置される広告板(以下「屋上広告板」という。)のピーク風力係数は、表2.4.1に示す数値とする。

設置形状 I型 L型 コ型 口型 設置部位 7.0 正 6.5 4.5 端部 負 -6.0-5.5-6.0正 5.5 5.0 5.0 角部 負 -5.5-5.0-3.5正 6.0 5.0 4.5 4.5 中央部 -4.0-5.5-3.0この表において、設置形状と設置部位は、それぞれ下図に示すものとする。 L型 ⊐型 ㅁ퓇 ■:広告板を示す 図 屋上広告板の設置形状 : 角部 5mT : 中央部 図 屋上広告板の設置部位

表2.4.1 屋上広告板のピーク風力係数

【**関連する基準**】 令第87条、平12建告第1454号、令第82条の4、平12建告第1458号、令第138条及び第141条、平12建告第1449号

【解 説】

屋上広告板に作用する風力は、一般に建築物の影響を受ける風の流れのため大きく変化する。そこで、ここでは中低層の建築物での屋上広告板に作用するピーク風力係数を風洞実験により検討し、表2.4.1のとおりまとめた。

ここで、ピーク風力係数は屋上広告板の頂部高さ(当該広告板が設置される建築物の軒高さ+当該広告板の高さ)での速度圧で基準化している。風洞実験の結果によると、構造骨組用のピーク風力係数、外装材用のピーク風力係数の間で大きな差がみられなかったため、これは両者共通の数値としてまとめたものである。したがって、平12建告第1449号第2の規定にしたがって令第87条に規定する構造骨組用の風圧力を算出する場合には、表2.4.1に掲げる「ピーク風力係数」を平12 建告第1454 号第1 第3 項に規定するガスト影響係数Gf(屋上広告板の頂部高さにおけるGf)で除したものを「風力係数」と読み替えて適用することができる。

表2.4.1では、屋上広告板の基本形状を「I型」、「L型」、「コ型」及び「ロ型」の4通りに分類した。ロ型の場合は当該広告板の裏側に建築物頂部を超えた強い風の流れ等が吹きつけにくいこともあり、他の型に比べてピーク風力係数は小さめの値として評価される。さらに同表では、屋上広告板の設置部位を「端部」、「角部」及び「中央部」に分類した。この場合、端部に近い部分では強い流れを生じる可能性が高いこと等により、他の部位に比べて絶対値の大きな値を示している。ここで、端部及び角部とはそれぞれ屋上広告板の端部及び角部から5mの範囲とし、それ以外の部分を中央部とした。L型の角部となる範囲の片側が端部にも相当する場合、コ型の角部となる範囲が端部にも相当する場合等では、角部と端部両方の絶対値のうちいずれか大きな値を採用する必要がある。また、ここに示した数値は、屋上広告板に類似した設置形態の工作物に対しても適用することができる。

なお、以上の数値は次に掲げる条件での風洞実験によるものである。具体の実験概要及び結果については、**実験データ編** 第4章を参照されたい。

・建築物の高さ:30m以下

・屋上広告板の高さ:8m以下

・屋上広告板の下端と建築物の屋上との隙間:1m以下

第3章 住宅用太陽光発電パネルのピーク風力係数の検討

3.1 住宅用太陽光発電パネルのピーク風力係数(外装材用)

戸建て住宅に設置される一般的な太陽光発電システムは、屋根ふき材の上に金属製のフレームを設置し、その上に太陽光発電パネルが取り付けられることから、屋根ふき材の上面と当該パネルの下面との間には隙間が存在する。そのため、太陽光発電パネルには上面だけでなく下面にも外部風による圧力が作用するので、平12建告第1458号や建築物荷重指針・同解説(日本建築学会・2004年)に定められている裏側が室内となることを想定したピーク風力係数では、作用する風荷重を適切に設定することができない。

また、太陽光発電パネルの設計用風荷重については、JIS C 8955 (太陽電池アレイ用支持物設計標準) - 2011にしたがって設定される場合もあるが、当該JIS規格では平均風力係数に構造骨組用のガスト影響係数を乗じて設計用風荷重を設定するため、ひとつのモジュールの受圧面積が比較的小さく、かつ、屋根面上に形成される渦の影響を強く受けるパネルの風荷重を算出する場合にあっては、当該JIS規格の適用は適切でないと考えられる。

そこで、ここでは戸建て住宅の屋根に設置される太陽光発電パネルを想定した風洞実験の結果に基づき、太陽光発電パネルのピーク風力係数の検討を行った。その結果を図3.1.1に示す。

ここで示すピーク風力係数はパネル全体に作用する風力に基づいたものであり、屋根平均高さ(建築物の高さと軒の高さとの平均)Hでの速度圧で基準化している。また、この数値は以下の条件での風洞実験によるものなので、これらの条件と大きく異なる場合には注意を要する。特に、ここでは屋根端部からパネルまでの距離を30cmと設定しているが、パネルが屋根端部に近い場合には大きな負値を示す可能性がある。

具体の実験概要及びその結果については、実験データ編第5章を参照されたい。

- ・対象建築物:2階建て戸建て住宅(切妻屋根)
- ・パネルの大きさ:1.06m×0.96m
- ・屋根面の上面とパネルの下面との隙間:15cm以下
- ・屋根端部からパネルまでの距離:30cm

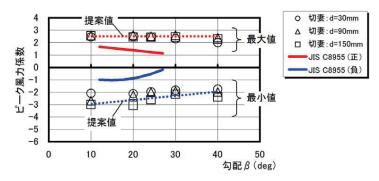


図3.1.1 住宅用太陽光発電パネルのピーク風力係数

注)図中のJIS C 8955の数値は、同JIS規格に定められた平均風力係数Cwに地表面粗度区分Ⅱに対応するガスト影響係数2.2を乗じて、ピーク風力係数に相当する数値として示した。