

屋上広告板に作用する風荷重

中村 修^{*1)} 奥田 泰雄^{*2)} 益山 由佳^{*3)}

^{*1)} (株)風工学研究所 所長、博士(工学)

^{*2)} 国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築新技術研究官、博士(工学)

^{*3)} (株)風工学研究所 風洞実験部 研究員



1 はじめに

広告板に関する規定は都道府県の条例で定められている。たとえば、東京都の出版する屋外広告物のしおり¹⁾によると、『広告物等の高さは、設置する建築物高さ h の $2h/3$ 以下、最大高さ52m、第1種、第2種、準住居地域は33m以下、木造家屋の屋上に設置する場合は10m以下とする。』とされている。あまり高いところに広告板を設置しても見ることができないので、30m前後までの建物に多く設置されているようである。

建築基準法では、施行令第138条第1項の三に『法88条第1項の規定としての工作物としての規定を受ける広告塔、広告板、装飾塔、記念塔その他これらに類するものは高さ4mを超えるものが対象となる。』として、法88条第1項の規定により構造計算が必要となる。とはいえ、基準法の中には広告板のようなものに対して適切な風力係数等が示されているとは言えない。

以上のような観点から、ここでは、建築物屋上に設置される広告板の設計風荷重をどのように設定したらよいかについて示すこととする。なお、本調査は国土交通省の建築基準整備促進事業の一環として実施した結果を少し噛み砕いて示したもので、風洞実験に関する詳細は文献2)、3)を参照されたい。

2 風荷重の算定方法

建築基準法で風荷重を算定する場合、構造骨組用と外装材用とに分けて示されている。広告板をどちらで検討するかは、詳細にはそれぞれの対象部位に応じていずれかを用いることが望ましいが、煩雑さを避けるため、荷重負担面積が比較的小さいこと、一般的に外装材用の風荷重の方が大きめの値となることから、ここでは外装材用の荷重算定法に基づいて示すこととする。なお、以上に関連した検討も文献2)、3)に示している。

建築基準法によると外装材用の風荷重は速度圧 q に風力係数 C を乗じて算定する。

$$W = qC \quad (1)$$

速度圧 q は次式で算定され、風速 V と一対一に対応している。

$$q = 0.6V^2 \quad (2)$$

すなわち、速度圧 q は設計風速と考えることもできる。風は時々刻々変動しているが、この時の風速は平均風速が用いられる。わが国では平均風速は10分間の変動する風速の平均値を採用している。風荷重も風速と同様に変動するので、設計はそのピーク値を用

いる必要があり、速度圧を平均値としているので風力係数をピーク値としている(ピーク風力係数 \hat{C})。

$$W = \bar{q} \hat{C} \quad (3)$$

ピーク風力係数は次式のように表現できる。

$$\hat{C} = [C'_{pe} - C'_{pi}]_{max} \quad (4)$$

上式の意味するところは、時々刻々変化する面表裏の圧力(外面の風圧： C'_{pe} 、内面の風圧： C'_{pi})の差から得られる10分間中のピーク値(最大値)を抽出し、ピーク風力係数とするということである。通常、内面は室内側となるので、その場合は経験的に次式を用いて表現している。

$$\hat{C} = \hat{C}_{pe} - \hat{C}_{pi} \quad (5)$$

ピーク外圧係数については建築物の形状や部位に応じて、平成12年度建設省告示第1458号(以下、告示1458号と記す)に数値が与えられており、ピーク内圧係数については告示1458号の表6、11に与えられている。正のピーク外圧係数については、さらに次式により定めることとなる。

$$\hat{C}_{pe} = G_{pe} C_{pe} \quad (6)$$

ピーク外圧係数を時間平均値である外圧係数 C_{pe} とピーク値に変換するためのガスト影響係数 G_{pe} との積として示している。一方、負のピーク外圧係数については、告示1458号の表3、5、10に示されている。

以上より、閉鎖型建築物として正および負のピーク風力係数の絶対値が大きくなるようなケースについて計算してみると次に示すようになる。

(a)正のピーク風力係数：3.0

正のピーク風力係数3.0は、ガスト影響係数は地表面粗度区分Ⅲの高さ10mとして $G_{pe} = 2.5$ 、外圧係数は建築物壁面の最大値 $C_{pe} = 1.0$ 、ピーク内圧係数は $\hat{C}_{pi} = -0.5$ として得られる。

(b)負のピーク風力係数：-3.2

負のピーク風力係数-3.2は屋根面の最小値を選択して得たものである。

さて、建築物屋上に設置されるような広告板のピーク風力係数を考えてみると、以上のケースと大きく異なるのはピーク内圧係数である。内側にも同様な流

れの場合があるので、状況に応じて変化し、ピーク風力係数が更に大きくなるような状況が推測できる。現に以下に示す風洞実験ではピーク風力係数として、正の最大値7.0、負の最大値-6.0が示されている。

3 風洞実験による風力係数の検討

3.1 風洞実験方法

屋上広告板の風力係数を検討するため風洞実験を行った。対象とした広告板は、建築物屋上に設置されている広告板の実状から以下の特徴を考慮して決定した。

- (a)都道府県の条例などによると広告板の頂部までの高さは40m～50m以下と定められている。
- (b)広告板の高さは2～10m程度が多い。
- (c)広告板の幅は建築物全体および一部の両方があるが、多くは5～10m程度である。
- (d)多くの広告板は建築物との間に空間があり、30～100cm程度が多い。
- (e)建築物の外壁面に沿って設置されることが多い。
- (f)建築物の平面の中央部に設置される場合はペントハウスを利用することが多い。また、下からの見えを良くするために上にあげられる。
- (g)比較的小さな建築物の場合には、屋上の外周部に沿って壁面全面に設置していることが多い。

以上より、実験では、広告板が設置される建築物は表1に示すように、幅 $B \times$ 奥行き D が20m \times 10mの建築物1、30m \times 20mの建築物2の2種を対象とした。広告板については表1に示すように、幅 b 、高さ h および広告板下部と建築物との隙間 $\angle h$ をパラメータとした。模型の縮尺は1/100である。建築物1の広告板は、壁面の全面に広告板が設置されるケース、建築物2は、ある一部に広告板が設置されるケースとした(図1(a)参照)。図1(b)に建築物2について、建築物と広告板の設置位置の関係を示す。広告板の設置位置を大別すると、広告板が壁面隅角部に設置された場合、壁面中央部に設置された場合および壁面中央位置において壁面端部から5m後退した位置に設置された場合である。建築物の屋上に設置される広告板は、壁面の1面だけに設置される場合のほか、長辺壁面の隅角部と短辺壁面の隅角部の2面にわたりL型のように設置される場合、あ

表1 実験パラメータ

| 形状 | パラメータ | 実寸法[m] | 模型寸法[mm] |
|------|--------------|----------------|------------------|
| 建築物1 | $B \times D$ | 20 \times 10 | 200 \times 100 |
| | H | 10, 30 | 100, 300 |
| 建築物2 | $B \times D$ | 30 \times 20 | 300 \times 200 |
| | H | 10, 30 | 100, 300 |
| 広告板 | b | 5, 10, 20 | 50, 100, 200 |
| | h | 3, 8 | 30, 80 |
| | $\angle h$ | 0, 0.3, 1 | 0, 3, 10 |

るいは3面、4面に設置される場合などがあり、本実験では図1 (c)に示すようにそれぞれI型、L型、コ型および口型と称した。検討ケースは、表1、図1および設置パターンのパラメータの組合せ102ケースを対象とした。

図2に風圧測定点の配置例を示す。風圧測定点位置

および数は広告板により異なるが、風力が測定できるように広告板の表裏のほぼ同一位置に測定孔を配置している。面表裏の測定孔の配置は、先に示した面に加わる風力は面の表裏の圧力差から決まるとい(4)式から理解していただきたい。図2は広告板のエリア分けについても示している。エリアの設定は、幅5m

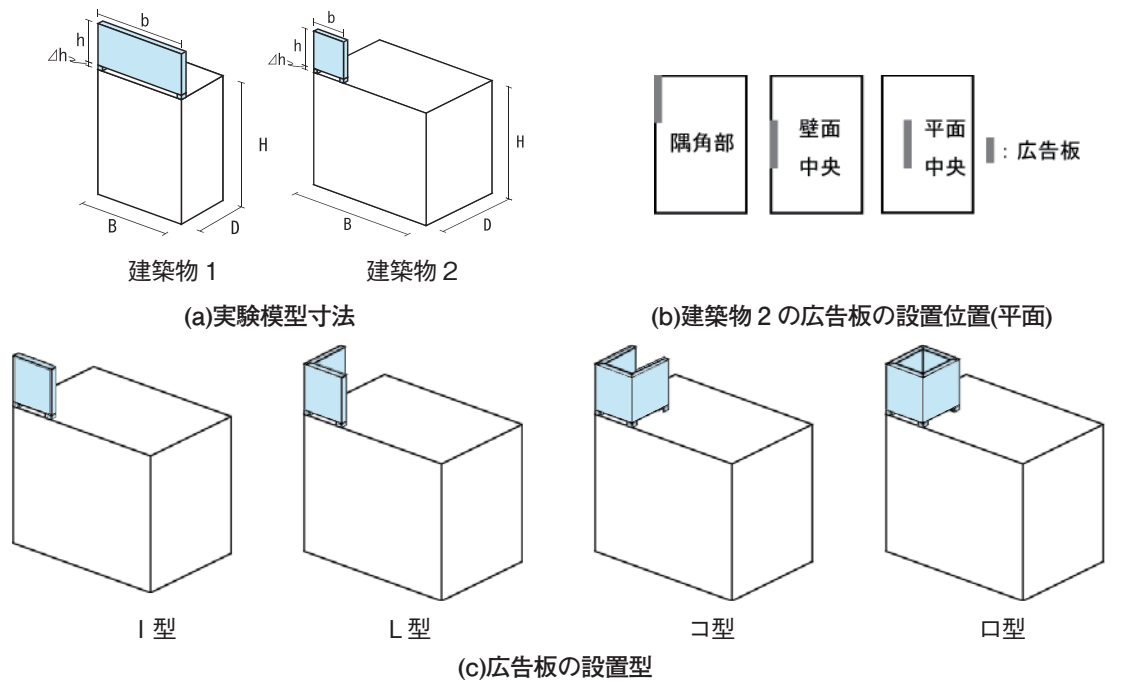
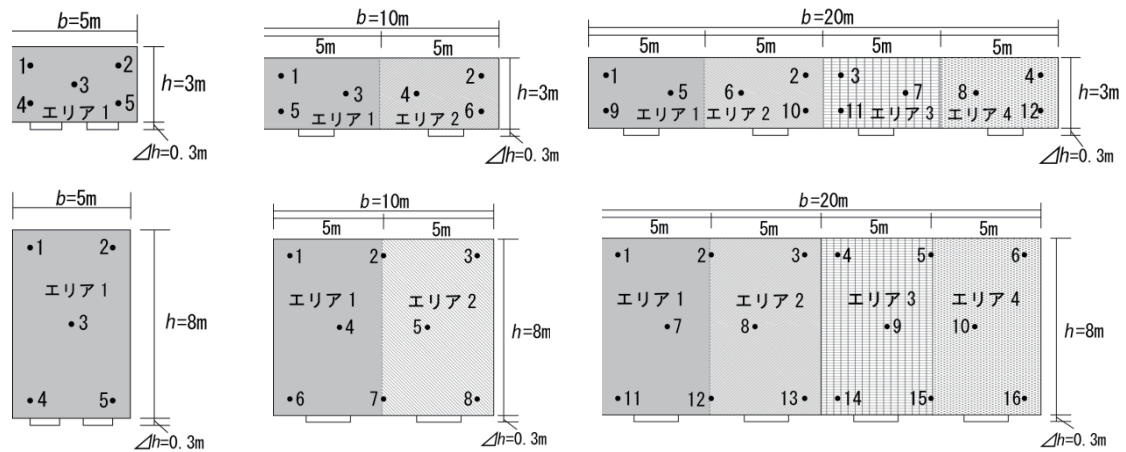


図1 実験模型および広告板設置位置



注) 図中の数字は測定点番号

図2 風圧測定点配置例およびエリア分け



を基準として分割し、高さ方向には分割を行わない。エリアの設定は、広告板の形状および大きさからこの程度のエリア内の風圧力の最大値をそのエリア内の設計値として一律に用いることが現実的と考えて設定したものである。

3.2 風洞実験結果

結果の一例を図3に示す。この例は平面30×20m、高さ30mの建築物2に幅10m、高さ8mの広告板が建築物の隅角部に設置されたものである（I型）。この広告板で最大値を示したのはエリア2の測定点8である。図の詳細および結果の特徴を以下に示す。

(a)図3は測定点8に着目し、風力係数を風向角別に示

したものである。図中の□印の変動とは変動風圧力の標準偏差を意味する。

- (b)正の最大値は、約7が風向角290°で生じており、その時の平均値は2程度である。また、負の最小値は、約-6が風向角210°で生じており、その時の平均値は-2程度である。
- (c)風向角290°で最大値の生じた測定点8での最大ピーク風力係数7は、表面の2程度の値と裏面の-5程度の値によって生じている($C_p = 2 - (-5) = 7$)。これは、表面に吹き付ける正圧に加え、建築物頂部の角部から吹き上げる強い流れによって発生する大きな負圧によって生じているものである。

以上のように、各エリア内の最大値を整理、検討すると、ピーク風力係数は、広告板が建築物のどの部分に位置するかよりも、むしろ広告板がどのように構成され広告板の端部、角部、中央部のようにどの部分に位置するか(表2中の図参照)の方が顕著な影響を受けることが示された。I型、L型、コ型および口型のピーク風力係数の絶対値の最大値を整理して示すと表2のようになり、以下のような傾向が示される。

- (a)端部および中央部における最大ピーク風力係数は、I型の絶対値が大きい。
- (b)最小ピーク風力係数は、端部では形状による差は

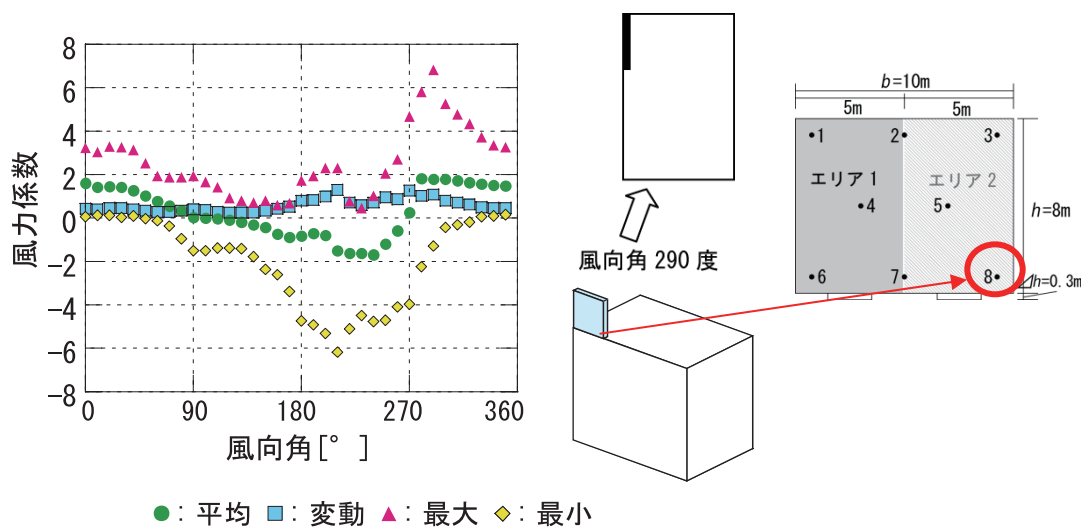


図3 測定点8の風力係数の風向変化の例

表2 ピーク風力係数一覧表

| | | I型 | L型 | コ型 | 口型 | |
|-----|----|------|------|------|------|-----|
| 端部 | 正值 | 7.0 | 6.5 | 4.5 | | |
| | 負値 | -6.0 | -5.5 | -6.0 | | 角部 |
| 角部 | 正值 | | 5.5 | 5.0 | 5.0 | 中央部 |
| | 負値 | | -5.5 | -5.0 | -3.5 | |
| 中央部 | 正值 | 6.0 | 5.0 | 4.5 | 4.5 | |
| | 負値 | -4.0 | -5.5 | -4.0 | -3.0 | |

あまりないが、角部および中央部では、L型の絶対値が他の形状よりやや大きい。

(c)口型は他の形状と同程度もしくは絶対値が小さい。

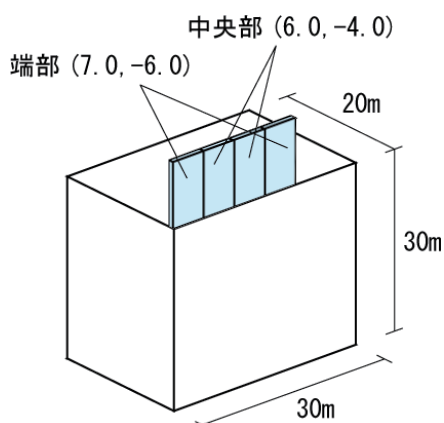
なお、広告板下部と建築物との隙間についても1m以内の範囲で検討を行ったが、その範囲内であれば大きな影響のない結果を得た。したがって、それ以上の隙間を有する場合には特別な配慮が必要である。また、広告板の平面設置位置(図1 (b)参照)で建築物壁面から後退した距離の影響については、広告板の設置型等によりピーク風力係数は異なるため、明確な傾向は見られなかった。今回検討した壁面端部から5m以

内の後退距離であれば、上記に示す数値を参考にしてよいが、これ以上の後退距離を有する場合には、隙間同様に特別な配慮が必要である。

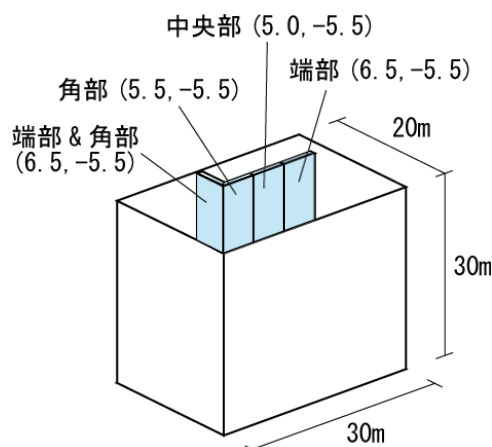
4 風力係数の適用例

表2の結果に基づいていくつかの例についてピーク風力係数を設定してみる。図4の例1)はI型の場合で、それぞれ5m幅の4つのエリアのピーク風力係数は端部および中央部の値のいずれかが設定されることとなる。例2)はL型の場合で、広告板で構成される角部となるエリアの片側は端部でもあるので両方の絶対

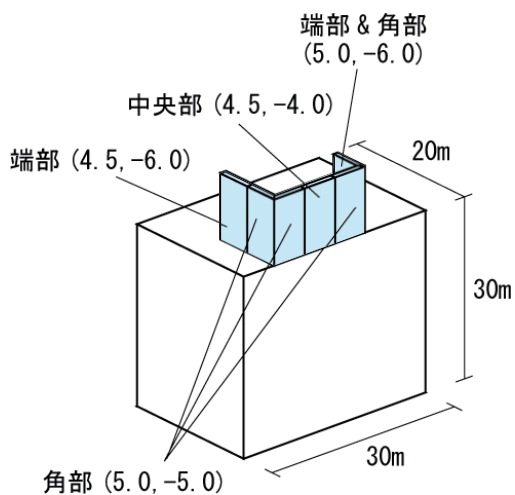
例1) I型



例2) L型



例3) コ型



例4) 口型

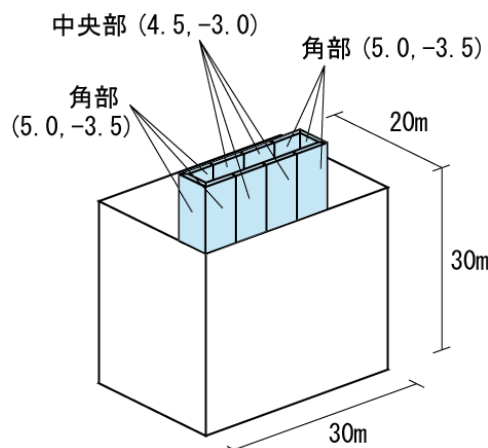


図4 屋上広告板設置状況に応じた表2のピーク風力係数の適用例

値の大きな値を採用する必要がある。例3)はコ型の場合で、端部でかつ角部となるエリアとなる部分がある。最後の例4)は口型であるが、角部か中央部のいずれかの値が採用されることとなる。

5 おわりに

屋上広告板について多くの風洞実験を行い、風力係数の検討を行った。その結果をまとめると以下に示すようになる。

- (1) 屋上広告板の風力係数は、設置される建築物や設置場所等によって異なる性状を示し、それぞれの要素が複雑に関連し合い、系統的に明確な傾向を見出すのは難しいが、大きな傾向として以下が示された。
 - ① 建築物の隅角部近くに設置された広告板、広告板の角部、広告板の端部のピーク風力係数は、広告板の中央部に比べ、大きめの値が示される。
 - ② 口型の広告板のピーク風力係数は、I型、L型およびコ型と比べ値が小さめであり、場所による差が少ない。
- (2) 屋上広告板の設計用風力係数として、表2を提案するが、現段階では、告示などで規制されたものでないことと認識していただきたい。また、限ら

れた建築物および広告板の形状であり、ここでの想定から外れるものについては風洞実験等が必要である。

謝辞

本研究は国土交通省の実施する平成22年度建築基準整備促進事業の一環として実施している事業のうち「風圧力、耐風設計等に関する基準の合理化に資する調査委員会」の成果の一部である。検討を進める上で本調査委員会の親委員会(委員長：東京工芸大学田村幸雄教授)および風力係数WGの委員の方々に貴重なご意見を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東京都、「屋外広告物のしおり」、(2010)
- 2) (株)風工学研究所、「平成22年度建築基準整備促進事業 風圧力、耐風設計等の基準の合理化に関する調査報告書」、平成22年3月
- 3) 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 vol.36 No.4 (No.129)、p362-375、(2012)

