

円弧型骨組膜構造独立上屋の風力特性に関する風洞実験と外装材用ピーク風力係数に関する検討 (その1 辺長比 $W/B=1$ の場合)

丁 威^{*1}
植松 康^{*2}
関 桃花^{*3}

本研究では、平面辺長比 $W/B=1$ を有する円弧型骨組膜構造独立上屋を対象とし、境界層乱流中で屋根の多点風圧同時測定(風洞実験)を行い、ライズ・スパン比 f/B 、風向角 θ が屋根全体に作用する平均風圧・風力の分布特性に及ぼす影響を把握した。また、屋根面の各測定点における全風向中の最大・最小ピーク風力係数の分布特性を明らかにし、外装材用の正・負ピーク風力係数を提案した。

1. はじめに

スポーツ施設や公園の休憩所など、公共空間において図1のような円弧型骨組膜構造独立上屋がしばしば利用される。一般に、このような建築物は壁がないので風の影響を受けやすく、軽量でもあるため風荷重が設計上支配的になることが多い。体育館のような円弧屋根をもつ閉鎖型建築物については、建設省告示や日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」¹⁾(以下、「荷重指針」と呼ぶ)に設計用風力係数が定められているが、円弧型独立上屋(開放型建築物)については、風力係数は規定されていない。壁の有無によって屋根まわりの流れや屋根に作用する風圧分布は大きく異なるため、閉鎖型建築物の風力係数を独立上屋に用いることはできない。円弧型独立上屋の設計用風荷重を合理的に評価するためには、風洞実験等に基づき、風力係数を適切に設定することが重要である。



図1 円弧型独立上屋

しかし、円弧型独立上屋の風荷重に関する既往の研究は非常に少ない。その1つの理由は風洞実験の困難さにある。円弧型独立上屋の風力係数を測定するには屋根上下面の風圧を同時に測定する必要がある。詳細な風圧分布を求めるには多くの圧力測定点数が必要となり、その結果、導圧管の数も多くなってしまう。しかし、壁がないためそれらを風洞床下の圧力変換器まで導くことが困難である。Natalini ら²⁾はライ

ズ・スパン比 0.2 の模型を用いて平均風力係数分布を求めているが、動的荷重効果については検討していない。筆者らの既往の研究^{3,4)}においては、ライズ・スパン比 0.1~0.4 の模型を用いて風洞実験を行い、変動風圧・風力を測定した。しかし、模型製作上の制約で測定は特徴的な風圧分布を調べる屋根端部と中心線上の2ライン上のみに限られている。そこで、屋根全体の風力分布特性を把握するため LES (Large Eddy Simulation) 乱流モデルを用いた数値流体解析(CFD)を行った。ただし、LES の場合計算時間が膨大となるため、計算を実施したケースは、ライズ・スパン比が $f/B=0.1$ と 0.4、風向角が $\theta=0^\circ$ と 45° に限られている。それらの結果に基づき屋根全体に作用する風圧・風力の特性を把握し、平均風力係数分布や外装材用ピーク風力係数のモデルを提案したが⁵⁾、提案値は限られた条件下で得られた結果に基づいたものであるため、更なる検討が必要である。

そこで、本研究では 3D プリンタを用いて圧力測定孔を屋根全面にわたって多数配置した円弧型独立上屋の実験模型を製作し、境界層乱流中で屋根上面・下面に作用する風圧の多点同時測定を行い、屋根全体に作用する風圧・風力の分布特性を把握する。ここでは特に構造骨組風力係数の基礎となる平均風力係数と外装材用ピーク風力係数の基礎となる最大・最小ピーク風力係数に注目する。そして、各測定点における全風向中の最大・最小ピーク風力係数の分布に基づき、外装材用ピーク風力係数を提案する。

2. 風洞実験の概要

2.1 実験模型

風洞実験は、東北大学工学研究科都市・建築学専攻所有のエッフェル型境界層風洞(測定部 $1.4\text{m}^W \times 1.0\text{m}^H \times 6.5\text{m}^L$)を用いて行った(図2)。本研究では、模型の幾何学的縮尺率を $\lambda_L = 1/100$ と設定する。図3に示すように実験模型は 3D プリン

*1 独立行政法人国立高等専門学校機構 秋田工業高等専門学校 講師・博士(工学)

*2 東北大学 未来科学技術共同研究センター 特任教授・工博

*3 独立行政法人国立高等専門学校機構 秋田工業高等専門学校 専攻科生

タを用いて屋根と柱を一体として作製した。図4に本研究で用いる座標系と記号を示す。屋根のライズ・スパン比 f/B は 0.1, 0.2, 0.3 の3種類である。表1に模型の寸法を示す。スパン B および桁行長さ W はいずれも 150mm である。屋根の平均高さは f/B によらず 80mm である。屋根の厚さは 4mm であり、8mm 角の正方形断面柱 6 本で支えられている。図5のように風圧測定点は5ラインに沿って上下面にそれぞれ5点ずつ設けられ、全部で 50 点である。屋根に作用する風力(屋根上下面の風圧の差)を測定するためには、上下面同位置に圧力測定孔を設ける必要があるが、屋根厚さ 4mm でそれを実現することは困難である。そこで、下面における風圧の空間的变化が比較的小さいことを考慮し、下面の圧力測定孔を図5に示した位置より 2mm ずれた位置(ライン上)に設けた。屋根上下面の圧力測定孔からの導圧管(銅パイプ、内径 1mm)は屋根および柱内部を通っており、柱脚部においてビニールチューブ(内径 1.4mm)に接続され(図3(d)参照)、圧力変換器に導かれている。銅パイプ+ビニールチューブの長さはいずれの f/B においても 1m である。

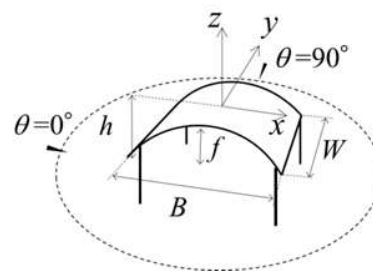


図4 模型に対する座標系と記号

表1 模型の寸法

f/B	f (mm)	B (mm)	W (mm)	h (mm)
0.1	15	150	150	88
0.2	30	150	150	95
0.3	45	150	150	103

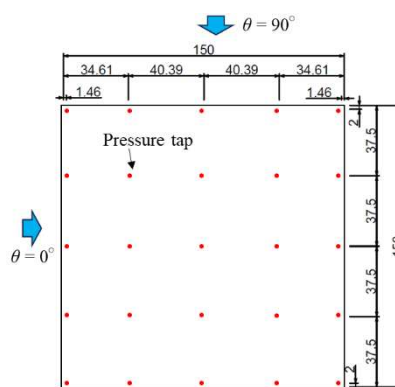


図5 風圧測定点配置

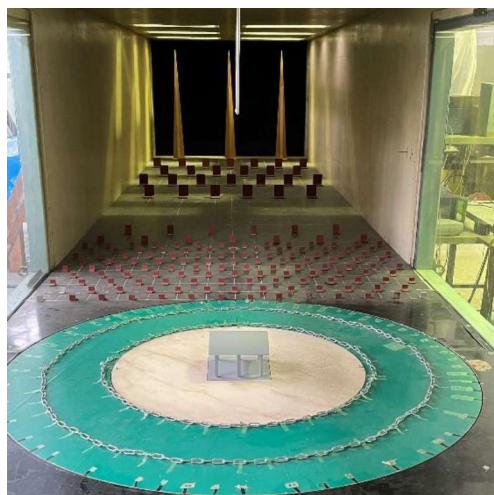


図2 風洞実験の様子 ($f/B=0.2, \theta=0^\circ$)

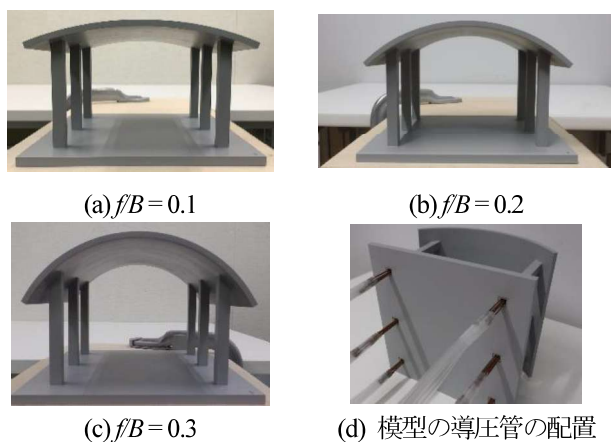


図3 風洞実験模型

2.2 実験気流

本研究の実験気流は境界層乱流である。図6は模型設置位置における模型がないときの平均風速 U_z および乱れ強さ I_u のプロファイルを示す。平均風速のプロファイルを表す「ベキ指数」 α は約 0.27 (荷重指針の地表面粗度区分IVに相当)、風洞実験模型の屋根平均高さ ($H=80\text{mm}$) における乱れの強さは $I_{uH}=0.2$ (荷重指針の地表面粗度区分IIIに相当) である。

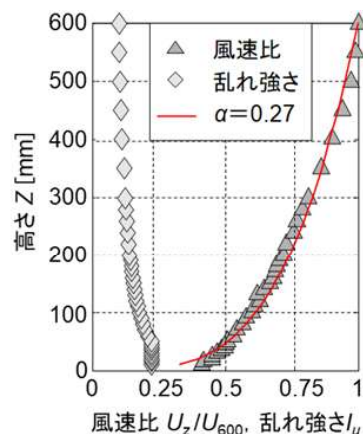


図6 平均風速および乱れ強さのプロファイル

円弧型独立上屋は曲面であるため、風洞実験ではレイノルズ数 Re の影響を考慮する必要がある。山村ら³⁾は Re 数の影響について、実験で可能な範囲内で Re 数が風圧分布に及ぼす影響を検討し、 $Re > 1.0 \times 10^5$ では風圧係数分布がほとんど変化しないことを確認した。なお、 Re 数を定義する際の代表長さは屋根の曲率半径の2倍とした。したがって、本研究ではこの条件を満たすため、屋根平均高さ H における風速 U_H を約 9 m/s とした。このとき、 Re 数は $f/B=0.1, 0.2, 0.3$ に対して、それぞれ約 $2.53 \times 10^5, 1.41 \times 10^5, 1.09 \times 10^5$ である。

2.3 風圧測定

荷重指針における基本風速を $U_0 = 36 \text{ m/s}$ 、地表面粗度区分をIIIと仮定すると、屋根平均高さ $H = 8 \text{ m}$ における設計風速は 28.6 m/s となり、風速の縮尺率は $\lambda_v = 9/28.6 = 1/3.18$ と計算される。したがって、時間の縮尺率は $\lambda_t = \lambda_l/\lambda_v \approx 1/31.4$ となる。1回の測定時間は $T = 600/31.4 = 19.1 \text{ s}$ (フルスケール換算で 600 s) であり、同一条件下で6回測定した。風圧のサンプリング周波数は 500 Hz とし、全点同時測定した。風圧測定時に含まれる高周波数の電氣的ノイズをカットするため 300 Hz のローパスフィルターを用いた。このような導圧管およびローパスフィルターにより生じる変動風圧の歪みは、予め測定された風圧計測システムの周波数応答関数を用い、周波数領域で補正した。風向 θ は図4で示すように定義し、 $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲を 10° ごとに変化させ、更に $\theta = 45^\circ$ を加えた11風向である。模型の対称性を利用すれば各点において $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲の値を求めることができる。

本研究では、風圧係数 C_p は式(1)のように屋根平均高さ H での速度圧 $q_H (= 1/2 \rho U_H^2, \rho$ は空気密度) で基準化した値として定義される。ここに、 p : 模型表面に作用する圧力、 p_s : 風洞内静圧である。屋根上面の風圧係数を C_{pt} 、下面の風圧係数を C_{pb} と表す。図7に示すように風圧係数の符号は面を押す方向を正とする。屋根面に作用する風力は上面風圧と下面風圧の差で定義される。式(2)に示されるように、この風力を q_H で基準化して風力係数 C_f とする。したがって、 C_f の符号は C_{pt} と同じである。風圧・風力係数の各種統計値は10回の測定結果のアンサンブル平均で評価する。

$$C_p = \frac{p - p_s}{q_H} \quad (1)$$

$$C_f = C_{pt} - C_{pb} \quad (2)$$

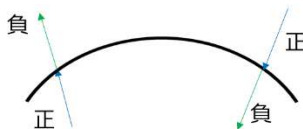


図7 風圧・風力係数の符号

3. 平均風圧・風力係数分布

図8, 9, 10は、ライズ・スパン比 $f/B=0.2$ の屋根上下面の平均風圧係数並び両者の差で与えられる平均風力係数の分布

をコンター図で示したものである。風向 $\theta = 0^\circ$ のときの平均風力係数 $C_{f, \text{mean}}$ の分布に着目すると(図8(c))、風上側端部では正であるが、それ以降のほとんどの領域で負となっており、絶対値が最大となるのは屋根頂部付近である。図8(a)に示すように、屋根上面の平均風圧係数 $C_{pt, \text{mean}}$ も屋根頂部付近で絶対値の大きな負値になっている。これは上面に沿う流れの増速効果によって屋根上面に大きな負圧が作用するためであり、この上面の $C_{pt, \text{mean}}$ 分布が $C_{f, \text{mean}}$ 分布の主要因となっている。

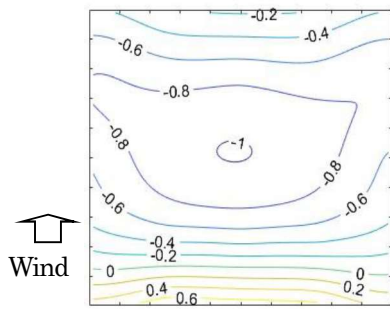
風向 $\theta = 30^\circ \sim 45^\circ$ のように斜め方向から風が吹くと、平均風力係数は風上端部(けらば)領域で大きな正の値(下向き)を示している(図9(c)参照)。これは屋根上面の正圧に加え、流れの剥離によって屋根下面に大きな負圧が発生するためである。また、風下端部(けらば)領域で大きな負の値(上向き)を示している(図9(c))。これは屋根端部(けらば)での流れの剥離によって屋根上面に円錐渦が生成され屋根上面に大きな負圧が発生するためである。更に、風下端部領域では屋根下面に直接風が当たるため、比較的大きな正圧が下面に生じる。このように、上面に負圧、下面に正圧が作用するため両者の差で与えられる風力は風下端部領域で絶対値の大きな負値を示す。

風向 $\theta = 90^\circ$ のときの平均風圧・風力係数分布を図10に示す。屋根上下面の平均風圧係数分布に着目すると(図10(a)

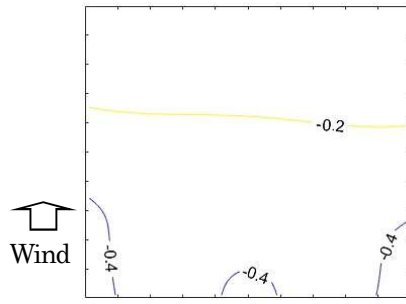
(b))、屋根上下面全体に負圧が作用している。そのため、上面の風圧と下面の風圧が相殺され、屋根上下面に作用する風圧係数の差として与えられる平均風力係数 $C_{f, \text{mean}}$ は風上側端部付近では負値を示すが、それ以降の領域ではほぼゼロとなっている(図10(c))。風上端部(けらば)付近で $C_{f, \text{mean}}$ が負値を示すのは、模型の屋根厚さが 4 mm とやや厚いため、屋根風上端で上下方向に流れの剥離が生じて負圧が発生するが、上面の負圧の作用がいくらか大きくなるためと考えられる。実際の独立上屋では本模型より薄いので、その影響は小さいと考えられる。しかし、いずれにしても風力係数の絶対値は小さいので、 $\theta = 90^\circ$ が構造設計上重要となることはない。

文ら⁵⁾によるCFD解析結果($f/B=0.1, \theta=0^\circ, 45^\circ$)でも本実験結果と同様の傾向を示している(図11参照)。また、図12は、植松⁶⁾による両側支持式R型アルミ製カーポート($f/B=0.1, \theta=0^\circ, 45^\circ$)の風洞実験による平均風力係数分布であり、本研究での $f/B=0.1$ に対する結果に類似している。

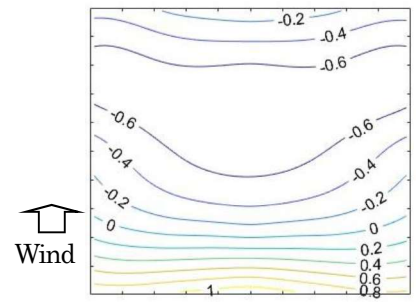
ライズ・スパン比 $f/B=0.1$ および 0.3 について、 $\theta=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ のときの平均風力係数分布をそれぞれ図13, 14に示す。いずれのライズ・スパン比においても $f/B=0.2$ の結果と似た傾向を示している。定量的にみると、風向 $\theta=0^\circ$ のときライズ・スパン比 $f/B=0.1$ の風上側端部での正の値と屋根頂部付近の負の値の絶対値はライズ・スパン比 $f/B=0.2$ および 0.3 の結果より小さいことが確認される。風向 $\theta=30^\circ \sim 45^\circ$ のとき、ライズ・スパン比 $f/B=0.1$ の屋根の風上端部(けらば)領域における正の値と風下端部(けらば)領域での負の値の絶対値もライズ・スパン比 $f/B=0.2$ および 0.3 の結果より小さいことが分かる。



(a) 上面の平均風圧係数 $C_{p,mean}$

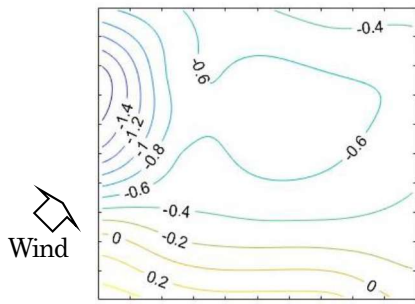


(b) 下面の平均風圧係数 $C_{p,mean}$

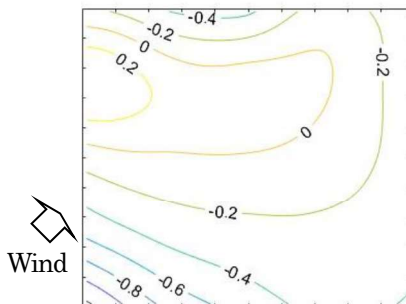


(c) 平均風力係数 $C_{d,mean}$

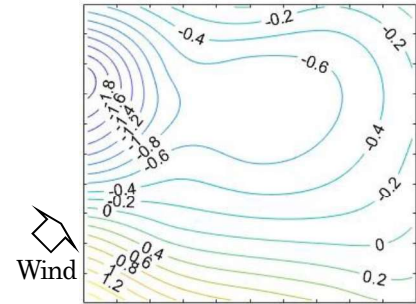
図8 平均風圧・風力係数分布 ($f/B=0.2, \theta=0^\circ$)



(a) 上面の平均風圧係数 $C_{p,mean}$

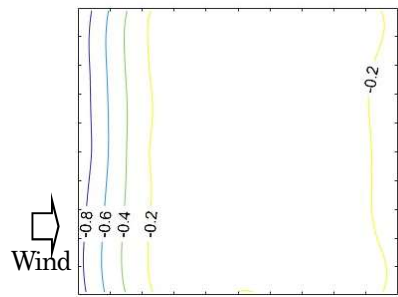


(b) 下面の平均風圧係数 $C_{p,mean}$

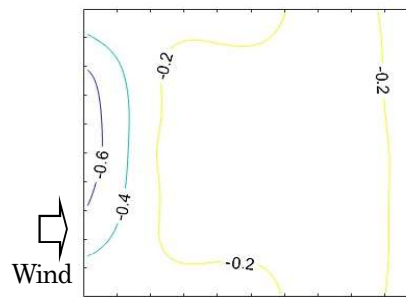


(c) 平均風力係数 $C_{d,mean}$

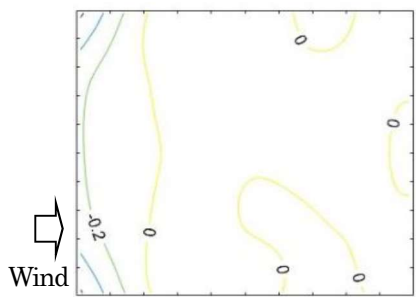
図9 平均風圧・風力係数分布 ($f/B=0.2, \theta=45^\circ$)



(a) 上面の平均風圧係数 $C_{p,mean}$

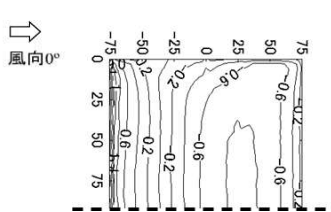


(b) 下面の平均風圧係数 $C_{p,mean}$

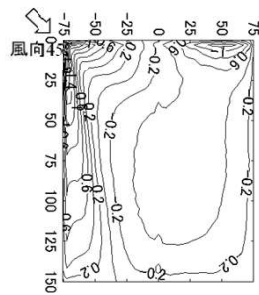


(c) 平均風力係数 $C_{d,mean}$

図10 平均風圧・風力係数分布 ($f/B=0.2, \theta=90^\circ$)

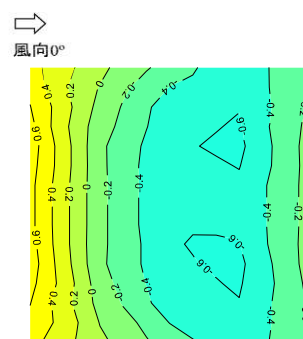


(a) $\theta=0^\circ$

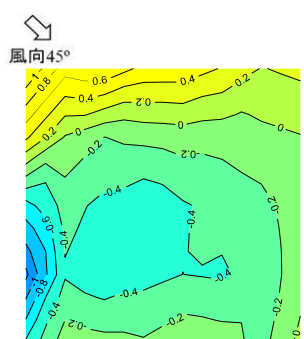


(b) $\theta=45^\circ$

図11 平均風力係数分布 $f/B=0.1$ (CFD 結果)⁵⁾



(a) $\theta=0^\circ$



(b) $\theta=45^\circ$

図12 平均風力係数分布 $f/B=0.1$ (風洞実験の結果)⁶⁾

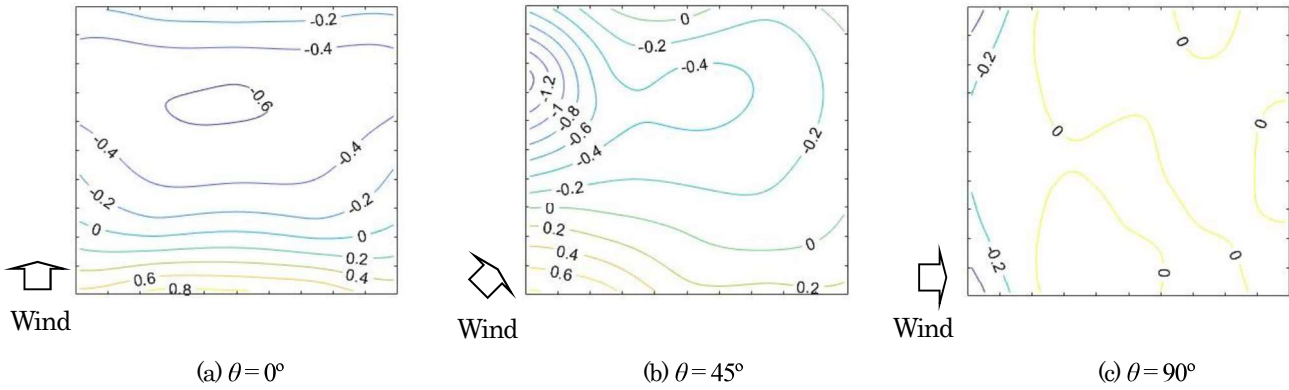


図 13 平均風力係数分布 ($f/B=0.1$)

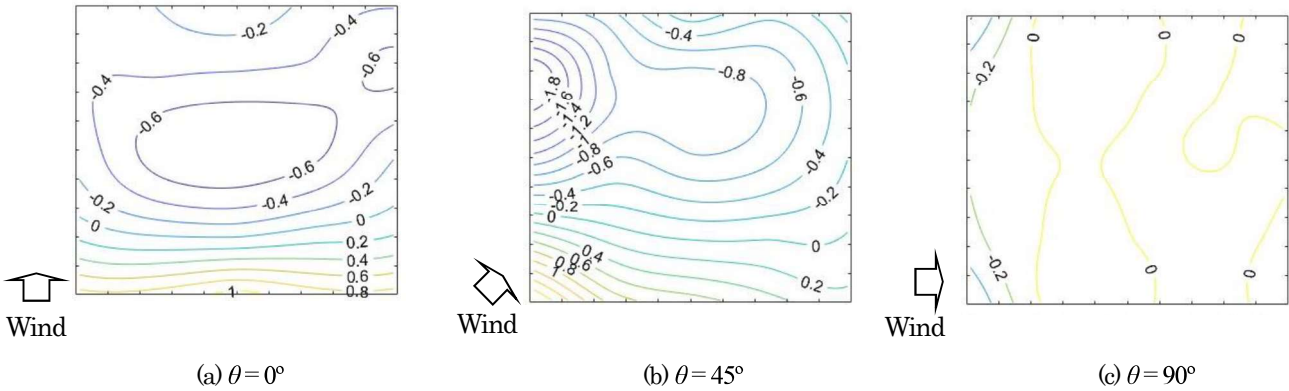


図 14 平均風力係数分布 ($f/B=0.3$)

4. ピーク風力係数に関する結果とそれに基づく外装材用ピーク風力係数の評価

外装材用ピーク風力係数は、外装材の面積の広がり考慮し、外装材の荷重負担領域に対する面平均風力係数の全風向中の最大・最小ピーク値に基づいて設定するのが合理的である。しかし、本研究のような独立上屋の場合、模型製作上圧力測定孔を密に設けることは困難であり、圧力測定孔の数が限られてしまう。したがって、外装材の荷重負担領域内に設けられた複数の圧力測定孔での風圧データを用いて面平均風力係数を求めることは困難である。そこで、本研究では領域内の代表点における風力係数の時間歴から面平均風力係数のピーク値を評価する TVL 法⁷⁾を適用する。この TVL 法は、面平均風圧(風力)を等価な時間平均値に置き換えて評価する方法であり、平均化時間と領域の代表長さの関係式は次式で与えられる。

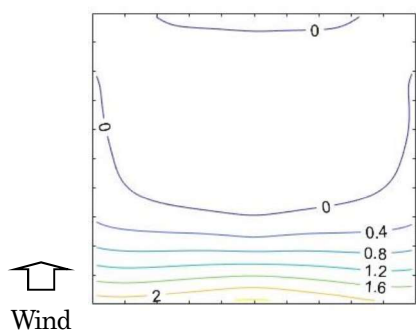
$$T_c = \frac{kL}{U_H} \quad (3)$$

ここで、 T_c は平均化時間(s)、 k はディケイファクター、 L は代表長さ($L = \sqrt{A}$ (m)²、 A 対象領域の面積(m²))⁸⁾、 U_H は実スケールでの屋根平均高さ H における設計風速(ここでは 28.6m/s)を表す。この方法を用いることで、代表長さ L の領

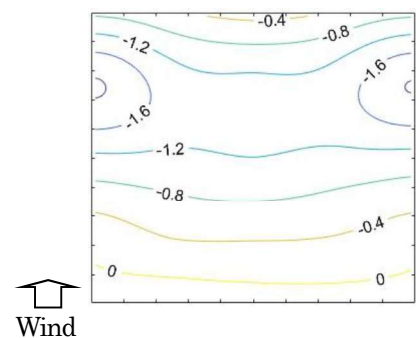
域に対する面平均風力係数のピーク値を領域内の代表点における長さ T_c の移動平均操作を施した風力係数の時刻歴のピーク値で評価することができる。

本研究では、屋根外装材の荷重負担面積を荷重指針に基づき 1m² と想定する。このとき、外装材の代表寸法は $L=1$ m となる。ディケイファクター k を Lawson の提案値⁷⁾を参照して $k=4.5$ と仮定すると、平均化時間 T_c は約 0.16 秒と計算される。そして、 $T_c=0.16$ s の移動平均を風力係数の時刻歴に施し、移動平均した風力係数の時刻歴から最大・最小ピーク風力係数を求め、それぞれを $\hat{C}_f$ 、 $\check{C}_f$ と表す。

図 15, 16, 17, 18 はライズ・スパン比 $f/B=0.2$ について風向角 $\theta=0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ のときの最大・最小ピーク風力係数分布を示す。 $\theta=0^\circ$ のとき、風上端部(軒)領域で $\hat{C}_f$ の大きな値が発生している。一方、 $\check{C}_f$ の絶対値は屋根頂部で大きくなっている。 $\theta=30^\circ, 45^\circ$ のような斜め方向からの風の場合、大きな $\hat{C}_f$ が屋根の風上端部(けらば)領域で発生している。同時に、絶対値の大きな $\check{C}_f$ が風下端部(けらば)領域で現れている。屋根の端部(けらば)領域で絶対値の大きな正・負のピーク風力が発生することは平均風力分布と同様である(図 9(c) 参照)。 $\theta=90^\circ$ のとき、最大風力係数分布と最小ピーク風力係数分布は互いに類似している。屋根の端部(けらば)領域で正・負ピーク値を示し、その以外の領域ではほぼ一定値(± 0.4)になっている。

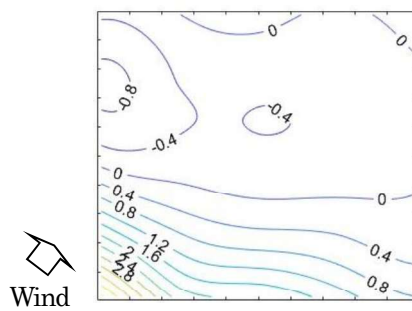


(a) $\hat{C}_f$

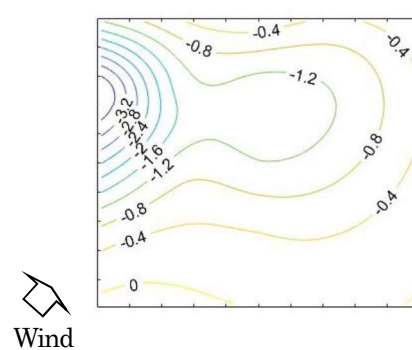


(b) $\check{C}_f$

图 15 最大・最小風力係数分布 ($f/B=0.2$, $\theta=0^\circ$)

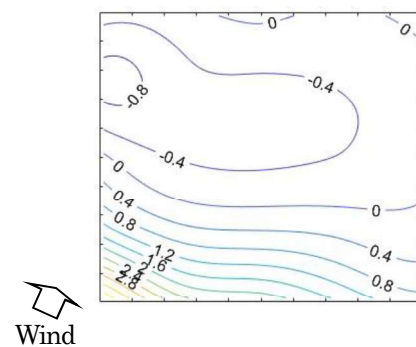


(a) $\hat{C}_f$

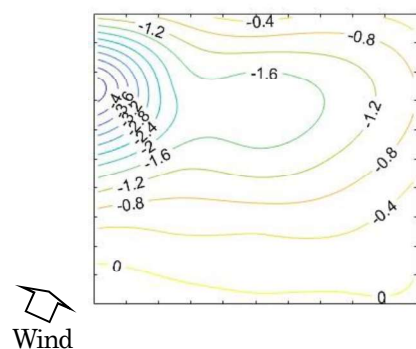


(b) $\check{C}_f$

图 17 最大・最小風力係数分布 ($f/B=0.2$, $\theta=45^\circ$)

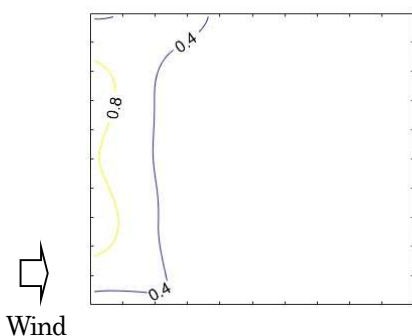


(a) $\hat{C}_f$

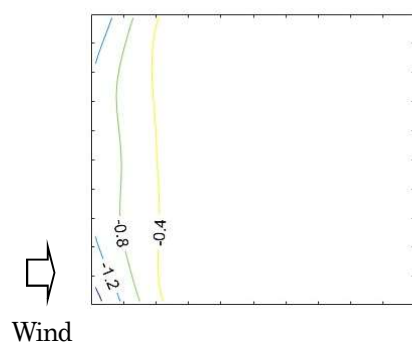


(b) $\check{C}_f$

图 16 最大・最小風力係数分布 ($f/B=0.2$, $\theta=30^\circ$)



(a) $\hat{C}_f$

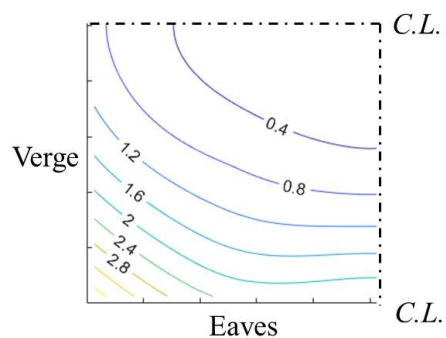


(b) $\check{C}_f$

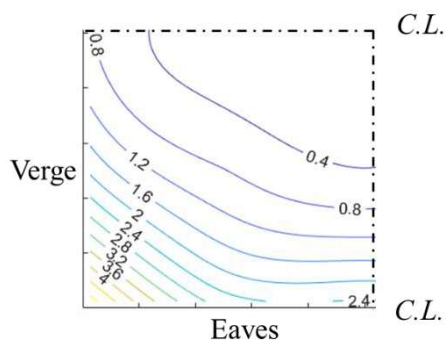
图 18 最大・最小風力係数分布 ($f/B=0.2$, $\theta=90^\circ$)

図 19, 20 は $f/B = 0.1, 0.2, 0.3$ について全風向中の最大・最小ピーク風力係数(正・負のピーク風力係数)の分布を示す。ここでは、屋根の対称性を考慮し 1/4 領域のみ表している。図 19 の正のピーク風力係数 $\hat{C}_{f, pos}$ 分布に着目すると、いずれの f/B においても屋根の角部で $\hat{C}_{f, pos}$ が大きな値を示している。これは屋根の上面に風が当たって大きな正圧を生じ、加えて下面に流れの剥離による大きなピーク負圧が作用するためである。

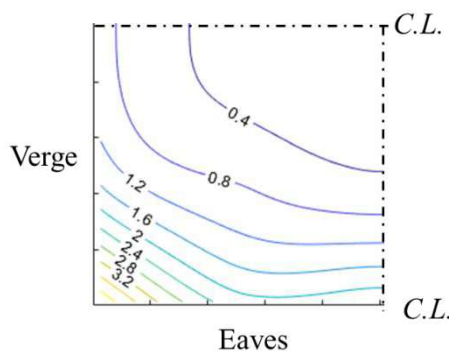
次に、図 20 の負のピーク風力係数 $\check{C}_{f, neg}$ 分布に着目すると、いずれの f/B の場合も $\check{C}_{f, neg}$ の絶対値は端部(けらば)に沿った領域で大きな値を示す。これは風が斜めから吹くと屋根端部での流れの剥離によって屋根面上に円錐渦が生成され屋根上面に大きな負圧が発生したためと考えられる。



(a) $f/B = 0.1$

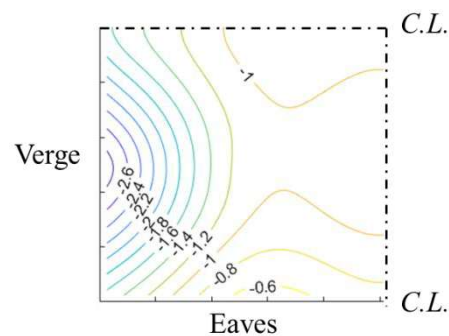


(b) $f/B = 0.2$

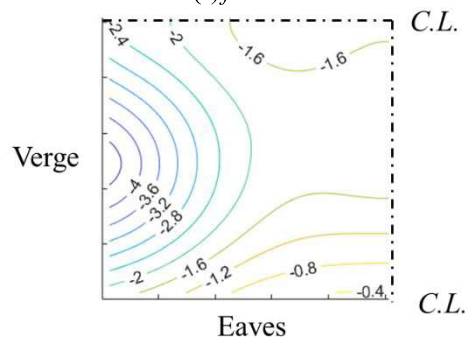


(c) $f/B = 0.3$

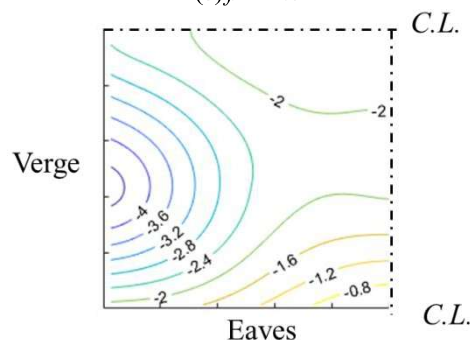
図 19 最大ピーク風力係数(正のピーク風力係数 $\hat{C}_{f, pos}$) 分布



(a) $f/B = 0.1$



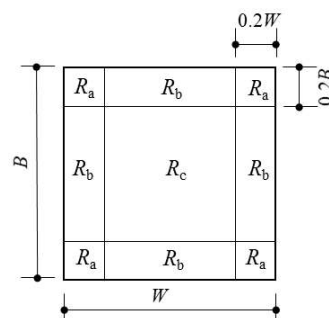
(b) $f/B = 0.2$



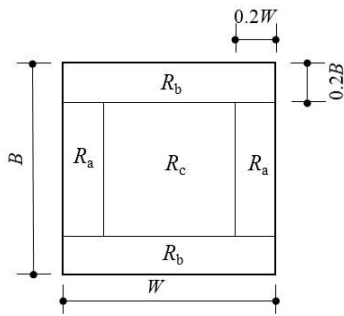
(c) $f/B = 0.3$

図 20 最小ピーク風力係数(負のピーク風力係数 $\check{C}_{f, neg}$) 分布

全風向中の最大・最小ピーク風力係数(正負ピーク風力係数)の分布に基づき、荷重指針の閉鎖型円弧屋根の外装材用ピーク外圧係数の規定に倣って屋根面を図 21 のように R_a , R_b , R_c の 3 領域に分割し、各領域内において絶対値が最大となる正・負ピーク風力係数を求め、外装材用ピーク風力係数を表 2, 3 のように提案する。



(a) 正のピーク風力係数



(b) 負のピーク風力係数

図 21 正・負のピーク風力係数に対する領域分け

表 2 外装材用正のピーク風力係数 $\hat{C}_{f,pos}$ の提案値

	$f/B=0.1$	$f/B=0.2$	$f/B=0.3$
R_a	3.8	5.0	4.3
R_b	2.4	2.6	2.3
R_c	0.9	0.9	0.9

表 3 外装材用負のピーク風力係数 $\hat{C}_{f,neg}$ の提案値

	$f/B=0.1$	$f/B=0.2$	$f/B=0.3$
R_a	-2.9	-4.6	-4.6
R_b	-1.6	-1.9	-2.0
R_c	-1.2	-2.1	-2.5

5. まとめ

本研究では、ライズ・スパン比 f/B が0.1~0.3、平面辺長比 W/B が1の円弧独立上屋を対象とし、縮尺模型を用いて境界層乱流中で多点風圧の同時測定を行い、屋根上面および下面に作用する風圧ならびに両者の差で与えられる風力係数の分布特性を明らかにした。ここでは特に構造骨組用風荷重算定の基本となる平均風力係数と外装材用風荷重算定の基礎となる最大・最小ピーク風力係数の分布に着目した。

平均風力係数分布が f/B や風向角 θ によって大きく変化することを示し、特徴的な結果を示す $\theta=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ について、平均風力係数分布を生じさせる流れのメカニズムを考察した。最大・最小ピーク風力係数も平均風力係数と同様、 f/B や θ によって大きく変化することを示し、その発生メカニズムを考察した。そして、各点における全風向中の最大・最小ピーク

風力係数の分布に基づき、外装材用ピーク風力係数(正・負のピーク風力係数)を提案した。具体的には、屋根面を3つの領域に分け、各領域において絶対値が最大となる正負のピーク風力係数に基づき、外装材用ピーク風力係数を提案した。これらの結果は構造設計者に設計根拠を提供するものと期待される。

本研究においては平面辺長 $W/B=1$ のモデルのみ扱ったが、実務設計では様々な平面辺長比が用いられる。平均風力係数および正・負ピーク風力係数の分布は W/B の影響も受けると考えられる。これについては今後の課題とするが、 $W/B=2$ および3のモデルを用いた同様の風洞実験は既に実施しており、現在実験結果を纏めているところである。今後その成果を本研究「その2」として発表する予定である。

〔謝辞〕

本研究は能村膜構造技術振興財団の令和6年度助成金によるものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説，2015
- 2) M.B. Natalini, C. Morel, B. Natalini: Mean loads on vaulted canopy roofs, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.119, pp.102-113, 2013
- 3) 山村朗丸，高館祐貴，植松康：曲面屋根を有する独立上屋の設計用風荷重に関する研究：その1 円弧屋根の場合，膜構造論文集，第31号，pp. 11-24, 2017
- 4) 文礼志，植松康：円弧型独立上屋に作用する風圧の時間的・空間的変動特性に関する研究，膜構造研究論文集，第33号，pp. 39-52, 2019
- 5) 文礼志，丁威，植松康：円弧型独立上屋の風力特性，膜構造ジャーナル，No.1, pp.35-44, 2021
- 6) 植松康：両側支持式R型カーポートの設計用風荷重に関する風洞実験報告書，日本エクステリア工業会，2021
- 7) T.V. Lawson, Wind Effects on Buildings Vol. 1 Design Applications; Applied Science Publishers LTD.: London, UK, 1980
- 8) Y. Uematsu, N. Isyumov : Peak gust pressures acting on the roof and wall edges of a low-rise building, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 77&78, pp.217-231, 1998

WIND TUNNEL EXPERIMENT ON WIND LOADING OF VAULTED FREE ROOFS AND DISCUSSION ON PEAK WIND FORCE COEFFICIENTS FOR DESIGNING THE CLADDING/COMPONENTS PART I IN THE CASE OF SIDE RATIO $W/B = 1$

Wei Ding ^{*1}
Yasushi Uematsu ^{*2}
Momoka Seki ^{*3}

Summary

In this paper, wind tunnel experiments on wind loading of a vaulted free roof with a side ratio of $W/B = 1$ were carried out. The effect of rise/span ratio f/B and wind direction θ on the characteristics of mean wind pressures and forces acting on the whole roof were investigated based on the results of the wind tunnel experiments. Then, according to the distributions of the most critical maximum and minimum peak wind force coefficients on the roof irrespective of wind direction, the positive and negative peak wind force coefficients for designing the cladding/components of the roofs were proposed.

^{*1} Lecturer, National Institute of Technology (KOSEN), Akita College, Dr. Eng.

^{*2} Specially Appointed Professor, New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, Dr. Eng.

^{*3} Undergraduate student, National Institute of Technology (KOSEN), Akita College.