# 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2 ドーム型屋根の場合

山村 朗丸\*1 植松 康\*2

梗 概

本研究では、曲面屋根を有する独立上屋の構造骨組用風力係数と外装材用ピーク風力係数の検討を行った。本報では、ドーム型屋根を有する独立上屋を対象とし、風洞実験に基づき、ライズ・スパン比が風圧および風力の分布性状に及ぼす影響を明らかにした。次に、構造骨組用風力係数について検討した。検討に際し、屋根は剛であり4本の柱で支持されていると仮定し、荷重効果として柱軸力に着目した。構造骨組用風力係数は屋根面を風上側、屋根中央、風下側の3領域に分割し、実際の風力係数分布による荷重効果を再現する等価静的風力係数をそれぞれの領域に対して与えた。最後に、実験から得られた最大・最小ピーク風力係数に基づき、外装材用ピーク風力係数の提案を行った。

### 1. はじめに

本報では、「その1」<sup>1)</sup>の円弧型屋根に引き続きドーム型屋 根を対象とする。ドーム型屋根を有する閉鎖型構造物に関し ては、本郷ら<sup>2)</sup>によって風洞実験に基づいた詳細な検討がな され、風力特性が明らかにされている。一方、ドーム型独立 上屋に関しては、筆者の知る限り全く研究がなされていない。 風洞実験において、屋根まわりの流れを忠実に再現するため には、模型の屋根厚さや柱の径をできるだけ小さくすること が必要である。一方で、圧力測定孔から伸びる多くの導圧管 を風洞床下に置かれた圧力変換器に導くためには、屋根厚さ や柱の径が必然的に大きくなる。さらに、ドーム屋根は二方 向に曲率をもつため、模型の作製が非常に難しい。このよう な模型作製上および風力測定上の困難さが、今まで研究がな されなかった大きな理由といえる。

本研究では、3Dプリンタを用いて導圧管も含めた縮尺模型 を作製することで、高い精度での風洞実験が可能になった。 屋根まわりの流れの性状に大きな影響を与えると考えられる パタメータは屋根のライズfとスパンDの比であるライズ・ スパン比fDであるため、風洞実験ではfD=0.1~0.4の4種 類の屋根形状を対象とする。圧力測定孔は屋根中心線上に設 け、屋根上下面に作用する風圧を全点同時測定する。構造骨 組用風力係数の提案の際には、屋根は剛で4本の柱で支持さ れていると仮定し、荷重効果として柱軸力に着目する。屋根 の応答は準静的とし、共振効果は無視する。風洞実験結果よ り、まず屋根面全体の風圧分布を把握する。次に、風向に平 行な中心線上の風力(屋根上下面の風圧の差)に基づき、構造 骨組用風力係数を提案する。さらに、最大・最小ピーク風力 係数に関する実験結果に基づき,外装材用ピーク風力係数の 提案も行う。なお,いずれの風力係数も fD の関数として与 える。

### 2. 対象構造物

図1に本論文で用いる記号を、表1に対象とする構造物の パラメータを示す。本研究では、既往の実験<sup>3,4</sup>に倣い、実ス ケールで直径 D=15mのドーム型独立上屋を対象とする。ラ イズ・スパン比 fD は、fを変化させることで、fD=0.1~0.4の 4 種類とする。屋根平均高さ H はいずれも 8.0m である。し



図1 記号の定義

表1 対象構造物のパラメータ

f/D	$f(\mathbf{m})$	<i>D</i> (m)	<i>h</i> (m)
0.1	1.5	15	8.8
0.2	3.0	15	9.5
0.3	4.5	15	10.3
0.4	6.0	15	11.0

<sup>\*1</sup> 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 大学院生 \*2 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 教授

たがって、屋根頂部高さhはfDによって異なる。

#### 3. 風洞実験方法

風洞をはじめ、実験装置は前報<sup>1)</sup>と同様である。また、実 験気流も同様に、日本建築学会・建築物荷重指針<sup>5)</sup>(以下、「荷 重指針」と称す)の定める、地表面粗度区分IIIに相当する境界 層乱流であり、平均風速のプロファイルを表すべき指数は $\alpha$ = 0.22、屋根平均高さにおける乱れの強さは $I_{utf}$ =0.16である。 図2および図3に模型の概要と模型写真をそれぞれ示す。模 型の幾何学的縮尺率は $\lambda_t$ =1/100である。ドーム型模型も、円 弧型同様、屋根と柱を3Dプリンタによって一括して作製し、 屋根厚さはt=2.0 mm、柱の外径は $\phi$ =6.5 mm である。圧力測 定孔は、図2に示すように屋根中心線に沿って上下面にそれ ぞれ9点ずつ設けられている。模型に対する風向 $\theta$ は図2に 示すように定義し、模型の対称性を考慮し0°から90°まで5° ピッチで変化させる。これにより、屋根面全体の風圧分布を 求める。

曲面を有する構造物の場合,レイノルズ数(Re数)によって 流れ場および風力特性が大きく変化する。前報では,円弧型 独立上屋においても,Re数によって屋根上面の風圧分布が大 きく変化することが示された。したがって,ドーム型独立上 屋においても,Re数の影響を適切に考慮して実験風速を決定 する必要がある。詳細は4.1.で述べるが,Re数が風圧分布に 及ぼす影響を考慮し,屋根平均高さにおける実験風速 $U_H$ は fD=0.1, 0.2では9 m/s, fD=0.3, 0.4では10 m/s と設定する。 したがって, fD=0.1, 0.2の場合,風速の縮尺率 $\lambda$ ,は約 1/3 と なり,時間の縮尺率は $\lambda_T \approx 1/32.4$ となる。一方, fD=0.3, 0.4の場合,風速の縮尺率 $\lambda_i$ は約 1/2.8 となり,時間の縮尺率は $\lambda_T$ 



図2 風圧実験模型(oは圧力測定孔位置を表す)



図3 模型写真

≈1/36.0となる。

測定はフルスケール換算で10分間を1セットとし、同一 条件下で10回測定する。1セットの測定時間*Tは、fD*=0.1, 0.2の場合18.5 sec, *fD*=0.3, 0.4 の場合16.2 sec である。風圧 のサンプリング周波数は500Hz であり、全点同時サンプリン グする。なお、チュービングシステムによる変動風圧の歪み は、前報と同様、計測システムの周波数応答関数を用いて周 波数領域で補正する。風圧・風力の各種統計値は10セットの 結果のアンサンブル平均で評価する。

本研究では、屋根表面で測定された風圧pを屋根平均高さ Hにおける速度E $q_H$ で基準化した値を風圧係数として定義 し、上面を $C_{ph}$ 、下面を $C_{pb}$ と表す。さらに、屋根に作用する 正味の風力を表す風力係数Gは次式で与えられる。

$$C_f = C_{pt} - C_{pb} \tag{1}$$

風力係数は上面の風圧係数と同様、上から下に向かう方向が 正である。

#### 4. 風洞実験結果

#### 4.1. 風力特性に及ぼす Re 数の影響

実験風速を定めるにあたり、まず  $U_H$  を可能な範囲で変化 させ、風力係数分布の Re 数による変化を調べた。ここで、流 れの代表速度は  $U_H$  とし、代表長さは円弧型独立上屋の場合 と同様、屋根の曲率半径の2倍とした。 $U_H$ は3~11m/sの範 囲で変化させたため、対応する Re 数は(0.33~3.09)×10<sup>5</sup> とな る。図4および図5に、 $fD=0.2 \ge 0.3$ について、 $\theta=0^{\circ}$ の場 合の平均風力係数 $\overline{C}_f$  に関する実験結果を示す。横軸は風上側 屋根端部を原点(s=0)とし、屋根面に沿った座標 s を最大値  $s_{max}$  で基準化したものである。図より、 $Re>1.0×10^{5}$ の範囲で は、平均風力係数分布は Re 数によってほとんど変化しない。



#### 図4 Re 数による平均風力係数分布の変化(fB=0.2)

 $\square: \textit{Re=1.35} \times 10^5 \times : \textit{Re=1.22} \times 10^5 \triangle: \textit{Re=1.10} \times 10^5 \diamondsuit: \textit{Re=0.73} \times 10^5 \bigcirc: \textit{Re=0.47} \times 10^5 \square: \texttt{Re=0.47} \cap 10^5 \square: \texttt{R$ 



図5 Re 数数による平均風力係数分布の変化(fB=0.3)



図6 屋根上面の平均風圧係数分布(*θ*=0°)

この風力係数分布が変化しなくなる *Re* 数の範囲は,円弧型 における結果とよく一致している。したがって,ドーム型独 立上屋の場合も  $Re>1.0\times10^5$ であれば,極超臨界流れが再現 でき,そのような条件下で得られた結果は実スケールにおけ る測定結果を概ね再現できているといえる。そこで前述のよ うに,実験風速はfD=0.1, 0.2に対しては $U_{H}=9m/s$  (*Re* 数は 2.53×10<sup>5</sup>および 1.41×10<sup>5</sup>にそれぞれ対応する), fD=0.3, 0.4に対しては  $U_{H}=10m/s$  (*Re* 数は 1.22×10<sup>5</sup>および 1.11×10<sup>5</sup>に それぞれ対応する)とした。

## 4.2. 風圧係数,風力係数分布

図6に、 $\theta$ =0°における屋根上面の平均風圧係数分布 $\overline{C}_{pt}$ の fDによる変化を示す。fD=0.1,0.2の場合、平均風圧係数は s/smaxに対して滑らかに変化しているが、fD=0.3,0.4の場合、



屋根頂部より後方領域において、平均風圧係数分布に変曲点 が存在する。この変曲点は、屋根上面に沿う流れの剥離位置 (時間平均値)を表しており、fDが大きくなるほど、その位置 は風上側に移動する。ただし、この剥離位置の移動は、円弧 型に比べて大きくない。これは、ドーム型の方が流れの三次 元効果が大きいことによると考えられる。

図 7~9 に、屋根上下面の平均風圧係数分布および平均風 力係数分布をそれぞれコンター図で示す。いずれも, 図は左 側から風が吹いている時の分布を示している。まず、屋根上 面の平均風圧係数Cntの結果に着目する。屋根面はx, y 両方 向に曲率をもつが、 $\overline{C}_{nn}$ は y方向にほぼ一様に分布している。 ただし、fD=0.4の場合、接近流がドームの風上側領域に直 接当たるため、そのような領域では、風圧は円形に分布して いる。図6より、fDが大きくなると、屋根中央より風下側で 屋根上面に沿う流れが剥離することが示されたが,図7より, 流れの剥離線が主流直交方向に直線的に分布していることが 分かる。次に、屋根下面の平均風圧係数 $\overline{C}_{pb}$ に着目する。fD=0.1 の場合,風上側端部近傍において大きな負圧が生じてい る。これは、円弧型と同様、風上側屋根端部で屋根下側に剥 離した流れが屋根下面に再付着することによると考えられる。 fD が大きくなると, 剥離流の再付着位置が風下側に移動し, 正圧を示す領域が狭くなる。fD=0.3 や0.4 の場合, 剥離流の 再付着は発生せず、屋根の下面がほとんど剥離流に覆われる ため、ほぼ一様な負圧を示す。平均風力係数 $\overline{C}_f$ に着目すると、 すべてのfDにおいて、 $\overline{C}_{nt}$ 分布と同様、y方向にほぼ一様に 分布し,風上側の屋根端部で大きな正の風力を示す。また, その大きさはfD=0.1 で最も大きい。これは、屋根下面に生 じる大きな局部負圧による結果と考えられる。いずれの fD においても、 $\overline{C}_f$ は屋根頂部近傍で、最も大きな負の風力を示 し、それより風下側においては値が増加していく(絶対値は小 さくなる)。fDが大きくなるほど、負の値を示す領域は風上 側に移動し、その範囲は狭くなる。

図 10 に、fD=0.1 と 0.4 について、屋根上面の平均風圧係 数分布を示す。比較のため本郷ら<sup>2</sup>によるドーム屋根を有す る閉鎖型構造物の平均風圧係数分布を併せて示す。ただし、 本郷らの風洞実験における実験気流のべき指数はα=0.27,屋 根頂部高さにおける乱れの強さは Iur≈0.23 である。また, fD は0.0,0.05,0.1,0.2,0.5の5種類の屋根形状を対象としている ため、ここでは、fD=0.1と0.5の結果を示す。なお、本郷ら は、屋根頂部高さにおける速度圧を用いて風圧係数を求めて おり、本研究での風圧係数の定義と異なるため、屋根平均高 さにおける速度圧で定義される値に補正した。図 10 より, fD が大きい範囲では、独立上屋と閉鎖型構造物で全体的な 風圧分布形状は似ている。しかし、fD=0.1の場合、閉鎖型 では風上側屋根端部において大きな負圧を示しているのに対 し、独立上屋ではこのような大きな負圧はみられない。この 大きな負圧は、風上端での流れの剥離と再付着の影響による ものであるが、独立上屋では風上側屋根端部で剥離は生じな い。このような性状は、前報の円弧型独立上屋と閉鎖型構造 物との比較心においても得られた。これより、閉鎖型構造物



図 10 閉鎖型構造物との比較(θ=0°)





の風上側屋根端部の流れの剥離は風上側壁面に当たる気流の 影響を強く受けると考えられ,壁面の有無が屋根面まわりの 流れ場に与える影響は大きい。

### 5. 構造骨組用風力係数

#### 5.1. 評価方法

他の屋根形状<sup>1),3),4)</sup>と同様、屋根は剛で4本の柱で支持され ていると仮定し、荷重効果として柱の軸力に着目する。本研 究対象は比較的小規模な構造物であるため、準定常仮定に基 いて荷重を評価できるものとする。ここで、柱軸力Nが最大 ピーク値(最大引張力)を示す荷重パターンを Load case A,最 小ピーク値(最大圧縮力)を示す荷重パターンを Load case B と定義する。4. での考察より、風力係数は主流直交方向にほ ぼ一様に分布しているため、θ=0°での測定結果に基づき、構 造骨組用風力係数を評価する。つまり、θ=0°における風力係 数分布が主流直交方向に一様に分布し、かつ、完全相関であ ると仮定する。ここで、この仮定を検討するために、θ=90° における測定結果を用いて, 屋根頂部に位置する測定孔とそ の他の測定孔における変動風力の相関係数を求めた。図11に 結果を示す。屋根面に作用する風力は、屋根頂部周辺では、 主流直交方向に対して、ある程度の相関をもって変動してい るが、屋根端部に近づくほど頂部風力との相関は小さくなる。 したがって、大きな風力が作用する屋根中心線上の実験結果 に基いた構造骨組用風力係数の評価は、実際の風力係数分布



## 図 12 構造骨組用風力係数の定義



(b) *f*/*B*=0.4

図 13 最大荷重効果 (Load case A, Load case B) を与え る瞬間の風力係数分布

を考慮した評価より、やや安全側の評価を与える。

図9に示したように、平均風力係数分布は、主流方向に対して、正の領域、負の領域、0に近い値を示す領域に特徴づけられる。そこで、構造骨組用風力係数は、0=0°における平均風力係数分布の形状に基づき、屋根面を風上側、屋根頂部



図 14 柱軸力の最大・最小ピーク値の平均値との比

周辺,風下側の3領域に分割し,それぞれの領域に対して最大荷重効果を再現するような等価静的風力係数  $C_{NW}$ ,  $C_{NC}$ \*,  $C_{NL}$ \*を与える。図12に,屋根面の分割方法とそれぞれの領域における設計用風力係数の定義を示す。なお,構造骨組用風力係数は2つの荷重ケース(Load case A, Load case B)それぞれに対して与えるものとする。

#### 5.2. 最大荷重効果を与える風力係数

 $\theta = 0^{\circ}$ のときの風力係数の時刻歴データより時々刻々の柱 軸力を求め、2つの荷重ケースに対して、フルスケール10分 間で最大荷重効果を示す瞬間の風力係数分布を求めた(条件 付きサンプリング)。図13に、 $fD=0.2 \ge 0.4$ について、10セ ット分の結果を示す。これより、実験データのばらつきは小 さく、各セットにおいて最大荷重効果が生じる瞬間の風力係 数分布は概ね一致することが分かる。そこで、まず10セット の結果のアンサンブル平均を求め、次に図12に示した3領 域 $R_1 \sim R_3$ に対して、空間平均値 $C_{NW}$ 、 $C_{NC}$ 、 $C_{NL}$ を求めた。結果 を表2に示す。

#### 5.3. ガスト影響係数

構造骨組用風荷重は建築基準法と同様、ガスト影響係数を 用いて算定されるものとする。したがって、構造骨組用風力 係数は 5.2.で得られた最大荷重効果を与える風力係数をガス ト影響係数で除した値として与える。ガスト影響係数 G<sub>f</sub>は変 動風力の動的荷重効果を表すものであり、時刻歴解析より得 られる柱軸力の最大あるいは最小ピーク値と平均値との比で 与えられる。図 14 は、すべての fD について、 θ=0°の実験 結果より計算される軸力の最大・最小ピーク値と平均値の比 (N<sub>peak</sub>/N<sub>mean</sub>)を、|N<sub>mean</sub>|に対してプロットしたものである。な

表2	最大荷重効果を与える瞬間の風力係数の空間平均	値

		$C_{NW}$		$C_{NC}$		$C_{N\!L}$	
Load case		Α	В	А	В	А	В
	0.1	1.2	1.9	-1.1	-0.6	-1.1	-0.8
(/ D	0.2	0.9	1.5	-0.9	-0.4	-1.4	-0.5
J/D	0.3	0.9	1.6	-0.9	-0.5	-1.0	-0.2
	0.4	1.2	1.7	-0.8	-0.4	-0.4	0.1

表3 構造骨組用風力係数の提案値

提案値		$C_{NW}^{*}$		$C_{NC}^{*}$		$C_{NL}^{*}$	
Load case		А	В	А	В	А	В
f/D	0.1	0.6	1.1	-0.6	-0.3	-0.6	-0.4
	0.2	0.5	0.8	-0.5	-0.2	-0.8	-0.3
	0.3	0.5	0.9	-0.5	-0.3	-0.6	-0.1
	0.4	0.7	0.9	-0.4	-0.2	-0.2	0.0



図 16 負のピーク風力係数分布

お、本研究では、荷重効果の評価には $\theta=0^{\circ}$ の実験結果を代表 して用いているため、図にはドーム型と似た流れ場をもつ円 弧型の結果も併せて示す。ドーム型の結果は円弧型の結果に よく対応している。したがって、設計上重要となる大きな軸 力の範囲に着目し、円弧型と同様、ここでは $G_{f}=1.8$ とする。

## 5.4. 構造骨組用風力係数の提案

ドーム型独立上屋の屋根形状は点対称であるため,風向の 影響は考えない。したがって,最終的な構造骨組用風力係数 は表2に示した値をガスト影響係数で除した形で与える。結 果を表3に示す。

#### 6. 外装材用ピーク風力係数

外装材の受圧面積は荷重指針<sup>5</sup>に基づき1m<sup>2</sup>とする。植松・ イシモフ<sup>6</sup>は、小規模な低層構造物の屋根や壁面のピーク風 圧係数に関して、移動平均時間と空間平均面積の関係を検討 し、平均時間*T<sub>a</sub>*の移動平均は、次式で表される領域に対する 空間平均とほぼ等価であると結論づけている。

$$A = \left(\frac{T_a \cdot U_H}{k_p}\right)^2 \tag{2}$$

ここで、Aは空間平均を行う領域の面積、 $U_H$ は屋根平均高さにおける風速、 $k_p$ はディケイファクターである。ここでは、 $k_p$ =5 と仮定すると、 $T_a$ =0.18sを得る。前述したように、風圧測定における時間の縮尺率は $\lambda_T \approx 1/32.4$ または $\lambda_T \approx 1/36.0$ 、サンプリング間隔は $\Delta t$ =0.002sであるから、ここでは3個のデータを用いて移動平均を行う。植松・イシモフは、隅角部の圧力勾配の大きい領域では、式(2)は必ずしも成り立たず、そ



表4 外装材用ピーク風力係数の提案値

(a) 正のピーク風力係数

正のピーク風力係数		領域			
		$R_1$	$R_2$	$R_3$	
f/D	0.1	3.2	2.2	1.3	
	0.2	2.5	1.7	0.9	
	0.3	2.4	2.0	1.1	
	0.4	2.4	2.1	1.2	

(b) 負のピーク風力係数

負のピーク風力係数		領域			
		$R_1$	$R_2$	$R_3$	
f/D	0.1	-1.0	-1.2	-1.4	
	0.2	-1.6	-1.7	-1.7	
	0.3	-1.2	-1.2	-1.2	
	0.4	-0.9	-1.1	-1.3	

の場合,平均操作による風圧の低下は空間平均の方が移動平 均よりも大きいことを示している。したがって,ここでは安 全側の評価ができるとして,時間平均操作による評価を行う。 図 15,16 は、すべての fD について,各測定点における最大・ 最小ピーク風力係数分布をコンター図で表したものである。 いずれの fD においても、風上側で大きな正のピーク風力係 数が生じ,その値は風上側屋根端部に近いほど大きい。これ は、風上側屋根端部での流れの剥離に伴う渦発生により、屋 根下面に大きな局部負圧が発生したことによると考えられる。 一方、大きな負のピーク風力係数は屋根頂部から風下側にか けて楕円形に分布している。

外装材用ピーク風力係数は、荷重指針の定めるドーム型屋 根の外装材用ピーク外圧係数の規定に倣い、屋根面を図17の ように*R*<sub>1</sub>, *R*<sub>2</sub>, *R*<sub>3</sub>の3領域に分け、領域ごとの最大および最 小ピーク値を正および負の風力係数としてそれぞれ与えた。 表4に結果を示す。正のピーク風力係数はそれぞれの領域に 対して大きく異なる。また、外側に位置するほど大きな値を とり、その値は*fD*が小さいほど大きくなる。一方、負のピ ーク風力係数はいずれの領域においても、それほど大きな差 はない。これは上述したように、図16でみられた風下側の負 の領域が、複数の領域にまたがるように分布することによる ものである。

## 7. おわりに

本研究では、ドーム型独立上屋の構造骨組用風力係数と外装材用ピーク風力係数を風洞実験結果に基づき検討した。

風洞実験では、屋根中心線上に設けた測定ライン上の風圧 分布を測定し、屋根上面および下面に作用する風圧の分布特 性を明らかにし、その結果に基づき屋根面まわりの流れの性 状について考察した。

構造骨組用風力係数を検討するにあたり、屋根は剛で4本 の柱で支持されていると仮定し、荷重効果として柱軸力に着 目した。風力係数分布が風向に対して直交方向にほぼ一様に 分布していることより、屋根中心線上の風力係数分布に基づ き、屋根面を風上側、屋根頂部、風下側に3つの領域に分割 した。柱に最大引張力および最大圧縮力(最大荷重効果)が発 生する瞬間の風力係数分布を条件付きサンプリング手法によ り求め、それぞれの領域で空間平均した値を等価静的風力係 数として与えた。構造骨組用風力係数は、それらをガスト影 響係数で除した値である。

外装材用ピーク風力係数については、屋根端部において大きな正の風力が作用することから、屋根面をドーナツ状に3 領域に分割し、それぞれに対して最大あるいは最小ピーク値を風力係数として与えた。

[謝辞]

本研究を実施するに当り,一般社団法人日本膜構造協会よ り多大なる支援を頂いた。ここに記し,感謝の意を表する。

[参考文献]

- 山村朗丸,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,日本膜 構造研究論文集,2017
- 2) 本郷剛, 鈴木雅靖, 土屋学: 球形屋根に作用する風圧力 に関する実験的研究-その1.平均風圧に及ぼす気流勾配 および乱れ強さの影響-, 日本風工学会誌, 第62号, pp. 23-33, 1995.
- 3) 植松康,飯泉江梨,セオドルスタトポラス:独立上屋の 風荷重に関する研究:その2 構造骨組用風力係数,日 本風工学会論文集,第31巻,第2号,pp.35-49,2006.
- 4) 植松康, 宮本ゆかり, ガヴァンスネ江梨:メッシュ膜を用いた HP 型独立上屋の設計用風荷重, 膜構造研究論文集 2013, pp.1-13,2013.
- 5) 日本建築学会:建築物荷重指針・同解説, 2015
- 6) 植松康,ニコラスイシモフ:低層建築物に作用する局部 風圧力に関する研究:その3 外装材設計用外圧係数に ついて、日本風工学会誌、第73号、pp.15-34,1997.

# Wind force coefficients for designing curved free roofs Part2: Domed roofs

Roma Yamamura<sup>1)</sup> Yasushi Uematsu<sup>2)</sup>

## SYNOPSIS

Wind loads on domed free roofs have been studied in a wind tunnel. The objective of the present study is to propose appropriate wind force coefficients for designing the main wind force resisting systems and the peak wind force coefficients for designing the cladding and its immediately supporting members. Wind pressures were measured simultaneously at many taps along a center line both on the top and bottom surfaces of the roof model for various wind directions. Assuming that the roof is rigid and supported by four corner columns, the axial forces induced in the columns are regarded as the most important load effect for discussing the wind force coefficients for designing the main wind load resisting systems. Design wind force coefficients are proposed based on the results. The roof is divided into three zones and the wind force coefficients are provided for these zones as a function of rise-to-span ratio. The peak wind force coefficients for designing the cladding and its immediately supporting members are proposed based on the results for the maximum and minimum peak wind force coefficients irrespective of wind direction.

\*1 Graduate Student, Department of Architecture and Building Science, Tohoku University

\*2 Professor, Department of Architecture and Building Science, Tohoku University