

## 独立上屋の風力係数に関する簡易推定方法の提案

## －その2 検証－

元日大生産工 ○丸田榮藏 (株)Wind-Style 松山哲雄  
(株)Wind-Style 吉田幸彦

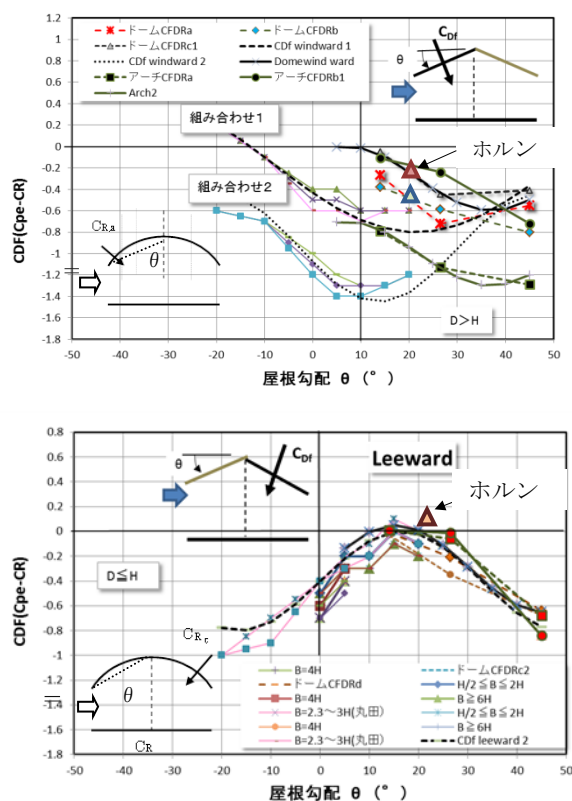
## 1 まえがき

閉鎖形建築物の屋根面に作用する外圧係数  $C_{pe}$  の分布から独立上屋(Canopy)の風力係数  $C_R$  (表裏の圧力差) を導出する差分係数  $C_{Df}$  関数の妥当性について検証する。

$$C_R = C_{pe} - C_{Df}$$

2 差分係数  $C_{Df}$  の性状

報告その1) で提案した切妻・翼屋根と円弧・ドームに対する  $C_{Df}$  を図1に重ね合わせて表示した。風上面の屋根勾配に対する  $C_{Df}$  は、平面と曲面の屋根では異なる変化をし、また曲面屋根においても妻面が開放となる円弧屋根と閉じられたドーム屋根でも数量的に異なる。

図1 各種Canopyの屋根勾配  $\theta$  と  $C_{Df}$  の関係

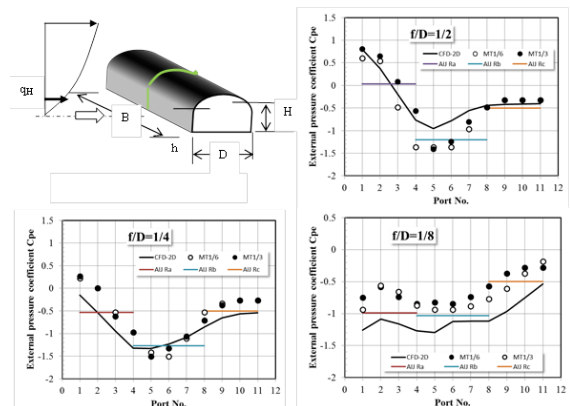
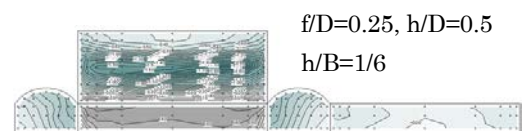
他方、流れのはく離点後方となる風下屋根に対する  $C_{Df}$  は、全ての形状に関して数値的な差異があったとしてもほぼ同じ性状を示している。

## 3 CFD解析と風洞実験の比較（閉鎖形建物）

本報ではCFD解析によって得られる差分係数  $C_{Df}$  がどの程度信頼性しうるものかを判断するために、算定の基本となる外圧係数  $C_{pe}$  の風洞実験および建築学会指針との比較を行った。

## 1) 円弧屋根の場合

閉鎖形円弧屋根の2D-CFD解析による平均外圧係数  $C_{pe}$  と3次元の指針値および風洞実験(2種類のAspect比  $h/B=1/3, 1/6$ )と比較した。なお、評価時間は3者とも10分間平均相当とし、断面形状のライズ比  $f/D=(0.5, 0.25, 0.125)$  および軒奥行比  $h/D(0.25)$  は同じ値とした。しかし、風洞実験については  $h/D=0.5$  と軒高と相違している。

図2 閉鎖形円弧屋根のCFD解析と風洞実験<sup>2)</sup> および建築学会指針<sup>1)</sup> の比較図3 円弧屋根建物の風洞実験例<sup>2)</sup>

Proposal for Simplified Estimation on the Wind Force of Canopy Roofs

－ Part 2 Inspection of Estimation －

Eizo MARUTA, Tetuo MATUYAMA and Yukihiro YOSIDA

一般に $h/D$ が高くなれば屋根面の負圧は増大の傾向があること、2次元と3次元流れの差異を考慮すると2D-CFD解析で得られた外圧係数は実況に近い数値と分布性状を示しているといえる。

## 2) ドーム屋根の場合

図4の閉鎖形ドームに関して、CFD解析、本郷氏の風洞実験<sup>4)</sup>および建築学会荷重指針<sup>1)</sup>による外圧係数 $C_{pe}$ について比較した。なお、CFD解析および本郷氏の外圧係数はそれぞれ軒の高さ $h$ と屋根頂部を基準高さとして算出しているが、ここではそれらの補正は行わず直接比較している。これらの学会指針の基準高さ( $H$ )を基準速度圧とした補正を考慮した場合、CFD解析に対しては5~10%低めに、逆に本郷氏の風洞実験値に対しては5~10%高めに想定して比較しなければならない。もしそれらの状況を考慮すれば、CFD解析による $C_{pe}$ 算出結果は妥当な結果といえる。

この結果を踏まえて、CFD解析によるCanopyドームの風力係数は以降の $C_{Df}$ 検討に有効だと考えた。

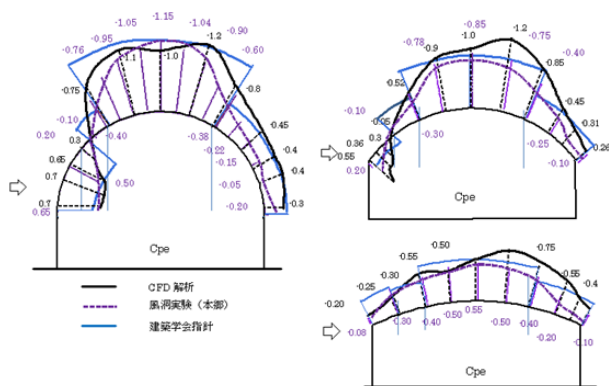


図4 閉鎖形ドーム屋根建築のCFD解析と風洞実験<sup>4)</sup> および建築学会指針<sup>1)</sup> の比較

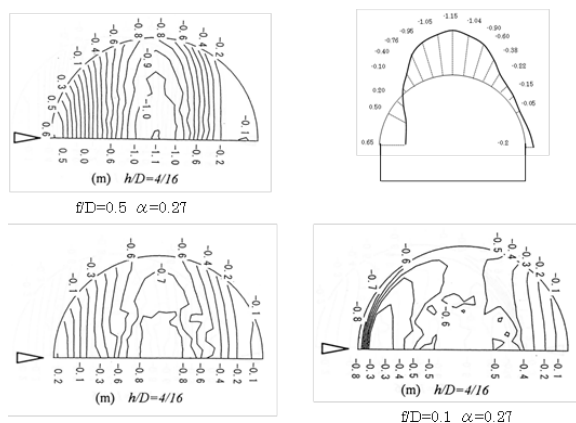


図5 ドーム屋根建物の風洞実験例<sup>4)</sup>

## 4 $C_R$ 推定値の検証

閉鎖形建物の外圧係数 $C_{pe}$ から前報その1)で提案した $C_{Df}$ を用いて算定した独立上屋風力係数 $C_R$ を比較することによって、差分係数 $C_{Df}$ を用いた推定法の妥当性について検証した。

### 1) 切妻・翼型の場合

学会指針規定値の外圧係数 $C_{pe}$ から切妻・翼型上屋用の $C_{Df}$ を用いて算定した風力係数 $C_R$ と学会指針で規定される独立上屋の風力係数 $C_R$ を比較した。

結果として、 $C_{Df}$ を用いて算出した風力係数 $C_R$ の推定値は、概ね指針値を上回った値を示している。

学会指針値は基となる独立上屋に関する風洞実験結果の不足のため適用範囲に制約が示されている。図中のドット値は閉鎖形の風洞実験から $C_{Df}$ を用いて推定したものである。外圧分布の性状から判断して学会指針の適用範囲外においてはドットのような風力値が想定されることに留めておく。

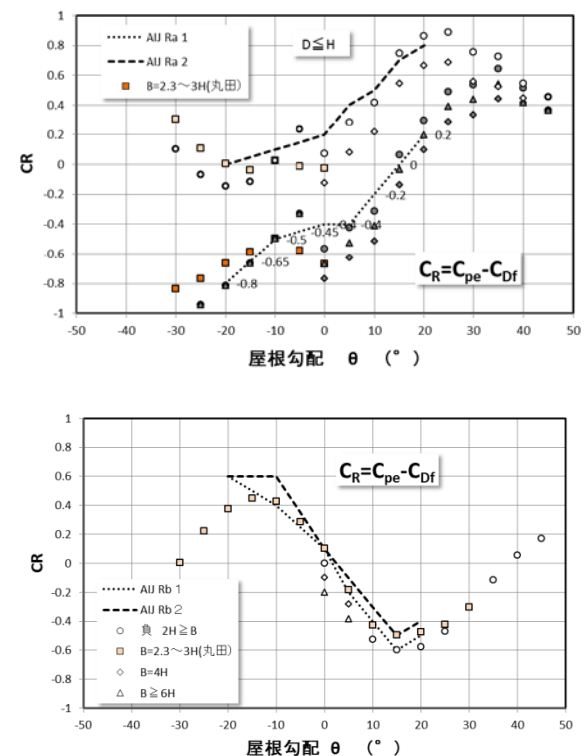


図6 建築学会指針値と推定値による比較

### 2) 片流れ型の場合

片流れについても上記切妻・翼型と同様の比較を行い、推定値が指針値を上回る同ような結果を得た。

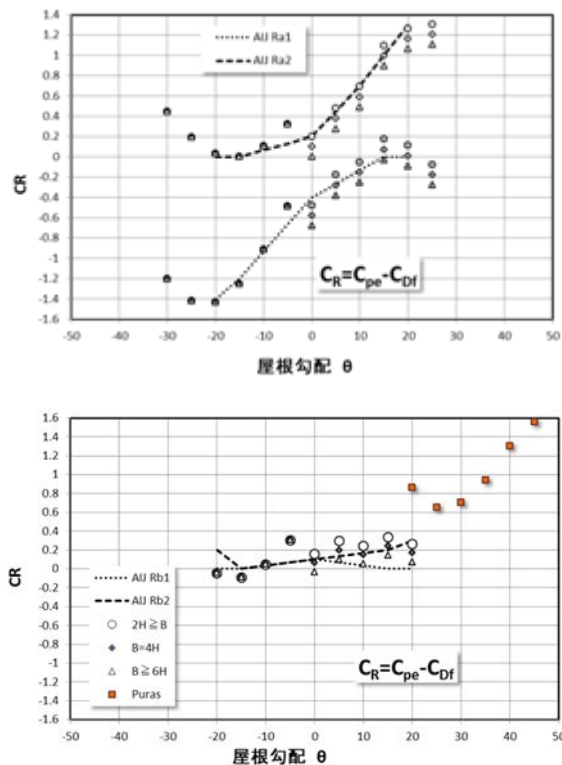


図7 建築学会指針値と推定値による比較

### 3) 円弧屋根の場合

円弧型の Canopy に関する風洞実験例は皆無に等しい状況下で、CFD 解析を抛り所に風力係数  $C_R$  を求めた。そして円弧屋根に切妻屋根で導出できた推定法を円弧屋根にも適用させるために CFD 解析から得られた閉鎖形建物の外圧係数  $C_{pe}$  と Canopy 表裏の風圧係数から得られる風力係数  $C_R$  の差から差分係数  $C_{Df}$  を求め関数化した。

そこで、この導出した  $C_{Df}$  によって推定される風力係数  $C_R$  が適正である確証を得るために由一存在した M.B.Natalino の風洞実験結果<sup>3)</sup> との整合を調べた。

Natalino の  $C_R$  分布は断面形状  $h/D$  およびライズ比  $f/D$  とともに一致した条件で比較はできないが、CFD 解析と閉鎖形円弧屋根の  $C_{pe}$  に関する風洞実験<sup>2)</sup> による推定値  $C_R$  の分布図に直接比較した(図8)。図中の  $C_R$  の推定値(ドット)は、評価領域( $R_a, R_{b1}, R_{b2}, R_c$ )ごとに Natalino の実験値に近似するように上述の CFD 解析から導出された  $C_{Df}$  関数を修正した値を示している(なお、本報その1)の  $C_{Df}$  関数は修正済のものである)。

図9において同様の検討を風向  $45^\circ$  について行い、風向  $45$  度に対しても同じ  $C_{Df}$  関数

を用いることができることを示した。さらに、図9では Canopy 全面にわたる  $C_R$  分布についても推定の可能性を示唆している。なお、図中の外圧係数  $C_{pe}$  分布は閉鎖形円弧屋根の風洞実験結果<sup>2)</sup> である。

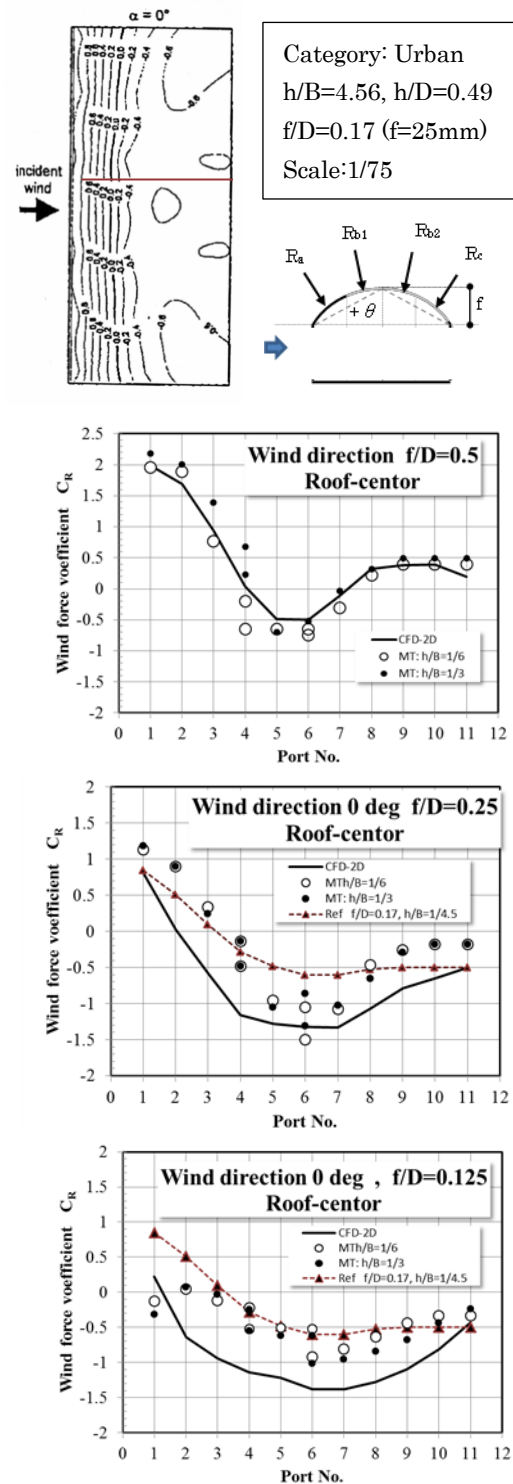


図8  $C_R$ 推定分布と M.B.Natalino の実験結果との近似および 2D-CFD 解析との比較(風向  $0^\circ$ )

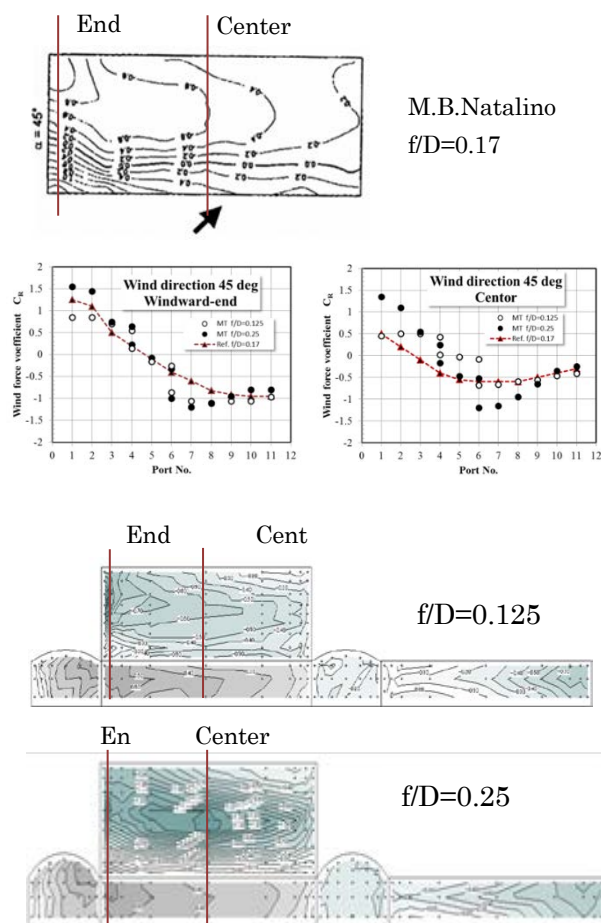


図9  $C_R$ 推定分布とM.B.Natalinoの実験結果<sup>3)</sup>との近似(風向  $45^\circ$ )

#### 4) ドーム屋根の場合

ドーム型のCanopyについても円弧型と同様CFD解析に基づき $C_{Dr}$ 関数を導いている。これまで風洞実験による $C_R$ 分布に関する論文が知見されないため、本郷氏による閉鎖型ドーム屋根建築の風洞実験<sup>4)</sup>を用いた推定分布とCFD解析による分布を比較した(図10)。

本報の3-2)において考察したように、CFD解析の外圧分布が建築学会荷重指針および本郷氏の実験が近似することを踏まえて、ここではCFD解析による $C_R$ 分布を基本値とし推定値と比較した。

図から後流部の評価領域( $R_a \cdot R_d$ )では推定値がCFD解析を下回る結果を示した。

#### 4 まとめ

今後Canopyの風洞実験が行われることによって、提案した簡易推定法がより実用的になると期待している。

また、他形状のCanopyに対しても推定法の応用性があると推察される。

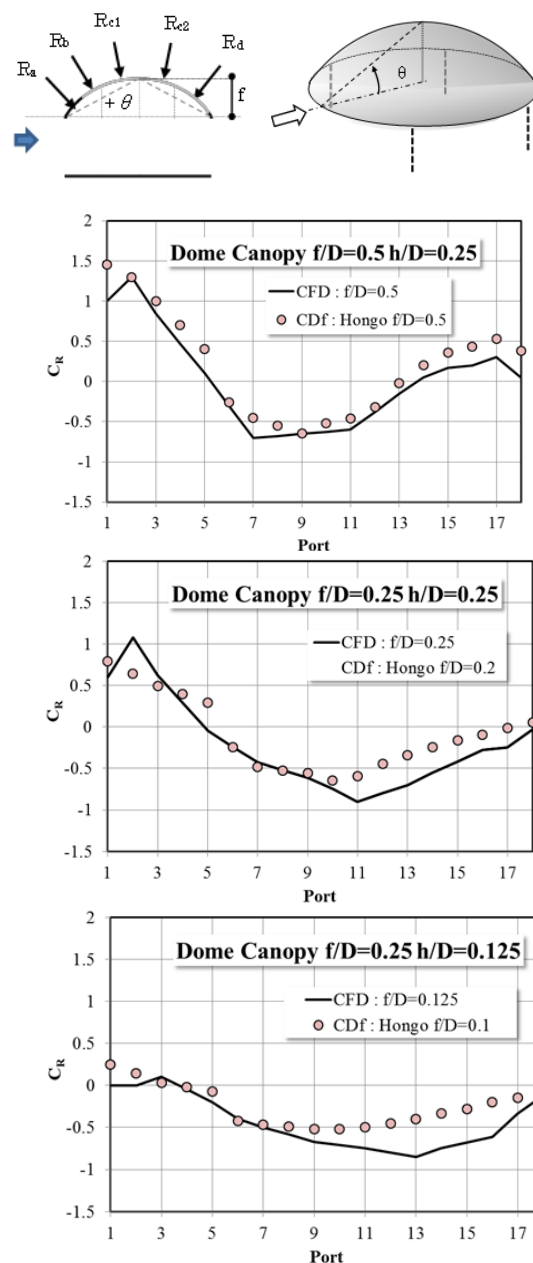


図10 CFD解析結果と本郷氏<sup>4)</sup>による風洞実験から推定した $C_R$ 分布の比較

#### 「参考文献」

- 1) 日本建築学会荷重指針 2015 年度版
- 2) 丸田榮藏、最終講義報告、建築物の風圧係数(2013.3.13)
- 3) M.B. Natalini, O. Canavavesio, B. Natalini, "Pressure Distribution on Curved Canopy Roof", Second International Symposium on Wind and Structure, Busan, Korea(2002)419-425
- 4) 本郷剛、博士論文、球形屋根に作用する風圧力に関する実験的研究(1995.1)