気象官署の毎時風向・風速データを用いた建物上部の風向・風速及び 外壁面風圧の予測精度の検討

STUDY ON THE PREDICTION ACCURACY OF WIND DIRECTION AND SPEED ABOVE A BUILDINGS AND THE WIND PRESSURE ON ITS WALL BY USING HOURLY WIND DATA AT LOCAL METEOROLOGICAL OBSERVATORY

佐藤 健一*, 澤地 孝男**, 丸田 榮藏***, 瀬戸 裕直****

梅干野 晃*****, 高橋 泰雄*****

*Ken-ichi SATO, Takao SAWACHI, Eizo MARUTA, Hironao SETO,
Akira HOYANO and Yasuo TAKAHASHI*

For prediction of auxiliary fan operating-ratio of a hybrid ventilation system, the wind pressure on building wall is indispensable. However, the wind direction and wind speed data presented by the local meteorological observatory is only hourly average value. In this research, the wind pressure predicted with the wind direction and wind speed hourly data by the local meteorological observatory was compared with the wind pressure measurements for every second step by step.

This paper showed the directivity of examination on prediction of hourly-average pressure on building wall for hybrid ventilation system's auxiliary fan operating-ratio, and showed the correlation of each value.

Keywords: Hybrid Ventilation, Auxiliary Fan Work, Local Meteorological Observatory Data, Wind Pressure

ハイブリッド換気, 補助ファン稼動, 気象官署データ, 風圧

1. はじめに

1.1 研究の背景

シックハウス対策のため建築物の居室には原則として常時換気設備が必要になった¹⁾が、より少ない電力で集合住宅の居室の換気を行うため筆者ら²⁾は風力を利用したハイブリッド換気システム³⁾に関して研究を行っている。また、高橋ら⁴⁾もサッシュの一部に換気装置を設けた集合住宅用ハイブリッド換気システムについて研究を進めている。このようなハイブリッド換気システムは、建設される場所や周辺環境の条件により駆動力として利用できる風力(住戸の外壁面差圧⁵⁾)は異なり、導入された場合の電力消費削減効果を容易に予測できるようにする必要がある。この予測は、気象官署などの汎用データを用いて予測できるようにすることが望まれる。

一般的には気象官署の風速データを鉛直分布の換算式⁶⁾で計画建物の軒高レベルの風速に換算して時間平均の速度圧を求め、これに最頻風向における住戸の外壁面の風圧係数差⁷⁾(以下 ΔC_p 値)を乗じて時間毎の外壁面差圧を求める方法が考えられる。しかし、気象官署と計画建物の場所の相違、気象官署データは毎時10分間のデータであること、気象官署データは最頻風向と平均風速であるが実際には風向風速の変動があることからこれらの値の関係を確認する必要がある。また、毎秒の風向風速と風圧係数から求める時間平均外壁面差圧と、実際の時間平均外壁面差圧との相関についても確認する必要がある。

1.2 既往研究

建物外壁面の風圧を算出する方法として、建物の軒高レベルにおける風向風速と風圧係数を用いる方法が一般的であるが、この計算のためにはより正確な風向及び風速と風圧係数を把握する必要がある。

はじめに風速に関しては、気象官署と計画建物の軒高の地上高さを考慮して換算する必要がある。これについては、建築物荷重指針・同解説⁸⁾に地表面粗度別の風速換算式が定められている。なお、須田ら⁹⁾、成田ら¹⁰⁾により実測をもとにした風速の鉛直分布に関する研究が行なわれているが、気象官署と実測建物は離れており周辺地形の影響も受けるので、一般的な換算で近似できるかどうか実測データにより確認した。

建物の風圧係数については、多くの模型実験が行われているが、妥当性の検証は、ほとんどが風荷重推定を目的としており30~50 m/s レベルという風速におけるものである。その一例として藤本ら¹¹⁾による研究がある。本研究のように3 m/s 程度までの低い風速域における実測値による風圧係数と、模型実験で求める風圧係数を比較したものとして、丸田、近藤ら¹²⁾による研究はあるが、他には長期間の実測値により比較したものはない。本研究でも丸田、近藤らと同じ実測データを用いて追加検討した。

風速の変動に関しては、毎時の気象官署データとワイブル分布による近似式¹³⁾を用いて風速の発生頻度を予測する方法がある。しか

* 東京工業大学大学院 博士後期課程,
 建築研究所 交流研究員
** 国土交通省国土技術政策総合研究所
 建築新技術研究官・工博
*** 日本大学生産工学部 教授・工博
**** 建築研究所 主任研究員
***** 東京工業大学大学院 教授・工博
***** 立山アルミニウム工業

Graduate Student, Tokyo Institute of Technology, Building Research Institute

National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr. Eng.

Prof., Coll. of Indus. Tech., Nihon Univ., Dr. Eng.

Building Research Institute

Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Tateyama Aluminium Industry Co., Ltd.

し、筆者ら¹⁾のハイブリッド換気システムの補助ファンは、発停回数を少なくするため風力の変動に対して時間遅れを持たせて制御している^{注5)}ので、頻度だけではなく時系列での検討が必要となる。

1.3 研究目的

気象官署データより住戸の対向する外壁面差圧(以下外壁面差圧)を求め、外壁面差圧からハイブリッド換気システムの補助ファン稼働率を求める方法を構築する。ところで気象官署の1時間毎のデータより、1時間より短い間隔の値を予測することは不可能であるので1時間毎の平均補助ファン稼働率を予測することとする。

風向風速には変動があり、平均風速、最頻風向と $\angle C_p$ 値を用いて求めた外壁面差圧は、実測値との整合について確認が必要である。

そこで本研究では、実在建物において長期に渡り屋上風向風速、外壁面差圧を毎秒測定し、気象官署データからハイブリッド換気システムの補助ファン稼働率算出のために必要な時間平均外壁面差圧を予測する過程を可能な限り細分化し検討する方法を提案し、それぞれの段階における値の相関関係について調べた。

その細分化した過程を図1に示す。またその各過程における比較対象、想定される差の要因を表1に示す。また、補助ファン稼働率予測までの過程を図1に示す。なお、比較①、比較③は多くの既往研究があるが、本研究でも比較の一例を示す。比較②、比較④、比較⑤は本研究で比較し、相関を求める。表2に各過程における既往研究と本研究の目的を示す。また、本実測の条件のデータだけをもとにして、関係する値の普遍的な相関関係を導き出すことは困難であり、今後、密集度や気象官署と実測場所の距離の異なる複数の条件における実測結果により、より正確な相関関係を導き出そうとするものである。

本研究のような実測を中心とした研究の一方で、CFDなどの予測手法の研究が積極的に行なわれている。地形条件、周辺建物の状況、気象官署と実測場所の距離などの様々な条件を踏まえた予測を行うためには、CFDなどの予測手法が不可欠である。この予測手法の精度の検証においても、本研究をはじめとする実測データは寄与するものと思われる。

しかしながら、複数の現場実測による相関関係の把握や、CFDによる予測手法の精度検証のためには時間が必要である。エネルギーの有効利用が急務となっている現状において、気象データを用いて簡便に外壁面風圧を予測する方法で、ハイブリッド換気の補助ファン稼働率を比較的精度良く把握することが可能であることが確認されれば有用である。この方法で大きな誤差なく外壁面差圧を予測することが可能であるかを調べることを本研究の目的とした。

2. 気象官署データによる風向風速と実測建物屋上における風向風速実測値の比較(比較①)

実測建物に最も近い気象官署^{注6)}(以下千葉官署)における同時刻の風向風速実測値と、実測建物の屋上での風向風速との関係を調べた。

2.1 実測建物と実測方法

千葉市緑区に建設された12階建て集合住宅^{注7)}(以下本実測建物)にて2000年6月23日～2001年3月9日までの259日間(欠測50.5日間)実測⁹⁾を行った。実測建物周辺の配置図を図2に、千葉官署と実測建物の位置を図3に示す。また、建物南面及び東面の立面を

図1 気象データから補助ファン稼働率予測までの過程

表1 外壁面差圧予測に関する比較項目と想定される誤差要因

	比較対象		誤差の要因 (想定項目)
比較①	気象官署の10分最頻風向、10分平均風速換算値	実測建物屋上の10分最頻風向、10分平均風速	場所の相違、風速鉛直分布の相違
比較②	実測建物屋上の10分最頻風向、10分平均風速	実測建物屋上の60分最頻風向、60分平均風速	10分値と60分値の相違
比較③	風洞実験による風圧係数の差	現場実測による風圧係数の差	模型と実際の相違
比較④	時間最頻風向と平均風速、実測の風圧係数から求めた外壁面差圧	毎秒の風向と風速、実測の風圧係数から求めた外壁面差圧	風向風速の変動
比較⑤	毎秒の風向と風速、現場実測の風圧係数から求めた外壁面差圧	外壁面差圧毎秒実測値の時間平均	屋上風向風速変化と外壁面差圧変化の相違

比較①、比較④、比較⑤の両者は同日、同時刻のデータ

表2 各過程における既往研究と本研究の目的

	既往研究と本研究の目的
比較①	既往研究は有るが、本研究では大変長期の実測データにより相関関係を検討することを目的とした。
比較②	気象分野では問題ないものと扱っているが、本研究でも長期の実測により大きな相違がないことを裏付けることを目的とした。
比較③	既往研究は有るが、風洞実験の妥当性について長期の現場実測をもとに明確な検証を行ったものは少ない。
比較④	本研究のような検討は見当たらない。両者の関係を、長期の実測データから得ることを目的とした。
比較⑤	本研究のような検討は見当たらない。両者の関係を、長期の実測データから得ることを目的とした。

図4に示す。北側に平屋の集会所がある他は北側、西側は空地であり、南側約50mには同じ12階建て建物、東側約15mには8階建て建物などがある。屋上(中央の塔屋の頂部+1.65m、図4参照)には3次元超音波風速計(カイジョーソニック製、DA-600)を設置した。なお、風向は3次元超音波風速計で測定した屋上風速の水平2成分により、計算で求めた。なお、屋上風速に対する建物影響については、各風向条件における水平2成分による風速に対する3成分による風速比を調べ¹⁰⁾、最大で1.1程度であることを確認した。

図2 実測対象建物周辺図

図3 千葉官署と実測建物の位置関係

2.2 気象官署データと現場実測風向の比較

千葉気象官署と実測建物屋上における、同時刻での風向の関係を調べた。図5は千葉官署における風向と、実測建物屋上における風向実測値を、全データについて比較した例であり大きな相違は認められない。図6は実測建物屋上風速別に、千葉官署と実測建物屋上の風向のずれ(16風向表示の差の絶対値平均)を示したものである。風速が低い場合には風向のずれが大きい、風速2m/s以上では風向のずれは16風向表示で1.0程度以下である。本実測建物は、気象官署と比較的近く、気象官署及び実測建物の周辺が開けているため、風向の違いが少なかったものと考えられる。

2.3 気象官署データと現場実測風速の比較

千葉官署における風速データを建築物荷重指針・同解説³⁾で定める換算式により実測建物の屋上レベルにおける風速に換算した。図7には千葉官署風速を換算したものと実測建物屋上における風速を

図4 実測建物南面(左)及び東面立面図

図5 千葉官署と実測建物屋上における風向

図6 千葉官署と実測建物屋上における風向のずれ(風速別平均値)

全実測期間のデータで比較したものを示す。図8に6月23日から10日間における千葉官署風速を換算したものと実測建物屋上における風速を示す。また、図9に同期間の風向、図10に千葉官署風速を換算したものに対する実測建物屋上の風速の比(16風向毎、平均値)を示す。気象官署の南側及び西側は東京湾であり、実測建物の周辺は陸地で、特に南側は中高層の建物があるため、図8では南寄りの風の期間で、実測建物屋上の風速の方が低くなり、図7で、実測建物屋上の風速の方が20%程度低くなったものと考えられる。

図7 千葉官署データから換算した風速と実測建物屋上の風速

図8 千葉官署風速から換算した風速と実測建物屋上の風速

図9 千葉官署における風向と実測建物屋上の風向

図10 千葉官署の風速換算値に対する実測建物屋上風速比

3. 本実測建物屋上10分間風向風速実測値と60分間実測値の比較 (比較②)

気象官署の10分間値が60分間値を代表するか否かの確認が必要である。図11は本実測建物の屋上における10分間平均と60分間平均風速を全期間のデータで比較したものである。60分平均と10分間平均の風速は比較的高い相関である。図12は10分間の最頻風

向から60分間の最頻風向を差し引いた値の度数分布図である。風向も高い相関であることを確認した。

図11 60分間平均と10分間平均風速の比較(全実測期間)

図12 10分間最頻風向と60分間最頻風向の比較

4. 風洞実験と実測で求めた風圧係数差 ΔC_p 値の比較(比較③)

換気駆動力となる外壁面差圧の算出のために必要な ΔC_p 値を現場実測と模型実験で求め比較した。

4.1 外壁面差圧の実測方法

本実測建物の4階中央住戸(403号室)内を基準として4階中央住戸の北外壁面、南外壁面との差圧を、MKS社バロトロン微差圧計を用いて0.5秒間隔で測定した。この他に、北外壁面37点、南外壁面37点の差圧を2分間隔でスキヤニバルブによりスキャンして測定した。なお、外壁面差圧測定に関して、測定用チューブ長¹¹⁾の影響が小さいことを確認した。また、建物高さが高く、測定器と風圧測定点の高低差が大きい場合、風圧測定用導圧チューブ内の空気の温度が外気と異なる場合に浮力または重力により差圧測定値に影響があることがわかっている¹²⁾。そこで、本実測では差圧計の両側の導圧チューブ立管部分を樹脂製のフレキシブルチューブに収納し、さらに白色発泡スチロールの保温筒にて被覆しチューブ内の温度変化による誤差の発生を抑制した。

4.2 外壁面差圧実測値による ΔC_p 値の算出方法

実測データより2分間平均の屋上風速、最頻風向、4階中央住戸の外壁面差圧を求めた。また、2分間のうち最頻風向が占める割合と、最頻風向を中心とする3風向が占める割合を求めた。最頻風向の占める割合が50%以上、3風向の占める割合が80%以上で、平均風速3m/s以上の2分間データを抽出して^{註8)} ΔC_p 値を求めた。

なお、ハイブリッド換気システムの補助ファン稼働率の予測を考

慮した場合には0~4m/s程度の領域における精度を検討するのが望ましいが、3m/s未満の実測値により風圧係数を求めた場合に風圧係数がばらつくので、本研究では、3m/s以上の実測値をもとに風圧係数を算出した。

4.3 風洞実験の方法

実験は日本大学生産工学部所有のエッフェル型境界層風洞(風洞断面 2,200mmW×1,800mmH)にて行った。風洞測定部の平面図を図13に、実験模型を写真1に示す。気流の鉛直分布と乱れの強さは日本建築学会の建築物荷重指針・同解説³⁾で定める地表面粗度区分Ⅲに相当するものとし、風洞風速は軒高レベルで10m/s^{注9)}とした。なお、実験模型周辺には隣接する建物のほか地表面粗度区分Ⅲに相当する気流をつくるためのラフネスブロックを配置した。模型縮尺は1/150とし、風向は22.5°おきに16風向とした。

図13 風洞測定部平面図

写真1 実験風洞(左)と建物模型(手前の高層棟)

4.4 風圧係数差 ΔC_p 値の比較結果

風洞実験により求めた4階中央住戸の ΔC_p 値と現場実測より求めた ΔC_p 値を比較したものを図14に示す。SSWからWSW付近まで若干風洞実験による ΔC_p 値が大きく(負の値は小さく)なる傾向となった。これは、実測建物屋上の風速計が塔屋の東側上部に設けられており、西寄りの風は塔屋西側の斜めの屋根の影響で風が集められて、風速実測値が周辺風速よりも若干高めになり、実測による風圧係数差がゼロ側に寄った可能性がある。しかしながら、全風向で見れば、模型実験と現場実測値に大きな差がなかったと言える。したがって、実風速5.5m/sの領域でも模型実験と実測値は大きな差がないと推定される。

図14 模型実験と実測から求めた風圧係数差 ΔC_p 値の比較

5. 時間最頻風向と平均風速で求めた外壁面差圧と毎秒風向風速で求めた時間平均外壁面差圧の比較(比較④)

自然風の風向風速は常時変動しているので、時間最頻風向と平均風速と ΔC_p 値で求めた外壁面差圧は、毎秒の風向風速を用いて求めた外壁面差圧の平均値と異なる可能性がある。これについて全実測期間の値を用いて比較した結果を図15に示す。本検討では、毎秒の風向風速で算出した時間平均外壁面差圧と、時間最頻風向と平均風速で算出した外壁面差圧の近似式の傾きは1.03であり、相関係数2乗値も0.99と高い値を示した。相関が高い理由を下記に示す。

- ① 図14に示した現場実測の風圧係数は連続的に変化しているため、最頻風向の両側に風向がばらついていても、時間最頻風向を連続的に使用した場合と近い差圧が、結果的に得られる。
- ② 図16に208.5日間における時間平均風速毎の最頻風向の出現頻度を示す。本実測では、平均風速に大きな影響を与えない2m/s以下の風速の場合を除き、最頻風向の出現頻度は45%以上となっている。全体でも最頻風向の出現頻度は46%であり風向の変動は大きくない。ただし、地域や建物条件により必ずしも本実測と同様になるとは限らないと思われる。
- ③ 図17には208.5日間の、最頻風向の場合における平均風速と最頻風向以外の場合における平均風速の関係を示したものである。これによると、最頻風向以外に変化した場合における風速の平均値が最頻風向における風速の平均値より若干低い。即ち、最頻風向以外の風による影響は比較的小さい。

上記の理由から、最頻風向と平均風速から求めた差圧と、毎秒の風向風速から求めた差圧の時間平均値の相関が高いと考えられる。

図15 最頻風向と平均風速から求めた差圧と毎秒値で求めた差圧

図16 時間平均風速別の最頻風向出現頻度

図 17 最頻風向における風速と最頻風向以外の風速の関係

6. 毎秒風向風速と ΔC_p 値で求めた差圧と実測値の比較(比較⑤)

毎秒の風向風速と ΔC_p 値より求めた外壁面差圧の時間平均値と、毎秒の外壁面差圧の毎秒実測値を時間平均したものを比較した結果を図 18 に示す。本実測の時間平均差圧は毎秒の風向風速と ΔC_p 値から求めた時間平均差圧の 1.04 倍程度となったが、大きな違いは無いことが確認された。屋上の風向風速の変化と外壁面差圧の変化には時間的なずれがあると思われるが、時間平均値に差を生じるような大きな時間のずれは無いため、図 18 に示す相関が高くなったものと考えられる。

図 18 ΔC_p 値で求めた差圧と実測値の比較

7. 補助ファン稼働率予測のための外壁面差圧予測精度に関して

以上では、ハイブリッド換気システムを限定せずに、各過程において両者の値の相関関係の把握を行ってきた。ここでは、筆者らが研究を行っているハイブリッド換気システム¹⁾を想定して、補助ファン稼働率の予測精度に関する検討を行う。

この換気システムの複数の条件における実測¹³⁾によると、差圧が -10Pa~10Pa の範囲で補助ファン稼働率が 0%~100% に変化している。これは屋上風速では 0m/s~4m/s 程度に対応する。このうち、

0~1m/s では、速度圧が小さいため、他の要素の誤差があっても補助ファンはほとんど 100% の運転となり誤差は小さい。したがって風速 1~4m/s の予測精度が問題となる。この範囲における風向のずれの平均値は 16 風向表示で 1.0 程度であり、東風、西風(換気駆動力となる風圧差をあまり期待できない建物に平行な風向)付近を除いて、 ΔC_p 値の予測誤差に換算すると、平均で 21% である。しかし、風向のずれ方向が偏っていないことから、月間や年間という長い期間としての補助ファン稼働率の予測誤差は、21% 以下になると思われる。

気象官署の風速による、実測建物の屋上風速の予測に関しては、地形条件の影響により、図 7 に示すように 20% 程度の誤差が想定される。また、風速は外壁面差圧の算出において 2 乗に効いてくる。

実測建物の屋上風向風速の予測の他は、比較②~比較⑤のずれが関係するが、図 11、図 14、図 15 と図 18 の縦軸と横軸の相関は高いことから、この過程における予測誤差は小さいと考えられる。したがって、屋上風速、次いで風向のずれが予測誤差に与える影響が大きく、十分な考慮が必要であると考えられる。

8. おわりに

8.1 本研究のまとめ

本研究では、気象データからハイブリッド換気システムの補助ファン稼働率予測に必要な時間平均外壁面差圧の予測までの過程を細分化して、誤差を検討する手法を提案した。その上で、各過程における値の比較を行い、以下の値どうしに大きな差が無いことを確認した。

- ①本実測建物に最も近い千葉気象官署の風速データを換算したものと、本実測建物屋上での実測値
- ②気象官署の風向データと、本実測建物屋上での実測値
- ③模型実験結果による ΔC_p 値と、本実測による ΔC_p 値
- ④本実測建物屋上の時間最頻風向・平均風速及び ΔC_p 値により算出した外壁面差圧と、本実測建物屋上における毎秒の風向風速と ΔC_p 値により算出した外壁面差圧の時間平均値と、実測差圧の時間平均値

なお、本研究では本実測条件における補助ファン稼働率予測のための時間平均外壁面差圧の各過程における相関関係を調べたものである。これは本条件における一つの例であるが、大きく条件が変化しなければ、急に大きく相関関係が変化するものではないことが推察される。全般的に見て、気象官署のデータを用いた簡便な予測方法で、気象官署の風向風速値より、実測建物の屋上における風向風速を正確に予測(比較①に相当する過程)できれば、以降の過程(比較②~比較⑤に相当する過程)で大きな誤差を生じなかったことは、実施物件におけるハイブリッド換気システムの補助ファン稼働率の予測において有用な知見であると考えられる。

8.2 今後の研究課題

本実測の建物や気象官署の周辺は開けた場所であるため、予測に関しては有利な条件である。今後は、条件が変化した場合の、各過程の両者の値の相関関係、特に予測誤差に関して影響の大きい屋上風速の予測を中心に検討を行う必要がある。これに関しては、研究目的で述べたように、今後、密集度や気象官署と実測場所の距離など毎に実測データを整理し、検討する予定である。

謝辞

本研究のための実測は、神奈川大学工学部の近藤武士助手、立山アルミニウム工業㈱の福井靖子氏、森勝彦氏、野村吉和氏、西松建設㈱技術研究所の城田修司氏、㈱ユニックスの大國治氏、定政俊夫氏らと共同で行ったものである。また藤本達哉氏(当時東京理科大学理工学部4年生)と(有)グローバル環境の牧野清氏には実測作業に協力戴いた。また、西松建設技術研究所の佐々木亮治氏にアドバイスをいただいた。実測建物提供者をはじめご協力いただいた皆様に感謝致します。

本研究は、独立行政法人建築研究所研究課題「エネルギーと資源の自立循環型住宅に係わる普及支援システムの開発」によるものである。

注

本論文は口頭発表⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾の一部の結果を精査して、新しい知見を加えてまとめたものである。

- 注1) 2003年7月1日に施行された建築基準法第28条の2の改正。
 注2) ハイブリッド換気とは風力や煙突効果など自然力を利用した換気と機械換気を併用するものである。自然力を利用し運用エネルギーを抑えながら、自然力が不足するとき機械力で必要換気量を確保するものである。
 注3) 例えば本実測建物の住戸は南北が外壁となっている。この住戸では換気駆動力は南北の外壁面の差圧となる。
 注4) 風力換気の駆動力は、住戸の片側外壁面と反対側外壁面の風圧の差である。この換気駆動力を求めるため、2つの外壁面の風圧係数差が必要となる。
 注5) ハイブリッド換気システムの風力換気ダクト内の風速が一定の値(しきい値)より低くなった場合に補助ファンへ自動的に電源を送るが、再びダクト内風速がしきい値を超えた場合はすぐには補助ファンを停止せず、一定時間しきい値を超える状態が続いた場合に停止する。
 注6) 気象庁の観測所。千葉市中央区中央港 1-12-2 千葉港湾合同庁舎屋上(北緯35度36分1秒、東経140度6分2秒)にある。周辺は平坦で、建物付近の地盤は海拔4m、風速計高さは地盤+47.9m、実測建物から北西方向に約6.9kmの地点にある。周辺の建物密度は低く、千葉ポートタワー(125m)以外は大きな影響を与えらると思われる建物はない。
 注7) 12階建て57戸の新築未入居の集合住宅にて実測を行った。
 注8) 現場実測の風圧係数算出のためのデータ数(2分間の測定を1データとする)及び風向・風速条件の適合データ数と適合の割合を表3に示す。

表3 実測風圧データ数と適合率

風向	データ数	適合 データ数	適合 割合 [%]	風向	データ数	適合 データ数	適合 割合 [%]
NNE	17726	7008	39.5	SSW	7451	3412	45.8
NE	12607	3818	30.3	SW	3697	1761	47.6
ENE	9809	2656	27.1	WSW	2365	746	31.5
E	6983	1957	28.0	W	2361	619	26.2
ESE	7622	2420	31.8	WNW	3229	656	20.3
SE	5762	1002	17.4	NW	3842	394	10.3
SSE	3708	296	8.0	NNW	17446	4726	27.1
S	12736	5498	43.2	N	28125	12171	43.3

- 注9) 風洞実験と実測の比較に関して丸田ら⁷⁾が行った研究により、風洞風速が10m/s、3m/s、1m/sではCp値に大きな差はないことを確認している。厳密に言えば1m/s(実風速5.5m/s)よりもさらに低い風速においても風速依存性がないことを確認することが求められるので、今後確認方法を検討したい。

参考文献

- 1) 佐藤健一、澤地孝男、梅干野晃：集合住宅用ハイブリッド換気システムの風力換気挙動に関する換気回路網モデルと検証、日本建築学会環境系論文集、第591号、pp.15-22、2005.5
- 2) 高橋泰雄、田島昌樹、澤地孝男、倉淵隆、瀬戸裕直、峰野悟：自然風利用ハイブリッド換気システムの性能評価(第1報)実験集合住宅におけるシステム構築のための実験概要及び結果、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、A-46、pp.1357-1360、2003.9
- 3) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説、2004

- 4) 須田健一他：ドップラーソーダを用いた地表面粗度の異なる地点の風速鉛直分布に関する研究(その1)から(その17)、日本建築学会大会学術講演梗概集B-1分冊、1996.9-2001.9
- 5) 藤井隆弘、成田健一他：横浜市西区における風観測、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2分冊、pp.649-650、1998.9
- 6) 藤本盛久、大熊武司、天野輝久、松下一郎、赤木久真：中野電ビルにおける風圧実測、第5回構造物の耐風性に関するシンポジウム論文集、pp.115-122、1978
- 7) 丸田榮藏、近藤武士他：高層集合住宅の風圧係数に関する風洞実験と実測の比較(その1)(その2)、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2分冊、pp.677-680、2001.9
- 8) 日本建築センター：実務者のための建築物風洞実験ガイドブック、pp.100-102、1994.6
- 9) 城田修司他：建物における壁面風圧分布に関する研究(その1)実在建物の風圧測定概要、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2分冊、pp.657-658、2000.9
- 10) 城田修司他：建物における壁面風圧分布実測手法に関する研究(その2)実建物の風圧係数算出における基準風速のとり方に関する検討、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2分冊、pp.669-670、2001.9
- 11) 藤本達哉他：建物における壁面風圧分布実測手法に関する研究(その3)、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2分冊、pp.671-672、2001.9
- 12) 佐藤健一他：建物における壁面風圧分布実測手法に関する研究(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2分冊、pp.667-668、2001.9
- 13) 佐藤健一、澤地孝男、梅干野晃：集合住宅用風力式ハイブリッド換気システムの換気量及び補助ファン発停に関する予測と検証、日本建築学会環境系論文集、第599号採用決定、2006.1掲載予定

(2005年9月9日原稿受理、2006年1月19日採用決定)