高層建物が周辺低層建物の壁面風圧に及ぼす影響に関する 風洞模型実験

WIND TUNNEL TESTS ON THE EFFECTS OF A HIGH-RISE BUILDING ON THE WIND PRESSURE OF SURROUNDING LOW-RISE HOUSES

何 平*, 片山 忠久**, 林 徹夫***, 堤 純一郎****
西田 勝*****

*Ping HE, Tadahisa KATAYAMA, Tetsuo HAYASHI,
Jun-ichiro TSUTSUMI and Masaru NISHIDA*

Wind pressure which is source power of cross-ventilation is usually influenced by surrounding buildings. A high-rise building often weakens the wind in the wake of it, and obstructs the cross-ventilation of low-rise houses around it. The distributions and changes of wind pressure coefficients of low-rise houses are investigated in this paper. Two types of building layouts were tested here; one consists of only low-rise houses, and the other includes a high-rise building. The former is changed by the building coverage ratio, from 0 % to 25 % at intervals of 5 %, and by the wind direction, from 0 to $\pi/2$ at intervals of $\pi/12$. There is a high-rise building at the center of the layout of low-rise houses with building coverage ratio of 25% in the latter type. It is changed by the height of the high-rise building; 5-storied, 10-storied and 15-storied building. On of the results of the former case is that the values of the wind pressure coefficient come nearer to 0 when the building coverage ratio is higher. The results of the latter case shows that the higher the high-rise building, the greater effects on the wind pressure on the low-rise houses, and that the wind pressure coefficients of the low-rise houses far from the high-rise building get close to those of the former case.

Keywords: wind tunnel test, wind pressure coefficient, cross-ventilation, high-rise building,
weakened wind problem, building coverage ratio
風洞実験, 風圧係数, 通風, 高層建物, 弱風害, 建ぺい率

1. はじめに

換気・通風の駆動力となる建物壁面の風圧は、建物自体の形状とその周辺状況、作用する風の性状などの影響を強く受ける。建物が密集する住宅地では、その配列状態が風圧を大きく左右する。特に、低層住宅地の中に高層建物が建設された場合、その壁面の隅角部からの剥離気流によって生じる強風域や風下側に生じる弱風域となる場所の住宅の壁面風圧は非常に大きな影響を受けるものと考えられる。しかし、このような高層建物の周辺気流に関する問題は、従来、剥離気流によって生じる強風の歩行障害など、いわゆる強風害を対象にしたものが大部分であり^{1) 2)}、周辺低層住宅の換気・通風の阻害などを扱った弱風害に関する研究は非常に少ないのが現状である³⁾。一方、住宅地を想定して建物が立ち並ぶ場合の建物密度と風圧力との関係を、換気・通風の立場から風洞模型実験により調べた例はいくつかあるが、それらはアプローチの鉛直分布が考慮されていない一様流中の実験であったり⁴⁾、集合住宅を対象とするもので

あったり⁵⁾、あるいは、戸建住宅でも配列の方法や配列数、さらにその形状が異なっていたりするので^{6) 7) 8)}、設計資料として未だ充分であるとは言い難い。

本論文は以上の点を考慮し、まず、規則的に配列された低層住宅を対象とし、その建ぺい率および風向の変化が壁面風圧に及ぼす影響を調べ、次に規則的に配列された低層住宅群の中に高層建物が建設された場合を想定し、それが周辺低層住宅の壁面風圧に及ぼす影響を風洞模型実験によって調べ、住宅の設計および住棟群の配置計画に関する資料を蓄積することを目的とする。

[記号]

C= 風圧係数

H= 高層模型の高さ [mm]

U_{∞} = 風洞自由風速 [m/s] ($z=600\text{mm}$ における値)

X, Y および Z= 風洞気流方向、それと直角方向
および鉛直方向

x, y = ターンテーブル中心からの風洞気流方向
およびそれと直角方向の距離 [mm]

* 九州大学総合理工学研究科 助手・博士 (工学)

** 九州大学総合理工学研究科 教授・工博

*** 九州大学総合理工学研究科 助教授・工博

**** 琉球大学工学部 助教授・工博

***** 九州産業大学工学部 教授・工博

Research Assoc., Kyushu University, Dr. Eng.

Professor, Kyushu University, Dr. Eng.

Assoc. Professor, Kyushu University, Dr. Eng.

Assoc. Professor, University of the Ryukyus, Dr. Eng.

Professor, Kyushu Sangyo University, Dr. Eng.

z = 風洞床板からの高さ [mm]

α = 低層模型配列の建ぺい率 [%]

θ = アプローチフローの風向 [°]

2. 実験方法

2.1 模型および配列

低層建物として切妻屋根を有する総2階建ての戸建住宅を想定する。風洞実験に使用する模型の縮尺を1/200とし、延床面積80～90m²の住宅を考え、図-1に示すように、軒高さ、平側長さおよび妻側長さそれぞれ30mm、40mmおよび27mmとする。本論文は、単独の低層建物ではなく、低層建物群の壁面風圧に及ぼす高層建物の影響を調べるものである。内径1mmの風圧測定孔を4つの壁面の中央に1つずつ設けている。高層建物模型として、図-2に示すように、平面の大きさが120mm×40mm、高さHは80mm、160mmおよび240mmの3種類を設定する。これらはそれぞれ5階建、10階建および15階建に相当する。

低層建物模型を規則的に配列し、その建ぺい率 α を0%、5%、10%、15%、20%および25%の6段階に変化させる。 $\alpha=5\%$ における模型の配列状況を図-3(a)に示す。図中の円は風洞床板に設けた直径1.3mのターンテーブルである。この建ぺい率は、地表面をすべて敷地と考え、道路、公園などの公共用地は無いものと仮定しており、実際の定義とは異なる。 $\alpha=0\%$ は低層建物模型が一つのみで、周囲に建物模型がない場合を指す。図-3(b)に示すように、風上および風下となる平側壁面をそれぞれ平側壁面1および平側壁面2とし、風洞気流方向から見て左側および右側となる妻側壁面をそれぞれ妻側壁面1および妻側壁面2とする。アプローチフローの風向 θ は、低層建物模型の平側壁面が風洞気流と直角になるように設置する場合を0°として、ターンテーブルを図-3に示す向きに回転して変化させる。

図-1 低層建物模型の概要

図-2 高層建物模型の概要

低層建物模型の位置を示すため、図-3(a)に示すような記号を付ける。 $\theta=0^\circ$ の場合のターンテーブル中心に位置する模型を基準として、風上側から-5～5までの行番号を付け、風上側から見て左から右へE'～Eの列番号を付ける。高層建物がその周辺の低層建物の壁面風圧に及ぼす影響を調べるための実験は、 $\alpha=25\%$ 、 $\theta=0^\circ$ の場合について行う。その際、配列の中央部に位置する9個の低層建物模型用の敷地を高層建

(a) 建ぺい率5%の低層模型配列

(b) 建ぺい率25%の低層模型群の中の高層模型の配置状況

図-3 模型の配列状況、配列記号と壁面名称

物模型用の敷地とする。その配置状況を図-3(b)に示す。この場合の低層建物模型の配列記号は、低層建物模型のみが配列される図-3(a)と同じである。

2.2 測定方法

(1) 風洞装置

模型実験に用いた風洞装置は、全長約 19.5m の回流式境界層風洞である。測定洞の寸法は長さ 8m、高さ 1m、幅 1.5m である。乱流境界層を形成するため、測定洞の上流側から順にスパイヤー⁹⁾、乱流格子¹⁰⁾およびラフネスを設置する。図-4にターンテーブル前縁の上流 10cm の位置におけるアプローチフローのプロフィールを示す。この時 $U_{\infty}=5\text{m/s}$ である。平均風速の鉛直分布はほぼべき指数 1/7 の指数法則に従う。境界層厚さは約 250mm であり、高層模型の高さはその範囲内に納まっている。

図-4 アプローチフローのプロフィール

(2) 風速の測定

前もって高層建物模型の影響範囲を知るため、風速ベクトルの測定を高層建物模型 Y 方向中央鉛直断面および $z=15\text{mm}$ の水平断面において行う。測定にはタンデム型熱線風速計¹¹⁾を使用する。各測定点での測定時間は 30 秒、測定値の読みとり時間間隔は 1ms であり、その間の平均風速を求める。 $U_{\infty}=5\text{m/s}$ である。代表風速を 3 種類の高層模型の中間の高さである $z=160\text{mm}$ におけるアプローチフローの値とし、測定された平均風速をこの風速で無次元化する。

(3) 風圧の測定

壁面風圧の基準となる静圧は、風洞床面から 600mm の高さに設置したピトー管の静圧孔から取る。壁面風圧と基準静圧との圧力差を沈鐘式微差圧変換器により測定する。各測定点と微差圧変換器はシリコンゴムチューブで連結されている。その出力をペンレコーダーに約 5 分間記録し、その値をアプローチフローの $z=160\text{mm}$ における代表風速の動圧で除して壁面風圧係数を求める。

$U_{\infty}=10\text{m/s}$ である。

高層模型周辺の風洞床板面の風圧の測定は、低層模型を設置せずに、 $\theta=0^\circ$ において行う。測定範囲は、高層模型の中心を原点として、 $x=-H \sim 3H, y=-2H \sim 2H$ の間とする。

規則的に配列された低層模型の壁面風圧の測定は、まず、X 方向における壁面風圧係数の変化を知るため、全ての建ぺい率において、A 列の最前行から最後行までの低層模型の 4 つの壁面について行い、風圧係数が安定する位置を確認する。次に、各建ぺい率において風圧係数の安定した位置より後流側の低層模型について、風向を変化させて風圧の測定を行う。

高層模型周辺の低層模型の壁面風圧の測定は、 $\alpha=25\%$ について、 $H=80\text{mm}$ 、 160mm および 240mm と変化させ、 $\theta=0^\circ$ において測定する。測定する低層模型の位置は、図-3(b)に示す x 方向の 4 行～10 行、y 方向の D 列～A 列～D' 列である。

3. 規則的に配列された低層建物模型の壁面風圧

3.1 風洞気流方向の壁面風圧の分布

$\theta=0^\circ$ 、 $\alpha=5\%$ および 25% における A 列の各低層建物模型の壁面風圧の測定結果を図-5に示す。なお、

図-5 低層模型壁面風圧の X 方向の分布 ($\theta=0^\circ$, A 列)

$\theta=0^\circ$ の場合、妻側壁面1と妻側壁面2は気流に対して対称なので、両者の風圧係数は本来等しくなるはずであるが、模型配列のずれなどにより若干の差が生じる。ここではその平均値を示している。各壁面、特に平側壁面1の風上側最前列の風圧が大きく、次の行で急に小さくなり、それより風下におけるその値の変化は次第に小さくなる。 $\alpha=10\%$ 、 15% 、 20% の結果をここでは示していないが、この傾向は、建ぺい率が大きくなるほど激しい。 $\alpha=25\%$ の場合は模型が密に配列されて前後、左右の模型間の距離が $\alpha=5\%$ の場合の1/2以下になるので、最も風上側の模型の屋根面における剥離気流の影響が顕著に表れたものと考えられる。各建ぺい率におけるターンテーブル中心位置、すなわち0行目の低層模型では、安定した値が得られている。

風向の変化に対応させてターンテーブルを回転させた場合にも、ターンテーブルの中心に位置するA列の0行目の低層模型の位置が変化しないことを考慮し、以降はこの低層模型における壁面風圧について測定する。

3.2 建ぺい率が壁面風圧に及ぼす影響

$\theta=0^\circ$ における各壁面の風圧係数と建ぺい率の関係を図-6(a)に示す。各壁面の風圧係数の絶対値は $\alpha=0\%$ 、すなわち独立の低層模型のときに最大であり、 $\alpha=5\%$ で1/2ないしそれ以下に減少する。さらに建ぺい率が大きくなると値は0に漸近していく。この傾向は風

図-6 建ぺい率と壁面風圧の関係

向を 90° 変化させた場合の図-6(b)においても同様である。すなわち、平側壁面が側壁面となり、妻側壁面が風上および風下の壁面となるので、 $\theta=0^\circ$ の場合とは各向きの壁面の寸法が異なり、また、前後と左右の低層模型間の距離も異なってくるので、風圧係数の値に若干の相違はみられるけれども、建ぺい率の増加とともに各壁面の値は0に近づく。この傾向は類似するほかの風洞実験例においても見られる¹²⁾。

3.3 風向が壁面風圧に及ぼす影響

建ぺい率をパラメータとして各壁面の風圧係数と風向の関係を図-7に示す。平側壁面1の風圧係数は $\alpha=0\%$ のとき $\theta=75^\circ$ で正から負の値に変化し、建ぺい率が大きくなるにしたがい、 $\theta=60^\circ$ さらに 45° で正から負に変化するようになる。平側壁面2の風圧係数は風向による変化が小さく常に負の値である。その最小値は $\alpha=0\%$ のとき $\theta=75^\circ$ 、 $\alpha=5\sim 10\%$ のとき $\theta=60^\circ$ 、 $\alpha=15\%$ 以上のとき $\theta=30^\circ\sim 45^\circ$ で生じる。

妻側壁面1の向きは平側壁面2と、妻側壁面2の向きは平側壁面1と 90° ずれているので、風圧係数は θ に対してそれぞれ $\theta=45^\circ$ を対称軸とする類似の変化を示す。

4. 高層建物模型周辺の低層建物模型壁面風圧

4.1 高層建物模型の高さを変化させた場合

高層模型の高さHを80mm、160mmおよび240mmに変化させたときの、A列における低層模型の平側壁面および妻側壁面のX方向の風圧係数の分布を図-8

図-7 風向と壁面風圧の関係

に示す。図中、 $H=0\text{mm}$ は高層模型を設置せず、敷地内に低層模型を $\alpha=25\%$ で配列した場合である。全体的な傾向として、低層模型の各壁面の風圧係数に及ぼす高層模型の影響はその高さ H が大きくなるほど大きい。特に、 $H=80\text{mm}$ の場合に比較して $H=160\text{mm}$ 以上の場合、 X 方向の変化が大きくなる。低層模型の位置が高層模型から離れるに従って各壁面の風圧係数は、 $H=0\text{mm}$ の場合の値に漸近する。

次に各壁面ごとに結果を考察する。風洞気流に対して風上となる平側壁面 1 では、 $H=0\text{mm}$ のときの風圧係数の値は小さいけれども正である。高層模型が設置されると、その風上側では高層模型に近づくほど風圧係数は大きくなり、逆に風下側では小さくなる。この傾向は高層模型の高さ H が大きくなるほど顕著である。

風洞気流に対して風下となる平側壁面 2 の風圧係数の分布では、 $H=0\text{mm}$ の時の風圧係数は負であるが、その絶対値は非常に小さい。高層模型が設置された場合の平側壁面 2 の風圧係数の変化は、平側壁面 1 のそれと類似の傾向を示し、高層模型の風上側ではそれに近づくほど風圧係数は大きくなる。特に -2 行目の低層模型の値は平側壁面 1 より大きくなる。これは高層模型の風上壁面

図-8 高層模型の高さを変化させた場合の低層模型壁面風圧のX方向の分布 (建ぺい率 $\alpha=25\%$, A列)

に沿う下降流が地表面付近で逆流となり、その気流が速度圧として作用するためと考えられる。

妻側壁面の風圧係数は、 $H=0\text{mm}$ のとき、値は小さいけれども正である。高層模型が設置された場合の風圧係数の変化の傾向は、大略 2 つの平側壁面のそれと類似している。ただし、高層模型の風下側においてその敷地に面する 2 行目の低層模型の風圧係数は、高層模型の側壁面から後流に廻り込む気流の影響を受け、平側壁面の風圧係数より大きな値になる。

4.2 高層模型高さ 240mm における低層模型各列の壁面風圧分布

$H=240\text{mm}$ における A 列、B 列、C 列および D 列の低層模型の 4 つの壁面風圧係数の X 方向分布を図-9

図-9 高層模型周辺の低層模型各壁面風圧のX方向分布の比較($H=240\text{mm}$, $\alpha=25\%$)

に示す。全体的な傾向として、A列、B列の低層模型に比較して、C列からD列へと高層模型からのY方向距離が大きくなるに従って高層模型の影響は小さくなり、X方向の風圧係数の変化も小さくなっていく。また、A列およびB列における高層建物の敷地に面する低層模型では特徴的な分布が見られる。

ターンテーブルの中心軸上に位置するA列における壁面風圧のX方向の変化は前節の通りである。壁面ごとと比較すると、高層模型の直後にある2行目の低層模型の妻側壁面の風圧係数が大きくなることを除き、高層模型風上側-2行目から風下側の7行目まで平側壁面2の風圧係数が平側壁面1のそれよりも大きい。高層模型後流域のcavityの影響がここまで及んでいることを示している。

B列における各壁面の風圧係数の分布はやや複雑であるが、高層模型の風上側では、妻側壁面2より妻側壁面1の風圧係数が大きく、風下側では逆に3行～5行の間、妻側壁面2の値が大きくなっている。また、高層模型の敷地に面する風上側-2行目の妻側壁面1および風下側2行目の平側壁面1の風圧係数は特に大きい値を示している。これは高層模型の風上側地表面付近に生じる逆流および風上壁面隅角部からの剥離気流によるものと考えられる。

C列およびD列における各壁面の風圧係数はX方向に類似の分布を示している。高層模型の風上側-2行目から風下側2行目の間で、各壁面風圧係数は正から負に変化する。特に、高層模型の側壁面と直接向かい合う-1行目～1行目のC列における妻側壁面1の風圧係数の変化が大きい。

4.3 高層模型周辺の気流分布および地表面風圧分布の影響

風洞床面からの高さ $z=15\text{mm}$ の水平断面内における風速ベクトルの分布に関し、 $H=240\text{mm}$ の測定結果を図-10に示す。高層模型の風上側に生じる逆流や風下側の直後に設置されている低層模型との間の渦の形成、および高層模型風上壁面隅角部からの剥離による加速気流と、それに続くB列とC列の低層模型間の大きな風速などが認められる。また、高層模型の影響を強く受けて生じるその風上側および風下側の低層模型間での風洞気流と直角な風速ベクトルの大きさと方向は、前節C列およびD列における二つの妻側壁面の風圧係数の大小関係を説明している。

$H=240\text{mm}$ の高層模型周辺の地表面風圧係数の分布を図-11に示す。ここでは低層模型は設置されていない。地表面風圧は模型の風上で正であり、模型に近づくほどその値は大となる。模型の側壁面の前方から風上にかけて弱い負圧域となり、模型の後流域で大きな負圧が生じる。その風圧の最低値は、模型の高さの1/2程度風下の

位置に生じている。

$H=240\text{mm}$ の高層模型の周辺に低層模型を $\alpha=25\%$ で規則的に配列すると仮定した場合のA列、B列およびC列に相当する位置におけるX方向の地表面風圧係数の分布を図-12に示す。高層模型の風上の風圧は正であり、A列、B列では $x/H=0.4$ まで模型に近づくほど

図-10 高層模型周辺の風速ベクトルの水平面内分布 ($H=240\text{mm}$, $\alpha=25\%$, $z=15\text{mm}$)

図-11 高層模型周辺の地表面風圧係数の分布 ($H=240\text{mm}$)

図-12 高層模型周辺の地表面風圧係数のX方向分布 ($H=240\text{mm}$)

図-1 3 地表面風圧係数差と低層模型の壁面風圧係数差のX方向分布の比較(H=240mm)

大きな値となる。模型の風上から風下にかけての風圧は負となり、 $x/H=0.5$ 付近で最低値を示し、それより風下では模型から離れるに従って0に漸近する。その圧力の絶対値は、高層模型の影響を強く受ける後流域のA列、B列において大きく、Y方向に高層模型から離れるC列では小さくなる。

図-1 2は高層模型のみを設置したときの地表面風圧係数のX方向の分布であるが、周囲に低層模型が規則的に配列しているものと仮定し、その風上壁面と風下壁面に相当する位置の地表面風圧係数の差(図中の Δ)を求める。一方、前節に示した低層模型における平側壁面1の風圧係数と平側壁面2のそれとの差を求める。このようにして求めたH=240mmの場合の低層模型の風上と風下の壁面の風圧係数差と低層模型設置位置の地表面風圧係数差のX方向の分布を比較して図-1 3に示す。高層模型の敷地を取り囲む低層模型の壁面風圧差と地表面風圧差の相違が大きい。特にB列の2行目の低層模型壁面風圧差は、図-1 0に示されるように、高層模型隅角部からの剥離気流が直接作用して大きな値になっている。また、A列の-2行目の低層模型壁面風圧差は、高層模型の風上壁面に沿う下降流が地表面付近で逆流を生じるため、大きな負の値を示している。そのような気流の影響が大きい場所を除き、低層模型の壁面風圧差と地表面風圧差の主風向方向の変化の傾向はほぼ一致している。

5. まとめ

切妻屋根を有する2階建の戸建住宅を対象とし、規則的に配列された低層建物模型群の壁面風圧を測定した。次に、高さの異なる3種類の高層模型がその周辺の低層模型群の壁面風圧に与える影響を調べた。以上の結果を要約すれば以下のごとくである。

- (1) すべての風向において、低層模型の配列の建ぺい率が大きくなるほど、各壁面の風圧係数の絶対値は小さくなり0に漸近する。
- (2) 高層模型の高さが増大するほど周辺低層模型の壁面風圧に及ぼす影響は大きくなる。風上側に位置する低層模型の4つの壁面の風圧係数は、高層模型の高さとともに大きくなるが、風下側に位置する低層模型のそれは逆に小さくなる。
- (3) 高層模型の影響は、その風上側よりも風下側においてより広い範囲に及ぶ。また、X、Y両方向へ高層模型から離れるにしたがってその影響は小さくなり、低層模型各壁面の風圧係数は高層模型を設置しない場合の値に漸近する。
- (4) 高層模型の敷地を取り囲む低層模型の各壁面の風圧に対しては、高層模型の風上側に生じる逆流や風下側の直後に設置されている低層模型との間に形成される渦および風上壁面隅角部からの剥離による加速気流などの影響が大きい。
- (5) 低層模型の風上壁面と風下壁面の風圧差のX方向の変化は、それら壁面の位置間の地表面風圧差の変化の傾向はほぼ一致しているが、高層模型の敷地を取り囲む低層模型では一致しなくなる。

本研究は低層建物群の壁面風圧に及ぼす高層建物の影響という視点から進めてきたものであるが、今後、低層建物内の実際の換気・通風量の予測を室内の平面計画とともに考えていく必要がある。その場合、壁面上の風圧分布などの問題も解決しなければならない。

謝 辞

本研究は文部省科学研究費補助金 一般研究(B)(通風を考慮した建物配置計画に関する研究、課題番号: 05452265, 研究代表者: 片山忠久)によるものである。風洞実験に当たって、九州大学大学院生 岩本耕介君(現(株)大林組)、九州産業大学大学院生 吉田信之君(現(株)テクノ菱和)、福岡大学卒論生 品川昌弘君(現(株)三建設)、福岡秀和君(現九州大学大学院)、九州産業大学卒論生 岩崎武君(現九州産業大学大学院)、河野洋志君(現(株)ダイダン)の協力を得たことを付記し、謝意を表する。

[本論文に関連する既発表論文]

- 1) 岩本耕介, 片山忠久, 西田勝, 林徹夫, 塩月義隆,

堤純一郎, 吉田信之: 高層建物が周辺低層建物の換気・通風に及ぼす影響に関する風洞模型実験, その3, 風圧係数差および気流の可視化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.589-590, 1992

2) 吉田信之, 西田勝, 片山忠久, 林徹夫, 塩月義隆, 堤純一郎, 岩本耕介: 高層建物が周辺低層建物の換気・通風に及ぼす影響に関する風洞模型実験, その4, 規則的配列低層模型群の風圧分布, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.811-812, 1993

3) 岩本耕介, 片山忠久, 西田勝, 林徹夫, 塩月義隆, 堤純一郎, 吉田信之: 高層建物が周辺低層建物の換気・通風に及ぼす影響に関する風洞模型実験, その5, 高層模型の影響および気流の可視化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.813-814, 1993

4) 福留秀和, 片山忠久, 西田勝, 林徹夫, 堤純一郎, 何平, 岩崎武: 高層建物が周辺低層建物の換気・通風に及ぼす影響に関する風洞模型実験, その7, 高層建物周辺気流と地表面風圧係数の分布, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.89-90, 1994

5) 岩崎武, 片山忠久, 西田勝, 林徹夫, 堤純一郎, 何平, 福留秀和: 高層建物が周辺低層建物の換気・通風に及ぼす影響に関する風洞模型実験, その8, 高層建物周辺の地表面風圧分布と低層模型壁面風圧差との関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.91-92, 1994

[参考文献]

1) 日本建築学会編: 建築設計資料集成, 環境 1, pp.146-147, 1978

2) 村上周三: 風論, 新建築大系 8, 彰国社刊, pp.174-236, 1984

3) 片山忠久: 建物周囲条件の換気通風に及ぼす影響に関する風洞模型実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.351-352, 1982

4) 勝田高司, 後藤滋: 建物周囲条件の換気通風に及ぼす影響, 日本建築学会論文報告集, 第53号, pp.80-87, 1956

5) 西田勝, 片山忠久, 石井昭夫, 堤純一郎, 石井米二郎: 風洞模型実験による規則的配列建物群の換気駆動力に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第382号, pp.60-66, 1987

6) B.E.Lee, M.Hussain and B.Soliman: Predicting Natural Ventilation Forces upon Low-Rise Buildings, ASHRAE Journal, pp.35-39, 1980

7) B.G.Wiren: Effects of Surrounding Buildings on Wind Pressure Distributions and Ventilative Heat Losses for a Single-Family House, Journal of Wind Engineering and Industrial Aero-Dynamics, Vol.15, 1983

8) 大和田淳, 村上周三, 赤林伸一: 接近流の気流性状が建物の換気通風に及ぼす影響に関する研究(その3), 周辺に建物群のある低層建物の換気に関する風洞模型実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.373-374, 1985

9) 高橋岳生, 村上周三: 境界層風洞において各種の鉛直風速分布を作成する方法に関する研究, 日本建築学会建築環境工学論文集, No.4, pp.83-88, 1982

10) 西田勝, 片山忠久, 石井昭夫, 堤純一郎: 測定洞の短い風洞における不等間隔スクリーンによる指数分布速度プロファイルの形成, 日本建築学会環境工学論文集, 第5号, pp.201-206, 1983

11) 村上周三, 小峯祐己: タンデム型熱線風速計による変動風速の三次元的な測定, 第5回構造物の耐風性に関するシンポジウム論文集, pp.289-296, 1978

12) 赤林伸一, 村上周三, 水谷国男, 高倉秀一: 周辺に建物群のある独立住宅の風圧分布に関する風洞模型実験および換気量予測, 住宅の換気通風に関する実験的研究その1, 日本建築学会計画系論文報告集, 第456号, pp.9-16, 1987

(1995年6月10日原稿受理, 1995年8月23日採用決定)