

風洞実験によるパッシブな換気促進装置を有する住宅の風圧分布に関する研究

建築都市デザイン学科 2280070020-9 長田 啓志
(指導教員 小林知広)

1. はじめに

近年、住宅の高気密・高断熱化が進み、換気不足によるシックハウス症候群を防止するため、現在では居室への機械換気装置の設置が義務化されている。しかし、省エネルギーの面からは機械換気のみならず、パッシブな手法を利用することが有効と考える。本研究では、特に風力換気に着目し、風力換気を促す装置(以下、換気促進装置)を有する住宅の換気設計法を確立することを最終目的とする。そこで本論文では、このための基礎的なデータの整備を目的として風洞実験により風圧の測定を行う。

2. 概要

本研究では、武部ら^{*)}が提案した吹き抜けを有する住宅モデル(図 1)に基づいた建物形状を想定し、風洞実験を行う。実験には立命館大学研究用風洞(回流式ゲッチング型)を使用し、対象建物模型及び周辺建物模型を境界層流にさらして風圧の測定を行った。周辺建物模型(7 列×7 列)は、対象建物模型を中心として配置した。

境界層流の作成には、スパイヤとラフネスを用い、風洞床上 1200mm 位置にピトー管を設置し、風速 10m/s に設定した。図 2 に I 型熱線流速計を用いて測定したアプローチフローの平均風速と乱流強度を示す。このときサンプリング周波数は 1000Hz、平均化時間は 60 秒とし、風洞内基準静圧はピトー管の静圧とした。この結果、ベキ指数は、概ね 1/3.5 であった。

対象建物模型(3.0mm 厚亚克力板製)は図 3^{注1)}に示す縮尺 1/70 の模型とし、図 1 の吹き抜け上部に換気促進装置を設置する。換気促進装置は図 4 に示す 5 形状とし、図 3 の斜線部分へ着脱可能なものとした。これらの模型は開口単一の風圧係数測定を目的としているため、模型に開口を設けず気密なものとした(以下、モデル A)。これに加え、越屋根の開口を両側開放したときの基部の鉛直方向の換気駆動力を表す風圧係数(以下、越屋根基部の風圧係数)も測定した。基部の風圧係数の測定にあたっては、越屋根(大, 中, 小)の両端を開けた模型とモデル B (図 3)を用意した際の室内圧を採用した。故にモデル B は、1 階のリビングとキッチン、2 階の廊下と吹き抜けで構成された空間(図 1 斜線部分以外)のみを再現した。風圧測定時のサンプリング周波数は 100Hz、平均化時間は 30 秒とした。

3. 実験条件

実験パラメーターは、図 4 に示す換気促進装置の種類、

外部風向(8 方位)、図 5 の隣棟間隔と図 6 の樹木^{注2)}の配置とした。隣棟間隔は D/L とし、隣棟間距離(D)と、建物の幅(L)から疎密が決まり、 $D/L=0.75, 1.0, 1.25$ の 3 条件で評価する。樹木の配置は、なし、疎、密の 3 条件に設定した。風圧測定点はモデル A において 24 点(6 点×4 面)、換気促進装置の越屋根は全側面に 1 点ずつの全 4 点、チムニーは上部に 1 点に設定した。モデル B においては、室内圧を 3 点で測定し、その時の平均値を越屋根両側開口時の基部風圧とした。また、基本条件として、越屋根(中)を使用し、 $D/L=1.0$ 、樹木なしと設定する。



図 1.対象建物平面図

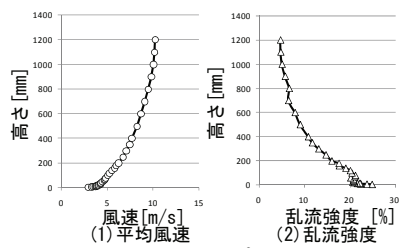


図 2 風洞内アプローチフロー

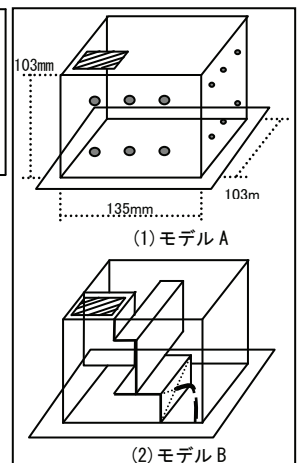


図 3 対象建物模型

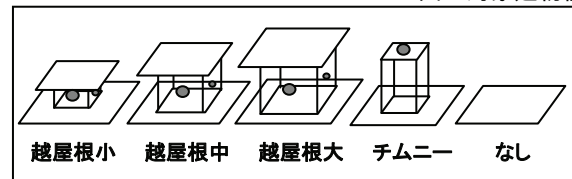


図 4. 換気促進装置^{注3)}

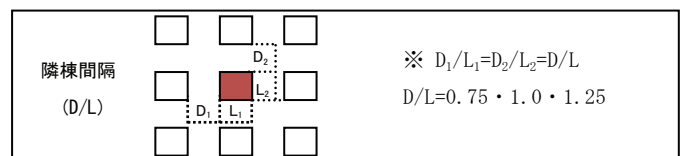


図 5 隣棟間隔

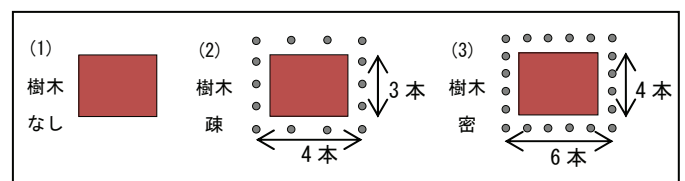


図 6 樹木の配置

4. 実験結果

1) 風向の変化による風圧係数の比較

図7に基本条件で外部風向0°と45°における風圧係数分布を示す。風向0°の時よりも風向45°の時の分布図は、同じ高さでの風圧係数差が大きい。これは、主に気流の剥離により風下面(3)の面の負圧が大きくなったものと考えられる。また、0°の時の分布図からは、壁面間の対面開口に比べて換気促進装置が有効といえる。

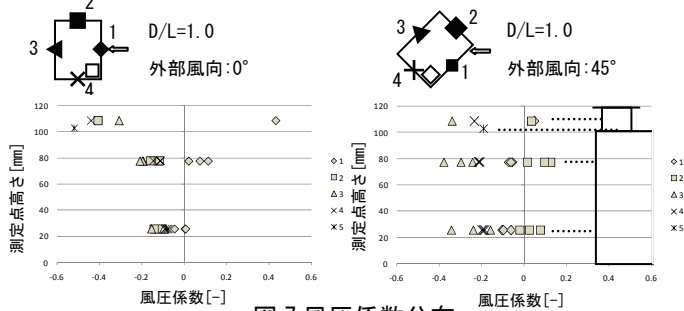


図7 風圧係数分布

2) 隣棟間隔の変化による風圧係数の比較

図8に、越屋根中、風向0°の条件で隣棟間隔を変化させた風圧係数分布を示す。越屋根部分に変化は生じなかったが、D/L=1.25(左図)の場合、1階と2階の風上側(1)の面の風圧係数分布が正圧であり、D/L=0.75(右図)の場合は負圧であった。このため、隣棟間隔が狭いと、壁面間の対面開口では風圧係数に差が生じず、換気効果が少ない。

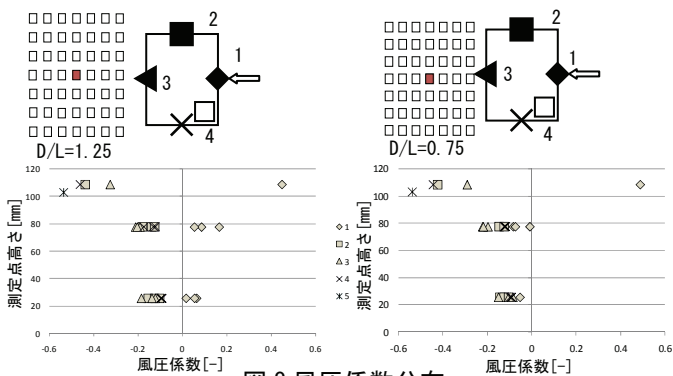


図8 風圧係数分布

3) 換気促進装置の種類による風圧係数の比較

表1は、同じD/L=1.0の条件で測定し、風向と換気促進装置をパラメーターにして測定を行い、1段目に風圧係数の|最大値-最小値|を求めた表であり、2段目にはその時の給気位置→排気位置を示している(注4)。

45°と135°のとき、すべての条件において、壁面間で最大の風圧係数差が得られる結果となり、換気促進装置を設置しない時の条件と大きな差異は見られなかった。最も変化が見られた0°90°180°270°時の換気促進装置の有無の差は、風圧係数差で最大0.56みられた。越屋根については、大きい条件の方がより大きな風圧係数差が得られるが、小さい条件でも換気促進装置なしに比べ2

倍程度の風圧係数差があり、吸気装置として機能する可能性を示していた。チムニーについては、排気効果に関して最も優れていることがわかる。

表.1 換気促進装置による風圧係数差比較表

| | 越屋根小 | 越屋根中 | 越屋根大 | チムニー | なし |
|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 風向0° | 0.58 2階→両越 | 0.64 越→2階 | 0.84 越→2階 | 0.87 2階→チム | 0.31 2階→2階 |
| 風向45° | 0.48 2階→2階 | 0.50 2階→2階 | 0.48 2階→2階 | 0.52 2階→2階 | 0.50 2階→2階 |
| 風向90° | 0.47 越→2階 | 0.50 越→2階 | 0.53 越→2階 | 0.64 2階→チム | 0.24 2階→2階 |
| 風向135° | 0.56 2階→2階 | 0.57 2階→2階 | 0.58 2階→2階 | 0.58 2階→2階 | 0.56 2階→2階 |
| 風向180° | 0.58 越→2階 | 0.66 越→2階 | 0.69 越→2階 | 0.67 2階→チム | 0.27 2階→2階 |
| 風向225° | 0.65 2階→越 | 0.67 2階→越 | 0.68 2階→越 | 0.60 2階→チム | 0.49 2階→2階 |
| 風向270° | 0.47 2階→越 | 0.51 越→2階 | 0.59 越→2階 | 0.80 2階→チム | 0.25 2階→2階 |
| 風向315° | 0.72 2階→2階 | 0.71 2階→越 | 0.70 2階→越 | 0.76 2階→チム | 0.60 2階→2階 |

※表中の「両越」は「越屋根両側開口時」を意味する。

4) 植栽条件の有無による風圧係数の比較(図9)

樹木を配置することで、1階と越屋根部分には大きな変化は無いが2階には、正圧であった分布が負圧になっていく傾向がある。このことは、壁面に衝突する気流の成分が少なくなったと考えられる。

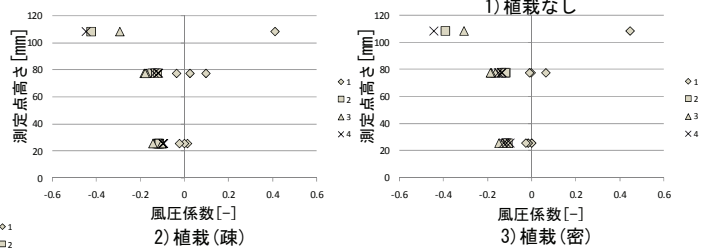


図9 植栽条件の風圧係数分

5. まとめ

基礎的なデータの整備を目的として風洞実験を行い、換気促進装置を設置することで、外部風向45°135°の条件を除き、設置しない場合と比べると風圧係数差が約2倍以上であった。隣棟間隔が狭い条件では、壁面間の風圧係数差は小さく換気促進装置が有効であると期待できる。樹木による影響は、壁面の風圧係数には影響を及ぼしたが、換気促進装置には影響が見られなかった。今後は、このデータを活かし、換気計算を行う。

注1) 黒点は風圧測定点であり、開口部高さに設定し、均等配置にした。

注2) 樹木の再現には、スポンジと針金を使用した。

注3) 越屋根(大,中,小)高さ:14.5mm,11mm,7.5mm チムニー:12mm

注4) 「越→越」は含まず、換気促進装置を介する経路に色をつけた。

(参考文献)

武部敬輔, 近本智行: 吹き抜けを持つ戸建住宅における自然エネルギー利用に関する研究(その3): 夏期昼夜におけるハイブリッド換気の有効性の検討, 日本建築学会学術講演梗概集, D-2, 2008, pp707-708