

平成 30 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：室内環境

研究期間：平成 30 年度

課題番号：

研究課題名（和文）： 実街区における通風性能評価および促進デバイスの有効性に関する研究

研究課題名（英文）： Evaluation of ventilation performance and effectiveness of device for promotion in actual block area

研究代表者：倉淵 隆

交付決定額（当該年度）： 330000 円

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用させていただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究の目的

住宅・建築物での温熱・空気環境の改善に関し、気候の良い条件下では自然通風を活用することが、省エネルギーや知的生産性の改善にとって有効である。しかし都市部では建物の密集度が高く、壁対面開口で十分な外気導入を確保することが困難な場合も少なくない。この点に関し、既往研究 1) では換気塔などの換気ボイドを用いることによる通風・換気性能向上の効果が示されており、換気駆動力増加のために、様々なデバイスをボイド周辺に設ける例も見られる(図 1)。但し、実際の通風条件ではボイド内気流が換気駆動力に影響する可能性がある。そこで、建物の中央に換気ボイドのある建物モデルについて、通風条件下で様々なデバイスを設置した場合のボイド内風圧を風洞実験と CFD により検討した結果について報告する。

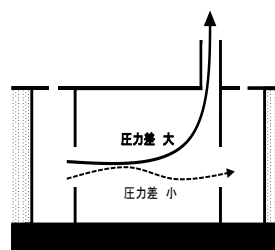


図 1 壁開口と換気塔の換気経路

2. 研究の方法

2.1 風洞実験概要

実験は東京工芸大学の風洞を用いて行った。接近流は 1/4 乗則に従うプロファイルとし、軒高 ($Z_0=0.094\text{m}$) での風速 ($V_0=6\text{m/s}$) を基準速度、 V_0 に対する動圧を基準圧力 P_0 、ボイド断面積と基準速度の積を基準風量 Q_0 とした(図 2)。ボイドへの強制換気量 Q に対するボイド内平均風圧係数 C_p との関係から性能を検討する。モデルは建物につながる開口部が 1 つあるボイドが建物中央にあり、ボイドへの通風気流の流出を再現するためのダクト接続開口を床面に設けた(図 3)。検討風向角は 0° ・ 45° ・ 90° の 3 風向で、集合住宅モデルは参考にした実際の建物のある地域の卓越風である 22.5° ・ 45° ・ 112.5° の 3 風向を検討した(図 4)。インバーターで回転数を制御したファンで送風し、ファンの吸込み圧力より流量を求めた(図 5)。ボイド内圧力測定点は同じ高さでの点が 2 つずつ並ぶ配置で、室内圧力測定点を合わせて 13 点である(図 6)。

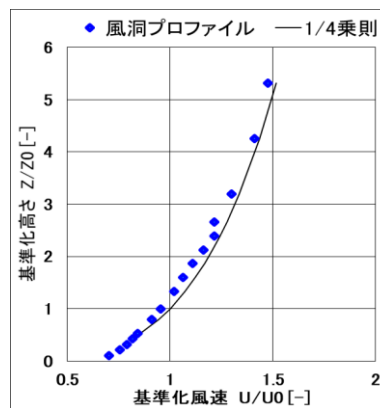


図 2 風洞プロファイル



図 3 風洞実験模型

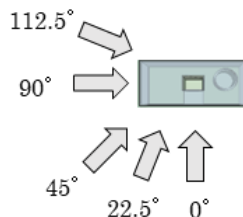


図 4 検討風向角



図 5 ファン・インバーター

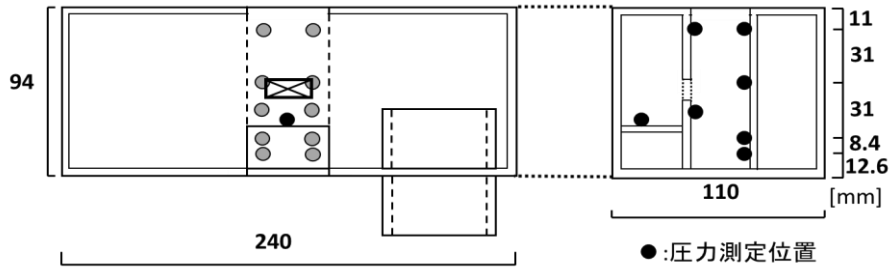


図 6 実験模型 圧力測定点

2.2 CFD 解析概要

風洞設備に対応する建物周辺気流中に、風洞実験模型を模擬した解析モデルを設置した。乱流モデルは Realizable $k-\epsilon$ モデルとし、流入条件は風洞実験で測定したアプローチフローを用いた(図 7)。

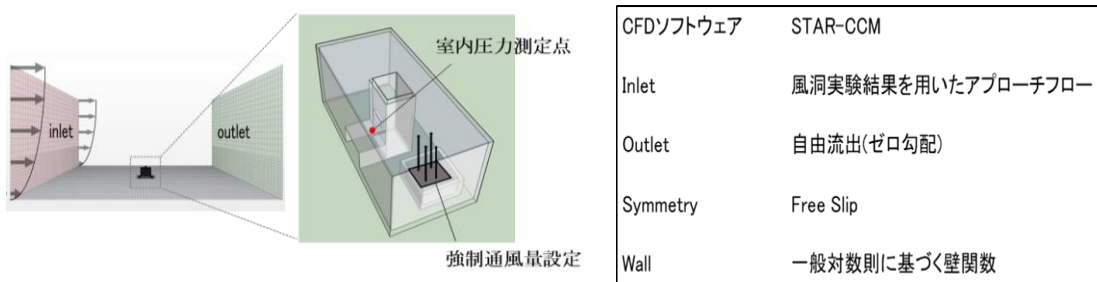


図 7 境界条件

2.3 デバイス

ボイド周辺に取付けるデバイスが換気駆動力に及ぼす影響について検討した。デバイスの形状は、ガイドベーン・ついたて・ベンチュリの3種類である(図 8)。ガイドベーンとベンチュリの幅はボイド開口部と等しく、ついたての断面積はボイド断面積の3倍である。ガイドベーンとベンチュリを支える脚部分はデバイスに対して十分に断面積が小さいため、CFD では省略した形状とし、ついたては接着断面拡大のための底面を除いた形状で解析した(図 9)。尚実験では実際にある集合住宅を模したモデルも検討した(図 10)。パスとはボイドに接続する開口部で、ボイド内に外部からの風の流入がある条件を再現している。

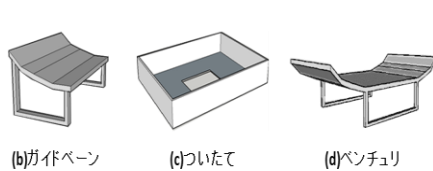


図 8 デバイス

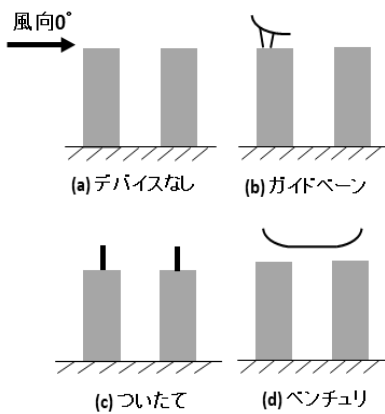


図 9 通常モデル

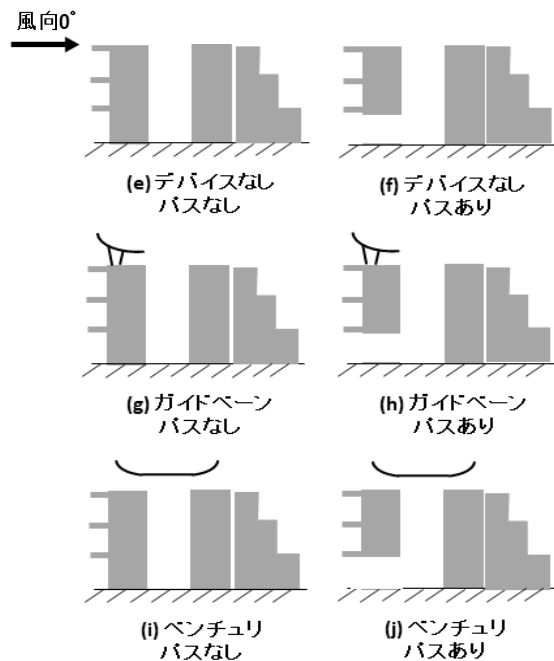


図 10 集合住宅モデル

3. 研究成果

3.1 風洞実験結果

3.1.1 集合住宅モデル

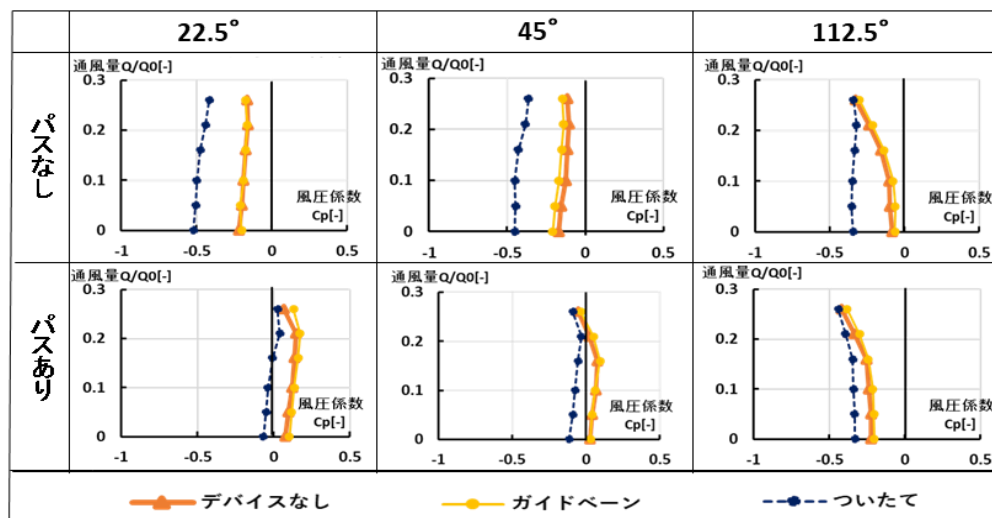


図 11 集合住宅モデルボイド内平均風圧係数

ボイド内平均風圧係数が小さいほど換気駆動力が高いことを意味する。パスからの風の流入がある 22.5° と 45° の場合換気駆動力が大幅に減少し、通風量が 0.2 を超えるとボイド内の上昇気流の影響が大きくなりボイド内風圧係数が減少する傾向にあることが分かる。デバイスごとで比較するとついたての性能が最も高く、ガイドベーンは 45° の場合以外ではデバイスなしのモデルとの差が見られなかった(図 11)。

3.1.2 通常モデル

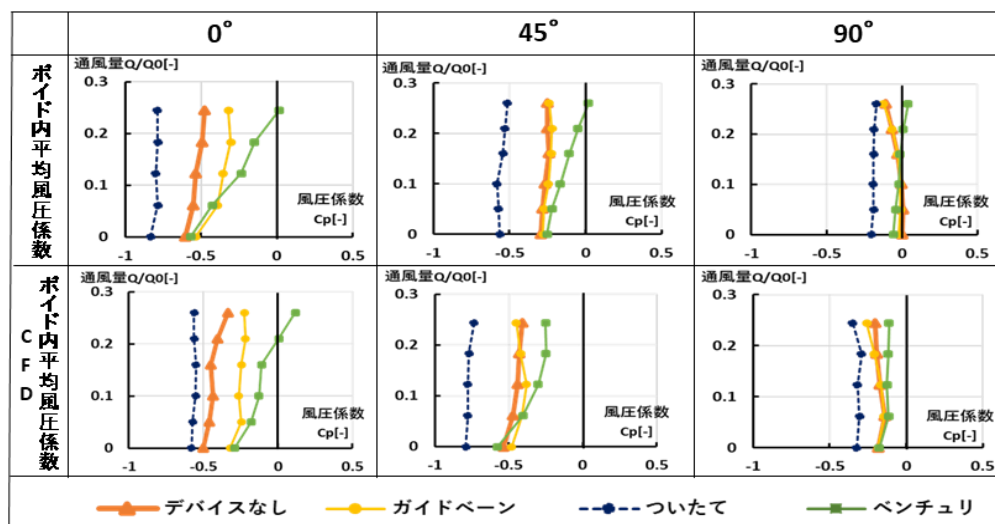


図 12 ボイド内平均風圧係数

デバイスごとの比較より、ついたての性能が最も高く、流量が増加しても風圧係数の変化が小さい傾向にあることが分かる。ガイドベーンは、屋外風に正対する 0° の場合以外では、デバイスなしのモデルとの差が見られなかった。ベンチュリは流量増加に伴う風圧係数の上昇傾向が最も大きく、検討したデバイスの中で一番性能が低いことが分かった(図 12)。

3.2 CFD 解析との整合性

風洞実験でのボイド内平均風圧と CFD 解析でのボイド内平均風圧を比較したところ、通風量と風圧係数の関係の対応は概ね良好である(図 12)。よって、実験と CFD の間に整合性があることが確認できた。

3.3 各種デバイスの効果検証

実験とCFDの整合性が確認されたので、以下の検討はCFD結果に基づいて行う。0°の場合の各デバイスのコンター図及びベクトル図を以下に示す。

3.3.1 ガイドベーン

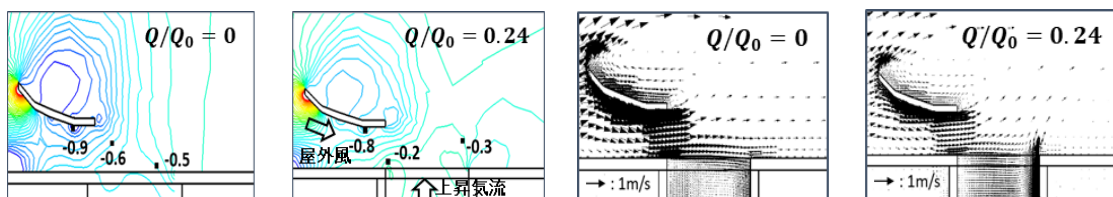


図 13 風圧係数コンター図(ガイドベーン)

図 14 風速ベクトル図(ガイドベーン)

通風量が増加すると、ボイド内上昇気流が屋外風と衝突するため、風圧が上昇して縮流による減圧効果が失われた(図 13)。特に風向に正対する0°の場合は屋外風の影響が大きいため、この傾向が顕著に見られた(図 14)。

3.3.2 ベンチュリ

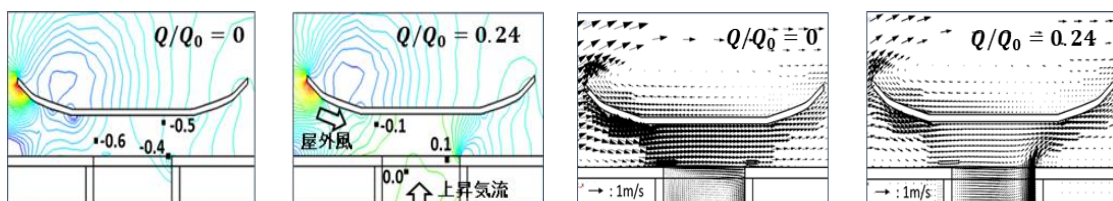


図 15 風圧係数コンター図(ベンチュリ)

図 16 風速ベクトル図(ベンチュリ)

ボイド内への風の吹出しがない状態では、縮流による静圧低下の傾向が、ガイドベーンの場合よりも大きい。しかし、通風量の増加で外部風と流出気流が衝突することで、発生する通気抵抗が増加するため、ボイド内の風圧が上昇し、換気駆動力は低下する(図 15)。風速ベクトル図から、開口部からの風がベンチュリに衝突し、流出開口付近において風の流が滞留していることが分かる(図 16)。

3.3.3 ついたて

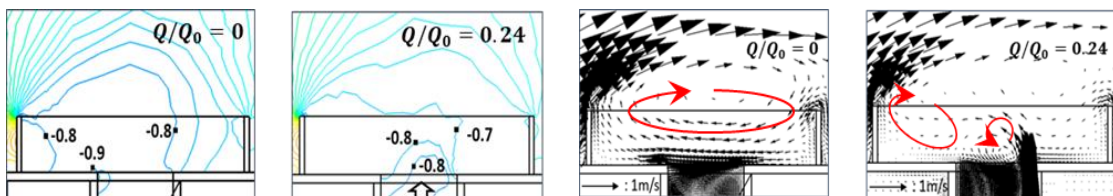


図 17 風圧係数コンター図(ついたて)

図 18 風速ベクトル図(ついたて)

壁面付近で剥離による負圧発生効果が期待できるついたてモデルでは、通風量が大きくなっても風圧が上昇しにくい傾向にある(図 17)。四方の壁面が風をせき止めるため屋外風の影響が小さくなり、それに伴って流出気流との衝突の影響も小さくなっている。風速ベクトル図を見ると、ボイドの流出開口付近に渦が発生しているのが確認できる(図 18)。渦の発生によるエネルギー消費で全圧の低下が生じ、周辺の圧力が低下したと考えられる。

本研究より以下の知見が得られた。

1. ガイドベーンはデバイスなしの場合との性能に差がない。
2. ベンチュリは縮流効果が期待できず、通風の妨げとなる。
3. 通風量によらず安定に換気駆動力をもたらすデバイスにはついたてを用いることが最も有効である。

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] 2019年度日本建築学会大会(北陸)

[図書] (計 0 件)

[その他, 産業財産権, ホームページ等] (計 0 件)

5.研究組織

(1)研究代表者

倉渕 隆 東京理科大学・工学部・教授

(2)研究分担者

本間 陽樹 東京理科大学・工学部・院生

奥田 有彩 東京理科大学・工学部・院生

柴田 実里 東京理科大学・工学部・院生

水谷 国男 東京工芸大学・工学部・教授

6.要約(Abstract)

研究課題名

研究代表者名 (所属)東京理科大学・教授 倉渕隆
要約(700文字以内)・図

実際の通風条件ではボイド内気流が換気駆動力に影響する可能性があるため、建物の中央に換気ボイドのある建物モデルについて、通風条件下で様々なデバイスを設置した場合のボイド内風圧を、風洞実験とCFDにより検討した。同じ流量に対してボイド内平均風圧係数が小さいほど換気駆動力が高いことを意味する。デバイス形状はガイドベーン・ついたて・ベンチュリの3種類で、検討風向角は集合住宅モデルでの 22.5° ・ 45° ・ 112.5° の3風向の他に、 0° ・ 45° ・ 90° の3風向について検討した。通風量と風圧係数の関係の対応は概ね良好であったことから実験とCFDの間に整合性があることが確認でき、以下の知見が得られた。

- ・ガイドベーンはデバイスなしの場合との性能に差がない。
- ・ベンチュリは縮流効果が期待できず、通風の妨げとなる。
- ・通風量によらず、安定に換気駆動力をもたらすデバイスにはついたてを用いることが最も有効である。

