

2019 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災 or 室内環境 or 屋外環境 研究期間：2019 年度 課題番号：192009 研究課題名（和文）：ボイド上部に設置するついで形状による通風促進効果の研究 研究課題名（英文）：Study on the Influence of screen installed at ventilation void for promoting Natural ventilation 研究代表者：倉淵隆 交付決定額（当該年度）： 200000 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・建築物の温熱・空気環境の改善には、気候が良い条件での自然通風の活用が考えられる。しかし建物の密集度が高い都市部では、壁対面開口での外気導入が確保できない場合が多い。この点に関し、既往研究 1)では換気塔を用いることによる通風・換気性能向上の効果の他換気ボイド上部に設置するデバイスとしてボイドを取り囲むついでが有効であることが示されている（図 1）。但し、ついで形状や自然風が通風性能に影響を及ぼすメカニズムについては十分な検討がなされていない。そこで本研究では、集合住宅を模し中央に換気ボイドを配置した建物モデルについて、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。

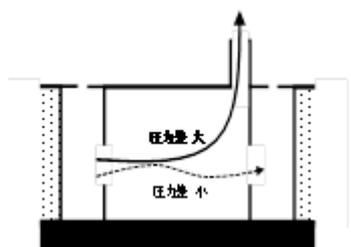


図 1 壁開口と換気塔の換気経路

2. 研究の方法

2.1 風洞実験概要

実験は東京工芸大学のエッフェル型風洞を用いて行った。模型は建物内部から 3 つの開口部があるボイドが中央にあり、床面にダクト接続開口を設けてボイドへの通風気流の流入を再現した（図 2）。模型軒高を基準高さ Z_0 ($=0.1\text{m}$) とし、接近流の軒高風速を V_0 ($=6\text{m/s}$) を基準速度、基準速度に基づく動圧を基準圧力 P_0 とした。接近流は市街地を想定した 1/4 乗則に従うプロファイルとし、検討風向角は 0° 、 45° 、 90° の 3 風向である（図 3, 4）。インバーターで制御したファンで送風し、模型に接続したダクトで通風量の設定を行った（図 5）。ボイド内での圧力測定点は同じ高さで 2 つ並ぶ配置で 12 点、室内圧力測定点 4 点、屋根面圧力測定点 4 点の計 20 点である（図 6）。

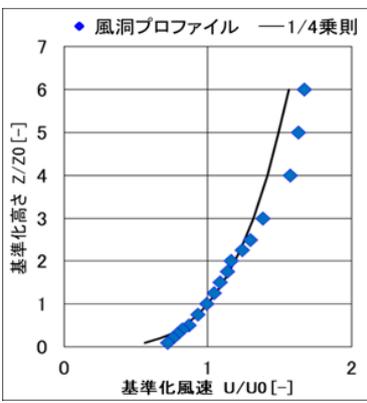


図 2 風洞プロファイル



図 3 風洞実験模型

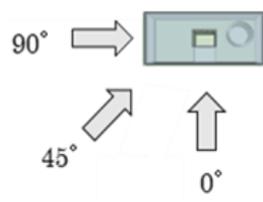


図 4 検討風向角



図 5 ファン・インバーター

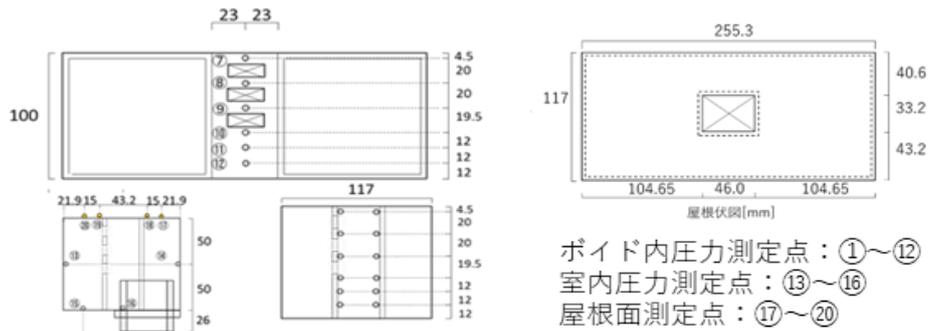


図6 実験模型 圧力測定点

2.2 CFD 解析概要

解析モデルは風洞実験模型を模して作成した。乱流モデルは $k-\epsilon$ モデルとし、主流方向 u 成分には風洞実験で測定した接近流を、スパン方向 v ・鉛直方向 w 成分は単純化のために 0 とした (図 7)。形状検討は実験と同様のチャンバーモデルを使い、強制換気量 Q_0 とポイド内平均風圧係数 C_p の関係より各ついでに形状の性能を評価する。風量は実験と同様に基準風量 Q_0 で基準化した。ついでに形状は実験と同じ 7 種類で検討風向は $0^\circ \cdot 90^\circ$ の 2 方向である。

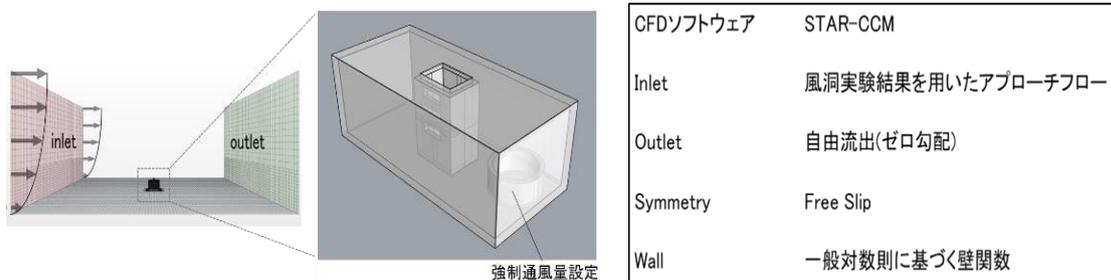


図7 境界条件

2.3 ついでに形状検討

ポイド上部を取り囲むついでに取り付け、その大きさはポイド開口断面の各辺 1 倍、1.5 倍、2 倍、2.5 倍、3 倍したモデル、また建物外壁面を立ち上げたモデル (以降 full) の 6 種類とした。これについでなしのモデルを合わせた計 7 種類で比較検討を行う (図 8)。

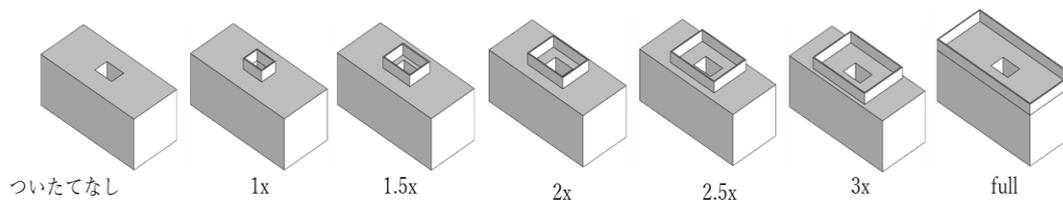


図8 実験模型 圧力測定点

3. 研究成果

3.1 風洞実験結果

実験結果を図 9 に示す。風量は基準風量 Q_0 (換気ポイド開口断面積 S と基準軒高風速 V の積) で基準化した。ポイド内平均風圧係数が小さいほど通風性能が高いことを意味する。全体的についでに断面積が大きいほど風圧係数が低下した。しかし、ついでに 1 倍モデルの場合、流量 0 の時に風圧係数が大きく低下し性能が向上した。一方で流量が一定以上あるときは風圧係数が下がらず、ついでにがない場合と比べ性能が悪化する傾向がみられた。

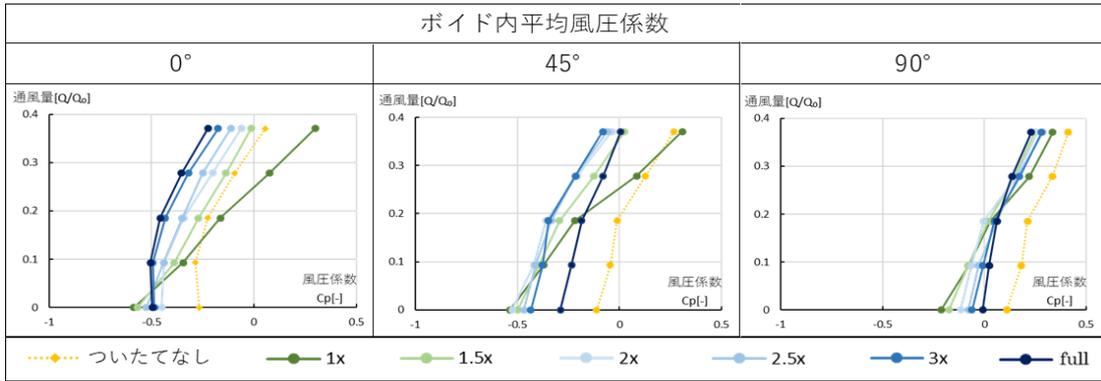


図9 ボイド内風圧係数

3.2 CFD 解析との整合性

ボイド内平均風圧を CFD 解析と比較した (図 9, 10)。実測値と解析値との対応が概ね良好であったため、以降 CFD 解析を用いて検討を行う。

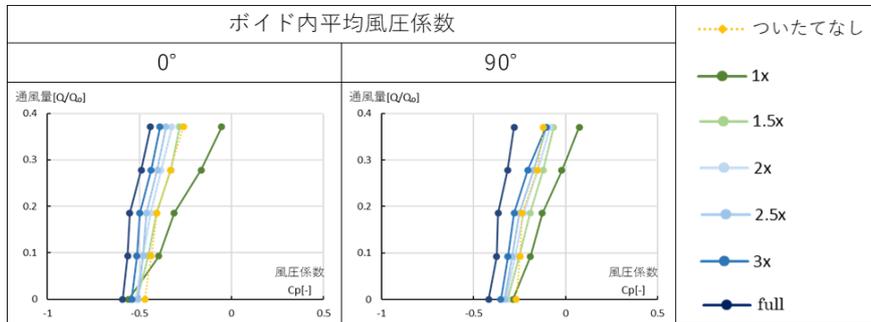


図10 CFD ボイド内風圧係数

4. ついたての効果検証

図 8 に角度別の CFD の解析値を示す。ついたて断面積が大きいほど性能が向上する傾向がみられた。しかし、ついたて 1 倍の場合、ついたてがない場合より風圧係数が高く性能は悪化した。風圧係数の分布をみると、軒やついたて上端部に気流がぶつかることで風圧係数が下がっている (図 11, 12)。また通風気流のボイドへの強制流入がある場合、室内からの気流がボイド壁面に衝突し風圧係数が上昇している。軒やついたて上端部、ボイド壁面では風速が大きくなっており、剥離や渦の発生が見られた (図 11)。この影響について探るため、平均流が損失する力学的エネルギーを意味する乱流エネルギー生産に概ね等しいとされる乱流エネルギー散逸率の分布を調べた。風速の大きい気流が衝突するボイド壁面や軒高では、乱流エネルギー散逸率が大きく、エネルギーの消失によって圧力が低下していることが考えられる (図 12)。ついたて 1 倍の場合、ついたて上端部におけるボイドからの気流と外気流との衝突によって風速が上がり動圧が上昇するため、性能の低下につながると見られる (図 13)。ついたて断面積が大きいほど、ついたて上端部における気流の衝突の影響が少ないため性能が向上すると考察される (図 14)。

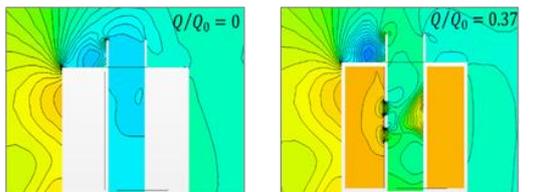


図11 風圧係数コンター図 (ついたて 1倍 -0)

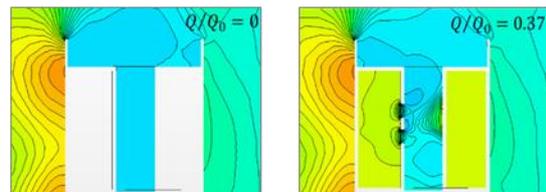
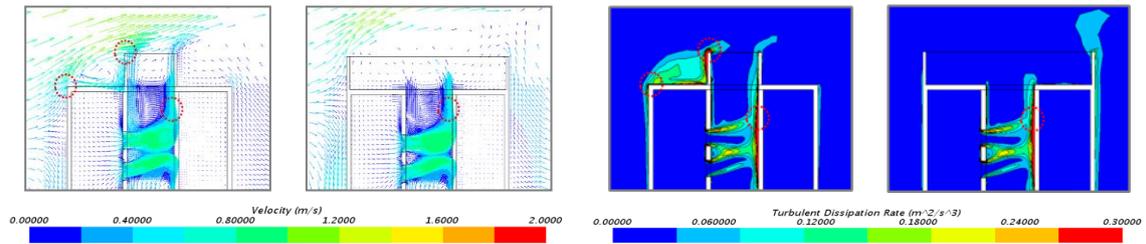


図12 風圧係数コンター図 (ついたて full -0)



本研究からは以下の知見が得られた。(1)ついで断面積が大きいほど通風性能がよい。(2)流れの剥離や渦の発生に伴う流れのエネルギー損失が負圧発生の原因となる。

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 件)

- 1.
- 2.

[学会発表] (計 2件)

1. 2020年度日本建築学会大会(関東)学術講演会(予定)『ボイド上部に設置するついで形状による通風促進効果の研究』
2. 令和2年度空気調和・衛生工学会大会(福井)学術講演(予定)『ボイド上部に設置するついで形状による通風促進効果の研究』

[図書] (計 件)

- 1.
- 2.

[その他, 産業財産権, ホームページ等]

- 1.
- 2.

5. 研究組織

(1)研究代表者

倉淵隆 東京理科大学・工学部・教授

(2)研究分担者

1. 水谷国男 東京工芸大学・工学部・教授
2. 奥田有彩 東京理科大学・工学部・院生
3. 柴田実里 東京理科大学・工学部・院生
4. 土橋昌晃 東京理科大学・工学部・院生

6. 要約(Abstract)

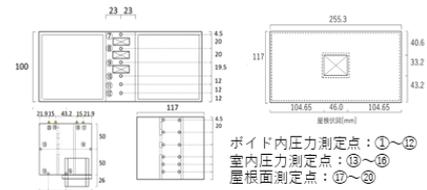
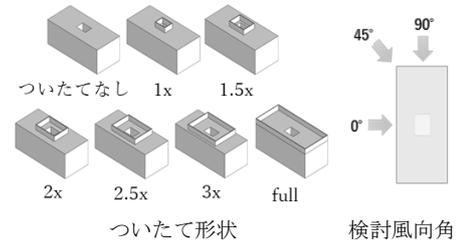
研究課題名 ボイド上部に設置するついたて形状による通風促進効果の研究

研究代表者名 (所属)東京理科大学 倉潤隆

内容・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。そのため本研究では建物の中央に換気ボイドのある建物モデルについて、通風条件下で大きさを変えて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。ついたて形状はボイド開口断面の各辺を1、1.5、2、2.5、3倍した断面をつくるように四方に壁面を立ち上げたモデルと、建物外壁面を立ち上げたモデル(以降 full モデルと呼ぶ)の6種類とした。これについたてなしのモデルを合わせて計7種類で比較検討した。検討風向角は実験で0°・45°・90°の3風向、CFDでは0°・90°の2風向を検討した。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。

- ついたて断面積が大きいほど通風性能がよい。
- 流れの剥離や渦の発生に伴う流れのエネルギー損失が負圧発生の原因となる。



実験模型

