

平成 27 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：H27 ～ H28 [平成 28 年度も研究継続]

課題番号：152006

研究課題名（和文）：換気塔を利用した通風性能向上に関する研究

研究課題名（英文）：Improvement of cross-ventilation by a ventilation tower

研究代表者：倉淵隆

交付決定額（当該年度）：416000 円

※平成 27 年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので、下記項目について詳細な報告をお願いします。

※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

近年建物の高気密化・断熱化により発生したシックハウス症候群を受け、24 時間換気のために原則として居室への機械換気設備の設置が義務付けられた。自然換気だけで居室に求められる換気量を維持することは困難であるが、省エネルギーの観点から機械設備の負担を極力減らすべきである。また居住者の自然通風へのニーズも高まりつつある。このような現状がある中で、日本の都市部では住宅の隣棟間隔に狭さによって壁面開口間による自然通風の活用は容易ではない。そこで本研究では上空風を利用する換気塔（図 1）に注目し、室内圧と換気量に注目することで、換気塔の通風特性の把握及び局所相似モデルへの適用可能性を検討した。



図 1 換気塔

2. 研究の方法

【風洞実験】

A. 屋根上風速測定

局所相似モデル適用の際、換気塔に当たる風が重要なパラメータとなると考えられる。そこで図 2 に示す宇田川の標準問題住宅モデル（陸屋根）の屋根上風速をスプリットフィルムプローブにより測定した。なお風速測定時は換気塔を設置しないものとした。

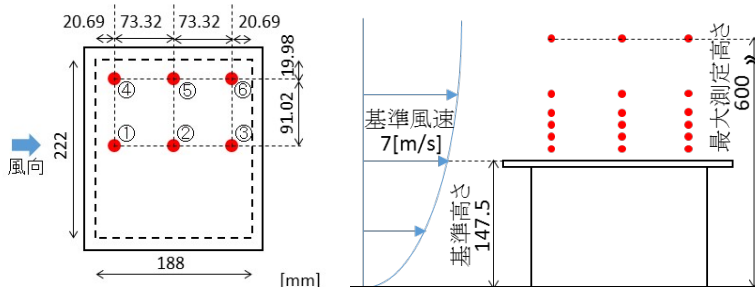


図 2 使用模型と風速測定点

B. チャンバー実験

強制給排気が可能であるようにした宇田川の標準問題住宅モデル（図 3）を使用して風向角・換気塔高さ・グロス建蔽率ごとに室内圧と換気量の関係を検討した（図 4～6）。その後局所相似モデルを使用し無次元室内圧 P_R^* と流量係数 α による換気塔通風性能の整理を試みた

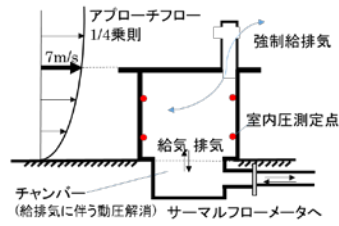


図 3 チャンバーモデル

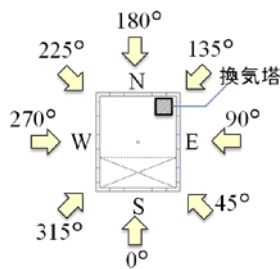


図 4 検討風向角

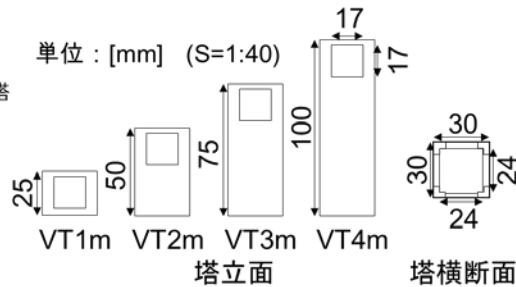


図 5 換気塔高さ



図 6 周辺建物の再現の

【CFD 解析】

風洞実験で行った①②の実験に対応する解析を行った。解析モデルは風洞実験を再現したものを使用した。また C. 局所相似モデルのパラメータを作成するため図 7 に示すような換気塔のみが外部風にさらされる強制給排気モデルを作成し解析を行った。

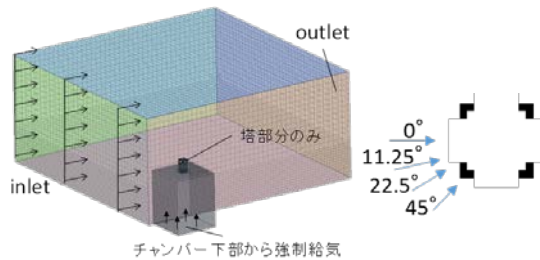
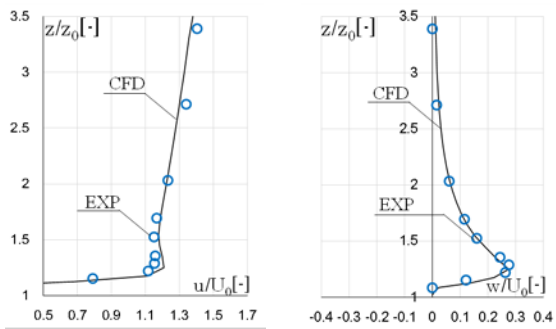


図 7 塔単独モデル

3. 研究成果

A. 屋根上風速測定

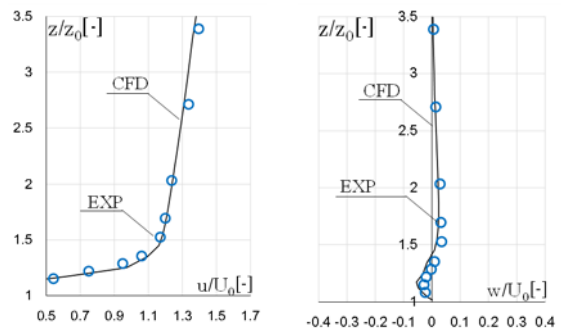
図 8～10 に測定点①②③の u, w 方向風速分布を示す。①では剥離した風の影響で u 方向風速が加速していることが確認できる。 w 方向風速についても剥離や再付着が再現されている。また風洞実験と CFD の対応も概ね一致しており、CFD 解析の再現性が確認できた。



u 方向風速

w 方向風速

図 8 ①風速分布



u 方向風速

w 方向風速

図 9 ②風速分布

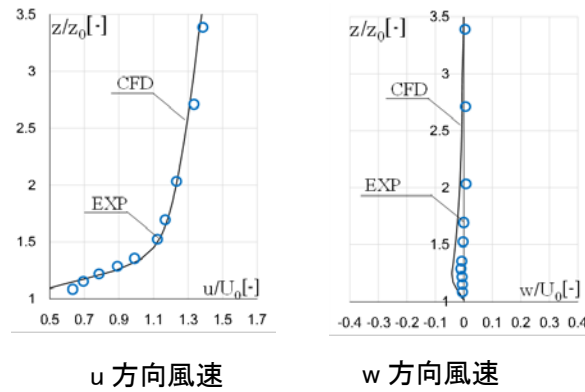


図 10 ③風速分布

B. チャンバー実験

局所相似モデルの概要を図 11 に示す。局所相似モデルを換気塔に適応させる際、換気塔に当たる風が重要なパラメータであると考えられる。そこで本研究では開口部接線方向動圧 P_t を換気塔設置位置及び換気塔開口部下端高さの屋根上風速 u_{vt} を動圧 P_{t_vt} に変換し、その動圧 P_{t_vt} を開口部相当接線方向動圧とした (図 12)。なお換気塔設置位置及び換気塔開口部下端高さの屋根上風速 u_{vt} は A で測定した風速を使用した。

図 13 に $P_R^* - \alpha$ 曲線を示す。建蔽率や風向角に依らず一つの曲線で換気塔の通風性能を整理することが確認できた。

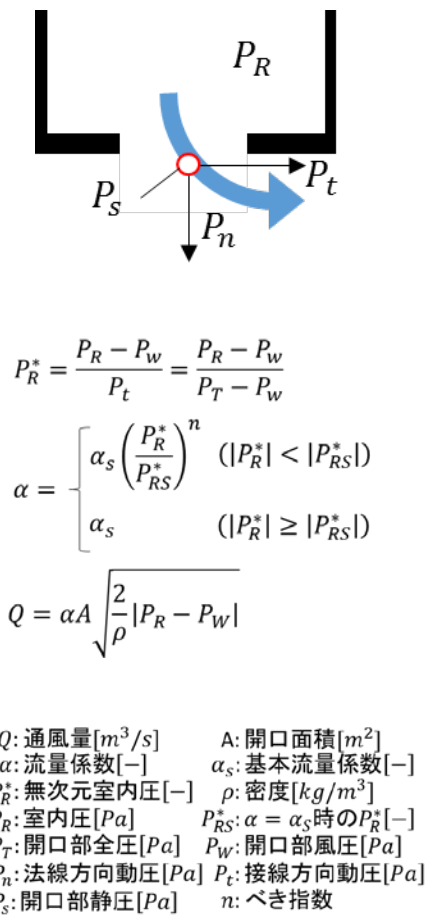


図 11 局所相似モデル概要

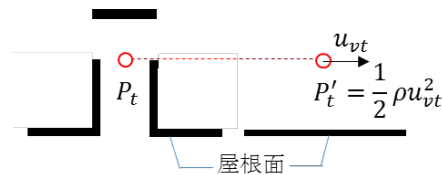


図 12 接線方向動圧 P_{t_vt} の定義

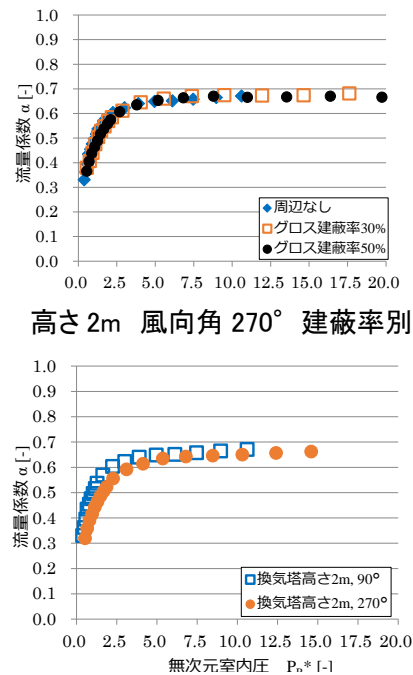


図 13 $P_R^* - \alpha$ 曲線

C. 局所相似モデルのパラメータ作成と通風量予想精度の検討

図 14 に風向角 $0^\circ \sim 45^\circ$ における $P_R^* - \alpha$ 曲線を示す。風向角 0° のみが他の風向角と異なる結果となった。風向角 0° では外部風が換気塔の柱に沿うことなく直接換気塔開口部に到達することで縮流が生じにくくなり流量係数が増加したと考えられる。外部風が直接開口部に到達することは多くないことから、風向角 0° の結果を特異なものとし、風向角 $11.25^\circ \sim 45^\circ$ の結果を用いてパラメータを作成した (表 1)。

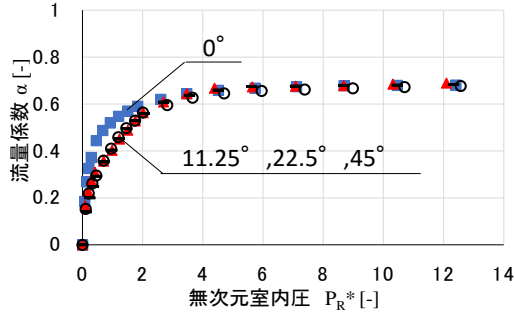


図 14 塔単独 $P_R^* - \alpha$ 曲線

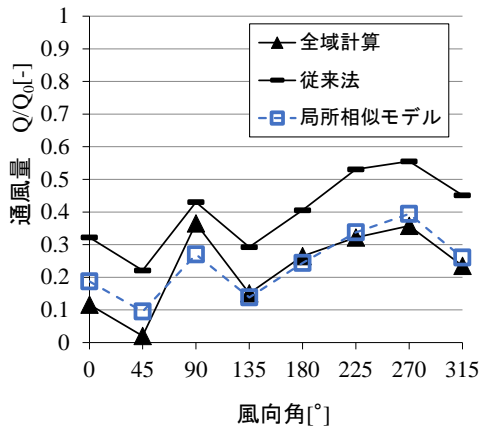
表 1 局所相似モデルパラメータ

パラメータ	Cds	P_{RS}^*	n
換気塔 (Pt: 塔設置想定高さの風速)	0.68	4.49	0.32

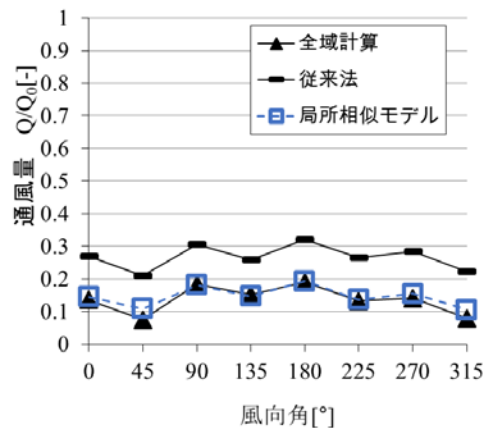
作成したパラメータを使って通風量予想精度の比較を行った。

予想精度の比較は①CFD 全域計算により通風量を算出する方法、②流量係数を固定し通風量を算出する方法 (従来法)、③換気塔局所相似モデルパラメータと既報の流入側単純開口局所相似モデルパラメータを使用して通風量を算出する方法の計 3 ケースで行った。この検討では CFD 全域計算を正確な通風量として比較を行うものとする。

図 15 に通風量予想結果を示す。流量係数を固定して計算を行った場合通風量を過大に予想しているのに対し、局所相似モデルパラメータを使用することで周辺建物の有無に関わらず CFD 全域計算と同様の通風量を予想することができた。



周辺建物無し



グロス建蔽率 30%

図 15 通風量予想

4. 主な発表論文等

(1) 滝澤正玄、鷹野亮、倉渕隆、塚本健二、野中俊宏、上岡弘明：密集市街地における換気塔を利用した自然通風促進・換気量改善に関する研究（その1）,日本建築学会大会学術講演梗概集,2015

(2) 鷹野亮、滝澤正玄、倉渕隆、塚本健二、野中俊宏、上岡弘明：密集市街地における換気塔を利用した自然通風促進・換気量改善に関する研究（その2）,日本建築学会大会学術講演梗概集,2015

(3) 上岡弘明、倉渕隆、水谷国男、塚本健二、野中俊宏、鷹野亮：密集市街地に位置する住宅の通風性能改善に関する換気塔の有効性について（その1）,空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集,2015

(4) 鷹野亮、倉渕隆、水谷国男、塚本健二、野中俊宏、上岡弘明：密集市街地に位置する住宅の通風性能改善に関する換気塔の有効性について（その2）,空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集,2015

(5) Hiroaki Kamioka, Takashi Kurabuchi, Sihwan Lee : THE FEASIBILITY OF VENTILATION TOWER TO ENHANCE CROSS-VENTILATION PERFORMANCE IN A DETACHED HOUSE LOCATED IN URBAN AREA, HEALTHY BUILDING 2105

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔その他〕

研究集会資料「換気塔を利用した通風性能向上に関する研究集会」

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

李 時桓 東京理科大学・工学部・助教
上岡 弘明 東京理科大学・工学部・院生
鷹野 亮 東京理科大学・工学部・院生
妙木 麻紋 東京理科大学・工学部・院生
井上 洋輔 東京理科大学・工学部・院生
川島 教城 東京理科大学・工学部・院生
長島 映璃 東京理科大学・工学部・院生
戸田 雄大 東京理科大学・工学部・卒研究生
佐藤 正佳 東京理科大学・工学部・卒研究生
志村 麻梨絵 東京理科大学・工学部・卒研究生
中村 琢郎 東京理科大学・工学部・卒研究生
中島 正登 東京理科大学・工学部・卒研究生
木部 亮太 東京理科大学・工学部・卒研究生
熊澤 寛介 東京理科大学・工学部・卒研究生
久野 雅崇 東京理科大学・工学部・卒研究生
宮嶋 舞佳 東京理科大学・工学部・卒研究生
水谷 国男 東京工芸大学・工学部・教授
塚本 健二 佐藤工業(株)
張 偉榮 東京工芸大学・工学部・准教授

