

平成 26 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：H25 年度 ～ H26 年度 [平成 26 年度で終了]

課題番号：133008

研究課題名（和文）：密集市街地における換気筒を利用した通風・換気性状の把握に関する研究

研究課題名（英文）：Research on the grasp using the ventilation pipe in a high density city area of ventilation quality

研究代表者：野中 俊宏

交付決定額（当該年度）： 400,000 円

※平成 26 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し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

住宅における 24 時間換気が法律で義務化された経緯を鑑みると、人々の安全かつ健やかな成長には継続的な換気が必須であると考えられるが、これを実現するためには現状では換気設備が必要であり、これらの設備は常に電力を消費している。また、設備の老朽化によるメンテナンスや交換が必要であり、地球環境への負荷が少なからず存在する。自然エネルギーを利用した換気を実践している例はいくつか存在し、1910 年代にヨーロッパで開発されたと言われている回転式タービンベンチレーターなどはその一例であるが、可動部の劣化は否めない。また、既往研究の多くは換気筒のみの効果検証に留まっており、実際の建築物に設置した条件における研究は少ない。一方、北アフリカや中東地域では換気筒を建築躯体として実現している採風装置が存在する。Badgir と呼ばれる換気・通風筒の歴史は数千年に及び、室内の排熱と冷気を取り込みを土着の技術のみを使用し、安価かつクリーンなシステムとして人々の生活を支えている。これら換気筒を密集市街地の住宅に応用することにより、既存の換気経路では得られない換気効率を電力や消耗品を使用することなく実現させることを目的とする。

2. 研究の方法

住宅密集地における換気塔の優位性について、平成 25 年度の検討（グロス建蔽率 30%、50%）に加えて、隣棟間隔が 500mm の場合の検討を行った。単独建物における換気塔の風圧係数および換気量を風洞実験と CFD で比較し、CFD がこれらを精度よく予測できていることを確認した上で、グロス建蔽率 30%、50%および隣棟間隔 500mm における換気塔の風圧係数および換気量を CFD により算出した。なお、検討対象建物は平成 25 年度と同様に、日本建築学会住宅用標準問題を基本とするモデル（ただし、屋根形状を陸屋根）とした。当該モデルの縮尺模型（1/40）に設けられた天窗開口部に検討対象である換気塔の模型を接合することで、換気塔利用の通風を模擬した（図 1）。換気塔の高さに関する検討は、換気塔の屋根面からの高さを実寸法で 1m、2m、3m および 4m に設定し（模型の寸法で 25mm、50mm、75mm、100mm：図 2）、それぞれについて塔屋開口部分の風圧係数および換気量を風洞実験で確認した。塔屋開口部分の風圧係数は塔屋の開口のみを解放したときの室内圧（以降「締切室内圧」とし、換気量は、塔屋の開口と壁面開口（1箇所）を開放し、トレーサーガス（ C_2H_4 ）を用いて測定した。また、対象建物の軒における気流の剥離の影響が考えられるため、軒付近における気流性状を CFD により確認した。さらに、換気塔に設ける開口の数や配置を変更し、塔屋を用いる場合の最適な開口部配置を検討するとともに、換気塔の水平断面形状（図 3）および開口を設ける際に避けることのできない柱や笠（図 4）の影響について、CFD を用いて確認した。

3. 研究成果

住宅密集地において換気塔を用いた場合の換気量について、CFD の計算結果を図 5 に示す。単独の場合に比して、住宅密集地における換気量は少なくなるものの、隣棟間隔が 500mm においても、グロス建蔽率 30% の場合の水準を維持していることが確認できた。各風向角における塔屋開口部分の風圧係数 (図 6) を見ると、塔屋の高さが 1m の場合を除いて、ほぼ同じ傾向にあることが確認できる。これは図 7 に示すように、当該建物に到達した気流が軒において剥離し、屋根表面より 2m 以下の範囲で速度勾配が大きくなっているため、高さ 1m の場合で剥離の影響が顕著に表れたと考えられる。図 8 に、塔屋の開口数を変更した場合における等部分の風圧係数を風向角ごとに示す。いずれのケースにおいても、塔屋の開口が風下になる風向で風圧係数が小さくなっている。これは塔屋の壁部分で気流が剥離することによるものと考えられ、屋外の卓越風向が明らかである場合には、風上側の開口を閉じることにより多くの換気量を得られることが示唆されるが、屋外風向が不安定な場合や不明な場合は、表 1 に示されるように 4 面全ての開口を解放した方が平均的に小さな風圧係数を得られると考えられる。塔屋開口部に付随する柱や笠の影響について、CFD による計算結果を図 9 に示す。柱や笠がない場合は、いずれかがある場合に比して換気量が若干大きくなっているものの、その影響は大きくないと考えられる。また、塔屋の水平断面形状と換気量の関係を図 10 に示す。ここで C_{pin} は室内の圧力を基準動圧で除したものを表している。長方形断面の場合、短辺が風上になるか風向角が 45° であるときに最も換気量が大きくなっているが、長辺が風上側になるときに最も換気量が小さくなっていることが確認できる。一方、正方形断面は風向角が変わっても換気量に大きな変化がないことから、自然環境下で通風を行うことを考慮すると、塔屋の水平断面形状は正方形が望ましいといえる。本研究成果は、2015 年 3 月 6 日に東京理科大学 森戸記念館で開催した「密集市街地における換気筒を利用した通風・換気性状の把握に関する研究集会」にて報告された。研究集会では本研究の他、関連する研究として風向追従型風力換気装置の性能に関する研究報告等も行い、通風のさらなる有効利用について議論した。

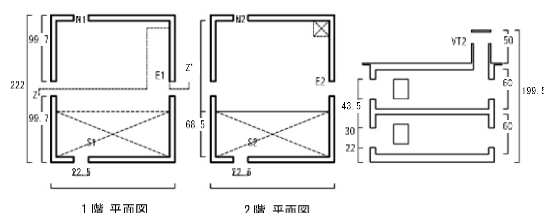


図 1 風洞模型図面

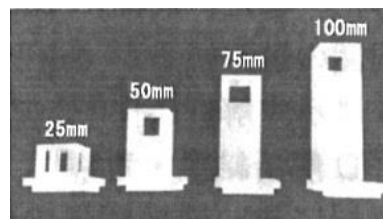


図 2 換気塔の高さ

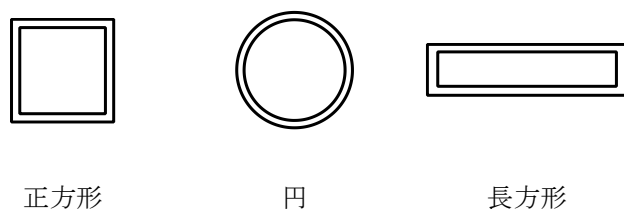


図 3 塔屋の水平断面形状

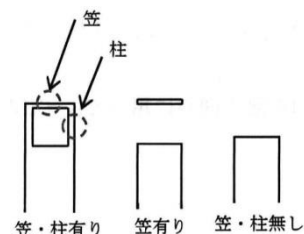


図 4 塔屋開口部における柱・笠

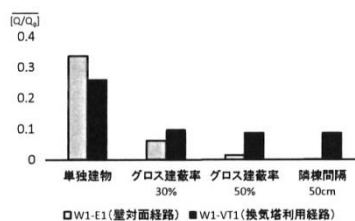


図 5 換気量の平均値 (8 方位)

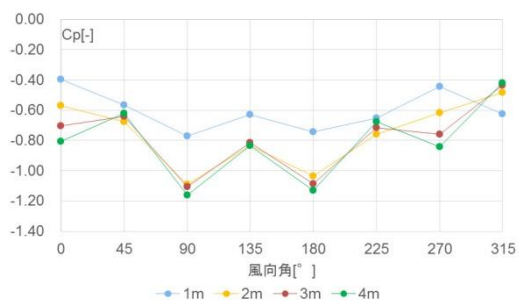


図6 塔屋開口部分における風圧係数

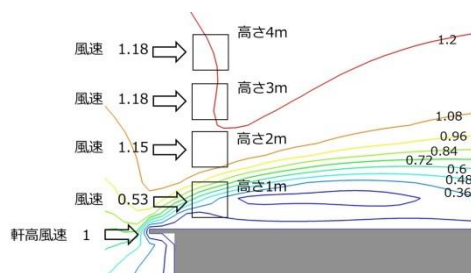
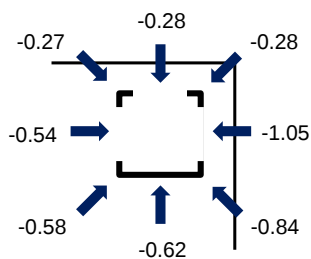
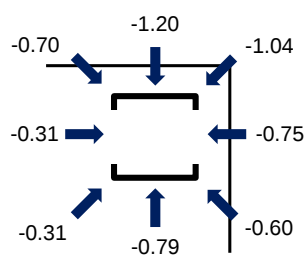


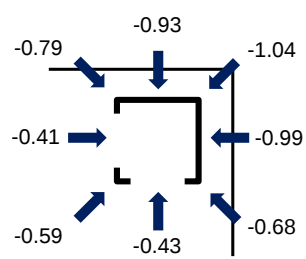
図7 軒付近における風速分布



Case1 (開口数: 3)



Case2 (開口数: 2)



Case3 (開口数: 2)

図8 各風向角における風圧係数

表1 塔屋開口部の解放ケースと塔屋開口部分の風圧係数の関係

ケース名	塔屋開口部の解放の有無 (○: 解放)				風圧係数		
	N	S	E	W	平均値	最小値	最大値
Case1	○	—	○	○	-0.56	-1.05	-0.27
Case2	—	—	○	○	-0.68	-1.20	-0.31
Case3	—	○	—	○	-0.37	-1.04	-0.41
Case4	○	○	○	○	-0.76	-1.09	-0.48

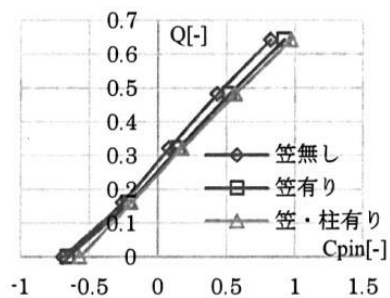


図9 塔屋における柱および笠の影響

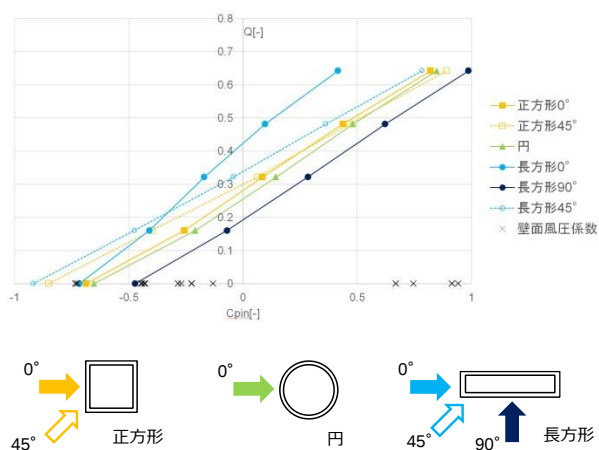


図10 塔屋の断面形状と換気量の関係

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

- 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) 実務設計を考慮した換気塔の性能検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (掲載予定)
- 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) 換気塔の最適形状に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (掲載予定)

[雑誌論文] (計 件)

[学会発表] (計 2 件)

[図書] (計 件)

[その他]

産業財産権, ホームページ等

5. 研究組織

(1) 研究代表者

野中 俊宏 (株式会社 LIXIL・総合研究所・新事業創造部)

(2) 研究分担者

倉渕 隆 (東京理科大学・工学部・教授)

遠藤 智行 (関東学院大学・建築環境学部・准教授)

李 時桓 (東京理科大学・工学部・助教)

滝澤 正玄 (東京理科大学・工学研究科・大学院生)

織田 貴之 (東京理科大学・工学研究科・大学院生)

上岡 弘明 (東京理科大学・工学研究科・大学院生)

小林 優人 (関東学院大学大学院・工学研究科・大学院生)

類家 涼司 (関東学院大学大学院・工学研究科・大学院生)

梯 洋貴 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

堀 智朗 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

赤瀬 慶紀 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

井上 洋輔 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

内ヶ崎 拓真 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

川島 教城 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

五林 卓 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

平野 葵 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

渡邊 裕美子 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

鷹野 亮 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

長島 映璃 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

妙木 麻紋 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

小谷野 高弘 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

松坂 淳司 (東京理科大学・工学部・卒研究生)

大関 仁 (関東学院大学・工学部・卒研究生)

金丸 知美 (関東学院大学・工学部・建築学科 卒研究生)

木村 竜海 (関東学院大学・工学部・卒研究生)

久保 覚 (関東学院大学・工学部・卒研究生)

瀬川 輝 (関東学院大学・工学部・卒研究生)

水谷 国男 (東京工芸大学・工学部・教授)

張 偉榮 (東京工芸大学・工学部・准教授)

塚本 健二 (東京工芸大学大学院・工学研究科・特別研究員)