

気流解析を用いた天窓の通風における有効性に関する研究

Study on Validity of Roof Light Window in Cross-ventilation using Airflow Analysis

9940441 二村 真弓子

1. はじめに

通風はわが国の夏の気候に対応して古くから用いられてきた室内環境調整手法であり、通風を効率よく利用することは、省エネルギーの観点からも、また居住者の健康を考える上でも重要である。しかし、近年は冷房装置の普及と相俟って通風の役割が軽視される傾向にあり、さらに都市部では住宅が密集し居住者が通風を利用しようとしても通風による効果を得にくい状況にある。そこで天窓などの縦方向の通風を利用することが考えられるが、現在のところ周辺環境を考慮した場合の天窓などの有効性を研究している例は少ない¹⁾。

本研究では周辺環境を変化させた場合の天窓の通風における有効性に関して検討すべく、数値シミュレーションを用いて解析を行うことにした。

2. シミュレーション概要

2.1 住宅モデル

図1に住宅モデルの概要を示す。実際の住宅に近づくため、総2階切妻屋根(勾配50%)の一戸建てを想定し(建築面積8.0m×8.0m、軒高5.6m)、住宅の開口部については1.0m四方のものを床下1.0mの位置で各階東・西・南・北壁面に2つずつ計16箇所と、1.0m×1.6mのものを北屋根面に1つ(天窓)の総計17箇所とした。なお天窓は吹抜の上部に位置する。

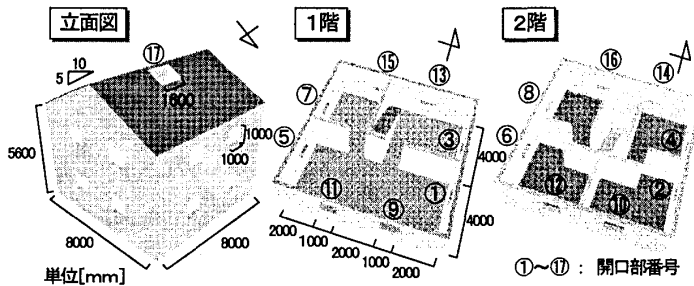


図1 住宅モデル

2.2 シミュレーション条件

場所は東京を想定し、夏の海風の主風向が南南東であることから南風(0°)と南風から東に15°、30°、45°の風向で解析を行った。境界条件の流入風速 U_0 を3.0[m/s]とし、地表面には1/4のべき乗則を設定した。

周辺環境を考慮するため、隣接住宅が全くないと想定した場合と、整型配列(これを基本配列とする)で隣接住宅が存在しその隣棟間隔を変化させた場合について解析を行った((隣棟間隔R)/(住宅幅D)=2.0, 1.0, 0.5)。さらに住戸配列が千鳥の場合(風向30°)、基本配列で南屋根面に天窓を設けた場合(住宅モデルを180°回転、風向30°)についても解析を行った。図2に住戸配列と解析領域を、表1に隣棟間隔に対する建蔽率を示す。

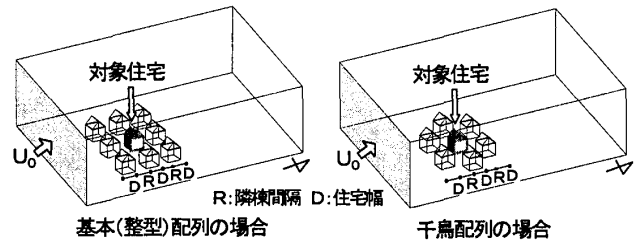


図2 住戸配列と解析領域(風向0°の場合)

※広開地を想定しているので0.0とした

	単独住宅	R/D=2.0	R/D=1.0	R/D=0.5
建蔽率(%)	0.0*	11.1	25.0	44.4

それぞれの解析ケースに対し、東西南北+天窓(①~⑱+⑱)開放、東西南北窓(①~⑱)開放、南北+天窓(⑨~⑱+⑱)開放、南北窓(⑨~⑱)開放、東西+天窓(①~⑱+⑱)開放、東西(①~⑱)窓開放の6パターンで解析を行った。

解析には標準 k-ε 乱流モデルを使用した。数値解析ソフトはSTREAM((株)ソフトウェアクレイドル製)を用い、移流項の精度は一次精度(風上差分)である。

3. シミュレーション結果と考察

3.1 基本配列における検討

(1)開口部風速 図3によると、隣棟間隔が狭くなる、すなわち住宅が密集してくるほど開口部風速比は0に近くなり、流入・流出が入れ替わって増加する傾向にあることがわかる。流入・流出が入れ替わるのは対象住宅後方にできる循環流の影響であり、この傾向が風向0°において顕著となったのは、風向が風上側の隣接住宅に対し直角であり、k-ε 乱流モデルを用いたことで剥離域が過大評価されたこと²⁾などが原因であると考えられる。天窓は風向0°で隣棟間隔が一番狭いR/D=0.5以外ではいずれのケースにおいても流出口となっており、天窓があることによって風下側の北窓(⑬, ⑭, ⑮, ⑯)の風速が遅くなる傾向が見うけられる(図中の○部分)。

(2)室内気流 図4によると、天窓を開放した場合、開放しない場合と比較して南窓⑩, ⑪からの気流により風上側の室内風速が速くなっていることがわかる。逆に風下側では、天窓を開放しない場合⑯の開口部から⑥の開口部への明確な通風輪道が確認できるが、天窓を開放することによって天窓に気流がとられ、北西部の部屋の流速が遅くなることわかる。この天窓を開放した場合、風上側の部屋の風速が速くなり、風下側の風速が遅くなる傾向は、多くの他のケースについても認められた。

(3)通風量 図5によると、隣棟間隔が狭くなる、すなわち建蔽率が大きくなるに従って全通風量は減少するが(a)、天窓による通風量は増加し(b)、さらに全通風量に

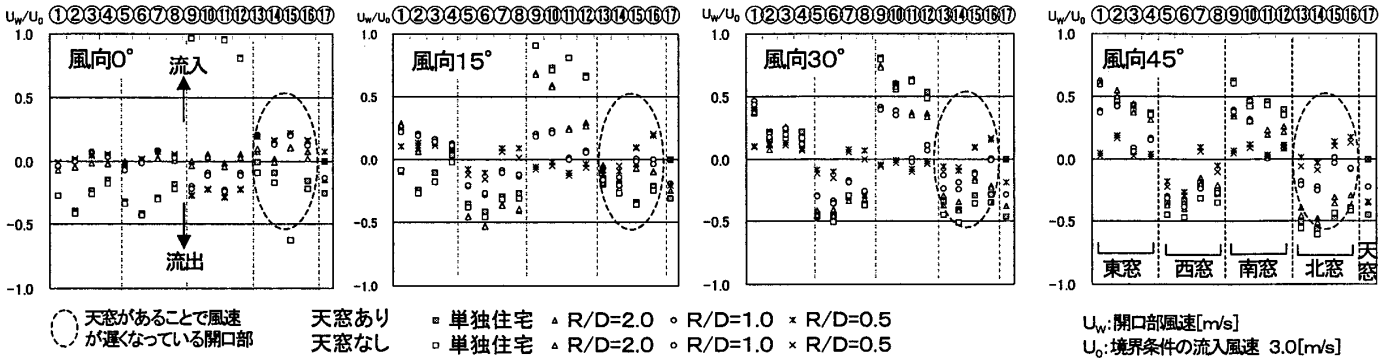


図3 基本配列における開口部風速比の比較 (東西南北+天窓開放及び東西南北窓開放の場合)

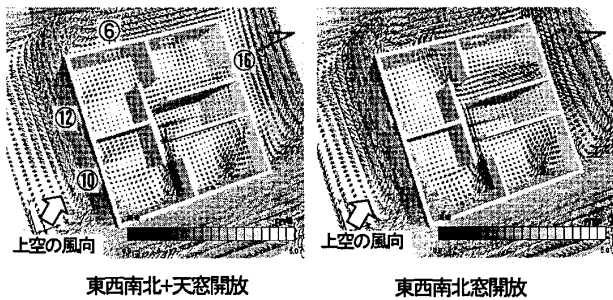


図4 天窓の有無による室内気流分布比較の例 (風向30°, R/D=0.5 2階床上1.5m)

占める天窓の通風量の割合も増加することから(c)、通風量に関しては隣棟間隔が狭くなるに従い、天窓の効果が大きくなることがわかる。

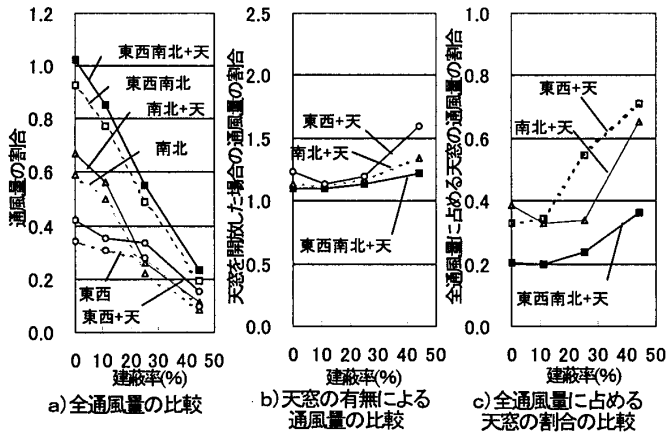


図5 通風量の比較(風向30°)

3.2 天窓位置の変化による検討

(1)開口部風速 天窓は風上となる南面に設けた場合より、風下となる北面に設けた場合の方が、天窓の有無による開口部風速の変化は大きく、天窓の効果が大きいことがわかった。

(2)室内気流 天窓を南面に設けた場合、天窓を北面に設けた場合と比較すると、天窓の有無による室内気流の変化はほとんど見られない。

(3)通風量 図6によると、天窓を北面に設けた方が南面に設けるよりも通風量に関しては効果が高いことがわかる。天窓が南面の場合、建蔽率の増加に伴い天窓の効果が減少し、R/D=0.5の場合においては増加している

が、これは他のケースでは流出口として寄与していた天窓が流入口となったためである。温度差による通風のことも考慮すると、通風量に対する天窓の効果は、天窓を風下側に設けることでさらに大きくなることが予想される。

3.3 住戸配列の変化による検討

(1)開口部風速 基本配列では隣棟間隔が狭くなるに従い開口部風速が遅くなるのに対し、千鳥配列では対象住宅風上側の住戸による剥離域が対象住宅南面の開口部にあたり、流入風速が速くなる傾向が認められた(図7)。

(2)室内気流 千鳥配列の

天窓の有無による室内気流の変化は基本配列の場合と同様に、天窓を開放することで風上側では増加し風下側では減少する傾向にあった。

(3)通風量 千鳥配列における天窓を開放した場合の通風量は、開放しない場合と比較していずれも増加したが、基本配列のように建蔽率が大きくなるほど効果が大きくなるという結果は得られなかった。これは隣接住戸による剥離域の影響で全通風量が増加したことが影響していると考えられる。

4. まとめ

天窓は風下屋根面に設けることで密集した市街地でも通風量の確保に効果がある。しかし天窓を設けることで風下の部屋で風速が遅くなる傾向が認められることから、どの部屋に通風の効果を得たいのかを考えて開放する窓を選定する必要がある。

【参考文献】1) 村上周三他:住宅の自然通風に関する研究(その1)実測と風洞模型実験における天窓の通風効果を中心として、日本建築学会計画系論文集, No.372, 1987.2 2) 持田灯他:立方体モデル周辺の非等方乱流場に関するk-εモデルとLESの比較、日本建築学会計画系論文集, No.423, 1991.5

【発表状況】1) 自然換気の数値解析に関する研究, 第17回空気清浄協会大会, 1999.4(東京) 2) 数値シミュレーションによる換気要因と自然換気に関する基礎的研究, 家政学会第51回大会, 1999.5(名古屋) 3) 数値解析を用いた縦通風の有効性に関する研究, 家政学会第52回大会, 2000.6(東京) 4) 数値解析による周辺環境を考慮した天窓などの縦通風の有効性に関する研究, 平成12年度空気調和衛生工学会学術講演会, 2000.9(盛岡)

(指導教官 田中辰明)

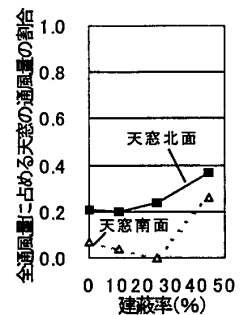


図6 天窓の位置による通風量の割合の比較

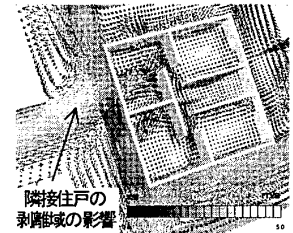


図7 隣接住戸の剥離域の影響 (風向30°, R/D=0.5 2階床上1.5m)