

# 自然換気を行なわれる居住環境気流解析に関する研究

## Research on Residential Environment Airflow Analysis by the Natural Ventilation

9530118 二村 真弓子

### 1. はじめに

換気の目的を達成するために換気設備や窓、換気口の計画を行うことを換気計画という。近年、有害化学物質やカビ・ダニの発生が大きな問題となっているが、住環境を考える際、換気計画は必要不可欠である。また現在の住宅は、機械換気を多用する傾向にあるが、自然換気を上手く利用することは省エネルギーの面から考えても大変重要である。

本研究は、3次元数値シミュレーションにより、建物の形状と開口部の位置の違いが自然換気にどのように影響するかを解析し、考察するものである。

### 2. 解析方法

換気計画を進めるにあたり、汚染物除去の程度予測ができなければならないが、そのためには室内の換気量を計算することが必要となる。強制的に給排気を行う機械換気と比べると、自然換気は風と温度差を駆動力とした換気であるため、換気量が不安定で換気力も小さい。なかでも風力換気においては原動の風が乱流であるため風速、風向が常に変化しており、換気量の予測はかなり困難なものとなってくる。本研究では、固定風速・風向を使用し、温度差による影響は考えず、風のみを考慮して解析を行う。また隣接建物はないとする。

換気量、換気回数は室内の汚染質の完全混合を前提としているが、一般に室内の各位置によって新鮮空気の到達や汚染質の排出の様子は異なる。この濃度分布を組み込んだ指標として換気効率がある。本研究では村上周三らによって提案された換気効率指標(SVE3、吹出し空気の平均到達時間)<sup>7)</sup>を使用した。この指標は吹出し空気がその点に到達するまでの時間(行程)が長いほど途中汚染されている可能性が高いという想定に基づく。今回、この換気効率指標の値で換気効率を比較した。

$$SVE3(X) = C_x(X) / C_s$$

ただし、 $C_s = q/Q$

SVE3(X): Xにおける換気効率指標

$C_x(X)$ : 室内一様に総量 $q$ の汚染質発生がある場合のX点の濃度[kg/m<sup>3</sup>]

$C_s$ : 瞬時一様拡散濃度[kg/m<sup>3</sup>]

$q$ : 汚染源の汚染質発生量[kg/s]     $Q$ : 換気量[m<sup>3</sup>/s]

気流及び換気効率の解析には汎用流体解析プログラムSTREAMを使用した。

### 3. 解析条件

建物は通常の住宅で多く見られる形状(I型、L型、U型の3タイプ)を選んだ。人間が不快に感じないと思われ

る風速を考え、風向は8パターンとして定常解析を行った。風速の違いによる影響を考えるため、U型の1タイプのみ、3パターンの風速について解析を行った。表1、図1に建物モデルを、表2に気流解析の初期条件及び境界条件、図2に気流解析の解析領域及び境界条件を示す。また換気効率の解析には気流の解析で求めた開口部の流入・流出速を流入・流出条件とし、建物のみを解析領域として計算させ求めた。

表1 建物モデル

建物形状	I型、L型、U型の3タイプ(図1) すべて天井高さ 2400mm、 面積 77.76m <sup>2</sup>	
開口部	数	2
	形状	900mm×900mm
	位置	下端が床から900mm上部

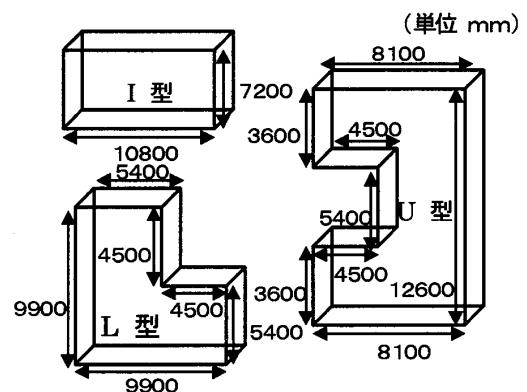


図1 建物モデル

表2 気流解析の初期条件及び境界条件

風速	1.0m/sの1パターン U型の1タイプのみ0.5m/s、1.0m/s 2.0m/sの3パターン
風向	0°、45°、90°……315°と 45°ずつ変化させて8パターン
温度	温度解析はしないので設定なし

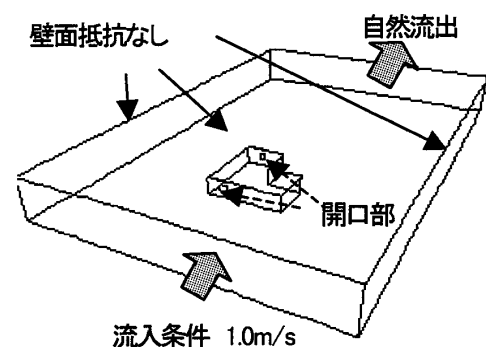


図2 気流解析の解析領域及び境界条件(L型の例)

4. 結果と考察

8パターンの風向それぞれに対し、換気量が多くなると予想される(正圧側に流入口、負圧側に流出口)開口部位置を持つタイプのみをI型、L型、U型において検討した。特にU型においては(4タイプ)、同じ開口部位置

を持つ建物に対し全風向8パターンで解析を行い、換気回数、換気効率の比較を行った。図3に同じ開口部を持つU型の全風向における換気回数、換気効率指標の分布を示す。なおグラフの換気効率は一番汚染度が高い地点の値を比較している。

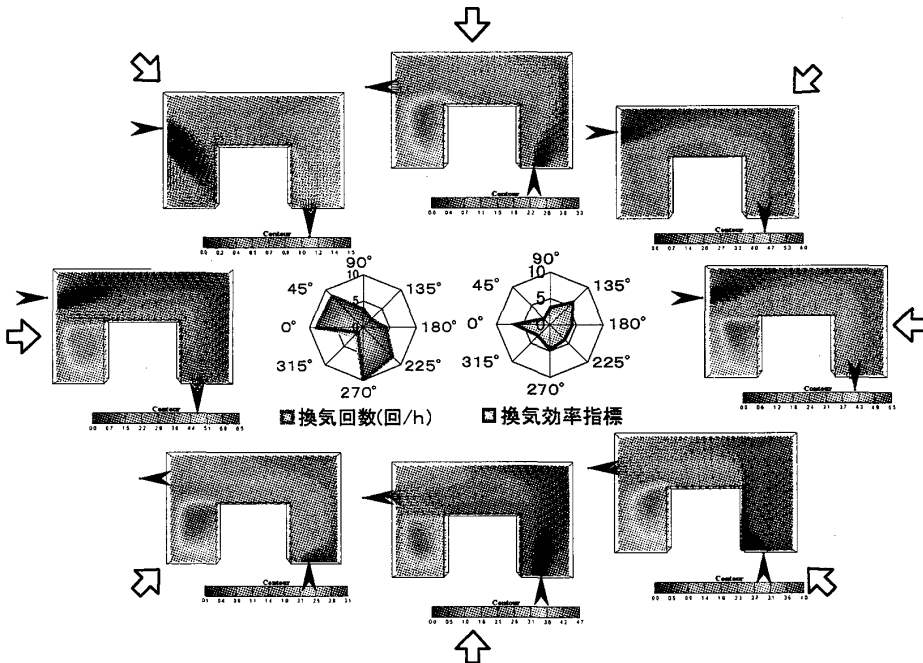


図3 U型建物の全風向における換気回数・換気効率指標の分布の一例

注：換気効率指標は値が高いほうが悪いことを示す

⇨：風向  
⇩：開口部

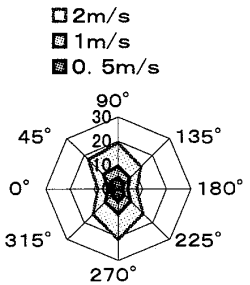


図4 風速の違いによる換気回数(回/h)の違い

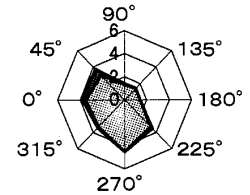


図5 風速の違いによる換気効率指標の違い

I型、L型、U型について解析した結果、①建物形状、②開口部位置、③風向、④風速の要因に分けて検討する。一つの要因に着目する際、他の要因はすべて同じ条件とする。

①建物形状 I型、U型について検討した結果、換気回数はI型よりU型の方が多。U型の室内形状はそのまま、建物形状をI型にして解析した結果、換気回数は少なくなった。このことから換気回数は室内形状より建物形状に起因すると思われる。

②開口部位置 開口部位置の違いによる影響は風向が90°の時あまり見られないが、45°+90°の時差ができた。L型、U型のような突出部のある建物の場合、突出部に汚染質が溜まりやすく、換気効率が悪くなるケースが多い。突出部を気流がうまく通るような開口部位置にすると、換気効率は格段と良くなると思われる。

③風向 風向が異なると建物の周辺気流が異なるため、流入口、流出口が入れ替わる現象が起こる。図3の90°の例を見ると、風下にてできる渦の影響で風下から流入、風上から流出するという現象が起こる。どの風向を境として流入、流出が入れ替わるかは、さらに検討を進めていく必要がある。換気回数と換気効率指標の相関関係は見

られないが、突出部をうまく風が通っている45°の例は、換気効率指標の最大値が他風向と比較して小さくなっており、換気効率が良く、換気回数も多い。

④風速 U型の1タイプのみ風速を変え、全風向8パターンの解析を行った結果(図4、図5)、換気回数は風速に比例するが、換気効率指標は風速にかかわらず同じ値を示した。換気効率指標は風速に依存しないことが予想される。

5. 総括

I型、L型、U型建物において風速、風向を変え、流れの解析を行い、換気回数、換気効率を比較検討した。

参考文献

- 1) 換気設計 日本建築学会設計計画パンフレット
- 2) 村上周三・加藤信介：新たな換気効率指標と三次元乱流数値シミュレーションによる算出法—換気効率の評価モデルに関する研究—空気調和・衛生工学会論文集 No.32 (1986年)
- 3) 何平・片山忠久・林徹夫・堤純一郎：単室モデルの通風量に関する数値シミュレーションによる基礎的検討 日本建築学会設計計画論文集 第474号
- 4) 榑崎正也・山中俊夫・樋口祥明：風の乱れを考慮した換気設計法に関する研究 第12報—風の乱れによる換気効果とそのメカニズム— 空気調和・衛生工学会論文集 No.39、40(1989年)
- 5) STREAM for windows ユーザーズガイド(株)クレイドル

指導教官 田中 辰明