

LES (Large-Eddy Simulation) による戸建住宅の通風性状に関する研究 単純住宅モデルを対象とした建物周囲条件と室内外気流性状に関する解析

T 1 3 K 6 5 1 E 青木 駿也
指導教員 赤林 伸一 教授

1 研究目的

既往の研究^{文1)}では、単純住宅モデルを対象に LES 解析を行い、風力換気促進装置 (GV: ガイドベーン) の設置位置や通風が得にくいとされる市街地を想定し、2 棟を隣接配置した場合の隣棟間隔が換気性能に与える効果の定量的検討を行っている。

本研究では、既往の研究と同様の単純住宅モデルを対象に、単体の場合、厚さの無い境界壁を配置させた場合、開口を閉鎖した単純住宅モデルを隣接配置させた場合の解析を行う。建物周辺や室内外の気流性状及び通風量を比較することにより、建物周囲条件が換気性能に与える影響を定量的に評価することを目的とする。

2 研究概要

2.1 解析対象: 図 1 に解析対象モデルの概要を、表 1 に解析 case を示す。解析対象は一辺 300[mm] の立方体の単純住宅モデルとする。風向に対して平行な 1 つの壁面に一辺 40[mm] の開口を 2 箇所設ける。建物周囲条件は単純住宅モデルを単体で配置した場合、300[mm] (高さ) × 300[mm] (幅) の厚さの無い境界壁を隣接して配置した場合、開口を閉鎖した単純住宅モデルを隣接して配置した場合の計 3 条件とし、隣棟間隔は 100[mm] とする。case2 では風上側開口部の風上側と風下側開口部の風下側に、

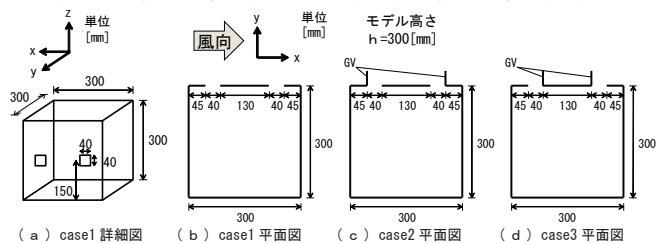


図 1 解析対象モデルの概要

表 1 解析 case

解析 case	GV 設置位置		建物周囲条件
	風上側開口	風下側開口	
case1	1-1	なし	単体
	1-2		厚さの無い境界壁
	1-3		開口を閉鎖した単純住宅モデル
case2	2-1	風上側	単体
	2-2		厚さの無い境界壁
	2-3		開口を閉鎖した単純住宅モデル
case3	3-1	風下側	単体
	3-2		厚さの無い境界壁
	3-3		開口を閉鎖した単純住宅モデル

case3 では風上側開口部の風下側と風下側開口部の風上側に一辺 40[mm] の GV を壁面に対して垂直に設ける。

2.2 解析条件: 表 2 に LES 解析条件を示す。本研究における LES 解析には汎用数値流体解析ソフト STREAM ver. 11 を使用する。Subgrid Scale モデルは、Dynamic 型 Smagorinsky モデルを使用し、等温で解析する。LES 解析では、ドライバー領域^{*1}により流入変動気流を作成し、対象とする解析 case に対して変動気流を流入させて解析^{*2}を行う。

3 解析結果

3.1 プレ解析結果: 図 2 に流入変動気流の平均流速分布を示す。接近流の平均流速は、1/4 乗則を基準とする流入プロファイルとする。

3.2 case1 の解析結果: 図 3 ~ 5 に case1 の風速比分布^{*3}を示す。各 case とも風下側開口部から風速比 0.3 ~ 0.4 程度で気流が流入し、風上側開口部から流出する。case1-1 では、x 軸逆方向に流入した気流が開口を有する内壁面を沿うような気流場を形成する。case1-2 では、開口面に垂直な方向に気流が流入し、室内では壁面に沿うような気流場を形成する。case1-3 では、x 軸正方向に気流が流入する。case1-2、1-3 では、室内全体に大きな循環気流を形成する。

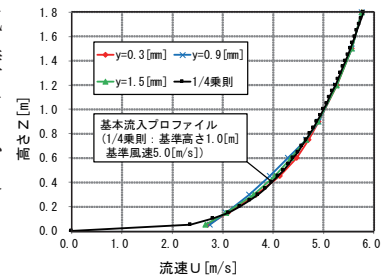


図 2 流入変動気流の平均流速分布

表 2 LES 解析条件

SGSモデル	Dynamic型 Smagorinskyモデル	
解析領域	7.8(x) × 1.8(y) × 1.8(z) [m]	
単純住宅モデル	0.3(x) × 0.3(y) × 0.3(z) [m]	
開口面積	0.04 × 0.04 = 0.0016[m ²]	
境界条件	流入	1/4乗則(基準高さ1.0[m]で風速5.0[m/s])
	流出	自然流出
壁境界	Ymin, Ymax, Zmax面	フリースリップ
	Zmin面	拡張型 Werner-Wengle
解析時間 t	流体と接するすべての面	
	プレ解析	t=0[s] ~ 2.6[s]
	移行期間	t=2.6[s] ~ 4.6[s]
時刻刻み Δt	6.5 × 10 ⁻⁵ [s]	
温度	等温	
最小メッシュ幅	0.005[mm]	
解析領域メッシュ数	case1-1, 2-1, 3-1	210(x) × 148(y) × 117(z) = 3,636,366
	case1-2, 1-3, 2-2, 2-3, 3-2, 3-3	211(x) × 208(y) × 97(z) = 4,257,136

3.3 case2 の解析結果：図 6～8 に case2 の風速比分布を示す。case2-1 では、両開口部で気流の流入出が交互に生じる。case2-2、2-3 では、風下側開口部から風速比 0.4～0.5 程度で流入した気流が室内で大きな循環気流を形成し、風上側開口部から流出する。

3.4 case3 の解析結果：図 9～11 に case3 の風速比分布を示す。case3-1 では、風下側開口部から x 軸逆方向に風速比 0.2 程度で気流が流入し、室内で複雑な気流場を形成する。case3-2 では、風下側開口部から開口面に垂直な方向に気流が流入する。また、風上側開口部付近では複雑な気流場を形成する。case3-3 の平均風速比分布では、風上側開口部で気流の流入出が生じる一方で、風下側開口部では気流の流入出が生じない。瞬時風速比分布では、室内に複雑な気流場を形成する。

3.5 各 case の平均通風量の比較：図 12 に各 case の平均通風量^{※4}を示す。平均通風量は全 case の中で case2-3 が 7.65[m³/h] と最も多い。case3-2、3-3 の GV の設置位置では、GV を設置しない場合と比較して平均通風量が少なくなるため、GV が換気を阻害していると考えられる。

4 まとめ

- ① 全 case の中で case2-3 の平均通風量が最も多く、室内全体に大きな循環気流を形成する。
- ② case3-2、3-3 では、GV を設置することにより換気が阻害され、室内に複雑な気流場を形成する。

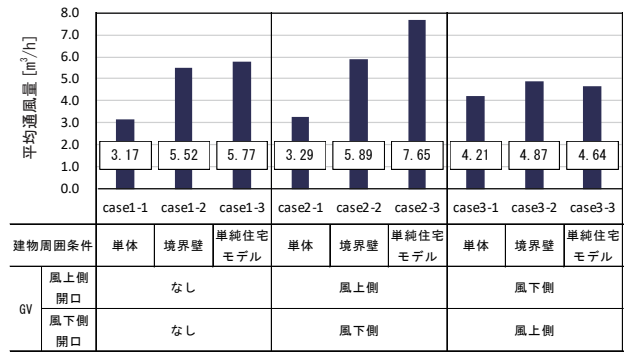


図 12 各 case の平均通風量^{※4}

- ※1 ドライバー領域は、変動気流流入境界条件を計算するために、建物風上側に設けた領域である。
 - ※2 計算開始後 t=0[s]～2.6[s] までをプレ解析、本解析開始後 t=2.6[s]～4.6[s] はモデル開口部を開放してから室内気流分布が形成されるまでの移行期間としてデータを破棄し、t=4.6[s]～14.6[s] までの計 10.0[s] 間を本解析とする。
 - ※3 開口中心断面 (φ=150[mm]) の水平断面である。図中のベクトルは、基準高さ 1.0[m]、基準風速 5.0[m/s] で基準化した風速比で示す。室内のベクトルの長さは室外の 5 倍の長さで表示している。
 - ※4 平均通風量は、住宅モデルの開口面風速ベクトルの流入方向法線成分を開口面積で積分し、本解析の 10[s] 間で時間平均した値である。
- 文 1) 赤林ら「LES による住宅の通風性状に関する研究 (その 4、5)」日本建築学会学術講演梗概集、2015 年

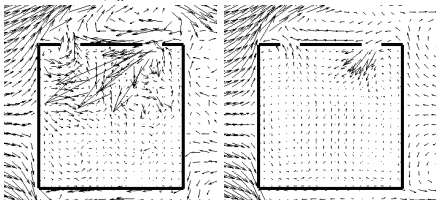
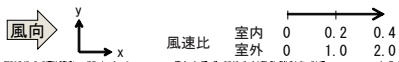


図 3 case1-1 の風速比分布

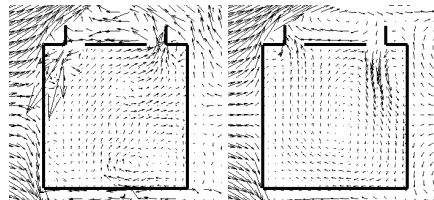


図 6 case2-1 の風速比分布

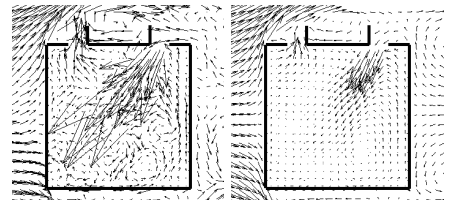


図 9 case3-1 の風速比分布

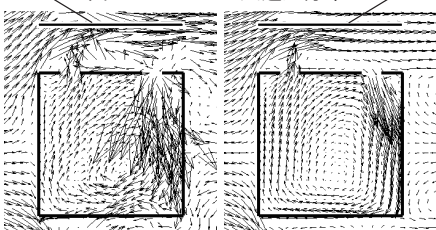


図 4 case1-2 の風速比分布

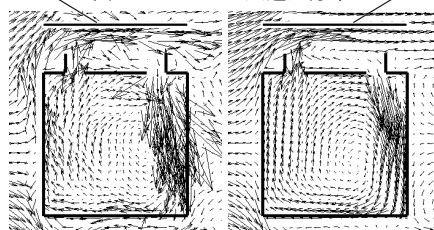


図 7 case2-2 の風速比分布

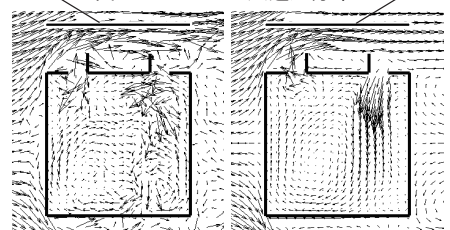


図 10 case3-2 の風速比分布

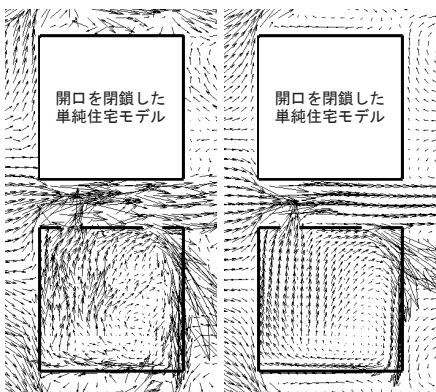


図 5 case1-3 の風速比分布

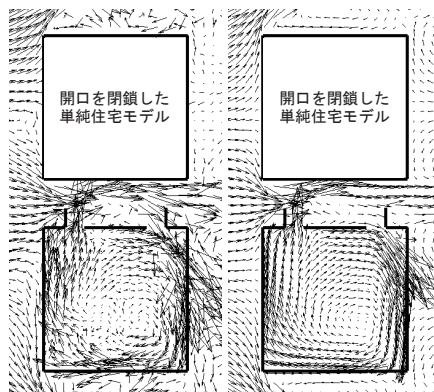


図 8 case2-3 の風速比分布

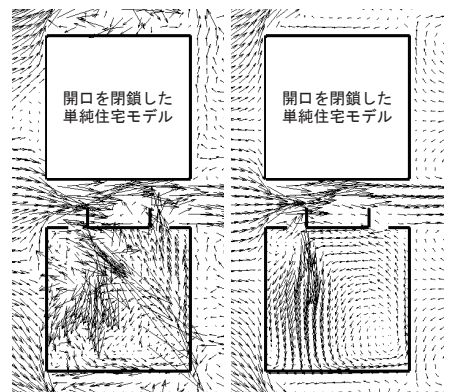


図 11 case3-3 の風速比分布