

LES (Large Eddy Simulation) による戸建住宅の通風性状に関する研究 単純住宅モデルにおける風速変動を考慮した自然換気・通風性能評価

T 1 2 K 6 5 2 J 安達 郁弥
指導教員 赤林 伸一 教授

1 研究目的

既往の研究^{※1)}ではLES(Large Eddy Simulation)を用いて、十分な通風が期待できない、同一壁面に2つの開口を有する単純住宅モデルを対象として開口部に風力換気促進装置(ガイドベーン:GV)を設置した場合の解析を行い、実現象に近い非定常時の風速変動を考慮した通風性状及び換気量の比較、検討を行っている。しかし、流入・流出開口の相対的な位置によっては、流入した新鮮外気がショートサーキットを形成し、室内居住域に十分到達せずに流出する可能性がある。そのため開口部における流入量だけでなく、開口部から流入した新鮮外気の中で、室内の換気に実質的に寄与する風量を把握することで自然換気・通風性能評価を行う必要がある。

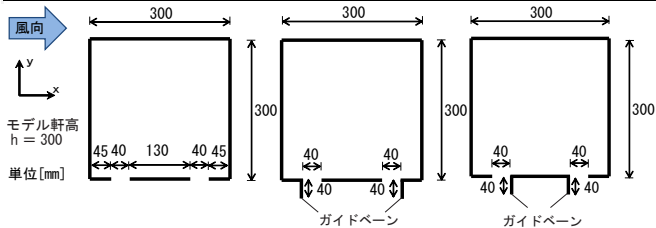
本研究では、既往のLES解析結果を対象に流入気流の居住空間への到達率を用いた自然換気・通風性能評価手法を適用することで、GVの効果及び建物が2棟ある場合の隣棟間隔が通風性能へ与える影響を定量的に評価することを目的とする。

2 研究概要

2.1 解析対象: 表1に解析case、図1に解析対象モデルの概要^{※1)}を示す。解析対象は単体及び2棟の単純住宅モデルとする。2棟隣接して配置する場合は開口を有

表1 解析case

解析case	単純住宅モデル	配置条件	隣棟間隔 [mm]	GV設置位置	
				風上側開口	風下側開口
case1	1-1	単体	-	なし	
	1-2	2棟	100	なし	
	1-3		200	なし	
case2	2-1	単体	-	風上側	風下側
	2-2	2棟	100	風上側	風下側
	2-3		200	風上側	風下側
case3	3-1	単体	-	風下側	風上側
	3-2	2棟	100	風下側	風上側
	3-3		200	風下側	風上側



(a) モデルA棟 (b) モデルB棟 (c) モデルC棟

図1 解析対象モデルの概要^{※1)}

する壁面を正対させて配置し、隣棟間隔は100[mm]及び200[mm]とする。GVの有無、GVの設置位置を変化させ、計9caseの解析を行う。

2.2 評価手法の概要: 図2に風速変動を考慮した自然換気・通風性能評価手法の概要を示す。質量・大きさのない粒子を室内へ気流が流入する開口部から放出し、気流に追従させる解析を行う。流入粒子が居住域に十分に到達せずにショートサーキットする場合は想定し、住宅モデル中心軸から開口を有する壁面と対向する壁面までを換気性能評価領域と設定する。

2.3 各解析caseの粒子放出方法: 1つの開口部から0.5[s]毎^{※2)}に100個ずつ、10[s]間放出する。粒子放出後は放出した粒子の換気性能評価領域への到達数が一定となり、定常状態に達するまで10[s]間のLES解析結果を周期的に使用する。また、粒子放出を行う開口面は既往の研究のLES解析の気流性状により判断する。

case1-2、1-3、2-2、2-3では各住宅モデルの風下側開口部からのみ室内に気流が流入するため、風下側開口部から粒子を0.5[s]毎に100個ずつ、10[s]間で計2000個ずつ放出する(図2(a))。

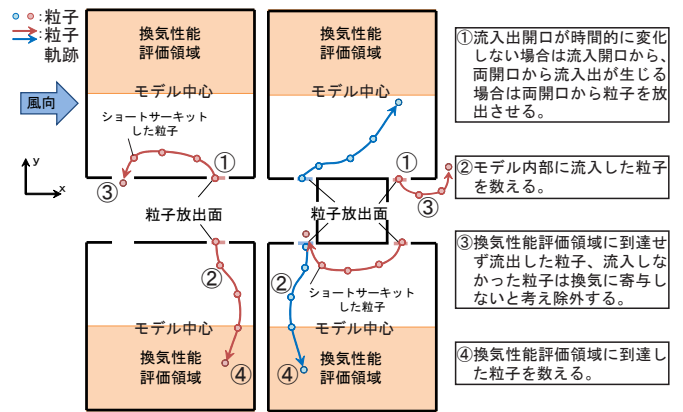


図2 風速変動を考慮した自然換気・通風性能評価手法の概要
表2 有効換気量比の算出方法

$i = (n_r/n_{in}) \times 100 [\%]$..(1) i : 到達率[%]	Q : 平均換気量[m ³ /h]
$Q_e = Q \times i \times 1/100 [m^3/h]$..(2) n_r : 到達粒子数[個]	Q_0 : case1-1の換気量[m ³ /h]
$r = Q/Q_0 [-]$..(3) r : 平均換気量比[-]	Q_e : 有効換気量[m ³ /h]
$r_e = Q_e/Q_{e0} [-]$..(4) r_e : 有効換気量比[-]	Q_{e0} : case1-1の有効換気量[m ³ /h]

case1-1、2-1、3-1、3-2、3-3 では各住宅モデルの風上、風下側の両開口部で気流が流入するため両開口部から粒子を0.5[s]毎に100個ずつ、10[s]間で計4000個ずつ放出する(図2(b))。

2.4 有効換気量比の算出方法: 表2に有効換気量比の算出方法を示す。室内に流入した粒子のうち、換気性能評価領域まで到達した粒子(到達粒子)のみが換気に寄与する粒子と考え、式(1)より到達率(i)を算出し、開口面の平均換気量(Q)と到達率(i)から式(2)より有効換気量(Q_o)を算出する。また、case1-1の平均換気量をQ_o、有効換気量をQ_{o0}とし、式(4)より有効換気量比(r_o)を算出する。

3 自然換気・通風性能評価結果

表3に各caseの粒子散布結果^{*3}、図3に各caseにおける粒子到達率及び有効換気量比の比較を示す。

3.1 case1(GV無しの場合): case1-1(単体)では到達率が53[%]となり、流入風量の約半分がショートサーキットするが、2棟の場合では到達率がcase1-2で98[%]、case1-3で95[%]と向上する。有効換気量比はcase1-2で2.9、case1-3で3.5となり、2棟を隣接して配置した場合、単体と比較して換気性能が向上する。

3.2 case2(GVを風上側開口の風上側、風下側開口の風下側に設置する場合): case2-1(単体)の到達率が65[%]に対し、2棟のcaseではどちらも到達率が90[%]を超える。有効換気量比はcase2-1では1.3に対し、case2-2で3.0、case2-3で4.6となり、2棟を隣接して配置した場合、単体と比較して換気性能が向上する。

3.3 case3(GVを風上側開口の風下側、風下側開口の風上側に設置する場合): case3では到達率は60~80[%]程度となる。有効換気量比はcase3-1(単体)が1.8となり、2棟の場合と比較するとcase3-2が2.4で1.3倍となるのに対し、case3-3は1.8とほぼ同様となる。

3.4 各caseの比較: case1-2、1-3、2-2、2-3は流入出口が時間的に変化せず、室内に大きな循環流を定常的に形成するため、粒子到達率が90[%]を超える。しかしcase3-2、3-3では風上、風下側の両開口部で気流が流入するため、室内の気流性状が複雑となり、到達率

が60~80[%]程度となる。

単体の場合ではcase3-1、2棟を隣接して配置した場合ではcase2-3が最も有効換気量比が高く換気性能が良い。2棟を隣接して配置した場合、case3のGV設置位置ではcase1、case2と比較して有効換気量比が低下するため、換気を阻害していると考えられる。

今回の解析caseの中では、case2-3の有効換気量比が最も高く、case1-1に対して4.6倍となる。

4 まとめ

- ① case1(モデルA棟)ではcase1-1(単体)で到達率が53[%]となり、流入風量の約半分がショートサーキットする。2棟を隣接して配置した場合、単体と比較して有効換気量比が高くなり、換気性能が向上する。
- ② case2(モデルB棟)では2棟を隣接して配置する場合、到達率が90[%]を超える。有効換気量比を比較するとcase2-1(単体)よりも2棟を隣接して配置するcase2-2、2-3の方が高く、換気性能が良い。
- ③ case3(モデルC棟)ではcase3-1(単体)と2棟を隣接して配置したcase3-3の有効換気量比は1.8とほぼ同様となる。
- ④ 2棟を隣接して配置した場合、case3のGV設置位置では、GVを取り付けないcase1と比較して有効換気量比が低下するため、換気を阻害していると考えられる。
- ⑤ 今回の解析caseの中では、case2-3の有効換気量比が最も高く、換気性能が良い。case1-1(単体)と比較すると4.6倍の有効換気量を得られる

^{*1} 単純住宅モデルは一辺300[mm]の立方体であり、風向に対して平行な1つの壁面に一辺40[mm]の正方形の開口を2箇所設ける。
^{*2} 粒子放出間隔は予備解析として実施した開口面の流入方向の流速成分のスペクトル解析により求めたピーク周波数から決定する。
^{*3} 本研究のLES解析の平均換気量は基準風速:5.0[m/s]、開口面積:0.0016[m²]の単純住宅モデルの平均換気量から算出している。
 文1) 赤林・坂村「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

表3 各caseの粒子散布結果^{*3}

解析 case	粒子散布数 [個]	流入粒子数 [個]	到達粒子数 [個]	粒子到達率 [%]	平均換気量 [m ³ /h]	有効換気量 [m ³ /h]	換気回数 [回/h]	平均換気量比 [-]	有効換気量比 [-]
case1-1	4000	2328	1228	53.0	3.17	1.68	62	1	1
case1-2	4000	3994	3913	98.0	5.04	4.94	183	1.59	2.94
case1-3	4000	3991	3779	94.7	6.14	5.81	215	1.94	3.46
case2-1	4000	2479	1610	64.9	3.29	2.14	79	1.04	1.27
case2-2	4000	3998	3612	90.3	5.51	4.98	184	1.74	2.96
case2-3	4000	4000	3896	97.4	7.87	7.67	284	2.49	4.56
case3-1	4000	2257	1643	72.8	4.21	3.06	113	1.33	1.82
case3-2	8000	4050	3176	78.4	5.05	3.99	147	1.60	2.37
case3-3	8000	5096	3173	62.3	4.89	3.08	132	1.55	1.83

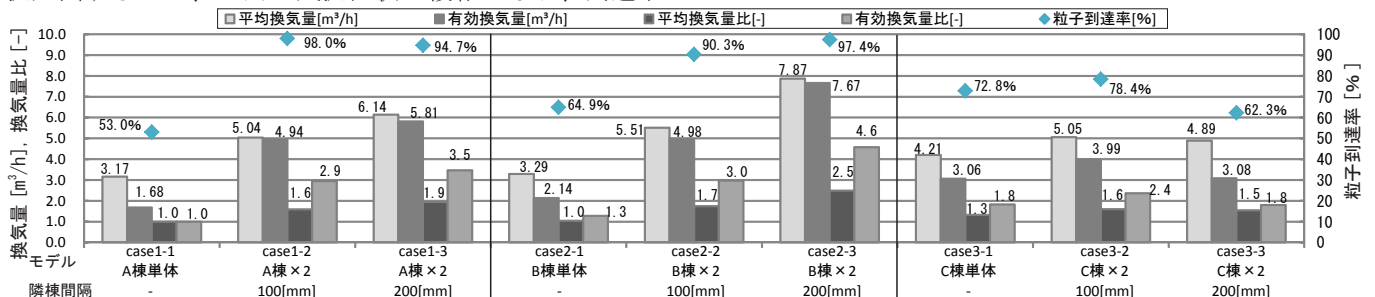


図3 各caseにおける粒子到達率及び有効換気量比の比較