

## LESによる住宅の通風性状に関する研究

## その2 同一壁面に複数の開口部を有する単純住宅モデルの気流性状に関する研究

正会員 ○本田美穂\*1 同 赤林伸一\*2  
同 坂口 淳\*3 同 富永禎秀\*4  
同 有波裕貴\*5

Large-Eddy Simulation 単純住宅 通風性状  
片側開口部 片側換気

## 1 研究目的

前報(その1)では、住宅における通風性状の数値流体解析手法としてRANS(標準k-εモデル)とLES(Dynamic型 Smagorinskyモデル)による単純住宅モデルを対象とした解析を行い、通風時の単純住宅モデルの開口部付近における気流性状及び室内気流性状の比較を行った。

本報(その2)では1つの壁面に複数の開口部を有する通風時の単純住宅モデルを対象にLES解析を行い、開口部付近における気流性状及び室内気流性状を解析し、変動気流による住宅における通風性状の検討を行う。

## 2 研究概要

2.1 解析対象: 表1に解析caseを、図1に単純住宅モデルの平面図を示す。解析対象は前報(その1)と同様の単純住宅モデルである。case1では風上側壁面に、case2では風下側壁面に、case3では風向に対し平行な壁面に、それぞれ開口部を2箇所ずつ設ける。開口部の大きさは1箇所が40mm(高さ)×40mm(幅)とし、地表面から高さ150mmの位置を開口部の中心とする。開口部同士の間隔は130mmとする。解析領域も前報(その1)と同様である。

2.2 解析条件: 表2に解析条件を示す。本研究によるLES解析には汎用数値流体解析ソフトSTREAM ver. 9を使用する。subgrid scaleモデル(SGSモデル)はDynamic型 Smagorinskyモデルを使用し、等温解析で行う。壁面境界条件にはWerner-Wengle型の境界条件を三層モデルに拡張した条件式<sup>6)</sup>を使用する。

本研究におけるLES解析は、まず、開口部が無い単純住宅モデルでドライバー領域を用いた流入変動気流を作成するための解析(プレ解析)を行う。次に、作成した流入変動気流を単純住宅モデルに対して流入させて解析(本解

析)を行い、室内気流分布及び開口部付近における気流性状の検討を行う。計算開始後2.6[s]までをプレ解析とする。本解析開始後2.0[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、4.6[s]~7.8[s]までの3.2[s]間を本解析の解析結果とし、平均風速ベクトルを算出する際の対象とする。

本報(その2)では前報(その1)においてドライバー領域により作成した流入変動気流を使用する。流入変動気流のドライバー領域下流端部での基準高さ(モデル軒高:地表面から高さ300mm)における平均風速は3.74[m/s]である。

## 3 解析結果

3.1 風上側壁面に開口部を2箇所所有する場合(case1): 図3に室内外風速ベクトル分布(case1)を示す。流入変動風により風上側の壁面に設けた2箇所の開口部から交互に気流がモデル室内に流入する様子が観察される。瞬時流入風速は2.0[m/s]程度であり、隣接する内壁面に向かって壁面を沿うように単純住宅モデル内部に流入する。モデル内部では室内全体で複雑な気流場を形成する。

3.2 風下側壁面に開口部を2箇所所有する場合(case2): 図4に室内外風速ベクトル分布(case2)を示す。単純住宅モデルの後流域における複雑な流れ場から交互にモデル内部に流入する様子が観察される。瞬時流入風速は1.3[m/s]程度である。

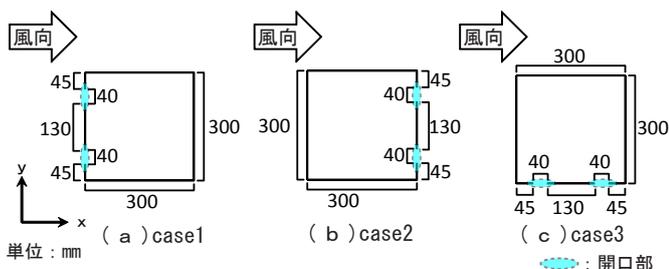
3.3 流れに対し平行な壁面に開口部を2箇所所有する場合(case3): 図5(1)にcase3における瞬時風速ベクトル

表2 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]		
単純戸建住宅モデル	0.3(x)×0.3(y)×0.3(z)[m]		
開口面積	0.04×0.04=0.0016[m <sup>2</sup> ]		
境界条件	流入	ドライバー領域により作成	
	流出	自然流出	
	壁境界	Ymin, Ymax, Zmax面	フリースリップ
		Zmin面	拡張型ノースリップ <sup>6)</sup>
部品面		拡張型ノースリップ <sup>6)</sup>	
流体と接する全ての面	拡張型ノースリップ <sup>6)</sup>		
解析時間	プレ解析	2.6[s]	
	本解析	5.2[s]	
時間刻みΔt	1.0×10 <sup>-5</sup> [s]		
温度	等温		
初期乱流場	流入	1/4乗則(基準高さ1.0[m]、流速5.0[m/s])	
	変動成分	流速成分uの振幅	1.0[m/s]
		流速成分vの振幅	3.0[m/s]
		流速成分wの振幅	3.0[m/s]
最小メッシュ幅	0.005[m]		
解析領域メッシュ数	210(x)×148(y)×117(z)=3,636,360		

表1 解析case

	case1	case2	case3
開口数	2	2	2
開口位置	風上側壁面	風下側壁面	風向に対し平行な壁面



Study on Cross Ventilation Air-flow in House by LES Part2 Study on Air-flow Distribution in Simple House with One Side Openings.

HONDA Miho, AKABAYASHI Shin-ichi,  
SAKAGUCHI Jun, TOMINAGA Yoshihide, ARINAMI Yuki

(7.257[s])を示す。流れに対して平行な壁面に設けた2箇所の開口部の内、風下側の開口部から断続的に気流が流入し、モデル内部に流れ場を形成する。瞬時流入風速は2.5[m/s]程度であり、気流は開口部が存在する内壁面に沿って流入する。モデル内部では室内全体で複雑な流れ場を形成する。

図5(2)にcase3における室内外平均風速ベクトルを示す。風下側の開口部から気流が流入し、単純住宅モデル室内に流れ場を形成する。平均流入風速は1.3[m/s]程度である。モデル内部では室内全体を循環する流れ場を形成する。

#### 4 まとめ

##### 4.1 風上壁面に開口部を2箇所所有する場合 (case1)

- ①風上側の壁面に設けた2箇所の開口部から交互に気流がモデル室内に流入する様子が観察される。
- ②瞬時流入風速は2.5[m/s]程度であり、隣接する内壁面に向かってモデル内部に流入する。

##### 4.2 風下側壁面に開口部を2箇所所有する場合 (case2)

- ①後流域における複雑な流れ場から交互にモデル内部に流入する様子が観察される。
- ②瞬時流入風速は1.3[m/s]程度である。

##### 4.3 流れに対し平行な壁面に開口部を2箇所所有する場合 (case3)

- ①風下側の開口部から断続的に気流が流入し、モデル内部に流れ場を形成する。
- ②瞬時流入風速は2.5[m/s]程度であり、気流は開口部が存在する内壁面に沿って流入する。
- ③平均流入風速は1.3[m/s]程度である。モデル内部では室内全体を循環する流れ場を形成する。

#### 【参考文献】

- 1) 富永・持田・村上・佐脇 「建物後方の周期的変動と再付着距離の予測精度に関する検討」 LESによる高層建物周辺気流の解析(その1) 日本建築学会環境系論文集、2004年
- 2) 持田・村上・林 「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 乱流エネルギー生産の構造とノルマルストレスの非等方性の再現に関して」 日本建築学会計画系論文報告集、1991年
- 3) Marcel Lesieur・Olivier Métais・Pierre Comte 柳瀬・百武・河原・渡辺訳 2010年 「乱流のシミュレーション LESによる数値計算と可視化」 森北出版
- 4) 日本建築学会 「市街地風環境予測のための流体数値解析ガイドブック-ガイドラインと検証用データベース-」
- 5) 小林・近本 「住宅における越屋根の風力換気性能に関する研究(その2)LESを用いた室内換気性能の検証」 日本建築学会大会学術講演梗概集、2012年
- 6) 株式会社ソフトウェアアレイドル 「STREAM ver.9 ユーザーズガイド 基礎編」2011年7月 pp2-45

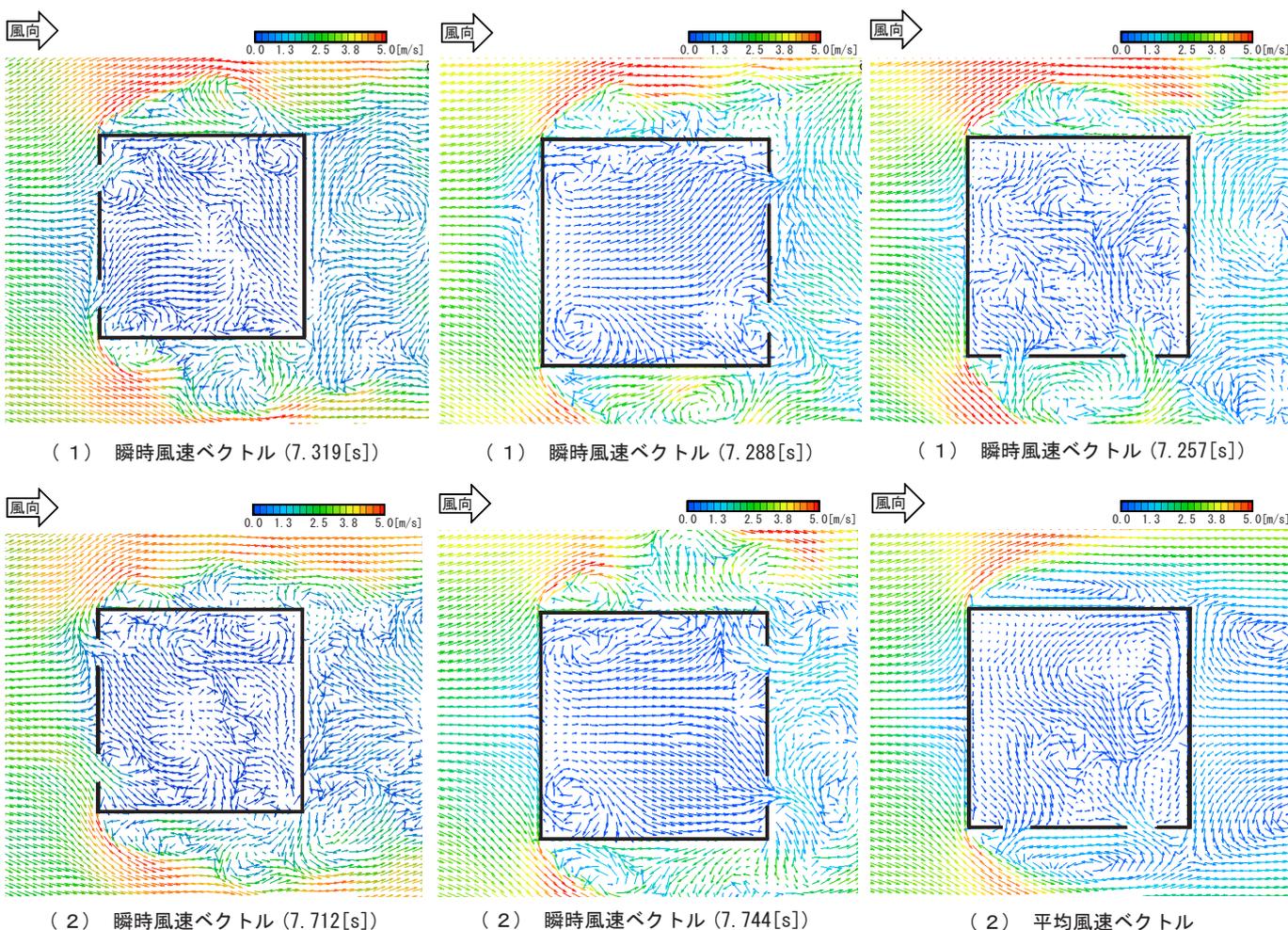


図3 室内外風速ベクトル分布 (case1)

図4 室内外風速ベクトル分布 (case2)

図5 室内外風速ベクトル分布 (case3)

\*1 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生  
 \*2 新潟大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士  
 \*3 新潟県立大学国際地域学部 教授 博士(工学)  
 \*4 新潟工科大学工学部建築学科 教授 博士(工学)  
 \*5 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生 修士(工学)

\*1 Graduate Students, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.  
 \*2 Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr.Eng.  
 \*3 Prof., ISRD, University of Niigata Prefecture, Dr.Eng.  
 \*4 Prof., Niigata Institute of Technology, Dr.Eng.  
 \*5 Graduate Students, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., M.Eng.