

## LES 解析による単純住宅モデルを対象とした通風性状に関する研究

T10K696A 田部双葉  
指導教員 赤林伸一教授

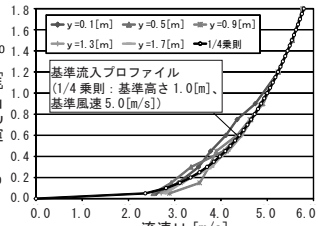
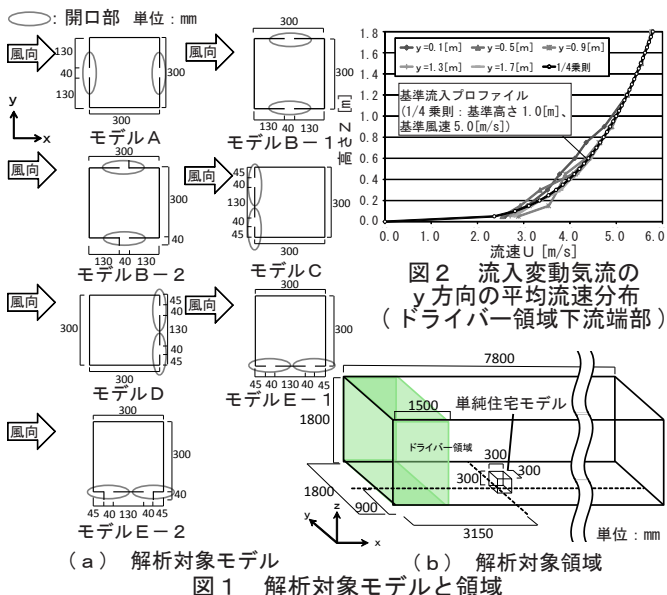
### 1 研究目的

建物の通風・換気性能の研究において気流の非定常性を考慮した実現象により近い状況を数値シミュレーションで再現する事は重要である。既往の研究<sup>文1~3)</sup>では建物や街区周辺の非定常流体现象の予測技術としてLarge-Eddy Simulation(以下LES)を用いた乱流場の可視化・解析手法に関する検討が行われている。

本研究では通風時の単純住宅モデルを対象としたLESによる変動気流解析を行い、開口部周辺及び室内における変動気流性状を解析し、変動気流による住宅の通風性状の検討を行うことを目的とする。

### 2 研究概要

**2.1 解析対象：**図1に解析対象モデル、表1に解析条件を示す。解析対象はL 300[mm] × H 300[mm] × W 300[mm]の単純住宅モデルとし、開口はH 40[mm] × W 40[mm]する。モデルAは風上側と風下側壁面中央に、モデルB-1は風向に対し平行な両壁面中央に開口を1つずつ設け、モデルB-2はモデルB-1の各開口に開口と同じ大きさの、外に突き出したパネルを設け通風効果の向上を図る。モデルCは風上側壁面、モデルDは風下側壁面、モデルE-1は風向に対し平行な壁面の



同じ高さに2開口を設ける。モデルE-2はモデルE-1の各開口にモデルB-2と同じパネルを設ける。解析領域は風洞実験を模擬して設定する。

**2.2 解析方法：**本研究の数値流体解析には、汎用数値流体解析ソフトSTREAM ver.9を使用する。

表2にLESによる解析概要を示す。LES解析におけるsubgrid scaleモデル(SGSモデル)はDynamic型Smagorinskyモデルを使用し、等温で解析する。流入変動気流はドライバー領域<sup>\*1</sup>を用いて作成する。

本研究では先ず、開口部が無い単純住宅モデルで流入変動気流を作成する為のプレ解析<sup>\*2</sup>を行う。次に、作成した流入変動気流を開口の有る単純住宅モデルに対する流入境界条件として本解析<sup>\*3</sup>を行う。

### 3 解析結果

**3.1 プレ解析の結果：**図2に流入変動気流のy方向の平均流速分布(ドライバー領域下流端部)を示す。平均流速は1/4乗則の流入プロファイルとほぼ同様である。

**3.2 風向に対し平行な両壁面中央部に開口を有する場合(モデルB-1)：**図3に室内外瞬時流速分布(モデルB-1)を示す。開口部では、建物後方部から前方部に向

表1 解析条件

	モデルA	モデルB-1	モデルB-2	モデルC	モデルD	モデルE-1	モデルE-2
開口数	2	2	2	2	2	2	2
開口位置	風上、風下の壁面	風向に対し平行な両壁面	風向に対し平行な両壁面	風上側壁面	風下側壁面	風向に対し平行な壁面	風向に対し平行な壁面
パネル	無し	無し	有り	無し	無し	無し	有り

表2 LESによる解析概要

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 <sup>*1</sup> 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 部品面: 拡張型ノースリップ 流体と接するすべての面: 拡張型ノースリップ	
解析時間	プレ解析	2.6 [s]	
	本解析	10.0 [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	モデルA、B-1、C、D、E-1	210 (x) × 148 (y) × 117 (z) = 3,636,360	
	モデルB-2、E-2	221 (x) × 156 (y) × 107 (z) = 3,688,932	

かって、流速2.0[m/s]程度で交互に気流が流入している。

3.3 風向に対し平行な両壁面中央部にパネルを設けた開口を有する場合（モデルB-2）：図4に室内外瞬時流速分布（モデルB-2）を示す。開口部では建物後方部から前方部に向かって、流速2.0[m/s]程度で交互に気流が流入している。

3.4 風上側壁面の同じ高さに2開口を有する場合（モデルC）：図5に室内外瞬時流速分布（モデルC）を示す。流入変動風により2箇所の開口部から交互に気流が流入する。隣接する内壁面に向かって壁面を沿うようにモデル内部に流速2.0[m/s]程度で流入し、モデル内部では室内全体で複雑な気流場を形成する。

3.5 風向に対し平行な壁面の風上、風下に2開口を有する場合（モデルE-1）：図6に室内外瞬時流速分布（モデルE-1）を示す。2箇所の開口の内、風下側の開口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。気流は開口が存在する内壁面に沿い流速2.5[m/s]程度で流入し、モデル内部では複雑な気流場を形成する。

3.6 風向に対し平行な壁面の風上、風下にパネルを設けた2開口を有する場合（モデルE-2）：図7に室内外瞬時流速分布（モデルE-2）を示す。流速2.0[m/s]程度で風下側の開口から断続的に気流が流入している。

3.7 各モデルの平均流量の比較：表3に各モデルの平均流量の比較を示す。換気回数ほどのモデルでも80～100[回/h]程度である。モデルB-1とモデルB-2

を比較すると、パネルにより換気回数は14.0[回/h]程度増加する。同様にモデルE-1とモデルE-2を比較すると、パネルによって換気量が増加せずパネルを設けた方が換気回数が4.1[回/h]程度減少する。パネルの効果による通風量の変化は換気回数10[回/h]以下と相対的に小さい。

#### 4 まとめ

- ①モデルB-1の瞬時流速分布では、図下部の開口部において建物後方部から前方部に向かって流入している。
- ②モデルCでは風上側壁面に設けた2箇所の開口部から交互に気流がモデル内部に流入する様子が観察される。
- ③モデルE-1では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様子がみられた。
- ④モデルB-1とモデルB-2の平均流量[m<sup>3</sup>/h]を比較すると、設けたパネルにより換気回数は14.0[回/h]程度増加するが、パネルの効果は相対的に小さい。

※1 ドライバー条件を作成する領域である。ドライバー条件は、周期境界条件を適用して下流の情報を上流にコピーすることにより無限長の領域を上流から時間を追って計算することになり、発達した乱流場を短時間で得ることが出来る流入条件である。  
 ※2 計算開始後2.6[s]までをプレ解析とする。  
 ※3 本解析開始後2.0[s]間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]～14.6[s]までの計10.0[s]間を本解析の結果とする。  
 文1) 富永・持田・村上・佐藤 「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  
 文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  
 文3) Marcel Lesieur・Olivier Metais・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

表3 各モデルの平均流量の比較

モデル	モデルB-1	モデルB-2	モデルE-1	モデルE-2
平均流量[m <sup>3</sup> /h]	2.257	2.634	2.658	2.546
換気回数[回/h]	83.6	97.6	98.4	94.3

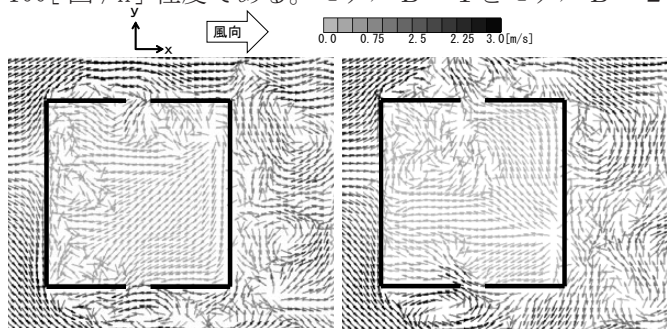


図3 室内外瞬時流速分布（モデルB-1）

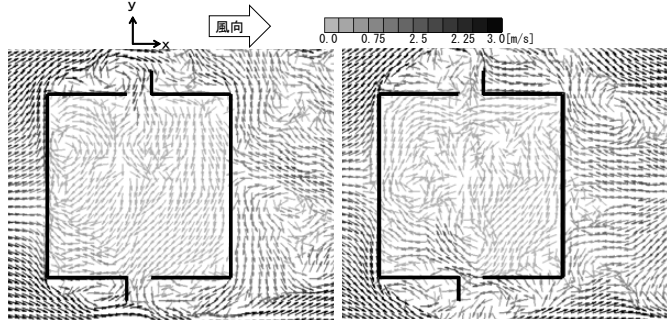


図4 室内外瞬時流速分布（モデルB-2）

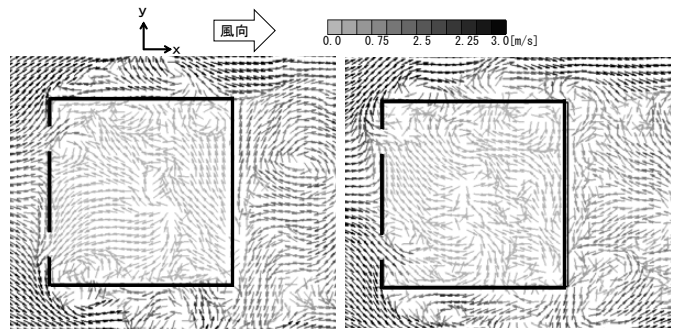


図5 室内外瞬時流速分布（モデルC）

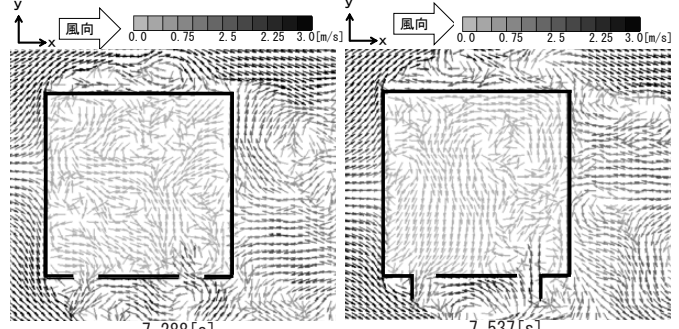


図6 室内外瞬時流速分布（モデルE-1）

図7 室内外瞬時流速分布（モデルE-2）