

# 住宅の自然換気・通風に関する研究

## 間仕切り壁を設置した単純住宅モデルの通風気流の LES 解析

滝田 伸 指導教員 有波 裕貴 助教

### 1 研究目的

住宅の通風気流性状を分析するためには、住宅周辺で生じる外部風の変動、住宅の間取りや開口条件等を総合的に考慮する必要がある。既往の研究<sup>文1)</sup>では間仕切り壁を設置した単純住宅モデルを対象に気流の可視化撮影・PIV解析を行い、モデル内外の気流性状を明らかとした。本研究では同寸法の単純住宅モデルを対象に気流の時刻変動を予測可能な Large-Eddy Simulation (以下:LES) を用いることで気流性状を把握し、自然換気量を評価することを目的とする。

### 2 研究概要

**2.1 実験概要:** 図1に LES 解析の概要、図2に解析対象モデルの概要を示す。解析領域は 4,000[mm] (幅) × 1,000[mm] (高さ) × 1,000[mm] (奥行き) とする。モデルは、400[mm] (幅) × 200[mm] (高さ) × 200[mm] (奥行き) の直方体で、側面と間仕切り壁に 50[mm] (幅) × 50[mm] (高さ) の開口部を設ける。解析結果の表示断面は解析対象モデルの中心位置の水平、垂直断面とする (図2)。

**2.2 解析 case:** 表1に解析 case、図3に開口条件、図4に解析時の風向を示す。開口条件は4パターンとする (図3)。風向は長辺に平行な向き (風向①) と、短辺に平行な向き (風向②) の2条件を設定し、計8 case

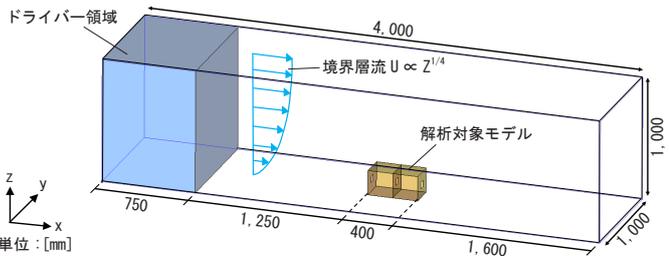


図1 LES 解析の概要 (風向①)

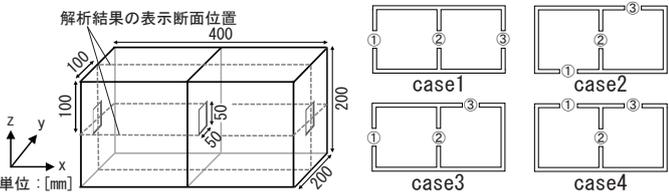


図2 解析対象モデルの概要 (case1)

図3 開口条件

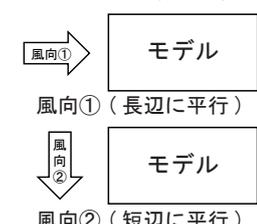


図4 解析時の風向

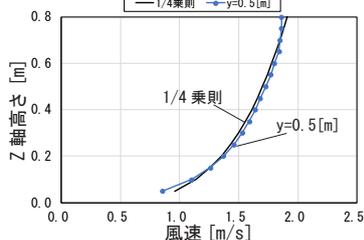


図5 流入変動気流の平均風速分布 (x=800[mm])

の解析を行う。解析時の上空風速は基準高さ 700[mm] で 1.85[m/s] ( $Re = \text{約 } 5,000[-]$ ) とする。

**2.3 LES 解析の概要:** 表2に LES 解析条件を示す。LES 解析には汎用数値流体解析ソフト STREAM ver.2022 を使用する。Subgrid scale モデル (SGS モデル) は Dynamic 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>により作成する。解析開始からの経過時間を  $t$  とし、解析開始後  $t=10[s]$  までを流入変動気流作成のためのプレ解析とし、 $t=10 \sim 20[s]$  までの計 10[s] 間を本解析の結果として用いる。図5に流入変動気流の平均風速分布を示す。基準流入プロファイルは市外地を想定し、 $U \propto Z^{1/4}$  ( $U$ : 流速、 $Z$ : 高さ) とする。

### 3 解析結果

図6に代表的な case (case1-1, case1-2, case2-1) における開口部ごとの時系列通過風量<sup>※2)</sup>、図7に代表的な case における平均風速比分布<sup>※3)</sup>を示す。

(1) case1-1 (風向①、図6(a)、図7(a)、(b)): 平均通過風量は開口部①、②、③ともに 0.0160[m<sup>3</sup>/s] となる。平均風速比分布では風上側開口部から風速比約 0.27 ~ 0.37[-] で気流が流入する。間仕切り壁周辺では、風上側の室から風下側の室へ風速比約 0.27 ~ 0.37[-] で気流が流入し、壁面に沿って室内を循環する。風下側開口部では風速比約 0.26 ~ 0.4[-] で気流が流出する。

(2) case1-2 (風向②、図6(b)、図7(c)、(d)): 平均通過風量は 0.00424[m<sup>3</sup>/s] (①)、0.00195[m<sup>3</sup>/s] (②)、0.00450[m<sup>3</sup>/s] (③) となる。平均風速比分布では左右の開口部から、風

表1 解析 case

case		風向
case1	case1-1	①
	case1-2	②
case2	case2-1	①
	case2-2	②
case3	case3-1	①
	case3-2	②
case4	case4-1	①
	case4-2	②

表2 LES 解析条件

SGSモデル	Dynamic型 Smagorinskyモデル	
解析対象領域	4,000(x) × 1,000(y) × 1,000(z) [mm]	
建物モデル	400(x) × 200(y) × 200(z) [mm]	
境界条件	流入	ドライバー領域で流入変動気流を作成する
	流出	自然流出
壁境界	ノースリップ	
ドライバー領域	境界層発達型 主流X正方向	
	基準高さ	0.7[m]
	基準高さの流速	1.85[m/s]
解析時間	プレ解析: $t=0 \sim 10[s]$ 、本解析: $t=10 \sim 20[s]$	
タイムステップ間隔	$1.0 \times 10^{-3}[s]$	
温度	等温	
解析領域メッシュ数	229(x) × 120(y) × 103(z) = 2,830,440	
計算アルゴリズム	Fractional Step法	

速比約 0.03 ~ 0.25[-] で気流が流入と流出を交互に繰り返す。間仕切り壁周辺では風速比約 0.03 ~ 0.14[-] で気流が両室間で流入と流出を交互に繰り返す。

(3) case2-1(風向①、図6(c)、図7(e)、(f)): 平均通過風量は  $0.00679[m^3/s]$  (①)、 $0.00636[m^3/s]$  (②)、 $0.00654[m^3/s]$  (③) となる。平均風速比分布では風下側開口部から風速比約 0.05 ~ 0.18[-] で気流が流入し、風下側壁面に沿って室内を循環する。間仕切り壁周辺では、風下側の室から風上側の室へ気流が流入し、風上側の室では間仕切り壁から風上側壁面に向かう風速比約 0.05 ~ 0.18[-] で直線的な気流が発生する。風上側開口部では風速比約 0.10 ~ 0.21[-] の気流が流出する。

(4) 通過風量の計算結果: 図8に各開口部における10[s]間の積算通過風量を示す。case1-1では通過風量が開口部①、②、③ともに約  $0.158[m^3]$  となり最も多い。また、case1-2では通過風量が約  $0.0428[m^3]$  (①)、 $0.0196[m^3]$  (②)、 $0.0454[m^3]$  (③) となり最も少ない。case1-2、case4-2では開口部①、③に対して②の通過風量が少なく、室に流入した後で間仕切り壁を通過せずと同じ開口部から流出する風量が存在すると考えられる。

#### 4 まとめ

① case1-1では風上側開口部から流入し、風下側から室外へ流出した。case1-2では上下の開口部から交互に

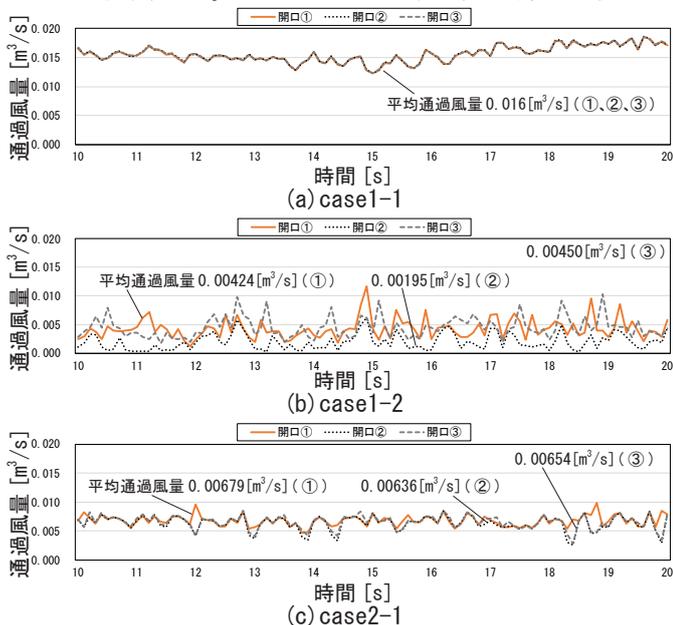


図6 代表的な case における開口部ごとの時系列通過風量<sup>\*2</sup>

気流の流入と流出を繰り返す。case2-1では風下側開口部から気流が流入し、風上側の室で直線的な気流が発生した。

② case1-1の通過風量が最も多く、case1-2の通過風量が最も少なくなった。

注釈  
※1 ドライバー領域は、周期境界条件で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 開口部の各メッシュごとの瞬時風速の絶対値を用いて各時刻ごとに積分した風量。  
※3 基準高さ 700[mm]での風速 1.85[m/s]に対する風速比とする。  
参考文献  
文1) 伊藤:「住宅の自然換気・通風に関する研究 間仕切り壁を考慮した単純住宅モデルの通風気流の可視化・PIV解析」、新潟大学工学部工学科建築学プログラム卒業論文、2024年

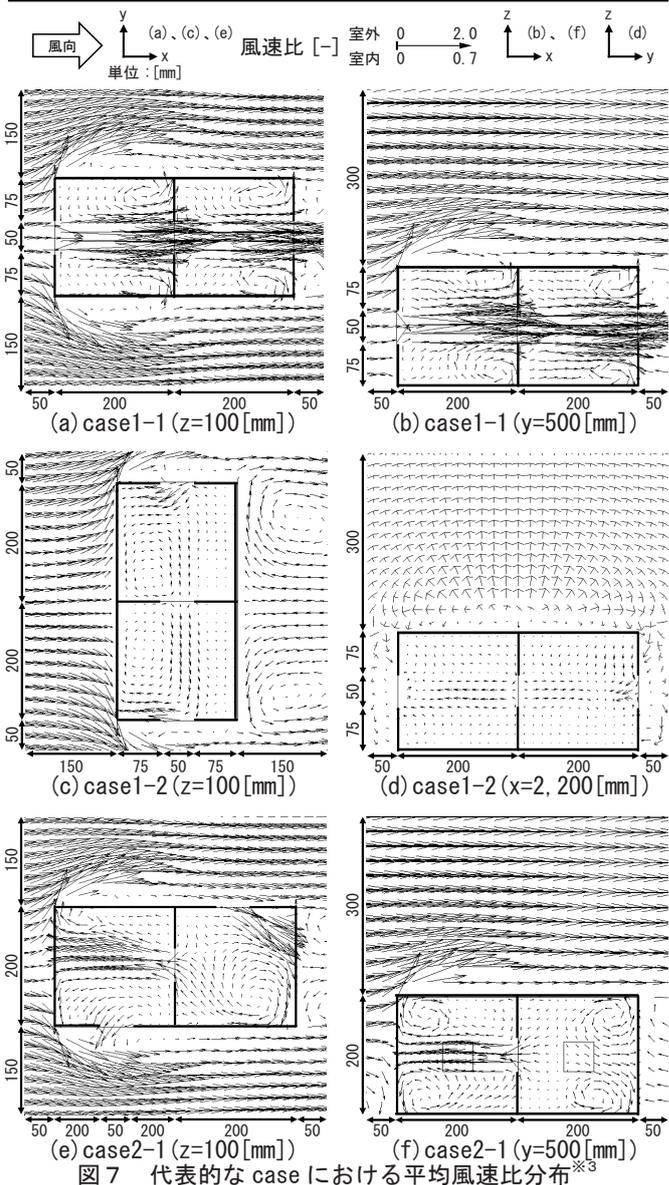


図7 代表的な case における平均風速比分布<sup>\*3</sup>

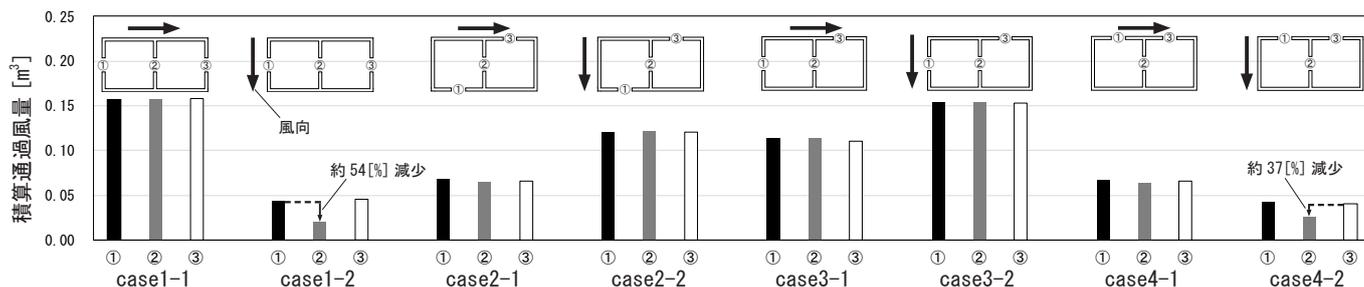


図8 各開口部における10[s]間の積算通過風量 (t=10 ~ 20[s])