

# 粒子画像流速測定法 (PIV) を用いた室内外気流性状に関する基礎的研究

## 周囲条件を変化させた場合の通風時の室内外気流性状

T14K726E 吉弘 崇滉 指導教員 赤林 伸一 教授

### 1 研究目的

市街地の住宅では高密度化が進んでおり、自然通風を十分に得ることは困難になりつつある。しかし、風通しの良し悪しは住宅性能の一つであり省エネルギーに関しても重要な要素である。窓を開放した時の室内外気流性状を把握することは、計画的かつ効率的に自然通風を行い、快適な室内環境を形成する上で重要である。

本研究では、風向に対して平行な同一壁面上に2つの開口を持つ住宅モデルを対象に、大型境界層風洞<sup>註1)</sup>を用いた流れの可視化及び粒子画像流速測定法(PIV:Particle Image Verocimetry)による解析を行う。開口部にガイドベーン(風力換気促進装置:GV)を設置した住宅モデルの周囲に、開口を閉鎖した住宅及び壁<sup>註2)</sup>を配置しGV, 建物周囲条件が住宅モデル内外の気流性状に与える影響を検討することを目的とする。

### 2 研究概要

2.1 実験対象: 表1に解析 case を、図1に住宅モデルの概要を示す。住宅モデルは一辺 300[mm] の立方体とする。風向に平行な同一壁面に一辺 40[mm] の開口を2箇所設ける。GV は case1 では設置せず、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、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設置する。GV の寸法は開口部と同一とし開口面に垂直に取り付ける。建物周囲条件は、

表1 解析 case

解析case	GV設置位置		建物周囲条件	隣棟間隔	
	風上側開口部	風下側開口部			
case1	1-1(a)	なし	開口を閉鎖した住宅	100	
	1-1(b)		200		
	1-2(a)		壁	100	
	1-2(b)		200		
case2	2-1(a)	風上側	開口を閉鎖した住宅	100	
	2-1(b)			200	
	2-2(a)	風下側	壁	100	
	2-2(b)			200	
case3	3-1(a)	風下側	開口を閉鎖した住宅	100	
	3-1(b)			200	
	3-2(a)			壁	100
	3-2(b)				200

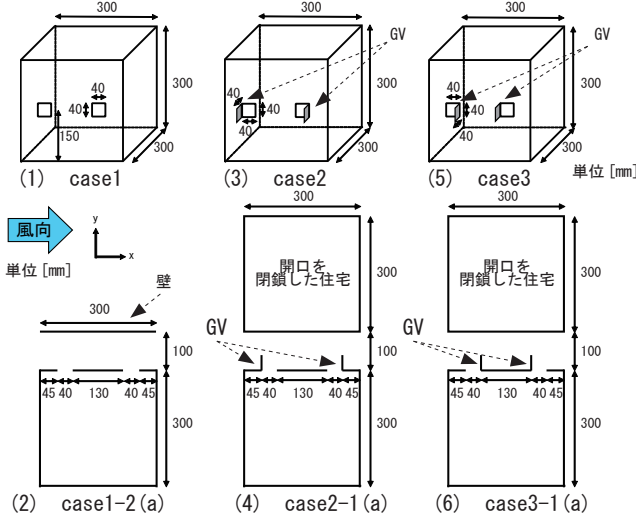


図1 住宅モデルの概要

開口を閉鎖した住宅及び壁を隣接して配置した場合とし、隣棟間隔は 100[mm] 及び 200[mm] である。測定対象断面は床面から高さ 150[mm] の開口部中心の水平断面とし、GV の有無及び設置位置と建物周囲条件を変化させ実験を行う。

2.2 実験条件: 表2にPIV測定パラメータを、表3に実験機器の仕様を、図2に風洞内における実験装置の概要を示す。シーディングには難燃性のスモークを使用し、スモークジェネレータは風洞の風上側において可能な限り気流に影響を与えない位置に配置する。

### 3 PIV 解析結果

図3に既往の研究<sup>文1)</sup>で測定した各 case の単体住宅モデルの平均風速比ベクトル分布を、図4~図6に本研究で実験を行った各 case の平均風速比ベクトル分布を示す。PIV 解析結果は、風洞内の基準高さ 1.0[m] の風速である基準風速 3.0[m/s] に対する風速比で示す。尚、室内の風速比の長さは室外の2倍として示す。

3.1 case1 (図4): 風下側開口部から流入し室内壁面を沿うように流れる循環流を形成し、風上側開口部から流出する。単体住宅モデルの風下側開口部では開口部に垂直方向に流入するが、開口を閉鎖した住宅や壁を配置した場合、室内風下側壁面に沿うように流入する傾向がある。

case1-1(a), case1-1(b) では風速比 0.15 ~ 0.2 程度で流入し、風速比 0.05 程度で流出する (図4 (1), (2))。

case1-2(a), case1-2(b) では風速比 0.1 ~ 0.15 程度で流入し、風速比 0.1 程度で流出する (図4 (3), (4))。

表2 PIV測定パラメータ

測定断面	水平断面
画像サイズ[pixel]	1,024×1,024
キャリブレーション値	0.735
測定対象領域[mm]	764×764
測定時間[sec]	22
測定間隔	4[ms] (250[fps])
検査領域[pixel]	15×15
探査領域[pixel]	±11×±11

表3 実験機器の仕様

Camera	ハイスピードカメラ	Photron FASTCAM SA3
Laser	DPGL-3W	LD動起Ld:YAG/YVO.レーザー 波長:532[nm] 出力:3[W]×2台
カメラ制御	カメラ制御	Photron FASTCAM Viewer ver.3.3.8
PIV解析	PIV解析	Flow-Expert ver1.2.13.0

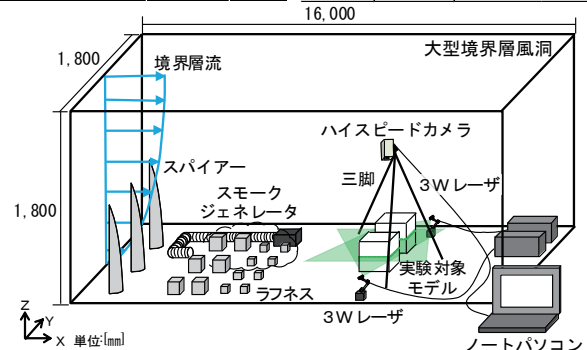


図2 風洞内における実験装置の概要

建物周囲条件が、壁の場合より開口を閉鎖した住宅の場合の方が流入気流の風速比は大きい。隣棟間隔 100[mm] の場合と比べ、隣棟間隔 200[mm] の場合の方が、開口付近の流入気流の風速比は大きくなる。

**3.2 case2 (図 5) :** 単体住宅モデルと同様に、風下側開口部から流入し室内壁面を沿うように流れる循環流を形成し風上側開口部から流出する。case1 と同様、単体住宅モデルの風下側開口部では開口部に垂直方向で流入するが、建物周辺に開口を閉鎖した住宅や壁を配置した場合、室内風下側壁面に沿うように流入する傾向がある。

case2-1(a)、case2-1(b) では風速比 0.1 程度で流入し、風速比 0.05 ~ 0.1 程度で流出する (図 5 (1)、(2))。

case2-2(a)、case2-2(b) では風速比 0.1 ~ 0.15 程度で流入し、風速比 0.05 ~ 0.1 程度で流出する (図 5 (3)、(4))。

隣棟間隔 200[mm] と比較して隣棟間隔 100[mm] の方が室内内部まで風速比が大きい気流が流入する傾向がある。

**3.3 case3 (図 6) :** 単体住宅モデルの場合と同様に、case3-2(a)、case3-2(b) では風下側開口部から流入し、風下側開口部から流出するが、case3-1(a)、case3-1(b) では異なる気流性状となる。

case3-1(a) では、風下側開口部と風上側開口部から交互に気流が流入する。風下側開口部と比較して風上側開口部から風速比が大きい気流が流入する傾向があり、室内内部まで風速比の大きい気流が侵入し複雑な気流場を

形成する (図 6 (1))。case3-1(b) でも、風上側開口部と風下側開口部から交互に気流が流入しており、複雑な気流場となる (図 6 (2))。

case3-2(a) では、風下側開口部から風速比 0.1 ~ 0.15 程度で開口面に比較的垂直方向に気流が流入し、風上側開口部から風速比 0.05 ~ 0.1 程度で流出する (図 6 (3))。

case3-2(b) では、風下側開口部から風速比 0.1 程度で流入し、風上側開口部から風速比 0.05 程度で流出する (図 6 (4))。風下側開口部では GV を回り込みながら室内に流入する傾向がある。

建物周囲条件の違いでは、開口を閉鎖した住宅を配置した場合と壁を配置した場合で、気流が流入する開口部や室内の気流性状が異なる。

**3.4 全体の比較 :** case1、case2 では、単体住宅モデルと同様に、風下側開口部から流入し循環流を形成して風上側開口部から流出するが、case3 では開口を閉鎖した住宅を配置した場合、2つの開口から交互に気流が流入し室内に複雑な気流場を形成する気流性状となる。

case1 では隣棟間隔が 200[mm] の場合、case2、case3 では隣棟間隔が 100[mm] の場合の方が室内に流入する気流の風速比が大きい傾向がある。

#### 4 まとめ

4.1 case1 : 風下側開口部から流入し室内全体に循環流を形成し、風上側開口部から流出する気流性状となる。

4.2 case2 : case1 と同様な気流性状になる。

4.3 case3 : 壁を配置した場合、case1 と同様な気流性状になるが、開口を閉鎖した住宅を配置した場合、風上側開口部と風下側開口部から交互に気流が流入し室内に複雑な気流場を形成する。

注1) 新潟工科大学所有 (1,800[mm] (幅) × 1,800[mm] (高さ) × 16,000[mm] (長さ))。接近流は  $U \propto Z^{1/4}$  (U: 風速, Z: 高さ) の流入プロファイルを持つ。  
 注2) 300[mm] (高さ) × 300[mm] (幅) × 3[mm] (厚さ) のアクリル板を使用する。  
 文1) 赤林・坂口他「粒子画像流速測定法 (PIV) を用いた室内気流測定に関する基礎的研究 その12」日本建築学会大会学術講演梗概集、2017年

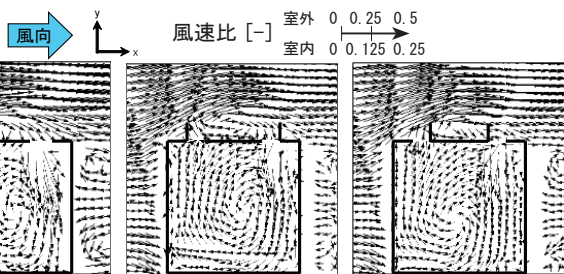


図3 各 case の単体住宅モデルの平均風速比ベクトル分布

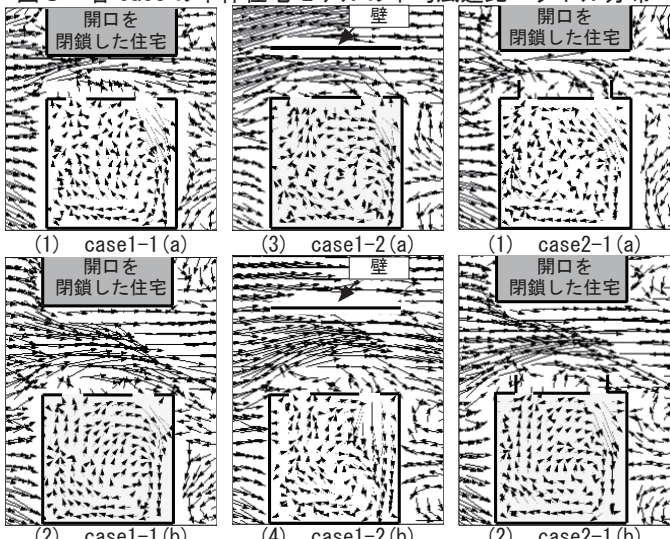


図4 case1 の平均風速比ベクトル分布

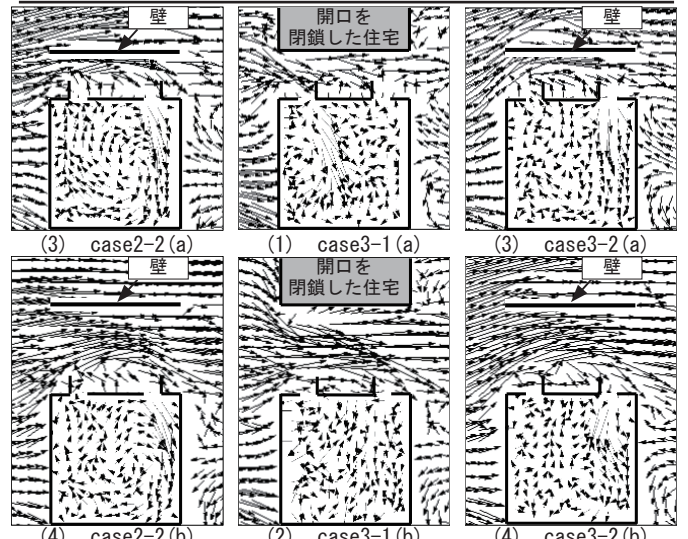


図5 case2 の平均風速比ベクトル分布

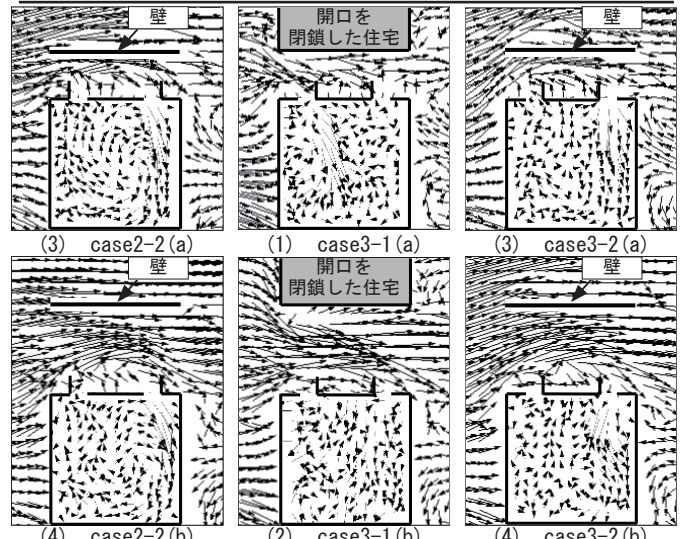


図6 case3 の平均風速比ベクトル分布