PIV を用いた気流分布の測定法に関する研究 一単純住宅モデルを対象とした通風時の室内外気流分布に関する風洞実験一

> 西脇翔平 指導教員 赤林伸一教授

研究目的

近年の画像処理技術の発展及びパソコンの性能向上 により粒子画像流速測定法 (PIV:Particle Image Velocimetry) が実用化されている。この手法は、流れに 対して非接触で、多数の空間位置で同時に気流速度情 報を得られる利点があり、有力な流れの解析手法の一 つとして利用されている。しかしながら、従来の可視 化手法では、実大の室内空間において測定範囲全域で 良好な可視化動画を取得することは困難であり、実大 の室内気流分布を PIV で測定した例はない。

既往の研究^{**1}では、実大室内空間を PIV 測定する基礎段階として、通風時の室内外気流及び扇風機や空調機の吹出気流等を対象とした PIV 測定を行っている。

本研究では、前年度に行った単純住宅モデルを対象と した通風時の室内外気流分布のより詳細な測定を行い、 撮影条件の再検討及び実験装置の性能向上を図り、良 好な可視化動画及びより精度の高い PIV 測定方法を検 討することを目的とする。

2 PIVの概要

PIV は流れの中に微細なトレーサ粒子^{**2}を混入させ、 その動きを動画として撮影し、個々の微粒子あるいは微

浿	則定対象		360mm × 360mm					
画像サイズ				1024pixel × 1024pixel				
測定時間				16s				
測定間隔				2ms(500fps)				
ᄊᅔᄺᄖ		実験ca	ise	case 1		case2	case3	
陝 省	问现	pixe	23pi	oixel×23pixel		23pixel × 23pixe	el 29pixel × 29pixel	
	探査範	囲		±20pixel×±20p			ixel	
Camera 11/7			(72-15)	$-\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$ - 1				
0	amera							
			JUC DPGL-5W					
Laser								
		一九日	尤子糸 ノアイハー・シート尤字糸					
		波長	波長 532nm、出力 5W、動作電圧 100V/3A					
Soft Ware		אל	カメラ制御 Photron FASTCAM Viewer ver.3341					
		PIV	PIV解析 Flow-Expert ver1.12					
	実験	四口如	レーザー	カメラ		画角の中心	A A	
	case		位置	位置				
case 1	1-1	1	С	A	×	す象モデルの中心		
	1-2	1	С	A		風上側開口部		
	1-3	1	С	A		風下側開口部		
case2	2-1	2	С	A	文	村象モデルの中心		
	2-2	2	С	A		開口部		
case3	3-1	1	A	В	×	す象モデルの中心	/ ``c	
	3-2	1	A	В		風上側開口部		
	3-3	1	A	В		風下側開口部	∠→ x	

表1 PIV 測定のパラメータ

粒子群の移動距離と撮影間隔から速度ベクトルを推定す る方法の総称である。本研究で用いた PIV システム(直 接相互相関法)は2時刻の画像間における局所的な濃度 パターンの類似性を相互相関により求め、そのピーク位 置から移動量を定めることで風速ベクトルを算出する。

3 可視化手法の概要

表1にPIV 測定のパラメータを、表2に実験装置の 仕様を、図1に実験装置の概要を示す。測定は1800 mm × 1800 mmの大型境界層風洞内で行い、風洞内の基準風 速は5 m/s^{*3}とする。実験対象は単純住宅モデルとし、 一辺 200mm、開口部が50mm × 50mm の立方体の縮尺模 型を用いる。

4 測定条件

表3に各実験 case の撮影条件を、図2に実験 case の 詳細(水平断面: case 1)を示す。対象モデルに対する 風向及びカメラ、レーザーの配置を変化させ、水平断面 かつ開口部を風向方向に設けた場合(case 1)と、水平 断面かつ開口部を風向に対して平行に設けた場合(case 2)、又、鉛直断面かつ開口部を風向方向に設けた場合 (case 3)の3つの case で測定を行う。各実験 case に おいてカメラの画角の中心と対象モデルの中心を一致さ せる場合(case1-1、2-1、3-1)と画角の中心と開口部を



一致させる場合(case1-2、1-3、2-2、3-2、3-3)の撮影 を行う。各実験 case でダクトを取り付けたスモークジェ ネレーターを風上側に設置してシーディングを行う。

5 解析結果

5.1 case1-1

図3にPIV 解析結果(水平断面:case1-1)を示す。図 3(a)では、開口部で気流の流入方向が左右交互に 振幅する様子が観察される。対象モデル室内において、 流れ場の主流部分では風速約1.5~2.5m/s、風上側の 開口部付近では風速約1.4m/s であり、比較的風速が速 い。又、風下側の開口部から風速約1.5m/s で気流が排 出される。対象モデル室内における、X =135~270mm、 Y =90~180mm 付近では、風上側及び風下側の両開口部 に向かう気流が形成されており、主流以外の対象モデル 室内の流れ場は、複雑な気流場となっている。

図3(b)では、Y=180mmを軸に、全体的に左右対 称の気流を形成している。流れ場の主流部分では風速約 1.0m/s、風上側の開口部付近では風速約1.2m/s である。

5.2 case2-1

図4にPIV 解析結果(水平 断面:case2-1)を示す。図4 (a)では、風上側からの気 流が対象モデルに衝突したこ とで、開口部付近で剥離による る渦を形成する様子が観察さ れる。又、開口部では風速約 0.7m/sで、風上側の内壁面 に向かって各開口部から交互 に流入し、対象モデル室内に 流れ場を形成する様子が観察 される。

図4(b)では、case1-1 と同様に、Y=180mm を軸に、 全体的に左右対称の気流を形 成している。対象モデル室内 の平均風速は約0.1m/s であ 的に風速が遅い。

各実験 case において、撮 影条件を検討し、実験器具 の性能を向上させたことで、 良好なPIV測定結果を得る ことができる。しかしながら、 実験対象の風下側から照射さ れた高出力のレーザーによっ

て、実験対象自射による影が生じ、解析結果に明らかな 影響がみられる箇所が存在する。このため、レーザーの 出力や台数、レーザーと対象モデルの配置関係に十分配 慮する必要がある。

6 まとめ

- ① case 1 において、開口部で気流の流入方向が左右交 互に振幅する様子が観察される。
- ②対象モデル室内において、流れ場の主流部分及び風上 側の開口部付近で風速が速い。
- ③ case 2 において、風上側からの気流が対象モデルに 衝突し、開口部付近で剥離による渦を形成する。
- ④各開口部から交互に風上側の内壁面に向かって空気が 流入し、対象モデル室内に流れ場を形成する。
- ⑤レーザーによる影が可視化測定領域に生じてしまい、 解析結果に明らかな誤ベクトルがみられる。
- 既往の研究では、実験対象の奥行き方向の内壁面が撮影範囲に映り込ん でしまうため、開口部付近が明確に撮影できないこと等の問題点が挙げ **※**1 うれる

5400。 トレーサ粒子にはスモークジェネレーターで発生させた難燃性のスモー クを使用する。 ₩2

casel-1のときのみ基準風速6m/s で測定を行う。 ₩3



図3 PIV 解析結果(水平断面:case1-1)

図4 PIV 解析結果(水平断面:case2-1)