卒業研究梗概

平成 23 年度

可視化手法を用いた室内気流分布の測定法に関する研究 - PIV を用いた通風時及び空調吹出気流の測定-

指導教員

大久保肇赤林伸一教授

1 研究目的

流れの可視化は古来より流れの特性を直感的に把握する手法として様々な測定法が試みられている。近年の画像処理技術の発展及びPC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、流れに非接触で空間的に多数の位置で同時に気流速度情報を得られる利点がある。しかしながら、現在一般的に利用されている PIV システムは比較的狭い範囲を対象としており、実大の室内気流分布を PIV で実測した例はない。

本研究では、風洞内における縮尺模型内部を対象とした非定常気流分布の可視化を行い、通風時における気流性状の把握を行う。更に、実大空間において無翼型扇風機や有翼型扇風機、天井埋め込み型空調機を対象として定性的な流れの可視化及びPIVによる定量的な流速ベクトルの測定を行い気流性状の特性を把握し、CFD*1等で流体解析を行う際の参考データを得る事を目的とする。

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

+ 4	中脉计黑人丛状
<i>ব</i> ⊽ I	実験装置の仕様

Camera		ハイスピードデジタルCCDカメラK-2			
Laser	JLC DPGL-2W LD振起Nd∶YAG/YVO₄レーザー				
		波長532nm、出力2W、0~30kHzで変調可能な連続光			
	G1000	LD振起Nd:YAG/YVO4レーザー			
		波長532nm、出力1W、0~10kHzで変調可能な連続光			
Soft Ware	カメラ制御	Ditect k-II Soft Ware			
	PIV解析	Flow-Expert ver1.11			

表2 PIV 測定のパラメータ

画像サイズ	640pixel × 480pixel
測定時間	10s
測定間隔	5ms(200fps)
検査領域	23pixel×23pixel(縮尺模型及び扇風機) 33pixel×33pixel(天井埋め込み型空調機)
探査範囲	±10pixel×±10pixel(縮尺模型及び扇風機) ±15pixel×±15pixel(天井埋め込み型空調機)

表 3 測定可能最大流速

測定対象	フレームレート [fps]	測定間隔 [ms]	キャリブレーション値 [pixel/mm]	測定可能最大流量[m/s] 探查範囲[pixel]			
				縮尺模型	200	5	0.6699
扇風機	200	5	1.5789	1.58	3.16	4.74	6.32
空調機	200	5	0.7407	0.74	1.48	2.22	2.96

る方法の総称である。

本研究で用いたPIVシステムは2時刻の画像間での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流速ベクトルを算出する。

3 可視化手法の概要

表1に実験装置の仕様を、表2にPIV測定のパラメータを、表3に測定可能最大流速を示す。測定対象は縮尺模型による単純住宅通風モデル、無翼型扇風機及び有翼型扇風機、天井埋め込み型空調機とする。

3.1 単純住宅通風モデル

測定は1.8 m×1.8 mの大型境界層風洞内で行い、風洞内の風速は約1.7 m/s と設定する。測定対象は一辺300mm、開口部が40mm×40mmの立方体の縮尺模型を用いる。測定は、開口部を風上、風下側に設けた場合と、風向に沿って設けていない場合の2つのケースで行い、いずれの測定ケースも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。

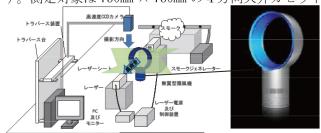
3.2 無翼型扇風機及び有翼型扇風機

図1に扇風機の実験装置の概要を示す。測定対象は無 翼型扇風機及び有翼型扇風機とし、測定対象と2台の レーザーを正対させて設置し、高感度CCDカメラをトラ バースに設置することで上部から水平断面を対象に測 定を行う。シーディングは広範囲にトレーサを拡散でき るダクトを取り付けたスモークジェネレーターを測定 対象の後方に設置してシーディングを行う。

3.3 天井埋め込み型空調機

図 1

図2に天井埋め込み型空調機の実験装置の概要を示す。測定対象は730mm×730mmの4方向天井カセット



型エアコンとし、吸気口は450mm×450mm、吹出口は 65mm×460mmであり、エアコンの風速は弱風に設定する。 測定対象領域は1箇所の吹出口とし、50mm 間隔で端部 から中央部までを測定する。2台のレーザーは正対させ て設置し、上方に向けて測定対象に照射する。吸気口と 吹出口に同時にシーディングのできるダクトを取り付け たスモークジェネレーターによってシーディングを行う。

4 測定結果

4.1 単純住宅通風モデル

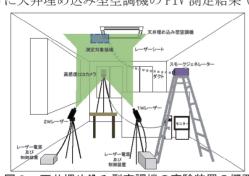
図3に単純住宅通風モデルの水平断面における PIV 測 定結果を示す。空気が風上側から測定対象の開口部に流 入し、流れ場の中心部に風速1m/s程度の比較的速い気 流を生成する。また、風下側の開口部から排出されなかっ た空気が内壁に衝突し、壁面を沿って拡散し、内部に左 右対称の循環流を生じさせる様子が観察される。

4.2 無翼型扇風機及び有翼型扇風機

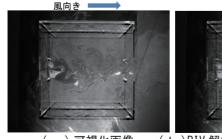
図4に扇風機の水平断面における PIV 測定結果を示 す。無翼型扇風機は基部から吸引した比較的少量の空気 をリング状の開口部*3から高速で前方に吹き出し、リ ング内部に負圧を発生させ、周囲の空気を誘引すること で風量を増大させている。また、吹き出された空気は減 速しながら次第に拡散していき、全体としてほぼ左右対 称となる流れ場を形成する。一方、有翼型扇風機は高速 の回転翼により空気を断続的に送ることで気流を生成す る。流れ場の中心部の速度は速いが、周囲の空気を誘引 する様子は観察されない。

4.3 天井埋め込み型空調機

図5に天井埋め込み型空調機のPIV測定結果(吹出口



天井埋め込み型空調機の実験装置の概要





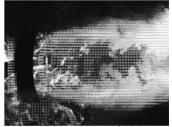
(b)PIV解析による風速ベクトル (a)可視化画像 図3 単純住宅通風モデルの水平断面における PIV 測定結果

中央部)を示す。空調機は中央部の吸気口から空気を吸 引し、4箇所の吹出口から空気を吹き出す。吹出口付 近は風速 2.5m/s 程度の比較的速い気流が生成され、拡 散する様子は観察されない。気流は次第に拡散してい き、吹出口から水平距離 300mm 程度の位置では、風速 は 1.0m/s 程度となる。

5 まとめ

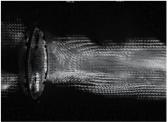
- ①単純住宅通風モデルは、流れ場の中心部に風速1m/s 程度の比較的速い気流が生成される。また、開口部か ら排出されなかった空気が壁面を沿って拡散し、循環 流を生じさせる。
- ②無翼型扇風機は、吹出口から高速で空気を吹き出し、 リング内部に負圧を発生させ、周囲の空気を誘引する ことで風量を増大させる。有翼型扇風機は、高速の回 転翼により空気を送ることで気流を生成する。
- ③天井埋め込み型空調機は、中央部の吸気口から空気を 吸引し、風速 2.5m/s 程度で吹出口から空気を吹き出 す。吹出口付近の風速は比較的速く、拡散する様子は 観察されない。
- Computational Fluid Dynamics (数値流体力学) トレーサ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
- 開口部の幅は約 1.3mm





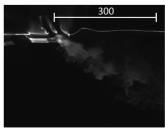
(a)可視化画像 (b)PIV解析による風速ベクトル (1)無翼型扇風機

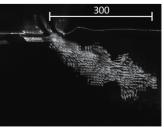




(a)可視化画像 (b)PIV解析による風速ベクトル (2)有翼型扇風機

図4 扇風機の水平断面における PIV 測定結果





(b)PIV解析による風速ベクトル (a)可視化画像 図5 天井埋め込み型空調機の PIV 測定結果(吹出口中央部)