

粒子画像流速測定法 (PIV) を用いた室内気流測定方法に関する基礎的研究

T O 7 K 6 6 3 C 角間隆之
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

流速の計測方法の一つである粒子画像流速測定法 (PIV) は、従来の熱線風速計などによる計測と異なり、流れに対し非接触で、多数の空間位置での気流速度情報を同時に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 30cm × 30cm 程度の比較的狭い範囲を対象として利用されており、室内気流分布を PIV で測定した例は少ない。実大室内環境を対象として非定常気流分布を詳細に計測するためには、およそ 3m × 3m の範囲の計測が必要である。

本研究では実大室内環境を PIV で測定する基礎段階として、縮尺模型内部の PIV 測定を行い、気流速度分布を明らかにする。更に、実大空間を測定する際の問題点等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を混入させ、その動きを画像として撮影し、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、そのピークが生じる画像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。

また、PIV により得られたベクトルから、明らかに不適切と考えられる誤ベクトルは削除する。

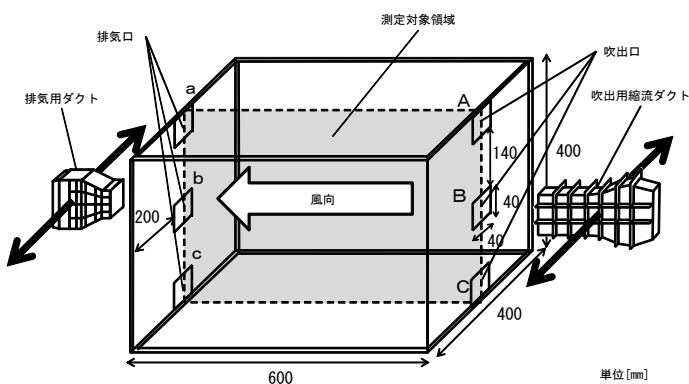


図 1 模型の詳細

3 PIV 測定の概要

図 1 に実験に使用した模型の詳細を、図 2 に実験装置の概要を示す。模型は 600mm × 400mm × 400mm のアクリル製 (8mm 厚) で、両側面には 40mm × 40mm の給気口と排気口がそれぞれ 3ヶ所設置されている。実験条件を表 1 に示す。模型は典型的な室内を再現した縮尺 1/10 のモデルで、吹出口及び排気口が設置され、風速の速い部分と循環流が形成されることを意図している。給気口側に DC ファンを設置し、模型内に空気を送り込むことで気流を作り出す。DC ファンの電圧を変化させ給気口から流入する風速を変化させる。金属粉供給装置を使用して、トレーサとなる金属粉を模型内に供給する。

表 2 にハイスピードカメラのフレームレート、探査範囲、測定可能最大流速の関係を示す。この時、実際の長さとの換算値 (キャリブレーション値) は 0.94mm/pixel となる。熱線風速計で吹出口付近の流速を計測することにより測定可能最大流速を設定し、PIV 測定のパラメータを表 3 のように設定する。

4 測定結果

4.1 流速ベクトル分布

case1 の流速ベクトル分布を図 3 に示す。誤ベクトル率は約 0.19% である。Y=200mm を軸にしてほぼ上

表 1 実験条件

	吹出口	排気口
case1	B	b
case2	B	a
case3	A	a
case4	C	a

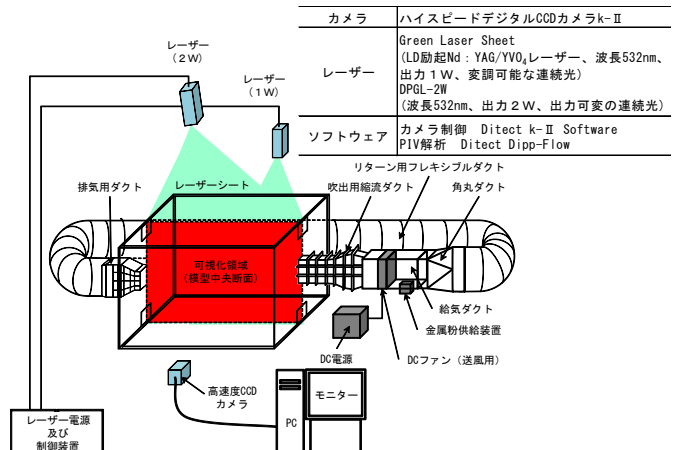


図 2 実験装置の概要

下対称の速度ベクトルとなる。吹出口Bから流入した空気は、拡散しながら排気口bに向かう。吹出口付近の流速は約1.5m/s、排気口に近づくにつれて徐々に流速は遅くなり、排気口付近では約0.5m/sとなる。拡散して排出されなかった空気は排気口側の模型側面に衝突し、X=100mm、Y=350mm及びX=100mm、Y=50mmを中心とした流速約0.1m/sの対称的な渦を形成する。

case4の流速ベクトル分布を図4に示す。誤ベクトル率は約0.28%である。吹出口Cより流入した空気は徐々

表2 測定可能最大流速

フレームレート [fps]	測定間隔 [ms]	測定可能最大流速[m/s]			
		探査範囲[pixel]			
		5	10	15	20
50	20	0.23	0.47	0.70	0.94
100	10	0.47	0.94	1.40	1.87
200	5	0.94	1.87	2.81	3.74

表3 PIV測定のパラメータ

測定対象領域	600mm×400mm
画像サイズ	640pixel×480pixel
測定時間	10s
測定間隔	5ms(200fps)
検査領域	23pixel×23pixel
探査範囲	±10pixel×±10pixel

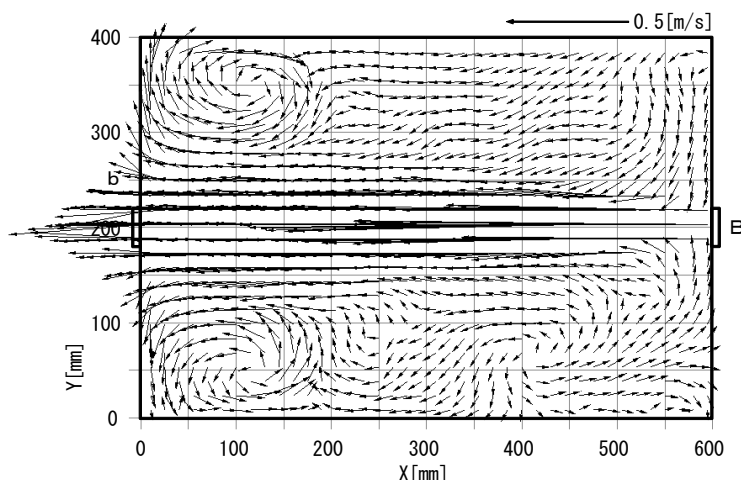


図3 流速ベクトル分布 (case1)

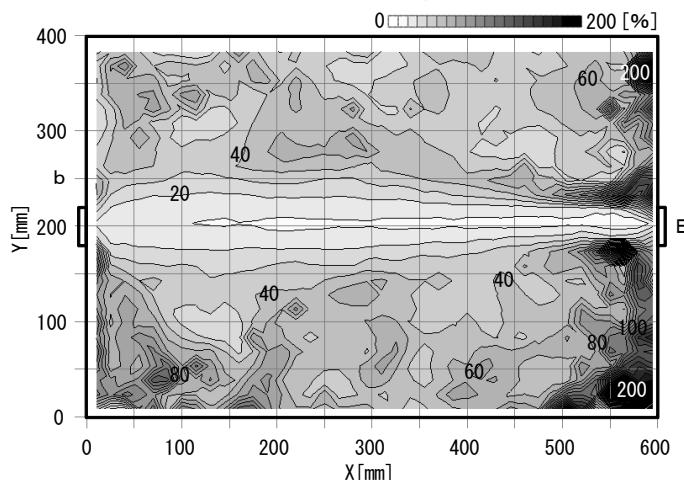


図5 乱れの強さ (case1)

に速度を落とし模型の内壁に沿って排気口aに向かう。X=50～600mm、Y=50～400mmの流速は0.1～0.5m/s程度であり、模型全体に広がる大きな渦を形成する。

4.2 乱れの強さ

乱れの強さは乱流の持つエネルギーを表す尺度であり、時系列データの測定から求められる。図5にcase1の乱れの強さを示す。Y=150～250mmでは10%程度と小さいが、X=550～600mmでは200%を超える。

図6にcase4の乱れの強さを示す。流速の速いY=0～50mmでは、乱れの強さは20%程度である。case1と比較して最大値が180%と乱れの強さの幅が小さい。

5 まとめ

- ① case1では、上下対称に速度ベクトルが分布し、排気口b付近に流速約0.1m/sの渦が形成される。乱れの強さは200%を超える領域がみられる。
- ② case4では模型の壁に沿って速い気流が分布し、模型全体に渦が形成される。乱れの強さは全体的に小さい。
- ③ case1、case4ともに流速が速い領域では、乱れの強さが小さく、隅角部において乱れの強さが大きくなる。

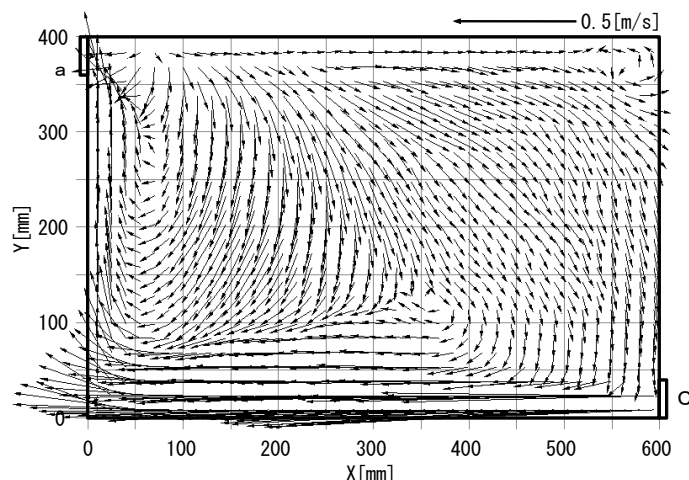


図4 流速ベクトル分布 (case4)

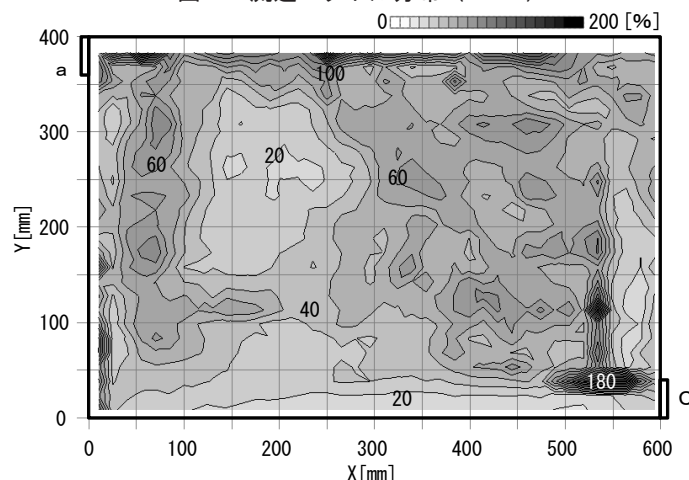


図6 乱れの強さ (case4)