

(II-34) PTV法・PIV法による流れの可視化解析

千葉工業大学工学部 学生員○小柳 雅俊

千葉工業大学工学部 正 員 篠田 裕

1. はじめに

流れの現象を解明する実験的手法として、流れの可視化がある。本研究では、流れの可視化の一手法である注入流跡法を用いる場合に、最も重要となるトレーサーの選定とその追従性を確認するために、一様な流れにおける角柱後背に発生するカルマン渦列を例として、PTV法・PIV法を同時に使用し、トレーサーの取り扱い手法を確立することを目的とした。

2. 実験概要

(1) トレーサーの検討

本研究の実験では、トレーサーに直径2mmのナイロンビーズを用いた。比重を合わせるためには、水の比重を増すこととし、トレーサー調整溶液には硝酸カルシウムを用いることとした。硝酸カルシウムは水溶液の温度に対応して濃度を変えても、水の動粘性係数がほとんど変化しないことが、この組合せの選定の根拠となった。また、比重調整剤の濃度は以下の方法で選定した。透明な容器に硝酸カルシウム水溶液とナイロンビーズを入れ、これを攪拌する。実験に使用する水路内の水が攪拌後約10分後に落ち着くことから、容器内の水溶液を攪拌後10分から20分後のトレーサーの浮遊状況により比重調整剤の濃度を決定した。

(2) 装置および実験方法

安定したカルマン渦列が得られること、またトレーサーの分散状態が実験前に確認できることから、曳行水槽（アクリル樹脂製、長さ4m、幅0.2m、深さ0.15m）を用いた。水槽壁面上を移動する台車に平板（幅3cm、厚さ0.5cm）を取り付け、同じ台車上のCCDカメラでカルマン渦列を撮影した。水槽中に分散したトレーサー（ナイロンビーズ）の輝度を高めるため、水槽の側面から水平にレーザーシート（厚さ6mm）を照射する。台車の移動速度は20cm/sとした。撮影した画像は8mmVTRに録画し、コンピューターを通してPTV法・PIV法を用いて画像処理を行なった。計測されたトレーサーの流速ベクトルから補間演算を行ない、計測領域内に設けた格子点上の流速ベクトルを算出した。

表1 攪拌後10分後から20分後の
トレーサーの分布状況

3. 実験結果

(1) 表1に比重とトレーサーの分布状態をまとめたが比重1.152と比重1.150の時に浮遊状態のトレーサーが多い。しかし、比重1.152の方は半数以上のトレーサーが上部に完全に浮いていることから、比重1.150を最適のトレーサー調整液の比重とした。

(2) PTV法・PIV法による結果のうち、流速分布図を図1、2に、補間速度ベクトル分布図を図3、4に示す。

4時刻法を使うPTV法は、一時刻でも粒子が解析できないとトレーサー追跡結果がでない。そのため、移動速度がある程度速いと、渦場や渦場付近での粒子の上下動が激しいため、2時刻しか使わない

比 重	浮遊状態にある トレーサー	上部に完全に浮い たトレーサー
1.152	40～30%	50～65%
1.150	40～25%	45～50%
1.148	30～25%	30～35%
1.146	10～ 5%	25%

P I V法に比べ、渦場や渦場付近でのトレーサー追跡結果が粗になりやすい。だが、P T V法は4枚の画像を使うので2枚の画像を使うP I V法に比べて精度は高い。

- (3) P T V法・P I V法とも、画像の2値化度が悪くても、しきい値を自由に設定できるので、十分な輝度値をもった2値化画像を作ることができる。ただし、しきい値の設定には注意が必要で、特に始点と終点の時間間隔を短くした場合のP I V法では、誤差が大きくなる場合があるので注意が必要である。
- (4) P I V法では、トレーサー追跡結果を出す時、1点、1点始点を設定するので、粒子が多い場合、トレーサー追跡結果を出すのにP T V法に比べ時間がかかる。

4. まとめ

比重調整剤の濃度の決定については、比重調整剤とトレーサーを使用して、最適な濃度を探しだす方法が確立できた。カルマン渦の解析については、P T V法・P I V法で解析したが、それぞれの特性をふまえて流れに応じた最適な使い分けの手法の確立が今後の課題である。

5. おわりに

今後、研究を続けるにあたって、3次元解析技術の進展を切に願うと共に、P T V法とP I V法の流れに応じた最適な使い分けを研究していくつもりである。

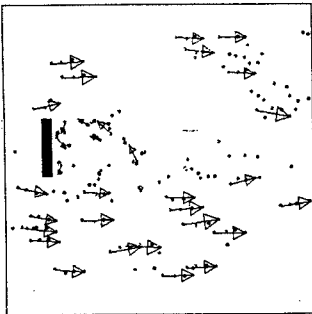


図1 P T V法による流速分布図

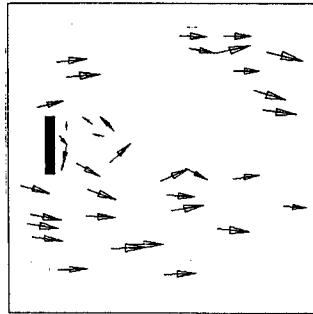


図2 P I V法による流速分布図

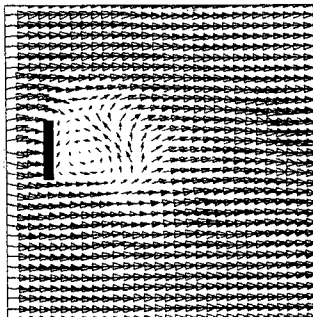


図3 P T V法による補間速度ベクトル分布図

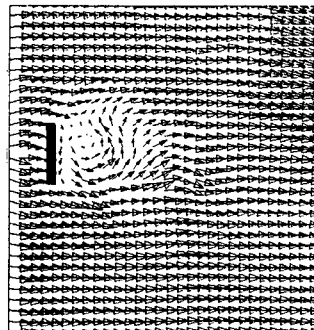


図4 P I V法による補間速度ベクトル分布図

参 考 文 献

流れの可視化学会：新版流れの可視化ハンドブック，朝倉書店，1986。

Wei Jai Yang：Handbook of Flow Visualization，Hemisphere Publishing Corporation，1989。