The Japan Society of Mechanical Engineers

113 PIV計測による90度屈曲管路内の乱流計測

Turbulent Flow Measurement in 90-Degree Curved Conduit by Particle Image Velocimetry

○佐藤　徹哉　（宇都宮大学大学院工学研究科）　正　杉山　均　（宇都宮大学大学院工学研究科）
正　加藤　直人（宇都宮大学大学院工学研究科）

Hitoshi SUGIYAMA, Tetsuya SATO and Naoto KATO
Department of Advanced Interdisciplinary Sciences, Utsunomiya Univ.,7-1-2　Yoto,Utsunomiya,321-8585

Key Words : Particle Image Velocimetry, Turbulent Flow, Turbulent Mixing , Separation

1. 緒　　言

IS プロセス熱化学法による水素製造における，反応器内の温度斑の抑制や，自動車空調ユニットにおける加熱流，非加熱流の混合状態の解明といったように，温度差，流速差の大きく異なる流体の混合プロセスを明らかにすることは多くの工業製品開発にあたり重要である．さらに，流れが乱流場となると，乱れの非等方性により流動は複雑になり，その混合プロセスを解明することは特に重要となる．

しかし，混合プロセスに関する工学データは乏しいのが現状である．

そこで，本研究では模擬試験体としてアクリル製屈曲管路を用い，管路内の流体の挙動を PIV システムにより測定することで流速差の異なる流体の混合プロセスを解明する．

2. 実験方法

実験装置及び測定システム概要を Fig.2.1，流路概要を Fig.2.2 に示す．PIV システムはトレーサ粒子発生するシーディングジェネレータ，粒子像を撮影するためのレーザ発生装置，カメラ，そして画像を解析するためのコンピュータで構成される．PIV システムについては DANTEC DYNAMICS 社製の装置を使用した．測定対象となる流体は空気で，流路後端からブロアで引き抜くことによって所望の流量を確保している．

測定流路は 75mm 正方形断面の矩形管路で，途中に 90° の屈曲部を有する．屈曲部手前には加熱装置としてクレイボンテープヒータとガラスビーズを用いたポーラス状のヒータを設置している．さらに開度可変のドアを設けることで，加熱流と非加熱流の混合割合を変更することができる．

管路内の代表速度は 2.58m/s，レイノルズ数は 12800 とした．トレーサ粒子としてグリセリン水溶液を気化させて使用している．粒径は約 10 μ m である．

測定領域は流動状態が大きく変化すると考えられるドア部と屈曲部周辺で，流路をそれぞれドア部周辺，混合部，混合部下流の 3 つの区間に分けて計測を行った(Fig.2.3)．また，ドア開度は 1/4～4/4 の 4 種類で，開度の増加に伴いヒータ部への流入量が増加する．それぞれの開度で計測を行い，流量配分の変化が流動状態にどのような影響を及ぼすかを調べた．

3. 結果および考察

Fig.3.1～Fig.3.3 はドア部の速度ベクトル分布を計測したものである．ドア開度は順に 1/4，2/4，3/4 となる．1/4 開度ではヒータ部(画像左端)に向かって緩やかに流路が狭くなる形となり，それに沿って速度ベクトルも一様なものとなっている．ヒータ部では速度ベクトルが密になり流速が増加していることが確認できる．2/4 開度ではドアが流れに対して平

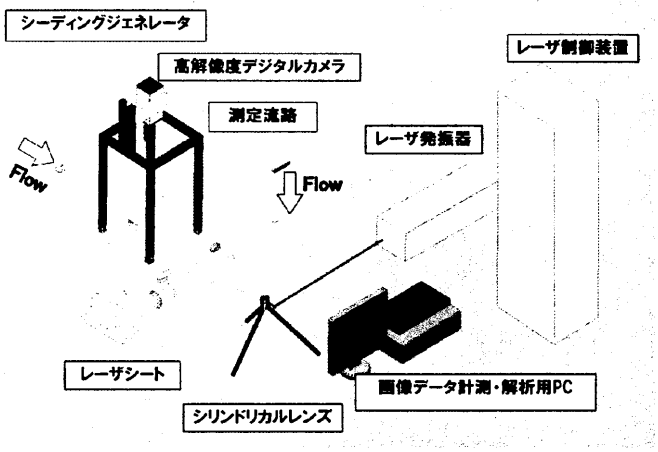

Fig.2.1 PIV measurement system

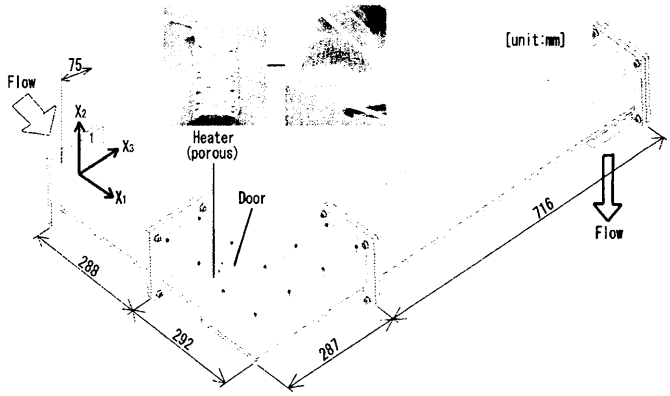

Fig.2.2 Duct for experiment

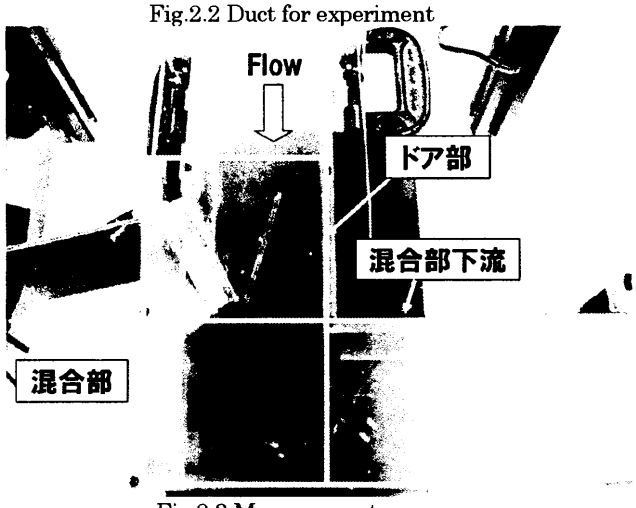

Fig.2.3 Measurement area

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Mechanical Engineers

行となるが，ドア部先端にぶつかった流れが剥離を生じさせており，これが原因とみられる渦がドアに沿っていくつか生じていることが確認できた．3/4 開度では流れに対してドアがせり出す形となり，ベクトル分布からもドア先端以降の流れが乱れていることがわかった．ドア先端部で流路が最も狭くなるため流速が高くなる他，剥離により生じた渦が下流の広範囲に広がっていることが確認できた．

Fig.3.4～3.6 は，計測した 5000 枚のベクトル分布図から各点での流速の標準偏差を求めたものである．標準偏差が大きいほどその場所での流速の変動が大きく，流れが乱れた状態にあると言える．ドア開度が大きくなるにつれて，剥離の影響でドア先端からドアに沿った部分で偏差が大きくなることが確認できた．また，ドア部下流の流れ場全体の偏差も増加しており，ドア部で生じた乱れが屈曲部での乱流混合を促進していると考えられる．

4. 結　論

矩形断面を有する屈曲管路の流動状態を PIV により計測した．ドア部近傍から混合部後の流れを可視化することで，流量配分だけでなく，ドア部で生じる剥離領域が加熱流，非加熱流の混合に影響することがわかった．

参考文献

(1) 可視化情報学会 編，『PIV ハンドブック』，森北出版
(2) M.Raffel，C.E.Willert，J.Kompenhans，『PIV の基礎と応用』，シュプリンガー・フェアラーク東京

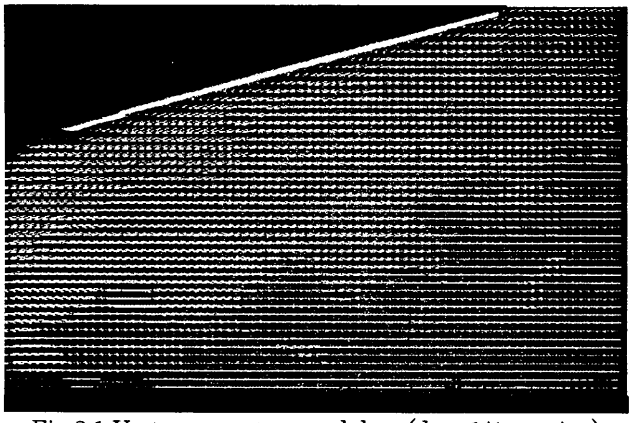

Fig.3.1 Vector map at around door (door 1/4 opening)

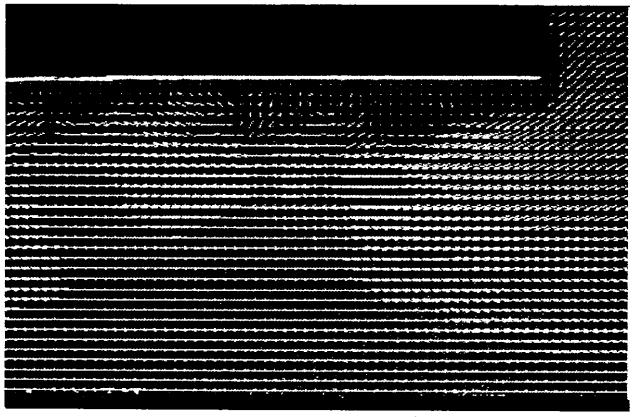

Fig.3.2 Vector map at around door (door 2/4 opening)

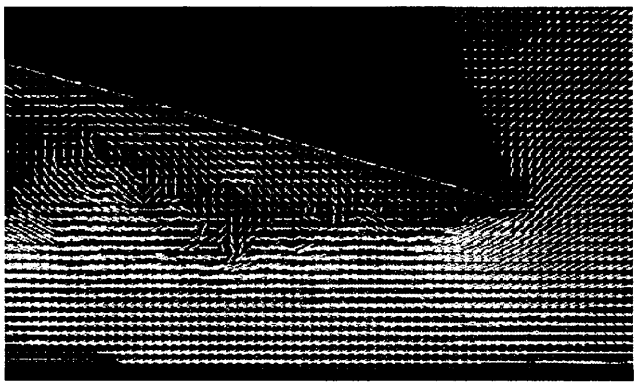

Fig.3.3 Vector map at around door (door 3/4 opening)

Fig.3.4 Standard deviation of velocity (door 1/4 opening)

Fig.3.5 Standard deviation of velocity (door 2/4 opening)

Fig.3.6 Standard deviation of velocity (door 3/4 opening)

NII-Electronic Library Service