K3-56

PIV 計測用シーディング装置の特性

Characteristic of atomizer device for PIV measurements

○　堺祐也[1]，佐藤光一[1]，大竹智久[2]，　村松旦典[2]
*Yuya Sakai[1]，　Koichi Sato[1]，　Tomohisa Ohtake[2]，Akinori Muramatsu[2]

Abstract: A laminar separation bubble is formed on an airfoil at a low Reynolds number range, it influences aerodynamic characteristics and stall characteristics of the airfoil. Because of the separation bubble includes reversed flows, measurements of flow field including the reversed flow is meaningful to clarify phenomena of the separation bubble. We applied PIV to measure the flow field including the separation bubble and considered performance of a self made atomizer system. However, it is confirmed that the system has some problem for analyzing velocities yet, improvements of the system are necessary to get reasonable analyzing date of the flow field.

１．緒言

低レイノルズ数領域の翼周りの流れ場において層流剥離した流れが再付着を起こすと層流剥離泡が形成される [1]．層流剥離泡の形成は空力特性や失速特性に大きな影響を与えることが知られている．これらの現象に関してのメカニズムは，未解明な点が多い．また流れ場を計測する手法として PIV(Particle image velocimetry)がある．PIV は熱線風速計やピトー管とは異なり逆流や非接触での計測が可能である．剥離泡内部には逆流流れが現れることや翼周りの流れ場は僅かな外乱でも影響を受やすいことから PIV による計測が必要であると考えられる．

本研究では，PIV 計測を行うためにトレーサ粒子を噴霧する安価なシーディング装置を製作した．その装置を用いた PIV による流れ場の計測を行うことで装置の基本特性を確認したため報告する．

２．実験装置

装置全体図を Figure 1 に示す．風洞は開放型吹出式であり，吹出し口寸法は 150 mm×150 mm，最大風速は 7.5 m/s である．昨年度に製作したシーディング装置はハンドスプレーガンにより噴霧された液体をホースで風洞のファン直後から流入させるものである．しかし噴霧量の調整を手動で行っており，実験の再現が困難であったため改善を行った．新しく制作したシーディング装置は，噴霧する液量をマイクロメータで調整することが可能であり，噴霧量の再現が可能である．さらに電磁弁(VDW-20:SMC 株式会社)を用いたリモートスイッチで噴霧の ON/OFF を切り替えることで 1 人でも PIV 計測が可能る．トレーサ粒子にはオリーブオイルを用いた．

画像の撮影にはハイスピードカメラ(SA-X2, Photron)を用い，使用したレンズの f 値は 1.4 である．シート光源に出力 5W の連続発振レーザー(G5000K:カトウ光研株式会社)を使用した．取得した画像の解析には Flow Expart Ver.1.2.12(カトウ光研株式会社)を用い，検査領域 32 pixel×32 pixel，探査領域±10 pixel とした．

３．実験結果および考察

トレーサ粒子が計測画面に均一に噴霧されているか

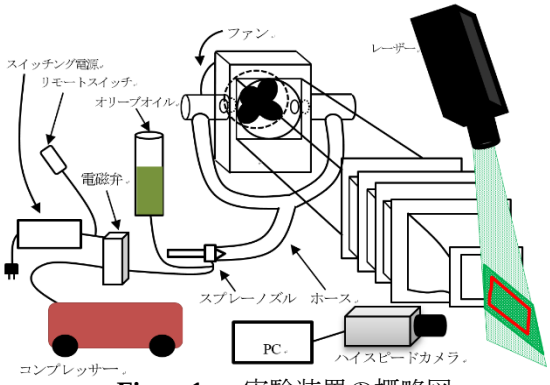

Figure1.　実験装置の概略図

を確認するため,一様流での計測を行い評価を行った．実験条件は,一様流速 1 m/s，画角 130 mm(空間分解能 127μm/pixel), frame rate 3000fps，液量 0.01 mm 条件を基準とした．解析結果において明らかにベクトルの大きさや角度の異なるものを目視で判断し誤ベクトルとした．評価の判断として，Figure 2(a)に示すように計測画面の端付近にのみ誤ベクトルが発生している結果を○，Figure2(c)のように計測画面全体に誤ベクトルが発生しているものを×とした．また，Figure 2(b)のように評価○であっても取得した画像において粒子画像が伸びているものは△とした．はじめに，流速と共に液量を変化させて，これらの変化が解析結果に与える影響について調べた．流速を 1~7 m/s の間で変更し，液量を 0.1 mm までは 0.05 mm 刻み，0.1 mm からは 0.5 mm 刻みとし刻み幅を変更し 1.9mm まで変更して計測した．また frame rate は基準とした実験条件の 3000 fps とした．評価結果を Table 1 に示す．

１：日大・学部・航宇２：日大・教員・航宇

Table 1. 流速と液量の関係

frame rate:3000fps		液量(mm)							
		0.01	0.05	0.1	0.5	1	1.5	1.8	1.9
流速(m/s)	1	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	△	△	△	△	△	△	△	△
	3	△	△	△	△	△	△	△	△
	4	△	△	△	△	△	△	△	△
	5	×	×	×	×	×	×	×	△
	6	×	×	×	×	×	×	×	△
	7	×	×	×	×	×	×	×	△

この結果から，度の液量でも流速の増加に伴い評価が低下している．これは frame rate を固定したため，流速の増加に伴い検査領域の粒子密度の減少や粒子像の伸びにより 1 フレーム間の相関を得ることができず誤ベクトルが増加したためだと考えられる．また，流速 1 m/s から 4 m/s の結果より，評価に対して液量の変化による依存性がないことがわかる．液量 1.9mm 以降では粒子が急激に増加しスペックルパタン(散乱光の干渉による模様)[3]となっているので，評価は○または△であるが計測は不能と判断した (Figure3(c)).

Table1 より流速 5~7 m/s では評価が×であったため，流速の増加に伴う粒子の移動量に対し frame rate の変更が必要であると考えた．高い流速の計測のため液量最大となる 1.8 mm で固定して，流速と供に frame rate を変化させて計測を行った. 評価結果を Table 2 に示す.

Table2. frame rate と流速の関係

液量:1.8mm		frame rate(fps)				
		3000	6000	9000	12500	20000
流速(m/s)	1	○	○	×	×	×
	2	△	○	×	×	×
	3	×	×	×	×	×
	4	×	×	×	×	×
	5	×	×	×	×	×
	6	×	×	×	×	×
	7	×	×	×	×	×

frame rate の増加により評価が改善されると予想されたが評価が下がっていることがわかる．これは， frame rate の増加に伴い，露光時間が減少し，相対的に検査領域に写し出される粒子数が減少したため，1 フレーム間の相関を得ることができず誤ベクトルが増加したと考えられる．露光時間の減少で写し出される粒子数の減少を改善するため，粒子密度の増加が必要であると考えられる．

４．まとめ

PIV 計測用のシーディング装置を改良し噴霧条件を変え計測可能な範囲の評価を行った．Table1~3 から計測可能な条件を得ることができた．しかし，液量の目盛による調整が評価に反映されなかった．高い流速で○評価が得られなかったため装置の改良や他の実験条件の変更も含め実験を行っていく．

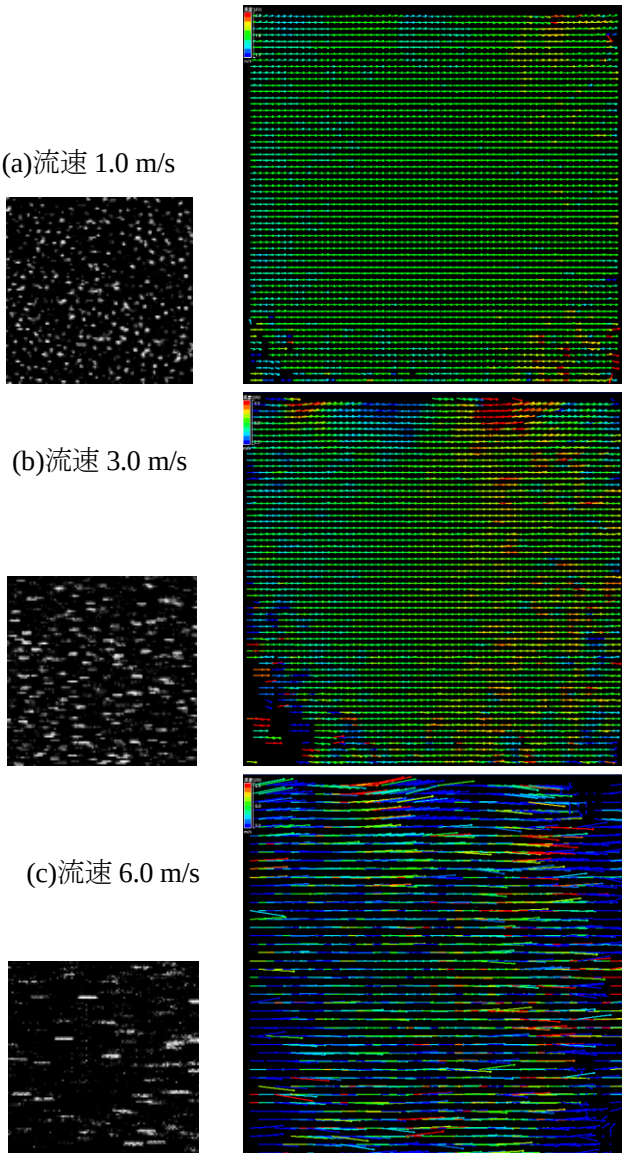

Figure2.解析結果と粒子像(液量 1.8mm,frame rate3000fps)

(a)液量 0.01 mm frame rate3000 fps　(b)液量 1.8 mm frame rate9000 fps　(c)液量 1.9 mm frame rate3000 fps

Figure3.粒子像(流速 1.0 m/s)

参考文献

1)李家賢一：“翼型上に生ずる層流剥離泡”，ながれ，29(2010),pp.243-250.

2)川上柚子 他：“光学的計測を目的とした小型風洞の基本特性”，日本大学理工学部航空宇宙工学科卒業論文，2015

3)可視化情報学会編：PIV ハンドブック，森北出版，pp 172-191，2002.