

パルサレーシーバーを用いた Taylor 渦流れの測定 The measurement of the Taylor vortex flow by Pulsar Receiver

○学 新部智由 (室蘭工大) 正 河合秀樹 (室蘭工大) 正 高橋洋志 (室蘭工大)
正 木倉宏成 (東工大) 学 工藤寛士 (室蘭工大)

Tomoyoshi NIIBE, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto-cho Muroran, 050-8585, Japan
Hideki KAWAI, Muroran Institute of Technology, Hiroshi TAKAHASHI, Muroran Institute of Technology, Hiroshige KIKURA,
Tokyo Institute of Technology,
Hiroshi KUDOH, Muroran Institute of Technology

Key Words: Taylor vortex flow, Pulsar receiver, UVP

1. はじめに

UVPは高精度な速度の空間分布を瞬時に取り込める極めて有用な装置である。しかし、まだ高価であり、普及には時間を要すると思われる。このため、同じ超音波測定ではあるが、ドップラー周波数を測定する原理とは異なり、自己相関法で速度分布を計測するパルサレーシーバー法が注目されている。この方法は、UVPほどの解像度はないものの、比較的廉価であり、固液混合系への応用も可能であることから、今後普及する可能性がある。

ここでは、UVPと対比しながら比較的ダイレクトな固液混合系の速度分布計測にパルサレーシーバー法を応用する。TVF装置は上下境界端を有しEkman境界層の影響を受けるアスペクト比の小さいものを使用する。

2. 実験装置と実験条件

2-1 TVF 発生装置 Fig.1に上下境界端を有するTVF装置を示す。図中 R_1 は内円筒半径、 R_2 は外円筒半径、 H はテスト部の高さを表す。実寸法は $R_1=15[\text{mm}]$ 、 $R_2=40[\text{mm}]$ 、 $H=75[\text{mm}]$ 。これより内外円筒間半径 $d=R_2-R_1=25[\text{mm}]$ 、アスペクト比 $\Gamma=H/d=3$ 、半径比 $\eta=R_1/R_2=0.375$ となる。また、レイノルズ数は $Re=dV/\nu$ (ν :動粘度、 V :内円筒壁面の周速度)で定義される。作動流体はグリセリン水溶液 68wt%を用いた。

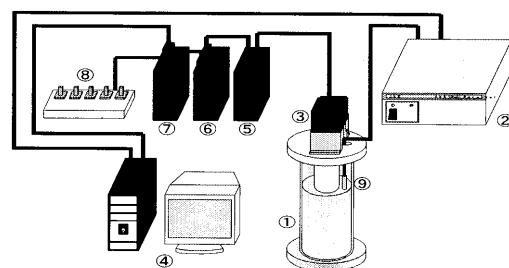
2-2 実験方法 Fig.2にパルサレーシーバー流速測定システムと渦発生装置で構成される実験装置の概要を示す。内円筒付近の速度分布を得るため、UVPはTDX中心軸の設置位置を内円筒から半径方向3mmの装置底部に垂直に固定する。パルサレーシーバーにおいてはTDXを内円筒から半径方向6mmの装置上部に固定する。トレーサー粒子であるナイロンパウダーは比重が1.02と68wt%グリセリン水溶液より低めであるが、TVFの作用により攪拌され、ほぼ流体の流れに沿うものとして考える。

3. UVPおよびパルサレーシーバーの速度場計測

Fig.6にUVPによって得られた渦モードの平均流速分布を示す。ただし、速度は軸方向(鉛直方向)を正とした速度分布である。これより、それぞれモードに対応した渦個数が捉えられている。速度分布の絶対値に関しては正規2セルモードより渦個数が多い正規4セルモードでやや小さい傾向を示した。Fig.7にパルサレーシーバーによって得られたTaylor渦の速度分布を示す。可視化画像のセルの個数に対応した山の個数が見られ、渦が上下境界端において幾何学的対称性を持っていることがわかる。以上より、速度分布図から渦モードが判別できる。また、UVPによる速度分布図と比較してもほぼ同じ形状とみることが出来る。これらの結果よりパルサレーシーバーにおける速度分布は信頼性のあるものと考えられる。

4. 終わりに

アスペクト比 $\Gamma=3$ 、半径比 $\eta=0.375$ のTVF発生装置におい



1. Test section, 2. Pulsar receiver, 3. Motor, 4. Personal computer, 5. servo driver, 6. controller, 7. AC power supply, 8. upper controller, 9. Transducer
Fig.2 Experimental setup

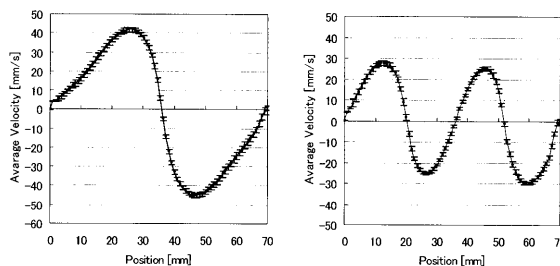


Fig.6 Mean velocity profiles for Re=600 by UVP

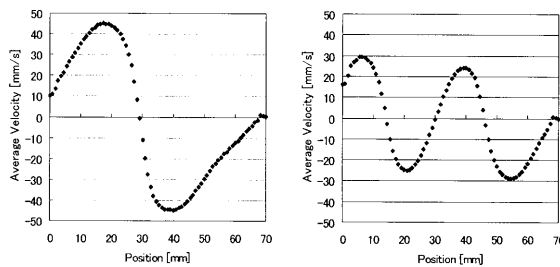


Fig.7 Mean velocity profile for Re=600 by pulser receiver

て、超音波パルサレーシーバー法による速度分布の測定を試みた。この結果、以下の知見を得た。

1. $Re=600$ の実験において、UVP計測法とパルサレーシーバー計法を比較した。これよりN2cell, N4cellとも、流速分布およびその絶対値においてUVPとほぼ同様の結果が得られ、パルサレーシーバーによる計測法の安定性を確認した。
2. $Re=500, 1000, 1500$ における渦モードを計測した。これより、N2cell, N4cellとも渦形状はほとんど変わらないことが分かった。今後、より速い乱流場での計測の可能性について調べていく必要性がある。また、濃厚系への展開も重要な課題点である。