

# マイクロバブルによる乱流変調のPTV/LIF計測

## PTV/LIF Measurement of Turbulence Modification induced by Microbubbles

○北川石英 (海技研) 菱田公一 (慶大) 児玉良明 (海技研)

### 1. はじめに

本研究では、気泡を含んだ水平チャンネル流れに対して画像計測を行い、マイクロバブルによる摩擦抵抗低減メカニズムを明らかにすることを目的とする。まず、PIV計測とPTV計測を行い、各計測手法によってどのような現象が捉えられるかを明らかにする。さらに、PTV/LIF計測にLEDを用いた気泡形状認識法(IST)を組み合わせ、液相場と気泡群の同時計測を行う。

### 2. 画像計測結果および考察

実験は、従来の装置を用いて行われた。PIV計測とPTV計測により、どのような現象が捉えられるかを議論するため、各計測手法によって得られた $u_t'-v_t'$ 相関分布を図1に示す。図より、PIV計測の場合では、ボイド率の増加とともに速度変動が大きくなり、 $u_t'-v_t'$ の相関が急激に小さくなることが判る。特に、 $\alpha=2.0\%$ の結果では、元の相関がほぼ消えている。これは、局所ボイド率の高い領域では、気泡群の影響が顕著になるため、PIV計測では気相運動を計測しているためであると考えられる。一方、PTV計測の場合では、ボイド率の増加とともに、速度変動が大きくなるものの、単相流時の相関を保持している。以上のことから、本研究のように局所ボイド率が非常に大きい系を対象とした計測を行う場合、PIV計測では、輝度の分布パターンを追跡するため、液相と気相とが混同した場の計測を行っていることに相当する。一方、PTV計測では、蛍光粒子のみの運動を追跡するため、液相場のみの情報を得ることが可能である。このため、本研究では、PTV/LIF計測を用いることにする。図2(a)は、液相場の平均速度分布である。図より、ボイド率の増加とともに壁面での速度勾配が僅かに低下するものの、ボイド率が0~2.0%の条件下では、平均流速に対するボイド率の依存性は小さいと言える。図2(b)は、液相場のレイノルズ応力分布である。図より、 $|y|/h=0.05-0.3$ 付近でレイノルズ応力が低下することが判る。しかしながら、現段階では、これが液相場と気泡群とのどのような相互干渉により引き起こされているかを明確に記すことはできない。そこで、気液間の相互干渉に着目した解析を行うために、次節において液相場と気泡群の同時計測を行う。

### 3. 2カメラ同時計測

PTV/LIF/IST計測における実験装置の概要は、2節とほぼ同じである。チャンネル断面における撮影部の拡大図を図3に示す。このシステムでは、PTVと気泡の認識を行うために2台のCCDカメラが用いられる。PTVの励起光源は、YAGレーザ( $\lambda=532\text{ nm}$ )を用いる。一方、気泡認識に対する光源は、赤外線LED群( $\lambda=850\text{ nm}$ )である。可視光線と赤外線との分離には、可視光を反射し、赤外線を透過させるコールドミラーが用いられる。さらに、PTV/LIF計測では、粒子の蛍光発光のみの撮影が必要であるため、干渉フィルタを用いてレーザ光を遮断する。これらの装置を用いることにより、液相場と気泡群の同時計測が可能になる。図5に、PTV/LIF/IST計測によって得られた同時時刻の液相場と気泡群との結果を示す。図から、気泡近傍の速度ベクトルも良好に取得できていることが判る。今後、乱れと気泡運動との相互干渉を明らかにすることにより、摩擦抵抗低減メカニズムを解明する予定である。

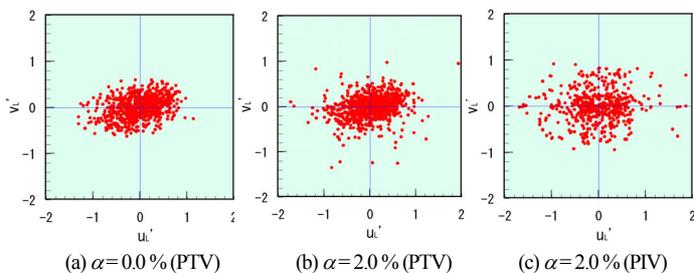


Fig. 1 Comparison between PIV and PTV results

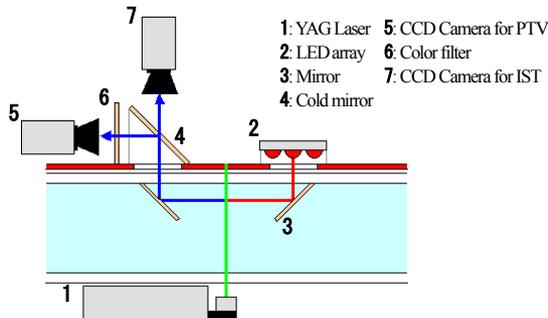


Fig. 3 Outline of a proposed PTV/LIF/IST system

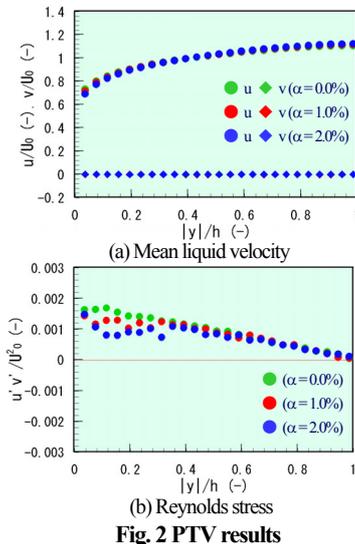


Fig. 2 PTV results

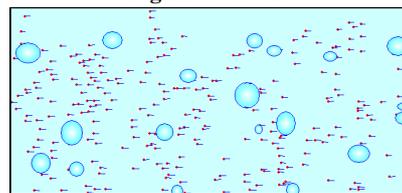


Fig. 4 PTV/LIF/IST results ( $\alpha = 1.0\%$ )