

PIV/LIF/IST を用いた気泡流の乱流微細構造の計測

藤原 暁子 (慶大院), 菱田 公一 (慶大理工),
長屋 茂樹 (船研), 角川 明 (船研), 児玉 良明 (船研)

1. 緒言

気液二相流は、様々な時・空間スケールを有し、これらの相互干渉により流動構造が決定する。そのため、巨視的な流動構造の理解には、微視的なスケール間相互作用の解明が必要不可欠である。本研究では以下の三つの角度から、画像処理計測方法を駆使しスケール間の相互干渉のメカニズムの解明を行う。始めにせん断流中の単一気泡を取り上げる。気泡の変形、気泡に働く力を定量的に調べ、流動場の速度勾配が気泡の運動に与える影響を明らかにする。次に異なるボイド率での垂直矩形チャンネル上昇気泡流の乱流構造の変化を調べ、複数の気泡間で生じる乱れの生成・散逸のメカニズムを明らかにする。加えて、水平矩形チャンネルにおいて壁面摩擦抵抗低減効果と気泡による乱流構造変化の関係を明確にする。

2. 計測方法及び実験装置

図 1 に計測装置概略図を示す。流動場計測には二次元で多点同時計測が可能な粒子画像流速計(DPIV)を用いる。光源が気液界面において乱反射し CCD の飽和を引き起こすため、気泡近傍におけるトレーサ粒子の撮影が困難となる。本研究では LIF を応用しローダミン B と 6G を蛍光色素とする蛍光発光粒子を作製し、蛍光のみを撮影することでこれを解決した。流動場と共に変化する気泡の形状認識方法として、赤外線 LED を光源とした投影法 (IST) を利用した。光源とカメラの同期をとることで流動場と気泡形状の同時計測が可能となる。(Tokuhiro et al., 1998)

図 2 に実験装置概略図を示す。せん断流中単一気泡 (図 2,(a)) については、せん断促進格子と駆動ベルトにより誘起された速度勾配 $k=1.0s^{-1}$ の 16%グリセリン水溶液中に、体積等価直径 1mm 及び 8mm 程度の気泡を注入した。垂直上昇気泡流 (図 2,(b)) について、一辺 50mm の正方形断面を持つ矩形チャンネルの下部から内径 0.07mm の複数の注射針を用いて微小気泡を注入する。

3. 実験経過

図 3 に実験結果の一例として、ボイド率 0.5% の垂直上昇気泡流の時系列等渦度線図を示す。気泡の密な部分で複雑な渦度分布を示し、時系列で流動構造が変化していく様子が判る。図 4,(a) に示した装置で二次元水平チャンネル流の壁面流動場摩擦を計測した。図 4,(b) はこの時の気泡流動場の写真であり、気泡の誘起する乱れと摩擦抵抗低減効果の関係が明らかにされる。

参考文献

Tokuhiro, A., Maekawa, M., Iizuka, K., Hishida, K., and Maeda, M., 1998, "Turbulent flow past a bubble and an ellipsoid using shadow-image and PIV techniques", *International Journal of Multiphase Flow*, Vol. 24, pp. 1383-1406

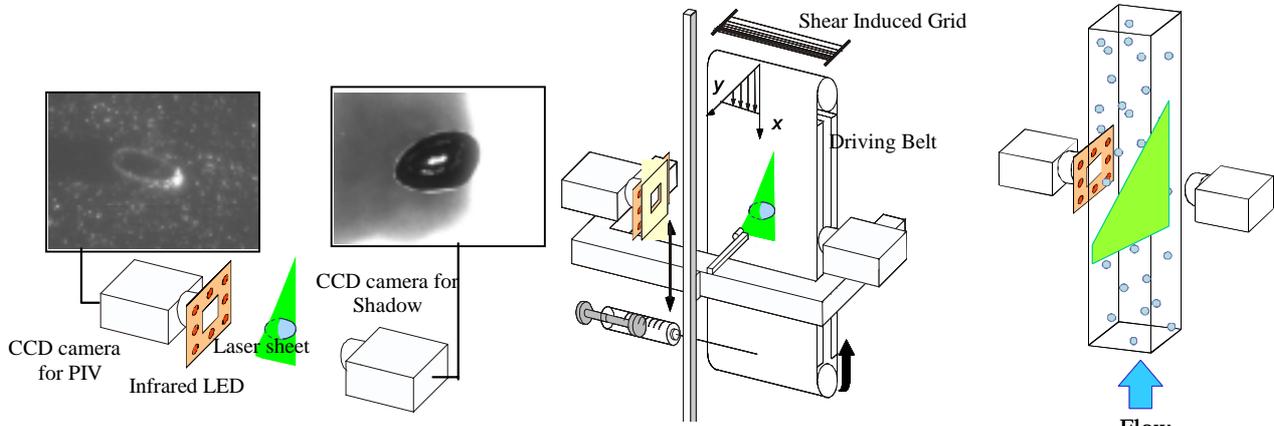


Fig. 1. Schematic of measurement system.

(a) Vertical shear flow.

(b) Vertical bubbly flow.

Fig. 2. Schematics of experimental apparatus

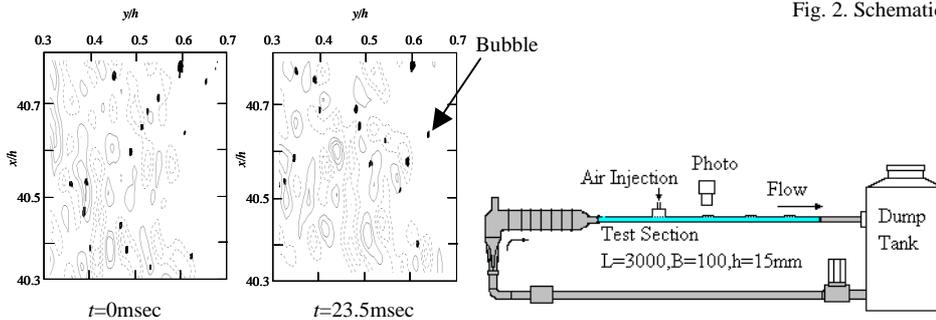


Fig. 3. Time series of vorticity contours.

Fig. 4. (a) Schematic of experimental apparatus for horizontal bubbly flow

Fig. 4. (b) Bubbly flow image for horizontal 2 dimensional channel.