

単一上昇気泡の挙動と周囲液相運動に及ぼす界面活性剤の影響

Effect of Surfactant on a Single Rising Bubble Motion and its Surrounding Liquid Motion

○ 学 榊原 和也 (静岡大院) 学 宮本 悠樹 (静岡大院)

正 齋藤 隆之 (静岡大)

Kazuya SAKAKIBARA, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561 Japan
Yuki MIYAMOTO, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561 Japan
Takayuki SAITO, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561 Japan

Key word: single rising bubble, interface motion, surrounding liquid motion, surfactant

1. 緒言

気液二相流は工業上、重要かつ複雑な流動現象である。本研究では、ジグザグ上昇運動する単一気泡を対象にし、精製水中に界面活性剤として1-ペンタノールを少量ずつ添加することで、気泡界面運動と周囲液相運動への影響を観る。

2. 気泡挙動可視化計測

Fig.1 に気泡重心位置の経時変化を示す。1-ペンタノールの濃度増加に伴いジグザグ運動の開始が早まり、軌道の振幅が減少することが確認される。その周波数については、純水 (7.36Hz) と比べ 100ppm (5.40Hz) では減少したが 300ppm (5.67Hz), 500ppm (6.85Hz) では逆に増加傾向を示した。気泡形状については、精製水では気泡は高周波成分を持つ界面振動を繰り返しながら左右非対称な形状を示した。しかし、1-ペンタノールを添加することで界面振動は射出後すぐに減衰し、球形に近い形状を維持した。

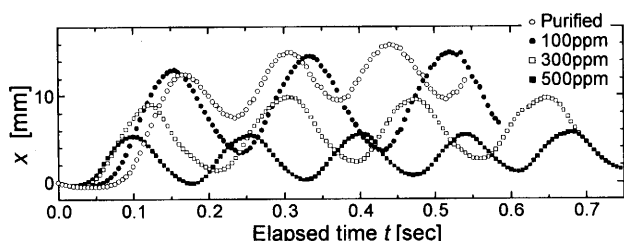


Fig. 1: Zigzag trajectory

3. 気泡周囲液相運動可視化計測

気泡周囲の液相運動を PIV により計測した。Fig.2 に、精製水と 500ppm での気泡運動の向きが変わる変向点前の液相の渦度分布を示す。気泡後方に生じる後流にその構造の違いが見られる。図中の鎖線で示されるように、精製水では気泡右側で渦度の強い範囲が長く広がり気泡左側とは異なる左右非対称な渦度分布を示した。一方、500ppm では左右対称となる渦度分布を示し、精製水で見られるような気泡横側での強い渦度は見られない。この時点において精製水での気泡は右側が尖った左右非対称な形状となるため、気泡右側では流れが剥離しやすく左右非対称な渦度分布を形成したと考えられる。Fig.3 に、精製水と 500ppm での変向点での液相の渦度分布を示す。精製水では気泡右側で渦の放出が確認された。また、500ppm においては変向点前の精製水で見られるような左右非対称な渦度分布を示した。これらの結果

から、精製水では左右非対称な気泡形状の結果、気泡後流は左右非対称になり渦の放出を揚力として振幅の大きなジグザグ軌道を形成する。しかし、500ppm では気泡形状は左右対称で界面振動が減衰し、後流構造の違いとして変向点付近での渦の放出がないために振幅は小さくなったと考えられる。

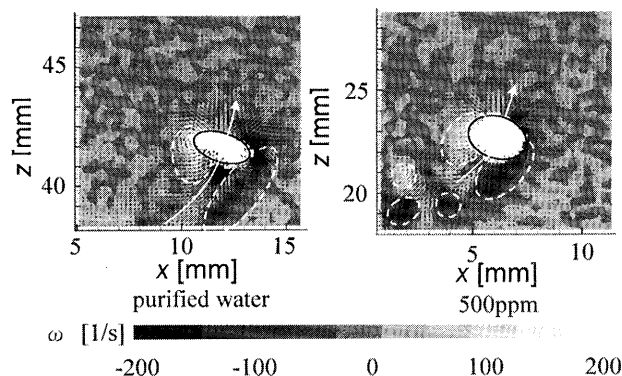


Fig. 2: Liquid motion before the inverse point where the bubble changes the direction of the movement

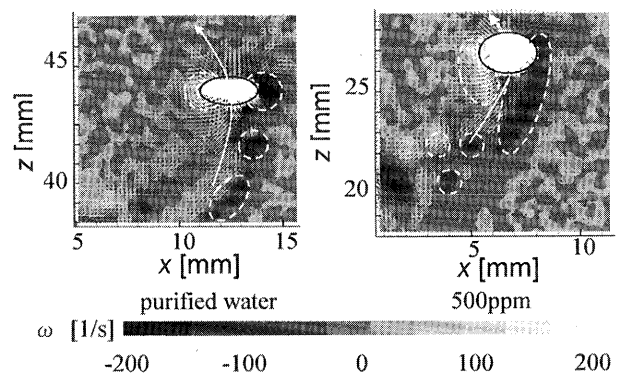


Fig. 3: Liquid motion at the inverse point

4. 結言

本研究では、界面活性剤が気泡挙動に与える影響を理解するために 1-ペンタノールを使用して気泡挙動の可視化と PIV 計測による液相運動の可視化を行った。1-ペンタノールの添加により気泡の界面振動の減衰、軌道の振幅の低下、ジグザグ周期の変化、気泡後流の構造の違いが見られた。さらに、これらの結果からジグザグ運動のメカニズムについて考察した。