

## 気泡・液滴計測のための4点光ファイバプローブ

## Four-Tip Optical Fiber Probe for Characterization of Bubbles and Droplets

○学 水野泰宏 (静岡大院) 浦川 智 (静岡大院) 正 齋藤隆之 (静岡大)

Yasuhiro MIZUNO, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561  
Satoshi URAKAWA, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561  
Takayuki SAITO, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8561

Key Words: Bubble, Four-tip optical fiber probe, Interfacial phenomena, Multi-phase Flow

## 1. 緒言

4点光ファイバプローブの計測精度を高めるために、プローブ接触時の気泡・液滴の界面運動や重心運動への影響を定量的に把握しなければならない。これらの気泡・液滴運動への影響を把握し、プローブ先端形状および大きさ、各プローブの配置を最適設計する必要がある。本研究では径の異なる気泡・液滴を用い、F-TOPと気泡・液滴の接触プロセスを高速ビデオカメラにより可視化撮影し、F-TOPが気泡・液滴運動に与える影響を定量的に明らかにした。さらに、この結果およびF-TOP計測結果を基に気泡・液滴径に対する最適なF-TOPサイズの決定方法を確立した。

## 2. 実験

F-TOPの概略をFig.1に示す。注射針より発生させた気泡を垂直上昇する区間においてF-TOPにより計測した。気泡径の相違によるF-TOPの気泡運動への影響を考察するために、三種類の径の異なる気泡を計測した。更に、高速ビデオカメラにより気泡がF-TOPに接触する過程を撮影し、気泡運動及び界面運動に及ぼす影響を捉えた。なお、レーザー式通過センサー信号を用いて、F-TOP計測と可視化撮影を同期させた。

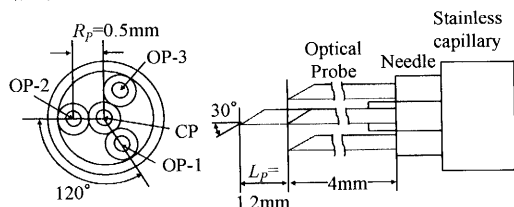


Fig.1 Structure of F-TOP

## 3. 結果と考察

F-TOP接触による気泡界面運動の影響を詳細に把握するために、CP接触位置を中心として気泡を長軸方向に10分割し、各セクションの界面上端及び下端の上昇軌跡を追跡した。その結果をFig.2に示す。CP先端座標を $z=0\text{mm}$ 、気泡界面上部がCP先端に接触を開始する時刻を $t=0\text{msec}$ に設定した。なお、気泡界面下部は約 $t=4\text{msec}$ にCP先端に接触する。F-TOP接触直後は気泡界面への接触の影響はほとんど見られないが、徐々にCP周りの気泡界面上部の上昇が遅れ始める。その後、気泡界面下部がCPを貫通するまでにその遅れは中心から気泡長軸長の30~40%付近まで伝播する。一方、気泡界面下部は界面上部にCPが接触しても変化はしばらく見られず、CPが貫通するときのみに上昇が遅れている。以上より、F-TOPサイズを上手く設定することにより、接触による影響のない箇所での計測が可能となる。

次に、F-TOP計測精度を気泡径とF-TOPサイズ(CP先端とOP-1先端との鉛直方向距離 $L_{pv}$ と水平方向距離 $R_{ph}$ )の関係(Fig.3)から考察する。F-TOP計測結果には、画像処理か

ら算出した気泡接触開始時間及び通過時間を採用することにより、信号処理による誤差を取り除いた。F-TOP計測精度は自由気泡(可視化結果)との差を示す。計測精度の減少は次のような場合に見られる。①短軸: $L_2$ に対して $L_{pv}$ が約20%以下の場合、②同じく約50%以上の場合、③ $R_{ph}$ が長軸: $L_1$ に対して約15%以下の場合、④同じく約40%以上の場合である。これらは次のように説明できる。① $L_{pv}$ が短い場合、CPとOPs(Outer probes)の接触開始時間差のわずかな誤差が増大した。②Pが気泡界面上端に突き刺さる際に生ずるCP周りの界面上昇の遅れにより、OPsの接触開始時刻が遅れた。③CPが気泡界面上端に突き刺さる際に生ずるCP周り近傍の界面の窪みにより、Opsの接触開始時間が遅れた。④気泡界面の曲率により接触開始時間差が長くなった。

これらの結果を考慮し、以下のように最適F-TOPサイズを決定する。 $L_{pv}/L_2(20\sim50\%)$ ,  $R_{ph}/L_1(15\sim40\%)$ の範囲にF-TOPサイズを設定すれば、気泡速度は誤差 $\pm 5\%$ 、気泡短軸径は誤差 $\pm 2\%$ 以内で計測可能である。

液滴に関する詳細は、講演にて発表する。

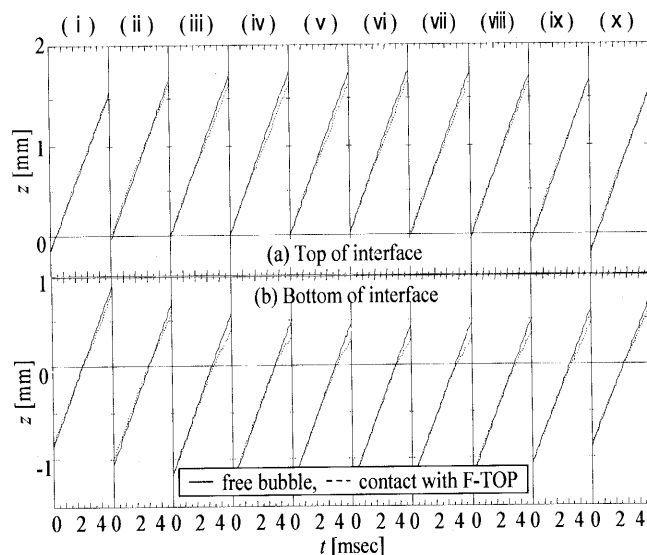


Fig.2 Interfacial motion of Bubble-1

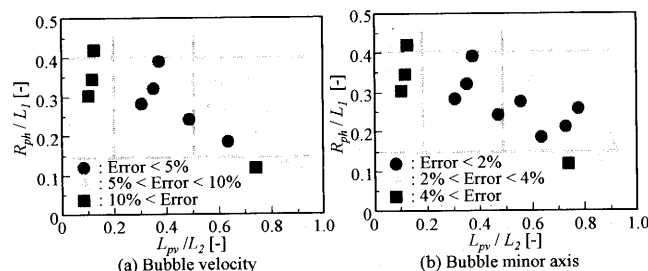


Fig.3 Measurement accuracy distribution against F-TOP configuration