

F202 光ファイバプローブ気泡計測におけるプレシグナルの検知による接触位置の判定

(静大工)○(学) 水嶋 祐基・(静大院)(学)松田 桂輔・(静大工)(正)齋藤 隆之

1. 緒言

気液二相流の計測手法の中で、光ファイバプローブを用いた気泡の径・速度の同時計測法は、高精度かつ有効な計測手法の一つである。我々は、微小気泡を計測対象とした単一光ファイバプローブ(以下S-TOP)¹⁾をはじめとする様々な光ファイバプローブ(以下OFP)を開発、研究してきた^{2),3),4)}。

本研究の目的は、OFPの計測精度を飛躍的に高めるため、OFPと気泡との接触位置の判定手法を確立することである。我々は、OFPが気泡に接触する直前に得られる特徴的な信号(以下プレシグナル, Fig. 1 のAの部分)⁵⁾に着目した。このプレシグナルの大きさと形状は気泡との接触位置によって変化する。この特徴を定量的に明らかにし活用することで、接触位置の判定すなわち気泡短軸長を正確に計測できることを示す。

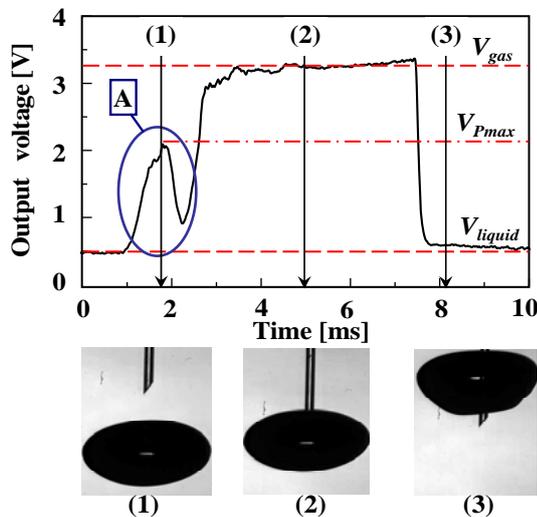


Fig. 1 Typical output signal of the S-TOP

2. 実験装置と方法

本研究で使用した S-TOP は光ファイバ(合成石英, コア径 190 μm, クラッド厚 5 μm, ジャケット厚 15 μm)の先端を Fig. 2 に示すように 35° の楔状に研磨してステンレスチューブに固定して使用した。本 S-TOP を用いて注射針から鉛直上向きに上昇する純空気の単一気泡を計測した。その接触の様子を、高速度ビデオカメラを用いて 2 方向より撮影し、接触位置を確認した。



Fig. 2 The structure of the S-TOP

Fig. 3 に気泡計測における S-TOP の向きと、計測位置を示す。同図に示すように計測位置は気泡の中心を基準に、気泡の長軸方向長さの 0% (case 1), ±10% (case 4, case 5), ±30% (case 3, case 6), ±45% (case 2, case 7) の位置とし、プレシグナルが発生する計測領域を定量化した。計測回数は各条件 20 回とした。なお、プレシグナルの大きさは以下の式で定義した。

$$V_p = \frac{(V_{Pmax} - V_{Liquid})}{(V_{Gas} - V_{Liquid})} \quad (1)$$

3. 結果と考察

Fig. 4 に S-TOP と気泡の接触位置ごとのプレシグナルの大きさをまとめる。S-TOP が気泡の中心に接触した際のプレシグナルの大きさが最大で、その値は相変化による電圧信号の変化の大きさとほぼ同等の大きさである。また、S-TOP と気泡の接触位置が気泡の中心から離れるにしたがい、プレシグナルの大きさは小さくなる傾向が見られる。特に中心部分とその他の接触位置では、プレシグナルの大きさの差異は顕著である。

これらの結果より、Fig. 4 に示すようにプレシグナルの大きさ $V_p = 0.8$ を閾値として、 $V_p \geq 0.8$ のプレシグナルが得られた信号のみを抽出する。この信号処理を行うことで、気泡と S-TOP の接触位置が気泡の短軸から長軸方向 ±10% 以内である出力信号のみを抽出できる。これにより気泡径(短軸長)と S-TOP の通過弦長との差異は -5% 以内であり、この接触判定法で個々の気泡ごとの接触位置の変化に起因する不規則な計測誤差を低減することが可能となる。この判定法を導入したことによる S-TOP の計測結果と、プレシグナルの形成過程は、講演にて報告する。

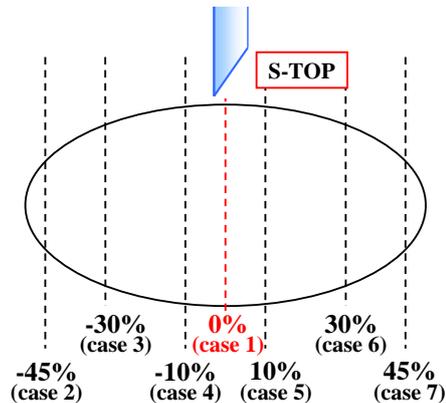


Fig. 3 The condition of the S-TOP touching bubbles

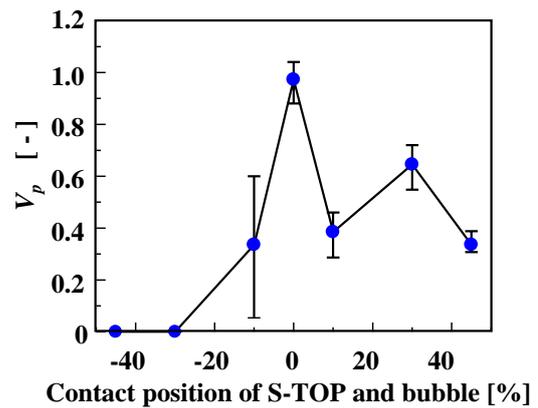


Fig. 4 The comparison of output voltage of the Pre-signal

参考文献

- 1) 齋藤, 日本国特許第 3018178, (2000)
- 2) Saito T. and Mudde R. F., J. Fluid Mech., Vol. 637, (2001)
- 3) Saito T. and Matsuda K. et al., Measurement Sci. and Tech., Vol. 20, (2009)
- 4) 齋藤他, 光ファイバプローブ気泡計測装置及び方法, 日本国特許出願中
- 5) 齋藤, 水嶋, 松田, 第 13 回 OMF 講演論文集

*) e-mail: tsaito@ipc.shizuoka.ac.jp Tel/Fax (053) 478-1601