

光ファイバーセンサによる高数密度気泡群および液滴群の計測

Measurement of Bubbles and Droplets Dynamics in Multi-Phase Flow
by Four-Tip Optical Fiber Probe.

○正 坂本明洋(住金), 正 武石芳明(住金), 正 齋藤隆之(静岡大)

Akihiro SAKAMOTO, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 16-1 Sunayama, Kamisu city, Ibaraki.
Yoshiaki TAKEISHI, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 16-1 Sunayama, Kamisu city, Ibaraki.
Takayuki SAITO, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Hamamatsu city, Shizuoka.**Key Words:** Bubble, Droplet, Multi-phase flow, Optical fiber probe, Measurement.

1. 概要

気泡流あるいは液滴流を有する産業装置の最適操作のためには、気泡あるいは液滴の動的挙動を詳細にモニタリングし、制御することが必須である。このようなモニタリング方法として様々な方法が考案され、製品化されているものもあるが、径、運動速度、およびホールドアップの同時計測が困難であったり計測コストが高価であったりする問題がある。

これらの問題点を解決する安価かつ高精度な混相流計測手法として光ファイバーを利用する方法がある。測定対象の気泡あるいは液滴の運動に与える影響を最小化できるという観点から、センサヘッドが最もコンパクトになる屈折率利用方法による光ファイバーセンサを開発し、可搬性・汎用性に優れたパッケージ製品のレベルまで使い勝手を向上させた⁽¹⁾。さらに実規模を想定したブロードな径分散を持つ気泡流あるいは液滴流の計測精度を評価した。

2. 試験方法

2-1 F-TOP 計測システム

F-TOP 計測システムの概要を Fig.1 に示す。このパッケージは F-TOP, 光処理ユニット, AD カード, ノートパソコンおよび F-TOP 計測ソフトウェアから構成されている。

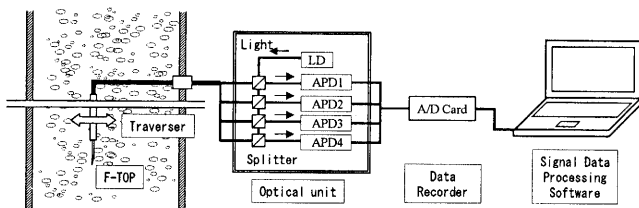


Fig. 1 Overview of F-TOP package

2-2 気泡流と液滴流試験

気泡流試験では、内径 260mm/高さ 6m の気泡塔を水道水で満たし、下部に設置したガスインジェクタから圧縮空気を吹き込み、球等価径約 2~4 mm の気泡を発生させた。また水道水に 1-Octanol を 1.0ppm(vol.) 添加することにより気泡の合体を抑制し⁽²⁾球等価径約 1~2.5mm の微小気泡流を発生させた。F-TOP を垂直下向きに構え、気泡流の動特性を計測した。

液滴流計測では、空にした気泡塔の塔頂部にスプレーノズルを設置し F-TOP を垂直上向きに構えた。スプレーの噴出圧力を変化させることにより球等価径 1~2mm の液滴を発生させた。

また塔の外側から撮影した静止画および動画より気泡および液滴の径と速度を計測し、F-TOP 計測値と比較した。

3. 試験結果

気泡の球等価径、上昇速度の F-TOP 計測値と画像処理、PIV 法との比較をそれぞれ Fig. 2, 3 に示す。各プロットは 20~100 個の気泡の平均値、エラーバーは標準偏差を表す。F-TOP 計測値と比較試験値の平均値は球等価径で概ね $\pm 15\%$ 、速度で $\pm 10\%$ の精度で一致することが確認できた。

液滴の球等価径と落下速度についても同様に F-TOP 計測値と比較計測値で評価し、球等価径で $\pm 15\%$ 、速度で $\pm 10\%$ の精度で一致することを確認した。

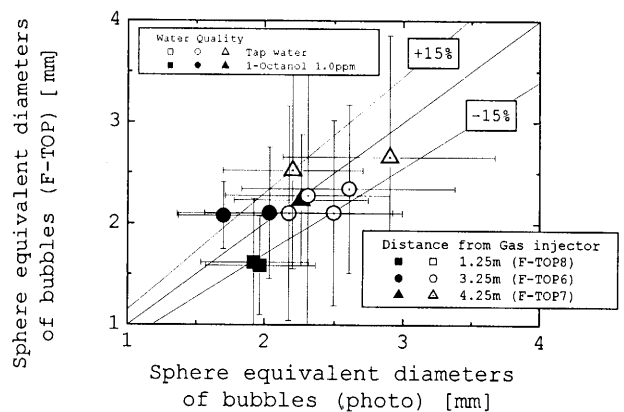


Fig. 2 Diameters of bubbles

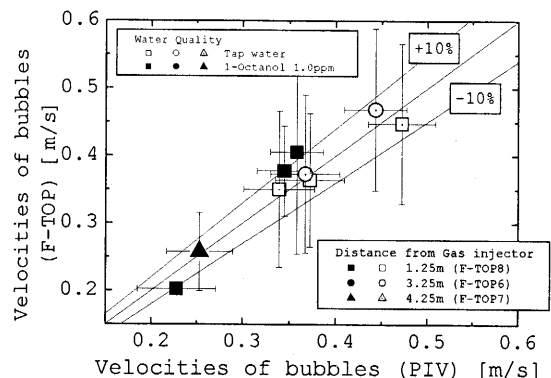


Fig. 3 Velocities of bubbles

引用文献

- (1) 齋藤ら, 関東経済産業局, 平成 15 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業報告書, (2003).
- (2) 高木, ながれ, 23(2004), 17.