

F203

振動格子乱流場と気泡群が誘起する流れ場の相互干渉による気泡運動・液相運動への影響

(静大院)○(学) 今泉 良太

(静大院) (正) 齋藤 隆之*

1. 緒言

気液二相流は気泡塔や化学反応器等で見られる複雑流動現象である。その流動構造を詳細に解明することはこれら産業装置の高効率化、安全性の向上に大きく貢献する。本研究では、振動格子乱流を起点とする減衰乱流場に気泡群を射出し、各相の動力的相互作用による液相運動の変調ならびに気泡運動の変化について議論する。

2. 実験方法

2.1 実験装置

Figure 1 に実験装置の概略を示す。アクリル製鉛直円管水槽 (高さ 600mm, 内径 149mm) を用い、屈折率の影響を低減するため、水槽には矩形ウォータージャケット (高さ 500mm, 幅 200mm) を備えた。座標原点 $(x, y, z) = (0, 0, 0)$ を水槽中央底部とする。液相には煮沸・脱気したイオン交換水を用い、水位は 580mm とした。水槽底部中央には刃面傾斜方向を x 方向に揃えた 3 本の注射針 (テルモ製, 内径 0.40mm) を等間隔に配置し、この注射針とオーディオスピーカーを利用した気泡射出装置により気泡径と射出時間を高精度に制御した 3 個の純空気の気泡群を発生させた。 $z = 392\text{mm}$ を振動格子 (格子角棒幅 4mm, 間隔 18mm) の振動中心とし、ストローク $s = 40\text{mm}$, 周波数 $f = 4\text{Hz}$ で上下に振動させた (振動格子による液相等方性乱流)。

2.2 可視化および PIV 計測

本研究では、気泡運動を高速度ビデオカメラにより撮影し、また液相運動を PIV 計測より捉えた。Seeding 粒子として蛍光粒子を水槽内に混入し、YAG レーザ (波長 532nm) のレーザー光をロッドレンズによりシート状にして計測領域に照射し、この粒子を発光させた。PIV の計測領域を、 $1024 \times 1024 \text{pixel}^2$ とし、 $z = 242 \sim 292\text{mm}$ の水槽中央断面を計測した。空間分解能及びフレームレートはそれぞれ $48.47 \mu\text{m}/\text{pixel}$, 250fps とした。

2.2 実験条件

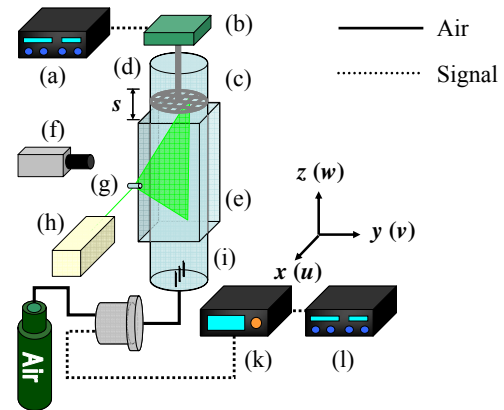
振動格子減衰乱流を形成するために、振動格子を 90 秒動作させた後停止し、その 2 秒後に気泡群を射出した。実験条件は、振動格子乱流場における減衰乱流のみの流れ場を Condition-O、気泡群のみの流れ場を Condition-B、振動格子減衰乱流中に気泡群を混入した流れ場を Condition-OB とする。気泡群の射出回数は 1 回および気泡群発生周波数 8Hz で 3 回の 2 つの条件で行い、各条件の語尾にそれぞれ(1)および(3)を付けて区別する。

3. 結果および考察

振動格子減衰乱流が気泡群に与える影響を考察するために、気泡群重心軌道を求めた。Condition-B-(1)および Condition-OB (1)の気泡群重心軌道を比較した結果を Figure 2 に示す。Condition-B (1) では、各気泡の重心はジグザグ上昇運動を呈することが分かる。一方、Condition-OB (1) では、気泡存在領域が広がっており、特に y 方向への拡がり顕著であることがわかる。振動格子乱流中に単一気泡

を射出した場合、気泡のジグザグ運動かららせん運動への遷移が促進される。振動格子乱流中に気泡群を射出した場合にも、気泡存在領域が y 方向に拡がることを見出している^[2]。振動格子減衰乱流中においても、気泡重心運動は周囲液相運動の影響を受け、ジグザグ運動かららせん運動への遷移が促進されることが考えられる。

気泡群が誘起する流れ場が周囲液相流れ場に及ぼす影響を PIV 計測により求めた。その結果は講演時に詳細に報告する。



(a) Controller (b) Servomotor (c) grid (d) Cylindrical vessel (e) Water jacket (f) High-speed video camera (g) Rod lens (h) YAG laser (i) Hypodermic needles (j) Audio speakers (k) Audio amplifier (l) Function generator

Fig. 1 Experimental set up

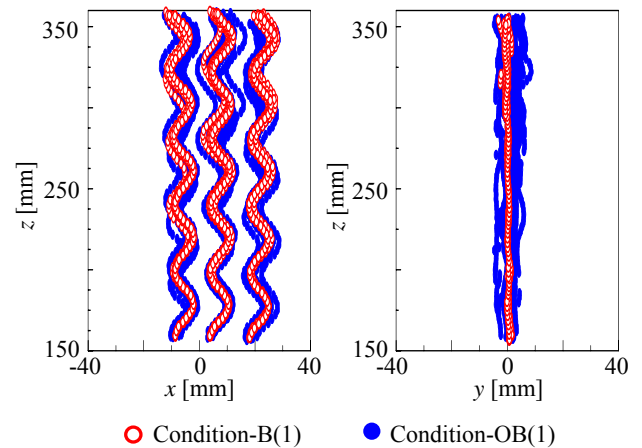


Fig. 2 Bubble trajectory of center-of-gravity

参考文献

[1] K. MORIKAWA, T. SAITO, et al., *Journal of Power and Energy Systems*, Vol. 2, No. 1, 330-339, (2008).

[2] 森川康一, 真田俊之, 齋藤隆之, 日本混相流学会年会講演会 2008 (会津) 講演論文集, pp. 270-271, (2008).

*) e-mail: ttsaito@ipc.shizuoka.ac.jp