

管内気液二相流の乱流微細構造

Turbulent Micro-Structure in a Bubbly Channel Flow

藤原暁子(慶大理工) 田中智彦(慶大理工) 菱田公一(慶大理工)

1. 結論

現在,気泡を用いた船舶推進時の抵抗を低減させる研究がなされている.気泡流微細構造の解明により,より効率的な抵抗低減システムが構築される.本研究では気泡流の微視的な乱流発生メカニズムについて,特に気泡径と気泡間距離の相違が流動場に及ぼす影響の解明を目的とする.

2. 計測方法

Fig.1に実験装置及び計測装置概略図を示す.周囲流体の流速計測には蛍光粒子をトレーサとしたDPIVを用い,気泡形状の認識にはLED群を光源とした投影法(IST)を用いた.

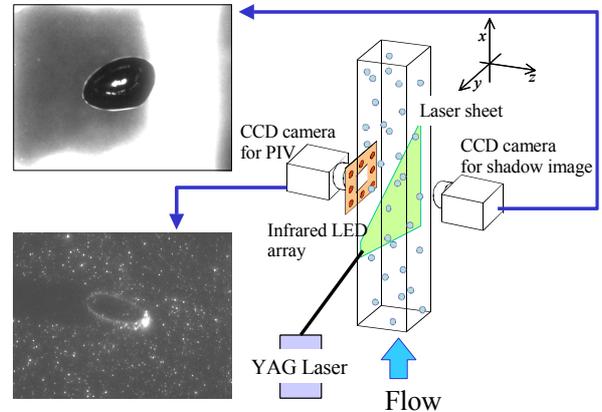


Fig.1 Schematic of experimental setup.

3. 実験方法

3.1 実験装置 実験流路は全長2000mmで50x50mmの正方形断面を持つアクリル製チャンネルであり,作動流体である脱気した水は流路内を上昇流として循環する.気相には空気を用い,内径0.07mmのパイプより注入させる.

3.2 実験条件 Table1に実験条件を示す.本実験では流路平均ボイド率を1.0%とした.気泡径の影響を調べるために界面活性剤として3-ペンタノールを60ppm添加した場合と,添加しない場合の二通りに対して実験を行った. Re_h は h とバルク速度 $U_{s,b}$ に基づく.

Table 1 Experimental Conditions.

Channel half width	[mm]	h	50
Bulk velocity	[mm/s]	$U_{s,b}$	188
Channel Reynolds number		Re_h	9400
Void fraction	[%]	α	1.0
Kolmogorov micro length	[μm]	η	170

4. 結果及び考察

Fig.2に局所ボイド率分布 α_l を示す.界面活性剤を添加しない場合,壁面近傍においてボイド率 α_l は4%と高い値を示したが,ごく微量の界面活性剤添加時には,流路全域でほぼ1%の一定値を示していた.

Fig.3に各 y/h における気泡径分布を示す.界面活性

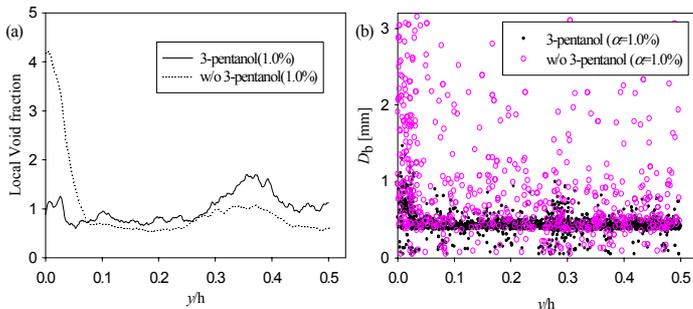


Fig.2 Local Void Fraction

Fig.3 Distribution of Local Bubble Diameter D_b

剤添加時では,壁面近傍で約1mmほどの気泡が存在するものの,気泡径は流路全域に渡り0.4mm程度であった.これに対し,界面活性剤を添加していない場合には気泡径の大きな気泡が壁面近傍に集まった.

Fig.4に液相の流れ方向平均速度 U_{mean} ,変動速度 u_{rms} を示す.界面活性剤の添加により気泡数密度が上昇し,気泡間距離が狭くなる.このため,気泡周囲流の相互干渉により,乱れが流路全域で増加した.一方,界面活性剤を添加しない場合,壁面近傍の気泡により平均流は平坦化され,また,乱れは流路中央で抑制された.このような乱流構造変化には壁面近傍の圧力変動に対する気泡の影響が大きいと考えられる.

5. 今後の予定

気泡と流体間の運動量交換について大径気泡,小径気泡でのそれぞれについて微視的に解析を行い,また,気泡間距離と乱流構造の変化についても調べる.

新たに,流路に圧力センサーを設置し,円柱パイプでの圧力を計測し,乱流エネルギー収支における圧力の影響を調べる.また,これまでに行ってきた角柱チャンネルとの比較を行う.

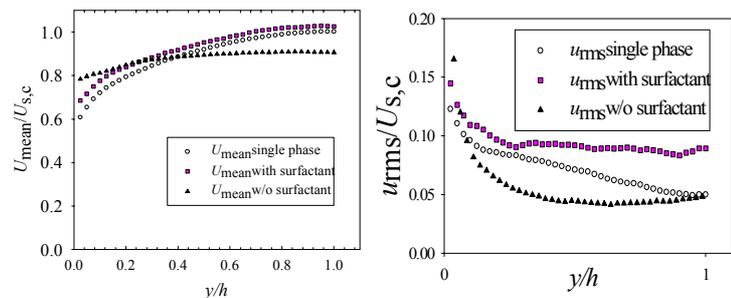


Fig.4 (a) Mean streamwise velocity profile. (b) Streamwise and transverse turbulence intensity profile.