

大阪大学工学部 井口 学, 住友金属工業(株) 谷 潤一,
大阪大学基礎工学部 植村 知正, 大阪大学工学部 川端 弘俊,
○竹内 博明(大学院)

1. 緒言

円筒形の水浴中に空気を底から吹き込んだ場合の気泡上昇特性(気泡形状, 気泡頻度, 気泡上昇速度)に及ぼすノズル径 d_n と空気流量 Q_a の影響を実験的に調べ, 気泡によって誘起される水の上昇速度と d_n , Q_a との関係を予測する. ついでLDVによる水の上昇速度の測定により, この予測の妥当性を実証するとともに, 拘束水噴流の速度測定も行った.

2. 実験方法

Fig.1の浴の内径は0.2m, 深さは0.4mであり, 使用液体は水道水である. 水噴流の場合のノズル径は $d_n=2, 5, 7\text{mm}$, 流量は $Q_w=(1.00\sim 7.86)\times 10^{-5}\text{m}^3/\text{s}$ であり, 空気噴流の場合は $d_n=1, 2, 5\text{mm}$, 流量は $Q_a=(1.04\sim 8.95)\times 10^{-5}\text{m}^3/\text{s}$ である. 流れ場の可視化はトレーサの動きを写真撮影することにより行った. 気泡形状は写真撮影, 気泡頻度 f_B , 気泡上昇速度 u_B は電気探針法により調べた. また, 気泡により誘起される水の上昇速度および乱れはLDVを用いて測定した.

3. まとめ

(1) 流れ場の可視化および乱れのスペクトル分析から水噴流, 気泡噴流とも完全な乱流になっていることを確かめた. 噴流を取りまく逆流循環部には非常にスケールの大きな渦が存在し, この領域の液体は噴流に激しく取り込まれている.

(2) 気泡が水に対してなす仕事率は $P \propto S_B f_B u_B m^{+1}$ で与えられる. ここで S_B は噴流の中心軸に直角な平面への気泡の投影面積である. $S_B f_B$ および u_B はノズル内径 d_n によらずほぼ一定になっているが, Q_a の増加に対しては両者とも増加する. これより気泡により誘起される水の上昇速度は d_n に依存しないが Q_a とともに大きくなると予測される. このことはLDVによる測定により実証された. 乱れもノズル内径に依存せず Q_a の単調増加関数となる. また, 気泡噴流における液体の管中心軸上の上昇速度 $\bar{u}_{cl}$ と乱れ $u'_{rms,cl}$ は本測定範囲の管中心軸方向にほとんど変化しない. $\bar{u}_{cl}$ と $u'_{rms,cl}$ を Q_a に対してプロットしたのが Fig.2である. 図中の実線は著者らの実験式である.

(3) 気泡噴流内の水の上昇速度の半径方向の分布は管中心側領域において自由噴流の正規分布によく一致する(Fig.3). 乱れの分布も正規分布に一致し(Fig.4), この点において水噴流とは異なる.

(4) 気泡噴流における上昇気泡の広がりやノズル径 d_n には依存しないが, Q_a の増加とともに大きくなる. 液体の上昇する領域の広がりや気泡の広がりよりも大きく, 例えば気泡頻度 f_B の半値半幅 b_f は液体速度の半値半幅 b の約0.6倍である.

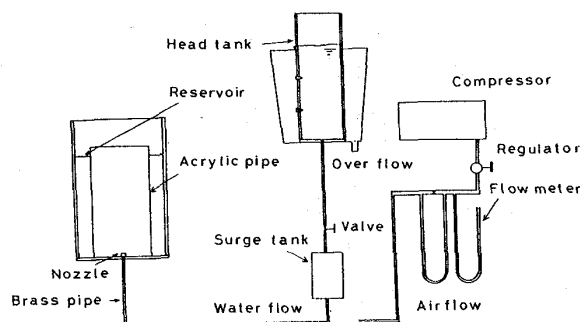


Fig.1 Experimental apparatus

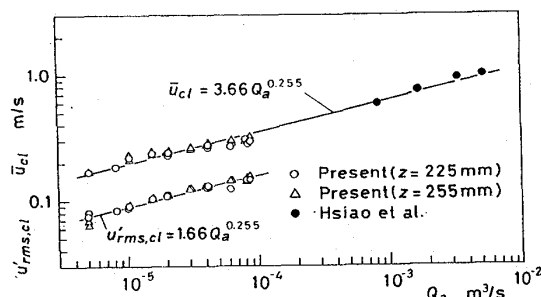


Fig.2 Velocity and turbulence intensity on the center-line in bubbling jet

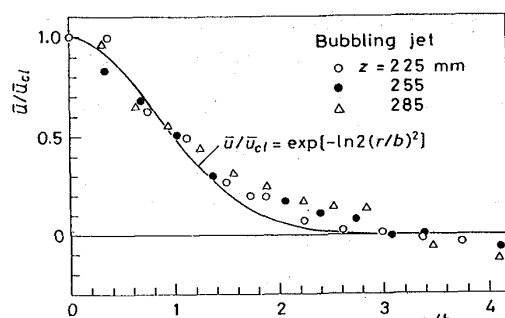


Fig.3 Velocity profiles in bubbling jet
(z is measured from the nozzle exit)

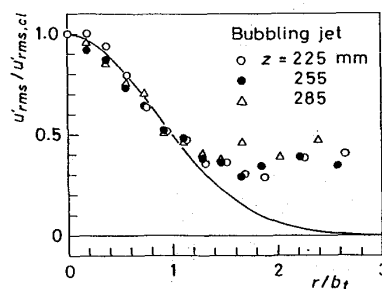


Fig.4 Turbulence intensity profiles in bubbling jet
(—: Free jet, $u'_rms/u'_rms,cl = \exp[-\ln2(r/b_t)^2]$)