

1017 マイクロバブル発生装置を転用した霧状液滴の発生に関する研究

Study of Liquid Mist Generation by the Application of a Micro-Bubble Generator

正 佐田富 道雄(熊本大) ○学 松山 史憲(熊本大院) 学 金澤 智史(熊本大院)
学 富永 慎世(熊本大) 正 川原 顕磨呂(熊本大) 正 加野 敬子(熊本大)

Michio SADATOMI, Dept. of Mechanical Engineering and Materials Science, Kumamoto University, Kurokami 2-39-1, Kumamoto
Fuminori MATSUYAMA, Graduate School of Science and Engineering, Kumamoto University
Satoshi KANAZAWA, Graduate School of Science and Engineering, Kumamoto University
Mayo TOMINAGA, Dept. of Mechanical Engineering and Materials Science, Kumamoto University
Akimaro KAWAHARA, Dept. of Mechanical Engineering and Materials Science, Kumamoto University
Keiko KANO, Dept. of Mechanical Engineering and Materials Science, Kumamoto University

1. 緒言

佐田富教授が発明された管内に球状物体を挿入したマイクロバブル発生装置⁽¹⁾は、マイクロバブルの発生だけでなく、流体の組み合わせを変えることにより、霧状の液滴(ミスト)の発生という観点から、殺虫剤・消毒剤・空気清浄剤・消臭剤の噴霧といった工場・病院あるいは農業など、他の用途への応用可能性を持つ。そこで、本研究では、その応用例として加圧空気流により水を吸引して液滴を噴霧する実験を行なった。円筒パイプ内径、球状物体に対する吸込み穴の管軸方向位置、穴の大きさを様々に変え、吸水流量、消費空気動力、噴霧発生効率などの性能を実験的に調べた。以下にその結果を報告する。

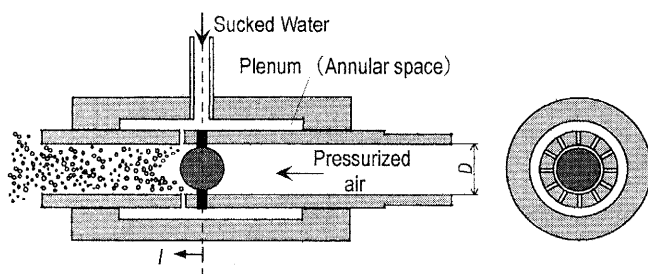


Fig.1 Detail of mist generator

2. 実験

2.1 実験装置 Fig.1 にミスト発生装置本体の概略を示す。装置は円筒パイプの中に球状物体を挿入したものである。パイプに高圧の空気を導くと、球状物体の周りでは流路が狭いため高速空気流となり、静圧はエネルギー保存式(ベルヌーイの式)を満たすように低くなる。そして、その圧力は空気の流量がある程度大きくなると大気圧以下(負圧)となり、液吸込み口から液体を自給することができる。吸込まれた液体は、空気流によりせん断され、噴霧となって空気と共に排出される。

Fig.2 に実験装置の概略を示す。作動流体には常温、大気圧の空気を使用した。水槽内に吸引される水をミスト発生装置と同じ高さの水位となるまで補給したのち、ミスト発生装置にコンプレッサーから圧縮空気を導いた。吸水流量 Q_L はタービン式流量計、空気流量 Q_G はマスフ

ローメーター、静圧 P_G は図に示す位置で圧力変換器によって測定された。

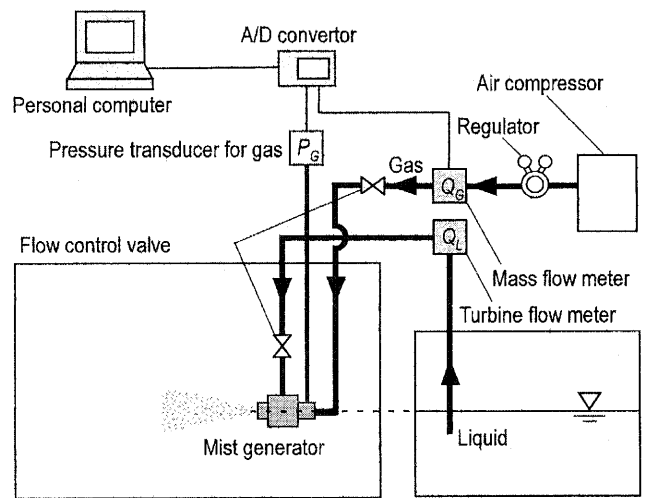


Fig.2 Test rig

2.2 供試ミスト発生装置 本実験でテストしたミスト発生装置の仕様を Table 1 に示す。穴径 d とは、環状室(Plenum)から水を空気流へ導くための吸込み穴の直径のことで、パイプの周方向に 12 個設けている。また、球状物体(直径 9.53 mm)は各装置共通である。

Table 1 Specification of mist generator

Bore diameter	Hole diameter	Hole position
D mm	d mm	l mm
11.5	0.5	2
11.0	0.5	2
10.5	0.5	2
10.5	0.5	1
10.5	0.5	4
10.5	1.0	2

2.3 実験方法 レギュレータの二次圧を 0.1 MPa で一定に保ち、空気流量調整バルブを調節して、空気流量 Q_G を変化させ、その都度、吸水流量 Q_L と静圧 P_G を測

定した。吸水流量 Q_L はバルブにより調整可能であるが、今回はそのバルブを全開にして実験を行った。さらにそれらの測定値を次式に代入して、空気動力 L_G とミスト発生効率 η_M を求めた。

$$\text{空気動力: } L_G = (P_G + \rho_G u_G^2 / 2) Q_G \quad (1)$$

$$\text{ミスト発生効率: } \eta_M = (\rho_L Q_L u_G^2 / 2) / L_G \quad (2)$$

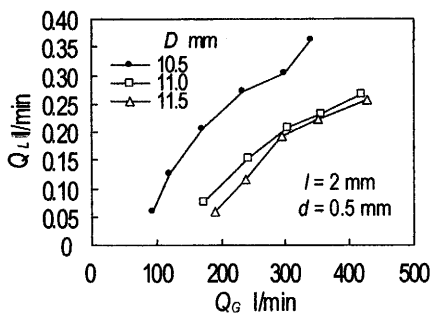
ここで、 u_G は球の上流の静圧測定断面での空気平均速度である。

3. 結果及び考察

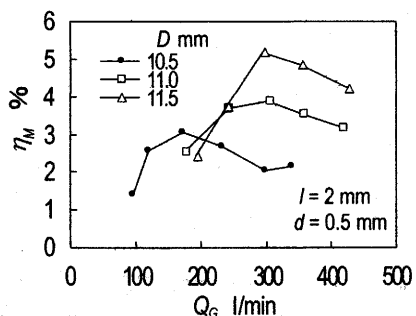
3.1 内径の影響 まず、吸水穴位置 l を 2.0 mm、空気穴径 d を 0.5 mm に固定して、パイプ内径 D を 10.5, 11.0, 11.5 mm と変化させ、性能へ及ぼす影響を調べた。その結果として、空気流量 Q_G に対する吸水流量 Q_L とミスト発生効率 η_M の変化を Fig.3 に示す。 Q_L は $D = 10.5$ mm の装置が最も多かった。これより、本検討範囲では、パイプ内径 D は 10.5 mm が最適であると考えられる。

3.2 穴位置の影響 前節の結果を基にパイプ内径 D を 10.5 mm に固定して、穴位置 l を 1.0, 2.0, 4.0 mm と変化させ、性能へ及ぼす影響を調べた。吸水流量 Q_L とミスト発生効率 η_M の結果を Fig.4 に示す。吸水流量 Q_L は穴位置 $l = 2.0$ mm の装置が最も多かった。

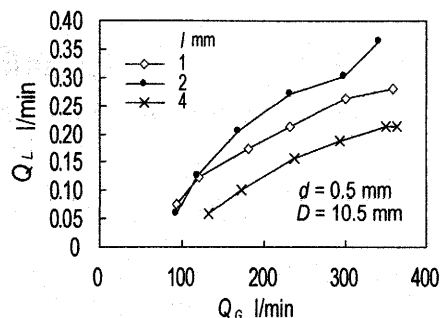
3.3 穴径の影響 最後に、パイプ内径 $D = 10.5$ mm と $l = 2.0$ mm を固定して、穴径 d を 0.5, 1.0 mm と変化させ、性能へ及ぼす影響を調べた。吸水流量 Q_L とミスト発生効率 η_M の結果を Fig.5 に示す。吸水流量 Q_L は穴径 $d = 1.0$ mm の装置の方が二倍程多かった。しかし、吸い込み穴の総断面積は四倍であることを考慮すると、穴径を大きくすることによる効果は大きくない。また穴径の拡大によりミスト径が大きくなる可能性もある。したがって、穴径のさらなる拡大には疑問がある。



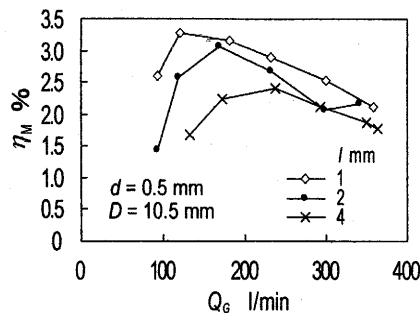
(a) Liquid suction rate against air supply rate



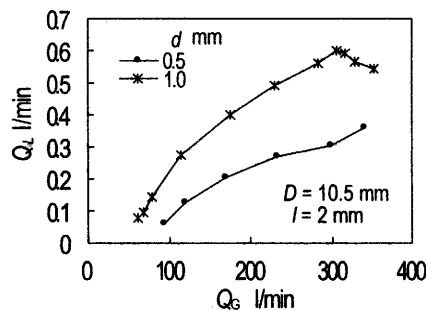
(b) Mist generation efficiency against air supply rate
Fig.3 Performance of mist generator (Effect of bore diameter)



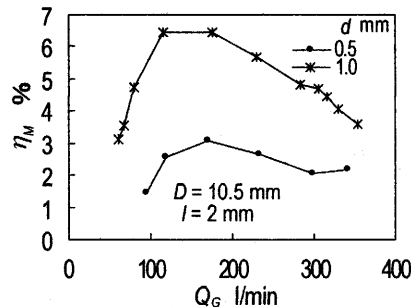
(a) Liquid suction rate against air supply rate



(b) Mist generation efficiency against air supply rate
Fig.4 Performance of mist generator (Effect of hole position)



(a) Liquid suction rate against air supply rate



(b) Mist generation efficiency against air supply rate
Fig.5 Performance of mist generator (Effect of hole diameter)

4. 結言 本研究ではマイクロバブル発生装置の転用を目的として、高速気流によりミストを発生する実験を行い、吸水流量、空気動力、ミスト発生効率を測定した。その結果、内径 $D = 10.5$ mm、穴位置 $l = 2.0$ mm、穴径 $d = 1.0$ mm の装置の吸水流量 Q_L が最も多いことがわかった。しかし、穴径の拡大によりミスト径が拡大する可能性があるため、高性能化を考える上では穴径を考えずに吸い込み穴を二倍にするほうが効果的と思われる。したがって、今後は、ミスト径の測定を行い、高性能化へ向けた性能試験を行う予定である。

[参考文献] (1) 佐田富道雄, 特開 2003-305494.