

# 剪断式マイクロバブル発生装置より供給した曝気槽内での気泡特性

(千葉工大工) (学) 戸田真敏・相澤由花・(正) 矢沢勇樹・(株オーラテック) 江口俊彦

マイクロバブルは、その気液界面面積の増大と浮上速度の低減作用を有し、環境や水産業など様々な分野において利用されている。しかし、マイクロバブルの発生様式や曝気槽の形状により気泡特性は大きく異なるため、活用法に応じて気泡の詳細な検討が要求される。

本研究では、低圧操作で吐出循環流を付与することが可能な剪断式マイクロバブル発生ノズルを用い、20L容の円筒型曝気水槽内の気泡密度、気泡径分布、溶存酸素濃度を計測し、その気泡特性からガス溶解効率との関係を明らかにすることを目的とする。

## 1. 実験方法

**1.1 剪断式マイクロバブル発生装置** 実験装置の概略図を表1に示す。本研究では(株)オーラテック社製エジェクター型ノズルを用いて、乱流効果による剪断方式により微細気泡を発生させ、20L容曝気槽下部から供給した。

**1.2 気泡特性の評価** 液相は純水(25℃)を用い、その $f_{liquid}$ を2.62, 4.49, 6.06 dm<sup>3</sup>/minに設定した(表1)。それぞれの $f_{liquid}$ に対し、気相として酸素を用いて供給 $V_{O_2}$ を0.1, 0.5%となるように $f_{O_2}$ を調整した。曝気槽中に発生した気泡特性の評価位置は表1の通り、気泡発生部から水平断面1~9の計9点で行った。気泡発生直後から所定時間毎に、レーザー光散乱粒度分布計による気泡径の測定、比重瓶による気液比の算出、さらに溶存酸素計によるDO濃度の測定を同時に行った。DO濃度の経時変化から曝気槽内のガス溶解効率( $D_{O_2}$ ,  $E_{O_2}$ )を評価した。

## 2. 結果および考察

表1より、発生した気泡径( $d_v$ )は $f_{liquid}$ より供給 $V_{O_2}$ に依存し、 $V_{O_2}$ が低いほうが小さくなった。しかし、実際

には $f_{liquid}$ との依存性が高く、高 $f_{liquid}$ ほど槽内に均一かつ微細な気泡が確認され、一方、低 $f_{liquid}$ では大部分の気体が十分に剪断されずに測定不能な大きい気泡として発生していた。この微細気泡の均一化が曝気槽内のガス溶解効率に明瞭に影響し、表1に示す槽内の $D_{O_2}$ 分布図から理解されるように、同一 $V_{O_2}$ において $f_{liquid}$ 増加にともない高 $D_{O_2}$ かつ分布は均一であった。さらに槽内の平均 $D_{O_2}$ と $f_{liquid}$ から $E_{O_2}$ を求め比較すると、高 $f_{liquid}$ かつ低 $V_{O_2}$ 条件のほうが $E_{O_2}$ は向上した。

以上の結果から、エジェクター型剪断式ノズルは $f_{liquid}$ と供給 $V_{O_2}$ により発生気泡径に強く影響することが再確認された。この理由として、ノズル吐出部における乱流効果が促進されたためと考察される。一般的に、気泡の微細化は気液界面面積の増加と自己加圧効果を促進させ、さらに液槽内の気泡の浮上速度が遅延すると定義されている。特に、本研究で用いた円筒型曝気槽に対し、下部壁面より遠心状に吐出循環流で発生気泡を供給する場合、気泡の微細化が槽内のガス溶解効率に重要因子として働くことが明確となった。

### Nomenclature

$f_{liquid}$ : liquid flow rate  
 $V_{O_2}$ : void fraction  
 $D_{O_2}$ : mass-transfer coefficient of DO  
 $E_{O_2}$ : dissolution efficiency  
 $d_v$ : volumetric average of bubble  
 $d_n$ : number's average of bubble  
 $f_{O_2}$ : O<sub>2</sub> gas flow rate  
 DO: dissolved oxygen  
 $\rho_{bb}$ : bubble density

Masatoshi TODA, Yuka AIZAWA, Yuuki YAZAWA\*, Toshihiko EGUCHI  
 \*TEL: 047-478-0409, FAX: 047-478-0439  
 e-mail: yuuki.yazawa@it-chiba.ac.jp

Table 1 Experimental apparatus and conditions of micro-bubble, and its main characteristic in aeration tank.

$f_{liquid}$ (dm <sup>3</sup> /min)	2.62	2.62	4.49	4.49	6.06	6.06
$f_{O_2}$ (cm <sup>3</sup> /min)	2.62	13.2	4.49	22.6	6.06	30.4
Void fraction (%)	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5
$D_{O_2} \times 10^6$ (1/s)	60 ± 14	164 ± 15	113 ± 16	366 ± 87	172 ± 27	509 ± 55
$E_{O_2}$ (%)	85 ± 19	46 ± 4	93 ± 13	60 ± 14	106 ± 17	62 ± 7
$d_n$ (μm)	6.1 ± 6.5	8.8 ± 2.0	2.9 ± 5.7	2.3 ± 4.5	7.0 ± 4.2	9.8 ± 4.4
$d_v$ (μm)	18.8 ± 11.4	27.0 ± 4.0	9.3 ± 12.0	17.9 ± 12.1	17.7 ± 7.3	27.0 ± 9.6
$\rho_{bb}$ (1/cm <sup>3</sup> )	$3.64 \times 10^{12}$	$1.26 \times 10^{10}$	$9.64 \times 10^{14}$	$1.61 \times 10^{12}$	$1.56 \times 10^{10}$	$6.40 \times 10^{12}$

