L-46

圧電アクチュエータによる均一なファインバブル発生と応用

Generation and application of fine bubbles with uniform particle size by the piezoelectric actuator

○遠山 太陽[1], 青柳 佳希[2], 胡桃 聡[3], 皆藤 孝[3], 松田 健一[3], 鈴木 薫[3,4]
Taiyo Toyama[1], Yoshiki Aoyagi[2], Satoshi Kurumi[3], Takashi Kaito[3], Ken-ichi Matsuda[3], Kaoru Suzuki[3,4]

Abstract: We introduced the growth technique of fine bubbles by piezo nozzles vibration which had a micro size hole. Piezo nozzles were fabricated by lithography technique and adjusted the holes diameter and shape by focused ion beam (FIB). This nozzle dipped in the water added the surfactant. In this study, we observed the bubble growth status from piezo nozzle when this nozzle was applied voltage for the ultrasonic vibration.

１．はじめに

ファインバブルは直径数十マイクロメートル以下の微小気泡である．通常水中で発生する気泡は水面まで上昇し破裂するが，ファインバブルは電荷を帯びながらかつ水中で滞在し，自己消滅するなどの奇抜な能力を有する．またファインバブルの応用例としては水質改善や毛細血管の造影剤，細胞活性化などがあげられる．ファインバブルを作る技術については，様々な方法が開発されており，微細な穴から出す方法（微細管，多孔質版，散気膜），せん断流を利用したノズルから出す方法（二重円管ノズル，高速旋回ノズル），圧力変動による気泡の崩壊や析出を利用する方法（キャピテーション，加圧溶解）などがある．本研究では微細なノズルに加圧されたガスを送り込み，ノズル自体を超音波振動させることで直接気泡を発生させる方式を採用した．過去の研究では先端に一つの穴の開いた微細ノズルから泡径が均一なバブルの発生に成功したが，この手法では大量のバブルの発生に適していない．そこで我々は複数の穴から同時にバブルを発生させる手法について検討した．

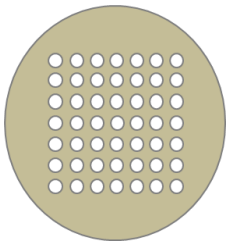


Fig.1 Ni filter

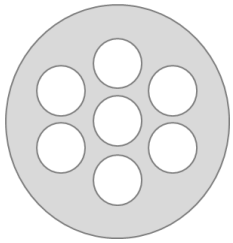


Fig.2 Al filter

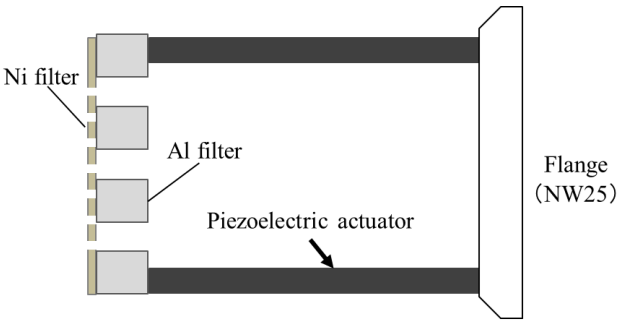


Fig.3 Cross section of the nozzle

２．実験方法

Fig. 1 に示されるニッケルフィルタ（内径: 0.01±0.001 mm，ピッチ: 0.020 mm，厚さ: 0.010 mm）を，圧電アクチュエータに接着した．ニッケルフィルタと圧電アクチュエータ（外径: 13.6 mm，内径: 10.0 mm，長さ: 10.0 mm）の間に Fig. 2 のアルミ板（厚さ: 1 mm）を Fig. 3 のように取り付けた．このノズルを 3 L ビーカーに入れて O_2 ガスを導入した．ファインバブル発生装置の概略を Fig. 4 に示す．溶存酸素計（堀場製作所製，LAQUAcat OM-71）を使用し，溶存酸素(Dissolved Oxygen: DO)の測定を行った．

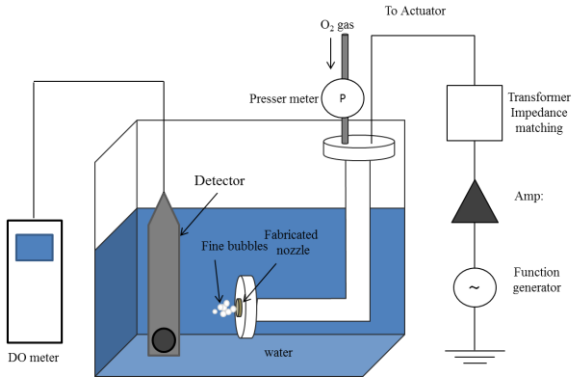


Fig.4 System to generate fine bubbles

1: 日大理工・学部・電気 2: 日大理工・院（前）・電気 3: 日大理工・教員・電気 4: 日大・材料創造・先端材料センター

３．実験結果

(a) Voltage applied before　　(b) Voltage applied

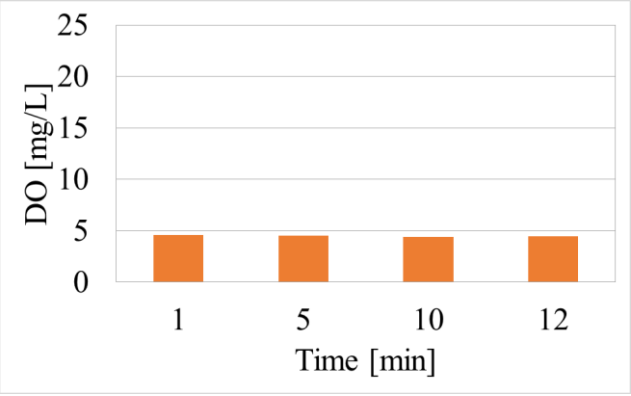
Fig.5 Photograph of the experiment

Fig. 5 は圧電アクチュエータに電圧を印加する前と印加した後の写真である．この写真より超音波振動によってバブルが微細化されて噴出していることが観測された．

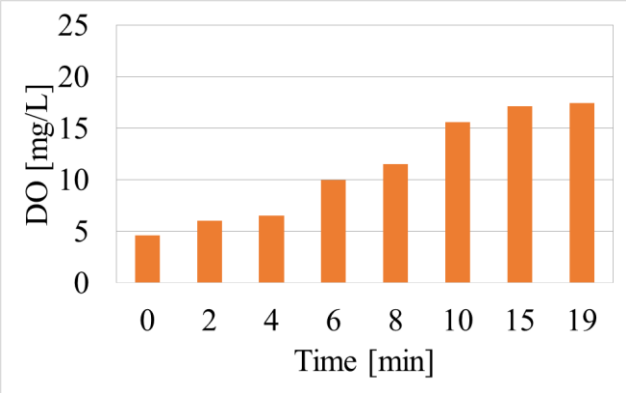
Fig. 6(a)は圧電アクチュエータに電圧を印加しなかった場合の DO 値を示す．DO 値は変化せず，バブルが発生していないため，O2 ガスが水中に溶解していないことがわかる．

Fig. 6(b)は，圧電アクチュエータに電圧を印加し，ノズルを超音波振動させて測定した結果を表す．時間の経過とともに DO 値が増加し，ファインバブルが発生したために，酸素の溶存効率が上昇したものと考えられる．

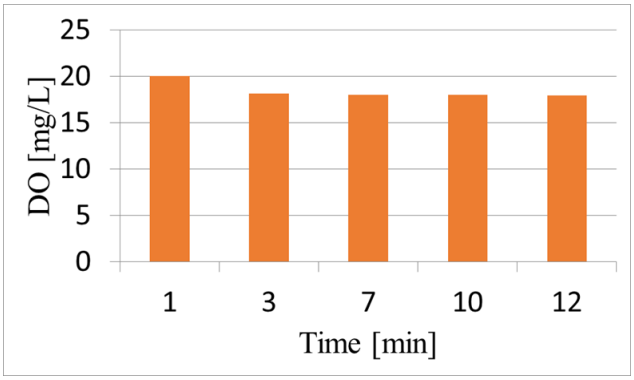
Fig. 6(c)は Fig. 6(b)の測定後 O_2 ガスの吹き出しを停止させ，ポリ袋を外した状態で測定を行った．すると DO 値が緩やかに低下していることが分かる．これは O_2 ガス停止後もファインバブルが，水中に滞在しているからだと考えられる．



(a) Gas pressure 20 kPa, Power 0 W



(b) Gas pressure 20 kPa, Frequency 76.6 kHz, Power 6.7 W



(c) After stopping O_2 gas

Fig.6 Graph of dissolved efficiency

４．まとめ

実験結果より十数 mg/L の酸素の溶存を確認できることから超音波により，気体を水に溶解させられることが判明した.これにより水質改善などへの応用が期待できる．

謝辞

本研究を委託して頂いた（株）明電舎 水・環境システム事業部の川内氏，新井氏，中田氏，豊岡氏に感謝致します．

参考文献

[1] 日本機械学会：「マイクロバブル最前線」，pp.3-4，(2009)

[2] 胡桃　聡：「FIB マイクロ加工した圧電振動子ノズルによるマイクロバブル発生」，平成 24 年基礎・材料・共通部門大会予稿集，pp157-162，(2012).