

L-70

超音波による空気の水中溶存化 -超音波振動源先端形状の違いによる影響-

Air dissolved into water by ultrasonic wave.

-Influence by difference in shape of the tip of ultrasonic vibration generator-

○中田雅之¹, 諏訪和真², 安齋博司², 三浦光³

*Masayuki Nakada¹, Kazuma Suwa², Hiroshi Anzai², Hikaru Miura³

Abstract: A method that increase dissolved oxygen is thought now. For example, this is used to accelerate cultivated seafood. Dissolved oxygen can increase using ultrasonic. But, this method can't dissolve much air into water. Therefore, we studied Influence by difference in shape of the tip of ultrasonic vibration generator. Uniform rods were processed. It was made a hole. Processing is diameter and depth in the tip of Horn of the ultrasonic vibration generator. Uniform rods were changed these value. And, when air was dissolved into water, difference of the ultrasonic electric power was studied. As a result, it is found that no other processed uniform rod is easier to dissolve than without processed uniform rod in all uniform rods.

1. はじめに

近年, 気泡径が数十 μm の微細気泡であるマイクロバブルへの期待が高まっている. マイクロバブルの特性は, ミリオーダー以上の気泡に比べて浮上速度が遅い, 溶存特性が良いといった点が挙げられる^[1]. これらの特性を生かして現在, マイクロバブルは貧酸素状態の水への酸素供給, 魚介類の養殖への応用^[2]など様々な用途に利用されている. マイクロバブルの生成方法には加圧溶解式, 気液せん断方式, 超音波式などがある. しかし, 加圧溶解式や気液せん断方式の方法ではマイクロバブルの径を一定に保つ事が難しく, 比較的大きな気泡も生成されてしまう. 一方, 超音波式は発生したマイクロバブルの気泡径が均一である事から微細な気泡のみを生成できる利点がある. 気体は圧力に比例して水中に溶解するという特性を持っているため, 超音波式は他の方式に比べて効率的に水中の酸素濃度を増加させることができる. しかし, 超音波式は大量のマイクロバブルを生成することが難しいという欠点を持つ. 本稿では超音波によって微細な気泡を容易に生成する方法の一検討として, 超音波振動源の先端形状を変えることによる空気の水中溶存化に対する影響について検討を行った.

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置

Fig. 1 に空気の水中溶存化装置の概略を示す. 実験装置は水槽, 超音波振動源, ガス導入部から成る. 図に示すように水槽上部から超音波振動源の先端を

入れ, 側面に穴を開けガス導入のための注射針を設置した. 水槽はアクリル製の容器(寸法: 60mm×60mm×85mm, 水 200ml)を使用した. 使用する針は先端を 90° にカットした採血用針で内径が 0.48mm, 外径が 0.7mm のものである. 超音波振動源は 20 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子に, エキスポネンシャルホーン(振幅拡大比 4.6, ジュラルミン製),

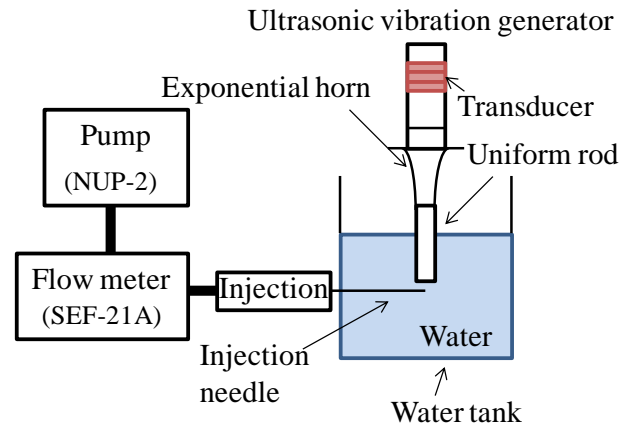


Fig.1 Schematic diagram of dissolved air into water

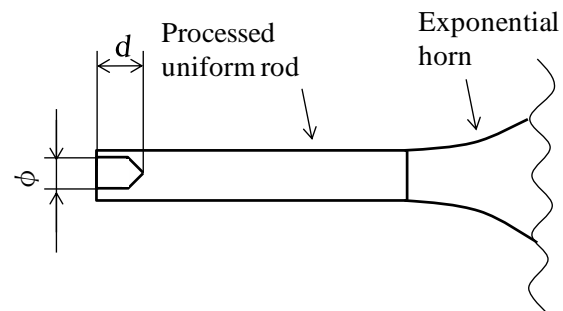


Fig.2 Schematic diagram of tip of uniform rod

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・学部・電気 3 : 日大理工・教員・電気

先端に一様棒(直径 12 mm, 長さ 120 mm, ジュラルミン製)を取り付けたものである. 超音波振動源の先端形状の違いによる空気の水中溶存化現象の影響を検討するため, 一様棒の先端に Fig. 2 のように直径 ϕ [mm], 深さ d [mm] の穴あけ加工を行った.

2. 2 測定方法及び測定範囲

実験は常温常圧下で, 以下のようにして行った. 注射針から水槽に空気を導入する. 超音波振動源の駆動周波数は水中での縦振動共振周波数 19.4kHz 一定, 一様棒と注射針の高さ方向の距離 1mm, 水平方向は導入した空気の気泡がホーンを中心するように固定し, 水槽の水底から注射針までの距離は 40mm とした.

3. 水中溶存化に必要な電力の検討

3. 1 一様棒の加工径の違いによる影響の検討

水中に導入した空気の流量と空気の水中溶存化に必要な最小電力の関係について検討した. 一様棒の加工深さを $d=6\text{mm}$ 一定とし, 穴の径 $\phi=4, 6, 8, 10\text{mm}$ の場合について, ポンプから水中に導入する空気の流量を 2.6L/min から 4.8L/min まで変化させた時の空気の水中溶存化に必要な最小電力を測定し, 何も加工を行わない時と比較した. この結果を Fig. 3 に示す. 図は横軸が導入した空気の流量, 縦軸が空気の水中溶存化に必要な最小電力である. なお, $d=6, \phi=10\text{mm}$ の加工を施した一様棒は供給した空気が水中溶存化しなかった. 同図より空気の水中溶存化は加工径が大きくなるほど大きな電力が必要であることがわかった. また, 加工をしない状態が最も水中溶存化しやすい状態であることがわかった.

3. 2 一様棒の加工深さの違いによる影響の検討

次に, 一様棒の加工径を $\phi=8\text{mm}$ 一定として, 加工深さ $d=2, 4, 6\text{mm}$ の場合について, 3.1 と同様の空気の流量を導入して空気の水中溶存化に必要な最小電力を測定し, 何も加工を行わない時と比較した. この結果を Fig. 4 に示す. この図は横軸が導入した空気の流量, 縦軸が空気の水中溶存化に必要な最小電力である. 同図より, 加工深さが深くなる場合においても加工深さが大きくなるほど空気の水中溶存化がしにくくなっていることがわかった. また, 加工をしない状態が最も水中溶存化しやすい状態であることがわかった.

4. おわりに

本実験で超音波振動源の先端の一様棒に穴あけ加工を行い, 穴の形状によって空気の水中溶存化のしやすさについて検討を行った. その結果, 加工を行

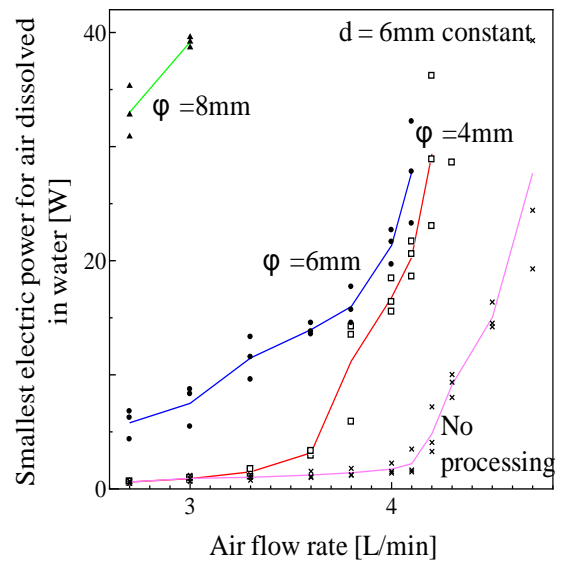


Fig.3 Smallest electric power for air dissolved into water varying diameter processed uniform rod.

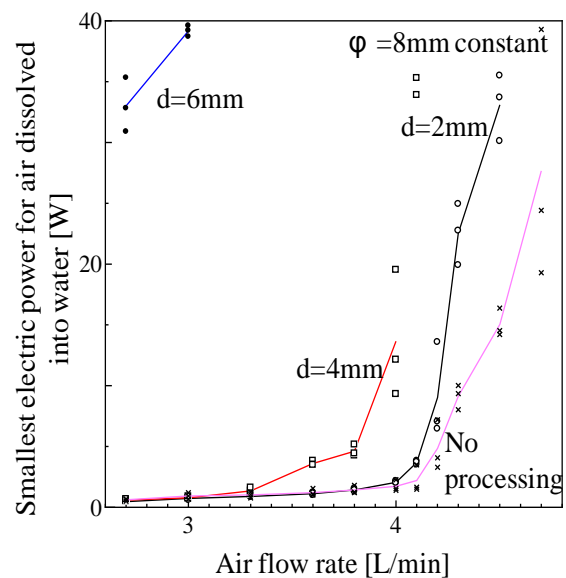


Fig.4 Smallest electric power for air dissolved into water varying depth processed uniform rod.

わなかった時が最も大量の空気を水中に溶け込ませる事が出来ることがわかった. この理由として, 一様棒先端を加工したことによって照射した超音波の気泡への当たり方が変わり, 振動が伝わりにくくなったためと考えられる.

5. 参考文献

- [1] 高橋正好「マイクロバブルおよびナノバブルに関する研究」資源・素材学会誌 vol. 123, pp. 8-15, (2010)
- [2] 大成博文「マイクロバブル技術の特徴と可能性」資源・素材学会誌 vol. 123, pp. 89, (2010)