

L-1

くぼみのある円形たわみ振動板を用いた超音波霧化法の基礎検討

Basic study of ultrasonic atomization using circular vibrating plate with hollow

○矢古宇諒¹, 鈴木久登², 浅見拓哉³, 三浦 光³*Ryo Yakou¹, Hisato Suzuki², Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: We develop a device to improve atomization efficiency, and investigate a new ultrasonic atomization method. In this method, water is atomized through a small gap created by the difference in the vibration of a circular vibrating plate with a hole and a vibrating uniform rod. In this work, we observe the atomization and the size of atomized particles.

1. はじめに

液体の霧化は、加湿、殺虫スプレーや石油ファンヒータなどの身近なものから、食品、肥料、塗料などの噴霧乾燥など幅広い分野に利用されている^[1]。超音波を用いた霧化は、液滴の分離や濃縮など工業的にも用いられており、加熱して分離・濃縮する蒸留法と比べて、大幅にエネルギー消費量を削減できるなどの利点がある。

本研究では、霧化効率の良い装置を得ることを目的とし、新しい形の超音波霧化方法を考えた。本方式は、くぼみのある円形たわみ振動板と、一様棒の振動の違いによって得られる微小間隙^[2]を利用して水を霧化させるものである。本稿では、基礎的な検討として、霧化の様子を観察と、その時の霧化粒子の大きさの検

討を行った。

2. 超音波振動源

図1は霧化に用いた超音波振動源を示す。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一様棒(長さ155 mm, 直径55 mm, ジュラルミン製)を取り付け、その先端に円形たわみ振動板(直径55 mm, ジュラルミン製)をネジで取り付けたものである。図2は、振動板と一様棒の断面図を示す。振動板の形状は、振動を伝えるための部分(厚さ5 mm, 直径10 mm)と、間隙から水を出し霧化させる際に必要な外周円環部分(厚さ4.95 mm, 幅3 mm)だけを残し、それ以外の部分は貯水部分(厚さ1.95 mm)とした。

また、水を供給するための穴(直径1.2 mm)は中心から13.8 mmの位置に開けた。水はその穴から細管(外径が1.2 mm, 内径が0.94 mm)を用いて供給した。

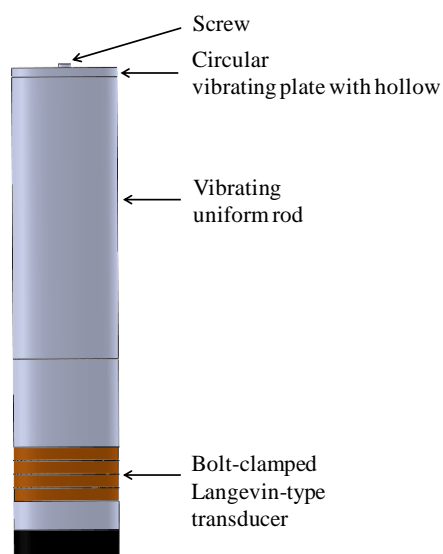


Figure 1. Schematic drawing of ultrasonic sound source.

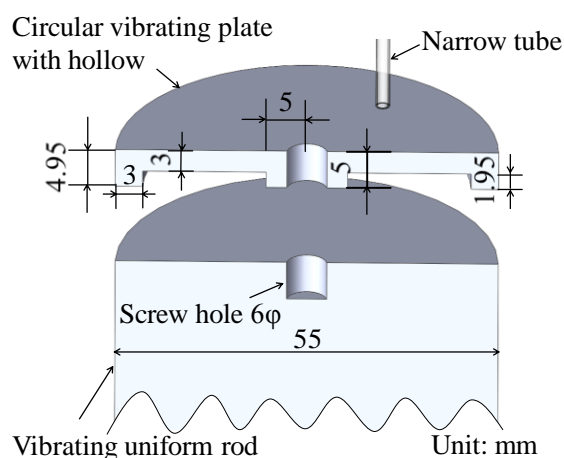


Figure 2. Sectional view around the vibrating plate.

3. 振動変位の測定

円形振動板を取り付けた状態と、取り付けていない状態で振動変位の分布を検討するため、一様棒と円形振動板の半径部分の振動変位を測定した。入力電力は 3W である。図 3 は結果を示す。図は横軸に中心からの距離を、縦軸に振動変位をとっている。図から、振動板を取り付けていない状態では、振動変位は一定となっていることがわかる。また、振動板を取り付けた状態（水を細管を通して貯水タンクから供給）では、節が 1 つの振動変位となった。

4. 霧化の様子

霧化した水が出てくる様子を検討するために、霧化の様子を観察した。水は細管を通して貯水タンクから供給した。可視化しやすくするために、入力電力は 5 W とした。図 4 は霧化の様子を示す。円形振動板の横側に白く広がっている部分が霧化された水である。間隙全体からは観察されなかったが、多くの場所で霧化されていた。

5. 霧化粒子の大きさの測定

水を霧化した際の粒径分布を検討するため、霧化粒子の大きさを求めた。入力電力は 3W とした。水は 30ml/h 供給した。霧化した粒子群を採取するために、シャーレ上にシリコンオイル（動粘度：1000 cSt、製品名：信越シリコーン KF96-1000cs）を塗ったものを用意した。実験は、霧化して飛散した粒子群をシャーレ上に採取し、採取した霧化粒子を光学顕微鏡により観察し、飛散した内の $2.1 \times 7.8 \text{ mm}$ の範囲について複数枚に分けて撮影した。撮影した霧化粒子群を画像解析ソフトで二値化して抽出し、粒径を算出した。測定は、信頼性を高いものにするため同一の条件で 10 回行い、平均を求めた。図 5 はその結果を示す。図の縦軸は平均粒数、横軸は粒径を示している。図から、中央値は粒径 $49 \mu\text{m}$ となる粒径分布になっていることがわかる。平均粒数は 4254 個であった。

6. おわりに

本検討では、霧化の様子の観察と、霧化粒子の大きさの測定を行った。霧化の様子の観察では、間隙全体からは観察されなかったが、多くの場所で霧化されていた。霧化粒子の大きさの測定では、入力電力が 3W

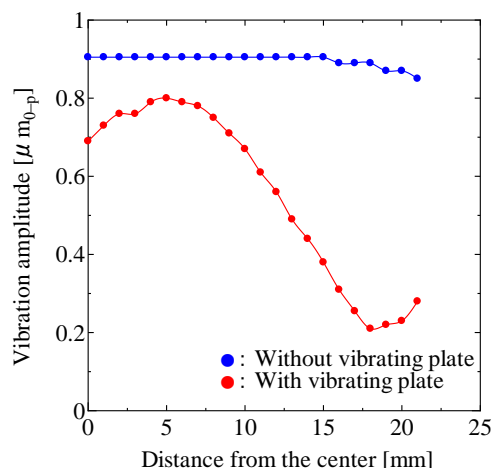


Figure 3. Relationship between the vibration amplitude and distance from center.

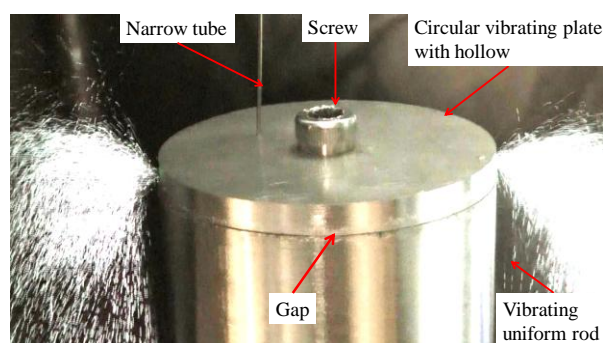


Figure 4. State of atomization of water.

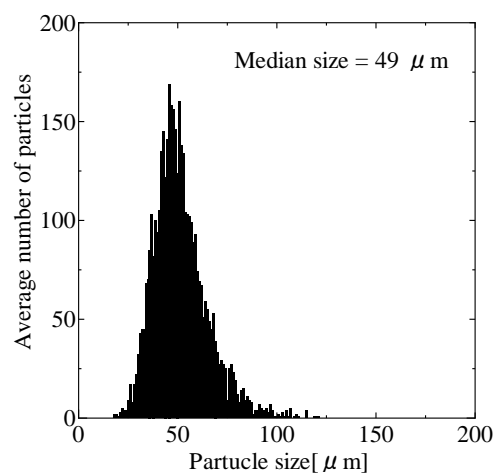


Figure 5. Relationship between average number of particles and particle size.

では、粒径の中央値が $49 \mu\text{m}$ となる分布になった。

参考文献

- [1] 千葉近：超音波噴霧，山海堂，pp. 155-189, 1990.
- [2] 矢古宇諒，浅見拓哉，三浦 光，音講論集，pp.1139-1140, 2015.3.