

1P076

水の霧化における超音波振動子の電圧効果

(日大院・総合基¹, 日大・文理², 大阪大院・理³, (株)シンクロン⁴)
○原由峰¹, 高安光祐¹, 藤森裕基², 名越篤史³, 山田大介⁴, 税所慎一郎⁴

Voltage effects of ultrasonic atomizer for water atomization

(Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University¹, College of Humanities and Sciences, Nihon University², Graduate School of Sciences, Osaka University³, SHINCRON CO., LTD⁴)

○Yutaka Hara¹, Kosuke Takayasu¹, Hiroki Fujimori², Atushi Nagoe³,
Daisuke Yamada⁴, Shinichirou Saisyo⁴

【緒言】

超音波振動子(以下、「振動子」とする)による水の霧化現象は加湿器などに利用されている。振動子は、圧電素子と高周波電源から構成され、圧電素子に高周波電界を印加することにより超音波振動する。水は、この振動子の振動エネルギーを受け水面の隆起とともに水柱が発生する。水柱の表面にキャピラリー波と呼ばれる微小な波が起き、その先端部で霧化現象が観測される。この時の振動エネルギーの音圧(P)は振動子から水面までの距離(l)の関数として、(1)および(2)式で表される[1]。

(1)式は近距離的性質、(2)式は遠距離的性質の音圧を示す。ここで、 ρc は固有音響インピーダンス、 πa^2 は振動子の面積、 V_1 は振動速度、 λ は波長である。しかし、 P のみでは霧化の詳細な機構を解明することはできない。また、霧化した水滴の平均粒径(\bar{d})は振動子の共振周波数(f)に依存しており、(3)式で表される[2]。

$$|P| = \rho c |V_1| \left| 2 \sin \frac{\pi}{\lambda} (\sqrt{l^2 + a^2} - l) \right| \quad (1) \quad |P| = \frac{\rho c \cdot \pi a^2 \cdot |V_1|}{\lambda \cdot l} \quad (2) \quad \bar{d} = k \left(\frac{8\pi\gamma}{\rho f^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

k は比例定数、 γ は液体の表面張力、 ρ は密度である。 k の値は研究者により異なり、0.34~1.0の値をとる[2]。本研究では振動子を作動させる際の電圧を変化させた時の霧化現象を観察し、その時発生する霧の量や水柱の高さにどのように影響するかを調べた。

【実験】

振動子として、TDK株式会社製の超音波霧化ユニットNB-80E-01-Hを用いた。測定は、ポリエチレン容器の底に振動子を設置し、そこに水を注水し、振動子へ印加する電圧を変化させた時の霧化量と水柱の高さ(h)を測定した。本実験での霧化の様子はカシオ計算機株式会社製のデジタルカメラ(ハイスピードエクシリムEX-F1)を使用し撮影した。また、霧化現象により発生した水滴の大きさ(\bar{d})を、レーザー回折式粒度分布測定装置(Spraytec)を用いて測定した。なお本研究では水として東京都の水道水を用いた。

【結果・考察】

Fig. 1 印加電圧24V、30Vの際の水柱の高さ(h)の振動子から水面までの距離(l)依存性を示す。両電圧とも水柱の高さは振動子から水面までの距離の増加に伴い、い

ったん増加した後、単調減少している。このことは、振動子から水面までの距離に伴う P の増減と同様の現象である為、超音波振動により発生する水柱は超音波の音圧によるものであると考えられる。その高さは水面から飛び出す速度に比例し、超音波の音圧の二乗に比例する [3]。したがって、水柱の高さは以下の式で表されると仮定した。

$$h = b_1 |P|^2 \quad (4)$$

ここで、 b_1 は比例定数である。

(1)、(2)、(3)式により、Fig. 1 の結果を説明することが出来た。また、発生した水滴の大きさ(\bar{d})を、レーザー回折式粒度分布測定装置を用いて測定した結果、24V、30V 共に 3-4 μm であり、電圧変化によって水滴の大きさに顕著な違いは見出されなかった。

Fig. 2 は電圧と霧化量の関係を示す。電圧を上昇させると霧化量も増加することが明らかになった。また減圧下での実験は、常圧下よりも霧化量は増加することが見出された。これは、減圧による水の沸騰が霧化量に影響を及ぼしたと考えられる。

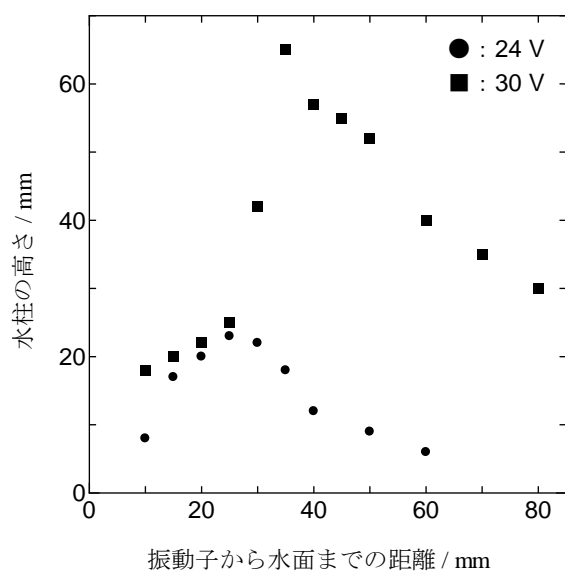


Fig. 1. 水柱の電圧依存性.

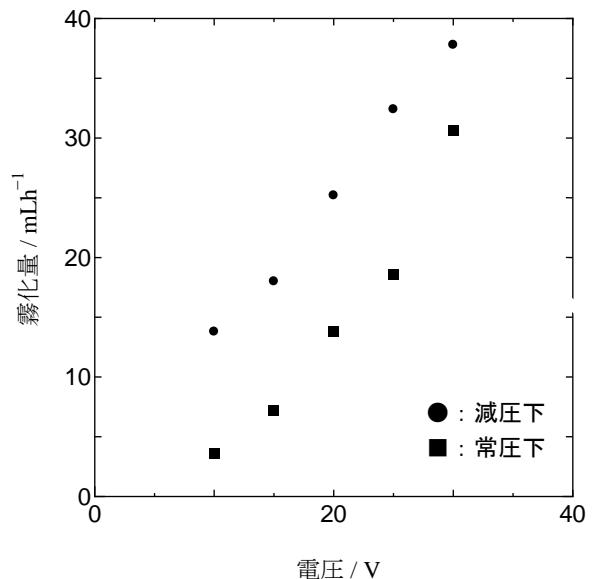


Fig. 2. 電圧と霧化量の関係.

- [1] 実吉純一, 菊池喜充, 熊本乙彦, 超音波技術便覧, 日刊工業新聞社, 24, (1966).
- [2] 千葉近, 超音波噴霧, 171, (1990).
- [3] 金森勇雄, 井戸靖司, 最新・腹部超音波検査の実践: 基礎から造影検査まで, 医療科学社 (2008).