

集束空中超音波による砥粒を混ぜた液滴の含浸

Impregnation of a Liquid Droplet in non-contact by Focused Aerial Ultrasonic Wave

○中山 怜¹, 浅見拓哉², 三浦 光²*Ren Nakayama¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: Metal meshes are impregnated with liquid in a wide range of applications such as in coating conveyor belt mesh with fluorine. Irradiation with powerful aerial ultrasonic waves is a non-contact method that can improve the wettability of meshes for liquid. We have been developing a non-contact method for impregnating materials with liquid by using aerial ultrasonic waves. In this work, we investigated impregnating a mesh with liquid droplets of various volumes containing abrasive grains by converging sound waves with a sound waveguide to increase the sound pressure.

1. はじめに

現在, 金属メッシュ等に液体を含浸させる技術は, 搬送用ベルトや断熱材に使用するメッシュにフッ素樹脂をコーティングする際に求められるなど, 幅広い分野で用いられている^[1].

本研究では, 液体の含浸を促進させる新しい方式として, 空中超音波による非接触での含浸を目的としている. これまで, 強力な空中超音波を照射することで, メッシュに対する液体の濡れ性を非接触で改善できることを明らかにしている^[2].

本稿では, 音波を集束して, 更に強力な音圧を得るために音波ガイドを用い, 液量を変化させた場合の液滴のメッシュへの含浸について, 入力電力を変えた検討を行なった.

2. 超音波音源と音波ガイドの概略

Figure 1 は空中超音波音源の概略である. 構造は, 28 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 (太端面の直径 40 mm, 細端面の直径 8 mm, 長さ 89 mm, 振幅拡大比 5.0, ジュラルミン製) を取り付け, その先に縦振動を伝搬させるための共振棒 (直径 8 mm, 長さ 70 mm, ジュラルミン製) を接続している. 先端には円形たわみ振動板 (直径 106 mm, 厚さ 1 mm, ジュラルミン製) をネジで結合している. また, この音源の節円モード共振周波数は 27.6 kHz であった.

Figure 2 は音波ガイドとの位置関係を側面から見た概略である. 音波ガイド (厚さ 10 mm のアクリル板に $\Phi 4$ mm の穴を開けたもの) は, 図に示すように振動板の下部 24 mm の位置に設置し, メッシュ(SUS316, 寸法 10×140 mm, 線径 0.06 mm, 空間目 0.109 mm)を音波ガイドの下面にテープで取り付けた.

3. 音波ガイドを取り付けた場合の音圧特性

音波ガイドを取り付けた場合のメッシュ面付近の音圧を知るために, 1/8 インチマイクロホンを用い, 音波ガイド下部のメッシュを固定した面に音波ガイドに垂直になるように設置した. 測定は音波ガイドの下部にメッシュを付けた場合と, メッシュを付けない場合で

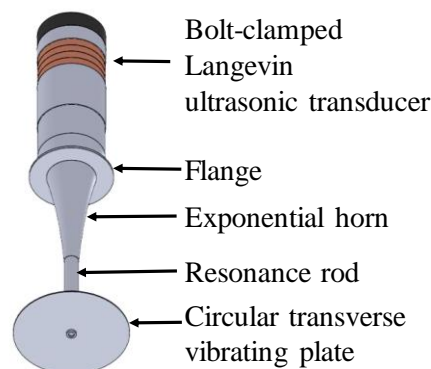


Figure 1. Schematic of an ultrasonic source.

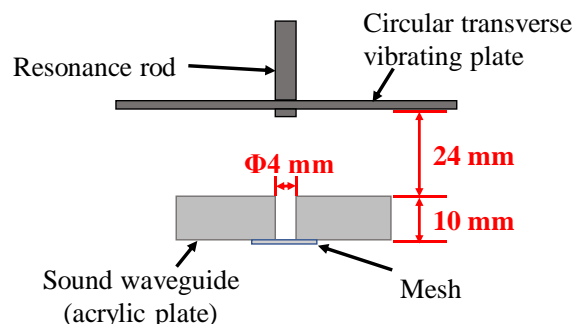


Figure 2. Position of the ultrasonic source and sound wave guide.

行なった。

Figure 3 はその結果である。図は、縦軸に音圧を、横軸に入力電力をとっている。また、パラメータにはメッシュを取り付けた場合と取り付けていない場合をとっている。図より、入力電力が 20 W のときに得られた音圧は、メッシュがある場合で約 5.4 kPa、ない場合で約 5.6 kPa であり、メッシュの有無によってあまり変わらないことがわかった。また、音圧は入力電力のほぼ 2 分の 1 乗に比例していることがわかる。

4. 砥粒を混ぜた液滴の含浸の観察

ここでは、砥粒を混ぜた液滴の空中超音波照射による含浸について検討するため、超音波照射前と超音波照射後の液滴の様子を観察した。液滴には粘度の高いグリセリン (粘度 1.412 Pa·s, 液量 20 μl) を使用し、音波ガイド中のメッシュの上に液滴を設置した。また、液滴には砥粒 (ホワイトモランダム, 粒度, #120, #1500) をグリセリンと砥粒の重量比が 5:1 となるように混ぜた。超音波は入力電力を 20 W として照射した。

Figure 4 と Figure 5 は超音波照射後の液滴をメッシュの裏側から撮影した写真である。Figure 4 は砥粒の粒度が #120 の場合であり、Figure 5 は #1500 の場合である。それぞれの図(a)は光学顕微鏡の倍率が 30 倍で、図(b)は 200 倍のときの写真である。両図(a)より中心に広がっているものが砥粒を混ぜた液滴である。図から、ガイド穴よりも大きい面積で含浸していることがわかる。また、図(b)より液滴と砥粒がメッシュの裏側に含浸していることがわかる。

Table 1 は砥粒(#120)を混ぜた液滴(液量 10, 20, 30, 40 μl)での含浸の結果を表にまとめたものである。表には、入力電力が 10 W と 30 W 時の結果も表している。表より、液量が多いほど含浸しやすいことがわかる。これは、超音波照射に加えて自重が増えるからであると考えられる。また、入力電力が大きいほど含浸しやすいことがわかる。これは、音響放射力が大きくなり、液滴に作用するためであると考えられる。

5. おわりに

本稿では、円形たわみ振動板型音源と音波ガイドを用いて非接触での液滴の含浸を検討した。その結果、液滴は 20 μl 以上の液量において入力電力が 20 W で、メッシュの裏側に含浸することがわかった。また、含浸する面積は液量が多いほど音波ガイドの穴の大きさよりも少し大きくなることがわかった。

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 15K05875 の助

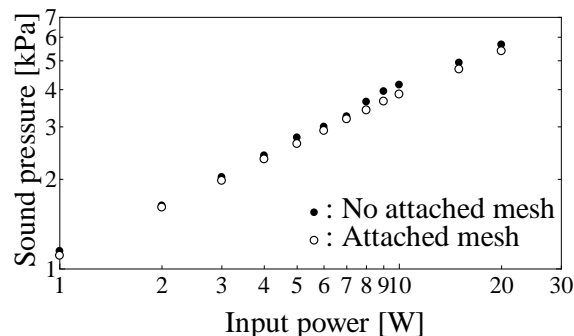
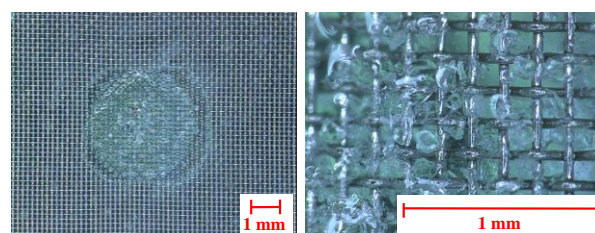
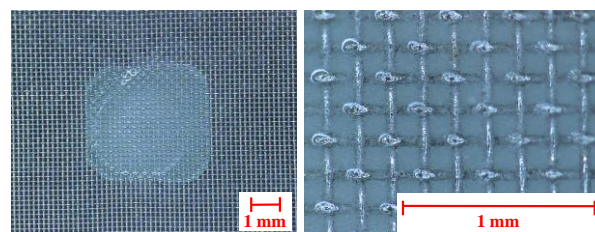


Figure 3. Relationship between input power and sound pressure.



(a) 30 magnifications (b) 200 magnifications

Figure 4. Impregnation of liquid droplet (#120, 20 μl).



(a) 30 magnifications (b) 200 magnifications

Figure 5. Impregnation of liquid droplet (#1500, 20 μl).

Table 1. Impregnation of liquid droplet.

		Liquid volume containing abrasive grains (#120) [μl]			
		10	20	30	40
○ : Impregnation × : No impregnation					
Input power [W]	10	×	×	×	×
	20	×	○	○	○
	30	○	○	○	○

成を受けたものである。

6. 参考文献

[1] 岩森 暁, 高分子表面加工学 -表面改質・加工・コーティング-, p7-8, 2005.6
 [2] 中山 怜, 浅見拓哉, 三浦 光, 円形たわみ振動板型音源から放射された音波による非接触での液滴含浸, 音講論文集, pp. 1245-1246, 2016.9