L-30

円形たわみ振動板型音源から放射された空中超音波による液滴の含浸

Impregnation of a Liquid Droplet by Aerial Intense Ultrasonic Wave Radiated from a Circular Transverse Vibrating Plate

○中山 怜[1]，淺見拓哉[2]，三浦 光[2]
*Ren Nakayama[1]，Takuya Asami[2]，Hikaru Miura[2]

Abstract: Impregnation technology is used for coating the fluorine to mesh. However, it is possible that this method mixes a material with impurities because the ultrasonic vibration system contacts with the material. Therefore, this study is aimed at impregnation of the liquid droplet in non-contact by aerial intense ultrasonic wave radiated from circular transverse vibration plate as a new method. It has been clarified that it is possible to improve wettability from the research. In this paper, we examine the impregnation by using the aerial ultrasonic wave in changing fluid volume and input power.

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，フッ素樹脂をコーティングしたメッシュを軽搬送用ベルトや断熱材に使用しているなど，幅広い分野の製品に使われている[1].

本研究では，新しい方式として，空中の超音波による非接触での液滴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，メッシュに対して非接触で液滴の濡れ性を改善できることが分かっている[2]. 本稿では，円形たわみ振動板型音源を使用し，固体と液体の界面として目の細かいメッシュに液滴を乗せた場合について，液量や入力電力を変化させた時の液滴の含浸の検討を行った.

2. 超音波音源の概略

図 1 は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，この音源の共振周波数は 27.61 kHz であった.

3. 振動板近傍の音圧分布

振動板から放射された音波の振動板近傍の音圧分布を検討するために，振動板の中心を通る径方向とそれに垂直な面の音圧をプローブ付きマイクロホンを用いて測定した．図 2 は，音圧分布の結果である．図は，音圧の最大値で規格化したカラーマップで示している．図より，振動板から少し離れた位置において最大の音圧が得られていることがわかる.

次に，最大の音圧が得られる位置を検討するため，入力電力 1 W を印加し，振動板の中心軸上における音圧を測定した．その結果が，図 3 である．図は，横軸に振動板からの距離，縦軸に音圧をとっている．図より，音圧は振動板からの距離が 24 mm の位置で最大値が得られていることがわかる.

4. 液滴の含浸の観察

ここでは金属メッシュへの液滴の含浸について検討

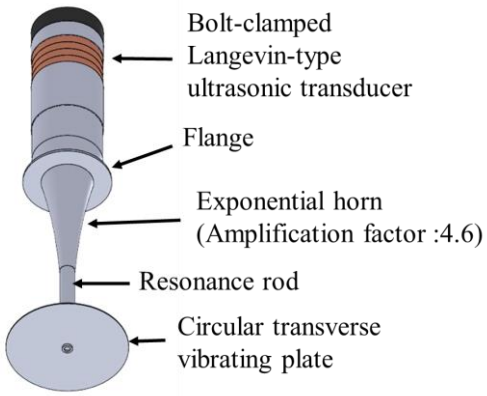


Figure 1. Outline of an experiment system.

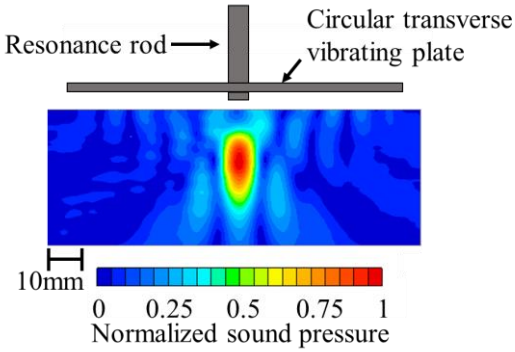


Figure 2. Sound pressure distribution.

１：日大理工・院(前)・電気　２：日大理工・教員・電気

するため，超音波を照射した場合の液滴の形状変化を観察した．メッシュは SUS316(平織，線径 0.06 mm，空間目 0.109 mm)で，大きさは長さ 140 mm，幅 10 mm の物を使用した．液滴(6 μl)には含浸しにくいものとして粘度の高いグリセリン(粘度 1.412 Pa•s)を使用した．メッシュ上に置いた液滴は，音圧が最大の位置である振動板中心で板面から 24 mm の位置に設置した．ここで，液滴の含浸を観察するために，液滴の真上とメッシュの裏側から写真を撮影した．図 4 はその結果である．図は入力電力が 60 W のときであり，(a)超音波照射前の表面と，(b)超音波照射後(10 s 後)の裏面における液滴の様子である．超音波を照射することで液滴の一部が含浸していることがわかる．

5. 液滴の含浸の検討

ここでは超音波照射による液滴の含浸について検討するため，液滴の形状変化を測定することとし，その程度を接触角で表した．そのために，液滴を真横から撮影し，それらの画像から液滴の幅と高さの画素数を求め，接触角を θ/2 法により算出した．実験は入力電力を 60 W とし，液量を 2，4，6 μl の各液量について，超音波を 10 s 照射した検討を 5 回ずつ行い，平均値を算出した．図 5 がその結果である．図は，横軸に経過時間を，縦軸に接触角の平均値を，パラメータに液量を示している．図において，時間 0 s は超音波照射前，1~10 s は照射中, 11~20 s は照射後の値である. 図より，液量 4，6 μl の場合の接触角は超音波照射直後に 0° になり，そのままほとんど変化しないことがわかる．また, 超音波照射停止後も接触角は 0° のままになっている．一方，液量が 2 μl の場合の接触角は超音波を照射すると徐々に下がっていき，ある程度時間が経過してから 0° になっていることがわかる．

また，観察結果より液量 6 μl の場合は超音波を照射することでメッシュの裏に含浸することが分かった．

6. おわりに

本稿では，音源から放射された空中強力音波を用いて非接触での液滴の含浸を検討した．その結果，入力電力が 60 W で液量が 6 μl の場合に含浸することがわかった．

なお, 本研究の一部は JSPS 科研費 15K05875 の助成を受けたものである．

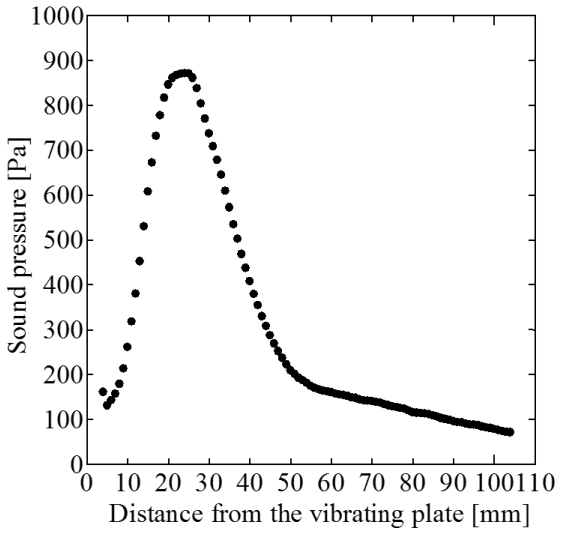
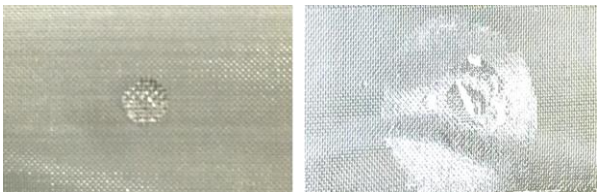


Figure 3. Relationship between distance from the vibrating plate and sound pressure.



(a)Surface of mesh before ultrasonic irradiation　(b)Back of the mesh after ultrasonic irradiation

Figure 4. Impregnation of the droplet.

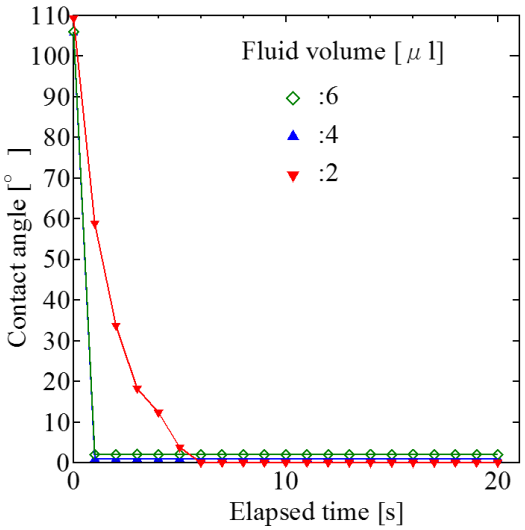


Figure 5. Relationship between elapsed time and contact angle.

7. 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，淺見拓哉，三浦　光，音講論集，pp. 1245-1246，2016.9