

L-4

強力空中超音波による曲がりのある細孔内に浸入した液体の除去 Removal of Liquid in a Partially Bent Pore Using High-Intensity Aerial Ultrasonic Waves

○泉水彩乃¹, 加藤僚¹, 大隅歩², 伊藤洋一²*Ayano Sensui¹, Ryo Kato¹, Ayumu Osumi², Youichi Ito²

Abstract: We made experiments to remove the liquid entered into the L-type pores with open ends by irradiating them with high-intensity aerial ultrasonic waves (at the frequency of about 20 kHz). As a result, it was found that removal of the liquid was possible. It was also observed that the liquid removing rate was at least 95%, and that the liquid removal time was as short as about 120 to 180 ms.

1. はじめに

物体に音波を照射すると、その表面には音響放射力が生じる^[1]。この現象を利用して細長い孔内に浸入した液体を強力空中超音波(周波数 20kHz)の照射によって除去する方法について検討を行っている^[2-4]。

ここでは、両端が開放された L 字経路の細孔に浸入した液体に対して、強力空中超音波を照射し、そのときの液体の除去の様子について実験的に検討を行っている。

2. 実験装置

Fig. 1 に実験装置の概略を示す。強力空中超音波の発生には縞モード振動板式の点集束音源(駆動周波数 19.7kHz)を使用する^[5]。この音源から放射された音波は、音源開口から約 14cm の位置で約 1cm の円形断面内に集束し、供給電力 50W で約 168dB の強力音波を発生する。

実験に用いる試料としては、Fig. 1 に示す両端が開放された L 字状の経路を持つ細孔を使用した。細孔の断面は 1 辺が 2mm の正方形である。Table 1 に各試料の寸法を示す。また、各試料とも 3 個ずつ作製し実験に用いた。孔内部に浸入させる液体は純水であり、観察を容易にするため、白色絵の具を微量混入したものをを用いた。さらに、浸入液体に空中超音波を照射した際の挙動を、高速度カメラ付きデジタルマイクロスコープで観測できるようにした。

3. 液体の除去

Fig. 1 の装置を用いて液体の除去を行い、その様子を高速度カメラ付きデジタルマイクロスコープによって観測した。Fig. 2 は観測結果の一例を示す。図の左側は、音波の照射開始直後、細孔内の液体が開口からわずかに押し出された様子を示している。また図の右側には、ほぼすべての液体が細孔から押し出された様子を示す。

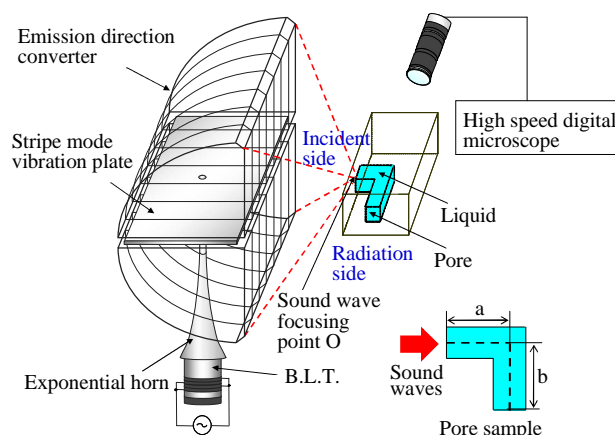


Figure 1. Schematic of experiment

Table 1. Details of samples

Sample	I	II	III	IV
Length a [mm]	10	6	2	20
Length b [mm]	10	14	18	-

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

(a) 除去時間の検討

各試料について、浸入液体を細孔から除去するために必要な時間をデジタルマイクロスコープを用いて計測した。除去時間とは、音波照射開始 (0s) から浸入液体のほとんどが孔外に除去されるまでの時間を表す。Fig. 3 は超音波音源に供給される電力と液体の除去時間の関係を示す。いずれの試料も供給電力の増加とともに除去時間が短くなっている。L 字の試料 I と II 及び直線試料 IV は似たような特性を示しており、供給電力 50W (168dB 程度の照射音波) では約 120~130ms で除去できていることがわかる。しかし、試料 III についての除去時間は他の試料に比べて明らかに長く、供給電力 50W のとき約 180ms である。その理由として L 字孔内に形成される音場の違いが考えられる。すなわち、音波照射によって浸入液体はわずかに孔内を移動する。そのため、孔の一部には空隙ができ、その長さにより種々の形態の定在波音場が形成されることになる。

(b) 除去率の検討

液体の除去率について各試料を比較検討した。Fig. 4 に結果を示す。なお、除去率は (音波照射前後の浸入液体の質量差)/(音波照射後の浸入液体の質量) × 100% として求めている。各試料において液体の除去率にやや違いが見られる。試料 II と III は 50W の供給電力で液体の除去率は約 97% であり、試料 I と IV の場合は約 95% になった。

5. おわりに

両端開放の L 字経路の細孔に浸入した液体を、強力空中超音波 (約 20kHz) の照射により除去することを試みた。その結果、液体の除去が可能であることを明らかにした。また、液体の除去時間は 120~180ms 程度の短時間であり、液体の除去率は約 95% になることがわかった。

6. 参考文献

- [1] Y. ITO : Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 41, pp.3228, 2002.
- [2] 高村, 伊藤 : 音講論 (春), pp.1203-1204, 2009.
- [3] 高村, 伊藤 : 音響講論集 (秋), pp.1273-1274, 2009.
- [4] 高村, 伊藤 : 信学技報, US2009-82, pp.13-18, 2009.
- [5] 伊藤 : 音響学会誌, 46, pp.383-390, 1990.

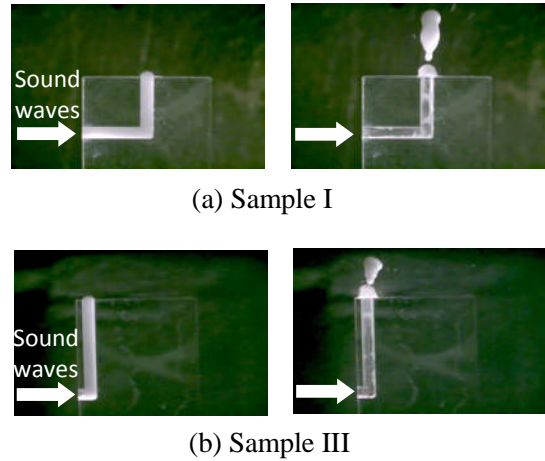


Figure 2. Behavior of liquid irradiated with ultrasonic waves

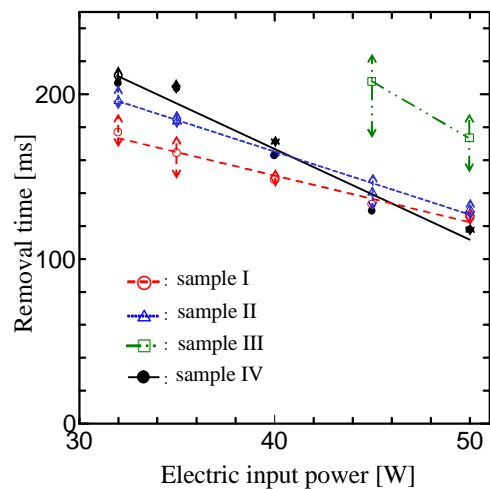


Figure 3. Relationship between time required to remove liquid and electric input power

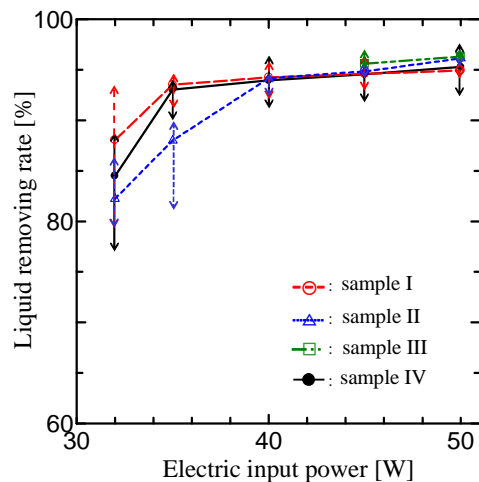


Figure 4. Relationship between liquid removing rate and electric input power