

## 凸端駆動縞モードたわみ振動板型音源を用いた閉空間での 定在波音場の形成

### Formation of the aerial standing wave field in closed space with ultrasonic sources formed by striped mode vibrating plates with a jut driving point.

○内藤広基<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>2</sup>  
Koki Naito<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: An ultrasonic source using a stripe-mode rectangular transverse vibrating plate with a jut driving point outside the plate radiates strong acoustic waves in the air. The aim of this study was to demonstrate formation of the strong aerial standing wave field by using the ultrasonic sources. In prior research, the ultrasonic sources have been produced from the strong standing wave field by using two vibrating plates. In this report, the forming method for the stronger standing wave field using four plates of the source is proposed.

#### 1. はじめに

凸端駆動縞モードたわみ振動板型音源は空气中に強力な超音波を放射する<sup>[1][2]</sup>. 本研究では, この凸端駆動たわみ振動板型音源を用いて, より強力な定在波音場を形成するため, この振動板を複数枚用いるタイプの音源について検討を行っている. これまで, 2枚の振動板を用いて, 強力な定在波音場を形成した音源を製作した<sup>[3]</sup>. 本稿では, さらに強力な定在波音場を形成するため, この音源を2組用い, 合計で4枚のたわみ振動板を用いて, さらに強力な定在波音場を形成させ, 音場内の音圧分布について検討を行った.

#### 2. 超音波音源について

Fig. 1は同じ特性の2枚の凸端駆動たわみ振動板を用いた音源を2組用いた音源の概略である. 1組の音源は20kHz用のボルト締めランジュバン型振動子に, 振幅拡大比4.6のエキスポネンシャルホーンを取り付け,

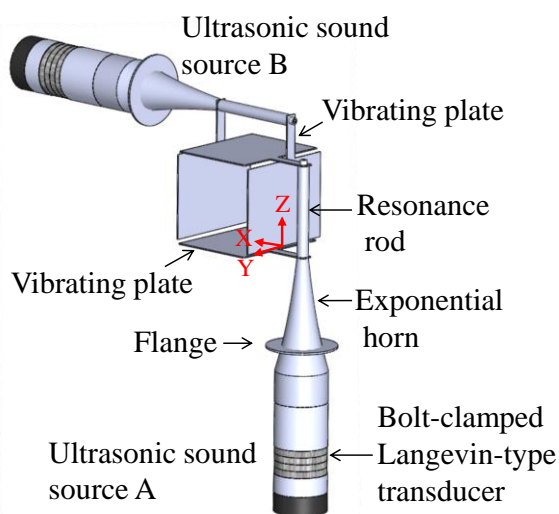


Fig. 1 Outline of the ultrasonic source.

その先端に縦振動共振棒をはさむ形で, 2枚の凸端駆動たわみ振動板をネジで接続させた構造とした. 振動板の寸法はいずれも Fig. 2に示すように厚さ1.2mm, 短辺90.8mm, 長辺111.3mmで, 凸端部が短辺12.0mm, 長辺48.0mmである. この振動板は周波数19.9kHzでたわみ振動のモードが縞状となる縞モード共振になる. 音源は1組を音源A, もう1組を音源Bと呼ぶ. 座標軸は図のように定義した. 音源に取り付けられている2枚の振動板の間隔はこれ

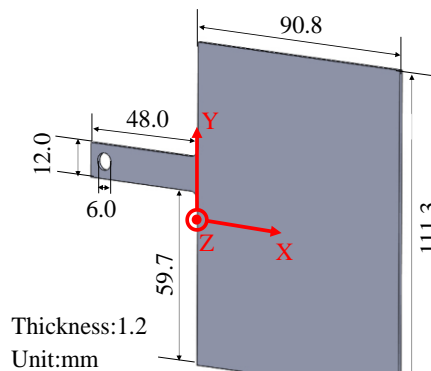


Fig. 2 Outline of the vibrating plate.

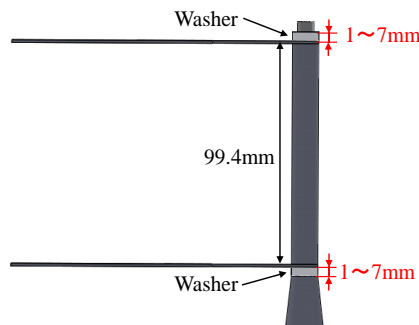


Fig. 3 Outline of the part of the ultrasonic source using washers.

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

までの検討から 4 枚の振動板から放射される音波が強め合う距離である 99.4 mm とした。

### 3. 音源の共振周波数の調整

2 節で構成した音源 A, B を駆動させたところ, 音源 A, B 共に振動板の縞モードが得られる周波数で共振駆動が出来なかった. そこで, Fig. 3 に示すように 2 個の周波数調整用のワッシャーを振動板の外側を挟む形で挿入し, 共振周波数の調整を考えた. ここではワッシャーの厚さは 1, 3, 5, 7 mm とした. 測定は入力電圧 5V 一定で行った. Fig. 4 にその結果を示す. 図は横軸にワッシャーの厚さ, 縦軸に駆動した場合の共振周波数を示している. 図より, 共振周波数はワッシャーの厚さ 3 mm の場合に音源 A, B とも 19.9 kHz で駆動できることがわかった. 以下, この形状で検討を行う.

### 4. 形成した定在波音場の音圧分布

#### 4.1 XZ 平面の音圧分布

3 節の検討で得られた縞モードの得られる音源を Fig.1 のように構成し, XZ 平面の音圧分布の測定を行った. 測定は入力電力 1 W, 共振周波数 19.9 kHz 一定でプローブ付きマイクロホンを用いて行った. Fig.5 に結果を示す. 図は XZ 平面(Y=0 mm)の音圧分布を示している. 音圧はマイクロホン出力電圧の最大値で規格化した値を色の濃淡で示している. 図より, X 軸方向及び Z 軸方向に等間隔で音場の腹となる定在波音場が形成されていることがわかる.

#### 4.2 XY 及び YZ 平面の音圧分布

XY 及び YZ 平面の音圧分布の測定を 4.1 節と同様に行った. 測定は入力電力 1 W, 共振周波数 19.9 kHz 一定で行った. Fig.6 に結果を示す. 図は XY(Z=45.4 mm) 及び YZ(X=45.4 mm)平面の音圧分布を示している. 音圧はマイクロホン出力電圧の最大値で規格化した値を色の濃淡で示している. 図より, 定在波音場は X 軸方向及び Z 軸方向に等間隔で形成されていることがわかる.

### 5. おわりに

本稿では 4 枚の振動板から構成される音源の製作を行い, 製作した音源の音場の検討を行った. その結果, 正方形の空間に強力な定在波音場を形成できることがわかった.

#### 参考文献

- [1] 伊藤洋一, 日本音響学会誌, 41, pp.144-148, 1985.03.
- [2] H. Miura and H. Ishikawa, J. J. Appl. Phys., 48, 07GM10, 2009.
- [3] 内藤広基, 浅見拓哉, 三浦 光, 音講論集(春季), pp.1265-1266, 2014.3.

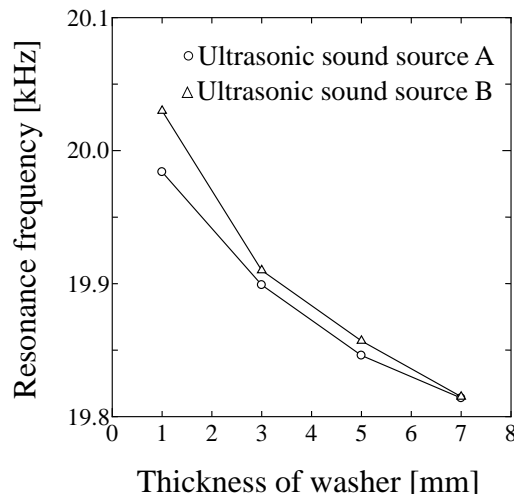


Fig. 4 Relationship between the thickness of washer and resonance frequency.

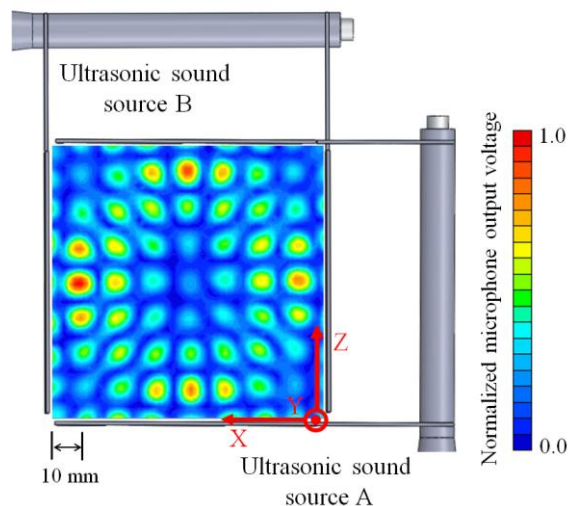


Fig. 5 Sound pressure distribution in the XZ-plane in the case of four vibrating plates.

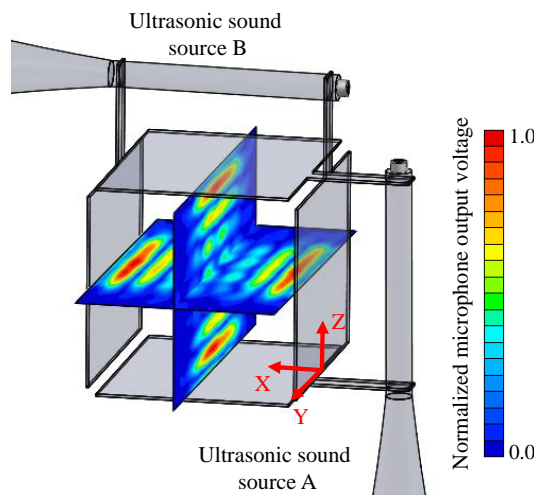


Fig. 6 Sound pressure distribution in the XY and YZ-planes in the case of four vibrating plates.