

### 小型円形振動板を用いた強力空中超音波音源の音圧特性

#### Sound pressure characteristics of intense aerial ultrasonic source using a small circular vibrating plate

○増田直希<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦光<sup>2</sup>

\*Naoki Masuda<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: The ultrasonic sound source using a circular vibrating plate radiates intense ultrasonic into the air. We examined using a small circular vibrating plate. In this report, we investigate the characteristics of sound pressure by two different radiation surfaces. From the results, the circular vibrating plate type increases sound pressure compared to the uniform rod type.

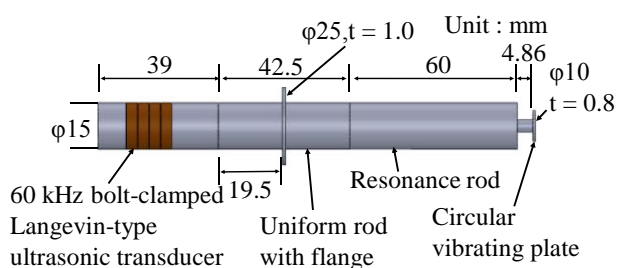
#### 1. はじめに

空气中へ強力な超音波を放射する音源として、円形たわみ振動板型音源や矩形たわみ振動板型音源などがある<sup>[1]</sup>。これらの音源は放射面積を大きくするため大きな振動板を用いている。そのため、たわみ振動となり、振動変位の腹と節が交互に発生する。この振動変位の腹は隣り合うものが逆相で振動しているため、そのままではビーム状の音場を形成することは難しい。一方、空中超音波センサなどでは小型化が要求されているため、強力な音波が発生しにくいことが問題となっている。筆者らはたわみ振動の節がない小型円形振動板型音源によって指向性の鋭い音波を得ることを目的としている。これまで、振動板全体を同一方向に大きな振幅で振動させることにより、放射面が小型でありながら、遠方にて大きな音圧の音波を得ることを示した<sup>[2]</sup>。

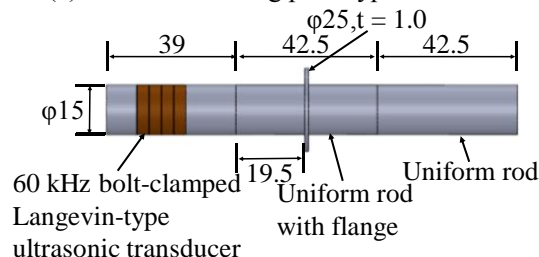
本報告では、この音源の正面方向で得られる音圧の入力電力に対する特性について、放射面を一樣棒先端とした音源と比較検討した。

#### 2. 空中超音波音源

Figure 1 は検討に用いた空中超音波音源の概略である。超音波音源は図に示すように、60 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子、縦振動共振周波数調整用のフランジ付きホーンをネジで結合したものである。同図 (a) はその先端に小さな丸棒を介して円形振動板を取り付けた一樣棒を接合したもの（以後、円形振動板

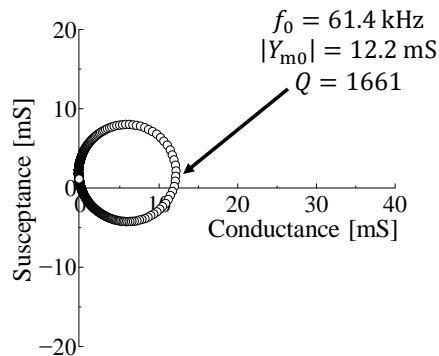


(a) Circular vibrating plate type sound source.

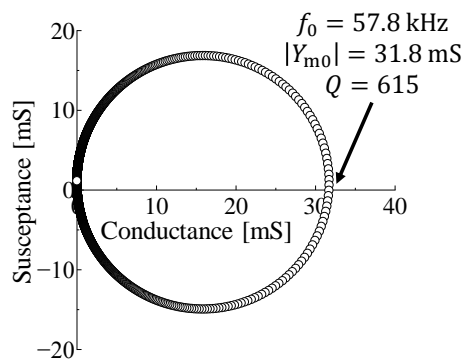


(b) Uniform rod type sound source.

Figure 1. Outline of the ultrasonic source.



(a) Circular vibrating plate type sound source.



(b) Uniform rod type sound source.

Figure 2. Admittance loop.

1: 日大理工・院 (前)・電気 2: 日大理工・教員・電気

型音源と呼ぶ) であり, 振動板は板厚 0.8 mm, 直径 10 mm とした. 同図 (b) は比較用として先端に一樣棒を取り付けたもの (以後, 一樣棒型音源と呼ぶ) であり, 直径 15 mm である.

### 3. 音源のアドミタンス特性

Figure 1 に示した二つの音源の共振周波数及び尖鋭度を求めるため, インピーダンスアナライザを用いてアドミタンス特性を測定した.

Figure 2 (a), (b) はそれらの結果である. 図はいずれも横軸にコンダクタンス, 縦軸にサセプタンスを示している. 図(a)は円形振動板型音源の結果であり, 共振周波数は 61.4 kHz, 尖鋭度は 1661, コンダクタンス最大は 12.2 mS であった. 一方, 図(b)は一樣棒型音源の結果であり, 共振周波数は 57.8 kHz, 尖鋭度は 615, コンダクタンス最大は 31.8 mS であった.

### 4. 放射された音波の入力電力に対する特性

#### 4.1 円形振動板型音源の特性

円形振動板の入力電力に対する音圧の特性を検討するため, マイクロホン (ACO, TYPE-7118) を用いて音圧の測定を行った. 測定は音源と測定点との距離を 300 mm 一定とし, 音源の中心軸上にマイクロホンを設置して行った. 音源に加えた入力電力は 0.01 W から 0.18 W の範囲, 駆動周波数は Figure 2 に示した値である.

Figure 3 はその結果である. 図は横軸に入力電力, 縦軸に音圧を示している. 図中の曲線は傾きを  $1/2$  乗としてフィッティングしている. 図より, 音圧は入力電力のほぼ  $1/2$  乗に比例して上昇していることが分かる. また, 0.18 W 時の音圧は約 43 Pa であり, 高音圧であった.

#### 4.2 一樣棒型音源の特性

円形振動板型音源と比較するため, 一樣棒型音源の入力電力に対する音圧の特性の測定を行った. 測定方法は 4.1 節と同様である. 音源に加えた入力電力は 0.05 W から 1.9 W の範囲, 駆動周波数は Figure 2 に示した値である.

Figure 4 はその結果である. 図は横軸に入力電力, 縦軸に音圧を示している. 図中の曲線は  $1/2$  乗の傾きでフィッティングしている. 図より, 音圧は入力電力のほぼ  $1/2$  乗に比例して上昇していることが分かる.

#### 4.3 両音源の音圧の比較

両音源で得られる音圧を比較する. 例えば, 音圧 40 Pa を得るには, 円形振動板型音源の場合の入力電力は

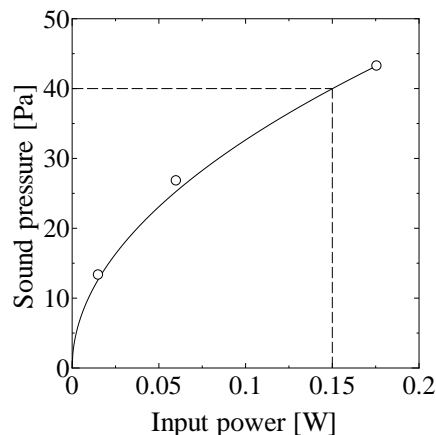


Figure 3. Characteristics of sound pressure (Circular vibrating plate type sound source).

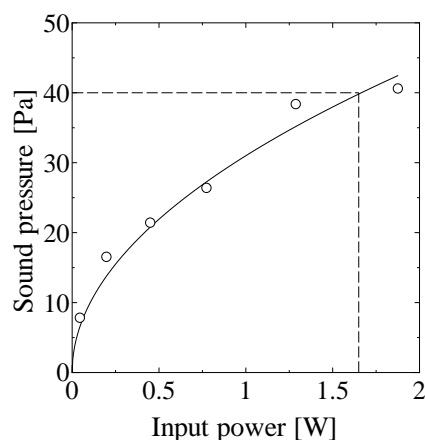


Figure 4. Characteristics of sound pressure (Uniform rod type sound source).

約 0.15 W であり, 一樣棒型音源の場合の入力電力は約 1.65 W である. 一樣棒型音源の場合, 円形振動板型音源の場合と比較し, 40 Pa の音圧を得るには約 11 倍の入力電力が必要であることが分かった.

### 5. おわりに

小さな空中超音波音源として, 円形振動板型音源の入力電力に対する音圧の特性の検討を行った. その結果, 円形振動板型音源の音圧は一樣棒型音源に比べて低電力で大きく得られることが分かった.

### 6. 参考文献

- [1] Ryo Sato, Takuya Asami, Hikaru Miura, "Study of rectangular vibrating plate size of aerial ultrasonic source combined with rigid wall", Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics Vol. 37(2016).
- [2] 増田直希, 浅見拓哉, 三浦光, "鋭い指向性を持つ小型円形振動板型空中超音波音源の開発", 音講論集, pp.1067-1068, 2018.3.