

小型円形振動板を用いた強力空中超音波音源の開発

Development of intense aerial ultrasonic source using a small circular vibrating plate

○増田直希¹, 浅見拓哉², 三浦光²

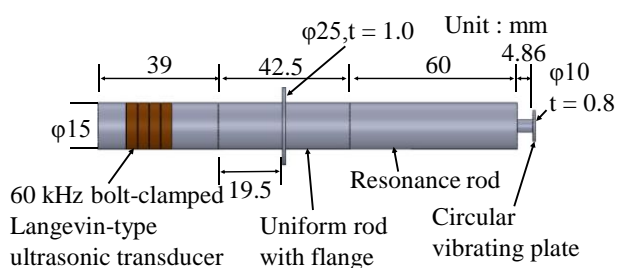
*Naoki Masuda¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

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 vibration distribution and the sound pressure distribution to determine the basic characteristics of the two radiation surfaces. Our results show that the circular vibrating plate increases both sound pressure and vibration displacement compared to the uniform rod.

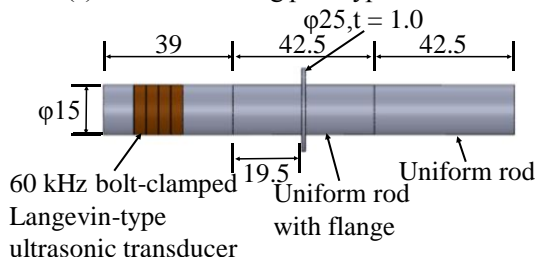
1. はじめに

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。¹⁾ 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。本研究では、小型の円形振動板を用いて、ビーム状に強力な音波を放射することを目的としている。

本報告では、たわみ振動の節がない小型の円形振動板型音源を利用した時の基礎特性を得ることを目的としている。ここではこの音源の音圧分布及び振動変位分布を測定し、放射面を一樣棒先端とした音源と比較検討した。



(a) Circular vibrating plate type sound source.

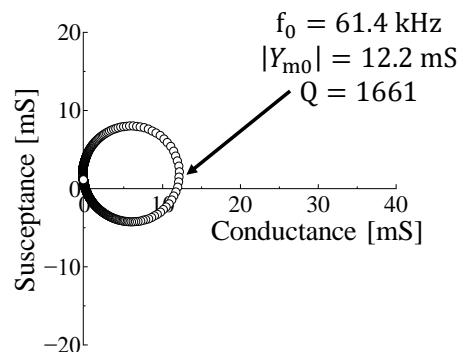


(b) Uniform rod type sound source.

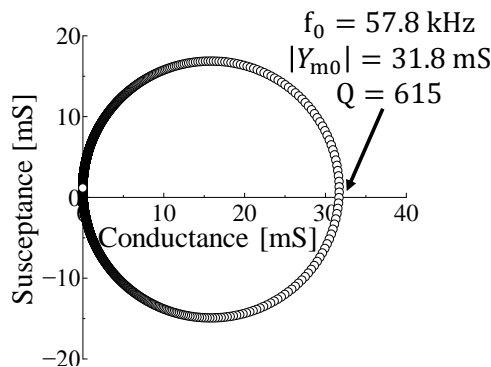
Figure 1. Outline of the ultrasonic source.

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、60kHz 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。



(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

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)より、円形振動板型音源の共振周波数は 61.4 kHz、尖鋭度は 1661、コンダクタンス最大は 12.2 mS であり、図 (b)より、一様棒型音源の共振周波数は 57.8 kHz、尖鋭度は 615、コンダクタンス最大は 31.8 mS であることが分かる。

4. 円形振動板のたわみ振動変位特性

円形振動板の振動変位の検討をするため、レーザードップラ振動計を用いて振動分布の測定を行った。また、円形振動板がない場合の比較として一様棒型音源の場合についても測定した。測定は中心を通る直径方向 15 mm とし、0.5 mm 間隔で行った。音源の駆動条件は入力電力 0.1 W 一定、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。図は横軸に振動板中心からの距離、縦軸に振動変位（実効値）を示している。図中の赤線は円形振動板型音源の振動分布を、黒線は一様棒型音源の振動分布を示す。図より、円形振動板型音源の振動変位は中心付近で比較的小さく、振動板端に近づくにつれて大きくなることが分かる。一方、一様棒型音源は表面全体が均一な振動変位であることが分かる。また、両結果を比較すると、円形振動板型音源の最大振動変位は一様棒型音源の最大振動変位より約 22 倍大きいことが分かる。

5. 円形振動板型音源の音圧分布特性

円形振動板の音圧分布を検討するため、プローブ付きマイクロフォン (ACO, TYPE-7118) 及び、回転ステージを用いて音圧の測定を行った。また、比較として一様棒型音源も測定した。測定は音源と測定点との距離を 300 mm とし、音源の中心軸上の角度を 0° として、 $-90^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で 1° ずつ変化させて行った。音源の駆動条件は 4. と同じである。

Figure 4 はその結果である。図は横軸に音源の角度、縦軸に音圧を示している。図中の赤線は円形振動板型音源の音圧分布、黒線は一様棒型音源の音圧分布を示す。図より、円形振動板型音源と一様棒型音源の音圧は共に 0° の方向が極大となることが分かる。また、円形振動板型音源の場合の最大音圧は 45 Pa であり、一様棒型音源の最大音圧 8 Pa に比べて約 6 倍の音圧になっていることが分かった。

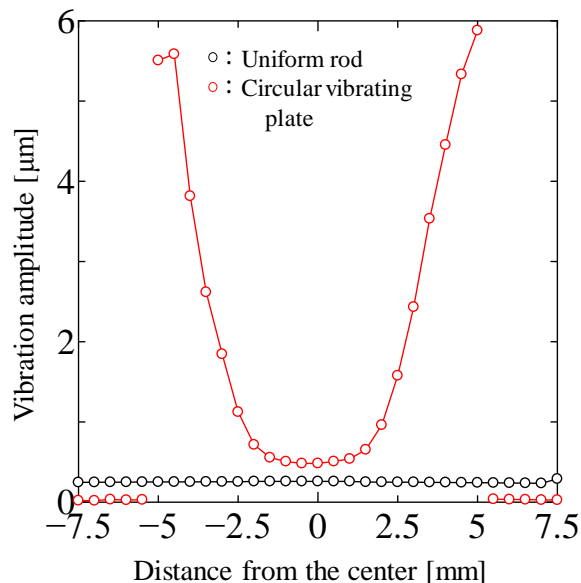


Figure 3. Vibration amplitude.

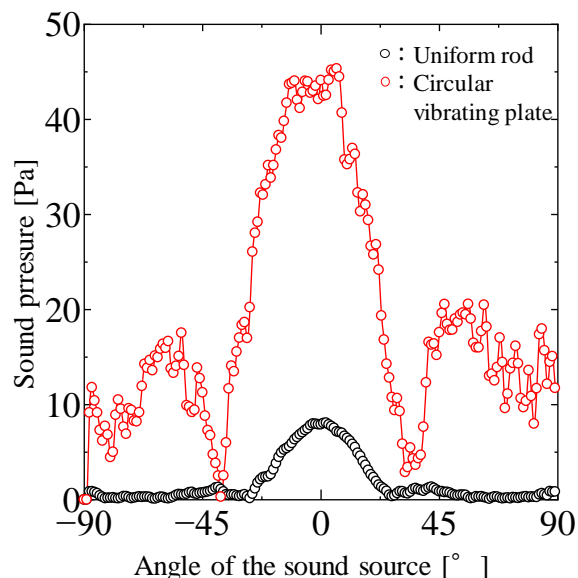


Figure 4. Sound pressure distribution.

6. 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音圧分布及び振動分布の検討を行った。その結果、円形振動板型音源の音圧、振動変位は一様棒型音源に比べて大きくなることが分かった。

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).