

L-1

円錐台形反射板を設置した円形たわみ振動板型空中超音波音源の 振動板の大きさによる比較

Circular transverse vibrating plate with torus cylindrical rigid wall type aerial ultrasonic sound source connection truncated cone shaped reflective plate comparison vibrating plate size

○吉野晴樹¹, 浅見拓哉², 三浦 光²

*Haruki Yoshino¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: In order to get a high sound pressure at the long distance, a sound source is necessary the sharp directivity. For this purpose the authors prepared the sound source of a circular transverse vibrating plate with a torus cylindrical rigid wall type aerial ultrasonic source connected a truncated cone shaped reflective plate. In this report the large circular vibrating plate compared with the small vibrating plate.

1. はじめに

遠距離において高い音圧を得るためには、鋭い指向性を持った音源が必要である。筆者らはこれまで、この目的のための音源として、円形たわみ振動板型空中超音波音源に円錐台形反射板を設置したときの指向性の検討を行ってきた。^{[1][2]}これは縦振動源に中心を駆動点とした円形たわみ振動板を取り付け、振動板端を固定端とするため剛壁を設け、剛壁上部にすり鉢状の反射板を取り付けることで、比較的簡単に指向性の鋭い空中超音波を放射するものである。

ここでは、小型の円形たわみ振動板（以下、振動板 A とする）と、それに比べて比較的大型の円形たわみ振動板（以下、振動板 B とする）を考え、指向性などについて比較を行った。

2. 空中超音波音源

Figure 1 は空中超音波音源（円錐台形反射板を除く）の概略である。音源は 28 kHz 用ボルト締めランジュバン型

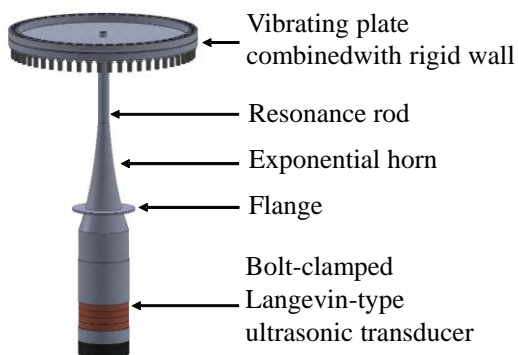


Figure 1. Outline of an ultrasonic source.

振動子、振幅拡大用エキスポネンシャルホーン（振幅拡大比 5, ジュラルミン製）、及び縦振動共振周波数調整用の伝送棒（長さ 95 mm, 直径 8 mm, ジュラルミン製）をネジで結合し、その先端に円環剛壁一体構造型円形たわみ振動板を取り付けたものである。

ここでは 2 種類の大きさの振動板を用いた。振動板 A

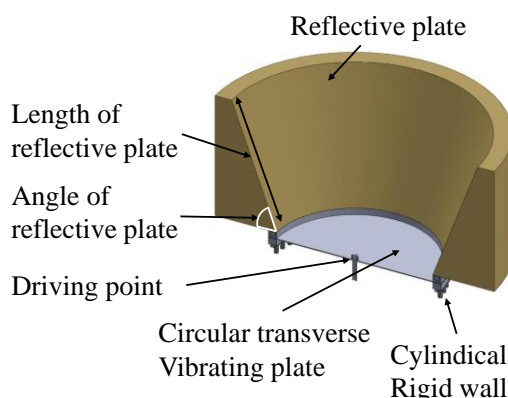


Figure 2. Outline of the vibrating plate and the truncated cone shaped reflective plate.

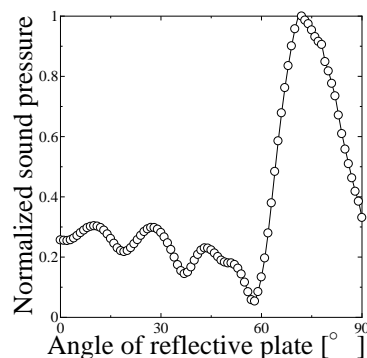


Figure 3. Relationship between angle of reflective plate and normalized sound pressure.

の構造は円形たわみ振動板（厚さ 1 mm, 内径 70 mm, 外径 90 mm, ジュラルミン製）の周りを断面が四角の円環（内径 70 mm, 外径 90 mm, 断面の厚さ 8 mm, 幅 10 mm, ジュラルミン製）で挟み、それらをボルトとナットで固定し、剛壁としたものである。

振動板 B は大きさが異なり、円形たわみ振動板（厚さ 1 mm, 内径 188 mm, 外径 208 mm, ジュラルミン製）、四角の円環（内径 188 mm, 外径 208 mm, 断面の厚さ 8 mm, 幅 10 mm, ジュラルミン製）である。

Figure 2 は円環剛壁一体構造型円形たわみ振動板の剛壁上に反射板を設置した部分の断面図である。円環剛壁上に振動板から放射される音波を振動面に対して鉛直方向に反射させるための円錐台形反射板（長さ 130 mm）を設置している。反射板の角度については 3. 節で示すシミュレーションの結果から決定した。

3. 円錐台形反射板の角度と最大音圧

最も指向性が鋭くなる円錐台形反射板の角度を知るために、有限要素法を用いたシミュレーションソフト COMSOL を用いて、放射される音波の解析を行った。解析では反射板の角度を振動板と反射板が平行な角度を 0° として 90° まで 1° 間隔で変化させた。その結果を Figure 3 に示す。図は遠方と考えられる音源から 450 mm 離れた位置での結果である。図は横軸に反射板角度、縦軸に得られた結果の音圧の最大値で規格化した値を示している。図より、両振動板とも円錐台形反射板の角度が 71° のときに最も鋭い指向性が得られたため、以後の検討では 71° とした。

4. 二つの音源における指向性の比較

円錐台形反射板を設置した二つの振動板について遠距離での指向性を知るために音源の角度における音圧の検討を行った。振動板 A と振動板 B の二つの場合について、音源とマイクロホンの距離が 2 m として行った。測定は音源の共振駆動周波数 26.3 kHz, 電気入力 1 W 一定として、1/8 インチマイクロホン (ACO, TYPE-7118) を用いて行った。

Figure 4 はその結果である。図は横軸に振動板中心軸方向を 0° とした音源の角度を、縦軸に音圧を示している。振動板 B では 0° 方向に鋭い指向性が得られ、最も音圧が高い点では 40 Pa が得られた。振動板 A においても鋭い指向性が得られたが、最大音圧が 22 Pa であった。

次に、Figure 4 と同様の測定を距離 2~6m まで 1 m 刻みで行い、各距離における音圧の最大値を求めた。その結果が Figure 5 である。図の縦軸は音圧を、横軸は音源から

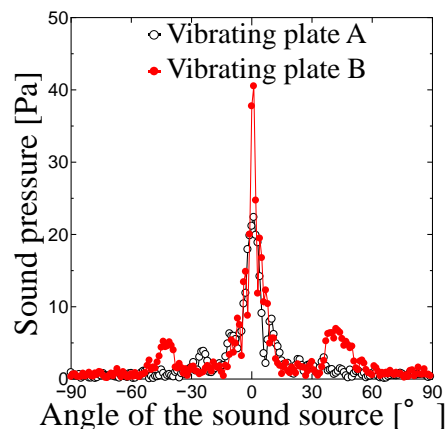


Figure 4. Directivity of sound source vibrating plate A and vibrating plate B.

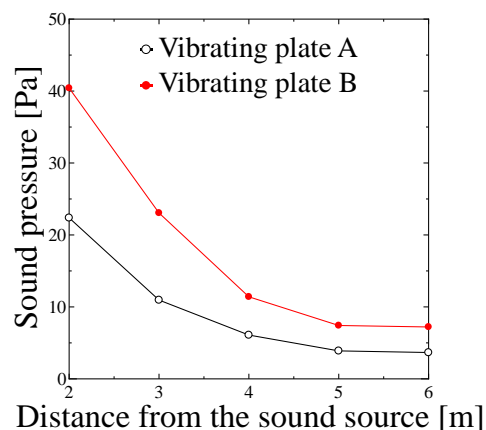


Figure 5. Maximum sound pressure at each distance.

の距離を示している。振動板 B は振動板 A に比べて最大で 1.8~2.1 倍の音圧が得られた。

5. おわりに

今回、振動板から放射される音波に指向性を持たせる検討として二種類の振動板を比較し検討した。検討の結果、振動板 B を用いた音源では振動板 A を用いた音源に比べ、測定距離 3 m において約 2.1 倍の音圧が得られた。

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

6. 参考文献

- [1] 倉富 涼, 吉野晴樹, 浅見拓哉, 三浦 光, :「円筒剛壁一体構造のたわみ振動板型空中超音波音源に反射板を設置したときの指向性の検討」音講論集, pp.1043-1044, 2017.3.
- [2] 吉野晴樹, 倉富 涼, 浅見拓哉, 三浦 光「円形たわみ振動板型空中超音波音源に円錐台形反射板を設置したときの指向性の検討」音講論集, pp1205-1206,2017.9.