

L-5

## 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 反射板長さの比較

Comparison of reflective plate size of circular transverse vibrating plate with torus cylindrical rigid wall type aerial ultrasonic sound source connected truncated cone shaped reflective plate.

○吉野晴樹<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>2</sup>

\*Haruki Yoshino<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: In order to get 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 we examined the directivity and the sound pressure when the length of the reflective plate was changed.

### 1. はじめに

鋭い指向性を持った強力な音波を遠距離に届ける技術は従来から必要とされている<sup>[1]</sup>。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り、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取り付けた音源について検討を行ってきた<sup>[2][3]</sup>。これまでの検討から、比較的容易に指向性の鋭い強力空中超音波を放射できることを明らかにしている。本検討ではこの反射板の長さを変化させたときに、遠距離で得られる指向性、及び音圧について検討を行った。

### 2. 空中超音波音源

Fig. 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、図に示すようにボルト締めランジュバン型振動子、振幅拡大用エク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(直径 8 mm, ジュラルミン製)をネジで結合し、その先端に円筒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。円形たわみ振動板(厚さ 1 mm, 内径 76 mm, 外径 96 mm, ジュラルミン製)は共振周波数 26.5 kHz であり、その周りを断面が四角の円環状のブロック(内径 76 mm, 外径 96 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たものである。この部分は剛壁とみなした。

Fig. 2 は円筒剛壁一体構造型円形たわみ振動板の剛壁上に円錐台形反射板を設置した部分の断面図である。振動板から放射された音波を振動面に対して鉛直方向

に反射させるため、円錐台形反射板とした。

### 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と長さの関係を知るために、有限要素法を用いたシミュレーションソフト(COMSOL Multiphysics)を用いて、放射される音波の解析を行った。剛壁、振動板、伝送棒の寸法は本検討で用いる音源と同じ大きさとした。遠方での音圧として振動板から 1.5 m 離れた点での値を求めた。解析の結果、円錐台形反射板の角度が 70°, 反射板の長さ 240 mm のときに最も大きな音圧が得られ

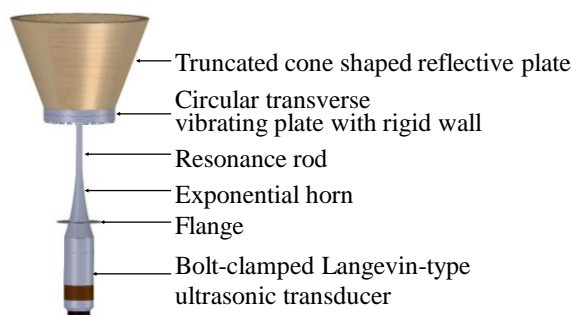


Fig. 1. Outline of an ultrasonic source.

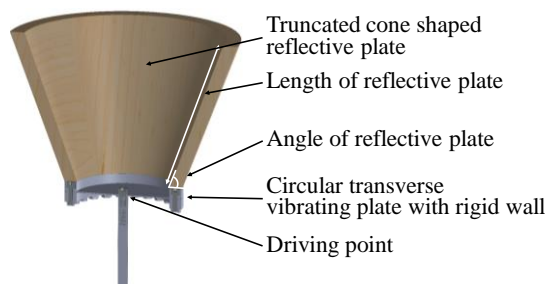


Fig. 2. Outline of vibrating plate and cylindrical rigid wall.

ることが示された。

#### 4. 距離および反射板長さと音圧の関係

3 節の検討より最も大きな音圧が得られる角度  $70^\circ$  の反射板を製作し、放射音波の指向特性を検討した。反射板長さを 32, 64, 196, 240 mm とし音波放射面（反射板先端）からの距離が 2 m における、各方向における音圧をマイクロホンを用いて測定した。音源の電気入力は 1 W 一定とした。Fig. 3 はその結果である。図 (a) は反射板長さを 32 mm, 図 (b) は反射板長さを 64 mm, 図 (c) は反射板長さを 196 mm, 図 (d) は反射板長さを 240 mm, とした場合である。図はいずれも周方向に角度、半径軸方向に音圧を示している。図より、すべての反射板長さにおいて  $0^\circ$  方向（振動板に垂直な方向）に高い音圧が現れ、指向性の鋭い音波を放射していることが分かった。また、反射板長さ 240 mm の時、最大で 42.2 Pa が得られた。

Fig. 4 はこの結果より、最大音圧 ( $0^\circ$  方向) でまとめたものである。図は縦軸に振動板に垂直な方向の最大音圧、横軸に反射板長さを示している。図より、一定の入力電力において遠距離で得られる音圧は、反射板が長くなるほど大きくなることが分かった。

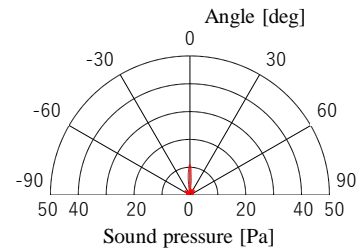
#### 5. おわりに

今回の検討では一定の入力電力において反射板長さを変化させたときの得られる最大音圧とその指向性について検討を行った。その結果、遠距離で得られる音圧は、 $0^\circ$  方向が一番大きく、また、反射板の長さが長くなるほど大きくなることが分かった。また、反射板長さ 240 mm の時、最大で 42.2 Pa (126 dB) を得ることが出来た。

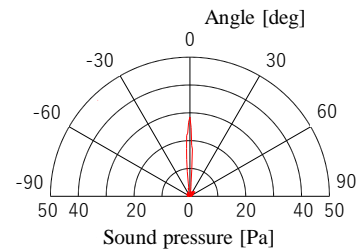
本研究の一部は JSPS 科研費 15K05875 の助成を受けたものである。

#### 6. 参考文献

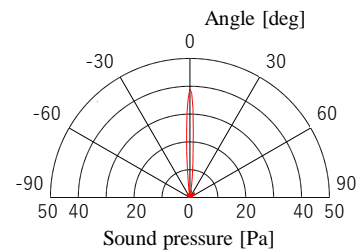
- [1] 倉富 涼, 吉野晴樹, 浅見拓哉, 三浦 光, :「円筒剛壁一体構造のたわみ振動板型空中超音波音源に反射板を設置したときの指向性の検討」音講論集, pp. 1043-1044, 2017.3.
- [2] 吉野晴樹, 倉富 涼, 浅見拓哉, 三浦 光「円形たわみ振動板型空中超音波音源に円錐台形反射板を設置したときの指向性の検討」音講論集, pp1205-1206, 2017.9.
- [3] 吉野晴樹, 引地瑞紀, 浅見拓哉, 三浦 光, :「周囲固定円形たわみ振動板に円錐台形反射板を取り付けた空中超音波音源の開発」音講論集, pp87-88, 2018.9.



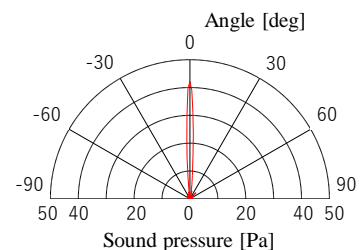
(a) Length of reflective plate is 32 mm.



(b) Length of reflective plate is 64 mm.



(c) Length of reflective plate is 196 mm.



(d) Length of reflective plate is 240 mm.

Fig.3 Sound wave directivity.

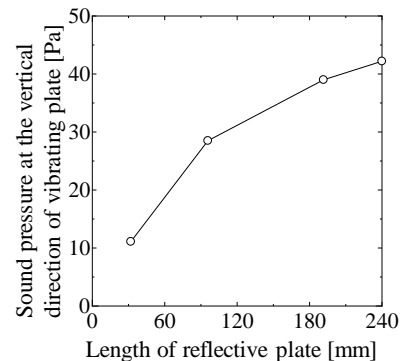


Fig.4 Relationship between length of reflective plate and maximum sound pressure