L-28

矩形たわみ振動板と剛壁が一体構造の空中超音波音源の開発
ー入力電力と音圧の関係ー
Development of Ultrasonic Source Combined with a Rectangle Vibrating Plate and Rigid Walls
ーRelationship Between Input Power and Sound Pressureー

○佐藤　諒[1], 淺見拓哉[2],　三浦 光[2]
*Ryo Sato[1], Takuya Asami[2], Hikaru Miura[2]

Abstract: The ultrasonic sound source using a stripe mode rectangular vibrating plate radiates strong ultrasonic into the air. We have combined the sound source with a rectangular vibrating plate and rigid walls. We previously reported that the standing wave field is formed in the enclosure by the vibrating plate, rigid walls and a parallel refractive plate. In this report, we investigate the relationship between input power and sound pressure to determine the basic characteristics of the sound source. Our results show that the sound pressure of the antinodes of the standing wave field increases with increasing input power.

1.　はじめに

空気中へ強力な超音波を放射する音源として，縞モード矩形たわみ振動板型音源や格子モード方形たわみ振動板型音源などがある．これらの音源は煙霧質の凝集や消臭など様々な分野に利用されている．しかし，これらの利用では定在波音場を形成するために音源の他に複数の反射板を用いることが多く，これらの部分との境目に隙間が生じることや固定方法等に問題があった．

そこで，これらの問題を解決するため，反射板等の壁面と振動板を一体化させた音源を考えた．そのために，音源は縞モード矩形たわみ振動板の節線と平行な辺に、剛壁とみなした壁面を取り付けた一体構造の形状とした．この音源の利点は，振動板と壁面が一体化しているため，閉じた空間の構築が容易なことや，剛壁を他の装置に固定できること，装置が簡略化できることである．これまで，振動板，剛壁，及び平行反射板で形成される空間に，定在波音場を形成できることを明らかにしている[1]．ここでは音源の基礎的な特性を知るために，入力電力と音圧の関係について検討を行った．

2.　空中超音波音源

図 1 は検討に用いた空中超音波音源の概略である。図に示すように，超音波音源は 20kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子，振幅拡大用エキスポネンシャルホーン，及び縦振動共振周波数調整用の伝送棒をネジで結合し，その先端に剛壁一体構造の矩形たわみ振動板をネジで固定したものである．

図 2 は使用した矩形たわみ振動板の概略である.振動板には板厚 1.2 mm のジュラルミンを使用し，縞モードの節間隔 d は 11.9 mm，節線の数は 12 本とした。図中の破線はたわみ振動の節線を示している．各部の寸法は図中に示すとおりである．この振動板は周波数 20.3 kHz で共振

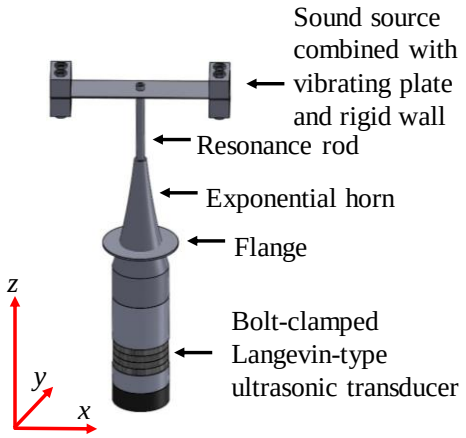

Figure 1. Schematic of the ultrasonic source.

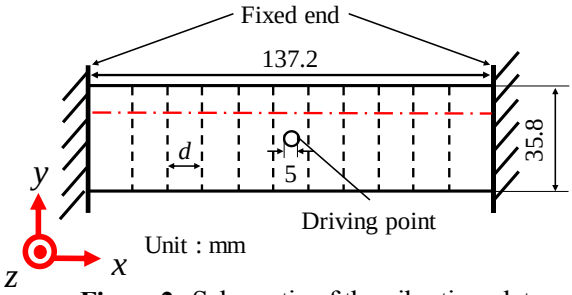

Figure 2. Schematic of the vibrating plate.

Figure 3. Chladni figure of a vibrating plate with two

1：日大理工・院（前）・電気　2：日大理工・教員・電気

となり，縞モードになる．

振動板と剛壁を一体構造で作成したモデルを検討するために，振動板の両端のたわみ振動を抑えるための器具(固定器具)を用いた．図 3 は固定器具を振動板の両端に取り付けた様子である．振動板の両面を金属ブロックではさみ，ネジで締めることで振動を抑え，固定した．また，図にはクラドニの砂図を併せて示している．図中の黒い線状の部分が砂であり，振動の節の位置を示していることから，節が線状の縞モードが得られていることが分かる．

3.　定在波音場の音圧分布

3.1　*xz* 平面の音圧分布

剛壁一体構造の縞モード振動板と剛壁によって形成される定在波音場について検討を行った．定在波を形成するために，固定器具に剛壁を取り付け，振動板と平行に反射板を設置した．対面する剛壁間の距離は 121.2 mm，振動板と平行反射板の距離は 85.3 mm とした．音圧の測定は，駆動電力 0.5 W，駆動周波数 20.3 kHz 一定で，振動板短辺の長さの 4 分の 1 となる位置(図 2 の赤い一点破線)上の *xz* 平面を，プローブ付きマイクロホン(ACO, TYPE-7017）を用いて行った．図 4 はその結果である．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カラーマップで示している．図より，定在波音場は *x* 軸、*z* 軸方向にそれぞれ形成されていることが分かる．音圧が高くなっている腹の位置は、*x* 軸、*z* 軸ともにおよそ 12 mm 間隔となった．

3.2　*xy* 平面の音圧分布

xy 平面の音圧分布の測定を 3.1 と同様の測定条件及び方法で行った．測定は図 4 に示した破線上の *xy* 平面である．図 5 はその結果である．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カラーマップで示している．図より，y 軸方向に音波が一様に分布していることが分かる．

4.　定在波音場の腹位置での音圧

定在波音場の腹位置での入力電力と音圧の関係を知るために，腹位置での音圧を 1/8 インチマイクロホン（ACO, TYPE-7118）を用いて行った．測定は図 4 で音圧が高い位置で行った．図 6 はその結果である．図は縦軸に音圧を，横軸に入力電力をとっている．図より，音圧はほぼ入力電力の 1/2 乗に比例して大きくなることが分かる．入力電力 40 W における音圧は 3.78 kPa（音圧レベル 165 dB）であった．

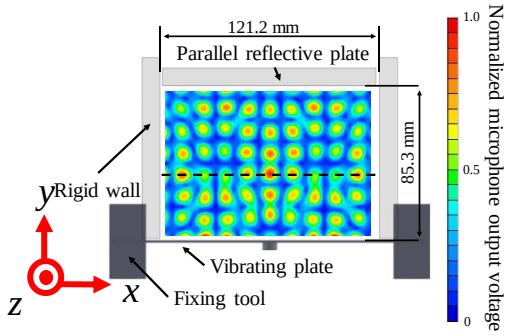

Figure 4. Sound pressure distribution in the *x*-*z* plane with a parallel reflective plate.

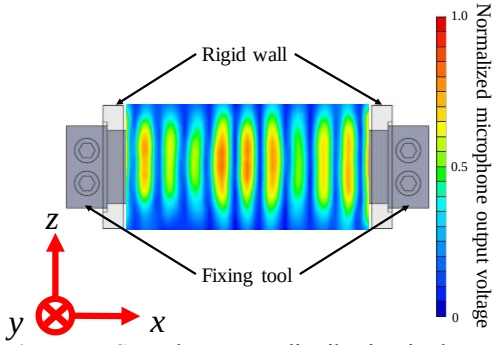

Figure 5. Sound pressure distribution in the *x*-*y* plane with a parallel reflective plate

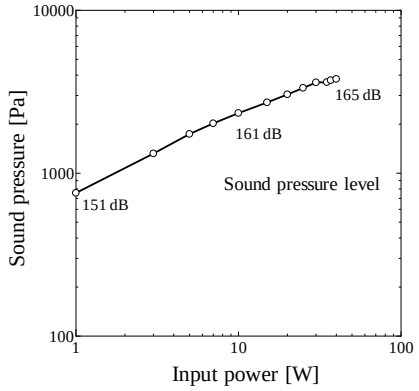

Figure 6. Relationship between input power and sound pressure.

5.　おわりに

矩形たわみ振動板と剛壁が一体構造の空中超音波音源における，定在波音場の音圧分布及び入力電力と音圧の関係について検討を行った．その結果，*xz* 平面に格子状で *y* 軸方向に一様な定在波音場を形成することができた．また，定在波の音圧の腹位置での音圧は，入力電力を大きくするほど高くなることが分かった．

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]　佐藤　諒，淺見拓哉，三浦 光，音講論集 pp.965-966, 2016.9.