

圧電振動子を用いた薄型平板スピーカの研究

Study on Flat Thin Panel Speaker by Using Piezoelectric Vibrator

田中慎太郎 , 井坂秀治

Shintaro TANAKA , Hideharu ISAKA

山形大学

Yamagata University

Key Words: 圧電スピーカ(Piezoelectric Speaker) , 圧電振動子(Piezoelectric Vibrator) ,
平板スピーカ(Flat Panel Speaker) , シェル(Shell).

連絡先: 〒992-8510 山形県米沢市城南 4 丁目 3-16

田中慎太郎 , Tel . : 090-8251-0743 , E-mail: tys08017@st.yamagata-u.ac.jp

1 緒言

近年,携帯端末や家電製品の小型化,薄型化に伴い,省スペースで軽量のスピーカの需要が増している.これらのスピーカの一つに圧電素子を用いたスピーカがある.圧電スピーカの利点は動電型スピーカに比べ構造が単純で,小型化や軽量化が容易なことである.また,磁石を使用していないことから,周囲の電子機器に磁気の影響を及ぼすことが無い.そこで鈴木らによって考案されたのが,圧電振動子を中心支持方式で平板に取り付けた圧電スピーカである⁽²⁾.鈴木らは携帯情報端末やカーナビゲーションシステムへの利用を検討しているが,圧電スピーカの指向性については検討されていない.スピーカの指向性は,周囲の迷惑とならないように音を発生させる場面での利用や,音声認識が必要となる場所において非常に重要である.そこで本研究では,圧電スピーカを用いて,振動子の取り付け位置や振動板の形状を変更し,音圧周波数特性,及び指向性の変化を実験的に検討したので,その結果について報告する.

2 実験方法

2.1 スピーカユニット

Fig.1 に圧電振動子の概略図, Fig.2 に平板圧電スピーカの概略図, Fig.3 にシェル型振動板圧電スピーカの概略図を示す.圧電振動子の材質は真鍮とPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)である.真鍮円盤は直径50mm,厚さ0.15mmである.PZTは直径40mm,厚さ0.12mmである.本研究ではPZTを真鍮板の両面に貼り合わせたバイモルフ型圧電振動子を使用する.圧電振動子の中心には孔が開けられており,アクリル製ボルトを通して中心支持方式で振動板に固定している.振動板の大きさは150×210mm,厚さ0.5mm,

材質は塩化ビニール製である.振動板の周囲にはフレームを設け,周辺を固定している.シェル型振動板は長辺方向を屈曲させた円筒型の振動板である.振動板の中央を position 1 として,エッジ方向に position 2, position 3 を設置して,振動子の位置が変更できるようになっている.

2.2 音圧周波数特性及び指向性測定試験

Fig.4 に音圧周波数特性の測定の概略図, Fig.5 に指向性測定試験の概略図を示す.音圧周波数特性の測定は JIS C 5532 に準拠して準無響室で行う.スピーカの振動板の中心からマイクロフォンまでの距離は0.25mである.試験信号は入力電力0.1Wのホワイトノイズを用いる.スピーカからの放射音をマイクロフォン及び騒音計で測定し,FFTアナライザにより20kHzレンジでスピーカ放射音の音圧周波数特性を分析する.指向性測定試験では,振動子をポジション1~3に設置して測定を行う.角度はスピーカの真上を0°,振動子側を+90°として30°刻みで音圧周波数特性の測定を行う.測定データから角度ごとのO.A.値,1kHz,2kHz,4kHz帯域の1/3オクターブバンドで評価を行う.

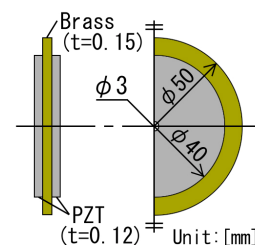


Fig.1 Construction of PZT vibrator

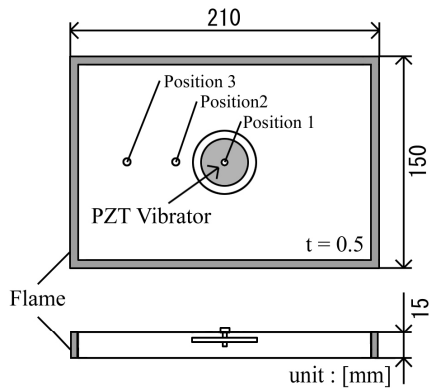


Fig.2 Construction of flat PZT speaker

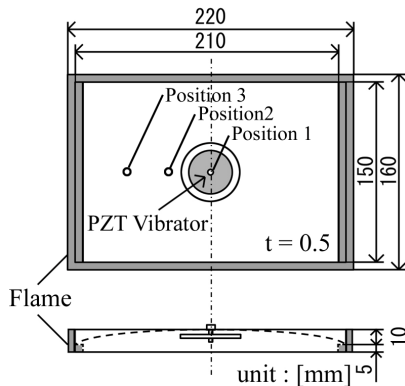


Fig.3 Construction of shell PZT speaker

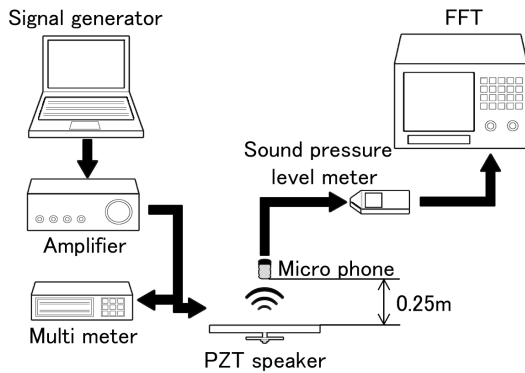


Fig.4 Block diagram of experimental apparatus

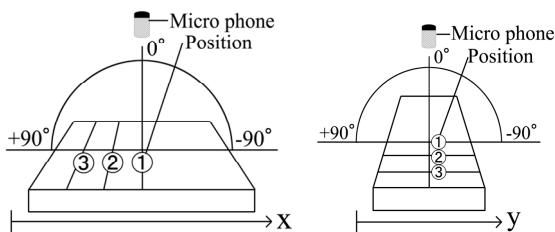
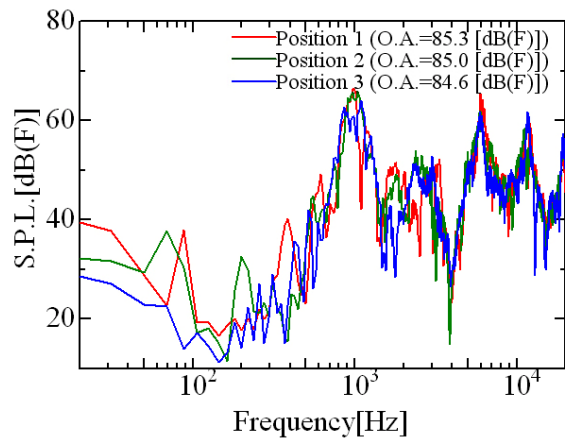


Fig.5 Schematic diagram of definition of angle and position

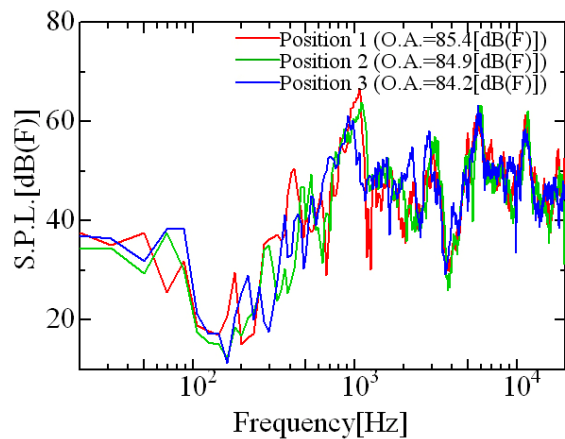
3 実験結果及び考察

3.1 放射音の音圧周波数特性試験

Fig.6(a),(b)にポジション1の0°における放射音の音圧周波数特性測定の結果を示す. Fig.6(a)より平板スピーカでは,振動子のポジションがエッジ方向に向かうにつれて100Hz,及び500Hz付近で音圧レベルが約20dB減少している.しかしながらO.A.値では大きな差はみられない.Fig.6(b)よりシェル型振動板スピーカでは,振動子の取り付け位置がエッジ方向に向かうにつれて100Hz付近で音圧レベルが約5dB増加している.平板スピーカと同様にO.A.値では大きな差はみられない.Fig.6(a)とFig.6(b)を比較すると,100Hz以下の低周波域において平板スピーカではポジション1の音圧レベルが一番高いことに比べ,シェル型振動板スピーカではポジション3の音圧レベルが一番高くなっている.また,シェル振動板スピーカでは全域において周波数特性が平坦化されている.どちらのスピーカもO.A.値に大きな変化はみられないことから振動子の取り付け位置を変化させても放射音特性に大きな変化は現れないと考えられる.



(a) Flat panel speaker



(b) Shell panel speaker

Fig.6 Frequency characteristics of sound pressure level

3.2 指向性試験

Fig.7~14に(a)~(c)に平板スピーカ及びシェル型圧電スピーカのO.A.値,1kHz帯の1/3オクターブバンド,2kHz帯の1/3オクターブバンド,4kHz帯の1/3オクターブバンドを示す。(a)~(c)はそれぞれポジション1~3に対応している。

3.2-1 可聴域全体の評価

Fig.7(a)~(c)より,平板スピーカのポジション1をみると,x,y方向の特性が類似しており,球面波のように放射され,指向性が広がっている.平板のスピーカのポジション2,3ではx方向でポジションの変化による指向性の変化がみられた。

Fig.8(a)~(c)より,シェル型振動板スピーカのポジション1をみると,y方向に比べてx方向の指向性が鋭くなっている.ポジション2,3では平板スピーカのポジション2,3と同様にポジションの変化による指向性の変化がみられた。

3.2-2 音声認識に重要な帯域の評価

Fig.9(a)~(c)より,平板スピーカの1kHz帯の1/3オクターブバンドではいずれのポジションにおいても鋭い指向性が得られた.しかしながらポジション

による変化はみられなかった.ポジションによる指向性の変化は周波数に依存する傾向があると考えられる。

Fig.10(a)~(c)より,シェル型振動板スピーカの1kHz帯の1/3オクターブバンドでは,非常に鋭い指向性が得られた.また,x方向においてポジションによる指向性の変化がみられた。

Fig.11(a)~(c)より,平板スピーカの2kHz帯の1/3オクターブバンドでは,ポジションによる変化はみられたものの,分割振動の影響で指向性が放射状となった。

Fig.12(a)~(c)より,シェル型振動板スピーカでは,ポジション1では $\pm 60^\circ$ 方向に鋭い指向性がみられた.また,ポジションごとに指向性の変化がみられた. Fig.11(a)~(c)より,4kHz帯の1/3オクターブバンドでは,広い指向性が得られた.これは,高周波域での複雑な分割振動が原因であると考えられる。

Fig.12(a)~(c)より,ポジション1でやや鋭い指向性が得られた.またポジションによる指向性の変化が得られた.シェル型振動板は,同じ厚さの平板に比べて曲げ剛性を高くすることが可能である為,それに伴う振動特性の変化が影響したと考えられる。

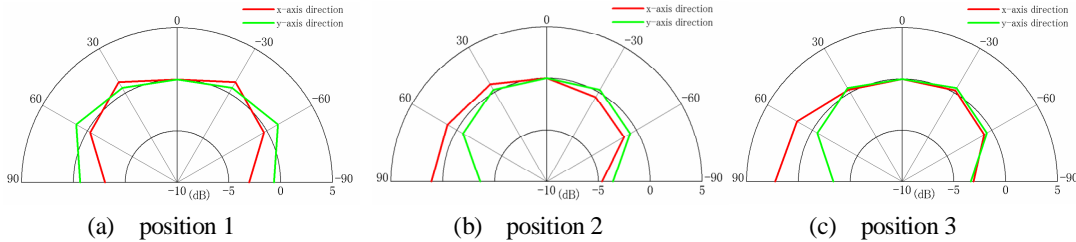


Fig.7 Direction characteristics of Flat panel speaker (O.A.)

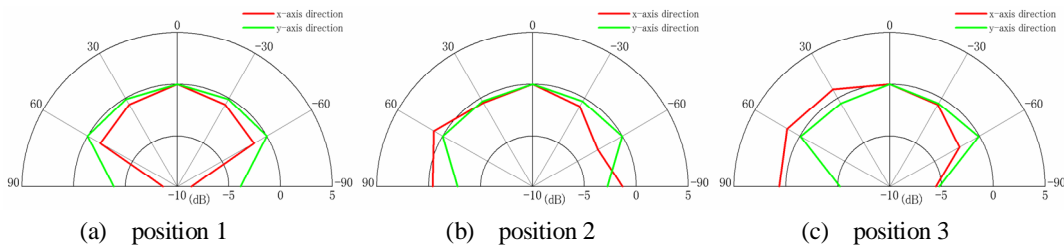


Fig.8 Direction characteristics of Shell panel speaker (O.A.)

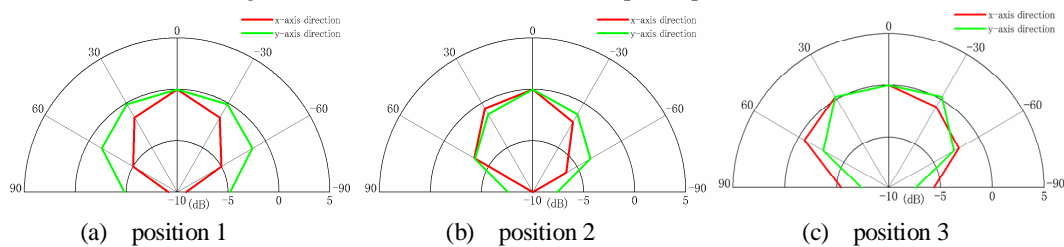


Fig.9 Direction characteristics of Flat panel speaker (1kHz 1/3octave band)

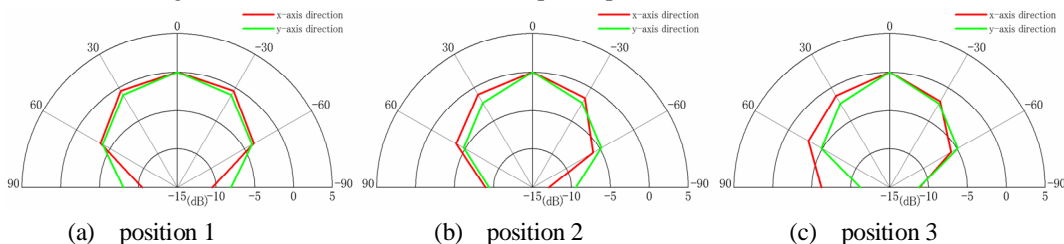


Fig.10 Direction characteristics of Shell panel speaker (1kHz 1/3octave band)

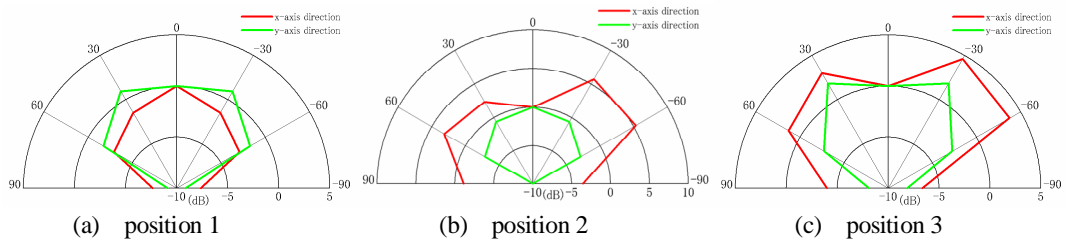


Fig.11 Direction characteristics of Flat panel speaker (2kHz 1/3octave band)

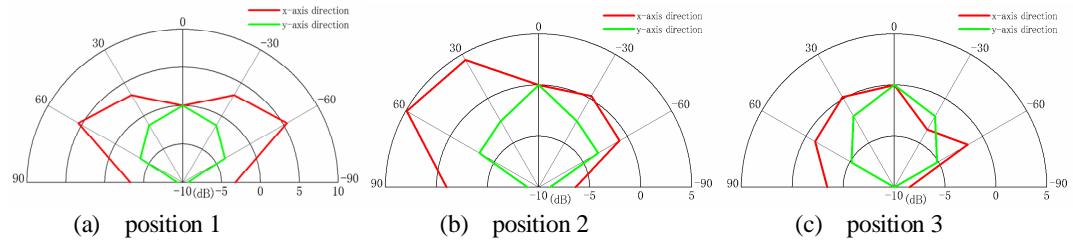


Fig.12 Direction characteristics of Shell panel speaker (2kHz 1/3octave band)

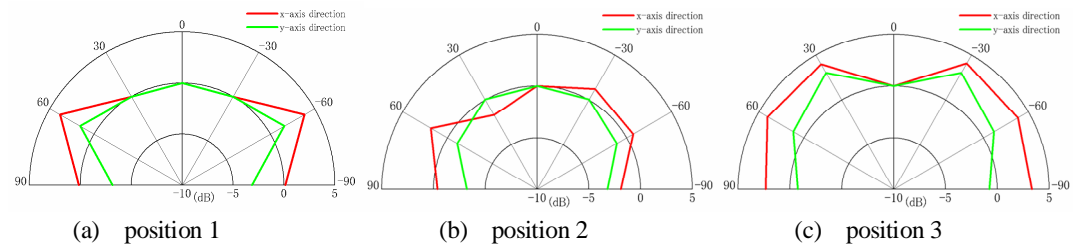


Fig.13 Direction characteristics of Flat panel speaker (4kHz 1/3octave band)

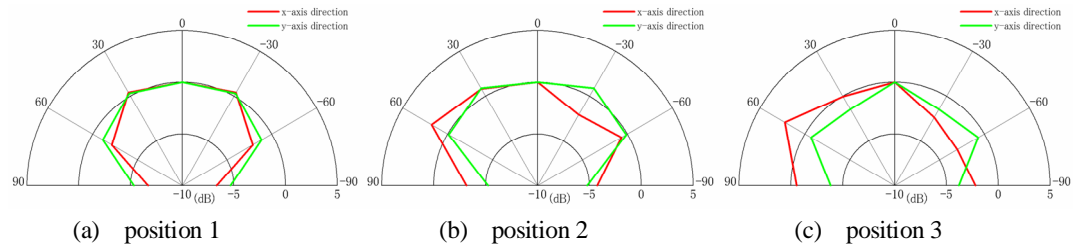


Fig.14 Direction characteristics of Shell panel speaker (4kHz 1/3octave band)

4 結言

- (1) シェル型振動板スピーカは平板よりも鋭い指向性がある傾向がみられた。
- (2) シェル型振動板を用いることで、平板に比べて放射音の周波数特性が平坦化できることを明らかにした。
- (3) 周波数に依存する傾向はあるものの、振動子の取り付け位置によって指向性が変化することを明らかにした。

参考文献

- 1) 荻野,大内,山崎,平面スピーカ,日本音響学会誌 62 巻 11号(2006),802-807
- 2) 井坂,鈴木,圧電振動子とラバーウェイトを用いた平板スピーカの音響振動特性,D&D 論文集 (2003)