

○一ノ瀬 裕 牧野 昭二  
(日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所)

1. まえがき 電話機の送・受話器、サウンドとして圧電バイモルフ振動板を用いた圧電形電気音響変換器の検討を行っている。バイモルフ振動板を用いると、振動系と変換系とを一体化でき、薄形化および部品点数の削減が実現できる反面、振動板のクランプ部の直径、縮付力、傾きなどの微小な差による感度、共振周波数のばらつきが大きくなる。そこで、この欠点をなくすため、従来、電磁形電気音響変換器の成形振動板に設けられている段差をバイモルフ振動板に設けることを検討した。ここでは、有限要素法を用いて計算したクランプ半径と振動板変位、感度との関係を報告する。

2. 要素の分割方法と計算精度 有限要素法を適用するにあたって、ここでは一般的な1次の三角環状要素を用いることとした。振動板のように薄い板では、要素の分割方法によっては計算精度が悪いことが予想される。そこで、まず図1に示す周辺固定の円板(クランプ半径 $a$ 、厚み $h$ 、ヤング率 $E$ 、ポアソン比 $\mu$ )に等分布荷重 $p$ が加わっている場合の振動板変位を計算した。中央部変位 $\xi_F$ の計算結果を図2に示す。なお、厳密解 $\xi_E$ は次式で与えられる。

$$\xi_E = \frac{3(1-\mu^2)Q^4 p}{16 E h^3}$$

図2から、約90%の精度を得るためには、厚み方向には4分割以上、半径方向には要素の厚み方向の長さ/半径方向の長さ=1となる数以上に分割する必要があることがわかる。バイモルフ振動板の場合、中央部の厚みは周辺部の厚みの約2倍であり、中央部を4分割したのでは周辺部は2分割にしかできないが、使用した計算機の記憶容量の制限からこれ以上の数に分割するのは困難であったので、以後、厚み方向を4分割、半径方向を約600分割して計算することとした。

3. 計算結果と考察 計算に使用したバイモルフ振動板を図3に示す。

段差を持たないバイモルフ振動板(「段なし」)と段差を持つバイモルフ振動板(「段あり」)における変位分布を図4に、中央部変位および感度の計算結果を図5に示す。これらの図から

(a)バイモルフ振動板は段差を設けることによって、あたかも段差部分をクランプされているように振動する。

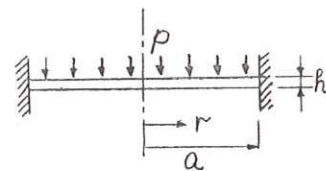


図1 等分布荷重を受ける  
周辺固定円板

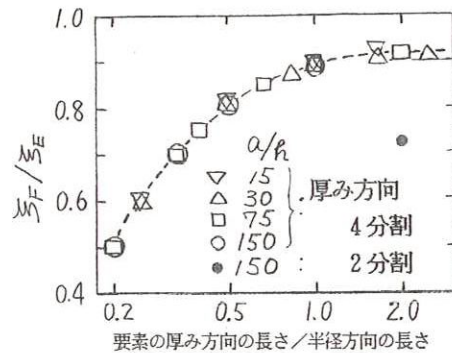
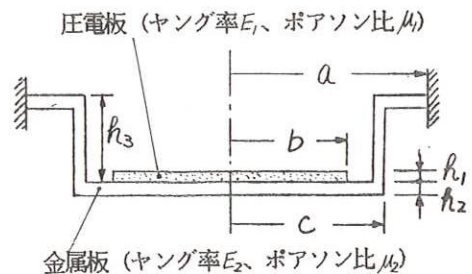


図2 分割数と精度



$$b/c = 0.8, h_1/h_2 = 1.2, h_3/h_2 = 9.0,$$

$$E_1/E_2 = 0.62, \mu_1 = 0.33, \mu_2 = 0.37$$

図3 周辺に段差を持つ  
圧電バイモルフ振動板

\* Vibration Characteristics of Piezoelectric Bimorph Diaphragm with Step-shaped Edges. By Yutaka ICHINOSE and Shoji MAKINO (Yokosuka E.C.L., N.T.T.)

その結果、クランプ半径が10%増加したとき  
 (b)「段なし」の場合、中央部変位は約1.6倍(送話器) 1.2倍(受話器)になり、感度はいずれも約3dB増加するのに対して、

(c)「段あり」の場合、中央部変位、感度はいずれもほとんど変化しない。

ことがわかる。これは、段差の部分の径方向に振動することによって

段差内部の振動と外部の振動とを分離しているためと考えられる。ただし、図6に示すように送話器と受話器とでは段差の部分の振動形態は異なり、段差部のすぐ外側をクランプした場合は「段なし」の場合と比較して、

(1)送話器では、中央部変位は約15%、感度は約1.5dB増加するのに対して

(2)受話器では、中央部変位は約20%、感度は約2dB減少する。これは、

①送話器の場合は、厚み方向に力が加わって振動板が変形し、圧電板が縮むときには金属板が伸び、段差を外側に変形させる(逆の場合は内側)のに対し、

②受話器の場合は、印加された電圧によって圧電板自身が径方向に伸縮しようとし、圧電板が縮むときには金属板も縮み、段差を内側に変形させる(逆の場合は外側)。

ためと思われる。

4. まとめ 圧電バイモルフ振動板の周辺に段差を設け、その外側をクランプすることによって、クランプ半径の変化が振動板変位、感度に与える影響を小さくできることを有限要素法を用いた計算によって明らかにした。他のクランプ条件の影響については計算していないが、本検討の結果から段差の効果は十分であると推定する。今後、実験との比較による確認を行う予定である。

謝辞 日頃御指導頂く当所宅内部松田部長、山崎統括役、川嶋室長、吉利調査役、武蔵野通研基四室大賀調査役ほかの方々々に深謝します。

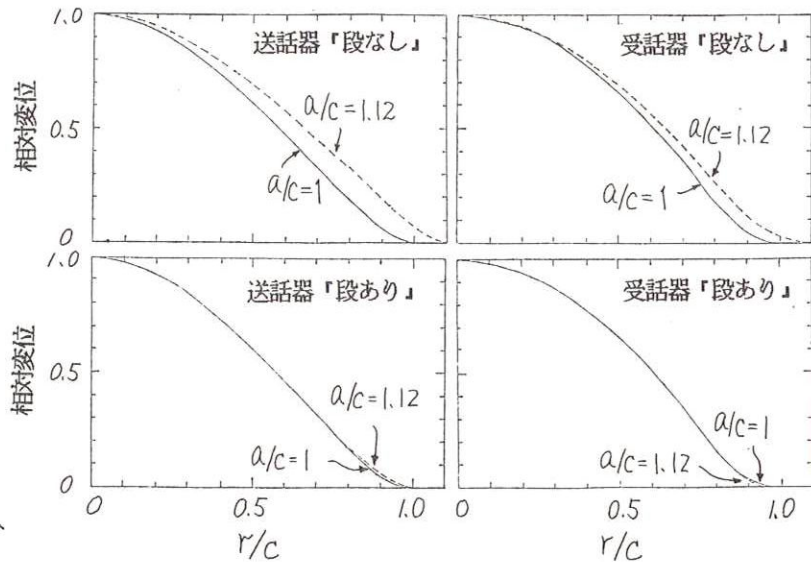


図4 変位分布

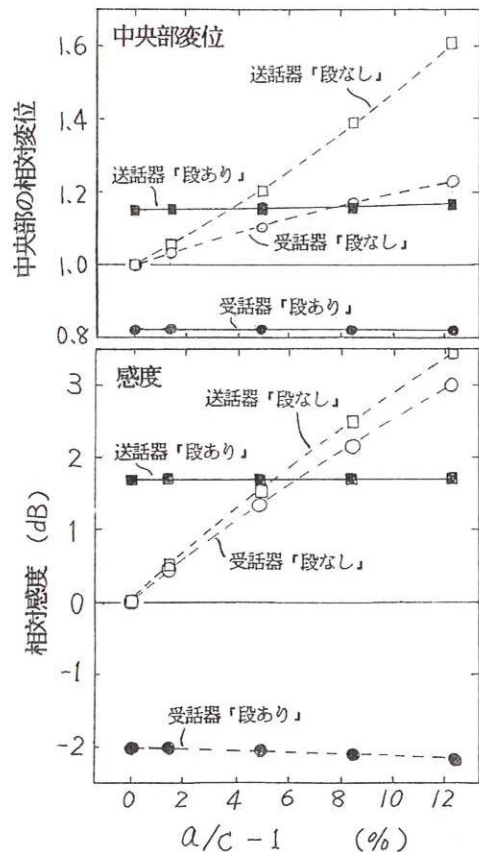


図5 中央部変位および感度

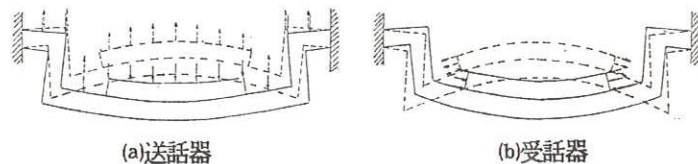


図6 段差部分の変形