

マルチセル平面スピーカを使った教室の拡声システム*

田中巧 小野政一郎 及川靖広 山崎芳男 (早大理工)

1. まえがき

均一で明瞭な拡声を行ない、拡声システムを用いても講演者の位置に話声が定位するような拡声を目指して、平面スピーカを使用した拡声システムを検討している。本稿では、使用する平面スピーカの特性と、そのスピーカを使用する拡声方法の考え方と、スピーカを使用した実験の結果を報告する。

2. 均一で明瞭な拡声

大空間で講演等を行う場合、拡声は必要不可欠である。音圧を均一にする1つの状態として拡散音場が考えられるが、どの位置でも明瞭な音を得るという目的からは外れる。また、従来拡声方法として行なわれてきた、室内にスピーカを多数分散して設置する方法には、以下の問題点がある。

- (1) 音が講演者の位置に定位しない。
- (2) 個々のスピーカからの直接音とその残響音がそれぞれ異なった時間差で到達するため明瞭度が低下する。

これら問題を解決する1つの方法として、室内で、管内を伝わる音波のように、平面波が1方向に順に伝わってゆくようにする方法が考えられる。それにより音波の到達時間差をなくし、距離減衰を少なくできる。この状態を実現するには、講演者側の面全体から平面波が発生し、その反対側の面が吸音する必要がある。教室の背面から反射をなくすには、背面を完全吸音とするか、背面も前面と同じスピーカでアクティブコントロールし、前面の音波が背面に届くまでの時間差分遅らせて到達波と同相で駆動して反射をなくす方法が考えられる。

音波を発生させる側について考えると、平面波を発生するスピーカは存在しており、この方法は技術的には可能である。しかし、実際の教室には黒板やプロジェクター等が前面にあり、壁面全体から平面波を出すことは現実的ではない。そこで次に考えられる方法として、平面波に近い音波を発生させるスピーカを並べて擬似線音源を作り、減衰の少ない音波を1方向に伝える方法を検討した。

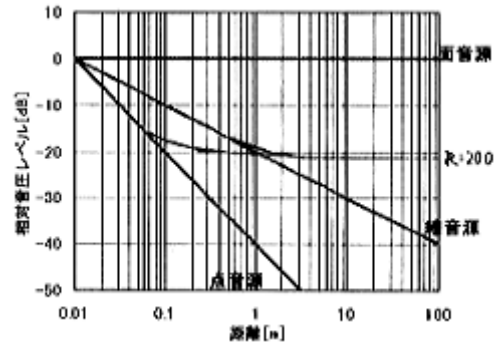


図 - 1 距離減衰のグラフ

図 - 1 に教室の各種音源の距離減衰のおおよその様子を示す。後に示すように、使用する平面スピーカには高音域にゆくほど狭い指向性があり、線音源よりも距離減衰が少ない。スピーカの正面方向には、遠くまで明瞭な音の拡声が可能である。前方の席には話者の直接音が到達することを考えると、平面スピーカの面が後部席の列全体に向くように横方向に直線に配置することが適切であると考えられる。室の左右の壁を剛壁と考えると、横方向に室の幅以上の線音源があることになり左右方向の均一さが得られることになる。

3. マルチセル平面スピーカ

本研究で使用したスピーカは、図 - 2 に示すようなネオジウムマグネットと小型ボイスコイルが多数 (10 × 30 個) 並んだフレキシブル基盤を用いた、単純な構造の平面スピーカである。

図 - 3 にスピーカの外觀を示す。このスピーカは厚さ 13mm と薄く、エンクロージャーがないので湯所を取らない。既存の室内に新たに拡声装置を設置する場合に有効である。また、後に示すように和声の拡声を行うには十分な特性を有している。音を発する面積が広く、部分的な音圧が小さいのでハウリングに強いという特徴も備える。

4. スピーカの特性

図 - 4 に平面スピーカ単体の周波数特性と指向性パターンを示す。インピーダンスより 1W に換算した値を入力電圧とし、スピーカの中心軸上 50cm の点で水平方向の外周の音圧を測定した。

*Public-address system in a classroom using multi-cell flat speakers.

By Takumi Tanaka, Ono Masaichirou, Yasuhiro Oikawa and Yoshio Yamasaki (Waseda University).

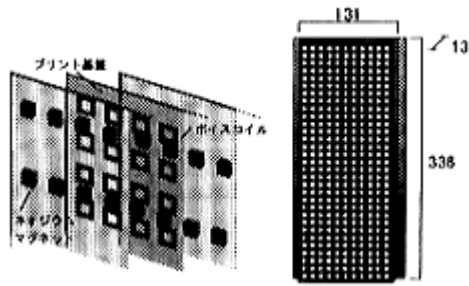


図 - 2 平面スピーカの構造 図 - 3 スピーカユニット

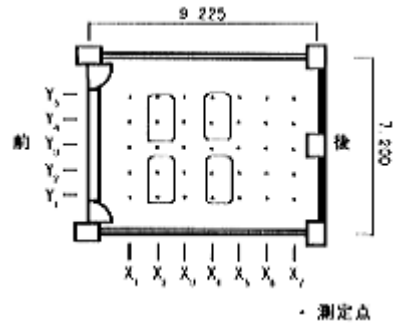


図 - 5 教室の図面と測定箇所

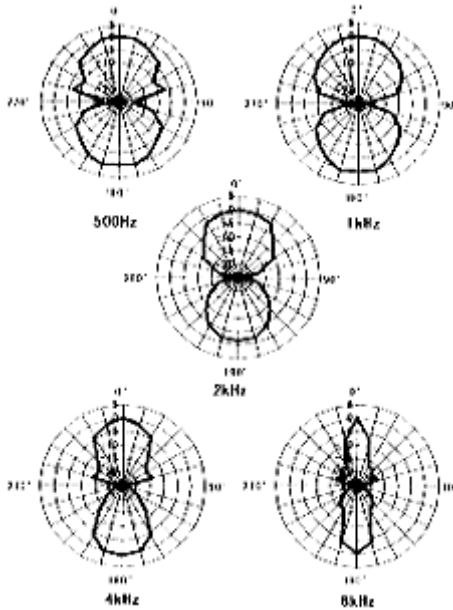
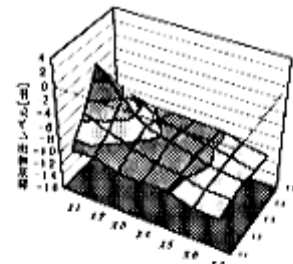
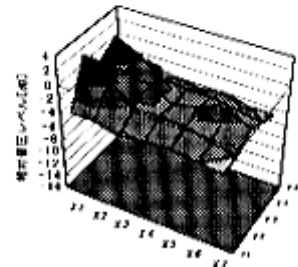


図 - 4 平面スピーカの指向特性



(1) 2ウェイスピーカ中央に1個置いた場合



(2) 平面スピーカを左右に2つずつ縦に並べた場合

図 - 6 相対音圧レベルの分布

5. 教室の音圧分布の比較

従来型2ウェイスピーカと平面スピーカについて、以下の場合の音圧分布を比較した。

(1) 2ウェイスピーカを中央に1個置いた場合

(2) 平面スピーカを左右に2つずつ縦に並べた場合
 それぞれの場合のスピーカの高さは床から縦方向の中心軸まで90cm、左右に配せする場合は前面中央からスピーカの中心まで90cmである。

測定場所は実際の使用条件を考え、長方形の教室とした。図 - 4に測定した教室の図面と判定箇所を示す。

6. 測定結果

図 - 6に教室の前面の中心から1.5mの点を基準とした相対音圧レベルの分布を示す。測定点は図 - 5に示した35点である。

7. むすび

今回の測定で、平面スピーカを用いて基礎的な理論に従った手法は音圧を均一にする面で有効であることが分かった。

実際の教室で明瞭度を上げるには室の背面からの反射を最大限になくす必要がある。今回は掲載できなかったが、教室の背面を吸音した場合の音圧分布およびSTI値を報告する予定である。

さらに、実際に早稲田大学で平面スピーカを横方向に線音源として備え付けた教室でのSTI値を報告する予定である。