

スピーカアレイの反射が音響計測に与える影響*

○森川大輔、平原達也（富山県立大）

1 はじめに

スピーカアレイは音響計測や立体音の再生、音場の制御等、幅広い用途で利用されている。スピーカアレイを用いる場合、各スピーカの配置によってはスピーカ自身が別のスピーカから出力した音の反射物になる。しかし、これまでのスピーカアレイを用いた研究において、スピーカアレイ自身の反射はあまり考慮されていない。特にスピーカを測定点・受聴点を囲むように配置したスピーカアレイは、反射が生じやすいため注意が必要である。

本報告では、スピーカアレイの反射が音響計測に与える影響を明らかにするために、スピーカアレイを吸音材で覆ってインパルス応答を計測し、スピーカアレイの反射が音響計測に影響を与える度合について述べる。

2 実験方法

2.1 実験システム

富山県立大のスピーカアレイは、高さ 1.1 m の中心点から半径 1 m の水平面円周上に 30 度間隔で 12 個、半径 1 m の正中面円周上の上半面に 30 度間隔で 5 個の密閉型ラウドスピーカ (Vifa, MG10SD-09-08) を配置している (Fig.1)。

計測音は、D/A 変換器 (Roland, UA-101) から信号を出力し、パワーアンプ (BOSE, 1705II) を通してスピーカから再生した。収録は、マイクロホン (Panasonic, WM64AY) をダミーヘッド右耳の外耳道入口位置を閉塞して取り付け、マイクアンプ (audio-technica, AT-MA2) を通して、A/D 変換器に入力して行った。ダミーヘッドはマイクロホンの高さ 1.1 m、頭部中心位置をスピーカアレイの中心点として設置した。なお、呈示に用いたスピーカは、ダミーヘッドの正面を 0° として、水平面を時計回りに 270° の位置 (真左) に配置したものである。実験システムを Fig. 2 に示す。

インパルス応答の計測は TSP 法で行い、

65536 点の TSP 信号を 5 回加算平均した。TSP 信号と D/A 変換器のサンプリング周波数は 48 kHz である。



Fig. 1 スピーカアレイ

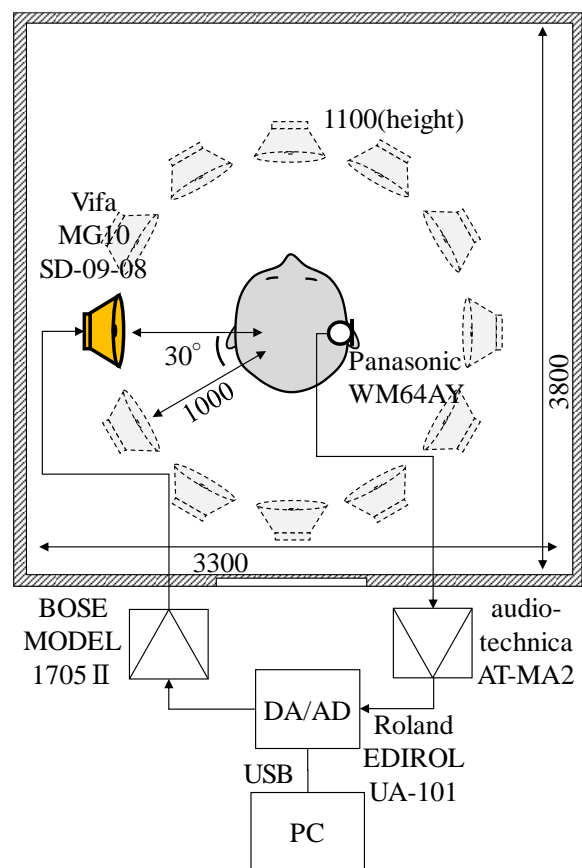


Fig. 2 実験システム

* Effect of reflection of speaker array in acoustic measurement, by MORIKAWA, Daisuke and HIRAHARA, Tatsuya (Toyama Prefectural University).

2.2 計測条件

計測は、(a)吸音材で覆わない、(b)スピーカアレイ全てを吸音材で覆う、(c)スピーカアレイに吸音材を掛ける、(d)各スピーカのスピーカボックスの形状に合わせて吸音材で覆う、(e)各スピーカを円錐状にした吸音材で覆う、の5条件で行った。(b)~(e)の条件を Fig. 3 に示す。

3 結果と考察

計測結果を Fig. 4 に示す。全ての条件で直接成分の時間は一致した。

(a)、(b)、(d)では、5 ms 付近に大きな反射成分が見られた。特に(a)では反射成分が直接成分の2倍程度まで大きくなっている。一方、(c)、(e)ではこの反射成分がほぼ見られなくなった。(b)と(d)で反射成分が見られたのは、呈示スピーカとマイクのある水平面に対して、吸音材が直行した平面をなし、吸音材であっても音の一部を反射するためと考えられる。また、(d)に比べ(b)の反射成分が大きくなったのは、吸音材による反射面が多いためと考えられる。一方、(c)では吸音材をスピーカアレイに掛け湾曲させたため、(e)では吸音材を円錐状にしたために、反射音が散乱し反射成分が見られなかったと考えられる。

(e)ではスピーカ以外を吸音材で覆っていないことから、(a)、(b)、(d)に見られた反射成分はスピーカの反射によるものと考えられる。また、 270° のスピーカからマイクロホンまでの経路と、 270° のスピーカから 60° 、 120° のスピーカまでと、それぞれのスピーカからマイクロホンまでとを加えた経路、の経路差を音が伝達する時間は、概ね反射成分が見られる時間と一致する。なお、(a)と同条件でダミーヘッド左耳にマイクロホンを取り付けた場合にも類似した反射成分は確認されるが、遮蔽物がなく直接成分が非常に大きいため、反射成分は相対的に非常に小さい。

4 結論

スピーカアレイを吸音材で覆ってインパルス応答を計測した。その結果、再生するスピーカ以外のスピーカからの反射によって、直接音より大きな反射成分が生じる場合があること、スピーカを吸音材で平面にならないように覆うことで、反射成分が見られなくなることがわかった。

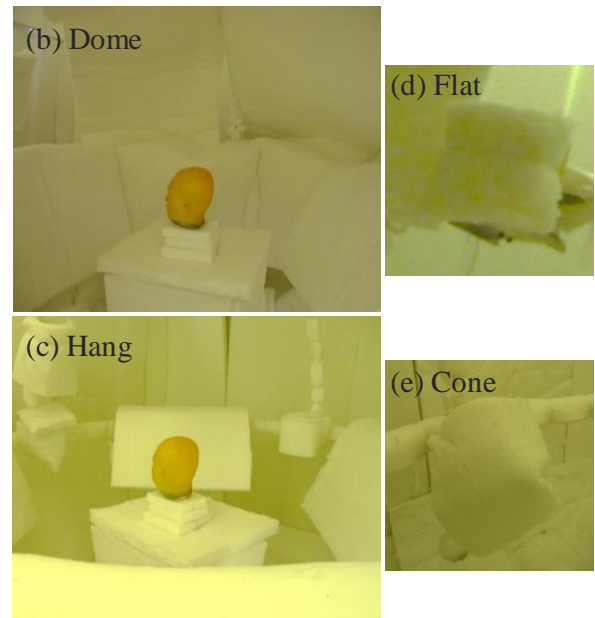


Fig. 3 計測条件

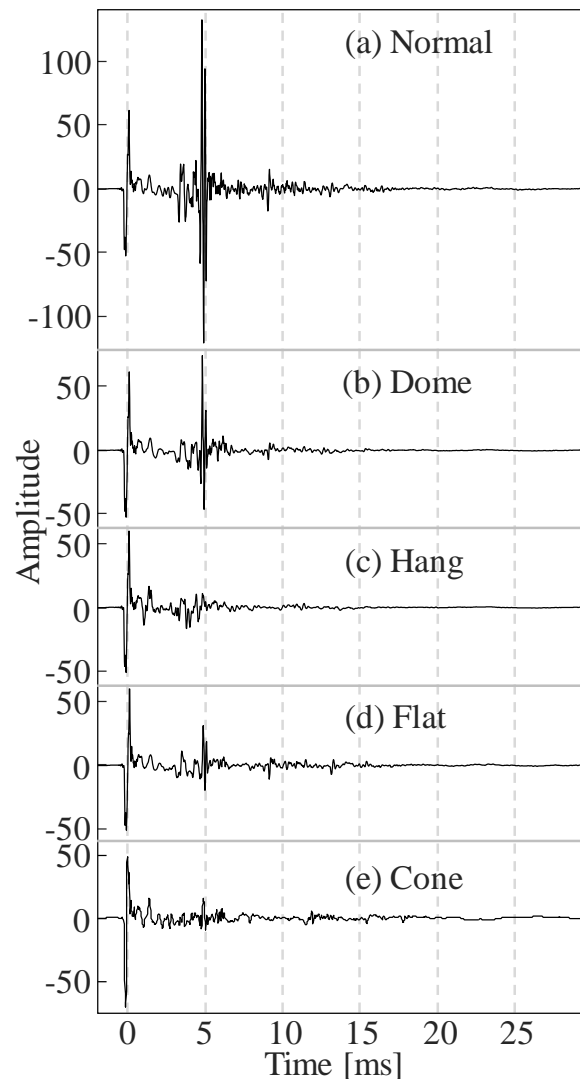


Fig. 4 各条件のインパルス応答

謝辞

本研究の一部は科研費(16H01736)の助成を受けた。