

音の可視化を利用した バスレフ型スピーカ内外の音圧の検討*

◎高澤誠, 金田豊 (東京電機大・工)

1 はじめに

筆者らは先に、音の可視化技術を利用して、バスレフ型スピーカの 1.5kHz 付近の周波数特性の乱れの原因となる物理現象について検討を行った[1]。しかし前回の検討では、バスレフポート内部やスピーカボックス内部での振る舞い、また、バスレフの効果のある低周波数での振る舞いについての測定が不十分であったので、今回はそれらの測定を行った結果を報告する。

2 バスレフ型スピーカ

バスレフ型スピーカは、バスレフポート(ダクト)の空気質量とスピーカボックスの容量とで起きるヘルムホルツ共振を利用して低周波域を強調するスピーカである。このスピーカはしかし、高域(例えば 1.5kHz 程度)において周波数特性の乱れが生じる場合があって計測用途には問題があった。前回の検討では、この乱れがバスレフポートの共振で強調され放射された逆位相の音によるものであることをスピーカ外部の音場の可視化によって示した[1]。

一方、密閉型スピーカを考えたとき、スピーカボックスのサイズより波長が十分長くなるような低周波域では、振動板表裏の音圧はほぼ同相となる。すなわち、振動板表面では、点音源放射とみなされるので音圧は振動板の加速度と同相となり[2]、また、振動板裏面(スピーカボックス内部:以下スピーカ内部と略す)の音圧は振動板の変位に同相となる。バスレフ型スピーカにおいても低周波域ではこのような位相関係は保たれると考えられる[3]。

3 測定結果

可視化の測定方法は前報[1]と同様に、スピーカ内外にマイクロホンを設置し、測定範囲全体のインパルス応答から各点の音圧を計算

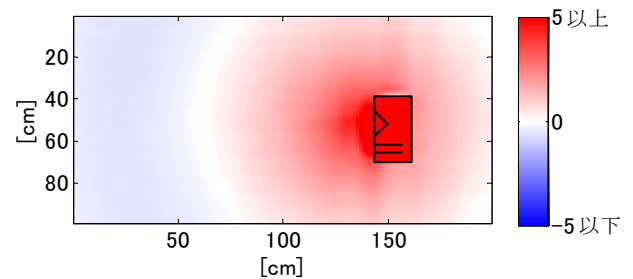


図1 スピーカ周辺音場の可視化(200 Hz)

した。スピーカは BOSE 101MM を用いた。200Hz 正弦波を発生させた時の、スピーカ内外の音圧分布を図1に示す。図より、スピーカ振動板に加えダクトからも音圧放射が確認される。また、スピーカ付近では内外ともに全て赤く、音圧はほぼ同位相となっていることが観察できる。

しかし、この図ではスピーカ近傍内外の詳細な音圧の大小や位相関係がわかりづらい。そこで、図2に示した8つの位置にマイク(ch.1~ch.8)を設置して測定した音圧振幅特性を図3に、また図4に代表的な周波数における振幅と位相を示した。

図3より、60 Hz 付近に内部音圧(ch.1-2)のピークがあり、これがヘルムホルツ共振によるものと考えられる。また 1500 Hz 付近にダクト中央(ch.4)の共振が見られる。

図4は横軸がマイク番号、縦軸が音圧の振幅を表し、矢印の向きは振動板正面の ch. 7 を基準にした位相角を表している。

図4(a)はヘルムホルツ共振付近の 60 Hz の場合である。図より、スピーカ内部(ch.1-2)およびダクト(ch.3-4)では音圧が大変大きく、ダクト出口(ch.5)でもある程度の音圧は観測されたが、振動板付近(ch.6-8)では音圧が低く観測雑音以下のレベルであった。また、観測できた場所での位相はほぼ同相であった。

図4(b)(c)は、それぞれ 100 Hz および 200 Hz の場合である。図より、100 Hz、200 Hz と周波数が増加するにつれて、スピーカ外部の音

* A study of sound pressure of a bassreflex loudspeaker using visualization of sound, by Makoto TAKAZAWA, and Yutaka KANEDA (Tokyo Denki University).

圧が上昇している。100 Hz ではダクトからの放射(ch.5)のほうが大きい。200 Hz では振動板からの放射(ch.7)のほうが大きい、ダクトからの放射音も 5 dB 程度小さい大きさは放射されており、図 1 の様子が確認できた。また、60 Hz 同様、8 つの場所での位相はほぼ同相であることがわかる。このような位相関係は、500 Hz 程度まで維持される。

図 4(d)は前回の報告で問題にした 1470 Hz の場合である。ダクト中央の音圧が極端に高く、ダクト内 3 点の位相がほぼ同相であるので、ダクト内で共振が起こっていることが確認できた。また、ダクトの位相はスピーカ正面とほぼ逆でありスピーカユニットとバスレフダクトで逆位相の 2 音源が発生していることが分かる。

4 まとめ

本報告では、低周波域の音圧を観測することで、スピーカボックス内外の音圧は同相で振動し、バスレフ出口から音が放射される様子が観測できた。また、前回の報告の課題であったバスレフダクトによる 15 kHz 付近の共鳴現象を実測により確認した。

謝辞

バスレフ型スピーカの位相関係に御示唆いただいた東山三樹夫博士、ならびに実験に協力いただいた本学高橋寛稔さんに感謝いたします。

参考文献

- [1] 高澤誠、他、春季音講論、1-P-1、pp.753-754、2008.
- [2] 川村雅恭、電気音響工学概論、p.15、昭晃堂、1971.
- [3] 平田能睦、MJ 無線と実験 9 月号、pp.126-132、誠文堂新光社、2006.

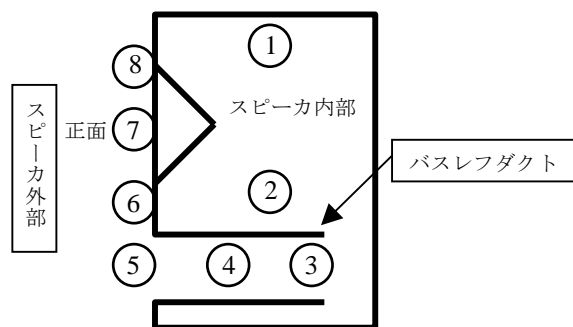


図 2 マイクロホン配置

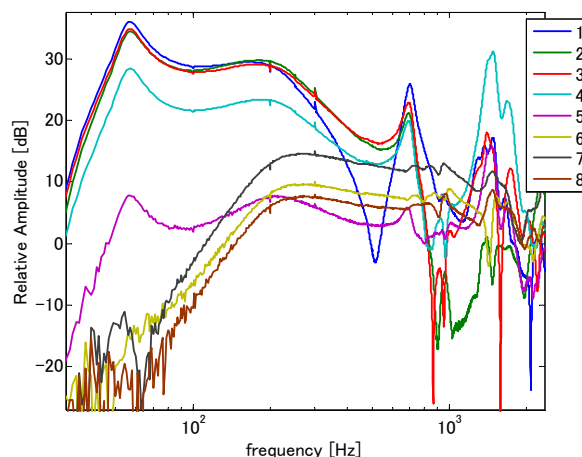


図 3 各マイク位置での音圧周波数特性

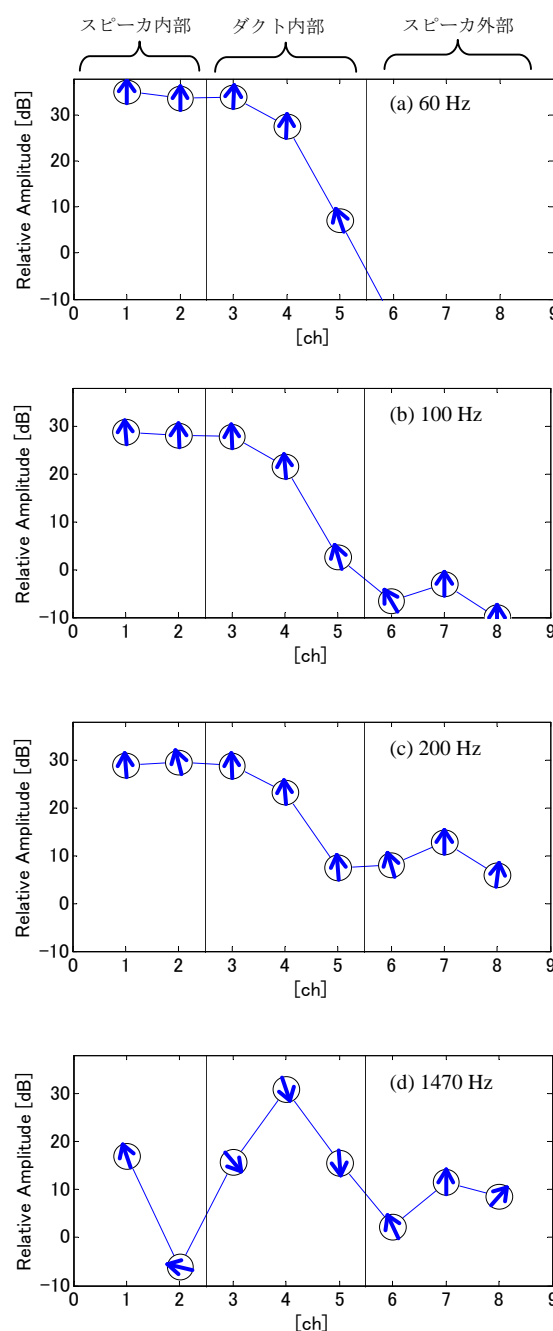


図 4 代表的周波数での振幅・位相特性