

ホーンとフィルタリングを用いた小型スピーカークの音質改善

A-5 Improvement of Sound Quality of a Small Speaker Using a Horn and Filtering

戸田佑希[†] 村上隆啓[†]

Yuki TODA[†] Takahiro MURAKAMI[†]

[†] 明治大学大学院理工学研究科

[†] Graduate School of Science and Engineering, Meiji University

1. 目的および背景

現代のスマートフォン及びノートパソコン、タブレット等の電子機器は小型化する傾向にある。また、それらは映像や音楽を楽しむツールでもあるため、機器自体は小型化しつつ、内蔵されているスピーカークから出力される音の音質を高く保つことが課題の1つである。

一般的に音質が良いとされているスピーカークは、低域を得意とする大型のユニットと高域を得意とする小型のユニットの2つを用いた2way型が一般的である。それに対し先述の電子機器には、低域を苦手とする小型のユニットが1つまたは2つ内蔵されている。スピーカークの音質は、音域が広く周波数特性が平坦であることが理想とされているが [1], 小型スピーカークのみでは、低域を十分な音圧で出力できず音質が劣化してしまう。

本研究では、小型スピーカークから発せられる音の低周波数成分を増幅するために小型スピーカークにホーンを設置する。また、ホーンにより発生する高域の共振成分を低減するため、入力信号にフィルタリングを行う。

2. 音質改善手法

小型スピーカークの低域の出力音圧が不十分である理由として、振動板の面積が小さい点が挙げられる。振動板の面積が小さいと、低周波数の音を出力する際に、振動板全後の空気が振動板の外側へ逃げてしまい、空気をうまく振動させられず音圧が低くなる。そこで、本研究ではストレートホーン状の筒（以下ホーンと呼ぶ）を用いて音圧が低い成分を共振させ増幅させる。ホーンを用いることは振動板前面で空気が振動板の外側へ逃げてしまうことを少なくし、低域全体の音圧増加も望める。ホーンの長さ L [m] と共振周波数 f_n [Hz] の関係式を式 (1) に示す [2]。

$$f_n = \frac{(2n-1)c}{4L} \quad (1)$$

ここで、 n は自然数、 c は音速 [m/s] である。

最低共振周波数 f_1 [Hz] を不足している低域に合うようにホーンの長さを設定することで、低音を増幅できる。しかし、式 (1) に示すように、ホーンを用いた際には最低共振周波数より高い周波数にも共振が発生するため、中高域の周波数特性が平坦ではなくなる。そこで、これらの共振成分を低減させるバンドストップフィルタをかけることで低音のみを増幅する。

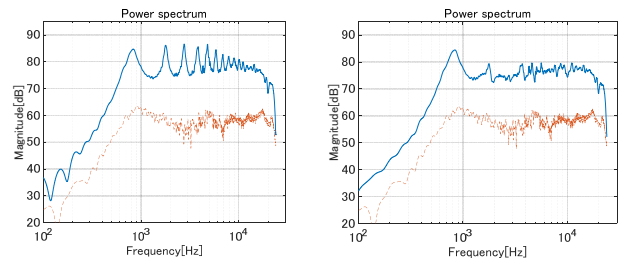
また、本稿で作成するシステムでは、振動板背面から発生する逆位相の音波がスピーカーク前面へ回折し干渉することを防ぐために、密閉型エンクロージャーをスピーカークユニットに設置する。

3. 実験結果

ホーンを用いた小型スピーカークのシステムを作成し、それに Swept-Sine 信号を入力し、出力された信号の周波数特性を測定した。また、フィルタリングにより高域を補正した Swept-Sine 信号を入力したときに出力された信号の周波数特性も測定した。

図 1 (a) にホーンを設置した場合の周波数特性を、図 1 (b) にホーンを設置してさらにフィルタリングを行った場合の周波数特性を実線で示す。また、それぞれの図においてホーンを設置等を行わない場合の特性を破線で示す。これらの結果から、本稿で作成したシステムでは低域を含む全帯域で音圧が増幅されることがわかる。また、ホーンを設置してさらに入力信号にフィルタリングを行い最低共振周波数より高い共振成分を低減することで、低域のみを増幅できていることが確認できる。

ホーンを設置等を行わない場合の音質と、ホーンを設置しフィルタ処理を加えた場合の音質を主観評価により比較した。その結果、ホーンを設置しフィルタ処理を加えた場合の方が低音の増幅が感じられた。一方、作成したシステムを用いた場合は低域以外の音にも変化が感じられた。



(a) ホーン設置

(b) ホーン設置+フィルタ

図 1 スピーカークの周波数特性 (破線: ホーンを設置等を行わない場合, 実線: それぞれの処理を行った場合)

4. まとめ

本研究では、ホーンを用いて小型スピーカークのシステムから出力される信号の低音増幅を行った。また、低音を増幅する前の信号にフィルタリングを行うことで、出力される信号の音質改善を行った。その結果、低音の増幅及びフィルタを用いて出力信号の周波数特性を平坦にすることに成功した。一方このシステムでは、低音以外の音にも変化が現れることが確認された。

参考文献

- [1] 加銅鉄平, “わかりやすいオーディオの基礎知識”, オーム社出版局, 2001.
- [2] 小泉宣夫, “基礎音響・オーディオ学”, コロナ社, 2005.