

研究結果報告書

1. 研究題目名

車載用スピーカーの振動板の音質評価に関する研究

2. 担当者

徳島県立工業技術センター

電子・情報技術担当 麻植 雄樹

生活科学担当 中岡 正典

阿波製紙株式会社

研究開発部 佐藤 宏亮

筑波大学

システム情報系 水谷 孝一、若槻 尚斗

3. 結果報告

○背景・目的

スピーカーは自動車など様々な移動用機械に搭載されており、利用者に報知音などの情報を伝える機能を有するため、聞き取りやすさが求められる。一方で、音楽により、人に快適性を与える付加価値を有する。上質感を重視する車両に搭載されるスピーカーは、低コストである量産品よりも快適性の向上による付加価値が重要となる。スピーカーの音質は振動板の材料特性に依存するため、振動板の材料特性に伴う音質の違いについて把握する必要がある。しかし、振動板の材料特性と人が感じる音の印象についての関連性は定量的に示されていない。

本研究では、車載用スピーカーの付加価値の向上を目的とし、スピーカー振動板の材質と人が感じる音の印象の関連性について明らかにする。近年、用途開発が進んでいる繊維強化複合材料を用いてスピーカーの振動板を試作した。そして、人が感じる様々な主観の中でも嗜好性に着目し、スピーカーから出力される音の嗜好性と振動板の材質との相関関係について検証を行った。

○研究内容

・設計・試作

振動板の物理特性の中でも、振動板の材質は周波数特性に影響すると言われている。そこで、材質の異なる振動板の設計と試作を行った。振動板の材質は、炭素繊維、アラミド繊維、高弾性炭素繊維、及びガラス繊維を用いた繊維強化複合材料の計4種類とした。図1に、試作品の一例（炭素繊維）を示す。振動板は、振動板以外の機械特性を統一にするため、同一のエンクロージャー（市販品）に組み込んだ。



図.1 試作した振動板

・実験計画・予備実験・主観評価

専門評価者内において、過去の関連研究を参考に、ブレインストーミングにより、評価用語リストを作成し、予備実験を行った。予備実験において、さらに評価用語の絞り込みと音源の選定を行った後に、主観評価を行った。図 2 には主観評価を行った際の評価環境を示す。被験者には、無響室で、スピーカー開口の正面に着座してもらい、嗜好性（音の好き嫌い）についてのアンケートに回答してもらった。音源は、ピアノ演奏とドラム演奏とした。図 3 に嗜好性の評点の結果（平均値）を示す。評点が大きいほど、嗜好性が大きいことを示している。図 3 より、ピアノ演奏において、アラミド繊維は、嗜好性が大きく、高弾性炭素繊維は嗜好性が小さいことがわかる。また、ドラム演奏においては、ピアノ演奏と比べて、嗜好性の違いが顕著でないものの、高弾性炭素繊維の評点が最も大きく、アラミド繊維の評点が小さいことがわかる。以上のことから、音の嗜好性は振動板の材質と音楽の種類に依存することが確認された。

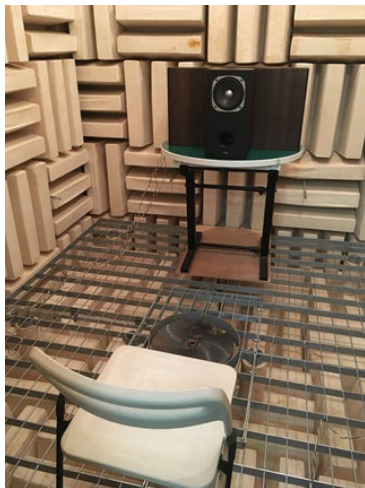


図.2 実験環境

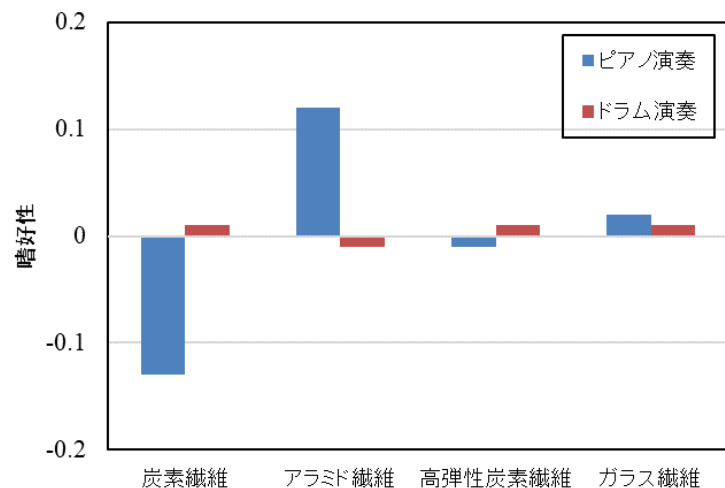


図.3 主観評価の結果

・音響計測

機器設備事業で導入を行った音質計測装置を用いて、音響特性の計測を行った。図 4 に試作品に対して、1W を入力し、周波数掃引を行った際の周波数スペクトル特性を示す。図 4 より、アラミド繊維は、最も聴覚特性の感度が良い周波数帯である 4kHz

～6kHz 付近の周波数のエネルギーが多く含まれる一方で、8kHz 以上の周波数のエネルギーは小さくなっていることがわかる。一方で、高弾性炭素繊維は、4kHz～6Hz 付近の周波数のエネルギーが小さく、8kHz 以上の周波数のエネルギーが大きくなっている。周波数スペクトルの違いが、主観評価におけるアラミド繊維と高弾性炭素繊維に影響していると考えられることから、今後、その関連性について詳細に検証していく必要がある。

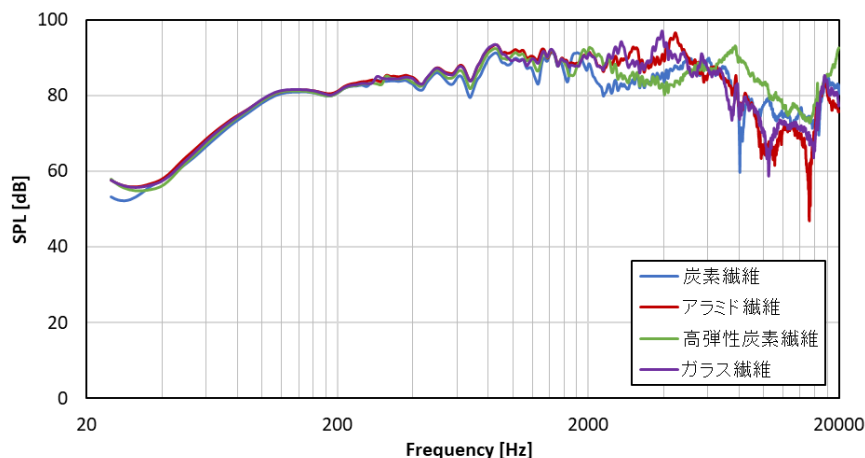


図.4 周波数スペクトル特性

○まとめ

本研究において、スピーカーの振動板の試作品をエンクロージャーに組み込んで音質評価を行った結果、音の嗜好性は振動板の材質と音楽の種類に依存することを確認できた。具体的には、ピアノ演奏においては、アラミド繊維の嗜好性が高い一方で、ドラム演奏においては、高弾性炭素繊維の嗜好性が高かった。このため、ターゲットカスタマーが高頻度で聞く音源に合わせて、振動板の選定を行う必要があることが明らかとなった。今後、共同研究企業と連携し、本研究の成果を設計に組み込み、製品化に向けた開発を行っていく。