騒音シミュレータ構築のための基礎的研究

○筑波大学機能工学系 正 亀田 敏弘
筑波大学工学システム学類 塙 修一

1 はじめに

近年、環境に対する関心が高まってきており、騒音も例外ではない。これまで、騒音の予測に際して様々な数値的手法が試みられている [1] が、予想される騒音の程度は数値で提示しているものが多い。しかしながら本来、音は聴覚により判断されるものであるから、数値で示すだけではなく、実際に体感することができれば騒音の程度を理解しやすいことは明らかである。

交通機関と道路・高架橋等の構造物の相互作用により発生する騒音を計算し、その伝播に関して吸収・反射・回折に関する適切なモデルを用いることにより、様々な状況下において実際の聴取点における騒音を臨場感ある音として再生することが可能になると考えられる。

実現のためには、構造物の数値解析という計算力学分野、音場の合成というバーチャルリアリティ分野、音の伝播という音響工学分野の融合が必要であるが、近年の学際的な研究により、徐々に成果が蓄積されつつある [2]。

本研究で提案する技術が実現すれば、道路・鉄道の立案段階での騒音評価が定量的かつ聴覚を通して把握できるため、設計の低コスト化、騒音低減手法の検討、事前調査の軽減化、事前説明の円滑化、地価の適正化、土地売買の促進による経済効果など、社会にもたらす利益は大きいと考えられる。図1 に提案する騒音シミュレータの概念と効用を示す。

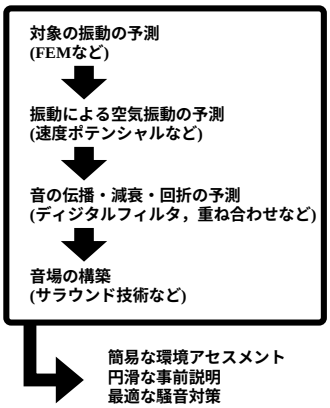

図 1: 騒音シミュレータの概念と効用

本研究では、シミュレータ構築のための基礎的研究として、騒音の伝播過程における遮音壁での吸収に関して、ディジタルフィルタの利用に着目して、その妥当性についての評価を行う。

キーワード：騒音 聴取 体感 シミュレータ 事前説明
連絡先：〒 305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
筑波大学 機能工学系 亀田敏弘

2 実験の説明

騒音シミュレータにおけるディジタルフィルタの有効性を評価するために、実際の走行音が遮音壁によって減衰された音と、実際の走行音をディジタルフィルタで減衰処理した音を用意し、両者を比較する。

騒音源は高速道路を通過する車輌とし、録音場所を常磐高速道 33.3 キロポスト付近に設定した。用いた録音機材を表 1 に、高速道路側、遮音壁の外側の 2 箇所での録音状況を、図 2、図 3 に示す。また、録音中はビデオカメラで高速道路内の映像も撮影し、通過した車種が特定できるようにした。

ディジタルフィルタの設計には、公開されている遮音壁の減衰特性 [3] を用いた。特性を図 4 に示す。

表 1: 使用した録音機材

マイク	Sony コンデンサーマイクロホン C-355
MD	Sony MZ-N1
サンプリング	INTEL i-810 チップ

図 2: 高速道路側の録音機材

図 3: 遮音壁外側の録音機材

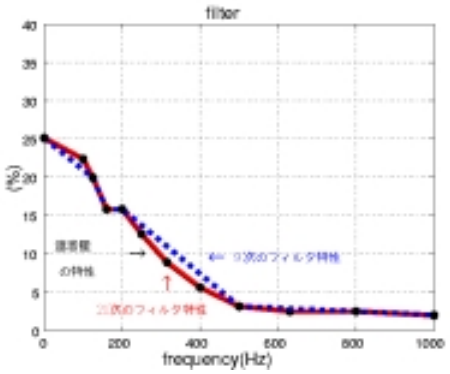

図 4: 遮音壁の特性と設計したフィルタ特性

3 結果の比較

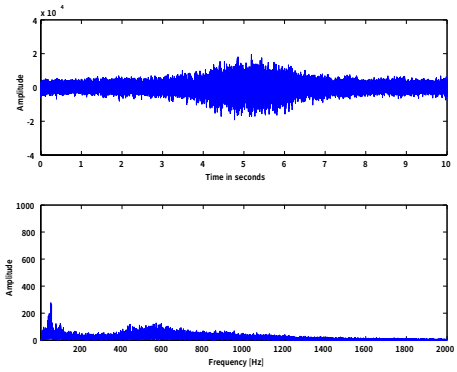

図 5: 乗用車の実際の走行音

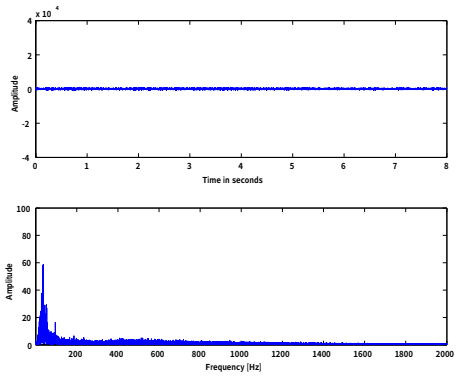

図 6: 乗用車の遮音壁ごしの音

乗用車、高速バス、トラックについて実際に遮音壁を通過した騒音とディジタルフィルタによって減衰処理した音の比較を行った。ここでは、乗用車の結果を示す。図 4 ～図 6 に振幅の時系列とリニアの周波数パワースペクトルについて、実際の走行音、遮音壁通過後の音、走行音をディジタルフィルタで処理した音をそれぞれ示す。

振幅の時系列ならびにパワースペクトルを比較すると、振幅はほぼ同じであり、200 Hz ～ 400Hz を除いて周波数パワースペクトルの大きさならびに形状がほぼ一致している。

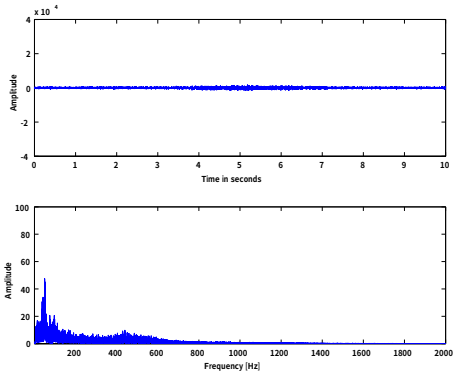

図 7: 乗用車の走行音をディジタルフィルタで処理した音

また、実際に音を再生して比較する[1]と、実際の乗用車の走行音は遮音壁を通過することにより大きく減衰され、ほとんど聴こえない程度となる。ディジタルフィルタで処理した音と比較するとピーク時に低音部が少し強いが、良好な結果となった。

4 おわりに

騒音の発生から聴取までを可能とする統合型の騒音シミュレータの構築のための基礎的研究として、遮音壁の騒音減衰にディジタルフィルタを適用することの妥当性について検討を行った。その結果、乗用車については比較的良好な結果が得られたが、低音・高音成分を多く含むトラックやバスの騒音については、シミュレーションにおいて聴感上の相違があった。ディジタルフィルタ処理に起因するものであるか、遮音壁データに起因するものかについては現在検討中である。

参考文献

[1] 木村健治, 上坂克己, 大西博文, 堀田竜太,「平面・高架併設道路における騒音予測手法に関する研究」, 日本音響学会 騒音・振動研究会資料 資料番号 N-2000-35 , 2000.

[2] 矢野博明. 亀田敏弘, 水谷孝一, 岩田洋夫,「物理法則に基づく聴覚と力覚の融合に関する研究」, 日本バーチャルリアリティ学会 論文誌, Vol.5, No.3, pp.997-1004, 2000.

[3] 「統一型吸音パネル音響透過損失試験成績書」, (株) 日鐵建材工業.

[4] 大賀寿郎, 山崎芳男, 金田豊 共著「音響システムとディジタル処理」, 電子情報通信学会, 1995.

[5] 鈴木浩平, 西田公至, 丸山晃市, 渡辺武 共著「機械工学のための振動・音響学」, サイエンス社, 1989.

[6] 小林一行,「MATLAB ハンドブック」, 秀和システム, 1999.

[7] “Signal Processing Toolbox (For Use with MATLAB) User’s Guide Version 4”, The MathWorks Inc.

[1] 音のデータは http://tortoise.kz.tsukuba.ac.jp/Sounddata/からダウンロード可能