

CA法を用いた道路周辺騒音の推定

長岡技術科学大学 佐久間 洋直

指導教員 宮木 康幸

1. はじめに

1.1 研究背景

CA法を用いた3次元騒音伝搬解析は、点音源、線音源については妥当な結果が得られている。しかし、より実用的な場面、走行する自動車から数m離れた周辺騒音を想定した場合、自動車を点音源・線音源で表現することは難しいと考えられる。既往の研究では自動車から発生する音は車体の一点ではなく複数箇所からであると考え、自動車を移動音源として解析する前に、アイドリング状態の自動車から発生する音の測定を行い、エンジン音を主とした自動車音源のモデル化を行ってきた。しかしながら、走行する自家用車では周辺の騒音はどのようにすればよいか十分検討されていなかった。

1.2 研究目的

本研究の目的は、CA法を用いた3次元騒音伝搬解析において、自家用車を移動音源として導入し、その解析が妥当であるか検討することである。

その方法は、屋外実験により走行する自動車のタイヤ音・周辺騒音を測定し、それぞれの音圧、音圧レベルと周波数スペクトルを求める。次に、測定したタイヤ音を導入したCA法を用いた3次元騒音伝搬解析を行い、受音点での音圧値と音圧レベルの推定値を測定値と比較し、移動音源を導入した解析方法が妥当であるか検討する。

2. 計測概要

2.1 測定環境

騒音測定を行う場所の条件として、風速、地面の平坦性、周辺環境の3点を満たす必要がある。その点を考慮し、長岡技術科学大学構内のグラウンド脇の道路にて行うこととした。

2.2 使用機器

2.2.1 音源

自動車:ダイハツ ミラ ココア

2.2.2 測定機器

データレコーダ:RION DA-20

騒音計マイク:RION NL-21 1台

3. 走行する自動車の周辺騒音測定

3-1. 測定方法・条件

一定の速度で自動車を移動させ、路肩から1.5m, 3m, 6mの位置に騒音計を設置し、移動する自動車の騒音を測定する。なお、測定は1台の騒音計で行っており、3点同時測定は行っていない。サンプリング周波数は12800Hz、自動車の走行速度は20km/h, 30km/h, 40km/h, 50km/h, 60km/hとした。

3.2 測定結果

受音点である騒音計に自動車が進むにつれ音圧値が増加し、受音点の横を通過する時に音圧値が最大となり、それ以降は減少していった。

また、周波数スペクトルを調べるため、測定データのFFT解析を行った。最大音圧値を示した箇所から前後8192個の点を抜き出し、自動車が騒音計を通過する時の周波数スペクトルを求めた。FFT解析より、車速によらず10~30Hz付近の周波数が卓越している

が、60km/h では 100Hz 付近の周波数が卓越しているという結果が得られた。

4. 自動車タイヤ音の測定

4.1 測定方法・条件

測定方法は、まず自動車のタイヤ音を測定するために、車体部においてタイヤに最も近くかつ取り付け可能な位置を決め、前後のタイヤに騒音計を設置し、固定する。次に自動車を走行させ、測定を行う。なお、測定は1台の騒音計で行っており、前後のタイヤでの同時測定は行っていない。自動車の速度、20km/h、30km/h、40km/h、50km/h、60km/hとした。

4.2 測定結果

測定したタイヤ音は、速度が上がるに連れて音圧レベルが大きくなっていった。

次に、タイヤ音の FFT 解析を行い、周波数スペクトルを求めた。周波数スペクトルは 10～30Hz 付近で卓越していることがわかった。また、タイヤ音の周波数スペクトルは周辺騒音のスペクトルと同じような分布であった。これより、周辺騒音に対してはタイヤ音が大きく影響していることがわかった。

5. CA プログラムの改良

反射しないと設定した境界部でも反射が発生していたため、CA プログラムの改良を行った。結果として、改良後のものは改良前のものに比べて、反射の影響が軽減された。

6. CA 法を用いた解析の妥当性の検討

6.1 解析方法

測定により得られたタイヤ音を音源とし、CA 法を用いた 3 次元騒音解析により、受音点の音圧値、音圧レベルを推定した。解析方法は、タイヤ音を図-1 に示すように前後それぞれのタイヤに 12 個の点音源として配置し、図-2 に示すように受音点を自動車の速度に応じて移動させることで、移動している音源を考慮した 3 次元騒音伝搬解析を行った。

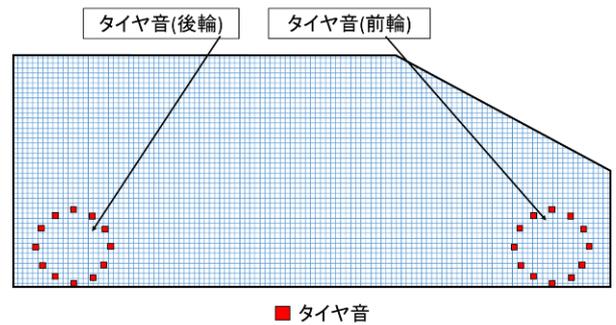


図-1 音源配置図

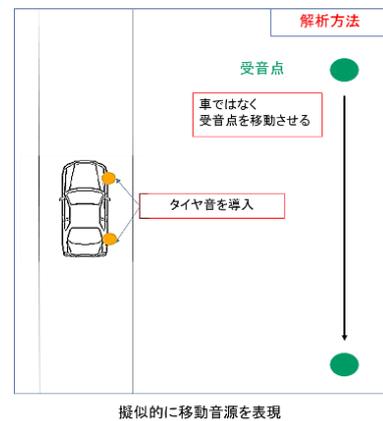


図-2 音源移動の計算方法

6.2 解析結果

速度 50km/h の 1.5m 受音点での音圧の測定値を図-3 に示し、音圧の推定値を図-4 に示す。解析を行った結果、受音点に近づくほど音圧が増加し、離れると減少するような測定値と同様の音圧変化を推定値で再現することができた。

1.5m 受音点の速度 20km/h での音圧レベルの測定値と推定値を図-5 に示し、速度 50km/h での音圧レベルの測定値と推定値を図-6 に示す。音圧レベルを比較した結果、1.5m 地点では 20km と 50km はどちらも推定値が測定値に近い値となった。

また、図-7 にはすべての受音点において、すべての速度で、音圧レベルの推定値と測定値との関係を示した。この結果からは、測定値と推定値の間で強い相関が見られた。

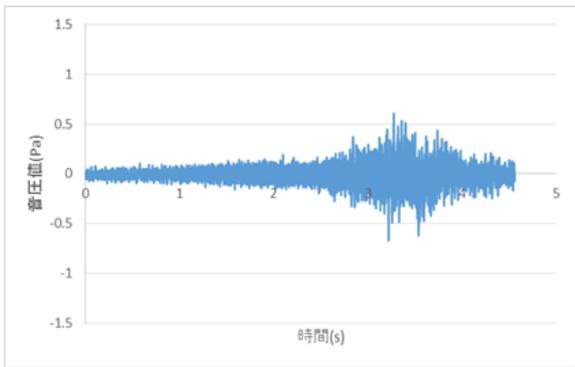


図-3 測定値 (音圧 50km/h)

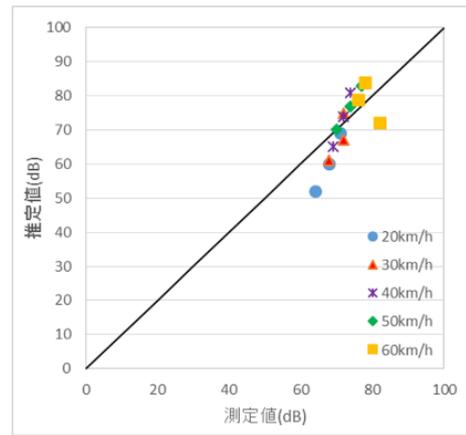


図-7 測定値と推定値の相関関係

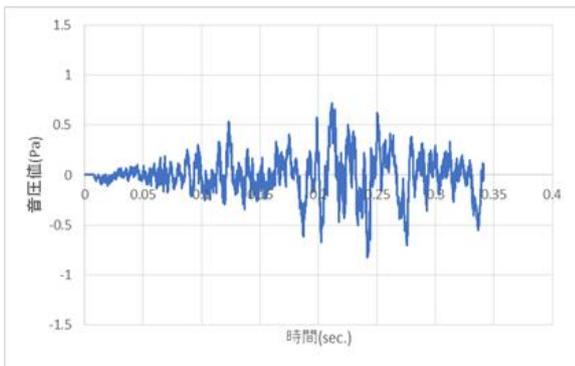


図-4 推定値 (音圧 50km/h)

7. まとめと今後の課題

結論として、自家用車においてはタイヤ音を音源としてCA法を用いた3次元騒音解析に適用した結果、道路周辺騒音は推定可能であると考えられる。課題としては、推定値との比較対象である騒音を同時測定する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 大毛利亮：自動車エンジン音のCA法におけるモデル化，長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文 2016
- 2) 佐川翔：CA法を用いた道路騒音の推定，長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文 2017

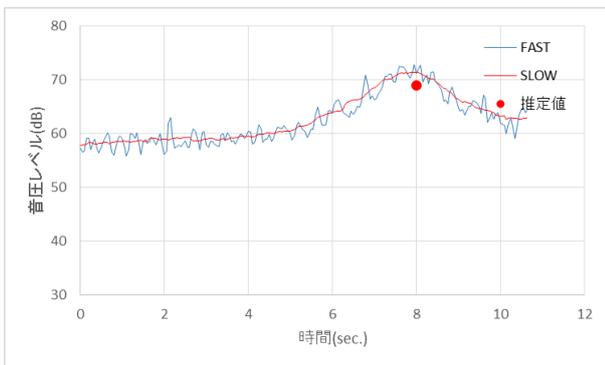


図-5 測定値と推定値の比較
(音圧レベル 20km/h)

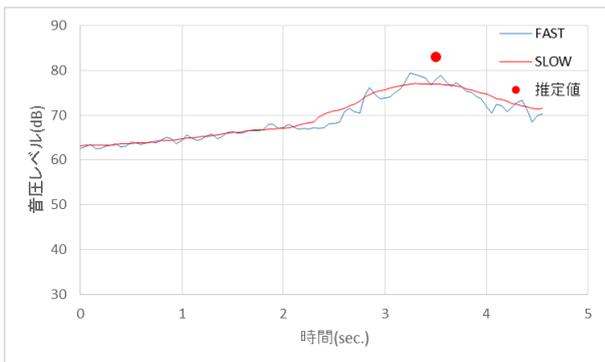


図-6 測定値と推定値の比較
(音圧レベル 50km/h)