

V-2

自動車の走行騒音と交通特性に関する研究

(株) 鴻池組 正会員 ○田村和広
長岡技術科学大学 正会員 丸山暉彦

1. はじめに

現在、走行中の自動車から発生する音は騒音として取り扱われ、それを低減もしくは遮断することに努力が払われている。しかし、そこには多くの情報が含まれていることも事実である。舗装のライフサイクルを検討するに際しては、対象路線における大型車通過台数を把握することが重要である。しかし、現在のところ大型車台数の把握は、交通センサスデータに基づくものがほとんどであり、車種の判別はナンバープレートの数字によって行っているのが実情である。本研究は交通騒音を分析することによって、大型車台数測定精度を向上させることを意図したものである。騒音を公害としてではなく情報源として捕らえ、走行音よりあらゆる交通特性を見つけ出し、最終的には交通量調査を自動化することを目的としている。

2. 実験概要

図-1に実験の概要を示す。図のように道路脇にマイクロホンを2本設置し、走行音をデータレコーダーに収録する。マイクロホンの間隔は5、10、20 mの3通りで行い、精度の違いを検討した。自動車の走行状態はビデオカメラで録画し、これを再生して求めた速度を真値とし、解析の際に用いた。

3. 結果及び考察

まず、音圧実効値より車種の判別を行った。車種の判別を行うにあたり、乗用車クラスのを小型車、車軸が単軸になっている荷物を中型車、車軸が複軸になっているものを大型車と分類した。このような分類のもとで車種別の音圧実効値の分布を調べた結果、各分布は正規分布をなすものとみなすことができ、図-2のように互いの分布の交わる箇所を境界値とした。実測データから実験を行った地点での境界値を求め判別を行った結果が表-1である。

次にマイクロホンを2本使用することにより走行方向の判別を行った。走行方向は自動車通過した際の音圧実効値のピーク時刻を比較することによって判別することができる。ところが音の生データから音圧実効値へ変換された値は図-3のように変動が大きいため正確なピークが得られず、5 m間隔では誤認することがある。10 m間隔では誤認することはまずない。要するにこの方法によって走行方向の判別を行うには、マイクロホンの間隔は10 m程度以上は必要である。

次にマイクロホンを2本使用することにより速度の算出を行った。速度の算出は自動車通過した際の音圧実効値のピーク時刻の差(タイムラグ)を考えることにより求め

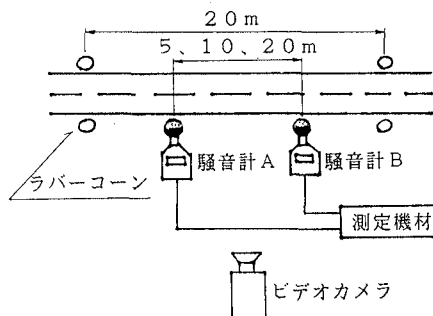
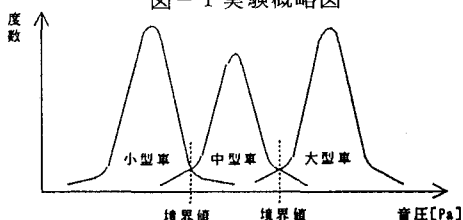


図-1 実験概略図

図-2 走行車両の音圧実効値の分布
表-1 判別結果(正解率)

	手前車線	反対車線
小型車	83	85
中型車	80	81
大型車	79	81

(単位: %)

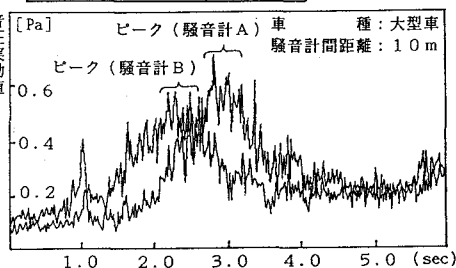


図-3 音圧実効値の変動

ることができる。そこで音圧実効値のピークを捕らえることによって速度の算出を行った。表-2がその解析結果である。先に述べたように音圧実効値へ変換された値は変動が大きいため正確なピークを得ることができない。そのために大きな誤差として現れてきたのである。そこで変換された音圧実効値に対し移動平均を行って波形を滑らかにし、ピークを捕らえることにした。表-3がその解析結果である。次に相互相関関数を用いて速度の算出を行った。図-4(a)、(b)に一例を示す。図-4(a)が音圧実効値の変動の様子で、図-4(b)がその相互相関である。相互相関のピークがタイムラグになる。この手法による解析結果が表-4である。音圧実効値のピークホールドによる手法よりも精度が向上した。この相互相関はプログラムの構造上、計算結果が整数型で出てくる。そのためピーク付近が平らになり、明確なピークが現れないことがある。そこで計算された相互相関を実数型に変換し、移動平均を行ってピークを捕らえることにした。表-5がその解析結果である。

これらの手法により1台当りのデータを解析するのに要する計算時間を比較してみた。表-6がそれらを比較したものである。1台当りのデータは3秒間とした。相互相関を用いる手法は3回のフーリエ変換を行う必要があるため計算時間が長くなってしまふ。今後はフーリエ変換の性能を向上させることによってこの問題は解消できるとと思われる。

これらの解析結果を基に交通量調査の自動化へ向けての足掛りとして、マイクロホンの前を1台のみが通過するような走行状態ではあるが自動計測を行うプログラムを作成した。速度の算出には最も精度の良い相互相関と移動平均を併用する手法を用いた。音圧実効値をピークホールドする手法は、走行方向と速度を同時に求められるという利点があるのに対し、相互相関は走行方向の判別ができない。そこで計算手順は以下のようにした。まず、音の生データを入力する。そして、音圧実効値へ変換し、移動平均を行ってピークホールドする。この時点で走行方向と車種の判別を行うことができる。次にこの音圧実効値の相互相関を計算し、移動平均を行って速度の算出を行う。

4. 結論

本研究の結論として、音圧実効値から小型車、中型車、大型車程度ではあるが車種の判別が可能になり、また、マイクロホンに2本使用し、タイムラグを考えることによって走行方向と速度を求めることができる。速度の算出には、相互相関と移動平均を併用することによって精度を上げることができる。そして、これらを基に単独走行をする車両ではあるが、車種、走行方向の判別、速度の算出を自動計測することが可能になった。

表-2 解析結果

騒音計間距離 (m)	平均誤差率 (%)
5	31.6
10	16.8
20	12.9

表-3 解析結果

騒音計間距離 (m)	平均誤差率 (%)
5	27.4
10	10.8
20	5.0

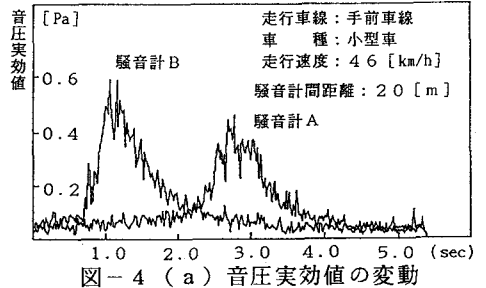


図-4 (a) 音圧実効値の変動

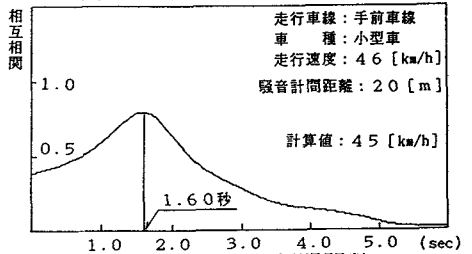


図-4 (b) 相互相関関数

表-4 解析結果

騒音計間距離 (m)	平均誤差率 (%)
5	7.5
10	6.0
20	3.3

表-5 解析結果

騒音計間距離 (m)	平均誤差率 (%)
5	5.5
10	4.4
20	2.8

表-6 計算時間の比較

手 法	計算時間
音圧実効値のピークホールド	0.7秒
音圧実効値を移動平均してピークホールド	1.5秒
相互相関関数のピークホールド	2.2秒
相互相関関数を移動平均	2.3秒