

九州工業大学 正員 渡辺義則  
九州工業大学 学生員 石村和寿

1. まなび

1) 2) 道路交通騒音を予測計算する方法は経験式や数学的モデルをはじめ種々提案されている。その中で数学的モデルによる方法は現実の状況がモデルの仮定に適合していれば有用である。しかしこのモデルは騒音レベルを絶対的に予測するには十分手法とはいえず、またその仮定に適合しない状況が生じる可能性もある。本研究は車輛つまり音源の配列をモデルに反映させることにより、絶対的の予測を可能にし、更には車頭間隔分布に関する条件を緩和する予測計算手法へ指針を得る目的で若干の考察を試みたものである。

2. 騒音並びに交通特性の実測

郊外の平坦な直線道路区間(国道2車線)で測定した。現場周辺は農地で、建物は無い。各車輛の相対位置、速度などの交通特性はカメラ(8mm)で求め、騒音レベルは図1の各箇所ので精密騒音計を通してデータレコーダに収録し、後日レベルレコーダに動特性fastで出力しておめた。騒音と交通特性は同時測定して両者を対応させた。

表1 交通特性

交通量 (V.P.H)	速度(km/h)		平均車頭 間隔(m)	混入率(%)		
	平均値	分散		大型車	小型貨物車	乗用車
1350	40	24	59	23	10	67

全測定時間43分 全測定台数967台

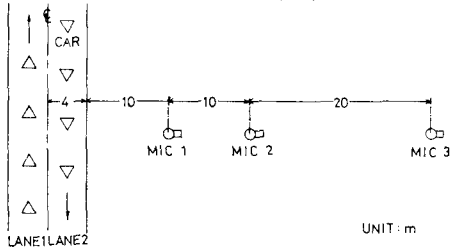


図1 騒音測定位置

3. 計算モデルを用いた考察

1) モデルI

これは電子計算機を利用して騒音レベルを予測するモデルである。本研究での実測並びに既報の研究成果に基づいて、各車輛と騒音計の相対位置や音響出力を現実に近い形で表現し、また必要に応じて他の要因を導入する。従ってこのモデルを用いて、騒音レベルの時間変動はどの程度予測可能であるか、更に予測値と実測値の差はどの要因によってどの程度縮小可能であるかを検討できる。以下にモデルの概要を述べる。

(i) 車輛は点音源とし、各車線の中に仮定する。各車輛と騒音計の相対位置はあらかじめレベルを観測する時間毎に、騒音計に最も近い車輛の位置を計算機に入力しておいて、それに車頭間隔を加算する。(ii) 音響出力(PWL)は個々の車輛について、実測から得られた車輛の速度V km/hと車種によって式(1)から決定する。PWLと速度の関係は予測計算上重要であるので、2.の実測とは別に路肩から4.5mの位置で測定を行い、両者の直線回帰式を求めた。その結果、本研究のように速度範囲が30~50km/hの場合には式(1)と大差がないので、従来よく用いられる式(1)でPWLを算出する。(iii) 水平断面指向性に起因する補正值 $\Delta L$ は図2のように仮定する<sup>3)</sup>。 $\theta$ は観測点から道路に下した垂線と車輛のはさむ角度である。

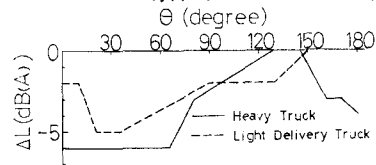


図2 指向性に起因する補正值

ある。(iv) 地表面が草で覆われている場合、地表面付近で音の減衰が大きくなる<sup>4) 5)</sup>ことが報告されているが、その減衰量についての統一見解はまだ無い。

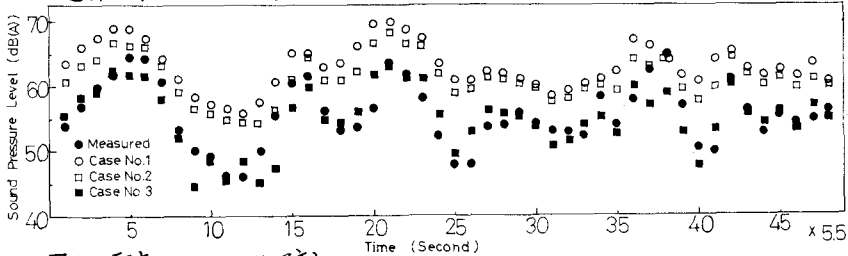


図3 騒音レベルの時間変動(MIC3)

ここでは8dB(A)/100mに

仮定して計算する。

$$PWL = 0.2V + K \quad \dots \text{式(1)}$$

K: 大型車97, 小型貨物90, 乗用車85

計算結果を図3, 4に示す。図3に騒音レベルの時間変動の一例としてMIC3の結果を示す。図中のCase No.1は前導の(i), (ii)の条件で, Case No.2は(i)~(iii)の条件で, Case No.3は(i)~(iv)の条件での結果である。

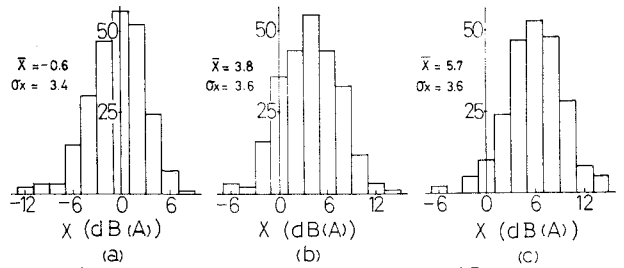


図4 予測計算値と実測値の差のヒストグラム

図4は計算結果全てについて, 各ケース別(a), (b), (c)はCase No.1, 2, 3に対応)の計算値と実測値の差Xのヒストグラムである。以上のような計算から, 騒音レベルを絶対的に予測する場合に, 次のことが認められる。

- ① 車種つまり音源の配列をモデルに反映することにより, 騒音レベルの時系列的な変動パターンを表現できる。
- ② レベルの値も精度よく予測するためには, 音源と観測点間の音の伝達特性を正確に表現する必要がある。このとき, 過減衰は指向性よりも全般的に予測精度の向上に与える影響は大きい。

## 2) モデルII

モデルIではフィルムから各車両の位置と速度を読み取って①に対処したが, この方法は多大の労力を必要とする。そこでここでは線形システムの応答に関する諸性質を利用したモデルを考える。以下にモデルの概要を述べる。車両つまり音源は各車線の中央に仮定する。現実には音源は道路上を移動するが, このモデルでは車線の中央の線と観測点からそれに下した垂線との交点(距離 $d_i$ )に, 瞬間的に現われては消えていく。この音源によって観測点には $h_i(t)$ なる応答とする。

$$h_i(t) = 1 / \{d_i^2 + (\bar{v}_i t)^2\} \quad -\infty < t < \infty \quad t: \text{時間 sec} \quad \bar{v}_i: i \text{車線の平均速度 m/sec} \quad \dots \text{式(2)}$$

時間 $t$ において,  $i$ 車線上の音源に起因して観測点に生じる音の強さは

$$\left. \begin{aligned} I_i(t) &= (W_{Pi} / 2\pi) \cdot \int_{-\infty}^{\infty} h_i(\lambda) \chi_i(t-\lambda) d\lambda & W_{Pi}: \text{乗用車1台当りの音響出力 watt/台} \\ W_{Pi} &= 10^{-12} \cdot 10^{(0.2\bar{v}_i + 85)/10} & \bar{v}_i: i \text{車線の平均速度 km/h} \end{aligned} \right\} \dots \text{式(3)}$$

ここで $\chi_i(t)$ は単位時間当りの車輛通過台数であり交通量に相当する(単位:台/秒)。なお, この時大型車種は16台, 小型貨物車種は3台の乗用車に換算して通過台数を数える。いま,  $I_i(t)$ ,  $h_i(t)$ ,  $\chi_i(t)$ のフーリエ変換をそれぞれ $\Phi_i(f)$ ,  $H_i(f)$ ,  $\chi_i(f)$ とすると, 式(3)は式(4)のように表わされる。

$$\Phi_i(f) = \chi_i(f) \cdot (W_{Pi} / 2\bar{v}_i d_i) \cdot \exp(-d_i / \bar{v}_i |2\pi f|) \quad f: \text{周波数} \quad \dots \text{式(4)}$$

従ってそれを全車線について合計した $\Phi(f)$ は

$$\Phi(f) = \sum_i \Phi_i(f) \quad \dots \text{式(5)}$$

最後に式(5)を逆フーリエ変換すれば道路上の全音源によって観測点に生じる音の強さが算出できる。図5はこのようにして得られた騒音レベルの時系列的な変動をモデルIのCase No.1の結果と比較するために, 両者の差をヒストグラムで表わしたものである。

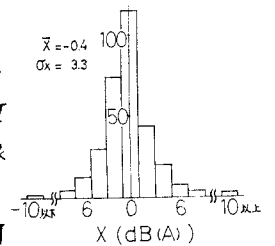


図5 モデルIとの差

## 参考文献

- 1) 石井: 道路交通騒音予測計算方法に関する研究 日本音響学会誌31巻8号 (1975) pp.571~577
- 2) 池谷: 数学的モデルと評価量について 日本音響学会誌31巻9号 (1975) pp.559~565
- 3) 金野・金泉: 交通公害 技術書院(1976)
- 4) 田村: 高速道路の騒音 工学会誌 1974年10月号 pp.45~pp.58
- 5) 野中: 沿道の地表面性状と道路騒音の距離減衰 工本技術資料17-2 (1975) pp.86~pp.92