

佐賀大学 工学部 ○正員 田上 博

佐賀大学 工学部 正員 高田 弘

1. まえがき

近年車の増大と共に道路騒音が生活環境と関連して大きな社会問題となり、道路騒音をより正確に予測しようと数多く試みられている。数式的モデルによる解析的な求め方とコンピュータシミュレーションを利用した実際の求め方があるがそれぞれいくつか欠点を持っている。本研究ではより実際の交通流を用いて道路騒音をシミュレーションにより予測しようとした。

2. 車種構成とパワーレベル

交通流は乗用車と大型トラックの2車種とし、一定のトラック混入率を持つものとした。パワーレベルは走行車の車種、速度や路面の状態などにより異なり、特に大型車ではばらつきが多く一定しないが今回は予備実験の結果より、それぞれ一定の平均値(μ)のまわりに分布する確率変数(ω)として与えられるものとして、次のように正規分布を仮定した。

$$P(\omega) = N(\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\omega-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \begin{array}{ll} \text{乗用車} & \mu = 84 \text{ dB} \quad \sigma^2 = 2.8 \text{ dB}^2 \\ \text{大型トラック} & \mu = 96 \text{ dB} \quad \sigma^2 = 9.0 \text{ dB}^2 \end{array} \quad (1)$$

3. 車頭時間の分布

自由走行している交通流はポアソン分布でよく説明されるが、ある程度交通量が増加して追越しが制限されるようになると自由走行が拘束され前車に追従して走るいわゆる車群が形成されるようになり、単純なポアソン分布では説明できなくなる。本研究では、拘束を受けて走る車群と自由走行車の2群についてそれぞれポアソン分布をあてはめたいわゆる複合ポアソン分布を採用し、次式を仮定した。

$$P(x) = r e^{-\frac{x-\bar{t}_q}{\bar{t}_q}} + (1-r) e^{-\frac{x-\bar{t}_f}{\bar{t}_f}} \quad (2)$$

ここで

 $P(x)$; ある車頭時間 x より大きい確率 r ; 追従走行車(車群)の比率 $\bar{t}_q$; 車群内の平均車頭時間 $\bar{t}_f$; 自由走行車の平均車頭時間 ε ; 車群内の限界車頭時間

Q(VPH)	V(Km/h)	$\bar{t}_q(\text{sec})$	$\bar{t}_f(\text{sec})$	$r(\%)$
200	52.0	2.6	39.7	10
400	50.6	2.4	21.4	18
600	49.3	2.2	16.2	30
1000	46.7	2.0	12.0	47
1200	45.4	1.8	10.7	54
1400	44.0	1.8	9.5	57

なお、本研究ではこれまで発表された研究結果により限界車

表1 各パラメーター値

頭時間(ε)を1.0秒にとり、その他のパラメーターは表1のとおりとした。

4. 騒音レベルの実測

シミュレーションによる結果と対比するために佐賀市内およびその周辺5ヶ所で交通量、車種構成、平均速度と同時にセンターラインからそれぞれ20m、50mの受音点(点)で騒音レベルを測定した。表2に結果を示す。このうちNo.1~3は見通しの良い直線平坦道路で、No.4、5は逆音効

No.	測定場所	V (Km/h)	Q (VPH)	トラック 混入率 (%)	L ₅₀ (dB)		L ₉₅ (dB)		L ₅ (dB)	
					20m	50m	20m	50m	20m	50m
1	南部バス	51.3	2088	6.9	62	55	53	49	69	61
2	牛 津	51.6	1488	18.0	60	54	49	48	68	62
3	高木瀬	47.5	1320	14.3	58	52	52	47	64	57
4	赤 松	49.0	936	0.0	45	43	41	35	55	53
5	城 島	49.0	504	9.5	52	48	50	45	57	55

表2 実測値

果を見るために建物および橋の後に測定点を設けた。なお No 1, 3 は 4 車線, 他は 2 車線道路である。

5 シミュレーションの方法

シミュレーション区間として直線平坦な 1 km の 2 車線区間を設定し、その中央部に測定点を設け、受音点は実測と同じとした。走行車は両端から進入し、 $\Delta t = 5$ 秒のユニットタイムごとに一定の速度で進むものとし、各時間における車の位置より受音点までの距離を求め、またその車のパワーレベルが(1)式より与えられると、騒音レベル(SL)は次式で求まる。

$$SL = PWL - 8 - 20 \log_{10} l$$

まず区間に存在する全ての車の騒音レベルを計算し、さらに音響学会の合成表から導いた次式を用いて全体の騒音レベル(L)を求めた。

$$\begin{aligned} L &= SL_1 + 3e^{-0.185(SL_1 - SL_2)} \quad (SL_1 \geq SL_2) \\ L &= SL_2 + 3e^{-0.185(SL_2 - SL_1)} \quad (SL_2 > SL_1) \end{aligned} \quad (3)$$

また騒音は 40 dB とし、同じく(3)式によって加算した。

6. 結果と考察

200~1400 番(西方向)の 6 種類の交通量と 10~30% のトラック混入率について 18 通りの組み合わせでそれぞれ 1 時間のシミュレーションを行った。図 1, 2 に示すのは各交通量と L_{50} , L_5 , L_{95} の関係を対数曲線で回帰したものであり、いずれも相関係数 0.975 以上である。なお比較のため等間隔パワーモデルによる L_{50} を計算した結果を図 1, 2 に破線で示した。一般にこのモデルは実測値より計算値が小さめに出ることが報告されているが本論文でも同様の結果が得られた。図 1 は $l' = 20$ m で L_5 はトラック混入率による差は余りないが、 L_{50} は 20% から 30% にかけて大きく変り、交通量が少ないときほどその差は大きい。 L_{95} も 20% から 30% にかけて大きな差が見られる。図 2 は $l' = 50$ m であり、 L_5 のトラック混入率 20% は 10%, 30% に比べて交通量が少ないときに高い値を示している。これはシミュレーション時間が交通量に比べて短かかったためと思われる。全体に言えるのは $l' = 20$ m より $l' = 50$ m では値のばらつきが見られ傾きが小さくなっている。また実測値を $L_5 \blacktriangle$, $L_{50} \bullet$, $L_{95} \blacktriangledown$ の記号でプロットした。シミュレーション結果と実測値の差を見ると $l' = 20$ m で No 2 は L_{50} , L_5 , L_{95} 共に良く適合している。No 1, 3 は 4 dB 以内であり、これはシミュレーションが 2 車線を想定したが実測は 4 車線のためと思われる。これは $l' = 50$ m にも言える。以上の結果より本研究で行ったシミュレーションは対象道路の交通特性、道路特性により道路騒音を予測するというある程度の目的を達成したと思われる。なおデータ収集に当り建設省佐賀国道事務所の高木氏、米丸氏の多大な協力を戴いたことを附記して謝意を表したい。

参考文献 1) A. SCHULE (1955) The probability Theory Applied to Distribution of Vehicles on two-lane Highways. EMO FOUNDATION pp59~72

2) 高木豊夫 (1964) 道路交通流における車線の走行特性にハズレ、防衛大学校博士研究報告(防研報) 第 4 巻, 第 2 号

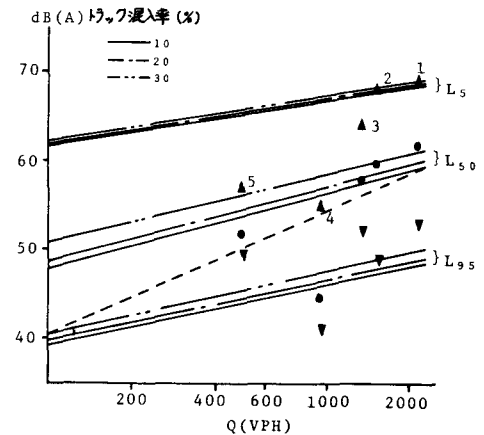


図 1 シミュレーション結果 ($l' = 20$ m)

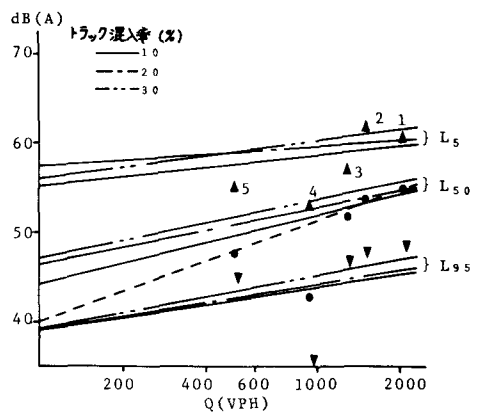


図 2 シミュレーション結果 ($l' = 50$ m)