

まえがき

道路交通騒音の予測モデルには経験予測モデル、数学モデル、シミュレーションモデルなどがあるが、道路設計において騒音レベルの中央値の予測計算に広く実用化されているのは、数学モデルのうちの一系列等間隔・等パワーモデルである。しかし、このモデルは単純化された交通状態を前提としているので、中央値以外の統計値、 L_5 、 L_{10} などの予測には適当ではない。このような変動騒音の予測モデルとしては、ランダム分布モデルが研究されている。この報文は、一系列等間隔・等パワーモデルおよびランダム分布モデルのうちの一系列指数分布・等パワーモデルについて、両モデルの特徴を考察するとともに、騒音レベルの予測計算の適合性と実用性とを実測値との対比によって検討したものである。

1. 検討したモデルの概要

(1) 一系列等間隔・等パワーモデル

表-1 一系列等間隔・等パワーモデルの前提条件

このモデルの前提条件は表-1のようであり、これらの条件から任意の受音点の騒音レベルは以下の式で求まる。

道路および沿道条件	交通条件	音源条件
① 道路は直線で、受音点から音源を無限に見通すことができる。	④ 自動車は一つの車線の中央を走行している。	⑦ 自動車は無指向性の点音源である。
② 音源から受音点までは平坦で段差はない。	⑤ それぞれの自動車の車頭間隔はすべて等しい。	⑧ それぞれの自動車は位相のでたらめな騒音を発生していて音源の干渉などは無視できる。
③ 道路および沿道は音響的に完全反射体である。	⑥ すべての自動車の走行速度は等しく、かつ一定である。	⑨ すべての自動車の音響出力は等しい。

$$L = L_w + 10 \log_{10} \left(\frac{1}{21d} \cdot \frac{\sinh 2\pi \frac{1}{d}}{\cosh 2\pi \frac{1}{d} - \cos 2\pi \frac{vt}{d}} \right) \quad (1)$$

$$L_{\alpha} = L_w + 10 \log_{10} \left(\frac{1}{21d} \cdot \frac{\sinh 2\pi \frac{1}{d}}{\cosh 2\pi \frac{1}{d} - \cos 2\pi \frac{\alpha}{100}} \right) \quad (2)$$

$$L_{50} = L_w + 10 \log_{10} \left(\frac{1}{21d} \cdot \tanh 2\pi \frac{1}{d} \right) \dots \dots (3)$$

上式において

L = 任意の受音点の騒音レベル (dB(A))

L_{α} = 時間の α % をこえる騒音レベル (dB(A))

L_{50} = 時間の 50% をこえる騒音レベル = 中央値 (dB(A))、 l = 音源から受音点までの距離 (m)

L_w = 1 台の車から発生する騒音の A 特性による平均パワーレベル (dB(A))、 d = 平均車頭間隔 (m)

V = 走行速度 ($\frac{m}{sec}$)、 t = 受音点の直前に車がいた時刻からの経過時間 (sec)

である。

(2) 一系列指数分布・等パワーモデル

ランダムに分布する音源から放射される音の任意点における音圧レベルを求める方法として、自動車の走行状態を電子計算機でシミュレーションさせる方法¹⁾、確率密度関数を解く方法²⁾などがある。後者は音圧レベルの平均値以外の統計値は陽表示できない³⁾ので、ここでは前者の方法を用いた。

2. 道路に近い音場における適合性

一般に音源に近い音場ではモデルの特性に敏感であり、モデルの差異が明確に表れるので、路肩における実測値と両モデルによる計算値とを対比した。計算値で用いたパワーレベルは、土木研究所が提案したもので、 $L_w = 0.2V + 84 + 10 \log_{10} (a_1 + 2a_2 + 10a_3)$ (dB(A)) $\dots (4)$ で表わされるものである。また、指数分布モデルはモンテカルロ法によって発生させた乱数を用い、1000 個の騒音レベルを計算し、統計値は 1000 個の累積度数分布から求めた。

Fig 1 は等間隔モデル、Fig 2 は指数分布モデルによる計算値と実測値との比較である。結果を要約す

ば、以下のとおりである。

- ① 中央値 L_{50} (4) 式の平均パワーレベルを用いる場合は、等間隔は良く適合する。指数分布モデルは平均して計算値は実測値よりも約 2.5 dB(A) 小さい。また、等間隔モデルは平均して指数分布モデルよりも約 3 dB(A) 大きい計算値が得られているが、実測データの ℓ_d は 0.02~0.20 であり、 ℓ_d がこの範囲にある場合の理論研究の結果²⁾とも一致している。
- ② L_5 : 両モデルとも計算値は常に実測値よりも小さく、平均して等間隔モデルは約 4.3 dB(A)、指数分布モデルでは約 3.4 dB(A) 小さい。
- ③ L_{95} : 等間隔モデルは平均して約 12 dB(A) 実測値よりも大きく、全く適合性はない。指数分布モデルは約 1.5 dB(A) 大きく、ほぼ適合性がある。

3. 道路から遠い音場における適合性

(1) 中央値

道路から遠い音場では、モデルの特性に鈍感であり、モデルの平均的な骨組が等しければ、その差異はほとんど現れない。また特に地表面に近い受音点では、地表面の吸音などにの影響によって、excess attenuation を生じ、一般に実測値は計算値よりも小さい。

等間隔モデルによる計算値 (L_c) と実測値 (L_o) との差を d_{50} としたとき、路肩からの距離 ℓ' と d_{50} との関係は、(5) 式のように求められた。

$$d_{50} = -3.0 \log_{10} \ell' - 0.8 \quad (\text{dB(A)}) \dots\dots (5)$$

ただし、 $2 < \ell' < 80(\text{m})$

(2) 統計値

等間隔モデルは統計値 ($L_5, L_{10}, L_{90}, L_{95}$ など) に対して適合性が悪いので、指数分布モデルによって、以下の手順で求めた計算値と実測値とを比較した。

- ① 地表面による減衰係数として、伝搬径路 1 m 当り裸地では $K_g = 0.05$ (dB(A))、草丈 30 cm の草地では $K_g = 0.15$ (dB(A))、草丈 30 cm 以上の草地では $K_g = 0.25$ (dB(A)) とする。
- ② L_{50} の計算値と実測値とを路肩で一致させるため、(4) 式のパワーレベルを一律 3 (dB(A)) 大きくする。
- ③ L_{95} の計算値から $1.6 + 3.0 = 4.6$ dB(A) 減じた値を補正計算値とする。

結果を要約すれば、以下のとおりである。

- ① 裸地では全体に良く適合しているが L_{10} は計算値がやや大きめである。
- ② 草丈 70 cm の田では、全体に $K_g = 0.25$ は大きめである。特に L_{95} については 10 m 以遠は計算値が小さくなるので、暗騒音による補正が必要である。

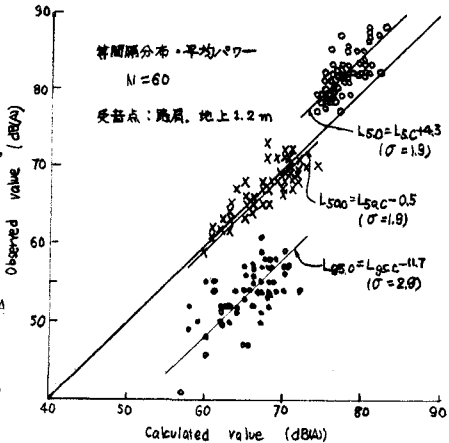


Fig1 等間隔モデルによる計算値と実測値との比較

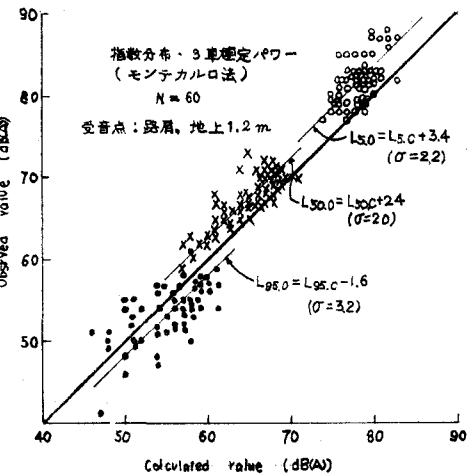


Fig2 指数分布モデルによる計算値と実測値との比較

〔参考文献〕 1) 庄司他：モンテカルロ法による交通騒音の推定，土木学会論文集，Ⅱ-154，1968。
2) 日本音響学会：道路交通騒音の予測における数学的モデルと評価量について，昭和50年2月。