

車両定常走行時における騒音簡易推定法の精度について

九州工業大学 正員 ○渡辺 義則
菊永 昌洋

1. まえがき

車両が道路上を定常走行する時に発生する騒音について、等価騒音レベル ($L_{Aeq, T}$) や時間率騒音レベル (L_x) を簡易に推定する方法はすでに報告した¹⁾。その中で、時間率騒音レベルの推定式を導くときに騒音レベルの分布は正規分布に従うと仮定した。しかし、①交通量が少ない場合 (1000V.P.H.以下)、②大型車混入率が高い場合、③観測点が道路に近い場合には、騒音レベルは厳密な正規分布には従わないといわれている。そこで本研究では、これらの要因によって騒音簡易推定法の精度はどのように影響されるのか、モンテカルロシミュレーションによって調べた。

2. 各種騒音統計量の簡易推定式

既に報告したように¹⁾、騒音レベルが $N(\mu, \sigma^2)$ の正規分布に従う場合には、等価騒音レベル及び音の強さの二乗平均値 (ψ^2) と μ, σ の間には、以下の関係が成立する。

$$\begin{aligned} \mu &= 2 L_{Aeq, T} - A \\ \sigma &= \sqrt{2/C} \sqrt{A - L_{Aeq, T}} \end{aligned} \quad \text{①} \quad \left| \begin{array}{l} \text{ただし、} A = 10 \log_{10} \psi^2 / 10^{-12} \\ C = (\log_e 10) / 10 \end{array} \right.$$

さらに、騒音レベルの中央値 (L_{50})、80%レンジの上下端値 (L_{10}, L_{90}) などの時間率騒音レベルは、
 $L_{10} = \mu + 1.28\sigma, L_{50} = \mu, L_{90} = \mu - 1.28\sigma$ ②

3. モンテカルロシミュレーション

前提条件は次のとおりである。①対象道路は無限遠まで開放された直線道路、②車両は一定速度で走行、③道路縦断勾配は無し、④車両は点音源で、音は幾何学的に減衰する。

以上の前提条件のもとで、できるだけ現実に近いモデルを考えた。すなわち、

①交通量1000 V.P.H. 以下を検討対象とするので、車頭間隔は指数分布に従うと考えた。

②車両のパワーレベルの確率分布は $N(\mu_v, \sigma_v^2)$ の正規分布に従う²⁾と考えた。

$$\begin{aligned} \mu_v &= 0.2 \bar{V} + K, K \text{は大型車類}97, \text{小型車類}87 \\ \sigma_v^2 &= (0.2 \sigma_v)^2 + \sigma_p^2 \end{aligned} \quad \text{③} \quad \left| \begin{array}{l} \text{ただし、} \bar{V} \text{と} \sigma_v^2 \text{は車両速度} V \text{の平均値と分散、} \sigma_p^2 \\ \text{は速度と無関係なパワーレベルの変動(分散)} \end{array} \right.$$

本研究では車を2車種に分類したが、車種によってパワーレベルは大幅に違うので、大型車混入率Aを与える。

③観測点の騒音レベルは2H(m)の区間内の車両からの合成音と考える。式④でFは観測点から車線に下した垂線と車線の交点から最も近い車両までの距離である。

$$H = \sqrt{79.4F^2 + 78.4l^2} \quad \text{④} \quad \left| \begin{array}{l} \text{ただし、} l \text{は音源と観測点間の最短距離} \end{array} \right.$$

以上、車頭間隔は指数乱数、パワーレベルは正規乱数、車種決定は一様乱数を発生させて、1秒毎の騒音レベルの瞬時値、更には、等価騒音レベル、時間率騒音レベルなどの各種統計量を計算した。

4. 各種騒音統計量の推定精度

本研究では、推定精度に影響を及ぼす要因として、①平均車頭間隔 $S = 1000\bar{V}/Q$ 、② $B = 1/\bar{V}$ 、③大型車混入率A、④乗用車のパワーレベルの標準偏差 σ_{wp} 、大型車の同標準偏差 σ_{wT} を考えた。ここで①の要因は時間交通量(Q)に対応する。また、②の要因は、車両が単独で走行したときの騒音レベルパターンの形状を表すものであり、Bの値が小さいほど、その形状は急峻である。②の要因は観測点と道路間の距離に対応する。そして、実測結果に対応するものとして、モンテカルロシミュレーションによって求めた各種騒音統計量を使用した。

つぎに、推定精度を表す指標は次のとおりである。まず、式①中の L_{Aeq} 、 T と A は完全に予測されたものと考えてモンテカルロシミュレーションによって求めた値を使用する。その結果得られた μ 、 σ 、更には、式②を使って得られた L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} と、別途モンテカルロシミュレーションによって求めたこれらの値との差を算出する。このようにすれば、その差は騒音レベルを正規分布と仮定することによって生じる影響の程度を示すことになる。ただし、 S 、 B 、(A 、 σ_{wp} 、 σ_{wt})の1組の値について20回のシミュレーションを繰り返してその差を計算し、その平均値として U を求めた。その結果を各種騒音統計量毎にまとめて図-1に示す。これから、次のことがいえる。

① Average (μ) と Median (L_{50}) は類似の傾向にある。一般に騒音レベルを正規分布に仮定したこと起因して、簡易推定式のほうがモンテカルロシミュレーションの値より大きい。しかし、 S が小さく、 B が大きいほど U の値は小さくなり、精度は向上する。すなわち、車両平均速度が一定ならば、交通量が多く、観測点が道路から離れるほど、誤差は小さくなる。因みに、 $V=40\text{km/h}$ では $l=16\text{m}$ 以上、 $Q=333\text{V.P.H}$ 以上で $U=2\text{dB}$ 程度である。

② 標準偏差 (σ) は全ての場合について、また、90パーセンタイル値 (L_{10}) も $B=0.1$ を除けば、推定誤差は 1dB 以下である。

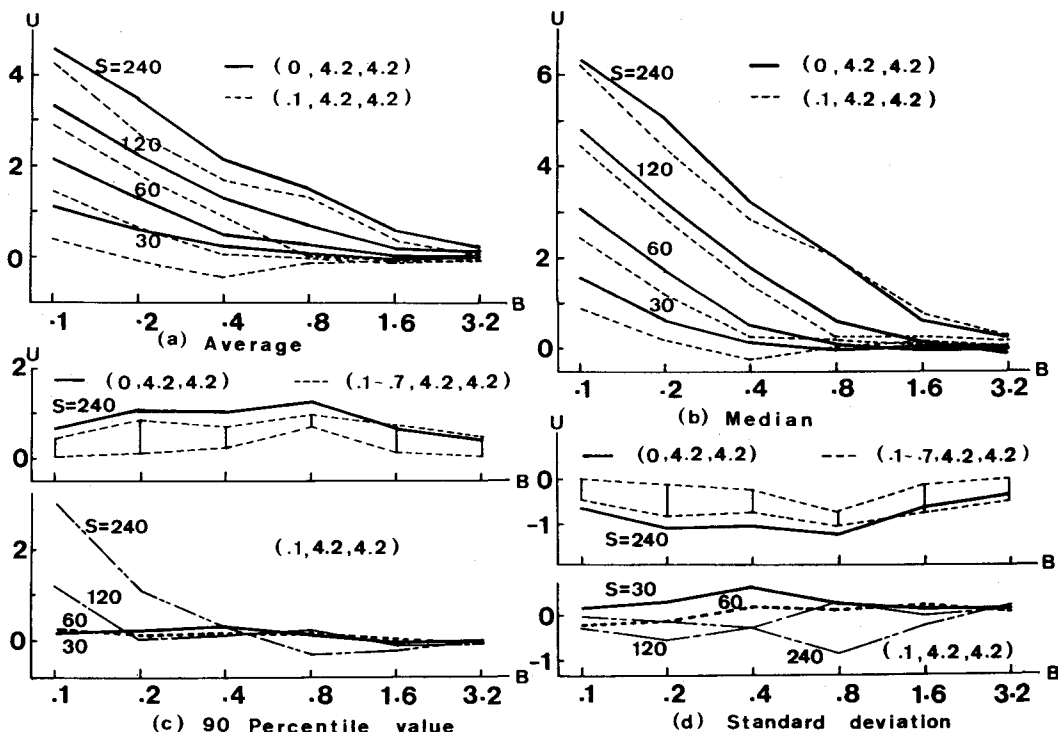


図-1 各種騒音統計量の推定精度

参考文献

- 1) 渡辺義則他：道路交通騒音の簡易推定法に関する一考察，土木計画学研究講演集 No.8, P113~119, 1986
- 2) ALEXANDRE, A et al: Road Traffic Noise ; APPLIED SCIENCE PUBLISHERS LTD , 1975
- 3) 渡辺好章他：自動車走行時における騒音のパワーレベル，日本音響学会誌32巻 3号，P156~160, 1975