

IV-20

地表面の状況を考慮した等価騒音レベルの簡易推定

九州工業大学 正員 ○渡辺義則
 " 学生員 久保誠司
 九州大学 正員 角 知憲

1. まえがき

JIS Z 8731は騒音レベルの測定方法に関する我国の規格である。このJIS規格が改訂され、従来から騒音評価量として利用されている騒音レベルの中央値 L_{50} に代わり、等価騒音レベル $L_{Aeq,T}$ が新たな騒音評価量として導入された。騒音レベルの中央値に比べて等価騒音レベルは、対象とする観測点における音の強さの時間平均値をdB単位で表わしたものであり、物理的な意味が明確であること(式(1))、エネルギーのように加算性があり、自動車騒音、工場騒音などを複合的に含む環境騒音の予測に便利であること、住民の反応との対応も比較的良好なことなどの特長があるので、今後、広く利用されることが予想される。

そこで、これまで提案してきた線形系の応答に関する諸性質を利用したコンピュータモデル²⁾を基礎にして、コンピュータを使用せずとも、卓上計算機程度で容易に等価騒音レベルを予測できる計算手法を検討し、その基本的考え方を前報³⁾で報告した。更に、ここでは、平坦道路区間で道路周辺の地表面の状況が種々異なる場合について、この手法を適用した結果について報告する。

2. 等価騒音レベルの簡易予測計算方法

等価騒音レベル $L_{Aeq,T}$ は、道路上の全車両(全音源)に起因して、対象とする観測点に生じる音の強さ $u(t)$ の期待値 u_g から次式によって求まる。

$$\begin{aligned} L_{Aeq,T} &= 10 \log_{10} u_g / 10^{-12} \quad \dots (1) & y_k(t) &: k \text{車線の上の音源の音響出力の時間変化率} \\ u_g &= E\{y(t)\} & g_k(t) &: y_k(t) \text{に対する荷重関数(履歴曲線)} \\ &= E\left\{\sum_{k=1}^n \int_0^t g_k(\lambda) y_k(t-\lambda) d\lambda + b(t)\right\} & x_k(t) &: \text{単位時間に} k \text{車線を通過する乗用車数換算台数} \\ &= \sum_{k=1}^n \int_0^t g_k(\lambda) \cdot E\{y_k(t-\lambda)\} d\lambda + E\{b(t)\} & W_k &: k \text{車線の上の乗用車数1台当りの音響出力} \\ &= \sum_{k=1}^n u_k \int_0^t g_k(\lambda) d\lambda + u_b \quad \dots (2) & b(t) &: \text{暗騒音, } u_b: \text{暗騒音の平均値} \\ u_k &= E\{y_k(t-\lambda)\} = W_k \cdot E\{x_k(t)\} \quad \dots (3) & l_k &: k \text{車線の道路横断こう配, } n: \text{対象道路の車線数} \\ &= W_k \cdot Q_k \{16A_k + 1.6(1-A_k)\} / 3600 & \bar{v}_k &: k \text{車線の車両平均速度(km/h), } t: \text{時間} \\ W_k &= 10^{-12} \times 10^{(0.2\bar{v}_k + 85 + \frac{1}{2}l_k)/10} \quad \dots (4) & Q_k &: k \text{車線の時間交通量, } A_k: k \text{車線の大型車混入率} \end{aligned}$$

ただし、 $x_k(t)$ において大型車数は16台、それ以外は1.6台の乗用車数に換算する。

いま、平坦道路区間においては荷重関数が式(5)のように表現できると仮定すると²⁾、式(2)から式(6)が得られ、平坦道路区間で、道路周辺の地表面の状況が異なる場合についての、等価騒音レベル $L_{Aeq,T}$ が式(1)、(6)を用いて計算できる。

$$\begin{aligned} g_k(t) &= a \left\{ l_k^2 + (\bar{v}_k t)^2 \right\}^{-b/2} & a, b &: \text{地表面の状況によって決まるパラメータ} \\ & \quad -a < t < \infty \quad \dots (5) & \bar{v}_k &: k \text{車線の車両平均速度(m/sec)} \\ u_g &= \frac{a \sqrt{\pi} \Gamma(\frac{b-1}{2})}{\Gamma(\frac{b}{2})} \sum_{k=1}^n \frac{u_k}{\bar{v}_k \cdot l_k^{b-1}} \quad \dots (6) & l_k &: k \text{車線の中央から観測点までの距離} \\ & & \Gamma(\omega) &: \text{ガンマ関数} \end{aligned}$$

3. 検討結果

対象としたのは対向2車線の国道である。表-1に実験条件と交通特性を示す。なお、各ケースでKNについては既に報告したものを³⁾を再記した。KJ, KA, KNは同一道路区間ではあるが測定時期がずれている。HUは前の3ケースとは全く異なる道路区間での検討である。各ケースの道路周辺の地表面の状況は次のとおりであ

る。KJは6月下旬の水田であり、苗は植えてあるが地表面の大部分は水で覆れた田圃である。KAとHUは8月初旬と8月下旬の田圃であり、60~80cmに生育した稲で地表面が密に覆れている。KNは11月初旬の刈入れ後の田圃である。

表-1 実験条件と交通特性

ケース	地表面の状況	パラメータ		縦断こう配 %	時間交通量 V.P.H.	大型車混入率 %	車両平均速度 km/h
		$10 \log_{10} a$	b				
KJ	6月水田	-8.0	2.29	1.2	612	26	52.9
KA	8月田圃	-4.2	2.62		623	32	52.9
KN	11月田圃	-9.0	2.19		778	22	47.5
HU	8月田圃	-5.1	2.63	1.9	602	45	49.7

注) *は両車線合計の平均値

bは道路周辺の地表面の状況に伴って変化する音の伝搬特性を定量的に表わしたものであり、密生した稲の影響が現われて、KAとHUはKJとKNに比べて、音の距離減衰が大きい。なお、これまでのモデルでは音が幾何学的に減衰することが仮定されることが多いが、その場合には、 $10 \log_{10} a = -8$ 、 $b = 2$ である。図-1に、式(1)、(6)を用いて予測計算した値と実測値と比較して示す。

なお、各実測値は2秒間隔で512個の騒音レベルの瞬時値を読み取って求めた。また、表-2は予測値と実測値の差の平均値と標準偏差を、各観測点別に計算したものである。ただし、暗騒音レベルは充分小さいので $L_b = 0$ と仮定した。これら結果から次のことがいえる。各ケース、各観測点ともに予測値と実測値の差は小さいので平坦道路区間においては、道路周辺の地表面の状況が異なっても、式(1)、(6)から等価騒音レベルと比較的精度よく算出できると思われる。また、式(6)を用いて計算するためには、交通条件(車線別交通量 Q_k 、大型車混入率 A_k 、車両平均速度 V_k)、道路条件(観測点から各車線中央までの距離 L_k 、道路縦断こう配)、音響条件(パラメータ a 、 b 、暗騒音の平均値 L_b)が与えられればよい。このうちで道路、交通条件は従来の道路設計時にも与えられているので、音響条件を整備すれば、これまでの道路設計に整合した形で騒音問題を処理することが可能になる。更に、交通条件には日変動が考えられるが、式(6)を用いれば、各時間帯にも、朝・夕・夜の各時間帯別にも、1日にわたって等価騒音レベルを容易に算出できる。

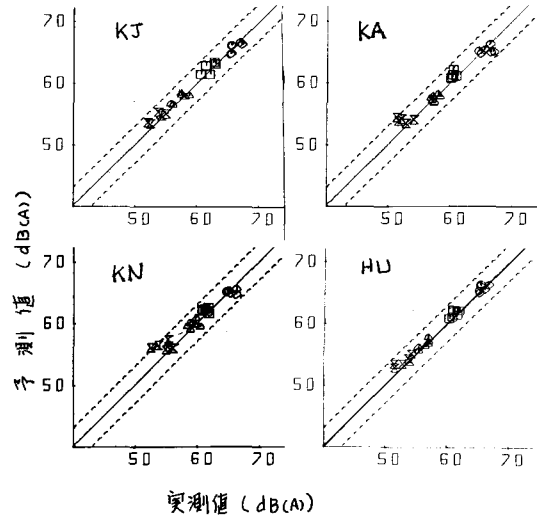


図-1 実測値と予測値の比較

表-2 予測値と実測値の差

ケース	観測点	10 m	20 m	40 m	60 ~ 80 m
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
KJ	平均値	-0.2	0.7	0.7	0.8
	標準偏差	0.7	0.8	1.1	0.6
KA	平均値	-0.7	0.9	0.2	1.3
	標準偏差	0.8	0.5	0.6	1.2
KN	平均値	-0.4	1.4	0.5	1.6
	標準偏差	0.8	1.1	0.9	1.4
HU	平均値	0.3	0.6	0.4	0.8
	標準偏差	0.6	0.6	0.5	0.7

注) 標準偏差は不偏分散より算出。平均値および不偏分散は6個のデータより算出。

参考文献

- 1) 橋本 理雄; 環境騒音に関する測定規格, 騒音研究会資料, 昭和58年
- 2) 渡辺 隆; 交通流変動と騒音伝搬特性の場所的変異性を考慮した道路交通騒音の予測, 土木学会論文集 (投稿中)
- 3) 渡辺 隆; 等価騒音レベルの簡易推定法に関する一考察, 土木学会西部支部研究発表会, 昭和58年