

地表面が等価騒音レベルに与える影響について

九州工業大学 正 員 渡辺 義則
九州工業大学 学生員 ○喜洲 淳哉
九州工業大学 白石 友伸

1. はじめに 自動車定常走行時の等価騒音レベルを推定する方法は既に報告した¹⁾。そこでは平坦部道路区間を対象に、道路周辺の騒音伝播性状が等価騒音レベルに与える影響は荷重関数の積分値によって表されること、及び、これを図表化して等価騒音レベルを理論的に推定する方法を提示している。更に本報告では自動車騒音を分析して、推定値との比較を行うことにより、この推定方法の妥当性を検討する。

2. 一般式 自動車がk車線上を定常走行する時の等価騒音レベル L_k を表現すれば、

$$L_k = 0.2V_k + I_k/3 + 0.115\sigma_0^2 + 49.4 + 10\log Q_k + 10\log \{16A_k + 1.6(1-A_k)\} + 10\log \int_0^R g_k(t)dt \quad (1)$$

V_k : 車両平均速度 km/h I_k : 道路縦断勾配 % A_k : 大型車混入率 Q_k : 時間交通量 V.P.H.
 σ_0 : パワーレベルの標準偏差 dB $g_k(t)$: 車両と観測点間の騒音伝播特性を表す荷重関数 m^{-2}

[L, R] : 車両から生じた音が障害物によって遮断されない時間範囲 ($L < R$), S

特に、無限遠まで開放された平坦部直線道路区間の等価騒音レベル L_{1k} は次式で計算する。

$$L_{1k} = f_0 + f_a + f_E + I_k/3 + 0.115\sigma_0^2 + 10\log Q_k - 10\log d_k + 52 \quad (2)$$

$$f_0 = 0.2V_k - 10\log V_k \quad f_a = 10\log \{16A_k + 1.6(1-A_k)\}$$

$$f_E = -10(b-2)\log d_k - 10\log \{\Gamma(b/2)/\Gamma((b-1)/2)\} + 10\log a + 5.5$$

a, b : 騒音伝播性状によって異なるパラメータ $\Gamma(x)$: ガンマ関数

d_k : k車線の中央と観測点間の距離 m

図-1は、地表面状況が等価騒音レベルに与える影響を、実験的に推定したa, bの値²⁾について計算している。dによっては、音の伝播する所を完全反射面をもつ半自由空間(音が幾何減衰する, $b=2.0$)と仮定するか否かによって、 f_E の値にかなりの差が生じる。

また、地形や建物などにより、現実の自動車騒音は遮断されることが多い。このような場合、道路長を有限と考えた補正 C_F を式(2)に施す。すなわち、

$$L_{2k} = L_{1k} + C_F \quad (3)$$

$$A_1 = \int_0^{M_k} g_k(t)dt / \int_{-\infty}^{\infty} g_k(t)dt \quad (4)$$

C_F の理論値を($=10\log A_1$)の形で図-2¹⁾に示す。但し、 $Z_{Hk} = H_{Hk}/d_k$, $H_{Hk} = M_k V_k/3.6$ である。

3. 地表面状況の異なる有限長平坦部道路区間に於ける実験及び分析 検討の対象としたのは対向2車線の国道である。表-1に測定ケース、推定計算時

にもちいたa, bの値を示す。なお、道路周辺の地表面状況について言えば、KJは苗は植えてあるが地表面の大部分は水で覆われた水田、KAは同一場所で地表面が生育した稲で覆われている、HUとKAは場所が異なるがKAと地表面状況が似ている。観測点は道

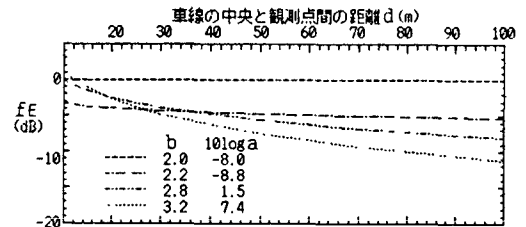


図-1 f_E と d_k の関係

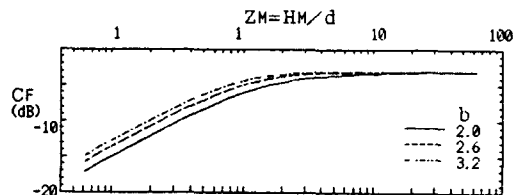


図-2 C_F と Z_M の関係

表-1 a, bの値と回帰式G

測定ケース	回帰式 $G = 10 \log_{10} a - 10 b \log_{10} d$	相関係数
K J	$G = -8.0 - 22.9 \log_{10} d$	0.98
K A	$G = -4.2 - 26.2 \log_{10} d$	0.98
H U	$G = -5.1 - 26.3 \log_{10} d$	0.96
幾何減衰	$G = -8.0 - 20 \log_{10} d$	

路端から10mと20mの所である。

1) C_F の実測値の求め方

- ① 単独車が観測点前を通過する時のタイムパターンのピーク点を始点 $t=0$ とし、その点から 0.6, 0.8, 1.0, ... 4.0秒間の積分範囲 M_k をとりその積分値を求める。
- ② 暗騒音を取り除く
- ③ 次式を用いて音源のPWLを求める。

$$PWL_J = SPL_J - G \quad (5)$$

PWL_J : 各周波数毎のパワーレベル

SPL_J : 各周波数毎のサウンドパワーレベル

G : 実測値を回帰分析して求めた荷重関数

ここで用いた G を表-1 に示す。

- ④ 自動車によって音響出力は異なるためここで求めた積分値を、音響出力スペクトルの大きさに荷重平均しながら 1 W の音響出力での値に換算する。これにより有限区間での荷重関数の積分値が求まる。

- ⑤ 次にこの荷重関数 $g_k(t)$ の無限長道路区間での積分値を K J、K A、H U の各々について表-1 に示すパラメータ a 、 b に従って次式で求める。

$$10 \log \int_{-\infty}^{\infty} g_k(t) dt = a \sqrt{\pi} \Gamma(b/2 - 1/2) / \sqrt{V_k} d_k^{b-1} \Gamma(b/2) \quad (6)$$

- ⑥ 最後に(4)式を用いて C_F の値を求める。

2) 推定値と実測値の比較 C_F の実測値を推定値の曲線上にプロットして比較を行う。実測値のバラツキの程度の一例として H U 20m の分析結果を図-3 に示す。あわせて、K J、K A、H U それぞれの分析結果の平均値を図-4 に示す。但し、一定の間隔で分割した Z_n の各階級で C_F をパワー平均する。図-4 をみると K A 20m の値で実測値が約 3dB 推定値を下回っているのを除いては、実測値は推定値にほぼ沿っている。

4. まとめ 以上の結果より地表面状況が等価騒音レベルに与える影響について次の事が言える。

- ① 実測で求めた C_F と理論で求めた C_F の値はよく合っているため、理論は信頼できる。
- ② C_F の理論曲線について言えば、 b の値による差は小さく、実用的には一本の曲線を代表としても差し支えない。つまり、地表面による差は小さいと考えてよい。
- ③ こう考えると地表面の影響は図-1 に示した f_E のみと考えられる。距離 d が小さい場合は b による f_E の差は小さいが、 d が大きくなると f_E の差が大きくなり、地表面の影響を考慮する必要がある。特に地表を完全反射面 ($b = 2.0$) と見なす時にはそうであり、他の場合との差が大きくなるので注意を要する。FHWA の方法³⁾ では地表面状況を $b = 2.0$ と 2.5 (吸音性表面の代表値) の2通りに分類して取り扱っているが、実際には $b = 3.2$ という地表面も存在する。 d が大きくなると測定精度が悪くなるので、もう少し大きい b の値にも対処できるように推定法を工夫した方がよいと思われる。

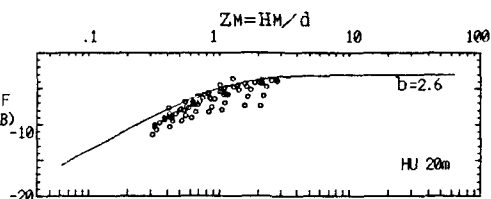


図-3 HU 20m の分析結果

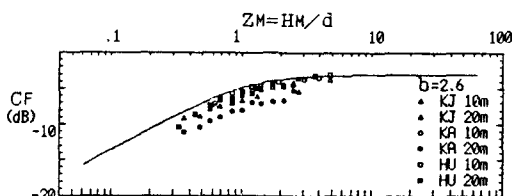


図-4 分析結果の平均値

参考文献: 1) 渡辺義則, 角知憲, 菊永昌洋, 田中浩一郎: "自動車定常走行時の道路交通騒音の一簡易推定法", 土木学会論文集, 第389号/IV-8, PP. 75~82, 昭和63年. 1

2) 渡辺義則, 神野裕昭, 田中孝幸, 博田能行: "平坦部道路区間における騒音伝播特性の理論的推定法", 土木計画学研究・論文集No5, PP. 75~82, 昭和62年. 11

3) T. M. Barry, J. A. Reagan: "FHWA Highway Traffic Noise Prediction Model", Federal Highway Administration, FHWA-RD-77-108, 昭和53年. 4