

変動騒音のレベル分布形状および, L_5 , L_{50} , L_{95} と Leg の関係についての考察

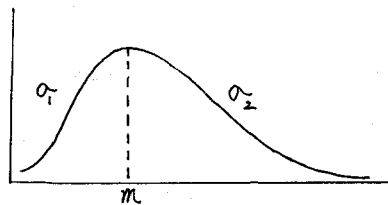
京大衛生工学 正^o高木興一, 学 田原孝志, 学 藤木 修
正 平松幸三, 正 山本剛夫

1. はしがき. 等間隔モデルや指数分布モデルなどのように, 音源や伝播過程が比較的単純化されたモデルの場合には, 観測点における騒音のレベル分布を理論的に導出することが可能であるが,¹⁾²⁾現実の場では, 種々の音源が, 時間的にも, 空間的にも, ランダムに存在していることや, 建物などの障害物による反射や回折, 地面による反射・吸収, 空気による吸収, 気象条件による影響など, 種々の複雑な要因が関連してくるために, これらをすべて考慮に入れたモデルを想定して, レベル変動を解析的に導出する事はきわめて困難である。われわれはパラメーターを三つ含む歪のある分布で, 特別な場合には, 正規分布となるような, 分布(以下, 分布Aと呼ぶ)を考案し, この分布が, 一般の市街地における騒音レベルの分布形状に比較的好く一致する事を確かめるとともに, この分布に基づいて導出した, L_5 , L_{50} , L_{95} と Leg の関係が, 実測値に関してもよい一致を示すことを見出したので, 報告する。

2. 分布A 騒音レベル x に対して, 次のような密度関数を考える。

$$f_1(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1 + \sigma_2)} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_1^2}} \quad (x \leq m) \quad \dots(1)$$

$$f_2(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1 + \sigma_2)} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_2^2}} \quad (x \geq m)$$



この分布は $x=m$ でmodeをもち, $\sigma_1 = \sigma_2$ のときには通常の正規分布となるが, $\sigma_1 < \sigma_2$, 又は $\sigma_1 > \sigma_2$ の場合には, その密度関数は, Fig.1のように歪んだ形を示し, 通常みられる騒音レベルの分布形状に近い形を示す。 L_{95} , L_{50} , L_5 と, 三つのパラメーター σ_1 , σ_2 , m の関係は以下の(2), (3), (4)式から定まる。

Fig.1. 分布Aの密度関数の模式図
 $\sigma_2 > \sigma_1$ の場合

$$\int_{-\infty}^{L_{95}} \frac{2}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1 + \sigma_2)} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_1^2}} dx = 0.05 \quad \dots(2) \quad \int_{L_{50}}^{\infty} \frac{2}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1 + \sigma_2)} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_2^2}} dx = 0.5 \quad \dots(3)$$

$$\int_{L_5}^{\infty} \frac{2}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1 + \sigma_2)} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_2^2}} dx = 0.05 \quad \dots(4)$$

ここで $\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$, $\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$, $Q(u) = \int_u^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du$

とおく。一般に $\Phi(u) = \alpha$ となるような u の近似値を u_0 とし, $\Phi(u_0) = \alpha - \Delta\alpha$, とおくとき,
 $u - u_0 = \Delta u$, $h = \Delta\alpha / \phi(u_0)$ とすると

$$\Delta u = h \left(1 + \frac{u_0}{2} h + \frac{2u_0^2 + 1}{6} h^2 + \frac{6u_0^3 + 7u_0}{24} h^3 + \dots \right) \quad \dots(5)$$

となる³⁾ また、 u の値が小さい時には、

$$\frac{1}{2} - Q(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(u - \frac{u^3}{2 \cdot 1 \cdot 3} + \frac{u^5}{2^2 \cdot 2 \cdot 5} - \frac{u^7}{2^3 \cdot 3 \cdot 7} + \dots \right) \quad \dots (6)$$

とあらわせる³⁾ これらの関係式の初項のみをとり、(5)式の関係(2)、(4)式に、(6)式の関係(3)式に用いて、 σ_1 、 σ_2 、 m を求めると、

$$\sigma_1 = -0.1144(L_5 - L_{50}) + 0.7671(L_{50} - L_{95}) \quad \dots (7)$$

$$\sigma_2 = 0.7671(L_5 - L_{50}) - 0.1144(L_{50} - L_{95}) \quad \dots (8)$$

$$m = L_{50} - 0.5524(L_5 + L_{95} - 2L_{50}) \quad \dots (9)$$

となる。京都市内の91ヶ所で測定した実測値について、この分布とヒストグラムの対応を

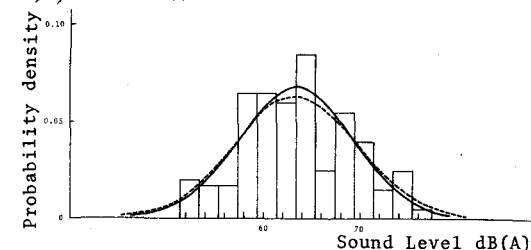
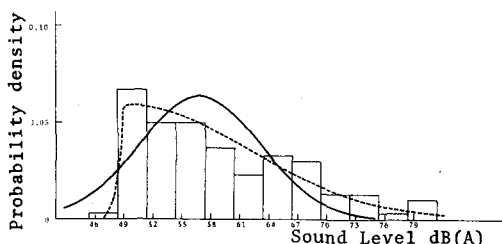


Fig. 2. 実測データとの比較の例。実線は正規分布、破線が分布 A

しらべたが、その1例を示したものが Fig. 2. である。多くの場合に比較的よい一致がみられた。

3. Leg と L_5 、 L_{50} 、 L_{95} の関係
分布 A について、 Leg を求める

$$Leg = L_{50} + 10 \log_{10} \left\{ e^{a\sigma_1^2} \{1 - \text{erf}(b\sigma_1)\} + e^{a\sigma_2^2} \{1 + \text{erf}(b\sigma_2)\} \right\} \quad \dots (10)$$

但し、 $a = 2.6509 \times 10^{-2}$

$$b = 1.6282 \times 10^{-2}$$

となる。道路公団の498個のデータについて⁵⁾、正規分布を仮定した曾根ら⁴⁾の関係式

$$Leg = L_{50} + \frac{(L_5 - L_{95})^2}{94} \quad \dots (11)$$

と今回導出した(10)式に基づく値とを示したものが Fig. 3. である。今回導出した(10)式による値の方がよい対応を示していることがわかる。

文献 1) 庄司光他、日本音響学会誌 19(3) 1963 2) Takagi et al. J. Sound and Vib., 36(3) 1974. 3) 竹内啓 確率分布と統計解析 1975 4) 曾根敏夫他 日本音響学会講演論文 April 1977 5) 日本音響学会 道路騒音委員会資料

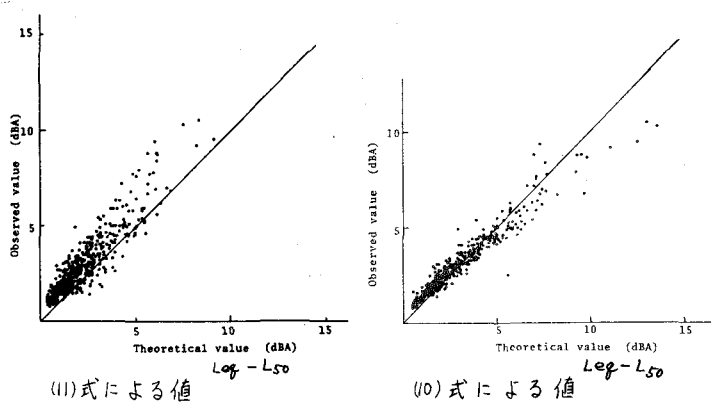


Fig. 3. Leg と L_5 、 L_{50} 、 L_{95} の関係、実測値と理論値の比較