

10. 道路交通騒音の評価量 L_α と Leq の関係

Relation Between L_α and Leq From Traffic Noise

鈴木富雄 Tomio SUZUKI

見留与吉 Yokichi MITOME

枝 雅之[※] Masayuki EDA

1. まえがき

本市において、今までの環境騒音調査結果を見ると騒音の発生源に起因するものでは、自動車騒音が多くを占め、環境基準値を越えている地点は大部分が道路沿いの箇所であった。この道路交通騒音のように時間と共に不規則かつ大巾に変動する騒音はその最大値や平均値だけではその騒音の様子をあらわすことが出来ないのも、一般に統計的処理がなされている。わが国では、JISZ8731に基づく騒音レベル測定方法によって、中央値 (L_{50}) を不規則かつ大幅に変動する騒音の代表値とみなし、変動を表わす量として90%レンジ上下端値 (L_5 , L_{95}) を用いることを指示している。この中央値は変動騒音の実状をよくあらわすものとされ、道路交通騒音等の評価によく使われている。又、昭和46年5月閣議決定の「騒音に係る環境基準」においては中央値評価が採用されている。この中央値は、永い間変動騒音の評価に使用されてきたが、もともと騒音の時間変化の瞬時値を整理したものである。ところが、近年になって、騒音の影響は、一定時間内のエネルギー暴露によって評価した方がよいという考え方が強くなって、そのために考え出されたのがエネルギー等価騒音レベル (Leq) である。国際標準化機構 (ISO) は1971年に変動騒音の評価値として、この等価騒音レベルを推奨するようになって以来、 Leq に対する各種研究が活発に行われるようになり、国際的なすう勢として Leq を基本とする考え方が強くなって来た。このような情勢に対処するため、ISOでは旧来の推奨規格を国際規格への昇格への見直し作業が進められ、1979年に環境騒音の評価方法としての基本計測量 Leq の採択が決まった。この Leq が国際基準として決定に伴い、現在JISZ8731「騒音レベル測定方法」をISOに基づいて改訂する作業が目下進められている。このため、従来測定してきた L_5 , L_{50} , L_{95} などの L_α 値から Leq を求めることは重要である。

そこで、今回、道路交通騒音において実測データの L_α ($\alpha = 50\%$, 10% , 50% , 90% , 95%) と Leq との関係は道路騒音レベルが正規分布と仮定した場合 L_α から求めた計算値 Leq との比較検討を行ったので報告する。又、ワイブル分布を仮定した場合についても若干検討を行なった。

※ 現在公害局騒音振動第1課

2. 正規分布を仮定したときの Leq の推定計算

エネルギー等価騒音レベル (Leq) は、ある時間下における騒音のエネルギー平均値に相当する一定騒音レベルで、一般に次式によって表わされる。

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L}{10}} dt \right) \text{ dB(A)} \dots \dots \dots (1)$$

ここで L : 時刻 t における騒音レベル dB(A) で与えられる。

すなわち、測定時間 T をきめて時々刻々の騒音レベルを測定すれば Leq を求めることが出来る。従って、時間 T が決まれば、この時間の間を等しい時間間隔で測定した N 個の騒音レベルを Li dB(A) (i = 1 ~ N) とするところの時間における Leq は次式で求められる。

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Li}{10}} \right) \text{ dB(A)} \dots \dots \dots (2)$$

道路交通騒音における騒音レベル (Lt) が正規分布と仮定すると、Leq のもとになるエネルギーについて言えば対数正規分布を示すことであるから、騒音レベルの平均値 (中央値に等しい) を L50、その標準偏差を σ とすると

$$\begin{aligned} Leq &= L_{50} + \frac{\sigma^2}{20 \log_{10} e} \dots \dots \dots (3) \\ &= L_{50} + 0.115 \sigma^2 \end{aligned}$$

で与えられる。

※ (3)式は次のようにして導かれる。

(2)式における $\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Li}{10}} \right)$ は $10^{\frac{Li}{10}}$ (i=1~N) の平均値であるから、L(t)がある分布をもつとき、Lの平均値は $\bar{L} = \int_a^b L \cdot f(L) dL$ (但し f(L)は確率密度関数) となる。Lが標準偏差 σ、平均値 Lmの正規分布をすると仮定すると $10^{\frac{L}{10}}$ の平均値 M は

$$\begin{aligned} M &= \int_{-\infty}^{\infty} 10^{\frac{L}{10}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(L-L_m)^2}{2\sigma^2}} dL && \frac{L-L_m}{\sigma} = \ell \text{ とおくと } dL = \sigma d\ell \\ \therefore M &= \int_{-\infty}^{\infty} 10^{\frac{\sigma\ell + L_m}{10}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{\ell^2}{2}} \sigma d\ell && 10^{\frac{\sigma\ell}{10}} = e^c \text{ とおくと } c = \frac{\sigma\ell}{10 \log_{10} e} \\ \therefore M &= 10^{\frac{L_m}{10}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\sigma\ell}{2}} \cdot e^{\frac{c\sigma\ell}{10}} d\ell \\ &= 10^{\frac{L_m}{10}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\ell^2}{2} - \frac{c\sigma\ell}{10} + \frac{1}{2}\left(\frac{\sigma\ell}{10}\right)^2\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{c\sigma}{10}\right)^2} \cdot d\ell \\ &\quad \frac{c\sigma}{10} = -c \text{ とおくと } \quad -c = \frac{\sigma}{10 \log_{10} e} \end{aligned}$$

$$\therefore M = 10^{\frac{L_m}{10}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(1-\bar{c})^2}{2}} \cdot e^{-\frac{\bar{c}^2}{2}} \cdot d\bar{c}$$

右辺の積分は 1 に等しいから

$$M = 10^{\frac{L_m}{10}} \cdot e^{-\frac{\bar{c}^2}{2}}$$

$$\therefore 10 \log_{10} M = L_m + \frac{\sigma^2}{20 \log_{10} e} \quad \text{よって正規分布の累積度曲線から}$$

$$L_m = L_{50} \text{により } L_{eq} = L_{50} + \frac{\sigma^2}{20 \log_{10} e}$$

しかし、JISにおいては、変動巾は標準偏差でなく、90%範囲で示すことになっているから、(3)式は次のようにあらわすことになる。すなわち、正規確率表から片側の確率が0.45となるのは1.645σであるから、90%範囲の上限値をL₅、下限値をL₉₅とすれば

$$L_5 - L_{95} = 2(L_5 - L_{50}) = 2 \times 1.645 \sigma$$

従って(3)式は

$$L_{eq} = L_{50} + \frac{(L_5 - L_{95})^2}{94.016} \dots\dots\dots(4)$$

$$= L_{50} + 0.0106(L_5 - L_{95})^2$$

となる。

又、80%範囲の上限値をL₁₀、下限値をL₉₀とすると

$$L_{10} - L_{90} = 2(L_{10} - L_{50}) = 2 \times 1.28 \sigma$$

であるので(3)式は

$$L_{eq} = L_{50} + \frac{(L_{10} - L_{90})^2}{56.923} \dots\dots\dots(5)$$

$$= L_{50} + 0.0176(L_{10} - L_{90})^2$$

となる。

更に、L₅、L₁₀との関係は

$$L_5 = L_{50} + 1.645\sigma^2 = L_{eq} + 1.645\sigma - 0.115\sigma^2 \dots\dots\dots(6)$$

$$L_{10} = L_{50} + 1.28\sigma^2 = L_{eq} + 1.28\sigma - 0.115\sigma^2 \dots\dots\dots(7)$$

を得る。

3. 測定方法

本報告に使用した更測データは交通量の異なる市内の道路際を6ヶ所選び、24時間測定した結果で、サンプル数は144個である。データの分析は、毎正時より500秒間記録の高速度レベルレコーダのチャートより騒音レベルを読み取り、計算処理し、L_α、L_{eq}を求めた。この時のサンプリング間隔は1秒とした。

4. 結果および考察

(1) 本実測値よりのL_αとL_{eq}の関係を求めると図1～3に示すとおりである。図中の式はL_αとL_{eq}の回帰式で、r_{xy}は相関係数、σ_E²は回帰式のまわりの測定値の分散の推定値を示す。L_αとL_{eq}との相関はα = 5, 10において共に0.9以上であった。

表1 L_{α} と L_{eq} の関係

回 帰 式	相 関 係 数 (r_{xy})	分 散 (σ_E^2)
$L_{eq} = 0.666 L_{50} + 27.535$	0.852	$(3.229)^2$
$L_5 = 0.963 L_{eq} + 8.623$	0.971	$(1.474)^2$
$L_{10} = 1.006 L_{eq} + 3.205$	0.979	$(1.257)^2$

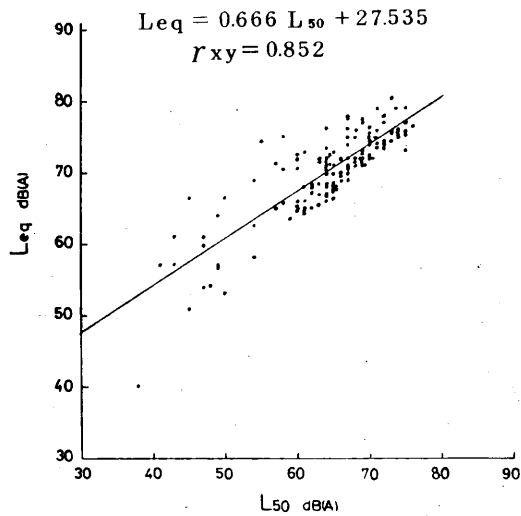


図1 L_{50} と L_{eq} との関係

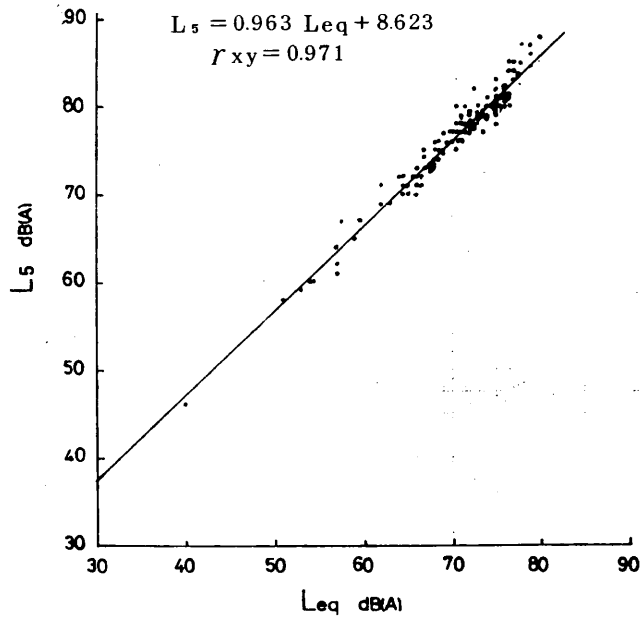


図2 L_{eq} と L_5 との関係

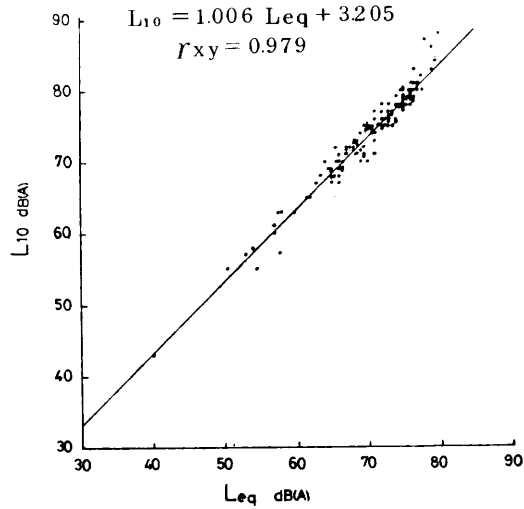


図3 Leq と L₁₀ との関係

第2章で示したように道路交通騒音レベルが正規分布すると仮定した場合の Leq は、 L_{α} 値を使用して(4)、(5)式に示した関係より算出することが出来る。すなわち、図4は実測による Leq と L₅₀、L₅、L₉₅ を使って(4)式より推定した Leq との関係図を示す。

図5は実測による Leq と L₅₀、L₁₀、L₉₀ を使って(5)式より推定した Leq との関係図を示す。共に相関係数は0.9以上である。

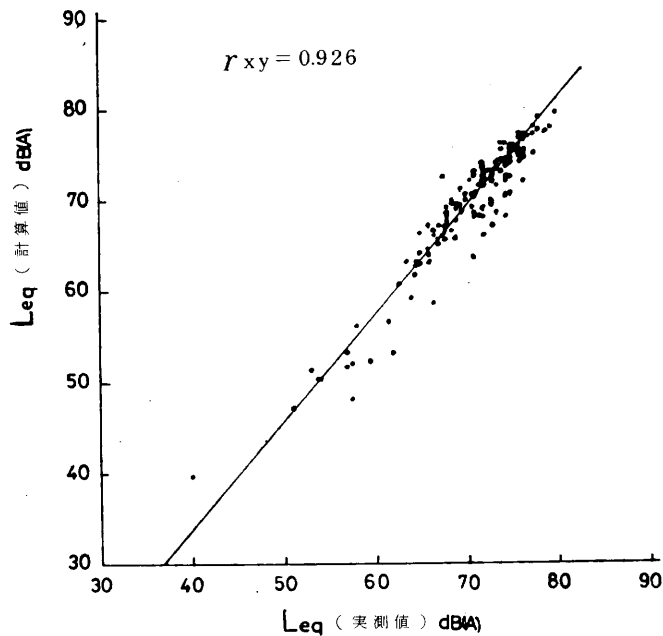


図4 Leq の実測値と計算値(4式による)の関係

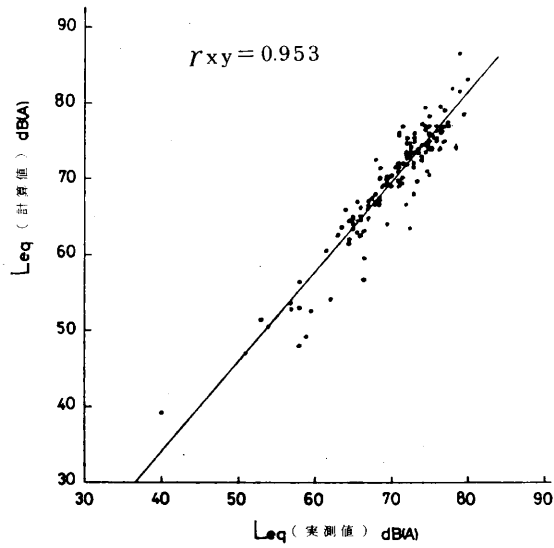


図5 Leqの実測値と計算値（5式による）の関係

次にこの変動する騒音について、80%及び90%レンジ値と標準偏差(S)の関係を示したのが図6と図7である。図6は($L_5 - L_{95}$)と標準偏差Sとの相関、図7は($L_{10} - L_{90}$)と標準偏差Sとの相関を示す。共に相関係数は0.96以上である。図中において点線は正規分布を仮定した場合の理論値で、各々 $L_5 - L_{95} = 3.29\sigma$ 、 $L_{10} - L_{90} = 2.56\sigma$ を示す。

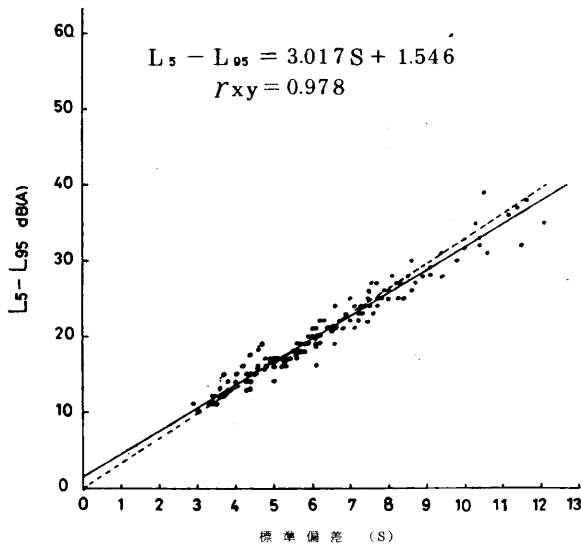


図6 標準偏差と $L_5 - L_{95}$ の関係

同様に $(L_{\alpha} - L_{eq})$ と標準偏差 (S) との関係を図 8, 9, 10 に示す。

図 8 は $L_{eq} - L_{50}$ と標準偏差 (S) との関係を示し、点線は $L_{eq} - L_{50} = 0.115\sigma^2$ による理論値を示す。 L_{eq} と L_{50} の差は標準偏差 (S) の増加と共に大きくなるがわかる。

図 9 は $(L_5 - L_{eq})$ と標準偏差 (S) との関係を示し、点線は(6)式に示す $L_5 - L_{eq} = 1.645 - 0.115\sigma^2$ による理論値を示す。

図 10 は $(L_{10} - L_{eq})$ と標準偏差 (S) との関係を示す。点線は(7)式に示す $L_{10} - L_{eq} = 1.28\sigma - 0.115\sigma^2$ による理論値を示す。図 9 と図 10 は理論値よりかなりずれている。

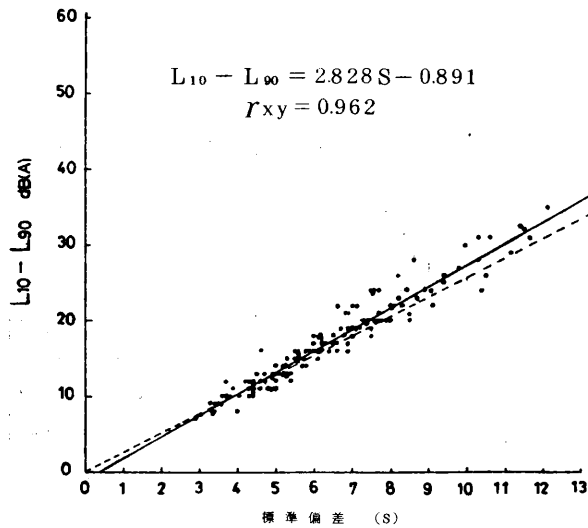


図 7 標準偏差と $L_{10} - L_{90}$ の関係

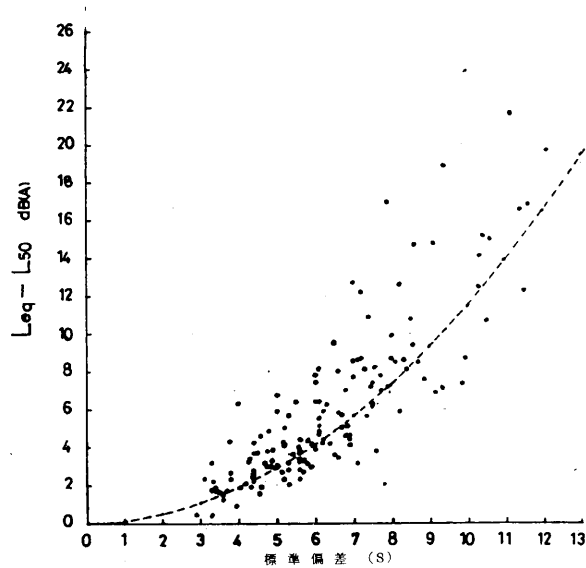


図 8. 標準偏差と $L_{eq} - L_{50}$ の関係

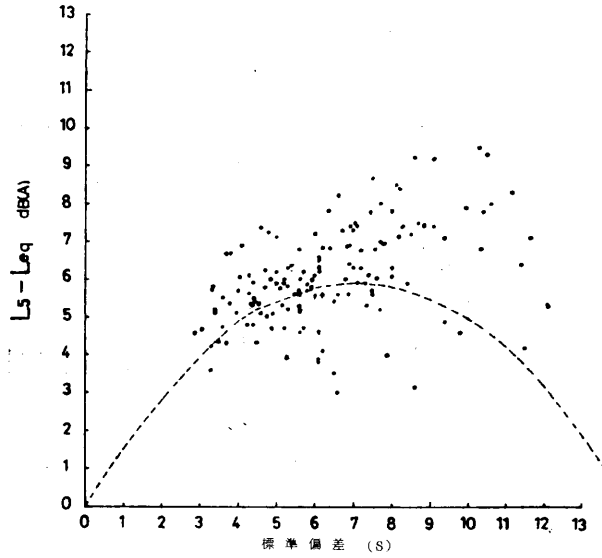


図9. 標準偏差と $L_5 - L_{eq}$ の関係

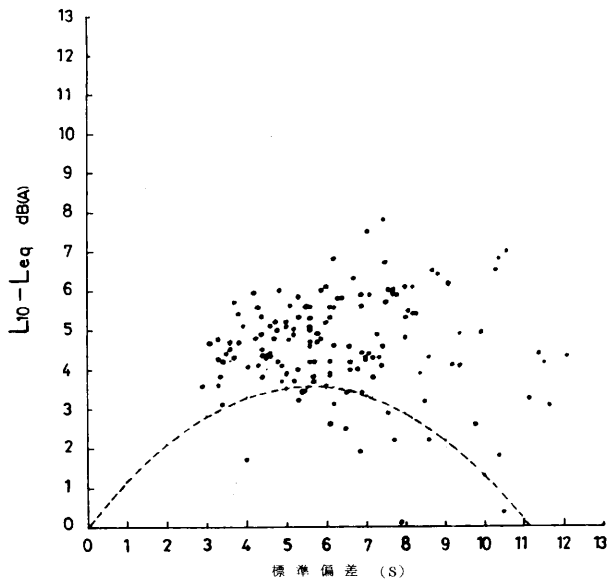


図10 標準偏差と $L_{10} - L_{eq}$ の関係

(2) 今までは変動騒音を正規分布と仮定した場合であったが、NHKの西宮氏がこの変動レベルをワイブル分布にあてはめるといふ試みを行っているので、我々もワイブル分布によるあてはめを行ってみた。すなわち、西宮氏によると騒音レベルがワイブル分布に従うと仮定すると、残留騒音レベルを L_{res} として任意の環境騒音のレベル分布は、

$$f(L) = \frac{m}{\eta m} + (L - L_{res})^{m-1} \cdot e^{-\left(\frac{L - L_{res}}{\eta}\right)} \quad L \geq L_{res} \quad \dots\dots\dots(8)$$

ここで、騒音レベルの変動部分 (L-L_{res}) についてモーメント法によって騒音レベルのパワー平均の位置を変量 L 軸上で定めると、最終的に

$$Leq = 10 \log \left[\int_0^{\infty} e^{-x} \cdot e^{\frac{1}{10} \ln 10 \cdot \eta \cdot x^{\frac{1}{m}}} dx \right] + L_{res} \quad \dots\dots\dots(9)$$

の形にすることが出来る。(9)式の第1項は プラス変換の形をしているので数値積分が可能である。又、L α 型の評価量はワイブル分布について

$$L\alpha = \eta \left\{ -\ln \frac{\alpha}{100} \right\}^{\frac{1}{m}} \quad \dots\dots\dots(10)$$

となる。L_{res} \doteq L₉₅ 又は L₉₀ となるから、(9)、(10)式によってワイブル分布の母数 m、n が定まれば L α 型評価量から Leq が推定することが出来るとしている。

まず(9)式の第一項

$$\overline{L}_m, \eta = 10 \log \left[\int_0^{\infty} e^{-x} e^{\frac{1}{10} \ln 10 \cdot \eta \cdot x^{\frac{1}{m}}} dx \right]$$

のガラスゲールの2分点数値積分結果を m = 0.7 ~ 3.0, n = 1.0 ~ 20.0 の範囲について表2に示す。次にワイブル分布に従う L α 型評価量を(10)式によって求めることが出来る。よって今回の実測データ L α をワイブル確率紙にプロットし、これより母数 m、n を読みとり表2を利用して \overline{L}_m, η を推定し、(Leq-L₅₀)を求め、この計算値と実測値との関係を示したのが図11である。騒音レベルを正規分布にあてはめ (Leq - L₅₀) の計算値と実測値の関係を図12~14に示す。いずれの分布でも、割合交通量の多い昼間は、計算値と実測値とはあまり差はないが、交通量が少なくなる深夜で、たまに大型車が通過するような時間帯では計算値と実測値の差は大きくなるのがみられた。

このような場合は各種分布をあてはめ計算するより残留騒音レベルに大型車の波形をたたみ込んで求めた方が正確ではないかと思われる。

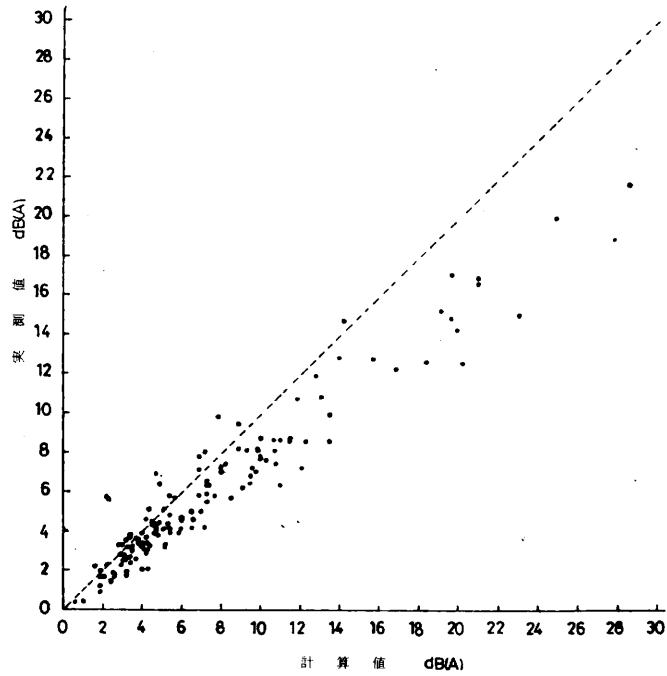


図 11 $L_{eq} - L_{50}$ の計算値（ワイブル分布に基づく）
と実測値の関係

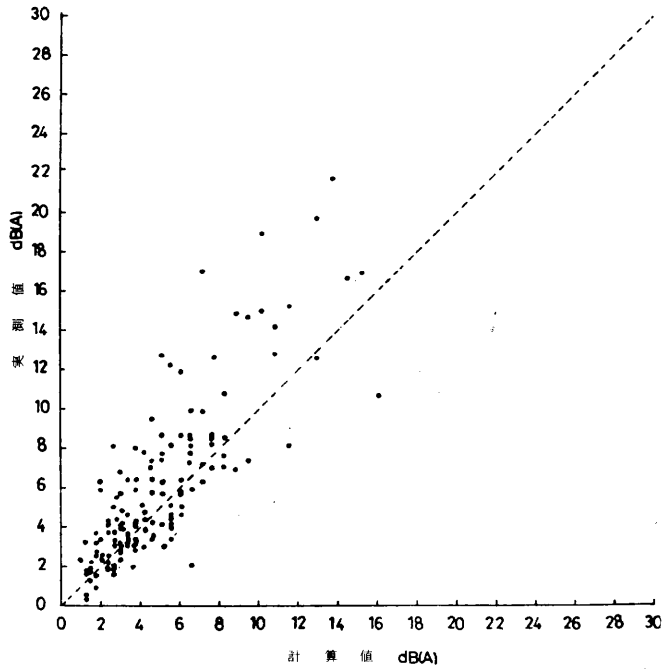


図 12 $L_{eq} - L_{50}$ の計算値（正規分布に基づく： $\frac{(L_5 - L_{95})^2}{94.016}$ ）
と実測値の関係

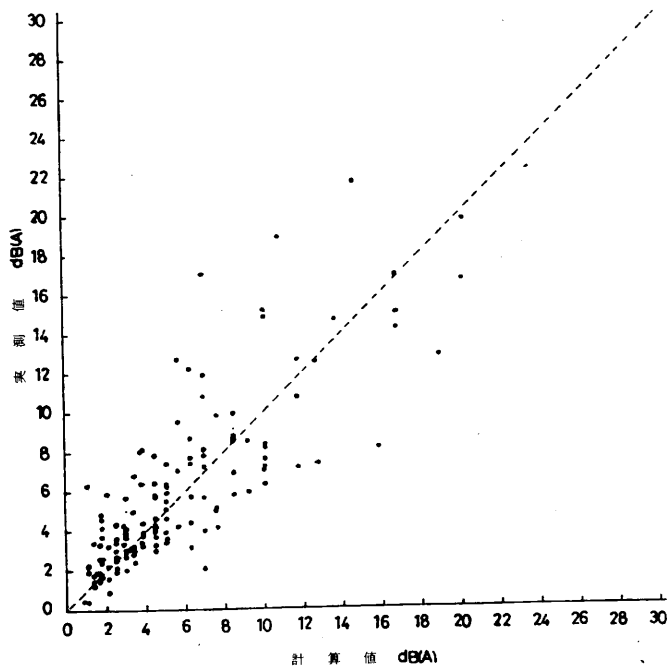


図 13 $L_{eq}-L_{50}$ の計算値 (正規分布に基づく: $\frac{(L_{10}-L_{90})^2}{56.923}$) と実測値の関係

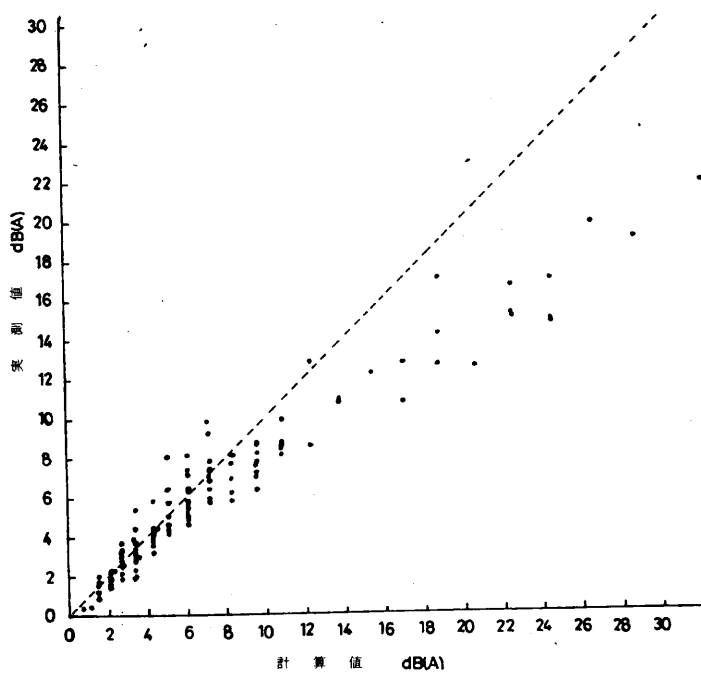


図 14 $L_{eq}-L_{50}$ の計算値 (正規分布に基づく: $\frac{(L_5-L_{50})^2}{23.504}$) と実測値の関係

表2-1 ワイブル分布の母数m, η による L_m, η の計算値

$m \backslash \eta$	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85
1.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
1.5	3.2	2.7	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4
2.0	5.0	4.2	3.7	3.3	3.0	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9
2.5	7.2	6.0	5.1	4.5	4.1	3.8	3.5	3.3	3.2	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
3.0	9.6	8.0	6.8	6.0	5.4	4.9	4.5	4.2	4.0	3.8	3.7	3.6	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0
3.5	12.2	10.2	8.7	7.6	6.8	6.1	5.6	5.2	4.9	4.7	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5
4.0	15.0	12.6	10.8	9.4	8.3	7.5	6.9	6.4	6.0	5.6	5.4	5.1	5.0	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.1
4.5	17.8	15.0	12.9	11.3	10.0	9.0	8.2	7.6	7.1	6.6	6.3	5.9	5.8	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.9	4.8	4.7	4.7
5.0	20.6	17.5	15.1	13.2	11.7	10.5	9.6	8.8	8.2	7.7	7.3	7.0	6.7	6.4	6.2	6.1	5.9	5.8	5.7	5.6	5.5	5.4	5.4	5.3
5.5	23.5	20.0	17.3	15.2	13.5	12.2	11.1	10.2	9.5	8.9	8.4	8.0	7.6	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9
6.0	26.3	22.5	19.6	17.2	15.4	13.9	12.6	11.6	10.8	10.1	9.5	9.0	8.6	8.3	8.0	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6
6.5	29.2	25.1	21.9	19.3	17.3	15.6	14.2	13.1	12.1	11.3	10.7	10.1	9.6	9.2	8.9	8.6	8.3	8.1	7.9	7.7	7.6	7.5	7.3	7.2
7.0	32.1	27.7	24.2	21.4	19.2	17.3	15.8	14.6	13.5	12.6	11.9	11.2	10.7	10.2	9.8	9.5	9.2	8.9	8.7	8.5	8.3	8.2	8.0	7.9
7.5	35.0	30.2	26.5	23.5	21.1	19.1	17.5	16.1	14.9	13.9	13.1	12.4	11.8	11.3	10.8	10.4	10.1	9.8	9.5	9.3	9.1	8.9	8.8	8.6
8.0	37.9	32.8	28.8	25.6	23.0	20.9	19.1	17.6	16.4	15.3	14.4	13.6	12.9	12.3	11.8	11.4	11.0	10.7	10.4	10.1	9.9	9.7	9.5	9.4
8.5	40.8	35.4	31.1	27.7	25.0	22.7	20.8	19.2	17.8	16.6	15.7	14.8	14.1	13.4	12.9	12.4	12.0	11.6	11.3	11.0	10.7	10.5	10.3	10.1
9.0	43.7	37.9	33.4	29.8	27.0	24.5	22.5	20.7	19.3	18.1	17.0	16.1	15.3	14.6	14.0	13.4	12.9	12.5	12.2	11.8	11.6	11.3	11.1	10.9
9.5	46.6	40.5	35.7	31.9	28.8	26.3	24.1	22.3	20.8	19.5	18.3	17.3	16.5	15.7	15.0	14.5	13.9	13.5	13.1	12.7	12.4	12.1	11.9	11.7
10.0	49.4	43.1	38.1	34.1	30.8	28.1	25.8	23.9	22.3	20.9	19.7	18.6	17.7	16.9	16.2	15.5	15.0	14.5	14.0	13.6	13.3	13.0	12.7	12.5
10.5	52.3	45.6	40.4	36.2	32.8	29.9	27.5	25.5	23.8	22.3	21.0	19.9	18.9	18.0	17.3	16.6	16.0	15.5	15.0	14.6	14.2	13.9	13.5	13.3
11.0	55.2	48.2	42.7	38.3	34.7	31.7	29.2	27.1	25.3	23.7	22.4	21.2	20.1	19.2	18.4	17.7	17.1	16.5	16.0	15.5	15.1	14.7	14.4	14.1
11.5	58.1	50.8	45.0	40.4	36.7	33.5	30.9	28.7	26.8	25.2	23.7	22.5	21.4	20.4	19.6	18.8	18.1	17.5	17.0	16.5	16.0	15.6	15.2	15.0
12.0	61.0	53.3	47.3	42.5	38.6	35.4	32.6	30.3	28.3	26.6	25.1	23.8	22.6	21.6	20.7	19.9	19.2	18.5	18.0	17.4	17.0	16.5	16.2	15.8
12.5	63.9	55.9	49.7	44.7	40.6	37.2	34.3	31.9	29.8	28.1	26.5	25.1	23.9	22.8	21.9	21.0	20.3	19.6	19.0	18.4	17.9	17.5	17.1	16.7
13.0	66.8	58.5	52.0	46.8	42.5	39.0	36.0	33.5	31.4	29.5	27.9	26.4	25.2	24.1	23.1	22.2	21.4	20.6	20.0	19.4	18.9	18.4	18.0	17.6
13.5	69.7	61.1	54.3	48.9	44.5	40.8	37.8	35.1	32.9	30.9	29.3	27.8	26.4	25.3	24.2	23.3	22.5	21.7	21.0	20.4	19.8	19.3	18.9	18.5
14.0	72.6	63.6	56.6	51.0	46.4	42.6	39.5	36.7	34.4	32.4	30.6	29.1	27.7	26.5	25.4	24.4	23.6	22.8	22.1	21.4	20.8	20.3	19.8	19.4
14.5	75.5	66.2	59.0	53.1	48.4	44.5	41.2	38.4	35.9	33.8	32.0	30.4	29.0	27.7	26.6	25.6	24.7	23.8	23.1	22.4	21.8	21.2	20.7	20.3
15.0	78.3	68.8	61.3	55.3	50.4	46.3	42.9	40.0	37.5	35.3	33.4	31.7	30.3	29.0	27.8	26.7	25.8	24.9	24.1	23.4	22.8	22.2	21.7	21.2
15.5	81.2	71.3	63.6	57.4	52.3	48.1	44.6	41.6	39.0	36.8	34.8	33.1	31.5	30.2	29.0	27.9	26.9	26.0	25.2	24.5	23.8	23.2	22.6	22.1
16.0	84.1	73.9	65.9	59.5	54.3	49.9	46.3	43.2	40.5	38.2	36.2	34.4	32.8	31.4	30.2	29.0	28.0	27.1	26.3	25.5	24.8	24.2	23.6	23.0
16.5	87.0	76.5	68.2	61.6	56.2	51.8	48.0	44.8	42.0	39.7	37.6	35.7	34.1	32.7	31.4	30.2	29.1	28.2	27.3	26.5	25.8	25.1	24.5	24.0
17.0	89.9	79.1	70.6	63.7	58.2	53.6	49.7	46.4	43.6	41.1	39.0	37.1	35.4	33.9	32.6	31.3	30.3	29.3	28.4	27.6	26.8	26.1	25.5	24.9
17.5	92.8	81.6	72.9	65.9	60.1	55.4	51.4	48.0	45.1	42.6	40.4	38.4	36.7	35.1	33.8	32.5	31.4	30.4	29.4	28.6	27.8	27.1	26.4	25.8
18.0	95.7	84.2	75.2	68.0	62.1	57.3	53.1	49.6	46.6	44.0	41.7	39.7	38.0	36.4	34.9	33.7	32.5	31.5	30.5	29.6	28.8	28.1	27.4	26.8
18.5	98.6	86.8	77.5	70.1	64.1	59.0	54.8	51.2	48.1	45.5	43.1	41.1	39.2	37.6	36.1	34.8	33.6	32.6	31.6	30.7	29.8	29.1	28.4	27.7
19.0	101.5	89.3	79.8	72.2	66.0	60.9	56.5	52.8	49.7	46.9	44.5	42.4	40.5	38.4	37.3	36.0	34.8	33.7	32.6	31.7	30.9	30.1	29.4	28.7
19.5	104.3	91.9	82.2	74.3	68.0	62.7	58.2	54.4	51.2	48.4	45.9	43.7	41.8	40.1	38.5	37.2	35.9	34.7	33.7	32.8	31.9	31.1	30.3	29.6
20.0	107.2	94.5	84.5	76.5	69.9	64.5	59.9	56.1	52.7	49.8	47.3	45.1	43.1	41.3	39.7	38.3	37.0	35.8	34.8	33.8	32.9	32.1	31.3	30.6

表2-2 ワイブル分布の母数 m, η による $L_m \cdot \eta$ の計算値

$m \backslash \eta$	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95	3.00
1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
4.5	4.7	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
5.0	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
5.5	5.9	5.8	5.8	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
6.0	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.2	6.2	6.2	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
6.5	7.2	7.1	7.0	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4
7.0	7.8	7.7	7.6	7.6	7.5	7.4	7.4	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9
7.5	8.5	8.4	8.3	8.2	8.1	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
8.0	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	8.7	8.6	8.6	8.5	8.4	8.4	8.3	8.3	8.3	8.2	8.2	8.2	8.1	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0
8.5	9.9	9.8	9.7	9.6	9.4	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0	9.0	8.9	8.9	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.6	8.6	8.6	8.6
9.0	10.7	10.5	10.4	10.2	10.1	10.0	10.0	9.8	9.7	9.7	9.6	9.5	9.5	9.4	9.4	9.3	9.3	9.3	9.2	9.2	9.2	9.1	9.1
9.5	11.5	11.3	11.1	11.0	10.8	10.7	10.6	10.5	10.4	10.3	10.2	10.2	10.1	10.0	10.0	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8	9.7	9.7	9.7
10.0	12.2	12.0	11.8	11.7	11.5	11.4	11.3	11.2	11.0	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.5	10.5	10.4	10.4	10.3	10.3	10.3	10.2
10.5	13.0	12.8	12.6	12.4	12.2	12.1	12.0	11.8	11.7	11.6	11.5	11.4	11.3	11.3	11.2	11.1	11.1	11.0	11.0	10.9	10.9	10.8	10.8
11.0	13.8	13.6	13.4	13.2	13.0	12.8	12.7	12.5	12.4	12.3	12.2	12.1	12.0	11.9	11.8	11.8	11.7	11.6	11.6	11.5	11.5	11.4	11.4
11.5	14.7	14.4	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.4	12.3	12.2	12.2	12.1	12.1	12.0	12.0
12.0	15.5	15.2	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.9	13.8	13.6	13.5	13.4	13.3	13.2	13.1	13.0	12.9	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6
12.5	16.3	16.0	15.8	15.5	15.3	15.0	14.8	14.7	14.5	14.3	14.2	14.1	14.0	13.8	13.7	13.6	13.5	13.4	13.3	13.3	13.2	13.1	13.1
13.0	17.2	16.9	16.6	16.3	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.1	14.9	14.8	14.6	14.5	14.4	14.3	14.2	14.1	14.0	14.0	13.9	13.8	13.8
13.5	18.1	17.7	17.4	17.1	16.8	16.6	16.4	16.1	16.0	15.8	15.6	15.5	15.3	15.2	15.1	15.0	14.9	14.8	14.7	14.6	14.5	14.4	14.4
14.0	18.9	18.6	18.2	17.9	17.6	17.4	17.1	16.9	16.7	16.5	16.3	16.2	16.0	15.9	15.7	15.6	15.5	15.4	15.3	15.2	15.1	15.1	15.0
14.5	19.8	19.4	19.1	18.8	18.4	18.2	17.9	17.7	17.4	17.2	17.1	16.9	16.7	16.6	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.9	15.8	15.7	15.6
15.0	20.7	20.3	19.9	19.6	19.3	19.0	18.7	18.4	18.2	18.0	17.8	17.6	17.4	17.3	17.1	17.0	16.8	16.7	16.6	16.5	16.4	16.3	16.2
15.5	21.6	21.2	20.8	20.4	20.1	19.8	19.5	19.2	19.0	18.7	18.5	18.3	18.1	18.0	17.8	17.7	17.5	17.4	17.3	17.2	17.1	17.0	16.9
16.0	22.5	22.1	21.7	21.3	20.9	20.6	20.3	20.0	19.7	19.5	19.3	19.1	18.9	18.7	18.5	18.4	18.2	18.1	17.9	17.8	17.7	17.6	17.5
16.5	23.5	23.0	22.5	22.1	21.8	21.4	21.1	20.8	20.5	20.3	20.0	19.8	19.6	19.4	19.2	19.1	18.9	18.8	18.6	18.4	18.4	18.3	18.1
17.0	24.4	23.9	23.3	23.0	22.6	22.2	21.9	21.6	21.3	21.0	20.8	20.6	20.3	20.1	20.0	19.8	19.6	19.4	19.3	19.2	19.0	18.9	18.8
17.5	25.3	24.8	24.3	23.9	23.4	23.1	22.7	22.4	22.1	21.8	21.5	21.3	21.1	20.9	20.7	20.5	20.3	20.1	20.0	19.8	19.7	19.6	19.4
18.0	26.2	25.7	25.2	24.7	24.3	23.9	23.6	23.2	22.9	22.6	22.3	22.1	21.8	21.6	21.4	21.2	21.0	20.8	20.7	20.5	20.4	20.2	20.1
18.5	27.1	26.6	26.1	25.6	25.2	24.8	24.4	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.6	22.3	22.2	21.9	21.7	21.5	21.4	21.2	21.1	20.9	20.8
19.0	28.1	27.5	27.0	26.5	26.0	25.6	25.2	24.8	24.5	24.2	23.9	23.6	23.3	23.1	22.9	22.6	22.4	22.2	22.1	21.9	21.7	21.6	21.4
19.5	29.0	28.4	27.9	27.4	26.9	26.5	26.1	25.7	25.3	25.0	24.7	24.4	24.1	23.8	23.6	23.4	23.2	23.0	22.8	22.6	22.4	22.3	22.1
20.0	29.9	29.3	28.8	28.3	27.8	27.3	26.9	26.5	26.1	25.8	25.5	25.2	24.9	24.6	24.4	24.1	23.9	23.7	23.5	23.3	23.1	23.0	22.8

5. まとめ

今回、道路交通騒音における L_{α} と L_{eq} の関係について検討を行ったが、

- ① L_5 , L_{10} , L_{50} と L_{eq} との間には極めて高い相関がみられ、又、 L_5-L_{95} 並びに $L_{10}-L_{90}$ は騒音レベルの標準偏差 (S) と比例関係にあり、 L_{eq} は標準偏差 (S) の2次式に比例する関係がみられた。
- ② (4)式等で、中央値などから L_{eq} を求めることが出来るが、これは正規分布の仮定が前提となっているが、交通量が少い夜間とかたまたま大型車の通る時間帯においては残留騒音レベルに大きなピークを有する分布となるため計算値と実測値とでは差が大きくなる。このような深夜で交通量の減少する時間帯においては、特定音源の騒音レベルを残留騒音レベル L_{res} に重畳して求めた方が正確になると思われる。
- ③ ワイブル分布を仮定した場合についても交通量の多い時間帯においては計算値による L_{eq} と実測値とでは割合よく一致するが、深夜の極端に交通量が減少する時間帯においては計算値による L_{eq} と実測値とでは、正規分布を仮定した場合ほど差はないが一致はみられなかった。

参考文献

- 1) 中野有朋：エネルギー等価騒音レベルについて、日音論集，昭和51年5月
- 2) 曾根敏夫ほか：道路交通騒音における L_{eq} と L_{50} の関係について、日音論集，昭和51年10月
- 3) 西宮 元：任意の環境騒音におけるワイブル分布のあてはめによる L_{eq} の推定，電子通信学会校報，EA79-23~25, 1979
- 4) 西宮 元：環境騒音評価法に関するISO提案とその問題点，音響学会騒音研究会資料