

1 はしがき、自動車交通量の増加に伴い、各都市において自動車騒音公害を訴える声も大きく、高速道路建設及び住民運動が起ち、新設道路建設の阻害となっており、住民説明のため、または、住民の道路支那のための種々の道路騒音の推定が行なわれている。本報告は大阪府における公害防止計画作成のための基礎資料として行なった道路騒音の推定のための手法をその一部を要約したものである。

2 解析手法 計算手順は図1のフローチャートに示すところである。すなわち、個々の車両が互いに独立に走行する場合の交通流は一般にポアソン分布をすることが知られている。ある観測地点において、時間 $t$ の内に $n$ 台の車両が観測される確率は

$$P_n(t) = \frac{(Nt)^n}{n!} e^{-Nt} \quad (1)$$

$N$ : 単位時間当たりの平均通過車両台数,  $t$ : 時間間隔,  $n$ : 通過する車両の台数

このように、ある時間内隔の内に通過する車両数がポアソン分布にしたがうとき、その車頭時間隔の確率密度関数 $P(t)$ は、つぎのような指数分布形となる。

$$P(t) = \frac{d}{dt} \{1 - P_0(t)\} = N e^{-Nt} \quad (2)$$

また、走行中の車両から発生する騒音は、点音源としての伝播特性を示すので、地表面、その他の障害物による音の反射、吸収、屈折等を見れば、測定点における音圧レベルSPLは、つぎの式のようになる。(図2参照)

$$SPL = 10 \log_{10} \frac{1}{4\pi W_0} \left\{ \left\{ \frac{W_{11}}{d_1^2 + X_{11}^2} + \frac{W_{12}}{d_1^2 + (X_{11} + X_{12})^2} + \dots \right\} + \left\{ \frac{W_{21}}{d_2^2 + X_{21}^2} + \frac{W_{22}}{d_2^2 + (X_{21} + X_{22})^2} + \dots \right\} + \dots \right\} \quad (3)$$

$d_i$ : 観測点と車線との垂直距離(m),  $X_{ij}$ : 車頭間隔(m),  $W_{ij}$ : 走行車両の音響パワー(Watt),  $W_0$ :  $10^{-12}$  Wattとなる。したがってこの $X_{ij}$ はモンテカルロ法を用いて、車頭間隔が指数分布をするような自動車走行をシミュレートして指数分布にしたがうような数多くの車頭間隔の標本を求める。すなわち時間で表わした車頭間隔 $t_{ij}$ の確率密度関数は式(2)で示されるから、距離で表わした車頭間隔 $X_{ij}$ の確率密度関数は平均速度を $V$ とすれば

$$P(X) = \frac{V}{X} e^{-\frac{V}{X}} \quad (4)$$

で与えられるから

$$Y = \int_0^X \frac{V}{X} e^{-\frac{V}{X}} dX \quad \therefore Y = 1 - e^{-\frac{V}{X}}$$

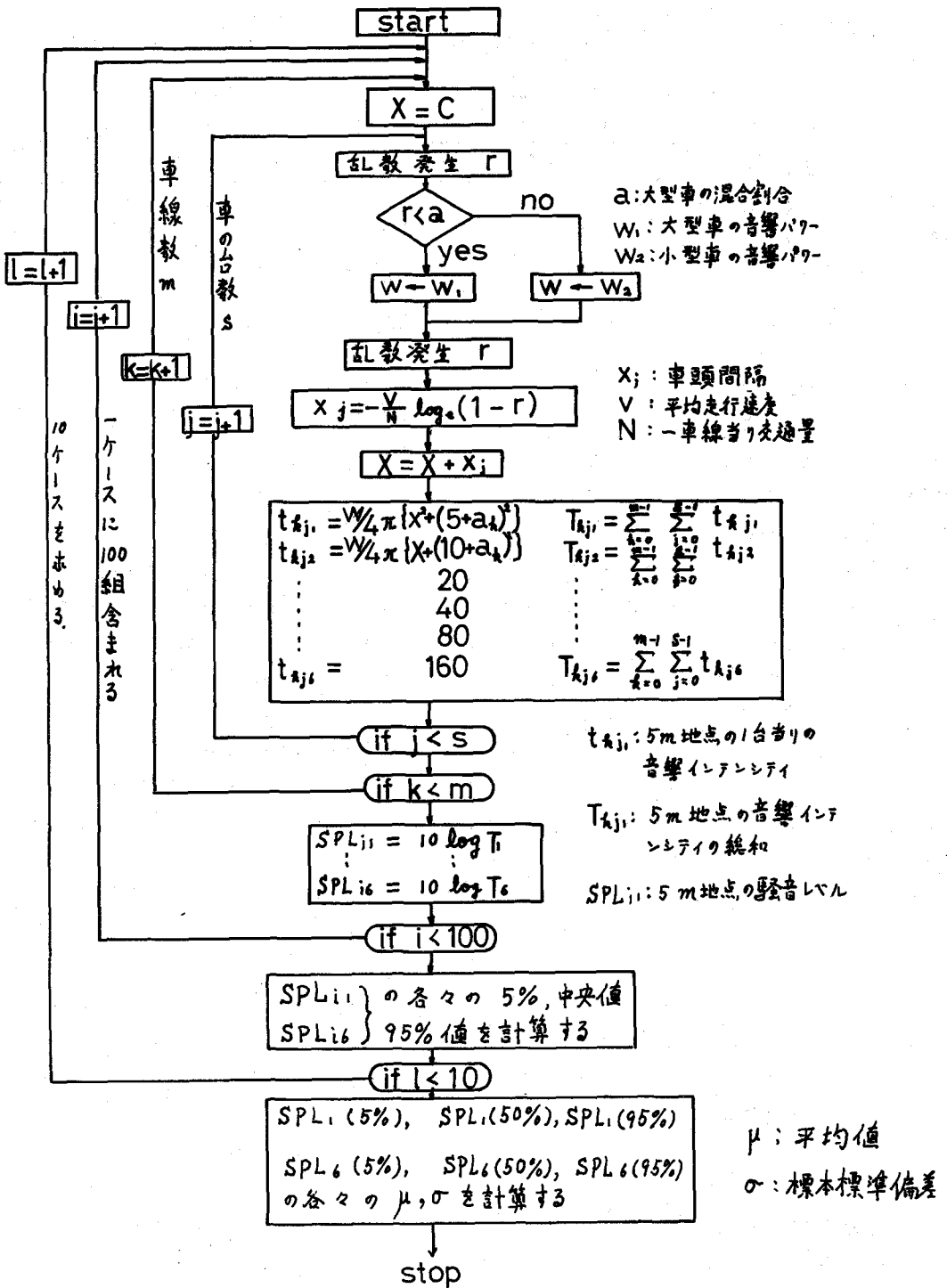
$$\therefore X = -\frac{V}{Y} \log_e (1 - Y) \quad (5)$$

となり、 $Y$ に(0,1)の間の一様乱数を与える。一様乱数発生の方法は種々あるがここでは

$$Y_n = \lambda Y_{n-1} \quad (\lambda = 991, Y_0 = 321528735)$$

という乗算合同法を用いた。いま $n$ 個の一様乱数をとり、それぞれが $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ であったとすれば、式(5)から各々の $Y$ の値に対応する $n$ 個の $X$ の値、 $X_1, X_2, \dots, X_n$ が求まる。このようにして得られた $X$ の値は、指数分布する母集団から抽出された標本、すなわち指数乱数であると考えられる。この $X$ は多数の標本を必要とするが、計算にあたっては、実際に計算すべき範囲は等間隔モデルにおいて $n$ が無限大の場合と $n$ が有限の場合の差が0.5dBとなる $n$ に数倍の余裕を見込んだ台数を電子計算機で発生させた。

図-1 フローチャート



$$10 \log S_d \frac{\sinh 2\pi d_s}{\cosh 2\pi d_s - 1}$$

$$-10 \log_{10} \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^{2k(n-1)} \frac{1}{d^2 + (\frac{1}{2} + i)^2 S^2}$$

$$< 0.5 \quad (6)$$

S: 車頭間隔(m)

したがって、0より左端の車両までの必要計算距離Cは、つぎのようになる。(図2参照)

$$C = - \frac{V \cdot \pi}{2 \cdot N}$$

したがって、道路騒音の計算は12Cの範囲の距離における車両を発生させれば十分である。また、車両の音響パワーの決定

は一様乱数を電子計算機で発生させ、その乱数が大型車の混合割合αより小なうは大型車の音響パワー-W<sub>1</sub>を、大なうは小型車の音響パワー-W<sub>2</sub>を取った。W<sub>1</sub>とW<sub>2</sub>の関係は W<sub>1</sub>=10W<sub>2</sub>とし、また自動車のパワーレベルPWL=10log<sub>10</sub>W/W<sub>0</sub>は日本音響学会では速度の4乗に比例するとしている。すなわち、60km/hを基準にとれば

$$PWL = PWL(60) + 40 \log_{10} V/60 \quad (7)$$

PWL(60): 走行速度60km/hの自動車のパワーレベル

本計算においては小型車の走行速度60km/hにおけるパワーレベルを100dBAとした。

入力資料とした基礎データは大政府土木事務所が府下主要道路について行なった昭和46年度春季の時間別交通量調査結果と大政府警本部の昭和45年度府下交差点交通調査結果である。昼間の入力資料としては昼間の時間交通量のピーク値を用いた。(表1参照)

出力資料は道路端から5m, 10m, 20m, 40m, 80m, 160m, における計算値を

100組作り、それぞれの測定点における中央値、90%レンジの上、下端(95%, 5%)の平均値と標準偏差を算出した。(表2参照)

3. 計算結果ならびに考察

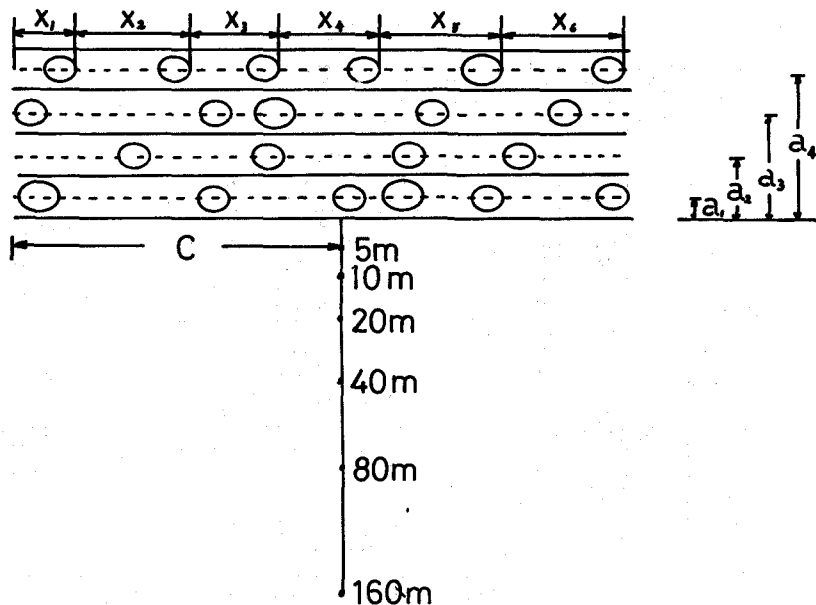
図3. は主要幹線道路における表1. 入力資料の一例。

る道路端から5m 地点における騒音レベルである。現時点における道路端から5mの地点における騒音レベルの環境基準の適合度は396地点中約55%が昼間の環境基準に適合している。

道路端から5mの地点における騒音レベルの中央値のヒストグラムを図4に示す。60~65dBAがもっとも多く、

101地点であり、60dBAをこえる資料数は155地点で全数の39%である。

図2. 道路騒音の計算モデル



| 観測<br>地点<br>点 | ピーク 時 間 交 通 量 |      |               | 平均車<br>速km/h | 車<br>線<br>数 | 車<br>線<br>間<br>隔<br>m | 平均走<br>行速度<br>km/h | 平均車<br>頭間隔<br>m | 必要発<br>生台数 |
|---------------|---------------|------|---------------|--------------|-------------|-----------------------|--------------------|-----------------|------------|
|               | 小型車台          | 大型車台 | 大型車台の<br>混合率% |              |             |                       |                    |                 |            |
| 110           | 1670          | 299  | 15.2          | 14.0         | 4           | 3.5                   | 32.8               | 66.6            | 28         |
| 111           | 3029          | 350  | 10.4          | 14.0         | 4           | 3.5                   | 41.3               | 48.9            | 39         |
| 112           | 2419          | 548  | 18.5          | 14.0         | 4           | 3.5                   | 26.8               | 36.1            | 52         |
| 113           | 2093          | 482  | 18.7          | 14.0         | 4           | 3.5                   | 33.2               | 51.6            | 37         |

図 3

# 主要幹線道路における騒音レベル現況図 (昭和45年度)

凡 例

(中央値・単位ホン(A))

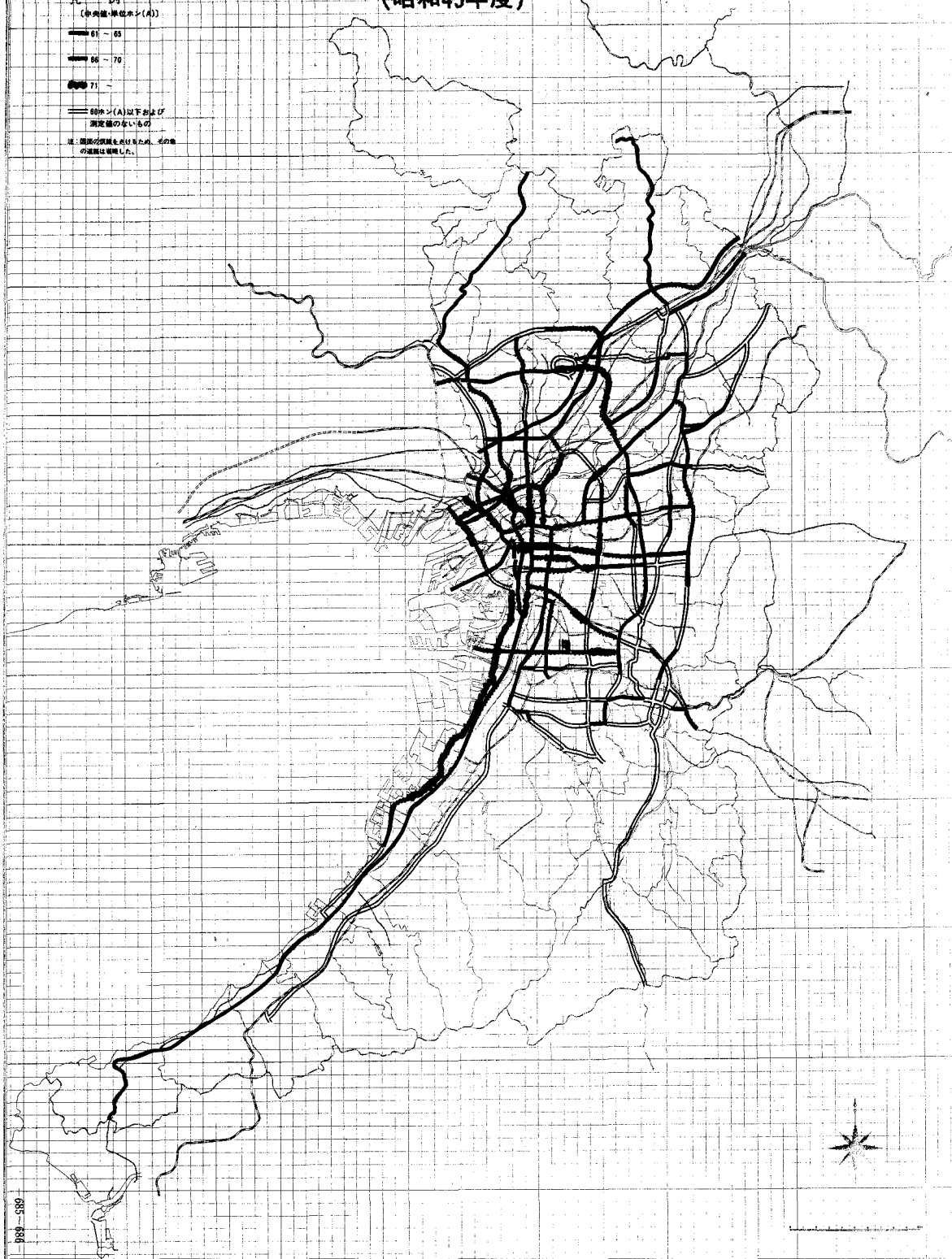
61 ~ 65

66 ~ 70

71 ~

80ホン(A)以下および  
測定値のないもの

注：図面の記載を省略したため、その他の  
道路は省略した。



| NO 110  | SPL <sub>1</sub> | SPL <sub>2</sub> | SPL <sub>3</sub> | SPL <sub>4</sub> | SPL <sub>5</sub> | SPL <sub>6</sub> |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 5P MEAN | 57.68            | 57.13            | 56.28            | 54.80            | 52.89            | 50.56            |
| STD-DEV | 0.50             | 0.40             | 0.28             | 0.27             | 0.25             | 0.20             |
| 50PMEAN | 63.06            | 61.74            | 60.08            | 57.94            | 55.29            | 52.26            |
| STD-DEV | 0.32             | 0.40             | 0.39             | 0.27             | 0.16             | 0.14             |
| 95PMEAN | 69.14            | 66.94            | 63.86            | 60.68            | 57.18            | 53.65            |
| STD-DEV | 0.70             | 0.43             | 0.29             | 0.22             | 0.21             | 0.16             |

表2 出力資料の1例

道路騒音の中央値が60dBAの値を示す道路端からの距離を求め、その度数分布を示したのが図5である。横軸は距離の対数に示した。5m以下がその大部分の246地点を占めており、ついで20m~40mの68地点である。また道路端から160m離れても60dBA以下にならなない地点が5地点存在している。モンテカルロ法によって求めた騒音レベルと、等間隔モデルから求めた騒音レベル(中央値)の距離による減衰の1例を図6~7に示す。図6は中央値で5~9dBAの差があり、図7では1dBA程度の差がある。全般的に見てモンテカルロ法の中央値が等間隔モデルの中央値よりやや高くなっている。図8はモンテカルロ法により求めた計算値と実測値とを比較したものである。比較的よく一致している。

リ宮武修、中山修：モンテカルロ法 日刊工業新聞社（昭和45年）  
2) 中村隆一 都市騒音軽減に関する基礎的研究（昭和43年）  
3) 大阪府公害防止計画プロジェクトチーム 大阪府環境管理計画(案)（昭和48年）

図6 等間隔モデルとの比較

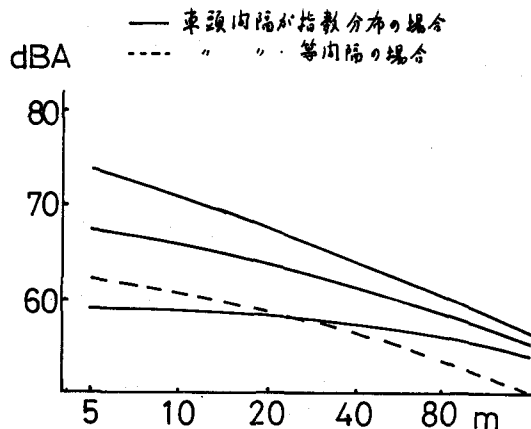


図7 等間隔モデルとの比較

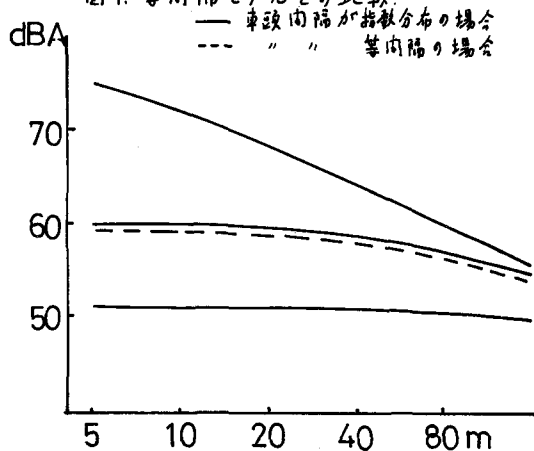


図4 道路端より5m地帯における道路騒音の中央値の度数分布

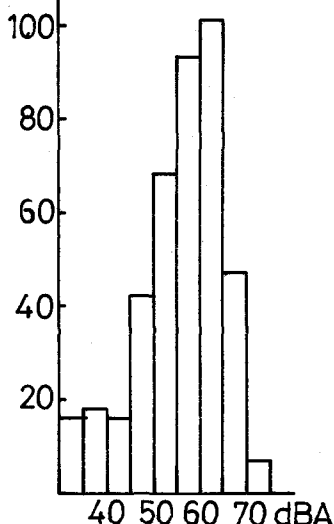


図5 道路騒音の中央値が60dBAの値を示す道路端からの距離の度数分布

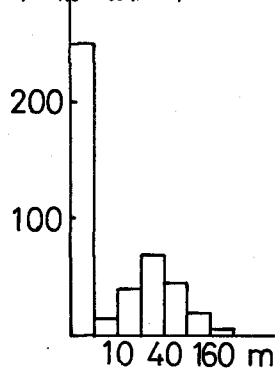


図8 実測値との比較

