

1. まえがき

交通環境改善のために多くの公害防止対策が採られており、それぞれ効果報告がなされている。また交通流を等間隔とした騒音の予測式あるいはポアソン分布とした騒音の予測式が求められており、道路の新設あるいは見込まれる交通量の増加に対する評価を可能にしている。しかしながらこれらの予測式は単路部での交通流を扱っており、環境問題の多くが市街地で起っていることを考えると信号制御を受けた場合の予測モデルも必要である。

本研究は交差点で停止した車団の拡散を空間的な視点に立って分析したものであり、青現示開始後の時刻  $t$  が与えられた場合の交通密度を予測しようとしたものである。尚都市内街路に対する予測という立場から、実測は国道1号線安城市内の2方向4車線道路で実施した。実測方法は図1に示すように16mmパルスカメラ2台および35mmカメラ2台を使用した。

2. 先頭車の到達分布

図2に青現示開始後10秒、20秒、30秒の各経過時間における先頭車の到達位置の分布を示す。 $\chi^2$ 検定の結果からも正規分布によく適合していることが判る。また経過時間と平均到達位置および標準偏差の関係は図3のようであった。図中の回帰式から経過時間  $t$  における先頭車の密度  $f_x(x|t)$  は次のように表される。

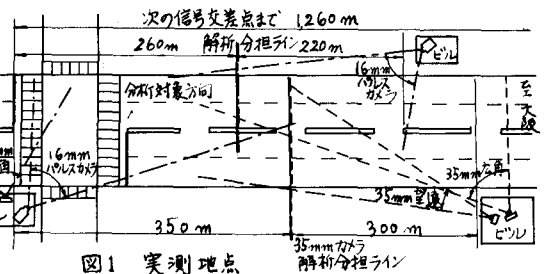


図1 実測地点

$$f_x(x|t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_x} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}} \quad \text{--- (1)}$$

ここに  $\sigma_x$ ,  $\bar{x}$  は図3で与えられるものとする。

走行速度の確率密度が  $f(v|t)$  で与えられる場合  $f_x(x|t)$  は次のようになる。

$$f_x(x|t) = f\left(\frac{x}{t}\right) \cdot \frac{1}{t} \quad \text{--- (2)}$$

したがって式(2)より経過時間ごとの速度の分布からも先頭車の密度を求めることができる。

3. 車団中の車頭距離

2車線道路の場合、車頭距離として図4に示す3つの場合が考えられ、普通われわれが車頭間隔といえは①の場合をいう。ここではこれら3つの場合を考え、車頭距離と呼び、車頭間隔と区別する。

停止線での順位を考慮に入れると追越し、追抜きにより車頭距離は負となる場合が生じる。この場合の集計結果を図5に示す。また経過時間

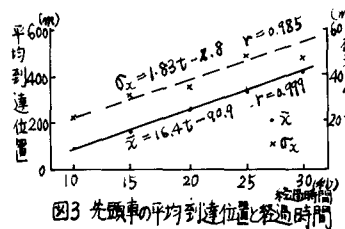


図3 先頭車の平均到達位置と経過時間

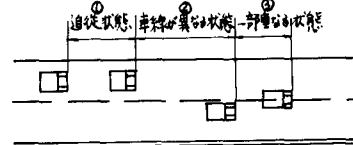


図4 車頭距離

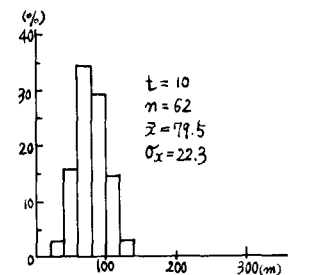
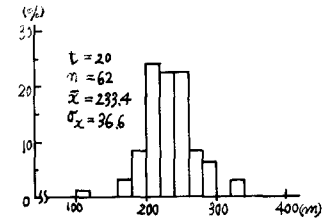
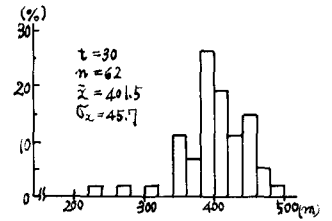


図2 先頭車の到達位置分布

ごとに車頭距離を求めると車頭距離はすべて正となる。この場合の結果を図6に示す。図5, 図6はそれぞれ正規分布および指数分布の形をしており、 $\chi^2$ 検定の結果からもよく適合している。

$T = 30$ 秒の場合で、車団中の車頭距離を順位ごとに集計した平均値と標準偏差の関係を図7の実線で示す。図より先頭車団は変動が大きく10番目以降では比較的安定していることが判る。また車団の構成台数ごとの平均値および標準偏差を同図の破線で示す。車団の構成からみると平均化され順位ごとのものに比べてかなり安定している。また図5の場合の経過時間 $t$ と平均値 $\bar{x}$ および標準偏差 $\sigma_x$ の回帰式は

$$\left. \begin{aligned} \bar{x} &= -0.10t + 15.2 & r &= 0.940 \\ \sigma_x &= 0.49t + 9.0 & r &= 0.863 \end{aligned} \right\} 10 \leq t \leq 30 \text{秒} \quad \text{--- (3)}$$

#### 4. 車団全体の分布

2番目に位置する車の位置 $x_2$ の確率密度分布は、車頭距離 $h$ と $x_1$ との同時確率密度が $P(x_1, h)$ で与えられる場合は次のようになる。

$$f_2(x_2|t) = f_2(x_1 - h) = \int_{-\infty}^{\infty} P(u+v, v) dv \quad \text{--- (4)}$$

ここに  $u = x_1 - h$   $v = h$

いま、 $x_1$ と $h$ とが互いに独立と考えられる場合で、確率密度がそれぞれ $f_1(x_1)$ と $P(h)$ とで与えられるならば(4)式は次のようになる。

$$f_2(x_2|t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(u+v) \times P(v) dv \quad \text{--- (5)}$$

$x_1, h$ が共に正規分布と仮定できるとすれば(図2, 図5),  $n$ 台目の確率密度は

$$f_n(x_1|t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \{\sigma_1^2 + (n-1)\sigma_h^2\}} e^{-\frac{\{x_1 - \bar{x}_1 + (n-1)\bar{h}\}^2}{2\{\sigma_1^2 + (n-1)\sigma_h^2\}}} \quad \text{--- (6)}$$

また車団が $q$ 台で構成される場合の密度は

$$f_q(x_1|t) = \{f_1(x_1|t) + f_2(x_1|t) + \dots + f_q(x_1|t)\} / q \quad \text{--- (7)}$$

図8は $q = 15$ の場合と $q = 20$ の場合の理論値と実測値を比較したものである。停止時に順位付けを行ない車頭距離の確率密度を正規分布と仮定した場合には、かなりよく適合することが判る。

#### 5. 結語

(7)式によれば青現示開始後 $t$ 秒後の車団の到達位置密度が求まる。また車団中のパワーレベルの分布が判れば、交差点周辺の音圧レベルを数値計算により求めることができる。2方向2車線道路の場合には、車頭距離が車頭間隔となり、(6)式のように簡単には求めることができない。各距離についての時間に関する密度分布が必要な場合は、各式における $(x|t)$ を $(t|x)$ について求めればよい。

参考文献 「新版交通公算」 金安公造, 金泉昭 技術書院 昭和51年10月

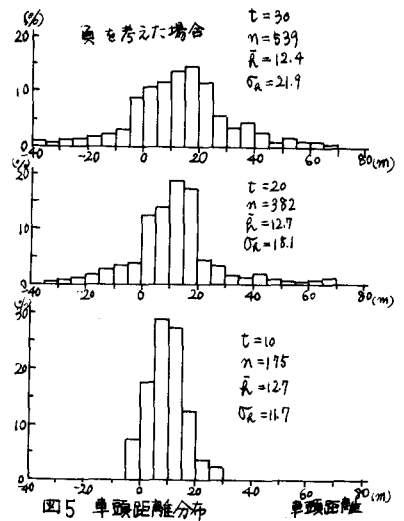


図5 車頭距離分布

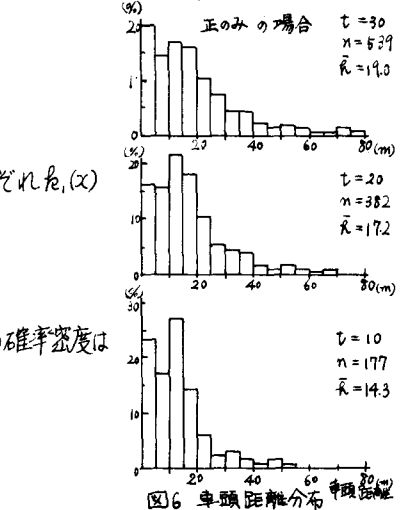


図6 車頭距離分布

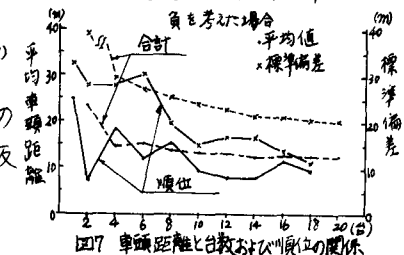


図7 車頭距離と台数および順位の関係

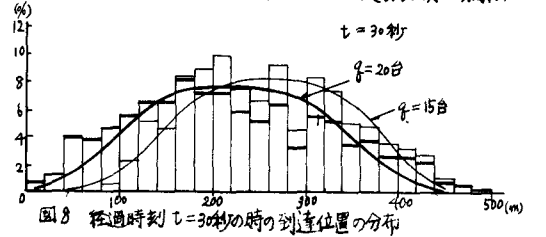


図8 経過時刻 t=30秒の時の到達位置の分布