

1. まえがき

道路の交通流を確率の理論によって解析しようとする方法、なかでも車頭時間の分布を確率論で表現する方法は、交通混雑などの状況をはっきりと示すことができ、きわめて有効である。

交通流の確率的解析法として最も多く用いられている分布はポアソン分布であり、一般に交通量が少ない場合には、この分布がよく適合することが内外の研究者によって報告されている。一方、交通量が多くなると各車が自由に走行できる状態ではなくなり、他車の拘束を受ける車が増加し、平均車頭時間が小さくなると同時に車頭時間のばらつきもだんだん少なくなる。したがって、この場合には車頭時間の分布をポアソン分布で表現することは無理であり、複合ポアソン分布などが提案されている。

さて、信号交差点の設置間隔が短く、分岐路の多い都市街路においては、交通量が少ない場合でも、交差点で交通流が中断され、しかも信号の設置間隔が短いなどのために追越に制約があり、そのため各車は走行速度や車頭間隔をランダムに選択することができず、いくつかの車群に分かれた交通流となることが推測できる。よって車頭時間の分布もポアソン分布にはならないであろう。

本稿は、この都市街路における交通流を調査し、その車頭時間分布について考察したものである。

2. 車頭時間の測定

都市街路における交通流を調べるために、横浜—鎌倉線の上大岡付近の2方向4車線道路(車線幅3m)において、車頭時間の実測を行った。

測定方法は車線上の一定点を車両が通過するごとに観測者の1人が合図を発し、別の1人がその都度ストップウォッチによって車頭時間の累計値を読み、他の1人が記録するという方法をとった。なお、1回の測定時間は15分とした。

交通流がポアソン分布に適合するならば、車頭時間の分布は次のような指数分布で表わせる。

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

ここに、

$P(t)$; 車頭時間が t 以上である確率

λ ; 単位時間内の平均通過台数

測定値が指数分布に従うならば、一方の座標軸に $1-P(t)$ の目盛を対数目盛で入れ、他方には t の目盛を算術目盛で入れた指数確率紙を使用し、 N 台の車頭時間の観測値を小さい方から順に並べ、 m 番目の値を累積確率 $m/(N+1)$ としてプロットすると、 $1-P(t)$ と t の関係は直線になるはずである。

しかしながら、測定結果(交通量=57~343 台/15分)の一部を図-1に示すが、いずれも直線とはならず折線となる。よって都市街路における車頭時間分布はポアソン分布に適合しないことがわかる。

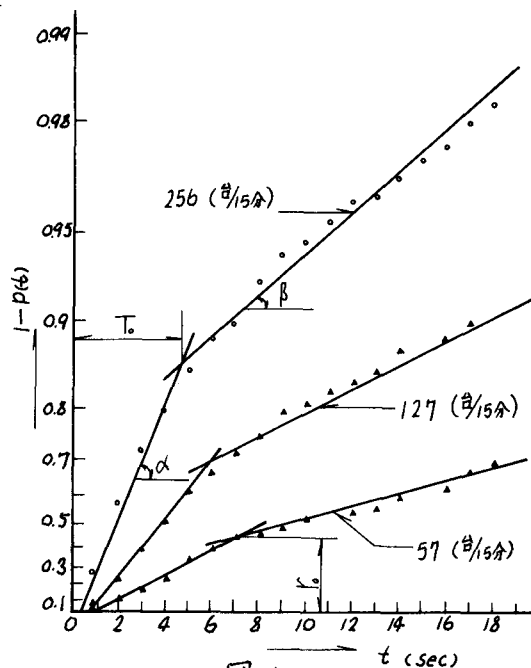


図-1

3. 車頭時間の計算

図-1で明らかなように都市街路における車頭時間分布は、次式で求まる。

$$P(t_1) = e^{-\alpha(t_1 - \varepsilon)} \quad (2) \quad \varepsilon \leq t_1 \leq T_0$$

$$P(t_2) = e^{-\beta(t_2 - a)} \quad (3) \quad T_0 \leq t_2 \leq \infty$$

ここに、 $P(t_1), P(t_2)$ ；車頭時間が t_1, t_2 以上である確率

α, β ；単位時間内の平均通過台数

ε ；限界車頭時間

T_0 ；交点の車頭時間

$$t_1 = t_2 = T_0 \text{ のとき } P(t_1) = P(t_2)$$

$$\text{したがって、} \alpha = T_0 - \alpha(T_0 - \varepsilon) / \beta \quad (4)$$

測定により、 T_0 より小さい車頭時間の比率 r_0 ならびに $1/\alpha$ と、交通量とは、図-2・3のような関係が得られ、回帰計算により次式が求まる。

$$r_0 = 0.262 \ln Q - 0.963 \quad (5)$$

$$1/\alpha = \exp(-1.102 \ln Q + 8.314) \quad (6)$$

$$\text{また、} T_0 = -\frac{\ln(1-r_0)}{\alpha} + \varepsilon \quad (7)$$

$r_0, 1/\alpha$ が求まれば β は次式で定まる。

$$\int_{\varepsilon}^{T_0} Q \alpha e^{-\alpha(t_1 - \varepsilon)} t_1 dt_1 + \int_{T_0}^{\infty} Q \beta e^{-\beta(t_2 - a)} t_2 dt_2 = 3600$$

$$\text{よって、} \beta = \frac{\alpha(1-r_0)}{\alpha(T_0 - \varepsilon) - r_0} \quad (8)$$

ただし、

$$\bar{t} = 3600/Q, \quad Q; \text{交通量 (台/時)}$$

今、 $\varepsilon = 0.7$ 秒として、 $Q = 648$ 台/時の場合について数値計算

を行なうと、 $r_0 = 0.733, \alpha = 0.307, T_0 = 5.001, \beta = 0.108, (Q = 7.223)$

を得る。よって車頭時間分布は図-4に示すようになる。

4. おさげ

本研究で明らかになったことは次のとおりである。

- 1). 都市街路における車頭時間分布は、ポアソン分布に従わずに任意の車頭時間 T_0 で交わる二つの指数曲線と与えられる。
- 2). 交点の車頭 T_0 は、 ε を0.7secとすると $Q = 228$ 台/hのとき7.0sec、 $Q = 1374$ 台/hのとき4.5secとなり交通量が増すごとに減少する。なお、都市街路においては4~7.5sec程度と推測できる。

- 3). 内側車線と外側車線とは同じ車頭時間分布を示す。

なお、今後の課題としては、上記の指数分布が他の都市街路にも適用できるか否かの検討、および限界車頭時間などが残されていられる。

終りに、本研究は関東学院大学工学部学生（昭和53年度卒業）岡本、井畑、笠井、前田君の協力を得たことを付記し、謝意を表する。

参考文献

- 1). 伊藤、龜田共訳、上木・建築のための確率・統計の基礎、丸善、pp. 258~270

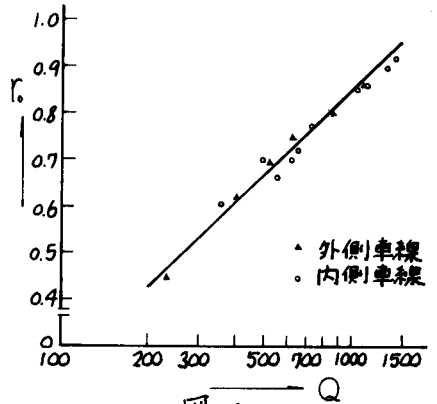


図-2

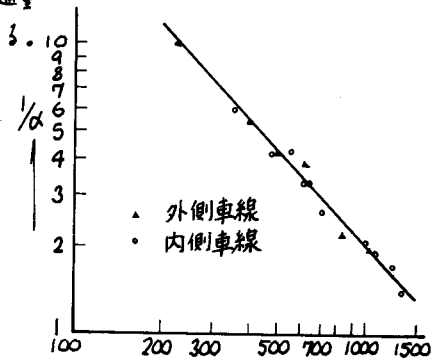


図-3

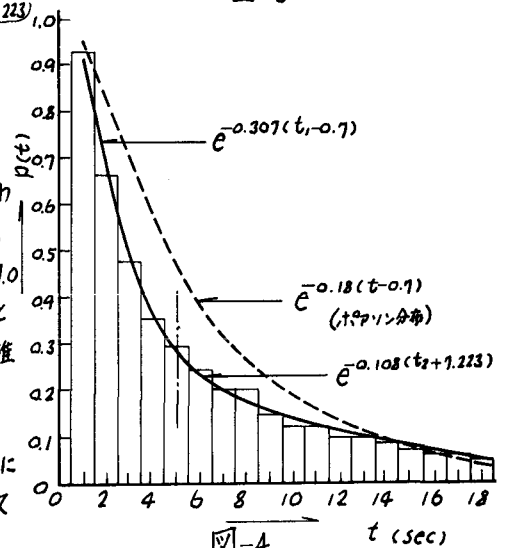


図-4