

時間交通流における交通量分布について

九州大学 学生員○姜 元 義 九州大学 正 員 榑木 武
九州大学 学生員 李 相 光 九州大学 学生員 辰巳 浩

1. はじめに 短時間の交通量に関し、その分布形を取り扱った従来の研究^{1)~3)}は、ポアソン分布の適用を基本とするものである。しかしながら、本分布の適用は、パラメータが1つしかないことから、交通量変動の違いを精度よく表現できないという問題がある。また、道路交通流はその状態が一定でなく、時間帯によって交通流状態が定常・非定常あるいは渋滞・非渋滞と変化するが、この変化に関する検討が十分でないことから、各交通流状態の交通量分布特性がまだ詳細に解明できないでいる。

そこで本研究は、まずおおむね定常とみなしうる時間交通流を対象に、非渋滞流、渋滞流それぞれの交通量分布モデルの構築について検討し以後の研究に資するものである。

2. 理論分布のあてはめ 交通量の理論分布として、連続的な確率変数を表す様々な分布形が考えられるが、ここでは正規分布、対数正規分布、アーラン分布及びベータ分布を用いて、実際交通量データに対する適合度を比較・検討する。

理論分布の適合度を検定する統計的方法としてKS検定を用い、また、以下に定義する統計値(K)を使用する。すなわち、K値が小さいほどデータに対する理論分布の適合度がよいといえる。

$$K = \Sigma (\text{実際の相対頻度} - \text{理論の相対頻度})^2 \times 100 \quad (1)$$

表-1は、非渋滞流および渋滞流状態別の交通流状態に対する交通量データに、上記4つの理論分布をあてはめた結果である。表より、平均交通量が極端に小さく、指数分布的な場合を除く通常の交

通流では、その交通量分布としてベータ分布が望ましいものと判断する。

3. 基本交通量分布モデルの構築 非渋滞流、渋滞流別にベータ分布を用いれば、次のように表される。

$$\phi_n(q) = \beta(a, b)^{-1} q^{a-1} (1-q)^{b-1} \quad (2)$$

$$\phi_n(q) = \beta(c, d)^{-1} q^{c-1} (1-q)^{d-1} \quad (3)$$

ここに、 $\phi_n(q)$, $\phi_s(q)$: 非渋滞流と渋滞流での交通量分布の密度関数でサフィックスnは非渋滞流を、サフィックスcは渋滞流を意味する。q: 交通量(台/分)/27、a, b: 非渋滞流での交通量分布パラメータ、c, d: 渋滞流での交通量分布パラメータ。 $\beta(a, b) = \Gamma(a)\Gamma(b)/\Gamma(a+b)$ 。 $\beta(c, d) = \Gamma(c)\Gamma(d)/\Gamma(c+d)$ 。

また、式に含まれる2つのパラメータは、交通量分布の平均、分散と次の関係にある。

$$a = \{q_{nn}^2(1-q_{nn}) - q_{nn}Sd_n^2\}/Sd_n^2 \quad (4)$$

$$b = (a/q_{nn}) - a \quad (5)$$

$$c = \{q_{sc}^2(1-q_{sc}) - q_{sc}Sd_s^2\}/Sd_s^2 \quad (6)$$

$$d = (c/q_{sc}) - c \quad (7)$$

ここに、 q_{nn} , Sd_n^2 は非渋滞流の交通量分布の平均および分散。 q_{sc} , Sd_s^2 は渋滞流の交通量分布の平均および分散。

式(2)、(3)に含まれるパラメータは、交通量分布データの特徴値を上記各式に代入することにより求められるが、その結果を図-1と図-2に示す。a, cと平均交通量との関係を指数曲線で仮定すれば、その回帰結果は次のように得られる。

$$a = 0.826q_{nn}^{0.481} \quad (R=0.824) \quad (8)$$

$$c = 0.688q_{sc}^{0.702} \quad (R=0.887) \quad (9)$$

一方、パラメータb, dと平均交通量との関係も、前者と同様に指数曲線を仮定し回帰すれば以下のとおりである。

$$b = 55.757q_{nn}^{-1.184} \quad (R=0.962) \quad (10)$$

$$d = 82.316q_{sc}^{-1.148} \quad (R=0.944) \quad (11)$$

回帰式の相関係数は0.82~0.96

表-1 時間交通量に対する4つの理論分布の適合度の比較

交通状態	平均交通量	正規分布 K値 KS	対数正規分布 K値 KS	アーラン分布 K値 KS	ベータ分布 K値 KS
非渋滞流	3.83	3.61 --	1.81 -- ¹⁾	1.02 ²⁾	0.79 ³⁾
	10.27	1.06 **	1.83 **	1.64 **	1.04 **
	17.35	0.93 **	1.24 **	1.15 **	0.89 **
渋滞流	9.96	1.48 **	2.28 **	2.12 **	1.38 **
	13.38	0.82 **	1.03 **	1.08 **	0.79 **
	17.27	2.14 **	3.12 **	2.81 **	1.42 **

注. 1)--: KS検定5%有意水準で棄却 2)*: KS検定5%有意水準で採択
3)**: KS検定1%有意水準で採択

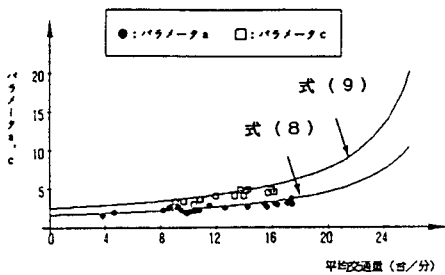


図-1 パラメータa, cと平均交通量との関係

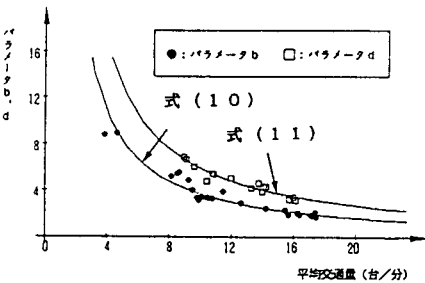


図-2 パラメータb, dと平均交通量との関係

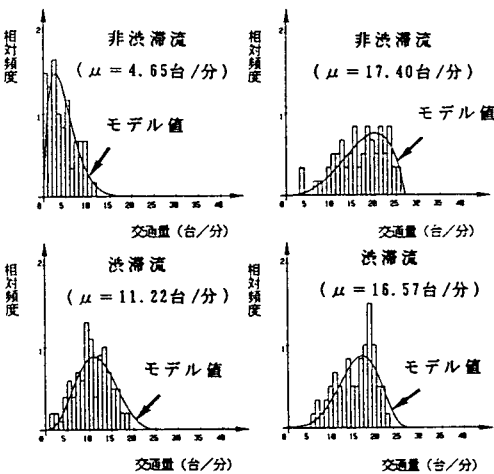


図-3 基本交通量分布モデルの適用例

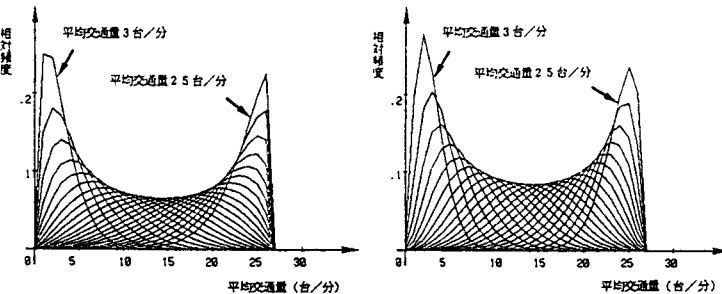


図-4 交通流状態別の交通量分布

であり、いずれのパラメータも、平均交通量により推定可能である。このことは、時間交通量そのものと、その渋滞・非渋滞判別さえ明らかであれば、交通量分布が記述できることとなり、好都合である。

式(8)～(11)を式(2)、(3)に代入すれば、両交通流状態の平均交通量ごとの交通量分布が表現できるが、これを基本交通量分布モデルと呼ぶこととする。

交通流状態別の交通量データに基本交通量分布モデルを適用すれば、図-3のとおりである。

また、基本交通量分布モデルを用いて、非渋滞流と渋滞流状態での平均交通量別の交通量分布を算出した結果を図-4に示す。

4. おわりに

(1) 道路交通の交通量分布は、交通流状態別にその分布特性が異なる。すなわち、非渋滞流と渋滞流では交通量レベルによって交通量分布特性が変化することが確認できた。

(2) 交通量の理論分布として正規分布、対数正規分布、アーラン分布およびベータ分布を用いてデータとの適合度を比較した結果、非渋滞流および渋滞流のいずれもベータ分布が最もよく適合することがわかった。

(3) 非渋滞流と渋滞流状態での交通量分布モデルとして、ベータ分布を用い基本交通量分布モデルを構築した。

(4) 基本交通量分布モデルに含まれるパラメータはいずれも平均交通量と関係づけられるが、これらの関係を用いた交通量分布モデルの再現性は極めてよいものであった。

参考文献

- 1) Gerlough, D. L. : Use of Poisson distribution in highway traffic, in "Poisson and Traffic", The Eno Foundation for Highway Traffic Control, Saugatuck, Conn., 1955.
- 2) 佐々木 綱 : 改訂 交通流理論, pp. 9-13, 技術書院, 1965.
- 3) Drew, D. R. : Traffic flow theory and control, pp. 120-146, McGRAW HILL, 1968.