

北海道大学工学部 正 員 板倉 忠三

北海道大学工学部 正 員 加来 照俊

北海道大学工学部 学生員 小笠原晋二

1. まえがき

従来、自動車交通流を、一種の圧縮性流体とみなして、理論解析をおこない、交通現象をマクロ的にとらえようとする試みがなされてきている。

本稿は、街路交通流について同じような考え方にもとづいて、一つの接近を試み、速度と交通密度との関係をとらえようとしたものである。

2. 街路交通流の特性

街路交通流の特性として、次のようなものがあげられる。

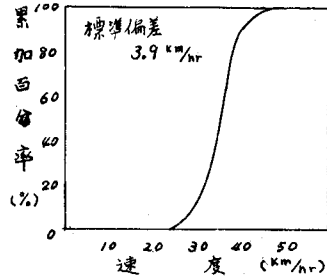
- (1) 交通密度が高く、これが運転者に大きな影響を与え、交通流の支配的な要素となる。
- (2) 交差点が存在することにより、加速、減速、停止といった動きが頻繁に生じてくる。
- (3) 平均速度の車種別による差はあまり大きくあらわれない。(観測例 表-1)
- (4) 速度のばらつきが小さくなる。(観測例 図-1)

表-1 平均速度

車 種	速度 (km/hr)
乗 用 車	37.1
小 型 貨 物	33.9
普 通 貨 物	35.2
バス、大型車	33.0
全 車 種 平 均	35.6

(札幌市石山通り 昭和43年2月)

図-1 累加速度分布
(札幌市石山通り 昭和43年2月)



3. 街路交通流に対する基礎方程式

圧縮性流体に対して成立する二つの式、すなわち、連続の式(1)と運動の式(2)が近似的に街路交通流についても成り立つと仮定する。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho v)}{\partial x} = 0 \quad (1) \quad \frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (2)$$

これは、流れの方向にx軸をとったもので、 ρ は密度・ v は速度・ P は圧力である。

ここで $\partial P / \partial x$ は圧力の変化を表わしているが、実際の交通流にあっては、物理的な意味の圧力は存在せず、交通条件、道路条件の変化が、加(減)速度に関係してくる。

街路の交通流にあっては、他の道路での交通流よりも、特に交通密度の変化が、運転者の行動ひいては交通の流れを支配する大きな要素となってくる。

そこで、(2)式の $\partial P / \partial x$ の項に代るものとして、密度の変化を考えた次式を街路交通流に対して仮定する。

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{1}{\rho} f \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + v \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) \quad (f \text{ は } \rho \text{ の関数}) \quad (3)$$

いま、簡単のために、 f を定数とする。

ここで $v = v(k)$ において (1), (3) 式を整理すると

$$k \frac{\partial k}{\partial x} + (k \frac{dv}{dk} + v) \frac{\partial k}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

$$(k \frac{dv}{dk} + f) \frac{\partial k}{\partial x} + (k v \frac{dv}{dk} + f v) \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (5)$$

この連立偏微分方程式が、自明でない解をもつためには、次式を満足せねばならない。

$$k^2 (\frac{dv}{dk})^2 + k f (\frac{dv}{dk}) = 0 \quad (6)$$

これを解くと

$$\left\{ \begin{array}{l} v = v_0 (= \text{const.}) \\ \text{or} \\ v = f \log \frac{k_0}{k} \quad (k_0 \text{ は } v=0 \text{ に対応するもので最大密度を示す.}) \end{array} \right. \quad (7)$$

iii) の解は H. Greenberg が導いたものと一致しているが、これ一つではうまく説明できない状態がある。すなわち、密度が小さくなると、各車は自由な走行をするようになるが それに対応して速度が単純に増加するのではなく、ある密度以下では速度は一定になってくる(速度制限があることなど)による状態である。この点、上記の二つの解は、これらの状態を表現できる式となっており、街路交通流をうまく説明できそうである。

4 実測例

冬期交通現象をとらえる目的のためにおこなった調査データを用いた例を図-2に示す。図中の実点は実測値であり、曲線は、実測値を用いて曲線へのあてはめをおこなったものである。

この実測値は、かなりよく上で求めた解と同じような傾向を示す例ということができよう。

5 あとがき

速度と交通密度との関係を示す一つの式が求まったが、さらに種々の状況の下での交通流について、また、密度を運転者に対する刺激量のようなものと考えて、人間の心理的な要素をも含めた解析をおこなっていくことも必要となろう。

参考文献

- ・ H. Greenberg "Analysis of Traffic Flow" J. Ops. Res. America vol. 7 pp. 79 ~ 85.
- ・ D. R. Drew "The Macroscopic Approach to Traffic Flow - Classification and Application of Traffic Model". pp. 14 ~ 15.

