

IV-90

道路交通流の基本速度分布モデルに関して

九州大学 学生員○姜 元 義
山口大学 正 員 田村 洋一

九州大学 正 員 梶木 武
九州大学 学生員 辰巳 浩

1.はじめに 先に道路交通流の速度分布に関し、1分間交通流を渋滞流と非渋滞流に区分して、定式化を行った^{1), 2)}。しかし、その際、交通量と速度との直接的な結びつきでなく、まずは交通量の変動と車頭時間分布との関係を解明し、次いで車頭時間と速度分布との関係を求めるという間接的方法をとったために、精緻ではあるが式形が複雑になるという問題が残された。

そこで本研究では、車頭時間を介するのではなく、交通量およびその変動特性と速度分布との関係を直接明らかにして、交通流状態別の各1分間交通量レベルに応ずるより簡明な速度分布モデルの構築を検討するものである。

2. 1分間交通量と速度分布特性との関係 一般に道路・交通条件がさほど変わらない道路では、ある単位時間長に通過できる最大交通量（交通容量）はほぼ一定であるが、速度分布は交通量の変動の仕方によって大きく変化する。したがって、複数の道路交通流での同じ交通量レベルの速度データを交通流状態別に集めてその統計的特性を分析すれば、各交通流状態での交通量レベルにおいて速度分布の特性が解明できるとともに、各道路交通流の速度分布が持つ一般的傾向を探ることが可能になる。

非渋滞流（RC=0）と渋滞流（RC=1）での1分間交通量ごとの速度分布を理論分布で近似した例を図-1に示す。非渋滞流状態においては正規分布が、渋滞流状態では、正規分布より対数正規分布の方がよく適合することがわかる。これにもとづいて理論分布を求め、交通流状態別に1分間交通量レベルの速度分布と理論分布との適合度をKS検定を用いて調べた結果、全てのケースに対し1%有意水準で両者が同一分布に従うことがわかる。

次に、観測が容易な交通量を与えるのみで速度分布が推定できるように、理論速度分布のパラメータを交通量で推定することを考える。非渋滞流と渋滞流状態での1分間交通量ごとの速度の平均および標準偏差と交通量との関係を求めれば図-2のとおり

である。図より交通流状態別の1分間交通量ごとの速度の平均と交通量との関係は直線であるとみなしうる。この時、

$$V_n = 54.4363 - 0.2025 \cdot q, \quad R = -0.781 \quad (1)$$

$$V_s = 3.2113 + 0.7001 \cdot q, \quad R = 0.925 \quad (2)$$

ここに、 V_n 、 V_s は非渋滞流と渋滞流の1分間交通量ごとの速度の平均、 q は1分間交通量である。

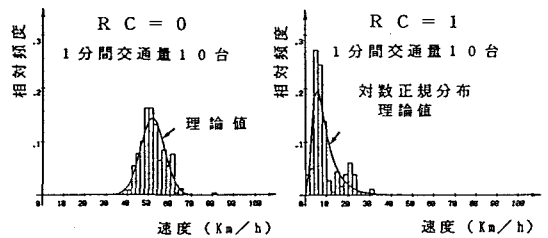


図-1 1分間交通量ごとの速度分布の例

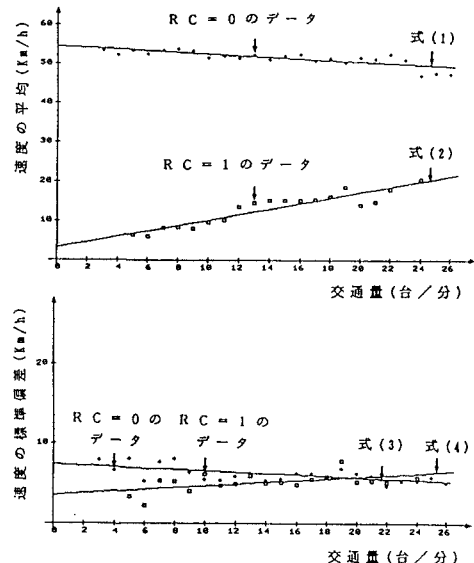


図-2 速度の平均、標準偏差と交通量との関係
他方、交通流状態別の1分間交通量ごとの速度の標準偏差と交通量間の関係も、非渋滞流と渋滞流で

異なり、各々を直線回帰すれば次のようになる。

$$Sd_n = 7.3711 - 0.0830 \cdot q, \quad R = -0.606 \quad (3)$$

$$Sd_c = 3.5454 + 0.1109 \cdot q, \quad R = 0.559 \quad (4)$$

ここに、 Sd_n 、 Sd_c は非渋滞流と渋滞流の1分間交通量ごとの速度の標準偏差である。

3. 基本速度分布モデル 各交通流状態での速度分布は、非渋滞流では正規分布を、渋滞流では対数正規分布を適用すればよく、式(5)、(6)で表せる。

$$S_n(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} Sd_n} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{u - V_n}{Sd_n} \right)^2 \right\} \quad (5)$$

$$S_c(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} Sd_{cu}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\ell_n u - V_c}{Sd_c} \right)^2 \right\} \quad (6)$$

ここに、 $S_n(u)$ 、 $S_c(u)$:非渋滞流と渋滞流状態での基本速度分布の確率密度関数、 u :速度

式(1)~(4)を式(5)、(6)に代入すれば、

$$S_n(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} (7.3711 - 0.083q)} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{u - (54.4363 - 0.2025q)}{7.3711 - 0.083q} \right)^2 \right\} \quad (7)$$

$$S_c(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} (3.5454 + 0.1109q) u} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\ell_n u - (3.2213 + 0.7001q)}{3.5454 + 0.1109q} \right)^2 \right\} \quad (8)$$

ところで、1分間交通量に対する基本速度分布から、非渋滞流と渋滞流とが混在し交通量が変動するある時間長の速度分布を組み立てる際に、式(7)、(8)に含まれる分散パラメータを交通量の1次式でなく、一定とみなしうるならばモデルは単純かつ実用的になる。この点、非渋滞流については式(3)の q の係数が極めて小さく、十分容認しうるものと推察できる。一方、渋滞流に関しては、 q の係数が必ずしも小さいといえず、標準偏差を一定とみなすことは検討の余地があるが、強い Sd_n 、 Sd_c を全体の平均値6.1670、5.1036と設定して式(7)、(8)を適用したものを近似速度分布モデルとする。交通流状態別の1分間交通量(11台の場合)の速度データに式(7)、式(8)と近似速度分布式を適用して各式の適合度を比較検討した例を図-3に示す。また、KS検定を用いてデータと理論分布との適合度を調べた結果、いずれも有意水準1%以内におさまリ、結果的には近似速度分布モデルでも十分実用性があるといえる。

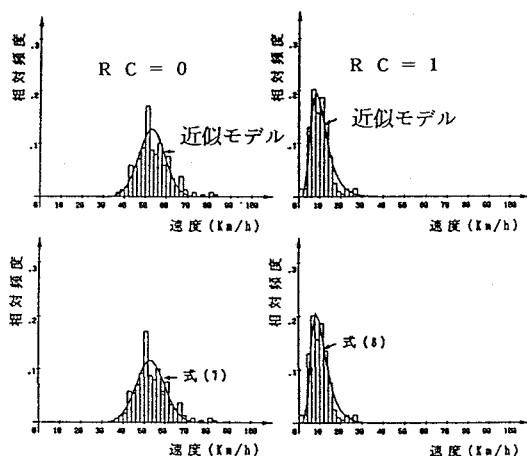


図-4 速度分布式の適用例

5. おわりに 交通流状態別の速度分布を表すために、分布パラメータと1分間交通量を関連づけて定式化した結果は以下のとおりである。

(1)各交通流状態において、交通量レベル別の速度分布の特性が解明できたとともに、速度分布の全体的な傾向が明らかになった。

(2)非渋滞流の基本速度分布は正規分布で、渋滞流のそれは対数正規分布で表現できる。

(3)交通流状態別に速度の理論分布に含まれるパラメータと交通量の関係を明らかにしたが、いずれも交通量の一次式で求められ、また、これらを用いた基本速度分布モデルの再現性は極めてよいものであった。

(4)簡便のため、 Sd_n 、 Sd_c を一定とする場合の近似速度分布モデルを誘導したが、その再現性は1次式を用いる場合に比べて劣るものではない。

参考文献

- 1) 梶木 武・田村 洋一:道路交通流の変動を考慮した実際車頭時間分布モデルに関する研究、土木学会論文集、No. 343、pp. 144-149、1984。
- 2) Tamura, Y.・Chishaki, T.: Modeling and study of speed and bunch distributions considering fluctuation of traffic flow、Transportation and Traffic Theory、pp. 99-118、Elsevier Science Publishing Co., Inc.、1987。