

IV-140

交通量変動にもとづいた速度分布モデルの構築に関する研究

九州大学 学生員○姜 元義 九州大学 正員 樗木 武
九州大学 学生員 原 信史 九州大学 矢野 亨

1. はじめに 従来の速度と交通量との関係に関する研究には2通りの内容がある。一つは、ある時間単位での平均速度と平均交通量との関係を観測データに基づいて定式化するもの^{1)~2)}であり、いま一つは、速度の確率分布を交通量レベルに応じて求めるものである³⁾。

しかし、これらはいずれもリアルタイムな交通量変動を陽的に組み込むものでないため、厳密には得られた観測データに対して有意であるにすぎないといえる。また、時間、空間が変われば同じ交通流でも交通量の変動状態が異なり、そのことが速度あるいは速度分布に変化をもたらすが、この点に対する検討は十分には行われていなかった。

そこで本研究は、道路交通流状態を非渋滞流と渋滞流に区分し、各状態の交通量レベルに応ずる速度分布特性と交通量の変動を同時に考慮する速度分布モデルの構築に関して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 道路交通流の速度分布は、交通量変動するにつれて変化する。そこで、各交通流状態における同じ交通量レベルの速度データを集め、その特性を分析すれば、速度分布が持つ一般的な傾向を探ることが可能になる。速度分布の解析においては、1分間交通流状態を非渋滞流と渋滞流に分けて行う。非渋滞流における交通量レベルごとの速度分布は正規分布が、また、渋滞流のそれは正規分布より対数正規分布の方がよく適合する⁴⁾といえ、次のように表される。

$$S_n(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} S d_n} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{U - M_n}{S d_n} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

$$S_c(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} S d_c U} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\ln U - M_c}{S d_c} \right)^2 \right\} \quad (2)$$

ここに、 $S_n(U)$ 、 $S_c(U)$:非渋滞流と渋滞流での1分間交通量レベルごとの速度分布の確率密度関数、 U :速度。

理論速度分布として適用される正規分布と対数正規分布のパラメータは、平均と標準偏差で表されるので、各交通流状態における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-1および図-2のとおりである。

図-1と図-2の交通流状態別の1分間交通量ご

との速度の平均、標準偏差と交通量との関係を回帰すれば以下のとおりである。

$$M_n = 55.056 - 0.255 \cdot q \quad \text{RMS} = 1.163 \quad (3)$$

$$M_c = 3.007 + 0.785 \cdot q \quad \text{RMS} = 2.199 \quad (4)$$

$$S d_n = (1.3939 + 6.3011 \cdot q) / q \quad \text{RMS} = 0.593 \quad (5)$$

$$S d_c = q / (0.2377 + 0.1652 \cdot q) \quad \text{RMS} = 4.879 \quad (6)$$

ここに、 M_n 、 M_c 、 $S d_n$ 、 $S d_c$ は両状態別1分間交通量ごとの速度の平均と標準偏差、 q は1分間交通量である。

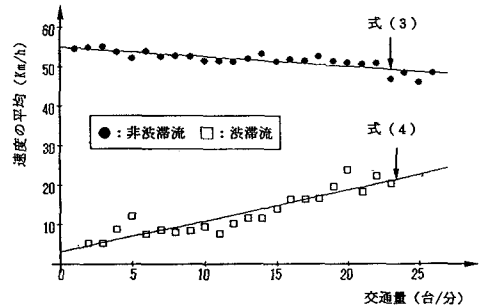


図-1 交通量と速度の平均との関係

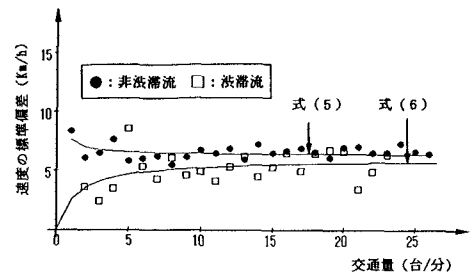


図-2 交通量と速度の標準偏差との関係

すなわち、式(3)~(6)を式(1)、(2)に代入すれば、両状態における1分間交通量レベルごとの速度分布が計算できるが、これを基本速度分布モデルと呼ぶことにする。また、K-S検定を用いてデータとの適合度を調べた結果、いずれも有意水準1%以内におさまるモデルの有効性が確認できた。

3. 実際速度分布モデル 道路交通流状態は、大きく分けて非渋滞流と渋滞流および両状態が混在する混合流に分類できる。ここでは、基本速度分布モデルと交通量の変動特性を同時に考慮することによって、実際道路交通流の速度分布に適用できる速度分布モデルの

構築について展開するものである。

基本速度分布モデルの構築過程から、速度分布は交通量状態ごとの各交通量レベルによってその分布特性が異なることが明らかになった。すなわち、実際の速度分布は交通量の変動により変わってくるのが分かる。このことに着目し1分間交通量の変動と基本速度分布モデルから実際速度分布モデルを求めれば次のとおりである。

$$V_n(U) = \sum_{i=0}^{q_{\max}} P_{ni} S_{ni}(U) \quad (7)$$

$$V_c(U) = \sum_{i=0}^{q_{\max}} P_{ci} S_{ci}(U) \quad (8)$$

ここに、 $V_n(U)$ 、 $V_c(U)$ は実際速度分布の確率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。 P_{ni} 、 P_{ci} は、各交通流状態における交通量 i 台/分が全体交通流に占める割合。 $S_{ni}(U)$ 、 $S_{ci}(U)$ は各交通量状態で交通量が i の時の基本速度分布モデル。

非渋滞流と渋滞流に対する実際速度分布が求められたので、両状態が混在する混合流の実際速度分布は次のようになる。

$$V(U) = V_n(U) + V_c(U) \quad (9)$$

式(9)に含まれるパラメータは、全てが交通量の関数になっていることから、比較的観測しやすい交通量がわかれば、その時の速度分布が把握できるものである。

各交通流状態ごとの速度データに対して、実際速度分布モデルをあてはめた例を図-3に示す。

また、設定時間長を1時間として、実際速度分布モデルから速度分布の平均と標準偏差を算出した理論値とデータ値とを比較したのを図-4に示す。

4. おわりに

本研究の結果は以下のようにまとめられる。

- (1)各交通流状態において、交通量レベル別の速度分布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)非渋滞流と渋滞流の速度分布特性と交通量の変動を直接関係付けて、実際速度分布モデルを構築した。
- (3)実際速度分布モデルに含まれるパラメータは、いずれも交通量との関係から求められ、交通量のみで速度分布が表現できるようになった。また、交通流状態別の速度データに対する提案モデルの再現性は極めてよ

いものであった。

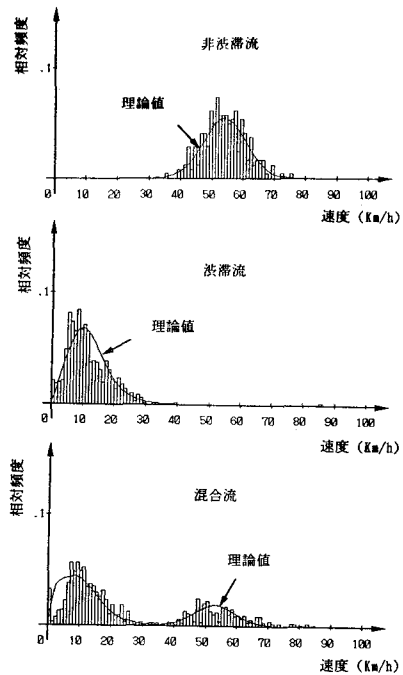


図-3 実際速度分布モデルの適用例

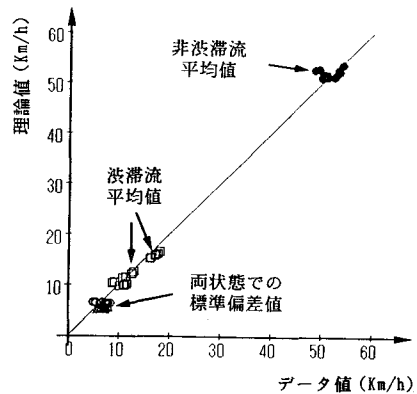


図-4 データ値と理論値との比較

- 参考文献 1)交通工学研究会：交通工学ハンドブック、pp.123-124、1973. 2)武田 宏夫・大島 健志：首都高速道路の交通容量に影響を及ぼす要因について、第16回日本道路会議論文集、pp.334-335、1987. 3)田村 洋一・樗木 武：道路交通流の速度分布における自由車・追従車構成について、山口大学工学部研究報告、34、pp.273-279、1984. 4)姜・樗木・田村・辰巳：道路交通流の基本速度分布モデルに関する研究、九州大学工学集報、第64巻、第1号、pp.1-8、1991.