

IV-138

1分間交通量の変動特性にもとづく渋滞車割合の推定と実際車頭時間分布

九州大学工学部 学生員 渡辺 輝康
九州大学工学部 正 員 橋本 武
山口大学工学部 正 員 田村 洋一

はじめに 著者らは、先に実際の交通流における実際車頭時間分布と実際速度分布を1分間交通量の変動と交通流の変動を考慮しない基本車頭時間分布、基本速度分布にもとづいて把握する汎用理論を提案したが、その際必要とする交通流に占める渋滞車割合の算出については十分に検討するにいたっていないが、そこで本研究では、実際の交通流に占める渋滞車割合の推定方法について検討するものであり、また、その応用として実際車頭時間分布への適用を試みるものである。

2. 渋滞車割合の定義 従来の研究から、渋滞車と非渋滞車との間で境界速度が存在することが明らかにされている。この境界速度の決定を行うため、著者らが行った観測データ（国道3号線）にもとづいて、1分間交通量 Q と平均速度 V との関係を示せば図-1のとおりである。これから、渋滞部分では $Q-V$ 間に正の相関関係があり、非渋滞部分では負の相関関係が認められるが、この境界となる速度は35km/h近傍であると考えることができ。また、この時の交通量が24台/分であり、1時間に換算すると約1400台/時となり、観測対象道路の交通容量にほぼ等しいといえる。よって本研究では渋滞車と非渋滞車を分ける境界速度として35km/hを採用し、それ以下の走行速度の車両を渋滞車、それ以上の走行速度の車両を非

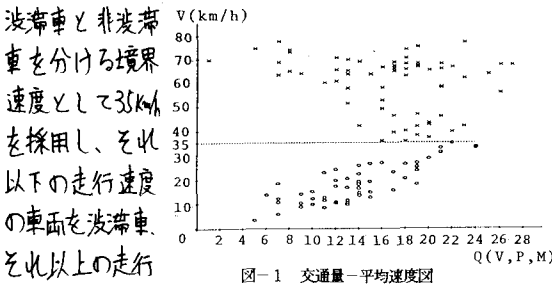


図-1 交通量-平均速度図

渋滞車と定義する。また全車中、全く渋滞車が存在しない場合を完全非渋滞流、渋滞車が存在する場合を不完全非渋滞流と称し、全車中に占める渋滞車の割合を渋滞車割合と定義する。

3. 完全非渋滞と不完全非渋滞との判別 同一交通量レベルにおいて、完全非渋滞と不完全非渋滞流の判別および渋滞車割合を求める際、交通量とその変化率に関する統

計量を説明変数候補に選べ

ば、表1の X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 が考えられる。表中の X_1, X_2 は、前1分間交通量に対する現1分間交通量の差、すなわち変化率に関する諸量であり、 $X_3 \sim X_5$ は変化率の大きさのみを意味する諸量である。これら統計量に関し、関係性を把握し分類した結果を図-2に示す。図より、 X_1 と X_2 とで1グループを形成し、交通量の平均値と分布の対称性が高い相関関係にあることが分る。またグループBは交通量のばらつき X_3 と変化率の大きさ X_4 とで構成されている。一方、 X_5 は変化率の平均性を意味し正の相関関係にあり、これらと変化率の対称性を意味する X_3, X_4 が負の相関関係にある。さらに、 X_2 はこれらの諸量とも相関が低く独立である。

計量を説明変数候補に選べ

表-1 統計量	
X_1 平均交通量	X_6 交通量の変化率の尖度
X_2 標準偏差	X_7 交通量の変化率の大きさの平均
X_3 歪度	X_8 交通量の変化率の大きさの歪度
X_4 尖度	X_9 交通量の変化率の大きさの尖度
X_5 交通量の変化率の歪度	

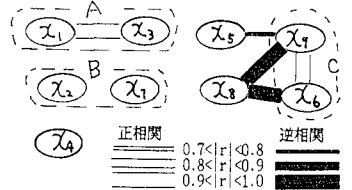


図-2 統計量の相関関係と分類

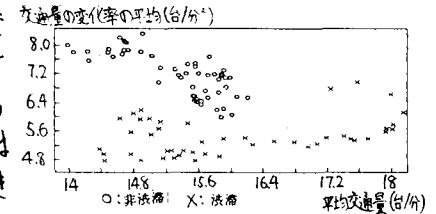


図-3 平均交通量-交通量の差の絶対値の平均図

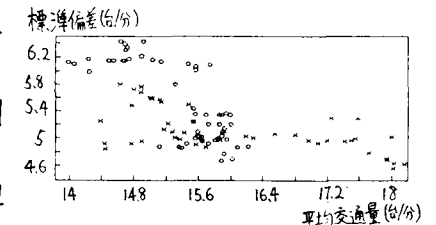


図-4 平均交通量-標準偏差図

た結果を図-2に示す。図より、 X_1 と X_2 とで1グループを形成し、交通量の平均値と分布の対称性が高い相関関係にあることが分る。またグループBは交通量のばらつき X_3 と変化率の大きさ X_4 とで構成されている。一方、 X_5 は変化率の平均性を意味し正の相関関係にあり、これらと変化率の対称性を意味する X_3, X_4 が負の相関関係にある。さらに、 X_2 はこれらの諸量とも相関が低く独立である。

諸量中、完全非渋滞と不完全非渋滞とで特に値が明確に異なるのはグループBである。これらと交通量の大きさ X_1 が、交通流中における渋滞車の有無を説明する変数として抽出できる（図-3、4）そこで X_1, X_3, X_4 を用いた2次判別関数 Q を求めれば、

$$Q = 2.4215X_1^2 - 13.7945X_1X_3 + 0.3148X_1^2 - 5.6169X_1X_4 + 7.0432X_1X_5 + 8.3913X_3X_4 - 87.71X_3X_5 + 198.6X_4X_5 - 174.14674.7 \quad (1)$$

上式は交通量の大きさとばらつき、および変化率の大きさにより渋滞車の有無を判別するものであるが、用いたサンプルに関しては通中率100%であった。

4. 渋滞車割合の推定式 交通流中に渋滞が発生している場合に、渋滞車割合を推定するため、前述の表-1に示す統計量について不完全非渋滞に関する諸データを用いて、相互の関係を把握し、分類した結果を図-5に示す。これら諸量中 (x_1, x_2, x_3) でグループを形成し、また (x_2, x_3, x_4) で正の相関関係にあるグループが形成され (x_2, x_3, x_4) で互いに正の相関関係にあり、 (x_2, x_3) と負の相関関係にあるグループが形成される。 x_4 はいずれの諸量とも相関が低く独立である。

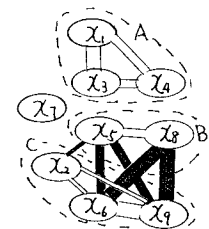


図-5 不完全非渋滞における統計量の相関関係と分類

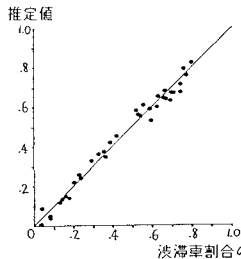


図-6 渋滞車割合の推定値とデータ値の比較

以上より、渋滞車割合 R_c を推定するに際し、まずはこれと最も相関が高いグループである x_1, x_2, x_3 より1つを説明変数に選ぶことが望まれる。ところで x_3, x_4 は期待値まわりの3次、4次の積率であること、また R_c と x_3 がこれら諸量中、最も相関が高いことを考慮し、ここでは x_3 を選ぶこととする。また渋滞時においては、道路上は多くの車両で混雑しており、交通量の変化の大きさは渋滞が進展するに従い低下してゆく。この点を説明するものとして、 x_4 が挙げられ、またグループA以外の諸量中、 R_c と最も相関が高いことから、 x_1 も説明変数となりうるものと考えられる。

以上の考察から、平均交通量 x_1 、交通量の変化率の大きさの平均 x_3 を用いた渋滞車割合 R_c の推定式を求めれば次式のとおりである。

$$R_c = -0.16238x_1 - 0.14408x_3 + 3.86426 \quad (2)$$

本モデルの重相関係数は、0.982、RMS誤差0.044であり、渋滞車割合 R_c の推定式として十分な精度を有するといえる。（図-6）

5. 実際車頭時間分布の推定 実際の交通流に関する、実際車頭時間分布の確率密度関数 $H(x)$ は、渋滞流、非渋滞流における車頭時間分布をそれぞれ、

$$H_c(x) = \int_0^{\infty} \phi_{0c}(t) h_{0c}(x) dt,$$

$$H_n(x) = \int_0^{\infty} \phi_{0n}(t) h_{0n}(x) dt.$$

（ここに、 $\phi_{0c}(t)$ は、交通量 x に属する車両が全交通流中に占める割合、 $h_{0c}(x)$ は、渋滞流、非渋滞流の基本車頭時間分布の確率密度関数である。）とすれば、

$$H(x) = (1-R_c)H_n(x) + R_cH_c(x)$$

上式に、式(2)の R_c と文献2)による $H_n(x), H_c(x)$ の理論式を代入し、観測値が得られている実際の交通流に関する $H(x)$ を求めデータと対比させれば、図-7のとおりである。図より、完全非渋滞流、不完全非渋滞流のいずれにおいても理論式が十分適合していることが分る。

次に、渋滞車割合 R_c の値によって実際車頭時間分布がどのように変化するかを特性計算すれば図-8のとおりである。式(2)より、平均交通量 x_1 が同じでも、交通量の変化率の大きさを平均 x_3 が小さくすれば、 R_c が増加してゆき、それとともに、実際車頭時間分布のピーク性は低下し、ばらつきや平均値が増大する様子を知ることができる。

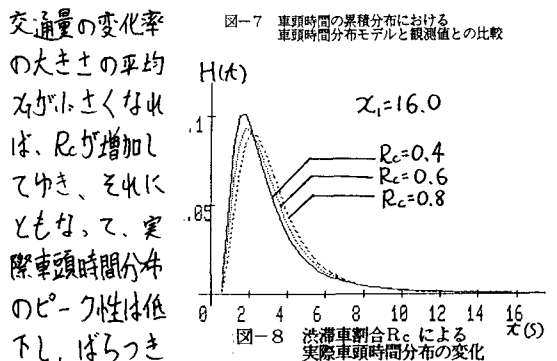


図-7 車頭時間の累積分布における車頭時間分布モデルと観測値との比較

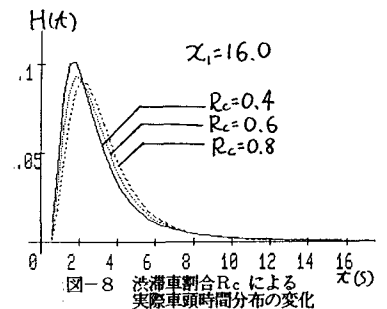


図-8 渋滞車割合 R_c による実際車頭時間分布の変化

なお本研究に当ては、河野雅也氏の助力があった。記に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 越・岩崎：渋滞時の交通現象に関する研究，土木学会論文報告集10330，1983。
- 2) 櫻木・田村：道路交通量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報告集103393，1984。