

IV-64 速度分布モデルを利用した $q-v$ 関係式の設定

九州大学 学生員 ○塩見成一
九州大学 学生員 辰巳 浩

九州大学 正 員 樗木 武
山口大学 正 員 田村洋一

1. はじめに 交通量と旅行速度関係($q-v$ 関係)の設定方法は、様々な形で提案されているが、それらは、データの不備から信頼性が低く、汎用性の高いものは少ない。そこで本稿では、著者らが先に提案している、交通流の渋滞流・非渋滞流構成、自由車・追従車構成に着目した速度分布モデルを用いることにより、 $q-v$ 関係式の導出を行うものである。なお、解析にあたっては、信号交差点間隔が相当長(実測では1.5km以上)ある、片側1車線の良好な線形を有する理想的な道路・交通条件下での交通流を対象とした。また、解析に使用したデータは、ビデオカメラを用いて実交通流を観測したものである。

2. 速度分布モデル 既に提案している交通流における速度分布モデルを式(1)に示す¹⁾。

$$S(u) = R_n \left\{ W_l \int_0^\infty \phi_{wq}(q) S_l(u) dq + W_r \int_0^\infty \phi_{wq}(q) S_r(u) dq \right\} + R_o \int_0^\infty \phi_{wq}(q) S_o(u) dq \quad (1)$$

q : 1分間交通量, u : 走行速度

R_n : 設定時間における非渋滞車割合 ($R_n = 1 - R_o$)

W_l, W_r : 自由車割合、追従車割合 ($W_l + W_r = 1$)

ϕ_{wq} : 重み付け交通量分布(正規分布)

S_l, S_r, S_o : 非渋滞流自由車、非渋滞流追従車、渋滞流の速度分布(正規分布)

モデルに含まれる渋滞車割合 R_o は、対象とした道路・交通条件から、臨界速度35km/h以下で走行する車を渋滞車と定義し、設定された任意の時間長(設定時間長)内に通過した全走行台数に占める渋滞車の割合とする。このとき R_o は、1分間交通流の平均速度を基本説明変量として推定できる。しかし、個々の車の走行速度を観測することは容易でなく、このことからそのままでは提案モデルは実用性に難点がある。この点に関し、観測が容易な交通量に基づく諸変量によって、渋滞車割合を明らかにすることができれば、提案モデルの実用性を大いに向上でき

る。そこで、交通流における渋滞車割合の推定問題について、1分間交通量の変動特性と関係づけながら検討しよう。

ある設定時間長における渋滞車割合を時系列的に観察した場合、交通流の状態変化が詳細に把握できる時間長(最適タイムスパン)が存在すると考えられる。ここで、交通流の状態とは、①非渋滞流、②渋滞進展流、③渋滞定常流、④渋滞解消流の4つの状態をいう。これらの交通流状態の差異に対応して、渋滞車割合の変動特性や最適タイムスパン内の1分間交通量の変動特性は変化する。したがって、最適タイムスパンにおいて1分間交通量の変動特性を表す諸統計量を分析することにより、そのタイムスパン内の交通流状態を判別することが可能となり、 R_o は判別された交通流状態に応じて推定できる。しかし、状態④の場合に限って、 R_o の変動特性は上流側のストック交通量の多少によって変化するため、前述の諸統計量を用いても一意的に決定できない。そこで著者らは、交通流状態の連続性を考慮して、最小時間長である1分間における渋滞車割合 r_o を、直前の最適タイムスパン内交通流状態と関連づけて推定した。検討の結果、タイムスパンは15~30分が最適であること、また、 r_o の推定は良好な精度を有することが確認できた²⁾。

(1)式の渋滞車割合 R_o は、1分間交通量の変動特性を示す統計量により推定された1分間渋滞車割合を、任意の設定時間長について集計計算することにより算出できる。表-1は、設定時間長を60分として、速度分布モデルを実測データの相対頻度分布に適用した結果の一部である。大部分のデータに対するK-S適合度検定において5%の有意水準で採択されており、渋滞車割合を推定するプロセスを組み込んだ速度分布モデルが構築できたといえよう。参考のために、表-1のNo.1, 8, 12の各データの実測速度相対頻度分布と理論分布を図-1に示す。各データは、それぞれ渋滞流、渋滞・非渋滞混合流、非渋滞流の代表的な特性を有している。

表-1 速度分布モデルの実測データへのあてはめ

データ 番 号	交通量 (台)	渋滞率割合		平均速度(km/h)		k-s検定結果*	
		実測値	理論値	実測値	理論値	最大差	判定
1	934	0.99	0.95	17.5	18.7	0.062	採択
2	883	0.89	0.82	22.8	23.2	0.075	採択
3	816	0.77	0.70	29.3	30.1	0.129	採択
4	730	0.63	0.55	35.6	36.7	0.194	棄却
5	544	1.00	1.00	10.0	7.3	0.161	採択
6	543	1.00	1.00	10.1	7.4	0.177	採択
7	579	1.00	0.83	11.5	15.6	0.185	採択
8	864	0.53	0.68	38.7	33.2	0.209	棄却
9	926	0.00	0.15	52.2	52.1	0.257	棄却
10	543	0.00	0.00	48.7	50.0	0.102	採択
11	500	0.00	0.00	49.4	48.9	0.153	採択
12	569	0.00	0.01	53.4	54.7	0.091	採択
13	646	0.00	0.01	53.1	55.7	0.142	採択
14	626	0.00	0.01	53.5	55.5	0.137	採択

*判定基準は5%有意水準

3. $q-v$ 関係式

1 分間交通量の時系列データを任意の設定時間ごとに集計した設定時間交通量と、その時間内の理論速度分布より計算した平均速度から $q-v$ 関係を導くことができる。図-2, 3 に、それぞれ設定時間5分、10分において前述の方法で算出した値をプロットし、渋滞・非渋滞各領域で曲線をあてはめた結果を示している。 $q-v$ 関係式は、臨界速度の35km/hを組み込んだ形で構築しており、(2)式のような指数関数を採用した。表-2 に、各曲線の係数の値を示してある。

$$q = a - b (|v - 35|)^{\gamma} \quad \text{--- (2)}$$

4. おわりに

本法は、理論速度分布を用いて $q-v$ 関係を導出した。これによって、各交通量レベルでの旅行速度が確率分布によって考察できる。種々の道路・交通条件下に対する速度分布モデルのパラメータ推定を行うことにより、 $q-v$ 関係式の理論的な導出が確立されよう。

参考文献

1) 田村他：交通流の基本速度分布モデルおよび実際速度分布モデルの構築に関する研究，土木学会論文集IV，No. 377，pp. 127-135，1987. 2) 塩見他：交通流における渋滞率割合の推定に関する研究，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp. 530-531，1989.

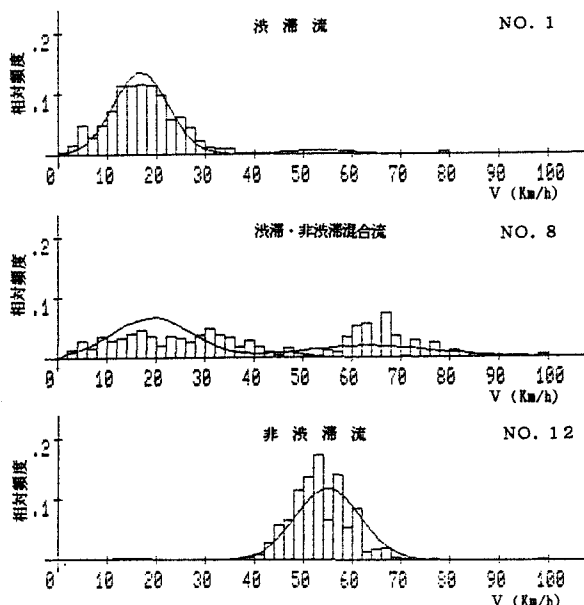
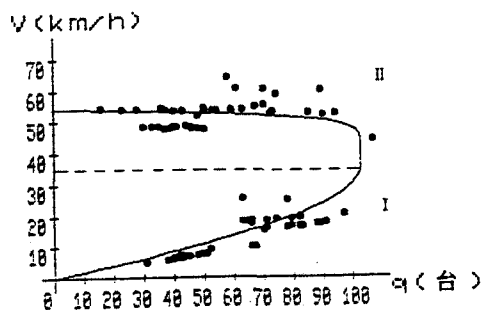
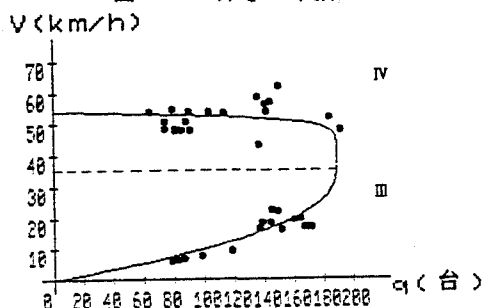


図-1 速度分布モデルの適用例

図-2 5分 $q-v$ 関係図-3 10分 $q-v$ 関係表-2 $q-v$ 式の係数

係数	5分 $q-v$ 式		10分 $q-v$ 式	
	渋滞 (I)	非渋滞 (II)	渋滞 (III)	非渋滞 (IV)
a	103		189	
b	0.164	5.5×10^{-10}	0.066	5.4×10^{-11}
γ	1.813	8.793	2.237	9.792