

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

MODELING OF ELEMENTARY AND ACTUAL SPEED DISTRIBUTIONS FOR TRAFFIC FLOW

田村 洋一*・樗木 武**・三野 定***

By Youichi TAMURA, Takeshi CHISYAKI and Sadamu MINO

An approach to the formulation of speed distribution model for traffic flow is investigated. Considering the proportion of leader and follower cars, the elementary model of speed distribution for the ideal uniform traffic flow is proposed. Then, a model of actual speed distribution in a given period is formulated by assembling elementary models, which can reflect the pattern of fluctuation of 1-minute traffic volume and the presence of congested flow. It is found that the data observed at arterial two-lane roads and our proposed elementary and actual models for speed distribution are matched properly. Some of the speed distribution characteristics are also illustrated.

Keywords : traffic flow, speed distribution

1. はじめに

道路のサービス水準向上を図る諸施策を検討するうえで、交通流現象の体系的かつ正確な把握が必要であることはいうまでもない。特に最近のように、計算機の使用により大量データの高速処理や複雑なシミュレーションが可能になっていることを考えれば、その計算の基礎となる理論の精緻化、換言すれば、汎用性、精度のうえで優れた交通流モデルの開発が、これまで以上に重要な課題になる。

ところで、交通流は、自由車と追従車とからなる車の集合に関する確率現象であり、個々の車の挙動はその車頭間隔と速度により、交通流の全体的な特性はこれら2つの基本変量からの誘導によって把握できる。また、車頭間隔は交通混雑と、速度は道路が提供しているサービスの水準¹⁾と直接関係するといえる。したがって、交通流現象を体系的に理論化することは、車頭間隔分布、速度分布に関する特性およびそれらと他の物理量相互の関

係を定式化することであるといつてよい。このとき、現実の交通流中には非渋滞流と渋滞流とが混在していること、また、交通量が時間的に変動することを考慮すれば、交通流中の自由車、追従車構成や交通量変動、渋滞車、非渋滞車構成に基づいた分解、組立てにより車頭間隔分布、速度分布を定式化することが理にかなっているといえよう。

これまで交通流の速度に関しては、さまざまな観点から研究が行われてきている。すなわち、速度分布や速度と交通量、交通密度との関係の統計的分析、あるいは、追従理論、流体アナロジー理論により、種々のモデルが開発されている。これらのモデルは、それぞれ交通流に関する有用な情報を与えるものである。しかしながら、従来のモデルは、交通流の自由車、追従車といった内部構造やその変動に関し理論的検討が十分でないものが多く、あるいはモデルパラメータについて、その意味や諸交通特性との関係把握が十分でない面もある。このため、これまでのモデルは、検討されたデータに対して良好な表現を与えるとしても、広範な交通状況下の交通流に対して適用可能な汎用性があるとは必ずしもいいきれない問題もある。また、車頭時間分布、速度分布における自由車、追従車構成は、車群形成や交通流の遅れに関係するものであるが、これら相互の関係にも不明な点が

* 正会員 工博 山口大学助手 工学部建設工学科
(〒755 宇部市常盤台 2557)

** 正会員 工博 九州大学教授 工学部土木工学科
(〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1)

*** 正会員 住友建設(株)取締役副会長
(〒160 新宿区荒木町 13-4)

表一 観測データの概要

データ 番号	観測地点 (路線)	観測年月日 時間	有効観測 時間長 (分)	観測台数 (台)	交通量(台/分)		渋滞率 混入率 (%)	備 考
					平均	分散		
1 2 3 4 5	後 潟 (R190)	1978.11.18 14:25~15:25	53	418	7.94	3.11	0.4	No.1,3,4では上流1700m、 下流700mの地点に信号機 が存在。 No.2,5では、下流1700m、 上流700mの地点に信号機 が存在。
		1978.11.18 15:30~17:10	98	1353	13.70	5.51	0.1	
		1978.11.21 10:20~12:05	103	1004	9.51	5.19	6.3	
		1978.11.21 12:40~13:46	64	615	9.45	4.49	1.0	
		1978.11.21 14:04~16:06	120	1114	9.09	4.83	0.0	
6 7 8	柳ヶ瀬 (R190)	1977.9.22 13:55~15:00	62	459	7.26	3.64	0.2	上流700m、下流1200m の地点に交通信号機が 存在。
		1977.9.22 16:52~18:05	73	1010	13.70	5.08	0.6	
		1977.10.28 7:03~8:30	83	1201	14.22	7.03	0.0	
9 10	小 郡 (R2)	1977.9.27 15:45~16:25	39	306	7.55	4.44	0.0	近辺に信号機なし。
		1977.9.27 16:37~17:50	71	718	10.03	4.99	1.5	
11	恩 田 (R190)	1977.10.28 15:51~16:40	48	517	10.33	4.88	2.6	上流500m、下流300m に交通信号機が存在。
12 13	福 吉 (R202)	1977.11.11 15:50~17:35	105	1336	12.68	5.09	11.9	上流交通信号機なし。 下流500mに信号機が存在。
		1981.8.9 15:30~17:45	135	1845	13.88	5.67	66.9	

注1)、No.1~12は、道路上の2地点で8mmシネカメラ、ストップウォッチを用いて車の到着時間を記録。
No.13は、16mmメモーションカメラで撮影した画像を解析。
注2)、35 km/h以下の速度の車を渋滞車、それ以上の速度の車を非渋滞車として解析。

残されている。

著者らは、交通流の自由車、追従車構成について研究することより、1分間交通量の平均と分散とを説明変数とし、非渋滞車と渋滞車との構成割合を考慮し得る車頭時間分布モデルを提案してきた^{4)~6)}。本研究は、この成果を、さらに、速度分布の扱いへと応用、展開したものである。具体的には、地方幹線道路の主体である2車線道路の交通流を対象に、車頭時間と速度との関係について検討し、その結果と車頭時間分布モデルに基づいて、交通流の内部構造を考慮した新たな速度分布モデルを定式化するものである。また、実測データに基づいて、提案モデルの妥当性を検討するとともに、速度分布特性とその影響要因について考察を加えたものである。なお、本研究で用いる観測データの概要は表一に示すとおりである。

2. 基本速度分布モデル

(1) モデル構築の考え方

ある任意時間中の交通流は、短時間交通流の集合であり、その様相は、短時間交通流の構成内容によって変化すると考えられる。したがって、交通流の特性を解明するにあたっては、適当な単位時間における交通流分布特性を把握したうえで、これらの集合として交通流を表現するモデルを開発することが提案できる。また、車の速度分布は、交通流の自由車、追従車構成とそれらの速度分布より求められるが、自由車、追従車の区分は、車頭時間と密接な関係にある。さらに、同じ車頭時間でも、非渋滞流、渋滞流それぞれである種々の速度分布が対応す

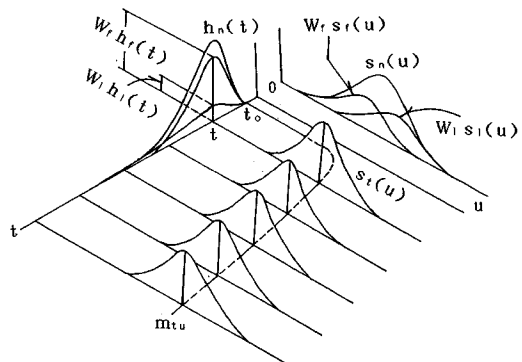
るものと考えられる。そこで、本研究では、交通流の変動をより詳細に追跡するために、1分間の時間長を単位時間として採用し、その車頭時間分布と各車頭時間に対する速度分布を考慮しながら、その組立てにより交通流の速度分布を検討するものである。

車頭時間 t で走行する車の速度分布の確率密度関数を $s_t(u)$ とし、車頭時間分布の確率密度関数を $h(t)$ とする。このとき、交通流全体の速度分布の確率密度関数 $s(u)$ は、 $h(t)$ と $s_t(u)$ との積を t に関して積分することにより求められる。

$$s(u) = \int_{t_0}^{\infty} h(t) s_t(u) dt \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 t_0 は最小車頭時間であり、観測より 0.35 秒の値が得られている。

このモデル構築の概念を非渋滞流を例として図一に示す。なお、図中 m_{tu} は、 $s_t(u)$ の平均である。



図一 基本速度分布モデル構築の概念

これまでの研究⁴⁾で示すように、非渋滞流における交通流は、自由車と追従車とで構成されるとみなし得、単位時間交通量レベルごとの均質な交通流状態における基本車頭時間分布の確率密度関数 $h_n(t)$ は、両者の複合分布により表現できる。すなわち、

$$h_n(t) = W_i h_i(t) + W_f h_f(t) \dots\dots\dots (2)$$

W_i, W_f は、それぞれ交通流中に自由車、追従車が占める割合を表わし、以下、自由車割合、追従車割合とよぶが、当然ながら $W_i + W_f = 1$ であり、 $h_n(t), h_i(t), h_f(t)$ の平均をそれぞれ m_{ni}, m_{ni}, m_{nf} とするとき次式で与えられる。

$$W_i = \frac{m_{ni} - m_{nf}}{m_{ni} - m_{nf}}, W_f = \frac{m_{ni} - m_{ni}}{m_{ni} - m_{nf}} \dots\dots\dots (3)$$

また、 $h_i(t), h_f(t)$ は、自由車、追従車の車頭時間分布に関する確率密度関数であるが、これらの理論分布として対数正規分布を用いて良好に表現し得ることが確認されている⁴⁾。すなわち、非渋滞流における自由車に関して、

$$h_i(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \zeta_i (t - t_0)} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(t - t_0) - \xi_i}{\zeta_i} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (4)$$

であり、式中の分布のパラメーター ξ_i, ζ_i は、次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \xi_i &= \ln(m_{ni} - t_0) - \frac{1}{2} \ln \left[\frac{\sigma_{ni}^2}{(m_{ni} - t_0)^2} + 1 \right] \\ \zeta_i &= \sqrt{\ln \left[\frac{\sigma_{ni}^2}{(m_{ni} - t_0)^2} + 1 \right]} \end{aligned} \right\} \dots\dots (5)$$

ここに、 σ_{ni}^2 は、非渋滞流における自由車の車頭時間分布の分散である。また、 $h_f(t)$ ならびにそのパラメーターは、式(4)、(5)でサフィックス l を f に置換したもので与えられる。一方、渋滞流では、すべての車が追従車であるとみなすことができる。したがって、ある交通量 q の渋滞流の車頭時間分布の確率密度関数 $h_c(t)$ およびそのパラメーターは、式(4)、(5)でサフィックス l を c に置換した単一分布により与えられる。ある

いは、これは形式的には式(2)で $W_i = 0, W_f = 1$ とする場合に相当すると考えてよい。

なお、これまでの研究⁴⁾から、 $h_i(t), h_f(t), h_c(t)$ の平均 m_{ni}, m_{nf}, m_{cf} (s)、分散 $\sigma_{ni}^2, \sigma_{nf}^2, \sigma_{cf}^2$ (s²) と1分間交通量 q (vpm) との関係を表わすものとして次の関係式が得られている。

$$\left. \begin{aligned} m_{ni} &= 66.314 q^{-0.7460}, & \sigma_{ni}^2 &= 2133.4 q^{-1.1558} \\ & (r=0.9920) & & (r=0.9856) \\ m_{nf} &= 3.0887 q^{-0.1338}, & \sigma_{nf}^2 &= 5.3727 q^{-0.5614} \\ & (r=0.9763) & & (r=0.9668) \\ m_{cf} &= 60 q^{-1.0}, & \sigma_{cf}^2 &= 1928.8 q^{-2.4746} \\ & (r=1.0) & & (r=0.9971) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

したがって、上述の車頭時間分布は、1分間交通量 q を与えればただちに計算できる。なお、 r は、回帰式とデータ値との相関係数である。

さて、式(2)を式(1)に代入すれば、非渋滞流の速度分布が次のように得られる。

$$s_n(u) = W_i \int_{t_0}^{\infty} h_i(t) s_i(u) dt + W_f \int_{t_0}^{\infty} h_f(t) s_f(u) dt \dots\dots\dots (7)$$

上式で、右辺第1項は自由車、第2項は追従車の速度分布を表わしていると考えてよいので、それぞれ

$$s_i(u) = \int_{t_0}^{\infty} h_i(t) s_i(u) dt \dots\dots\dots (8)$$

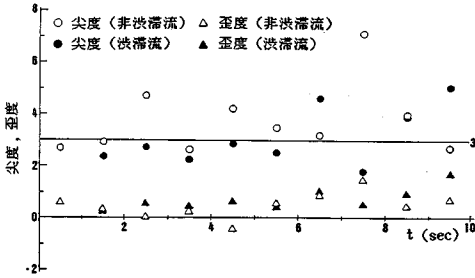
$$s_f(u) = \int_{t_0}^{\infty} h_f(t) s_f(u) dt \dots\dots\dots (9)$$

と置けば、速度分布は自由車、追従車の速度分布 $s_i(u), s_f(u)$ が複合されたものであると解釈できる。すなわち、

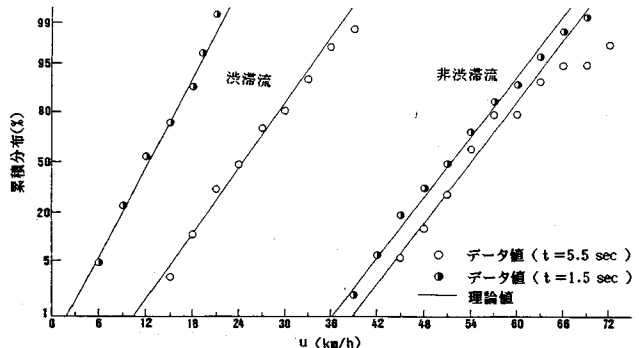
$$s_n(u) = W_i s_i(u) + W_f s_f(u) \dots\dots\dots (10)$$

であり、この速度分布把握の概念を示せば図—1のとおりである。

渋滞流については、形式的には式(7)において $W_i = 0, W_f = 1$ とおけばただちに得られ次式のとおりである。



図—2 $s_i(u)$ のひずみ度と尖度



図—3 $s_i(u)$ データの正規確率紙へのプロット

$$s_c(u) = \int_{t_0}^{\infty} h_c(t) s_t(u) dt \dots\dots\dots(11)$$

(2) 車頭時間と速度分布との関係

式(7), (11)の速度分布モデルを具体的に定式化するには、各車頭時間に対応する速度分布 $s_t(u)$ を求める必要がある。

表—1に示す観測データを、車頭時間1秒ごとにクラス分けし、各クラスに属する車の速度分布特性を調べた。その結果、図—2に示すように、尖度、ひずみ度と t との関係に右上がりの傾向もみられなくもないが、大まかには、いずれの車頭時間においても平均的には分布の尖度は3、ひずみ度は零に近い値を取ると仮定してもよいであろう。また、図—3に例示するように、速度分布に関し正規確率紙上でおおむね直線であることが確認できる。これらのことを踏まえ、また、以降の理論展開の容易さも考えて、車頭時間 t で走行する車の速度分布 $s_t(u)$ は正規分布により近似可能であると、次式を仮定する。

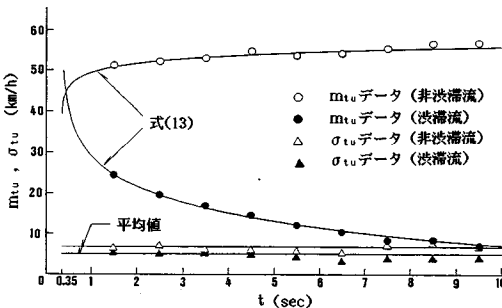
$$s_t(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{tu}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{tu}}{\sigma_{tu}}\right)^2\right\} \dots\dots\dots(12)$$

ここに、 m_{tu} , σ_{tu} は、 $s_t(u)$ の平均と標準偏差である。

各データに対して m_{tu} , σ_{tu} と車頭時間との関係を分析したところ、 m_{tu} に関しては、後の式展開の容易さを考慮して、次の回帰式を仮定することが好都合であり、また、 σ_{tu} は、車頭時間にかかわらず一定であるとみなし得ることが明らかとなった。図—4にその例を示すが、図中、非渋滞流はNo.1~5のデータを集計したものであり、また、渋滞流はNo.13中の渋滞流に対するものである。

$$m_{tu} = A_t + B_t \ln(t - t_0) \dots\dots\dots(13)$$

ここに、 A_t , B_t は回帰定数であり、これらと σ_{tu} を表—1の各データから求めれば表—2に示すとおりである。また、表—2には、回帰式による推定値と観測値との誤差の平均ならびに標準偏差を示す。この結果より、 m_{tu} , σ_{tu} と車頭時間との関係に対する上述の仮定は妥当



図—4 非渋滞流、渋滞流における $s_t(u)$ の平均、標準偏差と車頭時間との関係

なものであると判断できる。

(3) 基本速度分布モデル

式(4)およびそれに同形の $h_f(t)$, $h_c(t)$ で与えられる車頭時間分布と式(12), (13)の車頭時間分布ごとの速度分布を式(7), (11)に代入して演算、整理すれば、均質な非渋滞流、渋滞流に対する基本速度分布として次の各式が求められる。

$$s_n(u) = \frac{W_f}{\sqrt{2\pi}\sigma_{fu}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{fu}}{\sigma_{fu}}\right)^2\right\} + \frac{W_r}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ru}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{ru}}{\sigma_{ru}}\right)^2\right\} \dots\dots\dots(14)$$

$$s_c(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{cu}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{cu}}{\sigma_{cu}}\right)^2\right\} \dots\dots\dots(15)$$

ここに、 m_{fu} , σ_{fu} は、非渋滞流における自由車の速度分布 $s_f(u)$ の、 m_{ru} , σ_{ru} は、追従車の速度分布 $s_r(u)$ の、 m_{cu} , σ_{cu} は、渋滞車の速度分布 $s_c(u)$ の平均と標準偏差である。これらのパラメーターは、 $s_t(u)$ の分散 σ_{tu}^2 および式(13)中の回帰定数 A_t , B_t を用いて次のように算定される。

$$\left. \begin{aligned} m_{tu} &= A_t + B_t \xi_t, & \sigma_{tu}^2 &= \sigma_{tu}^2 + B_t^2 \xi_t^2 \\ m_{fu} &= A_t + B_t \xi_f, & \sigma_{fu}^2 &= \sigma_{tu}^2 + B_t^2 \xi_f^2 \\ m_{cu} &= A_t + B_t \xi_c, & \sigma_{cu}^2 &= \sigma_{tu}^2 + B_t^2 \xi_c^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(16)$$

また、非渋滞流における交通流全体の速度分布の平均 m_{nu} および分散 σ_{nu}^2 は、それぞれ次式のように算出される。

$$\left. \begin{aligned} m_{nu} &= W_f m_{fu} + W_r m_{ru} \\ \sigma_{nu}^2 &= W_f \sigma_{fu}^2 + W_r \sigma_{ru}^2 + W_f W_r (m_{fu} - m_{ru})^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(17)$$

以上のモデル誘導の過程から明らかのように、ここで求められた速度分布モデルは、単位時間交通量が q である1分間の交通状態が、非渋滞流か渋滞流かのいずれかに区分されるという考え方で、定式化されたものであり、その意味でこれを基本速度分布モデルとよぶことにする。また、この基本速度分布モデルに含まれているパラメーターの計算に必要な諸数値は、すべて定数として与えられるか、あるいは、単位時間交通量 q の関数と

表—2 各データに対する定数 A_t , B_t , σ_{tu} ならびにデータ値と回帰式による推定値との誤差

データ番号	A_t (km/h)	B_t (km/h)	推定値の誤差		σ_{tu} (km/h)	推定値の誤差	
			平均 (km/h)	標準偏差 (km/h)		平均 (km/h)	標準偏差 (km/h)
1	47.19	2.19	0.01	0.04	5.72	-0.03	1.42
2	50.54	2.41	0.13	0.31	6.87	-0.20	0.77
3	45.22	2.39	0.42	0.33	5.81	-0.39	0.70
4	46.32	2.25	0.77	0.22	5.54	-0.13	0.59
5	51.96	1.45	0.47	0.38	6.00	-0.28	0.81
6	46.81	1.47	-0.33	0.76	5.35	-0.31	1.25
7	52.99	1.22	0.78	0.34	6.10	0.38	0.80
8	65.45	3.29	-0.51	0.96	7.94	0.14	1.09
9	51.51	2.47	0.48	0.22	5.95	-0.06	0.94
10	53.59	2.43	-0.39	1.49	7.05	-0.10	2.29
11	44.78	1.98	0.10	0.06	5.95	-0.05	1.13
12	42.59	2.55	0.10	0.72	6.64	0.70	2.14
13	25.60	-8.12	0.19	0.05	5.00	-0.06	0.48

注) 推定値の誤差は、データ値と回帰式による推定値との差の平均及び標準偏差

して定式化されているので、モデルは単位時間交通量を与えるのみでだちに計算可能である。

(4) モデルの検証

各1分間単位交通量レベルごとに整理した速度分布データに対して式(14)、(15)のモデルのあてはめを行い、それらの適合度検定結果を表-3に示す。また、参考までにモデルとデータの分布状況を一部示せば図-5のとおりである。

適合度検定の結果、非渋滞流に対して、モデルは、あてはめられた7ケース中すべての場合に対して採択された。一方、渋滞流データに対して、モデルは、4ケース中2ケースで採択され、2ケースで棄却された。なお、非渋滞流の場合と比較して渋滞流に対するモデルの適合度が劣っているのは、速度分布の分散が小さいため、平均速度の小さな誤差による分布のずれが適合度に大きく影響することが考えられる。このように、モデルは、適用されたすべての場合に採択されたわけではないが、大部分のデータにおいて採択され、また、採択されなかったデータに関しても図-5(b)のNo.4の分布形からみてもわかるように、全く否定されるものでなく、その特長は十分に捉えているといつてよい。したがって、ここに定式化されたモデルは、基本速度分布を表現するうえで十分有効なものであると判断できる。

3. 実際速度分布モデル

(1) 実際速度分布モデルの構築

基本速度分布モデルは、交通量レベルごとの均質な交通流に対するものである。本節では、これを活用して、交通量変動し、また、非渋滞流、渋滞流が混在する任意時間長交通流の速度分布について考える。

a) 実際速度分布モデル I

非渋滞流で交通量変動する任意時間長の実際速度分布の確率密度関数 $S_n(u)$ は、基本速度分布の確率密度関数 $s_n(u)$ に、重み付交通量分布^{5),6)}の確率密度関数

$\phi_{wq}(q)$ を乗じて、 q に関し積分することにより求められ次のとおりである。

$$S_n(u) = \int_0^\infty \phi_{wq}(q) s_n(u) dq \dots\dots\dots (18)$$

ここで $\phi_{wq}(q)$ は、各交通量レベルに属する車の台数分布を表わすものであり、交通量分布の確率密度関数を $\phi_q(q)$ とするとき、次式で定義される。

$$\phi_{wq}(q) = \frac{q \phi_q(q)}{\int_0^\infty q \phi_q(q) dq} \dots\dots\dots (19)$$

式(18)に式(10)、(19)を代入すれば、非渋滞流における実際速度分布の確率密度関数が次のように定式化される。

$$S_n(u) = W_i \int_0^\infty \phi_{wq}(q) s_n(u) dq + W_f \int_0^\infty \phi_{wq}(q) s_f(u) dq \dots\dots\dots (20)$$

同様に、渋滞流で交通量変動する任意時間長の実際速度分布は次の単一分布により表わされる。

$$S_c(u) = \int_0^\infty \phi_{wq}(q) s_c(u) dq \dots\dots\dots (21)$$

実際には、交通量変動するうえに、非渋滞流と渋滞流とが混在する。この現実の交通流の実際速度分布 $S(u)$ は、交通流中の非渋滞車、渋滞車の割合 R_n, R_c ^{5),6)} で、 $S_n(u), S_c(u)$ を重ね合わせることによって得られ、次のように算定される。

$$S(u) = R_n S_n(u) + R_c S_c(u) \dots\dots\dots (22)$$

式(20)、(21)を用いて式(22)で計算されるモデルを実際速度分布モデル I とよぶことにする。このモデルは、厳密な誘導ではあるが、具体的な演算は数値積分によらなければならない難点がある。

b) 実際速度分布モデル II

文献5)に示すように、式(19)の重み付交通量に関して正規分布近似が可能であり、また、基本車頭時間モデルのパラメーターと交通量 q との間に次の近似関係が仮定でき

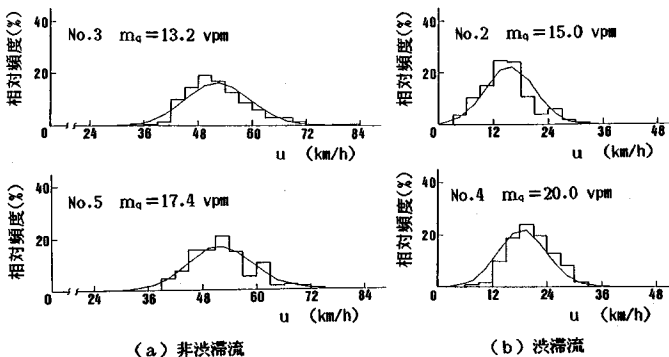


図-5 基本速度分布モデルのデータへのあてはめ

表-3 基本速度分布モデルのK-S適合度検定結果

分類	データ番号	1分間平均交通量(台/分)	最大差	判定	5%有意水準判定限界値
非渋滞流	1	6.1	0.098	採択	0.117
	2	10.0	0.047	採択	0.119
	3	13.2	0.070	採択	0.088
	4	15.6	0.042	採択	0.084
	5	17.4	0.082	採択	0.103
	6	19.3	0.046	採択	0.117
	7	21.3	0.074	採択	0.120
渋滞流	1	13.0	0.271	棄却	0.143
	2	15.0	0.101	採択	0.117
	3	17.0	0.068	採択	0.104
	4	20.0	0.130	棄却	0.124

$$\left. \begin{aligned} \xi_i &= a_i q + b_i, & \zeta_i &= c_i \\ \xi_r &= a_r q + b_r, & \zeta_r &= c_r \\ \xi_c &= a_c q + b_c, & \zeta_c &= c_c \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(23)$$

また、 W_i, W_r と 1 分間交通量 q との間に

$$\left. \begin{aligned} W_i &= A_w \exp(-B_w q), & W_r &= 1 - A_w \exp(-B_w q) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(24)$$

なる関係を仮定できる。ここに、 $a_i, b_i, c_i, a_r, b_r, c_r, a_c, b_c, c_c, A_w, B_w$ は回帰定数である。なお、表—1 のデータに基づいて求められた式 (23), (24) 中の諸定数の値は表—4 に示すとおりである。

これらの関係を用いれば、式 (16) より、基本速度分布のパラメーターが次のように得られる。

$$\left. \begin{aligned} m_{iu} &= a_{iu} q + b_{iu}, & \sigma_{iu}^2 &= c_{iu}^2 \\ m_{ru} &= a_{ru} q + b_{ru}, & \sigma_{ru}^2 &= c_{ru}^2 \\ m_{cu} &= a_{cu} q + b_{cu}, & \sigma_{cu}^2 &= c_{cu}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(25)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned} a_{iu} &= B_i a_i, & b_{iu} &= A_i + B_i b_i, & c_{iu}^2 &= \sigma_{iu}^2 + B_i c_i^2 \\ a_{ru} &= B_r a_r, & b_{ru} &= A_r + B_r b_r, & c_{ru}^2 &= \sigma_{ru}^2 + B_r c_r^2 \\ a_{cu} &= B_c a_c, & b_{cu} &= A_c + B_c b_c, & c_{cu}^2 &= \sigma_{cu}^2 + B_c c_c^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(26)$$

式 (24), (25) を用いれば式 (20), (21) が解析的に積分でき次のように算定される。

$$\begin{aligned} S_n(u) &= \frac{A_w \exp\{-B_w(2 m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)/2\}}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a_{iu}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{iu}^2}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{u - (b_{iu} + a_{iu}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w))}{\sqrt{a_{iu}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{iu}^2}} \right]^2\right\} \\ &+ \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a_{ru}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{ru}^2}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{u - (b_{ru} + a_{ru} m_{nwq})}{\sqrt{a_{ru}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{ru}^2}} \right]^2\right\} \\ &+ \frac{A_w \exp\{-B_w(2 m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)/2\}}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a_{ru}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{ru}^2}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{u - (b_{ru} + a_{ru}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w))}{\sqrt{a_{ru}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{ru}^2}} \right]^2\right\} \end{aligned} \dots\dots\dots(27)$$

$$\begin{aligned} S_c(u) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a_{cu}^2 \sigma_{cwq}^2 + c_{cu}^2}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{u - (b_{cu} + a_{cu} m_{cwq})}{\sqrt{a_{cu}^2 \sigma_{cwq}^2 + c_{cu}^2}} \right]^2\right\} \dots\dots\dots(28) \end{aligned}$$

この結果を、式 (22) に代入して得られる実際速度分布モデルを実際速度分布モデル II とよぶことにする。

表—4 式 (23), (24) 中の定数値

		非 渋 滞 流		追 従 車		渋 滞 流	
自由車		ξ_i	ξ_r	ξ_i	ξ_r	ξ_c	ξ_c
a_i	-0.07496	a_r	-0.01033	a_c	-0.06947	b_i	2.8770
b_i	2.8770	b_r	0.5827	b_c	2.2664	c_i	0.8917
c_i	0.8917	c_r	0.5891	c_c	0.4012	A_w	0.6850
W_i, W_r	B_w	0.0605		a_i, a_r, a_c の次元は 1/vpm			

c) 実際速度分布モデル III

上述の速度分布モデル II における非渋滞流に対する式 (27) の右辺第 2, 3 項は、追従車の速度分布を表わしている。この 2 つの項に含まれる $b_{ru} + a_{ru} m_{nwq}$ と $b_{ru} + a_{ru}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)$ の値を比較してみると、 σ_{nwq} が小さい場合には、両者の間にほとんど差がない。そこで、これらの平均をとり、

$$\left. \begin{aligned} b_{ru} + a_{ru} m_{nwq} &= b_{ru} + a_{ru}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w/2) \\ b_{ru} + a_{ru}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w) &= b_{ru} + a_{ru}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w/2) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(29)$$

とおけば、追従車に関する項は 1 つにまとめられ、次式が得られる。

$$\begin{aligned} S_n(u) &= \frac{A_w \exp\{-B_w(2 m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)/2\}}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a_{iu}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{iu}^2}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{u - (b_{iu} + a_{iu}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w))}{\sqrt{a_{iu}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{iu}^2}} \right]^2\right\} \\ &+ \frac{1 - A_w \exp\{-B_w(2 m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)/2\}}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a_{ru}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{ru}^2}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{u - (b_{ru} + a_{ru}(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w/2))}{\sqrt{a_{ru}^2 \sigma_{nwq}^2 + c_{ru}^2}} \right]^2\right\} \end{aligned} \dots\dots\dots(30)$$

本モデルは、実際速度分布モデル II をさらに単純化したものであり、基本速度分布モデルと同じく、非渋滞流の実際速度分布を複合正規分布モデルにより表わしたものであるといえる。

ところで、これまでの車頭時間分布に関する研究により^{5),6)}、次式で示す実際車頭時間分布モデルが、現実の交通流を良好に表現することが確認されている。

$$H(t) = R_n H_n(t) + R_c H_c(t) \dots\dots\dots(31)$$

ここに、

$$\begin{aligned} H_n(t) &= \frac{A_w \exp\{-B_w(2 m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)/2\}}{\sqrt{2\pi} \sqrt{\xi_i^2 + a_i^2 \sigma_{nwq}^2 (t - t_0)}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(t - t_0) - (b_i + a_i(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w))}{\sqrt{\xi_i^2 + a_i^2 \sigma_{nwq}^2}} \right]^2\right\} \\ &+ \frac{1 - A_w \exp\{-B_w(2 m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)/2\}}{\sqrt{2\pi} \sqrt{\xi_r^2 + a_r^2 \sigma_{nwq}^2 (t - t_0)}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(t - t_0) - (b_r + a_r(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w))}{\sqrt{\xi_r^2 + a_r^2 \sigma_{nwq}^2}} \right]^2\right\} \end{aligned} \dots\dots\dots(32)$$

$$\begin{aligned} H_c(t) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sqrt{\xi_c^2 + a_c^2 \sigma_{cwq}^2 (t - t_0)}} \\ &\cdot \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(t - t_0) - (b_c + a_c m_{cwq})}{\sqrt{\xi_c^2 + a_c^2 \sigma_{cwq}^2}} \right]^2\right\} \end{aligned} \dots\dots\dots(33)$$

そこで、基本速度分布モデルを求めたと同様な過程で、基本車頭時間分布の代わりに、この実際車頭時間分布を

直接用いることにより、実際速度分布を求めることもできるが、式(30)のモデルと、こうして求められるモデルとは完全に一致することが確認できる。

以上のようにして求められたモデル式(30)に、式(26)を代入して再整理すれば、非渋滞流に対して、

$$S_n(u) = \frac{W_u^*}{\sqrt{2\pi}\sigma_{iu}^*} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{iu}^*}{\sigma_{iu}^*}\right)^2\right\} + \frac{W_{fu}^*}{\sqrt{2\pi}\sigma_{fu}^*} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{fu}^*}{\sigma_{fu}^*}\right)^2\right\} \dots\dots(34)$$

が求められる。また、同様にして、式(28)より渋滞流に対し

$$S_c(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{cu}^*} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m_{cu}^*}{\sigma_{cu}^*}\right)^2\right\} \dots\dots(35)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned} m_{iu}^* &= A_i + B_i\{b_i + a_i(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w)\} \\ \sigma_{iu}^{*2} &= \sigma_{iu}^2 + B_i\{c_i^2 + a_i^2 \sigma_{nwq}^2\} \end{aligned} \right\} \dots\dots(36)$$

$$\left. \begin{aligned} m_{fu}^* &= A_f + B_f\{b_f + a_f(m_{nwq} - \sigma_{nwq}^2 B_w/2)\} \\ \sigma_{fu}^{*2} &= \sigma_{fu}^2 + B_f\{c_f^2 + a_f^2 \sigma_{nwq}^2\} \end{aligned} \right\} \dots\dots(37)$$

$$\left. \begin{aligned} m_{cu}^* &= A_c + B_c\{b_c + a_c(m_{cwq} - \sigma_{cwq}^2 B_w)\} \\ \sigma_{cu}^{*2} &= \sigma_{cu}^2 + B_c\{c_c^2 + a_c^2 \sigma_{cwq}^2\} \end{aligned} \right\} \dots\dots(38)$$

$$\left. \begin{aligned} W_u^* &= A_w \exp\{-B_w(2m_{nwq} - \sigma_{nwq} B_w)/2\} \\ W_{fu}^* &= 1 - A_w \exp\{-B_w(2m_{nwq} - \sigma_{nwq} B_w)/2\} \end{aligned} \right\} \dots\dots(39)$$

これらのモデルを、実際速度分布モデルⅢとよぶことにする。

(2) モデルの検証

前述するように、簡略化の程度により3種類の実際速度分布モデルが誘導できるが、それらのうち、実際速度分布モデルⅡ、Ⅲは、速度分布特性の解析的取り扱い、あるいは、以後の理論的応用性が高いといえる。これに対して、実際速度分布モデルⅠは、厳密ではあるものの演算が困難で応用性が高いとはいえない。そこで以下は、実際速度分布モデルⅡ、Ⅲを実測データに適用し、その有効性を検討することにする。

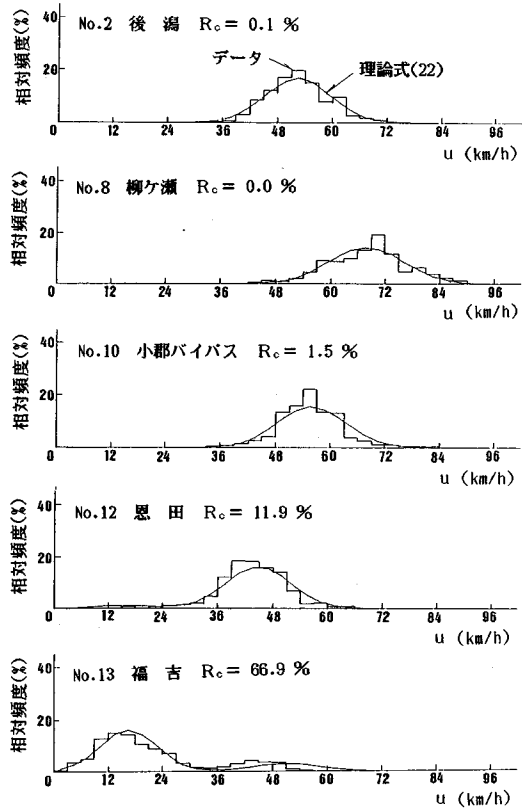
表一に示す観測時間長、渋滞車混入率の異なった13組の実測データにモデルをあてはめ、そのときの適合度検定結果を表一5に、また、それらの代表的なケースに対する分布状況を図一6に示す。なお、2つのモデルの計算値の差はきわめて小さく、図上では1本の実線となっている。図一6を一見ただけで、モデルがデータに対し良好に適合していることがわかる。また、適合度検定においても、両モデルは、適用された13組のデータすべてに対して5%の有意水準で採択された。これらのことから、実際速度分布モデルⅡ、Ⅲは、実際速度分布モデルⅠを簡便化したものであるが、いずれも実測データに対する十分な再現精度を有しているといえる。また、両者間で特に精度上の差異はなく、この意味でモ

デルⅡ、Ⅲはいずれを用いてもよいが、理論展開、計算の簡便さの点からモデルⅢが推奨できる。

(3) 速度分布特性に関する考察

定式化された速度分布モデルのパラメーター計算に必要な諸量の中で、 A_i, B_i, σ_{iu} は、対象となる道路ならびに交通流の特性を反映していると考えられる。そこで、本節では、これらのパラメーターならびに交通量が速度分布に及ぼす影響について考察することとし、これを実際速度分布の2構成要素 $S_n(u), S_c(u)$ それぞれについて検討しよう。

表一2より、 A_i, B_i, σ_{iu} の値がある幅をもってばらつ



図一6 実測データへの実際速度分布モデルのあてはめ

表一5 実際速度分布モデルの K-S 適合度検定結果

データ番号	モデルⅡ		モデルⅢ		5%有意水準判定限界値
	最大差	判定	最大差	判定	
1	0.049	採択	0.050	採択	0.080
2	0.039	採択	0.038	採択	0.044
3	0.044	採択	0.042	採択	0.051
4	0.011	採択	0.012	採択	0.065
5	0.044	採択	0.045	採択	0.048
6	0.066	採択	0.065	採択	0.076
7	0.047	採択	0.048	採択	0.051
8	0.034	採択	0.033	採択	0.047
9	0.085	採択	0.086	採択	0.093
10	0.056	採択	0.057	採択	0.060
11	0.059	採択	0.060	採択	0.071
12	0.044	採択	0.045	採択	0.045
13	0.033	採択	0.033	採択	0.041

いていることがわかり、道路の幾何構造のよし悪しや、交通流を構成する車の性質によって変化すると考えられる。式(13)から明らかなように、 A_t は直接速度の平均に影響する。 B_t は、車頭時間による速度の変化を表すものである。また、 σ_{tu} は、図-4に示されるよう

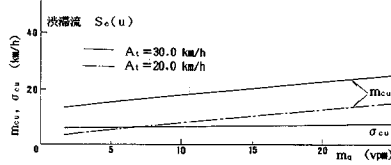
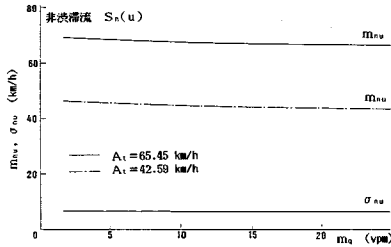
に車頭時間にかかわらず一定であるとみなし得る。これらのことから、 A_t は主としてその道路の幾何構造からくる速度パフォーマンスを反映し、また、 B_t は追従による速度の低下率を反映する指標であると考えられる。すなわち、車線幅員、路肩などが広い場合には、 A_t は大きくなり、追い越し制約が強い場合には、 B_t が大きな値をとるものと推察される。また、 σ_{tu} は、その道路の交通流を構成する車の自由速度の分布を反映する指標であると考えられる。

図-7に、他の2つをその平均値に固定して残る1つの定数値を最大、最小と変化させたときの式(36)、(37)あるいは式(38)より算出される速度分布の平均、分散の変化を示す。なお、計算に使用した各定数の標準値、最大値、最小値を表-6に示す。

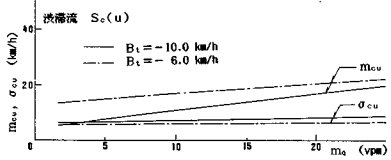
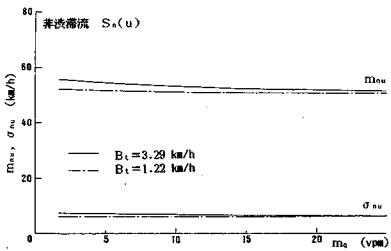
図より、 A_t が、非渋滞流、渋滞流のいずれにおいても、平均速度にのみ影響し、分散には影響しないことがわかる。また、その影響の度合は、平均交通量の大小によって変化せず、その変化量に等しい平均速度の増減を生ぜしめる。 B_t は、速度の平均、分散の両方に影響するが、これが大きいほど、非渋滞流では速度の平均、分散が大きくなり、渋滞流では平均は小さく、分散は大きくなる。また、その影響の度合は平均交通量が小さいほど大きい。 σ_{tu} は、速度の平均には影響せず、分散にのみ影響する。一方、その影響の度合は、交通量が小さいところでやや大きくなるものの平均交通量の値にかかわらずほぼ一定であるとみなし得る。

表-6 速度分布特性の計算に用いる A_t, B_t, σ_{tu} の値

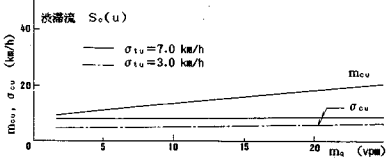
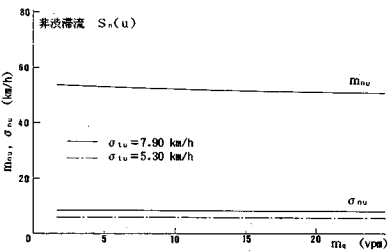
分類	項目	標準値 (km/h)	最大値 (km/h)	最小値 (km/h)
非渋滞	A_t	50.00	65.45	42.59
	B_t	2.18	3.29	1.22
渋滞	A_t	6.24	7.90	5.30
	B_t	-8.12	-6.00	-10.00
渋滞	σ_{tu}	5.00	7.00	3.00



(a) A_t の影響



(b) B_t の影響



(c) σ_{tu} の影響

図-7 A_t, B_t, σ_{tu} が速度分布特性に及ぼす影響

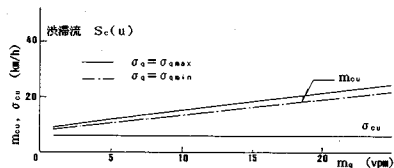
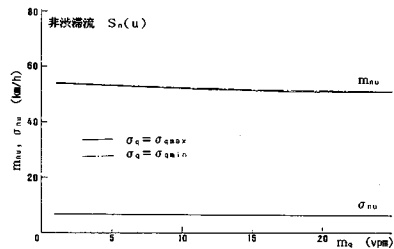


図-8 交通量のばらつきが速度分布 $S_n(u), S_c(u)$ に及ぼす影響

交通量のばらつきが速度分布に及ぼす影響を、交通量分布の分散の最大値、最小値に対して計算した結果を図—8に示す。非渋滞流においては、交通量のばらつきが大きいほど平均速度は低くなるが、その変化量はきわめて小さく、また、速度の分散には、ほとんど影響しないといつてよい。渋滞流においては、非渋滞流の場合とは逆に、交通量の分散が大きいほど速度の平均は大きくなり、その影響による差違は、交通量が大きいほど大きくなる。しかしながら、その差違は、交通量レベル25台/分で2 km/h程度であり、 A_b , B_b の影響に比較すれば小さいといえる。

4. おわりに

本研究では、車頭時間と速度との関係の分析に基づいて、自由車、追従車構成を表現し得る速度分布モデルを誘導、定式化した。提案モデルは、自由車、追従車の速度分布を独立して表現すること、モデルパラメーターとして道路、交通条件を反映する指標が組み込まれているところに特色を有するものである。また、これらのモデルを実際の交通流に対して適用し妥当性について検討するとともに、速度分布特性について解析した。これらのことから得られた事項を要約すれば以下のとおりである。

(1) 基本速度分布モデルとして、非渋滞流に対しては、自由車、追従車成分に分けられ、また、渋滞流に対しては、追従車成分のみで構成されるモデルが定式化された。さらに、この基本速度分布モデルから、交通量が変動しかつ、非渋滞流、渋滞流が混在する現実の任意時間長交通流の速度分布を表現する実際速度分布モデルが定式化された。

(2) 基本速度分布、実際速度分布モデル中のパラメーター計算に必要な諸量は、すべて定数として与えられるか、交通量分布の平均、分散の関数として定式化された。したがって、本研究で提案されたモデルは、交通量分布の平均、分散を与えることにより計算可能である。また、実測データによりモデルの検証を行った結果、いずれのモデルも観測データに対して良好な適合性を示すことが確認された。

(3) 速度分布特性について分析した結果、道路条件、交通条件を反映する指標である A_b , B_b , σ_{ru} の影響が重要であることが判明した。一方、交通量のばらつきは、渋滞流における平均速度に対して2 km/h程度の差を生ぜしめるものの、速度の分散にはほとんど影響せず、また、非渋滞流の速度分布に対する影響はきわめて小さく無視し得る程度であることが明らかになった。

本研究で検討されたデータは、2車線道路の基本的な交通流に対するものであるが、 A_b , B_b , σ_{ru} と道路条件、交通条件との関係をより詳細に研究することにより、同じ手法で、それらの違いあるいは多車線道路に対する速度分布モデルを求めることが可能であり、汎用性の高いものにすることができることはいうまでもない。また、提案モデルは、非渋滞流、渋滞流が混在する交通流の速度分布を表現するものであるところから、 $Q-V$ 関係、特に、非渋滞流と渋滞流の混在が問題となる交通容量近傍の交通流の解析への応用、あるいは、旅行時間分布や遅れの分布の推定問題への応用ができ今後の課題である。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：交通工学ハンドブック，pp.208～211，技報堂，1984。
- 2) Branston, D. : A method of estimating the free speed distribution for a road, Transportation Science, Vol. 13, pp. 130～145, 1979.
- 3) 佐藤馨一・五十嵐日出夫：非線形交通流モデルに関する研究，土木学会論文報告集，第258号，pp.85～95，1977。
- 4) 田村洋一・樗木 武：自由車・追従車構成に着目した車頭時間分布モデルに関する研究，土木学会論文報告集，第336号，pp.159～168，1983。
- 5) 樗木 武・田村洋一：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，第343号，pp.141～149，1984。
- 6) Chishaki, T. and Tamura, Y. : Headway distribution model based on the distinction between leaders and followers, Proceedings of the ninth international symposium on transportation and traffic theory, pp.43～63, VNU Science Press, 1984.

(1986. 6. 23・受付)

地方都市における自動車保有水準変化の都市間格差の要因

芦沢 哲蔵

【土木学会論文集 第377号/Ⅳ-6 pp.31~38 1987.1】

都市別の自動車保有水準の増加率の違いは、各都市の自動車交通量に対する重要な影響要因と考えられる。そこで本研究は、わが国の自動車保有率が急激に高まった昭和40~50年代の10年間を捉え、その間の各都市の自動車保有水準の増加率の違いに対する要因を実証的に検討し、かつ、各要因間の影響関係の構造を分析したものであり、都市の人口増加や人口分布の郊外化の影響度および人口分布の郊外化に対する要因等が検討されている。

都市内公共輸送網の計画システムに関する研究

天野 光三・小谷 通泰・山中 英生

【土木学会論文集 第377号/Ⅳ-6 pp.39~48 1987.1】

本研究は、都市内の公共輸送網は計画するための1つのシステムを提案したものである。このシステムでは、非集計タイプの経路選択モデルを構築して、ネットワーク上での利用者行動を予測するとともに、この予測結果にもとづき利用者と運営者の両者の観点から輸送網を評価する方法を示した。また同時に、モデルの構築作業や計画作業を効率的かつ合理的に行うために、輸送網計画を支援する電算機システムを開発した。

舗装路面のすべり抵抗における季節変動の汎用的予測モデルの開発

斉藤 和夫・John J. HENRY・Robert R. BLACKBURN

【土木学会論文集 第377号/Ⅳ-6 pp.49~59 1987.1】

本論文ではアメリカ合衆国の4州におけるすべり抵抗測定値を用いて、すべり抵抗の季節変動を予測する汎用的モデル（Generalized Model）の開発を試みている。モデルの開発は、最初にペンシルベニア州のデータベースを基に基本的モデルの作成を検討し、ついで地点変数を組み込んだ汎用的モデルへと発展させ、地域別のモデルパラメーターを決定している。さらに、このモデルをすべり抵抗の予測に関する2つのケースに適用し、開発されたモデルの適用性、妥当性を検討している。

都市ごみステーション収集のモデル作成に関する研究

松藤 敏彦・神山 桂一・田中 信寿

【土木学会論文集 第377号/Ⅳ-6 pp.61~69 1987.1】

都市ごみステーション収集システムの、作業時間を算出する計算機モデルの作成方法について検討した。モデルは収集車の1日の作業を表現するよう作られ、システムの特性を解析することにより順次修正される。特に、交通状況の地域差を表わすパラメーターを考慮することで、モデルの精度は向上した。さらに、作業における判断アルゴリズム、収集車の担当区域の決定方法を提案し、さまざまな状況にモデルが応用できることを示した。

トリップチェーン形成過程のプリズム効用モデル

近藤 勝直

【土木学会論文集 第377号/Ⅳ-6 pp.71~78 1987.1】

本稿では時間空間プリズム概念と効用最大化モデルによってトリップチェーン形成過程の意志決定プロセスにアプローチする。家庭での余暇時間のまわりに形成されるプリズム面積を積極的に評価し、これを最大化する基準を導入することによりトリップチェーンの決定プロセスを説明する試みが展開され、おおむね実証的にも満足のゆく結論が導かれた。また当分野の今後の方向についても整理した。

単一核都市内通勤トリップのボトルネックへの到着分布の推定

桑原雅夫・松本嘉司・島崎敏一・家田 仁

[土木学会論文集 第377号/IV-6 pp.79~88 1987.1]

本研究は単一核都市の通勤道路交通を対象とし、通勤者の住居と勤務開始時刻がわかっている場合に、ネットワークに存在するボトルネックでのトリップの到着分布を求める方法を提案した。通勤トリップに要する費用の多くは、ボトルネックにて発生する待ち行列に起因するため、トリップ費用をボトルネックでの時間変動する待ち行列の関数として表わした。そして各トリップがどのボトルネックへ、いつ流入するのかを、費用を最小にするように均衡配分して求めた。モデルを首都高速道路網に適用し到着分布を推定したところ、良好な結果が得られた。

効用最大化による都市施設の利用行動理論に関する基礎的研究

青山吉隆・近藤光男

[土木学会論文集 第377号/IV-6 pp.89~96 1987.1]

都市施設の利用者の需要構造を理論的に明らかにすることを目的として、効用最大化の仮説に基づき施設の利用行動をモデル化した。利用者の効用関数は、彼のもつ自由時間と所得、施設利用に伴う時間と費用、および施設の利用価値を用いて定式化し、効用最大化により施設の利用回数をこれらの変数で説明するモデルを導いた。このモデルを現実の施設利用に適用し、モデルの妥当性を検証するとともに、利用者の需要構造を明らかにした。

生活環境施設整備の総合的評価手法の開発

須田 薫・湯沢 昭・長沢 宏

[土木学会論文集 第377号/IV-6 pp.97~105 1987.1]

本研究は、生活環境施設設備の評価にマトリックス・ネットワーク法を適用することにより、施設整備による環境要因の変化から住民の意識の変化までをシステムとして捉える方法を提案したものである。また総合評価においては、社会的費用・便益の概念を用い、住民意識の変化を価値意識の変化に翻訳することにより、複数の評価尺度を含む開発行為の総合評価が可能となった。

ファジィクラスティングを用いた道路整備に対する住民意識の地域差に関する分析

佐佐木 綱・秋山 孝正

[土木学会論文集 第377号/IV-6 pp.107~115 1987.1]

現行の道路整備計画は、多様なニーズ、特に住民の要求に対応できず、理解と同意を得るためには不十分である。そこで住民意識という点から、地域差を明確し、計画立案の資料とすることを考える。具体的には地域住民に対するアンケート調査結果から、ファジィクラスティングの手法により分析した。この結果、道路整備要求を3要因とし、各地域が明確に分類されること、また要求の差異が各地域の規模と関係することが明らかとなった。

軌道狂い原波形の復元に関する理論的基礎の検討とその適用

吉村 彰 芳

[土木学会論文集 第377号/IV-6 pp.117~126 1987.1]

正矢法の原理により得られる軌道狂い測定波形から地上の真の狂いにあたる軌道狂い原波形を復元する問題を考察する。まず両波形の間の関係を解析し実際に可能な復元の定式化、デジタル逆フィルターによる新しい復元法を与える。次に逆フィルターの設計精度、測定ノイズの影響を検討する。そして新幹線の軌道検測車で測定されたデータに上の手法を適用し、主として問題となる波長域における復元に対し、手法の有効性の検証を与える。

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

田村 洋一・櫻木 武・三野 定

[土木学会論文集 第377号/V-6 pp.127~135 1987.1]

本研究は、2車線道路を対象として交通量が変動し、渋滞、非渋滞流が混在する任意時間長交通流の速度分布を表現するモデルを提案し、速度分布特性とその影響要因について考察したものである。提案モデルは、自由車、追従車の速度分布を独立して与えること、モデルパラメーターとして道路、交通条件を反映する指標が組み込まれているところに特色をもつものであり、現実の速度分布を良好に表現することが確認された。

新しい計測技術と設備で あらゆる地質・環境・構造を 的確にキャッチ

●地質調査

地質探査
弾性波探査
各種物理探査
ボーリング
物理検層
岩盤物性試験
岩石試験・土質試験

●環境調査

振動・騒音測定と解析・予測・対策
地回り調査と解析・予測・対策
水文・植生調査と解析

●構造物調査

橋りょう・橋脚・トンネル調査
各種構造物・構築物のひずみ・たわみ
沈下(土圧)・変位・加速度の測定・解析

●地震観測

微小地震・常時微動の観測・解析

●電子計算機による主な解析

各種周波数分析・地震応答解析
振動軌跡の作図
走時曲線の自動作図と解析
地震震源地の解析と作図



地質計測

株式会社

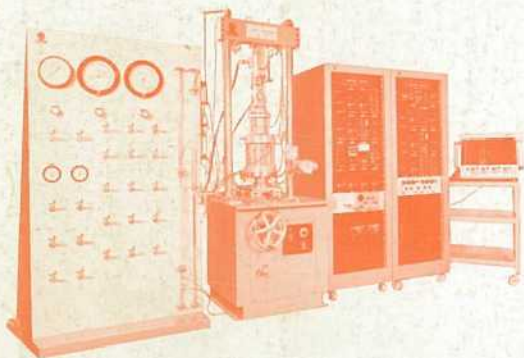
本社 ■ 〒107 東京都港区南青山4丁目26番12号 TEL03(409)4651
技術研究所 ■ 〒213 川崎市宮前区平1555番 TEL044(977)3471
神奈川営業所 ■ TEL044(977)3471 福岡営業所 ■ TEL092(714)1367
仙台営業所 ■ TEL0222(23)5365 長野出張所 ■ TEL0262(92)3886

建設コンサルタント(登録番号第56-1088号) 地質調査業者(登録番号第地質56-469号) 測量業者登録(登録番号第2-9419号) 計量証明事業(東京都第491号)

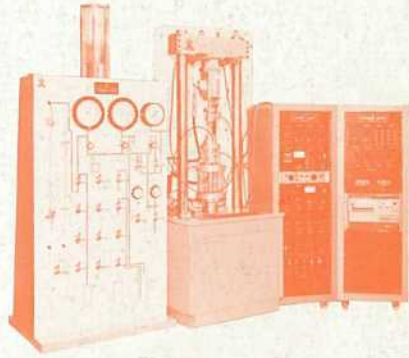
NEW MARUIの

CPU装備機器・データ集録・処理・省力・自動化機器

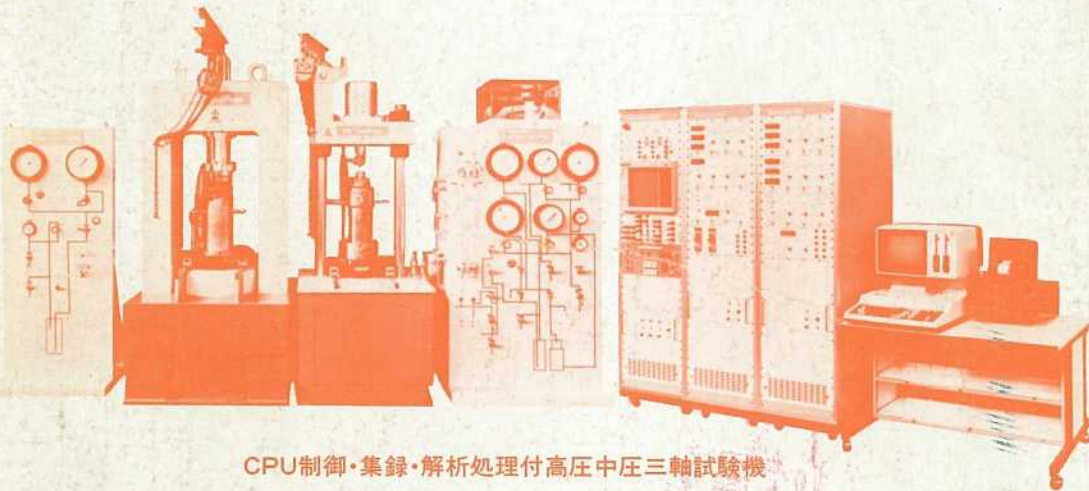
耐震安定評価用 室内試験機のご紹介



Ko圧密三軸圧縮試験機



標準型くり返し振動三軸試験機



CPU制御・集録・解析処理付高圧中圧三軸試験機

(カタログ、資料は下記営業所へご請求下さい。)

- 東京営業所 〒105 東京都港区芝公園2丁目9-12
TEL (03) 434-4717(F) ファクシミリ(03) 437-2727
- 大阪営業所 〒586 大阪市城東区中央1丁目11-1
TEL (06) 934-1021(F) ファクシミリ(06) 934-1027
- 名古屋営業所 〒463 名古屋市中村区太閤1丁目20-13
TEL (052) 452-1381(F) ファクシミリ(052) 452-1367
- 九州営業所 〒812 福岡市博多区博多駅南1丁目3-8
TEL (092) 411-0950(F) ファクシミリ(092) 472-2260
- 資 易 郵 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1
TEL (06) 934-1023(F) テレックス(06) 529-5771

—試験研究のEPをめざす—



株式会社 **マルイ**