

名古屋工業大学 学生員 ○岡畑 茂樹
名古屋工業大学 正員 松井 寛

1. はじめに

本研究は、都市高速道路上の交通流を動的に記述できる数式モデルを開発することを目的としている。

従来の研究¹⁾においては、微分方程式型の状態方程式を開発したが、これは基本的には、流体の連続方程式に基づくものである。しかし、このモデルでは、自由走行領域では比較的適合度が良いが、一方渋滞領域では、適合度が悪いことが判明した。そこで、本研究では、渋滞領域においても適合度の高い状態方程式にするため、上流側のみの交通状態によって下流側への流出量が決まる従来のモデルを改良し、更に下流側の交通状態によっても上流側の流出量が影響されることを考慮するため、新たに流出係数(Q)を導入してモデルの改善を図った。今回は、阪神高速道路空壳線(池田→堂島間)の間のピーク時間帯(7:00~10:00)の実測データを用いて本モデルの検討を行った。

2. K-V Curve, 交通容量について

空間平均速度と交通密度の関係については、過去に幾つかの関係式が提案されている。阪神高速道路空壳線上り車線(2車線)のデータを用いた今回の回帰式(4)と臨界・飽和密度と交通容量、及びそれぞれの回帰式の相関係数をそれぞれ表-1にまとめておく。

ここで、1,2,3の回帰式を使うと、計算の途中で、 X が X_{jam} を越えた時、速度が負になる場合が生じてくる。そこで、本文では、この問題を避けるため4の式を使うことにしたが、この4式では、表-1でも明らかのように、交通容量が

$$57.39 \text{ 台/分/2車線} = 3443 \text{ 台/時/2車線}$$

となって、高速道路本線の通常の交通容量といわれる2000~2200台/時/1車線に比べて小さくなっている。従って、ここでは、交通容量を4200台/時/2車線(70台/分/2車線)とし、 $X=0$ のときの速度を100km/時(666.7m/分)と仮定して、4式の係数を修正してみると、(5)式のようななる。

$$V = 666.7 \text{ EXP}(-8.76X) \quad (5)$$

以下の計算では、この式を用いることにした。この式を図に示すと、図-1に示す通りである。

3. 状態方程式

まず、道路区間を図-2のように24の区間に分割し、15秒単位で時間軸を離散化し、計180分間について、計算を行った。

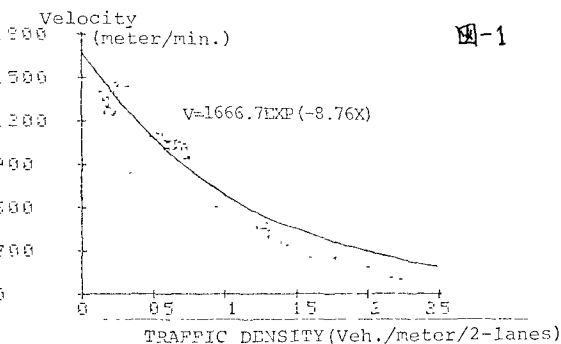


図-1

	X_{jam}	X_{cr}	$Q(X_{cr})$	Correlation Coefficient
1 SIMPLE LINEAR	.2002	.1001	73.29	.953
2 POLYNOMIAL(Degree 2)	.2486	.0921	65.79	.965
3 POLYNOMIAL(Degree 3)	—	.0869	68.15	.968
4 EXPONENTIAL	—	.0818	57.39	.931

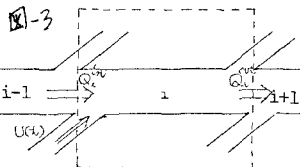
1 ; $V=1464.64274-7317.67014X$
 2 ; $V=1601.96227-11503.01599X+20365.07370X**2$
 3 ; $V=1490.01580-5488.53640X-46222.01124X**2$
 $+198490.08389X**3$
 4 ; $V=1908.372EXP(-12.232X)$

X_{jam} ; Veh./meter/2-lanes
 X_{cr} ; Veh./meter/2-lanes
 $Q(X_{cr})$; Veh./Min.

従来の研究では、図3に示すような、それぞれ1つのオンランプとオフランプを両端に持つ標準的区間に注目し、流入部分の操作だけで、

$$l_i \frac{dX_i(t)}{dt} = U(t) + Q_i^{\text{in}}(t) - Q_i^{\text{out}}(t) \quad (6)$$

但し、 $X_i(t)$: 時刻 t における区間 i の交通密度
 i : 区間番号、 $U(t)$: 時刻 t におけるオンランプの流入交通量
 l_i : 区間長



としていたが、今回は、下流区間の密度により流出部分に

も操作を加えることにより、上流側と下流側の交通状態の横によって上流・下流各区間の流出量が決まるようにした。

オフランプへの推移確率は、本文では、実験データの値から、図2に示したような値を用い、3時間中一定とした。

<流出係数>: $C(X_{i+1})$

下流区間の交通密度が臨界密度 X_{cr} を越えれば、流出量を抑えるような係数を流出係数として、

$$C_i(t) = \sqrt{1.0 - \left(\frac{X_{i+1}(t) - X_{cr}}{X_{jam} - X_{cr}} \right)^\alpha} \quad (\alpha: \text{経験的定数})$$

を与えれば、これによって Q_i^{in} , Q_i^{out} は、

$$Q_i^{\text{in}} = \begin{cases} P_{i-1,i} \cdot g_{i-1} & (0 \leq X_i \leq X_{cr}) \\ C_{i-1} \cdot P_{i-1,i} \cdot g_{i-1} & (X_{cr} < X_i < X_{jam}) \\ g_i & (0 \leq X_{i+1} \leq X_{cr}) \\ C_i \cdot P_{i,i+1} \cdot g_i + (1 - P_{i,i+1}) \cdot g_i & (X_{cr} < X_{i+1} < X_{jam}) \end{cases}$$

となる。ここに、 g_{i-1} , g_i はそれぞれ区間 $i-1$, i の交通量で、 $P_{i-1,i}$, $P_{i,i+1}$ は区間 $i-1$ と i , 区間 i と $i+1$ との間の推移確率であり、

$$g_i = X_i \cdot V(X_i)$$

で、 $V(X_i)$ として、先に示した式(5)を用いた。

尚、以下の計算では $\alpha=1$ とした。

4. 計算結果とデータとの比較

今回の計算値をプロットさせ、データと比較させた図は次のようである。

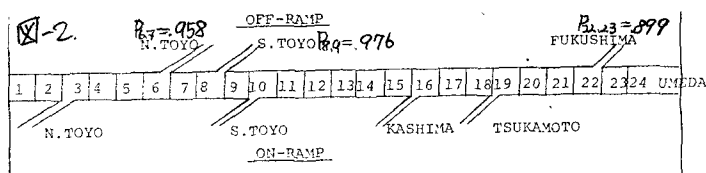
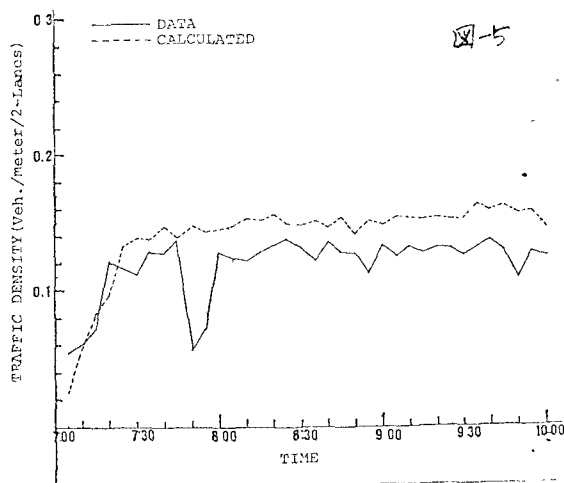
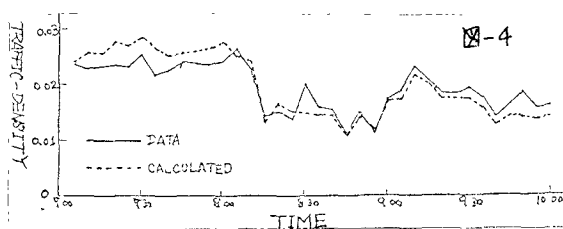


図4は対象路線の最上流区間であり、宇津線の入口となる所である。この区間では、ピーク時間帯を通じて渋滞を起こさないため、かなり良く適合している。

図5は対象路線の中央部にあるオフ区間である。この区間では、7:15分頃から渋滞が始まっているが、計算値においても、この傾向をかなりうまくあらわしている。 α の与え方によって、適合度をあげることができるかもしれない。



1) 参考文献

佐藤 佳朗; "都市高速道路の流入率制御理論に
 関する基礎的研究: 飯塚集博 他院 修士論文
 1981. 2