

立命館大学理工学部 学生員 ○溝手良市
立命館大学理工学部 正 員 巻上安爾

1. はじめに

本研究は、高速道路の本線合流部の交通現象をシミュレートするモデルを作成したものである。モデルの対象となる合流部の道路構造は、図-1に示すとおりで上流3車線と2車線が合流して4車線となるものである。なお、このモデルを作成するにあたって阪神高速道路守口線合流部と空港線合流部で交通実態調査を2回行ったが、道路構造上守口線合流部のデータを主に基礎資料として用いることにした。今回は、対象とした道路を4区間に分けてシミュレートした。

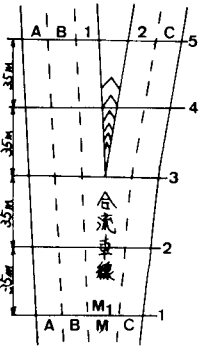


図-1 道路構造

2. モデルの基本構造

本モデルは、定常モデルと渋滞モデルから成っており、流入交通量を入力すると各断面各車線の交通量、交通密度および速度を算出するものである。また、流入交通量の変化にともなう渋滞の発生・拡大・解消およびそれに要する時間の算出も可能である。

(1)定常モデル； 与えられた流入交通量に対して上流から交通量の配分を行なっていく。その際考えられる車線変更台数は、マルコフ性を仮定した遷移確率行列を用いて計算される。そして、定常モデルで配分された交通量が、道路構造上交通の隘路となるM地点で交通容量を越えた場合に渋滞モデルへ移る。

(2)渋滞モデル； このモデルは、速度・密度特性に線形を仮定した圧縮流体連続式を基本としている。ここで交通容量を越えた区間に対しその下流側(M地点)を交通容量にあきかえ、渋滞時の遷移確率行列と車線変更関数を用いて下流から上流へ交通量計算を進めていく。この計算は、交通量が上記で求められた配分交通量を越えない断面まで行なわれる。なお、詳しい計算方法は参考文献2)を参照されたい。

式-1は、渋滞時の遷移確率行列で渋滞車線(M)とそれに隣接する車線(BおよびC) との間の車線変更を無視したものである。

$$P'(i) = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & M & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ M \\ C \end{matrix} & \begin{bmatrix} A^p_A(i) & A^p_B(i) & 0 & 0 \\ B^p_A(i) & 1-B^p_A(i) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{--- (式-1)}$$

ここで、 $P'(i)$ ；渋滞区間*i*の遷移確率行列 $x_p(i)$ ；車線*X*から車線*Y*へ移行する車線変更率

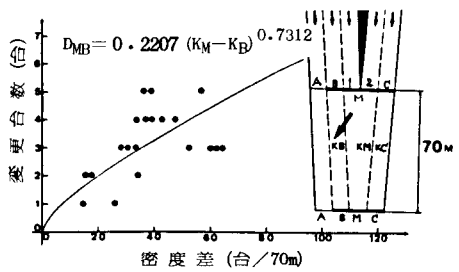


図-2 車線変更関数

また、式-2は車線変更関数で、渋滞車線からそれに隣接する車線へ移行する車の台数を両車線の密度差によって与えるもので図-2のグラフより求めた。図-2は、70m区間を30秒単位で測定した密度が70台/kmを超えている場合の車線MとBの密度差と車線変更する台数との関係を示している。なお、車線MからCへ移行する台数は、車線MからBへ移行する台数の約1/7.5であり、また車線MとBおよび車線MとCの密度差にはほとんど差がないということも観察されている。

$$\left. \begin{matrix} D_{MB} = 0.3783 (K_M - K_B)^{0.7312} \\ D_{MC} = 0.0504 (K_M - K_C)^{0.7312} \end{matrix} \right\} \quad \text{--- (式-2)}$$

行する台数(台/時/m) K_M, K_B, K_C ；車線M, B, Cの交通密度(台/km)

3. シミュレーション結果

表-1に示す入力データをモデルに入力することによって得られた結果を以下に示す。なお、データは調査によって得られたものを使用した。

図-3は、時間経過にともなう区間別の交通密度変化に関して、実測値とシミュレーション値を示し、形状的に比較できるように図に示す範囲で分類したものである。時間経過にともなう密度変化には、両者ともほぼ同じ傾向が見られる。

また、各区間毎の3分間平均密度に関して、シミュレーション値と理論値とし各実測値との適合検定(χ^2 検定)を行なった。表-2にはその結果を示す。これによると、8:07~8:23のシミュレーション全時間帯にわたっては、その適合性を認めることはできなかったが、8:21~8:23の時間帯を除いた8:07~8:20に関しては有意水準5%で適合性が認められた。このことから、本モデルでは渋滞の解消の確実な追跡がまだ不十分であると思われる。

本モデルを使って、守口線上流の合流部に最も近いオンランプの流入交通量をそれぞれ制御した場合の制御効果について検討してみた。その結果、8:18~8:20で発生する渋滞の長さは、制御しない場合52.7m、 $\frac{1}{2}$ 制御した場合45.6m、 $\frac{1}{4}$ 制御した場合15.3mと徐々に短くなっている。また、8:12~8:14に発生する渋滞の場合も同様なことはいえる。

次に、渋滞が発生しない場合の流入可能な最大交通量を推定してみると8040台/時であった。

4. おわりに

以上の結果から、今回のシミュレーションでは渋滞の発生・拡大現象の追跡はなされたが、解消現象に不十分な点が残されているためその演算方法に改良を加えていく必要があると思われる。また、今後再度調査を行なってデータ数をふやし、車線変更関数および遷移確率行列の推定をより確かなものにしていく必要がある。

そして、研究をさらに発展させ合流部の安全性を評価していく上で必要となるデータの収集もしていかなければならない。

最後に、資料を提供していただいた阪神および日本道路公団に対し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 第34回工学会年次講演概要集IV-60
- 2) 第35回土木学会年次講演概要集IV-142

表-1 入力データ項目

1	自由走行速度 (F10.0)
2	最大交通密度 (F10.0)
3	車線交通容量 (F10.0)
4	合流部上流端の車線分布率 (F10.0)
5	遷移確率行列 (F10.0)
6	シミュレーション実施断面 (I5)
7	断面測点間延長 (F10.0)
8	シミュレーション時間帯の幅 (F10.0)
9	流入交通量 (F10.0)

() 内は入力様式を示す

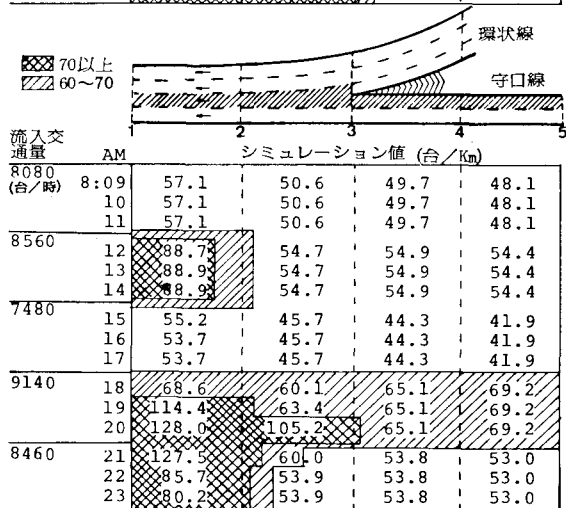
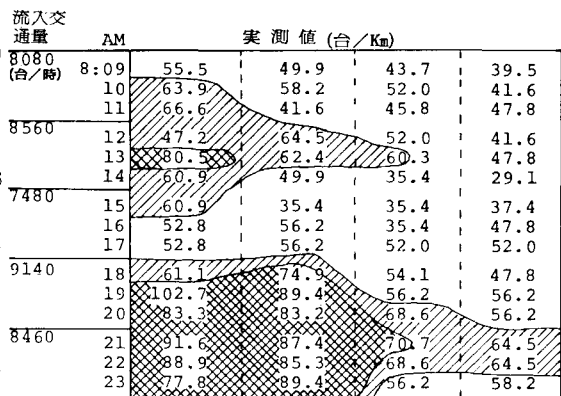


図-3 交通密度のコンター図

表-2 交通密度の適合検定

区間	時間	実測値 f_i	理論値 F_i	$(f_i - F_i)^2 / F_i$	区間	時間	実測値 f_i	理論値 F_i	$(f_i - F_i)^2 / F_i$
1)	1-2	62.0	57.1	0.420	17)	1-2	86.1	77.8	1.400
2)	2-3	49.9	50.6	0.001	18)	2-3	87.4	55.9	17.750
3)	3-4	47.2	49.7	0.126	19)	3-4	65.2	53.8	2.416
4)	4-5	43.0	48.1	0.541	20)	4-5	62.4	53.0	1.667
5)	1-2	62.8	88.8	0.293	1)~20) に関して $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i} = 39.365$ $\chi^2_{0.05} = 30.144$ (自由度19) $\therefore$ ほとんど適合していない。				
6)	2-3	58.9	54.7	0.322					
7)	3-4	49.2	54.9	0.104	1)~16) に関して $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i} = 16.132$ $\chi^2_{0.05} = 24.996$ (自由度15) $\therefore$ 有意水準5%をもって適合している。				
8)	4-5	39.5	54.4	4.081					
9)	1-2	55.5	54.2	0.031					
10)	2-3	49.3	45.7	0.638					
11)	3-4	40.9	44.3	0.261					
12)	4-5	45.7	41.9	0.345					
13)	1-2	82.4	103.7	4.375					
14)	2-3	82.5	76.2	0.521					
15)	3-4	59.6	65.1	0.465					
16)	4-5	53.4	69.2	3.608					