

マルコフ連鎖を用いた合流部の車線交通量の配分モデルについて

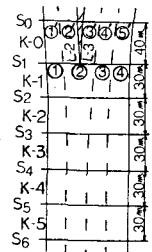
立命館大学理工学部 学生員 ○溝子良市
立命館大学理工学部 学生員 外山正人
立命館大学理工学部 正 員 巻上安爾

1. はじめに

本研究は、阪神高速道路の守口線および空港線合流部で行なわれた交通実態調査の結果をもとに、合流部での車線変更にマルコフ性を仮定して、車線交通量の配分を行ない、その車線交通量とK-V特性から、合流部での車線別速度をシミュレートするモデルを作成したものである。

解析は、調査時に行なわれた規制条件ごとに行う。規制の条件としては、無規制、車線閉鎖規制に大別され車線閉鎖の位置は表-1に示すとおりである。

合流部は、図-1に示すとおり2車線と3車線の高速道路が合流して4車線となる構造で、解析はこの合流部で40m, 30m 区間に分けて行なった。



2. 演算理論

(1) 車線交通量の計算 実測された合流部上流端(S₀)における車線分布率を初期値として与え、これに流入交通量を乗じてS₀での車線交通量Q(0)=(q₀₀, q₀₁, q₀₂, q₀₃)を求める。また、マルコフ性を仮定した車線変更率を推移確率行列P(n)で与え、(式-1)により各断面(S_n)の車線交通量Q(n)=(q_{n0}, q_{n1}, q_{n2}, q_{n3})を逐次求める。なお、交通容量は、合流車線(S₁の②)では4800台/時とし下流に行くにしたがって減低することにする。合流車線以外では、2400台/時とする。

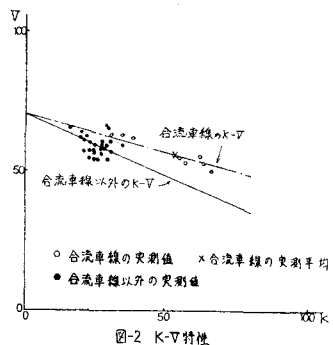
$$(式-1) \quad Q(n) = Q(0) \cdot P(0) \cdot P(1) \cdots P(n) \quad \text{ここで、} P(0) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{bmatrix}, \quad P(n) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{bmatrix} \\ (n=1, 2, \dots)$$

(2) K-V特性 図-2に示すように、K-V特性を合流車線②とそれ以外に分けて考える。合流車線以外は、実測された5分間の密度および平均速度から、飽和密度を160台/kmとして最小2乗法により求める。また、合流車線については、実測値の平均と合流車線以外のフリースピードを結んだものとする。

(3) 速度の計算 計算された各断面の車線交通量とK-V特性により、Q=KVから(式-2)を誘導し速度を求める。

$$(式-2) \quad V = (b + \sqrt{b^2 + 4aQ}) / 2$$

K: 密度, Q: 交通量, V: 速度, a, b: 定数



3. 計算結果

守口線の無規制およびL-3閉鎖規制について、表-2に車線交通量と速度の計算結果および

Ryoichi Mizote, Masakito Toyama, Yasuji Makigami

び速度の実測値を示しておく。

4. 推移確率の推定

OD表から求められる10m当たりの織込み交通量と、実測から得られた推移確率を比較することにより、次の結果を得た。(ア)10m当たりの織込み交通量と推移確率の対角要素(以後、残存率という)の関係(図-3) (イ)OD比と合流車線の変更率比の関係(図-4) ここで、OD比(%)とは、全織込み交通量に対する少ない方の織込み交通量の比率、変更率比(%)とは、ある車線においてOD比と方向を同一とする車線変更率を全車線変更率で割ったものである。

以上の結果をもとに、10m当たりの織込み交通量に対する残存率から推移確率の推定を試みると次のとおりである。

外側車線：図-3より $R_2 = 1 - P_{11}$, $R_3 = 1 - P_{44}$

合流車線：図-4より $R_2 = (-1 - R_2)Y$, $R_3 = (-1 - R_3)(-Y)$ ただし、OD比の方向が第2車線から第1車線への車線変更に対応している場合で、逆の場合も同様にして求められる。

中央車線： $R_2 = (1 - R_3)\alpha Y$, $R_3 = (1 - R_3)(-\alpha Y)$ ただし、OD比の方向が第3車線から第2車線への車線変更に対応している場合で、逆の場合も同様にして求められる。また、 α は、合流車線の変更率比に対する中央車線の変更率比の比率で、実測結果から推定すると0.85である。

この推移確率 $P(M)$ が合流部下流側へどの程度適用できるものかを確かめるため、まず、守口線無規制の場合について、下流側最初のオフランプに近い点の車線交通量を $P(M)$ を用いて計算した。その結果とランプ流出交通量をあわせて図-5に示す。守口線から環状線への流入にともなう車線移行の影響が現われて環状線内側の車線へ車線交通量が片寄って分布している。推移確率の下流側への適用範囲を今後の実測により確かめる必要がある。

5. おわりに

守口線無規制およびL-3閉鎖規制では、速度の実測値と計算値がよく合っている。しかし、L-2閉鎖規制では、合流車線で8km/hぐらいの速度差がある。また、推移確率の推定においては、データ数の関係で車線閉鎖規制およびK-0,1区間の推定ができなかった。

したがって、K-V特性および推移確率の推定をより正確に行なうために、再度実測を行ないデータ数をふやす必要がある。

参考文献) 高速道路の本線合流部における交通実態調査について(第34回年次学術講演会)

車線	流入交通量				流出交通量				速度の実測値			
	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
51	89	168	714	827	189	302	1308	1315				
52	63.8	61.7	54.5	65.7	58.3	53.0	59.8	58.9				
53	79	1610	763	826	1468	2511	1380	1313	58.0	53.0	56.0	58.1
54	804	1487	871	846	1474	2725	1576	1530				
55	63.8	62.5	63.4	63.5	58.3	55.2	57.4	57.6				

(上段：交通量「台/時」 下段：速度「Km/h」)

表2 車線交通量と速度の計算結果および速度の実測値

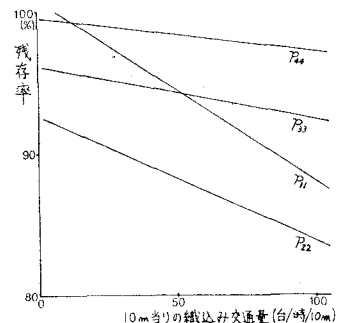


図-3 織込み交通量と残存率の関係

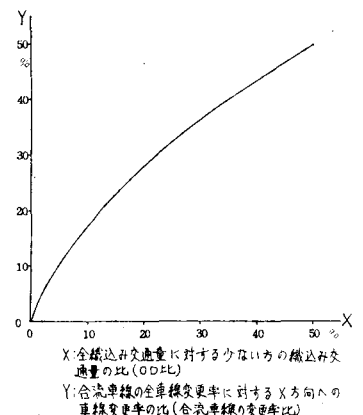


図-4 OD比と合流車線の変更率比の関係

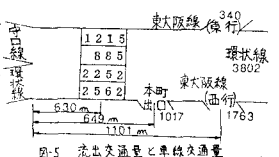


図-5 流出交通量と車線交通量