

九州大学 工学部 正会員 櫻木 武

九州大学 工学部 学生員 吉永 優

1. まえがき 一般道路の渋滞を解消し交通の円滑化をはかる目的からバイパスや高速道路等の建設が行われ、したがって、10D間に2つの経路が対応するケースは多い。本研究はこれら2つの経路とそれらと結ぶ連結道路の3者で構成される経路ネットシステムを対象として、各時刻で発生する需要交通をどのように配分制御すれば効果的かを検討することを主題として進めるものであるが、本報告はその第一報として理論概要を提示するとともに、それに基づく簡単な計算結果を考察するものである。

2. 理論概要 本研究を進めるに当たり次の仮定を設けた。(a)短時間间隔のO-Dデータが得られている。(b)トリップ間の経路は図-1の2経路とする。(以下、バイパスや高速道路等の代替道路を通る経路を経路1、一般道路を経路2と称す。) 2経路システムにおける配分交通量を制御するプログラムは、図-2のフローチャートに示す近似計算とするものであるがその中に含まれる演算内容は次のように定式化した。

(1)経路選択率 経路を選択する要因としては、諸々考えられるが高速道路等が有料となることもあり、走行時間を時間価値で重み付けし、有料々金を加え合せた走行費用を基準とした。

経路1では、立体交差があるいは車の直進状況をそれ程妨げる状況でないものとするれば経路1を選択した場合の走行時間 $T_{ij}^{(1)}$ は次のように近似計算される。

$$T_{ij}^{(1)} = \delta_{i0} + \delta_{j5} + \sum L_k(r(t)) S_k(r(t)) + U_i + W_i$$
 ことに $\delta_{i0}, (\delta_{j5})$; 発地側(着地側)連結道路の走行時間, $L_k(r(t)), S_k(r(t))$; 経路1上の区間($k, k+1$)の距離及び平均走行速度, U_i ; 経路1への流入点における待ち時間, W_i ; 発地における時間遅れ。一オ経路2を選択した場合の走行時間 $T_{ij}^{(2)}$ は次のように求えられる。
$$T_{ij}^{(2)} = \sum L_k(r(t)) / \bar{U}_k(r(t)) + \sum U_k + W_i$$
 ことに $L_k(r(t)), \bar{U}_k(r(t))$; 経路2上の区間($k, k+1$)の距離及び平均走行速度, $\sum U_k$; i から $j-1$ までの交差点における待ち時間の和, W_i ; 発地における時間遅れ。各経路の走行費用は次のように得られる。

$$K_{ij}^{(1)} = K_{i0} \delta_{i0} + K_{j5} \delta_{j5} + K_0 \sum L_k(r(t)) S_k(r(t)) + K_1 U_i + K_2 W_i + K_3$$

$$K_{ij}^{(2)} = K_4 \sum L_k(r(t)) / \bar{U}_k(r(t)) + K_5 \sum U_k + K_6 W_i$$
 ことに $K_{i0}, K_{j5}, K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$; 時間価値, K_3 ; 有料々金。経路選択は累積正規分布関数で表示しうるものとするれば、次式のように得られる。

$$P_{ij} \geq 0; P_{ij} = 10 - \exp\left(\frac{K_{ij} - \mu_{ij}}{\sigma_{ij}}\right), P_{ij} < 0; P_{ij} = 1.0$$
 ことに P_{ij} ; 経路1の選択率(したがって、経路2の選択率は $10 - P_{ij}$)、 $K_{ij} = K_{ij}^{(1)} / K_{ij}^{(2)} + \alpha_{ij}$

α_{ij} ; 経路1を通る可能性が非常に高い時は、負の値を、逆の場合は正の値を持つような一種の罰金項, μ_{ij}, σ_{ij} ; 定数。

(2)最適単位時間流入交通量 2つの経路に交通量を配分するに際して、(a)経路1の機能を最大限に發揮せしめるような制御方法、(b)2経路システム全体の待ちを最小にする制御方法、(c)システム全体の交通量×交通時間を最小にする制御方法、(d)経路2の交通量を円滑化しようとする制御方法。等が考えられ、それぞれに対して検討を進めるものであるがまずは、(a)の方法に基づき、経路1への各流入点からの流入交通量の和が最大になるように制御するようにした。すなわち、目的関数を、

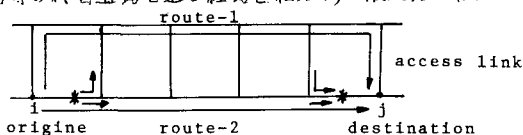


図-1

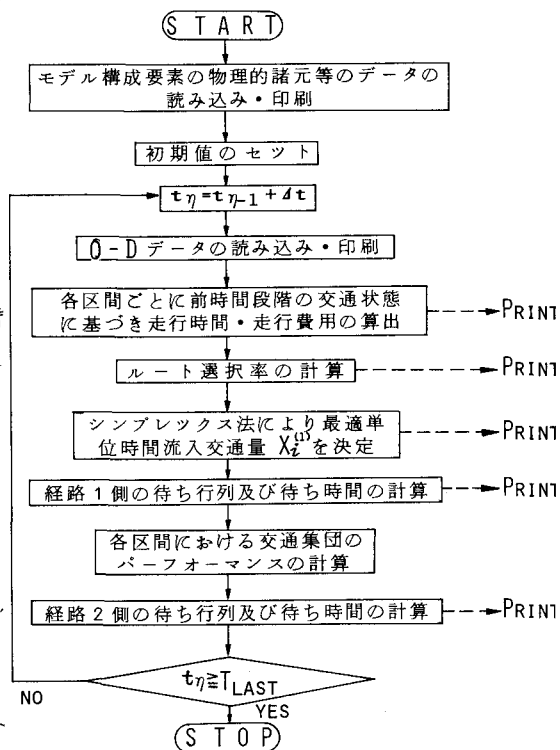


図-2 演算のフローチャート

$\Sigma = \Sigma X_{ij}^{(n)}$ (ここに $X_{ij}^{(n)}$: 経路1への流入点における流入交通量)とし、制約条件として(1)経路上の交通集団の交通量は、その集団の通る道路のサービス交通量以下、(2)連結道路上の待ち行列の長さは許容待ち行列以下、(3)流入交通量はトリップの需要交通量以下、(4)流入交通量は流入点における単位時間流入交通量の許容最大値以下。といった不項を考慮した。

(3)交通パフォーマンス 各経路上に展開するそれぞれの交通集団は次のような情報を有するものとする。 X_{bc} , (X_{ei}): 集団上流(下流)端座標値, V_i : 交通量, D_i : 交通密度, S_i : 交通速度, $\%_j$: 集団の目的地別構成比率。これらの諸情報を持つ集団は、時間的に連続的に変化するのではなく、各時間区切毎に段階的に変化するものとする。

(4)交通集団の追従モデル 一般に交通速度は交通量あるいは交通密度により変化するから、各時刻に発生しシステム内に流入する交通はその前後の時刻のそれらと異なる交通速度で集団を逐次形成する。その際交通速度の差から、後方集団が、前方集団に追いつき、それぞれの集団の持つ交通パフォーマンスは変化する。本研究ではこの変化に関して、後方集団は決して前方集団へくいつくことなく前方集団と同一の速度および密度を有する集団に変化し、前方集団に吸収されるものとした。なおこの場合、目的地別構成比率については、前後の集団によって異なるので修正された前方集団の目的地別構成比率は両集団のそれを案分比によって求め、残りの後方集団の目的地別構成比率は変化しないという考え方にに基づき追従モデルを作成した。

3. 計算例

バイパスのように連結道路がなく直接代替道路が一般道路より分岐するモデルを考え、モデル制御を行うとき、経路選択率や待ちにいかなる変化が生ずるかを検討すれば以下の通りである。なお計算にあたり経路1の交通量-密度曲線は国道3号線の観測により得られたものを、待ち (veh/分)

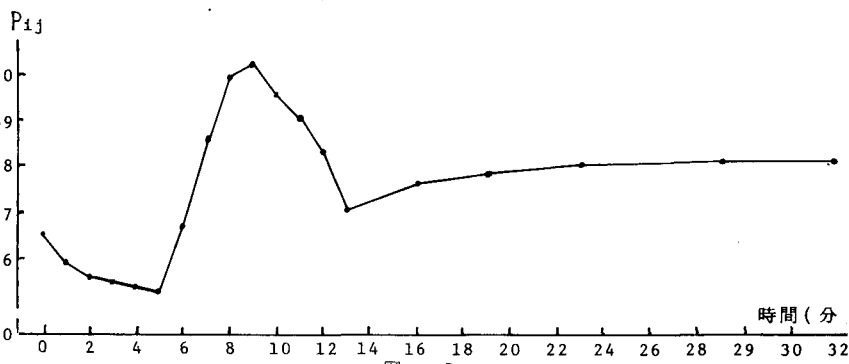


図 - 3
待ち (veh/分)

経路2のそれは国道3号線に平行に走る県道のものを使用した。また、累積正規分布関数曲線で与えられる経路選択率は、走行時間が等しい場合交通量を等分するものとした。図-3は経路1のサービス交通量と経路2のサービス交通量の和で与えられる交通量に一度に発生したときの経路選択率の時間的変化を示したものである。(なお区間長を3000mとする。) また図-4はこの場合の待ちの時間的変化を示したものである。図-3より待ちが経路2側に発生しているにもかかわらず、5分までは減少し、5分を境に急増し、10分後は振動しながら経路1のサービス交通量に相等する流量を経路1に与える経路選択率へと収束することが理解できる。(なお本例では、時間5分は経路1の全長が車で満たされる時間であり、10分は、経路2の全長が車で満たされる時間である。) このような変化は $T_{ij}^{(n)}$ および $T_{ij}^{(n)}$ の式に理由を求めることが可能である。つまり、5分までの減衰は経路1の方が集団の交通速度が大きいため、予測交通時間に関して、空間自由速度で計算される区間が急激に減り、したがって空間自由速度より相当遅い集団の交通速度で計算する区間が急激に増えるため $T_{ij}^{(n)}$ の増加率が $T_{ij}^{(n)}$ の増加率より小さくなり、 V_{ij} の値が大きくなるからである。5分後は、この逆となる。また10分後は、10分までに生じた待ちに偏りがあるため、これを是正しようとして振動すると考えられる。次に図-4を見ると経路1に待ちが発生した後は、経路1の待ちと経路2の待ちの和が一定となり増加しないことを知る

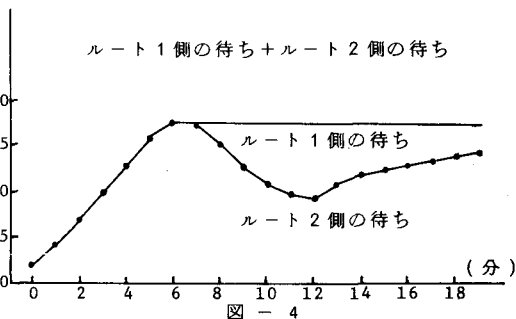


図 - 4

ことができる。このような変化は $T_{ij}^{(n)}$ および $T_{ij}^{(n)}$ の式に理由を求めることが可能である。つまり、5分までの減衰は経路1の方が集団の交通速度が大きいため、予測交通時間に関して、空間自由速度で計算される区間が急激に減り、したがって空間自由速度より相当遅い集団の交通速度で計算する区間が急激に増えるため $T_{ij}^{(n)}$ の増加率が $T_{ij}^{(n)}$ の増加率より小さくなり、 V_{ij} の値が大きくなるからである。5分後は、この逆となる。また10分後は、10分までに生じた待ちに偏りがあるため、これを是正しようとして振動すると考えられる。次に図-4を見ると経路1に待ちが発生した後は、経路1の待ちと経路2の待ちの和が一定となり増加しないことを知る