Ⅳ－154

街路網における交通容量解析方法に関する一考察

北海道大学工学部　正員　山村悦夫

1．はじめに

街路網の交通容量を制限する諸道路条件がある。その中での主要因は街路が集まる交差点が短区間に多く存在することである。したがって街路の容量は主に交差点の制御作用によって定まるのであり，街路網の交通容量の解析にあたっては交差点の作用に注目して把握しなければならない。

この研究において，街路網をNetworkにモデル化をなし，L．P，D．P，Network理論を基礎として，各交差点が街路網の交通容量にいかなる作用をおこなっているかを定量的に把握することによって，2端点交通流の理論解法より，4端点交通流として街路網の交通容量を大局的に解析する近似解法を考察する。

2、解析方法

ここでは，街路網をNetworkにモデル化をなし，4端点交通流として街路網の交通容量を解析する。はじめに，その基礎として2端点交通流の問題を考察する。そこで，出発点N_sから目的点N_tへのすべての経路を選定し，各経路を$P_k(N_s, N_t)$とすると，$(N_i, N_j) \in A$ または，$(N_j, N_i) \in A$ で，$P_k(N_s, N_t)$：N_s，(N_s, N_t)，N_i，(N_i, N_j) $\cdots\cdots$ N_g，(N_g, N_t)，N_t。と表わされる。但し，N_iは街路網系に含まれる交差点。Aは街路網系に含まれる区間の集合である。$P(N_s, N_t)=\{P_k(N_s, N_t) \mid k=1, 2, \cdots n\}$は$N_s$から$N_t$への街路網系に含まれるすべての経路の集合である。

次に列vector Pを次のように定義する。

$$P=\begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_t \end{bmatrix} \qquad n_i=\begin{cases} 1 & N_i\text{を経由する場合} \\ 0 & N_i\text{を経由しない場合} \end{cases}$$

$C(N_i, N_{i+1})$は区間(N_i, N_{i+1})の交通容量とする。

$P_k(N_s, N_t)$経路の各区間の交通容量を$C_k(N_i, N_{i+1})$とすると，その経路の交通量をL_{P_k}とすると，$L_{P_k}=\underset{i}{Min}\, C_k(N_i, N_{i+1})$ が成り立つ。

次に街路網での最適交通容量をあたえる経路を選定する方法として，新しく basis vector B を各段階ごとに定める。

(1) 各経路$P_i(N_s, N_t)$ごとに列vector Pを定め，さらに各経路の最適交通量をL_{P_i}を求める。 (2) (1)の各経路に対応する交差点に容量制限vector ∇を記入して，容量制限Network M_iを作成する。

但し，$\nabla=B^{-1}\cdot\alpha$　$\alpha=[L_{P_i} \mid i=1, \cdots m]$　したがって $\nabla=[\nabla(N_i) \mid i=1, \cdots t]$

次に，容量制限Network M_iで最適経路を選定し，その制限容量をS_{P_i}として次式より求める

$S_{P_i}=\sum_i^{r}\nabla(N_i)$　$(1 \leq r \leq t)$　そこで最短経路選定方法により，第1経路S_{P_1}を次式より求める。$S_{P_1}=\underset{P_i \in P}{Min}\{S_{P_i}\}$　複数の場合は並記する。次経路S_{P_2}は　$S_{P_2}=\underset{P_i \in P-P_1}{Min}\{S_{P_i}\}$ より求まる。一般に　$S_{P_n}=\underset{P_i \in P-\bigcup_{i=1}^{n-1} P_i}{Min}\{S_{P_i}\}$　となる。

そこでもとのNetworkで各経路に対応する経路の交通容量L_{P_i}を求める。各L_{P_i}をこえな

い容量の街路区間を容量制限Network から取り出してそのNetwork を M_{i+1} とする。

i が増加するのにしたがって M_{i+1} の Network が connect しなくなるまで (1)，(2) の方法をくり返しおこなう。

(3) (2)段階の各経路において $S_{P_i} - L_{P_i}$ が負となる経路が存在すれば，その経路は配分可能であるので，この経路の列vector P を新しい元として basis vector B に加えて新しい basis vector を解析する。

(1) から (3)までをくりかえし解析してすべての経路において $S_{P_i} - L_{P_i}$ が負でなくなれば，basis vector Bに含まれる列vector P の各経路が街路網における最適経路になるのである。

この解析方法で最適経路を選定し，次に各経路の各交差点の制御作用を考慮にして街路網の交通容量を考察する。 $Q_k(N_i)$ は信号交差点 N_i の $P_k(N_s, N_t)$ 経路方向のcycle 中の青時間の割合とする。

一般に $P_k(N_s, N_t)$ の各経路の最適交通量は，$L_{P_k} = Min\{C(N_s, N_i)\cdot Q(N_i), \cdots\cdots, C(N_l, N_t)\}$ である。

そこで向上で解析した最適経路をもととして，N_s から N_t と，N_s' から N_t' への4端点交通流を解析する。2端点交通流解析により選定された経路の各交通量を L_{P_k} とする。次に最適交通量をあたえる第1経路を $L_1 = \underset{k}{Max}\{L_{P_k}\}$ より求める。この経路上の交差点において，$Min\{C(N_i, N_j)\cdot Q(N_j), C(N_j, N_k)\cdot Q(N_k), \cdots\cdots C(N_p, N_t)\} = C(N_i, N_j)\cdot Q(N_j)$ となれば，この交差点 N_j において，その経路方向に関して交差点作用が飽和したことになる。次の段階では，その経路方向の交差点を除いた経路の集合で考察する。第2経路は $L_2 = \underset{P_i\in P-P_1}{Max}\{L_{P_i}\}$ より求める。そこで上の条件を満していれば，その経路方向の交差点の作用が飽和したことになる。それによって，その経路方向の交差点の作用を除いた残りの経路で考察するのである。さらに，この過程で共合する区間 (N_i, N_j) が存在する時には，$(N_i, N_j)\in P_x(N_s, N_t)\cap P_y(N_s, N_t)$ で，$C(N_s, N_i)\cdot Q_y(N_i) > L_x$ か，$C(N_s, N_i)\cdot Q_x(N_i) > L_y$ のとき，最適交通量は $L_p = Min\{C(N_s, N_i)\cdot Q_y(N_i) - L_x, C(N_i, N_j) - L_x, \cdots\cdots C(N_n, N_t)\}$ か，$L_p = Min\{C(N_s, N_i)\cdot Q_x(N_i) - L_x, C(N_i, N_j) - L_x, \cdots\cdots C(N_n, N_t)\}$ となるのである。

この過程をくり返して各段階ごとに交差点の作用を検討する。最終段階において，Network が connect しなくなり，Network が形成されなくなる。この時に選定した経路の交通量が街路網の最適交通量をあたえる。それらの各経路を $\{P_{k_i} | i=1, \cdots t\}$ とすると，各区間 (N_i, N_j) の交通量は $(N_i, N_j)\in P'_{k_1}(N_s, N_t)\cap P'_{k_2}(N_s, N_t) \cdots\cdots \cap P'_{k_t}(N_s, N_t)\cap P'_{k_1}(N_s', N_t')\cap P'_{k_2}(N_s', N_t') \cdots\cdots \cap P'_{k_t}(N_s', N_t')$ となる $\{P_{k_i} | i=1,\cdots t\}$ の集合の部分集合 $\{P'_{k_i}\}$ の各経路の最適交通量を $\{L_{P'_{k_i}}\}$ とすると，(N_i, N_j) の交通量は，$\sum_i L_{P'_{k_i}}$ として解析される。

ここで考察する交差点作用は1個の情報に対して1個の制御変数が対応する簡単なモデルであるが，この新しく開発された方法でこの factor をおりこむ街路網の容量解析の近似解を求めることができるのである。

主要文献

"L. R. Ford and D. R. Fulkerson : Flows in Network, Princeton U. P. 1962"
"G. B. Dantzig : Linear Programming and Extensions, Princeton U. P. 1962"