

佐賀大学理工学部 学生員 〇江上博文
佐賀大学理工学部 正員 高田 弘

1 まえがき

いままでは、道路網容量についてはほとんどが、アーク容量で制約されるものとして算定されてきた。しかし、都市内道路網においては、アーク容量よりもむしろノード容量（交差点容量）で制約されていると考えられる。そこで、本研究では、一定のODパターンをもつ交通に対して、ノード容量で制約される場合、またその容量が右折交通量、方向別交通量によって制約をうける場合のそれぞれについて、道路網容量を考察してみた。

2 ノード容量（両方向合計）に制約された場合

ノード容量で制約される場合、西村昂氏によって提案された計算アルゴリズムと同様な考えを用いることにした。この時、ODパターンはアークで発生集中し、アーク容量をノード容量におき換えることにした。そこで固定したODパターン（ $\alpha_k = 1$ ）を持つ交通に対して、道路網の最大フローをフローシミュレーションによって、近似計算するアルゴリズムを次に示す。この時、道路網の各ノード容量を C_k とする。

- (1) ODパターンを最短ルート配分によって、各ルートに配分する。ルート i の配分フローを f_i とする。
- (2) ノード k に流入する各配分フローの合計を f_k とする。
- (3) 各ノードについて ノード容量 C_k と配分フロー f_k より、 C_k/f_k をそれぞれ計算し、その中の最小値を α_k とする。この α_k が段階に流れるその道路網の最大フローとなる。
- (4) ルート i のフローは、 $\alpha_k f_i$ となり、ノード k の流入フローは $\alpha_k f_k$ となる。ノード容量は、流入フロー $\alpha_k f_k$ に相当する量だけ減少することになり、残余容量 C_k' は、 $C_k' = C_k - \alpha_k f_k$ となる。この C_k' が0となるノードを道路ネットワークから取り除く。
- (5) 道路ネットワークが最小カットを生じていなければ、ゆへもどき C_k を改めて C_k として計算を繰り返す。最小カットが生じていれば、計算は終了し、道路網の最大フロー F は、各段階の最大フロー α_k の和で表わされる。

3、右折交通量の影響を考慮した場合

交差点の交通容量は、交差点の形態、大型車混入率、右左折率、歩行者の防壁などによって異なるので、これらの値が一定の規準を越えすと、容量は減少する。そこで、特に右折交通量が、ノード容量に影響を与えるものとし、次に示す仮定にしたがって、容量が変化すると考える。すなわち、図-1で示すように、右折率50%以下では、右折率の一次関数として、初期容量の70%まで減少するとした。

以上の仮定を用いて、前節2.の(1)と(2)に、以下の計算を付け加えて最大フローを求める。

- (1)、アーク i の右折配分フロー f_{ik} を計算する。
- (2)、ノード k の流入配分フロー f_k と、流入右折配分フロー f_{ik} を計算し、各段階において累加しそれぞれ、 Q_k 、 Q_{ik} とする。右折率 $R_k = Q_{ik}/Q_k$ を計算し、 C_k が初期容量の70%以下であれば(1)へ行き、70%以上であれば、 $0 \leq R_k \leq 50\%$ のとき、 $C_k' = C_k(1 - \alpha R_k)$ 、 $50\% < R_k \leq 100\%$ のとき $C_k' = 0.7C_k$ を計算する。この C_k' を改めて C_k として(3)へ行く。

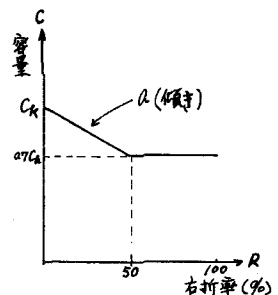


図-1 右折率とノード容量

4、方向別容量に制約された場合

一方向交通量が他方向交通量より過大な値を示す時、この合計によってノード容量と比較することには、問題

があると考えられる。そこで、方向別容量を考慮して道路網容量の算定を検討してみた。信号の緑時間比の限度を G とすれば、両方向合計交通量がノード容量以下であっても、一方向交通量は、 $G \cdot C_k$ 以上流し得ない。ゆえに方向別容量は、このノード容量に制約され、この時のアルゴリズムを次に示す。

- (1) 道路網全体の累加フロー T 、ルート i の累加フロー F_i を 0 とする。
- (2) 単位フローを累加 ($T = T + 1$) する。OD パターン h_j ($\sum h_j = 1$) を最短ルート配分によって、各ルートに配分し f_i とする。配分フローを累加 ($F_i = F_i + f_i$) とする。

- (3) ノード k の流入配分フロー f_k 、方向別配分フロー f_{kx} 、 g_{kx} を求め、 $\max\{f_{kx}, g_{kx}\} = g_{kx}$ とする。各ノードに対して $h_k = C_k / g_k$ 、 $h'_k = G C_k / g_k$ を計算し、 $\min\{h_k, h'_k\} = \alpha$ とする。

- (4) α を 0 に近い値として、 $1 - \epsilon < \alpha < 1 + \epsilon$ を満たす α を h_k とする。 h_k が存在すれば α を 1 へ行く、 h_k が存在しなければ、(2) へもどり計算を繰り返す。

- (5) 残余容量 C'_k は、 $C'_k = C_k - \alpha h_k g_k$ となり、方向別容量で制約されたノードに関しては、 $C'_k = G C_k - \alpha h_k g_k$ となる。この C'_k が 0 となるノードをネットワークから取り除く。この時、ネットワークに流れる最大フロー T_h は、 $T_h = T \cdot \alpha$ となる。ネットワークがカットされていなければ、 C'_k を改めて C_k として (4) へもどる。カットされていれば、計算は終了し、最大フロー T は、 $T = \sum T_h$ となる。

5. 計算例

以上の3つの制約をうけた場合について、表-1の固定したODパターンとアーク距離、表-2のノード容量を持つ、図-2の道路ネットワークに関して、計算し比較検討してみた。図-2のエッジノードに関しては、他地域からの通過交通量を考慮するために、アークを付け加えた。またOD交通量は、アークの中央で発生集中することにした。その結果を以下に示した。これより、ノード⑩においては、両方向合計交通量が容量に等しくなる前に、方向別容量で制約され、ノード⑤においては、右折率による影響が大きいことがわかる。このように、制約順序と制約ノードによって、道路ネットワークの交通流の状況が、容易に判断できる。

- ① 両方向ノード容量による制約 制約順序と制約ノード ③→④→② 最大フロー 43.3
- ② 右折交通量による制約 制約順序と制約ノード ③→⑦→⑤ 最大フロー 32.1
- ③ 方向別容量による制約 ($G=2/3$) 制約順序と制約ノード ⑥→③→② 最大フロー 32.4

6. あとがき

上述のように、各ノード容量に、制約を加えることによって、道路網容量を近似的に算定することができるとは。したがって、実際の交通流においては、この道路網容量を越えないうように交通制御する必要がある。しかし、この制御を行ってもまだ容量を越えよう場合には、大量輸送機関に依存するほかない。また、ノード容量には多くの制約要素があるので、さらにこれを考慮して、道路網容量の研究を進めて行きたい。

参考文献

1. 西村 昂 「ルート配分法による最大フロー問題へのアプローチ」 土木学会論文集 No.242, 1975
2. 飯田泰敬 「道路網の最大容量の評価法」 土木学会論文報告集 No.205, 1972

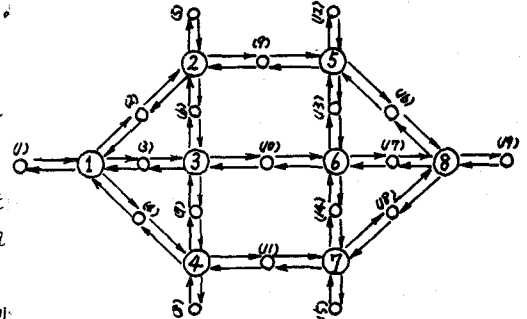


図-2 道路ネットワーク

表-1 ODパターンとアーク距離

O	D	配分フロー	アーク距離
1	19	0.02	1 100
2	17	0.08	2 8
3	16	0.10	3 5
4	13	0.06	4 7
5	8	0.04	5 100
6	14	0.05	6 5
7	13	0.14	7 6
8	5	0.05	8 100
12	15	0.06	9 8
13	3	0.05	10 7
14	6	0.10	11 8
15	12	0.04	12 100
16	7	0.06	13 4
17	2	0.08	14 5
18	3	0.05	15 100
19	1	0.02	16 9
			17 7
			18 8
			19 100

表-2 ノード容量

ノード	1	2	3	4	5	6	7	8
容量	21	18	16	20	19	15	18	22