

IV-36

札幌都市圏道路網を対象とした道路網容量算定

室蘭工業大学	学生員	吉田 充
北海道開発コンサルタント	正 員	内藤 利幸
専修大学北海道短期大学	正 員	榎谷 有三
室蘭工業大学	正 員	田村 亨
室蘭工業大学	正 員	斎藤 和夫

1. まえがき

道路網容量は、各道路区間の容量が与えられたとき、OD構成比を保持しつつ処理可能な最大トリップ数と定義できる。これは容量を中心としたネットワーク計画における量的評価要因として、また既存道路網の交通処理能力を越えるような、自動車交通需要の増大に対する各種の計画を立てるうえでも、重要な要因である。

これまで著者らは、各OD交通の経路選択挙動を考慮できるとともに、一方通行を含む大規模な道路ネットワークにも適用可能な、配分シミュレーション法を基礎にした道路網容量の算定手法については既に考察してきた。

本研究では、一方通行を含む大規模な道路ネットワークを対象に道路網容量の算定を行うため、まず始めに配分シミュレーション法で用いるBPR関数のパラメータ値の設定について考えた。次に、各アーケの混雑率(配分交通量/交通容量)設定が道路網容量に及ぼす影響について考察した。

2. 道路網容量の算定手法¹⁾

本研究においては、OD構成比一定のもとで総トリップを漸次増加させながら、各OD交通を分割等時間配分で行う配分シミュレーション法を用いて道路網容量の算定を行う。この配分シミュレーション法を基に道路網容量を求めるときには、いわゆる道路網容量を規定する最小カットの探索についても考えなければならない。

この方法においては次のような2つの方法がある。ひとつは、配分の段階ごとにアーケ交通量を調べ、

配分交通量が当該アーケの交通容量に達した、あるいは超過したアーケの集合がカットを構成しているかどうかを検討する方法である。他のひとつは、総トリップを漸次増加させる段階で容量に達した、あるいは超過したアーケを順次除去してゆき、除去されたアーケの集合がカットを構成するかどうかを検討する方法である。

本研究では、需要(各アーケの配分交通量)と供給(各アーケの交通容量)のバランスを考慮した最小カットを求めるので後者の方法を用いる。すなわち各アーケの配分交通量が当該アーケの交通容量を超過することがないときの道路網容量を求めるものとする。そうすると、ある配分段階で交通容量に達したアーケが出現したときには、その配分段階で当該アーケを配分対象経路とするOD交通の中には他の経路に再配分しなければならないものもある。

このことを踏まえた道路網容量の算定、および道路網容量を規定する最小カットの探索に関する手順は図-1に示すフローチャートのようなになる。

step.2は、各アーケの走行時間 $t_a(V_a)$ の計算であり、ここでは式(1)のBPR(Bureau of Public Roads)タイプの関数を用いることとする。

$$t_a(V_a) = t_{a0} \{ 1 + r (V_a / C_a)^k \} \quad (1)$$

ここで、

V_a : アーケ a の配分交通量

C_a : アーケ a の交通容量

t_{a0} : $V_a = 0$ の時の走行時間

r, k : パラメータ

Step.3は、Step.4でOD交通量(ΔT_k)を配分するため、Step.2で求められた各アーケの走行時間を

Calculation of the Road Network Capacity in Sapporo City Area
by Mitsuru YOSHIDA, Toshiyuki NAITO, Yuzo MASUYA, Tohru TAMURA
and Kazuo Saito

用いて各OD交通の最短経路の探索および所要時間の算定を行う。

Step.4,5はOD交通量 $\Delta T_k (= \Delta T \times p_k)$ を各OD交通の最短経路に負荷して各アークの配分交通量を更新する。ここで、 p_k は各OD交通の構成比である。

Step.6,7は、Step.5で更新された配分交通量が当該アークの交通容量 C_a を超えているかどうかを検討する。もし、すべてのアークが交通容量以下の時には、Step.7へいき、Step.4~6をすべてのOD交通が配分されるまで繰り返す。そして、すべてのOD交通配分終了の時にはStep.2へ行き、次のトリップ数 ΔT を配分する。

一方、配分交通量が交通容量に達したリンクがあるときにはStep.8へ行く。Step.8は、交通容量に達したアークの集合(あるいは部分集合)がカットを構成しているかどうかを検討するものである。

Step.9は、OD交通を順次配分する過程で交通容量に達したアークが出現したとき、当該アークを最短経路とする未配分のOD交通の交通量 ΔT_{k^m} を他の経路に配分するプロセスである。このとき、未配分のOD交通だけを対象に再配分を行うため、交通容量に達したアークを除去してStep.2~8を行う。

Step.10は、Step.8で探索されたカットを対象に、通過するOD構成比の和 P_i およびフロー水準 F_i を求める。ここで、式(2)は総トリップ数 $n\Delta T$ を配分しようとするときに、カット i を通過しようとする需要交通量(カットを構成するアークの交通容量の和(カット容量)と未配分OD交通量の和とからなる)と総トリップ数の比から当該カットを通過するOD構成比の和 P_i を求めるものであり、式(3)はカット容量と P_i から当該カットのフロー水準 F_i を求めようとするものである。なお、未配分OD交通量の和を求めるとき、カットを2度通過しようとするOD交通に対しては2倍する必要がある。そうすると、式(4)に示すようにフロー水準の最小値が道路網容量 NC となり、最小のフロー水準値をとるカットが最小カットとなる。

$$P_i = \left\{ \sum_{a \in T_i} C_a + \sum_{k \in R} \Delta T_{k^m} \right\} / (n\Delta T) \quad (2)$$

$$F_i = \sum_{a \in T_i} C_a / P_i \quad (3)$$

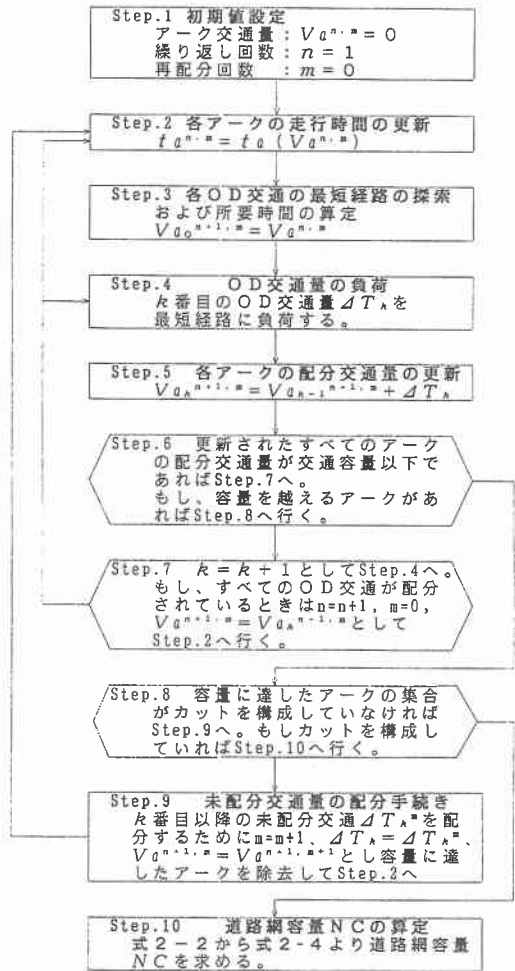


図-1 道路網容量の算定手順

$$NC = \min \{ F_i \} \quad (4)$$

T_i : カット i を構成するアークの集合

R : カット i の出現に伴って配分不可能となつた配分OD交通の集合

なお、ここではある総トリップ数の時に、多数の容量超過アークが出現して数本のカットが同時に探索される場合もあることを想定しているが、Step.8で探索されたカットが1本だけの時には、式(3)のフロー水準の値が道路網容量そのものとなる。

以上のような手順によって、従来用いられている配分シミュレーション法(分割等時間配分で行う方法)を基に、一方通行を含む道路網において、各ア

ークの配分交通量が交通容量を超えることのないアークからなる最小カットが探索できるとともに、道路網容量をも容易に算定することができる。

3. 札幌都市圏道路網への適用

本研究では、一方通行を含む札幌都市圏道路網を対象に、道路網容量の算定および全域的カットの探索を試みた。対象とした道路網を図-2に示す。この道路網は、昭和58年に行われた第2回道央圏パーソントリップ調査の結果²⁾をもとに作成したものであり、ノード数644個、その内セントロイドが168個、アーク数1964本(うち一方通行は48本)で構成されている。また、対象地域の配分対象交通量は1,355,502台であった。

(1) BPR関数のパラメータ値の決定

式(1)のBPR関数のパラメータ(r 、 k)としては、一般的に $r=2.65$ 、 $k=5$ が用いられている。本研究では、いくつかの r と k の組合せに対して計算を行い、配分計算による各アークの交通量が交通量調査による実測交通量と最も適合するパラメータを決定した。その結果、 $r=1$ 、 $k=3$ のとき最も適合度(相関係数:0.708、RMS誤差:7648)が良かったことから、以下の道路網容量算定においては、これらの値を用いることとする。この時の実測交通量と計測値の関係を図-3に示す。

(2) 道路網容量算定

a) 前提条件

容量超過アークの判定を行うための混雑率(配分交通量/交通容量)の最大値(R_{max})の値には、1.00、1.25、1.50の3ケースを設定し計算を行う。

1回の繰り返しで道路網に負荷する交通量は、 $\Delta T=100,000$ 台とする。

b) 計算結果と考察

図-1に示す手順にしたがって道路網容量を算定したところ、配分トリップ数が、 $R_{max}=1.00$ の時110万台、 $R_{max}=1.25$ の時140万台、 $R_{max}=1.50$ の時170万台で、図-2に示す様にいずれも同じ場所で全域的カット(16本のアークから構成)が発生し、それぞれの場合の道路網容量が得られた⁴⁾。各ケースごとの道路網容量を表-1に示す。

各ケースの道路網容量をみてみると、前提条件を緩くするほど配分トリップ数は増えており、全体的な数値の挙動は概ね妥当である。具体的にいえば、 R_{max} の値を大きくするほど混雑を許容することになるので、道路網容量は大きくなる。

個々のケースをみると、ケース1は1,049,970台であり、配分対象交通量の約135万台に達していない。このケースの条件はかなり厳しいもの(逆にいえば良好なサービス水準)であることがわかる。



図-2 札幌都市圏道路網
及び全域的カット

ケース2は1,264,257台であり、現状の配分対象交通量に近い容量を与えている。しかし、このときの混雑度の上限が1.25であることから、現状道路網が提供しているサービスレベルは、あまり良好でないといえる。ケース3は1,579,701台であり、すべてのケースの中で処理可能な交通量が最も大きくなっている。しかし、 $R_{max}=1.50$ であるから、道路網容量の近傍では、かなり混雑した状態で全体のネットワークが連結網となっていると考えられる³⁾⁶⁾。 $R_{max}=1.25$ の実測交通量と計算値の関係を図-4に、各ケースの相関係数とRMS誤差を表-2に示す。

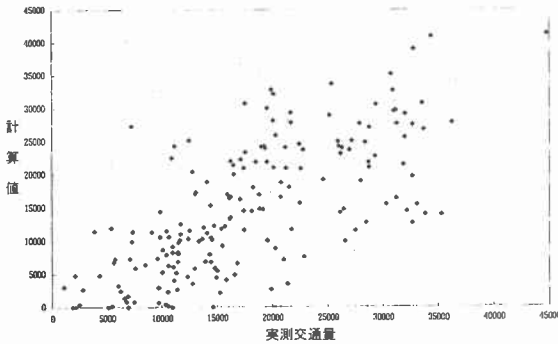


図-3 実測交通量と計算値の関係($r=1$ 、 $k=3$)

表-1 各ケースごとの道路網容量

ケース	R_{max}	道路網容量 (台)
1	1.00	1,049,970
2	1.25	1,264,257
3	1.50	1,579,701

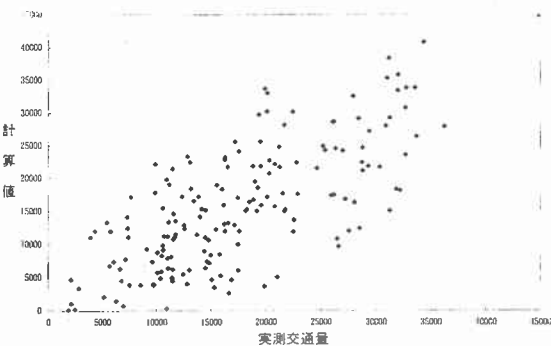


図-4 実測交通量と計算値の関係($R_{max}=1.25$)

表-2 各ケースの相関係数とRMS誤差

ケース	R_{max}	相関係数	RMS誤差
1	1.00	0.768	7734
2	1.25	0.745	6686
3	1.50	0.768	8668

4. あとがき

以上、本研究では、始めに実測交通量に最も適合するBPR関数のパラメータ値の設定を行った。次に、このパラメータ値を用いて札幌都市圏道路網を対象に道路網容量の算定を行った。いくつかの適用結果をみると、BPR関数のパラメータの値の実用性は低くないと思われる。 R_{max} を段階的に変えて道路網容量の計算を行ったところ、ケース設定と道路網容量の挙動は妥当なものであった。札幌都市圏の道路ネットワークで最小カットを構成するアークは、札幌市西区、中央区、南区を經由して発生することがわかった。これらのアークは、容量増強の必要性の高い区間であると言える。

今後は、カット行列およびOD-カット行列を作成して、道路網容量による道路網感度分析を行う。

【参考文献】

- 1) 榎谷有三・田村亨・斎藤和夫：道路網感度分析のためのカット行列およびOD-カット行列の作成手法に関する研究、土木学会論文報告集、第494号、p43~p52、1994
- 2) 道央都市圏総合交通体系調査協議会・北海道開発局・北海道・札幌市：第2回道央都市圏パーソントリップ調査報告書、1984
- 3) 朝倉康夫・柏谷増男・斎藤道雄・和田拓也：配分シミュレーションによる道路網の最大容量に関する実証的研究、交通工学、第27巻2号、p7~p15、1992
- 4) 内藤利幸・榎谷有三・斎藤和夫・田村亨：一方通行を含む大規模ネットワークの道路網容量算定、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集、第4部、p108~p109、1995
- 5) 柏谷増男・朝倉康夫・和田拓也：道路網の最大容量推定に関する実証的研究、土木計画学研究・講演集、No13、p631~p638、1990