

松山市域道路ネットワークの最大容量

愛媛大学 工学部 正会員 朝倉康夫

愛媛大学 工学部 学生員 和田拓也

1 はじめに

計画的な道路網整備を行うためには、与えられた道路網がどの程度までの交通量を処理できるのかを知ることが大切であると考えられる。本研究の目的は、松山市域道路網を対象として、その最大容量を求め道路網の評価を行うことにある。

2 計算方法

最大容量の定義を、「OD交通量をODパターン一定のもとで漸増させながら道路網に配分し、その段階ごとに交通量が与えられた容量に達したリンクを除去していった場合、トリップ運行が不能なODペアが出現するときの総トリップ数」とする。この定義による道路網の最大容量の具体的な計算方法について説明する。計算において、交通流が等時間条件を満足するように、配分原則に等時間配分を用いる。具体的な計算のフローチャートを図1に示す。①は、リンク交通量の初期設定である。②では、リンクの走行時間の計算およびリンク切断の判定を行っている。リンク走行時間はリンク交通量の単調増加関数とする。リンク a の走行時間関数 $T_a(V_a)$ は、

$$T_a(V_a) = T_{ao} \{1 + r (V_a / C_a)^k\}$$

である。ここに、 V_a はリンク交通量、 C_a はリンク容量、 T_{ao} は自由走行時間、 r 、 k はパラメータ

である。混雑率(V_a / C_a)が任意に設定することのできる値(R_{max})を超過したとき、リンクは切断されたものと判定し、そのリンクの走行時間の値を無限大とする。③では、②で求められたリンク走行時間の値を用いて最短経路探索(ダイクストラ法)を行う。④は、ネットワークの非連結性の判定である。もし、あるODペアについて最短経路上の所要時間が無限大となっていれば、そのODペア間のトリップ運行は不能である(起点から終点へ行けない)ことを意味する。ODペア間の所要時間が無限大となっているペアが1つでもあれば、ネットワークは切断され非連結になっていることになる。⑤では、ネットワークが連結であれば、③で求めた最短経路に、OD交通量を負荷する。⑥は、リンク交通量およびネットワーク最大容量の更新である。

3 松山市域道路網の評価

(1) インプットデータ 対象ネットワークは、松山都市圏を中心とする現況(昭和54年)の道路網である。具体的なネットワーク規模は、ノード数206個、そのうちセントロイド数97個、方向付けされたリンク数636本となっている。OD表は、昭和54年松山都市圏パーソントリップ調査(以下S54・PT調査と略す)により調査・作成されたものを用いる。生成交通量は551,351台、そのうち内々交通量を除いた配分対象交通量は467,597台である。先に説明した走行時間関数の自由走行時間(T_{ao})、リンク容量(C_a)の設定には、S54・PT調査の際に作られたQ-V条件表を用いた。関数形を規定するパラメータは、 $r=1$ 、 $k=3$ を用いることにする。シミュレーションの結果、これらのパラメータ値がS54・PT調査のOD間所要時間の実測値を最も良く再現していた。

(2) 交通量配分 最大容量を求める前に、現況道路網にOD交通量を配分し、ネットワーク交通流の基本的諸量を調べた。配分計算手法には分割配分法を用い、OD表の分割回数は5回で等分割とした。計算結果を表1に示す。平均走行距離は約15km、

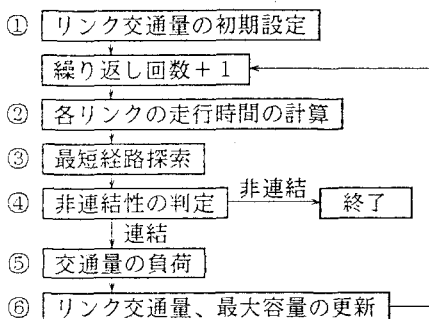


図1 最大容量の計算手順

平均走行時間は約 30 分、平均走行速度は約 25 km/h である。これらの値は、常識的、経験的にみて妥当な値である。リンクの混雑率を単純に平均した平均リンク混雑率は約 0.6 である。ODペア間所要時間の計算値と実測値との誤差率は -5.30%，相関係数は 0.812 である。所要時間の平均値も、計算値は実測値に良く合致している。以上により、配分結果の現況再現性は良好であると考えられる。

(3) 最大容量による道路網評価 松山市域道路網を対象に最大容量の計算を行う。交通量配分の結果、混雑率が 1 を越えるリンクが少なからず見られたことから、リンク切断の判定を行うための混雑率 (V_a/C_a) の最大値 (R_{max}) の値には、表 2 に示すように、1.00, 1.25, 1.50 の 3 つを設定した。

1. 回の繰り返しでネットワークに負荷する交通量は 5 万台とする。各ケースごとのネットワークの最大容量を表 2 に示す。各ケースの最大容量をながめてみると、前提条件を緩くするほど処理可能な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、最大容量は大きくなる。個々のケースをみると、ケース 1 は 40～45 (万台) であり、配分対象交通量の 467,597 台に達していない。このケースの条件である「すべてのリンクに $R_{max}=1.00$ 」はかなりきびしいもの（逆にいえば、かなり良好なサービス水準）であることがわかる。ケース 2 は 50～55 (万台) であり、現況の配分対象交通量に近い容量を与えている。 $R_{max}=1.25$ であることから、現況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みなしてよい。ケース 3 は 60～65 (万台) 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、この場合は、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。ネットワークの切断状況を見ると、ケース 1 では、切断リンク数 44 個、孤立ノード 3 個となっている。ケース 2 では、切断リンク数 23 個、孤立ノード数 1 個となっている。ケース 3 では、切断リンク数 19 個、孤立ノード数 1 個となっている。すべてのケースについて、大きなカットセットはなく、孤立ノードが点在しネットワークが非連結網となっている。いずれの場合も、切断リンクおよび孤立ノードはネットワークの特定の箇所であり、交通上のボトルネックとなっていることがわかった。

4 まとめ

最大容量の計算により、現況道路網の交通流は、かなり混雑した状態で流れていることがわかった。また、松山都市圏で切断されやすいリンクは、国道 (11号, 33号, 56号, 196号)・道後、久米、空港周辺のリンクであることがわかった。これらの道路区間は、整備・改良の急がれる箇所であると考えられる。今回は現況道路網に対して計算を行ったが、今後、将来道路網に対しての計算が必要とされる。このように、最大容量を求めることにより、現況道路網の評価および道路網整備計画の方向性を決定することができる。今回紹介した計算方法では、トリップ運行が不能な OD ペアがたった 1 つだけ出現したときでも最大容量に達したことになるため、ネットワーク容量を過少評価してしまう場合がある。対策として、目的地選択確率を固定して計算を行う方法が考えられるが、これについては、検討中であり今後の課題として残されている点である。

表 1 交通流の基本的諸量

平均走行距離	15.7 km
平均走行時間	35.5 分
平均走行速度	26.5 km/h
平均リンク混雑率	0.596
OD間所要時間	
誤差率	-5.30 %
OD間所要時間	
相関係数	0.812
OD間所要時間	
計算値平均値	43.8 分

表 2 各ケースの最大容量 (単位: 万台)

ケース	R_{max}	最大容量	切断リンク ¹⁾	孤立ノード
1	1.00	40～45	44	3
2	1.25	50～55	23	1
3	1.50	60～65	19	1

1) 片方向だけが切断されたときも、リンクは切断と判断
注) 下限値 (L) ～上限値 (U) はネットワークが L 万台では連結網であるが、U 万台では非連結網であることを示す。

注) OD所要時間実測平均: 39.4 分