

道路網の最大容量推定に関する実証的研究

Empirical Studies on Maximum Capacity Estimation of Road Network

柏谷増男*, 朝倉康夫**, 和田拓也***

By Masuo KASHIWADANI, Yasuo ASAKURA, Takuya WADA

The definition of the maximum capacity of road network is the total number of vehicle trips which can be loaded on the road network under the link capacity constraints. This paper shows three methods to estimate the value of maximum capacity. The first one depends on the traffic assignment simulation with fixed OD patterns. The second one concerns the hourly maximum capacity, in which the hourly OD pattern is estimated by using the traffic counts. The third one applies Linear Programming which can determine the zonal maximum capacity. This LP approach includes the influence coefficient matrix which shows the relations between zonal attracted trips and link traffic. Proposed methods are applied to the real scale road network in Matsuyama City. It is found that the maximum capacity is available as one of the evaluation measures of network planning.

1. はじめに

交通施設の容量からみた都市活動の適正な水準を表す指標の一つに、道路ネットワークの最大容量という指標がある。ネットワーク容量とは、一般に特定条件下（物理的、経済的、環境的な限界条件下）において、ネットワーク全体として受け入れ可能な最大交通量をいう¹⁾。これは、道路網があるサービスレベルの下でその機能を発揮するために保つべき都市活動の容量であるともいえる。

わが国でこれまでに用いられてきたネットワーク最大容量の定義は、「各道路区間の容量が与えられたとき、ODパターンを保持しつつ処理可能な最大トリップ数」である。最大容量の計算方法には、①線形計画法（LP）の適用、②カット法、③配分シ

ミュレーションによるものなどがある。

従来の最大容量の研究は、方法論の開発に関するものが多く、実際規模の道路ネットワークを用いた研究例は比較的少ない²⁾。本研究の目的は、これまでに提案されてきた計算法に改良を加えるとともに、松山都市圏の道路網を対象とした適用計算を通して、ネットワークの最大容量推定に関する実証的検討を行うことにある。

以下では、2. において3種類の最大容量の計算法を説明する。すなわち、①配分シミュレーションによるネットワークの日最大容量の計算法、②観測リンク交通量を用いたODパターン推定にもとづく時間最大容量の計算法、③リンク容量制約とゾーン駐車容量制約を持つLPによるゾーン別日最大容量の計算法である。3. では、これらの方法を松山市域の実際規模道路ネットワークへ適用した計算結果について述べる。

* 正会員 工博 愛媛大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 工博 愛媛大学講師 工学部土木工学科

*** 学生員 愛媛大学大学院 土木工学専攻

(〒790 松山市文京町 3)

2. 最大容量の計算法

(1) 配分シミュレーションによる日最大容量

これまでに提案された最大容量の計算法のうち、最も実用的なものは、配分シミュレーションによる方法である。これは、OD交通量をODパターン一定のもとで漸増させながらネットワークへ負荷し、その段階ごとにリンク交通量が与えられた容量に達したリンクを除去していく。そして、トリップ運行が不能なODペアが出現したとき、すなわち、ネットワークが非連結となったときの総トリップ数を最大容量とするものである。この方法において、走行時間を更新しながら時間最短経路にOD交通量を負荷するという配分原則を採用すると、OD交通量を分割配分によりネットワークに負荷していることになる。このとき、OD間では近似的に等時間原則が成立しているから、最大容量を与える交通流は、現実的なものが得られるという利点を持っている。

具体的な計算手順を 図1 に示す。飯田により最初に提案された方法³⁾では、ネットワークの非連結性の検定を隣接行列を用いて行っているため、ネットワークの規模が拡大すると、計算量がかなり多くなる。本研究では、ODペア間の最短経路探索により非連結性の検定を行い、計算手順を簡略化している点が異なっている⁴⁾。

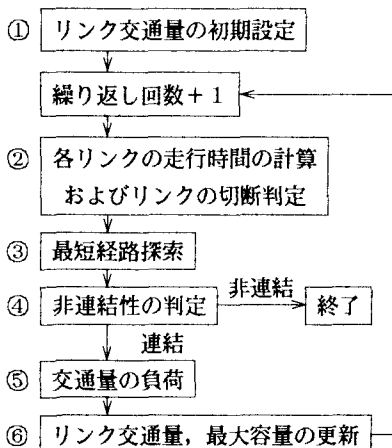


図1 最大容量の計算手順

ステップ①は、リンク交通量の初期設定である。

ステップ②は、リンク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関数で、交通量の増加とともに単調に増加するBPRタイプの関数(図2・a)を用いることにする。リンクaの走行時間関数 $T_a(V_a)$ は、

$$T_a(V_a) = T_{a0} \cdot \{1 + r(V_a/C_a)^k\} \quad \dots(1)$$

である。ここに、

V_a : リンク交通量, C_a : リンク容量

T_{a0} : 自由走行時間, r, k : パラメータである。

リンク切断の判定は、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し、そのリンクの走行時間の値を無限大とする。(図2・b)

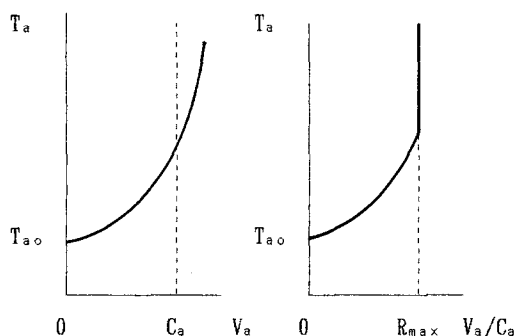


図2・a 走行時間関数 図2・b リンクの切断判定

ステップ③では、ステップ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を行う。最短経路探索には、ダイクストラ法を用いる。

ステップ④は、ネットワークの非連結性の判定である。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、ネットワークは非連結であるから計算を打ち切る。

ネットワークが連結であれば、ステップ⑤でステップ③で求めた最短経路にOD交通量を負荷する。

ステップ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。

以上に述べた計算手順では、最短経路探索により非連結性を判定している(ステップ③~⑤)ので、

配分計算と非連結性の判定を同時に行うことができるため、従来の方法よりも簡略化された手順になっている。また、通常の分割配分による交通量配分計算とほとんど同じ計算手順であるため、実用的な方法であると考えられる。

(2) 時間帯別最大容量

一般に、配分シミュレーションにより求められる最大容量は日単位の容量であるが、リンク容量やODパターンを時間帯別に求めておけば、時間帯別のネットワーク最大容量を計算することができる。時間帯別最大容量は、交通運用計画などの評価にも用いることができる。この場合、時間帯ごとのリンク容量の設定に、信号制御や時間帯別進行方向規制などを取り込むことになる。

一方、時間帯別ODパターンは、PT調査や道路交通センサスなどから、その値を得ることも不可能ではないが、ここでは、観測リンク交通量に基づくOD交通量推定法を適用して、時間リンク交通量の観測データから時間帯別ODパターンを推定するものとした。

推定における主な前提条件は、①入力変数のうち時間帯ごとに変化する変数は観測リンク交通量のみであること、②時間帯は相互に独立であることである。用いた時間帯別ODパターン推定法は、残差平方和最小化モデルのうち、リンク交通量の残差と発生交通量の残差の和を最小にする発生交通量を求めるものである⁵⁾。この方法は、観測リンク数の影響を受けにくいという利点を持つとされている。

t 時間帯のゾーン i からの発生交通量 $O_i(t)$ は次式により推定される。

$$\begin{pmatrix} O_1(t) \\ \vdots \\ O_n(t) \\ T(t) \\ \nu(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2(1+F_{11}) \cdots 2F_{1n} & -2f_1 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 2F_{n1} \cdots 2(1+F_{nn}) & -2f_n & -1 \\ -2f_1 \cdots -2f_n & 2\sum(f_i)^2 & 1 \\ -1 & \cdots & -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 2E_1(t) \\ \vdots \\ 2E_n(t) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \cdots(2)$$

ここに、

$$F_{ij} = \sum_a Q_{a,i} \cdot Q_{a,j}, \quad E_i(t) = \sum_a V_a(t) \cdot Q_{a,i}$$

$$T(t) = \sum_i O_i(t), \quad \nu(t) : \text{ラグランジュ乗数}$$

$$Q_{a,i} : \text{影響係数}, \quad f_i : \text{発生交通量率}$$

$$V_a(t) : \text{観測リンク交通量}$$

である。

最大容量の計算に必要な時間帯別ODパターンは次式で与えられる。

$$P_{ij}(t) = O_i(t) \cdot q_{ij} / T(t) \quad \cdots(3)$$

q_{ij} : 目的地選択確率

影響係数は、あるゾーンに1単位の交通が発生したときに、それが各リンクに及ぼす割合である。その値は、既存日OD交通量をネットワークへ等時間配分することにより作成することができる。発生交通量率や目的地選択確率は、既存の日交通量ベースの観測値をそのまま用いるものとする。

時間帯別最大容量は、式(2)、(3)で求めた時間帯別ODパターンを用いて、配分シミュレーションにより計算するものとする。ODパターンを求めた場合と同様に、時間帯ごとにそれぞれ配分シミュレーションを行う。したがって、各時間帯の最大容量はそれぞれ独立に計算されることになる。

(3) ゾーン別最大容量

(1)、(2)で求めた最大容量は、ネットワーク全体、すなわち都市全体の容量であり、都市内の各ゾーンレベルでの容量を与えるものでない。道路網からみた適正な都市開発を議論するためには、各ゾーンごとの最大容量が得られると都合がよい。このような指標値を求めるためのひとつの方法は、需要変動型利用者均衡の概念を応用した最大容量の計算法である⁶⁾。しかし、この方法は、計算量がかなり多くなるという問題点を持っている。

そこで、本研究では、ゾーン別の集中可能交通量を決定変数とし、それらの総和をリンク容量制約のもとで最大化するという線形計画問題(LP)を解くことにより、ゾーンレベルでの最大容量を求めることを考える。

このとき、目的地選択確率と各ODペア間の交通が利用する経路を与えて、集中ゾーンに対する各リンクの影響係数をあらかじめ計算しておく。この場合の影響係数は、あるゾーンに交通が1単位集中したときに、それが各リンクを利用する割合である。影響係数を用いれば、個々のリンク交通量を集中可能交通量の線形和として記述することができる。

さらに、集中ゾーンでの制約として、駐車可能台数の制約を設ける。これは、決定変数の上限を直接制約するものである。以上の条件を数式で表現すると次のようになる。このLPは、都市高速道路の最

適流入制御のためのLP制御問題と数学的には全く等価な問題である。

$$\max. \sum_{j \in J} D_j \quad \dots\dots(4)$$

$$\text{sub.to} \quad \sum_{j \in J} D_j Q_{aj} \leq R_{\max} C_a \quad \text{for } a \in A \quad \dots\dots(5)$$

$$0 \leq D_j \leq S_{\max} P_j \quad \text{for } j \in J \quad \dots\dots(6)$$

ここに、

D_j : 集中可能交通量, Q_{aj} : 影響係数

C_a : リンク容量, P_j : ゾーンの駐車可能台数

$R_{\max}$: リンク切断判定基準, $S_{\max}$: 回転率

J : 集中ゾーン集合, A : 制約対象リンク集合

である。

影響係数を合理的に与えれば、交通流の非現実性というLPの問題点を避けることができる。容量制約の対象リンクや、最大容量を求める集中ゾーンは任意に選ぶことができる。ただし、集中ゾーンを限定することにより、それら以外のゾーンに集中する交通量は前もってネットワークに負荷するなどの処理を別途行う必要がある。

LPにより最大容量を求めることの利点のひとつは、リンク容量に対するシャドーコストを求めることにより、リンク交通量が容量に達しているようなボトルネック区間の順位づけが可能となる点にある。シャドーコストが大きい順に、区間の容量拡張がネットワーク容量の改善に及ぼす影響が強い区間ということになる。

3. 松山市域道路網の評価

(1) インプットデータと交通量配分

表1 ネットワーク規模

項目	現況
ノード数 ¹⁾	206 個
セントロイド数	97 個
リンク数 ²⁾	636 本
生成交通量	551,351 トリップ ³⁾
配分対象交通量 ³⁾	467,597 トリップ ³⁾

1)セントロイドを含む、 2)方向付けされたリンク数

3)内々のぞく生成交通量

ネットワーク規模を表1に示す。対象とするネットワークは、昭和54年・松山都市圏パーソントリップ調査(PT調査)をもとに作成したものである。

走行時間関数にはBPR関数タイプのものを用いている。この関数を使うためには個々のリンクごとに、自由走行時間(T_{a0}),リンク容量(C_a)を設定する必要があるほか、関数形を規定するパラメータ(r, k)を設定しなければならない。

自由走行時間・リンク容量の設定については、分割配分において用いられているQ-V曲線(図3)の諸パラメータからその値を設定する。具体的には、

$$T_{a0} = L_a / V_0 \quad \dots\dots(7)$$

$$C_a = Q_0 \quad \dots\dots(8)$$

である。 L_a はリンク長であり、 V_0, Q_0 は、それぞれ図に示す速度と交通容量である。ここでいう、容量は、交通量がその値を越えることのない上限ではなく、この容量を越えて交通が流れると、道路がかなり混雑しサービス水準が低下するという意味での容量であることに注意しなければならない。

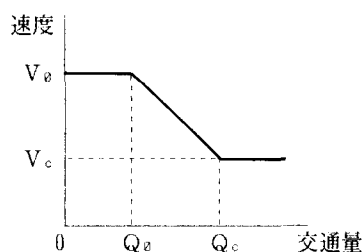


図3 Q-V曲線

パラメータの設定については、走行時間関数のパラメータにいくつかのケースを設定し交通量配分を行い、PT調査のOD間所要時間の観測値を計算値が最もよく再現するパラメータを採用した。結果的に、得られたパラメータ値は $r=1, k=3$ である。このときの配分結果は表2に示す通りである。

表2 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		
計算値平均	43.8	分
平均誤差率	-5.30	%
相関係数	0.812	

注)OD間所要時間実測平均値:39.4分

ネットワーク全体の配分指標値である平均走行距離,平均走行時間,平均走行速度は、比較対象となる実測値はないが、ほぼ常識的な値となっている。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 であり、ほぼ妥当な値と考えられる。ODペア間所要時間の現況再現性は良好で、平均値,誤差率,相関係数ともに、計算値と実測値はかなり近い値となっている。

(2) ネットワークの日最大容量^{7), 8)}

a) 前提条件

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、1.00, 1.25, 1.50 の 3 つを設定し連結性の判定を行う。これは実際の混雑率が、リンクごとにかなりばらついていることを考慮したためである。

1 回の繰返しでネットワークに負荷する交通量は 5 万台とする。なお、単位OD表は、配分で用いたPT調査によるOD表を生成交通量で除して、その値を求めた。

b) 計算結果と考察

各ケースごとのネットワークの最大容量を 表3 に示す。この表の数値は、最大容量の下限値 (L) ~上限値 (U) を表している。すなわち、ネットワークは少なくとも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意味している。また、 $R_{max}=1.25$ のときのリンク切断状況とカットセットの位置を 図4 に示す。

表3 道路網全体の日最大容量 (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	35~40	34	2
2	1.25	45~50	23	2
3	1.50	55~60	18	1

1) 片方向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。

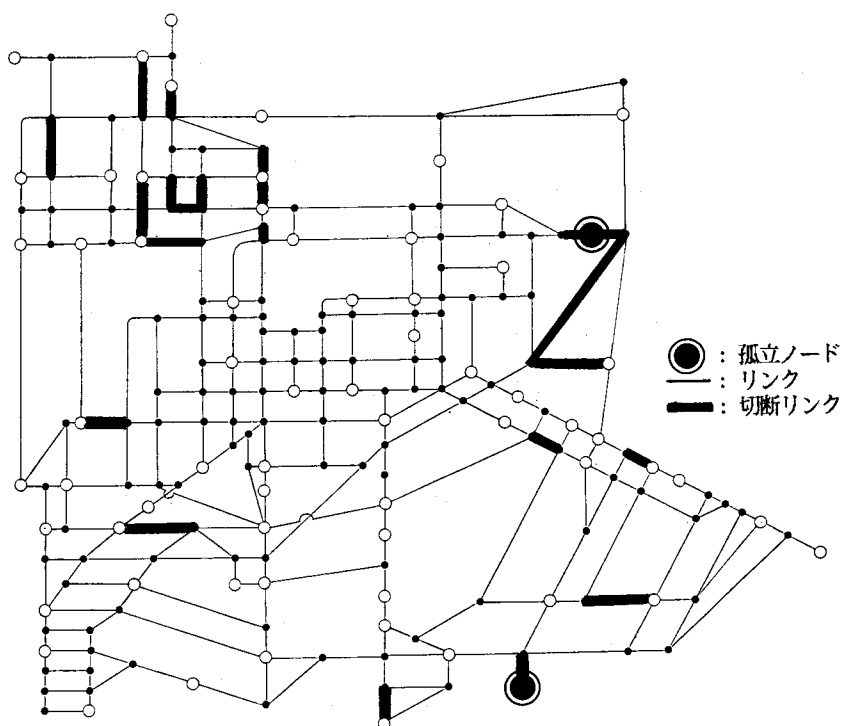


図4 ネットワークの切断状況 (ケース2)

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 $L=35$, $U=40$ であり、配分対象交通量の約 47 万台に達していない。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 $L=45$, $U=50$ であり、現況の配分対象交通量に近い容量を与えている。しかし、このときの混雑水準の上限が 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える。ケース3は $L=55$, $U=60$ 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、最大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。

ネットワークの切断状況を見ると、切断リンク数 20~30 本前後、孤立ノード数 1,2 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になっている。いずれのケースでも、切断リンク及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。

(3) 時間帯別最大容量⁹⁾

a) インプットデータ

時間リンク交通量の観測値は、愛媛県警交通管制センターによるものを用いた。観測リンクは 78 本、観測時期は 1989年10月の5日間（1日各15時間）である。既存日ODパターン、影響係数、発生交通量率などは、すべてPT調査結果に基づくものである。また、データの制約から、リンク容量は各時間帯に共通のものを用いている。

b) 時間帯別ODパターンの変化

単位時間帯を1時間とし、15時間帯のODパターンの推定を行った。推定された $T(t)$ と発生確率 $(=O_i(t)/T(t))$ の一部を図5に示す。 $T(t)$ の時間変動は朝夕のピークが明確であり、実現象と対応している。また、5日間の変化はいずれも類似している。朝夕のピーク時間帯の日変化を見ると、

平均値から最も大きい変動でも 朝:2%、夕方:3%程度と小さい。市内中心部と郊外部からの発生確率の時間変化は対称的であり、それぞれのゾーンの特徴をよく表している。

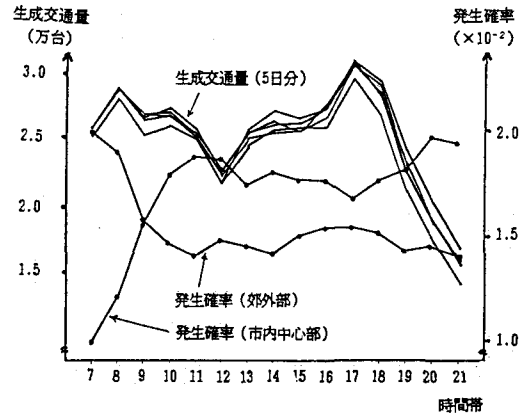


図5 推定された発生確率の時間的変化

ゾーン別発生交通量の日変化を表4に示す。市内中心部・夕方では、週末に近づくにつれ交通量が増えている。その他のゾーンについては、ゾーン、朝夕の違いによる交通量の日変化に一定した傾向は見いだせない。生成交通量と同様に、ゾーン別発生交通量も全体を通じて変動幅は小さい。

表4 ゾーン別発生交通量の日変化（単位:台）

ゾーン	時間帯	日				
		1(月)	2(火)	3(水)	4(木)	5(金)
市内中心部	朝 8~9	321 (1.000)	344 (1.047)	350 (1.060)	349 (1.057)	343 (1.039)
	夕方 6~7	454 (1.000)	469 (0.972)	480 (0.976)	483 (1.014)	514 (1.032)
	朝 8~9	541 (1.000)	524 (0.946)	551 (0.990)	537 (0.965)	547 (0.982)
郊外部	夕方 6~7	396 (1.000)	416 (0.991)	431 (1.006)	426 (1.026)	443 (1.020)

注1) () 内は1日目の発生確率に対する2~5日目の発生確率の割合

c) 時間帯別最大容量による道路網評価

朝(8~9時)、夕方(6~7時)の2つの時間帯について、最大容量の計算を行った。1回の繰り返しでネットワークに負荷するトリップ数は、2,500台である。各ケースごとの時間帯別最大容量を表5に示す。

表5 時間帯別最大容量(単位:万台)

ケース	R_{max}	A	B
1	1.00	2.00	2.25
2	1.25	2.50	3.00
3	1.50	3.00	3.50

注1) A:朝(8~9時), B:夕方(6~7時)

注2) 生成交通量 A:28,927台, B:29,442台

注3) ネットワークが非連結になったときの値

R_{max} を大きくすると混雑を許容することになるので、最大容量の値は大きくなっている。また、 R_{max} の値にかかわらず、朝の方が夕方より 2,500~5,000 台少ない。このことから、朝のODパターンの方が、ネットワークに負担となることがわかる。

$R_{max}=1.00$ とすると、朝 2.0 万台, 夕方 2.5 万台でネットワークが非連結となっており、いずれも推定された生成交通量の 28,827 台, 29,442 台に達していない。 R_{max} の値を 1.25 まで緩めると、朝は 2.5 万台で非連結網となり、生成交通量に達しない。夕方は生成交通量に近い 3.0 万台で非連結網となる。しかし、 $R_{max}=1.25$ であることから、道路網のサービスレベルは良好でないといみなしてよい。

ネットワークの切断状況を見ると、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(市の北部, 国道 196 線方面)にあり、交通上のボトルネックとなっていることがわかった。

(5) ゾーン別最大容量

a) 前提条件

最大容量を求める対象ゾーンは、松山市中心部の業務地区である 5 つのゾーンとした。これらの地域では、別途、駐車スペースの実態調査を行って、駐車可能台数を算出した。

リンク容量制約の対象となるリンクは、市内流入部に位置する主要幹線道路のうち、重要と思われるリンク 20 本とした。リンク切断判定規準(R_{max})には 1.00, 1.25, 1.50 の 3 つを、駐車場の回転率(S_{max})の値には、集中交通量(台)/駐車スペース(台)の実測値(≒3.5)を考慮して 3, 4, 5 の 3 つを設定し、それぞれの組合せについて計算を行った。

b) 計算結果

各組み合わせごとのゾーン別最大容量の和を 表6 に示す。 S_{max} を大きくすると駐車容量制約が緩くなるので、リンク容量制約に余裕がある場合、最大容量の値は大きくなると考えられる。全てのケースについて、 S_{max} を大きくすると最大容量も大きくなっている。 R_{max} を大きくすると、駐車容量制約に余裕がある場合には、最大容量の値は大きくなる。しかし、 R_{max} を大きくすると最大容量も大きくなっているのは $S_{max}=5$ の場合のみである。 $S_{max}=3, 4$ のときは、いずれも R_{max} が 1.25 の時点ですでに駐車容量の制約が有効となり、リンク容量制約を緩めても最大容量の値は増加していない。

表6 各ゾーンの最大容量の和(単位:台)

R_{max}	S_{max}		
	3	4	5
1.00	36,341	40,190	42,702
1.25	45,147	60,196	70,361
1.50	45,147	60,196	75,245

注) S.60道路交通量の集中交通量:53,966 トリップ*

個々のケースに着目すると、 $R_{max}=1.00$ の場合 S_{max} の値にかかわらず現況の集中交通量(S.60道路交通量の集中交通量:53,966 トリップ*)に達していない。 R_{max} を 1.25 まで緩めると S_{max} が 4, 5 のとき現況の集中交通量より大きい値となっている。しかし、 $R_{max}=1.25$ であることから、道路網のサービスレベルはあまり良好であるとはいえない。また、 $S_{max}=4, 5$ という条件も、実際の回転率から考えるとかなり混雑した状態を考えていることになる。

これらの計算では、リンク容量制約が有効であったリンクはいずれも 1 本であり、リンク間のシャドーコストの比較を行うには至らなかった。そこで、ゾーンの駐車容量制約を含めてシャドーコストの比較を行った。たとえば、 $R_{max}=1.00$, $S_{max}=3$ の場合、シャドーコストは

リンク 16	=	10.16
ゾーン 3	=	0.18
ゾーン 4	=	0.59
ゾーン 5	=	0.39

である。リンク 16 の容量が 1 台増えれば、そのことによって目的関数の値は 10.16 台増えることを示している。このリンクは、優先的に改良されるべきリンクであるといえる。また、駐車スペースを増やす計画がある場合、シャドウコストが 0.59 と最も大きいゾーン 4 が効果的であるということになる。

4. おわりに

本研究では、3 種類のネットワーク最大容量の計算法を提案し、松山都市圏の道路網を用いて適用計算を行った。得られた成果と問題点を以下に示す。

①ネットワークの日最大容量

配分シミュレーションによる計算法において、最短経路探索と同時にネットワークの非連結性の判定を行うことにより、計算手順が簡略化できた。リンク切断の判定基準を段階的に変えて、最大容量の計算を行ったところ、ケース設定と最大容量の挙動は妥当なものであった。最大容量の計算により、ボトルネック区間の発見・抽出が可能となった。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。

②時間帯別最大容量

リンク交通量の観測データを用いて時間帯別ODパターンを推定し、時間帯別最大容量を求める方法を示した。ここでも、ボトルネックとなっているリンクを抽出できた。しかし、用いた方法は静的なものであり、交通流の時間的変化を十分に考慮したものとはなっていない。求められた時間帯別ODパターンについても、曜日・時間が変わることによる発生確率の変化などを調べ、最大容量の値に及ぼす影響を検討する必要がある。

③ゾーン別最大容量

ゾーン別最大容量を求める問題をLP問題として定式化した。このLPでは、制約条件にリンク容量と駐車容量を取り入れることで、ボトルネックとなっている(逆にいえば、拡張効果の大きい)リンクを抽出できる。しかし、問題点として、特定のゾーンのみを対象とした場合に、その他ゾーンへの集中トリップの処理が残されている。また、交通流に現実性を与えるため交通量配分により影響係数を求めたが、LPによる最大容量の計算を通して得られる

交通流は、利用者均衡条件を満足しているとはいえない。LP問題に利用者均衡を組み込んだ形の最大容量の計算方法の開発が必要である。

【参考文献】

- 1)西村昂：ネットワーク容量の計画，JSCE第18回土木計画学講習会テキスト，pp.126-138，1987.
- 2)梶谷有三：道路網容量による道路網の感度分析とその応用に関する基礎的研究，北大学位論文，1985
- 3)飯田恭敬：道路網の最大容量の評価法，土木学会論文報告集，第205号，pp.122-129，1972.
- 4)朝倉康夫：道路網の最大容量からみた都市内ゾーンの活動許容量に関する実証的研究，昭和63年度第23回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.385-390，1988.
- 5)飯田恭敬・高山純一：リンクフローによるOD交通量推計モデル，JSCE第18回土木計画学講習会テキスト，pp.109-115，1987.
- 6)朝倉康夫・飯田恭敬・寺本泰久：ODパターンの変化を内生化した道路網の最大容量計算法，JSCE第44回年講概要IV，1989.
- 7)朝倉康夫・和田拓也：松山都市圏における道路網の最大容量に関する実証的研究，愛媛大学工学部紀要，Vol.12，No.2，pp.233-242，1990.
- 8)朝倉康夫・和田拓也：最大容量による松山市域道路網の評価，JSCE第44回年講概要IV，1989.
- 9)柏谷増男・朝倉康夫・和田拓也：ネットワークの時間帯別最大容量に関する実証的研究，JSCE第45回年講概要IV，1990.