

等時間原則ネットワークシミュレーション法における配分条件の設定について

九州大学工学部 〇 学生員 本島 靖文
九州大学工学部 正 員 橋木 武

1. はじめに 配分交通量の推定は、交通計画を行う上での基本となるものであるが、その手法として、実務の上では等時間原則にもとづくネットワークシミュレーション法がよく用いられている。しかし、本法は近似解法であるため、配分条件の設定の仕方により解が変動し、解析者の判断の相違により計画の内容が異なるといった問題を内包している。そこで、所要の精度と安定性をもつ配分交通量をうるためには、いかなる内容の配分条件の設定が妥当であるかを明らかにする必要がある。著者らは先に文献1)において、本法の感度分析を行うことにより配分条件の設定問題について若干の考察を行ったが、不十分な点も多かったので、さらに配分条件の内容の追加を行って感度分析を行い、より詳細に検討するものである。なお、分析に当っては、北九州市の昭和55年度道路交通センサスにもとづくデータを用いた。

2. 感度分析の方法 文献1)の感度分析では、配分条件の異なる2ケースの演算結果における各リンクの混雑度の差異を両者の比によって表し、そのばらつきを総合指標として評価した。しかし、比をとる方法では、たとえば2.0/1.0も0.2/0.1も2.0という同じ値をとるが、実際の交通状態では2.0と1.0は0.2と0.1より大きな差異として評価されるべきで、この点を十分に表現しえない問題がある。また、比の代わりに差をとる方法も考えられるが、この場合も問題がある。このように、差や比のみで2つのケースの差異を表すことは、必ずしも十分とはいえない。そこで本研究では、差と比の両方の影響を考慮しうる指標、すなわち

$$k_i = (C_{i1} - C_{i2}) / \sqrt{C_{i1} + C_{i2}} \quad (i: \text{リンク番号}, C_{i1}, C_{i2}: \text{配分条件1,2におけるリンク} i \text{の混雑度}) \quad \cdots (1)$$

により評価することとする。また、 k_i のばらつきである

$$d = \sqrt{\sum k_i^2 / n} \quad (n: \text{リンク総数}) \quad \cdots (2)$$

によって、2ケースの差異の総合評価指標とするものである。式(1)、

(2)によれば、リンク混雑度が等しいとき $k_i = 0$ となり、したがって、

両結果が完全に一致するとき $d = 0$ がえられる。逆に、両結果が異なる

ほど d は増大する。演算結果の類似度合と d との関係を示せば表-1のとおりである。なお、基準とした $k_i = 0.01$ や $k_i = 0.03$ を示すリンクは、混雑度の差異がかなり小さいといえるもので、例示すれば表-2のとおりである。これらの内容から、 d が0.015~0.020になれば、少なくとも90%以上のリンクで $|k_i|$ が0.03以下であるといえ、ほとんどのリンクで両演算結果が一致しているとみなしうる。

3. 基準ケース 感度分析を行う際に、基準となる解については、十分安定し、精

度的にも問題がないと判断されるものを用いる必要があるが、それを本研究では、15分割で、発ノード指定順序が異なる3ケースの平均結果とした。これは、発ノード指定順序の異なる2ケースについて比較するとき、分割数の増大にともない d の減少度合が鈍化し、15分割以上ではほとんど減少しないこと、15分割2ケース間の d は、いずれも0.016~0.018の間にあり、安定した解であるとみなしうることの2点を根拠にするものである。

4. 分析結果と考察 解の安定性や精度に影響を与える配分条件としては、(1)発ノード指定順序、(2)分割数と分割率、(3)Q-V式パラメータの設定内容が挙げられるが、このうち、発ノード指定順序と分割数については、本研究でより詳細な結果が得られた。また、OD交通量の多寡により、配分条件が解の精度や安定性に及ぼす影響の度合が変化するもので、この点についても考察を行った。

4-1. 発ノード指定順序の相違の影響 文献1)では、発ノード指定順序の相違により配分結果は相当異なり、

表-1 演算結果の類似度合と d との関係

d	$ r_i < 0.01$ である リンクの構成比(%)	$ r_i < 0.03$ である リンクの構成比(%)
0.015	72	95
0.020	68	90
0.040	44	74
0.060	31	62

表-2 混雑度の差と r_i

C_{i1}	C_{i2}	$C_{i1} - C_{i2}$	r_i
0.500	0.490	0.010	0.01
1.000	0.985	0.015	0.01
1.500	1.482	0.018	0.01
2.000	1.980	0.020	0.01
0.500	0.470	0.030	0.03
1.000	0.958	0.042	0.03
1.500	1.448	0.052	0.03
2.000	1.940	0.060	0.03

解が不安定であることを指摘した。この弊害を排除するには、発ロード指定順序を変化させて繰り返し計算し、得られた結果を平均することが望まれる。そこで、平均結果と基準ケースとの比較により、繰り返し演算回数 n をどの程度にすることが妥当であるかを検討した。 n と d との関係についてプロットすれば図-1のとおりであり、各分割数とも、 n が3までは d の変化が大きいのに対し、4以上では d は比較的安定し、さほどの変化はなく、 n を大きくしてもある下限値が存在するといえる。この事実と、演算労力の点で、繰り返し回数が多いことは好ましくないことから、およそ3回の繰り返し演算により得られた結果を平均し、所要の演算結果とすることが妥当であると判断する。

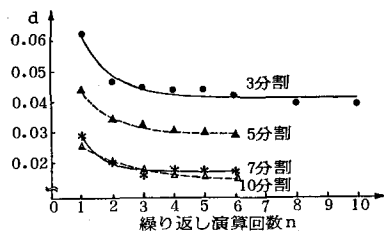


図-1 繰り返し演算回数と d との関係

4-2. 分割数の相違の影響 図-1の d と n との関係について、指数関数による回帰を行い d の下限値を推定すれば、3分割で0.041、5分割で0.029、7分割で0.017、10分割で0.014である。ここで、3分割の d と10分割のそれとの差を100とした場合、分割数が3→5、5→7に変化する場合 d の下限値が約44%減少するが、7→10の変化では約11%の減少にとどまっております。演算結果の精度の向上が、3→5、5→7に比して期待できないことがわかる。また、図-1から、3分割における d の下限値は、5分割で1回の演算による d の値とほぼ等しく、3分割で繰り返し演算を行うより、分割数を5にする方が精度がよいといえる。この事実を、5分割と7分割の場合にもあてはまる。しかし、7分割と10分割では、繰り返し回数によっては10分割より7分割の d が減少することもあり、全体的に精度の点で差がないといえる。このことと演算労力を考え合わせれば、OD分割数については7分割で十分であることが理解できる。

4-3. OD交通量の多寡による配分条件の設定 これまでの検討は、感度分析をより敏感にするという観点から、実際のゾーン間OD交通量を2.5倍して行ったものである。しかし、交通量の多寡は直接配分結果に影響を及ぼすため、この点についても考慮しなければならない。そこで、OD交通量を2.5倍することに加え、1.5倍や2.0倍した場合について配分計算し、いかなる分割数や分割率で安定した解が得られるかについて検討するものである。なお、1.5倍交通量を用いた配分結果では、混雑度1.0以上のリンク数は全体の13%を占め、2.0倍で22%、2.5倍で35%である。表-3は、発ロード指定順序の相違が配分結果に与える影響を比較対照したものである。

表-3 各倍率ODでの発ロード指定順序の相違の影響

ケース	倍率	分割数	分割率								d
1	1.5	5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1				0.021
2	1.5	5	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1				0.018
3	2.0	7	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		0.021
4	2.0	7	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.015

1.5倍交通量ではケース2で、2.0倍ではケース4の配分条件で、2.5倍のときの基準ケースにおける d (=0.017)に概ね等しくなった。次に、分割率の相違の影響を比較すれば、表-4のとおりであり、2.5倍交通量における同じ配分条件の場合と比較すれば、 d は大幅に減少しているといえる。したがって、分割率の設定を2.5倍交通量のときほど慎重にする必要はない。文献1)では、分割率を最初の演算段階で

表-4 各倍率ODでの分割率の相違の影響

倍率	分割数	分割率	d
1.5	5	ケース1とケース2	0.021
2.0	7	ケース3とケース4	0.014
2.5	5	ケース1とケース2	0.053
2.5	7	ケース3とケース4	0.029

過度に大きくすることは好ましくないと指摘したが、表-3では分割率を最初の段階で大きくする方が d は小さく、よってOD交通量が少ない場合は、多い場合より分割率を最初の段階で大きく設定してよいようである。次に、OD交通量の大きさを混雑度1.0以上のリンクが占める割合で表現し、これと十分安定な $d=0.017$ 程度を実現する分割数との関係を示せば図-2のとおりである。交通量が少ない場合でも3分割を基準にすることは無理であるといえる。したがって、OD交通量が少なく、混雑度1.0以上のリンクが15%程度では5分割程度で十分であるが、交通量が多く、20%以上のリンク数が混雑度1.0以上になるようなケースでは、7分割程度に分割し計算するのが妥当と考えられる。

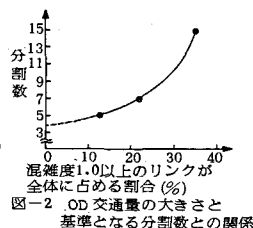


図-2 OD交通量の大きさと基準となる分割数との関係

文献1) 本島、橋本「交通量配分シミュレーションの感度解析」昭和57年度 土木学会年次学術講演要集