

IV-2

札幌都市圏道路網を対象とした道路網感度分析

室蘭工業大学工学部	○学生員	阿部 裕子
室蘭工業大学工学部		劉 斌
専修大学北海道短期大学	正 員	榎谷 有三
室蘭工業大学工学部	正 員	田村 亨
室蘭工業大学工学部	正 員	斎藤 和夫

1. まえがき

道路網容量による道路網の感度分析とは、道路網容量が一般に一般にフロー特性(発生・集中交通量、分布交通量(OD交通量)、配分交通量等)およびネットワーク特性(道路網形態、リンクの交通容量等)によって規定されることから、これらの特性が変化したとき道路網容量がどのような影響を受けるかを定量的に分析することである。この感度分析を通して、道路網容量の増強計画、自動車交通量の抑制策、公共輸送機関への転換計画あるいは土地開発計画への規制計画など既存道路網の交通処理能力を上回るような自動車交通需要の増大に対処する各種の対策手法を考えることができる。

道路網容量を基にした道路網感度分析を行うためには道路網容量を規定する最小カットも含め、カットの探索が必要である。著者ら大規模な道路網を対象に道路網感度分析を行うために、大規模道路網にも適用可能なカット探索手法について考察を試みてきた。そして、面的な広がりを持った道路網にも適用可能な新たな探索アルゴリズムを考察するとともに、札幌都市圏道路網を対象に実証的検証も行ってきた。

本研究においては、札幌都市圏道路網を対象に探索されたカットを基に、道路網感度分析のためのカット行列及び域間-カット行列の作成を試みる。さらに、作成されたこれらの行列を基礎に、対象とする道路網の規模および地域の広がり等を考慮した域間-カット行列あるいは地域発(着)-カット行列の作成手法についても考察を試みるとともに、札幌都市圏道路網を対象とした道路網感度分析について種々考察する。

2. カット探索手法について

配分シミュレーション法を基礎とした道路網感度分析のためのカット探索手法は、1) 道路網容量の算定及び最小カットの探索、2) 最小カットよりフロー水準の大きいカットの探索、3) 接続行列を用いたカット探索及び4) カット行列を用いたカット探索等大きく4つの手順からなる。手順1)の道路網容量の算定は、総トリップ数を漸次増加させる段階で、容量超過リンクを順次除去していき、除去されたリンクの集合がカットを構成するかどうかを検討して行くものである。カットが探索されれば、探索されたカットを通過するOD構成比の和およびカット容量(カットを構成するリンク容量の和)から当該カットのフロー水準を求めて、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を探索することができる。

手順2)のカット探索の場合には、道路網容量を超えるような交通需要(OD交通量)を処理するために、カットを構成するリンクの容量増強をどのように行うか等の問題がある。著者等は、カット探索におけるリンク容量増強過程において容量増強値を相当大きな値を設定する、あるいはリンク走行時間の値も大きな値を設定する等を通して、効率的に排他的なカットが探索できるアルゴリズムを配分シミュレーション法を基に考察している。

手順1)で探索された最小カットおよび手順2)で探索されたカットはいずれも排他的なカットしか探索されていない。このため、手順3)及び4)においては、既に探索されたカットを構成するリンクを基に、さらに感度分析に必要な新たなカットの探索を行列演算を基礎に行う過程である。

3. 札幌都市圏道路網を対象としたカット探索

札幌都市圏道路網は図-1に示されているように、アーク数 1969 本（そのうち一方通行 48 本）、ノード数 644 個（そのうちセントロイド 168 個）から構成されている。この道路網は、第 2 回道央圏パーソントリップ調査の結果に基づいて作成したものである。配分シミュレーション法では等分割配分法を用い、1 回の配分交通量を $\Delta T=10$ 万台とし、漸次トリップ数を増大させていくと、 $n=11$ （総トリップ数 110 万台）のときに、図-1に示す容量超過アーク 16 本から構成される最小カット（カット 1）が発生した。このときのフロー水準は、表-1に示されているように 1,048,537 台（=カット容量（132000）/OD 構成比の和（0.1259））であり、この値が対象とした札幌都市圏（第 2 回パーソン調査実施時）の道路網容量となる。

次に、最小カットよりフロー水準の大きいカットを探索するため前述の手順 2) を基に、総トリップ数 160 万台まで配分計算を行った。さらに、手順 1) 及び 2) で探索されたカットを基に、行列演算としての手順 3) 及び 4) を通して多くのカットが探索された。ここでは、探索されたカットのうち各カッ

トのフロー水準、道路網の感度分析及びカットの形態等を考慮した代表的なカットを図-1に示した。図-1の各カットのフロー水準を取りまとめた結果が表-1である。

表-1における各カットのフロー水準は、道路網容量に相当する交通需要(1,048,537 台)を配分したときの各リンクの配分率（=配分交通量/交通需要）を基に算出されている。したがって、この値は各 OD 交通の経路選択挙動を踏まえた結果であることから、カット発生によって発生・集中不可能となる OD 交通のみならず同じカットを 2 度通過している OD 交通をも考慮したものである。

表-1 各カットのフロー水準

カット	カット容量	通過OD構成比の和	フロー水準(1)
1	132000	0.1259	1048537
2	132000	0.1163	1134850
3	320500	0.2625	1220812
4	156000	0.1237	1261021
5	282400	0.2161	1307054
6	156000	0.1159	1346375
7	136400	0.1002	1361119
8	136400	0.0978	1394402
9	193300	0.1302	1485192
10	167200	0.1071	1560865

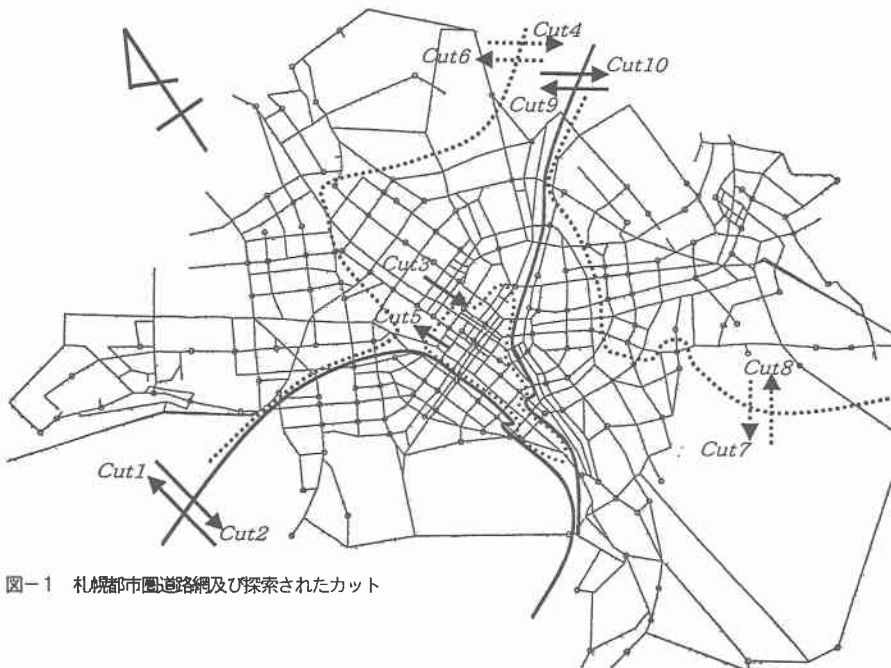


図-1 札幌都市圏道路網及び探索されたカット

4. 札幌都市圏道路網を対象とした道路網感度分析

前述のように、道路網感度分析は道路網容量を規定する要因としてのフロー特性及びネットワーク特性の変化が道路網容量に及ぼす影響程度を分析することである。ここでは、まずフロー特性としての各OD交通の配分交通量について考える。配分シミュレーション法の場合は各OD交通の経路選択挙動を考慮していることから、各カットを通過するOD交通には、当該カットを必ず通過しなければOD交通（以下、排他的OD交通という）の他に、当該カットを2度通過するいわゆる通過交通あるいはカット通過先のゾーンに目的地を持たないOD交通（以下これらのOD交通を迂回OD交通という）が出現する。表-2は、排他的OD交通を基にフロー水準等を取りまとめ結果である。表-2のフロー水準はカット容量と排他的OD交通との比で算定したものであり、迂回OD構成比は表-1の通過OD構成比と排他的OD構成比の差である。また、迂回率は2度通過する交通など迂回OD交通が占める割合(=1-フロー水準(1)/フロー水準(2))として算定できる。これらの結果から、特に中心部(図中のカット3, 5)の交通処理能力を高めるためには、迂回OD交通に対する規制・制御の必要性が窺える。なお、各カットの通過OD交通の変化に伴う新しいフロー水準は、カット容量と(通過OD構成比の和-他経路に変更したOD交通の構成比の和)との比として算定できる。

次に、フロー特性としての発生・集中交通量及び分布交通量、すなわち各OD交通に対する発生・集中の抑制が道路網容量に及ぼす影響について考える。このことは、前述のように自動車交通量の抑制策、公共交通機関への転換計画あるいは土地開発計画への規制計画など既存道路網の交通処理能力を上回るような自動車交通需要の増大に対処する各種の対策手法を考えることである。フロー特性に関する分析の場合には、一般にOD-カット行列を基礎に考察されているが、本研究では対象地域の広がりあるいはOD交通の数等を考慮してゾーンをいくつかの地域に集約した地域間からなる域間-カット行列の作成を試みる。図-1に示す10

本のカットを基に地域を区分すると、図-2に示す6地域に区分することができる。表-3は、168個のセントロイドを6地域に集約して作成したOD表である。この地域間OD表を基に域間-カット行列(地域間のOD交通がカットを通過するかを表す行列)を作成するとともに、さらに要素として通過するOD構成比を取る図-3に示す域間-カット感度行列を作成した。なお、ここでは地域Iを中心とした行列の一部を示している。

この行列を通して、いずれの地域間のOD交通を対象に道路網容量増強の面から発生・集中を含めた各種の対策を施すべき容易に把握することができる。たとえば、道路網容量増強を図るためには少なくとも

表-2 排他的OD交通に対するフロー水準及び迂回率

カット	排他的OD 構成比の和	フロー 水準(2)	迂回OD構 成比の和	迂回率(%)
1	0.1179	1119487	0.0080	6.34
2	0.1082	1219652	0.0081	6.95
3	0.1677	1911536	0.0949	36.13
4	0.0919	1697915	0.0318	25.73
5	0.1216	2321719	0.0944	43.70
6	0.0840	1856374	0.0318	27.47
7	0.0779	1751466	0.0223	22.29
8	0.0752	1813121	0.0226	23.09
9	0.1124	1719873	0.0178	13.65
10	0.0923	1810590	0.0148	13.79



図-2 札幌都市圏の地区区分

表-3 地域間OD表

O \ D	I	II	III	IV	V	VI	和
I	0.0762	0.0319	0.0503	0.0111	0.0121	0.0125	0.1941
II	0.0329	0.0540	0.0204	0.0302	0.0049	0.0034	0.1459
III	0.0402	0.0149	0.0570	0.0277	0.0172	0.0305	0.1876
IV	0.0101	0.0287	0.0324	0.0539	0.0114	0.0069	0.1435
V	0.0119	0.0042	0.0209	0.0122	0.0866	0.0304	0.1661
VI	0.0132	0.0042	0.0398	0.0070	0.0320	0.0665	0.1628
和	0.1845	0.1381	0.2209	0.1421	0.1642	0.1503	1.0000

	I-II	I-III	I-IV	I-V	I-VI	II-I	II-III	II-IV	II-V	II-VI	III-I	III-II	III-IV	III-V	III-VI	IV-I	IV-II	IV-III
1	3.194	5.03	1.109	1.206	1.253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	3.291	0	0	0	0	4.025	0	0	0	0	1.009	0	0
3	0	5.03	0	0	0	0	2.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.242
4	0	0	0	0	0	3.291	2.045	3.022	0.487	0.342	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.025	1.494	2.765	1.722	3.054	0	0	0
6	3.194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.494	0	0	0	0	0	2.873	0

図-3 域間-カット感度行列

($\times 10^{-3}$)

もカット1を必ず通過する地域Iから発生するOD交通、すなわち地域間I-II、I-III等が発生・集中しているOD交通を対象に抑制等を施すべきことが理解できよう。また、カット2がカット1と逆方向であることから、地域Iを発生・集中しているOD交通を対象に対策を施すことによってカット3のフロー水準まで容量を増強することが可能と思われる。なお、各OD交通の抑制に伴うフロー水準の変化は、前述のようにカット容量と(通過OD構成比の和-発生・集中抑制対象となるOD交通の構成比の和)との比として算定できる。

次に、各地域を発生・集中しているOD交通を一定の割合で抑制しようとする場合について考える。このため、ここでは域間-カット感度行列を基に、各地域を発生・集中するOD交通のうち各カットを通過するOD構成比の値からなる図-5及び6に示す地域発(着)-カット行列を作成した。この行列を通して、各地域を対象に抑制したときどの程度の道路網容量を増強することができるかどうかを容易に把握することができる。

さらに、道路網容量の増強を図るためにはいずれのリンクを対象に拡張・新設等をの容量増加を図るべきを表したのが図-7のカット行列である。ここではカット行列の一部を示したが、カット1を構成するリンク等を対象に容量増強したときの影響程度を容易に把握することができる。

5. あとがき

以上、本研究は札幌都市圏道路網を対象に道路網感度分析を試みたが、今後はより具体的な施策を対象とした分析も試みて行く。また、利用者の交通選択行動を考慮した利用者均衡条件下での道路網容量の算定及びカット探索手法等についても考察を行っていく。

	I	II	III	IV	V	VI
1	0.1179	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0329	0.0402	0.0101	0.0119	0.0132
3	0.0503	0.0204	0.0	0.0324	0.0209	0.0398
4	0.0	0.0919	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.1306	0.0	0.0	0.0
6	0.0319	0.0	0.0149	0.0287	0.0042	0.0042
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0796	0.0
8	0.0121	0.0049	0.0172	0.0114	0.0	0.0320
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0492	0.0643
10	0.0246	0.0083	0.0478	0.0183	0.0	0.0

図-5 地域発-カット行列

	I	II	III	IV	V	VI
1	0.0	0.0319	0.0503	0.0111	0.0121	0.0125
2	0.1083	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.1639	0.0	0.0	0.0
4	0.0329	0.0	0.0204	0.0302	0.0049	0.0034
5	0.0402	0.0149	0.0	0.0277	0.0172	0.0305
6	0.0	0.0840	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0119	0.0042	0.0209	0.0122	0.0	0.0304
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0776	0.0
9	0.0251	0.0084	0.0607	0.0192	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0456	0.0534

図-6 地域着-カット行列

	66	307	650	1109	2634	3187	155	2032	2056	2122	2250	2264	2315	2405	2828	2917
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0

図-7 カット行列

参考文献

- 榎谷・十二里・田村・斎藤：カット探索手法の札幌都市圏道路網への適用、第19回交通工学研究発表会論文報告集、pp141-144、1999
- 榎谷有三：自動車交通抑制策が道路網容量に及ぼす影響、交通工学、第20巻6号、pp3-16、1985
- 榎谷・斎藤：道路網容量から見た土地利用活動の立地配分、交通工学、第22巻4号、pp9-20、1987