

道路網容量算定のための部分カット導入の考え方に関する一考察

A Study on the Partial Cut Method for Estimation of Road Network Capacity

陰野 浩^{**} , 西村 昂^{***} , 日野泰雄^{****}

By Hiroshi INNO , Takashi NISHIMURA , Yasuo HINO

The purpose of this paper is to investigate a practical method to calculate traffic capacity of a road network.

First, we showed that the value of network capacity was over-estimated by the full cut theory. Then, in order to improve the problem emerged from the full cut theory, we attempted to introduce the local congestion criterion by the partial cut in sub zone, which is a element of the network. Next, we showed the usefulness of the partial cut method, through a simple case study for the network in and around Osaka city. Lastly, we discussed on the methodology to introduce the partial cut theory.

1. 研究の目的

道路網の整備や交通管理の方策などの実施にもかかわらず、近年の交通需要の増加から都市部における慢性的な交通渋滞は依然、解消されず今後とも新たな対策の検討が急務となっている。

そこでは、道路網の交通処理能力の算定が基礎的な重要性を有することは言うまでもない。

ところで、従来の道路網処理能力の算定方法では、単路部の混雑度に基づいて判定される道路網の切断(カット)の発生により、評価するのが代表的であ

ったといえるが、この方法では過度の迂回の発生などから道路網の交通処理能力を過大評価する傾向があるといえる。

本稿では、局所的混雑を考慮することによって、このような従来のカット法(全カット法と呼ぶ)による過大評価を改良するために、部分カットの導入を試み(部分カット法と呼ぶ)、その意味を踏まえて部分カットを評価するためのサブゾーンの設定方法などについて検討するとともに、簡単な計算例を通してその特性を考察することとした。

* キーワード：局所的混雑，部分カット制約，全カット法，道路網容量

** 学生員 大阪市立大学大学院博士課程（前期）工学研究科土木工学専攻

*** 正会員 工博 大阪市立大学教授 土木工学科

**** 正会員 工博 大阪市立大学講師 土木工学科
(〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138)

2. 全カット法による道路網容量の算定とその問題

(1) 全カット法の考え方

道路網上の各リンクが処理できる交通量には物理的な限界があり、一般にはある交通条件下で通過することが期待できる乗用車の最大数として、交通容量が評価される。¹⁾道路網の容量はこれら交通容量

断する切断線である。これと同様に、全体ゾーンの一部をサブゾーンとして捉えるとき、サブゾーンを切断するカットを部分カットと呼ぶことにする。ここに、サブゾーンという概念を設ける理由は、ネットワーク全体の連結性を判定する全カット法の考え方を部分的なネットワークにも適用することにより、局所的な混雑をネットワークの連結性の評価に帰着させることができ、またそれを明確に捉えることができるからである。

一方、部分カットを道路網容量算定の際の制約として用いる場合、サブゾーン内に発生した部分カットにおける交通需要／交通容量の比の大きさが問題となる。つまり、部分カットが発生するサブゾーンの周辺のこの比が1より大きい程、道路網容量を算定する際の制約として強く機能することになる。

2) 部分カット制約の設定方法

部分カット制約の設定方法については、計算を行う前にサブゾーンを予め設定する場合としない場合の二通りの方法が考えられる。

・方法1：予めサブゾーンを設定する場合

予めサブゾーンを設定する場合、サブゾーンの設定箇所が問題となる。サブゾーンの設定に当たってはサブゾーン内のネットワークの密度、交通需要を考慮する必要がある。そこで、サブゾーンの設定の際に考慮すべき項目を表-1のようにまとめ、本稿ではOD調査におけるゾーニングの手順⁴⁾を参考にし、サブゾーンの設定手順を以下のようにした。

表-1 サブゾーン設定に際して考慮すべき項目

考慮すべき項目	具体的指標
交通特性	ゾーン間のOD特性、渋滞状況
都市の構造	行政区域、区域のまとまり、将来の開発計画
道路網の特性	道路網の整備水準、隘路

まず基本的な分割として、都心部、市街地部、郊外とする。そして、都心部以外の区域は主要な交通幹線の方を考慮しながら、セクター分割を行い、都心部においては交通特性により再分割を行う。

次にOD特性は、行政区域などを基に作成されているので、これを利用できるように整合させ、さらに分割する。

最後にサブゾーンを設定することは、制約としての強さを決定することになるので、設定されたサブ

ゾーンはなるべく同一の制約強さにすることが望ましい。したがって、サブゾーン内のネットワークは道路網の特性を考慮して、なるべく同じような大きさのネットワークとなるように、これまでに分割した区域を再分割、あるいは統合させるなどして、サブゾーンを設定する。

このような手順によって設定されたサブゾーン内の部分カットの発生の判定は、以下の通りである。

- ①サブゾーン内のネットワークが非連結となるか
- ②隣接するサブゾーン間を結ぶリンク群が部分カットを形成するか

・方法2：予めサブゾーンを設定しない場合

部分カット発生の判定については予め与えた部分カットの基準より、例えば以下のような手順で行う。

step1：交通配分の過程から、道路網の混雑状況を見ながら、飽和したリンクが集散的にみられる混雑の著しい地区を把握する。

step2：step1で把握した混雑地区において、飽和したリンク群が特定の大きさの飽和断面を形成するか、あるいは特定ODにある基準以上の迂回を強いる状態になれば、その飽和断面を部分カットの発生と判定する。

また、上述のように部分カットを判定する方法とは別に、予め部分カットを設定しておき、それが発生するかどうかを求める方法も考えられる。⁵⁾

(3) 交通サービス水準と制約強さ

サブゾーンに発生する部分カットの全カットの発生に対する制約の強さは、サブゾーンの大きさによって変化すると考えられる。当然のことながら、サブゾーンを大きくとれば制約は弱まり、小さくとれば制約は強くなる。また、配分シミュレーションモデルを用いて得られる平均走行速度、平均走行台時、平均走行台キロ、迂回比などの交通サービス水準は、配分交通量が増加するにつれて低下する。一方、制約強さについては、その制約強さを緩めるにつれて配分交通量は増加する。したがって、制約強さを強くすれば交通サービス水準は高くなり、逆に弱くすれば交通サービス水準は低下する。

4. 実際の道路網における計算例

以下に述べる配分手法に基づき、予めサブゾーンを設定せずに（方法2）、計算過程で部分カットの

発生を判定することとし、部分カット制約について考察する。

(1) 基礎データの概要

配分シミュレーションモデルに用いるデータは以下の通りである。

1) 対象とするネットワーク (図-3)

阪神高速道路を除く大阪市及びその周辺地域の幹線道路を中心に形成した現況道路網モデルを用いる。また、ネットワークは、ゾーン数18 (表-2)、ノード数100、リンク数362で構成される。

表-2 ゾーン表

①神戸・尼崎方面	⑪東淀川区
②豊中方面	⑫都島・旭・城東・鶴見区
③吹田・茨木方面	⑬東成・生野区
④守口・寝屋川方面	⑭東住吉・平野区
⑤東大阪方面	⑮住吉・住之江区
⑥八尾・柏原方面	⑯此花・港・大正区
⑦南河内方面	⑰阿倍野・西成区
⑧堺・泉州方面	⑱北・中央・西・福島・浪速・天王寺区
⑨西淀川区	
⑩淀川区	

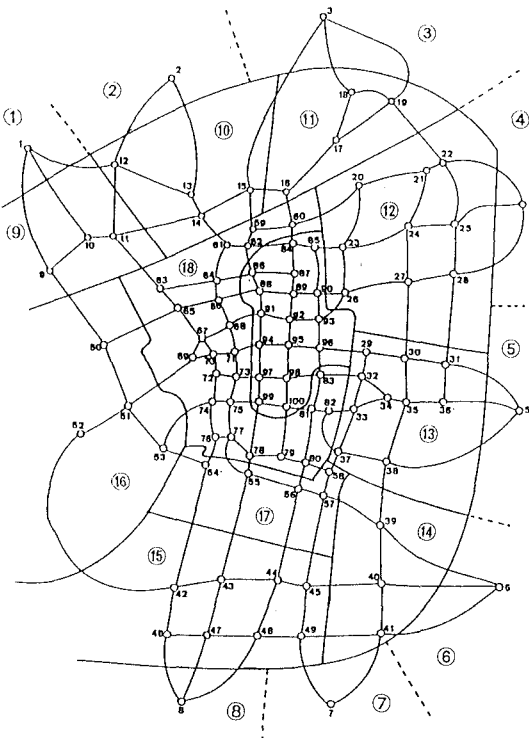


図-3 対象とするネットワーク

2) ODパターン

大阪市集計の昭和60年度自動車起終点調査報告書による大阪市のODパターンを用いる。

3) 走行速度関数⁶⁾

ODペア間の所要時間の算出には、速度 (V : km/h) と交通量 (Q : 台/時/車線) の関係を、信号交差点などの容量制約を考慮し、リンク車線当たりの交通容量を900 (台/時) としての式-1のように設定した。

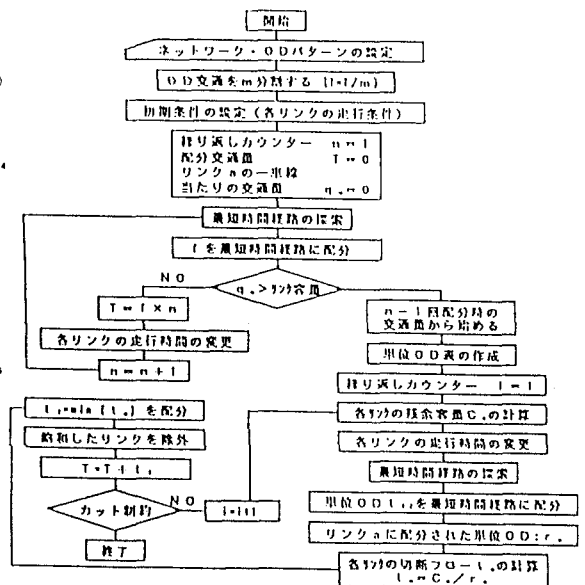
$$V = 40 - 20Q/900 \quad (\text{式-1})$$

(2) 道路網容量算定方法

ODパターン一定のもと、最短時間経路に基づいて一定OD交通量の増加配分を行う配分シミュレーションモデルを基本に、先に示した部分カット制約を考慮することとした。

1) カット制約を考慮した配分手順 (図-4)

まず、ネットワーク・ODパターンを設定する。次に、各リンクの走行条件を算定し、一定量のOD交通量を最短時間経路に増加配分法により配分する。そして、各リンクの交通量、速度等の指標を計算する。これを繰り返し行い、容量 (900台/時/車線) に達したリンクはネットワークから除外する。ただし、ある配分段階で最初に任意のリンクの飽和が生



注) カット制約

①部分カット制約

部分カットの発生が認められるか

②全カット制約

ネットワーク全体が非連結となっているか

図-4 カット制約を考慮した配分プロセス

じた場合、その配分段階以降については一定量のOD交通量の配分をやめ、単位ODを作成し、それよりリンクをちょうど飽和させるリンク切断フローを全てのリンクについて計算する。そして、求めたリンク切断フローの内、最小のリンク切断フローを配分してリンクの容量を超過させないようにする。最後に、カット制約の判定は配分プロセス中において次の配分に移る前に行う。

2) カットの判定と容量算出

配分プロセス中に設けたカット制約（部分カット、全カット）の判定は、以下の通りである。

① 部分カット制約

飽和したリンク群によって、ある基準以上の大きさの飽和断面である部分カットの発生が認められるか。

② 全カット制約

ネットワーク全体が非連結になっているか。

①、または②の制約により、部分カット、全カットの発生が認められれば、それまでにネットワークに配分したOD交通量をネットワークにおける受け入れ可能量、即ち道路網容量とする。

(3) 部分カット制約の設定

先に述べた考え方にに基づき、以下のように部分カット制約を設定した。飽和断面の大きさが、最低3本の隣接したリンク群により構成された場合、その断面を部分カットと判定する。

(4) 算定結果

1) 部分カット制約による算定結果

部分カット制約の設定に当たっては、最初に最も厳しい制約を加え、その後は制約を徐々に緩和して、配分を継続した。以下に、その結果を第1段階が最も厳しい制約の場合として順に述べる。

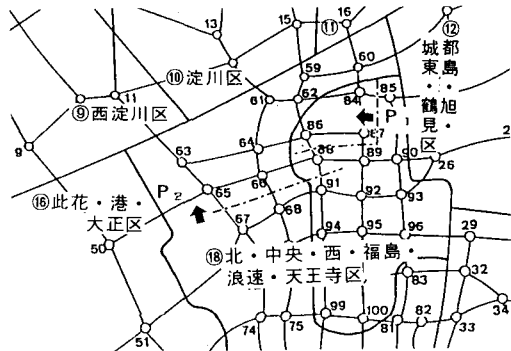


図-5 部分カットの発生場所（第1、第2段階）

第1段階：都心部の北側に飽和した3本のリンク群が発生したので、図-5に示すようなその飽和断面を部分カット（ P_1 ）と判定した。

第2段階：その後、隣接する西側の区域にも同様に飽和した3本のリンク群が発生したので、その断面を部分カット（ P_2 ）と判定した。

第3段階：部分カット制約をさらに緩めると、部分カット P_1 と P_2 が結合し、さらに大きい部分カット（ P_3 ）が発生した（図-6）。この部分カット（ P_3 ）は、制約を緩めるに従って、しだいに大きくなっていった。

第4段階：さらに部分カット制約を緩めると、図-6に示すように都心部の北西部に部分カット（ P_4 ）が発生した。



図-6 部分カットの発生場所（第3、第4段階）

第5段階：さらに配分を続けていくと、部分カット P_3 、 P_4 がつながり、全カット K_1 が発生した（図-7）。したがって、これ以上の配分は不可能となる。



図-7 全カットの発生場所（第5段階）

以上の結果を表-3にまとめる。

表-3 各段階における容量算定結果

部分カット の発生	配分交通量 (台/時)	平均走行台km
P ₁	132,194	6.94
P ₂	136,534	6.97
P ₃	140,409	7.00
P ₄	145,137	7.09
K ₁	147,713	7.16

2) 部分カット制約の効果

算定結果から得られたデータより、部分カット制約の効果について、交通サービス水準の面から考察する。図-8に、交通サービス水準を表す指数の一つである各配分段階での平均走行台キロと各制約による算定時の関係を示す。

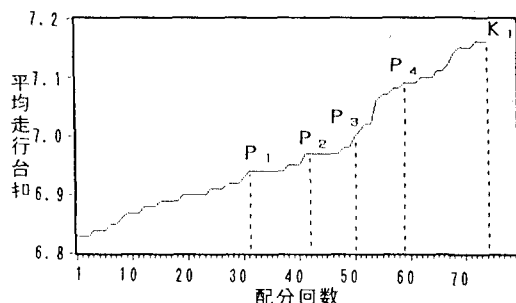


図-8 平均走行台キロと各制約との関係

これより、第3段階（都心部の二つの部分カット結合）と第4段階（都心部の北西部に新たな部分カットの発生）の間で、平均走行台キロの増加が著しいことがわかる。これは、二つの部分カットの結合で他の代替経路に交通需要が集中することにより、第3段階のところで述べたように部分カットの拡大を促し、そのため大きな迂回を強いられていると考えられる。また逆に、それと合わせてこの地区での交通需要が多いために平均走行台キロが著しく増加したとも考えられる。

次に、平均走行台分についても、第3、第4段階の間で平均走行台キロの推移と同じように上昇が比較的顕著となっているが、これ以降の段階では、むしろ収束の傾向にあることから（図-9）、概ね道路網が道路利用者を与えるサービスは限界に達したと考えられる。よって、第3段階以降の拡大した都心部の部分カットが発生したときの配分交通量を道路網容量とするのが妥当であると考えられる。

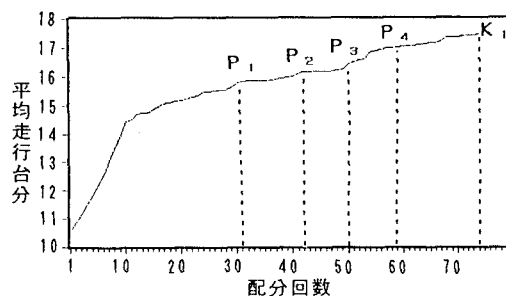


図-9 平均走行台分と各制約の関係

また、部分カット制約による各段階の部分カットの発生状況から、対象となる道路網の混雑地区を部分カットを用いて表すことによって、混雑地区の広がりや明確に捉えることができると同時に、処理能力の小さい部分（断面）を発見することも可能であることがわかった。

5. おわりに

本研究では、全カット法による道路網容量算定の問題点を改善するために、部分カットの制約を導入する方法を2つ提案し、その内の1つの方法を用いて大阪市平面道路網をケーススタディとして、その特性を具体的に検討した。その結果、部分カット制約を変化させ、交通サービス水準の指標を用いることによって、局所的混雑を考慮した道路網容量算定を行うことが可能であると認められた。また、部分カット制約だけで道路網の交通処理能力の評価をすることは難しく、交通サービス水準などの指標と合わせて検討することが有効と考えられ、その相互の評価方法について今後、さらに細かく検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路の交通容量, pp8~35, 1984
- 2) 佐佐木綱：都市交通計画, 国民科学社, pp399~414, 1976
- 3) 西村昂：ネットワーク容量の計画, 第18回土木計画学講習会テキスト, pp126~135, 1987
- 4) 交通工学研究会編：交通工学ハンドブック, 技報堂出版, pp290~295, 1984
- 5) 陰野浩, 西村昂, 日野泰雄：迂回制約と部分カット制約を考慮した道路網容量算定に関する一考察, 第12回交通工学研究発表会論文集, pp109~112, 1992
- 6) 北川久, 太田勝敏：配分手法で用いるQ-V式に関する考察, 交通工学, Vol.19 NO.6, 1984