

IV-71 道路網の最大容量の評価法について

金沢大学 正員 飯田恭敬

1 まえがき

市民生活や経済活動が円滑に営まれるためには、これらの交通需要に対して十分な容量をもった交通網の整備がなされねばならないことはいうまでもない。本文ではこのうち道路網のみを対象とし区間交通容量からみて、どれほどの交通量が既存道路網で処理し得るのかという網の最大容量の評価法についての方法論を示すものである。網の最大容量は、OD交通の与え方とそれが道路網内を如何に流れるかによって左右されてくるが、ここでは、OD交通量の相対比（ODパターンあるいは単位OD交通量ともいう）が所与として、これらが等時間原則に沿って流れるとしたときの最大交通量について論じる。したがって本文でいう最大容量とは、交通の流れ方を問題とはしない絶対的な最大交通量ということではなく、実際の交通流に則した網の最大交通量をいう。

2 道路区間および道路網の交通容量の定義

ある道路区間についてみると、交通量 X が増加するにともなってその区間を走行するに要する時間 T も一般的に増加してくる。そして、理論的には図-1の曲線124のようになる。しかし、ここで取扱うのはリアルタイムの交通現象ではなく、多数回繰返される交通現象を期待值的に検討しようとするものである。そこで、交通がたとえ渋滞していても、そのうちいずれは通過できるという現実的な面から、便宜的に曲線123

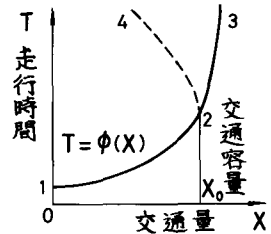


図-1 容量曲線

で示すような交通量と走行時間の関係を各道路区間について考える。この関係を表わす関数 $T = \phi(X)$ は容量関数ともよばれており、これは交通需要者に対する道路供給側の一種のサービスレベルと考えてもよい。したがって、交通量がある一定値をこえるとその道路区間のサービスレベルは著しく低下することになり、いかえると、道路本来の機能が維持できないことになる。それで、この一定値の交通量をその道路区間の交通容量と定義する。この決め方については、例えば図-1の容量曲線において、交通流が正常な状態から強制状態に極る交通量に相当する点2をその区間の交通容量 X_0 としてもよいであろう。さて、単位OD交通量 P に総交通量 N を乗じると各OD交通量 NP が求められるが、この NP を道路網内に流したとき N が十分大きいと、いくつかの道路区間でその交通容量を超過することが考えられる。いま、この容量を超過した道路区間の集合が、道路網のあるグラフと見なしたとき、一つのカットセットを形成すれば、交通需要 NP はその道路網容量を越えていると定義する。図-1にも示すように、ある道路区間の交通量がその容量をこえると途方もなく走行時間を要することになるため、新しく発生する交通需要はすでに容量超過しているような道路区間はできるかぎり避け、少し遠回りにはなっても別な経路を選択するようになる。しかし、容量超過の道路区間の集合がカットセットを形成すると、それぞれがこの両側に存在するどの2地点間を結ぶ経路も、必ず容量超過区間を通過しなければならないことになって、その間の交通はすべ

て不必要に長い時間を要してトリップしなければならないことになる。このようなOD交通が必ず存在するとき、交通需要NPはその道路網容量をこえているということにするのである。こうすれば、道路網の最大容量は、OD交通量NPのNを漸次増大させていったとき、容量超過区間の集合が初めてカットセットを成す交通量 N_0P と定義することができる。例えば、図-2で交通量 N_0P による容量超過区間の集合がカットセット C_1 になれば、この N_0P が道路網の最大容量となる。 C_2 となったときでももちろん同様である。

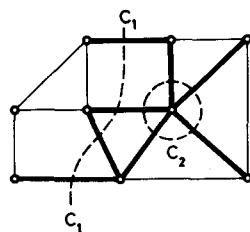


図-2 カットセットの例 C_1, C_2

3 等時間原則配分を行なう理由

道路網の交通容量を検討するときは、交通流が網内をどのように走行するかということと関連してその評価の客観性が重要な問題となってくる。このことはとりもなおさず交通量配分をいかに行なうかということである。本文では時間比原則や総走行時間最小化原則を用いずに、等時間原則配分を適用する根拠は次のような理由からである。等時間原則配分では、まず、個々のOD交通についての経路交通量は一意的には定まらないものの、それらを各道路区間で合計した区間交通量は唯一に定まるからである。また、どの運転者も走行時間のより短い経路を選択するということを前提にした場合、同じODパターンで多数回トリップが繰返されると、道路網交通流は等時間原則配分の解に近づいていくと考えられるからである。要するに、現実的な交通流を基盤にして、かつ解の一貫性が保証される、つまり、評価の客観性が認められる配分原則はいまのところ等時間原則の他に存在しないからである。なお、時間比原則配分は配分経路の指定の仕方によって固有の解が存在し、また、総走行時間最小化配分は、現実の交通流に適したものと認められない。

4 カット法と簡便法による計算

カット法による方法とは、道路網を切断したときの断面交通量に関するカット方程式と、道路網内の等時間経路に対する等時間方程式から成る連立方程式によって区間交通量を求めようとするものである。このとき容量曲線は折線で近似しておく。こうして、ODパターン一定のもとに総交通量Nを漸増させ、容量超過区間の集合が初めてカットセットを形成するまでこの操作を続ける。そして、その時の交通量 N_0P を道路網最大容量とする。一方、分割法を用いて簡便につきのように計算することもできる。まず、 ΔNP のOD交通量をその各ODの最短経路に配分し、各道路区間の走行時間を修正しておく。つぎの ΔNP については、いま修正した走行時間のもとに同じくその各ODの最短経路に配分しておく。以後同様の操作を行ない、 n 回目で容量超過区間がカットセットを形成したとき、 $N_0P = n\Delta NP$ が網の最大容量となる。なお、この方法はカット法の解とは必ずしも一致しない。

5 あとがき

以上のようにして区間交通量から見た道路網の最大容量が評価できる。しかし、実際には道路網容量は交差点容量によっておさえられることが多いと考えられる。これについては別の機会にゆずる。