IV-39　カット法を用いた等時間原則による交通量配分
一般型道路網における応用

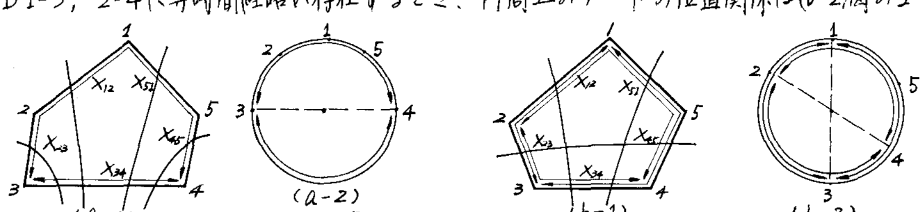
京都大学　正　員　飯田恭敬
京都大学　学生員○魚住隆彰

1. まえがき

三角型道路網の等時間原則による交通量配分では、等時間パターンと、道路網を切断したときの断面交通量がわかれば、求解可能であることがすでに確められている。我々はこの方法をカット法とよんでいるが、本研究はこの方法を一般型道路網にも拡張しようとするものである。三角型道路網の基本ループ内では、等時間パターンが唯一個しか存在しないため、一次独立なカット方程式が比較的簡単に樹立できるが、一般型道路網になると、等時間パターンが複数個存在することがあるので、一次独立なカット方程式の樹立が少し面倒になる。しかし、本研究を通じて一般型道路網においてもカット法は、なんら普遍性を失うものでないことがわかった。計算はODパターン（単位OD表）を一定にしておいて、総交通量を漸次増加させながら、等時間パターンを探索あるいは、消滅させ、そのつどカット方程式を変更して行なう。

2. ループが多角形の場合の等時間パターンとカット

ループが多角形となるとき、等時間方程式とカット方程式がどのようになるか検討しておく。図−1のような5角形から成るループで、すべてのノード間にOD交通量がある例について考えてみよう。(a−1)図に示すように、OD3-4間に等時間経路（矢印は等時間パターンである）が存在するとき他のOD間には等時間経路は存在し得ない。なぜなら、いま各OD間の走行時間を、円周上の弧の長さで幾何学的に表わすなら、ノード3,4が(a-2)図に示すように中心に関して対称に位置するため、他のノード相互は対称位置にくることができないからである。一方(b-1)図の等時間パターンに示すように、OD1-3，2-4に等時間経路が存在するとき、円周上のノードの位置関係は(b-2)図のようになる。



図−1　五角形ループ

このようにループが5角形の場合、等時間経路を有するODは1個あるいは2個であることがわかる。一般的に、2n角形あるいは(2n+1)角形のループ内では成立し得る等時間パターンはせいぜいn個までであることがいえる。さて、カット法では、区間交通量を変量とするため、図−1の例では未知数は5個である。そこで等時間方程式が1個成立するときは、カット方程式が4個、等時間方程式が2個成立するときには、カット方程式が3個必要となる。ここでカット方程式とは、グラフ理論でいうカットセットを横切る交通量を表わす式をいう。それぞれの例についての一次独立なカットは(a-1)，(b-1)図に示してある。これら以外のカット方程式は、図に示したカットを操作することによっ

て求められるから不要である。道路区間 ij の交通量 X_{ij} と、その走行時間 T_{ij} が一次関係を有するものとし、(a)の例について、等時間条件式とカット方程式を以下に示しておく。S_{ij} はOD ij の交通量である。

等時間方程式　$T_{34} = T_{12} + T_{23} + T_{45} + T_{51}$　(1)

つまり、$a_{34}X_{34} + b_{34} = a_{12}X_{12} + b_{12} + a_{23}X_{23} + b_{23} + a_{45}X_{45} + b_{45} + a_{51}X_{51} + b_{51}$　(2)

ここに、a、b は区間 ij に固有の定数

カット方程式　$X_{23} + X_{34} = S_{23} + S_{34}$　(3)　　$X_{12} + X_{34} = S_{12} + S_{34}$　(4)

$X_{51} + X_{34} = S_{51} + S_{34}$　(5)　　$X_{45} + X_{34} = S_{45} + S_{34}$　(6)

以上(2)～(6)の連立一次方程式を解けば X_{ij} は求められる。

3. 一般型道路網における計算

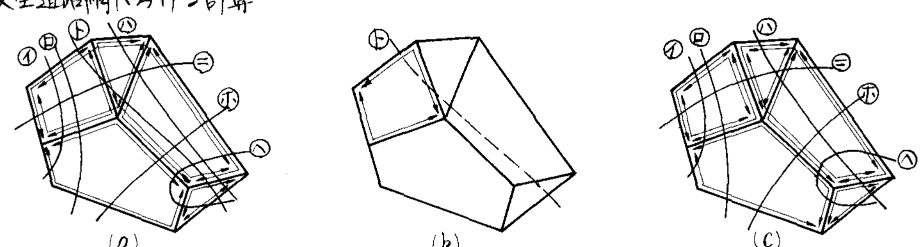


図-2　一般型道路網

一般の道路網は、図－２のように多角形の基本ループがいくつも組み合さって構成されている。ところで、等時間パターンは必ずしも、基本ループとは限らず、より大きなループで出現することがあい。しかし、交通量の増大に伴なって、一般的には等時間パターンが増加するので、そのつど、できるかぎり基本ループで等時間パターンを表記しておけば、一次独立なカット方程式を採択するときに便利である。配分計算は、ODパターンを一定にして、総交通量を漸増させ、各ODにつき既存の等時間経路より、短かい経路が出現するかどうか検討しながら実行していく。図－２の例で、ある段階における等時間パターンが(a)図のようになっていたとする。そして、この(a)図の等時間方程式とカット方程式の下で、更に、総交通量を増加させたところ、(b)図に示すようなパターンが出現することが見つかったとしよう。このときは、(c)図に示す等時間方程式とカット方程式から区間交通量が求められる。この場合、新しい等時間パターンが追加されることにより、カットトが不要となり消えている。したがって、等時間方程式が１個増えた代りに、カット方程式が１個消滅して、方程式の数は不変であるから、連立方程式によって配分計算が可能となる。

4. あとがき

総交通量を増大させるに伴い、等時間パターンが変化するので、そのつど等時間方程式、カット方程式を変更しなければならないので、大きな道路網になった場合、計算に非常な手間を要する。特に一次独立なカット方程式の樹立が、この計算のポイントになっており、これについては、グラフ理論におけるカットセットを応用し、自動的に作り出すようにしている。