種々の街路網パターンの定量的評価に関する基礎的考察

信州大学工学部　正員　　奥谷　巌
〃　　○　原田　広己

1　はじめに

われわれは、通勤、業務交通を起こす場合、できる限り早く目的地点に到達しようと意図して車を走らせる。本稿ではすべての車が最短経路を選択し通行する場合街路網はどんなパターンがよいか考察する。街路網のパターンとして矩形、六角形三角形を基本としたものを考え、総トリップ長、総トリップ時間最小化を最適化の指標として、各パターンごとの最適規模を求めるとともに、パターン相互間の比較検討を行なう。算定に先立ち仮定を設ける。i)ネットワーク内で発生したトリップはすべてそのネットワークに吸収される。ii)ネットワーク内の発生、吸収トリップは一様に分布する。iii)細街路は縦横に無数に存在する。iv)すべてのトリップは最短経路を選ぶ。

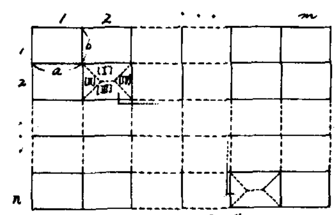
図1　矩形街路網

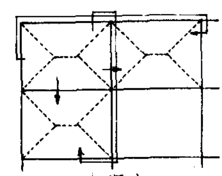
図2　並列、隣接する区画

2　総トリップ長の算定

2.1　矩形街路網

対象ネットワークが図1のように水平方向が a，垂直方向が b の矩形が、n 行，m 列とする。細街路を通り幹線路に出て交通を行なう場合幹線路に最短となる細街路の集合は破線で分割される4区画となる。発生地点に最も近い交差点から、吸収地点のそれまでの幹線路長を l とする。$dxdy$ 面積に発生、$dx'dy'$ 面積に吸収されるトリップ長 l_0 は次のようになる。$l_0=(y+x+l+x'+y')$　[Y]：発生区画、[Y']：吸収区画とする。[Y]→[Y']の総トリップ長は次式のような積分の遂行で求められる。

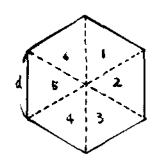
図3　区画区分

$$\frac{N}{S^2}\iint_{[Y]}\iint_{[Y']}(y+x+l+x'+y')dy'dx'dydx=\frac{N}{S^2}[(v_Y S_Y)S_{Y'}+(h_Y S_Y)S_{Y'}+lS_Y S_{Y'}+(h_{Y'}S_{Y'})S_Y+(v_{Y'}S_{Y'})S_Y]$$

$$=\frac{N}{S^2}S_Y S_{Y'}[h_Y+h_{Y'}+v_Y+v_{Y'}+l]\quad\cdots(1)$$

S：ネットワーク全面積，N：ネットワーク内全発生トリップ数，S_Y：[Y]の面積，$S_{Y'}$：[Y']の面積，$h_Y,h_{Y'}$：幹線路に沿う図心から交差点までの距離，$v_Y,v_{Y'}$：図心から幹線路までの距離。(1)式から[Y]の全発生交通量は[Y]の図心に集中させて計算をしてもよいことがわかる。ただし図2の矢印で示すような隣接区画や並列区画間のトリップは h_Y を別に計算する。幹線路長 l は、発生区画 (i,j)，吸収区画 (k,l) にあり $|k-i|=p$，$|l-j|=q$，とすると、$l=pa+qb$ と表わされる。区画間トリップについて p，q の組合せを考え、それらと細街路長の総和をとり、総トリップ長を算定する。

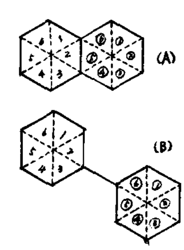
図4　トリップの2パターン

2.2　六角形街路網

細街路を通り幹線路に達する場合、最短経路を選択すると図3のように6区画に分かれる。辺長を d とする。ここでは2つの六角形の位置関係によって図4の2パターンに分かれるので一方の六角形を発生地区、他方を

表1 (A)の幹線路長

D＼O	①	②	③	④	⑤	⑥	
1	d	2d	2d	d	0	0	
2	d	2d	d	0	0	0	
3	2d	2d	d	0	0	d	
4	3d	3d	2d	d	d	2d	
5	3d	4d	3d	2d	2d	2d	計
6	2d	3d	2d	2d	d	d	56d

表2 (B)の幹線路長

D＼O	①	②	③	④	⑤	⑥	
1	3d	4d	4d	3d	4d	2d	
2	2d	3d	3d	2d	d	d	
3	2d	3d	3d	2d	d	d	
4	3d	4d	4d	3d	2d	2d	
5	4d	5d	5d	4d	3d	3d	計
6	4d	5d	5d	4d	3d	3d	108d

吸収地区として議論を進める。2パターンについて幹線路長は表1表2になり、ここで$\alpha=50d$, $\beta=108d$とおく。幹線路長は発生、吸収地区が、地区離れるごとに六角形全体で$2d\times36=72d$ずつ増加する。この$72d$をδとし組数とあわせて表3に示す。総トリップ長は表3の総和として求まる。

2.3　三角形街路網　三角形とは正三角形で六角形を基調としたネットワークを考える。この場合の幹線路への最短経路は、図5のように3つの区画に分けられる。六角形と同様に三角形地区を単位として考える。六角形で2パターンであったがここでは図6のように5つのパターンに分ける。

2.4　計算例　紙面の関係から矩形についての計算結果を示しておく。$V=1$, $S=40{,}000{,}000\,m^2$, $ab=100{,}000\,m^2$, m, nを与えた場合の総トリップ長の変化を図7に示してある。本図より全体を正方形にすれば総トリップ長最小が得られることがわかる。

3　総トリップ時間算定

v_1：細街路走行速度，v_2：幹線路走行速度，t_r：右折損失時間，t_l：左折損失時間，t_s：直進損失時間．細街路及び幹線路の走行時間は、前項で各々の街路網のトリップ長が得られるので、v_1, v_2で割り各路線の走行所要時間を求める。右左折に伴なう損失時間は細街路→幹線路の場合と幹線路→細街路の場合を除けば、あとは交差点における右左折を考えればよい。矩形街路網，三角形街路網には直進路線が数多く存在し、これを利用してトリップをすれば交差点における損失時間の減少がはかれる。しかしながら、矩形に比べて三角形の場合は交差点が六差路になるため右左折に伴なう損失時間が総トリップ時間最小化に大きく影響するかもしれない。図8の六角形街路網の場合は交差点が三差路になり損失時間は矩形や三角形の場合よりも少なくて済む。が、図からわかるように直進路線は全く存在しない。3つの形のネットワークの基本ループに囲まれた面積を等しくとり、全面積を一定としてそれぞれの最小総トリップ時間を比較すれば、どの形をとった場合が最も有利であるか決定されるであろう。以上の具体的計算結果については講演当日に発表する。

4　結び　最も一般的な形として矩形街路網を主に計算しているが六角形のパターンも決して実際的街路網計画において考えられないパターンではないと思われる。以上の議論では発生、吸収が一様分布という仮定で計算を進めてきたが、より現実に近づけるためには、地区ごとに発生、吸収の密度を異ならせて算定するほうがよく、それが今後の課題である。

表3. 組数とδをもとめたもの
上段↘，下段↗方向のトリップ

q\p	0	1	2	3	4
0	★	α	$\alpha+\delta$	$\alpha+2\delta$	$\alpha+3\delta$
1	α	β α	$\beta+\delta$ β	$\beta+2\delta$ $\beta+\delta$	$\beta+3\delta$ $\beta+2\delta$
2	β	$\alpha+\delta$ $\alpha+\delta$	$\beta+\delta$ $\beta+\delta$	$\beta+2\delta$ $\beta+2\delta$	$\beta+3\delta$ $\beta+3\delta$
3	$\beta+\delta$	$\alpha+2\delta$ $\beta+\delta$	$\beta+2\delta$ $\alpha+2\delta$	$\beta+3\delta$ $\beta+2\delta$	$\beta+4\delta$ $\beta+4\delta$
4	$\beta+2\delta$	$\beta+2\delta$ $\beta+2\delta$	$\alpha+3\delta$ $\alpha+3\delta$	$\beta+3\delta$ $\beta+3\delta$	$\beta+4\delta$ $\beta+4\delta$
5	$\beta+3\delta$	$\beta+3\delta$ $\beta+3\delta$	$\alpha+4\delta$ $\beta+3\delta$	$\beta+4\delta$ $\alpha+4\delta$	$\beta+5\delta$ $\beta+4\delta$

{組数はすべて$(m-p)(n-q)$である}

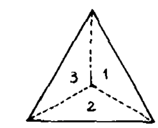

図5　区画区分

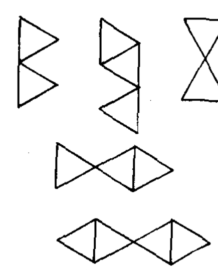
図6　トリップの5つのパターン

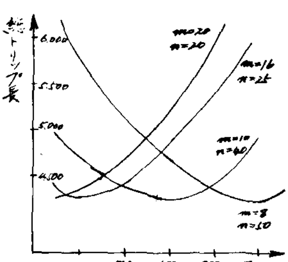

図7　矩形街路網の総トリップ長

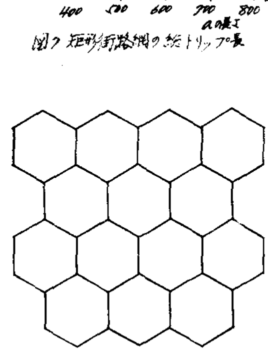
図8　六角形街路網

[参考文献]

奥谷・加藤「交通網パターンとその効率性に関する基礎的研究」研究発表会講演概要集　土木学会中部支部　昭和49年2月