# IV-23　環状路線システム

東京大学工学部　正員　松本嘉司

鉄道・モノレール・バス等の大量輸送機関は線的な輸送サービスを供給するもので，そこでの輸送主体は路線上に分散したいくつかの駅から流入し，流出する。高速道路は大量輸送機関と異なった輸送システムであるが，路線システムとして考えると，平面的な輸送サービス網を形成している一般道路と本質的に異なっていて，その路線上のいくつかのランプから車輌は流入し，流出する。従って路線システムと考えると鉄道・モノレール・バス等と同じ性格をもっている。このようなネットワークの中の任意の節点から他の任意の節点への交通を可能にするためには次の3つの方法が考えられる。(i)，(ii)の方法は従来用いられていた方法である。

(i) 辺がすべて2線併列で，任意のパスについて往復の2方向の交通が可能な複線路線方式

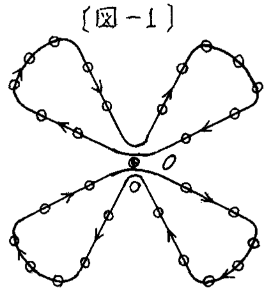
(ii) 辺は単線でそのパスの中に滞留スペースを設け，滞留スペース間の交通を時間帯に区切って，1方向通行とする単線路線方式

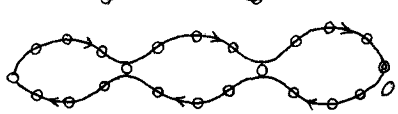
(iii) 環状に連接する単線の路線網に，1方向通行の交通が行なわれる環状路線方式

鉄道・モノレールおよび高速道路等の閉じた交通システムは本質的に線状の輸送サービスを供給する集合交通手段である。交通は本来個人的な移動への欲望を充足させるものであり，集合交通手段はこの平面的な任意の2点間の輸送需要に対しては適応性をもつものではない。これが任意の戸口から任意の戸口への平面的な輸送が可能な道路交通に対する需要を急増させた理由である。しかし道路交通のみで広い地域の輸送サービスを負担させようとすると，全体としての時間的および費用的な輸送効率が低下するとともに，地域社会に与える負の効果(所得公害)を無視することができなくなる。第3の方式である環状線方式は，環状に連接する単線の路線網に車輌を一方向に通行させて，能率のよい，低公害の集合交通手段で平面的な輸送サービスを供給することを考えたものである。

図-1，図-2はその基本的な構想を示したもので，図-1は平面的に発達した都市の中央部O(◎印)に対して，その全域からのサービスを供給することを考えた場合のもので，図-2は帯状に発達した都市の端部O(◎印)に対して，その全域からのサービスを考えた場合のものである。図-3は大都市において，ある面積をもった都心部が構成されている場合のものである。都心地区およびその周辺においては都市鉄道に対してかなりの輸送需要があるが，郊外にのびるその末端部においては都心からの距離と共に輸送需要が減少する。また鉄道網の密度も粗になって，地域に与える便益度が低下する。図-3に示す構想は都心部での複線鉄道を郊外部で環状連接単線鉄道に分岐させ，列車を環状に運行させ，郊外地域に平面状の輸送サービスを供給するものである。

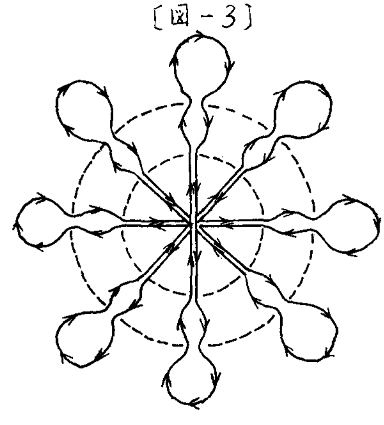
〔図-1〕




〔図-2〕

〔図-3〕



図－4に示すような単一の環状路線が直列に接続する路線システムについて，その線上の節点から輸送主体が流入し，終点0に流出する場合の輸送効率について考察する。逆に考えれば流入点は流出点で，終点0は起点になる。従ってある期間をとれば，1つの節点の流入量と流出量はほぼ一致する。路線システム自体の経済性は路線システムの総費用$G$当りの総輸送量$V$の比$\alpha$で評価することができる。すなわち　$\alpha = V/G$である。路線上の節点$i$からの流入量を$P_i$とすると，終点0へ流出する総輸送量は　$\sum_{i=1}^{m} P_i$　である。往復の2線形式の路線システムの総費用を$G_0$とすると，その効率は　$\alpha_0 = \frac{1}{G_0}\sum_{i=1}^{m} P_i$　であるが，いまこれを図－4に示すような$m$個所の分岐点（$m \leq n-1$）をもつ環状連接路線システムとし，節点の勢力圏は独立で相互に干渉しないとすると，全体の接点数は　$2n-m-1$　となるから，その効率は　$\alpha = \frac{1}{G}\sum_{i=1}^{2n-m-1} P_i$　である。単線システムの総費用は複線システムの総費用の$k$倍とすると，その効率比$\beta$は　$\beta = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{1}{2k}\sum_{i=1}^{2n-m-1} P_i \Big/ \sum_{i=1}^{m} P_i$　で表わされる。この$k$の値は，バス路線のように路線の建設設備費が少ない場合には約0.5，鉄道・モノレール等では約0.7である。均等に人口が分布する都市及びその周辺に建設される大量輸送機関の勢力圏はほぼ一定（$P_i = p$）と考えられるが，この場合には　$\beta = \frac{1}{2k}\left(2 - \frac{m+1}{n}\right)$　と表わされる。いま分岐点間の節点数$p$がすべて均等であるとすると　$n = (p+1)(m+1)$　であるから，　$\beta = \frac{1}{2k}\left(2 - \frac{1}{p+1}\right)$　となり，効率比$\beta$は分岐点間の節点数$p$の関数として与えられる，図－5はこの$p$と$\beta$との関係を示したものである。以上は$P_i$を一定としたが$P_i$が終点0に対して一次式に従って漸減する場合にも，同じような関係式が近似的に成立する・これより環状路線システムにおいては一般には$p$は3以上にする必要がある。

輸送主体についての輸送効率は総輸送人員当りの総輸送人員・時間で評価できる。1つの環状パスは往復で同一の輸送時間となるから，分岐点がない場合の一周時間を$T$とすると総輸送人員時間$W$は

$$W = TP(2p+1)\left(1 + \frac{m}{m+1} + \frac{m-1}{m+1} + \cdots\cdots \frac{1}{m+1}\right) = Tp\frac{(2n-m-1)(m+2)}{2(m+1)}$$

で表わされる。これより輸送効率$\gamma$を総輸送人員当りの総輸送人員時間の割合で表わすと，　$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{m+2}{2m+1}T$　となり，これを図示すると図－6のようになる。これよりmを3以上としても，輸送主体としての輸送効率の増加は小さいことがわかる。

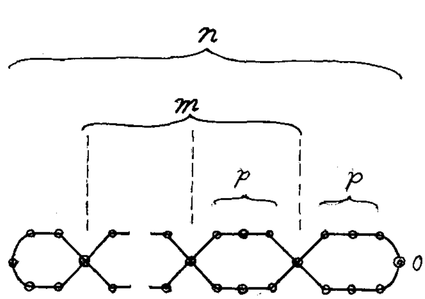
以上の計算では等しい間隔に分岐点を設けるとしたが，1節点の勢力圏が一定で且つ節点間隔も一定とすると，分岐点の間隔を逓減させると$W$が大きくなる。一つの区間の節点数を$g_i$，その区間の一周時間を$T_i$とすると，

$$W = P\sum g_i T_i \quad , \quad \sum g_i = N \text{（全節点数）である。一方}$$

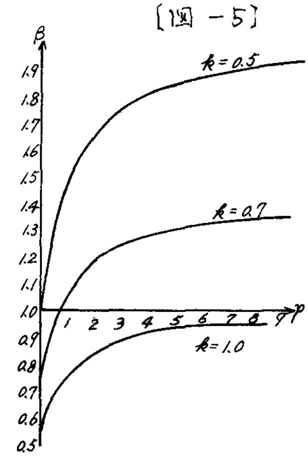
$$T_1/g_1+1 = T_2\Big/\sum_{i=1}^{2}(g_i+1) = \cdots\cdots = T_{m+1}\Big/\sum_{i=1}^{m+1} g_i+1) = K$$

であるから，これらの条件のもとで，$W$を最小にする条件として　$g_i = g_{i+1}+1$　を得る。実際には$P$は一定ではなく，終点0から逓減すると考えられるので，図－3のようにすることが有利となる場合もある。

［図－4］




［図－5］




［図－6］