Ⅳ－6　競合路線における分担交通の解析について

岐阜大学工学部　正員　加藤　晃
近畿日本鉄道K.K.　正員　大久保治彦
岐阜県庁　正員　○大塚明和

〔1〕はじめに　車輌がある地点からある地点まで走行する場合に，数多く存在するルートのうち，どのルートを選んで走行するかを，できるだけ正確に把握することは，道路網計画を立案するのに非常に重要なことである。この場合，一般に交通は一つのルートに集中して流れるのではなく，数本のルートに分散して流れる。これは運転者が，各ルートを走行するのに要する，時間，経費や快適性などに対して，さまざまな評価を行なってルートを選ぶためである。本研究では道路の通り易さを表わす尺度，すなわち道路評価値を基準として，各ルートの交通量分担率がどのようになるかを検討した。なお評価値は，走行時間，走行経費およびルートの混雑度の関数として表わされ，評価値が小さいほど，上位のルートとしてある。

〔2〕二路線間の交通流分担について

(a) 評価値の分布を正規分布と仮定する場合　運転者があるルートを評価するとき，その評価値Eは，平均値$\bar{E}$のまわりに正規分布するものとし，一方のルートが，他方のルートよりすぐれていると判断する確率が，そのルートの分担率を示すものと考える。したがって，その確率密度関数$f(E)$は，評価値の平均値が1位および2位のルートに対して，

$$f(E_1)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}}\exp\left\{-\frac{(E_1-\bar{E}_1)^2}{2\sigma_1^2}\right\}$$

$$f(E_2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2^2}}\exp\left\{-\frac{(E_2-\bar{E}_2)^2}{2\sigma_2^2}\right\}$$

となる。さて，ルートの選択はE_1とE_2の大小，すなわち，E_1-E_2の大小によって決定される。いま$y=E_1-E_2$，$\bar{y}=\bar{E}_1-\bar{E}_2$とすると，1位のルート，および2位のルートに対する評価，E_1，E_2が独立であれば，

$$f(y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi(\sigma_1^2+\sigma_2^2)}}\exp\left\{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2(\sigma_1^2+\sigma_2^2)}\right\}$$

となる。したがって，運転者が2位のルートを選ぶのは，$E_2<E_1$と判断したときであるから，2位のルートの分担率P_2は，

$$P_2=\frac{1}{\sqrt{2\pi(\sigma_1^2+\sigma_2^2)}}\int_0^\infty\exp\left\{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2(\sigma_1^2+\sigma_2^2)}\right\}dy$$

となる。ここで，$u=(y-\bar{y})/\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}$，$u_2=-\bar{y}/\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}$とおけば，

$$P_2=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{u_2}^\infty\exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)du \qquad (1)$$

となる。さて標準偏差σを，$a\sigma=\bar{E}/b$となるように定めるものとすれば，σ_1およびσ_2はそれぞれ，$\bar{E}_1/ab$，$\bar{E}_2/ab$となるので，$Z_2=\bar{E}_1/\bar{E}_2$とおけば，u_2は次のようになる。

$$u_2=ab(1-Z_2)/\sqrt{1+Z_2^2}$$

すなわち，P_2はZ_2の関数で与えられ，正規分布表を使用すれば，容易に求められる．

上述の考え方は，最初C. Abrahamによって導かれたもので，彼は観測データからσの値を$0.135\bar{E}$と定めて解を求めているが，わが国の交通事情からは，必ずしも同一のσが得られるとは限らないので，われわれはa，b二つのパラメーターについて，分担率の変化を

調べてみた。このとき，$a\sigma = E/b$ になるように a, b を定めるが，b は評価の範囲を示したものと言える。

(b) 簡便法　1位のルート，および2位のルートの評価値（平均値）を，それぞれ E_1, E_2 とすれば，その比 $E_1/E_2 = z$ のとり得る範囲は $0 \leqq z \leqq 1$ となり，z が次第に大きくなれば，すなわち E_2 の値が E_1 に近ずくにしたがって，2位のルートの方が評価値が小さいと判断される確率が大きくなることから，まず確率密度関数 dP/dz を仮定し，これから確率分布関数，すなわち分担率 P_2 を求めようとするものである。dP/dz の関数型としては，z がある値 c 以下のときには　$c \leqq z \leqq 1$ の範囲では，便宜上直線式と仮定する，これは評価値 E_2 が，1位のルートの評価値 E_1 のある倍数（$1/c$ 倍）以上になるルートには，全く交通が流れないものとしたわけである。また dP/dz の最大値，すなわち $z=1$ における dP/dz の値は，その積分値の $z=1$ における値が 0.5 となることから $1/(1-c)$ となる。したがって，dP/dz は次のようになる。

$$dP/dz = (z-c)/(1-c)^2$$

P_2 は上式を z について積分すれば求められる。すなわち，

$$P_2 = \int_c^{z_2} (dP/dz)\,dz = 0.5(z_2-c)^2/(1-c)^2 \qquad (2)$$

となる。ここで $c=0.5$ と仮定し，z_2 の各値について計算した結果を，(1)式で求めた値と比較すれば，右の表のようになる。表から明らかなように，(1)式で $ab=6$ とした場合の値とほとんど等しくなり，(2)式によって計算してもさしつかえないことが言える。

E_1/E_2 \ P_2	(1)式 $ab=6$	(2)式 $c=0.5$
0.6	0.020	0.020
0.7	0.071	0.080
0.8	0.174	0.180
0.9	0.326	0.320
1.0	0.500	0.500

〔3〕　三路線以上に拡張する方法について

(b)でのべた考え方を拡張することによって，3本以上のルートが存在する場合の分担率を求めることができる。すなわち，n 本のルートが存在する場合には，まず n 位（最下位）のルートに対する分担率を，1位のルートの評価値 E_1 と，n 位のルートの評価値 E_n の比，$E_1/E_n = z_n$ の関数として求め，順次下位のものから，その残量に対して，同様に E_1 と当該ルートの評価値 E_m の比 $E_1/E_m = z_m$ に応じて決定していくわけである。いま m 位のルートの分担率を P_m，1位のルートと，m 位のルートのみがあるとしたとき，m 位のルートの分担率を P_m' とすれば，P_m' は(1)式，または(2)式の z_2 の代りに，z_m の値を代入したもので，次の(3)，(4)式から，m 位のルートの分担率 P_m が求められる。

$$P_m' = f(z_m) \qquad (3)$$

$$P_m = z_m\left(1-\sum_{r=m+1}^{n} P_r\right)\cdot P_m' \qquad (4)$$

最後に，(4)式は1位のルートの評価値 E_1 を基準として，$\sum_{r=1}^{n} P_r = 1$ となるように，下位のルートから順次分担率を決定していったため，多少の誤差が生じてくる点に注意しなければならない。これは $E_1 < E_2 = E_3 = \cdots\cdots = E_n$ となるときの誤差 $\varepsilon = P_2 - P_n$ が最も大きくなり，3本のルートのとき，$z = 0.854$ にて，$\varepsilon = P_2 - P_3 = 0.042$，すなわち4.2％となる。ルート数が多くなれば，誤差も次第に大きくなるが，概略7％付近に収束してくるので，実用にはさしつかえないと言える。