Ⅳ-86 競合路線における交通分担率について

岐阜大学工学部　正員　加藤晃

道路網計画の基礎解析として交通流配分の解析が行なわれる。すなわちOD交通ごとに計画対象となる道路網の中で、どの経路をたどって交通を完了するかを正確には握する必要がある。この場合一般に交通は1本の経路に集中して流れるのではなく、数本の経路に分散して流れる。これは運転者が各経路を走行するのに要する時間、経費や快適性などに対しくさまざまな評価を行なって経路を選ぶためである。この報告では経路選択の尺度として、道路の各区間ごとの評価を示す関数を規定したとき、評価値関数にもとづいて競合路線間における交通量分担の割合がどのようになるかを検討した。

いま、道路網を構成している道路区間 S_j の評価値を $E(S_j)$ としく、この値が走行時間T、走行経費Cおよび走行の安全、快適性 A で表現できるものとすれば、評価関数は式(1)のように表現できる。

$$E(S_j)=f(T_j)+g(C_j)+h(A_j) \tag{1}$$

式(1)の第1、第2項は数量表示が可能であり、第3項も評点方式で数量化ができるから、式(1)の数値を計算することができる。この場合 T, C, A, ともにその区間の交通混雑度（交通量／交通容量）に大きな影響を受ける。また起点 I_0 から終点 J_g までの経路についての評価関数は、式(2)のように表わせる。

$$E(R_k(I_0,J_g))=\sum_{S_j\in Q_k}E(S_j) \tag{2}$$

ここで得られた経路評価値は、各運転者が経路を評価するときの確率分布の期待値に相当するものであり、どの運転者も経路 R_k に対して $E(R_k)$ と評価するわけではない。すなわち $E(R_k)$ は平均値 m のまわりに分布すると考えられる。この分布関数を $f(x)$ とする。簡単のために I_0, I_j 間の経路2本が、競合路線となる場合について考える。2本の経路の評価値を $E(R_1)=m_1$; $E(R_2)=m_2$ とし、その分布関数をそれぞれ $f_1(x_1)$, $f_2(x_2)$ とする。

いま、ある運転者が第1、第2経路をそれぞれ x_1, x_2 と評価したとすれば、$x_1\leqq x_2$ なら、この運転者は第1経路をとり、$x_1>x_2$ なら、第2経路を選ぶものと考える。ここで運転者が第1経路を x_1 と評価し、かつ第2経路を $x_1\geqq x_2$ と評価する確率 δ が求められれば $f_1(x_1)$, $f_2(x_2)$ の分布関数さえ調査して決定すれば、第1経路が交通を分担する割合 D_1 が求められる。δ は図−1から明らかなように式(3)として表わせる。

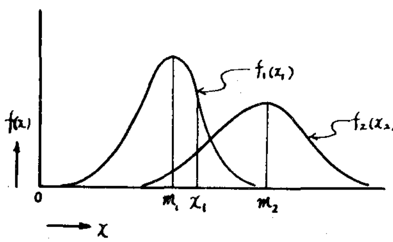
$$\delta=f_1(x_1)\int_{x_1}^{\infty}f_2(x_2)\,dx_2\,dx_1 \tag{3}$$

したがって第1経路を選ぶ確率 D_1 は式(4)となり、第2経路を選ぶ確率は式(5)となる。この D_2 はまた、式(6)のように表現できる。

$$D_1=\int_{-\infty}^{\infty}f_1(x_1)\int_{x_1}^{\infty}f_2(x_2)\,dx_2\,dx_1 \tag{4}$$

$$D_2=\int_{-\infty}^{\infty}f_2(x_2)\int_{x_2}^{\infty}f_1(x_1)\,dx_1\,dx_2 \tag{5}$$

$$D_2=\int_{-\infty}^{\infty}f_1(x_1)\int_{-\infty}^{x_1}f_2(x_2)\,dx_2\,dx_1 \tag{6}$$



図−1　経路評価の分布

同様にn本の経路から第1経路を選ぶ確率D_1は式(7)で求められ、k番目の経路を選ぶ確率D_kは式(8)のようになる。

$$D_1 = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x_1)\int_{x_1}^{\infty} f_2(x_2)\cdots\int_{x_1}^{\infty} f_n(x_n)\,dx_n\cdots dx_2\,dx_1 \tag{7}$$

$$D_k = \int_{-\infty}^{\infty} f_k(x_k)\int_{x_k}^{\infty} f_1(x_1)\cdots\int_{x_k}^{\infty} f_{k-1}(x_{k-1})\int_{x_k}^{\infty} f_{k+1}(x_{k+1})\cdots\int_{x_k}^{\infty} f_n(x_n)\,dx_n\cdots dx_{k+1}\,dx_{k-1}\cdots dx_2\,dx_1 \tag{8}$$

いま経路評価値の分布関数を三角分布として、2経路間における第1経路の交通分担率D_1を求めると次のようになる。

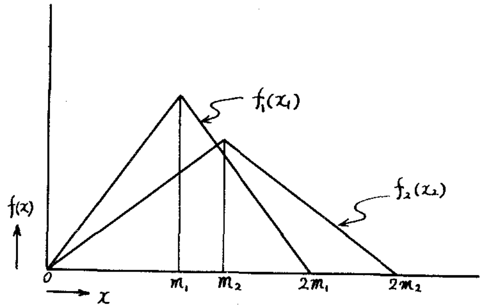
(i) 三角分布の始点がともに原点にある場合（図-2）、$f_1(x_1)$, $f_2(x_2)$は式(9), (10)で与えられる。

$$f_1(x_1) = \frac{1}{m_1}\left(1 - \frac{1}{m_1}|x_1 - m_1|\right) \quad 0 \leqq x_1 \leqq 2m_1 \tag{9}$$

$$f_2(x_2) = \frac{1}{m_2}\left(1 - \frac{1}{m_2}|x_2 - m_2|\right) \quad 0 \leqq x_2 \leqq 2m_2 \tag{10}$$

したがって式(4)は式(11)のように求められる。

$$\begin{aligned} D_1 = &\int_0^{m_1} \frac{x_1}{m_1^2}\left[\int_{x_1}^{m_2} \frac{x_2}{m_2^2}\,dx_2 + \int_{m_2}^{2m_2}\left(\frac{2}{m_2} - \frac{x_2}{m_2^2}\right)dx_2\right]dx_1 \\ &+ \int_{m_1}^{m_2}\left(\frac{2}{m_1} - \frac{x_1}{m_1^2}\right)\left[\int_{x_1}^{m_2} \frac{x_2}{m_2^2}\,dx_2 + \int_{m_2}^{2m_2}\left(\frac{2}{m_2} - \frac{x_2}{m_2^2}\right)dx_2\right]dx_1 \\ &+ \int_{m_2}^{2m_1}\left(\frac{2}{m_1} - \frac{x_1}{m_1^2}\right)\int_{x_1}^{2m_2}\left(\frac{2}{m_2} - \frac{x_2}{m_2^2}\right)dx_2\,dx_1 \end{aligned} \tag{11}$$



図－2　原点が共通する三角分布の場合

このとき $\frac{1}{2} \geqq \frac{m_1}{m_2} > 0$ ならば式(11)は式(12)のようになり、D_2も同様に式(13)となる。

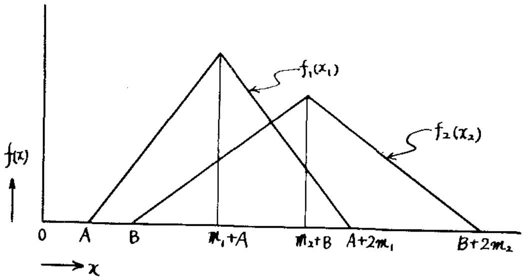
$$D_1 = 1 - \frac{7}{12}\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2 \tag{12}$$

$$D_2 = \frac{7}{12}\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2 \tag{13}$$

さらに $\frac{m_1}{m_2} > \frac{1}{2}$ のときも同様にして式(14), (15)を得る。

$$D_1 = 3 - \frac{8}{3}\left(\frac{m_1}{m_2}\right) + \frac{3}{4}\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2 - \frac{2}{3}\left(\frac{m_2}{m_1}\right) + \frac{1}{12}\left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 \tag{14}$$

$$D_2 = -2 + \frac{8}{3}\left(\frac{m_1}{m_2}\right) - \frac{3}{4}\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2 + \frac{2}{3}\left(\frac{m_2}{m_1}\right) - \frac{1}{12}\left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 \tag{15}$$



図－3　一般的な三角分布の場合

(ii) 任意の三角分布が任意の位置にある場合（図-3）、$f_1(x_1)$, $f_2(x_2)$は式(16), (17)のように与えられる。

$$f_1(x_1) = \frac{1}{m_1}\left(1 - \frac{1}{m_1}|x_1 - m_1 - A|\right) \qquad A \leqq x_1 \leqq 2m_1 + A \tag{16}$$

$$f_2(x_2) = \frac{1}{m_2}\left(1 - \frac{1}{m_2}|x_2 - m_2 - B|\right) \qquad B \leqq x_2 \leqq 2m_2 + B \tag{17}$$

かかるとき式(4)は一般に式(18)のように求められる。

$$\begin{aligned} D_1 = &\int_A^{m_1+A}\left(\frac{x_1 - A}{m_1^2}\right)\left[\int_{x_1}^{m_2+B}\left(\frac{x_2 - B}{m_2^2}\right)dx_2 + \int_{m_2+B}^{2m_2+B}\left(\frac{2}{m_2} - \frac{x_2 - B}{m_2^2}\right)dx_2\right]dx_1 \\ &+ \int_{m_1+A}^{2m_1+A}\left(\frac{2}{m_1} + \frac{A - x_1}{m_1^2}\right)\left[\int_{x_1}^{m_2+B}\left(\frac{x_2 - B}{m_2^2}\right)dx_2 + \int_{m_2+B}^{2m_2+B}\left(\frac{2}{m_2} - \frac{x_2 - B}{m_2^2}\right)dx_2\right]dx_1 \end{aligned} \tag{18}$$

一般に経路評価の分布は正規分布とみなすことができるので、正規分布を式(16)、(17)の三角分布で近似させれば、任意の2経路間の交通分担の割合が式(18)によって求められる。講演では式(18)について、種々の条件の場合の分担率および3路線以上の競合問題についての考え方を述べる。