IV-25　　交通量計測の一誤差について

京都大学　正員　米谷栄二
〃　〃　○明神　証

1. はじめに

交通管制の実施に際して重要な交通情報の一つは交通量である。予測される交通量あるいは観測交通量にもとづいて交通管制を行なう場合，いずれにしても交通量を観測する必要があるが，観測によってえられる交通量の値は種々の原因による誤差を含んでいるので，その原因の種類とそれにもとづく誤差の大きさを検討しておく必要があり、できうるならばこの検討結果にもとづいて観測値を補正しておくことが望まれる。本文では，図－1に示すように片側2車線の道路の一地点にループ式検知器が設置されている場合について，車の走行挙動にもとづく観測（以下，検知という）の誤差のうち、おいこし走行による誤差の大きさについて検討したものである。

2. おいこし走行モデルおよび検知誤差

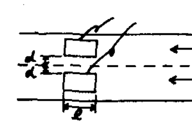

図-1 ループ検知器の配置

走行速度は高速・低速の2種類とし，低速車は常に外側車線を一定速度vで走行しており、高速車は外側車線上にτ以上の車頭間隔があれば外側車線上を走行しそうでないときは内側車線上でいわゆるおいこし走行をつづけるものとし，その走行速度は一定値Vであるとする。この高速車の走行軌跡を折線で単純化して図示したものが図－2であり、車線区分線とこの軌跡とが交差する頻度に比例して検知誤差が大きくなるはずである。すなわち，1台の高速車が図－1に示すようなループ検知器の両方を同時にふんで走行した場合，通常（1台の車が同時に両検知器にまたがって存在していることを判別するような機構をもっていない場合）は2台と検知されるのである。

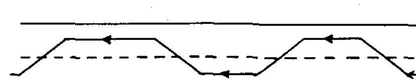

図-2 高速車の走行軌跡

まず、1台の高速車が1時間走行する場合におこす低速車の平均台数をpとすると

$$p = \varphi\lambda(\mu - 1) \qquad (1)$$

ここに、φ＝低速車混入率，λ＝静止点における平均交通量、$\mu = V/v$であり、Vは高速車の，vは低速車の速度である。この高速車が外側車線上を走行する回数すなわち外側車線上でτ以上の低速車の車頭間隔を発見する回数（おいこし回数）は、車頭間隔分布を指数分布と仮定すれば，

$$N_1 = p e^{-p\tau} \qquad (2)$$

なお，高速車が低速車に追従して走行することはないものとしている。すべての高速車が上述の1台と同様に走行するとすれば，（$1-\varphi$）λ台の高速車によっておこなわれるおいこし回数Nは

$$N = (1-\varphi)\lambda \cdot N_1 = (1-\varphi)\lambda \cdot \varphi\lambda(\mu-1)e^{-\varphi\lambda(\mu-1)\tau} \qquad (3)$$

で与えられ，このようなN回のおいこしが長さVの区間上で一様に行なわれると考えられる。さて、1回のおいこしは外側車線→内側車線→外側車線というように2回の車線変更

で完了するのであるが，1台の車が1回の車線変更に際して，図−1のように設置された2検知器に検知される確率を求める。図-3に示すように，高速車は一定角θ_1で直線的に車線変更を行なうものとする。図-3に示す長さl'の内部に，車線変更軌跡と車線区分線との交点があれば両方の検知器に検知されるものとする。ただし，図-3は単なる幾何学的条件を示すものであって，実際に検知されるかどうかは，ループ検知器の特性その他の事情により決まる。ここでは，幾何学的条件をみたせば検知されると考えておく。l'の大きさはつぎのように与えられる。記号の意味は図-3に示すとおりである。車の巾wは一定とする。なお，ループ設置間隔$(2d)$が車の巾(w)より小さければ，θ_1の如何によらず$w \operatorname{cosec}\theta_1 > 2d\cot\theta_1$より$l' > l$である。

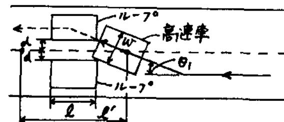

図-3. おいこしに際して1台の高速車が両ループ検知器にまたがる幾何学的条件

$$l' = l + w \operatorname{cosec}\theta_1 - 2d\cot\theta_1 \qquad (4)$$

同じく内側車線から外側車線への車線変更（角θ_2）についても

$$l'' = l + w \operatorname{cosec}\theta_2 - 2d\cot\theta_2 \qquad (5)$$

がえられる。それぞれに対して，求める確率をp_1, p_2とすれば

$$\left.\begin{aligned} p_1 &= l'/V = (l + w \operatorname{cosec}\theta_1 - 2d\cot\theta_1)/V \\ p_2 &= l''/V = (l + w \operatorname{cosec}\theta_2 - 2d\cot\theta_2)/V \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

ループ検知器の設置点において，1台の高速車がおいこし走行のために2台と検知される確率は，通常の長さをもつループ検知器に対しては(p_1+p_2)で与えられ，結局1時間当りの検知誤差はつぎのようになる。

$$\begin{aligned} E &= N(p_1+p_2) \\ &= (1-\psi)\psi\lambda^2(\mu-1)e^{-\psi\lambda(\mu-1)\tau} \times (p_1+p_2) \end{aligned} \qquad (7)$$

ここで，E/λを誤差率とよぶことにすれば

$$\text{誤差率} \equiv E/\lambda = (1-\psi)\psi\lambda(\mu-1)e^{-\psi\lambda(\mu-1)\tau} \times (p_1+p_2) \qquad (8)$$

式(6)から明らかに，p_1, p_2はループ長さl，車の巾w，ループ設置間隔dおよび車線変更角θ_1, θ_2だけに関係しているからこれを一定とすれば，誤差率は，低速車混入率ψ，平均交通量λ，速度比μおよびいわゆるacceptance gap τによって定まる。いまこれをλだけの関数とみて，最大誤差率を与えるλの値を求めるとつぎのようになる。

$$\lambda_m \equiv \max_{\lambda}[E/\lambda] = 1/\psi(\mu-1)\tau \qquad (9)$$

最大誤差率はつぎのように与えられる。

$$\max[E/\lambda] = (p_1+p_2)(1-\psi)/e\tau \qquad (10)$$

これはψが小さいほど大きくなる。式(9)よりλ_mはψに反比例して大きくなるが，$\psi\lambda_m = 1/(\mu-1)\tau$と$\psi$によらず一定，一方高速車台数は$(1-\psi)\lambda = (\frac{1}{\psi}-1)/(\mu-1)\tau$と$\psi$が減少すると急増する。したがっておいこし回数が急増し，最大誤差率も増大する。

3. 計算結果

$l = 1\,m$, $w = 2\,m$, $2d = 1.5\,m$, $\theta_1 = \theta_2 = 10^\circ$と仮定して，$\lambda$, ψ, τの2,3の組合せに対する計算結果を示す。

表. おいこしにもとづく最大誤差率

τ	ψ	$\max[E/\lambda]$	交通量(λ)	低速車交通量($\psi\lambda$)
10 sec.	0.4	0.80 %	2,700 台/時	1,080 台/時
	0.5	0.66	2,160	1,080
	0.6	0.53	1,800	1,080
15	0.4	0.53	1,800	720
	0.5	0.44	1,440	720
	0.6	0.34	1,200	720

速度比 $\mu = 1.33$ ($V = 80$, $v = 60$ km/h)