

高速道路における事故検知に関する一考察

京都大学 正員 明神 証

1. はじめに

高速道路上で事故が発生し、本線の容量低下あるいは完全閉塞を生じた場合、連鎖事故の防止、疎通能力の可及的早期回復による道路の有効利用という立場から、できるだけ早く事故の発生を検知することが必要である。ここで対象とするのは都市間高速道路である。都市間高速道路は、都市高速道路にくらべて総延長が大きく、したがってなんらかの事故発見・検知のための装置を設置するにしても、できるだけ早期に検知するためには設置間隔を短くすればよいのであるが、そのために必要となる装置の数が大きくなって費用の莫大である設置間隔にせざるを得ない。もちろん、事故検知に不可欠の装置であれば、理念としては、いかに高価であろうとも設置すべきであるが、そのことは別に事故検知のために利用できる情報についての入念な検討が行なわれなければならない。ここでは、ある間隔に設置された情報検出装置（速度測定器とトラフィックカウンター）からえられる地速反応および交通量の情報をもとにして、これらをもちいて事故の検知が可能であるかどうかについて検討するために必要を若干の基礎的考察を行なう。なお、その他の情報の利用についてもすでに研究が行なわれており、¹⁾ ことこのべることはそれらの中の一つとして行なったものである。

2. 状況の設定と仮定

図-1 に示すように間隔 l_1 で速度測定器とトラフィックカウンターが設置されている。設置点の番号を上流（左側）から下流にむかってつけ、事故が点 ① からきより x_a の点においておこったために、本線が閉塞され通行不能になったとする。

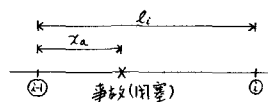


図-1

つぎの仮定をおく。

(i) 事故発生前、本線上の走行速度は各車についてそれぞれ一定である。したがって、ここでは、検知点 ④ における速度分布（時間速度の分布）が与えられており、速度に関する平常時の情報としてこの速度分布をもちいる。かつ、この分布は一応、定常と考えられる。

(ii) 事故発生時刻に、 x_a と ① との間にいた車はその後走行をつづけ、高速車は低速車に対して相対的に早く ① を通過するため、 $x_a \sim ①$ 間の交通密度は小さくなり、この結果一般にこれら低速車の速度は大きくなると考えられるが、ここでは、事故発生後においてもこれら低速車の速度は事故発生前と同じであるとす。

事故発生による上流側での停滞・下流側での流出状況を図-2 に示す。

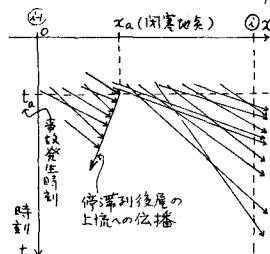


図-2

3. 事故発生と検知点 ④ の速度・交通量の変化

任意の点 x ($x_a \leq x \leq l_i$) にいた速度 v の車が時刻 t ($t \geq t_a$) に来る位置を $x(t)$ とすると
 $x(t) = x + v(t - t_a)$ or $x(t_a + h) = x + v h$, $h = t - t_a$ (1)

時刻 t まで x に下流検知点 ② を通過する車 k として

$$v \geq (l_i - x) / h \quad (2)$$

微小区間 $(x, x + dx)$ にある空間速度の分布を $f_a(v | t_a)$ とする。こゝに、 $(v | t_a)$ は事故発生時刻 t_a における速度である。 t_a 以後、 h 時間内に点 ② を通過する車の平均速度を、 $\bar{v}(h | x_a, t_a)$ で表わすと

$$\begin{aligned} \bar{v}(h | x_a, t_a) &= \int_{x_a}^{l_i} \int_v^{\infty} u f_a(u | t_a) du \cdot \frac{dx}{l_i - x_a} \\ &= \frac{1}{l_i - x_a} \int_{x_a}^{l_i} \int_{(l_i - x)/h}^{\infty} u f_a(u | t_a) du dx \end{aligned}$$

図-3 は一般の分布形 $f_a(v | t_a)$ について、以上の状況を示す。

式(3)の $\bar{v}$ は図-3の $v \geq (l_i - x)/h$ の部分を示す。

しかゝに、通常 $f_a(v | t_a)$ は観測困難であつて、こゝで与えられてゐるものは、点 ② における時刻 t_a 以前の平常時の時間速度分布である。一般に、空間速度分布 $f_a(v)$ と時間速度分布 $f_t(v)$ との関係は

$$f_t(v) = v f_a(v) / \int_0^{\infty} v f_a(v) dv \quad (4)$$

で与えられ²⁾、また、 $\int_0^{\infty} v f_a(v) dv = \bar{v}_a = 1/E(1/v)$ 、(こゝに、 $E(1/v)$ の v は時間速度) であ²⁾ るから

$$f_a(v) = \frac{1}{E(1/v)} \cdot \frac{1}{v} f_t(v) \quad (5)$$

この $f_a(v)$ をこゝでは $f_a(v | t_a)$ と表わしてゐるから、式(3)は

$$\bar{v}(h | x_a, t_a) = \frac{1}{l_i - x_a} \int_{x_a}^{l_i} \int_{(l_i - x)/h}^{\infty} \frac{1}{E(1/v)} f_t(v | t_a) du dx$$

$E(1/v)$ は定数であるから $E(1/v)$ とかくと

$$= \frac{1}{E(1/v)} \cdot \frac{1}{l_i - x_a} \int_{x_a}^{l_i} \int_{(l_i - x)/h}^{\infty} f_t(v | t_a) du dx \quad (6)$$

同じ時間 $h = t - t_a$ 内に点 ② を通過する台数を $g(h | x_a, t_a)$ とかくと同様にして

$$\begin{aligned} g(h | x_a, t_a) &= \frac{l_i - x_a}{l_i} N_i(t_a) \cdot \frac{1}{l_i - x_a} \cdot \frac{1}{E(1/v)} \int_{x_a}^{l_i} \int_{(l_i - x)/h}^{\infty} \frac{1}{v} f_t(u | t_a) du dx \\ &= \frac{1}{E(1/v)} \cdot \frac{N_i(t_a)}{l_i} \int_{x_a}^{l_i} \int_{(l_i - x)/h}^{\infty} \frac{1}{v} f_t(u | t_a) du dx \end{aligned} \quad (7)$$

こゝに、 $N_i(t_a) = N_{i-1}(t_a) - N_i(t_a)$ であつて、これは当該区間 ④ ~ ⑤ における時刻 t_a の走行中の台数である。この台数はある時間間隔 Δt に走査されてゐる。

4. 検知情報としての速度、交通量の有用性

式(7)、(6)の $N_i(t_a) f_t(v | t_a)$ が定数であれば、理論的には、時間が大きくなるにしたがふ、平常時の平均速度、通過台数との差が大きくなるから、比較的早期に事故検知ができる。

案簿のこれらの変動を考えると、式(6)、(7)の値等がいかほどであれば事故と考えるべきかという極めて重要な問題がある。

1) 高速道路研究会：高速道路における交通規制に関する研究
 2) 佐佐木 義国：交通流理論、技術書院、36ページ

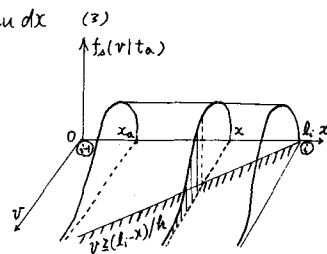


図-3