

大阪市立大学工学部 正 員 三瀬 貞

大阪市土木局 正 員 村井哲夫

大阪市立大学大学院 学生員 ○川崎雅文

## 1. まえがき

交通公害が、近年激しく論じられ、なかでも交通事故は数年来、種々の立場で、厳しく論じられ、従ってまた、種々の安全対策がなされ、交通事故死者あるいは負傷者数もやっと思はれ状態になってきている。車両の増加数からいえば、事故数は減少しているのかもしれないが、より効果的な対策をみいだすべく、種々のところで研究がなされ、あるいは具体的な施策が実施されている。ここでは、交通事故解析の一つの考え方として、道路の特定部分が単位時間に通しうる自動車の最大数を交通容量というのに対し、特定の道路が交通に対しどの程度安全であるかを示す尺度として安全容量(Safety Capacity)というものを提案する。

## 2. 解析の考え方

走行中の車両は、すべてが交通事故を起こすチャンスをもっているにもかかわらず、事故を起こす車両は極めて少なく、例えば同一車線上を走行する車両群を考えると、どの車両も追突事故あるいはその他の事故を起こすチャンスをもっているが、実際に事故を起こす車両は非常に少ない。それ故交通事故は事故を起こす前の状態(状態Ⅰ)時に、何らかの外部力が作用し、もし状態Ⅰと事故発生後の状態(状態Ⅱ)の間にポテンシャルの山が存在すると思えば、この山を越える外部力が作用したときの事故が発生し、たとえ外部力が作用したとしても、この山を越えないものであれば、事故は起らないと考えられよう。

一方、交通事故を熱力学的に扱うためには、熱力学第1法則および第2法則の成立が必要である。道路交通の巨視的状态を考えると、ある地域を一つの閉じた系(孤立系)として長期的観測をすれば、自動車の流入は点視することができ、その系に加えられる社会的、経済的な力 $Q$ により、道路交通の需要が生じる。この運動に対する仕事、これを交通事故という反応で表わせば、その系の状態量すなわち内部エネルギー $U$ は  $U = Q + A$  …………… (熱力学第1法則) と表わせるだろう。またエントロピーを $S$ とすると  $dS = dQ/T$  …………… (熱力学第2法則) と定義できる。ここに $T$ は、車の動いている状態を知る尺度としての交通量である。

交通事故を前述のようにポテンシャルの場で考え、その発生過程を図-1で説明しよう。ある交通道路環境で走行中の運転者は、ある心理的、社会的状態にあると考えられ、これが状態Ⅰで、状態Ⅱは前述のように事故発生後の状態である。事故が発生するということは、何らかの外部力が作用して、系が状態Ⅰから状態Ⅱへ移行するのであるが、これは外部力 $P$ が作用し、状態Ⅰのエネルギーレベルが上昇し、一方状態Ⅱのエネルギーレベルが下降して $\Delta F$ というエネルギー差が生じたことによるものである。たとえ $\Delta F$ のエネルギー差が存在しても状態Ⅰから状態Ⅱへの移行は起こらない。ポテンシャル障壁を乗り越えるような外部力 $P$ が作用したときに初めて、その移行が生じ、すなわち事

故が発生する。この障壁の高さを示すエネルギーを克服エネルギー、その障壁の頂上を遷移状態とよぶ。

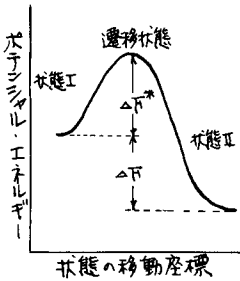


図-1、エネルギー障壁の形

### 3. 解析の方法

実際の道路における解析を図-2のフローチャートに従って実施する。

いまある道路区間を限定し、その区間上を一台の車両が走行している状態を考えよう。この運転者の生理的、心理的条件が走行状態エネルギーに関する一つの要因と考えることができ、さらに車両そのものの状態あるいは天候、路面の湿潤状態といった外的条件のもとに走行する状態を走行挙動として総合した形で、ある走行状態のエネルギーポテンシャルを定義する。これを $\Delta F$ で表わすと、このときこの運転者は、 $\Delta F$ なる走行状態エネルギーをもつ。この $\Delta F$ の決定には種々の方法があるが、われわれは数量化II類を用い、外的基準として損傷程度(死亡、重傷、軽傷)による分類を行ない、要因として運転者の年齢、職業等を使い、

$$HX = \sum_{j=1}^n F_j X_j$$

の $g$ 最大に対応する縦ベクトル $X$ を求め、各々の分類に与えられる数値、すなわち平均の $\Delta F_i$ は

$$\Delta F_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^n n_{ij} X_j$$

により算出する。ここに $N_i$ は分類 $i$ に属する数、 $n_{ij}$ は要因の $j$ カテゴリーに属する数、 $X_j$ は要因の $j$ カテゴリーに与えられる数量。

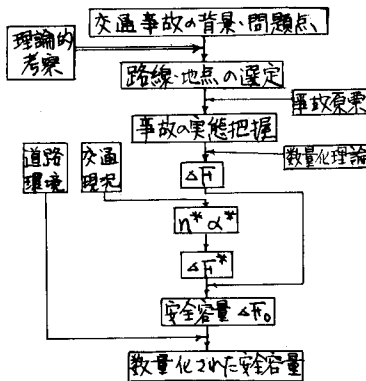


図-2、解析のフローチャート

$\Delta F$ をもった運転者の心理に影響を与えるような外部力 $P$ が作用し、遷移状態に達したときある確率で状態が変化する。この遷移状態エネルギーと走行状態エネルギー $\Delta F$ の差すなわち $\Delta F^*$ の発生は、事故発生確率と同義である。それ故にある期間における事故発生確率を $r$ とすれば、遷移状態が

$$K = A \sum e^{-\Delta F^*/RT}$$

( $K$ : 状態Iと状態IIの平衡係数、 $A, R$ : 定数、 $\Delta F^*$ : 克服エネルギー、 $T$ : 交通量) と表わせるので、 $r$ は $r = f(\Delta F^*, T)$ の関数で、 $r = \alpha T^n e^{-\Delta F^*/T}$ と表わす。ここに $\alpha$ は定数。 $r$ を車種毎、各分類毎に分けて、この式の対数をとる

$\ln r_{ij} = \text{const} + n_{ij} \ln T_j - \Delta F_{ij}^*/T_j$   $i$ : 分類、 $j$ : 車種

さらにこの式を変形して、 $n_{ij}$ を仮定し、 $\ln T_j - n_{ij} \ln T_j$ と $1/T_j$ が直線関係となるときの直線の傾きが、 $\Delta F_{ij}^*$ として与えられる。次にこの $\Delta F_{ij}^*$ 値の相関が最大となる $\Delta F^*$ を求める。

以上より $\Delta F$ と $\Delta F^*$ が求められれば、図-1と安全容量 $\Delta F_0$ が道路に固有のものであることより、安全容量 $\Delta F_0$ は

$$\Delta F_0 = \Delta F^* + \Delta F/2$$

として求めることができる。

### 4. あとがき

実際の道路について解析するにあたり、種々の問題を生じてきた。なかでも第1の問題は、いろいろなか所で、おそらく成立するであろうという予想のもとに仮定の形で理論を組み立てていることであり、第2の問題はこの方法が過去の事故に基づいている関係上、データの十分な収集が困難であるという点である。今後これらの問題を漸次解決し、交通事故と道路線形との関係を定量的に扱うところまで発展させたい。