

交差点の交通安全評価法について

- FTA手法による -

広島大学 正員 ○今田寛典
広島大学 正員 門田博知

1 はじめに.

最近, 住居地区内の街路までの安全性向上の重要性が議論されるようになった。しかし, 住居地区内の比較的自動車交通量の少ない街路上では事故発生件数が少なく, 分散的であるため, そのような地区内の街路や交差点での交通安全性の評価手法や計画・実施される安全対策の効果測定法は確立されていいるとは言えない。

そこで, 本研究の目的は人や車の行動現象を基本にした交通安全評価手法を提案することにある。

2 歩行者事故の発生過程.

いま, 歩行者事故が発生する現象を想像してみる。歩行者と自動車の両者が $(t, t+d)$ の時間間隔にある地点で出会うように接近してくる。このとき d は一般には歩行者の道路横断所要時間とされる。しかしこの事象が生起する場合, 歩行者または自動車のいずれかが停止, 速度低下, 進行方向の変更等によって事故は回避されてきている。すなわち, 図-1に示すように人と自動車の双方が d 間にある地点で

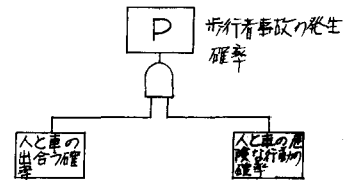


図-1 歩行者事故の発生現象

出会う事象と, 歩行者や自動車の回避行動が不適当であったり, 回避しない事象の両事象が同時に発生した場合 (図-1ではANDゲートで表現される) 事故が発生することになる。そこで, この歩行者事故の発生過程をFTAを利用することによりモデル化する。まず, 図-1に示されているように事故の発生過程を2つの事象に分類し, 各々の事象をさらに基本事象へと分解してやる。この時, 分解される基本事象は我々の観測, 調査が可能であり, かつ分解するステップ数の少ないものが望ましい。なぜならば, 安全評価および事故防止対策案を評価する際定量的な扱いが必要とされるため, 観測, 調査可能な事象が望ましく, また分解ステップ数が多くなれば基本事象よりトップ事象へと積み上げ方式による累積誤差が大きくなり, 誤差伝播の問題が生じてくる。

2-1 人と車が出会う事象

人と車とが出会う事象は図-2に示される事象が生じた場合である。過去の観測や調査によると信号の影響を受けないほど離れた地点での自動車の到着分布は指数分布に従うことが知られている。本研究における調査においても信号設置地点より約140~150m以上離れると指数分布になることが示された。したがって, 人と車とが出会う事象の確率 P は次のようになる。

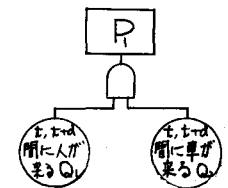


図-2 人と車が出会う事象

$$P = Q_1 \cdot Q_2 \quad \text{ただし, } Q_1 = \int_0^d \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} dt, \quad Q_2 = \int_0^d \lambda_2 e^{-\lambda_2 t} dt$$

Q_1 は d 間に人が来る確率, Q_2 は d 間に車が来る確率, λ_1 は人の平均到着率, λ_2 は車の平均到着率を示す。

2-2 人や車の危険な行動事象

人の危険な行動事象とは①左右の安全確認をしないで横断を開始する, ②安全確認はあるけれども, 非常に短いギャップ ($g < d$) を利用した横断, ③安全の確認をし, 適切なギャップが到来するまで横断待ちをするが, 車道上で横断待ちをする行動

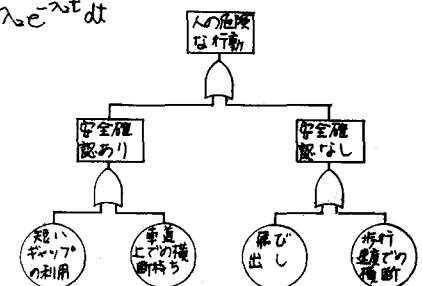


図-3 人の危険な横断行動事象

④ 導き出し行為等があげられる。人の危険な行動のFT図は図-3のようになり、人の危険な行動事象は図に示したように4種類の行動の和事象となる。さらに、これらの行動事象間には共通部分が存在していないのでORゲートで結ばれることになる。

しかし、人の危険な行動事象が発生しても自動車側に人の危険な行動を十分回避できる行動をとることができず、事故は発生しない。すなわち、人の危険な行動事象と自動車の回避できない行動事象の両者がANDゲートで結ばれた場合事故が発生することになる。本論では、然面の都合上人は左右の安全確認をしたけれども非常に短いギャップでの横断行動による場合の危険度についてのみ考察する。

i) 歩行者の横断利用ギャップ長分布

歩行者や車が利用するギャップ長の密度関数に関する研究は多くなされている。本論では対数正規分布であると仮定する。9≦dである確率は

$$Q_3 = \int_0^d f(x) dx$$

ただし、 $f(x)$ は対数正規確率密度

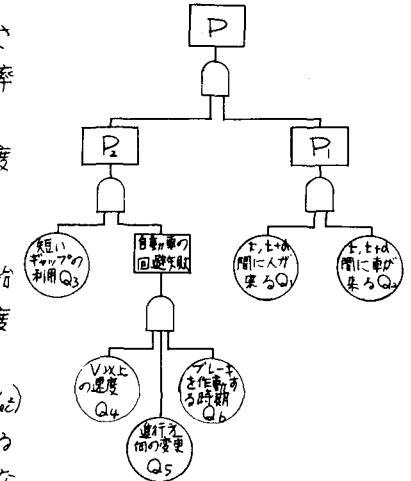
関数である。

ii) 自動車の走行速度分布

いま歩行者が、ギャップが $d(<d)$ であるにもかかわらず横断を開始した場合、車はブレーキを作動させてこの d 間に停止できるような速度 v で運行しておけば事故は回避される。このときの速度 v は、

$$v \leq agf d \quad (\text{ただし、} a \text{は補正係数、} f \text{は摩擦係数、} g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

であらうよいことになる。次に、この速度は様々な要因で変化し、ある分布形に従うものと思われる。本論では調査地点毎の平均走行速度と交通量との間の回帰分析を行い、その誤差の分布形と速度の分布形とした。図-4 短いギャップを利用した場合の事故
この時、自動車の走行速度は直進、右折、左折によってかなり差があるので、各々の場合に分類しておく必要がある。本研究では観測地点数が非常に少ないけれども $N(32.3+0.01x, 16.3)$ の分布形が得られた。ただし、 x は自動車交通量である。また、歩行者やドライバーの反応時間の長さも重要な要素になる。この反応時間 r の存在は、自動車が d 間に停止するのではなく、 $d-r$ 間に停止しなければならないことを示している。したがって、 $v \leq agf(d-r)$ になる。なお、図-4中の Q_5, Q_6 については考慮していない。



2-3 歩行者事故の発生確率

人と車とがお互いに回避することのできない事故が発生する確率 P_2 は次のようになる。

$$P_2 = \int_0^d f(x) dx \cdot \int_{agf(d-r)}^{\infty} g(v) dv$$

ただし、人と車とが出合う時間間隔 d より r の間隔の事象と対象としているので、 d は、 $\int_0^d f(x) dx = as \int_0^d f(x) dx$ の場合の値を代表値とあらう。

したがって、ある地点で発生する事故確率は次の式で求められる。 $P = P_1 \cdot P_2$

3 ケーススタディ

モデル式の感度分析を行うため表-1に示すようなパラメータにもとづいて計算を行った。数値計算結果を表-2に示す。結果の詳細は発表時に説明する。

表-1 各パラメータの値

A	r	摩擦係数	車道幅員	歩行速度	d'	ギャップ長分布		歩行者数
						平均	分散	
1.0	1.0秒	0.75	5.5m	1.5m/秒	3.12秒	4.57秒	2.00	1044/100

表-2 短いギャップを利用した場合の事故確率

歩行者 10人/時			歩行者 100人/時		
V.P.H	事故確率	V.P.H	事故確率	V.P.H	事故確率
50	2.74×10^{-8}	400	2.11×10^{-8}	50	2.60×10^{-9}
100	1.07×10^{-8}	500	8.69×10^{-8}	100	1.03×10^{-9}
200	8.10×10^{-9}	600	3.24×10^{-7}	200	7.74×10^{-9}
300	4.68×10^{-9}	700	1.08×10^{-6}	300	4.48×10^{-8}
				400	2.01×10^{-7}
				500	8.28×10^{-7}
				600	3.09×10^{-6}
				700	1.05×10^{-5}

4 まとめ

非常に簡略化したモデルにより交差点の安全評価手法について考察したが、今後データの収集と現場での適用性を検討する必要がある。