

元島大 正 員 今田寛典
元島大 正 員 門田博知

1. はじめに

街路交通の安全性を評価する際、過去に発生した事故件数を基本とした場合が主であるが、人や車が危険な状態に陥る頻度を基本とした評価の方法もあげられる。これらの評価方法には長短がある。前者は、比較的微小的な分析においては必ずしも分析に耐えうるだけのサンプルとしての事故発生件数が多くない点、後者は、危険な行動、すなわちコンフリクトの定義が必ずしも明確ではなく、観測者の主観によって大きくなる点等が短所の1つとしてあげられる。逆に、長所は、まず前者は実際に発生した事故件数を対象としているため、いずれの人にも納得されうる実証性が高い点である。後者は、サンプル数は多く存在するので、サンプル数に対する問題は解消され、さらに個別の交通安全対策の交通管理等の効果を測定する評価指標としては都合のよいものである。

そこで、本研究は、個別の交通安全対策の効果も評価できるシステムを提案しようとするものである。本システムは、人や車の様々な行動を確率的に扱い、この確率現象を基に安全性を評価しようとするものである。

2. 評価システムの構造

評価システムを構築する際、FTA手法により事故の発生過程をトップ事象から基本事象へと分解していき、このとき、システムの定量的扱いが可能となるようにするため、基本事象は観測可能なものとなるよう事故発生過程を分解した。本システムは事故の危険性をトップ事象としており、図-1に基本的なFT図の1つを示す。

FT図に示されたすべての基本事象が確率表現可能となれば、トップ事象の発生する確率は明らかとされる。FT図に示された論理ゲートに従ってシステムをモデル化すれば、危険度指標 P は、

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \times [P_{10,10'} (P' (P_{17} + P_{19}) + (1 - P') (P_{21} + P_{19'}) + P_{13,13'} (P_{17} + P_{19})]$$

で示される。なお、次章で述べるモデルの適用は幹線街路上の信号交差点におけるものである。

表-1 基本事象の確率と危険度指数

基本事象	ケース1	ケース2	備 考
P_1	0.510	0.420	ポアソン分布
P_2	0.796	0.443	"
P_3	0.380	0.633	対数正規分布
P'	0.500	0.500	
$P_{10,10'}$	0.998	0.999	
$P_{13,13'}$	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}	道路幅員と他車の存在確率との関数
P_{17}	1.85×10^{-4}	1.0×10^{-3}	速度：正規分布
P_{19}	0.0	0.0	
P''	0.500	0.500	
P_{21}	3.34×10^{-6}	5.79×10^{-8}	速度：正規分布
$P_{19'}$	0.0	0.0	
G_1	0.154	0.118	出会い確率
G_2	0.5×10^{-3}	0.92×10^{-4}	回避失敗確率
T	7.7×10^{-5}	1.09×10^{-5}	危険度指数

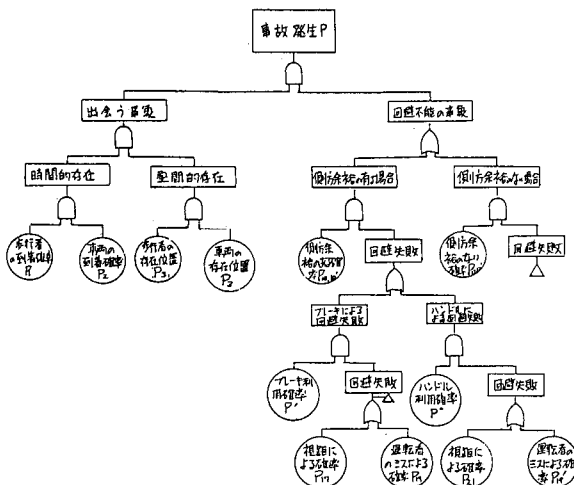


図-1 人対車の危険度を示すFT図

3. 数値計算

本モデルの適用性と問題点を検討するため、人と車の行動調査を行い、モデルの感度を検討した。なお、視距の長短による回避失敗確率は自動車の走行速度の関数として定式化されている。表-1に、観測により明らかとされた確率分布形と基本事象の確率、およびモデルより求められた危険度指標を示す。なお、本モデルでは P' と P_0 はともに0.5であると仮定している。また、 P_{01} は0.0と仮定している。ケース1、ケース2ともに危険度指標は、実際の事故発生よりもかなり大きな危険度を示す結果となった。これは、視距に対する限界回避距離を求めるとき、道路構造令に示されている0.2gを用いたためである。そこで、一般的に用いられている路面の摩擦係数を用いた場合の危険度指数は $10^{-6} \sim 10^{-7}$ のオーダーとなり、この指数はケース1の場合0.325回/年、ケース2では0.20回/年となる。これは、調査地点の事故件数が1~2件/年であるので、オーダー的には近い値といえよう。

街路上での危険度指数をモデルより求めることが可能になった。また、様々な対策を講ずることにより基本事象の発生確率が変化してくるので、各基本事象が街路上の危険度指数にどのような影響をおよぼすのかを定量的に知ることができよう。以下に基本事象がトップ事象への影響度を表わす尺度を示す。

①構造重要度は基本事象の生起確率と問題とせず、FTの構造のみにより決定される。定義式は、

$$I_{\phi(i)} = \frac{1}{2^{n-1}} \quad n_{\phi(i)}$$

表-2 基本事象の重要度(ケース1)

である。ただし、 $n_{\phi(i)}$ は基本事象 i のクリティカルベクトル数、 n は基本事象の数である。

②確率重要度は構造重要度に基づき基本事象の生起確率を考慮したものである。定義式は、

$$I_{g(i)} = \frac{\partial g_i}{\partial g_j}$$

である。ただし、 g は頂上事象の発生確率、 g_i は基本事象 i の生起確率である。

③クリティカリティ-重要度は、基本事象生起確率の%変化に対する頂上事象の発生確率の%変化の比として表わされるものである。定義式は、

$$C(I_{g(i)}) = \frac{\frac{\partial \ln g_i}{\partial \ln g_j}}{\frac{\partial \ln g_i}{\partial \ln g_j}} \quad \text{である。}$$

	確率	構造重要度	順位	確率重要度	順位	クリティカリティ重要度	順位	備考
P_{01}	0.118	$141/22$	4	3.42×10^{-7}	7	0.142	6	歩行者の横断歩道
P_{02}	0.392	141	4	4.93×10^{-7}	6	0.680	5	歩行者の横断歩道
P_3	0.796	423	1	3.28×10^{-7}	8	0.908	3	横断歩道
P_4	0.380	423	1	6.83×10^{-7}	5	0.914	1	歩行者の横断歩道
P'	0.500	135	6	4.08×10^{-7}	10	0.0718	7	71-1歩行者横断歩道
P_{010}	0.9986	45	10	2.60×10^{-7}	9	0.914	1	歩行者の横断歩道
P_{011}	0.0014	189	3	2.04×10^{-8}	11	1.01×10^{-4}	10	歩行者の横断歩道
P_{17}	1.0×10^{-8}	93	7	0.0704	1	0.0711	8	71-1歩行者横断歩道
P_{19}	0.000	93	7	0.0704	1	0.000	11	見通し
P^*	0.500	63	9	8.24×10^{-8}	12	0.0145	9	歩行者の横断歩道
P_{19}	0.000	21	11	0.0703	3	0.000	11	見通し
P_{21}	0.340×10^5	21	11	0.0703	3	0.842	4	歩行者の横断歩道

以上の各指標により求めた各基本事象の寄与度を表-2に示す。構造重要度においては出合い事象が大きなウェイトを占めているのに対し、確率重要度では回避不能の事象のウェイトが高くなっている。これは、構造上は出合う事象の生起確率を低くする対策が有効であるが、基本事象の生起確率を考慮すると、出合い確率を低下させるよりも、回避不能確率を低下させることが有利であることを示している。しかし、クリティカリティ-重要度から検討すれば、回避失敗の低下よりも出合い確率の低下が重要であると示されている。また、 P_{01} や P_{02} などの確率が非常に小さくなると P_{01} 、 P_{02} のような運転者のミスによる影響が大きくなることも本モデルから明らかとなる。以上の結果より、交差点における危険な状況を改善するためには、①出合い事象の低下、②視距の改良、③速度の低下と分散の低下が効果的であることが示されることになる。

4. まとめ

モデルにより求められた確率と発生事故件数との間の比較は必ずしも十分とは言えないが、評価レベルを厳しいものにあい、モデル値のオーダーは比較的好当なものといえる。今後多くの場合で街路調査を行い、基本事象の確率分布形と交通特性や道路特性との間に関連性を明確にしていき、モデルの改良を進めていく。