

(IV-22) 車両対歩行者・自転車事故を対象とする事故リスク分析モデルの構築

東京大学 学生会員 ○有田 淳 東京大学 学生会員 斉藤功次
東京大学 正会員 高橋 清 東京大学 正会員 家田 仁

1. はじめに

交通事故削減のための効果的な対策を提案するためには、事故発生メカニズムに基づいた詳細な事故分析をすることが必要である。王は、「事故発生確率はある車両が進路を妨げられる確率と回避行動に失敗する確率の積で表される。」という理論¹⁾に基づいて事故発生メカニズムをマイクロレベルで定式化し、追突事故を対象とし、交通量や交差点環境要因を入力変数とする交差点方向別（以下レグ別）事故件数予測モデル（以下事故リスク分析モデル）を実データを用いて構築した。また、斉藤らは、王の理論を右折直進事故にも適用し、事故リスク分析モデルを構築して、実データとの適合性を検討した²⁾。しかし、この二つのモデルだけでは、信号交差点における全事故件数の約40%¹⁾しか説明できず、交差点の交通安全対策を提言するには不十分であると考えられる。

そこで本研究では、信号交差点における全事故件数の約30%を占める車両対歩行者・自転車事故を対象とし、事故発生メカニズムを考慮した事故リスク分析モデルの構築を目的とする。

2. 信号交差点における歩行者・自転車の事故特性

歩行者と自転車の交差点内での事故は、いずれも発生場所が横断歩道上およびその付近であり、東京都内116カ所の四枝信号交差点（平成4年～平成7年）のデータによると、図1に示すように事故タイプの割合がきわめて類似している。

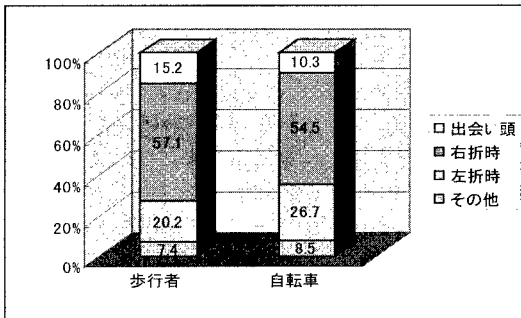


図1 歩行者・自転車の事故類型比較

また、交差点環境要因（制限速度、信号制御、中央分離帯幅など）と歩行者事故・自転車事故の発生件数

の関連について分析した結果、両者の事故は同様の傾向が見られることがわかった。

以下例として、図2で制限速度と平均事故件数との関係を示す。

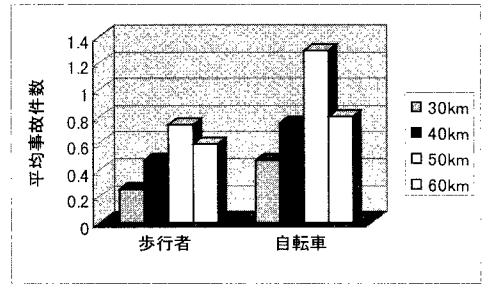


図2 制限速度と平均事故件数の関係

図から明らかなように、各制限速度で起こる平均事故件数は、各総事故件数（歩行者 375 件、自転車 609 件）で基準化するとほぼ等しい。また、歩行者・自転車いずれの場合も制限速度が上がると事故は増加傾向にあり、制限速度が 60 km になると逆に減少するという同一の傾向も見られる。

3. 事故発生メカニズムと定式化

本研究では、歩行者と自転車は事故発生メカニズムが同一であると仮定し、歩行者・自転車事故の約60%を占める右折時の事故についてモデル化を行った。

右折車対歩行者・自転車事故の発生メカニズムは、右折車の視点から見ると図3のように考えられる。

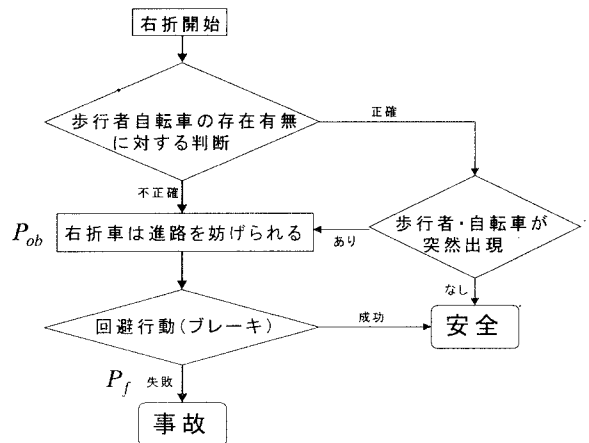


図3 右折車対歩行者・自転車事故の発生メカニズム

右折車が対向直進車の間を通過した後、横断歩道上の進入経路に歩行者・自転車が存在するかどうかに対する判断を誤ると、右折車は進路を妨げられてしまう。また、判断が正確でも突然横断歩道上に歩行者・自転車が出現すると、右折車は進路を妨げられてしまう。この確率を P_{ob} とする。一方、進路を妨げられた右折車は回避行動を取るが、これが間に合わない場合、事故が発生すると仮定する。この確率を P_f とする。

これらの仮定に従って定式化すると、事故発生件数の期待値 λ [件] は、右折車の交通量を f [台] とすると式 (1) で表される。

$$\lambda = f \cdot P_{ob} \cdot P_f \cdots \cdots (1)$$

ここで P_{ob} は、各事故要因を x_i 、その係数を α_i 、定数を c とすると式 (2) で表される。これは、歩行者や自転車が右折車を妨げる確率が指数分布に従うと仮定し、さらに、指数分布の累積分布関数を、近似して表現したものである。

$$P_{ob} = 1 - \exp \left\{ - \exp \left(\sum_i \alpha_i x_i + c \right) \right\} \cdots \cdots (2)$$

また P_f は、対向直進車の運転者の反応時間（空走時間）がワイブル分布に従うとし、交差点環境によって回避行動の反応時間が遅れると仮定し、定式化したものである。すると P_f は、各要因を y_j 、その係数を β_j として式 (3) のように表される。

$$P_f = \frac{1}{1 + \exp \left(\sum_j \beta_j y_j + d \right)} \cdots \cdots (3)$$

4. パラメーター推定結果と考察

上記の式を、終日右折禁止のレッグ、横断歩道のないレッグ、データに問題のあるレッグを除いた実際の405レッグのデータを用いて、パラメータ推定を行った。パラメーター推定には、4年間に発生した事故発生件数期待値 λ [件] が負の2項分布に従うとして、最尤法を用いて行った。要因間の相関を考慮した結果、現況再現性の高いモデルが構築できた（表1、2）。

パラメーター推定結果を考察すると、事故発生件数を増加させる要因としては、右折角度や、幅の大きい中央分離帯、視覚ノイズなどが挙げられる。右折角度が急なレッグや、立体交差などが併設されている場合が多い中央分離帯幅が大きいレッグでは、右折車の視界が制限され、歩行者や自転車の発見が困難となる。

表1 サンプル数と尤度比

サンプル数：405 レッグ	初期尤度：-1948.4
最終尤度：-487.5	尤度比：0.75

表2 パラメーター推定結果

	要因	増減	係数	t 値
P_{ob}	X1 フェンス (なし→0, あり→1)	—	-2.72	-1.69
	X2 土地利用 (工業地、住宅地→1, 商業地→2)	+	18.5	3.15
	X3 歩道幅 (なし→0, 3m未満→1, 3m以上→2)	—	-9.18	-6.82
	X4 自転車交通量 (台/日)	+	0.0173	10.3
	X5 対向直進車車頭時間 (秒)	—	-0.00308	-1.88
	X6 車両側信号制御 (右折現示なし0, 右折現示あり1, 右折・直進分離型2)	—	-13.7	-8.71
	X7 幅員 (横断歩道長) の逆数	—	-80.4	-7.53
	C 定数		32.33	2.94
P_f	Y1 大型車比率 (%)	+	0.0446	2.77
	Y2 昼夜比率 (24時間交通量/12時間交通量)	+	3.69	3.53
	Y3 視覚ノイズ (0, 1, 2, 3, 4, の5段階)	+	0.185	1.92
	Y4 右折角度 (105度未満→0, 105度以上→1)	+	0.299	1.79
	Y5 制限速度 (km)	—	-0.0274	-2.58
	Y6 車両側中央分離帯幅 (なし→0, 2m未満→1, 2m以上→2)	+	0.303	2.84
	Y7 勾配 (なし→0, あり→1)	+	0.284	1.02
	d 定数		-21.0	-12.4

さらに、建物や看板などによる視覚ノイズが大きい場合、歩行者・自転車の認識が遅れてしまう。また、大型車が多いと前方が見にくくなってしまうということなどが事故増加の原因として考えられる。

一方減少要因としては、右折と直進を分離した信号制御、歩道の広さなどが挙げられる。信号制御に右折矢印があると無理な右折がなくなり、歩行者や自転車と接触する機会が減ると考えられる。また、歩道幅が広いと歩行者や自転車の車道での通行が減り、横断歩道付近の走行状態の予測が容易になるので、事故は減少すると考えられる。

参考文献

1) 王印海：Modeling Vehicle-to-Vehicle Accident Risks Considering the Mechanism of Their Occurrence at Four-legged Signalized Intersections 東京大学博士論文 1998年9月
2) 齊藤功次、王印海、高橋清、家田仁：事故発生過程を考慮した信号交差点における右折直進事故の事故リスク算定モデルの構築
第53回年次学術講演会講演概要集第4部 p476～477,1998