

⑬ 歩行者横断特性と安全性への影響について

交通システム研究領域 ※青木 義郎

自動車安全研究領域 森田 和元 田中 信壽 関根 道昭 廣瀬 敏也 (現 国土交通省)

1. はじめに

政府は2018年を目処に交通事故死者数を2,500人以下とする目標を掲げ、安全対策の推進を図っている。大きな問題となる死亡・重傷事故件数で最も多いものが出会い頭事故であり、次いで人対車両の事故となっている¹⁾。さらに、死亡事故件数でみると、最も多いのは人対車両の事故である¹⁾。自動車と比べ歩行者への事故は身体へのダメージが大きく、重大事故につながりやすい。交通事故死者数を今後さらに減らしていくためには人対車両事故の低減が重要であると考えられる。

こうした人対車両事故の低減を目指すためには、まず、歩行者が接近してくる車両に対してどのように認知判断しどのような行動をとるのかを明らかにし、危険な状況の抽出とその改善方法の検討を進めていくことが重要である。

この研究では、人対車両の事故がどのような状況で起こりやすいのかを明らかにするため、歩行者の交通流についてその特性を調査した。また、歩行者の横断判断について被験者実験を行い、それらを予防安全支援システム効果評価シミュレータ (ASSESS) に反映させる方法について検討を行った。

2. 歩行者事故の特性

歩行者の死亡事故について ITARDA (交通事故総合分析センター) 報告²⁾や文献調査¹⁾⁴⁾⁵⁾によりマクロ分析を実施したところ、以下のことなどが明らかになった。

- 歩行者死亡事故は夕方の時間帯が最も多い。
- 夜間において、高齢ドライバーの対歩行者への死亡事故の比率が高い。(図1参照)
- 歩行者事故は横断時に大部分を占め、とくに夜間時は「右から」の横断者の死亡事故の比率が高い。(図2、3参照)
- 道路幅員では「5.5m~9m」の道路、つまり2車線道路での死亡事故が多い。

また、歩行者死亡事故のうち73%は歩行者横断中に起こっており(2009年中)、単路(横断歩道外)を横断中のケースが約50%を占め最も多い(図2)。

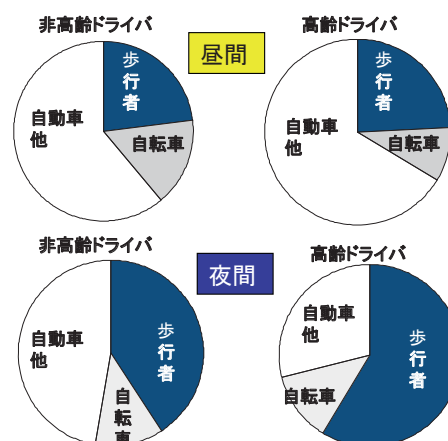


図1 自動車死亡事故の被害者の比率⁵⁾

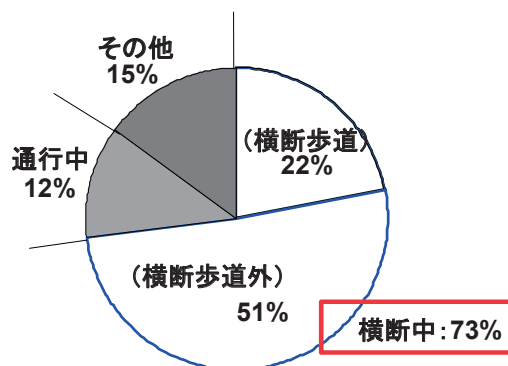


図2 対歩行者死亡事故における歩行者行動別割合³⁾

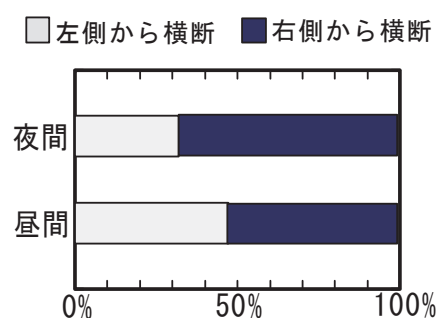


図3 歩行者横断事故の方向別比率³⁾

3. 歩行者交通流調査

交通流シミュレーションを構築するため、それに必要となる交差点モデルの選定とその交差点での車両の実交通データの収集を行ってきた⁶⁾。本研究では新たに歩行者事故のメカニズムの解明と低減方法の検討、歩行者シミュレーションの実施を目指し、それに必要となる歩行者交通流の調査を実施する。

3. 1. 交通流調査手法

3. 1. 1. 定点観測選定場所

一般的に交通事故が起こりやすいと言われる信号無しの十字路交差点及びその周辺での交通量流調査を実施するものとし、十字路交差点として図4に示す交差点を選定した。

- ・交差主流側：都道双方向2車線（横断歩道あり）
- ・交差従流側：一般道路センターライン無し
- ・その他：信号及びミラー無し

主流側の車道幅は7m、従流側は5.2mであった。



図4 選定交差点近景

3. 1. 2. 測定日時

2009年12月2日, 4日 (12:00-21:30)

3. 2. 歩行者横断速度測定結果

歩行者等の横断歩道の(昼夜別時間帯)横断速度を表1に示す。なお、歩行者が高齢者かどうかは観測者の目視によって判定された。

昼間と比べて夜間の横断速度は上昇することが示されている(有意水準5%の両側検定: 有意差あり)。なお、歩行者の横断速度については過去さまざまな調査結果⁷⁾⁸⁾(信号横断歩道での日中の調査結果では平均1.52m/s⁷⁾, 信号交差点での日中(朝, 昼, 夕)の調査結果では平均1.5m/s⁸⁾)がある。これら過去の調査結果と比較しても、今回の夜間時の横断速度は大きく異なっており、時間帯等の条件変化によって歩行者の横断速度は変化することが示された。今後さらに年齢層による変化等を詳しく調べていくものとする。

表1 横断速度

	昼(12:00-15:00)			夜(17:30-21:30)		
	平均速度(m/s)	標準偏差	サンプル数	平均速度(m/s)	標準偏差	サンプル数
歩行者	1.6	0.6	122	2.1	0.5	277
うち高齢者のみ	1.5	0.6	23	1.5	0.3	4
自転車	2.4	0.8	43	2.6	0.8	102

4. 歩行者横断タイミング評価実験

歩行者事故の多くは道路横断中に起こっていることから、歩行者の道路横断条件を調査し、その特性に基づき歩行者事故の予測を行うことが重要であると考えられる。三井ら⁹⁾によると、歩行者の横断判断は車両の到達予測時間との関係式によって導き出されている。一方、尾崎ら¹⁰⁾による歩行者の車両接近時の横断判断に対するヒヤリング調査では、歩行者の横断判断は車両速度よりも距離を重視するとしている。

本研究では車両接近時に歩行者が横断するかどうかの判断がどのような車速や歩車間距離などによって変わるかを、被験者実験により調べることにした。

4. 1. 実験方法

実験条件等を4.1.1~4.1.3に示す。

指定した速度で接近する車両に対して、車道両側から被験者10名(左側歩行者, 右側歩行者5名ずつ)が同時観測を行い、車道幅7mの横断を断念する歩車間距離の評価実験を行った。観測状況を図5, 実験風景を図6に示す。なお、被験者には横断歩道のない道路でそのまま車両が等速度で接近することを想定するように教示を行った。被験者は外部から派遣された男女被験者で、実験を開始する前に内容の説明を行い、実験に参加することの同意を得た。

4. 1. 1. 実験場所

教習所走行コース上(図6参照, 車道幅7mを想定)

4. 1. 2. 実験日

2010年11月29日, 12月6日

4. 1. 3. 実験条件

(1) 実験時間

- ①昼間: 13:00-15:00 (水平面照度 17,600~33,200lx)
- ②夕方(昼間-薄暮) 注) 日没時間は 16:30
: 15:10-16:40 (水平面照度 525~10,000lx)
- ③夜間: 19:10-20:30 (水平面照度は 0.1lx 以下)

(2) 前照灯点灯条件

- ①昼間: 無灯火
- ②夕方: すれ違いビーム点灯
- ③夜間: すれ違いビームまたは走行ビーム点灯

- (3) 車両走行速度：20, 30, 40, 45km/h
- (4) 被験者配置位置
- (5) 被験者：20名（年齢20～40代運転免許保有者）

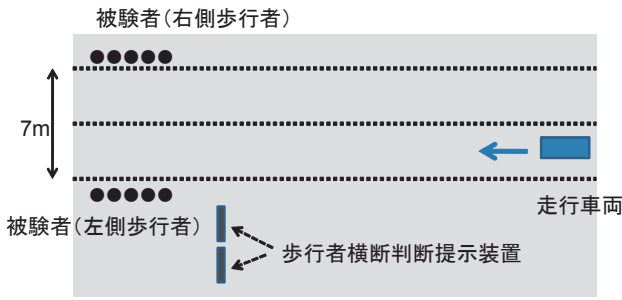


図5 歩行者横断判断実験状況



図6 歩行者横断判断実験風景

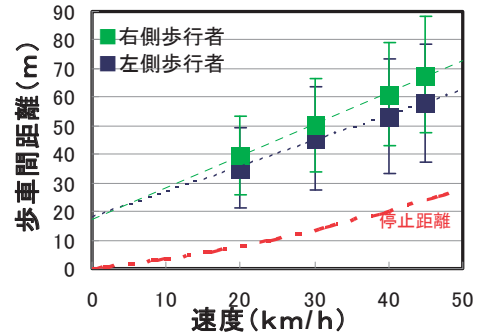
4. 2. 実験結果

歩行者横断判断実験により求められた“歩行者がぎりぎり横断する歩車間距離”の被験者20名分の平均値を算出した。その結果を図7に示す。

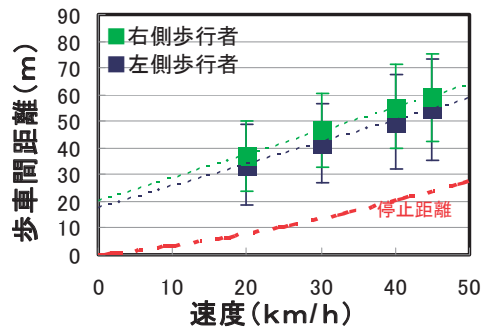
“歩行者がぎりぎり横断する歩車間距離”は、左側歩行者よりも右側歩行者の方が長くなる(有意水準5%のt検定両側：有意差あり)。右側歩行者は車両が通過するラインよりも離れているため、左側歩行者よりも左側走行する接近車両に対して横断を早めに断念しやすいものと思われる。また、その歩車間距離は昼間よりも夜間の方が低速では長くなり、車両接近に対して横断を早めに断念しやすい(有意差あり)。しかしながら、40～45km/hでは昼間と夜間とで殆ど変わらなくなる(有意差あり)。そして、昼、夕方、夜間を比べると、ぎりぎり横断する歩車間距離は夕方に最も短くなる(有意差あり)。事故は夕方において起こりやすいといわれるが、この結果からも夕方は車両が遠くに感じやすく危険度が高いものと思われる。

また、夜間の場合、速度による横断をあきらめる歩車間距離の差が小さくなる。これは夜間の方が視覚情報量の低下から、速度認知の判断力が低下し、距離によって横断を判断する傾向が強まるからではないかと推測される。

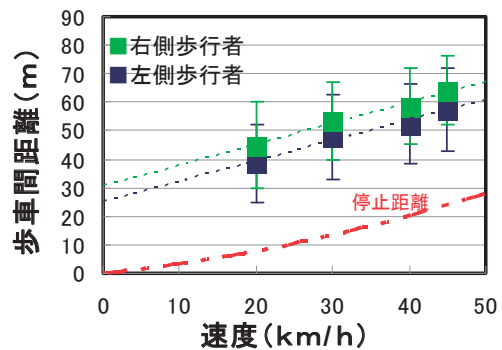
さらに夜間においては、すれ違いビームよりも走行ビーム使用時の方が横断歩行者は、ぎりぎり横断する歩車間距離は長くなり(有意差あり)、車両接近に対して横断を早めにあきらめる傾向がある。このことは前照灯光度を強めることによりドライバの視認性を高めるだけでなく、歩行者に対する注意喚起により横断事故を防ぐ可能性を示すものである。



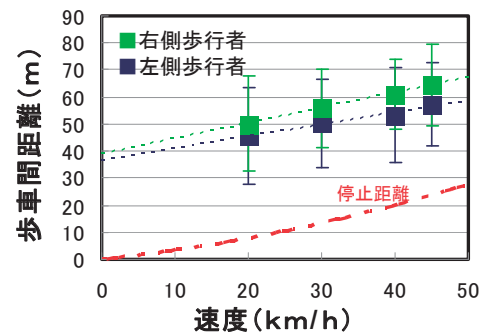
(a)昼間



(b)夕方



(c)夜間:すれ違いビーム



(d)夜間:走行ビーム

図7 歩行者がぎりぎり横断しようとする歩車間距離

図中において赤一点鎖線で各速度において急ブレーキをかけた場合の停止距離を示す（反応時間(s) × 車速(m/s) + 車速(Km/h)² ÷ (254 × 摩擦係数)で算出。摩擦係数0.7, 反応時間は1秒で設定)¹¹⁾。道路条件が良く標準的なドライバであれば、今回の結果は横断歩行者を見て概ね安全に停止できる歩車間距離であることが示される。しかしながら停止距離は急ブレーキを踏めないドライバや脇見等により伸びることから今後さらに ASSESS を用いた安全性評価を進めることとする。

今回の歩行者横断特性の結果を, ASSESS の交通流シミュレーション⁹⁾に反映させるためには, 歩行者の横断判断を定量化する必要がある。各実験条件における全データについて, 回帰分析を行うこととした。

表2に, 回帰分析の式 $|Y| = a \times |X| + b$ (Y: ぎりぎり横断する歩車間距離(m), X: 車両速度(km/h))により推定された係数a, bを示す。

係数aの値は, 昼>夕方>夜(すれ違いビーム) > 夜(走行ビーム)の順に小さくなり, 速度による影響が小さくなっていくことが示されている。

表2 回帰式係数

		a	b	R
Daytime	Left side	0.90	17.8	0.42
	Right side	1.12	17.0	0.52
Evening	Left side	0.82	17.2	0.43
	Right side	0.88	19.9	0.49
Nighttime (Lowbeam)	Left side	0.71	24.8	0.43
	Right side	0.74	30.3	0.46
Nighttime (Highbeam)	Left side	0.45	36.4	0.25
	Right side	0.57	38.7	0.34

5. 最後に

この研究では, 重大事故につながりやすい人対車両の事故の低減を目指し, 歩行者がどのような判断でどのように横断するのかを明確にするため, 基礎データの収集及び解析を実施した。まず, 歩行者横断事故が起こりやすそうな交差点を選定し, そこでの交通流調査を実施するとともに横断速度を求めた。また, 歩行者が接近してくる車両に対して, どのように横断判断を行うのか被験者実験を実施した。さらに, 実験により明らかになった歩行者横断特性を ASSESS に反映させるための定量化を実施した。その結果を以下に示す。

(1) 夜間の歩行者の横断歩道の横断速度は, 昼間と比べて速くなる傾向がある。

- (2) 左側走行する車両に対して, 左側歩行者よりも右側歩行者の方が横断を早めに断念しやすい。
- (3) ぎりぎり横断しようとする歩車間距離は, 夕方に短くなり, 危険度が高い。
- (4) すれ違いビームよりも走行ビーム使用時の方が横断歩行者は, 車両接近に対して横断を早めに断念する傾向がある。
- (5) 夜間の場合, 速度による横断を断念する歩車間距離の差が小さくなるが, これは夜間の方が速度認知の判断力が低下し, 距離によって横断を判断する傾向が強まるからではないかと推測される。

今後は, 高齢者の横断特性についても調査を進めるとともに, 今回の結果に基づき ASSESS を利用して歩行者交通流シミュレーションを実施し, 歩行者事故の低減方法について検討を進めていく予定である。

また, 実験を行うにあたり尾久自動車学校の方々にも多大のご協力を頂いた。ここに感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 警察庁交通局:平成21年中の交通事故の発生状況(2009)
- (2) ITARDA INFORMATION87, (2011)
- (3) ITARDA INFORMATION83, pp.1-12, (2010)
- (4) 警察庁:平成23年警察白書 統計資料, 昼夜別, 道路幅員別の死亡事故件数(2011)
- (5) 三井達郎:科学警察研究所報告交通編, Vol.36, No.1, pp. 53-69, (1995)
- (6) 青木義郎, 関根道昭, 田中信壽, 森田和元, 高木俊介:自動車技術会論文集, Vol.41, No.2, pp. 259-264 (2010)
- (7) 安井一彦, 今中祐介:日本大学理工学部土木工学科 卒業論文概要集(2003) pp. 69-70
- (8) 伊藤恵美子, 大口敬, 鹿田成側:第29回土木計画学研究発表会・講演集(2004)
- (9) 三井達郎, 矢野伸裕, 萩田賢司:土木計画学研究論文集 No. 15 (1998) pp. 791-802
- (10) 尾崎龍樹, 日野康雄, 吉田長裕, 上野精順:土木学会 土木計画学研究講演集, No. 25 (2002)
- (11) 交通事故における車速と停止距離を考える <http://www5d.biglobe.ne.jp/Jusl/Keisanki/JTSL/TeisiSyasoku.html>