

平成21年6月4日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18560511

研究課題名（和文）夜間における右折車と横断歩行者との事故低減対策に関する研究

研究課題名（英文）Countermeasures for Accidents between Right-turning Vehicle and Pedestrians at Signalized Intersection at Nighttime

研究代表者

萩原 亨 (HAGIWARA TORU)

北海道大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：60172839

研究成果の概要：

右折ドライバーが右から来る歩行者を回避する挙動（地点、速度、歩行者との位置関係）を明らかにするため、フィールド実験を実施した。右折ドライバーが、横断歩行者の回避が必要あるいは不要と判断するときのタイミングを明らかにした。右折ドライバーが横断歩行者を見るのは、右折開始後であり、衝突点での時間差が2秒より短くなると、歩行者を先に横断させる行動を取ることを示した。また、夜間において判断地点が衝突地点に近くなり、日中より危険であることを明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,500,000	0	1,500,000
2007年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	540,000	3,840,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・交通工学・国土計画

キーワード：交通工学、右折車、ドライバー挙動、横断歩行者、歩行者事故、夜間

1. 研究開始当初の背景

交通事故の中でも人対車両事故は歩行者と接触することから人的被害は大きく、その減少が強く求められる。近年、歩行中の死者数が自動車乗車中の死者数より多くなり、状態別死者数として歩行中がトップとなりつつある。自動車乗車中の死者数の減少より、歩行中の死者数の減少が鈍く、歩行中の事故を減少させる有効な対策が必要である。人対車両事故は信号交差点の横断中にて多く発生しており、その中でも右折車両と横断歩行者の事故は、ドライバーの右折負荷が1つの要因と考えられる。

2. 研究の目的

夜間の交差点における右折車と横断歩行者との事故のメカニズムを人間工学的に解明し、その対策技術を具体的に検討する。特に、右折ドライバーと横断歩行者の回避挙動を解明する。

3. 研究の方法

右折ドライバーによる歩行者回避行動の詳細を知ることを目的に、2006年11月に擬似歩行者を使った右折に関するフィールド実験を行った。具体的には、衝突しそうなタイミングにある歩行者をドライバーが回避する

ための行動を起こすタイミングおよび危険と判断する時間差領域を求めた。

実験は、北海道・苫小牧市にある（独）土木研究所・寒地土木研究所所有の苫小牧寒地試験路で行った。実験日時は、2006年11月13日から16日の4日間であった。被験者は、20代の運転経験のある13名とした。図1は、テスト走路に設定したT型交差点の詳細設計を示している。簡易道路照明を設置し、夜間における交差点の平均水平面照度を約10 lxとした。図1の右から右折車は交差点に接近し、上側の道路に右折する。一方、右からの歩行者は、右折車が通過する横断歩道の動線上を横断する。衝突点は、右からの歩行者と右折車（ドライバーの位置）の動線が交差する点である。

実験では、青信号中に対向車のギャップを見て右折する状況を想定した。右折時の対向車を模擬するため、5台（トヨタ Vitz）の車を走らせた。5台の車によって4つのギャップができる。4つの中の1つのギャップは10秒、3つは4秒とした。何番目のギャップが10秒となるかは、実験毎にランダムとした。一方、右折車は、5台の対向車の先頭車と同時に交差点右方向出発し40km/hで交差点に接近する。右折車は指定された待機地点で対向直進車の通過を待つ。ドライバーは、対向車のギャップおよび歩行者の位置を見て、右折できるかどうかを判断する。

図2は、右からの歩行者を模擬するダミー人形とそれを動かす装置を示している。右折車による歩行者回避動作を計測するため、右からの歩行者を模擬する装置を開発した。ダミー人形の体格は成人男性とし、顔に合成樹脂のマスク（お面）、手に手袋をさせた。服装は、黒とした。滑車を使ってワイヤーにダミー人形をつるし、スムーズに移動できるようにした。海釣りで利用する強力な電動リールを使ってダミー人形を右へ動かした。

右からの歩行者をドライバーがどのように回避するかを見るため、右折しようとするドライバーが歩行者と衝突しそうなタイミングとなる実験条件を設定した。衝突しそうな程度を数量で表現するため、衝突点における歩行者の通過時刻から右折車の通過時刻を引いた時間差、タイムラグ (sec.) と定義した。タイムラグは、右折開始時における横断者と交差するときの時間差の予測値である。タイムラグ 0 (sec) は、右折中に回避挙動をとらないと衝突点を右折車と歩行者が同時に通過することを意味する。

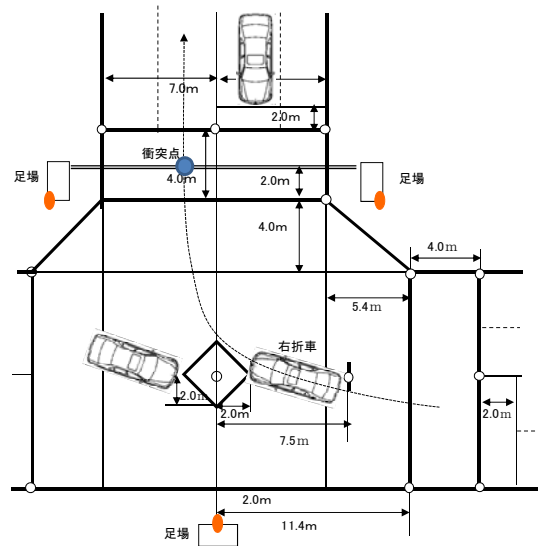


図1 実験に用いた実大交差点

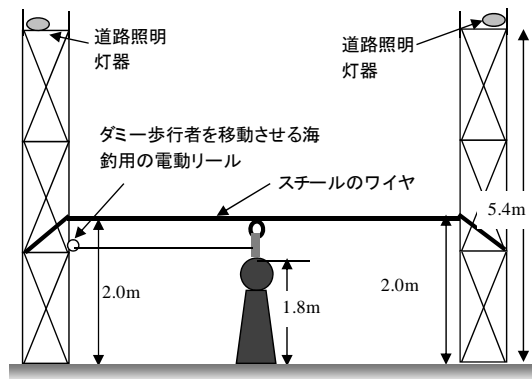


図2 横断歩行者を模擬したダミー歩行者

交差点に設置された CCTV カメラの映像を使って、右折車・対向直進車・歩行者の「時刻-位置」データを作成した。右折車・対向車・歩行者のビデオ解析データから、実験時の対向車ギャップ・歩行者速度・タイムラグを求めた。

図3は、右折車と歩行者の時間距離図を示している。両者とも衝突点通過時の距離が 0 mとなるよう距離を調整した。図3 (A)は、右折車が先に衝突点を通過し、その 4.76 秒後（以降、観測タイムラグ）に歩行者が衝突点を通過している。この実験における、タイムラグは 4.74 秒であった。観測タイムラグとタイムラグはほぼ同じとなった。図3 (B)は、タイムラグが-0.3 秒であり、右折車と歩行者がほぼ同時に衝突点を通過する状況であり、観測タイムラグは-3.35 秒となった。これは、歩行者と安全な時間差となる回避をドライバーが行ったことを意味している。図3 (C)は、歩行者が先に衝突地点を通過し、後から右折車が通過する。タイムラグが-5.56 秒、観測タイムラグは-4.40 秒であった。

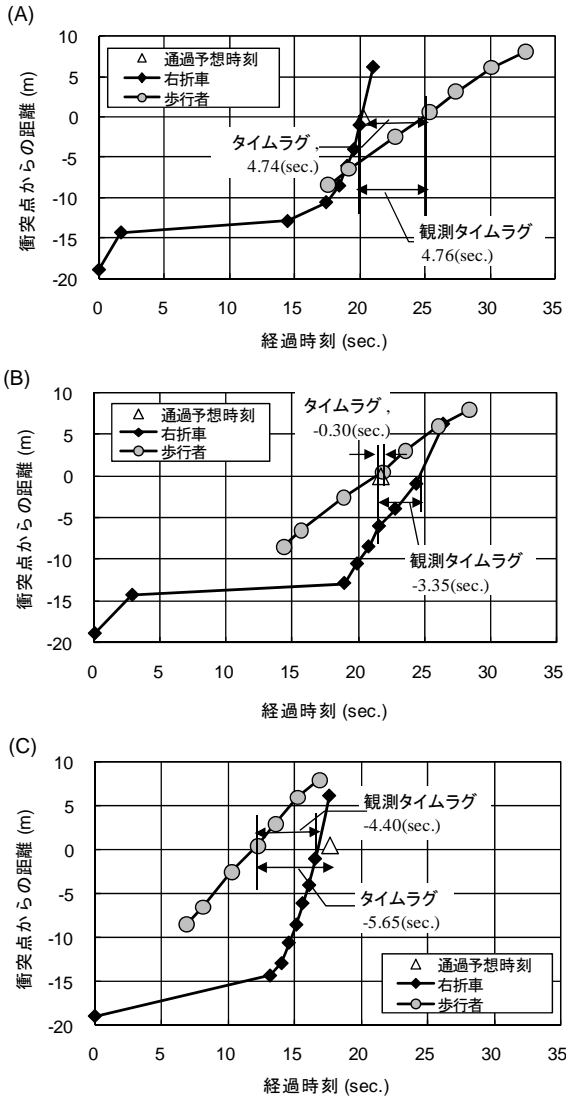


図3 時間距離図

日中と夜間の143実験について時間-距離図を求め、回避挙動を分析した。歩行者の前方を十分安全に通過できるとき、図4(A)のようにタイムラグと観測タイムラグはほぼ同じとなった。歩行者との時間差が短くなるに従って、図4(B)のような回避挙動をとるドライバーが多くなった。実験から、回避挙動を取るギリギリのタイムラグは2秒となった。図4に示すように、タイムラグ2秒を越えて歩行者の前方を通過した実験は皆無であり、すべての実験で歩行者の後を通過する回避挙動をドライバーは選択した。右折開始後にブレーキによって歩行者を回避した実験数は、日中17件、夜間20件となった。また、ブレーキを踏んだときの速度は3.0m/sec、衝突点までの距離は10.3mとなった。そのままの速度で進行すると衝突点まで3秒強となる。ドライバーが回避したときの歩行者位置は、衝突点まで6mの地点であった。1.5m/secの歩行速度なら4秒、1.0m/secの歩行速度なら6秒となる。

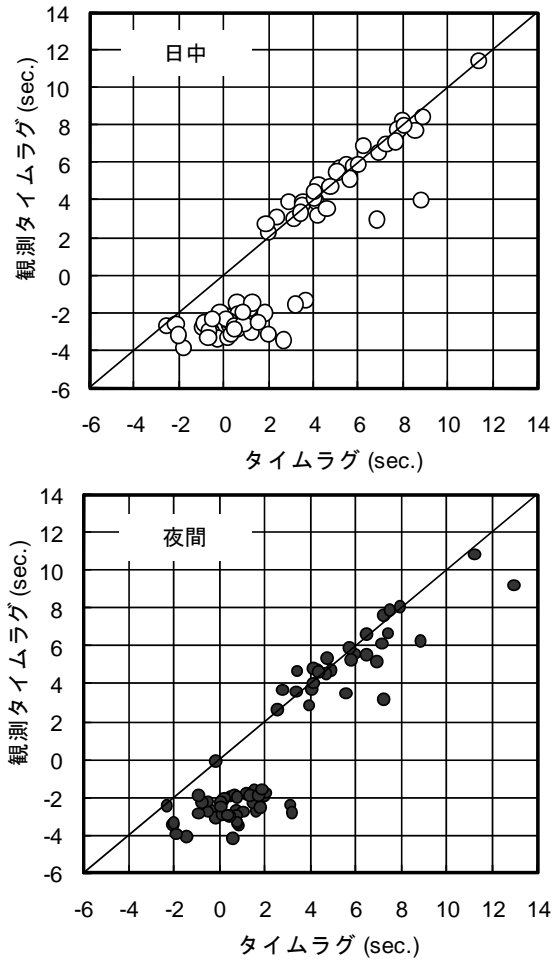


図4 観測タイムラグとタイムラグ

4. 研究成果

右からの横断歩行者の回避挙動実験から、対向直進車のギャップアクセプタンスと同様、ドライバーが歩行者の前方を通過できると判断する限界時間差を持っており、その値が約2秒であることが分かった。ドライバーは、右折開始後に横断者が限界時間差内に入ると判断したとき、ブレーキを踏んで危険な時間差を回避していた。そのブレーキ位置は、衝突点を通過する約3秒手前であり、衝突点からの距離は約10mであった。一方、タイムラグが2秒から-1秒の範囲となる横断歩行者をドライバーが発見することは容易ではない。右折開始直後において、この範囲の横断者は、横断歩道に入ったところであり、右折ドライバーは進行方向から約60度右後方を振り返って探索しなければならない。進行方向の視野内となる歩行者は見やすいことに加えて、タイムラグが2秒以上であり、衝突する可能性も低い。皮肉なことに、右折車にとって、右折の進行方向の視野外となる発見し難い横断歩行者との衝突可能性が高い。視野外となることに加えて、ヘッドライトの範囲からも離れており、夜間は特に危険となる。実験か

ら、右折車にとって右からの歩行者を回避することが困難である具体的な理由と状況を知ることができたといえよう。

フィールド実験にて、右折ドライバの歩行者認知行動を具体的に計測した。実験での右折ドライバの認知挙動をまとめる。ドライバは交差点にアプローチし、右折待機に入る。右折前にドライバは、対向車の判断に集中しており、横断者を認知する挙動はほとんどなかった。ただし、右折待機時に横断歩道全体を見渡せることから、日中は夜間より横断者を見る機会が多くなっていた。多くの実験ケースにおいて、横断者をどのように回避するか判断は、右折開始後に横断歩道を探索したときの情報に依存していた。その理由の一つは、右折待機時に探索できる範囲外からの横断者の進入が重要であり、右折開始後に横断者の認知と判断を行う必要があるからである。しかし、右折開始後にドライバに与えられた認知と判断のための時間は数秒しかない。その間にドライバは右からと左からの両方の横断者との危険度を判定し、回避挙動を決定する必要があった。

事故統計から、右折時の歩行者・自転車事故で「発見遅れ」が非常に多く、視環境が悪化すると右からの歩行者・自転車事故が増えた。これらの事実を合わせると、ドライバは右折という複雑な運転環境の中で、危険を想定し発見し難い横断歩行者を短い時間で探索し右折していることがわかる。このためドライバの判断の正確性は低く、横断歩行者の発見ミスを引きやすい。よって、右折車による歩行者・自転車事故を防ぐには、直観的には発見遅れを支援する必要がある。交差点の視環境の向上や車載装置によるドライバ支援がある。萩原らは、既存の道路照明条件下で、夜間における横断歩道進入前の歩行者や進入直後の歩行者の被視認性が低いことを示している。このことは、横断歩道の鉛直面照度を高くすることは効果があり、右折車と歩行者との事故を防ぐ有効な対策となることを意味している。また、八重樫らは、右折待機位置を交差点中心から離す効果を検討している。右折時に横断歩道全体を見渡せ、右から接近している横断者の発見が容易となる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 萩原亨、浜岡秀勝、信号交差点における右折車による横断事故対策について、交通工学、第44巻、43-48、2009、査読無。

- ② Hagiwara, Toru; Hamaoka, Hidekatsu; Yaegashi, Taiki; Miki, Katsunori; Ohshima, Issei; Naito, Megumi, Estimation of Time Lag Between Right-Turning Vehicles and Pedestrians Approaching from the Right Side, Journal of Transportation Research Board, No.2069, pp.65-76, 2008、査読有。

〔学会発表〕(計6件)

- ① 田畑要輔、萩原亨、内田賢悦、浜岡秀勝、市街地交差点における右折時の歩行者および自転車事故に関する研究、第37回土木計画学研究発表会、北海道大学(札幌)、2008.6.6.
- ② 菊地歩、浜岡秀勝、萩原亨、視認性の違いが右折時の歩行者発見に及ぼす影響に関する研究、第37回土木計画学研究発表会・講演集、北海道大学(札幌)、2008.6.6.
- ③ 萩原亨、三木克則、内藤恵、浜岡秀勝、右からの横断歩行者がドライバの右折挙動に与える影響について、第27回交通工学研究発表会、砂防会館(東京)、2007.11.13.
- ④ 浜岡秀勝、八重樫大樹、萩原亨、右折停止位置の後退による交差点右折時の安全性の評価、第27回交通工学研究発表会、砂防会館(東京)、2007.11.13.
- ⑤ 八重樫大樹、浜岡秀勝、萩原亨、右折停止位置の違いがドライバーの運転挙動に及ぼす影響に関する研究、土木学会東北支部技術研究発表会、東北大学(仙台)、2007.3.3.
- ⑥ 三木克則、萩原亨、加賀屋誠一、内田賢悦、浜岡秀勝、交差点右折時の歩行者事故に関する研究、土木学会北海道支部発表会、室蘭工業大学(室蘭)2007.2.3.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萩原 亨 (HAGIWARA TORU)

北海道大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：60172839

(2) 研究分担者

浜岡 秀勝 (HAMAOKA HIDEKTSU)

秋田大学・工学資源学部・准教授

研究者番号：70262269

(3) 連携研究者 なし