

交差点での歩行者横断時における右左折車 確認行動に関する研究

羽賀 研太郎¹・浜岡 秀勝²

¹学生会員 秋田大学大学院 土木環境工学専攻 (〒010-8502秋田県秋田市手形学園町1-1)
E-mail:s7508738@wm.akita-u.ac.jp

²正会員 秋田大学准教授 土木環境工学専攻 (〒010-8502秋田県秋田市手形学園町1-1)

平成 20 年度以降の状態別死者数を見ると歩行者中が最も多いことから、歩行者事故への対策が重要となっている。従来の研究では、車両側からの事故対策に関する研究は多く行われて、歩行者側からみたものは少ない。そこで、本研究では歩行者が右左折車を確認する時の挙動を分析し、接近車両を回避できる安全確認行動を明らかにする。試験場内に設置した交差点において、車両が右左折する状況のもと、歩行者が横断する実験を実施した。その際、右左折車両の接近パターン、視聴覚規制の有無、歩行者のスタート位置の変更により、現実的な実験環境のもと、歩行者の横断歩道横断時における右左折車への確認行動のデータを得た。また、車両接近時に感じた危険性に関するアンケートを行い、安全評価に基づく適切な安全確認の位置を明らかにした。

Key Words : pedestrian, head turning, behavior, crosswalk

1. はじめに

(1)研究の背景

我が国の交通事故件数は平成 16 年から減少しており、死者数も平成元年から 22 年まで 16 年度の約半数に減少した¹⁾。しかし、状態別の件数を見ると、自動車乗車中の死亡事故が大幅に減少しているのに対し、歩行中の死亡事故件数が平成 21 年以降最も多くなっている。歩行の状況として、最も事故件数が多いものが横断歩道横断中の事故であり、歩行中の事故総数の半分以上を占めている。

以上のことから、歩行者の横断歩道横断時における安全対策が必要である。また、近年オーディオプレーヤーの普及により、ヘッドホンをしたがらの歩行者が増えてきた。ヘッドホンをすると、歩行者は周りの音が聞こえにくくなり、事故が起こる危険性が大きくなると考えられる。そこで本研究では、横断歩道横断中の歩行者の安全確認行動に着目した。既往研究では、歩行者への接近車両に関する情報提供が、歩行者の回避行動を促すことが分かっている。

ヘッドホンをしたがらの歩行が安全確認行動にどのような影響を与えるかを明らかにするとともに、歩行者が安全確認をするふさわしい位置を捉える研究を行なった。

(2)研究の目的

右折車と歩行者の事故を減少させるため、右折車両停止位置の変更やドライバーの視認性に関する研究など車両側からの改善研究が行われていた。しかし、歩行者側に着目した右折事故防止の研究はあまりない。本研究では歩行者が右左折車を確認する時の挙動を分析し、歩行者側から事故を防止することを目的とする。

実際の交差点で歩行者の挙動を観測することもできるが、車両接近パターン、歩行者の属性など実験パターンに制限が出てしまうことから、模擬交差点での実験によってデータを取得する。実験によって、車両接近時の歩行者の首振り角度の大きさや回数、車両の接近に気付いた位置などを調査し、歩行者が車両を認知しやすい位置、車両の接近を知らせる情報提供位置を分析する。

2. 実験について

(1)実験環境

a)実験交差点の概要

実験は、北海道の苫小牧寒地試験場内の T 字路を模擬交差点とし行なった。図-1 は実験場の交差点の写真である。T 字路の直線部分を車両が通行し、直線部分と並行する横断歩道を実験協力者が歩行する。図-2 は実験協力者、各車両の動きを実験交差点を真上から見た図で

ある。

b)歩行者装備・歩行者スタート位置

今回の実験は横断歩行者が実験協力者であるため、歩行者にはあらゆる機能をもったリュック等の装備を付けていただいた。装備については、首振り角度を計測する小型ハイブリッドセンサ、視点カメラ、GPS、車両認知した時に押すボタンを装備する。ハイブリッドセンサーは、3軸方向の加速度と角速度を1/50秒毎に検出する。これを実験協力者の頭部に装着し、首振り挙動を捉える。

歩行者スタート位置は、横断歩道のR、L側から進入する2パターンである。車両と交錯地点で交錯するように、実験開始前に実験協力者をスタート位置から試験歩行させ、歩行速度を計測し、歩行開始位置を前後させる。

c)車両パターン

今回の実験は、図-2のように、A~D4台の車両を用意した。1実験につき、1台が横断歩道に接近、または全車通過する。横断歩道に接近する可能性のある車両は3台で、内車両A、B2台が右折、車両C1台が左折とした。残りの車両D1台は直進とし、すべての実験で直進する。接近する車両は1実験毎にランダムに設定し、接近車両を予測できないようにした。歩行者と交錯地点で交錯するように、車両の速度は4台すべて40km/hとした。



図-1 実験場風景

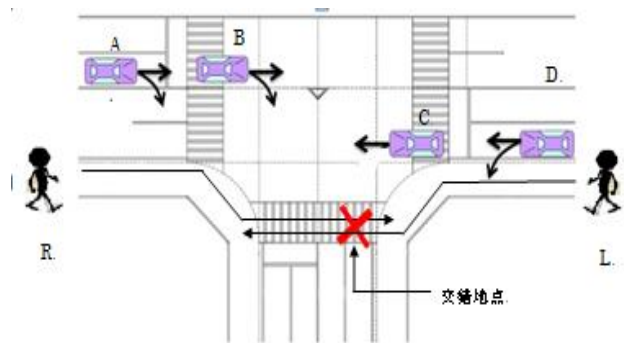


図-2 実験交差点実験図

(2)実験パターンについて

a)実験の流れ

実験スタートの合図で車両4台は交差点中央へ、歩行者は横断歩道へ歩行を開始する。歩行者は、車両が右折または左折して横断歩道への接近に気付いた時、ボタンを押し歩行を停止する。なお、車両が接近しそうだと思ったときではない。その後、車両接近の危険性の評価に関するアンケートを実施する。

b)1人当たりの実験パターン

a)の実験を一人当たり18回行い、首振りデータを取得する。車両パターン歩行者の後方から接近するパターンがより危険と考え、多く実験を行なった。一人当たり18回実験を行い、うち、はじめの2回はテスト実験として行った。

(3)実験概要

a)実験日時・場所

本実験は、2011年8月に昼実験、同年の9月に夜実験を行った。場所は北海道苫小牧市にある苫小牧寒地試験場にて実施した。

b)参加した実験協力者

より現実に近いデータを採取するため、性別、年齢様々な属性の実験協力者を集めた。また、視覚の規制の

有無による挙動の変化についても分析するため、昼夜でも実験を行い、どちらも22人ずつ実験を行った。今回の実験では44人の実験協力者で実験を行なった。

3. 歩行者の首振り回数についての分析

(1)分析データについて

a)分析内容

本実験で歩行者は右左折車発見に伴い、首振りが発生する。その首振りの角度に着目し、スタート位置、ヘッドホン有無、昼夜の変化により首振りの回数に変化ができるのかを分析した。その変化から、安全確認をしてないパターンを特定する。実験協力者は老若男女と様々であるので、実験協力者の特徴別にも分析を行った。

b)首振り角度の算出

実験協力者である歩行者の帽子に取り付けた小型ハイブリッドセンサより首振り角度を算出する。微小な首の動きも感知するため、首振り行動とそうではない首の動きを区別しなければならない。本分析では、3.5度以上の首振り角度が検出された場合、その一連の動きを、1回首振りをした、とする。

c)使用データ数

今回分析するデータは、歩行者が接近する車両に気づいた時の首振りデータである。また、横断歩道位置別の首振り頻度割合の分析で、歩行者がどこで首を振ったか

を計測するため、横断歩道に進入していることが必要である。よって、車両が横断歩道に接近（右左折）し、歩行者が横断歩道に進入し、かつ歩行者がボタンを押したデータを使用する。全車両通過した219データ、歩行者が横断歩道に進入しなかった114データ、ボタンを押さないデータ172の計505データは本研究では使用しない。全データ数792中、使用するデータは287データであった。

(2)横断歩道位置別の首振り頻度割合

各実験パターンでの首振り頻度の変化がどの位置で生じるのかを分析する。歩行者がスタートしてからボタンを押すまでを、図-3 のように 32 個の区間に分け各区分での首振り回数を集計し、首振り頻度を分析する。本研究では、歩行者スタート位置付近での首振りは横断歩道での安全確認とは無関係とし、分析はしていない。スタート位置 R は-10~7, L は-7~1 の範囲の首振りを横断歩道と関係のある首振りとし、分析を行った。

a)位置毎の集計方法

横断歩道進入位置を 0 とし、交錯地点をスタート位置 R は 7, スタート位置 L は 1 とする。スタート位置側を負の方向、交錯地点側を正の方向とし、R, L それぞれの歩行開始位置が-24 となるようにする。以上のように、横断歩道進入位置からどれだけ離れているか、という位置情報のもと、実験協力者が首を振った回数を各地点で集計した。それを横軸を各地点、縦軸を首振り頻度としグラフ化した。

b)スタート位置別の首振り頻度割合

歩行者のスタート位置別に首振り頻度割合を比較したグラフが図-4 である。図-4 から、R 型 L 型どちらも進入地点に向けて首振り割合が大きくなっている。また、R 型は進入後一度減少するが交錯地点に向けて再度増加する。このことから、進入位置と交錯地点が危険な位置と感じ、近づくにつれて安全を確認しようとしている。L 型は R 型に比べ増加率が大きいことについて、L 型は進入位置と交錯地点が近いため、R 型よりも危険と感じ、多く安全確認していると考えられる。以上、R, L 型で首振り回数の頻度分布に違いが見られた。

c)スタート位置R, L側での各実験パターン別の比較

歩行者スタート位置で首振り挙動に違いがみられたので、差が生じるパターンを分析するため、さらに細かい状況別で比較する。

スタート地点 R の車両の接近パターン別に首振り頻度を比較した(図-5)。図-5 から、右折左折どちらも横断歩道進入後首振り頻度が増加し、右折では交錯地点に向けて再度増加、交錯地点手前で最大になる。左折では首振り頻度が減少後あまり変化せず、交錯地点で最大になる。右折では車両が背後から接近するため、接近する可

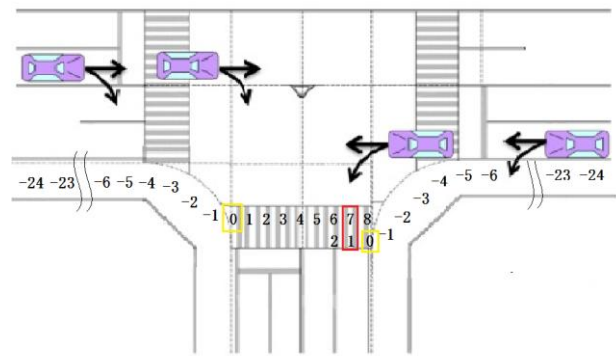


図-3 位置毎の首振り回数集計方法

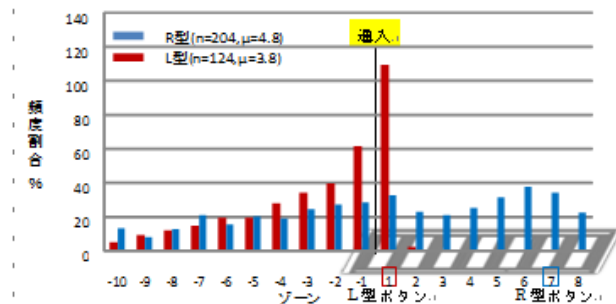


図-4 スタート位置別首振り頻度

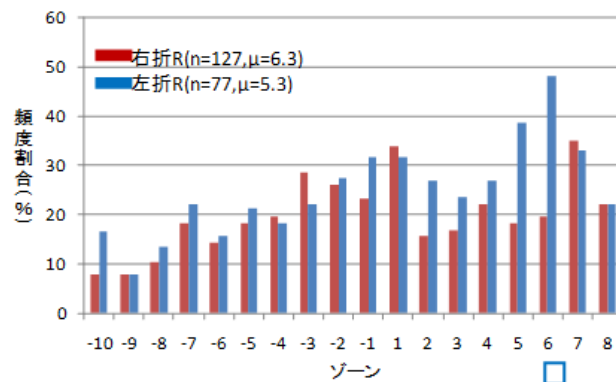


図-5 R型首振り頻度

能性のある車両の認知が遅れ、横断歩道を進むにつれて安全確認をしていると考えられる。被験者属性でも同様に分析をしたところ、性別では、女性は交錯地点付近での首振り頻度が多く、交錯地点手前で最大になった。また、進入直前では男性の方が首振り頻度が多くなった。女性は交錯地点付近、男性は横断歩道進入付近で多く安全確認をしていることが分かった。年齢別では、横断歩道進入までは若年者の方が首振り頻度が多い。交錯地点手前では高齢者の方が首振り頻度が多く、交錯地点では若年者の方が多い。また、高齢者は進入後首振り頻度が小さくなった。若年者は進入前、交錯地点、高齢者は交錯地点手前で多く安全確認をしている。昼夜別で比較では、夜間は進入直前と進入後に首振り頻度が少なくなり、安全確認をしていないと考えられる。ヘッドホン有無で

は、どちらも進入後一度首振り頻度が低くなり安全確認をしなくなるが、交錯地点での首振り頻度は規制無の方が高くなり、安全確認をしていると考える。

Rと同様に、スタート地点Lで車両の接近パターン別に首振り頻度割合を比較した(図-6)。図-6から、首振り割合が大きくなるタイミングが右折よりも左折の方が遅く、-4以降右折Lの方が首振り頻度が多い。性別では、交錯地点付近で男性の方が首振り頻度が多く、安全確認を多く行っている。年齢別では、交錯地点付近で若年者の方が首振り頻度が多くなり、安全確認を多く行っている。昼夜別では、交錯地点で夜の方の首振り頻度が多くなり、安全確認を多く行っている。ヘッドホン有無では、交錯地点で有の方の首振り頻度が多くなり、安全確認を多く行っている。

以上の分析から、スタート位置車両パターン別に首振り挙動に変化が見られ、背後からの車両の接近では認知が遅れる。正面からの接近では、首振り増加のタイミングが早く、横断歩道進入前で認知できている。

年齢別、昼夜別で首振り回数に大きな変化がみられ、高齢者、夜で首振り回数が少なくなった。また、位置別の首振り頻度からみても、高齢者は首振り回数の増加のタイミングが遅く、接近する車両の認知が遅れる可能性がある。以上のことから、高齢者、夜は安全確認をあまりしておらず、安全を確認をするタイミングが遅く、安全確認しても接近する車両を認知できていないと考えられ、適切な安全確認を行う対策が必要であると考えられる。また、耳規制有無では大きな変化は見られず、首振り回数への対策の重要度は低いと考える。

4. 適切な安全確認の比較

(1)分析データについて

a)分析内容

各実験終了後実験協力者にアンケートを行った。アンケートの内容は歩行者が車両の接近に気付く前の行動、気付いた時の印象についての質問である。分析では、衝突すると感じたか、注意を払っていたかの回答に着目し、不十分、適切な安全確認の首振り行動の特徴を捉え、どこでどれくらい首を振れば適切な安全確認になるのかを特定した。

b)使用データ

アンケートは車両の接近に気づいたときの印象を分析するので、横断歩道に進入し、ボタンを押したデータを使用する。3.歩行者の首振り回数についての分析で使用したデータから、有効な完全回答のデータを選定し使用した。全車両通過、または歩行者が横断歩道に進入しない、または無記入の項目があるデータは無効なアンケートとし、分析に使用しない。無効なデータは17データで、

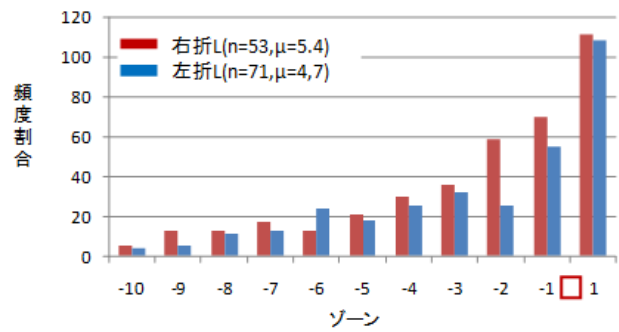


図-6 L型首振り頻度

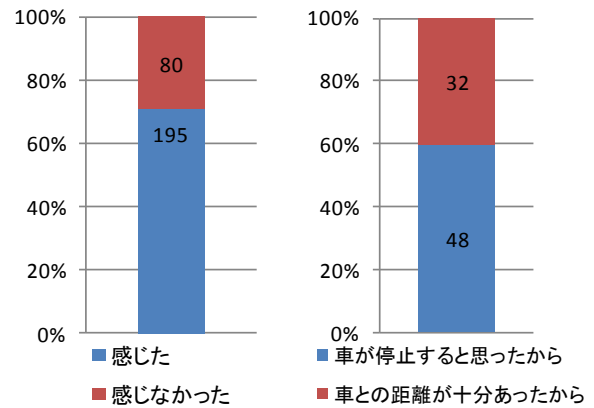


図-7 衝突すると感じたか 図-8 衝突すると感じなかった理由

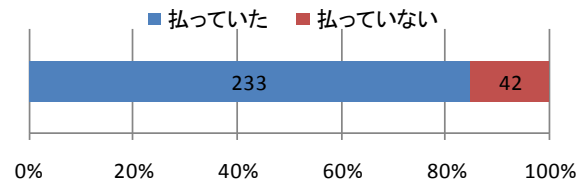


図-9 注意を払っていたか

全データ数792中、使用するデータは275データであった。

(2)各項目のついで分析

a)衝突する危険性について

アンケート内容の、衝突すると感じたかについての分析を行う。図-7は質問「衝突すると感じたか」に対する回答のデータ数である。図-8は衝突すると感じなかった理由の割合である。図-7から、衝突すると感じたデータが多い。つまり、接近してくると感じた時には既に危険な状況であったため、車の接近を早く認知させることが必要である。図-8から、「車が停止と思った」は車が停止せず、衝突する可能性があるため安全とは言えない。「車との距離が十分あったから」は歩行者が回避行動を取れる距離と考えられるため安全と言える。

b)車両に対する注意について

車両の接近に気付く前に注意を払っていたかについて

分析を行う。図-9は質問「車両の接近に気づく前に車両に対して注意を払っていたか」に対する回答のデータ数である。図-10は注意を払うようになった理由、図-11は注意を払わなかった理由の割合である。払った理由が「視界に入った」ときよりも「ウインカーで注意をするようになった」方が多い。また払わなかった理由が「車両が見えなかった」「気づかなかつたよりも曲がってくると感じなかった」の方が多い。このことから、注意を払うようになるのは、車両が視界に入っただけでは注意を払う要因にはならず、ウインカーなど車両が曲がる合図を出した時に注意を払うようになると思われる。

c)適切な安全確認の割合の比較

適切な安全確認をしている割合が全体の何割を示しているか把握する。「注意を払っていた」の回答のうち、「衝突すると感じなかった」の回答から、適切な安全確認の割合を実験パターン、歩行者属性別に割合を示した。図-12は「注意を払っていた」データの、衝突すると感じたかどうかの割合を表したグラフである。R右折、R左折、L右折、高齢者、耳規制有で、注意を払っているにもかかわらず、衝突すると感じたデータの割合が多い。つまり適切な安全確認が行われていない可能性がある。

(3)安全確認の比較

適切な安全確認はどこで首を振っているのかを特定するため、一般的な安全確認とし、適切な安全確認と比較することで、適切な安全確認の首振り行動の特徴を捉える。平均的な安全確認を一般的な安全確認、注意を払っていた、かつ衝突すると感じなかったと回答したデータを、適切な安全確認とする。首振りが多いところは、安全確認をする位置と考え、また、首振り角度が大きいところは、接近しそうな車両を確認しているとし、分析を進めた。分析の一例として図-13の歩行者スタート位置R車両パターン右折での安全確認の比較のグラフを載せた。

a)スタート位置R、Lでの安全確認の比較

R右折の安全確認の比較をし、適切な安全確認の特徴をとらえる。R右折全体の安全確認を比較したグラフが図-13

である。R右折全体の適切な安全確認は、図-13から、進入付近、交錯地点で首をよく振っている。また、中央付近で大きく振っており、接近しそうな車両を確認していると

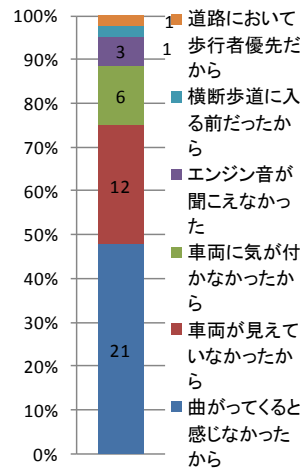


図-10 注意を払うように理由

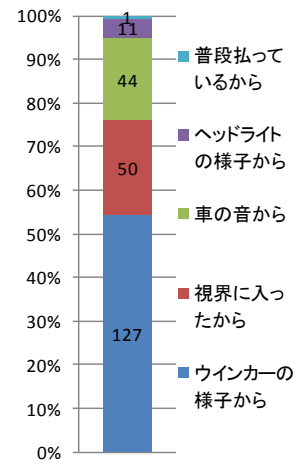


図-11 注意を払わなかった理由

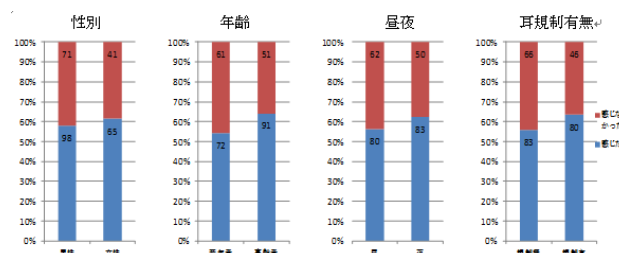
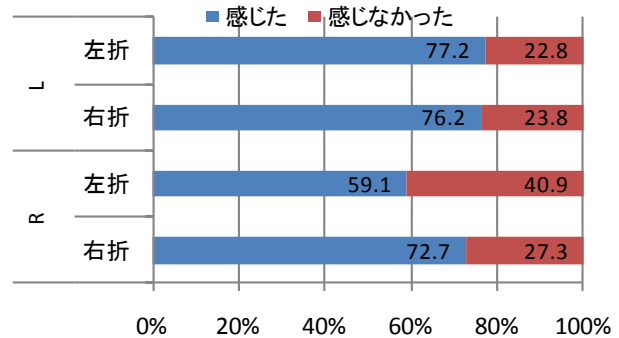


図12 適切な安全確認、不十分な安全確認衝突すると感じたか

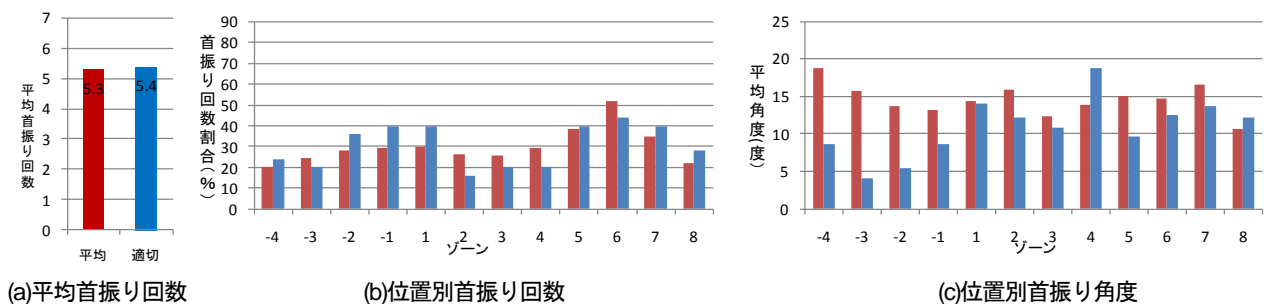


図-13 R右折安全確認比較

考えられる。高齢者の適切な安全確認は、進入直前、交錯地点でよく首を振り、横断歩道中央付近で大きく首を振っている。耳規制有の適切な安全確認では、平均首振り回数が多く、進入付近交錯地点でよく首を振っており、進入直後、中央付近で大きく首を振っている。

同様にR左折、L右折、L左折の安全確認の比較した。高齢者、夜、ヘッドホン有の全てのパターンで、適切な安全確認をしている方は、横断歩道進入付近で首を振っていることがわかった。

(b)適切な安全確認位置

以上の分析により、どのような位置で安全確認をすればよいのか、図-14に示した。全体として、進入付近で安全確認をすることが、適切な安全確認となった。また、R右折では進入直後の他に、横断歩道中央付近で安全確認をしていた。図のような位置で安全確認することで歩行者は接近する車両を認知でき、回避行動をとることができる。

5. おわりに

(1)本研究のまとめ

本研究では横断歩道横断時の右左折車確認行動の首振り挙動から、どこでどのように首を振り安全確認をすればよいかを捉えることを目的とし分析してきた。

首振り回数からは、進入位置と交錯地点に向けて増加する。高齢者と夜は、首振り回数が少ないが、交錯地点付近ではよく首を振り安全確認をしていることから、暗然確認をあまりしておらず、首を振っていても車両を認知できていないと考えた。車両を早く認知させるような適切な安全確認を促すことが必要と結論付けた。車両が背後から接近するパターンでは、首振り回数が小さく、車両の認知が遅れるため危険であり、車両の接近を知らせる対策、または、適切な安全確認を促す対策が必要である。

安全確認の比較からは、高齢者、夜、耳規制有では横断歩道進入前に接近する可能性のある車両を確認し、R右折では横断歩道中央でも確認することが適切な安全確認の特徴である。

以上から、横断歩道進入前、横断歩道中央で車両接近の歩行者の安全確認行動を促し、車両を認知させることによって、回避行動を取らせることができると結論づけた。

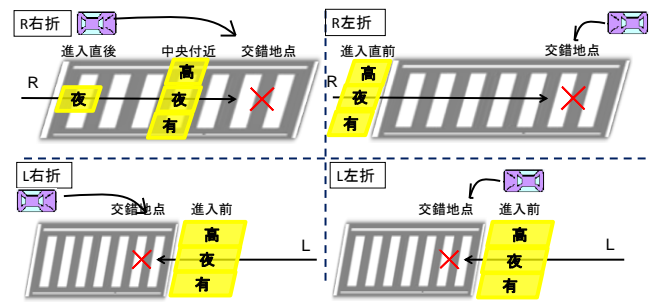


図-14 安全確認比較まとめ

(2)今後の課題

今回の分析では、首振り回数、首振り角度で衝突する危険性がある高齢者、夜、規制有で安全確認の比較を行った。今後の課題として、すべての実験環境で安全確認の比較を行い、一般的な安全確認をする適切な位置を特定しなければならない。また、歩行者への右折車接近情報提供の研究による、車両接近の警告音をする位置と、安全確認をする位置との関連性を分析することで、将来的に歩行者へ情報提供をする場合、より安全性を高めることにつながると考えられる。

参考文献

- 1) 警視庁統計：平成23年度中の交通事故の発生状況
- 2) 平野 亮介 浜岡 秀勝：右折車接近情報の提供による歩行者の挙動変化に関する研究，平成 22 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 CD-ROM，2010
- 3) 三木克則，萩原亨，ムラリーサランタンピア，柗座邦朝：夜間の交差点右折時における歩行者に対する視認困難性評価に関する実験的評価，第 31 回土木計画学研究発表会・講演集，2005
- 4) 八重樫大樹，浜岡秀勝：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，平成 18 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 CD-ROM，2006
- 5) 菊池歩，浜岡秀勝：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，平成 19 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 CD-ROM，2007
- 6) 菊池恵子，浜岡秀勝：交差点右折時における歩行者発見のタイミングとその危険性評価，平成 18 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 CD-ROM，2006

A study on the confirmation of pedestrians to approaching right/left turning vehicle while crossing the crosswalk.

Kentaro HAGA, Hidekatsu HAMAOKA