

歩行者信号が信号切替時の車両挙動に及ぼす影響*

Effects of the existence of pedestrian signal of the drivers' behavior at the signalized intersection*

中村良枝**・高橋勇喜**・浜岡秀勝***・清水浩志郎****

By Yoshie NAKAMURA**・Yuki TAKAHASHI**・Hidekatsu HAMAOKA***・Koshiro SHIMIZU****

1. はじめに

自動車は私たちに便利で効率の良い生活をもたらす、また、現在、乗用車保有台数および運転免許保有者は年々増加傾向にある。一方で自動車は、交通事故、渋滞、騒音、大気汚染など様々な問題を引き起こしている。これらの問題を解決し、安全かつ円滑な交通を実現するために様々な取り組みがなされてきた。しかし、交通事故件数、負傷者数は平成14年に12年ぶりに減少したものの、平成15年にまた増加に転じた。交通事故の中でも毎年その6割近くが交差点、または交差点付近で発生している。交差点での交通事故の中でも、約6割が追突・出合頭事故である。

交差点、または交差点付近における事故を防止するためには、信号機による交通制御が有効である。しかし、信号交差点においても、信号切替時に前方車が停止しようとして減速したことに対し、後続車が通過しようとする事による追突事故、また信号切替に対応できず交差点に進入することによる交差車両との出合頭事故など、信号切替における運転者の判断・反応・行動が問題となり発生する事故も発生している。

このような状況を回避するために、筆者らは運転者が歩行者信号の青点滅・赤表示、歩行者信号の待機時間表示を確認できることが重要と考えている。なぜならこうした情報の獲得は、運転者にとって交差点での通過・停止の判断に時間的な余裕を与えることにつながり、急な動作を減少できるからである。

ここで、積雪寒冷地では、冬期において降雪・積雪等による圧雪・凍結等、路面状況が変化する。これらの状況はスリップ事故を起こしやすく、乾燥路面下における走行以上に危険を強いられることとなる。したがって歩行者信号の視認性が運転者の判断に良い影響を与えると考えられる。

以上のことから、無雪期・有雪期において、歩行者信号の存在がどれだけの影響を与えているか把握する必要がある。そこで、本研究では、「歩行者信号の有無」、「車線数の違い」、「路面状況の違い」に着目し、交差点部における車両挙動の違いを明らかにするとともに、交差点部における追突・出合頭事故の減少のための安全性評価を行う。

2. 分析データの概要

交通流に影響を与える要因として、幅員、勾配、道路線形等の道路構造、信号間隔、交通量等の交通状況、乾燥、湿潤、積雪等の路面状況の違いが挙げられる。本研究では、歩行者信号の有無、車線数、路面状況の違いに着目し、片側2車線で歩行者信号ありの「上北手荒巻南」、片側2車線で歩行者信号なしの「下北手松崎」、片側1車線で歩行者信号ありの「シルバーエリア前」、片側1車線で歩行者信号なしの「上新城中」という4交差点について無雪期と有雪期に実施された調査データを用いる。

その際、分析にはビデオ録画した対象区間内(110m)において、黄信号へと変化したときに存在する車両を抽出して用いた。また、交差点を右左折する車両は必然的に減速するため、追従車両は先行車両の影響を受けることになるため除外した。最終的に車群の先頭にいる車両で、他車の影響を受けることなく交差点を直進する車両を抽出している。その概要を表-1に示す。

* キーワーズ：信号切替時，歩行者信号，車両挙動

** 学生会員 秋田大学土木環境工学専攻
(秋田市手形学園町1-1、Tel:018-889-2974
e-mail: yoshie-0803@hwe.ce.akita-u.ac.jp)

*** 正会員 博(工) 秋田大学土木環境工学科

**** フェロー 工博 秋田大学土木環境工学科

表-1 調査データ

場所	上北手荒巻	下北手松崎	シルバーエリア前	上新城	
交差点特徴	2車線・歩行者信号有り	2車線・歩行者信号無し	1車線・歩行者信号有り	1車線・歩行者信号無し	
有雪期	日時	2003 12/21 7:00~10:00	2004 1/9 7:00~10:00	2003 12/10 7:00~10:00	2004 1/11 7:00~10:00
	天候	曇り一時雪	曇り一時雪	曇り一時雪	雪
	路面状況	圧雪	圧雪	圧雪	凍結
	全サンプル	17	13	13	17
	通過車両	5	5	5	7
停止車両	12	8	8	10	
無雪期	日時	2003 12/2 7:00~10:00	2003 12/3 7:00~10:00	2003 12/1 7:00~10:00	2004 12/4 7:00~10:00
	天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
	路面状況	乾燥	乾燥	乾燥	乾燥
	全サンプル	2	10	13	4
	通過車両	2	9	5	0
停止車両	0	1	8	4	

3. 信号切替時の車両挙動の分析

(1) 信号切替時の速度変化

図-1は、無雪期における信号切替時の速度変化を車両挙動（通過・停止）、車線数、歩行者信号の有無について、無雪期・有雪期別に表したものである。この図より、無雪期では、通過車両は交差点に接近する間の速度変化は見られず、ほぼ一定の速度で走行することがわかる。一方で停止車両は、交差点手前で減速している。これを歩行者信号の有無別に見ると、歩行者信号ありの交差点では交差点手前50-60mの区間で減速するのに対して、歩行者信号なしの交差点では70-80mと20m程度長いことがわかる。つまり、歩行者信号の存在により、交差点に近いところで通過・停止の判断ができていくことがわかる。

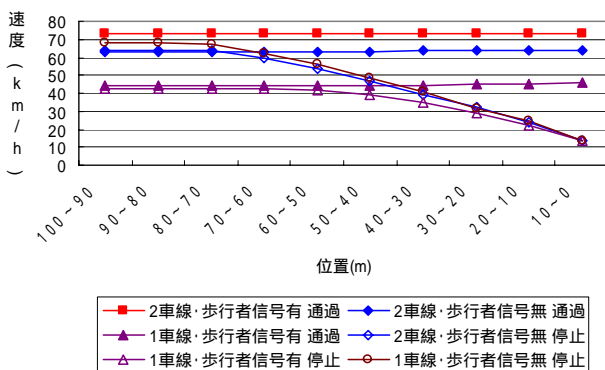


図-1 区間平均速度分布（無雪期）

図-2は有雪期における状況を示したものである。この図から、有雪期でも無雪期と同様に、通過車両の走行速度にはあまり変化が見られない。一方で停止車両に着目すると、歩行者信号のない交差点では、70-80m（1車線）、80-90m（2車線）の区間での減速

がみられる。歩行者信号のある交差点では、それが60-70m区間であり、交差点遠方より減速し始めていることがわかる。

この結果を無雪期と比べると、有雪期では歩行者信号の有無に関わらず、交差点遠方にて減速を始めていることがわかる。さらに歩行者信号の存在による減速開始位置は有雪期において遠方である。これは、有雪期に生じやすくなるスリップを回避するため、交差点から十分な距離を確保しているためと考えられる。ただこのとき、歩行者信号の有無による減速位置を比較すると、それが変化しないことから、有雪期における歩行者信号の安全性効果については、さらに検証しなければならない。

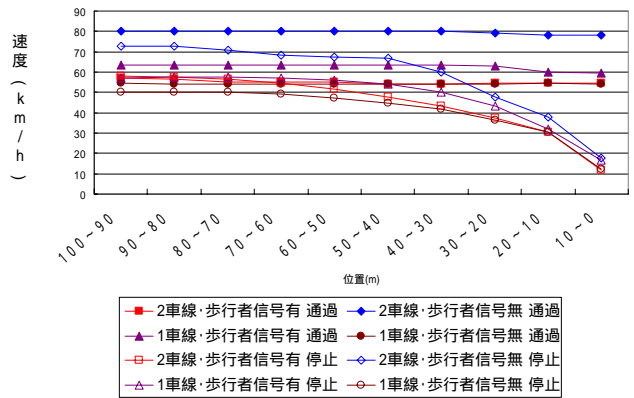


図-2 区間平均速度分布（有雪期）

(2) 加速度の変化

ここでは、交差点に接近する車両の各区間の加速度に注目し、歩行者信号の有無等の視点から考察する。なお、加速度は各区間の平均速度から10mごとに求めている。

各地点における通過・停止別の加減速度の変化を図-4、図-5に示す。これらの図から、無雪期・有雪期に限らず、通過車両の加減速度は、どの地点においても小さい。一方で停止車両については、無雪期においてそのバラツキがみられ、車両による減速傾向の違いを確認できる。しかし有雪期においてはそれがスムーズな傾向を示しており、安定的な減速行動を行っているといえる。

また、停止車両の交差点付近の減速度を見ると、無雪期・有雪期に関係なく、歩行者信号のある交差点においては、その絶対値が小さいことがわかる。これは歩行者信号の存在により、交差点遠方から減速するため交差点付近で大きな減速をとらなくても

良いことを示すものである。これは特に有雪期において、スリップ事故を軽減する意味からも重要な示唆を与えている。

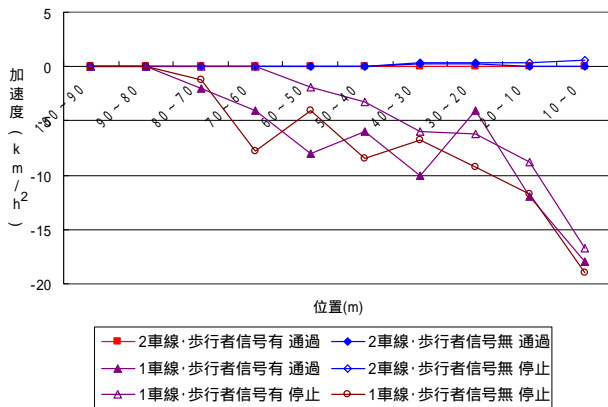


図-3 信号からの位置と加減速度（無雪期）

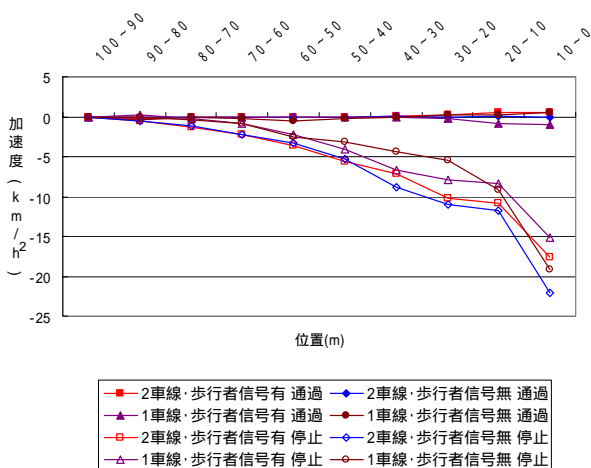


図-4 信号からの位置と加減速度（有雪期）

(3) 黄信号切替時の位置と速度

前節までに、各区間における速度・加速度の変化をみたが、ここでは、各車両の黄信号開始時の停止線からの位置と速度について分析する。無雪期、有雪期における黄信号開始時の停止線からの平均位置、平均速度を図-5、図-6に示す（車線数を数字、歩行者信号の有無を有・無で表す）。

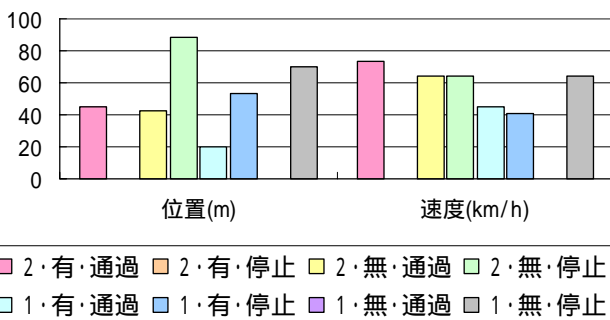


図-5 黄信号開始時の位置と速度（無雪期）

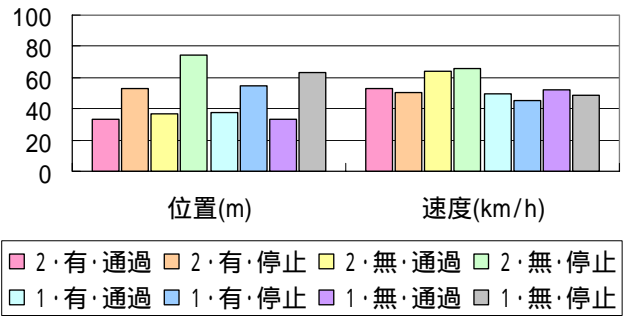


図-6 黄信号開始時の位置と速度（有雪期）

黄信号切替時の位置と速度を同じ交差点属性における通過・停止別で比較すると、無雪期・有雪期ともに速度の変化があまり見られないのに対し、位置の変化が大きいくことがわかる。すなわち、通過・停止の判断は主として交差点までの位置により決めていると考えられる。また、有雪期は、歩行者信号ありの方が通過車両と停止車両の位置差・速度差が小さいため、少ない差で通過と停止を分けられると考えられる。

これについて有雪期のデータをもとに、黄信号切替時に通過・停止車両それぞれについて、その状況における交差点への到着時間を求めた。図-7はそれを交差点属性別に示したものである。この図から、通過車両に比べ、停止車両の到着時間が長いことがわかる。すなわちその長さが交差点での停止を促すと考えられる。また、交差点属性別にその差を比較すると、歩行者信号ありにおいて時間差が小さいことがわかる。これは、歩行者信号の存在により小さな時間差で直進・停止の判断をしたと考えられる。

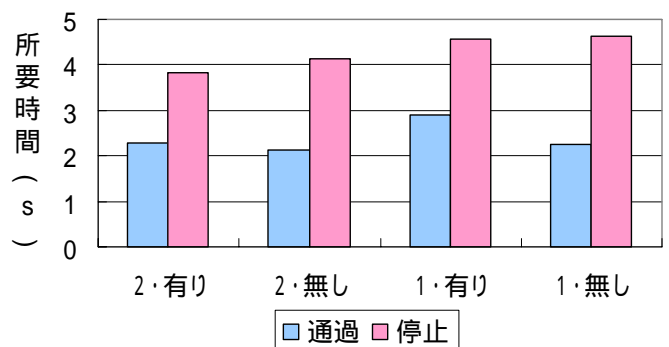


図-7 通過・停止別所要時間

(4) 判別分析

これまでの分析より、歩行者信号の有効性を確かめられた。しかしこれらの分析は得られたデータの集計値に基づく分析であり、それぞれの車両について個別に捉えられたものではない。そこで、ここで

は有雪期の2車線道路のデータをもとに、歩行者信号の存在がどれだけ安全性を高めているか、判別分析により明らかにする。

図-8、図-9はそれぞれ歩行者信号の有無別に交差点を通過・停止した車両を示したものである。またこれら図には通過・停止を分ける判別直線も加えている。

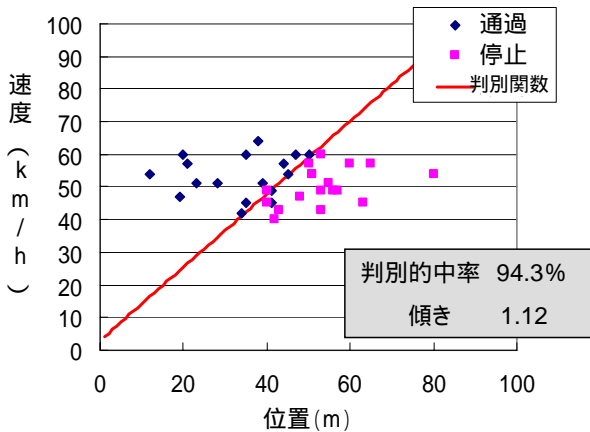


図-8 2車線・歩行者信号ありの交差点における車両挙動

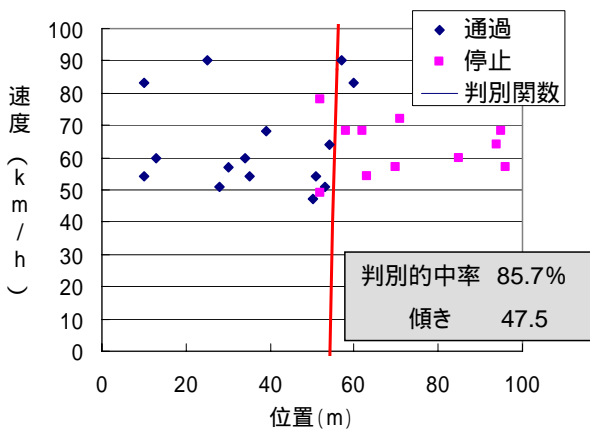


図-9 2車線・歩行者信号なしの交差点における車両挙動

これら図より、歩行者信号ありの状況において判別の中率が高いことがわかり、歩行者信号による停止・通過の判別が明解に行われていることを把握できる。ここで、判別関数の傾きは、停止・通過の判断がどの条件により表現できるのかを示すもので、傾きが0に近い(水平)ほど速度による要因が大きく、傾きが無限大(垂直)になるほど位置による要因が大きいと言える。

この結果から、歩行者信号有りの傾きが1に近いことがわかり、これは交差点までの距離と走行速度を総合しているというバランスの良い判断がなされていることを示している。一方で、図-9をみると、歩行者信号なしの交差点で、傾きが大きく、位置に

より停止・通過の判断がなされていることがわかる。この場合、交差点への到着時間が個々の車両で異なるため、運転者によっては判断の相違がみられることになり、危険な状態を生じさせることにもなる。

4. 本研究のまとめと今後の課題

本研究では、車線数、路面状況の違う交差点において、歩行者信号の有無が車両の通過・停止の判断にどのような影響を与えているか、車両挙動の違いを明らかにした。

歩行者信号の有無および車線数の異なる4地点について無雪期・有雪期別に速度・加速度を分析したところ、どの地点についても共通して言えるのは、有雪期において、早めの減速行動がされているということである。交差点での停止車両に着目すると、歩行者信号なしの交差点では、交差点に接近したため減速しているのに対して、歩行者信号ありの交差点では、歩行者信号の青点滅、赤表示から信号の切り替わりを予想して効率よく減速している。

歩行者信号が信号切り替わりの予測を助けているのは確かであり、今後は歩行者信号の長さ、歩行者信号赤から交差点の黄信号開始までの長さの違う交差点での分析が必要である。

今後の課題は、無雪期・有雪期の、どちらにおいてもサンプル数を増やすこと、また、歩行者信号が赤になってから信号が黄になるまでの時間・黄信号時間の長さが異なる交差点など、対象交差点を増加させ、様々な条件で分析することである。

参考文献

- 1) 荒川智之・早川博・加藤信夫：雪氷路面が道路交通に及ぼす影響に関する研究、土木学会第54回年学術講演会、pp.372-373、1999
- 2) 浜岡秀勝・成瀬研治・清水浩志郎：降雪期の路面状況が車両挙動特性へ及ぼす影響分析、土木学会第58回年次学術講演会、pp.397-398、2003
- 3) 政泰規：ジレンマ感応制御とその活用事例、交通工学、Vol.33 No.2、pp.25-27、1998
- 4) 浜岡秀勝・佐藤弘治・清水浩志郎：積雪期における道路規格別の安全性評価に関する研究、第28回土木計画学会研究発表会講演集、CDROM、2003