

# 横断歩道上の自転車の存在を考慮した 左直車線における左折車の挙動分析

大藪 和昂<sup>1</sup>・西内 裕晶<sup>2</sup>・佐野 可寸志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 長岡技術科学大学大学院 工学研究科 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)  
E-mail:s123275@stn.nagaokaut.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 高知工科大学講師 システム工学群 (〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185)  
E-mail: nishiuchi.hiroaki@kochi-tech.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 長岡技術科学大学教授 原子力システム安全専攻 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)  
E-mail:sano@nagaokaut.ac.jp

横断歩道を有する信号交差点において、青現示時間中、左折車は交錯する横断歩道上の歩行者および自転車によって左折が阻害される。横断歩道手前における左折車の停止もしくは急激な徐行により、同車線上における後続車への走行阻害現象（ブロッキング現象）が引き起こされ交差点容量の低下へと繋がる。本研究では新潟県長岡市大手通り交差点における横断歩道上の横断者、特に自転車特性について定量的な解析を行い、それらが左折車に与える影響について考察した。

解析の結果、青現示時間経過と共に自転車の横断時の速度は加速傾向にあることが言える。また横断者が左折車に与える影響に注目すると横断歩道上の横断者の存在により左折車の左折所要時間は延長傾向にある。ただし、自転車が与える左折車への阻害影響は歩行者よりも小さい傾向であった。

**Key Words :** left turn, , pedestrian crossing , blocking phenomenon , the rider of a bicycle ,

## 1. はじめに

我が国の横断歩道では歩行者と自転車が混在して横断しており、多くの横断歩道において自転車走行ゾーンが確保されている。

しかしながら、交差点設計時において横断歩道上の横断者が左折車へ与える影響については歩行者の歩行速度のみに注目して算出されており<sup>1)</sup>、歩行者とともに横断歩道を走行する自転車の走行速度は言及されていない。現に左折専用車線および左直車線の左折行動の低減率は横断歩道利用者の速度を歩行者基準の毎秒 1.3mとして算定されている<sup>2)</sup>。

自転車利用者が横断歩道上を乗車したまま横断する現状においては横断者が全て歩行者基準の速度を用いたまま、左折車の左折行動低減率を決定することは望ましくない。横断歩道上の総横断者数（歩行者数および自転車数）が同レベルの横断歩道同士でも歩行者の比率が多くを占めるビジネス街と自転車利用者比率が高い学生街とを横断者数として一括りにし、左折低減率を求めることは現実の低減率とは異なる恐れがあり、それぞれの地方特性に見合った信号制御や交差点設計が必要となる。

本研究では横断歩道横断中の自転車の特性について実測調査を行い、歩行者と自転車の横断歩道上における相違点を解析し、左折車が左折行動時に受ける横断者影響を横断者属性の違いにより比較検証を行う。また左折車を左折行動時の横断歩道状況によってタイプ分けし、それぞれのタイプによる左折車影響を解析する。これらの解析結果より左直車線の交通容量に対して横断歩道状況が与える影響を把握することを目的とする。

## 2. 実測調査概要および調査結果

### (1) 調査概要

現代における横断歩道実態の把握のため、新潟県長岡市の大手通り交差点において平成27年11月20日午前7:30~9:30の横断歩道(14m)上の歩行者および自転車と長岡駅方向からの左折車の挙動をビデオ撮影した(図-1)。

対象となった横断歩道について図-2のように対象左直車線側から横断開始する横断者を「上り」、反対側から横断開始する横断者を「下り」と定義し、歩行者および自転車を方向別に観測した。

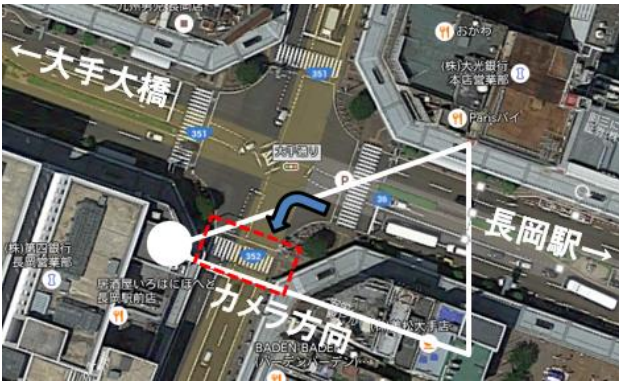


図-1 大手通り交差点調査概略図



図-2 横断者進行方向定義

(2) 調査結果

調査ビデオデータより対象となる二時間、計55サイクルで観測された方向別の歩行者数および自転車数、左直車線を通過した直進車数、左折車数を表-1に示す。また横断者の移動手段および方向ごとの平均横断速度を表-2に示す。

今回観測した大手通り交差点における左直車線の左折車割合は総観測台数225台のうちの40.4%を占め、また観測された横断者上下合計631人のうち自転車は27.6%を占めている。また横断者の横断時の平均速度について自転車の乗車状態での平均速度は歩行者の約2倍の値を示した。方向別に注目すると上下による違いによっては平均速度に歩行者および自転車に大きな差異は認められなかった。

表-1 横断者属性別観測数および通過車両

歩行者数(人)		自転車数(台)		通過車両数(台)	
457		174		225	
上り	下り	上り	下り	直進車数	左折車数
267	190	63	111	134	91

表-2 横断者属性別平均速度

	上:歩行者	上:自転車	下:歩行者	下:自転車
平均速度(km/h)	5.31	10.02	5.26	10.18
標準偏差(km/h)	1.56	2.22	1.24	2.80

(3) 横断者到着率

歩行者用信号機の青現示開始からの時間経過と横断を開始する横断者の累積交通量割合を図-3に示す。青現示開始直後は赤時間中の待機者が多数集中して横断を開始するため、傾きは大きくなるが、青開始から約10秒以降は傾きが緩やかとなる。その傾きが緩やかになってからの変異を抽出したものを図-4に示す。図-4のグラフの傾きがこの横断歩道の1秒あたりの到着率と言える。

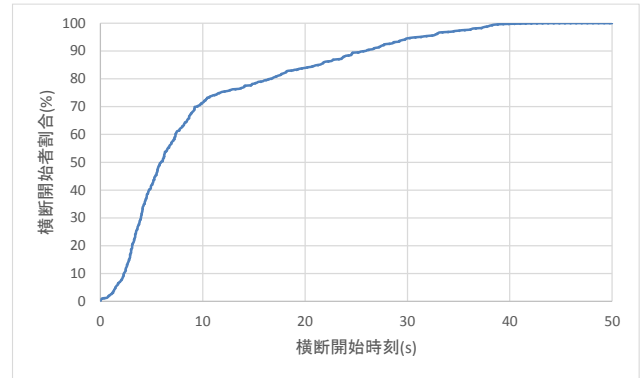


図-3 横断開始時刻と累積横断開始者割合

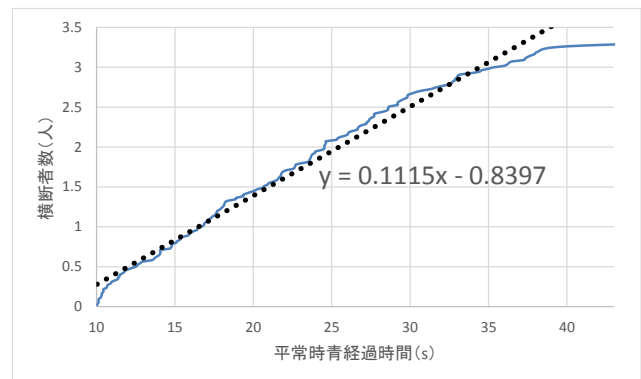


図-4 横断歩道利用者到着率

3. 横断歩道利用者状況による左折車への影響

(1) 自転車の速度変化傾向

観測された自転車174台の横断開始から横断終了までの時間（横断時間）と横断開始時刻（歩行者用信号機の青現示開始からの経過時間）の関係をプロットしたものを図-3に示す。

図-3の結果では、青現示開始直後は赤時間中に待機していた待機自転車が一齐に横断を開始するため、青開始から10秒以内に多くの自転車が横断歩道上に存在している。横断歩道を通る自転車利用者は青現示開始からの経過時間とともに横断歩道通過の所要時間が短くなる傾向がある。一部、自転車の中では抜きで遅いサンプルがあるが、それは手押しで横断する自転車であり、ギャップの面から自転車に属させた。

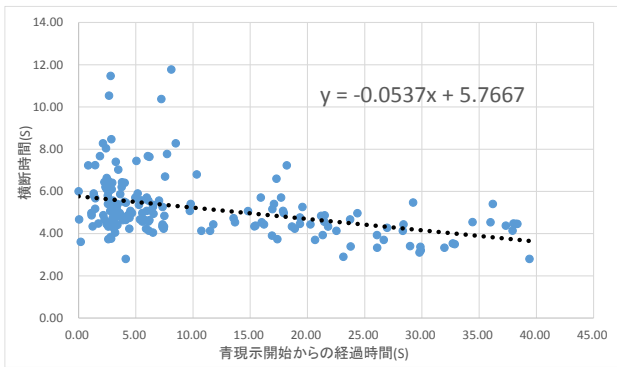


図-5 自転車の横断開始時刻と横断時間の関係

## (2) 左折車挙動 解析

横断者による左折車への影響解析のため、左折開始より左折完了時まで三ヶ所の基準断面および基準域を設け(図-6)、その基準断面および基準域を車頭が到達した時刻を記録し、左折車の左折所要時間を算出した。以下に各基準について説明する。

基準断面Aは停止線より若干手前、信号待ち最前に位置する車両が青現示直後に車頭が存在する断面である。この断面を車頭が接した際の時刻を記録した。青開始直後の先頭車両の経過時刻は0秒としている。基準域Bは左折車が横断歩道上の横断者あるいはこれから横断する横断者を確認し、停止または極端な徐行運転を行う範囲である。Bに関しては運転者によってばらつきが大きい。範囲内で完全に停止した車両はその時の時刻を、徐行運転車両はBに侵入した際の時刻を記録した。基準断面Cは左折車が安全に横断者と接する事なく左折を完了させた瞬間の時刻として、車頭が横断歩道外側端線に接した時刻を記録した。

また左折車について横断者の影響を受けない①通常左折車、横断歩道上の横断者による停止または減速が強い②停止・減速車、②の停止・減速によって断面Aを通過後、停止・減速を強いられた③被ブロッキング車の三種に分類、解析を行う。上記のABCの基準および左折車の三種のタイプ分けに基づいて左折車の左折所要時間と横断歩道状況による比較検証を行う。



図-6 左折車観測用基準断面

## (3) 左折車のタイプ別所要時間比較

左折車を上記の三種にタイプ分けし、二方面の解析を行った。表-3に観測時間中の各サイクルの横断人数、左折車タイプ別の左折所要時間(C時刻-A時刻)の平均と標準偏差を示し、図-7に三種の左折車タイプそれぞれについて左折所要時間を2秒間隔で分類した分布状況を示した。図-7の結果より、横断者の影響を受けない通常左折車は青現示開始直後にはほぼ存在せず、中盤以降に小さなばらつきで分布している。横断者に大きく影響される停止・減速車は表-3の横断者数に依存してばらつきが大きくなる傾向がある。被ブロッキング車については青現示開始から前半中程に点在する傾向がある。これらの被ブロッキング車は停止・減速車の後続車としての影響が現れている。

図-8に三種の左折車タイプを左折車が横断歩道手前でのBゾーンから左折完了の断面Cに車頭が到達するまで分布状況を示した。図-8の結果より、停止・減速車は横断者数に依存したばらつきが大きい結果を得た。通常左折車はほとんどの車両が一定範囲内に収まり、ばらつきが小さい。被ブロッキング車は前方の左折車数の関係、その停止位置との兼ね合いからばらつきが大きい。

表-3 平均横断人数と左折車タイプ別の平均所要時間

	横断人数 (人)	通常左折車	停止・減速車	被ブロッキング車
		左折所要時間(s)	左折所要時間(s)	左折所要時間(s)
平均	11.69	2.26	8.24	4.20
標準偏差	4.52	0.62	4.05	3.06

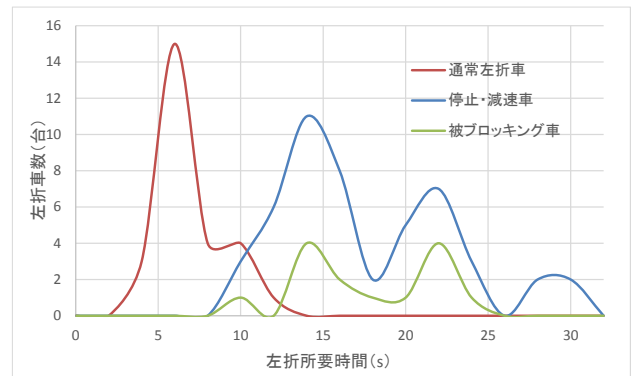


図-7 左折車タイプ別所要時間分布

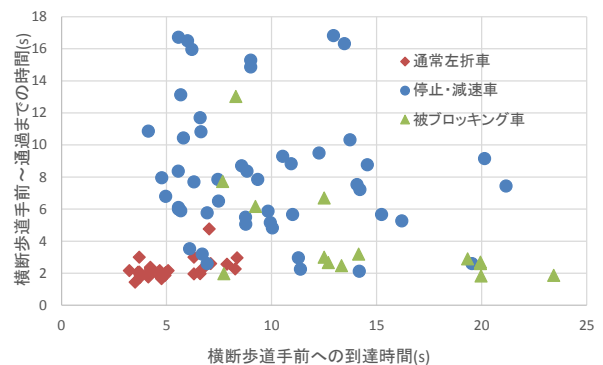


図-8 左折車タイプ別のばらつき状況



(4) 横断歩道状況による左折車への影響

横断者属性変化による左折車への影響を定量的に把握するため、青開始直後～10 秒経過までの区間を除外したサンプルを対象に横断者属性毎の左折車の左折に要する時間を解析した。以下の表 5 に横断歩道状況のタイプ分けを示す。

表-3 の条件の対象となる左折車数は 22 台であり、その中から大型バスを除外するとサンプル数は 20 台であった。表-4 にその内訳を、表-5 に左折所要時間（断面 C－断面 A）の平均値を示す。

全体的に十分なサンプル数を得られなかったので信頼度は低いですが、横断者が歩行者のみのタイプと自転車のみタイプでは自転車のみの方が左折車への阻害影響は小さい傾向が見られる。

表-4 横断者タイプ別組合せ一覧表

		歩行者	自転車	歩行者・自転車混在
		Walker	Bike	Composite
上り	Up	WU	BU	CU
下り	Down	WD	BD	CD
上下交錯	X(cross)	WX	BX	CX

表-5 横断者タイプ別該当サンプル数

単位(台)	W	B	C
U	4	2	2
D	3	2	1
X	3	0	3

表-6 横断者タイプ別左折所要時間

単位(s)	W	B	C
U	17.48	10.60	13.43
D	14.63	13.48	15.00
X	17.32	-	18.62

4. おわりに

本研究では、実測調査より現代における横断歩道上の横断者状況と左直車線上の左折車との関係性について解析を行った。横断歩道を横断する自転車は青現示開始直後は多数の待機自転車が横断を開始し、時間経過によって徐々に加速する傾向が見られた。

左折車を左折挙動によるタイプ分けをした場合、横断者影響を受けない左折車とそれ以外の停止・減速車およびそれによる被ブロッキング車は横断歩道状況による影響が見られ、左折所要時間が延長傾向があり、ばらつきが大きい。

横断歩道状況によって左折車の左折所要時間の変化については十分なサンプル数が確保できていないが、横断者が歩行者のみのサイクルと自転車のみサイクルでは左折所要時間に相違点が見られる。

今後の課題としては、上記横断歩道状況による左折車への影響解析について、観測数を増やし精度を高めることが挙げられる。また横断歩道長や道路環境によって歩行者密度のばらつきが変化することも考えられ<sup>3)</sup>、様々な交差点においても同様の傾向が見られるのかを比較する必要がある。

参考文献

- 1) 池之上慶一郎, 斉藤威: シミュレーションのための信号交差点における転向車両の横断歩行者による停止確率の算出法, 科学警察研究所報告交通編, 1972, p12-p23
- 2) 一般社団法人 交通工学研究会: 改訂 平面交差の計画と設計基礎編 第3版, 2009, p83
- 3) 張馨, 中村英樹: 信号交差点の横断歩道部における歩行者密度分布に関する分析, 第35回交通工学研究発表会論文集 No80, 2015

Behavior analysis of the left-turning vehicle in the left direct traffic lane in consideration of the existence of the bicycle on the pedestrian crossing

Kazuaki Ohsono, Kazushi SANO, Hiroaki Nishiuchi