

第 IV 部門 信号交差点における隅角部条件に着目した自転車と左折車との選択的錯綜状況に関する分析

大阪市立大学工学部 学生員 御所名航也

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 吉田 長裕

1. 研究背景と目的

自転車関連事故は、約 7 割が交差点で発生し¹⁾、信号のある交差点では自動車の右左折時の事故の割合が 6 割となっている。今後、自転車の通行帯等を整備していくにあたり、交差点部は直進自転車と右左折自動車の動線が交錯する場所であることから、安全な交差点の設計及び処理方法を検討することは極めて重要である。

危険な錯綜現象の多くは、自動車ドライバーによる認知の誤りと関係していると考えられており、「選択的認知」や「非注意性盲目」に関して研究が行われている²⁾。これらの研究では、錯綜対象の見落としに着目した内容であり、交差点部では、自転車と自動車相互の位置関係、流入条件などで錯綜挙動に違いがあると考えられ、ドライバーの観点からは、錯綜対象の選択が生じているものと考えられる。既往研究³⁾では、1 対 1 の直進自転車と左折車の錯綜条件を扱っていたが、錯綜対象を選択するような状況（1（自転車、自動車）対多（周辺））を扱う研究はされていない。

そこで、本研究では、東京都内の異なる信号交差点において、自転車と左折車の選択的錯綜状況の発生パターンを明らかにするとともに、TTC(Time to Collision)指標⁴⁾を使って錯綜パターン毎の安全性を比較し、危険な錯綜に関わる交差点条件等の要因に関わる知見を得ることを目的とする。なお、これらの知見に関しては、協調型自転車シミュレータを使った錯綜実験の条件設定に活用する予定である。

2. 研究方法

2.1 対象交差点と隅角部条件

東京都内の異なる 4 つの信号交差点を対象とした。自転車と自動車の関係性について、「構造的に分離されているもの」、「車道混在」に該当する交差点を自転車通行環境の整備が進んでいる交差点から選定した。

4 つの交差点の隅角部条件を表-1 に示す。本研究では、自転車横断箇所のセットバック量と左折車ドライバーの視認性の関係性に着目した分析を行う。自

表-1 対象交差点の概要

	構造的分離		車道混在	
対象交差点	亀戸	富ヶ谷	板橋	熊野町
整備・運用形態	自転車道	自転車横断帯	左直車線+矢羽根	左折車線
第 1 車線	左直	左直	左直	左折専用
隅切半径	12.0m	11.0m	7.0m	9.0m
停止線セットバック	9.0m	11.0m	19.0m	10.0m
自転車セットバック	5.5m	4.0m	1.0m	3.0m
流入車線幅員	3.0m	3.0m	3.0m	3.0m
流出車線幅員	3.0m	3.5m	3.0m	3.0m
交差角	90°	85°	100°	85°
自転車横断帯	○	○	×	×
横断歩道	×	×	○	○

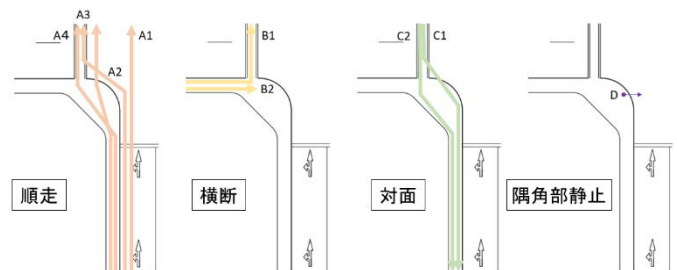


図-1 自転車通行パターン

自転車横断帯のセットバック量が大きくなると自動車ドライバーの視認性が高まることが示されている⁵⁾。

2.2 自転車通行パターンの分類

1 つの交差点でも自転車の走行位置が複数考えられる。交差点毎に似た挙動の比較を行うため、自転車通行位置を A1, A2, A3, A4, B1, B2, C1, C2, D の 9 パターンに分類した（図-1）。A は順方向からの自転車、B は横断方向からの自転車、C は対面からの自転車、D は隅角部に静止した自転車を表す。

2.3 動画解析と評価方法

2020 年 10 月～2021 年 11 月に撮影したビデオ画像を使用した。解析手法は、静止画像から深層学習による物体検知を行うことができる Faster RCNN で、静止画像から物体の種類、座標を取得した。

錯綜の危険度を TTC(Time To Collision)指標を用いて評価した。具体的には、2次元 TTC (ベクトル型) 指標を用い、ある時間における自転車・左折車の進行方向ベクトルから、衝突地点を逐一算出し、衝突地点までの距離を速度で除して求めるというものである。

また、自転車セットバック量とドライバの視認性の関係性を参考に、ドライバからの視野を設定し、見落としに関する分析を行った。

3. 分析結果

3.1 錯綜パターン

1 台目(TTC 最小)の自転車と 2 台目の自転車の通行パターンの組み合わせを表-2 に示す。A(順走)と A(順走), A(順走)と B(横断方向), A(順走)と D(隅角部)の組み合わせが危険な錯綜パターンであるといえる。また、TTC の組み合わせを表-3 に示す。TTC が 1.0 秒以下となる危険な自転車も確認されたが、2 台目としては 2.0 秒以上の安全な自転車が多い傾向にあった。

3.2 選択的錯綜状況に関わる隅角部条件の考察

各交差点における選択的錯綜状況の観測結果では(図-2)、TTC が最小値を示した時間における左折車(青)、TTC が最小となった自転車(赤)、その他錯綜した自転車(黄緑)を表示している。これらの錯綜状況から、危険な錯綜に関連する隅角部条件としては、ショートカット構造(亀戸、熊野町)、横断方向からの急な横断が可能な構造(亀戸)、隅角部滞留(富ヶ谷、熊野町)、停止線セットバック量(板橋)、坂道の急勾配(板橋)、交差角(板橋)が考えられる。

3.3 自転車横断箇所と見落としの関係

自転車道セットバック量と見落としの関係性について表-3 に示す。自転車セットバック量が小さくなると、視野の外の順走自転車の見落としが多くなる傾向が見られた。

4. 結論と今後の課題

以下に、得られた結果を示す。

- ・1 対多の錯綜では、順走自転車の TTC が最小になり、順走、横断方向、隅角部の自転車が 2 台目の自転車として錯綜する傾向にあった。
- ・2 台目の自転車の TTC はほとんどが 2.0 秒以上であり、どちらか 1 台の自転車を選択する判断のなかで結果的に危険になってしまうケースがあった。
- ・選択的錯綜状況の観測結果を交差点別に重ね合わ

せた結果、ショートカットの自転車や横断方向から進入する自転車が危険になる傾向にあった。

今後の課題として、自転車 1 台に対してその周辺についての分析を行い、自転車側の安全性についても知見を得る必要がある。

表-2 自転車通行パターンの組み合わせ

		2 台目の自転車				計
		A	B	C	D	
TTC 最小自転車	A	16	8	1	8	33
	B	1	1	2	1	5
	C	1	1	1	—	3
	D	—	—	—	—	0
計		18	10	4	9	41

表-3 TTC の組み合わせ

		2 台目の自転車				計
		<0.5	<1.0	<2.0	>2.0	
TTC 最小自転車	<0.5	—	—	—	—	0
	<1.0	—	—	2	5	7
	<2.0	—	1	4	17	22
	>2.0	—	—	—	12	12
計		0	1	6	34	41

表-3 左折車ドライバの視認性

	自転車セットバック量	錯綜件数	視野による見落とし件数(%)
亀戸	5.5(m)	11	2(18.2%)
富ヶ谷	4.0(m)	5	1(20%)
板橋	1.0(m)	6	5(83.3%)
熊野町	3.0(m)	7	6(85.7%)

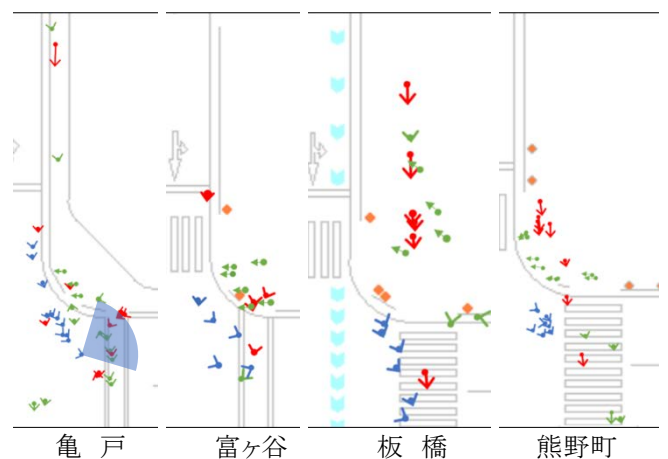


図-2 各交差点選択的錯綜状況観測結果

<参考文献>

1. 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 自転車通行を考慮した交差点設計の手引, 2020.
2. David L. Strayer, Frank A. Drews : Cell-Phone-Induced Driver Distraction, Current Directions in Psychological Science, Volume16, Number.3, pp.128-131, 2007.
3. 澤田和樹, 吉田長裕, 瀧澤重志：信号交差点における高速量込み込みニューラルネットワーク手法による軌跡データを用いた自転車と左折車の錯綜分析, 第 41 回交通工学研究発表会論文集(研究論文), pp.177-182, 2021.
4. Heyward, J.C. : Near-miss determination through use of a scale of danger, Highway Research Record, No.384, pp.24-34, 1972.
5. The National Association of City Transportation Officials (NACTO) : Don't Give Up at the Intersection, May 2019.