

右折専用現示切り替わり時の交錯車両挙動に及ぼす影響要因の分析

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○黒澤 祐哉

群馬工業高等専門学校 正会員 鈴木 一史

1. はじめに

平成29年中の事故類型別・道路形状別交通事故状況¹⁾によると、信号交差点内事故の約45%を追突や出会い頭の事故が占めている。これら交通事故の要因として、追突事故では信号切り替わり時のドライバー間の停止判断のばらつき、出会い頭事故では信号切り替わり時の無理な駆け込み進入や交差側車両のフライング発進などが挙げられる。事故対策としての交差点改良に際しては、これら信号切り替わり時の車両挙動に交差点構造や信号制御等が及ぼす影響を考慮して、慎重に設計検討を行う必要がある。しかしながら既往研究において、信号切り替わり時の交錯発生に深く関わる停止判断挙動や交差側発進挙動について詳細に分析した事例は少なく^{例え(2)3)}、十分な知見の蓄積がなされていないのが現状である。

そこで本研究では、わが国で一般的な四現示制御における右折専用現示の切り替わり時に生じる最終右折車と交差側直進車の交錯に着目し(図1)、交差点構造や信号制御がこれら交錯車両挙動に及ぼす影響要因を分析することを目的とする。

2. 観測対象交差点および分析方法

本研究で観測対象とした信号交差点の概要を表1に示す。いずれも右折車両の捌け残りが生じるほど十分な交通量を有する群馬県内の交差点であり、各交差点でビデオ観測調査を実施した。専用のビデオ画像処理システムにより、右折専用現示切り替わり時の最終右折車および交差側直進車の車両走行軌跡、信号切り替わり時刻に関するデータを収集する。これらのデータに基づき、図1に示すように最終右折車の停止判断挙動、交差側直進車の発進挙動(発進反応時間: Start-up Response Time (SRT))に及ぼす影響要因をモデル分析により明らかにする。モデル分析に際しては、表2中に○印で示したものを説明変数の候補として考慮する。

3. 分析結果および考察

3.1 停止判断モデルの分析結果

最終右折車の停止判断挙動は、次式の二項ロジスティック回帰モデルに基づき分析を行った。

$$P_{stop} = \frac{\exp(V)}{1 + \exp(V)} \quad (1)$$

キーワード 信号交差点, 右折専用現示, 車両挙動分析, 停止通過判断, 発進反応時間

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 TEL. 027-254-9000 E-mail : kszuzuki@cvt.gunma-ct.ac.jp

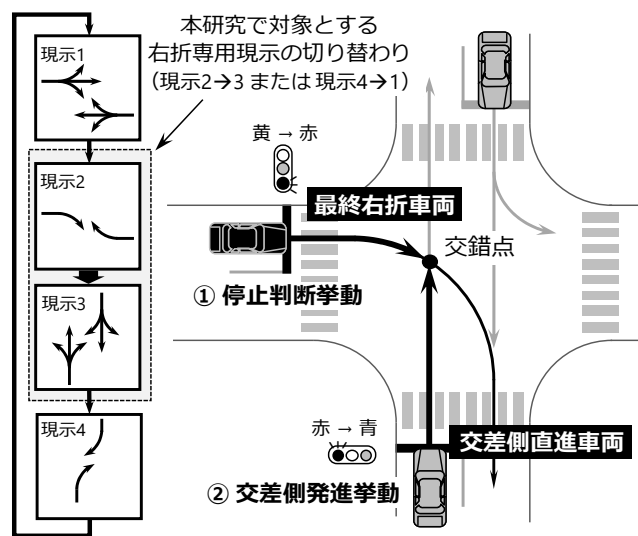


図1 右折専用現示切り替わり時の交錯車両挙動

表1 観測対象交差点の概要

交差点名	本町1	貝沢町	上大瀬町	下小島町	元総持東	千代田町3
右折流入部	東 北	東 西	東 西 南 北	東 南	東 西	西
サイクル長[s]	142~164	109~167	129~174	150~151	149~161	114~161
右折専用青時間[s]	17~30	5~7	8~20	9~22	9~17	5~9
インターグリーン時間[s]	右折黄 2	2	2	2	2	2
	全赤 3	3	3	3	3	3
停止線セットバック長[m]	右折側 13.9	13.5	13.9	15.8	15.9	14.0
	交差側 13.6	14.7	17.0	19.7	15.7	16.8
クリアランス距離 ¹⁾ [m]	16.9	15.8	15.5	14.6	21.8	19.5
エンタリング距離 ²⁾ [m]	14.2	15.2	16.7	18.5	17.6	21.1
右折時交差角度[deg]	94	89	91	88	78	102
車線数	右折側 1	1	1	1	2	2
	交差側 1	2	1	1	2	3
調査観測時間帯	7:00~10:00	7:15~12:15	15:45~19:00	10:00~12:30	8:30~12:30	14:30~18:00
観測車両台数(台)	右折車 37	43	64	53	171	29
	直進車 86	93	71	57	148	110

1) 右折車流入部の停止線から交差点までの距離。2) 交差側直進車流入部の停止線から交差点までの距離

表2 モデル分析で考慮した説明変数

分類	道路構造	信号制御	車両走行状態
考慮する説明変数	停止線セットバック長 ¹⁾ [m]	交差角度 ²⁾ [deg]	エンタリング距離 ³⁾ [m]
	クリアランス距離 ⁴⁾ [m]	全赤時間 ⁵⁾ [s]	インタグリーン時間 ⁶⁾ [s]
	右折専用現示の青時間比 ⁷⁾	右折専用現示の青時間 ⁸⁾ [s]	ポテンシャルタイム ⁹⁾ [s]
	発進前の停止位置 ¹⁰⁾ [m]	残留時間 ¹¹⁾ [s]	ピーク時間帯 ¹²⁾
	大動量 ¹³⁾	追従走行 ¹⁴⁾	
停止判断モデル	○	○	○
発進反応時間モデル	○	○	○

1) 残留時間とは、交差側信号が青になってから最終右折車が交差点を通過し終えるまでに要する時間であり、交差側青開始時に交差点を通過していない場合は正、通過していた場合は負の値となる。

ここで、 P_{stop} : 停止確率, V : 停止効用を表現する説明変数の線形結合和 $V = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i$ であり、説明変数の候補として表2に示すものを考慮する。

停止判断モデルの推定結果を表3に示す。これより、

ポテンシャルタイム(黄開始時の停止線通過までの所要時間)が長いほど停止傾向にあることから、黄開始時に停止線からの距離が離れていたり走行速度が低かったりする場合には停止を判断しやすいことがわかる。次に、右折専用現示の青時間比の係数が正であることから、右折専用現示の青時間比が大きいほど、右折車にとって駆け込み進入をせずとも余裕をもって通過できることから停止傾向にあることがわかる。また、インターグリーン時間(黄+全赤時間)の係数が負であることから、インターグリーン時間が長いほど交差側青開始までに余裕があることで、無理な駆け込み進入を試みるドライバーが増加する可能性を示唆している。さらに、交差角度の係数が正であることから、交差角度が大きい(鈍角な)交差点ほど停止傾向にあるといえる。これは、交差角度が大きいほど右折横断距離が長く感じられたり、右折先の交差側車両の存在が視界に入りやすくなったりすることで、交錯に対する警戒感が生じて無理な駆け込み進入が抑制されるためと考えられる。追従走行ダミーについては、今回の分析では有意ではなかったものの係数は負であり、追従状態にあるほど通過傾向にあることを示唆している。この点については今後、さらに観測データを増やして推定結果の信頼性を高め、精査していくことが必要である。

3.2 発進反応時間(SRT)モデルの分析結果

交差側直進車の発進挙動については、交差側直進車の発進反応時間(SRT)が次式のワイブル分布に従うと仮定し、各パラメータに表2に示す説明変数を組み込むことでモデル化を行った。

$$f(t) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t+\gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1} \exp \left(- \left(\frac{t+\gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right) \quad (2)$$

ここで、 α : 形状パラメータ、 β : 尺度パラメータ、 γ : 位置パラメータ、 t : 発進反応時間(SRT)である。

発進反応時間(SRT)モデルの推定結果を表4に示す。これより、形状パラメータ α で大型車ダミーが有意となり、小型車と大型車で分布形状が大きく異なることがわかる。次に、尺度パラメータ β で残留時間が有意となり、残留時間が長い(交差側青開始以降も最終右折車が交錯点を通り終えるまでに時間がかかる)ほど、交差側直進車の発進が遅れることを示している。これは、交差側直進車が最終右折車の交錯点での通過状況を窺いながら発進タイミングを調整しているためと考えられる。また、右折現示時間および全赤時間が有意で、長いほど発進が早まる傾向にあることを意味する。これは、一部のドライバーが待ちきれずにフライング発進することで、発進反応時間にばらつきが生じるためと思われる。さらに、

表3 停止判断モデルの推定結果

説明変数	係数	t 値
ポテンシャルタイム [s]	1.38	11.7**
右折専用現示の青時間比	12.2	2.84**
インターグリーン時間 [s]	-0.555	-2.28*
交差角度 [deg]	0.0172	2.00*
追従走行ダミー (追従走行=1)	-0.892	-1.88
定数項	-3.78	-2.62*
疑似決定係数	0.457	
的中率 [%]	81.9	
サンプルサイズ	586	

**p<0.01(t=2.58), *p<0.05(t=1.96)

表4 発進反応時間(SRT)モデルの推定結果

パラメータ	説明変数	係数	t 値
形状パラメータ α	大型車ダミー (大型車=1)	-2.16	-4.34**
	定数項	6.87	13.43**
尺度パラメータ β	残留時間 [s]	0.0597	4.66**
	右折専用現示時間 [s]	-0.0344	-4.35**
	全赤時間 [s]	-0.249	-3.10**
	定数項	8.41	14.78**
位置パラメータ γ	停止線セットバック長 [m]	0.164	6.77**
	交差角度 [deg]	0.00959	3.15**
	定数項	1.41	1.69
自由度調整済み尤度比 $\bar{\rho}^2$		0.245	
サンプルサイズ		750	

**p<0.01(t=2.58), *p<0.05(t=1.96)

位置パラメータ γ で停止線セットバック長と交差角度が有意となり、停止線セットバック長が長く交差角度が鈍角な交差点ほどフライング傾向が強いことを示している。

4. おわりに

本研究では、右折専用現示切り替わり時における交錯車両挙動に及ぼす影響要因を明らかにするため、最終右折車の停止判断挙動と交差側直進車の発進挙動についてモデル分析を行った。その結果、道路構造要因である停止線セットバック長や交差角度、信号制御要因であるインターグリーン時間、右折現示時間等がこれら車両挙動に影響を及ぼしていることがわかった。

今後は、ここで構築した車両挙動モデルを用いて、交差点の道路構造や信号制御を変更した際の交錯車両挙動をシミュレーション再現することで、様々な交差点改良シナリオを実施した際の交錯危険性の変化を交錯指標に基づき定量的に評価する予定である。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成29年中の交通事故の発生状況，<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/H29zenjiko.pdf>, p.28 (2019.1.15 閲覧)。
- 2) 鈴木一史・中村英樹・後藤梓：信号切り替わり時のクリアランス車両との交錯を考慮した直進車両の発進挙動，交通工学，Vol.46, No.4, pp.56-64, 2011。
- 3) 渡部数樹・中村英樹・井料(浅野)美帆：信号交差点改良対策立案のための右直分離制御時の車両挙動分析，土木学会論文集 D3，Vol.70, No.5, pp.1013-1022, 2014。