

歩車分離制御における右左折同時表示現示の効果に関する分析

名古屋工業大学 学生会員 ○佐藤 大士
 名古屋工業大学 正会員 鈴木 弘司
 名古屋工業大学 正会員 藤田 素弘

1. はじめに

現在名古屋市で歩車分離式信号制御(以下、歩車分離制御)の導入が進んでいる。この制御は歩行者と車両との接触の危険を減らす効果をもたらす交通事故の減少に大きな成果が期待されている。その一方で図-1に示すような一般的な右左折分離方式の歩車分離制御では右左折車に対して通常1度しか通行権が与えられないため、例えば左折交通の需要が多いなど需要に偏りのある状況では渋滞を引き起こす可能性がある。これに対し図-2に示す分離方式は、1サイクルの中で左折が2回できるため左折の滞留を減少させられるが、右左折現示が同時に起こることにより右左折車の交錯の危険性も含む制御である。

本研究ではこの『右左折同時表示現示』が右左折車両挙動に与える影響を分析し、安全性の検証を行うことを目的としている。

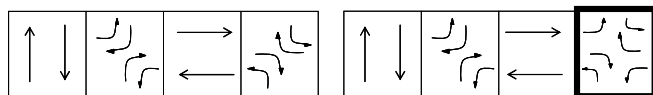


図-1 一般的な右左折分離方式の歩車分離制御

図-2 右左折同時表示現示の歩車分離制御

2. 調査交差点概要

本研究では当制御が運用されている名古屋市内にある「赤塚交差点」を調査交差点とした。今回、右左折車両軌跡を分析するため交差点近くの建物からビデオカメラで交差点全体を見渡せる映像を記録している。

図-3、図-4に交差点の車線運用や構造を示す。なお、右左折車両挙動を詳細に分析するため図中の交差点内に複数の断面を設定している。なお図-3の右上にはC断面下流に設定した断面Dを表記している。また各エリア1時間(21サイクル)分の右左折車両台数を図中に示す。

現示配分を図-5に示す。今回対象とする右左折同時現示はφ2の東西方向で表示されている。本稿では1時間分の映像をもとに右左折車の交錯事象について交差点南東『エリア』、北西『エリア』の2領域において分析する。さらに表-1に各断面車線数と幅員を示す。

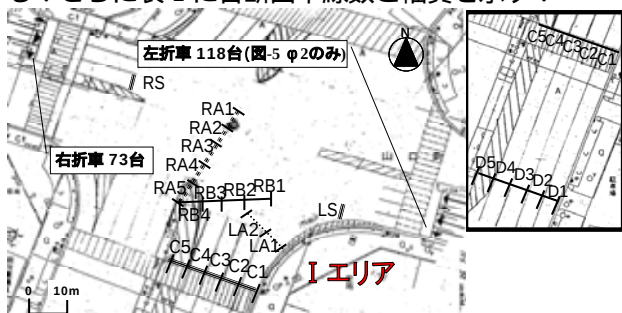


図-3 赤塚交差点南東エリア(エリア)

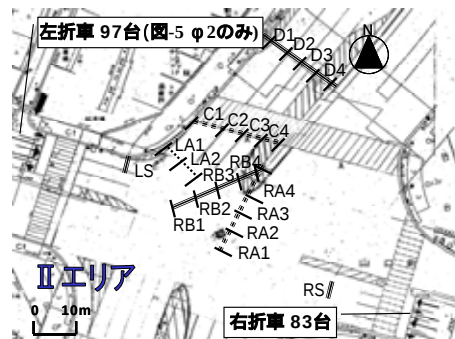


図-4 赤塚交差点北西エリア(エリア)

φ1	φ2	φ3	φ4
Y R	Y R	Y R	Y R
53 4 5	14 5 5	34 4 5	22 4 5

——自動車が行ける表示 ———歩行者が移動できる表示

図-5 信号現示配分

表-1 各断面における車線数と幅員

エリア	断面	RA	RB	LA	C	D	RA	RB	LA	C	D
断面	RA	RB	LA	C	D	RA	RB	LA	C	D	
車線数	5	4	2	4(5)	4(5)	4	4	2	3(4)	3(4)	
幅員(M)	5	5	5	3.5	3.5	5	5	5	4.5(左車線のみ6.5)	4.5	

3. 右左折車の車両軌跡に関する分析

本章では右左折車両1台1台の走行軌跡に着目した微視的な分析を行い、右左折車の交錯危険性を検証する。車両が通過した各断面での走行位置をもとに全軌跡をパターン化し、その結果をエリア別にヒストグラムにまとめたものを図-6、図-7に示す。今回、分析する断面はRB, LA, Cの3断面とする。

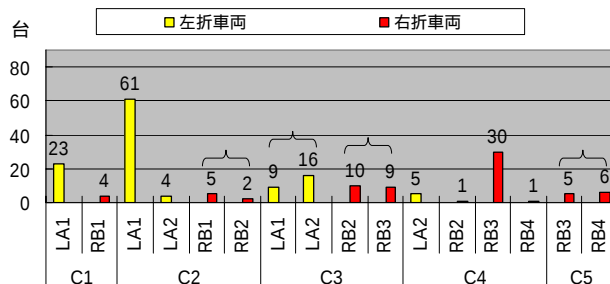


図-6 エリア右左折車両の走行軌跡 (N=191)

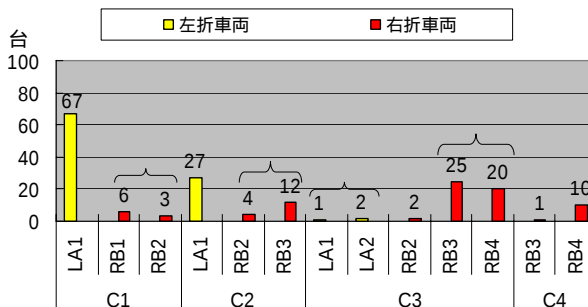


図-7 エリア右左折車両の走行軌跡 (N=180)

図-6より、エリアは右折車は小回りの軌跡を描くものが多く、また一番台数が集中する車線はC4である。左折車も小回りを描く軌跡が多いが、大回りを描く軌跡もみられる。これらは主に前方車を左折中に追い抜く二重左折や、初めから交差点内よりの車線を選ぶために右折車の通過待ちをする車両などであると考えられる。

図-7より、エリアもエリア同様に右折車も左折車も交錯を避けるような軌跡を描く車両が多いことがわかる。特筆すべきことはエリアに比べ二重左折をする車両が、ほとんどいないことである。

4. 右左折車の合流時における車両速度に関する分析

断面間の距離とその間を通過する時間から速度を算出する。右左折挙動前半の速度、合流部への進入速度をRS断面からC断面を通過するまでの区間で求め、合流時における速度の観点から安全性を評価する。図-8、図-9は各エリアの走行軌跡パターンに対する速度ならびに速度変化率を右左折別の通過タイミング(青/黄色以降)別に表している。また表中の通し番号は図-6、図-7のグラフの上にある番号の軌跡と一致している。

エリア右折速度 通過速度(通常)				エリア左折速度 通過速度(通常)			
台数	RS-RB区間 (km/h)	RB-C区間 (km/h)	増減	台数	LS-LA区間 (km/h)	LA-C区間 (km/h)	増減
3	17	24	41%	16	27	33	22%
5	16	26	63%	46	28	32	14%
18	24	32	33%	21	30	35	17%
26	25	38	52%	4	22	29	32%
10	28	36	29%	平均	27.9	33.0	18%
平均	23.2	35.1	51%	標準偏差	7.0	8.5	
標準偏差	7.0	10.4		通過速度(駆け込み)			
台数	RS-RB区間 (km/h)	RB-C区間 (km/h)	増減	台数	LS-LA区間 (km/h)	LA-C区間 (km/h)	増減
1	28	34	21%	7	28	32	14%
2	26	31	19%	15	28	33	18%
1	32	42	31%	4	32	36	13%
4	26	37	42%	1	32	36	13%
1	46	58	26%	平均	28.6	34.5	20%
平均	29.1	38.0	30%	標準偏差	7.9	8.6	
標準偏差	8.4	10.2		通過速度(駆け込み)			
台数	RS-RB区間 (km/h)	RB-C区間 (km/h)	増減	台数	LS-LA区間 (km/h)	LA-C区間 (km/h)	増減
7	15	19	27%	59	21	25	19%
16	21	19	-10%	21	24	32	33%
39	27	24	-11%	2	23	22	-4%
10	24	27	13%	平均	21.4	26.6	25%
平均	23.5	22.9	-3%	標準偏差	3.9	6.8	
標準偏差	6.9	7.4		通過速度(駆け込み)			
台数	RS-RB区間 (km/h)	RB-C区間 (km/h)	増減	台数	LS-LA区間 (km/h)	LA-C区間 (km/h)	増減
2	13	18	38%	8	22	28	27%
6	30	25	-17%	6	25	31	24%
平均	25.8	23.3	-10%	1	27	23	-15%
標準偏差	9.5	5.9		平均	23.4	29.1	24%
				標準偏差	4.0	6.5	

図-8 エリアにおける速度分布

エリア右折速度 通過速度(通常)				エリア左折速度 通過速度(通常)			
台数	RS-RB区間 (km/h)	RB-C区間 (km/h)	増減	台数	LS-LA区間 (km/h)	LA-C区間 (km/h)	増減
7	15	19	27%	59	21	25	19%
16	21	19	-10%	21	24	32	33%
39	27	24	-11%	2	23	22	-4%
10	24	27	13%	平均	21.4	26.6	25%
平均	23.5	22.9	-3%	標準偏差	3.9	6.8	
標準偏差	6.9	7.4		通過速度(駆け込み)			
台数	RS-RB区間 (km/h)	RB-C区間 (km/h)	増減	台数	LS-LA区間 (km/h)	LA-C区間 (km/h)	増減
2	13	18	38%	8	22	28	27%
6	30	25	-17%	6	25	31	24%
平均	25.8	23.3	-10%	1	27	23	-15%
標準偏差	9.5	5.9		平均	23.4	29.1	24%
				標準偏差	4.0	6.5	

図-9 エリアにおける速度

図-8より、エリアの右折は小回りするほど交差点進入速度が高い傾向がある。また交差点中央部から合流部C断面付近まで51%増と他に比べ大きな速度増加が見られる。右折挙動前半において駆け込み時は青表示時に比べ速度が高い傾向がある($t=2.3$, 有意差あり)。右折車は交差点内を走る距離が長い分、加速を余儀なくされることが原因と考えられる。左折車は青時間中はC3車線を選択する車両が最も速くC1, C4車線に向かって遅くなる傾向がある。またどの軌跡も他に比べて大きな速度増加がみられない。駆け込み時では大回りほど速度が速いが速度増加はあまりみられない。

図-9より エリアにおいて減速挙動をする右折車両

が多いことがわかる。しかしC1, C4車線を選択する車両のみ加速が見られる。これはC1の場合は左折車との交錯機会が多く、これを避けるため一旦減速し左折車が通過した後に加速をしたためと考えられ、C4の場合は左折車との交錯の危険性が低いことが影響していると推測される。また エリアと同様小回りほど速度が高い傾向があるが合流部付近での加速はあまり見られず、むしろ減速傾向である。左折において青時間中はC2車線を選択する車両が最も速く、C1, C3に向かって遅くなる傾向が見られる。また大回りな左折軌跡では減速挙動が見られた。これは右折車との交錯を回避したことが影響していると考えられる。

また両エリアを比較すると エリアの方が エリアに比べてC断面付近における平均速度が高い(有意水準5%で有意差あり)。これは エリアが構造上直交しておらず右左折しにくいことが影響していると考えられる。例えば右折車側にとっては進入角度が鋭角であり速度を落とす必要があり、左折車にとっては鈍角であるために右折車との位置関係を捉えにくく交錯危険性を意識させていると推測される。また右左折後の車線数が エリアに比べて1車線少ないため接近しやすい状況が生じていると考えられる。

5. 合流断面における通過時間差に関する分析

右左折車との接触危険性を評価するため、交差点流出断面における右左折車の通過時間差を計測する。今回 エリアのC3車線、エリアのC2車線における右折車両と左折車両が交互に通過した事象に着目し、右左折車の通過時間差を求める。表-2にその通過時間差と平均値を示す。なお時間差が4s以下を交錯危険性があると定義しそれ以外の結果は除いてある。これより エリアの方が エリアに比べて時間差が小さく、接触可能性は高いといえる(有意水準0.5%で有意差あり)。

表-2 通過時間差

	エリア C3通過時間差 (s)	エリア C2通過時間差 (s)
case1	1.43	2.77
case2	1.50	3.20
case3	1.53	1.57
case4	1.70	3.80
case5	2.10	3.20
case6	1.93	
sample	6	5
平均(s)	1.70	2.91
標準偏差	0.27	0.83

6. おわりに

本稿では、歩車分離制御の右左折同時表示現示における安全性の評価のため、右左折車両の軌跡と速度変化の分析を行った。その結果、合流部付近で右折車は右よりに軌跡をとり、左折車は左よりに軌跡をとる分離傾向が見られ、交錯を回避する傾向があることがわかった。一方、車両速度の分析により、合流部では加速をする車両が多く合流部での危険回避が困難な可能性があることが示された。しかし道路構造により減速挙動を促せられることがわかった。よって今後は、TTCなどのコンフリクト指標を用いてより詳細に分析する。この点については講演時に報告する。さらに本方式と図-5のφ4の一般的な右左折分離方式の左折車両挙動との比較検討を行う予定である。