

IV-4

信号交差点の右折交通現象解析

日本工学院北海道専門学校 正員 石井 憲一
室蘭工業大学工学部 正員 斎藤 和夫

1. はじめに

都市街路交通の運用効率と安全性を勘案するとき、第一に着目されるのは平面交差点である。二つ以上の道路が同一平面上で交差している事から一般的には信号機によって交通流は制御されており、スムーズな流れを期待する場所である。

しかしながら、信号現示の制御によって停止、発進現象を示し、また直進と進路の転向となる右左折現象による交通流の交錯は交通容量の算定に種々の要因を考慮する必要のある事を余儀なくしている。さらに、最近では信号現示による交通事故対策として全赤現示が導入され、以前に増して黄・赤現示における車の走行挙動が複雑になっている事の指摘もなされている。

本研究は、特に対向直進車などの影響で停止または減速が強いられた交通容量の低下を招く右折車両の走行挙動に焦点を絞り、ビデオカメラによる観測データから直進車両の挙動や路面状態の変化との比較分析により、信号制御と交差点交通事故対策の基礎資料を得る事を目的としている。

2. 観測の方法

表-1 観測対象交差点流入部の概要

北海道の地方都市(室蘭・登別・千歳・旭川)の計5ヶ所の信号交差点において観測を行ったが、これらはいずれも右左折専用や時差制御のない2現示方式の信号交差点であり、最も基本的なデータの収集、分析を可能にしている。

観測は、対象交差点付近の視野の良好な場所に設置したワゴン車後部からビデオ撮影で行った。タイミングは1/10秒ストップウォッチ表示装置をVHSビデオカメラに外挿して1/10秒を感度とした。

これらの中から、本研究は表-1に示す登別市鷺別町1丁目と室蘭市中島町1丁目の信号交差点から得られた結果の報告である。

3. 解析の方法

(1)直進車線の飽和交通流率の算定 交通工学研究会方式によって交通容量の基本となる飽和交通流率

(台/秒)を求める。すなわち、信号サイクル毎の発進順位別の車頭間の平均値を求め、発進順位による車頭時間の変動状態を図化し、車頭時間の安定区間を特定して累加車頭時間に対するさばけ台数の累加値との関係を図にする。この安定区間内における直線回帰式から、飽和交通流率(台/秒)は傾きで与えられ、発進損失は横軸との交点となる。

(2)黄・全赤・赤現示における停止率の算定 直進あるいは右折車の黄・全赤・赤現示時における停止率を次式によって求める。ただし、経過時間間隔は0.35秒さき(運転者の制動反応時間0.7秒の1/2)で集計する。

交 差 点 の 位 置	流 入 部 の 形 態
1. 道道室蘭環状線 登別市鷺別町1丁目	室蘭方向の片側2車線、幅員3.75m/車線。観測時間帯で左折車なし、第2車線は右折車のみ、横断歩道あり、分離帯なし
2. 市道中島港北通線 室蘭市中島町1丁目	片側2車線、幅員3.75m/車線。観測時間帯で直進、右折、左折がひん繁に行なわれる。横断歩道あり、分離帯なし

$$\text{停止率 (\%)} = 1 - \frac{\text{各経過時間間隔内で停止線を通過した台数}}{\text{通過した全台数}} \times 100 \quad \dots(1)$$

(3) 右折車線の交通容量の算定 交通工学研究会方式によれば、右折専用現示のない交差点では右折行動は対向直進交通流のギャップを利用することになることから、捌ける右折交通量はランダム到着する対向直進交通量のギャップを利用して流れる右折車の平均捌け台数（台／時）と信号現示の変わり目(リブ)に捌ける右折交通量（台／時）の合計とし、次式で求めている。

$$S_R = 1800 \times f \times \frac{S \cdot g - q}{S - q} + \frac{3600 \cdot K}{C} \quad (\text{台／時}) \quad \dots(2)$$

ここで、 S_R : 右折専用車線の交通容量（台／時） C, g : サイクル長およびスプリット

S, q : 対向流入部の飽和交通流量（台／青1時間）および対向直進交通量（台／時）

K : 信号現示が変わるときに捌ける右折車の台数（片側2車線では2台）

f : 対向直進交通量が q のとき、右折車が通過できる確率

q (台／時)	0	200	400	600	800	1000
f	1.00	0.81	0.65	0.54	0.45	0.37

本解析では、観測された実際のデータによる右折交通量と算定式の値との比較検討を行う。

(4) 右折車の対向直進車ギャップ利用確率の算定 右折車の運転者が対向直進車より先に転向できると判断する場合のギャップタイムから対向直進車の進行を優先する停止挙動を求めるが、対向直進車のから次の3つのカテゴリーに分ける。

- ① 対向直進車先行（単独）：右折車が単独の対向車のために止っていて、その対向車が交差点を通過した後に右折を開始する場合。
- ② 対向直進車先行（車群）：右折車が対向車の車群のために止まっていて、その対向車の車群が交差点を通過した後に右折を開始する場合。
- ③ 右折車先行 : 対向車が交差点を通過する前に右折を開始する場合。

3. 解析の結果

表-2 データのまとめ

(1) 観測データのまとめ

観測の期間は1990年10月～12月を路面乾燥時、1990年12月～1991年2月を路面凍結時の対応とした。また、鷺別交差点は7時～8時30分の通勤時間帯とし、中島交差点は10時～14時の買物時間帯とした。表-2は、大型車が入っていない事と横断歩行者がいない事を確認したデータである。

(2) 直進車線の飽和交通流量について

この解析には、鷺別町1丁目のデータを用いた。この交差点は平日の朝通勤時間帯には大型車の混入が僅少であり、対象流入部は第1車線がほぼ直進車線となり十分な待ち行列を形成していた。

安定区間を平均車頭時間±標準偏差で設定し解析した結果を図-1に示すが、路面乾燥0.486（台／秒）、路面凍結0.427（台／秒）となり、飽和交通流量（台／青1時間）にして路面悪化時12%の減少であった。本交差点は1982年にも解析を行っており、今回の観測結果との比較では表-3に示すとおり基本値

交差点の位置	使用 サイクル 数
鷺別町1丁目 (信号) 86秒 青 38秒 黄 4秒 赤 2秒 赤 42秒	右折路面乾燥 102サイクル
	直進路面乾燥 57サイクル
	右折路面凍結 90サイクル
	直進路面凍結 55サイクル
中島町1丁目	右折路面乾燥 69サイクル
	右折路面凍結 62サイクル

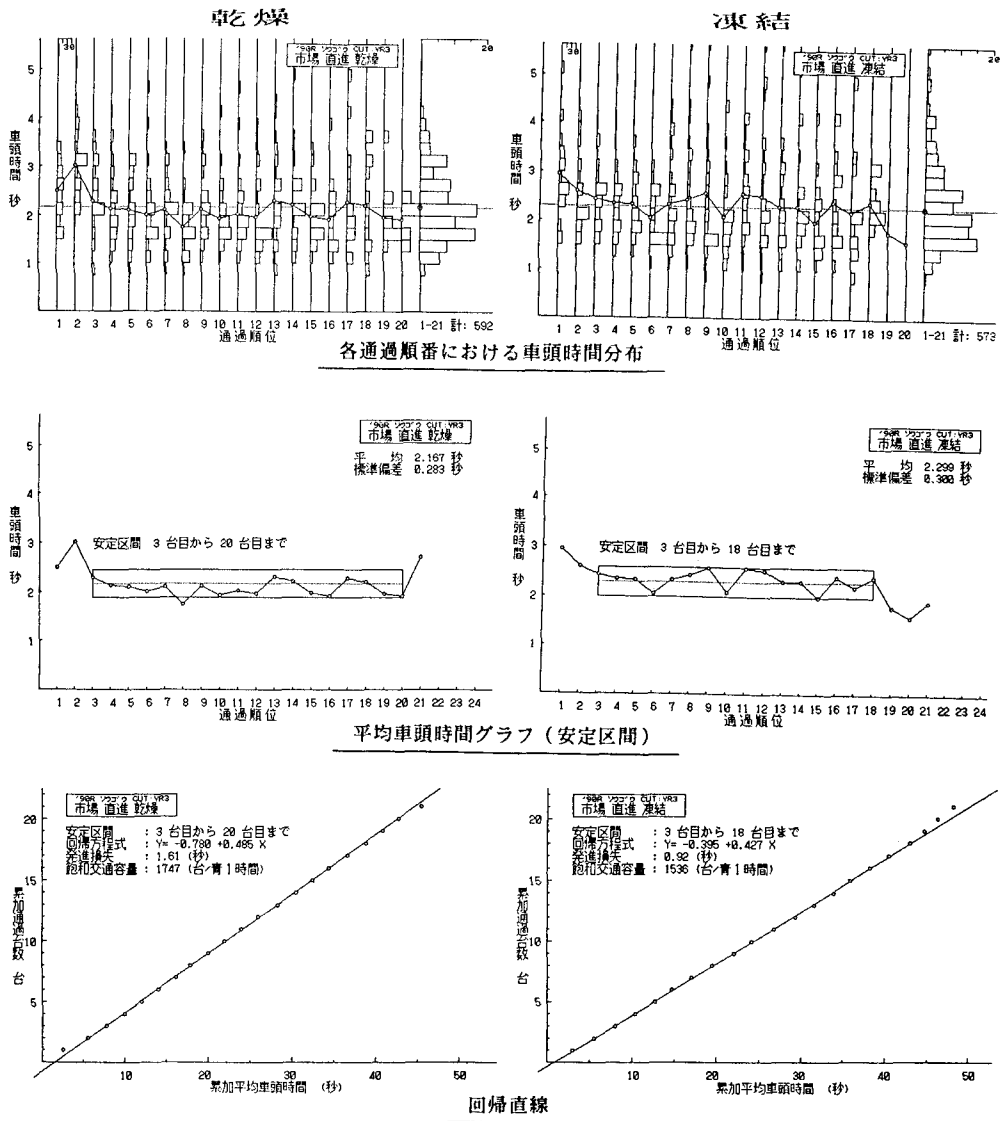


図-1 飽和交通流量の算定

表-3 直進車線の飽和交通流量の比較、鷺別1丁目交差点

観測年度 (西暦)	路面乾燥			路面凍結		
	流量(台/青1個)	発進損失(秒)	平均車頭時間(秒)	流量(台/青1個)	発進損失(秒)	平均車頭時間(秒)
1990	1750	1.79	2.17	1540	1.04	2.30
1982	1780	2.16	1.88	1520	2.89	2.27

に変化のないことが確かめられた。

(3)黄・全赤・赤現示時における停止率について

式(1)によって右折車・直進車それぞれの信号制御（黄・全赤・赤）による停止率を計算した結果を図-2に示す。図より、直進と右折に差があることがわかるが、黄現示後0.7秒付近に変化点が見られた事は、

ドライバーの制御反応時間との関係から興味深い結果である。この図から、各現示時の停止率をまとめると表-4になる。これから、右折車は直進車に対して黄・赤現示時の進行行動が多い事がわかる。また、路面状態では、乾燥時に対して凍結時の方が赤現示時も進行行動する事がわかり、凍結時には実に赤現示後6秒近くまで100%停止率がずれ込むことが示された。

(4) 右折車線の交通容量について

ここでは、鷺別1丁目交差点の解析結果を示す。本交差点の第2車線は朝の通勤時間帯には全ての車両が右折待ちとなり、一見右折専用車線化しかつ、十分な待ち行列が形成されていた。

右折行動は対向直進交通流のギャップが3秒付近以下となると判断に厳しさが増すことは(5)節でも示されており、信号交差点では(黄+全赤)

現示のいわゆるクリアランス利用率が大きくなると考えられる。図-3はこのことを説明しているが、この交差点では対向直進車交通量が720台/時を越えると急に大きくなることが示された。

このことをふまえて、右折交通容量について実測値と算定式(2)による値の変化を図-4に示す。図より、算定式では対向直進交通量が360台/時を越えると右折車の捌け台数が大きく減少することになるが、実測ではそれ程の減少傾向を示していないのがわかった。

表-4 鷺別町1丁目交差点での黄・赤現示時の停止率(%)

車線別 路面状態	直進車線		右折車線	
	乾燥	凍結	乾燥	凍結
黄現示	8	10	1	8
赤現示	65	68	52	59
100%停止時の 黄現示からの経過(秒)	9.45	7.35	8.75	10.80

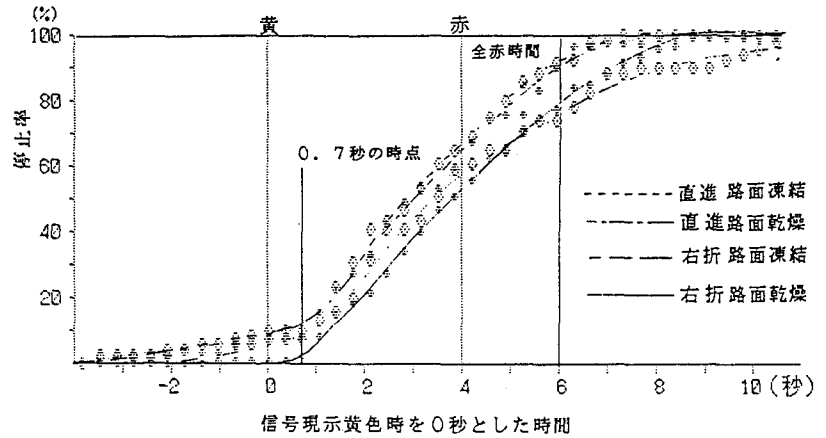


図-2 信号現示変わり目における停止率(%)、鷺別1丁目交差点

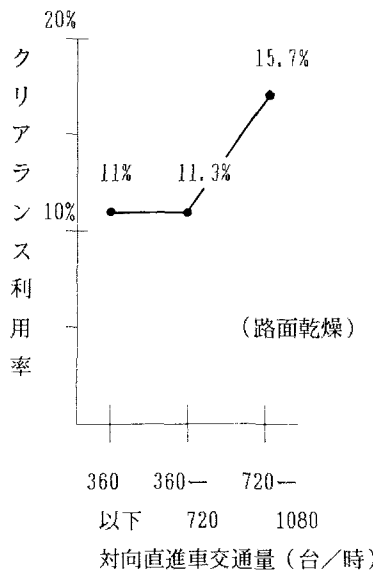


図-3

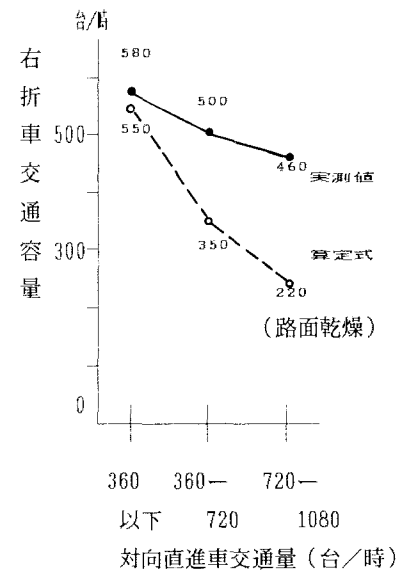


図-4

(5)右折車の対向車線ギャップ利用について

この解析には、中島町1丁目のデータを用いた。この交差点は幹線道路（国道37号）および居住地が商業地区への流入・流出部となっており、週日を問わず直進・右左折交通が多い所であるが、横断歩道の利用は比較的少ない特徴があった。

①路面乾燥と湿潤

ここでは対向交通を直進車に限って選び、対向直進車のギャップ利用を路面状態別（乾燥、凍結と湿潤）に考えたが、乾燥と湿潤の平均値に有意差がなかったので路面乾燥と湿潤を一まとめにした結果を表-5に示す。

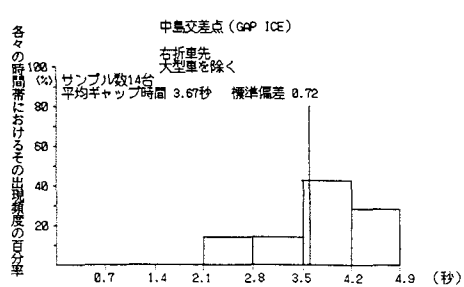
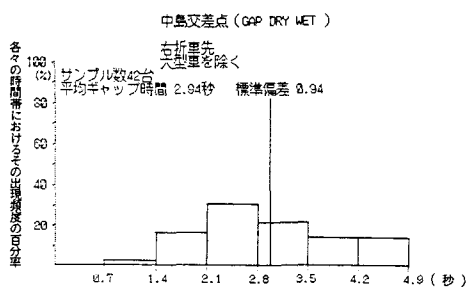
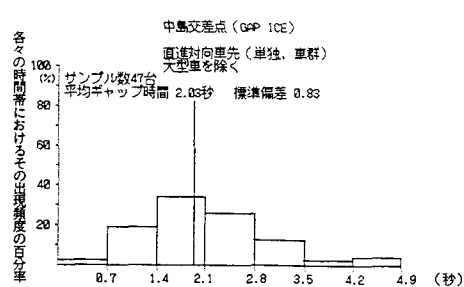
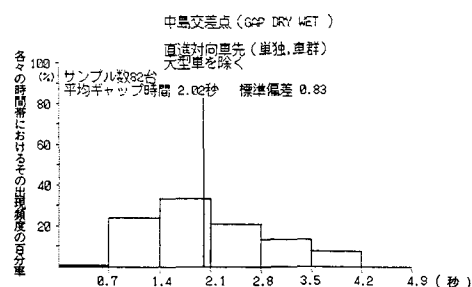
この結果について、平均値の差の検定を行ったところ対向直進車先（単独）と（車群）には有意差がなく、右折車先との間に有意差（1%水準）が認められたことから、図-5（a）のようにまとめた。平均値はいずれも2秒台であるが右折車先すなわち対向直進車の進路を妨げて右折する場合は1.5倍程度の余裕を必要としていることがわかる。

②路面凍結 図5-（b）に示すとおり、直進対向車先行型が平均ギャップ時間2.03秒、標準偏差0.83秒（サンプル数47台）そして右折車先行型は平均ギャップ時間3.67秒、標準偏差0.72秒（サンプル数14台）となった。右折車先行型はサンプル数は14台と少なかったが、平均値の差の検定では二つの右折行動の判断に1%で有意差のあることが示された。

表-5 右折車の対向直進車ギャップ利用、

中島交差点

ギャップタイプ	路面状態	平均ギャップタイム（秒）	標準偏差	サンプル数（台）
直進（単独）	DRY・WET	1.83	0.74	33
直進（車群）	DRY・WET	2.14	0.87	49
右折（全車）	DRY・WET	2.94	0.94	42



(a) 路面乾燥・湿潤

(b) 路面凍結

図-5 対向直進車ギャップ利用分布図

③路面状態乾燥と凍結の比較 ギャップ利用について路面状態別右折行動別の分布を比較したところ、図-5に見られるように対向直進車先行型は路面状態による差が見られないが、右折車先行型において明らかな差が示された。すなわち、凍結路面では25%程度長くなり、分布の形も図-6に示すように3.5秒

以降に集中していることがわかった。

④対向直進車ギャップの利用限界について
それぞれの累積度数分布を一つの図にプロットした結果が図-7である。左上側のプロットは対向直進車先行型の平均ギャップ時間（待ち時間）の逆累積で、右上側は右折車先行型の平均ギャップ時間（余裕時間）の累積である。この図の交点は70%の対向直進車が右折車よりも先に交差点を通過するギャップタイム（30%の右折車が対向直進車よりも先に右折する）である。この交点よりもギャップタイムが長ければ対向直進車よりも先に右折する確率が增大し、逆に対向直進車に先を譲る右折車の確率が減少して行く訳で、図中の交点の2.2秒付近は相手に先を譲るか自分か先に行くかの判断の分岐点と考えられる。

4. まとめ

(1)飽和交通流量(台/青1時間)を解析した鷺別町1丁目交差点の直進車線については1982年にも同様の計測を行ったが、3-(2)に示すように基本的流れは押さえることができた。

(2)右折専用車線の交通容量の算定式は、本解析の対象とした交差点では容量を過小に算出する傾向が示された。右折車のクリアランス(黄+全赤)の利用挙動等を改めて考察する必要があると思われる。

(3)黄・赤現示時の停止率の解析は鷺別1丁目交差点について行ったが、右折・直進いずれも黄現示における停止率の小さい事が示された。また、右折車の行動は赤現示時にあっても50%の車が停止していない事が示され、交差点の容量と安全性に大きく関与することがわかった。

(4)右折車の対向直進車ギャップ利用の解析から、2秒台のギャップが右折行動において相手に先を譲るか自分が先に行くかの判断の分岐点であることが示された。

5. おわりに

本報告は観測した5交差点中2つの交差点のデータに絞って解析した結果について行ったが、今後さらに精度の高いデータの収集を考え、分析を進めたい。

最後に、観測データの収集と解析に多大なご協力を頂いた室蘭工業大学工学部建設システム工学科齊藤研究室ならびに平成3年度卒業生、小路聖人(現、札幌市)と三原 潤(現、楠北電興業)の両氏に謝意を表します。

(参考文献)

- 1) 交通工学研究会編、「平面交差の計画と設計-基礎編」, 1984
- 2) 片倉正彦、「右左折車線の交通容量の考え方と計算方法」 交通工学 VOL.15 NO.4, 1980
- 3) 石井・斎藤、「冬期積雪時における信号交差点の交通容量解析に関する研究」
土木計画学研究 論文集第1号, 1984
- 4) 石井・斎藤、「信号交差点の右折交通現象について」 交通工学研究発表会論文集 VOL.11, 1991

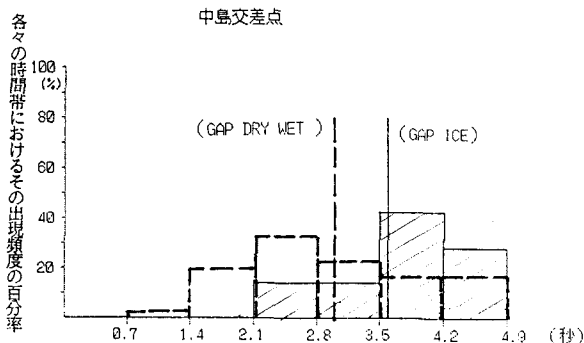


図-6 右折車先行型の路面状態別比較

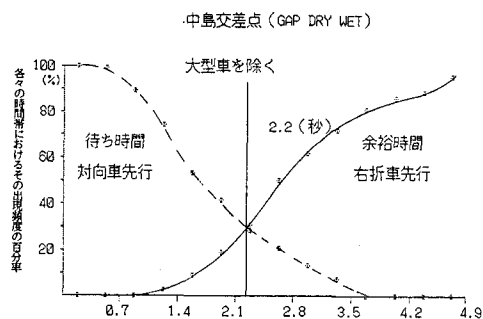


図-7 右折の対向直進車ギャップ利用限界