

片側二車線道路の信号交差点における右折容量に関する研究
 Right-turning vehicle capacity at a signalized intersection of two-lane road

萩田 賢司
 by Kenji HAGITA

1. はじめに

現在、(社)交通工学研究会では、平面交差点を設計する際に参考書となっている“平面交差の計画と設計(基礎編)”を改訂するために、平面交差企画委員会(委員長: 森田 紳之助教授)を設置し、作業を行っているところである。この改訂を行うための第一ステップとして、全国の道路管理者、交通管理者(警察)、土木コンサルタントに対しアンケートを実施した。

その結果、信号交差点における右折専用車線の交通容量の算出方法についても様々な意見が出された。現在の算出方法は、右折専用車線に対向する直進車線側の現示が青丸である場合の右折専用車線の交通容量は、対向直進車線数に影響されないが、本書には直進車線数についての考え方が明確に示されておらず、これについての戸惑いや質問が多く見られた。これに関連して、右折容量の算出方法に右折車に対向する直進車線の車線数を考慮していないことが問題であるとの意見も若干見られた。

そこで、本調査研究では、対向直進車線に対する信号現示が青丸である場合の右折専用車線の交通容量を対向直進車線による違いに注目して分析し、右折専用車線の交通容量の算出方法を明確に示すことを目的とした。

2. 現状の右折容量算出方法と車線数に関する問題点

A.R.R.B(Australia Road Research Board)では、右折専用現示がない場合の右折専用車線の交通容量は次式によって与えており¹⁾、その時の交差点を通過する対向直進交通量を模式的に示したものが、図1でとなっている

$$S_R = 1,200 \times f \times ((SG - qC) / (S - q)) / C + K \times 3,600 / C \dots \dots (式1)$$

- S_R : 右折専用車線の交通容量(台/時)
- S, q : 対向流入部の飽和交通流率(台/青1時間)および対向直進交通流率(台/時)
- C, G : サイクル長および有効青時間(秒)
- K : 信号現示が変わるときに捌ける右折車の台数(小交差点: 2台、大交差点: 3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	1,000
f	1.00	0.81	0.65	0.54	0.45	0.37

τ : 非飽和流状態の時間

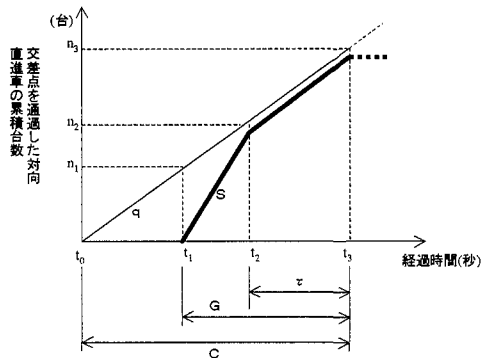


図1 信号現示と交差点を通過した対向直進交通量

この式はA.R.R.Bで、シミュレーションにより解析された結果¹⁾を利用しており、対向直進車の交差点への到着がポアソン到着であることを前提にしている。また、図1は交差点を通過した対向直進車の累積台数を時系列的に示したものである²⁾。 $t_0 \sim t_1$ ($C - G$ 、有効青時間の終了時刻～有効青時間の開始時刻)の間には、交差点に n_1 台の直進車両が滞留し、 $t_1 \sim t_2$ ($G - \tau$ 、有効青時間の開始時刻～交差点における待ち行列の解

*キーワード: 交通流、交通容量、交通制御
 **正員、科学警察研究所交通部交通規制研究室
 (千葉県柏市柏の葉 6-3-1、TEL0471-35-8001、FAX0471-33-9187、
 E-mail: hagita@nrrips.go.jp)

消時刻)の間には、飽和交通流率 S で対向直進車が捌け、 $t_2 \sim t_3$ (τ 、交差点における待ち行列の解消時刻～有効青時間の終了時刻)の間には、対向直進交通流率 q で対向直進車が捌ける。この右折可能な時間 τ は対向直進車が飽和しておらず、この間に右折車は対向直進車のギャップを利用して右折することが可能となる。

この τ は $(S - qC) / (S - q)$ と表され(式1)、 τ をサイクル長 C で除するとある範囲内の時間の中で右折車が捌ける時間の割合が示され、これに対向直進交通流率に応じて右折車が捌ける確率 f と右折車の飽和交通流率 $1,200$ (台/青1時間)を乗じたものが、青丸時間中に捌ける右折専用車線の交通容量と定義されている。また、右折確率 f を求めるための右折車のギャップアクセプタンスの定義としては、右折車は5秒のギャップで1台捌けるものとし、追従して右折する場合には2台目以降の右折車は3秒のギャップで1台捌けるものとしている。そのため、対向直進車の交通量が0である場合には、右折車は3秒間隔で右折することになるため、飽和交通量は 1200 (台/青1時間)とした上で、右折確率 f が決定されている。

一方、“平面交差の計画と設計(基礎編)”では右折車の飽和交通流率は、右折専用現示のあるもの、すなわち対向直進車が交差点に進入しない状況について求められた $1,800$ (台/青1時間)となっており、この値がすべての右折専用車線の飽和交通流率として用いられている。つまり、“平面交差の計画と設計(基礎編)”ではA.R.R.Bの式をそのまま引用しているが、A.R.R.Bの式では $1,200$ (台/青1時間)となっている右折車線の飽和交通流率を $1,800$ (台/青1時間)として右折容量を求めている。²⁾

これらの式は直進車両の到着がポアソン到着とされており、有効青時間開始直後の時間帯($t_1 \sim t_2$)は対向直進交通の車線数を考慮しているが、非飽和である時間帯($t_2 \sim t_3$)には、二車線道路を考慮に入れて車群の到着を計算しておらず、そのため直進車線数に関係なく右折確率 f が一定である。よって、本研究では一車線と二車線の f を比較して求めることを目的とし、右折専用車線の飽和交通流率は、 $1,200$ (台/青1時間)を用いて計算することとした。

3. 調査方法

(1) 調査日時

2000年5月8日(月) 00:00～24:00

(2) 調査地点

調査地点は、千葉県柏市周辺の千葉県警交通管制センター柏サブセンター管内(柏市、野田市、流山市、我孫子市、沼南町)で、国道6号、国道16号等の片側二車線の道路とした。

(3) 利用データ

交通量を測定する超音波感知器は、一般的に信号交差点の流出部や2つの信号交差点の中間付近に設置されているが、信号交差点の流入部にも設置されているものもある。上記区域内に設置されている超音波感知器のうち、第一車線、第二車線とも同一地点に設置されている感知器のパルスデータを一日分収集した。対象となる感知器は26地点の52箇所であったが、以下に挙げるようなものは除外したので17地点の34箇所とした。

- 1) 感知器そのものが壊れているもの。
- 2) 一部のデータに欠損があるもの。
- 3) 交差点の上流部に設置されているもの。交差点の待ち行列が感知器に及ぶ場合があるため。
- 4) 高速道路のインターチェンジの出口地点の合流部の下流付近や入口地点の流入部の上流付近に設置されているもの。当該道路の交通量を車線別に比較すると、著しく偏りができ、車両の到着分布が一般道路と違うため。
- 5) 立体交差道路の測道。車両の到着分布が一般道路と違うため。
- 6) 当該感知器の下で明らかに待ち行列が発生している時間帯が存在するもの。

車線毎の日交通量は以下の表1の通りであり、第二車線の占める割合は43.3～57.6%であり、一方の車線に交通量が大きく偏っていることはなかった。また、道路交通センサによるこの区間の大型車混入率は概ね17～40%であった。

- (4) 二車線合成のギャップと合計交通量について
対向直進車のギャップは車間時間を用いることとした。第一車線と第二車線を併せた車間時間は図2のよ

表1 調査対象地点の日交通量

地点	第一車線 (台)	第二車線 (台)	合計(台)	第二車線 /全体(%)	大型車混 入率(%)
A	11326	11179	22505	49.7	20.6
B	10151	12838	22989	55.8	20.6
C	10400	14135	24535	57.6	20.6
D	14040	16923	30963	54.7	17.6
E	11672	12288	23960	51.3	23.1
F	11414	8732	20146	43.3	23.1
G	12372	12708	25080	50.7	23.1
H	14791	15662	30453	51.4	23.1
I	10433	10477	20910	50.1	39.8
J	12672	11929	24601	48.5	35.4
K	12704	11010	23714	46.4	35.4
L	15063	13329	28392	46.9	33.4
M	13297	15807	29104	54.3	33.4
N	11188	13898	25086	55.4	33.3
O	9529	12162	21691	56.1	33.6
P	9104	12040	21144	56.9	33.6
Q	6377	5657	12034	47.0	26.7

注: 大型車混入率は道路交通センサデータ

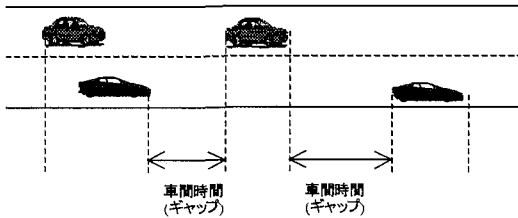


図2 対向直進車のギャップ(二車線合成)

うに、二車線とも車両が存在しない連続時間とし、両方の車線を併せた交通量は、第一車線と第二車線を合計した交通量とした。

(5) データの分析方法

1時間当たりの右折容量(台/1時間)は、感知器がオフの時間に捌くことができる最大の右折台数とした。(式1)を求めたシミュレーションと同様に、車間時間が5~8秒未満の場合には1台の右折車が捌け、8~11秒未満の場合には2台捌け、11秒~14秒未満の場合には3台捌けるというような前提で右折容量を集計した。そして、第一車線、第二車線、“第一と第二車線の合成”の3種類で1時間当たりに捌くことのできる右折容量を各地点毎に求めた。

また、直進車の交通量は車道幅員と縦断勾配による補正率は考慮に入れず、大型車混入による補正率は平成9年に実施された道路交通センサの大型車混入率を利用し、感知器が設置されている地点から当該道路

の内、最も近接しているセンサ計測地点の12時間大型車混入率を感知器設置地点の大型車混入率として補正した。

4. 結果

図3は直進交通量(1,000台/時)とそれに対応する右折容量(台/時)の関係を集計し、プロットしてグラフに示し近似式を求めたものが図3である。一車線というのは、第一、第二車線をそれぞれ単独で直進交通量と右折容量を集計したものであり、二車線合成は第一、第二車線を集計したものである。

この図の近似式は、右折専用車線の飽和交通流率を意味している切片を1,200に固定した上で、ふさわしいと思われる式を選択したものであり、今回の調査の値でも相関係数R²は0.8以上になっている。

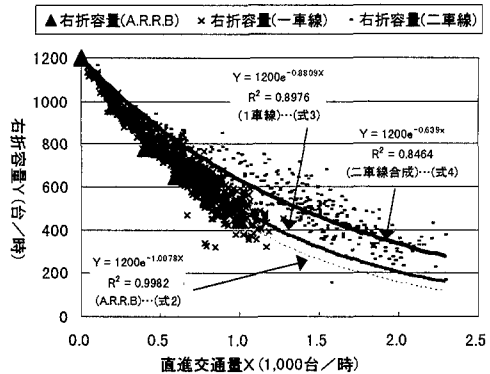


図3 直進交通量別の右折容量

それぞれの近似式は以下のように表される。

$$Y = 1200 e^{-1.0078x} \dots \text{A.R.R.B(式2)}$$

$$Y = 1200 e^{-0.8809x} \dots \text{一車線(式3)}$$

$$Y = 1200 e^{-0.639x} \dots \text{二車線合成(式4)}$$

この式にYの値を0~2,000の値を入れて、Xの値を求めたものが表2になり、算出されたXの値から右折確率fを求めたものが表3になる。表2、3より、二車線合成の右折容量が一車線よりも明らかに高く、直進交通量が多くなるほどその差は広がる傾向にある。また、一車線の右折容量はA.R.R.Bにおける調査より若干高くなっている。

表2 直進交通量(台/時)と対応する右折容量(台/時)

直進交通量	右折容量(A.R.R.B)	右折容量(直進が一車線)	右折容量(直進が二車線)
200	972	1006	1056
400	780	844	929
600	648	707	818
800	540	593	720
1000	444	497	633
1500	—	—	460
2000	—	—	334

表3 直進交通量(台/時)とその右折確率 f

直進交通量	右折確率(A.R.R.B)	右折確率(直進が一車線)	右折確率(直進が二車線)
200	0.81	0.84	0.88
400	0.65	0.70	0.77
600	0.54	0.59	0.68
800	0.45	0.49	0.60
1000	0.37	0.41	0.53
1500	—	—	0.38
2000	—	—	0.28

また、同量の右折容量を確保するための直進交通量を比較すると次のようになる。

(式 3)と(式 4)が $Y = Y_1$ であるときにそれぞれの X の値が X_3 、 X_4 とする。

Y の値が等しく、(式 3)=(式 4)なので

$$1200 e^{-0.8809x_3} = 1200 e^{-0.639x_4}$$

$X_3 / X_4 \approx 0.73$ となる。

この結果から、直進車線が一車線である場合には、二車線合成の場合と比較して、同量の右折容量を確保するための直進交通量は約 27%少なくなることが示された。このことは、調査範囲内のデータでは、すべてに成り立つものであり、右折容量を算出する場合には、二車線道路の直進交通量の二車線道路換算係数として 0.73 という値を用いることができる。

今回の分析結果からは、対向直進車線が二車線の場合には、同量の交通量レベルの一車線道路と比較して、直進交通が非飽和である場合には明らかに右折確率が高くなった。また、概ねの換算係数も明らかになった。対向直進車線が一車線の場合でも A.R.R.B の式より右折確率が高くなった理由としては以下のことが考えられる。A.R.R.B では、対向直進交通の到着分布がポアソン到着として計算されているが、交通量が多く、

信号器も短い間隔で設置されているような日本の道路では、車両は車群になって走行するために、ポアソン分布のようなランダム到着として場合と比べると、同じ対向直進交通量レベルで比較すると、右折確率が高くなるのではないかとと思われる。

5. 今後の課題

本研究では、対向直進車に対する信号現示が青である場合の右折車線の飽和交通流率を 1,200(台/青 1 時間)として分析を行った。過去の例を踏襲していくと、1,800(台/青 1 時間)に変更して日本に適用するべきかもしれない。しかし、これに関しても実測で値を求めることが望ましいといえる。例えば森、斉藤⁴⁾の調査研究では、これらの追従車両の車頭時間は 2.4~2.9 秒程度であるとの報告も見られる。そして、右折車の飽和交通流率を一律とするのではなく、様々な条件下で適用値を決定していかなければならないといえる。本研究では A.R.R.B の調査研究を基に、対向直進車線が二車線である場合の右折専用車線の飽和交通流率に注目して分析を行ったので、このような観点からは分析を行わなかったが、今後の大きな課題であるといえる。

また、本調査で利用した超音波式感知器からは大型車を正確に抽出することは非常に難しいので、本調査では平成 9 年に実施された道路交通センサスの大型車混入率を利用して、直進車線の交通量を補正した。感知器により各大型車を正確に抽出できれば、右折専用車線の交通量を測定する際に、直進車線の交通量の大型車混入による補正率をより正確に計測し、一般に利用されている大型車換算係数($E_r = 1.7$)とは違う値を利用するべきかもしれない。

参考文献

- 1) Gordon, I. D. and Miller, A. J.: Right turn movement at signalized intersection, The capacity of signalized intersection in Australia, pp446~459, 1966
- 2) 森 健二: 信号交差点における右折容量算出方法に関する一考察, 月刊交通, 1992年8月号, pp.66~73, 1992
- 3) (社)交通工学研究会編: 平面交差の計画と設計(基礎編), pp70, 1984
- 4) 森 健二, 斉藤 威: 信号交差点における右折車の錯綜, 科学警察研究所報告交通編, 34-2, pp10~16, 1993