

右折率を考慮した交差点容量の推計*

Estimation of the Capacity at Signalized Intersections Relating to the Ratio of Right-Turn Traffic*

吉井稔雄**・片岡源宗***

by Toshio YOSHII**・Motomune KATAOKA***

1. はじめに

本研究では、右折車が後続車の通行を妨げる事（以下ブロッキング現象と呼ぶ）で生ずる交差点の容量低下現象に着目する。このブロッキング現象を明示的に取り込んだ形で、信号制御パターン（サイクル長、スプリット）と右折率を用いて交差点容量を推計する式を構築することを試みるものである。本稿では、最も単純な状況下での推計式を構築した後、実交差点における交通観測調査を通して、その推計式の妥当性を検証した。

直進右折車混用レーンにおける右折車混入による交差点容量の低下現象に関して、文献[1]では、対抗直進車の影響がある場合と無い場合とに分類し、影響がある場合には、対抗直進交通量に応じた右折確率に基づいて計算された直進車換算係数を用いて、一方、対抗直進車の影響が無い場合にも右折車の直進車換算係数（ex.1.11）を用いて、いずれも補正係数を算出し、その係数を飽和交通流率に乘じることで表現している。また、HCM（Highway Capacity Manual 2000^{[2][3]}）では、右折専用車線（left-turn bay）の設定方法について、右折車両が専用車線からはみだして、直進車線をふさぐ確率が5%以下になるように専用車線長を決定するとしている。また、右折専用青の先出しが多いアメリカにおいて、Kikuchi ら^[4]は、直進車が右折専用車線に向かう右折車をブロックする現象に着目し、直進車が右折車をブロックしないようにするために必要な右折専用レーン長の設定基準について言及している。

これらは、いずれも車線数や滞留長の設定などの計画に際して利用されてきている。しかしながら、既存の交差点を効率よく運用するといった観点から言えば、滞留車両が直進車をブロッキングする現象を確率的に考慮した上で、交通量や右折率に応じて、きめ細かに信号の運用方法を検討することが望ましい。これまでの研究では、ブロッキング現象の発生確率までは考慮していたものの、ブロッキング現象も含めて交差点容量を推計しようとはしていなかった。

本研究では、右折車による直進車のブロッキング現象を明示的に考慮した形で、交差点容量を求める推計式を構築することを目的とする。本稿は、その第一段階として、非常に単純な状況を想定し、想定した条件下での推計式を構築した。さらに、構築した推計式が実現象を適切に表現しているかどうかについて、観測調査を通じた確認を行なった。その結果、推計式が実現象を適切に表現していることを確認した。

2. 交差点容量推計

(1) 想定条件

研究の第一歩として、問題を単純にするために、想定する交差点を、全てのアプローチが片側1車線のT字型信号交差点とした（図1）。また、交差点の状況として以下の2点を仮定した。

- 1)各アプローチが飽和していること
- 2)右折車が対抗直進車の影響を受けて交差点内に滞留した場合には、後続車は交差点へ進入できないこと

*キーワード：右折率，飽和交通流率，信号制御

**正員，博士(工学) 高知工科大学 社会システム工学科
(〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮ノ口185
TEL:0887-57-2406, e-mail:yoshii.toshio@kochi-tech.ac.jp)

***学生員，高知工科大学 社会システム工学科

(2)推計容量

前節の条件下において、右折車の割合によって変化する交差点容量（進入可能台数）は、以下のよう
に推計される。なお、アプローチ1の右折率を r と
する。

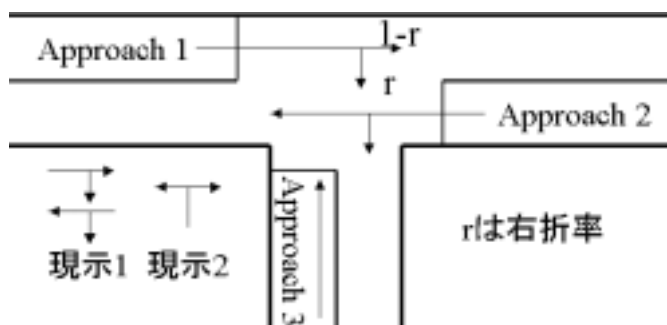


図1 想定した交差点

上記の条件下では、一旦右折車両が出現すると、それ以降の車両は一切交差点に進入することができなくなる。m 台目に初めて右折車両が出現する確率は $(1-r)^{m-1} \cdot r$ であるので、青時間内に交差点に進入できる最大の車両台数を n とすれば、一回の青時間内に交差点に進入する車両の期待値 N は式(1)で表現することができる。

$$N = \sum_{i=1}^{n-1} i \times r(1-r)^{i-1} + n \times (1-r)^{n-1}$$

$$= \frac{1}{r} + (1-r)^{n-1} \left(1 - \frac{1}{r}\right) \quad (1)$$

このとき、交差点の容量は、

$$Q = N \times \frac{3600}{C} \quad (2)$$

Q: 交差点容量 (台/時)

C: サイクル長 (秒)

で表現されることになる。

以下では，実際の交差点での観測結果と照合することにより，この推計式の妥当性を検証する．

3. 調査概要

調査を行なった交差点は、高知工科大学付近にある
神母木交差点で、平成 13 年 12 月 12 日～翌 14
年 1 月 10 日のうち平日 8 日間、AM7:30～AM9:00
の通勤・通学時間に調査を行なった。

観測交差点の概略を図 2 に示す。同交差点は 4 枝の信号交差点であるが、アプローチ 4 の幅員は狭い。また交通量が非常に少なかったので、同交差点を T 字型信号交差点と見なすことに問題はないもの判断した。各日の交通量を 1 時間あたりに換算し、8 日間の平均をとった値を図 3 に示す。調査では、各現示ごとに交差点へ進入する車両台数を記録した。大型車混入率は 5.0% 程度であった。さらに、同交差点は感應式制御であるため、サイクル、スプリットに多少の変動が認められたが、観測時間帯のうち多くのサイクル長が 90 秒であった。多くの場合で右折車が直進車両をブロックする現象が発生していた。そのため、スプリット時間の後半では、車両が交差点へ進入する事がない状況であったので、サイクル長、スプリットを固定値であるとしても結果には影響を与えないと考えられる。そこで、解析の際には、図 2 中に示す通り各スプリットの値を固定値として考えた。また大型車混入率は 5% 程度であったが、上記と同様の理由から結果に与える影響が少ないと考えられるので、これを考慮していない。ここで、調査結果は、アプローチ 2 からの対向直進車が途切れることのなかったサイクルにおける進入台数のみを対象とする。

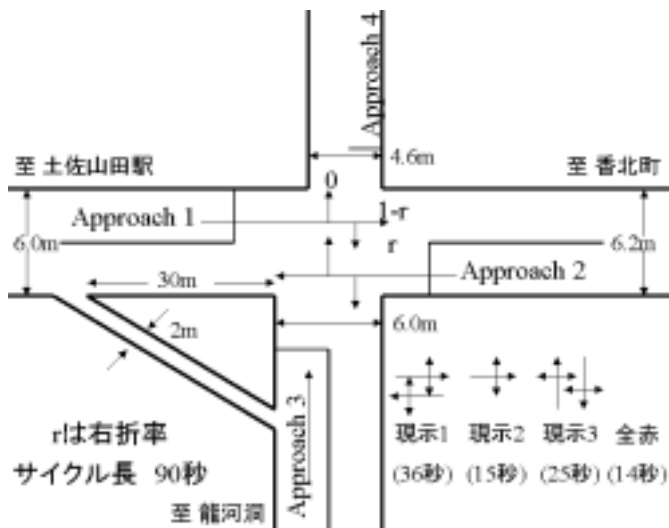


图 2 神母木交差点概要



図 3 神母木交差点交通量図

4. 推計値と調査結果の比較

観測により求めた1サイクル当たりの交差点進入台数を図4に示す。推計値は青時間内に交差点に進入できる最大の車両台数によって異なるが、同信号制御においては、現示1のスプリットタイムが36秒であったので $N=20$ として計算した値を図2中の実線に示す。実測値はアプローチ2からの対向直進車が途切れることのなかったサイクルにおける進入台数のみを対象として、各日の平均進入台数を計算した。右折率はアプローチ1における全時間帯(現示1+現示2)の右折率とした。

図に示すように、観測した交差点進入台数は推計値より大きいという結果を得た。この原因は、以下に示すように、現示1と現示2における交差点進入車両の右折率の違いにあった。

図5は全時間帯の右折率と現示2および青開始時の先頭車の右折率を比較したものである。図より

- 1) 現示2の時間帯に交差点に進入する車両の右折率が全時間帯の右折率よりも大きいこと
- 2) 現示1の青開始時における先頭車の右折率が全時間帯の右折率よりも小さいこと

が読み取れる。(1)の原因は、信号交差点の回避挙動にあるものと考えられる。具体的には、交差点の約30m手前に幅員約2mの道路があり、一部の右折車が前方の信号が赤の際にこの道路へ進入している。これらの車両は、赤信号の待ち行列に加わっ

た場合には、次の現示1の時間中には右折できない可能性が強く、ほぼサイクル長に近い待ち時間を被ることになる。この待ち時間を回避するために、幅員が非常に狭いにもかかわらず、交差点手前の道路へ進入していくものと考えられる。これらの車両は現示1の時間帯に交差点に進入する可能性が高く、交差点の回避行動を取ることが、現示1の右折率を低下させることとなる。なお、観測時間帯において、およそ1サイクル当たり0.3台がこの挙動を示し、この路地を通行していた。

(2)の原因は、信号切り替わり時の挙動にあると考えられる。現示2から現示3への現示切り替わり時に、直進車と比較して、右折車の方が信号を無視して交差点へ進入しようとする傾向が強いことが観測された。これは、次サイクルの青開始時において、すぐに交差点を通過することが約束されている直進車に対して、右折車は対抗直進車の影響で現示1の時間中交差点内に留まることになる。このことがドライバーの心理に影響を与えて、右折車両の信号無視を誘発しているものと考えられる。ちなみに、全観測日の平均では、先頭車の右折率が「19.7%」であったのに対し、全時間帯の右折率は「30.2%」であった。

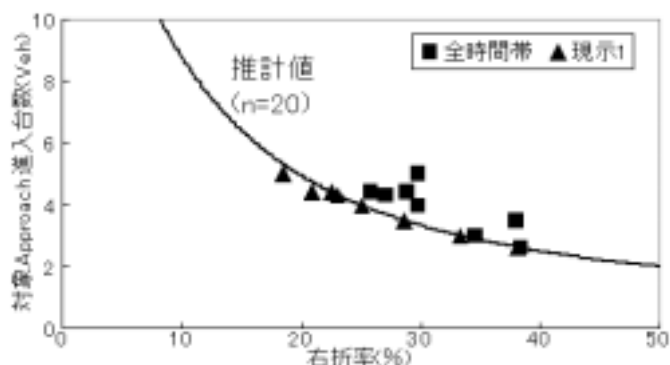


図 4 実測値と推計値の交通量

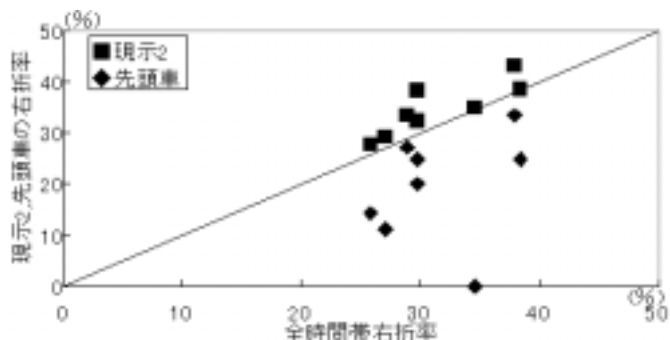


図 5 実測値と推計値の交通量

このように、全時間帯に交差点を通過する車両の右折率は、本研究で対象としている対抗直進車の影響で右折車が右折できない状況（現示1）における右折率と異なるものであった。そこで、右折率をアプローチ1における「全時間帯の右折率」から、「現示1の時間帯に交差点に進入した車両の右折率」に変更して、右折率と交差点進入台数の関係を求めたところ、図4に示すように実測値は概ね推計値と一致した。

5. 既存の推計値との比較

文献[1]によれば、今回設定した条件の下では、飽和交通流率に、式(3)に示す右折車混入による補正率を乗じて交差点容量を推計する。

$$\alpha_{RT} = \frac{100}{(100 - P_R) + E_{RT} P_R} \quad (3)$$

α_{RT} ：右折車混入による補正率
 E_{RT} ：右折車の直進車換算係数
 P_R ：右折車混入率(%)

$$E_{RT} = 1.1 \times \frac{G \cdot (s - q)}{(s \cdot G - q \cdot C) \times f_R} \quad (4)$$

C ：サイクル長（秒）
 G ：青時間長（秒）
 q ：対抗直進交通流率(台/秒)
 s ：対抗直進交通の飽和流率（台/秒）
 f_R ：対抗直進車の間隙を縫って右折できる確率

この方法によると、今回の条件下では、対抗直進が途切れることが無いので、

$$s \cdot G - q \cdot C = 0 \quad (5)$$

となり、 $E_{RT} = \infty$ となるので、右折率にかかわらず右折車混入による補正率は“0”ということになる。このように、これまでの方法では、右折車による影響は右折車の直進車換算係数を用いて表現していたため、右折車が直進車をブロックする現象を取り扱うことは出来なかった。対して、本研究では、そ

の現象を明示的に扱うことで、より正確に交差点容量を表現することが可能になったといえる。

6. 今後の展開

本稿では、分析の第一段階として、最も単純な状況を想定し、対向直進車が途切れないという前提で推計式を構築した。今後は、より一般的な状況として、

- 1)対向直進車が途切れる場合
- 2)右折ポケットが存在する場合

に、交差点の交通容量を推計する推計式を構築する。

【参考文献】

- [1]社団法人交通工学研究会：交通信号の手引き,1994
- [2]社団法人交通工学研究会：道路の交通容量 1985（Highway Capacity Manual 1985）, 1987
- [3]Transportation Research Board: Highway Capacity Manual, 2000
- [4] Kikuchi, S; Chakroborty, P; Vukadinovic, K.: Lengths of left-Turn Lanes at Signalized Intersections, Transportation research record 1385, TRB, National Research Council, pp162-172, 1993
- [5]吉井稔雄,片岡源宗：右折車による直進車ブロック現象を考慮した交差点容量推計式,土木学会第57回年次学術講演会投稿中, 2002.9