

右折車による後続直進車のブロック現象を考慮した交差点容量推計方法の構築*
Construction of Estimation Method of the Capacity of each approach at Signalized Intersections
which deals with the effect of Right-Turn Traffic and the traffic from other approaches*

片岡 源宗**・吉井 稔雄***

By Motomune KATAOKA**・Toshio YOSHII***

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し、右折車による後続車のブロッキング現象を明示的に考慮した形で、信号現示方式、サイクル長、スプリット長ならびに対向アプローチの直進交通量を説明変数として、各アプローチの交通容量を推計する推計式を構築することを目的とする。本稿では、最も単純な状況としてT字型の3差路、十字型4枝交差点を対象として、その推計式を構築した後、実交差点における交通観測調査結果に基づいた妥当性の検証結果について報告する。

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][2]}では、対向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、対向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、一方の対向直進車の影響が無い場合には、右折車の直進車換算係数を用いて補正係数を算出し、その係数を飽和交通流率に乗じることで表現している。また、2000年のHCM (Highway Capacity Manual 2000^[3]^[4])では、右折車（アメリカでは左折車だがここでは右折車とよぶ）による影響を考慮し、右折車が交差点に滞留してブロッキング現象を開始するまでの

時間、対向アプローチが飽和している時間と交差点に流入する車列が途切れた後の時間帯とに分けてその容量を考慮している。対して、本研究においては、このようにブロッキング現象を考慮した上での交差点容量の推定方法をより具体化して提示すること、ならびに提案した推定方法の妥当性を検証する。さらに、将来的には、右折車のみでなく左折車の影響についても考慮し、一般の信号交差点を対象として、各アプローチの方向別交通量と信号制御方式（現示方式、サイクル長、スプリット長）を入力値として、各アプローチの容量ならびに右左折直進別の平均遅れ時間を出力するモデルの構築を考えている。

2. 研究の流れ

著者らは、効率の良い信号制御を行うために、より正確な交差点容量の推計方法について研究を行ってきた。これまでの研究で、T字型信号交差点において、直進右折車混用レーンの容量について、対向アプローチが途切れない状況を想定し、右折率によって変化する交差点容量^[5]の推計式を構築し、提案した容量推計式がより正確に交差点容量を算定することを示した。続いて、本稿では、T字型交差点において対向アプローチが途切れる状況に拡張した推計方法を構築するとともに、その妥当性検証を行った。さらに十字型信号交差点に拡張し、その容量の推計方法を構築した。

将来的には、右折ポケットのある交差点、複数レーンの交差点へと対象の交差点を一般化し、数値計算（シミュレーション）による容量の算定方法を確立していく。

*キーワード：信号制御，右折車，ブロック現象，すり抜け

**学生員，高知工科大学大学院社会システム工学コース

(〒782-8502 香美郡土佐山田町宮ノ口)

***正員，工博，京都大学大学院 工学研究科

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町，

E-mail: yoshii@term.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

3.3 枝 (T字型) 交差点における交通容量推計式

3.1. 対象交差点と推計式

本章では、T字型交差点 (図-1) を対象として容量推計式を構築 (式(1)) し、その妥当性の検証を行う。

対象とする交差点は、右折レーンが無く、すり抜けが不可能な構造の T字型交差点で、全てのアプローチが片側 1車線で、対象アプローチは飽和状態、対向アプローチは非飽和状態、信号制御は 2 現示を想定した。また右折車が発生した場合、後続車は右折車にブロックされ、交差点へ進入出来ないものと仮定した。

本研究で構築した推計式を式(1)に示す。式(1)は、1 時間当たりの容量を示したもので、対向アプローチの直進交通量が途切れるまでに通過する事が出来る車両台数の期待値 (括弧内第 1 項, 第 2 項) と、それ以降の期待値 (第 3 項) からなる。

$$Q = \left\{ \frac{1 - P_r}{P_r} + (1 - P_r)^n \cdot \left(-n + 1 - \frac{1}{P_r} \right) \right\} + S(g_1 - T_s - l) \cdot (1 - P_r + P_r \cdot f) \cdot \frac{3600}{C} \quad (1)$$

- Q: 対象アプローチの容量(veh/h)
- S: 対象アプローチ飽和交通流率(veh/s)
- C: サイクル長(sec)
- g_1 : 現示 1 のスプリットタイム(sec)
- l: 発進損失(sec)
- T_s : 対向直進車両が途切れるまでの平均時間(sec)
- n: 対向直進車両が途切れるまでの時間に通過可能な直進車両台数(veh)
 $n = (T_s - l) \cdot S$
- f: 右折車が通過できる確率

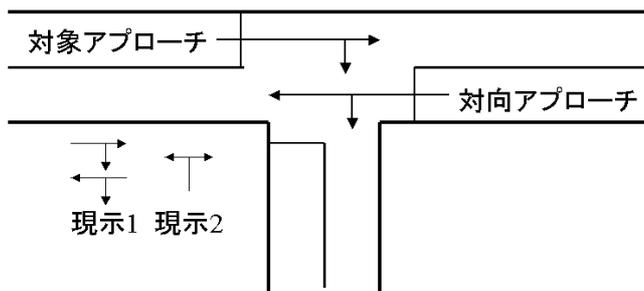


図-1 想定交差点

3.2. 推計式の妥当性の検証

構築式の精度を確認するため、実際の交差点で調査を行った。調査は高知工科大学付近の神母木交差点で、平成 13 年 12 月 12 日から翌 14 年 1 月 10 日のうち平日 8 日間 (年末年始を除く)、午前 7:30 ~ 9:00 に行い、ビデオで撮影し、アプローチ、現示、進行方向別に交通量を計測した。なお調査日の天候は晴れまたは曇りであった。

同交差点は、図-2 に示すように 4 枝の交差点であるが、アプローチ 4 は幅員が狭く、交通量が非常に少ない事から、同交差点が T字型交差点と同等であると判断した。

調査の結果に基づいて、推計式(1)から推計される容量と実調査の結果を比較する。比較の対象とする調査結果は、想定条件に従い現示 1 のみとした。また対象アプローチの車両が現示 1 中に途切れなかったサイクルのみとしている。

今回構築した推計式及び既存の推計式から推計される容量と実測値の比較を図-3 に、各日の交通状況を表-1 に示す。

結果より、新たに構築した推計式は既存の推計式と比較して、高い精度で交差点容量を推計している事を確認した。

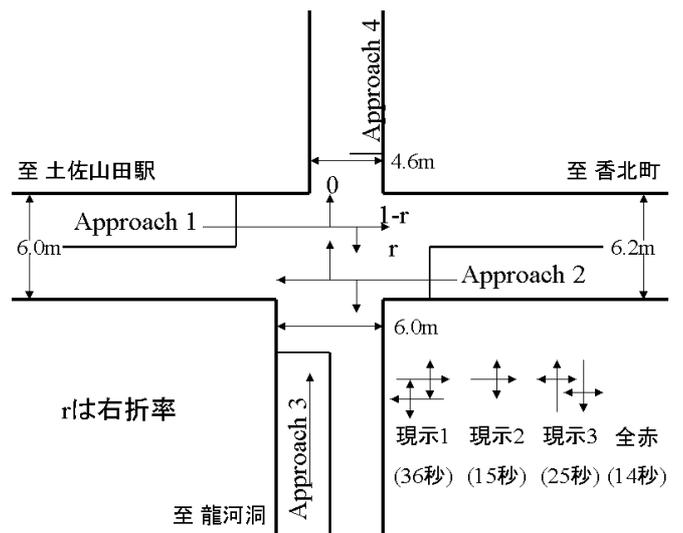


図-2 神母木交差点

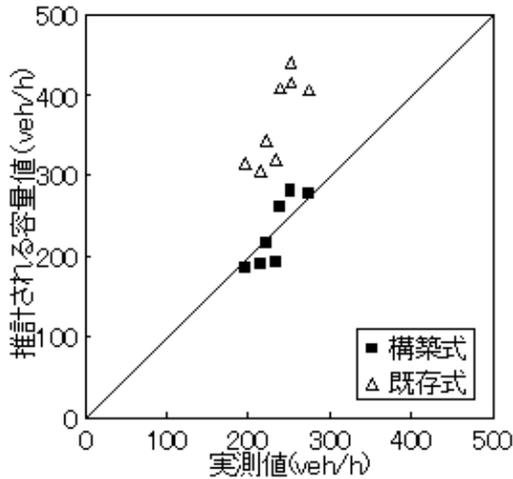


図 - 3 構築式，既存式による推計容量値と実測容量値の比較

表 - 1 各日の交通状況ならびに推計容量と実測容量値の比較

	構築式	既存式	実測値	右折率	対向直進交通量
	veh/h				
1日目	191	306	215	0.37	445
2日目	283	441	253	0.23	424
3日目	216	344	223	0.31	448
4日目	280	415	253	0.31	402
5日目	263	408	239	0.26	428
6日目	193	320	234	0.28	478
7日目	277	406	276	0.33	420
8日目	186	313	198	0.25	510
平均	235.9	369.2	236.4		

4. 4 枝（十字型）交差点における交通容量推計方法

4.1. 対象交差点と推計方法

本章では，前章における T 字型交差点での結果を拡張し，4 枝交差点において推計する方法を構築する．想定した交差点は，片側 1 車線，右折ポケット無し，信号制御は 2 現示の 4 枝（十字型）信号交差点である．4 枝交差点においては，対向直進車との関係で問題がやや複雑なものとなるため，待ち行列型の単純なシミュレーションモデルを用いた数値計算によって推計を行う．シミュレーションでは，車両の発生時に乱数を用いて直進や右左折，大型車といった発生車両の属性を決定し，交差点へ進入する右折車が発生した場合には，以下の分類の下に乱数を用いて右折の可否判断を行う．

右折確率は自車が待機中か否かと，対向アプローチの車列の状態によって図 - 4 に示すようなパターンに分類する．なお，対向アプローチの先頭車が右折車の場合は，次節に示すように後続車のすり抜けの有無を考慮した上で，右折確率を決定する．なお，右折確率の決定に際しては，その影響が顕著に表れなかったため，大型車の影響を考慮していない．

対向アプローチの先頭車が右折車両かつ交差点内で停止している場合には，その後続車両が右折車の横をすり抜けようとしているかどうか右折実行の可否に大きく影響する．そこで，すり抜けの可能性についても，図 - 5 に示すような状況に分類して，確率的に判断する．なお，すり抜け確率については大型車の影響が大きいため，普通車か大型車かを区別した．また，最大 4 台目までを考慮し，先頭の右折車に続く 2 台目以降の車両については，進行方向を区別してパターン分類を行った．

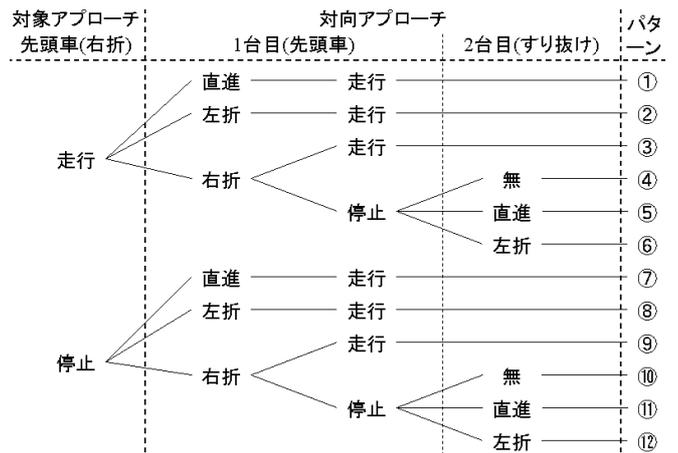


図 - 4 右折確率設定の識別パターン

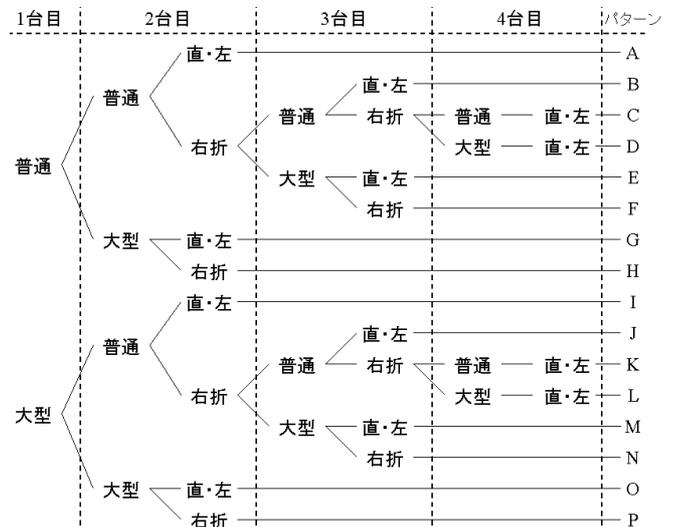


図 - 5 すり抜け確率設定の識別パターン

4.2. 右折確率とすり抜け確率

実際の交通状況を把握するため、図 - 6 に示す国道 195 号，JR 土佐山田駅前交差点において，平成 14 年 12 月 18～26 日，平日 7:30～8:30 及び 16:30～17:30，晴れまたは曇りの日に右折挙動とすり抜け挙動に関する調査を行った。観測時の当該交差点の平均交通量を表 - 2 に示す。

右折挙動に関する調査結果を表 - 3，すり抜け挙動の調査結果を表 - 4 に示す。これらの表は，各パターンの右折またはすり抜け回数と，滞留した回数より算出した確率である。

調査中には想定したパターン以外が発生しなかったことから，識別パターンはこの程度で十分であるものと考えられる。さらに，調査結果より，右折，すり抜けともに，パターンによっては決定的にはなく，確率的にその挙動が行われている事を確認した。

5. 今後の展望

本稿では，T字型3差路において，右折車によるブロッキング現象を明示的に考慮した形での交差点容量推計式を構築し，推計精度を検証して，より高い精度で交通容量を推計できることを示した。さらに十字型交差点を対象として，交通容量の推計方法を確立し，推計に必要な右折確率，すり抜け確率の決定方法を提案した。

今後は，実観測によって獲得した右折確率，すり抜け確率を使って，実際の交差点交通容量を推計し，構築した方法の妥当性を検証していく。さらに，右折ポケットがある場合や，片側2車線で直進左折混用レーンが存在する場合など，一般的な交差点の容量の推計方法を考案していく予定である。

表 - 2 時間別交通量

	アプローチA			アプローチB		
	交通量	左折	右折	交通量	左折	右折
単位	veh/h	%		veh/h	%	
朝	561	3.6	20.8	534	14.6	7.5
夕	527	10.5	25.9	653	15.1	10.2

*) 大型車台数は，右左折直進車台数に含まれる。

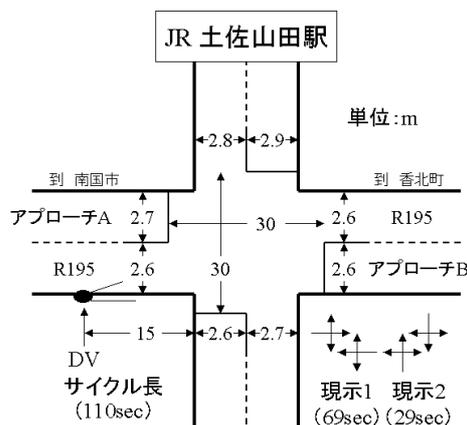


図 - 6 調査交差点概要

参考文献

- [1] 社団法人交通工学研究会：交通信号の手引，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] 本間正勝，鹿田成則：HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000: 2. 信号交差点 信号時間設計，交通工学第37巻5号，2002.9
- [5] 吉井稔雄，片岡源宗：「右折率を考慮した交差点容量の推計」 土木学会 第25回土木計画学研究講演集，CD-ROM，2002.7

表 - 3 右折確率

パターン																
右折	1	2	25	17	2	1	15	14	46	2	1	0				
滞留	104	15	4	2	21	2	687	88	9	0	24	1				
確率(%)	1.0	11.8	86.2	89.5	8.7	33.3	2.1	13.7	83.6	100.0	4.0	0.0				

表 - 4 すり抜け確率

パターン	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
すり抜け	386	24	1	0	0	0	8	0	2	2	0	0	0	0	0	0
滞留	13	28	10	0	2	0	6	0	11	2	0	0	0	0	0	3
確率(%)	96.7	46.2	9.1	*	0.0	*	57.1	*	15.4	50.0	*	*	*	*	*	0.0