

信号交差点の飽和交通流率と車線幅員の関係について*

The Relationship between Saturation Flow and Lane Width of Approach at Signalized Intersections

鹿田成則**・片倉正彦***・大口敬****・河合芳之*****

by Shigenori SHIKATA, Masahiko KATAKURA, Takashi OGUCHI, Yoshiyuki KAWAI

1. はじめに

都市交通の大きな問題である交通渋滞は、主に信号交差点の交通容量の不足が原因で発生している。道路の新設や拡幅のための用地所得が困難な都市内では、渋滞対策立案時において信号交差点の交通容量を適切に把握することが今後ますます必要になってくる。

信号交差点の交通容量は交差点流入部の信号制御方法と飽和交通流率によって決定されるもので、交差点の交通容量の研究は主に飽和交通流率について行われてきた。その結果、交差点ごとに幾何構造条件が類似していても飽和交通流率の値(pcu/青 1 時間)は大きく変動することが指摘されており¹⁾、その変動要因を明らかにすることが、今後の交通容量研究においてさらに重要となってくるであろう。

現在の都市内幹線道路では、道路用地拡幅による交通容量増大策はきわめて困難な状況にあり現実的な渋滞対策とはなりにくくなっている。このような状況は、車線幅員を縮小する(3.0m 未満)ことによって必要な車線数を確保し、交通容量を可能な限り確保する必要性を強く生じさせている。また将来的にも都市内では道路拡幅はますます困難になり、3.0m 未満の狭車線幅員で運用せざるをえない状況が増大すると考えられる。しかし、車線幅員の飽和交通流率に及ぼす影響、特に 3.0m 未満の狭車線幅員の影響については、ほとんど明らかにされていないのが現状である。

そこで本研究では第 1 の目的として標準的な車線幅員より狭い車線幅員が飽和交通流率に影響を及ぼすか否かについて検証する。また現在の飽和交通流率の推定方法は、車線ごとに独立して算出しているが³⁾、狭車線幅員の道路においては、車線間に走行抵抗があり飽和交通流率は車線ごとに独立であるとは考えにくい。本研究の第 2 の目的は隣接する車線間の走行抵抗について着目し、飽和交通流率の車線ごとの独立性について検証する。

2. 飽和交通流率の観測と実測結果

本研究では東京都内の 4 箇所の交差点(8 直進車線、車線幅員 2.35~3.85m)において観測を行った。観測方法は、ビルの屋上などの交差点流入部全体が観測できる地点からビデオカメラによって撮影する方法で行った。

収集したデータは、基準線(流入部横断歩道の側線)の車両後端通過時刻(待ち行列先頭車の前端が基準線を越えて停止する場合があるため車両後端を基準とした)、車種(速度表示灯のある貨物車と大型バスを大型車、それ以外の車種を小型車とする 2 車種分類、ただし二輪車を除く)、信号表示(青、黄、赤)の切り替わり時刻、飽和/不飽和サイクルの別、待ち行列末尾車両(不飽和サイクルの場合)である。

飽和交通流率の算出に用いるデータは飽和状態にある車両(停止待ち行列からの発進車両)を対象に、次の条件にある直進車両を対象とした。

- ①信号サイクルごとに先頭から 3 台目までの車両を発進遅れの影響を受けるものとみなして除外した⁴⁾。
- ②最左車線(第 1 車線と呼ぶ)が直進左折混用車線の場合、左折車の影響を除くために先頭から最初の左折車が到着するまでに通過した直進車両を対象とした。

*キーワード：信号交差点、飽和交通流率、車線幅員

** 正員 工修 東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻
〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1,
TEL:0426-77-1111, FAX 0426-77-2772

*** フェロー 工博 同上,
**** 正員 博(工) 同上,
***** 正員 同上

表－1 観測交差点の車線幅員と飽和交通流率の実測結果

交差点名		流入部路線	車線	車線幅員 (m)	平均車頭時間 (秒)	標準偏差	サンプル数	飽和交通流率 (台/青1時間)	大型車混入率 (%)
A	寿町3丁目 (LT,T,R)	甲州街道上リ	第1車線	2.80	2.49	1.00	1101	1450	12.73
			第2車線	2.35	2.42	1.05	1017	1490	20.75
B	下布田 (LT,T,R)	甲州街道上リ	第1車線	2.70	2.00	0.49	83	1800	2.74
			第2車線	2.80	2.35	1.00	68	1530	27.36
C	仙川駅入口 (LT,T)	甲州街道上リ	第1車線	2.70	2.21	0.64	688	1630	3.46
			第2車線	2.60	2.30	0.91	599	1570	20.14
D	松原2丁目 (T,T,T,T)	甲州街道下リ	第3車線	3.25	1.88	0.70	3612	1920	12.62
			第4車線	3.85	1.77	0.69	3338	2030	13.07

注) () 内は車線構成を示す LT:直進左折混用車線 T:直進車線 R 右折車線

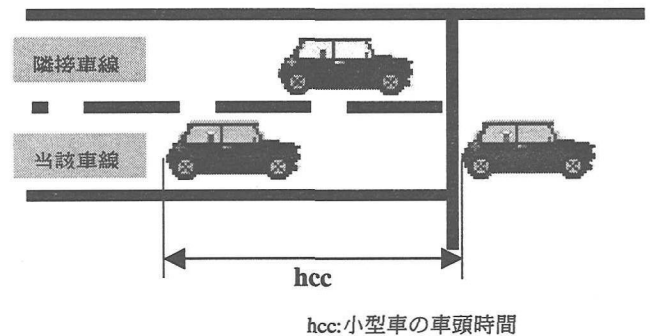
③交差点下流部に先詰まりがあった場合や緊急車両の通過などがあった場合には、そのサイクルのデータを分析から除外した。

観測した交差点の概要および観測結果は表－1 に示す通りである。表－1 は、大型車が混入した結果であり、交差点ごと車線ごとにかかなりの差が見受けられる。この差は同一車線の大型車、隣接車線の大型車などの影響が含まれていることも要因の1つと考えられる。この結果をもとに次節から車線幅員と飽和交通流率との関係、隣接車線との走行抵抗について解析していくことにする。

3. 車線幅員と飽和交通流率との関係

車線幅員と飽和交通流率との関係を調べるためには、車線幅員だけが影響を及ぼしている状態を対象に解析を行うことが必須である。影響が車線幅員だけの状態、すなわち、隣接車線に大型車が存在しない状態での小型車同士の車頭時間データを抽出し解析を行った。具体的には、第1車線、第2車線の待ち行列車両が青で発進し、先頭車から最初に大型車が通過するまでの直進小型車を対象に(ただし発進遅れの車両を除く)、車頭時間データを抽出した(図－1)。これによって得られるデータは、大型車の影響をまったく受けておらず、車線幅員だけの影響を有する車頭時間と考えることができる。表－2はこのように抽出して得られた結果を示したものであり、図－2に平均車頭時間と車線幅員の関係を表した。車線幅員 2.7m付近において平均車頭時間にばらつきがみられるものの、車線幅員が狭くなるにつれ、

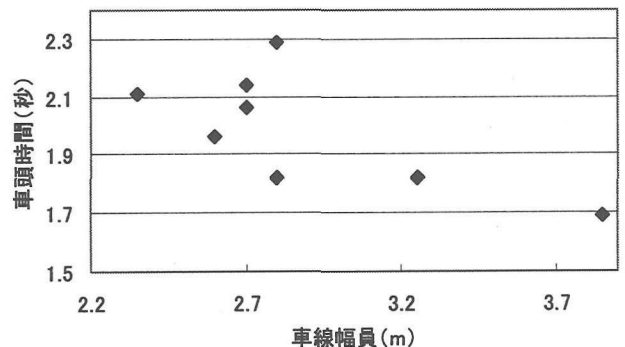
平均車頭時間が長くなる傾向を明らかに示している。このばらつきの中にはサンプル数が少なく信頼度の



図－1 隣接車線車両が小型車のときの車頭時間

表－2 隣接車線の車両が小型車のときの車頭時間 hcc

交差点	車線	車線幅員 (m)	平均車頭 時間(秒)	標準偏差	サンプル数	飽和交通流率 (pcu/青1時間)
A	第1車線	2.80	2.29	0.70	102	1570
	第2車線	2.35	2.11	0.60	294	1690
B	第1車線	2.70	2.06	0.60	24	1750
	第2車線	2.80	1.82	0.59	31	1980
C	第1車線	2.70	2.14	0.55	178	1690
	第2車線	2.60	1.96	0.59	282	1840
D	第3車線	3.25	1.82	0.57	517	1980
	第4車線	3.85	1.69	0.58	612	2130



図－2 飽和状態の平均車頭時間と車線幅員と相関

表-3 平均車頭時間の多重比較検定結果

交差点	車線	車線幅員 (m)	A		C		D	
			第1車線	第2車線	第1車線	第2車線	第3車線	第4車線
A	第1車線	2.80						
	第2車線	2.35						
C	第1車線	2.70						
	第2車線	2.60	*	*	*			
D	第3車線	3.25	*	*	*	*		
	第4車線	3.85	*	*	*	*	*	

表中の* は5%有意水準で有意差ありを示す

低いB交差点の値が含まれているが、これらの値を除いても上記の傾向は変わらない。またばらつきの中で最も高い値(2.29 秒)を示した車線は第1車線であり、側方余裕のない幾何構造条件が強く影響した可能性がある。

車線幅員の影響を確認するために、A、C、D交差点6車線の平均車頭時間の比較検定を行った（B交差点はサンプル数が他と比べて非常に少なく、検定に用いるには不適と考え除外した）。この検定は6車線の平均車頭時間を同時に検定するため、通常のも検定(2つの平均値の差の検定)は使用できず、3つ以上の同時検定を行う手法である多重比較検定を用いて検定を行った。その結果を表-3に示す。この結果から3mより広い車線幅員を持つD交差点と3mより狭い車線幅員のA、C交差点とではすべてに有意な差が認められた。また、同一交差点流入部における車線間の相違をみると、車線間に優位な差がみられないのはA交差点だけで、C、D交差点ではいずれも有意な差があった。以上の結果から、車線幅員が3mより広い場合と狭い場合とでは平均車頭時間に、すなわち飽和交通流率に相違があると考えられそうである。しかし、この問題は車線幅員だけに依存するのではなく、同一流入部での車線間の相違についても考慮する必要があるといえ、車線幅員の影響を明確にするためには車線幅員と、隣接車線との関係をあわせて考えなければならないといえよう。

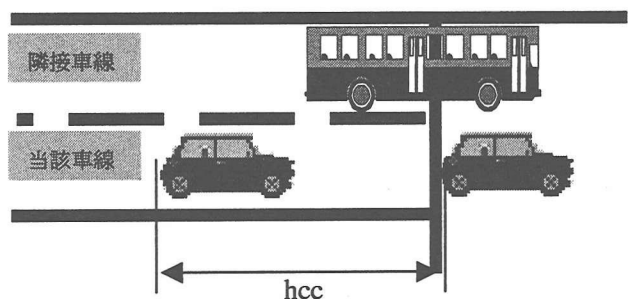
4. 車線間の走行抵抗

車線幅員が狭まるにつれ、大型車が隣接車線を走行していると「千鳥走行」にならざるを得なく、結果として当該車線の車頭時間は広がり、これが車線

間の走行抵抗となって表れると考えられる。そこで隣接車線の大型車の影響をみるために、隣接車線に大型車が存在するときの小型車同士の車頭時間について分析を行った。この車頭時間は、大型車が流入部の基準点を通過したときに、隣接車線側で小型車同士が通過したときの車頭時間である(図-3)。この小型車同士の車頭時間データは隣接車線に大型車が存在したときの影響を直接に表したものとみることができる。その結果を表-4に示す。全体に第2車線のサンプル数が少なく第1車線に多いのは、大型車の多くが第2車線を走行していたためである（B交差点の第2車線には条件に該当するデータが1件もなかった）。図-4は、隣接車線の車両が大型車であったときの平均車頭時間(表-4)と小型車であったときの平均車頭時間(表-2)を比較したものである。A、C、D交差点の各車線において隣接車線に大型車がいるときの平均車頭時間の値は小型車がいるときと比べて長くなっており、大型車は隣接して走行している小型車同士の車頭時間に影響を及ぼしていることがわかる。さらにA、C交差点の第1車線の値は第2車線と比べて高く、第1車線では側方余裕の影響が複合して現れていると考えられる。

表-4 隣接車線の車両が大型車のときの車頭時間 hcc

交差点	車線	車線幅員 (m)	平均車頭 時間(秒)	標準偏差	サンプル数
A	第1車線	2.80	2.59	0.87	226
	第2車線	2.35	2.44	0.94	75
B	第1車線	2.70	2.05	0.35	24
	第2車線	2.80	-	-	-
C	第1車線	2.70	2.40	0.76	154
	第2車線	2.60	2.38	0.62	12
D	第3車線	3.25	1.92	0.63	320
	第4車線	3.85	1.93	0.69	269



hcc: 小型車同士の車頭時間

図-3 隣接車線車両が大型車のときの車頭時間

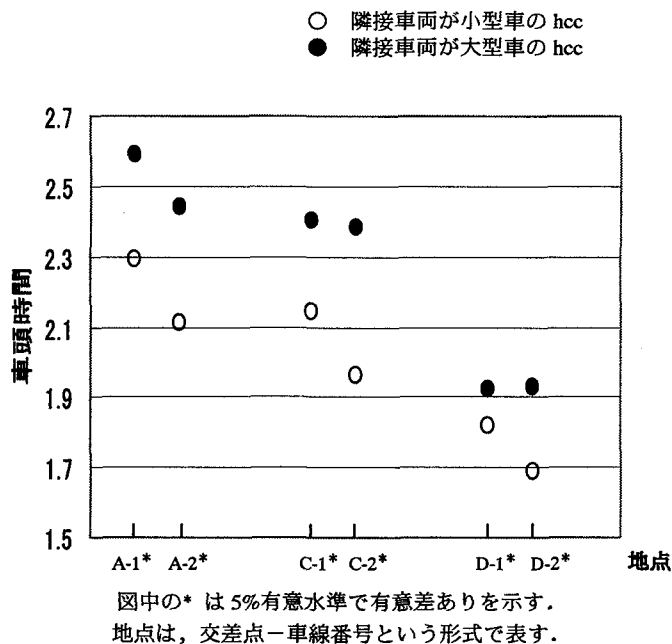


図-4 隣接車線車両が大型車と小型車の場合における車頭時間の比較

これらの平均車頭時間の間に統計的に有意な差が認められれば、隣接2車線間で大型車による走行抵抗が存在し、隣接車線の影響を受けると考えられる。そこでこれらの平均車頭時間を車線ごとにt検定を行った結果、A、C、D交差点すべてに有意な差が認められた。大型車が存在する場合、その影響は隣接車線に及ぼすと考えられ、特に、車線幅員が3.25、3.85mのD交差点においても隣接車線の大型車の影響がみられるということは、3mを超える車線幅員があっても各車線を独立に扱うことに問題があることを示唆している。

5. おわりに

従来の飽和交通流率に関する研究では、流入部の各車線を独立とみなして得られた飽和交通流率について個々に議論されてきた。その結果として交差点の幾何構造が類似していても直進車の飽和交通流率がかなり大きく変動することが指摘されている。本研究では、飽和交通流率のもっとも基本的な影響要因である車線幅員と、大型車が存在することによる車線ごとの独立性をみるために、車頭時間データを厳密に区分して分析を試みた。その結果をまとめる以下通りである。

1) 隣接車線の大型車の影響を取り除き大型車の

影響を完全に除去して、車線幅員による影響を解析した結果、車線幅員が狭くなるにつれ飽和状態の平均車頭時間が長くなる(飽和交通流率が低下する)傾向にあり、飽和交通流率に対して車線幅員の影響が認められた。

2) 同一流入部における各車線の平均車頭時間(飽和交通流率)が異なり、車線幅員の影響を明確にするためには車線幅員と、隣接車線との関係を複合させて考える必要がある。

3) 大型車が存在するとき、大型車は、隣接して走行している小型車同士の車頭時間に影響を及ぼすという結果が得られた。この結果は、飽和状態においては大型車の存在によって流入部の各車線の独立性は保たれないことを示しており、3mを超える3.25m、3.85mの車線幅員においてもその傾向はみられる。

以上の結果は、限られた交差点で得られた実測結果に基づくものであり、今後はさらに多くの実測データを蓄積していくことが必須である。飽和交通流率に対して狭車線幅員の影響が存在することを確認し(従来わが国でこの影響を確認した報告事例は見受けられない)、車線ごとに独立して扱うことに限界があることを指摘し得たことで、飽和交通流率の研究を見直すための端緒になると考える。

本研究は平成11年度文部省科学研究費補助金を得て実施したことを記して謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 鹿田成則、片倉正彦、大口 敬：信号交差点における飽和交通流率の変動の基本特性、土木計画学研究・論文集 No.14, pp.877~882, 1997.9
- 2) 外井哲夫、河野辰夫、柴田正雄：信号交差点の交通容量に関する研究—飽和交通流率の影響要因分析—、交通工学 Vol.24, No.2, pp7-18, 1989
- 3) 平面交差の計画と設計 — 基礎編 —、(社)交通工学研究会, 1984
- 4) 道路交通容量調査マニュアル検討資料 VOL.2, (社)交通工学研究会, 1995
- 5) 高木陽一：車種分類が飽和交通流率の変動に与える影響分析、東京都立大学特別研究, 1997

都市内街路では、車線の増設および右折車線設置に伴い車線幅員縮小化の必要性が強まる現状にあるが、車線幅員 3m 未満の狭幅員車線の飽和交通流率については隣接車線の走行車両、特に大型車の影響を考慮する必要がある、隣接車線に大型車が存在しない状態すなわち幅員だけの影響に着目した結果、車線幅員が 3m より狭くなるにつれ飽和交通流率が低下することが認められた。さらに大型車は隣接車線の走行車両にも影響を及ぼしていることが明らかとなり、この影響は車線幅員 3m 以上の車線においても認められた。この結果は飽和交通流率は車線間で独立ではないことを示唆しており、独立とみなす現在の飽和交通流率の体系を見直す必要があるといえる。

The Relationship between Saturation Flow and Lane Width of Approach at Signalized Intersections

by Shigenori SHIKATA, Masahiko KATAKURA, and Takashi OGUCHI, Yoshiyuki KAWAI

This paper demonstrates that saturation flow rate falls on narrow width lanes (below 3m) at Intersection Approaches. The approaches at signalized intersections in Tokyo, 2.35m to 3.85m of through lane widths, are observed by video cameras, and the data of saturated headway of vehicles in queues discharged at stop line are collected every cycle. In condition that heavy vehicles do not exist in both one lane and another lane next to it, it can be confirmed that the values of the saturation flow rate have a trend to decrease according as the width of lane becomes narrower, and heavy vehicles in lane affect the headway of passenger cars in another lane next to it.