

信号 交差点における転向半径と転向角度が左折飽和交通流率に与える影響について*

Effect of Turnig-Radius and Turning-Angle for the Left-Turn Saturation Flow Rate at Signalized Intersections*

河合芳之**・鹿田成則***・片倉正彦****・大口敬*****

By Yoshiyuki KAWAI**・Shigenori SHIKATA***・Masahiko KATAKURA****・Takashi OOGUCHI*****

1. はじめに

我が国の都市内街路においては、主要な信号交差点を起点とした交通渋滞が慢性化しており、国土交通省の試算によると、交通渋滞による時間損失は年間で国民一人当たり約42時間、金額に換算すると全体で12兆円にも及んでおり、日本の経済・生活等に大きな足かせとなっている。現存する道路の多くは、拡幅による交通容量の拡大が困難な状況であり、大幅な道路構造の改良を伴わず、交通容量の拡大を図ることが重要な課題である。

信号交差点において、左折車両が原因となって交通渋滞を招いている箇所が数多くみられる。これは、信号交差点では、右折車両に対しては、道路構造令で規定しているように原則として専用車線を設置することとしており、必要に応じて専用現示が設けられているが、左折車両に対しては、左折車両と直進車両を同一車線で処理することが多く、左折車両による直進車両の閉塞するためである。

左折飽和交通流率は、横断歩行者と左折車両による錯綜と転向半径および転向角度(幾何構造)による低下によって決定される。横断歩行者の多い信号交差点では横断歩行者の交錯による影響が支配的であるが、横断歩行者が少ない場合や、近年バリアフリーや歩行者に対する安全性の観点から、歩車分離を導入した場合においては、幾何構造による影響が、左折飽和交通流率を決定し、信号交差点の処理能力に影響を与えることとなる。

我が国では、左折飽和交通流率は、転向半径や転向

角度を勘案して、一律に1,800 pcu/青1時間を基本値としている¹⁾²⁾。過去において、転向半径や転向角度などの幾何構造が左折飽和交通流率に影響することを示している例³⁾もわずかではあるが報告されている。これは、左折車が転向挙動の差異によって走行上の制約を受けるためであるが、この影響について未だ十分な調査研究例が蓄積されていない。

本研究は、いくつかの左折専用車線を有する流入部において飽和時における車頭時間の実態を調査し、その結果を基に横断歩行者との交錯を除く、転向半径と転向角度が左折飽和交通流率に与える影響を把握することを目的とする。

さらに、信号交差点における諸外国の左折飽和交通流率の基本値および補正方法に関して比較・検討を行い、左折飽和交通流率の適正な値を把握し、交差点における適正な計画・運用に資することを目的とする。

2. 転向半径および転向角度の取り扱いについて

左折飽和交通流率の影響要因としては、転向半径・転向角度・車線幅員・転向速度・転向動線長・転向速度・転向中加速度などが挙げられる³⁾。また、ミラー⁴⁾は、転向角度 $52^{\circ} \sim 122^{\circ}$ では、飽和交通流率に与える影響が少ないとして、転向半径のみを影響要因として取り扱っている例もある。一方、キンバー⁵⁾らは、右折転向に対してではあるが、転向半径10mの右折における飽和交通流率は、転向角度 1° の増加に伴い、3台/時増加するとした研究結果もある。

本研究では、左折飽和交通流率に影響を与える影響要因として、転向半径と転向角度に着目した。これは、図-1に示すように同じ転向半径を有する隅角部においても、転向角度の違いにより、左折走行に違いがある考え、 $f = (R, \theta)$ の関数として、飽和交通流率に影響を及ぼすと考えたためである。転向半径および転向角度は、個々の車両について転向軌跡を計測することは

* キーワーズ: 飽和交通流率, 交通容量, 左折, 転向半径

** 正員 東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻

*** 正員 工修 同上

**** 正員 工博 同上

***** 正員 博(工) 同上

〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1

TEL0427-77-1111 FAX0426-77-2772

困難であるため、図-1に示すように流出入部を走行する左折車両は、単円の軌跡で走行すると仮定し、車両の中心を基準として、道路台帳図面より読みとった。

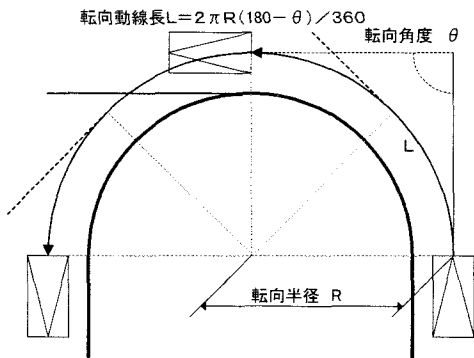


図-1 転向半径と転向角度の関係

3. 観測方法とデータ収集

本研究では、東京都内の11箇所の交差点において14の左折専用車線を対象に観測を行った。観測方法は、警視庁の協力を得てITVカメラを用いて交差点全体流入部全体を撮影する方法で行った。データ収集に当たっては、都市内街路での信号交差点の多くは、巻き込み半径8mから12m程度が多く、転向半径は、10mから14mとなる。このため、様々な転向半径および転向角度を有する調査箇所の選定を試みたが、左折専用車線で横断歩行者との交錯がない又は非常に少ないという条件を満たす信号交差点は、転向半径が小さく転向角度も小さい箇所及び転向半径が大きく転向角度も大きい箇所となった。飽和交通流率の算出に用いたデータは、飽和状態にある車両(停止待ち行列からの発進車両)を対象とし、以下の条件の左折車両を対象とし

た。

- (1)先頭から4台目以降の車両とする(3台目までの車両は発進遅れの影響があるとして除外した)。
- (2)横断歩行者がいるサイクルを除外した(6交差点8流入部においては、横断歩道が設置されていない)。
- (3)交差点下流部に先詰まりがあった場合や緊急車両等の通過があったサイクルは除外した。

4. 観測結果

観測した交差点の転向半径・転向角度および飽和交通流率は、表-1に示す通りである。飽和交通流率は、大型車の影響を除外するために、飽和状態にあるサイクルの中で乗用車・乗用車の組み合わせで構成される車種を抽出した車頭時間の平均値である。

飽和交通流率は、1,475～1,914 台/時であり、我が国の基本値である 1,800 台/時を下回る箇所が多くを占めていた。この結果をもとに次節から転向半径・転向角度と飽和交通流率との関係について解析することとする。

5. 転向半径・転向角度と飽和交通流率との関係

転向半径・転向角度と飽和交通流率との関係を調べるために、図-2、図-3に示す相関図を作成した。

転向半径が大きくなるに従って飽和交通流率が大きくなる傾向がある。転向半径と飽和交通流率の相関分析の結果、相関係数 $r=0.766$ (有意確率: $P=0.001$)となった。調査箇所で転向半径20m以下の飽和交通流率は、1,475 台/時～1,656 台/時であり、我が国の基本値

表-1 観測交差点の転向半径・転向角度と飽和交通流率

No.	交 差 点 名	転 向 半 径 R (m)	転 向 角 度 θ (°)	車 線 幅 員 (m)	平 均 車 頭 時 間 (秒)	車 頭 時 間 標 準 偏 差 (秒)	車 頭 時 間 サ ン プ ル 数 (台)	飽 和 交 通 流 率 (台/時)
1	老人福祉会館	8	120	3.00	2.23	0.49	97	1,614
2	恵比寿南	10	90	3.00	2.17	0.66	408	1,659
3	瀬田	10	80	3.10	2.44	0.84	528	1,475
4	高円寺陸橋	15	80	3.40	2.36	0.66	554	1,525
5	谷原 第1車線	15	80	3.00	2.25	0.62	338	1,600
6	谷原 第2車線	17.5	80	3.00	2.17	0.61	217	1,659
7	左入橋	25	100	3.20	2.01	0.76	565	1,791
8	新大宮BP入口	25	120	3.80	2.14	0.71	368	1,682
9	志村坂下	30	135	3.30	1.97	0.65	562	1,827
10	竹橋 第1車線	35	120	3.70	2.11	0.9	518	1,706
11	竹橋 第2車線	40	120	3.10	1.96	0.76	386	1,837
12	永代橋西詰	50	140	3.70	1.95	0.59	2,960	1,846
13	三宅坂 第1車線	65	135	2.85	2.18	0.9	455	1,738
14	三宅坂 第2車線	75	135	2.85	1.98	0.76	978	1,914

※ 三宅坂流入部の飽和交通流率は、車線幅員による補正を行った。

1,800 台／時を下回る結果となっている。また、基本値 1,8000 台／時を越える値を計測した転向半径は、30m 以上の箇所である。

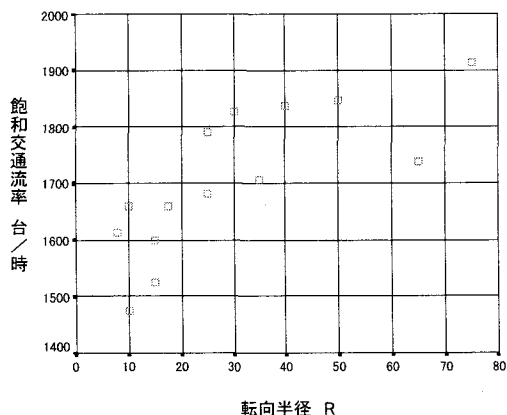


図-2 転向半径と飽和交通流率の相関図

転向角度との関係では、転向角度が大きくなるに従って飽和交通流率が大きくなる傾向がある。転向角度と飽和交通流率の相関分析の結果、相関係数 $r = 0.771$ (有意確率: $P = 0.001$) となった。

転向角度が 80° および 90° の時は、1,700 台／時未満の飽和交通流率であり、基本値を越える値が出現するのは、 120° 以上の鈍角交差点であった。

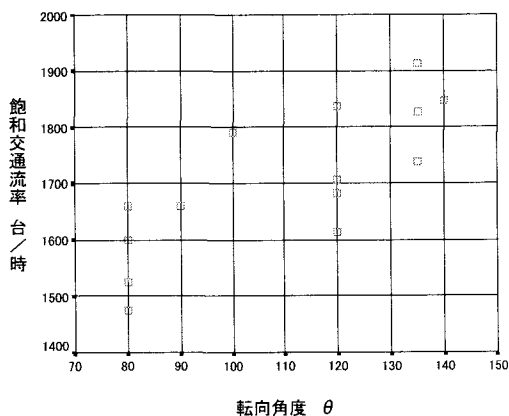


図-3 転向角度と飽和交通流率の相関図

本研究では、左折飽和交通流率の関数として、転向半径と転向角度で説明できると考えて、重回帰分析を行った。しかし、転向半径と転向角度に相関が高いことにより、有効な重回帰式は得られなかった。これは、左折専用車線は、左折交通重要が多い信号交差点で設置されており、交差点の交差角度が大きい場合は歩行者との交錯による事故防止の観点から横断歩道の設置

をしないため、隅角部半径を大きくしていることや、転向角度が小さい場合は、交差点の隅切長の制約から転向半径が小さくなるためである。

そこで、今回収集されたデータをもとに、転向半径及び転向角度について飽和交通流率に対する回帰分析を行った。分析に適用した線形式は、線形・対数・逆数・べき乗・指数とした。回帰分析の結果、転向半径と飽和交通流率に対する対数による回帰が最も適合する結果となった。その結果、以下のような回帰式が得られた。相関係数 $r = 0.812$ (有意確率: $p = 0.004$)

$$\text{左折飽和交通流率: } S_L = 1,240 + 147 \log_e R$$

6. 実測結果と諸外国との比較

日本及び諸外国における左折飽和交通流率の基本値および補正方法は様々であり、はじめに、本研究で比較した国及び基準となる文献の概略を紹介する。

日本^{(1),(2)}は、左折車線の飽和交通流率として、1,800 台／時であり、適用する転向半径・転向角度の記述はされていない。アメリカ⁽⁶⁾は、直進車の基本飽和交通流率 1,900 台／時に転向半径の影響による補正係数 0.85 を乗じた 1,615 台／時としている。日本と同様に転向半径・転向角度の適用に関する記述はない。カナダ⁽⁷⁾は、6m～15m未満の転向半径の左折に対しては、直進車の基本飽和交通流率 1,810 台／時に左折補正係数 $0.5 + R/30$ を乗じる。但し、15m以上について補正は行わない。転向角度に関する記述はない。オーストラリア⁽⁸⁾は、転向半径 15m未満の転向半径において、左折基本飽和交通流率 1,800 台／時を左折の影響係数 $(R^3 + 150)/R^3$ で除算する⁽⁹⁾。15m以上は補正を行わない。転向角度については、飽和交通流率に対する影響が少ないとして取り扱っている。

今回得られた結果と比較するために、転向半径と飽和交通流率の関係を図-4に示す。都市内街路で多く存在する転向半径 10m～14mの範囲では、今回の実測結果と比較して、アメリカの基本値が最も近く、日本の基本値 1,800 台／時は高いことが分かる。しかし、カナダ・オーストラリアは、実測結果と比較しても、転向半径の影響による飽和交通流率の変動の幅が大きく、転向半径に対する飽和交通流率の感度が高い。

転向半径 10m以下の範囲でみると、今回の調査結

果と同様な値はなく、日本・アメリカが高い値を示し、オーストラリアは、一部符合するが、カナダと同様かなり低い飽和交通流率を示している。

轉向半径15m以上の飽和交通流率については、今回の結果から、轉向半径による飽和交通流率の影響があることが示されたが、諸外国の基準は一定値としており、実測結果では40mおよびモデル式では45m以上の大きな轉向半径では、1,800 台/時以上の飽和交通流率を示しており、直進車両に近い値を示している。

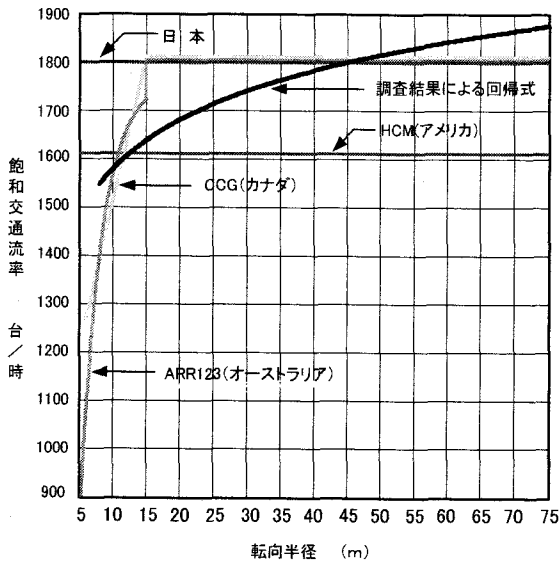


図-4 左折飽和交通流率と轉向半径の関係

7. おわりに

本研究で得られた結果をまとめると次の通りである。

- 1) 轉向半径および轉向角度はそれぞれが左折飽和交通流率に影響を及ぼし、相関関係がある。
- 2) 轉向半径と左折飽和交通流率の関係では、都市内街路の多く存在する轉向半径である10m～14mにおいて、我が国の基本値である 1,800 台/時を下回る結果となった。基本値を越える左折飽和交通流率が出現する轉向半径は、30m以上である。
- 3) 轉向角度と左折飽和交通流率の関係では、轉向角度が80° および90° の時は、我が国の基本値である 1,800 台/時未滿の飽和交通流率であり、基本値を越える値が出現するのは、120° 以上の鈍角交差点である。

4) 実測結果から轉向半径15m以上の場合でも轉向半径の影響による飽和交通流率の低減がみられる。

5) 今回のモデル式と飽和交通流率の推定値は、諸外国における基本値および補正方法との比較において、差異がみられた。しかしながら、轉向半径15m以上における実測結果においても相関関係が見いだせ、一定値ではなく轉向半径を係数とするモデル式が適当であると考ええる。また、我が国の基本値 1,800 台/時は、実測結果および諸外国と比較しても高い値となっており、検討の必要性があると思われる。また、大きな轉向半径では、直進車両と同様に扱える可能性があることが示された。

今後の課題としては、今回の分析では、データの制約から轉向半径と轉向角度の十分な関係を導くには至らなかった。しかしながら、同じ半径であっても、轉向角度の差異によって、左折走行時にドライバーの受ける制約が異なることは明らかであることから、更なるデータの蓄積を図り、影響係数の説明力を検証することによって、一般化に向けて改良を行い、適正な左折飽和交通流率の把握および運用していく必要がある。

参考文献

- (1) 道路の交通容量, (社) 日本道路協会 1984
- (2) 平面交差の計画と設計 (基礎編), (社) 交通工学研究会, 1984
- (3) 齋藤威, 池之上慶一郎: 信号交差点における交通容量算出のためのシミュレーション技法の確立, 科警研報告交通編 20 卷 1 号, 1979
- (4) Miller, A.J.: Australian road capacity guide, Bull.No4, 1968, p9
- (5) R.Kimber, et.al.: An experiment to investigate saturation flow at traffic signal junctions, TRAFFIC ENGINEERING & CONTROL, 1982, March, P110-117
- (6) Highway Capacity Manual 2000 (HCM2000), TRB, 2000
- (7) S. Teply et al.: Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections (CCG), Institute of Transportation Engineers District 7-Canada, 1995
- (8) R.Akelik: Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis, ARR123, 1981
- (9) S. Teply: Combined Effect of Radius and Pedestrians on Right-Turn Saturation Flow at Signalized Intersections, TRR1287, 1990, P82-95