

自転車混合交通における 交通容量の評価に関する課題

稲垣 具志¹・小早川 悟²・青山 恵里³・森田 綽之⁴

¹正会員 日本大学助教 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: inagaki.tomoyuki@nihon-u.ac.jp

²正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: kobayakawa.satoru@nihon-u.ac.jp

³学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: cser15001@g.nihon-u.ac.jp

⁴フェロー会員 日本大学客員教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: hi-morita@i-transportlab.jp

近年、自転車の車道通行の徹底や、自転車ネットワーク計画の策定といった自転車交通政策が積極的に展開される社会背景を受け、車道における自転車の混入率が高まることを想定して安全性や快適性の確保の側面から空間整備の議論が活発化している。一方で、自転車交通流そのものに対する容量の捉え方や、自転車の車道通行が自動車交通流へ及ぼす影響について交通容量の観点からの考察は十分ではない。

本稿では、自転車混合交通に関する交通容量の評価方法について海外における既往研究より知見を整理し、著者らが実施した交通流観測から得られた分析結果との比較を踏まえつつ、今後の自転車交通政策の推進の中で求められる研究の課題を提示する。

Key Words : *bicycle, road capacity, effect on vehicle traffic flow, saturation flow rate*

1. はじめに

我が国の限られた道路空間において自転車の適正な通行を促進するため、歩行者や自動車との共存のあり方について、これまで車両特性、事故特性、運転行動、利用意識等について様々な研究、事例の成果が報告されている。コミュニティサイクルの展開といった自転車交通政策の本格的な推進に伴い、今後の着実な増大が見込まれる自転車の交通需要に対応すべく、2012年には国土交通省から「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」¹⁾が発出され、各地における自転車ネットワーク計画の策定や、自転車の車道通行が積極的に指導される社会背景を受け、車道における自転車の混入率が高まることを想定して安全性や快適性の確保の側面から空間整備の議論が活発化している。

わが国は他の自転車保有率の高い先進国と比べて、空間の配分方法や通行方法、利用者意識のいずれにおいても独自性が高い。これは、戦後のモータリゼーションの急速な発展を背景に、自転車等の中速モードの通行すべ

き空間のあり方について検討されないまま、道路空間、道路網が構築され、通行方法においても歩道上の歩行者系のモードと混在させることが推進されてきたことに起因しており、自転車利用者の自転車通行に関するルールやマナーに対する意識も諸外国とは大きく異なる。

このような独特の道路環境、交通文化を念頭に、自転車交通流自体に対する容量の捉え方や、自転車の車道通行が自動車交通流へ及ぼす影響について交通容量の観点からの考察は十分ではない。日本道路協会発行の「道路の交通容量」²⁾では、単路部の容量算定での自転車の乗用車換算係数が示されている等、わずかに記載があるのみである。また、自転車道等の設計基準に関する通達³⁾において実用交通容量について触れられているが、自転車道以外の運用における自転車流に関する知見は乏しい。

本稿では、自転車混合交通に関する交通容量の評価方法について海外における既往研究より知見を整理し、著者らが実施した交通流観測から得られた分析結果を踏まえつつ、今後の自転車交通政策の推進の中で道路設計、道路計画に求められる研究の課題を提示する。

2. 自転車混合交通の容量評価に関する既往研究

(1) 国内における研究動向

国内の既往研究においては、自転車の適正な通行方法を促進するための手法を構築することを目指して、基本的な挙動特性分析や、自転車道、自転車ナビラインといった自転車通行に特化した施設の効果を分析した事例が数多く見受けられる^(例えば4-7)。中でも、歩道上での歩行者との錯綜^(例えば8,9)や、自転車の車道通行による他車との並進や左折車との影響関係といった自動車とのコンフリクトを検討したもの^(例えば10-13)等、安全性評価の観点から多様な視点から分析が行われ事例も多く報告されている。一方で、空間を共有する自動車との関係を交通容量の視点から考察しているものは限定的であり、交差点部において横断歩道を通行する自転車が自動車の流率に与える影響をモデル化したもの⁽¹⁴⁾、ラウンドアバウトにおいて自転車と流入車両の挙動や交通容量との関係を分析したもの⁽¹⁵⁾等が見受けられるが、自転車の存在と単路部、交差点部において混合交通の円滑性との量的な関連性が明確に示されているとは言い難い。さらに、自転車交通流の流率について検討したものは、後述の車道を通行する自転車の信号交差点での発進挙動を観測して飽和交通流率を算出した筆者らの事例があるほかは具体的な知見は見出されていない。

(2) 単路部での自転車交通流の交通容量

海外においては自転車専用道路や信号交差点での挙動観測に基づいて流率等を推定、検討しているものが見受けられる。オランダでは自転車専用道路の5単路断面（一方向通行）において通過車両の挙動を観測し、交通量、速度分布、通行位置、追い越し特性、並進特性、車頭時間を考察したものが⁽¹⁶⁾。まず、マクロ的な観点から交通量 Q [bic/h]と密度 K [bic/km]の関係が図-1のように得られ、モデル式として、

$$Q = 22.0K - 1.88 \times 10^{-3} K^2 \quad (1)$$

のように表されており、これらより自転車専用道の容量の外挿的予測値として6,000[bic/h]と算出されている。

続いて道路の断面的構造による挙動の違いを検討するために、横方向の通行位置分布を求めており、2台の自転車が並進する場合は道路幅員が狭くなるほど自転車同士の側方間隔が狭くなり、その間隔は追い越し時よりも狭くなっている。以上のような結果から、ミクロな視点で車頭時間から自転車の交通容量を推定する場合には、並進のように互いの影響関係が小さくても車頭時間は極めて小さくなってしまふといった、横方向に自由度の高い自転車特有の挙動を考慮した容量算定の考え方が必要である。

この研究では、図-2に示すような自転車専用道の断面を15.6cmずつ区切ったサブレーン (sublane) という概念が取り入れられており、横方向の影響範囲を5サブレーン分として仮定し、影響範囲内に存在する前方の自転車の中で最も近いものを追従対象車両として車頭時間を取得する。これにより求められる流率は、5レーンサブレーン分の幅員 (15.6cm×5sublane=78cm) のレーンの容量であり、これにサブレーン数を乗じて5で除することで表-1に示す値として自転車専用道の容量が推定される。なお、走行状態の分類やモデルパラメータ推定の方法は2車線道路における自動車流を対象とした考え方^(17,18)を援

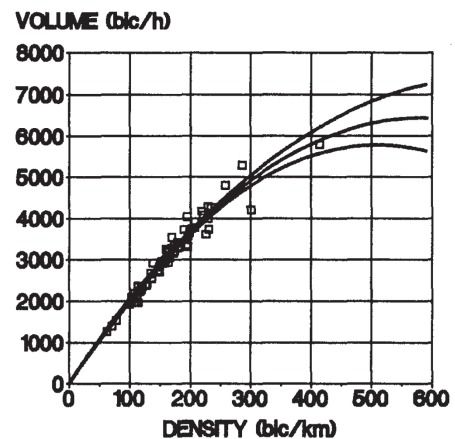


図-1 自転車交通流の交通量と密度の関係⁽¹⁶⁾

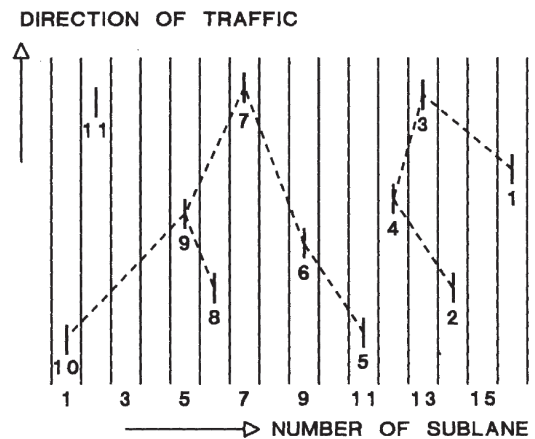


図-2 容量推定に用いる車頭時間の計測対象ペアの概念⁽¹⁶⁾

表-1 サブレーンの概念による流率推定結果⁽¹⁶⁾

Location	Path Width cm	Cap. of 78 cm bic/h	Stand. Error %	No. of Sublanes used	Capacity of Path bic/h
T-Narrow	180	3,300	2.9	9	5,900
T1-Wide	240	2,990	2.2	14	8,400
T2-Wide	250	3,490	1.8	14	9,800
T3-Wide	270	3,090	2.4	14	8,600
Tour	300	5,300	1.0	16	17,000

用している。さらに、当該研究の先行研究において 5,500[bic/hr]程度の容量として示されていた道路に対して、同様の方法でサブレーンの考え方を適用すると 8,900[bic/hr]と極めて高い値となると結論付けている。

双方向通行の流率を取り扱った研究には、自転車専用道路のLOS指標として自転車利用者のうち円滑性・快適性が阻害された (hindrance) と感じる割合を取り上げて、サービスレベルごとの流率の閾値をまとめたものがある¹⁹⁾。LOSと流率の関係を示す表-2によると、一方向通行の場合の容量は2車線で6,400[bic/h]、3車線で9,600[bic/h]となっており、双方向通行となるといずれの車線数でも容量が半減すると見積もられている。低減する要因としてすれ違い挙動による交通流への抵抗作用が挙げられているが、定量的根拠は明確に示されていない。

(3) 交差点部における自転車交通流の交通容量

交差点における自転車の飽和交通流率を考察している研究²⁰⁾では、米国の市街地内の信号交差点において青開始時の直進自転車の発進挙動をビデオ観測により得られた画像解析により分析している。直進自転車は右折車線と左折車線に挟まれた自転車レーンから自転車専用の青現示により出発し、レーン幅は8フィート (約2.4m) である。観測された車頭時間の推移を図-3に示す。1~4番目までは発進遅れの影響により車頭時間が長めであるが、信号待ち行列の5番目以降から0.80秒で一定となる (h_b) 傾向があり、これより飽和交通流率を計算すると青1時間当たり4,500台と推定されている。これは、自動車の2倍以上の値であり、その理由として自転車の場合、信号待ちの行列が複数列となり車頭時間が短くなるため、車頭時間の収束値と飽和交通流率のいずれもが自転車レーン幅員の関数となると報告されている。なお、自転車の発進時加速度は自動車よりも小さいため、1現示当たりの発進損失が2.5秒と自動車よりも (2.0秒) わずかに長くなる。

ここで、信号待ち時の停止位置の観測に基づくと、8フィート (約2.4m) の自転車レーンでは3つのサブレー

表-2 自転車通行空間のLOS基準¹⁹⁾

LOS	% with Hindrance over 1 km	Service Volume (bic/h)			
		One-Way		Two-Way	
		2-lane	3-lane	2-lane	3-lane
A	0-10	130	780	65	150
B	10-20	260	1560	105	230
C	20-40	520	3120	170	350
D	40-70	910	5460	250	500
E	70-100	1300	7800	325	630
F	100	----	----	---	---
Capacity		6400	9600	3200	4800
Volume Capacity Ratio at LOS E-F		0.20	0.81	0.10	0.13

ンが、6フィート (約1.8m) では2つのサブレーンが存在していることが仮定できるため、この例ではサブレーンに対して青1時間当たり1,500台の流率を期待することができ、自転車レーン全体での容量は式(2)のように定式化される。

$$c_b = s_b \frac{g}{C} N_b = 1,500 \frac{g}{C} N_b \tag{2}$$

- ここに、 c_b : 自転車レーン全体の容量
- s_b : 自転車レーン全体の飽和交通流率
- g : 自転車レーンに対する有効青時間
- C : 信号サイクル長
- N_b : サブレーンの数

自転車レーンの幅員と自転車停止時の横方向の間隔に基づいて飽和交通流率を推定したものが表-3である。自転車は隣接車線や縁石から一定距離を保つ特性があるため、自転車の流率は表-3のように自転車レーンの幅員のみで推定するのではなく、有効と考えられるサブレーン数、もしくは実際に観測されたサブレーン数に基づいて検討すべきであると主張している。

(4) 自転車が自動車交通流に与える影響

信号交差点における右左折自動車の飽和交通流率について、自転車の存在による影響を検討したもの²¹⁾がある。これは、車線別の飽和交通流率において、右折 (日本では左折に相当) による流率の低減を、直進自動車のみの流率を基本値としこれに調整係数を乗ずるによって表現する考え方である。

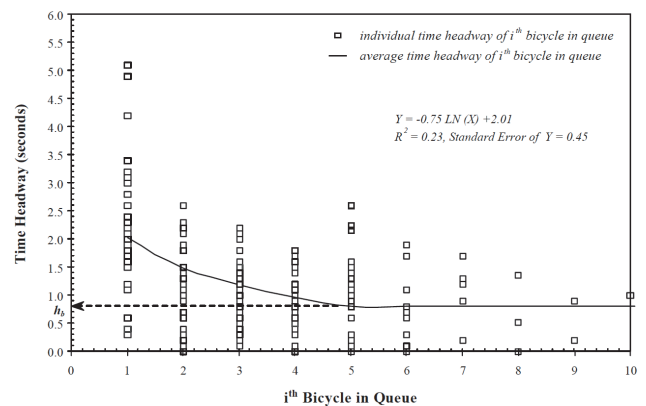


図-3 発進時の直進自転車の車頭時間²⁰⁾

表-3 自転車レーン幅員と飽和交通流率の関係²⁰⁾

Width of Bicycle Lane	Estimated No. of Sub-Lanes	Estimated Saturation Flow Rate (bicycles per hour of green)
Feet	Meters	
3	0.92	1,500
4	1.22	1,500 to 3,000
5	1.53	3,000
6	1.83	3,000
8	2.44	4,500
10	3.05	6,000 to 7,500

右折による流率の低減のうち、隣接の自転車レーンを同方向に交差点へ流入する直進自転車による影響を定量的に表現するために、右折自動車と自転車の両者の通行空間が交差するコンフリクトゾーンを設定し、青時間のうちこのゾーンを自転車占有する時間割合を示すオキュパンシー指標を定義している。米国HCMでも同様にオキュパンシーによる手法を採っているが、オキュパンシー指標について現況をビデオ観測等によって算出することは可能とはいえ解析が煩雑であり（当時の技術では）実用的ではないことから、容易に計測、推定できる自転車交通量との関係を明らかにしており、図-4のような単純な線形モデルが最適であることを示している。

また、自転車以外の影響として、横断歩道における歩行者についても同様なオキュパンシー指標を適用して自転車と歩行者の各コンフリクトゾーンにおける占有状態の重なりを表現し、さらに信号現示の種類による占有状態の違いも考慮した総合的なオキュパンシーによる流率低減の考え方を提言している。表-4は車線・信号運用別に自転車歩行者の占有による流率低減の調整係数 (f_{Rpb}) と、右折行動そのものによる調整係数 (f_{RT}) を示したものであり、専用車線・専用現示では低減がない ($f_{Rpb}=1.0$) が、その他のケースでは上述の総合的なオキュパンシー指標 (OCC_r) によって低減量を調整している。なお、右折行動そのものによる重み係数は0.85を基本としており、混在車線（右直）では右折車の混入率によって変動する。

以上における推定、検証は米国2都市の信号交差点における現地観測データに基づいたものであり、低減調整係数は表-5に示すように、HCMの手法よりも低減率が高くなるように見積もられることが示され、その差異は自転車歩行者交通量に依存することが明らかにされている。

3. 国内における自転車交通流の容量分析

わが国の独特な自転車交通流に関して道路容量や交通流特性の観点からの知見が十分でないことを受け、筆者ら^{22, 23)}は国内における自転車交通流の交通容量に関する基本的な特性を考察することを目的として、信号交差点で青開始時に車道から発進する直進自転車の挙動を観測し、発進遅れや車頭時間等の現象を考察している。ここでは、当該研究で示された結果と上述の海外事例を比較しながら検討を行う。

(1) 調査・データ取得の概要

発進挙動や飽和交通流率等の特性の把握には、十分な自転車交通需要が発生している状況を捉える必要がある

ため、現地調査を東京都内に設定されたコースを自転車が連続的に走行するイベントの開催時に実施した。基本となる交通流特性を知ることが目的であるため、対象と

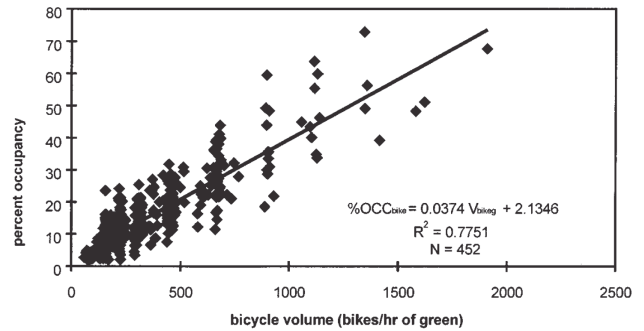


図-4 自転車交通量とオキュパンシーとの関係²⁾

表-4 車線・信号別の流率調整係数²⁾

CASE	f_{Rpb} FORMULAS ^a	f_{RT} FORMULAS
1 - Exclusive lane; protected phase	1.0	0.85
2 - Exclusive lane; permitted phase	1 - OCC _r	0.85
3 - Exclusive lane; prot/perm phase	1 - (1 - P _{RTA}) OCC _r	0.85
4 - Shared lane; protected phase	1.0	1.0 - P _{RT} [0.15]
5 - Shared lane; permitted phase	1 - P _{RT} OCC _r	1.0 - P _{RT} [0.15]
6 - Shared lane; prot/perm phase	1 - P _{RT} (1 - P _{RTA}) OCC _r	1.0 - P _{RT} [0.15]

^aSubstitute [0.6 (OCC_r)] for [OCC_r] where appropriate

P_{RT} = proportion of right turns in lane group
P_{RTA} = proportion of right turns using protected phase

表-5 HCM調整係数 (Current) と提案型調整係数の比較²⁾

Bicycle vol., bph	Pedestrian vol., pph	PRT	Current f_{RT}	Proposed $f_{RT} * f_{Rpb}$
50	100	0.1	0.978	0.970
50	100	0.3	0.934	0.912
50	100	0.5	0.889	0.855
50	500	0.1	0.959	0.933
50	500	0.3	0.876	0.804
50	500	0.5	0.794	0.681
50	2500	0.1	0.904	0.896
50	2500	0.3	0.712	0.696
50	2500	0.5	0.520	0.506
250	100	0.1	0.968	0.957
250	100	0.3	0.905	0.873
250	100	0.5	0.842	0.793
250	500	0.1	0.949	0.926
250	500	0.3	0.848	0.782
250	500	0.5	0.746	0.646
250	2500	0.1	0.904	0.894
250	2500	0.3	0.712	0.691
250	2500	0.5	0.520	0.499
500	100	0.1	0.956	0.941
500	100	0.3	0.869	0.826
500	100	0.5	0.782	0.716
500	500	0.1	0.937	0.917
500	500	0.3	0.812	0.756
500	500	0.5	0.687	0.603
500	2500	0.1	0.904	0.893
500	2500	0.3	0.712	0.686
500	2500	0.5	0.520	0.491

HCM Case 5; proposed f_{Rpb} assumes g/C = 0.5 in table

した信号交差点（6地点）の流入部における自転車通行の運用形態は車道混在で、矢羽根やカラー舗装といった自転車の通行指導に特化した施設の存在しない箇所である。ビデオカメラにより、交差点進入基準線の自転車後輪通過時刻、自転車車種（一般車、スポーツ車、小径車）、信号切り替わり時刻、左折自動車の状況を取得し、各交差点における車頭時間を求めている。

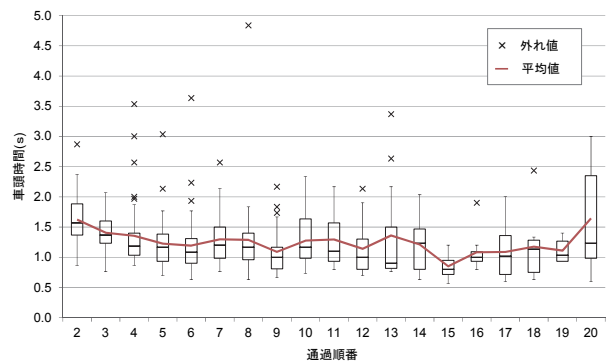
(2) 車頭時間

例として2交差点（東陽6丁目、住吉2丁目）における車頭時間の分布を図-5に示す。箱ひげはTukey法を用いて表現しており、箱の上底および下底はそれぞれ75パーセンタイル値、25パーセンタイル値で、箱内の横線は中央値を示している。×印は検出された外れ値を示しており、ひげの両端は外れ値を除いた最大値と最小値である。

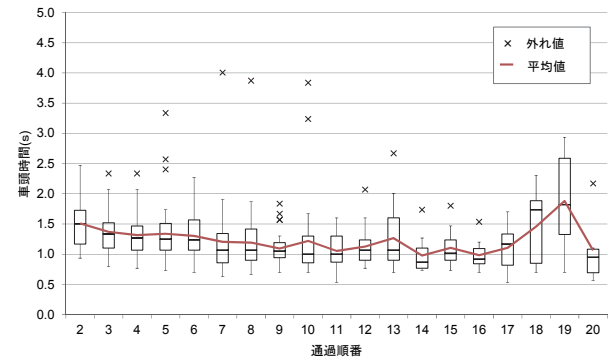
2台目の車頭時間は1.5秒で、図-3に示した米国での例とほぼ同じ値を示しており、その後は後続車両となるにつれ短くなっている。東陽6丁目では米国と同様に5台目以降で発進遅れの影響が留まっているが、住吉2丁目では5台目以降も車頭時間は低下し続けており、これが発進遅れの影響であるか否かも含めて詳細な検討が必要である。発進遅れの影響を除けば車頭時間は1.0～1.5秒の間を推移しているが、これは交差点における自動車の車頭時間1.8～2.0秒²⁴⁾よりも短いことは米国の観測例と同様であるが、米国の一定値が0.8秒であることと比べると本調査ではやや大きな値を示していることとなる。これは分析対象とした直進自転車群に、並進や追い越しの挙動が含まれていないためと考えられる。

(3) 飽和交通流率

調査交差点のうち、例として2交差点（住吉2丁目、業平1丁目）の累加車頭時間の分布を示したものが図-6である。いずれも5台目以降の自転車を対象としている。発進遅れはいずれも自動車の2.0秒よりも長く、米国の事例と同様の傾向がある。算出された飽和交通流率は、2,903～3,185[台/青1時間]であるが、先述の海外の分析事例と比較すると、表-1の78cm幅相当（5サブレーン）の容量、表-2のOne-Way, 2-laneの1/2を1-lane相当とみなした場合の値に近いことが分かる。一方で表-3を参照すると2サブレーンの値に匹敵することから、通行空間の横方向自由度に敏感な自転車の並進状況の違いによる流率への影響を、今後詳細に検討する必要があるといえる。

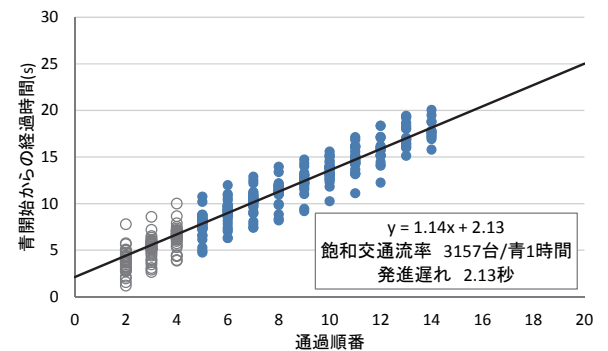


a) 東陽6丁目

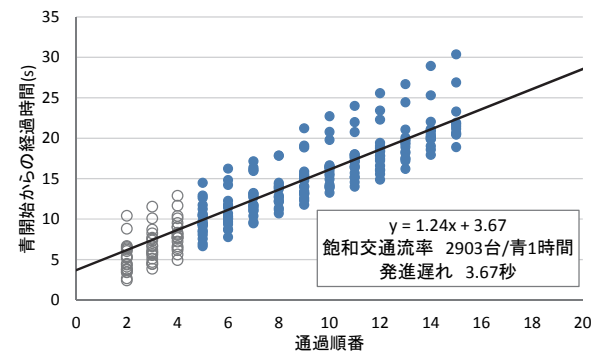


b) 住吉2丁目

図-5 観測された車頭時間分布²⁵⁾



a) 住吉2丁目



b) 業平1丁目

※ ○は飽和交通流率算出の対象外となるサンプル

図-6 累積車頭時間分布と飽和交通流率²⁵⁾

4. 今後の課題

本稿では、国内における自転車交通流そのものに対する容量の捉え方や、自転車の車道通行が自動車交通流へ及ぼす影響について交通容量の観点からの知見が不十分であることを踏まえ、自転車混合交通に関する交通容量の評価方法について海外における既往研究より知見を整理し、著者らが実施した交通流観測から得られた分析結果との比較を行った。横方向に自由度の高い自転車の挙動は通行空間の有効幅員や、車道上での他の混在車両からの影響が大きく、海外の文献においても示される交通流率の変動が大きく、明確な根拠・道路交通条件とともに推奨値が定められるまでには至っていない。今後は、これらの多種多様な影響について定量的関係を把握するための調査、実験によりさらなる検討が求められる。

参考文献

- 1) 国土交通省：安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン, 2012.
- 2) 社団法人日本道路協会：道路の交通容量, 1984.
- 3) 自転車道等の設計基準について, 昭和 49 年 3 月 5 日, 道企発第 12 号, 1974.
- 4) 本田肇, 木村泰, 伊藤克広, 岸田真：交差点隅角部における自転車滞留特性に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, 4pp., 2011.
- 5) 萩田隼平, 鈴木弘司, 藤田素弘：利用特性を考慮した交差点部の自転車道構造に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, 6pp., 2011.
- 6) 海老澤綾一, 久保田博之：交差点における矢羽根型表示“自転車ナビライン”の試行について, 第 34 回交通工学研究発表会論文集, pp.523-526, 2014.
- 7) 矢澤拓也, 金利昭：自転車レーンの昼夜間における利用実態- 国道 463 号「埼大通り」をケーススタディとして, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5 (土木計画学研究・論文集第 32 巻), pp.1_755-1_764, 2015.
- 8) 山中英生, 半田佳孝, 宮城祐貴：ニアミス指標による自転車歩行者混合交通の評価法とサービスレベルの提案, 土木学会論文集, No.730, pp.27-37, 2003.
- 9) 小川圭一：自転車通行可の歩道上における自転車・歩行者の通行位置に関する分析, 第 31 回交通工学研究発表会論文集, pp.405-408, 2011.
- 10) 佐々木諒, 稲垣具志, 大倉元宏：ヒヤリハット分析に基づいた自転車通行方法の安全性評価に関する研究- ドライブレコーダ データを活用した錯綜状況の定量化-, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第 31 巻), pp.1_859-1_868, 2014.
- 11) 小川倫, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇：自転車と左折自動車の交錯を考慮した交差点整備方式の評価- マルチエージェント・シミュレーションを用いて-, 第 34 回交通工学研究発表会論文集, pp.531-536, 2014.
- 12) 杭瀬翔太, 橋本成仁：左折導流路に設置された横断歩道上における自動車と自転車の錯綜事象に関する分析, 都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp.855-860, 2014.
- 13) 紫藤聖也, 沼田仲穂, 澤田東一, 松井雄馬：車道に於ける自動車と自転車の並走に関する研究, 自動車技術会論文集, Vol.44, No.1, pp.105-110, 2013.
- 14) 河合芳之, 鹿田成則, 大口敬, 片倉正彦：横断歩行者等を考慮した最外側車線の流出率モデルと流入部の交通容量解析, 土木学会論文集, No.779, pp.69-82, 2005.
- 15) 神戸信人, 尾高慎二, 康楠, 中村英樹, 森田緯之：日本におけるラウンドアバウトの実測最大交通量と交通容量の分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5 (土木計画学研究・論文集第 32 巻), pp.1_1017-1_1025, 2015.
- 16) H. Botma and H. Papendrecht : Traffic operation of bicycle traffic : *Transportation Research Record*, No.1320, pp.65-72, 1991.
- 17) H. Botma and J. H. Papendrecht and D. Westland : Validation of capacity estimators based on the decomposition of the distribution of headways, *Transportation Research Laboratory*, Delft University of Technology, 1980.
- 18) P. Wasielewski : Car-Following Headways on freeways interpreted by the semi-poisson headway distribution model, *Transportation Science*, Vol.13, No.1, pp.36-55, 1979.
- 19) H. Botma : Method to determine level of service for bicycle paths and pedestrian-bicycle paths, *Transportation Research Record*, No.1502, pp.38-44, 1995.
- 20) D. P. Allen, J. E. Hummer, N. M. Roupail and J. S. Milazzo II : Effect of bicycles on capacity of signalized intersections, *Transportation Research Record*, No.1646, pp.87-95, 1998.
- 21) W. Raksuntorn and S. I. Khan : Saturation flow rate, start-up lost time, and capacity for bicycles at signalized intersections, *Transportation Research Record*, No.1852, pp.105-113, 2003.
- 22) 稲垣具志, 小早川悟, 青山恵里, 松原淳：自転車の信号交差点発進挙動に関する基礎的分析, 第 34 回交通工学研究発表会論文集, pp.527-530, 2014.
- 23) 青山恵里, 稲垣具志, 小早川悟, 森田緯之：信号交差点における自転車の飽和交通流率の基礎分析, 交通工学論文集, Vol.2, No.2, pp.A_92-A_99, 2016.
- 24) 社団法人交通工学研究会：交通容量データブック 2006, p.95, 2006.

RESEARCH AGENDAS ON BICYCLE MIXED TRAFFIC IN TERMS OF TRAFFIC CAPACITY

Tomoyuki INAGAKI, Satoru KOBAYAKAWA, Eri AOYAMA
and Hirohisa MORITA