

ラウンドアバウトにおける 自転車の通行安全性に関する分析

栗田 恭太郎¹・鈴木 弘司²

¹ 正会員 浜松市土木部 天竜土木整備事務所（〒431-3392 静岡県浜松市天竜区二俣町二俣 481 番地）
E-mail:awata0317k@gmail.com

² 正会員 名古屋工業大学大学院准教授（〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町）
E-mail:suzuki.koji@nitech.ac.jp

本研究ではラウンドアバウト（RAB）における自転車の通行安全性について、事故の原因となり得る、環道内で自転車が自動車を追従し、追い越す行為に着目した分析を行う。構造の異なる 3 か所の RAB での走行調査、観測調査に基づいて、環道内での自転車追越しの発生状況について、走行位置、追従行為の継続時間、走行速度の観点から比較した。その結果、自転車の走行位置が環道の中央に近いほど追越しは発生せず、自動車 OD によらず 2~4 秒の追従時間のとき、追越しが発生しやすい傾向にあることがわかった。また、追従開始時の自動車の走行速度と自転車の速度差、エプロンによる段差が追越しの発生有無に大きな影響を与えることが分かった。

Key Words: roundabout, bicycle behavior, intersection geometry, traffic safety

1. はじめに

近年、わが国では交通量の少ない交差点における制御方式としてラウンドアバウト（以下、RAB）が認知され、各地で導入が進んでいる。ここで、RABでは、自転車は環道の側端を通行しなければならないが、これを定めた改正道路交通法が施行されたのが 2014 年 9 月 1 日のことであり、自転車の通行安全性についての検討課題は多い。一部の RABでは、自転車の走行方向と位置を示す矢羽が環道内に設置されている¹⁾が、わが国においてどのような道路構造、交通条件のときに、環道内で自動車が自転車を並走、追越がされるか等、利用実態に即した分析例は少なく^{2),3)}、特に、自転車の RAB 断面方向の走行位置や追従時間、両者の速度差等の要素と追越し挙動の発生やすさについての分析例はみられない。

本研究では、幾何構造の異なる RAB における自転車走行調査および観測調査に基づき、被追従自転車の通行位置による自動車の追越し挙動の特性や、追従・追越し挙動の時間的、速度的な傾向に関する分析を行う。

2. 調査概要

RAB の構造特性諸量の定義を図-1、調査対象交差点の外観を図-2 から図-4、その構造特性諸量を表-1、流入角

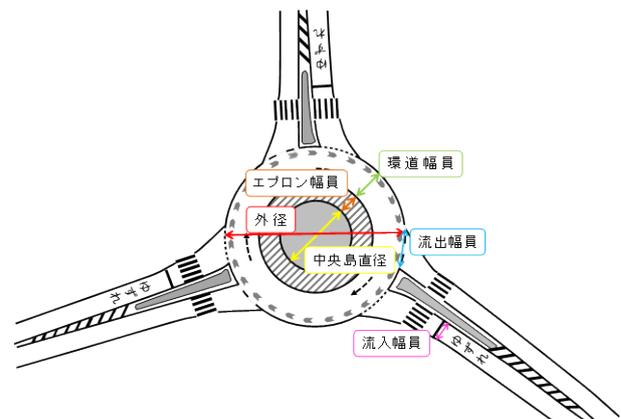


図-1 RAB 構造諸量の定義



図-2 角田浜 RAB の外観

表-1 RAB 構造諸量

交差点	枝	外径 [m]	中央島直径 [m]	流入幅員 [m]	流出幅員 [m]	流入角度 [°]	流出角度 [°]	分離島	環道幅員 [m]	エプロン幅員 [m]	自転車帯幅員 [m]	エプロン構造
角田浜 RAB	N	30	12	2.8	6.8	49	44	○	4.0	3.0	1.5	段差・ゼブラ
	SE			3.0	6.0	53	43	○				
	W			2.9	6.0	53	40	○				
糸満 RAB	N	39	24	3.0	6.0	45	30	○	5.0	3.0	0	カラー舗装
	E			2.8	6.2	52	47	○				
	SE			2.7	5.3	53	32	×				
	S			2.7	6.0	55	55	○				
	W			3.0	5.3	59	74	○				
東和町 RAB	N	30	14	3.0	6.6	46	52	○	5.0	3.0	0	段差・カラー舗装
	E			3.0	10.2	50	38	○				
	S			2.9	7.7	45	44	×				
	W			3.0	6.2	53	40	○				
	NW			2.6	3.9	75	48	×				

表-2 走行調査の概要

交差点	調査日時	走行回数 [回]	走行OD	天候
角田浜RAB	2017年4月20日(木) 10:00~18:00	169	右折	晴れ
糸満RAB	2016年12月16日(金) 7:00~14:00	200	右折・直進	晴れ
東和町RAB	2016年11月18日(金) 7:30~15:30	206	右折・直進	晴れ

度と流出角度の計測方法を図-5、図-6に示す。図-5における、線 A は流入部停止線の midpoint と流入部環状ドット線の midpoint を結ぶ直線で、線 B は RAB 中心から流入部環状ドット線左端点に引いた直線である。B 線の垂線である線 C と線 A のなす角を流入角度とする。流出角度も同様に算出するが、図-6の線 a は流出部横断歩道端線の midpoint と流出部環状ドット線の midpoint を結ぶ線となる。

表-1 より、調査対象交差点の内、角田浜 RAB のみ 3 枝、糸満 RAB と東和町 RAB は 5 枝の流入出路が交わる構造となっている。糸満 RAB は他の RAB と比較して外径が 9.0m 大きい 39m となっておりエプロンと環道の間が段差構造になっていないことが特徴である。角田浜 RAB は自動車が走行する環道の幅員は 4.0m と、他の RAB と比較して 1.0m 小さくなっているが、自転車通行帯の幅員が 1.5m あり、環道幅員との合計では他の RAB を 0.5m 上回る。

走行調査の調査日時、走行回数、走行 OD を表-2 に示す。走行調査は複数の 20 代男性調査員が自転車で調査対象 RAB を走行し、この様子を高所に取り付けたビデオカメラで撮影した。走行する流入出路 (OD) は、角田浜 RAB では右折 OD、糸満 RAB および東和町 RAB では右折と直進の OD とした。

本研究では、環道内で、自動車が自転車を追従する事象に着目して分析を行うため、調査で得られた映像から、追従する自動車と追従される自転車の挙動データを取得することとする。



図-3 糸満 RAB の外観



図-4 東和町 RAB の外観

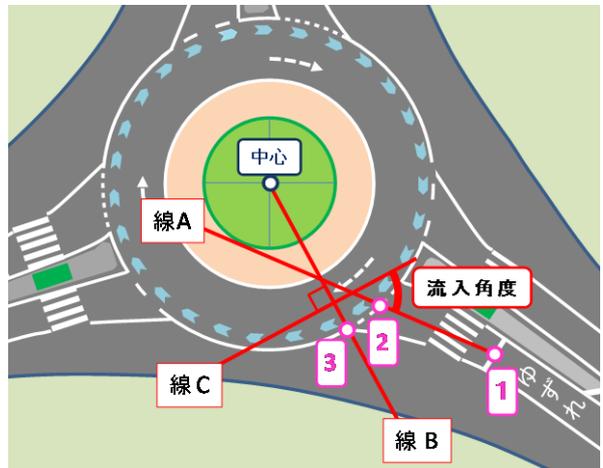


図-5 流入角度の計測方法

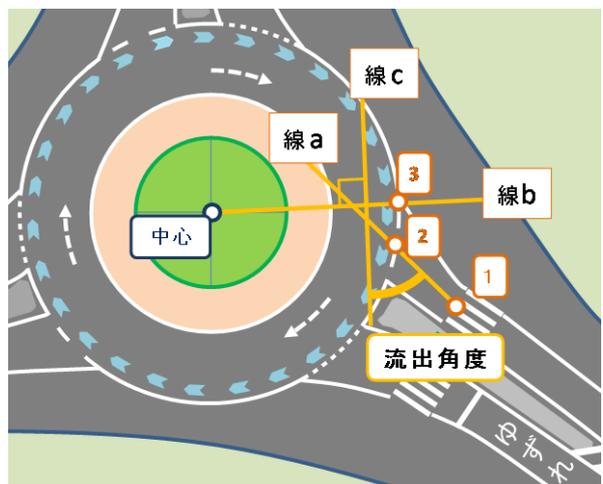


図-6 流出角度の計測方法

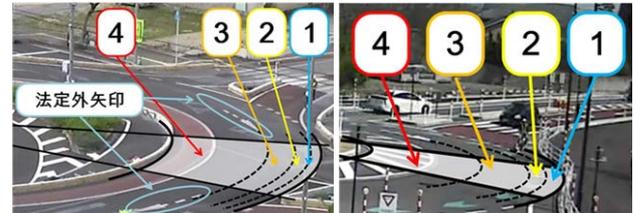
図-7 に追従の定義図を示す。追従とは自転車が行っている地点の前後の枝のなす角を α とした時 (図-7 左), 自転車を基準に後方 α の範囲 (図-7 右) の環道内を自動車が行っている状態とする。



図-7 追従の定義図

3. 自転車の環道内走行位置に関する分析

環道内を走行する自転車の走行位置と自転車を追従する自動車の追越し挙動の関係を分析する。走行位置は外部観測調査で得られた映像を動画編集ソフトで再生し、追従開始時点から 1 秒ごとのデータを記録する。ここで、自転車の走行位置は前輪の接地点とする。自転車が走行する可能性のある、中央島外端と外側線に囲まれた範囲を、4 つの区域に分類し、外側線に近い区域から 1~4 の順に採番する。自転車の走行位置分類を図-8 に示す。



(a) 矢羽がないRAB (b) 矢羽があるRAB

図-8 自転車の走行位置分類

自転車は常に同じ位置を走行するとは限らないため、複数の区域を走行していた自転車については、その代表値を選んで分析を行うこととする。自転車が環道に流入し流出するまでの一連の走行位置をもとに、走行位置を 3 種類の指標で表すことで、分析を行った。

表-3 に分析に使用する 3 つの指標を、図-9 に自転車の走行軌跡の例を示す。「追従開始」は追従自動車の運転手が自転車の動きを意識し始める時点の自転車位置を想定しており、「最も内側」は自動車の進路を最も閉塞した時の自転車位置、「最頻値」は追従自動車の運転手が自転車の走行位置として認識する可能性が最も高い位置を想定している。

追従を行った自動車の内、追い越した自動車を「追越し」、追い越さなかった自動車を「追従のみ」と表記する。また、各RABにおける追従行為の全件数の内、追越し件数が占める割合を「追越し割合 P_{pass-i} [%]」と表記する。追越し割合の計算式を式(1)に示す。

$$P_{pass-i} = \frac{N_{pass-i}}{N_{follow-i}} \times 100 \quad (1)$$

ここで、

- N_{pass-i} : RAB*i*における追越し件数[回],
- $N_{follow-i}$: RAB*i*における追従行為の全件数[回],
- i : 1 (角田浜), 2 (糸満), 3 (東和町)

「追従開始」の指標に基づき分類された、交差点ごとの自転車走行位置と追従行為の発生件数、追越し割合関係を図-10 に示す。

図-10 より、角田浜 RAB では、自転車走行位置が環道側端に近いほど追越し行為が発生していることが分かる。追越し行為の発生件数に注目すると、自転車の走行位置が区域 3 より内側の時に発生した追越しはわずか 1 件で

表-3 走行調査の概要

指標	詳細	図-9における例
追従開始	追従が開始した時点の自転車の走行位置	自転車が環道に流入した時、後方に自動車が存在するため「1」を採択する。
最も内側	自転車が最も環道中央に近づいた時点の自転車の走行位置	自転車の軌跡の中で、最も環道中央に近い走行位置、「3」を採択する。
最頻値	1秒おきに観測される自転車位置の中で、最も多く観測されたもの	走行位置「1」及び「3」は1回、「2」は2回観測されているので「2」を採択する。

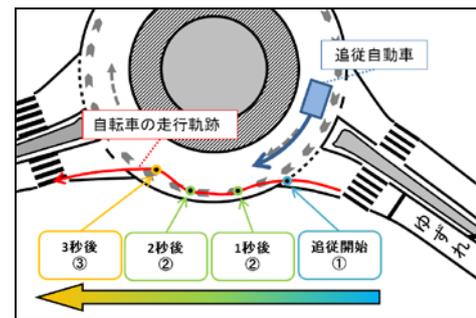


図-9 自転車走行軌跡のイメージ

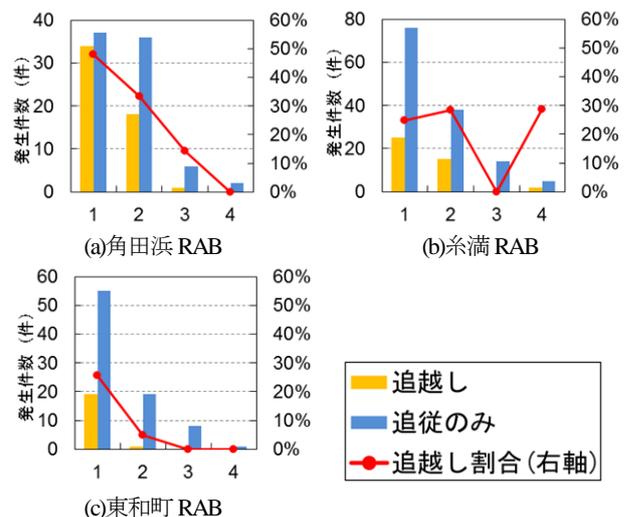


図-10 「追従開始」走行位置と追越し発生状況

ある。次に、糸満 RAB では、区域 1 よりも区域 2 における追越し割合が高くなっている。また、自転車が環道中央に近い区域 4 を走行しているケースで、追越しが 2 件発生している。東和町 RAB では、自転車走行位置が環道中央に近いほど追越し割合が低下していることが分かる。

「最も内側」の指標に基づき分類された、交差点ごとの自転車走行位置と追従行為の発生件数、追越し割合関係を図-11 に示す。

図-11 より、角田浜 RAB では、自転車の走行位置が環道中央に近いときほど追越し割合が低下していることが分かる。特に、外側線に近い区域 1 を走行している時の追越し割合は 58.8% となっており、追従した自動車の半数以上が追越しを行っている。次に、糸満 RAB では、区域 2 を走行した時の追越し割合が区域 1 における追越し割合をわずかに下回っている。なお、区域 4 を走行した時、2 件の追越し件数が存在する。東和町 RAB では自転車の走行位置が環道中央に近いときほど追越し割合が低下している。また、角田浜 RAB と東和町 RAB では、「追従開始」分類時と同様に、自転車の走行位置が環道中央に近いほど追越し割合および追越し件数が低下する傾向がみられる。

「最頻値」の指標に基づき分類された、交差点ごとの自転車走行位置と追従行為の発生件数、追越し割合関係を図-12 に示す。

図-12 より、角田浜 RAB では、外側線に近い区域 1 を走行している時の追越し割合は 51.6% となっており、追従した自動車の半数以上が追越しを行っていることが分かる。また、区域 3 および区域 4 においては、追越し行為が発生していない。次に、糸満 RAB において、区域 1 を走行した場合と比較して区域 2 を走行した場合の追越し割合、追越し件数ともに減少していることが分かる。また、区域 4 における追越し件数が 1 件あった。東和町 RAB においては、自転車の走行位置が環道中央に近い時ほど追越し割合、追越し件数がともに低下していることが分かる。3 つの交差点を比較すると、区域 1 と区域 2 の追越し割合の差について、糸満 RAB、東和町 RAB の値がそれぞれ 6.5%、6.1% なのに対し、角田浜 RAB では 20.8% の大きな差がみられる。

4. 自動車の追従時間と追越し挙動の関係分析

自動車が自転車を追従する「追従時間」と追越し挙動発生との関係を分析する。追従時間とは、RAB 環道内で自動車が自転車を追従する時間である。追従時間の終了は表-4 に示す 3 事象が起きた時間のうち、最も早い時間とする。表-4 の「3. 自動車流出路の通過」のイメージ

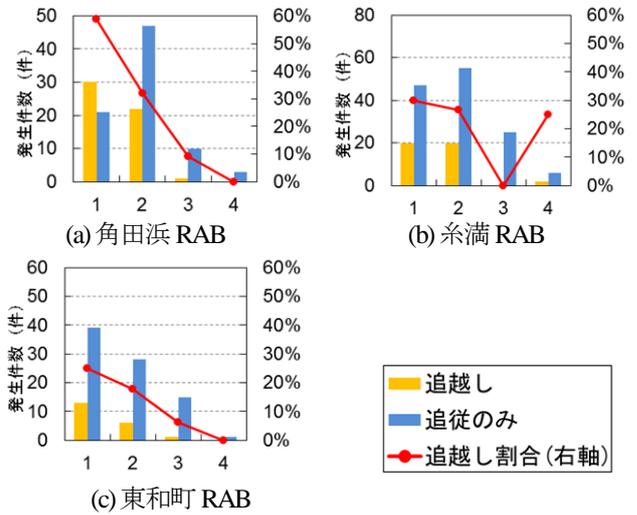


図-11 「最も内側」 走行位置と追越し発生状況

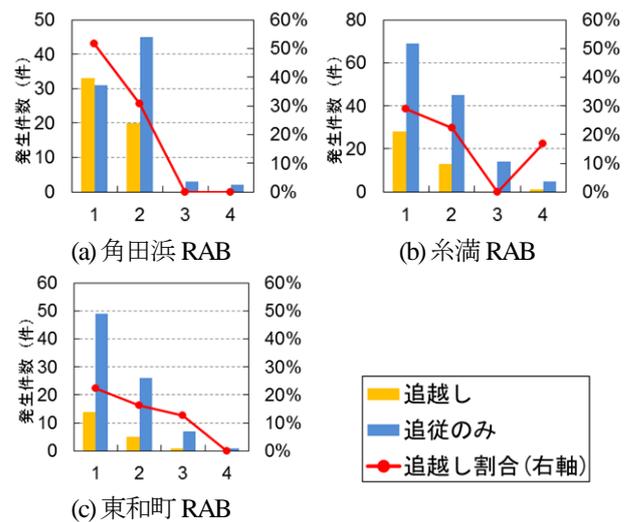


図-12 「最頻値」 走行位置と追越し発生状況

表-4 追従終了となる事象

事象	1. 車両の流出	2. 追越し	3. 自動車流出路の通過
詳細	追従する自動車または追従される自転車が環道から流出した時間。	追従する自動車が自転車を追い越した時間。環道の中央から見て自動車の左前輪、自転車の前輪が外側線を通り過ぎた時間とする。	自動車の流出路を自転車通過した時間とする。(図12を参照)
3事象の発生時間の中で最も早い時間が追従終了時間となる。			



図-13 「自動車流出路の通過」のイメージ

を図-13 に示す。また、自動車の挙動に影響を与える要素として、自動車が流入出した枝の組み合わせ（以下、OD）があると考えられるため、本研究ではODを「環道走行角 θ 」を基に右折と左折の 2 つに分類し、分析を行

う。ここで、左折として扱うODと右折として扱うODをそれぞれ、「左折相当OD」、「右折相当OD」とする。

環道走行角の定義図を図-14 に示す。この角度は、環道の中央から流入部の外側線の端点に伸ばした線（図中①）と流出部外側線の端点に伸ばした線（図中②）のなす角である。自動車が環道走行する距離が長いほど、環道走行角は大きくなる。表-5、表-6 に左折相当 OD、右折相当 OD の環道走行角を示す。表-5、表-6 より、左折相当 OD の環道走行角は $57^{\circ} \sim 117^{\circ}$ 、右折相当 OD の環道走行角は $146^{\circ} \sim 209^{\circ}$ の範囲である。

各交差点における、左折相当 OD の車両を対象とした追従時間と自動車の追越し発生の関係を図-15 に示す。

図-15 より、角田浜 RAB では、追従時間が 2~4 秒の時に追越し割合が最も高くなり、4 秒以上では追越しは発生していない。次に、糸満 RAB では、追従時間が 0~2 秒の時に追越し割合が最も高くなり、6 秒以上では追越しは発生していない。東和町 RAB では、追従時間が 2~4 秒の時に追越し割合が最も高くなり、4 秒以上では追越しは発生していない。また、すべての RAB において追従時間が 2~4 秒の時の追越し件数が最も高く、4 秒以上では追越し割合、追越し件数ともに減少する傾向がみられた。追越し割合の変化に注目すると、角田浜 RAB と東和町 RAB においては追従時間が 2~4 秒の時の追越し割合が突出しているが、糸満 RAB においては、追従時間による追越し割合の変化が少ないことが分かる。

各交差点における、右折相当 OD の車両を対象とした追従時間と自動車の追越し発生の関係を図-16 に示す。

図-16 より、角田浜 RAB では、追従時間が 2~4 秒の時の追越し割合および追越し件数が最も高く、追従時間が 4 秒以上になっても一定数の追越し行為が発生している。糸満 RAB では、追従時間が 2~4 秒の時の追越し割合が高くなる一方で、追越し件数は 4~6 秒の時に最多となる。また、追従時間が 0~8 秒の間で、追越し割合は 25%以上の割合を示す。東和町 RAB では、追従時間が 2~4 秒の時の追越し件数が最も高い 3 件となる。

図-15、図-16 より、糸満 RAB は角田浜 RAB と比べて、追従時間による追越し割合の変化が大きいことが分かる。糸満 RAB では、追従する自動車が比較的自由的なタイミングで追越しを行っていると思われる。

5. 走行速度と追越し挙動の関係分析

自転車を追従する自動車の走行速度と推移および追従される自転車との速度差が環道内の追越し挙動に与える影響を分析する。まず、画像解析ソフト (George)⁴⁾ で取得したデータから、自動車の環道流入前の速度、環道流入時の速度、環道内の平均速度、環道流出時の速度

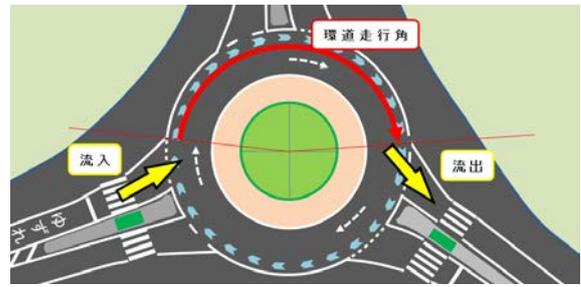


図-14 環道走行角 θ の定義

表-5 左折相当 OD

交差点	流入	流出	環道走行角 [°]	標本数
角田浜	N	SE	57	44
	SE	W	62	
	W	N	43	
糸満	N	E	62	66
	N	SE	117	
	E	S	63	
	SE	W	97	
	S	N	94	
東和町	N	S	96	41
	E	W	105	
	S	NW	111	
	W	N	67	
	NW	E	60	

表-6 右折相当 OD

交差点	流入	流出	環道走行角 [°]	標本数
角田浜	N	W	188	88
	SE	N	169	
	W	SE	165	
糸満	N	S	170	72
	E	N	204	
	SE	N	161	
	S	E	205	
	W	SE	186	
東和町	N	W	174	26
	E	NW	195	
	S	N	146	
	S	E	209	
	NW	S	154	

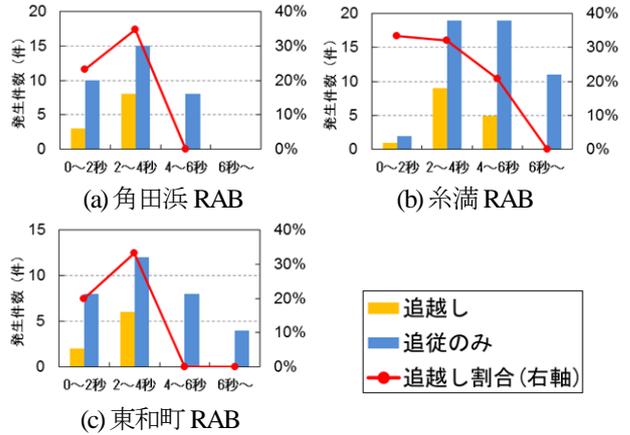


図-15 左折相当 OD 時の追従時間と追越しの関係

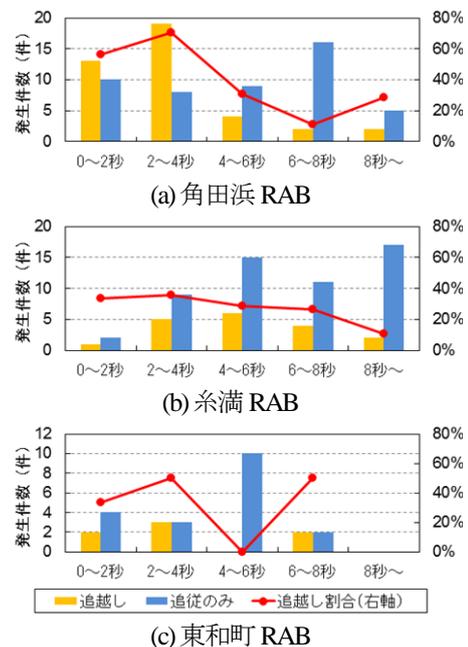


図-16 右折相当 OD 時の追従時間と追越しの関係

を抽出する。ここで、環道流入前の速度とは、流入部の横断歩道手前の停止線通過時の速度とする。自転車の走行速度は、自動車と比較して速度のばらつきが小さいとみられることから、外側線上を走行したものと仮定して、式(2)に示すように簡易的に計測する。

$$v_{bicycle} = \frac{D_i \cdot \pi \cdot \theta_i}{360 t_c} \quad (2)$$

ここで、

$V_{bicycle}$: 自転車速度[m/s],

D_i : RABi の外径[m],

θ_i : 環道走行角[°],

t_c : 環道内滞在時間[s],

i : 1 (角田浜), 2 (糸満), 3 (東和町)

自動車と自転車の走行速度の差 (以下、速度差) と自動車の挙動の関係を分析する。ここで速度差とは、追従開始時の自動車の速度から自転車の速度を差し引いたものである。交差点別の、速度差と追越し挙動の発生状況を図-17 から図-19 に示す。

図-17 より、角田浜 RAB では速度差が大きいほど追越し割合が上昇することが分かる。追越し件数が追従のみの件数を超えるのは、速度差が 6km/h 以上のときである。図-18 より、糸満 RAB では速度差が 0~2km/h の時に追越し割合が最も高くなる。また、追越し件数が高くなるのは、自転車の速度が追従開始時の自動車の速度を上回っている時である。図-19 より、東和町 RAB では速度差が 0~4km/h の時、追越し割合が高くなる。また、追越し件数については、速度差 0~2km/h の時をピークに、速度差が大きくなるほど減少する。

次に、追越しを行う自動車と追従のみの自動車の速度推移を比較分析する。分析の対象とするのは、環道流入時に他の車両や歩行者等の影響を受けなかった、自由走行の流入自動車である。角田浜 RAB における追越しを行った自動車および追従のみの自動車の速度推移について、箱ひげ図をそれぞれ図-20、図-21 に示す。なお、両図の箱ひげは最大値、75 パーセンタイル値、中央値、25 パーセンタイル値、最小値を示したものである。

図-20 より、角田浜 RAB で追越しを行った自動車は流入前から流出時にかけて速度が上昇していることが分かる。速度のばらつきは、流入前および流入時に大きく、環道内および流出時に小さくなっている。図-21 より、追従のみの自動車は流入前から環道走行時にかけて速度の変化が少なく、流出時に上昇し、流入前から流出時にかけて速度のばらつきが小さくなっている。

糸満 RAB における自動車の速度推移について、箱ひげ図を図-22、図-23 に示す。

図-22 より、糸満 RAB で追越しを行った自動車は流入

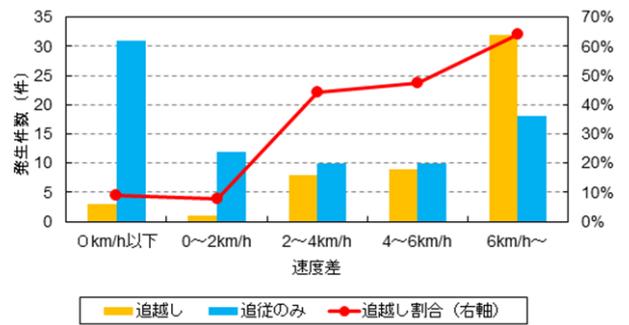


図-17 角田浜 RAB における速度差と追越しの関係

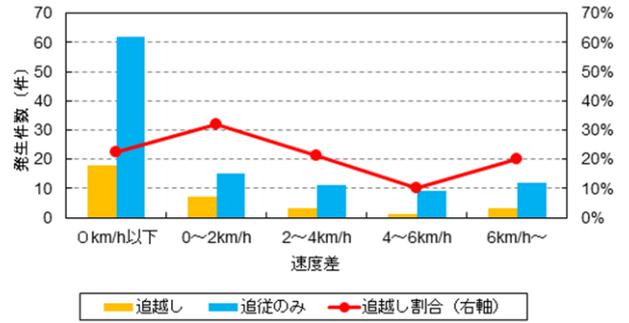


図-18 糸満 RAB における速度差と追越しの関係

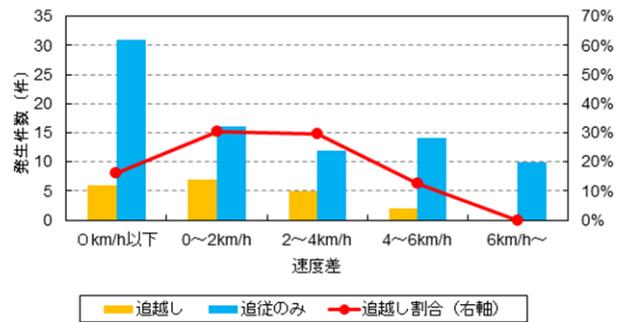


図-19 東和町 RAB における速度差と追越しの関係

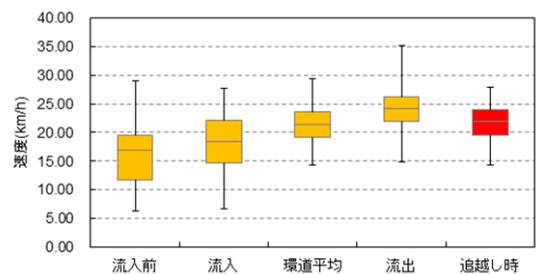


図-20 追越し自動車の速度推移 (角田浜 RAB)

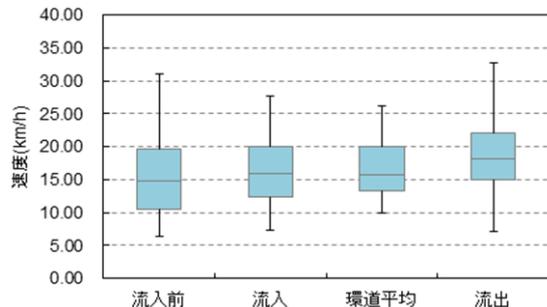


図-21 追従のみの自動車の速度推移 (角田浜 RAB)

前から流出時にかけて速度が上昇していることが分かる。環道走行時の速度のばらつきが、他と比較して小さくなっている。図-23 より、追従のみの自動車は、環道内で速度のばらつきが最も小さくなっている。

東和町 RAB における自動車の速度推移について、箱ひげ図を図-24、図-25 に示す。

図-24 より、東和町 RAB で追越しを行った自動車は環道流入時から流出時にかけて速度が上昇していることが分かる。流入前から流入時と比較して、環道走行時と流出時の速度のばらつきが小さくなっている。図-25 より、追従のみの自動車は環道流入時から流出時にかけて速度が上昇しており、追越し時ほど顕著ではないものの同様の傾向がみられる。流入時と環道走行時の速度のばらつきが比較的小さくなっている。

次に、追越しを行う自動車と追従のみの自動車を区別し、流入前、環道走行時、環道走行時、流出時の平均速度の推移を比較分析する。各交差点における速度推移を図-26 に示す。

図-26 より、角田浜 RAB では流入前から、追越し自動車と追従のみの自動車の速度にわずかな差がみられる。両者の差は環道流入時には 2.1km/h であるが、流出時には 6.0km/h にまで広がっている。糸満 RAB では流入前から流入時にかけて、速度差はみられず、環道内では 2km/h 程度の差がみられる。また、流出時にかけては追越しを行った自動車が加速傾向にあるのに対し、追従のみの自動車は減速する傾向にある。東和町 RAB では流入前から流出時にかけて、追従のみの自動車の速度が追越しを行う自動車の速度を上回っていることが分かる。両者の速度は環道走行時および流出時には逆転し、速度差は流出時にかけて大きくなっている。なお、流入前から流入時にかけて減速し、その後加速する傾向はどちらの自動車にも当てはまる。

6. 追越し挙動に関する判別分析

環道内で自転車に追従する車両が追越し挙動を行うメカニズムを明らかにするために、追越し挙動の発生有無を目的変数とした判別分析を行う。なお、前章までの分析を踏まえ、ここでは自動車の OD 要因を説明変数に加えた、右左折 OD の区別をしない分析を行う。判別分析の結果を表-7 に示す。なお、表中の*は有意水準 (* $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.10$) を表している。

表-7 より分析結果の有意確率は有意水準 $\alpha = 0.01$ より小さい値であり、モデルの有意性は示されている。判別分析の結果、エプロンと環道の間に段差がないとき、追越しが起りやすいことが読み取れる。これは、追越しをする際に、エプロンに段差がないと、エプロンに進入

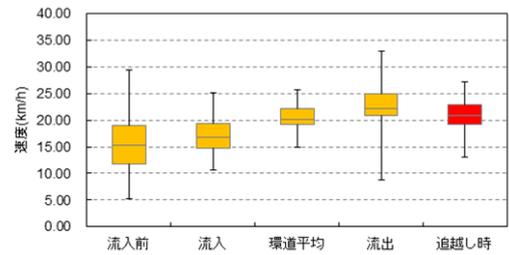


図-22 追越し自動車の速度推移 (糸満 RAB)

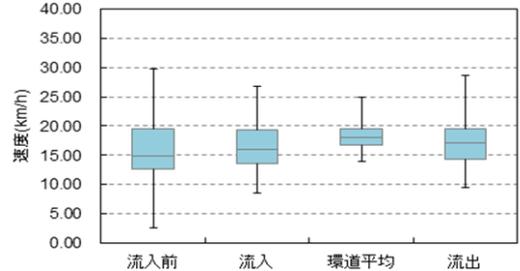


図-23 追従のみの自動車の速度推移 (糸満 RAB)

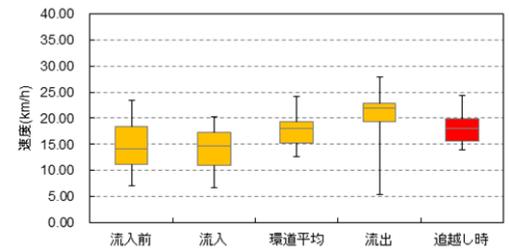


図-24 追越し自動車の速度推移位 (東和町 RAB)

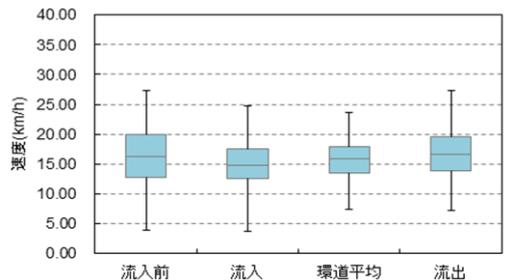
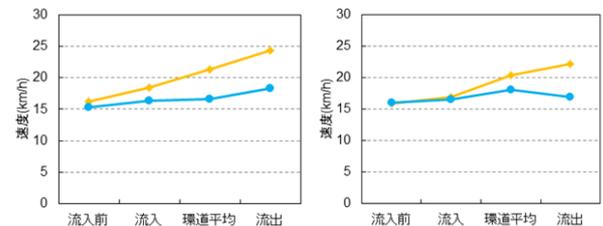
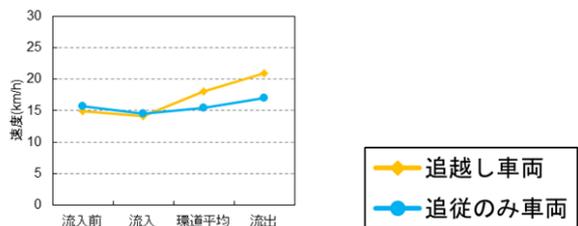


図-25 追従のみの自動車の速度推移 (東和町 RAB)



(a) 角田浜 RAB

(b) 糸満 RAB



(c) 東和町 RAB

図-26 各 RAB における平均速度の推移

して自転車との側方間隔をあけて追越しができるためと考えられる。次に、自転車の走行位置が内側であるとき、追越しが発生しないことが読み取れる。これは、自転車が環道内側を走行していると、自動車の進路がふさがれて追越しし辛くなることが要因と推察される。次に、自動車の OD が右折であると追越しが起りやすいことが読み取れる。これは、右折 OD の時は自転車を追従して走行する距離が長くなり、自転車を追い越す機会が増えるためであると考えられる。次に、追従時間が 4 秒以上であると追越しが発生しにくいことが読み取れる。これは、長い時間追従する自動車は自転車を追い越すことを諦めたか、考えていないためと思われる。また、流入時速度差が大きいほど追越しが発生することが読み取れる。これは、環道流入後に自動車と自転車の車間距離が詰まるまでの時間が短いことが影響していると考えられる。

次に、分析対象を左折相当 OD および右折相当 OD の追従自動車に限定した判別分析を行う。判別分析の結果を表-8 に示す。なお、表中の*は有意水準 (* $p<0.01$, ** $p<0.05$, *** $p<0.10$) を表している。

表-8 より、左折時、自動車の流入部に分離島があるとき、追越しが起りにくいことが読み取れる。これは、分離島が流入時に存在すると、自動車の運転の自由度が低減され、無理な運転を行わなくなるものと推察される。次に、中央島直径が大きいほど、追越しが起りやすいことが読み取れる。これは中央島直径が大きいと環道の曲率が緩くなり、楽なハンドル操作で追越しが可能となることが要因と考えられる。次に、自転車の走行位置が内側であるとき、追越しが発生しないことが読み取れる。これは、自転車が環道内側を走行していると、自動車の進路が塞がれて追越しし辛くなることが要因と推察される。次に、追従時間が 3 秒以上であると追越しが発生しにくくなることが読み取れる。左折 OD の自動車の場合、追従時間が 3 秒以上の場合、流出するタイミングに近い状態であり、流出路の安全確認を行う必要があるため、自転車を追い越す余裕がないことが影響したと思われる。また、自動車の流入時速度から自転車の速度を差し引いた、速度差が大きいほど追越しが発生することが読み取れる。これは、環道流入後に自動車と自転車の間隔が詰まるまでの時間が短いことが影響していると考えられる。

一方、右折相当 OD の判別分析結果より、追従時間が 4 秒以上であると追越しが発生しにくくなることが読み取れる。これは、長い時間追従する自動車は自転車を追い越すことを諦めたか、考えていないためと思われる。また、自動車の流入時速度から自転車の速度を差し引いた、速度差が大きいほど追越しが発生することが読み取れる。これは、環道流入後に自動車と自転車の間隔が詰まるまでの時間が短いことが影響していると考えられる。

表-7 全ケースの追越し判別分析の結果

説明変数	標準化係数	非標準化係数	F値
段差ダミー (エプロンが段差構造の場合1, 段差がない場合0)	0.220	0.455	2.91***
自転車位置ダミー (「最も内側」の自転車走行位置が区域1, 2の場合0, 区域3, 4の場合1)	0.338	0.950	7.73*
右折ダミー (自動車のODが右折相当ODの場合1, それ以外の場合0)	-0.406	-0.820	10.89*
追従時間4秒ダミー (追従時間が4秒以上の場合1, 4秒未満の場合0)	0.704	1.458	32.77*
流入時速度差[km/h] (自動車の環道流入時速度 - 自転車の走行速度)	-0.560	-0.102	20.10*
切片		-0.662	
重心	追越しにくい+/追越しやすい-		
的中率	有意確率	標本数	
72.43%	0.00	378	

表-8 OD別の追越し判別分析の結果

説明変数	左折相当OD			右折相当OD						
	標準化係数	非標準化係数	F値	説明変数	標準化係数	非標準化係数	F値			
流入部分離島ダミー (自動車の流入部に分離島が存在する場合1, しない場合0)	0.363	1.532	3.51***	/						
中央島直径[m]	-0.465	-0.086	4.70**							
自転車位置ダミー (「最も内側」の自転車走行位置が区域1, 2の場合0, 区域3, 4の場合1)	0.383	1.221	4.08*							
追従時間3秒以上ダミー (追従時間が3秒以上の場合1, 3秒未満の場合0)	0.599	1.285	9.27*				追従時間4秒以上ダミー (追従時間が4秒以上の場合1, 4秒未満の場合0)	0.809	1.755	26.11*
流入時速度差[km/h] (自動車の環道流入時速度 - 自転車走行速度)	-0.701	-0.130	12.15*				流入時速度差[km/h] (自動車の環道流入時速度 - 自転車走行速度)	-0.590	-0.103	12.95*
切片		-0.904					切片		-0.806	
重心	追越しにくい+/追越しやすい-			重心	追越しにくい+/追越しやすい-					
的中率	有意確率	標本数		的中率	有意確率	標本数				
70.45%	0.00	132		71.02%	0.00	176				

7. おわりに

本研究では、幾何構造の異なる 3 つの RAB において、走行調査と外部観測調査を実施することで、環道内で自動車が自転車を追従し追い越す行為と、自転車の断面方向の走行位置、追従時間、自転車と自動車の走行速度の関係を明らかにした。分析結果より RAB を走行する自転車の通行安全性を向上させるための一方策として、可能な限り RAB 外径を小さくすることや、自転車の環道内側の走行を認めることが挙げられる。

今後は、4 枝の RAB も調査対象に加えるなど、サンプルを増やして、自転車を追従する自動車の挙動の特徴をより詳細に分析する。

謝辞

本研究は、科研費（基盤研究（C）16K06536）の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) (一社)交通工学研究会：ラウンドアバウトマニュアル, 2016.
- 2) 後藤和也・鈴木弘司・志村連・安田宗一郎：ラウンドアバウトにおける自転車走行が環道交通に与える影響分析, 第 55 回土木計画学研究発表会, 5 ページ, 2017. (2017.4.27 受付)
- 3) 今田勝昭, 小林寛, 高宮進：歩行者・自転車の影響を考慮したラウンドアバウトの交通容量の変化, (一財)土木研究センター, 土木技術資料, vol.56, No.12, pp.38~41, 2014.
- 4) 鈴木一史・中村英樹：交通流解析のためのビデオ画像処理システム TrafficAnalyzer の開発と性能検証, 土木学会論文集 D, Vol62, No.3, pp.276-287, 2006.

ANALYSIS OF TRAFFIC SAFETY FOR BICYCLE USERS AT ROUNDABOUTS

Kyotaro AWATA and Koji SUZUKI