

ラウンドアバウトにおける自転車の通行位置が 車両挙動に与える影響分析

鈴木 弘司¹・湊 圭太²・栗田 恭太郎³

¹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

²非会員 名古屋工業大学社会開発工学科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

E-mail: 26214004@stn.nitech.ac.jp

³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

本研究ではラウンドアバウト (RAB) における自転車の通行位置が車両挙動に与える影響について分析を行う。構造の異なる4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、また、自転車の通行速度が高く、追従時間が長いほど追越しが起こりにくいこと、他方、RAB外径が大きい場合に追越しが起こりやすいことがわかった。さらには、左折ODでは流入出部の幅員が広いと追越し挙動が発生しやすく、右折ODでは矢羽標示があることで追越しが発生しやすいなど、ODにより追越し挙動の発生要因が若干異なることも示された。

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、まだ、導入実績の少ない中、2016年に刊行されたわが国のRABに関する技術マニュアル¹⁾においても自転車の取り扱いに関して明確な整備指針が示されていない。わが国の一部のRABでは、自転車の通行安全性を高めるべく、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²⁾が、通行位置の明示による副作用として起こり得る自動車との錯綜の懸念などRABにおける自転車に関する検討課題は多いといえる。ここで、自転車の通行位置に着目した事例として立岩ら³⁾は一つのRABを分析対象として自転車と自動車の交錯危険性を評価しているが、RAB構造条件の違いまでは考慮できていない。また、先行研究として、後藤ら³⁾は複数RABを対象として環道内自動車の自転車への追従、追越し挙動に関する分析を行っているが、RAB断面方向の走行位置や追従時間、交差点構造との関係を多

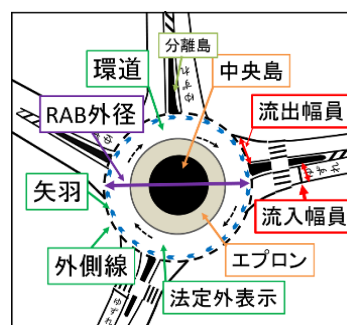


図-1 RABの構造要素

面的に評価するには至っていない。

本研究では、幾何構造の異なる複数RABにおける自転車走行調査および観測調査に基づき、環道内で自動車に追従される自転車 (以下、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・追越し挙動の発生要因に関して基礎的な分析を行う。

2. 各RABの構造諸量と調査概要

本研究では、安曇野市の本村円RAB、新潟市の角田浜RAB、糸満市の糸満RAB、飯田市の東和町RABを分析対



図-2 対象交差点の外観

表-1 調査の概要

RAB	調査概要	日時	自転車数	自動車流入交通量
本村円RAB	観測調査	2018年10月,15日間 6時~9時,16時~18時	1768[台]	535[台/h]
角田浜RAB	観測調査 走行調査	2017年4月20日(木) 10時~18時	195[台]	364[台/h]
糸満RAB	観測調査 走行調査	2016年12月16日(金) 7時~14時	240[台]	988[台/h]
東和町RAB	観測調査 走行調査	2016年11月18日(金) 7時30分~15時30分	111[台]	672[台/h]

象とする。各箇所交通状況は高所に取り付けたビデオカメラで撮影している。構造図を図-1に、各RABの全体図を図-2に、また、調査概要、交差点の構造諸量をそれぞれ表-1、表-2に示す。

映像から、環道内で自動車による自転車に対する追従挙動や追越し挙動と自転車のRABにおける流入流出のタイミングなどの挙動データを取得する。

3. 自転車の通行位置に関する分析

各RABにおける最も長く観測された自転車の通行位置を4か所定義し、それらを図-3から図-6に示す。通行位置は、外側線からエプロン端点までの距離としている。

ここで、追従を行った自動車の内、自転車を追越した自動車を「追越し挙動」、追越さなかった自動車を「追従挙動」と表記する。また、追従挙動と追越し挙動の割合を「追越し挙動割合」と表記する。調査時間帯内の追従挙動と追越し挙動の発生件数と追越し挙動発生割合を図-7に示す。すべてのRABにおいて、環道外側線では追越し挙動割合が大きくなる。通行位置がエプロン側になると、追越し挙動の発生が少なくなる傾向がある。

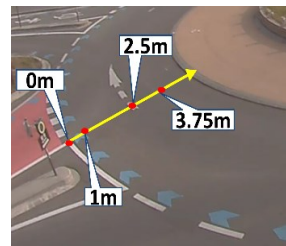


図-3 本村円RABの環道

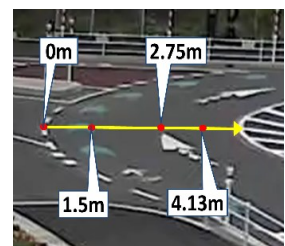


図-4 角田浜RABの環道

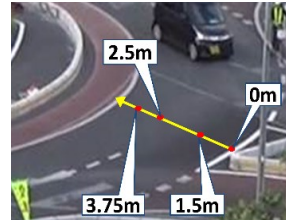


図-5 糸満RABの環道

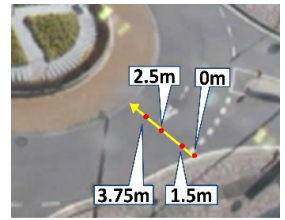


図-6 東和町RABの環道

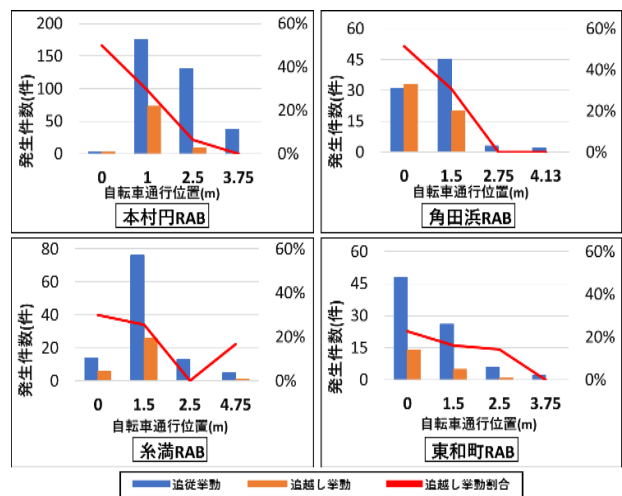


図-7 追従挙動と追越し挙動の発生状況

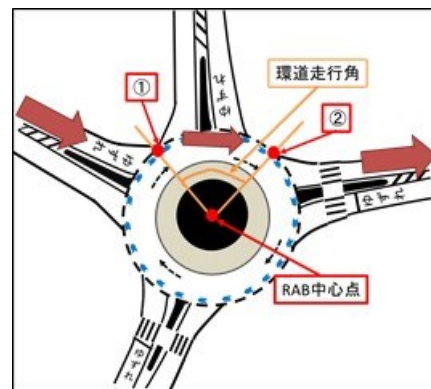


図-8 環道走行角に関する定義

表-3 左折相当 OD の計測数

RAB	本村円RAB				角田浜RAB				糸満RAB				東和町RAB							
流入枝	N	E	NW	SW	N	W	SE	N	S	S	E	SE	N	N	S	E	W	W	W	NW
流出枝	E	SW	E	N	NW	SE	N	W	E	SE	N	W	S	E	NW	S	N	E	NW	E
走行角[°]	60	60	110	80	30	57	43	62	62	117	94	30	63	97	96	40	111	20	67	120
追従挙動(A)	217				33				54				52							
追越し挙動(B)	54				11				16				10							
標本数(A+B)	271				44				70				62							

4. 追従時間による追従挙動と追越し挙動の関係分析

RABで追従挙動や追越し挙動をする自動車の走行を左折相当ODと右折相当ODの2種類に分けて分析を行う。

環道走行角の定義を図-8に示す。RABの中心点をまで伸ばした線と「環道走行角」とする。この角度は、RAB中心点から流入部の外側線上の端点(図中①)まで伸ばした線とRAB中心点から流出部の外側線上の端点(図中②)まで伸ばした線のなす角である。自動車が環道を走行する距離が長いほど、環道走行角は大きくなる。

表-3, 表-4に本論文に用いた左折相当ODと右折相当ODをそれぞれ示す。表-3より、左折相当ODの環道走行角は、20° ~120° の範囲である。一方、表-4より、右折相当ODの環道走行角は、130° ~310° の範囲である。

相当OD別の追従時間と追越し挙動件数および追越し挙動割合の推移を図-9と図-10に示す。

これより、累積50%では、追従挙動と追越し挙動に左折相当ODでは1秒、右折相当ODでは2秒の差があり、追越し挙動の追従時間は短い時間で終了する傾向がある。また、図-9と図-10の最頻値の比較より追越し挙動の追従時間は右折相当ODより左折相当ODの方が短いことがわかる。

5. 車両挙動の影響を受けた自転車の走行速度の分析

各RABにおける追従挙動を受けた環道内の自転車の走行速度を図-11に示し、追越し挙動を受けた環道内の自転車の走行速度を図-12に示す。

図-11より、自動車の追従挙動を受けた自転車の走行速度の平均値は、糸満RABが最も速度が高く、角田浜RABが最も低い。本村円RABは、ばらつきが最も大きい。一方、図-12より、自動車の追越し挙動を受けた自転車速度の平均値は、糸満RABが最も速度が高く、本村円RAB、角田浜RABが同程度に低い。本村円RABと糸満RABが他のRABよりばらつきが大きいことがわかる。

6. 追越し挙動に関する判別分析

環道内で自動車による自転車の追越し挙動と追従挙動に関する判別分析を行う。目的変数は追越し挙動を1、追従挙動を0とする。分析結果を表-5と表-6に示す。

表-5より、RAB外径[m]が大きいほど、自動車による追越し挙動が起りやすいことが読み取れる。これは、RABの外径が大きくなるほど、環道内の走行距離が長くなり、環道内で自動車が自転車を追従して走行する距離

表-4 右折相当ODの計測数

RAB	本村円RAB				角田浜RAB			糸満RAB						東和町RAB										
流入枝	N	E	E	NW	SW	N	W	SE	N	N	S	E	W	SE	N	N	S	S	E	E	W	NW	NW	
流出枝	SW	N	NW	SW	E	W	SE	N	S	W	S	N	S	SE	N	W	NW	N	E	N	NW	S	S	W
走行角[°]	180	190	130	240	180	188	166	169	170	240	310	204	120	186	206	174	270	146	209	240	196	210	164	226
追従挙動(A)	130				48			54						29										
追越し挙動(B)	32				42			14						10										
標本数(A+B)	162				90			68						39										

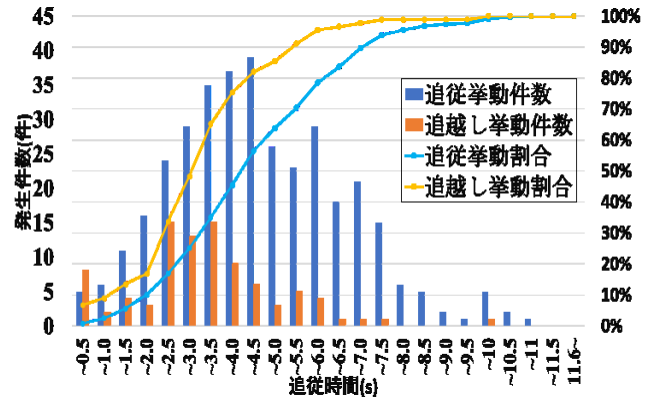


図-9 左折相当ODの追従時間と追越し挙動の関係

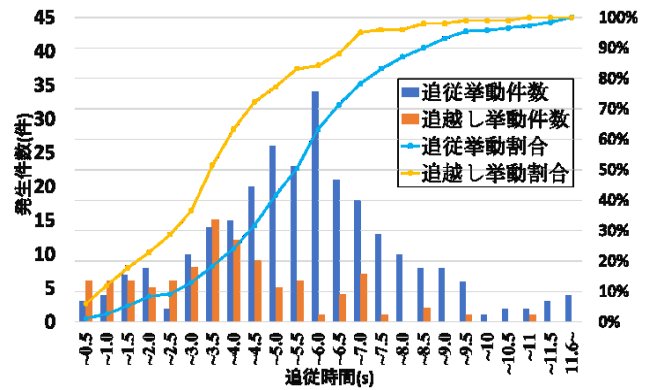


図-10 右折相当ODの追従時間と追越し挙動の関係

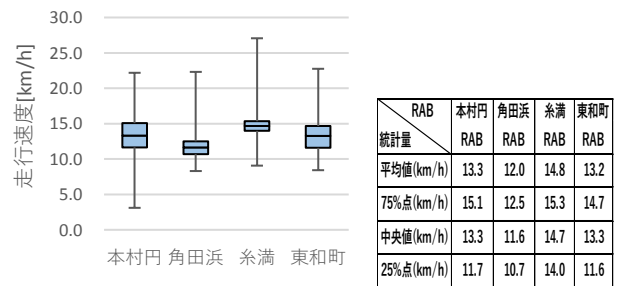


図-11 走行速度特性(被追従)

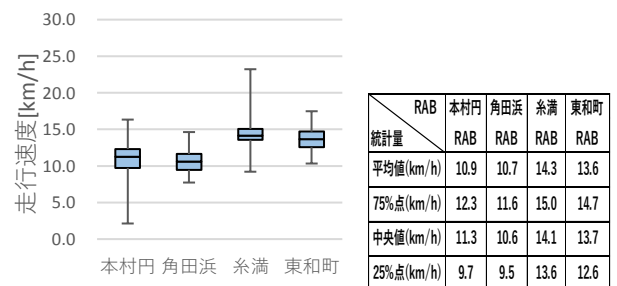


図-12 走行速度特性(被追越し)

が長くなり、自転車を追越す機会が増えるためであると考えられる。流出幅員[m]が大きいほど追越し挙動が起りやすいことが読み取れる。流出幅員が大きいことで、自動車が流出部、またはその手前で高い速度で走行することができるため、追越しがしやすくなると推察される。流入幅員[m]についても同様の傾向がうかがえる。これは自動車が左折相当ODの場合では、環道内の走行距離が短く、RABの構造によっては、流入してすぐに流出する可能性があるが、流入幅員の値が大きいと、速度をあまり落とさずRABに流入しやすくなることが影響したものと考えられる。一方、自転車速度[km/h]が大きいほど追越し挙動が起りにくいと読み取れる。自転車を追越すために自動車は高い速度を必要とするため、追越し挙動ではなく追従挙動をすると考えられる。通行位置[m]の値が大きいほど追従挙動になるといえる。これは、RABの中央島側を自転車が通行すれば、自動車は追越し挙動をしにくくなるためである。また、追従時間[s]が長いほど追越し挙動が起りにくいことが読み取れる。

表-6より、RAB外径、環道内自転車速度、通行位置、追従時間については左折相当ODと同様の結果が得られたと考えられる。右折OD固有の変数として矢羽ダミーが有意な結果となっており、RAB内に矢羽があるとき、追越し挙動が起りやすいことが読み取れる。これは、自転車の利用者が矢羽に沿った走行を意識するため、環道内で追越し挙動の行いやすさの要因になっていると考えられる。

どちらのODでも、RAB外径が追越し挙動の要因になることがわかる。左折相当ODでは、流入幅員と流出幅員が大きいほど自動車が速度を出しやすいため追越し挙動をする傾向になる。走行距離が長い右折相当ODでは、矢羽の有無が追越し挙動に影響があることがわかった。矢羽に沿って走行することが自動車による追越し挙動に関係していることがわかる。

7. おわりに

本研究では、RABにおける自転車の通行位置が車両挙動に与える影響について、構造の異なる4つのRABに関して実測調査に基づく分析を行った。特に、幾何構造、自転車挙動、車両挙動の要因に着目して、追越し挙動の影響要因を明らかにした。得られた知見を以下に示す。

- ・自転車の通行位置に関する分析について、各RABでは、外側線上または外側線から1m~1.5m付近で自動車の追越し挙動の発生割合が高いことが分かった。また、本村円RABを通行する一般の自転車利用者は、矢羽表示がされていても、半数以上が外側線から2.5mの位置やそれよりも離れて通行していることが分かった。

表-5 左折相当 OD の判別分析 (* : 1%有意)

説明変数	標準化係数	非標準化係数	F値
RAB外径[m]	-0.834	-0.274	28.227*
流入幅員[m](流入部停止線の長さ)	-0.352	-1.317	18.972*
流出幅員[m](流出部ドット線の長さ)	-0.331	-0.266	23.880*
環道内自転車速度[km/h]	0.806	0.294	34.683*
通行位置[m] (最も長く観測された自転車の通行位置)	0.394	0.474	21.172*
追従時間[s]	0.91	0.46	31.033*
切片		8.466	
重心	的中率	有意確率	標本数
+ : 追従挙動 - : 追越し挙動	72.50%	0.000	447

表-6 右折相当 OD の判別分析 (* : 1%有意)

説明変数	標準化係数	非標準化係数	F値
RAB外径[m]	-0.489	-0.145	39.956*
矢羽ダミー(矢羽の設置有無)	-0.373	-0.809	33.996*
環道内自転車速度[km/h]	0.596	0.248	50.943*
通行位置[m] (最も長く観測された自転車の通行位置)	0.631	0.566	58.672*
追従時間[s]	0.66	0.286	52.413*
切片		-0.332	
重心	的中率	有意確率	標本数
+ : 追従挙動 - : 追越し挙動	76.00%	0.000	363

- ・車両挙動の影響を受けた自転車の走行速度の分析より、自動車の追従挙動を受けた自転車の走行速度では、本村円RABは走行速度のばらつきが最も大きいことが分かった。また、自動車の追越し挙動を受けた自転車の走行速度では、本村円RABと糸満RABのばらつきが大きいことが分かった。

- ・自動車の環道内の追越し挙動に関する判別分析より、左折相当ODについては、流入幅員、流出幅員の項目が自動車の追越し挙動に影響を与えていることが分かった。一方、右折相当ODについては、矢羽ダミーの項目が自動車の追越し挙動に影響を与えていることが分かった。また、RAB外径、環道内自転車速度、自転車の通行位置および追従時間はいずれのODの追越し挙動にも影響を与えていることが分かった

今後は、分析対象のRABを増やし、通行位置をより詳細に計測して分析を行う。また、自転車と車両の交錯危険性を評価するなど安全性の観点からの分析も進める。

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。また、分析に使用した映像や図面データを提供いただいた安曇野市、新潟市ならびに調査実施にご協力いただいた関係各位に対して謝意を表す。

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) 立岩華英, 康楠, 寺部慎太郎, 柳沼秀樹, 田中皓介：自転車の走行位置を考慮したラウンドアバウトの安全性評価, 第 57 回土木計画学研究発表会, 4 ページ, 2018.
- 3) 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.

(2019. 3. 10 受付)

**ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN BICYCLES' POSITION AND
VEHICLES MOVEMENTS AT ROUNDABOUTS**

Koji SUZUKI, Keita MINATO and Kyotaro AWATA