

ラウンドアバウト導入後一定期間における 走行挙動の変化

吉岡 慶祐¹・下川 澄雄²・村松 久³・金渕 信秋³・齊藤 和樹⁴

¹正会員 日本大学助手 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: yoshioka.keisuke@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 (同上)

E-mail: shimokawa.sumio@nihon-u.ac.jp

³非会員 焼津市役所 建設部道路課 (〒425-8502 静岡県焼津市本町五丁目6-1 アトレ庁舎2F)

E-mail: douro@city.yaizu.lg.jp

⁴非会員 日本大学 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: cskz15047@g.nihon-u.ac.jp

これまでにラウンドアバウトが導入された箇所では、従来の交差点と比較して車両の走行速度抑制や、事故件数減少といった効果が報告されている。これはラウンドアバウトそのものが有する安全性能が発揮されたほか、利用者への啓発が十分に機能していたこと、不慣れなドライバーが細心の注意を払って通行していたこともその一因であると考えられる。翻って、導入後一定期間が経過すると、ドライバーがラウンドアバウトの通行に慣れてくることが想定されるため、導入後の走行挙動の変化をモニタリングすることも重要であると考えられる。

本研究は、導入が開始して約5年が経過した静岡県焼津市の山の手環状交差点において、導入から約22か月後、約28か月後、約55か月後に撮影された上空からの映像を用いて、速度・加速度・走行位置などの走行挙動の経年的な変化を調査した。その結果、流入部手前では速度が上昇しているが、環道内の速度はそれほど変化していないことが明らかとなった。

Key Words : roundabout, speed, acceleration, safety, habituation

1. はじめに

ラウンドアバウトは2014年9月に施行された改正道路交通法により「環状交差点」として正式に位置づけられ、導入箇所は増加の一途である。これまでに導入された箇所の多くでは、従来の交差点と比較して事故が減少したといった報告や、走行速度が低下したといった報告など、安全性の向上に関する効果が確認されている。これらの効果は、ラウンドアバウトそのものが有する安全性能が発揮されたことはもちろんのこと、利用者への啓発が十分に機能していたこと、不慣れなドライバーが細心の注意を払って通行していたことなども要因の一つとして考えられる。一方で、ラウンドアバウトが導入されてから一定期間が経過した箇所では、ドライバーがラウンドアバウトの通行に徐々に慣れてくることで注意力が低下し、走行挙動に変化が生じていることも想定される。したがって、ラウンドアバウトの安全性能を正確に評価する際

には、導入後の走行挙動の変化も継続的にモニタリングしておくことが重要である。しかし、導入後の走行挙動の変化を把握しようとした研究はこれまで行われていない。

そこで本研究は、導入が開始して約5年が経過した静岡県焼津市の山の手環状交差点において、導入してから約22か月後（2015年11月）、約28か月後（2016年5月）、約55か月後（2018年8月）に撮影された上空からの映像を用いて、速度・加速度・走行位置などの走行挙動の変化を分析しその特徴を把握することを目的とする。

2. 走行挙動に関する知見の整理

ラウンドアバウトの導入事例の増加とともに、導入効果や走行挙動に関する調査や研究成果を通して、これらに関する知見も徐々に蓄積されている。

国際交通安全学会の調査¹⁾では、長野県飯田市東和町、静岡県焼津市関方（山の手環状交差点）、滋賀県守山市立田町、長野県軽井沢町六本辻などにおいて、ラウンドアバウト導入前後の走行速度の変化、通過時間の変化、アンケートによる利用者の評価など多角的な視点からラウンドアバウトの導入効果や走行挙動の特性を報告している。筆者ら²⁾は幾何構造の特徴が異なる8箇所のラウンドアバウトにおいて、上空から撮影した映像から走行位置や速度などの走行挙動データを取得し、流入部間の交差角度や隅角部の曲線半径といった幾何構造要素が走行挙動に大きな影響を与えることを示している。神戸ら³⁾は、国内8箇所のラウンドアバウトにおける流入時のギャップアクセプタンスに関する分析から、導入経過100日まではギャップパラメータの値に経過日数の影響があることを示している。その他にも、自転車の通行安全性に関する分析⁴⁾や、エプロン段差の違いによる走行挙動への影響に関する分析⁵⁾、安全確認行動に関する分析⁶⁾など、安全性や走行挙動に関するさまざまな分析がこれまでも行われている。

しかし、神戸ら³⁾の研究を除けば、これら多くの研究はラウンドアバウトの導入後から1~2年経過したある一時点の調査結果にもとづいたものであり、導入後の継続的な調査や経年的な変化に着目した分析はこれまでされてこなかった。これは、日本でのラウンドアバウトの導入経験がまだまだ少なく、十分な期間が経過したラウンドアバウトが少ないことも一因である。

一方、海外においてもラウンドアバウトの安全性や走行挙動に関する研究や報告は数多くあるが、やはり導入前後での比較に関する分析が中心であり、ドライバーの慣れなどの観点からの経年的な変化に着目した分析は、筆者の知る限り見当たらない。

3. 対象箇所とデータの取得方法

(1) 対象箇所

本研究の対象箇所は、図-1に示すラウンドアバウトの導入が開始して5年以上が経過した静岡県焼津市の山の手環状交差点とした。山の手環状交差点は、2つの市道が交わる十字交差点で、近隣住民の生活道路として利用されているほか、通勤時間帯は焼津市街から藤枝市方面・国道1号方面へ抜ける裏道としての利用交通が多い。当初は無信号交差点として運用されていたが、主従方向の車道幅員が同程度であるため優先関係がわかりにくく、一時停止の見落としによる出会い頭事故が多発していたことから、ラウンドアバウトの導入が検討された交差点である。2014年の1月に社会実験として暫定的にラウンドアバウトの運用が始まり、翌2015年3月に本格施工が

表-1 調査実施日

	調査日時	RAB 導入後期間
1回目	2015年11月11日(水) 12時~16時	導入22か月後
2回目	2016年5月19日(木) 12時~16時	導入28か月後
3回目	2018年8月28日(火) 13時~16時	導入55か月後

注記：導入後の期間は、社会実験開始月（2014年1月）を基準
本格運用の開始は2015年7月



図-1 UAVの撮影イメージと分析対象方向（2015年11月調査）

完了し、現在に至っている。

山の手環状交差点の主要な幾何構造諸元は、4枝で外径27m、環道幅員5m、エプロン段差5cmであり、わが国の標準的な構造を有するラウンドアバウトである。なお、導入開始後から走行挙動に影響を与え得るような幾何構造の改良等やカラー舗装、段差舗装等の速度抑制対策も実施されていない。

調査日時は、表-1に示すようにラウンドアバウトの運用が開始してから22か月後の2015年11月、27か月後の2016年5月、55か月後の2018年8月である。いずれも交通量の少ない午後の時間帯に調査を実施している。本稿では、比較に耐えうる十分なサンプル数を確保できた図-1に示す焼津方面から国道150号方面の直進車両のみを分析対象としている。また同一条件での比較をするため、小型乗用車のみを対象とす、さらにラウンドアバウトを通過する際に他の車両や歩行者等により走行に影響を受けたと思われる車両は除外した。

(2) データ取得方法

ラウンドアバウトを通過する際の走行挙動を取得するため、無人航空機(UAV; Unmanned Aerial Vehicle)により上空からビデオ撮影した。撮影したビデオデータは、UAV特有の画像のブレがあるため、これを取り除いたうえで、0.2秒ごとに目視により車両の走行位置をビデオ画面上に記録し、画面上の車両位置を射影変換により平面直角座標系に座標変換することで図面上の走行位置を取得した。さらに、得られた位置データから速度、加

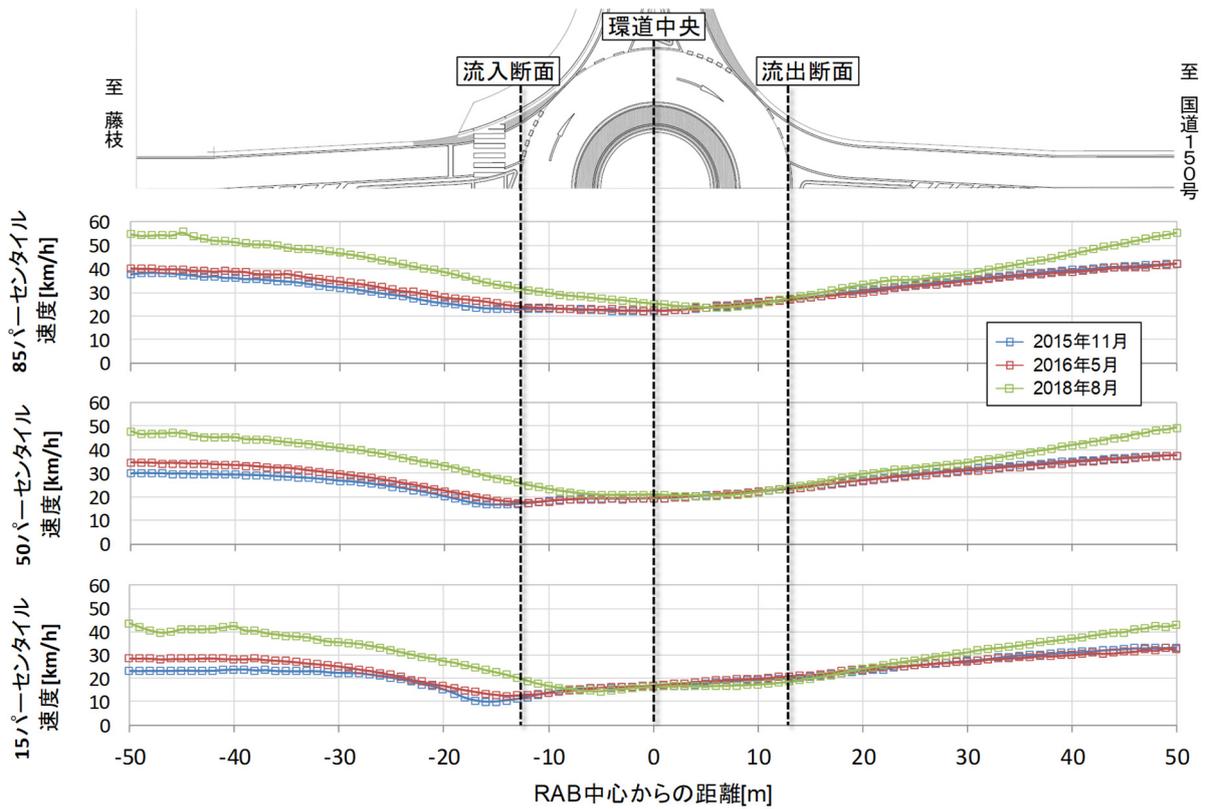


図-2 走行速度プロファイル

速度等を算出し、カルマンフィルタによる平滑化処理により目視によるビデオの読み取り誤差を除去した。なお、ビデオから車両走行位置を読み取る際は、車両のタイヤと舗装面の接地位置を読み取ることで、車両幅1.8mを仮定し、車両の前面中央に相当する位置の軌跡を本研究における走行軌跡と定義している。

4. 走行挙動の変化

(1) 走行速度プロファイル

図-2は、2015年11月、2016年5月、2018年8月のそれぞれの調査において取得された全車両の速度の85パーセント値、50パーセント値、15パーセント値を、ラウンドアバウト中心位置からの距離との関係で示したものである。なお横軸のラウンドアバウト中心からの距離とは、ラウンドアバウトの円の中心から接続道路の道路中心線上に投影した距離として表したものである。

これによると、2015年、2016年では調査時期に6か月程度の期間の差があるが、2016年の方が流入部手前の速度が85、50、15パーセント値のいずれもわずかに上昇している。さらに2018年をみると、流入部手前での速度の上昇が顕著となり、2016年と比較して10km程度上昇している。ただし、環道中央から流出断面にかけては、速度の差はほとんど無くなり、50パーセント値のみ

ると概ね20km/h程度で推移している。

また速度の変化に着目すると、2015年、2016年までは環道に入る前の流入断面付近で最も速度が低くなっているが、2018年では環道中央断面から流出断面の間で最も速度が低下している。すなわち、2016年まではラウンドアバウトの通行に慣れていない車両が一定数存在し、環道に流入する手前で十分に速度を落としていたが、2018年では多くの車両が通行に慣れたため、環道内をスムーズに通行できる速度を学習し、上手く調整しながら走行した結果であると考えられる。

(2) 断面通過速度の分布

図-3は、図-2に示す代表断面位置（流入断面、環道中央断面、流出断面）における、走行速度の分布を示したものである。表-2は、これら3断面の速度の85パーセント値、50パーセント値、15パーセント値および平均値を示している。

これによると、2018年は2016年と比較して、流入断面では15、85パーセント値で3~4km/h、50パーセント値で4~5km/h高くなっており、特定の速度帯ではなく全体的に速度が高くなっていることがわかる。一方環道中央断面では、速度分布の形状はほとんど同じであり、各パーセント値を見ても最も大きな差で1km/h程度である。流出断面においても速度の上昇は1~2km/h程度であり、顕著な速度の変化ではない。

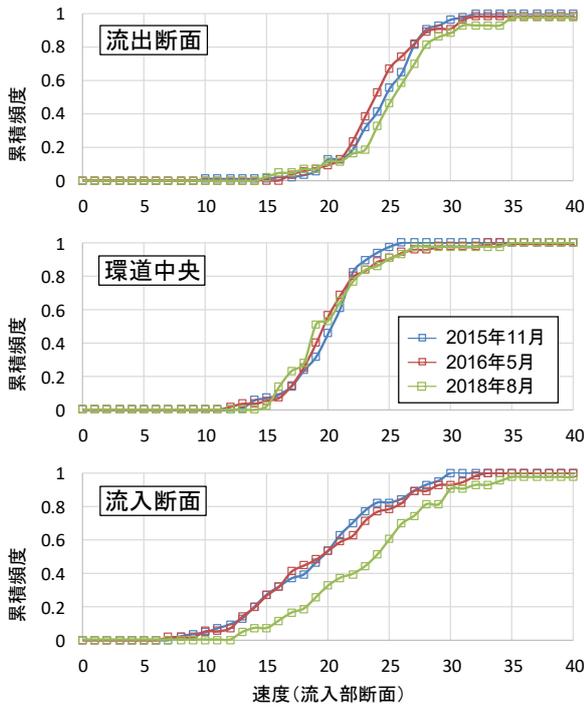


図-3 断面速度の分布

(3) 最小速度位置・最大減速位置

図-4は、個々の車両の減速挙動の特徴を把握するため、車両ごとにラウンドアバウトを通過する際に最も速度を落とした位置（最小速度位置）を図面上にプロットしたものである。

これによると、2015年、2016年は環道に流入する直前の流入断面付近にプロットが集中しているが、2018年では環道の中央付近にプロットが集中している。これは2015年、2016年の時点では、流入する際に環道内の車両の存在に関わらず十分に速度を落として安全確認をしていたこと、必ずしも一時停止を必要としない「ゆずれ」のルールが十分に浸透していなかったことなどが考えられる。一方2018年では、できるだけスムーズな軌跡で通過しようとした場合、ステアリングの切返しが生じる環道中央断面において走行軌跡が最も厳しくなることから、この地点に最小速度位置が集中したものと考えられる。

次に図-5は、ラウンドアバウトを通過する際に最も大きな減速度が生じた位置（最大減速位置）を図面上にプロットしたものである。

最大減速位置は2018年が最も流入部の手前側にプロットが集中している。前節でも示したように、2015年、2016年と比較して流入部手前における速度が高いことから減速の行動が早くなっているものと考えられる。一方2015年や2016年はプロット位置が全体的にばらついており、中には環道内で最も減速度が高くなっている車両も存在する。このような減速位置のばらつきは、ラウンドアバウトの走行に慣れていないドライバーがいくらか

表-2 代表断面における速度

	調査時期	2015年 (22か月後)	2016年 (28か月後)	2018年 (55か月後)
流出断面	85%値	27.5	27.4	28.5
	50%値	24.6	23.9	25.4
	15%値	21.5	21.2	22.6
	平均値	24.3	24.3	25.6
環道中央断面	85%値	22.4	23.2	23.3
	50%値	20.2	19.5	20.6
	15%値	17.2	17.1	16.9
	平均値	19.9	19.9	20.5
流入断面	85%値	25.6	26.2	29.7
	50%値	19.7	19.5	24.3
	15%値	13.5	13.3	17.2
サンプル数		84	56	72

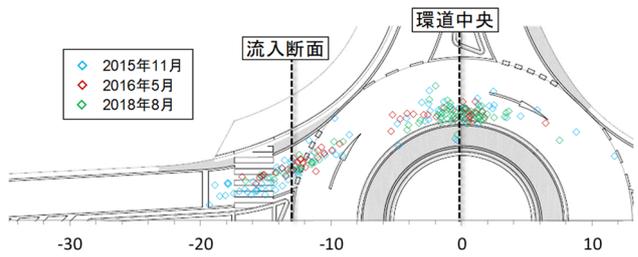


図-4 最小速度位置

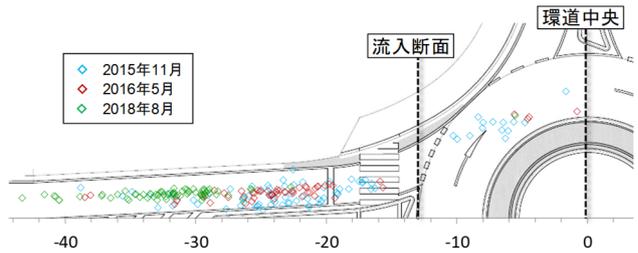


図-5 最大減速位置

存在していたことを示唆する結果であると考えられる。

(4) 走行位置と速度の関係

図-6は、環道中央断面における走行位置（ラウンドアバウト中心からの距離）と走行速度の関係を示したものである。

筆者らの既往研究⁷⁾でも指摘しているように、環道内ではラウンドアバウトの中心側（エプロン側）に近い位置を走行するほど、ショートカットするような走行軌跡となることから速度が高くなる傾向にある。2018年は2016年と比較して全体的に走行位置がわずかにエプロン側よりになっているが、速度は高くなっているわけではない。これは、さらにエプロン側を走行しようとしてもエプロン段差に乗り上げることになり、高い速度を維持して走行することが物理的に困難であるためである。すなわち、ドライバーの慣れによって流入部速度の上昇や

走行位置の変化が生じている状況にあっても、段差付きのエプロンを避けようとするためにステアリングの切返しが必ず生じるため、環道内では速度が上げ止まりになっているものと考えられる。これはラウンドアバウトの幾何構造が有する速度抑止効果が発揮され、さらにはエプロンの段差が機能していたことを示す結果であるとも解釈できる。

5. まとめ

本研究は、ラウンドアバウトの導入が開始して約5年が経過した静岡県焼津市の山の手環状交差点において、導入してから約22か月後、約28か月後、約55か月後に撮影された上空からの映像を用いて、速度・加速度・走行位置などの走行挙動の変化を分析した。

その結果、とくに流入部手前での速度がこれまでより10km/h程度高くなっている一方、環道内の速度は導入直後と比較してもそれほど変化しておらず20~30km/hにとどまっていることが明らかとなった。

流入部での速度の上昇は、ドライバーがラウンドアバウトの通行に慣れてきていることが要因の一つであると考えられる。一方で、最大減速位置や走行位置の分布の変化も鑑みると、慣れたことで幾何構造に応じたスムーズな走行をするようになったとも解釈できる。さらには、エプロンに段差があることで直進車両に生じる環道内でのステアリングの切返しにより、慣れによって流入部速度が上昇している中でも、ラウンドアバウトの幾何構造が有する速度抑止効果が機能しているとの見方もできる。

いずれにしても、流入部での速度が上昇していることに対して、これが安全性の低下に即座に結びつくものではない。事故データの比較等も踏まえた十分な検証が必要である。また、本稿では特定ラウンドアバウトの1つの流入部の直進方向のみの分析であるが、異なる流入部や左折、右折についても分析が必要である。また、慣れなどによる経年的な変化は、地域特性、利用交通の特性、幾何構造特性などによっても特徴が異なると考えられるため、他のラウンドアバウトでも分析を行うことが望まれる。

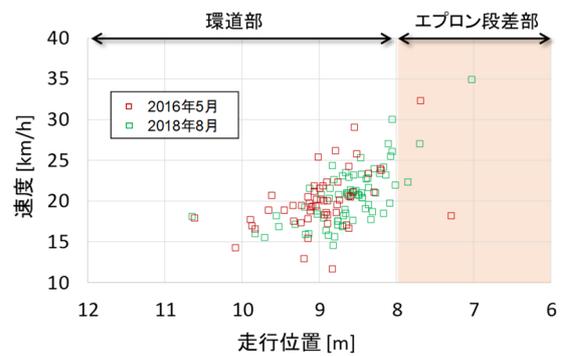


図-6 走行位置と速度の関係（環道中央断面）

謝辞

本研究は、JSPS科研費若手研究19K15118の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) (公財)国際交通安全学会：ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究(III)報告書，2015。
- 2) 吉岡慶祐，中村英樹，下川澄雄，森田緯之：ラウンドアバウトの幾何構造が走行挙動特性に与える影響分析，交通工学論文集特集号，Vol.4，No.1，pp.A_47-A_54，2018。
- 3) 神戸信人，張馨，中村英樹，尾高慎二：幾何構造要因を考慮したラウンドアバウト流入交通容量推定モデル，土木学会論文集 D3，Vol.74，No.5，I_1399-I_1409，2018。
- 4) 栗田恭太郎，鈴木弘司：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，第 57 回土木計画学研究発表会，CD-ROM，2018。
- 5) 小林寛，今田勝昭，上野朋弥，高宮進：ラウンドアバウトのエプロン構造の違いによる車両走行特性に関する実験検討，第 51 回土木計画学研究発表会・講演集，CD-ROM，2015。
- 6) 鈴木弘司，安田宗一郎，森本清誠：走行調査と観測調査に基づいた複数のラウンドアバウトにおける安全確認行動と車両挙動の分析，土木学会論文集 D3，Vol.72，No.5，I_1133-I_1143，2016。
- 7) 吉岡慶祐，中村英樹，下川澄雄，森田緯之，小久保智明：ラウンドアバウトの走行安全性照査手法に関する検討，第 52 回土木計画学研究発表会・講演集，CD-ROM，2015。

(?????.???.? 受付)

CHANGES IN DRIVING BEHAVIOR DURING THE PERIOD AFTER THE INTRODUCTION OF ROUNDABOUT

Keisuke YOSHIOKA, Sumio SHIMOKAWA, Hisashi MURAMATSU,
Nobuaki KANABUCHI and Kazuki SAITOH